

ICS 29.240.20

F 23

备案号: 29016-2010

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 392 — 2010

1000kV 交流输电线路带电作业技术导则

Technical guide for live working on 1000kV AC transmission line



2010-05-24 发布

2010-10-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 一般要求 1

5 技术要求 2

6 进出等电位 5

7 作业中的注意事项 5

8 工器具的试验 6

9 工器具的运输与保管 6

前 言

本标准是根据国家发展改革委办公厅《关于印发 2007 年行业标准修订、制定计划的通知》（发改办工业〔2007〕1415 号）的安排制定的。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由全国带电作业标准化技术委员会和特高压交流标准化工作委员会归口。

本标准主要起草单位：国网电力科学研究院、国网运行公司、江西省电力公司超高压分公司、金华电业局、河南超高压输变电运检公司。

本标准主要起草人：胡毅、王晓希、王力农、刘凯、邵瑰玮、刘庭、易辉、熊启新、李健健、胡建勋、张丽华、肖宾、郑传广、徐莹、应伟国、张建斌、肖东坡、王常飞。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条 1 号，100761）。

1000kV 交流输电线路带电作业技术导则

1 范围

本标准规定了 1000kV 单回路交流输电线路带电作业的技术要求、作业注意事项、作业工具的试验、运输和保管等。

本标准适用于海拔 2000m 及以下地区 1000kV 单回路交流输电线路的带电作业。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 2900.55 电工术语 带电作业（GB/T 2900.55—2002，IEC 60050—651：1999，EQV）

GB/T 6568 带电作业用屏蔽服装（GB/T 6568—2008，IEC 60895：2002，MOD）

GB/T 13035 带电作业用绝缘绳索

GB 13398 带电作业用空心绝缘管、泡沫填充绝缘管和实心绝缘棒（GB 13398—2008，IEC 60855：1985；IEC 61235：1993，MOD）

GB/T 14286 带电作业工具设备术语（GB/T 14286—2008，IEC 60743：2001，MOD）

GB/T 18037 带电作业工具基本技术要求与设计导则

DL 409 电业安全工作规程（电力线路部分）

DL/T 463 带电作业用绝缘子卡具

DL/T 876 带电作业绝缘配合导则

DL/T 878 带电作业用绝缘工具试验导则

DL/T 966 送电线路带电作业技术导则

DL/T 974 带电作业用工具库房

DL/T 976 带电作业工具、装置和设备预防性试验规程

3 术语和定义

GB/T 2900.55 和 GB/T 14286 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

电位转移棒 potential rod

等电位作业人员进出等电位时使用的金属工具，用来减小放电电弧对人体的影响及避免脉冲电流对屏蔽服装可能造成的损伤。

3.2

屏蔽面罩 electric field shield mask

由导电材料制成的面罩，用于作业人员面部的电场防护，与屏蔽服装连成一体使用。

4 一般要求

4.1 人员要求

4.1.1 带电作业人员应身体健康，无妨碍作业的生理和心理障碍。应具有电工原理和电力线路的基本知

识,掌握带电作业的基本原理和操作方法,熟悉作业工器具的适用范围和使用方法。熟悉 DL 409、DL/T 966 和本标准。应会紧急救护法,特别是触电急救。通过专责培训机构的理论、操作培训,考试合格并持有上岗证。

4.1.2 工作负责人(或安全监护人)应具有 3 年以上的 500kV 及以上电压等级输电线路带电作业实际工作经验,熟悉设备状况,具有一定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。

4.2 制度要求

应按 DL 409 和本标准执行。

4.3 气象条件要求

4.3.1 作业应在良好的天气下进行。如遇雷、雨、雪、大雾时不应进行带电作业。风力大于 10m/s (5 级)以上时,不宜进行作业。

4.3.2 相对湿度大于 80%的天气,若需进行带电作业,应采用具有防潮性能的绝缘工具。

4.3.3 在特殊或紧急条件下,必须在恶劣气候下进行带电抢修时,应针对现场气候和工作条件,组织有关工程技术人员和全体作业人员充分讨论,制定可靠的安全措施,经本单位总工程师或主管生产的领导批准后方可进行。夜间抢修作业应有足够的照明设施。

