

# 河南省“十三五”节能双控目标（能源总量/ 强度）匡算及实施途径研究

郑州大学环境科学研究院

2015年10月

# 目录

1. 绪论 .....	3
1.1 研究背景及意义.....	3
1.2 研究目标.....	4
1.3 研究思路.....	4
1.4 研究方法.....	5
2 河南省经济-能源消费现状分析 .....	13
2.1 河南省经济社会发展现状.....	13
2.1.1 河南省总体经济发展.....	13
2.1.2 河南省各地市经济发展.....	14
2.2 河南省能源消费现状.....	16
2.2.1 河南省总体能源消费.....	16
2.2.2 河南省分部门能源消费.....	18
2.2.3 河南省分地市能源消费.....	19
3 河南省“十三五”节能双控目标匡算.....	22
3.1 部门划分和情景设定.....	22
3.1.1 部门划分.....	22
3.1.2 情景设定.....	23
3.2 河南省“十三五”及中长期能源需求总量预测 .....	25
3.2.1 工业部门能源消费总量预测.....	25
3.2.2 农业部门能源消费总量预测.....	78
3.2.3 建筑业部门能源消费总量预测.....	80
3.2.4 交通部门能源消费总量预测.....	82
3.2.5 服务业能源消费总量预测.....	87
3.2.6 居民生活能源消费总量预测.....	89
3.3 河南省“十三五”节能双控目标确定 .....	93
3.3.1 河南省全社会能源消费总量.....	93
3.3.2 河南省单位 GDP 能耗.....	97
4 河南省“十三五”节能双控目标分解.....	99
4.1 节能目标地市分解原则.....	99
4.2 利用节能目标分解模型进行地市目标分解.....	101
4.2.1 数据处理.....	101
4.2.2 初步分解方案.....	102
4.3 利用层次分析法进行地市节能评价.....	105
4.3.1 节能指标分解综合评价体系.....	105
4.3.2 层次分析法评价结果.....	107
4.3.3 聚类分析.....	109
4.3.4 敏感性分析.....	112
4.4 河南省各地市“十三五”节能目标确定 .....	114
4.4.1 结果比较与分析.....	114
4.4.2 最终分解方案.....	115
4.5 河南省能源消费总量控制目标地市分解.....	116
4.5.1 建立综合指标体系确定指标权重.....	116

4.5.2 河南省各地市能源消费总量综合评价结果 .....	122
4.5.3 河南省各地市能源消费总量分类结果 .....	123
4.5.4 差异化调整 .....	124
4.5.5 河南省能源消费总量控制目标地市分解结果 .....	126
5 河南省“十三五”节能双控目标实施途径 .....	128
5.1 河南省省级节能双控目标实施途径 .....	128
5.1.1 调整产业结构 .....	128
5.1.2 提高企业能源利用效率 .....	130
5.1.3 优化能源结构 .....	132
5.2 河南省地市级节能双控目标管理体系 .....	134
5.2.1 节能双控目标预测预警体系 .....	134
5.2.2 能源消费总量预算管理体系 .....	137
6 结论与建议 .....	140

# 1 绪论

## 1.1 研究背景及意义

河南省作为中国人口最多省份，同时也是农业大省、资源大省和新兴工业大省，目前正处于工业化中期阶段。2000-2013年间，河南省GDP保持了年均11.73%的高速增长，2013年时河南省GDP达到32156亿元。经济增长仍主要依靠第二产业的发展来拉动。而高速的经济发展也带来了能源消费量的急剧上升，2000-2013年间河南省的能源消费量年均增长9.16%，2013年时能源消费量达到了24756万吨标准煤。河南省已由过去能源输出省份变为了能源输入省份，能源供应的压力逐渐增大。能源消费的快速增长直接导致了温室气体排放的大幅增加，目前河南省碳排放已达到约6亿吨。河南省自“十五”以来，经济的发展主要是靠工业的发展来带动。2013年时工业GDP占全省GDP总量的49.6%，工业能耗占社会总能耗的73.1%，其中主要集中在煤炭、电力、化工、有色、钢铁和建材等高耗能行业其占全省能源消费总量的53%。如果与我国典型的发达省份浙江省对比，河南省的GDP是浙江的80%，但是其能源消费总量却是浙江省的1.2倍，而且单位能耗也比其高出50%，可见河南省仍有巨大的节能潜力有待挖掘。

“十一五”期间，河南省把节能作为调整经济结构、转变发展方式、推动科学发展的重要抓手，积极加以推进，取得显著成效。2010年单位GDP能耗比2005年累计下降20.12%，如期实现了国家下达的“十一五”节能目标。“十二五”期间，按照国家要求，2015年河南省单位GDP能耗需要下降到0.937吨标准煤/万元，比2010年的1.115吨标准煤/万元下降16%，实现节约能源4500万吨标准煤。根据现有统计数据，2012年时河南省单位GDP能耗为0.831吨标准煤。河南省除了继续执行以单位GDP能耗下降率表示的相对节能目标外，进一步设立了能源消费总量控制指标，合理控制能源消费总量，抑制经济和能源消费的过快增长，促进总体的发展方式转型和产业结构调整。河南省将节能目标作为约束性指标，能源消费总量目标作为预期性指标，将这两个目标进行自上而下分解到每个地市。

随着河南省工业化和城镇化的加速发展，能源消费总量仍将保持增长的趋势，河南省能源环境瓶颈的约束和应对气候变化的压力势必会进一步加剧，传统的经济发展模式难以维系。因此，准确合理地预测“十三五”及中长期能源需求；控制

能源消费总量和能源强度；并将节能目标分解至每个地市；提出现实可行的落实路径及对策措施，这将有利于优化配置能源消费增量，促进地区产业结构转型，实现经济社会持续健康发展。

## 1.2 研究目标

本研究计划在与全面建设小康社会和中原经济区建设总体目标衔接的基础上，基于省市级经济、能源等相关数据，采用 LEAP 模型对河南省“十三五”及中长期的能源消费总量和能源强度进行预测，得到河南省节能目标并采用节能目标分解模型等方法分解至 18 个地市，为能源消费总量的控制提供技术支撑；自下而上预测河南省工业、交通、居民生活等各部门的能源需求情况；分析河南省重点工业行业的节能潜力；为实现有效地节能减排提出切实的实施途径和对策措施。

## 1.3 研究思路

本研究总体的研究如下图 1.1 所示。根据研究目标，首先在对其进行现状分析的基础上，结合河南省“十二五”经济发展规划及各行业的产业结构调整规划方案，设定关键参数和情景；然后采用自下而上的方法，将河南省能源消费总量分解至农业、工业、建筑业、交通、商业及其他、居民生活六个部门，其中工业具体分为有色金属、电力、钢铁、化工、煤炭、建材、高成长性制造业和其他；之后，对各部门的能源消费强度进行预测，其中有色金属、钢铁、化工、建材四个部门采用能源成本曲线分析法计算其主要产品对应的单位能耗，其他部门的单位能耗则采用趋势分析的方法进行预测；接着，与对河南省经济发展的预测相结合，采用 LEAP 模型对河南省未来的能源消费情况进行预测；最后，选择最符合河南省未来发展趋势的情景下的单位 GDP 能耗下降率为作为河南省“十三五”节能目标，采用节能目标分解模型对节能目标实施分解得到初步的分解方案，并采用层次分析法对初步的节能目标分解方案进行修正和补充，进而得到河南省各地市“十三五”节能目标。

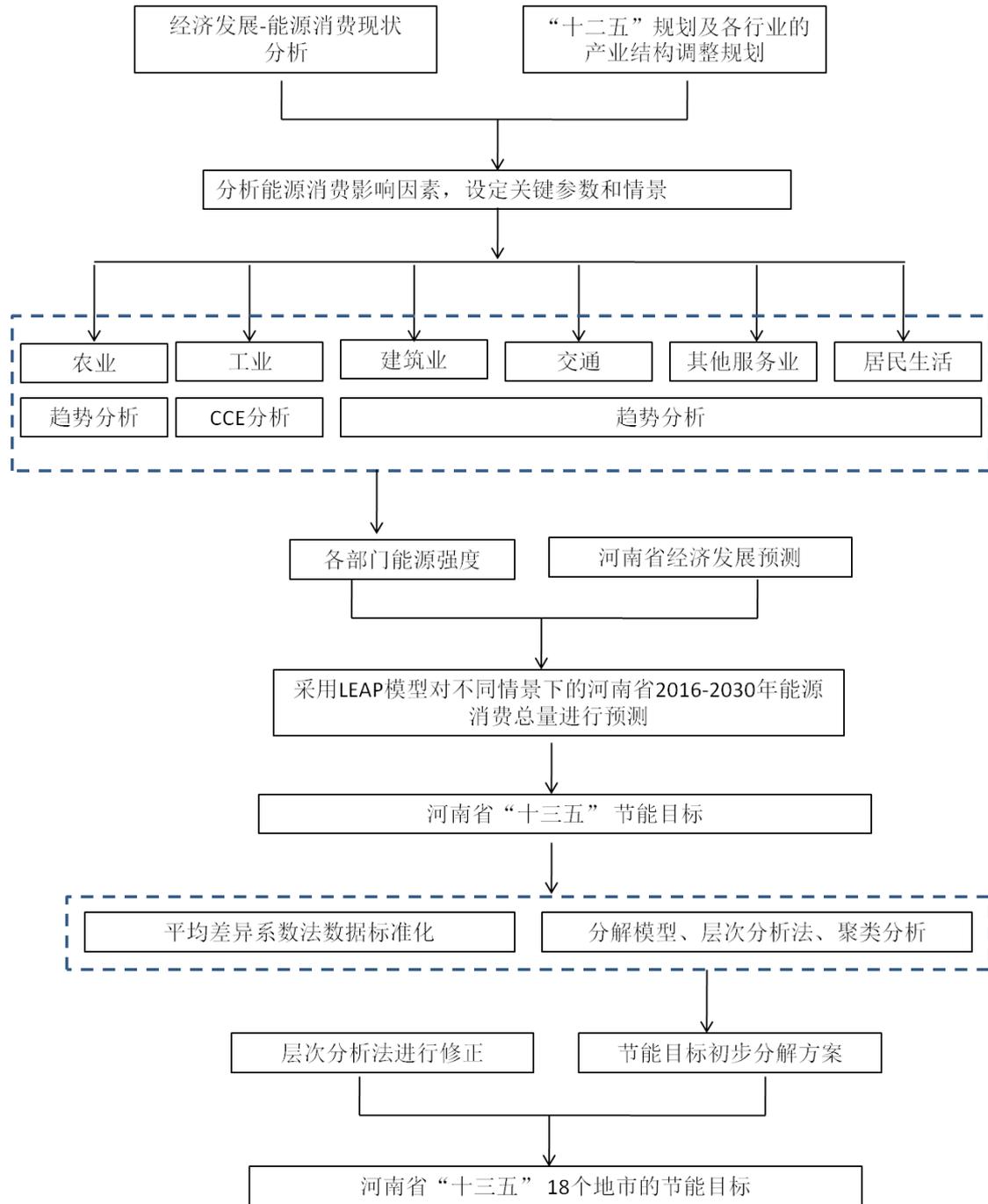


图 1.1 河南省“十三五”节能双控目标匡算研究思路

## 1.4 研究方法

为了获得科学合理的研究结果，本研究针对不同的研究内容和步骤，选择了不同的研究方法。

### 一、情景分析法

情景分析法(scenario analysis)是在对经济、产业或技术的重大演变提出各种

关键假设的基础上,通过对未来详细地、严密地推理和描述来构想未来各种可能的方案。情景分析法的最大优势是使管理者能发现未来变化的某些趋势和避免两个最常见的决策错误,即过高或过低估计未来的变化及其影响。

本研究采用情景分析法建立不同情景对河南省未来可能的发展情况进行了预测。

## 二、工业能源强度计算方法

### (1) 钢铁、建材、化工和有色金属行业

对于这四个部门,本研究采用节能供给曲线分析法对其有效的节能技术进行筛选,进而通过节能技术推广比例计算出该技术的节能潜力(节能量),再用基准年的能源强度减去目标年的单位节能量,即可得到目标年的能源强度。

**节能供给曲线分析法。**节能供给曲线分析(Cost Curve of Energy, CCE)是用于从节能潜力和经济效益两个方面对节能技术进行分析和评价。其中节能成本评价法是将传统经济性评价指标净现值转化为净年值,通过与项目年节能量相比较而得到一个单位节能投资成本值,其值越低,表明节能效果。节能供给曲线模型是将节能成本结果与节能潜力按照自上而下的排列顺序所列的边际成本曲线图。能源成本曲线分析可分析在某个行业、企业或者部门的节能潜力和节能成本,为决策者制定更好的节能政策提供理论支持。其主要公式如下:

$$CCE = \frac{I \times AF + O \& M - ESP \times EP}{ESP} \quad (1.1)$$

$$AF = \frac{d}{(1 - (1 + d)^{-n})} \quad (1.2)$$

式中 CCE 代表单位节能量的成本, I 为投资额, AF 为年度因子, O&M 为运行成本, ESP 为节能量, EP 为能源价格, d 为折现率, n 为技术使用年限。CCE < 0 表示技术可行。本研究采用能源成本曲线分析法预测不同情景下河南省重点耗能行业的能源强度和节能潜力。

**节能潜力计算方法。**计算重点节能潜力的方法是,根据适用节能技术的单位节能量,以及推广率变化,进行节能潜力。具体公式如下。

$$ES = \sum_i (PC_i \cdot ESP_i \cdot (U_i^T - U_i^0)) \quad (1.3)$$

式中 ES 代表某一重点行业的总体节能潜力, PC 代表具体节能技术适用的

产能，ESP 代表节能技术的单位节能量，U 代表节能技术推广率，上标 T 代表目标年，0 代表基年，下标 i 代表具体的节能技术。

**行业目标年的能源强度计算。**则是根据基准年的能源强度减去目标年的节能量计算得到，具体公式如下。

$$EI_i^T = (\sum_k (EI_{i,k}^0 \cdot PC_{i,k}^T) - ES_i) / X_i^T \quad (1.4)$$

式中 EI 代表行业能源强度，PC 代表技术的适用产能，ES 代表行业总节能量，X 代表行业产品产量，上标 T 代表目标年，0 代表基年，下标 i 代表行业，k 代表具体的节能技术。

## (2) 工业其他行业

对于工业其他行业，本研究主要采用趋势分析方法对其能源强度进行预测。

**趋势分析方法。**趋势分析是从数据集合中应用多种分析策略和算法发现状态数据变化规律的过程。它是根据已知的历史资料来拟合一条曲线，使得这条曲线能反映负荷本身的增长趋势，然后按照这个增长趋势曲线，对要求的未来某一点估计出该时刻的负荷预测值。常用的趋势模型有线性趋势模型、多项式趋势模型、线性趋势模型、对数趋势模型、幂函数趋势模型、指数趋势模型、逻辑斯蒂(logistic)模型等。

## 三、LEAP 模型

在已有的河南省“十二五”合理控制能源消费总量研究的基础上，本研究仍采用 LEAP 对河南省未来的能源消费情况进行初步预测。LEAP 模型是由斯得哥尔摩环境研究院 (SEI) 波士顿/达拉斯分院开发的一个能源-经济模型，可用于中长期能源替代规划的研究中。该模型为基于情景分析的“自下而上”的模拟模型，较为突出的优点是数据比较透明和对输入数据的要求非常灵活。LEAP 模型是以能源需求和环境影响为研究对象，根据能源需求情况及未来规划年内的社会经济发展趋势，通过数学模型根据不同政策选择及技术选择不同方式，设计出不同发展情景下的能源消费模式，从而对各部门的能源需求进行预测。LEAP 模型进行能源需求计算的基本公式如下：

$$E = \sum_j \sum_i e_{i,j} a_{i,j} \quad (1.5)$$

式中 E 表示河南省的全社会总能源消费量， $e_{i,j}$  表示部门 j 中子部门 i 的单位能源强度， $a_{i,j}$  为其相对应的活动水平。

#### 四、节能目标分解模型

节能潜力是完成某一经济发展目标所消耗的能源量与在原来经济增长方式下达到同样经济目标所消耗能源的差值。

产业结构是指一个国家或地区在一定时期内各产业之间的比例关系，是由资金、劳动、技术、能源等生产要素在国民经济各部门中配置和使用状况决定的。第一产业是指农业（包括种植业、林业、牧业、副业和渔业）；第二产业是指工业（包括采掘业、制造业、自来水、电力、蒸汽、热水、煤气）和建筑业；第三产业是指除第一、二产业以外的其他各业，也可称服务业和流通业。三大产业中第二产业节能潜力最大。因此，一个产业(行业)在国民经济中所占的份额与该产业内部的能源利用效率情况直接影响着一个国家的节能情况。此外，一个国家当前经济发展状况（GDP）和人口数量（P）及能源利用效率（单位 GDP 能耗）也间接地反映出了这个国家或地区的节能潜力。

$$\text{单位 GDP 能耗} = \text{本年度能耗总量} / \text{本年度 GDP} \quad (1.6)$$

$$\text{目标年节能率} = (\text{基年单位 GDP 能耗} - \text{目标年单位 GDP 能耗}) / \text{基年单位 GDP 能耗} \quad (1.7)$$

$$\begin{aligned} \text{目标年节能量} &= \text{目标年 GDP} \times (\text{基年单位 GDP 能耗} - \text{目标年单位 GDP 能耗}) \\ &= \text{目标年 GDP} \times \text{目标年节能率} \times \text{基年单位 GDP 能耗} \quad (1.8) \end{aligned}$$

本研究确定以河南省“十三五”节能目标为 16% 为基础进行节能目标分解，所采用数据为修正过的各地市能耗和单位能耗数据。借鉴欧盟可再生能源目标分解方法，进一步考虑河南省各市的产业结构、产业节能潜力、单位 GDP 能耗和人均 GDP 等因素对节能的影响，将节能率分解为基本节能率和浮动节能率，其中基本节能率由产业结构、产业节能潜力确定，浮动节能率由人均 GDP、单位 GDP 能耗确定，提出分解模型及计算公式为各市制定目标年的基本节能率和浮动节能率，使各市基本节能量之和等于该省总基本节能量，各市浮动节能量之和等于该省总浮动节能量，完成该省节能降耗指标的分解。

**目标年基本节能率的确定。**由基本公式（1.6）、（1.7）、（1.8）可得，

$$D_i^t = \frac{E_i^t}{e_{gdp,i}^o \times G_i^t} \quad (1.9)$$

式中  $D_i^t$  表示目标年基本节能率,  $E_i^t$  表示  $i$  市目标年  $t$  基本节能量;  $e_{gdp,i}^o$  表示  $i$  市基年单位 GDP 能耗,  $G_i^t$  表示  $i$  市目标年 GDP。

上述公式又可以进一步表述为公式 (1.10)

$$\begin{aligned} D_i^t &= \frac{\sum_{j=1}^3 E_{ij}^t}{e_{gdp,i}^o \times G_i^t} = \sum_{j=1}^3 \frac{E_{ij}^t}{e_{gdp,ij}^o \times G_{ij}^t} \times \frac{e_{gdp,ij}^o}{e_{gdp,i}^o} \times \frac{G_{ij}^t}{G_i^t} \\ &= \sum_{j=1}^3 D_{ij}^t \times \frac{e_{gdp,ij}^o}{e_{gdp,i}^o} \times \gamma_{ij}^t \quad (1.10) \end{aligned}$$

式中  $e_{gdp,ij}^o$  表示  $i$  市第  $j$  产业基年单位 GDP 能耗,  $\gamma_{ij}$  表示  $i$  市第  $j$  产业 GDP 占  $i$  市总 GDP 的比重, 反映  $i$  市产业结构状况,  $D_{ij}^t$  表示  $i$  市第  $j$  产业基本节能率。由于我国各省市之间节能技术是互通有无的, 从而假设各省之间各产业的基本节能率状况相同, 即河南省各市三大产业的节能率满足下式:

$$\sum_{i=1}^4 AP_j D_{ij}^t P_j = N\% e_{GDP} \quad (1.11)$$

$$AP_j P_j = \sum_{i=1}^n E_{ij} \quad (j=1,2,3,4) \quad (1.12)$$

$$\frac{\omega_1}{D_{i1}^t} = \frac{\omega_2}{D_{i2}^t} = \frac{\omega_3}{D_{i3}^t} = \frac{\omega_4}{D_{i4}^t} \quad (1.13)$$

式中  $P_j$  ( $j=1,2,3$ ) 分别为第一、二、三产业的年产值,  $P_4$  是总人口,  $AP_j$  ( $j=1,2,3$ ) 分别代表各产业的单位增加值能耗和人均生活能耗,  $e_{GDP}$  表示河南省的能源强度,  $N\%$  表示总的节能目标。  $\omega_j$  ( $j=1,2,3,4$ ) 分别为第一、二、三产业以及生活能耗的权重系数。

目前, 确定权重的方法可大致分为两类: 主观赋权法与客观赋权法。主观赋权法评价法采取定性的方法, 由相关专家根据经验进行主观判断而得到权数, 然后

再对目标进行综合评价。客观赋权评价法则根据目标之间的相关关系或各项目标的变异系数来确定权数进行综合评价。为了减少主观因素的影响，模型研究中采用的是客观赋权法，根据河南省 18 个地市能耗数据之间的相关关系或各项能耗数据的变异系数来确定权数进行综合评价。其中均方差法是一种常见的客观赋权法，能反映随机变量离散程度，根据全省 18 个地市能源消耗的数据，用均方差法计算得出地市节能目标考核的权重赋值。

详细的均方差法的计算过程如下：

$$\bar{x}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij} \quad (1.14)$$

通过公式 (1.14) 可以依次计算出各区县三次产业能耗以及生活能耗的平均值，结合均方差公式 (1.15) 和归一化公式 (1.16) 可以得出  $\omega_j$  ( $j=1,2,3,4$ ) 即第一、二、三产业以及生活能耗的权重系数。

$$v_j = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2} \quad (1.15)$$

$$\omega_j = v_j / \sum_{j=1}^m v_j \quad (1.16)$$

采用河南省 18 个地市能源消耗中的数据，结合公式 (1.11-1.16) 可以得出河南省各市三大产业的节能率，即  $D'_{i1} : D'_{i2} : D'_{i3} = 0.0023 : 0.0650 : 0.0132$ 。

由于一个省的总基本节能量等于各市基本节能量之和，因此， $i$  市目标年基本节能率还需满足下式：

$$\sum_i D'_i \times e_{gdp,i}^o \times G_i^t = D^t \times e_{gdp}^o \times G^t \quad (1.17)$$

式中  $D^t$  表示河南省总的基本节能目标， $e_{gdp}^o$  表示河南省的基年单位 GDP 能耗， $G^t$  表示河南省目标年 GDP。通过上述公式结合统计数据，可以得出河南省各地市“十三五”期间的基本节能率。

**目标年浮动节能率的确定。**目标年总基本节能率确定后，由目标年总节能率为基本节能率与浮动节能率之和，当河南省的基本节能率确定后，河南省的浮动

节能率也就随之确定。下面确定各市目标年浮动节能率。各市的浮动节能率由河南省的浮动节能率和该市的经济发展状况（GDP 总量）、人口数量（P）及能源利用效率（单位 GDP 能耗）确定。

$$F_i^t = \frac{f_i^t \times P_i}{e_{gdp,i}^o \times G_i^t} \quad (1.18)$$

$$f_i^t = \frac{f^t \times g_i^o}{g^o} \quad (1.19)$$

$$f^t = \frac{F_i^t \times e_{gdp}^o \times G^t}{P} \quad (1.20)$$

式中  $F_i^t$  表示  $i$  市浮动节能率,  $f_i^t$  表示  $i$  市目标年人均浮动节能量,  $P_i$  表示  $i$  市总人口,  $e_{gdp,i}^o$  表示  $i$  市基年单位 GDP 能耗,  $G_i^t$  表示  $i$  市目标年 GDP 预测量,  $f^t$  表示河南省人均浮动节能量,  $g^o$  表示基年河南省人均 GDP,  $g_i^o$  表示基年河南省各地市人均 GDP,  $e_{gdp}^o$  表示河南省基年单位 GDP 能耗,  $G^t$  表示河南省目标年 GDP 预测量,  $P$  表示河南省总人口。当各市的基本节能率和浮动节能率确定后, 该市目标年的总节能率就可确定, 节能降耗目标初步分解完成。

## 五、层次分析法

**确定指标体系和权重。** 指标体系是综合评价的基础, 需要综合考虑能源、经济、环境、科技等多方面的因素来建立指标体系。而权重则反映了各指标在体系的差异, 目前确定权重的方法主要包括了主观和客观两大类。本研究中主要采用了专家判断法作为确定权重的依据。

**数据的标准化和计算。** 为了不同的统计数据之间能够进行了量化比较, 需要对原始数据进行标准化处理。在标准化中指标可分为正向指标和逆向指标两种。正向指标的数值越大越有利节能, 而逆向指标越大越不利于节能。对于正向指标其标准化的公式如下:

$$Z_i = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (1.21)$$

逆向指标的标准化公式如下：

$$Z_i = \frac{X_{\max} - X_i}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (1.22)$$

其中  $Z_i$  表示标准化的结果， $X_i$  表示原始数据， $X_{\min}$  表示该项指标原始数据中的最小值， $X_{\max}$  表示该项指标原始数据中的最大值。完成数据标准化后，即可用标准化的数据初步对各地市进行评价。

**聚类分析和敏感性分析。**为了尽量消除层次分析法中的主观的因素，需要对初步的评价结果进行验证。对于各项次级指标可以采用聚类分析法来对对其权重的赋值进行考察。而对于一级指标可采用敏感性分析，来考察不同权重组合的影响。

虽然已经采用多种办法来减小层次分析法中的主观因素，但是必须指出的由于最终的指标选取过程仍是人的主观意志为主的，因此层次分析法始终会带有研究者的主观认识。同时由于其是缺乏以实际为依据的过程，只能进行各区域间相对的评价，如果进一步进行节能目标分解结果会缺乏科学依据。因此层次分析法只能作为一种辅助的方法来使用。

## 2 河南省经济-能源消费现状分析

### 2.1 河南省经济社会发展现状

#### 2.1.1 河南省总体经济发展

自 2000 年以来,河南省经济快速发展。2013 年,全年 GDP 为 3.22 万亿元,比 2012 年增长 8.6% (图 2.1 所示)。“十一五”期间河南省生产总值平均增速为 12.9%。2008 年前 GDP 增速呈明显的逐年递增趋势,2008 年后 GDP 增长率有所下降,这主要是因为 2008 年的全球金融危机,严重影响一些规模以上企业的发展。在相关政策的推动下,2009 年后经济又出现了好转。虽然河南省作为中原经济区的核心省份,经济总量始终处在中部省份的前列,但是河南省人口基数大,人均水平仍很落后。2013 年,河南省人均地区生产总值为 34174 元(图 2.2),但与其他经济发达的省份的差距较大。城市化水平也远低于全国平均水平。2013 年,河南省城市化率为 43.8%,而全国平均水平为 53.73%,相比下明显低得多。

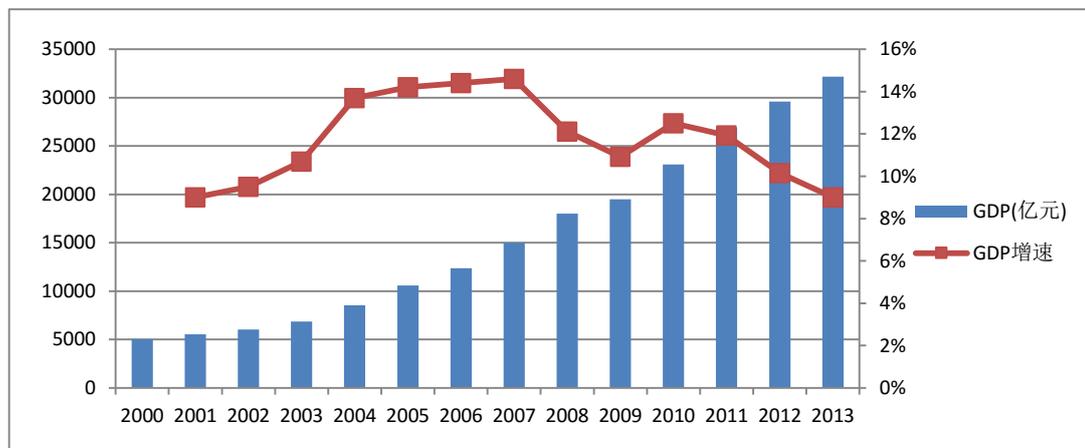


图 2.1 2000-2013 年河南省 GDP 及其增长速度

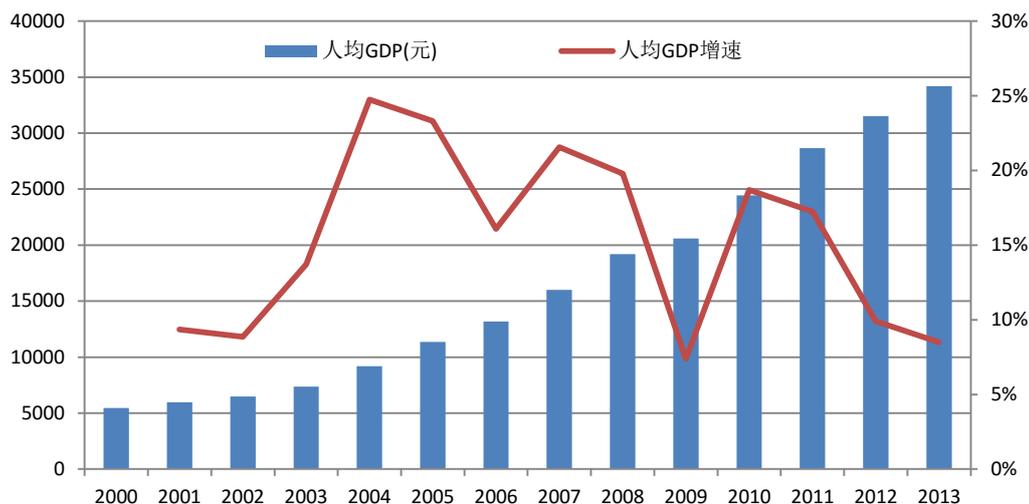


图 2.2 2000-2013 年河南省人均 GDP 及其增长速度

从产业结构构成来看，如图 2.3，第二产业是河南省经济发展的主要动力，且其比重明显高于其它产业。相对应地，第一产业比重持续降低，第三产业则变化不大，比较稳定。河南省的三次产业比重由 2000 年时的 23:45:32 转变为 2013 年时的 13: 55: 32，工业比重进一步增加。与 2013 年全国平均产业结构 10:44:46 相比，河南省第三产业发展严重滞后。

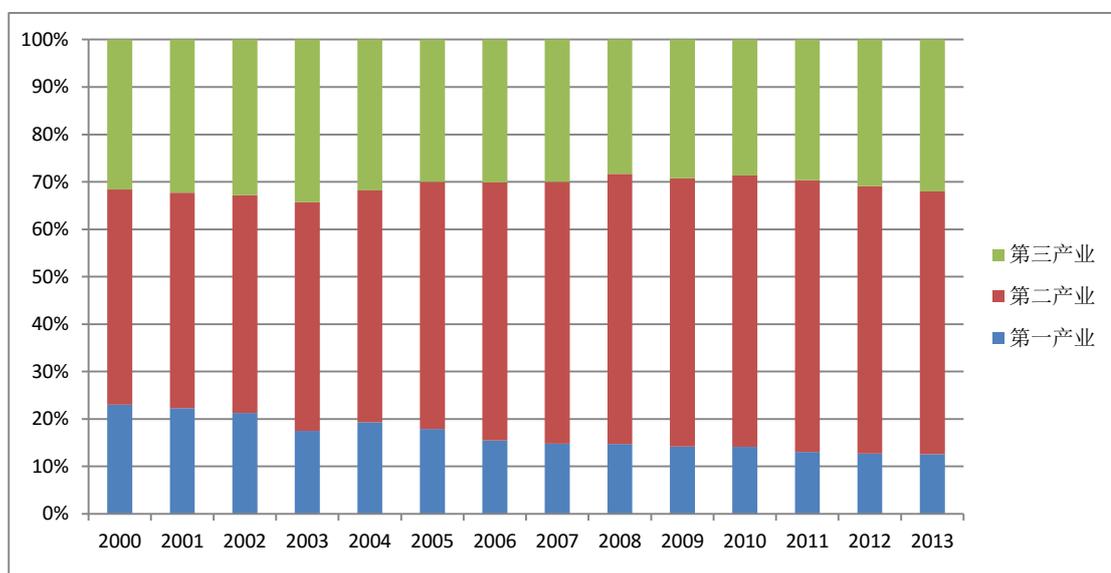


图 2.3 2000-2013 年河南省三次产业构成变化

## 2.1.2 河南省各地市经济发展

从地市来看，河南省的 18 个地市的经济发展水平、产业结构、城市化率差异较大，存在不均衡的现象，如图 2.4、图 2.5 和图 2.6 所示。郑州市是河南省的

省会，中原经济区的辐射点，因此经济发展水平明显快于其他地市，第三产业比重相对较高，产业结构比其他地市更加优化，城市化率也明显高于其他地市。像洛阳、鹤壁、济源等以工业为经济发展主要推动因素的地市，第二产业比重相对较高，基本达到 60% 以上；而像南阳、周口、信阳等第一产业比重较高的地市，其整体经济发展水平落后于工业发达的地市，导致人均收入相对较低，城市化率也相对偏低。

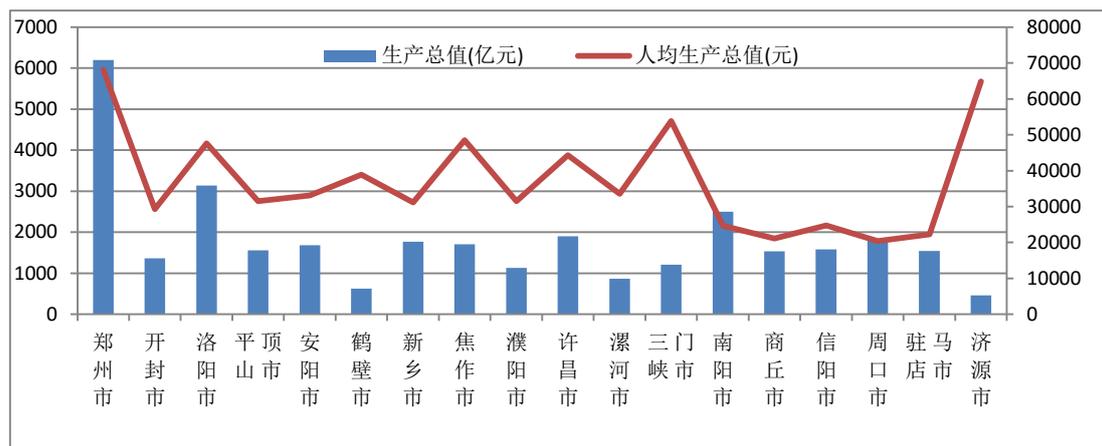


图 2.4 2013 年河南省各地市经济发展状况

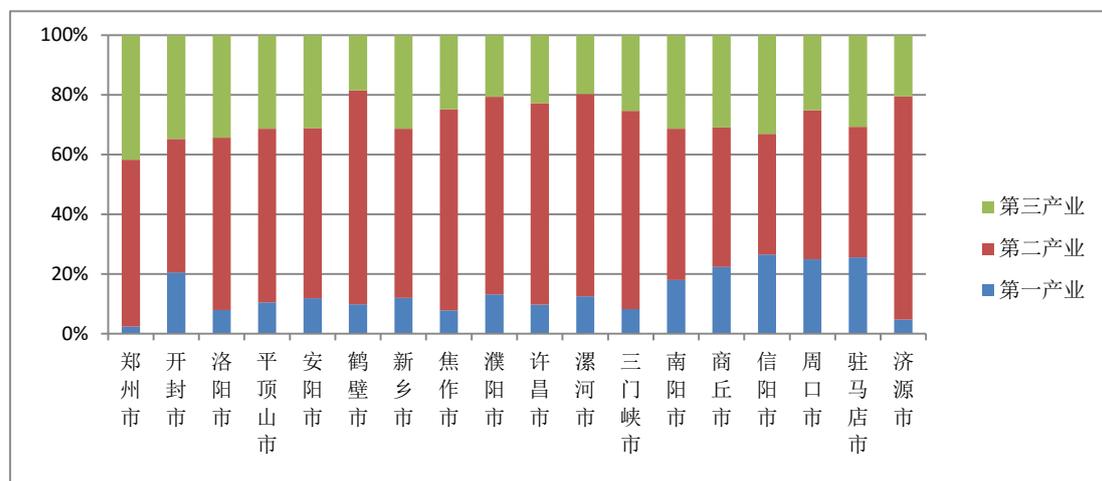


图 2.5 2013 年河南省各地市经济产业结构状况

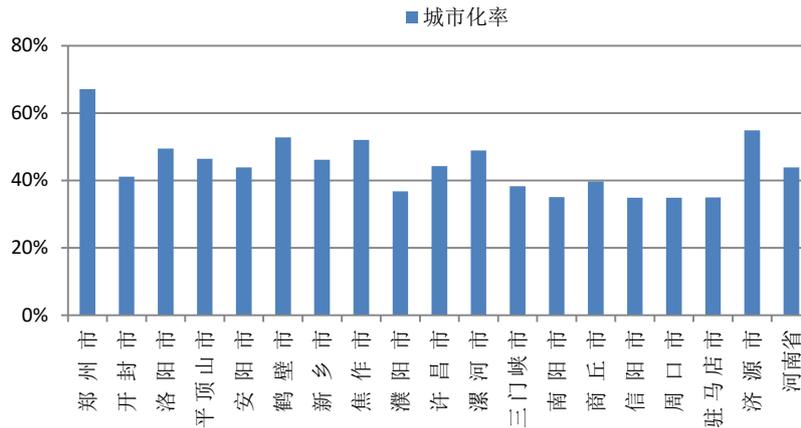


图 2.6 2013 年河南省各地市城镇化状况

## 2.2 河南省能源消费现状

### 2.2.1 河南省总体能源消费

从能源的生产量和消费量可以看出，河南省能源生产量上升缓慢。2011 年后有迅速下降的趋势，相反能源消费量快速上升。从 1999 年开始，河南省能源消费量开始大于能源生产量，到 2005 年后，能源消费量与能源生产量相差越来越大，如图 2.7。这意味着河南省从能源输出大省转变为能源输入省份。2013 年河南省能源消费量为 24756 万吨标准煤，超过能源生产总量 11508 万吨标煤。

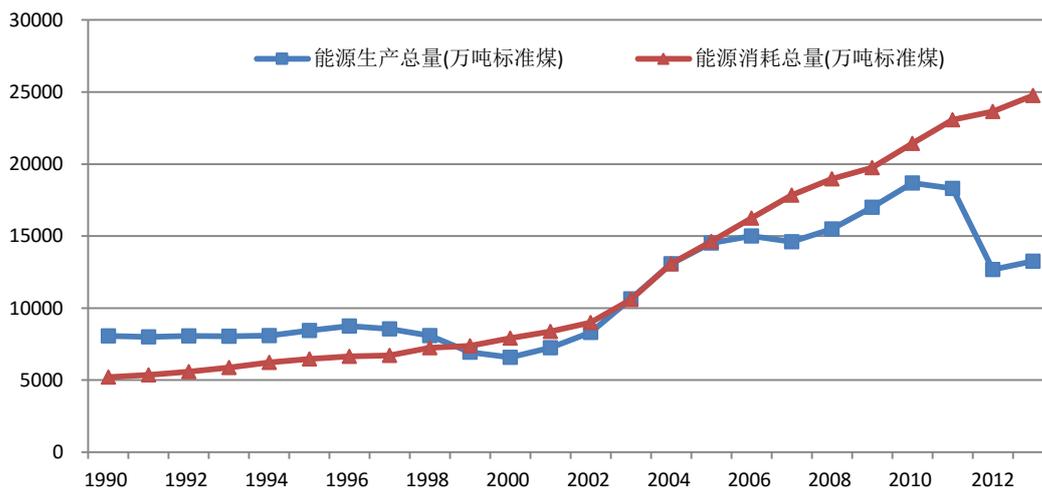


图 2.7 1990-2013 年河南省能源生产与消费状况

从能源消费结构来看，图 2.8，河南省能源消费的主要构成有煤炭、石油、天然气以及水电等。河南省的能源消费结构呈现出以煤为主的特征，14 年间每

年煤炭的消耗比重高达 80% 以上。虽然近年来石油和天然气的比重有所增加，但是以煤为主的消费结构没有改变。2013 年，河南省消耗煤炭 20003 万吨标煤，石油 2797 万吨标煤，天然气 1065 万吨标煤，水电 891 万吨标煤，分别占能源消耗总量比重的 80.8%、11.3%、4.3%、3.6%。河南省能源消费结构仍需要进一步地改善，而且需要相当长的一段时间。其原因一是河南省的能源生产种类主要是煤炭；二是煤炭的价格低于其他能源，使得企业为了成本利益选择煤炭作为燃料。

