

变电设备维护 与检修作业指导书

王远璋 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

变电设备维护 与检修作业指导书

王远璋 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书采用 ISO9000 管理标准体系编写而成, 有效地解决了变电设备维护与检修现场作业的规范化管理问题。全书共分 5 章, 包括高电压试验、一次设备检修、继电保护和安全自动装置校验、电力用油和用气分析和电测仪表检定等专业的典型工作, 每项作业指导书从作业条件、使用工具及材料、作业人员、安全注意事项及危险点控制、作业方法及要求、技术及质量关键点控制等 6 个方面进行了严谨细致的规范。全书简明扼要, 实用性强。

本书适用于电力系统从事变电设备维护检修和安装调试的技术管理人员及现场工作人员, 对设备研制技术人员和大专院校电力工程专业师生也有较高的借鉴作用。

图书在版编目 (CIP) 数据

变电设备维护与检修作业指导书/王远璋主编. - 北京:
中国电力出版社, 2005
ISBN 7-5083-2603-2

I. 变… II. 王… III. ①配电系统-维护②配电系统-检修 IV. TM64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 095539 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2005 年 1 月第一版 2005 年 1 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 36 印张 886 千字
印数 0001—3000 册 定价 60.00 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)

《变电设备维护与检修作业指导书》

编 审 委 员 会

主 编：王远璋

副 主 编：周世平 蔡 敏 周 清

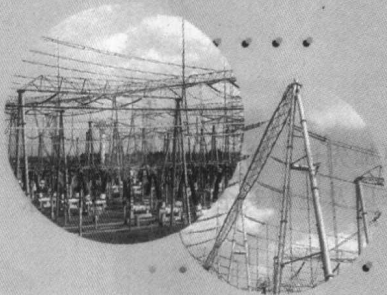
编写人员：詹必川 阮成豪 李振柱 黄世华 傅 军

王剑鸣 何 雄 张伟龙 袁道君 江传学

宋会平 陈永波 管 舜 邓德发 周启义

杨先才 李汉民 肖长勇 胡 刚 金 涛

傅世翼 喻亚菲



随着社会主义市场经济的不断发展，国民生产生活对供电的依赖性越来越强。近些年来，为了不断适应新的形势，提高电力系统的社会服务水平，提高电网及其设备的可靠性，我们供电企业在更新管理理念，创新管理模式上下了很大功夫，成绩斐然，有些工作具有很强的开拓性，对电网的管理效能的提升和社会服务功能的增强起到了巨大的推动作用。电网运营过程中的产、供、销的时效性要求很强，作为一个多环节和多工种的宏观系统，要求其微观管理的各个环节必须提供可靠的支撑。从现代企业管理来看，实施各个环节的标准化是提高微观管理效率的重要措施。无论是国际跨国集团还是国内优秀企业，生产流程的标准化都成为了保证企业正常生产和创造更高效益的主要手段，特别是对生产线上的操作工人或一些从事现场工作的员工，都有明确细致的操作规程和作业程序，对保证产品质量和为客户提供优质服务起着至关重要的作用。对于供电企业来说，研究和探索电网生产各个环节的标准化是我们目前面临的重要课题。湖北省电力公司的领导和广大技术工作者对企业的标准化管理的重视程度值得我们学习和借鉴，湖北省电力公司王远璋总经理站在企业长远发展的高度，亲自指导主编了《变电设备维护与检修作业指导书》。全书的编写人员克服了许多难以想象的困难，几易其稿，湖北省电力公司组织了专家学者逐字逐句的严格审核，历经寒暑终得此书，实属来之不易。

