

电力建设技术管理手册

谢文海 编



浙江省电力工业局

内 容 简 介

本《手册》比较系统地介绍了电力建设全过程各个阶段的技术管理工作的内容和要求。

内容包括电力工业的任务与基本建设技术管理、可行性研究与设计任务书的编制、勘测设计工作、设计技术经济工作、环境保护、建设准备与工程施工、经济合同制、施工组织设计、施工技术、施工质量与安全 and 施工机械管理、生产准备与竣工验收、常用数据与参考资料以及名词浅释共十四个部分。

本《手册》主要根据近年来国家和水电部以及有关部门颁布的现行基本建设技术管理方面的方针、政策、法令、制度和规定编写而成，可供从事电力建设的设计、施工、建设单位与主管部门的工程技术人员和领导干部使用，也可供其他有关人员参考使用。

电 力 建 设 技 术 管 理 手 册

(第二版本)

(供内部使用)

*

浙江省电力试验研究所印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本

1984年6月 第一版 100万字

印数00001—13500

1987年3月 第二版 212万字

印数00001—10000

前 言

电力建设技术管理是电力基本建设部门和单位管理工作中的重要组成部分。随着电力建设规模的扩大、机组容量和技术参数的升级、设计与施工技术要求不断提高、建设分工与专业化的发展，都迫切需要加强电力建设各个阶段的技术管理工作。为了促进与加强电力建设技术管理工作，不断提高技术管理水平和工作效率，达到合理组织建设、缩短建设周期、降低工程造价、提高工程质量、实现最好的经济效益，以适应电力建设不断发展的需要，特编写了这本《电力建设技术管理手册》。

《手册》共分十四章。按基本建设程序可行性研究、设计任务书的编制、设计工作、施工准备、组织施工与生产准备以及竣工验收等，比较系统地阐述了电力建设全过程各个阶段的技术管理工作的内容和要求（包括常用数据与参考资料及名词浅释）。内容重视规范性和实用性。《手册》中引用的资料均以国家和水电部以及有关部门颁布的现行基本建设技术管理方面的方针、政策、法令、制度和规定为依据。《手册》主要供从事火电和送变电工程基本建设的设计、施工、建设单位和主管部门的工程技术人员和领导干部使用，也可供与电力建设有关的其他部门和单位的人员参考使用。

本《手册》内容经由**李志刚、丁有德、李良楷、徐濬哲、方庆唐、卡尔明**等同志审阅。**陈汉民、鲍善陵、范群、何步良、王永康、刘观宵、戚家润、潘孟池**等同志参加了校核工作。在编写过程中，还得到了局内外许多同志的大力支持与帮助，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，对于《手册》中可能存在的一些缺点和错误，诚恳地希望读者在使用中多提宝贵意见。

编 者

一九八七年 元旦

目 录

前 言

第 一 章 电力工业的任务与基本建设技术管理	(1)
第 一 节 电力工业发展概况	(1)
一 世界电力工业发展概况	(1)
二 我国电力工业发展概况	(7)
第 二 节 电力工业在国民经济中的地位和作用	(10)
第 三 节 电力工业总的奋斗目标和方针	(11)
一 电力工业总的奋斗目标	(12)
二 电力工业的开发方针	(13)
三 电力工业的管理方针	(15)
四 发展电力工业要依靠科学技术的进步	(16)
五 发展电力工业的出路在于改革	(17)
第 四 节 电力工业的技术政策及装备政策	(24)
一 电力工业技术政策	(24)
二 电力工业装备政策	(33)
第 五 节 电力工业基本建设程序和内容	(36)
一 初步可行性研究	(37)
二 建设项目的提出	(39)
三 可行性研究	(41)
四 编制设计任务书	(42)
五 设计文件的编制和审查	(44)
六 施工准备	(45)
七 组织施工与生产准备	(47)
八 竣工验收、交付生产	(48)
第 六 节 电力工业基本建设技术管理	(50)
第 二 章 可行性研究与设计任务书的编制	(52)
第 一 节 可行性研究的作用与任务	(52)
一 可行性研究的作用与要求	(52)
二 可行性研究的任务	(54)
三 可行性研究的工作步骤	(55)
四 国际上可行性研究阶段的划分和功能	(56)

