

电气工程安装调试运行维护实用技术技能丛书

中小企业变电所 运行值班 电工技术技能

ZHONGXIAO QIYE BIANDIANSUO
YUNXING ZHIBAN
DIANGONG JISHU JINENG

白玉岷 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



电气工程 安装调试 运行维护 实用技术技能丛书

中小企业变电所 运行值班电工技术技能

白玉岷 等编著



机械工业出版社

本书以工程实践经验为主,并辅以扎实的理论基础,结合标准规范详细讲述中小企业 10kV、35kV 变电所运行值班电工的技术技能、运行维护技术及其作业质量管理监督、注意事项等,是从事变电所运行值班工作的必读之物。

本书主要内容有概论,基本技术技能及运行值班常识,常用电工检修测试仪表及仪器,电气设备、元件、材料的核算及选择,运行值班电工操作技术技能,变配电装置的电气线路,电气调整试验操作技能,厂用中心变电所的运行维护,运行值班电工作业质量管理与监督等。

本书适合从事变配电所运行值班、检修维护的技术人员、运行值班电工、电气技师阅读,也可作为青年电工培训教材及工科院校、职业技术学院电气专业师生的教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

中小企业变电所运行值班电工技术技能/白玉岷等编著. —北京:机械工业出版社,2012.2

(电气工程安装调试运行维护实用技术技能丛书)

ISBN 978-7-111-37263-9

I. ①中… II. ①白… III. ①变电所—电力系统运行 IV. ①TM63

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 013115 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:牛新国 责任编辑:牛新国 责任校对:张媛

封面设计:马精明 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2012 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·26 印张·1 插页·646 千字

0 001—3 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-37263-9

定价:69.80 元



凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
电话服务 网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

电气工程安装调试运行维护实用技术技能丛书

中小企业运行值班电工技术技能
变电所

主 编	编 委	白玉岷				
		刘 洋	宋宏江	陈 斌	高 英	
		张艳梅	田 明	桂 垣	董蓓蓓	
		武占斌	王振山	赵洪山	张 璐	
		莫 杰	田 朋	谷文旗	李云鹏	
		刘晋虹	白永军	赵颖捷		
		悦 英	赵颖捷	桂 垣		
主 审	审 问	李志强				
土建工程						
顾 问						
编写人员		范 锐	刘 伟	赵宏德	张利敏	
		李 君	王 建	王 明	高志平	
		马千里	志 农			

前 言

当前，我们的国家正处于改革开放、经济腾飞的伟大转折时代。在这样的大好形势下，我们可以看到电工技术突飞猛进的发展，新技术、新材料、新设备、新工艺层出不穷、日新月异。电子技术、计算机技术以及通信、信息、自动化、控制工程、电力电子、传感器、机器人、机电一体化、遥测遥控等技术及装置已与电力、机械、化工、冶金、交通、航天、建筑、医疗、农业、金融、教育、科研、国防等行业技术及管理融为一体，并成为推动工业发展的核心动力。特别是电气系统，一旦出现故障将会造成不可估量的损失。2003年8月美国、加拿大大面积停电，几乎使整个北美瘫痪。我国2008年南方雪灾，引起大面积停电，造成1110亿人民币的经济损失，这些都是非常惨痛的教训。

电气系统的先进性、稳定性、可靠性、灵敏性、安全性是缺一不可的，因此电气工作人员必须稳步提高，具有精湛高超的技术技能，崇高的职业道德以及对专业工作认真负责、兢兢业业、精益求精的执业作风。

随着技术的进步、经济体制的改革、用人机制的变革及市场需求的不断变化，对电气工作人员的要求越来越高，技术全面、强（电）弱（电）精通、精通技术的管理型电气工作人员成为用人单位的第一需求，为此，我们组织编写了《电气工程安装调试运行维护实用技术技能丛书》。

编写本丛书的目的，首先是帮助读者在较短的时间里掌握电气工程的各项实际工作技术技能，使院校毕业的学生尽快地在工程中能够解决工程实际设计、安装、调试、运行、维护、检修以及工程质量管理、监督、安全生产、成本核算、施工组织等技术问题；其次是为工科院校电气工程及自动化专业提供一套实践读物，亦可供学生自学及今后就业参考；第三是技术公开，做好电气工程技术技能的传、帮、带的交接工作，每个作者都是将个人几十年从事电气技术工作的经验、技术、技能毫无保留，公之于众，造福社会；第四是为刚刚走上工作岗位的电气工程及自动化专业的大学生尽快适应岗位要求提供一个自学教程，以便尽快完成从大学生到工程师的过渡。

