

电 力 工 程

电 工 手 册

第 三 分 册

东 北 电 业 管 理 局

编写领导小组组长：关祥和
组 员：许祥佑
高元楷
邓兰儒
主 编：乔静宇

水利电力出版社

目 录

前 言

编者的话

第二十四章 控制屏及二次回路设备

乔静宇	1
第一节 控制屏和控制台	1
一、控制方式的分类 (1) 二、中央集中控制屏、台的要求 (2) 三、控制屏的分类 (3) 四、控制屏、台的屏面布置及二次设备 (4)	
第二节 控制回路	48
一、电气设备的图形符号和文字符号 (48) 二、断路器控制回路 (64) 三、厂用电及厂用电动机的控制 (89) 四、变压器冷却及有载调压的控制 (92) 五、调相机的控制 (98) 六、交流操作 (102)	
第三节 端子排、小母线、安装图	105
一、端子排 (105) 二、小母线 (111) 三、控制、信号回路的保护 (120) 四、安装接线图 (122) 五、二次回路故障及检查方法 (125) 六、常用二次设备的代用品 (127)	
第四节 信号回路	127
一、中央信号屏上设备 (128) 二、信号回路分类 (132) 三、中央信号屏接线 (139) 四、中央信号装置的检验 (139) 五、指挥信号 (143) 六、隔离开关位置指示和与断路器的联锁 (145) 七、电力网绝缘监察 (151) 八、直流系统的绝缘监察 (154)	
第五节 同步回路	156
一、发电机的同步运行 (156) 二、同步表及同步用元件 (158) 三、闭锁措施及装置 (160) 四、手动准同步 (163) 五、自动准同步装置 (167) 六、自同步装置 (169) 七、单相准同步装置 (171) 八、同步装置回路的检验方法 (172)	
第六节 集控台	174
一、集控台的型式 (174) 二、屏台表面布置 (175) 三、弱电化与选线化 (178) 四、集控台用部件 (178) 五、选测方式及接线 (188) 六、选控方式及接线 (192) 七、信号系统接线 (195) 八、发电机选调回路 (201) 九、选控系统同步接线 (201) 十、选测选控回路的故障处理 (205)	

第二十五章 继电保护装置

毛锦庆 相铨和	206
第一节 继电保护装置的种类和基本知识	206
一、概述 (206) 二、保护继电器的种类 (209) 三、继电保护技术基本知识 (226) 四、继电保护用互感器 (234) 五、二次回路过电压及防御措施 (242) 六、短路电流基本算式 (244)	
第二节 输电线路保护装置	266
一、概述 (266) 二、1~10kV配电线路保护装置 (266) 三、35~66kV输电线路保护装置 (267) 四、110~220kV输电线路保护装置 (276) 五、330~500kV输电线路保护装置 (276)	
第三节 母线保护	304
一、概述 (304) 二、专用母线保护设置原则 (304) 三、母线保护的基本要求 (304)	

四、母线保护类型(306)	五、母线差动保护的整定 (310)	
第四节 断路器失灵保护		310
一、概述 (310)	二、断路器失灵保护设置条件 (311)	
三、断路器失灵保护的基本要求 (311)	四、断路器失灵保护原理接线的基本要求 (312)	
五、断路器失灵保护定值的基本要求(313)		
第五节 变压器保护		313
一、概述 (313)	二、变压器励磁涌流 (314)	
三、瓦斯保护 (316)	四、纵联差动保护 (317)	
五、电流速断保护 (327)	六、过电流保护 (327)	
七、阻抗保护 (330)	八、过负荷保护 (330)	
九、大电流接地系统变压器接地保护 (331)	十、过励磁保护 (333)	
第六节 发电机保护		333
一、概述 (333)	二、纵联差动保护 (336)	
三、匝间短路保护 (337)	四、相间短路的后备保护 (339)	
五、过负荷保护 (341)	六、定子绕组的接地保护 (342)	
七、过电压保护 (345)	八、转子回路接地保护 (346)	
九、失磁保护 (349)	十、逆功率保护 (353)	
第七节 并联电抗器保护		353
一、概述 (353)	二、瓦斯保护 (354)	
三、纵联差动保护 (354)	四、过电流保护 (355)	
五、匝间短路保护 (355)	六、过负荷保护 (357)	
第八节 电力电容器保护		357
一、概述 (357)	二、保护熔丝 (357)	
三、过电流保护 (358)	四、不平衡电压保护和不平衡电流保护 (359)	
五、过电压保护 (363)	六、低电压保护 (363)	
第九节 同步调相机保护		364
一、概述 (364)	二、纵联差动保护 (364)	
三、匝间短路保护 (365)	四、方向过电流保护 (365)	
五、过负荷保护 (365)	六、定子接地保护 (365)	
七、转子一点接地保护 (366)	八、失磁保护 (366)	
九、解列保护 (366)		
第十节 电动机保护		367
一、概述 (367)	二、纵联差动保护(368)	
三、电流速断保护(368)	四、单相接地保护 (369)	
五、过负荷保护 (369)	六、低电压保护 (370)	
七、失步保护 (370)	八、失磁保护 (372)	
九、防止非同步冲击的保护装置 (372)		
第十一节 继电保护装置的调试		372
一、概述 (372)	二、新安装装置的验收试验 (373)	
三、定期检验 (373)	四、保护装置不正确动作后的检验 (374)	
五、调试工作中的注意事项 (374)	六、常用继电器重点调试内容 (376)	
七、常用电流、电压表的一般常识和基本测试知识 (376)		
第十二节 继电保护常见故障和异常状况及反事故技术措施		382
一、概述 (382)	二、常见故障和异常状况 (383)	
三、反事故技术措施 (384)		
第二十六章 电力系统自动装置		
高元楷 郭象容 黄杏林 钟联武		389
第一节 电力系统自动装置概述		389
第二节 发电机自动励磁调整装置		391
一、发电机自动励磁调整装置在电力系统中的应用 (391)	二、电磁型自动励磁调整装置 (395)	
三、半导体型自动励磁调整装置 (401)		
第三节 强行励磁与自动灭磁		411
一、强行励磁 (411)	二、自动灭磁 (414)	
第四节 备用电源自动投入装置 (BZT)		416
一、原理及技术要求(416)	二、高压电网中的备用电源自动投入装置 (418)	
三、发电		

