

电力行业管理与执法实务全书

# 电力安全管理 (四十一)

卢炳瑞 主编

中国言实出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

电力行业管理与执法实务全书/卢炳瑞主编.

—北京:中国言实出版社,2004.9

ISBN 7-80128-321-6

I. 电…

II. 卢…

III. 电力工业—法规—中国—汇编

IV. F407.616

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 103281 号

中国言实出版社出版发行

(北京市西城区府右街 2 号 邮政编码 100017)

中铁十六局印刷厂

787×1092 32 499.125 印张

2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月第 1 次印刷

印数: 1~1 000 册

定价: 2560.00 元(本卷 16.00 元)

# 目 录

◎水电前期工作中的几个问题 .....	1
◎电力前沿技术的现状和前景 .....	7
◎21 世纪初信息技术发展趋势——在电力信息化 技术研讨会上的发言 .....	29
◎管理信息系统的数据环境 .....	38
电力改革的关键 .....	51
◎西方国家的电力改革也是起源于技术的发展和进步 ...	57
◎安全工作行为准则 .....	70
◎带电作业人员工作行为准则 .....	79
◎调度通信自动化设备检修人员安全工作行为准则 .....	84
◎调度员安全工作行为准则 .....	86
◎管理人员安全工作行为准则 .....	90
◎带电作业消缺陷婉拒宴请风格高 .....	95
◎110 千伏龙蛇背变电站扩建 .....	95
◎10 千伏龙高线遭雷击后 .....	96
◎电力紧缺，我们怎么办 .....	98
◎万州供电局召开三季度安全生产例会 .....	101
◎输变电工区召开缺陷分析会 .....	102
◎梁平供电局七条 措施保安全 .....	103
◎输变电工区工会布置近期工作任务 .....	104

◎梁平供电局充分做好防洪抢险准备 .....	105
◎输变电工区建立“安全监察师”制度 .....	106
◎团城电站管理有新举措 .....	107
◎团城电站管理有新举措 .....	108
◎万州局停工进行安全整顿 .....	109
◎三峡输变电工程建设又传捷报——~500KV 万县 变电站正式启动投运 .....	112
◎500KV 万县变电站将于 28 日带电运行 .....	113
◎500KV 万县变电站投运前的工作重点 .....	113
◎500KV 万县变电站大型设备运输工作结束 .....	114
◎500KV 万县变电站施工近况 .....	115
◎关于国家电力公司系统安全监督机构的设置问题 .....	116
◎发电企业如何完善隐患控制管理体系 .....	120
◎必须注重“两网”建设改造中的安全管理 .....	127
◎变电站采用微机保护后防误闭锁的解决办法 .....	133
◎变压器铁芯接地故障诊断与处理 .....	139
◎吹灰器造成锅炉设备事故的原因 .....	145
◎刍议《电力事故通报片》的摄制 .....	154
◎变电运行操作全过程管理规定 .....	157
◎检修设备试转安全规定的完善和实践 .....	161
◎电力走向市场后更要自觉地搞好安全生产 .....	166
◎电力系统控制中心的人机工程设计 .....	179

◎激励职工安全生产的方法及建议 .....	186
◎水电站低油压停机事故的原因及对策 .....	193
◎电网异常情况下避雷器爆炸原因及防范措施 .....	197

## ◎水电前期工作中的几个问题

### 一、关于水电发展与结构调整

#### 1. 关于发展

水电要在国家西部大开发中，在电力工业发展中，在电源结构调整中加快发展。

国电公司成立后，高严总经理和党组很重视水电的发展，采取了一系列有效措施，使水电开始走出低谷。历史上水电比重最高的是1984年，为32%，但自1985年开始一路下滑，到1998年降至23.4%，1999年开始恢复性增长，达到24.4%。水电近期的发展目标如何确定，大家都很关心，大部分同志认为，2010年水电比例达到30%左右比较合适。为此，水电装机到2010年要力争达到1.55亿千瓦。这样在全国年均装机增长5%时，水电比重能达到30.1%，年均增长6%时，水电比重仍然可以维持在27.4%。如果实现这个目标有困难，水电装机至少也要达到1.45亿千瓦以上，使水电的比重还能达到28.2%—25.6%，使电源结构调整略见成效。如果只按1.25亿千瓦安排“十五”和“十一五”规划，水电的比重就会下降到24.3%—22.1%，那就谈不上电源结构调整了。

