

能源部基本建设司 编著

火电厂

电气设备启动调试

中国电力出版社

火 电 厂 电 气 设 备 起 动 调 试

能源部基本建设司 编著

中国电力出版社

内 容 提 要

本书系统地阐述了火电厂电气设备起动调试的准备工作、试验项目、标准和方法。全书共分7篇,包括:总论、电气设备试验、继电保护和自动装置、自动装置调试、二次回路调试、电测仪表校验、起动调试。

本书供从事火电厂新机投运和电气运行、检修、调试工作的技术人员和工人使用,亦可供变电站及其它部门从事电气设备起动调试工作的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

火电厂电气设备起动调试/能源部基本建设司编著.-
北京:中国电力出版社,1992.10(1998重印)
ISBN 7-80125-675-1

I. 火… II. 能… III. 火电厂-电气设备-调试方法
IV. TM621

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 04871 号

中国电力出版社出版、发行
(北京三里河路6号 邮政编码 100044)
北京密云红光印刷厂印刷
各地新华书店经售

*

1992年10月第一版 1998年3月北京第二次印刷
787毫米×1092毫米 16开本 35.5印张 804千字
印数 8131—13180册 定价 41.00元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

前

言

调整试验工作是安装工程的最后一道工序。它既是设备从安装转入运行的必要工序，又是对每项设备和系统的设计、制造、施工质量进行检验的手段。电气设备的调整试验工作门类较多，又缺乏专门培训的部门，故基本上都只能在工作中熟悉提高。又由于现场人员流动性大，要求从事电气设备调试技术的人员要尽快全面了解和掌握调试工作，因而，亟需一本能较全面总结经验、全面介绍调试方法的参考书。本书是在1984年原水利电力部基本建设司为举办电气设备调整试验培训班编写的讲义的基础上重新组织编写的，在范围和深度上作了较大的修改和补充。

本书分为七篇共三十七章，全面叙述了电厂电气设备调整试验工作的准备工作要点，一、二次设备和电测仪表的试验项目、标准和基本方法。对于一次设备较全面地列入了成熟的试验方法，同时还编入了一些发展中的新的试验方法。对于二次设备则把重点放在基本方法和经验上，设备类别由于型式较多，基本上是取一些有代表性的装置作为例子进行比较详细的叙述。对电测仪表作了基本试验方法的介绍。对试验设备仅作了部分介绍。最后，还对电站整套起动中电气调试工作作了较详细的介绍。

本书由能源部基本建设司张义贤、能源部电力建设研究所周燮刚主编。上海电力建设局马家祚编写第一篇，第二篇（不包括第二章的第6、7节），第七篇及第二十七章的第3、4、6节；能源部电力科学研究院王乃庆编写第二章的第6节，凌愍编写第二章的第7节。西北电力建设一公司王哲林编写第十五章~第二十一章、第二十五章、第二十九章；上海电力建设局调试所顾新镛编写第二十二章至第二十四章；安徽省电力建设二公司卢仁松编写第二十六章，第二十七章的第1、2、5节，第二十八章和第三十章；华北电力试验研究所钱慰曾编写第六篇。

能源部西北电业管理局基建处薛修己，西北电业管理局试验研究所刘昌志、柳星旭、雷惠博；上海电力建设局吴景信，西北电力建设局调试所徐贤德等分工负责本书的审稿工作。

电气设备不断更新，书中难免有遗缺甚至错误之处。望读者不吝指正，争取在以后修订时予以提高。

能源部基本建设司

一九九〇年一月

目 录

前 言

第一篇 总 论

第一章 火电厂基本建设电气设备调试工作	(1)
1-1 调试工作的任务及内容	(1)
1-2 调试工作的组织形式	(1)
1-3 调试工作的依据	(2)
1-4 需用的主要仪表、仪器及设备	(3)
1-5 调试技术总结及报告	(6)
1-6 调试定额及费用	(6)
1-7 安全工作	(6)