本丛书汇集了众多实践经验极为丰富、理论知识精通扎实、能够将科研成果转化为实践、能够解决工程实践难题的资深高工、教授、技师承担编写工作，他们分别来自设计单位、安装单位、工矿企业、高等院校、通信单位、供电公司、生产现场、监理单位、技术监督部门等。他们将电气工程及自动化工程中设计、安装、调试、运行、维护、检修、保养以及安全技术、读图技能、施工组织、预算编制、质量管理监督、计算机应用等实践技术技能由浅入深、由易至难、由简单到复杂、由强电到弱电以及实践经验、绝活窍门进行了详细的论述，供广大读者，特别是青年工人和电气工程及自动化专业的学生们学习、模仿、参考，以期在技术技能上取得更大的成绩和进步。

本丛书的特点是实用性强，可操作性强，通用性强。但需要说明，本丛书讲述的技术技能及方法不是唯一的，也可能不是最先进、最科学的，然而按照本丛书讲述的方法，一定能将各种工程，包括复杂且难度大的工程顺利圆满地完成。读者及青年朋友们在遇到技术难题

时，只需翻阅相关分册的内容便可找到解决难题的办法。

从事电气工作是个特殊的职业，从前述分析可以得知电气工程及自动化工程的特点，主要是：安全性强，这是万万不容忽视的；专业理论性强，涉及自动控制、通信网络、自动检测及复杂的控制系统；从业人员文化层次较高；技术技能难度较大，理论与实践联系紧密；工程现场条件局限性大，环境特殊，如易燃、易爆等；涉及相关专业广，如机、钳、焊、铆、吊装、运输等；节能指标要求严格；系统性、严密性、可靠性、稳定性要求严密，从始至终不得放松；最后一条是法令性强，规程、规范、标准多，有 150 多种。电气工作人员除了技术技能的要求外，最重要的一条则是职业道德和敬业精神。只有高超的技术技能与高尚的职业道德、崇高的敬业精神结合起来，才能保证电力系统及自动化系统的安全运行及其先进性、稳定性、可靠性、灵敏性和安全性。

因此，作为电气工作人员，特别是刚刚进入这个行业的年轻人，应该加强电工技术技能的学习和锻炼，深入实践，不怕吃苦、不怕受累；同时应加强电工理论知识的学习，并与实践紧密结合，提高技术水平。在工程实践中加强职业道德的修养，加强和规范作业执业行为，才能成为电气行业的技术高手。本丛书的编写不是为了让读者去应付各种证件的考试，而是从中学习到解决电气工程中的实际问题的技术技能，增加实践的能力，也就是说电工技术技能高手不是考出来的，而是在工程实践中炼出来的。证件不能说明能力的高低，解决问题才是电工技术高手的真正考场。

在国家经济高速发展的过程中，作为一名电气工作者肩负着非常重要的责任。国家宏观调控的重要目标就是要全面贯彻落实科学发展观，加快建设资源节约型、环境友好型社会，把节能减排作为调整经济结构、转变增长方式的突破口。在电气工程、自动化工程及其系统的每个环节和细节里，每个电气工作者只要能够尽心尽责，兢兢业业，确保安装调试的质量，做好运行维护工作，就能够减少工程费用，减小事故频率，降低运行成本，削减维护开支；就能确保电气系统的安全、稳定、可靠运行。电气工作人员便为节能减排、促进低碳经济发展，保增长、保民生、促稳定做出巨大的贡献。

在这中华民族腾飞的时代里，每个人都有发展和取得成功的机遇，倘若这套《电气工程安装调试运行维护实用技术技能丛书》能为您提供有益的帮助和支持，我们全体作者将会感到万分欣慰和满足。祝本丛书的所有读者，在通往电工技术技能职业高峰的道路上，乘风破浪、一帆风顺、马到成功。

白玉岷

2012 年元月

目 录

前言

第一章 概论 1

- 一、基本概念及工作范围 2
- 二、运行值班电工应具备的基本条件 3
- 三、运行值班电工应掌握的技术技能 3
- 四、职业道德及作业行为总则 4

第二章 基本技术技能及运行值班

常识 6

- 一、电工基本技术技能 6
- 二、运行值班电工通用技术技能及常识 6

第三章 常用电工检修测试仪表及

仪器 24

- 一、便携式电工检修测试仪表的种类 24
- 二、钳形电流表的使用及注意事项 26
- 三、万用表的使用及注意事项 27
- 四、绝缘电阻表的使用及注意事项 28
- 五、接地电阻测试仪的使用及注意事项 30
- 六、场强仪的使用 31
- 七、单臂电桥的使用 31
- 八、万用电桥的使用 33
- 九、电压升压器的使用及耐压试验 34
- 十、电流升流器的使用及电流试验 43
- 十一、示波器及其使用 43
- 十二、晶体管特性图示仪 49
- 十三、双臂电桥的使用 60
- 十四、吸收比和极化指数的测量 61
- 十五、新型电测仪器及其使用 64
- 十六、电工仪器仪表的保管及检定周期 90