4.3.4 带电作业过程中若遇天气突然变化,有可能危及人身或设备安全时,应立即停止工作;在保证人身安全的情况下,应尽快恢复设备正常工况或采取其他措施。

4.4 其他要求

4.4.1 对于比较复杂、难度较大的带电作业新项目、研制的新工具,应进行科学试验,确认安全可靠,编制安全措施和施工工艺方案,并经本单位总工程师或主管生产的领导批准后方可使用。

4.4.2 带电作业工作负责人应在工作开始前与调度联系,联系后方可开展工作。需要停用自动重合闸装置时,应履行许可手续。工作结束后应及时向调度汇报。严禁约时停用或恢复重合闸。

5 技术要求

5.1 地电位作业

5.1.1 地电位作业时,塔上地电位作业人员与带电体间的最小安全距离应满足表 1 的规定。

表 1 最小安全距离

海拔高度 H m	最小安全距离 m	
	中相	边相
$H \leq 500$	6.5	5.8
$500 < H \leq 1000$	6.8	6.0
$1000 < H \leq 1500$	7.0	6.3
$1500 < H \leq 2000$	7.4	6.6

注:表中数值不包括人体占位间隙,作业中需考虑人体占位间隙不得小于 0.5m。

5.1.2 绝缘工器具的最小有效绝缘长度应满足表 2 的规定。

表 2 绝缘工器具最小有效绝缘长度

海拔高度 H m	最小有效绝缘长度 m
$H \leq 1000$	6.8
$1000 < H \leq 2000$	7.2

5.2 等电位作业

5.2.1 作业人员通过绝缘工具进入高电位时，最小组合间隙应满足表 3 的规定。

表 3 最小组合间隙

海拔高度 H m	最小组合间隙 m	
	中相	边相
$H \leq 500$	6.7	6.4
$500 < H \leq 1000$	6.9	6.7
$1000 < H \leq 1500$	7.2	7.0
$1500 < H \leq 2000$	7.6	7.3

注：表中数值不包括人体占位间隙，作业中需考虑人体占位间隙不得小于 0.5m。

5.2.2 等电位作业人员沿耐张绝缘子串进入高电场时，人体短接绝缘子片数不得多于 4 片。耐张绝缘子串中扣除人体短接和不良绝缘子片数后，良好绝缘子最少片数应满足表 4 的规定。

表 4 最小组合间隙和良好绝缘子的最少片数

海拔高度 H m	良好绝缘子串的总长度最小值 m	单片绝缘子结构高度 mm	良好绝缘子的最少片数 片
$H \leq 1000$	7.2	170	43
		195	37
		205	36
$1000 < H \leq 2000$	8.0	170	47
		195	41
		205	39

注：表中数值不包括人体占位间隙，作业中需考虑人体占位间隙不得小于 0.5m。

5.2.3 等电位作业人员与接地构架之间的最小安全距离应满足表 1 的规定。绝缘工器具最小有效绝缘长度应满足表 2 的规定。

5.3 加装保护间隙的作业

5.3.1 当安全距离不满足要求时，应采用加装保护间隙的作业方式。当安全距离满足要求，而组合间隙不满足要求时，可采用加装保护间隙的作业方式；或者按常规作业方式，采用其他组合间隙满足要求的方法进入等电位。

5.3.2 采用加装保护间隙作业时，带电作业安全距离、组合间隙、绝缘工具最小有效长度、良好绝缘子最少片数的取值与保护间隙设定值的绝缘配合应符合 DL/T 876 的要求。

