



南開大學  
Nankai University

# 中国典型区域农业机械能源消耗 和活动状况分析及政策建议

南开大学环境科学与工程学院

2014年5月



# 目 录

第一章 前言	1
第二章 安徽省农业机械使用现状调查研究	5
1 引言	5
2 安徽省农业机械保有量及总动力分析	7
2.1 农业自然地理概况调查结果	7
2.2 耕地面积及其农作物分布	7
2.3 农业机械现状调查	8
3 安徽省农业机械燃油消耗量	11
3.1 农业机械燃油消耗量	11
4 结论及分析	14
4.1 安徽省农业机械总油耗量	14
4.2 农业机械使用年限与燃油消耗率分析	14
4.3 单位耕地面积燃油消耗量的影响因素分析	15
4.4 农业机械能耗和污染物排放现状的原因分析	16
第三章 河南省农业机械使用现状调查研究	18
1 引言	18
2 河南省农业机械保有量及总动力分析	19
2.1 河南省农业机械类型及保有量情况分析	19
2.2 河南省南北部调查的农业机械对比分析	21
2.3 河南省近些年农业机械总动力和发展趋势	23
3 河南省农业机械油耗问卷调查分析	24
3.1 河南省调查的大中型拖拉机油耗分析	24
3.2 河南省调查的小型拖拉机油耗分析	25
3.3 河南省调查的运输机械油耗分析	26
3.4 河南省调查的收获机械油耗分析	27
3.5 河南实地考察农业机械油耗量统计分析	28
4 河南省农业机械总油耗量估算	31
第四章 江苏省农业机械使用现状调查研究	33
1 引言	33
2 江苏省农业机械类型及保有量情况分析	33
2.1 江苏省农业机械类型及保有量情况分析	33
2.2 近些年江苏省农业机械保有量和总动力变化情况	35
3 江苏省农业机械油耗问卷调查分析	36
3.1 江苏省收割机的油耗分析	37
3.2 江苏省插秧机的油耗分析	38
3.3 江苏省拖拉机的油耗分析	39
3.4 江苏省其他农用柴油机的油耗分析	40
3.5 使用年限对四种农业机械油耗的影响分析	41
4 江苏省农业机械总油耗量估算	42
第五章 天津市农业机械使用现状调查研究	44
1 引言	44

2 天津市农业机械的保有量及总动力发展状况.....	45
2.1 2010年天津市农业机械保有量情况.....	45
2.2 近年来天津市农业机械保有量及总动力变化情况.....	46
3 天津市调查的农业机械油耗状况.....	47
3.1 三轮车的油耗分析.....	48
3.2 拖拉机的油耗分析.....	49
3.3 收割机的油耗分析.....	51
3.4 播种机的油耗分析.....	53
3.5 调查的四种农业机械油耗情况.....	53
4 天津市农业机械总油耗量估算.....	54
第六章 总结与建议.....	57
1 总结.....	57
2 建议.....	58
参考文献.....	59

# 第一章 前言

中国是一个农业大国，2013 年粮食总产量已超过 6 亿吨。在现代化的农业生产中，机械化已必不可少（最近召开的 2013 年中央农村工作会议，再次强调了粮食安全与农业现代化）。<sup>[1-3]</sup>农业机械的产生提高了劳动生产率，改善劳动条件，提高了土地产出率和资源利用率并且增加农民收入，提高农民生活水平。然而，近年来石油资源短缺、油价上涨和大气污染日益严重，节约能源和环境保护已成为我国的基本国策。农机行业作为使用和消耗能源的一个重要行业，加强对机械的使用和管理，努力降低农业机械的能源消耗显得尤为重要。

广义上的农业机械，其范围较大，种类较多，包括农、林、牧、副、渔业生产过程中所用的各种机械。改革开放三十多年来，我国农业机械工业不断发展壮大，已形成基本完整的体系，成为世界上农业机械生产的大国。目前我国的农业机械大致可以分为 14 大类、95 小类、3000 多个品种，其中保有量较大的有大中型拖拉机、小型拖拉机、种植业机械、运输机械以及农副产品加工机械等。

根据《中国统计年鉴 2010》和《改革开放三十年农业统计资料汇编》提供的资料，我国农业机械中的大中型拖拉机 1990-2010 年保有量变化趋势如图 1.1、1.2 所示，从中可以看出，我国农业机械的保有量已经至少有几千万台。

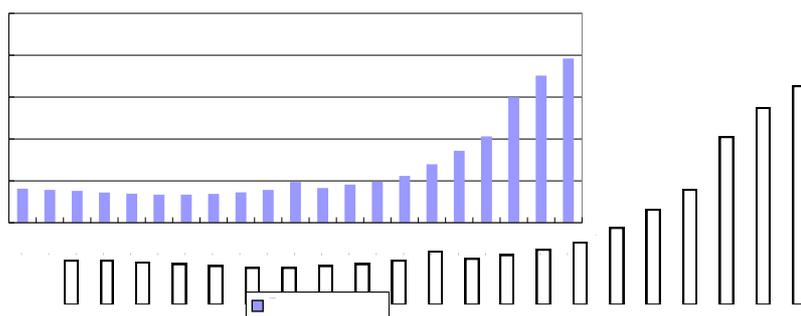
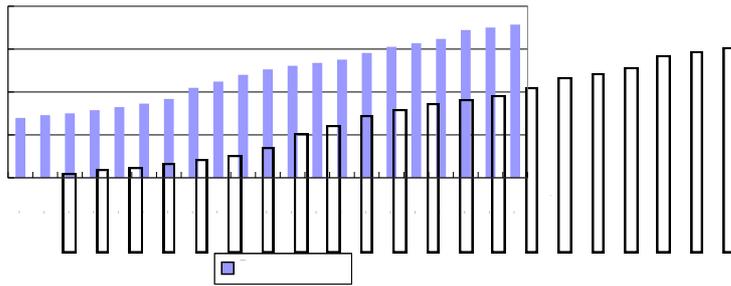


图 1.1 1990-2010 年我国大中型拖拉机保有量的变化情况



**图 1.2 1990-2010 年我国小型拖拉机保有量的变化情况**

然而，快速的农业机械化发展也带来了严重的环境污染问题。农业机械使用过程中会产生二氧化硫、一氧化碳以及氮氧化物等污染物，并导致酸雨、灰霾和光化学烟雾等区域性空气污染问题，而氮氧化物则是国家环境保护“十二五”规划纲要中实施总量控制的重要指标。许多研究结果表明，农业机械所属的非道路移动源（还包括工程机械、工业机械、船舶、火车及飞机等）所产生的污染物总量与道路车辆相比不容忽视。<sup>[4-6]</sup>

由于我国农业机械的数量大、种类多、工作状况复杂，目前对于我国农业机械的能源消耗、工况水平等状况还很不清楚，缺乏细致的实测数据，这对于准确估算我国农业机械的油耗与污染物排放带来了很大困难。因此本项目拟选择几个典型区域对农业机械的能耗与活动状况进行调研、测试以积累相关数据，为进一步的评估分析和政策建议打下基础。

本研究选取的四个省份为安徽、河南、江苏、天津，其中河南省作为我国的农业大省，其农业机械保有量和总动力情况处于领先地位。安徽省同为农业大省，且在地域上为南方特色（其它的农业大省山东、河北与河南同属北方）。江苏省的农业机械保有量和总动力虽然相对较低，但江苏属于沿海经济发达省份，其海岸线达到 954 公里<sup>[7]</sup>，渔业比较发达，其渔业机械保有量比其他省份要大。天津市作为我国的一个直辖市，其农业方面的情况更具城郊特色，相应的农业机械排放对城市空气质量影响更为直接。

所调查四个省份和全国的八大类农业机械保有量及总动力情况如下表所示：

**表 1.1： 四省份和全国的八大类农业机械保有量情况（单位：万台）**

	天津	河南	安徽	江苏	全国
种植业机械	30.31	1199.75	938.14	379.27	9815.38
拖拉机及配套机械	10.26	1116.73	806.11	317.75	5783.37
运输机械	13.86	344.43	186.24	41.45	2254.86
农产品初加工机械	3.13	155.65	92.45	48.35	2595.45
畜牧养殖业机械	0.59	21.88	6.91	9.39	607.81
渔业机械	4.84	2.54	5.05	27.54	247.56
农田基本建设机械	0.38	1.57	1.2	6.76	39.64
林果业机械	0.01	0.17	1.96	0.49	17.36
总保有量	63.38	2842.72	2038.06	831	21361.43

**表 1.2： 四省份和全国总动力对比（单位：万千瓦）**

省份	天津	河南	安徽	江苏	全国
种植业+运输机械	476.23	4775.94	2658.99	2015	52389.13
拖拉机	86.51	4767.05	2358.7	1496.38	28445.38
农产品初加工机械	9.17	582.75	331.67	235	8463.48
畜牧养殖业机械	4.87	60.01	33.85	59.34	1815.35
渔业机械	10.52	9	22.92	128	1582.92
林果业机械	0.49	1.14	4.65	3.62	84.22
总动力	587.79	10195.89	5409.78	3937.34	92780.48

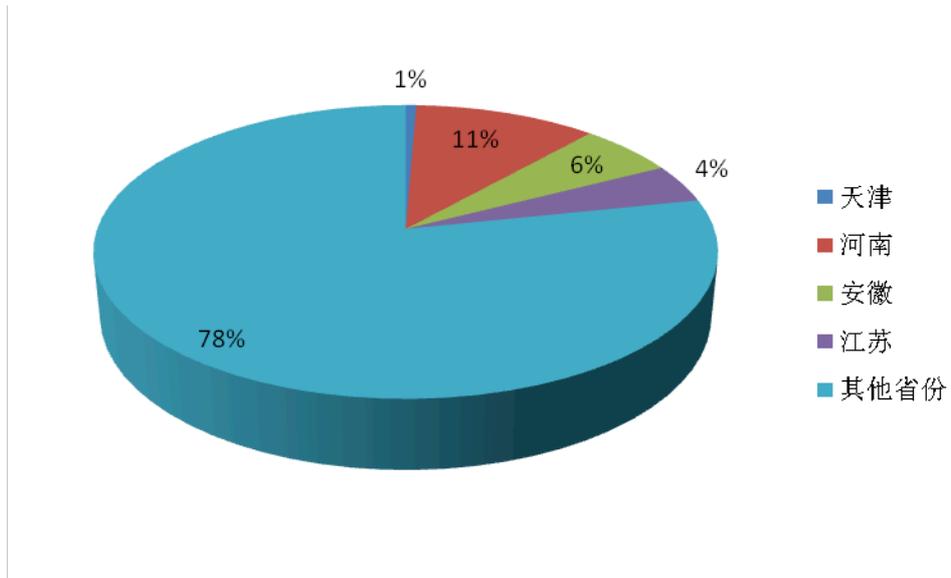


图 1.3 四省份与其他省份农业机械总动力对比

图 1.3 给出了所调查四省份的农业机械总动力在全国的占比情况，从图中可以看出，四省份的农业机械总动力约占全国总动力的四分之一，且兼顾南北特色；此项研究为下一步全面估算我国农业机械的油耗与污染物排放带来了帮助，也可以为相应的政策管理提供建议。

## 第二章 安徽省农业机械使用现状调查

### 研究 1 引言

安徽省位于华东腹地,总面积 13.95 万平方公里,耕地面积有 418.43 万公顷,与江苏、山东、江西等六省接壤,以平原、丘陵和低山为主<sup>[8]</sup>。2012 年 11 月,十八大报告指出:构建美丽中国,创造现代农业的中国<sup>[9]</sup>。农业机械化是实现农业现代化的重要基础和标志,是实现农业增效、增产和农民增收目标的根本保证<sup>[10]</sup>。随着农业装备水平快速提高,农业机械应用领域不断拓宽,农业机械的保有量将逐步增加,而农业机械的能耗必将不断增长,使得农业机械节能减排的问题也日益严重。维修时产生的废油、使用过程中的油料泄漏和废气排放等过程对环境造成的压力将不断增大,张强等<sup>[11]</sup>在估算 2001 年人为源颗粒物排放清单时,得出拖拉机和农用运输车的 PM<sub>2.5</sub> 排放量分别为  $5.60 \times 10^4 \text{t}$  和  $3.30 \times 10^4 \text{t}$ , 占非道路移动源总排放量的 34.8%、20.5%;张礼俊等<sup>[12]</sup>在对珠江三角洲非道路移动源排放清单的研究中,得出 2006 年农业机械和农用运输车 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、PM<sub>2.5</sub>、VOC、CO 五类污染物综合总排放量分别为  $1.90 \times 10^4 \text{t}$  和  $2.35 \times 10^3 \text{t}$ 。十多年来,安徽省农机装备保持较快的发展速度,农机总动力由 1999 年的 2766 万 kW 发展到 2011 年的 5486 万 kW,增长了近两倍,而 2011 年中大型拖拉机和配套农机具保有量是 1999 年的 25.7 倍,农业机械总量正以极快的速度增长。安徽省农业机械的燃油主要以柴油为主,随着我国的经济驶入快车道,柴油等成品油的需求急剧增加,使得经济发展与能源消耗之间的矛盾日益突出,因此作为农业大省的安徽,农业机械的节能减排工作便迫在眉睫。农业机械的能源消耗受各种因素的影响,包括地域限制、农业机械种类、科技含量等,苏晓宁等<sup>[13]</sup>虽然通过建立计量模型分析了我国农用柴油消耗的影响因素,但未对柴油消耗时产生的污染物作研究。安徽省整体农业机械化水平不高,与十七大提出的建设现代农业的战略目标还有较大差距,因而怎样提升和发展农业现代化,缩小与先进农业省市的差距,提升全省经济实力,从而实现农业强省的跨越,是目前安徽省必须研究和解决的重大战略课题<sup>[10]</sup>。所以针对安徽省的农业机械现状进行深入细致的分析,尤其是基于农业机械对不同区域的燃油消耗量和污染物排放的空间量化研究就显得尤为

重要。

本章通过对功率分布，燃油消耗现状和年活动时间的调查，得出全省农业机械的油耗和及单位耕地面积空间源强分布，掌握全省农业机械燃油油耗的分布状况，结合各地区的农业机械现状，农业机械综合化水平和农业机械大户分布等数据，分析全省农业机械燃油消耗的影响因素并得出全省不同地区农业机械燃油消耗的原因，从而针对安徽省不同区域农业机械油耗现状，提出具体节能减排建议。

调查自 2012 年 2 月至 2013 年 2 月持续一年：其中 2012 年 2 月至 10 月，进行全省实地走访调查；2012 年 11 月至 2013 年 2 月，进行补充调查。调查区域根据农业地域差异和我们的调研实际情况，将安徽省 16 个市分为五大农业区，其分别为淮北平原农业区：宿州市、淮北市、亳州市、蚌埠市、阜阳市、淮南市；江淮丘陵农业区：滁州市、合肥市（庐阳区，蜀山区，瑶海区，包河区，巢湖市，长丰县，肥东县，肥西县，庐江县）；皖西大别山地林茶区：六安市；沿江平原农业区：马鞍山市（金家庄区，花山区，雨山区，当涂县，含山县，和县）、芜湖市（镜湖区，弋江区，鸠江区，三山区，芜湖县，繁昌县，南陵县，无为县）、铜陵市、安庆市；皖南山地林茶粮区：池州市、宣城市和黄山市，其中将芜湖市鸠江区的沈巷镇仍归入和县进行调查。针对安徽省的农业现状和人口分布特征，本调查团队多次赴全省 16 各地市进行调查，通过实地调查及查阅资料等方法，获得了含有农业机械类型、功率、保有量、燃油消耗量和农业生产时间等一系列内容在内的 1400 余份调查问卷，其中有效问卷 1268 份。



图 2.1 田间交流调查图（安庆市新洲乡）



图 2.2 查阅环境资料图

## 2 安徽省农业机械保有量及总动力分析

### 2.1 农业自然地理概况调查结果

#### 1 安徽省农业气候资源

全省平均气温在 14~17℃ 之间，其中淮北平原和皖西大别山腹地在 15℃ 以下，南北地区年平均气温差 2℃ 多。农耕期积温分布规律是南高北低，平原丘陵地区高，山区低。各地农耕期天数：沿淮、淮北为 310—330 天，沿江西部及皖南南部在 350 天以上，其他地区为 310—330 天。<sup>[14,15]</sup>

表 2.1 安徽各地农耕期与生长活跃期积温表

地区	≥0℃积温	≥10℃积温
淮北	5100~5500	4600~4700
江淮	540~580	5000 左右
沿江、江南	5700~6100	5300 左右
望江、宿松、安庆	6000 以上	5300 以上

资料来源:张理华等,《安徽资源环境》,2010.

