

JIANGANQUAN FANGCHUDIAN

讲安全防触电

接地线安全应用知识问答

李金雄 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

JIANGANQUAN FANGCHUDIAN

讲安全防触电

接地线安全应用知识问答

李金雄 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

接地线使用技术是关系到人身、设备的大问题,也是电力员工必须学习、掌握的首要职业技能。目前,介绍接地线安全应用知识方面的书较少,但因接地线使用不当引发的事故却极多。如何解读安规中关于接地线使用的内容,真正满足现代安全生产非常有必要。

本书共分3部分。第一部分为接地线安全应用问答,第二部分为与接地线相关的验电技术措施,第三部分为电力作业现场典型案例分析。

本书内容充实,是对《安规》接地线部分内容的细化、补充和丰富,可供电力行业从业人员参考阅读,也可作为企业必备的安全普及资料。

图书在版编目(CIP)数据

讲安全防触电 接地线安全应用知识问答 / 李金雄编著. —北京:中国电力出版社, 2016.6

ISBN 978-7-5123-9221-2

I. ①讲… II. ①李… III. ①接地保护—问题解答 IV. ①TM08-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第080961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>)

北京盛通印刷股份有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2016年6月第一版 2016年6月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 32开本 3.875印张 80千字

印数0001—3000册 定价32.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
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



每位要从事电力生产一线工作的员工，基本都会涉及到高电压设备，首先考虑到相应的安全防护措施。接地线就是为了保护工作人员安全而设置的一道人为的防护屏障，被喻为电力员工的生命线。

但实际工作中，由于接地线使用频繁且操作相对简单，容易使人产生麻痹思想，其重要性也往往被人忽视，经常出现不正确的操作，使得接地线的安全保护作用大幅降低甚至是失去。

作为设备上现场作业人员，是无法控制、预判意外来电的。只有采取相应的防护措施，把万一的可能来电危险降至为零。而应用接地线装置技术，是作业人员防被电击的最主动手段。如何看懂、认识和正确使用接地线是电力员工必须学习、掌握的首要职业技能。

本书用问答的形式，介绍了接地线应用方面可能遇到的各种问题，对防范电击伤害有着十分重大的意义。本书是正确掌握接地线技术的随身宝典，也是对安规接地线部分的内容细化、补充和丰富。电力人员若掌握了接地防身技能，可极大降低伤亡率。

本书可供电力行业从业人员参考阅读，也可作为企业必备的安全普及资料。由于水平有限，书中若有不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

目录



前言

第一部分

接地线安全应用问答..... 001

第二部分

与接地线相关的验电技术措施..... 083

第三部分

电力作业现场典型案例分析..... 095

附录 1

国家电网关于接地线的规程、规定和标准..... 112



第一部分

接地线安全应用问答

在日常接地线使用过程中,除遵守《安规》基本的纲要外,还应学习了解、学会应用接地线以下的相关知识、应用专业内容,以保证所实施接地线技术措施的正确性,提高实际工作中接地线的防护能力,减少电力对人体的伤害,降低中国电力员工的伤亡率。

1. 为什么说携带型短路接地线是电工的生命线?

携带型短路接地线(以下简称接地线)是从事电力工作时的一种常见防护安全生产用具,也是保护员工生命安全的专业安全工具。接地线用于临时接地,其作用是将电气设备短路接地等电位,从而防止可能的突然来电而造成的伤害。行业上把接地线比喻成电工的生命线,是不可替代的重要防护工具。

携带型短路接地线的组成如图 1-1 所示。

其中,线夹为金属夹持器,位于软铜电缆的头尾两端,包含有弹簧及螺旋装置,起连接固定和止动限位作用,分别连接电气设备和接地端导体部分。线路端线夹采用优质铝合金或铜材料压铸成形,要求有良好的坚固性、导电性和接触紧固性。接地端线夹一般采用铁制,有临时接地极和固定接



