

国家示范性高等职业院校建设规划教材

水电厂机电运行

龚在礼 陈 芳 主编
童文勇 主审



SHU DIAN CHANG JIDIAN YUNXING



黄河水利出版社

主要内容

国家示范性高等职业院校建设规划教材

水电厂机电运行

主 编 龚在礼 陈 芳

副主编 杨和平 张丽娟

主 审 童文勇

特等奖获得者 国家示范性高职院校建设规划教材

本书主要介绍机电运行的组织与管理、机电设备运行与维护、水电厂运行事故分析与处理、机电设备检修等几部分内容。

本书由龚在礼、陈芳主编，杨和平、张丽娟副主编，童文勇主审。全书共分四章，第一章为绪论，第二章为机电设备运行与维护，第三章为水电厂运行事故分析与处理，第四章为机电设备检修。

本书在编写过程中得到了黄河水利出版社的大力支持，同时参阅了有关文献，特向他们致以衷心的感谢。

本书在编写过程中得到了黄河水利出版社的大力支持，同时参阅了有关文献，特向他们致以衷心的感谢。

本书在编写过程中得到了黄河水利出版社的大力支持，同时参阅了有关文献，特向他们致以衷心的感谢。

本书在编写过程中得到了黄河水利出版社的大力支持，同时参阅了有关文献，特向他们致以衷心的感谢。

本书在编写过程中得到了黄河水利出版社的大力支持，同时参阅了有关文献，特向他们致以衷心的感谢。

本书在编写过程中得到了黄河水利出版社的大力支持，同时参阅了有关文献，特向他们致以衷心的感谢。

本书在编写过程中得到了黄河水利出版社的大力支持，同时参阅了有关文献，特向他们致以衷心的感谢。

本书在编写过程中得到了黄河水利出版社的大力支持，同时参阅了有关文献，特向他们致以衷心的感谢。

本书在编写过程中得到了黄河水利出版社的大力支持，同时参阅了有关文献，特向他们致以衷心的感谢。

黄河水利出版社

· 郑 州 ·

黄河水利出版社

地址

电话：0371-6611111

网址：www.hhsl.com

2014年1月

第1版

第1次印刷

787mm×1092mm

1/32

2014年1月

定价：12.00元

内 容 提 要

本书是国家示范性高等职业院校建设规划教材,是为满足国家示范性高等职业院校四川电力职业技术学院重点建设项目水电站动力设备与管理专业建设的需要,根据教育部水电站动力设备与管理专业及专业群人才培养方案和水电厂机电运行课程标准编写而成的。本书是按照行动导向、项目化教学的新的教育理念编写的教材,主要内容包括:机电运行的组织与监视,机电运行的巡视与维护,机电运行的操作与调整,机电运行的事故分析与处理,以及拓展知识等。本书配套有仿真课件学习光盘(附书后)。

本书可作为高等职业院校、高等专科学校、成人高等学校的水电站动力设备与管理、发电厂及电力系统专业的教材,也可作为相关专业技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

水电厂机电运行/龚在礼,陈芳主编. —郑州:黄河水利出版社,2014.5

国家示范性高等职业院校建设规划教材

ISBN 978-7-5509-0778-2

I. ①水… II. ①龚… ②陈… III. ①水力发电站-机电设备-运行-高等职业教育-教材 IV. ①TV734

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 079423 号

组稿编辑:王路平 电话:0371-66022212 E-mail:hhsllwp@163.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940,66020550,66028024,66022620(传真)

E-mail:hhslebs@126.com

承印单位:郑州文华印务有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:19

字数:440 千字

印数:1—1 000

版次:2014 年 5 月第 1 版

印次:2014 年 5 月第 1 次印刷

定价:45.00 元



前 言

本书是根据《教育部关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)、《教育部关于推进高等职业教育改革创新引领职业教育科学发展的若干意见》(教职成[2011]12号)等文件精神,在全国水利水电高职教研会指导下,用中央财政安排的“支持高等职业学校专业建设”项目经费组织编写的教材。

本教材以学生能力培养为主线,以工作任务为载体,融“教、学、练、做”为一体,适合开展项目化教学,体现实用性、实践性和创新性的特色,是一套紧密联系生产实际的高职高专教育精品规划教材。

水电厂机电运行是高等职业技术学院水电站动力设备与管理专业、发电厂及电力系统专业的以实训为主的课程。本书以水电厂机电运行岗位所需的技能、技术为逻辑起点,以技能形成规律、认知学习规律为线索,梳理出满足岗位需求的最基本、最重要的技能和相关知识,编写而成。通过实践和学习,学生可获得工作所需的职业能力,基本达到“零距离”上岗的要求。

本书主要包括机电运行的组织与监视,机电运行的巡视与维护,机电运行的操作与调整,机电运行的事故分析与处理,拓展知识等几部分内容。

本书由四川电力职业技术学院承担编写工作,编写人员及编写分工如下:前言、使用说明、项目2、拓展知识由龚在礼编写,项目1由杨和平编写,项目3由张丽娟编写,项目4由湖南水利水电职业技术学院陈芳编写。全书由龚在礼、陈芳担任主编,由龚在礼负责全书统稿;由杨和平、张丽娟担任副主编;由福建水利电力职业技术学院童文勇担任主审。

本书在编写过程中得到了青峰岭电厂的大力支持,同时参阅了有关文献,特向他们致以衷心的感谢!

