

教育部推荐教材

21世纪高职高专系列规划教材

电力电气一次部分

主 编 王邦林

副主编 李 琳 杜寿昌 黄恩相



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

教育部推荐教材

21世纪高职高专系列规划教材

电力电气一次部分

主 编 王邦林

副主编 李 琳 杜寿昌 黄恩相



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电力电气一次部分/王邦林主编. —北京:北京师范大学出版社, 2010. 7

(21 世纪高职高专系列规划教材)

ISBN 978-7-303-10598-4

I. ①电… II. ①王… III. ①电力系统: 一次系统—高等学校: 技术学校—教材 IV. ①TM7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 184940 号

出版发行: 北京师范大学出版社 [www. bnup. com. cn](http://www.bnup.com.cn)

北京新街口外大街 19 号

邮政编码: 100875

印 刷: 唐山市润丰印务有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 184 mm × 260 mm

印 张: 21.25

字 数: 495 千字

版 次: 2010 年 7 月第 1 版

印 次: 2010 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 32.00 元

策划编辑: 周光明

责任编辑: 周光明

美术编辑: 高 霞

装帧设计: 高 霞

责任校对: 李 茵

责任印制: 李 啸

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010-58800697

北京读者服务部电话: 010-58808104

外埠邮购电话: 010-58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010-58800825

出版说明

随着我国经济建设的发展, 社会对技术型应用人才的需求日趋紧迫, 这也促进了我国职业教育的迅猛发展, 我国职业教育已经进入了平稳、持续、有序的发展阶段。为了适应社会对技术型应用人才的需求和职业教育的发展, 教育部对职业教育进行了卓有成效的改革, 职业教育与成人教育司、高等教育司分别颁布了调整后的中等职业教育、高等职业教育专业设置目录, 为职业院校专业设置提供了依据。教育部连同其他五部委共同确定数控技术应用、计算机应用与软件技术、汽车运用与维修、护理为紧缺人才培养专业, 选择了上千家高职、中职学校和企业作为示范培养单位, 拨出专款进行扶持, 力争培养一批具有较高实践能力的紧缺人才。

职业教育的快速发展, 也为职业教材的出版发行迎来了新的春天和新的挑战。教材出版发行为职业教育的发展服务, 必须体现新的理念、新的要求, 进行必要的改革。为此, 在教育部高等教育司、职业教育与成人教育司、北京师范大学等的大力支持下, 北京师范大学出版社在全国范围内筹建了“全国职业教育教材改革与出版领导小组”, 集全国各地上百位专家、教授于一体, 对中等高等职业院校的文化基础课、专业基础课、专业课教材的改革与出版工作进行深入的研究与指导。2004年8月, “全国职业教育教材改革与出版领导小组”召开了“全国有特色高职教材改革研讨会”, 来自全国20多个省、市、区的近百位高职院校的院校长、系主任、教研室主任和一线骨干教师参加了此次会议。围绕如何编写出版好适应新形势发展的高等职业教育教材, 与会代表进行了热烈的研讨, 为新一轮教材的出版献计献策。这次会议共组织高职教材50余种, 包括文化基础课、电工电子、数控、计算机教材。2005年~2006年期间, “全国职业教育教材改革与出版领导小组”先后在昆明、哈尔滨、天津召开高职高专教材研讨会, 对当前高职高专教材的改革与发展、高职院校教学、师资培养等进行了深入的探讨, 同时推出了一批公共素质教育、商贸、财会、旅游类高职教材。这些教材的特点如下。

1. 紧紧围绕教育改革, 适应新的教学要求。过渡时期具有新的教学要

求，这批教材是在教育部的指导下，针对过渡时期教学的特点，以3年制为基础，兼顾2年制，以“实用、够用”为度，淡化理论，注重实践，消减过时、用不上的知识，内容体系更趋合理。

