

10kV DAIDIANZUOYE
DIANXING CAOZUO XIANGJIE



10kV带电作业

典型操作详解

应伟国 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

10kV DAIDIANZUOYE
DIANXING CAOZUO XIANGJIE

10kV带电作业典型操作详解

ISBN 978-7-5123-2216-5



9 787512 322165 >

定价：29.00 元

上架建议：电力工程

10kV DAIDIANZUOYE
DIANXING CAOZUO XIANGJIE

10kV带电作业

典型操作详解

应伟国 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

为了总结、交流我国电力系统带电作业工作经验,加深作业人员对操作项目的了解,规范作业行为、保障作业安全、提高工作效率,编写本书。

本书共分5章:更换设备,断、接引线,修理设备,加装设备,大型作业项目。根据配电线路带电作业的操作步骤,对照相关规程规定,结合电气、机械、工程力学、气象环境等多方因素,逐条详细解读了26项10kV配电线路带电作业典型操作程序及安全措施。

本书可供配电线路带电作业人员和工程技术人员在实际工作中学习使用,也可供相关管理人员参考查阅。

图书在版编目(CIP)数据

10kV 带电作业典型操作详解/应伟国编. —北京:中国电力出版社,2011.10

ISBN 978-7-5123-2216-5

I. ①1… II. ①应… III. ①带电作业 IV. ①TM72

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第206603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>)

北京丰源印刷厂印刷

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

787毫米×1092毫米 16开本 9.75印张 230千字

印数0001—3000册 定价29.00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

我国自 20 世纪 50 年代初就开始探索和研究带电作业技术，已有 50 多年历史。电气设备在长期运行中需要经常检查和维修等，带电作业是工作人员接触带电部分的作业或工作人员用操作工具、设备或装置在带电区域的作业，是在不停电的电气设备上进行检修、测试的一种作业方法，是供电企业实现优质供电服务的重要手段，可大幅度提高运行可靠性，同时又能有效地避免用户停电，为社会和企业产生现实的社会效益和直接的经济效益。

带电作业属技术密集型工作，安全要求特别高，从事带电作业和管理的人员必须具备电气、机械、工程力学等多方面专业知识，本书作者自 20 世纪 70 年代起长期从事架空线路带电检修或抢修作业，40 多年坚持不懈地带领线路工区做好带电作业，实践经验丰富。

为提高供电企业配电线路带电作业人员的技能水平，编写本书。本书共分 5 章，包含更换设备，断、接引线，修理设备，加装设备，大型作业项目。本书以现场需求为向导，以提高技能为核心，按配电线路带电作业实际操作步骤，依照 DL 409《电业安全工作规程（电力线路部分）》及 GB/T 18857—2008《配电线路带电作业技术导则》等，逐条详细解读了 26 项 10kV 配电线路带电作业典型操作程序及相关切实有效的安全措施，根据实际、实用原则，对带电作业操作内容进行增减，同时又明确列出某些项目中易疏忽或错误理解的地方，最大程度上切合现场作业人员的实际操作要求，是一本 10kV 配电线路带电作业方面的实用教材。本书中凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本书；凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本书。

由于本书编写工作量大，时间仓促，难免存在疏漏之处，希望广大专家和读者批评指正。

编 者

2011 年 12 月

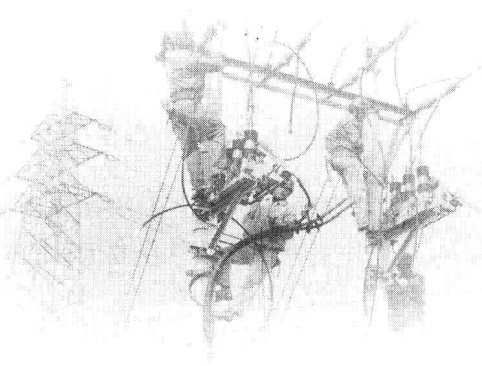
目 录

前言

1 更换设备	1
1.1 绝缘斗臂车更换线路避雷器（避雷器引线直搭在导线上）	1
1.2 绝缘斗臂车更换线路避雷器（避雷器与导线间装有接线器）	17
1.3 地电位绝缘挡板更换跌落式熔断器下引线	22
1.4 绝缘平台更换跌落式熔断器座	32
1.5 绝缘斗臂车带负荷更换跌落式熔断器座	37
1.6 地电位绝缘扒杆更换直线杆边相绝缘子	44
1.7 地电位绝缘扒杆更换直线杆两边相绝缘子	49
1.8 地电位绝缘扒杆更换直线杆中相绝缘子	54
1.9 绝缘斗臂车更换直线杆边（中）相绝缘子	58
1.10 绝缘斗臂车更换直线杆两边相绝缘子	64
1.11 绝缘斗臂车更换耐张杆绝缘子	69
1.12 绝缘平台更换耐张杆边相绝缘子	75
1.13 绝缘斗臂车带负荷更换杆上断路器或分段隔离刀闸	79
1.14 绝缘斗臂车更换常开断路器	85
2 断、接引线	90
2.1 绝缘操作杆搭接熔断器导线侧引线或更换熔断器座	90
2.2 绝缘斗臂车搭接分支线上引线	96
2.3 绝缘斗臂车搭接电缆线路	99
3 修理设备	106
3.1 绝缘斗臂车带电检修耐张杆跳线并沟线夹发热隐患	106
3.2 绝缘斗臂车带电修补导线	109
3.3 绝缘斗臂车带电修复分段隔离刀闸	114

