

BIANDIANSHEBEI
DIANXING QUEXIAN CHULI HE YINHUAN PAICHA

变电设备

典型缺陷处理和

隐患排查

史兴华 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

电网继电保护典型缺陷处理

变电设备典型缺陷处理和隐患排查

ISBN 978-7-5123-2511-1



上架建议：电力工程/供用电

定价：28.00 元

BIANDIANSHEBEI
DIANXING QUEXIAN CHULI HE YINHUAN PAICHA

变电设备

典型缺陷处理和

隐患排查

史兴华 主 编

宋金根 楼建杭 副主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为2010年度浙江省科协育才工程资助项目。

变电设备的隐患排查和缺陷处理,是电网设备管理的一项重要内容,也是一个常态化的工作。本书以历年来长期开展变电设备隐患排查及丰富的现场缺陷处理经验为基础,对电网中的各类变电设备在运行中发生的隐患和缺陷按照专业划分开展统计和分析,对继电保护、自动化、高压试验、油化、直流、仪表、变电检修、变压器检修等不同专业的变电设备的处理方法进行了总结梳理。在众多的变电设备隐患和故障中找出规律,选取具有典型意义和常见的设备缺陷案例,开展处理流程和方式方法的提炼,有效提高在变电设备隐患排查和缺陷处理中的时效性和针对性,提升检修的质量。

本书既可作为新从事变电设备维修人员学习和进行变电设备缺陷处理的入门指导书,也可作为具备一定经验的检修人员处理复杂变电设备隐患和缺陷的参考书籍。

图书在版编目(CIP)数据

变电设备典型缺陷处理和隐患排查/史兴华主编. —北京:
中国电力出版社, 2011.12
ISBN 978-7-5123-2511-1

I. ①变… II. ①史… III. ①变电所—电气设备—故障
诊断 ②变电所—电气设备—故障修复 IV. ①TM63

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第269283号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2012年3月第一版 2012年3月北京第一次印刷

710毫米×980毫米 16开本 12印张 199千字

印数0001—3000册 定价28.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



前 言

修试部门是电力企业的生产核心部门，承担着变电设备的大修、维护与抢修任务，涵盖了继电保护、自动化、高压试验、油化、直流、仪表、变电检修、变压器检修共八个部分。随着新技术、新设备的广泛应用，电网变电设备种类在不断增加，变电设备的缺陷、隐患也在不断增加，这些不同类型、不同时期投运的设备在运行中出现的设备隐患和故障也不尽相同。目前对变电设备进行缺陷处理、隐患排查分析，往往依靠现场处理人员的个人经验以及对设备的熟悉程度，现场工作人员的安全意识、技能水平的高低决定了设备缺陷处理的安全性和技术措施的完整性。

随着变电设备数量和种类的增加，繁多的设备类型和人员知识短时跟不上设备发展的矛盾已成为制约处理变电缺陷的突出矛盾，成为影响消缺及时率的主要原因之一。针对此种现状，湖州电力局对运行中变电设备存在的隐患、缺陷进行统计、分析，选取各专业在隐患排查和缺陷处理中典型案例，对设备隐患和缺陷进行全面、细致的分析，并有针对性地提出不同的处理方案。

本书通过隐患排查与处理典型案例的讲解，有助于提高检修人员现场分析处理设备缺陷的效率，提高现场工作的安全管理水平，更有助于不断提高检修人员自身业务素质，从而在根本上消除业务“盲点”，全面提升变电设备的规范化管理水平。

本书的主要编著者为史兴华、宋金根、楼建杭。张文杰、张浩、刘强、朱雪松、邬欣、杨莉萍、吴国强、陆翔、刘学东、杜赞、杨小东、马赞、刘丰文、赵岚、高泓、丁昊、曹力力、陈美荣、王琪、吴建强、左文力、王国明、潘金