电网是一个由多种元件组成的有机系统，元件的健康水平决定着电网的可靠水平，电网设备的检修维护对电网的安全运行起着举足轻重的作用。长期以来，广大电网设备技术管理人员和现场作业人员根据各种规程和规章制度进行电网设备的维护与检修，保证了设备的安全运行。随着电力体制改革的不断深入和现代企业管理逐渐引入电网管理，这种现场作业模式的弊病越来越明显。各种规程和制度往往只侧重于某一方面，有的只强调判断标准，有的只强调安全措施，有的只是对某些试验或检修的部分项目的技术操作进行了明确规定，没有形成完整明确的现场作业程序这种模式，一方面不利于现场开展标准化作业，导致现场工作效率不高，另一方面对于刚刚从事电网维护与检修的工作人员的学习与成长也是非常不利的。这本书的编审人员正是基于解决电网检修维护中标准化作业这个问题，发挥子群团技术优势，以高度的责任感和严谨治学的态度，牢固把握了各种规程和制度的要求，吸取了ISO9000 标准化管理的思路，本着求真务实的原则和勇于开拓创新精神，解决了变电设备现场作业程序的标准化问题。

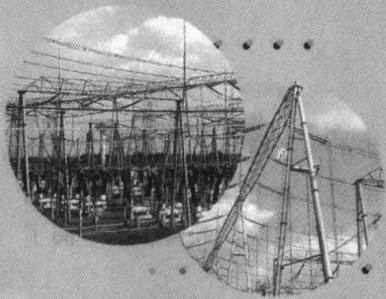
这本书具有很强的创新性和实用性，全书涵盖了变电设备维护中的高电压试验、电测仪表检验、电力用油和电力用气分析、继电保护和自动装置校验以及变电一次设备检修等专业的典型工作，基本包括了电网检修维护的一些主要工种，它解决了现场作业中什么条件下做、怎样做和做得怎么样的程序问题，为现场作业提供可靠的安全和技术保证。它的集结发行和应用将对规范现场工作行为，提高设备维护质量和健康水平起到非常重要的作用，也是电网维护的标准化和规范化的必由之路。

我深信，湖北省电力公司在电网标准化管理取得的经验必将得到广泛的应用。同时，在

勤劳、智慧和勇于创新与拼搏的电力工作者的共同努力下，更加先进、科学的电网标准化管理措施将会不断的诞生、发展和成熟，并会对电网维护与检修以及电网安全经济优质运行水平的提高产生有力的推动。



2004.8.19



前言

变电设备维护与检修工作对电网的安全稳定运行起着举足轻重的作用，标准化作业是抓好该项工作的基石。长期以来，现场安全管理不规范、工艺流程不标准、维护与检修质量不高带来了诸多重复性检修，甚至导致设备严重缺陷并造成严重安全隐患和事故的情况在电网运行中屡见不鲜，且对电网和作业人员的安全构成极大的威胁。为了适应新形势下电网检修与维护管理的需要，我们参照 ISO9000 管理标准体系，从变电设备维护与检修的各个作业环节着手，紧密结合现场工作的实际情况，编写了高电压预防性试验、电测仪表检验、电力用油和电力用气分析、继电保护和自动装置校验以及变电一次设备检修等 5 个专业的作业指导书。

在编写过程中，编写人员从实际出发，重点解决变电设备维护与检修工作面临的实际问题，以规范化管理为目标，力求实用性、准确性。在全书编写完成后，广泛收集意见，充分讨论，并请高等学校教授以及有关专家审阅，几易其稿。

全书对每项作业指导书的编写进行了统一规范，每项作业指导书从作业条件、使用工具及材料、作业人员、安全注意事项及危险点控制、作业方法及要求、技术及质量关键点控制等 6 个方面进行编写，结构统一。各项作业指导书的主要结构如下：

作业条件 作业条件强调了两个方面，一是作业的技术措施实施和结果以及有效的基本大气环境，主要是温、湿度等；二是保证施工安全的基本环境。

使用工具及材料 此项是保证作业正常开展的基本技术和安全条件，主要是结合规程的有关要求和在电网设备维护与检修过程中的实际经验进行编写的。其中对各种工器具的名称、型号和数量都有明确的描述，但是各个电力公司在工器具配备方面不可能完全一样，各单位可参照执行。