第二节	可行性研究管理办法	(57)
一	建设项目可行性研究管理办法	(57)
二	节能建设项目可行性研究管理办法	(60)
第三节	火电厂工程可行性研究报告的内容	(63)
一	火电厂工程“初步可行性研究”报告的主要内容	(63)
二	火电厂工程“可行性研究”报告的主要内容	(65)
第四节	火电厂工程可行性研究勘测工作的内容	(70)
一	水文气象部分	(71)
二	水文地质部分	(72)
三	工程地质部分	(73)
四	工程测量部分	(74)
第五节	火电厂厂址选择的基本原则和要求	(75)
一	火电厂厂址选择的基本原则	(75)
二	火电厂厂址选择的一般要求	(77)
三	保护机场净空的规定	(89)
四	道路设置立体交叉设施的规定	(91)
第六节	火电厂的总体规划	(96)
一	总体规划的作用	(96)
二	总体规划的原则	(96)
三	总体规划的要求	(99)
四	总体规划的步骤	(108)
第七节	变电所所址选择与总布置设计	(109)
一	变电所所址选择	(109)
二	变电所总布置设计	(111)
第八节	送电线路的路径选择	(122)
第九节	设计任务书的编制	(125)
一	设计任务书的作用	(125)
二	设计任务书的编制要求	(125)
三	设计任务书的编制内容	(126)
四	设计任务书的审批	(130)
五	设计任务书的变动	(138)
第三章	勘测设计工作	(139)
第一节	勘测设计工作基本要求与任务	(139)
一	勘测设计工作的基本要求	(139)
二	勘测设计工作的任务	(141)
第二节	勘测设计工作管理规定	(143)
一	勘测工作管理办法	(143)
二	设计工作管理办法	(151)

三	集体和个体设计工作管理办法	(159)
四	勘测设计任务管理办法	(161)
五	勘测设计单位资格认证管理办法	(164)
六	工程设计周期定额	(174)
第三节	勘测设计工作的改革	(175)
一	勘测设计工作改革的方向与要求	(175)
二	勘测设计技术经济责任制	(180)
三	加强勘测设计工作改革的管理	(184)
第四节	勘测设计岗位责任制	(189)
第五节	勘测工作程序和内容	(195)
一	工程测量部分	(196)
二	工程地质部分	(198)
三	水文地质部分	(203)
四	水文气象部分	(209)
第六节	设计工作程序和内容	(211)
一	火电厂设计工作程序和内容	(212)
二	送变电设计工作程序和内容	(219)
第七节	设计文件的编制与审批	(219)
一	设计文件的编制	(219)
二	设计文件的审批	(224)
第八节	勘测设计质量管理	(227)
一	勘测设计质量工作的基本要求	(227)
二	勘测设计成品质量标准	(230)
三	优秀设计评选办法和标准	(232)
四	勘测设计质量事故的分类与处理	(239)
五	勘测设计单位推行全面质量管理规定	(241)
第九节	标准化工作管理	(244)
一	国家对标准化管理工作规定	(245)
二	水电部对标准化管理工作规定	(253)
第十节	建筑物建筑面积定额	(260)
第十一节	设计工地代表工作制度	(279)
附录	引进30万和60万千瓦火电机组技术简介	(281)
第四章	设计技术经济工作	(294)
第一节	设计技术经济工作的任务与内容	(294)
第二节	工程项目经济评价办法	(299)
第三节	概预算工作管理	(311)
一	国家对概预算工作管理的规定	(311)
二	水电部对概预算工作管理的规定	(314)

