

电力工程电气设计手册

电气一次部分

水利电力部西北电力设计院 编

水利电力出版社

内 容 提 要

本手册系统地介绍了火力发电厂、变电所电气专业的设计内容和设计方法，全书共分两册，第一册包括电气一次专业和厂用一次专业的内容，第二册包括电气二次专业、厂用二次专业、系统二次专业以及小型机组的电气部分设计内容。

本书为第一册，主要内容有：电气主接线；厂（所）用电接线、短路电流计算、主变压器选择、高压电器选择、导体设计、补偿装置、高压配电装置、发电机引出线装置、电工建构筑物总布置、交流事故保安电源和不停电电源系统、过电压保护及绝缘配合、接地装置、电缆选择与敷设、照明、空气压缩装置等。书中不仅给出了设计常用的技术方案、计算公式、数据资料、图表曲线，还列举了工程实例和算例，可供查用、参考。

本手册是电力工程设计人员必备的专业技术工具书。也可供从事电力工业管理、制造、供销、施工、安装、运行、检修等专业人员及大专院校有关专业的师生参考。

电力工程电气设计手册

第一册

（电气一次部分）

*

水利电力出版社出版、发行

（北京三里河路6号）

各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 70印张 2239千字 2插页

1989年12月第一版 1989年12月北京第一次印刷

印数00001—51750册

ISBN 7-120-00784-X/TM·215

定价：34.50元

前 言

近年来许多20万kW及以上大型机组的相继投产,330kV及以上超高压输变电工程的陆续建成和各地区电力网的不断扩大,标志着我国的电力工业已经进入一个发展的新时期。为顺应这一新形势的要求,我们在总结原《电力工程设计手册》使用经验的基础上,以最近国内大型火力发电厂和变电所的设计经验、技术进步及发展动向为重点,遵循我国新近修订的有关规程规范规定,重新编撰了这套《电力工程电气设计手册》。

在编撰过程中,我们努力采辑精华、体现三性(先进性、实用性和与规程规范的一致性),力求做到:

(1)既要满足量大面广的使用需要,又要反映我国80年代的技术水平。本着实事求是、积极郑重的态度,尽量收入业经鉴定的科技成果,选入一些符合我国国情并拟在设计中推广的国外引进新技术、新设备,使手册具有一定的先进性。

(2)突出重点、照顾一般。机组容量以20~60万kW为主,中小型也要包括;电压以220~500kV为主,中低压也要涉及。手册中所提供的资料、数据、公式、方案等要准确可靠、使用方便,能够起到提高设计质量和加速设计进度的作用,成为设计人员的良知益友,使手册具有一定的实用性。

(3)认真贯彻执行国家现行的方针政策,符合法规、规范、规程以及专业技术规定的规定,是规程规范的具体体现,并能够起到补充、解释和示范的作用。手册没有规程规范的约束力,但应与现行的技术政策保持良好的一致性。

我们期望这样一本专业技术工具书,能够为设计行业的读者提供一定的专业基本技术知识和实用数据资料,能够对较熟练的设计人员起到备忘、参考的作用;对新参加工作设计人员起到指导、提示、引据和咨询的作用。

这套手册按专业分为两册。第一册包括电气一次专业和厂用一次专业的设计内容;第二册包括电气二次专业、厂用二次专业、系统二次专业以及小型机组的电气部分设计内容。至于电气设备和电工材料的生产动态、技术数据、外形尺寸等内容,不包括在本手册之中,而准备另行编撰能及时更新的《电力工程电气设备手册》,亦分为两册,以便与本手册配套使用。

鉴于国家标准关于电气技术文字符号的制定正在完善中,本手册仍暂采用汉语拼音字头做为电气技术文字符号。

本手册由水利电力部电力规划设计院组织、李勃同志主持了审稿,在编撰和出版过程中尚得到了各兄弟设计单位及有关专家们的积极支持和热心帮助,在此表示感谢。

由于我们的专业水平有限,难免会出现各种错误,再加上电力技术迅速进步、电气设备不断更新,使手册很难与时代同步。因此,恳切期望读者在使用中将发现的问题和错误,及时提供给我们,以便再版时修正,谢谢!

编 者

1987年12月

目 录

前 言

第一章 引论.....戈东方

第1-1节 概述 1

- 一、设计在工程建设中的作用..... 1
- 二、设计工作应遵循的主要原则..... 1
- 三、设计的基本程序..... 1
- 四、设计人员的职责..... 2

第1-2节 电气设计的内容和深度 3

- 一、初步可行性研究阶段的电气设计内容..... 3
- 二、可行性研究阶段的电气设计内容..... 3
- 三、初步设计阶段的电气设计内容..... 3
- 四、施工图设计阶段的电气设计内容..... 5

第1-3节 电气设计的专业配合 10

- 一、初步设计阶段专业间交换资料..... 10
- 二、施工图设计阶段专业间交换资料..... 10

附录1-1 常用法定计量单位及其有关换算 13

附录1-2 常用电气设计图形符号(一次线部分) 14

附录1-3 常用电气设计图形符号(二次线部分) 30

第二章 电气主接线.....应震华

第2-1节 主接线的设计原则 45

- 一、主接线的设计依据..... 45
- 二、主接线设计的基本要求..... 46
- 三、大机组超高压主接线可靠性的特殊要求..... 46

第2-2节 6~220kV高压配电装置的基本接线及适用范围 47

- 一、单母线接线..... 47
- 二、单母线分段接线..... 47
- 三、双母线接线..... 47
- 四、双母线分段接线..... 48
- 五、增设旁路母线或旁路隔离开关的接线..... 48
- 六、变压器-线路单元接线 50
- 七、桥形接线..... 50
- 八、3~5角形接线..... 51

