
中国可持续能源项目
The China Sustainable Energy Pro

能 源 基 金 会
The Energy Foundation

项目成果报告系列
Technical Report



河南省能源总量控制（工业）研究及 能效评估能力建设报告

郑州大学环境科学研究院
2012年11月

项目信息

项目资助号 (Grant Number)

G 14884

项目期 (Grant period)

2011 年 10 月 1 日到 2012 年 9 月 30 日

所属领域:

Sector

工业

项目概述:

Project Discription

本研究主要包括了河南省合理控制能源消费总量研究和合成氨行业能效评估实施指南研究。其中河南省合理控制能源消费总量研究预测和制定了河南省“十二五”能源消费总量控制目标，并采用不同方法对省级目标进行了地市分解和部门分解，并制定了河南省节能量交易实施方案。合成氨行业能效评估实施指南研究则对合成氨行业能效评估的标准程序与数据采集清单进行了研究，制定了标准化的能效评估实施指南。

专家顾问: 唐孝炎院士; 杜祥琬院士

项目成员:

Project team:

郑州大学环境科学研究院院

张瑞芹

侯小阁

王 克

曹冬冬

刘 洋

张少辉

徐香勤

王 斌

河南省发改委能源规划建设局

任文杰

李明东

河南省发改委环资处

徐跃峰

赵中友

董巨威

关键词: 能源总量控制目标; LEAP 模型; 目标分解; 节能量交易; 能效评估

Key Word: energy target of total energy consumption; LEAP model; target allocation; trade of amount of energy saving; energy efficiency assessment

摘要

本项目报告主要包括了三部分内容：河南省合理控制能源消费总量目标分解研究，合成氨行业能效评估实施指南研究，以及本地政府采纳项目研究成果出台的相关文件。

一、 河南省合理控制能源消费总量目标分解研究

“十一五”期间，随着河南省经济的快速发展，工业化、城市化进程加快，河南省的能源消费量也增长迅速。虽然河南省顺利完成了国家下达的单位 GDP 能耗下降 20% 的节能目标，但是其能源消费总量仍保持了 7.9% 的增速。如果不能抑制能源消费量的过快增长，势必为河南省今后的节能工作埋下隐患，也会给河南省的经济可持续发展带来不利影响。为了实现河南省的发展方式转型和经济可持续发展，同时也为了实现国家“十二五”规划中提出的合理控制能源消费总量增长的要求，河南省需要制定一个科学合理的、可实现的能源消费总量控制目标。

为了得到可操作性较强的能源消费总量控制，本研究采用了先制定省级能源消费总量控制目标，再进行地市和部门分解的方法。首先依据已有的相关研究和国家制定相关政策时的研究思路，分别采用 ARIMA 模型法、能源消费弹性系数法以及从节能目标反推能源消费量法，预测了 2015 年河南省的能源消费总量并制定了省级的能源消费总量控制目标，之后分析了不同 GDP 增速情景下该目标的可实现性。对于省级目标的地市分解是根据国家相关研究的思路，按照“核定基数，分解增量”的思路，建立综合评价体系对河南省的 18 个地市按照经济发展和能源消费的综合情况进行分类，并根据历史数据对各地市“十二五”期间的能耗增速进行分类赋值，最后根据各地市情况进行差异化调整得到各地市的能源消费总量控制目标。对于省级目标的部门和行业分解，则是在已有的“十二五”节能目标匡算研究的基础，采用 LEAP 模型和能效对标结合的方法，建立不同能效情境来分析河南省能源消费的变化情况。其中执行情景是指充分考虑河南省行业规划及产业政策下的情景，其能效标准采用的是规划值；冻结情景是指在单位能耗保持与 2010 年一致的情景；国内先进情景是指单位能耗达到国内先进水平下的情景，其能效标准采用的国内先进水平数据；国际先进情景是指单位能耗达到国际先进水平下的情景，能效标准采用的国内先进水平数据。同时本研究还

在总结国内外碳排放和节能量交易经验基础上提出河南省节能量交易实施方案。

根据对河南省 2015 年能源消费总量的预测，河南省“十二五”能源消费总量控制目标为 28500 万吨，各地市的“十二五”能源消费总量控制目标为：郑州市 3918 万吨标准煤，开封市 941 万吨标准煤，洛阳市 2644 万吨标准煤，平顶山市 2200 万吨标准煤，安阳市 2609 万吨标准煤，鹤壁 567 万吨标准煤，新乡市 1501 万吨标准煤，焦作市 1999 万吨标准煤，濮阳市 1126 万吨标准煤，许昌市 1393 万吨标准煤，漯河市 667 万吨标准煤，三门峡市 1241 万吨标准煤，南阳市 2034 万吨标准煤，商丘市 1272 万吨标准煤，信阳市 1154 万吨标准煤，周口市 1231 万吨标准煤，驻马店市 1070 万吨标准煤，济源市 630 万吨标准煤。各部门的“十二五”能源消费总量控制目标为：农业部门为 608.75 万吨标准煤，工业部门为 22965.40 万吨标准煤，建筑业为 166.00 万吨标准煤，交通部门为 1434.11 万吨标准煤，商业部门及其他部门为 871.38 万吨标准煤。而工业部门中各高耗能行业的能源消费总量控制目标为：钢铁行业为 2958.42 万吨标准煤，建材行业为 1309.67 万吨标准煤，化工行业为 1889.53 万吨标准煤，有色金属行业为 2020.01 万吨标准煤，电力行业为 6987.93 万吨标准煤，煤炭行业为 1356.09 万吨标准煤。

二、合成氨行业能效评估实施指南研究

“十一五”期间河南省发布了《河南省企业能源审计暂行办法》对用能企业能源利用情况进行摸底排查，取得了较大的效果，但受到人才队伍建设不能满足需求的影响，在实际应用中表现出了一定的局限性。因此本项目针对合成氨行业能效评估工作中现有的制约因素，能效评估的标准程序与数据采集清单进行了研究。

本研究根据对河南省合成氨行业节能潜力分析的研究，结合合成氨生产企业运行管理的实际情况，探讨了以煤为原料的合成氨生产企业开展能效评估活动的内涵和基本过程，提出了开展能效评估的主要方面和数据分析基本方法。本项目在定义能效评估内涵的过程中，吸收了能源审计、能效对标、能源管理体系的优势和特点，以能源管理为基础，将能源利用过程分为设备、工序（工段）、工厂三等级，分别独立核算、交叉验证。把设备能效设计值和标杆值同时引入到评估过程中，便于寻找出设备设计冗余、管理不当、能效差距等问题。同时本项目基于 Excel 2010 设计了合成氨行业能效评估辅助工具（测试版），用于企业的快速

能效自评，并选择选择了 5 家合成氨生产企业，依据合成氨能效评估实施指南完成了能效评估活动和辅助工具的测试工作。

本项目的研究成果可用于指导煤头合成氨生产企业实施能效评估，同时，也有利于生产企业了解自身的能源利用状况，并根据自身的情况选择合适的节能措施，改进能效水平。

三、政府采纳项目研究成果文件

河南省发改委能源规划建设局在制定河南省“十二五”合理控制能源消费总量政策时，采纳了“十二五”本项目中河南省合理控制能源消费总量目标分解研究的结果。其中涉及到本项目研究成果的文件有：《河南省“十二五”合理控制能源消费总量工作方案》、《河南省合理控制能源消费总量预算管理办法》和《河南省合理控制能源消费总量目标分解方法》。其中《河南省“十二五”合理控制能源消费总量工作方案》主要包括了河南省能源总量控制工作的基本原则、控制目标、实施途径和保障措施。《河南省合理控制能源消费总量预算管理办法》则主要包括了对“十二五”期间能源消费增量的管理措施和制度。《河南省合理控制能源消费总量目标分解方法》主要内容是对河南省各地市的能源总量控制目标制定过程的说明和解释。

Executive Summary

This report contains three parts: (1) study of allocation of total energy consumption to 18 regions and to 3 major sectors including industrial distribution in Henan Province; (2) preparation of operation guide for energy efficiency assessment in synthetic ammonia industry; and (3) relevant governmental documents that adopt the results of this project.

1. Allocation of energy consumption in Henan

During the 11th Five-Year Plan period, with the rapid development of Henan's economy and its accelerated industrialization and urbanization process, Henan Province has encountered increased energy consumption. Nonetheless, Henan has successfully achieved national energy saving target with the reduction in energy intensity (energy quantity per GDP) by 20%. Still, the overall energy consumption remains a rapid annual growth of 7.9%. If the excessive growth of energy consumption could not be restrained, it would make a burden for Henan's future energy supply and produce an unsustainable economic development. Consequently, Henan Province needs to make a scientific, reasonable and feasible control of total energy consumption, or set up an energy cap, in conjunction with National 12th Five-Year Plan, along with modification of different energy usage sectors.

In order to achieve better control of total energy consumption, we have allocated total energy consumption into 18 regions and also to 3 major sectors including industrial distribution within Sector 2 in Henan Province. First, based on relevant researches and the rationale behind the national energy policy, three different methods were used to forecast Henan's energy consumption in 2015 and then formulate the control strategy for such target amount. Three models used were: Integrated Moving Average Model (ARIMA); Energy Consumption Elasticity Coefficient Method; and Inverse Method based on energy saving target. Afterward, the feasibility of implementation of capping the target goal was analyzed based on different GDP growth patterns.

Second, total provincial energy consumption quantity in 2015 was then allocated into 18 regions for their energy consumption cap. The distribution is based two major factors: (1) the majority of 2015 allocation is based on 2010 historical baseline data of energy consumption in each region; and (2) the incremental amount between 2010 and 2015 is allocated to each region based on a comprehensive indicator. This index takes account of regional economic development, potential energy consumption, etc.

Third, the energy consumption cap for three “sectors as well as those industries within industrial sector was obtained. The Long range Energy Alternatives Planning (LEAP) System software and benchmarking of energy intensity (e.g., coal consumption per ton of steel produced) were used in conjunction with 12th Five-Year Plan energy saving plan to establish different energy efficiency scenarios in analyzing Henan’s energy consumption change. In particular, planning for industrial sectors, policy for industrial structure, and adoption of energy efficiency standard for product energy consumption were considered. It is expected that unit energy consumption in 2015 remains the same as that in 2010. Again, different energy efficiency scenarios include unit energy intensity achieves advanced domestic levels and advanced international energy data. In addition, this project discusses the implementation of energy trade for Henan based on the experience and actual trading of both domestic and international emission reduction and energy saving.

According to the result of energy consumption forecast for Henan in 2015, the energy consumption cap for Henan during 12th Five-Year Plan is 285 million ton coal equivalent (MTCE), and region-level caps (in MTCE) are as follow: Zhengzhou (39.18) ; Kaifeng (9.41); Luoyang (26.44); Pingdingshan (22); Anyang (26.09); Hebi (5.67); Xinxiang (15.01); Jiaozuo (19.99); Puyang (11.26); Xuchang (13.93); Luohe (6.67); Sanmenxia (12.41); Nanyang (20.34); Shangqiu (12.72); Xinyang (11.54); Zhoukou (12.31); Zhumadian (10.70); and Jiyuan (6.3).]

For sector-level caps, they are (in MTCE): agricultural (6.088); industry (229.654); construction (1.660); transportation (14.341); and commerce and other sectors (8.714). For high energy consumption industries within industry sector, energy consumption caps (in MTCE) are: steel and iron (29.584); construction and building material (13.097); petrochemical (18.895); non-ferrous metal (20.200); power (69.879); and coal and coke (13.561).

2. Operation guide for energy efficiency assessment for synthetic ammonia industry

During the “11th Five-Year Plan”, Henan Province has published the Interim report of “Enterprise Energy Audit Measures” to assess energy consumption of different enterprises with some success. However, there are still some constraints for the practical application of this audit policy, partly due to lack of knowledgeable manpower. Within the boundary of constraints, this study was undertaken to evaluate the standard protocol for energy assessment for ammonia industry including data collection and analysis of collected data.

This project developed the protocol for energy assessment and basic principles for analyzing data in the coal-based ammonia industry based on: (1) analyzed potential of energy saving; (2) management measures; and (3) basic process of energy efficiency assessment activities in operation. In doing so, the total amount of energy

consumption, advantages and characteristics of energy audits, energy benchmarking and energy management system were proposed. Based on **connotation** of energy management, energy utilization process can be divided into three levels: equipment, process and factory, which will be independent accounted for and cross-validated. Equipment energy efficiency design values and benchmark values have been incorporated into the evaluation process, in order to find out the redundant and deficient design, improper mismanagement and lower energy efficiency. Subsequently, a pilot scale of supplementary tool for energy efficiency assessment using Excel 2101 was developed. Based on selected five enterprises, the overall energy assessment and test of developed pilot scale were performed.

The results of energy evaluation further enable ammonia synthesis industry to better comprehend the actual energy usage conditions and correspondingly adopt appropriate energy saving procedures to achieve better energy utilization.

3. Government documents

When Energy Planning Bureau and Development and Reform Commission of Henan Province drafted the plan of “Control of Energy Consumption Cap in Henan in 12th Five-Year Plan”, they adopted some results of the present study including allocation of energy consumption cap to regions. For examples, the documents using the results of this project include: (1) “Tasks for Control of Energy Consumption Cap in Henan in 12th Five-Year Plan”; (2) “Management for Control of Energy Consumption Cap in Henan in 12th Five-Year Plan”; and (3) Allocation of Energy Consumption for Control of Energy Consumption Cap in Henan in 12th Five-Year Plan”. For “Tasks” draft, it incorporates basic principles, control targets, implementation procedures and safeguard measures. For “Management” draft, it includes management measures and systems for energy consumption increments. For “Allocation”, it incorporates the description and rationale for formulating procedures to distribute Province energy cap into region-level cap.

目录

第一部分 河南省合理控制能源消费总量目标分解研究报告.....	1
1. 绪论.....	1
1.1 研究背景与意义.....	1
1.2 研究目标.....	3
1.3 研究方法与思路.....	3
2. 河南省能源消费总量预测.....	7
2.1 河南省经济发展-能源消费现状.....	7
2.2 河南省“十二五”能源消费量预测.....	8
2.2.1 河南省“十二五”经济发展预测.....	8
2.2.2 能源消费总量预测.....	9
2.3 河南省能源消费总量控制目标.....	12
3. 河南省能源消费总量目标地市分解.....	13
3.1 河南省各地市经济-能源现状.....	13
3.2 河南省能源消费数据核算.....	13
3.3 河南省能源消费总量控制目标地市分解.....	15
3.3.1 建立指标体系确定权重.....	15
3.3.2 数据标准化及计算.....	18
3.3.3 地市分类赋值.....	18
3.3.4 差异化调整.....	20
3.3.5 河南省能源消费总量控制目标地市分解结果.....	22
3.4 地市分解结果可行性分析.....	23
4. 河南省能源消费总量目标部门分解.....	26
4.1 河南省部门能源消费总量预测.....	26
4.1.1 农业部门能源消费总量预测.....	26
4.1.2 工业部门能源消费总量预测.....	28
4.1.3 建筑业部门能源消费总量预测.....	29
4.1.4 交通部门能源消费总量预测.....	31
4.1.5 商业及其他部门能源消费总量预测.....	37
4.1.6 居民生活部门能源消费总量预测.....	39
4.2 能源消费总量预测部门构成.....	43
4.2 自上而下法预测河南省部门能源消费量.....	46
4.2.1 河南省部门能源消费情况预测.....	46
4.2.2 与其他省(市)部门能效比较.....	49
4.3 河南省能源消费总量目标部门分配.....	57
5. 工业行业能源消费总量预测.....	59
5.1 工业高能耗行业能效现状与预测.....	59
5.1.1 钢铁行业.....	59
5.1.2 建材行业.....	64
5.1.3 化工行业.....	69
5.1.4 有色金属.....	73
5.1.5 煤炭行业.....	79

5.1.6 电力行业.....	82
5.1.7 工业其他部门能耗.....	85
5.2 工业部门能源消费总量目标行业分配.....	87
5.2.1 工业部门能源消费总量及构成.....	87
5.2.2 能源消费总量目标行业分配.....	90
6. 河南省节能量交易体系建设实施方案.....	91
6.1 国内外碳排放交易现状与特点.....	91
6.2 国内外节能量交易现状与特点.....	97
6.3 河南省节能量交易建设实施方案.....	98
第二部分 合成氨行业能效评估实施指南研究报告.....	103
1. 前言.....	103
1.1 能效评估介绍.....	103
1.2 适用范围及概念界定.....	103
2. 合成氨生产的能耗结构.....	106
2.1 河南省合成氨行业基本情况.....	106
2.2 合成氨行业能耗组成.....	107
2.2.1 合成氨生产的能源消费结构.....	108
2.2.2 合成氨生产能效指标.....	108
3. 能效评估基本流程与实施.....	114
3.1 能效评估基本流程.....	114
3.1.1 计划实施.....	116
3.1.2 组织准备.....	116
3.1.3 制定方案.....	117
3.1.4 实施评估.....	117
3.1.5 编制报告.....	117
3.1.6 结果反馈.....	118
3.2 能效评估实施.....	118
3.2.1 能效评估主要方法.....	118
3.2.2 能效评估辅助工具.....	119
4. 应用案例.....	123
4.1 应用案例选择.....	123
4.2 应用成效.....	123
5. 致 谢.....	125
附件 1：能效水平评估参考依据.....	126
附件 2：主要指标计算公式解析.....	127
附件 3：合成氨主要节能技术摘要.....	129
第三部分 政府采纳项目研究成果文件.....	133
1. 河南省“十二五”合理控制能源消费总量工作方案.....	133
2. 河南省合理控制能源消费总量预算管理办法（试行）.....	139
3. 河南省合理控制能源消费总量目标分解方法（试行）.....	144

第一部分 河南省合理控制能源消费总量目标分解研究报告

1. 绪论

1.1 研究背景与意义

“十一五”期间，伴随着经济的快速增长，我国能源消费总量呈现直线上升。国内生产总值由 2005 年的 18.5 万亿元增加到 2010 年的 31.5 万亿元（2005 年可比价），年均增长 11.2%。同期，能源消费总量由 23.6 亿吨标煤上升到 32.5 亿吨标煤（图 1.1），年均增长 6.6%，能源消费弹性系数为 0.59。2010 年单位 GDP 能耗为 1.02 吨标煤/万元，相对 2009 年下降 3.5%，即便在如此形势下，中国能源消耗强度仍偏高，是美国的 3 倍、日本的 5 倍。虽然用较低的能耗增长支撑了较高的经济增长，但由于经济发展远远超过规划，直接导致能源消费总量远远超过《能源发展“十一五”规划》设定的 2010 年能耗 27 亿吨标煤的总量目标。2010 年我国能源消费总量为 32.5 亿吨标准煤，超过美国成为世界第一耗能大国。

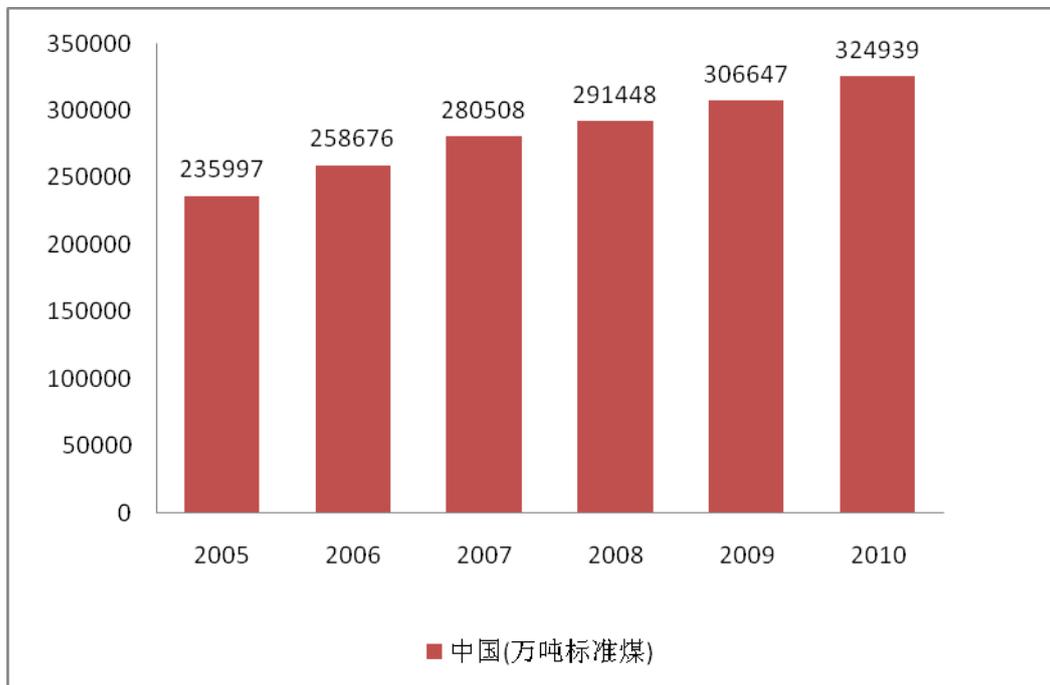


图 1.1 我国 2005-2010 年能源消费总量

“十一五”以来,我国政府高度重视节能减排工作,把能源强度降低 20%作为约束性指标进行严格控制,取得节能 6 亿 tce 左右的显著效果。但是,由于没有能耗总量降低的硬性指标和相应的措施,能耗总量仍然以 6.6%的比率继续增

长。尽管单位 GDP 能耗下降 20% 执行起来十分艰巨，但其作为相对控制指标，既无法控制能耗总量的绝对增长，甚至在机制上存在逆向调节作用。例如，在降低单位 GDP 能耗过程中，一些地方通过加快经济增长做大分母来实现，不但没有促进结构调整，反而导致作为分子的能耗增加。在只有单位 GDP 能耗下降控制目标和各级政府追求 GDP 增长的强力驱动下，事实上，我国允许总能耗快速增长的大门一直是敞开的。据最近各地相继公布的“十二五”规划，我国很多省区并没有充分考虑国家“十二五”经济增长目标比“十一五”降低 0.5 个百分点，达到 7% 的规定，仍然提出 GDP 总量或人均 GDP 等主要经济指标达到 10%、12%、13% 甚至 5 年翻番的目标，意味着我国能耗总量仍隐藏着巨大的上升空间。

国家发改委在全国能源工作会议上明确指出，“十二五”期间要把合理控制能源消费总量作为低碳发展，转变经济发展方式的重要着力点，除了将低能源强度和碳排放强度作为约束性指标，还将合理控制能源消费总量。具体说，政府认为“十二五”期间要将一次能源消费总量控制在 42 亿吨标准煤以内，才能实现政府提出的到 2020 年非化石能源占一次能源消费的比重达到 15% 左右、单位 GDP 碳排放比 2005 年下降 40%~45% 的目标。

近年来，河南省经济保持了较快增长，伴随着工业化、城市化进程的加快以及人民生活水平的提高，河南省能源消费需求也在逐年增加。国内生产总值由 2005 年的 10587 亿元增加到 2010 年的 19417 亿元（2005 年可比价），年均增长 12.9%。同期能源消费总量由 2005 年的 14625 万吨标准煤增长到 2010 年的 21438 万吨标准煤（图 1.2），年均增长 7.9%，比国家能耗年均增长水平高出 1.3 个百分点。2010 年单位 GDP 能耗为 1.12 吨标煤/万元，高于国家平均水平，与先进省份也有一定的差距。这主要是由于河南省目前正处于工业加速发展阶段，工业仍然是河南省经济发展的主要推动因素，工业能耗占总能耗的比重在 80% 左右。在工业中，高耗能产业又占据了较大比重，致使河南省的能耗增长速度高于全国平均水平。在能源消费结构中，煤炭是消费的主体，近 5 年来一直保持在 87% 左右，这主要是由河南省煤炭资源相对丰富，生产能力较强，同时石油资源相对贫乏，以及国际市场上石油价格居高不下等因素所决定的。

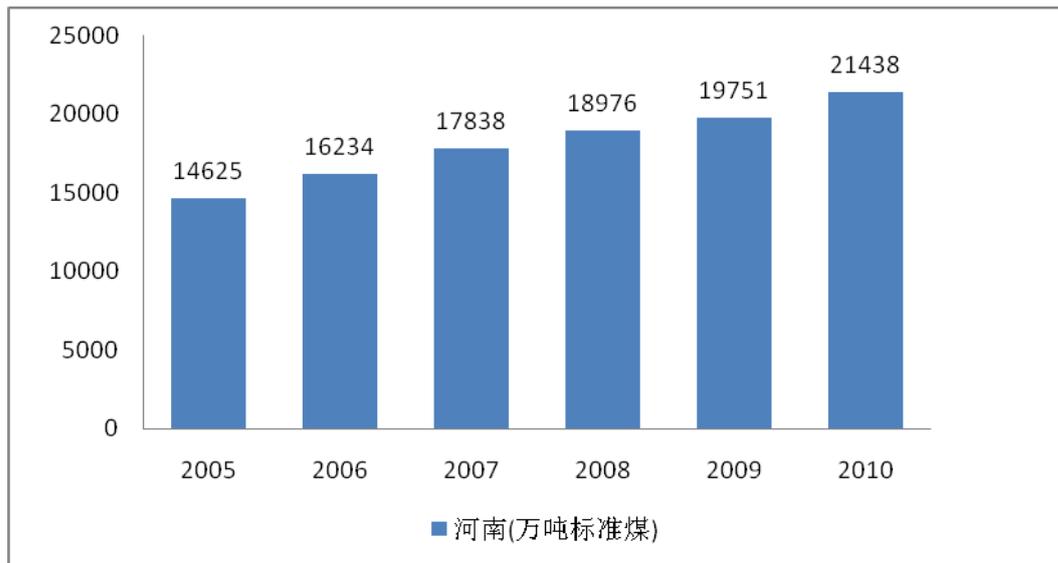


图 1.2 河南省 2005-2010 年能源消费总量

虽然在“十一五”期间，河南省顺利完成了国家下达的单位 GDP 能耗下降 20% 的节能目标。同时根据河南“十二五”规划，“十二五”期间河南省仍将保持 9% 以上的 GDP 增速，即使“十二五”河南省的单位 GDP 能耗有进一步的下降，但是其能源消费总量仍会保持快速的增长，为有效控制能源消费总量的过快增长，在“十二五”期间，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，还需要设立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，对于我省完成“十二五”时期的节能目标，具有重要的意义。

1.2 研究目标

在确保能完成河南省“十二五”节能目标的前提下，合理控制能源消费总量。将河南省能源消费总量分解至各地市、各部门及重点耗能行业，制定出明确的地市和行业能耗总量控制目标，并制定相应的节能量交易机制，以保证各地市和各行业用能总量不超过分配目标。

1.3 研究方法与思路

根据已选定的研究方法，确定总体研究思路如图 1.3 所示：首先通过收集相关的资料和数据来分析河南省经济发展-能源消费现状，并结合《河南省“十二五”规划》及国家颁布的《“十二五”能源消费总量控制实施方案》，确定出河南

省 2015 年能源消费总量目标。然后将总量目标分解至各地市和部门。

地市分解则是在已有的河南省“十二五”节能目标地市分解研究的基础上，结合国家相关部门分解全国能源消费总量控制目标的方法，按照“核定基数，分解增量”的基本方法和分类赋值模型，对河南省的能源消费总量控制目标进行地市级的分解。在分解的过程中，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。河南省能源消费总量地市分解的基本思路是：首先综合考虑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，构建指标体系，采用层次分析法确定权重，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为基准，对所分的类进行赋值，并按分类结果进行差异化调整，最终确定各地市能耗增速控制目标。

在部门分解上，主要采用自上而下和自下而上两种分解方法。两种方法均将河南省能源消费分解至农业、工业、建筑业、交通、商业及其他、居民生活等六大部门。然后将两种分解结果进行综合分析比较，最终确定出各部门及重点耗能行业的分解目标。

一、自上而下分解方法

将河南省能源消费情况分解至农业、工业、建筑业、交通、商业及其他、居民生活六个部门，并对其的现状分析，并结合河南省“十二五”经济发展规划及“十二五”节能目标，采用趋势分析的方法对河南省 2015 年各部门的总能耗及单耗进行了预测。其中在对各部门的单位能耗进行预测分析时，居民生活部门采用人均能耗，其他部门采用单位增加值能耗。从中可得出河南省能源消费总量的部门构成。根据国家分配给河南省 2015 年的能源消耗总量目标，可确定出各部门能耗总量分配目标。

二、自下而上分解方法

在自下而上的分解方法中，我们主要采用了情景分析法。根据对主要能源-经济模型的考察，本研究选取 LEAP 模型作为情景分析的定量工具。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。该模型为“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、消费及环境影响进行预测。基于 LEAP 模型的特点,我们设定不同的发展情景对河南省“十二五”部门及重点耗能行业能源消费进行分析,再选择最符合河南省未来发展趋势情景下的能源消费总量目标作为河南省部门及重点耗能行业的能耗分解目标。

在地市及部门能耗总量目标分解完成后,制定出相应的实现措施,以保证各地市各部门及重点耗能行业用能总量不超过分配目标。

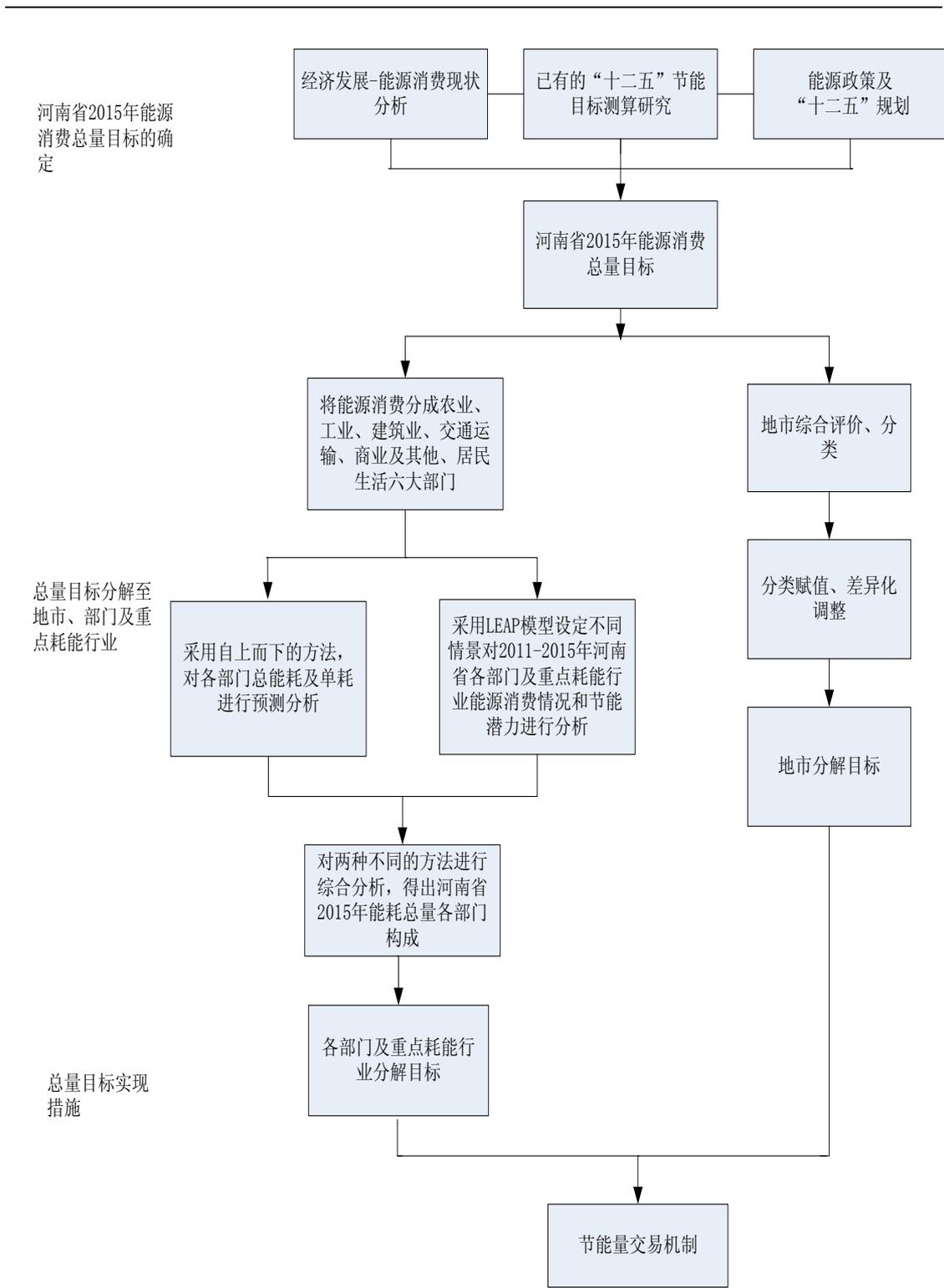


图 1.3 河南省能源消费总量控制流程图

2. 河南省能源消费总量预测

2.1 河南省经济发展-能源消费现状

近年来，河南省的经济保持了较快的发展。“十一五”期间河南省的平均 GDP 增速为 12.9%，高于全国平均水平的 11.2%。2010 年时，河南省 GDP 已达 23092.36 亿元（当年价），与 2005 年时相比增长了 83.4%（按 2005 年可比价计算）。其中，又以工业的增长最为迅速，年均增速为 16.1%，远高于全国平均水平的 11.7%。2010 年时已达 11950.88 亿元，与 2005 年时相比增长了 110.7%（按 2005 年可比价计算）。而从不同产业对河南省 GDP 增长的拉动效应来看，工业达到了 8.0%，远高于其他部门。由此导致了“十一五”期间河南省产业结构的进一步重型化，二产所占比例不断升高，而三产所占比例则不断压缩，三次产业比重由 2005 年时的 17:52:30，变为 2010 年时的 14:57:29。而在工业中又以钢铁、化工、有色、建材、煤炭等高耗能行业的增长最为迅速，通过对比可以发现“十一五”期间，上述行业的年均增加值增速除在 2009 年受国际金融危机影响而有所下降为外，其他年份均高于工业的平均增加值增速。总体来看，“十一五”期间河南省的工业尤其是高耗能行业，远高于全国平均水平的增速发展，成为带动河南省经济发展的主要动力。

随着“十一五”期间河南省经济的高速发展，河南省的能源消费量也飞速增长，2010 年河南省的能源消费总量已达 21438 万吨标准煤，与 2005 年相比增长了 46.6%，年均增速为 7.97%，高于全国平均的 6.63%。随着能源消费总量增长，河南省也逐渐由传统的能源输出省份转变为能源输入省份，2010 年时河南省调入各类能源总计 2766 万吨标准煤，占了能源消费总量的 12.9%。而从单位能耗来看，在“十一五”期间河南省的单位 GDP 能耗有了显著下降，但仍略高于全国平均水平，与先进省份相比仍较落后。而从河南省的能源消费的分部门构成来看，工业引起的能源消费占了全省能源消费量的 80%左右，因此就不同部门的能耗增长对总能耗增长的拉动效应来看，工业远高于其他部门（“十一五”平均值为 7.20%，而其他部门中的最大值为居民生活部门的 0.78%），也远高于同时期全国平均水平的 4.90%。而从工业能耗的分行业构成来看，“十一五”期间高耗能

行业所占比例有了一定的下降，但是仍占了工业总能耗的 70%以上。由此，可以认为：由于河南省“十一五”期间高耗能行业的快速发展，在带动经济发展的同时，也带动了能源消费的快速增长，因此，虽然河南省的单位 GDP 能耗有了显著下降，但能源消费仍大幅增长，能源供应的压力日益加重。

2.2 河南省“十二五”能源消费量预测

要确定符合河南省未来发展情况的能源消费总量控制目标，就必须根据河南省“十二五”期间可能的发展趋势，对河南省的能源消费总量进行预测。而所得到的河南省“十二五”能源消费总量至少满足两点要求才是“合理”的：一、河南省当前仍处于工业化和城镇化的初期阶段，发展经济仍是“十二五”期间最主要的任务，因此该控制目标必须保证河南省增速仍能处于较高水平上；二、能源消费总量控制是对“十一五”期间采用的相对节能目标的进一步拓展，因此在实施过程中也必须满足国家下达的以单位 GDP 能耗下降率表示的节能目标。基于以上两点，本研究采用了不同的方法对河南省“十二五”期间的能源消费总量进行了预测。

2.2.1 河南省“十二五”经济发展预测

由于预测的能源消费总量需要满足经济发展的要求，同时也要满足与 GDP 直接相关的单位 GDP 能耗下降率的要求，因此在预测河南省“十二五”能源消费总量之前需要对河南省“十二五”期间经济发展情况进行简单预测。

根据《河南省国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》中提出的河南省“十二五”期间的发展目标，预期的 GDP 年均增速为 9%。根据河南省“十一五”期间各部门的增加值增速，对“十二五”期间河南省的 GDP 增长情况预测：总体 GDP 年均增速为规划中预期的 9%，根据“十一五”期间各部门的增加值增速与 GDP 增速之比，预测“十二五”期间各部门增加值增速，并使其满足总体的 GDP 增速。

但是根据河南省“十一五”的发展经验来看，在“十一五”规划中预期的年均 GDP 增速为 10%，而“十一五”期间河南省实际的 GDP 年均增速为 12.9%。因此，在“十二五”期间河南省实际的年均 GDP 增速仍有可能高于规划中的预

期值，因此本研究分别选取了年均 GDP 增速为 10%，11%，12%的三种情景进行了预测。总体预测结果如表 2.1 所示。

表 2.1 不同增速的河南省“十二五”GDP

		农业	工业	建筑业	交通运输	商业及其他	GDP
年均增速 9%	2015 年增加值	2874	17075	1436	961	7541	29887
	年均增速	3.5%	10.6%	7.0%	3.5%	9.4%	9.0%
年均增速 10%	2015 年增加值	2888	18022	1788	1188	7336	31215
	年均增速	3.6%	11.8%	8.0%	8.8%	9.0%	10.0%
年均增速 11%	2015 年增加值	2987	19010	1886	1394	7404	32660
	年均增速	4.3%	13.0%	11.5%	9.0%	10.2%	11.0%
年均增速 12%	2015 年增加值	3001	19954	1980	1523	7715	34158
	年均增速	4.4%	14.1%	13.5%	9.9%	11.0%	12.0%

2.2.2 能源消费总量预测

在对河南省“十二五”经济发展情况进行了简单预测的基础上，本研究分别根据能源消费增长的历史趋势、能源消费弹性系数以及“十二五”节能目标对河南省“十二五”期间的能源消费量进行预测。

一、根据历史能源消费量预测

由于能源消费量的历史数据是逐年增长的，明显不具有平稳性，因此本研究对历史数据进行了处理。首先，取各年数据的 \ln 值，然后在对其进行一阶差分处理。对重新得到的数据序列，利用 Eviews 软件进行 ADF 检验，结果如图 2.1 所示。可以发现在 5%水平和 10%水平上，该数据序列均是平稳的。之后再利用 Eviews 软件进行自相关性检验，结果如图 2.2 所示。根据图 2.2 可以发现：首先该数据序列的 AC 和 PAC 均呈现拖尾，因此所选模型为 ARMA 模型，其次根据其 AC 值和 PAC 值确定模型阶数为 (1,1)。

Null Hypothesis: SER01 has a unit root
 Exogenous: None
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=7)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.969957	0.0482
Test critical values:		
1% level	-2.644302	
5% level	-1.952473	
10% level	-1.610211	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

图 2.1 ADF 检验结果

Date: 05/23/12 Time: 16:14
 Sample: 1979 2009
 Included observations: 31

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.416	0.416	5.8927	0.015
		2	0.201	0.034	7.3150	0.026
		3	0.284	0.229	10.252	0.017
		4	0.058	-0.175	10.379	0.035
		5	-0.135	-0.169	11.098	0.049
		6	-0.069	-0.005	11.291	0.080
		7	0.002	0.102	11.291	0.126
		8	-0.069	-0.012	11.505	0.175
		9	-0.063	-0.036	11.689	0.231
		10	0.122	0.139	12.414	0.258
		11	-0.006	-0.128	12.416	0.333
		12	-0.073	-0.024	12.705	0.391
		13	-0.133	-0.229	13.709	0.395
		14	-0.210	-0.095	16.367	0.291
		15	-0.194	0.021	18.784	0.224
		16	-0.122	0.084	19.798	0.229

图 2.2 自相关性检验结果

之后利用 SPSS 软件预测河南省“十二五”期间的能源消费量如下表所示：

表 2.2 河南省“十二五”能源消费预测结果

年份	预测值	能源消费量（万吨）
2011	0.0651	22880
2012	0.0614	24328
2013	0.0592	25812
2014	0.0578	27348
2015	0.0570	28952

将所得 2015 年能源消费总量与不同 GDP 增速情景下的 GDP 结合，得到四种

GDP 增速下 2015 年的单位 GDP 能耗分别为：9%时为 0.969 吨标准煤/万吨，10%时为 0.928 吨标准煤/万吨，11%时为 0.886 吨标准煤/万吨，12%时为 0.848 吨标准煤/万吨。可见 GDP 增速为 9%时，结果无法满足节能目标。

二、根据能源消费弹性系数预测

如图 2.11 所示，在 1990-2010 年间河南省的能源消费弹性系数变化呈现出一定的周期性。因此本研究利用 Excel 软件采用移动平均方法来预测河南省的能源消费弹性系数“十二五”期间的变化。结果如图 2.3 所示，可见预测值与实际值相差较小。

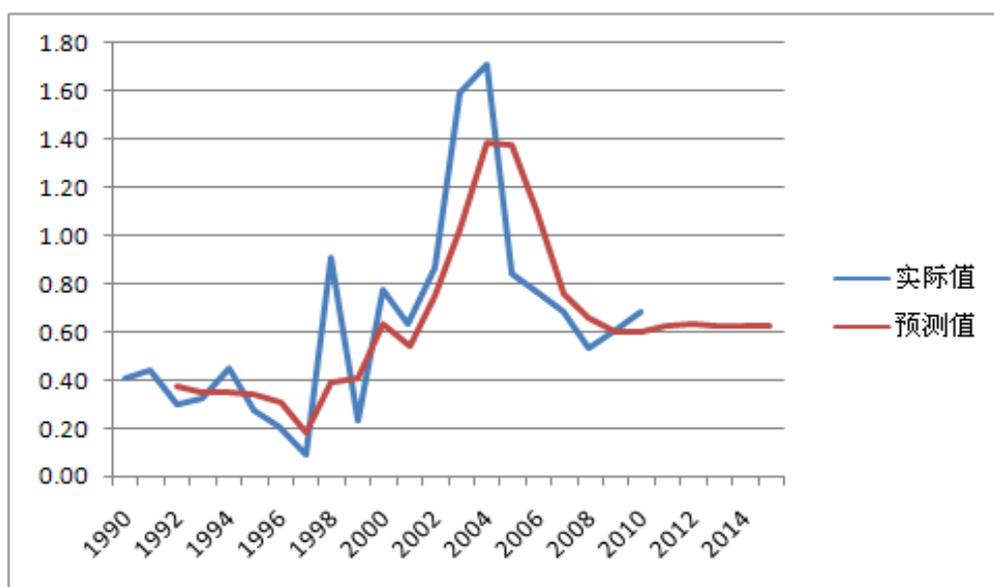


图 2.3 能源消费弹性系数预测结果

结合对河南省 GDP 预测，可以得到不同 GDP 增速情景下，河南省的能源消费总量如表 2.3 所示。

表 2.3 河南省“十二五”能源消费量-根据能源消费弹性系数预测

GDP 增速	2011 年能耗	2012 年能耗	2013 年能耗	2014 年能耗	2015 年能耗
9%	22605	23887	25259	26679	28194
10%	22735	24167	25710	27315	29039
11%	22864	24449	26166	27963	29904
12%	22994	24732	26627	28622	30789

