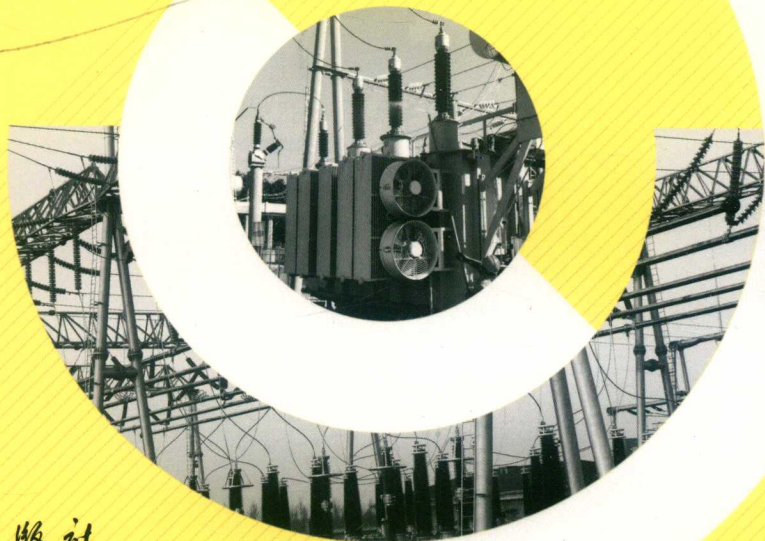


电网企业**劳模培训**系列教材



500kV 变电运维

国网浙江省电力有限公司 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

电网企业**劳模培训**系列教材



500kV 变电运维

国网浙江省电力有限公司 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书是“电网企业劳模培训系列教材”之《跟着劳模学 500kV 变电运维技能》分册,采用“项目—任务”结构进行编写。以劳模跨区培训为对象,按所需掌握的专业知识要点、技能要点、典型案例三个层次进行编排,内容主要包括七个项目章节,分别是巡视技能、倒闸操作、变电工作许可终结、一次设备验收及典型异常分析、二次设备验收及异常处理、二次回路及故障录波读图、改扩建工程运维相关工作等。教材内容主要来源于现场实际工作的多年总结,通过循循善诱的技能点解析、形象生动的图文展示,对 500kV 变电运维各主要部分工作进行有序、详实的讲解,深度解析变电运维工作中的各个关键环节、重点技能等。

本书可供变电运维、变电检修等技术人员及相关工程管理人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

500kV 变电运维 / 国网浙江省电力有限公司组编. —北京: 中国电力出版社, 2019. 1

(电网企业劳模培训系列教材)

ISBN 978-7-5198-2772-4

I. ① 5… II. ① 国… III. ① 变电所—电力系统运行—技术培训—教材② 变电所—检修—技术培训—教材 IV. ① TM63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 294920 号

出版发行: 中国电力出版社

地 址: 北京市东城区北京站西街 19 号 (邮政编码 100005)

网 址: <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑: 刘丽平 (010-63412342)

责任校对: 王小鹏

装帧设计: 赵姗姗

责任印制: 石 雷

印 刷: 北京时捷印刷有限公司

版 次: 2019 年 1 月第一版

印 次: 2019 年 1 月北京第一次印刷

开 本: 710 毫米 × 980 毫米 16 开本

印 张: 15.5

字 数: 219 千字

印 数: 0001—2000 册

定 价: 63.00 元

版权专有 侵权必究

本书如有印装质量问题, 我社营销中心负责退换

编 委 会

主 编 董兴奎 朱维政

副主编 徐 林 黄 晓 俞 洁 徐汉兵
王 权 赵春源

编 委 郭云鹏 张仁敏 韩霄汉 吴 臻
赵汉鹰 崔建业 张 平 董建新
郭建平 李建宇 周晓虎 肖龙海
王文廷 董绍光

编 写 组

组 长 吴金祥

副组长 程 泳

成 员 严朝阳 鲍晓峰 黄 巍 赵晓剑
李伟勇 万杭平 罗茂嘉 蔡志浩
张 浩 胡振宇



丛书序

国网浙江省电力有限公司在国家电网公司领导下，以努力超越、追求卓越的企业精神，在建设具有卓越竞争力的世界一流能源互联网企业的征途上砥砺前行。建设一支爱岗敬业、精益求精、创新奉献的员工队伍是实现企业发展目标、践行“人民电业为人民”企业宗旨的必然要求和有力支撑。

