

新入企员工培训系列教材（广东电网）

电力专业知识

DIANLI ZHUANYE
ZHISHI

广东电网公司◎组编

DIANLI
ZHUANYE
ZHISHI

新入企员工培训系列教材（广东电网）

电力专业知识



广东高等教育出版社
Guangdong Higher Education Press

• 广州 •

图书在版编目 (CIP) 数据

电力专业知识 / 广东电网公司组编. —广州: 广东高等教育出版社,
2008.7

(新入企员工培训系列教材(广东电网))

ISBN 978-7-5361-3651-9

I. 电… II. 广… III. 电力工业-技术培训-教材 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 071143 号

广东高等教育出版社出版发行

地址: 广州市天河区林和西横路

邮编: 510500 营销电话: (020)87557232

广州市岭美彩印有限公司印刷

787 毫米×1 092 毫米 16 开本 22.5 印张 392 千字

2008 年 7 月第 1 版 2008 年 7 月第 1 次印刷

印数: 0 001~3 000 册

定价: 56.00 元

前 言

广东电网公司是中国南方电网有限公司的全资子公司，是广东省电网的管理、运营企业，肩负为广东全省经济增长和社会发展提供电力服务的重任。随着广东电网的发展，每年都有一批新入企员工加入到广东电网公司，充实到生产、营销、服务等各个工作岗位。这些新入企员工是公司的新生力量，担负着企业未来发展的希望。按照南方电网公司的要求，为使新入企员工尽快了解南方电网公司方略，认同南方电网公司和广东电网公司企业文化理念，认识广东电网公司电网装备、技术和运营特点，了解企业发展前景，适应公司工作需要，新入企员工都要进行新入企培训。

根据广东电网公司发展战略，公司人力资源部与公司教育培训中心在2007年重新制订了新入企员工培训方案，重点开发包括基本素质、基础业务知识和基本安全技能培训的新入企员工培训项目，让新入企员工一进入企业就接受“懂规矩、守纪律、技能高、负责任、忠诚敬业”电网人的培训。为此，公司人力资源部与公司教育培训中心组织编写了新入企员工培训系列教材。本系列教材共分四册，第一册是《广东电网发展概况与企业文化》，包括广东电网的历史、发展前景，以及公司企业文化等内容；第二册是《电力专业知识》，包括广东电网结构、技术装备、电网运营、电力安全等内容，适用于电力类毕业生使用；第三册是《电力基础知识》，包括电力生产常识、常用电气设备、用电管理和用电安全等内容，适用于

非电力类毕业生使用；第四册是《安全基本技能》，包括电气操作、电气作业的安全知识，安全工具和基本操作要领等内容。

《电力专业知识》是针对电力类新入企员工，按其专业知识和就工作岗位，根据（电力类）新入企员工培训方案编写，主要介绍广东电网结构和运行技术，各级变电站典型接线、装备和运行技术，电力市场及用电营业，输配电线路结构及运行维护，以及安全生产规程和基本安全技术。全书分五个单元，“单元一 电网技术”由雷文编写，“单元二 变电站一、二次系统及其运行”由徐鹏编写，“单元三 电力营销”由何桂贤编写，“单元四 输配电线路”由蓝小萌、刘洪坡编写，“单元五 电业安全”由蓝小萌编写，全书由蓝小萌、何桂贤统稿。

本教材编写大纲和全稿经徐岩松、柏吉宽、彭海跃、于家河、杨险峰、凌毅、梁广审核，由徐岩松、彭海跃担任主审。

本教材在编写过程中得到广东电网公司人力资源部、安全监察部领导的关心和支持，也得到广东电网公司教育培训中心同事的大力协作和帮助，在此一并致谢。

由于编者水平所限，编写时间较匆促，如有错误与不足之处，敬请各位培训教师和学员批评指正。

《电力专业知识》编写小组

2008年6月

目 录

单元一 电网技术

课题一 南方电网及广东电网概况	3
一、全国电网及电源状况	3
二、南方电网现状与发展规划	5
三、广东电网概况	7
四、天广交直流并联输电系统	10
五、电网运行基本要求	12
课题二 电网接线方式及中性点接地方式	15
一、广东各电压等级电网典型接线方式	15
二、电力系统中性点接地方式	25
三、各级电网中性点常用接地方式	29
课题三 电网运行与稳定性	31
一、调频	31
二、调压	33
三、电力系统稳定性	34
四、黑启动	38
课题四 电网调度自动化系统	41

