ICS 13.260
CCS F 23

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 2111—2020

架空输电线路感应电防护技术导则

Technical guide of protection for induced voltage and current on overhead transmission lines

2020－10－23 发布　　2021－02－01 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　停电检修作业感应电防护 2
6　架空地线作业感应电防护 4
7　邻近带电线路作业感应电防护 4
8　带电作业感应电防护 5
9　感应电防护用具 5

前　言

本标准按照 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。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由全国高压电气安全标准化技术委员会（SAC/TC 226）归口。

本标准起草单位：国网浙江省电力有限公司金华供电公司、中国电力科学研究院有限公司、国网浙江省电力有限公司

本标准主要起草人：方玉群、崔建业、姜文东、赵寿生、刘凯、赵俊杰、王斌、雷兴列、虞驰、何妍、朱青山、李辉、胡伟、梁加凯、祝强、赵凯美

本标准为首次发布。

本文件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）。

架空输电线路感应电防护技术导则

1 范围

本标准规定了架空输电线路停电检修作业、架空地线作业、邻近带电线路作业、带电作业的感应电防护技术要求以及感应电防护用具等方面的内容。

本标准适用于海拔1000m及以下地区110（66）kV～1000kV交流输电线路以及±400kV～±800kV直流输电线路（包含直流接地极线路）上作业感应电防护技术要求。海拔大于1000m时，标准中最小安全距离、最小有效绝缘长度应根据海拔系数进行修正。

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/T 311.1 绝缘配合 第1部分：定义、原则和规则

GB/T 2900.51 电工术语 架空线路

GB/T 6568 带电作业用屏蔽服装

GB/T 17622 带电作业用绝缘手套

GB/T 18136 交流高压静电防护服装及试验方法

GB 26859 电力安全工作规程 电力线路部分

DL/T 853 带电作业用绝缘垫

DL/T 879 带电作业用便携式接地和接地短路装置

DL/T 5009.2 电力建设安全工作规程 第2部分：电力线路

3 术语和定义

GB/T 2900.51界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

感应电 induced voltage and current

邻近带电设备而在停电设备或人体上产生的电势。

3.2

感应电防护 protection for induced voltage and current

为保护作业人员免受感应电伤害而采取的措施。

3.3

感应电防护用具 protective tool for induced voltage and current

用来防护或抵消感应电危险的服装、器具或装备。

3.4

电位转移棒 conductive rod for potential transferring

等电位作业人员进出高电位时使用的专用工具，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。

3.5

屏蔽面罩 face screen

由导电材料和阻燃材料编制的网格状织物，面罩与屏蔽服的帽子电气连接，保护人体面部免受电磁波伤害。

注：改写GB/T 6568,定义3.6。

4 一般要求

4.1 人员要求

4.1.1 现场作业人员应身体健康、无妨碍作业的生理和心理障碍。

4.1.2 现场作业人员应具有电工基本知识和专业技能，掌握感应电防护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，掌握紧急救护法，特别是触电急救。

4.1.3 现场作业人员应接受相应的安全生产教育和岗位技能培训，经考试合格后方可上岗。

4.2 制度要求

应按GB 26859、DL/T 5009.2和本标准执行。

4.3 气象条件要求

作业应在GB 26859、DL/T 5009.2要求的天气下进行。

4.4 其他要求

4.4.1 为防止现场作业感应电伤害，作业人员应正确穿戴好感应电防护用具，并设专人监护。

4.4.2 对于现场环境复杂、难度大的作业，应编制专项安全技术方案，并经审批后方可执行。

4.4.3 感应电防护用具应按要求定期试验，并在每次使用前检查合格方可使用。

5 停电检修作业感应电防护

5.1 停电检修作业地段各端和作业地段内各分支线都应可靠接地。

5.2 在杆塔上进行验电作业时，应将线路视为带电体，人体及其携带的非绝缘工具应与线路保持表 1 规定的安全距离，使用绝缘操作杆或绝缘绳索进行验电时其最小有效绝缘长度不应小于表 2 的规定。