厂厂用电备用电源自动投入装置 (420)	
第五节 自动重合闸	422
一、概述 (422)	
二、线路三相重合闸装置 (423)	
三、线路综合重合闸装置 (432)	
四、关于变压器重合闸的一些问题 (454)	
五、关于母线重合闸的一些问题 (454)	
六、关于重合闸的一些其他问题 (456)	
第六节 电力系统低频减载	457
一、电力系统的频率下降事故 (457)	
二、电力系统负荷的频率静态特性 (457)	
三、发电机组的频率静态特性 (460)	
四、电力系统的频率静态特性 (461)	
五、电力系统的频率动态特性 (462)	
六、低频减载装置的设置与整定 (462)	
七、低频减载装置 (465)	
八、低频减载装置的运行 (468)	
第七节 提高电力系统稳定的主要措施	470
一、主要措施概述 (470)	
二、自动切机 (470)	
三、快关汽门 (472)	
四、电气制动 (476)	
五、连切负荷 (477)	
六、远方跳闸 (480)	
第八节 电力系统的自动解列与失步预测	487
一、电力系统自动解列的任务 (487)	
二、系统振荡时的电气量变化情况 (488)	
三、自动解列装置 (491)	
四、ZZJ-1型振荡解列装置 (497)	
五、失步预测 (501)	
第二十七章 电工测量仪表	
乔静宇	506
第一节 电工测量仪表概述	506
一、电工测量仪表的作用 (506)	
二、电工测量仪表的工作原理 (507)	
三、电工测量仪表的型号意义 (509)	
四、仪表误差与准确度等级 (511)	
五、仪表特性及表示符号 (512)	
第二节 控制屏、台常用交流指示仪表	514
一、交流电流表、电压表 (514)	
二、有功功率表、无功功率表 (514)	
三、功率因数表 (518)	
四、频率表 (519)	
五、同步表 (520)	
六、电动系仪表常见故障及其消除方法 (520)	
第三节 直流仪表	521
一、磁电系仪表工作原理 (521)	
二、直流电流表与分流器 (522)	
三、直流电压表与倍率器 (523)	
四、磁电系仪表常见故障及原因 (523)	
五、直流功率表与直流电度表 (524)	
六、电测量温度表 (524)	
第四节 交流电度表	528
一、有功电度表 (528)	
二、无功电度表 (532)	
三、电度表的检验 (532)	
四、特种型式电度表 (541)	
五、电能计量 (542)	
六、电度表的故障与处理 (543)	
第五节 互感器及其接线和负载	544
一、互感器的接线 (544)	
二、互感器的二次负载 (547)	
三、测量的综合误差 (554)	
四、互感器的误接线分析 (555)	
第六节 自动记录仪表	558
一、自动记录仪表的结构与分类 (558)	
二、自动记录仪表的元件 (559)	
三、自动记录仪表的故障与处理 (563)	
第七节 试验用便携式电工仪表	565
一、便携式电工仪表 (565)	
二、低功率因数功率表 (566)	
三、万用表 (566)	
四、兆欧表 (569)	
五、直流电桥及其应用 (573)	
六、交流电桥及其应用 (576)	
七、相位表及其应用 (581)	
八、钳形电表 (582)	
九、电秒表 (585)	
十、接地电阻测量仪 (587)	
第八节 仪表的检修与检验	590

一、仪表的检修工具 (590)	二、检修仪表的常用材料 (593)	三、检修仪表的注意事项 (594)	四、仪表的检验项目及检验方法 (598)	五、指示仪表的检验 (601)
第二十八章 远动装置				
杨国森	610			
第一节 电力系统远动装置	610			
一、远动装置的主要任务 (610)	二、发电厂和变电所的远动化范围 (611)	三、远动信息的传送 (612)	四、调度自动化功能规范 (612)	
第二节 远动装置介绍	620			
一、远动装置概况 (620)	二、布线逻辑远动装置 (620)	三、微机远动装置 (638)		
第三节 远动装置的外部连接	657			
一、信息量的输入 (657)	二、遥测显示 (664)	三、遥信显示 (668)		
第四节 遥测变送器	674			
一、概述 (674)	二、电流电压变送器 (675)	三、功率变送器 (683)	四、总加器 (697)	
五、电度量变送器 (701)	六、工频变送器 (703)			
第五节 远动音频通道	707			
一、概述 (707)	二、远动信息调制 (708)	三、远动通道的几种产品 (711)	四、远动通道的运行维护和调制方式的选用 (718)	
第六节 电源	719			
一、概述 (719)	二、蓄电池 (720)	三、硅整流充电装置 (721)	四、逆变器 (724)	
五、稳压电路 (725)	六、不停电电源 (UPS) (728)			
第二十九章 通信装置				
李家勤	731			
第一节 电力系统通信网	731			
一、电力专用通信网的特点 (731)	二、模拟通信与数字通信 (732)	三、有线通信与无线通信 (732)		
第二节 通信线路	734			
一、通信线路参数 (734)	二、通信线路防护 (740)	三、通信线路故障 (746)		
第三节 载波通信	760			
一、载波通信原理 (760)	二、滤波器 (768)	三、调制器 (773)	四、衰减器 (775)	
五、放大器 (778)	六、振荡器 (784)	七、载供系统 (788)		
第四节 数字通信	798			
一、PCM30基群设备工作原理 (798)	二、抽样和分路 (804)	三、编码和译码 (810)		
四、定时系统 (827)	五、码型变换和中继再生 (835)	六、数字复用 (845)		
第五节 微波通信	849			
一、模拟微波设备 (849)	二、数字微波 (876)			
第六节 信息交换	879			
一、步进制交换机 (879)	二、纵横制交换机 (886)	三、程序控制数字交换机 (892)		
第三十章 电子技术的应用				
张均印	896			
第一节 概述	896			
第二节 电真空元件	897			
一、国产电真空元件命名方法 (897)	二、常用电真空元件 (902)			

