



Analysis and Forecasting of Electricity Market



# 电力市场 分析与预测

周晖、编著



清华大学出版社  
<http://www.tup.com.cn>



北京交通大学出版社  
<http://press.bjtu.edu.cn>



# 电力市场分析与预测

周 晖 编著

清华大学出版社  
北京交通大学出版社

· 北京 ·

## 内 容 简 介

随着电力工业改革的深入,各电力企业(含发电、电网、供电)单位,对于电力市场的分析与预测工作愈发重视,也更深入。因此,面向电力企业市场分析与预测工作的需要,在掌握电力市场中对象的变化特性与规律的基础上,运用数据分析预测技术与理论,实现电力市场分析与预测的各项要求,才更具有应用价值。

基于以上考虑,在教材的编写上,力求理论与实践结合更为紧密。

教材的主要内容包括:电力市场分析与预测的基本概念与知识;常用的电力市场分析与预测方法;通用的分析预测软件的使用与操作;电力市场分析与预测报告案例等。

适用对象:电气信息类、电力技术经济类本科学生,电力企业的分析预测专业人员,计算机应用软件开发人员等。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

### 图书在版编目(CIP)数据

电力市场分析与预测 / 周晖编著. —北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社, 2011.2

ISBN 978-7-5121-0520-1

I. ①电… II. ①周… III. ①电力工业-市场学 IV. ①F407.615

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第026262号

责任编辑:赵彩云 特邀编辑:张奉格

出版发行:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414

印刷者:北京瑞达方舟印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印张:17 字数:425千字

版 次:2011年3月第1版 2011年3月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-5121-0520-1/F·807

印 数:1~4000册 定价:29.00元

---

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。  
投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。



# 序

预测是电力系统中非常广泛的一类问题，涉及规划、计划、调度、市场等领域。长期以来，国内外对于纯粹的负荷预测的关注程度持续不减，而对于具有市场特点的预测问题的研究较为缺乏。

如同我在2004年发表在《电力系统自动化》杂志上的《电力市场中预测问题的新内涵》一文中所指出的，在电力市场条件下，许多新的预测问题等待我们去解决，主要体现在影响需求变化的因素更加复杂化、多样化，与经济、价格等因素的相关性更为突出，许多因素还呈现出较强的不确定性。因此，与以往负荷预测不同，对于电力市场预测问题，不能再套用负荷的自然增加率加上新报装机容量这样纯经验型的方法，也不能一味地运用数学手段去建立物理解释性较差的模型，而是需要更多能够融合电力系统知识、经济学知识的专业人员去发现问题，并运用预测的思想、适当的方法及分析手段深入地研究。这样才能不至于使市场预测成为写满了数学公式、让人望而却步的领域，转而变得也是那样充满了奇趣、具有现实意义的一项工作。

我早就听到周晖老师在北京交通大学开设了预测方面的本科生课程，她也应该是国内较早开设此领域课程的人员之一。2009年暑期，我欣喜地看到了北京交通大学送来的《电力市场分析与预测》一书的书稿让我评审，使我有幸较早地拜读了初稿，并提出一些修改意见。时隔近2年，经过作者的精心润色，该书内容又得到了进一步完善，在正式出版之前，周晖老师邀请我为该书写序，我感到十分荣幸。

该书的作者在多年来参与多项预测类研究课题以及教学积累的基础上，深入浅出地介绍了电力市场的分析与预测所包含的基本内容，剖析了开展电力市场分析与预测的步骤、数据的获取、技术指标解释等关键性问题，介绍了基本的预测模型及适用范围，最后还介绍了通用性分析预测软件的使用方法，并提供了实际的案例分析。

该书作为教材而言，编写思路清晰，具有较强的可读性。该书注重理论与实际的结合，

注重预测基础理论与方法的介绍，注重引入通用预测软件，这些无疑为更多人了解和开展预测工作提供了入门级的帮助。相信该书的出版，不仅能被电力经济类的在校学生所欢迎，也能为电力与能源宏观管理的人员所喜爱。

衷心祝贺作者为电力市场分析与预测所作出的贡献，并期待更多的人员参与到这一研究中来。



清华大学电机系  
2011年2月20日



# 前 言

随着电力工业改革的深入,各电力企业(含发电、电网、供电)单位,对于电力市场的分析与预测工作愈发重视,也更深入。此外,电能作为能源体系的一个重要部分,也一直受到能源管理与规划人员的重视。对于宏观经济管理者而言,也需要及时掌握在国民经济体系中起着重要作用的电力工业的运行与发展情况。