由于编写时间紧,理论和实践经验不足,错误和遗漏在所难免,恳请广大读者对本书提出宝贵意见。

编 者

2014年1月



使用说明

本书是一本以实训为主的教材,内容由水电厂机电运行中的若干典型工作任务组成,每一任务包括教学目标、任务描述、任务准备、任务实操、相关知识和教学评价六个板块,其中任务实操和相关知识是两个核心板块,它们自成体系又相互联系,便于理论与实践一体教学,具有创新性和可操作性。

使用本书时,建议各校在第五学期以专周的形式,在学校与实习电厂之间按“教、学、练、做”交替的形式组织教学;或在第六学期以顶岗实习的形式,在实习电厂中采用“教、学、练、做”一体的形式组织教学;也可第五学期和第六学期各完成一部分内容。“练”主要在仿真课件上进行,“做”主要在真实设备上进行,“教、学、练、做”总学时应不少于160学时。

任务实操板块编写了与实习电厂设备一致的运行中的典型工作任务,具体操作步骤在任务实操表中列出,巡视点、作业点均以加粗和下划线的形式突出显示。学生先在实习电厂熟悉设备,找到任务实操表中各设备的巡视点、作业点;然后在对应的仿真课件(本书后附光盘)上操作与练习,仿真课件上的巡视点、作业点与任务实操表是一一对应的;待熟练以后,再在电厂真实设备上进行操作。若仿真课件与贵校实习电厂的设备不符,可先组织教师制作与贵校实习电厂设备一致的课件(可参阅本书的课件制作方法),然后按上述方法组织操作与练习。任务实操板块应控制在110学时左右。

相关知识板块中包含与机电运行的组织与监视、巡视与维护、操作与调整和事故分析与处理等工作任务紧密相关的知识,如设备结构、作用、原理、布置情况、连接关系及行业的相关规程规范等通用性内容,主要供学生自学用,但重要的或较难的部分应当由老师根据学生已有知识的掌握情况,有针对性地选讲。相关知识板块中与实习电厂设备有关的标准化作业卡,可根据贵校实习电厂设备,组织教师编写,或指导学生共同编写。相关知识板块应控制在50学时左右。

编者

2014年2月



目 录

项目1 机电运行的组织与监视

前 言

使用说明

项目1 机电运行的组织与监视	(1)
任务1.1 机电运行的组织与制度	(1)
任务1.2 机电运行的监视	(12)
项目2 机电运行的巡视与维护	(24)
任务2.1 水轮机发电机组运行中的巡视与维护	(24)
任务2.2 电力变压器运行中的巡视与维护	(57)
任务2.3 开关站(室)运行中的巡视检查	(76)
任务2.4 调速器及油压装置与励磁装置运行中的巡视与维护	(93)
任务2.5 继电保护与监控装置运行中的巡视与维护	(117)
项目3 机电运行的操作与调整	(138)
任务3.1 水轮发电机组的操作与调整	(138)
任务3.2 电气设备(变压器)的操作	(159)
任务3.3 电气设备(变压器)倒闸操作票的填写	(178)
项目4 机电运行的事故分析与处理	(205)
任务4.1 水轮发电机组的事故分析与处理	(205)
任务4.2 电力变压器事故的分析处理	(222)
任务4.3 高压电气设备的事故分析处理	(237)
任务4.4 继电保护、监控及直流系统的故障与事故分析处理	(258)
拓展知识——设备的验收与试运行	(268)
I 水轮发电机组的试运行	(269)
II 变压器竣工验收与试运行	(274)
III 电气设备的竣工验收与试运行	(277)
IV 二次系统的验收	(281)
附 录	(284)
附录1 变电站(发电厂)倒闸操作票	(284)
附录2 变电站(发电厂)第一种工作票	(285)
附录3 变电站(发电厂)第二种工作票	(287)
附录4 事故应急抢修单	(289)
附录5 水力机械工作票	(290)
参考文献	(293)