将所得 2015 年能源消费总量与不同 GDP 增速情景下的 GDP 结合，得到四种 GDP 增速下 2015 年的单位 GDP 能耗分别为：9%时为 0.943 吨标准煤/万吨，10%时为 0.930 吨标准煤/万吨，11%时为 0.916 吨标准煤/万吨，12%时为 0.901 吨标

准煤/万吨。可见 GDP 增速为 9%时，结果无法满足节能目标。

三、根据节能目标预测

“十二五”期间国家给河南省下达的节能目标为单位 GDP 能耗下降 16%，假设河南省在 2015 年末可以顺利完成节能目标，则河南省 2015 年时的单位 GDP 能耗为 0.937 吨标准煤/万元。结合不同 GDP 增速情景下的 2015 年 GDP，得到河南省“十二五”能源消费总量如表 2.4 所示。

表 2.4 河南省“十二五”能源消费量-根据节能目标预测

GDP 增速	2015 年 GDP	单位 GDP 能耗	2015 年能耗
9%	29887	0.937	27992
10%	31215	0.937	29236
11%	32660	0.937	30589
12%	34158	0.937	31992

2.3 河南省能源消费总量控制目标

根据上述预测可以发现，当河南省“十二五”期间的经济、能源发展均按照规划进行时，河南省 2015 年的能源消费总量为 27992 万吨标准煤。考虑到在实际的经济发展中，GDP 增速往往大于规划目标，但是根据上述分析和预测结果来看，当 GDP 增速取 11%和 12%时，河南省“十二五”期间的能源消费量年均增速处于 7%-8%的范围内，仍处于“十一五”相当的水平，能源消费的过快增长并未得到有效控制。而当 GDP 增速取 10%时，年均能源消费量增速为 6%左右，与“十一五”相比有了明显的下降。因此，可以认为如果要控制能源消费的过快增长，则河南省“十二五”期间的年均 GDP 增速应处于 9%-10%，而相应的 2015 年能源消费总量应处于 28000-29000 万吨标准煤的范围。考虑到能源消费总量控制目标也需要实行责任考核制度，所定目标不宜过高。本研究认为取 2015 年能源消费总量 28500 万吨标准煤作为河南省“十二五”能源消费总量控制目标，符合河南省的实际情况。

而根据国家颁布的《“十二五”能源消费总量控制实施方案》给河南省分配的目标为 28500 万吨标准煤，年均增速为 5.9%，与分析预测结果相当。因此，本研究认为 2015 年能源消费总量 28500 万吨作为河南省“十二五”能源消费总量控制目标是合理的，同时具备可实现性的。

3. 河南省能源消费总量目标地市分解

3.1 河南省各地市经济-能源现状

分地市来看，河南省所辖的 18 个地市的经济发展极不平衡。各地市在经济、社会发展和产业结构存在着较大的差异。郑州市由于政治和经济方面的优势以及历史原因，总体的发展水平明显优于其他地市，产业结构也较其他地市和全省平均要更加均衡。2010 年郑州市的 GDP 占了河南省 GDP 总量的 17.5%，人均 GDP 达到 47608 元接近全省平均的 2 倍，同时第三产业所占比例达到 40.7%明显优于全省平均水平的 28.6%。而以工业为经济发展主要动力的地市，像洛阳、济源等，其工业已有了一定程度的发展，GDP 及 GDP 增速普遍较高，人均 GDP 也均高于全省平均水平，而其第三产业所占比例基本与全省平均水平相当。而农业比重较高的地市，比如南阳、商丘、信阳、周口、驻马店、开封等，其经济发展相对落后人均收入相对较低，随着国家和省内的产业转移工业会成为其下一阶段发展重点。

与经济发展情况相似，河南省各地市的能源消费情况也存在着明显的地区差异。结合经济发展情况和产业来看，河南省的 18 个地市可以大致分为三类：第一类：单位 GDP 能耗较低，以农业为主的地市，有南阳、商丘、信阳、周口、驻马店、开封等这类地市工业均未得到有限的发展；第二类：单位 GDP 能耗较低，以工业为主的地市，以郑州为代表，这类的工业发展较早产业结构已较为合理；第三类：单位 GDP 能耗较高，以工业为主的地市，有济源、安阳、濮阳、平顶山等，该类的地市大都以是高耗能行业作为其支柱产业。从“十一五”期间的能源消费量增长情况来看，以工业为主的地市能耗增速大都高于全省平均水平。而从各地市的总能耗量来看，郑州、洛阳、平顶山、安阳、新乡、焦作等工业地市的能耗在全省总量中占了较大的比重，其中又以郑州、洛阳和安阳三地的能耗量最大分别占到了全省 13.4%，9.3%和 9.2%。

3.2 河南省能源消费数据核算

在对河南省各地市的经济-能源消费现状进行分析时，可以发现河南省各地

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）。咨询相关专家后，我们发现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 3.1 为历年来能源数据的统计误差。

表 3.1 河南历史能源数据误差 单位：万吨标准煤

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
地市和	17236	19434	21171	22522	23711	25412
全省	14625	16234	17838	18976	19751	21438
误差	2611	3200	3333	3546	3960	3974

为了使地市的历史数据能与全省数据保持一致，在研究中我们对其修正如下：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 2005-2010 年的修正系数分别是：0.8485，0.8354，0.8426，0.8425，0.8330，0.8436。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 3.2，3.3 所示。

表 3.2 修正后的河南省各地市历史能耗数据 单位：万吨标准煤

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
郑州市	1902	2175	2455	2602	2723	3093
开封市	429	475	506	571	635	669
洛阳市	1463	1639	1787	1812	1892	2040
平顶山市	1104	1230	1365	1532	1568	1696
安阳市	1320	1429	1633	1854	1869	2005
鹤壁市	283	311	351	387	396	425
新乡市	808	881	970	982	1031	1162
焦作市	1135	1258	1406	1435	1468	1590
濮阳市	635	702	735	781	790	857
许昌市	704	780	847	907	961	1048
漯河市	336	379	402	441	453	487
三门峡市	538	631	728	773	795	925
南阳市	1216	1319	1377	1438	1486	1508
商丘市	680	753	809	833	891	938
信阳市	591	638	691	735	789	848
周口市	627	668	719	758	822	885
驻马店市	531	579	617	662	714	766
济源市	323	387	441	474	467	495

表 3.3 修正后的河南省各地市历史单位能耗数据 单位：吨标准煤/万元

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
郑州市	1.145	1.103	1.068	1.000	0.929	0.910
开封市	1.052	1.019	0.986	0.941	0.920	0.858
洛阳市	1.315	1.255	1.212	1.149	1.067	1.046
平顶山市	1.969	1.859	1.798	1.693	1.569	1.539
安阳市	2.367	2.258	2.186	2.038	1.875	1.812
鹤壁市	1.519	1.432	1.384	1.367	1.230	1.177
新乡市	1.485	1.405	1.346	1.259	1.173	1.161
焦作市	1.943	1.836	1.776	1.678	1.547	1.518
濮阳市	1.655	1.570	1.512	1.429	1.348	1.315
许昌市	1.162	1.109	1.071	1.021	0.960	0.947
漯河市	1.044	1.018	0.995	0.944	0.865	0.850
三门峡市	1.604	1.564	1.519	1.382	1.277	1.259
南阳市	1.154	1.119	1.082	1.043	0.978	0.918
商丘市	1.213	1.180	1.143	1.081	1.010	0.976
信阳市	1.162	1.106	1.068	1.019	0.959	0.924
周口市	1.052	1.007	0.973	0.922	0.871	0.857
驻马店市	1.061	1.033	0.999	0.950	0.895	0.864
济源市	2.240	2.182	2.132	2.001	1.832	1.714

3.3 河南省能源消费总量控制目标地市分解

在本研究中我们在已有的“十二五”节能目标地市分解研究的基础上，结合了国家相关部门分解全国能源消费总量控制目标的方法，对河南省的能源消费总量控制目标进行了地市级的分解。能源消费总量地市分解的基本思路是：综合考虑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。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。

3.3.1 建立指标体系确定权重

综合了河南省“十二五”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、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、人均一次能源生产量等八项指标来建立综合评价体系。

（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) 权重计算

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，因此在研究中我们采用了层次分析法来计算综合评价体系中各项指标的权重。根据层次分析法的判断标度，构建判断矩阵 A 如下：

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 4 & 4 & 4 & 4 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 4 & 4 & 4 & 4 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 4 & 4 & 4 & 4 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 4 & 4 & 4 & 4 \\ 0.25 & 0.25 & 0.25 & 0.25 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0.25 & 0.25 & 0.25 & 0.25 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0.25 & 0.25 & 0.25 & 0.25 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0.25 & 0.25 & 0.25 & 0.25 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

采用和积法计算各项指标结果如表 3.4 所示。

表 3.4 河南省能源消费总量控制目标分解综合评价体系

指标名称	权重值
人均能源消费量	0.2
单位工业增加值能耗	0.2
人均地方财政收入	0.2
R&D 经费支出与 GDP 比值	0.2
单位 GDP 固定资产投资比例	0.05
外贸出口占 GDP 比重	0.05
第三产业比重	0.05
人均一次能源生产量	0.05

经计算 $\lambda_{\max}=8$ ，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。

3.3.2 数据标准化及计算

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：

$$Z_i = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (3.2)$$

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：

$$Z_i = \frac{X_{\max} - X_i}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (3.3)$$

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。在本研究所构建的指标体系中外贸出口占GDP比重和人均一次能源生产量为逆向指标，其余均为正向指标。

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如表 3.5 所示。

表 3.5 各地市综合评价得分

地市	综合得分	地市	综合得分
济源市	0.7564	鹤壁市	0.3203
郑州市	0.6121	濮阳市	0.298
焦作市	0.5566	信阳市	0.295
洛阳市	0.542	漯河市	0.2727
新乡市	0.5072	南阳市	0.2654
平顶山市	0.4462	商丘市	0.253
安阳市	0.4422	开封市	0.2425
三门峡市	0.3851	驻马店市	0.2259
许昌市	0.3269	周口市	0.1635

3.3.3 地市分类赋值

如表 3.6，通过对河南省各地市“十一五”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“十一五”期间河南省各地市的能源消费增速处于全省平均值的 0.8-1.2 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 个地市分为五类。

根据国家分配河南省的能源消费总量目标 28500 万吨标准煤，河南省“十二五”的能源消费增速控制目标为 5.9%。根据对历史数据的分析，将第一类到第五类设定为全省平均值的 0.8 倍、0.9 倍、1 倍、1.1 倍和 1.2 倍，即增速为 4.72%，5.31%，5.9%，6.49%和 7.08%。根据综合评价的结果，将 18 个地市按降序排列，平均分为五类分别赋予相应的能耗增速结果如表 4.7。

表 3.6 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
三门峡市	11.4%	1.440	1
郑州市	10.2%	1.285	1
开封市	9.3%	1.169	2
平顶山市	9.0%	1.128	2
济源市	8.9%	1.121	2
安阳市	8.7%	1.097	2
鹤壁市	8.5%	1.066	2
许昌市	8.3%	1.042	2
漯河市	7.7%	0.970	3
驻马店市	7.6%	0.957	3
新乡市	7.5%	0.948	3
信阳市	7.5%	0.942	3
周口市	7.1%	0.898	4
焦作市	7.0%	0.878	4
洛阳市	6.9%	0.865	4
商丘市	6.6%	0.836	4
濮阳市	6.2%	0.778	4
南阳市	4.4%	0.553	5

表 3.7 各地市分类赋值结果

地市	省增速倍数	“十二五”分类能耗增速	分类
济源市	0.8	4.72%	1
郑州市	0.8	4.72%	
焦作市	0.8	4.72%	
洛阳市	0.9	5.31%	2
新乡市	0.9	5.31%	
平顶山市	0.9	5.31%	
安阳市	0.9	5.31%	
三门峡市	1	5.90%	3
许昌市	1	5.90%	

鹤壁市	1	5.90%	
濮阳市	1	5.90%	
信阳市	1.1	6.49%	4
漯河市	1.1	6.49%	
南阳市	1.1	6.49%	
商丘市	1.1	6.49%	
开封市	1.2	7.08%	5
驻马店市	1.2	7.08%	
周口市	1.2	7.08%	

3.3.4 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：

$$v_{i,j} = V_j + \alpha_{i,j} \quad (3.4)$$

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“十二五”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“十一五”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“十一五”实际能源消费增速与分类增速之差，即：

$$\varepsilon_{i,j}(11) = v_{i,j}(11) - V_j(11) \quad (3.5)$$

公式中， $v_{i,j}(11)$ 和 $V_j(11)$ 分别为各地市和各类地市“十一五”期间的年均能源消费增速， $\varepsilon_{i,j}(11)$ 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“十二五”的能源消费量，其与分类增速的差体现了“十二五”期间可能会出现的实际能源消费增速与分类增速之差

$$\varepsilon_{i,j}(12) = v_{i,j}(12) - V_j(12) \quad (3.6)$$

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， $\varepsilon_{i,j}(12)$ 即为预测值和分类增速的差异。

如上所述， $\varepsilon_{i,j}(11)$ 和 $\varepsilon_{i,j}(12)$ 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“十二五”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“十二五”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 α 中又加入了一个调整因子 σ ，根据实际计算发现 σ 取0.2较为适宜。因此，调整变量 α 的计算公式为：

$$\alpha_{i,j} = \sigma \times \frac{1}{2} \times \varepsilon_{i,j}(11) \times \varepsilon_{i,j}(12) \quad (3.7)$$

公式中， $v_{i,j}(11)$ 和 $V_j(11)$ 分别为各地市和各类地市“十一五”期间的年均能源消费增速， $v_{i,j}(12)$ 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， σ 为调整因子。将公式3.5、3.6带入3.7中可得差异化调整的计算公式：

$$v_{i,j} = V_j + \sigma \times \frac{v_{i,j}(11) - V_j(11)}{2} + \sigma \times \frac{v_{i,j}(12) - V_j(12)}{2} \quad (3.8)$$

分别整理和预测河南省各地市“十一五”及“十二五”期间的能源消费增速，如表3.8所示。

表 3.8 差异化调整数据整理

地市	“十一五”年均增速	“十一五”分类年均增速	“十二五”预期增速	“十二五”分类增速
郑州市	8.8%	8.9%	6.1%	4.7%
开封市	8.4%	7.9%	6.6%	7.1%
洛阳市	9.6%	8.8%	4.6%	5.3%
平顶山市	8.1%	8.8%	6.3%	5.3%
安阳市	8.6%	8.8%	6.5%	5.3%
鹤壁市	9.8%	9.4%	6.2%	5.9%
新乡市	9.1%	8.8%	4.5%	5.3%
焦作市	8.4%	8.9%	4.8%	4.7%
濮阳市	8.2%	9.4%	4.2%	5.9%
许昌市	9.2%	9.4%	5.5%	5.9%

漯河市	9.2%	7.8%	5.4%	6.5%
三门峡市	10.3%	9.4%	6.4%	5.9%
南阳市	7.2%	7.8%	3.9%	6.5%
商丘市	7.3%	7.8%	4.8%	6.5%
信阳市	7.6%	7.8%	5.3%	6.5%
周口市	7.4%	7.9%	5.0%	7.1%
驻马店市	8.0%	7.9%	5.3%	7.1%
济源市	9.4%	8.9%	6.4%	4.7%

3.3.5 河南省能源消费总量控制目标地市分解结果

根据公式 3.8 计算得到河南省各地市能源消费增速控制目标如表 3.9 所示。

表 3.9 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	4.84%	许昌市	5.85%
开封市	7.08%	漯河市	6.52%
洛阳市	5.32%	三门峡市	6.05%
平顶山市	5.34%	南阳市	6.17%
安阳市	5.41%	商丘市	6.27%
鹤壁市	5.97%	信阳市	6.35%
新乡市	5.26%	周口市	6.82%
焦作市	4.68%	驻马店市	6.91%
濮阳市	5.62%	济源市	4.94%

根据 2010 年河南省各地市的能源消费量（修正值），可以各地市的能源消费总量控制目标如表 3.10 所示。对各地市能源消费总量控制目，进行核算得到全省的能源消费总量为 28198 万吨标准煤可以满足省级能源消费总量控制目标的要求。

表 3.10 河南省各地市能源消费总量控制目标

地市	2010 年能源消费量（万吨标煤）	“十二五”年均增速	2015 年能源消费量（万吨标煤）	“十二五”能源消费增量（万吨标煤）
郑州市	3093	4.8%	3918	825
开封市	669	7.1%	941	273
洛阳市	2040	5.3%	2644	603

平顶山市	1696	5.3%	2200	503
安阳市	2005	5.4%	2609	604
鹤壁市	425	6.0%	567	143
新乡市	1162	5.3%	1501	339
焦作市	1590	4.7%	1999	409
濮阳市	857	5.6%	1126	269
许昌市	1048	5.9%	1393	345
漯河市	487	6.5%	667	181
三门峡市	925	6.0%	1241	316
南阳市	1508	6.2%	2034	526
商丘市	938	6.3%	1272	334
信阳市	848	6.3%	1154	306
周口市	885	6.8%	1231	346
驻马店市	766	6.9%	1070	304
济源市	495	4.9%	630	135
全省	21438	5.6%	28198	6760

3.4 地市分解结果可行性分析

根据本研究的要求,具备可行性的能源消费总量控制目标必须保持经济的较快增长,同时保证“十二五”节能目标的顺利完成。因此,各地市的能源消费总量控制目标应在规划的GDP增速下保证单位GDP能耗下降率达到“十二五”节能目标要求,或者在能顺利完成节能目标的前提下使GDP增速与规划值相当。由于在河南省和国家的规划中GDP增速均为预期性指标,实际增速与规划值往往存在一定差异,因此本研究选择后一种核算方法来验证地市分解结果的可行性。但是,通过查阅河南省各地市“十二五”规划整理计算如表3.11所示。

表 3.11 河南省各地市 GDP 增长情况 (规划值)

地市	规划 GDP 增速	地市	规划 GDP 增速
郑州市	13.0%	许昌市	12.0%
开封市	12.0%	漯河市	12.0%
洛阳市	12.0%	三门峡市	12.0%
平顶山市	11.0%	南阳市	11.0%
安阳市	12.5%	商丘市	10.0%
鹤壁市	12.0%	信阳市	11.0%
新乡市	12.0%	周口市	10.0%
焦作市	12.0%	驻马店市	11.0%
濮阳市	12.0%	济源市	14.0%

将各地市GDP汇总后可得,按各地市规划2015年河南省全省GDP为34149

亿元（2005年可比价），年均增长11.8%。根据本研究的已有分析，当河南省“十二五”GDP年均增速处于11%以上时，河南省基本无法将能源消费总量的增长控制在合理范围内，如果在要此条件下完成能源消费总量的控制目标，河南省的单位GDP能耗需要下降27%以上，明显是无法实现的。基于以上的分析和核算，本研究在进行地市分解结果可行性分析不采用地市级规划的GDP增速作为分析依据，而将各地市GDP加和后计算全省的GDP增速，并与省规划值进行比较分析。

根据上述分析，本研究假设在2015年河南省各地市均能顺利完成单位GDP能耗下降目标和能源消费总量控制目标。由此反推计算各地市“十二五”期间的GDP增长情况。计算结果如表3.12所示。

表 3.12 河南省各地市 GDP 增长情况（计算值）

地市	2015年单位GDP 能耗（tce/万元）	2015年GDP（2005 年可比价）（亿元）	年均增速
郑州市	0.756	5186	8.8%
开封市	0.729	1291	10.6%
洛阳市	0.868	3046	9.3%
平顶山市	1.293	1702	9.1%
安阳市	1.504	1734	9.4%
鹤壁市	0.989	573	9.7%
新乡市	0.964	1557	9.3%
焦作市	1.260	1587	8.7%
濮阳市	1.117	1008	9.1%
许昌市	0.805	1731	9.3%
漯河市	0.723	923	10.0%
三门峡市	1.045	1188	10.1%
南阳市	0.771	2638	9.9%
商丘市	0.820	1552	10.0%
信阳市	0.785	1470	9.9%
周口市	0.729	1690	10.3%
驻马店市	0.735	1456	10.4%
济源市	1.423	443	8.9%

将各地市GDP汇总后可得，2015年河南省GDP为30774亿元（2005年可比价），年均增速为9.7%，单位GDP能耗下降率为17%。由此可见，在此条件下河南省GDP增速略大于规划值与历史趋势相符，并可以顺利国家下达“十二五”节能目标。因此，本研究认为该分解结果是可行的。

另一方面，本研究又根据各地市“十一五”的 GDP 数据，采用趋势分析预测了各地市“十二五”GDP 与实行能源消费总量控制下的 GDP 增长情况进行对比如表 3.12 所示。

表 3.13 河南省各地市 GDP 增长情况（趋势分析）

地市	年均 GDP 增速（控制能源消费总量）	年均 GDP 增速（趋势分析）	2015 年 GDP（趋势分析）
郑州市	8.8%	11.6%	5877
开封市	10.6%	10.4%	1279
洛阳市	9.3%	9.0%	2998
平顶山市	9.1%	10.9%	1850
安阳市	9.4%	11.1%	1873
鹤壁市	9.7%	10.6%	598
新乡市	9.3%	9.8%	1593
焦作市	8.7%	9.4%	1638
濮阳市	9.1%	8.4%	977
许昌市	9.3%	9.6%	1754
漯河市	10.0%	9.2%	888
三门峡市	10.1%	12.8%	1343
南阳市	9.9%	7.0%	2302
商丘市	10.0%	8.6%	1451
信阳市	9.9%	9.4%	1440
周口市	10.3%	8.8%	1571
驻马店市	10.4%	9.1%	1370
济源市	8.9%	11.3%	492
全省	9.7%	9.7%	30803

经过对比，可以发现控制能源消费总量增长后，河南省各地市 GDP 增长明显更为平均：在控制能源消费总量时河南省各地市 GDP 增速的方差为 0.000565，而采用趋势分析得到 GDP 增速的方差为 0.003248。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情况下，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，有利于地市转变经济发展方式和进行产业结构调整。因此，本研究认为河南省能源消费总量的地市分解结果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。

4. 河南省能源消费总量目标部门分解

4.1 河南省部门能源消费总量预测

部门能耗预测采用情景分析方法，分别设置四种情景：执行情景、冻结情景、国内先进情景和国际先进情景。

情景定义如下：

1.执行情景是指充分考虑河南省行业规划及产业政策下的情景，是现实中最有可能发生的情景。

2.冻结情景是指在“十二五”期间部门单位能耗保持与2010年一致的情景。

3.国内先进情景是指河南省2015年部门单位能耗达到国内先进水平下的情景。

4..国际先进情景是指河南省2015年部门单位能耗达到国际先进水平下的情景。

4.1.1 农业部门能源消费总量预测

（一）现状分析

近年来农业生产规模相对稳定，增加值增长趋势缓慢，四种情景保持一致。随着农业生产效率的进一步提高和农业种植结构的变化，农业的单位能耗仍有较大下降空间。

（二）增加值预测

就河南省农业的增加值而言，其占全社会生产总值的比例呈逐年下降的态势。结合河南省“十二五”GDP年均增速9%及单位GDP能耗下降16%的规划，对其进行趋势分析可得到如下表：

表 4.1 农业增加值预测

单位：亿元

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
农业部门增加值	2419.68	2525.64	2628.79	2731.94	2835.09	2938.24

（三）能效水平情景假设

缺乏规划和国际先进水平参照值，冻结情景下假定农业单位增加值能耗保持在 2010 年的水平，即为 0.2252 万元吨标煤。执行情景采用趋势外推，预测 2015 年农业单位增加值能耗达到 0.2160 万元吨标煤。国内先进情景选用产业结构类似且能效水平高的山东省作参照对象，设为 0.1600 万元吨标煤。国际先进水平假定按年均 7%（执行情景年均下降 6.6%）的比例下降，2015 年农业单位增加值达到 0.1567 万元吨标煤。

2015 年末能效水平情景假设如下表。

表 4.2 农业部门单位增加值能耗预测

单位：万元吨标煤

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
执行情景	0.2252	0.2205	0.2192	0.2180	0.2170	0.2160
冻结情景	0.2252	0.2252	0.2252	0.2252	0.2252	0.2252
国内先进情景	0.2252	0.2103	0.1964	0.1835	0.1713	0.1600
国际先进情景	0.2252	0.2095	0.1948	0.1812	0.1685	0.1567

（四）能源消费总量预测

河南省的农业能耗处于较稳定的水平，虽然耕作方式的现代化和规模化正在逐步提高能效水平，但因总体能耗水平低，生产规模稳定，农业能耗总体来说，所占比重不大。在执行情景下，河南省 2015 年农业总能耗预计达到 634.72 万吨标煤。

表 4.3 河南省“十二五”期间农业能耗（万吨标准煤）

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
执行情景	545.00	557.01	576.25	595.64	615.14	634.72
冻结情景	545.00	568.87	592.10	615.33	638.56	661.80
国内先进情景	545.00	531.26	516.40	501.19	485.72	470.12
国际先进情景	545.00	529.04	512.11	494.95	477.68	460.40

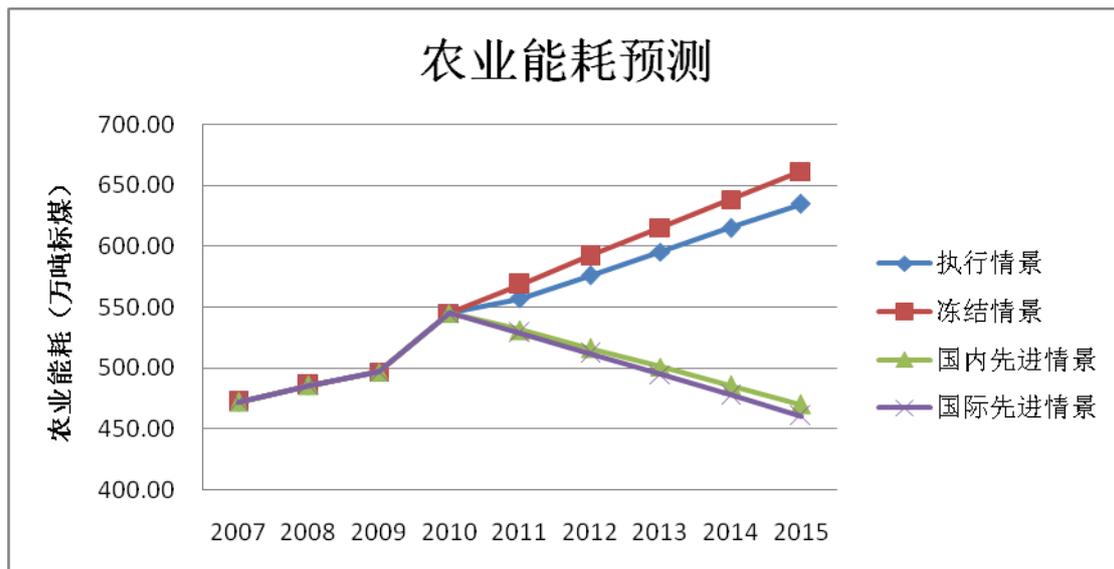


图 4.3 河南省“十二五”期间农业能耗

4.1.2 工业部门能源消费总量预测

具体分析过程详见第五章，通过 5.2 节分析结果可知，“十二五”期间，工业仍将是耗能最大的部门，是实现能源消费总量控制目标的重中之重。通过分析可以发现，经过“十一五”期间节能减排工作的大力推动，河南省工业的整体技术装备水平有了很大提升，有些行业或者产品的能效已经接近或达到了国内先进水平，甚至是国际先进水平，技术上进一步提高的难度越来越高，成本也会越来越大。从预测结果可以看出，“十二五”期间工业部门总能耗仍将呈现上升趋势，同时，能效水平还有较大提升的空间。

表 4.4 工业部门能源消耗总量情景预测结果 单位：万吨标准煤

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
冻结情景	17122	18528.2	19962.1	21468.6	23075.9	24847.3
执行情景	17122	17757.7	18656.3	19580.7	20595.3	21735.7
国内先进情景	17122	17719.3	18586.1	19471.4	20409.4	21464.8
国际先进情景	17122	17555.2	18208.5	18888.2	19603.6	20414.9

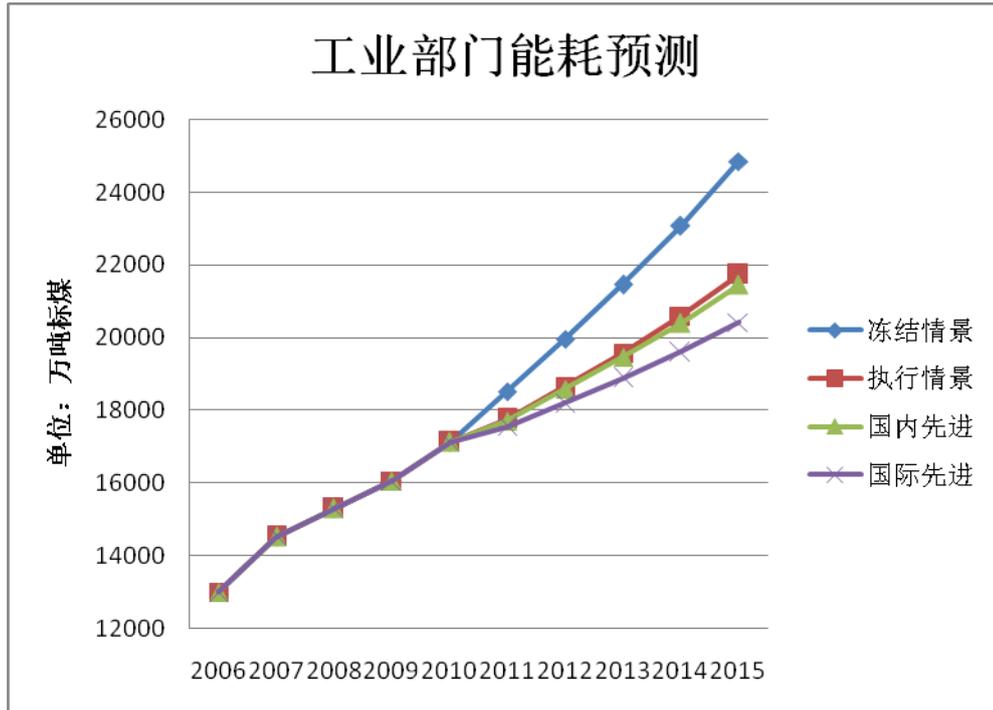


图 4.4 不同情景下工业部门能耗预测

4.1.3 建筑业部门能源消费总量预测

(一) 现状分析

建筑能耗在河南省不是能耗的主要方面，根据历史数据来看，河南省建筑能耗呈现逐年递增的趋势，2010 年其总能耗仍为 130 万吨标准煤。

(二) 增加值预测

首先，根据对历史数据的分析可以发现河南省建筑业在总 GDP 中的份额一直比较稳定，结合河南省“十二五”GDP 年均增速 9% 及单位 GDP 能耗下降 16% 的规划，对其进行趋势分析可得到如下表：

表 4.5 河南省“十二五”期间建筑业增加值 单位：亿元

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
建筑增加值	1023.61	1095.27	1171.94	1253.97	1341.75	1435.67

(三) 能效水平情景假定

由于没有建筑业单位增加值能耗的相关规划，冻结情景下，建筑业单位增加值能耗保持 2010 年的水平，即为 0.1270 万元吨标煤。执行情景根据其历史数据

采用趋势外推，即 2015 年建筑业单位增加值能耗达到 0.1148 万元吨标煤。综合比较部分省市，可知河南省建筑业单位增加值能耗已达到国内先进水平，即为 0.1270 万元吨标煤。由于建筑业缺乏国际对标值，国际先进水平假定按年均 5% 的比例下降，2015 年建筑业单位增加值达到 0.0983 万元吨标煤。

四种情景下建筑业单位增加值能耗，如下表所示：

表 4.6 建筑业单位增加值能耗预测 吨标煤/万元

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
冻结情景	0.1270	0.1270	0.1270	0.1270	0.1270	0.1270
执行情景	0.1270	0.1245	0.1220	0.1195	0.1171	0.1148
国内先进情景	0.1270	0.1270	0.1270	0.1270	0.1270	0.1270
国际先进情景	0.1270	0.1207	0.1146	0.1089	0.1034	0.0983

（四）能源消费总量预测

根据建筑业单位增加值与建筑业单位增加值能耗，可得建筑业总能耗。

建筑业总能耗的预测计算结果如下表，由结果可以看出，建筑部门的能耗总体较低，但由于建筑业的快速发展，建筑部门总能耗将逐步增加。

执行情景下，河南省 2015 年建筑能耗达到 164.81 万吨标煤，冻结情景和国内先进情景下达到 182.33 万吨标煤，国际先进情景下达到 141.08 万吨标煤。

执行情景能耗比冻结情景下降了 9.61%，国内先进情景比冻结情景下降了 0%，国际先进情景比冻结情景下降了 22.62%。不同情景下建筑业能耗变化趋势如下表 4.7，图 4.7 所示。

表 4.7 河南省“十二五”期间建筑业能耗 单位：万吨标准煤

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
执行情景	130.00	136.32	142.94	149.89	157.17	164.81
冻结情景	130.00	139.10	148.84	159.26	170.40	182.33
国内先进情景	130.00	139.10	148.84	159.26	170.40	182.33
国际先进情景	130.00	132.15	134.33	136.54	138.79	141.08

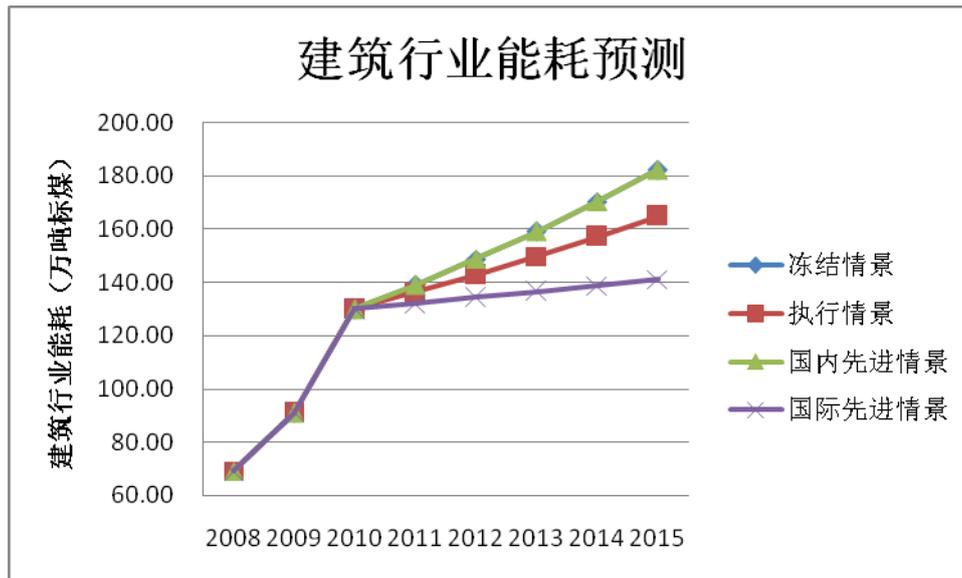


图 4.7 河南省“十二五”期间建筑能耗

4.1.4 交通部门能源消费总量预测

(一) 现状分析

目前，交通行业的能耗在河南省总能耗中所占比重仍然较小，但随着河南省经济社会的快速发展和人民生活水平的提高，交通运输量和交通工具保有量稳步增长，能耗总量亦将保持增长。河南省的交通运输业，主要以公路和铁路为主，并将持续发展，水运和民航所占比例较小，其中民航业在今后几年将有成倍的发展。

(二) 客货周转量预测

自 2008 年起交通运输业的统计口径发生变化，历史数据不具有可比性，因此选定由 2010 年开始计算。根据河南省“十二五”规划的要求，到 2015 年，全省公路通车总里程达到 25 万公里，全省铁路运营里程达到 6400 公里，全省内河航道里程达到 1600 公里，旅客、货邮吞吐量分别达到 2000 万人次和 28 万吨。据此，结合经济发展情况，采用统计制度规定的客货折算系数（内河 0.33，公路 0.1，民航国内 0.072），对河南省“十二五”期间的客货周转量（换算周转量）进行了预测，如表 4.8，图 4.8。

表 4.8 客货周转量预测 单位：亿吨公里

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
铁路	2727.43	2963.77	3220.59	3499.67	3802.93	4132.47
公路	1066.77	1172.76	1290.64	1419.14	1559.20	1711.87
水运	300.48	401.53	496.33	613.51	758.35	937.38
民航	5.12	6.76	8.92	11.77	15.53	20.49
合计	4099.81	4544.82	5016.49	5544.09	6136.01	6802.22

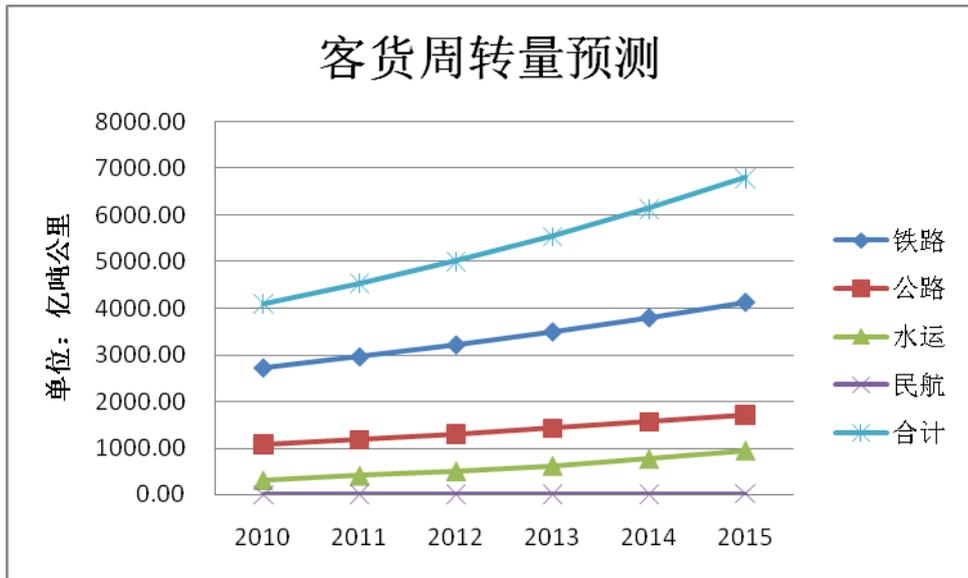


图 4.8 客货周转量预测

(三) 能效水平情景假定

冻结情景下假定各运输方式的能效水平维持 2010 年水平不变；对于执行情景，由于我国铁路运输的单位能耗在国际上处于领先地位，下降空间较小，设定年均下降 1%，对于其他运输方式，参考相关文献，我国交通运输业的能效水平与欧洲和日本分别有 10%和 20%左右的差距，设定到 2015 年能效水平达到欧洲水平，提高 10%；对于国内先进情景，由于交通运输业在全国范围内没有大的差距，公路单耗假设 2015 年下降至全国平均水平，其他能耗与执行情景保持相同；对于国际先进情景，假定铁路运输单位能耗年均下降 2%，对于公路和水路运输，假定 2015 年达到日本水平，提高 20%。由于我国民航业设备基本都为进口，技术水平与国际相差不大，主要差距在管理水平上，故设定到 2015 年比 2010 年能耗水平提高 10%。各类运输方式能效水平情景假设如下所示。

表 4.9 铁路内燃机车万吨公里耗油 单位：千克/万吨换算公里

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
冻结情景	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00
执行情景	23.00	22.77	22.54	22.32	22.09	21.87
国内先进情景	23.00	22.77	22.54	22.32	22.09	21.87
国际先进情景	23.00	22.54	22.09	21.65	21.21	20.79

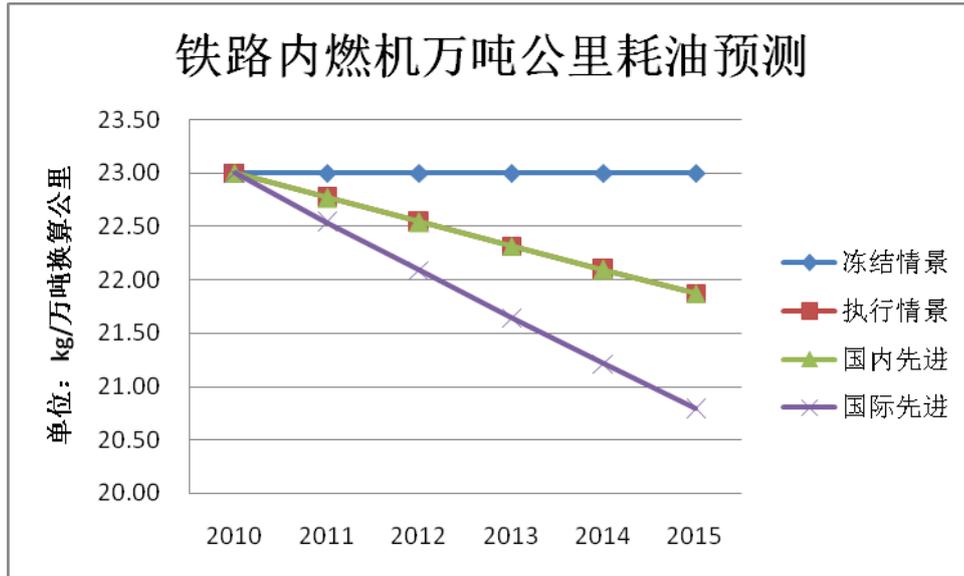


图 4.9 铁路内燃机车万吨公里耗油

表 4.10 铁路电力机车万吨公里耗电 单位：kWh/万吨换算公里

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
冻结情景	107.40	107.40	107.40	107.40	107.40	107.40
执行情景	107.40	106.33	105.26	104.21	103.17	102.14
国内先进情景	107.40	106.33	105.26	104.21	103.17	102.14
国际先进情景	107.40	105.25	103.15	101.08	99.06	97.08

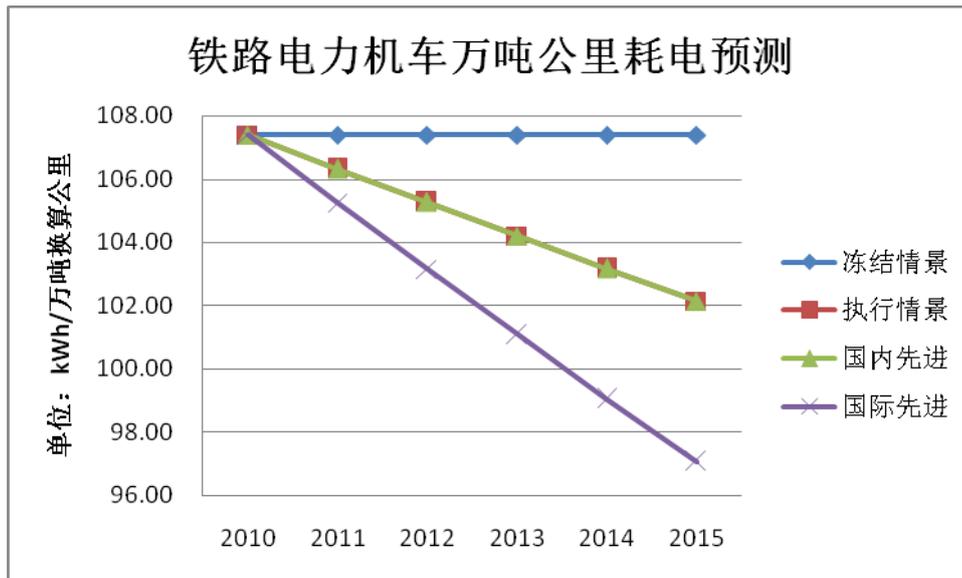


图 4.10 铁路电力机车万吨公里耗电

表 4.11 公路运输单位能耗 单位: tce/万吨换算公里

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
冻结情景	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
执行情景	0.84	0.82	0.81	0.79	0.77	0.75
国内先进情景	0.84	0.77	0.71	0.64	0.58	0.51
国际先进情景	0.84	0.76	0.69	0.61	0.53	0.45