2. 教材配套齐全。将逐步完善各类专业课、专业基础课、文化基础课教材，所出版的教材都配有电子教案，部分教材配有电子课件和实验、习题指导。

3. 教材编写力求语言通俗简练，讲解深入浅出，使学生在理解的基础上学习，不囫圇吞枣，死记硬背。

4. 教材配有大量的例题、习题、实训，通过例题讲解、习题练习、实验实训，加强学生对理论的理解以及动手能力的培养。

5. 反映行业新的发展，教材编写注重吸收新知识、新技术、新工艺。

北京师范大学出版社是教育部职业教育教材出版基地之一，有着近20年的职业教育教材出版历史，具有丰富的编辑出版经验。这批高职教材的编写得到了教育部相关部门的大力支持，部分教材通过教育部审核，被列入职业教育与成人教育司高职推荐教材，并有25种教材列为“十一五”国家级规划教材。我们还将开发电子信息类的通信、机电、电气、计算机、工商管理等专业教材，希望广大师生积极选用。

教材建设是一项任重道远的工作，需要教师、专家、学校、出版社、教育行政部门的共同努力才能逐步获得发展。我们衷心希望更多的学校、更多的专家加入到我们的教材改革出版工作中来，北京师范大学出版社职业教育与教师教育分社全体人员也将备加努力，为职业教育的改革与发展服务。

全国职业教育教材改革与出版领导小组
北京师范大学出版社

参加教材编写的单位名单

(排名不分先后)

沈阳工程学院	四川工商职业技术学院
山东劳动职业技术学院	常州轻工职业技术学院
济宁职业技术学院	河北工业职业技术学院
辽宁省交通高等专科学校	陕西纺织服装职业技术学院
浙江机电职业技术学院	唐山学院
杭州职业技术学院	江西现代职业技术学院
西安科技大学电子信息学院	江西生物科技职业学院
西安科技大学通信学院	黄冈高级技工学校
西安科技大学机械学院	深圳高级技工学校
天津渤海职业技术学院	徐州技师学院
天津渤海集团公司教育中心	天津理工大学中环信息学院
连云港职业技术学院	天津机械职工技术学院
景德镇高等专科学校	西安工程大学
徐州工业职业技术学院	青岛船舶学院
广州科技贸易职业学院	河北中信联信息技术有限公司
江西信息应用职业技术学院	张家港职教中心
浙江商业职业技术学院	太原理工大学轻纺学院
内蒙古电子信息职业技术学院	浙江交通职业技术学院
济源职业技术学院	保定职业技术学院
河南科技学院	绵阳职业技术学院
苏州经贸职业技术学院	北岳职业技术学院
苏州技师学院	天津职业大学
苏州工业园区职业技术学院	石家庄信息工程职业学院
苏州江南赛特数控设备有限公司	襄樊职业技术学院
苏州机械技工学校	九江职业技术学院
浙江工商职业技术学院	青岛远洋船员学院
温州大学	无锡科技职业学院

广东白云职业技术学院
三峡大学职业技术学院
西安欧亚学院实验中心
天津机电职业技术学院
中华女子学院山东分院
漯河职业技术学院
济南市高级技工学校
沈阳职业技术学院
江西新余高等专科学校
赣南师范学院
江西交通职业技术学院
河北农业大学城建学院
华北电力大学
北京工业职业技术学院
湖北职业技术学院
河北化工医药职业技术学院
天津电子信息职业技术学院
广东松山职业技术学院
北京师范大学
山西大学工程学院
平顶山工学院
黄石理工学院
广东岭南职业技术学院
青岛港湾职业技术学院
郑州铁路职业技术学院
北京电子科技职业学院
北京农业职业技术学院
宁波职业技术学院
宁波工程学院
北京化工大学成教学院
天津交通职业技术学院
济南电子机械工程学院
山东职业技术学院