作业人员 此项指出了开展现场正常安全工作的必备条件。

安全注意事项及危险点控制 安全注意事项指出了本项作业中保证人身和设备安全所执行的基本安全步骤，在人身安全上主要参考了《电业安全工作规程》，在技术上主要参照了一些技术规程、有关生产厂家使用说明书和我们在生产实践中总结出来的各种经验和教训，以及在本项作业中容易诱发人身和设备事故的一些关键注意点和危险点控制。

作业方法及要求 作业指导书的核心是参照目前现场作业的程序，结合各种现场工艺规程进一步进行了修订完善而编写的。为了保证各种数据的可比性，对有些规程中可以进行选择的项目我们结合自己的实际情况进行了惟一性确定，从而保证了现场工作的规范性。

技术及质量关键点控制 此项主要提供了工作完成后的质量检验依据，主要引用了一些规程，部分数据的判断参考了一些内部标准和一些公开的技术研究成果，同时对作业过程中的一些容易影响作业质量的关键技术点也进行了重点阐述。

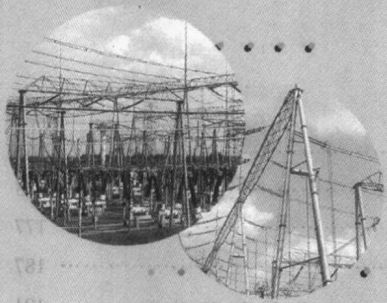
本书由湖北省电力公司总经理王远璋主编，高电压试验部分由袁道君、江传学、邓德发编写，一次设备检修由周清、何雄、张伟龙、周启义编写，继电保护及安全自动装置校验由

蔡敏、杨先才、宋会平、陈永波和管舜编写，电力用油和气分析由肖长勇编写，电测仪表检定由李汉民编写，全书由湖北省电力公司组织有关专家进行了审定。本书在编写过程中得到了荆州供电公司和荆州市电机工程学会大力支持，武汉大学电气工程学院谈顺涛教授审阅了全书并提出了重要意见，在此一并表示感谢。

由于经验和理论水平有限，且编写时间紧，书中难免出现错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

2004年8月

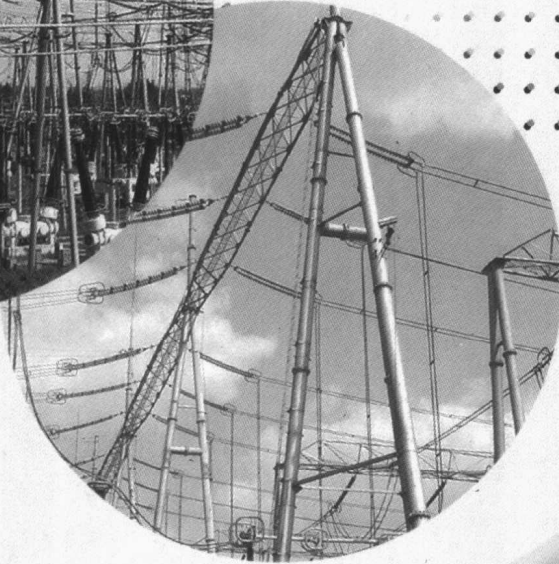
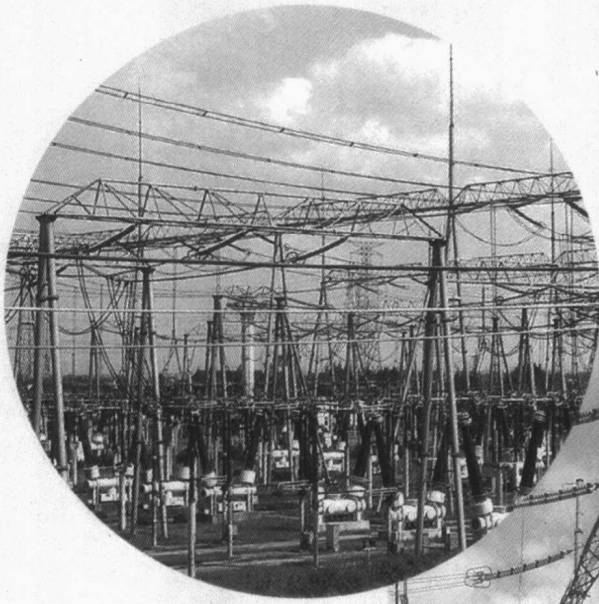