在这种情况下,需要大批掌握电力市场分析与预测理论的专业人员从事这方面的工作,需要有一本理论联系实际的专业指导书籍。广大的电力企业管理人员,以及进行电力与能源宏观管理与分析的人员,也需要通过一本较为深入浅出的读物,来了解电力市场分析的内容。另外,大专院校的电力学院的学生,以及从事电力行业分析的经济管理学院的学生,也需要一本系统地讲述电力市场方面分析与预测知识的专业教材。本教材正是在这样的情形之下酝酿出版的。

目前国内关于电力负荷预测类的教材,一共有四本,分别是刘晨晖在1987年编著的《电力系统负荷预测》,牛东晓1998年编著的《电力系统负荷预测技术与应用》,肖国泉2001年编著的《电力负荷预测》,以及康重庆2007年编著的《电力系统负荷预测》,这些书籍为我国开展电力系统负荷预测工作,起到了很好的指导作用。

作者多年来专注于电力市场分析预测领域的课题研究,从事在校本科生、非学历教育供用电专业教学以及企业界培训讲座。在此基础上,不断改进,编辑成书。本书不仅介绍了负荷预测理论,而且通过一些基本的算例,来加深理解预测这门比较抽象的学科知识,同时增加了应用通用分析预测类工具软件使用方面的内容,便于大多数读者通过计算机工具,达到易于上手的目的。此外,增加了对较为具体问题(尤其是电力工业改革后的热点问题)的分析预测案例,强调了预测理论的实践性应用。

本教材的主要特点是:

- (1) 面向工程;
- (2) 可操作性强(通用工具软件的使用,如Excel, SPSS等);
- (3) 分析预测方法实用。

本教材主要按照以下编写思路进行:

- (1) 围绕着电力市场中新问题展开,基于在课题中所了解到的电力系统中的具体预测

问题与要求，加强所学理论应用，以增强学生学习的兴趣；

(2) 加强应用性软件的使用，随着软件技术广泛普及，介绍 SPSS 及 Excel 等如何用于预测。

(3) 按照教学要求，增加练习题，以巩固学生对于理论的掌握与运用。

本书由周晖编著，康重庆教授审稿。华北电网公司发策部的陈丽萍高级工程师、南方电网发展计划部的李兴桂主任工程师等诸多企业的领导与专家，对教材提出了宝贵意见。此外，北京电力公司，中国电力联合会，华北电网有限公司，南方电网有限公司，长春市电力公司等合作单位，为作者提供了研究电力需求市场的机会与条件，在此表示感谢。

作者  
2010.2



# 目 录

<b>第1章 电力市场分析与预测概述</b> .....	(1)
1.1 电力系统 .....	(1)
1.1.1 电力系统的组成 .....	(1)
1.1.2 电力系统的要求 .....	(2)
1.2 电力系统负荷 .....	(3)
1.2.1 电力系统负荷组成 .....	(3)
1.2.2 电力系统的主要用电设备 .....	(4)
1.3 电力市场 .....	(4)
1.3.1 电力市场基本概念 .....	(4)
1.3.2 电力市场的主要主体 .....	(5)
1.4 电力市场分析与预测 .....	(9)
1.4.1 电力市场分析与预测基本概念 .....	(9)
1.4.2 电力市场分析与预测的作用 .....	(10)
1.4.3 电力市场分析与预测的步骤 .....	(11)
1.4.4 电力市场分析与预测的要求 .....	(13)
思考题 .....	(15)
<b>第2章 电力市场分析与预测基础</b> .....	(16)
2.1 电力市场分析与预测的研究框架及数据体系 .....	(16)
2.1.1 电力市场分析与预测的研究框架 .....	(16)
2.1.2 电力市场分析与预测的数据体系 .....	(18)
2.2 电力市场分析与预测的数据收集方法与途径 .....	(20)
2.2.1 电力市场调查 .....	(20)
2.2.2 电力生产、运行的技术数据 .....	(23)
2.2.3 电力企业的信息管理系统 .....	(25)
2.3 电力市场分析与预测的数据处理 .....	(26)
2.3.1 数据分析的基本概念 .....	(26)