济南职业技术学院
山东省经济管理干部学院
鲁东大学
山东财政学院
山东省农业管理干部学院
浙江工贸职业技术学院
天津中德职业技术学院
天津现代职业技术学院
天津青年职业技术学院
无锡南洋学院
北京城市学院
北京经济技术职业学院
北京联合大学
北京信息职业技术学院
北京财贸职业学院
华北科技学院
青岛科技大学技术专修学院
山东大王职业学院
大红鹰职业技术学院
广东华立学院
广西工贸职业技术学院
贵州商业高等专科学校
桂林旅游职业技术学院
河北司法警官职业学院
黑龙江省教科院
湖北财经高等专科学校
华东师范大学职成教所
淮南职业技术学院
淮阴工学院
黄河水利职业技术学院
南京工业职业技术学院
南京铁道职业技术学院
黔南民族职业技术学院

青岛职业技术学院
陕西财经职业技术学院
陕西职业技术学院
深圳信息职业技术学院
深圳职业技术学院
石家庄职业技术学院
四川建筑职业技术学院
四川职业技术学院
太原旅游职业技术学院
泰山职业技术学院
温州职业技术学院
无锡商业职业技术学院
武汉商业服务学院
杨凌职业技术学院
浙江工贸职业技术学院
郑州旅游职业技术学院
淄博职业技术学院
云南机电职业技术学院
山东省贸易职工大学
聊城职业技术学院
山东司法警官职业学院
河南质量工程职业学院
山东科技大学职业技术学院
云南林业职业技术学院
云南国防工业职业技术学院
云南文化艺术职业学院
云南农业职业技术学院
云南能源职业技术学院
云南交通职业技术学院
云南司法警官职业学院
云南热带作物职业技术学院
西双版纳职业技术学院
玉溪农业职业技术学院

云南科技信息职业学院
昆明艺术职业学院
云南经济管理职业学院
云南爱因森软件职业学院
云南农业大学
云南师范大学
昆明大学
陕西安康师范学院
云南水利水电学校
昆明工业职业技术学院
云南财税学院
云南大学高职学院
山西综合职业技术学院
温州科技职业技术学院
昆明广播电视大学
天津职教中心
天津工程职业技术学院
天狮职业技术学院
天津师范大学
天津管理干部学院
天津滨海职业技术学院
天津铁道职业技术学院
天津音乐学院
天津石油职业技术学院
渤海石油职业技术学院
天津冶金职业技术学院
天津城市职业学院
常州机电职业技术学院
天津公安警官职业技术学院
武警昆明指挥学院
天津工业大学
天津开发区职业技术学院
黑龙江大兴安岭职业学院

黑龙江农业经济职业技术学院
黑龙江农业工程职业技术学院
黑龙江农业职业技术学院
黑龙江生物科技职业技术学院
黑龙江旅游职业技术学院
中国民航飞行学院
四川信息职业技术学院
四川航天职业技术学院
四川成都纺织高等专科学校
四川科技职业学院
四川乐山职业技术学院
四川泸州职业技术学院
成都农业科技职业技术学院
四川宜宾职业技术学院
江西省委党校
齐齐哈尔职业学院
深圳安泰信电子有限公司
潍坊教育学院
德州科技职业技术学院
天一学院
成都烹饪高等专科学校
河南质量工程职业技术学院
河南商业高等专科学校
天津大学
北京政法干部管理学院
北京理工大学珠海学院
中山火炬职业技术学院
周口职业技术学院
永城职业技术学院

河北工程技术高等专科学校
武汉铁路职业技术学院
四川教育学院
四川师范大学
四川工程职业技术学院
河南教育学院
华豫学院
苏州职业大学
淮海工学院
郑州华信学院
许昌职业技术学院
商丘科技职业学院
郑州航院信息统计职业学院
郑州轻工业学院民族职业学院
铁岭师范高等专科学校
四川电力职业技术学院
广东女子职业技术学院
广东农工商职业技术学院
广东省职业技术鉴定指导中心
肇庆工商职业技术学院
广东培正学院
惠州经济职业技术学院
广东科学技术职业学院
郑州旅游职业学院
商丘职业技术学院
铜仁职业技术学院
定西师范高等专科学校
陇南师范高等专科学校

