

高职高专机电类专业统编教材
全国水利水电高职教研会组编

SHUIDIANCHANG JIDIAN SHEBEI
YUNXING YU GUANLI

水电厂机电设备 运行与管理

龚在礼 主编
李晓玲 余建军 主审



黄河水利出版社

高职高专机电类专业统编教材
全国水利水电高职教研会组编

水电厂机电设备运行与管理

主 编 龚在礼
副主编 杨和平 陈 尧 黄金楷 陈炳森
主 审 李晓玲 余建军

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书是高职高专机电类专业统编教材,是根据全国水利水电高职教研会制定的《水电厂机电设备运行与管理》课程教学大纲编写完成的。本书共分10个单元,重点介绍了水电厂机电设备运行与管理的规章制度、组织措施、技术措施,进水口闸门、主阀、水轮机与调速器的运行及事故处理,水轮发电机、励磁与保护装置的运行及事故处理,变压器与保护装置的运行及事故处理,配电装置中电气设备的运行及事故处理,电气主接线的操作及事故处理。此外,对厂用电系统与厂用电动机、油气水系统、直流电源与UPS电源系统、计算机监控系统的运行及事故处理等也做了简要的介绍。

本书可作为高等职业技术学院水电站动力设备与管理专业的机电运行教材,也可作为水电行业职工的在职培训教材或中等职业技术学校的教材,以及水电厂机电运行人员和管理人员的学习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

水电厂机电设备运行与管理/龚在礼主编. —郑州:黄河水利出版社,2009.4

高职高专机电类专业统编教材

ISBN 978-7-80734-598-5

I. 水… II. 龚… III. 水力发电站-机电设备-高等学校:技术学校-教材 IV. TV734

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第056581号

组稿编辑:简群 电话:0371-66026749 E-mail:w_jq001@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:hhsclbbs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:16.5

字数:380千字

版次:2009年4月第1版

印数:1—3 100

印次:2009年4月第1次印刷

定价:30.00元

前 言

本书是根据教育部《关于加强高职高专教育人才培养工作意见》和《面向 21 世纪教育振兴行动计划》等文件精神,以及由全国水利水电高职教研会拟订的教材编写规划,报水利部批准,由全国水利水电高职教研会组织编写的机电类专业统编教材。

本书各单元按水电生产流程进行编排,各单元内容按工作过程进行序化,使学生(或学员)的学习过程贴近日后的工作过程,达到“零距离”上岗的目的。本书是在学生(或学员)学完水电厂关于生产设备和系统的全部课程后,对学生(或学员)进行运行值班员的系统化、职业化的教育和训练,是学生(或学员)形成职业岗位能力的终端课程或出口课程。本书若在第五学期采用工学交替的形式教学或在第六学期的顶岗实习期间采用理论与实践一体的形式教学,则效果更佳。

本书可作为水利水电类高等职业技术学院、普通高等专科学校、成人高等学校相关专业的教材以及水电行业职工的在职培训教材,也可作为水电厂机电运行人员和管理人员的学习参考书。

本书由四川电力职业技术学院副教授龚在礼编写第二单元、第五单元、第九单元、第三单元第五节与第六节;四川电力职业技术学院讲师杨和平编写第四单元及第三单元第一节、第二节、第三节、第四节;映秀湾水力发电总厂工程师陈尧编写第一单元、第六单元和第七单元第一节与第二节;四川电力职业技术学院讲师黄金楷编写第十单元;广西水利电力职业技术学院讲师陈炳森编写第八单元以及第七单元第三节、第四节和第五节。全书由龚在礼副教授统稿。四川水利职业技术学院副教授李晓玲、余建军担任主审。

本书在编写过程中参阅了有关文献,特对相关文献的作者致以衷心的感谢。由于编者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

