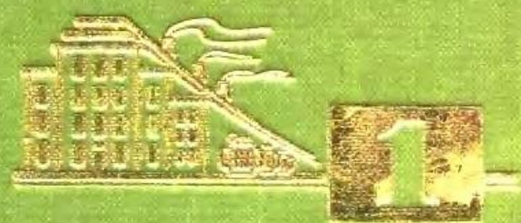


电力工程设计手册



上海科学技术出版社

电力工程设计手册

(第一册)

西北电力设计院
东北电力设计院 编

(原上海人民版)

上海科学技术出版社

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 上海中华印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 32.5 插页 4 字数 1,060,000

1980年7月新1版 1980年7月第1次印刷

印数: 1—28,000

书号: 15119·1989 定价:(科四) 4.50元

电力工程设计手册

(第二册)

西北电力设计院
东北电力设计院 编

1979.5.0

上海科学技术出版社

内 容 提 要

本手册全套共分四册,汇编了发电厂、变电所工程设计电气技术资料。第一册的内容包括电气结线、电气布置、短路电流计算、电气设备选择、导线力学实用计算、防雷保护、接地装置、电缆选择与敷设、照明和空气压缩装置;第二册的内容包括控制、信号、测量、继电保护、同期、励磁、直流、整流与交流操作、通信、电气试验室和小型机组电气部分;第三册的内容包括电气设备的生产动态、技术数据、外形和安装尺寸等;第四册的内容为晶体管电路及其在发电厂、变电所中的应用。可供从事发变电工程电气设计、运行、安装人员和电气专业师生参考。

重 印 说 明

本书自 1972 年出版以来,受到有关方面的欢迎。应读者的要求,决定将本书重印一次。

利用这次重印的机会,我们对本书中一些差错作了修改。但由于近年来我国电力工业有了较大发展,出现了很多新的情况,例如:

1. 水利电力部制订和颁发了各种设计技术规程,并正在组织编制各种专业技术规定。这些规程和规定体现了我国当前的技术政策和技术方针,是必须遵循执行的。

2. 随着大机组及高电压的相继出现,增加了很多新的技术内容,需要补充。本书中原有的内容,随着技术革新运动的开展亦有了新的发展,因而有些内容需要删减。

对于以上这些变动,只有在今后全面修订本书时才能加以解决,这次重印就没有包括在内,这是需要提请读者在参阅本书时予以注意的。

在本书出版后,有不少单位及个人给我们来信,指出了本书中的错误及不妥之处,在此特致谢意。

编写组 1978年12月

目 录

第一章 电气结线	1	三、短路情况	43
1-1 节 总的要求	1	附录 1-3 二线一地供电的有关问题	44
1-2 节 6~10 kV 发电机电压侧结线	1	一、优点及其应用范围	44
一、发电机额定电压的选择	1	二、电压损失及功率损耗计算	44
二、6~10 kV 发电机电压母线的结线	1	三、接地装置	45
三、有关问题	2	四、防雷措施	45
1-3 节 35~220 kV 电压侧结线	2	附录 1-4 选厂(所)参考资料	46
一、单母线分段结线	2	一、技术数据	46
二、简易结线	3	二、厂(所)区电工构筑物布局	49
三、双母线和多角形结线	3	三、综合经济指标	49
四、设置旁路设施的原则	3	第二章 电气布置	53
五、有关问题	4	2-1 节 总的要求	53
1-4 节 变电所结线	4	2-2 节 屋内配电装置的基本问题	53
一、变电所主结线	4	一、布置的一般要求	53
二、所用结线	5	二、有关布置的若干问题	54
三、同期调相机结线	6	三、土建资料	57
1-5 节 发电厂厂用结线	6	2-3 节 各种屋内配电装置	59
一、基本要求	6	一、6~10 kV 屋内配电装置	59
二、厂用电动机分类	6	二、35 kV 屋内配电装置	59
三、厂用电电压的选择	6	三、混合式屋内配电装置	59
四、厂用母线的结线方式	8	四、110 kV 屋内配电装置	83
五、高低压厂用工作电源的连接	9	2-4 节 屋外配电装置的基本问题	83
六、厂用备用电源	9	一、布置的一般要求	83
七、厂用负荷的连接	10	二、有关布置的若干问题	85
1-6 节 发电厂和变电所结线举例	13	三、土建资料	87
一、发电厂结线举例	13	2-5 节 各种屋外配电装置	88
二、变电所结线举例	15	一、6~10 kV 屋外配电装置	88
1-7 节 主变压器的选择	23	二、35~330 kV 屋外配电装置	88
一、发电厂的主变压器选择	23	2-6 节 洞内配电装置	124
二、变电所的主变压器选择	26	一、外绝缘补偿的若干问题	124
三、三卷变压器的选择	26	二、洞内布置	124
1-8 节 厂用变压器及电抗器选择	27	2-7 节 同期调相机布置	124
一、负荷计算	27	2-8 节 变电所总布置	133
二、容量计算	30	2-9 节 厂用配电装置	137
三、阻抗选择	31	一、布置的一般要求	137
四、自启动容量校验	31	二、有关布置的若干问题	139
五、电压调整	33	三、各种厂用配电装置	140
六、厂用负荷计算示例	36	四、低压厂用变压器小间布置	147
1-9 节 所用变压器选择	39	2-10 节 发电机出线的布置	147
附录 1-1 单相接地电容电流的计算	42	一、发电机出线小室	147
一、6~10 kV 电缆和架空线路单相接地电容电流	42	二、母线桥和组合导线	147
二、汽轮发电机定子线圈单相接地电容电流	42	附录 2-1 屋外基本带电距离 A 和 B 、 C 、 D 值的确定	178
附录 1-2 两相断路器的试验情况	42	一、空气间隙放电特性	178
一、正常的闭合和开断	42		
二、单相接地	42		

