

中国智慧能源产业发展报告

目录

第一章 智慧能源发展历程	6
1.1 能源问题.....	6
1.1.1 能源概述	6
1.1.2 世界能源生产和消费情况.....	8
1.1.3 我国能源生产和消费情况.....	10
1.1.4 能源危机与困境	11
1.1.5 能源发展前景	11
1.2 国际智慧能源发展大事记.....	12
1.2.1 智慧地球——2008.....	12
1.2.2 《第三次工业革命》——2011	13
1.2.3 欧盟 2020 年能源战略——2010	14
1.2.4 日本“智慧能源共同体”计划——2010	14
1.2.5 美国《未来能源安全蓝图》——2011	14
1.3 国内智慧能源发展大事记.....	15
1.3.1 中国智慧能源高峰会议——2011.....	15
1.3.2 中国智慧能源高峰会议——2012.....	16
1.3.3 《智慧能源》——2012	18
1.3.4 《智慧能源——我们这一万年》——2013.....	18
1.3.5 智慧能源产业技术创新战略联盟 ——2013.....	19
第二章 智慧能源理论研究	21
2.1 概述.....	21
2.1.1 智慧能源的概念	21
2.1.2 智慧能源的发展阶段.....	22
2.1.3 智慧能源应用的重大意义.....	23
2.1.4 智慧能源与智慧城市、智慧地球	24
2.2 智慧能源发展的理论基础.....	26
2.2.1 原始文明与“火”	26

2.2.2 农业文明与“一次能源”	27
2.2.3 工业文明与“二次能源”	27
2.2.4 生态文明与“智慧能源”	28
2.3 智慧能源发展的技术基础	29
2.3.1 能源技术	30
2.3.2 信息技术	31
第三章智慧能源产业概述	35
3.1 智慧能源产业链构成	35
3.2 国外智慧能源相关产业概述	36
3.2.1 欧盟智慧能源相关产业概况	36
3.2.2 美国智慧能源相关产业概况	39
3.2.3 日本智慧能源相关产业概况	41
3.3 中国智慧能源产业概述	46
3.3.1 中国智慧能源产业发展政策	46
3.3.2 中国智慧能源产业标准概述	52
3.3.3 中国智慧能源产业关键技术概述	53
3.3.4 中国智慧能源产业服务概述	57
3.3.5 中国智慧能源产业发展面临的问题	63
第四章 智慧能源产业标准体系研究	64
4.1 智慧能源标准体系框架	66
4.2 智慧能源基础类标准	68
4.3 智慧能源共性技术类标准	68
4.4 智慧能源监测类标准	68
4.5 智慧能源大数据标准	68
4.6 智慧能源评价类标准	69
4.7 智慧能源控制类标准	69
4.8 智慧能源服务平台类标准	69
第五章 中国智慧能源产业链发展现状分析	69
5.1 智慧能源主要能源技术及产品	71
5.1.1 照明系统节能技术及产品	71

5.1.2 空调系统节能技术及产品.....	73
5.1.3 供热系统节能技术及产品.....	74
5.1.4 电机系统节能技术及产品.....	76
5.2 智慧能源主要信息技术产品及设备	81
5.2.1 芯片.....	81
5.2.2 传感器.....	82
5.2.3 网关.....	83
5.2.4 存储器.....	85
5.2.5 服务器.....	86
5.2.6 应用软件	88
5.3 智慧能源解决方案.....	92
5.3.1 区域智慧能源解决方案	93
5.3.2 建筑领域智慧能源解决方案.....	98
5.3.3 数据中心领域智慧能源解决方案	102
5.4 智慧能源大数据服务与运营	112
5.4.1 国内大数据发展现状.....	112
5.4.2 大数据采集.....	115
5.4.3 大数据预处理	116
5.4.4 大数据存储.....	117
5.4.5 大数据分析与挖掘.....	118
5.4.6 大数据展现及应用技术	120
5.5 智慧能源测试与验证	123
5.5.1 用能设备能效测试与验证.....	123
5.5.2 信息技术产品互通性测试与验证	124
5.6 智慧能源节能服务.....	126
5.6.1 智慧能源合同能源管理服务.....	126
5.6.2 智慧能源节能减排成效评价服务	127
5.6.3 智慧能源公共服务平台	135
第六章 中国智慧能源产业重点企业及应用案例分析.....	138
6.1 天地互连.....	138

6.1.1 企业简介	138
6.1.2 主要产品及研发能力分析.....	138
6.1.3 应用案例分析	156
6.2 杭州哲达科技	157
6.2.1 企业简介	157
6.2.2 主要产品及研发能力分析.....	157
6.2.3 应用案例分析	159
6.3 中国电信北京研究院	164
6.3.1 企业简介	164
6.3.2 主要产品及研发能力分析.....	164
6.3.3 应用案例分析	165
6.4 朗德华	170
6.4.1 企业简介	170
6.4.2 主要产品及研发能力分析.....	170
6.4.3 应用案例分析	170
6.5 山东省计算中心.....	173
6.5.1 机构简介	173
6.5.2 主要产品及研发能力分析.....	174
6.5.3 应用案例分析	174
6.6 北京泰豪.....	180
6.6.1 企业简介	180
6.6.2 主要产品及研发能力分析.....	180
6.6.3 应用案例分析	181
6.7 海尔能源动力	184
6.7.1 企业简介	184
6.7.2 主要产品及研发能力分析.....	184
6.7.3 应用案例分析	184
6.8 中清慧能.....	188
6.8.1 企业简介	188
6.8.2 主要产品及研发能力分析.....	188

6.8.3 应用案例分析	189
6.9 北京澄通光电	193
6.9.1 企业简介	193
6.9.2 主要产品及研发能力分析	193
6.9.3 应用案例分析	194
6.10 珠海优华	198
6.10.1 企业简介	198
6.10.2 主要产品及研发能力分析	198
6.10.3 应用案例分析	199
第七章 智慧能源产业发展趋势与前景分析	203
7.1 国际智慧能源相关产业发展趋势	203
7.1.1 国际智慧能源相关产业发展整体趋势	203
7.1.2 不同国家地区的发展趋势	203
7.2 中国智慧能源产业发展趋势	212
7.2.1 政策环境趋势	212
7.2.2 技术发展趋势	214
7.2.3 产业链发展趋势	216
7.2.4 商业模式发展趋势	216
7.2.5 智慧能源建设工作探索	217
7.3 中国智慧能源产业前景分析	219
7.3.1 国家政策环境分析	220
7.3.2 市场前景分析	221
7.4 中国智慧能源产业发展的策略与建议	224

第一章 智慧能源发展历程

1.1 能源问题

能源是指向自然界提供能量转化的物质。关于能源的定义，我国的《能源百科全书》指出：“能源是可以直接或经转换提供人类所需的光、热、动力等任一形式能量的载能体资源。”

能源是驱动现代社会发展和主要推动力。我们现在所处的时代称之为“能源时代”，亦不为过。能源推动了第一次工业革命和第二次工业革命，并且将继续推动第三次工业革命。

1.1.1 能源概述

1) 能源的主要分类

以来源分类，可以分为：来自地球外部天体的能源，主要是太阳能；地球本身蕴藏的能量包括原子核能，地热等；地球和其它天体相互作用产生的能量，如潮汐能等。

以产生分类，包括一次能源和二次能源。一次能源即天然能源，指在自然界现成存在的能源，如石油、煤炭、天然气和水能等；二次能源是指由一次能源加工转换成的能源，如电力、煤气、石油制品等。一次能源又分为可再生能源和非可再生能源。

以能源消耗后是否造成环境污染，又可将能源分为污染能源和清洁能源。凡是可以不断得到补充或能在较短周期内再产生的能源称为再生能源，反之称为非再生能源。风能、水能、海洋能、潮汐能、太阳能和生物质能等是可再生能源；煤、石油和天然气等是非再生能源。

2) 当前的主要能源形态

石油。石油是当前最主要的燃料。全球石油需求（生物燃料除外）平均每年上升1%，从2007年8500万桶/日增加到2030年1.06亿桶/日。然而，其占世界能源消费的份额从34%下降到30%。石油资源基准可以分为三类：已探明储量（已探明但未开采的石油），储藏增长值（主要由于技术因素增加了油气的回

收率，导致储量的增加），未发现储量（有待通过勘探发现的资源）。美国、前苏联、中南美洲以及非洲的储量增长较快，而前苏联和中南美洲的未发现储量较大。

煤炭。世界煤炭需求量平均每年增长 2%，其在全球能源需求量中的份额从 2006 年的 26 % 攀升至 2030 年的 29%。其中，全球煤炭消费增加的 85%，主要来自中国和印度的电力行业。

天然气。全球天然气需求的增长更加迅速，以 1.8 % 的速度递增，在能源需求总额中所占比例微略上升至 22%。天然气消费量的增长大部分来自发电行业。

电力。电力是以电能作为动力的能源。发明于 19 世纪 70 年代，电力的发明和应用掀起了第二次工业化高潮。成为人类历史 18 世纪以来，世界发生的三次科技革命之一，从此科技改变了人们的生活。20 世纪出现的大规模电力系统是人类工程科学史上最重要的成就之一，是由发电、输电、变电、配电和用电等环节组成的电力生产与消费系统。它将自然界的一次能源通过机械能装置转化成电力，再经输电、变电和配电将电力供应到各用户。产生的方式主要有：火力发电（煤等可燃烧物）、太阳能发电、大容量风力发电技术、核能发电、氢能发电、水利发电等，21 世纪能源科学将为人类文明再创辉煌。燃料电池燃料电池是将氢、天然气、煤气、甲醇、肼等燃料的化学能直接转换成电能的一类化学电源。

可再生能源。现代可再生能源技术发展极为迅速，将于 2010 年后不久超过天然气，成为仅次于煤炭的第二大电力燃料。可再生能源的成本随着技术的成熟应用而降低，假设化石燃料的价格上涨以及有力的政策支持为可再生能源行业提供了一个机会，使其摆脱依赖于补贴的局面，并推动新兴技术进入主流。在本期预测中，风能、太阳能、地热能、潮汐和海浪能等非水电可再生能源（生物质能除外）的增长速度为 7.2%，超过任何其它能源的全球年均增长速度。电力行业对可再生能源的利用占大部分的增长。

3) 能源的发展趋势

根据经济学家和科学家的普遍估计，到本世纪中叶，也即 2050 年左右，石油资源将会开采殆尽，其价格升到很高，不适于大众化普及应用的时候，如果新的能源体系尚未建立，能源危机将席卷全球，尤以欧美极大依赖于石油资源的发达国家受害为重。最严重的状态，莫过于工业大幅度萎缩，或甚至因为抢占剩余的石油资源而引发战争。

为了避免上述窘境，目前美国、加拿大、日本、欧盟等都在积极开发如太阳

能、风能、海洋能(包括潮汐能和波浪能)等可再生新能源,或者将注意力转向海底可燃冰(水合天然气)等新的化石能源。同时,氢气、甲醇等燃料作为汽油、柴油的替代品,也受到了广泛关注。目前国内外热情研究的氢燃料电池电动汽车,就是此类能源中介应用的典型代表。

1.1.2 世界能源生产和消费情况

根据中国国际问题研究所苏晓晖的《世界能源形势及中国面临的挑战》一文显示:进入 21 世纪后的绝大部分时间里,能源供应趋紧。总体看,能源生产能力增长缓慢,能源消费需求却快速上升。随着世界经济持续发展,尤其是新兴经济体经济迅速增长,石油需求和消费量不断上升,上升幅度超过了产量的增长。尽管 2008 年经济危机爆发使石油需求自 1983 年以来首次出现下降,但 2010 年,石油消费再次转降为升。可见,石油供应的宽松是暂时的,供应紧张才是常态。

石油探明储量保持小幅上升,炼油能力继续增长。根据 2011 年 6 月英国石油公司(BP)发布的《BP 世界能源统计 2011》报告,截至 2010 年年底,全球石油探明储量达到 13832 亿桶(1888 亿吨),比 2009 年年底的 13766 亿桶增长了约 1.48%,储采比为 46.2 年。探明石油储量的增长主要来自亚太,中南美和非洲,其他地区储量基本维持在 2009 年的水平。亚太地区净增加了 30 亿桶(主要来自印度),中南美地区增加了 19 亿桶(主要来自巴西),非洲地区增加了 17 亿桶(主要来自利比亚,乌干达和加纳)。中东石油储量仍在全球储量中占有最大份额,达到 54.4%,储采比为 81.9 年。

2010 年,石油产量转降为升,达到 8209.5 万桶/日,比 2009 年增长了 2.2%。但仍略低于 2008 年的水平。OPEC 成员国的石油产量为 3432.4 万桶/日,同比增长 2.5%。非 OPEC 国家的石油产量为 3428.7 万桶/日,同比增长 1.9%。由于海上石油产量增加,中国实现了 27.1 万桶/日的石油产量增长,成为非 OPEC 国家中增产石油最多的国家;其次是美国和俄罗斯,俄罗斯保持了最大石油生产国的地位。

石油贸易量正在缓慢回升,出口增长主要来自苏联地区和中东地区,二者增量合计占世界石油贸易总增量的 80% 以上。非洲,加拿大和墨西哥等地区 and 国家的出口量也有一定幅度增长,而中南美出口量则出现下降。进口增长主要来自亚太和美国,尤其是亚太,增量约占世界增量总和的一半以上;而欧洲石油进口量继续延续 2008 年以来的下降态势。

天然气的发展引人注目，非常规天然气堪称异军突起。截至 2010 年底，世界天然气探明储量增至 187.1 万亿立方米，同比增加 5000 亿立方米。增量最大的是印度和巴西。

在储量小幅度提升的同时，天然气的产量快速增长，2010 年比 2009 年增长了 7.3%，是 1984 年以来增长速度最快的一年。俄罗斯天然气增量最大，达 613 亿立方米，增幅为 18.4%；美国的增量位居第二，为 282 亿立方米，增幅 4.7%，美国、俄罗斯、加拿大三国产量合计占世界总量的 43%。

当前，非常规天然气的开采及其对国际能源格局的潜在影响受到广泛关注。据国际能源署估计，全球 74 个赋存煤层气资源的国家煤层气资源总量约为 168 万亿立方米，其中 90% 的煤层气资源量分布在 12 个主要产煤国——俄罗斯、加拿大、中国、澳大利亚、美国、德国、波兰、英国、乌克兰、哈萨克斯坦、印度、南非。到 2035 年，非常规天然气产量比例将达到天然气总产量的 1/5，天然气资源足以使当前产量维系 250 年以上。非常规天然气的开采促进了天然气总产量的增长。2010 年，由于在非常规天然气生产方面取得的进步，美国天然气产量为 6110 亿立方米，占世界总量的 19.3%，连续两年超过俄罗斯。中国天然气产量为 968 亿立方米，位居世界第七位。

目前，非常规天然气约占天然气资源总量的一半，但比常规天然气资源分布更为分散。分析普遍认为，非常规天然气对很多国家和地区维持能源安全有积极意义。天然气的成本仅为石油的 1/3，燃烧天然气所排放的温室气体少于石油，而且北美，中国和欧美等地均出产非常规天然气，因此有利于各国降低对中东产油国和俄罗斯的依赖度。澳大利亚近年来煤层气产量大幅度提高。2011 年，美国地质勘探局又对澳大利亚的四个盆地进行了页岩气资源评估，可采储量共计 396 亿立方英尺。

但是，各地区的非常规天然气发展进度差异很大。美国曾经是天然气进口大国，现在已可实现自给自足，甚至有可能考虑出口。美国能源情报署 2011 年 5 月 26 日公布的《2011 年度能源展望》显示，2009 年，页岩层占其国内天然气产量的 16%，到 2035 年，这一比例可达到 47%。澳大利亚计划发展三种非常规天然气，占其宣称的液化天然气出口能力的 45%。印度煤矿资源丰富，有潜在的煤层气生产能力，但 10 年前就开始开发的煤层气项目至今没有取得实质性成果。

另外，非常规天然气开采也面临环境安全方面的质疑，其生产和推广前景仍

面临若干不确定因素。国际能源署对页岩天然气的激增提出告诫，担心开采使用的液力加压开裂技术有可能对环境产生影响。有环保组织也担心液力加压开裂会污染饮用水，但业内人士坚称，只要操作得当，这项工艺是安全的。

煤炭产量增长主要来自非 OECD 国家。2010 年，世界煤炭产量为 72.73 亿吨，同比增长 6.3%。其中，中国煤炭产量位居世界第一，达 32.4 亿吨，占全球产量的 48.3%；美国煤炭产量位居世界第二，印度位居世界第三，澳大利亚和俄罗斯分别位居第四和第五。

水电和核能也实现了 2004 年以来的最大增长。2010 年是自 1990 年以来平均降雨量最大的一年，因此水电实现了有史以来最大的增长。全球水力发电量达到 7.756 亿吨油当量，增幅为 5.3%。核能实现了 2% 的增长。其中，3/4 的增长来自 OECD 国家，法国核电增量位居全球第一，增幅为 4.4%。

1.1.3 我国能源生产和消费情况

根据国务院公布的《中国的能源政策（2012）》白皮书显示：20 世纪 70 年代末实行改革开放以来，中国的能源事业取得了长足发展。目前，中国已成为世界上最大的能源生产国，形成了煤炭、电力、石油天然气以及新能源和可再生能源全面发展的能源供应体系，能源普遍服务水平大幅提升，居民生活用能条件极大改善。能源的发展，为消除贫困、改善民生、保持经济长期平稳较快发展提供了有力保障。

中国能源发展面临着诸多挑战。能源资源禀赋不高，煤炭、石油、天然气人均拥有量较低。能源消费总量近年来增长过快，保障能源供应压力增大。化石能源大规模开发利用，对生态环境造成一定程度的影响。

2011 年，中国一次能源生产总量达到 31.8 亿吨标准煤，居世界第一。其中，原煤产量 35.2 亿吨，原油产量稳定在 2 亿吨，成品油产量 2.7 亿吨。天然气产量快速增长，达到 1031 亿立方米。电力装机容量 10.6 亿千瓦，年发电量 4.7 万亿千瓦时。电网基本实现全国互联，330 千伏及以上输电线路长度 17.9 万公里。

非化石能源快速发展。2011 年，全国水电装机容量达到 2.3 亿千瓦，居世界第一。已投运核电机组 15 台、装机容量 1254 万千瓦，在建机组 26 台、装机容量 2924 万千瓦，在建规模居世界首位。风电并网装机容量达到 4700 万千瓦，居世界第一。光伏发电增长强劲，装机容量达到 300 万千瓦。太阳能热水器集热面积超过 2 亿平方米。积极开展沼气、地热能、潮汐能等其他可再生能源推广应用。

非化石能源占一次能源消费的比重达到 8%。

存在的问题：

资源约束矛盾突出。煤炭、石油和天然气的人均占有量仅为世界平均水平的 67%、5.4% 和 7.5%。

能源效率有待提高。中国产业结构不合理，经济发展方式有待改进。中国单位国内生产总值能耗不仅远高于发达国家，也高于一些新兴工业化国家。

能源安全形势严峻。近年来能源对外依存度上升较快，特别是石油对外依存度从本世纪初的 32% 上升至目前的 57%。

1.1.4 能源危机与困境

世界经济的现代化，得益于化石能源，如石油、天然气、煤炭与核裂变能的广泛的投入应用。因而它是建筑在化石能源基础之上的一种经济。然而，由于这一经济的资源载体将在 21 世纪上半叶迅速地接近枯竭。石油储量的综合估算，可支配的化石能源的极限，大约为 1180~1510 亿吨，以 1995 年世界石油的年开采量 33.2 亿吨计算，石油储量大约在 2050 年左右宣告枯竭。天然气储备估计在 131800~152900 兆立方米。年开采量维持在 2300 兆立方米，将在 57~65 年内枯竭。煤的储量约为 5600 亿吨。1995 年煤炭开采量为 33 亿吨，可以供应 169 年。铀的年开采量目前为每年 6 万吨，根据 1993 年世界能源委员会的估计可维持到 21 世纪 30 年代中期。核聚变到 2050 年还没有实现的希望。化石能源与原料链条的中断，必将导致世界经济危机和冲突的加剧。

1.1.5 能源发展前景

1) 发展可再生能源

太阳能。以太阳能的利用为主的可再生能源潜力极大，据天文物理学家的计算表明，太阳系还能存在 45 亿年，每年太阳提供的能量是世界人口商品消费量的 1.5 万倍。光伏发电。光热利用

生物质燃料能源。目前全球农用面积约为 1000 平方公里。约有 4000 万平方公里的土地为森林覆盖，荒漠地区的面积约为 4900 万平方公里。光合作用的年产量（包括自然生长的植物和粮食生产）目前大约是 2200 亿吨干坯料，这大约相当于每年 80 亿吨生化资料所提供的能量，只需不到 1200 平方公里的可耕地和林地面积（不计沼气的能量）。

氢能源。利用自然界大量存在的水，由电解水产生氢或由太阳能光催化水

分解氢。

此外，风力发电、小水电和潮汐发电也可提供可观的电力。

2) 能源的节约与合理利用

采用高效用能设备。依靠科技进步，通过开发新型高效的用能设备、开发能源转化新技术等改造传统能源工业是实现现有能源合理利用的主要途径。

提高能源利用效率。采用科学手段，加强余热回收与利用。

能源利用的科学管理。通过建立智慧的能源管理体系，在能源需求侧实施有效的、按需使用的能源管理和利用体系，将极大的提高能源的利用效率，避免能源的无效浪费。

1.2 国际智慧能源发展大事记

1.2.1 智慧地球——2008

关于“智慧”二字，首见于美国 IBM 公司 2008 年 11 月提出的“智慧地球”概念。按照 IBM 公司的定义，“智慧地球”包含了以下三个特征：第一，能够感应和度量世界的本质和变化；第二，世界更全面地互联互通；第三，所有事物、流程、运行方式实现更深入的智能化，并实现更智能的洞察。智慧地球的核心是利用新一代信息技术，以一种“智慧”的方法改变人类相互交互的方式，以提高交互的明确性、效率、灵活性和响应速度，使政府、企业和市民可以做出更明智的决策。

IBM 公司首席执行官彭明盛认为，智慧地球应包括智慧医疗、智慧交通、智慧电力、智慧食品、智慧货币、智慧零售业、智慧基础设施以及智慧城市等等。“智慧地球”与物联网、云计算、大数据等新一代信息技术密切相关，通过物联网与互联网的结合，将地球上电网、铁路、桥梁、隧道、公路、建筑、供水系统、大坝、管道等各种物体普遍连接起来，实现数字化、网络化和智能化，在此基础上，人类可以“智慧”地管理生产和生活的各个方面。IBM 指出，在构建“智慧地球”方面，企业面临着六项基本需求，包括：1) 将信息转化为洞察；2) 提升企业的运行效率；3) 提高敏捷性；4) 互联协作释放潜力；5) 服务支持和产品创新；6) 风险管理和安全性、合规性识别评估。目前，IBM 公司已经在银行、通讯、教育、电子、能源、医疗、保险媒体、零售运输等行业提出了智慧创想，而

相应的解决方案仍在探索实践中。

自 IBM 提出“智慧地球”概念后，2009 年 1 月，美国奥巴马总统公开肯定了 IBM“智慧地球”思路，2009 年 8 月，IBM 又发布了《智慧地球赢在中国》计划书，正式揭开 IBM“智慧地球”中国战略的序幕。近两年世界各国的科技发展布局，IBM“智慧地球”战略已经得到了各国的普遍认可。数字化、网络化和智能化，被公认为是未来社会发展的大趋势，而与“智慧地球”密切相关的物联网、云计算等，更成为科技发达国家制定本国发展战略的重点。自 2009 年以来，美国、欧盟、日本和韩国等纷纷推出本国的物联网、云计算相关发展战略。

1.2.2 《第三次工业革命》——2011

第三次科技革命，是人类文明史上继蒸汽技术革命和电力技术革命之后科技领域里的又一次重大飞跃。它以原子能、电子计算机、空间技术和生物工程的发明和应用为主要标志，涉及信息技术、新能源技术、新材料技术、生物技术、空间技术和海洋技术等诸多领域的一场信息控制技术革命。这次科技革命不仅极大地推动了人类社会经济、政治、文化领域的变革，而且也影响了人类生活方式和思维方式，使人类社会生活和人的现代化向更高境界发展。

《第三次工业革命》指出，今天全世界 23% 的人得不到供电，25% 的人只能得到部分供电。这说明目前的能源分配模式不能满足需要。新的工业革命中，每座大楼都将变成能源生产的来源，因此需要一个通信网络来分配这些能源。《第三次工业革命》预言，在接下来的半个世纪里，第一次和第二次工业革命传统的集中经营活动将被第三次工业革命的分散经营方式取代。其标志着合作、社会网络和行业专家、技术劳动力为特征的新时代开始。

杰里米·里夫金，这位享誉全球的未来预测大师、“第三次工业革命”概念的创立者、著名经济学家、美国华盛顿特区经济趋势基金会总裁指出：“互联网+可再生能源”，将成为“改写历史的新支点”，并强调：1、曾经支撑起工业化生活方式的化石能源正日渐枯竭，采用一种新的经济模式，才能确保一个更具可持续性的未来。2、互联网技术和可再生能源将结合起来，为第三次工业革命创造强大的基础，第三次工业革命将改变世界。3、传统的集中式的经营活动将逐渐被第三次工业革命的分散经营方式取代，传统的等级化的经济和政治权力将让位于以节点组织的扁平化权力。

1.2.3 欧盟 2020 年能源战略——2010

在 2010 年 6 月欧盟夏季峰会上, 欧盟 27 个成员国的首脑通过了未来十年的经济发展战略, 即“2020 战略”。这份纲领性文件提出了欧盟关于未来经济增长方式的三个核心概念: 第一, “智慧增长”, 意即实现以知识和创新为基础的经济增长; 第二, 可持续性增长, 意即实现资源效率型、更加绿色和更具竞争力的经济增长; 第三, 包容性增长, 意即实现经济、社会和地区聚合的高就业增长, 使所有地区和人群都能分享到经济增长成果。这一战略确立了以知识型、低碳型、高就业型经济为基础的未来十年欧洲经济增长的新模式。应该说, 对于刚刚经历了经济危机又面临主权债务危机的欧盟, “2020 战略”无疑为其未来发展指明了正确方向, 有助于恢复市场对欧洲经济发展的信心。而从宏观层面考量, 该战略更可以视为欧盟中长期改革的一个积极开端, 有助于提高发展潜力, 维护经济和社会模式, 实现全球化背景下的新突围。“2020 战略”把能源列为改革的重点领域。欧盟能源和气候目标也已被纳入欧洲 2020 智能、可持续和包容性增长战略。在经过 6 个月的意见征询与文本修改后, 欧盟委员会于 2010 年 11 月 10 日正式出台了欧盟面向 2020 年的能源新战略: 《能源 2020: 具有竞争力的、可持续的和安全的能源战略》。^② 这一新战略旨在为欧盟未来十年的能源政策提供一个框架, 也是欧盟未来十年经济发展规划“2020 战略”的组成部分。

1.2.4 日本“智慧能源共同体”计划——2010

2010 年 4 月, 日本经济贸易产业省启动“智慧能源共同体”计划, 其范围涵盖能源、社会基础设施和智能电网等领域, 将首先在横滨、丰田、关西、北九州四座城市具体实施; 东京、大阪则开始“智慧能源网”演示实验。日本的“智慧能源共同体”、“智慧能源网”项目将通过智能化的信息交换与控制系统, 协调电力、热能与运输方面的能源使用, 实现区域内不同来源的电力与热能的相互转换, 进一步提高可再生能源在总能耗中的比重。凭借这两个项目, 日本智慧能源技术或将超过欧美。

1.2.5 美国《未来能源安全蓝图》——2011

2011 年 3 月 30 日, 美国政府发布《未来能源安全蓝图》。这份报告全面勾画了美国未来的国家能源政策, 提出了确保美国未来能源供应和安全的三大战略, 将对全球能源市场和能源行业以及各国能源政策产生重大影响, 具有极其重要的意义。

这份报告提出，美国未来的三大能源战略是：

第一，油气开发回归美国本土，确保美国能源供应安全。一方面扩大本土油气资源开发，增加传统能源供应；另一方面在清洁能源领域开展全球合作，引领世界开拓新兴能源供应。

第二，推广节能减排，削减美国能源消费。节能减排产品主要分为节能减排的交通工具和高效节能的住宅和建筑两大类，政府已出台并将相继推出新的政策措施以引导消费者主动使用节能减排产品。

第三，激发创新精神，加快发展清洁能源。实施能源人才振兴计划，在清洁能源领域重返“创新”引领者的地位；激励民间资本投资，使民众在“能源独立”和“清洁能源”计划中受惠得益；最后奥巴马强调政府要发挥示范效应，率先使用清洁能源。

1.3 国内智慧能源发展大事记

1.3.1 中国智慧能源高峰会议——2011

为了推进 ICT 技术在节能领域的应用，为了推进全球在智慧能源领域的合作交流，2011 中国绿色 IT 与智慧能源高峰会议暨 2011 绿色 ICT 论坛(第二届)，于 2011 年 11 月 22 日至 23 日在北京举行。

此次高峰会议得到了工业和信息化部、中国发改委国家能源局、全国节能减排标准化技术联盟、日本总务省、美国能源部、欧盟、中国国务院发展研究中心、中国智能建筑专业委员会、中国电子学会节能推进专业委员会、发改委能源研究所、国家电网能源研究院、IEEE、ISA、Green grid、CCSA、CESI、IPSO、Zigbee、中国电信、中国联通、世纪互联、南方电网、内蒙古电网，以及中关村、曹妃甸、天津、大连等地方政府、科学园区、生态城管委会等组织的支持和参与。

来自霍尼韦尔、Intel、施耐德、GE、Cisco、IBM、Google、东芝、山武、中兴、华为、清华大学、东京大学、北京邮电大学、IEEE、中国电信、联想等企业的代表和超过 300 行业专家参加了此次活动。

会议集中研讨以下议题：能源改革与十二五规划、ICT 技术与智慧能源的深度集成与融合发展、ICT 技术对节能的促进作用、智慧能源的商业模式与政策监管、能效评估、能源互联网、合同能源管理/EMC、智能创能-储能-节能、智

智慧城市与楼宇、智能家庭与节能降耗、区域能源运营商、智能微网与全网的协同、绿色 IDC 与能源管理、能源标准分组现状和发展 and 新一代智能电网优先发展的技术标准与机遇等。

在本次会议上，国家发展与改革委员会能源研究所能源系统分析研究中心主任周伏秋指出，能源开发及利用的不平衡、不协调、不可持续问题成为制约我国经济长远发展的一大问题，利用 ICT 技术实现中国能源的绿色转型已经迫在眉睫。他预计，新一代信息技术占 GDP 的比重将从 2010 年的 2.5% 增长到 2015 年的 5%，到 2020 年将飙升至 20% 以上。

周伏秋表示，通过 ICT 技术推动能源生产和利用方式变革，构建安全、稳定、经济、清洁、智能地能源供应和消费体系，已成为大势所趋。在发改委的规划中，“智能能源网”涵盖了 N 网融合、系统能效技术及 ICT 技术深度融合、智能电网、智能油气网、智能热力网、智能工业能源管理、智能建筑、智能交通等一系列子门类。

他通过发改委的一系列研究指出，通过云计算、物联网、移动互联网等新一代 ICT 技术，赋予电力、石油等能源网以“智能”，将显著提高能源利用效率 15% 以上。另外，他预计 2011 到 2020 年智能电网建设投资规模将达到 3500 亿元人民币，建设内容包括发电、输电、变电、配电，到用电、调度以及通信信息平台等。

智慧能源不仅列入我国的重大发展规划，欧美日等发达国家也纷纷出台相关政策和战略。日本总务省 ICT 国际战略局总监汤本博信表示，为了促进节能减排和智慧能源发展，日本政府提出了绿色 ICT“三步走”战略：第一步是 Green of ICT（实现 ICT 产业内部的绿色发展）；第二步是 Green by ICT（通过 ICT 技术促进其他行业的节能减排）；第三步是将现有的成熟模式进行国际化推广，促进全球范围的智慧能源建设。

汤本博信以震后的东日本地区智慧能源实践举例指出，该地区的近期目标是实现远程抄表和能源消耗的可视化，主要针对终端和系统实现各自优化升级，远期目标则是实现更大范围智能，最终实现“智能抄表”和“智能社区”。

1.3.2 中国智慧能源高峰会议——2012

2013 年 1 月 16 日，中国智慧能源高峰会议（第三届）在北京国宾酒店隆重召开，与会的 200 多位行业精英深入探讨了如何利用信息通信技术（ICT），加

速节能减排，促进能源优化，助力智慧城市建设等焦点话题。本届峰会得到国家工业和信息化部、国家能源局、国务院发展研究中心、中国标准化研究院、全国节能减排标准化技术联盟、CCSA、IEEE、中国电信、中关村发展集团、朗德华、宝信软件和神州数码等组织和单位的重点关注与大力支持。

在峰会上，来自国家电网中国电力科学研究院的副总工程师蔡国雄就我国电动汽车和智能电网的相互关系及发展现状阐述了自己的观点。他指出电动汽车不仅仅是无污染的交通工具，还是平衡绿色能源的核心设备，如果把北京的汽车都变为电动汽车，其电容量则相当于几个三峡发电站，假设白天不使用它们作为交通工具，就可以把夜间充好的电输送给电网以缓解其他设备使用电力作为能源的负担。由此看来，结合物联网和充放电控制技术可以让城市中的能源控制系统起到关键的节能环保作用；他还提到，利用智能电网技术可以管理国家用电水平，它通过 ICT 通信技术收集用户的用电需求，比如何时用电、如何用电等信息使用户清晰得知自己的用电习惯，从而选择更经济实惠的用电方式，从另一角度上讲，这也为国家降低了能耗。来自中关村发展集团、深圳市建筑科学研究院的副总工程师徐小伟也在演讲中提到，能源问题不仅仅是控制的问题，更多还在于管理。通过智慧的 IT 技术，可以实现精细化的能源管控，从而达到控制能源消耗的快速增长。

全国节能减排标准化技术联盟理事长王忠敏，中国通信标准化协会副理事长兼秘书长杨泽民，IEEE 中国首席代表华宁及 IEEE 1888 工作组主席、天地互连总裁刘东在会上都指出，在目前轰轰烈烈的智慧城市建设中，需要从全面的标准化视角去规划智慧城市蓝图，以提升智慧城市的兼容性和可扩展性。会议现场，多位与会专家对已经通过并出台的由中国企业主导的 IEEE 1888 绿色国际标准进行了解读，IEEE 1888 是首个以绿色节能为宗旨的，信息通信技术与节能减排融合的创新型技术标准，中国电信北京研究院李文杰和天地互连的谷晨博士分别阐述了 IEEE1888 标准在智慧能源领域中的应用，据悉，该标准已在智能建筑、智慧园区、智慧油田、智慧农业等细分领域成功建立了示范项目。

会上，来自中关村国家自主创新示范区管委会的刘航委员也表示：“中关村企业已在节能减排国际标准方面占有一席之地，由天地互连等公司牵头成立的 IEEE 1888 标准工作组，经过近三年的努力，制定并申请通过了 IEEE 1888 国际标准。如今，国内外 50 多家单位已支持该标准，已初步形成产业链，在未来 5

年内，基于 IEEE 1888 标准有可能形成以中国企业为主体、年产值超过 500 亿人民币的泛在绿色社区网络产业。”

除此之外，来自朗德华（北京）云能源科技有限公司的技术总监吴财军、宝信软件研发部总经理董文生以及神州数码网络有限公司的行业技术总监郭献峰等专家还在现场分享了相关智慧能源整体解决方案，获得了与会观众的关注。

1.3.3 《智慧能源》——2012

由清华大学出版社出版，王毅、张标标、赵甜等编著的《智慧能源》一书，是国内较早提出“智慧能源”这一概念，并综合多方资料对智慧能源进行阐述的书籍之一。该书分为四大篇幅，首先从能源发展走向，引出物联网时代的“智慧”以及智慧能源的理念，并重点介绍了智慧能源的构成；然后从构建智慧能源体系的关键技术的角度，分别介绍了分布式能源技术和物联网技术，并认为“二者相结合能够有效的解决能源供求矛盾”；然后，作者从智慧的电力、智慧的水资源、智慧的燃气三个方面介绍了智慧能源的解决方案；最后，该书选取了某政府公用事业子云项目、大学能耗系统管理系统项目、工业园区路灯管理系统规划及改造项目等三个案例，来说明各项智慧能源子系统是如何整合成为一个解决实际问题的有效方案的。总体上看，本书依据企业在智慧城市与智慧能源建设的实践经验，认为智慧能源是当今解决能源问题的可行途径之一，是现代能源发展的必然选择，是经济可持续发展的根本之路。

1.3.4 《智慧能源——我们这一万年》——2013

《智慧能源：我们这一万年》是一部由中国电力出版社出版的能源类图书。这本书用第一人称“我们”作为历史的人类，现实的人类和未来的人类的总代表，以能源形式的改进和更替为基本路线，从大历史、跨学科的宽广视角，在对能源、科技、环境，以及人类文明发展进程进行立体观察，揭示能源更替与文明演进客观规律的基础上，认真思考我们何以陷入又将何以走出现实困局，大胆畅想未来的能源形势与文明形态的辉煌图景。

全书由走近能源、由火而始、困局丛生、永续动力、智慧能源、漫漫长路等六篇构成。从人类发展的角度，探讨能源在整个人类发展历程中所起的作用，以及不同时期人类对于能源的认识和利用，文笔幽默清新，脉络清晰，通俗易懂。

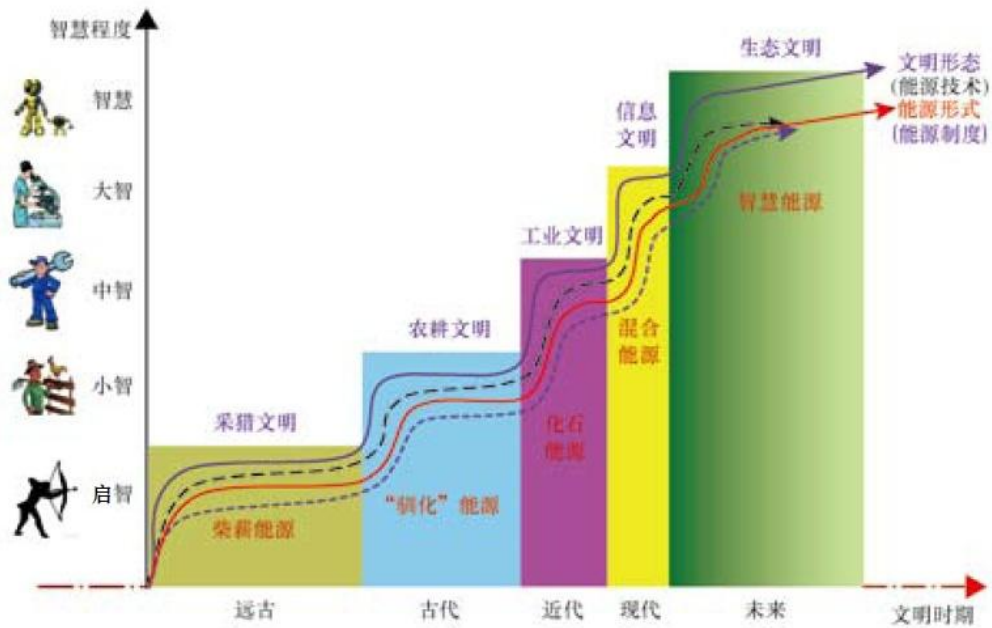


图16-4 能源更替与文明演进曲线

在文中，作者清晰的描述了从远古时代到现代社会能源发展的历程，从柴薪能源，到利用畜力、水力等“驯化”的能源，再到近代的化石能源及现代的混合能源，在此基础上，畅想未来文明发展阶段的智慧能源，具有一定的科普价值。

1.3.5 智慧能源产业技术创新战略联盟 ——2013

2013年11月14日下午，由全国节能减排标准化技术联盟和中关村下一代互联网产业联盟共同举办的“智慧能源产业技术创新战略联盟”成立会暨第一次理事会在北京成功召开。

成立会由中关村下一代互联网产业联盟理事长刘东主持，科技部创新办技术创新处处长汤富强、北京市质量技术监督局总工程师喻红和中关村国家自主创新示范区管委会产业处副处长徐剑出席会议并致辞，全国节能减排标准化技术联盟、中关村下一代互联网产业联盟、中标院、清华大学、中国电信北京研究院、宝钢集团宝信软件、山东省计算中心、大陆机电、中国普天研究院、北京建筑技术发展有限责任公司、北京泰豪智能工程有限公司、山东大学、澄通光电、英特尔（中国）、施耐德、格力电器、海尔集团技术研发中心、朗德华、山东标院、佛山市技术标准研究院、银泉科技、中清慧能、珠海优华节能技术有限公司、丹东市区域经济发展促进会、标新科技、北京大洋经略科技有限公司、凯希普低碳、腾歌科技、天地互连、中关村产品检测和质量认证服务中心、中关村国标院等33个单位共50余人出席了成立大会。

联盟理事长王忠敏介绍，智慧能源作为节能环保和新一代信息技术融合的新兴产业，具有庞大的市场空间，正在我国乃至全球引发技术和产业革命。节能环保产业和新一代信息技术产业已被确立为我国七大战略性新兴产业的第一位和第二位。在全球范围内，能源资源供给长期偏紧的矛盾日益突出，世界各国都开始抢占新一轮全球能源变革和经济科技竞争的制高点。智慧能源已经成为各国的国家战略，在技术标准和产业化方面都有了显著的成果。但在中国目前智慧能源领域还没有形成龙头企业，很多厂商基于私有标准提供垂直封闭的智慧能源解决方案，不同方案之间无法互联互通，导致无法形成产业链，难以形成大的产业规模。

作为绿色 ICT 技术创新国际标准，IEEE 1888 正是智慧能源的最佳拍档。IEEE 1888 是来自中国的创新技术，是 IEEE 在绿色节能和物联网领域最具代表性的全球标准之一，它基于全 IP 的思路，将能源控制总线转化为互联网节点，将能源转化为互联网流量，利用信息通信技术远程管理空调、照明等各种能耗设备，太阳能、风能等各种创能设备，以及液流电池等储能设备，构建能源互联网，实现智慧化的“创能、储能、节能”。

随后进行的联盟第一次理事会由全国节能减排标准化技术联盟科技委主任林翎主持，会议由全体成员审议通过了联盟成员会费标准及人员安排，经过提名及表决 11 名成员单位成为联盟副理事长，10 名成员单位成为联盟常务理事单位，11 名成员单位成为联盟理事单位。

联盟秘书长刘东代表联盟秘书处介绍了联盟未来的工作思路。刘东表示联盟秘书处将大力推动 IEEE 1888 国际标准转化为联盟标准，并以此为核心研发基于互联网模式的智慧能源开放平台，以开放平台为基础，融合传统垂直产业链，在产业链各环节提供标准化的服务及产品，推动下一代互联网与节能减排事业融合发展，通过加强信息共享，促进两个不同产业之间的交流与合作，推动智慧能源的广泛应用，实现合作共赢。秘书处工作计划受到了联盟成员单位的一致赞同，全国节能减排标准化技术联盟、Intel、澄通光电、海尔、佛山市标准院等成员单位均根据自身的业务需求对联盟工作提出了建议。智慧能源产业技术创新战略联盟第一次理事会获得圆满成功，迈出了智慧能源产业化的第一步。

第二章 智慧能源理论研究

2.1 概述

2.1.1 智慧能源的概念

关于智慧能源，目前还没有一个权威的定义。本书认为，智慧能源是应用互联网、物联网等新一代信息技术对能源的生产、存储、输送和使用状况进行实时监控、分析，并在大数据、云计算的基础上进行实时检测、报告和优化处理，以形成最佳状态的、开放的、透明的、去中心化和广泛自愿参与的综合管理系统，并利用这个综合管理系统获得的一种新的能源生产及利用形式。

根据中国科学院生态环境研究中心刘涛博士研究显示，智慧能源应具备以下四个关键性特征：

（1）系统性。智慧能源技术不会是单一的某项技术，必然是有机整合当前的互联网技术、云计算技术、通信技术、控制技术及未来的新技术，实现能源生产、传输和利用等环节多项技术的综合优势。智慧能源技术的功能不再是能源简单的生产、传输、交易和消费过程，而是基于生态文明发展需求，结合环境、社会、人文、政治等指标建立起来的综合体系。

（2）安全性。智慧能源技术必须符合安全的要求，确保为社会提供安全、稳定、持续的能源，同时解决能源巨大能量在不可控制时带来的危害，如火灾、洪水、电击、交通事故等，彻底驯化能源的“野性”。

（3）清洁性。智慧能源对自然环境的影响将无限趋近于零，这是我们为之不懈努力的终极方向与目标之一。未来能源的清洁属性必须摆在第一位，其生产和使用过程不产生有害物质，或者产生的有害物质极小，不影响自然界的生态平衡。智慧能源不仅要加强可见、有形的污染物的控制，而且要消除辐射、电磁波等无形污染物的危害。

（4）经济性。随着能源技术中所蕴含人类智慧属性的不断提高，能源利用效率也将随之提高，智慧能源技术将探索发掘更加高效的能源，使之拥有越来越大的能量密度，以最小的代价换取最大的动力产出，简而言之就是高效率、低成

本、高产出。

在梳理完智慧能源的涵义和特征后，我们分析得出：智慧能源产业是一种复合型产业，它不是新能源企业或传统产能用能单位、传统节能服务产业和 IT/ICT 产业单独创造出来的，必须是这几类产业高度融合的结果，是一种产业复合体。从这个角度出发，人们现阶段已知的分布式能源和智能电网还不是智慧能源；单纯的风能、太阳能、生物质能的开发和应用也不是智慧能源。

只有在具有高度的兼容性、民主性、自愿性，不接受任何长官意志、行政命令和垄断行为，而且打破自我封闭的信息孤岛，使所有能源的生产和利用过程相互连通起来，实现系统的自组织、自检查、自平衡和自优化的情况下，人们获取及使用的能源形式才能称之为“智慧能源”。

2.1.2 智慧能源的发展阶段

技术是智慧能源的基础。从技术的角度看，智慧能源需要得到能源技术和信息技术的双重支撑，只有将这两种技术深度融合，才能产生出“智慧”的能源。

能源技术分为两种。一种是以煤炭、石油、天然气、电力、蒸汽等为代表的传统能源技术，另一种是以太阳能、风能、氢能、生物质能等为代表的新能源技术。

当传统的能源技术与新一代信息技术的融合时，能源可实现自组织、自检查、自平衡、自优化等功能，达到能源“智慧化”，最大限度地提高能源利用效率，可以有效避免能源不必要的浪费，这是智慧能源发展的初级阶段。这一阶段，现阶段已经有了初步的研究与应用成果。目前，市场上研发的采用分层分布式系统体系结构，对建筑的电力、燃气、水等各分类能耗数据进行采集、处理，并分析能耗状况，实现节能应用的能源管理系统，可以看作是智慧能源初级阶段的雏形。随着传统能源技术及新一代信息技术的发展和进一步融合，以“最大限度地提高能源利用效率”为目标的智慧能源初级阶段即将到来。

当太阳能、风能、地热能、生物质能等可再生能源技术与新一代信息技术的融合时，正如杰里米·里夫金在《第三次工业革命》一书中描绘的宏伟蓝图，未来社会人们通过能源互联网，能源可以共享，可以上传、可以下载，能源可以被人类源源不断的生产、供应和使用，这是智慧能源发展的高级阶段，也是从根本上解决人类能源问题的有效措施之一。这一未来能源美好愿景以目前的社会经济发展以及技术水平暂时还无法实现，需要进一步探索和研究。

2.1.3 智慧能源应用的重大意义

进入 21 世纪后,随着世界经济持续发展,尤其是新兴国家的经济迅速增长,能源需求和消费量不断上升,上升幅度超过了产量的增长,能源缺口逐步扩大。据估算,按照目前能源生产与供应现状,石油储量大约在 2050 年左右开采完毕,天然气储量估计在 65 年内枯竭,煤炭也只能大约供应全球 170 年左右。由此可见,以化石能源为基础的世界经济终究不可持续,终有油尽灯枯、能源耗尽的那一天。

因此,开展智慧能源研究,掌握并应用智慧能源技术,发展智慧能源产业,将至少有以下三点重要意义:

1) 促进能源的高效利用

目前,提高能源利用效率的手段有两种,分别是技术手段和管理手段。技术手段是通过高效的能源利用技术,开发并使用相关先进产品及设备,提高能源的生产、存储、输送以及使用效率。管理手段是通过对能源相关系统,包括硬件系统及软件系统,进行科学、合理以及有效地管理,从而实现能源、资源的最佳配置。智慧能源将同时利用技术手段和管理手段,通过能源技术和信息技术的融合,分析、优化并控制某一系统内的能源生产、供应和使用过程,最大限度地提高能源的利用效率。

2) 解决未来能源问题

能源是人类活动的能量基础,人类社会的发展离不开能源的生产和使用。但是,随着全球经济的发展,人类之前所依赖的传统能源将无法再继续支持人类文明的前行。而智慧能源可以接过传统能源利用形式的接力棒,继续将人类的文明传承下去。当智慧能源发展到高级阶段,人类将太阳能、风能、地热能、生物质能等可再生能源技术与新一代信息技术进行完美融合,同时利用先进的能源存储及输送技术,能源可以像现在互联网传播的“信息”一样,被上传、下载,在“能源互联网”中流通,这一能源生产及使用形式将有效解决未来的能源问题。

3) 实现可持续发展,迈向生态文明

生态文明是以人与自然、人与人、人与社会和谐共生、良性循环、全面发展、持续繁荣为基本宗旨的社会形态,这与智慧能源的理念不谋而合。生态文明是人类为保护和建设美好生态环境而取得的物质成果、精神成果和制度成果的总和,是贯穿于经济建设、政治建设、文化建设、社会建设全过程和各方面的系统工程。

智慧能源的发展应用，将影响到社会经济、政治、文化等各方面的发展，实现人类可持续发展的目标，推动人类社会迈向生态文明。

2.1.4 智慧能源与智慧城市、智慧地球

为应对全球金融危机，使企业自身的主流业务由硬件制造转向软件设计和咨询服务，美国 IBM 公司于 2008 年 11 月在全球首次提出了“智慧地球”的概念。基于 IBM 品牌的巨大影响，这一概念一经提出，立即引起世界各国特别是发达国家和许多发展中国家的集中关注。

“智慧城市”是“智慧地球”的核心理念。早于“智慧地球”的概念提出前两个月，即 2008 年 9 月，IBM 公司就与正在筹备中国 2010 年上海世博会的上海世博局签署了战略合作协议，成为世博会计算机系统与集成咨询服务高级赞助商。IBM 公司将“智慧城市”定义为城市化进程的高级版，强调的是以大系统整合的，物理空间和网络空间交互的，由公众广泛参与的，使得城市的管理更加精细、城市的环境更加和谐、城市的经济更加高端、城市的生活更加宜居的创新型城市发展模式。

“智慧城市”按照以人为本的理念，更加聚焦民生与服务，更加鼓励创新与发展，更加倡导感知与物联，更加强调公众参与和互动。在随后近两年的时间里，IBM 公司整合全球资源，以“智慧城市”为核心理念，与上海世博局及相关客户、合作伙伴一起积极开展工作，很好地支持和配合了上海世博会的建设工作，同时也借助这一举世盛会，向中国其他城市以及世界其他国家大力推销其软硬件技术和咨询服务业务，取得了可观的经济效益和社会效益。

2009 年，中国政府为了应对全球金融危机，提出了 4 万亿投资项目，IBM 公司也抓住机遇，趁热打铁，在中国全国范围内积极推广他们的“智慧地球”和“智慧城市”理念。他们连续在中国各地召开了 22 场以“智慧城市”建设为主题的讨论会，吸引了超过 200 名以上的中国各地方的市长以及近 2000 名城市政府官员参与交流，使“智慧城市”的理念得到了广泛认同。南京、沈阳、成都、昆山等城市先后与 IBM 公司签署了战略合作协议。建设“智慧城市”成为各地应对经济危机，拓展基础设施建设和拉动内需的关键内容之一。

顺着建设“智慧城市”的思路，就有了智慧机场、智慧银行、智慧铁路、智慧电力、智慧电网等理念，也有人主张“智慧城市”要包括平安城市、电子政务、智慧医疗、智能交通、智慧社区、食品安全、智能水网、智能建筑、智能教育、智

能家居等。2012年11月22日，住房和城乡建设部以建办科〔2012〕42号文下发了《住房和城乡建设部办公厅关于开展国家智慧城市试点工作的通知》《国家智慧城市试点暂行管理办法》《国家智慧城市（区、镇）试点指标体系（试行）》，规定了保障体系与基础设施、智慧建设与宜居、智慧管理与服务、智慧产业与经济4项一级指标；保障体系、政务服务、基本公共服务等11项二级指标；顶层设计、宽带网络、信息安全、城市规划、给排水系统、绿色建筑、地下空间、电子政务、社会服务、智能交通、智慧环保、产业规划和高新技术产业等57项三级指标。同时，还对这些指标做了相应的技术说明，明确这些指标体系不但是智慧城市创建工作的重要参考，也为后期城市综合评估体系奠定了重要基础。这显然是个几乎包罗万象的庞大体系，完成这一体系的建设也绝不是一两个政府职能部门所能单独胜任的事情，在中国现有的部门利益主导部门经济的行政管理体制框架下，要想完成“智慧城市”的伟大工程并不是件容易的事。改革开放三十年，尽管计划经济的主张早已渐行渐远，但是政府主导资源配置的格局并未打破，这种格局尽管具有集中精力办大事的绝对优势，但也存在一哄而起，大干快上，最终背离科学发展，导致资源浪费和环境破坏的严重后果的现实可能性。所以本书认为，智慧城市建设从理念到实施不可匆匆上马，而应从易到难，从简入繁，打好基础，做好局部和个别项目的应用试点，成熟了再总结经验，推而广之。

主张“智慧地球”可以变为现实的人们声称，由于IT技术的不断发展，通过普遍连接形成所谓“物联网”，再通过超级计算机和云计算将“物联网”整合起来，使人类能以更加精细和动态的方式管理生产和生活，就会达到全球的“智慧”状态。他们主张“互联网+物联网”就等于“智慧的地球”。这当然是个宏伟超前的目标，但也是一个理想化的虚无目标。目前我们居住的地球存在的各种矛盾和问题，无论是美国一家独大的称王称霸，欧洲的经济衰退，中东北非的战乱，此起彼伏的极端恐怖行为，日本在美国支持下挑起的东亚紧张局面，还是发展中国家面对的金融和气候变化、劳动就业和改善民生的种种努力，使得我们不得不承认，单纯用“互联网+物联网”的方式是无法实现使全球达到“智慧”状态，和这些现状对照起来，就会发现“智慧地球”也许是个虚无缥缈的目标，至少在最近的将来，还未看到“智慧地球”出现的可能性。

同“智慧地球”比起来，“智慧城市”的概念较为接近实际。并且在“智慧城市”这个大概概念之下，迅速衍生出若干个小概念，如智慧国土、智慧机场、智慧交通、

智慧铁路、智慧物流、智慧金融、智慧银行、智慧支付、智慧电网、智慧能源、智慧环保、智慧应急、智慧安全、智慧社区、智慧家居等，还有人主张政务服务与基本公共服务的内容也都属于智慧管理与服务的范畴，包括决策支持、信息公开、网上办公、政务服务体系和基本公共教育、劳动就业服务、社会保险、社会服务、医疗卫生、公共文化教育、残疾人服务、基本住房保障等。还有的主张城市基础设施与平安城市、电子政务、食品安全管理等也同属于智慧城市的内容。

一切概念的产生都应该来源于实践。人类在认识事物的过程中，把所感觉到的事物的共同特点，从感性认识上升到理性认识，抽出本质属性加以概括就成为概念。毛泽东同志在《实践论》中曾经说过：“社会实践的继续，使人们在实践中引起感觉和印象的东西反复了多次，于是在人们的脑子里生起了一个认识过程中的突变（即飞跃），产生了概念。”把自从 IBM 公司提出“智慧地球”的概念以后又提出“智慧城市”以及由此而引发的其他各种智慧领域或范围的概念加以比较，“智慧能源”的概念可以说是更加成熟、更加确定、更加具有个性化特点的概念。

2.2 智慧能源发展的理论基础

纵观人类社会的发展历程，人类文明的每一次进步、提升都离不开能源技术的更替变换。能源发展的历史表明，能源开发利用的每一次飞跃，都引起了生产技术的变革，并推动了生产力的飞速发展。可以说，人类社会发展的各个阶段的文明都有其自身的能源基础，离开了能源技术的进步，文明进步注定将无法前行，人类文明的进步与能源技术的进步是协同发展的。

2.2.1 原始文明与“火”

在人类创造文明之前，在一段相当漫长的时期，人类完全靠采集野生果实、捕获野生动物等方式，主要依赖自然界太阳的光热能维持生存和繁衍，但是那时候的人类还未主动去发现及使用能源。火的使用，使人类摆脱了茹毛饮血的阶段，从而进入了原始文明时代。火的利用是人类有意识利用能源的开始。人类刚开始只会利用自然界存在的火，后来人类掌握了取火的方法，柴草被用来做饭、取暖、照明、也用来烧制工具，使原始人寿命延长、适应自然的能力变强，扩大了人类的活动范围，人类文明加快了前进的步伐。

2.2.2 农业文明与“一次能源”

随着社会的发展，单一利用薪草燃烧获取“火”的热能与光能已不能满足人类的需求，人类逐渐开始依靠畜力、风力、水力以及少量的煤炭等一次能源从事生产活动，例如依靠畜力从事农耕工作，依靠风力、水力获取水资源，利用煤炼铁等，至此人类进入了农业文明时代。对矿物等一次能源的利用，早在公元前几百年前就开始了，在中国汉朝时期，就有用煤炼铁的记载。人们用这种先进的能源开发了炼铁技术，使人类在制造生产工具方面又往前迈了一大步，极大地推动了农业文明的发展。

这一阶段，人类对能源的使用得到了进一步提升，但是这时候人类对能源的利用效率总体上还是比较低下的。

2.2.3 工业文明与“二次能源”

2.2.3.1 第一次工业革命与“蒸汽能”

虽然农业文明时代以及开始利用煤炭提供能源，但是煤炭的大规模应用是在工业文明时代。

随着人口的增长、农田的扩展以及重工业的发展，造成森林大面积消失，发生了木材燃料短缺的能源危机，煤炭这种矿物质燃料能源的大规模开采使用，成为缓解这场危机的重要能源，它引起了社会生产力、生产技术、生产结构一系列变革。17 到 18 世纪煤炭这种新能源大规模开采、利用，首先使得生产力进入了大机器时代。詹姆斯·瓦特对蒸汽机进行改良，以煤炭为燃料，使蒸汽机成为工业上可用的发动机，产生了第一次工业革命，使人类进入了工业文明时代。这时候煤炭不仅作为一次能源，而且作为能量的来源，产生出“蒸汽”这种“二次能源”，人类对能源的利用进入了一个新的发展阶段。

18 世纪从英国发起的技术革命是技术发展史上的一次巨大革命，它开创了以机器代替手工劳动的时代。这次革命，被称为第一次工业革命或者产业革命，是人类技术和社会的双重变革，极大地促进人类文明的发展。从生产技术方面来说，工业革命使工厂制代替了手工工场，用机器代替了手工劳动；从能源的角度来说，蒸汽能的使用，是这次工业革命的标志和能源基础。

2.2.3.2 第二次工业革命与“电能”

随着科技的进步，人类对能源的需求也越来越大，蒸汽能已无法满足社会发展的需要。19 世纪 70 年代，各种新技术、新发明层出不穷，并被迅速应用于工

业生产，大大促进了经济的发展，当时，科学技术的突出发展主要表现在四个方面，即电力的广泛应用、内燃机和新交通工具的研制、新通讯手段的发明和化学工业的建立，这就是被后人称为的“第二次工业革命”。

1866 年德国人西门子制成发电机，1870 年比利时人格拉姆发明电动机，电力开始用于驱动机器，成为补充和取代蒸汽动力的新能源。电力工业和电器制造业迅速发展，人类跨入了“电气时代”。人们开始将煤炭转化为“电”这种二次能源，煤炭在锅炉中燃烧加热水使成蒸汽，将煤炭的化学能转变成热能，蒸汽压力推动汽轮机旋转，热能转换成机械能，然后汽轮机带动发电机旋转，将机械能转变成电能。电力的产生使社会生产、生活从此发生了翻天覆地的变化，电能是第二次工业革命的基础。

自 19 世纪 70 年代开始，随着石油、天然气开采和加工，煤炭作为世界能源主体的地位逐渐开始动摇。电动机、内燃机、气轮机的发明使用，增加了对石油、天然气等能源的需求。20 世纪 50 年代，世界能源开始了以石油和天然气为主的时期。由于热量高，能量转换效率高，比煤炭清洁，便利度高，价格低廉，因此从 20 世纪 50 年代开始，各主要资本主义国家纷纷把燃煤电厂改为燃油电厂，电能这种二次能源的转换利用方式及效率再一次得到了发展。

可以说，工业文明的两次工业革命的能源基础是煤、石油、天然气等化石矿物能源，并将这些能源转换为电力、蒸汽、热水、汽油、柴油等二次能源。进入 20 世纪中期以后，人类开始研究利用核能、风能、太阳能、生物质能、地热能等新能源，转化为人类需要的二次能源。

2.2.4 生态文明与“智慧能源”

随着社会经济的增长、人们生活水平的提高以及人口的快速增长，人类对能源的需求越来越大，而化石矿物能源和核裂变材料都是不可再生能源，能源短缺问题也愈来愈严重，成为世界性难题。各国要发展农业、工业和第三产业，都离不开能源。进入 21 世纪以来，能源的国际市场价格持续走高。能源的日益紧缺也造成了国际局势的紧张。大国纷纷加强对能源产地的控制，以获取对未来竞争的优势。根据目前世界能源的消费趋势，可以预测 50 年后，人类社会将全面面临传统能源的短缺问题。

而且，在大量使用化石矿物能源过程中，造成的环境污染问题也日益凸显，包括水污染、固体废弃物污染、大气污染、全球气候变暖等世界性问题。到目前

为止，人类为此所采取的植树造林、排污处理等各种应对措施远远不能抵消人类对环境的破坏，人类赖以生存的生态环境正面对着严峻挑战。

可以说，人类文明的发展再次进入到一个新的十字路口，人类要想保持经济的可持续发展，维持整个地球的生态平衡，使人类文明不致于衰落甚至灭亡，就必须寻找新的能源，探索新的能源生产、转换、供应及消费模式，进而解决未来能源问题。

智慧能源正是解决人类社会能源问题、迈向生态文明的关键所在。生态文明是人类文明发展的一个新的阶段，即工业文明之后的一种新的文明形态；生态文明是人类遵循人、自然、社会和谐发展这一客观规律而取得的物质与精神成果的总和；生态文明是以人与自然、人与人、人与社会和谐共生、良性循环、全面发展、持续繁荣为基本宗旨的社会形态。

智慧能源是能源技术与新一代信息技术的融合。当传统的能源技术与新一代信息技术的融合时，能源可以自组织、自检查、自平衡、自优化，实现能源“智慧化”，最大限度地提高能源利用效率，可以有效避免能源不必要的浪费，这是智慧能源发展的初级阶段；当太阳能、风能等可再生能源技术与新一代信息技术的融合时，通过能源互联网，能源可以共享，可以上传、可以下载，能源可以源源不断的供应和使用，这是智慧能源发展的高级阶段，也是根本上解决人类能源问题的措施，它将引领人类社会迈向生态文明的发展阶段。

从原始文明的“火”，到农业文明的“一次能源”，到工业文明的“二次能源”，再到未来生态文明的“智慧能源”，可以看出人类对能源的利用形式在不断地进步和提升，对能源的利用效率也在不断提高。因此可以说，人类文明的发展史也是一部人类开发和利用新的能源形式的进步史。

2.3 智慧能源发展的技术基础

智慧能源的产生是信息技术（互联网、物联网、云计算、大数据等）和能源技术（能源生产、存储、输送、使用等）的不断发展、创新、融合及应用的结果。智慧能源的目标是实现能源的“智慧化”，其目标对象是能源，其技术核心是在高效先进的能源技术基础上引入人类的“智慧”，而实现这一“智慧”的载体则是互联网、物联网、云计算、大数据等新一代信息技术。

2.3.1 能源技术

1、能源生产

1) 传统能源生产技术

包括对煤、石油、天然气等传统能源的生产开发技术，以获得煤气、焦炭、汽油、煤油、柴油、重油、电力、蒸汽、热水等二次能源形式。

对传统能源的清洁生产开发是智慧能源初级阶段发展的关键技术之一。

2) 可再生能源生产技术

包括对太阳能、风能、地热能、海洋能、生物质能等可再生能源的生产开发技术。

对可再生能源的生产开发是智慧能源发展到高级阶段须解决的关键技术之一，是有效解决未来能源问题的关键所在。

2、能源存储

包括电能、热能等二次能源的存储技术。目前储能方式主要分为三类：机械储能、电磁储能、电化学储能。储能技术主要分为物理储能（如抽水储能、压缩空气储能、飞轮储能等）、化学储能（如铅酸电池、氧化还原液流电池、钠硫电池、锂离子电池）和电磁储能（如超导电磁储能、超级电容器储能等）三大类。根据各种储能技术的特点，飞轮储能、超导电磁储能和超级电容器储能适合于需要提供短时较大的脉冲功率场合，如应对电压暂降和瞬时停电、提高用户的用电质量，抑制电力系统低频振荡、提高系统稳定性等；而抽水储能、压缩空气储能和电化学电池储能适合于系统调峰、大型应急电源、可再生能源并入等大规模、大容量的应用场合。