2009 年 1 月

目 录

前 言

绪 论	(1)
第一单元 水电厂机电设备运行管理任务与规章制度认知	(3)
第一节 机电设备运行任务、生产组织与调度认知	(3)
第二节 机电设备运行管理制度认知	(8)
第三节 事故处理一般原则认知	(26)
复习思考题	(29)
第二单元 进水口闸门、主阀、水轮机与调速器运行及事故处理	(30)
第一节 进水口闸门的运行与操作	(30)
第二节 主阀的运行及事故处理	(31)
第三节 水轮机的运行及事故处理	(35)
第四节 调速器的运行及事故处理	(46)
复习思考题	(54)
第三单元 水轮发电机、励磁与保护装置运行及事故处理	(56)
第一节 发电机的运行方式	(56)
第二节 水轮发电机组的验收	(58)
第三节 水轮发电机组的正常运行	(61)
第四节 水轮发电机常见故障及处理	(64)
第五节 发电机励磁装置的运行及事故处理	(70)
第六节 发电机保护装置的运行及事故处理	(78)
复习思考题	(81)
第四单元 变压器与保护的运行及事故处理	(83)
第一节 油浸式变压器结构	(83)
第二节 变压器的允许运行方式	(88)
第三节 变压器的验收及试验	(94)
第四节 变压器的正常运行操作、监视与维护	(96)
第五节 变压器保护运行与操作	(104)
第六节 变压器故障处理	(105)
复习思考题	(110)
第五单元 配电装置中电气设备的运行及事故处理	(112)
第一节 断路器的运行及事故处理	(112)

第二节	隔离开关的运行及事故处理	(120)
第三节	电流互感器的运行及事故处理	(123)
第四节	电压互感器的运行及事故处理	(126)
第五节	防雷装置与接地装置的运行及事故处理	(131)
第六节	母线与绝缘子的运行及事故处理	(134)
复习思考题		(136)
第六单元	电气主接线的操作及事故处理	(138)
第一节	电气主接线及其运行方式	(138)
第二节	电气一次系统的倒闸操作	(144)
第三节	电气主接线的事故处理	(162)
复习思考题		(163)
第七单元	厂用电系统与厂用电机的运行及事故处理	(165)
第一节	厂用电系统及其运行方式	(165)
第二节	厂用电系统的操作及事故处理	(167)
第三节	异步电动机的运行方式	(171)
第四节	异步电动机的操作及运行维护	(177)
第五节	异步电动机异常运行及事故处理	(181)
复习思考题		(191)
第八单元	油气水系统的运行及故障处理	(192)
第一节	油系统运行及事故处理	(193)
第二节	压缩空气系统运行及事故处理	(199)
第三节	技术供水系统运行及事故处理	(205)
第四节	排水系统运行及事故处理	(208)
复习思考题		(214)
第九单元	直流系统与 UPS 电源的运行及事故处理	(215)
第一节	直流系统的运行及事故处理	(215)
第二节	交流不停电电源(UPS)的运行及事故处理	(224)
复习思考题		(230)
第十单元	计算机监控系统的运行及事故处理	(232)
第一节	计算机监控系统概况	(232)
第二节	计算机监控系统基本运行规定	(234)
第三节	计算机监控系统的运行方式	(236)
第四节	计算机监控装置的运行监视和检查	(237)
第五节	计算机监控系统的基本操作	(238)
第六节	计算机监控系统的故障和事故处理	(244)
复习思考题		(245)

附录 1	第一种工作票	(246)
附录 2	第二种工作票	(248)
附录 3	事故应急抢修单	(250)
附录 4	水力机械工作票	(251)
附录 5	变电站(发电厂)倒闸操作票	(253)
参考文献		(254)

绪 论

一、水电站建设与发展概况

我国地域辽阔,地势西高东低,水力资源十分丰富,大小河流纵横交错,水电建设遍地开花,大、中、小型水电厂星罗棋布。资料显示,我国水能资源极其丰富,全国水能资源的蕴藏量为 6.8 亿 kW,其中可开发利用量为 3.7 亿 kW,居世界第一位。西南地区水力资源技术可开发量 2.57 亿 kW,占全国的 69.5%,仅四川省水力资源技术可开发量就达 1.03 亿 kW,占全国的 27.8%。中南地区水力资源技术可开发量 0.59 亿 kW,占全国的 15.9%。西北地区水力资源技术可开发量 0.37 亿 kW,占全国的 10%。西部地区水力资源技术可开发量 3.53 亿 kW,占全国的 95.4%。2000 年以来,由于国家实施西部大开发和西电东送工程,西部的水力资源迅速转变为水电资本,西部地区占尽了水电事业的天时、地利与人和,大、中、小型水电企业呈现出一派欣欣向荣的景象。