第三节 常用晶体管	918
一、一般说明 (918) 二、晶体管元件名称含义 (918) 三、分类及原理 (918) 四、晶体管的替换技术 (985)	
第四节 特种晶体管	985
一、双基极二极管 (985) 二、稳压管 (987) 三、场效应晶体管 (993) 四、光电元件 (996)	
第五节 集成电路	1014
一、数字集成电路 (1014) 二、模拟集成电路 (1063)	
第六节 电力电子元件	1099
一、分类及原理 (1099) 二、典型应用电路及保护 (1107)	
第七节 电子技术的应用	1127
一、稳压电源 (1127) 二、巡回检测装置 (1131)	
第三十一章 电力系统中的常用电子仪器仪表	
夏金田	1134
第一节 概述	1134
第二节 电子毫伏表	1134
一、用途与分类 (1134) 二、基本测量原理 (1135) 三、主要技术指标 (1135) 四、GB-9B 电子管毫伏表 (1136) 五、JH811 型晶体管毫伏表 (1139)	
第三节 信号发生器	1142
一、用途与分类 (1142) 二、基本工作原理 (1143) 三、主要技术指标 (1143) 四、XFD-6 型低频信号发生器 (1145) 五、XD-1 型低频信号发生器 (1149) 六、XFG-7 型高频信号发生器 (1154) 七、XC-2C 型脉冲信号发生器 (1160)	
第四节 数字电压表	1170
一、用途与分类 (1170) 二、基本测量原理 (1171) 三、主要技术指标 (1173) 四、PZ8 型直流数字电压表 (1174) 五、PF5 型数字万用表 (1190) 六、CD-168 型数字万用表 (1198)	
第五节 数字频率测量仪器	1204
一、用途与分类 (1204) 二、基本测量原理 (1204) 三、主要技术指标 (1206) 四、PB-2 型数字频率计 (1209) 五、PP-17 型频率计 (1218) 六、702-1 型数字毫秒计 (1225)	
第六节 电子示波器	1235
一、用途与分类 (1235) 二、基本工作原理 (1235) 三、主要技术指标 (1237) 四、SR8 型二踪示波器 (1239) 五、SR37A 型二踪示波器 (1258) 六、JT-1 型晶体管特性图示仪 (1266)	
第七节 晶体管直流稳压电源	1283
一、用途与分类 (1283) 二、基本工作原理 (1283) 三、主要技术指标 (1284) 四、WYJ-3B 型晶体管直流稳压电源 (1285) 五、WYJ-6A 型晶体管直流稳压电源 (1288)	

第三节 常用晶体管	918
一、一般说明 (918) 二、晶体管元件名称含义 (918) 三、分类及原理 (918) 四、晶体管的替换技术 (985)	
第四节 特种晶体管	985
一、双基极二极管 (985) 二、稳压管 (987) 三、场效应晶体管 (993) 四、光电元件 (996)	
第五节 集成电路	1014
一、数字集成电路 (1014) 二、模拟集成电路 (1063)	
第六节 电力电子元件	1099
一、分类及原理 (1099) 二、典型应用电路及保护 (1107)	
第七节 电子技术的应用	1127
一、稳压电源 (1127) 二、巡回检测装置 (1131)	
第三十一章 电力系统中的常用电子仪器仪表	
夏金田	1134
第一节 概述	1134
第二节 电子毫伏表	1134
一、用途与分类 (1134) 二、基本测量原理 (1135) 三、主要技术指标 (1135) 四、GB-9B 电子管毫伏表 (1136) 五、JH811 型晶体管毫伏表 (1139)	
第三节 信号发生器	1142
一、用途与分类 (1142) 二、基本工作原理 (1143) 三、主要技术指标 (1143) 四、XFD-6 型低频信号发生器 (1145) 五、XD-1 型低频信号发生器 (1149) 六、XFG-7 型高频信号发生器 (1154) 七、XC-2C 型脉冲信号发生器 (1160)	
第四节 数字电压表	1170
一、用途与分类 (1170) 二、基本测量原理 (1171) 三、主要技术指标 (1173) 四、PZ8 型直流数字电压表 (1174) 五、PF5 型数字万用表 (1190) 六、CD-168 型数字万用表 (1198)	
第五节 数字频率测量仪器	1204
一、用途与分类 (1204) 二、基本测量原理 (1204) 三、主要技术指标 (1206) 四、PB-2 型数字频率计 (1209) 五、PP-17 型频率计 (1218) 六、702-1 型数字毫秒计 (1225)	
第六节 电子示波器	1235
一、用途与分类 (1235) 二、基本工作原理 (1235) 三、主要技术指标 (1237) 四、SR8 型二踪示波器 (1239) 五、SR37A 型二踪示波器 (1258) 六、JT-1 型晶体管特性图示仪 (1266)	
第七节 晶体管直流稳压电源	1283
一、用途与分类 (1283) 二、基本工作原理 (1283) 三、主要技术指标 (1284) 四、WYJ-3B 型晶体管直流稳压电源 (1285) 五、WYJ-6A 型晶体管直流稳压电源 (1288)	