4 加装设备	120
4.1 绝缘操作杆加装导线接地环	120
4.2 绝缘斗臂车加装电缆出线隔离刀闸横担	122
4.3 绝缘平台加装导线接地环	126
5 大型作业项目	130
5.1 绝缘斗臂车档中增立直线分支杆	130
5.2 绝缘斗臂车更换破损直线杆	136
5.3 绝缘斗臂车带负荷直线杆改耐张杆	142

1 更换设备



1.1 绝缘斗臂车更换线路避雷器（避雷器引线直搭在导线上）

1.1.1 作业方法

绝缘斗臂车、绝缘手套作业法（避雷器引线直搭在导线上）。

解读：本项目采用绝缘斗臂车、戴绝缘手套中间电位直接作业法。

1.1.2 适合范围

10kV 线路避雷器直接接入导线的出线杆或终端杆。

解读：本项目调换避雷器属预防性试验轮换作业，线路避雷器直搭在带电导线上。

1.1.3 人员组合

人员配置一览表见表 1-1。

表 1-1 人员配置一览表

人员分工	人数	备注
工作负责人（监护人）	1 人	
斗内 1 号电工	1 人	带电操作
斗内 2 号电工（操作斗臂车）	1 人	协助带电操作
地面电工	1 人	

注 1. 只能地面操作的绝缘斗臂车应增加一名地面斗臂车操作人员。

2. 也可由一名斗内电工单人操作。

解读：GB/T 18857—2008《配电线路带电作业技术导则》第 4.1.2 条规定：工作负责人（或安全监护人）应具有 3 年以上配电带电作业实际工作经验，熟悉设备状况，具有一定的组织能力和事故处理能力，经专门培训，考试合格并具有上岗证，经本单位总工程师或主管生产领导的批准。DL 409—1991《电业安全工作规程（电力线路部分）》第 1.5.1 条规定：电气工作人员经医生鉴定，无妨碍工作的病症（体格检查约两年一次）。GB/T 18857—2008 第 4.1.1 条规定：配电带电作业人员应身体健康，无妨碍作业的生理和心理障碍。Q/GDW 520—2010《10kV 架空配电线路带电作业管理规范》第 8.1 条规定：带电作业人员应从具备配电线路初级及以上技能水平的人员中择优录用，经公司带电作业实训基地培训并资质认证。《国家电网公司电力安全工作规程（线路部分）》第 7.2 条规定：凡参加高处作业的人员，应每年进行一次体检。

特别要强调的是 DL 409—1991 和 GB/T 18857—2008 均要求特殊工种作业人员必须进行体格检查和鉴定有无妨碍作业的生理和心理障碍病症，目前电气作业人员进行的体检多属

“健康体检”，还缺少如家族遗传癫痫、见血晕等生理疾病和恐高症等心理障碍的检查和鉴定，即国家特殊作业工种的电工应严格按相关规程规定进行身体检查，特别是高空作业人员应每年体检一次。

Q/GDW 520—2010 第 8.6 条规定：操作带电作业用斗臂车等车辆的人员需经培训、考试合格后、持证上岗。本项目的作业人员应按上述要求配置，带电操作人员应经过公司实训基地的理论、实际操作培训，并取得资质，工作负责人还应经过专门培训及本单位批准。

若绝缘斗配置两名斗内电工时，在安装遮蔽、工作配合和拆除绝缘遮蔽过程中，严禁两名斗内电工各自同时对带电体、接地体作业，装遮蔽或拆除绝缘隔离措施，以防作业人员一人触及带电体、另一人接触接地体，使绝缘斗内的两名电工因身体任何部位接触而构成回路或串入电（回）路中。

1.1.4 工器具配备

工器具配备一览表见表 1-2。

表 1-2 工器具配备一览表

序号	工器具名称		规格、型号	数量	备注
1	特种车辆	绝缘斗臂车	10kV	1 辆	
2	绝缘遮蔽工具	导线遮蔽罩	10kV	6 根	
3		避雷器遮蔽罩	10kV	3 只	
4		避雷器引线遮蔽罩	10kV	6 根	
5		绝缘毯	10kV	若干	
6		绝缘毯夹具		若干	
7	绝缘工具	防潮绝缘传递绳	φ10mm	1 根	斗内备用
8	个人防护用具	绝缘安全帽		4 顶	
9		斗内专用安全带		2 条	含有速差自锁装置
10		绝缘手套	10kV	2 副	
11		防刺穿手套		2 副	即羊皮手套
12		绝缘袖套	10kV	2 副	或绝缘披肩
13	辅助安全、检测用具	工具袋		1 只	装绝缘工具用
14		绝缘电阻检测仪	5000V	1 台	电极宽 2cm，极间距 2cm
15		防潮苫布	3m×3m	1 块	
16		安全围栏、警示牌		1 套	即车辆、行人绕道警示牌
17		10kV 验电器		1 支	配验电器用高压发生器
18	常用工具和材料	避雷器	10kV	若干	预防性试验合格
19		扭矩扳手		1 把	紧固避雷器固定螺栓用

注 斗内电工对带电体安全距离不小于 0.4m，不含穿戴绝缘防护用具的部分肢体。

解读：GB/T 18857—2008 第 6.2.1 条规定：绝缘手套作业法是指作业人员使用绝缘承载工具（绝缘斗臂车、绝缘梯、绝缘平台等）与大地保持规定的安全距离，穿戴绝缘防护用具，与周围物体保持绝缘隔离，通过绝缘手套对带电体直接进行作业的方式。可见作业人员站在绝缘斗内，戴绝缘手套作业，下半身有绝缘斗隔离，且 GB/T 18857 已将绝缘斗提升为