5.3 装、拆接地线或个人保安线过程中，不应将人体串入接地线或个人保安线接地回路。

5.4 验电及装、拆接地线时，应设专人监护。装设接地线时，应先接接地端，后接导线端，接地线应接触良好、连接可靠。拆除接地线的顺序与此相反。

5.5 装、拆接地线导线端应使用绝缘棒或专用的绝缘绳。人体不应直接碰触接地线和未接地的导线。

5.6 作业人员在需要接触或接近导线作业时，应使用个人保安线。当因客观原因导致个人保安线无法使用时，应采取其它可靠措施后方可进行作业。

表 1 在杆塔上验电时与导线最小安全距离

电压等级 kV		最小安全距离 m
交流线路	110（66）	1.5
	220	3.0
	330	4.0
	500	5.0
	750	8.0
	1000	9.5
直流线路	±400[a]	7.2
	±500	6.8
	±660	9.0
	±800	10.1
	直流接地极线路	1.5
[a] ±400kV 数据按海拔 3000m 校正，其余线路数据按 1000m 海拔校正，当在其它海拔条件下作业时，标准中最小安全距离应按 GB/T 311.1 进行海拔系数修正。		

表 2 在杆塔上验电时绝缘工具最小有效绝缘长度

电压等级 kV		绝缘操作杆最小有效绝缘长度 m	绝缘绳索最小有效绝缘长度 m
交流线路	110（66）	1.3	1.0
	220	2.1	1.8
	330	3.1	2.8
	500	4.0	3.7
	750	5.3	
	1000	6.8	
直流线路	±400[a]	3.75	
	±500	3.7	
	±660	5.3	
	±800	6.8	

	直流接地极线路	1.0	0.7
[a] ±400kV 数据按海拔 3000m 校正，其余线路数据按 1000m 海拔校正，当在其它海拔条件下作业时，标准中最小有效绝缘长度应按 GB/T 311.1 进行海拔系数修正。			

5.7 个人保安线应在接触或接近导线前进行装设，作业结束脱离导线后拆除。装设时，应先接接地端，后接导线端，且接触良好，连接可靠。拆除个人保安线的顺序与此相反。个人保安线由作业人员负责自行装、拆。

5.8 作业中若发现个人保安线意外脱落，应按本标准 5.7 的要求重新装设个人保安线后方可继续作业。

5.9 打开耐张塔导线引流板检修作业前，该引流板两端（同一基塔）应可靠接地。

5.10 在 220kV 及以上电压等级交流同杆多回线路（混压线路应按高电压等级的要求控制）单回停电侧作业时，应根据 7.1 条采取可靠的感应电防护措施。在±400kV 及以上电压等级的直流线路单极停电侧作业时，应穿着全套屏蔽服装。

6 架空地线作业感应电防护

6.1 作业线路与其他高压带电线路交叉或邻近时，由于地线上可能产生较高的感应电压和感应电流，作业人员在架空地线上作业时，应采取可靠的感应电防护措施。

6.2 绝缘架空地线应始终视为带电体，作业人员与绝缘架空地线的距离不应小于 0.4m（1000kV 为 0.6m），如需在绝缘架空地线上作业，可选用以下方式进行：

a) 使用专用接地线或个人保安线进行可靠接地后再进行作业；
b) 使用绝缘工器具间接作业或按等电位方式进行作业。

6.3 当线路不停电进行地线承力金具更换等作业时，不论地线是否接地，应按以下要求进行：

a) 作业人员应穿全套屏蔽服装；
b) 应使用专用接地线进行可靠接地后再进行作业。

6.4 在变电站进线档等松弛架设的地线上作业时，应可靠接地后再进行作业。

6.5 带电更换架空地线或架设耦合地线时，应通过金属滑车等可靠接地后方可进行。

7 邻近带电线路作业感应电防护

7.1 在 330kV 及以上电压等级的线路杆塔上作业，应穿静电防护服和导电鞋或全套屏蔽服装；220kV 线路杆塔上作业时宜穿导电鞋。

7.2 用绝缘绳索传递大件金属物品（包括工具、材料等）时，杆塔或地面上作业人员应将金属物品接地后再接触。

7.3 运行中的直流接地极线路应视为带电线路，在各种情况下，邻近运行中的直流接地极导线作业时，其最小安全距离均按表 1 要求进行控制。

7.4 进行杆塔接地电阻测量作业，可以在线路带电的情况下进行，应按以下要求进行：

a) 解开或恢复杆塔接地引线时，应戴绝缘手套；
b) 不应直接接触与接地网断开的接地线。

7.5 邻近带电线路进行放、紧线等施工作业时，应按以下要求做好感应电防护措施：

a) 作业前，放线施工段内的杆塔应与接地装置可靠连接，并确认接地装置符合设计要求；
b) 牵引设备与张力设备应可靠接地。作业人员应站在干燥的绝缘垫上，并不应与未站在绝缘垫上的人员接触；
c) 牵引机及张力机出线端的牵引绳及导线上应安装接地滑车；
d) 跨越不停电线路时，跨越档两端的导线应可靠接地；
e) 耐张塔挂线前，应用导体将耐张绝缘子串可靠短接；
f) 作业人员应在装设个人保安线后，方可进行导线附件安装；
g) 地线附件安装前，应采取可靠接地措施。