第二十四章

控制屏及二次回路设备

乔静宇

第一节 控制屏和控制台

一、控制方式的分类

在发电厂和变电所中，控制屏和控制台（以下合并简称控制屏、台）是包括运行设备的监测、信号、控制、继电保护和安全自动装置的综合装置，是运行信息的中枢神经和控制中心。由于继电保护和安全自动装置技术的发展，过去可装在控制屏上的简单装置，已发展为现在复杂的需设立专用的屏、台装置。本章仅介绍装有监测、信号、控制装置的控制屏、台。继电保护、安全自动装置分别在第二十五章、第二十六章介绍。

发电厂和变电所中的运行人员正常运行时，利用控制屏、台可经常监视和控制设备，即通过控制屏、台上的仪表监测设备的各种运行情况，如：电能的发供及电力潮流等；根据设备检修的需要和电力系统或电力网的调度指令，进行设备的起动或停止、有功及无功功率和电压的调整、改变配电装置接线的操作等。电气设备一旦发生异常或故障，继电保护和安全自动装置即马上将故障部分切离主电力网，以保护主电力网健全部分的继续运行；同时，发出警报和信号告知运行人员，运行人员根据仪表、继电保护装置等显示信号，进行综合分析判断，然后进行必要的处理。

控制屏、台的选用首先决定于控制要求，大体可按控制方式和自动化水平分类。

1. 按控制方式分类

（1）就地（分散）控制方式：是在设备近旁控制的方式，一般仅用于小型发电机组或不宜集中控制的辅助设备，例如水泵、油泵、空气压缩机等，分别在现场的控制柜或控制屏上执行控制，但厂用电系统一般不采用就地控制，而采用集中控制方式。3~10kV 线路配电装置大多采用就地控制方式。

（2）集中控制方式：将主要设备及厂用电的控制屏、台集中在中央控制室的控制方式，可由少数运行值班人员对全发电厂和变电所实行综合的监测、控制，并根据显示信号对异常情况进行分析、判断和处理。集中控制方式是一般变电所和中小型发电厂多采用的方式。

（3）分散集中控制方式：在火力发电厂中有两种分散集中控制方式。一种是将锅炉、汽轮机各自调整控制，而将发电机、变压器、所有配电装置和厂用电系统集中在中央控制室内控制。另一种是将锅炉、汽轮机、发电机和变压器做一单元机组集中控制，另设网络

控制室将超高压配电装置集中控制,以便与超高压电力网连接。

(4) 远动集中控制方式:是在一个电力调度所或中心发电厂、变电所集中控制其邻近的若干发电厂(一般多为水力发电厂)和变电所的控制方式。其远动装置以有线、无线或载波传输信号实行遥测、遥信、遥控。采用远动集中控制方式能调度全电力网的经济运行,迅速处理事故,保证安全运行,并对偏远地区发电厂和重污秽地区变电所实行无人值班运行。

2. 按自动化水平分类

(1) 半自动控制方式:即将部分控制项目采用自动装置的控制方式,如采用自动重合闸、低频减载、无功功率调整、自动调压装置等。全发电厂或变电所的异常运行情况,由运行人员对各种信号及仪表检测和继电保护的信号进行综合分析判断后,再以手动方式进行处理。

(2) 自动控制方式:在发电厂和变电所广泛采用自动装置的控制方式。例如,除上述自动装置外,还采用机组自动程序起动、自动准同步或自动同步、高频自动切机、变压器有载自动调压、系统振荡闭锁、故障录波装置等,并进一步采用微处理机实行综合自动化控制,如发电厂最佳优化经济运行、自动巡回检测预告报警、电力系统稳定控制等。采用自动控制方式,可使人工监测和控制的工作量减到极少,且工作及时迅速、避免误操作,提高工作效率。

(3) 综合集中自动控制方式:以发电厂和变电所做为一个单元,实行高度集中的监测、信号、控制、调整的自动化的控制方式,采用微机数据处理,使机组自动调整为最佳参数运行,并将信息打印记录,由地区调度所或某一枢纽变电所以远动装置实行综合集中的自动巡回检测、电视屏幕显示、功率总加、事故随机记忆、监测电力网潮流、计算调整最佳运行方式、定时打印记录等工作,并以远动装置与上级机关或中心调度及时迅速传送必要的信息数据,使整个电力网机动灵活、经济安全,提高运行水平。

二、中央集中控制屏、台的要求

本章中着重介绍我国现已普遍采用的中央集中半自动化控制方式及其控制屏、台上采用的二次回路设备。

(1) 控制屏、台上的模拟系统图。相邻的屏应连贯排列并以鲜明清晰的线条表示出发电厂或变电所的电气单线主接线图。控制屏、台上的主接线图排列顺序要使主要电气设备在模拟系统图上与实际排列位置相对应,要按电压级别与电力系统对应连接。如一次设备有变动,模拟图应及时更正,以保持经常与现场实际情况相符合。