2.3.2	数据整理和初加工 .....	(30)
2.3.3	数据分析的基本方法 .....	(34)
	思考题 .....	(36)
<b>第3章</b>	<b>电力市场分析与预测的对象及其表示 .....</b>	<b>(37)</b>
3.1	电力负荷概念 .....	(37)
3.2	电力负荷的分类 .....	(38)
3.2.1	按用电部门属性的划分 .....	(38)
3.2.2	按国民经济行业用电分类 .....	(39)
3.2.3	按产业结构分类 .....	(40)
3.2.4	按使用电力的目的划分 .....	(41)
3.2.5	按电用户的重要性划分 .....	(41)
3.2.6	按负荷的大小划分 .....	(41)
3.3	电力负荷的主要曲线特性与主要指标 .....	(42)
3.3.1	负荷曲线的主要类型 .....	(42)
3.3.2	常用的电力负荷曲线 .....	(42)
3.3.3	电力负荷曲线的主要指标 .....	(45)
3.4	各主要用户的用电特点 .....	(47)
3.4.1	工业用电特点 .....	(47)
3.4.2	农业用电特点 .....	(47)
3.4.3	交通运输业用电特点 .....	(47)
3.4.4	城乡居民生活用电特点 .....	(48)
3.4.5	动力用电特点 .....	(48)
3.4.6	影响电力负荷特性变化的因素 .....	(48)
3.5	电力负荷预测的分类 .....	(49)
3.5.1	负荷预测按时间分类 .....	(49)
3.5.2	负荷预测按行业分类 .....	(49)
3.5.3	负荷预测按特性分类 .....	(50)
3.6	电力负荷预测中常用的主要指标 .....	(50)
3.6.1	产值单耗或产品单耗 .....	(50)
3.6.2	负荷密度 .....	(51)
3.6.3	电力负荷年均增长速度及年均增长率 .....	(51)
3.6.4	电力弹性系数 .....	(52)
	思考题 .....	(55)
<b>第4章</b>	<b>电力市场中的时间序列分析预测 .....</b>	<b>(58)</b>
4.1	时间序列的基础知识 .....	(58)
4.1.1	时间序列概念 .....	(58)
4.1.2	时间序列的分类 .....	(59)
4.1.3	时间序列分析的特点 .....	(61)
4.2	移动平均法 .....	(62)

4.2.1	简单移动平均法	(62)
4.2.2	加权移动平均法	(65)
4.2.3	移动平均法的扩展	(66)
4.3	指数平滑法	(68)
4.3.1	简单指数平滑法	(68)
4.3.2	双重指数平滑法	(70)
4.3.3	三重指数平滑法	(72)
	思考题	(74)
<b>第5章</b>	<b>电力市场中的趋势曲线分析预测</b>	<b>(75)</b>
5.1	直线分析预测方法	(75)
5.1.1	直线分析预测中的最小二乘法	(75)
5.1.2	直线分析预测中的折扣最小二乘法	(78)
5.2	多项式曲线分析预测方法	(80)
5.2.1	多项式曲线分析预测中的最小二乘法	(81)
5.2.2	多项式曲线分析预测中的三点法	(83)
5.3	指数曲线分析预测方法	(86)
5.3.1	指数曲线分析预测中的最小二乘法	(86)
5.3.2	指数曲线分析预测中的三点法	(88)
5.4	修正指数曲线模型预测法	(89)
5.4.1	预测模型及其特征	(89)
5.4.2	预测模型参数估计方法	(90)
5.5	成长曲线分析预测方法	(92)
5.5.1	龚珀兹曲线预测模型	(92)
5.5.2	罗吉斯缔曲线预测模型	(94)
	思考题	(97)
<b>第6章</b>	<b>电力市场中的季节变动分析预测</b>	<b>(98)</b>
6.1	判断季节变动存在的方法	(98)
6.1.1	直观判断法	(98)
6.1.2	自相关系数判断法	(98)
6.1.3	方差分析判断法	(100)
6.2	平均数趋势整理法	(102)
6.2.1	平均数趋势整理法的计算步骤	(102)
6.2.2	平均数趋势整理法算例	(103)
6.3	趋势比率法	(106)
6.3.1	趋势比率法的计算步骤	(106)
6.3.2	趋势比率法算例	(106)
6.4	环比法	(108)
6.4.1	环比法的计算步骤	(108)
6.4.2	环比法算例	(109)