第二篇 电 气 设 备 试 验

第二章 电气设备绝缘试验的基本方法	(8)
2-1 绝缘试验的目的和意义	(8)
2-2 绝缘电阻试验	(8)
一、概述 二、试验步骤	
2-3 直流耐压试验	(10)
一、概述 二、试验接线 三、试验设备的选择 四、试验步骤 五、试验时注意事项 六、影响泄漏电流的因素	
2-4 测量介质损耗角正切值 $\tan\delta$	(13)
一、概述 二、对绝缘物施加交流电压时介质损耗的特性 三、试验接线 四、试验时注意事项	
2-5 交流工频耐压试验	(19)
一、概述 二、试验接线 三、试验设备的选择 四、试验步骤 五、试验时注意事项	
2-6 局部放电的现场测试	(23)
一、概述 二、局部放电的一般概念 三、局部放电的探测或测量 四、变压器的局部放电试验 五、互感器的局部放电试验	
2-7 变压器绝缘含水量测试	(35)
一、变压器油中含水量的测量方法 二、绝缘纸或纸板的含水量测量 三、安装调试中的几个有关问题	
第三章 交流电机试验	(40)
3-1 同步发电机及调相机和交流电动机的交接试验项目和标准	(40)
3-2 测量绕组直流电阻	(43)
3-3 双水内冷发电机绝缘电阻测定和交、直流耐压试验	(44)
一、绝缘电阻测定 二、定子绕组直流泄漏试验 三、定子绕组交流耐压试验	
3-4 定子铁芯试验	(48)
一、试验接线 二、试验前的计算 三、试验前的准备工作 四、试验顺序 五、试验结果的计算 六、试验结果的评价 七、试验时注意事项	
3-5 同步发电机次瞬机电抗试验	(51)

一、试验接线 二、试验步骤及注意事项 三、计算	
3-6 确定定子绕组的极性和相序	(53)
一、确定定子绕组的极性 二、确定电机的相序	
3-7 检查转子匝间短路的试验	(53)
一、试验时注意事项 二、试验结果的分析	
3-8 异步电机的协调旋转	(55)
第四章 直流电机试验	(56)
4-1 直流电机的交接试验项目和标准	(56)
4-2 测量各绕组的直流电阻	(56)
4-3 测量电枢整流片间的直流电阻	(57)
一、用V-A法测定 二、用双臂电桥测定	
4-4 炭刷中心位置的检查	(58)
4-5 检查绕组的极性	(59)
一、并激磁场绕组极性检查 二、并激和串激磁场绕组极性检查 三、电枢绕组和换向绕组的极性检查	
4-6 直流电机各绕组连接正确性的检查	(60)
4-7 直流发电机空载特性和励磁机的负载特性试验	(60)
4-8 直流电动机起动	(61)
第五章 电力变压器试验	(62)
5-1 电力变压器的交接试验项目和标准	(62)
5-2 测量绕组的绝缘电阻和吸收比	(64)
一、目的 二、注意事项	
5-3 测量绕组连同套管一起的泄漏电流	(64)
5-4 测量绕组连同套管一起的 $\text{tg}\delta$ 值	(65)
一、目的 二、试验注意事项	
5-5 绕组连同套管一起的交流工频耐压试验	(65)
5-6 测量绕组直流电阻	(66)
一、测量时使用的仪表 二、测量范围 三、误差计算 四、温度测定点 五、加快测量变压器绕组直流电阻的方法 六、其它注意事项	
5-7 检查三相变压器的接线组别和单相变压器的极性	(67)
一、确定单相变压器的极性 二、确定三相变压器的接线组别	
5-8 有载分接开关的检查	(69)
一、切换装置的工作过程 二、有载分接开关的试验项目和方法 三、传动机构检查	
5-9 用低电压法测量变压器空载损失	(72)
一、试验目的 二、试验方法 三、计算与判断	
第六章 高压断路器试验	(74)
6-1 高压断路器的交接试验项目和标准	(74)
6-2 测量断路器的绝缘电阻	(75)
6-3 测量多油断路器的 $\text{tg}\delta$	(75)
6-4 测量35kV以上断路器的泄漏电流	(76)
6-5 交流工频耐压试验	(76)
6-6 导电回路电阻测定	(76)
6-7 测量断路器的固有分闸时间及合闸时间	(77)
一、用周波计数器或电秒表测量 二、光线示波器法	