主绝缘，符合带电作业要求，因此本工器具配置表中未配绝缘靴。目前很多单位仍然在绝缘斗内作业时穿绝缘靴及穿全套绝缘服，其根据的是 GB/T 18857—2008 第 9.10 条规定：斗内电工……应穿绝缘靴、绝缘服、戴绝缘安全帽、绝缘手套（外套防刺穿手套）……该条文与原 GB/T 18857—2002 第 8.8 条内容相同，该条文的制定依据是 DL/T 976—2005 《带电作业工具、装置和设备预防性试验规程》8.1.2 电气试验的表 41 “斗臂车绝缘部件的定期电气试验”所列的绝缘外斗试验电压 35kV、试验时间 1min、无闪络或击穿现象；绝缘内衬（斗）试验电压 35kV、试验时间 1min、无闪络或击穿现象。也就是说，GB/T 18857—2002 中的绝缘斗达不到 10kV 电压等级预防性试验电压值 45kV，因此规定绝缘斗为辅助绝缘，且由于绝缘斗经常会与带电体接触，所以明确斗内电工应穿绝缘靴、绝缘服（见图 1-1）。而 GB/T 18857—2008 中的绝缘斗的耐受电压值已提高到每 0.4m、45kV 预防性试验电压和整个斗试验电压为 50kV（参见该标准表 5），将绝缘斗从辅助绝缘升级成为主绝缘。但 GB/T 18857—2008 没有对绝缘斗内“穿绝缘靴、绝缘服”的内容进行修正。GB/T 18857—2008 第 6.2.5 条规定：绝缘手套作业法中，绝缘承载工具为相地主绝缘，空气间隙为相间主绝缘，绝缘遮蔽用具、绝缘防护用具为辅助绝缘。现在绝缘斗（承载工具）已是主绝缘了，斗内电工的腿、腰和脚处在绝缘斗内，为确保绝缘斗内作业人员的安全和舒适度（绝缘服为多层不透气材料制作，南方潮热天气下穿着绝缘服对作业人员体力消耗很大），根据带电作业电气知识原理，表 1-2 仅配置绝缘袖套或绝缘披肩和绝缘手套，要求绝缘斗内作业的电工戴绝缘手套和穿绝缘袖套或绝缘披肩即可。



图 1-1 斗内电工穿绝缘靴、全套绝缘服

GB/T 18857—2008 第 9.12 条规定：……在接近带电体的过程中，要从下方依次验电，人体可能触及范围内的低压线亦应验电，确认无漏电现象。这并不是说绝缘斗内作业都要进行验电，只是部分绝缘斗作业项目需验电确证有无漏电或绝缘损坏引起的单相接地现象。

GB/T 18857—2008 第 10.2 条规定：……严禁作业人员一手握导线、一手握引线发生人体串接情况。当斗内电工拆开或搭接带电引线时，若引线连接的避雷器、跌落熔丝座、支柱绝缘子、隔离开关等设备或更换耐张瓷绝缘子串等，若上述设备有损坏接地、柱上断路器内连接点未断开等现象，此时斗内电工会出现一手握导线、一手握引线（或接地体）人体串接情况，因此进行此类作业，绝缘斗内电工应验电确证需直接操作更换的设备有无漏电或单相接地现象。

本次作业为更换线路避雷器，有可能会发生避雷器损坏漏电或单相接地现象，为避免斗内电工在拆开或搭接引线时，人体串入电（回）路中的现象，按规定配备了验电器。以往因架空线路检修中采用活动扳手紧固连接螺栓工艺粗糙，本项目配置了扭（力）矩扳手。

1.1.5 作业步骤

1.1.5.1 作业前工作负责人组织学习本作业项目《作业指导书》，根据本次工作内容决定是否需组织技术骨干去现场勘察，若需勘察应按本次作业现场勘察内容修订完善本次作业的现场作业指导书，并完成审核、批准程序后组织学习。

解读：GB/T 18857—2008 第 4.3.2 条规定：带电作业工作票签发人和工作负责人对带电作业现场不熟悉时，应组织有经验的人员到现场查勘。

《国家电网公司电力安全工作规程（线路部分）》第 10.1.6 条规定：带电作业工作票签发人或工作负责人认为有必要时，应组织有经验的人员到现场勘察……。

Q/GDW 520—2010 第 9.5.1 条规定：各单位将常规作业项目编制成标准化作业指导书，相应项目实施时，工作班应根据现场实际情况补充和完善安全措施。

根据实际工作经验和上述规程要求可见，并不是所有带电工作都要去现场查勘。目前各单位为了满足电力工作规范化和标准化的要求，对本单位各种作业项目都已编制成相应的《作业指导书》，在工作前一天班组组织学习本项目的《作业指导书》，使作业程序更为规范和安全。

《作业指导书》可以规范运行、检修单位开展检修工作的规范化和标准化，它基本等同相关作业项目的预案，碰到相应的作业时，指导书基本已将人员、材料、工器具及作业方法书面规定，若遇到较复杂或地形地貌特殊情况时，再组织生产骨干去现场勘查，按勘查及现场讨论的结果，修订完善本次作业的《作业指导书》由于线路作业与电杆所处地形地貌、环境气候等有关，现场不应每做一步都在《作业指导书》上打勾记录，断路器、刀闸的倒闸操作，因设备的保护接线在控制室后台，因此规定必须按典型操作票一人读票，一人操作，每操作一步，打勾记录，跳步或漏步均会发生误操作。

