

ICS 09.020
K 60
备案号: 61617-2018

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1126 — 2017
代替 DL/T 1126 — 2009

同塔多回线路带电作业 技术导则

**Technical guide for live working on overhead transmission
line with multiple circuits on one tower**

2017-11-15 发布

2018-03-01 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	2
5 技术要求	2
6 进出等电位	6
7 不全停电时在停电线路的作业	7
8 作业中的注意事项	7
9 工器具的试验	8
10 工器具的运输和保养	9

前 言

本标准根据 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准是对 DL/T 1126—2009《同塔多回线路带电作业技术导则》的修订，与 DL/T 1126—2009 相比，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

- 增加了 1000kV 特高压同塔多回线路带电作业的技术要求；
- 增加了 220kV/110kV、500kV/220kV、1000kV/220kV 和 1000kV/500kV 的同塔混压并架线路的带电作业技术要求。

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（SAC/TC36）归口。

本标准主要起草单位：中国电力科学研究院、国家电网公司、国网无锡供电公司、国网金华供电公司。

本标准主要起草人：刘凯、王剑、彭勇、丁建忠、彭波、张志坚、唐盼、孔晓峰、方玉群、刘庭、肖宾、雷兴列、苏梓铭、王斌。

本标准实施后代替 DL/T 1126—2009。

本标准于 2009 年首次发布，本次为第一次修订。

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（北京市白广路二条一号，100761）。

同塔多回线路带电作业技术导则

1 范围

本标准规定了110kV~1000kV同塔多回线路带电作业技术要求、进出等电位的方法、作业中的注意事项、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110kV~1000kV同塔多回线路的带电检修和维护作业，在海拔2000m以上地区，相关参数应进行海拔校正。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 311.1 绝缘配合 第1部分：定义、原则和规则

GB/T 2900.55 电工术语 带电作业

GB/T 6568 带电作业用屏蔽服装

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/T 14286 带电作业工设备术语

GB/T 18037 带电作业工具基本技术要求与设计导则

GB/T 19185 交流线路带电作业安全距离计算方法

GB/T 25726 1000kV交流带电作业用屏蔽服装

GB 26859 电力安全工作规程 电力线路部分

DL/T 409 电力安全工作规程 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、GB/T 14286界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

同塔多回线路 **transmission line with multiple circuits on one tower**

两回及以上架设在同一杆塔上的线路，包括不同电压等级共杆塔的线路。

3.2

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。

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 GB 26859、DL/T 966 和本标准。应掌握紧急救护法，特别是触电解救措施。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 110kV 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 GB 26859 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（五级），或湿度大于 80% 时，一般不宜进行带电作业。

4.3.2 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。

4.3.3 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；在保证人身安全的情况下，尽快恢复设备正常工况，或采取其他措施。

4.3.4 海拔大于 2000m 时应根据 GB 311.1 和 DL/T 876 的规定进行海拔修正。

4.4 其他要求

4.4.1 对于比较复杂、难度较大的带电作业项目和研制的新工具，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，并经本单位主管生产的领导批准后方可应用。

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

电压等级 kV	最小安全距离 m	
	海拔≤1000m	1000m<海拔≤2000m
110	1.0	1.1
220	1.8	2.1
330	2.6	3.0

表 1 (续)

电压等级 kV	最小安全距离 m	
	海拔≤1000m	1000m<海拔≤2000m
500	3.4	3.8
750	5.1	5.9
1000	6.0	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 绝缘工具的最小有效绝缘长度

电压等级 kV	最小有效绝缘长度 m			
	绝缘操作工具		绝缘承力工具、绝缘绳索	
	海拔≤1000m	1000m<海拔≤2000m	海拔≤1000m	1000m<海拔≤2000m
110	1.3	1.4	1.0	1.1
220	2.1	2.4	1.8	2.1
330	3.1	3.3	2.8	3.0
500	4.0	4.1	3.7	3.8
750	5.3	5.6	5.0	5.3
1000	7.1	7.5	6.8	7.2

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 等电位作业

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

表 3 最小组合间隙

电压等级 kV	最小组合间隙 m	
	海拔≤1000m	1000m<海拔≤2000m
110	1.2	1.3
220	2.1	2.3
330	3.1	3.4
500	4.0	4.3
750	4.8	5.3
1000	6.3	6.9

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出等电位时，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 良好绝缘子的最少片数