6.5	温特斯法	(112)
6.5.1	温特斯法的预测原理	(112)
6.5.2	温特斯法的计算步骤	(113)
6.5.3	温特斯法算例	(113)
	思考题	(117)
<b>第7章</b>	<b>电力市场中的回归模型分析预测</b>	<b>(118)</b>
7.1	回归分析概述	(118)
7.1.1	回归的含义	(118)
7.1.2	回归分析与相关分析	(119)
7.1.3	回归模型的种类	(119)
7.2	一元线性回归模型	(120)
7.2.1	一元线性回归模型	(120)
7.2.2	一元线性回归模型的 OLS 估计	(121)
7.2.3	一元线性回归模型的相关系数	(121)
7.2.4	一元线性回归模型的显著性检验	(123)
7.2.5	一元线性回归模型的预测区间	(124)
7.2.6	一元线性回归模型应用举例	(125)
7.3	多元线性回归模型	(127)
7.3.1	多元线性回归模型	(127)
7.3.2	多元线性回归模型的检验	(128)
7.3.3	多元线性回归模型的预测区间	(132)
7.3.4	多元线性回归模型应用举例	(133)
7.4	含虚拟变量的回归模型	(136)
7.4.1	虚拟变量的含义	(136)
7.4.2	带虚拟变量的回归模型	(136)
7.4.3	含虚拟变量的回归模型应用举例	(138)
7.5	非线性回归模型	(139)
7.5.1	非线性回归模型的概念及其分类	(139)
7.5.2	可线性化的非线性回归模型的模型变换及参数估计	(140)
7.5.3	高斯—牛顿迭代法	(142)
7.5.4	高斯—牛顿迭代法应用举例	(143)
	思考题	(146)
<b>第8章</b>	<b>电力市场中的灰色模型分析预测</b>	<b>(148)</b>
8.1	灰色系统理论简介	(148)
8.1.1	灰色系统及灰色预测	(148)
8.1.2	生成数	(149)
8.1.3	关联度	(150)
8.2	GM(1, 1)模型	(152)
8.2.1	GM(1, 1)模型	(152)

8.2.2	GM(1, 1)模型检验	(153)
8.3	GM(1, 1)残差模型及GM(1, N)模型	(158)
8.3.1	GM(1, 1)残差模型	(158)
8.3.2	GM(1, N)模型	(160)
8.4	GM(2, 1)模型	(164)
8.4.1	GM(2, 1)模型	(164)
8.4.2	GM(2, 1)模型算例	(165)
8.5	灰色系统模型	(166)
8.5.1	灰色系统预测模型的表述	(166)
8.5.2	灰色系统预测模型的建模步骤	(168)
	思考题	(170)
<b>第9章</b>	<b>电力市场中的分析预测新理论及相关问题</b>	<b>(171)</b>
9.1	神经网络理论	(171)
9.1.1	神经网络概述	(171)
9.1.2	神经网络的基本特征	(172)
9.1.3	BP网络原理及算法	(173)
9.1.4	BP网络在短期负荷预测中的应用	(179)
9.2	组合预测方法	(186)
9.2.1	组合预测概念	(186)
9.2.2	几种重要的组合预测方法	(187)
9.2.3	组合预测方法在负荷预测中的应用	(190)
9.3	电力市场分析与预测系统	(191)
9.3.1	总体框架设计	(191)
9.3.2	软件功能设计	(192)
9.4	定性预测方法	(193)
9.4.1	专家预测法	(193)
9.4.2	类比法	(194)
9.4.3	主观概率预测法	(195)
9.4.4	情景分析法	(195)
	思考题	(196)
<b>第10章</b>	<b>电力市场分析预测通用软件简介</b>	<b>(197)</b>
10.1	Excel的基本应用	(197)
10.1.1	移动平均法分析与预测	(197)
10.1.2	指数平滑法分析与预测	(199)
10.1.3	季节变动的测定与分析	(201)
10.1.4	回归分析与预测	(204)
10.2	SPSS的基本应用	(212)
10.2.1	一元线性相关与回归	(212)
10.2.2	多元相关分析	(217)

10.2.3 多元线性回归 .....	(220)
思考题 .....	(224)
附录 A 国家电力公司电力市场分析预测内容深度要求 .....	(225)
附录 B 统计检验用表 .....	(230)
附录 C 综合型分析预测案例——全国居民生活用电调查研究报告 .....	(234)
C.1 研究背景 .....	(234)
C.2 课题研究过程简介 .....	(236)
C.3 2005 年 3—9 月全国居民生活用电分析 .....	(237)
C.4 居民生活用电的影响因素分析 .....	(239)
C.5 在居民中开展合理用电、科学用电的建议 .....	(248)
C.6 全国居民生活用电的趋势预测 .....	(249)
结束语 .....	(253)
附录 D 主要符号 .....	(255)
参考文献 .....	(256)