目录

序	1
前言	1
第一部分 高电压试验	1
一、MOA 带电测试	3
二、SF ₆ 断路器大修后试验	7
三、SF ₆ 断路器定期预防性试验	14
四、变压器绕组变形试验	19
五、大型变压器操作波感应耐压试验	22
六、电磁式电压互感器定期预防性试验	28
七、电磁式电压互感器三倍频感应耐压试验	32
八、电力变压器大修后试验	36
九、电力变压器定期预防性试验	46
十、电流互感器定期预防性试验	54
十一、电容式电压互感器定期预防性试验	58
十二、多油断路器定期预防性试验	62
十三、接地网接地电阻异频法测量	67
十四、耦合电容器定期预防性试验	70
十五、少油断路器大修后试验	73
十六、少油断路器定期预防性试验	81
十七、橡塑绝缘电力电缆新做终端或接头后试验	86
十八、橡塑绝缘电力电缆定期预防性试验	92
十九、氧化锌避雷器定期预防性试验	97
二十、有载分接开关大修后试验	102
二十一、真空断路器定期预防性试验	106
第二部分 一次设备检修	111
一、10、35kV SF ₆ 断路器大修	113
二、10、35kV SF ₆ 断路器小修	117
三、10kV 真空断路器大修	120
四、10kV 真空断路器小修	124
五、35、110kV 隔离开关 (GW5 型) 大修	127
六、35、110kV 隔离开关 (GW4、5 型) 小修	132
七、110、220kV 电力变压器大修	135
八、110、220kV 电力变压器小修	154
九、110、220kV 少油断路器小修	158

十、220kV 隔离开关 (GW16、17 型) 大修	161
十一、220kV 隔离开关 (GW16、17 型) 小修	173
十二、LW6 系列 SF ₆ 断路器大修	177
十三、LW6 系列 SF ₆ 断路器小修	187
十四、SW2-110、220kV 少油断路器大修	191
十五、SW7-110、220kV 少油断路器大修	204
十六、变压器有载分接开关 (ZY 型) 大修	215
十七、变压器有载分接开关 (ZY 型) 小修	222
第三部分 继电保护及安全自动装置校验	225
一、微机线路保护检验	227
二、电磁型线路保护检验	267
三、微机变压器保护检验	284
四、电磁型变压器保护检验	303
五、母线、失灵保护检验	327
六、远联切装置检验	360
七、自动低频减负荷装置检验	368
八、故障录波装置检验	374
九、高频通道检验	386
十、气体继电器的检验	394
十一、直流系统检验	399
十二、变电站综合自动化系统检验	410
附录一：保护装置绝缘测试要点	435
第四部分 电力用油和气分析	439
一、SF ₆ 充气设备现场检漏	441
二、SF ₆ 气体密度继电器校验	445
三、SF ₆ 气体湿度现场检测 (露点法)	448
四、变压器油对水界面张力测定法 (圆环法)	452
五、变压器油介质损耗因数 (tgδ) 试验	455
六、变压器油闪点测法 (闭口杯法)	458
七、变压器油水溶性酸测定 (比色法)	460
八、变压器油酸值测定法 (BTB 法)	463
九、变压器油中微量水分测定 (库仑法)	466
十、变压器油中溶解气体含量的测定 (气相色谱法)	469
十一、电力用油 (变压器油) 取样	476
十二、绝缘油介电强度测定法	479
第五部分 电测仪表检定	483
一、变电站 (所) 指示仪表的检验	485
二、单相功率表的检定	493
三、电流表、电压表的检定	499