6-8	检查断路器触头分、合闸同时性	(78)
6-9	测量油断路器的分、合闸速度	(78)
	一、电磁振动器 二、测量方法 三、测量结果分析	
6-10	测量断路器分、合闸线圈直流电阻及油断路器合闸接触器线圈的直流电阻	(80)
6-11	测量操动机构分、合闸电磁铁的最低动作电压	(80)
6-12	断路器操动试验	(80)
6-13	测量并联电阻器的电阻值和均压电容器的电容值及 $\tan\delta$	(81)
第七章	互感器试验	(82)
7-1	互感器的交接试验项目和标准	(82)
7-2	电流互感器的绝缘试验	(83)
7-3	互感器极性检查	(83)
	一、电流互感器极性检查 二、电压互感器极性检查	
7-4	变流比试验	(84)
7-5	电流互感器的励磁特性试验	(84)
7-6	电流互感器铁芯退磁	(85)
7-7	电压互感器的绝缘试验	(85)
	一、测量绕组绝缘电阻 二、测量初级绕组对外壳的 $\tan\delta$ 值 三、绕组对外壳的交流耐压试验	
7-8	测量电压互感器初级绕组的直流电阻	(88)
7-9	检查电压互感器的变压比	(88)
7-10	测量电压互感器的空载电流	(88)
7-11	电容式电压互感器试验	(88)
	一、分压电容器试验 二、中间互感器试验	
第八章	电力电缆试验	(90)
8-1	电力电缆的试验项目和标准	(90)
8-2	测量电缆绝缘电阻	(90)
8-3	动力电缆直流耐压试验和泄漏电流测量	(91)
	一、采用直流电源作耐压试验的原因 二、试验接线 三、试验顺序	
8-4	寻找电力电缆故障点的方法	(93)
8-5	电气除尘器用动力电缆的试验	(94)
第九章	避雷器试验	(95)
9-1	避雷器试验项目和标准	(95)
9-2	测量绝缘电阻	(96)
9-3	测量电导电流,并检查组合元件的非线性系数	(96)
9-4	测定工频放电电压	(97)
	一、试验接线 二、试验顺序及注意事项	
9-5	氧化锌避雷器试验	(98)
	一、测量氧化锌避雷器对外壳的绝缘电阻 二、测量绝缘底盘的绝缘电阻 三、测量运行电压下的泄漏电流 四、测量对应工频参考电流下的参考电压 五、检查动作计数器	
第十章	绝缘油试验	(101)
10-1	电气准备绝缘油试验的项目	(101)
10-2	油的电气强度试验	(101)
	一、试验器及标准 二、试验步骤	
10-3	油的 $\tan\delta$ 值试验	(102)

一、试验接线和使用的仪器 二、试验顺序	
10-4 变压器油中溶解气体的色谱分析	(103)
一、概述 二、取样时的注意事项 三、分析判断	
第十一章 电容器试验	(106)
11-1 电容器的试验项目和标准	(106)
11-2 测量绝缘电阻	(106)
11-3 测量极间电容量	(106)
一、电压、电流表法 二、双电压表法 三、用交流电桥测量电容量 四、星形和三角形连接的三相电容器电容的测量 五、 $\tan\delta$ 值的测量 六、移相电容器的交流耐压试验 七、移相电容器的冲击合闸试验	
第十二章 悬式绝缘子、支持绝缘子、母线和套管的试验	(109)
12-1 悬式绝缘子试验	(109)
12-2 支柱绝缘子试验	(109)
12-3 套管试验	(110)
一、套管的试验项目 二、测量绝缘电阻 三、测量非纯瓷套管的 $\tan\delta$ 和电容值 四、交流耐压试验 五、充油套管绝缘油试验项目、标准和方法	
第十三章 测量接地电阻的方法	(112)
13-1 接地装置的试验项目和标准	(112)
13-2 接地电阻测量时电极的布置	(112)
一、接地网 二、单管接地体 三、有关试验设施	
13-3 电压、电流表法测量接地电阻	(113)
一、试验接线 二、试验时注意事项	
13-4 用接地电阻测量仪测量接地电阻	(114)
13-5 接地连接电阻测量	(114)
第十四章 自动灭磁开关试验	(115)
14-1 自动灭磁开关试验项目和标准	(115)
14-2 主触头、灭弧触头的动作配合检查	(115)
14-3 DM_2 型灭磁开关灭弧栅片检查	(116)
一、灭弧栅片片数检查 二、灭弧栅片间绝缘检查 三、测量灭弧栅片并联电阻	
14-4 灭磁开关灭磁性能检查	(116)

第三篇 继电保护和自动装置

第十五章 继电保护装置调试的基本方法	(117)
15-1 继电保护装置调试工作的一般程序	(117)
一、准备工作 二、元件试验 三、单套装置的整组试验 四、整组调试 五、整理移交试验记录 六、编制保护装置调试方案的内容	
15-2 试验电源	(118)
一、试验电源应具备的条件 二、注意事项 三、晶体管继电保护电源装置的检验	
15-3 保护继电器的一般性检验	(120)
一、外部检查 二、内部和机械部分检验 三、电气性能试验 四、元件检验的试验记录	
15-4 误差和常用系数的基本概念	(123)
一、误差 二、离散值 三、变差 四、纹波系数 五、脉动系数 六、返回系数	
15-5 常用试验接线及调节方法	(124)
一、电流调节 二、电压调节 三、相位调节 四、自保持试验接线 五、测量时间的试验接线	