二、屋外基本带电距离 A 值的确定	179	3-6 节 计算实例	211
三、 B 、 C 、 D 值的确定	181	附录 3-1 设备、材料的电抗标么值与阻 抗值	222
附录 2-2 线间和相对地电气距离校验	181	附录 3-2 短路电流计算结果图表	230
一、校验计算公式	181	第四章 电气设备选择	255
二、线间距离校验中有关数据的确定	183	4-1 节 设备规范选择的一般条件	255
附录 2-3 软导线和组合导线短路摇摆计算	183	一、短路电流热效应计算	257
一、综合速断短路法	184	二、短路电流电动力计算	258
二、速断、持续短路分别计算法	184	三、高海拔地区电气设备的选择	258
附录 2-4 架构尺寸的确定	185	4-2 节 断路器、隔离开关和熔断器规范 的选择	259
一、架构高度的确定	185	一、断路器、隔离开关和熔断器规范的选择条件	259
二、架构宽度的确定	187	二、断路器自动重合闸断流容量问题	259
附录 2-5 绝缘子串片数选择	187	三、高压电力熔断器保护特性选择	259
一、绝缘子串的抗电强度	187	4-3 节 并联补偿电容器的选择	259
二、选择条件	187	一、按工作电压选择	259
附录 2-6 高海拔地区配电装置外绝缘补 偿问题	188	二、按工作频率选择	259
一、基本关系	188	三、按容量选择	260
二、试验结论	189	四、直接与电容器并联的放电电阻的选择	261
三、暂行措施	189	4-4 节 限流电抗器选择	261
附录 2-7 污秽地区绝缘的加强与防护	190	一、按工作电压选择	261
一、污源及其危害情况	190	二、按工作电流选择	261
二、污秽地区绝缘的加强	190	三、按热稳定校验	261
三、污秽地区绝缘的防护措施	191	四、按动稳定校验	261
附录 2-8 隔离插头技术说明	191	五、普通电抗器和分裂电抗器阻抗百分值选择	261
第三章 短路电流计算	194	4-5 节 调相机起动电抗器选择	262
3-1 节 电路元件参数的计算	194	一、基本数据	262
一、基准值	194	二、电抗值的选择	263
二、各元件参数标么值的计算	195	三、额定电流的决定	263
三、三卷变压器、自耦变压器、分裂线圈变压 器及分裂电抗器的等值电抗计算	195	四、几种调相机的起动电抗器选择特性曲线	263
3-2 节 网络变换	196	4-6 节 矩形、槽形、菱形、管形硬母线选择	265
一、网络变换基本方法的公式	196	一、按持续工作电流选择	265
二、常用网络阻抗变换的简明公式	196	二、按经济电流密度选择	266
三、网络的简化	196	三、按电晕电压校验	266
四、等值电源的归并	202	四、按短路热稳定校验	266
3-3 节 三相短路电流计算	202	五、按短路动稳定校验	267
一、无限大电源供给的短路电流计算	202	六、振动系数的确定	276
二、有限电源供给的短路电流计算	203	4-7 节 绝缘子及穿墙套管选择	279
三、短路冲击电流及全电流最大有效值计算	203	一、按电压选择支持绝缘子与穿墙套管	279
四、异步电动机的反馈短路电流	204	二、按持续容许电流选择穿墙套管	279
3-4 节 不对称短路电流计算	204	三、按短路时热稳定校验穿墙套管	279
一、对称分量法的基本关系	204	四、按短路动稳定校验支持绝缘子和穿墙套管	279
二、序网的构成	205	4-8 节 水内冷母线选择	281
三、不对称短路计算	205	一、截面选择	281
3-5 节 1kV 以下低压电力网中的短路计算	209	二、温升校验	282
一、1kV 以下低压电力网中短路计算的特点	209	三、机械强度校验	283
二、低压元件阻抗	209	四、热稳定校验	283
三、等效网络	209	五、水电绝缘管内径和长度的选择	283
四、短路电流计算	209	4-9 节 软导线及组合导线选择	284