第 四 节	概预算编制办法	(321)
一	概预算编制原则	(321)
二	概预算书的编制	(322)
三	概预算书的形式与深度	(326)
第 五 节	概预算项目及费用性质划分办法	(326)
一	概预算项目划分办法	(326)
二	概预算费用性质划分办法	(330)
第 六 节	电力建设其他费用定额	(331)
第 七 节	施工组织设计大纲的编制	(352)
一	编制施工组织设计大纲的作用与要求	(353)
二	发电工程施工组织设计大纲编制内容深度要求	(354)
三	送电工程施工组织设计大纲编制内容深度要求	(356)
四	变电工程施工组织设计大纲编制内容深度要求	(357)
五	通讯工程施工组织设计大纲编制内容深度要求	(358)
第 八 节	建设工程有关收费标准与管理规定	(360)
一	工程设计收费标准与管理规定	(360)
二	建设前期工作费用的来源与标准	(368)
三	设计技术转让收费标准	(369)
四	工程咨询项目评估费用收支管理规定	(371)
五	标准化开发基金等几项收费标准	(372)
六	“拨改贷”工作的管理规定	(372)
七	利率的规定	(378)
八	国内设备储备资金管理规定	(378)
九	竣工结算的规定	(381)
十	建筑税与城市建设维护税的征收规定	(383)
十一	车辆购置附加费收取标准	(384)
十二	基本建设项目的保险规定	(384)
十三	各类用水收取水费的规定	(385)
十四	供电工程收取贴费的规定	(386)
十五	固定资产调拨规定	(387)
十六	定型组合钢模管理规定	(388)
十七	住宅工程按平方米造价包干规定	(389)
十八	对违反物价纪律实行经济制裁的规定	(390)
附 录	固定资产投资规模的控制	(392)
第 五 章	环境保护	(396)
第 一 节	环境保护的任务与要求	(396)
第 二 节	环境保护管理法则	(401)
一	环境保护法则	(401)

二	海洋环境保护法则	(404)
三	水污染防治法则	(407)
四	建设项目环境保护管理办法	(411)
五	征收排污费办法和标准	(413)
第 三 节	环境影响报告书的内容	(415)
一	国家对环境影响报告书内容的规定	(415)
二	国家对环境影响报告表内容的规定	(417)
三	水电部对环境影响报告书内容的规定	(417)
第 四 节	大气污染及防护	(421)
一	大气环境质量标准	(421)
二	电厂大气污染防治	(424)
第 五 节	水质污染及防治	(425)
一	地面水环境质量标准	(426)
二	生活饮用水水质标准	(428)
三	渔业水域水质标准	(428)
四	农田灌溉用水标准	(428)
五	海水水质标准	(430)
第 六 节	噪声污染与控制	(432)
第 七 节	灰渣治理	(435)
第 八 节	绿化	(437)
一	发电厂绿化的作用	(438)
二	绿化设计的原则	(439)
三	绿化设计的主要手法和措施	(445)
四	绿化的管理	(445)
第 六 章	建设准备与工程施工	(447)
第 一 节	建设单位的组建与管理	(447)
一	建设单位的组建与职责	(447)
二	工程承包公司的组建与职责	(448)
三	工程建设的经营方式	(451)
第 二 节	建设工程用地标准与管理	(452)
一	建设工程用地面积指标	(452)
二	国内外火电厂建设用地情况分析	(455)
三	国家建设征(借)用土地规定	(461)
四	征用菜地缴纳开发建设基金管理办法	(467)
五	征地费包干使用办法	(468)
第 三 节	建设工程计划管理	(469)
一	建设项目计划的编制与管理	(470)
二	施工企业计划管理的任务	(481)

三	施工企业年度施工计划的编制	(484)
四	施工企业施工作业计划的编制	(488)
五	施工任务书和班组经济核算	(490)
六	施工企业计划的贯彻、调度与统计	(492)
第四节	施工队伍建设与管理	(495)
一	施工队伍的建设	(495)
二	施工企业定员标准与管理	(504)
三	施工企业资格等级标准	(523)
四	城建系统施工企业营业管理办法	(532)
五	使用农村建筑队及合同制工人管理办法	(538)
六	国营与集体建筑企业联合经营管理办法	(541)
第五节	建设工程施工管理	(542)
一	施工管理的性质与任务	(542)
二	施工管理的内容	(545)
三	施工过程中的协调和检查	(556)
第六节	施工企业经济责任制	(558)
一	经济责任制的意义和内容	(558)
二	国家对施工企业推行经济责任制的规定	(559)
三	水电部对施工企业推行经济责任制的意见	(562)
四	百元产值工资含量包干经济责任制	(567)
附录	企业管理现代化纲要	(574)
第七章	基本建设中的经济合同制	(584)
第一节	基本建设中经济合同的种类与要求	(584)
一	经济合同的种类	(584)
二	经济合同的主要内容	(585)
三	实行经济合同制应遵循的原则与要求	(586)
第二节	经济合同管理法则与规定	(589)
一	经济合同管理法则	(589)
二	涉外经济合同管理法则	(597)
三	经济合同鉴证规定	(601)
四	经济合同公证规定	(602)
五	经济合同仲裁规定	(603)
六	技术引进合同管理规定	(606)
第三节	建设项目投资包干建设	(608)
一	国家对建设项目投资包干建设的规定	(608)
二	水电部对建设项目投资包干建设的规定	(610)
三	投资包干节余和提前投产收益分配规定索引	(619)
第四节	建设工程招标投标承包建设	(620)

