

ICS 29.240.20

F 20

备案号：21267-2007

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL / T 1060 — 2007

750kV 交流输电线路带电作业 技 术 导 则

Technical guide for live working in 750kV AC transmission line

2007-07-20 发布

2007-12-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 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	4
7 作业要求	4
8 工具	5
9 工具试验	5
10 工具的运输与保养	5
附录A（资料性附录） 带电作业间隙的海拔校正	7

前 言

本标准是根据《国家发展改革委办公厅关于印发 2005 年行业标准项目计划的通知》（发改办工业[2005] 739 号）的安排制定的。

本标准的附录 A 是资料性附录。

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归口并负责解释。

本标准主要起草单位：国网武汉高压研究院，西北电网公司。

本标准主要起草人：胡毅、王力农、邵瑰玮、刘凯、曾林平、顿连彪、张丽华、张俊兰、徐莹、郑传广。

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中心（北京市白广路二条一号，100761）。

750kV 交流输电线路带电作业技术导则

第一章、1 范围

本标准规定了 750kV 交流输电线路带电作业方式、最小安全距离和组合间隙、绝缘工具最小有效绝缘长度，安全措施及工具的试验、保管等。

本标准适用于海拔 3000m 及以下地区 750kV 交流输电线路的带电作业。

第二章、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（eqv IEC 60050-651）

GB 6568.1 带电作业用屏蔽服装（eqv IEC 60895）

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（mod IEC 60885）

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 974 带电作业用工具库房

IEC 60895 交流 800kV 及以下电压带电作业用导电服

第三章、3 术语和定义

GB/T 2900.55 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

第1节、 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可能造成的损伤（烧蚀）。

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，与其他屏蔽用具连成一体使用。

第四章、4 一般要求

第1节、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750kV 交流输电线路的基本知识，掌握带电作业的基本原理和操作方法，熟悉作业工具的适用范围和使用方法，熟悉 DL 409 和本标准，通过专门培训，考试合格并具有上岗证。

4.1.2 工作负责人（或安全监护人）应具有 3 年以上的 220kV 及以上电压等级交流输电线路的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，通过专门培训，考试合格并具有上岗证。

第2节、4.2 制度要求

按 DL 409 的相关规定和制度执行。

第3节、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、大雾天气不应进行带电作业。风力大于 10m/s 以上时，不宜进行作业。

4.3.2 在特殊或紧急条件下，若必须在恶劣气候下进行带电抢修时，工作负责人应针对现场气候和工作条件，组织全体作业人员充分讨论，制定可靠的安全措施，经本单位总工程师批准后方可进行。

4.3.3 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，尽快恢复设备正常状况，或采取临时安全措施。

第4节、4.4 其他要求

4.4.1 带电作业的新项目、新工具必须经过技术鉴定合格，并制定相应的操作程序和安全技术措施，通过模拟操作试验，确认切实可行，经本单位总工程师批准后，方可在设备上作业。

4.4.2 根据作业项目及 DL 409 的规定确定是否停用自动重合闸装置。带电作业工作负责人在工作开始之前，应与调度联系，工作结束后应向调度汇报，严禁约时停用或恢复重合闸。

第五章、5 技术要求

第1节、5.1 最小安全距离

塔上地电位作业人员距带电体的最小安全距离和等电位作业人员距接地构件的最小安全

距离应满足表 1 的规定。

表 1 最小安全距离（相—地）

m

作业位置	说明	海拔高度				
		0~1000	1000~ 1500	1500~ 2000	2000~ 2500	2500~ 3000
直线塔边相	地电位作业人员距带电体、等电位作业人员距塔身	4.0	4.3	4.6	4.9	5.2
直线塔中相	地电位作业人员距带电体、等电位作业人员距塔身	4.3	4.6	4.8	5.2	5.5
直线塔边相或中相	等电位作业人员距上横担或顶部构架	5.2	5.4	5.6	5.8	6.0

注：表中数值不包括人体活动范围，作业中需考虑人体活动范围不得小于 0.5m。

等电位作业人员与相邻导线的最小安全距离如表 2 所示。

表 2 等电位作业人员与相邻导线的最小安全距离（相间）

m

作业位置	说明	海拔高度				
		0~1000	1000~ 1500	1500~ 2000	2000~ 2500	2500~ 3000
直线塔边相	边相等电位作业人员与相邻导线	6.0	6.5	6.9	7.4	7.8
直线塔中相	中相等电位作业人员与相邻导线	6.5	6.9	7.2	7.8	8.3

注：表中数值不包括人体活动范围，作业中需考虑人体活动范围不得小于 0.5m。

第2节、 5.2 最小组组合间隙

作业人员在进入或脱离高电位的中间电位位置时，与带电体及接地构件形成的最小组组合间隙应满足表 3 的规定。

表 3 最小组组合间隙

m

作业位置	海拔高度				
	0~1000	1000~1500	1500~2000	2000~2500	2500~3000
直线塔边相	4.3	4.6	4.8	5.1	5.4