#### 2 农业区划及地形地貌

根据我省的淮北平原农业区、江淮丘陵农业区、皖西大别山地林茶区、沿江平原农业区和皖南山地林茶粮区的地形地貌的不同,结合我们搜集整理的资料得到不同农业区划和地貌特征的不同概况,具体情况见表 2.2。

### 2.2 耕地面积及其农作物分布

#### 1 各市耕地面积

安徽省耕地面积分布为平原 350 万平方公里、丘陵 420 万平方公里、山区

430 万平方公里、圩区 90 万平方公里、湖沼洼地 110 万平方公里，分别占总面积的 25.5%、29.5%、31.2%、6.4%和 7.9%<sup>[16]</sup>。根据调查得知，安徽省耕地面积拥有量最大的地区为阜阳市，约占安徽省总耕地面积的八分之一，黄山市、铜陵市的耕地面积较少。

表 2.2 农业区划及地貌表

农业区划	地貌特征
淮北平原农业区	属黄淮大平原的一部分，由淮河及其支流的沉积和黄河的泛滥形成，地面较平坦，沉积较厚。
江淮丘陵农业区	主要由丘陵、台地和部分散落的河谷平原组成，丘陵和剥蚀台地主要分布在东部，沉积台地主要分布在中部和西部。
皖西大别山地林茶区	中部千米以上中山密集，呈现山高谷深、坡陡状况；北部属低山、丘陵；南部以低山为主。
沿江平原农业区	是长江中下游的重要组成部分，西窄东宽，西部宽度一般为 15~25km，为谷地；东部开阔，平原上多山丘分布。
皖南山地林茶粮区	北部以丘陵为主，低山次之；中部为区域核心，山地高度较大；东南部为山丘群集区，东北部以丘陵为主，地面较破碎。

资料来源：安徽农网；张理华等，《安徽资源环境》，2010。

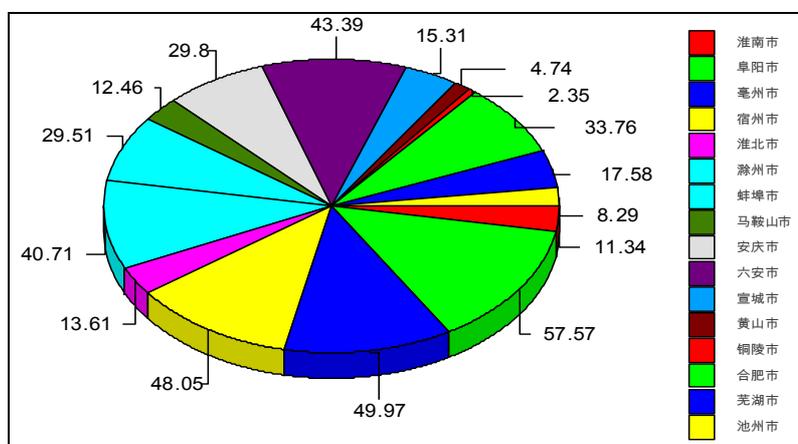


图 2.3 安徽省各市耕地面积图 (万公顷)

## 2.3 农业机械现状调查

### 1 安徽省农业机械基本现状

截止 2011 年底，安徽省农业综合机械化水平达 62.91%，超过全国综合机械化水平 8.41 个百分点，其中水稻机械化种植、玉米机收、油菜收割机水平分别

达到 25.0%、33.0%、13%,分别比“十五”末提高 13.8、22.7 和 5.7 个百分点;安徽省农业机械总保有量为 0.2 亿占全国农业机械总保有量的 9.54%,同时安徽省农业机械总功率为 5409.78 万千瓦占全国农业机械总动力的 5.83%。其中拖拉机保有量为 248.59 万台,总功率为 2358.7 万千瓦,占全省农业机械功率的 43.6%;以三轮汽车、低速载货汽车和手扶变型运输机为主的农用搬运机械总的总功率仅次于拖拉机,安徽省以燃油为动力的农业机械保有量为 625.44 万台,总动力为 4902.92 万 kW。其中农业机械保有量最多的为滁州市,有 70.34 万台,其中拖拉机的保有量为 49.06 万台,占全省以拖拉机为主要动力机械的 19.42%;最少的为铜陵市,保有量为 4.58 万台;在农业机械总功率中,宿州市的总功率 719.29 万 kW 为全省最多,铜陵市的总功率为 18.28 万 kW 全省最少。

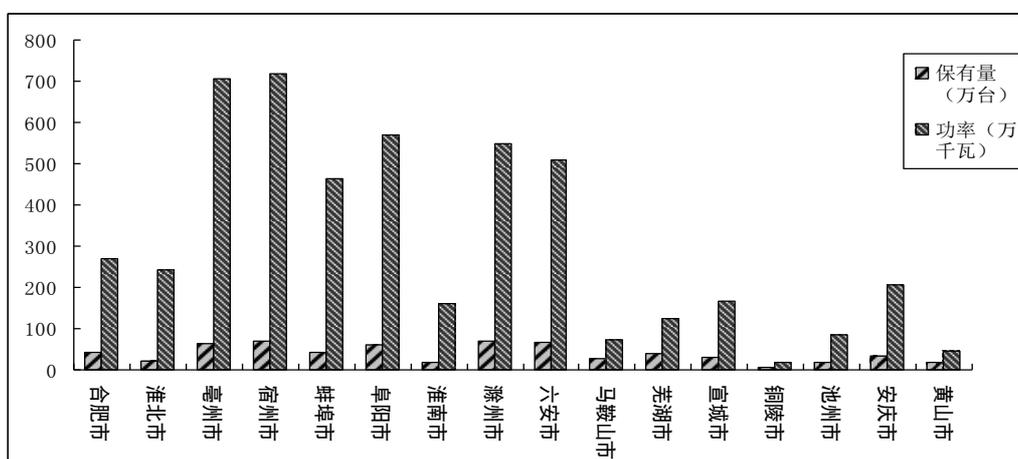


图 2.4 安徽省农业机械保有量（万台）和功率（万千瓦）分布柱状图

将安徽省各市拥有动力的农业机械保有量和总功率,量化到各市进行面板化分析,得到各市农业机械保有量的点密度和单位耕地面积上的功率分布叠加图。根据图 2.5 所示,安徽省农业机械主要集中在皖北平原和江淮丘陵地区,淮北市、蚌埠市、阜阳市和滁州等市农用机械保有量分布密度较大,皖南地区农业机械总量最少仅有 14.58 万台,但单位耕地面积上农用机械功率分布整体高于沿江平原一带城市;其中包括铜陵市,马鞍山市,芜湖市和安庆市,这些城市动力机械总保有量仅为 21.51 万台且单位耕地面积农业机械保有量均处于较低水平,这与区域内山前丘陵较多有关,虽然耕地面积较多,但适宜农业机械化生产的耕地较少。

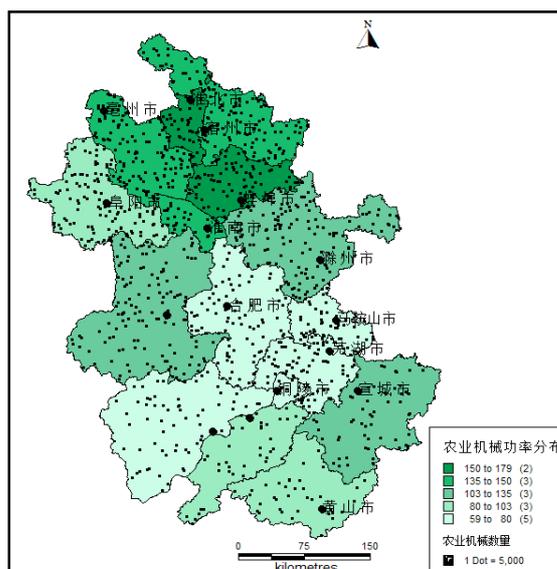


图 2.5 安徽省农业机械保有量（台）和功率分布图（千瓦/公顷）

从整体看出：安徽省的农业机械数量分布为北部多，南部少，平原地区多，山区少；中小型农业机械多，大中型农业机械少，动力机械多，田间管理机械少的特点。科技含量高、可靠性强、操作方便的大型机械缺乏，并且目前全省农业整体动力配备不合理，农业机械利用效率还比较低。

## 2 安徽省农业机械使用年限与燃油消耗率

根据调查统计得出：农用机械在 1~12 年间燃油消耗率维持在  $0.5 \text{ g} \cdot (\text{kW} \cdot \text{h})^{-1}$  以下，在 12~15 年间燃油消耗率自 0.217 增加到 2.28，增长了近 9.5 倍，随后农业机械燃油消耗率均维持较高水平。农机使用 5 年燃油消耗率仅  $0.16 \text{ g} \cdot (\text{kW} \cdot \text{h})^{-1}$ ，使用 20 年达到  $2.75 \text{ g} \cdot (\text{kW} \cdot \text{h})^{-1}$ ，使用的前 5 年，技术状态较好，出勤率高。农业机械使用超过 12 年，技术状态明显恶化，燃油消耗率明显增加。由下图可见，随着农业机械的使用年限超过 12 年增加其燃油消耗率会出现陡增现象，燃油消耗率会维持在高的水平。以拖拉机为例，调查分析的拖拉机燃油消耗率的变化大致可分为以下三个阶段，使用年限为 1~5 年，燃油消耗率  $0.7 \text{ g} \cdot (\text{kW} \cdot \text{h})^{-1}$  以下，为低耗油阶段；6~10 年，耗油基本稳定在燃油消耗率在  $1 \sim 3.2 \text{ g} \cdot (\text{kW} \cdot \text{h})^{-1}$  之间，为正常耗油阶段；15 年以上，燃油消耗率  $3.3 \text{ g} \cdot (\text{kW} \cdot \text{h})^{-1}$  以上，甚至可达  $5.1 \text{ g} \cdot (\text{kW} \cdot \text{h})^{-1}$ ，为高耗油阶段。

### 3 安徽省农业机械增长情况

我们将 2002-2011 年安徽省拥有动力的不同种类农业机械与其比较，得出 10 年间不同种类的农业机械增长情况。在 2002 年，排灌机械、动力机械和农用运输机械分别占 2011 年的 83.59%、76.13%和 75.66%，联合收割机和种植施肥机械分别为 16.03%和 1.23%所占比例较小。根据安徽省 10 年的农业机械增长情况得出：排灌机械、动力机械和农用运输机械增长较缓慢，大部分为 10 年以上的农业机械；种植施肥机械每年增长近 9.88%为最低，联合收割机每年增长近 8.5%，两者 10 年间增长最快；农田基本建设机械、耕整地机械和田间管理机械的增长相对缓慢。

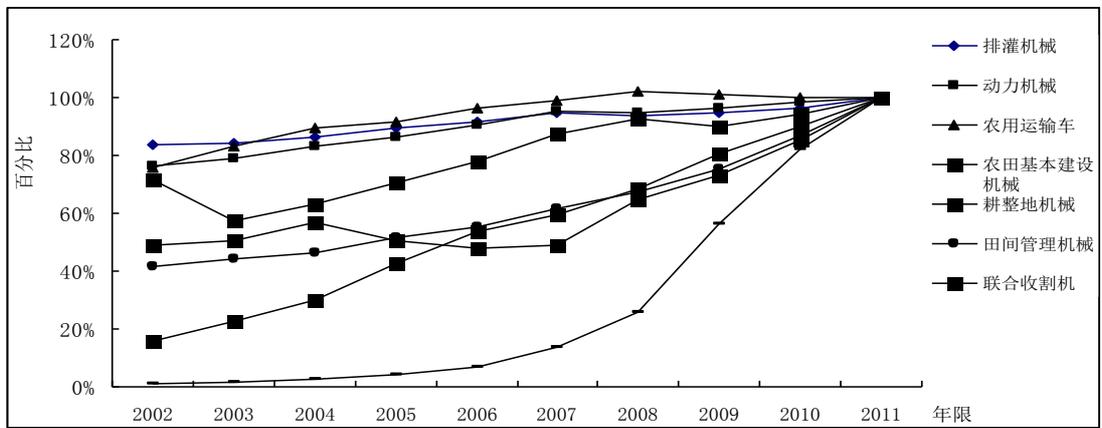


图 2.6 2002-2011 年安徽省主要动力农业机械分布

### 3 安徽省农业机械燃油消耗量

#### 3.1 农业机械燃油消耗量

##### 1 估算方法

安徽省农业机械的燃油主要以柴油为主，本次调查主要对柴油发动机的燃油消耗量进行估算。调查和分析了不同种类农业机械的每小时平均油耗、燃油消耗率和年活动时间，利用所获得数据计算全省农业机械的燃油消耗量，参考相关估算研究内容<sup>[17,18,19]</sup>，得出安徽省农业机械燃油消耗量的估算方法即：

$$D_i = \sum (Power_i \times BSFC_i \times A_i) \quad (1)$$

式中，D为柴油消耗量，g； Power为发动机功率，kW； BSFC为柴油实际

消耗率,  $g \cdot (kW \cdot h)^{-1}$ ; A为农业机械年活动水平, h; i为农业机械的类型。

## 2 农业机械燃油消耗率

安徽省燃油动力农业机械中, 柴油发动机动力占总动力的 97.68%, 燃油消耗率 (Brake Specific Fuel Consumption,简称 BSFC)作为衡量柴油发动机燃料经济性的主要指标, 反映了发动机在单位时间每千瓦的功率燃油消耗量。燃油消耗率 (BSFC) 主要通过两种方法得到: 一种是在稳态工况下 (ISO-C1 工况循环) 将燃油消耗率、瞬态工况修正系数和负荷因子的乘积作为实际燃油消耗率的估算值; 另一种是通过机械的实地调查获得燃油消耗的数据, 结合实际工作时间和机械的功率, 推算出燃油消耗率。本次研究采用后一种方法估算全省农业机械燃油消耗率。

在研究过程中, 我们团队设制了以农业机械名称、农业机械功率 (kW)、每次加油平均使用时间 (h) 和平均每次加油量 (L) 等内容的调查问卷, 获得了不同功率的农业机械每小时的燃油消耗量, 通过对原始数据的整理, 筛选并剔除了明显偏离实际的数据, 然后计算得出不同农业机械的燃油消耗率。

燃油消耗率的计算公式:

$$CF = (CF_h \times \rho \times 1000) / P \quad (2)$$

式中: CF 为燃油消耗率,  $g \cdot (kW \cdot h)^{-1}$ ;  $CF_h$  为平均每小时燃油消耗,  $L \cdot h^{-1}$ ;  $\rho$  为柴油密度  $kg \cdot L^{-1}$ , 取值为 0.85; P 为发动机功率, kW; 得到各农业机械的实际燃油消耗率后, 再对动力机械、农用搬运机械和收获机械进行燃油消耗率的箱图线的聚类绘制。通过不同种类农业机械的箱图线可以得出: 四类农业机械中燃油消耗率的异常值均大于  $Q_3 + 1.5IQR$ , 剔除异常的燃油消耗量后, 对不同种类农业机械燃油消耗量进行加权算术平均数的计算。

表 2.3 农业机械燃油消耗率表 /  $g \cdot (kW \cdot h)^{-1}$

农业机械类型	拖拉机	种植业机械	运输机械	其他农业机械
燃油消耗率	111.80	113.63	99.36	119.63

### 3 农业机械年活动水平

根据相关文献资料<sup>[13,19]</sup>以及结合我们调查团队的实地调查结果得出,安徽省农业机械活动时间主要集中在每年的夏、秋农忙时间,其他时间农业机械闲置率较高,以拖拉机为主的动力机械的年活动时间为 165h,以稻麦联合收割机为主的收获机械年活动时间为 207h,与河北省小麦作业时间每年不超过 30 天较相似,如表 2.4。

表 2.4 农业机械年活动时间表 (h)

农业机械类型	拖拉机	种植业机械	运输机械	其他农业机械
年活动时间	165	207	130	77

### 4 农业机械年油耗量

由本次调查的估算模型得出:2010 安徽省农业机械的年耗油量为 96.24 万吨,安徽省农业机械总动力占全国农业机械总动力的 5.8%,燃油消耗量约占全国农业机械总油耗的 5.3%。二者比较接近,可以证明调查结果比较真实,可以反映安徽省的实际状况。

表 2.5 农业机械燃油消耗量表

农业机械类型	保有量 (万台)	功率 (万千瓦)	燃油消耗量 (万吨)
拖拉机	248.59	2358.7	43.51
运输机械	82.5	1266	16.35
种植业机械	938.88	1393	32.77
其它农用机械	107.6	392.1	3.61
合计	1377.57	5409.8	96.24

在单位耕地面积燃油油耗上,淮北市最多为313.21kg/公顷,马鞍山市最低仅有96.256kg/公顷。从安徽省单位耕地面积燃油消耗空间分布图可以看出:淮北平原农业区燃油消耗量较大,宿州北部最多可达320 kg/公顷,长江中下游平原地

区燃油消耗量最少，特别是芜湖、马鞍山和安庆的沿江平原农业区，单位耕地面积燃油消耗整体呈现两头高，中间低的格局。

## 4 结论及分析

### 4.1 安徽省农业机械总油耗量

由上文可知 2010 年安徽省农业机械全年总油耗约为 96.24 万吨，其中拖拉机年油耗量的贡献最大，其次为运输机械和收获机械。

### 4.2 农业机械使用年限与燃油消耗率分析

使用 SPSS 软件分析得出，其中  $p=0.000<0.05$ ，说明农业机械使用年限与燃油消耗率之间呈现相关性，又相关系数绝对值为 0.533，则使用年限与燃油消耗率呈现中等强度相关。并且经 Pearson 检验也可以得出类似的结论，农业机械使用年限越长，农业机械的燃油消耗越多。在投入使用的拖拉机在前三年中，动力性、经济性和可靠性比较理想，能够达到出厂标准。随后几年，拖拉机燃油消耗率不断增加。使用年限超过六年，技术状态就开始变坏，但还可维持最低技术指标，但是超过十二年后，拖拉机性能严重恶化，油耗呈直线上升。

表 2.6 农业机械使用年限与燃油消耗率分析表

	项目	燃油消耗率	使用年限
燃油消耗率	皮尔逊积距相关系数		
	P 值（双尾检验）		
	样本数		
使用年限	皮尔逊积距相关系数	0.533**	
	P 值（双尾检验）	0.001	
	样本数	196	

\*\*双尾检验在 0.01 水平表示有显著相关性

农业机械“老龄化”造成的油耗损失不可小觑，相关部门做相关试验，旧型拖拉机平均油耗高于新拖拉机约 7.5L/hm<sup>2</sup> 以上<sup>[20]</sup>。农业机械使用年限过长，农业

机械的更新率随之降低。由于农业机械使用时间过长, 导致使用费用增加、作业效率低、作业质量差、燃油消耗量增多。2011 年, 安徽省以拖拉机为主的动力机械有 252.59 万台, 燃油消耗量约 45.54 万吨, 其中 10 年以上的农业机械约有 78.9%。据江苏省对达到报废年限的小型拖拉机耗燃测定, 其燃油消耗率和烟度超出标定功率油耗值 11%, 按照此计算, 2011 年安徽省动力机械全年要多消耗柴油 3.95 万吨, 折合人民币约 3.3 亿元。

### 4.3 单位耕地面积燃油消耗量的影响因素分析

总功率自 2002 年到 2011 年, 共增长了 67.76%, 伴随农业机械化的进程, 安徽省农用柴油的消耗总量将会不断增长。为了精确的反应安徽省各市农业机械的燃油消耗状况和影响因素, 我们基于各市单位耕地面积上的燃油消耗量来分析农业机械的燃油消耗情况。苏晓宁等<sup>[13]</sup>以全国各省单位面积上的农业机械油耗量为对象, 分析了我国农用柴油油耗的主要特征和影响因素; 吴雪峰等<sup>[21]</sup>研究得出黑龙江省农业机械化发展主要影响因素为: 作物种植的单一性, 土地经营规模和农业劳动力数量, 结合我们对农业机械的实地调查, 确立农村家庭户均耕地面积  $X_1$  (公顷/户), 农业综合机械化水平  $X_2$ , 人均农业机械动力  $X_3$  (kW/人), 农业机械结构  $X_4$  和农业机械大户比例  $X_5$  五个影响因素指标, 通过主成分回归分析探究对单位耕地面积燃油消耗量 (YH) 的影响因素分析。

表 2.7 描述性统计结果表

	户均耕地面积 (X1)	农业综合机械化率 (X2)	单位耕地面积功 率(X3)	农机结构(X4)	农机户比例 (X5)
最小值	1.93	21.53	4.58	0.21	10.19
最大值	6.57	74.64	14.96	0.59	50.04
均值	4.3142	58.02	8.70	0.34	24.26
标准差	1.30	15.17	3.11	0.11	13.23