项目1 机电运行的组织与监视

【教学内容及目标】

通过对中央控制室上位机显示器画面的监视,随时掌握水电厂机电设备的运行状态及运行参数的变化情况,保证各运行参数在允许范围内变化。

【教学环境与工具】

准备好水电厂中央控制室、多媒体教室等,同时准备好运行日志、值班日志及相关记录簿、记录笔、录音电话、操作票、工作票等。

任务1.1 机电运行的组织与制度

【教学目标】

1. 技能目标

能在水电厂值班员的指导下,熟悉水电厂运行的任务、值班单位,运用“两票”、“三制”等基本制度。

2. 知识目标

知道水电厂的运行值班单位、调度机构的设置及各自的职责,熟悉“两票”、“三制”的基本内容。

【任务描述】

在水电厂运行人员的指导下,通过运行值班,逐步熟悉值班日志、运行日志、值班记录簿及标准化作业卡,熟悉操作票、第一种工作票、第二种工作票、应急抢修单和机械工作票等技术文本的格式、作用及适用范围。

【任务准备】

1. 知识准备

- (1) 机电运行的主要任务有哪些?“四勤”指的是什么?
- (2) 目前,我国的电网调度机构有哪五级?各级调度的管理权限如何?
- (3) 现场控制运行的电厂,其值班单位一般由几人组成?每值班单位设有哪些职务?
- (4) 电网调度指挥系统由哪些机构组成?各自的职责是什么?
- (5) 运行值班人员应怎样对待值班调度员的操作命令?



(6)何为交接班制度?交接班有哪些具体内容?

(7)何为巡视检查制度?巡视检查的基本方法有哪几种?分别能发现设备的哪些缺陷?

(8)何为设备定期试验与切换制度?机电设备为何要进行定期切换?

(9)何为操作票制度?为何要使用操作票?

(10)何为工作票制度?工作票的作用是什么?

(11)第一种工作票的使用范围是什么?填写的主要项目有哪些?

(12)事故抢修是指哪一类工作?

(13)为使运行人员有充分时间审查工作票所列安全措施是否正确完备、是否符合现场条件,第一种工作票应在工作前什么时间交给运行人员?

(14)第二种工作票与第一种工作票的最大区别是什么?

(15)在工作票的使用过程中,与运行人员紧密相关的环节有哪些?

(16)“两票”和“三制”分别指的是什么?

2. 工具准备

值班日志,运行日志,值班记录簿、记录笔,标准化作业卡,操作票及工作票。

【任务实操】

(1)在文件柜中找出值班日志、运行日志、各种值班记录簿、标准化作业卡,说出它们的作用。

(2)在文件柜中找出操作票、第一种工作票、第二种工作票、应急抢修单和机械工作票,说出它们的作用。

【相关知识】

1.1.1 机电运行的组织

1.1.1.1 机电运行的主要任务

水电厂机电运行的主要任务是“确保安全、经济、可靠、优质发电”。即在水电厂电能的生产过程中,运行值班人员对水力发电设备进行监视、巡视、操作和调节,使发电设备正常运行,并对设备运行状态进行分析;在故障或事故情况时,迅速进行处理,保证水力发电厂和电力系统安全、稳定、优质、经济运行。

1. 保证电力生产安全

由于电能不能大量储存,电力生产必须连续,发电、供电、用电同时完成,这就决定了发电、供电必须有极高的可靠性和连续性。随着电网大机组不断增多和电网规模的不断扩大,发电、供电的可靠性就显得愈来愈重要。如果一个大型水力发电厂发生事故,可能引起大面积停电,甚至造成整个电网瓦解。所以,运行值班人员一定要把安全生产放在第一位,保证电力生产的安全。

2. 保证电力生产经济

在保证电力生产安全可靠运行的前提下,应千方百计地搞好电力生产的经济运行。

为了确保经济运行,必须加强技术管理,提高技术水平,采用经济的运行方式,合理分配负荷,提高设备检修质量,缩短检修时间,消除设备缺陷,提高设备健康水平和完好率,做到经济、优化运行。要千方百计减少水能损耗,检查并及时消除漏水、漏油现象,要提高厂用机械及其电动机运行的经济性,降低厂用电率。

为了确保安全经济发电,运行人员必须做到“四勤”:

(1)勤联系。在负荷增加或减少时,要加强联系,以便相互协调,共同配合,做好调整负荷工作。

(2)勤调整。涉及电能质量和有关设备运行的参数,必须随时调整到规定允许值范围内,以保证运行的经济性及稳定性。

(3)勤分析。就是对运行的设备状态随时进行分析、预测和总结,以便采取更科学的对策和做到更完善的管理。

(4)勤检查。为了及时消除设备的隐患与故障,运行人员必须根据运行规程的规定,定时、定责、定岗地巡视检查运行(含备用)设备,若发现设备缺陷,及时消除。

3. 保证电能产品质量

衡量电能质量的主要指标是频率和电压。我国电力系统的额定频率是 50 Hz。正常运行时,系统频率有一定的允许偏差,大容量系统允许频率偏差为 ± 0.2 Hz,中小容量系统允许频率偏差为 ± 0.5 Hz。当系统负荷超过或低于电站出力时,系统频率要相应地降低或升高。电压值也允许在额定值附近有一定偏差,偏差值一般在 $\pm 10\%$ 以内。因频率和电压偏差超过允许值会造成严重后果,运行人员要随时注意发电机频率和电压的表计指示值,当偏差超过允许值时,应及时调节水轮机导水叶开度以调节频率,调节水轮发电机励磁电流值以调整电压,使频率和电压不超过允许值,以确保电能质量。