一、电网调度基本原则	41
二、调度自动化系统	43
三、SCADA 系统	45
四、EMS 系统	46
五、区域安全稳定控制	47
六、配电管理自动化系统	50
七、电力调度数据网络	55
课题五 电网新技术应用	58
一、紧凑型输电技术	58
二、特高压输电技术	59
三、灵活交流输电 (FACTS) 技术	60
四、直流共用接地极技术	62
五、超导电力技术	63

单元二 变电站一、二次系统及其运行

课题一 变电站主要电气设备	67
一、变电站电气设备概述	67
二、变压器	68
三、断路器	72
四、隔离开关	79
五、互感器	83
六、避雷器	87
七、母线	90
课题二 各电压等级变电站典型接线及布置	92

一、500 kV 变电站典型接线及布置	92
二、220 kV 变电站典型接线及布置	95
三、110 kV 变电站典型接线及布置	97
四、10 kV 终端站的接线及布置	99
课题三 微机型继电保护	105
一、概述	105
二、微机型的线路保护	111
三、微机型变压器保护	116
四、光纤保护	122
课题四 变电站综合自动化	129
一、概述	129
二、变电站综合自动化系统	131
课题五 变电运行	142
一、变电站巡检	142
二、倒闸操作	144
三、电气设备缺陷处理	147
四、事故处理	153

单元三 电力营销

课题一 电力市场	159
一、电力市场机制及运营模式	159
二、我国电力市场建设	161
三、电力市场的供求关系及均衡	162
四、电力市场中的风险管理	164

五、电价	165
六、电力市场输电服务	170
七、电力市场的“黑启动”服务	180
八、电力市场技术支持系统	181
课题二 营业管理和用电检查	190
一、业务扩充	190
二、电费管理	196
三、日常营业	201
四、电力客户用电特征	202
五、用电检查的内容和范围	204
六、用电检查的程序及纪律	206
课题三 电能计量	208
一、电能表	208
二、互感器	221
三、集抄系统	224
四、需求侧管理	226
课题四 防窃电技术	240
一、依法打击窃电	240
二、常见的窃电方式	242
三、防窃电措施	244