(2) 控制屏、台按运行机器设备的需要,装设必要的指示仪表或记录仪表,以便于随时监测机器设备的运行情况。屏面应无灯光和阳光的眩跃反射点。

(3) 机器设备运行不正常时,应发出声(蜂鸣器、喇叭、电铃)及光(信号灯、闪光器、故障光字牌)等信号,出示明显的警报或预告。

(4) 控制屏、台上设有手动控制开关及调整装置,能方便灵活地控制机器设备的起动、运行、调整、停运等操作,并可做为自动装置失灵时的后备操作。

(5) 继电保护和自动装置,如器件量少、且较简单,可装在同(4)项的控制屏上。

如器件量较多且较复杂,应设专用的继电保护屏和自动装置屏(以下合并简称保护屏),保护屏最好设在与控制屏相对应的位置。如设备较复杂(大容量发电厂或超高压枢纽一次变电所),可另设保护屏室集中对应地安装保护屏。

主控制室的控制屏、保护屏等的布置,根据屏数多少及种类有许多种方式,例如,图24-1-1示出了中等容量发电厂、变电所主控制室平面布置图。

(6) 控制屏、台的设计安装要考虑到运行及检验维修的方便。各二次回路要设专用端子以便检测,屏列间与墙间要有适当距离以便维修试验人员通行和接近。屏间距离和通道宽度的规定,如表24-1-1所示。

表 24-1-1 屏间距离和通道宽度

距 离 名 称	采用尺寸 (mm)	
	一 般	最 小
屏正面—屏正面	1800	1400
屏正面—屏背面	1500	1200
屏背面—屏背面	800	800
屏正面—墙	1500	1200
屏背面—墙	1200	800
边 屏—墙	1200	800
主要通道	1600~2000	1400

- 注 1. 复杂保护或继电器凸出屏面时,不宜采用最小尺寸。
 2. 直流屏、事故照明屏等动力屏的背面间距不得小于1000mm。
 3. 屏背面至屏背面之间距,当屏背面地坪上设有电缆沟盖板时,可适当放大。
 4. 屏后开门时,屏背面至屏背面的通道尺寸,可增加至1000mm。

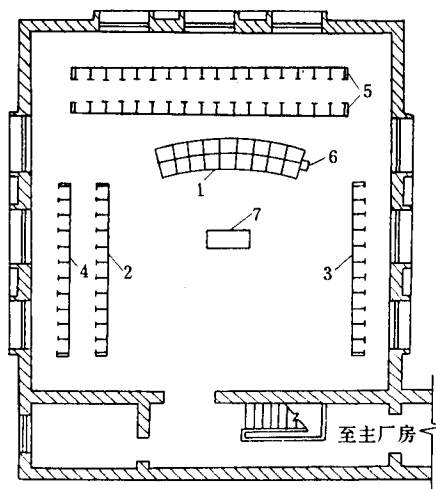


图 24-1-1 中等容量发电厂、变电所主控制室平面布置图

- 1—发电机、变压器、中央信号控制屏台；
 2—线路控制屏；3—厂用变压器控制屏；
 4—直流屏、远动屏；5—继电保护及自动装置屏；6—国产屏；7—值班台桌

(7) 主控制屏、台(发电机、主变压器、母线连络、高压输电线及中央信号屏等)数量少时(屏宽800mm, 7块以下),应直线排列;数量多时(8块以上),可排列成弧形,曲率半径一般采用8~12m。

(8) 控制屏、台面上的器具布置,既要排列整齐明显,又要距离安全、适当紧凑,并向集装式小形化发展。控制屏、台的规模应根据发电厂或变电所的最终建设方案确定。最好一次订货安装完毕,以免再扩建时新旧屏架、屏面及彩色不一致。

三、控制屏的分类

1. 按专用机器设备分类

(1) 在发电厂有交流发电机(励磁机)屏,单元式发电机—变压器组屏,主变压器屏,双母线连络断路器(附同步检定装置)屏,环形母线分段断路器屏,35kV以上输电线路及旁路断路器屏,中央信号屏,高压厂用电控制屏(其中有厂用电源线、联络线、厂

用变压器与备用变压器、电抗器旁路断路器、备用励磁设备等屏)。

(2) 在枢纽变电所中,除装设主变压器、母线连络或母线分段断路器、35kV以上输电线控制屏外,有的还设有调相机屏或并联电容器组及电抗器屏(即静止自动补偿器屏),线路串联补偿电容器组屏。在地区变电所中,有的设有中性点非直接接地系统的消弧线圈屏(附中性点非接地系统的三相检漏装置)、6~10kV配电线路屏或开关柜附控制保护屏。

(3) 发电厂和变电所都应设有厂(所)用电交流低压配电屏(附事故备用交直流切换装置)、蓄电池及其充电设备屏,直流配电屏等。

2. 按结构形状分类

有开放形和封闭形两种,开放形又分支架式、直立式、屏台式等。封闭形分箱柜式和户外密封箱式等。现在我国的中央集中控制方式多采用PK-1型直立式控制屏和PKT-1型控制屏台及四统一标准屏等。其形状、结构尺寸如图24-1-2所示。

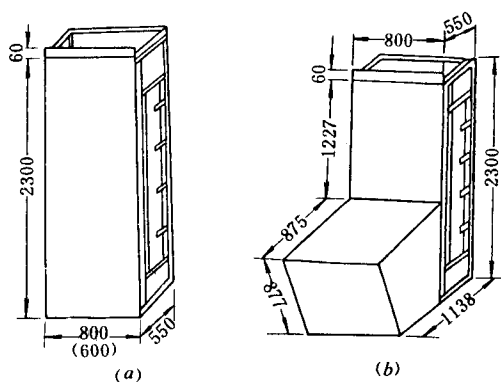


图 24-1-2 控制屏和控制屏台的形状、结构尺寸图

(a) PK-1型直立式控制屏; (b) PKT-1型控制屏台

四、控制屏、台的屏面布置及二次设备

1. 控制屏、台的图纸资料

为掌握控制屏、台的档案情况,发电厂和变电所必须具备符合实际的图纸资料。

- (1) 发电厂和变电所的设备接线图。
- (2) 控制屏、台二次回路原理展开接线图。
- (3) 屏面图(多屏面排列附模拟系统单线接线图)。
- (4) 屏背面及附属器具安装接线图(一般由制造厂供给)。
- (5) 端子排图(注明电缆接线及屏内接线端子符号)。