第四章 电气设备、元件、材料的

核算及选择 92

- 一、工业用电设备计算负荷核算的程序及方法 92
- 二、民用建筑用电负荷核算的程序及方法 98
- 三、电力变压器的选择 102
- 四、高压电器的选择 104
- 五、电力变压器保护装置的设置 106

六、输电线路保护装置的设置 106

七、电动机保护装置的设置 108

八、低压电器的选择 109

九、电动机起动器的选择 112

十、民用电器的选择原则 114

十一、导线、电缆、母线的选择 114

十二、自备电源的选择 128

十三、架空线路杆型、金具、绝缘子 及拉线的选择 132

十四、电工仪表的选择 141

十五、关于负荷电流的估算方法及应用 143

第五章 运行值班电工操作技术技能 144

一、电动机运行维护的规则及方法 144

二、低压配电装置运行要求 152

三、低压配电装置巡视检查、清扫 检修试验周期及内容 153

四、低压配电装置异常运行和故障 缺陷处理 155

五、低压电器运行维护注意事项 156

六、电力变流设备运行注意事项 157

七、观察法判断电气故障 160

八、电气线路故障处理方法与技巧 160

九、电动机故障处理方法与技巧 163

十、照明装置故障处理方法 166

十一、低压电器故障处理方法 167

第六章 变配电装置的电气线路 173

一、电气主接线图 176

二、电气总平面布置图 178

三、主控制室及小母线 182

四、35kV 主进线断路器控制及保护 二次回路原理图 182

五、35kV 主变压器控制及保护二次回 路原理图 186

六、35kV 电压互感器二次回路原理图 188

七、闪光装置原理图 190

八、直流系统绝缘及电压监察装置原 理图 190

九、中央信号系统接线原理图	191	六、调整试验注意事项	332
十、高压架空引出线路控制保护二次 回路原理图	193	七、新型微机继电器柜的调整试验	335
十一、二次回路接线图	195	八、调整试验中变配电装置故障判断及 处理	346
十二、10kV 变配电装置微机继电保护 装置电路解读	203	第八章 厂用中心变电所的运行维护 ...	353
十三、35/10kV 变配电装置微机继电 保护电路解读	206	一、运行值班电工及操作规程	353
十四、110/35kV 变配电装置微机继电 保护二次回路解读	256	二、中心变电所的巡视检查及维护	359
十五、新型具有微机控制保护装置高 压开关柜电路识读	282	三、运行记录和故障处理	384
第七章 电气调整试验操作技能	291	第九章 运行值班电工作业质量管理 与监督	386
一、10kV 变配电装置的调试	291	一、运行值班电工作业质量管理与监督 的总体要求	386
二、低压配电系统的调试	307	二、运行值班质量保证体系的建立	386
三、电动机及起动设备的调试	310	三、电气检修技术质量总体要求	387
四、电动机及变压器的抽心检查	323	四、变配电所检修技术规程	398
五、电气线路的试验	330	第十章 结束语	402
		参考文献	404

第一章 概 论

在近 200 多年的历史中，人类进步和文明的发展都围绕着一个核心，这就是电及电气工程技术的进步和发展。从 1800 年第一台伏打电池出现、1872 年西门子发明第一台转子发电机，1888 年特斯拉发明第一台感应电动机，1891 年第一条三相交流输电线路以及三相交流发电机，三相交流电动机和变压器的相继发明和使用，到 1904 年二极管、1906 年三极管、1940 年第一台模拟电子计算机、1943 年第一台数字电子计算机、1948 年晶体管、1954 年晶闸管整流器、1958 年第一块集成电路、1960 年单片运算放大器、1971 年第一块微处理器相继出现和大量生产，人类经历了电的发展和运用、电子管到大规模集成电路、运算放大器到计算机技术应用普及三大重要历程。如今，电气工程技术、计算机技术已经渗透到各个学科及领域，随着电子科学技术、通信技术、电子信息技术、自动化技术、控制工程技术、遥测遥控通信技术、生物医学技术、生物电磁技术、超导电工技术、纳米电工技术、电力电子技术、传感器技术、机器人技术、机电一体化技术、信息工程技术的发展，电气技术、计算机技术在机械、化工、冶金、交通、通信、航天、建筑、信息、生物医学、农业、金融、商业、教育、科研、经贸等行业扮演起了越来越重要的角色。同时在国家经济、军事、政治、商务、外交以及人民生活当中起着举足轻重的作用，占据非常显赫的位置。电气化程度如何已成为衡量一个国家、一个地区、一个城市是否发达和先进的首要标志。如今电气化发挥着越来越大、越来越重要的作用，除了空气、阳光、水及大自然以外，电已是人类生产、生活、生存当中最不可缺少、最亲密无间的伙伴了。如果没有了电或者是电气系统发生了故障，其将会给带来不可估量的损失。