通过spss17.0对五个指标的分析得出, 户均耕地面积和农业综合机械化水平平均数和标准差分别为 $4.31 \pm 1.299$ 和 $58.02 \pm 15.17$ , 其他的情况见表9。在对五类因素进行主成分分析时得出: 第一个主成分的特征值为4.005, 方差百分比为80.106%, 可以看出第一个主成分 (F1) 可以解释近80%的信息。通过对自变量进行标化处

理, 再进行主成分线性回归, 得出主成分回归分析方程为 $YH=14.478 F_1+147.791$ 。然后再把主成分回归方程转换为线性回归方程 $YH=13.71X_1+13.45X_2+11.22X_3+12.65X_4+13.58X_5+108.04$ 。通过对系数的比较可以看出, 五个指标对农业机械燃油消耗量的影响程度为: 农村家庭户均耕地面积 > 农机户比例 > 农业机械综合机械化率 > 农机结构 > 单位耕地面积功率。

表2.8 方差解释表

组分	初始特征值			提取平方和		
	总计	方差百分比	累积	总计	方差百分比	累积
1	4.005	80.106	80.106			
2	0.574	11.474	91.579			
3	0.248	4.968	96.547	4.005	80.106	80.106
4	0.139	2.775	99.322			
5	0.034	0.678	100.00			

抽出方法: 主要组分析

## 4.4 农业机械能耗和污染物排放现状的原因分析

### 1 超期服役农机数量庞大

根据我们调研的结果, 安徽省近 76% 的农业机械使用超过 10 年, 其中农用车和排灌机械更是达到 80% 以上。超期服役的农业机械数量庞大, 不仅带来较为严重的排放污染, 同时也会带来巨大的燃油消耗。据调查, 使用 3 年以上的旧柴油机 CO 排放最大值为 35.3g/kW h 是国际 □ 级阶段排放限值<sup>[22]</sup>的 5 倍左右。随着政策的鼓励, 农业机械化程度正在进一步加大, 然而农机动力增加的同时, 污染物排放也在同步增加。由于全省旧农机基数大, 对于农业机械国家尚未实施强制报废和排放治理政策, 加之农机保养使用条件差及排放劣化严重, 导致其作业质量恶化, 功率严重下降, 油耗急剧上升, 排放量偏高, 部分农机即使通过修理也不能达到良好的技术状态, 在生产中造成了很大的燃油浪费。

### 2 耕地经营规模限制了农机社会化服务水平

改革开放初期, 中国实施的家庭联产责任承包制调动了农民的生产积极性, 但进入新世纪, 当农业机械化水平显著提高后, 按照人口平均分配土地使得耕地过于零散, 一家一户的小农经营方式使种植的作物品种不统一, 机械化优势不能

充分发挥，导致现代化的农业生产方式很难进一步推广和提升。安徽省户均耕地规模多在 1-7 公顷之间，在皖南山地林和沿江平原农业区户均耕地均小于 4 公顷，农机户单独购买农业机械成本较高、风险较大，闲置率较大，由于拥有农机的农户的比例较低，导致该区域农业机械燃油消耗和污染物排放小；在淮北平原、江淮丘陵和皖西大别山农业区农业户均耕地规模多在 4 公顷以上，农业机械自购自用的多，从事市场化、专业化经营服务的少，农业生产多局限在以家庭为单位的生产范围内，农业机械的重复利用率高，能耗效率较差，所以该区域单位耕地面积燃油消耗和污染物排放量均居全省首位。

### **3 农业机械结构不合理导致农业机械化水平发展不均衡**

安徽省中小型机械多、大中型机械少；动力机械多、配套机具少；粮食作物机具多、经济作物机具少；单项作业机具少、复式作业机具少；耕作机具多、种植机具少。中北部以拖拉机为主要农用机械，农机结构较单一；南部排灌机械为主要农业机械，农机结构呈现多元化。淮北农业区、江淮丘陵农业区和皖西大别山地林茶区虽然农业机械化率均超过 54.5%，但是主要集中在小麦，水稻等粮食作物的机耕和机收阶段，机种阶段的机械化水平却较低，经济作物的整体机械化水平偏低，农业机械重复利用率较高。沿江平原和皖南山地林茶粮区整体农业机械化水平明显低于全国平均水平，农业生产各阶段机械化水平均较低；另外油菜和棉花的机种和机收主要依赖人工，其机械化水平亟待提高。

### **4 农机手农机技术水平较低，农机保养维护不及时**

由于农机操作人员的操作水平和对农机技术的了解有限，几乎没有树立节能的观念，导致在具体的作业中，往往会有不必要的磨损和浪费并缩短农机使用寿命。柴油机是当前农业机械的主要动力，但在柴油机的使用中存在的问题导致了能耗加大。其中零件的磨损是其原因之一，包括缸套活塞组建、配器机构和燃油系精密偶件，这使得功率下降、油耗上升；其次，农机手未能及时检修、排除故障；未经常对发动机进行目测检查，未定期实行耗油技术检测和及时处理，除了这两点，柴油机不能适时供油也会增大油耗，没有及时调整供油提前角导致过早或过迟供油都会使柴油机得不到充分燃烧而冒黑烟、功率下降并增加耗油；柴油机带病作业时将可能导致多缸机工作不均衡，是油耗的另一大隐患。

# 第三章 河南省农业机械使用现状调查 研究

## 1 引言

中国的农业起源可追溯到距今 10000 年左右。考古发现, 在距今 8000 年前的裴李岗文化时期, 河南就已经产生了原始的锄耕农业。正是“打制石器引发文化先声, 使人类走出洞穴, 从茹毛饮血到耕作务农”, 中国农业, 也首先是在这一地区孕育发生和发展的<sup>[22]</sup>。

河南省位于中国中东部, 黄河中下游, 黄淮海平原西南部, 大部分地区在黄河以南, 黄河流经河南境内 700 多公里, 全省总面积约 16.7 万平方公里。

河南省属北亚热带与暖温带过渡区气候, 具有四季分明、雨热同期、复杂多样的特点。这些气候特点都有利于农作物的生长, 且河南有耕地 7177.5 千公顷。故河南是中国著名的农业大省和重要的农副产品产区, 粮食总产量居全国第 1 位, 棉花产量居第 3 位, 油料产量居第 1 位。河南已成为众多外商看好的农业投资重点省份之一。

农业是河南省发展的命脉, 农业特点说明河南省农业发展需要农机化来带动, 农机规模化经营的兴起就是市场化与农业弱质性特点的必然结果<sup>[23]</sup>。农业生产发展的基本途径是实现农业机械化, 农业机械化对于农业现代化巨大贡献不可替代。没有农业机械化, 就没有农业现代化<sup>[24]</sup>。到 2010 年河南省农业机械总动力达到 10195.9 万千瓦<sup>[25]</sup>。

农业机械的范围很广, 种类较多, 可以说凡是在种植业、林业、畜牧业、养殖业和渔业等农业生产过程中所用的各种机械, 统称为农业机械。农业机械是农业生产的重要工具, 农业机械装备突破了人畜力所不能承担的农业生产规模的限制, 改善了农业生产条件, 提高了农业劳动生产率和生产力水平, 为农场规模扩大, 农产品品质提高, 形成专业化、商品化生产提供了可能<sup>[2]</sup>。而我国农业机械化水平较低, 农机服务产业组织化程度不高是其重要原因之一<sup>[26]</sup>。

随着道路机动车排放控制成效的日益显著, 非道路污染源正逐渐成为重要的

大气污染排放源<sup>[27]</sup>。而非道路污染源主要为农业机械，所以其污染物的贡献也有必要进行研究，以顺应国家对大气环境的新要求。

本研究以整个河南省为调查研究范围，对河南省各个地市的各种类型的农业机械保有量及农机油耗量进行调查。通过问卷调查的方式得出上述数据，在此基础上可推算出各种农业机械的平均油耗量，根据河南省各类农机的总动力数值便可得到总的耗油量数据。据此分析农机与柴油消耗的相关性。

本研究调查自 2012 年 3 月至 2012 年 11 月。调查区域根据农业地域差异和我们的调研实际情况所决定，采取对国家农业机械统计部门公布的统计年鉴进行查阅等方式得出相关的数据和通过问卷调查的方法与一线的农业科技人员和农户进行交流两种调查方法。通过这两种方法可得出相对真实和准确的数据，两者相辅相成。

通过问卷调查、实地调查及查阅资料等方法，获得了含有农业机械类型、功率、保有量、燃油消耗量和农业生产时间等一系列内容在内 700 余份有效调查问卷。

## 2 河南省农业机械保有量及总动力分析

### 2.1 河南省农业机械类型及保有量情况分析

河南省所使用的农业机械按照其使用类型主要分为拖拉机及配套机械、种植业机械、农产品初加工机械、农田基本建设机械、运输机械等几个大类型。2010 年的保有量情况如图 3.1 所示。

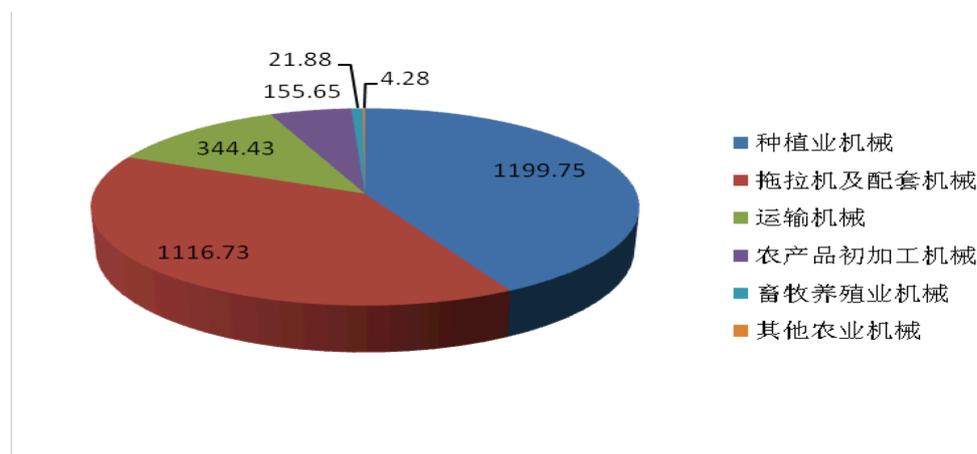


图 3.1 2010 年河南省农业机械主要类型及保有量情况（单位：万台）

由于河南地质条件复杂,地层系统齐全,构造形态多样。这样的地势、地貌特征形成了河南省农机市场的特点,即东部平原地区大型联合农业机械装备发展速度快,西部地区适合山地、坡地的小型巧农业抓械发展迅速<sup>[28]</sup>。由上图可以看出,种植业机械保有量最多,其主要原因是种植业机械在全省使用范围广,受地形地貌影响比较小,并且种植业机械的种类繁多,用途广泛,在农业种植各方面均能用到。其次是拖拉机及配套机械在河南省农机保有量中也占有很大比例,包括大中型拖拉机 27.44 万台,小型拖拉机 358.61 万台,大中型农机配套农具 64.26 万台,小型拖拉机配套农具 666.42 万台,可以看出拖拉机在农业生产中的作用也是非常重要的。在运输机械方面,农用运输车 219.55 万台,手扶变型运输机 0.14 万台。在农产品初加工机械中,初加工动力机械 80.24 万台,初加工作业机械 50.82 万台。

河南省种植业机械,包括耕整机、机引犁和农用排灌动力机械等在内,其中各个类型的保有量如下图 3.2 及表 3.1 所示。

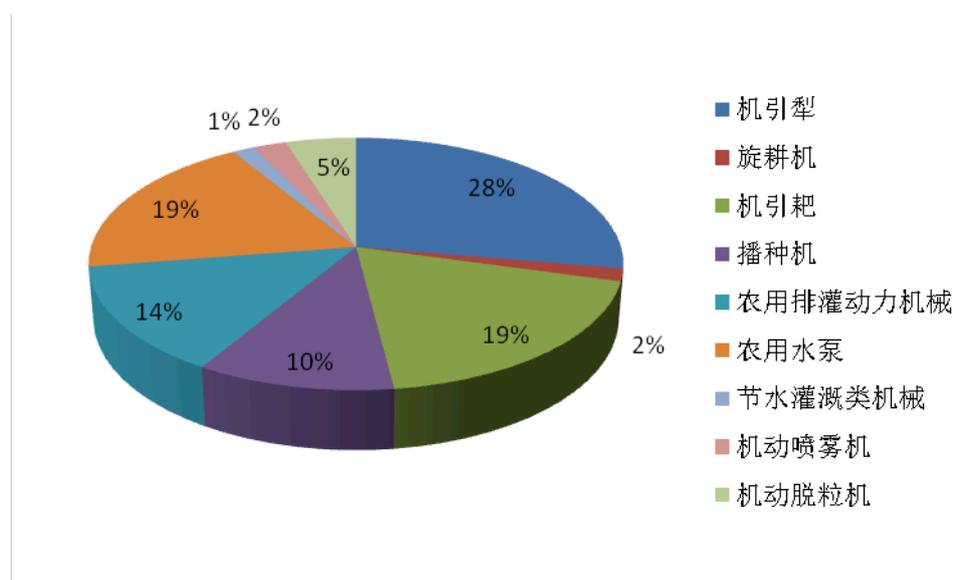


图 3.2 河南省种植业机械主要类型及保有量情况

表 3.1 河南省种植业机械分类保有量

类型	保有量（万台）	类型	保有量（万台）
耕整机	0.66	排灌动力机械	160.06
机引犁	318.33	农用水泵	216.29
旋耕机	18.38	节水灌溉类机械	17.37
深松机	0.24	机动喷雾(粉)机	26.19
机引耙	214.6	联合收获机	14.38
播种机	121.6	割晒机	8.28
谷物烘干机	0.06	保鲜储藏设备	0.32
机动脱粒机	55.73	其他收获机械	15
种子加工机械	0.06	水稻直播机	0.02
化肥深施机	10.05	水稻插秧机	0.13
地膜覆盖机	1.39	茶叶修剪机	0.6

由上图可知，河南省种植业机械中机引犁的保有量最大，这是因为河南省地理条件多以平原为主，而平原多用于农田耕作，故机引犁的应用在河南十分广泛，同样机引耙也广泛使用于平原地区，机引耙遇有一幅不平的田地耙能自行调节，较好地消除死区，大大帮助了平原地区农作物的耕作，农用水泵对农作物有着给水的的作用，对于河南省属北亚热带与暖温带过渡区气候的地区有着重要的作用。

## 2.2 河南省南北部调查的农业机械对比分析

我们将河南省分成南、北两个部分来研究河南南部和北部主要的农业机械分布情况，按照郑州市以南为豫南，新乡市以北为豫北方法划分的，其中南部有许昌市、平顶山市、漯河市、周口市、南阳市、驻马店市、信阳市，北部有安阳市、鹤壁市、濮阳市、新乡市、焦作市、济源市、洛阳市、郑州市、商丘市、三门峡市、开封市。根据调查的数据，主要农业机械的分布情况如表 3.2、表 3.3

所示:

表 3.2 河南省南部各市主要农业机械调研统计表 (单位: 台)

农机种类	农用运输车	大型拖拉机	中型拖拉机	小型拖拉机	种植业机械
信阳市	28		14	1	12
许昌市	25	6	8	9	3
驻马店市	17	9	21	2	7
周口市	20	2	17	6	10
漯河市	30	5	10		5
南阳市	23	5	9	5	11
平顶山市	36	4	6	4	6

表 3.3 河南省北部各市主要农业机械调研统计表 (单位: 台)

农机种类	农用运输车	大型拖拉机	中型拖拉机	小型拖拉机	种植业机械
新乡市	24	11	11	3	8
郑州市	38	2	7	1	13
商丘市	37	3	5	3	9
开封市	30	3	17	3	8
洛阳市	33	2	11	4	11
濮阳市	40	6	6		6
三门峡市	24		7	9	3
安阳市	37	2	14	2	6
鹤壁市	28	2	9	3	3
济源市	28	4	16	3	4
焦作市	29	9	11	1	6

通过上述两表的数据我们可以看出,南部几个种类的农业机械个数与北部相比大致相同。但南部城市除了农运运输车相对比北方的数量稍少其余的几种农业机械数量都普遍比北方城市稍高。其主要原因是由于气候的影响而导致南北农作物产量的不平均分布,南部为亚热带湿润半湿润地区,全省由于受季风气候的影

响，加上南北所处的纬度不同，使河南的热量资源南部多，北部少，降水量南部多，北部少，气候的地区差异性明显。气候决定了南部城市的农作物产量要优于北部。

虽然河南省农业机械化经过多年的发展，已经取得了一定的成就，但仍然存在一些制约因素亟待解决。大体有以下几个方面的原因：一是农机户发展缓慢。二是存在“大农机与小农户”的矛盾。三是农机具更新级慢。四是农机合作组织管理松散。五是农业机械功能单一的制约。六是农机用户技能水平的制约，技能水平和文化水平不高，对农业机械化的发展也有一定的制约。七是农业机械服务严重滞后。

## 2.3 河南省近些年农业机械总动力和发展趋势

河南省作为我国的农业大省，长期以来一直高度重视农业的发展，农业机械化水平不断提高，作为衡量农业机械化水平的重要指标之一的河南省农业机械的总动力数量也迅速增加<sup>[29]</sup>。从本质上来说，农业机械总动力数量的变化是一个非线性系统，很多因素都会引起该数量的变化，如农忙收入水平的变化、播种面积的变化、粮食单位的变化以及国家扶持的力度等<sup>[30]</sup>。

截止 2010 年底，河南省农业机械柴油发动机动力达到 10195.89 万千瓦，拥有各类拖拉机 386.05 万台，其中：大中型拖拉机 27.44 万台。从 2005-2010 年的六年间，农业机械的总动力从 2005 的 7521.1 万千瓦增加到 2010 年的 10195.9 万千瓦。2005-2010 农业机械总动力变化趋势见下图 3.3。

