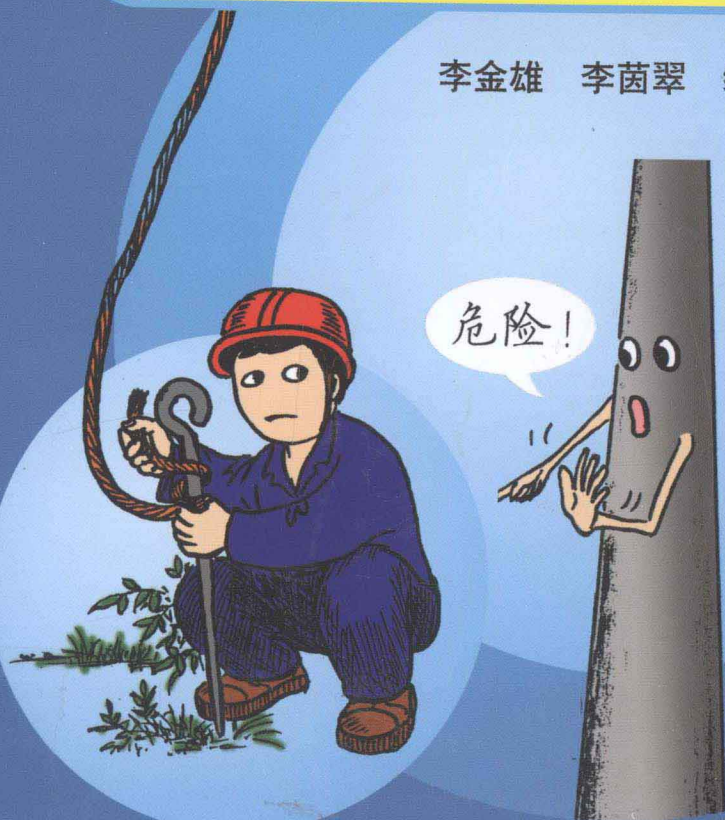


# 讲安全 防触电

## 案例详解接地线使用

李金雄 李茵翠 编著



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

# 讲安全 防触电

## 案例详解接地线使用

藏书  
李金雄 李茵翠 编著



中国电力出版社

CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要



电力行业在涉及电击人身伤害的事故中,因接地线使用错误占了绝大多数。据一些资料表明,我国电力死亡率/百万千瓦时,是西方国家的 34 倍,反映出电力防护技术十分落后。如电力行业长期缺乏接地线应用知识,安全措施缺乏,防护技能空白,根本无法抵御电力对人体的侵害。

本书以接地线内容为题材,剖析、讲解接地线实际应用的问题。罗列了接地线注意事项 70 条,大部分是国内首次提出的,也是电力《安规》中所欠缺的,对我国电力正确使用的接地线很有帮助。也是对我国电力《安规》接地线部分的内容细化和丰富。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:案例详解接地线使用 / 李金雄, 李茵翠编著. —北京:中国电力出版社, 2013. 8

ISBN 978 - 7 - 5123 - 4496 - 9

I. ①讲… II. ①李… ②李… III. ①接地保护 IV. ①TM08

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 116765 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>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2013 年 8 月第一版 2013 年 8 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 6.875 印张 173 千字

印数 0001—3000 册 定价 24.00 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



任何从事电力工作的人，最担忧、最要首先掌握的技能，是如何能避免被电力击中。因为人体承受不了片刻的高压电，生命经不起一丝闪失。作为电力设备上检修人员，最恐惧的是突然来电。而突然来电是无法预测的，唯一可做的就是装设好接地线防护措施，才能抵御万一来电的袭击。所以，接地线又被叫做生命线。但在许多突然来电的侵袭中，为何有的人没事、有的人受伤、有的人却丧命呢？很大部分原因在于掌握接地线技术程度不同。接地线装设是个十分严谨、有序的过程，稍有疏忽，防护效果降低而被电击，酿成终身大错。因此，学习接地线应用技术，不仅是对自己、对同事生命的珍惜，更是对家人、对社会的负责。

电力系统的人身伤亡事故中，因接地线（全称携带型短路接地线）使用不当占了很大的比例。西方电力事故的人身伤亡率，只有我们国家的几十分之一。相当部分原因，是西方电力行业防护技术措施做得比较严密、周全。接地线，作为电力检修人员的唯一防护电击工具，其应用技术在我国电力几乎空白，只有规程中十几条的措施，远不能满足现代电力安全生产的要求。轻视和不会使用接地线现象比比皆是，导致电力防护措施不足，屡屡出现员工被电伤的事件，成为行业安全生产的长期隐患和漏洞。