1912 年在昆明滇池石龙坝建立第一座水电站至今,我国小型水电站在全国已是星罗棋布,共有 44 273 座,总装机容量达到 2 202 万 kW,已建成的大、中型水电站有武强溪水电站、新安江水电站、葛洲坝水电站、二滩水电站和三峡水电站等。2001 年水电总装机容量已达 8 301 万 kW。2004 年 9 月底,中国水电装机容量突破 1 亿 kW 大关,占当时全国电力总装机容量的 25%,跃居世界第一位。截至 2007 年底,我国水电总装机容量已达到 1.45 亿 kW。

1994 年 12 月开工建设的长江三峡水电站,单机容量为 70 万 kW,装机 26 台,总装机容量达到 1 820 万 kW,是目前世界最大水电站——巴西伊泰普水电站的 1.4 倍。金沙江下游在建和规划建设的溪洛渡电站、向家坝电站、白鹤滩电站和乌东德电站总装机容量达 3 850 万 kW,相当于两个三峡电站。金沙江中游、上游还有 20 个梯级电站正在规划中,总装机容量可达 3 000 万 kW。金沙江最大支流雅砻江干流全长 1 571 km,流域面积 13.6 万 km²,天然落差 3 830 m,蕴藏水力资源极端丰富,是我国乃至世界罕有的绿色能源宝库。干流两河口至江口河段共拟建 11 个梯级电站,是我国能源发展规划的水电基地之一,总装机容量达 2 592 万 kW,其中已建成的二滩水电站总装机容量为 330 万 kW。这些电站的建设和投产运行,需要大量的高素质技能型人才。

二、水电站运行管理模式的历史沿革

当代水电站的岗位工作任务是宽口径的,它对岗位从业人员知识和技能的广度与深度要求都很高。20 世纪 70 年代以前,由于受设备和体制的限制,水电站中的机械运行和电气运行是分开的。80 年代以后,改革开放逐步深入,企业开始推进老设备改造和减员增效工作,许多电站开始实行机电运行一体化的运行管理模式,机械运行人员和电气运行人员同在一个中央控制室值班,但由于知识和技能结构不同,两部分人员各行其是。2000 年以后,新建电厂不断增多,老电厂技术改造不断完善,运行人员经过许多年的磨合,无论

是学水电站动力设备的,还是学发电厂及电力系统的,他们在经历生产实践和岗位培训以后,均能熟练地掌握水电厂机电运行的知识和技能。目前,水电站已经实现了真正意义上的机电运行一体化。所谓水电站机电一体化就是将传统的机械运行、电气运行合二为一,由一组人员对水电站的机械设备、电气设备进行全面监视、控制、操作、维护与故障处理的一种运行管理模式。从目前的趋势看,水电站运行岗位工作任务还有进一步扩大的趋势,譬如,机电运行人员还有可能承担设备维护、小修等职责。

同时,水力发电站、水电建设工程局属知识密集、技术密集型企业,随着水电站计算机监控技术、PLC 控制技术的广泛采用,水电站自动化程度的不断提高,新技术、新工艺、新设备在水电企业中得到广泛应用。而今,各水力发电企业都采用“无人值班、少人值守”的管理模式,人员精干且责任重大,工作难度极大,对运行操作人员的技能水平、分析与解决问题的能力,管理能力要求都很高。

三、水电站的主要设备及系统

由于目前水电站计算机监控系统的广泛应用,机电一体化和自动化程度极大提高,要求机电运行人员对机械设备和电气设备要同等重视,因此可将水电站的设备分为主设备和附属设备。主设备是直接进行水能、机械能、电能转换及控制水能、机械能、电能的机电设备的总称。如进水口闸门、主阀、水轮机、发电机、变压器、配电装置、线路等。这些设备在水电站中具有举足轻重的地位,一旦发生故障,将导致电能生产过程无法进行,给水电站电能生产带来重大经济损失。附属设备是指除主设备以外的全部机电设备,如调速器、励磁装置、同期装置、备用电源自动投入装置、自动重合闸装置、继电保护装置、油系统、水系统、气系统、厂用电系统和计算机监控系统等。这些设备和系统是保证主设备安全经济运行的不可缺少的设备,一旦发生故障,需及时处理,否则将危及主设备的安全运行,主设备与附属设备的关系如图 0-1 所示(为简化起见,厂用电系统和计算机监控系统未在图中画出)。