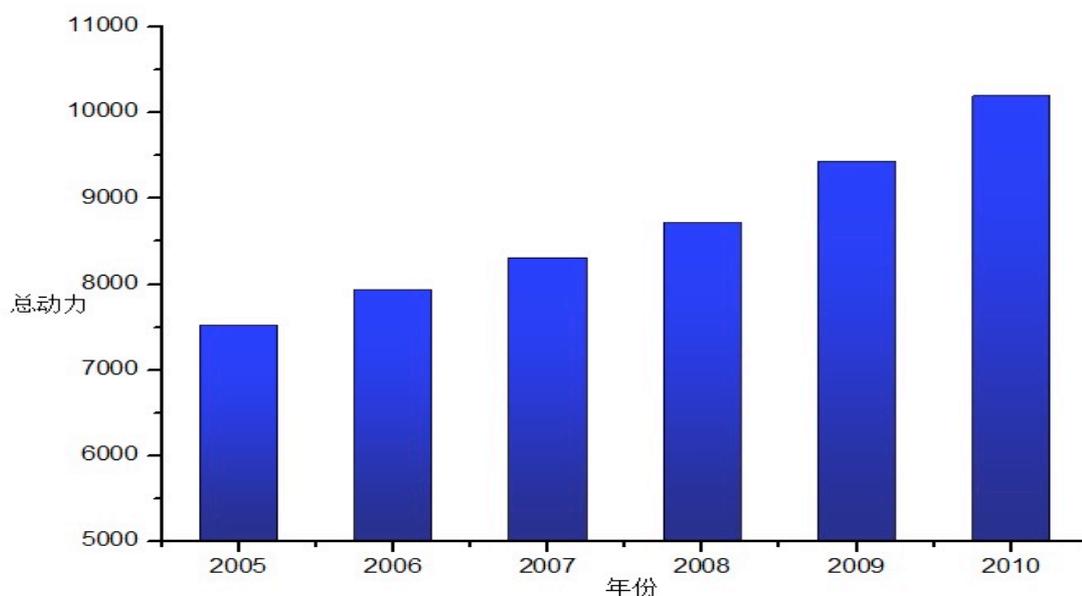


图 3.3 2005-2010 省河南省农业机械总动力（单位：万千瓦）

### 3 河南省农业机械油耗问卷调查分析

根据前面所提到的调查方法，我们对河南省进行有关农业机械的问卷调查，涉及地区主要包括以上 18 个地市，囊括了河南省南北和东西等不同地理地貌条件下的农业机械能耗状况。问卷内容涉及农业机械种类，型号功率、农闲时油耗量、农忙时油耗量等多方面信息。

但由于被调查对象多为直接从事农业生产的劳动者，他们大多文化水平不高，不能理解调查问卷中的专业信息，所以调查问卷多为调查者通过访谈从被调查者那里得到，然后自己填写；因此跟所提供数据准确性和实际使用情况真实性有很大关系。虽然这些数据不是非常精确，但可以提供一个宏观上的认识。我们对所得数据进行统计整理，结果如下所示。

#### 3.1 河南省调查的大中型拖拉机油耗分析

调查了 274 辆大中型拖拉机，根据调查表上功率与年油耗量的数据关系绘制出下图 3.4:

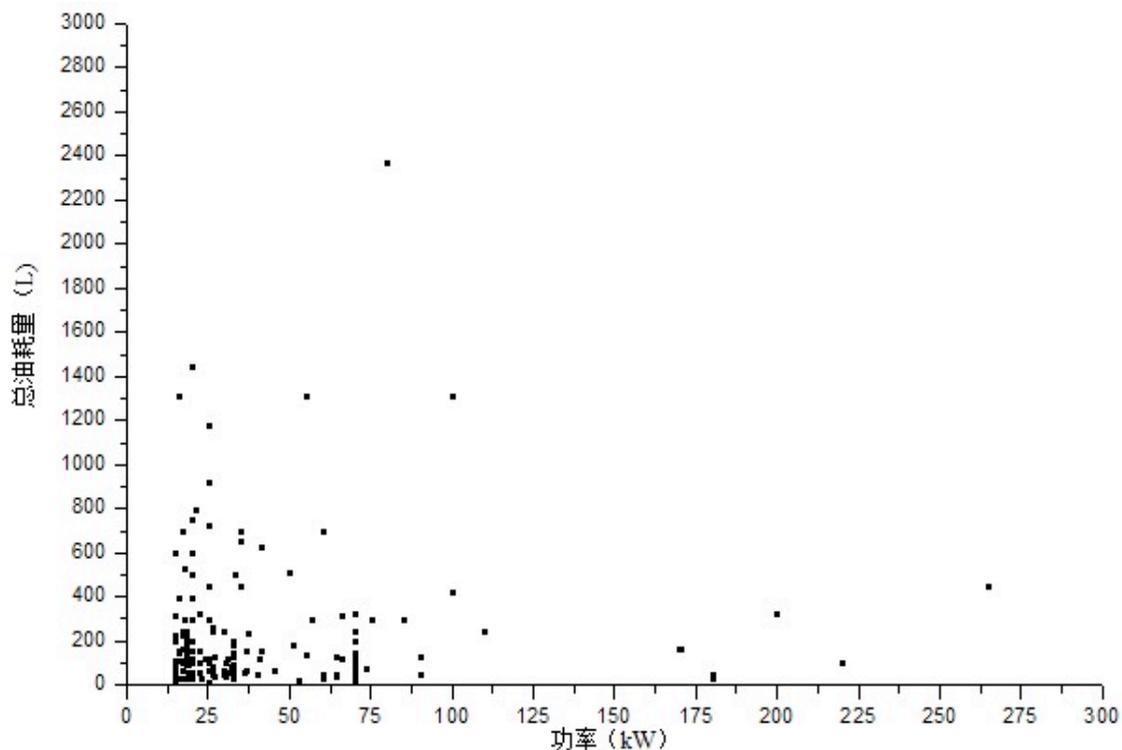


图 3.4 大中型拖拉机的功率与油耗量关系图

从上图可以看出，河南省大中型拖拉机保有量里面大多数的功率都集中在 14.7kW~75kW 之间，这可能由于这个功率区间段的大中型拖拉机较其他功率的拖拉机使用频繁、广泛。年油耗量主要集中在 0~800L 之间，这是一般家庭的年油耗量区间，也有少数达到 1200L 以上，通过调查我们了解到这可能是由于拖拉机经常被外人借用或租用所以导致年油耗量很高。随着功率的变大，我们看出油耗量反而在减少，这表明大功率型拖拉机使用的频率较少。

### 3.2 河南省调查的小型拖拉机油耗分析

调查了 59 辆小型拖拉机，采用同样的方法对其功率和油耗进行分析：

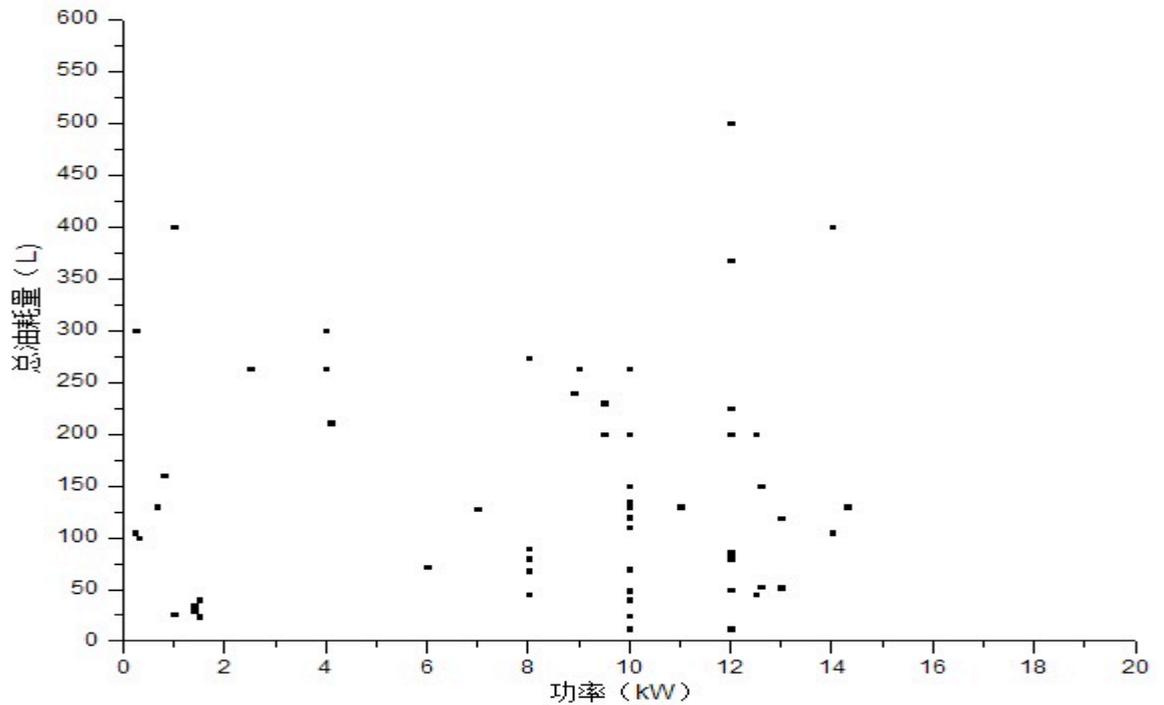


图 3.5 小型拖拉机功率与油耗量关系图

由上图我们可以看出，小型拖拉机的功率主要集中在 0~4kW 和 8~15kW 两个区间，这两个功率区间的小型拖拉机应用的比较广泛；而油耗量来说，这两个区间的总油耗量没有很明显的区别，油耗量都是有大有小，这可能是由于二者的拖拉机功率相差很小，所以功率对油耗量没有太大的影响，主要影响其油耗的可能为使用年限和使用频率等一系列的因素。当功率为 12kW 时，年油耗量普遍比较高，最高达到 500L，这可能是 12kW 的拖拉机使用频率高、应用范围广泛并且发动机油耗率较其他功率要高。

### 3.3 河南省调查的运输机械油耗分析

调查了 527 辆农用运输车，作功率、油耗量关系图 3.6:

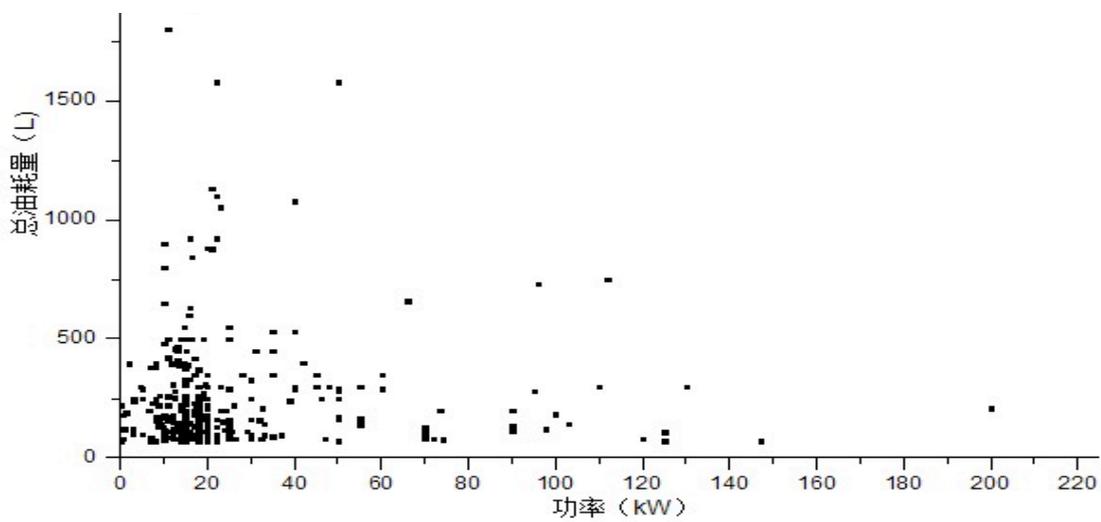


图 3.6 农用运输车功率与油耗量关系图

由图 3.6 我们可以看出，我们所调查的农用运输车功率大多集中在 0~70kW 之间，且在 0~20kW 尤为密集，这说明这段功率的农用运输车在河南省应用十分广泛。对于油耗量来说，也是在 20kW 附近油耗量普遍比较高，在 17kW 处年油耗量达到 1900L，这说明了 20kW 附近的农用运输车最具普遍性且使用性最大，随着功率的变大，其相对应的油耗量减少，这说明大功率的运输机械不经常使用。而在相同功率下的油耗量变化也挺大的，这充分说明了对于农用运输车，除了功率外的其他因素（比如：使用年限、使用频率、使用方式等）才是真正决定年油耗量大小的关键。

### 3.4 河南省调查的收获机械油耗分析

调查了 131 辆收获机械，作功率、油耗量关系图 3.7:

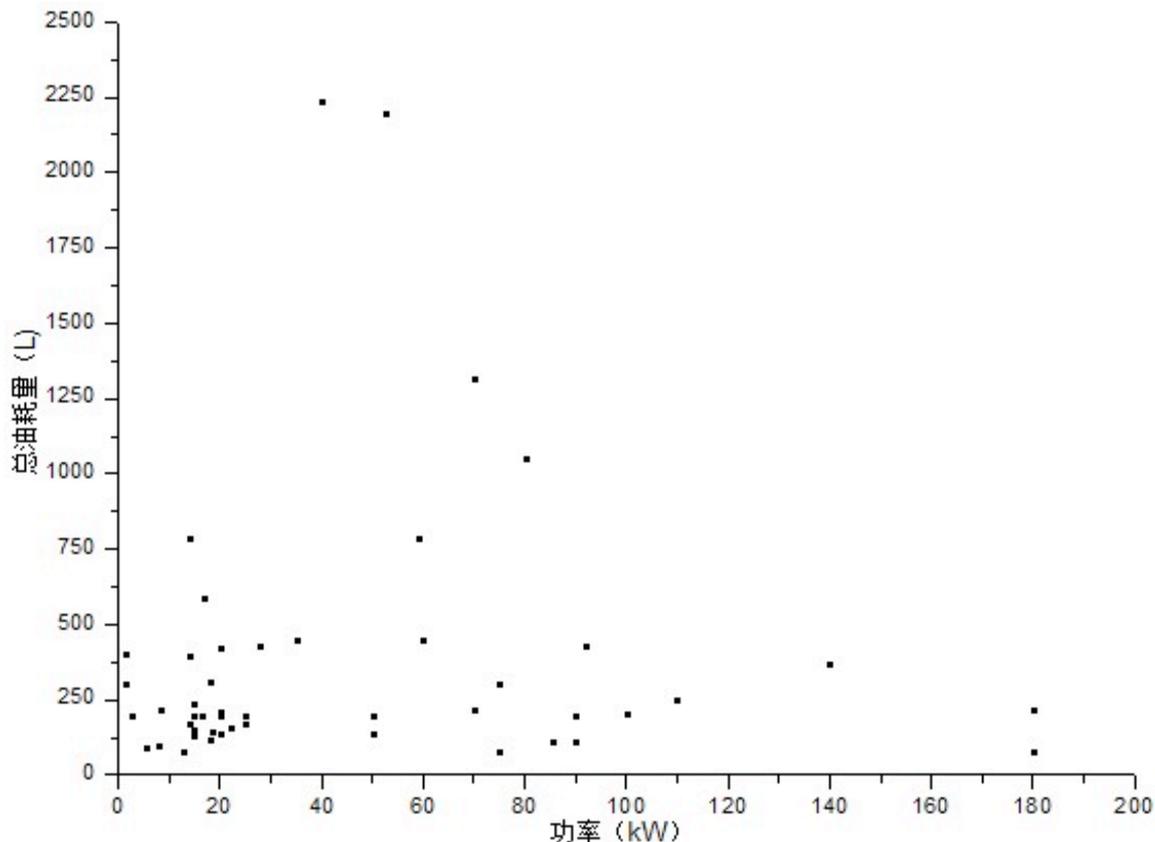


表 3.4 调查统计的农业机械油耗情况

所在地	机械种类	功率 (kW)	购买时间 (年)	年油耗量 (L)
南阳	手扶拖拉机	7.7	2002	16
南阳	手扶拖拉机	8.82	2010	30
焦作	中型拖拉机	66.2	2010	5040
漯河	中型拖拉机	51.5	2009	33
驻马店	手扶拖拉机	6	2008	40
郑州	三轮车	11	2007	70
南阳	小型拖拉机	6	2009	48
南阳	中型拖拉机	16.18	2009	100
南阳	三轮车	12.1	2002	130
南阳	联合收割机	63.1	2004	400
南阳	收割机	43	2005	200
开封	中型拖拉机	14.7	2006	60
新乡	三轮车	14.7	2005	100
开封	小型拖拉机	11.03	2005	75
濮阳	三轮车	11	2004	30

如上表所示，一般农业机械的年油耗量差不多在 400 以内，但也有很多情况下，一台农业机械被多个家庭连续租用以至于年油耗量很大，比如上表中调查的中型拖拉机年油耗量为 5040L，在我们调查过程中发现到河南省的农忙时间差不多集中于 6、9 月份，所以这两个月的农业机械使用率很高，但现在的农业机械化水平较前几年有了很大的提高，所以现在 6、9 月份也就每个月 5-6 天使用农业机械工作，大大的缩短了农忙时间。除了农忙外，据我们调查了解到在农闲的时间里，农业机械一般情况下基本不使用，故农闲时油耗可以忽略掉。调查中的生产劳动者对于农业机械的油耗情况主要是用一年来花多少钱买油来表示的，我们根据河南省柴油的价格为 7.5 元/升来推算的。

根据上表的数据，我们得出功率和年油耗量的关系图如下所示：

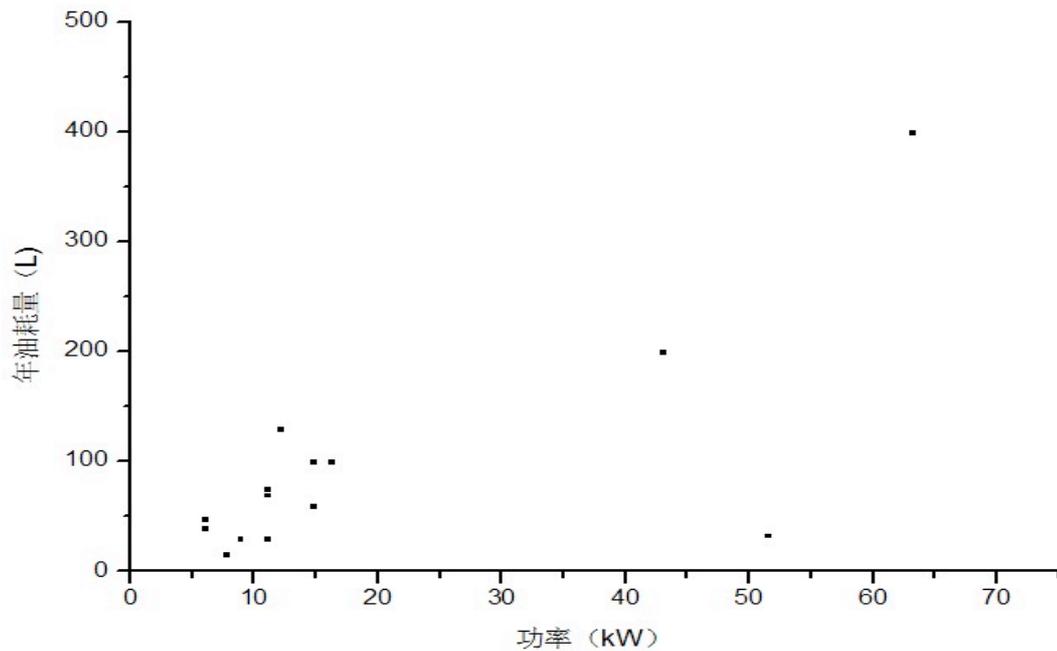


图 3.8 功率与油耗量的关系图

由上图 3.8 我们可以看到，在一般情况下，随着功率的增大年油耗量也随之增大，但是也有例外，比如功率为 51.5kW 的中型拖拉机油耗量仅为 33L，这说明这中型拖拉机使用频率、使用性较低。