直线塔中相	4.4	4.7	4.9	5.3	5.6
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。					

第3节、 5.3 耐张串良好绝缘子片数和最小组合间隙

等电位作业人员沿耐张绝缘子串进入高电场时，短接 XWP-210 型或 XWP-300 型绝缘子片数不得多于 4 片，短接 XWP-400/420 型绝缘子片数不得多于 3 片。耐张绝缘子串中扣除人体占体和不良绝缘子片数后，最小组合间隙和最少良好绝缘子片数应满足表 4 规定。

表 4 最小组合间隙和最少良好绝缘子片数

海拔高度 m	最小组合 间隙 m	最少良好绝缘子片数		
		XWP-210	XWP-300	XWP-400/420
0~1000	4.4	26 片	23 片	22 片
1000~ 2000	4.9	29 片	25 片	24 片
2000~ 3000	5.6	33 片	29 片	28 片
注：表中最小组合间隙指杆塔与均压环之间扣除人体占体和不良绝缘子后的间隙长度。				

第4节、 5.4 最小有效绝缘长度

绝缘操作杆、绝缘承力工具（拉杆）和绝缘绳索的最小有效绝缘长度应满足表 5 规定。

表 5 最小有效绝缘长度 m

海拔高度	最小有效绝缘长度
0~1000	5.0
1000~2000	5.3
2000~3000	5.6

第5节、 5.5 安全防护

5.5.1 等电位作业和中间电位作业人员均须穿戴 750kV 带电作业用屏蔽服（包括帽、面罩、上衣、裤子、手套、导电袜或导电鞋，下同）。屏蔽服内还应穿阻燃内衣，屏蔽服性能指标应符合 GB 6568.1 和 GB 6568.2 的规定。屏蔽面罩的屏蔽效率不得小于 20dB。屏蔽服各部位应连接良好、可靠。

5.5.2 塔上地电位作业人员应穿全套屏蔽服装或静电防护服和导电鞋后才能登塔作业。

- 5.5.3 分段绝缘、一点接地的架空地线应视为带电体，作业人员与架空地线之间的距离不应小于 0.6m。如需在架空地线上进行作业，应先通过绝缘工具使架空地线在杆塔构件上良好接地，其接地方式、步骤严格按规程执行。对经过良好接地后的架空地线，穿戴屏蔽服的作业人员可直接进入进行检修作业。
- 5.5.4 对于逐基接地的光纤复合架空地线（OPGW），穿戴屏蔽服的作业人员可直接进入开展作业。
- 5.5.5 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，并按带电作业方式进行检修作业。
- 5.5.6 在强电场下用绝缘传递绳索传递大、长金属物件时，必须先行接地才能徒手触及。
- 5.5.7 在强电场附近放置的体积较大的金属物件等，必须先行接地才能徒手触及。

第6节、 5.6 电位转移

- 5.6.1 在 750kV 输电线路上进行带电作业时，应使用电位转移棒进行电位转移，严禁用身体裸露部位进行。
- 5.6.2 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。
- 5.6.3 电位转移时，作业人员距带电体约为 0.4m，面部与带电体距离不得小于 0.5m。
- 5.6.4 等电位电工进行电位转移时，电位转移棒应与屏蔽服连接可靠。
- 5.6.5 进行电位转移时，动作应平稳、准确。
- 6 进出等电位

第7节、 6.1 直线塔进出等电位

- 6.1.1 对于 750kV 输电线路直线塔，不允许从横担和绝缘子串垂直进出等电位，可采用绝缘吊篮（座椅）法、绝缘软梯法等水平进出等电位。
- 6.1.2 吊篮（座椅）四周必须用四根吊拉绳索稳固悬吊。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（座椅）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（杆塔、拉线）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。

第8节、 6.2 耐张塔进出等电位

- 6.2.1 750kV 输电线路耐张塔可采用沿耐张绝缘子串或其他方法进出等电位法。
- 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，且短接的绝缘子片数应符合 5.3 规定。
- 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 2 片绝缘子时，用电位转移棒进行电位转移后，方可进行后续操作。
- 6.2.5 等电位作业人员与接地体（杆塔、拉线）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，不能满足要求时则不能采用沿耐张绝缘子串方法进出等电位。