能源存储技术也是智慧能源高级阶段须解决的关键技术之一，是智慧能源存储以及再分配的技术基础。

3、能源输送

能源输送包括二次能源电力输送和常规的一次能源煤炭、石油、天然气等在流通领域内的运输。

一次能源的输送主要采用铁路运输、水路运输、公路运输和管道运输的输送方式。铁路、水路运输是煤炭的主要运输方式，管道运输是石油、天然气的主要运输方式，公路运输主要担负煤炭的短途运输。

电力输送，是指由发电厂或电源由某处输送到另一处的一种方式，由于早期

技术不成熟电能输送多采用直流输电，而后期逐渐发展成交流传送，交流传送有很多优势，减少了电力输送中的损耗，提高了速度和传送长度，不过依然有一定的损耗。不过随着科学的发展，人们会找到更合理的输电方式，人们现在又开始采用直流超高压输电。但这并不是简单地恢复到第二次工业革命开始时的那种直流输电。发电站发出的电和用户用的电仍然是交流电，只是在远距离输电中，采用换流设备，把交流高压变成直流高压。这样可以将交流输电用的 3 条电线减为 2 条，大大节约了输电导线。

能源输送是智慧能源需解决的关键技术之一，不论是智慧能源初级阶段还是高级阶段，都需要解决能源的输送问题。

4、能源使用

能源使用技术，是指通过能源的需求侧管理，引导能源用户改变用能方式，提高终端能源利用效率，实现能源服务成本最小化的用能管理技术。能源需求侧的技术手段包括提高用能设备能效以及改变用能方式。提高用能设备能效技术包括高效照明、高效空调、高效供暖以及高效电机等技术。改变用能方式的手段，包括削峰、平谷以及削峰平谷技术。

电力需求侧管理是指对用电一方实施的管理。这种管理是国家通过政策措施引导用户高峰时少用电，低谷时多用电，提高供电效率、优化用电方式的办法。这样可以在完成同样用电功能的情况下减少电量消耗和电力需求,从而缓解缺电压力，降低供电成本和用电成本，使供电和用电双方得到实惠。

能源使用属于智慧能源的应用端，能源需求侧节能及管理技术是智慧能源应用端的核心关键技术。

2.3.2 信息技术

1、互联网

互联网始于 1969 年的美国，又称因特网。作为信息传播的新型载体，互联网是 20 世纪人类最伟大的科技发明创新之一，互联网的出现及发展引发了世界范围内前所未有的信息革命和一系列的产业革命。当前互联网已经成为影响我国经济社会发展、改变人民生活形态的关键行业。互联网基于开放性的思想，秉持人人参与的理念，坚持去中心化、对等性的原则，坚持用户体验至上的价值理念，为不同的网络用户提供差异化的服务。互联网迅速发展起来的原因是它的使用成本低，而获取的信息价值高，具体优点包括：

- 1) 互联网能够不受空间限制来进行信息交换。
- 2) 信息交换具有时域性（更新速度快）。
- 3) 交换信息具有互动性（人与人，人与信息之间可以互动交流）。
- 4) 信息交换的使用成本低（通过信息交换，代替实物交换）。
- 5) 信息交换趋向于个性化发展（容易满足每个人的个性化需求）。
- 6) 使用者众多。
- 7) 有价值的信息被资源整合，信息储存量大且高效、快。
- 8) 信息交换能以多种形式存在（视频、图片、文章等等）。

鉴于互联网有着以上八个优点，使得互联网成为信息技术产业的基础，并使智慧能源的信息互动交流成为可能。

2、物联网

物联网的概念最初由美国麻省理工学院在 1999 年提出：即通过射频识别（RFID）（RFID+互联网）、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器、气体感应器等信息传感设备，按约定的协议，把任何物品与互联网连接起来，进行信息交换和通讯，以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。

物联网是继互联网发展之后，世界信息产业发展的又一次革命。物联网（The Internet of things）是新一代信息技术的重要组成部分，可以看做是互联网的升级与扩展，根据国际电信联盟（ITU）的定义，物联网主要解决物品与物品（Thing to Thing, T2T），人与物品（Human to Thing, H2T），人与人（Human to Human, H2H）之间的互连。通过以互联网为基础延伸和扩展到了任何物品与物品之间，进行信息交换和通信。简言之物联网就是“物物相连的互联网”。

物联网为智慧能源赋予了“感知能力”，是能源智慧化的第一步。

3、云计算

云计算（cloud computing）是基于互联网的相关服务的增加、使用和交付模式，通常涉及通过互联网来提供动态易扩展且经常是虚拟化的资源。云计算可以达到每秒 10 万亿次的运算能力，可以模拟核爆炸、预测气候变化和市场发展趋势。云计算是通过使计算分布在大量的分布式计算机上，而非本地计算机或远程服务器中，企业数据中心的运行将与互联网更相似。这使得企业能够将资源切换到需要的应用上，根据需求访问计算机和存储系统。云计算使得计算能力也可以作为一种商品在互联网上进行流通交易，就像煤气、水电一样，易于获得，且价

格低廉。

2006年8月9日，Google首席执行官埃里克·施密特（Eric Schmidt）在搜索引擎大会（SES San Jose 2006）首次提出“云计算”（Cloud Computing）的概念。云计算是继1980年大型计算机到客户端-服务器的大转变之后的又一种巨变。

根据美国国家标准与技术研究院（NIST）定义：云计算是一种按使用量付费的模式，这种模式提供可用的、便捷的、按需的网络访问，进入可配置的计算资源共享池（资源包括网络，服务器，存储，应用软件，服务），这些资源能够被快速提供，只需投入很少的管理工作，或服务供应商进行很少的交互。

目前被普遍接受的云计算特点如下：

(1) 超大规模。“云”具有相当的规模，Google云计算已经拥有100多万台服务器，Amazon、IBM、微软、Yahoo等的“云”均拥有几十万台服务器。企业私有云一般拥有数百上千台服务器。“云”能赋予用户前所未有的计算能力。

(2) 虚拟化。云计算支持用户在任意位置、使用各种终端获取应用服务。所请求的资源来自“云”，而不是固定的有形的实体。应用在“云”中某处运行，但实际上用户无需了解、也不用担心应用运行的具体位置。只需要一台笔记本或者一个手机，就可以通过网络服务来实现我们需要的一切，甚至包括超级计算这样的任务。

(3) 高可靠性。“云”使用了数据多副本容错、计算节点同构可互换等措施来保障服务的高可靠性，使用云计算比使用本地计算机可靠。

(4) 通用性。云计算不针对特定的应用，在“云”的支撑下可以构造出千变万化的应用，同一个“云”可以同时支撑不同的应用运行。

(5) 高可扩展性。“云”的规模可以动态伸缩，满足应用和用户规模增长的需要。

(6) 按需服务。“云”是一个庞大的资源池，你按需购买；云可以像自来水，电，煤气那样计费。

(7) 极其廉价。由于“云”的特殊容错措施可以采用极其廉价的节点来构成云，“云”的自动化集中式管理使大量企业无需负担日益高昂的数据中心管理成本，“云”的通用性使资源的利用率较之传统系统大幅提升，因此用户可以充分享受“云”的低成本优势，经常只要花费几百美元、几天时间就能完成以前需要数万美元、数月时间才能完成的任务。

(8) 潜在的危险性。云计算服务除了提供计算服务外，还必然提供了存储服务。但是云计算服务当前垄断在私人机构（企业）手中，而他们仅仅能够提供商业信用。对于政府机构、商业机构（特别象银行这样持有敏感数据的商业机构）对于选择云计算服务应保持足够的警惕。一旦商业用户大规模使用私人机构提供的云计算服务，无论其技术优势有多强，都不可避免地让这些私人机构以“数据（信息）”的重要性挟制整个社会。对于信息社会而言，“信息”是至关重要的。另一方面，云计算中的数据对于数据所有者以外的其他用户云计算用户是保密的，但是对于提供云计算的商业机构而言确实毫无秘密可言。所有这些潜在的危险，是商业机构和政府机构选择云计算服务、特别是国外机构提供的云计算服务时，不得不考虑的一个重要的前提。

云计算为智慧能源的发展提供了“计算能力”，为能源智慧化提供可靠、有效的计算分析工具。

4、大数据

早在 1980 年，著名未来学家阿尔文 托夫勒便在《第三次浪潮》一书中，将大数据称赞为“第三次浪潮的华彩乐章”。不过，大约从 2009 年开始，“大数据”才成为互联网信息技术行业的流行词汇。美国互联网数据中心指出，互联网上的数据每年将增长 50%，每两年便将翻一番，而目前世界上 90% 以上的数据是最近几年才产生的。大数据是继云计算、物联网之后 IT 产业又一次颠覆性的技术变革。

大数据(big data)，或称巨量资料，指的是所涉及的资料量规模巨大到无法通过目前主流软件工具，在合理时间内达到撷取、管理、处理、并整理成为帮助企业经营决策更积极目的的资讯。根据维克托 迈尔-舍恩伯格及肯尼斯 库克耶编写的《大数据时代》一书，大数据指不用随机分析法（抽样调查）这样的捷径，而采用所有数据的方法。大数据具有 4V 特点：Volume（大量）、Velocity（高速）、Variety（多样）、Veracity（真实性）。

大数据为智慧能源的发展提供了“分析能力”，为能源智慧化提供科学、合理以及可靠的依据。

第三章智慧能源产业概述

从全球范围来看,各国都在以各自的方式研究和实践智慧能源,由于发展的需要和追求的目标不同,对智慧能源及其产业的理解也不尽相同。总的来看,智慧能源就是将系统能源技术与信息技术相结合,应用于能源的4个环节,“生产、存储、输送、使用”,并为这4个环节提供整体解决方案和服务,以达到资源能源最佳配置、优化整个能源系统的目的。因此,智慧能源实现的是信息与能源的双向流动,需要信息技术和能源技术的深度融合。它可以借助信息手段,针对能源低效或者能源故障问题做出反应,并迅速解决问题,适应所有的能源生产、储存、输送以及使用方式,加强能源管理、减少运行维护成本,最大化的节约能源。它还可帮助工业、商业和家庭等消费者直观地了解能源消费的数量与价格,进而选择最适合自己的能源方案。

3.1 智慧能源产业链构成

本书认为,智慧能源产业以能源技术产业为基础,并高度依托于新一代信息技术产业的发展,在产业链构成上呈现为上游产业链与物联网等信息技术产业高度融合,下游产业链与能源技术产业高度融合,同时大数据存储服务及互联网信息技术是上下游产业链结合的技术手段。

智慧能源上游产业链以产品或设备供应商为主题,这些企业大多采取混业经营模式,他们之间的竞争主要体现在产品、价格和服务等方面。这些企业主要依靠设备、元器件的销售实现盈利,系统集成商及节能服务公司是他们的主要客户。

在智慧能源产业链中,依托 ICT 技术的新型节能管理手段是重要环节,由此系统集成商在整个产业链中扮演了重要角色。他们根据节能服务公司的实际情况提供基于不同标准或协议,但功能近似的能耗监测管理平台,数量大约超过 2 万家。软件产品及服务是系统集成商的主要盈利方式,他们具有强大的上游供应商整理能力,具备节能服务商所不具备的 ICT 信息技术,但缺乏和下游最终用户的联系。

节能服务公司是智慧能源产业链中的关键角色。目前在国家发改委备案的节能服务公司已经接近 5000 家，他们分散在全国各地，其中综合节能实力前 100 名的节能服务公司占据了整个市场近 35% 的业务份额，而大量注册资本在 500 万元以下的节能服务公司由于较难获得政府资金及政策的支持而发展缓慢。这些中小型节能服务公司更多依靠与最终用户所保持的紧密合作关系维持业务的发展，他们缺乏 ICT 信息技术手段及软件系统的研发能力，更多依赖于集成商提供整体解决方案。

总体上看，智慧能源产业链应包含能源技术产品及设备、信息技术产品及设备、智慧能源解决方案、测试与验证服务、大数据服务与运营以及智慧能源节能服务等组成部分。其中信息技术产品及设备包含了芯片、传感器、网关、存储器、服务器以及应用软件等；能源技术产品及设备包含了能源生产、存储、输送以及使用技术方面的产品及设备；智慧能源解决方案包含了区域、建筑、工业、数据中心等应用领域的解决方案；测试与验证服务包含了能源技术以及信息技术的测试验证；大数据服务与运营包含了大数据的采集、预处理、存储、分析与挖掘以及展现应用；智慧能源节能服务包含了合同能源管理、节能减排绩效评价以及智慧能源公共服务平台服务等。

3.2 国外智慧能源相关产业概述

3.2.1 欧盟智慧能源相关产业概况

在欧洲，ICT 部门占全部二氧化碳排放的 2%。其中有 1.75% 是在使用 ICT 的产品与服务的过程中产生的，另外 0.25% 来自于它们的生产过程。

欧盟认为，ICT 在节能减排方面具有两项重要的作用。第一，ICT 技术能够提高能源的使用效率。通过监控与直接管理能源使用情况，ICT 可改善主要能源使用部门的使用效率，也可提供更具能源效率的商业模式、工作守则、生活模式。比如 ICT 可帮助欧盟实现电子商务、远程工作、电子政府等节能应用。此外，创新技术可协助减少能源浪费，如固态照明、精简型计算机、网格计算、虚拟化技术等。第二，ICT 可以提供量化基础。欧盟的实验发现，通过智能电表向顾客提供关于能源消耗量的量化信息，让民众了解实际能源的使用状况，可帮助减少至少 10% 的能源消耗。

欧盟希望能运用 ICT 提供系统化的方式，衡量能源的使用，通过 ICT 技术实现节能减排的目的，并致力于在 2020 年达到节省 20% 的主要能源消耗，减少 20% 的温室气体排放量及提高 20% 的再生能源使用率。

为建设信息化、知识化社会，早在 2005 年，欧盟提出“i2010：欧洲信息社会 2010”五年发展规划，旨在完善欧盟现有的政策手段，推动数字经济的快速发展。该规划从 2007 年起将欧盟信息通信技术研发投资提高 80%，并明确：通过设立泛欧示范项目，对重点研究成果进行测试，以及让中小型企业更好地参与到欧盟的研究项目中等手段提高欧盟 ICT 研发的投入与产出。“i2010”五年规划是“里斯本战略”调整之后，欧盟委员会出台的第一份政策提案，旨在重点发展对欧盟生产力增长的贡献率达 40%，对欧盟 GDP 增长的贡献率达 25% 的 ICT 行业。

在“i2010”计划不断推进的过程中，欧盟委员会在 2009 年 3 月的沟通会议上重申了对节能减排的重视，并架构出各种运用 ICT 达成节能减排的政策框架：

(1) 支持 ICT 节能措施的应用实施。考虑成立网站，让各公私企业及部门分享成功案例、经验及加速节能减排目标的相关信息。通过与区域理事会的合作，推行区域和地方的执行指南，借助创新的 ICT 应用，提升能源的使用效率。

(2) 支持 R&D。提供资金给高效 ICT 项目，将智能电网、建筑、交通物流、固态照明等领域的 ICT 应用列为优先项目，加大投资比例，进行大规模、跨部门的共同合作与努力。

(3) 支持创新。透过不断创新的 ICT 应用服务，促进欧洲向低碳经济转型，后续将更多投资于能耗和高速宽带网络，通过广泛的 ICT 应用服务给欧洲企业提供更多机会以赢得气候和能源挑战。

“i2010”计划在五年的时间中顺利推进，在即将告一段落时，欧盟于 2009 年 9 月完成“绿色知识社会（A Green Knowledge Society）”报告，作为规划 2011 年到 2015 年欧盟政策的主要参考依据。“绿色知识社会”报告中提出十项绿色议题，包括：（1）驱动未来财富成长的知识经济；（2）建立全民参与的知识社会；（3）建构支援生态效率经济的 Green ICT；（4）发展平衡投资与竞争的基础建设；（5）鼓励社会资本的软性投资；（6）支持欧洲中小企业 ICT 的投资；（7）建立整合的欧洲知识社会；（8）革新 eGovernment 服务的传递；（9）建构安全可信赖的数位环境；（10）建立具体的政策领导方针。欧盟希望通过十大领域的全面推进，将 ICT 技术和产品应用于非 ICT 部门，以达到节能减排的效果。报告中进

一步提出要把发展绿色 ICT 产业作为摆脱危机和实施可持续发展的战略选择，揭示了发展 ICT 的构想。

为实现到 2015 年把欧盟建设成为兼具创新和可持续发展的“绿色知识社会”的目标，欧盟委员会提出了利用 ICT 技术推动节能减排的若干建议，并特别揭示以绿色 ICT 建构生态效率经济（Eco-efficient economy）。

（1）注重 ICT 部门的自身能耗。ICT 技术对欧盟的整体生产力的贡献率达到 40%，但与此同时，ICT 产品在生产过程中以及提供服务的过程中所消耗的电能占到欧盟总消耗的 7.8%。鉴于 ICT 相关产品的使用量不断增加，耗能占比也将有所提高。预计到 2020 年将达到 10.5%。为此，在制定各项规章制度，包括 EuP（耗能产品环保设计指令）、能源之星计划时都应该从节约能源使用、减少对环境的危害以及可持续发展的角度出发。

（2）建筑节能。建筑物的能源消耗在欧盟总能耗中占有相当大的比重，达到 40%，其中电能消耗超过 50%。如果在建筑领域推行节能减排计划，将会产生到 2020 年减少欧盟 11% 能耗的效果。建筑领域引入 ICT 技术，建立衡量建筑物能源使用效率的系统。在 EuP 指令下，把节能、环保规范应用于建筑设计的能源管理系统、智能电表、固态照明及智能传感器等。

（3）交通运输节能。交通运输的能源消耗占欧盟总能耗的 26%，通过物流管理可以提高能源的使用效率。引入电子化航空货运和智能交通系统，采用 ICT 技术提高能效，同时降低对环境的污染。

（4）鼓励绿生活。使用智能电表为网络运营商、能源提供商以及消费者提供能源使用信息，实现远程监测与控制，让人们以新生活方式减少耗能及温室气体排放。在智能电网构建完成后，能源的管理和使用效率将再上一个台阶，更加降低对环境的污染与破坏。

（5）注重政府效应。通过法规鼓励使用绿色 ICT 产品并发挥政府部门领头羊作用，扩大对绿色 ICT 产品的采购，以拓展绿色 ICT 市场规模。建立绿色 ICT 欧盟办公室（EU Office of Green ICT）以协调 ICT 政策，排除绿色 ICT 发展障碍。推动欧洲投资银行（European Investment Bank）转型为欧洲绿色 ICT 重建银行，并设定资金融通范围与目标，提供长期资金融通，以培育绿色 ICT 部门。

在欧盟提出的建设绿色知识社会计划中，智慧城市占有相当重要的地位。欧洲城市的能源使用量占到了整个欧洲的 80%，GDP 占到 85%，建立智慧城市将

会是欧洲实现可持续发展至关重要的一步。欧洲城市组织（Eurocities）在智慧城市方面也做出了很大的努力，该组织的《绿色数字宪章》就是智慧城市的一个很好的样例。《绿色数字宪章》设定了如何利用 ICT 技术来提高能源利用效率。其主要目的是降低 ICT 本身的排放。通过在宪章上签字，每个城市承诺到 2015 年要部署 5 次大型试验，到 2010 年将 ICT 的碳排量直接减少 30 个百分点。

法国里昂是构建智慧城市的一个先行者和示范者。里昂市政府积极和国际著名公司合作，从节能减排和绿色能源的角度考虑，积极建设大规模智慧社区系统，采用新能源、可再生能源和节能技术，同时积极推广新能源汽车的使用。

里昂市准备开发一系列示范性项目来推动节能减排项目的推广，主要从三个方面着手：第一，建立光伏太阳能供电的建筑，并辅助采用节能和可再生能源技术；第二，开发零排放交通运输基础设施，主要是大规模采用太阳能充电的电动汽车；第三，通过采用智能电表来对区域内的用电情况进行实时监控，达到充分利用效果。

3.2.2 美国智慧能源相关产业概况

在《美国 2007 年能源独立与安全法案》中强调把输电和配电网的现代化作为美国的国策之一。奥巴马政府 2009 年出台了拯救美国经济的《2009 年美国经济复苏和再投资法案》，计划将 1000 亿美元投入到涵盖建立国家智能能源网和信息技术基础设施等领域的创新中，美国能源部的智能电网投资拨款项目（SGIG）已经拨出了超过 90 亿美元的投资，开展了 141 个项目，涉及到了智能电网的各个领域。

2010 年 9 月 23 日，美国能源部部长朱棣文在智能网络全球论坛（2010 Grid Wise Global Forum）上的讲话提出了美国发展智慧能源的最新战略，即建立 21 世纪的能源网络（Toward a 21st Century Grid），该战略重点包括发展可再生能源接入、大规模储能、用户端管理、智能电网、数据与信息安全、智能建筑等内容。美国联邦能源监管委员会（FERC）主席韦林霍夫也称“要打一场不可缺少的战争，建立需方参与的智慧能源网络”。发展智慧能源（Smart Energy）已经成为美国政府部门、行业协会及产业界新的战略共识。2011 年 3 月 30 日，美国政府发布《能源安全未来蓝图》，全面勾画了国家能源政策，并强调在清洁能源领域成为世界领袖是强化美国经济、赢得未来的关键，为保证世界领袖的地位，美国政府要求以创新方式走向能源未来，并提出确保美国未来能源供应和安全的三大

战略：开发和保证美国的能源供应；为消费者提供降低成本和节约能源的选择方式；以创新方法实现清洁能源未来。

2011年6月13日，美国白宫办公厅公布了《21世纪电网发展政策框架——确保未来能源安全》的报告。该报告从三方面系统地阐述了美国的电网新政：支持电网创新发展、加速电力基础设施现代化和推进清洁能源经济发展。综合美国电力行业的发展现状，解读了美国最新的智能电网政策的四个支柱：促进智能电网的投资、促进电力部门的创新、增加消费者自主权以及电网安全政策。

(1) 促进智能电网投资：该报告强调各州和联邦监管机构应继续考虑使用激励政策，调控市场和电力公司通过提高能源利用效率，以使投资符合成本效益原则。联邦政府将继续支持智能电网的信息共享，消除信息障碍，以促进形成符合成本效益的投资，用于智能电网的研究、开发和示范项目。研发的成果和收益由所有的公用事业电力公司共享。

奥巴马政府设定了到2035年美国80%的发电来自于清洁能源的目标，而建设一个能支持大规模清洁能源接入的智能电网正是实现这个目标的关键，其中最关键的几个技术领域包括可再生能源发电、分布式发电、电动汽车和储能系统。

报告显示，美国输配电系统的网损大约在6%-10%。为了降低输配电系统的损耗，动态线路容量测量装置和电压无功控制系统是目前2个主要的发展方向。动态线路容量测量装置可以实时地精确测量输电系统的可用容量，从而可以提高系统的利用效率和可靠性。电压无功控制系统可以提高系统的稳定性，减少系统网损。初步研究表明，先进的电压无功控制系统可以降低大约3%的系统负荷。因此，提高电网运行效率、降低电能损耗方面的技术，也成为美国在智能电网方面的投资重点。

(2) 促进电力部门的创新：该报告强调重视智能电网互操作性标准的开发，保证电网开放标准；加强需求侧管理，努力降低峰荷时的发电成本；继续监测智能电网和智能能源计划，防止不公平的竞争，保护消费者的选择权。

创新的结果带来了很多有效率的机制，例如需求响应计划和电价机制都是有效的峰荷管理机制，可以显著提高电网的运行效率和可靠性。消费者一般支付不随时间变化的电费。消费者普遍缺乏在供电成本高的时刻减少用电的信息和激励。因此，电力公司每年花费数10亿美元来建设、维护和运行通常在极端天气或计划外的紧急情况下才使用的调峰电厂。研究表明，智能电网技术能更好地管理负

荷高峰期的电力使用，每年可为消费者节省数 10 亿美元。智能电网技术可以在很广的范围帮助管理电能的使用，特别是在峰荷、供需快速变化、发输电设备故障等威胁系统可靠性或造成高电价的时候。高峰负荷可以通过需求响应来管理，包括刺激消费者在峰荷时段减少电能使用的电价机制。

(3) 增加消费者自主权：报告指出智能电网技术能否成功应用取决于能否有效地让居民和小型企业的消费者参与。并采取相应的措施以保证消费者能够积极主动地支持智能电网技术。这些措施包括：采取能够让消费者收到有意义的智能电网信息以及受到相关教育的最佳手段，对消费者进行教育；制定相关的政策和战略，确保消费者可以通过一种标准的格式及时、准确、安全地获取、控制他们的电能消费信息；设计简单而实用的智能设备，确保消费者对设备操作容易、便捷；注重保护消费者电能使用的详细数据，获取消费者对智能电网技术的信任；由于智能电网技术将会带来的数据共享、新的电价结构和非自愿切断供电等问题，涉及和影响到隐私、公平、程序正当性和成本等方面，所以要加强通知信息和渠道建设，以及对账单争议权、停止供电和支付能力相关的健康和安全性问题的考虑，保护消费者的权益。

(4) 电网安全：为保护电力系统在受到网络攻击时是安全的，并确保当攻击威胁到国家安全和经济的时候电网能够恢复，必须实现智能电网技术的互操作性、隐私和安全性。报告中强调网络安全意识和标准是确保一个电网安全的关键。

以上四点构成了美国新能源政策的构架，对于美国 21 世纪的新能源政策具有积极的指导作用。

3.2.3 日本智慧能源相关产业概况

众所周知，日本是一个能源短缺的国家。能源问题事关日本的经济乃至国家的生死存亡。为此，日本一直注重新能源的开发，并制定各项能源发展战略以确保能源长期可靠供应。

2009 年 7 月日本发表了《i-Japan 战略 2015》规划，较详细地阐述了 ICT 领域的政策动向，号召全国以创新为原动力，放眼全球 ICT 市场，加速日本国家所持强项技术的研究开发，挖掘可以向世界延伸和有助于解决社会课题的日本专有技术。

2010 年 4 月，日本经济产业省（METI）启动“智慧能源共同体（Smart Community）”计划（如图 X 所示），该计划涵盖能源、社会基础设施和智能电网等领域，主要包括两个项目。一个是“智慧城市”示范项目，在横滨、丰田、关西、北九州等四座城市具体实施（如图 XX 所示）；另一个是“智慧能源网”示范项目（如图 130 所示），在东京、大阪试点部署。这两个项目将通过智能化的信息交换与控制系统，协调电力、热能与运输方面的能源使用，实现区域内不同来源的电力与热能的相互转换，进一步提高可再生能源在总能耗中的比重，以此作为履行 2020 年减排 25% 承诺的重要举措。

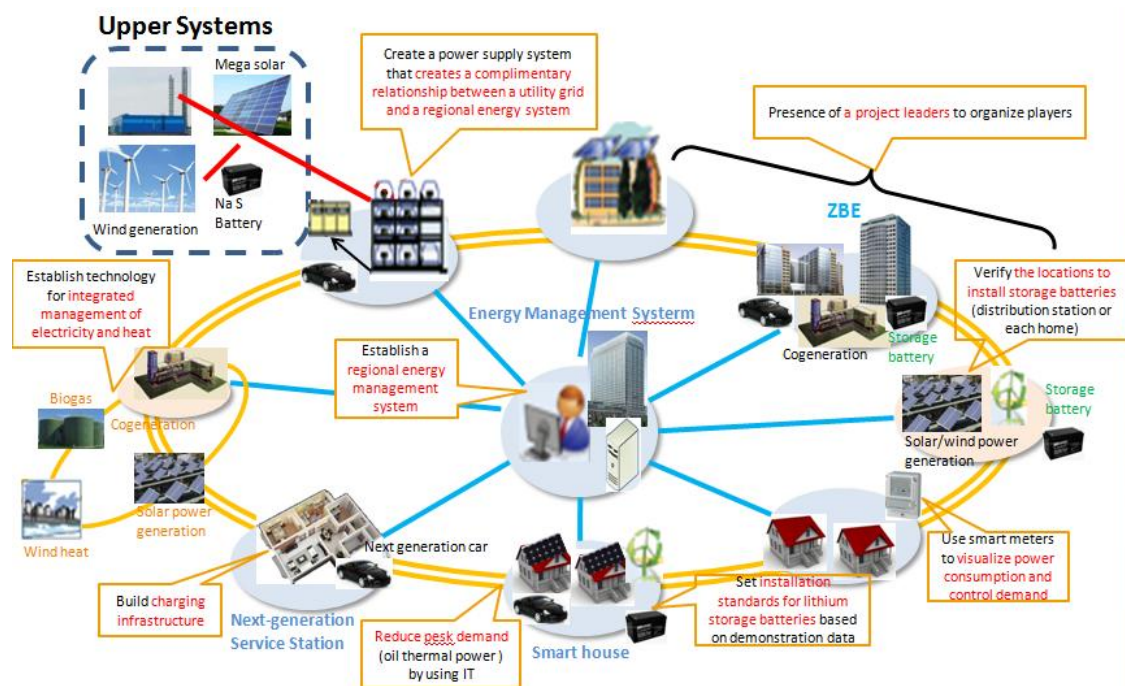


图 X 日本“智慧能源共同体”计划

日本四座城市（丰田市 Toyota City、横滨市 Yokohama City、北九州市 Kitakyushu City、关西科学城 Kansai Science City）计划通过协调电力、热能与运输方面的能源使用，降低他们的碳排放量，并增加对可再生能源的依赖。这四座城市采用的一种智慧能源系统，将超越美国以及其他国家正在实施的“智能电网（Smart Grid）”工程，承诺到 2030 年实现二氧化碳排放量削减 40% 的目标。

智能电网工程能够管理用电，日本的“智慧能源共同体”示范工程也能管理能源进行供热与运输。这项计划在某种程度上是由日本政府发起的，并且由包括丰田汽车公司、日产汽车公司、新日本制铁公司以及松下公司等几十家企业组成的联盟负责执行。

智能电网技术将帮助电网运营者容纳大量来自太阳以及其他可再生能源的电量，比如，当空中有云层经过或者风的模式发生变化时，太阳能或风能的发电情况也会受到影响，这个信号就会被发送到智能用电设备上，进而使用电设备暂停运作或者降低它们的耗电量。在一个智慧能源共同体中，这种适应性也会扩展到对热能的管理上。

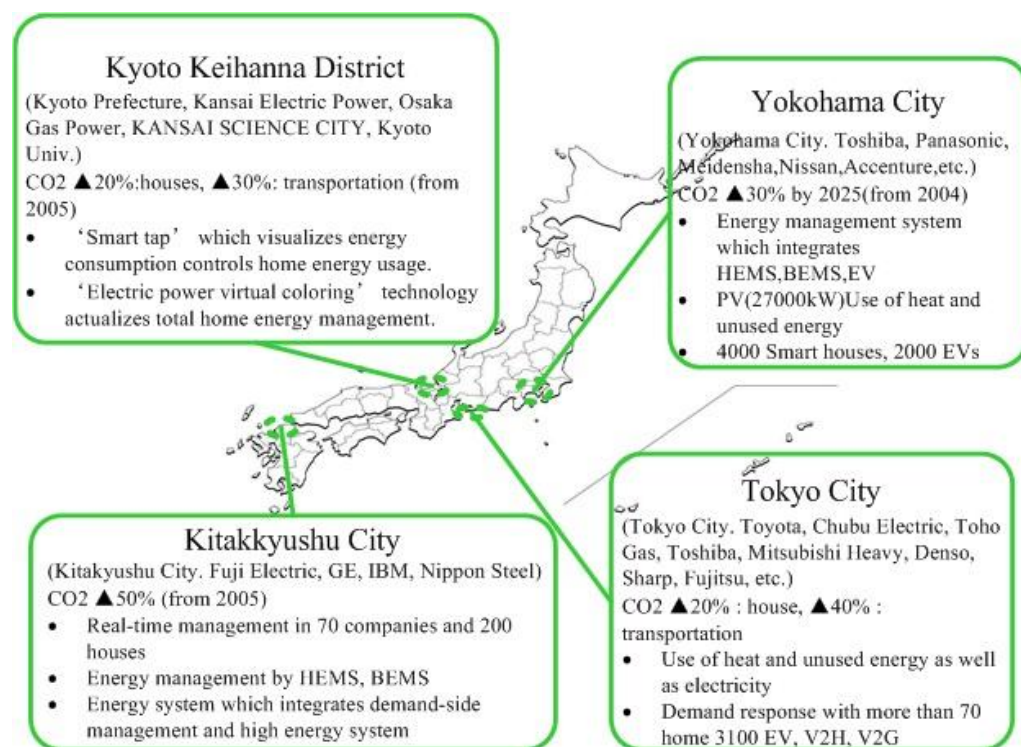


图 XX 日本“智慧城市”示范项目

在这四座城市的示范工程中，这个系统的细节会有所不同。在丰田市（Toyota City）以及横滨市（Yokohama City），上千辆丰田公司与日产公司出产的电动汽车将分别被整合到电网中，这些电动汽车将能够储存额外的可再生能源，当电网发电量下降时，能够将电返回电网。在北九州市（Kitakyushu City），他们的重点将是氢燃料电池，这在某种程度上是因为新日本制铁公司已经经营了大量的氢燃料。关西科学城（Kansai Science City）重点关注的一种新型软件，使消费者可以看到并管理能源的使用，不过他们的系统也将会包含电动汽车以及太阳能光电板。

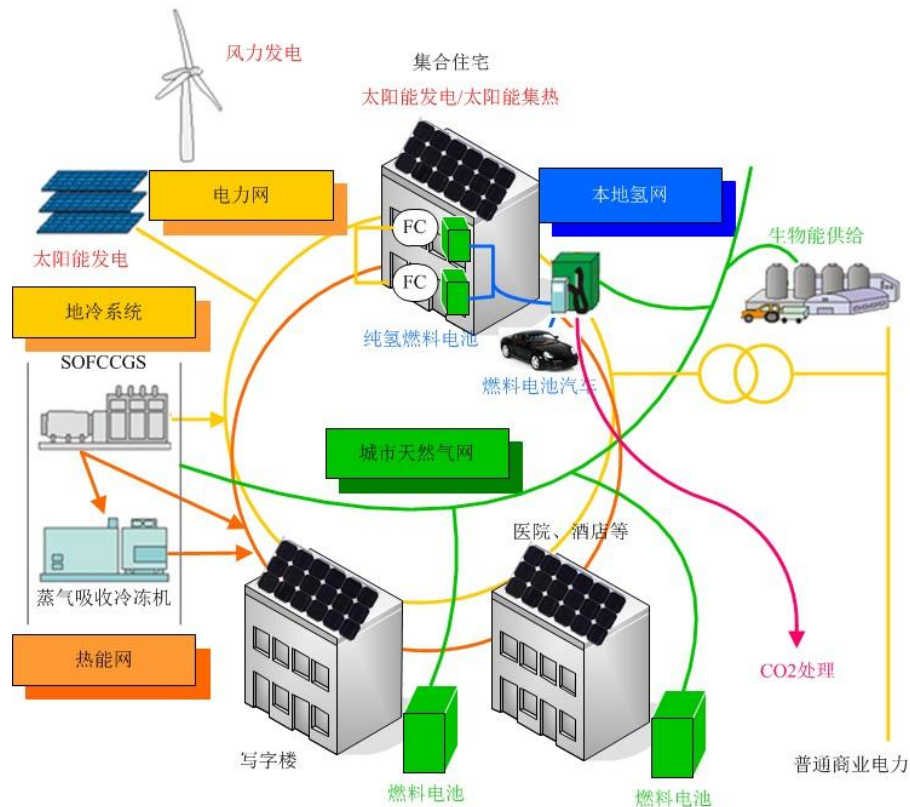


图 13 日本“智慧能源网”示范项目

日本倡导并积极着手实施构建未来型城市基础设施“智慧能源网”。旨在打造提升环保性与安全性的分布式能源系统，将城市天然气、电力等大规模网络、高效热电联产、燃料电池等分布式能源与太阳能、太阳热等可再生能源有机结合，进而充分利用废热等未使用能源，构建能源的优化供给结构——“智慧能源网”。“智慧能源网”由在线能源服务及区域能源服务地域两大基础设施工程构成，充分利用并积极引入生物能、太阳热等未使用能源，对区域冷暖房中心进行更新改造，采纳各种合理性建议和想法，大力推进型能源系统建设。通过将包括氢在内的前端的分布式能源系统与大规模集中电力、热能源的流通等系统进行充分有机结合，形成既可以提高能源的使用效率，又可以促进新能源的充分有效使用的新型系统。“智慧能源网”充分考虑电力与热能、可再生能源、清扫工厂废热等未使用能源的组合，通过多个需求侧之间的互联互通建立灵活优化的提升能源使用效率的下一代能源社会系统。

“智慧能源网”如果得以实现，将有效改善环境，提升因与大规模网络有效协调及能源供给多元化所带来的安全水平，并将对实现节能、低碳的社会发挥重要作用，做出巨大贡献。

在东京大学校园智慧能源改造项目中，本乡校区、驹场 I/II 校区、柏校区、白金校区等 5 个校区分布有大量的用电设备，由 7 家厂商的不同测量设备采集而来的相关电力数据合计约达到 1000 种。采用 IEEE 1888 对这些大量的多样化电力数据进行管理，以建筑物为单位，通过用电量“可视化”，可促进各处的自主自发节电及有效进行销峰填谷。系统图如下：

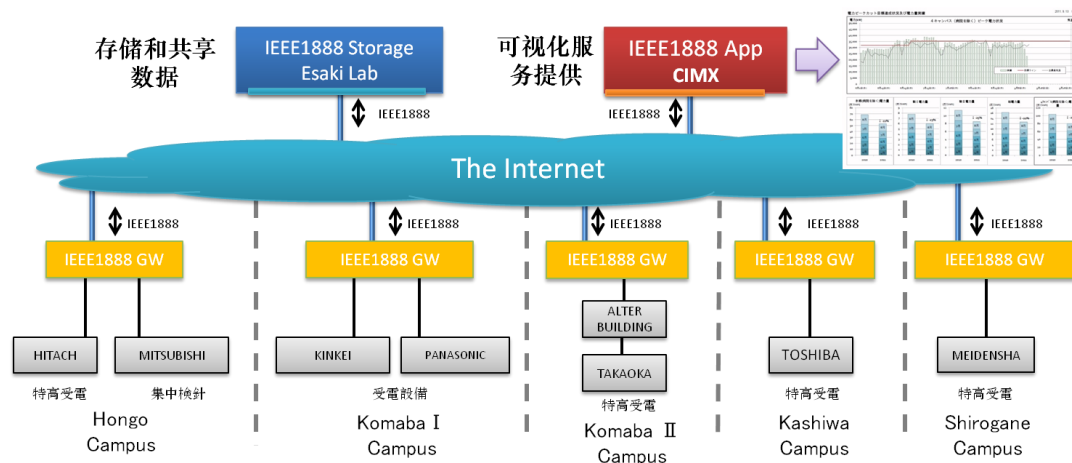


图 14 东京大学部署系统图

系统从 2010 年开始部署，经过一年的实施，到 2011 年，5 个校区耗电峰值比 2010 年下降 31%，而耗电总量下降了 22%-25%，更让人意想不到的是仅仅用了不到一个月的时间，就收回了全部的改造投资成本。

在日本的东京工业大学的智能楼宇项目中，实现了基于 IEEE 1888 标准的创能、储能、节能系统。在环境学院科研楼的三面全部覆盖了不同型号的太阳能电池板，利用太阳能和燃料电池实现电能的自主供给，总发电量达到 650KW。其系统图如下所示。



图 15 东京工业大学外表图

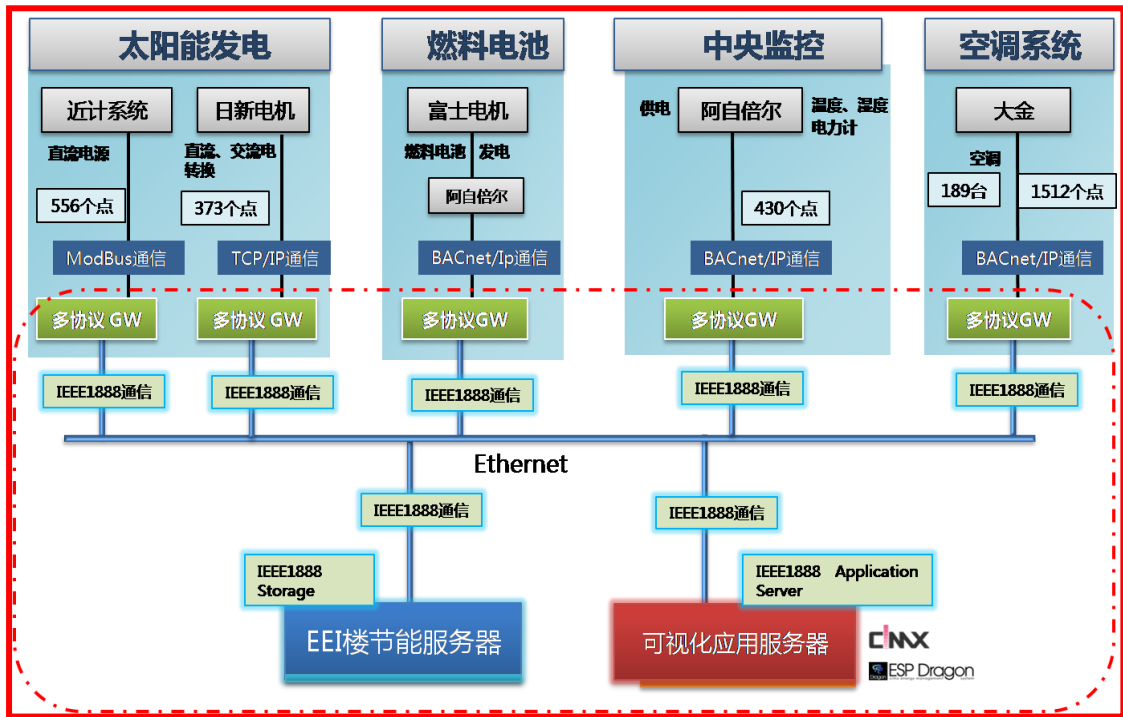


图 16 东京工业大学部署系统图

鉴于这套系统显著的节能效果，日本的鹿岛建设、微软总部等都采用 IEEE 1888 国际标准，用于楼宇能源的管理，数据中心的管理，取得了良好的实践效果。

3.3 中国智慧能源产业概述

中国智慧能源产业目前正处于起步阶段，本书将从智慧能源相关产业的发展政策、产业标准、产业关键技术、产业服务以及产业发展面临的问题共五个方面概述我国智慧能源产业现状。

3.3.1 中国智慧能源产业发展政策

3.3.1.1 《“十二五”节能环保产业发展规划》

2012 年 6 月，国务院印发了《“十二五”节能环保产业发展规划》。《规划》指出：节能环保产业是指为节约能源资源、发展循环经济、保护生态环境提供物质基础和技术保障的产业，是国家加快培育和发展的 7 个战略性新兴产业之一。节能环保产业涉及节能环保技术装备、产品和服务等，产业链长，关联度大，吸纳就业能力强，对经济增长拉动作用明显。加快发展节能环保产业，是调整经济

结构、转变经济发展方式的内在要求，是推动节能减排，发展绿色经济和循环经济，建设资源节约型环境友好型社会，积极应对气候变化，抢占未来竞争制高点的战略选择。

《规划》提出了以下四个总体目标：

1.产业规模快速增长。节能环保产业产值年均增长 15% 以上，到 2015 年，节能环保产业总产值达到 4.5 万亿元，增加值占国内生产总值的比重为 2% 左右，培育一批具有国际竞争力的节能环保大型企业集团，吸纳就业能力显著增强。

2.技术装备水平大幅提升。到 2015 年，节能环保装备和产品质量、性能大幅度提高，形成一批拥有自主知识产权和国际品牌，具有核心竞争力的节能环保装备和产品，部分关键共性技术达到国际先进水平。

3.节能环保产品市场份额逐步扩大。到 2015 年，高效节能产品市场占有率由目前的 10% 左右提高到 30% 以上，资源循环利用产品和环保产品市场占有率大幅提高。

4.节能环保服务得到快速发展。采用合同能源管理机制的节能服务业销售额年均增速保持 30%，到 2015 年，分别形成 20 个和 50 个左右年产值在 10 亿元以上的专业化合同能源管理公司和环保服务公司。城镇污水、垃圾和脱硫、脱硝处理设施运营基本实现专业化、市场化。

3.3.1.2 《关于加快发展节能环保产业的意见》

为加快发展节能环保产业，对拉动投资和消费，形成新的经济增长点，推动产业升级和发展方式转变，促进节能减排和民生改善，实现经济可持续发展和确保 2020 年全面建成小康社会。2013 年，国务院印发《关于加快发展节能环保产业的意见》，提出到 2015 年，我国节能环保产业总产值要达到 4.5 万亿元，产值年均增速保持 15% 以上，产业技术水平显著提升，为实现节能减排目标奠定坚实的物质基础和技术保障。这既表明随着中国政府发力，中国节能环保产业将迎来大发展的黄金期，同时，这也是新一届政府统筹稳增长、调结构、促改革、惠民生，推出的又一项重大举措。

《意见》明确了当前促进节能环保产业加快发展的四项重点任务。一是围绕重点领域，促进节能环保产业发展水平全面提升。加快发展节能、环保、资源循环利用技术装备，提高技术水平；创新发展模式，壮大节能环保服务业。二是发挥政府带动作用，引领社会资金投入节能环保工程建设。加强节能技术改造，实

施污染治理重点工程，推进园区循环化改造，加快城镇环境基础设施建设，开展绿色建筑、交通行动。三是推广节能环保产品，扩大市场消费需求。继续实施并调整节能产品惠民政策，实施能效“领跑者”行动计划，完善环保产品认证制度，开展再制造“以旧换再”，拉动节能环保产品消费。四是加强技术创新，提高节能环保产业市场竞争力。重点支持企业技术创新能力建设，加快掌握重大关键核心技术，促进科技成果产业化转化，推动国际合作和人才队伍建设。

3.3.1.3 《关于促进信息消费扩大内需的若干意见》

2013年8月国务院下发《关于促进信息消费扩大内需的若干意见》提出，挖掘消费潜力、增强供给能力、激发市场活力、改善消费环境，建立促进信息消费持续稳定增长的长效机制，推动面向生产、生活和管理的信息消费快速健康增长。

《意见》提出，到2015年，我国信息消费规模超过3.2万亿元，年均增长20%以上，带动相关行业新增产出超过1.2万亿元，其中基于互联网的新型信息消费规模达到2.4万亿元，年均增长30%以上。基于电子商务、云计算等信息平台的消费快速增长，电子商务交易额超过1.8万亿元，网络零售交易额突破3万亿元。

此外，到2015年，适应经济社会发展需要的宽带、融合、安全、泛在的下一代信息基础设施初步建成，城市家庭宽带接入能力基本达到每秒20兆比特（Mbps），部分城市达到100Mbps，农村家庭宽带接入能力达到4Mbps，行政村通宽带比例达到95%。智慧城市建设和取得长足进展。

近年来，全球范围内信息技术创新不断加快，信息领域新产品、新服务、新业态大量涌现，不断激发新的消费需求，成为日益活跃的消费热点。我国市场规模庞大，正处于居民消费升级和信息化、工业化、城镇化、农业现代化加快融合发展的阶段，信息消费具有良好发展基础和巨大发展潜力。

工信部提供的统计数据显示，2012年全国信息消费规模达到1.72万亿元，同比增长29%，带动相关行业新增产出9300亿元。其中，新型信息消费规模为1.03万亿元，同比增长61%。

此外，近年来基于信息通信技术的电子商务、公共服务等信息服务平台的消费迅速增长，为信息消费注入了新的成长动力，提供了新的市场空间，形成了促进信息消费持续稳定增长的新型交易模式。2012年，全国电子商务交易规模高达8万亿元，其中网络零售1.3万亿元。预计2015年，电子商务交易规

模将超过 1.8 万亿元，网络零售交易额将达到 3 万亿元。

与此同时，我国信息消费面临基础设施支撑能力有待提升、产品和服务创新能力弱、市场准入门槛高、配套政策不健全、行业壁垒严重、体制机制不适应等问题，亟须采取措施予以解决。

为此，意见明确提出深化行政审批制度改革、加大财税政策支持力度、切实改善企业融资环境、改进和完善电信服务、加强法律法规和标准体系建设、开展信息消费统计监测和试点示范等六大配套措施。

3.3.1.4 《“宽带中国”战略及实施方案》

2013 年 8 月国务院印发了“宽带中国”战略及实施方案。方案提出了至 2020 年的发展时间表，将实施分为全面提速阶段、推广普及阶段、优化升级阶段。根据方案提出的目标，到 2020 年，宽带网络全面覆盖城乡，固定宽带家庭普及率达到 70%，3G/LTE 用户普及率达到 85%，行政村通宽带比例超过 98%。城市和农村家庭宽带接入能力分别达到 50Mbps 和 12Mbps，发达城市部分家庭用户可达 1 吉比特每秒（Gbps）。

宽带网络是新时期我国经济社会发展的战略性公共基础设施，发展宽带网络对拉动有效投资和促进信息消费、推进发展方式转变和小康社会建设具有重要支撑作用。从全球范围看，宽带网络正推动新一轮信息化发展浪潮，众多国家纷纷将发展宽带网络作为战略部署的优先行动领域，作为抢占新时期国际经济、科技和产业竞争制高点的重要举措。近年来，我国宽带网络覆盖范围不断扩大，传输和接入能力不断增强，宽带技术创新取得显著进展，完整产业链初步形成，应用服务水平不断提升，电子商务、软件外包、云计算和物联网等新兴业态蓬勃发展，网络信息安全保障逐步加强，但我国宽带网络仍然存在公共基础设施定位不明确、区域和城乡发展不平衡、应用服务不够丰富、技术原创能力不足、发展环境不完善等问题，亟需得到解决。

根据《2006-2020 年国家信息化发展战略》、《国务院关于大力推进信息化发展和切实保障信息安全的若干意见》（国发〔2012〕23 号）和《十二五国家战略性新兴产业发展规划》的总体要求，特制定《“宽带中国”战略及实施方案》，旨在加强战略引导和系统部署，推动我国宽带基础设施快速健康发展。

到 2015 年，初步建成适应经济社会发展需要的下一代国家信息基础设施。基本实现城市光纤到楼入户、农村宽带进乡入村，固定宽带家庭普及率达到 50%，

第三代移动通信及其长期演进技术（3G/LTE）用户普及率达到 32.5%，行政村通宽带（有线或无线接入方式，下同）比例达到 95%，学校、图书馆、医院等公益机构基本实现宽带接入。城市和农村家庭宽带接入能力基本达到 20 兆比特每秒（Mbps）和 4Mbps，部分发达城市达到 100Mbps。宽带应用水平大幅提升，移动互联网广泛渗透。网络与信息安全保障能力明显增强。

到 2020 年，我国宽带网络基础设施发展水平与发达国家之间的差距大幅缩小，国民充分享受宽带带来的经济增长、服务便利和发展机遇。宽带网络全面覆盖城乡，固定宽带家庭普及率达到 70%，3G/LTE 用户普及率达到 85%，行政村通宽带比例超过 98%。城市和农村家庭宽带接入能力分别达到 50Mbps 和 12Mbps，发达城市部分家庭用户可达 1 吉比特每秒（Gbps）。宽带应用深度融入生产生活，移动互联网全面普及。技术创新和产业竞争力达到国际先进水平，形成较为健全的网络与信息安全保障体系。

根据方案提出的发展时间表，宽带中国战略及实施方案将实施全面提速阶段、推广普及阶段、优化升级阶段。

1.全面提速阶段（至 2013 年底）。重点加强光纤网络和 3G 网络建设，提高宽带网络接入速率，改善和提升用户上网体验。

城市地区着力推进光纤化成片改造，农村地区灵活采用有线和无线方式加快行政村宽带接入网建设，提高接入速度和网络使用性价比。进一步提升城市 3G 网络质量，扩大农村 3G 网络覆盖范围，做好时分双工模式移动通信长期演进技术（TD-LTE）扩大规模试验工作。加快下一代广播电视网建设，推进光进铜退和网络双向化改造，促进互联互通。同步推进城域网扩容升级。以网间互联为重点优化互联网骨干网。推动网站升级改造，提高网站接入速率。

到 2013 年底，固定宽带用户超过 2.1 亿户，城市和农村家庭固定宽带普及率分别达到 55%和 20%。3G/LTE 用户超过 3.3 亿户，用户普及率达到 25%。行政村通宽带比例达到 90%。城市地区宽带用户中 20Mbps 宽带接入能力覆盖比例达到 80%，农村地区宽带用户中 4Mbps 宽带接入能力覆盖比例达到 85%。城乡无线宽带网络覆盖水平明显提升，无线局域网基本实现城市重要公共区域热点覆盖。全国有线电视网络互联互通平台覆盖有线电视网络用户比例达到 60%。

2.推广普及阶段（2014-2015 年）。重点在继续推进宽带网络提速的同时，加快扩大宽带网络覆盖范围和规模，深化应用普及。

城市地区加快扩大光纤到户网络覆盖范围和规模，农村地区积极采用无线技术加快宽带网络向行政村延伸，有条件的农村地区推进光纤到村。持续扩大 3G 覆盖范围和深度，推动 TD-LTE 规模商用。继续推进下一代广播电视网建设，进一步扩大下一代广播电视网覆盖范围，加速互联互通。全面优化国家骨干网络。加强光通信、宽带无线通信、下一代互联网、下一代广播电视网、云计算等重点领域新技术研发，在部分重点领域取得原始创新成果。

到 2015 年，固定宽带用户超过 2.7 亿户，城市和农村家庭固定宽带普及率分别达到 65% 和 30%。3G/LTE 用户超过 4.5 亿户，用户普及率达到 32.5%。行政村通宽带比例达到 95%。城市家庭宽带接入能力基本达到 20Mbps，部分发达城市达到 100Mbps，农村家庭宽带接入能力达到 4Mbps。3G 网络基本覆盖城乡，LTE 实现规模商用，无线局域网全面实现公共区域热点覆盖，服务质量全面提升。互联网网民规模达到 8.5 亿，应用能力和服务水平显著提高。全国有线电视网络互联互通平台覆盖有线电视网络用户比例达到 80%。互联网骨干网间互通质量、互联网服务提供商接入带宽和质量满足业务发展需求。在宽带无线通信、云计算等重点领域掌握一批拥有自主知识产权的核心关键技术。宽带技术标准体系逐步完善，国际标准话语权明显提高。

3. 优化升级阶段（2016-2020 年）。重点推进宽带网络优化和技术演进升级，宽带网络服务质量、应用水平和宽带产业支撑能力达到世界先进水平。

到 2020 年，基本建成覆盖城乡、服务便捷、高速畅通、技术先进的宽带网络基础设施。固定宽带用户达到 4 亿户，家庭普及率达到 70%，光纤网络覆盖城市家庭。3G/LTE 用户超过 12 亿户，用户普及率达到 85%。行政村通宽带比例超过 98%，并采用多种技术方式向有条件的自然村延伸。城市和农村家庭宽带接入能力分别达到 50Mbps 和 12Mbps，50% 的城市家庭用户达到 100Mbps，发达城市部分家庭用户可达 1Gbps，LTE 基本覆盖城乡。互联网网民规模达到 11 亿，宽带应用服务水平和应用能力大幅提升。全国有线电视网络互联互通平台覆盖有线电视网络用户比例超过 95%。全面突破制约宽带产业发展的高端基础产业瓶颈，宽带技术研发达到国际先进水平，建成结构完善、具有国际竞争力的宽带产业链，形成一批世界领先的创新型企业。

3.3.2 中国智慧能源产业标准概述

目前，智慧能源产业正处于培育阶段，尚未形成统一的标准体系。智慧能源产业的发展，急需将能源领域与信息领域的相关标准纳入进来，并针对两者的融合研制共性关键技术标准，建立起智慧能源的标准体系，指导、规范智慧能源产业发展。截至目前，在智慧能源领域，IEEE 1888 及其 4 个系列子标准是相对比较重要的技术标准。

IEEE 1888-Ubiquitous Green Community Control Network（泛在绿色社区控制网络协议）是首个由中国企业发起并获得国际认可的绿色 ICT 标准。2008 年 6 月，天地互连在国家发改委、工信部和中关村管委会的指导下，牵头成立了 IEEE P1888 工作组，联合中国电信、清华大学、英特尔、思科、联想、东京大学、北京交通大学、北京邮电大学等国内外知名企业和高等学府着手研究以绿色节能为宗旨的，ICT 与节能减排融合的创新型技术标准。经过近 3 年的不懈努力，2011 年 3 月，IEEE 正式批准发布了 IEEE 1888 泛在绿色社区网络国际标准。IEEE 高度评价“IEEE 1888 是源自中国的创新技术，全球厂商广泛响应的标准，是中国创新与国际合作的重要成果，是 IEEE 在绿色节能和物联网领域具有标志性的全球标准”。IEEE 1888 同时获得了“IEEE 标准化杰出贡献奖”，中国通信标准化协会科技进步二等奖等荣誉。

在 IEEE 1888 核心标准基础之上，又分别成立了 IEEE P1888.1, IEEE P1888.2, IEEE P1888.3 及 IEEE P1888.4 这 4 个工作组。IEEE P1888.1 提供了运维管理框架，截至目前（2013 年 9 月），IEEE P1888.1 已获 IEEE-SA 批准，等待发布；IEEE P1888.2 提供了网络体系架构；IEEE P1888.3 提供了泛在网安全架构；IEEE P1888.4 提供了智能家居场景控制应用协议，这 4 个子标准进一步丰富了 IEEE 1888 基础架构，构成了一整套完整的可运营可管理的、安全的泛在绿色社区网络控制体系。

IEEE 1888 标准可广泛应用于各种监测平台和智能节能控制平台，如工业监测、环境监测、楼宇/园区/区域能耗监测、油田设备监测，智能农业、工业节能、绿色 IDC、楼宇节能、区域能源管理等领域，将各种设施及信息系统通过网络形成凝聚，借助通信实现融合，将信息通信技术与能源管理平台紧密结合，IEEE 1888 系列标准的制定及发布开启了基于 ICT 技术构建泛在智慧能源系统的新篇章。

3.3.3 中国智慧能源产业关键技术概述

当前，以合同能源管理和碳交易为特征的节能减排行动正在我国如火如荼蓬勃发展。但是节能量、减排量是否真实可靠，各级政府和企业承担的指标是否可测量、可报告、可核查，又成了发展中新的难题。于是，传统的节能减排技术向自动化、信息化不断靠拢，有条件的大企业和众多政府主管部门纷纷建立节能减排的监测管控平台，各种智能化的管理方法和技术手段应运而生，这些有益的实践，使自动化控制和信息化应用达到了一个新高度，节能减排技术跨入了自动化、智能化的新时代。

然而，人们很快就发现依据自动控制技术开发的平台有很大的局限性。这种局限性表现为：应用领域不同，技术千差万别，定制成本很高；在重复建设中形成了一座又一座信息孤岛；推广应用被人为地设置了许多观念上、管理上和技术上的门槛和障碍。为破解这一难题，人们开始了许多有益的尝试，如由政府出面，以行政命令的方式下达指标，考核验收，甚至和地方官员的政绩挂钩，但是实践的结果并不理想；许多大型企业或企业集团，包括许多节能技术服务公司也在尝试建立能源数据管控中心，可是由于应用技术千差万别，不能联运，数据资源的合理使用存在很大的局限性。正是在这种情况下，“互联网”成为了创新发展的有力武器。如果说自动控制解决的是个案问题，智能管理解决的是局域问题，那么互联网的深度介入解决的将是全局问题。由中国企业为主体研究制定的基于互联网的 IEEE1888 标准成为了智慧能源产业创新发展中连接能源生产、存储、输送以及使用端，特别是能源节约以及与其紧密相连的温室气体减排、绿色低碳发展，与互联网应用之间的桥梁和纽带。未来，随着 ICT 技术在节能减排领域的广泛应用，传统的节能减排技术、新能源技术与互联网的不断融合，一定会使能源供应及能源使用效率提升到一个更高的水平，产生出“智慧能源”。

智慧能源的关键是“智慧”，其关键技术除了包括互联网之外，还包括了物联网、云计算以及大数据等新一代信息技术。具体内容如下所示。

3.3.3.1 互联网

互联网是人类社会重要的信息基础设施，对经济社会发展和国家安全具有战略意义，与构建和谐社会、建设创新型国家和走新型工业化道路等重大战略的实施紧密相关。中国下一代互联网示范工程（CNGI）项目是由国家发展和改革委员会主导，中国工程院、科技部、教育部、中科院等八部委联合于 2003 年酝酿

并启动的。下一代互联网竞争，对中国来讲是一个绝好的发展机会。在下一代互联网的建设中，中国应利用自己的优势，把技术开发放在第一位，并尽快实现相关产品的产业化。

互联网的更新换代是一个渐进的过程。目前公认的下一代互联网主要特征包括：

- 1) 地址空间更大：采用 IPv6 协议，使下一代互联网具有非常巨大地址空间，网络规模将更大，接入网络的终端种类和数量更多，网络应用更广泛；
- 2) 通信速度更快：达到 100M 字节/秒以上的端到端高性能通信速度；
- 3) 安全性更高：可进行网络对象识别、身份认证和访问授权，具有数据加密和完整性，实现一个可信任的网络；
- 4) 交互更及时：提供组播服务，进行服务质量控制，可开发大规模实时交互应用；
- 5) 应用更方便：无处不在的移动和无线通信应用；
- 6) 运维更有序：有序的管理、有效的运营、及时的维护；
- 7) 盈利更有效：有盈利模式，可创造重大社会效益和经济效益。

根据北京邮电大学网络与交换技术国家重点实验室的研究显示：未来互联网的关键技术包括：IPv4-IPv6 过渡技术、身份与位置分离技术、移动性管理技术、自主网络技术以及绿色 ICT 技术等。

3.3.3.2 物联网

中国矿业大学刘飞等人所写的《物联网的主要技术》一文中指出物联网主要涉及的关键技术包括：射频识别(RFID)技术，传感器技术、传感器网络技术以及网络通信技术等。四项技术分别介绍如下：

1、射频识别(RFID)技术：RFID 技术是一种非接触式的自动识别技术，通过射频信号自动识别对象并获取相关数据。RFID 为物体贴上 RFID 标签，具有读取距离远(几米至几十米)、穿透能力强(可透过包装箱直接读取信息)、无磨损、非接触、抗污染、效率高(可同时处理多个标签)、信息量大等特点。RFID 技术是物联网最关键的一个技术。

2、传感器技术：传感器负责物联网信息的采集，是实现了对现实世界感知的基础，是物联网服务和应用的基础。传感器是指那些对被测对象的某一确定的信息具有感受与检出功能，并按照一定规律转换成与之对应的有用信号的元器件或

装置，通常由敏感元件和转换元件组成。

3、传感器网络技术：传感器网络综合了传感器技术、嵌入式计算技术、现代网络及无线通信技术、分布式信息处理技术等，能够通过各类集成化的微型传感器协作地实时监测、感知和采集各种环境或监测对象的信息，通过嵌入式系统对信息进行处理，并通过随机自组织无线网络以多跳(multi—hop)中继方式将所感知信息传送到用户终端，从而真正实现“无处不在的计算”理念。

4、网络通信技术：传感器的网络通信技术为物联网数据提供传送通道，而如何在现有网络上进行增强，适应物联网业务需求(低数据率、低移动性等)，是目前物联网研究的重点。传感器的网络通信技术分为两类：近距离通信和广域网络通信技术等。

3.3.3.3 云计算

根据 CIO 时代网《云计算关键技术》显示，云计算的关键技术包括：

1、虚拟化技术

虚拟化技术是指计算元件在虚拟的基础上而不是真实的基础上运行，它可以扩大硬件的容量，简化软件的重新配置过程，减少软件虚拟机相关开销和支持更广泛的操作系统方面。通过虚拟化技术可实现软件应用与底层硬件相隔离，它包括将单个资源划分成多个虚拟资源的裂分模式，也包括将多个资源整合成一个虚拟资源的聚合模式。虚拟化技术根据对象可分成存储虚拟化、计算虚拟化、网络虚拟化等，计算虚拟化又分为系统级虚拟化、应用级虚拟化和桌面虚拟化目。在云计算实现中。计算系统虚拟化是一切建立在“云”上的服务与应用的基础。虚拟化技术目前主要应用在 CPU、操作系统、服务器等多个方面，是提高服务效率的最佳解决方案。

2、分布式海量数据存储

云计算系统由大量服务器组成，同时为大量用户服务，因此云计算系统采用分布式存储的方式存储数据，用冗余存储的方式（集群计算、数据冗余和分布式存储）保证数据的可靠性。冗余的方式通过任务分解和集群，用低配机器替代超级计算机的性能来保证低成本，这种方式保证分布式数据的高可用、高可靠和经济性，即为同一份数据存储多个副本。云计算系统中广泛使用的数据存储系统是 Google 的 GFS 和 Hadoop 团队开发的 GFS 的开源实现 HDFS。