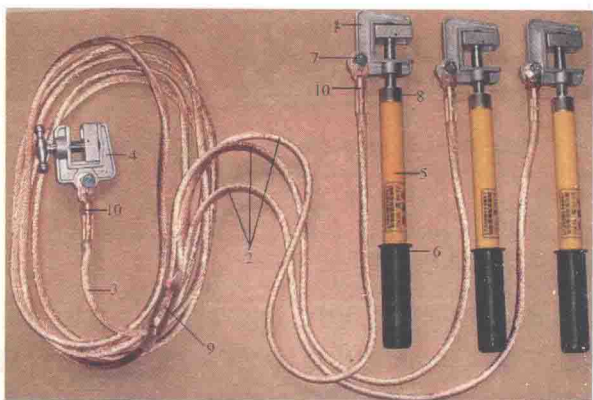


图 1-1 携带型短路接地线的组成

- 1—线路端线夹；2—短路电缆；3—接地电缆；4—接地端线夹；
5—接地操作杆；6—接地操作杆手柄；7—连接紧固螺栓；
8—接地操作杆上紧固头；9—连接束（汇流器）；
10—多股软铜线上的线鼻

地端子，主要泄流和电气等电位用。

操作杆也叫绝缘手柄，处于中间环节，供人手持操作之用，起阻隔人体与电气设备，有对应的长度要求。

短路电缆采用多股优质软铜线绞合而成，要求铜丝线具有通过强大电流的能力，有3、4、5等多条形成，并外覆柔软、耐高温的透明绝缘护层，可以防止使用中对接地铜线外表面的磨损。

2 携带型短路接地线的产品标准是什么？

根据 DL/T879—2004《带电作业用携带型接地和接地短路装置》中的内容，携带型短路接地线正规的行业标准称呼是便携式接地和接地短路装置（portable equipment for



earthing and short-circuiting)。接地线是实际工作中的简化习惯叫法。现用标准中对接地线产品检查、质量检测和使用规范等各项要求，做了详细、标准的规定。了解接地线的标准内容，是正确使用接地线一个必要的前提条件。

携带型短路接地线，关系到全国广大电力行业员工的生命安危、和国家财产的设备安全。看似不起眼却十分重要，任何制造厂家，都必须遵守 DL/T879—2004 中的规定，取得资质许可证后，才能制作、销售接地线。任何的不正规接地线产品，若流通到实际生产中，都有可能引发人身流血事故。

3 使用接地线需要哪些专业基础知识？

接地线基本运用方面的知识是由与电气专业基础知识相关的国家行业标准、企业标准，及接地线专业技术知识等多方面内容综合组成。必须全面学习掌握，才能在实际应用中正确使用，仅靠单一方面的知识是远远不够的。

4 接地线各组成部分元件的标准名称与功能作用是什么？

接地线是在总结事故的基础上发展而来的一种安全工具。早期的线路接地线，就是一束简单的软铜丝线，使用时直接缠紧在接地极上，然后再一相导线一相导线地缠绕过去，没有线夹、操作棒和连接汇流器等部件。目前接地线是经过逐步改进来的，其每个组成部分都具有十分重要防护针对性。图 1-2 所示为携带型短路接地线各组成部分的物理功能与行业标准名称。左边部分为电气作用，右边部分是 DL/T879—2004 中的标准称呼。