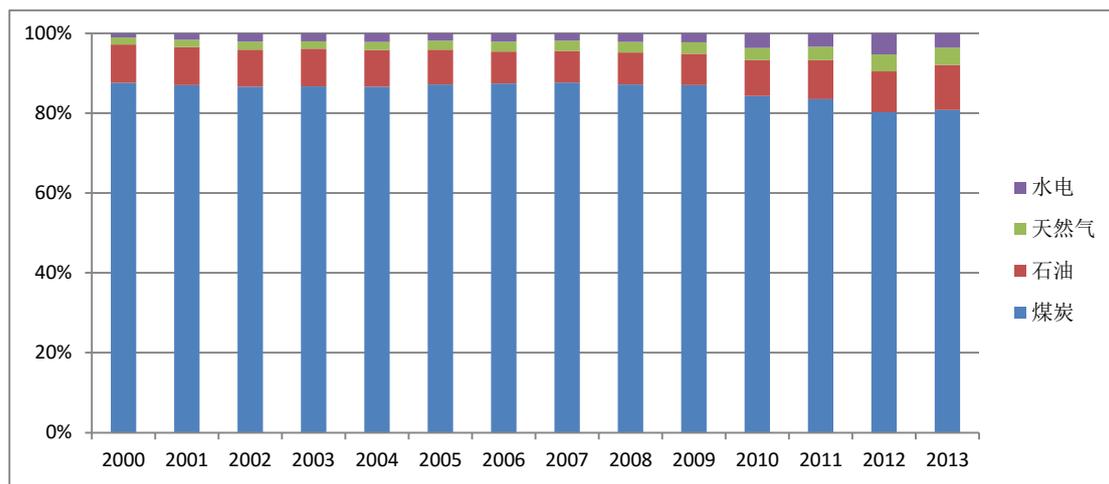


图 2.8 2000-2012 年河南省能源消费结构构成

从能源利用效率方面，河南省的单位 GDP 能耗从 2005 年的 1.396 吨标准煤/万元下降到 2013 年的 0.798 吨标准煤/万元，使能耗率下降了 42%，如图 2.9。根据国务院确定的“十二五”节能减排目标任务，到 2015 年，河南省单位 GDP 能耗要比 2010 年下降 16%，比 2005 年下降 32%。河南省作为我国第五大 GDP 总量大省，与其它先进省份直辖市相比，河南省单位能耗强度比其它省份都要高，说明河南省单位能耗仍然过高，使用效率偏下，如图 2.10。

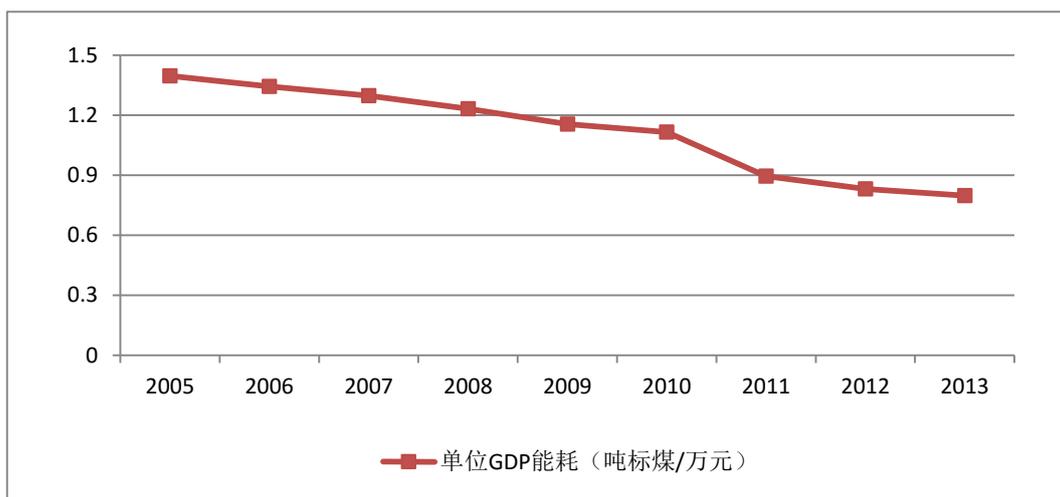


图 2.9 河南省单位 GDP 能耗变化

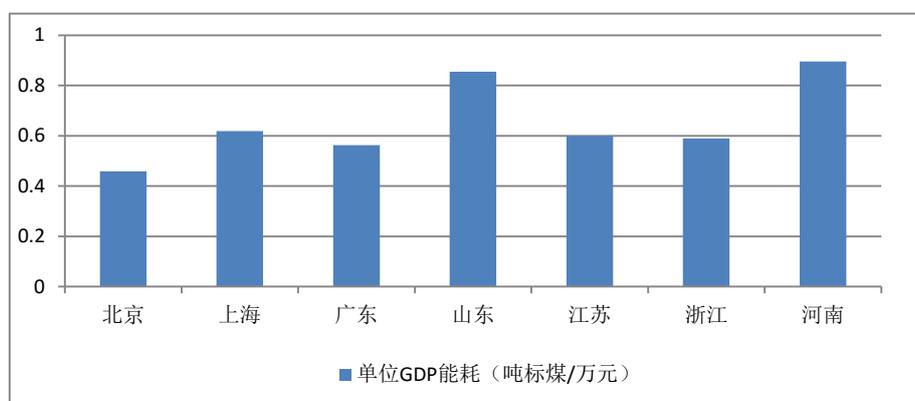


图 2.10 2011 年河南省与其他发达省份的能效水平

## 2.2.2 河南省分部门能源消费

从分部门的能源消费构成来看，如图 2.11，农业能源消费总量变化不明显，2005 年到 2012 年消费量增加了 235.5 万吨标煤。而工业引起的能源消费量从 2005 年到 2012 年增加了 5900.78 万吨标煤，每年都占到全社会总能耗的 80% 左右，这主要源于河南省目前的经济发展重点落在工业方面。虽然近年来国家大力推进节能减排，提高工业能源利用效率，但是河南省与先进省份和发达地区相比，能源利用效率还相差很远，有待提高。从工业能耗分行业来看，能源消耗量较高的有钢铁、建材、有色、化工、煤炭和电力等，占据工业总能耗的 80% 以上。随着人民生活水平的不断提高，与生活密切相关的三个部门（交通运输、商业和居民生活）的能源消耗比重呈现出上升的趋势。单就交通部门，2012 年民用汽车拥有量达到 645.92 万辆，比 2011 年增加了 63.78 万辆。交通部门的能源消费量从

2005年649.93万吨标煤增加到2012年1418.56万吨标煤，增长速度较快。随着河南省经济发展和城镇化水平的进一步提高，预计交通运输、商业和居民生活三个部门的能源消耗将会有更加迅速的增长。

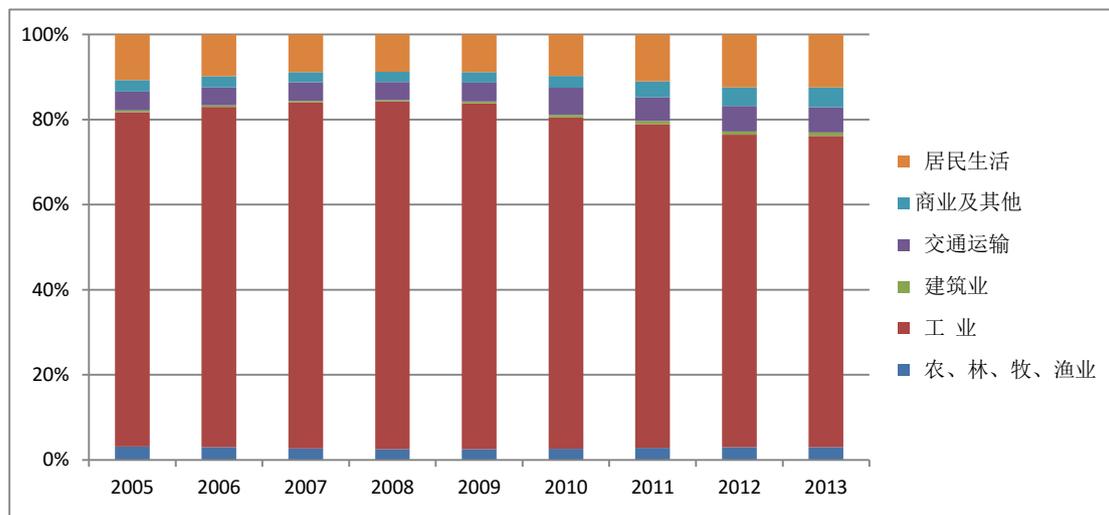


图 2.11 2005-2013 年河南省分部门的能源消费构成

### 2.2.3 河南省分地市能源消费

分地市来看,如图 2.12,河南省 18 个地市的单位 GDP 能耗差异较大,济源、安阳、鹤壁等工业型城市的单位 GDP 能耗达到开封、南阳、信阳等农业型城市的两倍甚至更高。而郑州作为河南省的省会,经济发展具有一定的政策等方面的优势,其产业结构发展已趋向合理,因此单位 GDP 能耗较低。从单位工业增加值能耗来看,18 个地市的情况和单位 GDP 能耗的规律一致。另外,除了许昌、漯河、周口,其他地市的单位工业增加值能耗比单位 GDP 能耗大的多,因此,这些城市工业方面的节能潜力也更大。就上述分析,可以将河南省 18 个地市分为三类,第一类综合型城市,如郑州;第二类工业型城市,如济源;第三类,农业型城市,如周口。另外,表 2.1 和图 2.13 显示了 2013 年各地市的能源消耗总量,可以看出,其能源消费总量比较大的城市有郑州市、洛阳市、安阳市、平顶山市、焦作市、新乡市,分别达到了 15.58%、9.77%、8.01%、6.27%、6.63%、6.06%,均在 6% 以上。

表 2.1 2013 年河南省 18 个地市能源消费量

城市	能源消费量 (万吨标煤)	比重
郑州市	3931.97	15.58%
开封市	850.85	3.37%
洛阳市	2465.50	9.77%
平顶山市	1583.35	6.27%
安阳市	2020.38	8.01%
鹤壁市	730.99	2.90%
新乡市	1529.44	6.06%
焦作市	1673.21	6.63%
濮阳市	1055.87	4.18%
许昌市	1286.64	5.10%
漯河市	660.80	2.62%
三门峡市	1154.08	4.57%
南阳市	1264.32	5.01%
商丘市	1262.88	5.00%
信阳市	1079.93	4.28%
周口市	845.19	3.35%
驻马店市	1060.91	4.20%
济源市	782.22	3.10%

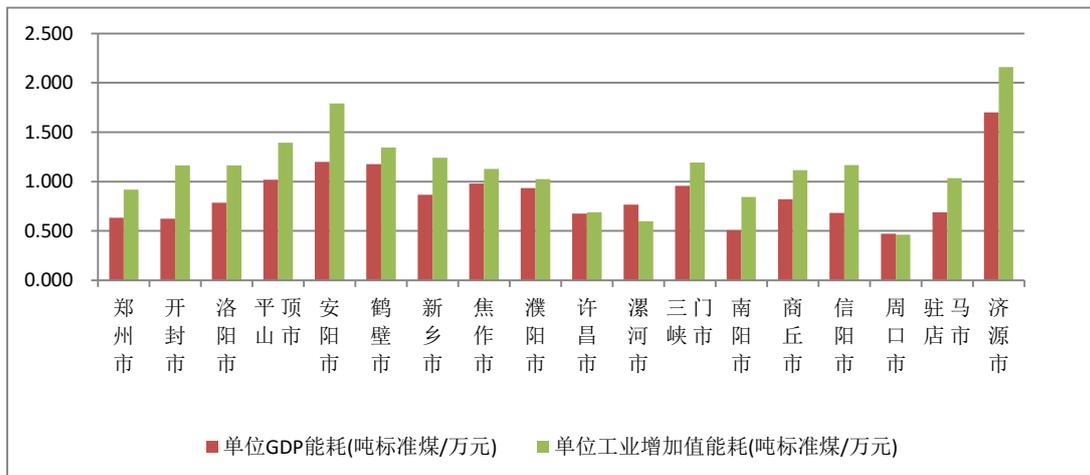


图 2.12 2013 年河南省各地市单位 GDP 能耗和单位工业增加值能耗

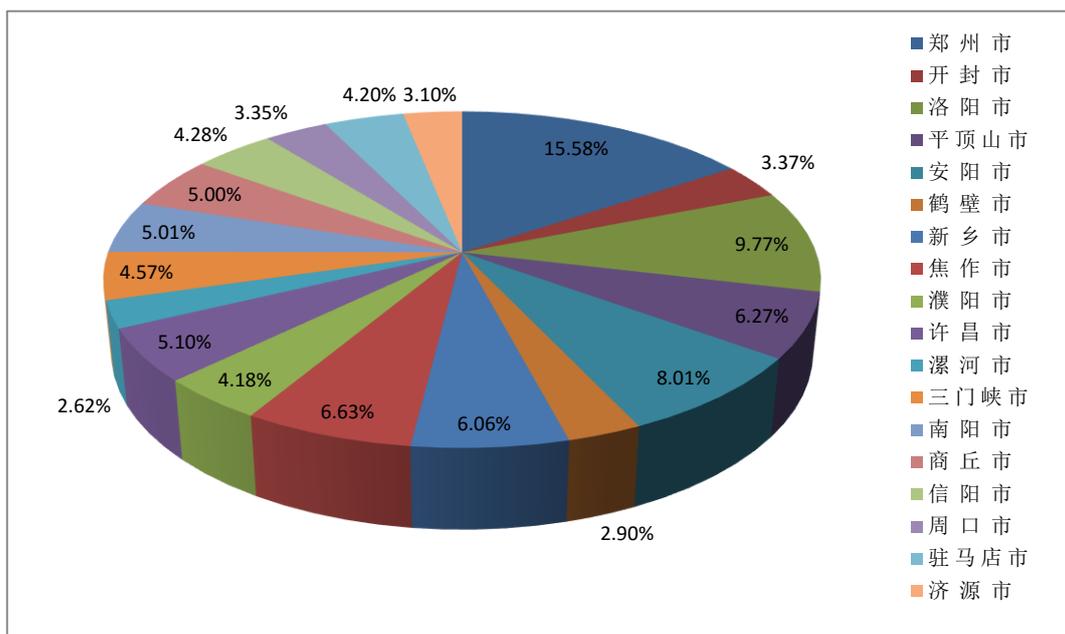


图 2.13 2013 年河南省各地市能耗比重

## 3 河南省“十三五”节能双控目标匡算

### 3.1 部门划分和情景设定

#### 3.1.1 部门划分

在分析计算中,本研究首先根据目前河南省的能源消费结构和统计习惯将河南省全社会的总能耗分为工业、农业、建筑业、交通、服务业及居民生活共六个部门。之后又根据各部门在总能源消费中所占的比重以及数据的收集情况对各部门进行了进一步细分。就工业而言,主要对各高耗能的子部门进行分析,并将其能源消费量分解至主要产品,而对于高成长性行业及其他的工业部门则主要分析其单位增加值能耗的变化。对居民生活能耗,主要根据我国目前普遍的城乡能耗差异将其分解为城市和农村两部分,对每个部分照明、采暖制冷、炊事、家用电器和个人交通五种用途分别的人均能耗变化进行分析。对于交通部门,主要依据运输方式的不同进行分解,将其能源消费分解至不同的交通工具种类。对于农业、建筑业、交通和服务业四个部门,分析其单位增加值能耗的变化。总体部门设定如图 3.1 所示。

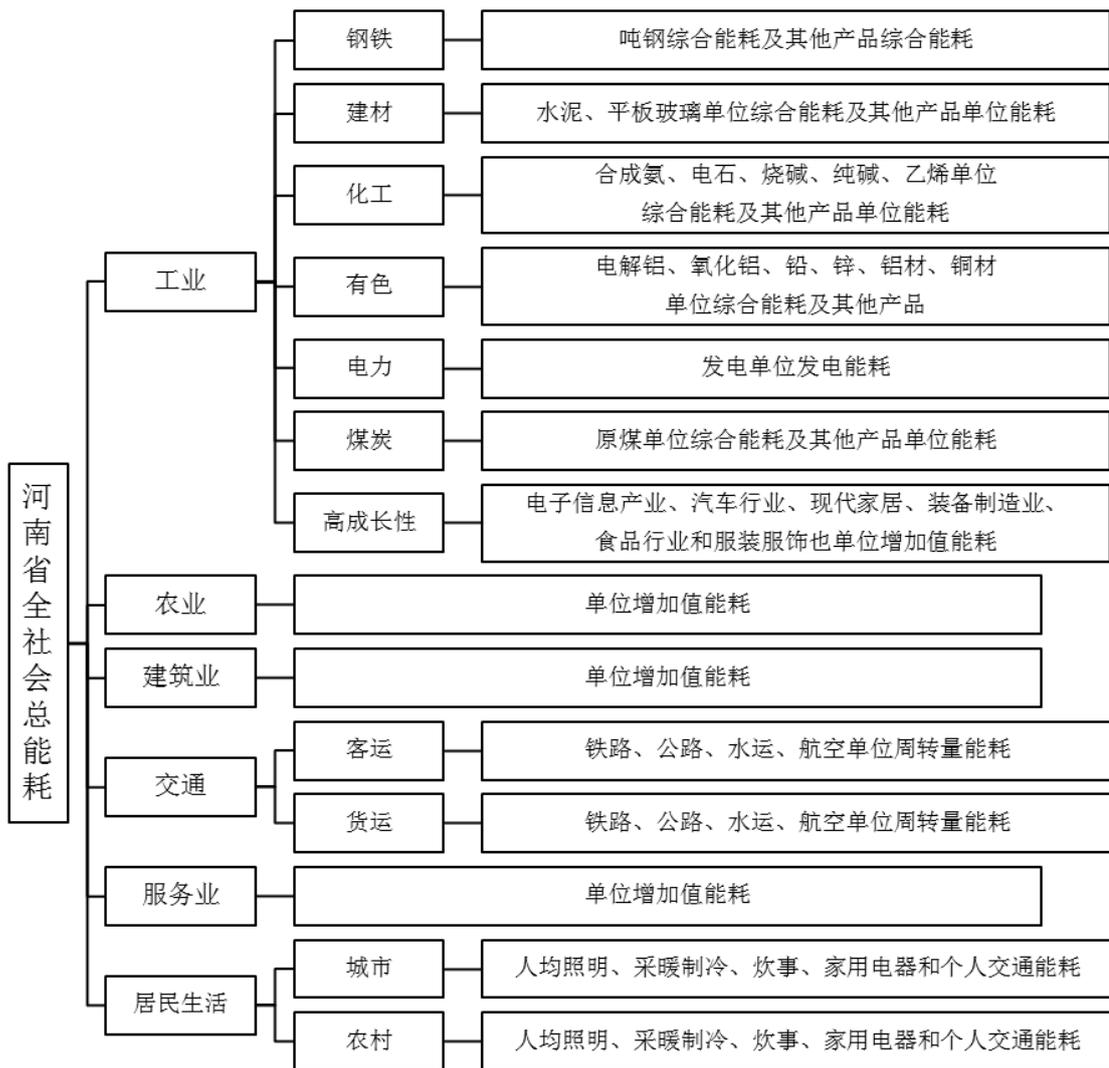


图 3.1 河南省能耗部门设定

### 3.1.2 情景设定

为了充分模拟河南省未来可能的发展情况，本研究设定了七种情景，分别是高速冻结情景，高速执行情景，高速节能情景，高速强化节能情景、中速执行情景、中速节能情景和低速执行情景。在情景分析中，设定基准年为 2013 年，各情景的基本定义如下。

**高速冻结情景：**不主动采取节能行动，能源利用效率保持在 2013 年水平，经济发展水平按照预期目标。

**高速执行情景：**节能技术按现有速度推广，能源效率持续提高，经济发展水

平按照预期目标，该情景是河南省最可能实现的情景。

高速节能情景：受能源价格上涨和补贴增加的影响，更多节能技术得到推广，能源效率提高显著，经济发展水平按照预期目标，是河南省通过更多努力才能实现的情景。

高速强化节能情景：能源价格上涨和补贴增加使全部节能技术得到推广，能源效率大幅提高，经济发展水平按照预期目标，是以节能为最主要目标的情景。

中速执行情景：节能技术按现有速度推广，能源效率持续提高，单位用能强度与执行情景保持一致，经济发展比预期目标下降 1.0%，全社会所需能源消费总量有所降低。是以环境保护为主要目的的情景。

中速节能情景：受能源价格上涨和补贴增加的影响，更多节能技术得到推广，能源效率提高显著，单位用能轻度与节能情景保持一致，经济发展比预期目标下降 1.0%，全社会所需能源消费总量进一步降低。是以可持续发展为主要目的的情景。

低速执行情景：节能技术按现有速度推广，能源效率持续提高，单位用能强度与执行情景保持一致，经济发展比预期目标下降 0.5%，全社会所需能源消费总量大幅度降低。

而对于七种情景中的主要参数和具体特征，本研究进行如下设定。

表 3.1 情景主要设定描述

情景	能源价格和政府节能补贴	节能技术推广比例	经济发展速度
高速冻结	单位能源强度保持在 2013 年的水平		2015-2020 年 GDP 年均增速为 8.5%，2020-2025 年 GDP 年均增速为 7.5%，2025-2030 年 GDP 年均增速为 6.5%
高速执行	能源价格和补贴不变 (能源价格 600 元/tce, 政府节能补贴 300 元/tce)	推广比例较小	
高速节能	受能源价格上涨和补贴增加的影响 (2020 年能源价格 750 元, 政府节能补贴 400 元; 2025 年能源价格 900 元, 政府节能补贴 500 元; 2030 年能源价格 1200 元, 政府节能补贴 600 元)	推广比例得到增强	
高速强化节能	能源价格上涨和补贴增加使全部节能技术得到推广 (不需要筛选技术)	推广比例进一步增强, 到 2030 年, 所有节能技术达到最大推广比例	

中速执行	与执行情景一致，能源价格和补贴不变 (能源价格 600 元/tce, 政府节能补贴 300 元/tce)	与执行情景一致，推广比例较小	2015-2020 年 GDP 年均增速为 7.5%，2020-2025 年 GDP 年均增速为 6.5%，2025-2030 年 GDP 年均增速为 5.5%
中速节能	与节能情景一致，受能源价格上涨和补贴增加的影响 (2020 年能源价格 750 元，政府节能补贴 400 元；2025 年能源价格 900 元，政府节能补贴 500 元；2030 年能源价格 1200 元，政府节能补贴 600 元)	与节能情景一致，推广比例得到增强	
低速执行	与执行情景一致，能源价格和补贴不变 (能源价格 600 元/tce, 政府节能补贴 300 元/tce)	与执行情景一致，推广比例较小	2015-2020 年 GDP 年均增速为 6.5%，2020-2025 年 GDP 年均增速为 6%，2025-2030 年 GDP 年均增速为 5.5%

## 3.2 河南省“十三五”及中长期能源需求总量预测

### 3.2.1 工业部门能源消费总量预测

对于工业部门的能源需求预测，本研究将其分为钢铁，建材，化工，有色，煤炭，电力，高成长性行业和其他行业。在对其进行现状分析的基础上，结合河南省“十二五”经济发展规划及各行业的产业结构调整规划方案，采用趋势分析的方法对河南省 2014-2020 年各部门的主要产品产量或增加值及单耗进行预测得到能源消费总量。其中在对各部门的单位能耗进行预测分析时，工业中的钢铁、建材、化工、有色金属四个部门采用节能成本曲线分析法对 2013-2020 年可能推广的先进节能技术进行筛选，在此基础上计算得出这四个部门主要产品对应的单位能耗。

#### 3.2.1.1 钢铁行业

##### (1) 主要产品产量及增加值分析

钢铁行业的主要产品为粗钢，其产量预测依据钢铁行业的“十二五”规划。由于目前处于产能过剩的状态，设定在高速冻结、高速执行、高速节能和高速强化节能四种情景下，粗钢的产量在达到 2015 年规划目标后不再进一步增长，保持在 2015 年水平。2020-2025 年年均下降 0.5%，之后年均下降 1%。在中速执行、中速节能情景和低速执行情景下，由于经济年均增长率下降，其产量和其他产品

增加值均进一步有所降低。详细产量与增加值预测情况见表 3.2。

表 3.2 钢铁行业产品产量及增加值预测

		单位	2013	2020	2025	2030
高速冻结情景	粗钢产量	万吨	2786	2700	2633	2504
	其他产品增加值	亿元	695	674	657	625
高速执行情景	粗钢产量	万吨	2786	2700	2633	2504
	其他产品增加值	亿元	695	674	657	625
高速节能情景	粗钢产量	万吨	2786	2700	2633	2504
	其他产品增加值	亿元	695	674	657	625
高速强化节能情景	粗钢产量	万吨	2786	2700	2633	2504
	其他产品增加值	亿元	695	674	657	625
中速执行情景	粗钢产量	万吨	2786	2700	2600	2500
	其他产品增加值	亿元	695	660	640	610
中速节能情景	粗钢产量	万吨	2786	2700	2600	2500
	其他产品增加值	亿元	695	660	640	610
低速执行情景	粗钢产量	万吨	2786	2600	2500	2400
	其他产品增加值	亿元	695	640	610	600

## (2) 节能技术效益分析

本研究根据国家能源所所做的节能技术研究中选用的，以及国家发改委和工信部公布的节能技术资料，筛选确定了适合河南省钢铁行业的共 34 项节能技术，其中焦化 4 项，烧结 8 项，炼铁 7 项，炼钢 9 项，轧钢 5 项和综合节能技术 1 项。单位节能量和成本等数据采用的相关技术资料中的数据，详细节能技术参数见表 3.3。

根据上述技术参数，采用 CCE 对各项节能技术在各种情景的可行性进行分析。其中在强化节能情景中设定全部技术均可行，因此只计算高速执行情景、高速节能情景、中速执行情景、中速节能情景和低速执行情景下各项技术的 CCE，结果如表 3.4 所示。则各种情景下可用节能技术数量如表 3.5 所示，各情景下节能技术推广比例见表 3.6。

表 3.3 钢铁行业节能技术

工序	序号	技术名称	单位节能量 (kgce/t)	单位节能量投 资(元/tce)	单位节能量运行成 本(元/tce)	技术使用年限 (年)	2010应用比 例
焦化	1	炼焦煤调湿风选技术(CMC)	11.1	5405	216.2	20	9%
	2	捣固炼焦技术	5	6923	276.92	20	40%
	3	干法熄焦技术(CDQ)	27.5	4600	184	20	50%
	4	焦炉煤气制氢技术	332.64	147.84	5.9136	20	2%
烧结	5	小球烧结工艺技术	9	2300	92	20	40%
	6	降低烧结漏风率技术	0.7	2066	82.64	20	60%
	7	低温烧结工艺技术	9	3300	132	20	40%
	8	厚料层烧结技术	0.8	3970	158.8	20	70%
	9	烧结余热回收发电技术	8	3682	147.28	20	20%
	10	球团废料循环利用技术	3	3800	152	20	40%
	11	环冷机液密封技术	1	5500	220	20	3%
	12	链篦机-回转窑球团生产技术	10	10555	422.2	20	60%
炼铁	13	高炉脱湿鼓风技术	8	2343	93.72	20	2%
	14	高炉煤气干法布袋除尘技术	0.3	3550	142	20	50%
	15	高炉炉顶煤气干式余压发电技术	7.3	3303	132.12	20	25%
	16	煤气-蒸汽联合循环发电技术	7.7	3405	136.2	20	5%
	17	高炉热风炉双预热技术	3	3875	155	20	5%
	18	旋转式高风温顶燃热风炉节能技术	8	8128	325.12	20	3%
	19	高炉顶压高精度稳定性控制技术	0.6	3833	153.32	20	20%
炼钢	20	薄板坯连铸技术	25	2550	102	20	15%
	21	转炉烟气余热回收技术	4.6	6835	273.4	20	15%

	22	转炉烟气干法除尘技术	7.7	3030	121.2	20	20%
	23	电炉烟气及余热回收利用技术	12.4	3452	138.08	20	15%
	24	转炉顶底复合吹炼技术	1.2	2260	90.4	20	40%
	25	钢渣显热回收技术	3.1	1800	72	20	1%
	26	钢水真空循环脱气工艺干式真空系统应用技术	3.4	1100	44	20	1%
	27	电炉优化供电技术	3.7	1874	74.96	20	15%
	28	转炉“负能炼钢”工艺技术	25	800	32	20	30%
轧钢	29	低温轧制技术	4.5	2423	96.92	20	20%
	30	在线热处理技术	8.6	8753	350.12	20	5%
	31	轧钢加热炉蓄热式燃烧技术	8.4	3190	127.6	20	40%
	32	热带无头轧制、半头轧制技术	12.3	5500	220	20	1%
	33	棒材多线切分与控制轧控冷节能技术	5.1	2400	96	20	10%
综合	34	钢铁企业能源管理中心	31.65	315.96	88.47	20	50%

表 3.4 钢铁行业 CCE 计算结果

工序	序号	技术名称	高速执行情景/中速执行情景/低速执行情景			高速节能情景/中速节能情景		
			2020	2025	2030	2020	2025	2030
焦化	1	炼焦煤调湿风选技术 (CMC)	-48.93	-48.93	-48.93	-298.93	-548.93	-948.93
	2	捣固炼焦技术	190.09	190.09	190.09	-59.91	-309.91	-709.91
	3	干法熄焦技术 (CDQ)	-175.69	-175.69	-175.69	-425.69	-675.69	-1075.69
	4	焦炉煤气制氢技术	-876.72	-876.72	-876.72	-1126.72	-1376.72	-1776.72
烧结	5	小球烧结工艺技术	-537.84	-537.84	-537.84	-787.84	-1037.84	-1437.84
	6	降低烧结漏风率技术	-574.69	-574.69	-574.69	-824.69	-1074.69	-1474.69
	7	低温烧结工艺技术	-380.38	-380.38	-380.38	-630.38	-880.38	-1280.38
	8	厚料层烧结技术	-274.89	-274.89	-274.89	-524.89	-774.89	-1174.89

	9	烧结余热回收发电技术	-320.23	-320.23	-320.23	-570.23	-820.23	-1220.23
	10	球团废料循环利用技术	-301.65	-301.65	-301.65	-551.65	-801.65	-1201.65
	11	环冷机液密封技术	-33.97	-33.97	-33.97	-283.97	-533.97	-933.97
	12	链篦机-回转窑球团生产技术	761.99	761.99	761.99	511.99	261.99	-138.01
炼铁	13	高炉脱湿鼓风技术	-531.07	-531.07	-531.07	-781.07	-1031.07	-1431.07
	14	高炉煤气干法布袋除尘技术	-341.02	-341.02	-341.02	-591.02	-841.02	-1241.02
	15	高炉炉顶煤气干式余压发电技术	-379.91	-379.91	-379.91	-629.91	-879.91	-1279.91
	16	煤气-蒸汽联合循环发电技术	-363.85	-363.85	-363.85	-613.85	-863.85	-1263.85
	17	高炉热风炉双预热技术	-289.84	-289.84	-289.84	-539.84	-789.84	-1189.84
	18	旋转式高温顶燃热风炉节能技术	379.83	379.83	379.83	129.83	-120.17	-520.17
	19	高炉顶压高精度稳定性控制技术	-296.46	-296.46	-296.46	-546.46	-796.46	-1196.46
炼钢	20	薄板坯连铸技术	-498.48	-498.48	-498.48	-748.48	-998.48	-1398.48
	21	转炉烟气余热回收技术	176.24	176.24	176.24	-73.76	-323.76	-723.76
	22	转炉烟气干法除尘技术	-422.90	-422.90	-422.90	-672.90	-922.90	-1322.90
	23	电炉烟气及余热回收利用技术	-356.45	-356.45	-356.45	-606.45	-856.45	-1256.45
	24	转炉顶底复合吹炼技术	-544.14	-544.14	-544.14	-794.14	-1044.14	-1444.14
	25	钢渣显热回收技术	-616.57	-616.57	-616.57	-866.57	-1116.57	-1516.57
	26	钢水真空循环脱气工艺干式真空系统应用技术	-726.79	-726.79	-726.79	-976.79	-1226.79	-1626.79
	27	电炉优化供电技术	-604.92	-604.92	-604.92	-854.92	-1104.92	-1504.92
	28	转炉“负能炼钢”工艺技术	-774.03	-774.03	-774.03	-1024.03	-1274.03	-1674.03
轧钢	29	低温轧制技术	-518.48	-518.48	-518.48	-768.48	-1018.48	-1418.48
	30	在线热处理技术	478.24	478.24	478.24	228.24	-21.76	-421.76
	31	轧钢加热炉蓄热式燃烧技术	-397.70	-397.70	-397.70	-647.70	-897.70	-1297.70
	32	热带无头轧制、半头轧制技术	-33.97	-33.97	-33.97	-283.97	-533.97	-933.97

	33	棒材多线切分与控轧控冷节能技术	-522.10	-522.10	-522.10	-772.10	-1022.10	-1422.10
综合	34	钢铁企业能源管理中心	-774.42	-774.42	-774.42	-1024.42	-1274.42	-1674.42

表 3.5 钢铁行业可用节能技术数量

	2020	2025	2030
高速执行情景	29	29	29
高速节能情景	31	33	34
高速强化节能情景	34	34	34
中速执行情景	29	29	29
中速节能情景	31	33	34
低速执行情景	29	29	29

3.6 钢铁行业节能技术推广比例

工序	序号	技术名称	高速执行/中速执行/低速执行			高速节能/中速节能			高速强化节能情景		
			2020	2025	2030	2020	2025	2030	2020	2025	2030
焦化	1	炼焦煤调湿风选技术（CMC）	60%	73%	80%	60%	80%	90%	65%	85%	100%
	2	捣固炼焦技术	60%	70%	80%	70%	85%	95%	75%	90%	100%
	3	干法熄焦技术（CDQ）	65%	72%	76%	70%	76%	80%	85%	95%	100%
	4	焦炉煤气制氢技术	4%	5%	5%	4%	5%	5%	6%	7%	8%
烧结	5	小球烧结工艺技术	70%	80%	83%	70%	83%	90%	80%	95%	100%
	6	降低烧结漏风率技术	80%	90%	95%	85%	95%	100%	90%	95%	100%
	7	低温烧结工艺技术	65%	75%	83%	70%	83%	90%	80%	95%	100%
	8	厚料层烧结技术	82%	90%	93%	85%	93%	95%	90%	95%	100%
	9	烧结余热回收发电技术	47%	65%	73%	60%	73%	80%	60%	75%	80%

	10	球团废料循环利用技术	60%	73%	80%	70%	80%	90%	80%	95%	100%
	11	环冷机液密封技术	11%	15%	18%	15%	18%	20%	30%	35%	40%
	12	链篦机-回转窑球团生产技术	75%	85%	90%	80%	90%	95%	85%	95%	100%
炼铁	13	高炉脱湿鼓风技术	20%	30%	35%	25%	35%	40%	30%	45%	50%
	14	高炉煤气干法布袋除尘技术	75%	85%	88%	75%	88%	95%	85%	95%	100%
	15	高炉炉顶煤气干式余压发电技术	50%	65%	73%	60%	73%	80%	75%	90%	100%
	16	煤气-蒸汽联合循环发电技术	10%	12%	13%	15%	13%	25%	30%	45%	50%
	17	高炉热风炉双预热技术	20%	28%	32%	25%	32%	35%	45%	60%	65%
	18	旋转式高风温顶燃热风炉节能技术	20%	30%	35%	25%	35%	40%	30%	45%	50%
	19	高炉顶压高精度稳定性控制技术	40%	60%	70%	55%	70%	80%	75%	90%	100%
炼钢	20	薄板坯连铸技术	30%	40%	45%	35%	45%	50%	70%	90%	100%
	21	转炉烟气余热回收技术	30%	35%	45%	35%	40%	45%	40%	50%	60%
	22	转炉烟气干法除尘技术	40%	45%	47%	40%	47%	50%	55%	65%	70%
	23	电炉烟气及余热回收利用技术	40%	55%	65%	48%	65%	80%	60%	80%	90%
	24	转炉顶底复合吹炼技术	60%	70%	75%	65%	75%	80%	80%	95%	100%
	25	钢渣显热回收技术	5%	7%	9%	6%	9%	10%	15%	18%	20%
	26	钢水真空循环脱气工艺干式真空系统应用技术	10%	15%	18%	15%	18%	20%	20%	25%	30%
	27	电炉优化供电技术	50%	63%	70%	50%	70%	80%	70%	90%	100%
28	转炉“负能炼钢”工艺技术	65%	75%	83%	70%	83%	90%	80%	95%	100%	
轧钢	29	低温轧制技术	40%	48%	53%	45%	53%	60%	75%	90%	100%
	30	在线热处理技术	25%	35%	40%	30%	40%	50%	35%	50%	60%
	31	轧钢加热炉蓄热式燃烧技术	60%	70%	75%	65%	75%	80%	80%	95%	100%
	32	热带无头轧制、半头轧制技术	5%	8%	9%	6%	9%	10%	10%	13%	15%
	33	棒材多线切分与控轧控冷节能技术	25%	38%	45%	35%	45%	50%	40%	55%	60%

综合	34	钢铁企业能源管理中心	70%	80%	88%	85%	88%	90%	80%	95%	100%
----	----	------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

### (3) 单位能耗预测分析

粗钢单位能耗根据上述的节能供给曲线计算得到。其他产品单位能耗则依据历史发展水平，考虑节能潜力逐渐减小，假定高速执行情景，高速节能情景与高速强化情景下，2013-2020 年单位增加值能耗年均分别下降 1%，2%和 3%；2020-2025 年分别下降 0.5%，1%和 2%；2025-2030 年分别下降 0.3%，0.5%和 0.5%。中速执行和低速执行情景单位能耗保持与执行情景一致，中速节能单位能耗保持与节能情景保持一致。

表 3.7 钢铁行业单耗预测

		单位	2013	2020	2025	2030
高速冻结情景	粗钢单耗	千克标煤/吨	497.51	497.51	497.51	497.51
	其他产品单位增加值能耗	吨/万元	2.29	2.29	2.29	2.29
高速执行情景	粗钢单耗	千克标煤/吨	497.51	473.37	459.96	452.03
	其他产品单位增加值能耗	吨/万元	2.29	2.14	2.08	2.05
高速节能情景	粗钢单耗	千克标煤/吨	497.51	466.53	451.28	442.47
	其他产品单位增加值能耗	吨/万元	2.29	1.99	1.89	1.85
高速强化节能情景	粗钢产量	千克标煤/吨	497.51	451.39	428.59	416.69
	其他产品单位增加值能耗	吨/万元	2.29	1.85	1.76	1.71
中速执行情景	粗钢单耗	千克标煤/吨	497.51	473.37	459.96	452.03
	其他产品单位增加值能耗	吨/万元	2.29	2.14	2.08	2.05
中速节能情景	粗钢单耗	千克标煤/吨	497.51	466.53	451.28	442.47
	其他产品单位增加值能耗	吨/万元	2.29	1.99	1.89	1.85
低速执行情景	粗钢单耗	千克标煤/吨	497.51	473.37	459.96	452.03
	其他产品单位增加值能耗	吨/万元	2.29	2.14	2.08	2.05

### (4) 行业能源消费预测

通过对钢铁行业主要产品及单位能耗的预测可得到2020及2030年钢铁行业的能源消费量，如表3.8所示。高速冻结、高速执行、高速节能、高速强化节能、中速执行、中速节能和低速执行情景下，2020年钢铁行业的能源消费量分别达到2887、2717、2600、2466、2688、2481和2641万吨标准煤，分别较2013年减少3.09%、8.80%、12.73%、17.22%、9.77%、16.72%和11.36%；2030年钢铁行业的能源消费量分别达到2678、2414、2261、2117、2382、2145和2337万吨标准煤，较2013年下降10.12%、18.97%、24.11%、28.96%、20.04%、28.02%和21.56%。

表 3.8 钢铁行业能源消费预测

	单位	2013	2020	2025	2030
高速冻结情景	万吨标煤	2979	2887	2816	2678
高速执行情景	万吨标煤	2979	2717	2580	2414
高速节能情景	万吨标煤	2979	2600	2432	2261
高速强化节能情景	万吨标煤	2979	2466	2286	2117
中速执行情景	万吨标煤	2979	2688	2530	2382
中速节能情景	万吨标煤	2979	2481	2296	2145
低速执行情景	万吨标煤	2979	2641	2484	2337

### 3.2.1.2 建材行业

#### (1) 主要产品产量及增加值分析

建材行业的主要产品水泥和平板玻璃两种产品。高速冻结、高速执行、高速节能和高速强化节能四种情景下，同样考虑产能过剩的原因，到2020年水泥与平板玻璃产量保持在2015年水平上。之后2020-2025年与2025-2030年产量年均分别下降1%和2%。其他产品增加值则根据未来经济与产业结构发展的趋势进行预测。在中速执行、中速节能情景和低速执行情景下，由于经济年均增长率下降，其产量和其他产品增加值均进一步有所降低。

表 3.9 建材行业产品产量及增加值预测

		单位	2013	2020	2025	2030
高速冻结情景	水泥产量	万吨	16764	16000	15216	14463
	平板玻璃产量	万重量箱	1128	1216	1156	1099
	其他产品增加值	亿元	2625	3916	4338	4776
高速执行情景	水泥产量	万吨	16764	16000	15216	14463
	平板玻璃产量	万重量箱	1128	1216	1156	1099
	其他产品增加值	亿元	2625	3916	4338	4776