前 言

我国高等职业技术教育现正处在历史上最好的发展时期,也面临着许多改革。通过新世纪召开的多次重要会议,教育部教成[2006]4号关于职业院校试行工学结合、半工半读的意见逐步明确了“大力推行工学结合,校企合作”的方针,要求“建立学校和企业之间长期稳定的组织联系制度,实现互惠互利、合作共赢”,同时又要“加强教育与生产劳动和社会生产实践相结合,加快推进职业教育培养模式由传统的以学校和课程为中心向工学结合、校企合作转变”。“提倡产教结合、工学结合”,早在1991年国务院《关于大力发展职业技术教育的决定》(国发[1991]55号)中就有过明确表述。还可以追溯到20世纪60年代的“半工半读”,甚至更早时期的“勤工俭学”,只是不同时期理论研讨的重点和目的不同而已。国际职业技术教育中的名词更是五花八门。比如我国台湾地区的“建教合作”;日本的“产学连携”;德国的“双元制”(dual system);英国工学交替的“三明治教育模式”(sand-wich courses),美国的“合作教育”(cooperrative education)模式等,其实目的都是一样的。总而言之,就是学以致用,理论和实践相生相伴。但是无论是哪一种模式,都离不开教材(电子教材)作为信息的载体。《电力电气一次部分》是应用型高等工科院校和高等职业技术教育电气工程及其自动化、发电厂及电力系统、供用电技术、水电站动力设备与管理等电气工程类专业的一门主要骨干专业课程:是理论和实践并重的专业课。电力生产、输送和分配的所有环节中,都与电气设备及其理论知识息息相关。课程所教授的基本理论、基本知识和基本技能是毕业生从事电气一次方面运行、检修、管理、设计等相关工作所必备的专业知识。

本教材由云南能源职业技术学院机械与电气工程系王邦林任主编,云南机电职业技术学院李琳、云南省电大(原云南国防工业职业技术学院)杜寿昌、云南水利水电学校黄思相任副主编。在编写过程中,老师们结合20多年教学一线电气工程及其自动化、水电站动力设备与管理、机电一体化技术、电气自动化等专业的教学实践经验,本着在教学环节中充分体现工学交替、工学结合的指导思想,更好地为培养高素质、高技能的应用型人才服务,理论知识以“实用,够用”为度,紧跟电力工业发展的最新技术以及中国电网的发展动态,特别是南方电网云南的发展情况编写。在编写的过程中,为了更好地结合生产实际的需要,体现新设备、新技术的应用,南方电网云南省电机工程学会《云南电力技术》杂志社执行主编段一雄(高级工程师)和中泰合资曲靖协联有限公司生产技术科科长苏玉岷(电气工程师)等工程技术人员

提供了大量的技术资料和帮助，同时在编著过程中对参考的相关报刊、书籍的作者、编者，在此表示衷心的感谢！

教材按讲授 80~100 学时编写，本课程通过课堂讲授、多媒体教学、实验、校内或校外电气设备拆装检修实习、水(火)电厂仿真实习、水电站或变电站运行维护实习等大量实训手段以及课程设计、毕业设计等教学环节，使学生掌握发电厂、变电所电气一次部分的基本理论知识和基本技能。从而具备电气设备运行、安装、调试、检修的能力；具备电力电气一次部分(电气主接线、厂用电接线、配电装置、接地装置、电气总布置)设计的基本能力；具备较强的识图和绘图能力。章节中打“*”部分为选讲内容，打“**”根据教学和实验实训条件为选学内容。