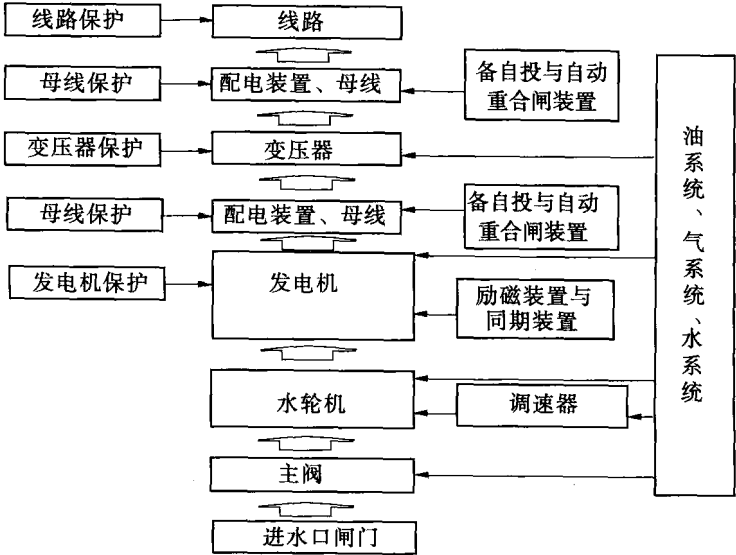


图 0-1 水电站主设备与附属设备关系图

第一单元

水电厂机电设备运行 管理任务与规章制度认知

主要岗位工作任务

工作票的使用、填写,操作票的填写、执行,运行交接班、巡回检查、设备定期切换和试验,事故处理入门。

电能是电力系统的产品,电能在整个“发、输、变、配、用”过程中是连续而同时完成的。因此,提供优质、可靠的电能是水电厂机电运行人员的基本任务,也是社会对电能质量的根本要求。这就要求机电运行人员在工作中遵守一系列的规章制度,保证电能生产的安全性和稳定性。

第一节 机电设备运行任务、生产组织与调度认知

机电运行是指水力发电厂在电能的生产过程中,机电运行值班人员对水力发电设备进行监视、控制、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;在故障情况下,对事故进行处理,保证水力发电厂和电力系统安全、稳定、优质、经济运行的一系列工作。

一、机电运行的主要任务

水电厂机电运行工作的主要任务就是“确保安全、经济、可靠、优质发供电”。

(一) 确保安全生产

由于电能不能大量储存,电力生产必须连续进行,发电、供电、用电要同时完成。这种生产方式,决定了发、供电必须有极高的可靠性和连续性。随着电网大机组的不断增多和电网规模的不断扩大,发、供电的可靠性就显得更加重要。如果一个大型水力发电厂发生事故,可以引起大面积停电,甚至造成整个电网瓦解,后果之严重是显而易见的。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。

(二) 确保电能质量

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,系统频率有一定的容许偏差,大容量系统允许频率偏差 ± 0.2 Hz,中、小容量系统允许频率偏差 ± 0.5 Hz。当系统负荷超过或低于电站出力时,系统频率就要相应地降低或升高。频率下降不仅会使机组的效率下降,而且对用户的影响极大。因此,机电运行人员要随时注意发电机频率和电压的表计指示值,当偏离额定值较多时,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的大小来调整电压,使频率和电压的变

化不超过容许偏差范围,以确保电能质量。

(三) 确保经济运行

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。在负荷的增加或减少时,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。对系统中的电能质量和有关设备运行的工作参数必须随时调整到规定允许值范围,以保持运行的经济性及稳定性。

(3)勤分析。对运行的设备状态随时进行分析、预想和总结,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,机电运行人员必须根据运行规程的规定,定时、定责、定岗地巡查对应的运行设备,发现设备缺陷,应及时消除。

二、电力系统的运行组织

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。

(一) 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、指导和协调的机构,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是5级调度管理模式,即国调、网调、省调、地调和县调。

(1)国调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级独立电网,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)省调是各省、自治区电力公司设立的电网中心调度所的简称。省调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)县调负责本县城乡供配电网络及负荷的调度管理。

(二) 水电厂运行值班单位

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班组由值长、运行正班、运行副班组成;无人值班方式的水电厂现场不设值守人员,少人值守方式的水电厂在现场设有一名或两名值守人员。