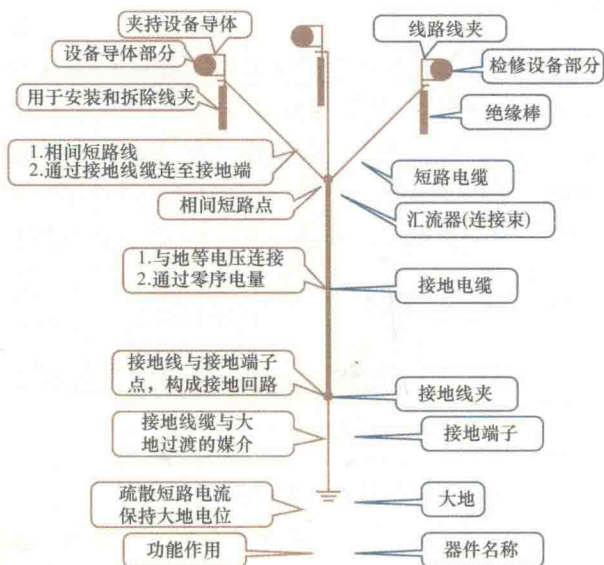


图 1-2 携带型短路接地线各组成部分的物理功能与行业标准名称

5 接地线外观的基本检查维护有哪些要求？

接地线外观的基本检查维护是对接地线最基本的一种日常检查，主要采取目视检查，如是否有按规定检验、是否在检验有效期内；软铜线是否有断头、断股，或者铜丝色泽局部差别明显；临时接地极（桩）、线路端夹节点、螺丝连接处的紧固件有无松动；旋转止动部件是否有打滑、锁不紧现象；线钩的弹性是否反弹有力；绝缘操作杆是否有裂纹；线夹是否有开裂、缺损；接头是否有松动等明显缺陷。一般情况下，软导线接头在 5 年内可靠使用，而固定式装置的软导线接头 10 年内可靠使用。若出现影响正常使用，不符合要求应及时调换或修好后再使用。图 1-3 所示为携带型短路接地线工具外观的检查要点。

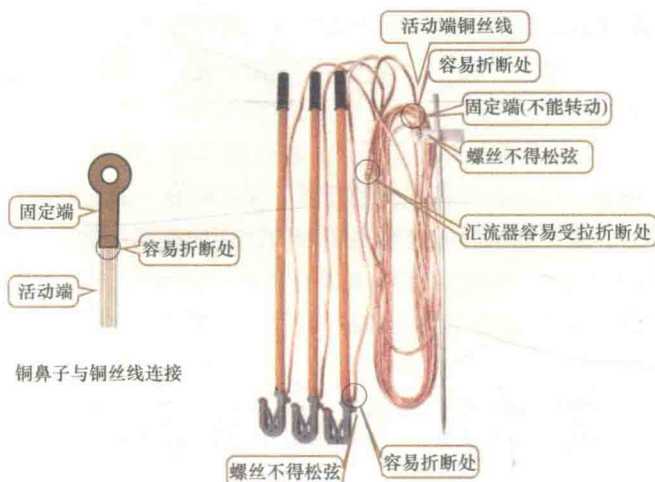


图 1-3 携带型短路接地线工具外观的检查要点

6 携带型短路接地线的安全防护原理是什么？

携带型短路接地线的防护原理是将事故电量的电流、电压强制降至零。系统电力是以三相交流电（星形与 Δ 形）形式传输与使用的，所以要先把三相电短路，消除事故电流、电压的物理量。临时接地线的作用就是将三相相间短路，与大地保持等电位，使人体免遭强电流的侵害，见下图 1-4。

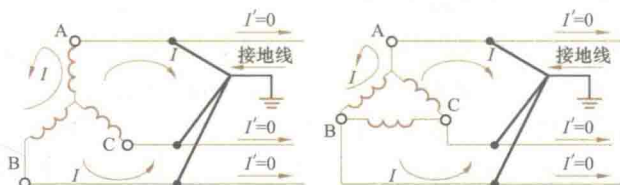


图 1-4 三相短路与接地的电气原理

7 什么是携带型短路接地线的规范接线方式?

根据防护原理,接地线装设应遵循先相间短路、后等电位接地的基本原则。1-5 所示为规范性的三相短路接地形式。图 1-5 (a) 为组合式接地形式,在线路和配变检修中应用较多;图 1-5 (b) 为分相式接地形式,有三相合一的接地端(合相式),在变电站的电气设备中和大相距的线路中较为常见;而图 1-5 (c) 为相间直接串联短路的接地形式,在发电厂和做电气检测试验中应用的较为广泛,能抗击大的短路电流。

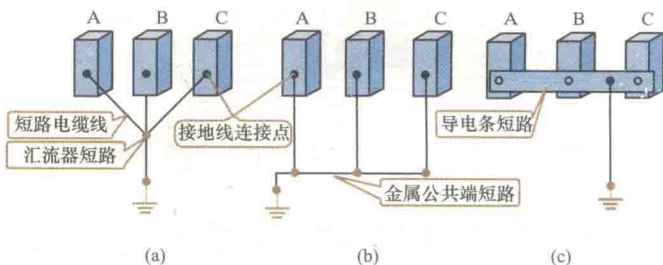


图 1-5 规范性的三相短路接地形式
(a) 组合式;(b) 分相式;(c) 相间直接串联

8 有哪些常见的不规范接地形式?