一、按持续工作电流选择	284
二、按经济电流密度选择	284
三、按热稳定校验	285
四、按电晕电压校验	285
4-10 节 低压电器选择	286
一、一般原则	286
二、持续工作电流的计算	286
三、低压电器选择条件	287
四、低压电器的组合原则	287
五、380 V 厂用电动机保护及操作设备选择	300
4-11 节 电焊起重回路电器及导体选择	300
一、电焊网络	300
二、起重回路	301
4-12 节 厂用电动机选择	306
一、型式选择	306
二、电压选择	307
三、容量选择与校验	307
四、高海拔的影响	309
五、电动机的自起动	310
六、电动机的通风和安装	311
七、厂用机械的特性	312
八、电动机容量选择举例	314
附录 4-1 根据短路动热稳定要求的低压 电器最小规范	321
附录 4-2 熔断器保护的最大电动机容量	323
附录 4-3 熔断器的配合级差	325
附录 4-4 大电流母线选型	330
一、菱形与槽形母线	330
二、离相封闭形母线	330
三、水内冷圆管(铝)母线	330
第五章 导线力学实用计算	331
5-1 节 计算条件	331
一、基本假定条件	331
二、气象条件	331
三、安装检修条件	332
四、计算条件	332
5-2 节 导线、绝缘子串的技术特性及荷 重计算	333
一、导线技术特性及各种状态的单位荷重	333
二、绝缘子串机械荷重	333
5-3 节 计算方法步骤	334
一、求支点反力	334
二、求各段剪力	334
三、求各点力矩	335
四、求荷载因数	335
五、用计算尺求解导线状态方程式	335
5-4 节 计算实例	335
一、支柱等高	335
二、支柱不等高	340
三、组合导线计算	344
5-5 节 架构土建资料	347
附录 5-1 导线拉力估算公式	348
附录 5-2 各种导线绝缘子串的技术特性 及荷重表	350
附录 5-3 导线力学实用计算公式推导	367
第六章 防雷保护	370
6-1 节 直击雷与感应雷保护	370
一、建筑物及构筑物的分类	370
二、电工装置的防雷措施	370
三、B-I 类建筑物及构筑物的防雷措施	371
四、B-II 类建筑物及构筑物的防雷措施	371
五、B-III 类建筑物及构筑物的防雷措施	372
六、发电厂、变电所范围内必须进行保护的 对象及防雷措施	372
七、避雷针保护范围计算	373
八、避雷线保护范围计算	379
九、避雷针和避雷线联合保护范围	379
6-2 节 配电装置对侵入雷电波的保护	379
一、保护措施	379
二、进线保护	380
三、变压器及电气设备的保护	380
6-3 节 旋转电机对侵入雷电波的保护	381
一、架空直配线发电机的保护	381
二、发电机变压器组的保护	383
三、降低母线振荡过电压和感应过电压的措施	383
6-4 节 避雷器选择	383
一、阀型避雷器选择	383
二、管型避雷器选择	384
附录 6-1 磁吹避雷器与变压器之间距离 的模拟试验结果	385
附录 6-2 感应过电压计算	386
一、发电机出口处感应过电压	386
二、组合导线(或导线)每相对地电容	387
三、发电机对地电容	387
第七章 接地装置	388
7-1 节 保护接地与工作接地的设计	388
一、一般要求	388
二、应当接地和不需要接地的范围	388
三、接地电阻的要求值	389
四、接地短路电流计算值	389
五、接地网的布置	389
7-2 节 保护接地的计算	390
一、土壤和水的电阻率	390
二、自然接地体的扩散电阻	390
三、人工接地体的扩散电阻	391
四、热稳定校验	392
五、计算举例	393

7-3 节 接触电压与跨步电压	394	9-1 节 总则	433
一、接触电压与跨步电压的计算	394	一、照明种类	433
二、减少接触电压和跨步电压的一般措施	394	二、照度标准	433
7-4 节 导泄雷电流的接地装置	395	9-2 节 电光源及照明器	435
一、单独接地体的冲击接地电阻	395	一、电光源	435
二、由 n 个相同的水平射线接地体所组成的 接地装置的冲击接地电阻	395	二、照明器选择	436
三、由水平接地体联结的 n 个垂直接地体组 成的接地装置的冲击接地电阻	395	三、屋内照明器布置	438
四、计算举例	396	四、屋外照明器布置	439
7-5 节 高土壤电阻率($\rho > 5 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$) 地区的接地装置	397	9-3 节 照度计算	439
一、利用水和与水接触的潮湿混凝土作为散 流介质	397	一、利用系数法	439
二、利用土壤置换与化学处理	397	二、点光源逐点计算法	439
三、接地装置形式	398	三、线光源逐点计算法	442
四、岩石地区接地装置的敷设原则	398	四、发光面逐点计算法	446
五、接地电阻允许值的提高及对人身安全的 防护措施	398	五、发光面按线光源逐点计算法计算	448
第八章 电缆选择与敷设	399	六、单位容量计算法	448
8-1 节 电力电缆的选择	399	七、探照灯照明	449
一、电缆型号的选择	399	9-4 节 照明网络供电	455
二、电缆截面的选择	399	一、照明网络电压	455
8-2 节 电缆敷设方式	408	二、常用照明供电	455
一、一般要求	408	三、事故照明供电	455
二、电缆构筑物的型式及选择	408	四、照明负荷计算	456
三、电缆构筑物的技术要求及土建任务书	409	五、导线截面选择	457
8-3 节 电缆支架及夹头	417	六、屋内照明网络	465
一、对电缆支架的要求	417	七、屋外照明网络	467
二、电缆支架种类及其特点	417	附录 9-1 照明器利用系数及空间等照曲线	469
三、常用电缆支架介绍	417	第十章 空气压缩装置	498
四、电缆夹头	418	10-1 节 空气压缩系统	498
8-4 节 电缆接头盒与封端头	418	一、空气压缩装置的作用	498
一、电缆接头盒	418	二、空气压缩系统	498
二、电缆封端头	419	三、空气压缩装置主要设备的构造及用途	498
8-5 节 电缆敷设施工要求	421	10-2 节 空气压缩装置的设备选择	498
8-6 节 电缆清册及电缆编号	422	一、空气压缩装置主要设备的技术参数	498
一、电缆清册	422	二、高压贮气罐选择	499
二、电缆编号	423	三、空气压缩机选择	502
附录 8-1 电缆敷设的防水措施	425	四、工作压力贮气罐选择	502
附录 8-2 电缆构筑物的通风	425	五、空气管道选择	502
一、电缆散热计算	425	六、空气压缩装置选择计算实例	503
二、电缆沟(隧道)的散热方式	425	10-3 节 空气压缩装置的设备布置和运行	503
附录 8-3 电缆构筑物的交叉处理	426	一、空气压缩机室及室内设备的布置	503
一、电缆沟道与其他管沟或道路的交叉处理	426	二、高压贮气罐的布置	504
二、直埋电缆交叉处理	428	三、工作压力母管连接方式及室外设备的布置	504
附录 8-4 安装单位及安装设备文字符号	430	四、空气管道的布置	504
第九章 照明	433	五、空气压缩机室的允许温度	504
		六、空气压缩系统的运行	506
		10-4 节 空气压缩机室的电气部分	506
		一、空气压缩机室的电源	506
		二、空气压缩装置的控制、保护信号回路	506
		附录 10-1 压缩空气的硅胶干燥法	510
		附录 10-2 空气过滤器的制造	510