要达到1.45亿千瓦以上，经过努力是能够做到的。到2000年底水电装机总容量为7700万千瓦左右。

按各分公司、省公司提出的建设项目，和水利系统计划建设的项目，总共可达 1.5 亿千瓦以上。

## 2. 关于结构调整

水电要加快发展，除了倚重电力发展和结构调整外，应在以下四方面进行调整。其中三个方面是电力系统自身的，一个是相关行业的调整。

(1) 从区位上说常规水电的开发重点要由中东部调整到西部。中东部在建、筹建的项目，开发率已达 63%，其中河南、湖北、广东、辽宁、吉林已经超过 80%。而西部的开发率很低，特别是几个资源大省，西藏仅 0.3%，云南 4.5%，四川约 10%。调整常规水电的重点开发地区是由我国资源分布和开发现状决定的。

(2) 常规水电要从主要开发径流电站和调节性能差的电站，转为重点开发年调节以上，特别是龙头电站。过去由于政策导向方面的问题，已建的水电站中 3/4 都是调节性能差的。要引导电源开发公司优先开发年调节以上的水电站，一定要靠政策，要出台丰枯、峰电价和下游水电站向上游调节性能好的水电站返还部分经济效益等相关政策。

(3) 要从过去只注意开发常规水电，调整为重点开发西部常规水电的同时，协调发展东中部地区的抽

水蓄能电站。

初步分析，有以下三种情况之一，需要建抽水蓄能电站：

一是缺少水电的电网，包括京、津、沪、苏、鲁、皖、冀、辽 8 个省、市。

二是有水电，但调蓄性能不好的电网，牵涉：河南、江西、湖南、广东、内蒙古、黑龙江、浙江、福建、海南和湖北等几个省、市、自治区。

三是风电比较集中的电网如内蒙古、新疆。根据全国 700 多个气象站的初步统计分析，我国 20 个省、市、自治区有效风功率 47 亿千瓦，比水电的理论蕴藏量大得多。但风电的开发受规模、区位、土地等因素制约，经济可开发量小得多，还不足 1/10。内蒙古有效风功率 15 亿千瓦，新疆 10 亿千瓦。新疆已初步规划的风电场有 6500 万千瓦，比水电大得多。当这些地方的风电规模开发以后，对一些小的电网会有一定冲击。如果建一些抽水蓄能电站，可以把随机的劣质电变为优质的调峰电量。

这三种情况共牵涉 20 个省、市、自治区，也就是说我国有近 2/3 的省、市、自治区的电网，可能需要配置抽水蓄能电站。

(4)大型抽水蓄能机组要由现在全部靠进口，调

整为以国产化、本土化为主。抽水蓄能电站土建工程量小，机组占电站总投资的 50%左右，国产化、本土化将显著降低工程造价。

可能需要配置抽水蓄能电站的电网，大部分峰谷差在 30%左右，如果按 10%配置率估算，远景人口近峰值，人均装机 1 千瓦，抽水蓄能机组的规模将发展到 1 亿千瓦左右。而现在抽水蓄能电站只占全国总装机的 1.8%。这一方面说明抽水蓄能还有很大的发展空间，需要加快发展。另一方面说明市场需求很大，这么大的市场不能都让国外占领。我们呼吁抽水蓄能机组国产化，不仅为降低电站造价，它对我国机电制造业的发展也有裨益。

## 二、关于拓宽水电规划

过去电力部门搞水电规划，主要是搞河流水电梯级规划。现在看来太局限了，水电规划至少要分两个层次：

第一个层次是水电资源规划。它应该包括各流域常规水电的梯级规划和有关省、市、自治区的抽水蓄能电站的选点规划。资源规划应该是政府行为。

第二个层次是开发利用规划。包括大规模、跨大区、跨流域的开发利用规划和各大电源开发公司的水电开发经营规划。前者如西电东送规划，这个规划涵

盖了多种电源、多个电网，牵涉多个省、市、自治区的经济发展和市场调控，影响国民经济的大局。应该由政府主导。就水电而言，通过规划要明确送电区的哪些河流、哪些电站承担东送任务，送什么电？是送基荷还是峰荷？受电区也要研究电价改革后普遍实行峰谷电价，是要峰荷还是基荷？要配置多少抽水蓄能电站……等等。有了规划并付诸实施，西电东送才能真正落到实处。

各大电源开发公司也要有自己的水电开发规划，实际上是开发经营战略的研究。这个工作对企业来说至关重要，但过去注意得不够，研究得比较粗放，现在是市场经济，企业要以经济效益为中心，需要加强开发经营战略的研究。这是企业行为。