接地线及其使用方式都非常重要，直接关系到人体的安危和电网的稳定。作为行业内最基本的防护工具，其作用是防止检修设备突然来电而对人体的侵害，并消除邻近感应电压或放尽已断开电源的电气设备上的剩余电荷必不可少的安全用具，对保

护检修工作人员的人身安全起着决定性的作用。接地线的规范使用呈现出日趋重要和紧迫。接地线能不能并列使用？如何选择截面大小不同的接地线？接地线怎样才能满足短路电流需要？接地桩对接地线使用有何影响？挂接点距离是否限制？等等。面对一系列《安规》等资料无法解决的接地线使用问题，电力行业一直缺乏相应配套的专业教材和学习资料。造成电力基层企业轻视、盲目、混乱等不正确使用接地线现象，接地线引发多起事故，无不说明接地线应用技术的严重缺乏。接地线如何使用？是中国电力安全长期存在的一个很薄弱环节，已成为目前各电力部门急需解决的安全大事！本资料在吸取国内一些单位关于接地线技术应用的基础上和参照西方电力行业的接地线技术资料，归纳、整理、总结出接地线应用的注意事项，并结合案例进行分析，供电力基层单位使用。若“接地线 70 条”能在国内普及三年，保守估计，至少可以挽救几十条生命的伤亡。

在日常接地线使用过程中，除遵守《安规》基本要求外，还应学习了解、学会应用接地线的相关知识、应用专业内容，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。





前言

第 1 章

|           |   |
|-----------|---|
| 接地线应用安全条例 | 1 |
|-----------|---|

第 2 章

|           |    |
|-----------|----|
| 与接地线相关的案例 | 37 |
|-----------|----|

第 3 章

|               |    |
|---------------|----|
| 汽车起重机防高压电安全措施 | 99 |
|---------------|----|

第 4 章

|               |     |
|---------------|-----|
| 与接地线相关的验电技术措施 | 111 |
|---------------|-----|

附录 A

|                |     |
|----------------|-----|
| 接地线及相关的电力安全练习题 | 122 |
|----------------|-----|

附录 B

|            |     |
|------------|-----|
| 接地线应用技术考试题 | 182 |
|------------|-----|

附录 C

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 国家电网关于接地线的规程、规定和标准 | 190 |
|--------------------|-----|



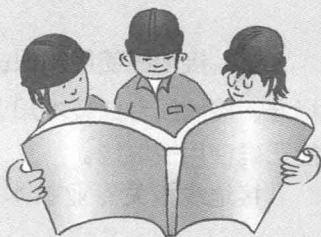
## 第1章

# 接地线应用安全条例

在没有装设接地线情况下，  
严禁到电力设备上作业！



这是接地线安全措施中最重要、最基本的规定，必须时刻牢记！无论有否工作票，还是有人许可、通知，或者设备确已断电，再或者是时间到点、情况紧急等原因，只要没有看到装设接地线，就绝对不能到电力设备上作业！反之，电力设备上已装设好接地线，表明已具备作业条件了。同样，只要接地线被拆除了，就不能再回到设备上作业。记住：违反形式最多被批评，违反措施则要付出不可挽回的生命代价。



**1** 接地线是件至关重要的电力防护工具，其装置有严格的执行标准。

根据目前的中华人民共和国电力行业标准（DL/T 879—2004）文件，即《带电作业用携带型接地线和接地短路装置》中的内容，对接地线产品检查、质量检测和和使用规范等各项要求，做了详细标准规定，是正确使用接地线的一个必要条件。图 1-1 所示为携带型接地线的组成及名称。

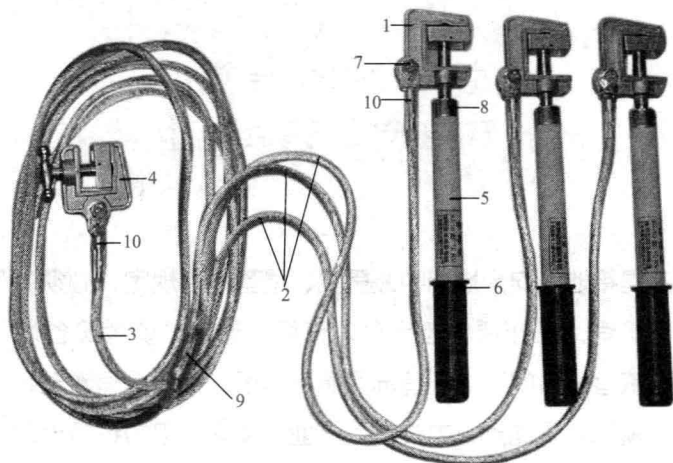


图 1-1 携带型接地线的组成及名称

- 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—接地操作棒上紧固头；9—连接束（汇流器）；  
10—多股软铜线上的线鼻；11—透明塑料护套层