(三) 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。电网的运行由电网调度机构统一调度。

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。

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。

三、电力系统的调度原则

电力系统的发电、供电和用电是一个不可分割的整体。为了保障电力系统安全、经济运行,必须实行集中管理、统一调度。

一个完整的电力系统包括各种能源形式的发电厂、各种电压等级的变电站、输电线路和各种用电性质不同的用户,是一个涉及很多单位的复杂网络。统一调度管理要做到统一计划、统一调度、分层指挥、统一平衡电源和负荷,分配发电厂发电任务,指挥电力网络中各种倒闸操作,以实现整个电网的安全、经济运行。为此,需要将系统中各个单位调度管理范围的划分、运行方式的变更、倒闸操作、事故处理等各项要求用规程的形式确定下来,强制各有关单位统一执行,协作配合,共同努力保证电网的安全、经济运行,这就是制定调度规程的必要性。

调度规程本质上也是一种运行规程。它与一般设备运行规程的不同之处在于强调了各个部门和各级人员的运行责任,兼有技术规程和管理制度的双重性质,因此称做电网调度管理规程。

各级调度机构都应制定本部门管理范围内的调度管理规程。我国电力系统调度管理机构,是根据系统容量的大小、接线方式的繁简以及系统中行政管理体制的不同,由小到大,设置一级到多级调度机构。目前,我国有县级调度所、地区调度所、省级调度

所、电网总调度以及调度总局等 5 个层次。由于目前尚未形成全国性大电网,在多数地区,调度管理机构只有四级或三级。

调度机构是电网的生产运行单位,又是网局、省局、供电局的职能部门,代表网局、省局、供电局在电网运行工作中行使指挥权。各级调度在电力系统的运行指挥中是上下级关系。因此,按照下级服从上级的原则,下级调度机构制定的调度规程不应与上级调度部门制定的调度规程相矛盾,各发电厂和变电站的现场运行规程中涉及调度业务的部分,均应取得相应调度机构的同意,如有与调度规程相矛盾的条文,应根据调度规程原则予以修订。在跨省大区电网中,网调是最高调度管理机构;在省内电网中,中调(中心调度所简称)是最高调度管理机构。

调度规程中,对各级调度机构中的值班调度员,发电厂和变电站的值班长、班长、值班员的权限、职责都有明确的规定:

(1)各级调度机构的值班调度员在其值班期间是系统运行和操作的指挥人员,按照批准的调度范围行使指挥权。下级调度机构的值班员、发电厂值班长和电气班长、变电站值班员在调度关系上受上级调度机构值班调度员的指挥,接受上级调度机构值班调度员的调度命令。发布调度命令的值班调度员对其发布的调度命令的正确性负责。

(2)下级调度机构、发电厂、变电站的值班人员(值班调度员、值班长、值班员),接受上级调度机构值班调度员的调度命令后,应复诵命令,核对无误,并立即执行。调度命令的内容在调度端应记入调度日志,有条件时应予以录音。任何人不得干涉调度命令的执行。下级调度机构、发电厂、变电站的值班人员不执行或延迟执行上级值班调度员的调度命令,则未执行命令的值班人员和允许不执行命令的领导人均应负责。如值班人员认为接受的调度命令不正确,应对发布命令的上级值班调度员提出意见,如上级值班调度员重复他的命令,值班人员必须迅速执行;当调度命令威胁到人员、设备或系统的安全时,则值班人员应拒绝执行,并将拒绝执行的理由及改正命令的建议报告上级值班调度员和本单位直接领导人。

(3)发、供电单位领导人发布的命令,如涉及值班调度员的权限,必须经值班调度员的许可才能执行,但在现场事故处理规程内已有规定者除外。

(4)下级值班调度员及发电厂、变电站值班人员,在接班后应迅速向上级值班调度员汇报主要运行状况,上级值班调度员应将系统的有关情况和预定的有关工作向上述值班人员说明。

(5)当发电厂或电网发生异常运行情况时,下级调度机构、发电厂、变电站的值班人员,应立即报告上级值班调度员,以便在系统上及时采取防范措施,预防事故扩大。

(6)属于调度机构调度管理的设备,未经相应调度机构值班调度员的命令,发电厂、变电站或下级调度机构的值班人员不得自行操作(开、停、退出备用、检修、改变运行方式等)或自行命令操作,但对人员或设备安全有威胁者除外。上述未得到命令进行的操作,在操作后应立即报告相应调度机构的值班调度员。

(7)不属于上级调度机构调度管理范围内的设备,但其操作影响系统正常运行方式、通信、远动或限制设备出力时,则发电厂、变电站和下级调度机构只有得到上级调度机构的许可后才能进行操作。