高速节能情景	水泥产量	万吨	16764	16000	15216	14463
	平板玻璃产量	万重量箱	1128	1216	1156	1099
	其他产品增加值	亿元	2625	3916	4338	4776
高速强化节能情景	水泥产量	万吨	16764	16000	15216	14463
	平板玻璃产量	万重量箱	1128	1216	1156	1099
	其他产品增加值	亿元	2625	3916	4338	4776
中速执行情景	水泥产量	万吨	16764	15500	15000	14300
	平板玻璃产量	万重量箱	1128	1100	1090	1080
	其他产品增加值	亿元	2625	3734	3944	4139
中速节能情景	水泥产量	万吨	16764	15500	15000	14300
	平板玻璃产量	万重量箱	1128	1100	1090	1080
	其他产品增加值	亿元	2625	3734	3944	4139
低速执行情景	水泥产量	万吨	16764	15000	14300	13900
	平板玻璃产量	万重量箱	1128	1000	900	800
	其他产品增加值	亿元	2625	3559	3669	3851

## (2) 节能技术效益分析

根据国家能源所所做的节能技术研究中选用的,以及国家发改委和工信部公布和相关文献中的节能技术资料中,本研究中水泥行业节能技术选取了 38 项节能技术,其中原料准备工序 13 项,熟料制备工序 13 项,最终粉磨工序 5 项,综合 7 项,平板玻璃行业 5 项,共 43 项。所选的建材行业节能技术的基本信息如表 3.10 所示。根据相关技术参数,采用 CCE 分析高速执行情景、高速节能情景、中速执行情景、中速节能情景与低速执行情景下各项技术的筛选,结果表 3.11 所示。各种情景下可用节能技术数量如表 3.12 所示。各项技术在各种情景下推广比例如表 3.13 所示。

表 3.10 建材行业节能技术

		节能技术	单位节能量 (kgce/t 熟料)	单位节能量投 资(元/tce)	单位节能量运行 成本(元/tce)	技术使用 年限	2010 应用比例	
水泥	原料 准备	1	生料辊压机过程控制	1.23	16091.13	531.94	20	5%
		2	高效分类	0.62	37303.73	0	20	35%
		3	高效的矿物运输系统	0.10	13466.79	0	25	17%
		4	高效的生料立磨及煤立磨粉磨技术	0.18	60159.67	0	20	55%
		5	矿渣粉生产	2.05	8222.34	0	20	10%
		6	矿渣粉的高效干燥	9.90	1048.78	0	20	45%
		7	原料混合机(均质化)系统	0.33	119736.08	0	20	18%
		8	高效煤炭分选机	0.03	2557.40	0	20	29%
		9	变频驱动的安装和煤磨袋收尘器风机的更换	0.02	12467.30	0	10	33%
		10	含逆变器高效的原料磨通风机	0.04	7388.03	0	10	69%
		11	VFD 原料磨通风机	0.04	4029.83	0	10	64%
		12	生料的提升机运输	0.29	5375.97	0	20	17%
		13	高效选粉机技术 (适用水泥)	0.50	2576.00	103.04	15	35%
	熟料 制备	14	窑风机调速驱动	0.29	11082.05	1108.21	10	15%
		15	预热窑与分解窑的升级	14.67	10470.54	-657.191	40	19%
		16	熟料冷却器的升级	3.51	489.24	186.38	30	9%
		17	低温余热回收发电	4.30	17249.99	1690.80	20	65%
		18	回转窑中预热器多预热阶段	3.61	4754.13	45.28	30	13%
		19	热回收发电	2.70	10276.08	241.79	20	70%
		20	燃烧系统的改进	1.02	1357.09	79.83	30	5%
		21	悬浮预热器的低压旋风	0.32	110479.46	0	30	1%
		22	能源管理与控制	5.41	3566.65	0	10	1%

最终粉磨	23	篦冷机的冷却风机变频器	0.01	6044.75	0	10	5%	
	24	窑壳热损失减少(改善耐火材料)	8.87	193.43	0	5	15%	
	25	篦冷机的转换	20.47	179.63	39.92	30	4%	
	26	篦冷机的优化	3.07	1197.43	266.10	30	63%	
	27	粉磨过程能源管理与过程控制	0.49	53360.05	0	20	30%	
	28	粉磨过程高效分类	0.75	233267.96	0	20	33%	
	29	高效风机取代水泥磨机通风机	0.02	30688.74	0	20	20%	
	30	辊压机+球磨机联合粉磨技术（适用水泥）	2.90	4743.00	189.72	15	20%	
	31	立磨终粉磨水泥技术（适用水泥）	4.40	4554.00	182.16	15	5%	
	综合	32	高效电机	0.56	5516.83	0	10	48%
		33	变频调速系统	0.31	6649.23	0	10	22%
		34	水泥企业能源管控中心（适用水泥）	1.60	3894.00	155.76	15	1%
		35	新型干法水泥窑生产运行节能监控优化系统技术	5.00	3894.00	155.76	15	1%
		36	水泥企业 ERP 解决方案（适用水泥）	2.44	1967.00	78.68	15	5%
37		混合水泥（适用水泥）	59.51	82.39	-4.12	30	38%	
38		燃料替代（适用水泥）	20.47	439.06	0	30	4%	
平板玻璃	1	浮法玻璃熔窑 0#喷枪纯氧助燃技术	0.50	3347.00	133.88	15	10%	
	2	窑炉大型化技术	2.49	26030.00	1041.20	20	20%	
	3	甲醇裂解制氢技术	0.06	15152.00	606.08	15	1%	
	4	燃煤玻璃生产线烟道残留煤气回收利用技术	1.90	731.00	29.24	15	1%	
	5	利用玻璃熔窑烟气余热发电技术	0.05	15723.00	628.92	15	20%	

3.11 建材行业 CCE 计算结果

工艺	序号	节能技术	高速执行/中速执行/低速执行			高速节能/中速节能		
			2020	2025	2030	2020	2025	2030

水泥	原料准备	1	生料辊压机过程控制	1522.00	1522.00	1522.00	1272.00	1022.00	622.00
		2	高效分类	3481.68	3481.68	3481.68	3231.68	2981.68	2581.68
		3	高效的矿物运输系统	583.61	583.61	583.61	333.61	83.61	-316.39
		4	高效的生料立磨及煤立磨粉磨技术	6166.33	6166.33	6166.33	5916.33	5666.33	5266.33
		5	矿渣粉生产	65.79	65.79	65.79	-184.21	-434.21	-834.21
		6	矿渣粉的高效干燥	-776.81	-776.81	-776.81	-1026.81	-1276.81	-1676.81
		7	原料混合机(均质化)系统	13164.16	13164.16	13164.16	12914.16	12664.16	12264.16
		8	高效煤炭分选机	-599.61	-599.61	-599.61	-849.61	-1099.61	-1499.61
		9	变频驱动的安装和煤磨袋收尘器风机的更换	1129.00	1129.00	1129.00	879.00	629.00	229.00
		10	含逆变器高效的原料磨通风机	302.37	302.37	302.37	52.37	-197.63	-597.63
		11	VFD 原料磨通风机	-244.16	-244.16	-244.16	-494.16	-744.16	-1144.16
		12	生料的提升机运输	-268.54	-268.54	-268.54	-518.54	-768.54	-1168.54
		13	高效选粉机技术（适用水泥）	-458.28	-458.28	-458.28	-708.28	-958.28	-1358.28
	熟料煅烧	14	窑风机调速驱动	2011.76	2011.76	2011.76	1761.76	1511.76	1111.76
		15	预热窑与分解窑的升级	-486.48	-486.48	-486.48	-736.48	-986.48	-1386.48
		16	熟料冷却器的升级	-661.73	-661.73	-661.73	-911.73	-1161.73	-1561.73
		17	低温余热回收发电	2816.98	2816.98	2816.98	2566.98	2316.98	1916.98
		18	回转窑中预热器多预热阶段	-350.41	-350.41	-350.41	-600.41	-850.41	-1250.41
		19	热回收发电	548.81	548.81	548.81	298.81	48.81	-351.19
		20	燃烧系统的改进	-676.21	-676.21	-676.21	-926.21	-1176.21	-1576.21
		21	悬浮预热器的低压旋风	10819.58	10819.58	10819.58	10569.58	10319.58	9919.58
		22	能源管理与控制	-319.54	-319.54	-319.54	-569.54	-819.54	-1219.54
		23	篦冷机的冷却风机变频器	83.76	83.76	83.76	-166.24	-416.24	-816.24
		24	窑壳热损失减少(改善耐火材料)	-848.97	-848.97	-848.97	-1098.97	-1348.97	-1748.97

最终粉磨	25	篦冷机的转换	-841.03	-841.03	-841.03	-1091.03	-1341.03	-1741.03	
	26	篦冷机的优化	-506.88	-506.88	-506.88	-756.88	-1006.88	-1406.88	
	27	粉磨过程能源管理与过程控制	5367.65	5367.65	5367.65	5117.65	4867.65	4467.65	
	28	粉磨过程高效分类	26499.57	26499.57	26499.57	26249.57	25999.57	25599.57	
	29	高效风机取代水泥磨机通风机	2704.69	2704.69	2704.69	2454.69	2204.69	1804.69	
	30	辊压机+球磨机联合粉磨技术（适用水泥）	-86.70	-86.70	-86.70	-336.70	-586.70	-986.70	
	31	立磨终粉磨水泥技术（适用水泥）	-119.11	-119.11	-119.11	-369.11	-619.11	-1019.11	
	综合	32	高效电机	-2.16	-2.16	-2.16	-252.16	-502.16	-902.16
		33	变频调速系统	182.13	182.13	182.13	-67.87	-317.87	-717.87
		34	水泥企业能源管控中心（适用水泥）	-232.28	-232.28	-232.28	-482.28	-732.28	-1132.28
		35	新型干法水泥窑生产运行节能监控优化系统技术	-232.28	-232.28	-232.28	-482.28	-732.28	-1132.28
		36	水泥企业 ERP 解决方案（适用水泥）	-562.71	-562.71	-562.71	-812.71	-1062.71	-1462.71
		37	混合水泥（适用水泥）	-895.38	-895.38	-895.38	-1145.38	-1395.38	-1795.38
		38	燃料替代（适用水泥）	-853.43	-853.43	-853.43	-1103.43	-1353.43	-1753.43
平板玻璃	1	浮法玻璃熔窑 0#喷枪纯氧助燃技术	-326.08	-326.08	-326.08	-576.077	-826.077	-1226.08	
	2	窑炉大型化技术	3198.67	3198.67	3198.67	2948.674	2698.674	2298.674	
	3	甲醇裂解制氢技术	1698.17	1698.17	1698.17	1448.171	1198.171	798.1707	
	4	燃煤玻璃生产线烟道残留煤气回收利用技术	-774.65	-774.65	-774.65	-1024.65	-1274.65	-1674.65	
	5	利用玻璃熔窑烟气余热发电技术	1796.08	1796.08	1796.08	1546.082	1296.082	896.0822	

表 3.12 建材行业节能技术数量

	2020	2025	2030
高速执行情景	23	23	23
高速节能情景	26	27	29
高速强化节能情景	43	43	43

中速执行情景	23	31	31
中速节能情景	26	27	29
低速执行情景	23	31	31

表 3.13 建材行业节能技术推广比例

		节能技术	高速执行/低速执行/低速执行			高速节能/中速节能			高速强化节能情景		
			2020	2025	2030	2020	2025	2030	2020	2025	2030
水泥	原料准备	1 生料辊压机过程控制	10%	13%	15%	13%	17%	20%	15%	20%	25%
		2 高效分类	55%	65%	75%	60%	70%	80%	65%	80%	90%
		3 高效的矿物运输系统	30%	35%	40%	35%	45%	50%	40%	50%	57%
		4 高效的生料立磨及煤立磨粉磨技术	70%	80%	90%	75%	85%	95%	80%	93%	100%
		5 矿渣粉生产	20%	25%	30%	25%	35%	45%	30%	40%	50%
		6 矿渣粉的高效干燥	70%	80%	83%	70%	83%	90%	75%	90%	100%
		7 原料混合机(均质化)系统	30%	35%	40%	35%	45%	50%	40%	50%	55%
		8 高效煤炭分选机	40%	43%	45%	40%	45%	48%	42%	48%	51%
		9 变频驱动的安装和煤磨袋收尘器风机的更换	40%	43%	45%	40%	45%	50%	45%	52%	55%
		10 含逆变器高效的原料磨通风机	80%	83%	85%	80%	85%	90%	85%	90%	94%
		11 VFD 原料磨通风机	77%	82%	84%	78%	84%	86%	80%	86%	89%
		12 生料的提升机运输	35%	42%	45%	35%	45%	50%	40%	50%	57%
		13 高效选粉机技术（适用水泥）	60%	67%	80%	65%	80%	90%	70%	90%	100%
	熟料制备	14 窑风机调速驱动	25%	28%	30%	25%	30%	35%	30%	37%	40%
		15 预热窑与分解窑的升级	35%	43%	47%	40%	47%	50%	40%	50%	56%
		16 熟料冷却器的升级	20%	25%	27%	22%	27%	30%	23%	30%	34%
		17 低温余热回收发电	75%	80%	85%	80%	90%	95%	85%	95%	100%
		18 回转窑中预热器多预热阶段	32%	40%	45%	35%	45%	53%	40%	53%	63%

最终粉磨	19	热回收发电	80%	83%	85%	80%	85%	90%	83%	90%	92%	
	20	燃烧系统的改进	35%	50%	60%	35%	47%	55%	40%	55%	65%	
	21	悬浮预热器的低压旋风	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	
	22	能源管理与控制	30%	40%	47%	12%	16%	19%	13%	19%	21%	
	23	篦冷机的冷却风机变频器	25%	35%	45%	30%	40%	50%	35%	50%	60%	
	24	窑壳热损失减少(改善耐火材料)	23%	26%	28%	25%	28%	30%	19%	30%	37%	
	25	篦冷机的转换	12%	16%	19%	15%	19%	22%	16%	22%	24%	
	26	篦冷机的优化	73%	78%	80%	75%	80%	83%	78%	83%	85%	
	27	粉磨过程能源管理与过程控制	50%	60%	70%	55%	65%	75%	60%	73%	80%	
	28	粉磨过程高效分类	50%	55%	60%	50%	60%	65%	55%	65%	71%	
	29	高效风机取代水泥磨机通风机	45%	55%	65%	50%	65%	80%	55%	72%	85%	
	30	辊压机+球磨机联合粉磨技术（适用水泥）	40%	50%	55%	45%	55%	62%	50%	62%	70%	
	31	立磨终粉磨水泥技术（适用水泥）	18%	22%	24%	18%	24%	27%	20%	27%	30%	
	综合	32	高效电机	60%	63%	65%	60%	65%	67%	60%	67%	70%
		33	变频调速系统	30%	35%	40%	35%	40%	45%	40%	50%	60%
		34	水泥企业能源管控中心（适用水泥）	20%	27%	30%	20%	30%	33%	23%	33%	40%
		35	新型干法水泥窑生产运行节能监控优化系统技术	15%	20%	22%	15%	22%	25%	18%	25%	30%
		36	水泥企业 ERP 解决方案（适用水泥）	20%	25%	27%	20%	27%	30%	23%	30%	35%
37		混合水泥（适用水泥）	45%	47%	49%	47%	49%	50%	47%	50%	51%	
38		燃料替代（适用水泥）	15%	18%	20%	15%	20%	23%	18%	23%	26%	
平板玻璃	1	浮法玻璃熔窑 0#喷枪纯氧助燃技术	35%	50%	60%	40%	60%	80%	50%	80%	100%	
	2	窑炉大型化技术	65%	75%	80%	75%	80%	85%	65%	80%	90%	
	3	甲醇裂解制氢技术	10%	20%	25%	15%	25%	35%	20%	35%	45%	
	4	燃煤玻璃生产线烟道残留煤气回收利用技术	20%	30%	35%	25%	35%	40%	30%	40%	45%	

		5	利用玻璃熔窑烟气余热发电技术	40%	60%	70%	50%	70%	85%	60%	85%	100%
--	--	---	----------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

### (3) 单位能耗预测分析

水泥与平板玻璃根据能源供给曲线预测得到。其他产品单位能耗则依据历史发展水平，考虑节能潜力逐渐减小，假定高速执行情景，高速节能情景与高速强化情景下，2013-2020年单位增加值能耗年均分别下降1%，2%和3%；2020-2025年分别下降1%，1%和1%；2025-2030年分别下降0.5%，0.5%和0.5%。中速执行和低速执行情景下，单位能耗与高速执行情景保持一致，中速节能情景下，单位能耗与高速节能情景保持一致。详见表3.14。

表 3.14 建材行业单耗预测

		单位	2013	2020	2025	2030
高速冻结情景	水泥单耗	千克标煤/吨	76.91	76.91	76.91	76.91
	平板玻璃单耗	千克标煤/重量箱	16.22	16.22	16.22	16.22
	其他产品单位增加值能耗	吨/万元	0.53	0.53	0.53	0.53
高速执行情景	水泥单耗	千克标煤/吨	76.91	67.16	62.23	58.95
	平板玻璃单耗	千克标煤/重量箱	16.22	15.18	14.74	14.52
	其他产品单位增加值能耗	吨/万元	0.53	0.49	0.47	0.46
高速节能情景	水泥单耗	千克标煤/吨	76.91	65.82	60.14	56.85
	平板玻璃单耗	千克标煤/重量箱	16.22	14.94	14.63	14.41
	其他产品单位增加值能耗	吨/万元	0.53	0.46	0.44	0.43
高速强化节能情景	水泥单耗	千克标煤/吨	76.91	64.12	56.19	52.07
	平板玻璃单耗	千克标煤/重量箱	16.22	14.89	14.15	13.70
	其他产品单位增加值能耗	吨/万元	0.53	0.43	0.41	0.40
中速执行情景	水泥单耗	千克标煤/吨	76.91	67.16	62.23	58.95
	平板玻璃单耗	千克标煤/重量箱	16.22	15.18	14.74	14.52
	其他产品单位增加值能耗	吨/万元	0.53	0.49	0.47	0.46
中速节能情景	水泥单耗	千克标煤/吨	76.91	65.82	60.14	56.85
	平板玻璃单耗	千克标煤/重量箱	16.22	14.94	14.63	14.41
	其他产品单位增加值能耗	吨/万元	0.53	0.46	0.44	0.43
低速执行情景	水泥单耗	千克标煤/吨	76.91	67.16	62.23	58.95
	平板玻璃单耗	千克标煤/重量箱	16.22	15.18	14.74	14.52
	其他产品单位增加值能耗	吨/万元	0.53	0.49	0.47	0.46

### (4) 行业能源消费预测

通过对建材行业主要产品及单位能耗的预测可得到 2020 及 2030 年建材行业的能源消费量。高速冻结、高速执行、高速节能、高速强化节能、中速执行、中速节能和低速执行情景下,2020 年建材行业的能源消费量分别达到 3320、3022、2868、2717、2897、2836 和 2776 万吨标准煤,分别较 2013 年增加 23.19%、12.13%、6.42%、0.79%、7.5%、5.23% 和 2.99%。2030 年建材行业的能源消费量分别达到 3655、3051、2871、2660、2750、2669 和 2591 万吨标准煤,其中高速冻结,高速执行,高速节能和中速速执行情景下分别较 2013 年增加 35.60%、13.19%、6.51% 和 2.02%,高速强化节能、中速节能和低速执行情景下较 2013 年分别降低 1.31%、0.99% 和 3.88%。

表 3.15 建材行业能源消费预测

	单位	2013	2020	2025	2030
高速冻结情景	万吨标煤	2695	3320	3482	3655
高速执行情景	万吨标煤	2695	3022	2996	3051
高速节能情景	万吨标煤	2695	2868	2825	2871
高速强化节能情景	万吨标煤	2695	2717	2633	2660
中速执行情景	万吨标煤	2695	2897	2797	2750
中速节能情景	万吨标煤	2695	2836	2723	2669
低速执行情景	万吨标煤	2695	2776	2622	2591

### 3.2.1.3 化工行业

#### (1) 主要产品产量及增加值分析

在化工行业,主要考虑了合成氨、烧碱、纯碱、电石和乙烯五种主要产品。高速冻结,高速执行,高速节能和高速强化情景下,考虑产能过剩和限制高耗能产品产量,本研究预测其产量到 2020 年会维持在 2013 年水平,2020-2025 年年均下降 1%,2025-2030 年年均下降 2%。而其他产品根据历史增加值进行趋势分析得到。在中速执行、中速节能情景和低速执行情景下,由于经济年均增长率下降,其产量和其他产品增加值均进一步有所降低。

表 3.16 化工行业主要产品及增加预测

		单位	2013	2020	2025	2030
高速冻结情景	合成氨	万吨	491	491	467	422
	电石	万吨	116	116	110	100
	烧碱	万吨	181	181	172	156

	纯碱	万吨	338	338	321	290
	乙烯	万吨	30	30	29	26
	其他产品增加值	亿元	1105	1539	1823	2079
高速执行情景	合成氨	万吨	491	491	467	422
	电石	万吨	116	116	110	100
	烧碱	万吨	181	181	172	156
	纯碱	万吨	338	338	321	290
	乙烯	万吨	30	30	29	26
	其他产品增加值	亿元	1105	1539	1823	2079
高速节能情景	合成氨	万吨	491	491	467	422
	电石	万吨	116	116	110	100
	烧碱	万吨	181	181	172	156
	纯碱	万吨	338	338	321	290
	乙烯	万吨	30	30	29	26
	其他产品增加值	亿元	1105	1539	1823	2079
高速强化节能情景	合成氨	万吨	491	491	467	422
	电石	万吨	116	116	110	100
	烧碱	万吨	181	181	172	156
	纯碱	万吨	338	338	321	290
	乙烯	万吨	30	30	29	26
	其他产品增加值	亿元	1105	1539	1823	2079
中速执行情景	合成氨	万吨	491	470	450	410
	电石	万吨	116	110	105	99
	烧碱	万吨	181	175	170	150
	纯碱	万吨	338	320	310	280
	乙烯	万吨	30	29.5	28	25
	其他产品增加值	亿元	1105	1450	1600	1800
中速节能情景	合成氨	万吨	491	470	450	410
	电石	万吨	116	110	105	99
	烧碱	万吨	181	175	170	150
	纯碱	万吨	338	320	310	280
	乙烯	万吨	30	29.5	28	25
	其他产品增加值	亿元	1105	1450	1600	1800
低速执行情景	合成氨	万吨	491	450	410	390
	电石	万吨	116	100	95	90
	烧碱	万吨	181	170	160	150
	纯碱	万吨	338	310	300	280
	乙烯	万吨	30	28	26	24
	其他产品增加值	亿元	1105	1400	1500	1600

## (2) 节能技术效益分析

根据与钢铁行业节能技术效益分析相同的数据来源，本研究共选取了 69 项

适合河南省化工行业的节能技术。其中合成氨节能技术 24 项，烧碱节能技术 12 项，纯碱节能技术 11 项，电石节能技术 12 项，乙烯节能技术 10 项。所选化工行业节能技术基本信息如表 3.17 所示。根据上述技术参数，采用 CCE 分析在高速执行情景、高速节能情景、中速执行情景、中速节能情景和低速执行情景下各项技术的筛选，结果表 3.18 所示。各种情景下可用节能技术数量如表 3.19 所示。各项技术在各种情景下的推广比例如表 3.20 所示。

表 3.17 化工行业节能技术

行业	序号	技术名称	单位节能量 (kgce/t)	单位节能量投资 成本 (元/tce)	单位节能量运行成 本 (元/tce)	技术使用年限 (年)	2010 年应用比 例
合成 氨	1	粉煤加压气化技术	220	5091	203.64	15	2%
	2	多喷嘴水煤浆气化技术	220	5205	208.2	15	7%
	3	非熔渣—熔渣水煤浆分级气化技术	220	4936	197.44	15	3%
	4	节能型天然气自热转化技术	113	8130	325.2	15	10%
	5	气头合成氨造气用新兴催化剂	140	2800	112	15	5%
	6	全低变技术	15.4	6494	259.76	15	40%
	7	中低低技术	51.4	2135	85.4	15	15%
	8	NHD 脱硫脱碳技术	198	1566	62.64	15	50%
	9	低能耗型脱碳技术	184	1179	47.16	15	40%
	10	低温甲醇洗技术	217	1705	68.2	15	50%
	11	两段法变压吸附脱碳技术	231.4	1258	50.32	15	10%
	12	醇烃化净化工艺技术	62.4	5787	231.48	15	20%
	13	氨合成回路分子筛节能技术	23	3532	141.28	15	6%
	14	轴径向、低阻力大型氨合成反应技术	133.7	5800	232	15	10%
	15	节能型氨合成技术	61.9	5200	208	15	10%
	16	氨合成塔内件技术	27.1	4300	172	15	45%
	17	新型氧化亚铁基氨合成催化剂技术	12.9	3300	132	15	40%
	18	无动力氨回收技术	32.1	2249	89.96	15	15%
	19	一段炉烟气余热回收技术	41.5	1409	56.36	15	50%
	20	燃气轮机技术	79.3	2102	84.08	15	20%
	21	三废混燃炉技术	255	2306	92.24	15	20%

	22	全自热非等压醇烷化净化原料气技术	54	8680	347.2	15	12%
	23	氨合成塔温度的自动控制及优化技术	27	1667	66.68	15	10%
	24	合成氨企业能源管理技术中心	25.29	13180	527.2	15	5%
电石	1	密闭环保节能型电石生产技术	64.8	5137	205.48	15	0%
	2	电石炉低压补偿技术	53.6	2247	89.88	15	20%
	3	短网综合补偿技术	97.2	2857	114.28	15	15%
	4	新型导电铜瓦把持器电石炉节能技术	43.4	10234	409.36	15	1%
	5	空心电极技术	14.4	5167	206.68	15	5%
	6	电石炉尾气煅烧石灰石技术	166.5	2056	82.24	15	0%
	7	密闭式电石炉炉气直燃产气技术	229	1660	66.4	15	0%
	8	显热回收技术	87.8	2055	82.2	15	5%
	9	电石炉机械化自动上料和配料密闭系统	46	2650	106	15	5%
	10	矿热炉、电弧炉节电专家系统	36	1634	65.36	15	3%
	11	利用电石尾气生产二甲醚技术	276.2	8083	323.32	15	0%
	12	电石企业能源管理技术中心	22.353	22368	894.72	15	5%
烧碱	1	膜（零）极距离子膜电解槽技术	36	3800	152	15	10%
	2	氧阴极低槽电压离子膜法电解制烧碱	216	13300	532	15	1%
	3	三效逆流降膜 50%液碱蒸发技术	25.7	2100	84	15	20%
	4	超声波防垢除垢技术	71.4	1536	61.44	15	5%
	5	烧碱蒸发过程优化控制技术	25.7	1292	51.68	15	25%
	6	企业能源管理技术	15.6	2000	80	15	1%
	7	使用氯气压缩机代替纳氏泵	10.9	7339	293.56	15	35%
	8	氟利昂制冷一体机在液氯生产中的应用	10.1	4538	181.52	15	50%
	9	氯化氢合成余热副产中压蒸汽技术	75.7	1505	60.2	15	5%
	10	新型高效节能膜极距离子膜电解技术	230	2826	113.04	15	1%

	11	普通金属阳极隔膜电解槽节能改造技术	12.29	814	32.56	15	40%
	12	烧碱企业能源管理技术中心	6.6	151515	6060.6	15	5%
纯碱	1	联碱不冷碳化技术	29.1	1718	68.72	15	10%
	2	离心机二次过滤技术	25	2350	94	15	10%
	3	真空滤碱机洗水添加剂技术	25.7	1350	54	15	10%
	4	自身返碱煅烧技术	53.8	3253	130.12	15	50%
	5	真空蒸馏技术	27.1	3550	142	15	30%
	6	干法加灰技术	32.2	2150	86	15	20%
	7	蒸汽多级利用技术	10.4	3500	140	15	20%
	8	蒸氨废液闪发回收蒸汽技术	25.7	3870	154.8	15	15%
	9	新型变换气制碱技术	68.2	5132	205.28	15	50%
	10	联碱外冷器液氨制冷及满液位技术	10.8	2650	106	15	10%
	11	纯碱企业能源管理技术中心	5.73	58173	2326.92	15	5%
电石	1	辐射路管内强化传热技术	7.6	1922	0	15	40%
	2	裂解炉耐高温辐射涂料技术	30.8	2130	85.2	15	25%
	3	裂解炉结焦抑制剂技术	6.4	2800	112	15	20%
	4	急冷油减粘塔技术	2.4	4800	192	15	20%
	5	低温甲烷化技术	3.6	1800	72	15	30%
	6	回收低位工艺热余热助燃空气技术	17.2	2547	0	15	30%
	7	脉冲燃气吹灰技术	2.5	2298	91.92	15	20%
	8	开式热泵技术	7.1	3850	154	15	30%
	9	透平压缩机组优化控制技术	44.5	4500	180	15	10%
	10	乙烯企业能源管理技术中心	21.65	23095	923.8	15	5%

表 3.18 化工行业 CCE 计算结果

行业	序号	技术名称	高速执行/中速执行/低速执行情景			高速节能/中速节能情景		
			2020	2025	2030	2020	2025	2030
合成氨	1	粉煤加压气化技术	-98.37	-98.37	-98.37	-348.37	-598.37	-998.37
	2	多喷嘴水煤浆气化技术	-80.42	-80.42	-80.42	-330.42	-580.42	-980.42
	3	非熔渣—熔渣水煤浆分级气化技术	-122.78	-122.78	-122.78	-372.78	-622.78	-1022.78
	4	节能型天然气自热转化技术	380.15	380.15	380.15	130.15	-119.85	-519.85
	5	气头合成氨造气用新兴催化剂	-459.11	-459.11	-459.11	-709.11	-959.11	-1359.11
	6	全低变技术	122.54	122.54	122.54	-127.46	-377.46	-777.46
	7	中低低技术	-563.82	-563.82	-563.82	-813.82	-1063.82	-1463.82
	8	NHD 脱硫脱碳技术	-653.42	-653.42	-653.42	-903.42	-1153.42	-1553.42
	9	低能耗型脱碳技术	-714.36	-714.36	-714.36	-964.36	-1214.36	-1614.36
	10	低温甲醇洗技术	-631.53	-631.53	-631.53	-881.53	-1131.53	-1531.53
	11	两段法变压吸附脱碳技术	-701.92	-701.92	-701.92	-951.92	-1201.92	-1601.92
	12	醇烃化净化工艺技术	11.22	11.22	11.22	-238.78	-488.78	-888.78
	13	氨合成回路分子筛节能技术	-343.85	-343.85	-343.85	-593.85	-843.85	-1243.85
	14	轴径向、低阻力大型氨合成反应技术	13.27	13.27	13.27	-236.73	-486.73	-886.73
	15	节能型氨合成技术	-81.21	-81.21	-81.21	-331.21	-581.21	-981.21
	16	氨合成塔内件技术	-222.92	-222.92	-222.92	-472.92	-722.92	-1122.92
	17	新型氧化亚铁基氨合成催化剂技术	-380.38	-380.38	-380.38	-630.38	-880.38	-1280.38
	18	无动力氨回收技术	-545.87	-545.87	-545.87	-795.87	-1045.87	-1445.87
	19	一段炉烟气余热回收技术	-678.14	-678.14	-678.14	-928.14	-1178.14	-1578.14
	20	燃气轮机技术	-569.02	-569.02	-569.02	-819.02	-1069.02	-1469.02
	21	三废混燃炉技术	-536.90	-536.90	-536.90	-786.90	-1036.90	-1436.90
	22	全自热非等压醇烷化净化原料气技术	466.75	466.75	466.75	216.75	-33.25	-433.25

	23	氨合成塔温度的自动控制及优化技术	-637.51	-637.51	-637.51	-887.51	-1137.51	-1537.51
	24	合成氨企业能源管理技术中心	1175.32	1175.32	1175.32	925.32	675.32	275.32
电石	1	密闭环保节能型电石生产技术	-91.13	-91.13	-91.13	-341.13	-591.13	-991.13
	2	电石炉低压补偿技术	-546.19	-546.19	-546.19	-796.19	-1046.19	-1446.19
	3	短网综合补偿技术	-450.14	-450.14	-450.14	-700.14	-950.14	-1350.14
	4	新型导电铜瓦把持器电石炉节能技术	711.44	711.44	711.44	461.44	211.44	-188.56
	5	空心电极技术	-86.41	-86.41	-86.41	-336.41	-586.41	-986.41
	6	电石炉尾气煅烧石灰石技术	-576.26	-576.26	-576.26	-826.26	-1076.26	-1476.26
	7	密闭式电石炉炉气直燃产气技术	-638.62	-638.62	-638.62	-888.62	-1138.62	-1538.62
	8	显热回收技术	-576.42	-576.42	-576.42	-826.42	-1076.42	-1476.42
	9	电石炉机械化自动上料和配料密闭系统	-482.73	-482.73	-482.73	-732.73	-982.73	-1382.73
	10	矿热炉、电弧炉节电专家系统	-642.71	-642.71	-642.71	-892.71	-1142.71	-1542.71
	11	利用电石尾气生产二甲醚技术	372.75	372.75	372.75	122.75	-127.25	-527.25
	12	电石企业能源管理技术中心	2622.06	2622.06	2622.06	2372.06	2122.06	1722.06
烧碱	1	膜（零）极距离子膜电解槽技术	-301.65	-301.65	-301.65	-551.65	-801.65	-1201.65
	2	氧阴极低槽电压离子膜法电解制烧碱	1194.21	1194.21	1194.21	944.21	694.21	294.21
	3	三效逆流降膜 50%液碱蒸发技术	-569.33	-569.33	-569.33	-819.33	-1069.33	-1469.33
	4	超声波防垢除垢技术	-658.14	-658.14	-658.14	-908.14	-1158.14	-1558.14
	5	烧碱蒸发过程优化控制技术	-696.56	-696.56	-696.56	-946.56	-1196.56	-1596.56
	6	企业能源管理技术	-585.08	-585.08	-585.08	-835.08	-1085.08	-1485.08
	7	使用氯气压缩机代替纳氏泵	255.60	255.60	255.60	5.60	-244.40	-644.40
	8	氟利昂制冷一体机在液氯生产中的应用	-185.45	-185.45	-185.45	-435.45	-685.45	-1085.45
	9	氯化氢合成余热副产中压蒸汽技术	-663.02	-663.02	-663.02	-913.02	-1163.02	-1563.02
	10	新型高效节能膜极距离子膜电解技术	-455.02	-455.02	-455.02	-705.02	-955.02	-1355.02
	11	普通金属阳极隔膜电解槽节能改造技术	-771.83	-771.83	-771.83	-1021.83	-1271.83	-1671.83

	12	烧碱企业能源管理技术中心	22957.50	22957.50	22957.50	22707.50	22457.50	22057.50
纯碱	1	联碱不冷碳化技术	-629.48	-629.48	-629.48	-879.48	-1129.48	-1529.48
	2	离心机二次过滤技术	-529.97	-529.97	-529.97	-779.97	-1029.97	-1429.97
	3	真空滤碱机洗水添加剂技术	-687.43	-687.43	-687.43	-937.43	-1187.43	-1587.43
	4	自身返碱煅烧技术	-387.78	-387.78	-387.78	-637.78	-887.78	-1287.78
	5	真空蒸馏技术	-341.02	-341.02	-341.02	-591.02	-841.02	-1241.02
	6	干法加灰技术	-561.46	-561.46	-561.46	-811.46	-1061.46	-1461.46
	7	蒸汽多级利用技术	-348.89	-348.89	-348.89	-598.89	-848.89	-1248.89
	8	蒸氨废液闪发回收蒸汽技术	-290.63	-290.63	-290.63	-540.63	-790.63	-1190.63
	9	新型变换气制碱技术	-91.92	-91.92	-91.92	-341.92	-591.92	-991.92
	10	联碱外冷器液氨制冷及满液位技术	-482.73	-482.73	-482.73	-732.73	-982.73	-1382.73
	11	纯碱企业能源管理技术中心	8259.90	8259.90	8259.90	8009.90	7759.90	7359.90
乙烯	1	辐射路管内强化传热技术	-674.24	-674.24	-674.24	-924.24	-1174.24	-1574.24
	2	裂解炉耐高温辐射涂料技术	-564.61	-564.61	-564.61	-814.61	-1064.61	-1464.61
	3	裂解炉结焦抑制剂技术	-459.11	-459.11	-459.11	-709.11	-959.11	-1359.11
	4	急冷油减粘塔技术	-144.19	-144.19	-144.19	-394.19	-644.19	-1044.19
	5	低温甲烷化技术	-616.57	-616.57	-616.57	-866.57	-1116.57	-1516.57
	6	回收低位工艺热余热助燃空气技术	-600.83	-600.83	-600.83	-850.83	-1100.83	-1500.83
	7	脉冲燃气吹灰技术	-538.16	-538.16	-538.16	-788.16	-1038.16	-1438.16
	8	开式热泵技术	-293.78	-293.78	-293.78	-543.78	-793.78	-1193.78
	9	透平压缩机组优化控制技术	-191.43	-191.43	-191.43	-441.43	-691.43	-1091.43
	10	乙烯企业能源管理技术中心	2736.53	2736.53	2736.53	2486.53	2236.53	1836.53

表 3.19 化工行业节能技术数量

	2020	2025	2030
高速执行情景	55	55	55
高速节能情景	58	62	63
高速强化节能情景	69	69	69
中速执行情景	55	55	55
中速节能情景	58	62	63
低速执行情景	55	55	55

表 3.20 化工行业节能技术推广比例

		节能技术	高速执行/中速执行/低速执行			高速节能/中速节能情景			高速强化节能情景		
			2020	2025	2030	2020	2025	2030	2020	2025	2030
合成氨	1	粉煤加压气化技术	8%	15%	20%	15%	20%	25%	20%	25%	30%
	2	多喷嘴水煤浆气化技术	12%	18%	23%	18%	23%	26%	23%	26%	30%
	3	非熔渣—熔渣水煤浆分级气化技术	5%	10%	15%	10%	15%	25%	15%	25%	30%
	4	节能型天然气自热转化技术	30%	50%	60%	50%	60%	80%	60%	80%	100%
	5	气头合成氨造气用新兴催化剂	20%	40%	60%	40%	60%	80%	60%	80%	100%
	6	全低变技术	45%	50%	55%	50%	55%	59%	55%	59%	60%
	7	中低低技术	20%	30%	35%	30%	35%	38%	35%	38%	40%
	8	NHD 脱硫脱碳技术	53%	55%	57%	55%	57%	59%	57%	59%	60%
	9	低能耗型脱碳技术	45%	50%	55%	50%	55%	58%	55%	58%	60%
	10	低温甲醇洗技术	53%	55%	56%	55%	56%	59%	56%	59%	60%
	11	两段法变压吸附脱碳技术	13%	15%	16%	15%	16%	19%	16%	19%	20%
	12	醇烃化净化工艺技术	25%	35%	40%	35%	40%	48%	40%	48%	50%
	13	氨合成回路分子筛节能技术	15%	20%	23%	20%	23%	28%	23%	28%	30%

	14	轴径向、低阻力大型氨合成反应技术	15%	20%	24%	20%	24%	27%	24%	27%	30%
	15	节能型氨合成技术	13%	16%	20%	16%	20%	25%	20%	25%	30%
	16	氨合成塔内件技术	50%	55%	60%	55%	60%	65%	60%	65%	70%
	17	新型氧化亚铁基氨合成催化剂技术	50%	60%	70%	60%	70%	90%	70%	90%	100%
	18	无动力氨回收技术	25%	40%	45%	40%	45%	55%	45%	55%	60%
	19	一段炉烟气余热回收技术	53%	55%	56%	55%	56%	59%	56%	59%	60%
	20	燃气轮机技术	25%	30%	33%	30%	33%	38%	33%	38%	40%
	21	三废混燃炉技术	25%	35%	40%	35%	40%	55%	40%	55%	60%
	22	全自热非等压醇烷化净化原料气技术	20%	26%	35%	26%	35%	45%	35%	45%	50%
	23	氨合成塔温度的自动控制及优化技术	25%	35%	40%	35%	40%	50%	40%	50%	60%
	24	合成氨企业能源管理技术中心	20%	40%	55%	40%	55%	60%	55%	60%	65%
电石	1	密闭环保节能型电石生产技术	20%	30%	40%	30%	40%	60%	40%	60%	100%
	2	电石炉低压补偿技术	30%	40%	50%	40%	50%	60%	50%	60%	70%
	3	短网综合补偿技术	25%	35%	55%	35%	55%	85%	55%	85%	100%
	4	新型导电铜瓦把持器电石炉节能技术	5%	15%	30%	15%	30%	50%	30%	50%	60%
	5	空心电极技术	10%	30%	50%	30%	50%	80%	50%	80%	100%
	6	电石炉尾气煅烧石灰石技术	20%	30%	40%	30%	40%	50%	40%	50%	60%
	7	密闭式电石炉炉气直燃产气技术	5%	10%	15%	10%	15%	25%	15%	25%	30%
	8	显热回收技术	15%	25%	35%	25%	35%	40%	35%	40%	50%
	9	电石炉机械化自动上料和配料密闭系统	15%	40%	60%	40%	60%	80%	60%	80%	100%
	10	矿热炉、电弧炉节电专家系统	20%	30%	40%	30%	40%	50%	40%	50%	60%
	11	利用电石尾气生产二甲醚技术	3%	5%	7%	5%	7%	9%	7%	9%	10%
	12	电石企业能源管理技术中心	15%	25%	30%	25%	30%	45%	30%	45%	55%
烧碱	1	膜（零）极距离子膜电解槽技术	20%	30%	40%	30%	40%	60%	40%	60%	70%
	2	氧阴极低槽电压离子膜法电解制烧碱	3%	10%	15%	10%	15%	25%	15%	25%	26%