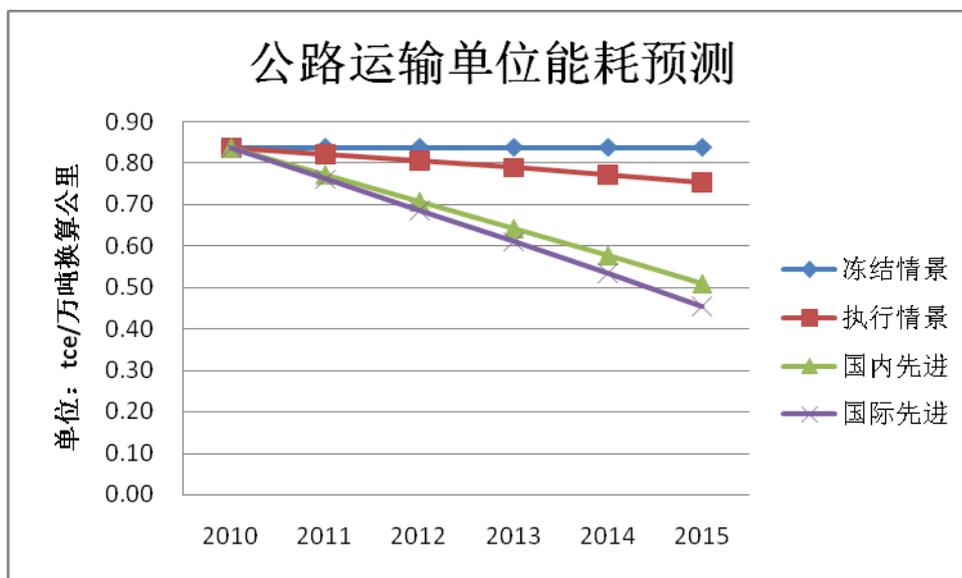


图 4.11 公路运输单位能耗

表 4.12 水路运输单位能耗 单位：tce/万吨换算公里

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
冻结情景	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042
执行情景	0.042	0.041	0.040	0.039	0.038	0.038
国内先进情景	0.042	0.041	0.040	0.039	0.038	0.038
国际先进情景	0.042	0.040	0.038	0.037	0.035	0.033

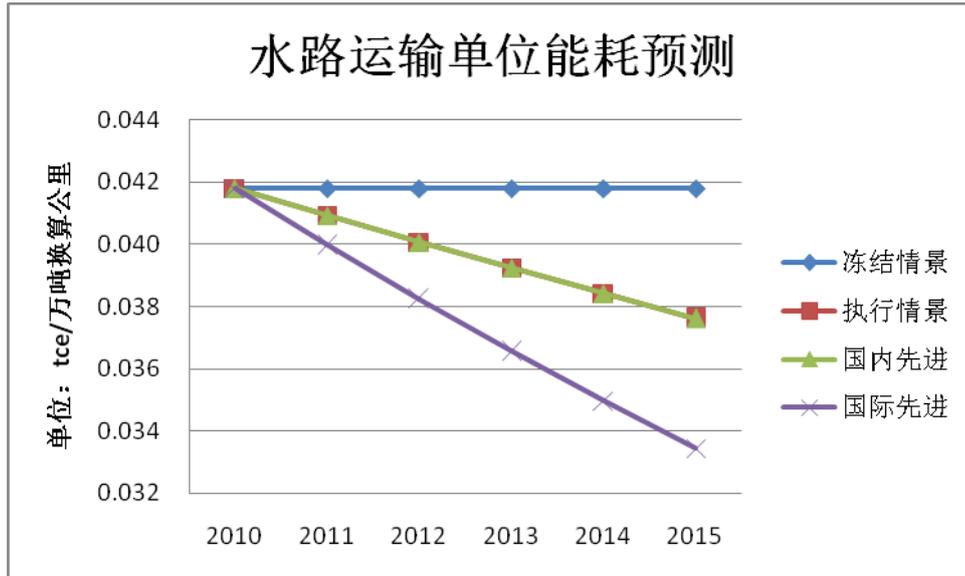


图 4.12 水路运输单位能耗

表 4.13 民用航空运输单位能耗 单位：tce/万吨换算公里

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
冻结情景	5.17	5.17	5.17	5.17	5.17	5.17
执行情景	5.17	5.06	4.96	4.85	4.75	4.65
国内先进情景	5.17	5.06	4.96	4.85	4.75	4.65
国际先进情景	5.17	5.06	4.96	4.85	4.75	4.65

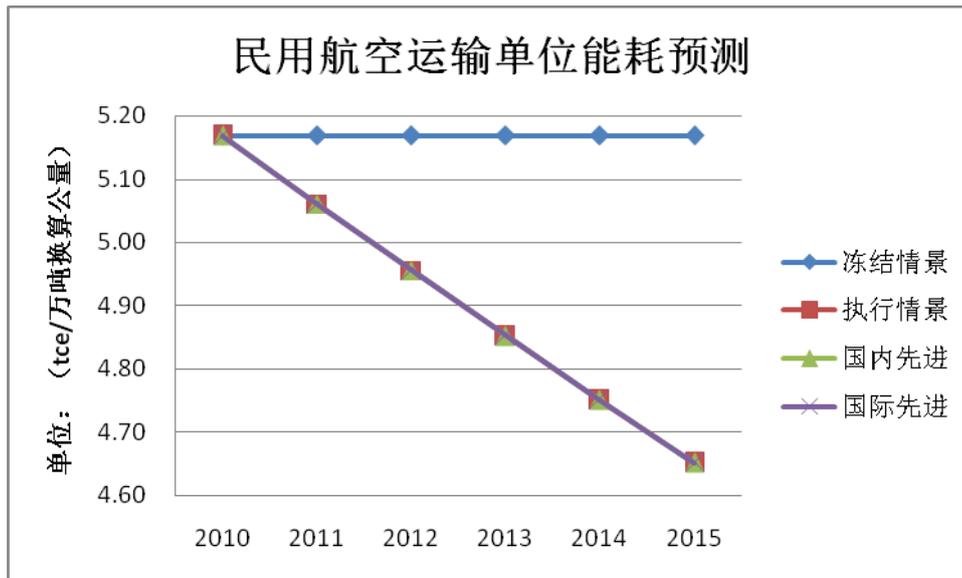


图 4.13 民用航空运输单位能耗

(四) 能源消费总量预测

由以上预测计算了交通运输部门总能耗，从结果（表 4.14，图 4.14）可以看出，“十二五”期间交通运输部门能耗将稳步增长，按运输方式分，能耗最大的是公路运输，同时也是能耗总量控制的重点。

表 4.14 交通运输部门总能耗预测 单位：万吨标准煤

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
冻结情景	981.75	1087.48	1205.99	1338.28	1486.57	1653.53
执行情景	981.75	1067.14	1160.82	1263.05	1375.09	1491.94
国内先进情景	981.75	1009.67	1034.33	1054.44	1069.49	1074.00
国际先进情景	981.75	995.86	1003.89	1004.14	995.66	969.59

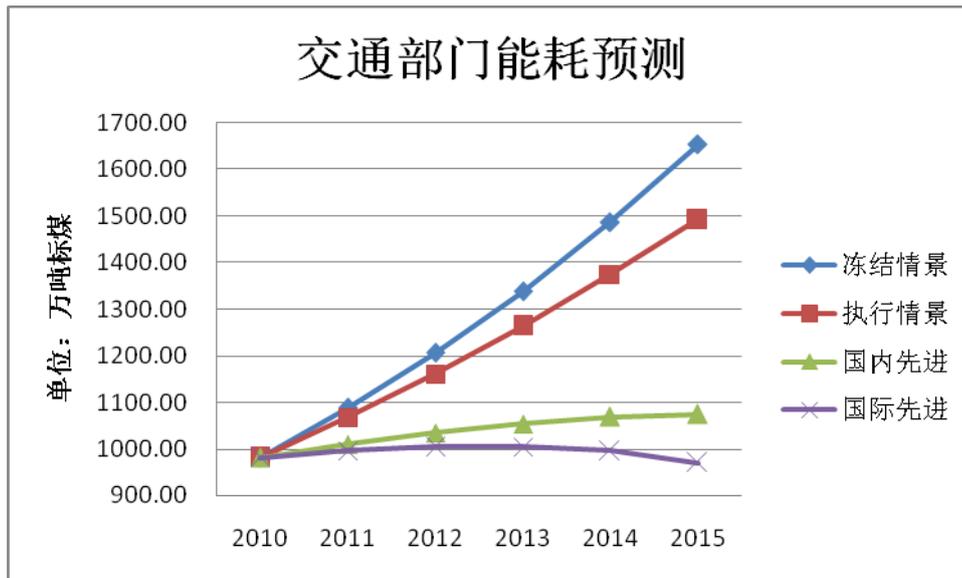


图 4.14 交通运输部门总能耗预测

4.1.5 商业及其他部门能源消费总量预测

(一) 现状分析

河南省目前仍处于工业化快速发展的阶段，商业部门在经济中的比重较低，商业部门能耗占能耗总量的比重也比较小。但随着河南省经济社会的进一步发展，经济结构调整的进一步深化，以及人民生活水平的逐步提高，商业部门的发展将逐步加快，其能源消耗也将快速增加。

(二) 增加值预测

受到数据收集的限制，对商业部门能耗采用单位增加值能耗的方法预测。根据河南省“十二五”规划的规定，到 2015 年服务业增加值占 GDP 比重 33%，结合商业历史数据，对“十二五”期间的商业部门增加值进行了预测。

表 4.15 商业及其他部门增加值预测 单位：亿元

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
商业及其他部门增加值	4812.15	5264.49	5759.35	6300.73	6893.00	7540.94

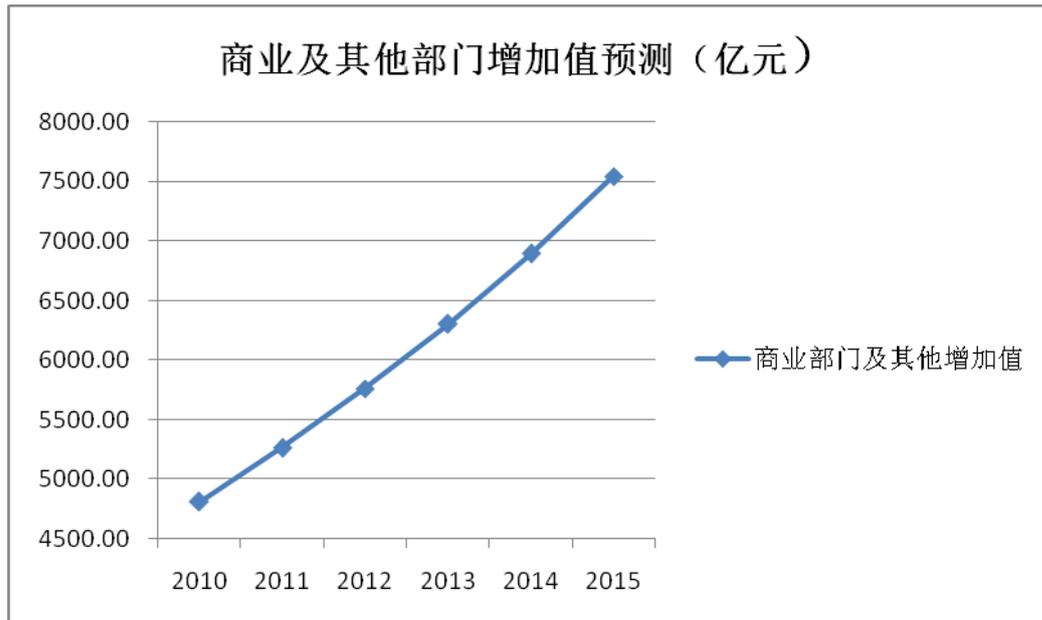


图 4.15 商业及其他部门增加值预测

(三) 能效水平情景假设

缺乏规划和国际先进水平参照值，冻结情景下假定商业单位增加值能耗保持在 2010 年的水平，即为 0.1237 万元吨标煤。执行情景采用趋势外推，预测 2015 年商业单位增加值能耗达到 0.1147 万元吨标煤。由于 2010 年河南省的商业单位增加值能耗已达到了国内先进水平，所以假设国内先进情景下 2015 年商业单位增加值能耗仍然为 0.1237 万元吨标煤。国际先进水平假定按年均 3%（执行情景年均下降 1.2%）的比例下降，2015 年商业单位增加值达到 0.1062 万元吨标煤。如表 4.16 所示。

表 4.16 商业部门单位增加值能耗预测 单位：吨标煤/万元

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
冻结情景	0.1237	0.1237	0.1237	0.1237	0.1237	0.1237
执行情景	0.1237	0.1224	0.1201	0.1181	0.1163	0.1147
国内先进情景	0.1237	0.1237	0.1237	0.1237	0.1237	0.1237
国际先进情景	0.1237	0.1200	0.1164	0.1129	0.1095	0.1062

(四) 能源消费总量预测

商业部门总能耗的预测计算结果如下表，由结果可以看出，商业部门的快速发展，使得商业部门总能耗将逐步增加。随着人民生活水平的不断提高，消费者对服务水平和舒适度的要求不断提高，若不能采取有力的节能措施，商业部门能耗将有升高的趋势。

表 4.17 商业部门总能耗预测 单位：万吨标准煤

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
冻结情景	595.19	651.14	712.35	779.31	852.56	932.70
执行情景	595.19	644.30	691.84	744.30	801.96	865.17
国内先进情景	595.19	651.14	712.35	779.31	852.56	932.70
国际先进情景	595.19	631.61	670.25	711.25	754.77	800.94

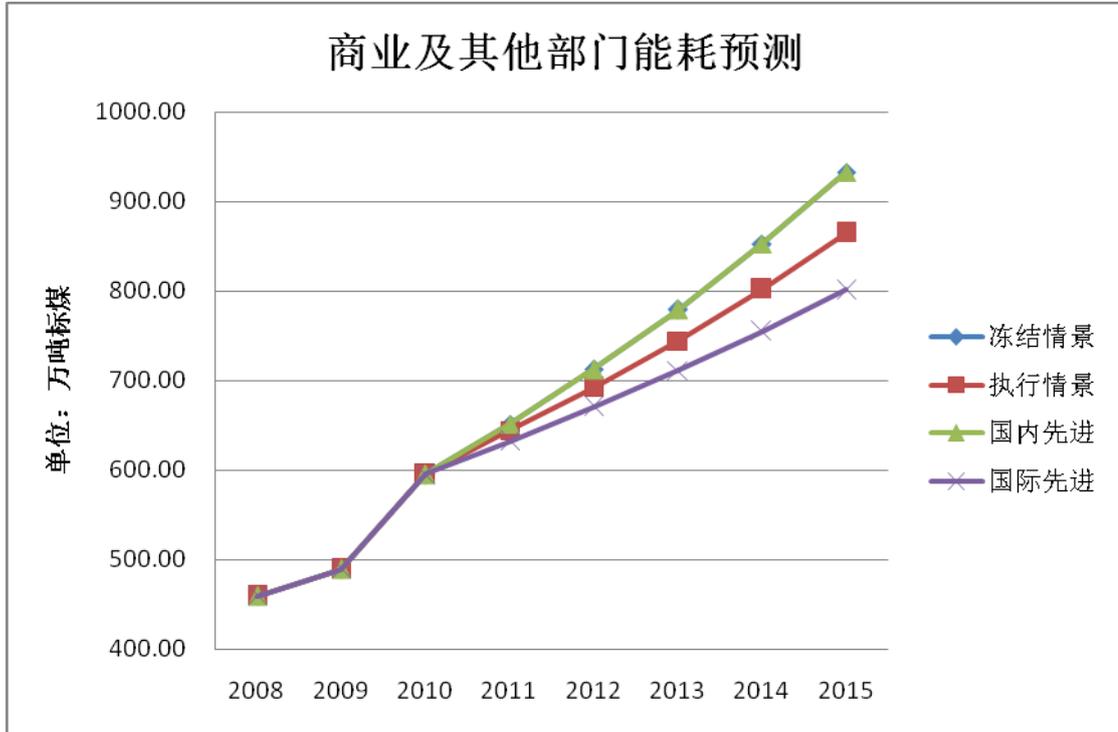


图 4.17 商业及其他部门总能耗预测

4.1.6 居民生活部门能源消费总量预测

(一) 河南省居民生活能耗现状

目前河南省居民生活能耗处于较低的水平上，2010 年时的人均生活能耗仅为 204.46kgce/人，与 2009 年时全国的人均生活能耗 254.2kgce/人相比也仍有一定距离，但近几年已经出现加速增长的趋势，在今后一段时间内，随着河南省社会经济的发展，居民生活能耗将会不可避免的大幅增长。

(二) 人口预测

按照河南省“十二五”规划的规定，“十二五”期间，河南省人口年均增长率保持在 7.1%以内，到 2015 年城市化率达到 48%，据此对“十二五”期间河南省

的常住人口及城市化率进行了预测。

表 4.18 人口及城市化率预测

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
人口(万人)	9405.00	9471.78	9539.03	9606.75	9674.96	9743.65
城市化率	38.80%	40.49%	42.25%	44.08%	46.00%	48.00%

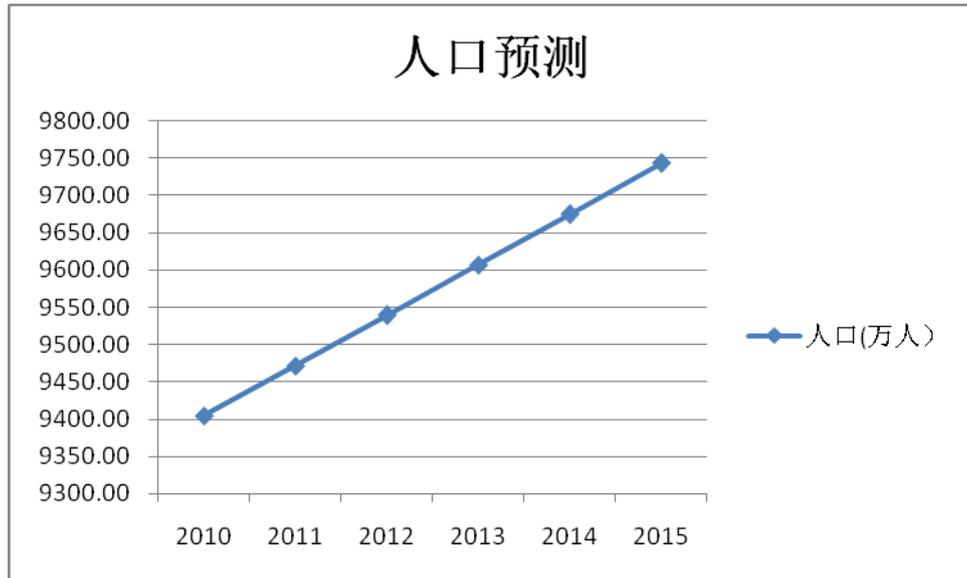


图 4.18 人口预测

(三) 能效水平情景假设

根据《2020 中国可持续能源情景》中调查分析，我国的农村居民人均生活能耗相当于城市的三分之一，据此将收集到的河南省人均生活能耗数据分解为城市人均生活能耗和农村人均生活能耗。冻结情景下假定人均能耗维持 2010 年的水平不变，即城市人均生活能耗为 345.37kgce/人，农村人均生活能耗为 133.01kgce/人。对于执行情景，假定在推广节能措施，对生活能耗增长有所控制的条件下，“十二五”期间人均生活能耗保持“十一五”期间的年均增速。即城市人均生活能耗为 399.04kgce/人，农村人均生活能耗为 115.12 kgce/人。随着河南省经济社会的快速发展，假定国内先进情景下到 2020 年人均生活能耗达到上海市 2010 年的水平 446.28kgce/人。对于国际先进情景，假定到 2020 年人均生活能耗达到日本 2004 年的水平 516kgce/人。

表 4.19 城市人均生活能耗 单位：千克标煤/人

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
冻结情景	345.37	345.37	345.37	345.37	345.37	345.37
执行情景	345.37	355.49	365.91	376.64	387.68	399.04
国内先进	345.37	367.91	391.92	417.50	444.75	473.78
国际先进	345.37	373.29	403.47	436.09	471.34	509.44

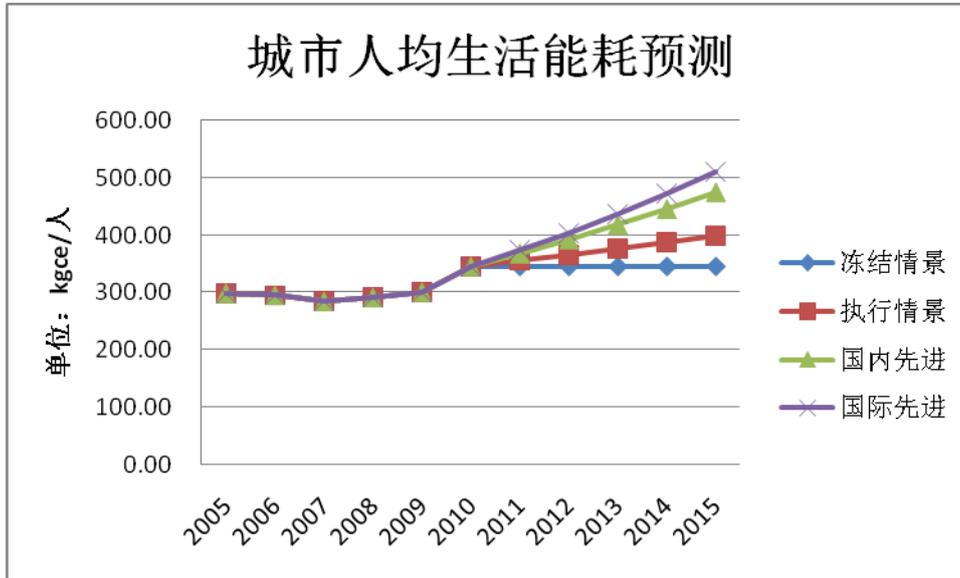


图 4.19 城市人均生活能耗

表 4.20 农村人均生活能耗 单位：千克标煤/人

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
冻结情景	115.12	115.12	115.12	115.12	115.12	115.12
执行情景	115.12	118.50	121.97	125.55	129.23	133.01
国内先进	115.12	122.64	130.64	139.17	148.25	157.93
国际先进	115.12	124.43	134.49	145.36	157.11	169.81

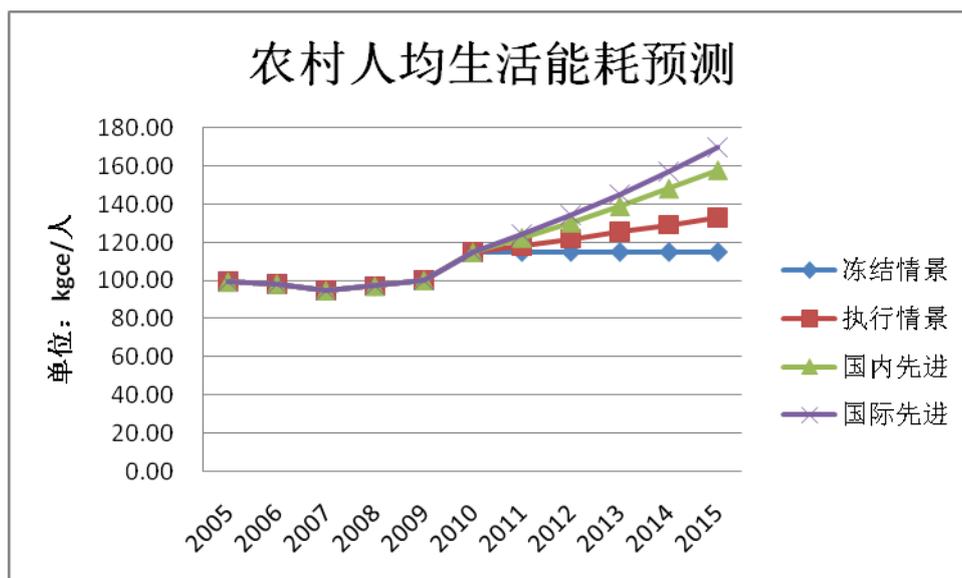


图 4.20 农村人均生活能耗

(四) 能源消费总量预测

根据以上计算结果，计算了“十二五”期间的居民生活部门总能耗，由结果可以看出，“十二五”期间，随着人民生活水平的不断提高，居民生活能耗将有较大增长，且生活能耗的增长刚性很强，控制难度很大。

表 4.21 居民生活总能耗预测 单位：万吨标煤

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
冻结情景	1922.95	1973.39	2026.06	2081.07	2138.54	2198.58
执行情景	1922.95	2031.23	2146.57	2269.47	2400.50	2540.24
国内先进情景	1922.95	2102.18	2299.15	2515.70	2753.89	3016.00
国际先进情景	1922.95	2132.92	2366.87	2627.67	2918.52	3243.04

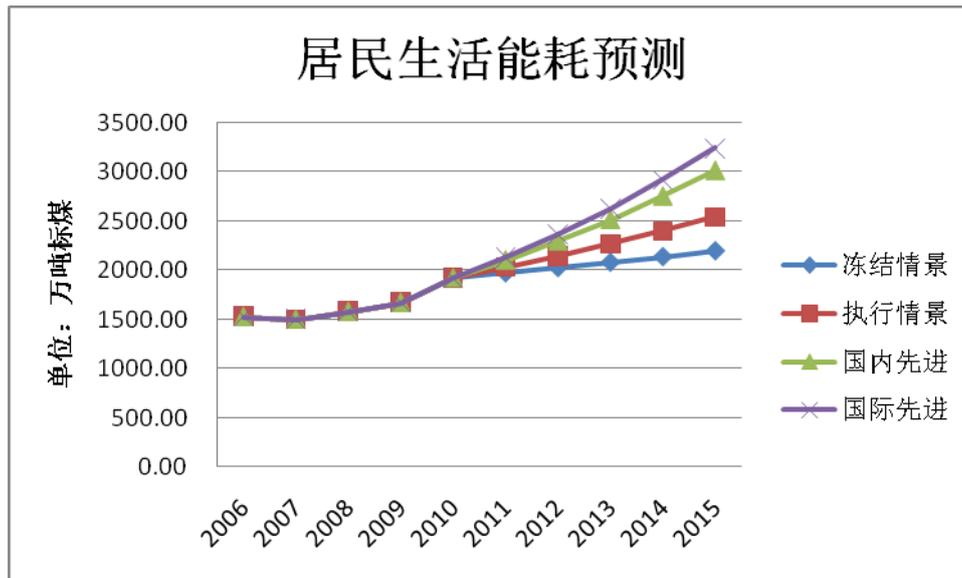


图 4.21 居民生活总能耗预测

4.2 能源消费总量预测部门构成

(一) 河南省能源消费总量预测

通过分析可以发现，经过“十一五”期间节能减排工作的大力推动，河南省多数行业的整体技术水平有了很大提升，有些行业单耗已经接近或达到了国内先进水平，甚至是国际先进水平，技术上进一步提高的难度越来越高，成本也会越来越大。从预测结果也可以看出，四种情景下，“十二五”期间，不同情景下的河南省总能耗均呈现递增的趋势。冻结情景上升得最快，国际先进情景上升得最慢。河南省整体能效水平还有进一步提高的空间，但与国内先进水平的差距已经很小，与国际先进水平的差距也越来越小。

表 4.22 不同情景下全省总能耗预测 单位：万吨标准煤

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
冻结情景	21296.89	23243.46	25153.86	27158.58	29255.78	31457.90
执行情景	21296.89	22639.29	24079.14	25574.37	27156.32	28802.30
国内先进情景	21296.89	22596.53	23803.14	24997.07	26177.47	27339.40
国际先进情景	21296.89	21936.97	22355.49	22665.66	22843.06	22873.98

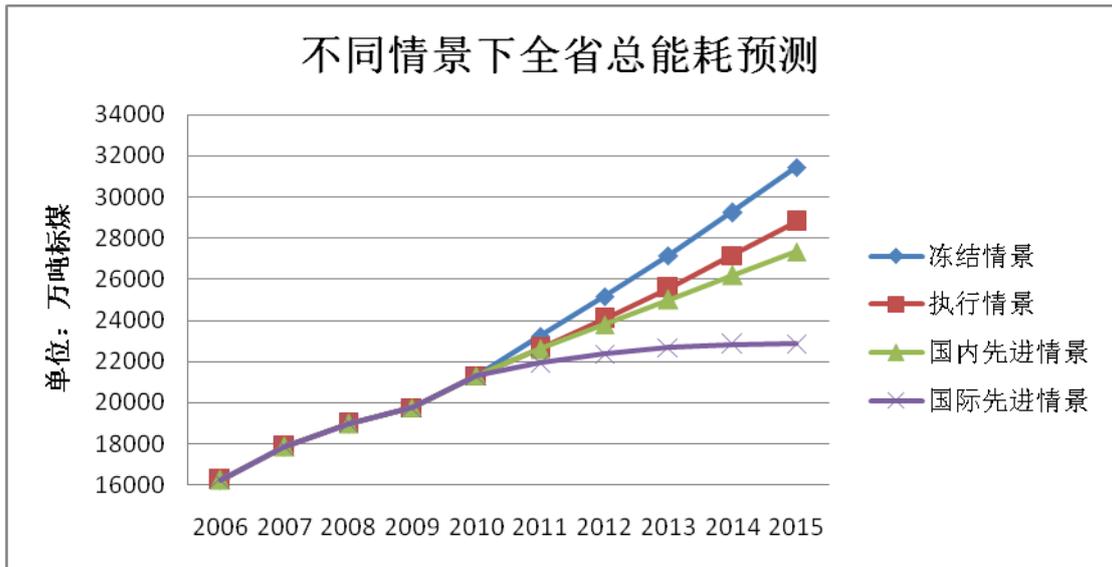


图 4.22 不同情景下全省总能耗预测

(二) 部门能源消费总量预测

由于执行情景是最符合河南省未来发展趋势的情景，所以选择执行情景下的部门能耗总量的发展趋势作为本研究的分析结果。从以下图表可知，“十二五”期间，河南省总能耗呈现稳步增长的趋势，2015年，总能耗达到28802.30万吨标煤，比2010年增长了35%。控制好全省能耗总量，工业部门是关键。

表 4.23 部门能源消费总量预测 单位：万吨标煤

	农业	工业	建筑业	交通	商业及其他	居民生活	总能耗
2010	545.00	17122.00	130.00	981.75	595.19	1922.95	21296.89
2011	557.01	18203.30	136.32	1067.14	644.30	2031.23	22639.29
2012	576.25	19360.73	142.94	1160.82	691.84	2146.57	24079.14
2013	595.64	20552.02	149.89	1263.05	744.30	2269.47	25574.37
2014	615.14	21806.45	157.17	1375.09	801.96	2400.50	27156.32
2015	634.72	23105.41	164.81	1491.94	865.17	2540.24	28802.30

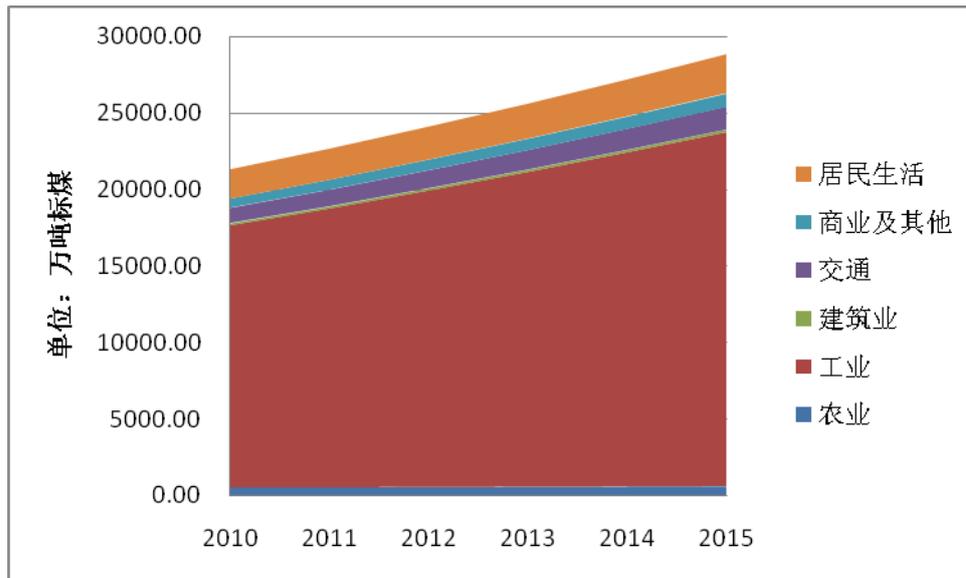


图 4.23 部门能源消费总量预测

(三) 能源消费总量分部门构成

从以下图表可知，“十二五”期间，交通运输、商业及居民生活三个部门占总能耗的比重，均呈现上升趋势，这与河南省经济的快速发展，人民生活水平的不断提高是相一致的。工业部门的比重虽呈现一定的下降趋势，但仍占据了 80% 的比重，是能耗总量控制的重点。农业和建筑业能耗所占比重较小，出现一定的下降趋势。

表 4.24 能源消费总量部门构成

	农业	工业	建筑业	交通	商业及其他	居民生活
2010	2.56%	80.40%	0.61%	4.61%	2.79%	9.03%
2011	2.46%	80.41%	0.60%	4.71%	2.85%	8.97%
2012	2.39%	80.40%	0.59%	4.82%	2.87%	8.91%
2013	2.33%	80.36%	0.59%	4.94%	2.91%	8.87%
2014	2.27%	80.30%	0.58%	5.06%	2.95%	8.84%
2015	2.20%	80.22%	0.57%	5.18%	3.00%	8.82%

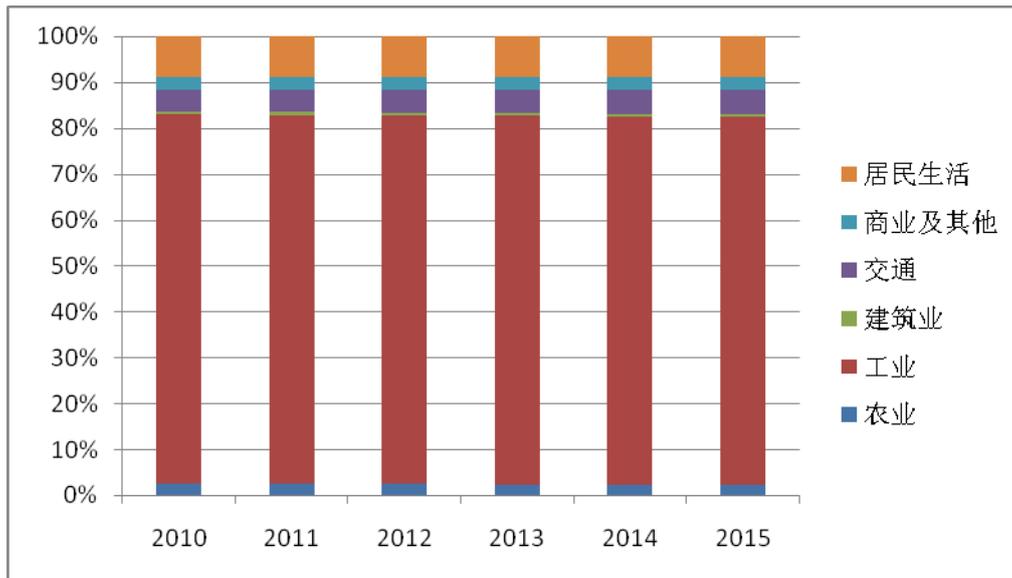


图 4.24 能源消费总量部门构成

4.2 自上而下法预测河南省部门能源消费量

采用自上而下的方法，将河南省能源消费情况分解至农业、工业、建筑业、交通、商业及其他、居民生活六个部门，并对其进行现状分析，并结合河南省“十二五”经济发展规划及“十二五”节能目标，采用趋势分析的方法对河南省 2015 年各部门的总能耗及单耗进行了预测。其中在对各部门的单位能耗进行预测分析时，居民生活部门采用人均能耗，其他部门采用单位增加值能耗。从中可得出河南省能源消费总量的部门构成。根据国家分配给河南省 2015 年的能源消耗总量目标，可确定出各部门能耗总量分配目标。

同时为全面分析河南省能源消费情况，采用聚类分析的方法，选取与河南省经济发展相似的省份以及较河南省先进的省份，与河南省的情况进行了对比，以期更加准确的分析河南省能效情况在全国所处的位置。

4.2.1 河南省部门能源消费情况预测

(一) 部门能源消费总量预测

对河南省 2015 年能源消费总量和各部门能源消费总量进行了预测分析，见表 4.25，由分析结果可以看到，在未来几年，工业能耗仍将保持稳定的增长速度，是全省能源消费总量增量的主要来源，同时商业和生活能耗将有小幅增长，而其

他几个部门则基本保持稳定，增长有限。这个结果同河南省工业化和城市化进程持续深入、居民生活水平逐步提高的经济社会发展阶段是一致的。

表 4.25 河南省部门能耗总量预测 单位：万吨标煤

	农业	工业	建筑业	交通	商业及其他	居民生活	终端消费量
2010	545.00	17122.00	130.00	1002.00	595.19	2044.00	21437.76
2011	522.93	18084.77	136.32	1033.55	644.30	1991.74	22413.61
2012	534.59	19101.68	142.94	1108.54	691.84	2076.96	23656.55
2013	547.24	20175.76	149.89	1187.52	744.30	2162.92	24967.64
2014	560.78	21310.25	157.17	1270.67	801.96	2249.62	26350.46
2015	575.15	22508.52	164.81	1358.19	865.17	2337.06	27808.90

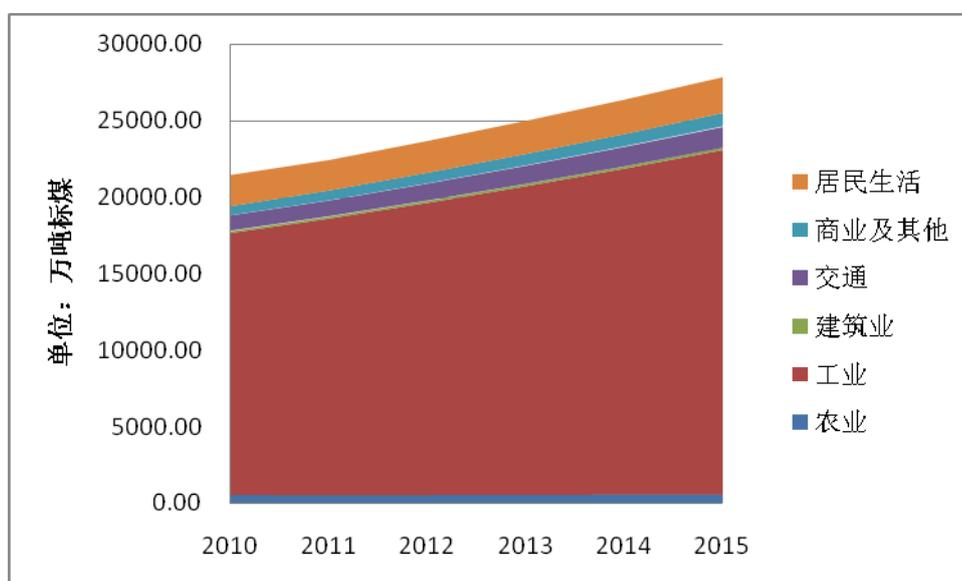


图 4.25 河南省部门能耗总量预测

(二) 能源消费总量分部门构成

由表 4.26 可以看出，工业、交通、商业三个部门均呈现逐年增加的趋势。工业部门占了较大比重，达到 80%以上，是能耗总量控制的重点。

表 4.26 河南省能源消费总量部门构成预测

	农业	工业	建筑业	交通	商业及其他	居民生活
2010	2.54%	79.87%	0.61%	4.67%	2.78%	9.53%
2011	2.33%	80.69%	0.61%	4.61%	2.87%	8.89%
2012	2.26%	80.75%	0.60%	4.69%	2.92%	8.78%
2013	2.19%	80.81%	0.60%	4.76%	2.98%	8.66%
2014	2.13%	80.87%	0.60%	4.82%	3.04%	8.54%
2015	2.07%	80.94%	0.59%	4.88%	3.11%	8.40%

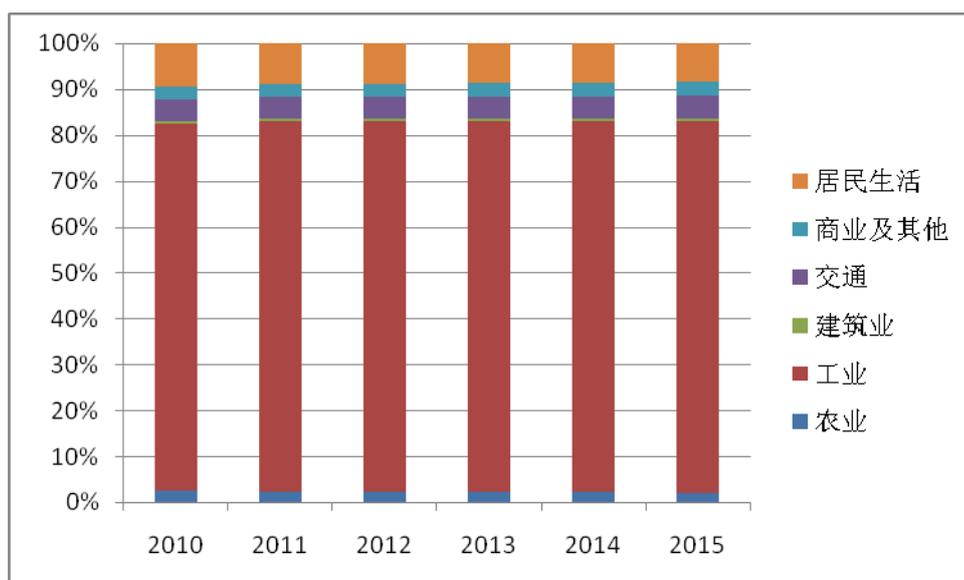


图 4.26 河南省能源消费总量部门构成预测

(三) 部门单位能耗预测

结合对河南省地区生产总值（GDP）和各部门增加值的预测，对 2015 年各部门的单位能耗进行了预测分析，如表 4.27，其中居民生活部门采用人均能耗，其他部门采用单位增加值能耗。从分析结果来看，到 2015 年各部门的单位增加值能耗均有不同程度的降低，其中工业部门能效的提高最为显著，为单位 GDP 能耗的降低做出了主要贡献；同时，交通和人均生活能耗将有小幅增加，这是由于城市化水平和人民生活水平的不断提高所产生的刚性用能需求所导致的。

表 4.27 河南省各部门单位能耗预测 单位：tce/万元，tce/人

	农业	工业	建筑业	交通	商业及其他	人均生活能耗
2010	0.23	1.66	0.13	1.24	0.12	0.20
2011	0.21	1.58	0.12	1.23	0.12	0.20
2012	0.21	1.51	0.12	1.28	0.12	0.21
2013	0.20	1.45	0.12	1.32	0.12	0.21
2014	0.20	1.38	0.12	1.37	0.12	0.22
2015	0.20	1.32	0.11	1.41	0.11	0.23