(8)在系统事故或紧急情况下,上级值班调度员有权直接下令给厂、站值班员操作属于厂、站或下级调度管理的设备,厂、站值班员应立即执行,事后按管理体制向有关主管部门报告。

(9)严禁未经调度许可就在自己不能控制电源的设备上工作,即便知道这些设备不带电也不得进行工作。

(10)值班调度员应由有相当业务知识和现场实际经验的人员担任。值班调度员在独立值班前,需经培训和实习并经考试合格由主管局主管生产的领导批准后方可正式值班,并通知全系统。

调度规程的主要内容是各级调度人员的行为规范,对发电厂和变电站电气运行人员来说,执行调度规程的重点在于运行操作。

四、正确对待调度的操作命令

电网的电气设备实行三级调度。按照调度权力的划分,分别隶属总调度所(简称总调或网调)、中心调度所(简称中调)和地区调度所(简称区调)。设备归谁调度,倒闸操作时就由谁下令操作。

(一)调度的操作命令

操作命令分综合命令和具体命令。

1. 综合命令

倒闸操作只涉及一个发电厂或一个变电所或不必要观察对电网影响的操作,一般下综合命令。受令单位接受命令后负责组织具体操作,地线自理。

2. 具体命令

倒闸操作涉及两个及两个以上单位或新设备第一次送电,一般下具体命令。具体命令由调度按操作票内容逐项下达。每一项操作完成,接到回令,再下达下一项,直到操作全部结束。

(二)调度的操作命令执行原则

对待调度的操作命令,应按照下列原则:

(1)对于调度下达的操作命令,值班人员应认真执行。

(2)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)发现所下操作命令将直接威胁人身或设备安全时,则应该拒绝执行。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,并记入值班记录中。

(三)允许不经调度许可的操作

在紧急情况下,为了迅速处理事故,防止事故的扩大,允许值班人员不经调度许可执行下列操作,但事后应尽快向调度报告,并说明操作的经过及原因。

(1)直接对人员生命有威胁的设备停电或将机组停止运行。

(2)将已损坏的设备隔离。

(3)恢复厂用或站用电源或按规定执行《紧急情况下保证厂用电、站用电措施》。

(4)母线已无电压,拉开该母线上的断路器。

(5)将解列的发电机并列(指非内部故障跳机)。

(6)按现场运行规程的规定:①强送或试送已跳闸的断路器;②将有故障的电气设备紧急与电网解列或停止运行;③继电保护或自动装置已发生或可能发生误动,将其停用;④失去同期或发生振荡的发电机,在规定时间不能恢复同期,将其解列等。

第二节 机电设备运行管理制度认知

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,必须熟悉本单位的各种现场制度。

一、工作票制度

凡在水力发电厂生产现场进行检修、试验和安装等工作,都应填用工作票后执行,这就是工作票制度。

(一)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,履行工作许可手续以及工作间断、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。

(二)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或事故应急抢修单。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6种:①变电站(发电厂)第一种工作票;②电力电缆第一种工作票;③变电站(发电厂)第二种工作票;④电力电缆第二种工作票;⑤变电站(发电厂)带电作业工作票;⑥事故应急抢修单。

水力发电厂常用的是变电站(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要做安全措施者。

2. 填写第一种工作票的规定

(1)为使运行值班员能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24 h交给运行人员,临时工作可在工作开始前直接交给工作许可人。

(2)工作票中下列几项不能涂改:①设备的名称和编号;②工作地点;③接地线装设

地点;④计划工作时间。

(3)工作票应使用黑色或蓝色钢笔或圆珠笔填写与签发,一式两份,内容应正确、清楚,不能任意涂改。如有个别错、漏字需要修改,应使用规范的符号,字迹应清楚。用计算机生成或打印的工作票应使用统一的票面格式,由工作票签发人审核无误,手工或电子签名后方可执行。工作票一份应保存在工作地点,由工作负责人收执;另一份由工作许可人收执,按值移交。

(4)应在工作内容和工作任务栏内填写双重名称即设备编号和设备名称,其他有关项目可不填写双重名称。

(5)当工作结束时,如接地线未拆除,除允许值班员和工作负责人先行办理工作终结手续,将其中一份工作票退给检修部门(不填接地线已拆除)作为该项工作的终结外,要待接地线拆除、恢复常设遮栏后,才可作为工作票终结。

