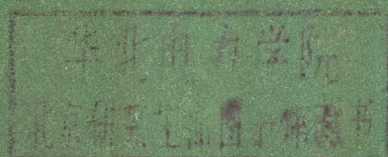


水电站机电设计手册

电气二次

水电站机电设计手册编写组



水利电力出版社

水电站机电设计手册

电 气 二 次

水电站机电设计手册编写组

水利电力出版社

内 容 提 要

本手册根据水电站的特点,系统地介绍了水电站电气二次专业设计的内容、方法和技术资料。主要内容有控制方式选择及设备布置,二次接线设计,水轮发电机组及辅助设备、公用设备的自动控制设计,同期系统设计,励磁系统选择,对称及不对称短路电流计算,继电保护设计,直流系统设计及电气试验室等。手册中还介绍了信号返回屏、集中控制台、弱电选线,自同期、自动准同期装置、电气液压调速器、自动化元件、晶体管继电保护、可控硅励磁系统及自动励磁调节器、可控硅充电及浮充电整流装置、镉镍蓄电池等设备的工作原理和选择计算。

本手册是水电站电气二次设计人员必备的工具书,也可供从事水电站安装、运行、检修人员和大专院校有关专业的师生参考。

水电站机电设计手册

电气二次

水电站机电设计手册编写组

*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 57.5印张 1319千字
1984年12月第一版 1984年12月北京第一次印刷

印数 00001—12860册 定价 11.55元

书号 15143·5372

前 言

为适应水电建设事业发展的需要，我们组织有关设计单位，在总结经验并吸收新技术的基础上共同编写了一套《水电站机电设计手册》，可供从事大中型水电站设计人员使用。

这套手册分为水力机械、电气一次、电气二次、金属结构、采暖通风和通信六册，主要介绍水电站机电方面各有关专业的设计原则方法、设计方案的比较和选择，设备和构件的选择与计算，设计所需技术资料以及一些典型示例等，基本上可满足初步设计和技术设计的需要。由于篇幅有限，文字力求简明，手册中对产品原理一般不作介绍，计算公式不作推导。

本手册为电气二次设计手册，共分十一章，主要内容为电气二次回路的图例符号，二次接线设计，同期系统设计，水轮发电机组自动控制系统设计，机组辅助设备及全厂共用设备的自动控制系统设计，励磁系统的选择，短路电流计算，主设备及其他设备的继电保护，直流系统和电气试验室等。

本手册由水利电力部北京勘测设计院编写第一章；水利电力部华东勘测设计院编写第二章的第一、二、三、四、六节和第三章；水利电力部东北勘测设计院编写第四章和第六章第一、二、三、四节；水利电力部西北勘测设计院编写第二章第五、七节；水利电力部昆明勘测设计院编写第五章；广东省水利电力勘测设计院编写第六章第五至八节；水利电力部成都勘测设计院编写第七、九章；水利电力部中南勘测设计院编写第八、十、十一章。参加编写的主要执笔人有：施瑠龄、郭家榕、赵光华、张德平、王洪运、包芳沼、陈福山、朱峰、李少康、朱琪、梁子中、袁沈明、王哲夫、周革亚、许传荣、叶钟黎等同志。

本手册由徐恭禄、梁见诚、袁沈明、郭家榕、强尧臣、李少康、罗敬玉、吴迪芬等同志组成的编审组，对各章进行了审查、整编。张德平、叶钟黎、梁诚、孙桐文、包芳沼、叶家丰等同志也参加了部分编审讨论，最后由徐恭禄、梁见诚两同志统稿、定稿。

由于我们调查研究不够深入，经验不足，缺点、错误之处在所难免，希望广大读者特别是从事水电站设计工作的同志们发现问题后及时告诉我们，以利再版时修订。

水利电力部水利水电建设总局

一九八三年八月

目 录

前 言

第一章 图形及文字符号	1
第一节 电工二次回路图图形符号	1
第二节 电工设备文字符号	21
第三节 电工二次回路系统图上的回路标号	30
附录一 常用电工名词、计量单位及符号	36
附录二 常用技术量名称的文字符号	37
附录三 倍数单位和分数单位的通用字头表	37
附录四 制图参考	38
第二章 二次接线	39
第一节 控制方式和控制接线	39
第二节 电气测量	55
第三节 信号	62
第四节 中央控制室平面布置和屏台布置	78
第五节 互感器	96
第六节 二次回路安装单位的划分及二次器具的选择	116
第七节 控制电缆与信号电缆	124
第三章 同期系统	131
第一节 同期方式和同期点的选择	131
第二节 手动准同期	133
第三节 自动准同期	154
第四节 自同期	189
第四章 水轮发电机组的自动控制	210
第一节 水轮发电机组的自动化元件	210
第二节 电气液压式调速器	241
第三节 蝶阀、球阀的自动控制	302
第四节 水轮发电机组的自动控制	309
第五章 机组辅助设备、全厂公用设备的自动控制及非电量测量	331
第一节 机组辅助设备 & 全厂公用设备电动机控制的基本接线	331
第二节 压缩空气系统的自动控制	337
第三节 水系统的自动控制	343
第四节 油压系统的自动控制	354
第五节 闸门启闭机的自动控制	356
第六节 变压器测温及冷却系统的自动控制	366
第七节 非电量测量	372