	3	三效逆流降膜 50%液碱蒸发技术	40%	50%	60%	50%	60%	80%	60%	80%	90%	
	4	超声波防垢除垢技术	20%	30%	40%	30%	40%	60%	40%	60%	65%	
	5	烧碱蒸发过程优化控制技术	40%	50%	60%	50%	60%	80%	60%	80%	90%	
	6	企业能源管理技术	10%	15%	20%	15%	20%	35%	20%	35%	50%	
	7	使用氯气压缩机代替纳氏泵	45%	65%	70%	65%	70%	80%	70%	80%	100%	
	8	氟利昂制冷一体机在液氯生产中的应用	60%	70%	75%	70%	75%	85%	75%	85%	100%	
	9	氯化氢合成余热副产中压蒸汽技术	10%	15%	20%	15%	20%	30%	20%	30%	35%	
	10	新型高效节能膜极距离子膜电解技术	5%	10%	15%	10%	15%	20%	15%	20%	22%	
	11	普通金属阳极隔膜电解槽节能改造技术	50%	60%	70%	60%	70%	80%	70%	80%	100%	
	12	烧碱企业能源管理技术中心	10%	20%	30%	20%	30%	40%	30%	40%	55%	
	纯碱	1	联碱不冷碳化技术	15%	20%	25%	20%	25%	40%	25%	40%	60%
		2	离心机二次过滤技术	20%	40%	50%	40%	50%	70%	50%	70%	90%
3		真空滤碱机洗水添加剂技术	15%	25%	30%	25%	30%	40%	30%	40%	50%	
4		自身返碱煅烧技术	60%	70%	80%	70%	80%	85%	80%	85%	90%	
5		真空蒸馏技术	40%	50%	60%	50%	60%	70%	60%	70%	100%	
6		干法加灰技术	30%	45%	55%	45%	55%	65%	55%	65%	70%	
7		蒸汽多级利用技术	25%	30%	35%	30%	35%	40%	35%	40%	50%	
8		蒸氨废液闪发回收蒸汽技术	20%	25%	30%	25%	30%	40%	30%	40%	50%	
9		新型变换气制碱技术	55%	60%	65%	60%	65%	70%	65%	70%	80%	
10		联碱外冷器液氨制冷及满液位技术	30%	40%	50%	40%	50%	60%	50%	60%	70%	
11		纯碱企业能源管理技术中心	15%	20%	30%	20%	30%	55%	30%	55%	60%	
乙炔	1	辐射路管内强化传热技术	60%	70%	80%	70%	80%	90%	80%	90%	100%	
	2	裂解炉耐高温辐射涂料技术	45%	55%	65%	55%	65%	85%	65%	85%	100%	
	3	裂解炉结焦抑制剂技术	30%	40%	50%	40%	50%	80%	50%	80%	100%	
	4	急冷油减粘塔技术	30%	50%	60%	50%	60%	80%	60%	80%	100%	

5	低温甲烷化技术	50%	60%	70%	60%	70%	90%	70%	90%	100%
6	回收低位工艺热余热助燃空气技术	50%	60%	70%	60%	70%	90%	70%	90%	100%
7	脉冲燃气吹灰技术	40%	60%	70%	60%	70%	90%	70%	90%	100%
8	开式热泵技术	40%	50%	60%	50%	60%	80%	60%	80%	100%
9	透平压缩机组优化控制技术	30%	40%	60%	40%	60%	80%	60%	80%	100%
10	乙烯企业能源管理技术中心	15%	30%	40%	30%	40%	55%	40%	55%	60%

### (3) 单位能耗预测分析

主要产品根据能源供给曲线预测得到后，其他产品单位能耗则依据历史发展水平，考虑节能潜力逐渐减小，假定高速执行情景，高速节能情景与高速强化情景下，2013-2020 年单位增加值能耗年均分别下降 1%，2% 和 3%；2020-2025 年分别下降 1.5%，1.5% 和 1.5%；2025-2030 年分别下降 0.5%，0.5% 和 0.5%。中速执行和低速执行情景与执行情景保持一致，中速节能情景与节能情景一致。详见表 3.21。

表 3.21 化工行业单耗预测

		单位	2013	2020	2025	2030
高速冻结情景	合成氨	千克标煤/吨	1292.30	1292.30	1292.30	1292.30
	电石	千克标煤/吨	1211.49	1211.49	1211.49	1211.49
	烧碱	千克标煤/吨	329.95	329.95	329.95	329.95
	纯碱	千克标煤/吨	288.19	288.19	288.19	288.19
	乙烯	千克标煤/吨	1050.74	1050.74	1050.74	1050.74
	其他产品单位增加值能耗	吨/万元	1.73	1.73	1.73	1.73
高速执行情景	合成氨	千克标煤/吨	1292.30	1152.02	1013.69	908.16
	电石	千克标煤/吨	1211.49	1024.64	948.22	864.38
	烧碱	千克标煤/吨	329.95	290.23	256.04	222.36
	纯碱	千克标煤/吨	288.19	262.57	234.33	211.48
	乙烯	千克标煤/吨	1050.74	1059.75	1047.05	1030.39
	其他产品单位增加值能耗	吨/万元	1.73	1.61	1.50	1.45
高速节能情景	合成氨	千克标煤/吨	1292.30	989.42	805.73	618.49
	电石	千克标煤/吨	1211.49	948.22	845.05	709.72
	烧碱	千克标煤/吨	329.95	256.04	218.55	162.05
	纯碱	千克标煤/吨	288.19	234.33	211.48	183.35
	乙烯	千克标煤/吨	1050.74	1047.05	1030.39	1006.09
	其他产品单位增加值能耗	吨/万元	1.73	1.50	1.39	1.35
高速强化节能情景	合成氨	千克标煤/吨	1292.30	793.09	604.58	477.38
	电石	千克标煤/吨	1211.49	826.87	700.77	593.02
	烧碱	千克标煤/吨	329.95	186.66	107.90	75.56
	纯碱	千克标煤/吨	288.19	210.05	180.48	142.86
	乙烯	千克标煤/吨	1050.74	1022.81	995.27	974.39
	其他产品单位增加值能耗	吨/万元	1.73	1.40	1.30	1.26
中速执行情景	合成氨	千克标煤/吨	1292.30	1152.02	1013.69	908.16
	电石	千克标煤/吨	1211.49	1024.64	948.22	864.38

	烧碱	千克标煤/吨	329.95	290.23	256.04	222.36
	纯碱	千克标煤/吨	288.19	262.57	234.33	211.48
	乙烯	千克标煤/吨	1050.74	1059.75	1047.05	1030.39
	其他产品单位增加值能耗	吨/万元	1.73	1.61	1.50	1.46
中速节能情景	合成氨	千克标煤/吨	1292.30	989.42	805.73	618.49
	电石	千克标煤/吨	1211.49	948.22	845.05	709.72
	烧碱	千克标煤/吨	329.95	256.04	218.55	162.05
	纯碱	千克标煤/吨	288.19	234.33	211.48	183.35
	乙烯	千克标煤/吨	1050.74	1047.05	1030.39	1006.09
	其他产品单位增加值能耗	吨/万元	1.73	1.50	1.39	1.35
低速执行情景	合成氨	千克标煤/吨	1292.30	1152.02	1013.69	908.16
	电石	千克标煤/吨	1211.49	1024.64	948.22	864.38
	烧碱	千克标煤/吨	329.95	290.23	256.04	222.36
	纯碱	千克标煤/吨	288.19	262.57	234.33	211.48
	乙烯	千克标煤/吨	1050.74	1059.75	1047.05	1030.39
	其他产品单位增加值能耗	吨/万元	1.73	1.61	1.50	1.46

### (3) 行业能源消费预测

通过对化工行业主要产品及单位能耗的预测可得到 2020 及 2030 年化工行业的能源消费量。高速冻结、高速执行、高速节能、高速强化节能、中速执行、中速节能情景和中速执行情景下，2020 年化工行业的能源消费量分别达到 3627、3339、3064、2772、3159、2898 和 3041 万吨标准煤。其中，高速冻结、高速执行、高速节能、中速执行、中速节能和低速执行情景下分别较 2013 年增加 26.12%、16.11%、6.55%、9.85%、0.78% 和 5.74%，高速强化情景下较 2013 年减低 3.61%。而 2030 年七种情景下，化工行业的能源消费量分别达到 4426、3624、3260、2967、3202、2870 和 2814 万吨标准煤，高速冻结、高速执、高速节能、高速强化节能、中速执行情景分别较 2013 年增加 53.91%、26.02%、13.36%、3.18% 和 11.33%，中速节能情景和低速执行情景较 2013 年减少 0.21% 和 2.15%。

表 3.22 化工行业能源消费预测

	单位	2013	2020	2025	2030
高速冻结情景	万吨标煤	2876	3627	4071	4426
高速执行情景	万吨标煤	2876	3339	3453	3624
高速节能情景	万吨标煤	2876	3064	3143	3260
高速强化节能情景	万吨标煤	2876	2772	2828	2967

中速执行情景	万吨标煤	2876	3159	3094	3202
中速节能情景	万吨标煤	2876	2898	2812	2870
低速执行情景	万吨标煤	2876	3041	2890	2814

### 3.2.1.4 有色行业

#### (1) 主要产品产量及增加值分析

在有色行业，主要考虑了电解铝，氧化铝，铅，锌，铝材和铜材等六种主要产品。假设在高速冻结，高速执行，高速节能和高速强化节能情景中，2015年其产量达到规划值。考虑各种产品产能过剩情况，2015-2020年期间，电解铝产量有所下降，氧化铝、铅、锌产量基本保持不变，铝材的产量继续增长，铜材年均增长2%；2020-2025年间电解铝、氧化铝产量继续下降，铅、锌、铝材和铜材基本维持2020年水平；2025-2030年电解铝、铅、锌、氧化铝有所下降，铝材和铜材基本维持现有水平。其他产品根据历史增加值进行趋势分析得到。在中速执行、中速节能情景和低速执行情景下，由于经济年均增长率下降，其产量和其他产品增加值均进一步有所降低。

表 3.23 有色金属行业主要产品及增加预测

		单位	2013	2020	2025	2030
高速冻结情景	电解铝产量	万吨	332	320	300	280
	氧化铝产量	万吨	1213	1142	1000	950
	铅产量	万吨	120	145	145	131
	锌产量	万吨	47	60	60	54
	铝材产量	万吨	460	1400	1500	1500
	铜材产量	万吨	58	77	77	77
	其他产品增加值	亿元	607	855	1040	1206
高速执行情景	电解铝产量	万吨	332	320	300	280
	氧化铝产量	万吨	1213	1142	1000	950
	铅产量	万吨	120	145	145	131
	锌产量	万吨	47	60	60	54
	铝材产量	万吨	460	1400	1500	1500
	铜材产量	万吨	58	77	77	77
	其他产品增加值	亿元	607	855	1040	1206
高速节能情景	电解铝产量	万吨	332	320	300	280
	氧化铝产量	万吨	1213	1142	1000	950
	铅产量	万吨	120	145	145	131
	锌产量	万吨	47	60	60	54
	铝材产量	万吨	460	1400	1500	1500
	铜材产量	万吨	58	77	77	77

	其他产品增加值	亿元	607	855	1040	1206
高速强化 节能情景	电解铝产量	万吨	332	320	300	280
	氧化铝产量	万吨	1213	1142	1000	950
	铅产量	万吨	120	145	145	131
	锌产量	万吨	47	60	60	54
	铝材产量	万吨	460	1400	1500	1500
	铜材产量	万吨	58	77	77	77
	其他产品增加值	亿元	607	855	1040	1206
中速执行 情景	电解铝产量	万吨	332	300	280	260
	氧化铝产量	万吨	1213	1000	950	900
	铅产量	万吨	120	135	135	128
	锌产量	万吨	47	55	55	50
	铝材产量	万吨	460	1300	1400	1400
	铜材产量	万吨	58	74	74	74
	其他产品增加值	亿元	607	800	1000	1100
中速节能 情景	电解铝产量	万吨	332	300	280	260
	氧化铝产量	万吨	1213	1000	950	900
	铅产量	万吨	120	135	135	128
	锌产量	万吨	47	55	55	50
	铝材产量	万吨	460	1300	1400	1400
	铜材产量	万吨	58	74	74	74
	其他产品增加值	亿元	607	800	1000	1100
低速执行 情景	电解铝产量	万吨	332	280	260	250
	氧化铝产量	万吨	1213	950	900	890
	铅产量	万吨	120	135	128	115
	锌产量	万吨	47	55	50	45
	铝材产量	万吨	460	1200	1300	1300
	铜材产量	万吨	58	70	70	70
	其他产品增加值	亿元	607	750	900	900

## (2) 节能技术效益分析

根据与钢铁行业节能技术效益分析相同的数据来源，本研究共选取了 42 项适合河南省有色行业的节能技术。其中电解铝节能技术 19 项，氧化铝节能技术 9 项，铅节能技术 4 项，锌节能技术 3 项，铜材节能技术 2 项，铝材节能技术 5 项。所选化工行业节能技术基本信息如表 3.24 所示。根据上述技术参数，采用 CCE 分析高速执行情景，高速节能情景、中速执行情景、中速节能情景和低速执行情景下各项技术的筛选，结果如表 3.25 所示。各种情景下可用节能技术数量如表 3.26 所示。各项技术在各种情景下的推广比例如表 3.27 所示。

表 3.24 有色金属行业节能技术

工序	序号	技术名称	单位节能量 (kgce/t)	单位节能量投资 成本 (元/tce)	单位节能量运行 成本 (元/tce)	技术使用年限 (年)	2010 年应用比 例
电解铝	1	预焙铝电解槽电流强化与高效节能综合技术	324	5560	0	20	15%
	2	铝液流态优化技术	72	1750	70	20	1%
	3	低温低电压铝电解新技术	216	2774	110.96	20	5%
	4	铝电解用铝钢复合结构阳极钢爪等节能装置	115.2	1651	66.04	20	10%
	5	低温低电压铝电解工艺用导气式阳极技术	22.3	3904	0	20	5%
	6	低温低电压铝电解槽结构优化技术	56.5	1590	0	20	30%
	7	新型阴极结构铝电解槽节能技术	360	5600	0	20	15%
	8	铝电解槽高润湿耐渗透 TiB <sub>2</sub> /C 复合阴极技术	179.3	5276	0	20	3%
	9	全石墨化阴极技术	144	5433	217.32	20	5%
	10	铝电解槽新型导流结构节能组合技术	360	5600	0	20	10%
	11	铝电解槽新型焦粒焙烧启动技术	14.7	10204	40.816	20	2%
	12	铝电解余热回收技术	72	5100	204	20	1%
	13	大型铝电解系统不停电技术及成套装置	31.5	2778	111.12	20	60%
	14	电解铝智能槽控技术	108	1185	47.4	20	20%
	15	铝电解槽全息操作及控制技术	91.1	1640	0	20	20%
	16	铝电解槽三度寻优技术	50	2240	0	20	3%
	17	铝电解阳极电流分布在线监测技术	115.2	1072	8.68	20	3%
	18	铝电解槽新型阴极结构及焙烧启动与控制技术	180	6734	269.36	20	3%
	19	铝电解槽焙烧自动控制技术	100.8	2100	105	20	10%
氧化铝	1	管道加热停留罐技术	20.4	11216	448.64	20	10%
	2	拜耳法生产砂状氧化铝技术	40.7	9337	373.48	20	44%

	3	烧结法生产砂状氧化铝技术	51	7843	313.72	20	15%
	4	氧化铝管式降膜蒸发技术	31.5	2130	85.2	20	40%
	5	铝酸钠溶液微扰动平推流晶种分解节能技术	19.3	1548	61.92	20	3%
	6	氧化铝焙烧高效节能炉窑技术	22.6	2788	111.52	20	5%
	7	液态化焙烧高效节能炉窑技术	35.7	3334	133.36	20	10%
	8	精滤工艺自动自清洁节能过滤技术	32.5	3769	150.76	20	10%
	9	氧化铝生产余热利用技术	53.14	2929	117.16	20	5%
铅冶炼	1	基夫赛特法炼铅技术	75.75	99009	3960.36	20	0%
	2	奥斯麦特法炼铅技术	80.75	123839	4953.56	20	3%
	3	氧气底吹熔炼液态高铅渣侧吹还原炼铅技术	145.75	56261	2250.44	20	16%
	4	氧气底吹熔炼液态高铅渣底吹还原炼铅技术	135.75	38674	1546.96	20	3%
锌冶炼	1	硫化锌精矿常压富氧直接浸出技术	97.7	102354	4094.16	20	3%
	2	硫化锌精矿加压氧气直接浸出技术	173	69364	2774.56	20	4%
	3	锌氧化矿及二次物料溶剂萃取提取锌工艺	83	12048	481.92	20	2%
铝材加工	1	电解铝液直接制备锭坯技术	67.66	4434	177.36	15	40%
	2	蓄热式熔炼炉熔炼铝合金技术	57.66	8672	346.88	15	30%
铜材加工	1	无氧铜带水平连铸带坯-高精冷轧技术	85.21	182460	7298.4	20	20%
	2	上引连续铸造铜杆-连续挤压-冷轧生产铜带技术	170.42	46943	1877.72	20	5%
	3	精炼铜管水平连铸管坯-四辊行星轧制-盘拉技术	85.21	93886	3755.44	20	5%
	4	铜管上引连铸管坯-高速轧制-拉伸技术	99.41	100594	4023.76	20	2%
	5	上引连铸铜杆-连续挤压生产铜棒（型）技术	85.21	58678	2347.12	20	30%

表 3.25 有色金属行业 CCE 计算结果

	序号	技术名称	高速执行/中速执行/低速执行情景			高速节能/中速节能情景		
			2020	2025	2030	2020	2025	2030
电解铝	1	预焙铝电解槽电流强化与高效节能综合技术	-246.92	-246.92	-246.92	-496.92	-746.92	-1146.92
	2	铝液流态优化技术	-624.45	-624.45	-624.45	-874.45	-1124.45	-1524.45
	3	低温低电压铝电解新技术	-463.21	-463.21	-463.21	-713.21	-963.21	-1363.21
	4	铝电解用铝钢复合结构阳极钢爪等节能装置	-640.03	-640.03	-640.03	-890.03	-1140.03	-1540.03
	5	低温低电压铝电解工艺用导气式阳极技术	-441.44	-441.44	-441.44	-691.44	-941.44	-1341.44
	6	低温低电压铝电解槽结构优化技术	-713.24	-713.24	-713.24	-963.24	-1213.24	-1613.24
	7	新型阴极结构铝电解槽节能技术	-242.23	-242.23	-242.23	-492.23	-742.23	-1142.23
	8	铝电解槽高润湿耐渗透 TiB <sub>2</sub> /C 复合阴极技术	-280.28	-280.28	-280.28	-530.28	-780.28	-1180.28
	9	全石墨化阴极技术	-44.52	-44.52	-44.52	-294.52	-544.52	-944.52
	10	铝电解槽新型导流结构节能组合技术	-242.23	-242.23	-242.23	-492.23	-742.23	-1142.23
	11	铝电解槽新型焦粒焙烧启动技术	339.37	339.37	339.37	89.37	-160.63	-560.63
	12	铝电解余热回收技术	-96.96	-96.96	-96.96	-346.96	-596.96	-996.96
	13	大型铝电解系统不停电技术及成套装置	-462.58	-462.58	-462.58	-712.58	-962.58	-1362.58
	14	电解铝智能槽控技术	-713.41	-713.41	-713.41	-963.41	-1213.41	-1613.41
	15	铝电解槽全息操作及控制技术	-707.37	-707.37	-707.37	-957.37	-1207.37	-1607.37
	16	铝电解槽三度寻优技术	-636.89	-636.89	-636.89	-886.89	-1136.89	-1536.89
	17	铝电解阳极电流分布在线监测技术	-765.40	-765.40	-765.40	-1015.40	-1265.40	-1665.40
	18	铝电解槽新型阴极结构及焙烧启动与控制技术	160.33	160.33	160.33	-89.67	-339.67	-739.67
	19	铝电解槽焙烧自动控制技术	-548.33	-548.33	-548.33	-798.33	-1048.33	-1448.33
氧化铝	1	管道加热停留罐技术	866.07	866.07	866.07	616.07	366.07	-33.93
	2	拜耳法生产砂状氧化铝技术	570.20	570.20	570.20	320.20	70.20	-329.80
	3	烧结法生产砂状氧化铝技术	334.96	334.96	334.96	84.96	-165.04	-565.04

	4	氧化铝管式降膜蒸发技术	-564.61	-564.61	-564.61	-814.61	-1,064.61	-1,464.61
	5	铝酸钠溶液微扰动平推流晶种分解节能技术	-656.25	-656.25	-656.25	-906.25	-1,156.25	-1,556.25
	6	氧化铝焙烧高效节能炉窑技术	-461.00	-461.00	-461.00	-711.00	-961.00	-1,361.00
	7	液态化焙烧高效节能炉窑技术	-375.03	-375.03	-375.03	-625.03	-875.03	-1,275.03
	8	精滤工艺自动自清洁节能过滤技术	-306.53	-306.53	-306.53	-556.53	-806.53	-1,206.53
	9	氧化铝生产余热利用技术	-438.80	-438.80	-438.80	-688.80	-938.80	-1,338.80
铅冶炼	1	基夫赛特法炼铅技术	14689.92	14689.92	14689.92	14439.92	14189.92	13789.92
	2	奥斯麦特法炼铅技术	18599.64	18599.64	18599.64	18349.64	18099.64	17699.64
	3	氧气底吹熔炼液态高铅渣侧吹还原炼铅技术	7958.84	7958.84	7958.84	7708.84	7458.84	7058.84
	4	氧气底吹熔炼液态高铅渣底吹还原炼铅技术	5189.59	5189.59	5189.59	4939.59	4689.59	4289.59
锌冶炼	1	硫化锌精矿常压富氧直接浸出技术	15216.62	15216.62	15216.62	14966.62	14716.62	14316.62
	2	硫化锌精矿加压氧气直接浸出技术	10022.03	10022.03	10022.03	9772.03	9522.03	9122.03
	3	锌氧化矿及二次物料溶剂萃取提取锌工艺	997.07	997.07	997.07	747.07	497.07	97.07
铝材加工	1	电解铝液直接制备锭坯技术	-201.82	-201.82	-201.82	-451.82	-701.82	-1101.82
	2	蓄热式熔炼炉熔炼铝合金技术	1365.49	1365.49	1365.49	215.49	-34.51	-434.51
铜材加工	1	无氧铜带水平连铸带坯-高精冷轧技术	27830.08	27830.08	27830.08	27580.08	27330.08	26930.08
	2	上引连续铸造铜杆-连续挤压-冷轧生产铜带技术	6491.63	6491.63	6491.63	6241.63	5991.63	5591.63
	3	精炼铜管水平连铸管坯-四辊行星轧制-盘拉技术	13883.25	13883.25	13883.25	13633.25	13383.25	12983.25
	4	铜管上引连铸管坯-高速轧制-拉伸技术	14939.49	14939.49	14939.49	14689.49	14439.49	14039.49
	5	上引连铸铜杆-连续挤压生产铜棒（型）技术	8339.42	8339.42	8339.42	8089.42	7839.42	7439.42

表 3.26 有色金属行业节能技术数量

	2020	2025	2030
高速执行情景	24	24	24
高速节能情景	25	28	30
高速强化节能情景	42	42	42
中速执行情景	24	24	24
中速节能情景	25	28	30
低速执行情景	24	24	24

表 3.27 有色金属行业节能技术推广比例

工序	序号	技术名称	高速执行/中速执行/低速执行			高速节能/中速节能情景			高速强化节能情景		
			2020	2025	2030	2020	2025	2030	2020	2025	2030
电解铝	1	预焙铝电解槽电流强化与高效节能综合技术	17%	20%	25%	20%	25%	28%	25%	28%	30%
	2	铝液流态优化技术	6%	10%	20%	10%	20%	25%	20%	25%	30%
	3	低温低电压铝电解新技术	7%	10%	20%	10%	20%	26%	20%	26%	30%
	4	铝电解用铝钢复合结构阳极钢爪等节能装置	15%	20%	35%	20%	35%	45%	35%	45%	50%
	5	低温低电压铝电解工艺用导气式阳极技术	10%	15%	30%	15%	30%	46%	30%	46%	50%
	6	低温低电压铝电解槽结构优化技术	32%	35%	45%	35%	45%	48%	45%	48%	50%
	7	新型阴极结构铝电解槽节能技术	17%	20%	23%	20%	23%	25%	23%	25%	30%
	8	铝电解槽高润湿耐渗透 TiB <sub>2</sub> /C 复合阴极技术	5%	7%	10%	7%	10%	14%	10%	14%	15%
	9	全石墨化阴极技术	6%	8%	12%	8%	12%	14%	12%	14%	15%
	10	铝电解槽新型导流结构节能组合技术	12%	13%	17%	13%	17%	18%	17%	18%	20%
	11	铝电解槽新型焦粒焙烧启动技术	10%	20%	40%	20%	40%	55%	40%	55%	60%
	12	铝电解余热回收技术	12%	20%	40%	20%	40%	50%	40%	50%	60%
	13	大型铝电解系统不停电技术及成套装置	68%	75%	85%	75%	85%	90%	85%	90%	100%

	14	电解铝智能槽控技术	23%	28%	32%	28%	32%	36%	32%	36%	40%
	15	铝电解槽全息操作及控制技术	25%	30%	34%	30%	34%	37%	34%	37%	40%
	16	铝电解槽三度寻优技术	6%	9%	13%	9%	13%	18%	13%	18%	20%
	17	铝电解阳极电流分布在线监测技术	11%	15%	19%	15%	19%	25%	19%	25%	30%
	18	铝电解槽新型阴极结构及焙烧启动与控制技术	5%	8%	13%	8%	13%	18%	13%	18%	20%
	19	铝电解槽焙烧自动控制技术	13%	20%	25%	20%	25%	40%	25%	40%	50%
氧化铝	1	管道加热停留罐技术	30%	50%	80%	50%	80%	90%	80%	90%	100%
	2	拜耳法生产砂状氧化铝技术	55%	65%	80%	65%	80%	90%	80%	90%	100%
	3	烧结法生产砂状氧化铝技术	25%	40%	80%	40%	80%	90%	80%	90%	100%
	4	氧化铝管式降膜蒸发技术	60%	70%	80%	70%	80%	90%	80%	90%	100%
	5	铝酸钠溶液微扰动平推流晶种分解节能技术	20%	40%	80%	40%	80%	90%	80%	90%	100%
	6	氧化铝焙烧高效节能炉窑技术	20%	40%	70%	40%	70%	90%	70%	90%	100%
	7	液态化焙烧高效节能炉窑技术	30%	50%	60%	50%	60%	90%	60%	90%	100%
	8	精滤工艺自动自清洁节能过滤技术	25%	35%	45%	35%	45%	50%	45%	50%	60%
	9	氧化铝生产余热利用技术	20%	30%	45%	30%	45%	55%	45%	55%	65%
铅冶炼	1	基夫赛特法炼铅技术	3%	6%	12%	6%	12%	16%	12%	16%	20%
	2	奥斯麦特法炼铅技术	5%	10%	13%	10%	13%	17%	13%	17%	20%
	3	氧气底吹熔炼液态高铅渣侧吹还原炼铅技术	18%	20%	25%	20%	25%	28%	25%	28%	30%
	4	氧气底吹熔炼液态高铅渣底吹还原炼铅技术	7%	10%	15%	10%	15%	20%	15%	20%	30%
锌冶炼	1	硫化锌精矿常压富氧直接浸出技术	5%	10%	20%	5%	10%	20%	5%	10%	20%
	2	硫化锌精矿加压氧气直接浸出技术	15%	20%	30%	15%	20%	30%	15%	20%	30%
	3	锌氧化矿及二次物料溶剂萃取提取锌工艺	5%	10%	20%	5%	10%	20%	5%	10%	20%
铝材加工	1	电解铝液直接制备锭坯技术	50%	60%	70%	60%	70%	80%	70%	80%	100%
	2	蓄热式熔炼炉熔炼铝合金技术	50%	70%	80%	70%	80%	90%	80%	90%	100%
铜材	1	无氧铜带水平连铸带坯-高精冷轧技术	25%	30%	35%	30%	35%	45%	35%	45%	50%

加工	2	上引连续铸造铜杆-连续挤压-冷轧生产铜带技术	15%	25%	30%	20%	30%	40%	30%	40%	45%
	3	精炼铜管水平连铸管坯-四辊行星轧制-盘拉技术	20%	30%	40%	30%	40%	50%	40%	50%	60%
	4	铜管上引连铸管坯-高速轧制-拉伸技术	5%	8%	10%	8%	10%	15%	10%	15%	20%
	5	上引连铸铜杆-连续挤压生产铜棒（型）技术	35%	40%	45%	40%	45%	50%	45%	50%	60%

## (2) 单位能耗预测分析

主要产品根据能源供给曲线预测得到后，其他产品单位能耗依据历史发展水平，考虑节能潜力逐渐减小，假定高速执行情景，高速节能情景与高速强化节能情景下，2013-2020年单位增加值能耗年均分别下降2%，3%和4%；2020-2025年分别下降1%，1%和1%；2025-2030年分别下降0.5%，0.5%和0.5%。中速执行和低速执行情景与高速执行情景保持一致，中速节能情景与高速节能情景一致。

表 3.28 有色行业单位能耗预测

		单位	2013	2020	2025	2030
高速冻结情景	电解铝	千克标煤/吨	1635.27	1635.27	1635.27	1635.27
	氧化铝	千克标煤/吨	474.01	474.01	474.01	474.01
	铅	千克标煤/吨	343.44	343.44	343.44	343.44
	锌	千克标煤/吨	926.91	926.91	926.91	926.91
	铝材	千克标煤/吨	148.13	148.13	148.13	148.13
	铜材	千克标煤/吨	265.05	265.05	265.05	265.05
	其他产品单位增加值能耗	吨/万元	1.59	1.59	1.59	1.59
高速执行情景	电解铝	千克标煤/吨	1635.27	1561.46	1481.86	1337.09
	氧化铝	千克标煤/吨	474.01	441.05	413.82	381.38
	铅	千克标煤/吨	343.44	343.44	343.44	343.44
	锌	千克标煤/吨	926.91	926.91	926.91	926.91
	铝材	千克标煤/吨	148.13	141.36	134.60	127.83
	铜材	千克标煤/吨	265.05	265.05	265.05	265.05
	其他产品单位增加值能耗	吨/万元	1.59	1.38	1.31	1.28
高速节能情景	电解铝	千克标煤/吨	1635.27	1472.86	1313.50	1198.02
	氧化铝	千克标煤/吨	474.01	413.82	348.23	280.84
	铅	千克标煤/吨	343.44	343.44	343.44	343.44
	锌	千克标煤/吨	926.91	926.91	926.91	926.91
	铝材	千克标煤/吨	148.13	134.60	99.00	86.47
	铜材	千克标煤/吨	265.05	265.05	265.05	265.05
	其他产品单位增加值能耗	吨/万元	1.59	1.28	1.22	1.19
高速强化节能情景	电解铝	千克标煤/吨	1635.27	1313.50	1198.02	1104.51
	氧化铝	千克标煤/吨	474.01	319.30	280.84	250.15
	铅	千克标煤/吨	343.44	296.87	279.45	257.51
	锌	千克标煤/吨	926.91	903.43	885.75	850.38
	铝材	千克标煤/吨	148.13	99.00	86.47	67.17
	铜材	千克标煤/吨	265.05	193.90	142.06	81.00
	其他产品单位增加值能耗	吨/万元	1.59	1.19	1.13	1.11

	增加值能耗					
中速执行 情景	电解铝	千克标煤/吨	1635.27	1561.46	1481.86	1337.09
	氧化铝	千克标煤/吨	474.01	441.05	413.82	381.38
	铅	千克标煤/吨	343.44	343.44	343.44	343.44
	锌	千克标煤/吨	926.91	926.91	926.91	926.91
	铝材	千克标煤/吨	148.13	141.36	134.60	127.83
	铜材	千克标煤/吨	265.05	265.05	265.05	265.05
	其他产品单位 增加值能耗	吨/万元	1.59	1.38	1.31	1.28
中速节能 情景	电解铝	千克标煤/吨	1635.27	1472.86	1313.50	1198.02
	氧化铝	千克标煤/吨	474.01	413.82	348.23	280.84
	铅	千克标煤/吨	343.44	343.44	343.44	343.44
	锌	千克标煤/吨	926.91	926.91	926.91	926.91
	铝材	千克标煤/吨	148.13	134.60	99.00	86.47
	铜材	千克标煤/吨	265.05	265.05	265.05	265.05
	其他产品单位 增加值能耗	吨/万元	1.59	1.28	1.22	1.19
低速执行 情景	电解铝	千克标煤/吨	1635.27	1561.46	1481.86	1337.09
	氧化铝	千克标煤/吨	474.01	441.05	413.82	381.38
	铅	千克标煤/吨	343.44	343.44	343.44	343.44
	锌	千克标煤/吨	926.91	926.91	926.91	926.91
	铝材	千克标煤/吨	148.13	141.36	134.60	127.83
	铜材	千克标煤/吨	265.05	265.05	265.05	265.05
	其他产品单位 增加值能耗	吨/万元	1.59	1.38	1.31	1.28

### (3) 行业能源消费预测

通过对有色金属行业主要产品及单位能耗的预测可得到 2020 及 2030 年有色金属行业的能源消费量。高速冻结、高速执行、高速节能、高速强化节能、中速执行、中速节能和低速执行情景下，2020 年有色金属行业的能源消费量分别达到 2757、2507、2356、2057、2314、2175 和 2177 万吨标准煤。其中，高速冻结、高速执行、高速节能情景和中速执行情景下分别较 2013 年增加 22.37%、11.28%、4.59% 和 2.73%，高速强化情景、中速节能情景和低速执行情景下分别较 2013 年减低 8.69%、3.44% 和 3.37%。2030 年七种情景下有色金属行业能源消费量分别达到 3163、2587、2284、2070、2388、2106 和 2092 万吨标准煤，高速冻结，高速执行、高速节能情景和中速执行情景下分别较 2013 年增加 40.40%、14.85%、1.39% 和 5.99%，高速强化情景、中速节能情景和低速执行情景下分别较 2013 年减少 8.13%、6.53% 和 7.15%。

表 3.29 有色行业能源消费预测

	单位	2013	2020	2025	2030
高速冻结情景	万吨标煤	2253	2757	2966	3163
高速执行情景	万吨标煤	2253	2507	2551	2587
高速节能情景	万吨标煤	2253	2356	2287	2284
高速强化节能情景	万吨标煤	2253	2057	2056	2070
中速执行情景	万吨标煤	2253	2314	2426	2388
中速节能情景	万吨标煤	2253	2175	2176	2106
低速执行情景	万吨标煤	2253	2177	2223	2092

### 3.2.1.5 电力行业

电力行业的综合能源消费包括三部分：电力行业终端能源消费量、转化加工的损失量和输配电的损失量，不包含转化为二次能源的投入量。这里以单位发电量能耗为单耗，发电量为活动水平进行计算。高速冻结、高速执行、高速节能和高速强化节能情景下，发电量采用《河南省能源发展战略》中用电量数据。在中速执行、中速节能与低速执行情景下，由于经济年均增长率下降，其产量进一步有所降低。由于缺乏相关技术参数，单位发电量能耗根据历史数据趋势设定了不同情景的年均下降率。电力行业产品产量与单位能耗预测见表 3.30 与 3.31。

表 3.30 电力行业产品产量

		单位	2013	2020	2025	2030
高速冻结情景	发电量	亿千瓦时	3109	5500	7000	8200
高速执行情景	发电量	亿千瓦时	3109	5500	7000	8200
高速节能情景	发电量	亿千瓦时	3109	5500	7000	8200
高速强化节能情景	发电量	亿千瓦时	3109	5500	7000	8200
中速执行情景	发电量	亿千瓦时	3109	5400	6800	8000
中速节能情景	发电量	亿千瓦时	3109	5400	6800	8000
低速执行情景	发电量	亿千瓦时	3109	5300	6600	7800

表 3.31 电力行业单位能耗预测

		单位	2013	2020	2025	2030
高速冻结情景	单位发电量能耗	克标煤/千瓦时	70.25	70.25	70.25	70.25
高速执行情景	单位发电量能耗	克标煤/千瓦时	70.25	65.49	63.86	62.91
高速节能情景	单位发电量能耗	克标煤/千瓦时	70.25	63.21	60.11	58.62
高速强化节能情景	单位发电量能耗	克标煤/千瓦时	70.25	60.99	56.55	53.78
中速执行情景	单位发电量能耗	克标煤/千瓦时	70.25	65.49	63.86	62.91
中速节能情景	单位发电量能耗	克标煤/千瓦时	70.25	63.21	60.11	58.62

低速执行情景	单位发电量能耗	克标煤/千瓦时	70.25	65.49	63.86	62.91
--------	---------	---------	-------	-------	-------	-------

注：表 3.31 中 2013 年单位发电量能耗 70.25 克标煤/千瓦时是通过当年电力、热力生产和供应业的综合能源消费量 2184 万吨标煤除以当年发电量 3109 亿千瓦时得到的。这个单耗与 2013 年河南省电厂火力发电标准煤耗 304.28 克标煤/千瓦时不同，不能混淆。

通过对电力行业发电量及单位能耗的预测，可得到 2020 及 2030 年电力行业的能源消费量，见表 3.32。高速冻结、高速执行、高速节能、高速强化节能、中速执行、中速节能情景和低速执行情景下，2020 年电力行业的能源消费量分别达到 3864、3602、3476、3355、3536、3413 和 3471 万吨标准煤，七种情景下分别较 2013 年增加 76.90%、64.88%、59.14%、53.57%、61.89%、56.25% 和 58.89%；2030 年七种情景下电力行业的能源消费量分别达到 5761、5159、4807、4410、5033、4690 和 4907 万吨标准煤，分别较 2013 年增加 163.75%、136.17%、120.05%、101.89%、130.41%、114.69% 和 124.65%。

表 3.32 电力行业能源消费预测

	单位	2013	2020	2025	2030
高速冻结情景	万吨标煤	2184	3864	4918	5761
高速执行情景	万吨标煤	2184	3602	4471	5159
高速节能情景	万吨标煤	2184	3476	4208	4807
高速强化节能情景	万吨标煤	2184	3355	3959	4410
中速执行情景	万吨标煤	2184	3536	4343	5033
中速节能情景	万吨标煤	2184	3413	4087	4690
低速执行情景	万吨标煤	2184	3471	4215	4907

### 3.2.1.6 煤炭行业

煤炭行业主要考虑了原煤的生产。高速冻结，高速执行，高速节能和高速强化节能情景下，原煤产量采用河南省相关规划中原煤生产的规划值。在中速执行、中速节能情景和低速执行情景下，由于经济年均增长率下降，其产量和其他产品增加值均进一步有所降低。由于缺乏相关技术参数，原煤开采的单位能耗与其他产品单位增加值能耗，则是根据历史数据趋势设定了不同情景的年均下降率。煤炭行业产品产量及单位能耗预测见表 3.33 和表 3.34。

表 3.33 煤炭行业产品产量预测

		单位	2013	2020	2025	2030
高速冻结情景	原煤产量	万吨	16810	22000	21500	21000
	其他产品增加值	亿元	880	1318	1479	1646

高速执行 情景	原煤产量	万吨	16810	22000	21500	21000
	其他产品增加值	亿元	880	1318	1479	1646
高速节能 情景	原煤产量	万吨	16810	22000	21500	21000
	其他产品增加值	亿元	880	1318	1479	1646
高速强化 节能情景	原煤产量	万吨	16810	22000	21500	21000
	其他产品增加值	亿元	880	1318	1479	1646
中速执行 情景	原煤产量	万吨	16810	21000	20500	20000
	其他产品增加值	亿元	880	1249	1330	1406
中速节能 情景	原煤产量	万吨	16810	21000	20500	20000
	其他产品增加值	亿元	880	1249	1330	1406
低速执行 情景	原煤产量	万吨	16810	20000	19500	19000
	其他产品增加值	亿元	880	1183	1227	1298

表 3.34 煤炭行业单位能耗预测

		单位	2013	2020	2025	2030
高速冻结 情景	原煤	千克标煤/吨	6.31	6.31	6.31	6.31
	其他产品单位增 加值能耗	吨标煤/万元	1.21	1.21	1.21	1.21
高速执行 情景	原煤	千克标煤/吨	6.31	6.08	5.97	5.85
	其他产品单位增 加值能耗	吨标煤/万元	1.21	0.97	0.88	0.80
高速节能 情景	原煤	千克标煤/吨	6.31	5.97	5.85	5.71
	其他产品单位增 加值能耗	吨标煤/万元	1.21	0.91	0.78	0.70
高速强化 节能情景	原煤	千克标煤/吨	6.31	5.85	5.71	5.62
	其他产品单位增 加值能耗	吨标煤/万元	1.21	0.84	0.69	0.59
中速执行 情景	原煤	千克标煤/吨	6.31	6.08	5.97	5.85
	其他产品单位增 加值能耗	吨标煤/万元	1.21	0.97	0.88	0.80
中速节能 情景	原煤	千克标煤/吨	6.31	5.97	5.85	5.71
	其他产品单位增 加值能耗	吨标煤/万元	1.21	0.91	0.78	0.70
低速执行 情景	原煤	千克标煤/吨	6.31	6.08	5.97	5.85
	其他产品单位增 加值能耗	吨标煤/万元	1.21	0.97	0.88	0.80