**2** 接地线使用知识由电气专业基础知识、《安规》和行业标准、接地线专业技术知识等方面内容组成，必须全面掌握，才能正确使用接地线。

接地线相关专业技术知识都必须了解、学习，否则不能全



面、正确地应用好接地线。图 1-2 所示为携带型接地线各部分作用。

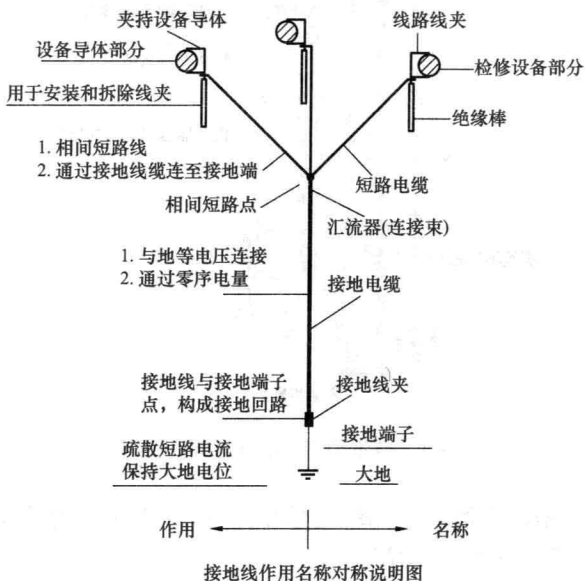


图 1-2 携带型接地线各部分作用

### 3 接地线要日常检查维护。

软铜线是否有断头、断股或色泽局部变化，节点、螺丝连接处有无松动、打滑，线钩的弹性是否反弹有力，绝缘操作杆有裂纹，线夹开裂、缺损，接头有松动等明显缺陷，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 所示为携带型接地线工具的注意事项。

4 三相电气设备上的接地线防护措施，应严格遵循先短路、后接地基本原则。

临时接地的安全防护措施，要体现电气相间短路和与大地保

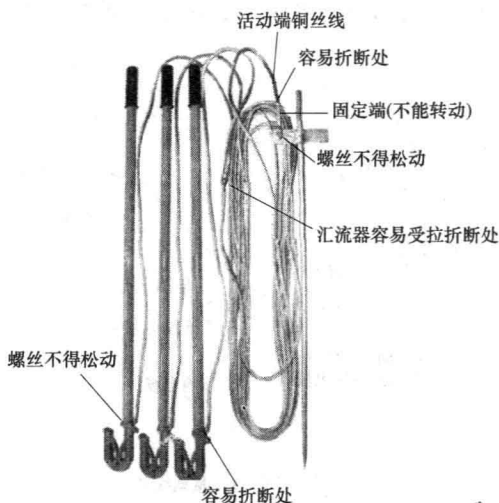


图 1-3 携带型接地线工具的注意事项

持等电压两项安全参数，缺一不可。图 1-4 所示为典型的几种先短路、后接地的接地方式。

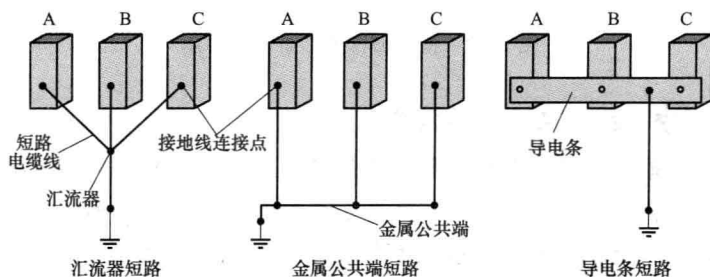


图 1-4 三相短路的接地方式

根据接地线保护原理，短路电缆所承受的故障电流要大于接地电缆，即

接地线的短路线缆面积  $\geq$  接地线缆面积

表 1-1 所示为短路线缆与接地线缆匹配数据。

表 1-1

短路线缆与接地线匹配数据

(mm<sup>2</sup>)

| 接地线规格序 | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6   | 7   |
|--------|----|----|----|----|----|-----|-----|
| 短路线缆面积 | 25 | 35 | 50 | 70 | 95 | 120 | 150 |
| 接地线面积  | 25 | 35 | 35 | 35 | 35 | 50  | 50  |