(6) 电缆清册(或电缆连接图)。

(7) 竣工安装图(包括电缆沟、基建安装螺孔图)。

(8) 设备器具技术资料,厂家说明书。

(9) 备品备件及专用工具、仪器一览表。

2. 主接线模拟图

发电厂和变电所的主接线模拟系统单线接线图对运行人员非常重要,要经常熟习掌握。主接线模拟图,一种是表现在主控制屏、屏台的屏面上,另一种是设在主控制室内(挂在架子上或墙上)供操作人员预先演习用。控制屏、屏台上的模拟图有描绘式、镶嵌式、灯光式等。模拟母线的宽度一般为12mm。按电压等级分的模拟母线的色别,如表24-1-2所示。

控制屏、台的屏面布置,要求同一单元的器具整齐并适当、紧凑,相同安装单位的布置应一致,并与其它单元区分清楚。控制屏、台的屏面布置示意图举例,如图24-1-3所示。

3. 控制屏、屏台的仪表配置

控制屏、屏台上配置的电测量仪表,必须符合SDJ9-87《电测量仪表装置设计技术规程》的要求,其仪表二次回路应满足:

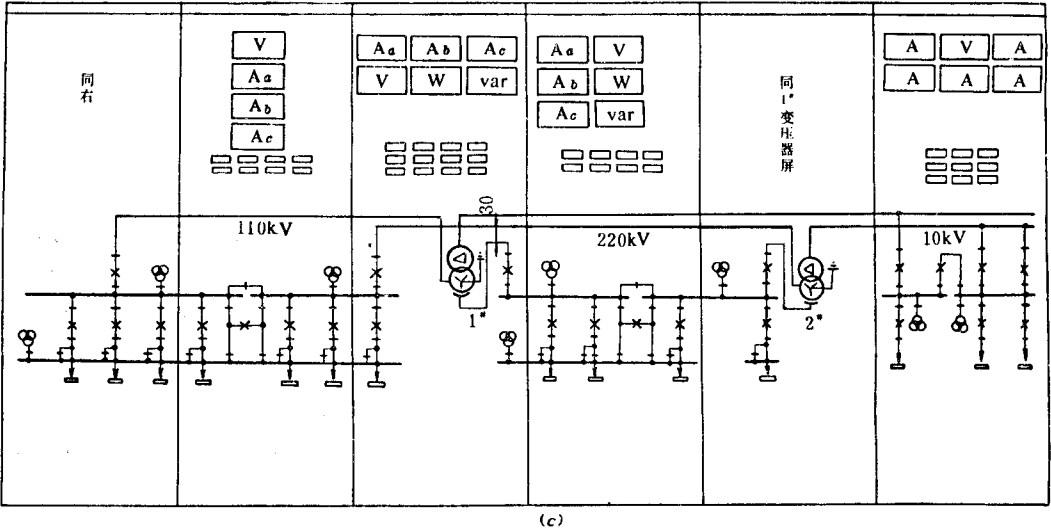
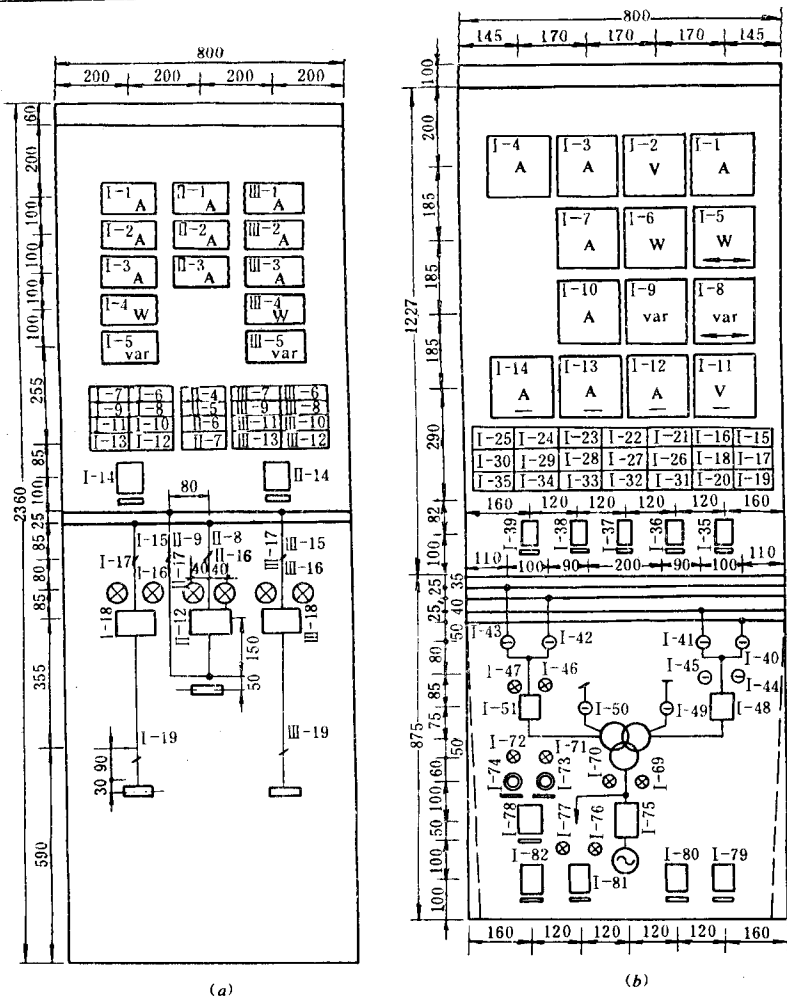