通过对煤炭行业主要产品及单位能耗的预测可得到2020及2030年煤炭行业的能源消费量。高速冻结、高速执行、高速节能、高速强化节能、中速执行、中速节能和低速执行情景下,2020年煤炭行业的能源消费量分别达到1728、1417、1325、1238、1345、1257和1274万吨标准煤,七种情景下分别较2013年增加

47.99%、21.42%、13.51%、6.06%、15.19%、7.69%和 9.16%；2030 年六种情景下煤炭行业的能源消费量分别达到 2117、1433、1277、1088、1236、1103 和 1145 万吨标准煤，高速冻结，高速执行，高速节能，中速节能情景下分别较 2013 年增加 81.36%、22.76%、9.43%和 5.91%，高速强化、中速节能和低速执行情景下分别较 2013 年减低 6.76%、5.50%和 1.95%。

表 3.35 煤炭行业能源消费预测

	单位	2013	2020	2025	2030
高速冻结情景	万吨标煤	1167	1728	1919	2117
高速执行情景	万吨标煤	1167	1417	1430	1433
高速节能情景	万吨标煤	1167	1325	1276	1277
高速强化节能情景	万吨标煤	1167	1238	1138	1088
中速执行情景	万吨标煤	1167	1345	1294	1236
中速节能情景	万吨标煤	1167	1257	1155	1103
低速执行情景	万吨标煤	1167	1274	1197	1145

### 3.2.1.7 高成长性行业

根据《河南省统计提要 2015》，本研究选择了电子信息产业、汽车行业、现代家居、装备制造业、食品业和服装服饰业作为高成长性行业，并以其行业增加值为活动水平，单位增加值能耗为能源强度。各行业增加值根据经济增长与产业结构预测。由于缺乏相关技术参数，高成长性行业的单位能耗与其他产品单位增加值能耗，则是根据历史数据趋势设定了不同情景的年均下降率。高成长性行业产品产量及单位能耗预测见表 3.36 和表 3.37。在中速执行、中速节能情景和低速执行情景下，由于经济年均增长率下降，其产品增加值进一步有所降低。

表 3.36 高成长性行业增加值预测

		单位	2013	2020	2025	2030
高速冻结情景	电子信息产业	亿元	460	779	1198	1705
	汽车行业	亿元	518	878	1350	1921
	现代家居	亿元	136	230	354	503
	装备制造业	亿元	1171	1983	3049	4338
	食品业	亿元	2013	3409	5243	7459
	服装服饰业	亿元	543	920	1415	2013
高速执行情景	电子信息产业	亿元	460	779	1198	1705
	汽车行业	亿元	518	878	1350	1921

	现代家居	亿元	136	230	354	503
	装备制造业	亿元	1171	1983	3049	4338
	食品业	亿元	2013	3409	5243	7459
	服装服饰业	亿元	543	920	1415	2013
高速节能 情景	电子信息产业	亿元	460	779	1198	1705
	汽车行业	亿元	518	878	1350	1921
	现代家居	亿元	136	230	354	503
	装备制造业	亿元	1171	1983	3049	4338
	食品业	亿元	2013	3409	5243	7459
	服装服饰业	亿元	543	920	1415	2013
高速强化 节能情景	电子信息产业	亿元	460	779	1198	1705
	汽车行业	亿元	518	878	1350	1921
	现代家居	亿元	136	230	354	503
	装备制造业	亿元	1171	1983	3049	4338
	食品业	亿元	2013	3409	5243	7459
	服装服饰业	亿元	543	920	1415	2013
中速执行 情景	电子信息产业	亿元	460	744	1092	1482
	汽车行业	亿元	518	838	1230	1670
	现代家居	亿元	136	220	322	438
	装备制造业	亿元	1171	1893	2778	3771
	食品业	亿元	2013	3255	4777	6483
	服装服饰业	亿元	543	879	1289	1750
中速节能 情景	电子信息产业	亿元	460	744	1092	1482
	汽车行业	亿元	518	838	1230	1670
	现代家居	亿元	136	220	322	438
	装备制造业	亿元	1171	1893	2778	3771
	食品业	亿元	2013	3255	4777	6483
	服装服饰业	亿元	543	879	1289	1750
低速执行 情景	电子信息产业	亿元	460	709	1017	1381
	汽车行业	亿元	518	800	1147	1556
	现代家居	亿元	136	210	300	408
	装备制造业	亿元	1171	1807	2590	3515
	食品业	亿元	2013	3106	4453	6043
	服装服饰业	亿元	543	839	1202	1631

表 3.37 高成长性行业单耗预测

		单位	2013	2020	2025	2030
高速冻 结情节	电子信息产业	吨标煤/万元	0.0361	0.0361	0.0361	0.0361
	汽车行业	吨标煤/万元	0.7565	0.7565	0.7565	0.7565
	现代家居	吨标煤/万元	1.3683	1.3683	1.3683	1.3683
	装备制造业	吨标煤/万元	0.6826	0.6826	0.6826	0.6826
	食品业	吨标煤/万元	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122

	服装服饰业	吨标煤/万元	0.1992	0.1992	0.1992	0.1992
高速执行情景	电子信息产业	吨标煤/万元	0.0361	0.0292	0.0238	0.0184
	汽车行业	吨标煤/万元	0.7565	0.6113	0.4984	0.3857
	现代家居	吨标煤/万元	1.3683	1.1056	0.9015	0.6975
	装备制造业	吨标煤/万元	0.6826	0.5515	0.4497	0.3480
	食品业	吨标煤/万元	0.0122	0.0098	0.0080	0.0062
	服装服饰业	吨标煤/万元	0.1992	0.1609	0.1312	0.1015
高速节能情景	电子信息产业	吨标煤/万元	0.0361	0.0272	0.0221	0.0171
	汽车行业	吨标煤/万元	0.7565	0.5685	0.4635	0.3587
	现代家居	吨标煤/万元	1.3683	1.0282	0.8384	0.6487
	装备制造业	吨标煤/万元	0.6826	0.5129	0.4182	0.3236
	食品业	吨标煤/万元	0.0122	0.0091	0.0075	0.0058
	服装服饰业	吨标煤/万元	0.1992	0.1497	0.1220	0.0944
高速强化节能情景	电子信息产业	吨标煤/万元	0.0361	0.0252	0.0206	0.0159
	汽车行业	吨标煤/万元	0.7565	0.5283	0.4308	0.3333
	现代家居	吨标煤/万元	1.3683	0.9556	0.7791	0.6029
	装备制造业	吨标煤/万元	0.6826	0.4767	0.3887	0.3007
	食品业	吨标煤/万元	0.0122	0.0085	0.0069	0.0054
	服装服饰业	吨标煤/万元	0.1992	0.1391	0.1134	0.0878
中速执行情景	电子信息产业	吨标煤/万元	0.0361	0.0292	0.0238	0.0184
	汽车行业	吨标煤/万元	0.7565	0.6113	0.4984	0.3857
	现代家居	吨标煤/万元	1.3683	1.1056	0.9015	0.6975
	装备制造业	吨标煤/万元	0.6826	0.5515	0.4497	0.3480
	食品业	吨标煤/万元	0.0122	0.0098	0.0080	0.0062
	服装服饰业	吨标煤/万元	0.1992	0.1609	0.1312	0.1015
中速节能情景	电子信息产业	吨标煤/万元	0.0361	0.0272	0.0221	0.0171
	汽车行业	吨标煤/万元	0.7565	0.5685	0.4635	0.3587
	现代家居	吨标煤/万元	1.3683	1.0282	0.8384	0.6487
	装备制造业	吨标煤/万元	0.6826	0.5129	0.4182	0.3236
	食品业	吨标煤/万元	0.0122	0.0091	0.0075	0.0058
	服装服饰业	吨标煤/万元	0.1992	0.1497	0.1220	0.0944
低速执行情景	电子信息产业	吨标煤/万元	0.0361	0.0292	0.0238	0.0184
	汽车行业	吨标煤/万元	0.7565	0.6113	0.4984	0.3857
	现代家居	吨标煤/万元	1.3683	1.1056	0.9015	0.6975
	装备制造业	吨标煤/万元	0.6826	0.5515	0.4497	0.3480
	食品业	吨标煤/万元	0.0122	0.0098	0.0080	0.0062
	服装服饰业	吨标煤/万元	0.1992	0.1609	0.1312	0.1015

通过对高成长性行业增加值及单位能耗的预测,可得到 2020 及 2030 年高成长性行业的能源消费量。高速冻结、高速执行、高速节能、高速强化节能、中速执行、中速节能和低速执行情景下,2020 年高成长性行业的能源消费量分别达到 2585、2089、1943、1805、1994、1855 和 1903 万吨标准煤,七种情景下分别

较 2013 年增加 69.33%、36.82%、27.24%、18.25%、30.63%、21.49% 和 24.66%；2030 年高成长性行业能源消费量分别达到 5656、2883、2682、2492、2506、2331 和 2336 万吨标准煤，分别较 2013 年增加 270.48%、88.86%、75.65%、63.23%、64.14%、52.67% 和 53.02%。

表 3.38 高成长性行业能源消费预测

	单位	2013	2020	2025	2030
高速冻结情景	万吨标煤	1527	2585	3976	5656
高速执行情景	万吨标煤	1527	2089	2619	2883
高速节能情景	万吨标煤	1527	1943	2436	2682
高速强化节能情景	万吨标煤	1527	1805	2264	2492
中速执行情景	万吨标煤	1527	1994	2387	2506
中速节能情景	万吨标煤	1527	1855	2220	2331
低速执行情景	万吨标煤	1527	1903	2225	2336

### 3.2.1.8 其他工业

其他行业以行业增加值为活动水平，单位增加值能耗为能源强度。其增加值根据经济增长与产业结构预测。在中速执行、中速节能情景和低速执行情景下，由于经济年均增长率下降，其他产品增加值进一步有所降低。由于缺乏相关技术参数，其他行业的单位能耗与单位增加值能耗，则是根据历史数据趋势设定了不同情景的年均下降率。其他行业产品增加值及单位能耗预测见表 3.39 和表 3.40。

表 3.39 其他行业增加值预测

	单位	2013	2020	2025	2030
高速冻结情景	亿元	4212	7141	10157	13454
高速执行情景	亿元	4212	7141	10157	13454
高速节能情景	亿元	4212	7141	10157	13454
高速强化节能情景	亿元	4212	7141	10157	13454
中速执行情景	亿元	4212	6818	9255	11694
中速节能情景	亿元	4212	6818	9255	11694
低速执行情景	亿元	4212	6507	8627	10901

表 3.40 其他行业单耗预测

	单位	2013	2020	2025	2030
高速冻结情景	吨标煤/万元	0.58	0.58	0.58	0.58
高速执行情景	吨标煤/万元	0.58	0.50	0.45	0.39

高速节能情景	吨标煤/万元	0.58	0.47	0.42	0.36
高速强化节能情景	吨标煤/万元	0.58	0.43	0.39	0.34
中速执行情景	吨标煤/万元	0.58	0.50	0.45	0.39
中速节能情景	吨标煤/万元	0.58	0.47	0.42	0.36
低速执行情景	吨标煤/万元	0.58	0.50	0.45	0.39

通过对其他行业增加值及单位能耗的预测,可得到 2020 及 2030 年其他行业的能源消费量。高速冻结、高速执行、高速节能、高速强化节能、中速执行、中速节能和低速执行情景下,2020 年其他行业的能源消费量分别达到 4133、3588、3340、3106、3426、3189 和 3269 万吨标准煤,七种情景下分别较 2013 年增加 69.53%、47.17%、36.98%、27.39%、40.52%、30.78%和 34.10%。2030 年七种情景下其他行业能源消费量分别达到 7787、5248、4884、4542、4561、4245 和 4252 万吨标准煤,分别较 2013 年增加 219.40%、115.23%、100.32%、86.31%、87.08%、74.12%和 74.39%。

表 3.41 其他行业能源消费预测

	单位	2013	2020	2025	2030
高速冻结情景	万吨标煤	2438	4133	5879	7787
高速执行情景	万吨标煤	2438	3588	4613	5248
高速节能情景	万吨标煤	2438	3340	4294	4884
高速强化节能情景	万吨标煤	2438	3106	3993	4542
中速执行情景	万吨标煤	2438	3426	4204	4561
中速节能情景	万吨标煤	2438	3189	3912	4245
低速执行情景	万吨标煤	2438	3269	3918	4252

### 3.2.1.9 工业部门能源消费总量汇总

通过对工业分行业能源消费预测,本研究将各情景下各行业的能源消费汇总后,得到 2020 及 2030 年工业部门的能源消费量,见表 3.42。高速冻结、高速执行、高速节能、高速强化节能、中速执行、中速节能和低速执行情景下,2020 年能源消费量分别达到 24902、22282、20972、19516、21360、20105 和 20553 万吨标准煤,七种情景下分别较 2013 年增加 37.43%、22.97%、15.74%、7.70%、17.88%、10.95%和 13.42%; 2030 年七种情景下其他行业能源消费量分别达到 35244、26400、24326、22346、24058、22157 和 22473 万吨标准煤,分别较 2013 年增加 94.50%、45.69%、34.25%、23.32%、32.77%、22.28%、24.02%。

表 3.42 工业部门能源消费预测

	单位	2013	2020	2025	2030
高速冻结情景	万吨标煤	18120	24902	30027	35244
高速执行情景	万吨标煤	18120	22282	24714	26400
高速节能情景	万吨标煤	18120	20972	22900	24326
高速强化节能情景	万吨标煤	18120	19516	21156	22346
中速执行情景	万吨标煤	18120	21360	23074	24058
中速节能情景	万吨标煤	18120	20105	21380	22157
低速执行情景	万吨标煤	18120	20553	21773	22473

### 3.2.2 农业部门能源消费总量预测

农业能耗主要来源于各种农用机械的能源消费。随着农业生产方式的不断改进，农用机械的数量也在不断增长，进行机械化耕种的农田面积也在不断扩大。2009 年时河南省农业的能源消费总量为 496.67 万 tce 与 2005 年相比仅增加了不到 8%。但是，进入“十二五”时期之后，河南省巩固了农业的基础地位，并构建以粮食生产核心区为重点的农业战略格局，加快农业的科技进步，使得农业部门的能源消费总量有一定的提升。2013 年时河南省农业的能源消费总量为 740.15 万 tce，与 2005 年相比增加了 60%，与 2009 年相比增加了 49%。

#### (1) 农业部门增加值预测分析

随着河南省经济结构的快速调整，河南省农业部门的增加值占全社会生产总值的比例呈逐年下降的稳定态势，其增加值呈稳定上升的趋势。农业部门的增加值预测主要依据产业结构调整目标所调整的一产占比，预测结果见表 3.43。

表 3.43 农业部门增加值预测

农业部门增加值（亿元）	2013	2020	2025	2030
高速冻结情景	4058.98	6441.28	8919.95	11212.02
高速执行情景	4058.98	6441.28	8919.95	11212.02
高速节能情景	4058.98	6441.28	8919.95	11212.02
高速强化节能情景	4058.98	6441.28	8919.95	11212.02
中速执行情景	4058.98	6149.87	8127.59	9745.35
中速节能情景	4058.98	6149.87	8127.59	9745.35
低速执行情景	4058.98	5869.10	7576.15	9084.16

#### (2) 单位能耗预测分析

随着农业发展方式的加快转变，种植业结构调整与布局优化的同步推进，

资源利用与环境保护的同步实施，适度规模经营与主体培育的同步加快，科技支撑与装备保障的同步升级，河南省农业部门单位能耗呈逐年下降趋势，其预测值见表 3.44。

表 3.44 农业部门单位能耗

农业部门单位能耗 (tce/万元)	2013	2020	2025	2030
高速冻结情景	0.182	0.182	0.182	0.182
高速执行情景	0.182	0.153	0.142	0.135
高速节能情景	0.182	0.150	0.135	0.125
高速强化节能情景	0.182	0.146	0.128	0.116
中速执行情景	0.182	0.153	0.142	0.135
中速节能情景	0.182	0.150	0.135	0.125
低速执行情景	0.182	0.153	0.142	0.135

高速冻结情景下，农业部门的单位能耗保持 2013 年的能耗值不变；高速执行情景、高速节能情景、高速强化节能情景、中速执行情景、中速节能情景和低速执行情景的单位能耗是按照固定下降率预测的。高速执行情景、中速执行情景和低速执行情景下，单位能耗 2013-2015 年均下降 3.5%，2015-2020 年均下降 2%，2020-2025 年均下降 1.5%，2025-2030 年均下降 1%。高速节能情景和中速节能情景下，单位能耗 2013-2015 年均下降 3.5%，2015-2020 年均下降 2.5%，2020-2025 年均下降 2%，2025-2030 年均下降 1.5%。高速强化节能情景下，单位能耗 2013-2015 年均下降 3.5%，2015-2020 年均下降 3%，2020-2025 年均下降 2.5%，2025-2030 年均下降 2%。

### (3) 行业能源消费预测

随着河南省经济的快速发展，河南省农业部门的能源消费也将稳步增长，但是由于不同情景下单位增加值能耗的下降率不同，使得不同情景下农业部门的能源消费也不相同，其预测值见表 3.45。

表 3.45 农业部门能源消费

农业部门能源消费量（万吨标准煤）	2013	2020	2025	2030
高速冻结情景	740.15	1174.56	1626.54	2044.50
高速执行情景	740.15	988.69	1269.50	1517.50
高速节能情景	740.15	963.73	1206.35	1405.97
高速强化节能情景	740.15	939.27	1146.05	1302.13
中速执行情景	740.15	943.96	1156.73	1318.99

中速节能情景	740.15	920.13	1099.19	1222.05
低速执行情景	740.15	900.87	1078.25	1229.50

到 2020 年，高速冻结情景下农业部门能源消费 1174.56 万吨标准煤，高速执行情景下农业部门消费 988.69 万吨标准煤；高速节能情景下农业部门消费 939.27 万吨标准煤；高速强化节能情景下农业部门消费 896.77 万吨标准煤；中速执行情景下农业部门消费 943.96 万吨标准煤；中速节能情景下农业部门消费 920.13 万吨标准煤；低速执行情景下农业部门消费 900.87 万吨标准煤。到 2030 年，高速冻结情景下农业部门能源消费 2044.50 万吨标准煤；高速执行情景下农业部门消费 1517.50 万吨标准煤；高速节能情景下农业部门消费 1405.97 万吨标准煤；高速强化节能情景下农业部门消费 1302.13 万吨标准煤；中速执行情景下农业部门消费 1318.99 万吨标准煤；中速节能情景下农业部门消费 1222.05 万吨标准煤；低速执行情景下农业部门消费 1229.50 万吨标准煤。

### 3.2.3 建筑业部门能源消费总量预测

建筑业是河南省发展的重要物质生产部门，它与整个河南省经济的发展、人民生活的改善有着密切的关系。随着河南省城市化进程的加快，建筑业也将会有长足并且稳定的发展。建筑业的能耗是指建筑业自身所产生的能耗，并不包括建筑物在建成后的使用过程的能源消耗量。

#### (1) 增加值预测分析

从“十一五”开始到现在，河南省建筑业在总 GDP 中的份额保持缓慢下降的趋势，使得河南省建筑业增加值稳定增长。建筑部门的增加值预测主要依据产业结构调整目标所调整的二产占比，其到 2030 年的预测值见表 3.46。

表 3.46 建筑部门增加值

建筑部门增加值（亿元）	2013	2020	2025	2030
高速冻结情景	1845.79	3192.14	4337.22	5606.01
高速执行情景	1845.79	3192.14	4337.22	5606.01
高速节能情景	1845.79	3192.14	4337.22	5606.01
高速强化节能情景	1845.79	3192.14	4337.22	5606.01
中速执行情景	1845.79	3047.72	3951.95	4872.68
中速节能情景	1845.79	3047.72	3951.95	4872.68
低速执行情景	1845.79	2908.58	3683.82	4542.08

## (2) 单位能耗预测分析

随着河南省建筑业节能技术的推广，建筑业的稳步发展，不同情景下建筑业的单位能耗均有所下降，其预测值见表 3.47。

表 3.47 建筑业单位能耗

建筑部门单位能耗 (tce/万元)	2013	2020	2025	2030
高速冻结情景	0.1073	0.1073	0.1073	0.1073
高速执行情景	0.1073	0.1095	0.1041	0.1036
高速节能情景	0.1073	0.1068	0.1015	0.1008
高速强化节能情景	0.1073	0.1041	0.09654	0.09606
中速执行情景	0.1073	0.1095	0.1041	0.1036
中速节能情景	0.1073	0.1068	0.1015	0.1008
低速执行情景	0.1073	0.1095	0.1041	0.1036

高速冻结情景下，建筑部门的单位能耗保持 2013 年的能耗值不变；高速执行情景、高速节能情景和高速强化节能情景的单位能耗是按照固定下降率预测的。高速执行情景、中速执行情景和低速执行情景下，单位能耗 2013-2015 年均增长 1%，2015-2020 年单位能耗不变，2020-2025 年均下降 1%，2025-2030 年均下降 0.5%。高速节能情景和中速节能情景下，单位能耗 2013-2015 年均增长 1%，2015-2020 年均下降 0.5%，2020-2025 年均下降 1%，2025-2030 年均下降 0.5%。高速强化节能情景下，单位能耗 2013-2015 年均增长 1%，2015-2020 年均下降 1%，2020-2025 年均下降 1.5%，2025-2030 年均下降 0.5%。

## (3) 行业能源消费预测

建筑业作为河南省持续发展的一个行业，其能源消费跟河南省经济的增长是密不可分的，其增加值的稳步增长导致建筑业的能源消费也随之持续增加，表 3.48 是建筑行业的能源消费量的预测值。

表 3.48 建筑行业能源消费

建筑业部门能源消费量 (万吨标准煤)	2013	2020	2025	2030
高速冻结情景	198.10	342.60	465.49	601.67
高速执行情景	198.10	349.48	451.58	580.77
高速节能情景	198.10	340.83	440.40	564.98
高速强化节能情景	198.10	332.36	418.71	538.50
中速执行情景	198.10	333.67	411.46	504.79
中速节能情景	198.10	325.41	401.28	491.07

低速执行情景	198.10	318.44	383.55	470.55
--------	--------	--------	--------	--------

到 2020 年，冻结情景下建筑业部门能源消费 342.60 万吨标准煤，高速执行情景下消费 349.48 万吨标准煤；高速节能情景下消费 340.83 万吨标准煤；高速强化节能情景下消费 332.36 万吨标准煤；中速执行情景下消费 333.67 万吨标准煤；中速节能情景下消费 325.41 万吨标准煤；低速执行情景下消费 318.44 万吨标准煤。到 2030 年，冻结情景下建筑业部门能源消费 601.67 万吨标准煤，高速执行情景下消费 580.77 万吨标准煤；高速节能情景下消费 564.98 万吨标准煤；高速强化节能情景下消费 538.50 万吨标准煤；中速执行情景下消费 504.79 万吨标准煤；中速节能情景下消费 491.07 万吨标准煤；低速执行情景下消费 470.55 万吨标准煤。

### 3.2.4 交通部门能源消费总量预测

交通部门作为河南省发展的一个重要部门，其能源消费量尤其是油类能源消费量是非常大的，在河南省交通运输中，铁路和公路运输占了 90% 以上比例，水运和航空运输所占比例较少。而其中各项运输部门又可分为货运和客运两个部门。

#### (1) 周转量预测分析

随着经济的快速发展，交通运输业在未来一段时期内也会快速发展，而在交通运输行业的周转量中，铁路和公路占主要比例，其中公路货运周转量优势明显，并且保持着较高的增长速度。考虑到交通运输部门的增长趋势，设置七种情景下周转量是相同的。铁路和公路方面采用趋势分析法预测 2014 到 2030 年的交通周转量；高速情景下客运航空部门和货运水运部门周转量增长趋势明显，采用趋势分析法预测 2014 到 2030 年交通周转量；而客运水运部门设置增长率为 2%，货运航空部门设置的增长率为 4%。中速情景下，河南省 GDP 增速降低到 7.5%，下降率为 12%，相应的交通各个部门周转量按照 GDP 增速下降率进行下调，控制周转量的增长速度下降 12%，客运水运部门增长率设置为 1.76%，货运航空部门增长率设置为 3.88%。低速情景下，河南省 GDP 增速降低到 6.5%，下降率为 24%，相应的交通各个部门周转量按照 GDP 增速下降率进行下调，控制周转量的增长速度下降 24%，客运水运部门增长率设置为 1.54%，货运航空部门增长率设置为 3.08%。

表 3.49 交通部门周转量预测分析

交通部门分类		情景划分	2013	2020	2025	2030
客运周 转量 (亿人 公里)	铁路	高速冻结情景	853.38	1093.02	1274.62	1456.22
		高速执行情景	853.38	1093.02	1274.62	1456.22
		高速节能情景	853.38	1093.02	1274.62	1456.22
		高速强化节能情景	853.38	1093.02	1274.62	1456.22
		中速执行情景	853.38	1062.14	1216.71	1368.70
		中速节能情景	853.38	1062.14	1216.71	1368.70
		低速执行情景	853.38	1032.01	1161.22	1286.14
	公路	高速冻结情景	1417.54	2201.52	2779.02	3356.52
		高速执行情景	1417.54	2201.52	2779.02	3356.52
		高速节能情景	1417.54	2201.52	2779.02	3356.52
		高速强化节能情景	1417.54	2201.52	2779.02	3356.52
		中速执行情景	1417.54	2093.39	2572.53	3037.98
		中速节能情景	1417.54	2093.39	2572.53	3037.98
		低速执行情景	1417.54	1989.84	2380.15	2751.60
	水运	高速冻结情景	0.63	0.72	0.80	0.88
		高速执行情景	0.63	0.72	0.80	0.88
		高速节能情景	0.63	0.72	0.80	0.88
		高速强化节能情景	0.63	0.72	0.80	0.88
		中速执行情景	0.63	0.71	0.78	0.85
		中速节能情景	0.63	0.71	0.78	0.85
		低速执行情景	0.63	0.70	0.76	0.82
	航空	高速冻结情景	56.57	97.13	120.23	143.33
		高速执行情景	56.57	97.13	120.23	143.33
		高速节能情景	56.57	97.13	120.23	143.33
		高速强化节能情景	56.57	97.13	120.23	143.33
		中速执行情景	56.57	91.42	110.41	128.97
		中速节能情景	56.57	91.42	110.41	128.97
		低速执行情景	56.57	85.99	101.31	115.94
货运周 转量 (亿吨 公里)	铁路	高速冻结情景	2096.81	2301.58	2397.47	2476.43
		高速执行情景	2096.81	2301.58	2397.47	2476.43
		高速节能情景	2096.81	2301.58	2397.47	2476.43
		高速强化节能情景	2096.81	2301.58	2397.47	2476.43
		中速执行情景	2096.81	2276.65	2360.18	2428.67
		中速节能情景	2096.81	2276.65	2360.18	2428.67
		低速执行情景	2096.81	2251.95	2323.42	2381.77
	公路	冻结情景	7702.95	14456.60	19232.60	24008.60
		高速执行情景	7702.95	14456.60	19232.60	24008.60
		高速节能情景	7702.95	14456.60	19232.60	24008.60
		高速强化节能情景	7702.95	14456.60	19232.60	24008.60
		中速执行情景	7702.95	13464.67	17335.92	21094.20

		中速节能情景	7702.95	13464.67	17335.92	21094.20	
		低速执行情景	7702.95	12531.31	15611.07	18513.09	
		冻结情景	557.19	1043.24	1397.62	1752.00	
	水运	高速执行情景	557.19	1043.24	1397.62	1752.00	
		高速节能情景	557.19	1043.24	1397.62	1752.00	
		高速强化节能情景	557.19	1043.24	1397.62	1752.00	
		中速执行情景	557.19	971.86	1259.07	1537.72	
		中速节能情景	557.19	971.86	1259.07	1537.72	
		低速执行情景	557.19	904.69	1133.15	1348.15	
		航空	冻结情景	0.460	0.605	0.736	0.896
			高速执行情景	0.460	0.605	0.736	0.896
			高速节能情景	0.460	0.605	0.736	0.896
	高速强化节能情景		0.460	0.605	0.736	0.896	
	中速执行情景		0.460	0.600	0.726	0.879	
	中速节能情景		0.460	0.600	0.726	0.879	
	低速执行情景		0.460	0.569	0.662	0.770	

## (2) 单位能耗预测分析

交通部门单位周转量能耗方面，高速冻结情景下各部门的能耗保持与 2013 年的能耗值不变；而高速执行情景、中速执行情景和低速执行情景下，由于采用了 5 项节能技术（汽车混合动力技术、发动机智能冷却技术、混合动力交流传动调车机车技术、缸内汽油直喷发动机技术、金属减摩修复技术），其中前四项是公路部门方面的节能技术，第五项是铁路内燃机车上的节能技术，使得公路客货运部门和铁路内燃机客货运部门的能耗有所下降，其他部门单位能周转量能耗保持不变；高速节能情景和中速节能情景下，铁路客货运部门每年单位周转量能耗下降 0.5%，公路客货运单位周转量能耗年均下降 1%，水运和航空客货运单位周转量能耗 2014 到 2025 年年均下降 1.88%，2025 到 2030 年保持不变；高速强化节能情景下，铁路客货运单位周转量能耗年均下降 1%，公路客货运单位周转量能耗 2013 到 2020 年年均下降 2.09%，2020 到 2025 年年均下降 1.1%，2025 到 2030 年年均下降 0.5%，水运和航空客货运单位周转量能耗 2014 到 2025 年年均下降 1.88%，2025 到 2030 年保持单位周转量能耗不变。

表 3.50 交通部门单位能耗

交通部门分类			情景划分	2013	2020	2025	2030
客运	铁路	内燃（吨标煤/万人公里）	高速冻结情景	0.1601	0.1601	0.1601	0.1601
			高速执行情景	0.1601	0.1339	0.1299	0.1299
			高速节能情景	0.1601	0.1546	0.1508	0.1470

			高速强化节能情景	0.1601	0.1492	0.1419	0.1350	
			中速执行情景	0.1601	0.1339	0.1299	0.1299	
			中速节能情景	0.1601	0.1546	0.1508	0.1470	
			低速执行情景	0.1601	0.1339	0.1299	0.1299	
		电力（千瓦时/人公里）	高速冻结情景	0.0129	0.0105	0.0105	0.0105	
			高速执行情景	0.0129	0.0105	0.0105	0.0105	
			高速节能情景	0.0129	0.0102	0.0099	0.0097	
			高速强化节能情景	0.0129	0.0098	0.0093	0.0089	
			中速执行情景	0.0129	0.0105	0.0105	0.0105	
			中速节能情景	0.0129	0.0102	0.0099	0.0097	
			低速执行情景	0.0129	0.0105	0.0105	0.0105	
			公路	汽油车（吨标煤/万人公里）	高速冻结情景	0.1729	0.1729	0.1729
		高速执行情景			0.1729	0.1437	0.1456	0.1456
		高速节能情景			0.1729	0.1611	0.1532	0.1457
		高速强化节能情景			0.1729	0.1492	0.1412	0.1377
		中速执行情景			0.1729	0.1437	0.1456	0.1456
	中速节能情景	0.1729			0.1611	0.1532	0.1457	
	柴油车（吨标煤/万人公里）	低速执行情景		0.1729	0.1437	0.1456	0.1456	
		高速冻结情景		0.1729	0.1729	0.1729	0.1729	
		高速执行情景		0.1729	0.1437	0.1456	0.1456	
		高速节能情景		0.1729	0.1611	0.1532	0.1457	
		高速强化节能情景		0.1729	0.1492	0.1412	0.1377	
		中速执行情景		0.1729	0.1437	0.1456	0.1456	
	水运	水运（吨标煤/万人公里）	中速节能情景	0.1729	0.1611	0.1532	0.1457	
			低速执行情景	0.1729	0.1437	0.1456	0.1456	
			高速冻结情景	0.0392	0.0392	0.0392	0.0392	
			高速执行情景	0.0392	0.0392	0.0392	0.0392	
			高速节能情景	0.0392	0.0344	0.0313	0.0313	
			高速强化节能情景	0.0392	0.0344	0.0313	0.0313	
			低速执行情景	0.0392	0.0392	0.0392	0.0392	
			低速节能情景	0.0392	0.0344	0.0313	0.0313	
	航空	航空（吨标煤/万人公里）	低速执行情景	0.0392	0.0392	0.0392	0.0392	
高速冻结情景			0.0485	0.0485	0.0485	0.0485		
高速执行情景			0.0485	0.0485	0.0485	0.0485		
高速节能情景			0.0485	0.0468	0.0457	0.0457		
高速强化节能情景			0.0485	0.0468	0.0457	0.0457		
中速执行情景			0.0485	0.0485	0.0485	0.0485		
中速节能情景			0.0485	0.0468	0.0457	0.0457		
货运	铁路	内燃（吨标煤/万吨公里）	低速执行情景	0.0485	0.0485	0.0485	0.0485	
			高速冻结情景	0.1601	0.1601	0.1601	0.1601	
			高速执行情景	0.1601	0.1339	0.1299	0.1299	
			高速节能情景	0.1601	0.1546	0.1508	0.1470	
			高速强化节能情景	0.1601	0.1492	0.1419	0.1350	

			中速执行情景	0.1601	0.1339	0.1299	0.1299
			中速节能情景	0.1601	0.1546	0.1508	0.1470
			低速执行情景	0.1601	0.1339	0.1299	0.1299
		电力（千瓦时/吨公里）	高速冻结情景	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105
			高速执行情景	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105
			高速节能情景	0.0105	0.0102	0.0099	0.0097
			高速强化节能情景	0.0105	0.0098	0.0093	0.0089
			中速执行情景	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105
			中速节能情景	0.0105	0.0102	0.0099	0.0097
			低速执行情景	0.0105	0.0105	0.0105	0.0105
	公路	汽油车（吨标煤/万吨公里）	高速冻结情景	0.1729	0.1729	0.1729	0.1729
			高速执行情景	0.1729	0.1691	0.1693	0.1693
			高速节能情景	0.1729	0.1611	0.1532	0.1457
			高速强化节能情景	0.1729	0.1492	0.1412	0.1377
			中速执行情景	0.1729	0.1691	0.1693	0.1693
			中速节能情景	0.1729	0.1611	0.1532	0.1457
			低速执行情景	0.1729	0.1691	0.1693	0.1693
		柴油车（吨标煤/万吨公里）	高速冻结情景	0.1729	0.1729	0.1729	0.1729
			高速执行情景	0.1729	0.1691	0.1693	0.1693
			高速节能情景	0.1729	0.1611	0.1532	0.1457
			高速强化节能情景	0.1729	0.1492	0.1412	0.1377
			中速执行情景	0.1729	0.1691	0.1693	0.1693
			中速节能情景	0.1729	0.1611	0.1532	0.1457
			低速执行情景	0.1729	0.1691	0.1693	0.1693
	水运	水运（吨标煤/万吨公里）	高速冻结情景	0.0392	0.0392	0.0392	0.0392
			高速执行情景	0.0392	0.0392	0.0392	0.0392
			高速节能情景	0.0392	0.0344	0.0313	0.0313
			高速强化节能情景	0.0392	0.0344	0.0313	0.0313
			中速执行情景	0.0392	0.0392	0.0392	0.0392
			中速节能情景	0.0392	0.0344	0.0313	0.0313
低速执行情景			0.0392	0.0392	0.0392	0.0392	
航空	航空（吨标煤/万吨公里）	高速冻结情景	4.8522	4.8522	4.8522	4.8522	
		高速执行情景	4.8522	4.8522	4.8522	4.8522	
		高速节能情景	4.8522	4.6849	4.5689	4.5689	
		高速强化节能情景	4.8522	4.6849	4.5689	4.5689	
		中速执行情景	4.8522	4.8522	4.8522	4.8522	
		中速节能情景	4.8522	4.6849	4.5689	4.5689	
		低速执行情景	4.8522	4.8522	4.8522	4.8522	

### (3) 行业能源消费预测

表 3.51 交通部门能源消费量

交通部门能源消费量（万吨标准煤）	2013	2020	2025	2030
高速冻结情景	1772.642	3122.998	4080.103	5036.378
高速执行情景	1772.642	2976.842	3901.488	4822.419
高速节能情景	1772.642	2915.288	3623.744	4260.275
高速强化节能情景	1772.642	2709.470	3345.927	4022.277
中速执行情景	1772.642	2787.732	3539.799	4267.265
中速节能情景	1772.642	2732.193	3291.486	3774.870
低速执行情景	1772.642	2609.281	3209.663	3773.508

随着经济的发展，交通运输业依旧是发展较快的一个行业，其能源消费量也将会快速增长。到 2020 年，高速冻结情景下交通运输业能源消费 3122.998 万吨标准煤，高速执行情景下其交通运输业消费 2976.842 万吨标准煤；高速节能情景下交通运输业消费 2915.288 万吨标准煤；高速强化节能情景下交通运输业消费 2709.470 万吨标准煤；中速执行情景下交通运输业消费 2787.732 万吨标准煤；中速节能情景下交通运输业消费 2732.193 万吨标准煤；低速节能情景下交通运输业消费 2609.281 万吨标准煤。到 2030 年，高速冻结情景下交通运输业能源消费 5036.378 万吨标准煤，高速执行情景下交通运输业消费 4822.419 万吨标准煤；高速节能情景下交通运输业消费 4260.275 万吨标准煤；高速强化节能情景下交通运输业消费 4022.277 万吨标准煤；中速执行情景下交通运输业消费 4267.256 万吨标准煤；中速节能情景下交通运输业消费 3774.870 万吨标准煤；低速执行情景下交通运输业消费 3773.508 万吨标准煤。

### 3.2.5 服务业能源消费总量预测

服务业是从第三产业中分出的具有共同增长趋势的一些服务行业，包括金融、商贸等行业以及住宿、餐饮等服务业。在“十二五”规划当中，服务业被列为需要大力发展的产业，这是与河南省经济发展、人们生活水平提高和物质文化的需求是密不可分的。

#### （1）增加值预测分析

服务业作为需要大力发展的一项产业，其增加值会在未来的一段时期内保持快速的增长趋势。由于缺乏服务业相关活动水平的具体数据，因此采用第三产业增加值与交通、仓储和邮政业的增加值之差来衡量其活动水平。服务业的增加值

预测是根据产业结构调整目标所调整的三产占比来预测的。表 3.52 是服务业增加值的预测值。

表 3.52 服务业增加值

其他服务业增加值 (亿元)	2013	2015	2020	2025	2030
高速冻结情景	8981.19	10918.34	18258.18	29283.14	44034.63
高速执行情景	8981.19	10918.34	18258.18	29283.14	44034.63
高速节能情景	8981.19	10918.34	18258.18	29283.14	44034.63
高速强化节能情景	8981.19	10918.34	18258.18	29283.14	44034.63
中速执行情景	8981.19	10918.34	174321.58	26681.91	38274.36
中速节能情景	8981.19	10918.34	174321.58	26681.91	38274.36
低速执行情景	8981.19	10918.34	16636.30	24871.61	35677.54

## (2) 单位能耗预测分析

在大力倡导低碳发展的模式下，节能技术的推广使得服务业在未来七个情景中单位能耗均有所下降，表 3.53 是服务业的范围能耗预测值。

表 3.53 服务业单位能耗

其他服务业单位能耗 (tce/万元)	2013	2020	2025	2030
高速冻结情景	0.1285	0.1285	0.1285	0.1285
高速执行情景	0.1285	0.1198	0.1139	0.0929
高速节能情景	0.1285	0.1116	0.1061	0.0865
高速强化节能情景	0.1285	0.1038	0.0987	0.0805
中速执行情景	0.1285	0.1198	0.1139	0.0929
中速节能情景	0.1285	0.1116	0.1061	0.0865
低速执行情景	0.1285	0.1198	0.1139	0.0929

高速冻结情景下，服务业的单位能耗保持 2013 年的能耗值不变；高速执行情景、高速节能情景、高速强化节能情景、中速执行情景、中速节能情景和低速执行情景的单位能耗是按照固定增长率预测的。高速执行情景、中速执行情景和低速执行情景下，单位能耗 2013-2020 年均降低 1%，2020-2025 年均降低 1%，2025-2030 年均降低 4%。高速节能情景和中速节能情景下，单位能耗 2013-2020 年均降低 2%，2020-2025 年均降低 1%，2025-2030 年均降低 4%。高速强化节能情景下，单位能耗 2013-2020 年均降低 3%，2020-2025 年均降低 1%，2025-2030

年均降低 4%。

### (3) 行业能源消费预测

由于服务业增加值的持续增长，使得服务业的能源消费持续增加，但是不同情景下的服务业能源消费量有所变化。表 3.54 是服务业的能源消费量的预测值。

表 3.54 其他服务业能源消费量

其他服务业能源消费量（万吨标准煤）	2013	2020	2025	2030
高速冻结情景	1154.14	2346.29	3763.06	5658.72
高速执行情景	1154.14	2186.89	3335.52	4089.75
高速节能情景	1154.14	2036.87	3106.70	3809.19
高速强化节能情景	1154.14	1895.76	2891.47	3545.29
中速执行情景	1154.14	2087.95	3039.23	3554.76
中速节能情景	1154.14	1944.72	2830.73	3310.90
低速执行情景	1154.14	1992.63	2833.02	3313.58