九、其它接线..... 53

十、6~220kV配电装置接线在220/110kV系统中的连接示例..... 53

第2-3节 330~500kV超高压配电装置的基本接线及适用范围 53

- 一、双母线三分段(或四分段)带旁路母线(或带旁路隔离开关)接线..... 53
- 二、一台半断路器接线..... 56
- 三、变压器-母线接线 57
- 四、3~5角形接线..... 58
- 五、其它接线..... 58
- 六、两种主要接线的技术经济比较要点..... 60
- 七、330~500kV超高压配电装置接线在工程中选用概况..... 60

第2-4节 大型电厂的电气主接线 61

- 一、发电机-变压器单元接线 61
- 二、发电机-变压器扩大单元接线 61
- 三、发电机-变压器-线路单元接线..... 62
- 四、一厂两站接线..... 62

第2-5节 中小型电厂的电气主接线 62

- 一、发电机的连接方式..... 62
- 二、主变压器的连接方式..... 63
- 三、发电机电压配电装置的接线..... 63
- 四、限流电抗器的连接方式..... 64
- 五、无发电机电压配电装置的中型电厂接线..... 65

第2-6节 变电所的电气主接线 65

- 一、系统枢纽变电所接线..... 65
- 二、地区重要变电所接线..... 65
- 三、一般变电所接线..... 67
- 四、变电所6~10kV侧短路电流的限制 68

第2-7节 主变压器和发电机中心点接地方式 69

- 一、电力网中性点接地方式..... 69
- 二、主变压器中性点接地方式..... 69
- 三、发电机中性点接地方式..... 70

第2-8节 主接线中的设备配置 71

一、隔离开关的配置	71	三、600MW机组	110
二、接地刀闸或接地器的配置	71	第3-10节 所用电接线	110
三、电压互感器的配置	71	一、所用电源数量及容量	110
四、电流互感器的配置	71	二、所用电源引接方式	110
五、避雷器的配置	72	三、所用变压器低压侧接线	112
六、阻波器和耦合电容器的配置	72	四、所用电接线实例	112
七、各种类型主接线的设备配置示例	72	附录3-1 高层建筑物的供电方式	113
第三章 厂(所)用电接线	谢熹	第四章 短路电流计算	弋东方
第3-1节 厂用电接线总的要求	74	第4-1节 电力系统短路电流计算条件	119
第3-2节 厂用负荷	74	一、基本假定	119
一、按重要性分类	74	二、一般规定	119
二、厂用负荷的供电类别	74	三、限流措施	119
第3-3节 厂用电压等级	80	第4-2节 电路元件参数的计算	120
一、按发电机容量、电压决定高压厂用电压	80	一、基准值计算	120
二、按厂用电压划分电动机容量范围	80	二、各元件参数标么值的计算	120
第3-4节 中性点接地方式	80	三、变压器及电抗器的等值电抗计算	120
一、确定中性点接地方式的原则	80	第4-3节 网络变换	123
二、高压厂用电系统的中性点接地方式	81	一、网络变换基本公式	123
三、低压厂用电系统的中性点接地方式	83	二、常用网络电抗变换公式	123
第3-5节 厂用母线分段	84	三、网络的简化	123
一、按锅炉容量决定厂用母线分段	84	第4-4节 三相短路电流周期分量计算	129
二、按厂用断路器参数决定厂用母线分段	84	一、无限大电源供给的短路电流	129
三、公用母线段段的设置	84	二、有限电源供给的短路电流	131
第3-6节 厂用电源的引接	86	三、有限电源供给短路电流的修正	135
一、高压厂用工作电源引接方式	86	第4-5节 三相短路电流非周期分量计算	139
二、低压厂用工作电源引接方式	88	一、单支路的短路电流非周期分量	139
三、备用电源引接方式	88	二、多支路的短路电流非周期分量	140
四、备用电源与厂用母线段连接方式	91	三、等效衰减时间常数 T_a	140
五、车间配电盘电源引接方式	93	第4-6节 冲击电流和全电流的计算	140
第3-7节 厂用负荷的供电方式	94	一、冲击电流	140
一、主厂房内厂用负荷的连接原则	94	二、全电流	140
二、主厂房内低压负荷的供电方式	95	第4-7节 不对称短路电流计算	141
三、主厂房附近厂用负荷供电方式	95	一、对称分量法的基本关系	141
四、远离主厂房厂用负荷供电方式	96	二、序网的构成	141
五、中央循环水泵房供电方式	97	三、合成阻抗	143
第3-8节 低压检修供电网络	97	四、正序电流 $I_d^{(1)}$	143
一、接线原则	97	五、合成电流	144
二、检修电源	97	六、各相电流及电压	144
三、检修网络实例	101	第4-8节 短路电流热效应计算	147
第3-9节 厂用电接线示例	101	一、基本公式	147
一、100MW及以下机组	101	二、短路电流周期分量热效应 Q_k	147
二、200~300MW机组	101		