### 三、关于水电的滚动开发

第一阶段是 1997 年以前。主要以一厂一公司的模式，组建了一批水电开发公司，对本流域进行梯级、综合、滚动开发。这对加快水电开发淌出了一条新路。

第二阶段是 1998 年以来，主要是为了适应市场经济，增强水电的竞争力和加大滚动开发力度，开始组建有母体的水电开发公司，也是对本流域进行梯级、综合、滚动开发。

虽然我们已组建了“六大一小”公司，仍然还有

一些已经具备条件的流域如汉江、白龙江等尚未组建开发公司、需要我们继续努力。

2005年前后，由于种种原因，一些大型的水电开发公司将面临跨流域、跨地区甚至多品种开发的问题。

如黔源公司，建完引子渡以后，三岔河基本开发完了，六冲河和汧流有乌江公司，所以他们可能要跳到北盘江去开发。

三峡发电以后，三峡公司将转战金沙江，而不是继续开发干流的小海南、朱杨溪或石棚。

清江公司干完水布垭；龙滩公司干完龙滩和岩滩扩机后，也将面临新的选择。

“十五”电价改革以后，还会有像山东电力集团公司和大唐公司这样，研究把火电站和抽水蓄能电站捆在一起，组织水火互济的电源公司。

一些超远距离送电的水电开发公司，如果送基荷，为了提高公司的经济效益和竞争力，也可能考虑和大唐公司一样，研究是否要在负荷中心建抽水蓄能电站的问题，那将是常规水电和抽水蓄能的组合。

总之，2005年前后，水电的滚动开发将逐步进入有母体、跨流域、多品种的综合滚动开发的新阶段。虽然它还没有到来，但有关公司应该提前研究。现在

水电预可研储备严重不足，各公司拟比选的项目可能要从预可研做起，只有提前研究，工程建设才能及时衔接。

## ◎电力前沿技术的现状和前景

“电力技术是通向可持续发展的桥梁”，这个论断已经逐渐成为人们的共识。研究表明，为了实现可持续发展，应尽可能把一次能源转换为电能使用，提高电力在终端能源中的比例。因为，在保证相同的能源服务水平的前提下，使用电力这种优质能源最清洁、方便，易于控制、效率最高。如果能将大量分散燃用的化石燃料都高效洁净地转换为电力使用，人们赖以生存的环境和生活质量就会大大改善。因此，电能高效洁净地生产、传输、储存、

分配和使用的技术将成为下世纪电力技术的重点领域。电力技术属于传统技术的范畴，技术创新和出现重大突破的机会要比信息科学、生命科学、材料科学等新兴学科少得多。但是，应该看到，电力技术与其他学科的相互交叉和渗透的趋势越来越明显。电力研究的一些前沿课题反映了这种趋势。以下将对若干电力前沿技术的现状和未来发展前景进行评述。

### 1 分布式电源

分布式发电装置(Distributed Generation)是指

功率为数千瓦至 50MW 小型模块式的、与环境兼容的独立电源。这些电源由电力部门、电力用户或第 3 方所有,用以满足电力系统和用户特定的要求。如调峰、为边远用户或商业区和居民区供电,节省输变电投资、提高供电可靠性等等。

当今的分布式电源主要是指用液体或气体燃料的内燃机(IC)、微型燃气轮机(Microturbines)和各种工程用的燃料电池(FuelCell)。因其具有良好的环保性能,分布式电源与“小机组”已不是同一概念。

### 1.1 应用背景

由于公众对输电线路可能产生的电磁影响的忧虑,开辟新的线路走廊越来越困难。例如,北美和西欧许多国家已决定一般不再兴建新的输电线路。于是,直接安置在用户近旁的分布式发电装置便成为一种替代方案。其次,与大电网配合,分布式电源可大大地提高供电可靠性,可在电网崩溃和意外灾害(例如地震、暴风雪、人为破坏、战争)情况下,维持重要用户的供电。加拿大魁北克省 1997 年冰雪灾造成输配电线路灾难性破坏,引起大面积停电,许多重要用户长期不能恢复供电。人们认识到,如果能有与电网配合的分布式电源在运转,供电可靠性将会大大地提高,一些灾难性后果是可以避免的。

对供电网难以达到的边远分散用户，分布式电源在技术经济上具有竞争力。此外，发展电动车电源是研究发展分布式电源的重要推动力。

### 1.2 微型燃气轮机

微型燃气轮机(MicroTurbine),是功率为几千瓦至几十千瓦，转速为 96000r/min，以天然气、甲烷、汽油、柴油为燃料的超小型燃气轮机，工作温度 500℃，其发电效率可达 30%。目前国外已进入示范阶段。其技术关键是高速轴承、高温材料、部件加工等。可见，电工技术的突破常常取决于材料科学的进步。