3、海量数据管理技术

云计算需要对分布的、海量的数据进行处理、分析，因此，数据管理技术必需能够高效的管理大量的数据。云计算系统中的数据管理技术主要是 Google 的 BTsT~IO 数据管理技术和 Hadoop 团队开发的开源数据管理模块 HBase。由于云数据存储管理形式不同于传统的 RDBMS 数据管理方式，如何在规模巨大的分布式数据中找到特定的数据，也是云计算数据管理技术所必须解决的问题[61]。同时，由于管理形式的不同造成传统的 SQL 数据库接口无法直接移植到云管理系统中来，目前一些研究在关注为云数据管理提供 RDBMS 和 SQL 的接口，如基于 Hadoop 子项目 HBase 和 Hive 等。另外，在云数据管理方面，如何保证数据安全性和数据访问高效性也是研究关注的重点问题之一。

4、编程方式

云计算提供了分布式的计算模式，客观上要求必须有分布式的编程模式。云计算采用了一种思想简洁的分布式并行编程模型 Map—Reduce。Map—Reduce 是一种编程模型和任务调度模型。主要用于数据集的并行运算和并行任务的调度处理。在该模式下，用户只需要自行编写 Map 函数和 Reduce 函数即可进行并行计算。

5、云计算平台管理技术

云计算资源规模庞大，服务器数量众多并分布在不同的地点，同时运行着数百种应用，如何有效的管理这些服务器，保证整个系统提供不间断的服务是巨大的挑战。云计算系统的平台管理技术能够使大量的服务器协同工作，方便的进行业务部署和开通，快速发现和恢复系统故障，通过自动化、智能化的手段实现大规模系统的可靠运营。

3.3.3.4 大数据

“大数据”是时下最火热的 IT 行业的词汇之一。大数据技术的战略意义不在于掌握庞大的数据信息，而在于对这些含有意义的数据进行专业化处理。换言之，如果把大数据比作一种产业，那么这种产业实现盈利的关键，在于提高对数据的“加工能力”，通过“加工”实现数据的“增值”。

从技术上看，大数据与云计算的关系就像一枚硬币的正反面一样密不可分。大数据必然无法用单台的计算机进行处理，必须采用分布式架构。它的特色在于对海量数据进行分布式数据挖掘（SaaS），但它必须依托云计算的分布式处理、分布式数据库（PaaS）和云存储、虚拟化技术（IaaS）。

大数据需要特殊的技术，以有效地处理大量的容忍经过时间内的数据。适用于大数据的技术，包括大规模并行处理（MPP）数据库、数据挖掘电网、分布式文件系统、分布式数据库、云计算平台、互联网和可扩展的存储系统。

目前,大数据处理的关键技术一般包括：大数据采集、大数据预处理、大数据存储及管理、大数据分析及挖掘、大数据展现和应用（大数据检索、大数据可视化、大数据应用、大数据安全等）技术等。

3.3.4 中国智慧能源产业服务概述

3.3.4.1 智慧能源测试与验证服务

1、用能设备能效测试验证服务

高效节能技术以提高能源的合理利用率为方法来缓解当前能源问题，而与之相配套的节能检测则是保障能源合理利用的一项重要手段。因此，节能检测技术已成为当前重点研发的课题之一，各国也纷纷开始研究制定相应的设备能效测试评估标准和规范。其中用能设备的能效测试是政府和企业节能管理的重要内容，是设备诸多测试内容的一个重要指标，重点用能设备的测试在国家法律、法规和标准中都有明确的要求。经测试并节能改造后的设备，在生产运行过程中不但节约了大量的用电量，降低了运营成本，同时还显著减少了二氧化碳气排放。

用能设备能效测试服务包括对企业生产用能设备以及终端用能产品的能效测试与验证。

1) 企业生产用能设备能效测试与验证

其中，生产用能设备的能效测试是政府和企业节能管理的重要内容，重点用能设备的测试在国家法律、法规和标准中有明确的要求。如《中华人民共和国节约能源法》第 54 条规定节能管理部门应审查能源利用状况，组织实施设备效率检测，以及《能源管理体系要求》更做了明确规定，如定期监控重点用能设备、设施的能源消耗、能源利用效率水平；监测对能源消耗、能源利用效率有重要影响的过程的能源消耗、能源利用效率；对能源消耗、能源利用效率具有重大影响的关键特性进行监视、测量和评价。

对生产用能设备开展能效测试，主要实现以下几个目的：一发现设备运行缺陷，消除潜在风险；二识别低能效设备，降低企业能耗，节约生产成本；三找出设备运行安全隐患，避免事故发生；四保证设备高效安全运行，实现节能减排的同时，保障企业生产和运营安全。

对于工业生产来说，通过能效检测，能清晰的了解能耗的分布，再根据实际测量的数据，按照国家各个系统效能评价程序和方法，对企业的耗能设备进行能效评估。通过能效评估，可以发现企业的节能机会和节能空间，为节能方案提供数据资料。能效评价还包括为企业建立适合企业实际状况的能源利用率评价指标，通过这些指标，企业可以跟国家、行业标准进行比较，了解企业设备的能源利用率的相对水平及绝对水平。为企业下一步节能改善提供依据。

2) 终端用能产品能效测试与验证

2004年8月，国家发改委和国家质检总局联合制定并发布《能源效率标识管理办法》，正式启动了中国的能源效率标识制度。能源效率标识采取生产者或进口商自我声明、备案、政府有关部门加强监督管理的模式实施。2005年3月1日，家用电冰箱、房间空气调节器率先实施了能效标识制度。截至目前，我国共发布了10批实施能效标识制度的产品目录，涉及28类产品，分别是：家用电冰箱、房间空气调节器、洗衣机、单元式空调产品、自镇流荧光灯、高压钠灯、中小型异步电动机、冷水机组、燃气热水器、转速可控型房间空气调节器、多联式空调（热泵）机组、储水式电热水器、家用电磁灶、计算机显示器、复印机、自动电饭锅、交流电风扇、交流接触器、容积式空气压缩机、电力变压器、通风机、平板电视、微波炉、打印机和传真机、数字电视接收器、冷藏陈列柜、家用太阳能热水系统以及微型计算机等。

能源效率标识，简称能效标识，是指附在产品或产品最小包装物上的一种信息标签，用于表示用能产品的能源效率等级、能源消耗量等指标。为消费者的购买决策提供必要的信息，以引导和帮助消费者选择高能效的产品。我国的能效标识制度是强制性的，只要是能效标识目录中的产品，企业在生产销售时，必须粘贴能效标识，公布产品的能效指标等信息，否则会受到相应处罚。而公布能效指标信息的依据，则是参照各用能产品能效标准及测试方法标准，在主管部门认可的实验室内开展产品的能效测试与验证，出具能效检测报告，并将产品能效检测报告的信息在主管部门备案公布，接受社会监督。

2、信息技术产品互通性测试验证服务

随着物联网、大数据等信息技术的发展，各类信息产品被广泛应用于智慧能源产业，用于提升系统能效水平，加强能源管理，推动节能减排。但是，各种信息产品技术标准的不统一，在很大程度上制约了智慧能源产业发展。大企业基于自

家技术标准而提供的端到端解决方案导致了产业链的垂直整合趋势，这使得最终用户面临着设备及产品单一采购来源的困境，设备及产品采购成本的不断上升使得智慧能源难以得到快速普及。

统一的技术标准可以为最终用户提供一个多厂商供货的良性采购渠道，但各厂商基于统一标准所研发的软硬件产品是否可以在同一个解决方案中互联互通或无差别使用，还需要经过第三方验证测试服务机构专业评测检验。基于这种情况，智慧能源急需建立起信息技术产品互通性测试验证服务，为整个产业链的上下游提供测试验证服务，这些信息产品或者技术包括了网关设备、数据存储以及应用软件等。

信息技术产品互通性测试服务包含了产品一致性测试和互通性测试，具体如下：

- 产品一致性测试

一致性测试是对产品进行协议标准测试的重要方面，是性能测试、互操作性测试和健壮性测试的基础，是产品开发人员首要关心的问题。一致性测试旨在检验所实现的协议实体（或系统）与协议规范的符合程度，即测试一个协议给定实现的外部行为是否符合协议的规范。一致性测试是一种黑盒测试，他不涉及协议的内部实现，只是从外面的行为来判断协议的实现是否符合要求。

- 产品互通性测试

由于各种技术规范、协议标准描述的覆盖范围比较有限，各厂商对标准的理解及实现方式上存在不同程度的差异，整合导致了市场上不同厂商基于相同标准生产的设备或产品依然存在无法互通的可能。互操作性测试要求不同厂商的产品之间必须能够互相操作。这种测试主要在实验室环境中实现，需要多个不同厂商的设备同被测试设备互连并按照测试需求进行相关配置和操作。在测试过程中，通过跟踪测试输出并分析测试结果，检验被测试设备和其他设备之间的互连互通性，以此考察一个产品是否能在一个由不同厂家的多种产品互连的智慧能源解决方案环境中很好地工作。

3.3.4.2 智慧能源节能服务

智慧能源节能服务包括合同能源管理、节能减排成效评价等。

1、合同能源管理

合同能源管理（EMC——Energy Management Contracting），是指节能服务公

司与用能单位以契约形式约定节能项目的节能目标，节能服务公司为实现节能目标向用能单位提供必要的服务，用能单位以节能效益支付节能服务公司的投入及其合理利润的节能服务机制。其实质就是以减少的能源费用来支付节能项目全部成本的节能业务方式。这种节能投资方式允许客户用未来的节能收益为工厂和设备升级，以降低运行成本；或者节能服务公司以承诺节能项目的节能效益、或承包整体能源费用的方式为客户提供节能服务。

合同能源管理服务公司一般向用能单位提供的节能服务主要包括以下内容：

- **节能诊断：**针对客户的具体情况，测定客户当前用能量和用能效率，提出节能潜力所在，并对各种可供选择的节能措施的节能量进行预测。

- **节能改造方案设计：**根据节能诊断的结果，结合客户的能源系统现状提出如何利用成熟的节能技术来提高能源利用效率、降低能源成本的方案和建议。如果客户有意向接受合同能源管理服务公司提出的方案和建议，则合同能源管理服务公司就可以为客户进行项目设计。

- **施工设计：**在合同签订后，一般由 ESCO 组织对节能项目进行施工设计，对项目管理、工程时间、资源配置、预算、设备和材料的进出协调等进行详细的规划，确保工程顺利实施并按期完成。

- **节能项目融资：**ESCO 向客户的节能项目投资或提供融资服务，ESCO 可能的融资渠道有：ESCO 自有资金、银行商业贷款、从设备供应商处争取到的最大可能的分期付款以及其它政策性的资助。当 ESCO 采用通过银行贷款方式为节能项目融资时，ESCO 可利用自身信用获得商业贷款，也可利用政府相关部门的政策性担保资金为项目融资提供帮助。

- **原材料和设备采购：**ESCO 根据项目设计的要求负责原材料和设备的采购，所需费用由 ESCO 筹措。

- **施工、安装和调试：**根据合同，由 ESCO 负责组织项目的施工、安装和调试。通常，由 ESCO 或其委托的其他有资质的施工单位来进行。由于通常施工是在客户正常运转的设备或生产线上进行，因此，施工必须尽可能不干扰客户的运营，而客户也应为施工提供必要的条件和方便。

- **运行、保养和维护：**设备的运行效果将会影响预期的节能量，因此，ESCO 应对改造系统的运行管理和操作人员进行培训，以保证达到预期的节能效果。此外，ESCO 还要负责组织安排好改造系统的管理、维护和检修。

- **节能量监测：**ESCO 与客户共同监测和确认节能项目在合同期内的节能效果，以确认合同中确定的节能效果是否达到。另外，ESCO 和客户还可以根据实际情况采用“协商确定节能量”的方式来确定节能效果，这样可以大大简化监测和确认工作。

- **收回投资和利润：**对于节能效益分享项目，在项目合同期内，ESCO 对与项目有关的投入（包括土建、原材料、设备、技术等）拥有所有权，并与客户分享项目产生的节能效益。在 ESCO 的项目资金、运行成本、所承担的风险及合理的利润得到补偿之后（即项目合同期结束），设备的所有权一般将转让给客户。客户最终就获得高效设备和节约能源的成本，并享受 ESCO 所留下的全部节能效益。

合同能源管理机制的实质是：一种以减少的能源费用来支付节能项目全部成本的节能投资方式。这种节能投资方式允许用户使用未来的节能收益为用能单位和能耗设备升级，以及降低目前的运行成本。节能服务合同在实施节能项目的企业（用户）与专门的盈利性能源管理公司之间签订，它有助于推动节能项目的开展。目前，合同能源管理项目的主要类型包括：节能效益分享型、节能效益支付型（项目采购型）、节能量保证型（效果验证型）和运行服务型。

合同能源管理一般是由节能服务公司（Energy Service Company, ESCO）来实施。换句话说，ESCO 主要的经营机制是合同能源管理，其结果是 ESCO 与客户一起共享节能成果，取得双赢的效果。ESCO 的标准定义是：提供“节能技术服务的专业化公司”，ESCO 是以提供一揽子专业化节能技术服务的以盈利为目的的专业公司，是集资金、技术、管理、咨询服务等多种功能于一身的服务提供商。

20 世纪 70 年代，“能源危机”使发达国家的能源使用费用大幅度提高，经济发展受到巨大的冲击。在这种情况下许多技术开发商和设备供应商，纷纷开始向用能企业推销较为先进的节能技术和节能设备。而一贯对自己企业的能源消耗情况莫不关心的企业所有者和经理人也产生了一系列疑惑。譬如，如何掌握企业的真实能耗、如何挖掘节能潜力、如何寻找最合适的节能技术和节能设备、如何制订节能规划、设计和实施节能项目、如何获取项目建设资金等等。

基于这种需求，完全适应市场的、全新的节能新机制——“合同能源管理”(Energy Performance Contracting, EPC)应运而生，并最先在美国和一些发达

的市场经济国家中逐步发展起来。合同能源管理机制的实质是一种以减少的能源使用费用来支付节能项目全部成本的节能投资方式。这种节能投资方式，先以节能服务公司投资节能改造项目的方式为用户提供技术服务，并允许用户使用未来的节能收益偿还投资。那时美国等一些发达国家的第二产业已经过了高速成长期，设备老化、能源和原材料消耗逐渐增长的情况已经显现。同日本、欧洲和亚洲“四小龙”等国家和地区的后发优势相比已有很大差距。但是如果对旧有的设备全面进行更新换代的改造，对于许多老企业来说又力不从心。正是在这种情况下，采用“合同能源管理”这种投资方式就做到了既可为工厂和设备升级从而降低运行成本创造条件，也可为专门从事以技术加融资投入节能服务的专业公司实现盈利目标。正是基于这种市场化发展的需要，才使得“合同能源管理”这种新模式一经出现就展现了强盛的生命力。基于这种节能新机制运作的专业化的“节能服务公司”的发展十分迅速，尤其是在美国和加拿大，合同能源管理迅速发展成为一新兴新产业。

2、节能减排成效评价

节能减排成效评价服务包括了节能评估、能源审计、节能量测量与验证、项目层面/组织层面/产品层面温室气体排放评价等内容。

节能评估，是指根据节能法规、标准，对投资项目的能源利用是否科学合理进行分析评估。节能评估的主要内容包括：评估依据；项目概况；能源供应情况评估（包括项目所在地能源资源条件以及项目对所在地能源消费的影响评估）；项目建设方案节能评估（包括项目选址、总平面布置、生产工艺、用能工艺和用能设备等方面的节能评估）；项目能源消耗和能效水平评估（包括能源消费量、能源消费结构、能源利用效率等方面的分析评估）；节能措施评估（包括技术措施和管理措施评估）；存在问题及建议等。

能源审计是指用能单位自己或委托从事能源审计的机构，根据国家有关节能法规和标准，对能源使用的物理过程和财务过程进行检测、核查、分析和评价的活动。能源审计是审计单位依据国家有关的节能法规和标准，对企业和其它用能单位能源利用的物理过程和财务过程进行的检验、核查和分析评价，是一种加强企业能源科学管理和节约能源的有效手段和方法，具有很强的监督与管理作用。

节能量测量与验证主要针对节能技术改造项目，节能量是节能改造项目最重要的产出，也是合同能源管理等市场化节能机制的核心产品，同时也是政府奖励

扶持政策的重要依据。开展科学、合理、有效的节能量测量、计算和验证工作将为我国节能服务产业的快速有序发展提供保障。

温室气体排放评价包括了对二氧化碳(CO₂)、氟利昂、氧化亚氮(N₂O)、甲烷(CH₄)、臭氧(O₃)、氧化亚氮、氢氟碳化物、全氟碳化物、六氟化硫等具有温室效应气体的评价。它包括了对项目层面（例如某一时时间段的减排项目）、组织层面（例如某一时时间段的的企业）以及产品层面（例如某一生命周期内的产品）的温室气体排放量的核算与评价。

3.3.5 中国智慧能源产业发展面临的问题

我国智慧能源仍处于行业发展的初期，各项政策标准缺失，与发达国家存在一定差距，主要问题体现在：

1. “智慧能源”概念混乱

目前，由于缺乏智慧能源统一、确切的定义及相关标准，一方面各国对智慧能源的理解不尽相同，另一方面我国各个研究机构对智慧能源的理解也各不一样，使得“智慧”和“智能”两个概念经常被混淆使用，行业内一些企业为推销自己的产品，将不具备智慧能源特征的产品打上“智慧”旗号，由于缺乏评判准则，无法辨识真伪。

2. 行业准入门槛较低，市场混乱

我国智慧能源行业准入门槛不高，传统节能减排企业、物联网相关信息技术企业均可进入这一行业。这些企业大多规模小，技术水平低，往往采取混业经营模式，他们仅对自己所处行业具有专业技术及实施经验，但对于智慧能源缺乏整体认知，呈现出小而散的市场格局，扰乱了智慧能源市场的整体格局。

3. 缺乏完整产业链的成熟案例

我国能源管理项目及案例大多集中在传统节能减排领域，而在利用新一代信息技术手段实现能源的高效利用方面，在国外通过信息技术进行精细化管理实现30%以上节能效果的案例已经得到实践证实，而国内虽然一些企业或研究机构基于自身的领域，已经有了智慧能源产业链某一部分的研究成果及实践案例，但是还未形成智慧能源产业链完整的成熟示范案例。要想推动智慧能源产业的发展，必须在各领域都形成一个智慧能源完整产业链的示范案例。有了示范案例之后，以事实为准则，市场才能逐步接纳“智慧能源”这一新鲜事物。

4. 缺乏行业技术标准

在我国智慧能源领域缺乏统一的技术标准，这使得行业中的企业在智慧能源产品的研发上往往是自成一体，无法互联互通，并产生大量的重复研发，大大提升了企业的研发成本及研发周期。

5. 垂直整合趋势不利于产业快速发展

我国能源管理行业呈现出明显的垂直整合趋势，有实力的企业大多基于自身私有标准或协议提供从底层设备到上层应用系统及相关工程施工、售后服务的端到端垂直解决方案。这使得集成获取项目中的主要利润，节能服务公司难以得到价值及经验的积累。并且造成单一设备采购来源的局面，使得用户单位的建设成本大大提升。

6. 跨区域的财政奖励实现较难

由于跨区域的合同能源管理项目面对各省市的政策不同，最终项目审核认定以及资金奖励兑现成为突出问题。节能服务公司在跨省市实施节能服务项目时往往较难获得当地政府在资金或政策上的支持，这种问题也在某种程度上阻碍了行业中有实力的企业做强做大。

第四章 智慧能源产业标准体系研究

国际标准化组织主席海因茨先生曾经说过“技术的进步和生产的发展，无不同全球标准的发展有密切关系，因为后者为前者提供了通用性和互换性”。自 20 世纪 90 年代以来，技术经济的发展与标准的联系日益紧密。同时，经济的发展，技术的进步对于标准的发展同样具有重要影响。20 世纪 90 年代以后，经济全球化和区域一体化成为世界经济的总体特征。技术和经济的发展，使标准化在世界技术和经济生活中的地位日益重要。标准化在促进国际贸易和保证全球公平竞争方面正在发挥越来越重要的作用。主要体现在以下两点：

1、世界经济结构和生产方式的调整要求标准化工作协同发展

20 世纪 90 年代以来，全球很多国家大力支持发展以信息技术、节能技术、生物技术和空间技术为标志的高新技术。新技术的应用推动了世界经济结构一体

化及生产方式的革命性转变。世界经济结构的深刻变化得益于信息等高新技术的普遍应用。它们的应用大大加快了经济活动频率，加快了产品更新换代的速度，从而也加快了经济一体化的进程。

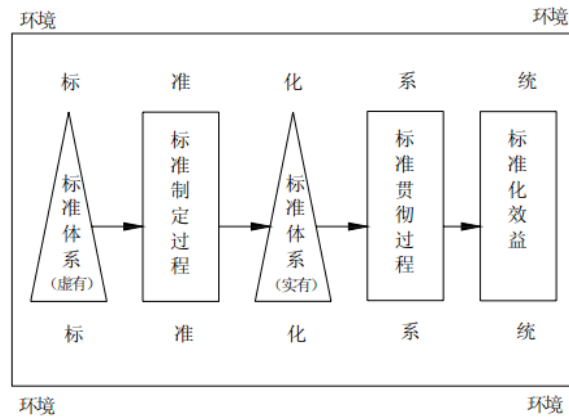
世界经济的转型伴随着新技术革命的发展和生产方式的转变，它要求我们立足于这样的变化，以全球化的角度观察、思考和促进未来标准化的发展。世界经济的发展趋势表明，标准化是协调技术、经济和经营管理的重要手段，是经济持续稳定发展的保障。

2、竞争的全球性和全方位性要求标准化为全球公平竞争提供基础

随着经济活动的国际化，国际市场对各国经济发展的影响日益重要。国际市场不断扩大，竞争日趋全球化。竞争全球化的一个伴生物是竞争的全方位性。竞争的日益严峻带来了新的贸易保护主义。实践证明，参与国际标准化活动，积极采用国际标准，是克服贸易保护主义最有效的手段。

可以说,人类如果要使自己的各种生活和生产系统正常运行并获得最佳秩序和社会效益,就必须要求系统的各个组成部分和它们之间的关系都达到最佳秩序状态和获得社会效益。实现的唯一途径是对系统的所有组成部分和它们之间的关系中所有标准化对象实施标准化,再从所有这种标准化的集合中又可找出若干个组成部分,如标准制定、贯彻、宣传教育以及其他部分等等。这许多组成部分也都是互相作用、互相依赖和各自的特有功能,并组成一个有机整理,即标准化系统。标准化系统是对它所从属的整体系统内所有标准化对象所实施的标准化过程的集合。

标准化系统的全部工程流程可由标准在系统内的流通过程表示出。首先是标准制定过程,包括标准制定计划、国际标准化、科学实验和生产实践、标准起草修改和审定、标准出版等过程;其次是标准贯彻过程,包括:标准宣贯、采用新设计、新材料、新工艺、新设备、新检测手段等的技术改造、质量监督、产品认证等过程,如图 x。



图x 标准化系统工作流程图

如图 x 所示，在标准制定之前，有一个“标准体系（虚有）”，作为标准制定过程的依据和出发点。经过标准制定过程之后，实际制定出来的标准将逐渐形成体系，这就是实际建立和健全起来的“标准体系（实有）”。接着，在相应得标准贯彻过程中，所有“标准体系（实有）”中的相应标准都得到贯彻和应用，并产生出标准化效益，发挥标准化的功能。图中的三角形表示“标准体系”，是因为标准体系内各层次标准的数量结构呈三角形。三角形由底部向上表示标准系统内层次的提升。包围标准化系统的外围就是标准化系统所处的“环境”。

标准体系是由一定系统范围内的具有内在联系的标准组成的科学有机整体。标准体系具备了标准的一切特征，是一个由标准组成的系统。

4.1 智慧能源标准体系框架

当今世界标准化水平已成为各国各地区核心竞争力的基本要素，在智慧能源理论研究与产业发展的起步阶段，更要充分注重标准化、规范化工作，做到智慧能源产业发展规划有指南、产品技术研发有标准、公共平台建设有准则、协同应用开发有依据、产业各端服务有指导等，实现有序、有质、有量的发展，因此，建立智慧能源标准体系势在必行。

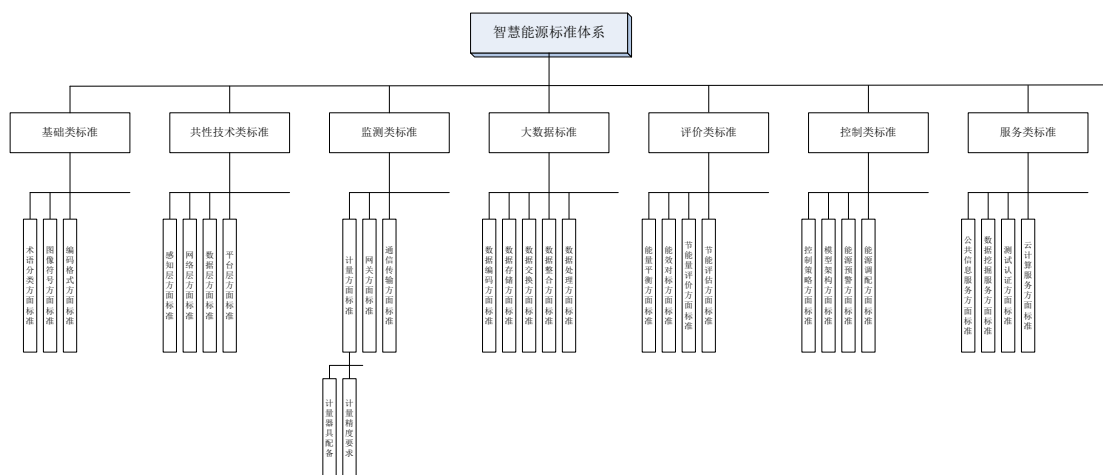
在梳理智慧能源标准体系框架之前，本书对相关企业及研究机构作了标准化需求调研，结果如下：

表 智慧能源标准化需求调研结果

序号	调研单位	智慧能源标准化需求

1.	中国标准化研究院	智慧能源共性基础标准、智慧能源设计标准、智慧能源监测控制标准、智慧能源评价评估标准以及智慧能源绩效提升标准等。
2.	天地互连	ICT 领域与能源领域标准化融合
3.	北京泰豪	综合平台和行业平台相关系统建设标准（包括：现场采集标准、通讯协议标准、数据存储标准、异构数据交换标准、各种编码标准、各种转换系数、能耗与环境对标标准等）、验收标准、运维标准。
4.	山东省计算中心	机房节能标准
5.	中智慧能	区域能源管理系统基本功能标准； 能耗数据接口通信标准； 能耗数据编码规则； 物联网领域的软件应用以及硬件接入标准
6.	朗德华	节能、创能、储能、调度以及服务领域的标准

如图 x 所示，依据调研结果，我们总结智慧能源标准体系框架应至少包含以下几个方面：智慧能源基础类标准、共性技术类标准、监测类标准、大数据标准、评价类标准、控制类标准以及服务平台类标准等。



4.2 智慧能源基础类标准

主要针对智慧能源定义、智慧能源分类、编码对象、编码方案以及智慧能源通用符号、专用符号、技术产品用符号、设备用符号等内容开展标准化工作。智慧能源通用基础标准应至少包括：术语、分类方面的标准，图形符号方面的标准以及编码格式方面的标准等。

4.3 智慧能源共性技术类标准

主要针对智慧能源系统架构的四个关键层次开展标准化工作。智慧能源共性支撑技术类标准应至少包括：感知层方面的标准、网络层方面的标准、数据层方面的标准以及平台层方面的标准等。

4.4 智慧能源监测类标准

主要针对智慧能源的能量计量、测量以及信息传输监测等内容开展标准化工作。智慧能源监测类标准应至少包括：计量方面的标准、网关方面的标准以及通讯传输方面的标准等。其中计量方面的标准包括计量器具配备以及计量精度要求等方面的标准。

4.5 智慧能源大数据标准

主要针对智慧能源大数据的特点以及大数据的应用过程开展标准化工作。智慧能源大数据标准应至少包括：数据编码方面的标准、数据存储方面的标准、数据交换方面的标准、数据整合方面的标准以及数据处理方面的标准等。

4.6 智慧能源评价类标准

主要针对智慧能源综合管理系统应用前后的节能减排成效进行评价。智慧评价类标准应至少包括：能量平衡方面的标准、能效对标方面的标准、节能量评价方面的标准以及节能评估方面的标准等。

4.7 智慧能源控制类标准

主要针对智慧能源控制策略与技术等方面开展标准化工作。智慧能源控制类标准应至少包括：控制策略方面的标准、模型架构方面的标准、能源预警方面的标准以及能源调配方面的标准等。

4.8 智慧能源服务平台类标准

主要针对智慧能源各类技术服务开展标准化工作。智慧能源控制类标准应至少包括：公共信息服务方面的标准、数据挖掘服务方面的标准、测试和认证方面的标准以及云计算服务方面的标准等。

第五章 中国智慧能源产业链发展现状分析

“智慧能源产业”是一个全新的概念，此概念于 2013 年 11 月 14 日，由全国节能减排标准化技术联盟和中关村下一代互联网产业联盟，在他们共同发起的智慧能源产业技术创新战略联盟的成立大会上，正式提出并对外发布。参与联盟的 34 家企业和单位经过认真讨论，共同确认智慧能源产业这个概念不仅应该建立，而且已经具有相当的实践基础，可以落地，十分现实，且在实践中具有现实性和

紧迫性。

作为能源技术产业与新一代信息技术产业的融合，智慧能源产业不同于其他的传统产业，也不同于任何新兴的专业行业。这是因为要使能源智慧化或者赋予能源以智慧，就必须同时研究两个主导领域——能源领域和智慧领域。智慧能源产业发展的过程，也就是能源技术产业及信息技术产业不断融合创新的过程。以前一直被提起的智能电网也只能是未来这个庞大的智慧能源产业的一部分。今后水利、电力、燃气、甚至热力等能源都要构建智能网络，而一旦建成，这一庞大的系统将会在推广可再生能源和新能源、智能化调峰方面发挥重要作用。作为新兴的事物，智慧能源已经是全世界面临的下一个能源路口，发展前景十分宽阔，前途不可限量。

但是就目前来说，我国智慧能源产业仍处于初步发展阶段，完整的智慧能源产业链尚未有效形成，智慧能源也因此未被当做一个产业开展相关数据统计。而与智慧能源产业直接相关的节能环保产业和信息技术产业则已经过几十年的发展，已经形成了一定的产业规模。

2012年国务院公布的《“十二五”国家战略性新兴产业发展规划》显示，节能环保产业和新一代信息技术产业被分列为国家七大战略性新兴产业的第一位和第二位。2012年国务院公布的《“十二五”节能环保产业发展规划》显示，2010年，我国节能环保产业总产值达2万亿元，从业人数2800万人。到2015年，节能环保产业总产值将达到4.5万亿元，节能环保产业产值年均增长15%以上，增加值占国内生产总值的比重为2%左右。工信部2012年公布的《软件和信息技术服务业“十二五”发展规划》显示，2010年，我国软件和信息技术服务业务收入达到1.36万亿元，是2005年的3.5倍，软件和信息技术服务业占电子信息产业产值的比重从2005年的10.2%提高到2010年的18%，从业人员超过300万人。到2015年，软件和信息技术服务业务收入突破4万亿元，年均增长24.5%以上，软件出口达到600亿美元。信息技术服务收入超过2.5万亿元，占软件和信息技术服务业总收入比重超过60%。

本书在第三章提到，智慧能源产业组成应包括能源技术与信息技术的产品和设备、智慧能源解决方案、大数据服务与运营、测试与验证服务以及节能服务等内容。从整体上看，尽管智慧能源产业的各个组成部分在一些领域都有着不同程度的发展创新及应用，例如信息技术产品、能源技术产品、解决方案服务、大数

据服务以及测试验证服务等，但是在“智慧能源”层面，完整的智慧能源产业链还未真正形成，目前产业链各端的企业等机构都只是在零零散散地开展自己的研究和市场化运作，还未形成产业创新发展合力，产业发展十分分散，产业链各端配合度较低。

下面，本章将对我国智慧能源产业链各端的发展现状逐一分析。

5.1 智慧能源主要能源技术及产品

能源技术种类繁多，包含了能源生产、存储、输送以及使用技术，本书主要针对能源的使用端，选取照明系统、空调系统、供热系统以及电机系统这四个主要用能系统分析节能技术及产品发展现状。

5.1.1 照明系统节能技术及产品

照明领域的技术及产品种类繁多，包括了：荧光灯、LED 灯、无极灯、卤钨灯、钠灯等。本书主要以 LED 半导体照明为例，介绍其主要的节能技术及产品。

根据 2013 年国家发改委联合科技部，工信部，财政部，住房城乡建设部和国家质检总局发布的《半导体照明产业节能规划》，我国照明用电约占全国用电量的 13% 左右，推广使用高效照明产品，提高照明用电效率，节能减排潜力很大。我国从 1996 年启动实施绿色照明工程，2008 年开展财政补贴高效照明产品推广工作，2009 年印发了《半导体照明节能产业发展意见》，2011 年发布了“中国逐步淘汰白炽灯路线图”，推动照明产业结构优化、持续发展。据测算，若将我国全部在用的白炽灯替换成节能灯，每年可节电 480 亿千瓦时，相当于减排二氧化碳近 4800 万吨，若进一步更换为 LED 照明产品，将带来更大的节能效果。我国照明产业的发展经历了从普通照明、传统高效照明到 LED 照明等新光源的发展阶段，已成为世界最大的照明电器生产、消费和出口国。2008 年以来累计通过财政补贴方式推广节能灯等产品 6.8 亿只，形成年节电能力 260 亿千瓦时，相当于减排二氧化碳 2600 万吨，大幅提高了高效照明产品市场占有率。2010 年，全国照明产品在用量达到 71.55 亿只，其中高效照明产品占有率超过 70%，LED 照明产品逐步进入市场应用。

LED 照明领域的主要节能技术包括：

- 1) LED 照明用衬底制备技术。新型衬底材料及大尺寸衬底技术与工艺。
- 2) 核心装备制造技术。多片式 MOCVD 等生产型设备国产化关键技术。
- 3) 外延芯片产业化关键技术。大尺寸衬底高效蓝光 LED 外延、芯片技术；高效绿光、红光及黄光 LED 外延、芯片技术；结合集成电路工艺的芯片级光源技术。
- 4) 封装及系统集成技术。高效白光 LED 器件封装关键技术、设计与配套材料开发；多功能系统集成封装技术；荧光粉涂覆技术。
- 5) 高效、低成本 LED 驱动技术。高效、高可靠、低成本的 LED 驱动电源开发（含驱动电源芯片）。
- 6) 室内外照明产品集成技术。高品质、低成本、多功能 LED 模组、光源、灯具标准化、系列化研究；结构、散热、光学系统设计；新型散热材料开发。
- 7) 智能化照明系统关键技术。控制协议与标准开发；基于互联网、物联网及云计算技术的智能化、多功能照明管理系统开发。
- 8) LED 创新应用技术。现代农业、养殖、医疗、通讯等特殊领域应用技术及系统开发；超越传统照明形式的系统解决方案。
- 9) OLED 照明关键技术。高效、高可靠性、低成本 OLED 材料开发；白光 OLED 器件及大尺寸 OLED 照明面板开发；高效、长寿命 OLED 灯具的设计与开发。

LED 照明领域的主要节能产品包括：

- 1) LED 筒灯。属室内照明产品，主要应用在办公楼、酒店、商场、地铁等领域，产品综合光效 ≥ 65 lm/W，显色指数 ≥ 85 。
- 2) LED 射灯。属室内照明产品，主要应用在酒店、商场等领域，产品综合光效 ≥ 60 lm/W，显色指数 ≥ 90 。
- 3) LED 球泡灯。属室内照明产品，主要应用在办公楼、酒店、商场及家居照明等领域，产品综合光效 ≥ 60 lm/W，显色指数 ≥ 85 。
- 4) LED 直管。属室内照明产品，主要应用在办公楼、酒店、商场、地下停车场及家居照明等领域，产品综合光效 ≥ 70 lm/W，显色指数 ≥ 80 。
- 5) LED 平面灯。属室内照明产品，主要应用在办公楼、酒店、商场及家居照明等领域，产品综合光效 ≥ 60 lm/W，显色指数 ≥ 85 。
- 6) LED 路灯/隧道灯。属室外照明产品，主要应用在道路（支/次道路为主）、

隧道等照明领域，产品综合光效 ≥ 90 lm/W，显色指数 ≥ 70 。

7) LED 创新应用产品。主要应用在农业、医疗、通讯等领域。

8) OLED 照明产品。属室内照明产品，主要应用在大面积及平面照明领域，产品综合光效 ≥ 40 lm/W，显色指数 ≥ 85 。

5.1.2 空调系统节能技术及产品

随着我国经济的高速发展,能源问题日益凸显,能源已经成为制约我国国民经济健康持续发展的重要因素。据不完全统计,我国建筑耗能量已占社会总耗能的30%。随着我国城市化进程的不断推进、城镇建设的高速发展以及人民生活水平的不断提高,专家预言:如不及时的解决建筑能耗方面存在的问题,这个比例将迅速上升到40%左右。建筑节能具有巨大的社会效益和经济效益。中央空调系统是其中的能耗大户,采暖、空调、通风能耗约占建筑总能耗的2/3左右。相关资料表明,建筑物中央空调的年运行负荷率较低,一般在设计负荷50%以下的运行时间就占了70%以上。建筑内中央空调系统的节能大有潜力而且意义重大。而且,据测算,如不采取有力节能措施,到2020年,我国建筑能耗将超过现在建筑能耗的3倍。由此可见,建筑节能问题已经迫在眉睫。

根据暖通空调资讯的统计数据,2005年我国中央空调市场规模约234亿元,之后的2006、2007年市场规模增速分别为14.9%、20.9%。2008-2011年,因宏观经济的影响(导致部分工程延后),市场波动较大,期间的复合增速约15.3%。2011年下半年开始,伴随宏观经济出现下行,行业规模增速回落至2012年的-0.5%和2013年上半年的8.1%。

现阶段中央空调的节能措施主要包括以下几个方面:

1)中央空调末端设备节能潜力挖掘。针对中央空调末端设备的节能方法有很多,最直观的方法是减少末端设备消耗的冷量与热量,这其中包括减少不必要的环节,增加末端设备的换热效率;减小末端设备的不必要运行时间,在保证舒适的条件下,减小中央空调能耗;开发新型末端换热设备;集中控制情况下,规定房间内温度上下限;提高末端设备使用者节能意识等。

2)泵和风机的变频控制。目前,变频技术在中央空调系统,家用空调等领域,都有着广泛应用。变频调速技术相对成熟,但其频率调节的依据及算法是目前应用和研究的重点。目前针对泵的变频控制,主要的参数为供回水压差;控制算法方面,

成熟的应用为 PID 控制,大多数为理论研究,大部分通过系统仿真等方法实现,还没有得到广泛应用。

3) 针对不同工况,合理设计中央空调系统。中央空调系统制冷与制热时的工况有很大区别,最突出体现在系统流量上,此时,仅仅通过一台泵的选型或变频控制,依旧无法实现过大工况变化,目前,可变流量设计是主要的实现方式。

综上所述,国内外对空调系统优化控制的研究取得不错的成绩,比如针对如何减少空调能耗,学者们进行了很多研究。本书就中央空调系统节能介绍其中的一种技术产品。

该产品主要技术原理为采用电子信息技术对末端风机盘管和新风机组安装电动球阀及控制软件,进行“实时控制”;控制后产生了空调末端冷、热媒水流量的变化,此时承担输送任务的冷、热媒泵改变以往的静态输送模式,实现变流量运行,进行“合理输送”;因空调末端冷、热媒水使用量的变化,致使冷、热媒泵水流量的改变,直接影响主机制冷、制热的变化,促使空调主机自动卸载,实现主机“按需生产”,节能率可达 20%以上。

通过安装水过滤自动排污装置,把空调水中的大量污垢清理干净,使水质变清,从而杜绝堵塞空调过滤网现象的发生,提高空调传热效果 10%以上。完全可以省掉每年用化学药剂来清洗管道的高额费用。节能率可达 10%以上。

通过安装 MKC 水泵流量动态控制仪,使输送系统根据负荷的变化进行合理输送,提高电机利用率,可节电 10%以上。

该技术产品的优势是:第一,智能化的末端与制冷机组的统一管理方案,使中央空调建立在环境温度,制冷温度与使用温度双向控制上,避免了使用误差。第二,水系统采用单位循环的技术,保证使用点有足够的水流量循环,加速能量的充分释放,使末端运行由被动变为主动。第三,通过数据采集和检测,将中央空调冷、热媒水运行温度设定在一个可交换的条件下,提高冷、热媒水交换效率。第四,循环系统和主机运行保持协调一致,使系统“实时控制、按需生产、合理输送、循环利用”,大大的提高了制冷机组的制冷量,有效的缩短了机组的运行时间。最后,新风执行器,改变了传统空调新风执行的弊端;配合机组与循环系统的使用,节能效果更佳。

5.1.3 供热系统节能技术及产品

根据钢联资讯《城市供热行业现状分析》显示,目前热力消费市场按终端客

户划分，热力供应行业可划分为工业市场和居民采暖市场两大类。工业部门是我国热力消费的主要领域，占全国热力消费总量的比重超过 70%，但是居民采暖的热力消费增速高于工业领域，占全国热力消费总量约 30%且比重不断提高。

目前，我国供热方式主要包括热电联产、区域锅炉、分散锅炉、电热地膜、热泵技术等。据不完全统计，我国供热产业热源总热量中，热电联产占 62.90%、区域锅炉房占 35.75%、其它占 1.35%。工业用热的热源以热电联产机组为主，区域锅炉房为辅；而集中供热（居民采暖）的热源则以区域锅炉房为主。随着节能减排淘汰落后产能政策在全国的推广，近年来各级地方政府加快了拆除高耗能、高污染、低热效率的区域小锅炉的步伐，而热电联产机组及大吨位锅炉具有节约燃料和减少环境污染的特点，在未来将成为我国主要的集中供热主体。我国供热所用能源包括：煤炭、燃油、天然气、电能、核能、太阳能、地热等，但是集中供热所用能源仍以煤炭为主，只有北京、上海等少数城市开始使用天然气、轻油或电，煤炭占供热成本的 60%以上。煤炭价格的波动对企业的成本有显著影响，并在很大程度上决定了供热企业的盈利能力。

根据天拓咨询的《城市供热行业发展方向分析》显示，2011 年城市供热市场超过 47 亿平方米。目前我国秦岭淮河以北区域为传统的供热区域，占全国陆地面积的 70%；15 个省、直辖市、自治区等采暖地区 132 个地级以上的城市都有城市集中供热设施。据不完全统计，2011 年城市供热面积超过 47 亿平方米，过去 5 年复合增速为 13%。以全国供热价格 25 元/平米计算，现有全国城市供热市场的年收入达到 1175 亿元。

燃煤锅炉是目前采暖供热系统的核心设备，它的主要任务是安全可靠、经济有效地把燃料的化学能转化为热能，进而将热能传递给水，生产出满足需要的蒸汽或热水。因此，对于燃煤锅炉的技术改造对节能减排的意义重大，且具有很高的经济与社会价值。本书将对一种燃煤锅炉高新强化燃烧节能改造技术进行简单介绍。

该技术适用于国内量大面广的工业燃煤链条蒸汽/热水锅炉和蒸汽/热水水平往复炉排锅炉的节能技术改造，经过节能改造以后，节煤效果显著：锅炉热效率可提高 5-15%，综合节煤率达到 7-20%，炉渣含碳量低于 10%。同时还省电。同时减少飞灰，降低烟尘排放浓度，减少烟尘排放 40%-60%左右。锅炉出力明显增大。明显提高锅炉煤质适应性。煤层减薄，煤层厚度在同样出力下，同样负荷

下只有改造前的 70-80%，燃煤渗水量由原 6%-10%，增加到 15%-18%。改造后的煤锅炉火焰清亮，炉温提高 100℃-200℃。火焰中不再有数量众多的火星、飞灰。火焰病均匀发，充满度高，火力强。

该技术的创新点为：第一，不改变锅炉原设计结构，“只改炉不改锅”，改造简单见效快，节能效果明显。第二，投资回报快：节能改造一般 3-12 个月可完全收回节能改造成本。第三，适应范围广：4T/H—75T/H 的链条锅炉和水平往复炉排锅炉，均可进行改造。第四，工期短：普通改造一台锅炉需 10-30 天。新炉、旧炉均可改，旧炉要先修理后再改造。最后，能够减少投资及运行成本。经过节能改造之后，经过一段时间的运行，该技术改造产品的节能率能够在 10%-30%。

5.1.4 电机系统节能技术及产品

在全球降低能耗的背景下，发展高效节能电机成为全球电机产业共识。在电机系统节能方面，中国相继出台了一些指导政策，特别是 2008 年以后，加快了淘汰低效电机及拖动设备的速度，加强了高效节能电机推广力度；2009 年，财政部和国家发改委将高效、超高效电机应用列入惠民工程；2009 年和 2012 年工业和信息化部也先后发布了两批“高耗能落后机电设备(产品)淘汰目录”。

根据中国行业研究网《我国电机业发展现状及形势探讨》显示，我国电机年用电量已超过 2 万亿千瓦时，约占全国用电量的 60%和工业用电量的 80%。我国电机产品种类繁多，但是效率不高，高效电机的推广情况与全球的水平还存在比较大的差距。与发达国家比，平均效率低 3~5 个百分点，运行效率平均低 10~20 个百分点。我国电机产品种类繁多，但是效率不高，高效电机的推广情况与全球的水平还存在比较大的差距。与发达国家比，平均效率低 3~5 个百分点，运行效率平均低 10~20 个百分点。由此可见，我国的高效节能电机研究与推广工作任重道远。

根据前瞻产业研究院发布的《2012-2016 年中国电动机制造行业产销需求预测与转型升级分析报告》显示，2010 年我国交流电机制造行业规模以上企业(全年收入 500 万元以上)1192 家，实现销售收入 1360.35 亿元，同比增长 30.37%；实现利润总额 81.48 亿元，同比增长 36.10%；资产总额达 1202.76 亿元，同比增长 28.42%，预测到 2015 年我国电动机制造行业市场规模有望超过 3600 亿元，年复合增长率超过 20%。

电机系统的概念比较广泛，包含了泵、风机、压缩机等，下面针对这些电机

系统的主要节能技术及产品作简单介绍：

（1）电机变频器节能

在交流异步电动机的诸多调速方法中，变频调速的性能最好，调速范围大，稳定性好，运行效率高。采用通用变频器对笼型异步电动机进行调速控制，由于使用方便、可靠性高并且经济效益显著，所以逐步得到推广。变频器用于电动机调速、负载功率变化的场合，如注塑机、各类泵（风机、空压机等）、电机拖动系统、桥式起重机。一般开环控制的电动机由于不能感知外部负载的变化只能以恒功率的方式运行，存在能源浪费。而由变频器拖动的电机，可实现闭环控制，由传感器感知外部负荷和速度的变化，然后交计算机处理，通过计算机控制变频器来调节电动机的转速和功率输出，始终一最优化的方式来控制电动机的功率输入，从而达到节能的目的。变频器的节电率一般可达到 23%~40%，并延长电机寿命 2~4 倍以上。

（2）电机相控器节能

电机在额定负载状态下，其机电转换效率可达 95%，但当电机在轻载状态下运行时，其机电转换效率可低至 20%。美国国家电力研究所（EPRI）的研究表明：60%的交流电动机是在其设计额定负荷的 55%或更低状态下运行。在此状态下，电机消耗的电能中有相当部分是以发热、铁损、噪音与振动等形式浪费掉。造成轻载运行电机效率很低的主要原因是电机偏离最佳效率的额定功率运行，且无论电机负载怎么变化，电机与电网之间的电压和频率不可调节的硬性供电方式所致。在电机与电网之间加上一能量管理控制器，通过实时检测电机运行的电压和电流及其相位角的大小，判断电机所处运行负荷和效率状态；当电机在低效率轻载状态下运行时，通过优化运算决策实时调节加于电机的电压和电流的大小，以调整对电机的功率的输入，保证电机的输出转矩与负荷需求精确匹配，实现“所供即所需”的柔性化能量管理模式（达到软启动和节能效果），不仅可以节省部分励磁损耗和负载损耗，提高功率因数，改善电机运行状态和电网运行品质，而且具有软启动功能，是一种不同于变频器的电机节能产品。这种电机的输入功率和电压能自动跟随电机负载的动态变化的模式，是一种柔性化电力能量管理新模式，也就是相控技术设计理念的精髓。

与传统变频控制器相比，相控控制器不影响电机的速度，转矩的动态响应，因而具有下列特点：第一，不改变电机速度，避免了采用变频器调低速度而导致

生产效率下降的弊端；第二，不需要整流和逆变，可大大降低高次谐波对电网的污染，减少电机的谐波损耗与噪音；第三，不需要改变电机原有控制线路，安装接线简单，且能自动跟踪最佳节能状态；第四，成本更低，运行更可靠。

（3）电网三相布控节电器节能

节电器主要用于 220V~380V 供电系统中，是一种系统的节电保护器，适用于电压、电流波动较大的场合，节电率可达到 15%左右，并能起到保护电路的作用。它根据三相系统因开关动作、电机启动、电子电路开关电源、雷击等引起的瞬变、浪涌引起的谐波，采用国际上最先进的技术去平衡、抑制和吸收危害系统耗电的有害因素。从而达到保护电路，又节省电能的双重功效。节电器一般通过分级布控，才能达到最佳效果，主控制极一般安装在电路总表的输出端，分控制级一般安装于各车间或各楼层分闸或电表的输出端，末级（用电极）一般安装于大型负载处。

（4）高效水泵

在相同的工况条件下，高效水泵的效率都较老式的水泵高。由于水泵的扬程和流量要与系统的阻力特性和需求相适应，否则即使应用了高效水泵，系统效率也会不高。因此改造工作要注意优化工况，使水泵的工作点在泵的高效区。

（5）水泵变频器

水泵系统在变工况时应用变频器调节水泵电机转速替代阀门节流，可以达到节能目的。对于离心式水泵而言，由于水泵的轴功率与转速的三次方成正比，变频调速的节能效果尤其明显。目前在水泵系统中，变频器技术的应用比较成熟和广泛。在多台水泵并联运行时，可以采用对其中几台水泵进行调速的方法节约投资成本，但是必需在改造前对系统先进行评估，因为在许多情况下仅对其中一台水泵进行调速，有时是很难达到预期的节能效果的。另外如果原来水泵与系统特性失配太多，那么即使采用变频器，也很难提高水泵的运行效率，效果不一定满意。另外，应该指出，有调速功能的各种设备都能改变水泵的运行工况点从而取得节能的效果，但是节能有多有少，改造选型时应视实际情况而定。

（6）水力平衡装置

水力平衡装置主要应用于供热供冷的水力系统，解决供热供冷系统中普遍存在的理论设计与实际施工脱节导致的水力失调问题，安装后可以根据要求进行流量调节，实现水力系统的流量平衡，保证运行效率。

(7) 高效节能风机:

多翼式抽送风机、中压后倾式风机、箱型多翼式抽送风机等都是高效节能风机。一些离心风机主板采用轻型钢板,外缘加上折边以加强结构刚度,轮毂轻量化设计,侧盖板流线型设计,以旋压方式制作风机入风、集流器和增加进口端长度,可改善风机进口的流场,并改善叶轮流道从而提高风机的效率,降低电能消耗。一些大中型轴流风机叶片采用可装卸式,叶片角度可按需调节,不同的系统可采用不同叶型和不同材质的叶轮。各类风机选用时都需求噪声低、运行效率高、高效区宽、故障率低和能满足使用环境的要求。

对有噪声要求比较高的场合宜选用较大直径、较低转速的风机;对用于地铁隧道事故处理的风机应选择双向旋转性能等同的高效轴流风机;对小型风冷轴流风机拟选用外宽内窄弯掠组合低噪声叶型风机;对大中型风冷设备风机可采用挤压截工艺成型的高效轴流风机。

(8) 风机节能变频器:

采用变频器调节风机风量具有传动平稳,高度可靠灵活等。控制软件可以按照具体要求设计实现专用功能例如手动/自动切换、旁路功能或节能运行方式等,风机的风量输出对控制信号的响应迅速,采用变频器可实现最大程度的节能。

(9) 高效风机智能节电器:

高效风机智能节电器采用全模块结构和微电脑处理器控制技术,其中的实时监测模块和节电优化模块,可根据实际运行的负荷动态地调整风机在运行过程中的电流(功率),在不改变电机转速并保证风机正常运行的情况下,确保电机输出转矩与实际负荷转矩需求精确地匹配,具有很强的动态节电效果。该系统还具有完善的软启动功能,可保证电机启动平滑,消除常规启动所产生的机械冲击和大电流冲击;并有效抑制瞬流、过电压、过电流及高次谐波等,改善用电质量,提高用电效率。

(10) 液力耦合器:

液力耦合器是以液体介质传递功率的一种无级调速传动节能装置,具有过载保护、减缓冲击、隔离振动、大惯量空载启动、缓慢加速、安全可靠使用寿命长等诸多优点。

(11) 节能型压缩机主机:

节能型空压机产品主要是通过压缩机的结构或控制方式的改进,降低空压机

输入比功率。目前，使用量大面广的喷油双螺杆空压机，常采用变频驱动两级压缩，要比常规单级压缩平均节能 10%~15%。变频式驱动的螺杆空压机，可使空压机在部分负荷时减少能源浪费。这对绝大多数用气量变化的用户都有很大的节能意义。

（12）压缩空气后处理设备：

压缩空气后处理设备的节能产品，主要用于改进压缩空气处理工艺，减少后处理设备的压降，减少电能、压缩空气或其他资源消耗，而压缩空气品质（包括含油量、颗粒含量、露点需求等）并不因此下降。目前应用较多的节能型后处理设备有无热微风干燥机及利用压缩热型的干燥机。

（13）压缩空气集中控制系统：

压缩空气集中控制系统可以根据采集到的系统压力、流量和露点等参数，对多台空压机及其配套设备进行控制。通常这种控制系统带有外部信号输入功能，具有 Modbus 或 Profibus 等多种通讯方式，可根据系统负荷变化来自动调节空压机及其他设备的组合运行；安装在有多台空压机的站房里，根据用气需求采用合适的单机容量配置 1~2 台变频空压机，进行集中控制和管理，常可使压缩空气系统产生明显的节能效益。

（14）压力流量控制器：

压力流量控制器通常安装在压缩空气系统供气侧和用气侧之间；它与合适容量的储气罐相配合，可以对系统供气的压力带进行精确控制（ $\pm 0.01\text{MPa}$ ）。企业通过对压缩空气系统进行测试评估，可知道满足用气要求的最低系统压力，压力流量控制器根据测试结果可自动控制下游压力，可以减少压缩空气的泄露量和降低空压机的负载率，从而达到系统的节能。据测试压缩空气系统压力每降低 0.014MPa，可使系统的能耗下降 1%。

（15）空压机热回收装置：

空压机在压缩过程中会产生大量的废热，热回收装置就是尽可能的将这部分热量收回并利用，例如把空压机出口压缩空气的热量回收到生产工艺流程上的加热系统，作为补充热能，也可用作采暖、锅炉给水预热等。

5.2 智慧能源主要信息技术产品及设备

有关智慧能源信息技术方面的产品及设备非常之多，不可能做出全部的罗列，本书只针对某几个主要产品做一些介绍。

5.2.1 芯片

芯片指内含集成电路的硅片，体积很小，常常是计算机或其他电子设备的一部分。通俗来讲，芯片（chip）就是半导体元件产品的统称，是集成电路（IC，integrated circuit）的载体，由晶圆分割而成。

根据中商情报网的《中国芯片产业发展现状深度分析》，目前中国拥有先进制造技术的中芯国际、宏力半导体、上海华虹 NEC 电子等 50 多家芯片制造企业，十多年来中国芯片产能增长两倍。但是，中国芯片的制造技术为中低端，仅中芯国际拥有 12 英寸晶圆生产线。目前在需求快速增长带动下，我国 90% 多的芯片需要依赖进口。据统计，去年中国芯片进口量突破了 2,000 亿美元，远超去年石油进口的金额。

与国外先进的芯片制造技术相比，目前国内芯片产业要整整落后 1 至 2 代。现在台积电采用 28 纳米制造技术，而作为国内先进的中芯国际还只能做 40 纳米制造技术。而深圳方正微电子甚至目前仍是 6 英寸生产线。

由此可见，目前国内的芯片生产技术水平还不能满足智慧能源产业发展的需求。而在国际上，比较大的芯片制作企业有德州仪器/TI，意法半导体/ST，飞利浦半导体/PHILIPS，恩智浦半导体/NXP 等等，下面分别就英特尔、ARM 及联发科技股份有限公司生产的几款节能芯片做一些介绍。

（1）Quark 芯片

Quark 是英特尔全新推出的低功耗产品家族，英特尔® Quark 技术旨在面向将低功耗和小尺寸置于高性能之前的应用，Quark 处理器家族衍生的产品为普适计算市场和包括汽车、工业设备和可穿戴设备的物联网开发创新的解决方案。英特尔 Quark X1000 基于 X86 架构，并且与 Pentium ISA 体系兼容，提供了业界最优的应用兼容性，Quark X1000 采用 32nm 工艺，芯片面积仅为 15mm*15mm，处理器支持 400MHz 的时钟，而功耗仅为现有凌动产品的十分之一，同时作为 SOC，QuarkX1000 还集成了包括 PCI-e, UART, USB, Ethernet 等在内的 I/O 组件。安全已经变成物联网部署过程中至关重要的因素，Quark X1000 还提供从底层硬

件到软件中间件和上层应用的安全保护特性,为物联网的安全部署和应用提供技术支持。

(2) CortexM0+芯片

ARM 公司在 2010 年发布了 CortexM0+芯片,并称这种 90 纳米工艺芯片是世界最节能的微处理器。CortexM0+使用 32 位指令集架构,比目前 8 位和 16 位指令集芯片省电 30%。CortexM0+可以增加这些设备的无线连接,感应以及信号处理能力,从而增加其智能,即应用于物联网产业,主要面向家用产品,白色家电,医疗监视器,电表,照明,汽车控制设备等。

(3) MT6595 芯片

联发科技股份有限公司(MediaTek,Inc.)推出了全球首款八核 LTE 单芯片 MT6595。该芯片是以硬件支持 H.265(HEVC)编解码的移动单芯片,率先将数字电视 ClearMotion 技术和 MiraVision™ 技术应用于移动领域,整合五模多频 LTE modem,同时采用了联发科独家 CorePilot 异构多任务架构技术,其优异的演算法以及动态温控和功耗管理技术,使 MT6595 不但具备多任务处理能力,并具有良好的每瓦特性能(performance-per-watt)。

5.2.2 传感器

传感器是一种检测装置,能感受到被测量的信息,并能将感受到的信息,按一定规律变换成为电信号或其他所需形式的信息输出,以满足信息的传输、处理、存储、显示、记录和控制等要求。它是实现自动检测和自动控制的首要环节。国标 GB7665-87 对传感器下的定义是:“能感受规定的被测量件并按照一定的规律(数学函数法则)转换成可用信号的器件或装置,通常由敏感元件和转换元件组成”。

传感器的特点包括:微型化、数字化、智能化、多功能化、系统化、网络化,它不仅促进了传统产业的改造和更新换代,而且还可能建立新型工业,从而成为 21 世纪新的经济增长点。目前物联网之所以有如此的发展速度,首先最基础的即为传感器,也就是说,传感器是物联网发展的基础保障。

根据工信部 2011 年底发布《物联网“十二五”发展规划》显示,据不完全统计,我国 2010 年物联网市场规模接近 2000 亿元。全国有 1600 多家企事业单位从事传感器的研制、生产和应用,年产量达 24 亿只,市场规模超过 900 亿元,

其中，微机电系统（MEMS）传感器市场规模超过 150 亿元。

据中国行业研究网显示，2012 年，传感器制造行业规模以上企业数量有 259 家，比上年增加 7 家；从业人员有 99552 人，同比增长 6.42%；资产总计 537.17 亿元，负债合计 246.71 亿元，销售收入 509.63 亿元，利润总额 22.78 亿元，产品销售利润 52.20 亿元，工业总产值 510.65 亿元。

2013 年，工信部联合科技部、财政部、国家标准委发布了《加快推进传感器及智能化仪器仪表产业发展行动计划》，提出到 2025 年传感器及智能化仪器仪表产业整体水平跨入世界先进行列，产业形态实现由“生产型制造”向“服务型制造”的转变，涉及国防和重点产业安全、重大工程所需的传感器及智能化仪器仪表实现自主制造和自主可控，高端产品和服务市场占有率提高到 50% 以上。

传感器的种类很多，按照输入的物理量分类，有位移传感器、压力传感器、速度传感器、温度传感器及气敏传感器等。下面就山东省计算中心自主研发的几款传感器做简单的介绍。

山东省计算中心研发的节能低功耗传感器包括：超低功耗无线温湿度传感器 SCSC100-WSTH121、超低功耗无线温度传感器 SCSC100-WST221、超低功耗无线水浸传感器 SCSC100-WSW311、超低功耗无线门禁传感器 SCSC100-WSD422、超低功耗无线二氧化硫气体传感器 SCSC100-WSSO2511 等等。其中，自主设计的无线低功耗温湿度传感器，无线通讯的频率为 2.4 GHz，可以保证无线通讯距离大于 300 米，温度测量范围的一 40℃~+125℃，温度测量精度在 $\pm 0.3^{\circ}\text{C} \pm 2.5\%$ 之间。相对湿度测量范围为 0.5%RH~100%RH，且相对湿度测量精度在 $\pm 1.8\% \text{RH} \pm 20\%$ 左右。该传感器内置电子电池，平均的工作电流小于 7 微安，在不更换电池的情况下，能够连续工作 6 年。

5.2.3 网关

网关(Gateway)又称网间连接器、协议转换器。网关在网络层以上实现网络互连，是最复杂的网络互连设备，仅用于两个高层协议不同的网络互连。网关既可以用于广域网互连，也可以用于局域网互连。网关是一种充当转换重任的计算机系统或设备。在使用不同的通信协议、数据格式或语言，甚至体系结构完全不同的两种系统之间，网关是一个翻译器。与网桥只是简单地传达信息不同，网关对收到的信息要重新打包，以适应目的系统的需求。

要实现物联网，首先要实现传感网络和互联网的融合，将多仪表，多制式传

传感器和控制器接入移动网络和互联网是实现物联网的关键。而物联网网关设备最适合将这些网络整合起来，统一互联至接入网络的关键设备，物联网网关可满足局部区域短距离通信的接入需求，实现与公共网络的连接，同时完成转发、控制、信令交换和编解码等功能。

物联网网关应具备以下功能：1) 支持多种网络制式，具备多种行业接口，例如 RS485、PLC、Zigbee 等;能直接与传感网络的终端通信，汇聚各种采用不同技术的异构传感网，将传感网的数据通过通信网络远程传输；2) 在上行通信层，应该具备普通互联网路由器的基本功能，通过有线无线多种连接方式连接 3G 移动网络、互联网，以便灵活适配互联网;与远程运营平台对接，为用户提供可管理、有保障的服务，从而更方便地对生产、生活进行管理。

物联网网关在物联网时代将有着举足轻重的作用，将广泛应用于智慧能源各个领域。根据《2013-2017 年中国物联网行业应用领域市场需求与投资预测分析报告》数据表明，2011 年中国物联网产业市场规模达到 2600 多亿元。构成物联网产业五个层级的支撑层、感知层、传输层、平台层，以及应用层分别占物联网产业规模的 2.7%、22.0%、33.1%、37.5%和 4.7%。而包含了物联网网关的物联网感知层、传输层参与厂商众多，成为产业中竞争最为激烈的领域。

目前主流的网关生产厂商有华为、中兴、H3C、华赛等等。下面简单介绍一下华为公司生产的 USG 网关。

USG9000 系列产品是华为技术有限公司为解决云数据中心、大型企业、教育、政府等网络的安全问题而自主研发的统一安全网关。USG9500 基于业界领先的“NP+多核+分布式”架构，融合了 NAT、VPN、IPS、Anti-DDoS 等行业领先的专业安全技术，通过将交换、路由、安全服务整合到统一的设备中，提供给用户高性能保证、全面的虚拟化安全防护、超千种应用识别。USG9500 在大型数据中心、大型企业、教育、政府、广电等行业和典型场景得到广泛应用。USG9500 定位于保护云业务提供商、企业下一代数据中心以及企业的园区网络，它采用分布式软硬件设计，其 I/O 接口模块 (LPU) 以及业务处理模块 (SPU) 相互独立并按需配置，提供连接、保护和管理大型企业、云数据中心网络所必须的各项基本功能，通过将交换、路由、安全服务整合到统一的设备中，提供给用户高性能保证、全面的虚拟化安全防护、超千种应用识别。

华为 USG2000 系列产品是为解决中小机构网络安全问题研发的统一安全网

关。USG2000 基于业界领先的软、硬件体系架构，具备防火墙、防病毒、入侵防御、应用控制、URL 过滤、VPN、反垃圾邮件等多种安全能力，支持 IPv6 协议，为用户提供强大、可扩展、持续的安全能力，在政府、金融、电力、电信、石油、教育、工业制造等行业得到广泛应用。