由此看来，作为向电能用户分配电能的变（配）电所的安全性、可靠性及稳定性变得尤为重要。变（配）电所是国家电网与电能用户的第一个接线点，它的第一个作用是把电网的高电压经变压器变成用户需要的电压，这个过程一般是要经过一级或二级变电才能完成；第二个作用是把变电后的电能经开关装置分配到生产、生活、后勤、办公、公共用电系统中去；第三个作用就是其设备及运行人员必须保证变配电所的安全性、可靠性和稳定性，进而保证电能用户用电的安全性、可靠性和稳定性。可见，变配电所对于用户来讲是非常重要的。

作为放置变配电装置的变配电所，无论容量大小、电压高低、技术难易、环境优劣、条件好坏、造价高低，我们都应该把工程做得优上加优，好上加好，确保其安全、稳定、可靠运行，把事故停电率降到 1 次/年或者更小；使用户更为满意，从供电质量上让人们真正体会到“和谐、进步、繁荣、昌盛”，这是每个电气工作人员的责任，更是必须要做到的。

变配电所要达到上述要求并非难事，关键是设计人员、安装调试人员、运行维护人员怎么去做。因此，对设计人员、安装调试技术人员、运行维护人员的要求就不仅是技术技能及能力方面的要求，更重要的是职业道德以及各种规章制度的约束的要求。所以要想使一项变配电工程安全、稳定、可靠运行必须做到以下几点：

第一,设计人员拿出最优秀的设计,通过精心计算准确选择设备、元件、材料的规格、型号及整定参数,确保其稳定工作。

第二,安装调试人员作出最正确的施工组织设计,精心组织施工;对设计图样进行审核、核算,确定设备、元件、材料选择的正确性;对进场的设备、元件、材料进行测试试验,确保其质量、功能及可靠性,杜绝假冒伪劣产品进入安装工程;施工人员精心施工,实施质量监督,确保工程质量;精心进行系统调试,确保工程整体质量和送电试运行。

第三,运行维护人员尽心、尽责、准确、及时、认真执行运行维护的规章制度,遵守“勤、严、管”三大准则。

(1)勤就是对电气线路及电气设备的每一部分、每一参数勤检、勤测、勤校、勤查、勤扫、勤修。这里的勤是指按周期,只是各类设备周期不同而已。

除按周期进行清扫、检查、维护和修理外,还必须利用线路停电机会彻底清扫。检查、紧固及维护修理。

(2)严就是在运行维护及各类作业中,严格执行操作规程、试验标准、作业标准,并有严格的管理制度,现有各种规程、标准、制度 300 多种。

(3)管是指用电管理机构及组织措施,这个机构应该是具有权威性的,一般由电气专家和行政负责人组成,能解决处理有关设计、安装调试、运行维护及安全方面的难题,同时从上到下直至每个用电者应有一个强大的安全协作网,构成全社会管电用电的安全系统,这是保证安全运行的社会基础。

做好上述三条,系统就能可靠、安全、稳定运行。

作为电气工作人员,包括运行值班人员,无论职务大小、职称高低、工龄长短、技术技能好坏都应时时刻刻做到上述三点,确保个人的工作质量,并用职业道德约束自己,勇敢地承担个人从事过的工程的质量责任,也只有所有的从事电气工作的人员都能做到这点,系统的安全性、稳定性及可靠性才能得到可靠的保证。因此,要求电气工作人员不仅要加强技术技能,更要加强职业道德修养。

作为变电所运行值班人员必须在“勤、严、管”上下工夫,做到技术上精益求精,工作上兢兢业业,管理上尽心尽责,才能确保变配电所安全、可靠、正常、稳定地运行,这也是本书编写的初衷。