4. 其他相关工作任务

运行人员还应做好与运行有关的其他工作任务,如抄录或监视运行参数,调整运行参数至允许范围内,填写运行日志,保管备件、工具、安全用具、图纸、资料、测量仪表等。

1.1.1.2 电力系统运行的组织机构

在电力系统中,设有各级运行组织和值班人员,分别担负系统中各部分的运行工作。

1. 电网调度机构

各级电网均设有电网调度机构。电网调度机构是电网运行的组织、指挥、指导和协调机构,负责电网的运行。各级调度机构分别由本级电网管理部门直接领导,它既是生产运行单位,又是电网管理部门的职能机构,代表本级电网管理部门在电网运行中行使调度权。

电网调度机构(或称电网管理机构)是随电网的发展逐步健全的。目前,我国的电网调度机构采用五级调度管理模式,即国调、网调、省调、地调和县调。

(1)国调。它是国家电力调度通信中心的简称,它直接调度管理各跨省电网和各省独立电网,并对跨大区域联络线及相应变电站和起联网作用的大型发电厂实施运行和操作管理。

(2)网调。它是跨省电网电力集团公司设立的调度局的简称,它负责区域性电网内各省间电网的联络线及大容量水、火电骨干电厂的直接调度管理。



(3) 省调。它是各省、自治区电力公司设立的电网中心调度所的简称,它负责本省电网的运行管理,直接调度并入省网的大中型水、火电厂和 220 kV 级以上的网络。

(4) 地调。它是省辖市及供电公司设立的调度所的简称,它负责供电公司供电范围内的网络和大中城市主要供电负荷的管理,兼管地方电厂及企业自备电厂的并网运行。

(5) 县调。它负责本县城乡供配电网络及负荷的调度管理。

2. 水电厂运行组织机构

目前,水电厂有现场控制值班及远方集中控制值班两种方式。两种运行值班方式普遍采用 8 h 或 6 h 轮换值班制,实行四值三倒或五值四倒。水电厂运行值班的每一值称为运行值班单位。

现场控制运行值班每值设有值长、值班工程师、运行正班、运行副班,由 4~6 人组成一个运行值班单位。

无人值班(少人值守)的水电厂,远方集中控制中心值班每值由值长、运行正班、运行副班组成;无人值班电厂现场不设值守人员,少人值守电厂在现场设有一名或两名值守人员。

3. 电网调度指挥系统

由于电力系统是一个有机的整体,系统中任何一个主要设备运行工况的改变都会影响整个电力系统。因此,电力系统必须建立统一的调度指挥系统。电网调度指挥系统由发电厂、变电站运行值班单位(含变电站控制中心)、电网各级调度机构等组成。

我国《电网调度管理条例》规定,调度机构调度管辖范围内的发电厂、变电站的运行值班单位,必须服从该调度机构的调度,下级调度机构必须服从上级调度机构的调度。

调度机构的调度员在其值班时间内是系统运行工作技术上的领导人,负责系统内的运行操作和事故处理,直接对下属调度机构的调度员、发电厂的值长、变电站的值班长发布调度命令。

电厂的运行值长在其值班时间内是全厂运行工作技术上的领导人,负责接受上级调度的命令,指挥全厂的运行操作、事故处理和调度技术管理,直接对下属值班工程师、运行值班人员发布调度命令。