到 2020 年，高速冻结情景下服务业能源消费 2346.29 万吨标准煤，高速执行情景下服务业消费 2186.89 万吨标准煤；高速节能情景下服务业消费 2036.87 万吨标准煤；高速强化节能情景下服务业消费 1895.76 万吨标准煤；中速执行情景下服务业消费 2087.95 万吨标准煤；中速节能情景下服务业消费 1944.72 万吨标准煤；低速执行情景下服务业消费 1992.63 万吨标准煤。到 2030 年，高速冻结情景下服务业能源消费 5658.72 万吨标准煤，高速执行情景下服务业消费 4089.75 万吨标准煤；高速节能情景下服务业消费 3809.19 万吨标准煤；高速强化节能情景下服务业消费 3545.29 万吨标准煤；中速执行情景下服务业消费 3554.76 万吨标准煤；中速节能情景下服务业消费 3310.90 万吨标准煤；低速执行情景下服务业消费 3313.58 万吨标准煤。

### 3.2.6 居民生活能源消费总量预测

为了对城乡居民用能的不同特征分析，并以此为基础进行河南省的城乡居民生活能耗预测，本研究在文献调研的基础上，采用根据居民生活能源消费品种对其用途进行分解的方法。根据居民生活主要的能源消费品种，将各种能源合并为

煤炭、电力、热力、柴油、汽油、天然气和液化石油气等七种。同时根据文献，将居民生活能耗分为了照明、制冷和采暖、炊事、家用电器和个人交通五类。

可见除了煤炭和电力以往，其他品种能源都只用于一种用途，而对于而电力和煤炭消费的进一步分解，则参考了相关文献中兰州市城市居民和河南省农村居民的调研结果。在将河南省城乡居民的能源消费量分解至不同用途，本研究选择了不同用途的人均能源消费量作为居民生活的能源强度指标，并采用趋势分析对其进行了预测。

### (1) 人口及城市化率预测分析

假定河南省人口以年均 0.5% 的速度增长，并根据河南省 2000-2013 年城市化率对未来城市化率进行趋势分析得到如下结果：

表 3.55 河南省人口与城市化率预测

	单位	2013	2020	2030
人口	万人	10601	10977	11539
城市化率	%	43.80%	53.00%	67.40%

### (2) 单位能耗预测

根据所选用的居民生活能耗的分解方法，对河南省居民生活能耗的历史数据进行分析。但在分析中发现，2010 年以前数据，石油消费数据明显与实际不符，因此历史数据的分解仅采用了 2010-2012 年河南省居民生活能耗数据。本研究首先对各用途能源消费进行分解，并采用趋势分析预测不同用途人均能耗的未来变化趋势。

表 3.56 居民生活各用途单耗预测 (单位：吨标煤/人)

	城乡	用途	2012	2020	2030
高速冻结情景	城镇	照明	0.0161	0.0161	0.0161
		采暖制冷	0.0860	0.0860	0.0860
		炊事	0.1201	0.1201	0.1201
		家用电器	0.0485	0.0485	0.0485
		个人交通	0.0316	0.0316	0.0316
	农村	照明	0.0286	0.0286	0.0286
		采暖制冷	0.0301	0.0301	0.0301
		炊事	0.1417	0.1417	0.1417
		家用电器	0.0488	0.0488	0.0488
		个人交通	0.0133	0.0133	0.0133

高速执行情景	城镇	照明	0.0161	0.0237	0.0251
		采暖制冷	0.0860	0.1095	0.1217
		炊事	0.1201	0.1514	0.1670
		家用电器	0.0485	0.0560	0.0599
		个人交通	0.0316	0.0476	0.0534
	农村	照明	0.0286	0.0391	0.0443
		采暖制冷	0.0301	0.0452	0.0504
		炊事	0.1417	0.2015	0.2300
		家用电器	0.0488	0.0671	0.0762
		个人交通	0.0133	0.0186	0.0218
高速节能情景	城镇	照明	0.0161	0.0209	0.0221
		采暖制冷	0.0860	0.1092	0.1214
		炊事	0.1201	0.1511	0.1667
		家用电器	0.0485	0.0557	0.0596
		个人交通	0.0316	0.0446	0.0504
	农村	照明	0.0286	0.0388	0.0440
		采暖制冷	0.0301	0.0422	0.0474
		炊事	0.1417	0.1985	0.2270
		家用电器	0.0488	0.0669	0.0759
		个人交通	0.0133	0.0183	0.0215
高速强化节能情景	城镇	照明	0.0161	0.0178	0.0191
		采暖制冷	0.0860	0.1086	0.1208
		炊事	0.1201	0.1505	0.1661
		家用电器	0.0485	0.0554	0.0593
		个人交通	0.0316	0.0416	0.0474
	农村	照明	0.0286	0.0382	0.0434
		采暖制冷	0.0301	0.0392	0.0444
		炊事	0.1417	0.1955	0.2239
		家用电器	0.0488	0.0666	0.0756
		个人交通	0.0133	0.0179	0.0212
中速执行情景	城镇	照明	0.0161	0.0237	0.0251
		采暖制冷	0.0860	0.1095	0.1217
		炊事	0.1201	0.1514	0.1670
		家用电器	0.0485	0.0560	0.0599
		个人交通	0.0316	0.0476	0.0534
	农村	照明	0.0286	0.0391	0.0443
		采暖制冷	0.0301	0.0452	0.0504
		炊事	0.1417	0.2015	0.2300
		家用电器	0.0488	0.0671	0.0762
		个人交通	0.0133	0.0186	0.0218
中速节能情景	城镇	照明	0.0161	0.0209	0.0221
		采暖制冷	0.0860	0.1092	0.1214
		炊事	0.1201	0.1511	0.1667

		家用电器	0.0485	0.0557	0.0596
		个人交通	0.0316	0.0446	0.0504
	农村	照明	0.0286	0.0388	0.0440
		采暖制冷	0.0301	0.0422	0.0474
		炊事	0.1417	0.1985	0.2270
		家用电器	0.0488	0.0669	0.0759
		个人交通	0.0133	0.0183	0.0215
低速执行情景	城镇	照明	0.0161	0.0237	0.0251
		采暖制冷	0.0860	0.1095	0.1217
		炊事	0.1201	0.1514	0.1670
		家用电器	0.0485	0.0560	0.0599
		个人交通	0.0316	0.0476	0.0534
	农村	照明	0.0286	0.0391	0.0443
		采暖制冷	0.0301	0.0452	0.0504
		炊事	0.1417	0.2015	0.2300
		家用电器	0.0488	0.0671	0.0762
		个人交通	0.0133	0.0186	0.0218

### (3) 行业能源消费预测

通过以上数据可得居民生活的能源消费，2020年，高速冻结、高速执行、高速节能、高速强化节能、中速执行、中速节能和低速执行下河南省居民生活能源消费分别达到3272、4179、4103、4022、4179、4103和4179万吨标准煤，较2012年增加11.05%，41.84%，39.27%、36.53%、41.84%、39.27%和41.84%；2030年河南省居民生活能源消费达到3509、4913、4833、4748、4913、4833和4913万吨标准煤，较2012年增加19.09%、66.76%、64.06%、61.16%、66.76%、64.05%和66.76%。各种情景下，由于城市化的发展与居民生活水平的提高，城镇居民能源消费持续稳定增长，然而，高速冻结情景下，能源消费逐渐下降，其他三种情景下，能源消费在2012-2020年间逐渐上涨，之后逐渐下降，表明城市化率对农村能源消费的影响远远超过居民生活水平的提高。

表 3.57 居民生活能源消费预测

		单位	2012	2020	2030
高速冻结情景	城镇	万吨标准煤	1352	1889	2567
	农村	万吨标准煤	1594	1383	941
	总	万吨标准煤	2946	3272	3509
高速执行情景	城镇	万吨标准煤	1352	2327	3479
	农村	万吨标准煤	1594	1781	1386
	总	万吨标准煤	2946	4179	4913
高速节能情景	城镇	万吨标准煤	1352	2286	3423

景	农村	万吨标准煤	1594	1852	1434
	总	万吨标准煤	2946	4103	4833
高速强化节能情景	城镇	万吨标准煤	1352	2241	3362
	农村	万吨标准煤	1594	1817	1410
	总	万吨标准煤	2946	4022	4748
中速执行情景	城镇	万吨标准煤	1352	2327	3479
	农村	万吨标准煤	1594	1781	1386
	总	万吨标准煤	2946	4179	4913
中速节能情景	城镇	万吨标准煤	1352	2286	3423
	农村	万吨标准煤	1594	1817	1410
	总	万吨标准煤	2946	4103	4833
低速执行情景	城镇	万吨标准煤	1352	2327	3479
	农村	万吨标准煤	1594	1781	1386
	总	万吨标准煤	2946	4179	4913

### 3.3 河南省“十三五”节能双控目标确定

#### 3.3.1 河南省全社会能源消费总量

经预测可知，七种情景下河南省 2020 年的能源消费总量分别将达到 351.60 百万吨标准煤（高速冻结情景），329.62 百万吨标准煤（高速执行情景），313.32 百万吨标准煤（高速节能情景），294.15 百万吨标准煤（高速强化情景），316.92 百万吨标准煤（中速执行情景），301.30 百万吨标准煤（中速节能情景），305.52 百万吨标准煤（低速执行情景）。到 2030 年，七种情景下能源消费总量分别将达到 520.94 百万吨标准煤（高速冻结情景），423.23 百万吨标准煤（高速执行情景），392.00 百万吨标准煤（高速节能情景），365.02 百万吨标准煤（高速强化情景），386.17 百万吨标准煤（中速执行情景），357.90 百万吨标准煤（中速节能情景），361.73 百万吨标准煤（低速执行情景）。其趋势分析如图 3.1 所示。从能源消费年均增长率来看，如表 3.59，能源消费的增长速度随着时间的增长，呈现出逐渐下降的趋势。

表 3.58 分情景的能源消费总量预测（单位：百万吨）

	2015	2020	2025	2030
高速冻结情景	275.25	351.60	433.50	520.94
高速执行情景	272.84	329.62	382.16	423.23
高速节能情景	268.86	313.32	357.43	392.00
高速强化节能情景	264.03	294.15	333.41	365.02

中速执行情景	270.10	316.92	357.64	386.17
中速节能情景	266.15	301.30	334.68	357.90
低速执行情景	267.93	305.52	338.21	361.73

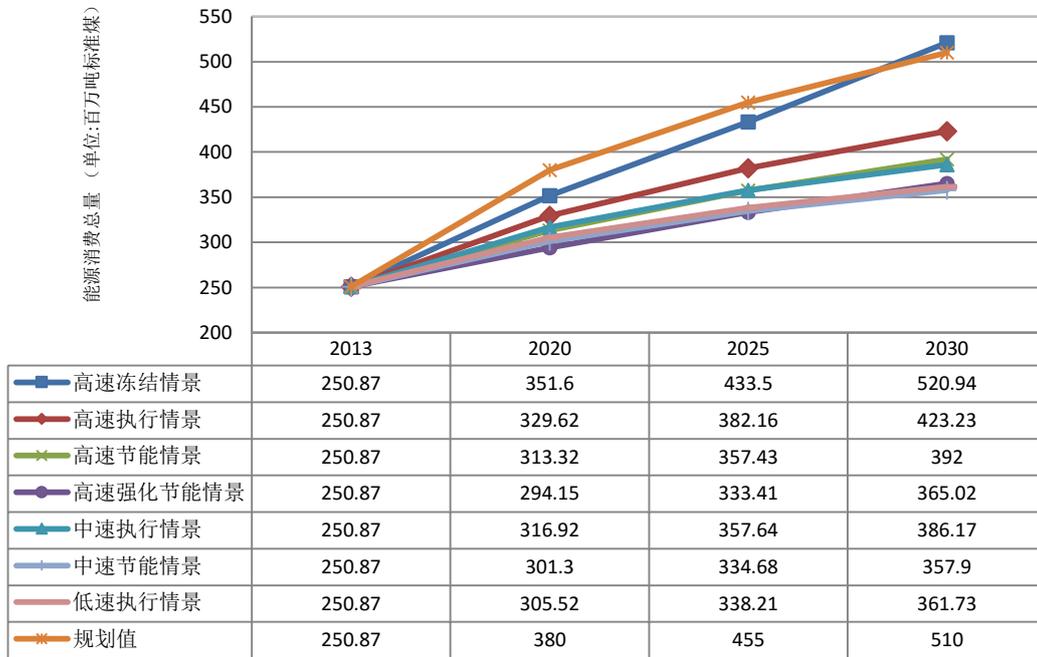


图 3.2 分情景的能源消费总量预测

注：规划值参见《河南省能源发展中长期规划》，2020 年的能源消费总量为 3.8 亿吨标准煤，2030 年为 5.1 亿吨标准煤。

表 3.59 能源消费年均增长率

	2015-2020	2020-2025	2025-2030
高速冻结情景	5.02%	4.28%	3.74%
高速执行情景	3.85%	3.00%	2.06%
高速节能情景	3.11%	2.67%	1.86%
高速强化节能情景	2.18%	2.54%	1.83%
中速执行情景	3.25%	2.45%	1.55%
中速节能情景	2.51%	2.12%	1.35%
低速执行情景	2.66%	2.05%	1.35%

如图 3.3-3.9 所示，在七种情景中工业均仍是河南省能源消费量增长的主要推动因素，在 2020 年时，工业能耗在七种情景中分别占 71%、68%、67%、66%、67%、66% 和 67%，仍然是能源消费的核心。可见河南省的产业结构和能耗在“十三五”基本不会有本质上的变化。同时可以发现，交通和居民生活能耗所占比重在“十三五”期间有所增长。

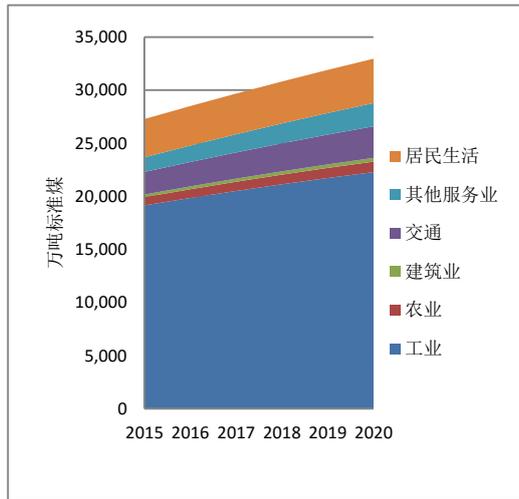
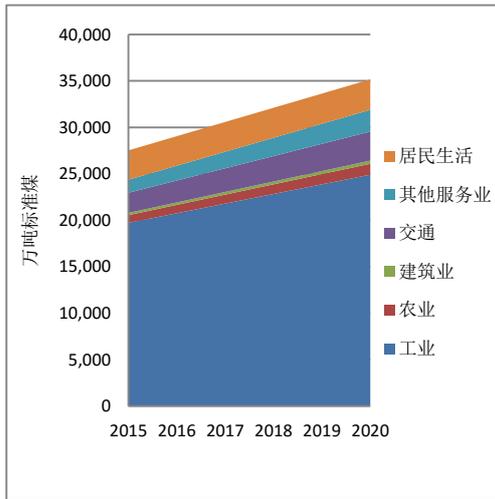


图 3.3 高速冻结情景下河南省能耗变化图 3.4 高速执行情景下河南省能耗变化

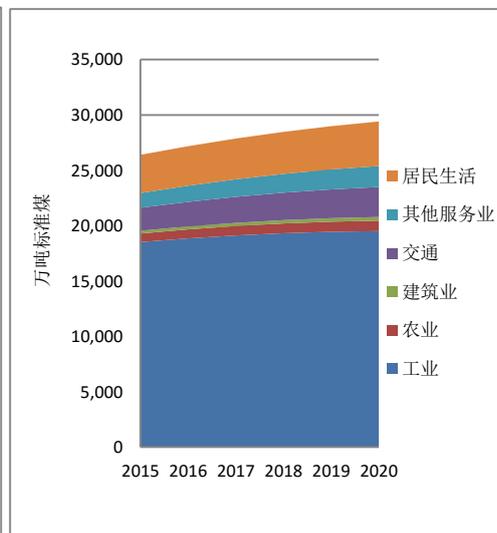
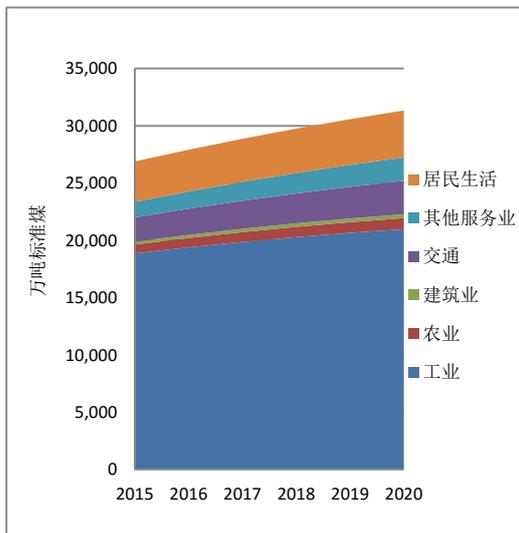


图 3.5 高速节能情景下河南省能耗变化图 3.6 高速强化节能情景下河南省能耗变化

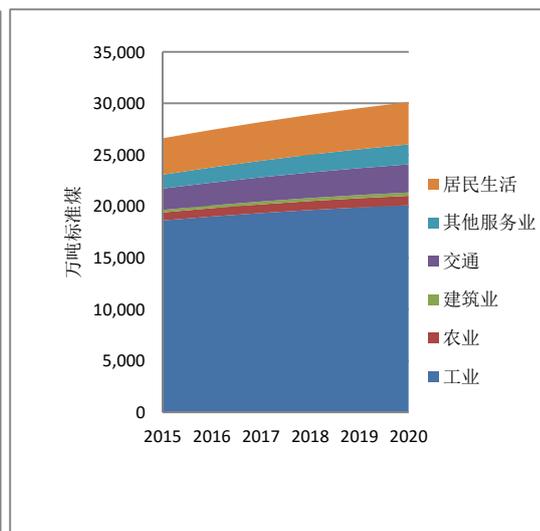
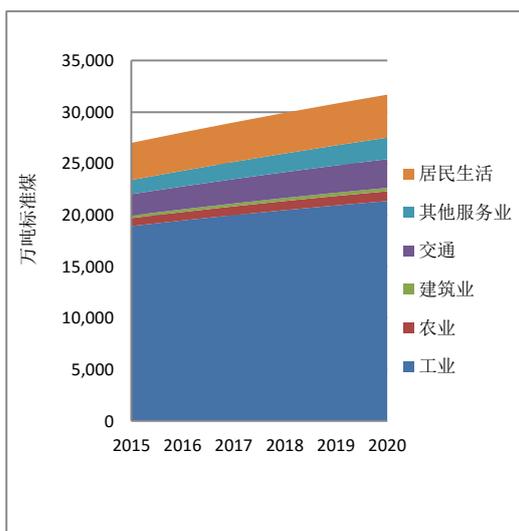


图 3.7 中速执行下河南省能耗变化图 3.8 中速节能情景下河南省能耗变化

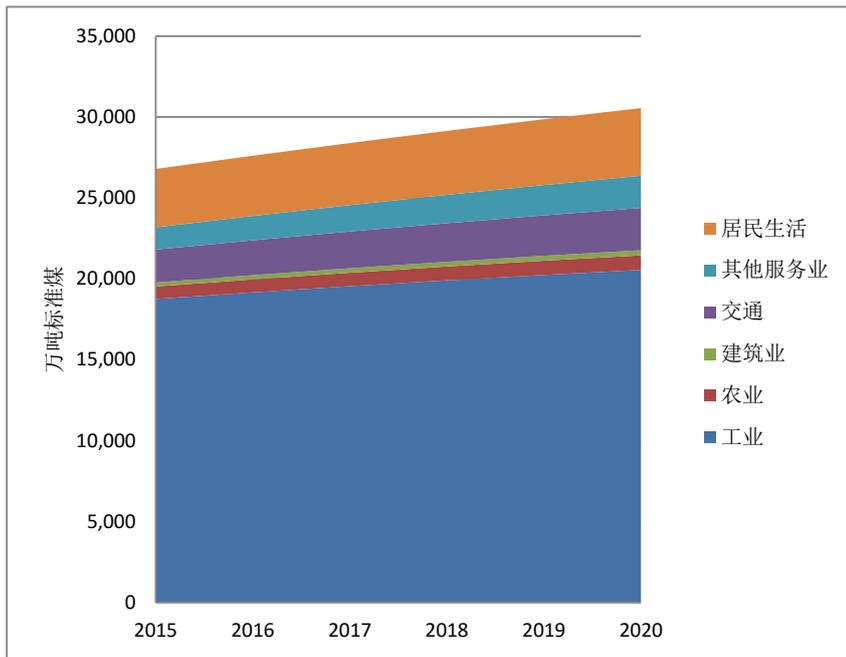


图 3.9 低速执行下河南省能耗变化图

### 3.3.2 河南省单位 GDP 能耗

2011—2014 年，河南省单位 GDP 能耗累计下降 17.49%，提前一年完成“十二五”下降 16% 的节能目标任务。保守预估河南省“十二五”期间 GDP 能耗将累计下降 18.49%，2015 年河南省单位 GDP 能耗为 0.757 吨标煤/万元。根据模型预测，在 GDP 增速为 8.5% 的情况下，高速冻结、高速执行、高速节能和高速强化节能的单位 GDP 能耗分别为：0.668、0.626、0.595、0.559 吨标煤/万元，与 2015 年（0.757 吨标煤/万元）相比分别下降了 11.6%、17.2%、21.2%、26.1%；在 GDP 增速为 7.5% 的情况下，中速执行和中速节能情景下的单位 GDP 能耗分别为：0.631、0.599 吨标煤/万元，与 2015 年相比分别下降了 16.5% 和 20.6%；在 GDP 增速为 6.5% 的情况下，低速执行情景下的单位 GDP 能耗分别为：0.638 吨标煤/万元，与 2015 年相比下降了 15.7%。七种情景下的单位 GDP 能耗变化趋势如图 3.10 所示。

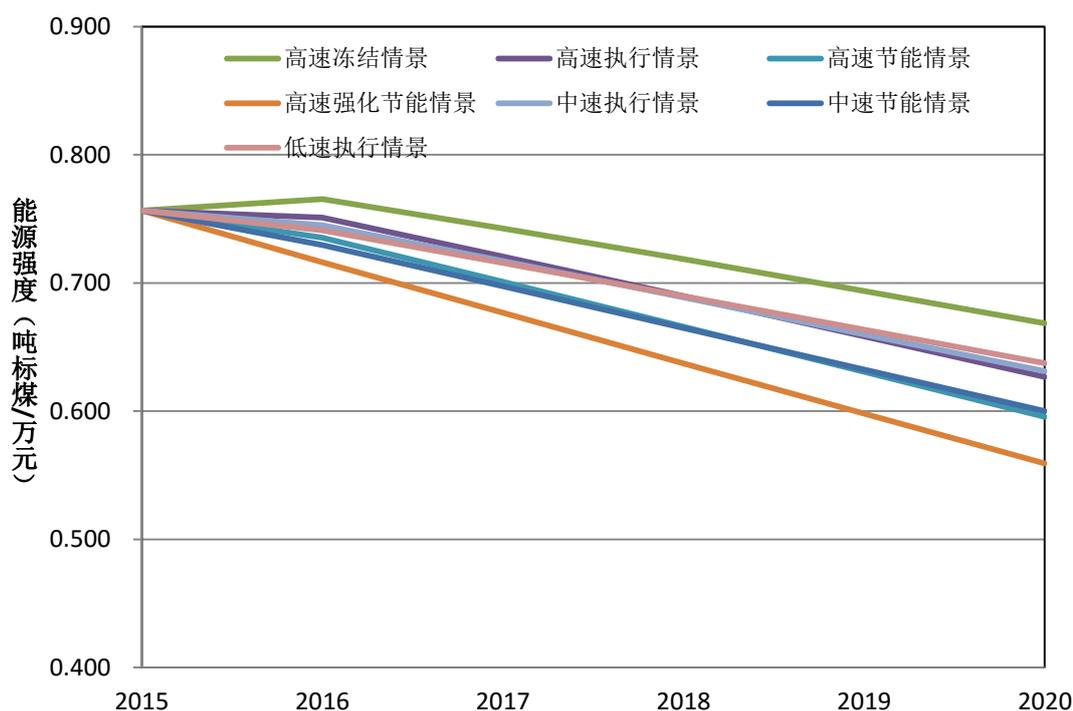


图 3.10 河南省单位 GDP 能耗变化

在“十三五”期间河南省能源消费的绝对量仍会继续增长，而根据未来所采取能源政策的不同，单位 GDP 能耗会有不同程度的下降。就本研究所采用的七种情景来看，在不采取积极节能措施的高速冻结情景下节能效果最差。而就以技术

进步为主要发展方向的节能情景（高速节能情景、高速强化节能情景和中速节能情景）来看，河南省的单位能耗都有幅度较大的下降。但是考虑到“十二五”期间河南已经采取了大量的节能技术改造活动，并淘汰了相当数量的落后产能，因此虽然节能情景下的节能潜力较大但是实现难度也较大。从节能效果、经济成本和可实现性等多方面来看，三个执行情景（高速执行情景、中速执行情景和低速执行情景）较容易发生，三者的最大差别是经济增长速度的不同。考虑到新常态下河南省乃至全国的经济下行压力持续增加，河南省“十三五”期间经济增长目标极有可能会从“十二五”期间的 9% 下调至 7%，三个执行情景下中速执行情景 7.5% 的经济增长速度最有可能发生，因此本研究选择中速执行情景下的能源消费总量作为河南省“十三五”能源总量控制目标。能源强度目标制定方面，为了实现 2020 年单位 GDP 碳排放比 2005 年下降 40%—45% 和 2030 年单位 GDP 碳排放比 2005 年下降 60%—65% 的目标，根据专家预测，“十三五”期间国家节能目标应处于 15%-17% 这一范围内，中速执行情景下 16.5% 的单位 GDP 能耗下降率与之相匹配。但是考虑到“十二五”期间国家节能目标只有 16%，保守起见仍选择 16% 作为河南省“十三五”能源强度下降目标。

综上所述，河南省“十三五”节能双控目标最终确定为：能源消耗总量方面，到 2020 年底时河南省能源消费总量要控制在 316.92 百万吨标准煤；能源强度方面，“十三五”期间河南省单位 GDP 能耗累计下降 16%。

## 4 河南省“十三五”节能双控目标分解

### 4.1 节能目标地市分解原则

节能目标分解必须在考虑全省可持续发展共同目标的前提下,从各地区不同的自然、经济、社会条件出发,在分析节能潜力和节能能力大小的同时,充分考虑河南不同发展水平地区节能降耗的责任和经济发展的权利。采取省政府与地方政府协商的方式,鼓励发达地区承担较大的节能责任,最终达成尽快落实节能目标的共识。

按地区分解节能指标并不仅仅是实现“十三五”单位 GDP 能耗降低 16% 的目标,而是具有多重目标:

(1) 在缓解我省短期能源瓶颈约束的基础上,为长期建立节约型社会奠定基础。

(2) 督促各地区加快技术进步、优化结构、增强管理水平,促使其转变增长方式,从单纯的总量扩张向注重经济增长质量和效益转变。

(3) 督促各地区降低能源消费带来的污染物排放,提高环境质量,改善人民生活。

(4) 力争缩小区域差距,实现和谐发展。

因此,节能指标分解是典型的多目标决策问题,而且涵盖短期与长期、局部与整体等多方面利益考虑。

理论上说,按地区分解节能指标可以有很多方法,最简单的是全部按向下分解,或者全部由地方政府与省政府协商解决。我们认为,看一种分解方法是不是更“科学”,应看它是否能很好地体现一下 3 项原则:

#### (1) 效率最高原则

这里的“效率”包含“经济效率”和“生态效率”。经济效率最高是指节能成本最小或者单位投入节能收益最大,生态效率最高则意味着以最少的资源和最小的环境破坏来达到同样的经济效益,即指经济发展不应以损害环境为代价。

在市场机制下,要充分发挥市场主体在节能降耗工作中的主动性,必须遵循经济效率最高原则。在不同地区而言,一方面由于经济结构、能源结构和技术水平的差异,节能潜力不同;另一方面由于发展阶段、经济实力和科技水平的差异,挖掘同样节能潜力所需要投入的人力和资金成本也有区别。因此,从经济效率出

发分解节能目标，必须在分析各地不同节能潜力的基础上，考虑各地区不同的资源、劳动力、技术和资本要素价格水平，在分解过程中力争使各地边际节能收益相等。

可持续发展的目标要求生态效率，降低环境负荷、实现经济转型、提升经济发展质量是提高生态效率的核心。对河南省等中部地区，节能降耗是促进经济结构调整，减少环境污染的重要举措。

## （2）公平处理地区差异

首先，公平性原则是发展的公平。受资源、地理、历史等因素的影响，河南省各地区经济发展水平和能耗水平差距很大，发达地区享受了能源输入，却没有对能源输出地区的环境和生态损失给予足够的补偿。为了促进全省协调发展，经济相对发达、能耗水平较低的成都平原地区有义务承担较大的责任。

其次，由于单位 GDP 能耗由经济总量和能源消费总量两方面因素决定，因此，要实现全省节能降耗目标，经济总量和能源消费总量占全省比重较大的地区，相应也应该承担较高的节能目标。

再次，经济欠发达地区往往认为，只要能发展，宁愿多用能源，节能指标应该让发达地区多承担些；发达地区则认为落后地区能源利用效率低，节能潜力大，节能指标应该多承担才公平。必须认识到，“公平”是不能加剧地区差异的。经济欠发达地区如果再不顾及节能降耗，可能会使当地经济结构进一步重化，环境污染愈发严重，最终使落后地区更加落后，地区差距将越来越大。对发达地区而言，如果不顾及节能降耗，地区经济发展方向会陷入迷茫，偏离经济结构升级的大方向，错失进一步提升地区竞争力的良机。

最后，公平原则还要考虑各地的实施能力。对于经济实力强、科研和技术能力强，管理水平较高的地区，有能力完成较高的节能目标。

## （3）充分发挥主动性和积极性

从节能本身看，政府重视、公众意识高是节能降耗的重要推动力量。因此，需要充分考虑各地节能降耗决心等主观因素。

在将节能作为一种压力看待的同时，也应从发展机遇的角度来看待。节能目标分解是省政府要求地方经济工作方向转变提出的一个重要信号，体现的是一种政策导向的变化，这种导向是有益于我省走入可持续发展轨道的。地方经济工作

本身也有通过节能降耗实现可持续发展的客观要求。对于充分认识到节能降耗是发展机遇的地区，主动性和积极性必然高于其他地区。俗话说，“人心齐，泰山移”，人的主观因素可以发挥超出想象的作用。因此，调动各方的主动性，充分发挥“人”的积极性是实现节能目标的保证。

## 4.2 利用节能目标分解模型进行地市目标分解

### 4.2.1 数据处理

在对各地市的能源消费统计数据整理的过程中，发现河南省的能源统计数据存在着比较严重的误差。各地市能源消费总量之和大于全省能源消费总量（各地市能源消费总量由该市 GDP 和单位 GDP 能耗计算得到，地市能源消费总量由该市 GDP 和单位 GDP 能耗和全省能源消费总量均直接从统计年鉴获取）。这种误差的出现由于目前我国对一个企业处于不同区域的部分的能耗进行重复统计所致。表 4.1 为历年来能源数据的统计误差。

表 4.1 河南历史能源数据误差单位：万 tce

	2010	2011	2012	2013
地市和	22,466	24,557	25,365	26,847
全省	21,437	23,062	23,647	24,756
误差	1,029	1,495	1,718	2,091

为了使地市的历史数据能与全省数据保持一致对其修正如下：地市和应等于全省能源统计，根据现有的每年各地市和与全省数据之间相差的系数对各地市能耗进行修正。从 2010-2013 年的修正系数分别是：0.9542，0.9391，0.9323，0.9221。根据修正系数对各地市能耗数据和单位 GDP 能耗数据进行修正结果如表 4.2、4.3 所示。

表 4.2 修正后的河南省各地市历史能耗数据单位：万 tce

地市	2010	2011	2012	2013
郑州市	2,764	3,010	3,181	3,392
开封市	574	665	689	804
洛阳市	2,118	2,299	2,346	2,417
平顶山市	1,494	1,708	1,647	1,683
安阳市	1,839	1,977	1,935	2,063
鹤壁市	599	650	649	710

新乡市	1,174	1,293	1,358	1,441
焦作市	1,435	1,559	1,618	1,704
濮阳市	801	875	943	1,020
许昌市	1,001	1,108	1,197	1,268
漯河市	601	654	680	724
三门峡市	993	1,079	1,101	1,156
南阳市	1,150	1,232	1,263	1,316
商丘市	1,065	1,135	1,196	1,273
信阳市	842	898	946	998
周口市	645	687	736	777
驻马店市	802	930	934	976
济源市	654	721	775	836
地市和	20,553	22,479	23,194	24,557

表 4.3 修正后的河南省各地市历史单位能耗数据单位：tce/万元

地市	2010	2011	2012	2013
郑州市	0.722	0.695	0.656	0.634
开封市	0.620	0.636	0.592	0.624
洛阳市	0.913	0.881	0.817	0.785
平顶山市	1.140	1.175	1.060	1.017
安阳市	1.398	1.341	1.221	1.200
鹤壁市	1.397	1.342	1.208	1.175
新乡市	0.987	0.948	0.893	0.866
焦作市	1.152	1.104	1.029	0.980
濮阳市	1.033	1.007	0.967	0.934
许昌市	0.760	0.734	0.706	0.676
漯河市	0.883	0.849	0.787	0.767
三门峡市	1.136	1.094	0.995	0.958
南阳市	0.589	0.567	0.528	0.506
商丘市	0.931	0.898	0.851	0.821
信阳市	0.771	0.741	0.706	0.683
周口市	0.525	0.505	0.489	0.472
驻马店市	0.761	0.793	0.722	0.688
济源市	1.904	1.830	1.762	1.700
河南省	0.928	0.895	0.831	0.798

#### 4.2.2 初步分解方案

根据 2020 年河南省 GDP 预测量,以河南省“十三五”节能目标为 16%为基础,2015 年为基年,2020 年为目标年,考虑到数据的可获得性,本次研究中各市的产业结构比重采用 2013 年数据进行计算得出,2015 年的各地市单位 GDP 能耗则通过由“十二五”期间制定的能源强度下降率计算得出。结合上述计算方法对河

南省“十三五”节能目标进行分解如表 4.4 所示。

表 4.4 河南省地市“十三五”节能目标初步方案

地市	2015 年万元 GDP 能耗	2020 年全年节 能量 (吨)	2020 年基本节 能率 (%)	2020 年基本节 能量 (吨)	2020 年人均浮 动节能量 (吨)	2020 年浮动节 能量 (吨)	2020 年浮动节 能率 (%)	2020 年全年节 能目标 (%)
郑州市	0.60	14109634	6.57%	4513452	1.044	9596182	13.97%	20.54%
开封市	0.53	2762156	5.72%	749864	0.433	2012292	15.35%	21.07%
洛阳市	0.76	7249073	4.83%	2060988	0.784	5188086	12.16%	16.99%
平顶山市	0.96	3832649	3.37%	926739	0.586	2905910	10.58%	13.95%
安阳市	1.16	3849802	2.89%	1022287	0.556	2827515	7.99%	10.88%
鹤壁市	1.17	1557355	4.02%	550627	0.626	1006728	7.35%	11.37%
新乡市	0.82	3833994	4.56%	1196014	0.465	2637980	10.06%	14.62%
焦作市	0.96	4064503	4.33%	1308112	0.784	2756391	9.13%	13.46%
濮阳市	0.88	2571524	4.85%	859073	0.478	1712451	9.66%	14.51%
许昌市	0.65	4274631	6.59%	1396920	0.670	2877710	13.58%	20.17%
漯河市	0.75	2162016	5.03%	638776	0.592	1523240	11.99%	17.02%
三门峡市	0.94	2815273	4.39%	889839	0.859	1925434	9.49%	13.88%
南阳市	0.49	5577770	6.06%	1341389	0.420	4236381	19.13%	25.19%
商丘市	0.78	3216335	3.73%	808976	0.331	2407359	11.10%	14.83%
信阳市	0.66	3040986	4.03%	672455	0.371	2368531	14.18%	18.21%
周口市	0.45	3516466	7.97%	1022934	0.284	2493532	19.43%	27.40%
驻马店市	0.65	2853166	4.66%	718427	0.310	2134739	13.85%	18.51%
济源市	1.58	1489410	2.77%	697701	1.107	791709	3.14%	5.91%
河南省	0.78	72776743	5%	21374573	0.536	51402170	11%	16%

从分解结果可见，作为典型的多目标决策问题，理论上要实现节能目标优化分解，必须以实现效率最高、公平处理地区差异和体现主动性原则为目标，仅仅通过模型定量分解尚且不足，考虑因素尚且不充分。对于地市节能能力来说，不同地市的主要影响因素也各有不同。首先，GDP 增速对全部地市均有较为明显的影响，而以工业为主的地市如洛阳、平顶山等，对工业增加值的增速和单位工业增加值能耗的变化十分敏感，而以农业为主的地市如周口、驻马店，对其他部门的单位增加值能耗的变化十分敏感。因此本研究在初步计算的节能目标分解方案的基础上采用层次分析方法进行修正。

### 4.3 利用层次分析法进行地市节能评价

#### 4.3.1 节能指标分解综合评价体系

建立节能指标分解综合指标体系，目的是以自下而上的方式，针对不同目标原则在实际节能问题中的体现，选取对应指标，结合不同权重体现政策侧重和指标重要性，以综合评价的方式间接体现多重决策的要求。根据综合评价体系计算不同地区综合评价得分，为实现节能指标科学分解提供定量参考，同时也弥补了节能目标分解模型在目标合理性上的考察不足。鉴于层次分析方法能清晰问题的结构脉络，便于确定指标体系和确定权重。因此，借鉴层次分析法的思路，从分析各地区的节能潜力入手，考虑保护和改善环境质量的必要性，兼顾公平发展原则和各地区历史发展与现实定位因素等，再采用综合评价的方法，把确定经济发展水平，能源利用效率水平，节能潜力和节能难度作为第一层次的主题，再选择切实反映各个主体要求的具体指标，形成评价指标体系的整体框架。

按照不同主体建立指标体系可以间接体现效率和公平、主动性原则的各项要求，基本涵盖科学分解节能目标涉及的各个方面。既考虑了能耗水平相对较差的地区的客观困难，也兼顾了能耗水平较好地区进一步提高所面临的现实障碍，在不影响落后地区经济发展的同时，也并不是鞭打快牛，一味强调发达地区的节能责任。更重要的是，对于各个主题，都可以找到一系列指标针对性地予以反映，从而以间接量化的方式解决抽象目标原则难以衡量的问题。

为了全面反映多目标决策的各个判据，并且有助于不同地区、不同时段进行比较，在指标选取时必须遵循科学、完备、系统、可比、实用性等原则。

(1) 科学性原则

所选指标在概念上必须明确，有一定科学内涵，能够客观反映主题内容。同时，所选指标也要与河南省的实际情况相匹配，以确保指标的适用性和说服力。

(2) 全面和动态结合的原则

所选指标必须全面，要充分体现各个主题要求，既要考虑实际情况，也要考虑历史因素和预期发展。例如，经济和社会发展水平指标除了包含现阶段经济、社会发展的各方面内容之外，也要考虑不同地区的“十三五”发展预期。

(3) 系统和层次结合的原则

指标的组合应具有一定的层次和逻辑关系，并根据实际需要和指标的可获得性可以进行更进一步的细分。

(4) 可比性原则

所选指标无论是纵向还是横向都要求可比。纵向是指可以对同一地区不同阶段的状况进行比较，体现发展变化；横向是指可以对地区间进行比较，体现不同地区特点，反映地区间存在的差距。

(5) 实用性原则

选取的指标必须是现有统计指标体系中存在的指标，并可针对不同情况灵活扩充或删减；同时，对于可替代的指标，即存在较强相关性的指标，在实际评价中只取最具代表性的一种。例如，在能效指标中，只考虑单位地区生产总值能耗和单位工业增加值能耗，而不再考虑工业增加值电耗指标等。

根据上述原则及主题内容确定的节能目标分解综合评价体系见表 4.5。

表 4.5 节能目标分解综合评价体系内容

节能目标地区分解指标体系	节能必要性	单位 GDP 能耗 (tce/万元)
		单位工业增加值能耗 (tce/万元)
		人均能耗 (tce)
		二氧化硫排放量与总耗能量比重(%)
		烟尘排放量与总耗能量比重(%)
	节能能力	人均 GDP (元)
		人均地方财政收入 (元)
		单位 GDP 固定资产投资额
		每十万人高等学校平均在校人数(人)
		技术市场成交额与 GDP 的比值
	节能难度	研究和试验发展 (R&D)经费支出与 GDP 的比值
	外贸出口占地区生产总值比重(%)	

	(反向指标)	高耗能产业产值占工业总产值比例(%)
--	--------	--------------------

### 4.3.2 层次分析法评价结果

#### (1) 权重的确定

权重是反映各个指标在指标体系中的差异和对其他指标影响程度的变量,合理的权重分配要从整体优化目标出发,客观反映各个指标重要程度的不同。同时,权重也能发挥导向性作用,通过不同的赋权来体现政策取向,引导地方政府行为。