一、基本概念及工作范围

电工这个特殊工种从专业角度一般可细分为安装电工、调整试验电工、运行值班电工、检修电工、仪表电工、电器修理电工、维修电工、弱电电工等几种。其中,安装电工是指进行电气设备、线路安装的电工,有时也可分为外线电工(一次电工)和内线电工(二次电工);调整试验电工是指对电气设备、线路、元件、材料及其组成的工程实体进行参数测试、试验、调整的电工;运行值班电工是指对电气变配电装置及线路进行维护、保养、监视、监测、功能操作的电工;检修电工是指对电气系统或较大电气工程进行专项检修的电工;仪表电工是指电气系统中对测量、计量、检测设备或仪表进行安装、检定、校验、修理的电工;电器修理电工是指对电气设备、元件功能进行修复的电工,有时也称电钳工;弱电电工是指对弱电系统进行安装、调试、维护、保养、检修的电工。

运行值班电工又可分为电力部门(供电部门)的运行值班电工和企业变电所的运行值班电工两种。其中,电力部门(供电部门)的运行值班电工一般是指 750kV、500kV、300kV、

220kV、110kV 变电所的运行值班电工（特殊情况也包括 35kV 变电所）；企业变电所的运行值班电工一般是指 35kV、10kV 变电所及低压配电室的运行值班电工，本书只讲述中小企业变配电所值班电工的技术技能。

电力部门（供电部门）的运行值班电工专业性较强，分工精细。由于电压等级较高，管理严密，事故率低，运行稳定安全。而企业变电所运行值班电工技术要求全面，特别是低压用电系统是中小企业的重点，而管理上较电力部门差，事故较多。由于企业变电所直接面向生产，对企业的正常生产、经营运行有着决定性的作用。因此，对于企业变配电所应加大管理力度，提高运行值班人员的技术能力和职业道德，以确保变配电所的正常、安全、稳定运行。