5.2.4 存储器

存储器（Memory）是计算机系统记忆设备，用来存放程序和数据。计算机中全部信息，包括输入的原始数据、计算机程序、中间运行结果和最终运行结果都保存在存储器中。它根据控制器指定的位置存入和取出信息。有了存储器，计算机才有记忆功能，才能保证正常工作。按用途存储器可分为主存储器（内存）和辅助存储器（外存），也有分为外部存储器和内部存储器的分类方法。外存通常是磁性介质或光盘等，能长期保存信息。内存指主板上的存储部件，用来存放当前正在执行的数据和程序，但仅用于暂时存放程序和数据，关闭电源或断电，数据会丢失。存储器的主要功能是存储程序和各种数据，并能在计算机运行过程中高速、自动地完成程序或数据的存取。

根据中国制造网的数据显示：2010 年中国存储器市场共实现销售额 82.9 亿元。其中，中国闪存盘市场销售量为 2481.1 万片，比 2009 年增长 18.2%，销售额为 22.4 亿元，增长 4.1%；中国移动硬盘品牌市场实现销售量 275.7 万片，与 2009 年相比增长 32.7%，实现销售额 13.6 亿元，增长 1.7%；中国存储卡市场销售量达到 5601.9 万片，比 2009 年增长了 15.8%，销售额 46.9 亿元，增长 7.2%。

目前市面上主要的存储生产厂商有 HP，浪潮，爱数等等。以爱数为例，爱数备份存储柜 3.5 V3 作为爱数备份容灾家族的主要成员，爱数备份存储柜 3.5 V3 继承着备份容灾一体化的主题，并且软硬兼备，具有独有的硬件特性。这款产品和数据备份方面的主要表现在以下几方面：（1）保证数据不丢失的 CDP 实时备份；（2）全方位保护的平台和应用程序；（3）双重保障的 D2D2R 异地数据容灾；（4）优化容灾性能的源端重复数据删除；（5）更智能的数据周期管理。

关于存储技术，这里需要着重介绍一下云存储，因为云存储的优势非常明显。和传统存储相比，云存储系统具有易于扩容、便于管理、成本低廉、数据更安全以及服务连续等优势。

下面就南京云创存储科技有限公司研发的 cStor 云存储系统作简单介绍。和

传统存储相比，cStor 云存储系统具有如下特点：（1）云存储系统将控制流和数据流分离，数据访问时多个存储服务器同时对外提供服务，实现高并发访问。自动均衡负载，将不同客户端的访问负载均衡到不同的存储服务器上。系统性能随节点规模的增加呈线性增长。（2）针对小文件采用多个数据块副本的方式实现冗余可靠，数据在不同的存储节点上具有多个块副本，任意节点发生故障，系统将自动复制数据块副本到新的存储节点上，数据不丢失，实现数据完整可靠；针对大文件采用超安存（S3）编解码算法的方式实现高度可靠，任意同时损坏多个存储节点，数据可通过超安存算法解码自动恢复。该特性可适用于对数据安全级别极高的场合，同时相对于副本冗余的可靠性实现方式大大提高了磁盘空间利用率，不到 40%的磁盘冗余即可实现任意同时损坏三个存储节点而不丢失数据。元数据管理节点采用双机镜像热备份的高可用方式容错，其中一台服务器故障，可自动切换到另一台服务器，服务不间断。（3）可以在不停止服务的情况下，动态加入新的存储节点，无需任何操作，即可实现系统容量从 TB 级向 PB 级平滑扩展。（4）支持超大规模集群，理论容量为 1024×1024×1024PB。（5）支持 POSIX 接口规范，支持 Windows/Linux/Mac OS X。（6）云存储系统所有管理工作由云存储系统管理监控中心完成，通过专业的分布式集群监控子系统对所有节点实行不间断监控，用户通过界面可以清楚地了解各个节点的运行情况。（7）系统基于廉价的存储节点，通过 cStor 云存储虚拟化软件实现统一管理和容错，提供高效稳定的存储服务，是传统 SAN 系统价格的 1/5 到 1/10。

5.2.5 服务器

服务器，也称伺服器。服务器是网络环境中的高性能计算机，它侦听网络上的其他计算机（客户机）提交的服务请求，并提供相应的服务。服务器的高性能主要体现在高速度的运算能力、长时间的可靠运行、强大的外部数据吞吐能力等方面。服务器的构成与微机基本相似，有处理器、硬盘、内存、系统总线等，它们是针对具体的网络应用特别制定的，因而服务器与微机在处理能力、稳定性、可靠性、安全性、可扩展性、可管理性等方面存在差异很大。服务器通常分为文件服务器、数据库服务器和应用程序服务器。

根据市场调查公司 IDC 公布的中国 X86 服务器市场数据显示：2013 年中国 X86 服务器总销量为 147 万多台，同比增长 12.6%，国内厂商以 61%的市场份额连续第三年超过国外厂商。在品牌格局方面，戴尔取代 IBM 夺得销售额的榜首，

IBM 销售额退至第二位，惠普位居第三。在国内厂商中，浪潮销售额位居第一，并保持较大的领先优势，华为和联想分别后位居第二和第三位。2013 年国外厂商市场份额下降了 4 个百分点，而且份额呈连续下降趋势，在过去四年中由 53% 下滑到了 39%。

目前市场上主流的服务器生产厂商有 Intel、戴尔、IBM、浪潮、华硕等等。下面简单介绍一下戴尔、IBM 及浪潮集团生产的某一款服务器。

(1) 戴尔 PowerEdge M620 刀片式服务器

Dell PowerEdge M620，采用了 Intel SandyBridge-EP 平台的 E5 家族的处理器的。相对于上一代至强 5600 处理器产品，新一代至强 E5-2600 处理器核心最大增加到 8 个；其次 E5-2600 系列增加了一条新的环形总线 QPI，实现芯片之间的直接互联。

DELL PowerEdge M620 是基于 E5 平台的一款刀片式服务器产品。高性能处理能力、高密度设计、灵活且可扩展的网络都是 DELL PowerEdge M620 的特点，M620 能管理要求最苛刻的工作负载。利用 PowerEdgeM620 惊人的虚拟化密度及其 24 个 DIMM 提供的出众内存容量和多达 16 个核心，在小巧的半高刀片式服务器机箱中提供较高的吞吐量。

M620 还利用了 Dell PowerEdge M1000e 机箱管理控制器(CMC)功能，使其在管理 M 系列刀片式服务器时可以单个管理也可以组为单位管理，可在单个也可在多个机箱中，可在一个数据中心内也可在全球各地的多个位置，而且不需要其它代理或附加硬件。

DELL PowerEdge M620 刀片式服务器主要是为电子邮件、数据库和虚拟环境之类的繁重工作负载而设计，可以解决密度、性能、效率和可扩展性等多方面的问题。同时更低的功耗也使得 E5-2600 更加适用于云数据中心的应用场景。

(2) IBM BladeCenter HS23 刀片服务器

IBM BladeCenter HS23 支持八核英特尔至强处理器 E5-2600 产品系列，HS23 刀片没有足够的空间容纳 24 个内存插槽，只有 16 个内存插槽，因此最多只支持 256GB 的 DDR3 内存。

对于 BladeCenterHS23 来说，每个刀片对应着一台服务器。双插槽刀片是全高刀片，能够安装在现有的各种 BladeCenter 机架内。

HS23 刀片有两个热插拔的 2.5 英寸驱动器托架并集成了 LSISAS2004 磁盘

控制器。CIOv 插槽是 HS23 刀片上一个特殊的连接器，该连接器实现了一个扩展到临近刀片的 PCI-Express3.0 插槽，CFFh 扩展插槽同样将 PCI-Express3.0x16 插槽扩展至刀片外部至整个机架内。

HS23 刀片服务器在主板上有一块 10GB 的转接卡用于提供集成和虚拟化的网络。HS23 刀片服务器支持来自 Broadcom,IBM 以及 Emulex 的不同的虚拟光纤适配器，同时还支持来自 QLogic, Broadcom,Intel,Mellanox 以及 Brocade 厂商的以太网和 InfiniBand 卡。

(3) 浪潮刀片服务器 NX5440

浪潮高性能刀片服务器 NX5440 采用浪潮新一代机箱 I8000 以及英特尔至强 E5-2600 系列处理器，其设计是基于模块化设计理念开发，在 8U 的空间内最大可扩展 20 个半高双路计算刀片；同时可以支持未来 5 年内的刀片服务器，可以支持持续扩展的需要。浪潮 NX5440 刀片服务器用支持 8 个热插拔 1350W 冗余电源，电源转换效率高达 92%。

通过采用最新的处理器，配合内存及 IO 架构革新、虚拟化加速、加密运算加速等创新技术，使得性能大幅提高，虚拟化表现提升 30% 以上，OLTP 数据库提升超过 50%，Java 中间件提升达 50%-60%；通过改进电源、供电设计，浪潮将这代产品的静态功耗降低 20% 以上。

而且，浪潮睿能 SmartPower 技术让系统能够根据负载自动调节功率，有效降低在数据中心 TCO 中占比高达 30-50% 的能源支出；内嵌的服务器智能管理芯片、新版睿捷服务器管理套件和 Dashboard 可视化管理模块，能够大规模简化部署工作，实现完整的 IPMI2.0 远程系统监控、远程 KVM、虚拟媒体等多种高级管理功能，降低大型数据中心的部署运维复杂度。

5.2.6 应用软件

应用软件（application software）是用户可以使用的各种程序设计语言，以及用各种程序设计语言编制的应用程序的集合，分为应用软件包和用户程序。应用软件包是利用计算机解决某类问题而设计的程序的集合，供多用户使用。应用软件是为满足用户不同领域、不同问题的应用需求而提供的那部分软件。它可以拓宽计算机系统的应用领域，放大硬件功能。

根据 IDC 公司亚太地区半年软件跟踪报告(2012 年下半年)数据显示，2012 年中国的软件市场规模已达到 76.4 亿美元，预测到 2017 年，中国的软件市场总

规模将达到 131 亿美元，复合年均增长率预计为 11.3%。

目前，市场上有众多的公司在做定制的应用软件开发，有关节能减排方面的应用软件纷杂多乱，本书在无法面面俱到的情况下，就朗德华与宝信各自开发的一套应用软件作详细介绍。

(1) 朗德华--Skycity

朗德华自主研发的能源监测平台的系统结构框图如下图所示。

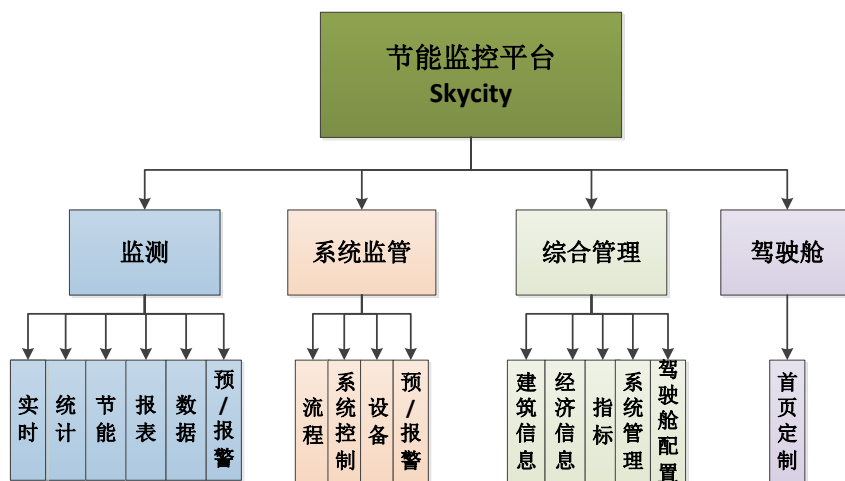


图 xx. 系统结构图

应用领域. 行业领先的开源开发构架，为广泛的底层设备应用开发、部署、集成和管理提供了一个完整的软件平台。SkyCity 配合采集器硬件设备开展能源监测管理，并实时展示。采集器可以为任何设备分配控制和管理的功能，使其具备智能链接网络的能力。SkyCity 平台产品，可根据用户的需求自定义的配置系统集成商可基于 SkyCity 平台配置自己的应用平台。

功能介绍. SkyCity 具备实时检测、数据和设备的预报警、数据的挖掘、节能方案、支持对外平台的接口等功能。

主要特点

- a) 实用性：涵盖酒店，高校，政府，园区，写字楼等全部业务的支持
- b) 先进性：利用数据仓库技术，支持数据分析和挖掘
- c) 规范性：严格按照住建部相关规定和标准开发
- d) 便捷性：采用 B/S 模式，易于维护
- e) 兼容性：历史数据资料平滑迁移
- f) 安全性：覆盖数据整个生命周期的安全解决方案

(2) 宝信—EMS

宝信 EMS 通过能源监控，能源计划，能源统计，能源消费分析，重点设备能耗管理，能源计量管理等多种手段，使企业管理者对企业的能源成本比重，发展趋势有准确的掌握，并将企业的能源消费计划任务分解到各个生产部门，使节能工作责任明确，促进企业健康稳定发展。

EMS 变条块分割为扁平化的能源监控和调度，将分散的企业各区域的能源管理站变为集中的能源管理，以客观数据为依据的进行生产和消耗评价，帮助企业实现：

1) 提高利用率、降低能耗：运用 EMS 可对各能源介质实现有效在线调控，提高能源利用效率，节能降耗，改善环境质量，保障系统经济合理运行；

2) 实时监控、快速响应：在能源系统异常和事故时，EMS 通过集中监控作出及时、快速和准确的处置，把能源系统故障所造成的影响控制在最低限度，保证能源系统稳定运行，提高能源系统的运行管理水平及整体安全水平，确保生产正常进行；

3) 分析评估、持续优化：EMS 从管理的角度，实现对能源的质量、工序能耗和运行管理的前端控制和评估，还能对能源介质进行趋势预测，从而为能源管理的持续改进提供依据；

4) 提高劳动生产率：EMS 通过对能源系统集中监控，减少人工操作，提升效率。

宝信 EMS 系统从功能上可分为三大部分，分别为：能源综合监控系统、能源预测和优化调度系统以及基础能源管理系统，各部分的功能如下所述：

a) 能源综合监控系统

主要完成能源数据采集与处理、潮流及设备状态监视、设备远程控制与调整、事件及故障处理、数据归档预处理，支持调度人员完成日常调度、巡检、点检等工作。

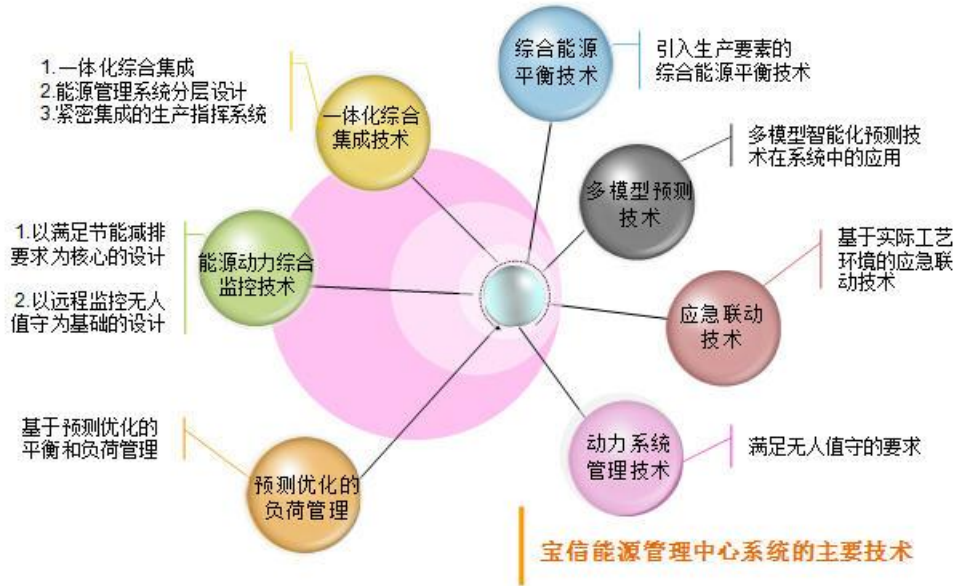
b) 能源预测和优化调度系统

主要完成电力负荷预测、用电量预测、煤气平衡预测、多介质平衡优化调度等功能，利用能源管控中心系统的数据和控制平台，建立能源主要介质的产销预测模型，并通过能源综合平衡分析，给出能源系统优化调度方案，为用户的调度及管理提供决策依据，实现能源系统的平衡优化运行，达到节能降耗的目的。

c) 基础能源管理系统

该系统支持管理人员完成能源计划管理、实绩管理、平衡管理、生产运行管理、质量管理、成本管理、用能设备管理以及综合分析等功能。

在此研发过程中，采用的先进的技术如下图所示：



图xx. 主要技术

(3) 宝信—IEEE1888 智慧应用开发套件

IEEE1888 智慧应用开发套件是由上海宝信软件股份有限公司开发的 IEEE1888 标准的典型应用示范。应用开发套件提供面向楼宇、轨道、市政、石化、水务、农业、智能交通、工业控制等领域的全面综合解决方案，实现数据采集、数据存储、数据展示、数据分析和数据发布的所有功能要求。

应用开发套件融合了从网络层的工业通信网关到平台层的一体化监控指挥平台、企业高性能实时数据库、信息平台，再到上层应用平台的应急管理平台、移动平台、实时数据分析展示平台等多个产品。在基础上，用户可以方便的搭建各项智慧应用。

应用开发套件从网关到存储器和上层应用全面符合 IEEE 1888 标准。整个套件基于统一标准体系，可以接收并转发 IEEE1888 标准协议的各类数据，减少系统集成和互操作性的成本，方便与各种设备的对接。整体架构图下图所示。



图xx. 整体架构图

以办公楼宇能耗管理为例说明。楼宇的空调、照明等能耗设备、以及区域内不同来源的传感器设备接入网络，通过管控中心综合管理。IEEE1888 通信网关可将原来的变配电系统、楼宇自控、空调、照明、传感器设备等不同通信方式，转换成 IEEE1888 国际通用标准，采集的实时数据可直接转发到 IEEE1888 高性能实时数据库中，IEEE1888 一体化监控指挥平台内置的 IEEE1888 驱动也可直接采集网关或者支持 IEEE1888 协议设备的数据，并则实现设备能耗的可视化与自动控制。在保证数据安全性的前提下，建立统一的能源管理平台，比如“智慧能源云”服务平台，节省系统软硬件投入，通过扁平化体系架构，方便后期拓展和维护。

5.3 智慧能源解决方案

解决方案是指针对某些已经体现出的，或者可以预期的问题、不足、缺陷以及需求等等，所提出的一个解决问题的方案，同时能够确保加以有效的执行。智慧能源解决方案，包含了能源技术方案与信息技术方案的融合。总的来说，就是将系统能源技术与新一代信息技术结合，建立智慧的能源综合管理系统，应用于能源生产、存储、输送以及使用的整体解决方案及服务，实现智慧地创能、储能、运能与用能，促进可持续发展。

《2014 年中国能源行业信息化建设与 IT 应用趋势研究报告》的数据表明，2013 年能源行业的 IT 投资规模为 404.2 亿元人民币，比 2012 年增长 13.2%，2014

年能源行业的 IT 投资将保持稳步的增长，信息化投资规模将会达到 453.9 亿，预计比 2013 年增长 12.3%。研究结果显示，由于连续数年在基础设施和系统建设方面的持续投入，能源行业的信息化已具备良好的基础，能源信息化建设的重点逐步转向对已有系统进行集成、整合、深化和提升，让信息化发挥更大的效益。在这个过程中，云计算、大数据、物联网等新技术的应用对能源行业信息化的深化和提升起到了重要作用。

智慧能源解决方案包含了能源生产、存储、输送以及使用解决方案，本书主要以能源使用端为研究方向，选取区域、建筑以及数据中心三个领域为具体研究对象，探讨中国智慧能源解决方案研究与应用现状。

5.3.1 区域智慧能源解决方案

关于区域智慧能源解决方案，北京建筑技术发展有限责任公司、北京市中清慧能能源技术有限公司对于在这方面有着自己的研究和应用成果。

北京建筑技术发展有限责任公司认为，区域智慧能源解决方案应主要包含以下内容：1、对区域能源的综合管理；2、对区域内各类建筑、系统（民用建筑、工业建筑、公共设施）的系统化管理；3、对建筑能源信息数字化管理；4、对用能设备的信息化管理；5、对区域能源（电、气、油、煤、水、冷、热）的计量与分析；6、对建筑、系统用能的指标化管理；7、为用户提供节能改造措施；8、为用能系统提供优化的节能运行策略；9、对用能系统的故障诊断；10、其它用户需求。

下面以中清慧能公司的研究与实践为例，具体介绍区域智慧能源的解决方案。

5.3.1.1 功能需求

对于区域智慧能源解决方案，功能需求有，全面监测能耗数据、区域化管理能源信息、分行业管理能源消耗、融合现有信息化资源、建立区域能耗数据库、建立节能技术数据库、科学分析与合理决策。

（1）全面监测能耗数据

全面监测区域能耗数据，为节能主管部门对辖区电力、石油、煤炭、天然气等能源消耗数据进行监测、采集、统计分析以及效率分析等提供必要的的数据支撑。

（2）区域化管理能源信息

实现对所辖子区域的综合能耗、电耗、煤耗、气耗、油耗、水耗、综合能耗以及能耗强度等能源消费指标的在线统计分析与管理。

（3）分行业管理能源消耗

实现对辖区能耗的分行业管理，对各行业的能耗总量、能源强度、单位产品能耗等能耗指标的统计分析、对标管理、配额管理等。

（4）融合现有信息化资源

依托辖区现有电子政务网络体系、地理信息系统平台、法人单位基础信息库、现有重点用能单位能源信息管理系统数据基础、用能企业能源信息管理系统，以及辖区内源厂信息系统、经信系统、统计系统、住建系统、环保系统等，搭建区域综合性的智慧能源管理服务平台。

（5）建立区域能耗数据库

能耗数据库主要包括能耗实时数据库、能耗历史数据库以及行业能耗数据库，并构建基于 GIS 的能耗数字地图。通过建立区域能耗数据库，实现对辖区能耗数据的存储管理，为辖区节能主管部门快速查询、科学分析能源数据提供快捷高效的能源信息。

（6）建立节能技术数据库

为满足辖区节能技术管理和企业节能技术改造的实际需求，构建现有重点耗能行业节能技术数据库，实现对辖区各重点耗能行业关键节能减排技术的整合和数据资源目录管理，并针对企业申报工艺技术信息进行节能技术指标数据对比分析，为企业提出节能改造方案，推动辖区节能技术工作的发展。

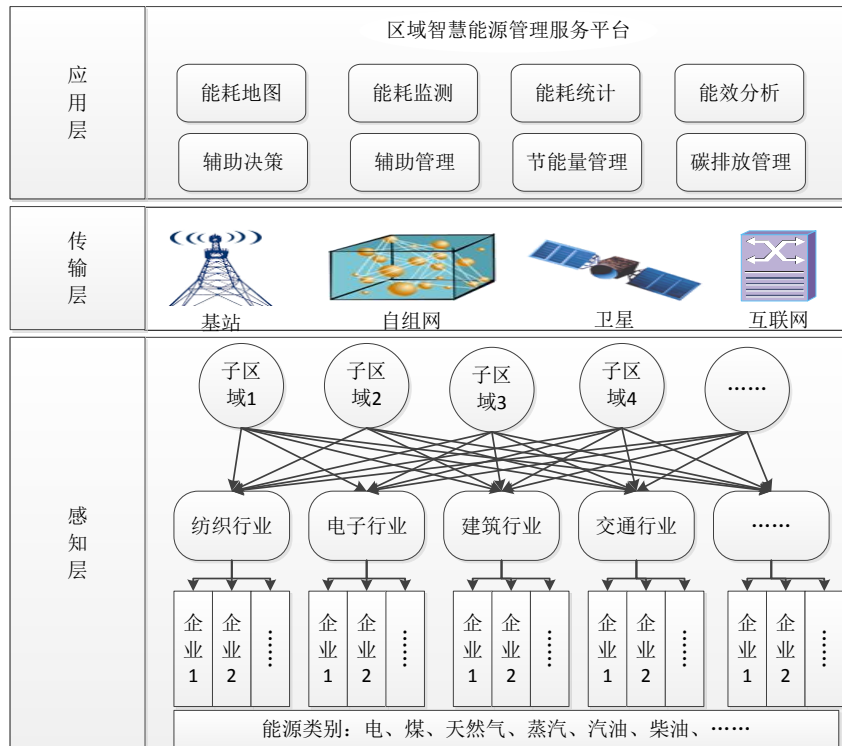
（7）学分析与合理决策

在能耗数据库和节能减排技术数据库支撑下，分析辖区能源消费趋势；并采用科学合理的潜力分析模型，挖掘辖区各行业节能潜力空间，形成分行业及区域的节能潜力分析及技术途径，为节能主管部门制定合理的节能策略提供科学的依据。

5.3.1.2 平台整体构架设计

（1）平台系统总体架构

采用智能终端采集器具，结合人工填报、相关信息系统批量对接等，对用能单位各类能源消耗信息、产品及经济信息等进行采集，选择经济合理的数据传输方式，结合能耗监测系统、决策管理、节能技术数据库以及地理信息 GIS 等，建设区域智慧能源管理服务平台。平台总体框架如下图所示：



平台系统总体架构图

(2) 软件系统总体架构

软件系统架构由下至上分为数据采集层、数据库层、应用支撑层、应用系统层、用户层，共五层，这五个层次由信息管理平台统一管理，同时，整个系统的开发建设遵循信息化项目开发规范和数据标准，并符合信息化建设安全保障体系标准。

数据采集层：企业能耗数据、企业基本信息、其它数据等信息数据，并利用光纤、3G 等方式传输到服务器数据库；数据来源根据区域当地现有网络环境基础，可采用与能源供应源厂现有系统对接、与当地能耗监测平台系统对接、与企业现有平台系统对接、智能远传表具进行实时采集、人工网上填报等方式获得相关能耗数据。

数据库层：综合存储能源消耗信息管理涉及的实时数据、历史数据、空间数据等，是整个系统的数据中心。能耗数据信息与当地现有地理信息数据库和法人库无缝对接。针对重点耗能行业特点，建立节能技术数据库，辅助当地节能主管部门有针对性地开展节能技术推广工作，科学制定节能降耗策略。

应用支撑层：通过地理信息系统平台、数据库管理平台、MIS 平台等，在能源消耗数据支撑下，搭建各应用系统。在节能技术数据库支撑下，采用自底向上

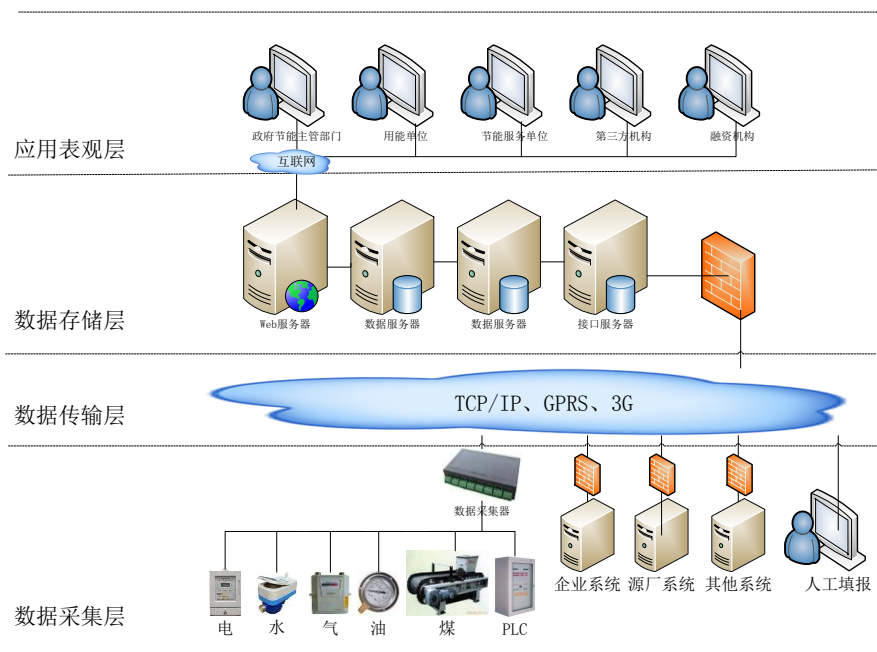
基于工程技术的行业节能潜力分析方法，形成分行业及区域的节能潜力分析及技术途径，以支撑区域和行业的能源信息管理应用系统。

应用系统层：是在提供平台服务基础上实现能源信息管理应用，包括区域能源信息管理系统，行业能源信息管理系统，企业能源信息管理系统。

用户层：是系统建成后可能面向的各类用户。区域能源信息公共服务平台主要用户包括节能主管部门、用能单位、技术支撑单位、第三方机构（专家）。

(3) 网络系统总体架构

采用智能采集终端设备，通过合理的数据通讯方式，实现能耗数据的传递与交换。并考虑与上级主管部门的相关能源信息系统的对接和数据整合。平台网络总体架构如下图所示。



能耗数据监测网络构架

该系统对采集数据进行分析计算、汇总、存储、显示等。从框架上看，分为数据采集层、数据传输层、数据存储层、应用表现层。

数据采集层：数据采集器通过有线（485 总线）方式与计量设备数据采集通讯模块进行连接，计量设备采集数据实时通过数据采集器向上传输。通过对电、煤、天然气、蒸汽、汽油、柴油等重点能耗监测对象进行采集，在纳入监测体系的企业布置相应的感知节点，协作采集并处理信号，全面及时地采集到所需的数据，形成区域一体化全覆盖监测体系。能源消耗的感知对象既包括各类能源消耗量，又包括所消耗能源的品质。

数据传输层：采集到的数据通过数据采集器传输到数据中心。数据采集器提供有线（TCP/IP）方式、无线（GPRS/3G 等）方式通过 Internet 传输数据到数据中心。

数据存储层：数据中心主要用于对数据的存储、处理、展示、统计、对比、分析、发布，提供 B/S 结构的数据访问，对不同用户有不同权限控制的软硬件。

应用表现层：使用计算机各类用户（政府主管部门、物业公司、节能公司、企业）。

5.3.1.3 平台数据流解决方案

区域智慧能源管理服务平台数据信息总体包括如下五个部分：①基本信息；②能耗数据；③技术信息；④项目信息；⑤政策信息。

（1）基本数据解决方案

基本数据可通过与现有法人库对接，或人工填报补充的方式给予解决。

（2）能耗数据解决方案

能耗数据通过智能仪表监测，对接企业平台、源厂系统、现有能耗系统，以及人工填报等方式给予解决。

（3）技术数据解决方案

技术信息获取方式可分为两类：一是现有先进节能减排技术数据库。另一类是通过节能服务单位填报。

用能单位通过平台实时了解适用于自身的节能减排技术，并提出相关技术需求。技术服务单位也可通过平台，了解自身技术的需求程度，推进相关节能技术的推广应用。

（4）项目数据解决方案

项目信息通过申请单位手工填报，系统初步对比评估，入围项目组织专家线下评审；优质项目进入辖区项目库。

（5）政策数据解决方案

根据国家、省市等各级节能主管部门的相关节能政策要求，公布并发送给其他各类用户，以便周晓相关节能政策。

区域智慧能源解决方案可以有效的监控区域用能单位的各项用能数据，并能够进行大数据分析，从而制定相适应的节能策略，达到节能减排的目的。

5.3.2 建筑领域智慧能源解决方案

根据前瞻产业研究院《2013-2017 年中国智能建筑行业市场前景与投资战略规划分析报告》数据显示：我国建筑能耗的总量逐年上升，在能源总消费量中所占的比例已从上世纪七十年代末的 10%，上升到 27.45%，逐渐接近三成。国家建设部科技司研究表明，随着城市化进程的加快和人民生活质量的改善，我国建筑耗能比例最终还将上升至 35%左右。我国建筑智能化系统工程行业市场规模在 2005 年首次突破 200 亿元，2006 年达到 238.5 亿元，2011 年超过 650 亿元，我国智能化建筑市场增长迅速，而且随着国家扶持节能环保政策的相继出台，我国智能建筑行业将迎来发展黄金期。

关于建筑领域智慧能源解决方案，朗德华公司已经初步积累了一定的研究成果及实践经验，下面将就其某一公共建筑（监测中心）的解决方案做详细介绍。

5.3.2.1 采集技术方案

对于计量按照能耗监测相关规范和标准，采取分项计量原则，并计量到楼层和重要设备，分为：电计量、水计量、气计量、重点区域环境参数计量、重点区域冷热负荷计量等。

(1) 电计量

- ◆ 冷冻站、照明、空调机、动力、电梯
- ◆ 区域照明
- ◆ 楼层客房用电

(2) 水计量

水量总管表，不同区域及垂直支干管设置分表；

(3) 气计量

根据现场实际情况，如不能实施数据采集，将以手工录入方式进入到企业能耗监测中心系统中。

(4) 环境和负荷参数

- ◆ 区域冷（热）负荷
- ◆ 室外环境（温、湿度）参数
- ◆ 室内环境（温、湿度）参数

5.3.2.2 软件页面展示方案

(1) 展示页模块

软件首页将对能耗数据分三级层次结构进行展示，结构内容如下：

第一级层次：

总能耗（标煤）、电（度）、水（吨）、气（立方米）、热（吉焦）、冷（吉焦）。

第二级层次：

- a) 电：空调用电、动力用电、照明插座用电、特殊用电
- b) 水：总水、生活热水、生活冷水、生产用水、中水（不计入总水）
- c) 燃气（手工录入）
- d) 热：蒸汽、热水、供热温度
- e) 冷（不计入总能耗）

第三级层次：

- a) 空调用电：冷热站（冷水机组、冷冻泵、冷却泵、冷却塔风机、采暖循环泵）、空调末端用电；
- b) 动力用电：电梯用电、水泵用电、通风机用电；
- c) 照明用电：照明和插座用电、走廊和应急照明用电、室外景观照明用电；
- d) 特殊用电：信息中心、洗衣房、厨房餐厅、游泳池、健身房或其它特殊用电。

展示页的主要功能是对能耗数据以天、月、年为时间段，通过仪表盘等生动形式进行展示，并且体现数值的预警信息。

（2）实时数据模块

实时数据模块以曲线图的形式实现对总能耗、电、水、气、热、冷等数据的实时动态显示，随时掌握建筑的能源消耗情况，为做到精细化能源使用奠定基础。并且该模块还对现场的重点能耗设备的开关状态进行实时动态监测，使工程人员随时了解设备的运行状态。

（3）统计分析模块

统计分析模块的主要功能首先是要对采集的原始能耗数据，按天、月、年进行统计，并以饼状图、柱状图等形式进行展示，然后根据统计结果进行专业的相关性分析，对能耗趋势做出预测，最后根据能耗的预测量，在预警分析中对超过预测量的能耗数据进行预警，并将预警信息自动发送至节能控制优化系统，下达控制指令对运行设备做出控制调整，从而达到建筑的节能降耗目标。

（4）能耗对比模块

能耗对比模块主要包括两块，一是能耗数据本身的对比，主要根据数据所处的不同时期，实现能耗的同比、环比及同态比；二是对标，按照国标、相关行业的能耗标准，对建筑的能耗数据进行分析、对比，实现政府下达的节能降耗指标。

(5) 故障报警模块

故障报警模块能够将各机电设备运行的报警信息，集中显示在昆仑饭店能耗监测中心系统的工作站上，并可以通过集成接口和信息通道，在政务允许的范围内，将报警信息发给相关管理人员。

(6) 综合信息模块

综合信息模块汇总了建筑的基本信息、能耗及成本信息，使建筑管理人员对建筑的能耗及费用情况进行全面的掌握。

(7) 手工填报模块

手工填报模块旨在现场采集系统出现故障时，建筑相关操作人员对建筑内的能耗数据以手工录入的形式添加的企业能耗监测中心系统中，保障能耗数据的完整性，并完成对政府部门的上报工作。

5.3.2.3 建筑能耗指标

能耗指标是对建筑用能的能耗量化数据，以便实现对建筑能效的有效评价与认定。以单个建筑为考核对象，如下表所示。

表 XX

指标序号	指标分类	指标名称
1	用能量	建筑总能耗
2		总用电量
3		分类能耗量
4		分项用电量
5	单位建筑面积用能	单位建筑面积能耗量
6		单位建筑面积分类能耗量
7		单位建筑面积用电量
8		单位建筑面积分项用电量
9	单位空调面积用能	单位空调面积能耗量

10		单位空调面积分类能耗量
11		单位空调面积用电量
12		单位空调面积分项用电量
13	房客人均用能	房客人均能耗量
14		房客人均分类能耗量
15		房客人均用电量
16		房客人均分项用电量

根据节能效果展现的低碳指标体系，如下表所示。

表 XX

分类指标	功能描述		
能源利用水平	根据主要用能设备节能指标对比,判断能源利用水平的高低。	可收集到横向总体数据时,进行对比参考。	对各能源利用水平进行分析综述。
用能数据分析	能源比例图表(用量、成本)。	用能数据与基准年对比图表。	月度用能变化曲线图。
节能目标指标	用能数据与目标指标值对比图表(分月与累积)。		目标指标实现情况分析。
合规性	使用法律标准清单及合规性评价分析。		
节能措施建议	本年度各项节能措施清单及实施情况。		
节能潜力分析	目前无措施规划的不合理情况清单。	节能潜力明细说明。	其他节能措施规划;
报表报告	各类外部报表	将以上内容(除外部报)及其它信息合成整体报告,可下载阅读。	

节能率指标如下表所示

表 xx

序号	节能率指标
----	-------

1	年度建筑单位面积节能率
2	年度房客人均能耗降低率

$$\text{年度节能率} = \frac{\text{上一年度总能耗} - \text{本年度总能耗}}{\text{上一年度总能耗}}$$

$$\text{年度节水率} = \frac{\text{上一年度总水耗} - \text{本年度总水耗}}{\text{上一年度总水耗}}$$

通过此种方案，可以实现公共机构、大型公建、宾馆酒店、医院、学校、商超、IDC 信息化机房等多种建筑领域的能源监控，完善单栋建筑和群落的能源管控体系，从设备、系统、安全、运维、人员等多角度出发实现建筑（群落）的整体能源管控和优化，并可协助完善城市电力需求侧管理体系建设。

5.3.3 数据中心领域智慧能源解决方案

根据比特网《绿色数据中心产业的商业价值》分析结果，我国的 IDC 产业正处于高速发展阶段，且仍然有较大的市场潜力。过去 10 年时间里，服务器安装数量增长 6 倍，而存储增长 69 倍。根据中国行业咨询网提供的数据，2010 年国内数据中心产品销售规模达到 841.4 亿，预计 2015 年整体市场规模将达到 1800 亿以上。

数据中心一直是耗能大户，根据美国环保署公布的数据：2011 年数据中心能耗占到美国电网总量的 2%。而国内的数据中心的耗能更大，目前国内数据中心 PUE 平均值在 2.5 以上，与欧美地区 PUE 普遍在 1.8 以下存在较大差距。数据中心的节能潜力巨大，已成为当前我国节能减排工作的重点之一。2013 年初工业和信息化部、发展改革委、国土资源部、电监会、能源局公布的《关于数据中心建设布局的指导意见》就已经提出：确保新建大型数据中心的 PUE 值达到 1.5 以下，力争改造后数据中心的 PUE 值下降到 2 以下。

关于绿色数据中心，山东省计算中心设计开发了一套解决方案，总体为：建立基于物联网技术的能耗监控和节能评估软件系统，将其示范应用到绿色数据中心的建设中，需要在掌握数据中心各设备、装置的能耗数据以及机房整体及必要的局部运行细节的基础上，按照节能策略要求对机房设备进行节能控制。图 X 列出了绿色数据中心涉及的领域及各领域关注的核心功能和次要功能。建立绿色

数据中心的节能评估系统，其最终目标是提出机房节能的改进方案，以下对本项目的实施方案详细阐述。

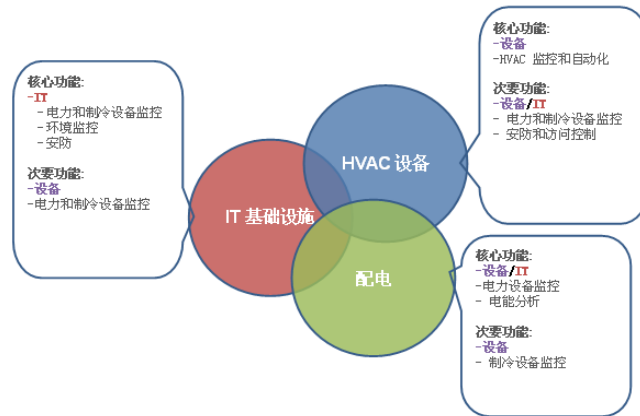


图 X 项目涉及的领域

5.3.3.1 数据中心监测数据的采集和节能控制

普通机房数据的采集一般采用总线方式，在本项目中，监测数据的采集尽量采用无线的方式，避免对现有机房布线的改造，同时利用现有的网络，对于 IT 设备自身的运行数据，采用 SNMP、IPMI，一条网线把系统需要采集的数据传到后台。

SNMP 是一种网络设备之间客户机/服务器模式的简单通信协议，路由器、交换机、打印机、HUB 等都可以成为 SNMP 系统中的服务器方。而 SNMP 系统中的客户机方往往是单独的一台计算机，轮询网络设备并记录它们所返回的数据。

IPMI 为智能型平台管理接口（Intelligent Platform Management Interface）的缩写，是业界最先进的智能平台管理接口标准之一，是一个开放的标准硬件管理接口规范。用户可以利用 IPMI 监视服务器的物理健康特征，如温度、电压、电扇工作状态、电源供应以及机箱入侵等，为系统管理、恢复以及资产管理提供信息，同时追踪每个机架中机箱的散热量、内外温度以及服务器耗电情况，使用户能够及时了解并匹配系统运行需求，以手动或自动的方式设定温度阈值，以平衡供电、散热量、密度及系统运行状况。即使在服务器未开电源的情况下，管理员也能远距离拨号进入 IPMI 系统，查询服务器系统的健康状况，进行重开机或重关机，或重新配置以及恢复系统。

采集的具体数据包括：

a) 服务器：运行情况等参数，如温度、风扇的转速、网络端口工作状态和流量，IPMI 能实现的用 IPMI 实现（优点独立于操作系统，机器状态、重要系统

日志等信息，实现系统的重启、关机等控制.)，其次考虑 SNMP 实现。

b) 路由器：网络端口工作状态和流量

c) 交换机：网络端口工作状态和流量

d) 机柜机架微环境：温度湿度（通过传感器）、直接获取电流，计算其他参数。

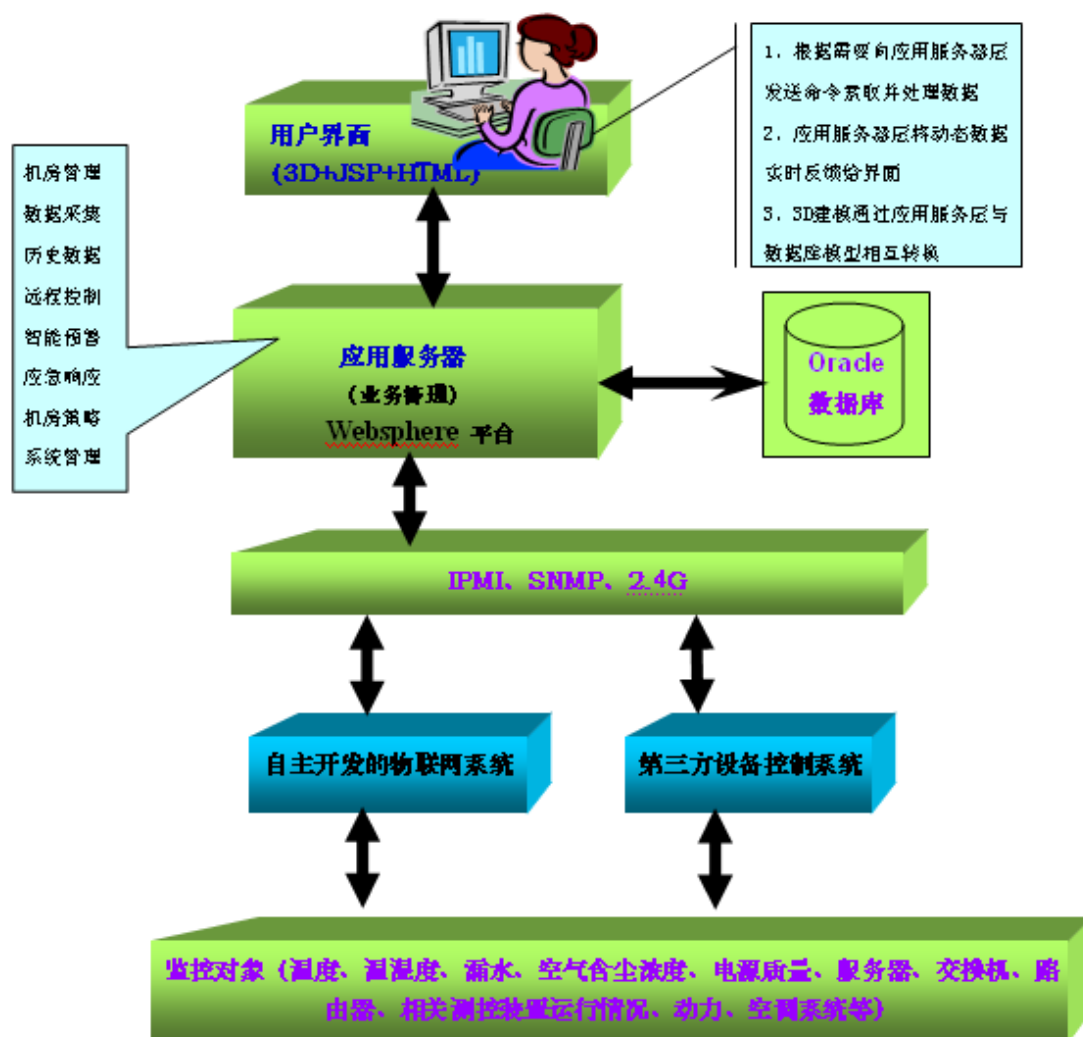
e) 机房环境：温度、湿度、烟感、水浸、气体、尘埃、正压、机房接地、电源防雷等，通过探测头或者传感器来获取数据。

f) 空调（含新风机）：温度，开关状态、运行时间等。

g) UPS：相关的一些数据，监测输入/输出电压、电流、频率、功率，蓄电池组的电压、后备时间、温度等参数，整流器、逆变器、电池、旁路、负载等部件的状态。

h) 配电动动力系统：包括配电柜输出的相关数据，监测一级、二级交流配电柜的主回路和各分回路的各种参数如电压、电流、频率、有功功率、功率因数、无功功率、视在功率等。

5.3.3.2 数据中心动力监控系统



图x 系统软件架构

系统设计采用 SOA 架构+三层 B/S 结构，界面全图形化操作、机房视图按实际布局采用 3D 建模，一方面实现对机房基础设施运行情况总体掌握，另一方面对资产和故障报警信息的快速精确定位。系统支持多个满足国际标准的可向上集成的数据接口，如 OPC、ODBC、API 等，以便向上集成及二次开发的需要。系统开发采用 J2EE 和 ORACLE 数据库。

按照功能需求和职能进行划分，本项目可以分为十个子功能模块：机房管理、数据采集处理、远程控制、历史数据处理、智能预警、应急响应、机房策略、系统管理、视频监控和门禁系统，具体的软件体系架构如图 x 所示，以下针对各个功能模块进行说明：

(1) 机房管理

智能建模。本模块的主要功能是数据库中的数据模型与系统界面的 3D 建模的相互转换。在本模块中，用户可以在系统界面上手动进行 3D 建模，通过接口转换，在数据库中生成相应的数据模型，同时可以选择数据库中的数据模型，在系统界面上生成 3D 模型。3D 模型与数据模型之间以数据库为准，保持同步一致。

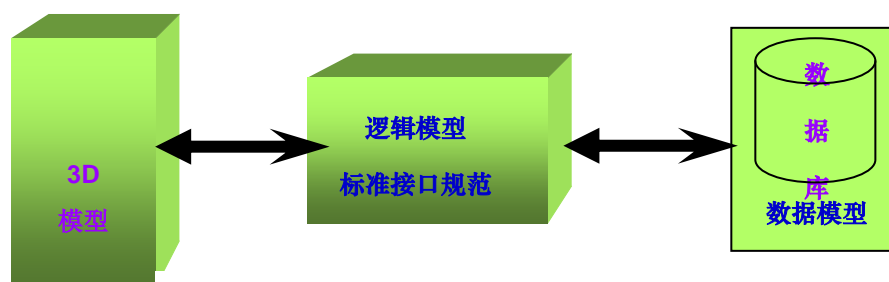


图 x 模型转换结构图

这一功能主要是在系统启用初步阶段用的比较多，系统正式运行之后只是在机房增加新的设备类型时才会需要操作本模块。

本模块涉及的数据表包括设备类型库（类型库中也包含了该设备的接口）、设备属性库、设备指令库。

设备管理。设备的管理包括设备显示、编辑功能。前台以三维模型形式展现，后台以 java 三层业务逻辑为支持。设备显示以机房设备相关数据为基础，以 3D 图的形式展示整个机房的情况，标识各个受控设备的物理位置，提供机房所有设备信息的综合显示及单个设备的显示。以设备的颜色变化或者警示灯的形式标识设备告警级别，设备的告警状态可以动态刷新。点选设备可以关联查看设备参数、状态和报警信息。设备编辑功能主要是设备节点的增加、删除及设备信息配置等，设备位置的拖拽定位及自动记忆。

资产管理。资产管理主要包括资产的基础管理（增、删、改、查），资产的轮检、报废、折旧等的管理。

(2)数据采集处理

数据采集包括定时采集和实时采集两种功能。本系统的数据采集，是指在第三方提供采集数据后，进行加工存储，不涉及到硬件接口的编写。

本模块涉及的数据表包括数据采集库、实时数据采集库。

定时采集。具体功能是可以自主选择采集的设备类型，灵活设定定时采

集的时间，系统可以根据用户设定，自动进行数据的定时采集。

实时采集。具体功能是通过用户通过界面向服务器发出采集指令，系统响应后，通过调用设备的数据采集接口，获取数据，反馈到 3D 模型界面，展示给用户。实时采集可以一键采集，也可以选择设备类型进行单独采集。

(3)历史数据处理.

针对于数据采集库中的历史数据用户可以进行查询、转存、删除等处理。

数据查询统计。用户可以自定义查询条件，查询统计历史采集数据。用户亦可以提出自身的报表要求，根据历史数据统计出可供用户作为评估和制定改善措施的依据。报表的展现形式可以是统计表、柱状图、线形图等形式。例如，温度湿度等可以根据历史采集的数据将一天的时间点内采集的数据以曲线图的形式展现给客户查看。

历史数据处理。用户可以根据自己的实际需求历史数据进行处理，例如跨年数据的转存，陈旧数据的删除等操作。

(4)远程控制

本模块主要是作为后台支持运行的一个辅助模块，不在前台界面单独显示，主要是嵌入机房管理、智能预警、应急响应等功能模块中。

在机房管理模块中的设备管理中，用户可以从远程监控端直接设置机房设备运行配置参数。

在智能预警模块中，用户可以根据预警策略设置的自动措施，从远程监控端直接控制机房设备状态转换，如设备的开启和停止，温度的升高降低等。

在应急响应模块中，用户可以通过手动的形式，发送指令，远程控制机房中的设备，进行一系列的操作。

(5)智能预警

本模块主要包括预警策略制定、故障报警信息精确定位、追踪、预警联动、信息查询显示等功能。本模块涉及的数据表包括报警级别表、报警策略表、设备类型表、设备属性表。

预警策略制定。用户可以灵活定制报警策略。用户可以根据实际需要定制多个报警级别，可以针对设备的每一个属性都可以定义报警临界值，且每个属性都可以定义多个报警级别和发生报警后的应对措施。

支持多媒体语音报警、短消息报警、电话报警、电邮报警等多种报警形式，

用户可以自主选择报警方式，可单选亦可多选。当报警发生时，系统根据预警策略制定的报警形式，自动的进行语音报警、短消息、电话、电邮等形式的报警。

故障定位追踪。有报警信息时，用户可以通过机房 3D 图对报警信息快速精确定位，报警发生时系统界面自动跟踪。这一部分主要是 3D 模型如何根据数据库传过来的报警信息快速的定位到故障位置。

预警联动设置。对所有告警均可设置相关设备的联动控制。联动内容可以自定义，过程无需编程，采取策略组态模式，可由用户自由的通过图形化界面实现预警联动设置。

预警信息管理。中心实现三级声、光、网络广播通知等报警；报警自动弹出报警框；可实现软件布撤防，报警屏蔽等。

- a) 以 3D 模型中设备图标的颜色变化显示设备告警的发生及预警级别。
- b) 支持按预警级别、预警设备、预警时间查询预警详细信息。
- c) 与机房管理模块中的设备管理功能相结合，支持设备参数级的预警定位显示。

(6)应急响应

通过本模块用户可以对机房中的设备进行远程控制操作。包括预警后的系统自动智能控制操作，也包括用户应急手动一键操作功能。这一模块主要是对智能建模模块以及智能预警模块中涉及到的硬件指令的实现。同时要 与 3D 界面进行交互。

例如：操作人员在浏览预警信息后，可选择以下预警处理方式：

- a) 远程设置相关设备参数或控制相关设备动作
- b) 下发工作单
- c) 短信或电子邮件通知相关人员
- d) 关闭报警

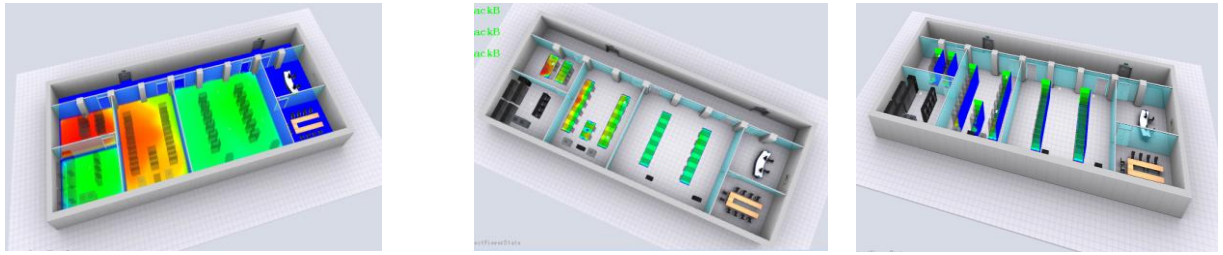
(7)节能策略

含能耗分析、负荷用电和能效模型、线路损耗测量模型、电能质量测量模型、能效改善方案等。

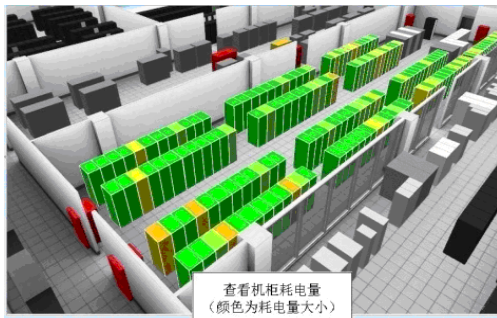
本模块具体实现根据专家给出的模型建立模型标准库，将统计分析出的数据与标准库比对，进行智能分析处理，给出能效改善方案。

(8)系统管理

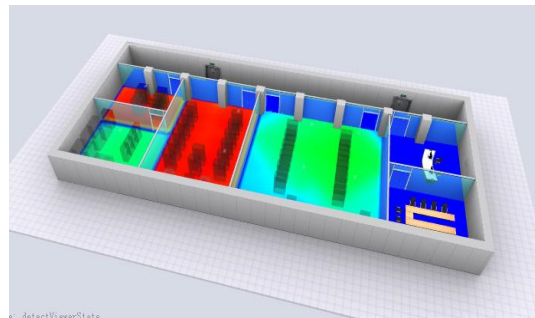
本模块主要涉及要系统设置、用户角色权限管理、系统安全管理、操作日志、数据库管理等功能。



(a) 机柜级温度云图



(b) PUD



(c) 湿度云图

图10 监测项的3D效果

可视化监控环境以全新三维虚拟现实作为技术手段，主要达到以下目的：

a) 统一物理拓扑结构图：为基础设施各模块建立统一的以物理位置为基础的拓扑结构图。并对展示手段和报警标示进行规范和统一。

b) 友好的访问界面：建立与机房实际情况相一致的三维虚拟环境，提供友好的用户界面。

c) 优异用户体验：通过直接点击三维虚拟环境中的物体即可获得相应信息，实现所见即所得式的操作，以直观的操作方式提供优异用户体验。

d) 通过可视化管理环境一方面实现对机房基础设施运行情况总体掌握，另一方面对资产和故障报警信息的快速精确定位。即宏观上总体掌握，微观上精确定位。

(9) 节能控制

机架负载的控制，杜绝高密度机架的出现。采用物联网技术对机架电流实时监控，对各机架的电力负载运行情况进行分析，出现高电流机架时，对机架设备及其上的应用进行调整，防止出现明显的高电力功率密度机架的出现。

上架设备的节能控制。当机架内有某个设备耗能特别大时，可将其置于机架的中下部，而不是上部。当机房内存在少量高热密度机架时，可令其在整个机房内平均分布，而不是聚集在一起。如果 IT 设备，比如服务器没有进行工作，可以通过 IPMI 关闭服务器。如果服务器宕机、无响应等情况发生，可以进行重启服务器等操作。可以根据服务器的运算量，实时调节机柜组制冷系统的风量或空气温度。

机房小区域节能控制。在机房内划出专属的高热密度子区域，隔离高热密度机架。这样一来，首先，高热密度机架不会影响到周围的低密度机架；其次，在小范围内可以部署一些不适于大面积部署的高端制冷装置。最好，在密闭的小空间内进行制冷，比对整个机房进行制冷效率高。

精确制冷。使用内嵌式的制冷装置，在离设备最近的地方进行制冷。比如在机架上安装储水的背板，通过水的流动带走机架的热量。前期可以对通风地板实现控制：如果发现某个机柜的温度高，可以自动启动通风地板（例如百叶窗形式的地板，可以控制开关百叶窗）对局部热点进行通风降温。

空调温湿度的控制。实现温、湿度的平均值控制，系统中的每个温湿度采集装置将采集到的的温、湿度信息发送到主控制器，主控制器计算温、湿度平均值，将信息反馈给采集装置，这样经过统一运行模式，避免了因不同空调间温湿度差异而造成的一部分空调在制冷而另一部分在加热、一部分在加湿而另一部分在除湿的现象，从而防止了相抵触操作造成的低效率和耗能操作。

严格限电、杜绝“热点”。以无线采集的方式对机架电流进行监控，限制每机架的用电不超过固定值，可从根源上杜绝高密度机架的出现。

5.3.3.3 节能评估体系

节能评估体系的建立，需要在获取机房运行数据的基础上，建立负荷用电和能效模型、线路损耗测量模型、电能质量测量模型，在此基础上采取适当的控制策略进行节能控制，最后再通过系统的长时间运行，对节能评估体系进行完善，最终建立节能评估系统。

(1) 负荷用电和能效模型

通过针对数据中心中各个负荷的用电特性，及用电功率与能效关系，把负荷简化为以功率为依据的简单模型，并引入以功率为依据的能效参数。通过上述模型的建立，将可全面反映负荷特性及能效关系，对于各个负荷运行方案的优化提

供依据，也为仿真研究提供模型资源。

(2)线路损耗测量模型

在低压配电网中线路阻抗一般为阻性，因此在模型建立时将根据数据中心建模时的线路规格、长短、环境温度和负荷特性等因素，制定一个多变量的等效损耗模型。这一模型的建立将精细化线路损耗模型，大大提高计算精度和可行性。再在此基础上制定一个线路损耗测量模型体系。

(3)电能质量测量模型

参考我国电能质量各参数测试标准，提出基于网络构架的电能质量测试模型，不再根据变压器总出线指标，而是根据每一个负荷用电电能质量参数，确定每一用电设备的评估指标，这样将可从设备分类、安装和配电方面进行综合考虑，为制定电能质量改善方案提供技术依据，达到节约治理投资成本，提高治理效果的目的。

(4)节能评估体系的建立

根据仿真结论和能效报告，制定“数据中心”配电结构优化方案；制定“数据中心”电能质量改善方案；制定“数据中心”制冷设备运行模式改善方案；制定“数据中心”设备制冷专用通道和人员专用通道设计改善方案；制定“数据中心”工作人员对用电负荷操作管理方案；计算出数据中心的碳排放。

本方案旨在结合国家“十二五规划”中节能减排产业政策以及山东省节能减排相关政策，通过对数据中心运行状况的研究，引进数据中心领域最新的设计和运维理念，综合考虑各种影响“数据中心微网”能效指标参数的因素，从根本上提高“数据中心微网”能效指标。提出新的数据中心机房能耗测量和评估的标准体系，为数据中心机房能耗的测评提供理论依据和测量方法，填补机房能源使用效率的测量与评估方面存在的空白。

目前传统机房环境监控系统仅能进行粗颗粒度的管理，无法做到精细化管理。国内数据中心的 PUE 平均值基本都在 2.5 以上，欧美地区的 PUE 普遍值 1.8 以下，20~30% 节能空间。山东省计算中心等机构研发的绿色数据中心解决方案，将有助于实现数据中心的动力系统精细化管理、实现节能降耗目标，且随着我国绿色数据中心概念的普及、国家和大众节能意识的增强，产品可被市场广泛接受，将实现更大的经济效益。

5.4 智慧能源大数据服务与运营

大数据(big data), 或称巨量资料, 指的是所涉及的资料量规模巨大到无法通过目前主流软件工具, 在合理时间内达到撷取、管理、处理、并整理成为帮助企业经营决策更积极目的的资讯。“大数据”之“大”, 并不仅仅在于容量大, 更大的意义在于通过对海量数据的交换、整合和分析, 发现新的知识, 创造新的价值, 带来“大知识”、“大科技”、“大利润”和“大发展”。

大数据的主要特点包括: 第一, 数据体量巨大。从 TB 级别, 跃升到 PB 级别。第二, 数据类型繁多, 数据来自多种数据源, 数据种类和格式日渐丰富, 已冲破了以前所限定的结构化数据范畴, 囊括了半结构化和非结构化数据。第三, 价值密度低。以视频为例, 连续不间断监控过程中, 可能有用的数据仅仅有一两秒。第四, 数据处理速度快, 在数据量非常庞大的情况下, 也能够做到数据的实时处理。第五, 数据真实性高。物联网、云计算、移动互联网、车联网、手机、平板电脑、PC 以及遍布地球各个角落的各种各样的传感器, 无一不是数据来源或者承载的方式。

大数据服务与运营应包括数据采集、预处理、存储、分析与挖掘、大数据展现及应用等内容。智慧能源大数据服务与运营, 即针对水、电、煤、气、油等能源生产、消费数据, 以及影响能源生产、消费的其它相关数据开展数据采集、预处理、存储、分析与挖掘、大数据展现及应用等步骤。

5.4.1 国内大数据发展现状

5.4.1.1 国内大数据发展现状概述

当前, 许多国家的政府和国际组织都认识到了大数据的重要作用, 纷纷将开发利用大数据作为夺取新一轮竞争制高点的重要抓手, 实施大数据战略。争夺新一轮技术革命制高点的战役已经打响, 中国政府在 2012 年批复了“十二五国家政务信息化建设工程规划”, 总投资额估计在几百亿, 包括人口、法人、空间、宏观经济和文化等五大资源库的五大建设工程。我国的开放、共享和智能的大数据的时代已经来临。2012 年 8 月份国务院制定了促进信息消费扩大内需的文件, 推动商业企业加快信息基础设施演进升级, 增强信息产品供给能力, 形成行业联盟, 制定行业标准, 构建大数据产业链, 促进创新链与产业链有效嫁接。同时, 构建大数据研究平台, 整合创新资源, 实施“专项计划”, 突破关键技术。大力推

进国家发改委和中科院基础研究大数据服务平台应用示范项目，广东率先启动大数据战略推动政府转型，北京正积极探索政府公布大数据供社会开发，上海也启动大数据研发三年行动计划。

在政府部门数据对外开放，并由企业系统分析大数据进行投资经营方面，上海已经先行一步。2014年5月15日，上海市自今年起推动各级政府部门将数据对外开放，并鼓励社会对其进行加工和运用。根据上海市经信委印发的《2014年度上海市政府数据资源向社会开放工作计划》，目前已确定190项数据内容作为2014年重点开放领域，涵盖28个市级部门，涉及公共安全、公共服务、交通服务、教育科技、产业发展、金融服务、能源环境、健康卫生、文化娱乐等11个领域。其中市场监管类数据和交通数据资源的开放将成为重点，这些与市民息息相关的信息查询届时将完全开放。这意味着企业运用大数据在上海“掘金”的时代来临，企业投资和上海民生相关的产业如交通运输、餐饮等。

伴随着大数据时代的来临，世界各国对数据的重视提到了前所未有的高度。披上大数据的光环后，原本那些存放在服务器上沉睡的陈年旧数一时之间身价大涨。根据世界经济论坛报告的观点，“大数据为新财富，价值堪比石油”。正如大数据之父维克托所预测，“虽然数据还没有被列入企业的资产负债表，但这只是一个时间问题。”