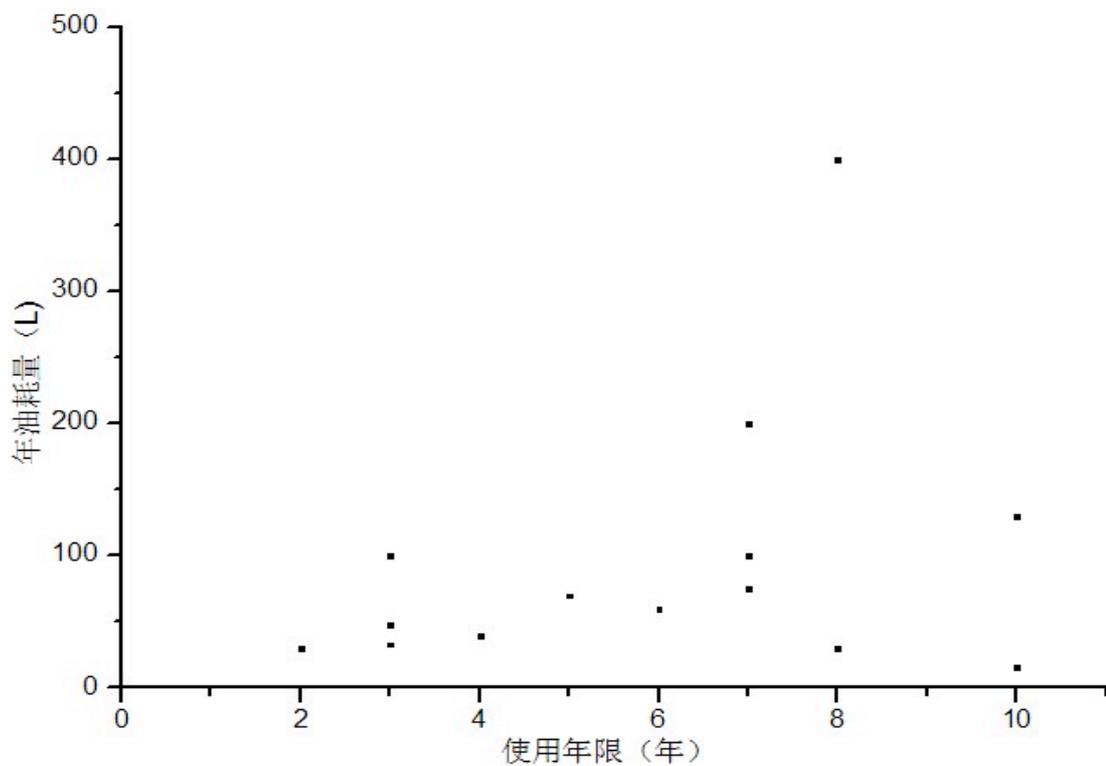


图 3.9 使用年限与年油耗量的关系图

上图为调查的农业机械其使用年限和油耗量之间的关系图，上图显示出，从一开始随着使用年限的增长，油耗量也随之增高，等使用年限到了 7、8 年左右时，年油耗量达到最高峰，之后随着使用年限的再次增长，年油耗量反而降低，这可能由于随着使用年限的增长，农业机械老化的不足以长时间、高频率的使用所导致的。

## 4 河南省农业机械总油耗量估算

根据所调查的某一种类的农业机械总动力与河南省所对应种类的农业机械总动力之比等于所调查的该类农机年油耗量与河南省该种类农机年总油耗量之比，分别推测出河南省各类型农业机械总耗油量，即可得到河南省农业机械总耗油量，所调查的农业机械动力与耗油量情况见表 3.5，推测出来的总耗油量见表 3.6 所示。

表 3.5 河南省调查的农业机械情况

大中型拖拉机 动力 (kW)	大中型拖拉机油 耗量 (L)	小型拖拉机动 力 (kW)	小型拖拉机油耗 量 (L)
8863.8	49684	550.03	10032

运输+种植业 机械动力 (kW)	运输+种植业机 械油耗量 (L)	其他机械动力 (kW)	其他机械油耗量 (L)
15055.29	112229.5	12831.39	93731.5

表 3.6 河南省农业机械耗油量

大中型拖拉机油 耗量(万升)	小型拖拉机油 耗量(万升)	运输+种植业机 械油耗量(万升)	其他机械油 耗量(万升)	总油耗量(万 升)	总油耗量 (万吨)
5434.6	69262.6	35602.2	4769.3	115068.7	97.8

由表 3.5、3.6 可知，河南省消耗柴油量最多的农业机械类型是小型拖拉机，这因为河南省小型拖拉机的保有量非常庞大，达到了 358.61 万台，远远超过其他省份，这也是由于河南省属于平原这一地理特性决定的，运输机械和种植业机

械的油耗量其次，这也与其在河南省的保有量情况和使用广泛性来决定，最后总的推算出河南省农业机械全年总油耗量为 97.8 万吨。

## 结论：

(1) 河南农业机械全年总油耗约为 97.8 万吨，其中小型拖拉机的年油耗量贡献最大，其次为运输机械和种植业机械。

(2) 由图 3.4~3.7 可知，大中型拖拉机的功率在 14.7kW~75kW 之间，其年油耗量主要集中在 0~800L 之间。小型拖拉机的功率主要集中在 0~4kW 和 8~15kW 两个区间，其年油耗量一般在 0~450L 之间不等，尤其在 12kW 处的油耗量普遍较高，最高达 500L。农用运输车的功率大多集中在 0~70kW 之间，且在 0~20kW 尤为密集，且在 20kW 附近油耗量普遍比较高，在 17kW 处年油耗量达到 1900L。收获机械功率比较分散，比较均匀的分布在 0~180kW 之间，油耗量一般在 0~750L 之间。

(3) 由文章可知，使用情况、使用年限和机械功率共同影响着其总油耗量的大小，在使用情况和使用年限差别不大的情况下，功率对总油耗量大小的影响较大，但当使用情况和年限有一定差别时，其对总油耗量大小的影响比功率对总油耗量的影响大很多。

(4) 在一般情况下，随着功率的增大农业机械的年油耗量也随之增大，但功率增大到一定时，由于使用性的限制，油耗量反而减少。对于使用年限的影响来说，随着使用年限的增长，油耗量也随之增高，等使用年限到了 7、8 年左右时，年油耗量达到最高峰，之后随着使用年限的再次增长，年油耗量反而降低。

(5) 受数据可得性限制，本研究中的问卷调查只包含了功率、油耗之间的数据关系，缺乏其他一些因素对油耗的影响（例如：使用年限、使用频率等等），而在样本容量中的种植业机械这一大类里面只调查了收获机，未对种植业机械这一大类里面其他一些小类进行调查，故对农业机械的油耗量情况以及影响油耗的一系列因素的研究亟待进行。

# 第四章 江苏省农业机械使用现状调查 研究

## 1 引言

江苏省地处中国大陆沿海中部和长江、淮河下游，东濒黄海，北接山东、西连安徽，东南与上海、浙江接壤，是长江三角洲地区的重要组成部分，介于东经116°18'-121°57'，北纬30°45'-35°20'之间。江苏省属亚热带季风湿润气候区，各地平均气温介于13℃-16℃，且由东北向西南温度逐渐增高。

全省耕地面积7153.1万亩，占全国的3.8%，人均占有耕地0.95亩。沿海滩涂1031万亩，占全国的1/4，是重要的土地后备资源。江苏是著名的“鱼米之乡”。农业生产条件得天独厚，农作物、林木、畜禽种类繁多。粮食、棉花、油料等农作物几乎遍布全省。

本研究对江苏省农业机械油耗情况调查自2012年3月至2012年11月进行。调查区域根据农业地域差异和我们调研的实际情况，涉及地区主要包括南京、苏州、无锡、常州、扬州、徐州、淮安、宿迁、连云港、盐城、南通、泰州、镇江江苏省13个地级市。问卷内容涉及常用农业机械类型、功率以及燃油使用情况等。通过问卷调查、实地调查及查阅资料等方法，获得了含有农业机械类型、功率、保有量、燃油消耗量和农业生产时间等一系列内容在内700余份有效调查问卷。

## 2 江苏省农业机械类型及保有量情况分析

### 2.1 江苏省农业机械类型及保有量情况分析

江苏省所使用的农业机械按照其使用类型主要分为种植业机械、运输机械、拖拉机及配套机械、渔业机械、农产品初加工机械、畜牧养殖业机械、农用基本建设机械、林果业机械等几个类型，其保有量情况如图4.1所示。

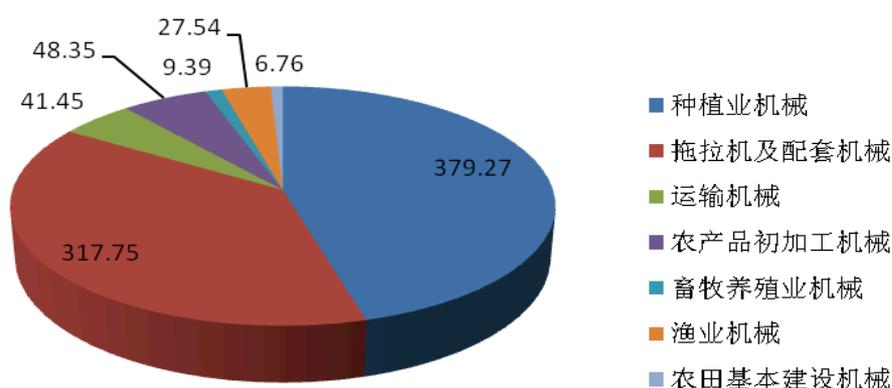


图 4.1 2010 年江苏省农业机械主要类型及保有量情况 (单位: 万台)

其中，以种植业机械居多约占总量的 45.6%，其次为拖拉机及配套机械 (38.2%)。由此看出，江苏省农业产业以种植业为主，林业、牧业、渔业为辅。

在所有农业机械中，又以种植业的机械分类最为复杂，大致可分明为 17 个小类，其中各类型的保有量情况如表 4.1 及图 4.2 所示。

表 4.1 2010 年江苏种植业机械类型及保有量 (万台)

类型	保有量 (万台)	类型	保有量 (万台)
耕整机	0.61	节水灌溉类机械	3.22
机引犁	27.21	机动喷雾机	57.32
旋耕机	88.39	茶叶修剪机	0.2
机引耙	3.27	联合收获机	9.85
播种机	23.26	割晒机	0.43
水稻直播机	0.37	其他收获机械	8.41
水稻插秧机	6.53	机动脱粒机	33.19
化肥深施机	0.43	谷物烘干机	0.14
地膜覆盖机	0.02	种子加工机械	0.05
农用排灌动力机械	58.2	保鲜储藏设备	0.37
农用水泵	60	深松机	0.26

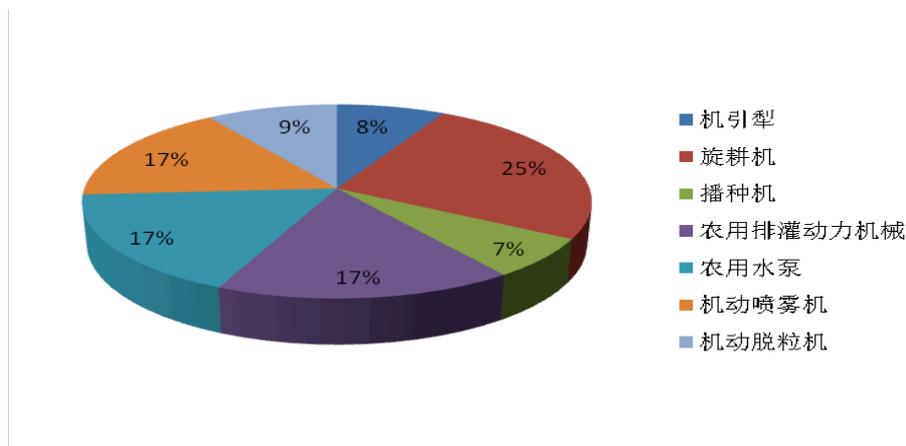


图 4.2 2010 年江苏种植业机械保有量

拖拉机及配套机械也是农业生产中较为常用的动力机械，包括大中型拖拉机 9.67 万台、小型中型拖拉机 122.84 万台、大中型拖拉机配套农具 16.41 万部、小型拖拉机配套农具 168.83 万部。农产品初加工机械方面，拥有初加工动力机械 25.61 万台、初加工作业机械 22.74 万台。在运输机械中，农用运输车为 24.2 万台、农用挂车为 11.3 万台。

## 2.2 近些年江苏省农业机械保有量和总动力变化情况

2001 年至 2010 年间，江苏省的农用水泵保有量变化不明显，联合收割机保有量直线上升。机动脱粒机呈下降趋势。农用排灌动力机械数量波动较为明显。具体数据如表 4.2 所示<sup>[31]</sup>。

表 4.2 江苏省农业机械保有量变化情况

年份	农用排灌动力机械 (万千瓦)	农用水泵 (万台)	联合收割机 (万台)	机动脱粒机 (万台)	机动喷雾(粉)器 (万部)
2001	618.72	58.09	5.20	120.16	35.17
2002	604.04	59.74	5.62	111.45	34.54
2003	567.79	58.81	5.86	93.56	34.99
2004	599.71	56.88	6.11	91.45	34.88
2005	609.08	61.93	6.96	73.95	37.41
2006	606.00	62.00	7.71	75.00	39.50
2007	431.40	59.09	7.85	59.00	41.39
2008	601.83	59.80	8.53	43.62	50.27
2009	612.87	60.42	9.10	38.00	53.50
2010	630.46	60.00	9.85	33.19	57.32

江苏省已有农机合作社 1000 多家，农机保有量 2008 年已有 220 多万台（其中拖拉机 149.94 万台；变型拖拉机 9.86 万台；联合收割机 7.59 万台；水稻插秧机 2.48 万台；机动植保机械 50.42 万台），2008 年至 2010 年，农机保有量稳步上升。可以从下图 4.3 江苏省总动力变化情况看出。

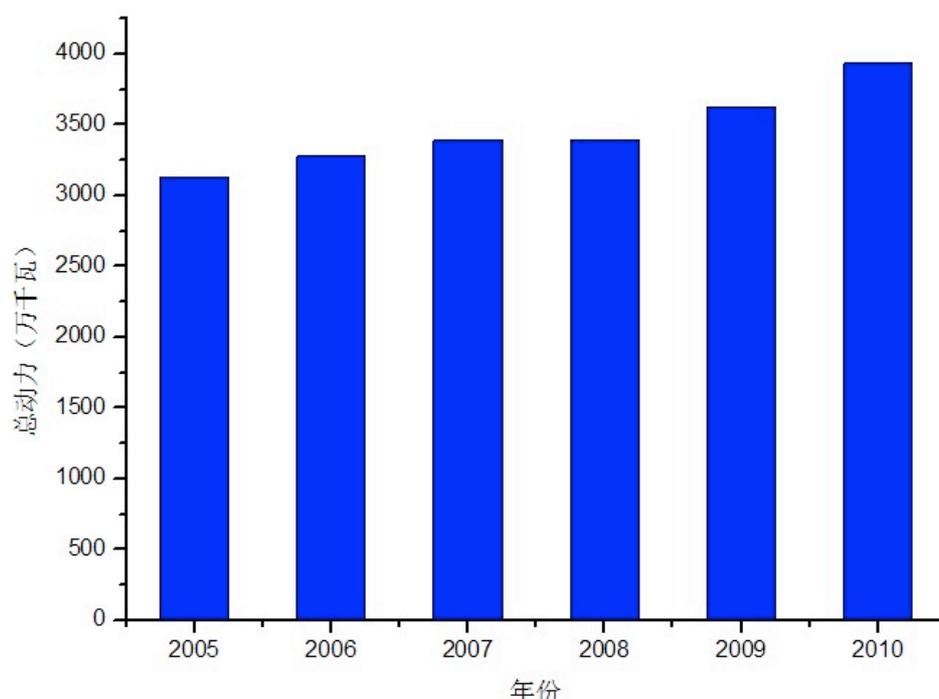


图 4.3 2005-2010 省江苏省农业机械总动力（单位：万千瓦）

### 3 江苏省农业机械油耗问卷调查分析

江苏省地处华东地区，气候较为温和，年平均气温为 $13.5\sim 16.0^{\circ}\text{C}$ ，夏季最高可达 $38^{\circ}\text{C}$ ，冬季最低可达 $-10^{\circ}\text{C}$ 。江苏的农作物大多为春播秋收，农忙时间大约为每年的5月至10月，这段时间气温为零上，江苏省农业机械使用的柴油大多为0#号，有时也会使用10#号和-10#号<sup>[32]</sup>。

对于农业机械来说，其功率越大，往往油耗也越高。我们用将近一个月的时间，在江苏各市县进行有关农业机械的问卷调查，涉及地区主要包括苏州、无锡、常州、南京、镇江、扬州、泰州、南通、盐城、淮安、宿迁、徐州和连云港。问卷内容涉及常用农业机械类型、功率以及燃油使用情况等。

从结果可以看出，由于政策支持，许多用户可以拿到农机补贴以减少加油所产生的费用，其使用的燃油大多来源于正规渠道，如加油站、农机站等。

### 3.1 江苏省收割机的油耗分析

对江苏省收割机进行油耗调查，样本容量为262台，调查结果如下表4.3所示。

表 4.3 收割机年耗油量汇总

机械功率 (kW)	全年油耗 (L)	样本数量(台)	其中				平均油耗 (L/kW)	其中，使用年限平均油耗 (L/kW)			
			1-5年	5-10年	10-15年	15年以上		1-5年	5-10年	10-15年	15年以上
0~20	15167	10	9	1	/	/	100.377	108.874	33.353	/	/
20~40	58159.5	48	33	12	2	1	35.924	38.179	35.541	33.171	22.098
40~60	238012	98	62	33	3	/	50.072	62.394	30.620	11.283	/
60~80	172840.3	80	62	14	4	/	31.381	36.914	12.849	15.164	/
80~100	42996	17	15	/	2	/	29.571	32.484	/	9.146	/
100~120	8985	8	2	6	/	/	9.735	20.150	6.217	/	/
≥120	500	1	1	/	/	/	3.571	3.571	/	/	/
平均							37.233	43.22371	23.716	17.191	22.098