梅、李民、陈亮、莫雪梅、陈培琦、王炜、刘志军、毛伟昕、于海生、刘智涯、马爱军等参加了相关章节的编写工作。

由于时间仓促，书中难免有不妥之处，恳请广大读者提出宝贵意见，以便修改完善。

编著者

2011.12

目 录

前言

第一部分 继电保护专业	1
一、某一母线段二次电压失电	1
二、 $3U_0$ 越限告警	3
三、控制回路断线告警	5
四、直流绝缘下降及直流接地	7
五、断路器或隔离开关位置不正确	12
六、故障录波器巡检中断及主站通信中断	13
七、保护信息子站远程通信中断	17
八、RCS-915 系列母线保护黑屏	18
九、BP-2B 母线保护装置报互联	20
十、变压器差动保护装置差流越限告警	23
十一、CST (CSC) 系列变压器保护装置 TA 断线	27
十二、CST (CSC) 系列本体保护装置本体信号无法复归	28
十三、LFX-912 收发信机 3dB 告警	31
十四、LFX-912 收发信机通道交换失败	34
十五、CSC-103 线路保护光纤通道中断	38
十六、CST (CSC) 系列变压器保护装置通信中断	40
十七、CSI (CSC) 系列重合闸及断路器保护重合闸无法充电	41
十八、CSB (CSC) 系列备自投装置无法充电	44
十九、RCS-941A 保护装置 TV 断线	45
二十、SCX 系列操作箱位置指示灯不正常	46
二十一、CZX 系列操作箱电压切换指示灯灭	48
二十二、母线保护 TA 断线	50
二十三、母线保护运行异常 (告警)	53

二十四、某一母线段电压不平衡	56
二十五、变压器保护装置运行灯灭处理	58
第二部分 自动化专业	61
一、CSI-200E 装置黑屏	61
二、ISA-342G 测控装置通信中断	63
三、当地监控后台遥控超时	64
四、远动通道长音频	65
五、CSL-216B 装置远方通信频繁中断	67
六、主变压器有载调压机构不能调挡	68
七、监控后台工控机死机、显示黑屏	70
八、当地监控后台某 10kV 线路电流显示值不正确	71
九、当地监控后台某间隔“远方/就地”显示相反	73
十、某 220kV 站后台报全站“保护工况退出”	75
十一、当地监控后台 10kV 单相接地时三相电压数值无变化	77
十二、当地监控后台母线电压显示为零	79
十三、调度 SCADA 上无法报某站直流系统接地等信号	81
第三部分 高压试验专业	85
一、避雷器带电测试和红外检测异常	85
二、GIS 组合电器超声局放测试点存在异常电信号	87
三、电容器组电缆头压接处发热	88
四、支持绝缘子构架接地电阻导通测试无法测得数据	90
五、避雷器受潮劣化后检测数据异常	90
六、电压互感器本体温度异常	92
七、变电站 10kV 穿墙套管击穿	93
八、110kV 电容式电压互感器例行试验数据异常	93
九、变压器现场局放试验及故障诊断	96
十、变压器绕组变形缺陷	98
十一、110kV 穿墙套管介损和电容量超标	100
十二、220kV 电流互感器直流电阻偏大	101
十三、隔离开关 B 相触头接合处发热	102
十四、谐波测试电能质量不合格	104

十五、断路器瓷套本体温度异常红外诊断	111
十六、35kV 电容器组熔丝发热导致熔断	112
第四部分 油化专业	114
一、110kV 线路电流互感器氢气超标	114
二、110kV 主变压器乙炔异常	116
三、变压器磁路过热故障	118
四、变压器磁路故障引起的铁芯多点接地故障	119
五、变压器铁芯毛刺及悬浮物引起的铁芯多点接地故障	120
六、分接开关切换不到位引起的热故障	122
七、气体继电器动作报警	123
八、变电站 GIS 气室电弧放电	124
九、GIS 互感器电晕放电	125
十、GIS 设备气室微水超标	126
第五部分 直流专业	127
一、直流充电装置交流过、欠压	127
二、直流充电装置监控单元控制异常	128
三、直流充电模块通信故障	130
四、直流充电装置调压控制板故障	131
五、直流绝缘监测装置黑屏	133
六、直流蓄电池组中个别电池电压不合格	134
七、直流蓄电池巡检装置电压采集数据异常	135
第六部分 仪表专业	137
一、配电盘表指示不正确	137
二、主变压器温度指示与现场不符	138
三、统计型电压表显示乱码	140
第七部分 变电检修专业	143
一、组合电器 SF ₆ 压力低报警、闭锁	143
二、SF ₆ 断路器液压机构频繁启动	144
三、电力电容器故障	147
四、隔离开关缺陷	148