一	招标投标一般步骤和要求	(622)
二	国家对建设工程招标投标的规定	(626)
三	国家对工程设计招标投标的规定	(628)
四	水电部对水利电力工程施工招标投标的规定	(632)
五	水电部对发电设备主机招标投标的规定	(638)
第五节	建设工程勘测设计合同	(640)
一	国家对建设工程勘测设计合同的规定	(640)
二	水电部对建设工程勘测设计合同的规定	(642)
第六节	建筑安装工程承包合同	(646)
一	国家对建筑安装工程承包合同的规定	(646)
二	水电部对建筑安装工程承包合同的规定	(649)
第七节	工矿产品购销合同	(652)
第八节	加工承揽、借款和科技协作合同	(660)
一	加工承揽合同	(660)
二	借款合同	(663)
三	科技协作合同	(665)
第九节	基本建设物资供应中的几项规定	(669)
一	物资供应管理制度	(669)
二	基建项目成套设备供应工作的规定	(673)
三	发电设备主机订货合同的规定	(676)
四	基建材料承包供应规定	(679)
五	重点建设项目物资供应规定	(680)
第十节	基本建设奖励中的几项规定	(684)
一	企业职工奖惩规定	(684)
二	企业发放奖金规定	(687)
三	发明奖励和自然科学奖励规定	(689)
四	科学技术进步奖励规定	(690)
五	合理化建议和技术改进奖励规定	(692)
六	特定燃料和原材料节约奖励规定	(694)
七	提前竣工奖励规定	(696)
八	设备管理优秀单位奖励规定	(697)
第八章	施工组织设计	(700)
第一节	施工组织设计的编制和贯彻	(700)
一	编制施工组织设计的依据和原则	(700)
二	施工组织设计的编制	(702)
三	施工组织设计的贯彻	(703)
第二节	施工组织设计的主要内容	(703)
一	火电厂工程施工组织设计的主要内容	(703)

二	送变电工程施工组织设计的主要内容	(705)
第 三 节	火电厂工程施工综合进度	(706)
一	编制施工综合进度的种类与要求	(706)
二	施工工期指标	(709)
第 四 节	火电厂工程现场施工人员指标	(714)
第 五 节	火电厂工程基地建设、大型临时设施及施工场地	(724)
一	基地建设	(725)
二	土建工程的生产性施工临建及施工场地	(726)
三	安装工程的生产性施工临建及施工场地	(727)
四	土建、安装共用的生产性施工临建及施工场地	(727)
五	生活性施工临建	(729)
六	施工临建面积控制指标	(729)
第 六 节	火电厂工程施工总平面布置	(729)
一	施工区域划分与施工用地面积指标	(732)
二	交通运输组织	(734)
三	施工管线平面布置	(739)
第 七 节	火电厂工程施工力能供应	(739)
一	供水	(739)
二	供电	(741)
三	供热	(743)
四	氧气、乙炔、氩气供应	(743)
五	压缩空气供应	(744)
第 八 节	火电厂工程机械化施工	(746)
一	配备施工机械的原则	(746)
二	机械化施工组织方式的要求	(748)
三	火电厂工程主力吊车配置情况及使用意见	(750)
附 录	火电建设流程参考资料	(755)
第 九 章	施工技术管理	(756)
第 一 节	施工技术管理的基本要求和基础工作	(756)
一	施工技术管理的基本要求	(756)
二	施工技术管理的基础工作	(757)
第 二 节	施工技术管理制度	(759)
一	施工技术责任制度	(759)
二	开工管理制度	(764)
三	施工图纸会审制度	(765)
四	施工技术交底制度	(766)
五	技术检验制度	(768)
六	设计变更管理制度	(769)