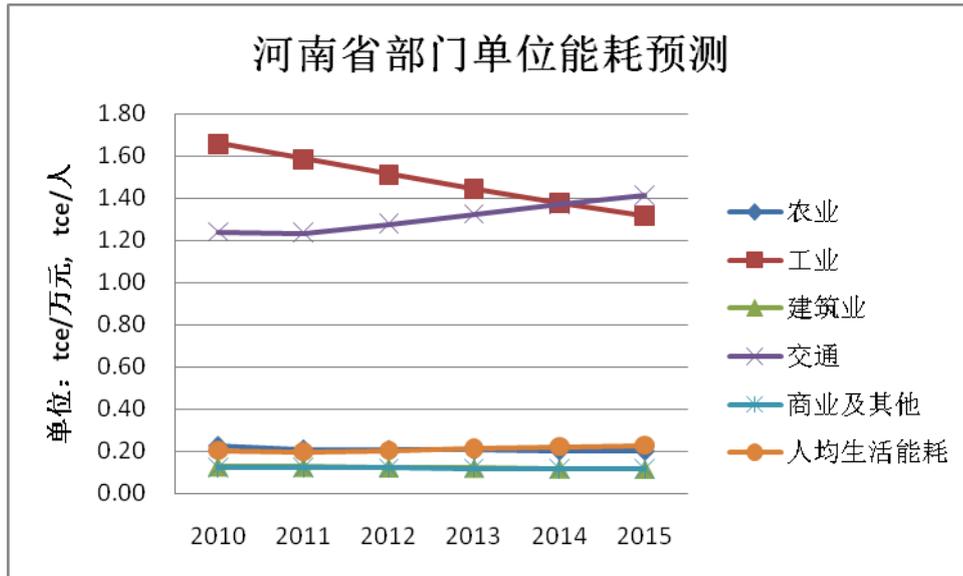


图 4.27 河南省各部门单位能耗预测

4.2.2 与其他省(市)部门能效比较

(一) 聚类分析

在将河南省与其他省市的能源消费情况进行对比之前,首先使用 SPSS 软件对全国各省市按照能源消费现状进行了聚类分析,以期更加准确的确定河南省所处的位置。从分析结果看,河南同辽宁、陕西、河北等省同属一类,这与河南省的经济社会发展阶段是相适应的(如图 4.28)。依据聚类分析的结果,选取了天津、福建、广东、河北、辽宁、山东、陕西和全国作为各类的代表,与河南的情况进行对比。

Dendrogram using Ward Method

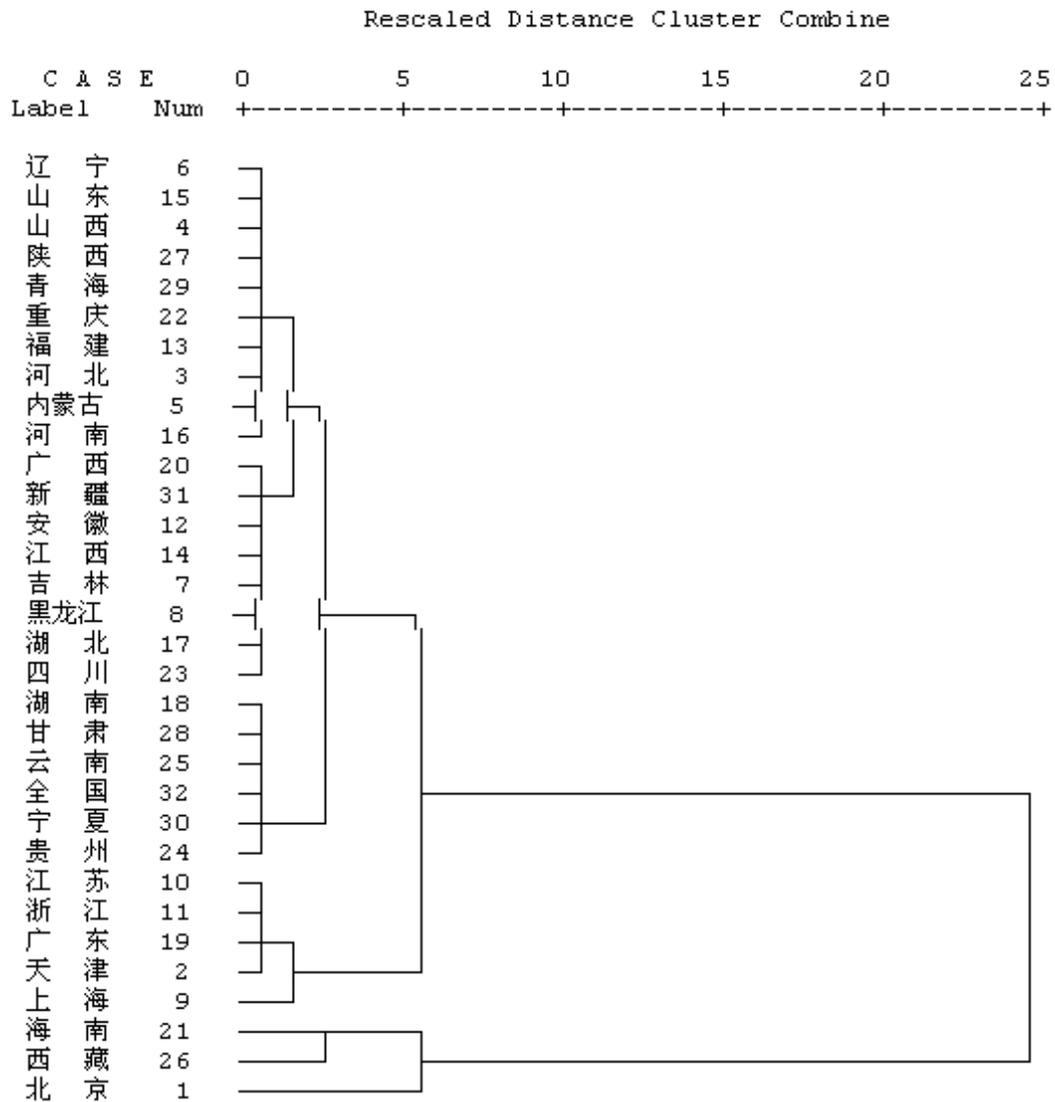


图 4.28 聚类分析结果

(二) 部门能耗对比

在与各省市进行部门能耗对比时，主要进行了三个方面的比较，即：各部门增加值占 GDP 的比重、各部门能耗占能耗总量的比重以及各部门单位能耗。采用了各省市 2005 年至 2010 年的统计数据作为历史值，利用趋势分析的方法分别对其各部门 2015 年的情况进行了预测，对各部门增加值占 GDP 的比重、各部门能耗占能耗总量的比重选取其中 2010 年和 2015 年的数据做了比较，对部门单位能耗，则主要选取了工业、交通、居民生活三个部门进行各省份从 2010 年至 2015 年的比较。通过以上对比，进而实现对河南省当前和将来在全国所处地位的评价。

(1) 各省市 GDP 构成对比

表 4.28 2010 年各省市 GDP 构成对比

	农业	工业	建筑业	交通运输	商业及其他
全国	8.89%	42.71%	6.63%	5.07%	36.70%
河南	12.48%	53.23%	5.28%	4.17%	24.83%
天津	1.57%	54.75%	3.91%	4.69%	35.09%
福建	7.85%	47.13%	6.92%	6.68%	31.43%
广东	4.32%	50.40%	3.26%	4.22%	37.81%
河北	9.85%	49.95%	5.17%	8.59%	26.45%
辽宁	7.30%	47.93%	6.09%	5.80%	32.88%
山东	7.18%	54.29%	5.64%	5.38%	27.52%
陕西	7.89%	47.15%	8.86%	5.19%	30.91%

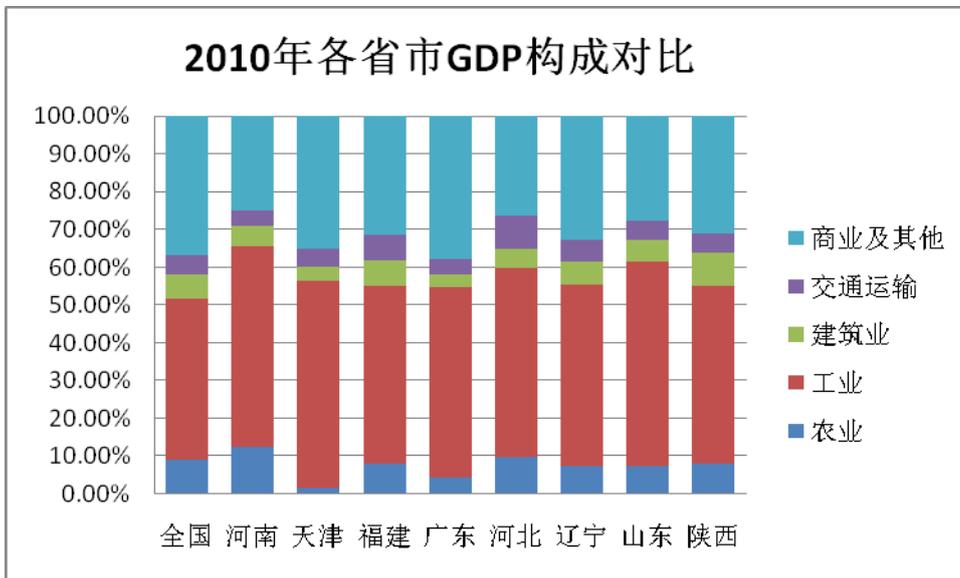


图 4.29 2010 年各省市 GDP 构成对比

从以上图表中可以看出，河南省是农业大省，2010 年农业增加值占 GDP 的比重处于全国较高的水平，达到 12.48%。工业部门增加值占总 GDP 的比重为 53.23%，略低于天津和山东省。交通运输部门和商业部门增加值占总 GDP 的比重分别为 4.17%和 24.83%，在全国处于较低的水平。

表 4.29 2015 年各省市 GDP 构成对比

	农业	工业	建筑业	交通运输	商业及其他
全国	7.20%	43.25%	6.62%	5.59%	37.35%
河南	9.62%	57.13%	4.80%	3.21%	25.23%
天津	0.99%	61.11%	3.50%	4.05%	30.34%
福建	7.50%	49.21%	6.60%	6.67%	30.01%
广东	3.34%	52.70%	2.92%	3.99%	37.06%
河北	7.67%	51.58%	4.91%	8.78%	27.06%
辽宁	5.19%	52.16%	5.19%	5.61%	31.85%
山东	5.45%	55.10%	5.00%	5.63%	28.82%
陕西	5.42%	54.16%	7.32%	3.85%	29.25%

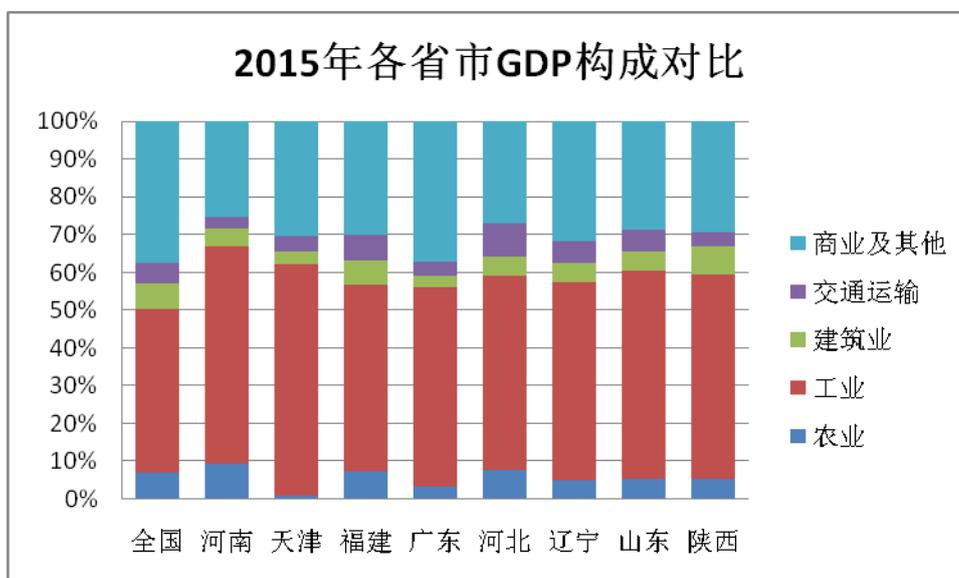


图 4.30 2015 年各省市 GDP 构成对比

从以上图表中可以看出，2015 年河南省农业增加值及工业增加值占 GDP 的比重在全国均处于较高的水平，交通运输部门和商业部门增加值占总 GDP 的比重分别在全国仍处于较低的水平。由此可见，到 2015 年，农业和工业仍是河南省经济增长的主要拉动力量。

(2) 各省市部门单位能耗对比

主要选取了工业、交通运输及居民生活三个部门来进行各省市的比较，以评价河南省在全国所处的地位。

表 4.30 各省市工业单位能耗预测对比 单位: tce/万元

	全国	河南	天津	福建	广东	河北	辽宁	山东	陕西
2010	1.70	1.66	1.00	1.17	0.87	2.30	1.48	1.46	1.38
2011	1.62	1.58	0.95	1.12	0.82	2.22	1.39	1.40	1.30
2012	1.54	1.51	0.90	1.07	0.77	2.15	1.32	1.34	1.22
2013	1.47	1.45	0.86	1.02	0.73	2.07	1.26	1.28	1.14
2014	1.39	1.38	0.81	0.97	0.69	2.00	1.20	1.22	1.06
2015	1.33	1.32	0.77	0.93	0.65	1.93	1.14	1.17	0.99

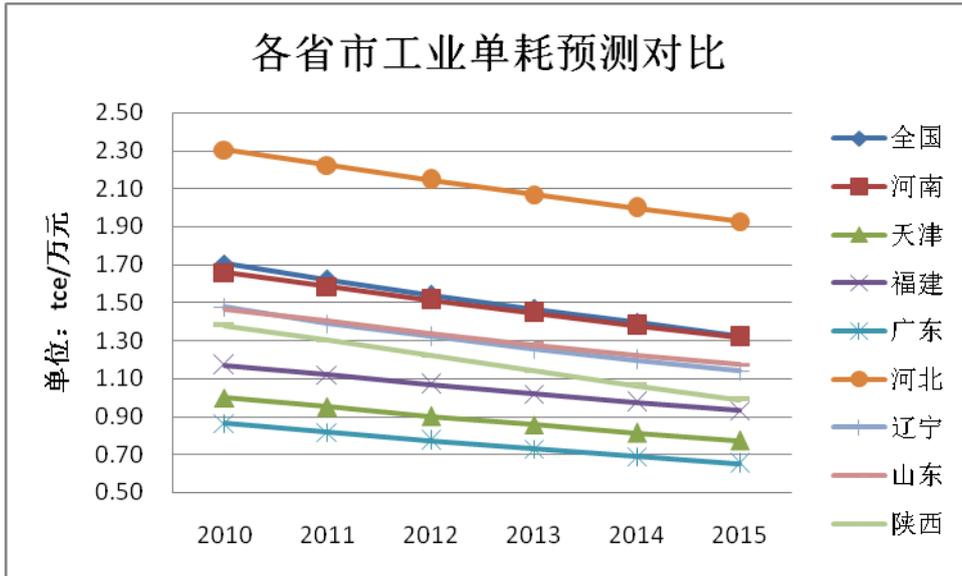


图 4.31 各省市工业单位能耗预测对比

由以上图表可以看出，河南省工业单耗的总体趋势略低于全国的平均水平，但与先进省市，如天津，广东，仍存在较大差距。

表 4.31 各省市交通单位能耗预测对比 单位 tce/万元

	全国	河南	天津	福建	广东	河北	辽宁	山东	陕西
2010	1.59	1.24	1.24	0.94	1.63	0.65	1.78	1.35	2.45
2011	1.58	1.23	1.19	0.93	1.61	0.61	1.65	1.25	2.43
2012	1.57	1.28	1.17	0.92	1.60	0.58	1.54	1.19	2.49
2013	1.57	1.32	1.15	0.92	1.58	0.56	1.41	1.13	2.55
2014	1.56	1.37	1.13	0.91	1.57	0.54	1.27	1.07	2.59
2015	1.55	1.41	1.12	0.91	1.56	0.52	1.12	1.02	2.64

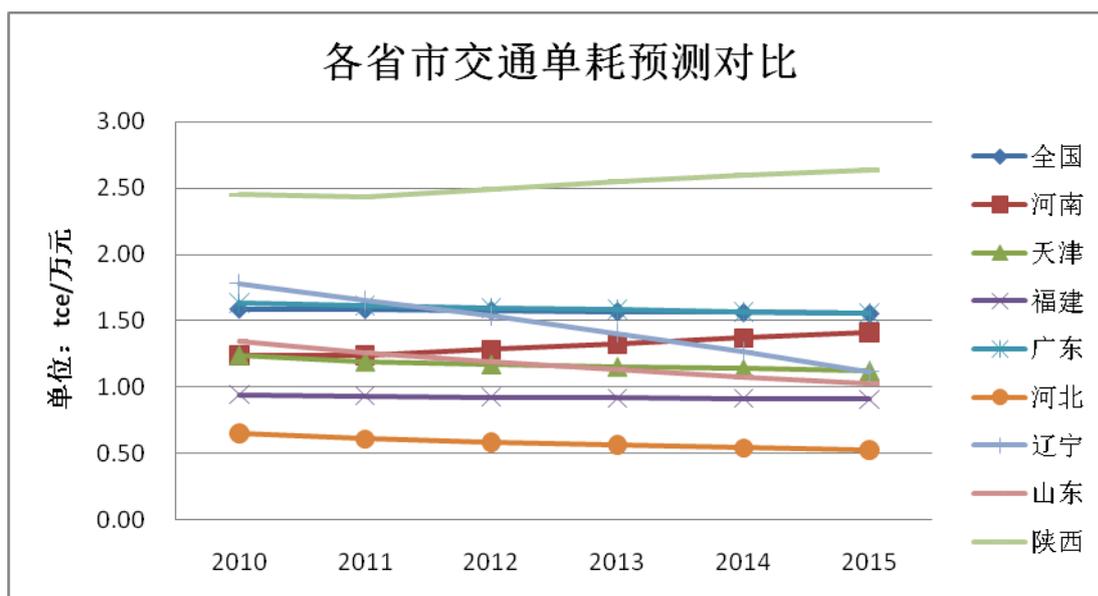


图 4.32 各省市交通单位能耗预测对比

由以上图表可以看出，河南省交通部门单耗的总体趋势略低于全国的平均水平，但与先进省份，如河北、福建，仍存在较大差距。

表 4.32 各省市人均生活单位能耗预测对比 单位 tce/人

	全国	河南	天津	福建	广东	河北	辽宁	山东	陕西
2010	0.27	0.20	0.56	0.28	0.29	0.32	0.33	0.21	0.30
2011	0.28	0.20	0.60	0.29	0.31	0.33	0.33	0.22	0.30
2012	0.30	0.21	0.62	0.31	0.33	0.34	0.35	0.23	0.33
2013	0.32	0.21	0.65	0.33	0.34	0.35	0.37	0.25	0.35
2014	0.33	0.22	0.67	0.34	0.35	0.36	0.38	0.26	0.38
2015	0.35	0.23	0.70	0.36	0.37	0.37	0.40	0.28	0.41

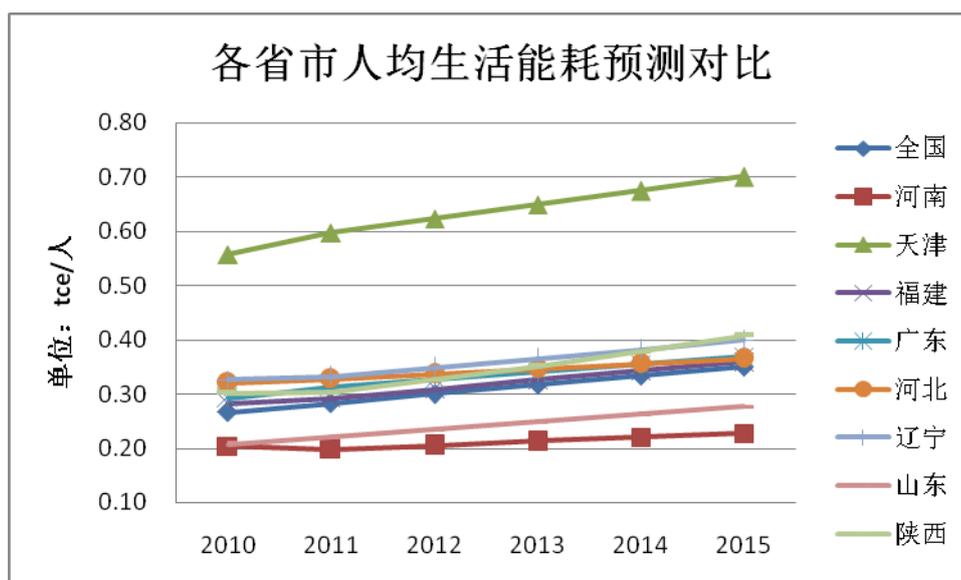


图 4.33 各省市人均生活单位能耗预测对比

由以上图表可以看出，河南省的人均生活能耗在全国处于较低的水平，这与河南省经济相对不发达，人民生活水平较低相一致。

(3) 各省市能耗总量构成对比

表 4.33 2010 年各省市能耗总量构成对比

	农业	工业	建筑业	交通	商业及其他	居民生活
全国	1.99%	71.32%	1.44%	7.89%	6.24%	11.12%
河南	2.54%	79.87%	0.61%	4.67%	2.78%	9.53%
天津	1.36%	68.73%	2.79%	7.27%	8.83%	11.02%
福建	2.73%	70.54%	1.66%	8.05%	6.39%	10.63%
广东	2.98%	64.44%	2.35%	10.20%	8.90%	11.11%
河北	2.71%	78.91%	1.26%	3.84%	4.21%	9.07%
辽宁	1.76%	72.36%	0.96%	10.54%	4.96%	9.42%
山东	1.13%	78.69%	1.93%	7.16%	5.28%	5.80%
陕西	2.63%	60.76%	1.99%	11.85%	8.64%	14.14%

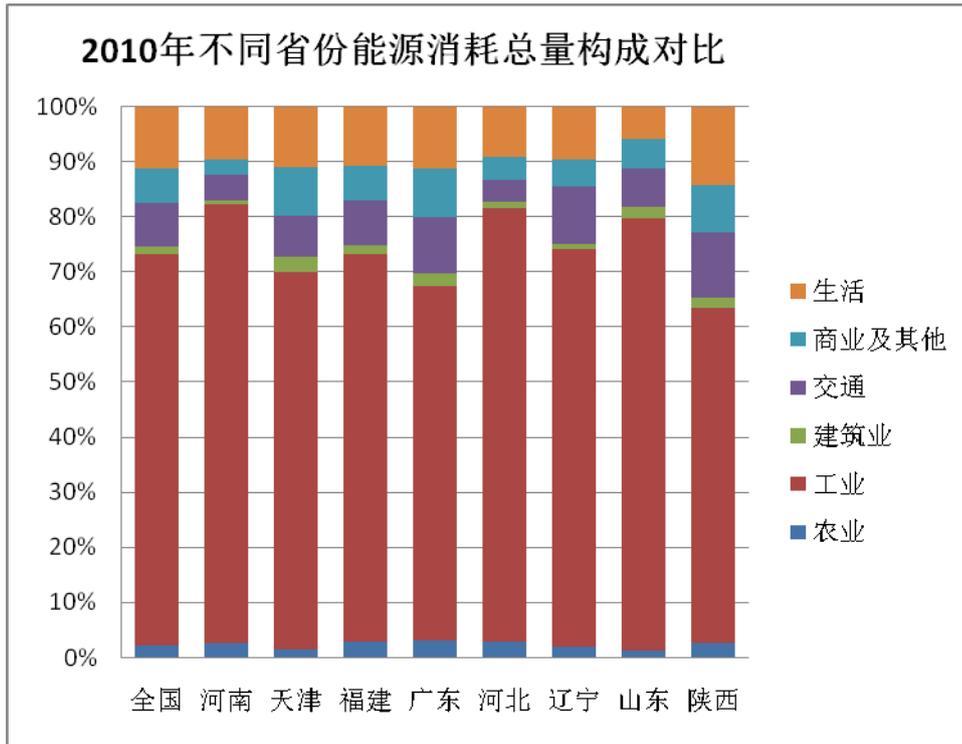


图 4.34 2010 年各省市能耗总量构成对比

由以上图表可知，工业是能源消耗的主要部门。2010 年河南省的工业部门能耗占总能耗的比重接近于 80%，在全国处于较高的水平，除农业外，其他几个部门的能耗占总能耗的比重在全国均处于较低的水平。

表 4.34 2015 年各省市能耗总量构成对比

	农业	工业	建筑业	交通	商业及其他	生活
全国	1.74%	67.00%	1.49%	10.12%	6.95%	12.71%
河南	2.07%	80.94%	0.59%	4.88%	3.11%	8.40%
天津	0.93%	70.69%	2.92%	6.77%	7.60%	11.09%
福建	2.83%	70.19%	1.41%	9.27%	6.81%	9.50%
广东	2.27%	61.27%	2.08%	11.08%	10.13%	13.19%
河北	2.23%	79.82%	1.38%	3.68%	4.55%	8.34%
辽宁	1.44%	73.42%	0.93%	9.50%	5.67%	9.04%
山东	1.00%	78.09%	1.89%	6.96%	5.92%	6.15%
陕西	2.26%	63.43%	2.05%	12.00%	7.02%	13.24%

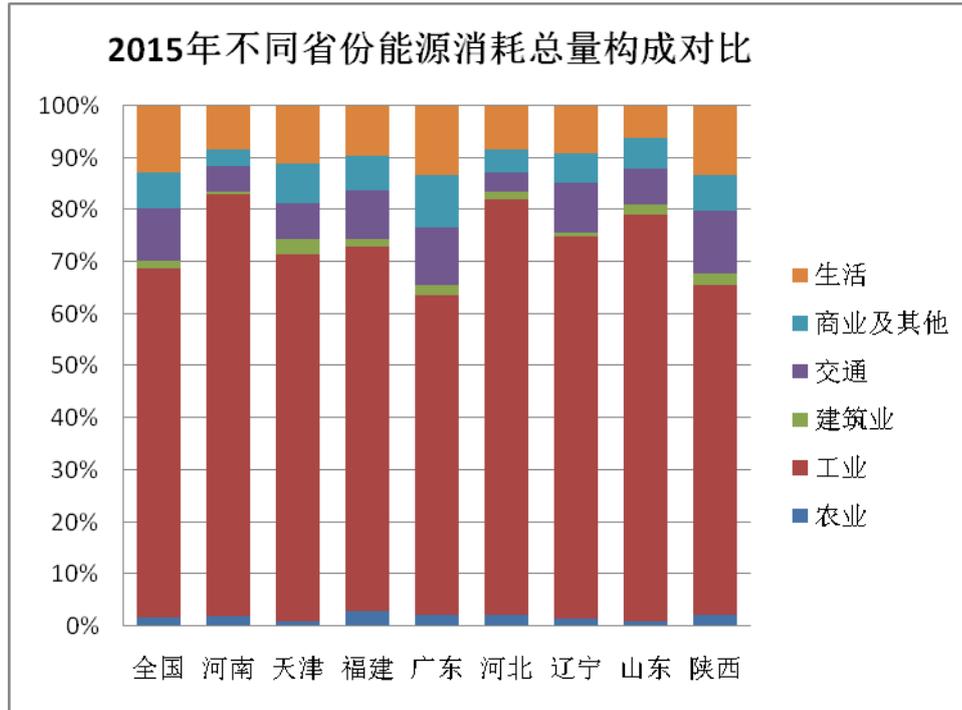


图 4.35 2015 年各省市能耗总量构成对比

由以上图表可知，2015 年，工业仍是能源消耗的主要部门。河南省的工业部门能耗占总能耗的比重接达到 81%，在全国处于较高的水平，除农业外，其他几个部门的能耗占总能耗的比重在全国均处于较低的水平。

4.3 河南省能源消费总量目标部门分配

根据以上分析，采用两种不同的方法对河南省六大部门能源消费情况做出了分析，2015 年能源消费总量部门构成结果如下表。从表 4.35 中可以看出，两种分解方法中农业、建筑业及商业部门所占比例近似相同。交通运输和居民生活三个部门所占比例误差较大。

表 4.35 2015 年能源消费总量分部门构成

	农业	工业	建筑业	交通	商业及其他	居民生活
自上而下分解	2.07%	80.94%	0.59%	4.88%	3.11%	8.40%
自下而上分解	2.20%	80.22%	0.57%	5.18%	3.00%	8.82%

分析原因，主要因计算方法和单耗指标选择不同所引起。在自上而下分解过程中，除居民生活总能耗采用总人口乘以人均生活能耗外，其他部门主要选取部门增加值与单位增加值能耗计算部门总能耗。而在自下而上分解过程中，除农业、

建筑业、商业采用部门增加值与单位增加值能耗计算部门总能耗外，工业部门则是以产品与产品单耗计算工业总能耗，交通运输部门则选取以客运和货运周转量及周转量单耗计算交通部门总能耗。在居民生活能耗方面，相比自上而下方法，将居民能耗进一步细分为城镇和农村来计算。

因此，两种分解方法中，农业、建筑业和商业部门所占比例较为相同。而工业、交通运输和居民生活三个部门所占比例误差较大。综合分析以上两种方法，本研究采用两种不同分解方法的均值作为本次能源消费总量部门构成的结果。结合国家颁布的《“十二五”能源消费总量控制实施方案》给河南省分配的目标为28500万吨标准煤，可得2015年河南省各个部门的能源消费总量目标。结果如表4.36。

表 4.36 2015 年河南省部门能耗总量目标

	农业	工业	建筑业	交通	商业及其他	居民生活
部门能耗所占比重 (%)	2.14%	80.58%	0.58%	5.03%	3.06%	8.61%
部门能耗总量目标 (万吨标煤)	608.75	22965.40	166.00	1434.11	871.38	2454.36

5. 工业行业能源消费总量预测

5.1 工业高能耗行业能效现状与预测

与第四章中部门能耗预测一样，工业高耗能行业采用情景分析方法，分别设置四种情景：执行情景、冻结情景、国内先进情景和国际先进情景。

5.1.1 钢铁行业

（一）现状分析

我国正处于工业化进程中，伴随着经济的快速发展，钢铁、建材、化工等高耗能行业的产业规模日益扩大，能源消耗也尤为突出。受强劲需求推动，中国钢铁产量以惊人速度大幅增长，2010年粗钢（主要钢产品）产量6.37亿吨，是2005年的1.8倍。如图5.1。近些年我国粗钢产量猛增，占全球产量比重也越来越大。国际钢协的数据显示，2009年全球粗钢产量总计12.2亿吨，中国粗钢产量达到了5.72亿吨，同比增长13.5%，创下了单个国家粗钢年产量的新纪录。此外，2009年中国粗钢产量占全球总产量的47%，较2008年扩大了9个百分点。我国粗钢产量达到已经连续14年全球第一。

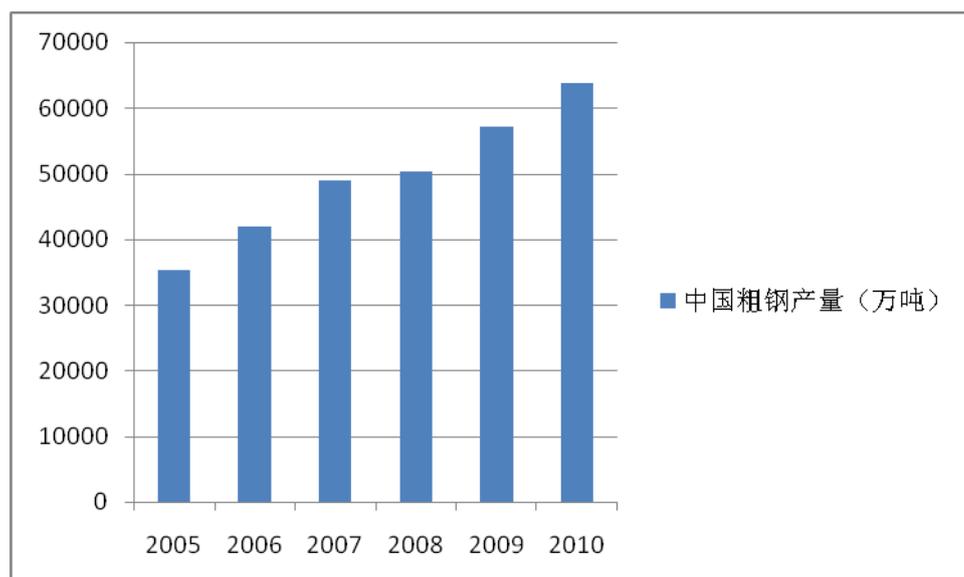


图 5.1 我国历年粗钢产量

我省正处于工业化中期阶段,钢铁产业具有良好的需求支撑,河南省的粗钢产量大体上呈逐年递增的趋势。但面临激烈的市场竞争,从2007年开始增幅较为下降。随着我国国民经济形势好转,我省将继续保持快速发展态势,钢铁市场需求持续增长,消费结构不断升级。根据《河南省钢铁产业调整振兴规划》的发展目标中指出:2012年,我省生铁、粗钢和钢材年产量分别达到2500万吨、2900万吨、2700万吨;2015年将达到2700万吨、3100万吨、2900万吨;2020年,根据市场需求进行合理调整。

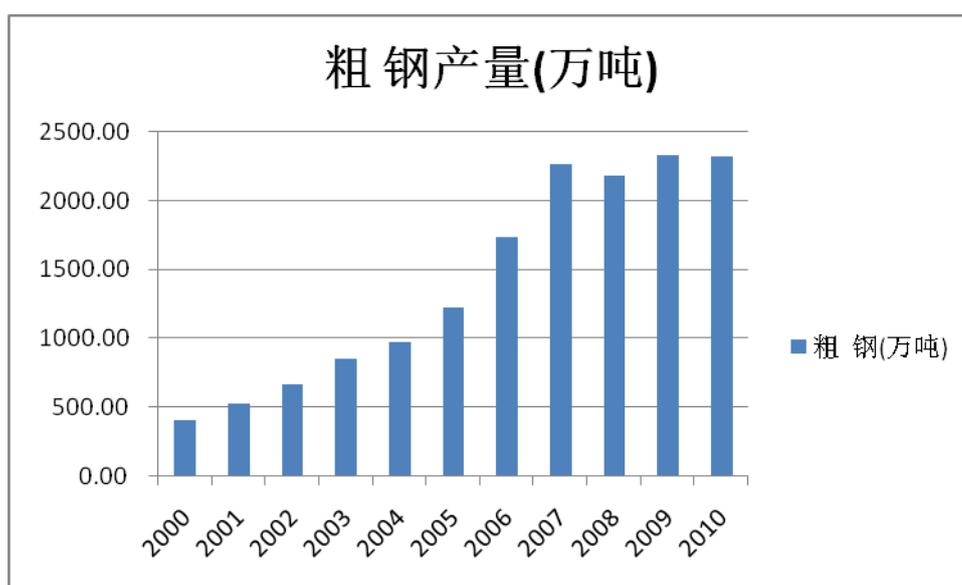


图 5.2 河南省历年粗钢产量

钢铁工业属高耗能行业,全国钢铁工业能耗总量占工业能耗总量的20%。我省2010年工业能耗总量为17122万吨标准煤,黑色金属冶炼及压延加工业能耗量为1603.89万吨标准煤,占全省工业能耗量的9.4%。

“十一五”以来,省重点大中型钢铁企业的工艺装备实现大型化、现代化,加强能源管理和节能技术改造,同时淘汰了落后装备,取得显著效果,吨钢综合能耗由2006年末的698.19千克标煤/吨至2010年的633.65千克标煤/吨,吨钢降低64.54千克标煤,降幅9.24%。安钢烧结工序能耗,入炉焦比,焦化工序能耗,舞钢吨钢综合能耗,冶炼电耗等指标都进入国内先进行列。但与全国重点大中型钢铁企业平均吨钢综合能耗605千克标煤有较大差距。焦化企业有9家的工序能耗,铁合金企业有25家产品的冶炼电耗分别达到国家焦化企业和铁合金企业准入条件。

为确保完成国家“十一五”提出万元 GDP 能耗降低 20%目标，我省实施了重点耗能行业“3515 节能行动计划”。“十一五”期间全行业列入“3515 节能行动计划”的炼铁炼钢企业 20 家完成节能量 174.45 万吨标准煤，焦化企业 6 家完成节能量 11.83 万吨，铁合金企业 1 家完成节能量 5.77 万吨标准煤。“十一五”钢铁企业总节能量为 192.05 万吨标准煤。

能耗是钢铁企业成本构成的重要方面，约占企业产品成本的 25%左右，是成本中主要可控部分，节能潜力大，因此节能是钢铁企业降低成本提高经济效益的重要抓手。虽然“十一五”钢铁工业较好地完成了国家下达的节能目标，降低了生产成本，提高了经济效益。但是我省钢铁行业在节能工作中还存在一些问题，例如，我省钢铁企业工艺装备总体水平不高；节能机电设备推广应用力度不够；二次能源回收利用率不高；节能技术推广应用率低；管理落后等。“十二五”期间仍具有一定的节能潜力。根据《河南省钢铁工业节能“十二五”专项规划》，到 2015 年，黑色金属冶炼及压延加工业（包括铁合金）单位工业增加值能耗比 2010 年下降 16%，“十二五”期间预计实现节能量 200 万吨标准煤。炼焦行业“十二五”期间预计实现节能量 50 万吨标准煤。炭素行业“十二五”期间预计实现节能量 10 万吨标准煤。

（二）产量预测

《河南省钢铁产业调整振兴规划》的发展目标中指出：2015 年我省生铁、粗钢和钢材年产量分别达到 2700 万吨、3100 万吨、2900 万吨；2020 年，根据市场需求进行合理调整。粗钢产量如下所示。

表 5.1 粗钢产量预测 单位：万吨

年份	2010	2011	2012	2013	2014	2015
粗钢	2327.35	2464.69	2610.13	2764.15	2927.26	3100.00

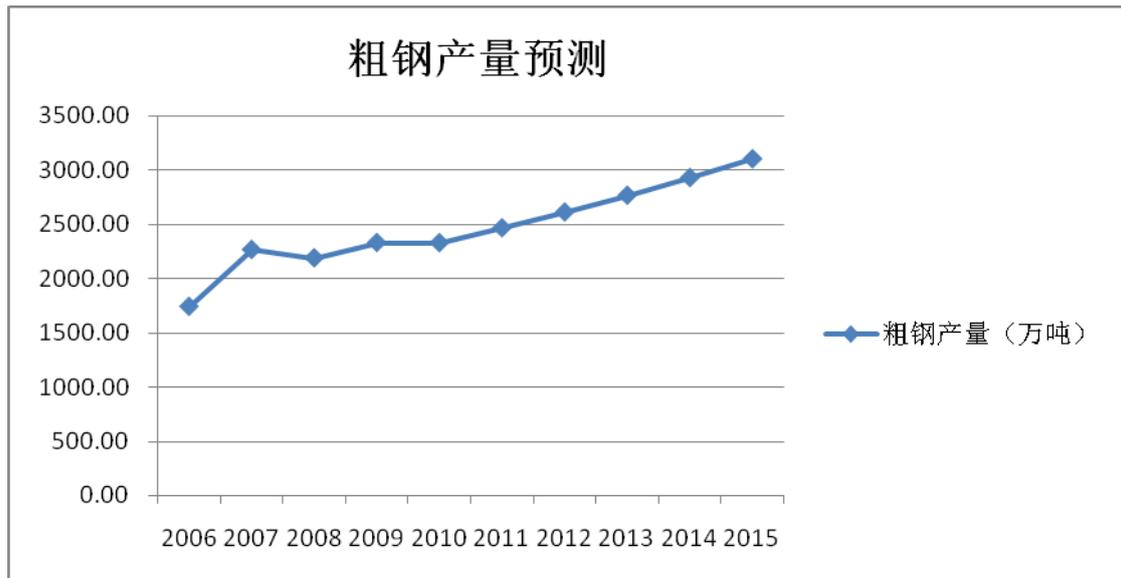


图 5.3 粗钢产量预测

(三) 能效水平情景假设

假定冻结情景下，“十二五”期间钢铁行业单位产品综合能耗保持与 2010 年一致的情景，即单位吨钢能耗保持在 633.65 千克标煤/吨。根据《河南省钢铁工业节能“十二五”专项规划》，假定执行情景下，到 2015 年单位吨钢综合能耗下降到 612.4 千克标煤/吨。根据王维兴，《钢铁工业能耗现状和能源消费总量预测》可知，钢铁行业单位吨钢综合能耗国内先进水平为 604.6 千克标煤/吨。根据钢铁企业能效对标数据，单位吨钢综合能耗国际先进水平为 555.1 千克标煤/吨。

表 5.2 钢铁行业单耗预测 单位：kgce/t

年份	2010	2011	2012	2013	2014	2015
冻结情景	633.65	633.65	633.65	633.65	633.65	633.65
执行情景	633.65	629.34	625.06	620.81	616.59	612.40
国内先进情景	633.65	627.73	621.87	616.06	610.30	604.60
国际先进情景	633.65	617.10	600.98	585.28	569.99	555.10

(四) 能源消费总量预测

由于缺乏进一步的数据，其他钢铁行业产品的单位产品能耗无法进行预测，因此我们将钢铁行业能耗计算主要分为两部分来进行。分别计算粗钢能耗和钢铁行业除粗钢外的其他能耗，再将二者加和。根据粗钢产量与单位吨钢能耗粗钢能耗可计算出粗钢总能耗，将钢铁行业总能耗与粗钢能耗之差为其他产品总能耗来进行分析。根据历史数据，冻结情景采用线性回归分析，执行情景和国内先进

情景采用乘幂回归分析，国际先进情景采用对数回归的方法分别对其能耗发展趋势进行预测，其他能耗预测值如下：

表 5.3 其他能耗预测值 单位：万吨标准煤

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
冻结情景	892.01	995.76	1057.33	1118.90	1180.47	1242.04
执行情景	892.01	963.43	996.66	1026.37	1053.32	1078.02
国内先进情景	892.01	963.43	996.66	1026.37	1053.32	1078.02
国际先进情景	892.01	950.92	976.76	999.15	1018.89	1036.56

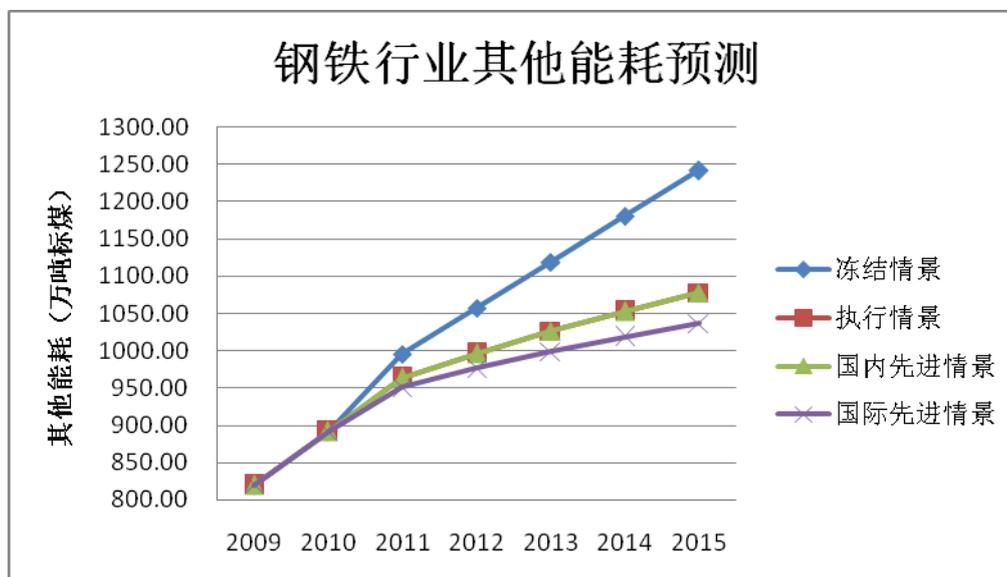


图 5.4 其他能耗预测

经计算，执行情景下到 2015 年钢铁行业总能耗为 2976.46 万吨标准煤，冻结情景下到 2015 年钢铁总能耗为 3206.36 万吨标准煤，国内先进情景下到 2015 年总能耗为 2952.28 万吨标准煤，国际先进情景下到 2015 年总能耗为 2757.37 万吨标准煤。到 2015 年执行情景比冻结情景减少能耗 7.2%，国内先进情景比冻结情景减少能耗 7.9%，国际先进情景比冻结情景减少能耗 14.0%。河南省钢铁行业在四种情景下能耗均呈上升趋势，其中冻结情景上升得最快，国际先进情景上升得最慢。