三、短路电流非周期分量热效应 Q_f	147	一、主变压器阻抗的选择	225
第4-9节 6kV厂用电系统短路电流计 算	147	二、主变压器电压调整方式的选择	226
一、三相短路电流周期分量的起始值	148	第5-4节 主变压器的冷却方式	227
二、短路冲击电流	148	附录5-1 变压器的运输	227
三、 t 秒三相短路电流	148	第六章 高压电器选择	戈东方
四、三相短路电流热效应	149	第6-1节 电器选择的一般要求	231
五、异步电动机反馈电流逐台算法	149	一、一般原则	231
第4-10节 380V厂用电系统短路电流 计算	150	二、技术条件	231
一、一般原则	150	三、环境条件	233
二、低压元件阻抗	151	四、环境保护	236
三、网络变换	152	第6-2节 高压断路器	236
四、短路电流计算	152	一、参数选择	236
五、380V短路电流计算结果	153	二、型式选择	237
第4-11节 大容量并联电容器装置的短 路电流计算	159	三、关于开断能力的几个问题	237
一、一般原则	159	四、关于降低操作过电压的几个问题	239
二、 t 秒短路电流的计算	159	五、机械荷载	240
三、冲击电流计算	160	第6-3节 高压隔离开关	241
第4-12节 算例	160	一、参数选择	241
一、原始数据	160	二、型式选择	241
二、网络变换	160	三、操作机构选择	243
三、三相短路电流计算	172	四、机械荷载	243
四、不对称短路电流计算	173	五、关于开断小电流	243
附录4-1 设备、材料的电抗标么值与 阻抗值	178	六、关于接触区	244
附录4-2 380V系统短路电流计算曲 线	196	七、关于接地刀	244
第五章 主变压器选择	姚成开	八、关于敞开式组合电器	244
第5-1节 主变压器容量和台数的确定	214	第6-4节 高压负荷开关和高压熔断器	245
一、发电厂主变压器的容量和台数的确定	214	一、高压负荷开关	245
二、变电所主变压器的容量和台数的确定	214	二、高压熔断器	245
三、油浸变压器的过负荷能力	215	第6-5节 互感器	247
第5-2节 主变压器型式的选择	216	一、电流互感器	247
一、相数的选择	216	二、电压互感器	249
二、绕组数量和连接方式的选择	216	第6-6节 限流电抗器	252
三、分裂绕组变压器和自耦变压器的选用	217	一、参数选择	252
四、选用自耦变压器时应注意的问题	217	二、额定电流选择	253
五、全星形接线变压器使用中的问题	223	三、电抗百分值选择	253
第5-3节 主变压器阻抗和电压调整 方式的选择	225	第6-7节 高压电瓷	255
		一、参数选择	255
		二、型式选择	255
		三、动稳定校验	255
		四、悬式绝缘子片数选择	255
		第6-8节 六氟化硫全封闭组合电器	259
		一、选型时应注意的问题	259
		二、参数选择	259

三、元件的技术要求	260	四、导体接头的设计和伸缩节的选择	354
第6-9节 中性点设备	260	五、敞露式大电流母线附近的热效应及改善措施	356
一、消弧线圈	260	第8-2节 分相封闭母线、共箱母线和电缆母线	357
二、避雷器和保护间隙	263	一、分相封闭母线	358
三、接地变压器和电阻	264	二、共箱母线	364
附录6-1 电工产品使用环境条件	266	三、电缆母线	370
第七章 厂(所)用电气设备选择 钟大文 徐家和		第8-3节 软导线	376
第7-1节 厂(所)用变压器及电抗器选择	268	一、一般要求	376
一、负荷计算	268	二、导线截面的选择和校验	376
二、容量选择	269	三、分裂导线的选择	379
三、电压调整	271	第8-4节 导线实用力学计算	384
四、电动机起动及自起动电压校验	278	一、原始资料及计算条件	384
五、阻抗选择	280	二、导线、绝缘子串的机械特性及荷重计算	385
第7-2节 厂用电动机选择	285	三、计算方法及步骤	387
一、型式选择	285	四、计算实例	389
二、电压选择	286	五、架构土建资料	401
三、容量选择	286	附录8-1 软导线的技术性能和荷重资料	409
四、容量校验	286	附录8-2 导体载流量计算	439
第7-3节 厂用低压电器选择	290	附录8-3 钢构发热计算	442
一、一般原则	290	附录8-4 微机计算导线拉力的程序	454
二、选择及校验条件	290	第九章 补偿装置	张炬 弋东方
三、低压电器的组合原则	292	第9-1节 概述	469
四、动力中心与电动机控制中心设备组合方案(简称动力-控制中心)	292	一、补偿装置的分类与功能	469
五、中央-车间接设备组合方案	296	二、补偿装置与电力系统的连接	469
六、380V低压电动机保护及操作设备选择表	311	三、设置补偿装置应考虑的主要因素	470
第7-4节 电焊、起重回路电器及导体选择	317	第9-2节 补偿无功功率的装置型式及其容量的选择	471
一、电焊回路	317	一、四种装置的原理接线	471
二、起重回路	318	二、四种装置的选型	472
附录7-1 计算工作电流的计算	322	三、四种装置的容量选择	476
附录7-2 熔断器及断路器保护的配合	323	四、设置并联电容补偿装置后发生谐振现象的判据及消谐措施	480
附录7-3 低压电器短路分断能力及动热稳定性	329	第9-3节 调相机	481
第八章 导体设计	焦悦琴 曾昭祐	一、起动方式选择	481
第8-1节 硬导体	332	二、电抗器降压起动方式用电抗器参数的确定	485
一、导体选型	332	三、布置	489
二、导体截面的选择和校验	333		
三、管形导体设计的特殊问题	343		