五、断路器分合闸时间、同期性不合格	149
六、ABB HPL-550B2 断路器拒合	151
七、西门子 3AQ/3AT 断路器液压“打压超时”	153
八、开关柜手车动、静触头发热	155
九、母线及设备搭接部分发热使温升过高	156
十、氧化锌避雷器在线监测仪缺陷	157
十一、真空断路器拒分、拒合	159
十二、组合电器 SF ₆ 气体微水超标	160
十三、开关柜绝缘缺陷	161
十四、10~35kV 母线电压互感器高压熔丝熔断	163
十五、弹簧操动机构不能储能	164
十六、液压机构断路器跳跃	165
十七、断路器误动	166
第八部分 变压器检修专业	168
一、有载调压开关重瓦斯保护动作	168
二、有载调压变压器油路渗透	169
三、主变压器本体油位指示异常	170
四、主变压器本体各密封处渗漏油	171
五、主变压器呼吸器硅胶受潮	173
六、主变压器冷却器风扇故障	175
七、主变压器分接开关操动机构滑挡	176
八、主变压器气体继电器动作	179
九、互感器本体油位异常及渗漏油	180

第一部分

继电保护专业

一、某一母线段二次电压失电

(一) 缺陷现象

某变电站内 110kV 继电保护报 TV 断线、测控装置显示单相或三相电压为 0、电能表显示电压缺相告警；当地监控后台显示某一母线单相电压或三相电压为 0。

(二) 缺陷诊断分析

某段母线二次电压某相全部消失的原因主要有电压互感器故障、母设装置故障等。若故障现象中仅有保护或者计量电压某相不正常，则可能是由于二次回路、空气开关或熔丝故障、电压小母线短路或二次配线绝缘破损等原因造成。

(三) 总体安全措施

根据继电保护原理，交流电压失压后，线路保护装置自动退出距离保护，投入两段 TV 断线相过流保护，且零序过流元件退出方向判别。对于母线保护，TV 断线将会开放电压判据，若该母线段的差流过大可能引起保护误动。因此，当某段母线二次电压全部消失时，需要停用可能误动的保护，也可根据故障点和运行方式将两段电压进行并列（一次设备并列运行）；但在并列之前，需要确认二次回路无异常，并断开故障母线电压互感器端子箱内的全部空气开关及熔丝，防止反充电导致正常段母线二次电压再次失去。若仅有部分装置显示电压不正常，则应先检查电压切换箱输出后的回路是否存在短路故障，防止并列于短路的回路上，导致正常段母线二次电压失去。并列后，保护、测控、电能表及当地监控电压显示均为正常段母线电压。若仅有保护或者计量电压某相不正常，则应先检查电压切换箱输出后的回路是否存在短路故障，防止并列于短路的回路上，导致正常段二次电压也发生故障。

(四) 处理步骤

1. 某相电压互感器故障

判断方法：根据故障现象首先判断可能存在某相母线电压互感器故障，导致全部的保护、测量、计量电压消失。查找故障时首先在母线电压互感器端子箱内测量保护电压空气开关、计量电压熔丝上桩头的电压是否正常。注意选择万用表“交流电压”挡位，不得用低阻挡测量。若空气开关、熔丝上桩头该相电压不正确，则可以继续在端子排上查找该相电压互感器至电压互感器端子箱的二次电缆接线上电压是否正常。检查中注意不得引起电压回路短路、接地。

处理方案：电压互感器故障需要紧急申请停用该母线电压互感器组。各专业对存在故障的电压互感器进行停电试验处理。继电保护专业在进行试验时，应注意记录二次电缆接线位置，确保恢复时的正确性。

2. 二次回路故障一

判断方法：二次回路故障点多面广。若在母线电压互感器端子箱检查中发现电压互感器二次电缆接线上电压正常，而空气开关和熔丝上桩头电压不正常，则可能在端子排上有锈蚀、短路等情况，需要进行更换端子排或者二次配线等处理。

处理方案：电压互感器端子箱内端子排、配线更换，需要先将电压互感器二次电缆从端子排断开，由于回路带电，需用绝缘胶带包扎并防止方向套脱落。更换完毕后恢复接线，再次检查空气开关、熔丝上电压正常即可。