单元四 输配电线路

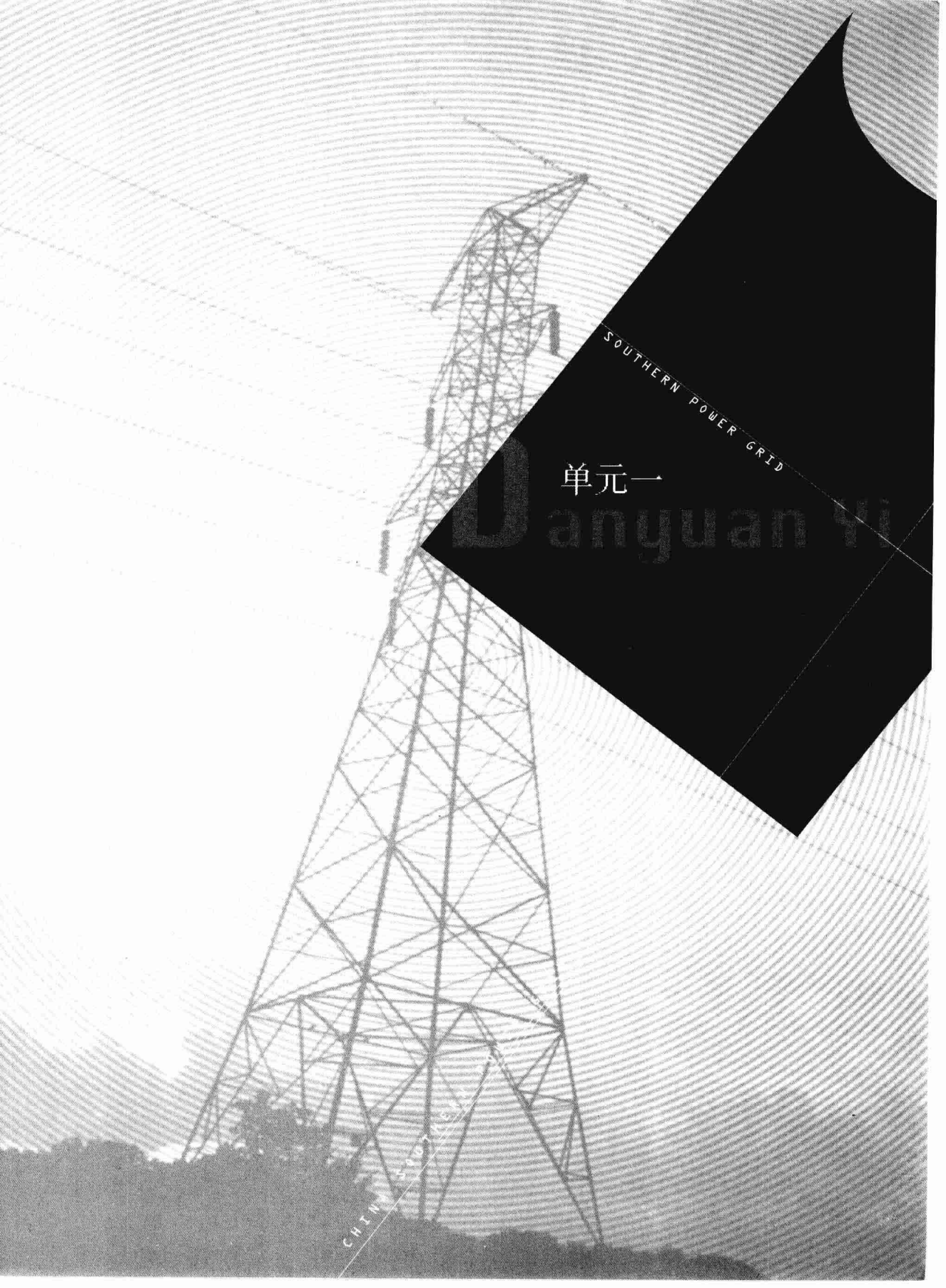
课题一 导线	249
一、架空线路导线	249

二、电力电缆	254
课题二 架空线路杆塔及基础	259
一、杆塔	259
二、杆塔基础	263
课题三 架空线路绝缘子、金具	267
一、绝缘子	267
二、金具	270
课题四 架空线路防护技术	273
一、防风防振	273
二、大气过电压防护	276
三、防污工作	279
四、防覆冰工作	281
课题五 电力线路运行维护	284
一、电力线路巡线	284
二、运行测试	286
三、运行维护	288

单元五 电业安全

课题一 电业安全概论	293
一、电业生产安全的重要性	293
二、安全生产与法制	295
三、保证电业安全生产的基本标准和规程	298
课题二 电气操作安全技术	304
一、电气操作安全技术规范	304

二、防止误操作措施	308
三、一次系统防误装置	310
课题三 电气作业安全技术	313
一、电气作业安全技术规范	313
二、发电厂、变电站电气作业安全	323
三、电力线路作业安全	329
课题四 防电气伤害技术	334
一、防触电技术	334
二、电气防火防爆	339
三、电气火灾扑救	342
参考文献	347



SOUTHERN POWER GRID

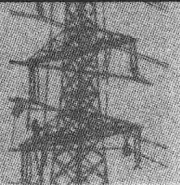
单元一

Danyuan Yi

CHINA SOUTHERN POWER GRID

课题一

南方电网及广东电网概况



本课题介绍了全国电网、南方电网、广东电网的特点和联网方式；介绍了电网的电源结构和电网运行的基本要求。

我国水电资源主要分布在西部，煤炭主要分布在北部和西部，而用电负荷中心相对集中在东南地区，能源分布客观上决定了全国电网格局要西电东送、南北互供和全国联网。

按使用的能源不同，我国电厂可分为火力发电厂、水力发电厂、核能发电厂、风力发电厂、天然气发电厂、垃圾发电厂等。

南方电网是国内结构最复杂、联系最紧密、科技含量最高的电网。南方电网由西向东跨越 2 000 km 以上，是典型的长距离交直流并联输电系统。2010 年，南方电网将建成世界上第一个 ± 800 kV 特高压直流输电工程，西电东送将形成“8 交 5 直”的输电通道，其中云电送粤形成“4 交 1 直”的输电通道，黔电送粤形成“4 交 2 直”的输电通道，天生桥送粤为“1 直”通道，三峡送粤为“1 直”通道。

广东电网是一个以 500 kV 线路为骨干网架，以 220 kV 线路为主体的大电网，电网覆盖了广东 21 个地级市，是全国最大的省级电网，是南方电网的受端与负荷中心，广东电网负荷主要集中在经济发达的粤中地区（珠江三角洲地区）。