七	工程验收制度	(769)
八	施工技术档案管理制度	(770)
九	设备制造部门与用户互派代表工作制度	(771)
十	县社建筑企业施工技术管理规定	(775)
第三节	技术培训	(777)
一	技术培训工作的组织领导	(778)
二	技术培训工作的管理	(778)
三	合理利用技术力量	(779)
第四节	技术革新	(779)
一	技术革新的内容	(780)
二	开展技术革新的组织和方法	(780)
附录	施工技术的现状与发展趋势和元宝山60万千瓦机组特点与施工	(781)
第十章	施工质量与安全管理	(795)
第一节	质量管理的奋斗目标和基础工作	(795)
一	质量管理的奋斗目标	(795)
二	质量管理的基础工作	(796)
第二节	工程质量检查和验收	(798)
一	工程质量检查和验收的依据及方式	(798)
二	工程质量检验等级的评定标准及办法	(799)
三	工程质量事故的处理	(801)
第三节	工程质量监督与保修	(803)
一	电力建设工程质量监督与保修	(803)
二	城建系统工程质量监督与保修	(806)
第四节	全面质量管理	(813)
一	全面质量管理的由来与要求	(813)
二	电力建设施工企业全面质量管理办法	(817)
三	送变电全面质量管理规划	(822)
第五节	质量管理小组活动管理	(825)
一	质量管理小组的由来与作用	(825)
二	质量管理小组活动的程序和方法	(826)
三	质量管理小组活动管理办法	(828)
四	质量管理小组活动的评价	(833)
第六节	创优工程与质量管理奖的评定	(835)
一	国家优质工程的评选与奖励	(835)
二	电力建设优质工程的评选与奖励	(837)
三	电力建设优质工程企业奖与全优单位工程的评定标准	(838)
四	国家质量管理奖的评定条件	(839)
第七节	安全施工管理	(841)

一	安全施工管理规定	(841)
二	安全施工工作计划	(851)
三	查处重大责任事故规定	(857)
第十一章	施工机械管理	(859)
第 一 节	施工机械管理的任务和内容	(859)
一	施工机械管理的目的和任务	(859)
二	施工机械管理的特点和内容	(863)
第 二 节	施工机械管理体制与责任制	(865)
一	施工机械管理体制与任务	(865)
二	各级人员岗位责任制	(868)
第 三 节	施工机械的组织管理	(871)
一	机械施工单位的任务和特点	(871)
二	机械施工计划和施工方案的编制	(872)
三	机械的选择与机械施工管理	(874)
四	施工机械装备发展规划	(875)
五	施工机械固定资产管理	(875)
六	施工机械事故的分类与处理	(890)
七	机械大检查和红旗设备竞赛	(892)
八	技术业务培训	(894)
第 四 节	施工机械的使用与保养	(894)
一	施工机械的使用管理	(894)
二	施工机械的保养管理	(899)
第 五 节	施工机械的修理与供应	(902)
一	施工机械的修理	(902)
二	施工机械与配件的供应	(906)
第 六 节	施工机械的经济管理	(908)
一	施工机械经济管理的基础工作	(908)
二	施工机械的经济核算	(911)
三	施工机械的经营管理	(913)
四	机务工作的经济责任制	(915)
五	考核机械管理的主要指标	(915)
第 七 节	施工机械管理的现状和发展趋势	(916)
一	施工机械管理的现状	(916)
二	施工机械管理的发展趋势	(922)
第十二章	生产准备与竣工验收	(928)
第 一 节	生产准备工作	(928)
一	生产准备工作的步骤和内容	(928)

第一章 电力工业的任务与基本建设技术管理

第一节 电力工业发展概况

一、世界电力工业发展概况

电力用于照明,已有一百多年的历史。早在1878年,英国发明家 G. Lane-Fox 和美国发明家 A. Edison,首次提出给用户供电照明。1882年1月12日,世界第一座发电厂在英国伦敦建成。当时采用直流低压供电,距离很短。1881年,法国人 L. Gaulard 和英国人 J. Gibbs,发明了一项“交流配电”专利。1885年美国人 G. Westinghouse 买了专利,和发明家 W. Stanley 制成世界上第一台变压器。1886年在美国麻省大巴林顿,作了距离1,200米、电压3千伏的交流输电示范表演。