3. 空气开关、熔丝故障

判断方法：在母线电压互感器端子箱内测量保护电压空气开关、熔丝上桩头的电压是否正常。若空气开关、熔丝上桩头该相电压正常，则继续检查空气开关、熔丝下桩头电压。若下桩头电压不正常，则可判断为空气开关、熔丝故障导致电压不正常，需要更换空气开关、熔丝。

处理方案：断开空气开关、熔丝上桩头的配线，由于回路带电，需用绝缘胶带包扎并防止方向套脱落。更换完毕后恢复接线，再次检查空气开关、熔丝下桩头电压正常即可。

4. 二次回路故障二

判断方法：检查母线电压互感器端子箱内至继保室内母设屏的二次电缆电压。若电压不正常，而空气开关、熔丝下桩头电压正常，则应怀疑端子排上有锈蚀、短路等情况。按照步骤 2 的方法处理即可。若端子箱内一切正常，则需要到继保室内母设屏上检查输入电压是否存在异常。若某相电压输入不正常，

可初步判断为二次电缆存在绝缘破损、短路现象。

处理方案：首选方案是利用该电缆的备用芯更换，注意应先对该备用芯进行绝缘电阻的测量，确保电缆芯对地绝缘正常。若无备用芯，则需要立即更换二次电缆。更换完毕后，对二次电缆输入电压再次进行检查。

5. 电压切换装置故障

判断方法：若输入到母设装置交流电压均正常，而输出端子上的电压不正常，则应首先将输出电压端子逐一与下级回路断开，再检查端子排及二次配线，如有问题则按照步骤 2 的方法处理即可。若能排除端子排及二次配线问题，则可以判断为母设装置的交流输入变换插件或 VFC 插件故障。

处理方案：需停用母设装置，并断开母设装置直流空气开关 1ZK。将交流输入变换插件或 VFC 插件抽出，检查电压小 PT，并进行相关测试以确定故障点，对故障元件进行更换，或直接更换交流输入变换插件或 VFC 插件。

6. 电压小母线短路或二次配线绝缘破损

判断方法：电压小母线短路不会引起全部的保护、计量电压消失。若故障现象中仅有某相保护或者计量电压消失的情况，则应直接检查用作保护或者计量的空气开关、熔丝、电压小母线的回路。空气开关、熔丝故障按照步骤 3 的方法处理。若母设装置输出电压不正常，而断开下级回路后又恢复正常，则可以判断为电压小母线上可能存在短路或者二次配线上存在绝缘破损的情况。

处理方案：检查屏顶电压小母线时需要使用梯子，注意防止高处摔跌，必须正确佩戴安全帽。检查时应由专人监护，使用绝缘良好的工具。处理电压小母线由于飞虫、积灰等原因导致的短路、接地时，应防止引起人为短路。发现二次配线上存在绝缘破损时，应立即进行更换。特别要注意自屏顶小母线的配线更换时要先拆电源侧，再拆负荷侧；恢复时先恢复负荷侧，后恢复电源侧。