表 5.4 钢铁行业不同情景下总能耗预测值 单位：万吨标准煤

年份	2010	2011	2012	2013	2014	2015
执行情景	2366.74	2514.56	2628.15	2742.40	2858.24	2976.46
冻结情景	2366.74	2557.51	2711.24	2870.40	3035.33	3206.36
国内先进情景	2366.74	2510.59	2619.81	2729.25	2839.83	2952.28
国际先进情景	2366.74	2471.87	2545.39	2616.95	2687.40	2757.37

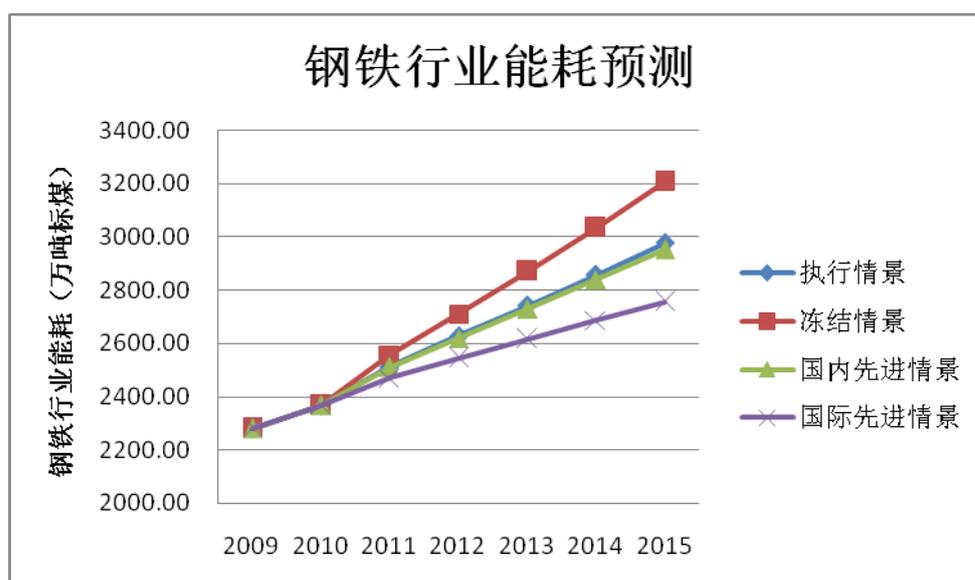


图 5.6 钢铁行业不同情景下总能耗预测值

5.1.2 建材行业

(一) 现状分析

建材行业是国民经济建设中的重要原材料生产部门，是为国家建设、居民住宅、公共环保和基础设施提供建筑材料的工业部门。建材行业的产品很多，包括水泥、玻璃、耐火材料、陶瓷、砖瓦、石灰和各种新型建筑材料等百余种。本研究中主要对水泥和平板玻璃这两种代表性建材产品进行分析。

近年来，河南省的国民经济生产和建设一直处于持续高速发展阶段，建材工业主要产品产量都有大幅度增长。如水泥和平板玻璃年产量见表 5.5。从 2000 年到 2010 年水泥产量大致呈逐年递增趋势，且增幅较大，最大增幅 26%，2010 年的产量是 2000 年产量的三倍多。造成产能严重过剩，供大于求，使我省水泥价格在全国处于低洼地带，行业价值难以体现，万元增加值能耗相对较高。我省

水泥产业结构调整已基本完成，落后产能的比例很小，熟料综合煤耗目前在全国处于领先地位，熟料综合电耗较高。

近几年河南省玻璃工业发展缓慢，企业规模偏小，从2005年产量占全国比重9.6%下降到2010年3.6%，洛玻、中联、奔月等大企业这几年不但没发展，还因各种原因关停了多条生产线。企业生产规模偏小。河南地理位置独特，玻璃产业发展有着极大的潜力，但发展严重滞后，未能走上良性发展的轨道。从产能总量来看，在国内玻璃行业的地位已经下滑；在与国内主要玻璃企业的市场占有率和生产规模相比，河南玻璃企业的强势地位已经下降。省内四家主要生产企业浮法平板玻璃生产线规模平均规模419 t/d，小于国内540t/d平均规模。

河南省平板玻璃的产量变化可以分为两段。第一阶段为2000年至2005年，呈现递增趋势。从2006年至2010年，大体上为下降趋势，且下降幅度较大。最高降幅达到14%。2010年平板玻璃的产量甚至小于2000年的产量。

表 5.5 建材行业产量现状

年份	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
水泥(万吨)	3723	4201	4481	4723	5397	6211	7414	9347	10227	11711	11480
水泥产量增长率(%)		12.83	6.68	5.38	14.28	15.07	19.37	26.08	9.42	14.51	-1.97
平板玻璃(万重量箱)	2425	2794	2920	2978	3346	3895	3464	3588	3209	2765	2414
平板玻璃产量增长率(%)		15.21	4.51	1.98	12.36	16.39	-11.07	3.59	-10.56	-13.84	-12.67

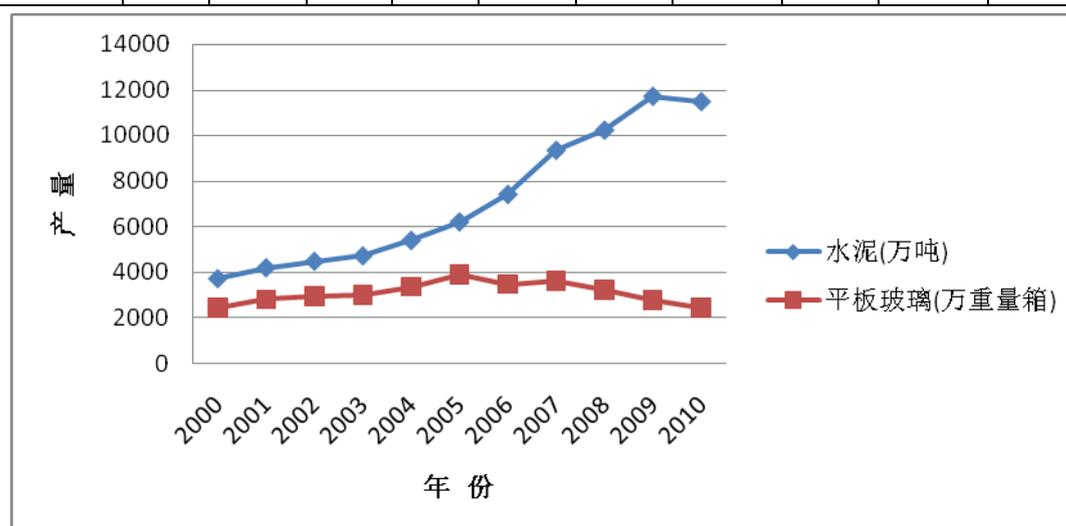


图 5.7 河南省建材行业产品历年产量变化

（二）产量预测

《河南省建材工业节能“十二五”专项规划》指出，到 2015 年，规模以上工业增加值能耗比 2010 年下降 20%，“十二五”期间预计实现节能量 300 万吨标准煤。“2015 年河南省水泥产量达到 1.55 亿吨左右；2011~2012 年间每年新增水泥产量应控制在 500~1000 万吨以下。重点水泥企业主要产品单位能耗达到或接近国际先进水平。到 2015 年，规模以上工业增加值能耗比 2010 年下降 20%，“十二五”期间预计实现节能量 100 万吨标准煤。到 2015 年，平板玻璃产品综合能耗达到 15 千克标准煤/重量箱，综合电耗达到 6.1 千瓦时/重量箱，玻璃生产线余热发电的比重达到 50%，全行业基本实现达标排放。

由于平板玻璃行业没有相应的产量规划，采用对数回归分析的方法进行产量预测。水泥和平板玻璃行业产量预测如下图所示。

表 5.6 水泥和平板玻璃产量预测

	2011	2012	2013	2014	2015
水泥产量(万吨)	12190.22	12944.69	13745.85	14596.60	15500.00
平板玻璃（万重量箱）	2544.34	2443.89	2356.87	2280.12	2211.47

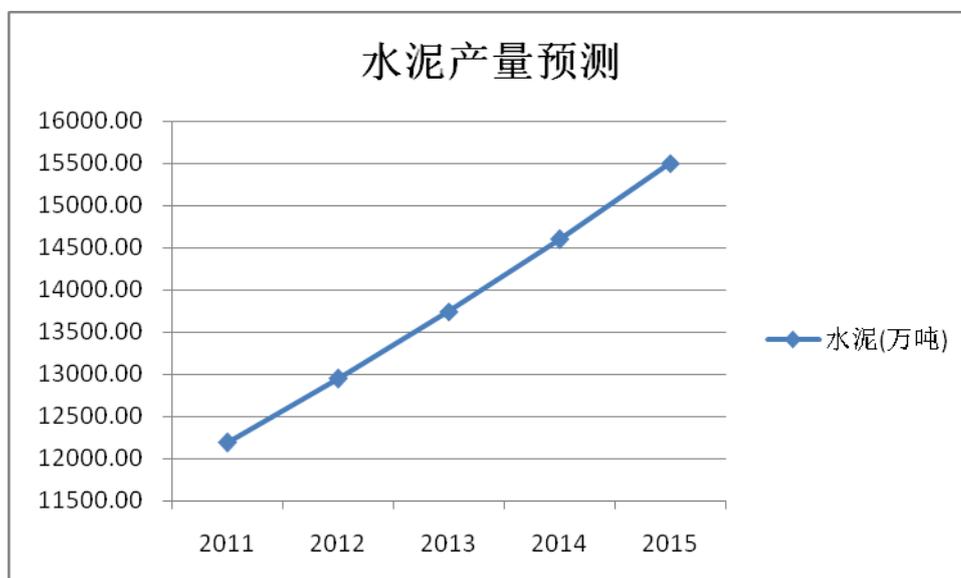


图 5.8 水泥产量预测

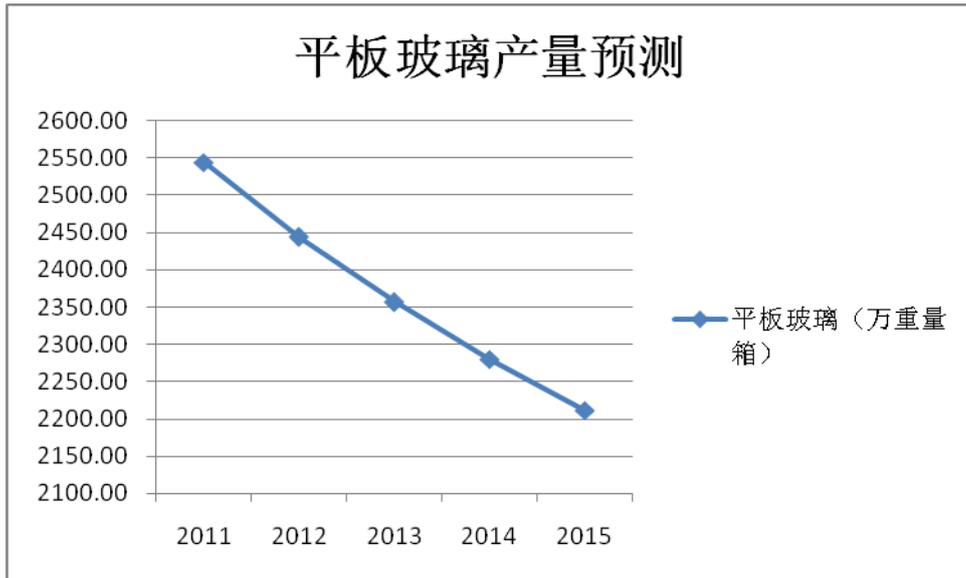


图 5.9 玻璃产量预测

(三) 情效水平情景假设

假定冻结情景下，“十二五”期间建材行业的水泥和平板玻璃单位产品综合能耗保持与 2010 年一致的情景。即单位水泥综合能耗保持在 87.27 千克标煤/吨，单位平板玻璃综合能耗保持 18.45 千克标煤/重量箱。根据河南省建材行业相关规划，假定执行情景下 2015 年水泥行业单位产品综合能耗达到 82.87 千克标煤/吨，平板玻璃的单位产品综合能耗达到 15 千克标准煤/重量箱。根据水泥企业能效对标数据得出，单位水泥综合能耗国内先进水平为 84.29 千克标煤/吨。根据平板玻璃单位产品能源消耗限额标准，单位平板玻璃综合能耗先进值为 15 千克标煤/重量箱。根据水泥企业能效对标数据，单位水泥综合能耗国际先进水平为 80.83 千克标煤/吨。根据《2020 中国可持续能源情景》可知，单位平板玻璃综合能耗国际先进值为 10.7 千克标煤/重量箱。

(四) 能源消费总量预测

建材行业能耗计算主要分为两部分来进行。分别计算水泥和平板玻璃的能耗，再将二者加和。即

$$E_{\text{total}} = P_{\text{cement}} \times e_{\text{cement}} + P_{\text{glass}} \times e_{\text{glass}}$$

其中，

E_{total} ：建材行业总能耗；

P_{cement} : 河南省的水泥产量;

e_{cement} : 河南省吨水泥综合能耗;

P_{glass} : 河南省的平板玻璃产量;

e_{glass} : 河南省重量箱平板玻璃的综合能耗。

经计算,执行情景下到 2015 年建材行业总能耗为 1317.66 万吨标准煤,冻结情景下到 2015 年河南省建材总能耗为 1393.49 万吨标准煤,国内先进情景下到 2015 年总能耗为 1339.67 万吨标准煤,国际先进情景下到 2015 年总能耗为 1276.53 万吨标准煤。到 2015 年执行情景比冻结情景减少能耗 5.4%,国内先进情景比冻结情景减少能耗 3.9%,国际先进情景比冻结情景减少能耗 8.4%。河南省建材行业在四种情景下能耗均呈上升趋势,其中冻结情景上升得最快,国际先进情景上升得最慢。

表 5.7 河南省“十二五”期间建材行业能耗 单位:万吨标准煤

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
执行情景	1046.38	1098.24	1148.71	1202.38	1259.30	1317.66
冻结情景	1046.38	1110.78	1174.77	1243.08	1315.91	1393.49
国内先进情景	1046.38	1101.51	1155.60	1213.26	1274.57	1339.67
国际先进情景	1046.38	1089.75	1131.83	1177.03	1225.28	1276.53

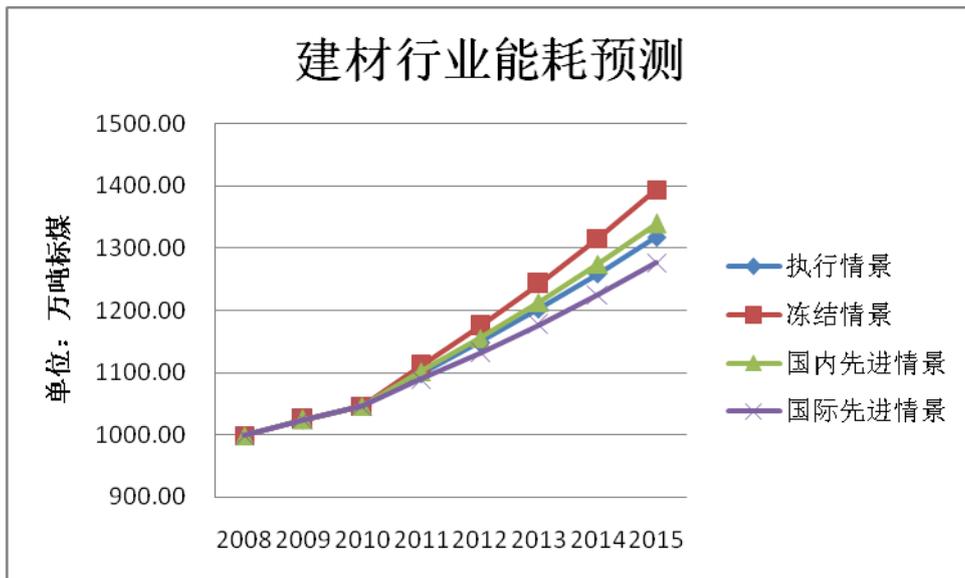


图 5.10 河南省建材行业能耗预测

5.1.3 化工行业

(一) 现状分析

化工行业作为重工业，属于高耗能行业。河南省的化工行业一直以来都在工业总能耗中占了相当大的比重，近几年来虽然有所下降但仍然占全省工业总能耗的 10%左右。而在河南省化工行业中，所占能耗比重最大的是合成氨，虽然近年来合成氨行业综合能耗逐年下降，但仍占到化工行业的 30%以上。目前，河南省化工行业除了个别产品的个别工艺的单位能耗处于国际先进水平以外，其余均与国内外先进水平存在一定差距，节能潜力较大。

(二) 产量预测

根据数据的收集情况以及产品的产量和能耗状况，我们选取了主要化工产品合成氨、纯碱、烧碱和电石、乙烯五类进行分析，通过对其产量和单位能耗进行预测来分析得到未来河南省化工行业的总能耗。

a. 烧碱

根据河南省烧碱行业规划，2014 年底将新建成 25 万吨烧碱生产能力，并根据烧碱产量的历史数据进行对数趋势分析，可得烧碱“十二五”期间产量变化趋势。

b. 纯碱

根据产业规划，2013 年底将新建成 80 万吨重质碱生产能力。并根据纯碱产量的历史数据进行对数趋势分析，可得纯碱“十二五”期间产量变化趋势。

c. 合成氨

目前，河南省合成氨行业总体水平已具有较大的规模，产能仅次于山东省，位于全国第二，形成了以煤头合成氨为主体生产格局。近几年，合成氨的产量呈现一定的下降趋势。根据产业规划，2014 年 6 月新建成 18 万合成氨项目以及 2015 年共新建成 90 万吨合成氨项目。并根据纯碱产量的历史数据进行对数趋势分析，可得纯碱“十二五”期间产量变化趋势。

d. 电石

由于电石行业近两年的产量较为稳定且未来几年产业规划中没有电石行业新上项目，假定产量维持现状 2010 年的水平，即 78.15 万吨。

e. 乙烯

根据乙烯产量的历史数据进行指数趋势分析，可得乙烯“十二五”期间产量变化趋势。

表 5.8 化工行业主要产品产量预测 单位：万吨

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
烧碱	140.28	146.28	152.38	157.77	162.58	166.94
纯碱	188.14	227.38	233.90	239.65	244.80	249.45
合成氨	427.50	447.20	467.81	489.36	511.91	535.50
电石(折合量)	78.15	78.15	78.15	78.15	78.15	78.15
乙烯	21.20	37.16	43.53	51.00	59.75	70.00

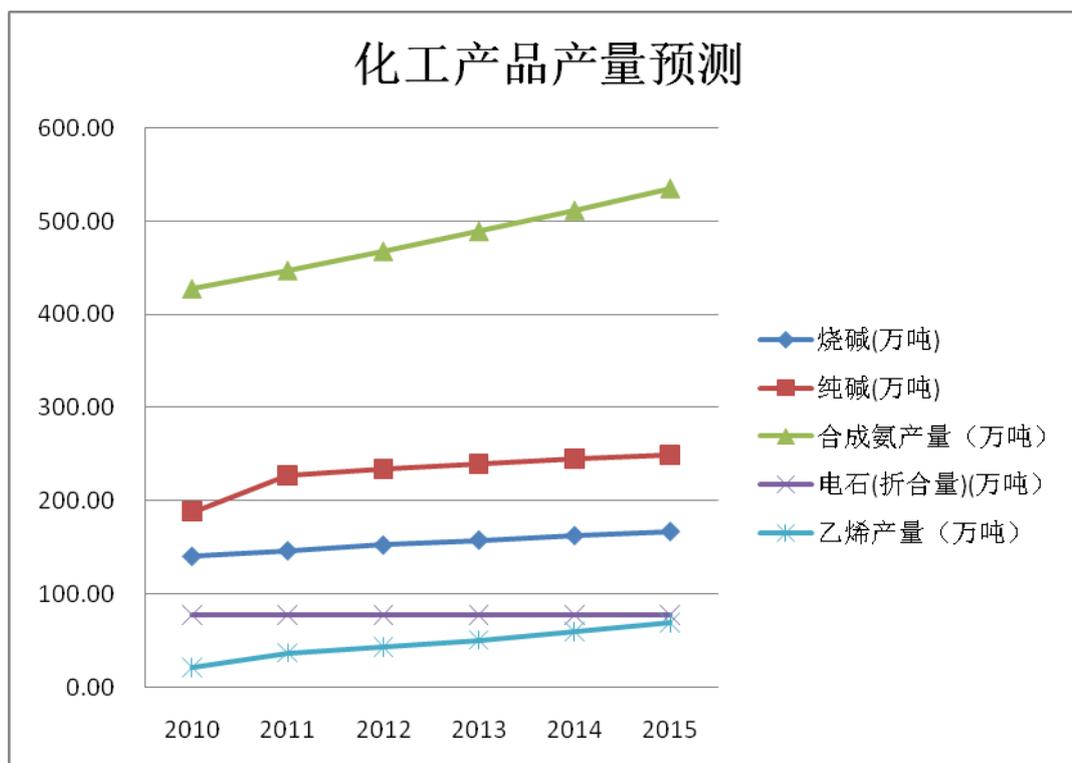


图 5.11 河南省主要化工产品产量预测

(三) 能效水平情景假设

对于执行情景，各种产品的单位能耗主要依据《河南省化学工业节能“十二五”专项规划》，烧碱单位能耗 2015 年达到 325 千克标煤/吨，纯碱达到 261.55 千克标煤/吨。合成氨达到 1197.07 千克标煤/吨。电石达到 1045 千克标煤/吨。由于河南没有乙烯单耗的相关规划，按照国家“十二五”主要产品单位能耗下降

目标规划，乙烯单耗较 2010 年下降 3.3%，可计算得出 2015 年河南省乙烯单位产品能耗达到 848.32 千克标煤/吨。

对于冻结情景，假定“十二五”期间化工行业各产品单位能耗均保持在 2010 年的水平。即烧碱 342.11 千克标煤/吨。纯碱 298.23 千克标煤/吨。合成氨 1243.06 千克标煤/吨，电石 1222.08 千克标煤/吨。乙烯 877.27 千克标煤/吨。

对于国内先进情景，依据烧碱行业对标指标，烧碱单耗国内先进水平为 315 千克标煤/吨。依据（张燕玲，《河南省纯碱行业现状与发展建议》）与《2020 中国可持续能源情景》折算出纯碱单位能耗的国内先进水平为 298.54 千克标煤/吨。依据合成氨行业对标指标，合成氨单耗国内先进水平为 1271 千克标煤/吨。依据化工行业主要能耗指标标杆值可得出，电石单耗的国内先进水平为 1000 千克标煤/吨。依据《乙烯企业能耗对标数据》可得，乙烯单耗的国内先进水平 510 千克标煤/吨。

对于国际先进情景，依据《化学工业主要耗能产品国内外能效水平比较研究》，国际比国内平均水平低 8.8%，可折算出烧碱单耗国际先进值为 296 千克标煤/吨。依据（张燕玲，《河南省纯碱行业现状与发展建议》）与《2020 中国可持续能源情景》折算出纯碱单位能耗的国际先进水平为 277.45 千克标煤/吨。依据《国外工业节能参考资料》合成氨单位能耗的国际先进水平为 1188 千克标煤/吨。依据《化学工业主要耗能产品国内外能效水平比较研究》电石单耗的国际先进水平为 940 千克标煤/吨。依据《乙烯企业能耗对标数据》可得，乙烯单耗的国际先进水平为 478 千克标煤/吨。

（四）能源消费总量预测

由于缺乏进一步的数据，其他诸多化工产品的能耗和产量的预测无法进行，我们以化工行业总能耗与上述产品能耗之差为其他各种化工产品的总能耗来进行分析。根据历史数据，采取回归分析的方法对其能耗发展趋势进行预测，预测结果如下表：

表 5.9 “十二五”期间化工行业其他产品能耗预测 单位：万吨标准煤

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
冻结情景	844.64	922.68	997.53	1072.38	1147.23	1222.08
执行情景	844.64	866.27	904.48	938.94	970.42	999.47
国内先进情景	844.64	866.27	904.48	938.94	970.42	999.47
国际先进情景	844.64	868.04	897.01	921.50	942.72	961.44

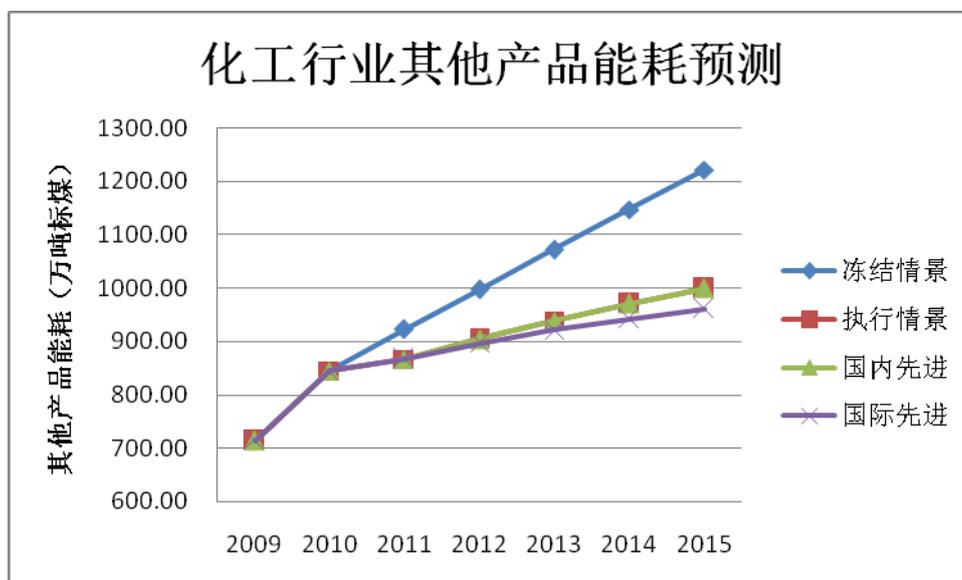
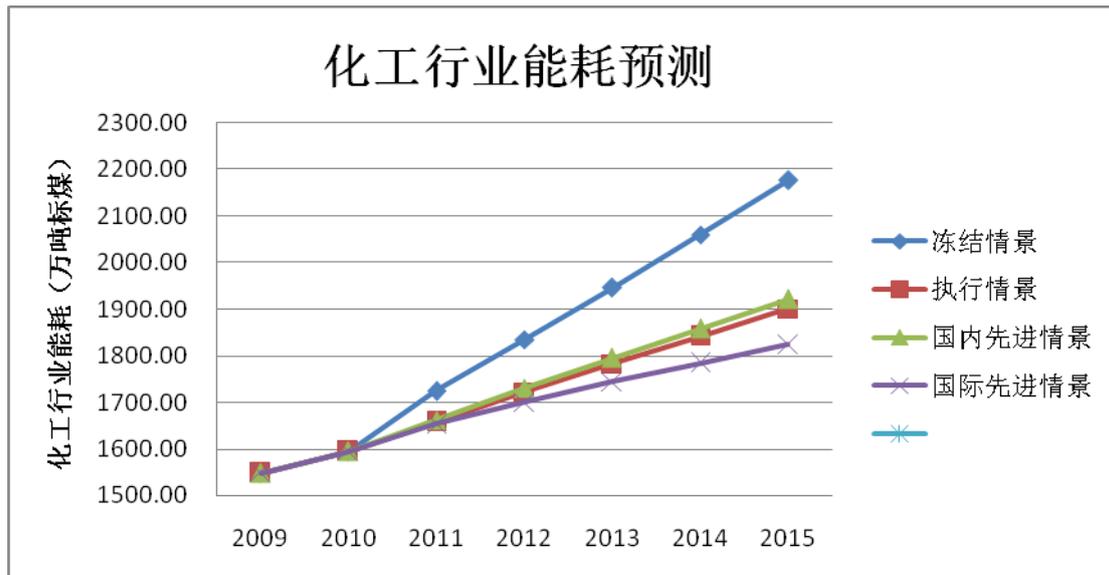


图 5.12 “十二五”期间化工行业其他产品能耗预测

化工行业能耗分主要化工产品能耗和其他能耗两部分。经计算，执行情景下到 2015 年化工行业总能耗为 1908.65 万吨标准煤，冻结情景下到 2015 年化工总能耗为 2184.05 万吨标准煤，国内先进情景下到 2015 年总能耗为 1929.07 万吨标准煤，国际先进情景下到 2015 年总能耗为 1830.71 万吨标准煤。到 2015 年执行情景比冻结情景减少能耗 12.6%，国内先进情景比冻结情景减少能耗 11.7%，国际先进情景比冻结情景减少能耗 16.2%。河南省化工行业在四种情景下能耗均呈上升趋势，其中冻结情景上升得最快，国际先进情景上升得最慢。

表 5.10 化工行业能耗预测 单位：万吨标准煤

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
冻结情景	1594.25	1724.53	1834.62	1946.37	2060.11	2176.15
执行情景	1594.25	1658.51	1721.93	1782.82	1842.25	1901.05
国内先进情景	1594.25	1662.68	1730.29	1795.28	1858.61	1921.00
国际先进情景	1594.25	1653.86	1700.98	1744.09	1784.52	1823.16



5.13 化工行业不同情景下能耗预测

5.1.4 有色金属

(一) 现状分析

有色金属工业是我省六大战略支撑产业之一，同时也是能耗大户和节能减排的重点领域，“十一五”期间，我省列入国家“千家企业节能行动实施方案”的14家有色企业的节能指标为218.13万吨标准煤。通过技术改造和产业升级，我省有色金属工业的整体技术水平已达到或接近国际先进水平。

(二) 产量预测

有色金属工业的产品种类较多，根据数据的获得情况，选取了河南省产量较大，政策支持的几种产品进行分析。依据河南省“十二五”规划和《河南省工业转型升级“十二五”规划》，及《2011年河南省国民经济和社会发展统计公报》，2011年，河南省氧化铝产品产量为1041.7万吨。2012年，全省电解铝产量达到420万吨，结合有色金属行业历史数据，考虑到资源和市场需求的制约因素，产量增长将逐步放缓，采用了趋势分析的方法对“十二五”期间有色金属行业的几种主要产品的产量进行了预测。在分情景计算时，采用相同的产量数据。

表 5.11 有色金属产品产量预测 单位：万吨

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
铅	105.41	113.03	115.01	116.77	118.33	119.75
锌	27.34	28.96	30.51	31.87	33.09	34.19
电解铝	365.49	381.34	400.53	418.25	434.77	450.27
氧化铝	956.12	1041.70	1064.65	1106.06	1143.11	1176.63
铜材	45.56	47.48	48.89	50.14	51.25	52.26

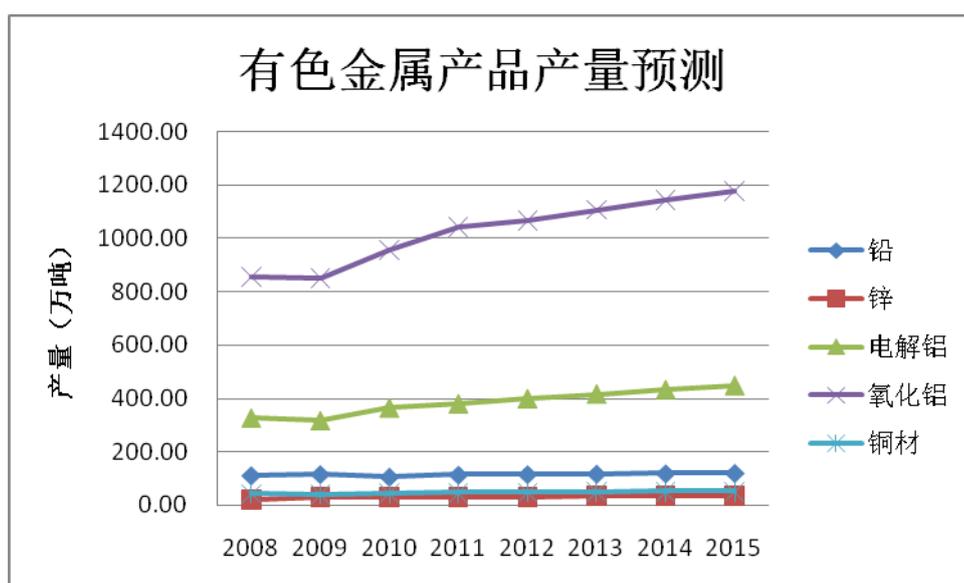


图 5.14 有色金属产品产量预测

(三) 能效水平情景假设

对于冻结情景，假定各种产品按照能耗水平维持 2010 年水平不变；

对于执行情景，依据“十二五”节能专项规划，假定到 2015 年如期实现规划目标，单位氧化铝综合能耗达到 420 kgce/t，单位铅冶炼综合能耗达到 330 kgce/t，单位电锌冶炼综合能耗达到 900 kgce/t，单位电解铝综合能耗实现比 2010 年下降 5.78%，吨铜加工材消耗能源量由于缺少规划值，采用趋势分析的方法进行了预测。

对于国内先进情景，由于河南省的有色金属工业整体技术水平在国内已经位于领先地位，执行情景中的单位产品能耗均已低于国家标准中的先进值，故采用与执行情景相同的单位产品能耗水平。

对于国际先进情景，通过综合比较能效对标数据和相关文献资料确定了各产

品的单位能耗水平。到 2015 年，氧化铝综合能耗达到 356 kgce/t，单位铅冶炼综合能耗达到 300 kgce/t，单位电解铝综合能耗采用执行情景水平，电锌和铜加工材采用趋势分析方法进行了预测。

表 5.12 单位铅冶炼综合能耗预测 单位：kgce/t

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
冻结情景	474.53	474.53	474.53	474.53	474.53	474.53
执行情景	474.53	441.28	410.36	381.60	354.87	330.00
国内先进	474.53	441.28	410.36	381.60	354.87	330.00
国际先进	474.53	432.95	395.01	360.39	328.81	300.00

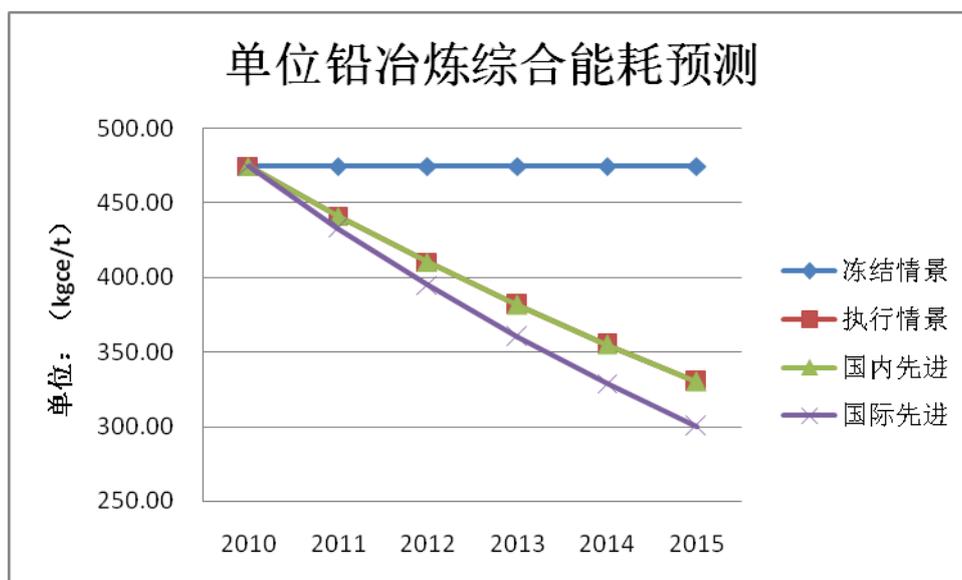


图 5.15 单位铅冶炼综合能耗预测

表 5.13 单位精锌(电锌)综合能耗 单位：kgce/t

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
冻结情景	968.78	968.78	968.78	968.78	968.78	968.78
执行情景	968.78	954.62	940.66	926.91	913.35	900.00
国内先进情景	968.78	954.62	940.66	926.91	913.35	900.00
国际先进情景	968.78	929.67	900.11	874.51	851.93	831.73

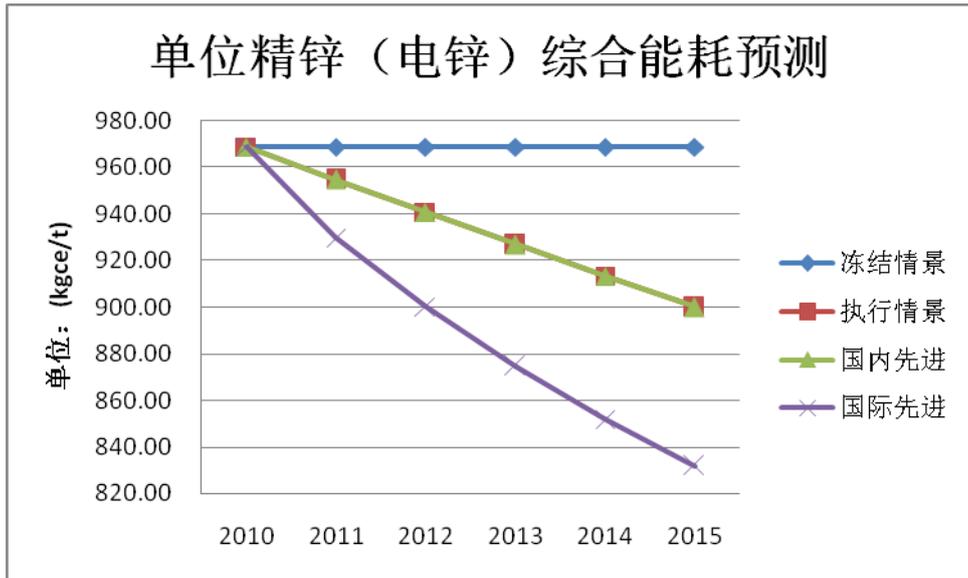


图 5.16 单位精锌(电锌)综合能耗

表 5.14 单位电解铝综合能耗 单位: kgce/t

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
冻结情景	1726.71	1726.71	1726.71	1726.71	1726.71	1726.71
执行情景	1726.71	1706.27	1686.07	1666.12	1646.39	1626.91
国内先进情景	1726.71	1706.27	1686.07	1666.12	1646.39	1626.91
国际先进情景	1726.71	1706.27	1686.07	1666.12	1646.39	1626.91

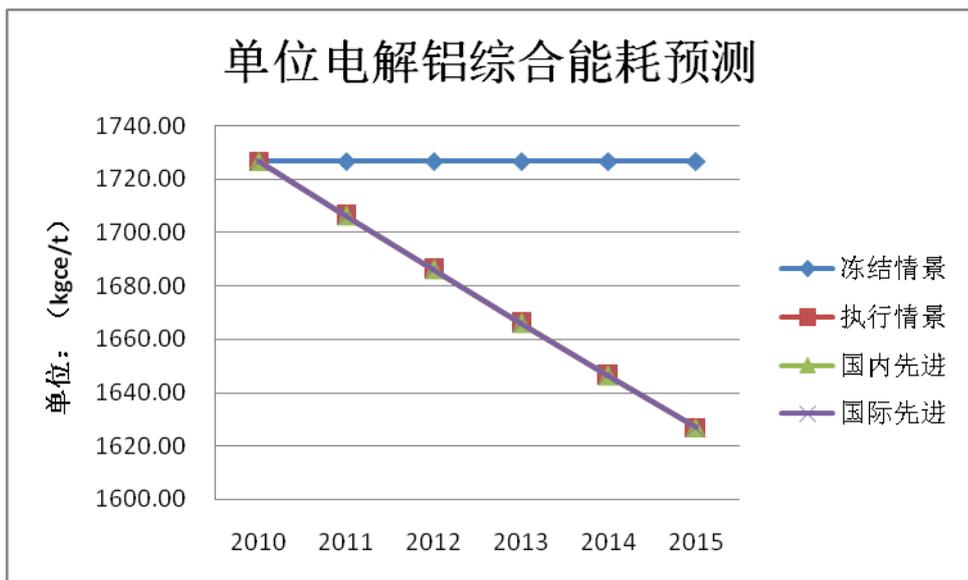


图 5.17 单位电解铝综合能耗

表 5.15 单位氧化铝综合能耗 单位: kgce/t

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
冻结情景	562.28	562.28	562.28	562.28	562.28	562.28
执行情景	562.28	530.41	500.35	471.99	445.24	420.00
国内先进情景	562.28	530.41	500.35	471.99	445.24	420.00
国际先进情景	562.28	513.16	468.33	427.42	390.08	356.00

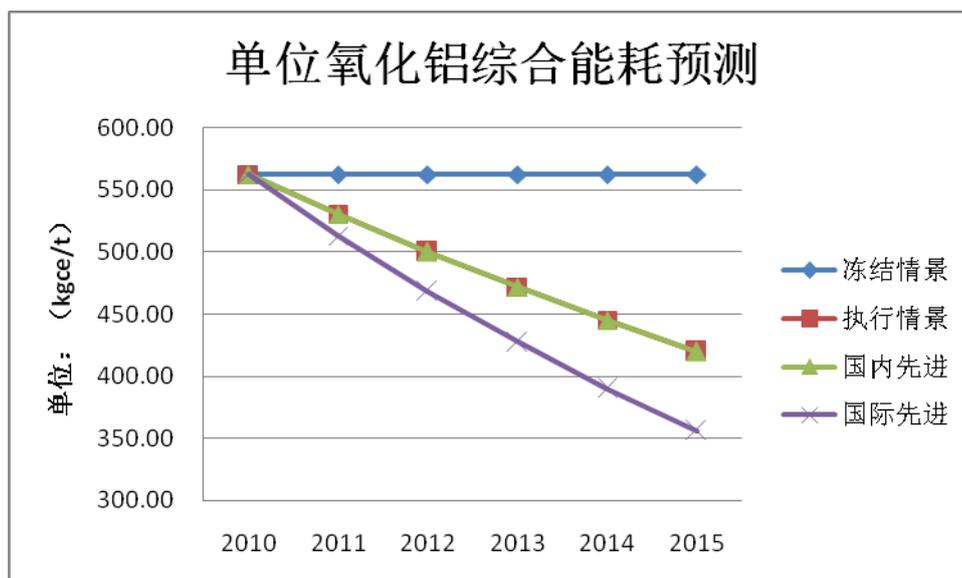


图 5.18 单位氧化铝综合能耗

表 5.16 吨铜加工材能源消耗预测 单位: kgce/t

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
冻结情景	282.90	282.90	282.90	282.90	282.90	282.90
执行情景	282.90	252.46	243.29	235.62	229.05	223.33
国内先进	282.90	252.46	243.29	235.62	229.05	223.33
国际先进	282.90	241.26	228.44	217.33	207.54	198.78