中小型企业变配电所的运行值班电工的工作范围：

(1) 对变配电所的电气设备、仪表、线路、保护装置、安全装置及设施进行监视、巡检、记录，处理所内电气故障，并与供电部门调度沟通，适时操作所内电气设备。

(2) 对变配电所的电气设备进行测试、试验、调整，利用停电日进行设备的检修、更换、调整，有条件的要对设备进行修理。

(3) 对没有设置专职保全电工的车间、部门生产现场进行电气设备的巡视，及时处理电气故障，排除事故隐患，保证设备正常运行。

(4) 对企业公用线路、电缆、照明装置、接地装置、避雷装置等进行巡检、记录，处理故障，更换设备，保证安全运行及安全用电。

(5) 统筹企业用电情况、技术装备及人员能力并进行技术分析。

二、运行值班电工应具备的基本条件

(1) 具有电工执业资格证和安全技术操作证，并且技术技能熟练。

(2) 热爱电工工作，求知欲强，有事业心和责任心，对工作认真负责、一丝不苟、兢兢业业。

(3) 具有或相当于高中文化程度或以上文化程度，实践经验丰富，没有安全事故记录。

(4) 沟通能力较强、善于处理相关事务。

(5) 班前、班中没有饮酒习惯者。

同时还应具备以下条件：

(1) 热衷于深入实践、不怕吃苦受累、钻研电气工程的安装调试、运行维护、检修修理等电气作业及其相关专业技术技能者。

(2) 热衷于电工理论、电子技术、微机技术学习并与实践相结合，同时能解决实践中具体技术难题者。

(3) 热衷于新材料、新设备、新技术、新工艺的学习及推广，并在实践中小有成效者。

(4) 对电工技术工作精益求精者。

(5) 具备运行值班电工职业道德规范及作业行为总则者。

三、运行值班电工应掌握的技术技能

(1) 35/10kV 及以下变配电所安装调试、运行维护及其设备的检修修理技术。

(2) 电工测试、试验仪器仪表的使用、保养及电气工程调试技术。

(3) 电工常用计算及设备、元器件、材料的选择。

(4) 中小型电力变压器及开关设备、继电保护、电动机安装调试、运行维护及其检修修理技术、故障排除技术。

(5) 电工读图方法及技巧, 熟练掌握变配电所主回路、二次回路及其他相关图样, 并有分析技术、技能、技巧。

(6) 变配电所设备、元件、材料的测试及试验。

(7) 电工安全技术及现场实施。

(8) 钳工、起重工、焊工基本技术技能。

(9) 电工技术及变配电所运行相关文件、资料的编写及汇总。

四、职业道德及作业行为总则

(1) 热爱运行值班电工这个职业, 有事业心、责任心, 并为之付出自己所有的精力和智慧。

(2) 对技术精益求精, 一丝不苟, 在实践中不断学习进取, 提高技术技能, 从理论上要不断充实自己。

(3) 对工作认真负责, 兢兢业业, 电气工作必须做到测试和接线准确无误, 连接紧密可靠, 做到滴水不漏。

(4) 电气及运行工作中, 当感到自己不能胜任工作时, 应该虚心向他人或书本求教, 严禁胡干蛮干, 杜绝敷衍了事。

(5) 电气及运行工作要干净利落, 美观整洁, 作业完毕后要清理现场, 及时将遗留杂物清理干净, 避免污染环境, 杜绝妨碍他人或运行。

(6) 任何时候、任何地点、任何情况, 电气及运行操作必须遵守安全操作规程, 设置安全措施, 保证设备、线路、人员和自身的安全。时刻做到质量在我手中, 安全在我心中。

(7) 运行维护保养必须做到“勤”, 要防微杜渐, 巡视检查, 对线路及设备的每一部分、每一参数要勤检、勤测。勤校、勤查、勤扫。勤紧、勤修, 把事故、故障消灭在萌芽状态。勤就是要制定巡检周期, 当天气恶劣、负荷增加时要增加或加强巡视检查。

(8) 运行维护保养修理的过程中必须做到“严”, 要严格要求, 严格执行操作规程、试验标准、作业标准、质量标准、管理制度及各种规程、规范及标准, 严禁粗制滥造, 杜绝假冒伪劣产品进入电气工程。

(9) 对用户诚信为本、终身负责、热情耐心、不卑不亢。进入用户地点作业时必须遵守用户的管理制度, 做好质量、工期、环保、安全工作。

(10) 积极宣传指导用电、节电技术, 制止用电中的不当行为和错误做法。

(11) 电气作业前、电气作业中严禁饮酒。

(12) 电气作业中要节约每一米导线、每一颗螺钉、每一个垫片、每一团胶布, 严禁大手大脚, 杜绝铺张浪费。不得以任何形式将电气设备及其附件、材料、元器件、工具、电工配件赠予他人或归为己有。

(13) 凡自己使用的电气设备、材料、元器件及其他物件, 使用前应认真核实其使用说明书、合格证、生产制造许可证, 必要时要进行通电测试或检测, 杜绝假冒伪劣产品混入电气系统。

(14) 凡是自己参与检修/安装/调试的较大项目, 应建立相应的技术档案, 对相应记

录、相关数据和关键部位的内容，做到心中有数，并按周期回访、掌握设备的动态。

(15) 认真学习电气工程安全技术，并将其贯彻于运行/安装/调试中去，对用户、对设备、对线路的安全运行负责。

(16) 具有良好的工作习惯和学习习惯，勤于总结，善于分析。将运行工作中有关事务详细记录，进行分析总结，虚心向同行学习，进一步提高和充实技术技能和实践经验。

第二章 基本技术技能及运行值班常识

运行值班电工首先是电工，因此必须具备电工的基本技能，然后具备运行值班的技术技能。

一、电工基本技术技能

1. 常用电工作业工具的使用
2. 导线的连接工艺及技术要求
3. 常用电工安全用具及器械的使用
4. 电工常用检修测试仪表的使用
5. 攀登杆、塔技能技巧
6. 钳工、焊接、测量、吊装、运输基本操作技能
7. 常用电气设备安装要点及工艺方法
8. 电气故障判断及处理方法
9. 电气读图程序、要点、方法
10. 常用电气设备、元件的选择及接线
11. 常用电测量计量仪表与接线
12. 常用电气设备的测试及试验

上述内容我们已在本丛书《电工实用技术技能》分册中进行了讲述，敬请读者参阅，有些内容将在后续章节中进行精讲，以促进运行值班电工技术技能的提高。

二、运行值班电工通用技术技能及常识

（一）一般常识

1. 35kV 及以上供电电压正负偏差的绝对值之和不超过额定电压的 $\pm 10\%$ 。10kV 及以下供电电压正负偏差的绝对值之和不超过额定电压的 $\pm 7\%$ 。220V 单相供电电压正负偏差为额定电压的 $7\% \sim 10\%$ 。

2. 线路停电操作的顺序是，先停一次设备，即先断开该线路断路器，然后拉开断路器两侧隔离开关，隔离开关先拉负荷侧，后拉母线（电源）侧，其目的是从程序上防止带负荷拉隔离开关。最后停保护、自动装置，使操作过程中不失去保护。