电网运行的基本要求包括供电可靠性、电能质量、运行经济性。供电可靠性是指对用户连续供电的可靠程度，衡量电能质量的三个指标是频率、电压和交流电的波形。表征电力系统经济性的三个具体指标是煤耗、网损率和厂用电率三种。



一、全国电网及电源状况 ■ ■ ■

近年来，随着国民经济的飞速增长，我国电力工业也高速发展。目前，我国电厂的装机容量和发电量仅次于美国，居世界第二位，基本上进入大电网、大电厂、大机组、超高压输电、高度自动控制的时代。

1. 全国电网络局

我国水电资源主要分布在西部，煤炭主要分布在北部和西部，而用电负荷中心相对集中在东南地区，能源分布及用电负荷分布客观上决定了要西电东送、南北互供和全国联网。随着三峡工程、能源基地大型火电厂、

水电厂的建设和区域间超高压交直流互联电网的建设,西电东送、南北互供的全国性电网正逐步形成。

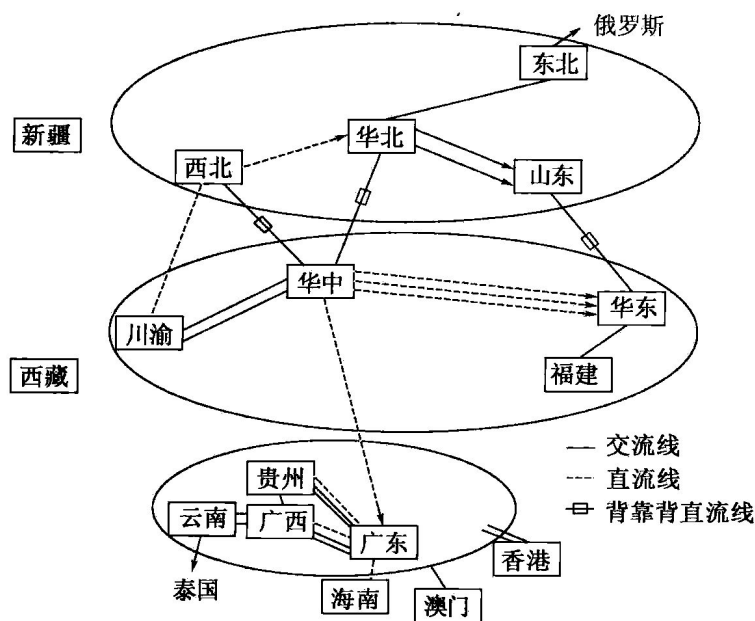


图 1-1 全国电网格局示意图

我国已有东北、华北、华东、华中、南方、西北、川渝等 7 个跨省区电网和山东、福建两个大的独立省网。目前它们相互之间的联网方式,华中与华东采用纯直流联网、华中与川渝采用交流联网、东北与华北采用交流联网、华东和福建采用交流联网、华中与南方采用直流联网。

1990 年我国第一条从葛洲坝水电站至上海南桥换流站的 ± 500 kV 直流输电线路实现双极运行,使华中和华东两大电网实现非同期联网。

电网中 500 kV 主网架逐步形成和壮大,220 kV 电网不断完善和扩充,电力系统运行的稳定性得到改善,近 10 年间系统稳定破坏事故比前 10 年下降了 60% 以上。

2. 能源利用状况

我国是世界上少数几个以煤炭为主要燃料的国家之一,煤炭消费占总能源消费的 70% 以上,而且单位产品的能耗远高于国际先进水平,这种能

源结构给交通运输和环境带来很大的问题。我国火电装机容量约占全国电力总装机容量的 75%，火电厂的供电煤耗相当高，发达国家供电煤耗平均为 $335 \text{ g}/(\text{kW}\cdot\text{h})$ ，我国 2005 年的供电煤耗是 $370 \text{ g}/(\text{kW}\cdot\text{h})$ 。

我国水能资源丰富，但可开发率较低，十大流域的水能资源蕴藏量约 6.76 亿 kW，而探明的可开发装机容量只有 3.78 亿 kW。2007 年我国水电装机容量约占全国电力总装机容量的 23%。水力发电虽然是清洁能源，但水能资源的开发也会对环境造成很大影响。

世界核电发电量占总发电量的 17%，2007 年我国的核电装机容量占电力总装机容量的 1.6%。我国核电存在的问题是技术路线不统一，现有法国、加拿大、俄罗斯的技术，又将引进美国西屋公司技术，而且核电自主化程度低，核心部件依靠进口。