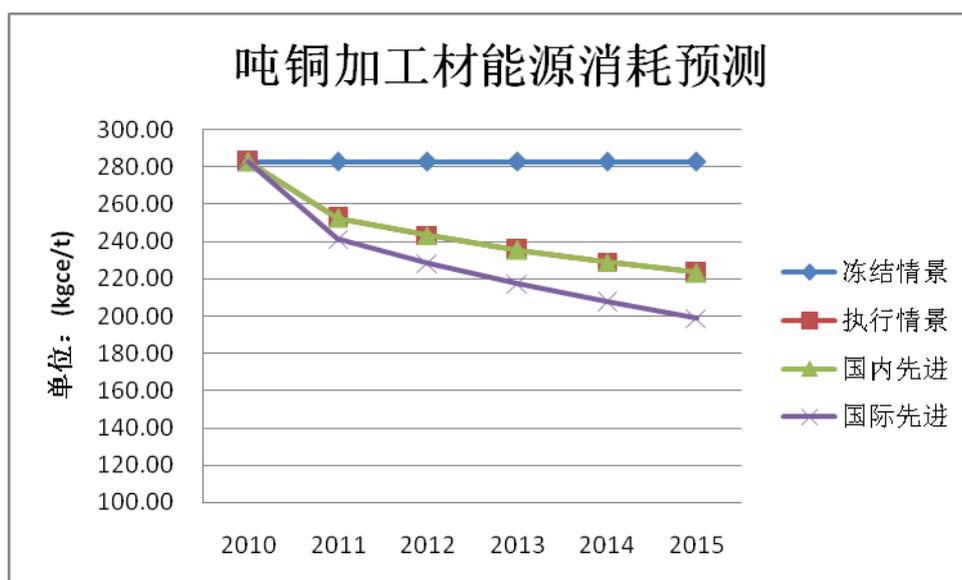


图 5.19 吨铜加工材能源消耗预测

(四) 能源消费总量预测。

由以上得到的有色金属产品产量和单位产品能耗, 计算了各类产品的能耗总量, 同时, 有色金属行业的其他能耗采用趋势分析的方法进行了预测, 由此计算得到了“十二五”期间有色金属行业的总的能源消费量。由计算结果可以看出, “十二五”期间有色金属工业仍有一定的节能潜力, 能够实现规划中 340 万吨的节能目标, 但随着行业整体技术水平的不断提高, 技术节能的潜力将越来越小。

表 5.17 有色金属行业能源消费量分情景预测 单位: 万吨标煤

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
冻结情景	1838.32	1946.90	2077.19	2212.88	2341.96	2465.51
执行情景	1838.32	1881.49	1925.27	1969.53	2004.52	2032.32
国内先进情景	1838.32	1881.49	1925.27	1969.53	2004.52	2032.32
国际先进情景	1838.32	1861.32	1887.45	1915.17	1935.25	1949.81

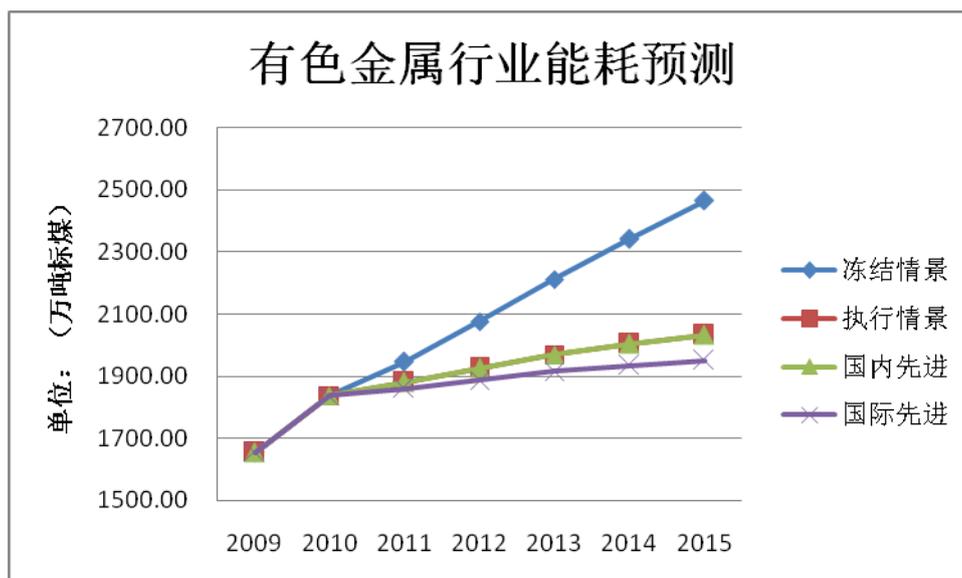


图 5.20 有色金属行业能源消费量分情景预测

5.1.5 煤炭行业

(一) 现状分析

河南是我国煤炭生产大省，全国十三个大型煤炭基地之一，煤炭资源开发利用程度较高。近年来随着河南省煤炭工业整合与重组的逐步深入，产业集中度不断提高，规模经济效益日渐显著，行业整体技术水平得到提升。

(二) 产量预测

由于数据所限，选取了原煤和焦炭两种产品进行产量预测。按照河南省“十二五”能源发展规划的要求，全省煤炭生产能力要稳定在 2.2 亿吨以上，结合煤炭行业现状，采用趋势分析的方法对原煤和焦炭产量进行了预测。

表 5.18 煤炭行业产量预测 单位：万吨

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
原煤	21348.51	22058.63	22343.93	22595.59	22820.70	23024.34
焦炭	2570.18	2480.22	2566.82	2643.21	2711.54	2773.35

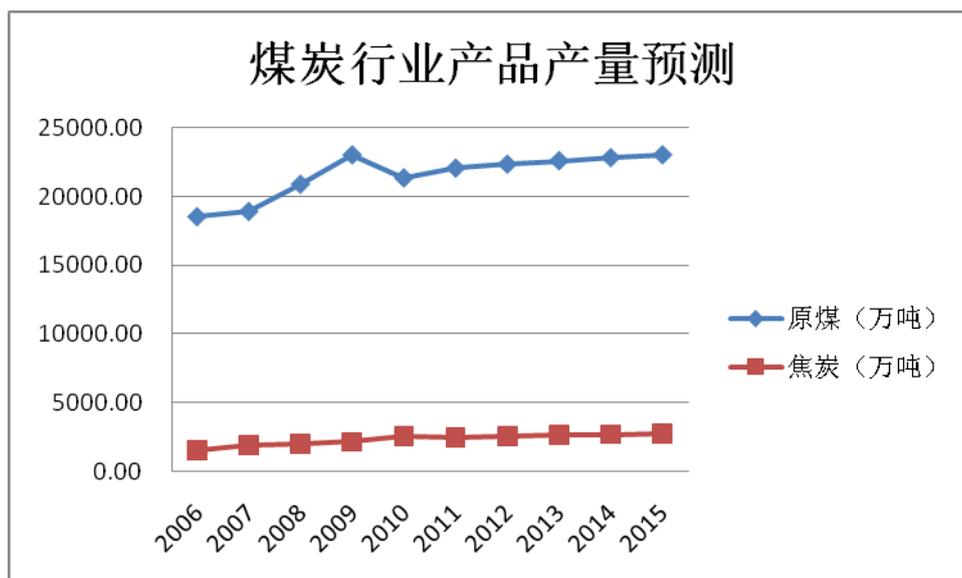


图 5.21 煤炭行业产量预测

(三) 能效水平情景假设

对于冻结情景，假定“十二五”期间原煤生产单耗和炼焦工序单耗维持 2010 年水平不变，即原煤 7.70 kgce/t，炼焦 130.84 kgce/t。

对于执行情景：原煤生产单耗采用趋势分析的方法进行了预测，炼焦工序单位耗设定到 2015 年达到规划值 113kgce/t；

对于国内先进情景，原煤生产单耗设定 2015 年达到山西省 2011 年平均水平，即 6.5 tce/t，河南省炼焦工序单位能耗属于国内先进水平，故采用执行情景数值。

对于国际先进情景：原煤生产单耗选用了《山东吨原煤生产综合能耗限额（DB37/ 832—2007）》中给出的先进水平为 5.85 tce/t，炼焦工序单位能耗则采用工业国际最佳时间数据中钢铁行业炼焦工序的最佳终端能耗水平 85.3tce/t。

表 5.19 原煤生产单位能耗 单位 kgce/t

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
冻结情景	7.70	7.70	7.70	7.70	7.70	7.70
执行情景	7.70	7.55	7.41	7.27	7.13	7.00
国内先进情景	7.70	7.44	7.20	6.96	6.72	6.50
国际先进情景	7.70	7.29	6.90	6.53	6.18	5.85

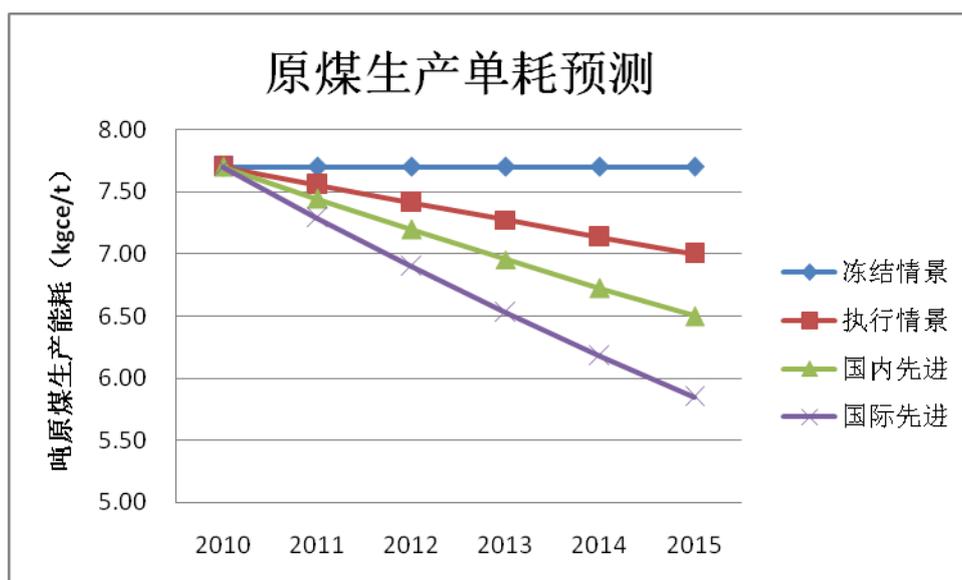


图 5.22 原煤生产单位能耗

表 5.20 炼焦工序单位能耗 单位: kgce/t

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
冻结情景	130.84	130.84	130.84	130.84	130.84	130.84
执行情景	130.84	125.51	122.02	118.94	116.19	113.00
国内先进	130.84	125.51	122.02	118.94	116.19	113.00
国际先进	130.84	120.11	110.26	101.22	92.92	85.30

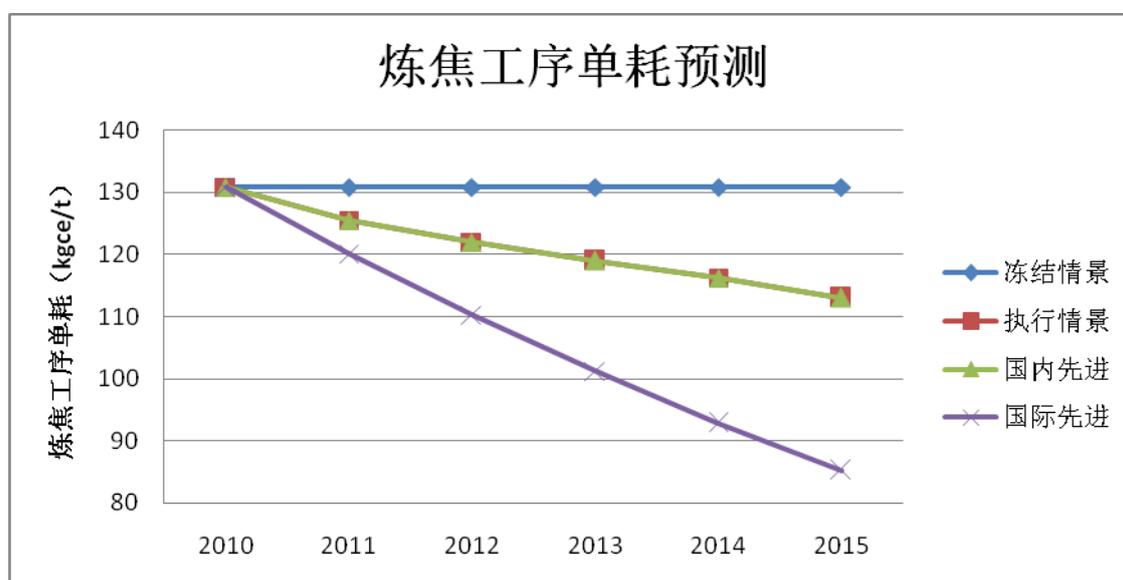


图 5.23 炼焦工序单位能耗

(四) 能源消费总量预测

由以上预测结果，结合对煤炭行业其它能耗的预测，计算了煤炭行业总的能源消费量。由预测结果可以看出，河南煤炭行业还有较大的节能潜力可以挖掘，其中焦炭能耗在国内比较先进，但与国际水平相比还有较大差距。

表 5.21 煤炭行业能源消费量预测 单位：万吨标煤

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
冻结情景	1127.86	1317.38	1407.91	1496.84	1584.51	1671.16
执行情景	1127.86	1254.66	1289.66	1319.11	1344.35	1364.36
国内先进情景	1127.86	1252.20	1284.82	1311.96	1334.97	1352.84
国际先进情景	1127.86	1235.38	1248.00	1255.48	1259.47	1261.06

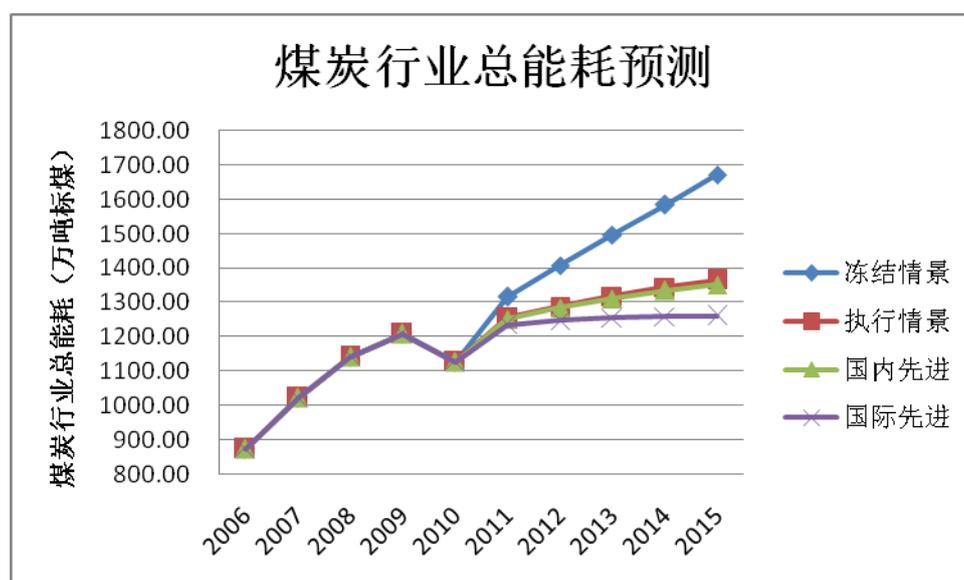


图 5.24 煤炭行业能源消费量预测

5.1.6 电力行业

(一) 现状分析

河南省电力行业以火力发电为主，水力及可再生能源发电为辅，核电仍在筹备当中，其中水电资源已开发殆尽。从 2006 以来火电发电量在河南省总发电量中所占的份额始终在 94%以上，且有增加的趋势。河南省近年来通过采取“上大压小”和“差别电价”等电力政策，建设了一批高效清洁的电力机组，目前已经初步建成华中电网乃至全国的火电基地。河南省火电机组平均供电煤耗“十一五”期间下降很快，由 2006 年的 377.19 gce/kWh 下降到 2010 年的 328gce/kWh,在国内已经处于比较先进的水平。

(二) 发电量预测

根据河南省“十二五”能源发展规划中对电力行业和火电发展的具体规划，“十二五”期间电力行业和火电的装机容量将以年均 10.7% 的速度发展，据此对“十二五”期间河南省的发电量进行了预测，同时结合厂用电率的数据计算了供电量。

表 5.22 电力行业发电量及供电量预测 单位：亿 kWh

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
总发电量	2284.00	2527.93	2797.91	3096.73	3427.46	3793.52
供电量	2145.82	2379.85	2639.69	2927.88	3247.51	3602.03
火电发电量	2198.00	2432.75	2692.56	2980.13	3298.41	3650.68
火电供电量	2061.06	2287.51	2535.33	2809.98	3114.38	3451.75

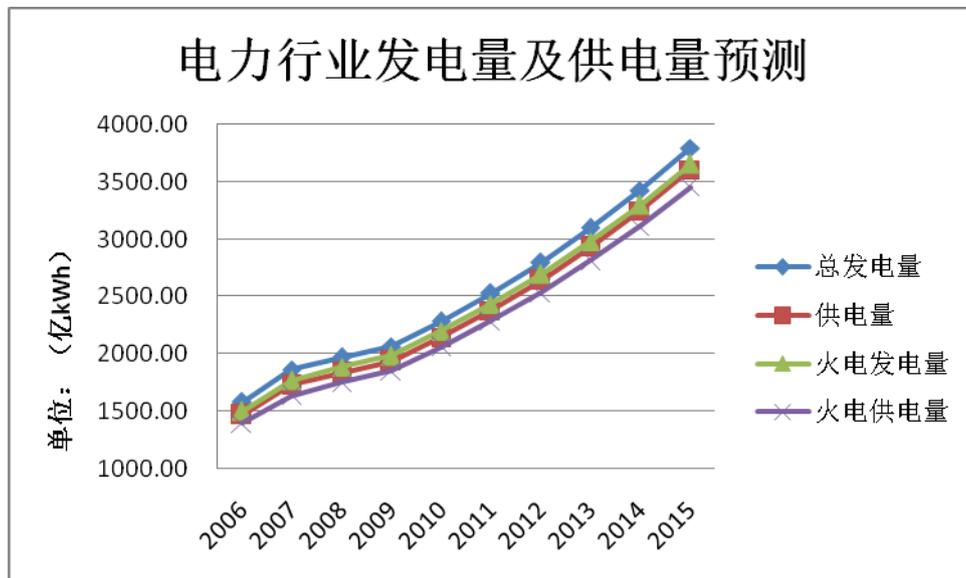


图 5.25 发电量及供电量预测

根据《中国电力年鉴》中河南省电力行业的历史数据，分别采用趋势分析和灰色模型的方法对厂用电率和线损率进行了预测。

表 5.23 火电厂用电率和线损率预测

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
火电厂用电率	6.23%	5.97%	5.84%	5.71%	5.58%	5.45%
线损率	5.37%	5.36%	5.30%	5.25%	5.19%	5.13%

(三) 能效水平情景假设

对于冻结情景，假定“十二五”期间供电煤耗维持 2010 年水平，即 328

gce/kWh。

对于执行情景，依据河南省“十二五”能源发展规划的规定，到2015年供电煤耗达到320gce/kWh。

对于国内先进情景，采用《2011年中国电力年鉴》中，全国供电煤耗最低的浙江省的水平，即312kgce/kWh；

对于国际先进情景采用国家能耗限额中给出的先进基础值300kgce/kWh。

表 5.24 供电煤耗预测 单位：gce/kWh

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
冻结情景	328	328	328	328	328	328
执行情景	328	326	324	322	321	320
国内先进情景	328	324	321	318	315	312
国际先进情景	328	321	315	310	305	300

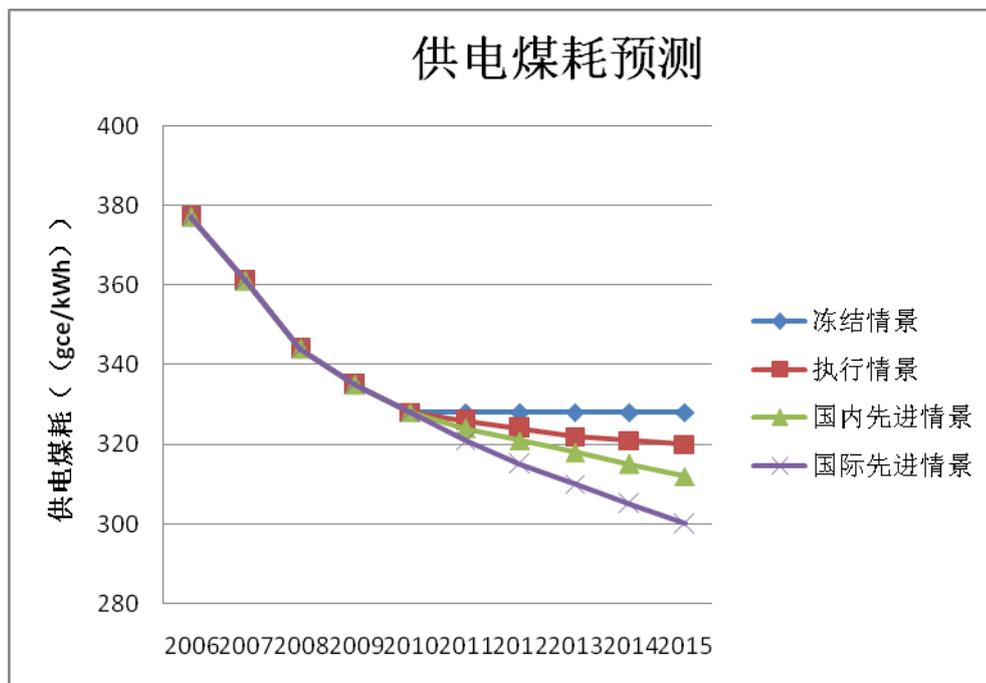


图 5.26 供电煤耗预测

(四) 能源消费总量预测

在考虑发电厂厂用电和线损的条件下，对河南省“十二五”期间电力行业能源消费量进行了计算。由计算结果可以看出，与国际、国内先进水平相比，河南省火电行业都还有一定差距，有较大的节能潜力。

表 5.25 电力行业能源消费量预测 单位：万吨标煤

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
冻结情景	4368.86	4848.56	5372.03	5952.03	6594.66	7306.67
执行情景	4368.86	4802.81	5270.62	5783.43	6376.65	7030.53
国内先进	4368.86	4757.06	5194.56	5671.03	6189.79	6754.39
国际先进	4368.86	4688.43	5042.44	5446.23	5878.35	6340.18

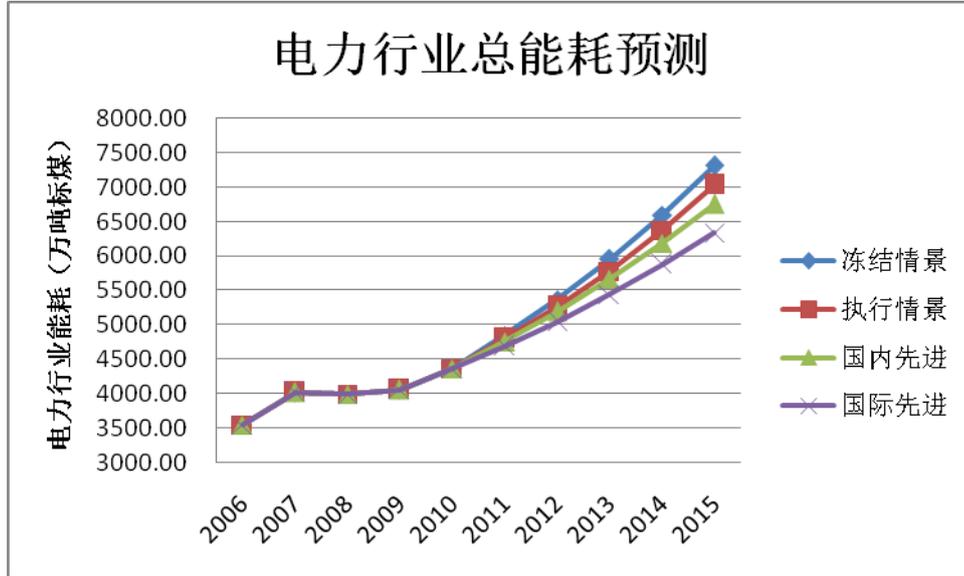


图 5.27 电力行业能源消费量预测

5.1.7 工业其他部门能耗

由于缺乏历史数据等条件限制，本文无法对工业中的所有行业进行详细计算，因此对除上述高耗能行业以外的其他行业能耗整体进行了预测，在工业其他部门能耗中予以体现。工业其他部门能耗采用增加值与单位增加值能耗计算。

(一) 增加值预测

表 5.26 工业其他部门增加值预测 单位：亿元

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
增加值	5424.887	6035.8	6686.1	7336.4	7986.7	8637

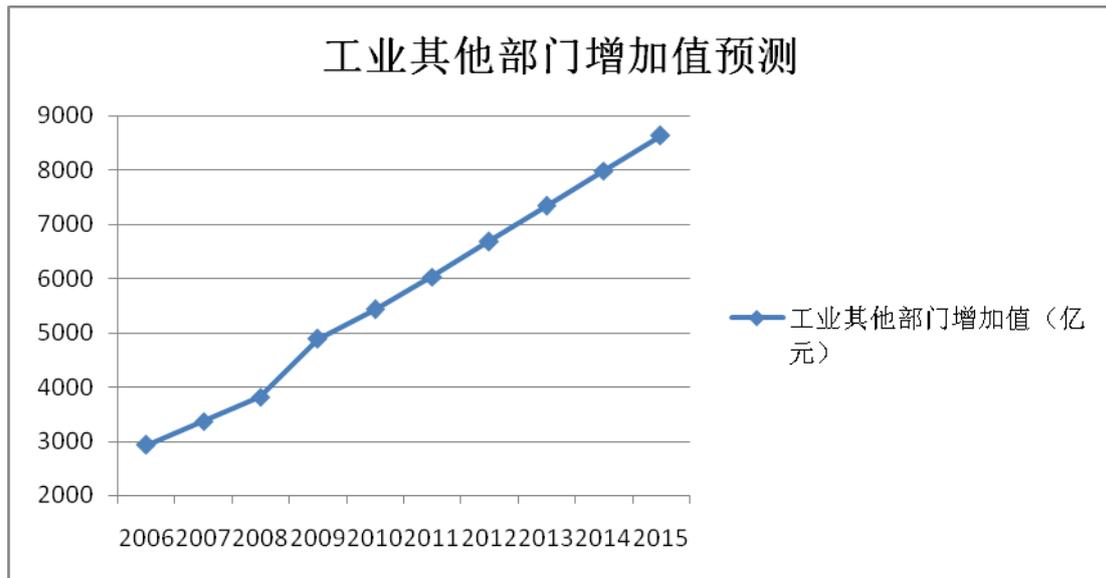


图 5.28 工业其他部门增加值预测

(二) 能效水平情景假设

对于冻结情景，假定十二五期间，河南省工业其他部门单位增加值能耗保持在 2010 年的水平，即 0.8810 万元吨标煤。

对于执行情景，单位增加值能耗采用对数回归分析预测。

对于国内先进情景，采用广东省 2010 年单位工业增加值能耗与节能目标计算。

对于国际先进情景，根据美国 2001 年单位能耗折算，来源《中国发展报告 2005》。

表 5.27 工业其他部门单位增加值能耗预测 单位：吨标煤/万元

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
冻结情景	0.8810	0.8810	0.8810	0.8810	0.8810	0.8810
执行情景	0.8810	0.8272	0.8041	0.7841	0.7664	0.7506
国内先进情景	0.8810	0.8280	0.7750	0.7220	0.6690	0.6150
国际先进情景	0.8810	0.7480	0.6150	0.4820	0.3490	0.2143

(三) 能源消费总量预测

从表 5.28 和图 5.29 中可看出，工业其他部门能耗在工业中占了相当部分比重，河南省工业其他部门能耗与国内先进水平和国际先进水平存在较大差距，且这种差距逐年加大。

表 5.28 工业其他部门能耗预测 单位：万吨标准煤

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
冻结情景	4779.59	5317.83	5890.78	6463.72	7036.67	7609.61
执行情景	4779.59	4993.03	5376.38	5752.35	6121.14	6483.04
国内先进情景	4779.59	4997.64	5181.73	5296.88	5343.10	5311.76
国际先进情景	4779.59	4514.78	4111.95	3536.14	2787.36	1850.82

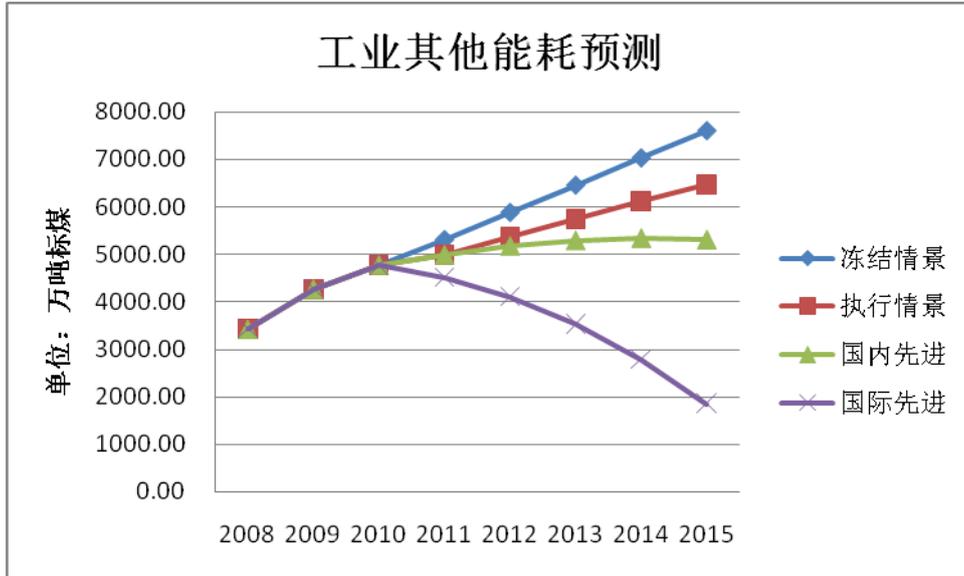


图 5.29 工业部门其他能耗预测

5.2 工业部门能源消费总量目标行业分配

5.2.1 工业部门能源消费总量及构成

(一) 河南省工业能源消费总量预测

“十二五”期间，工业仍将是耗能最多的产业部门，是实现能源消费总量控制目标的重中之重。通过分析可以发现，经过“十一五”期间节能减排工作的大力推动，河南省工业的整体技术水平有了很大提升，很多方面已经接近或达到了国内先进水平，甚至是国际先进水平，技术上进一步提高的难度越来越高，成本也会越来越大。分情景的计算结果也证明了这一点，从预测结果可以看出，四种情景下，工业部门总能耗均呈现上升趋势，冻结情景上升得最快，国际先进情景上升得最慢，河南省工业的能效水平还有进一步提高的空间，但与国内先进水平的差距已经很小，与国际先进水平的差距也越来越小。

表 5.29 工业部门能耗预测 单位：万标准煤

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
冻结情景	17122.00	18823.49	20468.53	22185.33	23969.14	25828.95
执行情景	17122.00	18203.30	19360.73	20552.02	21806.45	23105.41
国内先进情景	17122.00	18163.18	19092.08	19987.19	20845.40	21664.26
国际先进情景	17122.00	17515.39	17668.05	17691.11	17557.63	17258.92

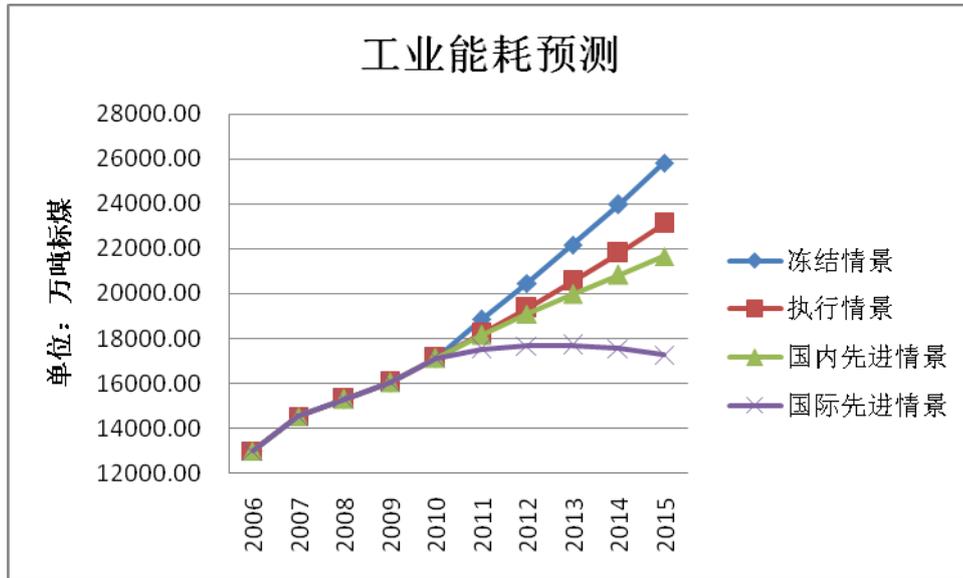


图 5.30 不同情景下工业部门能耗预测

(二) 工业分部门能耗总量预测

由于执行情景是最符合河南省未来发展趋势的情景，所以选择执行情景下工业部门能耗总量的发展趋势作为本研究的分析结果。由以下图表可知，执行情景下，河南省“十二五”期间工业能耗总量及各部门能耗总量均呈现稳步增长的趋势，2015年，工业能耗总量达到23105.41万吨标煤，较2010年增长了35%，在高耗能行业中，电力行业能耗增长的幅度最快，是工业部门能耗总量控制的关键。

表 5.30 工业部门分行业能耗总量预测 单位：万吨

	钢铁	建材	化工	有色	电力	煤炭	工业其他	工业合计
2010	2366.74	1046.38	1594.25	1838.32	4368.86	1127.86	4779.59	17122.00
2011	2514.56	1098.24	1658.51	1881.49	4802.81	1254.66	4993.03	18203.30
2012	2628.15	1148.71	1721.93	1925.27	5270.62	1289.66	5376.38	19360.73
2013	2742.40	1202.38	1782.82	1969.53	5783.43	1319.11	5752.35	20552.02
2014	2858.24	1259.30	1842.25	2004.52	6376.65	1344.35	6121.14	21806.45
2015	2976.46	1317.66	1901.05	2032.32	7030.53	1364.36	6483.04	23105.41

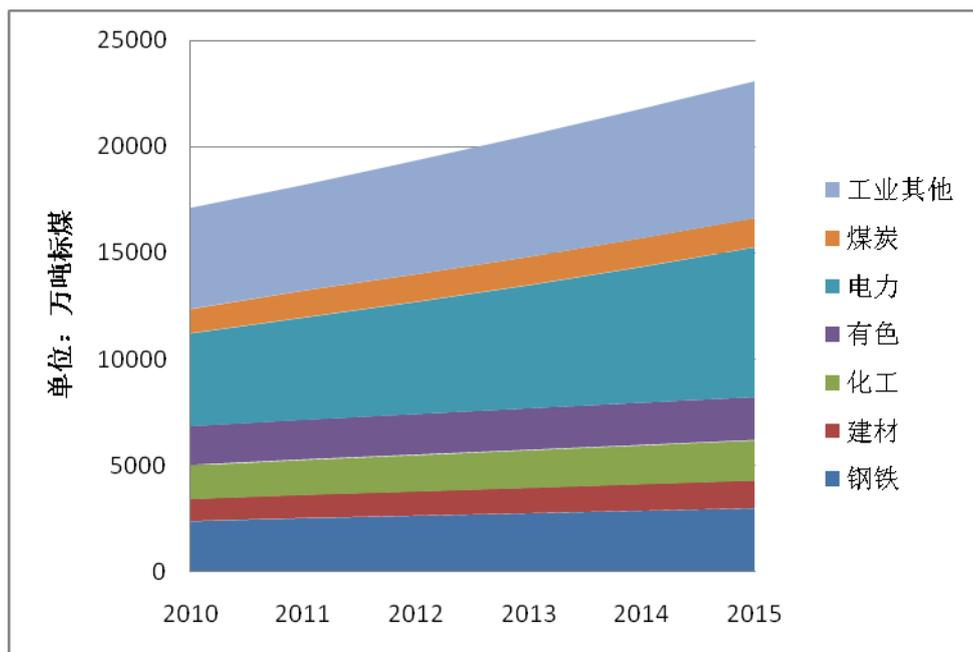


图 5.31 工业部门分行业能耗总量预测

(三) 工业部门能耗总量分行业构成

由以下图表可知，在高耗能行业中，电力行业是工业能源消费总量的主要部门。2015年，电力能耗占工业总能耗的比重达到30%。其他几个行业能源消费总量占工业的比重大体上均呈逐年递减的趋势，因此，控制工业能源消费总量，必须从根本上控制电力行业能源消耗，大力促进电力行业结构调整，淘汰落后产能及开发新能源发电。

表 5.31 工业部门能耗总量分行业构成

	钢铁	建材	化工	有色	电力	煤炭	工业其他
2010	13.82%	6.11%	9.31%	10.74%	25.52%	6.59%	27.91%
2011	13.81%	6.03%	9.11%	10.34%	26.38%	6.89%	27.43%
2012	13.57%	5.93%	8.89%	9.94%	27.22%	6.66%	27.77%
2013	13.34%	5.85%	8.67%	9.58%	28.14%	6.42%	27.99%
2014	13.11%	5.77%	8.45%	9.19%	29.24%	6.16%	28.07%
2015	12.88%	5.70%	8.23%	8.80%	30.43%	5.90%	28.06%

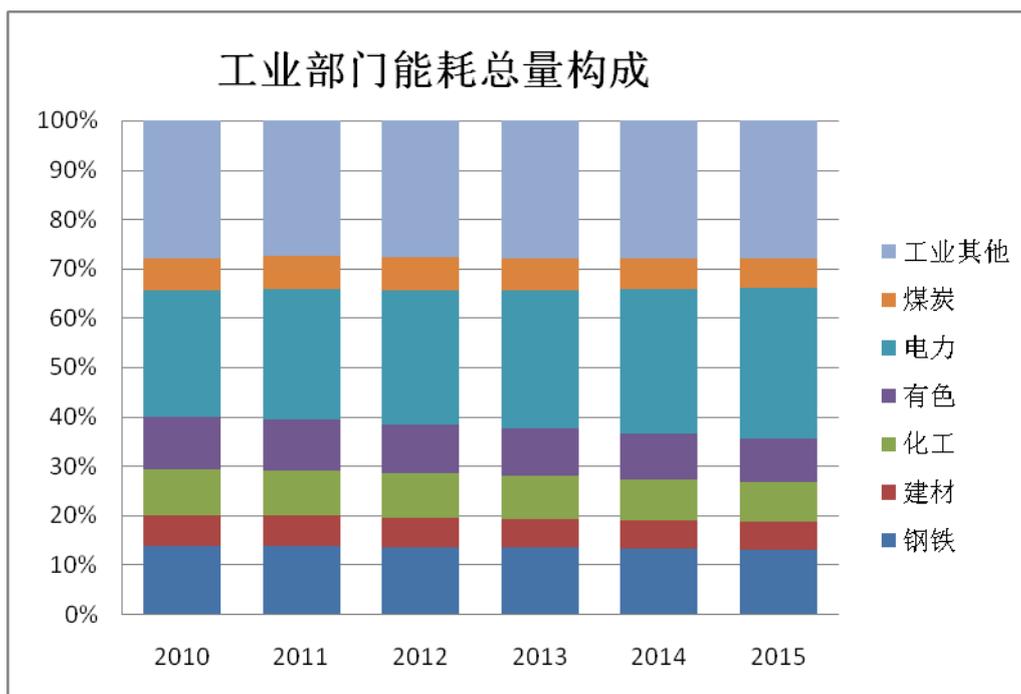


图 5.32 工业部门能耗总量分行业构成

5.2.2 能源消费总量目标行业分配

由 4.3 节，2015 年工业部门能耗总量目标为 22965.40 万吨标煤，结合对工业能耗行业构成结果，可得行业能耗总量目标，如下表。

表 5.32 2015 年河南省重点耗能行业总量目标

	钢铁	建材	化工	有色	电力	煤炭	工业其他
行业能耗所占比重 (%)	12.88%	5.70%	8.23%	8.80%	30.43%	5.90%	28.06%
行业能耗总量目标 (万吨标煤)	2958.42	1309.67	1889.53	2020.01	6987.93	1356.09	6443.75

6. 河南省节能量交易体系建设实施方案

6.1 国内外碳排放交易现状与特点

随着气候变暖被国际各界广泛关注，以市场为基础的碳排放交易将是减少成本达到减排目标的非常有效的手段之一。碳排放交易是指排放者在相关部门指导和监督下，依据有关法律法规，通过市场交易机制，平等、自愿、有偿地转让碳减排后的富余指标，以实现温室气体排放总量的降低，取得较低成本的减排效果。其基本原理是合同的一方通过支付另一方获得碳减排额，买方可以将购得的碳减排额用于实现承诺的减排目标。现有的碳排放交易市场机制主要分为基于项目的碳排放权交易和基于配额的碳排放权交易。其中，基于项目的碳排放交易主要是通过京都议定书中的清洁发展机制和联合履约机制及其其他的减排义务机制实现；基于配额的碳排放交易主要是通过通过在某一区域（企业）设置碳排放上限，购买者购买由管理者制定、分配（或拍卖）的减排配额的活动的。

目前国际上比较成功的碳排放交易市场主要包含美国的芝加哥气候交易所（CCX）、美国区域温室气体协议（RGGI）、欧盟碳排放交易计划（EU-ETS）、英国碳排放交易计划（UK-ETS）和澳大利亚新南威尔士温室气体削减计划（GGAS）。以上交易市场的共同特点是包含法律约束力、明确的目标、柔性补偿机制、核实监督处罚机制，且均采用限量配额交易方式进行（见表 6.1）。本文详细的分析了以上碳排放交易市场的特征。

在目标制定方面，CCS、RGGI、UK-ETS 和 EU-ETS 均设有明确的分阶段的目标。CCX 的阶段性目标主要为两阶段。第一阶段（2003-2006 年）：以 1998-2001 年的平均排放为基期，此阶段每年排放物平均减少 1%；第二阶段（2007-2010 年）：此系统的已有成员每年再额外减少 2%，新成员在 2010 年末排放物减少总量为 6%。RGGI 的阶段目标主要分为两个阶段。第一阶段（2009-2014 年）：保持现有排放水平（目前拍卖的许可是以 2009-2011 为一期，2012-2014 为二期）；第二阶段（2014-2018 年）：每年比现有排放水准降低 2.5%，总计 10%。EU-ETS 的阶段目标则主要分为三个阶段。第一阶段（2005-2007 年）：是一个试验性阶段，减排目标是努力完成《京都协议书》所承诺目标的 45%；第二个阶段（2008-2012

年)：完成《京都议定书》中的全面减排承诺的目标，在 2005 年的排放基础上各国平均减排 6.5%；第三阶段（2013-2020 年）：2020 年在 1990 年的基础上减排 20%，平均每年排放递减 1.74%。UK-ETS 的减排目标为 2002-2006 年通过自愿减排实现减排至 1998—2000 年水平，其中直接参与者承诺减排 396 万吨二氧化碳当量，实际上减排超过了 720 万吨。GGAS 设有一个定性的目标，包含两个方面：1) 减少与生产和使用电力有关的温室气体排放；2) 发展而且鼓励补偿温室气体排放的生产。要求电力零售商和特定的基准其他参加者减少或者弥补他们因供应或者使用电力产生的温室气体的排放，达到强制性的基准目标水平。

柔性补偿机制可以进一步降低碳排放带来的风险、降低总体减排成本和增加交易体系的流动性等优点。较为典型的主要有 CCX、EU-ETS 和 UK-ETS，但各具特色。CCX 温室气体排放权交易体系下的排放抵消项目，主要包含林业项目、可再生能源项目、农业甲烷排放和煤矿甲烷项目等，是该交易体系的重要补充。同时在抵消项目的申请上提供技术支持。EU-ETS 允许各成员国（除法国和波兰外）通过柔性补偿机制对储备、预支和抵消项目而产生的储备均可跨期使用，在抵消项目方面通过法律法规对京都议定书下 CDM 中的 CER 指标和 ERU 指标进行了链接，并对各成员国从京都议定书下的减排机制引起的减排量比例做了规定。UK-ETS 在柔性补偿机制实施方面则允许经营者和各行业“圈定”减排，即允许把现在的超额保留起来以备将来作为配额使用，或者将剩余的圈定的平排放配额将来在 EU-ETS 中进行交易计划出售。