第六章、7 作业要求

- 7.1 绝缘工具在使用前，应用兆欧表（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。
- 7.2 全套750kV带电作业用屏蔽服在使用前应进行外观检查和整套屏蔽服电阻测量，屏蔽服应无破损和孔洞，各部分应连接良好、可靠。
- 7.3 绝缘支、拉、吊杆，绝缘操作杆，绝缘绳索应符合GB 13398和GB/T 13035的规定。电气绝缘性能应能通过工频、操作冲击耐压试验；机械性能应能通过静负荷和动负荷试验。
- 7.4 作业中，未处于使用状态的绝缘工具应放置在清洁、干燥的垫子上，以防止绝缘工具脏污和受潮。使用绝缘工具时应戴清洁、干燥的手套。
- 7.5 带电作业使用的金属丝杆、卡具及连接工具在作业前应该经试组装确认各部件操作灵活、性能可靠，现场不得使用不合格和非专用工具进行带电作业。
- 7.6 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。
- 7.7 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，以免损坏操作杆的外表。
- 7.8 使用较长绝缘操作杆时，应在前端杆身适当位置加绝缘吊绳，以防杆身过分弯曲，并减轻操作者劳动强度。
- 7.9 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。
- 7.10 使用过程中，传递绳索和控制绳索长度不够时，可临时接长，但绳索接续应符合要求。
- 7.11 绝缘绳索应保持清洁干燥，严防与杆塔摩擦。受潮的绝缘绳索严禁在带电作业中使用。
- 7.12 带电检测绝缘子时，如发现零值和低值绝缘子，应复测2～3次。
- 7.13 在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。
- 7.14 等电位作业人员在电夹附近工作时，应严格控制身体活动范围，避免肢体动作幅度过大。

第七章、8 工具

第1节、8.1 绝缘操作杆、绝缘支拉吊杆、绝缘绳索

- 8.1.1 绝缘操作杆、绝缘支拉吊杆、绝缘绳索必须用满足GB/T 18037要求的材料制造，工具的机械性能指标必须满足GB/T 18037的相关要求。
- 8.1.2 绝缘操作杆、绝缘支拉吊杆、绝缘绳索最小有效绝缘长度必须满足表5规定。

第2节、8.2 电位转移棒

- 8.2.1 750kV带电作业用电位转移棒长度一般为0.4m，可由金属硬质材料制成。
- 8.2.2 电位转移棒一端应通过软铜线可靠连接在屏蔽服上。
- 8.2.3 在未进行电位转移工作时，电位转移棒应可靠固定在等电位作业人员身上，不应减少等电位作业人员与接地体（杆塔、拉线）及带电体的各电气间隙距离，不应妨碍等电位作业人员动作。

第八章、9 工具试验

- 9.1 使用的绝缘工器具均应通过型式试验，每件工器具须经试验合格后方可使用。
- 9.2 发现绝缘工具受潮或表面损伤、脏污时，应及时处理，不合格的带电作业工器具应及时检修或报废，不得继续使用。
- 9.3 作业工器具应定期进行电气试验及机械试验，其试验周期为：
- 电气试验。预防性试验和检查性试验每年各进行一次，两次试验间隔半年。
 - 机械试验。绝缘工具每年一次，金属工具两年一次。

第1节、9.4 预防性试验

- 工频耐压试验。试品整根进行，电极间绝缘长度为 4.7m，耐受电压 780kV，时间 3min。以无击穿、无闪络、无过热为合格。
- 冲击耐压试验。试品整根进行，电极间绝缘长度为 4.7m，标准操作冲击波，电压幅值 1300kV，耐受 15 次。以无一次击穿或闪络为合格。
- 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。
- 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、无卡涩现象为合格。

第2节、9.5 检查性试验

- 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、无过热为合格。
- 整套屏蔽服最远端点之间的电阻值均不得大于 20Ω。

第九章、10 工具的运输与保养

- 10.1 在运输过程中，绝缘工具应装在专用工具袋、工具箱或专用工具车内，以防受潮和损伤。
- 10.2 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和皮革工具箱，每箱容量以一套工具为限，零散的部件在箱内应予固定。
- 10.3 绝缘工具在运输和保养中应防止受潮、淋雨、曝晒等，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。
- 10.4 绝缘工具应放在满足 DL/T 974 规定的带电作业工具房内，并与热源保持 1m 以上的距离。
- 10.5 带电作业工具库房应按照 DL/T 974 的规定，配有通风、干燥、除湿设施。库房内应备有温度表、湿度表。库房最高气温不超过 40℃，相对湿度不大于 60%。

附 录 A
(资料性附录)
带电作业间隙的海拔校正

第十章、A.1 带电作业间隙的海拔校正

海拔校正因数可由以下公式确定：

$$K_a = \frac{1}{1.0 - mH \times 10^{-4}} \quad (\text{A.1})$$

$$m = 2.73 - 0.00153U \quad (1130\text{kV} < U < 1588\text{kV}) \quad (\text{A.2})$$

式中：

H ——海拔高度，m；

m ——操作冲击的海拔校正因数的修正因子。

不同海拔高度的带电作业间距校正步骤如下：

根据间隙在标准气象条件下的操作冲击放电电压值，计算得出不同海拔高度下的校正因数 K_a 。将各带电作业间隙的放电电压值乘以海拔校正因数 K_a ，再求得相应海拔高度下的带电作业间隙距离。