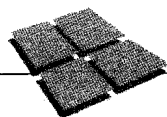
教材在编著过程中难免有错误和不妥之处，敬请各位专家、同仁批评指正。

编 者

2010 年 2 月

目 录

绪论	(1)	第三章 电气主接线及厂所用电	(91)
第一章 电气一次部分基础知识 ...	(7)	第一节 电气主接线概述	(91)
第一节 电力系统的基本概念	(7)	第二节 电气主接线的基本形式	(93)
第二节 电气设备概述及额定参数	(27)	第三节 电气主接线方案实例	(100)
第三节 电力系统中性点运行方式	(34)	第四节 主变压器的选择 ...	(106)
本章小结	(39)	第五节 厂(所)用电的特点及组成	(108)
习题与思考题	(41)	第六节 电气主接线技术方案比较	(114)
第二章 电弧理论及电气一次设备	(42)	第七节 测量监察系统互感器的配置	(118)
第一节 电弧的形成和熄灭	(42)	第八节 电力网的规划设计	(121)
第二节 直流电弧的特性及熄灭	(44)	本章小结	(133)
第三节 交流电弧的特性及熄灭	(47)	习题与思考题	(133)
第四节 电气触头	(50)	第四章 短路电流计算及网络变换	(135)
第五节 断路器和隔离开关	(53)	第一节 短路的原因、种类及计算目的、方法 ...	(135)
第六节 高压熔断器与高压负荷开关	(66)	第二节 无限大量电源系统短路过程分析	(139)
第七节 互感器	(70)	第三节 短路电流的计算方法	(142)
第八节* 高压保护设备	(74)	第四节 短路电流计算图和短路电流计算表	(153)
第九节 绝缘子	(79)	第五节 发电机供电电路内的三相短路电流	(156)
第十节 母线、电缆及电抗器	(85)		
本章小结	(88)		
习题与思考题	(89)		



第六节*	电力系统的不对称短路	(162)
第七节*	电力系统元件的序参数	(165)
第八节*	变压器的接线方式与零序电流的关系	(167)
第九节*	电力系统各序网络的绘制	(169)
第十节*	简单不对称短路的分析与计算	(171)
第十一节*	非全相断线的分析与计算	(176)
第十二节**	数学软件 MATLAB 应用	(179)
第十三节**	三相短路的计算机计算方法	(185)
第十四节	网络变换和化简	(191)
本章小结		(196)
习题与思考题		(197)
第五章 电力电气一次设备的选择		(200)
第一节	电气设备短路电流电动力效应与校验	(200)
第二节	电气设备短路电流热效应与校验	(203)
第三节	电气设备和载流导体选择的一般条件	(206)
第四节	单条矩形母线的选择	(208)
第五节	支持绝缘子的选择	(213)
第六节	高压开关设备的选择	(215)
第七节	低压开关设备的选择	(217)
第八节	互感器的选择	(220)
第九节	电缆、架空线的选择	(226)
第十节	电抗器的选择	(229)

本章小结	.....	(232)
习题与思考题	.....	(232)
第六章 配电装置及电气设备总布置	.....	(235)
第一节 配电装置概述	.....	(235)
第二节 成套配电装置	.....	(235)
第三节 配电装置中主变压器的布置	.....	(243)
第四节 屋内外配电装置的安全净距	.....	(247)
第五节 屋内配电装置	.....	(252)
第六节 屋外配电装置	.....	(255)
第七节 电气设施总布置	...	(260)
本章小结	.....	(266)
习题与思考题	.....	(266)
第七章 电气安全技术	.....	(267)
第一节 人体触电的概念及原因	.....	(267)
第二节 电气设备接地和接零	.....	(269)
第三节 常用电工安全用具	.....	(279)
第四节* 500kV 输电线路带电作业的安全距离	.....	(282)
第五节 对值班人员的安全要求	.....	(286)
第六节 保证电气安全的组织措施和技术措施	.....	(287)
第七节 电气二次回路测量工作的安全措施	.....	(290)
第八节 电气防火及防爆	...	(291)
第九节 触电急救	.....	(296)
本章小结	.....	(299)
习题与思考题	.....	(299)
附录 I 电力线路、变压器特性数据表	.....	(300)
附录 II 常用数据与数据表	.....	(312)
附录 III 短路电流运算曲线	.....	(323)
参考文献	.....	(328)