核实监督处罚机制是碳排放交易顺利实施的有效保证。较为典型的核实监督处罚机制主要包含 EU-ETS 和 GGAS。EU-ETS 规定成员国对若没有提交足够的许可可以满足其上年度温室气体排放，对经营者处以超额排放罚款。第一阶段处以每公吨二氧化碳排放当量罚款 40 欧元；第二阶段每公吨处以 100 欧元罚款。同时处罚并不可以豁免在下一年度提交同等数量超额排放的许可缴纳的义务。GGAS 则通过独立定价和管理仲裁处（IPART）检查审核每年度基准参加者履行其强制减排的义务的情况，确保基准参与者履行他们减排目标，减排证书提供商的减排证书是可信任的、和法案、条例和有关计划的细则规定一致，若基准参与者超过基准的排放同时放弃减排证书的上交，处以每个二氧化碳当量罚款 12.50 美元。

实施方式方面，除 CCX 和 UK-ETS 为自愿且具有法律约束力的综合交易系统，

EU-ETS 和 RGGI 是强制性的交易系统，GGAS 则是自愿和强制相结合的交易系统；在交易模式方面，除 EU-ETS 和 GGAS 利用限量配额交易和项目交易相结合的方式外，其他均为限量配额交易模式进行；交易机制方面，RGGI 为现货交易机制，其他均为现货和期货相结合的交易机制，逐渐向期货交易机制方向发展。

碳排放分配理论是存在争议最多的一方面，采取何种方式进行碳排放分配也是建立碳排放交易体系至关重要的一个环节。目前免费分配与拍卖相结合的分配模式得到了广泛认可。EU-ETS 采取免费分配和拍卖相结合的方式进行碳排放分配，但不同阶段分配比例不同。第一阶段必须要有至少 95% 的排放权配额是免费分配的，剩余部分由各成员国通过拍卖或者其他方式进行分配；第二阶段必须至少要有 90% 的排放权配额是免费分配的，其中分配的排放配额总量应该与欧盟在议定书承诺中做出的现实的和预计的贡献保持一致。UK-ETS 除一部分指标采取拍卖的方式作为奖励资金外，多数碳排放计划指标是免费分配的，如果企业的实际排放量大于分配的排放权指标，就需要从排放权交易市场上买入排放权指标；反之，则可以在排放权交易市场上出售或者存储排放权指标。RGGI 作为美国第一强制性基于市场方法限制的 CO₂ 排放物的计划和减排体系，在成员州内对电力行业部门实施拍卖排放许可证的方式进行碳排放分配，拍卖周期为三个月。

在碳排放分配制度中，对新的产业加入者和终业者配额分配的管理措施是一个值得注意的问题。一般来说，有三种方式可以使新加入者利用排放权配额：1) 免费向新加入者提供保留的排放权配额；2) 允许新加入者购买配额；3) 通过定期的拍卖为新加入者提供利用排放权配额的机会。若新的产业加入者需要的许可必须通过购买交易体系中已分配额度获得，那么就有可能出现现有企业利用许可的存储，阻挡新企业的加入。EU-ETS 在这方面的做法独树一帜，为新的产业加入者预留排放许可，并免费分配给新加入者，同时对关停的设备或终业者实施没收分配给他们的排放许可。

在国内，碳排放交易所建立相对较晚，由于国内缺乏相关的法律规定，以上交易所均采用自愿的方式进行实施，目前主要有北京环境交易所、上海环境能源交易所和天津排放权交易所（特点见表 6.2）。其中北京环境交易所中设有节能量交易中心，主要为企业提供技术转让和使用权许可、开发成套技术打包、绿色建筑和生态城建设集成服务、示范性技术项目推广及节能环保项目投融资等服务。

上海能源交易所则致力于节能减排与能源领域中的各类技术产权、减排权益和节能及能源利用权益的综合性交易等。天津排放权交易所则主要服务于碳排放和能源效率交易产品的交易。

表 6.1 国内外碳排放交易所的特征

名称		法律约束	分配方式			目标
			免费分配	拍卖	免费分配+拍卖	
美国	CCX	※	—	—	—	※
	RGGI	※	—	※	—	※
欧盟	EU-ETS	※	—	—	※	※
	UK-ETS	※	—	—	※	※
澳大利亚	GGAS	※	※	—	—	※
国内	北京环境交易所	—	—	—	—	—
	上海环境能源交易所	—	—	—	—	—
	天津排放权交易所	—	—	—	—	—

续表 6.1 国内外碳排放交易所的特征

名称		主要实施范围	实施方式			灵活性和补偿机制	核实监督处罚机制
			自愿	强制	自愿+强制		
美国	CCX	所有温室气体产品	※	—	—	※	※
	RGGI	电力部门	—	※	—	※	※
欧盟	EU-ETS	电力和能源密集型部门并逐步扩大范围	—	※	—	※	※
	UK-ETS	所有经济部门	※	—	—	※	※
澳大利亚	GGAS	发电和用电大户	—	—	※	※	※
国内	北京环	—	※	—	—	—	※

境交易所							
上海环境能源交易所	—	※	—	—	—	—	※
天津排放权交易所	—	※	—	—	—	—	※

续 6.1 国内外碳排放交易所的特征

名称		交易模式			交易机制	
		限量配额交易	项目交易	现货交易	期货交易	现货+期货交易
美国	CCX	※	—	—	—	※
	RGGI	※	—	※	—	—
欧盟	EU-ETS	※	※	—	—	※
	UK-ETS	※	—	—	—	※
澳大利亚	GGAS	※	※	—	—	※
国内	北京环境交易所	—	—	—	—	—
	上海环境能源交易所	—	—	—	—	—
	天津排放权交易所	—	—	—	—	—

注：※表明已存在相关文件和实施内容的制定

—表明不存在相关内容的制定

表 6.2 国内典型碳排放交易所的特征

交易所	北京环境交易所	上海能源交易所	天津排放权交易所
性质	标准平台	平台	类似 CCX 市场
交易主体	个人和企业	个人和企业	排放类会员（企业） 流动性提供商会员（企业） 竞价者会员（企业和个人）
交易机制	自愿减排，生态补偿	“绿色世博”自愿减排 交易机制和交易平台； 南南全球环境交易系统	企业自愿联合减排行动：自 愿加入、强制减排
交易标准	杜克法则为技术基础 的熊猫标准	启动碳强度标准的研 究，并在上海市虹口区 进行试点	拟定《天津议定书》
交易流程	核证—注册—交易	通过平台支付购买行 程中的碳排放，实行自 愿减排	自愿设计规则、自愿确定目 标、自愿参与交易
合作伙伴	CDM 项目信息服务平台 BlueNext 交易所 积极推动地方分支机 构设立，已参股昆明、 大连等环境能源交易 所	CDM 项目信息服务平台 联合国开发计划署南 南合作特设局	芝加哥气候交易所

目前国内的碳排放交易所缺乏国内的碳的购买者没有有效运转。其原因主要是在没有强制减排体系之前，碳的购买者是基于社会责任的自愿购买碳排放项目的企业，这样的企业数量相当的有限，而且购买的数量也有一个企业能力的尺度。

分析国外碳排放交易所的特点，结合河南省的能源消费现状，本文将其有效经验总结为以下几点，为河南省构建节能量交易市场提供借鉴：

1) 区域温室气体总量控制的确定：碳排放交易体系必须创造出“碳”本身的稀缺性，法律上的强制性的温室气体排放总量限制是基本前提。RGGI 通过建立一个规则范例，然后各州参照规则范例的要求和精神进行各自的减排行动的立法，形成地方联合立法。欧盟也通过颁布相关法律指令建设 EU-ETS，确定其阶段性目标，使其法律地位得到稳固。

2) 碳排放交易在实施部门中的确定：国外碳排放交易所都非常重视电力部门的排放控制。尤其是 GRR1 实际上只是从电力部门开始进行总量控制。GGAS 除电力零售商为强制参与者外，还有用电大型客户和有选择性参与者。

3) 对碳排放交易实施对象的排放额的分配：目前免费分配与拍卖相结合的分配模式得到了广泛认可。其中 EU-ETS 对新的产业加入者和终业者配额分配的

方法值得借鉴。对于 GGAS 利用基准信用强制交易建立的减排体系，可作为未来发展的一个趋势，虽然 GGAS 基于人均消费二氧化碳当量在电力消费侧建立了强制碳减排交易体系，但不适宜河南省建立节能量交易的初期阶段实施。

4) 柔性补偿机制的设计：使得可以以更具成本效益达到总量控制减排的目标。柔性补偿制度扩充了减排行动的行业影响，使得企业超额减排后所节省的配额可用于存储并允许择机利用（存储或交易）。

5) 完善的核实监督处罚机制：核实监督处罚制度的建立是确定碳排放交易所成功实施的前提。国外碳排放交易所在不同的阶段均设有完善的核实监督处罚制度，并且将处罚的形式进行量化，其处罚金额一般为排放许可市场价的 2 倍左右，并且这种处罚并未豁免排放许可的补缴义务。

6.2 国内外节能量交易现状与特点

节能量交易机制是指采用上限与交易机制，通过为整个经济的能耗水平设定一个上限，然后在各参与主体之间分配能耗配额，允许超额耗能主体与耗能未超额主体之间进行配额单位交易的一个市场过程。

美国近几年来从国家到地方州大规模实施能效配额制度，提高了节能量证书的交易机会。所谓能效配额制度（EEPS）是一项要求能源供应机构满足节能目标的制度，即要求指定机构在规定时期必须完成一定的节能量。自1999年起，美国的德克萨斯州率先实行了能效配额制度。并提出2009年前，在已存在的880兆瓦时的可再生能源基础上再增加2000兆瓦时的新可再生能源生产能力。为了实现这一目标，能源供应商通常会从其他机构或第三方能效服务机构购买节能量证书。若未履行相关义务，将会被处以5美元至证书平均价值的两倍金额不等的罚金。以上职权授权德州公共事业委员会实施。

欧盟通过建立白色证书机制开展节能量交易，其中实施较为成功的成员国为法国和意大利。意大利政府从2005年1月开始在全国范围内实行能效证书机制，其目标是截止2012年累计节能总量达到122.4 Mtoe。主要制定了四类能效证书，分别为：1) 电力节能证书；2) 天然气节能证书；3) 其他能源节能证书；4) 运输用燃料节能证书。其特点是融命令控制和可交易机制于一体，通过场外交易和场内交易相结合的模式进行交易，较好的发挥了二级市场的交易作用。法国的节

能证书制度规定，2006年至2009年产生54 TWh的节能量，其中电力、燃气、家用能源（不包括运输用燃料）、供暖及制冷供应商在住宅和商业领域被分配目标的75%；能源销售领域被分配目标的25%。法国白色证书的有效期为3个实施周期，证书允许储存。目前尚没有正规的证书现货交易场所，但参与者可以进行双边交易。

分析以上节能量交易机制的实施发现，整体状况表现出节能量交易的价格因素风险较高，代价大，因与能效项目投资结合不紧密，导致能源价格过高。另外，对于节能量证书中的节能量的相关的资格鉴定、评估报告、计量、监督和检验的环节要求高、成本大，有可能忽略小型的非典型的节能机会。因意大利能效证书机制的涉及部门多，导致实施难度较大。

6.3 河南省节能量交易建设实施方案

为加强河南省节能减排工作,实现《河南省国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》中确定的我省单位 GDP 能耗和单位二氧化碳强度降低指标,根据《国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》、《河南省国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》和《万家企业节能低碳行动实施方案》等文件,参考国内外碳排放交易和节能量交易的有益经验,结合河南省在实施二氧化硫总量控制和排放权交易的成功经验和暴露的问题,制定河南省节能量交易体系建设实施方案。

(一) 工作目的

通过建设河南省节能量交易体系,进一步保障河南省顺利完成国家和我省“十二五”规划中所确定的单位 GDP 能耗和单位二氧化碳强度降低指标,合理控制能源消费总量。进一步探索节能量交易管理办法,为我省持续进行节能量交易管理工作提供经验,为将来与全国和世界性的节能量交易和碳排放交易体系进行有效链接奠定基础。

(二) 工作目标

(1) 合理分配省辖市能源消费总量控制目标

根据《河南省“十二五”节能减排综合性工作方案》和《万家企业节能低碳行动实施方案》中确定的各省辖市节能目标和主要行业节能指标、万家企业节能

目标；在考虑不影响各省辖市、县经济发展的前提下，依据《河南省合理控制能源消费总量预算管理办法（试行）》，实施节能量交易，合理控制年度能源消费总量目标。

（2）建立节能量交易许可制度

借鉴 CCX、RGGI、UK-ETS、GGAS 和 EU-ETS 的碳排放许可制度以及美国能效配额制度、欧盟白色证书机制等节能量交易机制的成功经验，结合河南省在实施二氧化硫总量控制和排放权交易推行许可制度的实践经验，制定河南省节能量交易实施细则，对实施区域建立节能量交易许可证书并严格实行。

（三）工作内容

（1）河南省节能量交易体系的立法

只有将节能量交易的进行置于法律的框架下，才具有合法性和权威性。河南省建设节能量交易同样首先应确定其法律地位，目前可参考的文件主要有《国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》、《河南省国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》、《河南省“十二五”节能减排综合性工作方案》、《万家企业节能低碳行动实施方案》和《河南省合理控制能源消费总量预算管理办法（试行）》，结合以上文件，河南省相关部门（如河南省环保厅、河南省发展改革委）制定《河南省节能量交易实施细则》确定其法律地位，强化核实监督处罚机制，量化处罚办法。

（2）建设节能量交易机构

以《河南省节能量交易实施细则》为依据，由河南省发展改革委、环保厅等部门建设河南省节能量交易体系管理机构（含许可证发放机构）、由河南省发展改革委公布的节能服务公司、第三方审核机构、高校及科研机构组建河南省节能量交易中介咨询及核证机构联盟、市场监管服务组织、节能量交易企业联盟。以此为基础，建立河南省节能量交易实施方案，其框架见图 1，首先建立河南省节能总量控制目标，并将其分解至市、县和企业，为实施节能量交易打下良好的基础；随后设置节能量交易许可制度，利用建设的节能量交易平台，在节能量价格相对稳定的前提下以自愿的形式开展交易，节能量交易许可制度可使交易流程顺利、合法、简介，节能量交易平台是实施自愿交易的主要途径，后期融入线下交易，期权和期货交易等模式，使交易模式多样化；最后通过政府监管和非政府组

织监察相结合的方式确保节能量交易实施的有效性。

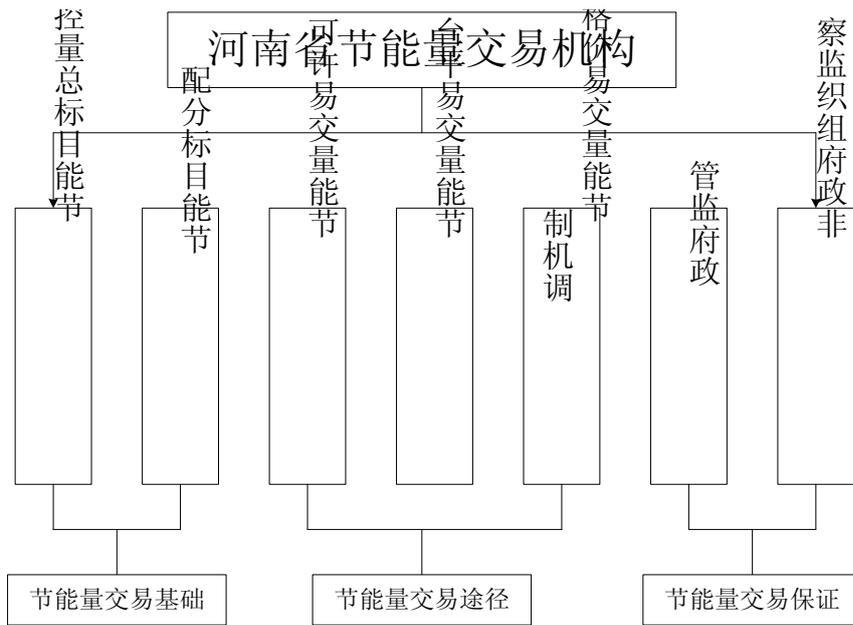


图 6.1 河南省节能量交易实施框架

(3) 总量控制和节能量交易体系分配原则

根据《河南省合理控制能源消费总量预算管理办法（试行）》和《万家企业节能低碳行动实施方案》中确定的省辖市、企业的节能目标，本着公开、公正、公平的原则，将能源消费控制总量、可用增量、预支增量和节能量许可将“十二五”时期目标和年度目标采取免费分配和拍卖相结合的方式分配至各市，90%的可用增量、预支增量和节能量许可免费分配至各市，10%的可用增量、预支增量和节能量许可进行拍卖，各市可根据其完成情况进行自由交易或购买拍卖的可用增量、预支增量和节能量许可，各市将以上指标逐级分配至企业。

建设综合能评信息系统，对新建项目引起的能源消费总量、地区增量进行动态分析。能评阶段增加新建项目对所在地市能源消费总量的影响，并进行量化分析，测算该地“十二五”新增项目能源消费增量控制指数，若控制指数 $\geq 30\%$ ，则可能影响能源消费控制总量和节能目标的顺利完成，则审核部门应责令其通过购买省级用于拍卖的可用增量和节能量许可、市政府间的可用增量、节能量许可、企业间可用增量、节能量许可等以自愿交易形式进行交易，保障该地区的能源消费总量、可用增量、节能目标等指标顺利完成。

对终结者或被淘汰的企业分配的可用增量、预支增量和节能量许可进行没收或让其转让给新加入者，转让规则通过自愿方式进行。

(4) 实施范围、主体和交易类型

以河南省区域的电力和煤炭部门作为节能量交易示范部门,通过“在做中学”的方式,将其实施范围扩至煤炭、电力、钢铁、水泥、造纸、印染等工业部门和万家企业中电力消费部门。

河南省节能量交易体系的供给方主要有:1)超额节能量企业达标者;2)退出性(终业)企业的分配额度;3)节能量证书储备者的出售。

河南省节能量交易体系的需求方主要有:1)未完成达标的企业;2)基于社会责任自愿购节能量证书的企业;3)新加入企业、企业扩建和改建;4)达标企业的储备者。

建设节能量交易系统,节能量交易主体注册为用户,通过此系统进行节能量交易。此系统具有以下三个功能:1)记录和管理节能量交易历史信息的电子系统,2)可通过网络在浏览器操作,3)开设账户者除了在网上可以了解本单位义务履行状况之外,还可以查阅开设账户中记录的信用额度和交易历史。

在推行节能量交易许可制度的基础上,鼓励其通过以下方式进行交易,其交易原理见图2,其中超额完成节能目标的单位可以积极申请节能量许可,将其信息发布至节能量交易平台,以供为完成节能目标的单位通过自愿形式购买相应的节能量许可,确保通过最经济有效的方式合理控制能源消费量。

-
- d) “开口”能源交易；所谓“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。将此部分以“开口”节能量许可证书的形式进行交易。

(5) 柔性补偿机制

河南省实施节能量交易体系以“十二五”时期为第一阶段，以河南省区域的万家企业的节能目标分配节能量许可，允许超额完成节能量的企业将节省的配额用于存储或交易，并允许其跨期使用（可在“十三五”时期使用）。允许储备机制跨期使用可以让企业择机选择企业因改建、扩建和新建所需的配额，或未来进行交易获利。

对于可再生能源的使用和余热余压的回收利用等“开口”能源，以“开口”节能量许可证书的形式进行发放，此类证书仅限“十二五”时期使用，暂不允许跨期使用。

(6) 监测、核实、报告和处罚制度

河南省节能量交易体系中，监测和报告方面由经国家和我省发改委认可的节能服务公司具体执行，节能量的计算依据国家和河南省的标准进行计算，上报至河南省发展改革委等部门获取节能量许可，第三方机构或河南省节能监察中心等相关部门进行全过程动态监督考察。对于未完成节能量同时未履行购买节能量证书的企业给予惩罚，处罚金额应超过节能量市场价格的2倍左右，并且这种惩罚其超额消费的能源量则其跨期完成。对于恶意骗取节能量许可、非法操纵节能量交易市场价格、采用不正当手段交易的单位，由河南省发展改革委等单位做出行政处理，涉嫌犯罪的，依法送司法机关追究其刑事责

第二部分 合成氨行业能效评估实施指南研究报告

1. 前言

本报告依据河南省合成氨行业节能潜力分析研究的基本情况汇总分析，针对煤头合成氨生产企业能效评估的程序、步骤和要点，以及评估文件的编制要求进行了说明，为以固定床为气化工艺的煤头合成氨企业开展能效评估提供参考。

1.1 能效评估介绍

本报告定义的能效评估是指依据国家有关的节能法规和标准，对企业和其他用能单位能源利用情况和效率进行的检验和分析评价，是吸收能源审计、能效对标、能源管理体系优点建立的对企业能源系统分析、用能机制考察和企业能源利用状况评价为一体的科学方法。

能效评估依据国家的能源法律、法规、标准规定的程序和方法，对用能单位（单元）的能源生产、转换、消费和管理进行全面检查和监督，以促进节能、制止浪费，不断提高能源利用率和经济效益，从而辅助用能单位完善能源管理体系、挖掘节能潜力，实现“节能、降耗、增效”的目的。

实施能效评估：

- 提高企业对自身能源利用情况的熟悉和了解程度
- 辅助企业寻找合成氨生产过程中能源利用差距
- 有利于企业加强能源管理
- 便于企业提高经济效益和社会效益

1.2 适用范围及概念界定

一、适用范围

本能效评估实施指南根据河南省合成氨生产企业实际情况为基准编制，参考

《合成氨单位产品能源消耗限额》GB21344-2008 标准、《河南省企业能源审计暂行办法》及其他节能法规标准执行。适用于以无烟块煤、各种型煤等为主要原料，采用固定床造气工艺的合成氨生产企业的能效评估。

二、术语及概念

合成氨生产企业：指以煤为原料，利用合成塔生产合格的液氨产品的化工企业。

合成氨产量：指评估报告期内，经合成塔生产并分离出来的合格的氨产品的总量，包括生产中回收和自用的量。

合成氨综合能耗：指报告期内，生产合成氨所消耗的各种能源及耗能工质的综合能耗之和，其计算依据参考《综合能耗计算通则》GB/T2589-2008 标准。

合成氨单位产品综合能耗：是指合成氨工艺消耗的各种能源转换为标准煤之和与报告期的合成氨产量之比。其计算公式为：

$$\text{单位产品综合能耗 (tce/t)} = \frac{\sum \text{消耗各类能源} - \sum \text{回收利用的各类能源}}{\text{合成氨产量}} \quad (1.1)$$

能效对标：是指企业为提高能效水平，与国际国内同行业先进企业能效指标进行对比分析，确定标杆，通过管理和技术措施，达到标杆或更高能效水平的节能实践活动。

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

能源管理体系：是从体系的全过程出发，遵循系统管理原理，通过实施一套完整的标准、规范，在组织内建立起一个完整有效的、形成文件的能源管理体系，注重建立和实施过程的控制，使组织的活动、过程及其要素不断优化，通过例行节能监测、能源审计、能效对标、内部审核、组织能耗计量与测试、组织能量平衡统计、管理评审、自我评价、节能技改、节能考核等措施，不断提高能源管理体系持续改进的有效性，实现能源管理方针和承诺并达到预期的能源消耗或使用

目标。

2. 合成氨生产的能耗结构

2.1 河南省合成氨行业基本情况

合成氨是化工行业五大重点耗能行业（合成氨、烧碱、纯碱、电石、黄磷）之一。2007年，全国合成氨行业综合能耗占化工行业能源消耗总量的30%，河南省合成氨占化工行业总能耗的比重更高。近年来，河南省合成氨行业能耗虽然逐年下降，但仍占到河南省化工行业总能耗的40%左右。

为提高合成氨行业能效水平，河南省已于2010年上半年制定了化工产业“十二五”发展规划，作为合成氨行业发展的指导政策，规划中提出了河南省将不断提高装备技术水平，通过加强资源整合、淘汰落后产能、严格市场准入、改善产业、产品结构、实现规模经济、提高产业集中度等手段，发挥我省发展氮肥工业的资源优势和农业大省市场潜力，鼓励企业兼并重组和采用园区化、上下游一体化发展模式，改善企业组织结构。通过推进结构调整，切实转变经济增长方式，增强行业可持续发展能力。并提出到“十二五”末吨氨综合能耗小于1.6吨标准煤的节能目标。

在实际实施过程中，河南省合成氨行业内已完成了多项节能技改活动，提高行业整体的能源利用水平。由于合成氨生产过程具有工艺复杂、余热余压资源丰富、生产设备效率差异较大的特点，行业内节能技改主要从余热利用、高效技术与装备推广应用和生产自动化控制等方面开展。

在余热利用方面，在行业内基本普及了锅炉工段的热电联产项目；对造气吹风气回收、半水煤气潜热显热等余热资源普遍进行了回收；部分企业已经利用溴化锂制冷技术等回收低位能余热制冷，降低半水煤气入压缩机温度，提高打气量。在合成工段普及了合成气余热回收产生蒸汽、加热废锅给水，并对变换余热与合成余热回收形成余热回收体系。

在新高效技术与装备应用方面，造气工段逐步开展了以型煤替代优质无烟煤的能源替换技术改造，并对造气和锅炉风机利用低压蒸汽透平实现能量梯级利用。在脱硫工段采用高效脱硫剂或干法脱硫，进行硫磺回收。变换工段较多采用

中低低、全低变变换技术，降低能耗。脱碳工段推广采用能耗更少的变压吸附脱碳技术，并利用脱碳液余压驱动水力透平提高能源利用水平，并实现脱碳液闪蒸回收。逐步推广和采用了醇烃化、醇烷化高效净化技术。在合成工段普遍使用低压合成氨技术，并采用了合成弛放气氨回收、氢回收，氨罐放空气氨回收等技术。

在生产自动化控制方面，大部分企业采用了全厂 DCS、PLC 集成控制系统，普及了造气炉氢氮比自调、炉况自动寻优等自动化控制系统，主要生产岗位如造气、变换、甲醇、压缩、合成均已实现生产自动化。采用先进的生产管理系统，达到稳定生产、提高产品产量和质量、降低消耗、降低成本、获取最大经济效益的目标。部分企业运用了信息化综合平台，进行生产的协调、统计、分析、优化，实现优化生产和优化操作的目标，达到节能的目的。

节能减排的政策环境和种种节能技改活动的实施对河南省合成氨行业能源利用水平的提高起到了促进作用。但是，根据我省合成氨行业发展实际情况，仍需建立和完善更加适合我省实际的能效评估实施指南，帮助企业了解自身的能源利用情况，寻找节能潜力，进一步促进能源利用水平的提高。

2.2 合成氨行业能耗组成

目前，河南省合成氨生产主要工艺是较为传统的以煤为原料固定床间歇制气，通过中低压变换、高压精制（包括“双甲”工艺或醋酸铜精炼）制合成气，最后高压合成合成氨的工艺路线（根据发展情况，预计在“十二五”中期将建成投产 3-5 家大型先进煤气化工艺的合成氨生产企业，预计产能约占河南省总体产能的 30%左右）。目前合成氨生产的典型工艺路线如图 2.1 所示。

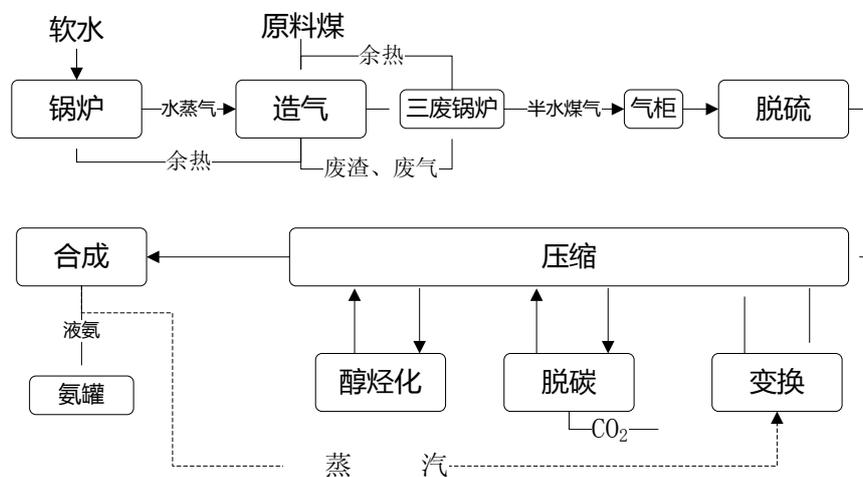


图 2.1 河南省合成氨主流工艺流程示意图

由合成氨生产工艺流程可知，煤头合成氨工艺复杂，路线较长，各工段功能明确、界限清晰。根据合成氨工艺的特点，有必要将合成氨能效评估活动分为设备、工序（工段）、工厂三个等级进行评估。

2.2.1 合成氨生产的能源消费结构

我国特有的能源禀赋决定了合成氨行业以煤为原料的合成氨生产路线占据主导地位，根据能耗统计的相关规定，原料煤也计入合成能源消费统计范围，因此，煤炭是合成氨生产企业必不可少的主要能源种类。

从能源消费来看，合成氨生产企业还需要大量的机泵设备运行，如罗茨风机、空压机、循环水泵等设备，主要依靠电力驱动，少量企业利用富余蒸汽驱动机泵设备。

从水的消耗来看，合成氨生产企业消耗大量的工艺用水和循环冷却水。工艺用水主要由锅炉工段生产蒸汽及其他副产蒸汽工段或设备消耗。循环冷却水用于换热设备，损耗主要来自于冷却塔的损失、换热消耗及泄露损失。

合成氨生产过程中还消耗少量的油类等能源种类。

表 2-1 合成氨生产用能品种及数量

序号	能源种类	目的	备注
1	燃料煤	锅炉生产蒸汽	锅炉工段，一般为烟煤、沫煤。
2	原料煤	制备合成所需H ₂	造气工段，一般为无烟煤、型煤
3	蒸汽	提供热源或动力	需要使用蒸汽的设备
4	电	驱动机泵设备	高低压设备均有，部分有自发电
5	水	制备脱盐水、冷却	
6	其他	辅助运行	

注：能源种类参考《综合能耗计算通则》要求统计。

2.2.2 合成氨生产能效指标

能效指标是衡量能效水平的量化标准。目前，评估合成氨能效水平主要依据单位产品综合能耗这一指标进行对比分析。国家及主管部门分别发布了指导性的

数据作为限制或指导合成氨生产企业提高能效的依据。该指标集中反映了合成氨生产的最终能效水平，具有较强的横向可比性。同时，由于合成氨生产流程复杂、工艺路线较长，过于综合性的指标并不利于生产企业了解自身的能源利用过程，查找节能潜力。因此，单位产品综合能耗应作为评估合成氨能效水平的重要依据，同时也应评估其他相应的指标作为补充，以更好的反映企业能源利用过程中的能效水平。

表 2-2 合成氨主要能效指标数据

原料类型	国家标准		地方标准		
	能耗限额 (kgce/t)	准入值 (kgce/t)	能耗限额 (kgce/t)	达标值 (kgce/t)	准入值 (kgce/t)
无烟煤	≤900	≤1500	≤1800	≤1700	≤1500
型煤	≤2200	≤1800	≤2100	≤1900	≤1800
天然气	≤1650	≤1150	/		/

如图 2.2 所示，企业的运转关系为设备→工序（工段）→工厂，企业能效水平在设备、工序（工段）、工厂三个层级之间有着递进、互相影响和制约的关系。设备能效是提高能效的基础、工序（工段）的能效水平对总体能效又有着千丝万缕的关系。因此，本报告将能效评估分为设备、工序（工段）、工厂三个等级，分别从能源消耗的物理过程和财务过程进行分析，利用数据之间的逻辑关系，捋顺出直接影响到单位产品综合能耗的因素。从而保证在可横向对比的同时，也满足企业了解自身能源利用情况、查找节能潜力的需求。



图 2.2 工厂、工序、设备能效水平关系

(1) 工厂

在实施能效评估时，首先需要根据实际情况划分出系统边界，找出评估范围。如合成氨生产企业通常是化肥企业，合成氨只作为中间产品出现，其最终产品通常为尿素、复合肥等产品，极少把合成氨作为最终产品。因此，在开展能效评估时有必要划分出系统边界，避免能源统计范围的扩大或缩小。从而能更加准确的划分出合理的工序（工段）。

如图 2.3 所示，在确定合成氨生产企业的工厂级能效评估时，范围应仅仅界定在合成氨生产过程。不在范围之内的能源消费不应统计在合成氨生产过程中。如精制工艺采用了醇烃化工艺，副产粗甲醇产品的，则应当把甲醇产品依据相应的规则加以拆分。

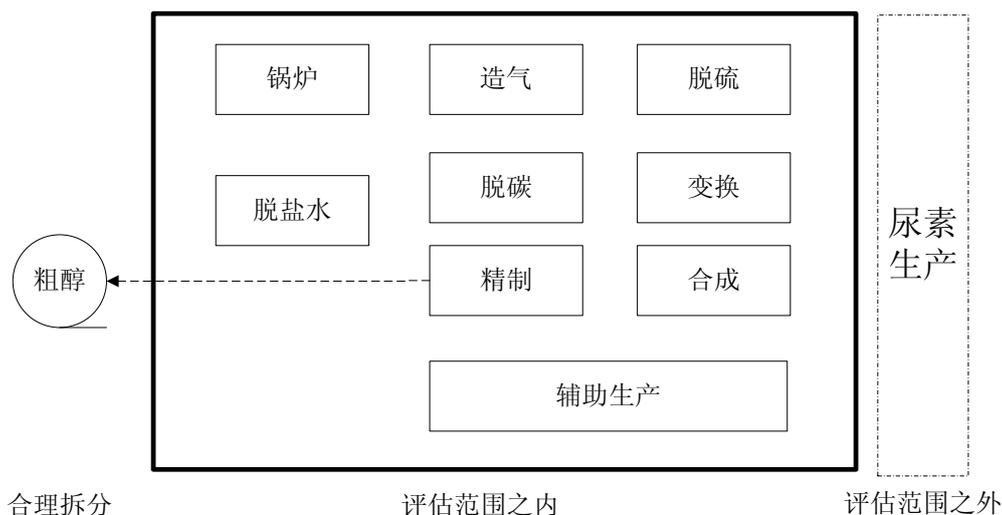


图 2.3 系统边界的确定

在进行合成氨生产企业能效评估时，应首先确定能效评估对比标准。通常，对比标准包含三个类型：国家及行业标准（合规性检验）、标杆企业能效水平（先进性检验）、体系内能效水平（系统合理性检验）。工厂级能效评估实施应当在明确评估范围之后，以项目单位产品综合能耗为计算依据，增加能效指标的可对比性。项目单位产品综合能耗指标依据《综合能耗计算通则》相关规定执行。

合成氨单位产品综合能耗为：

$$e = \frac{E}{M} \quad (2.1)$$

其中，E 为综合能耗，单位为 kgce，M 为合成氨合格产品产量，单位为 t；其中，

$$E = \sum_{i=1}^n (E_i \times k_i) - \sum_{j=1}^m (E_j \times k_j) \quad (2.2)$$

式中：

E—合成氨综合能耗，单位为千克标准煤(kgce)；

E_i—合成氨生产过程中输入的第 i 种能源实物量；

k_i—输入的第 i 种能源的折标准煤系数；

n—输入的能源种类数量；

m—输出的能源种类数量。

E_j—合成氨生产过程中输出的第 j 种能源实物量；

k_j—输出的第 j 种能源的折标准煤系数

检验被评估企业单位产品综合能耗指标之后，可依据所选对比标准，分类型计算各项能效指数，计算依据为：

$$\text{能效指数} = \frac{\text{评估单位单位产品综合能耗}}{\text{对比标准单位产品综合能耗}} \times 100 \quad (2.3)$$

表 2-3 能效指数判断依据

能效指数范围	能效水平	备注
≤100	先进	评估单位能效先进或对比标准选择得当
108≤EEI<100	达标	与对比值差距较小，仍有一定改进空间
108≤EEI<118	合格	存在改进空间
EEI>118	不合格	与对比值差距明显，具有较大改进空间

(2) 工序（工段）

在找出评估范围后，依据企业实际情况如工序、车间等因素进行划分，适度的减少单项评估内容的复杂程度。本报告基于 Excel 2010 设计了合成氨能效评估实施指南操作工具，设置了工序（工段）采集表，该表格包含了河南省煤头合成氨生产企业的基本工艺流程，在实施能效评估的过程可依据企业的实际情况自由的选择是否包含该工段或副产品，评估工具会依据是否包含的内容筛选出设备的应填写的属性数据。通过对工序（工段）的筛选、设备属性的关联，把工序（工段）能耗与设备能耗进行关联，使数据之间实现交叉验证。

表 2-4 合成氨工序（工段）采集表

工序（工段）	是/否	副产品	是/否
锅炉		粗醇	
造气			
脱硫			
变换			
脱碳			
铜洗			
精炼			
醇烃化			
合成			
其他			

在进行工序（工段）能效评估期间，可依据下表所示主要内容和流程进行评估。其中，工序能耗的数据可由企业统计数据、所属设备能耗累加两种途径取得。在进行能耗数据分析时，需注意对数据的交叉验证。

工序（工段）能耗具有一定的特殊性，不同的企业由于工艺要求不同，会导致能耗有所不同，故在工序（工段）能效分析过程中，需注意采集工艺要求指标，将工艺要求指标纳入到能效指数考核的参考依据中，予以调整。避免忽视对系统整体能效造成的负面影响。

表 2-5 工序（工段）能效评估要求

项目	内容
能源使用流程	进入→转换→使用→副产
工艺要求	定性分析，重点在于系统间的合理搭配
能耗数据	定量与定性相结合，建立数据统计体系
对比标准	选定值
能效指数	结合工艺要求，计算评价

工序（工段）单位产品综合能耗数据应当参考合成氨综合能耗计算要求进行统计分析。其中，工序（工段）产品数量为该工段加工的合格的主要产品（中间产物）的数量，能耗为进入该工序（工段）的各类能源的累加值并扣除副产利用的能源。计算公式如下：

$$\text{工序(工段)单位产品综合能耗} = \frac{\text{输出的合格产品数量}}{\sum \text{消耗的能源数量} - \sum \text{回收利用的能源数量}} \quad (2.4)$$

(3) 设备

设备直接影响到能源利用水平，掌控设备能效是提升企业能效的基础。结合对河南省合成氨行业的分析研究，合成氨生产企业通常已经具有较为初级但完备的设备管理和统计体系。如同工序（工段）采集表，本报告设计了设备采集表。该表格的设计参考了河南省合成氨企业的一般情况，合成氨生产企业的设备管理已经具有一定基础，但有分散管理的特点。因此，在实施评估过程中，有必要把设备台账统一采集，保证不漏项、不重复。

同时，本报告在对设备分析的过程中引入了设计能耗，在实际的评估过程中，企业已经设备计量器具的配备和管理情况，选择从数据资料或便携式检测设备现场检测，把实际值与设计值进行比较分析，可以直观的反映出设备是否达到了设计水平或设计冗余过大，以便从生产管理中及时的找出问题所在，制定相应的节能技改方案。

在对设备能效指标进行分析评估时，需采集设备概况、设计值（额定值）、统计值、监测值等指标。通过数据之间的交叉验证，判断设备是否存在冗余、运转不良等情况。合成氨企业较多设备为机泵等用电设备，通过对设备能耗数据的交叉验证，结合运行工况能够较为清晰的判断是否可以实施变频改造等节能技改，并预期估计其节能潜力和效益。

表 2-6 设备能效分析要求

项目	内容
设备概况	定性分析（时间、工况等）
设计值	判断设备冗余
统计值	交叉验证
监测值	交叉验证
对比值	选定值
能效指数	结合设备概况，计算评价

3. 能效评估基本流程与实施

3.1 能效评估基本流程

能效评估需要依据国家的能源法律、法规、标准规定的程序和方法，对用能单位（单元）的能源生产、转换、消费和管理进行全面检查、评估，以促进节能、制止浪费。因此，开展能效评估活动必须依据相关规定的流程和方法执行，使各合成氨生产企业的评估结果具有可比性。

本报告定义的能效评估需要吸收能源审计、能效对标、能源管理体系的优点，取长补短，从而使生产企业能够熟悉自己的能源利用情况。因此，本报告制定的能效评估流程参考了以上方法在实施过程中的流程，并加以优化。

本报告认为能效评估基本流程可分解为：计划实施、组织准备、制定方案、实施评估、编制报告、反馈结果，共 6 个阶段。在不同的阶段需要开展不同的工作，能效评估的基本流程可参考图 3.2。

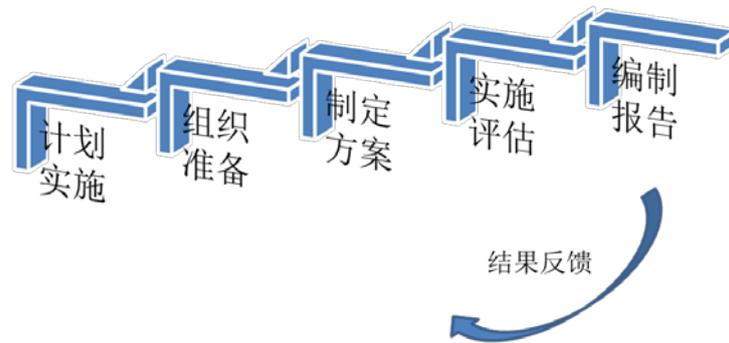


图 3.1 能效评估阶段

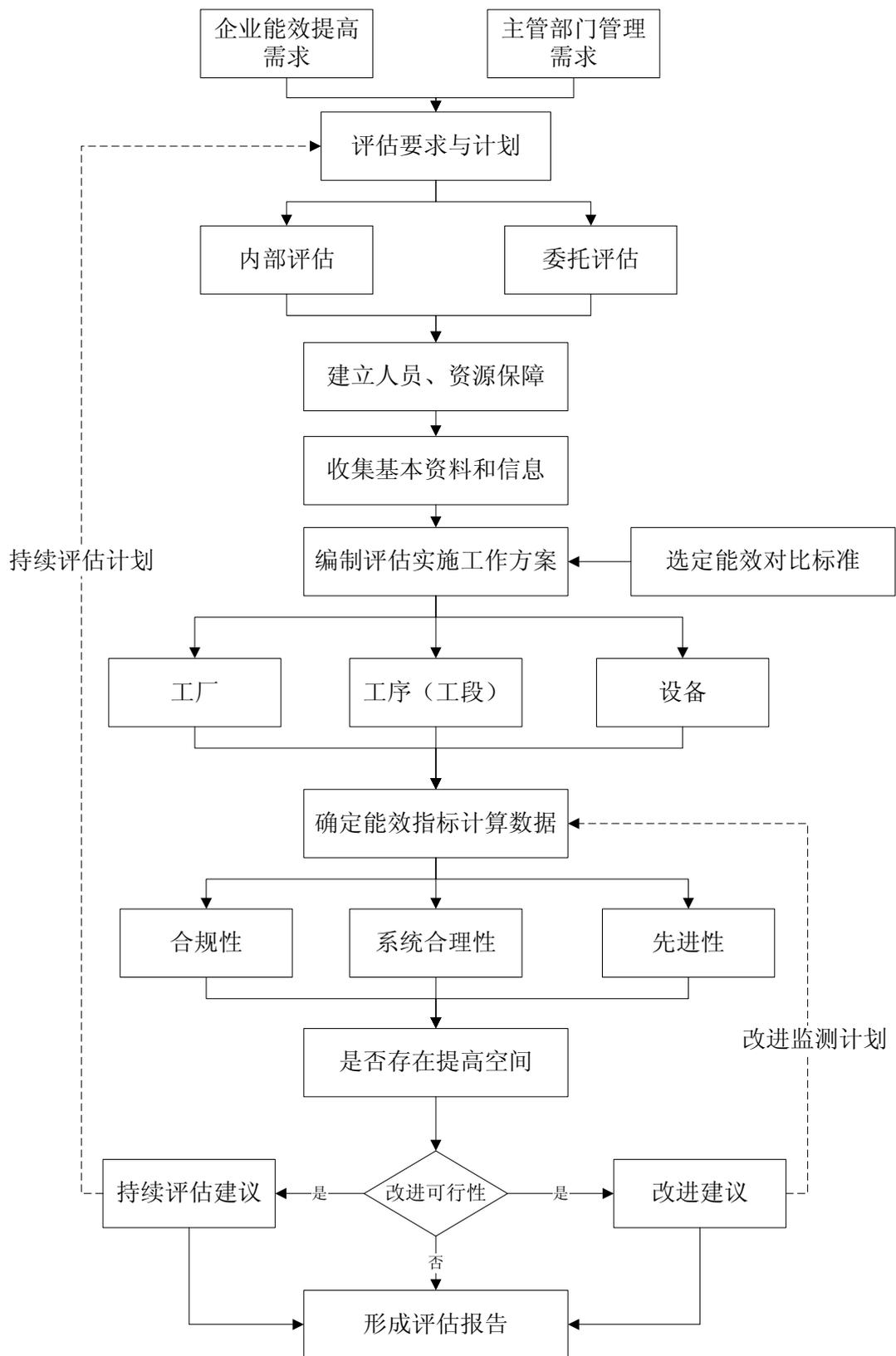


图 3.2 能效评估基本流程

3.1.1 计划实施

计划实施由企业实施能效评估的需求激发，通常实施需求来自企业自身提高能效水平或主管部门出于节能管理而要求企业进行能效评估两个方面。实施的方式有企业自身实施评估和委托评估两种形式。通常，企业出于提高自身能效水平采用自我评估，而主管部门则通常采用委托的形式实施评估。