四、电流互感器特性试验	505
五、工频单相相位（功率因数）表的检定	510
六、接地电阻测试表的检定	519
七、压力式温度计检定	523
八、压力表的检定	528
九、直流单、双臂电桥的检定	532
十、指针式绝缘电阻表检定	536
十一、指针式频率表检定	543
十二、指针式钳形相位表检定	547
十三、指针式万用表检定	552
附录二：量值传递及试验用仪表检定证书	557
量值传递及试验用仪表检定结果通知书	559
工具仪表检定证书	561
检定结果	561
工具仪表检定结果通知书	562
检定结果	562
参考文献	564



第一部分

高电压试验

一、MOA 带电测试

1 作业条件

被试品温度不低于 +5℃，户外试验应在良好的天气进行，且空气相对湿度一般不高于 80%。

试品正在运行，MOA 瓷套表面干燥，试验场地应保持清洁。

2 使用工器具及材料

序号	使用工器具及材料	规格及型号	单位	数量	备注
1	氧化锌避雷器带电测试仪	IX, 0.2~4.0mA IRP, 0.28~8.4mA	套	1	
2	钳形电流表	准确度等级 1.0	块	1	量程 0~200mA
3	万用表		块	1	常用
4	对讲机	适用距离 200m 以内	对	1	
5	温、湿度计		个	1	
6	绝缘棒	10kV	根	1	
7	绝缘手套		双	1	
8	电源线、盘		套	1	
9	双极刀闸	220V, 10A	个	1	
10	试验导线	2.5mm ²		若干	
11	工具			若干	

3 作业人员

作业人员 3~4 人，其中工作负责人 1 人，作业人员必须经过专业培训。

工作时间：1 天。

4 安全注意事项及危险点控制措施

4.1 安全注意事项

(1) 几人同时进行工作，又呼应困难时，应设专人指挥，并明确指挥方式，使用通信工具时，应事先检查工具是否完好。

(2) 试验前必须对试验设备及专用试验线进行检查，确保电压回路无短路，电流回路无开路，专用试验线无开断现象。

(3) 试验前应将试验设备可靠接地。

(4) 试验前必须对被试设备上安装的漏电流监测仪进行检查，有疑问时应用钳型电流表

现场比对，确保无开断现象。

(5) 为了防止由于试验过程中设备内部短路造成对电压互感器（TV）的损坏，在电压获取线首端两极上分别串入一只 0.2A 熔断器。

(6) 在获取电压时，要仔细查看图纸，认真核对二次端子编号，确保接线正确、牢靠。电压必须在 TV 保险后端获取，电压线要系在固定物上，以防抖动引起 TV 二次侧短路。

(7) 试验用的夹子外表面必须用绝缘护套包裹，以防两极短路。

(8) 电流信号要采用屏蔽线，线长要尽量短。

(9) 试验人员必须戴绝缘手套，穿绝缘鞋。

(10) 电流获取若用绝缘棒挂接，在漏电流监测仪上接线时，绝缘棒最高高度不得超过漏电流监测仪顶端部，在本项作业过程中，必须有专人监护。

4.2 危险点控制措施

工作危险点	控制措施
人身触电	①用绝缘棒获取电流信号时，绝缘棒最高高度不得超过漏电流监测仪顶端部。特别是 35kV 间隔的构架较低，要注意试验人员和绝缘棒与带电设备的安全距离，防止触电 ②在更换试验间隔时，注意绝缘棒要横着移动，以免绝缘棒误碰带电设备，造成设备损坏或人员触电 ③当漏电流监测仪受潮影响测试时，严禁解开漏电流监测仪接地引下线，防止电流流过设备或人体，造成设备损坏或人员触电