开发大数据资源的能力将影响到未来国家的核心竞争力。我们不能指望走别人已经铺好的道路，只能依靠自身能力不断发展创新，这种创新能力就是将数据转化为有价值信息的能力，这其中的转化技术和转化速度，将成为评判大数据技术能力高低的准则。

5.4.1.2 大数据发展面临的问题

根据商弈投资的《大数据行业研究报告》，目前制约大数据发展的主要问题有以下几点：一是数据的归属权不清晰，各家数据资产型企业私密占有平台数据，制约着大数据的融合及发展；二是数据有效性将直接影响到大数据的应用水平，从数据源到分析样本的采集过程需要大量人工干预；三是配套软硬件成熟度不够，适宜处理海量数据的数据库软件尚未成熟，私有云的普及程度也不高；四是数据尚未获得真正意义上的定价和产业化。

根据IDC分析结果表明，大数据时代面临的首要问题是人力和财力问题。大数据相关人才的欠缺将会成为影响大数据市场发展的一个重要因素。据调查，

仅美国就缺少大约 14 万到 19 万的具有深层次数据分析技巧的专业技术人员以及 150 万针对大数据的经理人。据阿里巴巴称，虽然其各类业务产生的数据为数据分析创造了非常好的基础条件，然而却招聘不到合适的数据科学家而影响了研发进展。高德纳公司预测，到 2015 年，全球将新增 440 万个与大数据相关的工作岗位，且会有 25% 的组织设立首席数据官职位，其中有 190 万个工作岗位将在美国，每一个与大数据有关的 IT 工作，都将在技术行业外部再建 3 个工作岗位，这将在美国再创建将近 600 万个工作岗位。数据科学家是复合型人才，是对数学、统计学、机器学习等多方面知识的综合掌控，能对数据做出预测性的、有价值的分析。因此，各国对大数据人才的培养工作应当快速有效地着手执行。大数据的接收和管理也需要大量的基础设施和能源，无论是传感器还是数据中心的服务器，都需要大量的硬件投入和能源消耗，这也就意味着大数据处理的财力需求压力不容小觑。如何处理好大数据产生的资金投入比例，也成为了各国和各企业决策者面临的难题。另外，大数据还将面临严重的安全和隐私问题。大数据依赖的云计算技术要求我们放弃自主计算能力，使整个社会信息，包括个人信息、商业信息处于潜在的危险之中。

5.4.1.3 国内大数据主要企业介绍

根据《大数据行业研究报告》，从目前国内外大数据发展历程和趋势来看，掌握海量有效数据和具有强大数据处理分析能力的公司和企业将走在大数据发展的前沿。这些企业包括：

1) 阿里巴巴

在国内，作为中国最大的电子商务平台，淘宝有海量的商业数据，现今淘宝面临数据量大、内容多样、维度丰富（涵盖近百个不同行业的商品维度，五级商品类目体系、近十万个品牌）、源数据质量不高（非法交易、恶意评价、用于自定义属性）等问题。对于淘宝面临的挑战，分布式存储计算、实时计算、实时流处理、基于云计算的数据挖掘、数据可视化和数据产品实践等是应对大数据浪潮的关键技术。

2) 百度

对于中国最大的搜索公司百度，凭借入口优势，拥有了中国最大的消费者行为数据库，覆盖 95% 的中国的网民，日均响应 50 亿次搜索请求，搜索市场占比达 67%。百度副总裁王湛介绍，百度已经建成了包括百度指数、司南、风云榜、

数据研究中心和百度统计在内的五大数据体系平台，帮助企业实时了解消费者行为、兴趣变化，以及行业发展状况、市场动态和趋势、竞争对手动向等信息，以便适时调整营销策略。

3) 腾讯

腾讯是在大数据时代下，具有很大潜力的一家互联网公司。腾讯更加完整的记录了人们在互联网上的行为轨迹和社会属性。根据腾讯披露的信息显示，截至目前，腾讯拥有超过 8.254 亿 QQIM 活跃账户，6 亿的空间用户，5.4 亿微博注册用户和 5 亿微信用户。这些海量信息汇聚在一起，就能够获取到用户的兴趣爱好、归属地、社会关系链等一系列有价值的信息。然后，利用大数据和关系链，腾讯就能为用户筛选、推荐最适合他的内容。

5.4.2 大数据采集

5.4.2.1 大数据采集概述

大数据的采集是指利用多个数据库来接收发自客户端（Web、App 或者传感器形式等）的数据，并且用户可以通过这些数据库来进行简单的查询和处理工作。大数据采集是大数据价值挖掘最重要的一环，是数据集成、分析、管理的基础。

大数据采集技术的重点是要突破分布式高速高可靠数据采集、高速数据全映像等大数据收集技术；突破高速数据解析、转换与装载等大数据整合技术；设计质量评估模型，开发数据质量技术。

大数据采集一般分为大数据智能感知层：主要包括数据传感体系、网络通信体系、传感适配体系、智能识别体系及软硬件资源接入系统，实现对结构化、半结构化、非结构化的海量数据的智能化识别、定位、跟踪、接入、传输、信号转换、监控、初步处理和管理等，涉及大数据源的智能识别、感知、适配、传输、接入等技术。基础支撑层：提供大数据服务平台所需的虚拟服务器，结构化、半结构化及非结构化数据的数据库及物联网络资源等基础支撑环境，涉及分布式虚拟存储技术，大数据获取、存储、组织、分析和决策操作的可视化接口技术，大数据的网络传输与压缩技术，大数据隐私保护技术等。

大数据的采集的主要特点和挑战是并发数高，因为同时有可能会有成千上万的用户来进行访问和操作，所以需要在采集端部署大量数据库才能支撑。行业大数据的应用不同于互联网，行业数据针对性强、关联性强，大数据应用复杂，跨度更大，跨部门，甚至跨行业需求更多。行业内的数据产生往往仅仅是因为一个

特定的工作内容。

5.4.2.2 智慧能源大数据采集

对于智慧能源产业来说，大数据服务的动力来源于节能减排、提高能效、降低成本的需要。以建筑为例，人们为降低建筑能耗，减少运营成本，为其设计智慧能源综合管理系统，采集分析相关数据并采取相应的控制策略。智慧能源产业数据采集的基础是计量，首先根据能耗监测相关规范和标准，采取分项计量原则，并计量到楼层和重要设备，包含电计量、水计量、气计量、重点区域环境参数计量、重点区域冷热负荷计量等，然后通过采集器采集包括水、电、燃气、蒸汽等能源消耗数据，其中可能涉及到的用能设备包括：照明系统、空调系统、供暖系统等。

目前，由于各用能设备及其配备的各种能源信息传感器来自于不同的生产厂商或者服务商，数据格式不一致，无法将数据统一到同一个能源管理系统下，同时用能单位出于对数据的保密和谨慎，在没有利益的驱动下，一般都不愿意将自己的能源及相关数据共享给第三方机构或者公共服务平台采集。尽管技术上已经基本实现，但是现阶段智慧能源大数据采集还存在不小的障碍。

5.4.3 大数据预处理

5.4.3.1 大数据预处理概述

一般情况下，我们获得的系列数据总体上都是不完整，不一致的杂乱数据，无法直接进行数据挖掘，或挖掘结果不是非常准确。为了提高数据挖掘分析的质量，人们发明了数据预处理技术。数据预处理是指在主要的处理以前对数据进行的一些处理。

数据预处理有多种方法，具体包括：数据清理，数据集成，数据变换，数据归约等。它们对采集的数据进行填补、平滑、合并、规格化、检查一致性等处理，并对数据的多种属性进行初步组织，从而提高数据挖掘质量，减少挖掘时间。这些数据处理技术在数据挖掘之前使用，大大提高了数据挖掘模式的质量，降低实际挖掘所需要的时间。

大数据预处理主要包含对已接收数据的抽取、清洗等操作：(1)抽取：因获取的数据可能具有多种结构和类型，数据抽取过程可以帮助我们将这些复杂的数据转化为单一的或者便于处理的构型，以达到快速分析处理的目的。(2)清洗：对于大数据，并不全是有价值的，有些数据并不是我们所关心的内容，而另一些

数据则是完全错误的干扰项，因此要对数据通过过滤“去噪”从而提取出有效数据。

5.4.3.2 智慧能源大数据预处理

对于智慧能源产业来说，不同厂家的产品传输的能源数据结构不一样，要想把这些产品的数据纳入同一个能源管理系统进行管理，就需要将这些产品传输的数据核心部分抽取出来，在重新转化为统一的便于处理的数据格式，以达到统一分析处理的目的。

智慧能源大数据的预处理可利用 IEEE1888 国际标准。《IEEE1888 泛在绿色网络控制协议》标准内的体系架构涵盖了数据采集、数据存储、数据处理、数据显示等各个环节，兼容 BACNet、Modbus、Lonworks 等传统控制协议，支持 Zigbee、WiFi、3G 等无线接入技术，支持广域 IPv4 和 IPv6 网络。IEEE1888 的核心思想是通过统一的通信协议，将所有需要获取的数据格式统一、规范，以便统一分析处理。

目前，由天地互连公司开发的 IEEE1888 开源协议栈是一种基于《IEEE1888 泛在绿色网络控制协议》的软件开发套件，可以有效地开展数据格式统一转换的预处理工作。

5.4.4 大数据存储

5.4.4.1 大数据存储概述

大数据存储要用存储器把采集到的数据存储起来，建立相应的数据库，并进行管理和调用。重点解决复杂结构化、半结构化和非结构化大数据管理与处理技术。主要解决大数据的可存储、可表示、可处理、可靠性及有效传输等几个关键问题。开发可靠的分布式文件系统（DFS）、能效优化的存储、计算融入存储、大数据的去冗余及高效低成本的大数据存储技术；突破分布式非关系型大数据管理与处理技术，异构数据的数据融合技术，数据组织技术，研究大数据建模技术；突破大数据索引技术；突破大数据移动、备份、复制等技术；开发大数据可视化技术。

大数据场景下，数据量呈爆发式增长，存储能力的增长远远赶不上数据的增长，几十或几百台大型服务器都难以满足一个企业的数据存储需求。为此，大数据的存储方案是采用成千上万台的廉价 PC 来存储数据以降低成本，同时提供高扩展性。

在大数据领域中，较为出名的海量文件存储技术有 Google 的 GFS 和 Hadoop

的 HDFS，HDFS 是 GFS 的开源实现。它们均采用分布式存储的方式存储数据，用冗余存储的模式保证数据可靠性，文件块被复制存储在不同的存储节点上，默认存储三份副本。GFS 和 HDFS 均采用主从控制模式，即主节点存储元数据、接收应用请求并且根据请求类型进行应答，从节点则负责存储数据。当用户访问数据时，与主节点交互的只有指令，并根据主节点返回的数据存储位置，直接与存储节点交互获得数据，避免主节点出现瓶颈。

数据不断增长造成单机系统性能不断下降，即使不断提升硬件配置也难以跟上数据的增长速度。然而，当今主流的计算机硬件比较便宜而且可以扩展，现在购置八台 8 内核、128GB 内存的机器比购置一台 64 内核、TB 级别内存的服务器划算得多，而且还可以增加或减少机器来应对将来的变化。这种分布式架构策略对于海量数据来说是比较适合的。

5.4.4.2 智慧能源大数据存储

对于智慧能源产业来说，数据存储建立的数据库应包含和能源相关的实时数据、历史数据、空间数据等，并可与其它内容的数据库进行整合，为能源生产、使用策略提供分析依据，数据库是整个综合能源管理系统的核心。

和其它数据一样，智慧能源数据的存储也包括传统存储和云存储（智慧能源云平台）。尽管，云存储有着节省系统软硬件投入、方便后期拓展和维护等巨大优势，但是目前智慧能源产业应用端的客户，不论是政府还是企业，基本上不愿意将数据分享出来存放在智慧能源云平台上，这主要是基于数据安全和保密的角度考虑。因此，如何保障数据存储的安全及保密性，是智慧能源大数据存储的先决条件。

5.4.5 大数据分析挖掘

5.4.5.1 大数据分析挖掘概述

大数据只有在通过分析挖掘后才能获取很多深入的、有价值的信息。因此，大数据分析的方法就显得尤为重要，可以说是决定最终数据是否有价值或者数据是否准确的决定性因素。

大数据分析大数据挖掘两者紧密相连，数据分析结果需要进一步挖掘数据才能提供精确的策略，而数据挖掘进行价值评估的过程也需要调整分析方法而再次进行数据分析。

挖掘就是从大量的、随机的实际应用数据中，提取隐含在其中的、人们事先

不知道的、但又是潜在有用的信息和知识的过程。数据挖掘涉及的技术方法很多，有多种分类法。根据挖掘任务可分为分类或预测模型发现、数据总结、聚类、关联规则发现、序列模式发现、依赖关系或依赖模型发现、异常和趋势发现等等；根据挖掘对象可分为关系数据库、面向对象数据库、空间数据库、时态数据库、文本数据源、多媒体数据库、异质数据库、遗产数据库以及环球网 Web；根据挖掘方法分，可粗分为：机器学习方法、统计方法、神经网络方法和数据库方法。机器学习中，可细分为：归纳学习方法、基于范例学习、遗传算法等。统计方法中，可细分为：回归分析、判别分析、聚类分析、探索性分析等。神经网络方法中，可细分为：前向神经网络、自组织神经网络等。数据库方法主要是多维数据分析或 OLAP 方法，另外还有面向属性的归纳方法。

目前，根据数据挖掘方法，人们研制出的大数据分析工具主要包括：

(1)Hadoop

Hadoop 是一个能够对大量数据进行分布式处理的软件框架。但是 Hadoop 是以一种可靠、高效、可伸缩的方式进行处理的。它可以维护多个工作数据副本，确保能够针对失败的节点重新分布处理；它还可以并行的方式工作，通过并行处理加快处理速度；Hadoop 还能够处理 PB 级数据。此外，Hadoop 依赖于社区服务器，因此它的成本比较低。

(2)Storm

Storm 是自由的开源软件，一个分布式的、容错的实时计算系统。Storm 可以非常可靠的处理庞大的数据流，用于处理 Hadoop 的批量数据。Storm 由 Twitter 开源而来，其它知名的应用企业包括 Groupon、淘宝、支付宝、阿里巴巴、乐元素、Admaster 等等。Storm 有许多应用领域：实时分析、在线机器学习、不停顿的计算、分布式 RPC（远过程调用协议，一种通过网络从远程计算机程序上请求服务）、ETL（Extraction-Transformation-Loading 的缩写，即数据抽取、转换和加载）等等。

(3)RapidMiner

RapidMiner 是世界领先的数据挖掘解决方案，在一个非常大的程度上有着先进技术。它数据挖掘任务涉及范围广泛，包括各种数据艺术，能简化数据挖掘过程的设计和评价。

(4)Pentaho BI

Pentaho BI 平台不同于传统的 BI 产品，它是一个以流程为中心的，面向解决方案（Solution）的框架。其目的在于将一系列企业级 BI 产品、开源软件、API 等等组件集成起来，方便商务智能应用的开发。它的出现，使得一系列的面向商务智能的独立产品如 Jfree、Quartz 等等，能够集成在一起，构成一项项复杂的、完整的商务智能解决方案。

5.4.5.2 智慧能源大数据分析挖掘

对于智慧能源产业，以建筑综合能源管理系统为例，数据分析挖掘的内容其一是实时数据分析，包括对总能耗、水、电、气、热、等数据的实时处理，随时获取建筑实时能源消耗情况分析结果，以及对现场的重点能耗设备的开关状态进行实时动态监测并反馈分析结果，使工程人员随时了解设备的运行状态。

其二是采集历史能耗数据进行统计（按天、月、年计），然后根据统计结果进行专业的相关性分析，对能耗趋势做出预测，最后根据能耗的预测量，在预警分析中对超过预测量的能耗数据进行预警，并将预警信息自动发送至节能控制优化系统，下达控制指令对运行设备做出控制调整，从而达到建筑的节能降耗目标。

此外，建筑综合能源管理系统数据分析挖掘的另一项内容是能耗对比分析，主要包括两块，一是能耗数据本身的对比，主要根据数据所处的不同时期，实现能耗的同比、环比及同态比；二是对标，按照国标、相关行业的能耗标准，对建筑的能耗数据进行分析、对比，实现政府下达的节能降耗指标。

智慧能源大数据分析挖掘是其能否科学、合理、有效展现及应用的前提。

5.4.6 大数据展现及应用技术

5.4.6.1 大数据展现及应用技术概述

大数据技术能够将隐藏于海量数据中的信息和知识挖掘出来，为人类的社会经济活动提供依据，从而提高各个领域的运行效率，大大提高整个社会经济的集约化程度。在我国，大数据将重点应用于以下三大领域：商业智能、政府决策、公共服务。例如：商业智能技术，政府决策技术，电信数据信息处理与挖掘技术，电网数据信息处理与挖掘技术，气象信息分析技术，环境监测技术，警务云应用系统（道路监控、视频监控、网络监控、智能交通、反电信诈骗、指挥调度等公安信息系统），大规模基因序列分析比对技术，Web 信息挖掘技术，多媒体数据并行化处理技术，影视制作渲染技术，其他各种行业的云计算和海量数据处理应用技术等。

大数据应用技术主要包括:

1)云计算技术:大约从 2007 年下半年开始,云计算由于其能提供灵活动态的 IT 平台,服务质量保证的计算环境以及可配置的软件服务而成为热门话题。文献中给出了云计算的比较完整的定义:云计算一个大规模的由规模经济驱动的分布式模型,位于其中的抽象的、虚拟的、动态可扩展的、可管理的计算能源、存储、平台、服务等通过因特网交付给外围客户。由上述云计算的定义我们知道,云计算首先得是大规模的、分布式的,少量的计算处理用不着云计算;其次,它是跟规模经济相关联的,比较形象的说法是,云计算资源跟“电”和“水”一样,是按需收费的,并且是大模式销售的,通常在建立数据中心时会考虑成本因素;最后,它从广义上说是给客户的一种服务,可以包括提供存储、计算等资源。云计算可按服务的内容和交付形式分为基础设施即服务(IaaS)、平台即服务(PaaS)、软件即服务(SaaS)等。在单机芯片集成度已进入极小尺度级别,指令级并行度提升也已接近极限的今天,纵向扩展似乎已经不够现实,这也远远不能满足大数据处理的要求,而云计算的要求比较宽松的允许异构网络的横向扩展,无疑给大数据处理带来了方便。云计算能为大数据提供强大的存储和计算能力,可以迅速、方便地为大数据提供服务,另一方面,大数据的处理需求也为云计算提供了更多更好地应用场景。由此,云计算作为大数据的支撑技术而倍受业界关注。

2)MapReduce 技术:关系数据库作为一门发展了近 40 年的主流数据管理技术,主要用于联机事务处理(OLTP)应用、联机分析处理(OLAP)应用和数据仓库等,然而扩展性方面的局限使得其在大数据时代遇到了极大障碍。2004 年,谷歌公司提出的 MapReduce 技术,以其利用大规模廉价服务器以达到并行处理大数据的目的而倍受学术界和工业界的关注,广泛应用于机器学习、数据挖掘等诸多领域。基于 MapReduce 的大数据分析处理研究也在不断深入,MapReduce 作为一种非关系数据库的数据管理工具代表,克服了关系数据库扩展性方面的不足,将计算推向数据也迎合了大数据时代的内在需要,成为大数据处理的基本工具。而 Hadoop 作为模仿 MapReduce 而实现的一个云计算开源平台,目前已成为最为流行的大数据处理平台。MapReduce 对于大数据处理的基本构思是分而治之,将大数据任务分解为多个子任务,将得到的各个子结果组合并成为最终结果。MapReduce 对大数据的处理可抽象为两个主要阶段,Map 阶段对初始的键-值(Key/Value)对进行处理,产生一系列的中间结果 Key/Value 对,然后通过 Reduce 阶段合并所有具有相同

Key 值的 Key/Value 对,得到最终结果。

5.4.6.2 智慧能源大数据展现及应用

对于智慧能源产业来说,目前关于能源的大数据展现及开发已经有了初步的应用成果,以建筑综合能源管理系统为例,大数据展现及应用包括了以下七个方面:

(1) 软件平台展示

软件首页将对能耗数据分三级层次结构进行展示,展示页的主要功能是对能耗数据以天、月、年为时间段,通过仪表盘等生动形式进行展示,并且体现数值的预警信息。

(2) 实时数据展示

实时数据以曲线图的形式实现对总能耗、水、电、气、热等数据的实时动态显示,实时掌握建筑的能源消耗情况。并且该模块还对现场的重点能耗设备的开关状态进行实时动态监测,使工程人员随时了解设备的运行状态。

(3) 统计分析展示

统计分析的主要功能首先是要对采集的原始能耗数据,按天、月、年进行统计,并以饼状图、柱状图等形式进行展示。

(4) 能耗对比展示

能耗对比主要包括两块,一是能耗数据本身的对比,主要根据数据所处的不同时期,实现能耗的同比及环比的展示;二是对标,按照国标、相关行业的能耗标准,对建筑的能耗数据进行分析、对比并予以展示。

(5) 控制策略展示及应用

根据以上数据处理分析结果,结合其它相关数据、信息,自动生成能源利用改进控制策略并予以展示,在获取确认的指令后,自动实施应用该策略。

(6) 故障报警展示

故障报警能够将各机电设备运行的报警信息,集中显示在能耗监测中心系统的工作站上,并可以通过集成接口和信息通道,在政务允许的范围内,将报警信息发给相关管理人员。

(7) 综合信息展示

综合信息汇总了建筑的基本信息、能耗及成本信息,使建筑管理人员对建筑的能耗及费用情况进行直观、全面的掌握。

5.5 智慧能源测试与验证

从字面上讲，智慧能源的测试与验证包括了“能源”的测试以及“智慧”的测试；从内容上讲，能源测试包含了能源生产、存储、输送以及使用技术及产品的测试，“智慧”的测试则主要包括了信息技术产品的互通性和一致性测试。和本书之前提到的一样，关于“能源”的测试，本书仅针对能源使用端的技术产品，即用能设备的能效测试现状作相应阐述。

5.5.1 用能设备能效测试与验证

根据赛迪顾问的数据，2011 年全球检测收入规模达到 6724 亿元人民币。2012 年全球规模近 8000 亿元。排名靠前的 SGS、BV、Dekra、Intertek、TUV 等 10 家检测机构全球市场占有率达到 25% 左右。根据 2013 年 8 月在北京举办的第三方检测实验室发展论坛上公布的数据，我国检测行业已经接近 900 亿元人民币的规模，年平均增长率在 20% 左右。截止 2013 年 6 月底，获得 CNAS、CMA 认可的实验室已经超过 29400 余家，CNAS 认可的实验室在过去的一年里增加近千家。根据能效标识管理中心提供的数据，截至 2012 年 9 月，在其备案的用能产品能效检测实验室共有 637 家，其中第三方 201 家，第一方 436 家。

在建筑领域，根据《节能产品检测市场分析》一文提供的数据显示：目前，全国与建筑工程、建材检测相关的检测机构通过计量认证数量约超过 4000 家，其中具有节能检测能力的检测机构约占 30%~40%，超过 1200 家，这些检测单位在全国各地保证节能工程质量起到了非常重要的作用。

在电机、照明、变频器、工业锅炉等用能设备能效检测领域，有着很大的市场潜在需求：在电机领域，2008 年我国各类电动机总装机容量约为 12 亿千瓦，年耗电 3 万亿千瓦时以上，占全国用电量的 60%，其中高压电机占总装机容量的 40%~50%，通过对电机变频调速可大约节省 30% 的电能；在绿色照明领域，目前中国共有路灯 2800 万盏左右，其中每年新增和置换的路灯高达 300~400 万盏；我国变频器市场在过去 10 年内保持着 26.8% 的高速增长，据机电产品市场调查报告的数字分析，我国变频器的市场潜力为 1200~1800 亿元；锅炉是我国能源消耗的最主要设备，我国现有锅炉 55 万台，其中电站锅炉 0.9 万台，工业锅炉 54 万台。其中 85% 为燃煤锅炉，消耗的煤炭量为我国煤炭产量的 80% 以上。

在终端用能产品领域，根据能效标识管理中心公布的数据显示：截至 2012

年9月，国家已经发布了10批能效标识产品目录，共涉及28大类的产品，在能效标识管理中心备案的用能产品生产企业近5400家，产品型号26万多个。此外，自2007年以来，国家陆续启动了高效照明产品、高效节能空调、平板电视、电脑，以及电机、风机、水泵、汽车等产品的补贴推广工作。目前，已经形成家电、汽车、工业产品3大类15个品种，数十万种型号的“节能产品惠民工程”推广体系，累计安排中央财政资金超过400亿元，出台实施细则20多项，成为“稳增长、扩消费、促节能、惠民生”重要政策平台。2011年，国务院印发的《“十二五”节能减排综合性工作方案》中提出，要在我国建立“领跑者”标准制度，研究确定高耗能产品和终端用能产品的能效先进水平，制定“领跑者”能效标准。2012年5月16日，国务院常务会议确定了进一步促进节能家电消费的政策措施。提出实施能效“领跑者”制度，公告能效“领跑者”产品型号目录，对达到“领跑者”能效指标的超高效产品给予较高补贴，适时将“领跑者”能效指标纳入能效标准中。

而终端用能产品的能效测试与验证则是这些制度或者政策的有效实施的重要保障。企业或者销售商要想满足国家相关制度的要求或者获取国家相关节能产品补贴，必须开展大量的产品能效测试工作，根据要求出具第一方或者第三方的能效检测报告。可以说，能效标识制度的出台，大大增加了终端用能产品能效测试及验证的市场需求。而“节能产品惠民工程”、“能效领跑者制度”等政策的相继出台，则将这一市场进一步放大。

5.5.2 信息技术产品互通性测试与验证

受困于行业间不同技术的影响，在智慧能源领域中，传统节能服务企业往往精通于节能技术及自动化技术，但对互联网技术了解较少，而互联网软件产品开发商则掌握互联网核心技术却缺乏行业需求和经验，这就导致了行业中从业企业在研发产品或解决方案时的成本提升及周期延长。网关设备、大数据存储产品及应用系统是智慧能源解决方案中的核心组成部分，在行业发展的初期，大量中小型企业往往只能掌握其中的一种或两种技术，当他们在产品研发时迫切需要其他产品组成部分的协同开发及调试，以加快产品研发的速度并有效降低研发难度。

目前，鉴于智慧能源产业发展现状，信息技术产品互通性测试与验证服务也处于试水阶段。北京天地互连信息技术有限公司依托下一代互联网技术及全球IPv6测试中心的建设基础，建设了基于IEEE1888标准的智慧能源测试验证服务平台。测试验证服务平台为智慧能源行业用户提供网关设备、存储产品、应用程

序解决方案的模拟验证服务，平台可以为单一用户提供完整方案的仿真模拟环境，以使得用户可以在最小的资金及技术投入前提下，在产业链完整解决方案中研发自身产品。

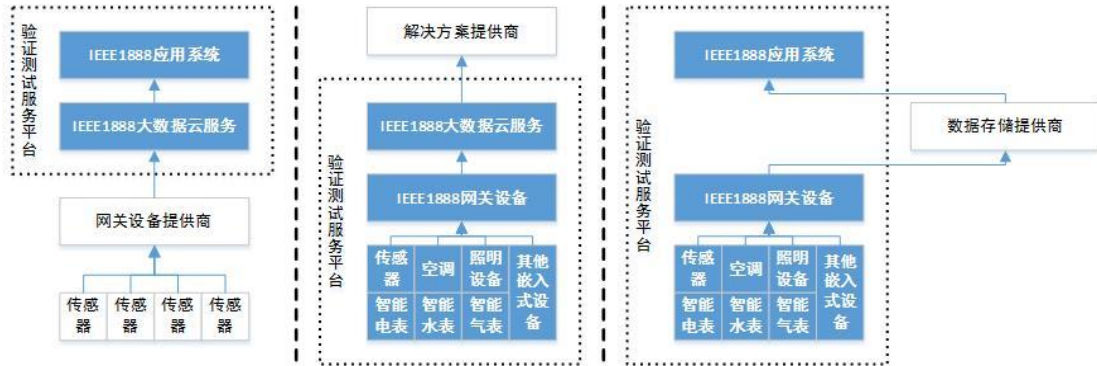


图 X 智慧能源验证测试服务平台

测试验证服务平台还可以为 IEEE1888 产品提供商提供产品的一致性和互通性测试，以保证用户的产品可以和其他厂商的产品在基于 IEEE1888 的解决方案中实现互联互通。



图 X 智慧能源产品测试流程

以网关为例，在传统能源管理产业中，网关设备制造商往往只掌握硬件产品的核心技术，为保证网关产品可以稳定的与其他厂家的数据存储产品及应用系统实现对接，他们往往绑定一些软件开发商或系统集成商，基于一种标准或协议进行定制化的开发及生产，这就导致在行业中出现大量的基于私有协议，无法互联互通的能源管理解决方案，这些网关设备只能在特定的解决方案中工作，无法广泛应用到其他的解决方案中。

在智慧能源产品中，所有的产品及设备应当基于统一的协议或标准进行研发。在统一的协议或标准基础上，产业还需要有第三方企业或平台为网关企业提供验证服务，为他们提供基于统一标准的大数据存储产品及基于统一标准的应用系统原型。在这个平台中，网关设备生厂商可以集中研发力量，开发标准化的，具有

通用性的网关产品，而经过验证平台开发的产品，在理论上将可以广泛应用在整个行业中，实现与其他厂商的存储产品及应用系统的无缝对接。

5.6 智慧能源节能服务

2013 年在相关政策的推动下，我国节能服务产业发展迅速。根据 EMCA 的统计显示：2013 年，节能服务产业延续了上一年度良好的发展势头。产业总产值从 2012 年 1653.37 亿元增长到 2155.62 亿元，增幅为 30.38%；合同能源管理投资从 2012 年 557.65 亿元增长到 742.32 亿元，增幅为 33.12%，相应实现的节能量达到 2559.72 万吨标准煤，减排二氧化碳 6399.31 万吨；全国从事节能服务业务的企业从 2012 年底 4175 家增长到 2013 年底的 4852 家，增幅为 16.22%；产业从业人员从 2012 年底 43.5 万人增长到 50.8 万人，增幅为 16.78%。

5.6.1 智慧能源合同能源管理服务

5.6.1.1 合同能源管理概述

合同能源管理的实现方式是，在接受节能项目投资的用户企业与持有专门技术和提供融资服务的盈利性能源管理公司之间，签订双方共同遵守的经济合同，双方依据合同的约定，共同推动节能项目的开展并分享项目效益。传统的节能投资方式是在节能项目中的所有风险和所有盈利都由实施节能改造投资的企业自行承担，而合同能源管理一般不要求实施节能改造的企业自身对节能项目进行大笔投资，或全部由节能服务公司解决投资，这就大大减少了实施节能改造企业的投资风险，同时也达到了对旧有的设备全面进行更新换代改造，降低能源消耗，节约成本开支，扩大市场占有率和与节能服务方分享效益的目的。

合同能源管理模式在欧美等发达国家非常盛行、也是最主要的一种市场化节能机制。我国从上世纪 90 年代通过世界银行全球环境基金项目，在山东、北京和大连开展试点。近年来，我国政府加大了对合同能源管理商业模式的扶持力度，2010 年 4 月 2 日国务院办公厅转发了发改委等部门《关于加快推行合同能源管理促进节能服务产业发展意见的通知》、财政部出台了《关于印发合同能源管理财政奖励资金管理暂行办法》，从政策上、资金上给予大力支持，促进节能服务产业的健康快速发展。合同能源管理公司由最初的 3 家，发展到现在的近 5000 家，发展速度十分惊人。

2012 年国务院公布的《“十二五”节能环保产业发展规划》显示，2010 年，采用合同能源管理机制的节能服务产业产值达 830 亿元。到 2015 年，节能服务总产值可突破 3000 亿元，采用合同能源管理机制的节能服务业销售额年均增速保持 30%，到 2015 年，分别形成 20 个和 50 个左右年产值在 10 亿元以上的专业化合同能源管理公司和环保服务公司。

5.6.1.2 智慧能源合同能源管理服务

由于智慧能源产业在国内处于起步阶段，因此智慧能源合同能源管理模式的实践应用也正处于摸索阶段。

以北京某四星级酒店智慧能源项目为例，该酒店总建筑面积约 6 万平方米，拥有 700 多间客房。根据饭店用能较复杂的特点，项目计划配置智能能源网关、信息化平台、智能化控制系统等关键设备，以实现该饭店内水、电、气、热、油等全部能源数据和温度、湿度、光照、气候环境参数的采集、存储、分析、应用和能耗仿真，达到降低建筑能耗的目的。

朗德华公司采用合同能源管理(EPC)方式，全部承担和负责项目前期的成本投入，负责设计、采购、安装、调试，实现对项目的能源管控和优化，达到最大限度的节能降耗，采取共同收益模式回收项目效益。该饭店业主投入为零，无任何资金投入风险。此项目建设的经济效益良好，能耗节省 15%以上，年节能效益在 120 万元左右。项目完工后，该酒店将被树立为绿色酒店，社会效益收获颇丰，树立了绿色酒店的良好形象，借助北京市节能减排工作的深入开展，该酒店成为市政府、发改委、旅游局、区政府、集团内部的绿色低碳酒店的示范单位。同时，朗德华公司的智慧能源技术产品也得到了很好的宣传推广，其“建筑(群落)能源动态管控优化系统技术”也入选了国家发改委《国家重点节能技术推广目录》。智慧能源合同管理模式使项目双方都获得了良好的收益。

5.6.2 智慧能源节能减排成效评价服务

节能减排成效评价包括了节能评估、能源审计、节能量测量与验证、项目层面/组织层面温室气体排放评价等内容。节能减排成效评价是碳交易以及节能量交易的技术基础。

1、碳交易

碳交易是为促进全球温室气体减排，减少全球二氧化碳排放所采用的市场机制。联合国政府间气候变化专门委员会通过艰难谈判，于 1992 年 5 月 9 日通过

《联合国气候变化框架公约》（简称《公约》）。1997年12月于日本京都通过了《公约》的第一个附加协议，即《京都议定书》。《京都议定书》把市场机制作为解决二氧化碳为代表的温室气体减排问题的新路径，即把二氧化碳排放权作为一种商品，从而形成了二氧化碳排放权的交易，简称碳交易。

2011年10月国家发展改革委印发《关于开展碳排放权交易试点工作的通知》，批准北京、上海、天津、重庆、湖北、广东和深圳等七省市开展碳交易试点工作。两年来，在国家发展改革委的指导和支持下，深圳积极推动碳交易相关研究和实践，努力探索建立适应中国国情且具有深圳特色的碳排放权交易机制，先后完成了制度设计、数据核查、配额分配、机构建设等工作。2013年6月18日，深圳碳排放权交易市场在全国七家试点省市中率先启动交易。此后，上海、北京、广州、天津和湖北5个碳交易市场也正式启动。

北京环境交易所公布的数据显示，截至2014年3月7日，北京市碳排放权交易平台共达成交易77笔，总成交量64217吨，成交额达到325.8187万元；上海环境能源交易所称，截至2014年3月7日，上海碳交易市场累计成交量12.9222万吨，累计成交额464.4365万元；天津排放权交易所公布的数据显示，自2013年12月天津启动碳排放权交易以来，截至2014年2月11日收市共完成1201笔交易，成交量共计77560吨，交易额共计212.4059万元；截至2014年3月12日，广州碳排放权交易所累计完成配额成交814.8689万吨，成交金额4.8894亿元。

由此可见，国内的碳交易市场已初步形成。据气候组织（the climate group）估计，至2014年，中国的地区碳市场将覆盖7亿吨碳排放，而澳大利亚、美国加州、欧洲的碳市场则分别覆盖3.82亿吨、1.65亿吨及21亿吨碳排放。而当中国在“十三五”期间建立全国碳市场时，则会成为全球最大的碳交易体系。

2、节能量交易

节能量交易是指各类用能单位（或政府）在其具体节能目标下，根据目标完成情况而采取的买入或卖出节能量（或能源消费权）的市场交易行为。主要可分为两类：一是基于能源消费权（能源消费指标）的交易。政府制定能源消费总量目标，并将其分解到各类用能单位或政府。各单位根据其持有能源消费指标数量和实际能源消费量决定购买或者出售能源消费指标。二是基于项目的交易。项目业主实施节能项目经核证产生的节能量可参与市场交易。

2014年5月15日，国务院办公厅全文印发《2014-2015年节能减排低碳发展行动方案》，明确将节能量交易作为市场化节能减排治污手段之一。方案指出，要建立碳排放权、节能量和排污权交易制度，依托现有交易平台开展项目节能量交易。

目前，在深圳、上海、北京、广州、天津和湖北6个交易市场中，只有北京环境交易所开通了节能量交易业务。根据北京环境交易所公布的数据显示，截至2014年5月30日，节能量交易中心平台共达成交易6笔，总成交量418.6吨标煤，总成交额26.826万元。

可见，相对于碳交易，节能量交易市场才刚刚起步。

5.6.2.1 节能减排成效评价概述

对节能减排成效的评价需要建立科学合理的系统指标评价体系。根据杨华峰等人所写的《企业节能减排效果综合评价指标体系研究》，企业节能减排成效评价体系应包含资源消耗、污染物排放、综合利用、无害化以及支撑能力共5个一级指标，具体如图XX所示：

目标层	一级指标	二级指标	三级指标	指标类别
企业节能减能力评价指标体系	资源消耗	节能	单位产值能耗比	-
			能源循环利用率	+
		节水	单位产值用水量	-
			生产用水重复利用率	+
		节材	单位产值原材料使用量	-
			单位面积建材使用量	-
		节地	土地利用率	+
			综合容积率	+
			单位面积产值	+
		污染物排放	废水	单位产值废水排放量
	单位产值废气排放量			-
	单位产值固体废物排放量			-
	综合利用	固体废物	生产废料回收利用率	+
			生产垃圾回收利用率	+
			生活垃圾资源化率	+
		废气	生产废气循环利用率	+
			生产余热循环利用率	+
		废水	生产废液重复利用率	+
			生产废水重复利用率	+
		可再生资源	废弃有色金属回收利用率	+
	废弃非金属回收利用率		+	
	无害化	达标率	废水排放达标率	+
			废气排放达标率	+
危险废弃物无害化处理率			+	
绿色资源使用		可再生能源利用率	+	
		绿色建材利用率	+	
支撑能力	制度支撑	节能减排理念员工熟悉度	+	
		是否实施有利于节能减排措施	+	
		是否建立完善的奖惩制度	+	
	研发支撑	研发产品是否符合国家产业政策	+	
		是否采用绿色设计原则	+	
		节能减排技术研发资金投入比率	+	

说明：“+”表示该指标是正向指标，“-”表示该指标是逆向指标。

图 XX

各指标具体说明如下：

(1)资源消耗。资源消耗反映企业再生产过程中使用的能源、水、材料、土地。指标通过节能、节水、节材以及集约用地来体现企业的对资源的利用效率，反映企业节能效果。包括：

1) 节能。节能是建设节能、节水、节材、节地企业的重要一环，是能源合理利用的重要手段，是企业可持续发展的必然道路。可以通过以下两个指标反映：单位产值能耗比率：指企业增加单位产值所消耗的能源。是反映企业能源利用效率高低的指标；能源重复利用率：指企业在生产过程中对能源的回收再利用比率，反映企业对能源重复利用程度的重视。

2) 节水。水资源是企业发展的重要物质基础。节水是企业节能的内容之一。也是评价企业节能减排效果的重要方面。可以通过以下指标反映：单位产品用水量：企业生产单位产品需要从各种水源提取的水量。反映企业生产用水效率的高

低；生产用水重复利用率：指在一定的计量时间内，生产过程中使用的重复利用水量与总用水量之比。反映企业对生产用水重复利用程度的重视。

3) 节材。企业使用的材料包括建筑材料和生产中需要的原材料。建筑材料是企业为建设各种建筑物和安装固定资产时使用的材料，生产原材料是企业在进行生产时所需要的原材料、辅助原材料。指标包括：单位产值原材料使用量：指企业生产一个单位产品所消耗的原材料，反映企业利用原材料效率的高低；单位面积建材使用量：指企业在建造厂房等建筑物时单位面积所消耗的建材，反映企业利用建材的效率的高低。

4) 节地。节地也就是集约用地，目前可适合作为工业用地的土地面积比例很小。因此，在企业发展中要注意土地的合理使用，不仅可以节约资金，更是企业持续发展的不竭动力。指标包括：综合容积率：指企业的各类建筑总面积与企业土地面积的比值，反映企业对土地立体空间利用程度；土地利用率：指企业的实际建设土地占企业的土地面积的百分比，反映企业对土地的平面空间利用程度；单位面积产值：企业单位面积固定资产总额的产值与企业建筑面积的比值。反映企业利用土地的效率。

(2) 污染物排放。企业在生产过程中会产生废水、废气和固体废弃物。只有提高企业减排能力，减少污染物排放，才有可能提高企业节能减排能力。具体指标如下：

1) 废水。单位产值废水排放量：指企业生产过程中增加单位产值所产生的废水。反映企业减少生产过程中产生废水的能力。

2) 废气。单位产值废气排放量：反映单位产值的所排放的废气，是反映企业减少生产过程中所产生的废气的的能力。

3) 固体废弃物。单位产值固体废弃物排放量：反映单位产值的所排放的固体废弃物，是反映企业在生产过程中减少所产生的固体废弃物的能力。

(3) 综合利用。资源综合利用是指企业在生产过程中产生的废渣、废水、废液、废气、余热、余压等或再生资源进行回收和利用。具体指标如下：

1) 固体废弃物。对固体废弃物的综合利用是实现固体废物资源化和减量化，解决环境污染及实现经济效益、环境效益、社会效益统一的最重要手段之一。指标包括：生产废料回收利用率：指生产废料回收利用额占总额的比率。反映企业对使用原材料和辅助原材料时产生的废料回收利用程度；生产垃圾回收利用率：

指企业回收利用的生产垃圾占生产中产生垃圾的比率。反映企业对生产垃圾的回收利用程度；生活垃圾资源化率：指企业回收利用的生活垃圾占生活垃圾的总额的比率。反映企业对生活垃圾的循环利用程度。

2) 废气。指标包括：生产废气循环利用率。指企业回收利用的废气占总额的比率。反映企业对生产过程中产生的各种废气资源化，并加以回收利用的重视程度；生产余热循环利用率。指企业把生产过程中产生的余热收回，循环利用的比率。反映企业对余热回收利用的重视程度。

3) 废水。指标包括：生产废液重复利用率。指企业生产过程中产生的盐酸等废液回收利用的比率。该指标越大，反映企业越重视对废液的回收利用；生产废水重复利用率。指企业生产过程中产生的废水经过处理后循环使用的比率。该指标越大，反映企业越重视对废水的回收利用。

4) 可再生资源。可再生资源的综合利用是指回收生产和消费过程中产生的钢铁等各种废旧金属以及废旧塑料、废纸、废玻璃等非金属。有利于减少不可再生资源的使用。指标包括：废弃有色金属回收利用率。指企业回收利用的废弃有色金属占产生的废弃有色金属的比率。该指标越大反映企业越重视废弃有色金属的回收利用；废弃非金属回收利用率。指企业回收利用的废弃非金属占产生的废弃非金属的比率。该指标越大说明企业越重视非金属的回收利用。

(4) 无害化。无害化是企业节能减排的前提，只有在控制有害于环境的资源投入到生产活动中的基础上，才能实施企业减量化、再利用和资源化的活动、提高企业节能减排的能力。无害化贯穿于节能减排的整个过程之中，指标通过污染物排放达标率和绿色资源使用来反映无害化，具体指标如下：

1) 达标率。是指企业废水、废气和危险废弃物排放达标率。指标包括：废水排放达标率。指企业排放的废水达到国家排放标准的比率。该指标越大，反映企业越重视对废水排放时的达标程度；废气排放达标率。指企业排放的废气达到标准的比率。该指标越大，反映企业越重视对废气排放时的达标程度；危险废弃物无害化处理率。指企业生产过程中产生的危险废弃物无害化处理的比率。该指标越大，反映企业越重视对废弃物无害化处理时的达标程度。

2) 绿色资源使用。绿色能源也称为清洁能源，是指利用现代技术开发干净、无污染新能源。绿色能源的使用可以减少污染物的排放，提高企业污染物无害化能力。指标包括：可再生能源利用率。指企业生产过程中使用的可再生能源占使

用总能源的比率；绿色建材利用率。指企业在建设厂房以及装修办公室时采用的绿色建筑材料占总建筑材料的比率；绿色材料综合利用率。指企业在生产过程中采用的绿色原材料占总原材料使用量的比率。该指标越大说明企业越重视绿色原材料的使用。

(5)节能支撑能力。支撑能力是企业开展节能减排活动的基本保障，为节能减排提供企业内外的支持。主要通过以下指标反映：

1) 制度支持。制度是企业节能减排顺利实施的保证，为企业节能减排活动的顺利开展提供制度保障。指标包括：节能减排理念员工熟悉度。指企业员工对节能减排理念的熟悉程度，可以通过问卷调查的方式获得；是否实施有利于节能减排的措施。如果有，则企业拥有制度支持，如果没有，反映企业节能减排制度不完善；是否建立完善的节能奖惩制度。如果有，则企业拥有较完善的制度。如果没有，则企业节能减排制度不完善。

2) 研发支撑。节能减排要从源头抓起。只有在产品的设计与研发时注重产品的可回收性，注重新型机器设备和先进技术的开发与利用，才能在后续阶段实现从能源、水、材料等方面的节约使用。具体包括以下指标：研发产品是否符合国家产业政策：只有企业研发的产品符合国家的产业政策，研发的方向遵循国家的宏观政策，这样企业才能被称为节约性企业；是否采用绿色设计：只有在产品设计时采用绿色设计，考虑产品的可回收性、可拆解性，考虑产品在生产时所耗费的能源、材料以及产品生产所需要的水资源，才能做到真正的节能减排；节能减排技术研发资金投入比率：企业节能减排技术研发经费支出总额占主营业务收入的比例。反映企业对科技创新的投入程度。

5.6.2.2 智慧能源节能减排成效评价

关于智慧能源节能减排成效评价，目前还没有一个统一的评价标准。朗德华公司在这方面有了一个初步的研究成果。以建筑为例，智慧能源节能减排成效评价重点关注的指标包括定量指标和定性指标，具体如表 XX 和表 XX 所示：

表 XX 定量指标

指标序号	指标分类	指标名称
1	用能量	建筑总能耗
2		总用电量

3		分类能耗量
4		分项用电量
5	单位建筑面积用能	单位建筑面积能耗量
6		单位建筑面积分类能耗量
7		单位建筑面积用电量
8		单位建筑面积分项用电量
9	单位空调面积用能	单位空调面积能耗量
10		单位空调面积分类能耗量
11		单位空调面积用电量
12		单位空调面积分项用电量
13	房客人均用能	房客人均能耗量
14		房客人均分类能耗量
15		房客人均用电量
16		房客人均分项用电量
17	节能率	年度建筑单位面积节能率
		年度房客人均能耗降低率

表 XX 定性指标

分类指标	功能描述		
能源利用水平	根据主要用能设备节能指标对比,判断能源利用水平的高低。	可收集到横向总体数据时,进行对比参考。	对各能源利用水平进行分析综述。
用能数据分析	能源比例图表(用量、成本)。	用能数据与基准年对比图表。	月度用能变化曲线图。
节能目标指标	用能数据与目标指标值对比图表(分月与累积)。		目标指标实现情况分析。
合规性	使用法律标准清单及合规性评价分析。		

节能措施建议	本年度各项节能措施清单及实施情况。		
节能潜力分析	目前无措施规划的不合理情况清单。	节能潜力明细说明。	其他节能措施规划；
报表报告	各类外部报表		将以上内容（除外部报）及其它信息合成整体报告，可下载阅读。

通过此种方案，可以实现对公共机构、大型公建、宾馆酒店、医院、学校、商超、IDC 信息化机房等多种建筑的能源指标评价，依据评价结果完善单栋建筑和群落的能源管控体系，从设备、系统、安全、运维、人员等多角度出发实现建筑(群落)的整体能源管控和优化，并可协助完善城市电力需求侧管理体系建设。

5.6.3 智慧能源公共服务平台

5.6.3.1 智慧能源公共服务平台概述

智慧能源公共服务平台是一个公共、中立、开放的服务平台，它为企业创新和产业发展提供解决共性问题服务，减少企业前期技术研发的投入，实现共性基础的技术资源共享，降低企业在项目研发的资金风险和质量风险，并使企业在短时间内迅速掌握共性技术，加速智慧能源相关产品的开发，从而促进智慧能源产业链的快速形成，使产业发展形成合力，推动我国智慧能源以及节能环保产业的发展。

智慧能源公共服务平台的定位是利用互联网、云计算、大数据等新一代信息技术为智慧能源产业链各相关方提供技术服务。平台的使用对象包括：政府主管部门；智慧能源研发机构；应用智慧能源技术的企业；中介服务机构；投资机构；行业专家等。

智慧能源公共服务平台建设目的是提供智慧能源公共服务，促进智慧能源产业创新发展。平台提供的服务应包括：智慧能源标准、智慧能源关键技术及设备、智慧能源解决方案、大数据服务与运营、智慧能源测试与验证以及智慧能源节能服务等。

智慧能源公共服务平台应包含以下几个基本功能：智慧能源信息整合共享、智慧能源标准查询、智慧能源测试与验证以及智慧能源数据管理。其中，智慧能

源数据管理包括在线数据和离线数据的管理，具体内容包含能源及相关数据采集、数据预处理、数据存储、数据分析与挖掘、数据展现与应用等。数据提供方在提供能源等相关数据后，智慧能源公共服务平台应能够通过分析处理，为数据方反馈相应结果及应对策略，提升数据方能源管理成效。

5.6.3.2 智慧能源产业技术创新战略联盟智慧平台

智慧能源产业技术创新战略联盟以推进下一代互联网与节能减排事业融合发展为目的，通过加强信息共享，促进两个不同产业之间的交流与合作，以联盟标准和相关国际先进标准为纽带，基于互联网开放模式，推动联盟成员打造智慧能源开放平台，融合传统垂直产业链，在节能减排、环境保护等相关环节提供标准化的产品与服务，研发智慧能源解决方案，开展基于联盟标准的应用示范，推动智慧能源的产业化应用，实现合作共赢。

智慧平台作为智慧能源产业技术创新战略联盟支撑平台（网址：<http://www.chinasmartenergy.org/Platform/>），定位于利用信息技术为联盟内外提供全方位服务，涉及信息发布、成员交流、在线行业平台、在线交易、知识库等多个方面。同时，根据国务院办公厅《关于政府向社会力量购买服务的指导意见》（国办发〔2013〕96号）的要求，新一届国务院对进一步转变政府职能、改善公共服务作出重大部署，明确要求在公共服务领域更多利用社会力量，加大政府购买服务力度。未来平台也可作为相关行业主管部门的支撑平台，提供面向领域的公共服务，为政府购买服务提供支持。

智慧平台采用先进的云计算架构，以云计算资源平台和管理平台为基础，依据相关的标准规范、政策法规和安全保障措施，建设智慧能源产业服务平台，提供门户网站、会员交流、成果展示、业务服务、交易平台、服务接口等功能。通过系统建设，并利用互联网、物联网等数据收集手段，形成智慧能源产业相关学术理论、支撑技术，相关专家信息库、成果信息库（标准数据库）、项目信息库、用户数据库（会员数据库）、资信数据库（评价数据库）、社会责任数据库和行业数据库，通过大数据的积累和分析，未来为智慧能源行业发展提供全方位的技术支持和决策支持。

智慧平台包括门户网站、会员交流平台、成果展示平台、业务服务平台、交易平台和云服务六部分。

1) 门户网站：联盟的网站，目前独立运行，将来整合到智慧能源产业服务

平台中。

2) 会员交流平台：主要为会员用户提供服务，包括信息沟通、资料共享、在线群等服务。

3) 成果展示平台：主要是展示联盟的主要成果，包括专家、企业和主要项目。

4) 业务服务平台：智慧能源产业服务平台的核心内容，是个整体的服务平台。标准服务平台，定位于在线的标准编写服务，实际是一个联盟标准的在线管理及编写平台，此平台以自建为主。行业服务平台，提供行业的在线服务平台，如朗德华的面向建筑的服务平台，计算中心的面向数据中心的服务平台，天地互连的 1888 标准服务平台等，此平台以自建和接入共同实现。合同能源服务平台，此平台提供合同能源交易的平台，此平台以自建为主，可以作为政府的支撑平台。咨询服务平台，此平台在数据积累和项目积累足够多的情况下提供行业的咨询服务，此平台以自建为主。测试服务平台，主要是提供第三方的智慧能源产业测试平台，如北京质监局的平台，此平台以自建和接入共同实现。

5) 交易平台：给所有用户提供一个网上在线交易平台。项目交易平台，用户可以发布需求，企业可以发布成果，通过在线的项目交易，实现智慧能源产业的服务，此平台以自建为主。产品交易平台，线上企业可以发布自己的智慧能源产业产品，用户可以购买相关产品和服务，此平台以自建为主。

6) 云服务：主要是给本行业的中小企业提供云服务，帮助他们快速提升信息化水平。

数据库是智慧平台核心资产，包括专家信息库、成果信息库（标准数据库）、项目信息库、用户数据库（会员数据库）、资信数据库（评价数据库）、社会责任数据库和行业数据库。其中需要重点说明的是行业数据库，此数据就是通过本身业务服务平台的建设和其他接入此平台系统共同产生的规范的行业数据，是未来大数据运营的基础。

目前，智慧平台已经初步开发完成，正在进行下一步的完善，智慧能源公共服务平台应具备的各项功能也在陆续开发中，相信该平台的开发使用，将为智慧能源产业链各端提供高质量的各项服务，推动整个智慧能源产业创新发展及升级。

第六章 中国智慧能源产业重点企业及应用案例分析

6.1 天地互连

6.1.1 企业简介

北京天地互连信息技术有限公司（以下简称天地互连）前身为北京英纳特网络研究所，北京英纳特网络研究所成立于 1995 年，由从事互联网技术研究的归国留学人员和政府智库人员创立。天地互连成立于 1999 年 11 月，十几年来，长期坚持以技术研发为核心，测试服务为基础，国际化、市场化为导向，不断积累优势资源与核心竞争力，专注于 IPv6、SDN 及 IEEE1888 等下一代互联网核心技术，已成为全球领先的下一代互联网公共服务平台。

6.1.2 主要产品及研发能力分析

天地互连承建了下一代互联网 IPv6 认证测试服务北京市工程实验室，建成全球最大的 IPv6 下一代互联网测试中心，测试业务量占全球的 40%，并作为核心成员承担了建设中国下一代互联网（CNGI）评测体系的重任，建立全球 SDN 测试认证中心，面向全球开展 SDN 测试认证服务。天地互连积极参与智慧能源领域国际标准的探索与实践。天地互连自 2008 年起，就联合中国电信、清华大学等开展基于 ICT 技术进行节能减排的研究工作，主导组建了标准化工作组，创建了 IEEE 1888 国际绿色节能标准。作为绿色 ICT 技术创新国际标准，IEEE 1888 是 IEEE 在绿色节能和物联网领域最具代表性的全球标准之一，为智慧能源的广泛推行实施提供了有力的保障。截至目前，天地互连牵头制定了 IPv6、IEEE1888 等 17 项国际、国家和行业标准，并拥有核心发明专利近百项。

天地互连主要产品研发分析如下：

1、牵头创制 IEEE 1888 系列国际标准

IEEE 1888 标准，即泛在绿色社区网络标准，是源自中国自主创新技术的绿色国际标准，将先进的信息通信技术与节能环保深度融合，通过构建完整的社区信息采集、传输、存储以及控制系统，实现对能耗设备的智能化控制，从而达到节约能源，降低能耗，保护环境的目的。

IEEE 1888 标准统一了绿色节能平台与各种耗能设备之间的信息交互流程和

数据格式，并基于广域 IP 网络进行信息传输，用户通过可视化的界面，可以实时获取能耗统计计量数据，进而对各种耗能设备进行远程控制，并对环境和人员进行动态监测。

IEEE 1888 标准采用开放接口，兼容工业控制总线系统。IEEE 1888 不仅打破了原来绿色节能技术封闭的产业链，将封闭私有系统变成开放标准的系统，而且在兼容原有系统的基础上提供更加丰富的应用。

IEEE 1888 标准针对智慧城市中的能耗环节，实现泛在网络设备和基础设施在互联网范围内的智能互连、协同服务、远程控制和统一管理，为政府部门、社区管理者、消费者和公共服务运营商提供合适的远程控制和协同管理解决方案，协助建立公共环境监督管理机制，并促进国内相关产业的升级。IEEE 1888 泛在绿色社区网络控制标准可以将多种应用场景作为节点，以标准的方式统一吸纳为一个基于 IP 的绿色系统，其典型的应用愿景如图 X 所示。

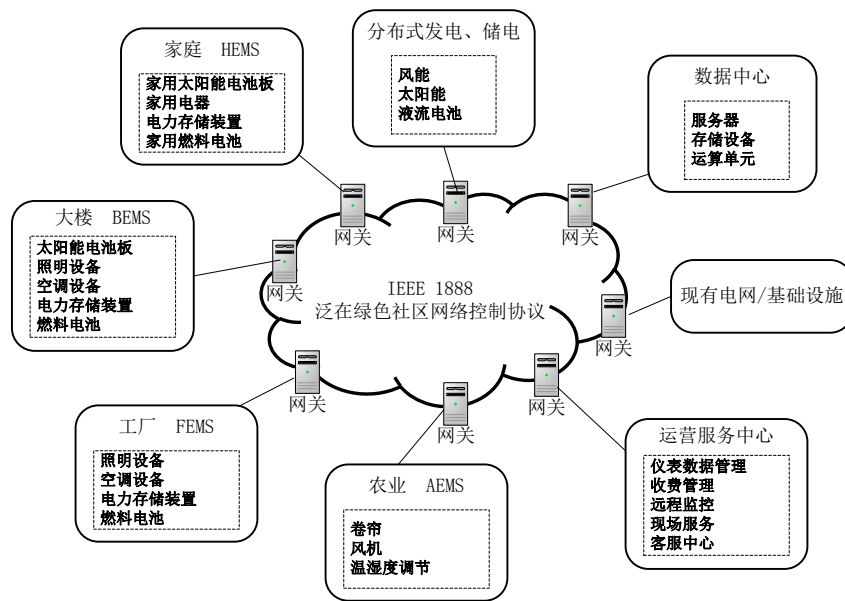


图 X IEEE 1888 系统的目标愿景

IEEE 1888 系统的目标是规模构建绿色节能应用服务，既可以应用于企业、园区等公共建筑领域，也可以应用于智能节能家庭系统中。

IEEE 1888 核心标准在 2011 年 3 月正式通过后，获得了全球各大企业、研究机构的广泛关注。在此基础上，国内外多家知名企业、高校、运营商以及研究机构通力合作，在 IEEE 标准协会中成功申请立项，成立了 IEEE 1888.1、IEEE 1888.2、IEEE 1888.3、IEEE 1888.4 四个子工作组，分别针对 IEEE 1888 系统的运营与管理、异构网络融合、网络安全及智能家居应用四个方面展开深入的标准

化工作，向形成一整套完善的应用标准体系迈出了关键的一步。

2、研发 IEEE 1888 协议栈系统

天地互连基于项目实践及国际标准，启动了 IEEE 1888 软件开发包 SDK 及协议栈的自主研发工作。IEEE 1888 的 SDK 封装了整套协议组件的基本功能实现，并且其自身供了 C#、Java、PHP 等多种开发语言的开发接口。通过使用 IEEE 1888 SDK，可以帮助设备商、应用开发商等用非常便捷的方式高效的开发网关设备、存储设备和应用单元设备，以及各种应用软件等，大大缩短开发工程的周期。此外，通过使用 SDK 可随时检测同步开发的 IEEE 1888 产品相互连接时的运转状况，从而切实确保开发工程的顺利进行。

SDK 作为开发环境的一部分，包含在虚拟设备中，会大大降低环境梳理的复杂度。此外，在 SDK 中，已经内嵌了 C#、Java、PHP 等多种语言的开发接口，可以帮助对相应语言熟悉的开发人员快速掌握 IEEE 1888 通信的编程方法。正是 SDK 的这些特点，可以在从开发环境的建立到制作简易的 IEEE 1888 软件方面帮助开发者。

作为 IEEE 1888 的软件开发工具包，SDK 封装了 IEEE 1888 的核心通信协议栈，其基本架构包括功能组件部分和消息组件部分。

为了给开发者提供最大程度的便利，IEEE 1888 SDK 除了作为 IEEE 1888 基于 VMware Player 的虚拟机之外，还提供了详尽的如下的说明文档和范例。

- 1) IEEE 1888 SDK 安装手册
- 2) IEEE 1888 SDK 启动手册
- 3) IEEE 1888 SDK 编程手册
- 4) IEEE 1888 存储器通信规格说明
- 5) IEEE 1888 简易数据采集与监视控制系统(SCADA)规格书及安装手册
- 6) IEEE 1888 虚拟数据发生器规格书及安装手册

其中，IEEE 1888 SDK 安装手册主要介绍如何在开发用计算机上安装 SDK。

IEEE 1888 SDK 启动手册主要介绍使用 SDK 的一些关键基础知识。

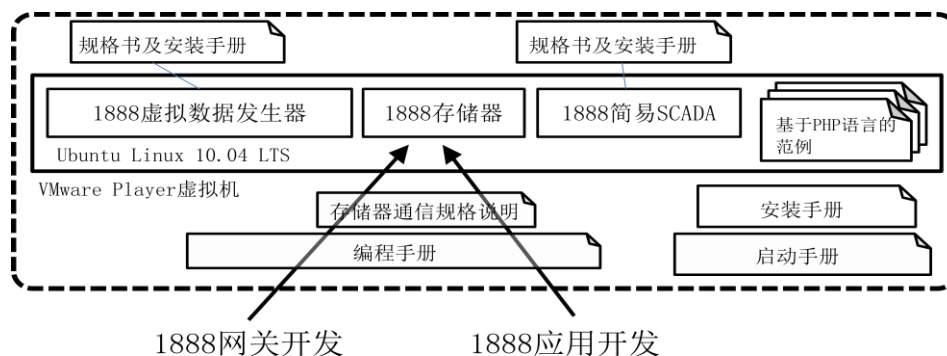
IEEE 1888 SDK 编程手册介绍使用 SDK 进行软件开发的具体方法，其中包括了 C#、Java、PHP 等多种语言的范例代码。

IEEE 1888 存储器通信规格说明是在 IEEE 1888 标准规范文档基础上，针对存储器开发的规格说明书。

IEEE 1888 简易数据采集与监视控制系统规格书及安装手册记载了简易 SCADA 的参数和设定方法。

IEEE 1888 虚拟数据发生器规格书及安装手册记载了数据发生器的参数和设定方法，可用于确定样本数据的属性等信息。

IEEE 1888 SDK 的系统构成如下图所示。



IEEE 1888 SDK 整体架构

目前，天地互连已经研发出支持多语言版本的 IEEE 1888 SDK 系统，可免费提供给设备厂商及开发者使用，这必将会加速 IEEE 1888 系统在国内外的应用推广。

3、IEEE 1888 应用产品

(1) IEEE 1888 网关产品

在基于 1888 网络协议的系统中，网关是实现物理传感器网络与电信网、移动网等网络汇聚的组件，用于将终端物理传感器、执行器等设备与上层应用（APP）和存储（Storage）等组件连接起来，采用 1888 数据协议为物理设备提供输入/输出访问支持和协议转换，实现 1888 网络的模块化应用和管理。网关的主要作用是屏蔽了各控制系统、物理设备的差异性，使信息管理系统可以通过统一、标准、开放的接口访问现场设备数据，以最高效的形式访问/控制底层硬件，实现和各种控制和传感系统的无缝连接。

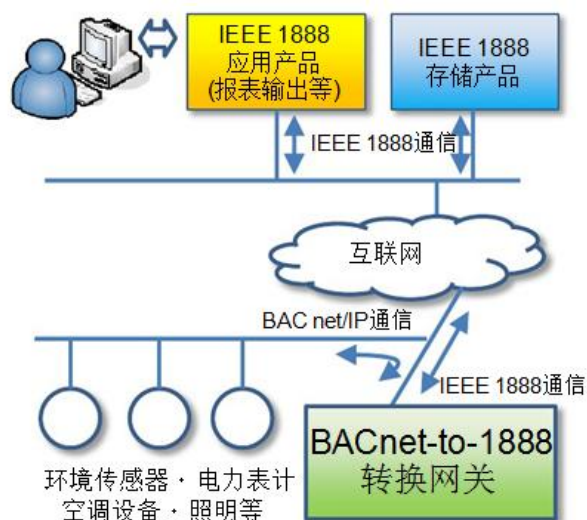
目前，市场上存在用于各种不同网络的网关，各自采用不同的标准，应用不同的协议，给物联网的开发应用带来了一定的困难。采用 1888 标准协议可以在满足现有需求的情况下降低网关的复杂度，实现网关产品的标准化，并支持快速部署。目前，天地互连已开发完成的网关产品如下。

● BACnet-to-1888 网关

传统的 BACnet (Building Automation Control network, 楼宇自动化控制网络)