3. 线路送电操作的顺序是，先投入保护、自动装置，使操作过程中带有保护。再合上线路断路器两侧隔离开关，先合母线（电源）侧，后合负荷侧，最后合上断路器。其目的是从程序上防止带负荷合隔离开关。

4. 变压器在充电状态下及停送电操作时，必须将其中性点接地开关合上。中性点接地开关合上的主要目的是防止单相接地产生过电压和避免产生某些操作过电压。变压器送电时，先合电源侧断路器，停电时先断开负荷侧断路器。500kV 联络变压器，一般在 220kV 侧停（送）电，在 500kV 侧解（合）环。

5. 线路停电操作时，先断开中间断路器，后断开母线侧断路器；拉开隔离开关时，由负荷侧逐步拉向母线侧。送电操作与此相反。正常情况下，先断开（合上）中间断路器都

没有关系，之所以要遵循一定顺序，主要是为了防止停、送电时发生故障，导致同串的线路或变压器停电。

6. 有多电源或双电源供电的变电站，线路合环时，要经过同期装置检定，并列点电压相序一致，相位差不超过允许值，电压差不得超过下面数值：220kV 线路一般不超过额定电压的 20%。500kV 线路一般不超过额定电压的 10%，最大不超过 20%。频率误差不大于 0.5Hz。新投入或线路检修后可能改变相位的，在合环前要进行相位校对。

7. 倒母线操作时，母联断路器应合上，并断开母联断路器操作电源。这是因为若倒母线过程中由于某种原因使母联断路器分闸，此时母线隔离开关的拉、合操作实质上就是对两条母线进行带负荷解列、并列操作，在这种情况下，因解列、并列电流较大，隔离开关灭弧能力有限，会造成弧光短路，从而引起母线短路事故。因此，母联断路器在合闸位置取下操作电源，可以保证倒母线过程中母线隔离开关等电位，是重要技术措施。

8. 断路器操作前应注意事项：

(1) 操作前应检查控制回路、辅助回路控制电源、液压回路是否正常，储能机构已储能，即具备运行操作条件；

(2) 油断路器的油色、油位应正常；SF₆ 断路器气体压力和空气断路器储气罐压力应在规定范围之内；

(3) 长期停运的断路器在正式执行操作前应通过远方控制方式进行试操作 2~3 次，无异常后，方能接操作票拟定方式操作；

(4) 断路器检修后恢复运行时，所设置安全措施已拆除；

(5) 操作前，投入断路器有关保护和自动装置；

(6) 操作前，断路器分、合闸位置指示正确。

9. 断路器操作中和操作后注意事项：

(1) 操作过程中，应同时监视有关电压、电流、功率等表计指示，以及断路器控制把手指示灯的变化；

(2) 操作控制把手时，用力不能过猛，防止损坏控制把手；

(3) 断路器合闸后应检查其内、外部有无异常和异味；

(4) 操作后，分、合闸位置指示正确，三相一致；

(5) 利用监控机选线操作的，应检查选线是否正确。

10. 就地操作断路器的基本要领是，要迅速、果断。就地操作断路器的方式适用于线路无运行负荷，有条件时应该做好防止断路器出现故障而威胁人身安全的有关措施。运行中的断路器禁止手动慢分、慢合的就地操作。

11. 主变压器在运行中，当值运行人员应根据控制盘上的仪表（电流表、电压表、有功表、无功表、温度表等）来监视变压器的运行情况，使负荷电流不超过额定值，电压不能过高，温度在允许的范围内等，并每小时记录表计参数一次。若变压器在过负荷下运行，除应积极采取措施（如改变运行方式或降低负荷等）外，还应加强监视，并将过负荷情况记录在配电盘运行日志及有关记录簿中。

12. 变压器外壳接地主要是保障人身安全。当变压器的绝缘损坏时，变压器外壳就会带电，如果有了良好、正确的接地措施，变压器的漏电电流将通过外壳接地装置导入大地中，可以避免人身触电事故。

变压器外壳接地装置的要求：

(1) 大于 100kVA 的变压器接地电阻为 4Ω 以下；小于 100kVA 的变压器的接地电阻为 10Ω 以下。

(2) 接地体与接地线应焊接牢固，接地线与变压器外壳必须用螺栓固定。

(3) 接地体采用圆钢时，其直径应不小于 8mm，采用扁钢时，其截面积应不小于 $4\text{mm} \times 12\text{mm}$ 。

13. 一般大型电力变压器都装有电接点压力式信号温度计，它装在变压器油箱外，便于监视变压器的上层油温情况。当油温上升到限值位置时，表的接点便把电路接通，开动风扇或发出信号。