第9-4节 并联电容补偿装置.....500	第十章 高压配电装置雷伟雄 赵道揆
一、并联电容器装置.....500	第10-1节 设计原则与要求.....566
二、交流滤波装置.....514	一、总的原则.....566
三、布置.....517	二、设计要求.....566
第9-5节 静补装置.....524	三、布置及安装设计的具体要求.....578
一、简述.....524	第10-2节 6~35kV配电装置.....581
二、直流励磁饱和电抗器.....524	一、6~10kV配电装置.....581
三、相控电抗器.....524	二、35kV配电装置.....588
四、自饱和感性无功器.....528	三、6~10kV与35kV配电装置的混合布置.....591
五、静补装置的布置.....532	第10-3节 110kV配电装置.....607
第9-6节 并联电抗器.....532	一、普通中型配电装置.....607
一、超高压并联电抗器的作用.....532	二、半高型配电装置.....607
二、超高压并联电抗器位置与容量的选择原则.....532	三、高型配电装置.....614
三、装设超高压并联电抗器引起的问题与对策.....534	四、屋内配电装置.....617
四、超高压并联电抗器的型式和伏安特性选择.....535	五、型式选择.....631
五、中性点小电抗和绝缘水平的选择.....536	第10-4节 220kV配电装置.....633
六、超高压并联电抗器的接线与布置.....536	一、中型配电装置.....633
七、超高压并联电抗器的技术参数示例.....540	二、半高型配电装置.....646
八、35kV电抗器的接线与布置.....540	三、高型配电装置.....651
第9-7节 串联补偿装置.....542	四、屋内配电装置.....656
一、串联补偿装置的作用.....542	五、型式选择.....657
二、串联补偿的补偿度和安装位置.....542	第10-5节 330~500kV配电装置.....659
三、串联补偿装置的接线.....543	一、超高压配电装置的特点及要求.....659
四、串联补偿装置的保护.....545	二、330kV配电装置示例.....661
五、串联补偿装置的布置.....547	三、500kV配电装置示例.....667
六、110kV及以下电网中的串联补偿装置.....550	第10-6节 特殊地区配电装置.....676
附录9-1 谐波电压、谐波电流的有关概念及规定.....555	一、污秽地区配电装置.....676
附录9-2 部分电气设备产生的谐波电压电流值.....558	二、高烈度地震区配电装置.....679
附录9-3 拖动调相机用的感应电动机及其附加电阻选择原则及算例.....559	三、高海拔地区配电装置.....687
附录9-4 电容器组投入电网时的涌流.....563	四、特别狭窄地区配电装置.....688
附录9-5 自饱和电抗器主要电气参数的确定(参见图9-44).....564	第10-7节 配电装置设计的土建配合资料.....695
附录9-6 由电容效应引起的工频过电压.....565	一、屋内配电装置土建资料.....695
	二、屋外配电装置土建资料.....695
	三、对建筑物及构筑物的要求.....696
	四、屋内配电装置等建筑物的计算荷载.....696
	五、断路器的操作荷载.....697
	附录10-1 屋外配电装置B、C、D值的确定.....699
	附录10-2 屋外中型配电装置的尺寸校验.....699
	附录10-3 软导线和组合导线短路摇摆

计算	708	成单元接线的发电机出线	
附录10-4 电气抗震计算	709	小室布置	767
第十一章 厂(所)用电设备布置姜恩文		一、12MW发电机出线小室	767
第11-1节 布置原则	724	二、25MW发电机出线小室	783
第11-2节 厂(所)用配电装置的布		三、50MW发电机出线小室	783
置	724	四、100~125MW发电机出线小室	783
一、厂(所)用配电装置的布置位置	724	第12-4节 200MW及以上大容量发电	
二、厂(所)用配电装置布置的一般要求	726	机的引出线装置布置	783
三、厂用配电装置布置尺寸	728	一、200MW发电机引出线装置.....	785
四、厂(所)用配电装置对建筑的要求	728	二、250MW发电机引出线装置.....	785
五、厂用配电装置对通风的要求	729	三、300~320MW发电机引出线装置	785
六、厂(所)用配电装置对防火的要求	733	四、620MW发电机引出线装置.....	805
七、厂用配电装置布置示例	733	第12-5节 组合导线及母线桥	805
第11-3节 厂用变压器的布置	739	一、组合导线	805
一、一般要求	739	二、母线桥	805
二、低压厂用变压器的布置	739	第十三章 电工建构筑物总布置	应震华
三、高压厂用变压器的布置	741	第13-1节 电工构筑物的总平面布	
第11-4节 其它厂用电设备布置	743	置.....	808
一、车间配电箱和就地操作的动力控制箱、		一、电工建构筑物总平面布置的基本原则	808
起动设备的布置	743	二、电工构筑物的间距	810
二、检修、电焊电源的布置	744	第13-2节 电工构筑物的竖向布置	
三、电气除尘器配电装置的布置	744	及道路	814
第11-5节 厂用电设备布置土建资料	746	一、竖向布置	814
一、高、低压开关柜及厂用配电室土建资		二、道路	815
料	746	第13-3节 变电所电工构筑物的总	
二、车间配电箱土建资料	748	布置	815
三、厂用变压器室土建资料	748	一、变电所主要电工构筑物的布置方式	815
四、启动控制设备的土建资料	750	二、变电所电工建构筑物总布置的特点	816
五、桥式起重机电源滑线的土建资料	751	三、变电所电工建构筑物总布置的各种形	
第十二章 发电机引出线装置	梁传寿	式	816
第12-1节 概述	752	第13-4节 发电厂电工构筑物的总	
一、设计范围	752	布置	823
二、设计原则	752	一、发电厂主要电工构筑物的布置方式	823
三、设计要求	752	二、发电厂电工建构筑物总布置的特点	824
第12-2节 直接与发电机电压配电装		三、发电厂电工建构筑物总布置的各种形	
置母线连接的发电机出线		式	824
小室布置	753	第十四章 交流事故保安电源和不停电	
一、6MW发电机出线小室	753	电源系统	徐家和
二、12MW发电机出线小室.....	753	第14-1节 交流事故保安负荷	831
三、25MW发电机出线小室.....	753	一、交流事故保安负荷的分类	831
四、50~60MW发电机出线小室.....	753	二、典型机组的交流事故保安负荷举例	831
第12-3节 中小容量机组与变压器组		第14-2节 专用的柴油发电机组	833