15-6 电流相量六角图的做法	(128)
一、功率表法 二、相位表法 三、发电机短路特性试验时, 试验电压的获得 四、注意事项	
第十六章 常用电磁型继电器检验	(132)
16-1 电流、电压继电器检验	(132)
一、检验项目 二、检验方法	
16-2 感应型反时限继电器检验	(137)
一、检验项目 二、检验方法	
16-3 时间继电器检验	(140)
一、检验项目 二、检验方法	
16-4 中间继电器检验	(141)
一、检验项目 二、检验方法	
第十七章 功率方向继电器检验	(144)
17-1 功率方向继电器原理简述	(144)
一、感应型功率方向继电器的结构和工作原理 二、整流型绝对值比较式功率方向继电器的结构和工作原理 三、相敏电路工作原理	
17-2 感应型功率方向继电器检验	(151)
一、检验项目 二、检验方法	
17-3 整流型功率方向继电器检验	(153)
一、检验项目 二、检验方法	
17-4 功率方向继电器的接线	(155)
一、相间保护接线 二、接地保护接线 三、功率方向继电器实际接线举例	
17-5 功率方向继电器的实际负荷检验	(158)
一、用于相间保护的功率方向继电器的检验 二、用于接地保护的零序功率方向继电器的检验 三、注意事项	
第十八章 差动继电器检验	(160)
18-1 差动继电器工作原理	(160)
一、差电流起动, 速饱和电流互感器制动的差动继电器的工作原理 二、差电流起动, 比率制动的差动继电器工作原理 三、电流相量和起动, 电流相量差与二次谐波共同制动的差动继电器工作原理 四、电流相量和起动, 最大电流制动, 间断角闭锁的差动继电器工作原理	
18-2 差动保护接线应注意的几个问题	(166)
一、差动保护中电流互感器的变比 二、差动保护中的相位补偿 三、差动保护的极性关系 四、差动保护中电流互感器的接地点 五、电动机差动回路检查	
18-3 BCH型差动继电器检验	(167)
一、检验项目 二、检验方法	
18-4 整流型差动继电器检验	(174)
一、检验项目 二、检验方法	
18-5 横差继电器检验	(176)
一、检验项目 二、检验方法	
18-6 电流平衡继电器检验	(177)
一、检验项目 二、检验方法	
18-7 电流相位比较继电器检验	(180)
一、检验项目 二、检验方法	
第十九章 晶体管保护基础知识	(183)
19-1 概述	(183)

一、晶体管继电保护装置的特点 二、晶体管继电保护装置的构成 三、晶体管继电保护装置调试的基本要求	
19-2 晶体管直流稳压电源	(184)
一、降压并联式直流稳压电路 二、降压串联式直流稳压电路 三、逆变式直流稳压电路	
19-3 直流逻辑电路	(192)
一、门电路 二、触发器 三、时间电路	
19-4 交流电路	(201)
一、电压形成电路 二、整流电路 三、负序电压过滤器 四、负序电流过滤器	
第二十章 晶体管继电器调试	(212)
20-1 电流(电压)继电器调试	(212)
一、电流(电压)继电器的定值调整回路 二、电流(电压)继电器的直流逻辑回路 三、继电器的调试	
20-2 时间继电器调试	(214)
一、时间继电器的定值调整回路 二、一般时间继电器的直流逻辑回路 三、长延时和反时限时间继电器的直流逻辑回路 四、时间继电器调试	
20-3 差动继电器调试	(217)
一、工作原理 二、晶体管差动继电器的调试	
第二十一章 常用电子仪器	(223)
21-1 示波器	(223)
一、示波器各开关和旋钮的作用及调节方法 二、示波器的使用	
21-2 晶体管特性图示仪	(227)
一、各旋钮和开关的作用 二、操作方法 三、注意事项 四、使用举例	
21-3 数字毫秒计	(232)
一、各旋钮和开关的作用 二、注意事项	
21-4 数字频率计	(233)
一、各旋钮和开关的作用 二、使用方法	
21-5 数字式工频相位计	(235)
一、各旋钮和开关的作用 二、使用方法 三、注意事项	
第二十二章 距离保护装置调试	(237)
22-1 距离保护装置原理概述	(237)
22-2 晶体管型距离保护装置调试(以JJ-11D型为例)	(238)
一、保护装置概述 二、保护装置调试	
22-3 整流型距离保护装置调试(以LH-11A型为例)	(262)
一、保护装置概述 二、保护装置调试	
22-4 距离保护装置投入试验(以LH-11型为例)	(279)
第二十三章 相差动高频保护装置调试	(281)
23-1 相差动高频保护装置的概念	(281)
23-2 晶体管高频相差动保护装置调试(以JGX-11D型为例)	(282)
一、保护装置概述 二、保护装置调试	
23-3 高频通道调试	(295)
一、特性阻抗及通道总损耗 二、讯号差拍试验(附加损耗确定) 三、通道裕度试验 四、闭锁角整定 五、整组动作时间 六、带负荷试验	
第二十四章 综合重合闸装置调试	(301)
24-1 综合重合闸装置概述	(301)
一、重合闸装置在电力系统中的作用 二、重合闸装置在电力系统中的重要性 三、综合重合闸装置的作用方式	