目 录

第十一章 主设备控制、测量、信号系统	513	二、交流电压回路及电压互感器	580
11-1 节 控制方式	513	11-8 节 调相机的控制、测量、信号系统	587
11-2 节 主控制楼设计	514	一、控制回路	587
11-3 节 主控制室平面布置及屏的配置	518	二、信号回路	591
一、总的要求	518	三、测量回路	591
二、发电厂	519	四、自动调压及调负荷装置	592
三、变电所	519	11-9 节 继电器、自动装置就地布置和选线	
四、控制屏(屏台)与继电器屏的屏面布置	520	技术的采用	592
五、屏的型式及安装	525	一、继电保护、自动装置就地布置	593
六、单元集中控制室的布置	527	二、选控屏台结构	594
11-4 节 控制、信号及测量回路	528	三、弱电参数的选择	594
一、总的要求	528	四、选控方式及接线	594
二、断路器灯光监视控制、信号回路	534	五、选测方式及接线	598
三、断路器音响监视控制、信号回路	539	六、信号系统接线	600
四、空气断路器的控制、信号回路	539	七、中央信号装置	603
五、有自动重合闸装置(ZCH)的控制、信号		八、弱电电源系统	608
回路	545	九、选控系统同期接线	609
六、备用电源自动投入装置(BZT)接线	551	十、发电机指挥信号	612
七、隔离开关和断路器的闭锁接线	552	十一、发电机选调及其他回路	613
八、常用二次设备的代用	553	十二、屏面布置及弱电设备选择	615
11-5 节 中央信号及其他信号装置	554	11-10 节 强电小开关的采用	619
一、中央事故信号装置	554	11-11 节 电压抽取装置	619
二、隔离开关的位置指示信号	559	11-12 节 变压器冷却和有载调压装置的二	
三、发电机指挥信号	559	次回路	621
四、全厂事故信号	559	附录 11-1 二次回路标号	626
五、锅炉房联系信号	561	附录 11-2 RLW 系列弱电开关的选择方	
六、接地检查音响信号	562	法	628
11-6 节 二次回路的保护及控制、信号回路		附录 11-3 LWX1 系列强电小开关的选择	
设备的选择	563	方法	632
一、二次回路的保护设备	563	第十二章 厂用电动机接线	636
二、熔断器的配置	563	12-1 节 厂用电机的测量表计	636
三、熔断器的选择	564	12-2 节 厂用电机的保护装置	637
四、控制、信号回路设备选择	565	一、3~6 kV 高压厂用电动机保护	637
五、音响和灯光监视接线中的跳、合闸位置继		二、380 V 低压厂用电动机保护	638
电器的选择	565	三、保护装置的整定计算	641
六、控制、信号回路中继电器选择	565	四、同步电动机保护	641
七、串接信号继电器和附加电阻的选择	566	12-3 节 厂用电动机控制、信号接线	641
八、端子排	567	一、厂用电动机控制回路的基本接线	642
九、控制电缆选择	571	二、汽机辅机的联锁及自动装置	645
十、小母线配置	575	三、给水系统电动机的联锁及自动装置	647
11-7 节 交流电流、电压回路及电流、电压		四、锅炉辅机的联锁及自动装置	649
互感器	576	五、除灰系统电动机的联锁及自动装置	652
一、交流电流回路及电流互感器	576		