风能是清洁高效能源，我国约 20% 的国土面积具有比较丰富的风能资源，主要分布在东南沿海及其岛屿，西北、华北和东北“三北”地区，特别是新疆和内蒙古，风能资源极为丰富，国家已制订优惠政策大力发展风能发电。

LNG 电厂是以液化天然气为燃料的电厂，液化天然气是清洁能源，天然气发电没有粉尘，也没有二氧化硫排放。

垃圾发电有两种，焚烧垃圾发电和掩埋垃圾发电。垃圾焚烧前必须经过分检，金属、玻璃等不能焚烧；垃圾燃烧后产生大量腐蚀性气体，会引起锅炉各部分金属材料的腐蚀，排放的烟气和灰渣中含有害物质，造成环境污染。因此垃圾发电有广阔前景，但还有许多问题需要解决。掩埋垃圾发电是将垃圾倒入密闭垃圾池中发酵，产生沼气，引入燃气锅炉中燃烧，产生蒸气推动汽轮机发电机发电，垃圾池中发酵余渣可作肥料。

二、南方电网现状与发展规划 ■ ■ ■

南方电网地处中国最南端，服务区域包括广东、广西、云南、贵州和海南五省区，陆地面积约 102 万 km^2 ，占全国国土面积的 10.6%，占全国人口的 17.8%，2005 年五省国内生产总值占到全国的 17.6%。

五省区煤炭保有储量 774 亿 t，水能资源蕴藏量 156 230 MW，可开发容量 143 020 MW。

1. 南方电网现状

2005年,南方五省全社会用电最大负荷 69 600 MW,全社会用电量合计 4 347 亿 kW·h, 占全国的 17.6%。

2005 年南方电网电源分布和电网电源结构见图 1-2、图 1-3。

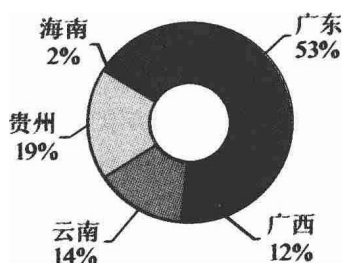


图 1-2 2005 年南方电网电源分布

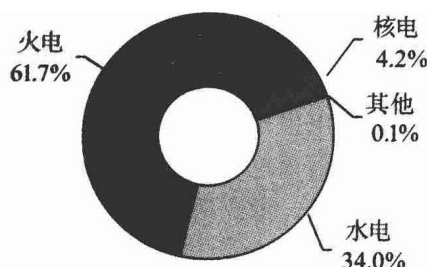


图 1-3 2005 年南方电网电源结构

南方电网是国内结构最复杂、联系最紧密、科技含量最高的电网。南方电网由西向东跨越 2 000 km 以上,是典型的长距离交直流并联输电系统。至 2005 年底,南方电网已形成“6 交 3 直”西电东送大通道,西电送广东最大输送能力超过 12 000 MW,约占广东全社会用电最高负荷的 23.4%,西电东送电量约 477 亿 kW·h,占广东全社会用电量的 18.4%,2005 年南方电网西电东送电力电量交换示意图见图 1-4。

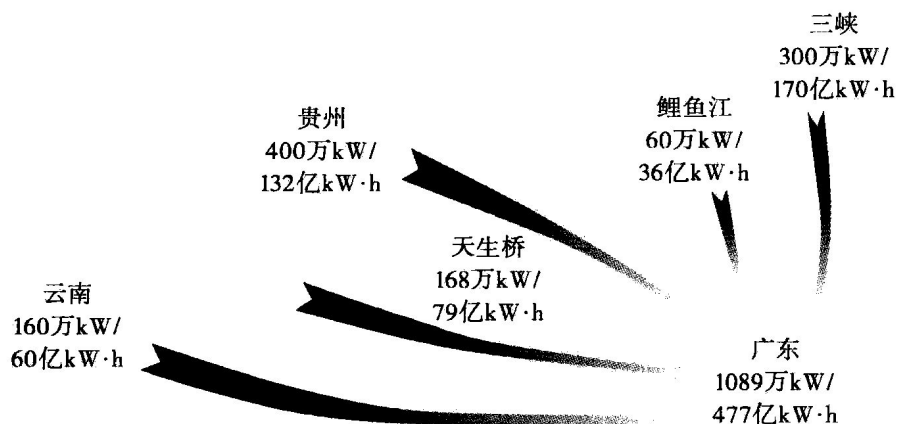


图 1-4 2005 年南方电网西电东送电力电量交换示意图