5.3.3 装拆保护间隙的作业人員应穿全套屏蔽服装。

5.3.4 安装保护间隙前，应与调度联系停用重合闸。

5.3.5 保护间隙应安装在工作点的相邻杆塔上，先将保护间隙接地线与杆塔金属构件可靠连接，再将另一端挂在检修相的导线上，并使其接触良好。拆除顺序与安装时相反。

5.3.6 保护间隙的参考设定值见表 5。使用保护间隙前，可根据工程实际塔头尺寸对保护间隙的取值进行验算和修正。

表5 保护间隙设定值

海拔高度 H m	保护间隙设定值 m
$H \leq 1000$	3.6
$1000 < H \leq 2000$	4.5

5.3.7 安装时保护间隙距离应先调至最大值，安装就位后再用绝缘工具将距离调至保护间隙设定值。拆除前先将间距调回最大值，再按拆除程序拆除。

5.3.8 保护间隙宜垂直安装。当在线路中相进行带电作业时，保护间隙宜安装在相邻杆塔中相 V 型绝缘子串的两悬挂点中间的构架与导线之间；在线路边相进行带电作业时，保护间隙宜安装在相邻杆塔边相横担与导线之间，保护间隙与绝缘子串之间应有 0.5m 以上的距离。

5.4 安全防护

5.4.1 1000kV 交流输电线路带电作业使用的屏蔽服装须采用屏蔽效率不小于 60dB、其他参数符合 GB/T 6568 规定的布料制作。应做成上衣、裤子与帽子连成一体、帽檐加大的式样，并配有屏蔽效率不小于 20dB 的网状屏蔽面罩。

5.4.2 屏蔽服装须配套完整，包括连衣裤帽、面罩、手套、袜和鞋，接头须连接可靠，屏蔽服装衣裤最远端点之间的电阻值均不大于 20Ω 。

5.4.3 等电位和中间电位作业人员均须穿戴 1000kV 带电作业用屏蔽服装，屏蔽服装内还应穿阻燃内衣。

5.4.4 塔上地电位作业人员须穿全套屏蔽服装或静电防护服装和导电鞋后才能登塔作业。严禁穿屏蔽服装或静电防护服装后再穿着其他服装。

5.4.5 绝缘架空地线或分段绝缘、一点接地架设的地线应视为带电体，作业人员应对其保持 0.6m 以上的距离。如需在此类架空地线上作业，应先通过专用接地线将架空地线良好接地，地线上挂、拆专用接地线的方式、步骤与停电线路挂、拆接地线的程序相同。对挂好专用接地线的架空地线，作业人员穿着全套屏蔽服装或静电防护服装、导电鞋后可直接进入进行检修作业。

5.4.6 对于逐基接地的光纤复合架空地线（OPGW）或其他直接接地的架空地线，作业人员穿着全套屏蔽服装或静电防护服装、导电鞋后可直接进入进行检修作业。

5.4.7 作业人员需滑到档距中间对架空地线进行检修前，应校核作业点架空地线附加作业人员荷载后，作业人员与下方带电导线的垂直距离是否满足最小安全距离要求，校核架空地线机械强度是否满足要求，以保证作业人员的安全。