1.1.5.2 按照工作内容领用绝缘工具、遮蔽、防护用具和其他辅助器具，检查工器具外观是否完好无损，核查工器具的电气、机械试验是否合格，标签是否齐全且处在试验周期内；避雷器外观是否清洁完好，绝缘电阻值是否符合要求。

解读：本次作业应从绝缘工具房、常规工具房领取作业所需的各类工器具，检查所领工器具的外观是否完好无损，操作是否灵活。若工作班到作业现场才发现工器具损坏，工作人员乘车回单位补拿工器具，将耽误工作。本作业是轮换运行避雷器回来做预防性试验，因此新领用的避雷器必须电气试验合格。

Q/GDW 520—2010 第 10.9 条规定：带电作业工器具应按 DL/T 976—2005 的要求进行试验，并粘贴试验结果和有效日期标签……所以作业人员应复核领用各类工器具试验标签是否处在有效试验周期内（试验标签是根据周期试验合格后贴上的，电气试验报告一般由生技部门保管），这也是为了确保带电作业工具的电气、机械性能符合本次带电作业的要求。

1.1.5.3 作业应在良好天气下进行，遇雷、雨、雪、大雾时不得进行工作，风力大于 10m/s（5 级）时，一般不宜进行带电作业。

解读：DL 409—1991 第 8.1.2 条规定：带电作业应在良好天气下进行，如遇雷、雨、雪、雾不得进行带电作业，风力大于 5 级时，一般不宜进行带电作业。目前上述天气要求已从原规定的适用范围 220kV 及以下电压等级覆盖到 750kV 及以下电压等级。

随着国家科学技术的不断提高，绝缘工具的制作水平、工艺要求也不断提高，根据带电作业绝缘工具的使用情况，输电线路均采用硬质绝缘工具和绝缘绳索，硬质绝缘材料常态时

的表面电阻或体积电阻均在 $10^{13}\Omega$ 或 $\Omega \cdot \text{cm}$ 等级。硬质绝缘材料浸水后的表面电阻或体积电阻也在 $10^{10}\Omega$ 或 $\Omega \cdot \text{cm}$ 。防潮型绝缘绳索水浸泡 15min 后抖落表面附着水珠。0.5m 长度施加电压 100kV 仍要不大于 $500\mu\text{A}$ ，满足 DL 409—1991 第 8.14.10 条规定。

早期带电作业用的绝缘绳索材料一般是天然蚕丝、人造纤维捻制的锦纶、丙纶、尼龙等，容易受潮，但数十年带电作业实践证明，该类普通型绝缘绳索在 220kV 及以下电压等级范围使用还是安全的。随着电压等级和电力企业对带电作业安全要求的提高，绝缘绳生产厂家已研制出防潮型绝缘绳索，GB/T 13035—2008《带电作业用绝缘绳索》也将防潮型绝缘绳索的试验标准纳入，使各单位采购防潮型绝缘绳索有了标准。DL/T 966—2005《送电线路带电作业技术导则》第 6.5.6.4 条规定：防潮型绝缘绳索适用于无雨雪、无持续浓雾的各种气候条件下作业。常规型绝缘绳索仅适用于晴朗干燥气候条件下的带电作业。

可见带电作业工具的绝缘性能一般受空气湿度的影响不大，但普通绝缘绳索类受潮影响较大。

修订 GB/T 18857—2008 时增加了第 4.2.2 条：相对湿度大于 80% 的天气，若需进行带电作业，应采取具有防潮性能的绝缘工具。由于配电线路带电作业绝缘绳索基本不与带电体接触（仅作为传递绳用），因此将超高压线路用在带电体上的防潮型绝缘绳索套用到配电线路上意义不大，配电线路的绝缘操作工具、绝缘遮蔽用具、绝缘防护用具本身的防潮性能良好。目前带电作业防潮型绝缘工具有正式称呼的只有“防潮型绝缘绳索”，2010 版《国家电网公司电力安全工作规程（线路部分）》第 10.1.2 条规定：……湿度大于 80% 时，一般不宜进行带电作业。从而更是限制了具有防潮型硬质绝缘材料（管、杆、板等）带电作业的条件。

实际工作中，220kV 以下电压等级带电作业采用绝缘操作杆（拉板）、普通绝缘绳索等已有数十年，一直由工作负责人掌握在无雨雪、无大雾的天气下进行的带电作业，均没有用风速仪检测风速和用湿度仪检测空气湿度，配电线路上绝缘绳索与带电体基本不会接触。配电线路中，相同长度的硬质绝缘材料承受的电压远比输电线路低（输电 110kV 的 1m 长试验电压 220kV，10kV 的 0.4m 长试验电压 45kV），所以本作业项目取消了湿度限制，但明确要求配防潮型绝缘吊绳。DL 409—1991 有“风速大于 10m/s（5 级）时一般不宜作业”的规定，该条文原是针对输电线路杆塔上的作业，但因本次作业采用了绝缘斗臂车，有一定的风速时在绝缘斗内操作会存在安全隐患，如绝缘斗受风压升空会摇晃等，因此仍保留该段对风速的要求，由工作负责人根据具体情况掌握控制。