工作结束后，检查相关回路电压指示是否恢复正常或告警是否消失。

二、 $3U_0$ 越限告警

(一) 缺陷现象

$3U_0$ 越限告警，即母线外接 $3U_0$ 值超过限定值，一般 $3U_0$ 电压正常值约为 $2\sim 5V$ 。

(二) 缺陷诊断分析

母线电压互感器开口三角 $3U_0$ 越限告警原因主要有不接地系统发生单相接地故障、谐振、二次回路异常、电压互感器本体异常等。

电压互感器取得零序电压如图 1-1 所示。

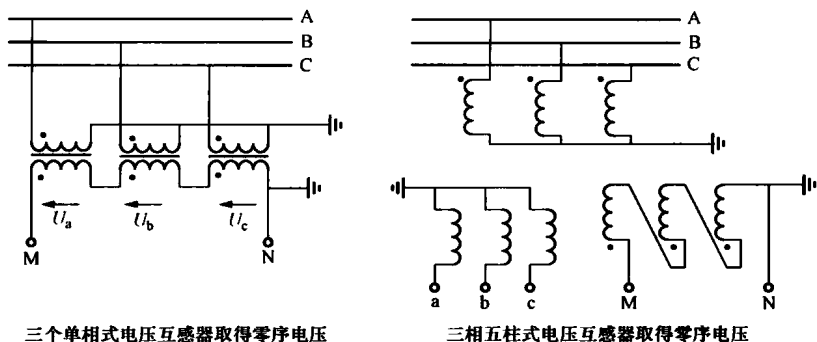


图 1-1 电压互感器取得零序电压

(三) 总体安全措施

$3U_0$ 越限告警处理要根据系统的运行状态进行综合判断,对一次设备有疑问时要果断作出判断,避免异常导致绝缘损坏或系统故障等。若电压互感器熔丝熔断或空气开关跳开,在未查明一次设备是否异常时,不得随意更换熔丝或恢复空气开关运行。缺陷处理人员应熟悉电压互感器及二次回路,工作中加强监护,防止电压二次回路短路或接地,测量二次电压应做好绝缘措施,使用绝缘垫或绝缘手套,并正确使用安全防护用品,严禁断开永久接地点,防止高电压串入二次回路给检修、运行人员造成伤害。

(四) 处理步骤

1. 接地故障

判断方法: 当小接地系统发生单相接地时,虽引起三相电压不平衡,但接地后相间电压值不改变。单相接地分为金属性接地和非金属性接地两种。金属性接地时,故障相电压为零或接近零,非故障相电压升高 1.732 倍,此时零序电压较高,系统应发“母线或线路接地”告警信息。非金属性接地时,接地相电压不为零而是降低为某一数值,此时系统可能不报“母线或线路接地”告警信息,但零序电压依然很高。

处理方案: 接地故障引起的 $3U_0$ 告警应该在故障点隔离后返回,如果没有返回,则应检查电压互感器及限值设定。

2. 电压谐振

判断方法: 系统中非线性电力负荷不仅产生谐波,还会引起供电电压波动与闪变,甚至引起三相电压不平衡。谐振引起三相电压不平衡有两种:一种是

基频谐振，其特征类似于单相接地，即一相电压降低，另两相电压升高，查找故障原因时不易找到故障点，此时可检查特殊用户，若不是接地原因，可能就是谐振引起的；另一种是分频谐振或高频谐振，其特征是三相电压同时升高。另外，还要注意，空投母线切除部分线路或单相接地故障消失时，如出现接地信号，且一相、两相或三相电压超过线电压，电压指示超限，并同时缓慢变化，或三相电压轮流升高超过线电压的情况，一般均由谐振引起。

处理方案：谐振原因导致的 $3U_0$ 告警，应根据上述的现象及故障录波器的图形来进行分析判断或者通过谐波测试来分析，可以采用改变系统运行方式来消除谐振。

3. 电压互感器本体异常

判断方法：观察 $3U_0$ 的遥测数据，如果 $3U_0$ 数值突然升高，且监控后台发“CVT 异常告警”信号，一般是某一相 CVT 发生异常的可能性非常高。这时测量三相保护、计量电压，如果都是一相电压降低幅度很大，可能是 CVT 承受高电压的电容分压器，介质击穿导致 CVT 测量不准确。

处理方案：处理此类缺陷需要特别警惕对一次设备和电压二次回路的巡视与检查，做好安全措施。如果测量保护与计量三相电压都平衡， $3U_0$ 电压超过越限值，那么就有可能是 $3U_0$ 二次回路出现问题，此时应检查 $3U_0$ 中性点是否接好或是否断线。

4. 二次回路缺陷

判断方法：检查母线电压互感器端子箱内至继保室内母设屏的 $3U_0$ 回路电压。从母线电压互感器端子箱（柜）逐级查找，若出现电压不正常，则初步判断为二次回路存在短路、寄生回路等。

处理方案：电压互感器端子箱内端子排、配线更换，应按规定使用继电保护二次附页工作票，记录二次电缆接线位置（需注意：由于回路带电，拆开的线头需用绝缘胶带包扎并防止方向套脱落），更换完毕后恢复接线。