绪 论

教学要求

了解国际、国内电力工业的发展史及发展现状，特别是南方电网的情况。

一、电力系统的发展史

1. 国外电力系统的发展历史

电的发明：1831 年(英)法拉第→电磁感应→右手螺旋定则→电力系统

1831 年 法拉第发现电磁感应定律后，出现了交流直流发电机、直流电动机以及出现了 100~400V 的低压直流输电系统。

1875 年 法国巴黎建成第一家发电厂，标志着世界电力时代的来临。

1882 年 德国出现 1500~2000V 直流输电系统。

1885 年 出现单相交流输电。

1891 年 出现三相交流输电，俄国人展示了现代电力系统模式。

资料链接：

发达国家年人均年用电量大约为 $5000\text{kW}\cdot\text{h}$ ，我国大约为 $2000\text{kW}\cdot\text{h}$ ，上海大约为 $3000\text{kW}\cdot\text{h}$ ，基本上达到了中等发达国家的水平。我国现已建成了 500kV 超高压交流、直流骨干网架输电系统，并正在向特高压输电方向发展(750kV、800kV、1000kV 等)。

2. 国内电力系统发展历史

(1) 辛亥革命时期

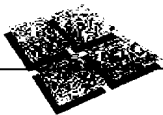
1882 年上海电气公司开业后，随着 1890 年八国联军入侵，上海、汉口、天津、广州、北京，以及东北等租界相继开办了一些以解决照明为主的公用电业。同年华裔商人成立广州电灯公司，开始了民族资本创办电力的历史。1904 年比利时商人与北洋军阀在天津签约成立了电车电灯公司，并于 1906 年开始了中国交流电的历史。到 1911 年，全国发电总装机容量才有 2.7 万 kW，有电的地方仅是上海、广州、北京、香港等中心城市和租界内，中国电力工业处于刚刚起步的幼芽状态。

(2) 抗战期间

从 1937 年抗日战争爆发到 1945 年日本投降的八年抗战期间，中国电力工业遭受了极大破坏，八年间，全国电力装机容量只增加了 9 万 kW。这期间，国民党政府主要在四川、云南、贵州、陕西、甘肃等后方地区共筹建 27 个小电厂，总装机容量只有 2.84 万 kW。而当时日本人基本控制了东北与华北的电力。

(3) 解放战争期间

1946—1949 年，中国电力工业基本处于停滞状态，仅在 1947 年在杨树浦电厂建成 1 台 180t/h 高温高压锅炉和一台 1.765 万 kW 的背式汽轮发电机组，这是中国第一台



高参数火电机组。

在新中国成立前夕，全国装机总容量只有 185 万 kW、发电量 43 亿 kW·h，人均年用电量只有 9kW·h，发电装机容量和发电量分别居世界第 21 位和第 25 位。当时除东北有一条 220kV 线路和几条 154kV 线路外，其他地区只有以城市供电区为中心的发电厂及直配线，中国当时的电力工业处于落后地位。

(4) 解放后快速发展期

1949—1978 年，在不到 30 年的时间里，全国发电装机容量达到 5712 万 kW，发电量达到 2566 亿 kW·h，分别比 1949 年增长了 29.9 倍和 58.7 倍，装机容量和发电量分别跃居世界第 8 位和第 7 位。

改革开放后电网初具规模，分别建成 330kV 和 220kV 输电线路 533km 和 22672km，变电设备 49 万 kVA 和 2479 万 kVA。到 1987 年，中国发电装机容量实现了历史性的突破，达到了 1 亿 kW。此后，电力工业连续每年新投产发电机组都超过了 1000 万 kW，从 1987 年开始又仅用 8 年时间，全国发电装机容量又翻了一番，跨上 2 亿 kW 的台阶。1995 年后又仅用 5 年的时间，全国发电装机量又跨上 3 亿 kW 的台阶。

这期间，我国发电装机容量和发电量先后超过法国、英国、加拿大、德国、俄罗斯和日本等发达国家和经济大国，于 1996 年年底跃居世界第 2 位，仅次于美国。据统计，2001 年年底全国发电装机容量和发电量达到 33861 亿 kW 和 14839 亿 kW·h，分别是 1949 年的 183 倍和 345 倍，50 多年来年均增速在 10% 以上。