变电站的值班长在其值班时间内,负责接受上级的调度命令,指挥全变电站的正常运行和事故处理。

4. 运行人员对待调度员的操作命令的方式

(1) 运行人员应认真执行调度员下达的操作命令。

(2) 运行人员如对操作命令有疑问或发现与现场情况不符,应向发令人提出。

(3) 运行人员发现所下操作命令会直接威胁人身或设备安全时,应拒绝执行,同时将拒绝执行命令的理由以及改正命令的建议,向发令人及本单位的领导报告,并记入值班记录。

1.1.2 机电运行的基本制度

水力发电厂根据生产的需要和长期运行的经验,制定了一系列符合现场实际的机电运行管理制度。机电运行管理制度是为了加强责任制、维持正常的生产秩序、保证安全生



产、提高运行水平而制定的。各级运行值班人员必须熟悉和遵守本单位的各种运行管理制度。

1.1.2.1 交接班制度

运行值班人员在交班和接班时应遵照的有关规定和要求的制度称为交接班制度。

1. 交接班条件及注意事项

(1) 运行人员应根据轮值表进行值班,未经领导同意不得擅自改变。运行人员不允许连续值班两次。

(2) 交班前,值长应组织全体运行人员进行本班工作小结,提前检查各项记录是否及时登记,并将交接班事项填写在运行日志上。

(3) 若接班人员因故未到,交班人员应坚守岗位,并汇报值长,待接班人员或分场指派人员前来接班并正式办好交接手续后方可离岗。

(4) 在进行重大操作、出现异常运行以及事故时,不得进行交接班。接班人员可在交班值长、班长的统一领导下协助上一班进行工作,待重大操作或事故处理告一段落后,由双方值长决定交接班。

(5) 交班人员发现接班人员精神异常或酗酒时,不应交班,并将情况汇报有关领导。

2. 交接班的具体内容及要求

(1) 交班前各值班人员应对本岗位所辖设备全面检查一次,并将各运行参数控制在规定的范围内。

(2) 交班人员应记录值班期间发现及消除缺陷的情况并交待清楚。

(3) 交班前公用工具、钥匙、材料等清点齐全,各种记录本、台账应完整无损,现场卫生应打扫干净。

(4) 交班人员应详细交待本班次内的系统运行方式、异常运行的操作情况以及上级指示和注意事项。接班人员也应主动向交班人员详细了解上述情况,并核对模拟图及有关报表、表计。

(5) 交接班应做到“口头清、书面清、现场清”。

(6) 接班人员提前 20 min 进入现场,并做好以下工作:①详细阅读交接班记录簿及有关台账,了解上一值设备运行情况;②听取交班人员对运行情况的陈述,核对有关记录;③按照接班检查要求巡视现场,检查并核对设备缺陷及检修情况,清点有关台账和材料;④及时向交班人员提出巡检中发现的问题,并汇报值长,由双方做好有关记录和说明。

(7) 接班前 5 min 由值长召开班前会,听取检查情况汇报,布置本班主要工作、事故预想及注意事项。

(8) 必须整点交接班,集控室内由值长统一发令。

(9) 双方交接清楚后,应在交接班本上签字。接班人员签名后,运行工作的全部责任由接班人员负责。

(10) 正式交班后,交班值长应根据情况召开班后会,总结当天工作。

1.1.2.2 巡回检查制度

运行值班人员在值班期间,对有关电气、机械设备及系统定时、定点、定专责进行全面检查的制度,称为巡回检查制度。

巡回检查是保证设备安全运行、及时发现和处理设备缺陷及隐患的有效手段。每个运行值班人员应按各自的岗位职责,认真、按时执行巡回检查制度。巡回检查分为交班检查、日常巡回检查和定期巡回检查。

1. 巡回检查要求

- (1) 值班人员必须认真按时地巡视设备。
- (2) 值班人员必须按规定的设备巡视路线巡视,以防漏巡设备。
- (3) 巡回检查时应带好必要的工具,如手套、手电、电笔等。
- (4) 巡回检查时必须遵守有关安全规定。不要触及带电、高压、转动等危险部位,防止危及人身和设备安全。
- (5) 检查中若发现异常情况,应及时处理、汇报,若不能处理,应填写缺陷单,并及时通知有关部门处理。
- (6) 检查中若发生异常情况,应立即返回自己的岗位处理事故。
- (7) 巡回检查前后,均应汇报值长,并做好有关记录。

2. 巡回检查的有关规定

- (1) 每班值班期间,对全部设备检查次数应不少于三次,即交、接班各一次,班间相对高峰负荷时一次。
- (2) 对于天气突变、设备存在缺陷及运行设备失去备用等各种特殊情况,应临时安排特殊检查或增加巡视次数,并做好事故预想。
- (3) 对于检修后设备以及新投入运行的设备,应加强巡视。
- (4) 事故处理后应对设备、系统进行全面巡视。

3. 巡视检查的基本方法

(1) 以运行人员的眼观、耳听、鼻嗅、手触等感觉为主要检查手段,判断运行中设备的缺陷及隐患。

a. 眼观检查法。眼观检查法就是用眼睛来检查看得见的设备部分,通过设备外观的变化来发现异常情况。通过眼观可以发现的异常现象综合如下:①破裂、断股断线;②变形(膨胀、收缩、弯曲、位移);③松动;④漏油、漏水、漏气、渗油;⑤腐蚀污秽;⑥闪络痕迹;⑦磨损;⑧变色(烧焦、硅胶变色、油变黑);⑨冒烟,接头发热(试温蜡片溶化);⑩产生火花等。