5 作业方法及要求

5.1 MOA 带电测试的试验项目

序号	1	2
试验项目	测量运行电压下的全电流、阻性电流或功率损耗	漏电流监测仪的试验检查

5.2 作业步骤及试验要求

(1) 办理第二种工作票。

(2) 工作负责人向工作人员进行“三查”、“三交”（查衣着、查“三宝”、查精神状态；交任务、交安全、交技术）。

(3) 记录试验时的环境温度、相对湿度和运行电压，测量宜在瓷套表面干燥时进行。

(4) 根据现场条件和被试设备，选择合理的接线方式，合理布置试验设备，接线。

图 1-1、图 1-2 是几种试验设备的接线示意图，可供参考。

(5) 现场带电检测时，电压输入接到 TV 的二次侧，电流输入接到避雷器的漏电流监测仪两端；接线完毕后，应由第二人检查，确认无误后方可进行操作。测试全电流、阻性电流（峰值）、容性电流（峰值）和有功功率。

(6) 漏电流监测仪的试验检查。检查漏电流监测仪指示值是否正确，是否存在机械卡涩现象。

(7) 记录整理试验资料，记录内容包括被试品的名称、运行编号和出厂编号、装置地

点、铭牌资料、设备温度和环境温度、试验资料。

(8) 工作完毕，办理工作终结手续。

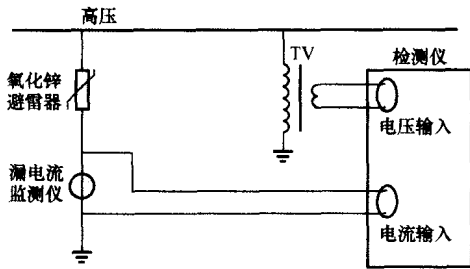


图 1-1 WG-23 微电脑氧化锌避雷器
检测仪接线图

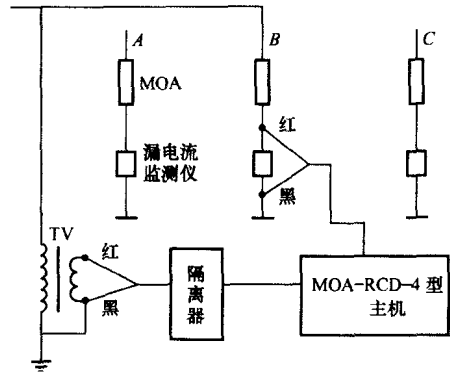


图 1-2 MOA-RCD-4 无间隔金属氧化物
避雷器阻性电流测量仪接线图

6 技术与质量关键点控制

6.1 试验设备经校验合格

6.2 每年进行 2 次带电测试

上半年、下半年各一次，这样可及时检测出低温和高温造成的密封破坏和雷电流引起的劣化，出现下列情况之一者，须停电试验，停电试验未检出问题的，运行中要加强监视。

- (1) 与上次值比较，全电流出现 10% 增长。
- (2) 与上次值比较，阻性电流出现 50% 增长。
- (3) 与投运值比较，全电流出现 20% 增长。
- (4) 与投运值比较，阻性电流出现 100% 增长。

附：试验报告格式

氧化锌避雷器带电测试报告

运行编号				型 号				生产厂家						
出厂日期				监测仪型号				监测仪厂家						
温 度				湿 度				试验日期						
MOA 测 试	相别	首次测试数据 (μA)			上次测试数据 (μA)			本次测试数据 (μA)			相对误差 (%)			
		I_x	I_r	I_c	I_x	I_r	I_c	I_x	I_r	I_c	ΔI_{x1}	ΔI_{x2}	ΔI_{x3}	ΔI_{x4}
	A													
	B													
	C													
试验结论														
监测仪 带电 校核	相别	电 流 指 示 检 查						指针卡涩检查	其他检查					
		标准表值 (μA)	监测仪值 (μA)	误差 (%)										
	A													
	B													
	C													
试验结论														
使用仪器														
审 核				工作负责人				试验人员						