绝缘防护用具（绝缘手套、绝缘袖套等）应每 6 个月进行一次预防性电气试验，输电线路的绝缘工具进行的是相应电压等级要求的长度耐受试验，验证表面绝缘电阻和体积绝缘电阻，即泄漏电流大小及沿面闪络和电气试验后绝缘工具表面发热等。绝缘遮蔽、防护用具承受的是层间击穿电压，其吸水率比普通绝缘绳索小，在相对空气湿度超过 80% 情况下使用基本不影响其绝缘击穿性能，所以配电带电作业不需考虑相对空气湿度 80% 的要求。

1.1.5.4 将工器具装上车辆，各种工器具应存放在专用工具袋或工具箱内，金属工具和绝缘工器具应分开装运，以防止相互碰擦损坏或划伤表面绝缘保护层。

解读：GB/T 18857—2008 第 8.6.1 条规定：工器具在运输途中，绝缘工具应装在专用工具袋、工具箱或专用工具车内，以防止受潮和损伤。这里明确规定绝缘工具与金属工具不得在同一个工具袋内运输，原因是硬质绝缘材料表面均涂刷有绝缘漆，绝缘遮蔽用具、绝缘

防护用具均是软质材料，若与金属工具混装运输，运输途中将有可能被划伤绝缘保护层或钩破软质工具。

1.1.5.5 工作前，工作负责人向调度联系。内容为：本人为工作负责人××，××××年××月××日需在10kV××线路上进行带电更换避雷器工作。本作业不需停用线路重合闸装置，若遇该线路跳闸，不经联系，不得强送电。

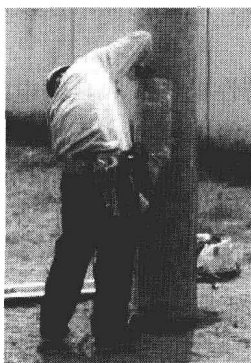
解读：《国家电网公司电力安全工作规程（线路部分）》第10.1.8条规定：带电作业工作负责人在带电作业工作开始前，应与值班调度联系。需要停用重合闸或直流再启动保护的作业和带电断、接引线应由调度员履行许可手续。工作结束后应向调度汇报。第3.2.2条规定：……调度员……将工作班、工作负责人姓名、工作线路和工作任务记录后，才能发出许可命令。第8.1.9条规定：……调度未与工作负责人取得联系前不得强送电的内容。GB/T 18857—2008第4.3.3条规定：带电作业工作负责人在工作开始前应与调度联系。需要停用自动重合闸装置时，应履行许可手续。根据以上标准规范制订本条，明确和规范了工作负责人与调度联系的标准内容。

DL 409—1991第8.1.8条规定：带电作业有下列情况之一者应停用重合闸，并不得强送电：……中性点非有效接地系统中有可能引起相间短路的作业；工作票签发人或工作负责人认为需要停用重合闸作业。本项目是在绝缘斗上作业，必须按GB/T 18857—2008的要求，先绝缘遮蔽带电体、绝缘子或金具连接件、横担等接地体后才能进行某相导线作业，因本项目带电作业中不可能引起相间短路，所以不需停用线路自动重合闸装置。

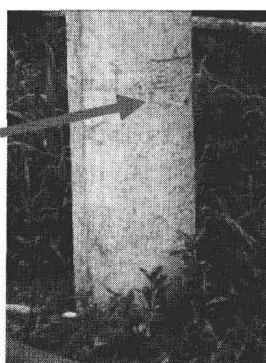
根据以上规程和相关技术导则的要求，将上述要求组合成本条，使工作负责人工作前与调度联系的内容规范、简短、扼要，又能明确地说明工作班作业情况和提出的要求。由于本次作业对作业线路无退出保护装置的要求，因此工作负责人只需在工作前告知值班调度员即可，若需停用线路重合闸装置或断开主线路导线时，则应向调度申请，得到调度的许可手续后方可操作或作业。

1.1.5.6 工作负责人核查线路名称、杆号、电杆埋深及电杆有无破损、断裂现象，电杆周围地形地貌状况、斗臂车摆放位置和作业更换设备状况等是否满足带电作业的要求。

解读：架空线路电杆常年承受着导线张力和垂直荷重，特别是配电线路，电杆的稳定性



(a)



(b)

图 1-2 检测电杆

(a) 检测电杆埋深尺寸；(b) 电杆上 3m 画线标记

全凭根部埋深控制，带电作业是高危险度作业，技术要求高，不仅要求员工具备电气知识、机械知识、工程力学知识、材料力学知识、高电压知识，还要求需具备气象知识和绝缘材料知识。虽然有的作业因工作需要在前一天已组织技术骨干去现场查勘过，但配电电杆多数竖立在街道旁，车辆碰撞或恶意破坏等状况有可能发生，工作负责人为确保本次作业安全顺利地地完成，工作前还应根据作业方法及电杆受力要素，检查核对电杆埋深尺寸是否符合 [见图 1-2 (a)]

(一般 15m 杆要求埋深 2.3m), 确认电杆上有 3m 画线标记 [见图 1-2 (b)]。检查杆身有无遭车辆等碰撞破损或断裂现象, 电杆周围地形地貌及斗臂车摆设位置是否满足作业安全和方便的需要。