b. 耳听判断法。发电厂一、二次电磁式设备(如变压器、互感器、接触器等)正常运行时,在通过交流电后,其绕组铁芯会发出均匀有规律的、一定响度的“嗡嗡”声。这些声音是运行设备所特有的,也可以说是设备处于运行状态的一种特征。如果仔细听这种声音,并熟悉、掌握声音特点,就能通过它的高低节奏、音色的变化、音量的强弱及是否伴有杂音等,来判断设备是否运行正常。运行值班人员应该熟悉、掌握声音的特点,当设备出现故障时,一般会伴有杂音,甚至有“噼、啪”的放电声,可以通过正常时和异常时音律、音量的变化来判断设备故障的发生和性质。

c. 鼻嗅判断法。电气设备的绝缘材料一旦过热会产生一种异味,这种异味对正常巡查人员来说是可以嗅别出来的。如果值班人员嗅到设备过热或绝缘材料被烧焦产生的气味,应立即进行深入检查,看有没有冒烟的地方,有没有变色,听一听有没有放电的声音



等,直到查找出原因。嗅气味是发现电气设备某些异常和缺陷比较灵敏的一种方法。

d. 手触试检查法。手触试检查法是判断设备的部分缺陷和故障的一种必需的方法,但用手触试检查带电设备是绝对禁止的。运行中的变压器、消弧线圈的中性点接地装置,必须视为带电设备,在没有可靠的安全措施时,禁止用手触试。对外壳不带电且外壳接地很好的设备及其附件等,检查其温度或温差需要用手触试时,应保持安全距离。对于二次设备(如继电器等)发热、振动等,也可用手触试检查。

(2)使用工具和仪表,进一步探明故障的性质。用仪器进行检测的优点是灵敏、准确、可靠。检测技术发展较快,测试仪器种类较多。使用这些测试仪器时,应认真阅读说明书,掌握测试要领和安全注意事项。

目前,在发电厂使用较多的是用仪器对电气设备的温度进行检测。常用的测温方法有:

①在设备已发热部位贴示温蜡片,黄、绿、红三种示温蜡片的熔点分别为 60 ℃、70 ℃、80 ℃。

②在设备上涂示温漆或涂料。

③使用红外线测温仪进行检测。

前两种方法的优点是简便易行,但也存在一些缺点。它们的主要缺点是:不能和周围温度作比较;蜡片贴的时间长了易脱落;涂料和漆可长期使用,但受阳光照射会引起变色,变色不易分辨清楚;不能发现设备发热初期的微热以及温差等。

红外线测温仪是一种利用高灵敏的热敏感应辐射元件检测由被测物发射出来的红外线而进行测温的仪器,能正确地测出运行设备的发热部位及发热程度。

4. 测温后的分析与判断

实际上测温的目的是在运行设备发热部位尚未达到其最高允许温度(见表 1-1)之前,尽快发现发热的状态,以便采取相应的措施。为此,当经过测量得到设备的实际温度后,必须了解设备在测温时所带负荷的情况,与该设备历年的温度记录资料及同等条件下同类设备温度比较,并与各类电气设备的最高允许温度比较(见表 1-2),然后进行综合分析,做出判断,确定处理意见。

表 1-1 电气设备的最高允许温度

被测设备及部位		最高允许温度(℃)	被测设备及部位		最高允许温度(℃)
油浸变压器	接线端子	75	互感器	接线端子	75
	本体	90		本体	90
断路器	接线端子	75	母线接头处	硬铜线	75
	机械机构部分	110		硬铝线	70
隔离开关	接头处	65	电容器	接线端子	75
	接线端子	75		本体	70

表 1-2 设备经测温后的判断

设备发热程度	判断
几乎没有温升,各相几乎没有温差	正常
有少许温升,且各相有一些温差	注意
温度超过最高允许温度,或即使温度未超过最高允许温度,但各相温差极大	危险

经判断属于“注意”范围的设备,应加强巡视检查,并在定期检修时安排处理;属于“危险”范围的设备,应立即报告调度和领导,进行停电处理。

必须注意,巡视检查时,思想必须高度集中。对气候异常或刚投入运行的设备或跳闸后又投入运行的设备,应重点检查。

1.1.2.3 设备定期试验与切换制度

发电厂按规定对设备进行定期试验与切换运行的制度称为设备的定期试验与切换制度。

通过对设备定期进行试验与切换,以保证备用设备的完好性,确保在运行设备故障时备用设备能正确投入工作,提高运行的可靠性。

设备定期试验与切换的要求如下:

(1)运行各班应按规定的时间、内容和要求,认真做好设备的定期试验、切换、加油、测绝缘等工作。值长在接班前应查阅设备定期工作项目,在班前会上进行布置,并督促实施。

(2)当遇机组开停机或事故处理等特殊情况,不能按时完成有关定期工作时,应向值长申明理由并获同意后,在交接班记录簿内记录说明,以便下一班补做。

(3)经试验、切换发现缺陷时,应及时通知有关检修人员处理,并填写缺陷通知单。若一时不能解决的,经生产副厂长或总工程师同意,可作为事故或紧急备用。

(4)当电气测量备用辅助电动机绝缘不合格时,应按运行规程进行处理。

(5)各种试验、切换操作均应按岗位职责做好操作和监护,试验前应做好相应的安全措施和事故预想。

(6)当定期试验与切换过程中发生异常或事故时,应按运行规程进行处理。

(7)运行人员应将本班定期工作的执行情况、发现问题及未执行原因及时登记在《定期试验切换记录簿》内,并做好交接班记录。

电气设备的定期试验与切换应按现场规定执行。

以上介绍的交接班制度、巡回检查制度和设备的定期试验与切换制度就是人们常说的“三制”。此外,还有运行分析制度、设备缺陷管理制度、运行管理制度、运行维护制度等,读者可参阅相关规程规范,在此不再赘述。

1.1.2.4 操作票制度

凡是影响机组生产(包括无功)或改变电力系统运行方式的倒闸操作及机组的开、停机等较为复杂的操作项目,必须填写操作票,这就是操作票制度。

机电运行人员要完成一个操作任务一般都需要进行十几项甚至几十项的操作,对于



这种复杂的操作,仅靠记忆是办不到的,也是不允许的,因为稍有疏忽、失误,就会造成人身、设备事故或严重停电事故。填写操作票是安全正确进行倒闸操作的根据,它把经过深思熟虑制定的操作项目记录下来,从而根据操作票上填写的内容依次进行有条不紊的操作。操作票是防止误操作的主要措施之一。

操作票的作用、操作票的填写等内容,将在本书后续有关部分详细叙述。

变电站(发电厂)倒闸操作票的格式详见附录1。

1.1.2.5 工作票制度

正常情况下(事故情况除外),凡在水力发电厂生产现场进行检修、试验和安装等工作,都应先填写工作票后执行,这就是工作票制度。

1. 工作票的作用

工作票是批准在水电厂生产现场设备上工作的书面命令,也是明确安全职责,严格执行安全组织措施,向工作人员进行安全交底,履行工作许可手续与工作间断、工作转移和工作终结手续,同时实施安全技术措施等的书面依据。因此,在电气设备上工作时,必须按要求填写工作票。

2. 工作票的种类及使用范围

根据工作性质的不同,在生产设备上工作时应填用工作票。其中,工作票又分为电气工作票和机械工作票。

电气工作票有下列6种:变电站(发电厂)第一种工作票,电力电缆第一种工作票,变电站(发电厂)第二种工作票,电力电缆第二种工作票,变电站(发电厂)带电作业工作票,事故应急抢修单。

水力发电厂常用的有变电站(发电厂)第一种工作票、变电站(发电厂)第二种工作票、事故应急抢修单和水力发电厂机械工作票。

1) 第一种工作票的使用范围

(1) 凡在高压电气设备上工作,需要将高压电气设备全部停电或部分停电者。

(2) 凡在高压室内的二次回路和照明等回路上工作,需要将高压设备停电或做安全措施者。

(3) 高压电力电缆需停电的工作。

(4) 其他工作需要将高压设备停电或做安全措施者。

2) 第二种工作票的使用范围

(1) 控制盘、低压配电盘、配电箱、电源干线上的工作。

(2) 二次系统和照明等回路上的工作,无需将高压设备停电或做安全措施者。

(3) 转动中的发电机、同期调相机的励磁回路或高压电动机转子电阻回路上的工作。

(4) 非运行人员用绝缘棒对电压互感器定相或用钳形电流表测量高压回路的电流。

(5) 大于设备不停电的安全距离的相关场所和带电设备外壳上的工作以及无可能触及带电设备导电部分的工作。

(6) 高压电力电缆不需停电的工作。

第二种工作票与第一种工作票的最大区别是不需将高压设备停电或装设遮栏。

变电站(发电厂)第一种工作票格式见附录2,第二种工作票格式见附录3。



3) 填用事故应急抢修单的规定

在事故抢修情况下应使用事故应急抢修单。事故抢修是指设备在运行中发生了故障或严重缺陷,需要紧急抢修,而工作量不大,所需时间不长,在短时间能恢复运行的工作。此种工作可不使用工作票,但在抢修前必须做好安全措施,并得到值班员的许可。如果设备损坏比较严重,或是由于等待备品、备件等原因,短时间不能恢复、需转入事故检修的,则仍应补填工作票,并履行正常的工作许可手续。

事故应急抢修单格式见附录4。

4) 机械工作票的使用范围

在水轮发电机组、水工建筑物、水力机械及其辅助设备、设施上进行检修、试验或安装,需要将生产设备、系统停止运行或退出备用,或需要断开电源,隔断与运行设备的油、气、水系统的工作,或需要运行人员在运行方式、操作调整上采取保障人身、设备运行安全措施的工作,需要填写机械工作票。