14. 变电所的倒闸操作主要内容如下：

(1) 电力线路的停、送电操作；

(2) 电力变压器的停、送电操作；

(3) 发电机的起动、并列和解列操作；

(4) 电网的合环与解环；

(5) 母线接线方式的改变（倒母线操作）；

(6) 中性点接地方式的改变；

(7) 继电保护自动装置使用状态的改变；

(8) 接地线的安装与拆除。

15. 分相隔离开关，分闸操作时先拉中相，后拉边相。合闸操作时先合边相，后合中相。

16. 在操作有远方操作的隔离开关时，不得在带电压的情况下就地手动操作，以免失去电气闭锁，或因分相操作引起非对称开断，影响继电保护的正常运行。

17. 隔离开关操作后，应到现场检查其实际位置，以免传动装置或控制回路有故障，出现拒分或拒合。同时检查触头的位置应正确，即合入后，工作触头应接触良好；拉开后，断口张开的角度或拉开的距离应符合要求。

18. 断路器的操作要求如下：

(1) 拉、合控制开关，不得用力过猛或操作过快，以免合不上闸；

(2) 根据断路器机械指示位置、仪表指示、“红、绿灯”指示，检查判断断路器触头的实际位置与外部指示应一致；

(3) 对于外壳带电的断路器，倒闸操作时应与其保持安全距离，间隔门或围栏不得随意打开；

(4) 断路器合闸送电或跳闸试送，人员应远离现场，以免带故障合闸造成断路器损坏，发生意外。

19. 变压器自动跳闸，运行人员应立即检查以下方面：

(1) 根据保护掉牌或信号、事件记录器或其他监视装置的显示或打印记录等，判断是什么保护动作；

(2) 变压器跳闸时的负荷。油面、温度、油色、有无喷油、冒烟火、瓷套管闪络破裂，释压阀或防爆管动作，或其他明显故障迹象，气体继电器有无气体；

(3) 跳闸的外部现象，如保护区内区外的短路故障，合闸励磁涌流等；

(4) 故障录波器的波形。

在检查的同时,如有备用变压器,可按现场规程规定及调度值长的命令,将备用变压器投入运行。

20. 断路器合闸前应检查的项目:

- (1) 油色、油位指示应正常;
- (2) 断路器是否在分闸位置;
- (3) 断路器两侧隔离开关是否已合好;
- (4) 断路器的分合闸位置指示器是否指示在“分”上;
- (5) 断路器操作电源与合闸电源是否正常并已投入;
- (6) 有关保护和自动装置是否按规定投入或解除。

21. 断路器合闸后应检查的项目

- (1) 断路器是否已合好;
- (2) 断路器分合闸位置指示器是否指示在“合”上;
- (3) 电流、电压表的指示是否正常,负荷分配是否得当;
- (4) 断路器内部是否有不正常的声音或气味;
- (5) 应投入或断开的保护与自动装置运行是否正常、准确。

22. 避雷器正常巡视内容:

(1) 巡视阀型及磁吹避雷器内容如下:

1) 瓷质应清洁、完整无损、无闪络痕迹;

2) 导线、接地引下线应有足够的截面,导线不得过紧或过松、接触应良好,不锈蚀、无烧伤痕迹;

3) 铸铁和胶合剂无裂纹,漆皮不脱落;

4) 组合式避雷器上下各节应垂直,不倾斜;

5) 均压环无损伤,环面应保持在水平位置;

6) 基础座和瓷套、瓷垫应完整无损;

7) 放电记录器应完整无损,内部不进潮(从玻璃窗上检查),各元件正常,动作指示应正确;

8) 低放式布置的避雷器,遮栏内无杂草,防止高草将瓷套短接;

9) 拉线吃劲要均衡,无过紧、过松现象,拉线本身无严重锈蚀和断股现象;

10) 每年雷雨季前应进行一次全面检查和预防性试验,并及时投入运行,雷雨季后要退出运行,磁吹型避雷器则应常年投入运行。

(2) 管型避雷器的巡视内容:

1) 安装要牢固,角度要符合要求。外部间隙应无严重烧损,间隙距离应保持不变,刮风时间隙基本保持稳定;

2) 管子表面不应有脱皮、裂纹及烧痕,喷口上金属网应完整;

3) 接地引下线无严重锈蚀或损伤,靠地面部分应不腐蚀和断线,地中接地体不应被掘出暴露在地表外面;

4) 动作指示器应完整,动作指示应正确;

5) 雷雨季后断开的接地引下线,雷雨前是否已接好,并检查接触是否良好;