国网浙江公司为充分发挥公司系统各级劳模在培训方面的示范引领作用，基于劳模工作室和劳模创新团队，设立劳模培训工作站，对全公司的优秀青年骨干进行培训。通过严格管理和不断创新发展，劳模培训取得了丰硕成果，成为国网浙江公司培训的一块品牌。劳模工作室成为传播劳模文化、传承劳模精神，培养电力工匠的主阵地。

为了更好地发扬劳模精神，打造精益求精的工匠品质，国网浙江公司将多年劳模培训积累的经验、成果和绝活，进行提炼总结，编制了《电网企业劳模培训系列教材》。该丛书的出版，将对劳模培训起到规范和促进作用，以期加强员工操作技能培训和提升供电服务水平，树立企业良好的社会形象。丛书主要体现了以下特点：

一是专业涵盖全，内容精尖。丛书定位为劳模培训教材，涵盖规划、调度、运检、营销等专业，面向具有一定专业基础的业务骨干人员，内容力求精练、前沿，通过本教材的学习可以迅速提升员工技能水平。

二是图文并茂，创新展现方式。丛书图文并茂，以图说为主，结合典型案例，将专业知识穿插在案例分析过程中，深入浅出，生动易学。除传统图文外，创新采用二维码链接相关操作视频或动画，激发读者的阅读兴趣，以达到实际、实用、实效的目的。

三是展示劳模绝活，传承劳模精神。“一名劳模就是一本教科书”，从

书对劳模事迹、绝活进行了介绍，使其成为劳模精神传承、工匠精神传播的载体和平台，鼓励广大员工向劳模学习，人人争做劳模。

丛书既可作为劳模培训教材，也可作为新员工强化培训教材或电网企业员工自学教材。由于编者水平所限，不到之处在所难免，欢迎广大读者批评指正！

最后向付出辛勤劳动的编写人员表示衷心的感谢！

丛书编委会



前 言

大力弘扬和培育劳模精神、工匠精神，是我们中国特色社会主义新时代正在呼唤的精神。劳模，代表着所在专业工作领域的高贵品质和卓越技能。《500kV 变电运维》是国网浙江省电力有限公司组编的“电网企业劳模培训系列教材”丛书的分册之一。希望读者通过劳模经验和技能的分享，能够提升变电运维现场工作的安全性、规范性和高效性，为坚强智能电网的建设贡献力量。

本分册是吴金祥劳模三十多年来运维工作经验的总结，也融合了多年来运维技能的教学经验。本分册共分为七个项目章节，主要以 500kV 变电运维岗位需要掌握的技术技能展开阐述，以项目为主线，以技能任务为单元，将运维工作的重要技能点以图文并茂的形式，深入浅出地进行解析，并在每一任务单元中通过典型案例的分析，让读者能更加深入地理解相关知识和技能点。

本书在编写过程中得到了徐街明、吕毅、程铨、李飞雁、陈德、潘科等专家的大力支持，在此谨向参与本书审稿、业务指导的各位领导、专家和有关单位致以诚挚的感谢！

由于编者水平有限，望广大同行不吝赐教，及时指出本书的疏忽和不足，使之不断完善。

编 者

2019.1

责任重于泰山 安全护航卅年

——记国家电网有限公司劳动模范吴金祥

吴金祥

浙江电网第一代超高压人，国网浙江省电力有限公司检修分公司瓶窑运维站瓶窑运维班班长，负责4座500kV变电站运行维护工作。他勤勉实干，无私奉献，潜心育人，30多年来多次荣获省公司先进个人、优秀共产党员、优秀班组长及国家电网公司优秀班组长等称号，其所在班组相继获得全国电力行业优秀班组、浙江省安全生产十佳班组、省电力行业标杆班组、省电力公司五星级班组、国家电网公司优秀班组等诸多荣誉称号。