水力机械工作票格式见附录5。

3. 执行工作票的程序

1) 签发工作票

在水力发电厂生产现场的工作,使用工作票必须由工作票签发人根据所要进行的工作性质,根据停电申请,填写工作票中有关内容,并签名以示对所填写内容负责。

2) 送交现场

已填写并签发的的工作票应及时送交现场,第一种工作票应在工作前一日交给运行值班负责人员,临时工作的工作票可在工作开始前直接交给运行值班员。第二种工作票应在进行工作的当天预先交给值班员,主要目的是使运行值班员有充分时间审查工作票所列安全措施是否正确完备,是否符合现场条件等。

若距离较远或因故更换新工作票,不能在工作前一日将工作票送到现场,工作票签发人可根据自己填好的工作票用电话全文传给运行值班员,传达必须清楚。运行值班员根据传达做好记录,并复诵校对。

3) 审核把关

已送交运行值班员的工作票,应由运行值班员认真审核,检查工作票中的各项内容,如计划工作时间、工作内容、停电范围等是否与停电申请内容相符,现场设备的安全措施是否完备,与现场条件是否相符等。对工作票中所列内容即使有很小的疑问也必须向签发人问清楚,必要时应要求重新签发工作票。为了不影响按时间开工且留给运行值班员的审核把关时间,除要求工作票应提前送交外,也要求运行值班员在收到已签发的的工作票后及时审核,以便于及时发现问题并纠正。审核无误后应填写收到工作票的时间,审核人签名。

4) 布置安全措施

运行值班员根据审核合格的工作票中所提要求,填写安全措施操作票,并在得到调度许可将停电设备转入检修状态的命令后执行。应从设备开始停电时间对设备停电后时间开始考核。因此,运行值班员在接到调度命令后应迅速、正确地布置现场安全措施,以免影响开工时间。



5) 许可工作

运行值班人员在完成了工作现场的安全措施以后,应会同工作负责人一起到现场再次检查所做的安全措施,对具体的设备指明实际的隔离措施,证明检修设备确无电压,向工作负责人指明带电设备的位置和工作过程中的注意事项,并与工作负责人在工作票上分别签字以明确责任。完成上述手续后工作人员方可开始工作。

6) 开工会

工作负责人在与工作许可人办理了许可手续后,即向全体工作班人员交待工作内容、人员分工、带电部位和现场安全措施,进行危险点告知,并履行确认手续。

7) 工作间断、转移和终结

工作间断时,工作班人员应从工作现场撤出,所有安全措施保持不动,工作票仍由工作负责人执存,间断后继续工作,无需通过工作许可人。每日收工时,应清扫工作地点,开放已封闭的通路,并将工作票交回运行值班人员。次日复工时,应得到工作许可人的许可,取回工作票,工作负责人应重新检查安全措施是否符合工作票的要求,并召开现场班会后,方可工作。

8) 收工会

收工会就是工作一个阶段的小结。工作负责人向工作人员了解工作进展情况,其主要内容为工作进度、检修工作中发现的缺陷及处理情况,还遗留哪些问题,有无出现不安全情况以及下一步工作如何进行等。工作班人员应主动向工作负责人汇报:①对所布置的工作任务是否已经按时保质完成;②消除缺陷项目和自检情况;③有关设备的试验报告;④检修中临时短接线或拆开的线头有无恢复,工器具是否完好,是否已全部收回等情况。收工会后检修人员将现场清扫干净。

9) 工作终结

全部工作完毕后,工作班应清扫、整理现场。工作负责人应先做周密的检查,待全体工作人员撤离工作地点后,再向运行值班人员交待所修项目、发现的问题、试验结果和存在的问题等,并详细填写检修记录,向运行值班人员递交检修试验资料,并与运行值班人员共同对设备状态、现场清洁卫生工作以及有无遗留物体等进行检查。验收后,双方在在工作票上签字即表示工作终结,此时检修人员工作即告完成。

10) 工作票终结

运行值班人员拆除工作地点的全部接地线(由调度管辖的由调度发令拆除)和临时安全措施,并经盖章后工作票方告终结。

工作票流程图如下:填写工作票→签发工作票→接受工作票→布置安全措施→工作许可→工作开工→工作监护→工作间断→工作终结→工作票终结。

在执行工作票的程序中,与运行人员相关的环节主要有审核把关,布置安全措施,许可工作,工作间断、转移和终结,工作票终结等。

以上介绍的操作票、工作票就是人们常说的“两票”。

1.1.2.6 值班日志和运行日志

1. 值班日志

为了使值班人员及时掌握设备的运行情况,了解设备运行的历史及积累资料,值班控制室一般设有交接班记录本、倒闸操作登记本、工作票登记本、设备变更记录本、设备绝缘