24-2 JZC-11D型综合重合闸装置调试	(302)
一、装置概述 二、装置调试	
24-3 综合重合闸装置与其它保护装置的配合调试	(314)
一、核对保护屏间及其回路接线 二、交流电压回路电源小开关整定 三、直流熔断器选择 四、与其它保护装置联锁跳闸试验 五、电流互感器回路交流阻抗 六、电压互感器回路交流阻抗 七、直流回路损耗 八、线路投入后试验	
第二十五章 继电保护装置投入运行前后的试验	(316)
25-1 保护装置投入运行前的系统调试	(316)
一、继电保护装置系统调试应具备的条件 二、单套装置的整组调试 三、检查回路 四、检查绝缘电阻及交流耐压 五、盘上整组试验 六、保护装置投运前的传动试验 七、一次电流试验	
25-2 保护装置试投及投入运行后的试验	(319)
一、试投 二、带负荷后的试验 三、整理、移交试验记录	

第四篇 自动装置的调试

第二十六章 自动准同期装置调试	(320)
26-1 ZZQ-3A装置原理简介	(320)
一、合闸部分 二、调频部分 三、电源部分	
26-2 ZZQ-3A装置的调试	(330)
一、电源部分检查 二、合闸部分调试 三、调频部分调试 四、ZZQ-3A型装置投入前的整组调试	
第二十七章 自动励磁调节器调试	(339)
27-1 交流励磁机整流励磁系统简介	(339)
一、几种国产交流励磁机整流励磁系统 二、几种进口机组配套的交流励磁机整流励磁系统	
27-2 交流励磁机整流励磁系统的试验项目和要求	(343)
一、励磁调节器单元试验 二、副励磁机及主励磁机特性试验 三、整流装置试验 四、整组试验	
27-3 KGT-2A型交流励磁调节器调试方法	(349)
一、试验前检查及试验时一般注意事项 二、元件试验 三、励磁调节器单元试验 四、整组调试 五、转子过电压保护检查 六、汽轮发电机空载运行时自动励磁调节器的试验 七、汽轮发电机带负荷运行时自动励磁调节器的试验	
27-4 TLG-5型交流励磁调节器调试	(368)
一、试验前检查及试验时一般注意事项 二、元件试验 三、励磁调节器单元试验 四、整组调试 五、汽轮发电机空载运行时自动励磁调节器的试验 六、发电机并网带负荷运行时自动励磁调节器的试验	
27-5 DQLT-1型交流励磁调节器调试	(390)
一、外观检查和绝缘试验 二、元件试验 三、励磁调节器单元试验 四、整组调试 五、发电机空载运行时自动励磁调节器的试验 六、发电机并网带负荷运行时自动励磁调节器的试验	
27-6 WTA型自动励磁调节器调试	(408)
一、试验前检查及试验时的一般注意事项 二、励磁调节器单元试验 三、整组调试 四、发电机空载运行时自动励磁调节器的试验 五、发电机并网带负荷运行时自动励磁调节器的试验 六、附录	

第五篇 二次回路调试

第二十八章 强电二次回路简介	(443)
28-1 控制回路	(443)
一、断路器控制回路 二、隔离开关控制回路	
28-2 信号回路	(454)
一、中央信号回路 二、其它信号回路	
28-3 同期回路	(456)