网络通过不同协议的网关与不同的网络相连,能完成 RS232/485、Modbus 到 BACnet MS/TP、BACnet IP 的数据转换,使得具有串口的制冷机组、空调、电梯、传感器、显示器、电动门、除湿机组、报警器等设备迅速完成与 BACnet 系统的集成。

在基于 IEEE 1888 标准的广域网络体系中,可以通过配置标准的 BACnet-to-1888 网关产品,无缝地兼容已经部署的 BACnet 控制子系统,将 BACnet/IP 局域系统中的传感器监测数据、操作历史等日志信息通过 IEEE 1888 通信规格实现网络化和在线化。除此之外,通过 BACnet-to-1888 网关与应用设备、存储设备组合使用,进一步使设备的状态监测、能源管理、报表输出、设备利用形态的改善等成为可能。典型的 BACnet-to-1888 网关的应用示例如下图所示。



BACnet-to-1888 网关的应用示例

目前已经开发的 BACnet-to-1888 网关的原型机如下图所示。



BACnet-to-1888 网关的原型机

其设备规格如下：

表 BACnet-to-1888 网关的设备规格

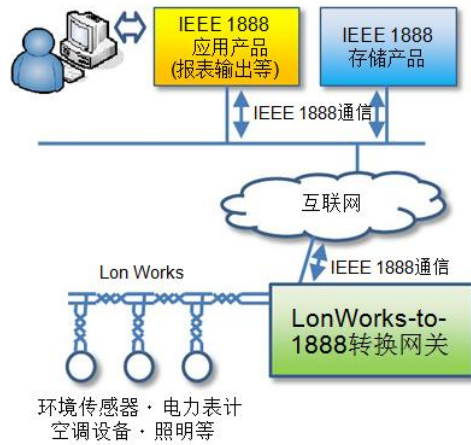
网络连接	10BASE-T/100BASE-TX IP 地址设置：DHCP or 手动 HTTP 代理：可设置
BACnet	BACnet/IP
IEEE 1888	WRITE 客户端(发送) 最大 POINT 数：500 最大同时发送目标：5 再次发送功能：有
电源	AC100V-240V(50Hz/60Hz) 功率消耗 1.5W
尺寸	W83.0xH58.0xD24.3[mm]
运行温度	0℃~60℃
重量	约 70g

● LonWorks-to-1888 网关

LonWorks 也叫 LON (Local Operating Network, 局部操作网络), 主要用于解决数据传输量较小的现场控制器之间的集成, 被认为是一种工控网技术, 其优点在于方便现场仪器如传感器、执行器等设备的联网, 支持多种通讯介质的使用及混合使用。

在基于 IEEE 1888 标准的广域网络体系中, 可以通过配置标准的 LonWorks-to-1888 网关产品, 无缝地兼容已经部署的 LonWorks 控制子系统, 将 TP/FT-10 局域系统中的传感器监测数据、操作历史等日志信息通过 IEEE 1888 通信规格实现网络化和在线化。除此之外, 通过 LonWorks-to-1888 网关与应用设备、存储设备组合使用, 进一步使设备的状态监测、能源管理、报表输出、设备利用形态的改善等成为可能。

典型的 LonWorks-to-1888 网关的应用示例如下图所示。



LonWorks-to-1888 网关的应用示例

目前已经开发的 LonWorks-to-1888 网关的原型机如下图所示。



LonWorks-to-1888 网关的原型机

表 LonWorks-to-1888 网关的设备规格

网络连接	10BASE-T/100BASE-TX IP 地址设置: DHCP or 手动 HTTP 代理: 可设置
LonWorks	TP/FT-10
IEEE 1888	WRITE 客户端(发送) 最大 POINT 数: 500 最大同时发送目标: 5 再次发送功能: 有
电源	AC100V-240V(50HZ/60HZ) 功率消耗 1.5W
尺寸	W83.0xH58.0xD24.3[mm]
运行温度	0℃~60℃
重量	约 70g

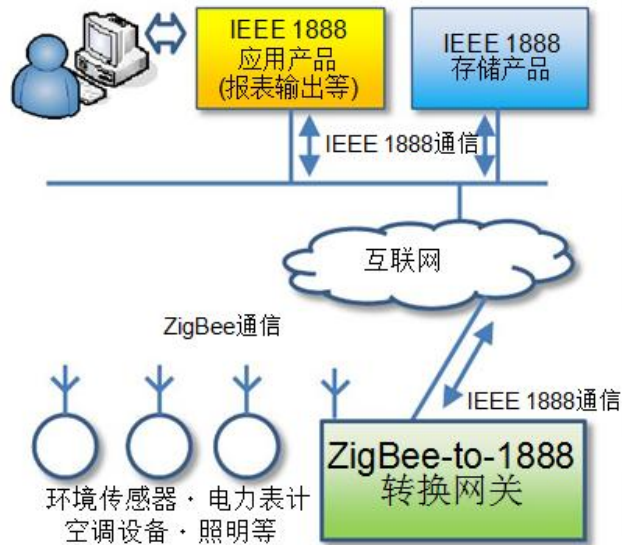
- ZigBee-to-1888 网关

ZigBee (紫蜂) 技术基于 802.15.4 协议, 提供低功耗、低成本和轻量路由协议, 组成的无线传感网不需要接入点, 而且网络节点之间可以互相通信。

在基于 IEEE 1888 标准的广域网络体系中, 可以通过配置标准的

ZigBee-to-1888 网关产品，无缝地兼容已经部署的 ZigBee 控制子系统，将符合 Home Automation Profile 和 Smart Energy Profile 的传感器监测数据、操作历史等日志信息通过 IEEE 1888 通信规格实现网络化和在线化。除此之外，通过 ZigBee-to-1888 网关与应用设备、存储设备组合使用，进一步使设备的状态监测、能源管理、报表输出、设备利用形态的改善等成为可能。

典型的 ZigBee-to-1888 网关的应用示例如下图所示。



ZigBee-to-1888 网关的应用示例

目前已经开发的 ZigBee-to-1888 网关的原型机如下图所示。



ZigBee-to-1888 网关的原型机

表 ZigBee-to-1888 网关的设备规格

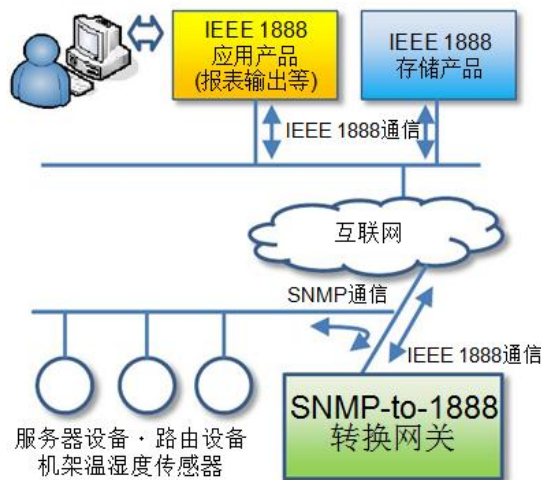
网络连接	10BASE-T/100BASE-TX IP 地址设置: DHCP or 手动 HTTP 代理: 可设置
ZigBee	Home Automation Profile Smart Energy Profile
IEEE 1888	WRITE 客户端(发送) 最大 POINT 数: 500

	最大同时发送目标：5 再次发送功能：有
电源	AC100V-240V(50HZ/60HZ) 功率消耗 1.5W
尺寸	W83.0xH58.0xD24.3[mm]
运行温度	0℃~60℃
重量	约 70g

● SNMP-to-1888 网关

SNMP (Simple Network Management Protocol, 简单网络管理协议) 的前身是简单网关监控协议 (SGMP), 用来对通信线路进行管理。在基于 IEEE 1888 标准的广域网络体系中, 可以通过配置标准的 SNMP-to-1888 网关产品, 无缝的兼容已经部署的 SNMP 控制子系统, 将符合 SNMPv2 的传感器监测数据、操作历史等日志信息通过 IEEE 1888 通信规格实现网络化和在线化。除此之外, 通过 SNMP-to-1888 网关与应用设备、存储设备组合使用, 进一步使设备的状态监测、能源管理、报表输出、设备利用形态的改善等成为可能。

典型的 SNMP-to-1888 网关的应用示例如下图所示。



SNMP-to-1888 网关的应用示例

目前已经开发的 SNMP-to-1888 网关的原型机如下图所示。



SNMP-to-1888 网关的原型机

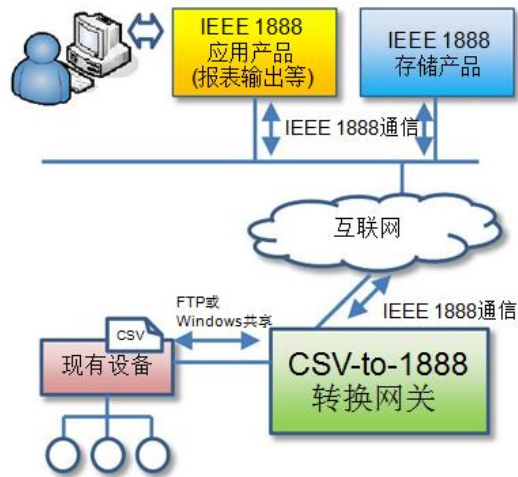
表 SNMP-to-1888 网关的设备规格

网络连接	10BASE-T/100BASE-TX IP 地址设置: DHCP or 手动 HTTP 代理: 可设置
SNMP	支持 SNMPv2 MIB 可设置
IEEE 1888	WRITE 客户端(发送) 最大 POINT 数: 500 最大同时发送目标: 5 再次发送功能: 有
电源	AC100V-240V(50HZ/60HZ) 功率消耗 1.5W
尺寸	W83.0xH58.0xD24.3[mm]
运行温度	0°C~60°C
重量	约 70g

● CSV-to-1888 网关

通过 FTP (File Transfer Protocol, 文件传输协议) 或者 Windows 文件共享方式 SMB 协议 (Server Message Block, Windows 之间通过网络实现文件共享、打印机共享的通信协议) 从基于 CSV 格式提供信息的设备获得 CSV 文件, 以 IEEE 1888 通信规格实现网络化和在线化, 使现有的 CSV 输出设备支持 IEEE 1888, 通过与存储设备、应用设备协作, 使设备的状态监测、能源管理、报表输出、设备利用形态的改善等成为可能。

典型的 CSV-to-1888 网关的应用示例如下图所示。



CSV-to-1888 网关的应用示例

目前已经开发的 CSV-to-1888 网关的原型机如下图所示。



CSV-to-1888 网关的原型机

表 CSV-to-1888 网关的设备规格

网络连接	10BASE-T/100BASE-TX IP 地址设置: DHCP or 手动 HTTP 代理: 可设置
SNMP	支持 SNMPv2 MIB 可设置
IEEE 1888	WRITE 客户端(发送) 最大 POINT 数: 500 最大同时发送目标: 5 再次发送功能: 有
电源	AC100V-240V(50HZ/60HZ) 功率消耗 1.5W
尺寸	W83.0xH58.0xD24.3[mm]
运行温度	0°C~60°C
重量	约 70g

- 通用网关

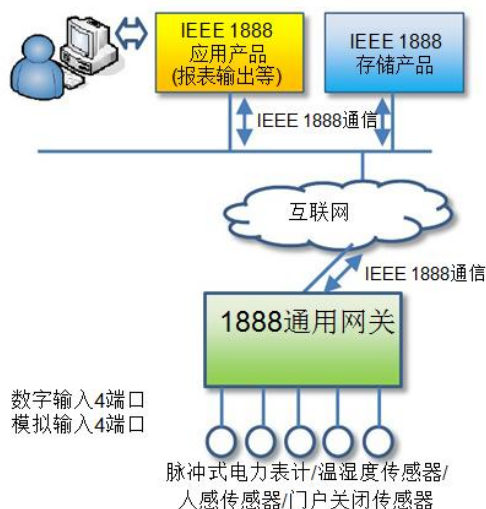
一般网关基本功能包括:

- (1) 企业或家庭内部网络拓扑管理；
- (2) 远程网管界面，远程配置；
- (3) 支持多种协议栈，包括 TCP/IP、UDP/IP、ARP、ICMP、Telnet、DHCP 等；
- (4) 可编程，可加载特定应用，支持固件升级；
- (5) 数据收集、处理、转发等。

泛在网关设备控制要求实现前端各种传感器设备和节能业务要求设备的控制，实现在管理控制单元的节能业务实例驱动下的控制操作过程。IEEE1888 标准可以实现对通用网关的支持。

通用网关拥有 4 个端口数字输入端子和 4 个端口模拟输入端子，交换机的 ON/OFF 状态、脉冲信号的计数、模拟传感器的输出值均可通过 IEEE 1888 通信规格采集。这样，可实现对执行关键任务的设备（被用于基本业务的终端等）进行直接测量，扩大应用。

典型的通用网关的应用示例如下图所示。



通用网关的应用示例

目前已经开发的通用网关的原型机如下图所示。



通用网关的原型机

表 通用网关的设备规格

网络连接	10BASE-T/100BASE-TX IP 地址设置: DHCP or 手动 HTTP 代理: 可设置
数字	端口数: 4 测量模式: 状态(ON/OFF), 状态变化(上升/下降/双方)通知, 计数 采样周期: 10ms
模拟	端口数: 4 线性映射可设置 移动平均可设置 分解能: 12bit 采样周期: 10ms
IEEE 1888	WRITE 客户端(发送) 最大同时发送目标: 5 再次发送功能: 有
电源	AC100V-240V(50HZ/60HZ) 功率消耗 1.5W
尺寸	W83.0xH58.0xD24.3[mm]
运行温度	0°C~60°C
重量	约 70g

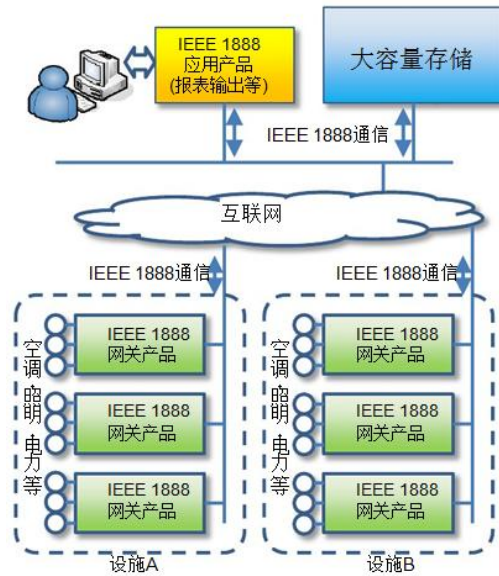
(2) IEEE 1888 存储器产品

IEEE1888 网络协议可以广泛应用于绿色社区节能和物联网领域, 存储在 IEEE1888 网络中具有重要的作用, 而基于 1888 的存储产品未来也必然具有广泛的市场和应用。

IEEE 1888 存储通用功能是提供大容量和长期的存储。但考虑到不同的应用场景对数据的不同需求, 需要定制开发适用于不同场景的存储器。例如当应用于大范围广域系统中, 需要存储器的容量大, 读写性能良好。有些存储器则需要额外提供对数据的一部分处理。

● 大容量存储器

大容量存储器通常负责一个大范围部署的 1888 系统的后台集中数据存储, 一个典型的应用是配置在 1888 系统后台的数据中心中, 对跨越多个地理范围的多栋楼宇、大规模建筑群等采集的大量测量数据进行统一保存和共享。典型的大容量存储器的应用示例如下图所示。

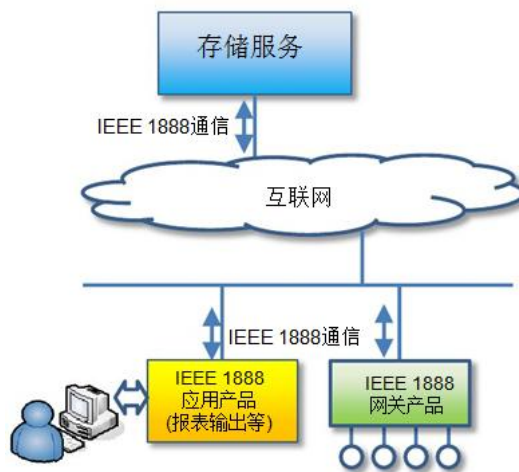


大容量存储器的应用示例

大容量存储器除了可以与更多的管控对象绑定，支持更大的数据容量之外，还需要提供高性能的读写能力，支持大量的并发请求。

- 基于 IEEE 1888 的云存储服务

提供针对从传感器等设备采集的大量测量数据进行保存的服务。基于云计算技术，按需使用存储服务。典型的基于 IEEE 1888 的云存储服务的示例如下图所示。



基于 IEEE 1888 的云存储服务的示例

基于 IEEE 1888 和云计算技术，通过与应用分析平台完美组合，可提供跨网络、跨平台的、满足不同用户需求的服务。在降低用户管理成本的同时，大幅提

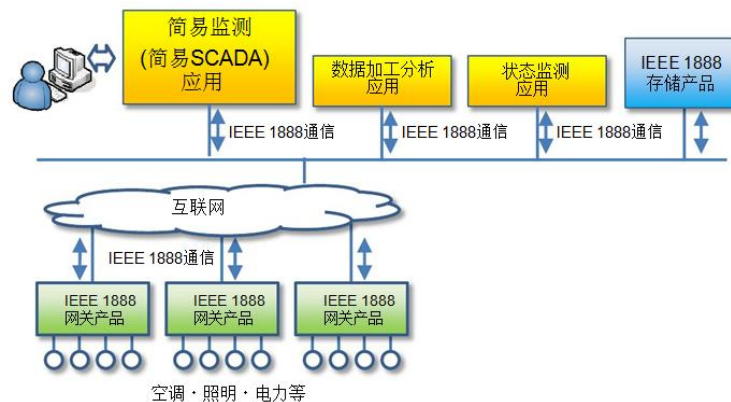
升业务效率和用户体验，为用户创造新的价值。

(3) IEEE 1888 应用平台

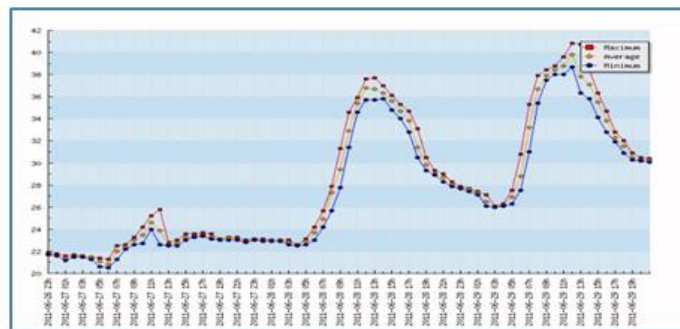
基于 1888 的框架，通过将应用与存储、网关协作，可提供应用于可视化的解决方案，可进行设备自动控制管理等。此外，对 IEEE 1888 框架内的数据加工分析处理中也起到重要的作用。

● 简易监测 (SCADA) 应用

简易监测 (SCADA: Supervisory Control And Data Acquisition) 是通过计算机对基础设施和设备的状态监测、控制等进行管理的系统。简易监测应用可使通过网关设备监测的数据以容易管理的形式展现,提高设备、能源管理的运营效率。简易监测应用可显示所监控设备的配置(表、菜单等),其内容可通过简单的 XML 设置文件发出指令。通过与存储器进行协作,可实现最新数值、走势数据的显示以及 CSV 的输出。通过与数据加工分析应用进行协作,也可显示以冷房模式运转的空调数、温度分布等计算结果。典型的简易监测应用的应用示例及走势显示如下图 0 所示。



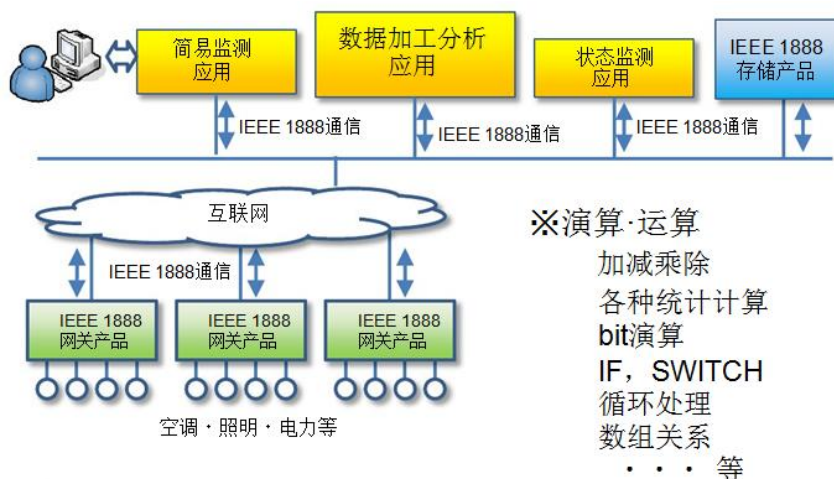
简易监测应用的应用示例



简易监测应用的走势显示

- 数据加工分析应用

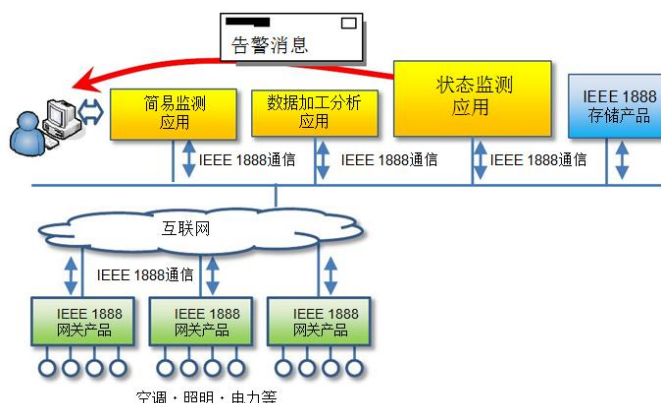
数据加工分析应用可将通过网关设备监测的数据转换为容易处理的信息，以便在监测应用、可视化应用中得以利用。例如，可计算以冷房模式运转的空调数，可对计算方法、计算内容通过简单的 XML 设置文件发出指令。该应用需使用存储器。典型的数据加工分析应用的应用示例如下图所示。



数据加工分析应用的应用示例

- 状态监测应用

状态监测应用对于逐次更新的 POINT 是否采集到正确数据可做定期监测，如有问题发生，则向管理员发送告警邮件。由于该应用可在短时间内发现问题，因此从问题发生后到实际开始排除故障的时间可大大缩短。基于状态监测应用，可建立高效的操作监测体制，使运营维护体制得以完善。典型的状态监测应用的应用示例如下图所示。

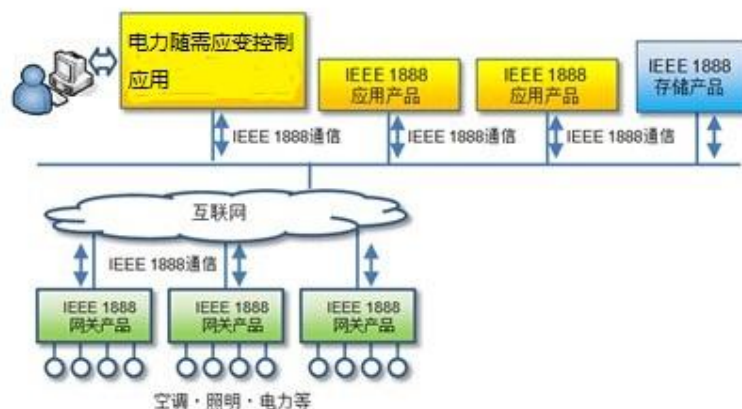


状态监测应用的应用示例

- 电力按需应变控制应用

当夏季或用电高峰的耗电量超过设施的合同规定电量时，使用电力按需应变

控制应用可从空调温度设置较低的房间开始，过渡到送风模式，在保持每个房间温度的同时，采取按需应变控制。典型的电力按需应变控制应用的应用示例如下图所示。



电力按需应变控制应用的应用示例

4、IEEE 1888 评测认证系统

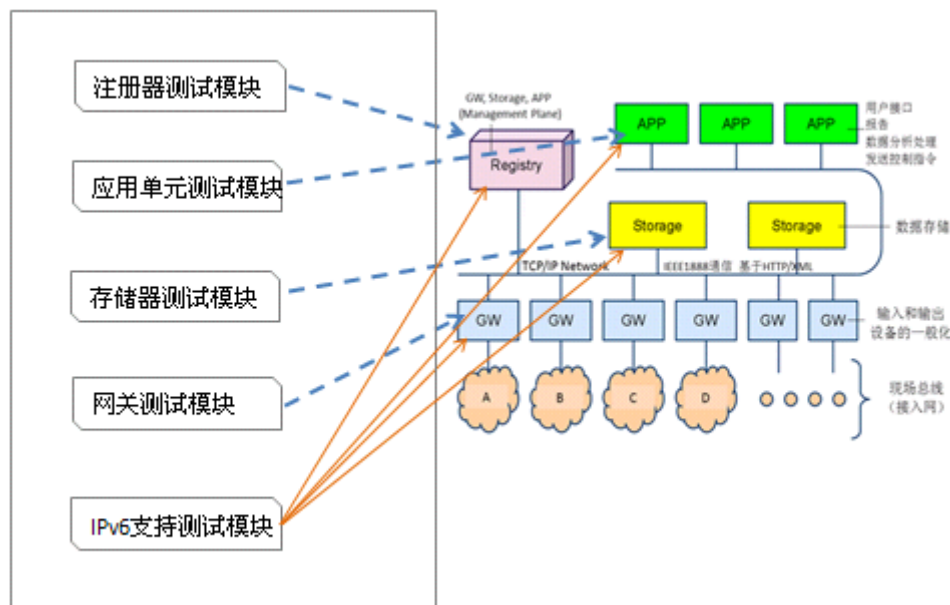
随着 IEEE 1888 成为国际标准，越来越多的企业、大学等参与到基于 IEEE 1888 的产品研发。由于 IEEE 1888 提供了一个开放的平台，参与开发的单位众多、产品各异，因此有必要汇聚具有代表性的单位和产品进行测试，以便确认各个厂商的产品基于 IEEE 1888 可实现互联互通，同时可积累和分享相关的技术、经验，发现问题并找出解决方法，为今后更大规模的测试奠定基础，推动 IEEE 1888 产业化发展。

天地互连公司将在这些成果基础上，以 IEEE 1888 工作组核心成员为中心，开展基于 IEEE 1888 的评测认证服务平台开发及构建，可以为 IEEE 1888 产品厂家提供评测及认证，其目的在于鼓励设备商开发成熟的 IEEE 1888 产品，同时增加用户进行商业部署 IEEE 1888 的信心，有效的 IEEE 1888 产品对于保证 IEEE 1888 互连互通性、安全性、可靠性等方面来说是非常重要的。天地互连正在构建的评测认证服务平台包含以下内容：IEEE 1888 协议一致性测试、IEEE 1888 多厂商互通性测试、IEEE 1888 的 IPv6 支持度测试。

(1) IEEE 1888 协议一致性测试

IEEE 1888 一致性测试主要是按照 IEEE 1888 测试规范检验 IEEE 1888 产品与 IEEE 1888 标准之间的符合程度。一致性测试需要使用特定工具实现，这些工具能够模拟被测试产品的参照环境进行协议分析，并且输出测试过程和测试结果。

IEEE 1888 系统测试示意图如下所示,包括注册器测试模块,应用单元测试模块,存储器测试模块,网关测试模块, IPv6 支持测试模块。



IEEE 1888 系统测试示意图

(2) IEEE 1888 多厂商互通性测试

由于现有规范描述覆盖范围比较有限、各厂商对协议理解上的分歧以及实现方式上的差异,即使通过了 IEEE1888 协议一致性测试,也有可能导致目前市场上不同厂商的 IEEE1888 设备无法互通。IEEE 1888 互操作性测试主要在实验室环境中实现,需要多个不同厂商的设备同被测试设备互连并按照测试需求进行相关配置和操作。在测试过程中,通过跟踪测试输出并分析测试结果,检验被测试设备和其他设备之间的互连互通性,测试内容包括 IEEE1888 的组件:网关、存储器、应用单元和注册器等。

(3) IEEE 1888 IPv6 支持度测试

IEEE 1888 国际标准采用全 IP 的思路,深度融合 IPv6、物联网、云计算等信息通信技术,构建了一个开放的能源互联网体系,得到了 IEEE 标准协会的充分肯定。IEEE 1888 协议是利用互联网技术(支持 IPv6,兼容 IPv4)使所有传感数据和控制数据进行自由传输与交互的应用层面的通信协议。

由于 IEEE 1888 部分组件(无线传感器网络的节点)是嵌入式设备,功率、计算能力以及可用资源都受到限制,无法承载传统的完整的 IP 协议,因而需要设计轻量级的协议栈,去掉不必要的组件、传统的复杂调度机制和额外的扩展功能。

部分嵌入了轻型的 IPv6 协议栈，对 IPv6 协议进行适当的裁剪，IPv6 地址自动配置协议主要实现 IPv6 链路本地地址的配置和请求节点多播地址的配置。因此 IEEE 1888 对 IPv6 支持度的测试不能照办路由交换设备或者主机服务器设备的测试规范，必须根据 IEEE1888 特色重新考量并建立测试规范和测试标准。

由于 IEEE 1888 是基于 IP 的、开放式的、与绿色节能技术、物联网技术等相结合的创新型国际标准，因此完全不受厂商、地域、行业等限制而实现产业化和全球化，对于开创、开拓新兴产业、市场、促进企业产业结构调整 and 升级、激发企业活力等必将发挥积极作用。

今后，随着基于 IEEE 1888 的评测认证服务平台的不断升级和测试认证管理体系和实施规范的不完善，完整 IEEE 1888 的产业链将逐渐形成，智慧能源产业发展的互联互通技术障碍也将逐步消除。

6.1.3 应用案例分析

天地互连积极开展绿色能源项目实践，在中关村软件园进行基于 IEEE 1888 的数字智慧园区部署。中关村软件园（ZPark）建成于 2000 年，具有完整的产业链和良好的产业环境，是国家软件产业基地、国家软件出口基地和北京市文化创意产业集聚区。但由于建成较早，照明及空调等相关设备已显陈旧落后，既不符合节能减排的要求，耗电量年年增加，也不能遏止日益增长的管理成本。

为满足中关村软件园绿色环保、智能控制的迫切需求，天地互连充分利用其自身优势，部署实施了由网络设备、无线传感器、照明及控制设备、楼宇空调控制设备、智能电表、IP 摄像机、平台模块、数据测量、可视化软件等通信、网络、硬件、软件等所集成的产品及综合解决方案。本应用案例包括了部署支持 IEEE 1888 的智能电表、太阳能发电和储能设备，支持 IEEE 1888 的照明改造、空调改造、电梯改造、景观灯改造，IEEE1888 网关、存储、智能分析平台、可视化界面的开发和部署，IDC 节能解决方案、环境监测等等。

此次楼宇改造的技术亮点在以下方面充分得以体现：

- 智能控制：通过各种传感器和控制设备，及时有效监控，实现智能管理。
- 数据采集：及时精准采集各种数据，为制定应对策略提供实时参考信息。
- 统计计量：通过智能电表实现远程抄表，避免产生不必要的管理运营成本。
- 远程操作：无需亲临现场也可有效分析，轻松实施各种应对策略。

➤ 可视化操作界面：人性化界面实时掌控最新动态。

本案例实施前后，与去年同期相比，以小时、日期、周为单位的各项能耗指标均实现了超过 20% 的节能效果。此次，由于使用了 LED 等环保新材料，CO₂ 排放量减少 85%，与传统照明器具相比因不含铅、汞等有害物质，无任何污染，对环境十分友好。

此外，由于实现了远程可视化操作和智能控制，大幅提高效率，降低了近 50% 的管理成本，且可视化操作界面一目了然，使得操作和维护简单便捷。

6.2 杭州哲达科技

6.2.1 企业简介

杭州哲达科技股份有限公司（ZETA）作为流体节能服务商，专业提供自主知识产权的智慧流体节能产品与服务，曾荣获 2013 年国家科学技术进步一等奖。此外，公司获得其它的荣誉包括：浙江省级企业技术中心（流体节能）、浙江省级高新技术企业研究开发中心(哲达科技流体节能)、浙江省级中小企业省级技术中心、浙江省创新型试点企业、浙江省产学研合作示范企业、浙江省重点创新团队、浙江省专利示范企业、浙江省重点培育中小企业、中国节能产业最具成长性企业、浙江省节能研究与推广应用重点示范企业等。

6.2.2 主要产品及研发能力分析

公司以浙江大学、厦门大学、UC BEKELEY 等著名大学的相关专业为依托，同时与 SIEMENS、Schneider 等国际知名公司建立了长期合作伙伴关系，进行产学研用的国际合作，不断引进新的节能技术，推出具有自主知识产权的高新科技产品。公司专业团队包括：教授/博导 1 名、副教授/博士 2 名以及专业技术人员 35 名等。近三年中累计申请专利 50 项，授权专利 30 项，获得省部级科技进步一等奖 1 项，二等奖 5 项，市级一等奖 9 项以及三等奖 32 项。

公司一直致力于为用户提供智慧节能产品与系统节能解决方案，包括：高炉煤气余热发电优化控制系统、工业循环水系统节能优化运行技术、风机系统节能增效集成技术、压缩空气系统节能优化运行技术、工业余热能量综合回收利用技术、空调系统智慧节能集成技术以及区域供热系统节能集成技术等。

公司的主要产品包括：

1、超高效智慧空压站集成系统

超高效智慧空压站集成系统是 ZETA 为压缩空气系统提供专属的集成优化技术，是哲达科技 2013 年度国家科技进步一等奖的重要组成部分。

该系统包括三个子系统：1) 压缩机智慧群控子系统，合理配置压缩机的运行方式，在输入能量极小化的基础上，实现多变工况下系统压缩空气的按需供给；2) 压缩机余热综合回用子系统，在充分利用压缩空气余热，确保压缩空气压力露点达标的同时，大幅度削减干燥过程气耗及能耗；对压缩余热进行梯级利用，如实现工艺伴热、生活用热水供给或者用于供热；3) 压缩空气用能智慧管理子系统，实现复杂压缩空气系统运行能耗及运行性能的可视化监控，进行压缩空气流程系统运行优化控制，并为用户提供压缩空气用能管控平台。

超高效智慧空压机集成系统可应用于钢铁、石油、化工、化纤、纺织、电力、电子制造、机械加工、汽车、轮胎、橡胶、半导体、食品、水泥、造纸等制造领域的空压机系统。

2、超高效智慧水泵站集成系统

超高效智慧水泵站集成系统是 ZETA 为水（或类似液态）系统提供专属的集成控制优化技术，是哲达科技 2013 年度国家科技进步一等奖的重要组成部分。该系统基于对泵组的智慧群控，以提高各泵运行效率为目标，从而实现泵组整体高效运行。由于水泵大小不同或者相同水泵运行状态不同，会造成高效工况点有所差异。超高效智慧水泵集成系统通过水泵能效分析设备及配套的专业算法，实时分析水泵的效率，通过泵阀一体化技术和能效追踪技术，合理控制各台水泵出口流量和扬程，在满足终端需求的情况下，使各水泵运行在最高效工况点，降低水泵的输入功率。

超高效智慧水泵站集成系统应用于冶金、石化、电力、化工、化纤、医药、楼宇中央空调和城镇区域供热等领域。

3、超高效智慧风机集成系统

超高效智慧风机集成系统是 ZETA 为风机系统提供专属的集成控制系统，是哲达科技 2013 年度国家科技进步一等奖的重要组成部分。该系统通过风机变频阀门一体化控制、自适应防喘振安全控制、风机运行能效优化和系统能耗监控管理等关键技术，提高风机系统的整体能效，达到综合节能目标。

超高效智慧风机集成系统应用于钢铁、石化、电力、化工、化纤、医药和冶

金等行业的鼓风机、引风机、除尘风机、冷却风机等系统。

4、超高效智慧冷冻站集成系统

超高效智慧冷冻站集成系统是 ZETA 专门为中央空调系统冷冻站提供专属的集成优化控制系统，是哲达科技 2013 年度国家科技进步一等奖的重要组成部分。该系统通过构建负荷预测、多目标优化冷冻站的影响因素模型，可大幅降低冷冻站的电单耗，保证冷冻站的最优运行，提高中央空调系统冷冻站的能效。

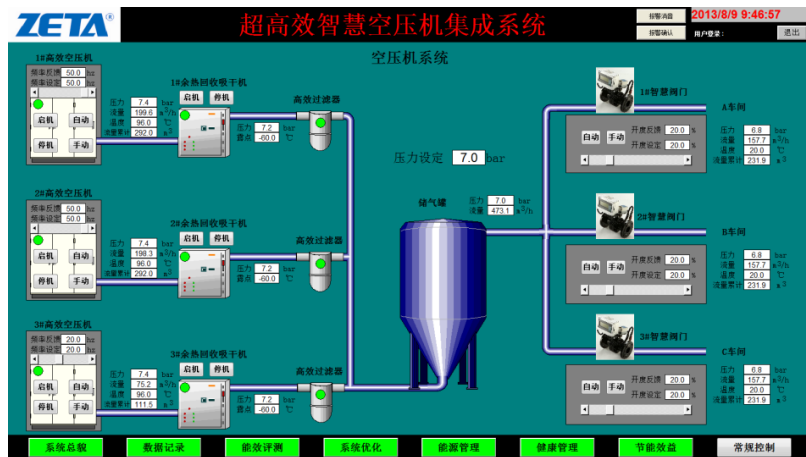
超高效智慧冷冻站集成系统不仅可以用于医院、酒店、商场、车站和机场等大型建筑物的舒适性中央空调系统，还可以用于纺织、电子、化工和冶金等工艺性空调系统。通过对中央空调系统冷冻站的集成控制，实现中央空调系统的最优运行。

超高效智慧冷冻站集成系统与传统的控制技术、水泵变频技术等相比，具有显著节能优势。超高效智慧冷冻站集成冷热源高效匹配智造技术、System COP 最优化运行技术、物联网智慧能源管控技术等核心技术，综合能源效率提高 20%~35%。

6.2.3 应用案例分析

1、超高效智慧空压站集成系统应用案例

超高效智慧空压机集成系统，与传统的压缩空气系统控制技术相比，具有显著节能优势，综合节能率 20~35%，系统架构图及节能效果如下所示。





超高效智慧空压机集成系统与节能效果

下面介绍此空压站集成系统在钢铁行业、化工行业、电子行业的应用情况。

(1) 钢铁行业：某钢铁集团一空站的空压系统节能改造

- 基本情况：
 - 3 台 40m³ 活塞机，改造前，电单耗为 165kW/km³。
- 存在问题：
 - 设计工况与运行工况差异，主机设备低效运行；
 - 主机运行加卸载不同步，缺乏有效群控；
 - 压缩空气干燥采用能耗高的无热干燥机；
 - 运行缺乏有效的能源管控。
- 改造技术：
 - 主机高效化技术；
 - 系统智能群控技术；
 - 零气耗余热再生干燥机技术；
 - 压缩空气系统用能智慧管控技术。
- 节能效果：
 - 节能率达到 42%。

下图为改造后的系统现场图。



系统改造现场图

(2) 化工行业：江苏某化工集团空压系统节能改造

- 基本情况：
 - 空压站内有 13 台活塞压缩机，其中 250kW 活塞机 6 台，160kW 活塞机 7 台。日常运行 6 台 250kW 活塞机，4 台 160kW 活塞机，名义输入功率 2140kW。
- 改造技术：
 - 由于设备本身的问题，其运行效率低下；
 - 压缩机运行加卸载不同步，缺乏有效群控；
 - 循环冷却水大余量运行，大马拉小车；
 - 压缩空气运行用能缺乏有效管控。
- 改造技术：
 - 空压机智能群控技术：对所有空压机实行智能群控；
 - 智能高效输配技术：输配管网进行智慧稳流改造；
 - 循环冷却系统节能技术：循环冷却水自适应高效控制改造；
 - 压缩空气系统用能智慧管控技术。
- 节能效果：
 - 该系统改造节能率为 26%。

(3) 电子行业：上海某国际光电材料公司空压系统改造

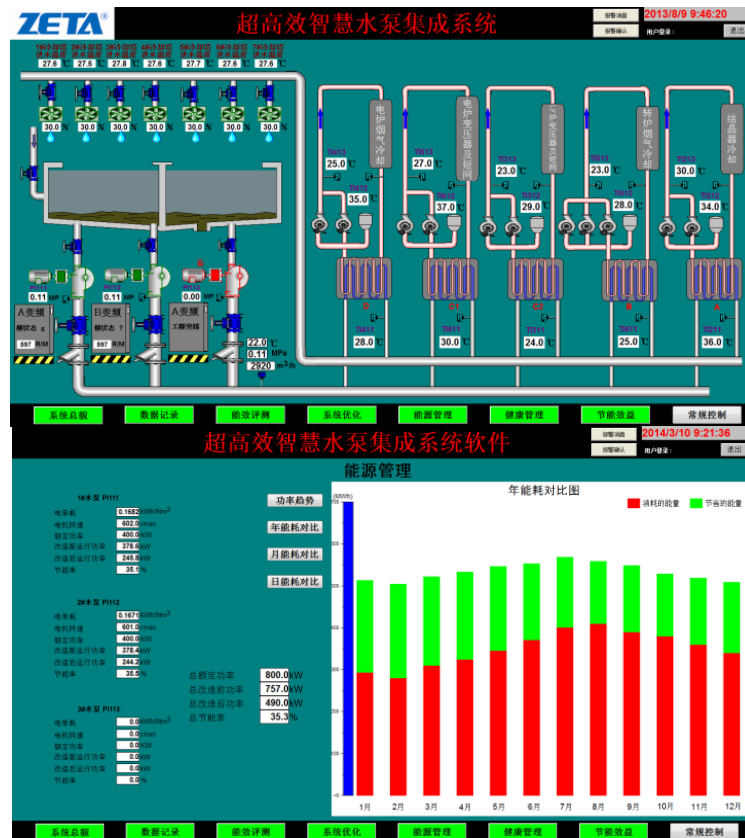
- 存在问题：
 - 主机未进行有效的群控，加卸载频繁；
 - 压缩空气干燥采用高气耗和高能耗的无热干燥机；

- 压缩空气系统缺乏用能管控系统。
- 改造技术：
 - 零气耗余热再生干燥机改造，新增 4 套零气耗余热干燥机；
 - 空压机智能群控技术：对所有空压机实行智能群控；
 - 压缩空气系统用能智慧管控技术。
- 节能效果：

年化节能率达到 20%。

2、超高效智慧水泵站集成系统应用案例

超高效智慧水泵站集成系统，与传统的水泵运行和调节方式相比，具有显著节能优势，综合节能率 20~45%，其系统架构如下图所示。



超高效智慧水泵集成系统架构及节能效果

下面介绍该系统的典型应用情况。

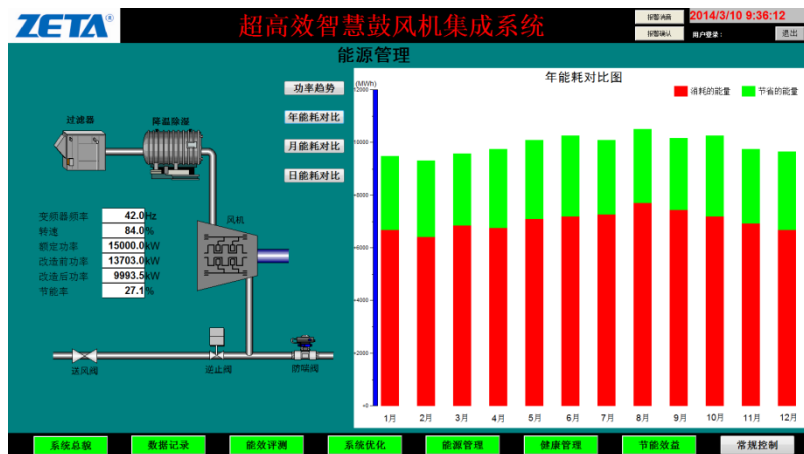
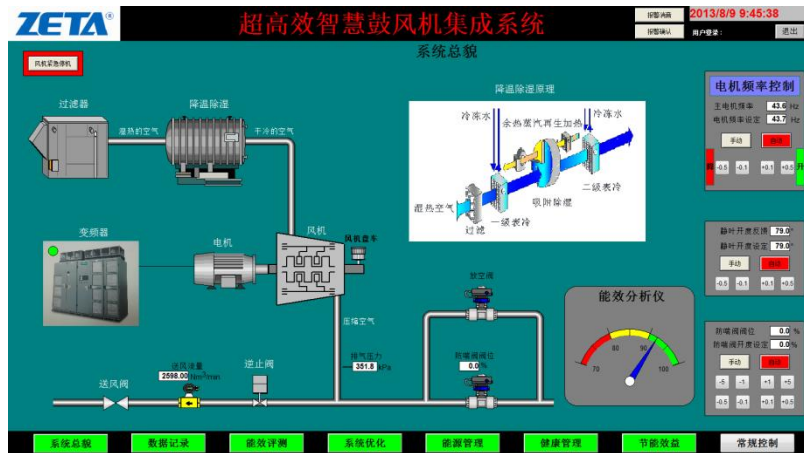
甘肃某钢铁集团公司不锈钢二期软环泵站配置了 3 台 630KW 水泵，采用 2 用 1 备的运行模式，终端用户为 14 台板式换热器，改造前，原系统存在的突出问题如下：

- 终端用户间存在严重的水力失调和热力失调；
- 未能实现不同季节和不同负荷下的循环水按需供给和按需分配的目标；
- 水泵实际运行工况点偏离高效区间；
- 冷却塔的冷却效率没有最优化。
- 采用了以下超高效智慧水泵实现节能改造：
 - 智能平衡高效输配技术；
 - 基于终端温控的泵阀一体智能运行优化技术；
 - 多参数补偿的冷却塔优化运行技术；
 - 工业循环水流程智慧能源管控技术。

不锈钢二期软环泵站冷媒水系统应用此技术后，不仅实现了各终端的水力平衡和流量按需分配，而且实现整个系统能效最优化，综合节能率达 40%~60%。

3、超高效智慧风机集成系统

超高效智慧风机集成系统，与传统的风机控制技术相比，具有显著节能优势。系统架构图如下所示。



超高效智慧风机集成系统架构图及节能效果图

下面介绍该系统的典型应用情况。

唐山某钢铁竖炉冷却风机、煤气加压风机系统。流程配备 630kW、250kW 电机的鼓风机，改造前系统采用风机工频运转配合进口风门调节的传统方法运行。采用了以下超高效智慧风机子技术实现节能改造：

- 风机的变频阀门一体化控制技术；
- 风机的综合能效优化运行技术。

最终实现系统节能率 25%。

6.3 中国电信北京研究院

6.3.1 企业简介

中国电信股份有限公司北京研究院(简称：北京研究院)是中国电信集团公司于 2001 年 4 月 18 日挂牌成立的科研机构，旨在成为集团公司以及各省级公司的企业决策智库、技术创新引擎和产品创新孵化器。研究院主要在决策研究、网络技术和业务研发以及行业应用产品研发等领域开展具体工作。

6.3.2 主要产品及研发能力分析

北京研究院主要研发领域包括：通信信息技术发展趋势与战略研究；通信信息技术发展政策研究；企业决策科学研究；企业战略发展研究；通信网络、技术与业务发展规划研究；通信技术体制和标准研究；通信信息新技术、新设备和新产品的入网测试评估；网络管理和业务管理等支撑系统的开发；应用软件研究与系统集成；通信信息新产品和增值业务的开发和推广；信息情报研究等。

北京研究院现拥有员工 400 多人，硕士研究生及以上学历人员占比达到了 78%，其中博士研究生 52 人，累计获得国家科技进步二等奖 2 项、省部级科技进步奖 28 项、通信行业创新奖 3 项、集团科技进步奖 40 项等。

在中国电信节能减排商务服务研发背景下，北京研究院开始致力于绿色 ICT 技术的研究工作，并推动中国电信于 2008 年和天地互连、北京城建院、清华大学、北京交通大学发起成立 IEEE 1888 工作组。该标准是首个以绿色节能为宗旨，ICT 与节能减排融合的创新型技术标准。目前，北京研究院在绿色 ICT 领域积累了丰富的技术研究经验与实施经验：在不断完善标准体系的同时，深入研发框架技术与应用原型，并陆续开展绿色供水、绿色园区等单域应用示范，尝试开展跨

域应用示范，推动产业发展。

6.3.3 应用案例分析

1、案例简介

山东师范大学能耗监管平台项目。

山东师范大学节能监管平台的建设，旨在建立针对整个学校的节能监管中心，监管范围覆盖到校本部和长清校区，实现对校园各建筑的用电、用水、供暖的分枝分项监控。在实现电能的一级计量外，将对办公单位、教学科研单位进行用电三级监测，监测到科室、部门、房间并对照明、空调、插座和动力等用电进行分项计量；对全校建筑实现回水和供暖的楼总计量；对教学楼实现照明控制。实现水电暖监测点位 2436 个，用电监测点 2236 个，用水监测点 116 个，用暖监测点 84 个。

该项目以节约水、电、冷（空调）、暖（暖气）等各类资源为出发点，在节约和管理两个层面采用最新的通信技术、计算机网络技术、工业自动化技术、新型传感器技术、现代节能技术和软件工程技术，着力打造综合性的校园建筑节能监管平台，通过对校园内用电、用水、用热等多种用能设备的集中控制和管理，实现学校能源管理现代化，达到减少浪费、节约能源的目的，为“节约型校园建设”提供案例参考。

2、案例架构

本项目基于 SOA 架构，具有多系统集成架构体系，可通过权限管理，允许授权用户以网页形式登录（B/S 应用模式），在任何地点在接入网络的情况下，查询、管理系统信息，实施平台功能；并基于 WebService 技术为校区用电监测系统、校区用电监测系统、校区用暖监测系统、配电室低压配电监测系统、路灯节电监控系统、教室照明节电控制系统等功能拓展的一系列应用提供一体化的数据采集、数据收发、数据处理、数据上报、系统监测等系统服务。

系统整体架构分为五个层次，自下而上分别是：数据采集层、数据管理层、系统服务层、系统应用层、功能展现层。如下图所示：

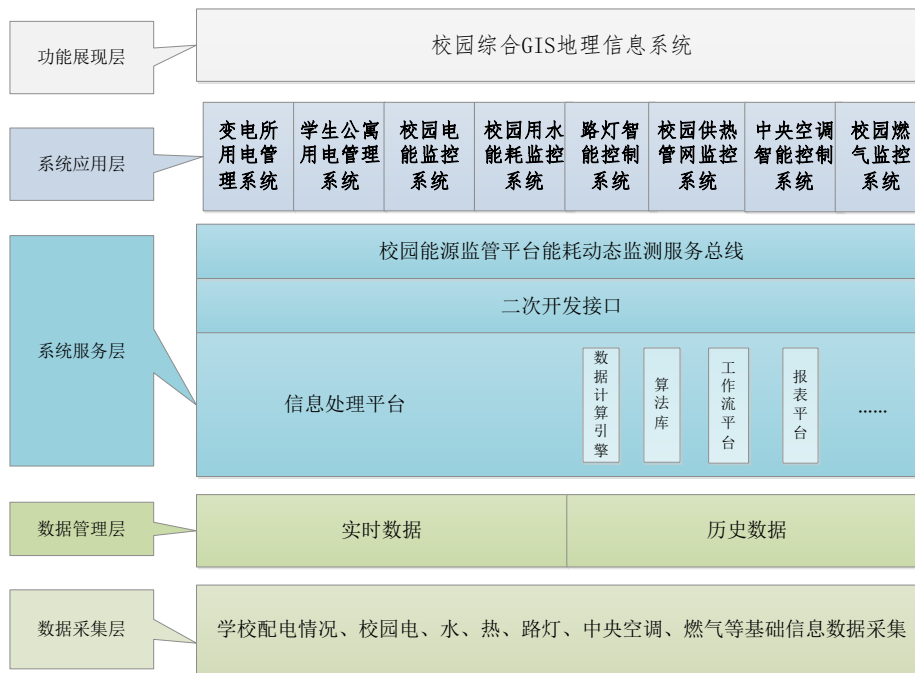


图 山东师范大学能耗监管平台系统架构图

3、使用的核心产品

山师大节能监管平台采用中国电信和合作单位联合开发的核心产品《园区建筑能源管理平台》设计而成，平台对山师大的节能监管提供全面的开发、实施、配置、应用和运维支持。

开发支持：节能监管平台制定技术架构规范，开发人员遵守架构要求开发业务模块，可以被平台的实施、配置、运维工具所识别、相互协作、形成统一的产品；另外，平台提供的基础模块或类库可以被开发人员调用，减少开发工作量。

实施支持：平台提供具有图形化界面的实施工具，使实施人员能够根据客户要求快速定制功能模块，简化项目的实施过程。

配置支持：提供配置工具，对产品的配置项进行统一管理，方便调整系统功能、提升灵活性。

应用支持：应用平台提供的所有业务功能模块。

运维支持：平台提供运维子系统，将系统运行监测信息整合在一起，便于客户系统管理员实时了解系统运行状况，排除系统问题。

4、关键技术

1) IEEE1888 绿色节能标准应用

中国电信作为 IEEE1888 标准的发起方，联合合作单位将基于网络的接入认

证、加密、安全应用标准应用于山东师范大学节能监管平台，实现了校园能耗监控与国际化应用接轨；IEEE 1888 标准是源自中国创新，是 IEEE 标准协会企业咨询组支持的首个以绿色节能为宗旨、将信息通信技术应用于节能减排领域的企业标准项目，是 IEEE 在节能减排和物联网领域具有标志性的全球标准。

2) 国际标准实时数据管理体系应用

该平台的数据管理基于国际知名的 Wonderware Historian 历史数据库，该系统是一个用于 SCADA 或者现场能源数据的高绩效实时和历史数据库。它将关系数据库强大的功能性和灵活性与实时系统的速度和高压压缩比结合在一起，针对校园能源监管，实现办公室和现场的集成。提供稳定的数据存储和数据来源同事具有强大的功能性和灵活性。

5、科学创新性

该平台具有多系统集成架构体系，其优势显著：

1) 层次分明、结构清晰

系统各层之间职责清晰、接口明确，利于系统扩展和整合。

基于接口设计，系统更加灵活。

2) 统一规划、信息共享

多个校园能源监管系统应用构建同一公用平台，功能模块经过统一的规划、提炼，可实现优势信息共享。

3) 标准开放、易于扩展

平台各层之间通讯采用开放的工业标准，既保证系统内部的标准化的，也保证与其他系统通讯的开放性。

4) 按需组装、自由定制

采用 SOA 架构，应用都以服务的形式存在，便于组装定制。系统提供统一配置平台，可实现平台能源相关指标参数的统一、便捷配置，如指标公式、参数变比以及相关配置内容的集成化管理，能够根据用户需求快速实施。

6、经济和社会效益

1) 通过照明节能专项措施，以在线监测手段和远程控制管理措施，有效避免教室白天开灯、无人开灯、人少大面积开灯等电力空耗现象；

2) 利用调度优化策略，管理部门可根据课程安排，按学生人数分层分区开放教室；

3) 通过三级计量的推广，实现分级分项计量，采取有效措施监控多媒体设备使用状况，减少空开或待机电耗，并严格管理计算机房设备，采取措施减少待机电耗；

4) 对于办公建筑用能管理，通过动态监测设备开关状态，减少待机电耗，并可通过智能控制线板实现办公室用电设备（计算机、打印机、饮水机等）运行节能或及时关机；

5) 结合人体感应及温度监测方式，促进空调的合理使用，准确控制室内制冷温度在 26℃ 以上，制热温度应在 20℃ 以下；下班前半小时提早关闭空调，室内无人时应关闭空调电源；

6) 对于办公照明场所，充分利用自然光照，少开灯；人少时少开灯；离开办公室一小时以上或下班后要关闭照明电源。

预计直接经济效益如下：

1) 人工成本核算

按照三名工作人员计算，月工资 2000 元，另包含办公场地、相关配备、保险医疗、后勤及行政管理等费用，这些费用与工资以 1:2 计： $(2000+4000)*12*3=216000$ 元/年。

2) 管理节能效果

山东师范大学应用能耗动态监管平台后，可以实现 2% 以上的节能潜力。有效降低设备日常维护的成本，大大降低了线路损耗，延长了电网中各设备的使用寿命，提高了设备的利用率，为设备的更新换代和维修保养方面节约了大量的成本。

以每年 2% 的节能效果计算，可节约的标煤量（按照 2007-2013 年平均用能情况预计）为： $10000tce*2\%/年=200tce$ 。

其他资源节约效果（包括节地、节材等方面内容）：提高约 3%。

7、推广前景

节约型校园及大型公共建筑能耗监测体系建设工作是贯彻落实党中央、国务院加快建设资源节约型、环境友好型社会的一项战略举措，对于推动学校树立科学发展观，落实节能减排工作任务，倡导节约社会风尚，提高广大师生员工的资源忧患意识，增强师生员工节约资源和发展循环经济的紧迫感、责任感，指导学校基础设施建设、管理制度建设具有重要意义。

学校节能监管平台针对校园系统具有复杂性、动态性、多目标及目标矛盾性和不确定性等特征，实现校园生态良性循环，实现校园内人口、水资源、能源、经济、土地利用和生态环境 6 大因素之间的良性循环，实现水资源的循环利用，维护校园生态平衡，从而达到学校发展与资源合理利用及生态保护协同进化的目的。具体如下：

1) 学校节能监管平台项目建设是教育系统落实建设资源节约型、环境友好型社会战略决策的重要举措。高等学校是培养人才和促进科技进步的主要阵地，深入开展高等学校大型公共建筑能耗监测平台建设工作，不仅可以促进学校本身的能源资源节约，降低办学成本，在社会起到示范和带动作用，还有利于促使广大学生树立节能环保意识，掌握节能环保技能，对我国经济和社会发展产生深远影响。

2) 学校节能监管平台项目建设是降低学校运营成本的首要途径，校园是肩负着教育、科研和社会服务重任的基地，是构成社会的重要社区，也是资源能源消费的大户，随着各种能源的价格将会持续走高，能源开支所占学校运营成本的比重也会越来越大，在学习和借鉴国内外先进理念、管理经验及技术体系的基础上，强化对学校的水、电等能耗进行精细化管理将会大幅度降低学校运营成本、建设绿色校园。

3) 学校节能监管平台项目建设有助于完善节能体系，减少能源损耗当前，有助于从根本上解决校园在能源使用存在的：能源使用计量系统不健全，主要用能设备运行效率低，节能新技术、新产品使用不普遍，缺乏科学的运行管理制度，行为节能意识不强等突出问题，避免能源巨大浪费。

4) 学校节能监管平台项目建设有利于发挥节能减排教育及示范作用，通过校园节能项目推进，使学校师生员工全员参与大型公共建筑能耗监测平台建设。将节约理念、管理方式和技术措施贯穿于校园规划建设、运营维护、教育普及等全过程。发挥学校作为加强资源节约宣传和教育基地，强化年轻一代节能减排意识，树立节约光荣，浪费可耻的观念，培育校园节约文化。

6.4 朗德华

6.4.1 企业简介

朗德华公司于 2009 年 5 月成立，注册资本金 1200 万，朗德华是国家认定的高新技术企业，拥有双软认定企业和建筑智能化专业资质，自主创新三十余项国内、国际发明专利，是中关村 TOP100 企业，“全国百家节能先进典型”（国家节能中心），北京发改委节能示范项目推荐单位，“建筑（群落）能源动态管控系统优化技术”入围国家发改委 2012 年《国家重点节能技术推广目录（第五批）》。

朗德华专注于智慧能源、城市建筑（群落）能源管控、能效电厂等节能技术和产品的研发和生产，提供智慧能源整体解决方案。可提供智慧能源、城市电力需求侧、分布式能源、建筑（群落）能源优化等领域信息化计量监测、管控优化、节能服务等系统产品和软件平台，满足智慧能源、企业能源计量监测和管控中心的建设需求。

6.4.2 主要产品及研发能力分析

公司的“建筑(群落)能源动态管控优化系统技术”暨云能源管控技术,为建筑、工业、交通等各个领域建筑节能提供以云计算技术为基础的物联网能源动态管理控制优化解决方案,即通过云计算对大量分散在跨区域建筑中的成千上万个用能及能耗节点进行能源数据的实时动态监控,实现区域、建筑和设备间的能源数据流和能源物质流的统计、分析和趋势预测,进行排序、优化、控制和合理调配,形成建筑群落、区域分布式能源和单栋建筑的整体能源控制、优化、服务与再分配。同时感知区域间各类用能装置或设备的运行状况与故障报警,根据专业策略实现用能设备工艺、逻辑和过程的自适应控制优化。

主要产品有: skypiea 管控平台、自动化控制平台、楼宇自控系统集成系统、智能电\气\水表集成系统以及第三方集成系统等。

6.4.3 应用案例分析

1、案例简介

昆仑饭店示范项目。

昆仑饭店示范项目建设结合企业和政府的多重需求,从务实角度出发,将平台项目建成北京市星级酒店行业,以及朝阳区能耗重点示范项目,继而扩展应用推广范围,加强对本区重点能耗企业监督和管理,为评价企业能源利用状况提供

重要的手段和技术支持，从而实现区政府节能减排的责任目标。

为了实现昆仑饭店自身智慧能源体系，加强对能耗监测和重点能耗设备的控制，太阳能的控制，储能的技术的控制，使节能减排工作达到统一监管，分散控制的整体效果，本项目平台建设将分三个子系统进行：

- 1) 昆仑饭店节能监控平台
 - 企业能耗监测中心系统
 - 企业节能控制优化系统
 - 企业能耗监测大屏展示系统
- 2) 光伏发电
 - 建筑与光伏系统相结合
 - 建筑与光伏器件相结合
- 3) 储能设备
 - 蓄电
 - 蓄热

昆仑饭店示范项目充分利用节能监控平台、光伏发电、储能设备等三大板块，按照国家标准在重点用能设备及能源和能耗重要节点安装监测仪表，且平台具有兼容性、多功能性和可扩展性、保密性等特点，采用云计算、物联网技术，实现对昆仑饭店中每一台用能设备的能源数据的监测、存储、分析和应用，构造昆仑饭店整体能源控制、优化和再分配体系，最终通过设备工艺控制、系统优化、区域管理等节能方式保障昆仑饭店示范项目的目标实现。

2、案例架构

昆仑饭店示范项目采用入选 2012 年国家发改委发布的《国家重点节能技术推广目录（第五批）》中的“建筑（群落）能源动态管控优化系统技术”。以云架构为基础的物联网能源动态管理控制。创建绿色建筑和酒店示范项目，以示范项目建设的保障建筑光伏一体化和绿色建筑标准的实施，推进光伏一体化技术和产业化成果转化。

昆仑饭店示范项目采用储能设备加上光伏发电再配上节能监控平台，形成一个良性的循环。做到储能、节能、调度、监控、和理分配，按需供给。满足节能、优化的需求。昆仑饭店能耗监管平台系统架构如图所示：

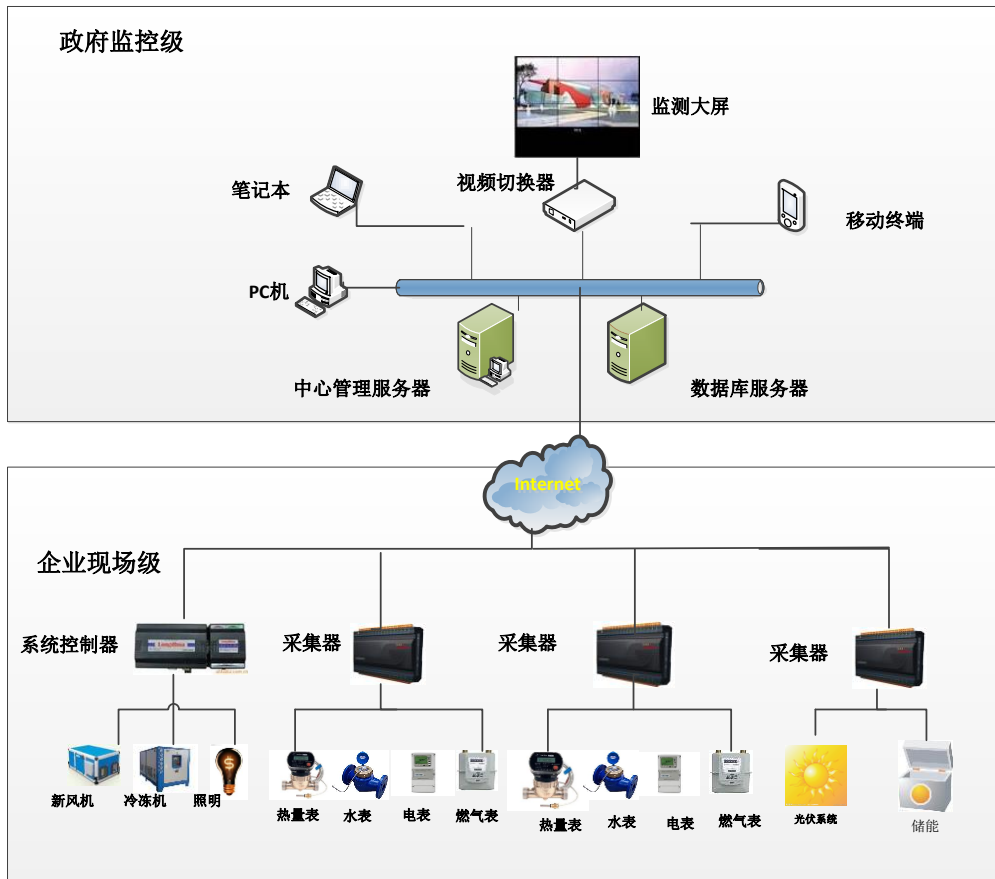


图 昆仑饭店能耗监管平台系统架构图

3、使用的核心产品

智能电表、智能水表、智能气表：为系统控制器下层硬件设备，公司自行生产。

采集器：为企业现场层级硬件设备，公司自行生产，自主研发。

企业能耗监测中心：为系统中间软件处理层，采集现场层的数据，汇总处理，对硬件的正常使用起到监测作用。系统为公司自主研发。

企业节能控制优化中心：为系统中间软件处理层，采集现场层的数据，分析数据。对硬件设备控制，调节设备。按需供给，节能优化。软件、方案公司自己自主研发，按考查实情编写方案。