理论上,权重的确定有主观和客观两种,主观赋权是指由专家根据经验判断,确定各指标的相对权重,其方法有主观经验法、秩和比法、专家排序法、德尔菲法、专家会议法、层次分析法(AHP)等,其中较为常用的是德尔菲法和层次分析法。客观赋权法是指利用指标值所反映的客观信息确定权重的一种方法,其权重是根据各指标所提供的信息量的大小来决定的。主要方法有回归分析法、因子分析法、相关系数法、算数均数组合赋权法、连乘累计组合赋权法。

客观赋权法虽然排除了赋权时的主观性,但其赋权结果受数据的数量及取值影响较大,仅仅反映的是各个指标包含的信息量的多少或与其他指标之间的差异等。

本研究中,考虑到数据的可获性和问题的需要,我们采取主观赋权专家打分的方法。主观赋权能够将复杂的问题简单化,充分体现各类专家长期累积的知识经验。同时,不同的赋权能够体现全省和地区不同阶段的发展重点,并根据实际情况和环境变化迅速调整,灵活性和针对性较强。通过专家打分法所确定的权重如表 4.6 所示。

表 4.6 河南省地市节能综合评估指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	三级指标权重
节能必要性	能耗指标	单位 GDP 能耗 (tce/万元)	0.25
		单位工业增加值能耗 (tce/万元)	0.25
		人均能耗 (tce)	0.2
	环境指标	二氧化硫排放量与总耗能量比重(%)	0.15
		烟尘排放量与总耗能量比重(%)	0.15
节能能力	经济实力	人均 GDP (元)	0.25
		人均地方财政收入 (亿元)	0.2
	科技实力	单位 GDP 固定资产投资额 (亿元)	0.15
		每十万人人口高等学校平均在校人数(人)	0.1
		技术市场成交额与 GDP 的比值	0.1

结构调整难度	研究和试验发展 (R&D)经费支出与 GDP 的比	0.2
	值	
	外贸出口占地区生产总值比重(%)	0.5
	高耗能产业产值占工业总产值比例(%)	0.5

相对已有的指标体系而言,本研究所新建的河南省地市节能综合评估指标体系中所选取的指标更加强调指标的代表性,尽量避免指标之间的相互影响。同时为了实现对各地市的公平评价,摒弃了以往研究中大量的综合指标和总量指标,选用单位指标进行替代。

## (2) 评价结果

在确定权重的基础上,我们采用线性加权的方法计算二级主题得分,并进一步计算综合评价得分。选取线性加权模型的原因在于权数能够突出体现各分类主题对于分解结果的影响程度,以及政策侧重等因素,并且具有简便、实用的特点。而且,通过确定不同的权数组合,还可以对综合评价模型进行敏感性分析,分析不同权数选取对最终分解结果的影响等。各二级主题得分的结果表 4.7 所示。

表 4.7 河南省地市“十三五”节能综合评估二级指标得分

地市	能耗指标	环境指标	经济实力	科技实力	结构调整难度
郑州市	0.300	0.058	0.430	0.364	0.231
开封市	0.148	0.233	0.065	0.140	0.863
洛阳市	0.271	0.149	0.293	0.260	0.748
平顶山市	0.325	0.188	0.154	0.165	0.665
安阳市	0.405	0.204	0.148	0.088	0.617
鹤壁市	0.408	0.114	0.215	0.022	0.727
新乡市	0.280	0.033	0.217	0.230	0.762
焦作市	0.328	0.072	0.266	0.177	0.618
濮阳市	0.196	0.060	0.149	0.076	0.825
许昌市	0.138	0.082	0.186	0.203	0.627
漯河市	0.142	0.021	0.142	0.080	0.946
三门峡市	0.306	0.253	0.368	0.043	0.673
南阳市	0.092	0.150	0.117	0.078	0.809
商丘市	0.179	0.013	0.088	0.041	0.758
信阳市	0.191	0.038	0.180	0.013	0.847
周口市	0.000	0.062	0.007	0.010	0.979
驻马店市	0.131	0.118	0.018	0.017	0.883
济源市	0.621	0.086	0.397	0.199	0.359

### 4.3.3 聚类分析

层次分析法虽然能充分考虑各地市的实际情况,但在实际应用时难免会有一些的局限性。比如,国家或地方省份在进行地区分解时,往往要求分解结果要控制在自己“认可”的某个范围之内。但分解结果的大小是由权重及所选取的评价模型决定的,因此会造成决策者根据模型的结果不断地修改权重或评价模型,直至达到自己想要的结果。这个过程往往繁琐而复杂,容易让决策者迷失修改的方向。为了能使专家的经验得到充分的发挥,同时又不失客观公正,在实际应用中,需要另一种方法对节能目标进行分解。基于以上因素考虑,本章以节能目标地区分解综合评价体系中的数据为基础,采用聚类分析法和敏感性分析对全省的节能目标分解结果进行补充修正。

“聚类分析”是数学中的一种分析方法,它是根据不同样本的多个变量指标,找出一些能够度量样本之间相似程度的统计量,将样本分为若干类别的数据分析方法。这里我们按照系统聚类的思想,开始每个地区自称一类,然后每次将最相似的两类合并,合并后重新计算新类与其他类的距离或相近性测度,这一过程一直继续,直到所有地区归为一类为止,并类的过程可以用谱系聚类图来描述。这里,由于每个地区都有多个观测指标,因此“距离”我们定义为离差平方和法(WARD),即假定不同类别地区之间的离差平方和应该较大,以确保同一类的地区具有某种意义的同质性,不同类的地区之间具有比较显著的差异性,反映在谱系聚类图上,即相似程度最高的地区首先划为一类。多指标聚类分析的目的在于探索不同地区之间的内在关系和差别,体现同一类型地区必须承担相似节能责任,不同类型地区责任可以有所区别对待。三个二级主题指标的聚类结果树状图如图 4.1-4.3 所示

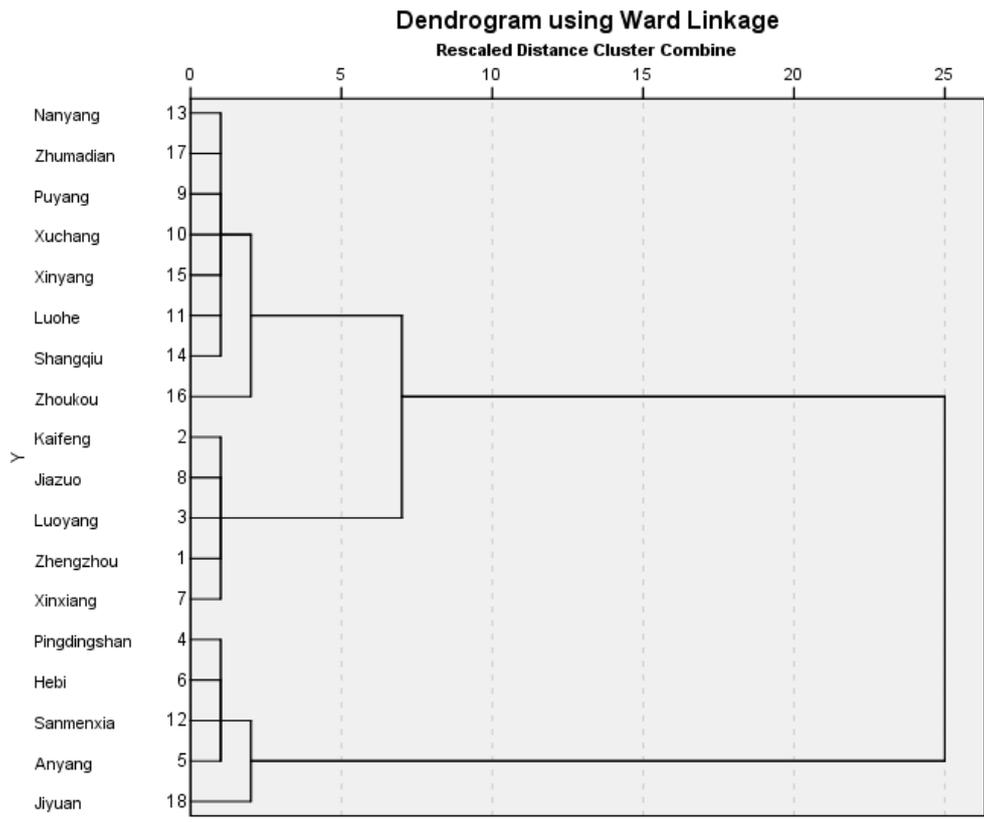


图 4.1 河南省地市节能综合评估节能必要性聚类分析树状图

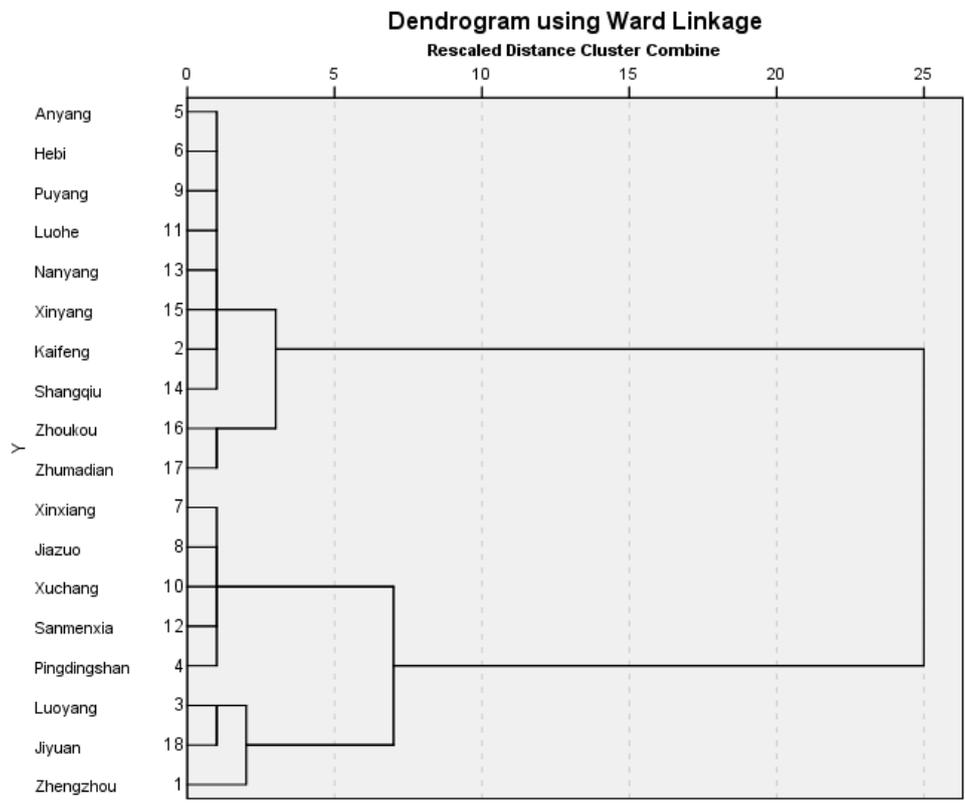


图 4.2 河南省地市节能综合评估节能能力聚类分析树状图

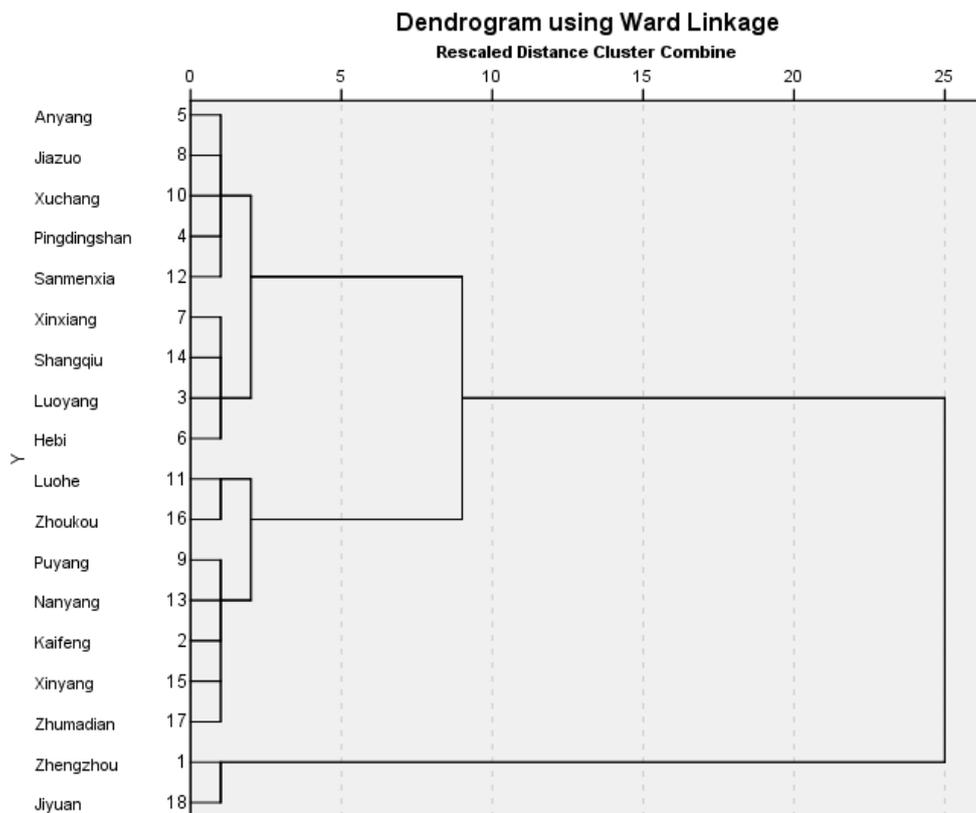


图 4.3 河南省地市节能综合评估结构调整难度聚类分析树状图

由于聚类分析的树状图结果可以发现，就节能必要性而言，聚类性质较好、节能必要性较强的地市中，能耗水平最高的济源市单独归为一类，经济相对落后，能耗水平最低的周口单独归为一类，工业比重较大，单位工业能耗较高的安阳、平顶山、鹤壁、三门峡为一类，而郑州、新乡、洛阳等工业份额大但工业单位能耗较低被聚为一类，工业比重较低而且能耗也较低的商丘、驻马店、漯河归为一类，这与我们依照选取指标和权重计算的节能必要性得分排序基本一致，也符合目前从节能降耗角度对全省和各地市进行区域划分的普遍判断。

从节能能力指标的聚类结果可以看出，节能能力类指标可以显著分为五类：经济和科技实力最强的郑州单独为一类；发展相对落后，农业比重较大的周口、驻马店为一类；近年来发展速度较快的重工业城市洛阳，济源归为一类；平顶山、焦作、许昌等较为发达的城市分为一类，其他地区为一类。这与节能能力得分排序基本一致，也是目前各地区经济科技实力的客观体现。

而相对于节能必要性，节能能力指标而言，节能难度的聚类结果也与其得分排序基本相同，但其结果与国家所要求的经济发达以及能耗总量较大地区承担更大的节能责任，充分尊重落后地区发展权的思想相悖。从产业结构演进状况来看，

除郑州处于工业化中期以外，其他城市均处于工业化前中期，产业结构偏重的现象在“十三五”期间不会有明显改变。同时，经济总量较小的相对落后地区比如周口、驻马店由于工业化程度较低，其单位 GDP 能耗相对较小，在发展的同时必然会面临工业化程度加大，单位 GDP 能耗不降反升的压力，这也是全省目前如何推进结构节能的难点和焦点所在。

#### 4.3.4 敏感性分析

为了避免权重对结果的影响，对节能必要性、节能能力和节能难度三项综合指标分别赋予七组不同权重，最后各地市的总得分如下。对于节能目标的制定来说，节能能力和节能必要性指标是最重要的因素，而产业结构的影响从长期看来由于产业结构的调整有利于提高能源利用效率，但是其难以在短时间内实现，从短期来看受到产业结构的制约能源利用效率提高的空间有限。因此本研究弱化其影响，限定其权重在 0.1-0.2 的范围内。分别确定七组权重组合为 0.6: 0.2: 0.2 组合, 0.6:0.3:0.1 组合, 0.5:0.4:0.1 组合, 0.4:0.5:0.1 组合, 0.4:0.4:0.2 组合, 0.3: 0.6:0.1 组合, 0.2:0.6:0.2 组合。七组不同权重的综合评价结果和相应的排序结果如图 4.4.4.5 所示。

其中 0.6: 0.2: 0.2 组合到 0.2: 0.6: 0.2 组合，节能能力的影响逐渐加强，以突出各地市根据各自经济社会发展水平不同而承担节能目标的不同，相对的节能必要性的因素在不断弱化。由结果对比可以发现随着节能必要性影响的不断弱化和节能能力影响的不断增强，发达地市的综合评分结果在不断升高，而较落后地市的综合评分结果在不断下降。由此可见较发达的地市如郑州、洛阳其综合评价结果受节能能力影响较大，因为其较发达的社会经济发展水平决定其可以实施更多的节能项目和工程，而较落后地市的结果受节能必要性影响较大，因为其在能源利用效率和产业结构等方面还较为落后仍有较多的节能潜力。但是无论再哪种权重方案中均可发现，济源市始终处于前两位，而驻马店和周口两市始终处于最后两位，因此可以认为济源市应该承担较大的节能目标而驻马店和周口则应承担较小的目标。

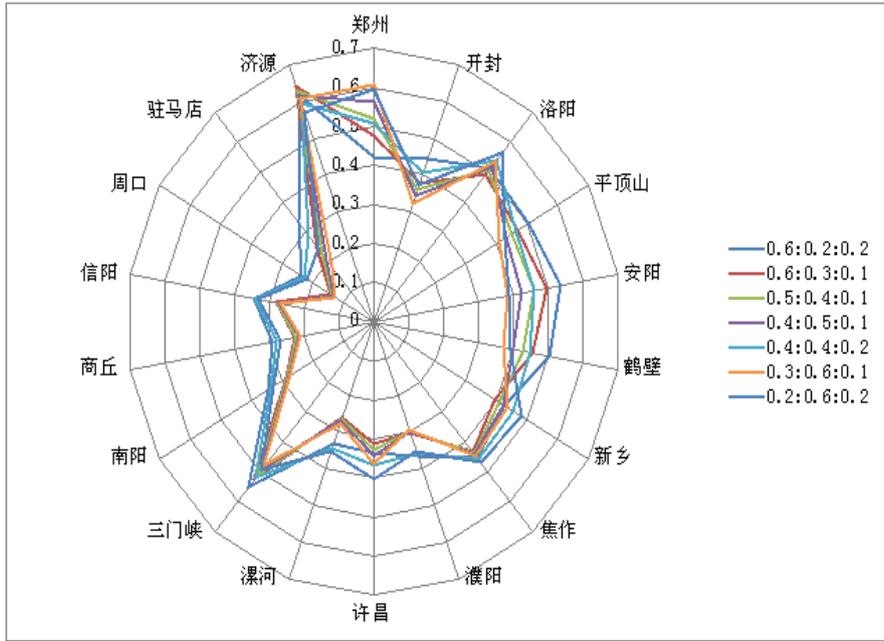


图 4.4 评价结果比较

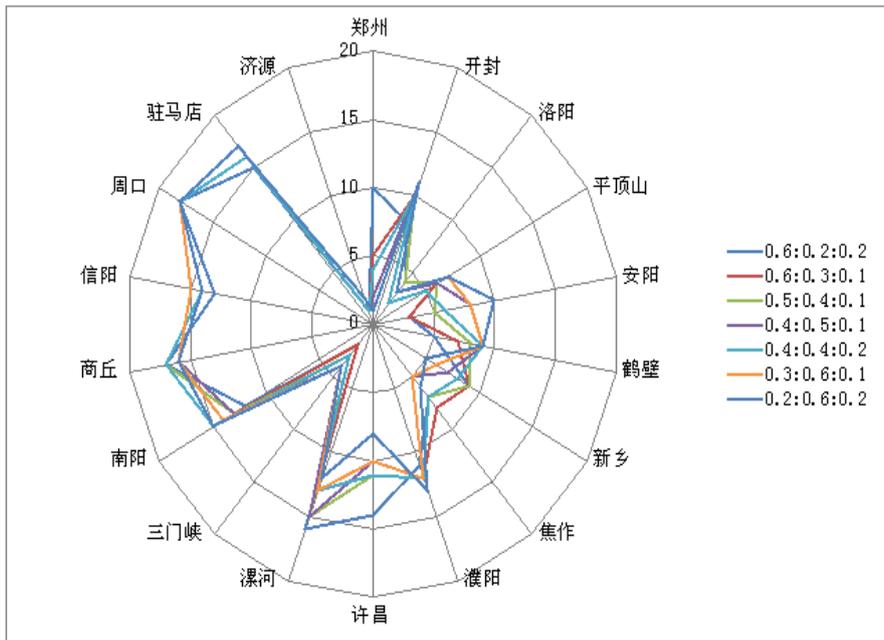


图 4.5 排序结果比较

综合考虑节能目标分配的公平性、可操作性、可实现性三原则，在本研究中选取两组较具代表性的权重组合：0.4: 0.5: 0.1 和 0.4: 0.4: 0.2 的评价结果作为地市节能目标分解方案修改的参照对象，即综合考虑各地市的节能必要性和节能能力认为两者对节能工作的影响基本相当。

## 4.4 河南省各地市“十三五”节能目标确定

### 4.4.1 结果比较与分析

根据计算结果将层次分析的综合评价结果中 0.4:0.5:0.1 和 0.4:0.4:0.2 两组权重的分析结果和初步分解方案进行对比，如图 4.6 所示。

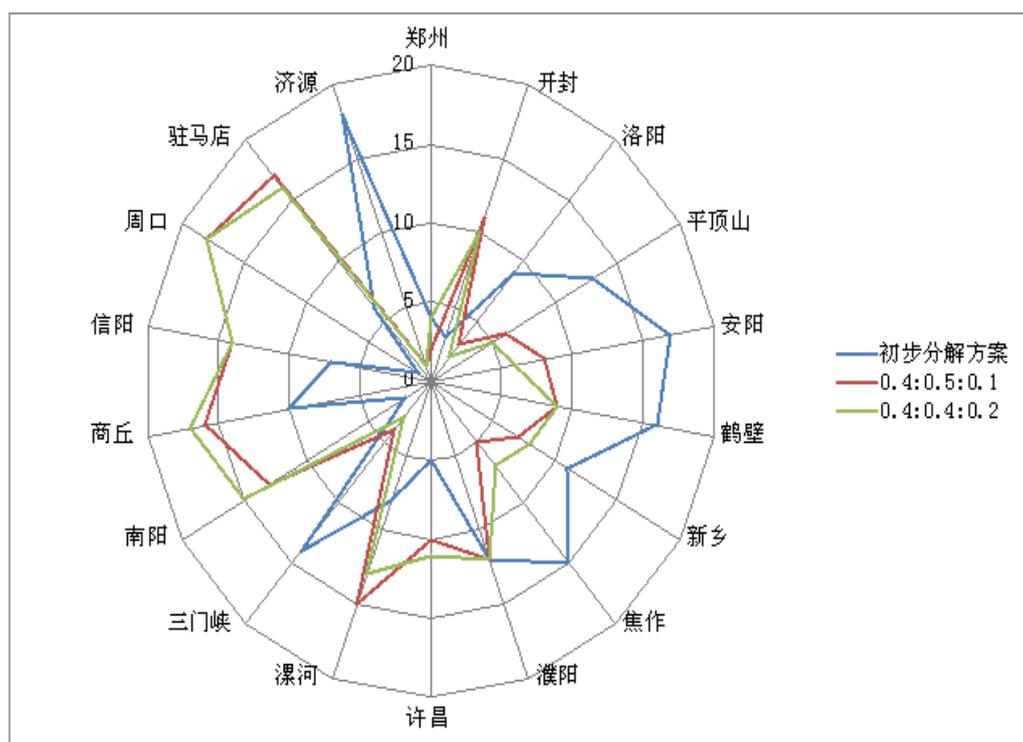


图 4.6 各地市“十三五”初步分解方案与节能综合评分排序对比图

对不同方法所得到的各地市节能目标排序结果进行比较，总体来看，经济社会发展水平较高的郑州市虽然其单位 GDP 能耗已经较低，由于其科技经济实力均较强，由于各类节能项目的开展，因此可以承担更大的节能目标。而在以工业为主的地市中，新乡市虽然产业结构偏重但是单位能耗并不高，因此不应承担过大的节能目标。而对于大部分以农业为主地市如周口、驻马店等，一方面它们的单位能耗较低，另一方面其经济发展也较为缓慢，从公平性角度出发，不应该承担过高的节能责任。

#### 4.4.2 最终分解方案

根据上述对比和分析,对节能目标模型计算结果与层次分析法综合评价结果相差较大的地市,以层次分析排序结果为准再重新对其“十三五”期间节能目标分解结果进行修正,根据结果,适宜将地区分为五类,具体的分类结果如表 4.8 所示,重新制定河南省各地市“十三五”节能目标如表 4.9。

表 4.8 河南省地市分类结果 (全省下降 16%)

	城市	目标
一类地区	郑州、济源、洛阳	18%
二类地区	平顶山、安阳、焦作、三门峡	17%
三类地区	开封、鹤壁、新乡、濮阳、许昌、南阳	16%
四类地区	漯河、商丘、信阳	15%
五类地区	周口、驻马店	14%

表 4.9 河南省地市“十三五”节能目标分解方案 (2016-2020)

地市	单位 GDP 累积 下降率	目标排序	2020 年单位	
			GDP 能耗 (tce/ 万元)	总节能量 (tce)
郑州市	18%	2	0.49	12363433
开封市	16%	11	0.44	2097697
洛阳市	18%	3	0.62	7678434
平顶山市	17%	6	0.79	4670594
安阳市	17%	7	0.96	6013997
鹤壁市	16%	9	0.99	2192676
新乡市	16%	8	0.69	4196042
焦作市	17%	5	0.79	5132883
濮阳市	16%	12	0.74	2835743
许昌市	16%	10	0.54	3389481
漯河市	15%	15	0.64	1905342
三门峡市	17%	4	0.78	3448279
南阳市	16%	13	0.42	3543726
商丘市	15%	16	0.66	3254553
信阳市	15%	14	0.56	2505225
周口市	14%	18	0.38	1796555
驻马店市	14%	17	0.56	2157751
济源市	18%	1	1.30	4537229
河南省				73719637
预期值				73402565

从 4.9 的分配结果可以看出,在实际计算过程中预期节能量值与各地市的总

和可能会存在些许的误差，考虑到能源强度目标的分解需要联系相关实践工作，按照该分类原则，对每一类地区赋予一个节能目标，在满足全省单位 GDP 能耗下降 16%的前提下，各类地区的节能目标数值可根据决策者的意愿灵活变动。这样些许的差别是可以通过后期改善的，既可以保证分析结果的客观公正，也可以充分发挥决策者的主观经验能力。

## 4.5 河南省能源消费总量控制目标地市分解

能源消费总量控制目标分解的基本思路是：借鉴单位 GDP 能耗和污染物总量目标分解考核的经验，综合考虑河南省各地市经济社会发展水平、能源消费特征、经济产业结构等因素，采用“核定基数、分解增量”的基本方法，对河南省 18 个地市进行综合评价并分类，再以全省能耗年均增速作为基准，按分类结果进行调整后，为各地市分配能耗增速控制目标。

坚持与区域发展战略相结合。充分考虑各地经济社会发展差异，把合理控制能源消费总量与区域发展总体战略结合起来，促进以农业为主的地市协调发展。

坚持与节能减排工作相结合。能源消费总量分解落实工作要与“十三五”节能减排工作紧密衔接，借鉴节能减排分解方案，做到相互支撑、项目促进，形成合力。

坚持与促进可再生能源发展相结合。能源消费总量分解落实要体现优化能源结构、加快发展可再生能源的政策导向，推动能源生产和利用方式变革。

在分解的过程，要确保各地市均能承担“共同但有区别”的责任，在控制各地市能源消费总量过快增长的同时，保证其经济可以快速平稳的发展。

### 4.5.1 建立综合指标体系确定指标权重

综合了河南省“十三五”节能目标分解的经验、相关部门分解全国目标时采用的指标体系、数据的可获得性以及专家意见，本研究选择了人均能源消费量、单位工业增加值、单位 GDP 能耗，人均地方财政收入、R&D 经费支出与 GDP 比值、单位 GDP 固定资产投资比例、外贸出口占 GDP 比重、第三产业比重、工业增加值比重等九项指标来建立综合评价体系。能源消费总量综合指标体系如表 4.10。

表 4.10 能源消费总量综合指标体系内容

能源消费总量分解综合指标体系	节能必要性	单位 GDP 能耗 (tce/万元)
		单位工业增加值能耗 (tce/万元)
		人均能耗 (tce)
		第三产业比重 (%)
	节能能力	人均地方财政收入 (元)
		单位 GDP 固定资产投资额
		研究和试验发展 (R&D)经费支出与 GDP 的比值
	节能难度 (反向指标)	外贸出口占地区生产总值比重(%)
		工业增加值比重 (%)

### (一) 指标说明

如前所述,本研究在构建指标体系时主要与能源消费情况密切相关的经济社会发展水平、能源消费、经济产业结构三方面出发来选择指标的。另一方面由于河南省各地市经济规模差距较大,大量指标的绝对值之间并不存在可比性,因此本研究均将其换算为以单位 GDP 或者人均表示的单位指标以方便不同地市之间的横向比较。而各项指标所代表分述如下。

#### (1) 能源消费类指标

能源消费类指标主要包括了三项指标分别为人均能源消费量、单位工业增加值能耗和人均一次能源生产量。其中人均能源消费量主要用于代表该地市总体的能源消费情况,其数值越大则说明该地市能源消费量大应承担越大的节能责任,更多的控制能源消费增长。而单位工业增加值能耗则用于代表该地市工业的能源消费利用效率和总体的能效水平,其数值越大则说明工业的科技水平落后,应控制能源消费的增长。而人均一次能源生产量则用于表示该地市能源生产和总体的能源供需平衡,但是由于河南省内部分地市并没有一次能源的生产,因此该指标对总体结果影响不宜过大,而其数值越大则说明该地市能源生产量大供需相对平衡,不应过多的控制其能源消费的增长。

#### (2) 社会经济类指标

该类指标主要包括了人均地方财政收入、R&D 经费支出与 GDP 比值和单位 GDP 固定资产投资比例。其中人均地方财政收入代表了该地市的总体的经济发展情况,而 R&D 经费支出与 GDP 比值表示该地市在科研方面的投入代表了科技发展情况,单位 GDP 固定资产投资比例则代表了该地市的社会发展以及再生

产情况。社会经济类指标的数值和该地市的社会经济发展水平呈正相关，其数值越大说明该地市的经济、科技实力越强更易实施各项节能措施控制能耗增长。

### (3) 产业结构类指标

该指标主要包括了外贸出口占 GDP 比重和第三产业比重。外贸出口占 GDP 比重主要反应了该地市经济对外贸出口的依赖程度，由于河南省目前出口产品仍以高能耗产品为主因此该指标也反应了该地市经济对高耗能行业的依赖，其数值越大则说明该地市的产业结构越不利于节能，在短时间较难控制其能耗的增长。而第三产业比重则反应了该地市产业结构对能耗的影响，其数值越大则说明，各地市产业结构越有利于节能，其能耗的增长相对更容易控制。

## (二) 利用 AHP 方法计算指标权重

在能源消费总量控制目标地市分解过程中，综合评价的结果主要适用于定性描述各地市的经济发展和能源消费综合情况，因此在研究中我们结合了层次分析法（AHP）来计算综合评价体系中各项指标的权重。层次分析法将目标分解为多个目标或准则，进而分解为多指标的若干层次，并在每一个层次中确定影响目标实现的几个重要因素以及重要因素的子因素，给出反映各层次中各个因素、子因素间两两比较关系的判断矩阵，再通过不同层次之间从属关系，综合计算出各个因素在整体决策问题中的权重，从而完成决策问题的整体评估过程。另外，为了判断矩阵中各因素、子因素重要性的两两比较关系的协调性，还需要对单层次判断矩阵一致性和所有层次判断矩阵的总体一致性进行检验。

层次分析法的流程图如下图 4.7:

a) 建立递阶层次结构模型。采用层次分析方法赋权时，首选要把问题条理化、层次化，构造出一个有层次的结构模型。这些层次可以分为三类：目标层，准则层，指标层。递阶层次结构中的层次数与问题的复杂程度及需要分析的详尽程度有关，一般层次数不受限制。每一层次中各元素所支配的元素一般不超过 9 个。图 4.8 表示了河南省能源消费总量控制的层次结构图。

b) 根据表 4.10 构建判断矩阵如下：

$$C = (c_{ij})_{n \times n} = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & \cdots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \cdots & c_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ c_{n1} & c_{n2} & \cdots & c_{nn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & c_{12} & \cdots & c_{1n} \\ 1/c_{12} & 1 & \cdots & c_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 1/c_{1n} & 1/c_{2n} & \cdots & 1 \end{pmatrix}$$

c) 采用和积法计算各项指标结果如表 4.11 所示

表 4.11 河南省能源消费总量控制目标分解综合评价体系

一级指标	一级指标权重	二级指标	二级指标权重
节能必要性	0.45	单位 GDP 能耗 (tce/万元)	0.3
		单位工业增加值能耗 (tce/万元)	0.3
		人均能耗 (tce)	0.3
		第三产业比重 (%)	0.1
节能能力	0.35	人均地方财政收入 (元)	0.375
		单位 GDP 固定资产投资额	0.25
		R&D 经费支出与 GDP 的比值	0.375
节能难度	0.2	外贸出口占地区生产总值比重(%)	0.4
		工业增加值比重 (%)	0.6

d) 判断矩阵的一致性检验。经计算各层次  $\lambda_{\max 1}=4$ ,  $\lambda_{\max 2}=3$ ,  $\lambda_{\max 3}=3$  根据一致性检验公式计算得 CI (一致性指标) 为 0, 说明该矩阵为一致性矩阵, 一致性检验通过。

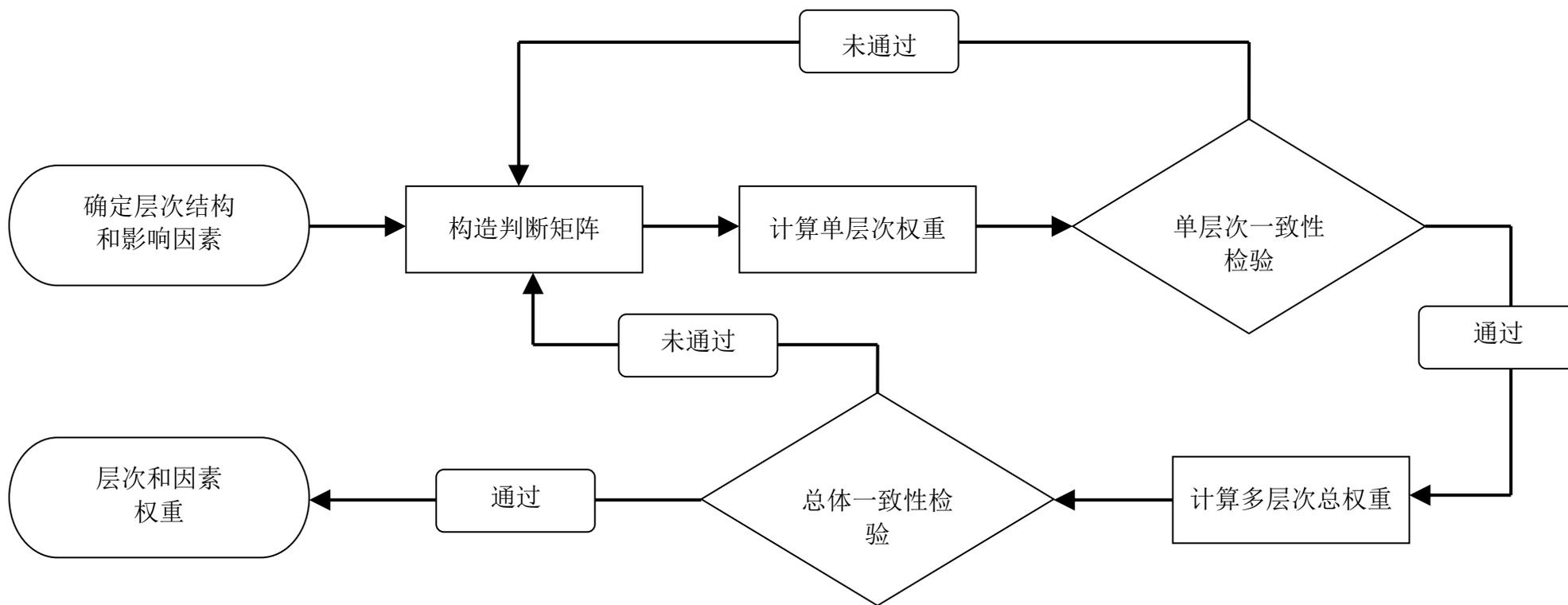


图 4.7 层次分析法流程图

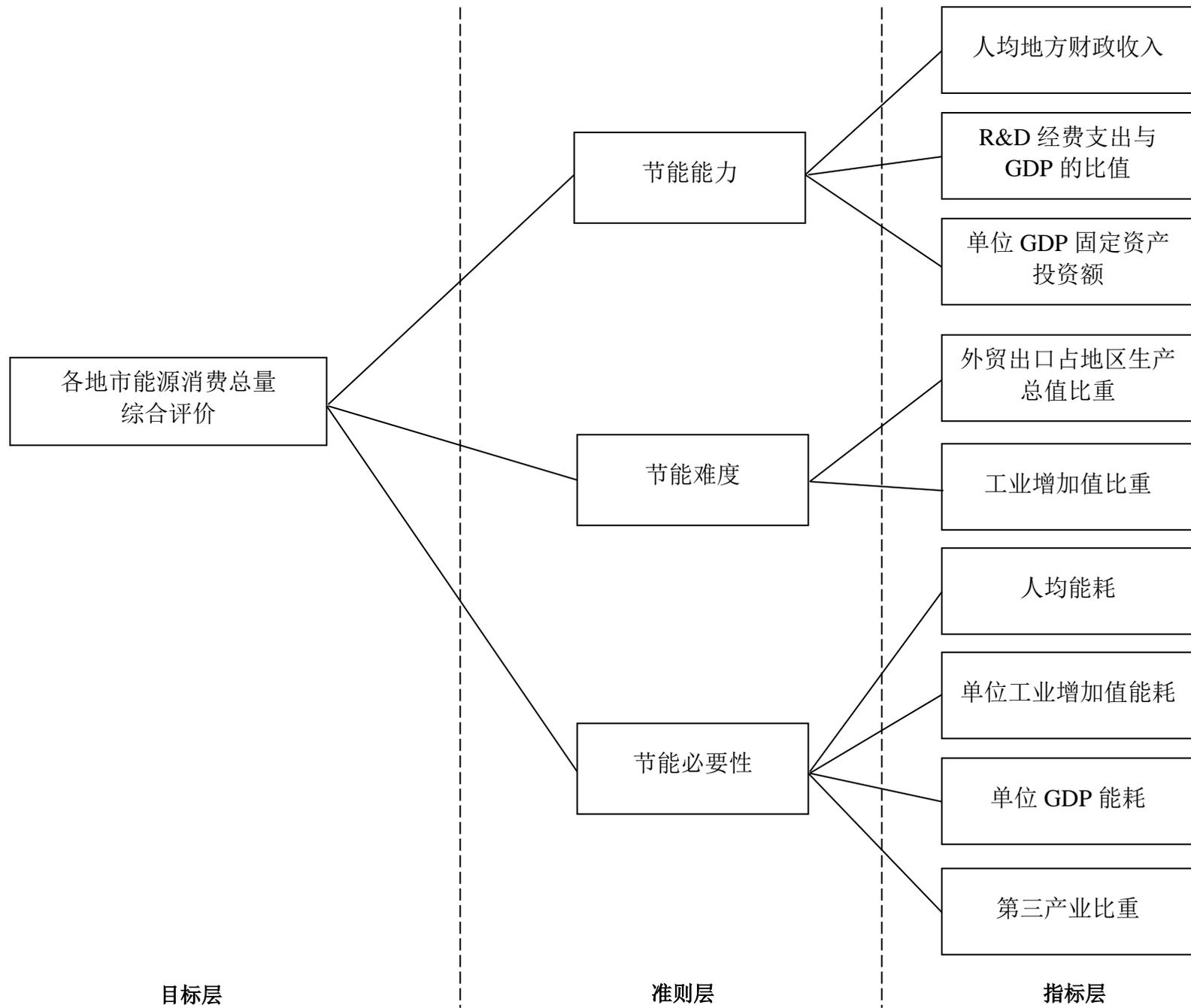


图 4.8 河南省各地市能源消费总量综合评价层次图

#### 4.5.2 河南省各地市能源消费总量综合评价结果

由于所选取的指标涉及诸多方面，有绝对量指标，也有相对量指标。不同主题指标的大小对最终结果的影响也不同。因此，需要对各项数据进行标准化处理。在数据的标准化中，首先要区分正向指标和逆向指标。在本研究构建的综合评价体系中，其中，正向指标越大则其应承担节能责任越大，因此正向指标与综合得分之间为正相关，其标准化公式为：

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \min x_j}{\max x_j - \min x_j} (1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n)$$