一、柴油发电机组的特点	833	一、土壤和水的电阻率	907
二、交流事故保安电源电气系统接线	833	二、等值土壤电阻率的选取	909
三、柴油发电机组容量选择及电压降计算	835	三、自然接地体接地电阻的估算	909
四、柴油发电机组机房的布置	838	四、人工接地体工频接地电阻的计算	911
五、柴油发电机组的二次接线	839	五、接地体冲击接地电阻	912
第14-3节 交流不停电电源系统	841	第16-3节 高土壤电阻率地区的接地 装置	914
一、设置交流不停电电源系统的目的和要 求	841	一、接地要求及降低土壤电阻率的措施	914
二、交流不停电电源系统接线及装置	842	二、水下接地网接地电阻的估算	915
第十五章 过电压保护及绝缘配合贺根续 弋东方		三、深埋接地体的接地电阻估算	917
第15-1节 雷电过电压保护	845	四、人工改善土壤电阻率的接地电阻	917
一、直击雷的保护范围和保护措施	845	五、工频反击过电压及其保护措施	917
二、避雷针、避雷线保护范围计算	849	第16-4节 接触电压和跨步电压	919
三、配电装置的侵入雷电波保护	852	一、接触电压和跨步电压及其允许值	919
四、旋转电机的过电压保护	858	二、接触电势和跨步电势的计算	920
五、微波通讯站的过电压保护	861	三、提高接触电压和跨步电压允许值的措 施	923
第15-2节 内过电压保护	863	第16-5节 接地装置的布置	924
一、工频过电压	863	一、接地网的布置	924
二、操作过电压	867	二、避雷针(线)及避雷器的接地	927
三、谐振过电压	872	三、燃油和天然气设施防静电和防感应雷 接地	927
第15-3节 配电装置的绝缘配合	874	四、高层建筑物的接地	928
一、绝缘配合的目的和原则	874	附录16-1 接地电阻的测量方法	928
二、避雷器选择	876	附录16-2 阴极保护简介	929
三、电气设备的试验电压	881	第十七章 电缆选择与敷设钟大文	
四、空气间隙的选择	889	第17-1节 电缆选择	930
附录15-1 发电机、变压器、架空线和 电缆的电感、电容计算	893	一、电缆分类及型号标记	930
附录15-2 各种波通道的波阻抗	893	二、电缆型号选择	930
附录15-3 感应过电压计算	894	三、电力电缆截面选择	933
附录15-4 避雷器主要技术特性及参 数	895	第17-2节 电缆敷设方式	943
附录15-5 绝缘配合的统计方法	895	一、敷设电缆的一般要求	943
附录15-6 变压器中性点的过电压和 绝缘水平	903	二、电缆构筑物型式及特点	944
第十六章 接地装置贺根续		三、电缆敷设方式选择	945
第16-1节 一般规定和要求	905	第17-3节 电缆构筑物的布置及要求	946
一、一般规定	905	一、电缆隧道	946
二、接地范围	905	二、电缆沟	947
三、接地电阻值	906	三、架空桥架	948
第16-2节 接地电阻计算	907	四、电缆排管	950
		五、电缆保护管	952
		六、电缆竖井	953
		七、电缆夹层	954

八、壕沟(直埋)	954	第18-2节 光源、照明器的选择与布 置	1014
第17-4节 电缆防火及阻燃	958	一、光源的种类及选择	1014
一、火灾起因	958	二、照明器的选择与布置原则	1016
二、防火对策	958	三、汽机房照明器的选择与布置	1018
三、防火材料及设施	959	四、锅炉本体照明器的选择与布置	1018
第17-5节 电缆支架及桥架	964	五、控制室照明器的选择与布置	1018
一、对电缆支架及桥架的要求	964	六、屋内配电装置照明器的选择与布置	1031
二、电缆支架及夹头	964	七、屋外配电装置照明器的选择与布置	1031
三、电缆桥架及附件	965	八、高耸构筑物照明器的选择与布置	1033
第17-6节 电缆终端盒及接头盒	969	九、易燃易爆建筑物照明器的选择与布置	1034
一、电缆终端盒	969	十、厂区道路照明器的选择与布置	1034
二、电缆接头盒	971	十一、储煤场照明器的选择与布置	1041
第17-7节 电缆清册及编号	972	十二、其他一般厂房照明器的选择与布置	1041
一、电缆清册	972	第18-3节 照度计算	1041
二、电缆编号	972	一、照度计算的方法	1041
第17-8节 计算机辅助电缆布线设计	975	二、线光源的逐点计算法(方位系数法)	1041
一、VAX电缆程序(一)的适用范围与功 能、特点	975	三、单位容量估算法	1047
二、VAX电缆程序(一)辅助电缆设计的工 艺流程	975	四、投光灯的选择和照度计算	1047
三、缆道数据准备及填写	976	第18-4节 照明网络供电	1048
四、电缆数据准备及填写	976	一、照明网络供电电压	1048
五、上机操作及输出数据整理出版	979	二、正常照明网络供电方式	1049
第17-9节 110kV及以上高压电缆的 选择与敷设	985	三、事故照明网络供电方式	1051
一、拟定使用条件,选择电缆型号	985	四、照明网络计算	1051
二、高压电缆的载流量	985	第18-5节 照明装置	1062
三、护层的接地方式及感应过电压	985	一、照明线路的敷设与控制方式	1062
四、充油电缆供油系统	992	二、照明配电箱的选择和布置	1063
五、高压电缆及其附件的布置与安装	994	三、照明开关、插座的选择和安装	1064
附录17-1 35kV及以下电缆载流量表	996	四、照明装置的接地与接零	1065
附录17-2 不同敷设条件下载流量校 正系数	1001	附录18-1 厂房的一般照明布灯方案	1066
附录17-3 各安装单位及安装设备符 号	1004	附录18-2 发电厂各车间推荐采用的 照明器、导线型号和单位 面积照明容量	1073
第十八章 照明	李保荣	附录18-3 照度计算的利用系数法和 点光源逐点计算法	1076
第18-1节 照明方式、种类及照度标 准	1011	附录18-4 引进国外大容量机组照明 设计简介	1083
一、照明方式	1011	第十九章 空气压缩装置	余鹏飞
二、照明种类	1011	第19-1节 空气压缩系统	1087
三、照度标准	1012	一、空气压缩系统连接方式	1087
		二、空气压缩装置主要设备的构造及用途	1087
		第19-2节 空气压缩装置的设备选择	1088