计划实施阶段的主要工作内容包括：

- 1、明确计划实施的需求来源，确定采用的实施形式；
- 2、如采用委托形式，则需选择具有评估能力的第三方，并出具委托书，建立委托关系；
- 3、依据实施需求，明确评估范围，形成能效评估的目标和要求，下达能效评估实施计划。

3.1.2 组织准备

一旦确定了能效评估实施计划，评估方（企业自身或第三方）需依据实施计划开展组织准备工作。组织准备工作的重点在于：

- 1、加强信息沟通 and 交流，明确、准确的传达实施计划的内容和要求：
 - 1) 企业自评：评估组织者需要与上下级参与部门沟通协调，把计划传达到参与者或部门，避免评估中出现意外。
 - 2) 委托评估：第三方与企业积极交流，提出需求；
- 2、建立资源保障，筹备组建评估小组。依据评估内容建立评估开展的资源准备工作，包括参与人员名单确定、劳务等资源的保障：
 - 1) 企业自评：依据评估计划，组织企业内部涉及到的管理、生产部门负责人、操作人员共同组成；
 - 2) 委托评估：依据实施计划和交流沟通的信息，按照企业所属行业和评估需求，组织相关专业的人员参与评估。
- 3、整理、核查资料

评估人员根据企业的能源消耗原始资料、设备台账、购入台账、管理情况等内容，核实用能单位提供资料的真实性和准确性，并根据核查结果对所提供的资

料进行相应的修正和补充。资料整理核查还需要核查实施计划确定的评估范围是否合理，同时确定评估重点对象和工作方法。

4、召开能效评估动员会

召开涉及的部门主管人员参加的动员会，明确能效评估的目的，发动员工积极配合参与能效评估工作，消除能效评估的思想顾虑。

3.1.3 制定方案

依据实施计划和资料核查结果，制定实施的方案，方案需包括以下内容：

- 1、编制实施计划进度：如需现场检测，选择尽量不影响生产的时间安排评估计划；
- 2、文件化评估范围和要求：把评估的范围和要求以文件形式，传达到参与评估人员手中，确保评估目标实现；
- 3、选择评估方法和形式：依据评估目标和资料完备程度，确定采用资料审查、现场检测的工作形式，明确采用的评估方法。
- 4、选定评估标准：判定能效的合规性，同时依据企业的自身情况，合理选择评估标杆，为查找可实现的节能潜力奠定基础。

3.1.4 实施评估

依据工作方案，结合能量平衡、物料平衡的原理，对企业的能源利用状况进行评估分析，评估过程借鉴能源审计的工作方法，主要从以下几个方面开展工作：

1、依据工厂、工序（工段）、设备三个等级，基于过程控制的原理，将能源利用的全过程分为能源输入、加工转换、输送分配、最终使用四个环节。其中，能源输入指净输入能源。

2、重视能源利用过程中的能源种类、技术工艺、设备、过程控制、管理、员工等六个方面的输入，以及得出产品和废弃能的输出这八个方面的详细评估。

3.1.5 编制报告

在实施能效评估后，需要形成评估报告，以便生产企业用于制定节能技改措

施和方案。根据评估活动的在明确了合成氨能效评估范围、流程和方法，依据相应规则实施评估后，需要编制完成评估报告。为更加全面、准确的反映出合成氨生产企业的能效水平，能效评估报告一般应包括下列内容：

- （一）主要参加人员；
- （二）评估范围和要求；
- （三）企业概况；
- （四）工艺概况；
- （五）能源管理体系；
- （六）能效指标计算；
- （七）主要节能潜力和节能措施经济性分析；
- （八）结论

3.1.6 结果反馈

依据实施计划要求，将报告提交给企业及相关管理部门作为后续能效提高或管理的依据。

3.2 能效评估实施

3.2.1 能效评估主要方法

合成氨行业由于其复杂性，能效评估通常较为复杂。为统一评估方法和和计算内容，本报告依据能效评估的流程，基于 Excel 2010 设计了能效评估辅助工具（测试版），该工具吸收了标准对照、能效对标（类比分析法）、专家判断法等，可根据项目特点选择使用一种或多种方法。主要采用的评估方法简介如下：

标准对照：是指通过对照相关节能法律法规、政策、技术标准和规范，对项目的能源利用是否科学合理进行分析评估。评估要点主要有：项目总体能效水平与能耗限额标准进行对比；主要用能设备与能效标准进行对比等。

能效对标（类比分析法）：是指选定符合自身情况的标杆企业，通过与标杆企业进行对比，分析判断所评估企业的能源利用是否科学合理。类比分析法应判断所参考的标杆企业能效水平是否达到先进或领先水平，同时企业是否能够实现

这个目标。评估要点与标准对照法类似。

专家判断法：是指利用专家经验、知识和技能，对能源利用是否科学合理进行分析判断的方法。专家判断法适用于在没有相关标准和类比工程的情况下。采用专家判断法，主要从管理水平和用能设备的技改方案方面进行分析。

3.2.2 能效评估辅助工具

合成氨企业由于其工艺复杂性，导致了能效评估活动开展起来较为复杂。同时，生产管理部门通常仅对本部门的设备运行情况熟悉，缺少对全厂设备能效和运行状态的了解。与此同时，合成氨行业已经初步具备了能源管理机制，可以满足对全厂能源利用过程全面分析的基本要求。

因此，本报告基于 Excel 2010 设计了能效评估辅助工具（测试版），可以帮助企业了解自身能源利用情况，实现快速能效自评。同时，也使复杂的能效评估过程可以统一和标准化，使评估数据更具有可比性。

该工具设计原理如图 3.2 所示：企业的能效水平通过单位产品综合能耗指标反映。单位产品综合能耗的大小最终由工艺过程和设备能耗决定。

因此，利用河南省合成氨行业已经具备的能源管理基础，可以获得较为完备的设备台账。在设备台账的基础上，通过安装位置将工序（工段）与设备关联起来。利用设备能耗反算出工序能耗。与工序的计量数值比较，可以用作交叉验证。能效本指南确定的能效评估体系从工厂、工段（工序）、设备三个层面，选取产品与能源消耗指标、工艺与设备指标、管理与计量指标、制度与规范指标 4 个类型共 33 项指标作为合成氨生产企业能效评估评价指标。这些指标的高低将反映企业的总体能效水平、重点工序的能效水平、重点用能设备的能效水平及能源管理制度的完善程度。

从设备层面上，辅助评估工具将设备分为电力驱动和非电驱动两大类，有利于较为精确地计算电力驱动的机泵设备能耗，使实际数据更接近真实值。设备能耗可利用设备台账中的铭牌参数计算出设备的设计能耗。如在电力驱动设备中，铭牌参数中包含功率、功率因素等数据，利用电力三角函数关系可计算出有功功率、无功功率、视在功率等基本参数。同时设备运行状态等因素，可以估算出设备年运行时间。结合设备的需要系数即可得到设计电耗。将设计电耗与设备的实

际运行能耗比较即可发现设备是否达到了设计能效，从而有针对性的筛选出需要实施节能改造的设备。若标杆企业存在类似的设备可做参考，则更有利于判断设备的能效水平。详细计算公式见附件。



图 3.3 能效评估辅助工具的分级原理

该工具主要由以下几个 Excel 数据表组成，分别采集不同的数据和评估所需的内容：

表 3-1 合成氨能效评估辅助工具（测试版）简介

序号	内容	简介	备注
1	封面	启动界面	
2	使用说明	介绍工具的基本情况和操作方法	
3	企业基本信息	采集企业基本情况的数据表	
4	评估范围确定	确定评估范围	
5	工厂	确定企业评估年能源消耗及产品产量	指评估范围的能源消耗
6	设备（非电）	确定能源种类不是电力的设备能耗	
7	设备（电力）	确定电力驱动的设备能耗	
8	节能措施	采集常规的节能措施及参数	
9	管理水平	依据 PDCA 设计管理水平问卷	尚在改进
10	折标系数	内置主要能源品种的折标系数	系统参数，隐藏属性
11	法规标准	内置合成氨行业的限定值，判断能效水平是否合规	系统参数，隐藏属性
12	报告卡	摘要数据分析结果	


```

With sh
.Protect Password:="nengping2012v1.2"
End With
Next
End Sub

```

由于该工具是在 Excel 2010 环境下通过 VBA 设计实现的，实际使用中需要 Excel 2010 软件环境，同时需要启用宏。

工具操作相对比较简单，与企业能源利用和统计流程基本一致，如图 3.4 所示，即该工具的使用流程和所需的参数。



图 3.5 能效评估辅助工具的操作流程

4. 应用案例

4.1 应用案例选择

本报告在研究和实施过程中不仅得到了美国能源基金会的大力支持，同时也得到河南省发改委、合成氨生产企业及各方专家的大力支持。在研究过程中，在我省合成氨企业的支持下，选择了 5 家合成氨生产企业，依据合成氨能效评估实施指南完成了能效评估活动和辅助工具的测试工作。

4.2 应用成效

通过对 5 家合成氨企业的能效评估，发现河南省合成氨行业经过了多年的发展，能效水平仍有提高空间。以固定床制气为基础的造气工艺经逐步改进已发展到一定水平，炉体、炉蓖等设备通常实施了改造。加大了自动加焦装置的普及率。净化的工艺路线也一定程度上得到了优化。机泵设备的变频改造已有较大程度上的普及。同时，基本上具有建设能源管理体系的基础条件，对能源利用效率均较为重视，管理水平相对较高。

通过对案例企业的能效评估活动的实施，依据能效评估实施指南可以满足评估的基本需求。设计的辅助工具可以帮助寻找节能潜力，但仍有待改善。

基于过程控制和已有设备台账的能效评估能够较好的发现设备运行状态的偏差。对案例企业的数据汇总分析发现，5 个案例企业设备台账总数量为 1268 台（套），其中，识别出主要用能设备 368 台（套），发现设备运行能耗高于设计值的有 127 台（套），可以通过改变设备运行和管理方式实现节能。

通过实施能效评估，案例企业间能效水平差距明显，先进值已达到 1288tce/t，落后值仍在 1430tce/t。其中工序（工段）的差异、设备运行状态的差异和管理水平是决定因素。

评估过程中共提出 22 条节能技改方案，全部实施后，预计可实现节能量 16800tce，实现节电 5800 万 kWh。

结合评估过程，采集了评估工具的局限性和缺点，经优化改良后，可辅助企业进行能效自评，实现能效水平的不断提升。

5. 致 谢

本课题在美国能源基金会中国可持续能源项目资助下，得到了河南省主管部门、合成氨生产企业和各方专家的大力支持。

在研究工作中，得到了各方领导和专家的大力支持与帮助，使得研究工作能顺利进行并取得了阶段性成果。在此，一并向各位领导、专家及参与人员表示感谢。

附件 1：能效水平评估参考依据

合成氨能耗限额标准

原料类型	国家标准		地方标准		
	能耗限额 (kgce/t)	准入值(kgce/t)	能耗限额 (kgce/t)	达标值 (kgce/t)	准入值 (kgce/t)
无烟煤	≤1900	≤1500	≤1800	≤1700	≤1500
型煤	≤2200	≤1800	≤2100	≤1900	≤1800
天然气	≤1650	≤1150	/		/

工信节函[594]号文件能效标杆数据

序号	指标名称	单位	能效标杆指标	备注
1	优质无烟块煤综合能耗	Kgce/t	1420	
2	型煤综合能耗	Kgce/t	1650	
3	原料煤耗(优质无烟块煤)	Kgce/t	1180	
4	原料煤耗(型煤)	Kgce/t	1410	

专家判断法预测数据

指标	2010		2015	
	先进值	平均值	先进值	平均值
产品综合能耗	1200	1450	1100	1350
产量	440		500	

附件 2：主要指标计算公式解析

1、合成氨产量：

指企业在报告期内，经氨合成塔合成并加以分离、回收、利用的氨。以无水液态氨为最终计量状态。合成氨产量包括：厂内各用氨单位的使用量、销售的商品液氨量、合成氨生产过程中的自用量（净化与脱硫用）以及氨罐驰放气、合成放空气、中间槽解析气等气体回收的氨水含氨量（按回收产品折氨 100%计）。合成氨产量不包括：冰机自用氨损失量；净化、氨水脱硫回收的氨水含氨量；碳化清洗塔及回收塔出来的氨水含氨量。合成氨产量可采用仪表计量或以最终含氮产品的产量折算。

2、合成氨综合能耗：

合成氨综合能耗等于合成氨生产过程中所输入的各种能量减去向外输出的各种能量。

$$E = \sum_{i=1}^n (E_i \times k_i) - \sum_{j=1}^m (E_j \times k_j)$$

式中：

E—合成氨综合能耗，单位为千克标准煤(kgce)；

E_i—合成氨生产过程中输入的第 i 种能源实物量；

k_i—输入的第 i 种能源的折标准煤系数；

n—输入的能源种类数量；

m—输出的能源种类数量。

E_j—合成氨生产过程中输出的第 j 种能源实物量；

k_j—输出的第 j 种能源的折标准煤系数；

3、合成氨单位产品综合能耗

合成氨单位产品综合能耗等于报告期内合成氨综合能耗除以报告期内合成氨产量。

$$e = \frac{E}{M}$$

式中：

e—合成氨单位产品综合能耗，单位为千克标准煤每吨 (kgce/t)；

E—合成氨综合能耗，单位为千克标准煤(kgce)；

M—报告期内合成氨产量，单位为吨 (t)；

4、合成氨联甲醇煤耗分摊方法：

合成氨联产甲醇企业，氨与粗醇（100%）单位产品消耗原料的比按 1:1.06 分摊共用的原料。

$$\text{合成氨煤耗} = \text{醇氨耗全煤总量} \times \frac{\text{合成氨产量}}{1.06 \times \text{粗甲醇(折100\%)}\text{产量} + \text{合成氨产量}}$$

5、设备用电量计算的三角函数公式：

$$P_{js} = P \times K_x$$

$$\cos \phi = \frac{P_{js}}{S_{js}}$$

$$S_{js} = \sqrt{P_{js}^2 + Q_{js}^2}$$

附件 3：合成氨主要节能技术摘要

节能技术	可实施工序 (工段)	技术简介
造气炉整体改造技术	造气工段	该技术包括造气炉扩径、夹套加高、出口管的移位、适合不同煤种的专用炉篦、炉底转动装置采用变频器进行调速控制等整体配套改造。改造后可明显提高造气炉的制气强度，降低煤耗。
高效造气鼓风机	造气工段	根据各种造气炉炉径、煤种、发气量要求、系统配套设备与管道阻力的不同，综合考虑合理选择风机，既要足够满足制气吹风的风量要求，又要防止风量过大而造成吹风气带出物增多。
自动加焦(煤)机技术	造气工段	使用该技术可节省停炉时间，连续制气、减少热量损失，缩短吹风时间，提高单炉发生量，并有利于稳定炉温与气体成份，降低吨氨煤耗，减轻操作工的劳动强度，减少事故发生。
油压微机控制、炉况监测与系统优化技术	造气工段	使用该技术可合理调节控制造气循环分配时间、入炉蒸汽量、氢氮比和加煤、下灰等，能对造气炉的炉况全面监测并进行闭环调优，进而优化生产状态，达到造气系统高产、稳产、低耗的目的。
高效除尘器	造气工段	选用低阻的高效旋风除尘器，可提高煤气的除尘效率，减少飞屑的损失与设备管道的磨损。
集中式回收上、下行煤气余热	造气工段	采用一台集中式对应多台造气炉的热管型余热回收器回收上、下行煤气余热，有利于降低系统阻力及提高余热回收率。
集中式高效洗气塔	造气工段	采用一台集中式高效低阻填料洗气塔来取代常用的一台造气炉配一台的空塔喷淋式洗气塔，有利于降低系统阻力与提高洗涤冷却效果，并可减少 15%~20%的冷

		却水与污水处理量。
提高入炉蒸汽品质	造气工段	入炉蒸汽采用过热蒸汽，有利于制气过程中炉温的稳定，提高蒸汽分解率与单炉发气量 5%~8%，降低吨氨原料煤与蒸汽消耗量。
吹风气余热回收	造气工段	借助合成弛放气助燃，采用集中式燃烧炉吹风气回收技术，回收造气吹风气的显热与潜热，副产过热蒸汽。有条件的企业可采用三废流化混燃炉技术将吹风气与造气炉渣结合在一起，回收利用副产过热蒸汽，搞热电联产，有利进一步提高节能效果与经济效益。
降低造气系统阻力	造气工段	单炉发生量提高，对于配套的管道与阀门的口径也需相应放大，管道配置尽量减少弯头，配管流向要合理，对洗气塔的煤气管插入深度等需进行相应的调整，这样有利造气炉的制气与节约鼓风机电耗。
高效脱硫剂与防堵 低阻脱硫塔	脱硫工段	采用高效脱硫剂及不易堵塔的低阻脱硫塔，提高脱硫效率，减少脱硫液循环量，降低电耗。配置相应足够停留时间的再生槽与足够空气吸入量的喷嘴。只有在确保停留时间与足够空气量的情况下才能提高再生效果，同时保证贫液的质量，从而提高脱硫效率。
采用高效溶液过滤器	脱硫工段	可提高脱硫液洁净度，提高脱硫效率，并可减轻熔硫釜的生产负荷，节约蒸汽消耗。
节能型全低变与中 低低变换工艺	变换工段	在采用宽温钴钼低变催化剂的前提下，根据企业生产条件的情况不同，可采用节能型全低变或中低低变换工艺。该工艺变换率高、流程简单、阻力小、蒸汽消耗少，吨氨蒸汽消耗分别达到 $\leq 250\text{kg}$ 与 $\leq 350\text{kg}$ 。
涡轮机组回收动力	脱碳工段	在湿法溶液脱碳工艺中，在一定生产规模条件下，可利用涡轮机组回收脱碳富液的能量，每吨氨可节约脱碳泵电耗 12~36kWh。
醇烃化气体精制工 艺	精制工段	属清洁生产工艺，主要是取代传统的铜洗精制工艺，吨氨可节电 40~50kWh，并可节约原材料电解铜、冰

		醋酸、氨等。
采用经济合理的合成压力	合成工段	对于氨合成催化剂生产强度，根据低空速、高净值、低阻力与节能的角度衡量及技术经济分析，建议按18~20t氨/m ³ ·d生产强度选择合成塔与催化剂，使其操作压降低至22M~24MPa（初期还要低2MPa左右，可使吨氨节电50kWh左右，可增加2%~3%的氨产量。
高效节能型合成塔	合成工段	采用活性好、宽温、高强度氨催化剂及其相匹配的高效节能型合成塔，可提高氨净值，从而减少循环气的循环量，降低循环机电耗，减少冷冻能耗。
塔外提温型合成工艺与二级余热回收技术	合成工段	对氨合成反应热的回收利用采用该工艺技术，可使合成气工艺余热按位能高低获多级利用，废热锅炉副产蒸汽，软水加热器加热软水，可充分提高余热回收率，减少循环冷却水用量。
氨气、氢气回收技术	合成工段	采用膜分离技术回收放空气中的氢气以及采用无动力氨回收技术回收氨槽弛放气中的氨气。
制冷系统蒸发式冷凝器	合成工段	使用了高效传热元件，提高了换热效率与冷却冷凝效果，达到运转功率小、耗电量少、冷却水消耗少的效果，是取代传统的立式水冷冷凝器的有效节能设备。
溴化锂吸收制冷技术	工厂	利用合成氨生产过程的低位能余热采用热水型溴化锂吸收式冷水机组制取低温冷水，用于冷却氨氢压缩机一级入口煤气、三级、六七级入口煤气，脱碳吸收液与氨合成循环气等，可充分利用低位能热量提高压缩机打气量，减少脱碳吸收液循环量、降低氨冷、冷冻机负荷，达到增产、降低电耗的效果，在夏天等高温季节效果尤为明显。
变频调速技术	工厂	对有负荷变化的用能设备采用变频调速，实现平滑的无级调速，能取得明显的节电效果。对于高压大容量交流电机的调速，可采用内馈载波调速技术，与高压变频相比，具有效率高、价格低、功率高等优点。

企业电网系统节电	工厂	<p>节电产品是通过通过对半导体瞬流控制技术，复合式实时滤波技术和远程跟踪与诊断技术的重大突破，以 10~12 秒的反应速度对瞬流和高次谐波进行及时的测试和有效的控制，同时能消除设备开关启合引起的高能量突变引起的瞬流，提高电源质量，减少电损，提高系统用电设备的效率。</p>
蒸汽管道系统节能	工厂	<p>从锅炉房输送至各用汽点的蒸汽管道系统应遵循高压输送、低压使用的原则，可减少管道建设费用、减少散热损失。系统应合理选择与配置足够的疏水阀，疏水阀使用好坏直接影响到蒸汽的消耗，是节能潜力最大的地方。要做好蒸汽管道系统保温工程，减少管网的热损失。</p>
回收利用冷凝水	工厂	<p>现有使用蒸汽加热而冷凝下来的冷凝水被大量直接排至地沟，要尽可能改造为全部回收利用，既能回收其热量减少锅炉燃料的消耗，又能节省水费与水处理费，降低生产成本。</p>

第三部分 政府采纳项目研究成果文件

1. 河南省“十二五”合理控制能源消费总量工作方案

为深入贯彻落实科学发展观，加快推动经济发展方式转变，全面落实《河南省“十二五”节能减排综合性工作方案》，按照国家合理控制能源消费总量工作部署，制定本方案。

一、重要意义

近年来，随着经济社会持续较快发展对能源需求的不断增长，我省能源特别是煤炭的供求关系发生了较大变化。“十二五”时期是我省全面建设小康社会的关键时期和中原经济区建设的奠基时期，也是加快转变经济发展方式的攻坚时期。随着我省工业化、城镇化进程加快和消费结构持续升级，能源需求呈刚性增长，供需矛盾将更加凸显。同时，我省产业结构不合理的状况还没有得到根本改善，经济增长方式仍然比较粗放，万元生产总值能耗较高，污染物排放量较大，资源环境约束日趋强化。各地、各部门必须清醒地认识到，以过度消耗资源和牺牲环境为代价来推动经济增长的方式已难以为继。合理控制能源消费总量是进一步加强节能减排工作、破解资源环境约束的必然选择，是调整经济结构、转变发展方式的重要抓手。要切实统一思想统一到国家实行能源消费强度和总量双控制的要求上来，加强组织领导，制定有效措施，以合理控制能源消费总量工作的有效开展促进经济发展方式的加快转变，努力实现经济社会又好又快发展。

二、总体要求

（一）指导思想

深入贯彻落实科学发展观，全面落实国家合理控制能源消费总量工作要求，紧紧围绕建设中原经济区、加快中原崛起河南振兴总体战略，把合理控制能源消费总量作为加快转变经济发展方式的重要抓手，实行能源消费总量、用电量同时控制和预算管理，建立控制目标分解落实机制，着力优化产业和能源结构，着力提高能源生产和使用效率，着力强化增量管理和存量调整，着力推进技术进步和

体制创新，保障合理用能，鼓励节约用能，限制过度用能，推动形成政府为主导、企业为主体、市场有效驱动、全社会共同参与、与节能减排紧密衔接的工作格局，以尽可能少的能源消费支撑经济社会又好又快发展。

（二）基本原则

——坚持与促进科学发展相协调。正确处理合理控制能源消费总量与经济社会发展的关系，建立控制目标分解落实机制，形成推动科学发展的倒逼机制，引导各地更加注重提高发展的质量和效益，做到合理控制能源消费总量与促进科学发展相互协调。

——坚持与推进节能减排相衔接。以单位生产总值能耗下降目标分解为基础，按照共同责任、区别对待原则，合理确定各地能源消费总量控制目标，完善相关政策措施，推动与节能减排工作紧密衔接、相互支撑、形成合力，确保实现双重控制目标。

——坚持与调整能源结构相促进。以新增化石能源消费量作为控制重点，对“十二五”新增的可再生能源、煤矸石煤泥发电、煤层气与页岩气、余热余压发电消费量暂不计入控制目标考核统计，体现加快发展可再生能源和资源综合利用的政策导向。

——坚持与优化配置增量相结合。着眼于有效保障各地科学发展对能源的合理需求，重点对能源消费增量实行预算管理，科学设定各地能源消费年度预支增量，并作为上限对新上建设项目所需能源消费量进行登记，促进各地优化配置能源消费增量。

（三）控制目标

根据《国务院关于支持河南省加快建设中原经济区的指导意见》（国发〔2011〕32号）精神，按照“十二五”期间GDP实际年均增长10%左右和国家下达的万元生产总值能耗下降16%目标测算，到2015年全省能源消费总量控制在29000万吨以内，年均增长6.2%，用电量控制在3900亿千瓦时以内，年均增长10.6%。

三、主要途径

（一）优化调整供能结构

大力发展非化石能源，优化发展化石能源，构建安全、高效、清洁的现代能源保障体系。加强生物质、风能、太阳能、地热能、小水电等可再生能源开发利用

用，2015 年非化石能源占一次能源消费比重提高到 5%以上。在确保安全的基础上，稳步推进核电项目前期工作。适度控制煤炭消费增量，着力发展清洁高效大机组，积极吸纳省外电力，合理规划建设跨区输电工程。积极利用天然气等燃气资源，加快实施“气化河南”工程，提高天然气消费比重。强力推进煤层气和煤矿瓦斯抽采利用，鼓励瓦斯发电、民用燃气等项目建设，争取 2015 年全省煤层气和煤矿瓦斯利用量达到 7 亿立方米以上。积极推进页岩气勘探开发。加强余热余压利用，大力推进水泥、冶金、化工、造纸等企业安装余热余压发电设施。认真落实鼓励可再生能源、余热余压、煤层气、煤矸石煤泥等发电上网的调度和价格政策。

（二）提高供能综合效率

新建矿井均须采取机械化开采，加快现有矿井改造升级，全部淘汰技术落后小煤矿。建立健全煤炭分级利用体系，加大煤炭洗选加工比例，避免煤矸石、煤泥等低热值煤资源长距离运输。加强煤矸石、煤泥、煤层气（瓦斯）、矿井排放水、煤伴生矿、粉煤灰等综合利用。积极支持骨干煤炭企业布局建设高效清洁煤矸石煤泥发电机组，力争“十二五”新开工规模 300 万千瓦以上。强化电力行业供电煤耗、线损和综合能耗管理，加大老电厂节能提效改造力度，继续关停小火电和老旧机组。积极发展热电（冷）联产，加快淘汰分散供热的燃煤小锅炉。全面实施节能发电调度，优先调度可再生能源机组和高效、清洁大机组发电。优化输配电网络结构，积极推广使用高效节能输配电技术和设备，加快老旧输配线路和变电站改造升级。稳步提高油气采收率，加强油田伴生气开发利用。积极推进炼厂节能技术改造。

（三）加快产业结构优化升级

坚持走新型工业化道路，加快工业转型升级，按照高端、高质、高效的方向，优化产业结构和产品结构，着力构建节能环保型产业体系。以显著降低单位产品能耗为重点，加快应用高新技术和先进适用技术改造提升钢铁、有色金属、电力、煤炭、建材、化工、纺织等传统产业。大力发展节能环保、新一代信息技术、生物、新能源、新材料、新能源汽车、高端装备制造等战略性新兴产业和汽车、电子信息、装备制造、食品加工、轻工、新型建材等高成长性产业，2015 年战略性新兴产业占全省生产总值的比重达到 7%以上。着力发展我省具有比较优势的

服务业，加快发展高成长性服务业，2015 年服务业占全省生产总值的比重达到 33%以上。推动生产要素合理流动和配置，支持资源加工型产业向产业集聚区集聚，形成循环产业链。合理引导企业兼并重组，提高产业集中度。

（四）加大节能降耗力度

突出抓好重点和关键领域节能，深入实施工业节能综合改造、建筑节能、低碳交通、公共机构节能、重大节能技术装备产业化示范、节能产品惠民、节能服务体系建设、节能能力建设等八大重点节能工程，制定实施工业、建筑、交通等节能行动计划。积极推广循环经济先进经验和典型模式，加快建设工农业复合型循环经济示范省。依法加强年耗能 5000 吨标准煤以上用能单位节能管理，开展千家企业（单位）节能低碳行动，实行能源审计和能源利用状况报告制度，开展能效水平对标达标活动，加快节能技术改造。继续淘汰电力、煤炭、建材、钢铁、有色、化工、造纸、发酵等高耗能高排放行业落后产能，建立健全淘汰落后产能任务分解、考核和奖励机制，对能耗高、污染重、技术落后的工艺、设备及产品实行强制性淘汰制度。加快推行合同能源管理、能效标识管理和节能产品认证管理，积极推广先进节能技术、设备和产品。

（五）严格能源需求侧管理

进一步提高市场准入标准，严格控制“两高”和产能过剩行业新上项目，限制“两高”产品出口，抑制高耗能、高排放产业过快增长。完善节能评估审查制度，将节能评估文件及其审查意见作为项目审批、核准或开工建设的前置条件，确保新上项目达到先进能效水平。认真落实行业准入条件和准入公告管理中节能评估审查的相关条件要求，限制高耗能行业低水平盲目扩张。对重点高耗能行业和终端用能产品，制定并限期实施具有引导性的“领跑者”能效标准。加强煤炭需求侧管理，逐步降低煤炭消费强度，在电力、冶金、建材和化工等主要耗煤行业实施单位产品能耗定额管理。改进电力需求侧管理，制定和完善重点用电行业能效标准，严格执行差别电价和惩罚性电价制度，继续对电解铝、铁合金、钢铁、电石、烧碱、水泥、黄磷、锌冶炼等高耗能行业实施差别电价，对超能耗（电耗）限额标准的企业实行惩罚性电价，减少不合理用电需求。完善电力峰谷分时电价政策，开展能效电厂和季节电价、可中断负荷电价等试点，引导重点用电单位错峰避峰用电。积极开展居民用电、用水、用气阶梯价格改革试点。

（六）开发推广先进节能技术

组织实施节能重大科技专项，加大高效节能、废物资源化等共性和关键技术研发力度。实施节能重大技术与装备产业化工程，重点支持低热值余气发电、节能型矿用磨机、新型墙材加工、新型阴极结构铝电解、低温低电压铝电解、低热值褐煤提质、秸秆生产燃料乙醇、地热高效利用、煤气化多联产、污泥资源化无害化处理等示范项目。积极发挥产业集聚区作用和优势，加快促进半导体照明、高效电机、低品位余热余压利用、大型煤矸石煤泥发电、冶金尾矿资源化利用等我省急需的先进节能技术成果转化。制定发布高效节能先进适用技术推广目录，以市场为导向，从市场准入、财政奖励、强制淘汰等方面支持节能新技术推广应用，重点推广能量梯级利用、余热余压回收、高压变频调速、干熄焦、蓄热式加热炉、吸收式热泵供暖、冰蓄冷、高效换热器等节能技术。组织开展技术咨询、信息发布、宣传培训等活动，多渠道、多形式推广高效节能技术与产品。积极引进、消化、吸收国外先进节能技术。

四、保障措施

（一）建立工作协调机制

将合理控制能源消费总量工作纳入全省节能减排工作协调机制，明确省直有关部门和省辖市及省直管县（市）政府的职责，建立省、市、县三级能源消费总量控制工作体系，充实加强工作力量。充分发挥有关行业协会、中介机构和其他社会组织的作用，形成上下衔接、部门联动、条块结合、全社会共同参与的工作机制。结合节能减排宣传教育活动，积极开展合理控制能源消费总量宣传和业务培训，营造良好社会氛围。

（二）逐级分解控制目标

与单位生产总值能耗下降目标分解落实机制相衔接，建立能源消费总量控制目标分解落实机制，科学制定分解办法，将能源消费总量和用电量控制目标合理分解到各省辖市、省直管试点县（市）和重点领域及重点用能单位。各省辖市、省直管试点县（市）要将省下达的控制目标层层分解落实，明确下一级政府、有关部门和重点用能单位的目标责任。各级政府及有关部门要围绕完成能源消费强度和总量双重控制的目标任务，制定实施方案和年度工作计划。

（三）实行用能预算管理

制定实施合理控制能源消费总量预算管理办法，根据分解下达的能源消费总量控制和节能目标任务，结合各地实施淘汰落后产能、节能改造等削减能源消费存量措施以及发展可再生能源、煤矸石煤泥发电、煤层气与页岩气、余热余压发电等“开口”能源情况，逐年分配各地能源消费总量预算指标，并实行动态管理，对能源消费存量削减和“开口”能源新增利用量大的地方，分配较多的预算指标。结合固定资产投资项目节能评估，对项目所需能源消费量实行登记制度，从当地年度能源消费预支增量中列支并不得突破。

（四）开展目标责任考核

将合理控制能源消费总量目标任务完成情况和政策措施落实情况纳入节能目标责任评价考核体系，由省政府一并进行考核，并根据国家要求逐步严格考核标准。省辖市、省直管试点县（市）政府及省直有关部门每年向省政府报告节能减排工作开展情况时，要一并报告合理控制能源消费总量目标任务完成和措施制定落实情况。对年耗能 5000 吨标准煤和年耗电 1500 万千瓦时以上的重点用能单位，探索实行用能总量管理并签订目标责任书。

（五）加强能源统计监测

健全能源生产、流通、消费统计体系，完善统计数据报送制度和核算及监测方法，加强省、市、县三级和重点用能企业的能源统计队伍和基础能力建设。加快建设能源行业监测信息平台，重点开展能源消费总量和用电量监测监控，加强对煤炭、石油、天然气、新能源和可再生能源生产利用情况的预测监测。对年综合能耗 1 万吨标准煤（逐步过渡到 5000 吨标准煤）以上的重点用能单位实行能源利用状况实时监测。推行能源计量数据在线采集和网上直报，实施重点用能单位能源管理岗位备案与能源利用状况报告制度。将合理控制能源消费总量工作纳入节能减排形势季度监测分析和预测预警机制，建立部门联动统一的能源监测分析会商制度，对能源消费总量和用电量增长过快的地区及时预警调控。

2. 河南省合理控制能源消费总量预算管理办法（试行）

第一章 总则

第一条 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，制定本办法。

第二条 本办法适用于本省行政区域内能源消费总量预算管理。

第三条 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。

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。

第四条 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。

第五条 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。

第六条 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。

第二章 总量的控制

第七条 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。

第八条 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。

第九条 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。

第十条 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。

第十一条 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。

第三章 增量的管理

第十二条 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。

第十三条 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列。

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。

第十四条 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。

第十五条 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。

第十六条 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。

第十七条 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。

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。

第十八条 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。

第十九条 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规划建设。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。

第四章 预算指标动态管理

第二十条 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。

第二十一条 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。

第二十二条 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”能源项目投产运行等情况，核算当年可用增量和预支增量。

第二十三条 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。

第五章 预算指标核查

第二十四条 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。

第二十五条 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。

第二十六条 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。

3. 河南省合理控制能源消费总量目标分解方法（试行）

一、分解思路

综合考虑各地经济社会发展水平、能源消费特征、资源环境条件等因素，与“十二五”节能目标分解充分衔接，按照“核定基数、分解增量”的基本方法和分类赋值模型，坚持公平、公正、公开，合理确定各省辖市和省直管县（市）能源消费总量和用电量控制目标，确保各地承担“共同但有区别”的能源消费总量控制责任。

二、分解过程

以全省单位 GDP 能耗下降目标的分解方法为基础，参照国家的分解方法，按照核定基数、地市分类、分类赋值、分市赋值、沟通衔接五个步骤进行总量控制目标分解。

第一步，核定基数。各省辖市和省直管县（市）2010 年能源消费总量基数由省统计局核定，用电量基数由省电力公司协助省统计局核定。

第二步，地市分类。采用层次分析的观点，选取人均能源消费量、单位工业增加值能耗、人均地方财政收入、研究和试验发展（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、人均能源生产量等 8 个指标（ X_i ，取“十一五”平均值），通过专家打分法分别赋予权重。

地市分类指标权重

序号	指标名称	权重	指标性质
1	人均能源消费量	20%	正向指标
2	单位工业增加值能耗	20%	正向指标
3	人均地方财政收入	20%	正向指标
4	R&D 经费支出与 GDP 比值	20%	正向指标
5	单位 GDP 固定资产投资比例	5%	正向指标
6	外贸出口占 GDP 比重	5%	逆向指标
7	第三产业比重	5%	正向指标
8	一次人均能源生产量	5%	逆向指标

为便于对比和计算，对各项数据区分正向指标和逆向指标分别进行标准化处理。其中，正向指标越大则其应承担的能源消费总量控制责任越大，对应的能源消费总量增速控制目标越低，其标准化公式为：

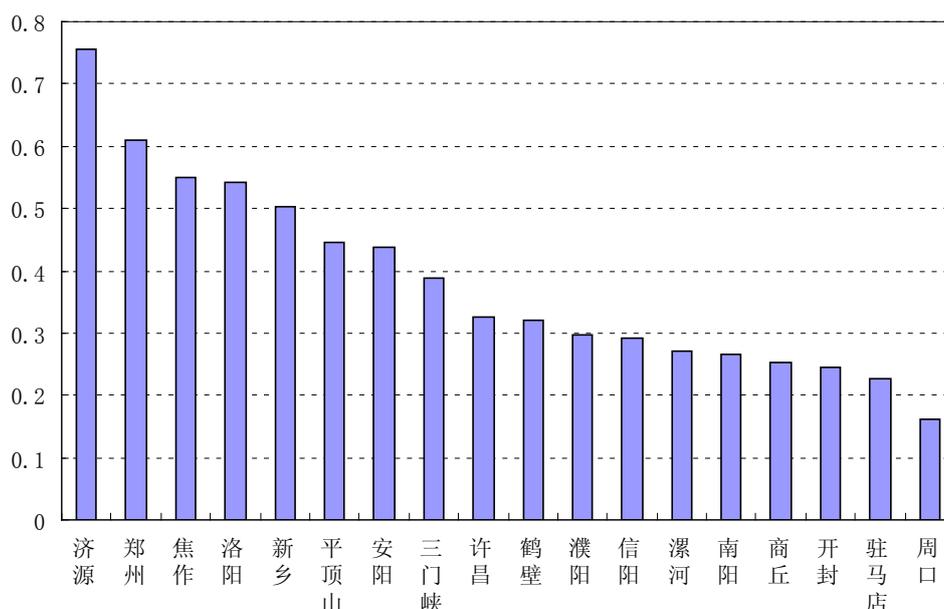
$$Z_i = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

而逆向指标则相反，其标准化公式为：

$$Z_i = \frac{X_{\max} - X_i}{X_{\max} - X_{\min}}$$

其中 Z_i 表示标准化的结果， X_i 表示原始数据， X_{\min} 表示 18 个省辖市该项指标原始数据中的最小值， X_{\max} 表示 18 个省辖市该项指标原始数据中的最大值。根据各指标权重，对标准化数据加权求和可分别得到各省辖市的综合评价得分，按由高到低排序后将 18 个省辖市分为五类。

18 个省辖市综合评价得分结果



根据 18 个省辖市综合评价得分结果，济源、郑州（综合评价得分大于 0.6）为第一类，焦作、洛阳、新乡（综合评价得分大于 0.5 小于 0.6）为第二类，平顶山、安阳、三门峡、许昌、鹤壁（综合评价得分大于 0.3 小于 0.5）为第三类，濮阳、信阳、漯河、南阳、商丘（综合评价得分大于 0.25 小于 0.3）为第四类，开封、驻马店、周口（综合评价得分小于 0.25）为第五类。

第三步，分类赋值。分析 2005 至 2010 年各省辖市能源消费增速与全省能源消费增速的数据可知，当某一省辖市的能源消费增速大于全省平均增速时，绝大多数（87.5%以上）情况下该省辖市能源消费增速小于全省平均增速的 1.2 倍；当某一省辖市的能源消费增速小于全省平均增速时，绝大多数（90%以上）情况下该省辖市能源消费增速大于全省平均增速的 0.8 倍。以此历史规律，初步设定五类的“十二五”

年均能源消费增速控制范围，第一至第五类能源消费年均增速分别为全省年均增速的 0.8 倍、0.9 倍、1 倍、1.1 倍和 1.2 倍。通过对各类的能源消费年均增速控制目标进行平衡调整，使各类能源消费增量控制目标之和与全省能源消费增量控制目标相当。用同样方法，可确定各类用电量年均增速控制目标，初步设定分别为全省年均增速的 0.8 倍、0.9 倍、1 倍、1.1 倍和 1.2 倍。

第四步，分市赋值。综合考虑各省辖市的“十一五”能源消费增速、“十二五”规划 GDP 增速、单位 GDP 能耗下降目标等因素，对同类内各省辖市“十二五”能源消费增速控制目标进行差别化调整，初步确定各省辖市“十二五”能源消费增速控制目标为：

$$v_{i,j} = V_j + 0.5 \times \frac{v_{i,j}(11) - V_j(11)}{\sigma} + 0.5 \times \frac{v_{i,j}(12) - V_j(12)}{\sigma}$$

式中， v 为各省辖市“十二五”年均能源消费增速控制目标， V 为各类“十二五”年均能源消费增速控制目标； $v(11)$ 和 $V(11)$ 分别代表“十一五”各省辖市和各类年均能源消费增速， $v(12)$ 和 $V(12)$ 分别代表“十二五”各省辖市和各类预期年均能源消费增速；下标 i 代表各省辖市， j 代表某省辖市所属类。 σ 为调整因子，控制类内各省辖市增速的波动范围，原则要求各类能源消费年均增速波动范围不得交叉。然后对各省辖市能源消费年均增速控制目标进行平衡调整，使每一类内各省

辖市能源消费增量控制目标之和与分类赋值阶段确定的本类能源消费增量控制目标相当。用同样方法可初步设定各省辖市用电量增速控制目标。省直管县（市）能源消费和用电量增速控制目标初步设定值取所在省辖市平均水平。

第五步，沟通衔接。在分市赋值初步结果的基础上，按照“转方式、调结构”的要求，着重从能源消费弹性系数、能源消费增速、能源消费增量、单位 GDP 能耗等方面，对各省辖市进行趋势分析和地区间横向对比分析，原则上各省辖市“十二五”能源消费弹性系数、能源消费增速和电力消费弹性系数、电力消费增量均不应高于“十一五”水平。在与各省辖市及省直管县（市）充分沟通协商和全省综合平衡后，最终确定各省辖市及省直管县（市）能源消费和用电量增量控制目标。