1.1.5.7 绝缘斗臂车进入作业电杆边合适位置, 将斗臂车可靠接地; 根据道路情况设置安全围栏、警告标志或车辆、行人绕道通行的醒目标志。

解读: GB/T 18857—2008 附录 A2.1.2.2 写明: 根据杆上电气设备布置和作业项目, 将绝缘斗臂车定位于最适于作业的位置, 打好接地桩, 连上斗臂车的接地线。高架绝缘斗臂车的工作位置应选择适当, 支撑应稳固可靠, 在松土质地面工作时应有防支撑腿下陷倾覆的措施。绝缘斗在作业中要与带电导线触及, 所以应将斗臂车上的接地线与大地可靠连接 (见图 1-3)。DL 409—1991 第 4.3.3 条文说明: ……采用临时接地棒的接地深度不得小于 0.6m, 主要是考虑接地电阻和接地棒插入地下的牢固情况而确定的, 根据试验得知, 接地棒插入地面的深度大于 1m 时, 电阻值下降并不多。规定不得小于 0.6m 已能满足要求, 深度太浅时接地电阻会太大, 有可能因插入不牢而脱出地面, 从而失去接地的作用。所以, 接地棒必须打入地面以下 0.6m 以上。

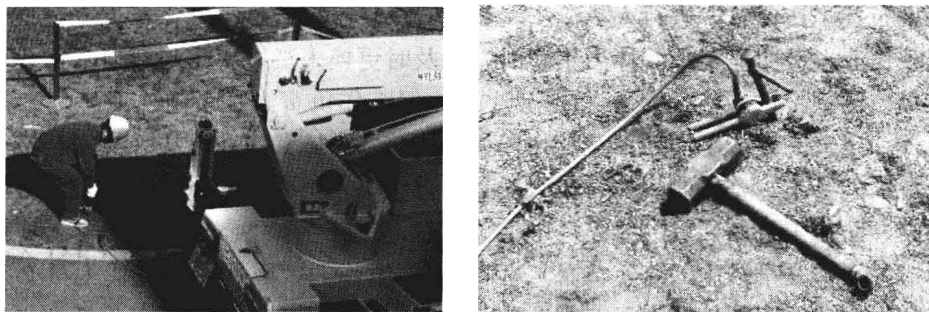


图 1-3 绝缘斗臂车专用接地线

带电操作是高空作业, 我国《民法通则》规定: “损害是由受害人故意造成的, 可不承担民事责任” 的规定。工作班应在作业区域设置安全围栏、警告标志或路障, 防止行人接近或入内。若在车辆繁忙地段或街道路面比较狭窄处进行带电作业, 还应与交通管理部门取得联系, 以取得配合, 使占道或封道的斗臂车带电作业依法进行。

目前各单位有 “电力施工车辆慢行”、“带电作业危险、车辆行人慢行” 等警示牌 [见图 1-4 (b)], 均属不规范用语, 留有法律漏洞, 慢行是指可缓慢行驶接近或穿越工作范围的, 一旦车辆、行人进入作业区发生事故, 电力部门还是有责任的。而安置 “带电作业危险、车辆行人绕行” 警示牌 [见图 1-4 (a)], 则明确要求从其他临近或隔壁的街道通行, 更妥当。

绝缘斗臂车一般在城区街道上作业, 绝缘斗臂车四条腿伸出支撑斗臂车, 占街道地面较大, 易妨碍街道上的车辆、行人通行。若在带电作业期间, 有送伤病员的救护车等必须通过的其他车辆和行人等, 往往会通行困难或无法通过, 因此绝缘斗臂车带电作业的工作负责人, 必须穿或戴有醒目标记 [见图 1-4 (c)], 以方便群众能尽快找到负责人, 力争社会车辆快速或绕道通过, 以消除可能产生的法律纠纷, 同时也确保带电作业斗臂车的安全。

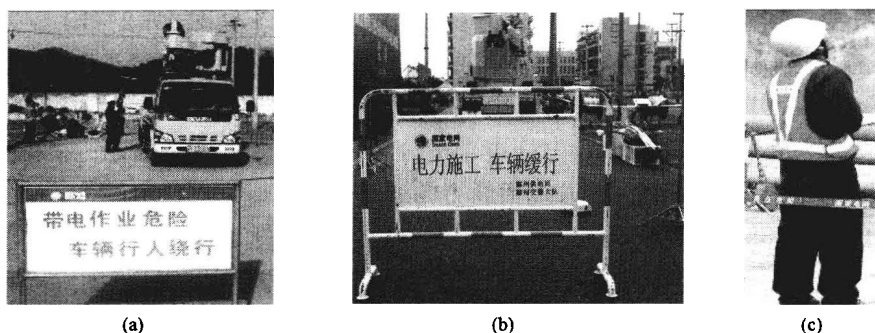


图 1-4 警示牌及负责人穿戴鲜明标记

(a) 法律意识完整的警示牌；(b) 有法律缺陷的警示牌；(c) 工作负责人穿或戴醒目标记

1.1.5.8 全体工作成员列队，工作负责人现场宣读工作票、交代工作任务、交代安全措施和技术措施；查（问）看作业人员精神状况、劳动保护着装情况和工器具情况；确认作业中的危险点和预防措施，明确分工以及安全注意事项。