**5** 接地线所有工作应严格按照行业标准、规范要求、管理规定执行。

接地线有多种类型,按使用相数分,有3相式、4相式和5相式三种;按短路接地型式分,有短路型和短路接地型二种;按线夹接触方式分,有螺旋式和弹簧式等。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。图1-5所示为接地线各类导线端线夹图片。



图 1-5 接地线各类导线端线夹图片



**6** 新工作人员必须经过接地线使用的培训、学习，考核合格后，方能从事接地线操作或使用工作。

在接地线安全技术措施的理论教育和实际操作培训，我国电力行业涉及这方面的技术知识较少。许多人未能理解接地线真实含义与作用，照葫芦画瓢去模仿他人挂接地线方式，造成实际操作易走样而降低挂接地线的保护效果。

**7** 接地线应存放在干燥、通风的室内，要专门定人定点保管、维护，并编号造册，定期检查记录。

应注意检查接地线的质量，观察外表有否腐蚀、磨损、过渡氧化、老化等现象，以免影响接地线的使用效果。表 1-2 所示为接地线上各个零部件。

表 1-2 接地线上各个零部件

|      | 1      | 2       | 3     | 4      | 5     | 6     | 7        | 8      | 9      | 10     | 11     |
|------|--------|---------|-------|--------|-------|-------|----------|--------|--------|--------|--------|
| 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    | 电缆线鼻   | 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   | 电缆线固定在杆上 | 固定导线线夹 | 电缆线汇集点 | 电缆线的接头 | 缆线外层防护 |
| 工艺   | 外层面抛光  | 多股软丝    | 多股软丝  | 外层面抛光  | 轻便    | 有凹凸圆面 | 镀铬热镀锌    | 平面光滑   | 牢固     | 平面光滑   | 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    | 外表热镀锌    | 铜块     | 红铜软线   | 红铜片    | 塑料     |

续表

|     | 1            | 2        | 3     | 4            | 5      | 6      | 7      | 8        | 9        | 10        | 11         |
|-----|--------------|----------|-------|--------------|--------|--------|--------|----------|----------|-----------|------------|
| 目的  | 保持最大接触面      | 尽量大的短路电流 | 接成地电位 | 保持最大接触面      | 防止电击   | 便于安全使用 | 固定线夹用  | 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 | 外表防粘贴物 | 防脱落    | 防松弛、脱落 | 断裂、松弛、脱落 | 断裂、松弛、脱落 | 防松弛、脱落、裂痕 | 龟裂、破损、字迹消失 |

**8** 必须先验电，验电是挂接地前的紧密步骤，确认无电后才能并尽快装上接地线；若因故没有及时装上接地线的，需要重新验电后挂接地线。

未验电挂接地线是基层中较普遍的习惯违章行为，而验电的目的是确认现场是否停电，能消除停错电、未停电的人为失误，降低操作的失误率，防止带电挂接地线而产生强烈弧光灼伤人体。

**9** 在工作地段两端，或有可能来电支线（含感应电、可能倒送电的自备电）环节上挂接地线，使接地线在作业段形成封闭的区域。

接地线主要防止万一的可能来电，也要防止感应电、静电、远方落雷电袭击；实际工作中，常忽略用户倒送电、感应电的可能，但深受其害的例子不少。来电形式不局限于单纯的单位供电，有多种可能的万一来电。

(1) 交叉跨越处另一条带电线路发生断线搭连在停电线路上，或者停电线路断线搭连带电体上。

(2) 因误操作引起的对停电线路的误送电。



- (3) 用户自备发电机误向系统反送电。
- (4) 双电源用户当主电源因线路工作停电，合上备用电源时，由于闭锁装置失灵或误操作，向停电的线路反送电。
- (5) 临时外引低压电源误经变压器向高压侧送电。
- (6) 电气交叉作业时，电气设备的试验电源窜入电网中，如电压互感器向停电设备反送电。
- (7) 由交叉跨越或平行线路等引起的感应电。
- (8) 因远方落雷造成停电工作的线路带电。
- (9) 为防备电路临时停电，用户自己牵引另一路电源引起的反供电。
- (10) 电气设备剩余或残余电荷所形成高电位的袭击。
- (11) 附近带电设备因某种原因产生的对停电线路的近距离放电。