1888年南斯拉夫发明家 N. Tesla 提出了“相交流系统”新方案,发明了利用旋转磁场的感应电机。G. Westinghouse 买了专利后,于1893年在芝加哥展出了第一台相位差 90° 的两相发电机。1891年在德国洛芬火电厂安装了第一台100千瓦三相发电机,从此开始采用三相交流输电系统,1898年第一条120公里长的30千伏交流电线在美国加利福尼亚州投入运行。由于当时采用针状绝缘子,输电电压不能提高。直到1907年美国人 E. Hewlett 和 H. Buck 共同研制成第一批悬垂式绝缘子,到1920年输电电压才升高到132千伏和150千伏。

1890年前后,发电厂主要用蒸汽往复式发动机驱动交流发电机发电。1903年美国一台5,000千瓦汽轮发电机制成投产。1920年起世界上许多大型水电站陆续开始建设,同时架设了电压220千伏以上的输电线路。1934年美国兴建了胡佛大坝,装机容量134万千瓦,通过一条430公里长、287千伏的线路往洛杉矶送电。

第二次世界大战后,大容量汽轮发电机组开始出现。美国1956年最大的汽轮发电机组单机容量26万千瓦,1960年45万千瓦,1963年65万千瓦,1965年为100万千瓦,1970年后113、130万千瓦机组相继投入运行。采用大机组的优点是基建项目少,建设速度快,单位造价及发电成本低和劳动生产率高。

第二次世界大战前欧美的水电资源基本上已经开发,有的战后还在继续开发。如美国建设了100万千瓦以上水电站19座,1978年建成大古力三厂,单机出力82万千瓦,总装机888万千瓦。苏联建设的大批水电站中,有克拉斯诺雅尔斯克水电站600万千瓦,萨扬舒申斯克水电站640万千瓦。加拿大也大力发展水电,建成了丘吉尔瀑布522万千瓦,拉格朗德二级532.8万千瓦等水电站。与此同时,发展中国家如埃及、巴西、扎伊尔、委内瑞拉等国也兴建了不少大型水电工程。如巴西伊泰普水电站,总装机1260万千瓦,

预计1987年全部建成。

第二次世界大战后核电站得到迅速发展。1954年苏联投运了世界第一台核电机组。英国着重发展气冷堆，美国发展轻水堆（压水堆和沸水堆）。现今最大核电站为日本福岛一号核电站，装机容量469.6万千瓦，最大核电机组为西德比不利斯核电站的2号机（130万千瓦）。

第二次世界大战后，发达国家开始研究500千伏输电线路。1954年瑞典哈斯拉杰水电站架设了第一条380千伏超高压输电线，采用德国设计的分裂导线新技术，1965年加拿大从马尼克大坝经魁北克到蒙特利尔，架设了第一条765千伏输电线。1980年苏联共架设750~800千伏的超高压输电线3400公里。目前许多国家在进行电压1000千伏以上线路的研究和试验。战后世界高压直流输电也发展很快。1954年瑞典敷设了第一条100千伏、2万千瓦实验用海底直流输电线。1961年英国英吉利海峡敷设了一条48公里长、200千伏、16万千瓦海底直流输电线。1980年扎伊尔投运了一条长达1700公里、±500千伏、112万千瓦直流输电架空线路。1981年止，全世界已建成21项直流输电工程，总长8637公里，输电容量1253万千瓦。

第二次世界大战后，在发电方面还发展了如快中子堆、磁流体发电和核聚变反应堆等，在输电方面出现了超导体及微波输电技术。

1. 世界发电能源结构

由于世界各国能源资源的情况和发展各不相同，有的国家以火电为主。据1981年统计，美国能源构成为：水力11.6%，煤炭52.4%，油9%，天然气15.1%，原子能11.9%；苏联煤、油、气占79.9%，水力13.6%，原子能6.5%；英国几乎98%用燃料发电，西德和日本火电比重也占80%以上。而挪威、瑞士、巴西、加拿大和瑞典等国则以水电为主。如挪威99%左右是水电，瑞士占86.9%。中国水电只占20%左右，仍以火电为主。

世界早期电力工业发展是以水电为主，火电为辅。30年代后，尤其是二次世界大战后，火电技术突飞猛进。50年代后期，因燃料充分、价格低廉，火电成本下降，许多工业化国家，好的水电厂址已基本开发，因此火电比重逐年提高，出现了以火电为主、水电为辅的状况。到了70年代，又因能源短缺，核电又有新发展。70年代初期，核电在一些工业化国家中只占2%（只有英国占的比重大于10%）。经过十多年发展，1981年法国的核电比重占37.7%，居世界首位，日本占17.3%，西德占14.6%，美国占11.9%。可见，近几十年来，世界发电能源结构已产生新的变化。除此外，地热能、太阳能、风能、海洋能及生物能源等也处在开发阶段。