第八节	工业电视	377
第六章	水轮发电机组的励磁系统及其励磁调节器	381
第一节	励磁系统的作用与类型	381
第二节	直流电机励磁系统及其调节器	386
第三节	自动灭磁开关及其他辅助设备	393
第四节	直流电机励磁系统控制接线设计	408
第五节	可控硅整流励磁系统	417
第六节	励磁系统三相桥式整流电路波形分析及有关设备的选择	430
第七节	可控硅整流励磁系统调节器	457
第八节	可控硅励磁系统的控制接线	485
第七章	短路电流计算	502
第一节	网络参数及计算	502
第二节	短路电流计算公式	524
第三节	算例	540
第八章	主设备继电保护	577
第一节	水轮发电机继电保护	577
第二节	电力变压器(自耦变压器)继电保护	615
第三节	发电机-变压器组继电保护	650
第九章	其他设备继电保护	661
第一节	厂用电继电保护及备用电源自动投入装置	661
第二节	母线保护及断路器失灵保护	684
第三节	35千伏及以下线路保护和重合闸装置	713
第四节	线路-变压器组的保护和自动装置	772
第五节	故障录波器和线路故障探测器	783
第十章	直流系统	793
第一节	直流系统的负荷、设备和接线	793
第二节	直流设备的选择计算	853
第三节	直流设备的安装布置	861
第四节	弱电直流电源系统	876
第十一章	电气试验室	888
第一节	概述	888
第二节	电气试验室仪器仪表设备的选择	889
第三节	电气试验室设计的其他问题	904
附录一	水电站电气试验室仪表设备配置标准	906

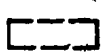

第一章

图形及文字符号






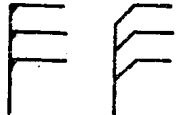
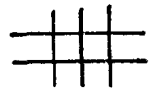
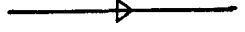
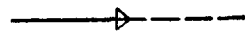

本章所列图例符号和标号系根据国家标准：GB312-64《电工系统图图形符号》，GB315-64《电工设备文字符号编制通则》，GB316-64《电力系统图上的回路标号》，GB1434-78《物理量符号》（试行）并根据部颁标准：《电力设备词汇及文字符号》（初稿），《电力系统图上的回路标号》（初稿）及《国际单位制及使用方法》等汇编成的。并补充了一些水电站常采用的图形符号、文字符号及回路标号。倘若还不能满足需要，可根据编制原则自行补充。

第一节 电工二次回路图图形符号










一、基本符号

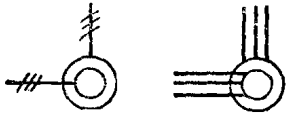
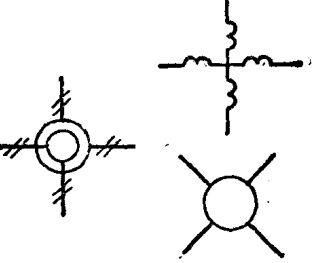
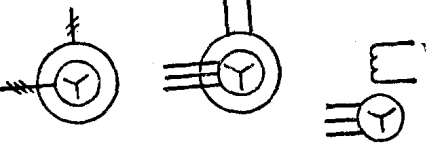
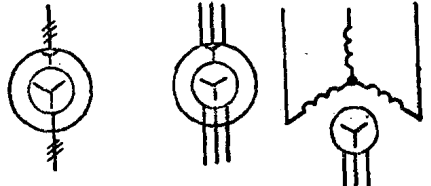
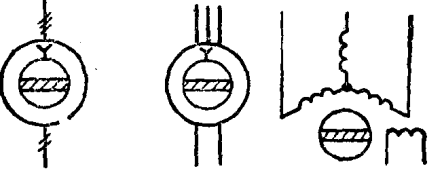
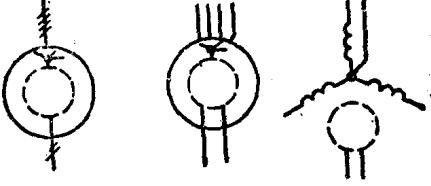
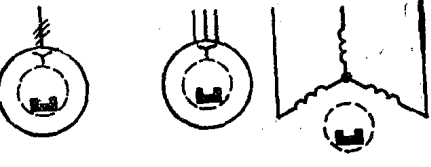
名称	图形符号	名称	图形符号
电 流 和 电 压 的 种 类			
直 流 电	—	正 极 性	+
交 流 电	~	负 极 性	-
交 直 流 电	— ~		
绕 组 的 连 接 方 式			
有两个出线端单相绕组		星形连接的三相绕组	Y
有两个出线端及中点引出线的单相绕组	⊥	有中性点引出线的星形连接三相绕组	Y⊥
三个单相绕组，每个都有两个出线端		三角形连接的三相绕组	△
三相V形连接的两个绕组	V	开口三角形连接的三相绕组	△
其 他			
电 气 连 接	● 或 ○	屏 蔽	--- 或 
可拆卸的电气连接(如端子)	⊘	接 地	