一、同期比较电压 二、同期回路接线	
28-4 直流系统监视回路	(460)
一、电压监视回路 二、绝缘监察装置 三、闪光装置	
28-5 测量和继电保护回路	(462)
一、电流互感器次级绕组的接线方式 二、电压互感器次级绕组的接线方式 三、二次回路接线实例	
28-6 其它回路	(468)
一、采用同轴直流励磁机的励磁回路 二、发电机强励回路 三、变压器冷却控制回路	
第二十九章 弱电二次回路	(472)
29-1 主要二次回路的基本概念	(472)
一、弱电逻辑回路的基本概念 二、弱电逻辑回路的主要二次回路	
29-2 弱电二次回路调试	(483)
一、准备工作 二、单板调试 三、整组调试 四、考机 五、传动试验 六、注意事项	
第三十章 二次回路检验	(486)
30-1 一般检验	(486)
一、检验前的准备工作 二、一般检查项目 三、回路绝缘试验	
30-2 电流、电压二次回路模拟通电试验	(487)
一、电流二次回路的通电试验 二、电压二次回路的通电试验	
30-3 操作和联动试验	(497)
一、直流系统回路检验 二、操作回路检验 三、直流励磁回路和变压器冷却控制回路检验 四、继电保护相互动作试验	
30-4 带负荷试验	(505)
一、电压回路 二、电流回路	

第六篇 电 测 仪 表 校 验

第三十一章 电气测量仪表的一般知识	(506)
31-1 误差概述	(506)
一、测量误差的形成及其表示方式 二、直读仪表的误差表示方式	
31-2 常用电工仪表分类	(507)
一、磁电式仪表 二、电动式仪表 三、电磁式仪表 四、感应式仪表 五、变换器式仪表	
31-3 电气仪表的拆装注意事项及常见故障	(508)
一、拆装注意事项 二、常见故障分析	
第三十二章 开关板式仪表校验方法	(510)
32-1 校验的基本要求	(510)
32-2 校验的接线和方法	(510)
一、交、直流电流表及交、直流电压表 二、三相有功功率表、无功功率表 三、三相功率因数表 四、同步表 五、电度表	
第三十三章 常用试验仪表的校验	(520)
33-1 校验方法的适用范围	(520)
33-2 几种校验方法	(520)
一、用直流补偿法校验直流 (或交直流两用)电压、电流表, 功率表 二、用热电比较法校验交流电压、电流表, 功率表 三、用交流补偿法校验相位表	
第三十四章 其他新型仪表及表装置简介	(524)

34-1 电量变送器	(524)
34-2 数字式仪表	(525)
34-3 交、直流标准电压、电流发生器	(526)
一、直流标准电压发生器 二、直流标准电流发生器 三、交流标准电压发生器 四、交流标准电流发生器	

第七篇 起 动 调 试

第三十五章 厂用电系统受电试验	(529)
35-1 厂用电系统受电试验的几种方式	(529)
一、新建电厂 二、扩建电厂 三、用临时电源受电	
35-2 受电前应完成的工作	(530)
35-3 制定系统受电方案	(531)
一、系统受电前的调试工作 二、系统受电方案	
35-4 受电后的管理与维护	(532)
35-5 受电时的异常现象	(532)
第三十六章 辅机分部试运	(534)
36-1 试运前的准备工作	(534)
36-2 电动机空载起动	(534)
36-3 电动机带负荷起动	(535)
36-4 辅机试运后的管理与维护	(535)
第三十七章 机组整套起动	(536)
37-1 起动前的注意事项	(536)
37-2 起动前的准备工作	(537)
37-3 机组在升速过程中的试验	(537)
一、测量发电机转子绕组的绝缘电阻及交流阻抗 二、在发电机低转速时 (400~1200r/min) 检查励磁机的性能 三、利用发电机残压核对发电机相序	
37-4 励磁机试验 (转速3000r/min)	(538)
一、中频副励磁机空载特性试验 二、主励磁机空载特性试验	
37-5 发电机-变压器组在短路状态下的试验	(539)
一、短路试验时的注意事项 二、电流回路检查 三、录制三相短路特性 四、检查继电保护回路 五、测量各组电流互感器的二次负载压降 六、测量定子短路状态下的灭磁时间常数	
37-6 发电机-变压器组在开路状态下的试验	(544)
一、空载试验时的注意事项 二、电压回路检查 三、录制发电机空载特性 四、检查继电保护回路 五、测量定子空载状态下的灭磁时间常数 六、主变压器零起升压 (包括厂用工作变压器) 七、录制发电机-变压器组的空载特性 八、主变压器全电压冲击合闸试验	
37-7 自动励磁调节器在整套起动时的试验	(549)
37-8 定期及同期	(550)
一、定相 二、假同期 三、手动同期 四、自动准同期装置的试验	
37-9 带负荷后的试验	(552)
一、带负荷后的试验项目 二、轴电压测量	
37-10 工作励磁和备用励磁的切换试验	(553)
一、由工作励磁机切换到备用励磁机 二、由备用励磁机切换到工作励磁机	
37-11 厂用电源核相及切换	(554)
一、在电压互感器二次侧核相 二、用电压互感器核相 三、用核相棒核相	