电压等级 kV	单片绝缘子结构高度 mm	良好绝缘子最少片数 片	
		海拔≤1000m	1000m<海拔≤2000m
110	146	5	7
	155	5	7
	170	5	6
220	146	9	11
	155	9	10
	170	8	9
330	146	16	18
	155	15	17
	170	14	15
500	155	23	26
	170	21	24
	195	19	21
	205	18	20
750	170	36	40
	195	32	35
	205	30	33
1000	170	40	44
	195	35	38
	205	33	37

5.2.3 等电位人员对相同电压等级的相邻导线的距离应不小于表 5 的规定，等电位人员对不同电压等级的相邻导线的距离应不小于表 6 的规定。

表 5 等电位作业人员对相同电压等级相邻导线的距离

电压等级 kV	距 离 m	
	海拔≤1000m	1000m<海拔≤2000m
110	1.4	1.5
220	2.5	2.9
330	3.5	4.1
500	5.0	5.2
750	7.0	7.2

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。

表 6 等电位作业人员对不同电压等级相邻导线的距离

工 况	距 离 m	
	海拔≤1000m	1000m<海拔≤2000m
110kV 线路等电位作业人员对 220kV 线路	1.4	1.6

表 6（续）

工 况	距 离 m	
	海拔≤1000m	1000m<海拔≤2000m
220kV 线路等电位作业人员对 500kV 线路	3.4	3.6
220kV 线路等电位作业人员对 1000kV 线路	6.8	7.7
500kV 线路等电位作业人员对 1000kV 线路	7.9	8.8
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。		

- 5.2.4 等电位作业人员与接地构架之间的安全距离应符合表 1 的规定。
- 5.3 特殊塔型的同塔多回线路若无法满足上述表中的安全距离、组合间隙时，应通过计算确定作业线路的最大操作过电压，并根据线路的过电压倍数、塔型、作业位置及路径等因素，按 GB/T 19185 综合确定最小安全距离和最小组合间隙。
- 5.4 加装保护间隙的作业
- 5.4.1 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。
- 5.4.2 安装保护间隙前，应与调度联系停用重合闸。
- 5.4.3 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。
- 5.4.4 装拆保护间隙的作业人员应穿全套屏蔽服装。
- 5.4.5 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，拆除时程序相反。
- 5.4.6 保护间隙的参考设定值见表 7。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 7 保护间隙设定值

电压等级 kV	保护间隙设定值 m
220	0.7
330	1.0
500	1.3
750	2.3
1000	3.6

- 5.4.7 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。拆除前先将保护间隙距离调回最大值，再按拆除程序拆除。
- 5.4.8 保护间隙宜垂直安装。绝缘子为 V 型串时，保护间隙宜安装在相邻杆塔 V 型绝缘子串的两悬挂点中间的构架与导线之间；绝缘子为 I 型串时，保护间隙宜安装在相邻杆塔横担与导线之间，保护间隙与绝缘子串之间应有 0.5m 以上的距离。
- 5.5 安全防护
- 5.5.1 等电位和中间电位作业人员应穿全套屏蔽服装和导电鞋，屏蔽服装须配套完整，包括连衣裤帽、面罩、手套、袜，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。屏蔽服装内还应穿阻燃内衣。对于 750kV~1000kV 交流线路等电位和中间电位作业还需配有屏蔽效率不小于 20dB 的网状屏蔽面罩。

5.5.2 750kV 及以下电压等级用屏蔽服装的性能应符合 GB/T 6568 的要求, 1000kV 电压等级用屏蔽服的性能应符合 GB/T 25726 的要求。

5.5.3 塔上地电位作业人员须穿全套屏蔽服装或静电防护服和导电鞋后才能登塔作业。严禁穿屏蔽服装或静电防护服后, 在外面再穿着其他服装。

5.5.4 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足够的距离。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、导电鞋后可直接进入进行检修作业。

5.5.5 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和导电鞋后可直接进入进行检修作业。

5.5.6 作业人员滑到档距中间对架空地线检修作业前, 应校核作业点架空地线附加作业人员及工具等集中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规定, 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。

5.5.7 停电检修时, 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。

5.5.8 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。在强电场附近放置的与地绝缘的体积较大的金属物件 (如汽车等), 必须先将该金属物件接地才能触及, 以防感应电伤害。

5.5.9 在强电场附近放置的与地绝缘的体积较大的金属物件如汽车等, 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。

5.6 电位转移

5.6.1 1000kV 和 750kV 等电位作业人员应使用电位转移棒进行电位转移, 电位转移棒长度为 0.4m。进行电位转移时, 电位转移棒应与屏蔽服装电气连接良好。