由上表 我们可以看出，江苏省的收割机功率主要分布在 40~80kW 之间，可能这段功率的农业机械使用性较强，应用范围广的原因，而 0~20kW 之间的收割机平均年油耗最大，为 100.377L/kW，可能是由于这个功率区间段的收获机使用频率大。其次为 40~60kW 的收割机，平均油耗为 50.072L/kW。

下图 4.4 为使用年限及功率对收割机年油耗量影响关系图。

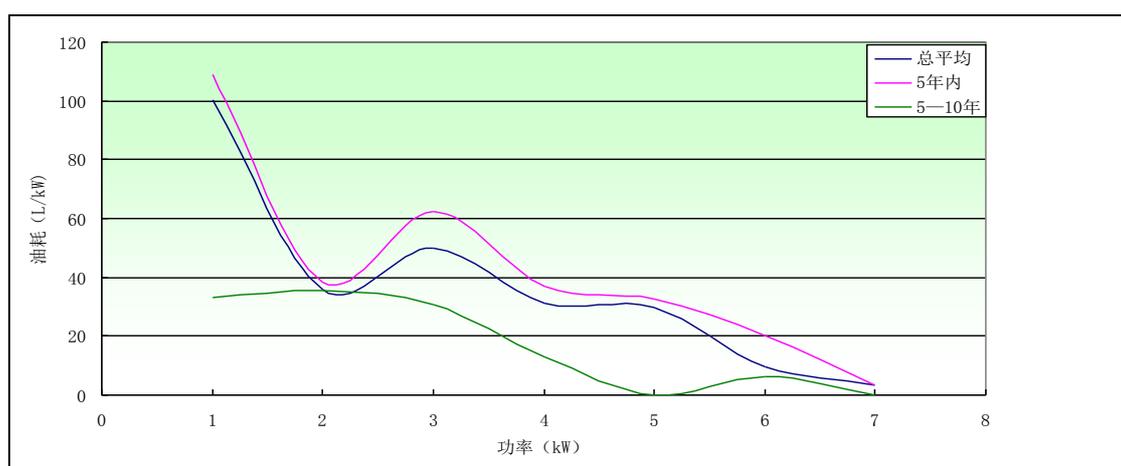


图 4.4 收割机年平均耗油量及不同使用年限耗油量比较

由上图可知，随着功率的增大，油耗量呈下降趋势，这说明小功率的收割机

比大功率的收割机使用性强，油耗量也较大，使用年限为 5 年内的收割机油耗量普遍较大，高于收割机的平均年油耗量，而使用年限为 5-10 年的收割机年油耗量普遍较低，低于所有收割机的平均油耗量，远低于使用年限在 5 年以内的收割机年油耗量，这可能是因为随着使用年限的增长，机械老化程度越大，导致无法正常长时间的使用，所以使用性降低导致油耗量下降。

### 3.2 江苏省插秧机的油耗分析

调查了 89 台插秧机油耗情况，结果如下表 4.4 所示。

表 4.4 插秧机年耗油量汇总

机械功率 (kW)	年油耗 (L)	样本数量 (台)	其中				平均油耗 (L/kW)	其中，使用年限平均油耗 (L/kW)			
			1-5 年	5-10 年	10-15 年	15 年以上		1-5 年	5-10 年	10-15 年	15 年以上
			0~10	4147.69	58	52		5	1	/	28.976
10~20	5410	17	15	1	/	1	25.515	23.833	50.847	/	27.273
40~50	2630	5	3	1	1	/	11.731	8.734	10	22.676	/
50~60	2200	4	3	1	/	/	10.082	11.062	7.5	/	/
60~70	1000	2	2	/	/	/	7.342	7.342	/	/	/
70~80	1700	2	1	1	/	/	11.333	14.667	8	/	/
80~90	900	1	/	1	/	/	10	10	/	/	/
平均							14.997	14.27671	25.3308	16.972	27.273

由上表可知，江苏省插秧机的功率主要集中在 0~10kW 之间，说明这段功率的农业机械使用性较强，应用范围广，少量集中在 10~20kW。0~10kW 和 10~20kW 之间的插秧机平均油耗比较大，分别为 28.976L/kW 和 25.515L/kW，说明这两个功率区间段的收获机使用频率较大。

下图 4.5 为使用年限及功率对插秧机年油耗量影响关系图。

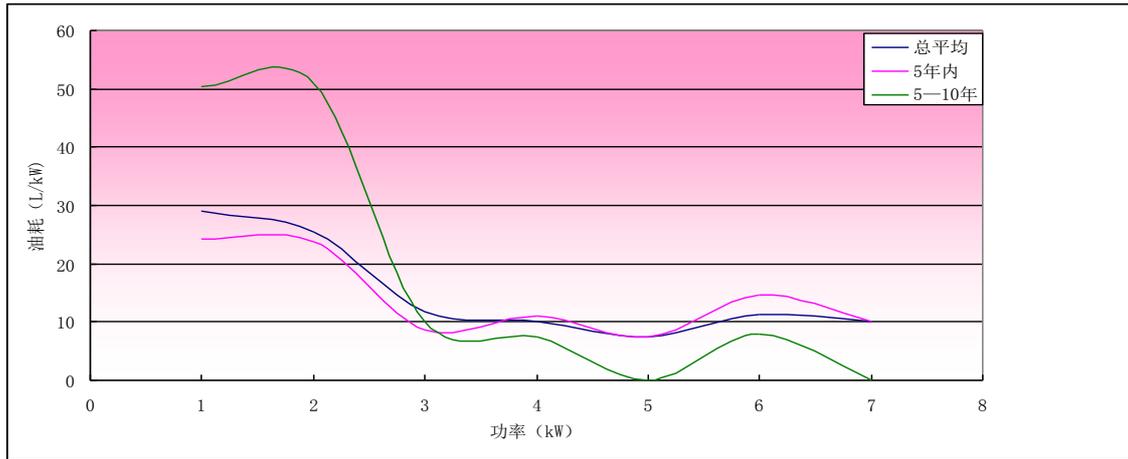


图 4.5 插秧机年平均耗油量及不同使用年限耗油量比较

上图显示出随着插秧机功率的增大，其年油耗量降低，使用年限在 5 年内的插秧机在小功率时油耗量最大，比插秧机总平均油耗量大很多，这段功率区间使用年限为 5-10 年的插秧机油耗量最小；而随着功率的增大，使用年限在 5 年内的插秧机的油耗量变小，小于总平均油耗，这时使用年限为 5-10 年的插秧机油耗量变为最大。

### 3.3 江苏省拖拉机的油耗分析

调查了294台拖拉机油耗情况，结果如下表4.5所示。

表 4.5 拖拉机年耗油量汇总

机械功率 (kW)	全年油耗 (L)	样本数量 (台)	其中				平均油耗 (L/kW)	其中，使用年限平均油耗 (L/kW)			
			1-5 年	5-10 年	10-15 年	15 年以上		1-5 年	5-10 年	10-15 年	15 年以上
0~10	7037.7	56	8	27	14	7	14.913	17.917	13.851	17.681	10.543
0~20	19493	74	23	34	14	2	20.636	32.508	13.038	18.310	10.667
20~30	15910	9	7	3	1	/	72.811	66.593	115.926	8.636	/
30~40	31246.2	24	14	5	2	3	36.405	42.377	22.839	25.136	38.123
40~50	38233.8	34	26	4	3	1	29.352	29.662	15.831	9.058	7.407
50~60	94228.5	73	53	16	2	2	22.682	27.128	10.921	6.364	8.596
≥60	54384	24	22	2	/	/	30.588	32.330	10.165	/	/
平均							32.48386	35.50214	28.93871	14.1975	15.0672

由上表可知，江苏省拖拉机的功率主要集中在 0~60kW 之间，说明江苏省拖拉机主要为中小型拖拉机，可能是因为中小型拖拉机的使用性较强，应用范围广 20~30kW 之间的中型拖拉机平均油耗最大，达到 72.811L/kW，说明这个功率区间的拖拉机使用频率大、使用性强。图 4.6 为使用年限及功率对拖拉机年油耗量影响关系图。

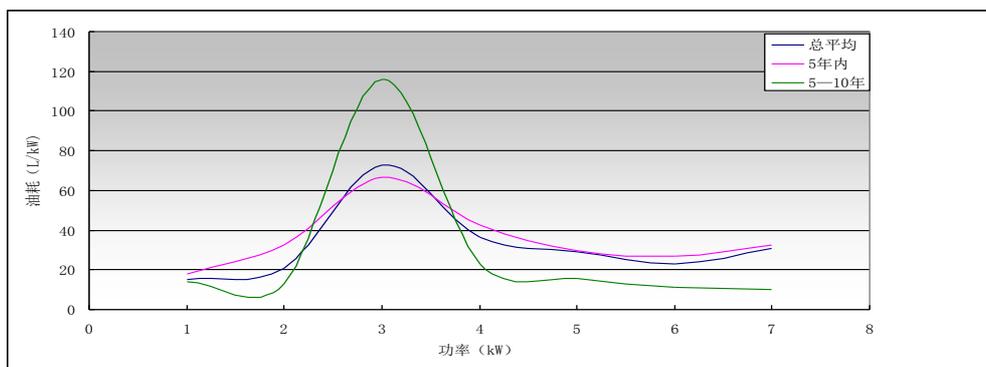


图 4.6 拖拉机年平均耗油量及不同使用年限耗油量比较

由上图可知，随着拖拉机功率的增大，其年油耗量呈抛物线形式，当功率差不多为 3kW 时，拖拉机油耗量达到最大，使用年限为 5-10 年的拖拉机在小功率和大功率时油耗量最小，这两段功率区间上，使用年限在 5 年内的拖拉机油耗量最大；而在功率为中间区段时，使用年限在 5-10 年的拖拉机油耗量变大，远大于总平均油耗，这时使用年限为 5 年内的拖拉机油耗量最小。

### 3.4 江苏省其他农用柴油机的油耗分析

表 4.6 其他农用柴油机年耗油量汇总

机械功率 (kW)	全年油耗 (L)	样本数量(台)	其中				平均油耗 (L/kW)	其中，使用年限平均油耗 (L/kW)			
			1-5 年	5-10 年	10-15 年	15 年以上		1-5 年	5-10 年	10-15 年	15 年以上
0~10	1899	16	8	6	1	1	15.111	17.100	9.421	12.471	22.727
10~20	17593	47	20	17	6	3	26.004	24.029	37.421	10.153	6.995
20~40	4577	10	8	1	/	1	16.753	18.106	7.727	/	14.266
40~60	8340	12	9	2	/	1	13.248	9.710	27.000	/	14.815
≥60	20372	10	8	2	/	/	19.651	18.573	24.206	/	/
平均							18.1534	17.5036	21.155	11.312	11.13425

调查了95台农用柴油机油耗情况（见表4.6），江苏省柴油车的功率主要为10~20kW之间，说明这个功率段的柴油车的使用性较强，应用范围广，其他功率的柴油车保有量分布均匀。10~20kW之间的柴油车平均油耗最大，达到26.004L/kW，说明这个功率区间的柴油车使用频率大、使用性强。

下图为使用年限及功率对柴油车年油耗量影响关系图。

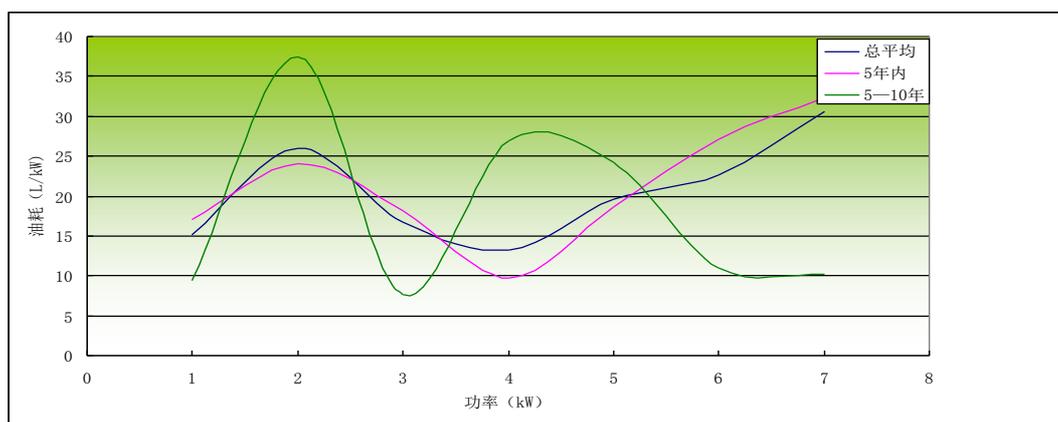


图 4.7 其他农用柴油机年平均耗油量及不同使用年限耗油量比较

如上图 4.7 所示，功率和使用年限对柴油车年油耗量的影响情况比较复杂，发现到使用年限在 5 年内的柴油车油耗量与柴油车总平均油耗量变化情况较一致，说明使用年限在 5 年内的柴油车的油耗量变化较正常化，有规律。而使用年限在 5-10 年的柴油车油耗量变化较复杂，呈现出两个波峰形式，但当功率较大时，使用年限在 5-10 年的柴油车油耗量最小，远小于平均油耗量，这时使用年限在 5 年内的柴油车油耗量最大，略高于总平均油耗量。

### 3.5 使用年限对四种农业机械油耗的影响分析

表 4.7 不同农业机械使用年限的年耗油量

年耗油量 (L/kW)	平均值	1-5 年	6-10 年	11-15 年	15 年以上
收割机	37.233	43.22371	23.716	17.191	22.098
插秧机	14.997	14.27671	25.3308	16.972	27.273
拖拉机	32.48386	35.50214	28.93871	14.1975	15.0672
其他农机	18.1534	17.5036	21.155	11.312	11.13425

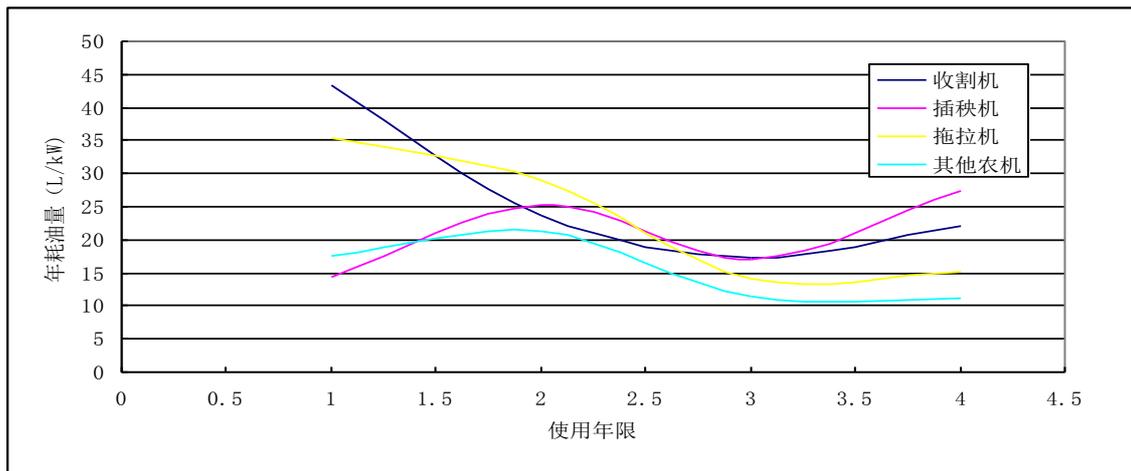


图 4.8 不同农机不同使用年限耗油量比较

由以上图表可知，使用年限对这四种农业机械油耗量的影响趋势大体一致，均为从使用年限开始变大时，其油耗量也随之增大，但使用年限再变大时，四种农业机械的油耗量降低，这说明四种农业机械使用时间越久，老化程度严重导致其使用频率和使用时间减少，从而导致油耗量降低。这四种农业机械中，使用年限较长时插秧机的油耗量为最大，其次分别为收割机、拖拉机和其农机。

## 4 江苏省农业机械总油耗量估算

根据前面所调查的农业机械的动力与江苏省所对应类型的农业机械总动力的关系，分别推测出江苏省各类型农业机械总耗油量，即可得到江苏省农业机械总耗油量，所调查的农业机械动力与耗油量情况见表 4.8，推测出来的总耗油量见表 4.9 所示。

表 4.8 江苏省调查的农业机械情况

大中型拖拉机动力(kW)	大中型拖拉机油耗量 (L)	小型拖拉机动 力 (kW)	小型拖拉机油 耗量 (L)
1815.52	11316	1031.08	14675

运输+种植业机 械动力 (kW)	运输+种植业机 械油耗量 (L)	其他机械动力 (kW)	其他机械油耗 量 (L)
7368.687	102941.39	1173.44	6606

表 4.9 江苏省农业机械耗油量

大中型拖拉机 机油耗量(万 升)	小型拖拉机油 耗量(万升)	运输+种植 业机械油耗 量(万升)	其他机械油 耗量(万升)	总油耗量(万 升)	总油耗量 (万吨)
2354.4	15921.2	28149.8	2398.0	48823.4	41

由上表可知，江苏省2010年总油耗量为41万吨，其中运输机械和种植业机械耗油量占最大，这与种植业机械保有量相关，2010年江苏省种植业机械保有量达到了379.27万台，保有量在各种类农业机械中占最大；其次为小型拖拉机，小型拖拉机的保有量为122.84万台，仅次于种植业机械，这也是小型拖拉机油耗量较大的原因。最后总的推算出江苏省农业机械全年总油耗量为41万吨。

综上所述有以下几点结论：

(1) 江苏省农业机械全年总油耗约为41万吨，其中运输机械和种植业机械的年油耗量最大为23.9万吨，其次是小型拖拉机为13.5万吨。

(2) 由油耗分析可知使用年限和功率均影响农业机械油耗，其中，农业机械的使用年限越长其年油耗量越小，当使用年限较长时插秧机的油耗量为最大。

(3) 从所得数据整体趋势上可以看出，农业机械的功率越大平均小时油耗普遍越高，而全年油耗总量除和功率相关外，也和全年使用频率密不可分。

(4) 根据中国农业统计资料，江苏农业机械总动力为 3937.3 万千瓦，约占全国农业机械总动力（92780.48 万千瓦）的 4.24%。根据问卷数据计算得到江苏省农业机械全年总油耗约为 41 万吨，约占全国农业机械总油耗（1180.34 万吨）的 3.5%。二者比例较为接近，依此可以证明调查所得结果较为真实，基本符合实际情况。