解读：GB/T 18857—2008 第 9.5 条规定：每次作业前全体作业人员应在现场列队，由工作负责人布置工作任务，进行人员分工，交代安全技术措施。第 9.1 条规定：……如作业当天出现某作业人员明显精神和体力不适时，应及时更换人员，不得强行要求作业。虽然作业人员在单位已预习过本项目的《作业指导书》，但工作负责人在带电作业工作开始前仍应按要求进行“三交三查”工作，即交工作任务，交技术措施和作业方法，交安全措施及作业中的危险点预控措施；查作业人员身体状况和精神状况，查作业人员劳动保护服装，查个人安全、登高、防护工（用）具（线路停电检修或线路施工为“两交一查”，交工作任务，交安全技术措施，查安全措施的落实情况）。由于是带电作业，因此要求作业人员必须穿着全棉工作服和衬衣，原因是作业人员若穿着化纤类工作服，特别是贴身穿着化纤类内衣，一旦发生作业人员触电，高压电弧将使化纤服装明火快速燃烧，燃烧后的化纤残余物温度很高且会收缩粘贴在皮肤上，能深度烧伤真皮及毛囊，对人体伤害大；而棉布类只会暗燃且温度低，引燃烧伤的是皮肤浅皮层。因此工作负责人应认真查看员工的劳动保护着装。工作负责人检查员工安全、登高用具和个人工具，在交代和布置完成工作票上的安全措施后还应根据现场情况补充安全措施和注意事项。

1.1.5.9 地面电工将绝缘工具放置在防潮苫布上，检查绝缘操作工具、遮蔽、防护用具具有无破损、龟裂、刺孔及表面有无污秽，用绝缘电阻检测仪抽测绝缘操作工具的绝缘电阻；用绝缘手套检测器充气检查测试其是否有破损、针孔等漏气现象；检查绝缘斗臂车的斗、臂和车辆接地装置是否完好清洁，绝缘工（用）具电气、机械试验合格标签是否齐全且处在试验周期内；检查及擦净绝缘臂、斗的表面；新避雷器外观检查、清除污秽和核查绝缘电阻。

解读：GB/T 18857—2008 第 9.2 条规定：……带电工器具、绝缘工具、防护用具应分别装入规定的工具袋中带往现场，运输途中应严防受潮和碰撞，到作业现场应分类整理摆放在防潮布上。

DL 409—1991 第 8.14.6 条规定：使用工具前，应仔细检查有否损坏、受潮、变形、失灵，并使用 2500V 及以上绝缘电阻表或绝缘检测仪进行分段绝缘检测（电极宽 2cm，极间

宽 2cm)，阻值应不低于 $700\text{M}\Omega$ 。操作绝缘工具时应戴清洁、干燥的手套，并应防止绝缘工具在使用中脏污和受潮。

首先要注意检查绝缘电阻检测仪是否按规定周期检验，JJG 622—1997《绝缘电阻表（兆欧表）检定规程》第 28 条规定：每两年检定一次绝缘电阻检测仪。其次要注意对绝缘电阻检测仪进行自检，自检方法为：在 $120\text{r}/\text{min}$ 的额定转速或高挡位电压下，先检测绝缘工具的电阻值读数，应趋向于 ∞ ，再将标准电极接触防潮苫布等绝缘电阻较差的物件，此时仪表的读数会快速降至 $100\text{M}\Omega$ 及以下，建议不采用在高挡位电压或额定转速下直接用标准电极触及金属件。

线路带电作业去现场工作前应检查工器具的连接或紧固螺栓（帽）有否松掉等，带电作业工具从汽车搬下后，一般需人工搬运至野外电杆处。DL 409—1991 第 8.14.6 条规定：……操作绝缘工具时应戴清洁、干燥的手套，并应防止绝缘工具在使用中脏污和受潮。带电作业人员应杜绝裸手拿捏绝缘工具的陋习；在检查绝缘操作工具无损坏、受潮、变形现象后，用绝缘电阻检测仪“抽测”绝缘操作工具的电阻值；检查绝缘遮蔽用具、绝缘防护用品有否破损、划破等现象，用清洁干燥毛巾擦拭绝缘遮蔽（防护）用具；核查所有绝缘工具（含斗臂车）的电气、机械试验是否合格，试验标签是否处在有效期内。

应该说，带电作业绝缘工具都是按试验周期进行试验且在绝缘库房内保管，1977 版《电业安全工作规程（电力线路部分）》第 148 条规定：绝缘工具在使用前应详细检查有否损坏，并用清洁干燥毛巾擦净。如发生疑问时，应用 2500V 绝缘电阻表进行分段测定（电极宽 2cm，极间宽 2cm）绝缘电阻值不低于 $700\text{M}\Omega$ 。DL 409—1991 修订时删除了“因电压等级不同，有效长度也不等，绝缘电阻统一不低于 $10\,000\text{M}\Omega$ 不合理”这段内容。规程明确“如发生疑问时”才用绝缘电阻检测仪检测电阻值。20 世纪 70~80 年代外出带电作业，人与带电作业工具基本乘敞篷车，沿线路带电作业检修一般需 1~2 个月，绝缘工具出库房时间长，同时绝缘工具长期在野外被工作人员肩挑背扛，容易触及露水，掉入水沟、稻田等而受潮，所以每到电杆下作业前，作业人员需检查绝缘工具及用清洁干燥毛巾擦净工具表面，若有疑问时才用绝缘电阻表分段检测表面绝缘电阻。现在配电线路带电作业基本是在路边或街道旁，绝缘工器具又是当天从绝缘库房内领取，所以本条要求汽车上取下绝缘工具后检查及表面擦净，用绝缘电阻表“抽测”绝缘操作工具的电阻值，特别要求注意采用标准电极（电极宽 2cm，极间宽 2cm）[见图 1-5（b）]。绝缘电阻检测仪在抽测硬质绝缘工具的绝缘电阻时，金属电极不得沿硬质绝缘材料（如绝缘操纵杆）的表面滑行测量，以防划伤绝缘工具表面的绝缘保护层。