我国的电网建设也得到了巨大的发展，全国大区联网和西电东送联网建设不断加强，相应的城乡电网也得到改造和加强，到 2001 年年底，全国 220kV 及以上线路达到 17.66 万 km，变电容量达到 4.73 亿 kVA。

资料链接：

1882 年 第一座小型火力发电厂建于上海，与世界有电的历史几乎同步，1879 年，中国上海公共租界点亮了第一盏电灯，随后 1882 年由英国商人在上海创办了中国第一家公用电业公司——上海电气公司。

1912 年 第一座小型水力发电厂建于云南昆明海口石龙坝，其设备由德国西门子公司提供。

2000 年 全国总装机容量 3 亿 kW，年发电量 13556 亿 kW·h，并建成 500kV 交流、直流超高压输电线路，7 个跨省电力系统。西南大容量水电的开发，山西、陕西和内蒙古等西部大量坑口电厂的建设，使得全国联网的格局逐步形成。

2006 年 据统计全国总装机容量近 6 亿 kW。近几年，以每年接近 6 千万 kW 的装机容量的速度在发展。中国电力工业从 1882 年有电以来，至今走过了 128 年的光辉历程。

二、电网建设

1. 电源开发

实施“优先开发水电，大力发展火电，适当发展核电，积极开发新能源发电”的方针。

到 2001 年年底全国水电装机达到 8301 万 kW，火电达到 25314 万 kW，核电达到 210 万 kW，风力和新能源发电达到 37 万 kW。

目前水电开发已占到全国水电可开发资源的 22%，水电装机容量居世界第 2 位。1994 年 12 月开工建设的长江三峡工程是世界最大的电站，装机容量为 1820 万 kW。广州抽水蓄能电站是世界最大的抽水蓄能电站，装机容量为 240 万 kW。西藏的羊卓雍湖水电站是世界海拔最高的水电站。

1972 年我国第一条 330kV 超高压输变电工程——刘家峡经天水到陕西关中全长 534km 的线路投产。

1981 年又建成了从河南平顶山→湖北武汉的我国第一条全长 595km 的 500kV 线路。

1985 年全部采用国产设备的辽宁锦州到辽阳的 500kV 输变电工程投产。

此后，500kV(包括 330kV)电网工程在我国许多省份和大区内的省际间迅速发展。随着三峡工程正式开工，与之配套的三峡输变电工程也于 1997 年 1 月正式开工，其建设将确保三峡的电力输送到华中、华东、广东及重庆等地区，同时也将促进中国逐步形成以三峡电站为中心的全国联网。2009 年三峡电站全部建成后，总功率为 18200MW，将通过 15 回 500kV 交流输电线路和 3 回 500kV 直流输电线路向全国输电。

电力系统发展方向：大容量、超高压、远距离。

资料链接：

我国第一条 1000kV 特高压输电线路开工建设

2007 年 6 月 19 日上午，1000kV 晋东南→南阳→荆门输电线路工程基础浇筑仪式在河南南阳方城博望镇宋庄村举行，这标志着我国第一条 1000kV 特高压输电线路的建设在河南省正式拉开序幕。该示范工程线路全长 645km，工程共分为 18 个标段进行建设，有 19 家参建单位在全线同时施工。该线路建成后将作为世界上第一条投入商业化运行的 1000kV 输电线路。该线路可实现我国华北电网和华中电网的水火调剂、优势互补、可有效地推动晋东南大型煤电基地集约化开发，缓解煤电运输紧张的局面，并具有错峰、调峰和跨流域补偿等综合经济效益。特高压交流试验示范工程是我国电网发展方式转变的标志性工程，对全面提升我国电网发展的整体水平具有重要的意义。

2. 管理体制

从新中国成立开始，就对电力工业发展十分重视，1993 年 4 月，八届人大一次会议决定撤销能源部，重新成立电力工业部。

1998 年 3 月，九届人大一次会议决定批准成立国家电力公司。

1988—2001 年这十多年，是我国电力工业发展最快、规模最大、技术管理水平得到了极大提高的时期。这期间，我们解决了长期困扰经济发展的缺电问题，调整了电力结构，飞速发展了电网。在我国电力管理体制的历次改革中，成立国家电力公司标志着我国电力工业管理体制由计划经济向社会主义市场经济转变，实现政企分离的历史性转折。