三、控制回路断线告警

（一）缺陷现象

某 110kV 线路测控装置报控制回路断线告警，监控后台“控制回路断线”光字牌常亮并发报文，开关红绿指示灯不亮。

（二）缺陷诊断分析

“控制回路断线”告警信号，是由线路间隔操作箱内 KC（合闸继电器）动

断触点与 KT（跳闸继电器）动断触点串联而成的一个位置信号，反映了开关在运行位置（合位）时，不能实现分闸功能，在线路故障时不能正确动作于开关，扩大了停电范围。开关在分闸状态时，不能实现合闸功能。

故障原因主要有：①操作箱插件坏；②二次回路故障；③开关机构箱内元器件损坏。

（三）总体安全措施

停用断路器，改为开关冷备用状态，不能改变设备状态则改为非自动状态；若能确认控制回路正常（仅为信号回路异常），则可以不改变一次设备状态进行处理。

（四）处理步骤

1. 操作箱插件坏

判断方法：用万用表直流电压挡测量保护屏外侧端子跳闸回路（37）、合闸回路（7）对地电压，正常情况下，开关分位时分闸回路为 -55V 、跳闸回路为 $+55\text{V}$ ，开关合位时分闸回路为 -55V 、合闸回路为 $+55\text{V}$ 左右（直流 110V ），再检查控制回路断线输出信号节点动作情况，若控制回路正常、信号回路异常，则判断操作箱插件板故障，着重检查 HWJ、TWJ 插件板，核对图纸与实物，分别检查线圈阻值、接点通断，判断故障点。

处理方案：如发现损坏可以更换单个继电器或整板。如更换单个继电器，应注意焊接牢固、接触可靠。注意：插拔插件板应先断开装置电源，使用电烙铁时应可靠接地。

2. 二次回路故障

判断方法：检查相关回路的二次电压，若电缆两端电压不一致，则确认二次回路故障，考虑到保护装置至开关电缆距离较长，应检查电缆对地绝缘和线间绝缘，如不合格应更换。

处理方案：更换二次电缆前需将断路器改冷备用，更换完毕需对全部相关回路进行传动试验。

3. 开关机构箱内元器件损坏

判断方法：检查操作屏至断路器机构箱内控制回路电压，若操作屏内和断路器机构箱内电压都正常，则判断开关机构元器件损坏，可能存在以下问题：

- （1）断路器分、合闸线圈烧坏、断线。
- （2）断路器辅助接点接触不良。
- （3）断路器本体异常闭锁分、合闸。

(4) 远方/就地切换开关故障。

处理方案：将断路器改冷备用。针对上述四种情况进行检查，确认故障部位后进行相应处理，恢复后需对断路器进行遥控及就地分、合闸试验。

开关分合闸控制回路如图 1-2 所示。

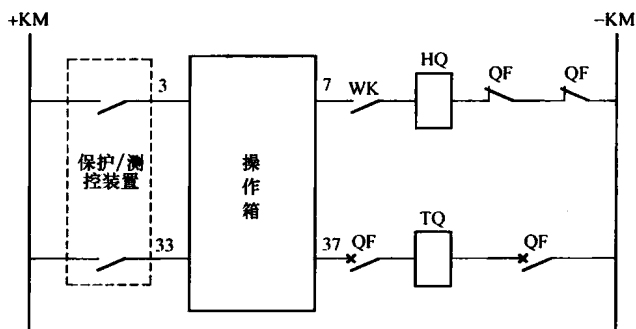


图 1-2 开关分合闸控制回路图

四、直流绝缘下降及直流接地

(一) 缺陷现象

直流接地选线装置报警，并显示某路的接地电阻，监控系统报直流绝缘下降信号。

(二) 缺陷诊断分析

直流接地一般由以下情况引起：

- (1) 绝缘老化、破损。如电缆、绝缘座、端子排。
- (2) 机械振动。电缆距金属较近，机械振动磨损电缆绝缘。
- (3) 积灰、潮湿。如接线端子、屏顶小母线、插件板积灰，在空气湿度较大的情况下，导致绝缘下降。
- (4) 锈蚀。隔离开关辅助接点受潮、腐蚀。
- (5) 渗水。如端子箱、隔离开关机构、主变压器附件、各种表计密封不好。
- (6) 裸露。如备用电缆芯没有包好。

(三) 总体安全措施

直流接地以往一般采用拉路查找的方法，拉路查找方法虽简便直接，但存在一定的安全风险。随着便携式直流接地检测仪的推广，现在一般以采用便携