二、导线、电缆、母线及其连接

名 称	图 形 符 号	名 称	图 形 符 号
导线、电缆及母线 (1)一般符号 (2)导线及电缆 (3)母 线	(1)  (2)  (3) 	互相连接的交叉导线 或电缆	
软电缆, 软导线		导线、电缆的分支与 合并	
不连接的跨越导线或 电缆		电缆终端头	 
		绝 缘 击 穿	

三、旋转电机

名 称	图 形 符 号
旋转电机的绕组 (1)换向绕组 (2)补偿绕组 (3)交流电机定子绕组(每相)或直流电机 励磁绕组 如果需将并励绕组和串励绕组区别可以 用四个半圆表示并励绕组	(1)  (2)  (3)  
电刷 (1)电刷在滑环上 (2)电刷在换向器上 (注 在滑环上的电刷可略去不画)	(1)  (2) 
旋转电机一般符号 在圆圈内可以加注表示电机特征的文字、 数字、符号或绕组连接符号	
三相鼠笼异步电动机 (可加注定子绕组连接符号)	 

名 称	图 形 符 号
三相滑环异步电动机 (可加注定子与转子绕组连接符号)	
旋转变压器 (注 根据变压器用途可以注 定子与转子绕组连接的符号)	
接触式自整角发送机或自整角接收机	
接触式差动自整角机	
非接触式自整角发送机或自整角接收机	
三相凸极同步电机定子绕组星形连接并有中性点引出线	
永磁三相同步电机	








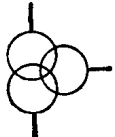
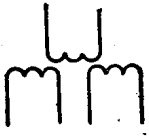

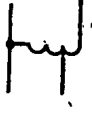






续表

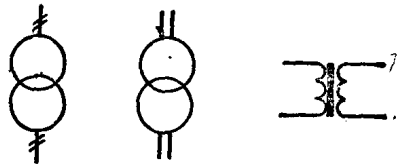
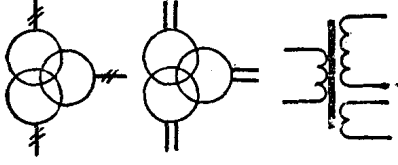
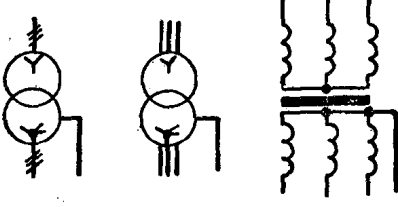
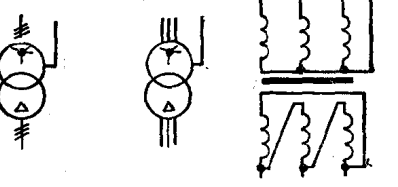
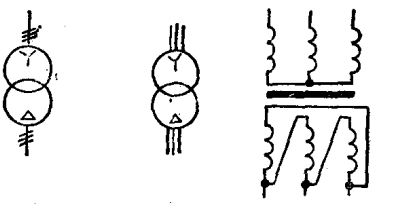
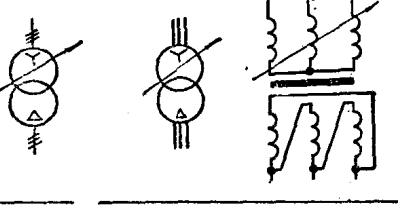
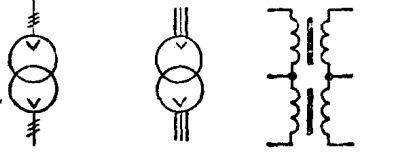
名 称	图 形 符 号
他励式直流电机	
串励式直流电机	
并励式直流电机	
复励式直流电机 (注 若需表示换向绕组和补偿绕组时, 可如下图表示)	
可逆式直流电动机, 有两个串励绕组	