一、空气压缩装置的主要设备及其技术参数·····1088	四、空气管道的布置·····1093
二、空气压缩装置的主要设备选择·····1088	五、空气压缩机室的允许温度·····1093
三、空气压缩装置选择计算实例·····1091	第19-4节 空气压缩机室的电气部分··1093
第19-3节 空气压缩装置的设备布置··1092	一、空气压缩机室的电源·····1093
一、空气压缩机室及室内设备的布置·····1092	二、空气压缩装置的控制、保护、信号回路·····1093
二、高压贮气罐的布置·····1093	附录19-1 压缩空气装置的硅胶干燥法·····1103
三、工作压力母管连接方式及室外设备的布置·····1093	附录19-2 空气过滤器的制造·····1104

引 论

编者 戈东方 校者 周桢涛 审者 林文焯

第1-1节 概 述

一、设计在工程建设中的作用

设计工作是工程建设的关键环节。做好设计工作，对工程建设的工期、质量、投资费用和建成投产后的运行安全可靠性和生产的综合经济效益，起着决定性的作用。设计是工程建设的灵魂。

设计文件是安排工程建设项目和组织施工安装的主要依据。设计也是工程建设的“龙头”。

设计是一门涉及科学、技术、经济和方针政策等各方面的综合性的应用技术科学。设计又是先进技术转化为生产力的纽带。

设计工作的基本任务是，在工程建设中贯彻国家的基本建设方针和技术经济政策，做出切合实际、安全适用、技术先进、综合经济效益好的设计，有效地为电力建设服务。

二、设计工作应遵循的主要原则

(1) 要遵守国家的法律、法规，贯彻执行国家经济建设的方针、政策和基本建设程序，特别应贯彻执行提高综合经济效益和促进技术进步的方针。

(2) 要运用系统工程的方法从全局出发，正确处理中央与地方、工业与农业、沿海与内地、城市与乡村、远期与近期、平时与战时、技改与新建、生产

与生活、安全与经济等方面的关系。

(3) 要根据国家规范、标准与有关规定，结合工程的不同性质、不同要求，从我国实际情况出发，采用中等适用的先进技术，合理地确定设计标准。对生产工艺、主要设备和主体工程要做到可靠、适用、先进；对非生产性的建设，应坚持适用、经济、在可能条件下注意美观的原则。

(4) 要实行资源的综合利用，要节约能源、水源，要保护环境，要注意专业化和协作，要节约用地，要合理使用劳动力，要立足于自力更生。

三、设计的基本程序


设计要执行国家规定的基本建设程序。火电厂设计的一般程序是：初步可行性研究—项目建议书编制—可行性研究—设计任务书编制—初步设计—施工图设计。研究报告和设计文件都要按规定的內容完成报批和批准手续。这是我国建国以来基本建设经验的总结。按程序办事，就能使工程的规划设计由主要原则到具体方案，由宏观到微观，逐步充实、循序渐进，从而得出最优方案，保证质量，避免决策失误。

在工程进入施工阶段后，设计工作还要配合施工、参加工程管理、试运行和验收，最后进行总结，从而完成设计工作的全过程。


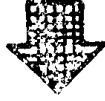




采用国产定型设备的新建大、中型火电厂，设计基本程序一般可按表1-1所列步骤进行。

表 1-1

设计基本程序及任务

设计阶段	设计基本程序	任 务
设计前期工作阶段	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">初步可行性研究</div>  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;">协助编制项目建议书</div>	<p>对建厂条件进行地区调查，进行比较论证，推荐可能建厂的厂址、规模和建厂顺序，为编制和审批项目建议书提供依据</p> <p>扩建、改建项目可取消本程序</p>
		<p>提出建厂的必要性和负荷、建厂性质和规模、建厂厂址和条件、建厂年份和顺序、投资控制和筹措等</p>

续表

阶段设计	设计基本程序	任 务
设计前期工作阶段	 可行性研究	落实建厂条件,确定建厂规模,提出设计原则方案,完成环境影响报告书,进行全面的综合性技术经济分析论证和方案比较,提出投资估算和经济效益评价,取得外部条件的协议书,为编制和审批设计任务书提供可靠依据
	 协助编制计划(设计)任务书	明确建设目的、依据、建设规模、建厂条件、主要协作配合条件、主机安排及主要工艺流程、环境保护要求、建设地点和占地面积、建设进度、投资和劳动定员控制、需要研制的新产品等
设计工作阶段	 初步设计	确定建设标准、各项技术原则和总概算,以便编制投资计划、实行投资包干、控制工程拨款、组织主要设备订货、进行施工准备、并做为施工图设计依据
	 施工图设计	为订货、施工、运行的依据,经审定的预算为预算包干、工程结算的依据
施工运行阶段	 配合施工	交代设计意图,解释设计文件,及时解决工程管理与施工中设计方面出现的问题,参加试运转,参加竣工验收和投产
	 运行回访或总结反馈	总结和积累设计上的经验教训,编入总结报告以改进设计、提高水平

四、设计人员的职责

一个专业的设计任务主要由设计人、校核人和主要设计人完成。设计成品最后由专业组长、主任(专业)工程师和设计总工程师审核、审定。这里仅介绍设计人员的职责。

(一) 主要设计人

主要设计人的任务是组织本专业的工程设计工作,并通过本专业内的接口技术要求与协调,对本专业的技术业务全面负责。具体职责如下:

(1) 组织收集鉴定本专业的原始资料,检查协议和主要数据,落实开展工作的条件。在工程负责人的统一安排下,组织本专业的调查收资工作,编制调查收资提纲并贯彻执行,虚心听取生产、施工方面意见。

(2) 落实设计内容、深度和人员安排,拟定本专业的技术组织措施和工程设计综合进度,安排并协

调联系配合及互提资料的计划。

(3) 负责本专业设计文件的编制工作,组织方案研究和技术经济比较,提出技术先进、经济合理的推荐意见。

(4) 负责专业间的联系配合,相互间的协调统一。负责设计文件符合审定原则,原始资料正确,内容深度适当,专业内各卷册内容协调一致。校审签署本工程及本专业的全部文件、图纸,核对专业间相互提供的资料及进行图纸会签。

(5) 参加对外业务工作时,负责本专业的各项准备工作,参加必要的会议和对外联系工作。

(6) 本人或协助工地代表向生产、施工单位进行技术交底、归口处理施工、安装、运行中的专业技术问题。

(7) 做好工程各阶段的技术文件资料的立卷归档工作。

(二) 全校核人

校核人对所分配校审的卷册或项目的质量全面负责, 具体如下:

(1) 校对设计文件是否符合国家技术政策及标准规范; 是否贯彻执行已审定的设计原则方案; 核对原始资料及数据, 设备材料的规格及数量, 图纸的尺寸、坐标, 计算方法、项目、条件和运算结果等是否正确无误; 审核设计意图是否交代清楚。

(2) 核对系统与布置是否一致, 总图与分图是否符合一致, 与有关专业是否衔接协调, 有无矛盾。

(3) 核对套用的标准设计、典型设计、活用的其他工程图纸, 是否符合本工程的设计条件。

(4) 将发现的问题认真地填写在校审记录单上, 并督促原设计人及时更正。

(三) 设计人

设计人对所分配的生产任务的质量和进度负责, 具体如下:

(1) 设计中认真贯彻上级审批意见, 执行有关标准规范和各项管理制度。

(2) 认真吸取国内外施工、运行先进经验, 主动与有关专业联系配合, 合理制定系统、布置和结构方案, 正确采用计算方法、计算公式、计算数据, 正确选择设备材料, 按本工程条件正确套用标准设计、典型设计或活用其他工程图纸。

(3) 认真做好调查研究、收集资料等外部业务工作, 做好现场记录及有关资料整理工作, 满足调查收资的有关规定。

(4) 根据主设人的委托, 会签外专业与本人承担的卷册或项目的有关文件和图纸。

(5) 计算和制图完成后, 认真进行自校, 确保设计质量。

(6) 设计结束后, 及时协助主设人做好本卷册或项目的立卷归档工作。

第1-2节 电气设计的

内容和深度

在发、变电工程设计的各个阶段中, 电气专业自始至终都是主体专业, 特别是在变电所的设计工作中, 电气专业更是起着主导作用。但在发电工程的设计前期工作阶段, 设计成品往往由整个工程组统一提出, 电气专业的设计内容仅是其中的一部分。

本节按大、中型新建火力发电厂编写, 小型电厂和变电所可供参考。

一、初步可行性研究阶段的电气设计内容

初步可行性研究阶段的任务是进行地区性的规划选厂。在此阶段, 设计单位提出的设计成品主要是一份“初步可行性研究报告”, 由各个专业共同执笔, 设计总工程师统稿。

初步可行性研究报告的内容一般包括: 概述、电力系统、燃料供应、建厂条件与规模、工程设想、环境保护、厂址方案、技术经济比较、结论及存在的主要问题、附图与附件等九个方面。其中电气专业的工作量很少, 主要是配合系统专业就出线条件、总体布置设想等提供意见, 有时亦可不参加这一阶段的工作。

二、可行性研究阶段的电气设计内容

在工程项目的建设得到批准后, 工程设计进入“可行性研究阶段”, 进行工程定点选厂。在此阶段, 除完成可行性研究报告的编写工作之外, 还需进行必要的论证计算, 提出主要的设计图纸和取得必需的外部协议。

可行性研究报告由工程组各专业共同编写, 其内容一般包括: 概述、电力系统、燃料供应、厂址条件、工程设想、环境保护、能源节约、电厂组织与定员、工程项目实施的条件(包括承包方式与工程管理)和轮廓关键进度、经济效益分析、结论等十一个方面。电气专业主要参与工程设想一节的编写工作, 说明电厂主接线方案的比较和选择, 各级电压出线回路数和方向, 主要设备选择和布置等。在经济效益分析一节中, 电气专业应提供厂用电率等主要经济指标。

在提出的工程设计图纸中, 电气专业应提出“电气主接线图”, 并配合其他专业完成“厂区总平面布置图”、“主厂房平面布置图”和“主厂房断面布置图”等。

在定点选厂中, 当厂址和机场、军事设施和通讯电台等有矛盾时, 或高压输电线路在厂址附近需要跨越铁路和航道等, 应取得这些单位主管部门的同意文件。

三、初步设计阶段的电气设计内容

在电厂厂址确定之后, 便可根据上级下达的设计任务书, 正式进行工程的初步设计, 并按设计任务书给出的条件, 分专业提出符合设计深度要求的设计文件。

初步设计所确定的设计原则和建设标准, 将宏观地勾画出工程概貌, 控制工程投资, 体现技术经济政策的贯彻落实。所以初步设计是工程建设中非常重要的设计阶段, 各种设计方案应经过充分的论证和选择。

(一) 对初步设计文件的总要求**1. 设计文件内容**

初步设计文件应包括：总体、系统、总布置和交通运输、机务、电气、土建、水工、环境保护、运行组织、概算、主要设备材料清册等。

2. 设计深度的要求

初步设计深度应满足以下要求：进行设计方案的比较选择和确定；主要设备材料订货；土地征用；基建投资的控制；施工图设计的编制；施工组织设计的编制；施工准备和生产准备等。