图 24-1-3 控制屏、台屏面布置示意图
(a) 直立屏布置图; (b) 控制屏台正面布置图; (c) 成套的控制屏面布置图

表 24-1-2 控制屏(屏台)上模拟母线的色别

序 号	电压等级 (kV)	颜 色	序 号	电压等级 (kV)	颜 色
1	直流	褐	11	交流 20	梨 黄
2	交流 0.10	浅 灰	12	交流 35	鲜 黄
3	交流 0.23	深 灰	13	交流 63	橙 黄
4	交流 0.38	黄 褐	14	交流 110	朱 红
5	交流 3	深 绿	15	交流 154	天 蓝
6	交流 6	深 蓝	16	交流 220	紫
7	交流 10	绛 红	17	交流 330	白
8	交流 13.8	浅 绿	18	交流 500	淡 黄
9	交流 15.75	绿	19	交流 1100	中 蓝
10	交流 18	粉 红			

(1) 当仪表与保护装置共用一组电流互感器时, 仪表与保护装置应分别接于不同的二次绕组。若受条件限制而只能接在同一个二次绕组时, 应采取下列措施:

1) 把保护装置接在仪表之前, 中间与装在屏正面的电流试验部件连接, 以避免在现场校验仪表时影响保护装置正常工作。

2) 用中间电流互感器将仪表与保护装置从电路上隔开。中间电流互感器的技术特性应满足仪表和保护装置对它的要求。

(2) 直接接于电流互感器二次绕组中的一次仪表, 不宜采用切换方式检测三相电流。

(3) 当电力设备在额定值运行时, 互感器二次绕组中所接入的阻抗不应超过互感器准确度等级允许范围所规定的阻抗值。

(4) 对用户计费用的0.5级电度表, 其电压回路电压降不宜大于0.25%; 对电力系统内部的0.5级电度表, 其电压回路电压降可适当放宽, 但不应大于0.5%。

(5) 常测仪表、电能计量仪表, 不应与故障录波装置共用电流互感器的同一个二次绕组。

(6) 仪表安装条件应满足仪表的安装设计要求, 应符合运行监视、现场调试和仪表正常工作的要求。

(7) 仪表安装高度:

1) 对定型标准的2.20m高的屏或屏台, 指示仪表水平中心线宜距地面1.20~2.00m; 电度表水平中心线宜距地面0.80~1.80m。

2) 对非标准的屏或屏台, 仪表水平中心线距地尺寸按第(6)条规定并参照本条“1)”规定的尺寸作适当调整。

3) 电度表与保护装置合装于继电器屏上时, 电度表宜装于屏中部, 其水平中心线宜距地面0.8m及以上。

4) 配电装置处的配电柜、配电箱上的电度表的水平中心线宜距地面0.80~1.80m。

根据SDJ9-87《电测量仪表装置设计技术规程》的规定, 各种发电厂、变电所和线路的仪表配置, 如表24-1-3所示。

表 24-1-3 发电厂、变电所的仪表配置表

厂、所	直流励磁机励磁的发电机				备 注
	接 线	控 制 室	励 磁 屏	热 控 屏	
火 力 发 电 厂	母 线 发 电 机	50000 kW以下发电机			负序电流表需要时才装设 随发电机成套供货的励磁调整器所 配的仪表由厂家决定
		定子电流表（三相） 定子电压表 有功功率表（以下简称功率表） 无功功率表（以下简称无功表） 励磁调整装置输出电流表、励磁电流表 励磁电压表 定子绝缘监测表 负序电流表 有功电度表（千瓦计时，以下简称电度表）无功电度表（千乏计时）	励磁机侧电压表 备用励磁侧电压表	功率表 频率表	
		50000kW发电机			
		有功功率记录表（简称功率记录表） 其它13种仪表同50000kW以下发电机	励磁机侧电压表 备用励磁侧电压表	功率表 频率表	
		50000kW以下主控制室控制的机组			
发 电 机 双 绕 组 变 压 器 组	发 电 机	定子电流表（三相） 定子电压表 功率表 无功表 励磁电流表 励磁调整装置输出电流表 励磁电压表 负序电流表 定子绝缘监测表 电度表 无功电度表 线路侧电压表（三相切换）	励磁机侧电压表 备用励磁侧电压表	功率表 频率表	线路侧电压表在发电机变压器线路 组接线才装设 热控屏所表仪表适用于主控制室 控制方式
		50000～125000kW主控制室控制的机组			
		功率记录表 其它14种仪表同50000kW以下机组	励磁机侧电压表 备用励磁侧电压表	功率表 频率表	
		100000～125000kW主控制室控制交流励磁机的机组			
		励磁调整装置输出电压表 副励磁机交流电压功率记录表 其它15种仪表同50000～125000kW机组	励磁机侧电压表 备用励磁侧电压表	功率表 频率表	