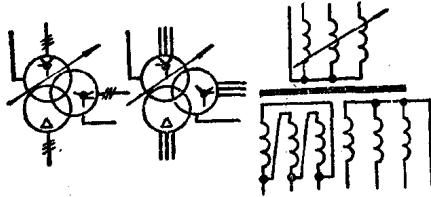
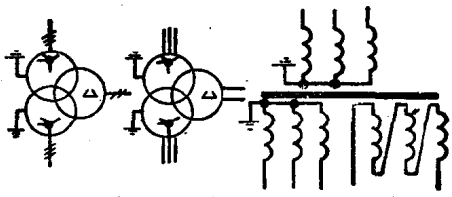
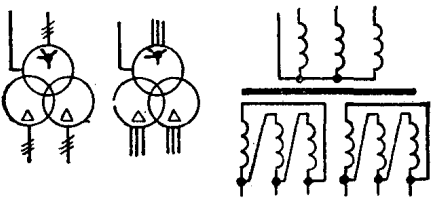
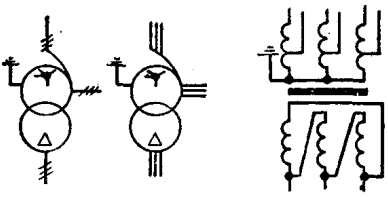
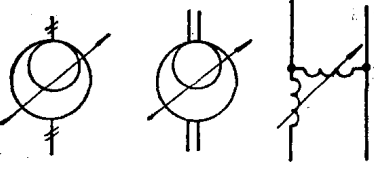
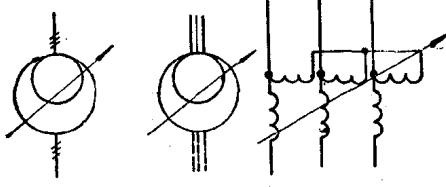

- 注 (1) 在单线画法中, 表示旋转电机引入(或引出)导线根数的短斜线, 如在图纸中以其他符号已可辨明, 允许不画出;
 (2) 旋转电机的单线及多线图形符号中, 当不致引起混淆时, 绕组连接方式的符号可以不表示;
 (3) 多线展开图中的绕组位置不作规定。

四、变压器、电压互感器、电流互感器、电感线圈

名 称	图 形 符 号
变压器线圈的一般符号 [注 (1) 主线圈符号中, 半圆形数目不作规定; (2) 可以用一点表示线圈的起端]	

名 称	图 形 符 号
电感线圈及变压器的芯子： (1)铁芯 (2)带空气隙的铁芯 (3)工作在饱和状态的铁芯 (4)铁氧体芯 (注 线段数目不少于3段) (5)非磁性芯	(1)  (2)  (3)  (4)  (5) 
变压器的一般符号： (1)双线圈变压器 (2)三线圈变压器 (3)自耦变压器	(1)  (1)  (2)  (2)  (3)  (3) 
电 感 线 圈	
带抽头的电感线圈	
有铁芯的电感线圈	
接地消弧线圈	
电 抗 器	
分 裂 电 抗 器	

名 称	图 形 符 号
有铁芯的单相双线圈变压器或电压互感器	
有铁芯的单相三线圈变压器	
有铁芯的三相双线圈变压器或电压互感器，线圈连接Y/Y	
有铁芯的三相双线圈变压器，线圈连接Y/Δ	
有铁芯的三相双线圈变压器或电压互感器，线圈连接Y/Δ	
可带负荷调整的有铁芯的三相双线圈变压器，线圈连接Y/Δ	
由两个有铁芯的单相双线圈变压器或电压互感器组成的三相V/V接线	

名 称	图 形 符 号
<p>可带负荷调整的有铁芯的三相三线圈变压器，线圈连接$Y/Y/\Delta$</p>	
<p>有铁芯的三相三线圈变压器，线圈连接$Y/Y/\Delta$</p>	
<p>有铁芯的并具有一对分裂线圈的三相变压器，线圈连接$Y/\Delta/\Delta$</p>	
<p>有铁芯的并有第二线圈的三相自耦变压器，线圈连接Y/Δ</p>	
<p>单相感应调压器</p>	
<p>三相感应调压器</p>	
<p>电流互感器的一般符号 (一点表示线圈的起端，减极性的电流互感器即为同名端)</p>	