### 1.3 燃料电池

燃料电池是直接把燃料的化学能转换为电能的装置。它是一种很有发展前途的洁净和高效的发电方式，被称为 21 世纪的分布式电源。

#### 1.3.1 燃料电池的工作原理

燃料电池的工作原理颇似电解水的逆过程。氢基燃料送入燃料电池的阳极(电源的负极)转变为氢离子，空气中的氧气送入燃料电池的阴极(电源的正极)，负氧离子通过 2 极间离子导电的电解质到达阳极与氢离子结合成水，外电路则形成电流。

通常，完整的燃料电池发电系统由电池堆、燃料供给系统、空气供给系统、冷却系统、电力电子换流

器、保护与控制及仪表系统组成。其中，电池堆是核心。低温燃料电池还应配备燃料改质器(又称为燃料重整器)。高温燃料电池具有内重整功能，无须配备重整器。

磷酸型燃料电池(PAFC)是目前技术成熟、已商业化的燃料电池。现在已能生产大容量加压型 11MW 的设备及便携式 250kW 等各种设备。第 2 代燃料电池的熔融碳酸盐电池(MCFC)，工作在高温(600~700℃)下，重整反应可以在内部进行，可用于规模发电，现在正在进行兆瓦级的验证试验。固体电解质燃料电池(SOFC)被称为第 3 代燃料电池。由于电解质是氧化锆等固体电解质，未来可用于煤基燃料发电。质子交换膜燃料电池是最有希望的电动车电源。

### 1.3.2 性能和特点

燃料电池有以下优点：

(1)有很高的效率，以氢为燃料的燃料电池，理论发电效率可达 100%。熔融碳酸盐燃料电池，实际效率可达 58%~64%。通过热电联产或联合循环综合利用热能，燃料电池的综合热效率可望达到 80%以上。燃料电池发电效率与规模基本无关，小型设备也能得到高效率。

(2)处于热备用状态，燃料电池跟随负荷变化的

能力非常强，可以在 1s 内跟随 50%的负荷变化。

(3) 噪音低；可以实现实际上的零排放；省水。

(4) 安装周期短，安装位置灵活，可省去新建输电配电系统。

目前燃料电池大规模应用的障碍是造价高，在经济性上要与常规发电方式竞争尚需时日。

### 1.3.3 技术关键和研究课题

燃料电池的技术关键涉及电池性能、寿命、大型化、价格等与商业化有关的项目，主要涉及新的电解质材料和催化剂。熔融碳酸盐电池(MCFC)在高温条件下液体电解质的损失和腐蚀渗漏降低了电池的寿命，使 MCFC 的大型化及实用化受到限制。需要解决电池构成材料的腐蚀；电极细孔构造变化使电池性能下降等问题。

固体氧化物燃料电池(SOFC)使用固体电解质且工作温度很高，对构成材料及其加工有特殊要求。为了得到高温下化学性稳定和致密性(不通过气体)的电解质，在氧化锆中加入 Y2O3 生成钇稳定氧化锆。为了降低工作温度，应尽可能减少电解质薄膜厚度。通常采用熔射法、烧结法和电化学蒸发涂层法制备电解质薄膜。实用的电解质膜的厚度为 0.03~0.05mm。比较先进的已达到 0.01mm。这样薄的电解质陶瓷材料

除应当有足够的机械强度外，必须具有高度的气体致密性，否则将丧失燃料电池的性能。燃料极使用镍锆等耐热金属陶瓷，镍还用作燃料重整的催化剂，空气极在运行中处在高温氧化中，难以使用一般金属。铂的稳定性好，但费用昂贵，需要寻找替代材料，可用电子导电陶瓷。为了降低工作温度，另外一个重要的研究方向是寻找低温的质子导电的电解质。工作温度倘若能降低到  $700^{\circ}\text{C}$  以下，SOFC 的造价就可以大幅度降低。

## 2 大功率电力电子技术的应用硅片引起的“第二次革命”

### 2.1 大功率电力电子器件的重大进展

电力电子学(PowerElectronics)的应用已经有多年的历史。

电力电子学器件用于电力拖动、变频调速、大功率换流已经是比较成熟的技术。大功率电子器件(HighPowerElectronics)的快速发展也引起了电力系统的重大变革，通常称为硅片引起的第二次革命。近 10 多年来，可控整流器(SCR)、可关断的晶闸管(GTO)、MOS 控制的晶闸管(MCT)、绝缘门极双极性三极管(IGBT)等大功率高压开关器件的开断能力不断提高。目前，已经生产出 6kA、6kV 的 GTO，单个元件