(6)当几张工作票合用一组接地线时,若其中有的工作终结,只要在接地线栏内填写接地线不能拆除的原因,即可对相应工作票进行终结,当这组接地线拆除后,恢复常设遮栏,方可给最后一张工作票进行终结。

(7)凡工作中需要进行高压试验项目,则必须在工作票的工作任务栏内写明。在同一电气连接部分发出带有高压试验项目的工作票后,禁止再发出第二张工作票;若确实需要发出第二张工作票,则原先发出的工作票应收回。

(8)用户在电气设备上工作,必须同样执行工作票制度。

(9)在一经合闸即可送电到工作地点的断路器及两侧隔离开关操作把手上均应挂“禁止合闸,有人工作”的警告牌。

(10)如工作许可人发现工作票中所列安全措施不完善,而工作票签发人又远离现场,则允许在工作许可人填写栏对安全措施加以补充和完善。

(11)值班人员在工作许可人填写栏内,不准许填写“同左”等字样。

(12)工作票应统一编号,按月装订,评议合格,保存一个互查周期。

(13)工作票要求进行的停电,装拆接地线,取、放控制回路熔断器等操作均需填写安全措施操作票,其内容、考核同倒闸操作票。

(14)计划工作时间与停电申请批准时间应相符。确定计划工作应考虑前、后留有0.5~1 h,作为安全措施的布置和拆除时间。若扩大工作任务而不改变安全措施,必须由工作负责人通过工作许可人和调度同意,方可在第一种工作票上增加工作内容。若需变更安全措施,必须重新办理工作票,履行许可手续。

(15)工作票签发人在考虑设置安全措施时,应按本次工作需要拉开工作范围内所有断路器、隔离开关及二次部分的操作电源,许可人按实际情况填写具体的熔断器和连接片。

工作地点所有可能带电的部分均应装设接地线,签发人注明需要装设接地线的具体地点,不写编号,许可人则应写接地线的具体地点和编号。

(16)工作地点保留带电部分和补充安全措施栏,是运行人员向检修人员交待安全注意事项的书面依据。

①检修设备间隔上、下、左、右、前、后保留带电部分和具体设备名称编号。如:×××隔离开关××侧有电。

②指明与保护工作地点相邻的其他保护盘的运行情况。

③其他需要向检修人员交待的注意事项。

(17)工作票终结时间在安全措施执行结束后,不得超过计划停电时间。工作票应在值班负责人全面复查无误签名后方可盖“已终结”章,向调度汇报竣工。

变电站(发电厂)第一种工作票填写见表 1-1,变电站(发电厂)第一种工作票格式见附录 1。

3. 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不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。

4. 填用第二种工作票的规定

(1)第二种工作票应在工作前交值班员。

(2)建筑工、油漆工和杂工等非电气人员在变电站内工作,如因工作负责人不足,工作票交给监护人,可指定本单位经安全规定考试合格的人员作为监护人。

(3)在几个电气部分上依次进行不停电的同一类型的工作时,可发给一张第二种工作票。工作类型不同,则应分别开票。

(4)注意事项栏内应填写的项目为:

①带电工作时重合闸的投、切情况。

②做保护定校、检查工作时,该套保护及母线有关连接的保护连接片的投、切情况。工作设备与其他相邻保护应用遮栏隔开的情况。

③在直流回路、低压照明回路或低压干线上工作时,电源开关及熔断器切除情况,按需要装设的接地线或挡板情况。

④在邻近运行设备工作时应注明设备运行情况,安全距离应以数字表示。

⑤在蓄电池室内工作,应提醒工作人员注意“禁止烟火”。在控制室、直流室或蓄电池室顶部工作时,下面应设遮拦布及注明其他注意事项。

⑥在高空作业时,应注明下层设备及周围设备运行情况。

⑦工作时防止事故发生的措施,不要笼统地写“注意”、“防止”等字样,如“防震动、防误跳、防误拔继电器、防跑错间隔”等,而应写明具体措施,如“加锁、切连接片”或“贴封条”等。

⑧带电拆引线时,应注明该引线是否带负荷的具体情况;进行带电测温、核相等工作时,应注明设备的运行情况。

⑨在水电厂内地面挖掘时,应注明地下电缆及接地装置情况。

变电站(发电厂)第二种工作票格式见附录 2。