3. 对设计文件的基本要求

(1) 没有批准的计划任务书和批准的工程选厂报告以及完整的设计基础资料，不能提供初步设计文件。

(2) 设计文件表达设计意图充分，采用的建设标准适当，技术先进可靠，指标先进合理，专业间相互协调、分期建设与发展处理得当。重大设计原则应经多方案比较选择，提出推荐方案供审批选择。

(3) 积极稳妥地采用成熟的新技术，力争比以往同类型工程在水平上有所提高。设计文件中应阐明其技术优越性、经济合理性和采用可能性。

(4) 设计概算应准确地反映设计内容及深度，满足控制投资、计划安排及拨款的要求。

(5) 设计文件内容完整、正确，文字简练，图面清晰，签署齐全。

(二) 电气设计的内容与深度**1. 说明书**

初步设计阶段电气设计的说明书内容见表1-2。

表 1-2 初步设计阶段电气设计说明书内容

章 号	章 名	内 容 细 则
一	概 述	1. 设计依据和基础资料 2. 对扩建工程应有已建成部分的概述和存在问题的说明
二	系统概述	1. 简述现有系统负荷水平，装机容量，主要电源和电网情况及存在问题 2. 电厂各级电压的逐年负荷增长和系统逐年电力平衡表 3. 电厂在系统中的作用和建设规模，本期及远期与系统连接方式的论证和对出线的要求
三	电气主接线	1. 主接线方案比较与确定，各级电压母线接线方式（本期及远期），分期建设与过渡方案 2. 各级电压负荷，功率交换及出线回路数 3. 主变压器选择：规范、容量、阻抗、分接头、台数等 4. 各级电压中性点接地方式，6~35kV单相接地电容电流补偿设备的选择 5. 补偿装置的设置
四	短路电流计算及设备选择	1. 短路电流计算结果及有关计算的依据、接线、运行方式及系统容量等的说明 2. 主要设备的选择及对扩建工程原有设备的校验
五	厂用电接线及布置	1. 厂用电接线方案比较，负荷计算及变压器选择，中性点接地方式选择 2. 高低压厂用电工作、起动（备用）、保安电源连接方式、设备容量、分接头及阻抗选择 3. 厂用电压水平验算，在正常各种运行方式时厂用电母线电压水平，电动机单独自起动、事故情况下成组和高低压串接等自起动时厂用高低压母线电压水平 4. 厂用配电装置及设备选型
六	直流电系统	1. 直流系统的接线方式及负荷计算 2. 蓄电池、充电设备选择及布置 3. 发电机励磁系统及备用励磁方式和容量选择

续表

章 号	章 名	内 容 细 则
七	二次线、继电保护及自动装置	1. 主控制楼(网络控制楼)、机电炉集中控制室布置, 元件的控制地点 2. 强电、弱电控制方式选择, 信号、测量、联锁、同期方式 3. 元件保护和自动装置原则及选型 4. 系统继电保护、自动装置及远动设施
八	电气设备布置及电缆设施	1. 电气出线走廊及电气建构筑物布置的方案比较说明, 厂区环境对电气设备的影响 2. 高压配电装置型式选择及间隔配置 3. 主变、高压厂变、消弧线圈等的布置 4. 发电机出线小室及引出线布置 5. 厂区、主厂房电缆隧道、沟道路径及型式选择
九	过电压保护与接地	1. 电气设备防止过电压的保护措施 2. 电厂主、辅建构筑物的防雷保护装置 3. 土壤电阻率及接地装置要求
十	照明和检修网络	1. 工作、安全、事故照明供电电压, 照明和电焊网络供电方式 2. 主控制室(网络控制室)、机炉电集中控制室照明布置及选型
十一	通 信	1. 系统通信对本厂的要求 2. 厂内(或厂区外)的通信型式及电源选择 3. 全厂通信设施布置
十二	辅助车间	1. 电气检修间布置及起吊设施 2. 电气试验室规模、地点, 主要试验设备配置原则 3. 配电装置用压缩空气系统主要设备规范、数量及布置
十三	其 他	采用新技术情况、套用典型设计和优秀设计图纸情况

2. 图纸

- (1) 地区电力系统地理接线图;
- (2) 地区电力系统单线接线图;
- (3) 电厂接入系统方案比较图;
- (4) 电气主接线及方案比较图(包括远景接线图);
- (5) 短路电流计算接线及等效阻抗图;
- (6) 高低压厂用电接线图;
- (7) 厂区电气建(构)筑物平面布置图;
- (8) 各级电压(及厂用电)配电装置平断面图;
- (9) 主控制楼(或网络控制楼)各层平面布置图;
- (10) 机电炉集中控制室布置图;
- (11) 发电机出线小室布置图(一般可在主厂房布置图上表示, 不单独出图。当第一次新设计或厂房布置有变化、励磁方式不同、发电机母线型式有变化

时, 需单独出图);

(12) 发电机变压器组继电保护配置图(一般可不出图, 当机组第一次新设计或有特殊情况时, 需出图);

(13) 设备材料清册(整个工程汇总, 列入初步设计文件的单独卷册中)。

四、施工图设计阶段的电气设计内容

初步设计经过审查批准, 便可根据审查结论和主要设备落实情况, 开展施工图设计。在这一设计阶段中, 应准确无误地表达设计意图, 按期提出符合质量和深度要求的设计图纸和说明书, 以满足设备订货所需, 并保证施工的顺利进行。

(一) 对施工图设计文件的总要求

1. 设计依据和原始资料

(1) 初步设计的审批文件;

(2) 设计总工程师编制的技术组织措施、各专业间施工图综合进度表、主要设计人编制的电气专业