爱岗敬业，以站为家。随着电网不断发展，所辖变电站改扩建工程连年不断，吴金祥总是奔跑在改、扩建工程的前方。运维工作细小繁杂却责任重大，设备参数收集录入，工程工作票许可把关及安全监督，改、扩建工程典型操作票及运行规程修订，标识标牌更换等运维准备工作，事无巨细，无不倾注着吴班长的心力。每当所辖变电站有重大设备异常应急事件，他总是第一时间出现在现场，镇定指挥，妥善处理。他会把每一次异常事件都整理收集，作为值班员对类似事件的处理参考，作为新人培养的教学案例。

见证变革，开拓创新。他从1985年参加工作，历经浙江省首座500kV瓶窑变电站的投产运行，到后续多座500kV变电站的拔地而起，一直默默奋斗在超高压电网生产一线，见证并参与了改革开放以来电网蓬勃发展的辉煌历史。每次新技术应用，体制机制管理变革，他总是带着他的班组迎难而上，开拓进取，成为各种试点落地的先行官。国家电网公司示范性科技项目——线路故障电流限制器的落地投

运，国家电网公司首创就地化保护的落地试点，500kV 变电站无人值守模式试点，倒闸操作优化操作试点，运维一体项目开拓试点等，都圆满完成并赢得同行赞誉。瓶窑变电站的运维创新工作，引领着500kV 变电站运维工作不断深入前行。

孜孜不倦，潜心育人。瓶窑变电站作为浙江首座500kV 变电站，是全省500kV 变电运维技术的摇篮，吴金祥则是运维培训工作的负责人、首席讲师。多年来承接其他地区新站投产技术培训、新人入职培训，省公司变电运维跨地区培训，西藏500kV 变电站筹建人员培训、浙大电力系统自动化专业大学生现场实习等。多年来许多从瓶窑变电站培训基地走出去的人员，都已成为各座500kV 变电站的技术骨干、班组长或其他安全技术管理岗位上的专职和领导。吴金祥被授予省公司劳动模范后，组建劳模工作室。因培训业绩突出，2011年4月劳模工作室被国网浙江省电力公司正式命名为“吴金祥劳模技能教学点”，2014年1月劳模工作室被国网浙江省电力公司命名为“吴金祥劳模创新工作室”，2015年1月被国网浙江省电力公司评为“A级劳模创新工作室”，2016年被国网浙江省电力公司评为“劳模创新工作室示范点”。



目 录

丛书序

前言

项目一 巡视技能	1
任务一 巡视技能之“望”	2
任务二 巡视技能之“闻”	8
任务三 巡视技能之“问”	10
任务四 巡视技能之“听”	14
任务五 巡视技能之“切”	18
任务六 巡视技能之“测”	21
项目二 倒闸操作	27
任务一 操作前准备	28
任务二 接令、唱票、复诵、检查	32
任务三 验电、挂接地线、使用万用表	39
任务四 异常判断及注意点	43
项目三 变电工作许可、终结	47
任务一 票面审核	48
任务二 安全措施布置	53
任务三 工作许可及过程	56
任务四 工作终结	61
项目四 一次设备验收及典型异常分析	65
任务一 断路器关键点验收	66
任务二 隔离开关关键点验收	73
任务三 气体全绝缘封闭组合电器关键点验收	77

任务四	变压器关键点验收	83
任务五	互感器关键点验收	88
任务六	一次设备典型异常分析	91
项目五	二次设备验收及异常处理	101
任务一	继电保护设备验收	102
任务二	监控自动化设备验收	111
任务三	继电保护设备典型异常处理	119
任务四	监控自动化设备典型异常处理	130
项目六	二次回路及故障录波读图	137
任务一	电流回路、电压回路读图	138
任务二	断路器分合闸回路	144
任务三	保护开入开出回路	147
任务四	失灵、重合闸及闭锁重合闸回路	154
任务五	隔离开关控制回路	157
任务六	故障录波读图	159
任务七	典型故障波形特征	170
项目七	改扩建工程运维相关工作	177
任务一	改扩建工程运行规程及典型操作票的编写	178
任务二	改扩建相关设备标志、标签命名及装贴	189
任务三	改扩建工程运维相关安全管控	198
任务四	改扩建工程启动前、后运维工作	214
任务五	改扩建工程的消防、安防、防小动物管理	222