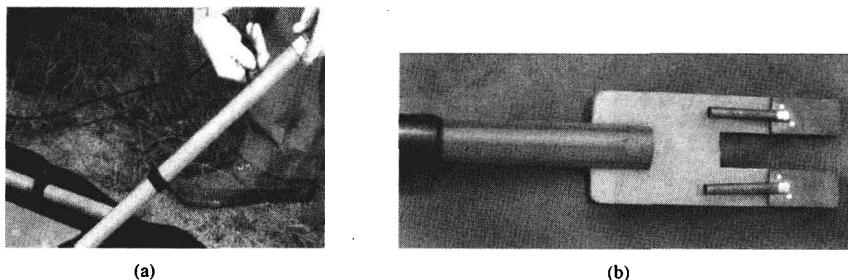


图 1-5 绝缘电阻检测

(a) 只考虑了极间宽；(b) 标准电极

DL 409—1991 中规定的标准电极（电极宽 2cm，极间宽 2cm）和 700M Ω 的电阻值是经试验得出的结论：绝缘电阻值与闪络电压有一定的关系，表面电阻低，闪络电压也低；表面电阻高，闪络电压随之升高。当表面电阻超过 500 M Ω 时，闪络电压就不再明显升高。规定 700M Ω 作为判断值，应该说是安全可靠的。目前多数配电带电作业均采用表计配来的电极针，图 1-5 (a) 是采用错误的电极，作业人员在测量绝缘电阻值时只考虑极间宽 2cm，没有按相关规程规定要求电极本体的宽也为 2cm。

GB/T 18857—2008 第 9.4 条规定：到达现场后，在作业前应检查确认……绝缘遮蔽用具、防护用具有无破损，并对绝缘操作工具进行检测。本条规定明确绝缘遮蔽用具只检查有无破损，对绝缘操作工具才检测表面绝缘电阻值。第 9.9 条规定：……绝缘袖套、披肩、绝缘服在使用前应检查有无刺孔、划破等缺陷。故对绝缘遮蔽用具、绝缘防护用具只进行检查、擦拭外观和表面脏污，不必用绝缘电阻检测仪检测表面电阻值 [见图 1-6 (b)]。绝缘遮蔽、防护用具标准做的试验是层间电气耐受，而标准电极检测的是表面电阻值。

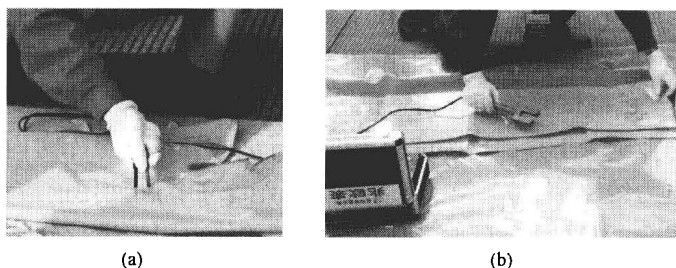


图 1-6 绝缘遮蔽用具检测错误范例
(a) 电极宽错误；(b) 检测遮蔽材料

GB/T 18857—2008 第 9.9 条规定：绝缘手套和绝缘靴在使用前要压入空气，检查有无针孔缺陷。GB/T 18857—2008 只规定应将绝缘手套压入空气后检查，目前有专用绝缘手套充气工具 [见图 1-7 (a)]，有的作业人员采用将绝缘手套卷起检查观看有无针孔漏气缺陷，该方法不科学，要检查出橡胶手套针孔缺陷，有效方法是压入空气后浸入水中或浸水后拿出观察有无破孔冒气现象，因此图 1-7 (b) 所示的检查针孔漏气方法不妥。正确的检查方法是在现场采用专用充气装置，对绝缘手套压入充满空气后放到耳边倾听有无漏气声 [见图 1-7 (c)]。

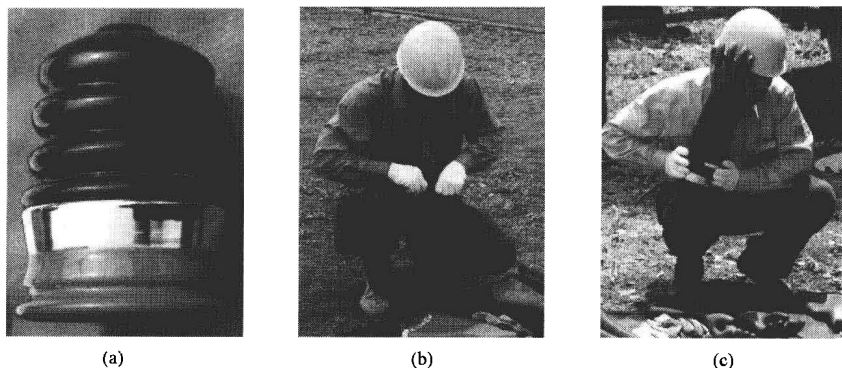


图 1-7 绝缘手套检测针孔漏气缺陷

(a) 专用充气装置；(b) 卷起查看针孔漏气（错误方法）；(c) 充气后耳听（正确方法）