而逆向指标越大则说明节能越困难，因此逆向指标的值与综合得分之间呈现负相关，其标准化公式为：

$$z_{ij} = \frac{\max x_j - x_{ij}}{\max x_j - \min x_j} (1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n)$$

其中  $Z_{ij}$  表示标准化的结果， $X_{ij}$  表示原始数据， $\min X_j$  表示该项指标原始数据中的最小值， $\max X_j$  表示该项指标原始数据中的最大值。在本研究所构建的指标体系中外贸出口占 GDP 比重和工业增加值比重为逆向指标，其余均为正向指标。

在标准化数据和确定权重的基础上，我们采用线性加权的方法计算二级主题得分，并进一步计算综合评价得分。采用标准化后的数据进行计算后得到各地市的综合评价结果表 4.12 所示。

表 4.12 各地市综合评价得分

地市	综合得分	地市	综合得分
郑州市	0.5517	许昌市	0.3126
开封市	0.3732	漯河市	0.2443
洛阳市	0.5215	三门峡市	0.4358
平顶山市	0.4526	南阳市	0.3180
安阳市	0.4724	商丘市	0.3568
鹤壁市	0.4098	信阳市	0.4255
新乡市	0.5444	周口市	0.1924
焦作市	0.4237	驻马店市	0.2945
濮阳市	0.3146	济源市	0.6232

### 4.5.3 河南省各地市能源消费总量分类结果

如表 4.13, 通过对河南省各地市“十二五”期间的能源消费年均增速和全省能源消费年均增速进行对比, 可以发现“十二五”期间河南省各地市的能源消费增速处于全省平均值的 0.7-1.5 倍的范围内。

同时本研究利用 SPSS 软件对各地市的能源消费增速和全省平均值的比值进行分类, 结果显示根据各地市的能源消费增速和全省平均值的比值, 可将河南省的 18 个地市分为四类。

根据第三部分河南能源消费总量在 5 种情境下的预测结果, 选取可行性最大的低速执行情景(能源强度下降目标控制在 16%), 即河南省的能源消费总量 2020 年控制目标为 318.81 百万吨标准煤, 河南省“十三五”的能源消费增速控制目标为 3.33%。根据对历史数据的分析, 将第一类到第四类设定为全省平均值的 0.7 倍、0.97 倍、1.29 倍和 1.5 倍, 即增速为 2.33%, 3.23%, 4.3% 和 5 %。根据综合评价的得分结果, 将 18 个地市按降序排列, 平均分为四类分别赋予相应的能耗增速结果如表 4.14。

表 4.13 各地市历史能耗增速对比

	能耗增速	全省平均增速倍数	分类
开封市	7.66%	1.759	1
济源市	6.65%	1.493	1
许昌市	5.93%	1.222	2
漯河市	5.93%	1.222	2
郑州市	5.61%	1.232	2
新乡市	5.73%	1.180	2
三门峡	5.56%	1.145	2
信阳市	5.44%	1.121	2
鹤壁市	6.2%	1.278	2
驻马店	6.42%	1.323	2
濮阳市	5.01%	1.033	3
周口市	5.01%	1.032	3
洛阳市	4.17%	0.858	3
商丘市	4.53%	0.933	3
安阳市	2.72%	0.561	4
焦作市	2.8%	0.576	4
南阳市	2.62%	0.540	4
平顶山	2.98%	0.677	4

表 4.14 各地市能源消费总量分类结果

地市	省增速倍数	“十三五”分类能耗增速	分类
漯河市	1.50	5.78%	1
周口市	1.50	5.78%	
开封市	1.29	4.97%	2
商丘市	1.29	4.97%	
濮阳市	1.29	4.97%	
许昌市	1.29	4.97%	
南阳市	1.29	4.97%	
驻马店市	1.29	4.97%	
焦作市	0.97	3.73%	
信阳市	0.97	3.73%	
三门峡市	0.97	3.73%	
鹤壁市	0.97	3.73%	
平顶山市	0.97	3.73%	
安阳市	0.97	3.73%	
郑州市	0.7	2.70%	4
新乡市	0.7	2.70%	
洛阳市	0.7	2.70%	
济源市	0.7	2.70%	

#### 4.5.4 差异化调整

分类的能源消费增速并不能完全符合各地市的实际情况，因此需要进一步根据各地市实际能源消费增速和分类增速的差异，来对各地市的能源消费增速进行差异化调整。在研究中我们引入了一个调整变量来代表实际能源消费增速和分类增速的差异：

$$v_{i,j} = V_j + \alpha_{i,j} \quad (4.1)$$

公式中  $v_{i,j}$  为各地市“十二五”年均能源消费增速控制目标， $V_j$  为各类地市“十三五”年均能源消费增速控制目标， $\alpha_{i,j}$  为调整变量。即某地市的能源消费增速目标为分类增速和一个调整变量  $\alpha_{i,j}$  之和。

想要根据实际情况对分类增速进行调整，最直接方法是根据“十二五”期间的历史数据的差异进行调整，历史数据的差异即是各地市“十二五”实际能源消费增速与分类增速之差，即：

$$\varepsilon_{i,j}(12) = v_{i,j}(12) - V_j(12) \quad (4.2)$$

公式中， $v_{i,j}(12)$ 和  $V_j(12)$ 分别为各地市和各类地市“十二五”期间的年均能源消费增速， $\varepsilon_{i,j}(12)$ 即为历史数据的差异。

同时由于分类增速的分配基本思路是控制高耗能地市的能源消费增长，因此各地市的分类能源消费增速与其能源消费增长的趋势存在一定差异。本研究根据各地市的能源消费增速历史数据进行趋势分析得到其“十三五”的能源消费量，其与分类增速的差体现了“十三五”期间可能会出现实际能源消费增速与分类增速之差

$$\varepsilon_{i,j}(13) = v_{i,j}(13) - V_j(13) \quad (4.3)$$

公式中  $v_{i,j}(13)$ 和  $V_j(13)$ 分别为各地市和各类地市“十三五”期间的年均能源消费增速， $\varepsilon_{i,j}(13)$ 即为预测值和分类增速的差异。

如上所述， $\varepsilon_{i,j}(12)$ 和  $\varepsilon_{i,j}(13)$ 均体现了分类增速和实际的差异，只有将两者结合才可以充分反应分类增速和“十三五”可能的实际情况的差异，本研究取两者的平均值作为调整变量的基础组成部分。另一方面，考虑到如果不对调整变量进行限制，可能会出现由于差异过大，导致“十三五”能源消费增速控制目标波动范围过大，改变原有分类的情况。因此，本研究在调整变量  $\alpha$  中又加入了一个调整因子  $\sigma$ ，根据实际计算发现  $\sigma$  取 0.2 较为适宜。因此，调整变量  $\alpha$  的计算公式为：

$$\alpha_{i,j} = \sigma \times \frac{1}{2} \times \varepsilon_{i,j}(12) \times \varepsilon_{i,j}(13) \quad (4.4)$$

公式中， $v_{i,j}(12)$ 和  $V_j(12)$ 分别为各地市和各类地市“十二五”期间的年均能源消费增速， $v_{i,j}(13)$ 和  $V_j(13)$ 分别为各地市和各类地市“十三五”期间的年均能源消费增速， $\sigma$  为调整因子。将公式 4.2、4.3 带入 4.4 中可得差异化调整的计算公式：

$$v_{i,j} = V_j + \sigma \times \frac{v_{i,j}(12) - V_j(12)}{2} + \sigma \times \frac{v_{i,j}(13) - V_j(13)}{2} \quad (4.5)$$

分别整理和预测河南省各地市“十二五”及“十三五”期间的能源消费增速，如表 4.15 所示。

表 4.15 差异化调整数据整理

地市	“十二五”年均增速	“十二五”分类年均增速	“十三五”预期增速	“十三五”分类增速
郑州市	5.6%	4.7%	5.2%	2.3%
开封市	7.5%	5.8%	8.0%	4.2%
洛阳市	4.1%	4.7%	3.5%	2.3%
平顶山市	2.9%	4.5%	2.2%	3.2%
安阳市	2.7%	4.5%	1.4%	3.2%
鹤壁市	6.0%	4.5%	5.9%	3.2%
新乡市	5.7%	4.7%	4.6%	2.3%
焦作市	2.7%	4.5%	0.8%	3.2%
濮阳市	4.9%	5.8%	3.1%	4.2%
许昌市	5.8%	5.8%	4.0%	4.2%
漯河市	5.8%	7.1%	5.2%	4.9%
三门峡市	5.5%	4.5%	4.9%	3.2%
南阳市	2.5%	5.8%	0.8%	4.2%
商丘市	4.5%	5.8%	3.6%	4.2%
信阳市	5.3%	4.5%	4.9%	3.2%
周口市	4.9%	7.1%	4.0%	4.9%
驻马店市	6.3%	5.8%	4.9%	4.2%
济源市	6.5%	4.7%	6.4%	2.3%

#### 4.5.5 河南省能源消费总量控制目标地市分解结果

根据差异化调整计算公式 4.5 计算得到河南省各地市“十三五”能源消费增速控制目标和能源消费总量控制目标如表 4.16 和 4.17 所示。

表 4.16 河南省各地市能源消费增速控制目标

地市	控制目标	地市	控制目标
郑州市	2.66%	许昌市	4.18%
开封市	4.74%	漯河市	4.77%
洛阳市	2.34%	三门峡市	3.42%
平顶山市	2.89%	南阳市	3.53%
安阳市	2.79%	商丘市	4.01%
鹤壁市	3.58%	信阳市	3.41%

新乡市	2.60%	周口市	4.57%
焦作市	2.74%	驻马店市	4.32%
濮阳市	3.99%	济源市	2.86%

表 4.17 河南省各地市能源消费总量控制目标

地市	2015 年能源消费量（万吨标煤）	“十三五”年均增速	2020 年能源消费量（万吨标煤）	“十三五”能源消费增量（万吨标煤）
郑州市	4090	2.7%	4663	573
开封市	834	4.7%	1051	217
洛阳市	2470	2.3%	2773	303
平顶山市	1894	2.9%	2184	290
安阳市	2064	2.8%	2369	305
鹤壁市	764	3.6%	911	147
新乡市	1573	2.6%	1788	215
焦作市	1564	2.7%	1790	226
濮阳市	968	4.0%	1178	210
许昌市	1267	4.2%	1555	288
漯河市	759	4.8%	958	199
三门峡市	1234	3.4%	1460	226
南阳市	1349	3.5%	1604	255
商丘市	1989	4.0%	2420	431
信阳市	1234	3.4%	1459	225
周口市	870	4.6%	1088	218
驻马店市	1109	4.3%	1370	261
济源市	854	2.9%	983	129
全省	26987	3.2%	31603	4616

对各地市能源消费总量控制目标，进行核算得到全省的能源消费总量为 31603 万吨标准煤可以满足中速执行情景下，省级能源消费总量控制目标的要求 31692 万吨标准煤，同时也满足能源强度目标下降 16%。

## 5 河南省“十三五”节能双控目标实施途径

基于对河南省未来能源需求和节能目标分解的研究,本研究从调整产业结构,提高企业能源利用效率,优化能源结构等三个方面,提出河南省“十三五”及未来的能源消费总量和能源强度控制的实施途径。

### 5.1 河南省省级节能双控目标实施途径

#### 5.1.1 调整产业结构

产业结构的调整仍将是河南省节能的主要措施。进一步优化三次产业结构,坚持“稳一产、强二产、增三产”的发展方针,推进产业融合和区域错位协调发展,实现产业结构优化升级。促进经济增长由主要依靠第二产业带动向依靠第一、第二、第三产业协同带动转变,继续巩固强化工业的主导地位,大力推进新型工业化进程,提升工业发展质量。以信息化带动工业化,扩大产业规模、优化产业结构、提高产业水平,增强自主创新能力。坚持大集团引领、大项目支撑、集群化推进、园区化承载,推动产业融合,实现“河南制造”向“河南创造”、“河南服务”转变,着力构筑高端化高质化高新化的产业结构。

##### (一) 促进农业产业化经营, 加快发展现代农业

按照在工业化、城镇化深入发展中同步推进农业现代化的要求,优化布局,创新模式,搞好现代农业示范园区建设,加快发展现代农业。继续加快农业结构调整,提高粮食综合生产能力,发展优势特色产业。大力发展农产品加工业和流通业,壮大农业产业化龙头企业,提高农业的组织化程度和集约化水平,积极发展农业专业合作社,提升农产品的效益和竞争力。加强以水利为重点的农业基础设施建设,健全农业技术推广、动植物疫病防控、农产品质量监管等公共服务机构和新型农业社会化服务体系。发挥中原现代农业科技示范区辐射带动作用,加快农业科技创新和推广应用,加快农业发展方式转变,促进农业发展由主要依靠资源消耗向资源节约型、环境友好型转变。

##### (二) 调整优化工业结构, 提升制造业整体竞争力

一是根据产业发展空间,着力提升产业集群发展水平。按照产业集群和循环经济的理念加快工业园区建设,以提高产业集中度为重点,重点支持工业园区特色产

业链延伸配套，提升土地集约利用水平，延伸产业链条，加快建成一批主导产业突出、产业配套程度高、商务成本低的高成长型特色工业园区。以郑州航空港经济综合实验区、国家级高新技术开发区、经济技术开发区和发展条件比较好的产业集聚区为中心，发展电子信息智能装备、生物医药、新能源汽车等战略新兴产业集群，加快建设步伐、完善服务功能，优先保障工业园区、开发区、重点区块项目建设用地的需求。以特色工业园区为依托，推进区域经济发展的集聚效应，形成分工合理、主业突出、比较优势得以发挥的产业结构。扩宽视野，积极吸引国内外优势企业转移来豫，投资建设。

二是大力推进工业转型升级，着力推进产业结构向中高端迈进。加快全省工业转型升级，积极推进以智能制造为主导的第四次工业革命的发展，实现信息技术、生物技术、新材料技术、新能源技术的广泛渗透，推动工业领域的智能化、绿色化。加大技术改造力度、培养自主创新能力，推进信息化与工业化深度融合，推进产业链式发展，加快园区循环化改造。以 44 个产业发展专项为抓手，建设一批龙头型、基地型项目，把做大做强市场空间大、增长速度快的电子信息、装备制造、汽车及零部件、食品、现代家居、服装服饰等高成长性制造业发展，放到建设先进制造业大省的突出位置，构筑河南制造业竞争新优势；大力培育发展生物医药、节能环保、新材料、新能源等战略性新兴产业，精心选择重点突破领域，加快形成新的经济增长点；对冶金、化工、建材、轻纺等传统支柱产业进行脱胎换骨改造，加快转型升级步伐。

三是推动工业化和信息化深度融合，着力发展智能制造。积极推进制造业数字化网络化智能化，以局部突破带动制造业生产模式和产业形态整体跃升，在智能制造生产模式和发展新业态上取得明显进步。力争在制造过程广泛应用数字化，建成一批数字化车间和智能工厂；一大批企业运用物联网、云计算、大数据等手段开展生产经营，智能装备的产值和应用比重明显提升，加快由生产制造型企业向生产服务制造型企业转变；工业机器人及智能装备基地初步显现。

四是自主创新和开放创新结合，着力提升创新驱动发展水平。把提升产业创新能力作为建设先进制造业大省的关键环节。立足现有产业、平台、人才基础，积极推动自主创新，充分利用两个市场、两种资源，谋划促进开放创新，努力在科技、企业、产品、市场、商业模式等创新上取得新成果，把建设先进制造业大省的基

础做实到产业应变能力强、新产品开发节奏快、产品适应需求好、企业销售效率高上。力争主要行业技术创新能力达到国内先进水平，高端制造技术体系进一步完善，企业信息化水平大幅提高，自主创新体系持续完善。

五是做强龙头企业和放活中小企业，着力深化改革增强活力。把激发企业活力作为建设先进制造业大省的重要举措，坚持企业主体地位，充分发挥企业家的作用，完善政策支持引导，营造良好市场环境，形成大企业顶天立地，中小企业铺天盖地的生动局面。突出抓好实施“双百”企业和 500 家集群龙头培育计划，做大做强一批龙头企业；积极营造有利于大众创业、市场主体创新的政策制度环境，培育壮大一批创新型、“专、精、特”型中小企业；亲商、爱商、尊商、富商，激发企业家创新创造激情，不断壮大企业家队伍。

### （三）加快发展现代服务业，提高第三产业比重和水平

适应产业结构优化升级新需求，把推动服务业大发展作为产业结构升级的战略重点，坚持服务发展与扩大内需、培育新的经济增长点、扩大就业相结合，实现社会化、市场化、产业化发展；大力发展物流、金融、研发设计、科技信息等生产性服务业，加快培育保险、文化传媒、会展等现代服务业，运用高新技术和现代经营方式改造商贸、餐饮等传统服务业；抓好国家级和省级服务业综合改革试点，依托区位优势，加快发展总部经济，打造服务业新亮点，实现生产性服务业功能明显增强，生活性服务业不断提升，农业综合服务体系有较大改善，特色服务业得到较快发展，全面提高服务业综合竞争力。

## 5.1.2 提高企业能源利用效率

一是加强企业节能技术改造，鼓励企业发展创新型的生产和消费模式。由政府主管部门引导，以能效对标、电力需求侧管理等节能管理措施为抓手，通过推广企业自愿节能协议，完善节能技改激励措施，根据各个工业行业企业的实际情况，推进企业的节能技术改造和节能技术的推广。坚持节能优先，以电力、工业、建筑和交通领域为重点。电力方面，实施煤电升级改造行动计划，实施老旧煤电机组节能减排升级改造，现役 60 万千瓦（风冷机组除外）及以上机组力争 5 年内供电煤耗降至每千瓦时 300 克标准煤左右。工业方面，实施工业节能行动计划，严格限制高耗能产业和过剩产业扩张，加快淘汰落后产能，提高电机、内燃机、锅炉等重点用能设备能效，推进工业企业余热余压利用。建筑方面，实施

绿色建筑行动计划，加强建筑用能规划，实施建筑能效提升工程，加快绿色建筑建设和既有建筑改造，推行公共建筑能耗限额和绿色建筑评级与标识制度，大力推广节能电器和绿色照明，积极推进新能源城市建设。交通方面，实行绿色交通行动计划，完善综合交通运输体系规划，加快推进综合交通运输体系建设。积极推进清洁能源汽车和船舶产业化步伐。加快发展轨道交通和水运等资源节约型、环境友好型运输方式。

二是建立节能标准机制，营造节能标准化格局。节能标准是国家节能制度的基础，是提升经济质量效益、推动绿色低碳循环发展、建设生态文明建设的重要手段，是化解产能过剩、加强节能减排工作的有效支撑。企业坚持准入倒逼，加快制修订强制性能效、能耗限额标准，发挥准入指标对产业转型升级的倒逼作用。坚持标杆引领，研究和制定关键节能技术、产品和服务标准，发挥标准对节能环保等新兴产业的引领作用。坚持创新驱动，以科技创新提高节能标准水平，促进节能科技成果转化应用。坚持共同治理，营造良好环境，形成政府引导、市场驱动、社会参与的节能标准化共治格局。

三是进一步推广合同能源管理。以工业企业为重点推广合同能源管理，鼓励中小型工业企业充分利用合同能源管理技术和资金优势实施节能改造，同时逐步向公共机构、居民生活、农业等多领域转变，扩大节能服务范围。建立第三方节能量监测与核证机构，对合同能源管理项目节能量进行核证，避免出现项目纠纷。将金融信贷信用与合同挂钩，完善金融信贷信用资质与合同挂钩的政策与机制，通过金融信贷资质限制恶意违约的情况出现。建立合同能源管理信息平台，对全省范围内的合同能源管理项目实施备案，同时在信息管理平台上予以公示，实现多方监督和打包完成节能项目。建设节能投融资平台，为节能服务公司提供融资担保等业务，带动更多的市场资金进入节能产业，并推动节能服务公司持续发展。培育核心企业，有目标、有针对性的选择一批基础条件好、市场潜力大、整体带动性强的专业节能服务机构给予全方位支持，积极引导拥有关键技术的企业直接与节能服务公司联合进入节能市场。

四是鼓励企业向产业集聚发展，构建低碳循环生产空间。企业向产业集聚方向发展可以有效的整合区域资源，实现优势互补，统筹区域产业布局，构建低碳循环的重点产业发展格局。产业集聚承接产业转移和培育发展新型业态，以龙

头企业和配套企业为重点,实施一批重大项目,着力提升产业集群发展水平;产业集聚优化营商环境和公共服务能力建设,以技能培训、融资服务、技术创新、物流设施、生活配套、行政服务为重点,着力提升配套服务水平,完善环保基础设施,大力发展循环经济。

### 5.1.3 优化能源结构

第一,降低煤炭消费比重,优化发展清洁化石能源。强化矿区总体规划指导作用,重点开发平顶山、郑州矿区,稳步开发焦作、鹤壁、义马、永夏矿区,积极推进后续资源开发。推进煤炭清洁合理利用。健全煤炭分级利用体系,合理布局建设矿区群矿选煤厂,应用先进技术和设备改造现有选煤厂,提高煤炭洗选加工比重,减少煤炭运输和原煤直接利用。按照煤种最佳用途,合理配置用于发电、炼焦、煤化工等领域,延伸以煤为主的产业链。推进洁净煤技术产业化,积极发展现代煤化工,加快推进大型煤制烯烃等煤炭深加工项目,限制省内新建煤制气项目。

第二,加大天然气开发力度,着力扩大天然气利用规模。大力开发利用煤层气。加快煤层气资源勘查,依托河南省煤层气开发利用有限公司等企业,加强煤层气抽采利用技术研发推广,促进煤层气产业化发展。推进采煤采气一体化开发,加快建设焦作、鹤壁、平顶山、义马、郑州等规模化抽采矿区,配套建设煤层气浓缩、运输等工程。积极推进低浓度煤矿瓦斯利用和提纯,鼓励建设瓦斯发电、民用燃气等项目,提高煤矿瓦斯利用率。大力推进页岩气勘探开发。在继续推进东濮凹陷及外围常规天然气资源勘探开发的同时,依托省煤层气公司等企业,采取多种合作形式,以温县、中牟、东濮、洛阳—伊川、泌阳、南阳、济源、汝州、周口等区域为重点,大力推进页岩气等非常规天然气资源勘探开发,加强技术引进和研发攻关,争取早日实现规模化开采。全面推进“气化河南”工程。重点依托国家干线输气管道,加快省级干线和配套支线建设,尽快将管道燃气覆盖到各类用气集中区域,率先实现“气化郑州”,逐步建成以豫南、豫北2个省级环网为骨干,通连市县、延伸城乡,多种资源互通互补统一调控、省市县和上中下游协调有序的供气网络。积极建设液化天然气等应急调峰设施,完善天然气应急储备体系。统筹利用省内煤层气、页岩气、煤制气、生物质制气、煤矿瓦斯、焦炉煤气等燃气资源,支持建设主产气区至附近省级干网或市域支线的连接线,实现“就

近入网”和与常规天然气管网互联互通。

第三,大力发展可再生能源。加大对新能源和可再生能源发展的扶持力度,加强新能源和可再生能源利用。以生物质能、风能、太阳能和地热能为重点,加强河南省内可再生能源的利用。积极发展生物质能和地热能。坚持统筹兼顾、因地制宜、多元发展的方针,制定生物质能和地热能开发利用规划,积极推动生物质能和地热能清洁高效利用,推广生物质能和地热供热。重点推进秸秆纤维乙醇产业化,逐步实现燃料乙醇非粮替代,在南阳市开展示范的基础上向全省推开,因地制宜推广醇气、醇电、醇化电联产等模式,积极发展生物丁醇、微藻生物柴油等其他先进生物质能源化工产业,做大做强相关装备制造业,形成豫西南、豫东和豫北3个百万吨级纤维乙醇先进生物质能源化工产业区。结合大中型畜禽养殖场粪便处理、垃圾填埋气收集、城市有机垃圾和污水处理、工业有机废水处理,积极建设大中型沼气工程,大力推广车用生物天然气、沼气发电和集中供气等高值化利用方式。推动餐厨废弃物生产沼气和生物柴油产业化,开展林木果实生产航空生物燃料试点。稳步推进城市生活垃圾发电等能源化利用。大力发展风电。按照集中与分散开发并重的原则,加强风能资源勘测开发。以伏牛山区、大别山区、太行山区等浅山丘陵区为重点,加快集中开发型风电场建设。在用电负荷中心附近区域,因地制宜推进分散式接入小型风电项目建设,积极探索推广风电与其他分布式能源相结合的互补开发模式,实现分散的风能资源就近分散利用。适时推进低风速风能资源规模化开发利用。加快发展太阳能发电。大力发展光伏发电,积极创建分布式光伏发电规模化应用示范区,推广与建筑相结合的并网光伏发电系统,鼓励在有条件的产业集聚区、高新技术开发区、生态农业园区安装屋顶光伏发电系统,与用电负荷相匹配,就近接入、就地消纳。进一步提高太阳能热利用普及率,大力推广应用太阳能热水器和新型太阳能热水系统,积极研究应用季节性储热技术。推进供暖、制冷、空调系统、工商业用热等太阳能中温利用技术研发和推广。

第四,积极发展建设分布式能源。紧紧抓住国家加快建设天然气分布式能源的有利时机,在工业园区、产业集聚区、生态园区、大型商业设施、医院等能源负荷中心,规划布局建设区域分布式能源系统和楼宇分布式能源系统,提高能源综合利用效率。建立和健全科技创新激励和保障机制、加大对分布式能源技术研

研究与开发的投入、促进技术转让、完善产业创新体系等；设立分布式能源技术研究的专项资金，扶持和鼓励河南省内企业引进、消化、吸收国外先进技术，并在此基础上自主创新；支持可再生能源资源丰富的城市建设新能源示范城市，采用多样化的新能源利用技术，推进太阳能、生物质能、地热能等新能源综合应用，满足城市电力、供热、制冷等能源需求，形成新能源利用的局部优势区域。

第五，安全发展核电。依托中国核工业集团、中国广东核电集团、中国电力投资集团等专业核电开发企业，稳步推进南阳、信阳、洛阳、平顶山等核电项目前期工作，积极争取建设条件较好的核电项目纳入国家规划并做好核电厂址保护工作，争取南阳核电项目尽早开工建设，有序推进其他具备条件的核电项目建设。科学确定设防标准，提高能源基础设施抗灾能力。切实加强能源安全生产，强化企业主体责任，严格责任追究，加大对核电设施保护力度，积极推广应用安全生产新技术和先进管理经验。

## **5.2 河南省地市级节能双控目标管理体系**

### **5.2.1 节能双控目标预测预警体系**

#### **（一）完善节能双控目标预测预警体系**

一、组织建设。制度的实施必须有相应的组织保障，能源问题涉及多领域、多部门，为加强能源战略决策和统筹协调，需设立高层次的议事协调机构，负责研究拟订能源发展战略，审议能源安全和能源发展中的重大问题。建立节能双控目标预测预警信息收集、研究和发布的常设机构，该机构有比较固定的研究队伍。建立该机构与能源决策部门之间的沟通和协调机制，以有效支持国家的能源决策和管理。

二、预警信息发布机制。建立不同层次的节能目标的预警信息发布机制。节能目标预测预警信息服务于国民经济建设，应定期、公开发布相关信息，供社会相关部门提供参考。同时，也应为某些重点行业和重点部门，提供有针对性的信息报告和咨询服务。

三、推行“红、黄、蓝”三元预警制度。对能源消费增长过快的企业及时实行预警调控。把中期目标完成量达标的企业归为蓝色企业，使之健康发展，中期目标完成度在 80% 以上的企业归为黄色企业，对其进行警告并重点关注，同时要

求受到警示的企业制订预警应急方案,制定相应措施,查找问题,抓紧整改,确保完成节能减排的目标任务。中期目标完成度在 80% 以下的企业归为红色企业,进行停业整顿。通过三元预警制度,加强能源消费总量调控,强化节能减排监管,促进产业结构向低能耗、低污染、低排放的方向转型。

四、预警信息应急机制。节能目标预测预警还须对警情出现以后的应对机制提出建议性或强制性对策。警情应对机制包括长期性政策方向制订、短期性应对策略、以及突发事件应急措施。针对不同的预警警级,制订不同的应对方案。主要应急措施包括:(1) 宣传教育。及时公布信息,正确引导社会舆论。(2) 增加供应。比如启动备用产能、保证重点能源产品生产、及时修改产品质量标准等。

(3) 抑制消费。可选择限制小型汽车出行、限制一次性加油量、拉闸限电、定额配给等强制性措施和自愿性措施。(4) 控制出口。(5) 燃料替代。(6) 临时财税优惠或援助。(7) 建立行业、产业能源消费总量控制基金。

## (二) 深化节能双控目标预测预警的方法学研究

一、加强理论研究。节能目标预测预警理论研究应朝着两个方向发展,一是预测预警的深度,二是预测预警的广度。预测预警的深度是指节能目标预测预警应建立在对能源和经济系统深入了解的基础上,预测预警只有建立在更为细致的行业分析上,才能增强预测预警结论的有效性,同时也有助于找到更为合理的排警措施。能源预测预警的广度是指能源预测预警应立足于宏观,立足于综合性的能源-经济系统,立足于对整个国民经济和社会的影响,进行综合性的战略预警分析。

二、完善指标体系。完善能源统计指标体系,增加和完善地区能源进出口、地区能源核算等数据,加强能源消费和市场统计,研究建立节能指标体系,以适应能源预测预警对能源信息的需要。应提高预测预警指标的代表性和准确性,在指标数据的可获得性和数据指标的代表性之间进行平衡,选取具有代表性、容易获得、特别是容易通过公开途径获得的数据指标。能源预测预警体系对能源统计工作提出了新的要求,应尽可能将相关指标纳入到能源统计体系。

三、加强模型研究。数学模型是节能双控目标预测预警定量研究的重要工具。量化是节能目标预测预警基本要求,同时节能目标预测预警也需要对未来的经济发展和能源供需进行预测,因此模型研究在节能目标预测预警中具有十分重要

的意义。虽然许多国际上较为先进的模型已经在国内得到了一定的应用,如 SGM、MARKAL、AIM 和 LEAP 模型等,还要从我省的实际情况出发,加强研究投入,建立符合河南省省情的模型体系。应保持能源经济模型开发研究持续性和长期性,避免因单一研究或项目开发模型,而缺乏相应后续的研究和完善。只有经过长期研究和应用检验,才能建立起具有权威性、适合于我省省情特点的能源经济系统模型。

### **(三) 建立能源预测预警系统的保障措施**

建立节能双控目标预测预警系统是一项十分艰巨的工作任务,需要充分利用各方面的资源,综合考虑各项配套措施,整体推进。

一、加强人才培养。开展节能目标预测预警工作要建立一支强有力的专家队伍,对缺项数据、错误数据进行核查、估算,对预测预警结果进行分析判断,并提出相应的政策建议。同时加强能源统计人才培养,加大能源人才的培养和输送力度,尽量营造良好的环境,逐步积累经验,提高工作质量,逐步形成节能目标预测预警的人才库。

二、全面整合数据渠道。对节能双控目标预测预警来说,数据是基础。如缺乏全面的能源分布结构和使用结构、节能降耗、能源市场、地区能源核算等数据,难以适应国家宏观管理和社会对能源信息不断增长的需要。能源经济的数据统计、预测预警工作涉及到多个部门,需要加强这些部门的协调配合,政府部门要与相关行业协会、企业、研究机构密切合作,及时沟通和交流信息。当前,我省应利用研究和建立能耗的指标体系,监测体系和考核体系的有利契机,进一步规范能源的统计体系;应出台相关规定,明确各级统计部门、行业协会和能源企业在能源统计方面的责任;应尽快建立统计数据的检测评估机制,并建立对重大节能目标预测预警信息公开发布的审查制度,确保这些信息的严肃性、权威性。研究建立省能源局、统计局、行业协会、大型能源生产企业、重点耗能企业的网络连接,由省能源局和省统计局对能源信息进行全面、系统的管理,对能源信息进行及时准确地搜集、整理、储存和传递,为建立预测预警系统服务。

三、加大财政资金的支持力度。建立一个官方的能源经济统计分析预测体系,需要政府在资金投入和人员配备方面给予大力支持。建立节能双控目标预测预警系统是一项复杂的系统工程,包括建立网络通信系统、开发软件系统、数据库的

日常维护和更新，对一些重大指标进行专门的课题研究和论证、对国内外能源预测预警系统现状和经验的考察等。

## 5.2.2 能源消费总量预算管理体系

为深入贯彻落实科学发展观，加快推动经济发展方式转变，促进节能减排工作取得更大实效，根据国家合理控制能源消费总量工作要求，结合河南实际，制建立能源消费总量预算管理体系。

### （一）总量的控制

能源消费总量预算指标包括控制总量、可用增量和预支增量。控制总量，是指在一定时期内最大允许的能源消费总量。

一、能源消费总量任务和节能目标分解。根据国家下达的合理控制能源消费总量任务和节能目标，结合经济社会发展水平、能源生产和消费结构等，确定全省能源消费控制总量，每年向各市进行分解。各市能源消费控制总量根据上年控制总量、实际消费量和省分解确定的年控制增速确定。各市人民政府应将控制总量分解到下一级人民政府和重点用能单位，明确目标责任。各地应通过优化能源和产业结构、提高能源开发和转换效率、强化节能降耗和能源需求侧管理等措施，确保能源消费控制总量落实到位。

二、政府部门负责对能源消费总量的控制和预算管理。省发展改革委、能源局（以下简称省主管部门）负责全省能源消费总量控制和预算管理。各市发展改革委（能源局、办）（以下简称市主管部门）负责本市能源消费总量控制和预算管理。省、市统计部门负责能源消费总量的统计和核定，并配合省、市主管部门开展能源消费总量控制和预算管理。能源消费总量预算指标纳入对省辖市、省直管试点县（市）（以下简称市）万元生产总值能耗下降目标（以下简称节能目标）的年度考核。结合节能目标统计考核，以工业能源消耗为重点，建立合理控制能源消费总量季报和定期督导制度，对能源消费和用电量增长过快的地区实行预警、约谈。

### （二）增量的管理

可用增量，是指在一定时期内最大允许增加的能源消费量。预支增量，是指在一定时期内为满足经济社会发展需要允许增加的预期能源消费量。对削减能源消费存量和新增“开口”能源利用量大的地方，分配较多的可用增量和预支增量。

“开口”能源，是指“十二五”期间新增的暂不纳入考核统计的可再生能源、煤矸石煤泥发电、煤层气与页岩气、余热余压发电。

一、各地市能源消费可用增量和预支增量的确定方法。各市能源消费可用增量在当年控制总量相对于上年度实际能源消费总量净增量的基础上，结合能源消费存量削减和“开口”能源新增利用量确定，并按领域分工业、居民生活、其他三个部分进行管理；各地能源消费年度预支增量以当年可用增量为基础，根据上年控制总量和节能目标的完成情况浮动一定比例确定，并按领域分工业、居民生活、其他三个部分进行计划。浮动比例按照上年控制总量和节能目标任务均完成、仅完成节能目标任务或仅完成控制总量任务、上年控制总量和节能目标任务均未完成，由高到低分为三档。

二、鼓励各地通过淘汰落后产能、技术改造等节能降耗措施加大能源消费存量削减力度，同时大力发展“开口”能源，扩大能源消费可用增量和预支增量。各地新增“开口”能源利用量暂不计入能源消费控制总量。

三、各地应重点加强对工业新投产项目和工业新增能源消费量的监测监控，确保全年实际新增能源消费量在年度可用增量限度内。

四、拟建固定资产投资项目所需能源消费量，原则上应按项目所属领域从当地年度预支增量中列支，并不得突破。结合固定资产投资项目节能评估，建立能源消费预支增量支出登记制度，在批复项目节能评估文件时，按照管理权限分别由省、市主管部门对固定资产投资项目所需能源消费量进行登记。

五、各地应加强对备案项目所需能源消费量的评估登记。完善河南省企业投资项目备案系统，企业在申请项目备案时，应一并填报所需能源消费有关情况。省主管部门按月汇总各市能源消费预支增量支出情况。市主管部门应按月上报固定资产投资项目所需能源消费量登记和预支增量支出情况。

六、各地应根据年度能源消费可用增量和预支增量，统筹推进固定资产投资项目建设。能源消费可用增量和预支增量应优先用于支持高成长性和先导产业发展以及传统优势产业升级，优先支持省重点建设项目和进入产业集聚区的建设项目。

### **（三）预算指标动态管理**

一、企业采用先进生产工艺和装备、淘汰落后产能、实行节能降耗措施减少能源消费量，结余的能源消费控制总量，可用于本企业扩大生产规模或平衡调剂

到其他用能单位。

二、对事关全省产业布局、结构调整的重大建设项目，项目所在地当年能源消费预支增量不能满足需要的，可以采取全省平衡调剂的办法解决，调剂的预支增量需从当地下年度预支增量中扣除。

三、每年四季度，根据各地上年度国民经济社会发展、能源消费总量和节能目标完成实际数据以及上年度和当年能源消费存量削减、新增“开口”能源项目投资运行等情况，核算当年可用增量和预支增量。

四、各地当年实际使用可用增量和预支增量已超过核算数的部分，相应扣减下年度预算指标。当年剩余的预支增量，可结转到下年度使用。

#### **（四）预算指标核查**

为推进全省能源利用监测信息平台建设和完善，建立健全能源消费总量预算指标统计、监测和考核体系。根据节能目标统计考核进度，省主管部门会同省统计局等部门在各市自评估的基础上，对各市上年度合理控制能源消费总量目标完成和预算指标使用情况进行核查核算，并以此作为对各市合理控制能源消费总量工作考核评分的依据。省主管部门负责对各市能源消费预支增量管理工作进行稽查。对于固定资产投资项目所需能源消费量未按要求登记或登记不全的，视情况核减当地下年度预支增量，并追究有关责任人的责任。

## 6 结论与建议

根据对河南省“十三五”及中长期能源需求和能源强度的预测，以及对节能目标的分解，本研究得到以下几点结论。

第一，根据能源需求预测，预计 2020 年的能源消费总量将分别达到 351.60 百万吨标准煤（高速冻结情景），329.62 百万吨标准煤（高速执行情景），313.32 百万吨标准煤（高速节能情景），294.15 百万吨标准煤（高速强化情景），316.92 百万吨标准煤（中速执行情景），301.30 百万吨标准煤（中速节能情景），305.52 百万吨标准煤（低速执行情景）。能源需求最大的部门仍是工业，其能源需求量呈现出平缓状态，这主要由于钢铁、有色、化工、建材重点行业的产能已处于过剩状态。未来，能源需求呈显著上升趋势的部门主要在交通、居民生活和服务业。

第二，根据模型预测，在 GDP 增速为 8.5% 的情况下，高速冻结、高速执行、高速节能和高速强化节能的单位 GDP 能耗分别为：0.668、0.626、0.595、0.559 吨标煤/万元，与 2015 年（0.757 吨标煤/万元）相比分别下降了 11.6%、17.2%、21.2%、26.1%；在 GDP 增速为 7.5% 的情况下，中速执行和中速节能情景下的单位 GDP 能耗分别为：0.631、0.599 吨标煤/万元，与 2015 年相比分别下降了 16.5% 和 20.6%；在 GDP 增速为 6.5% 的情况下，低速执行情景下的单位 GDP 能耗分别为：0.638 吨标煤/万元，与 2015 年相比下降了 15.7%。在模型预测分析的基础上，结合国家温室气体减排承诺的实现情况，本研究选择中速执行情景下的能源消费总量作为河南省“十三五”节能目标，即到 2020 年底时河南省能源消费总量要控制在 316.92 百万吨标准煤；能源强度控制目标方面，到 2020 年底时，河南省的单位 GDP 能耗相对于 2015 年末下降 16%。

第三，根据单位 GDP 能耗的分解结果，将河南省地市分为五类。其中，郑州、济源、洛阳为一类地区，单位 GDP 能耗下降目标为 18%；平顶山、安阳等为二类地区，单位 GDP 能耗下降目标为 17%；开封、新乡等为三类地区，单位 GDP 能耗下降目标为 16%；漯河、信阳等为四类地区，单位 GDP 能耗下降目标为 15%；周口、驻马店等为五类地区，单位 GDP 能耗下降目标为 14%。从地区分解结果看出，工业部门的节能是全省及各地市实现“十三五”节能目标的关键所在，对全省节能将起主导和决定性的作用，抓好工业部门的节能可起到事半功倍

的效果。

第四，根据能源消费总量控制目标的分解结果，分地市来看，以农业为主的周口、驻马店等地市在控制能源消费总量增长的条件下，GDP 增速有了一定的提高，获得更多的发展空间；而大部分的工业地市，如郑州、济源等，经济增长相对放缓，能源消费总量增速也相对放缓，有利于地市转变经济发展方式和进行产业结构调整。因此，综合考虑各地市经济社会发展水平、能源消费特征、能源资源禀赋，区域政策等因素，本研究认为河南省能源消费总量的地市分解结果符合“坚持共同责任和区别对待相结合”的原则，对河南省各地市经济发展起到了较为明显的调控作用，推动了河南省各地市经济的均衡发展。

第五，基于对河南省未来能源需求和节能目标分解的研究，本研究从调整产业结构，提高企业能源利用效率，优化能源结构等三个方面，提出河南省“十三五”及未来的能源消费总量和能源强度控制的实施途径。同时，对河南省地市级节能双控目标管理体系的建立，制定了详实可行的管理方法。