企业能耗监测大屏展示：为系统的最终展示层。把对硬件、软件、监测、优化等等，做到现场展示。

4、关键技术

“智慧能源”将提升中小节能服务公司的信息化技术水平，并赋予能源管理领域更大的内涵并改变“智慧能源”企业的运营模式。过去几乎所有能源管理软件应

用都是装在用户端或者局端数据库上运行的，但今后通过“智慧能源”，更多地应用能够以互联网服务的方式进行，单机版管理软件将会逐步淘汰。

5、科学创新性

“智慧能源”系统为朗德华自主研发的一套方案。在 2011-2013 年持续投入大量资金，于 2014 年投入示范项目。整套方案已“硬件+软件+服务”的模式。实现创能、储能、调度、节能、优化的效果。

6、经济和社会效益

项目响应国家政策，采用自主研发的技术，在本领域起一个带领作用，推动技术发展，促进产业化发展。项目采用“终端定制”+“渠道合作”的商业模式进行运作。昆仑示范项目投入 300 万。项目响应“十二五”政策，并且符合现阶段的社会需求。针对北京机关办公楼、酒店、商超、高校、医院、轨道交通、机场高端服务区、工业企业等重点节能领域提供切合实际的企业能源管控。未来三年企业能源管控中心系统将广范的应用到这些领域中。

7、推广前景

2011-2014 年，整套系统广范投入市场。就北京地区的示范性项目，有“北京昆仑饭店”、“北京新侨饭店”、“北京石油化工学院”、“水利部办公楼”以及“北京饭店”等。未来三年预期实现 50 家示范性项目建设，产值过亿元，建立全国示范影响力，实现产业化模式的推广。

6.5 山东省计算中心

6.5.1 机构简介

山东省计算中心成立于 1976 年，隶属于山东省科学院，是山东省成立最早的专业从事信息技术研究的公益性科研机构，为全额拨款的事业单位。

目前计算中心建有一个国家级平台——国家超级计算济南中心，一个省级重点实验室——山东省计算机网络重点实验室，一个省级重大科研平台——云计算及数据灾备平台，两个省级工程技术研究中心——山东省信息系统测评工程技术研究中心、国家高档数控工程技术中心山东分中心，深入开展高性能计算、云计算及灾备技术、计算机取证、智能感知与控制、物联网、无线通信、语音通信、高档数控等方向的研究。通过人才和技术研究的不断累积，在高性能计算、云计

算、计算机取证、智能感知与控制等研究领域跻身国内前列。

在节能减排领域，计算中心一直积极参与信息技术相关领域节能标准的研制。计算中心自主研发的基于物联网的绿色数据中心环境在线监测与能效优化系统和基于四旋翼平台的移动传感网系统方面的研究取得了一定的成果。

6.5.2 主要产品及研发能力分析

山东省计算中心以科研为中心，以“信息技术测试评估”、“信息系统咨询监理”、“软硬件产品开发”为主要业务的发展方向，以“山东省计算机网络重点实验室”为技术研发平台，在计算机网络、软件测试、无线传感器网络应用、计算机取证与鉴定、高档数控、智能交通、信息安全等领域开展技术研究。目前，山东省计算中心拥有 9 个科技创新团队，分别为国家超级计算济南中心、山东省云计算中心、计算机取证与鉴定、智能感知与控制、无线通信、语音通信、高档数控国家工程研究中心山东分中心、数据灾备及标准研究、下一代互联网技术研究团队。中心拥有完善的研发、实验、测试、质量控制体系，并与国内外知名厂商有着紧密合作和联系。中心主导产品的核心技术均为独立开发，在各项产品上拥有完全的、独立的知识产权。目前中心前沿产品涉及医疗电子、节能减排、环境保护、数控、通信等方面，同时，在数据灾备、标准制定方面具有一定的实力。

6.5.3 应用案例分析

1、案例简介

绿色数据中心解决方案与实践项目。

本案例根据国家发展节能环保产业以及物联网技术研发和示范应用的要求，研究工业节能标准体系，开发基于物联网技术的能耗监控和节能评估软件系统，率先将其示范应用到绿色数据中心能耗监控和节能评估上，并根据系统的运行情况进一步完善。

本案例的目标是在整体的设计规划以及机房空调、UPS、服务器等 IT 设备、管理软件应用上，要具备节能环保、高可靠可用性和合理性。

2、案例架构

利用物联网技术，以无线或IP网络的方式对数据中心的能耗情况进行采集，依据机房的节能策略对机房的能耗情况进行评估，并根据节能的评估结果，采用不同于传统机房整体环境能耗的控制技术，而是根据能耗热点的不同，实现IT微环境（具体到机架和IT设备）降耗的精准控制。整个系统的人机界面采用三维

建模，逼真展现机房环境和能耗情况及节能效果，最终使得绿色数据中心实现 SAVE（Sensing：感知，机房数据，特别是微环境数据能够采集，针对现有机房，采用不用布线的物联网技术更有优势；Action：针对机房的能耗情况进行节能控制操作；View：设备、信息看得见，找得到，使用三维虚拟现实技术更直观；Evaluation：对机房进行节能评估。）

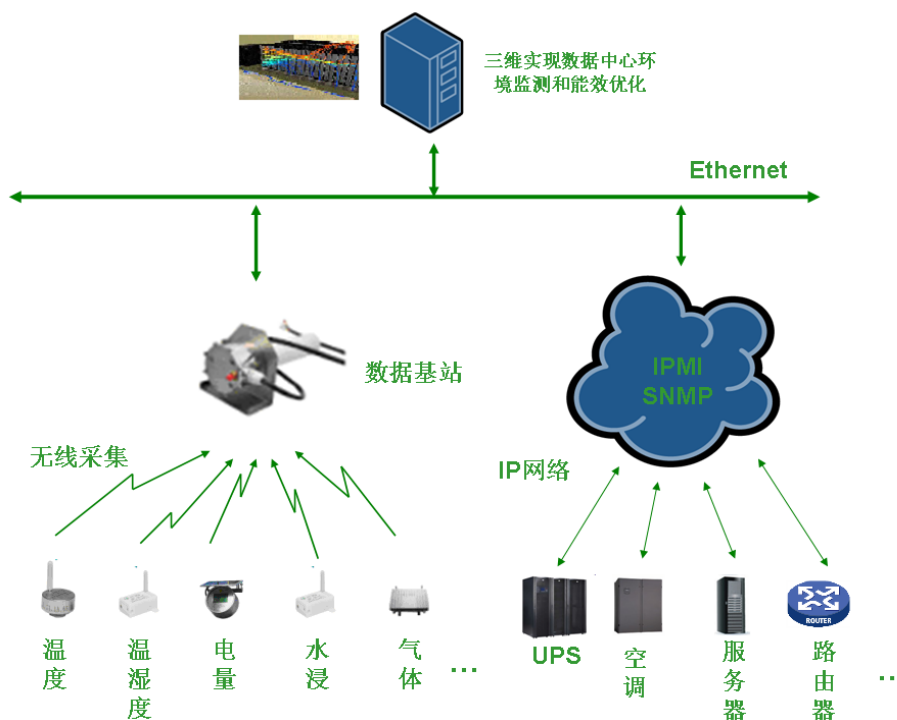


图 数据中心能源监管系统架构图

3、使用的核心产品

- 无线温湿度传感器 SCSC100-WSTH121 山东省计算中心 自主创新产品
- 无线温度传感器 SCSC100-WST221 山东省计算中心 自主创新产品
- 无线水浸传感器 SCSC100-WSW311 山东省计算中心 自主创新产品
- 无线门禁传感器 SCSC100-WSD422 山东省计算中心 自主创新产品
- 无线二氧化硫气体传感器 SCSC100-WSSO2511 山东省计算中心 自主创新产品
- 无线二氧化氮气体传感器 SCSC100-WSNO2621 山东省计算中心 自主创新产品
- 无线烟感传感器 SCSC100-SS01 山东省计算中心 自主创新产品
- 数据基站 SCSC100-RC122 山东省计算中心 自主创新产品

4、关键技术（参数）

- 1) 数据中心动力环境及微环境相关数据采集的无线化和网络化;
- 2) 通过 CFD(Computational Fluid Dynamics) 技术对数据中心气流分布进行分析
- 3) 建模分析, 包括路损耗测量模型、电能质量测量模型、能源使用效率模型

主要无线采集设备相关技术参数如下:

➤ 超低功耗无线温湿度传感器

- ✓ 无线通讯频率: 2.4 GHz;
- ✓ 无线通讯距离: >300 米 (2.4 GHz、开阔地);
- ✓ 温度测量范围: $-40^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$;
- ✓ 温度测量精度: $\pm 0.3^{\circ}\text{C} \pm 2.5\%$ (rdg- 25°C)
- ✓ 相对湿度测量范围: 0.5%RH~100%RH;
- ✓ 相对湿度测量精度:
 - <10%RH: $\pm 1.8\% \text{RH} \pm 20\%$ (rdg-20%RH)
 - 10%RH~90%RH: $\pm 1.8\% \text{RH}$
 - >90%RH: $\pm 1.8\% \text{RH} \pm 20\%$ (rdg-90%RH) ;
- ✓ 测量周期: 45s (3.6V、典型值);
- ✓ 平均工作电流: $\leq 7 \mu\text{A}$ (3.6V);
- ✓ 电池寿命: ≥ 6 年;
- ✓ 外壳材料: 增强型耐高温 ASA 树脂;
- ✓ 外形尺寸: 45 mm×24 mm×18.5 mm (长×宽×高);
- ✓ 防护等级: IP56;
- ✓ 安装方式: 螺丝固定或无痕泡棉双面胶粘贴。

➤ 超低功耗无线温度传感器

- ✓ 无线通讯频率: 2.4GHz;
- ✓ 无线通讯距离: >300 m (2.4GHz、开阔地);
- ✓ 温度测量精度: $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$;
- ✓ 温度测量范围: $-55^{\circ}\text{C} \sim +150^{\circ}\text{C}$;
- ✓ 温度测量周期: 4 秒 (超温)、16 秒 (告警)、30 秒 (正常);

- ✓ 平均工作电流： $<3 \mu\text{A}$ (3V)；
- ✓ 电池寿命： ≥ 10 年；
- ✓ 外形尺寸： $\Phi 31 \times 12 \text{ mm}$ ；
- ✓ 外壳材料： 不锈钢； 导热材料： 紫铜；
- ✓ 防护等级： IP68；
- ✓ 安装方式： 结构胶粘贴、抱箍或螺栓固定。

➤ **超低功耗无线水浸传感器**

- ✓ 无线通讯频率： 2.4GHZ；
- ✓ 电极绝缘电阻： $\geq 10\text{M}\Omega$ ；
- ✓ 探测灵敏度： $<50\text{k}\Omega$ ；
- ✓ 工作环境温度： $-20^\circ\text{C} \sim +80^\circ\text{C}$ ；
- ✓ 线信号发送周期： 60s (典型值)；
- ✓ 平均工作电流： $\leq 3\mu\text{A}$ (3.6V)；
- ✓ 电池寿命： ≥ 10 年；
- ✓ 状态确认时间： 6~9s；
- ✓ 外形尺寸： $45\text{mm} \times 24\text{mm} \times 20\text{mm}$ ；
- ✓ 外壳材料： 增强型耐高温 ASA 树脂；
- ✓ 防护等级： IP68；
- ✓ 安装方式： 螺丝固定或无痕泡沫双面胶粘贴。

➤ **超低功耗无线门开关传感器**

- ✓ 无线通讯频率： 2.4GHZ；
- ✓ 工作环境温度： $-20^\circ\text{C} \sim +80^\circ\text{C}$ ；
- ✓ 平均工作电流： $\leq 3\mu\text{A}$ (3.6V)；
- ✓ 电池寿命： ≥ 10 年；
- ✓ 线信号发送周期： 60s (典型值)；
- ✓ 状态确认时间： 闭合 5s， 开放 2s；
- ✓ 外形尺寸： $45\text{mm} \times 24\text{mm} \times 18.5\text{mm}$ ；
- ✓ 外壳材料： 增强型耐高温 ASA 树脂；
- ✓ 防护等级： IP68；

✓ 安装方式：螺丝固定或无痕泡沫双面胶粘贴。

➤ **超低功耗 SO₂ 气体传感器**

- ✓ 无线通讯频率：2.4GHZ；
- ✓ 工作环境温度：-10℃～+50℃；
- ✓ 量程 0～1 ppm
- ✓ 分辨率 0.01 ppm
- ✓ 重复性 ±2% FS
- ✓ 响应时间 30～40 S
- ✓ 线信号发送周期：60s（典型值）；
- ✓ 外壳材料：增强型耐高温 ASA 树脂；
- ✓ 防护等级：IP68；
- ✓ 安装方式：螺丝固定或无痕泡沫双面胶粘贴。

➤ **数据传输基站**

- ✓ 无线通讯频率：2.4GHZ；
- ✓ 天线：鞭状天线、10 dB 螺旋天线；
- ✓ 灵敏度：-90 dB（或与 0 dB 传感器开阔地通信距离>300 米）；
- ✓ 供电电压：DC 9～24V；
- ✓ 工作电流：<60 mA(12 V)；
- ✓ 工作环境温度：-20℃～+65℃；
- ✓ 可管理传感器数量：65536 个；
- ✓ 通讯接口：RS-485；
- ✓ 平均无故障工作时间（MTBF）：>50000 小时；
- ✓ 安装支架/底盖材料：不锈钢；
- ✓ 主壳体材料：增强型 ABS 塑料；
- ✓ 天线外壳材料：增强型 ASA 树脂；
- ✓ 外形尺寸：300mm×125mm×125mm；
- ✓ 防护等级：IP68；
- ✓ 安装方式：支架固定。

5、案例科学创新性

1) 物联网技术实现数据的采集。无线的方式实现对机柜内部温度、湿度的采集,同时实现对机房整体温湿度、门禁、水浸、各配电回路电量等数据的采集;通过 IP 网络,采用 SNMP、IPMI 技术,实现对空调、UPS、路由器、交换机、PDU、服务器等设备相关数据的采集,对机房现有布线改造,系统部署简单。

2) 三维人机界面展示,设备及机房运行环境,特别是与数据中心能效评估所需数据环境,如温湿度云图、服务器负载情况等,展示更加逼真,操作更加清晰明了。

3) 通过 CFD(Computational Fluid Dynamics) 技术对数据中心气流分布进行分析,发现气流滞留点,能有效改进数据中心布局提供依据。

4) 对机房相关设备建立线路损耗测量模型、电能质量测量模型、能源使用效率模型,对机房的能源使用情况进行建模分析,并提出节能措施,部分节能措施可控。在掌握相关运行数据的基础上,建立绿色数据中心能源使用效率评估体系。

6、经济效益和社会效益分析

目前,传统机房环境监控系统仅能进行粗颗粒度的管理,无法做到精细化管理。国内数据中心的 PUE 平均值基本都在 2.5 以上,欧美地区的 PUE 普遍值 1.8 以下,20~30% 节能空间。本项目的成功实施,将有助于实现数据中心的动力系统精细化管理、实现节能降耗目标,且随着我国绿色数据中心概念的普及、国家和大众节能意识的增强,产品可被市场广泛接受,将实现更大的经济效益。

本案例的实施,积极响应国家政策,实现能源的合理利用,减少能源的消耗,促进国家十二五规划有关节能减排约束性指标的完成;有利于改善大气热环境,实现可持续发展;是建设节约型、和谐型社会的需要,且有利于机房节能工作的建开展,因此,本案例的实施节约能源同时,符合国家可持续发展政策,带来的经济、社会效益巨大。

7、市场推广前景

国内通信行业五大运营商通信机房总数量约为 25 万个,且每年以 3% 的速度持续增长,其它行业的机房数量也在增长,所以机房节能的潜力非常大,市场前景非常可观。

6.6 北京泰豪

6.6.1 企业简介

北京泰豪智能工程有限公司注册资金一亿元人民币，公司围绕智慧能源、智能建筑等主营业务，提供专业的能源产品、技术及智能节能解决方案。公司先后承接了人民大会堂、故宫、国家博物馆、上海世博中心、奥运工程-国家会议中心、新中国国际会展中心等上千项重大工程。目前公司总资产五亿元人民币，13年实现营业收入6个多亿。

围绕智慧城市的建设需求，公司依托于智能建筑、能源等方面的行业经验及大型项目的实施能力，通过与科研院所开展深入研发合作，在智慧城市顶层规划、智慧能源、智慧建筑、智慧园区、智慧交通等多个领域都有研究，并提供相应服务。

6.6.2 主要产品及研发能力分析

公司的主要产品包括通用数据采集器、建筑能耗监测系统、可再生能源应用监测系统以及古建筑用电安全管理系统，具体如下：

1.通用数据采集器

采用分布智能设计理念，设备支持低功耗，支持同时接入多达120块仪表接入，支持多种现场总线（Rs485、Rs232、Zigbee等），支持断点续传，内置lua脚本引擎，可实现现场开发厂家通讯协议和复杂的逻辑策略。内部支持实时数据上传、统计数据上传、报警数据上传、远程控制功能。可用于工厂、建筑、可再生能源系统的现场仪表的数据采集。

2.建筑能耗监测系统

分中心版和单机版。单机版支持办公、商场、酒店、医院等多种类型的建筑能耗监测并内置建筑能耗评价体系。中心版可用于市级监测中心、园区级监测中心、企业集团级监测中心等。软件功能：信息纵览、分析对标、决策支持、可视化展示、查询报表、成果展示、设备管理、信息发布、预警报警、系统管理等。

3.可再生能源应用监测系统

可用于太阳能光伏、光热、地源热泵系统的在线监测。通过对可再生能源的在线监测和分析，实现可再生能源系统的在线监测、故障诊断、产能量预测、投资回收期及运行成本估算、产能效率评价、新建项目辅助设计等功能。

4.古建筑用电安全管理系统

实现对古建筑电力运行长期不间断实时监测,以及时掌握电力系统运行的准确状况,对重点保护区域、高负荷用电区域进行重点防范;及时发现不合理用电和违章,对用电异常如季节性用电超负荷,断路、过载、短路、过压、欠压、三相不平衡、功率因数低等,提前预警、及时报警,做到事前有效预防、事中快速处置、事后便于总结;及时发现节能点,为采取节电措施提供依据,并在新增用电线路时,可根据现有线路运行情况进行科学规划。

公司拥有完备的技术开发体系和稳定的技术开发团队,拥有一批在国内智能节能、新能源及互联网、云计算信息领域的专业科研人员;公司成立了“智慧城市应用研究”实验室和“能源互联网”实验室,聘请了清华、中科院、北航、华中科技大学等知名教授任实验室项目负责人,致力于为城市和国家提供高效节能的工程,打造安全实用的公共建筑和全面系统的智慧解决方案。

公司核心技术包括:

1.海量数据处理技术:泰豪物联网平台实现对海量数据的采集、传输、计算、存储、分析、查询等功能,保证系统的实时性和可靠性。采用通讯与应用分离、集群、系统动态升级机制,使系统支持点数达到百万级以上。系统采用“端+云+端”技术,使系统实时性达到秒级,且支持多种异构形式的客户端。

2.大数据分析挖掘技术:采用大数据核心算法,对能源系统的动态和静态数据进行相关性分析,找到产能和耗能的相关性,制定行业能耗标准,分析用能单位长期用能异常和短暂用能异常。

6.6.3 应用案例分析

1、案例简介

某城市能源与环境监测管理平台项目。

某城市能源与环境监测管理平台项目通过应用互联网、云计算、大数据技术对城市工业、建筑、交通、城市照明等能耗进行实时监测并分析,通过 3E(经济、环境、能源)模型,构建城市经济、能源、环境三者之间的逻辑关系,为城市的经济、环境、能源和谐规划提供决策支撑体系,并带动相关产业发展。

项目主要建设内容包括:一个市级监测管理的综合平台;七个职能监测管理的行业平台(电力需求侧管理、工业企业、交通运输、公共建筑、城市照明的能

耗监测, 新能源与可再生能源应用监测、环境监测); 基于云存储、云计算技术, 建设相融合的统一的数据中心、交换中心及安全认证体系; 基于物联网、高可复用性的企业、建筑、项目的现场能耗、环境数据的采集监测终端。

2、案例架构

某市能源与环境监测管理中心, 从系统逻辑结构角度考虑, 提出整体“六横二纵”的框架结构, 其中横向有六个层面, 包括感知层、网络层、数据层、服务支撑层、应用层及展示层, 纵向有两个层面, 包括政策法规、安全保障。

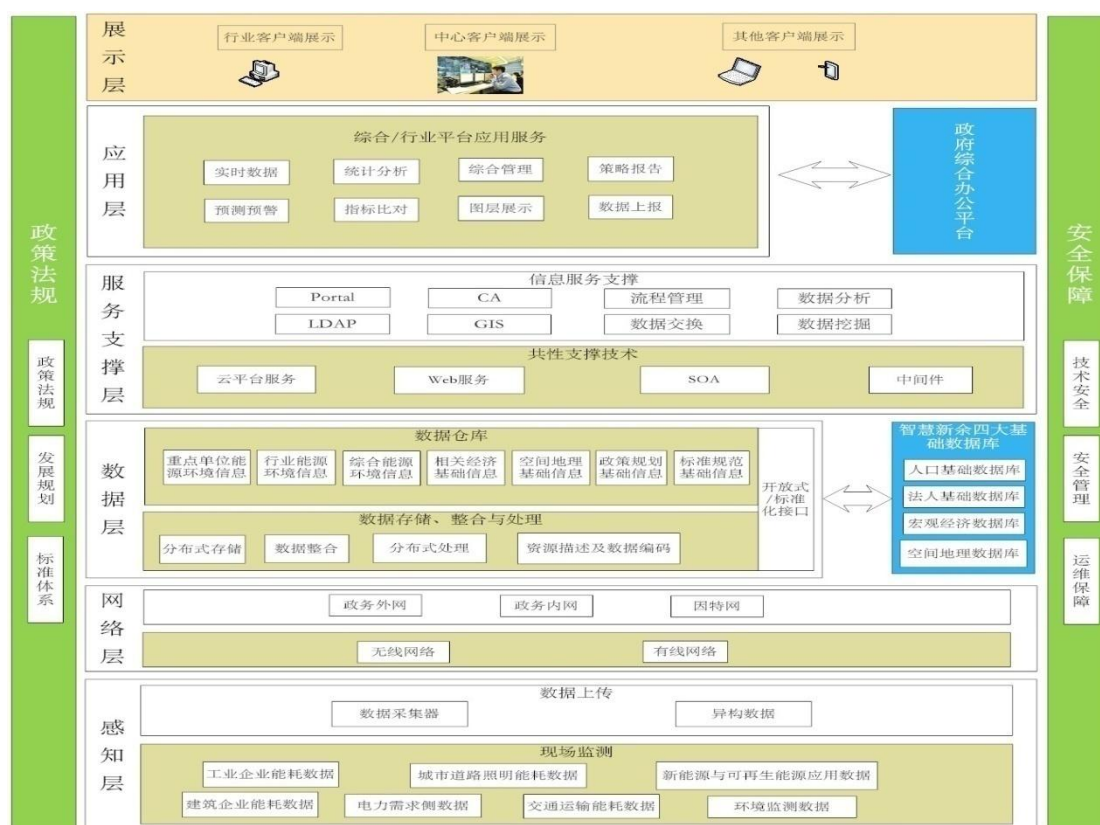


图 某市能源与环境监测管理平台系统架构图

系统采用云架构, 建设 IaaS 云, 满足能源与环境监测管理数据的存储、计算, 实现资源共享。

3、使用的核心产品

泰豪能耗监测计量系列传感器、泰豪实时能耗监测系统、泰豪电力需求管理平台、泰豪工业能耗监测管理平台、泰豪建筑能耗监测管理平台、泰豪新能源与可再生能源应用监测管理平台、泰豪交通运输能耗监测管理平台、泰豪城市照明能耗监测管理平台、泰豪环境监测管理平台。

4、关键技术

采用云计算技术整合政务系统内各类 IT 资源，基于虚拟化技术，实现内部计算、存储、网络等资源共享、灵活分配，使得信息类工作人员能聚焦政务核心业务发展。

采用物联网技术，利用感知技术和智能装置对能耗情况进行识别，通过互联网、移动通信网等网络的传输互联，提升人对物理世界实时控制、精确管理和资源优化配置能力。

采用基于“一张图”的 GIS 技术统一框架，将能源与环境监测数据与地理空间信息有机地组织起来，实现能源、环境数据与区域空间地理信息资源的整合，为城市管理提供可视化的信息共享服务和决策分析支持。

5、科学创新性

项目使城市的节能减排管理工作由繁变简，由海量人工处理变为智能化计算机处理，由传统纸质报送变为自动化网络传输，为管理节能减排工作、挖掘节能减排潜力提供技术支持。

项目帮助城市管理者掌握能源/环境/经济的现状与发展趋势，根据城市未来发展情景的设定，科学决策城市经济社会发展的中、长期规划，科学制定产业结构调整、能源结构优化、环境质量改进等长效机制和政策。

项目帮助政府管理部门建立、完善节能减排组织管理体系、政策法规体系、监督考核体系、技术支撑体系及市场服务体系等。

6、经济和社会效益

通过项目建设，透视解析运行管理中所存在的问题，优化运行、管理策略，实现精细化管理，促进管理节能 5%~10%；通过专家管理系统的分析、提示采取必要的技术措施进行改造，从而进一步实现技术节能 20%~50%。

通过在线实时监测，一方面避免节能减排信息获取的滞后性和被动性，另一方面也便于节能减排预警调控；通过综合监测管理平台的专家管理系统应用，以数据说话，帮助管理部门建立、完善的节能减排组织管理体系、政策法规体系、监督考核体系、宣传培训体系、技术支撑体系和市场服务体系，并通过节能技术及产品应用，带动产业发展。

7、推广前景

国务院《“十二五”节能减排综合性工作方案》制定的主要目标是：到 2015 年，全国万元国内生产总值能耗下降到 0.869 吨标准煤，比 2010 年下降 16%；“十

二五”期间，实现节约能源 6.7 亿吨标准煤。2015 年，全国化学需氧量和二氧化硫排放总量分别控制在 2347.6 万吨、2086.4 万吨，比 2010 年下降 8%；全国氨氮和氮氧化物排放总量分别控制在 238.0 万吨、2046.2 万吨，比 2010 年下降 10%。

要达到综合减排的工作目标，首先要做的就是建立能耗的监测体系和手段，搞清楚真实的能源使用状况、能耗使用水平、能源结构状况、节能潜力情况。因此在全国各个城市、工厂、建筑、交通等行业建立先进的能耗监测系统势在必行。在我国各级城市的工业、建筑、交通领域具有广泛的应用前景。

6.7 海尔能源动力

6.7.1 企业简介

青岛海尔能源动力有限公司由海尔集团公司投资，成立于 1993 年，位于青岛高科技工业园海尔工业园，占地面积 78 亩，约为海尔工业园整体面积的 1/6，公司内部共设有变电、污水、供热、空压机、电讯科五大站。主要负责海尔集团内部水、电、蒸汽、压缩空气等基本能源供应，包括工业园废水处理以及设备、管道的安装等。仅 2013 一年公司就为青岛工业园区提供蒸汽 12.52 万吨，提供压缩空气 9436 万 m³，提供电 15720.6 万 kWh，处理废水 6 万 t，总收益 6 亿元左右。

6.7.2 主要产品及研发能力分析

公司为海尔集团各经营体提供包括水、电、蒸汽、压缩空气、纯水、天然气等能源的供应以及提供包括能源生产、输送、使用等环节的能源解决方案。

公司在科技开发方面紧紧围绕生产经营和主业发展需要，着力自主创新，加快核心技术、专项技术开发和科技成果推广应用，通过整合世界一流的资源在家电行业第一家实施能源信息化能管系统的建设，率先使用并推出空压机全系统信息化自控解决方案。

6.7.3 应用案例分析

1、案例简介

海尔集团能源信息化总控项目。

近年来，能源公司在企业能源管理信息化方面取得了一定的成绩，但是能源管理的模式以及能源调度和管控自动化水平，仍然落后于集团生产经营信息化步

伐，仅在能源管理的某些专业领域建立了局部的采集、监视和控制自动化系统，就整体而言，能源公司能源管理的手段、人力资源和信息化水平不高，主要表现在：1) 能源从输入到使用的各个环节使用效率不高，能源综合利用水平有待提升；2) 能源平衡调度信息缺乏，能源的产生和使用过程综合利用效率低；3) 能源系统运行稳定性有待提高，异常情况下的调度手段单一，反应速度慢；4) 能源设备装备水平低，与公司所需安全、稳定、快捷的生产格局不相匹配；5) 关注局部工艺技术节能，工序间联系较少，没有“系统节能”的科学技术评价和节能效益评价平台体系，不能达到最终的节能效果。为了进一步提升企业综合管理能力，降低生产成本，减少能源消耗，提高生产效率，适应现代化企业对能源管控体系的要求，能源公司将进行集团能源信息化总控项目建设，建立一套集过程监控、能源管理、能源监控为一体的信息化能源管理系统，对全国十三个海尔工业园区能源介质（电力、水、天然气、蒸汽、压缩空气）等进行统一监控和集中管理。

2、案例架构

集团能源管理中心系统基本架构如下图所示，从功能层次上分为以下三个部分：

- 1) 集团总部能源管理层 (L3)
- 2) 园区能源监控与调度层(L2)
- 3) 各园区现场数据采集系统(L1)

集团总部能源管理层 (L3) 主要实现能源数据管理、统计、分析、预测等功能，包含数据关系数据库服务器、应用/Web 服务器、操作员站、工程师站、打印机、时钟同步系统等设备。

园区能源监控与调度层(L2)主要是收集各事业部底层数据采集层传送的信息，并对采集的数据进行实时显示、统计分析、趋势记录和报警，实现对本园区各种能源介质的生产、输送、消耗流程的实时监控和调度。它由数据采集/实时数据库服务器、WEB 服务器、操作站、工程师站、打印机等组成。

各园区现场数据采集层(L1)主要实现公司现场能源数据的采集，并把采集到的数据上传给园区能源监控与调度系统。数据采集系统主要由能源数据传输网络和现场的数据采集站组成。

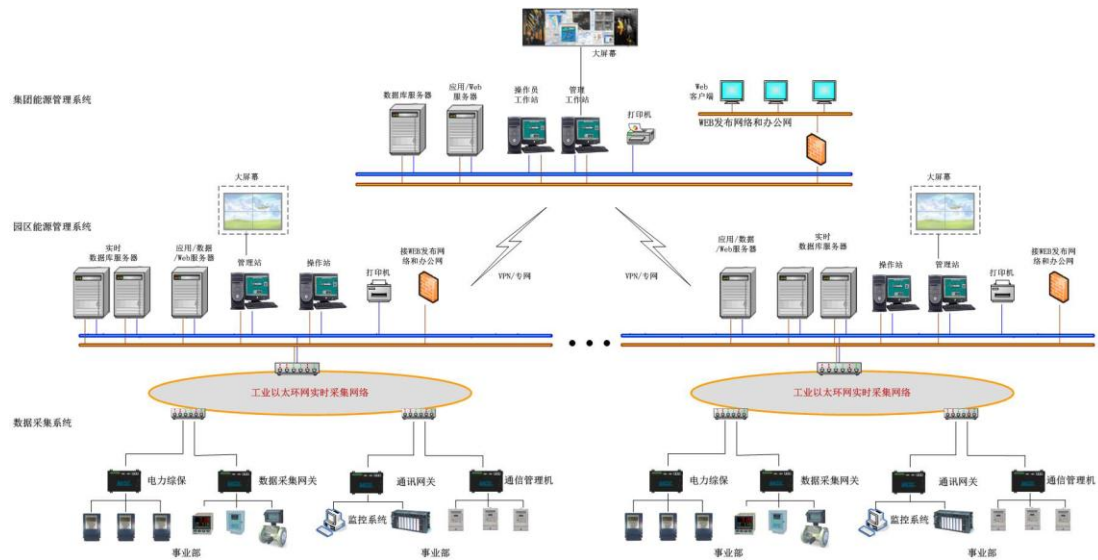


图 海尔集团能源管理中心系统架构图

3、使用的核心产品

系统采用高速工业以太网和千兆中央以太网的二层结构，C/S 和B/S 混合模式。

中央以太网用于连接实时数据库服务器、历史数据库服务器、操作员站、工程师站、应用服务器、GPS 服务器、网络打印机。

系统主要采用了以下网络硬件设备：

实时数据库服务器：DELL（R420）

历史数据库服务器：DELL（R420）

应用服务器：DELL（R420）

WEB 服务器：DELL（R420）

操作员工作站：DELL（3010MT）

工程师站：DELL（3010MT）

硬件防火墙：Juniper（SSG-5-SB）

核心交换机：Korenix（Jetnet 6524G）

桌面交换机：Korenix（Jetnet 3018G）

环网交换机：Korenix（Jetnet 5628G）

交换机（子站）：3com(S2309TP-EI)

UPS：珠海山特(10KS)

网络打印机等。

高速工业以太网用于连接实时数据库服务器与现场数据采集系统、网关及通

讯管理机等。在各园区考虑建设工业环网光纤骨干网。根据园区实际情况，设置环网节点交换机，组成高速工业环网，临近采集站星型接入节点交换机。

4、关键技术

能源信息总控项目的建设，关键在于对海尔集团在全国十三个工业园区各个子系统进行扁平化能源监控与管理，完善能源计量仪表、合理分布能源计量点、自动精准采集能源数据，并完成能耗数据的预测、分析，优化能源调度，降低能耗成本；宏观上要把控能源症结点，及时发现能耗弊病、发掘节能潜力；同时面向管理层提供投资回报率 ROI 计算、节能改造、节能制度制定等决策性建议；从能源规划与节能管理、能源运行维护管理、能源绩效分析管理以及能源平衡调度方面实现真正意义上的能源信息化智能管控，以最少的人力、最先进的手段、最高效的体制、最完备的信息，实现海尔集团整个系统的能源管理水平的提高。

5、科学创新性

系统设计采用实时数据库实现对现场能源数据和能源设备的采集和控制，并对采集的数据进行计算、分析、统计等功能。系统在中心配置基于集群技术且可实现互为冗余的实时数据库服务器，实现对整个能源系统的数据采集和控制。系统通过分布在全公司各数据采集站收集能源管理系统需要的基础能源数据，这些数据被集中到系统实时数据库中，在实时数据库中对这些数据做分析处理，例如量程转换、高低限比较报警，历史趋势数据记录等。

该系统可实现能源调度监控、过程监控、远程控制、潮流监控、报警功能、趋势功能、事件记录、网络监视与管理、移动终端 APP 应用，通过分散控制、集中管理和组态操作的手段，最终实现集团能源规划与企业节能管理。

6、经济和社会效益

项目通过信息化能源管理系统手段，一是实现集团生产计划及能源利用的合理性，降低集团能源消耗，支持国家“十二五”节能减排工作的开展；二是提高经济效益，据数据统计，实施信息化总控项目后每年可取得至少2%~5%的直接经济效益。

该系统可实现生产调度及计量、自动生产记录、自动成本考核、自动KPI考核、能源信息的动态图示、设备维护管理、优化生产计划和调度、用能的财务分析、对外信息沟通平台、手工录入等一系列功能，实现生产用能管控的信息化、网络化，具有较大的经济及社会效益。

7、推广前景

将建成集信息化、自动化技术的企业能源数据采集、处理和分析、控制和调度、平衡预测和能源管理等功能的能源管理平台。该平台将覆盖集团在国内13个生产园区，因各园区地理跨度大，园区之间差异大，且能源采集点众多，功能要求复杂，故该项目建成后将成为工业企业能源管理系统提供良好的示范案例。

6.8 中清慧能

6.8.1 企业简介

北京市中清慧能源技术有限公司是清华大学的节能低碳和能源管理方面国家课题的合作单位，同时是国内的双软认证和高新技术企业。公司经营范围包括：能源管理和节能低碳领域的项目建设和运营、软件开发、技术咨询服务、项目投资、工程建设、产品研发与销售等。公司致力于区域平台包括节能减排综合示范城市的能源管控平台、城市能源信息公共服务平台开发；智慧城市、循环经济城市、园区规划以及废物资源化研究等。

6.8.2 主要产品及研发能力分析

公司是清华大学的节能低碳、能源管理和循环经济的产学研合作单位，其研究团队骨干曾参与过973计划、科技支撑计划等国家攻关课题，协助参与过国家发改委、工信部和科技部等节能减排的技术政策、技术标准的研究和制定。在节能减排监控管理、节能减排技术筛选与评估等方面，公司开发了具有自主知识产权的系统软件，并获得了10多项国家计算机软件著作权。公司在节能减排、系统开发、能源监测等领域已形成一支研发队伍，并完成多项系统开发工作。公司在能耗监测管理、温室气体减排技术评估和潜力分析、生态城市可持续评估等方面形成了具有自主知识产权的技术和软件产品。

公司主要产品如下：

(1) 区域能耗在线监测与能源管理平台

针对国内区域能源消费特征与管理需求，结合物联网、智能采集系统、地理信息系统、动态图标系统等吸纳进技术，整合、共享、开发和利用当地能源信息，简历全面化、精细化、信息化、智能化的区域能耗在线监测与能源管理平台，实现对辖区能耗在线监测和能源综合管理，为制定节能减排方案提供可靠的能耗数

据信息和科学的辅助管理决策。

(2) 企业能耗在线监测与能源管理平台

针对企业能源精细化与节能增效的需求，通过对企业能源的分散数据采集、集中管理、调度和控制，实现对能源的购入存储、加工转换、输送分配、最终使各环节的实时监测与在线分析。系统提供实时监测、分类统计、能效评估、标杆对比、绩效考核、能耗趋势预测和节能潜力分析等功能，为企业制定合理的能源计划和节能方案提供数据支撑和科学依据。

(3) 方法学及模型

工业节能减排潜力评估及技术途径分析模型；行业温室气体减排潜力分析模型；工业节能减排技术评估模型；行业节能减排技术数据库等。

6.8.3 应用案例分析

1、案例简介

区域能源信息公共服务平台项目。

广东省东莞市为做好“十二五”重点用能单位节能管理工作，市经济和信息化局根据辖区重点用能单位的现状，建立了“重点用能单位能源信息管理平台”，将实现对全市重点用能单位的能耗监测、能耗分析、能耗利用状况报表及设备管理。该平台建设受到了国家能耗在线监测调研组的充分肯定，并被列为国家能源在线监测试点。随着节能管理工作的不断深入，现有平台难以满足东莞市节能主管部门合理制定当地节能策略、多部门高效协同管理、充分调动用能单位积极性、提高平台运行可持续性；东莞市经信局拟建设一个综合性的能源信息公共服务平台，以从多角度提高东莞市节能主管部门的节能管理水平。

本项目针对东莞市经信委等节能主管部门、辖区用能单位、节能服务商等在推进节能工作方面的业务管理、节能技术、能耗监测管理与决策分析等多方面的需求，结合东莞市现有信息化基础、网络环境基础、节能管理政策等条件，设计开发东莞市能源信息公共服务平台，全面整合东莞市现有资源，为东莞市节能降耗决策提供数据基础与技术支撑。

2、案例架构

1) 平台系统总体架构

在分区域、分行业、分类别思路的基础上，采用智能终端采集器具，结合人工填报、相关信息系统批量对接等，对用能单位各类能源消耗信息、产品及经济

信息等进行采集，选择经济合理的数据传输方式，实现对东莞市所辖用能单位的能耗数据进行分区域、分行业的系统分析、标杆对比、潜力分析。结合能耗监测系统、决策管理、节能技术数据库以及地理信息 GIS 等，建设东莞市能源信息公共服务平台。平台总体框架如下图所示：

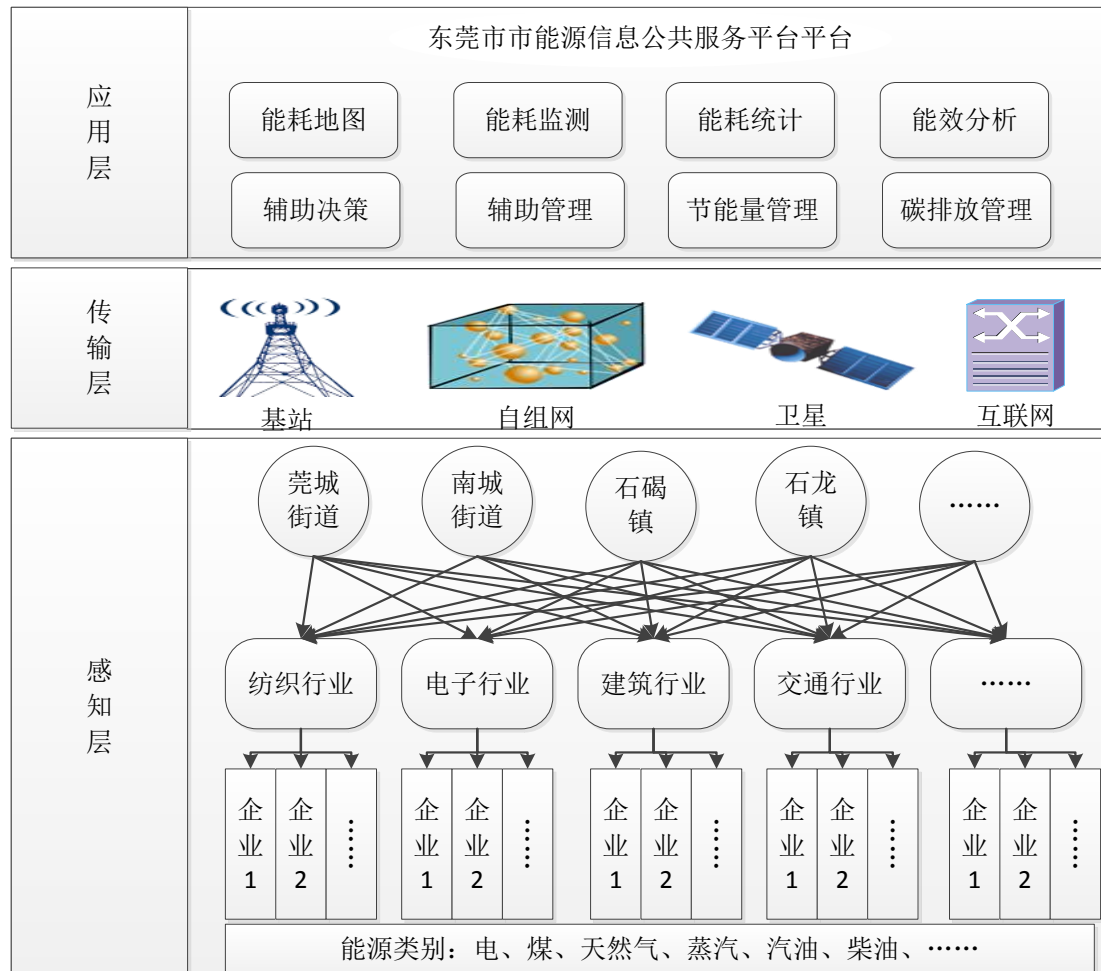


图 区域能源信息公共服务平台系统总体架构图

2) 软件系统总体架构

软件系统总体架构如图所示：

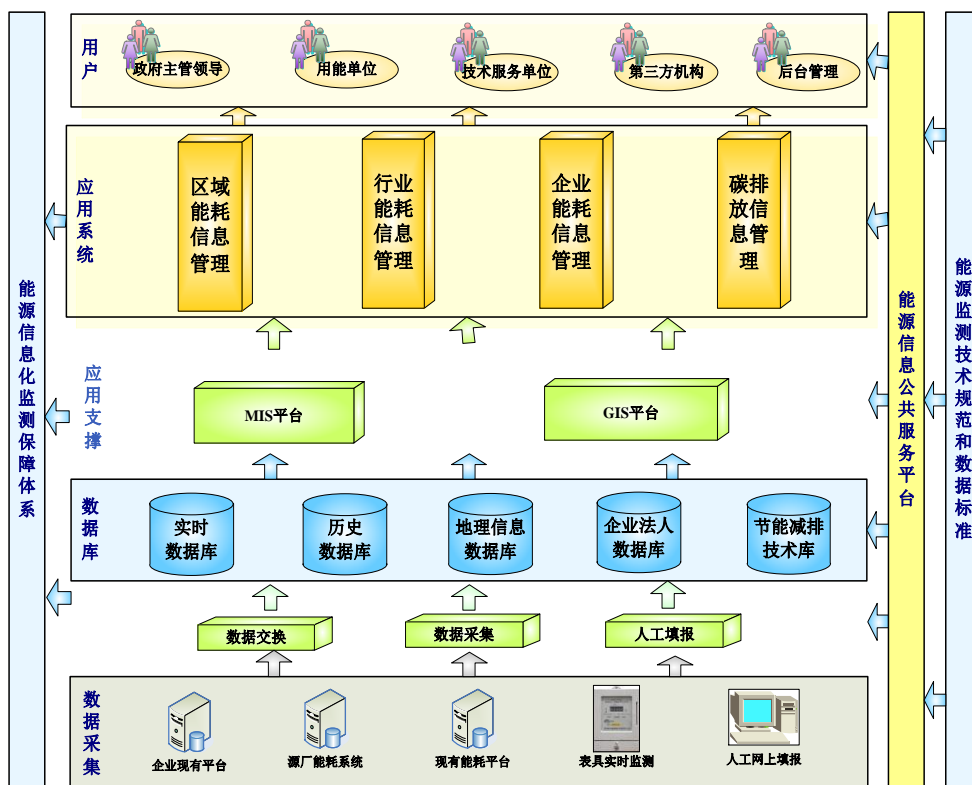


图 区域能源信息公共服务平台软件系统总体架构

3) 平台网络系统架构

采用智能采集终端设备，通过合理的数据通讯方式，实现能耗数据的传递与交换。并考虑与上级主管部门的相关能源信息系统的对接和数据整合。平台网络总体架构如下图所示。

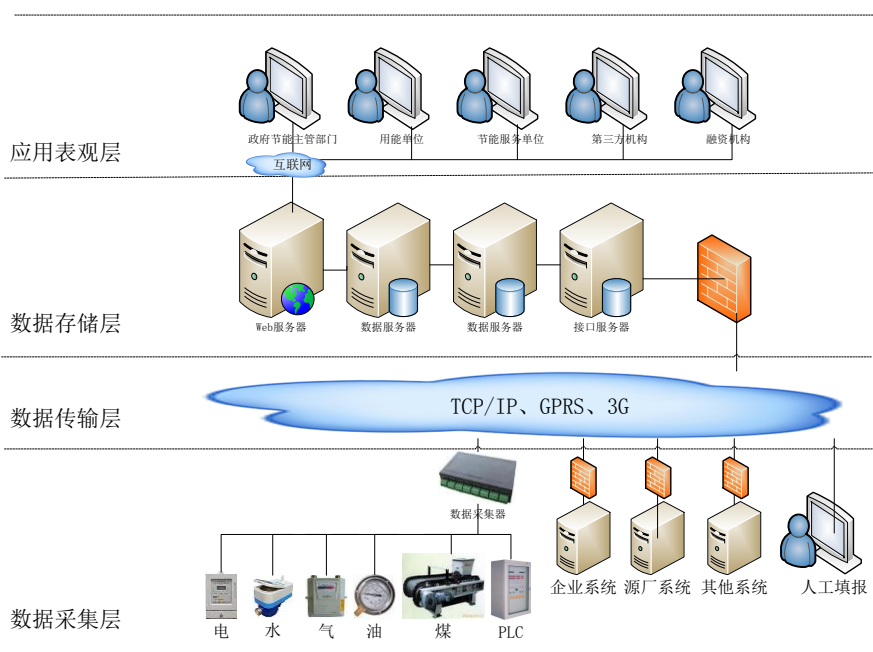


图 区域能源信息公共服务平台网络系统架构图

3、使用的核心产品

在能耗在线监测与能源管理技术、温室气体减排潜力分析、工业节能减排潜力评估、工业节能减排技术途径分析、工业节能减排技术评估方法等方面取得了丰硕的成果，并自主研发出相关的分析模型，取得了相关的软件著作权。

- ① 区域能耗在线监测管理系统 V1.0, 2013SR049646
- ② ENGQ 企业能耗监测管理系统 V1.0 2011SR075489
- ③ ENGQ 校园能耗监测管理系统 V1.0 2011SR089315
- ④ 行业室温气体减排技术评估与潜力分析模型软件 V1.0
2013SR100525
- ⑤ 生态城市可持续评价软件 V2.0 2013SR100524
- ⑥ 重点行业节能减排技术分类及数据管理系统 V1.0 2013SR100527
- ⑦ 企业能耗公示系统 V1.0 2013R11S115093
- ⑧ 企业综合能源在线分析系统 V1.0 2013R11S115869
- ⑨ 节能新技术新产品信息管理系统 V1.0 2013R11S115865
- ⑩ 企业设备和生产安全管理系统 V1.0 2013R11S115867

4、关键技术

1) 区域能耗定额管理。根据辖区行业分布特点以及用能特征，合理分配国家分配的能耗指标。

2) 节能技术的评估。针对各项节能降耗技术，采用专家辅助综合评估模型进行线上系统评估，保障技术的先进性和可行性。

3) 节能量与碳排放量核算。

4) 节能减排潜力分析。基于先进适用节能技术数据库，自底向上综合分析辖区节能减碳潜力。

5、科学创新性

- 1) 整体顶层设计的制高点和兼容性、宏观政策贯彻执行的及时性
- 2) 融合国家部委和清华大学的节能减排相关方法学、分析模型等科研成果
- 3) 可持续性的“一站式”平台运营模式

6、经济和社会效益

经济效益：有效降低辖区节能管理成本；带动辖区低碳节能产业，促进节能技术实际应用；促进企业节能降耗，形成企业第二利润增长点；形成辖区碳资产。

社会效益：提高节能管理水平；利用信息化促进节能减排；带动低碳绿色经济。

7、推广前景

近年来，随着全球经济持续高速发展，世界能源消费量持续上升，各国能源安全和生存环境面临严峻挑战，纷纷采取相应措施以应对气候变暖、保障能源安全。随着节能工作持续推进，节能空间日益减小。要完成“十二五”期间“单位国内生产总值能源消耗降低 16%”的节能目标，任务十分艰巨。在产业结构和能源消费结构一时没有重大变化的现阶段，技术进步创新和加强能源管理无疑是推进节能工作的重要手段。

我国区域能耗管理平台建设尚处于初级阶段，普遍存在着缺乏宏观决策功能、多方互动性、多部门协同管理、以及可持续性运营等不足之处。本案例针对上述缺点，同时结合区域能耗管理的实际需求、当地现有能耗特征、区域行业分布特点以及现有信息化软硬件基础，综合采用物联网、地理信息系统 GIS 等先进技术，并融合应用包括区域能源需求预测、节能潜力预测、能耗指标分解以及节能技术评估方法等区域能耗管理辅助决策分析方法，为现阶段国内区域能耗综合管理以及区域智慧能源建设提供参考。

6.9 北京澄通光电

6.9.1 企业简介

北京澄通光电股份有限公司成立于 2003 年 8 月，注册资金 6080 万元人民币。公司专业从事高效节能半导体显示照明系统研发、技术和产品创意设计开发、工程化应用以及相关技术服务，是提供节能 LED 照明系统、节能 LED 显示系统、节能 LED 城市亮化系统全套解决方案的专业化公司，同时是北京市高新技术企业、北京市科技研发机构，在高效节能 LED 照明系统研发设计和产业化领域有一定的技术实力，拥有先进的 LED 系统设计手段和优秀的专业设计人员，具有一定的市场知名度和行业影响力。

6.9.2 主要产品及研发能力分析

公司将 LED 发光技术与室内外照明、城市亮化、建筑装饰、新一代的工艺品设计有机结合，集 LED 系统产品的生产制造、工程安装和全程维护服务为一

体，实现节能环保照明、人性化智能照明控制功能。

公司目前主导的产品有：节能 LED 室内照明灯具、节能 LED 室外功能性照明灯具、节能 LED 室外景观性照明灯具、LED 信息化智能控制系统等。公司研发的 LED 筒灯、LED 日光灯、LED 射灯、LED 天花板、LED 路灯等。公司通过与中国科学院、北京理工大学、上海科锐、日本日亚等国内外知名科研院所、高等院校和先进企业进行产学研合作，研发出高品质、长时效、超节能的照明灯具，目前这些产品已在国内很多领域得到广泛的应用。

公司目前是拥有固定员工 600 余人，年产值约 4 亿元的国内知名 LED 系统设计制造企业。公司承担的科研项目有：国家科技部 2012 年火炬计划——“基于物联网架构的节能型 LED 智能照明控制系统”；2012 年北京市科委“十城万盏”共性攻关课题专项；2013 年“863 计划”-“地铁用模块化半导体照明关键技术研发及示范”项目；2013 年中欧中小企业节能减排科研合作项目——“LED 智能照明控制系统及灯具创意设计研发”项目等。

6.9.3 应用案例分析

1、案例简介

本案例为智能照明系统实施案例。

本案例是主要是针对于大型公用商业建筑高效节能半导体照明系统应用研究和开发，提供商业化、大功率、高亮度、可调光、寿命长、智能化控制的 LED 照明产品和控制系统。

本案例的实施地点为澄通光电的总部大楼照明系统。实施的区域为 1 层多功能厅、5 层办公区域 A、B、C 及椭圆形会议室。

2、案例架构

本项目系统分为三个层次：最下端是 LED 智能终端、最上端综合管理平台、中间为传输系统。系统结构如图 和图 所示：

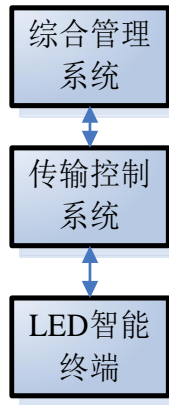


图 基于物联网的节能型 LED 智能照明控制组成结构图

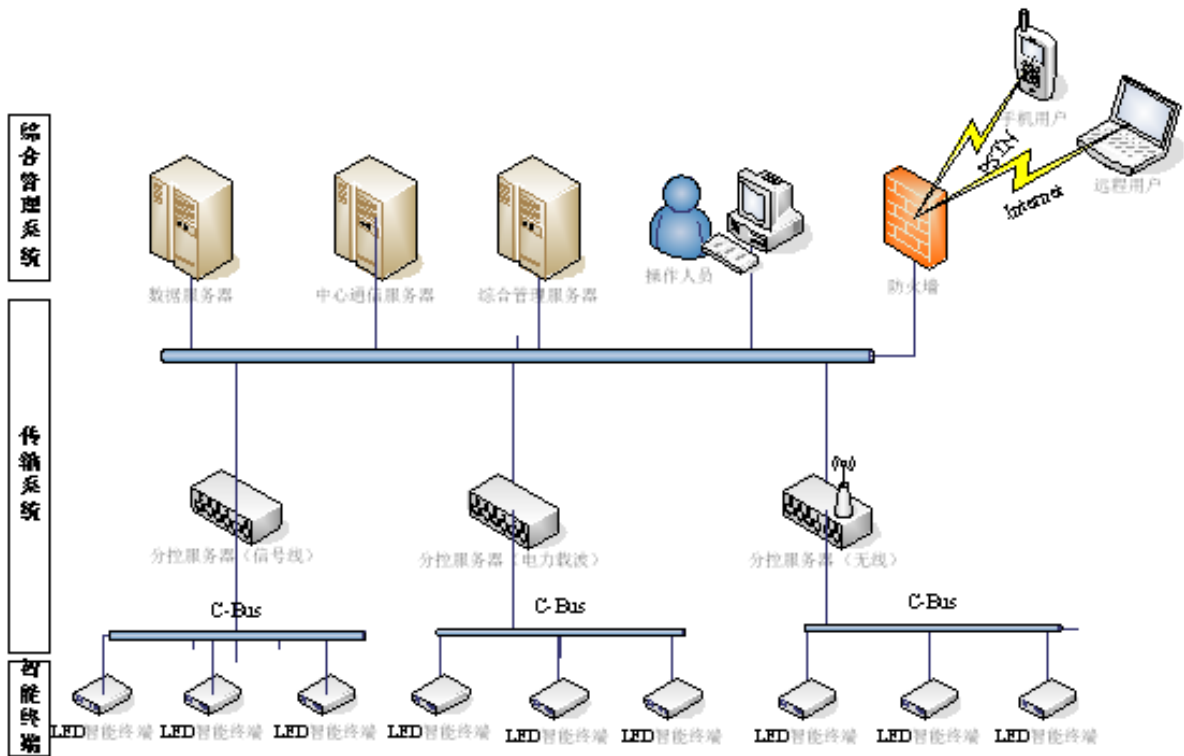


图 基于物联网的节能型 LED 智能照明控制系统体系结构图

3、使用的核心产品

序号	产品名称	型号	研制单位	产品属性
1	物联网智能控制可调色温筒灯	CT-TD6-S-C	澄通光电	自主创新
2	物联网智能控制可调色温日光灯	CT-RGD-S-C	澄通光电	自主创新
3	智能控制终端	CT-ZD-S-V1	澄通光电	自主创新
4	智能控制软件系统	CT-SS-V1	澄通光电	自主创新

5	智能系统中心服务器	CT-SSC	澄通光电	自主创新
---	-----------	--------	------	------

4、关键技术

1) 智能调光。

CT-10 型 LED 驱动电源采用一款高精度的 LED 恒流控制芯片，应用于非隔离的降压型 LED 电源系统，适合全范围的交流电压输入或者 12V~600V 的直流电压输入。

CT-10 型 LED 驱动电源芯片内带有高精度的电流取样电路，同时采用了专利的恒流控制技术，实现高精度的 LED 恒流输出和优异的线性调整率。芯片工作在电感电流临界模式，系统输出电流不随电感量和 LED 工作电压的变化而变化，实现优异的负载调整率。CT-10 型 LED 驱动电源芯片采用专利的源极驱动技术，芯片工作电流只有 200uA，无需辅助绕组供电，简化设计，降低系统成本。

CT-10 型 LED 驱动电源具有多重保护功能，包括 LED 短路保护、电流采样电阻短路保护和芯片过温保护。

2) 动态智能组网。

本系统实现了动态智能自组网技术，当一个灯具安装调试好后，每个灯具上带有一个 ZigBee 网络模块终端，只要这个灯具在网络模块的通信范围内，通过自动寻找，很快就可以形成一个互联互通的 ZigBee 网络。而且，由于灯具的移动或者信号强弱的变化，彼此间的通信通路还会发生变化。因而，模块还可以通过重新寻找通信对象，确定彼此间的联络，对原有网络进行刷新，这就是动态自组网。

所谓动态路由是指网络中数据传输的路径并不是预先设定的，而是传输数据前，通过对网络当时可利用的所有路径进行搜索，分析它们的位置关系以及远近，然后选择其中的一条路径进行数据传输。如图 所示，在该项网络管理软件中，路径的选择使用的是“梯度法”，即先选择路径最近的一条通道进行传输，如传不通，再使用另外一条稍远一点的通路进行传输，以此类推，直到数据送达目的地为止。在实际工业现场，预先确定的传输路径随时都可能发生变化，或者因各种原因路径被中断了，或者过于繁忙不能进行及时传送。动态路由结合网状拓扑结构，就可以很好解决这个问题，从而保证数据的可靠传输。

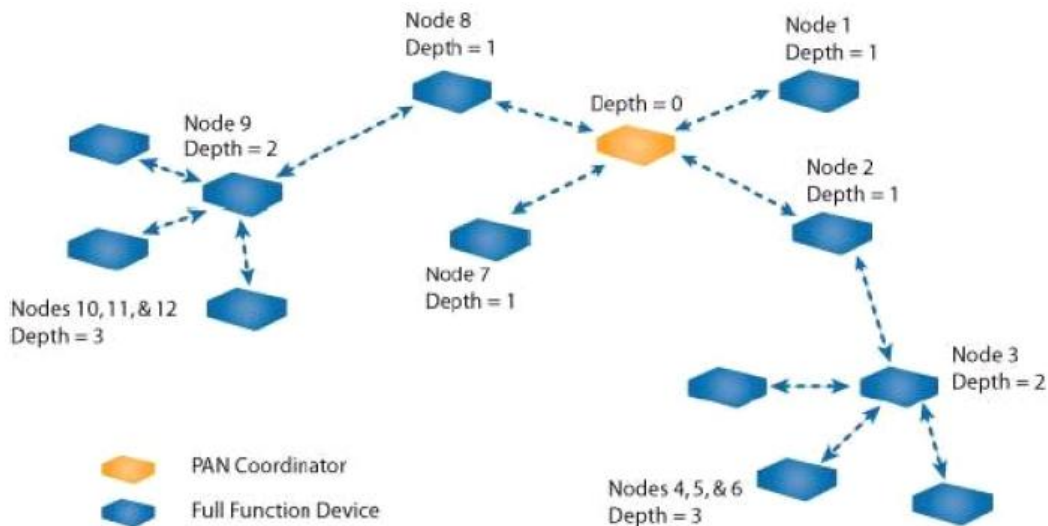


图 数据传输路径示意图

3) 照明监测。

本系统可以实现对照明灯进行运行监测，可以远程或者通过控制中心对每一盏灯的运行情况进行检测。

4) 能耗统计。

通过本系统，可以对每一盏灯的实时能耗进行监测，也可以对一个时间段内的照明耗能情况进行统计分析，并对节能降耗提供辅助决策。

5、科学创新性

1) 小规模应用时可以单独使用，也可以大范围并网控制。组网形式简单、灵活，新增加的灯具可以随时接入已有的网络，无须改变原来的结构。

2) 通过遥控器或者墙面上的液晶触摸屏可以方便地管理所有的 LED 灯具、智能开关、插座，实现无线控制、场景控制；彻底改变传统一组开关控制一组灯光的模式，提高 LED 灯的数字化管理。

3) 灯光明暗调节，无论是在会客、看电视、听音乐，调节不同灯光亮度能够创造出不同气氛和节省能源。调节后的亮度能够保存起来，方便下次直接启用。

4) 对于固定模式的场景、无需逐一地开关灯和调光，只进行一次设置，就可以按一个键控制一组灯。还可以设置灯光和电器的组合场景，例如影视模式，会自动开启电视机、机顶盒和合适的灯光照明。

5) 可以按照平常的习惯直接控制本地的灯光；根据需求开关可以任意设定所需控制的对象，既方便又安全。

6、经济和社会效益

该项目全部设备于 2014 年 3 月底安装到位并投入使用,通过本项目的实施,将取得重大技术突破和实用性成果,局部领域的研究在国内外处于领先地位,项目产业化后会取得良好的经济效益。

本系统所研发产品符合国家的节能减排的大方针,利用国家提倡的物联网技术,本系统在政策层面会得到支持,另外,基于物联网的节能型 LED 智能照明控制系统的研发大多采取受托式产业化研发,具有定制化服务特征,具有广阔的前景和巨大的经济和社会效益。

7、推广前景

根据国务院关于印发《“十二五”节能减排综合性工作方案》显示,绿色照明、半导体照明是国家节能重点工程和产业化示范的重点工作之一。

未来绿色照明以及以节能为主要诉求的半导体照明将是未来的主流照明产品,而基于物联网的 LED 智能照明控制系统,主要是针对 LED 照明的特点进行优化控制,使照明进一步节能、使照明更为舒适、更贴近人们的生活,无疑将成为未来照明的主要控制方式。因此 LED 智能照明系统的产业化前景是十分广阔的,有着非常巨大的市场空间。

6.10 珠海优华

6.10.1 企业简介

珠海优华节能技术有限公司成立于 2006 年,注册资本 3010 万,是国家高新技术企业,发改委、财政部第一批节能服务备案公司和广东省节能技术服务甲级资质单位。公司致力于“智慧绿建筑信息化服务”,其核心业务为大型建筑智能化设计、投资、建设和运营服务,智慧节能控制产品/系统设计与施工,以及能源托管。截至 2013 年底,公司总资产 3136 万元,年营业收入 6500 万元。

6.10.2 主要产品及研发能力分析

2011 年起,公司联合中山大学、广东工业大学、北京师范大学珠海分校进行产学研合作,专事于能源管理平台的深度研发工作;截止目前,公司已取得 2

项软件著作权、14 项实用新型专利和 2 项发明专利；公司研发的能源监测及采集系统严格按照住建部相关技术导则设计，并受邀参与《公共机构能源管理绩效评价技术规范》、《公共机构能源管理体系实施指南》等国标的编制工作；同时，战略性参与了省、市级能源监测平台的建设和公共建筑能耗数据采集工作。此外，公司自主研发的“基于人体热源的室内智能控制节能技术”入选国家第六批《国家重点节能技术推广目录》。