六、供水系统电动机的联锁及自动装置	655	五、合闸脉冲控制部分	708
七、公用设备电动机的联锁及自动装置	662	六、调速部分	708
八、输煤系统电动机的联锁及自动装置	665	附录 13-2 半自动恒定导前相角同期装置	708
九、同步电动机的控制接线	668	一、原理	708
十、厂用电动机接线设计中的几个问题	671	二、整定计算	709
12-4 节 调速电动机的控制原理及接线	671	三、算例	709
一、可控硅调压的直流电动机调速系统	672	第十四章 励磁系统	710
二、可控硅串级调速系统	674	14-1 节 概述	710
三、电磁滑差离合器调速系统	676	14-2 节 同轴直流励磁机的励磁系统	711
四、震动给煤机的控制接线	679	一、励磁系统接线	711
附录 12-1 硅整流元件及其保护设备的		二、励磁系统的设备及选择	711
选择	681	14-3 节 自动灭磁开关	716
一、硅元件的选择	681	一、BT9404 型灭磁开关	716
二、隔离变压器选择	683	二、DW10M 型灭磁开关	718
三、硅或可控硅回路保护设备选择	683	三、DM 型灭磁开关	718
附录 12-2 BP1 系列频敏变阻器与绕线型		14-4 节 自动调整励磁装置	719
电动机的配套选择	686	一、Q-F ₁ -D ₁ 型自动调整励磁装置	719
一、用途及分类	686	二、Q-K ₁ 型和 KFD-3 型自动调整励磁装置	722
二、系列表	686	三、KFD-2 型自动调整励磁装置	725
三、技术性能	686	四、ZLT-1 型自动调整励磁装置	727
四、接线方式	690	五、ZLT-2 型可控硅自动调整励磁装置	728
五、调整	690	六、TLG1 型可控硅自动调整励磁装置	729
第十三章 同期系统	691	14-5 节 继电强行励磁装置	732
13-1 节 概述	691	14-6 节 自励静止半导体励磁系统	734
13-2 节 手动准同期装置	695	一、自励装置技术数据	734
一、分散同期	695	二、工作原理	735
二、集中同期	696	14-7 节 它励静止半导体励磁系统	735
13-3 节 自动准同期装置	698	一、励磁系统的组成及原理	735
一、同期电压	698	二、励磁系统组成部分的基本参数	737
二、频率调节部分的直流回路	698	三、KGT-2 型自动调整励磁装置	737
三、防止误合闸的闭锁	699	四、手动调节励磁	741
四、导前时间部分的整定电阻	699	五、硅整流装置	741
五、合闸回路	699	六、DM2 自动灭磁屏	741
六、调速回路	699	七、TLG2-3 和 TLG2-3a 型自动调整励磁装置	741
13-4 节 自同期装置	700	14-8 节 备用励磁系统	743
13-5 节 110kV 及以上线路和旁路断路器		一、备用励磁系统的要求	743
的同期	702	二、备用励磁系统接线	744
一、装设原则	702	三、备用励磁系统设备的选择及安装	744
二、利用单相电磁式电压互感器进行同期	702	第十五章 直流系统	747
13-6 节 多角形和桥形结线的同期	703	15-1 节 直流系统及直流屏	747
一、多角形结线的同期	703	15-2 节 直流馈电网络	751
二、桥形结线的同期	703	15-3 节 直流负荷统计	751
13-7 节 单相准同期装置	703	15-4 节 直流系统的设备选择	763
附录 13-1 ZZQ-1 型自动准同期装置	705	一、蓄电池组的选择	763
一、起动回路	705	二、充电及浮充电设备的选择	764
二、电压差控制部分	705	三、熔断器的选择	764
三、导前时间控制部分	705	四、蓄电池组回路设备的选择	764
四、频率差控制部分	706	五、充电及浮充电回路设备的选择	765

六、刀开关和转换开关的选择	767	五、过负荷保护	832
七、蓄电池组端电池调整器的选择	767	六、算例	832
八、载流导体的选择	767	17-3 节 变压器保护	833
15-5 节 直流系统二次回路设计	770	一、变压器保护装设的一般原则	833
15-6 节 直流屏订货任务书	776	二、纵联差动保护	833
15-7 节 直流设备的布置与安装	780	三、电流速断保护	834
一、蓄电池组的布置与安装	780	四、相间后备保护	834
二、充电机室的布置与安装	784	五、零序后备保护	836
三、KP4 型端电池电动调整器的安装	784	六、过负荷保护	836
第十六章 整流操作和交流操作	788	七、自耦变压器保护	836
16-1 节 概述	788	17-4 节 变压器保护整定计算	854
16-2 节 装补偿电容器的直流系统	789	一、纵联差动保护	854
一、整流交流电源	789	二、防御外部短路的后备保护	858
二、设备选择	790	三、大接地电流电网的零序后备保护	862
三、系统接线	792	四、对称过负荷保护	862
四、断路器直流回路接线	794	五、算例	862
16-3 节 复式整流直流系统	794	17-5 节 发电机-变压器组保护	864
一、系统接线	794	一、发电机-变压器组保护的特点	864
二、复式整流装置计算	794	二、纵联差动保护	864
16-4 节 液体整流器	797	三、发电机-变压器组发电机电压侧的接地保护	865
一、液体整流器的构造、原理及化成	797	17-6 节 发电机-变压器组保护整定计算	869
二、液体整流器的基本特性	799	一、发电机-变压器组保护计算	869
三、调试	799	二、发电机侧的零序电压保护整定计算	869
四、液体整流器的保护	800	17-7 节 同步调相机保护和保护整定计算	871
16-5 节 交流操作	800	一、调相机应装设低电压保护	871
一、二次接线	800	二、调相机不装设防止外部故障的过电流保护	872
二、继电保护装置接线图	802	三、调相机应装设过负荷保护	872
三、继电保护装置计算	811	四、装设有功方向保护	872
附录 16-1 铁磁谐振稳压器简介	819	五、装设防止励磁回路一点接地保护	872
一、工作原理	819	17-8 节 厂用变压器、电抗器保护和保护整定计算	874
二、稳压器各参数的计算	819	一、保护装置	874
三、稳压器的制造参数	822	二、保护的整定计算	882
第十七章 主设备继电保护	823	17-9 节 6~10kV 母线保护和保护整定计算	885
17-1 节 发电机保护	823	一、发电厂发电机电压母线保护	885
一、6MW 及以上的汽轮发电机所装设的保护类型	823	二、变电所 6~10kV 母线保护	886
二、防御定子线圈多相短路的保护	823	三、保护的整定计算	886
三、防御定子线圈单相接地短路的保护	824	四、算例	898
四、防御发电机定子线圈一相匝间短路的保护	825	17-10 节 6~10kV 线路保护和保护整定计算	901
五、防御外部短路的保护	825	一、6~10kV 线路保护	901
六、对称过负荷保护	826	二、保护整定计算	902
七、防御励磁回路发生两点接地的保护	826	17-11 节 自动按频率减负荷装置(ZPJH)	904
17-2 节 发电机保护整定计算	826	一、应考虑的问题	904
一、纵联差动保护	826	二、防止电动机反馈时 ZPJH 误动作一般采用的措施	904
二、横联差动保护	829	17-12 节 6~10kV 静电电容器保护	905
三、定子单相接地保护	829		
四、防御外部短路的保护	831		