第一篇 总 论

第一章 火电厂基本建设电气设备调试工作

1-1 调试工作的任务及内容

电气调试工作的主要任务是在电气设备安装工作结束后，按照国家有关规范、规程和制造厂的规定，逐项进行调整试验，以检验安装质量及设备质量是否符合要求，并得出是否适宜投入运行的结论。调整试验工作，一方面是设计工作和建设安装工作中的一个环节，另一方面又是安装工作和运行工作中的一个环节。调整试验工作应保证投入运行的设备和设计相适应，和电力法规相适应，另外还要注意设备的可靠及安全运行。因此调试工作是基建工程中的一个重要工序，它主要属于质量检验工作的范畴，一方面调试工作与安装工作应密切配合，一方面还要通过试验手段来检验安装质量。

电气调试工作的主要内容是全部电气设备（一次设备及二次回路）在安装过程中及安装结束后的调整试验；通电检查所有设备的相互作用和相互关系；按照生产工艺的要求对电气设备进行空转和带负荷的调整试验；对设备进行调整使它在正常工况下和过渡工况下都能正常工作；核对继电保护整定值；审核校对图纸；编写厂用电受电方案、复杂设备及装置的调试方案、重要设备（如发电机等）的试验方案以及整套起动时的电气试验方案；参加分部试运行，作技术指导；负责整套起动过程中的电气调试工作和有关运行的技术指导等。

为了使调试工作顺利进行，在开始工作之前，调试人员应研究设计图纸资料，制造厂的说明书和出厂试验报告，了解现场设备的布置情况，电气系统接线图等。在此基础上，按照有关规范及规程的规定，制定设备的调试项目，然后拟定调试工作计划。计划内容包括详细的工作量，调试项目及标准，计划完成日期。调试顺序一般先从单件做起，然后分部试运，最后是整套试转。各项工作是前后衔接的一个整体，前一个环节做好了，给后一个环节创造了条件。此外还需开列出仪表、仪器清单，工具及材料清单，提出调试方法及措施。

1-2 调试工作的组织形式

从事电气调试工作的专业组（室）的组织一般有两种形式：

一、按专业分

在试验室下设有仪表组（负责现场新装仪表的校验和调整，负责试验用0.5级仪表的校验和调整），高压组（负责电气设备的绝缘试验和特性试验等工作），继电保护组（负责

继电器的校验整定工作），二次线组（负责校对设计图纸，查对接线，回路通电试验及操作试验等工作）。

二、按系统分

在试验室下设有发电机组，变压器组，厂用电动机组。每个组的工作任务，均包括仪表、高压、继电保护、二次线等的调试工作。另外还有仪表组，负责0.5级仪表的校验和调整工作。

按专业分，可以较快地对调试人员进行培训。一般对于新进人员，可采用这种方式。按系统分，可使调试人员通过工作熟悉该系统的全面调试情况。一般对于调试技术人员，可采用这种方式。

但是以上两种方式并不是一成不变的，往往根据调试人员的水平，工期的长短等而有所改变，目的是能更好地完成调试任务。对于调试人员的培训，可按“多能一专”的原则进行（即先熟悉各项调试工作后再对某一部分深入下去）。

由于调试工作大都集中在施工的最后一阶段，忙闲不均。因此，在调试人员的定员上要偏紧。一般承担大型工程项目的电气专业组（室）约为20人；承担中型工程项目的约为10～15人。技术人员和技工各一半为好。

电气专业组（室），有的归调试所领导；有的归公司调整队（调试室）领导；有的归公司电气工地领导。目前以后两者的组织形式占多数。

将电气工地试验班从电气工地分出来而和其他调试专业一起组成调整队（调试室），并由公司直接领导负责本公司的电气调试工作的组织形式有以下优点。

（1）便于行使施工质量的检验职能，对安装和调试意见不一致的重要质量问题可由公司裁决。

（2）电气工地的主要任务是安装。从工作量和经济效益来看，试验工作不是工地的重点。工地主任和专责工程师等的大部分时间都用于安装方面，常常对调试工作了解不够。加上调试业务的专业性很强，因此调试工作中存在的问题往往不能及时解决。

（3）由于电气工地属于劳力密集型单位，当调试工作少时，例如在准备阶段或总结阶段，智力密集型的试验班人员一般亦要去承担施工任务，因而影响调试工作及人员水平的提高。划归公司领导后，调试任务不忙时可以进行一些有关调试的准备工作，如维修试验设备及仪器；结合工程项目研究一些新的调试方法；熟悉图纸及制造厂说明书；编写技术总结；对新进人员进行技术培训；参加各项技术专题会议等等。