# 第五章 天津市农业机械使用现状调查 研究

## 1 引言

天津市位于东经  $116^{\circ}43'$  至  $118^{\circ}04'$ ，北纬  $38^{\circ}34'$  至  $40^{\circ}15'$  之间。市中心位于东经  $117^{\circ}10'$ ，北纬  $39^{\circ}10'$ 。地处华北平原北部，东临渤海，北依燕山。天津地质构造复杂，大部分被新生代沉积物覆盖。地势以平原和洼地为主，北部有低山丘陵，海拔由北向南逐渐下降。地貌总轮廓为西北高而东南低。天津有山地、丘陵和平原三种地形，平原约占 93%。除北部与燕山南侧接壤之处多为山地外，其余均属冲积平原，蓟县北部山地为海拔千米以下的低山丘陵。农业机械化是农业现代化的基础，农业机械特别是农用动力机械在农业经济发展中发挥着越来越重要的作用。而农业机械的范围很广、种类较多。农业机械的发明和使用对提高农业劳动的生产率，增加农产品供给量及供给速度，保证农业的健康、稳步发展，起到至关重要的作用。

近年来，石油资源短缺、油价上涨和大气污染日益严重，节约能源和保护环境已成为我国的基本国策。农机行业作为使用和消耗能源的一个重要行业，加强对机械的使用和管理，努力降低农业机械的能源消耗显得尤为重要<sup>[33]</sup>。然而随着农业机械总量的增加，农业机械的油耗量消耗越来越多，这与我国节约能源的基本国策不一致，因此控制我国农业机械总油耗量显得十分重要。

本研究调查自 2012 年 3 月至 2012 年 11 月。调查区域涉及地区主要包括西青区、津南区、北辰区、东丽区、汉沽县、宝坻县、静海县、宁河县以及武清县。

通过在天津各区县进行有关农业机械的问卷调查、实地调查及查阅资料等方法，获得了含有农业机械类型、功率、保有量、燃油消耗量和农业生产时间等一系列内容在内 200 余份有效调查问卷。

## 2 天津市农业机械的保有量及总动力发展状况

### 2.1 2010 年天津市农业机械保有量情况

天津市所使用的农业机械按照其使用类型主要分为种植业机械、运输机械、拖拉机及配套机械、渔业机械、农产品初加工机械、畜牧养殖业机械、农用基本建设机械、林果业机械等几大类，其保有量情况如图 5.1 所示。

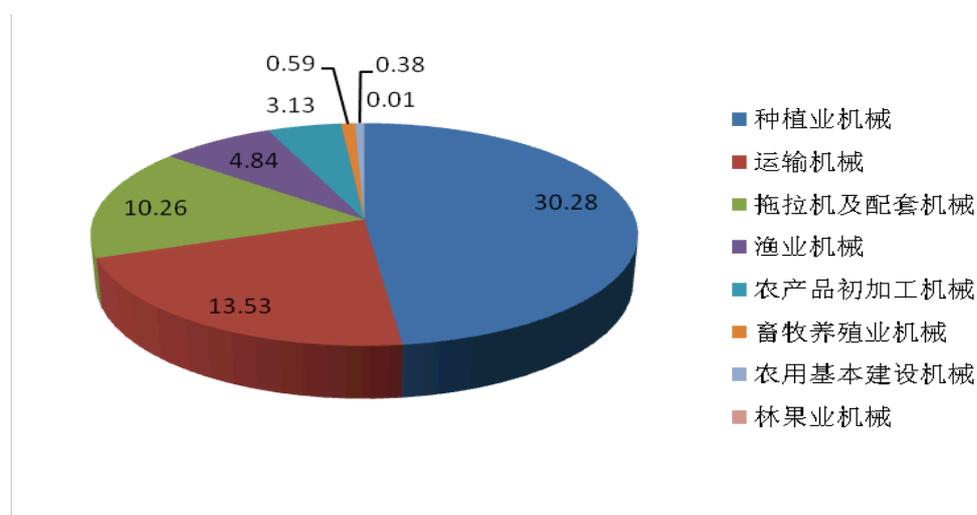


图 5.1 2010 年天津市农业机械主要类型及保有量情况（单位：万台）

其中，以种植业机械居多约占总量的 47%，其次为运输机械(22%)及拖拉机及配套机械(16%)。由此可以看出，天津市农业产业以种植业为主，林业、牧业、渔业为辅。

在所有农业机械中，又以种植业的机械分类最为复杂，大致可分明为 17 个小类，其中各类型的保有量情况如下表 5.1 所示。

拖拉机及配套机械也是农业生产中较为常用的动力机械，包括大中型拖拉机 1.30 万台、小型中型拖拉机 3.12 万台、大中型拖拉机配套农具 1.97 万部、小型拖拉机配套农具 3.87 万部。农产品初加工机械方面，拥有初加工动力机械 2.41 万台、初加工作业机械 0.72 万台。在运输机械中，农用运输车为 13.53 万台、农用挂车为 0.33 万台。此外，2010 年天津拥有温室 20342.01 万平方米，农用飞机 3 架。农业机械原值和净值 34.18 亿元和 24.54 亿元<sup>[25]</sup>。

表 5.1 2010 年天津种植业机械类型及保有量（万台）

类型	保有量	类型	保有量
耕整机	1.09	水稻插秧机	0.03
机引犁	0.74	化肥深施机	0.01
旋耕机	2.11	地膜覆盖机	0.34
深松机	0.04	联合收割机	0.40
机引耙	0.18	割晒机	0.03
播种机	1.82	其他收获机械	0.41
农用排灌动力机械	10.80	机动脱粒机	1.92
农用水泵	9.24	机动喷雾（粉）机	0.86
节水灌溉类机械	0.29		

## 2.2 近年来天津市农业机械保有量及总动力变化情况

2008 到 2010 年间，天津市大中型拖拉机及配套农具数量略增加，而小型拖拉机及配套农具数量有着小幅减少，但其总量呈现出逐年上升趋势。农用排灌柴油机数量波动较为明显，2008 年与 2010 年基本相同，而 2009 年几乎比 2008 年多出一倍，农用排灌柴油机保有量波动较大。

表 5.2 2008 年至 2010 年天津市部分农业机械保有量变化情况

	2008 年	2009 年	2010 年
大中型拖拉机数量（台）	11500	12800	13000
小型拖拉机数量（台）	32300	31800	31200
大中型拖拉机配套农具（部）	17300	18400	19700
小型拖拉机配套农具（部）	38500	38800	38700
拖拉机及其配套农具总量（台）	99600	101800	102600
排灌柴油机数量（台）	39300	70200	39500

下图 5.2 为 2005 至 2010 年天津农业机械动力情况，总体上看，2005 年至 2007 年天津市农业机械总动力呈上升趋势，到了 2007 年达到最高峰为 613.7 万

千瓦，但从 2008 年开始天津市农业机械总动力呈下降趋势，到 2010 年下降到 595.0 万千瓦，这可能是由于天津市农业机械保有量已达到饱和状态。

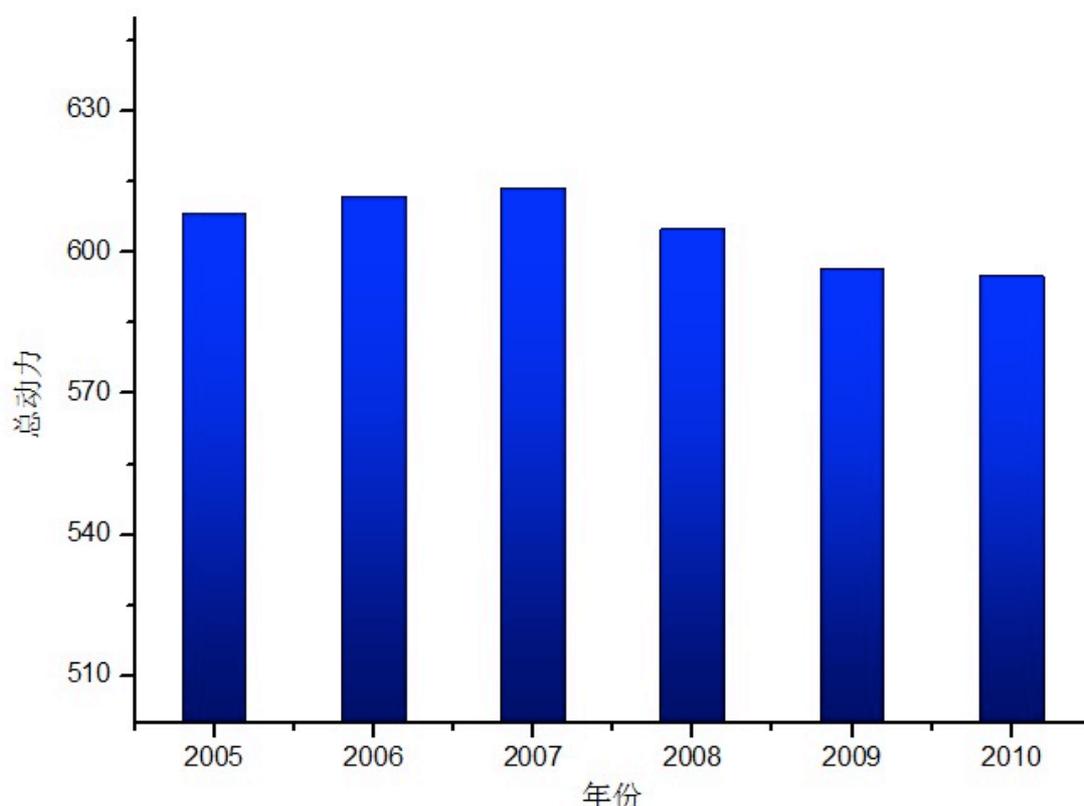


图 5.2 2005 年至 2010 年天津市农业机械动力情况（单位：万千瓦）<sup>[31]</sup>

### 3 天津市调查的农业机械油耗状况

天津市地处华东地区，气候较为温和，夏季最高可达 40°C，冬季最低可达 -20°C。天津的农作物大多为春播秋收，农忙时间大约为每年的 4 月至 10 月，这段时间气温几乎为零上，因此天津市农业机械使用的柴油大多为 0# 号，有时也会使用 10# 号和 -10# 号。调查过程中了解目前到天津的柴油市场较为规范，几乎全部被调查者所使用的燃油来源于正规渠道，如加油站、农机站等。由于政策支持，许多用户还可以拿到农机补贴以较少购置柴油所产生的费用。虽然在调查过程并未发现天津市的农业机械的燃油来源及使用存在问题，但是在我国广大农村地区所使用的燃油，由于资源条件有限以及管理相对困难等因素，其质量普遍较差，存在着一些劣质的“土柴油”或“轮胎油”<sup>[34]</sup>。这些劣质油品的使用，直接而显著影响是加重机械的损耗，增加环境污染物的排放；影响更严重时还会造

成安全的隐患。

根据前面提到的调查区域、方法以及内容，获得 200 余份有效调查问卷，以下是对所调查的农业机械进行一些具体的分析。下表 5.3 是这次研究在天津调查的农业机械容量情况。

表 5.3 所调查的农业机械各种类容量

农机种类	调查数量（台）
三轮车	71
大中型拖拉机	61
小型拖拉机	64
收割机	29
播种机	4

### 3.1 三轮车的油耗分析

同一类型机械功率不一定相同，所以油耗也可能大不一样，即使是同一种类机械且功率相同，但使用情况不一样也会导致油耗量不一样，下图 5.2、5.3 是三轮车的功率、使用年限与总油耗量的关系：

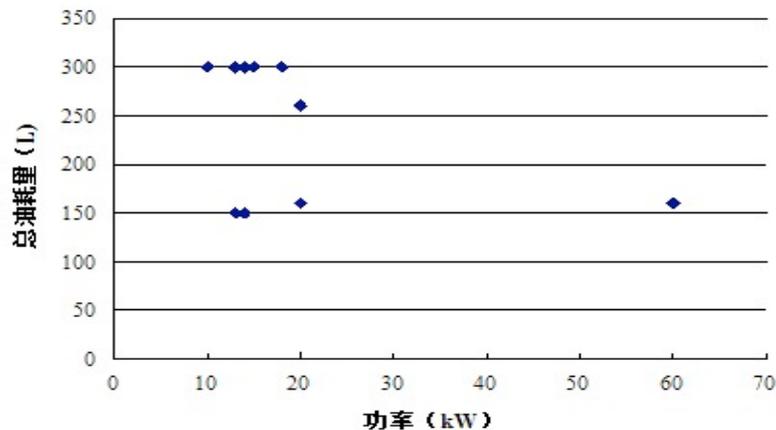


图 5.3 调查的三轮车功率与油耗量关系图

由上图 5.3 可知，三轮车的功率普遍分布在 10kW~20kW 之间，随着功率的增大我们可以看到油耗量并不是也随之升高，有的油耗量甚至减少，同一功率机械的油耗量可能相差很大，这说明对三轮车而言，功率并不是对油耗量产生影响的主要因素，使用年限和使用频率等的影响作用可能很大。

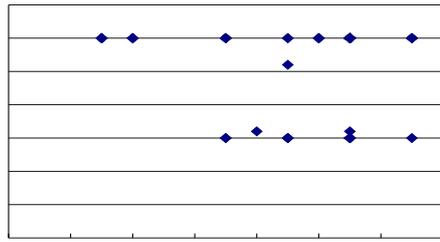


图 5.4 调查的三轮车使用年限与油耗量关系图

由上图 5.4 可知，使用年限和油耗量并非呈线性关系，使用年限少不一定油耗量越少，使用年限长不一定油耗量越大，这说明使用年限对油耗量的影响作用也不是决定性的。

下图 5.5 为三轮车的使用频率与总油耗量的关系图，由图 5.4 我们可以大体的看到随着使用频率的增多，油耗量的大体趋势是增多的，12~18 次之间的油耗量比 8~10 之间油耗量要大很多，约大 150L 左右，这说明使用频率对油耗量的影响作用还是比较大的。

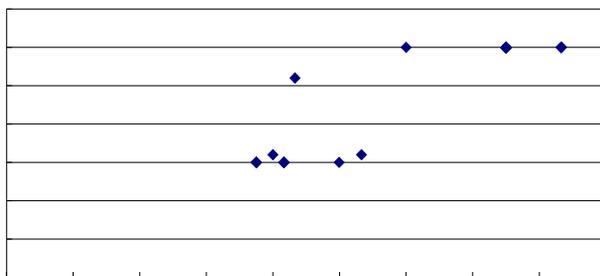


图 5.5 调查的三轮车使用频率与油耗量关系图

### 3.2 拖拉机的油耗分析

采用对三轮车同样的方法对拖拉机进行油耗分析，首先分析下功率与油耗量之间的关系，见下图 5.6:

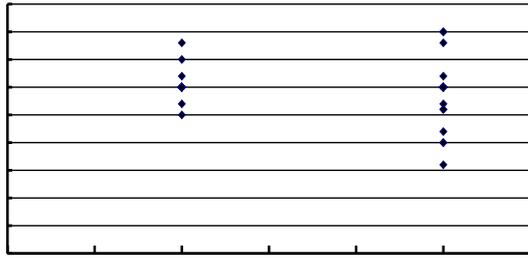


图 5.6 调查的拖拉机功率与油耗量关系图

由上图可知，调查的拖拉机功率主要集中在 70kW 和 73kW，总体上看来 73kW 的拖拉机耗油量范围要比 70kW 油耗量范围要大不少，70kW 拖拉机油耗量在 250~380L 之间，73kW 拖拉机油耗量在 160~400L 之间，这可能由于 73kW 的拖拉机的适用性比 70kW 的拖拉机要广泛。功率对大中型拖拉机油耗量的影响不是很大。

下图 5.7 为使用年限与油耗量的关系图：

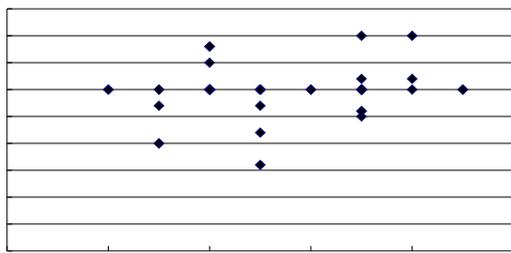


图 5.7 调查的拖拉机使用年限与油耗量关系图

由上图可知，一般情况下使用年限越长，其油耗量越大，这可能因为使用时间长了拖拉机零件等老化，使得油耗量增多。

下图 5.8 显示了使用频率与拖拉机油耗量之间的关系：

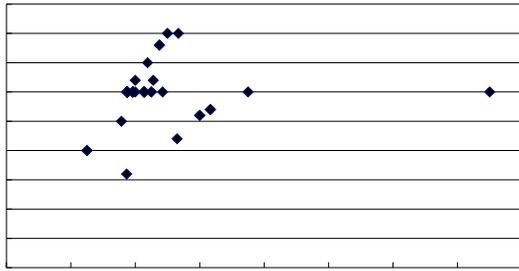


图 5.8 调查的拖拉机使用频率与油耗量关系图

从上图我们可以看出，拖拉机油耗量在小范围内随着使用频率的增多而增多，但超过一定次数油耗量反而下降，这可能因为使用频率增多导致每次使用时间、强度都有所减小，从而每次油耗量降低，总的油耗量甚至也减少。

### 3.3 收割机的油耗分析

下图 5.9 为调查的收割机的功率与油耗量之间的关系图：

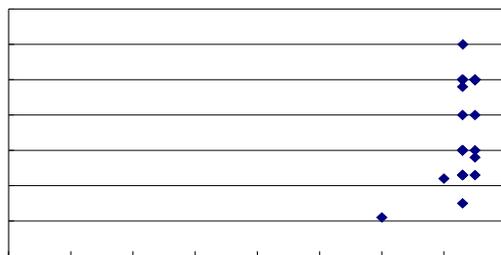


图 5.9 调查的收割机功率与油耗量关系图

由上图 5.9 可知，从 60kW 开始收割机油耗量随着功率的变大而增多，当功率达到 73kW 左右时，油耗量达到最多为 600L，但之后又随之下降，这可能与使用情况等各方面因素所决定的。