一、保护装置的一般原则	905	一、传输信号的一般应用数据	1030
二、熔断器额定电流	905	二、主干电缆网设计	1031
三、电流速断装置	905	三、直埋式电缆设计	1032
附录 17-1 由 BCH-4 型差动继电器构成的		四、架空线路	1034
差动保护的整定计算	906	五、配线电缆	1037
一、整定计算	906	19-4 节 输电线载波通信	1039
二、确定 BCH-4 型差动继电器制动线圈匝数		一、通道最高使用频率的计算	1040
的计算运行方式	908	二、通道工作频率的选择	1043
第十八章 运动系统	911	三、输电线高频参数的计算	1047
18-1 节 概述	911	四、输电线载波设备的安装	1050
18-2 节 发电厂、变电所的远动化范围	912	第二十章 电气试验室	1055
一、遥远监视发电厂、变电所的远动化范围	912	20-1 节 试验设备的配置	1055
二、遥控变电所的远动化范围	913	一、电气设备的试验	1055
三、其他厂、所的远动化范围	914	二、测量仪表、继电器及自动装置的调试	1058
18-3 节 远动系统的分类及选型	915	三、电气和热机部分精密机件的修理	1058
一、遥测系统	915	20-2 节 电气试验室布置	1058
二、遥控-遥信系统	922	附表	1060
三、综合远动系统	929	第二十一章 小型机组电气部分	1066
四、远动通道	930	21-1 节 电气结线	1066
18-4 节 运动装置的配套设计	931	一、发电机额定电压选择	1066
一、厂、所端运动装置配套设计	931	二、电气主结线	1066
二、调度所端运动装置配套设计	942	三、厂用电结线	1066
18-5 节 发电厂、变电所的远动化二次接		四、电气结线举例	1068
线设计	943	21-2 节 二次接线	1068
一、执行遥控命令的二次接线	943	一、操作方式	1068
二、发送遥信的二次接线设计	945	二、信号装置	1068
三、接收召唤遥测命令的二次接线设计	951	三、同期装置	1072
四、发送连续遥测的二次接线	952	四、励磁装置	1072
五、接收遥调命令的二次接线	952	21-3 节 继电保护	1073
六、接收撤消瞬时信号命令的二次接线	953	一、电压为 6.3 kV 的发电机的保护装置	1073
七、远动装置的供电接线	953	二、电压为 400 V 的发电机的保护装置	1073
八、远动装置的布置	953	三、厂用变压器的保护装置	1073
18-6 节 调度所设计	955	四、6.3 kV 馈线的保护装置	1074
一、调度组织	955	五、400 V 馈线的保护装置	1074
二、调度所布置设计	958	21-4 节 直流系统	1074
三、调度设备	962	一、蓄电池直流电源	1074
四、调度所电源设计	978	二、采用手动合闸电动跳闸的直流系统	1074
五、调度所远动化二次接线设计	983	三、采用电动跳、合闸的直流系统	1075
第十九章 通信系统	987	21-5 节 电气设备布置	1076
19-1 节 行政通信	987	一、发电机电压配电装置布置	1076
一、JZBQ-1A 型自动电话站	987	二、厂用电气设备布置	1079
二、纵横制自动电话小交换机	1018	三、发电机出线小间布置	1079
19-2 节 厂内生产调度通信	1025	四、二次设备布置	1079
19-3 节 通信线路	1030		

11-1 节 控制方式

火力发电厂按控制地点可分主控制室和单元控制室两类控制方式。对热力系统为单元制的电厂，一般采用单元集中的控制方式，对热力系统为非单元制的电厂，采用主控制室的控制方式。