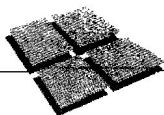
资料链接：

第一条特高压(800kV)输电线路在云南开工建设(楚雄→广东)

南方电网包括以下五省：广东、广西、贵州、云南、海南。

日本电网骨架：1000kV。

西欧电网骨架：750kV。



美国电网骨架：750kV。

资料链接：

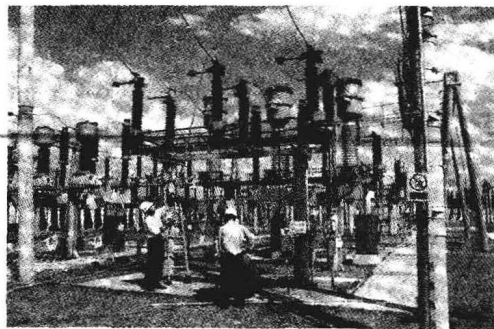
越南国家电力公司与云南电网公司就中越 220kV 联网工程(马关→河江)电能计量设备检验举行签字仪式：2007 年 4 月 6 日，越南国家电力公司与云南电网公司计量检定组在对越送电项目中电能计量设备验收检验工作的具体流程进行磋商及对电能表、电压失压计时器、GPS 时钟共同开箱检查和验收检验后，就中越 220kV 联网工程(马关→河江)电能计量实验室检验工作纪要举行签字仪式，云南电网公司技术专家曹敏、越南国家电力公司经营与农电部专家 Mr. Nguyen Quang Thanus(阮光青先生)分别代表各方签字。云南电力研究院、云南电网文山供电局、越南国家电力公司、越南第一电力试验中心有关人员参加了签字仪式。

经双方协商，确定了软件设置即“电能表基本功能选择和显示配备表”；确定了“电能表检验项目”并进行了测试，检验采用中国云南电力试验研究院的三相电能表标准装置，对双方的全部电能表进行检验；确定了“电压失压计时器验收检验项目”并进行测试；确定了“GPS 时钟验收检验项目”并对中方的 GPS 时钟进行了测试；并于 4 月 8 日至 12 日到现场采用中方的设备对双方变电站的互感器进行试验。经双方认真紧张的工作，所检测的设备均满足 IEC 及相关标准的要求。同时双方还对中越 220kV 联网工程竣工前后的有关计量检测事宜达成了共识。

资料链接：

中国已累计向越南送电 18.4 亿 kW·h

从 2004 年 9 月起，中国先后建成并投产了云南河口至越南老街、广西防城港至越南广宁、云南文山至越南河江 3 条 110kV 的输电线路并开始向越南输电。2006 年 9 月 26 日，中越第一个 220kV 电力联网工程正式建成投产，其采用 220kV 线路向越南北部 6 省供电，这也是中国最大的跨国电力外送工程。2007 年 4 月底，中越第二条 220kV 电力联网工程建成投产。截至 2008 年 3 月底，中国已累计向越南送电 18.4 亿 kW·h，预计到 2008 年年底总送电量将突破 25 亿 kW·h。



此外，中越双方还加强了电力开发的合作。2006 年 11 月，中越双方共同投资建设越南最大的火电厂项目——越南南部的燃煤发电厂，其规划装机容量为 300 万 kW。目前，中越双方正在积极推进 500kV 联网项目的实施，加强输电技术交流、人员培训和电力交易市场建设等工作的合作。今后，中国将进一步拓展与越南电力合作的领域，通过更高电压等级的电网互联，更广泛地合作开发电力资源，不断促进中越两国的经贸合作。

3. 在建大工程

三峡 26×70 万 kW，多年平均年发电量可达 840 亿 kW·h；溪洛渡水电站 1260 万 kW；云南小湾水电站 6×70 万 kW，广西龙滩水电站 7×60 万 kW。