电网企业劳模培训系列教材 500kV变电运维

项目一 巡视技能

➤ 【项目描述】

本项目包含变电设备巡视采用的望、闻、问、听、切、测六项技能要领。通过巡视知识点介绍、关键技能点讲解及相关案例分析，了解不同巡视技能的基本要求；熟悉巡视的重点、关键点和注意事项；掌握判断设备异常的方法要领。

任务一 巡视技能之“望”

➤ 【任务描述】

本任务主要讲解如何通过视觉巡视发现设备缺陷。通过图解示意的方式，了解巡视中需要看什么，熟悉不同设备部位的不同看法，掌握看到的异常状态的判断方法。

➤ 【知识要点】

眼勤：在巡视设备时，要眼观六路，充分利用眼睛，从设备的外观发现跑、冒、滴、漏，通过设备甚至各部位的位置、颜色变化，发现设备是否处在正常状态。

➤ 【技能要领】

一、渗漏油

注油设备的油温油位指示或数值在正常范围内，应对照油温油位曲线图进行检查，设备表面（尤其是设备连接处、焊接处）无渗漏油；对已发现的渗油点跟踪巡视，记录每分钟油滴数，判断变化趋势。渗漏油缺陷定性依据见表 1-1。设备渗漏油情况如图 1-1 所示。

表 1-1

渗漏油缺陷定性依据

缺陷内容	缺陷等级	参考依据
渗油	一般	渗油部位有油珠, 渗油速度每滴 $>5s$ 或未形成油滴点, 且油位正常
漏油	重要	漏油速度每滴时间 $<5s$, 且油位接近下限
	危急	漏油形成油流; 漏油速度每滴时间 $<5s$ 且油位低于下限

二、破裂、断线

设备瓷套、绝缘子等无破损裂纹, 防污闪涂料及表面涂层无破裂、起皱、鼓泡、脱落, 均压环无位移、开裂、歪斜, 设备接头连接可靠, 搭头板间应无开裂、错位或空隙, 引线无断股、散股, 线夹螺丝无严重锈蚀、松动、掉落, 注意观察设备周围地面有无掉落的部件或螺丝, 设备接地紧固良好, 无破损断裂。线夹螺丝掉落的情况如图 1-2 所示。

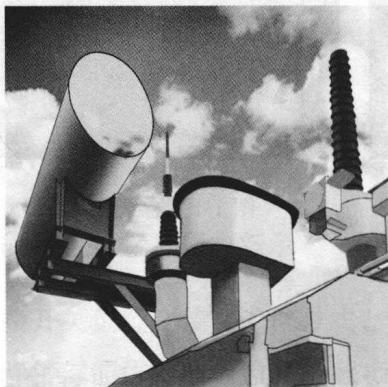


图 1-1 变压器油枕渗油

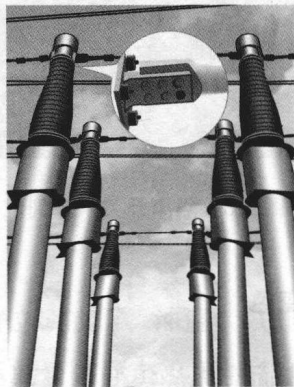


图 1-2 线夹螺丝掉落

三、变形、磨损

隔离开关分合到位并过死点, 设备外壳应平整, 无膨胀或收缩变形, 触头、触指 (包括滑动触指)、压紧弹簧无损伤、变形, 传动连杆、拐臂、

金具及伸缩节应无弯曲变形，旋转设备接头处应无明显磨损现象，闭锁间隙符合要求，限位装置完好可靠，各端子箱内密封条无脱落并关闭严密。隔离开关未合到位的情况如图 1-3 所示。

四、污秽、腐蚀

设备绝缘子、瓷套应无严重污损，设备表面应没有严重腐蚀或锈蚀，无放电灼烧或闪络痕迹。绝缘子表面的闪络痕迹如图 1-4 所示。

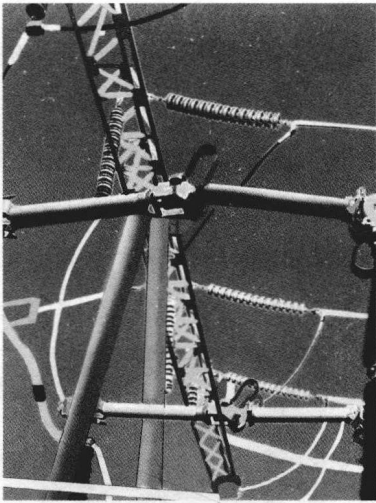


图 1-3 隔离开关未合到位



图 1-4 绝缘子闪络

五、变色

设备表面应无烧焦变色发黑。吸潮装置应呼吸通畅，硅胶潮解变色部分不超过总量的 $2/3$ ，还应检查吸湿器的密封性，吸湿剂变色应由底部开始变色，如上部颜色发生变色则说明吸湿器密封性不严。硅胶变色情况如图 1-5 所示。