变电所应根据电网运行要求来决定采用主控制室值班、在家值班或无人值班的控制方式。

根据发电厂的总布置，当出现主控制室、主厂房及主配电装置之间相距较远的情况，在选择控制方式时，可将继电保护和自动装置就地布置和采用弱电选线控制等，以压缩屏面，缩小控制室面积和减少控制电缆的使用量。

在发电厂和经常有人值班的变电所内，发电机、主变压器、连络线、母线分段、母线联络、旁路、35 kV 及以上的线路，发电厂中 3~6 kV 厂用工作与备用电源线和高、低压厂用工作与备用变压器（辅助车间变压器除外），变电所中高压侧具有断路器的所用变压器等元件的断路器均应在主控制室内控制。其相应的继电器屏也应放在主控制室内。当技术上可能，并对节约控制电缆、减少控制屏有显著优点或电流互感器不能满足 10% 误差等技术上要求时，继电器也可放在配电装置室或单独的继电器室内（例如 35 kV 到用户去的线

路、发电厂中的低压厂用变压器、高低压厂用变压器低压侧的分支线等）。

发电厂和变电所的 6~10 kV 线路一般在配电装置处就地操作，根据具体情况也可以在主控制室集中操作。在主控制室操作时，其继电器与电度表可以放在配电装置内。

发电厂供辅助车间用的厂用变压器（如输煤设备、化学水处理、修理工等车间变压器），其控制设备、测量仪表和继电保护装置皆应放在厂用配电装置室内。

直流屏、事故照明切换装置及其配电屏，一般放在主控制室内，在主控制室布置有困难时也可放在独立的房间内。

驻所值班变电所中主要表计、中央信号装置、控制设备和继电保护装置均放在配电装置或控制继电器屏室内。值班人员生活间内装设必要和简单的信号装置（如中央事故信号和预告信号）。

调相机的负荷监视表计和主要操作调整设备的控制和信号装置应装设在主控制室内。

调相机的励磁调整装置，继电保护装置和辅助机械的控制设备可装设在调相机室内。对露天布置的调相机，这些设备可装在调相机用的辅助设备室内。

单元制集中控制方式，有利于运行人员协作配合，有利于机、炉、电统一指挥调度，在生产活动中更能发

挥人的因素,改善机、炉的值班条件,对安全经济运行是有利的,对事故处理的好处尤为明显,也可为减少运行人员、提高运行水平创造条件。当然目前集控配套设备的生产,还赶不上发展的要求,但对于单机容量为200MW及以上的新建发电厂,应尽可能采用单元制集中控制的方式。为此,今后除要求制造厂尽快提供配套设备外,设计中也应在控制、测量、保护接线和布置上,为单元集控方式创造条件。

下面就今后集中控制设计提出几点意见,供参考。

1. 机、炉集中或机、炉、电集中的问题:机、炉之间联系较为密切,目前电厂多采用机、炉集中。机、炉、电是否集中,要根据电厂的具体情况(如是否单元制系统,馈线数量,机炉控制、调节、测量系统的自动化水平和布置等)综合考虑。

2. 网络控制室的设置问题:当采用机、炉、电单元控制室,如果馈线不多、网络接线简单时,可以将这些设备在单元控制室内控制,这样可节省投资,减少运行人员,也使运行管理更为集中。如果馈线很多,放在单元控制室有困难时,可单独设置网络控制室。

采用弱电选线技术和继电保护、自动装置就地布置的控制方式时,更有条件不独立设网络控制室。

3. 单元集中控制机组的台数问题:几个试点电厂每个单元控制室只控制两台机组。根据工程的具体情况,如全厂总装机台数、集中控制室建筑布置的可能性等,也可采用一个单元控制室控制多于两台机组的方式。

4. 集中控制范围问题:集中控制室控制的对象应以锅炉、汽机、发电机及与其密切联系的生产过程如除氧给水、厂用电等控制设备为主。对与主设备只有间接联系的公用系统(如输煤、化学水处理系统),不必集中在控制室内,可分别根据具体情况就地布置。

5. 采用集中控制,对机、炉的控制、测量的自动化水平和保护装置要求比较高,故必须按照满足集中控制的条件进行本体的设计和设备供应。

取消主控制室后,其他辅助车间如蓄电池室、通讯室等的布置,应在主厂房设计中统一考虑。

控制方式的决定,对电厂的安全经济运行、电气布置、值班人员的运行条件等都有直接影响。我们必须遵照伟大领袖毛主席关于“按照实际情况决定工作方针,这是一切共产党员所必须牢牢记住的最基本的工作方法”的教导,根据电站的总布置、电气接线及设备制造等具体情况选择控制方式。

11-2 节 主控制楼设计

主控制楼的位置,应尽量使控制电缆最短,并使运

行人员的联系方便,一般小型发电厂,主控制楼毗连在主厂房固定端,大、中型电厂的主控制楼一般与主厂房分开而与6~10kV主配电装置室相毗连,此时,主控制楼应尽可能靠近主厂房,主控制楼与主厂房之间设有联系的天桥。主控制楼按其规划容量应在第一期工程中一次建成。