5.4.8 停电检修时，如果作业线路与其他高压带电线路交叉或邻近，由于停电线路上可能产生较高的感应电压，作业人员应穿戴屏蔽服装，并按带电作业方式进行检修作业。

5.4.9 用绝缘传递绳索传递大件金属物品（包括工具、材料）时，杆塔或地面上作业人员应将金属物品接地后才能触及。

5.4.10 在强电场附近放置的与地绝缘的体积较大的金属物件（例如：汽车等），应注意防护感应电伤害，必须先将该金属物件接地才能触及。

5.5 电位转移

5.5.1 在 1000kV 交流输电线路上进行带电作业应使用电位转移棒进行电位转移，电位转移棒长度为 0.4m。

5.5.2 等电位作业人员在电位转移前，应得到工作负责人的许可，并系好安全带。

5.5.3 电位转移时，人体面部与带电体距离不得小于 0.5m。

5.5.4 等电位电工进行电位转移时，电位转移棒应与屏蔽服装电气连接。

5.5.5 进行电位转移时，动作应平稳、准确、快速。

6 进出等电位

6.1 直线塔进出等电位

6.1.1 对于 1000kV 交流输电线路直线塔，不允许作业人员从横担或绝缘子串垂直进出等电位，可采用吊篮（吊椅、吊梯）法、绝缘软梯法等方式进出等电位。

6.1.2 吊篮（吊椅、吊梯）必须用吊拉绳索稳固悬吊。固定吊拉绳索的长度，应准确计算或实际丈量，使等电位作业人员头部不超过导线侧均压环。

6.1.3 吊篮（吊椅、吊梯）的移动速度必须用绝缘滑车组严格控制，做到均匀、慢速。

6.1.4 等电位作业人员进出等电位时与接地体及带电体的各电气间隙距离（包括安全距离、组合间隙）均应满足本标准第 5 章要求。

6.2 耐张塔进出等电位

6.2.1 对 1000kV 交流输电线路耐张塔，作业人员可采用沿耐张绝缘子串方法或其他方法进出等电位。

6.2.2 等电位作业人员沿绝缘子串移动时，手与脚的位置必须保持对应一致，且人体和工具短接的绝缘子片数应符合第 5 章要求。

6.2.3 等电位作业人员所系安全带，应绑在手扶的绝缘子串上，并与等电位作业人员同步移动。

6.2.4 等电位作业人员在进出等电位时，应在移动至距离带电体 3 片绝缘子时进行电位转移，方可进行后续操作。

6.2.5 带电作业人员与接地体及带电体的各电气间隙距离（包括安全距离、组合间隙）和经人体或工具短接后的良好绝缘子片数均应满足本标准第 5 章要求，否则不能沿耐张绝缘子串进出等电位。

7 作业中的注意事项

7.1 等电位作业人员进入高电场时，速度要均匀且应避免行进过程中身体动作幅度过大，作业人员与带电体和接地体的组合间隙应满足本标准第 5 章要求。

7.2 等电位作业人员与杆塔构架上作业人员之间传递物品应采用绝缘工具，绝缘工具的有效长度应满足表 2 的规定。

7.3 屏蔽服装应无破损和孔洞，各部分应连接良好、可靠。发现破损和毛刺时应送有资质的试验单位进行屏蔽服装电阻和屏蔽效率测量，测量结果满足本标准 5.4.1 和 5.4.2 的要求后，方可使用。

7.4 绝缘工具在使用前，应使用绝缘电阻表（2500V～5000V）进行分段检测，每 2cm 测量电极间的绝缘电阻值不低于 700MΩ。

7.5 使用绝缘工具时，应避免绝缘工具受潮和表面损伤、脏污，未处于使用状态的绝缘工具应放置在清洁、干燥的垫子上。

7.6 发现绝缘工具受潮或表面损伤、脏污时，应及时处理并经试验合格后方可使用，不合格的带电作业工器具不得继续使用，应及时检修或报废。

7.7 带电作业使用的金属丝杆、卡具及连接工具在作业前应经试组装确认各部件操作灵活、性能可靠，作业时应按现场操作规程或作业指导书正确使用。操作不灵活的工具应及时检修或报废，不得继续使用。

7.8 绝缘操作杆的中间接头，在承受冲击、推拉和扭转等各种荷重时，不得脱离和松动，不允许将绝缘操作杆当承力工具使用。

7.9 绝缘操作杆前端的加长金属件（即各种小工具），不得短接有效的绝缘间隙。

7.10 绝缘支拉吊杆使用中，必须使用专门的固定器固定在杆塔上，严禁以人体为依托使用支拉杆移动导线。

7.11 在杆塔上暂停作业时，绝缘操作杆应垂直吊挂或平放在水平塔材上，不得在塔材上拖动，以免损坏操作杆。

7.12 直线塔上使用绝缘操作杆时，可在前段杆身适当位置用绝缘绳索悬吊，以防杆身过分弯曲，并减

轻操作者劳动强度。

7.13 导线卡具的夹嘴直径应与导线外径相适应，严禁代用，防止压伤导线或出现导线滑移。闭式绝缘子卡具两半圆的弧度与绝缘子钢帽外形应基本吻合，以免在受力过程中出现较大的应力集中。所有双翼式卡具应与相应的联结金具规格一致，且应配有后备保护装置（如封闭螺栓或插销），以防脱落。横担卡具与塔材规格必须相适应，且组装应牢固，紧线器应根据荷载大小和紧线方式正确使用其规格。