1-3 调试工作的依据

前已说明，调试工作属于质量检验工作的范畴，因此工作时要熟悉有关的法规和规程，主要有：

（1）《电气装置安装工程施工及验收规范（GBJ232-82）》第十七篇电气设备交接试验标准篇；

（2）原电力工业部制订的《电力工业技术管理法规》（1980年）；

- (3) 原水利电力部编制的《继电保护和安全自动装置检验技术规程》(1984年)；
- (4) 原水利电力部制订的《电气设备预防性试验规程》(1987年)；
- (5) 制造厂调试说明书及安装说明书的有关部分；
- (6) 各种部颁运行规程。

1-4 需用的主要仪表、仪器及设备

电气调试工作绝大部分是通过仪表仪器和试验设备来完成的。为了保证测试的准确性，这些仪器、仪表及设备应按期送高一级试验单位校验。完善的装备能保证调试工作的效率和质量。在选购仪表仪器时要注意利用率，不要造成积压；同时要结合基建工程的特点来进行选择。表1-1所列的清单，可供参考。

表 1-1 电气调试工作需用的仪表仪器及设备清单

序 号	名 称	规 范	数 量	备 注
1	试验变压器	100 kVA, 50/0.38kV 调压器、控制台、球隙配套	1	
2	试验变压器	5 kVA, 50/0.22kV 调压器、控制台、球隙配套	2	
3	试验变压器	1kVA, 10/0.22kV	2	可用10000/100V 电压互感器代
4	试验变压器	500VA, 3/0.22kV	1	可用3000/100V 电压互感器代
5	油试验器	2kVA, 60/0.22kV	1	
6	油介质损耗角正切值测试仪		1	
7	直流高压试验器	0 ~ 30 ~ 60kV	1	
8	直流高压试验器	0 ~ 200kV	1	
9	交流电桥	QS1型或QS32型	2	
10	工频振荡器	20 ~ 30VA, 45 ~ 65Hz 0 ~ 60 ~ 100 ~ 127 ~ 220V	1	
11	电缆探伤仪	QF-1A型	1	
12	三倍频试验设备		1	
13	局部放电测试仪		1	
14	水内冷电机绝缘电阻测试仪		1	
15	兆欧表	5000V, 10000 MΩ	1	
16	兆欧表	2500V, 10000 MΩ	2	
17	兆欧表	1000V, 5000 MΩ	2	
18	兆欧表	500V, 500 MΩ	2	
19	兆欧表	250V, 500 MΩ	1	
20	阻抗电桥		1	

续表

序 号	名 称	规 范	数 量	备 注
21	万能电桥		1	
22	单臂电桥		2	
23	双臂电桥		2	
24	电秒表	0.01~60s	2	
25	静电电压表	7.5~15~30kV	1	
26	静电电压表	20~50~100kV	1	
27	电流互感器	0.5~50/5A	3	
28	电流互感器	15~600/5A	3	
29	电流互感器	100~2000/5A	2	
30	感应移相器	1kVA, $\pm 180^\circ$	2	
31	调压器	单相, 1kVA	3	
32	调压器	单相, 2kVA	3	
33	调压器	单相, 3kVA	2	
34	调压器	三相, 3kVA	2	
35	调压器	三相, 6kVA	1	
36	行灯变压器	一次220V, 500VA; 二次12~24~36V	3	
37	行灯变压器	一次220V, 1000VA; 二次12~24~36V	3	
38	变压器	一次220/380V, 1000VA; 二次12~24~36~110~127V	3	
39	滑杆电阻	各种规格		根据实际需要配套
40	分流器	150A, 75mV	2	
41	分流器	500A, 75mV	2	
42	分流器	1000A, 75mV	2	
43	流速试验台		1	校验瓦斯继电器
44	直流稳流器	0.01~30A	1	
45	直流稳流器	0~1~5~10~500mA	1	
46	直流稳压器	0~50V, 0~5A	2	
47	直流稳压器	450V, 300mA	2	
48	直流稳压器	750V, 50mA	1	
49	电子交流稳压器	3000VA	3	
50	硅整流充电机		1	蓄电池充电用
51	变压比电桥	QJ35型	1	
52	相序表		2	
53	数字式频率计		1	
54	开关测速器		2	
55	交直流电流表	0.1(0.2)级, 2.5~5A	1	台式标准表
56	交直流电压表	0.1(0.2)级, 75/150/300V	1	台式标准表
57	交直流功率表	0.1(0.2)级, 75/150/300V, 2.5/5A	1	台式标准表