# 第 1 章

## 电力市场分析与预测概述



### 本章导读

本章首先引入了电力系统的基本概念，然后对电力系统负荷的组成及其主要用电设备进行了介绍，然后简单介绍了有关电力市场的一些基本概念，重点介绍了电力市场分析与预测的主要内容与基本要求，以及预测步骤等，为后续章节的学习打好基础。

## 1.1 电力系统

### 1.1.1 电力系统的组成

电力系统是电力工业的物理实体，由发电厂、输电系统、配电系统及负荷四部分组成。

发电厂把一次能源转化为电能。这里的一次能源包括矿物燃料（煤、石油、天然气等）、核燃料（铀、钍等）以及可以再生的能源，如水能、太阳能、风能、海洋能等。

发电厂的位置一般远离用电负荷中心，距离可达几百甚至上千公里。这就需要建设高压输电线路以完成远距离大容量的输电任务。

配电系统将电能分配给用户。一般分为高压配电系统和低压配电系统两级，有些大城市已采用 110 kV 和 220 kV 配电系统。低压配电网的电压是 380/220 V 的三相四线制。我国采用的电压等级和相应的输电范围如表 1-1 所示。

表 1-1 我国的电压等级及输电范围

电压等级/kV	输送容量/MW	输送距离/km
3	0.1~1	1~3
6	0.1~1.2	4~15
10	0.2~2	6~20
35	2~15	20~50

续表

电压等级/kV	输送容量/MW	输送距离/km
60	3.5 ~ 20	30 ~ 100
110	10 ~ 50	50 ~ 150
220	100 ~ 500	100 ~ 300
330	200 ~ 800	200 ~ 600
500	1 000 ~ 1 500	150 ~ 850
750	2 000 ~ 2 500	500 以上
1 100	4 000 ~ 6 500	1 000 以上
± 800 直流	4 800 ~ 6 400	1 500 ~ 2 000

负荷是用户或用电设备的总称，包括电灯、电动机、电热装置等。在电力系统的术语中，负荷也经常用来表示用户的用电功率。

电力系统的结构表示的是电能生产、输送、分配与应用各环节及其相互关系，通常称为一次系统。此外为了保证电力系统正常运行，还必须设有相应的测量、监视、控制以及保护系统，这些统称为二次系统。只有当一次系统和二次系统合理规划设计、可靠运行维护时，才能保证电力系统在技术上达到高指标，在经济上达到高效益。

### 1.1.2 电力系统的要求

电力系统的技术水平和经济效益，是在满足以下基本要求的情况下才得以实现的。

#### 1. 对用户连续供电

这一要求也称为可靠性要求。因为中断供电将造成生产停顿、生活混乱，甚至可能危及人身和设备安全，给国民经济造成很大损失。故电力部门的首要任务，就是满足用户对连续供电的要求。

为此，电力系统应不断建设，使系统有足够的发、输、配电设备，以满足不断增长的用电需要。此外，即使有足够的发、输、配电容量，由于规划设计的失误、种种设备缺陷、运行过失以及天灾等，也可能导致对用户供电的中断。因此，精心的规划设计、维修设备认真、操作运行正确，才能减少事故，提高供电的可靠性。

北美（美国和加拿大）规定供电可靠性指标：对用户而言，10年间的停电时间不应多于一天。我国电力工业的可靠性管理在20世纪80年代后，也得到了迅速的发展，在1985年成立了电力可靠性管理中心，逐步建立了一套符合我国实际又与国际接轨的电力可靠性技术标准、规范，我国的电力可靠性管理水平得以逐步提高。在2009年全国城市10千伏供电系统中，用户供电可靠率为99.896%，用户年平均停电时间为9.111小时。

#### 2. 保证电能质量

电能质量的主要指标包括频率、电压及波形。

用电设备应在额定电压下运行以保证合理的技术经济指标，电压过高、过低都会影响用电设备的正常工作。一般规定电压偏移不应超过额定电压的±5%。偏移过大可能造成设备损坏，甚至引起安全事故。电力系统根据电压等级的不同，对电压变动范围也有所不同，如表1-2所示。

表 1-2 用户供电电压允许变化范围

用户	电压允许变化范围/%	用户	电压允许变化范围/%
35 kV 及以上用户	$\pm 5$	低压照明	+5 ~ -10
10 kV 及以下用户	$\pm 10$	农业用户	+5 ~ -10