续表

名 称	图 形 符 号
有辅助磁化线圈的母线式零序电流互感器	
无辅助磁化线圈的母线式零序电流互感器	
无辅助磁化线圈的电缆式零序电流互感器	
电容式电压互感器	
线圈之间有屏蔽并有铁芯的双线圈单相变压器	

- 注 (1)在单线画法中,表示变压器引入(或引出)导线根数的短斜线,如在图纸中以其他符号已可辨明允许不画出;
 (2)变压器的单线及多线图形符号中,当不致引起混淆时,线圈连接方式的符号可以不表示;
 (3)励磁用串联变压器,可采用电流互感器图形符号;
 (4)励磁用并联变压器,可采用一般变压器图形符号。


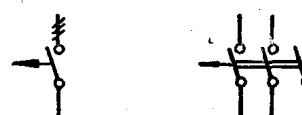


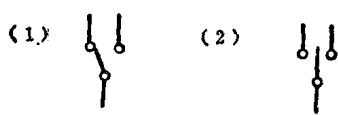

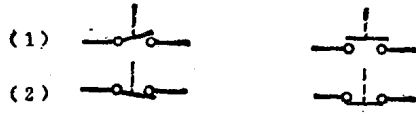
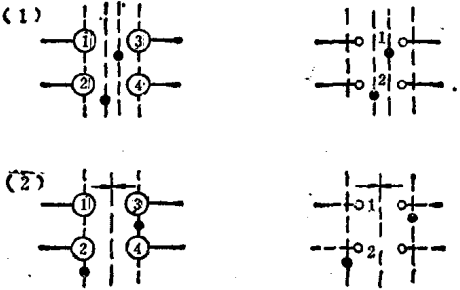
五、高压断路器、隔离开关、插接器、避雷器、熔断器

名 称	图 形 符 号	名 称	图 形 符 号
三极高压断路器 [注 在复杂的系统图或简化的主接线图中可以按(1)所示绘制]		三极高压负荷开关	

名 称	图 形 符 号	名 称	图 形 符 号
三极高压隔离开关 [注 在复杂的系统图或简化的主接线图中可以按(1)所示绘制]		阀型避雷器磁吹避雷器	
单极高压隔离开关		击穿保险器	
带接地闸刀的隔离开关		熔断器	
高压短路开关		有信号的熔断器 (报警熔断器)	单线 多线
高压、快速分离的隔离开关		刀开关-熔断器	
插接器		跌开式熔断器	
火花间隙		隔离开关-熔断器	
管型避雷器			

注 表示开关极数的短斜线, 若在图纸中不致混淆时允许不绘出。

六、自动空气开关、刀开关、转换开关、联动开关、控制开关和按钮

名 称	图 形 符 号
二极自动空气开关	
三极自动空气开关	
单 极 开 关	
多极开关(例如三极)	
单极转换开关 (1)两个位置; (2)三个位置	
多极转换开关 (例如三极三个位置)	
与工作机械联动的开关(如线路开关, 极限开关, 微动开关, 连锁开关); (1)动合(常开)触点; (2)动断(常闭)触点。 [注 图中左边画法亦适用于各种开关设备(接触器, 起动器除外)的辅助连锁触点]	
控制开关 (1)定 位, (2)自 复。 [以虚线表示开关位置, 虚线顶上可用文字符号表示操作性质或开关操作位置数(或角度数)]	

续表

名 称	图 形 符 号
带动合(常开)触点能自动复归的按钮	
带动断(常闭)触点能自动复归的按钮	
带动合(常开)和动断(常闭)触点能自动复归的按钮	
带闭锁装置的动合(常开)触点的按钮	
带自保持线圈的动合(常开)触点的按钮, 由附加按钮使自保持线圈复归, 自保持线圈单独绘出	
带两个动合(常开)和一个动断(常闭)触点能自动复归的按钮	

注 表示开关极数的短斜线, 如在图纸上不致混淆时, 允许不画出。

七、接触器和磁力起动器

名 称	图 形 符 号	名 称	图 形 符 号
线 圈		辅助触点:	(1)
带灭弧装置的主触点:	(1)	(1)动合(常开)触点;	(2)
(1)动合(常开)触点;	(2)	(2)动断(常闭)触点;	(3)
(2)动断(常闭)触点		(3)切换触点	
带电磁吹弧线圈的主触点:	(1)	带灭弧栅的灭磁开关	
(1)动合(常开)触点;	(2)	触点	
(2)动断(常闭)触点			