六、发热、冒烟、产生火花

引线接头、电缆、套管末屏、二次接线等应无发热、烧红及严重电晕

现象,设备无冒烟,接头处无闪络、放电火花。夜间巡视发现隔离开关发热烧红情况如图 1-6 所示。



图 1-5 硅胶变色

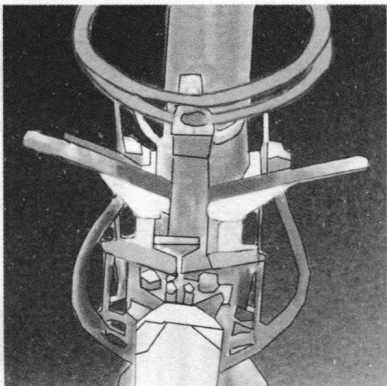


图 1-6 隔离开关触头发热烧红

七、杂质异物

设备或导线上无杂质异物缠绕,油路中的油应清澈无杂质,气体继电器内应无气体,各箱内及表计内应无进水、凝露。导线上存在异物的情况如图 1-7 所示。

八、表计、位置、压力指示

各切换开关位置、装置工作方式、油位、油压、油温、气压、计数器、指示器、弹簧储能位置和各设备变化指示均正常且与实际相符,油位指示应可见,压力值无过高或过低,计数器无异常增加。各冷却器(散热器)的风扇、油泵、水泵运转正常,油流继电器工作正常。断路器机构箱内 SF₆ 气压表和油压表如图 1-8 所示。

九、保护设备巡视

继保室温度范围 5~35℃,湿度不超过 75%,各保护采样值正常,差

流正常，面板无异常告警信号，屏后端子排无过热烧焦现象，有接线端子的螺丝无明显松动迹象，导线绝缘外皮应无过热发黑现象。保护液晶面板如图 1-9 所示。



图 1-7 导线上异物缠绕

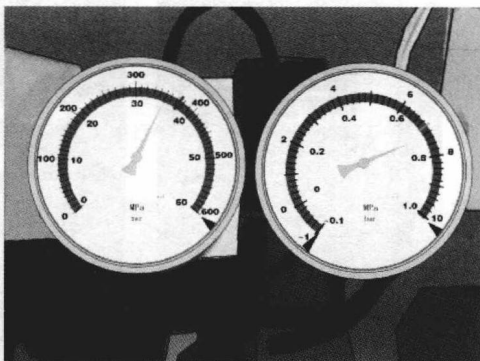


图 1-8 断路器机构箱内 SF₆ 气压表和油压表

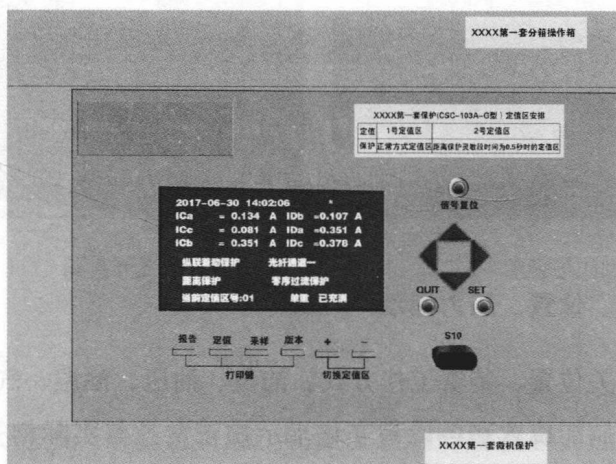


图 1-9 保护液晶面板

▶ 【典型案例】

1. 案例描述

2008 年 10 月 14 日，500kV ×× 变电站日常巡视时，发现 ×× 线