许多员工认为,只要检修电气设备上装设了接地线,就算已经做好安全技术措施。这种观念是极其错误的。图 1-6 所示为常见的不规范接地形式。图 1-6 (a) 每相各自接地,接地线各相间是不能通过大地短路的,缺少用金属导体把三相全部合并短路的措施;图 1-6 (b) 局部短路接地,也是不对的,只有二相短路,如虚线连接部分,无论哪二相短路都是不够的。这两种接地都是不符合安全技术要求的,严重漏掉三相之间短路的基本防护作用。

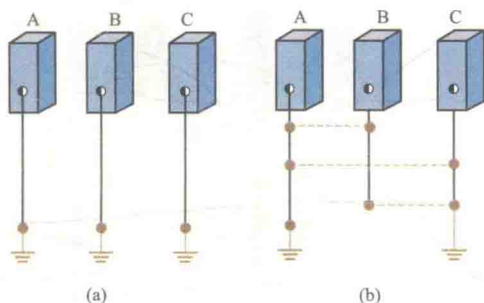


图 1-6 常见的不规范接地形式
(a) 各相各自接地；(b) 部分相间短路接地

9 短路电缆与接地电缆的物理关系是什么？

电缆是承受事故大电流的电气路径，根据接地线保护的原理，要先相间短路后再接地。所以短路电缆所承受的故障电流要大于或等于接地电缆所承受的电流，即接地线的短路电缆铜丝截面面积 $\geq$ 接地电缆的铜丝截面面积。

不能认为三条短路电缆汇流到接地电缆，接地电缆的截面就必须比短路电缆大。短路电缆与接地电缆匹配数据见表 1-1。图 1-7 所示为短路电缆与接地电缆实物，可见实际接地线的短路电缆直径明显粗于接地电缆。

表 1-1 短路电缆与接地电缆匹配数据

接地线规格序	1	2	3	4	5	6	7
短路电缆面积/mm ²	25	35	50	70	95	120	150
接地电缆相应不小于面积/mm ²	25	35	35	35	35	50	50

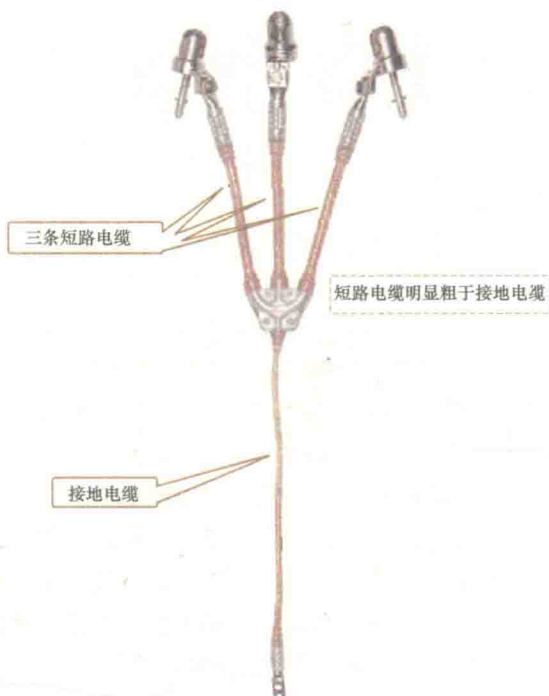


图 1-7 短路电缆与接地电缆实物

10 携带型短路接地线的种类有哪些？

接地线有多种类型，按使用相数分，0.4kV 低压电路有三相式、四相式（三相四线制）和五相式（三相五线制）等三种，高压接地线一般是用三相式；按短路接地型式分，有短路型和短路接地型两种；接电压等级分，有 400V、6kV、10kV、35kV、66kV、110kV、220kV、330kV、500kV 等。图 1-8 所示为三种样式的接地线，其中分相式接地线必须与图 1-9 所示的三相合一的接地端子配合使用。