2. 世界发电厂总容量和总发电量

1950年全世界总装机容量约为13,477万千瓦，其中水电4,435万千瓦，火电9,042万千瓦。到1978年增长了约14倍，总装机容量约18.3亿千瓦，其中水电占4.17亿千瓦，火电13.06亿千瓦，核电1,070万千瓦。1950年全世界总发电量约为9,543亿度，其中水电3,407亿度，火电6,137亿度，到1978年增长约8.5倍，总发电量约为76,200亿度，其中火电54,020亿度，水电16,070亿度，核电6,110亿度。按人口平均的发电量，1978年加拿大占第一位（14,392度/人）。

3. 火力发电

1890年前后,工业发电用的低速蒸汽机,因其功率有限,最大才2,500马力,以后为容量大的汽轮机所代替。由于蒸汽参数的提高,转子叶片的研究成功,使汽轮机效率大大提高。发电机氢冷、水冷、油冷技术的发展,使单机容量日益增大。本世纪初,蒸汽发电的热效率很低,仅为5%,到60年代提高到40%。折换成燃料消耗量,等于发同样多电只消耗过去用燃料的八分之一。这充分反映了60年代单机容量迅速增大的特点。

60年代初,世界上采用的汽轮机最高蒸汽参数是650℃、350大气压。后因汽温在650℃以上难以找到合适的金属材料,蒸汽参数出现了下降趋向。70年代,一般火电厂采用的最高蒸汽参数为540℃、245大气压。目前国外运行的汽轮机最高蒸汽参数为565℃、270大气压。由于依靠提高蒸汽参数难以继续增加效率,许多国家从60年代起转向以下两种方法提高效率:一是加大单机容量,如美国1950年最大单机容量20万千瓦,到1965年为100万千瓦。二是大力发展燃气轮机和汽轮机的联合循环,如1982年,日本东京电力公司投运了总容量200万千瓦的联合循环发电机组。

发电机方面,虽然金属材料和制造技术的发展,对加大机组容量起的作用很大,但最重要的还是冷却技术的改进。30年代和40年代,各国主要采用自然冷却和强迫冷却两种方式。50年代开始,世界上广泛采用氢冷技术,其优点是氢气比空气的热传导大六倍,传热率大35%。最初利用的氢压为0.035大气压,发电机出力比空冷提高25%;随后氢压增高到2.1大气压,出力又提高10%。然而再增高氢压,提高出力就不明显了。为进一步提高发电机出力,以后又发展了直接冷却即内冷,使发电机出力大约提高一倍。1958年我国试制成功第一台双水内冷汽轮发电机,1970年12.5万千瓦双水内冷机组开始运行。

火电厂运行指标,据不完全统计,供电煤耗最低的是苏联,每度电为327克(1981年)。厂用电率最低的是日本,为4.7%(1979年)、火电设备利用小时最高的是中国,1980年为5,775小时,1981年为5,511小时;其次是苏联,1979年为5,501小时。

4. 燃气轮机

1939年瑞士制成了世界第一台发电用的4,000千瓦燃气轮机,主要用于航空工业。燃气轮机一种是开路循环,排气直接放入大气;另一种是闭路循环,排气返回入口再循环,但其造价高。70年代,开路循环燃气轮机单机容量达到3万千瓦,以后发展到12万千瓦。燃气轮机的优点是建设周期短,只需1~1.5年,而火电厂需3~5年;用水量少;启动、并网到满负荷时间只需2~5分钟。其主要缺点是热效率低,只有25%左右;由于只能燃用高级液化燃料,运行成本高,使用范围很受限制,一度发展缓慢。

近年来,由于利用联合循环,使燃气轮机400℃的高温排气进入蒸汽发生器,与汽轮发电机组联合运行,从而提高电厂总效率4%以上。尤其在采用煤的气化装置后,代替了高级液化燃料,降低了运行成本,又减少了大气污染。目前,国外燃气轮机以联合循环的形式又得到了较为广泛应用。