大、中型电厂的主控制楼一般采用三层建筑,第三层为主控制室,第二层为电缆室,底层为蓄电池室及充电设备、低压动力屏、载波通信和其他附属房间。空气压缩机室一般不设在主控制楼内。厂内行政用的通信室一般设在生产办公楼内。

我国已建成的几个发电厂的主控制楼类型如表11-1所示,供设计中参考。

中南电力设计院负责设计的主控制楼单位工程(初步设计1964年12月),按发电厂规划容量划分为四个类型,已经完成了II、III型主控制楼设计,主控制室布置采用全封闭式和半封闭式,其特点如表11-2所示。

变电所主控制楼一般与6~10kV主配电装置室毗连,为了便利运行、维护,减少建筑投资,建议尽量采用单层,控制室通向屋内配电装置的走道应尽量不设阶梯。同时控制室应有良好的朝向,避免西晒和便于运行人员监视屋外设备。当需要与其他建筑物布置取得协调时,也可以采用二层或三层建筑,此时控制室一般布置在上层,底层布置其他辅助房间。

当变电所的调相机室与主控制室相邻时,应考虑防震、防噪措施。

采暖地区的变电所采用电加热器或锅炉蒸汽采暖。当采用后者时,应与生活福利区统一考虑。当离福利区很远时,锅炉房也可布置在变电所辅助房间内。

无人值班及在家值班的变电所,可不设单独的主控制室。

东北、华北、西北电力设计院和中原电管局设计室负责设计的220kV区域性变电所,II、III型110kV变电所典型设计的主控制室布置,如表11-3所示。

需要指出,以往设计的主控制楼,包括典型设计提出的方案布置,考虑战略隐蔽条件,采用新型屏形式等都不够,一般偏大,表11-1、11-2、11-3介绍的几种布置仅供设计中参考。具体工程应因地制宜的进行布置。

单元控制室一般设置在主厂房内煤仓间,与汽机房、锅炉房运转层同标高,从运行、操作方便,处理事故迅速和主厂房的布置等综合考虑。当控制二台机组时,一般将集中控制室设在两机炉的中间位置。当取消网络控制室时,集中控制室应尽量靠近屋外配电装

表 11-1 发电厂主控制楼的类型例别

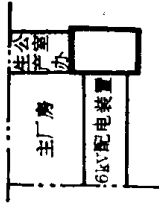
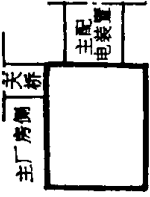
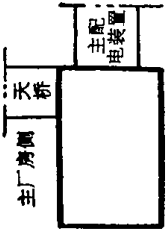
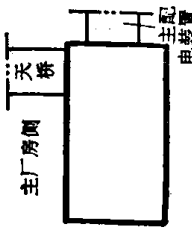
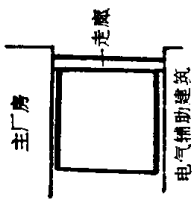



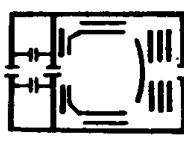

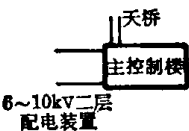
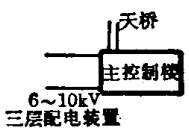



项 目	1	2	3	4	5
序 号	4×6	4×12	4×25+2×50	2×12+4×25	2×25+2×50
设计电厂最终容量 [机组台数×容量(MW)]					
与其他建筑物毗连情况					
主控制楼总面积(m ²) (以外墙中心线尺寸计)	9×14.5	16.8×22.01	16.8×32.61	16.8×34.6	17.78×17.78
各层标高(m)					
第一层	0	0	0	0	—
第二层	3.2	3.5	3.5	4.1	5.0
第三层	5.5	6.0	6.0	7.0	7.5
天 棚	10.0	11.0	11.0	13.5	12.0
主控制室布置 (按主厂房在图纸上方绘制)					
控制屏台	—	11	13	13	—
控制屏	14	14	20	28	41
直 流 屏	5	9	11	13	—
继电器屏	20	74	113	72	73
蓄电池数(只)/容量(Ah)	130/GG-288	130/GG-504	130/GG-720 130/GG-216	130/GG-720 130/GG-576	
备 注					主控制室底层为厂区过道, 蓄电池布置在与主控制室毗连的电气辅助建筑内

表 11-2 发电厂主控制楼典型设计

项 目 \ 方 案		II 型 (单 142)	III 型 (单 143)
电 厂 规 划 容 量		200 MW 以下 4~6 台机组 (以 4 台为主)	100 MW 以上 4~8 台机组 (以 6 台为主)
与 其 他 建 筑 物 毗 连 情 况			
主 控 制 楼 尺 寸 (m)		22.8×15	27.6×15
各 层 标 高 (m)	底 层	0	0
	电 缆 半 层	3.6	3.6
	主 控 制 室 层	6.0	6.0
	屋 架 下 弦	10.8	9.6
主 控 制 室 布 置 示 意 图			 
主 控 制 室 屏 位 数	控 制 屏 台	7~9	9~11
	控 制 屏	16	16
	直 流 屏	8	11
	保 护 屏	59	81
蓄 电 池 容 量		一 组 720 Ah 或 两 组 504 Ah 及 以 下	两 组 720 Ah 及 以 下