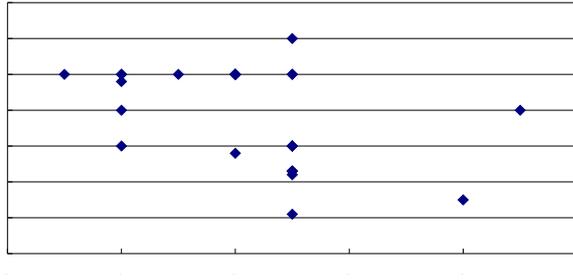


图 5.10 调查的收割机使用年限与油耗量关系图

上图 5.10 为调查的收割机的使用年限与总油耗量之间的关系，所调查的收割机使用年限主要集中在 2~6 年，之后随着使用年限的变长油耗量反而降低，可能由于使用年限变长收割机的使用性降低，用的次数少了油耗量自然就降低了。

下图 5.11 为调查的收割机的使用频率与油耗量之间的关系：

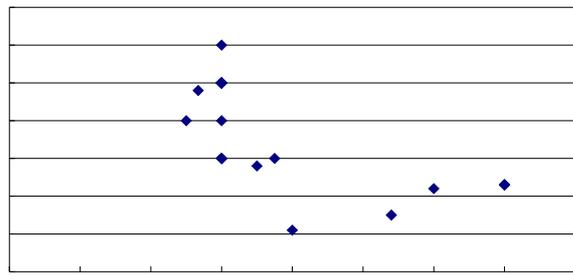


图 5.11 调查的拖拉机使用频率与油耗量关系图

如上图 5.11 所示，我们明显可以看出，多次使用收割机的油耗量反而比使用次数少的油耗量要少，这可能因为使用次数多时每次使用消耗的油要少，也可能是由于使用频率少所以每一次使用的时间较长，而长时间的使用使得收割机的油耗量变大。

### 3.4 播种机的油耗分析

由于调查中播种机的容量仅为 4 台且数据较一致，作关系图不能反映出规律性，故列下表 5.4 所示：

表 5.4 调查的播种机使用情况

功率 (kW)	使用年限 (年)	农忙使用油量(次*每次加油量)	农闲使用油量(次*每次加油量)	总用油量 (升)	农忙时间 (月份)
51.45	9	2*50	4*5	120	6
51.45	9	2*50	4*5	120	6
51.45	8	2*50	4*5	120	6
51.45	9	2*50	4*5	120	6

由上表可知，播种机的一般使用时间为 6 月份，农忙时间较其他农业机械要短，每年大约使用 6 次，总油耗量约为 120L。

### 3.5 调查的四种农业机械油耗情况

根据所调查的四种农业机械的油耗情况，将四种农业机械油耗进行比较，见下表 5.5 所示，三轮车的功率一般在 10kW~20kW 之间，农忙时油耗量高于农闲时一倍左右，平均年油耗约 271L；拖拉机功率 70kW 或 73kW，农忙时油耗量也约为农闲时的两倍，年油耗量约为 301.5L；收割机的功率一般为 60kW~75kW 之间，农忙时油耗量比农闲时要高，但没有固定的倍数，这可能由于每个人家里种农作物面积大小所决定的；播种机农忙时、农闲时油耗量均小于前三者农业机械，这可能因为播种机年使用时间较其他农业机械短而导致的。

从所得数据整体趋势上可以看出，农业机械的功率越大全年油耗普遍不一定越高，这可能也和全年使用频率以及机械的受损程度等密不可分。由表 5.5 可知，天津市三轮车总油耗量约为 3.12 万吨，拖拉机约为 0.39 万吨，收割机和播种机分别约为 0.15、0.19 万吨。四种农业机械总油耗量为 3.85 万吨。

表 5.5 2010 年天津市调查的农业机械耗油情况

机械分类	功率 (千瓦)	农忙油耗量 (升)	农闲油耗量 (升)	平均全年油耗量 (升)	各种类油耗均值 (升)	各种类保有量 (台)	各种类全年总油耗 (万升)	各种类全年总油耗 (万吨)
三轮车	10	200	100	300				
	13	174	87	261				
	14	194	62	256				
	15	200	100	300	271	135300	3666.6	3.12
	18	200	100	300				
	20	130	80	210				
拖拉机	70	198	113	311				
	73	192	100	292	301.5	13000	391.3	0.39
	70	200	20	220				
收割机	73	301	87	388	368.8	4000	147.5	0.15
	73.05	500	100	600				
	75	336	100	436				
播种机	51.45	100	20	120	120	18200	218.4	0.19

## 4 天津市农业机械总油耗量估算

由以上所调查的农业机械的动力与天津市所对应类型的农业机械总动力的关系，分别推测出天津市各类型农业机械总耗油量，即可得到天津市农业机械总耗油量，所调查的农业机械动力与耗油量情况见表 5.6，推测出来的总耗油量见表 5.7 所示。

表 5.6 天津市调查的农业机械情况

大中型拖拉机动力 (kW)	大中型拖拉机油耗量 (L)	小型拖拉机动 力 (kW)	小型拖拉机油耗 量 (L)
7549.6	37366	471.43	14838.8

运输+种植业 机械动力 (kW)	运输+种植业机 械油耗量 (L)	其他机械动力 (kW)	其他机械油耗量 (L)
3332.85	30520	1004	19180

表 5.7 天津市农业机械耗油量

大中型拖拉机油 耗量 (万升)	小型拖拉机油 耗量 (万升)	运输+种植业机 械油耗量 (万升)	其他机械油耗 量 (万升)	总油耗量 (万升)	总油耗量 (万吨)
266.9	1025.8	4361.0	478.5	6132.2	5.2

由上表 5.7 可知，天津市农业机械总耗油量中运输机械和种植业机械的耗油量占的最多，约占 71.1%，这与其在天津市的保有量比重很大具有密切关系，其次为小型拖拉机，约占 16.7%。结合前面表 5.5 计算结果可知，三轮车在运输机械中耗油量最大，天津市农业机械的总耗油量约为 5.2 万吨。

由前面各种农业机械油耗分析可知，农业机械的功率对其油耗的影响并没有想象的那么大，使用年限和使用频率等因素对油耗的影响不容忽视，使用年限的长短直接影响农业机械的老化程度，进而影响机械油耗，使用频率的多少可能会影响农业机械是否处于在长时间工作条件下，有的农业机械在长时间工作下，油耗会越来越多，此外，可能还有更多的因素影响油耗情况。本研究调查了四种农业机械，并统计计算出天津市这四种农业机械的年油耗量：三轮车为 3.12 万吨、拖拉机为 0.39 万吨、收割机为 0.15 万吨、播种机为 0.19 万吨，又根据所调查的农机和天津市几大类农业机械动力之间的关系，推算出天津市总油耗量为 5.2 万吨。

但由于被调查对象大多为从事农业生产劳作的的使用者，对有关农业机械相关指标的许多专业术语不是很了解，且在从事生产过程中也为对燃油使用情况进行过具体记录，故所得数据真实情况会存在一定误差。例如，功率一项，被调查者提供数据大多以马力为单位，且大多为大约数值，统计结果时我们依据公式换算成国际通用单位千瓦；对于每小时平均油耗及平全年总油耗两项，则是根据被调查者的每次加油量多少、加油频率和全年农及农闲时的使用情况换算得来，这两项为所有统计数据的平均值，因此跟所提供数据准确性和实际使用情况真实性有很大关系。虽然这些数据不是非常精确，但可以给我们提供一个整体感觉上的认识，具有一定的指导作用。

综上所述得出了以下几点结论：

(1) 天津市农业机械全年总油耗约为 5.2 万吨，其中运输机械和种植业机械的年油耗量最大为 3.7 万吨，其次是小型拖拉机为 0.87 万吨。因此，在天津市提

高运输机械和种植业机械的柴油利用率对节约能源和保护环境有着重要意义。

(2) 由图 5.3~5.11 可知影响农业机械油耗的因素有很多，其中，农业机械的使用活动情况占主导地位。

(3) 受数据可得性限制，本研究中农业机械的油耗存在一定的不确定性，本研究中的样本容量有点不合理，主要数据太过一致，另外，本研究利用三个因素对农业机械油耗影响进行讨论，缺乏充分研究这三者之间的关系以及其他因素对其油耗的影响，故对农业机械的保有量情况、油耗量情况以及影响油耗的一系列因素的研究亟待进行。

# 第六章 总结与建议

## 1 总结

### (1) 各省份燃油消耗总量情况比较

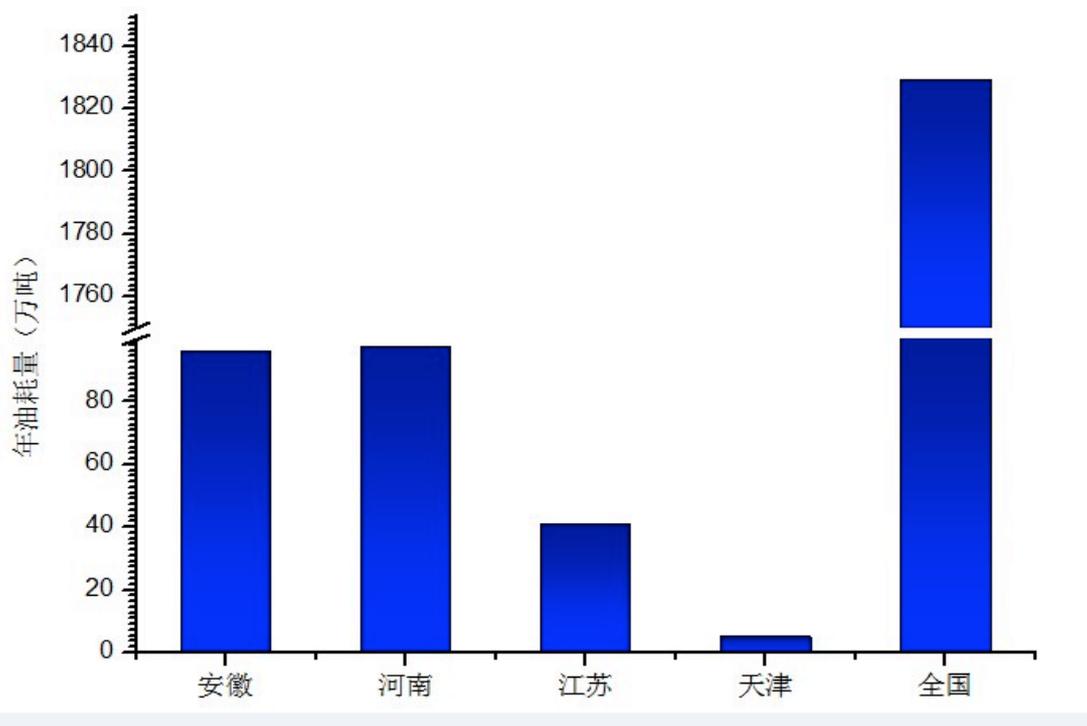


图 6.1 四省份与全国农业机械总油耗量对比

根据前几章的重点分析，得出上图 6.1，由上图可知安徽省农业机械全年总油耗量为 96.24 万吨，其中拖拉机油耗量最多为 43.51 万吨。河南省农业机械全年总油耗约为 97.8 万吨，其中小型拖拉机的年油耗量贡献最大为 58.9 万吨，其次为运输机械和种植业机械。江苏省农业机械全年总油耗约为 41 万吨，其中种植业机械和运输机械的年油耗量最大为 23.9 万吨，其次是小型拖拉机为 13.5 万吨。天津市农业机械全年总油耗约为 5.2 万吨，其中运输机械和种植业机械的年油耗量最大为 3.7 万吨，其次是小型拖拉机为 0.87 万吨。由以上求各省份总油耗量方法估算出 2010 年全国总油耗量为 1829.3 万吨，因此，在全国范围内提高运输机械和种植业机械的柴油利用率对节约能源和保护环境有着重要意义。

## (2) 对农业机械油耗的影响因素

在一般情况下，随着功率的增大农业机械的年油耗量也随之增大，但功率增大到一定时，由于使用性的限制，油耗量反而减少。

农业机械使用年限越长，农业机械的燃油消耗越多。在投入使用的农业机械在头几年中，动力性、经济性和可靠性比较理想，能够达到出厂标准。但随后几年，拖拉机燃油消耗率不断增加。使用年限超过八年，技术状态就开始变坏，但还可维持最低技术指标，但是超过十二年后，拖拉机性能严重恶化，油耗呈直线上升。

总的来说，使用情况、使用年限和机械功率共同影响着其总油耗量的大小，在使用情况和使用年限差别不大的情况下，功率对总油耗量大小的影响较大，但当使用情况和年限有一定差别时，其对总油耗量大小的影响比功率对总油耗量的影响大很多。

## 2 建议

(1) 加强农业机械油品标准和排放标准的管理监督，有效实施针对农业机械的节能减排。

目前我国农业机械所适用的柴油标准为 GB 252-2011 普通柴油标准，排放标准为 GB 20891-2007 非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法(中国 I、II 阶段)，但在本项目的实地调研过程中，这些标准并不为人所熟知，需要加强管理监督。

此外，上述柴油标准和排放标准相对于机动车相应标准仍有差距，有继续提升的空间；而且农业机械的种类繁多，功率变化范围大，其排放标准应进一步细化以保障其切实可行。

(2) 完善农机服务体系，提高农业机械从业人员节能减排意识

农业机械在使用过程中的能耗排放也与操作状况密切相关。建议建立各级培训机构，扎实开展农机从业人员的培训工作，完善县、镇级基层管理人才培训服务体系，加强基层农机培训机构建设。

(3) 进一步优化农业机械结构，均衡农作物机械化作业水平

例如：推进粮食作物全程机械化,提高经济作物机械化水平、鼓励报废更新，

推动农机结构优化。

#### (4) 多渠道搭建农机政策平台，推动节能减排农业机械发展

在项目调研过程中发现农业机械老化现象普遍，严重影响了节能减排效果。国家虽然有农机补贴政策，但在实施过程中应进一步强化对节能环保型农业机械的政策引导，促进农户购买节能环保的农业机械新产品，加强节能环保机械的示范和推广作用。

## 参考文献

- [1] 国家统计局. 国家统计局关于 2013 年粮食产量的公告 [OL]. 北京, [http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/201311/t20131129\\_475486.html](http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/201311/t20131129_475486.html)
- [2] 杨敏丽, 白人朴等. 建设现代农业与农业机械化发展研究[J]. 农业机械学报, 2005, 36(7): 68~72.
- [3] 新华网. 中央农村工作会议双焦点: 粮食安全与农业现代化 [OL]. 北京, [http://news.xinhuanet.com/fortune/2013-12/24/c\\_125905247.htm](http://news.xinhuanet.com/fortune/2013-12/24/c_125905247.htm)
- [4] 樊守彬, 聂磊等. 基于燃油消耗的北京农用机械排放清单建立[J]. 安全与环境学报, 2011, 11(1): 145~148.
- [5] 潘飞, 薛秋生等. 就非道路第 II 阶段现状谈第 III 阶段标准[J]. 重型汽车, 2012, 4: 34~36.
- [6] Clear Air Act-subparts 80.503-80.509. USA(Washington): Environmental Protection Agency, 2004.
- [7] 齐德利, 李加林等. 沿海生态旅游评价指标及尺度研究-以江苏沿海为例[J]. 自然资源学报, 2004, 19(4): 508~518.
- [8] 安徽省人民政府. 安徽省人民政府公报[Z]. 合肥, <http://app2.ah.gov.cn/zfgb/index.asp>, 1993, 07.
- [9] 新华社. 中国共产党第十八次全国代表大会上的报告[Z]. 北京, 2012, 11.
- [10] 孙福, 王继先. 安徽省农业机械现状及对策研究[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(20): 9644-9646.
- [11] 张强等. 中国人为源颗粒物排放模型及 2001 年排放清单估算[J]. 自然科学进展, 2006, 16(2): 224~228.
- [12] 张礼俊, 郑君瑜等. 珠江三角洲非道路移动源排放清单开发[J]. 环境科学, 2011, 31(4): 887~890.

- [13]苏晓宁,王丽红等.我国农用柴油油耗的主要特征及影响因素研究[J].农业工程,2011,1(3):100-103.
- [14]张理华,张群等.安徽资源环境[M].合肥,合肥工业大学出版社,2010,10.
- [15]安徽农网.安徽省农业气候概况[OL].合肥,<http://www.ahnw.gov.cn/2006nykj/iframe.asp?c=2>.
- [16]安徽省人民政府.安徽概览[OL].合肥,2013.<http://60.166.51.200:8081/UserData/SortHtml/1/753999102.html>.
- [17]林秀丽.NONROA非道路移动源排放量计算模式研究[J].内燃机工程,2009,4(34):42~45.
- [18]赵斌,马建中等.天津市大气污染源排放清单的建立[J].环境科学学报,2008,28(2):368-375.
- [19]李东玲,吴焯等.我国典型工程机械燃油消耗量及排放清单研究[J].环境科学,2012,2(33):519~523.
- [20]梁井林.农业机械报废更新探讨[Z].专题综述,2011,08:108-109.
- [21]吴雪峰,卢秉福等.黑龙江省农业机械化发展主要影响因素分析[J].中国农学通报,2012,28(32):188-191.
- [22]董恺忱,范楚玉.中国科学技术史·农学卷[M].北京:科学出版社,2000.
- [23]冯春丽.河南省户营农机经营模式的发展研究[D].河南农业大学2007.
- [24]李智,迟宏伟,刘启森.加入WTO对农机化发展的影响[J].农机化研究,2006(2):10-13.
- [25]中华人民共和国农业部.2010中国农业统计资料.中国农业出版社,2011:160~166.
- [26]杨敏丽,涂志强,郑诚.农机服务产业组织结构与机制创新研究[J].农机化研究,2006(02).
- [27]张礼俊,郑君瑜,尹沙沙,彭康,钟流举.珠江三角洲非道路移动源排放清单开发[J].环境科学,2010,04:886-891.
- [28]余泳昌,梁跃东.推进农业机械化构建和谐新农村——河南农业机械市场调查[J].决策探索,2006(11).
- [29]中华人民共和国国家统计局.中国统计年鉴2011[M].北京:中国统计出版社,2011.
- [30]郑文忠,应霞芳.农业机械总动力变化影响因素的灰色关联分析[J].农机化研究,2007(12):122-123.

- [31]中华人民共和国国家统计局. 主要农业机械拥有量. <http://www.stats.gov.cn/tjsj/>
- [32]周玉松. 燃料性质和成份对内燃机车排放的影响的研究: [硕士学位论文]. 北京: 北京交通大学, 2006.
- [33] 刘祥,钱伯洲. 农机节油技术[J]. 农业开发与装备,2012,03:23-24.
- [34]黄福川. 我国西南地区农机用油现状及发展趋势. 润滑油, 2005, 20(4): 15~21.