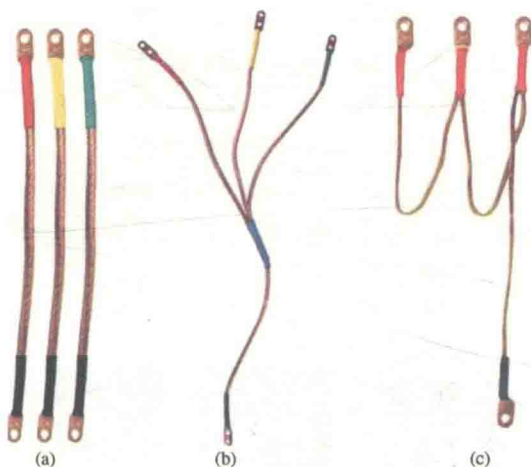


图 1-8 三种样式的接地电缆线
(a) 分相式 ; (b) 三相合一式 ; (c) 串联式



图 1-9 三相合一的接地端子

11 应如何维护保管携带型短路接地线？应注意哪些防范点？

接地线应存放在干燥、通风的室内，避开有潮湿、腐蚀

物体的地方，要专门定人定点维护管理、维护，并编号造册，定期检查记录。接地线的日常保管、试验抽查、定期测试和实际使用都必须符合国家相关行业部门关于接地线方面的管理规定。应注意检查接地线的各检验周期，及时定期送检。观察接地线外表有否腐蚀、磨损、过渡氧化、老化等现象，以免影响接地线的使用效果。图 1-10 所示为接地线等电力安全工具的专用保管箱。



图 1-10 接地线等电力安全工具的专用保管箱

新进入电力企业的工作人员，对接地线使用技能，必须先经过培训、学习，考核合格后，并在有作业经验的师傅带领下，方能从事接地线操作或使用工作。接地线上各个零部件及其防范点见表 1-2。

表 1-2 接地线上各个零部件及其防范点

部件名称	线路端线夹	短路电缆	接地电缆	接地端线夹	接地操作杆	操作杆手柄	连接紧固螺栓	棒线夹紧固头	连接束	电缆鼻	塑料护套层
作用	连接电气设备	使电气三相短路	与大地相接	连接接地极	操作接地线	手持处	电缆固定在杆上	固定导线夹	电缆汇集点	电缆的接头	缆线外层防护
工艺	外层抛光	多股软丝	多股软丝	外层抛光	轻便	有凹凸圆面	镀铬镀锌	平滑光滑	牢固	平滑光滑	无色透明
材料	铸铝合金铜块	红铜软丝线	红铜软丝线	铸铝合金铁块	环氧树脂	橡胶	外表镀锌	铜块	红铜软线	红铜片	塑料
目的	保持最大接触面	尽量大短路电流	接成地电位	保持最大接触面	防止电击	便于安全使用	固定夹用	支撑线夹	提供相间短路点	便于牢固连接	保护铜丝线
防范点	断裂痕、不平整弹性不足	断股变色	断股变色	断裂痕、不平整,不能紧固	外表防粘物	防脱落	防松脱落	断裂松弛脱落	断裂松弛脱落	防松脱落裂痕	龟裂,破损消失

12 接地线的两端线夹有哪些类型?

接地线的两端线夹分别为线路端线夹与接地端线夹,线夹是电缆的接口,分别连接设备与大地,要有可靠的接触面,能承受短路电流所产生热应力和机械应力。根据电气设备不同,按接触方式线路端线夹可分为螺旋式、鸭嘴式和弹簧式,还可按平口圆口,单簧双簧等分类。图 1-11 所示为若干种线路端线夹。经有关检测机构的大量短路电流试验情况来看,螺旋压紧式线路端线夹最为可靠。图 1-12 所示为接地端线夹。