5.6.2 110kV~500kV 等电位作业人员可通过导电手套进行电位转移。严禁徒手或用裸露部位接触带电体。

5.6.3 1000kV 和 750kV 带电作业电位转移时, 人体面部与带电体距离不得小于 0.5m; 330kV 和 500kV 带电作业电位转移时, 人体裸露部分与带电体距离不得小于 0.4m; 110kV 和 220kV 带电作业电位转移时, 人体裸露与带电体距离不得小于 0.3m。

5.6.4 等电位作业人员在电位转移前, 应得到工作负责人的许可, 并不得失去安全带的保护。

5.6.5 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 对于直线塔, 作业人员不得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、平梯、硬梯等方式进出等电位。

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 使用软梯或硬质挂梯从档中导线下方进出等电位前, 应按照 DL 409 核对导线截面, 必要时还应验算其强度。

6.1.5 登软梯或硬质挂梯的等电位作业人员身上应系保安绳索, 其尾绳头由地面作业人员配合拉紧。

6.1.6 采用平梯进出等电位时, 平梯均以塔身为依托其基本垂直带电体组装, 等电位电工应沿梯以骑

马式移动进出等电位，每次移动距离不应过长。

6.1.7 采用转动平梯进出等电位时，转动平梯宜平行于导线组装，等电位作业人员移动至前段坐稳，地电位作业人员利用梯间控制绳索将梯身旋转至带电体附近并将其稳固后，等电位作业人员方可进入高电场。

6.1.8 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 对于 220kV 及以上电压等级的耐张塔，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导体 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，否则不得沿耐张绝缘子串进出等电位。

7 不全停电时在停电线路的作业

7.1 作业人员在杆塔上进行工作时，不得进入带电侧的横担或在该横担上放置任何物件。

7.2 当调度许可的停电回路已改为检修状态（即变电所接地开关已合上），但线路上首、末端未接地或仅一端接地时，该停电检修回路仍应视作带电线路，采用带电作业方式进行作业。

7.3 采用停电检修方式检修上述停电回路时，导线上作业人员穿戴全套屏蔽服装、导电鞋后，直接进出检修线路的绝缘子串或导线等，塔上作业人员与导线上作业人员可直接配合作业。但塔身上作业人员必须穿戴全套屏蔽服装或静电防护服、导电鞋。

7.4 在停电线路上方架空地线或绝缘架空地线、一点接地架空地线上作业的要求和安全注意事项与两回都带电时相同。其安全要求按本标准的第 5 章执行，不得因下方的线路停电而降低作业时的安全要求。

8 作业中的注意事项

8.1 等电位作业人员进入高电场时，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。

8.2 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。

8.3 屏蔽服装应无破损，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整套屏蔽服装电阻和屏蔽效率测量，测量结果满足 GB/T 6568、GB/T 25726 的要求后，方可使用。

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

8.5 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。

8.6 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。

8.7 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，并

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。

8.8 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，不得将绝缘操作杆当承力工具使用。

8.9 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。

8.10 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。

8.11 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。

8.12 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。

8.13 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连接金具规格一致，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，紧线器规格应根据荷载和紧线方式确定。

8.14 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。

8.15 承力工具应固定可靠，并应有后备保护用具。

8.16 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。

8.17 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。

8.18 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。

8.19 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。

8.20 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。

8.21 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。

9 工器具的试验

9.1 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、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。

9.2 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：预防性试验及检查性试验均每年一次，两种试验间隔半年。
- b) 机械试验：承力工具两年一次。

9.3 预防性试验

9.3.1 绝缘工具电气性能预防性试验项目及要求见表 8。绝缘工具应在电气试验中无闪络、无击穿、无发热。

表 8 绝缘工具电气性能预防性试验

额定电压 kV	试验长度 m	1min 工频耐压 kV	3min 工频耐压 kV	15 次操作冲击 kV
110	1.0	220	—	—
220	1.8	440	—	—
330	2.8	—	380	800

表 8 (续)

额定电压 kV	试验长度 m	1min 工频耐压 kV	3min 工频耐压 kV	15 次操作冲击 kV
500	3.7	—	580	1050
750	4.7	—	780	1300
1000	6.3	—	1150	1695

9.3.2 机械试验

- a) 静负荷试验：1.2 倍额定工作负荷下持续 1min。以无永久变形、无损伤为合格。
- b) 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、无卡滞现象为合格。

9.4 检查性试验

- 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均不得大于 20Ω。

10 工器具的运输和保养

- 10.1 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。
- 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。
- 10.4 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。