5. 核电

核电站是依靠反应堆内核燃料的裂变反应产生热能。核反应堆可看作核电厂的“锅炉”。

自从苏联1954年投入第一台核电站后,在六十、七十年代,世界核电发展很快。仅在1969~1974年的五年中,美国核电容量从283万千瓦发展到3,177万千瓦。至1971年,

美国核电设备订货约有100座反应堆，装机容量约8,500万千瓦，到1982年已投产78台，容量6,110万千瓦。同时期，法国已投产30台，2,280万千瓦；苏联37台，1,600万千瓦；日本25台，1,730万千瓦；西德15台，1,040万千瓦；英国33台，970万千瓦；比利时、印度、意大利、西班牙、加拿大等国家和我国台湾省共投产63台，3,160万千瓦。1982年止，全世界共有核电机组281台，总容量约1.7亿千瓦。

核燃料、慢化剂和冷却剂是反应堆的三个主要组成部分。这三部分组合不同，产生的堆型不同，目前世界上主要采用轻水堆（压水堆和沸水堆）、重水堆、气冷堆和快中子堆。美国主要发展轻水堆，这种堆型采用低浓二氧化铀作燃料，高压水或沸腾水作慢化剂和冷却剂。英国主要是气冷堆，采用低浓铀或高浓铀作燃料，石墨作慢化剂，氦气作冷却剂。法国开始是气冷堆，以后以发展压水堆为主。加拿大是重水堆，采用天然铀作燃料，重水作慢化剂和冷却剂。快中子堆，采用钚或高浓铀作燃料，一般用液态金属钠作冷却剂，不用慢化剂。由于快中子的作用，这种堆型本身生产的核燃料比消耗的还多，因此也称快中子增殖堆，是今后要发展的一种理想堆型。目前一些国家正在进行工业试验。法国发展最早，1973年已建成25万千瓦容量的实验堆，现在法国东南部正在建造单机120万千瓦快堆核电站；英国和苏联在1974年也建成实验电站；美国发展较迟，1977年获得许可证，计划在1987年建成38万千瓦克林赫河快堆核电站。据预测，全世界快堆总容量1990年达500万千瓦，2000年达1,750万千瓦，2020年达3.94亿千瓦，即占全世界核电站总容量的15.5%，据国外1981年统计，全世界已建和准备建造的各种堆型比例为：轻水堆占86.8%，（其中压水堆65.6%，沸水堆21.2%），重水堆占4.4%，石墨气冷堆3.6%，石墨水冷堆4.55%，快中子堆还只占0.65%，其中压水堆比例最大。

核电站具有以下一些特点：一是与常规火电厂相比，燃料消耗小几万倍，大大减少燃料的贮运费用，但造价较高。因此，要降低核电站的发电成本，必然采用大机组。70年代早期，世界大部分核电机组单机容量为70~80万千瓦，目前采用的单机容量一般为90~130万千瓦。另一是安全问题，核电站废燃料中含有大量放射性裂变产物和可以重新燃烧的核燃料——钚，必须进行处理。为预防发生放射性元素泄漏事故，应采取严格的安全保障措施。

6. 水电

世界上用来最早发电的自然能源是水的落差和流量。从本世纪初到50年代，水力发电得到迅速发展。世界第一座水电站建于美国威斯康辛州阿帕赖顿的福克斯河，1882年9月30日发电，电站安装直流发电机2台，总容量25千瓦，水轮直径107厘米，水头3米。1885年意大利投运了第一座65千瓦提沃利水电站。1890年在美国俄勒冈州，第一座交流电的水电站投入运行。从1900年到1950年，一些水力资源丰富的国家，如加拿大、法国、日本和苏联，水电发展很快。但以后世界上又出现以火电为主的局面，其原因除一些工业化国家比较有利的水电厂址已基本开发外，主要是火电厂效率提高，造价降低，输煤技术改进，煤价下降等所造成。

据世界银行1980年统计，全世界可能开发的水电总装机容量达22亿千瓦以上，其中亚洲6.1亿千瓦，占28%；南美洲4.32亿千瓦，占20%；非洲3.58亿千瓦，占16%；北美洲3.56亿千瓦，占16%；苏联2.5亿千瓦，占11%；欧洲1.63亿千瓦，占7%；大洋洲0.45亿千瓦，占2%。发展中国家水电可能装机容量占全世界的60%以上。我国可能开