交流电能的频率偏离 50 Hz, 会影响设备的技术经济性能。例如, 频率降低会引起电动机转速下降, 频率升高则转速升高。这对转速敏感的水泵、风机的正常工作有很大影响。对转速有严格要求的部门, 如纺织工业, 频率波动将直接影响其产品质量。因此, 电力系统对频率的偏移有严格的规定, 见表 1-3, 正常运行的大系统要求在  $\pm 2\%$  之内。

表 1-3 系统频率允许偏差

运行情况		允许频率偏差/Hz	允许标准时钟误差/s
正常运行	小系统	$\pm 0.5$	40
	大系统	$\pm 0.2$	30
事故运行	30 min 以内	$\pm 1$	—
	15 min 以内	$\pm 1.5$	
	绝不允许低于	-4	

电能质量的另一指标是交流电的波形。标准交流电的波形应是正弦波。但是由于电力系统中谐波源(如各种整流设备)的存在, 使电压或电流中都含有一些谐波分量。这些谐波分量不仅使系统的效率下降, 也会对计算机、自动化设备等产生较大干扰。

### 3. 提高经济性

节约能源是当今世界上普遍关注的问题。电能生产规模很大, 消耗大量的一次能源。因此, 降低每千瓦时电能所消耗的能源和降低各环节的损耗, 有着非常重要的意义。

应采用高效节能的发电设备, 合理地设计电网的结构以降低电能输配过程中的损耗。此外, 合理分配各发电厂之间的电力负荷, 充分发挥经济性能高的发电厂的作用, 并注意水电与火电之间的调配, 以实现电力系统的经济运行。

### 4. 防止环境污染

随着工业发展, 人类生存环境正在遭受破坏。环境保护已成为当前全球性战略课题。燃煤的火电厂占我国总发电装机容量的 70%, 如不采取措施, 燃烧排到大气中的硫和氮的氧化物都会成为严重的污染源。在火电厂采用除尘器、脱硫塔, 以及在规划建造火电厂时注意厂址的选择、烟囱的高度以及燃料的含硫量等, 都可以达到减少环境污染的目的。

## 1.2 电力系统负荷

### 1.2.1 电力系统负荷组成

电力系统负荷, 是由全社会各类用电设备运转需要而形成的。从全社会用电的产业角度来划分, 是由第一产业、第二产业、第三产业的用电负荷以及居民生活用电组成的。以



2009年的统计资料为例,2009年全社会用电量为36 595亿kW·h,其中,第一产业、第二产业、第三产业和城乡居民用电量分别为940亿kW·h、27 137亿kW·h、3 944亿kW·h和4 575亿kW·h,第二产业占到74.15%,图1-1显示了该年度我国全社会用电量的结构图。

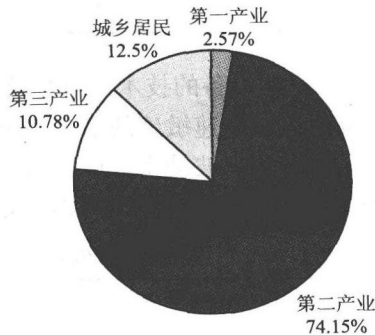


图 1-1 2009 年我国全社会用电量结构图

## 1.2.2 电力系统的主要用电设备

电力系统的负荷包括各式各样的用电设备,如异步电动机、同步电动机、电热电炉、整流设备、照明设备等。在不同行业中这些用电设备所占比重也不相同。表1-4中表示了几种行业的用电设备的典型数据。

表 1-4 几种工业部门用电设备比重

类型	比重/%					
	综合性 中小工业	棉纺 工业	化学工业 化肥厂、焦化厂	化学工业 电化厂	大型机械 加工工业	钢铁 工业
异步电动机	79.1	99.8	56.0	13.0	82.5	20.0
同步电动机	3.2	—	44.0	—	1.3	10.0
电热电炉	17.7	0.2	—	—	15.0	70.0
整流设备	—	—	—	87	1.2	—

① 比重按功率计;

② 照明设备的比重很小,未统计在内。

表中的比重,是按照设备的容量(额定功率)计算的。其中,照明设备及办公自动化设备未统计在表内。近年来,随着我国工业结构的调整及劳动条件的改善,这一部分负荷有迅速增大的趋势。

## 1.3 电力市场

### 1.3.1 电力市场基本概念

电力作为一种商品同其他商品一样具有价值和使用价值。但是,在计划经济体制下,人