8 带电作业感应电防护

8.1 等电位作业人员应穿相应电压等级的全套屏蔽服装，同时应内穿阻燃内衣，且屏蔽服装各部分应连接良好。交流 750kV、1000kV 和直流±660kV、±800kV 等电位作业人员还应戴屏蔽面罩。地电位作业人员应按第 7.1 条做好安全防护措施。

8.2 等电位作业转移电位时，人体裸露部分与带电体的距离不应小于表 3 的规定，750kV、1000kV 等电位作业应使用电位转移棒进行电位转移。

表 3 等电位作业转移电位时人体裸露部分与带电体的最小距离

电压等级 kV	66	110、220	330、500	±400、±500	±660、±800	750、1000
距离 m	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5

8.3 作业过程中需传递工具、材料等物品时，应使用绝缘绳索，对于大件金属物品的传递，杆塔或地面上作业人员应将金属物品接地放电后再接触。

8.4 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，应采用专用短接线或穿全套屏蔽服装方可直接进行操作。

9 感应电防护用具

9.1 感应电防护用具主要包括接地线、个人保安线、全套屏蔽服装、静电防护服、导电鞋、绝缘手套、绝缘垫、电位转移棒等。

9.2 接地线应由有透明护套的多股软铜线和专用线夹组成，其截面积不应小于 25㎜^{2}，同时应满足装设地点短路电流的要求。接地线接地端线夹应使用铜或铝质合金材料，导线侧线夹应使用铝质合金材料，并应采取可靠的防脱落措施。输电线路用接地线试验应满足 DL/T 879 规定。

9.3 个人保安线应使用有透明护套的多股软铜线，截面积不应小于 16mm^2，且应带有绝缘手柄或绝缘部件。个人保安线各接线鼻之间的直流电阻，平均每米的电阻值不应大于 1.24mΩ，其端头应采取可靠的防脱落措施。个人保安线试验应满足 GB 26859 规定。

9.4 全套屏蔽服装应包括帽、上衣、裤子、手套、袜子、鞋及相应的连接线和连接头。屏蔽服装各最远端点之间的电阻值不应大于 20Ω。用于制作 750kV 及以下电压等级的屏蔽服装的衣料，其屏蔽效率不应小于 40dB。用于制作 1000kV、±800kV 电压等级的屏蔽服装的衣料，其屏蔽效率不应小于 60dB。用于 750kV、1000kV、±660kV、±800kV 电压等级的屏蔽服装应配置屏蔽面罩，面罩应采用导电材料和阻燃纤维编织，视觉应良好，其屏蔽效率不应小于 20dB。屏蔽服装的制作及试验应满足 GB/T 6568 的规定。

9.5 静电防护服包括上衣、裤、帽、手套和鞋。静电防护服的衣料电阻不应大于 300Ω，鞋的电阻不应大于 500Ω，其屏蔽效率不应小于 30dB。静电防护服的制作及试验应满足 GB/T 18136 的规定。

9.6 导电鞋的电阻不应大于 500Ω，导电鞋的制作和试验应满足 GB/T 6568 的规定。

9.7 绝缘手套应具有良好的电气性能，较高的机械性能，并有柔软的使用性能。绝缘手套在使用前应对内外进行外观检查，可通过对其充气方法进行检验，发现有任何破损时不应使用。绝缘手套的制作及试验应满足 GB/T 17622 的规定。

9.8 绝缘垫应具有良好的电气性能和合适的柔软度，长度和宽度不应小于 600mm，上下表面应采用防滑设计且无有害不规则性缺陷。绝缘垫的制作及试验应满足 DL/T 853 的规定。

9.9 电位转移棒绝缘部分的最小有效绝缘长度不应小于 0.4m，其导线端夹头应与导线、金具等型号匹配，使用时应与屏蔽服装可靠连接。