续表

厂、所	直 流 励 磁 机 励 磁 的 发 电 机				备 注
	接 线	控 制 室	励 磁 屏	热 控 屏	
火 力 发 电 厂	发 组 电 变 机 压 双 器 绕 组	200000~600000kW单元控制机组（二次仪表测量）			线路侧电压表在发电机变压器 线路组接线才装设 热控屏所装仪表仅适用于主控 制室控制方式
		定子电流表（三相） 定子电压表 定子绝缘监测表 功率表 无功表 副励磁机电压表 励磁电流表 发电机频率表 励磁调整装置输出电压表 负序电流表 转子电压表 励磁调整装置输出电压表 发电机中性点电流记录表 线路侧电压表（220~500kV） 有功功率记录表 有功电度表 无功电度表	励磁机侧电压表		
变 电 所	同 步 调 相 机	30000~60000kvar的调相机			
		控 制 室	励 磁 屏	调 相 机 室	
		定子电流表（三相） 双向无功表 励磁电流表 励磁电压表 进相无功电度表	定子电压表 定子绝缘监测表 励磁调整器输出电流表 无功记录表 滞相无功电度表	定子电流表（一相）	
水 力 发 电 厂	母 线 发 电 机	中 央 控 制 室	励 磁 设 备 屏	机 旁 屏	1）定子电压表、有功电度表、 无功电度表也可布置在中央控制 室内 2）可控硅整流励磁装置所配 仪表由厂家确定 3）当水轮发电机做调相运行时 时，功率表反相标度应为正向满 标度长度的20%。
		无 副 励 磁 机 励 磁 的 发 电 机			
		定子电流表（一相） 转子电流表 功率表 无功表	定子电压表（换相测）、转子电流表 转子电压表（换极性测） 励磁机自并励励磁绕组电流表 励磁调整器和向输出电流表 励磁调整差向输出电流表	功率表 频率表 定子绝缘监测表 电度表 无功电度表	
		有 副 励 磁 机 励 磁 的 发 电 机			
		定子电流表（一相） 转子电流表 功率表 无功表	副励磁机电电压表 副励磁机电流表 其它6种仪表同无副励磁机	功率表 频率表 定子绝缘监测表 电度表 无功电度表	

续表

厂、所	接线	中央控制室	励磁设备屏		机旁屏	备注
			无副励磁机励磁并做调相机运行的发电机			
水力发电厂	母线发电机	定子电流表 (一相) 转子电流表 双向功率表 无功电度表	定子电压表 (换相侧), 转子电流表 转子电压表 (换极性侧) 励磁机自并励励磁绕组电流表 励磁调整差向输出电流表 励磁调整差向输出电流表		双向功率表 频率表 定子绝缘监测表 逆止电度表 正止电度表 无功电度表	1) 定子电压表、有功电度表、无功电度表也可布置在中央控制室内 2) 可控硅整流励磁装置所配仪表由厂家确定 3) 当水轮发电机做调相运行时, 功率表反相标度应为正向满标度长度的20%
			有副励磁机励磁并做调相机运行的发电机			
		定子电流表 (一相) 转子电流表 双向功率表 无功电度表	副励磁机电压表 副励磁机电流表 其它 6 种仪表同无副励磁机		双向功率表 频率表 定子绝缘监测表 逆止电度表 正止电度表 无功电度表	1)、2)、3)同“母线发电机” 4) 本附表也适用于扩大单元机组
		定子电流表 (一相) 定子电压表 转子电流表 转子电压表 功率表 无功表	定子电压表 (换相侧) 转子电流表 转子电压表 (换极性侧) 励磁机自并励励磁绕组电流表、励磁机励磁绕组电压表 励磁机定子电压表 功率整流柜直流输出电流表 励磁调整差向输出电流表 励磁调整差向输出电流表		功率表 频率表、零序电压表 电度表 无功电度表	
		同“无副励磁机的发电机”	直流侧并联自复励静止整流励磁			
			定子电压表 复励整流柜直流电流表 其他 8 种仪表同他励静止整流励磁	功率表 频率表 零序电压表 电度表 无功电度表		

续表

厂、所	接线	中央控制室	励磁设备屏		机旁屏	备注	
水力发电厂	发电机双绕组变压器组	定子电流表 (一相) 转子电流表 双向功率表 无功表 线路侧电压表 (三相换测)	无副励磁机励磁并作调相运行的发电机			双向功率表 零序电压表 逆止电度表 正止电度表 无功电度表 频率表	1)、2)、3)同“母线发电机” 4)本附表也适用于扩大单元机组
			定子电压表 (换相测) 转子电压表 (换极性测) 励磁机自并励励磁绕组电流表 励磁调整装置和向输出电流表 励磁调整装置差向输出电流表 励磁机励磁绕组电压表				
		有副励磁机励磁并作调相运行的发电机			同“无副励磁机励磁并做调相运行的发电机”		
		同“无副励磁机励磁并作调相运行的发电机”	副励磁机电压表 副励磁机电流表 其它7种仪表同无副励磁机				
火力发电厂	发电机三绕组变压器组	直流励磁机励磁的汽轮发电机					1) 负序电流表需要时才安装 2) 采用自耦变压器, 有超载可能时, 应再加一个公共绕组超载电流表 3) 随发电机成套供货的励磁调整装置所配仪表, 由厂家确定
		主 控 制 室	中 压 侧	发 电 机 侧	励 磁 屏	热 控 屏	
			50000kW以下机组				
		高压侧	中压侧电流表 (一相) 双向功率表 双向无功表 正向电度表	定子电压表 功率表 无功表 负序电流表 励磁电压表 励磁电流表 定子绝缘监测表 电度表 无功电度表 励磁调整输出电流表	励磁电压表 备用励磁电压表	功率表 频率表	
		50000 ~ 125000kW机组					
		高压侧电流表	同“50000kW以下机组”	功率记录表 其它13种仪表同50000kW以下机组	励磁电压表 备用励磁电压表	功率表 频率表	
		交流励磁机励磁的100000 ~ 125000kW机组 (主控制室控制)					
高压侧电流表	同“50000kW以下机组”	励磁调整输出电压表 副励磁机交流电压表 其它14种仪表同50000 ~ 125000kW机组		励磁电压表 备用励磁电压表	功率表 频率表		