公司主要产品包括：数字面板、控制器、控制柜、遥控器、智能插座、智能开关、采集器以及数据传输器等。

6.10.3 应用案例分析

1、案例简介

珠海节能减排大厦智慧办公项目。

本建筑为新建项目，地上建筑面积 15196.24 平方米，楼高 22 层，300 余间房间；为珠海城市建设集团有限公司办公用楼。珠海市住房和城乡建设局将其列为 2013 年珠海市公共建筑节能示范立项项目，委托珠海优华节能技术有限公司进行智慧办公智能化设计与施工服务。目前本项目已顺利完成并通过验收，正常运营中。

2、案例架构

本技术采用热成像技术、RF 射频技术、红外技术对人体移动热源（即建筑内移动用能负荷）的监测，配合环境及气象参数采集、预置时间策略、用能管理策略与能耗数据分析模型构成的智能化室内节能控制系统。

采用“人走-灯/空调关”、“非工作时间断电”、“光照强-不开灯”、“早晨/过度季节-自然新风取代空调供冷”、“空调自动限温管理”（如室外气温在 30°C 之下，空调无法人工开启，室外温度高于 30°C 后，室内空调末端被限制在 25°C，人工干预无效）等节能控制逻辑和措施，减少不合理用电时间、杜绝待机能耗，以达到在满足建筑设计（使用）要求前提下节省电能的目的。

室内节能控制系统硬件构成包括：现场工作站、控制器、数字面板、红外控制器、人体侦测传感器、照度传感器以及温湿度传感器等。系统架构如图 所示：

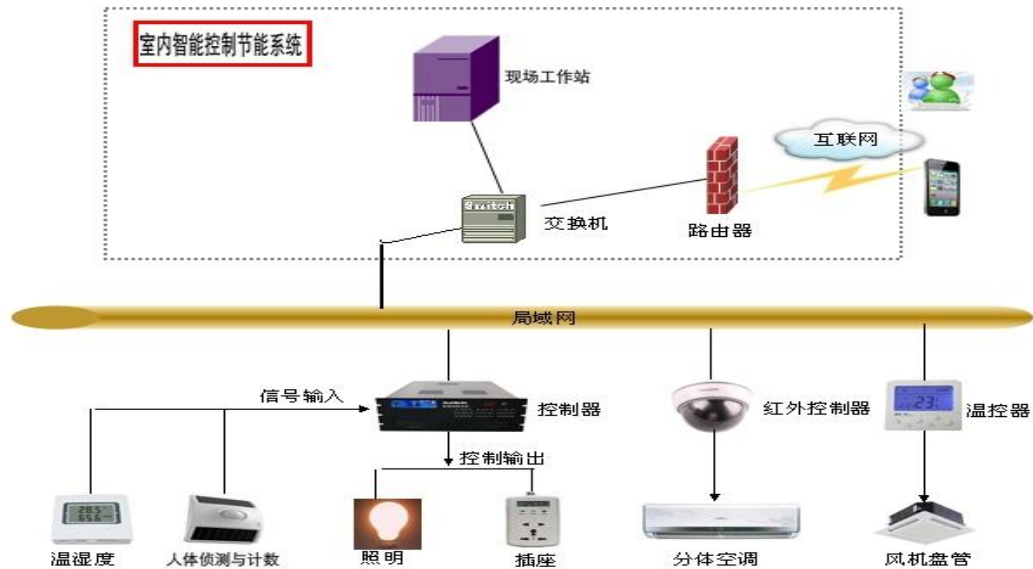


图 室内节能控制系统架构图

3、使用的核心产品

本项目采用的核心产品“控制器”、“红外控制器”和“数字面板”为珠海优华自主创新产品。具体功能特性如下：

1、数字面板

- 1) 上电启动 500ms,直接点亮，直接运行；
- 2) 支持 128 个信息界面；
- 3) RS485 通讯，可选配 Zigbee 无线传输功能
- 4) 支持智能家居指令集；
- 5) 支持红外控制器指令操作；
- 6) 具有勿打扰、应急开灯、复位功能。

2、控制器（48 点）

1) 具备机械自锁电器装置，停电切换的状态下可保持继电器开关状态不变或可变；

2) 每个模块可存贮 128 个场景模式，场景运行时间可以自由设置，情景模式可以自由组合；

- 3) 具备 1~24 回路应急处理场景功能；
- 4) DES 前端耗能设备的控制单元；
- 5) 24 路数字量输入，24 路 10A 继电器输出。

3、红外控制器

- 1) 支持家庭常用 6 种电器;
- 2) 掉电数据不丢失;
- 3) 同时支持多个设备的控制;
- 4) 控制指令简单;
- 5) 标准 RJ45、TCP/IP 网络接口。

4、关键技术

1) 系统性指标

- 商用及办公建筑室内电耗节省 10% 以上。

2) 人体监测/计数

- 红外技术：大型空间误差率<15%，独门小空间误差率<5%；
- RF 射频技术：大型空间误差率<5%，独门小空间误差率<1%；
- 视频热成像技术：大型空间误差率<2%，独门小空间误差率<1%；
- 微波人体侦测技术：11 米范围内，准确率 100%。

3) 控制器

- 输出控制：标配 12 继电器输出回路，每路最大负载>10A；
- 输入 DI/DO：各 12 路；
- 总线接口：支持 RS485 MODBUS 协议及 TCP/IP 协议；
- 增加继电控制单元可以扩充到动力控制，
- 增加 IGBT 单元可以扩充到变频调速控制或可控硅调光控制)；
- 逻辑控制能力：不低于 128 种组合控制逻辑。

4) 红外控制器

- 红外遥控角度:< $\pm 15^\circ$ (视环境、距离、学习情况和遥控器灵敏度而定)
- 遥控正对距离:1.5-10 米(视环境、角度、学习情况和遥控器灵敏度而定)
- 通信协议：支持 TCP/IP 协议及 Zigbee 协议；
- 功能要求：具备自动识别、上传、学习及组网功能；组网能力大于 200

点。

5、科学创新性

本项目所采用的技术主要创新点体现在：

- 1) 红外接口自动编译及上传技术：自动甄别、上传和学习红外编码，使红外控制器可兼容市场上所有在用红外接口协议。

2) 自动无线自组网技术：实现建筑内各个建筑单元红外控制器、无线传感器等硬件的自动组网，以便统一配置参数、实时下发控制逻辑和实施集中管理。

3) 移动智能终端接入技术：支持市场上常见手机系统，实现对建筑及室内能耗的监测、数据查询、分析展示，以及一键式管控。

4) 基于人体热源探测的智能控制技术。

6、经济和社会效益

本项目属于公共建筑范畴，本技术可以实现基本消除公共建筑的待机能耗；同时，重点实现工作时段内的室内照明、空调和其他用电设备的节能控制。对节能减排更具实质性意义。由该公司负责设计和施工。本项目建筑面积为 15196.24 m²，为新建建筑。

主要建设内容：建设智慧办公室节能系统，包括照明系统节能控制、室内办公设备节能控制和室内空调末端节能控制。主要设备：现场工作站、控制器、红外控制器、数字面板、温湿度传感器、人体侦测/计数传感器、照度传感器和联网型空调温控面板等。项目投资 65.8 万元，建设期 2 个月，项目节能量 109.52tce/年，碳减排量 234.68tCO₂/年。年节能经济效益为 26.6 万元；减排原始成本为 65.8 万元 ÷ 234.68tCO₂ = 2804 元/吨，按 10 年设备折旧期摊铺的减排成本为 3077 元/吨 ÷ 10 = 280.4 元/吨；投资回收期 65.8 万元 ÷ 26.6 万元/年 = 2.47 年。

7、推广前景

根据权威人士揭示的数据及测算结果：2010 年，公共建筑能耗约为 1.4217 亿 tce/年；折合的碳排放量为 3.0465 亿 tCO₂/年。按本项技术节能能力保守值 10% 计算，如果到 2015 年，有 10% 公共建筑采用本技术，则可节能 142 万 tce/年 (=1.4217 亿 tce/年 * 10% * 10%)、减排 304 万 tCO₂/年。

国家住房和城乡建设部预测：2020 年左右，我国建筑能耗将占总能耗的 30%~40%，超过工业能耗成为全社会第一能耗大户。2010 年住建部副部长仇保兴接受中国经济报记者说：我国平均每年要建 20 亿 m² 左右的新建建筑。住建部颁布的《“十二五”建筑节能专项规划》提出：到 2015 年，全国城镇节能建筑占既有建筑面积的比例达到 23.1%。因此建筑节能的市场潜力巨大，而作为针对建筑室内用能行为的智能控制节能技术，市场前景也十分广阔。

第七章 智慧能源产业发展趋势与前景分析

7.1 国际智慧能源相关产业发展趋势

7.1.1 国际智慧能源相关产业发展整体趋势

能源过度消耗和环境污染是当前全球可持续发展面临的普遍困惑，当前，全球智慧能源相关产业的发展有以下四个整体共同的趋势：

1、欧盟、美国和日本等发达国家和地区日益重视智慧能源相关产业的发展，纷纷把智慧能源放在国家战略高度上，节能减排目标日益严格，相关预算不断增加；

2、各国智慧能源的实施策略，逐渐由原来的厂商驱动、小型分散行业智能应用建设，转为政府主导、联合不同行业领域企业进行整体规划实施；

3、各国越发重视智能电网的建设，全球智能电网管理服务市场 2012 至 2016 年间的复合年增长率有望超 50%；并逐渐开始打造包括水、电、气、热等在内的整体智慧能源网络；

4、跨地区的合作逐渐增多，绿色 ICT 全球化趋势日益明显。除了各个国家和地区为了解决各自的能源问题而积极推动绿色能源解决方案之外，国家之间、地区之间、各公司之间也组成了各种组织，为智慧能源能实现跨区域和全球普及做着积极的工作。

7.1.2 不同国家地区的发展趋势

由于各个国家、地区情况不尽相同，智慧能源相关产业的发展也各有所侧重。

1、欧盟：从全球范围来看，欧盟是最早关注气候变暖问题、最先发展智慧能源的地区。欧盟重点关注运用 ICT 技术提供系统化的方式衡量能源的使用以及实现节能减排的目的。

(1) 智慧能源相关预算不断增加。

2003 年 6 月，欧洲议会和欧洲理事会发布“智慧能源—欧洲”(2003~2006 年)计划，为地方、区域和国家级的涉及可再生能源、能源效率、交通运输和国际合作领域的激励计划提供财政支持，预算为 2 亿多欧元；之后又发布第二个“智慧

能源—欧洲”（2007~2013 年）计划，预算增加为 7 亿多欧元。

（2）节能减排目标日益严格。

2007 年，欧盟通过“20-20-20 计划”，即到 2020 年达到温室气体比 1990 年减排 20%，可再生能源在总能源消费中的比例达到 20%，提高能源综合使用效率 20%；2013 年 9 月，欧盟“国情咨文”发布，欧盟委员会主席巴罗佐表示将坚持这一目标。

2014 年 1 月，欧盟《2030 气候能源政策框架》出台，目标比“20-20-20 计划”更为严格。该框架明确到 2030 年温室气体排放量较 1990 年削减 40%，具体而言，要求欧盟碳交易体系(EU-ETS)内的成员将必须实现较 2005 年水平减排 43%，体系之外的国家必须完成减排 30%的任务，以确保到 2050 年欧盟减排 80%的目标最终实现；此外，欧盟委员会还建议，应在未来进一步增加可再生能源的使用比重，到 2030 年可再生能源的使用至少要达到能源消费总量的 27%。这个目标是经过重点能源企业、各国多方博弈达到的，是目前全球最严格的减排方案之一。

（3）欧盟将持续重点关注智能电网的建设，也逐渐开始其他领域的智慧能源建设。

2011 年，欧盟发布“能源基础设施”战略报告，提出将欧盟各个国家的电网、气网等能源网络连起来，建成跨欧洲的能量互联网战略构想。各主要成员国因地制宜，根据自身情况，重点开展智能电网的研究和建设，也有个别国家从交通、城市环境监测进行切入。

1) 德国：联邦政府经济和技术部将其新制定的未来能源规划命名为“能源互联网”，目标是建立一个基于信息和通信技术、可实现自我调控的高效能源系统。近年来，德国陆续开展多个和智能电网相关的研究专题，投入也不断增加：

2008 年，德国联邦经济技术部与环境部在智能电网基础上推出为期 4 年的技术创新促进计划 E-Energy，提出打造新型能源网络，实现综合数字化互联以及计算机控制和监测的目标。

2011 年 8 月，德国第六能源研究计划决定 2011-2014 年拨款 34 亿欧元，重点资助与能源互联网相关的关键技术，包括可再生能源、能源效率、能源储存系统、电网技术以及可再生能源在能源供应中的整合等。

2012 年，德国联邦教育与研究部(BMBF)开始支持「Energy To Smart Grid」(E2SG)的大型欧洲能源研究计划，预算约为 3400 万欧元，其中德国商业与研究

机构成员出资 490 万欧元，BMBF 出资 440 万欧元，欧洲奈米科技方案咨询委员会(ENIAC Joint Undertaking)则提供 190 万欧元。该项为期 3 年的研究计划，重点研发将能源从发电厂配送给终端消费者的新技术，尤其是智能电表和连结家用电器或灯泡至智能电网的接口(变压器和通讯技术)，其目标是将能源配送期间发生的能源耗损降低 20%。E2SG 计划由英飞凌主导管理，由佛罗恩霍夫整合式系统和装置研究机构、Insta Elektro GmbH 公司、恩智浦半导体(NXP Semiconductors Germany GmbH)、亚琛工业大学(RWTH Aachen University)和 Telefunken 半导体公司等几家德国厂商结盟合作，共集结了来自 9 个不同国家的 31 个商业与研究团体。

2) 英国：已提出要转向智慧能源系统，大力推进智能电网建设，并计划让智能电表走入千家万户，预计截至 2019 年年底，将在 2600 万家庭安装 4300 万块智能电表。

3) 法国：日益重视智慧能源的建设，投入了大量精力，在大市政架构下实现跨行业合作，由政府引导法国电信、施耐德集团和达索集团等多个知名企业，利用物联网、大数据、云计算等 ICT 技术实现对城市环境的监测、测量和控制，包括公共建筑的供水系统、街道照明控制系统和环境控制系统等。

4) 其他国家：

意大利的公共事业公司正在建设新型数字式电网，以便对能源系统进行实时监测；瑞典在首都斯德哥尔摩市区道路上设置路边监视器，利用射频识别、激光扫描和自动拍照等技术，实现了对车辆的自动识别，收取拥堵税，从而使交通拥堵水平降低了 25%，温室气体排放量减少了 40%。此外，芬兰、荷兰、卢森堡、比利时和奥地利等国家也纷纷利用 ICT 技术实现节能减排，成效显著。

2、美国：

在强大的技术后盾支撑下，发展智慧能源已经成为美国政府部门、行业协会及产业界新的战略共识。美国重点关注智能电网建设，并开始着力打造 21 世纪智慧能源网络。

(1) 重点关注智能电网建设，相继颁布了多个相关法案和启动相关项目，不断增加投入智能电网建设投入。这将是美国未来一段时间重点关注和投入的领域。

1) 持续多年在政策给予大力支持，且投入大量资金开展智能电网建设。

在《美国 2007 年能源独立与安全法案》(EISA 2007) 中强调把输电和配电网的现代化作为美国的国策之一，并对智能电网建设的原则做出了具体规定。

2009 年，奥巴马政府提出“技术创新战略”，并出台拯救美国经济的《2009 年美国复苏和再投资法案》(ARRA 2009)，总计投资 7870 亿美元，其中 1000 亿美元投入创新，“创新”涵盖建立国家智能能源网和信息技术基础设施等领域。重点投入 110 亿美元，用于建设可安装各种控制设备的新一代智能电网。当前已实施的项目涉及智能电网的各个领域，包括传感器、智能开关、控制和通信技术在输电和配电系统中的应用，以及使消费者能够参与能源管理的设备等。美国政府将智能电网项目作为其绿色经济振兴计划的关键性支柱之一，也将智能电网视作降低用户能源开支，实现能源独立性和减少温室气体排放的关键措施。

为了吸引各方力量共同推动智能电网的建设，美国政府制定《2010—2014 年智能电网研发跨年度项目规划》，全面规划智能电网研发项目，进一步促进该领域技术的发展和运用，重点包括两方面内容：i) 技术领域研发项目，主要集中在传感技术、电网通信整合和安全技术、先进零部件和附属系统、先进控制方法和先进系统布局技术、决策和运行支持等方面；ii) 建模领域研发项目，主要集中在准确建立电网、从发电到运输、再从运输到配送的整个过程中，其运作情况、配送成本、智能电网资产以及电网运行所产生的各种影响的模型构建等方面。

2011 年 6 月，白宫办公厅公布《21 世纪电网发展政策框架——确保未来能源安全》，在对美国电力行业发展现状进行综合分析的基础上，系统阐述了美国最新的智能电网政策以及新政的支柱，其中新政主要包括三方面：支持电网创新发展、加速电力基础设施现代化和推进清洁能源经济发展；支柱包括四个：促进智能电网的投资、促进电力部门的创新、增加消费者自主权以及电网安全政策。

2) 开始探索组建相关机构推进智能电网的长期建设。

在制定相关政策的同时，美国还积极探索组建相关机构，着力推进智能电网建设。例如，能源部建立了一个专门致力于智能电网领域研究的咨询委员会，作为电网政策的制定和咨询机构，为政策制定提供咨询建议；还建立了智能电网特别行动小组，作为智能电网建设的协调、组织和运行机构，在 2008—2020 年间通过政府的资金资助维持有效运转，该小组由能源部下属的电力提供和能源可靠性办公室领导，其中的专家成员分别来自美国能源部、商务部、国防部、国土安全部、环境保护局、联邦通信委员会、联邦能源管制委员会和农业部等七个联邦

机构。

(2) 除规划智能电网建设外，美国开始制定全面战略，推进智慧能源的建设发展。

2010年9月，美国能源部部长朱棣文在智能网络全球论坛（2010 Grid Wise Global Forum）上提出了美国发展智慧能源的最新战略，即建立21世纪的能源网络（Toward a 21st Century Grid），重点包括发展可再生能源接入、大规模储能、用户端管理、智能电网、数据与信息安全、智能建筑等内容。

2011年3月，美国政府发布全面描述国家能源政策的《能源安全未来蓝图》，要求以创新方式走向能源未来，并提出确保美国未来能源供应和安全的战略是：开发和保证美国的能源供应、为消费者提供降低成本和节约能源的选择方式、以创新方法实现清洁能源未来。

3、日本：作为一个能源短缺的国家，能源问题事关日本的经济乃至国家的生死存亡。因此，日本非常注重新能源的开发，并制定各项能源发展战略以确保能源长期可靠供应，这是日本一直以来也是未来的趋势。

(1) 实施方式转为政府牵头，跨地域、跨行业合作推进能源计划。

2010年4月，日本经济产业省启动“智慧能源共同体（Smart Community）”计划，该计划涵盖能源、社会基础设施和智能电网等领域，主要包括两个项目：一个是“智慧城市”示范项目，在横滨、丰田、关西、北九州等四座城市具体实施；另一个是“智慧能源网”示范项目，在东京、大阪试点部署。这两个项目将通过智能化的信息交换与控制系统，协调电力、热能与运输方面的能源使用，实现区域内不同来源的电力与热能的相互转换，进一步提高可再生能源在总能耗中的比重，以此作为履行2020年减排25%承诺的重要举措。

北九州智慧城市以“人网”和“能源网”的和谐统合为核心，从能源管理的角度打造一个低碳、宜居、可推广的智慧城市典范，主要目标是2030年实现碳排放减少50%，2050年减少80%。

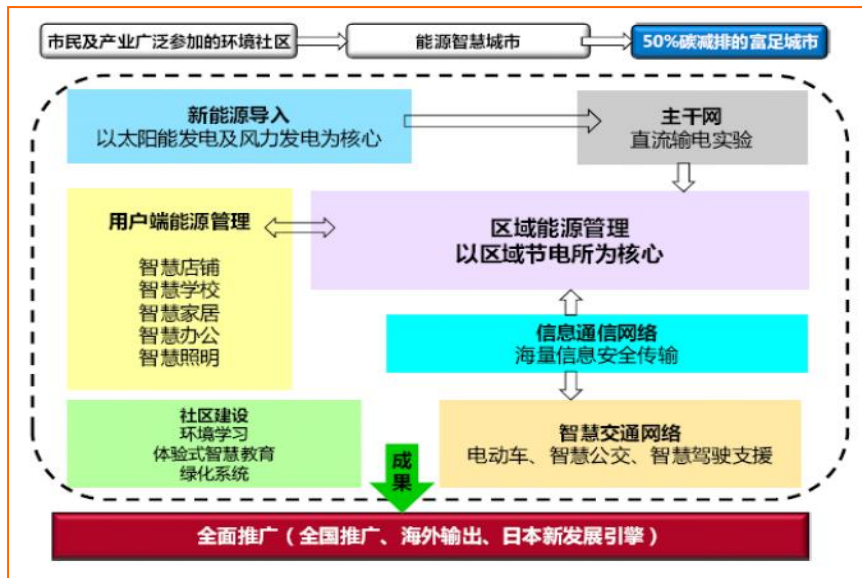


图 7.1 北九州智慧城市总体框架

(2) 除同样重视智能电网建设外，日本也越来越重视新能源技术革新。

日本计划在 2030 年全面普及智能电网，智能电网将是其在未来十多年里的建设重点。

2012 年 7 月“再生能源特别措施法案”实施，规定电力公司有义务购买个人和企业利用太阳能、风力、地热等发电产生的电力。该法案旨在促进新能源技术革新，减少对核电的依赖，搞活地方经济，减少二氧化碳气体排放等。截至目前，日本再生能源占有所有能源供给的比例约 10%，预期 2020 年将可提升至 20%。

4、韩国

2011 年 6 月，首尔发布了“Smart Seoul 2015”（即“智慧首尔 2015”）计划，该计划正视环境危机，提出要实现“智能绿色城市”的信息化发展具体目标，并在全国各地区中率先制定了长期绿色政策，从运用智能电网、云计算以及提供智能交通信息、智能环境信息等方面，提出了一系列措施，通过整备 U-City 信息基础设施和运营高效的信息系统建设，树立起新都市的示范，助力首尔打造清洁且充满魅力的国际都市。

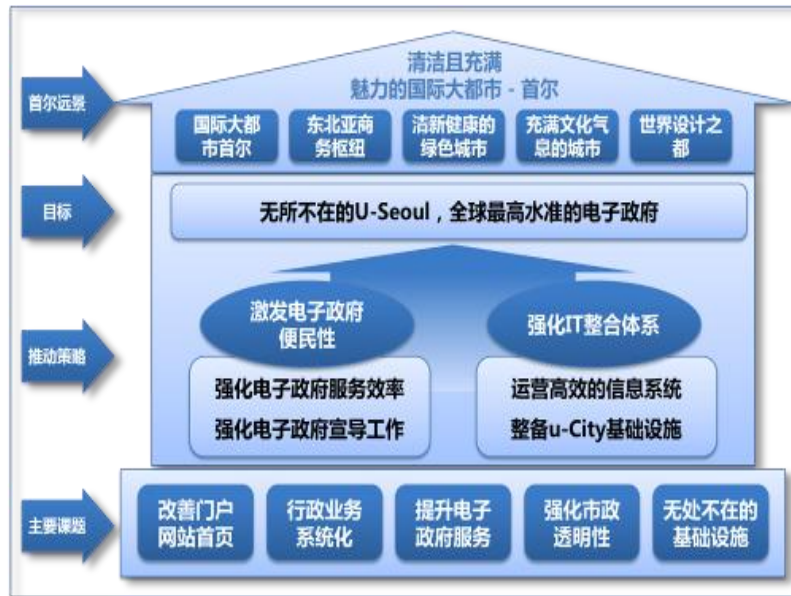


图 7-2 智慧首尔 2015

“智慧首尔 2015”规定了通过信息化促进节能减排的明确目标，例如：到 2030 年为止，减少 40%的温室气体，创造 100 万个绿色岗位，实现 100 栋建筑的绿色建筑，到 2020 年为止，所有大众交通工具转为绿色汽车，大众交通工具分担率扩大至 70%，并专修自行车专用车道。

5、澳大利亚：澳大利亚政府通过与信息工业协会（AIIA）合作，共同宣传并推进绿色 ICT 在节能方面的应用。

AIIA 是一个不以营利为目的 ICT 行业的代表机构和宣传组织，成员包括澳大利亚所有的信息和通信技术部门，涉及硬件、软件、服务及电信业。AIIA 推动澳大利亚 ICT 行业从设计、制造、使用和处置等环节上严格把关，以使产品和服务在整个生命周期上更节能；重视虚拟化、移动计算设备等新技术在 ICT 行业的应用，从而提高能源效率，节约成本，提供社会净效益；同时，AIIA 与财政部等主要政府部门合作，共同推进绿色 ICT 在节能方面的应用；并且公布了一份利用 ICT 技术改善澳大利亚基础设施、减少二氧化碳排放量以及提高能源效率的白皮书，提出了包括加强政府与 ICT 行业的联系、减少室温气体排放、利用 ICT 技术减少碳污染、推进 ICT 行业节能减排以及建议起草绿色 IT 行动计划等五条主要路线，对多个领域用 ICT 技术减少温室气体排放的可能性进行了分析并提出建议。

6、跨区组织

(1) IEEE 开始启动智能电网研究项目，推动全球智能电网长期发展。

2013年6月开始，IEEE推出了一系列文献，力图通过努力，创建行业里最全面的智能电网资料库之一，推动全球智能电网的持续创新和发展。参与“IEEE智能电网研究”项目的技术协会包括IEEE通信协会（IEEE ComSoc）、IEEE计算机协会、IEEE控制系统协会（IEEE CSS）、IEEE智能交通协会（IEEE ITSS）以及IEEE电力及能源协会（IEEE PES）。

该研究的长期文献是IEEE标准协会及其它相关的IEEE技术协会协作的成果，致力于开发电力、计算技术、通信、控制系统和车辆技术等五大技术门类的研究报告和长远发展文件，以解决智能电网发展短期和长期内面临的问题和挑战。相关文献通过五大技术类别的潜在使用案例、应用方案和使能技术，描述了长期发展愿景、参考模型、路线图资料和近期内亟待解决的问题，帮助人们了解发展趋势、技术挑战与机遇以及研究领域现存的空白。

目前已经可以下载的文件包括：

1)《2050年IEEE电网发展愿景》描绘了智能电网的电力发展蓝图，叙述了与智能电网相关的电力发展长期规划，涉及现有和未来的技术发展，以及在未来40年间必须解决的挑战；

2)《IEEE智能电网计算技术发展愿景：2030年及未来》从计算技术的角度，阐述了智能电网的运行概念和2030年发展前景。该文件旨在鼓励计算机技术领域的投资，推动实现智能电网的发展目标，提高电力系统的性能、效率、速度、可靠性和恢复力；同时还广泛关注了多个学科领域的计算技术，并概述了它们在未来电网发展中可发挥的作用。

3)《IEEE智能电网通信技术发展愿景：2030年及未来》从通信技术的角度，阐述了2030年智能电网的发展愿景，同时还指出了业内各参与方所面临的当务之急，以及在实现发展目标中将遇到的障碍；此外，该文件还为业内不同领域分别指出了智能电网发展目标，以及如何发展通信技术来实现智能电网的核心功能。

另外，面向智能电网从业人员和研究人员的《智能电网全球用户的社会化》及《智能电网的网络安全》报告也即将发布，协助定义近期内所面临的问题和挑战。《智能电网全球用户的社会化》预研了即将出现的用户问题，指导电力公司和能源公司如何更好地处理和解决全球用户的需求；《智能电网的网络安全》详细指出智能电网价值链中现存的网络安全缺陷，各国目前使用的应对措施以及可进一步采取的办法，并提出为实现智能电网的有效运行所必须解决的问题。

(2) 世界自然基金会 (WWF: World Wide Fund for Nature) 深入研究能源发展趋势, 为各国和地区制定智慧能源策略提供指导和参考。

2008 年, WWF 与 Gartner 联合发布了“Assessment of Global Low-Carbon and Environmental Leadership in the ICT Sector”报告, 揭示了 ICT 的碳排放量占全球排放量的总体情况, 同时阐明 ICT 技术是实现节能减排、提高效率的主要关注点。

2011 年 WWF 发布《能源报告》, 包括能源咨询公司 Ecofys 提供的能源情景和详细分析。该报告指出, 到 2050 年, 全球 95% 的能源需求可由清洁和经济的可再生能源满足, 这将在很大程度上减轻人们对能源安全、污染和灾难性气候变化方面的担忧。报告建议把建筑、交通及工业领域作为重点, 加强可再生能源发电和智能电网传输控制, 以提高能源利用效率, 满足不断增加的能源需求。

(3) 全球电子可持续发展推进协会 (GeSI) 通过深入研究绿色 ICT 节能效率和案例, 着力推进全球化的 ICT 行业节能减排。

成立于 2001 年的 GeSI 下面设有绿色供应链工作组、气候变化工作组、绿色材料工作组、电子废物工作组、公共政策工作组和标准化工作组等机构, GeSI 协调全球 ICT 行业的环保政策和实施方法, 影响环保法规和标准的制订, 并通过协会秘书处、联合国环境规划署和国际电信联盟合作, 共同支持信息和通信技术行业内包括制造商、网络运营商、服务提供商、贸易协会和其它行业相关组织的企业与机构, 旨在促进全球公开合作, 并通过提高技术来进一步促进信息和通信技术部门的可持续发展。2008 年, GeSI 在广泛调研基础上撰写发布的《Smart 2020: 实现信息时代的低碳经济》报告显示, ICT 具有强大的降低社会能耗和碳排放的潜力, 到 2020 年可以帮助全球降低 16.5% 的温室气体排放量, 每年节省约 1.9 万亿美元的能源和燃料成本。报告介绍了 ICT 带来积极影响的许多案例, 其中包括智能工业电机、智能物流系统、智能楼宇和住宅、智能电网、差旅替代以及智能交通系统。

(4) 数字能源解决方案机构 (DESC: Digital Energy Solutions Campaign) 通过宣传和推进公共策略制定, 力推智慧能源全球化。

DESC 于 2008 年由英特尔和若干信息通信技术公司共同创建, 2010 年转由美国信息技术行业委员会负责。DESC 致力于宣传 ICT 为降低其它经济领域的能耗和气候变化影响所能发挥的作用, 以及促进各种公共政策, 使人们对信息通信

技术充分认识并了解 ICT 对生存环境和经济长远发展所起到的重要作用，以期充分发挥 ICT 在能效和气候变化解决方案中的潜在贡献。

(5) 绿色网格联盟 (TGG) 通过与全世界的终端用户和政府组织协作，联合多家知名企业，如 AMD、APC、Cisco、Dell、Emerson、Fujitsu、Fujitsu Siemens、HP、IBM、Intel、Microsoft 和 Sun 等供应商以及 ADP、Allstate、BT、Enterprise、Facebook 和 FedEx 等终端用户，实现绿色数据中心；此外，TGG 还通过制定数据中心能源效率指标、发布《节能数据中心指南》等，指导并推进绿色机房的节能实践。

7.2 中国智慧能源产业发展趋势

当前，中国政府日益重视节能减排，主要通过制定相关政策来推动智慧能源产业的发展；智慧能源产业的技术呈现出融合化、嵌入化和智慧化趋势，产业链逐渐完善，商业模式也日渐明晰。从现有的智慧能源产业基础以及目前发展的方向来看，智慧能源产业发展的主要趋势如下：

7.2.1 政策环境趋势

国家越来越重视智慧能源发展，国家政府部门制定的各项政策中，生态文明、绿色节能成为政策热点。

我国在“十二五”规划中进一步明确提出，要以科学发展为主题，以加快转变经济发展方式为主线，坚持把建设资源节约型、环境友好型社会作为加快转变经济发展方式的重要着力点；深入贯彻节约资源和保护环境的基本国策，通过节约能源、降低温室气体排放强度以及推广低碳技术，积极应对气候变化，促进经济社会发展与人口资源环境相协调的持续发展之路；重点提出培育和发展节能环保、新一代信息技术等七大战略性新兴产业。

“十八大”也明确提出节能减排科技行动，明确把生态文明纳入社会主义现代化建设总体布局；国务院在 2011 年最新审议通过中国“十二五”节能减排综合性工作方案，重点推进工业、建筑、交通三大重点领域的节能减排，积极引进、消化、吸收国外先进技术，加快技术的开发、示范和推广应用。

此外，国务院先后颁发了《关于大力推进信息化发展和切实保障信息安全的若干意见》（国发〔2012〕23 号）、《关于推进物联网有序健康发展的指导意见》

(国发〔2013〕7号)、《关于加快发展节能环保产业的意见》(国发〔2013〕30号); 财政部、住房城乡建设部发布了《关于进一步推进公共建筑节能工作的通知》(财建[2011]207号); 国务院机关事务管理局颁布《公共机构节能“十二五”规划》(国管节能〔2011〕433号); 住房城乡建设部颁布《国家智慧城市试点暂行管理办法》(建办科[2012]42号)《国家智慧城市(区、镇)试点指标体系(试行)》; 发改委牵头编制的《全国促进城镇化健康发展规划(2011—2020)》等与智慧能源相关的政策; 工信部颁布关于进一步加强通信业、中小企业、工业节能减排工作的指导意见; 其他部委如农业部、旅游局、交通运输部也颁布了相关行业的节能减排指导意见。此外, 各级政府2014年度《政府工作报告》中, “大力推进节能减排”也成为了各级政府高度关注的热词。纵观这些国家和地方政策, 可以看出智慧能源产业的政策环境发展有以下趋势:

1、节能减排目标逐渐明晰, 为智慧能源的发展指明了方向。

十二五规划里, 明确2015年单位国内生产总值能源消耗降低16%; 公共建筑节能通知明确“十二五”期间公共建筑单位面积能耗下降10%, 大型建筑降低15%; 《公共机构节能“十二五”规划》提出2015年人均能耗下降15%, 单位建筑面积能耗下降12%。工信部《进一步加强通信业节能减排工作的指导意见》明确到2015年末, 通信网全面应用节能减排技术, 高能耗老旧设备基本淘汰, 初步达到国际通信业能耗可比先进水平, 实现单位电信业务总量综合能耗较2010年底下降10%; 推进信息化与工业化深度融合, 促进社会节能减排量达到通信业自身能耗排放量的5倍以上; 新建大型云计算数据中心的能耗效率(PUE)值达到1.5以下。

2、节能环保重点项目投资不断增加, 为智慧能源的发展提供了充足的资金来源。

根据来自经济参考报的数据, 十二五节能环保重点项目投入将达3.6万亿元, 与十一五相比增幅达125%; “十二五”节能环保产业发展规划里, 到2015年, 节能服务总产值突破3000亿; 住建部制定建筑节能十二五专项规划, 明确要加大节能减排专项资金支持建筑节能和绿色建筑力度。2014年2月12日国务院常务会议(大气污染防治)上, 明确安排100亿元, 对重点区域大气污染防治实行“以奖代补”, 制定重点行业能效、排污强度“领跑者”标准, 对达标企业予以激励。

国家节能环保重点项目投资 (万亿元)

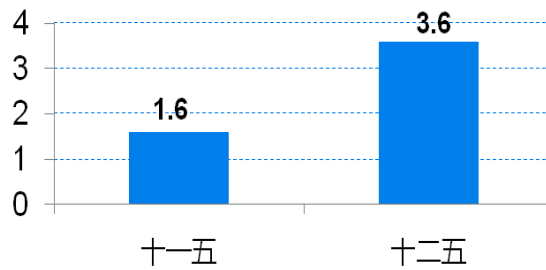


图 7-2 国家节能环保重点项目投资

3、除传统工业领域和交通行业外，国家政策越来越重视公共机构、建筑的节能减排。

“十二五”节能减排综合性工作方案中，重点推进工业、建筑、交通三大重点领域的节能减排；《关于进一步推进公共建筑节能工作的通知》《公共机构节能“十二五”规划》（国管节能〔2011〕433号）等相关政策先后颁布；《国务院关于节能减排工作情况的报告》强调，“……深入开展绿色建筑行动，实施建筑能效提升工程，发展绿色建筑，推广绿色建材，推进建筑产业现代化，2015年绿色建筑标准执行率达到20%，今明两年完成3亿平方米北方采暖地区既有居住建筑供热计量及节能改造任务，新建建筑百分之百安装计量装置、百分之百按热计量收费。”“继续开展节约型公共机构示范单位建设，2015年全国公共机构单位建筑面积能耗比2010年降低12%以上”。

4、节能评估、考核机制将日益完善，为智慧能源的实施提供更完善的评价标准。例如，将加快建立节能减排监测、评估体系和技术服务平台；完善节能减排统计、监测、考核体系，健全节能减排预警机制，强化节能减排目标进度考核；建立健全针对公共建筑特别是大型公共建筑的节能监管体系建设；通过能耗统计、能源审计及能耗动态监测等手段，实现公共建筑能耗的可计量、可监测；明确提出建立比较完善的“公共机构节能计量监测考核体系”。

7.2.2 技术发展趋势

能源和信息技术的融合将从根本上改变能源的生产和利用方式，从而形成能源供应向分散生产和网络共享的方式转变的大趋势。

1、现有的各自独立的信息系统模式将逐渐转变为基于互联网的、可以互联互通的云数据存储模式。

智慧能源就是以信息通信技术承载能源技术，建立能源互联网。互联网模式将成为未来能源管理行业发展的主要模式。在互联网概念引导下，能源基础设施领域将产生深刻变革。但在能源互联网“广域网”实现之前，垂直应用领域的“局域网”是主要应用场景。

面对海量对象和海量的汇聚信息，如何进行数据的存储和访问是很关键的问题，要解决大量节能数据的存储，将存储设备云化也是未来的主要趋势。

智慧能源需要大量的实时节点数据。在传统的数据存储方式下，这些节点状态和传感数据在被网关收集上来后，通过传输、处理，最终存储在统一的介质中。但传统方式满足不了系统在极小的响应时间内快速处理和访问海量数据的需求，因此，未来的发展趋势可以采取通过云加端的模式，把需要快速访问的在线数据存放在节点的位置，而近期数据、离线数据可以存放在网络云端中。

云计算是一种基于互联网的新型服务模式和计算模式，具有虚拟化、伸缩性、多租户等特点，支持异构的基础资源和异构的多任务体系，一方面可以为智慧能源建设中大规模分布式数据管理、快速资源部署、安全存储提供有力的支撑手段，另一方面也可以实现资源的按需分配、按量计费，最终促进资源规模化，有利于降低单位资源成本，降低区域信息化总体成本，降低信息化门槛，使得更多的单位和企业愿意通过信息化提高工作效率，促进网络业务创新。通过云的方式实现节能减排将在全国范围内成为智慧能源建设的重要环节。

目前，施耐德已为全国 10 多个 SOHO 中国建筑群提供能源管理服务——云能效能源管理平台；宝信智慧能源云（基于 IEEE1888）也已经为长三角 5 家中小型企业提供能源管理服务。

2、智慧能源标准体系将逐步形成。

当前，各家厂商主要基于私有标准提供垂直封闭的智慧能源解决方案，控制网络协议众多，难以互连互通，集成实施困难，成本居高不下，而未来的能源管理将从单一、少数系统向多个系统集成转变，对智慧能源标准化的需求将越来越强烈。在此需求的驱使下，智慧能源标准化工作势在必行，相关标准体系将逐步形成。

3、大数据将在智慧能源中发挥越来越重要的作用。

各类智慧能源的应用将产生大量的动态和多样性数据。大数据、预测分析和复杂事件处理等技术通过数据挖掘、统计分析和多数据源关联分析，实现了从海

量数据中有效提取信息,提高了决策能力,真正使对能源的智能感知、智能监控、智能分析和智能处理成为可能,促进信息共享和数据开放,实现产品、市场和经济运行的动态监控、预测预警,提高行业管理、决策与服务水平。

4、信息融合、跨领域协同成为趋势,智能化特征日益明显。

单业务/领域进一步智能化遭遇瓶颈,面向环保节能和信息技术领域的整合与协同成为业界共识,未来的智慧能源系统可以对数据进行整合、智能分析、协同处理,根据节能需求主动响应并调整系统的运行状态等参数,从而实现对能耗环节控制的高度自动化和智能化。随着智能化的实现,智慧能源管理应用也将呈现出标准化、服务化、开放化和工程化的趋势。

7.2.3 产业链发展趋势

在引入 IEEE 1888 国际标准作为中国智慧能源的实践标准后,智慧能源产业链将会日益完善,产业链上下游厂商都将由此得益。

1) 对于数据存储商来说,数据格式的统一将打破信息孤岛现状,为物联网数据集中化存储提供技术基础,也将使得大数据存储服务成为市场迫切需求;

2) 对于网关厂商来说,可以打破封闭解决方案间互联互通的屏障,使其网关产品成为可实现综合性接入的融合网关(既可以接入支持 IEEE 1888 标准协议的设备,又可以支持 LAN、ADSL 和 3G 协议,支持不同设备、不同传感控制协议),具备更强的通用性和更广泛的应用市场;此外,也能有效降低行业技术门槛,帮助更多厂商进入产业链,使产业链得以发展壮大;

3) 对于节能服务提供商来说,标准化产品将使得节能服务公司可以搭建具有自主知识产权的解决方案,不再被系统集成商“绑架”。

4) 对于数据分析提供商来说,统一格式的大数据存储服务将为传统能源管理行业的数据分析和挖掘提供技术平台,使能源管理策略可以更好的嵌入到应用系统中,为企业的运营管理提供有效支撑;

5) 对于可视化服务提供商来说,统一格式的数据采集及设备控制方式将使得可视化系统的研发变得更加简单和便捷;

6) 对最终用户来说,标准化组件可以改变现有产品的封闭性,形成多厂商供货格局,有效降低最终用户的设备及方案的采购成本。

7.2.4 商业模式发展趋势

随着产业链的发展,智慧能源领域也将逐步形成有效的商业模式。智慧能源

应用会逐渐从小环境开始面向大环境，不同部门异构系统间的资源共享、信息融合和业务协同也成为趋势，原有不成熟的商业模式也需要更新升级来适应规模化、快速化、跨领域化的应用。需要创新和逐步建立一个真正能实现多方共赢的商业模式和信息化发展模式，让 IEEE 1888 真正成为一种商业的驱动力，而不是一种行政的强制力，同时让产业链上下游能够在各个环节都能从中获益，获取相应的商业回报，才能有效推动智慧能源产业长远有效发展。

7.2.5 智慧能源建设工作探索

1、相关联盟相继成立，力推智慧能源产业发展

(1) 成立节能减排标准化技术联盟

全国节能减排标准化技术联盟是以加强节能减排标准化合作与交流为目的，在国家节能减排相关主管部门的支持和指导下，由科研院所、大专院校、行业协会、检测与认证机构、企业、非政府组织等单位共同发起和参与，致力于推进中国节能减排标准化工作，集公益性、服务性和学术性为一体的非盈利性技术组织。以国家节能减排相关政策为指导，组织开展节能减排领域的标准化研究，制定节能减排国际标准、国家标准和领先性联盟标准，开展节能减排标准化的高层论坛和公益推广活动，推进标准的快速应用和推广，加速科研成果市场化进程，为国家节能减排工作服务。

其主要工作内容包括：开展节能减排标准化研究；开展技术服务；打造交流平台；组织公益活动；建设宣传渠道等。该联盟目前已有中国标准化研究院、国家节能中心、天地互连、中国电信等多家单位和企业加入。

(2) 成立智慧能源产业技术创新战略联盟

2013 年 11 月，由全国节能减排标准化技术联盟和中关村下一代互联网产业联盟共同召集的“智慧能源产业技术创新战略联盟”正式成立。该联盟旨在以智慧能源标准为基础，基于互联网开放模式，提供智慧能源开放平台，融合传统垂直产业链，在产业链各环节提供标准化的产品和服务，从而发挥对产业发展的引领作用。

联盟以需求为导向，以联盟标准为纽带，以互联网开放平台为基础，以契约关系为保障，有效整合政、产、学、研、用各方资源，支持联盟成员充分发挥自身优势，通过对智慧能源共性关键技术的研究及创新，掌握一系列核心技术；与 IEEE 等标准组织和国际知名企业积极开展国际合作，形成一系列具有国际影响

力的 IEEE 国际标准和先进技术；组织联盟成员研发智慧能源解决方案，组织开展重大应用示范，推动智慧能源在我国乃至全球的广泛应用；同时，通过协同合作，促进联盟成员的共同进步，实现合作共赢。

联盟的主要工作包括：制定并发布联盟标准；推动联盟标准向国际先进标准转化；提供标准化的智慧能源开放平台；组织联盟成员开展相关示范应用工程；组织联盟成员研发智慧能源解决方案；组织联盟成员开展智慧能源大数据运营服务；组织联盟成员开展新型合同能源管理服务；为联盟成员提供第三方公共服务平台，包括：咨询方案、测试、认证等；结合下一代互联网技术与节能环保产业融合，通过技术交流、论坛、展览、杂志和网站等形式提供知识普及和专业培训；代表产业链为智慧能源产业发展向国家和地方政府争取优惠政策和支持等。

当前，已经有 40 多家单位和企业加入智慧能源产业联盟。

2、积极探索智慧能源相关项目建设

(1) 中国试验性地推出了智能能源网，通过将不同种类的能源网络有机整合，形成跨能源品种的能源生产、流通（交易）、消费网络。据测算，智能能源网将使我国能源效率提高 15% 以上。

国家电网公司在“2009 特高压输电技术国际会议”上提出了名为“坚强智能电网”的发展规划，利用传感器对关键设备的运行状况进行实时监控，再把获得的数据通过网络系统进行收集、整合，最后通过对数据的分析、挖掘，达到对整个电力系统的优化管理。

规划提出，将分三个阶段推进“坚强智能电网”的建设：2009 年至 2010 年为规划试点阶段，重点开展规划、制定技术和管理标准、开展关键技术研发和设备研制，以及各环节试点工作；2011 年至 2015 年为全面建设阶段，加快特高压电网和城乡配电网建设；2016 年至 2020 年建成统一的“坚强智能电网”，使电网的资源配置能力、安全稳定水平、以及电网与电源和用户之间的互动性得到显著提高，使“坚强智能电网”在服务经济社会发展中发挥更加重要的作用。

“坚强智能电网”以坚强网架为基础，以通信信息平台为支撑，以智能控制为手段，包含电力系统的发电、输电、变电、配电、用电和调度各个环节，覆盖所有电压等级，实现“电力流、信息流、业务流”的高度一体化融合，是坚强可靠、经济高效、清洁环保、透明开放、友好互动的现代电网。

此外，国家电网还在《特高压交直流电网》中指出，特高压电网不仅是传统

意义上的电能输送载体，还能与互联网、物联网、智能移动终端等相融合，成为我国未来的能源互联网平台。

（2）香港特区利用绿色 ICT 促进节能减排

在香港的大型企业，目前也在逐步采用绿色 ICT 技术来促进节能减排的工作，国泰、汇丰、中银香港及马会等已有或正在计划订立绿色 ICT 的减排目标。

香港节能与环境关注联盟对香港政府 2012 年施政报告及财政预算案提交了建议，敦促香港政府推出《中小企应用绿色科技资助计划》，鼓励全港中小企业订立绿色 ICT 减排目标，并采用更多绿色科技，尤其是提出应重点关注绿色数据中心的应用和发展。随着绿色数据中心标准的建立和实施，越来越多的香港企业认识到 ICT 节能所能带来的经济效益，香港 ICT 节能的发展空间会越来越大，随之带来的社会效益也将非常显著。

（3）台湾 ICT 产业的绿色制造

在节能减排的绿色产业机会下，具备高度整合性且应用多元的智慧电网（Smart Grid）为台湾 ICT 企业提供了一个发挥优势的机会。中华电信近年陆续推出“智能型运输系统”、“智能型节能服务平台”、“云端服务”等服务，担任起 ICT 节能减排主力的角色。中华电信将在政府相关法规及建设成熟后，准备进军“智慧电网”。

台湾在全球电子制造业中具有举足轻重的重要地位。台湾制造业企业采用 ICT 技术实现节能，不仅仅能满足他们本身节能降耗、提高利润的需求，同时也是全球制造业的一个风向标。在台湾 ICT 企业普及绿色节能技术之后，其他国家相关企业也会争相效仿，因为这确实能为企业经营带来益处，智慧能源是未来提高企业竞争力的一个有力砝码。

7.3 中国智慧能源产业前景分析

当前，智慧能源产业在中国有着广阔的前景，是建设绿色智慧城市的必备利器。政策环境利好、市场需求强烈，为智慧能源产业的发展提供了良好的土壤和需求的原动力。

基于 IEEE 1888 标准的智慧能源可以对生态城市系统的地理环境、基础设施、自然资源、生态环境等各种信息进行有机整合、统一管理，真正实现数字化采集

与存储、动态监测与处理、深度融合与挖掘，对各种关键问题进行有效识别、动态模拟、准确预测，为智慧能源建设提供准确便利的决策支持。

7.3.1 国家政策环境分析

1、加快发展战略性新兴产业

“十二五”时期（2011-2015 年）是我国发展的关键时期，工业化和城市化进程将进一步加快。这意味着更大的资源需求、更复杂的城市管理和城市社会关系，能源需求呈刚性增长，资源环境约束突出，人口膨胀、环境污染、资源短缺、交通阻塞等已逐渐成为制约现代城市发展的主要问题，传统增长模式面临新的挑战。城市化进程的加剧了城市发展可持续性与城市自身体系脆弱性之间的矛盾。因此，必须加快经济发展方式转变，大力推进节能减排，发展绿色经济，推广低碳技术，走节能、低碳、绿色发展之路，才能实现国民经济的持续健康发展。为此，在“十二五”规划中，强调要大力发展节能环保、新一代信息技术、生物、高端装备制造、新能源、新材料、新能源汽车等七大战略性新兴产业。新一代信息技术所提供的产品、信息、服务是其他产业实现节能环保的有效手段，本身具备低能源强度和低碳强度特性的信息通信技术（ICT），在实现绿色低碳经济的发展过程中显现了不可忽视的重要作用和潜力。将节能环保技术和新一代信息技术有机融合，利用 ICT 技术实现节能环保，才能更有效地应对气候变化，破解我国资源环境的约束，促进国民经济的可持续发展。智慧能源已经上升为中国的国家发展战略。

2、全面推进两化深度融合

从党的十六大“以信息化带动工业化，以工业化促进信息化”的新型工业化道路的指导思想，到党的十七大“发展现代产业体系，大力推进信息化与工业化融合”的新科学发展观，两化融合不断得到升级和完善。

2011 年 4 月，工业和信息化部、科学技术部、财政部、商务部、国有资产监督管理委员会联合印发《关于加快推进信息化与工业化深度融合的若干意见》，强调把增强创新发展能力作为信息化与工业化深度融合的战略基点和改造提升传统制造业的优先目标；把节能减排作为信息化与工业化融合的重要切入点，加快信息技术与环境友好技术、资源综合利用技术和能源资源节约技术的融合发展，促进形成低消耗、可循环、低排放、可持续的产业结构和生产方式；把智能发展作为信息化与工业化融合长期努力的方向，推动云计算、物联网等新一代信息技术应用。用信息化手段提高资源利用率和安全生产水平，推动绿色发展，实现到

2015 年，信息技术在企业生产经营和管理的主要领域以及主要环节中得到充分有效的应用，促使信息技术集成应用水平成为领军企业核心竞争优势，将信息化水平上升为新型工业化的重要特征。

在党的十八大报告中指出：坚持走中国特色新型工业化、信息化、城镇化、农业现代化道路，推动信息化和工业化深度融合。这是党在新的历史时期提出的新的指导思想，两化融合深度不断扩大。

2013 年 9 月，工业和信息化部印发《信息化和工业化深度融合专项行动计划（2013-2018 年）》，坚持“市场导向，改革引领”“产用互动，协调发展”“多方参与，协力推进”的原则，提出到 2018 年，两化深度融合取得显著成效，信息化条件下的企业竞争能力普遍增强，信息技术应用和商业模式创新有力促进产业结构调整升级，工业发展质量和效益全面提升。提出八大主要行动，包括在重点领域智能化水平提升行动中，推进重点行业节能减排，作为实施数字能源重点工程，大力推动企业能源管控中心建设，推广流程工业能源在线仿真系统等节能减排信息技术，在重点行业和地区建立工业主要污染物排放监测和工业固体废弃物综合利用信息管理体系，建立区域能耗在线监测平台，开展企业数字能源应用等级评价，提高能源资源利用效率；在信息产业支撑服务能力提升行动中，深化信息服务在企业经营管理、节能环保、安全生产等方面的支撑作用。

两化的深度融合，为智慧能源的发展提供了基本的政策依据。

7.3.2 市场前景分析

当前，政府及公共机构、园区和工业企业等均对智慧能源有强烈需求，市场空间巨大。

1、政府智慧城市建设需要智慧能源：

随着对城市运行愿景认识的逐步深化，城市信息化发展对提升城市管理效能、产业发展和竞争力的日益显现，技术与设备的成熟，这三者相结合促成城市信息化建设理念不断演进，时至今日，面对城市发展挑战与信息技术变革，实施智慧城市建设已成为当今世界城市发展的共识。

单纯以生产要素为驱动的规模化扩张，忽略了对城市发展质量与效率的提升，在城市发展达到一定阶段后往往难以为继；现代城市发展强调以信息、知识和智力资源为支撑，强调均衡有效地提高城市运行和管理效率，跨越式提升城市发展的创新性、有序性和持续性。

住建部于 2013 年分两批公布了共 193 个智慧城市试点，各大中城市渐次推出了以“智慧城市”为主题的相关规划、项目和活动，旨在利用信息技术加强城市管理、改善城市服务、完善城市功能，探索“智慧城市”建设模式。

智慧城市是信息化市场的制高点。中国未来 10 年城镇化建设总投资将达到 40 万亿元人民币。200 多个城市将智慧城市，作为实现经济转型和可持续发展、营造和谐社会的重要战略手段。而低碳生态、和谐宜居是智慧城市发展是必然方向，势必会带动智慧能源的发展。

智慧城市蕴含着巨大商机。2011 年至 2013 年底全国开始建设智慧城市的城市数超过 200 个，估计前期网络和数据平台等基础设施建设投资规模将超过 5000 亿元人民币；据预测，“十二五”期间中国将有 300 至 400 个城市建设智慧城市，加上后期各种数据中心、分析设备和服务设备的投资，市场总规模将达两万亿元人民币；其中，基础设施占 20-30%，ICT 软件及硬件占 40-50%，传感器占 20-30%。中国智慧城市 2013 年 IT 市场规模达到 108 亿美元，并在未来三年保持 17% 的增长率。

政府需要塑造低碳城市、绿色城市、美丽城市的城市品牌形象；城市发展的核心要素里明确，要“以智能科技实现城市智能化运作，以绿色技术支撑城市可持续发展”；绿色产业、绿色服务和绿色生活是城市发展的核心目标之一；智慧城市能源的综合管理将通过以互联网为中心的 ICT 技术承载。因此，智慧城市的兴建为智慧能源的发展提供了广阔的市场空间，必将驱动智慧能源快速发展。随着智慧城市对绿色节能的高度重视，智慧能源将发挥巨大的作用，整个行业进入黄金发展期。

2、公共机构：公共机构是指全部或者部分使用财政性资金的国家机关、事业单位和团体组织。公共机构需要提高政府绿色政绩和公信度；需要落实国家节能减排政策，对供水、供暖、供气、耗能等城市公共服务数字化监控管理；因此，公共机构本身对智慧能源有强烈需求：

(1) 公共机构能源资源消耗水平高于社会平均水平，节能降耗势在必行。能源资源消耗的年增幅、单位建筑面积能耗和人均能耗均逐年降低，已取得了一定成果；公共机构能源消费需求将持续增长，实现节能目标的难度进一步加大，依靠现有的管理方式和技术手段，难以满足公共机构节能工作形势发展的需要，迫切需要新技术的支撑；

(2) 商业楼宇能耗浪费较为严重，大大增加用能单位运行成本：大型商业楼宇建筑能耗极高，其单位建筑面积的能耗是住宅的 10~15 倍，大约有 25%~30% 的节能空间；国内楼宇大多采用低成本的节能措施，主要是通过简单的更换高耗能设备或行政管理手段进行，且很难进一步提升；

(3) 能耗监管工作基础相对薄弱，缺少用能信息资源交换平台。能耗信息资源，尤其是大型公共数据库和主题专用数据库开发滞后，亟待建设统一的用能信息数据中心和交换平台；需要突破传统能源监管模式，建立区域性能源数字信息化监管平台，实现主要用能单位的能源在线监测，为区域能源数据采集、统计、分析、预警和调控提供数据支持；

(4) 节能综合管理缺少智能应用。需改变以往能耗粗放式监管的做法，依托数据平台和智能应用，创新管理手段，逐步强化节能监管工作的力度和效率。用能单位对本单位的能耗精细化管理缺少必要手段，如针对园区内企业的能耗监控、绿色照明、电能智能化管理等智能应用。

根据国务院机关事务管理局的数据，全国共有近 200 万家公共机构。

3、园区：

中国的园区大致可以分为五类：(1) 工业园区：以工业企业为主的特定区域；(2) 农业园区：以农业生产为主的特定区域；(3) 科技园区：以高科技研发企业为主的区域，包括：软件园区、高新园区等；(4) 物流园区：以物品集散、交易、转运为一体的各种产品的区域，包括港口园区、交易园区等；(5) 文化创意产业园区。产业园区作为区域经济发展的龙头，是对外开放、招商引资的主要载体，是发展高新技术产业、促进产业集聚的重要平台。

未来五年，中国或将进入各类产业园区建设的高峰期，投资规模数万亿元。生态化、可持续发展趋势是园区经济发展的趋势，打造绿色生产、绿色园区的品牌，在招商引资时可以增加差异化竞争优势；通过草地、林地、水域合理布局和工业废弃物的生态化处理，集中污染监测点，可以高效率低成本地实现园区单位及区域能耗可管可控，使园区经济形成良性的经济、社会、环境协调统一的可持续发展经济体系。

当前，园区节能面临节能起点高、用能增量和节能空间小等多重难题：园区人口增长、产业结构升级、重大项目落户和基础设施建设加大了对能源的需求；园区节能工作起点较高，工业行业节能潜力不断缩小，节能成效相对减弱；节能

工作从第二产业向覆盖第三产业(大型公共建筑)转变。

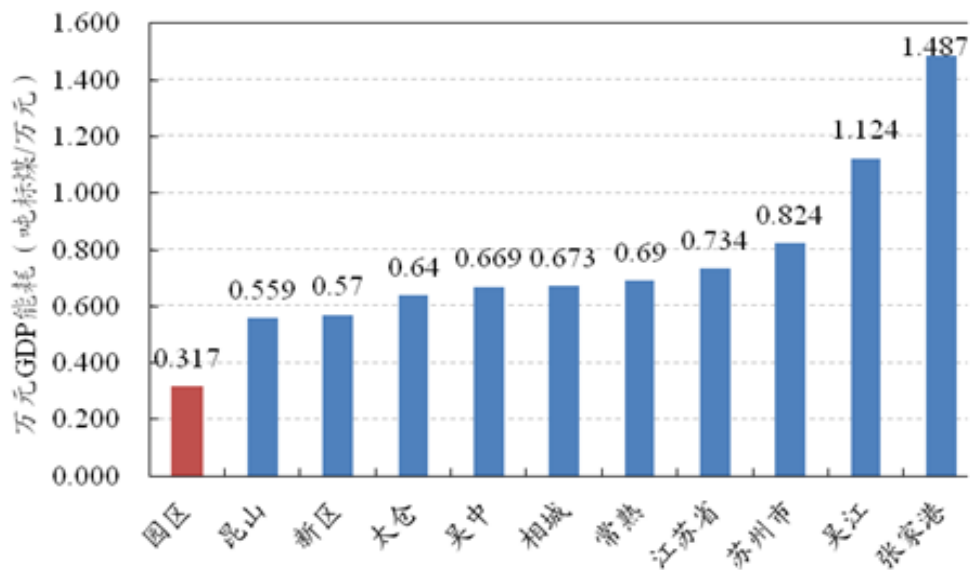


图 7-4 苏州十一五和 2010 年节能目标完成情况

据不完全统计，“十二五”期间，各地千亿级的产业园规划就有十余个，各类型的园区近 4000 个。

4、工业企业：需要通过对各类能耗设施的精确管理，有效降低企业运营成本；采用节能先进技术，投资长效性，以易于享受政府政策性补贴。当前，企业技术节能成效显著，但管理节能尚有较大提升空间应用节能技术，对利用 ICT 技术实现节能，通过节能管理智能化、能源审计挖掘节能潜力，精细化管理公共机构、商业楼宇、园区能耗，系统展示用能情况，找出节能点，实现管理节能有强烈需求。

据估算，全国共有约 43 万家企业，其中万家重点用能单位能耗占全社会能耗总量的 60%以上。

7.4 中国智慧能源产业发展的策略与建议

2014 年 4 月，国务院关于节能减排工作情况的报告指出，节能减排是中国破解资源环境约束、实现可持续发展的必然选择。习近平总书记指出，要加快推进节能减排和污染防治，给子孙后代留下天蓝、地绿、水净的美好家园。李克强总理要求坚定不移地推进节能减排，努力走出一条能耗排放做“减法”、经济发展做“加法”的新路子。当前，我国仍处在工业化、城镇化和农业现代化快速发展的

历史阶段，面临发展经济、改善民生、消除贫困、保护环境、应对气候变化的多重挑战，发展仍是解决我国所有问题的关键，能源资源消耗还将继续刚性增长，必须坚持节约优先、保护优先，找到节能减排与促进发展的合理平衡点，提高发展质量和效益。

这给中国的智慧能源产业发展带来了良好的发展机遇。智慧能源作为能源技术和新一代信息技术融合的新兴产业，旨在利用 ICT 技术提高能源使用效率，实现用能智能化，达到能源的经济性、高效性、环保性，有助于解决气候变暖、能源短缺等全球问题，具有非常广阔的发展前景，国家也已经在政策、资金投入方面给予了充分的重视。

针对智慧能源的发展，应该做到政府统筹和牵头，联合各跨行业企业，共同推动智慧能源产业化工作。政府部门应是宏观政策的制定者、示范应用的引导者、公共数据的提供者；应继续加强和巩固政策支撑体系，进一步硬化考核指标、量化工作任务、强化保障措施；应与智慧能源产业链相关机构、企业展开广泛合作，以智慧能源标准为基础，在产品研发、示范应用、产业推广等方面实现全面突破，有效整合政、产、学、研、用各方资源，融合传统垂直产业链，推动智慧能源从技术创新走向产业化，打造绿色节能产业链，推进中国智慧能源产业发展，深入推进工业、建筑、交通运输、公共机构等重点领域和重点单位节能减排，促进国计民生各个领域的高效节能，实现国家节能减排整体目标以及绿色可持续发展。

1、切实推进标准研制。应重视智慧能源标准化工作的开展，与 IEEE 等标准组织和国际知名企业积极开展国际合作，细化、丰富、提升 IEEE 1888 标准体系，同时加强智慧能源基础类标准、共性技术类标准、监测类标准、大数据标准、评价类标准、控制类标准以及服务平台类标准等研制工作，有效解决智慧能源产业规模化、快速化和跨领域应用的问题，打造标准垂直渗透能力（现场设施域、网络传输域、分析处理域以及应用域等），增强标准横向应用范围（区域、工业、建筑、家居以及数据中心等）。

2、大力鼓励技术创新和产品研发。由于智慧能源是信息技术和能源技术的深度融合，需要两大领域跨界紧密合作，因此，政府需要重点支持智慧能源共性关键技术的研究及创新，对关键产品、产业能力给予扶持性的激励政策，积极给予引导性投入，提供充足的研发基金，全力推动两大部门产品研发合作，研发芯片级模块产品，促进产品化发展，进行广泛的技术集成，以尽快突破技术瓶颈，

掌握一系列核心技术。积极引进、消化、吸收国外先进技术，加快技术的开发、示范和推广应用。

3、积极推进智慧能源解决方案研发，组织开展重大应用示范，鼓励商业模式创新。带头示范形成效应是智慧能源建设取得实效的关键，智慧能源的发展需要推进更多的应用示范，不断寻找更佳商业模式作为支撑。建议由政府主管部门牵头，把智慧能源纳入政府规划和中心工作，可以通过发放补贴、减免税收等优惠措施，鼓励企业联合进行应用示范，既保证能源企业实现可观的盈利和收入，又帮助能源消费者降低使用成本，实现多方共赢。

4、开展产业推广。政府牵头联合企业，在智慧能源产品化的基础上，构建智慧能源解决方案，带动绿色 ICT 产业链发展和规模性应用示范落地。

5、加强和改善管理。需要建立能切实促进智慧能源发展的节能评估、考核机制，为智慧能源的实施提供更完善的评价标准；同时培养更多的复合型人才，需要尽可能多地掌握信息、能源、财务、环保等多个领域的知识；改变消费者的消费理念，提高知识层次和技能。

6、建立强有力的组织协调机制，由政府牵头，成立智慧能源建设领导小组，统一指挥，明确各方责任，集中整合各参与主体力量，形成有效的推进工作机制。

7、进行广泛的舆论宣传引导。智慧能源建设和产业发展不但是政府和企业关注的事，还需要全社会的广泛参与。需要加强对智慧能源的舆论宣传引导，提高各方对智慧能源建设的认同度和参与度。