7.14 在更换直线绝缘子串或移动导线的作业中，当采用单吊线装置时，应有防止导线脱落的后备保护措施。

7.15 承力工具应固定可靠，并应有后备保护用具。

7.16 上下循环交换传递较重的工器具时，应系好控制绳，防止被传递物品相互碰撞及误碰处于工作状态的承力工器具。

7.17 使用过程中，传递绳索和控制绳索长度不够，可临时接长，但绳索接续应符合要求。

7.18 绝缘绳索应保持清洁干燥，严防与塔材摩擦。受潮的绝缘绳索严禁在带电作业中使用。

7.19 带电检测绝缘子时，如发现零值和低值绝缘子，应复测 2 次~3 次，以免误判。

7.20 更换的绝缘子串未脱离导线前，拆、装靠近横担的第一片绝缘子时，必须采用专用短接线后，方可直接进行操作。

7.21 等电位作业人员在进出等电位和等电位作业时、中间电位作业人员在作业时必须有后备保护。

8 工器具的试验

8.1 带电作业工器具的设计应符合 GB/T 18037 的要求，屏蔽服装、绝缘绳索、绝缘杆、绝缘子卡具等应按照 GB/T 6568、GB/T 13035、GB 13398、DL/T 463、DL/T 878 等标准要求，通过型式试验及出厂试验。

8.2 作业工器具应定期按照 DL/T 976 的试验方法进行电气试验及机械试验，其试验周期为：

- a) 电气试验：预防性试验每年一次，检查性试验每年一次，两次试验间隔半年。
- b) 机械试验：预防性试验绝缘工具两年一次，金属工具每年一次。

8.3 预防性试验内容和要求如下：

- a) 工频耐压试验：试验电极间试品绝缘长度为 6.3m、耐受电压 1150kV、时间 3min，以无击穿、无闪络及无过热为合格。
- b) 操作冲击耐压试验：试验电极间试品绝缘长度为 6.3m，标准操作冲击波（+250 μ s/2500 μ s），电压幅值 1695kV，耐受 15 次。以无一次击穿或闪络为合格。
- c) 静负荷试验：1.2 倍额定工作负荷下持续 1min。以无变形、无损伤为合格。
- d) 动负荷试验：1.0 倍额定工作负荷下实际操作 3 次。以工具灵活、轻便、无卡住现象为合格。

8.4 检查性试验内容和要求如下：

- a) 将绝缘工具分成若干段进行工频耐压试验。每 300mm 耐压 75kV、时间 1min，以无击穿、无闪络及无发热为合格。
- b) 整套屏蔽服装最远端点之间的电阻值不得大于 20 Ω 。

9 工器具的运输与保管

9.1 在运输过程中，绝缘工器具应装在专用工具袋、工具箱或专用工具车内，以防受潮和损伤。

9.2 铝合金工具、表面硬度较低的卡具、夹具及不宜磕碰的金属机具（例如丝杆），运输时应有专用的木质或皮革工具箱，每箱容量以一套工具为限，零散的部件在箱内应予固定。

9.3 绝缘工器具在运输和保养中应防止受潮、淋雨、暴晒等，内包装运输袋可采用塑料袋，外包装运输袋可采用帆布袋或专用皮（帆布）箱。

9.4 带电作业用工器具应存放在专用库房里，带电作业工具库房应满足 DL/T 974 的规定。

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
1000kV 交流输电线路带电作业技术导则
DL/T 392—2010

*

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>)
北京博图彩色印刷有限公司印刷

*

2010年9月第一版 2010年9月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 0.5印张 14千字
印数 0001—3000册

*

统一书号 155123·121 定价 5.00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



155123.121

销售分类建议: 规程规范/
电力工程/输配电