**10** 接地线在整个实施过程中的秩序，要严格遵循“先进后出”的法则（如穿衣顺序，先穿的后脱）。

(1) 接地与作业的顺序：工作前，先装设接地线，人再上设备作业；工作完毕，人要先撤离设备，后才拆接地线。

(2) 人体与线路端线夹的顺序：工作前，线路端线夹要比人体先碰触设备；工作完毕，线路端线夹要比人体后离开设备。

**11** 接地线是只精致的安全工具，使用过程中不得扭花，不得从空中丢下或随地乱摔，要用绳索传递，更不能当绳子、拉线使用，作业过程中要爱护接地线。

接地线在不用时应将软铜线盘好，接地线在拆除后，预防泥沙、杂物进入接地装置的孔隙之中，保持接地线的清洁，不影响正常使用的零件。

**12** 任何时候，当接地线线夹即将安装、拆除、移位前，线路端线夹必须是在脱离、没有接触、接近设备导体的状态下进行操作；当进行线路端线夹即将挂接、拆下、移位前，接地线线夹必须是在接地连接位置。



为确保在接地线安装、拆除和移动过程中操作安全，必须遵守以上原则。

**13** 临时接地极是与大地连接的关键体，长度必须大于120cm、截面大于 $190\text{mm}^2$ 的金属圆锥体，临时接地极有效接触实土深度应大于60cm，才能保证有效接地、安全等电位。

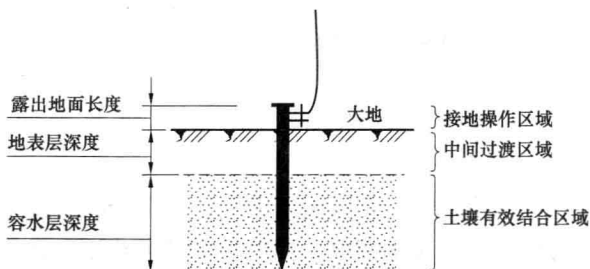
其深度、表面积是决定接地电阻的关键数据，作业现场要按要求严格操作，临时接地极埋深必须扣除松弛无效的地表层。

接地桩的长度：

露出地面长度 25cm + 地表层深度 30cm + 容水层深度 60cm = 115cm。

根据以上推算，接地桩全身长度至少应该 115 厘米长，取 120cm 长度。

图 1-6 所示为临时接地极长度分析。 $\phi 16$  圆钢不同埋深接地电阻近似计算值见表 1-3。



总长度 = 露出地面长度 + 地表层深度 + 容水层深度

图 1-6 临时接地极长度分析

表 1-3  $\phi 16$  圆钢不同埋深接地电阻近似计算值 ( $\Omega$ )

| 接地桩深度/m                                    | 0.1 | 0.3 | 0.6 | 1.0 | 1.2 | 1.5 |
|--------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $\rho = 50\Omega \cdot \text{m}$ 黑土、黏土、田园土 | 50  | 45  | 32  | 23  | 20  | 17  |
| $\rho = 200\Omega \cdot \text{m}$ 黄土等      | 200 | 180 | 128 | 92  | 80  | 68  |



**14** 当接地点的土质不符合接地要求时，或接地线长度不足，需要加装临时接地桩并用泄散电流时，接地桩之间相互距离在  $1.8 \sim 2.4\text{m}$  之间；必须用专门的线夹与连线（不小于  $25\text{mm}^2$  铜丝线）固定连接，禁止用接地线缠绕的连接方式。

增加的接地桩若相距太近，会影响相互间短路电流的泄漏，接地桩若相距太远，会增加接地连接线的自身电阻。图 1-7 所示为临时接地桩并用方式示意。

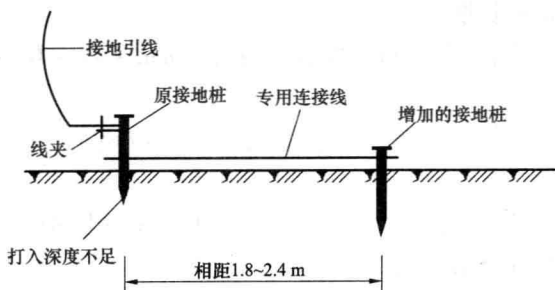


图 1-7 临时接地桩并用方式示意

**15** 不得将接地线挂在线路的拉线上，或者其他不明的金属体上。

其接地电阻不稳定，接触电阻太大，不符合技术要求，若突然来电还有可能使金属体带电，传电扩大带电范围，造成其他人触电。图 1-8 所示为拉线接地不足的示意。

**16** 在选择接地桩地点时，要选择黏质性强的、有机质多的、潮湿的实原土地表层，避开过松散、坚硬风化、含沙石多、回填土及干燥的地表层。

目的是降低接地回路的土壤电阻和接触电阻，能快速疏通事故大电流，保证接地质量。图 1-9 所示为现场临时接地极位置的选择。

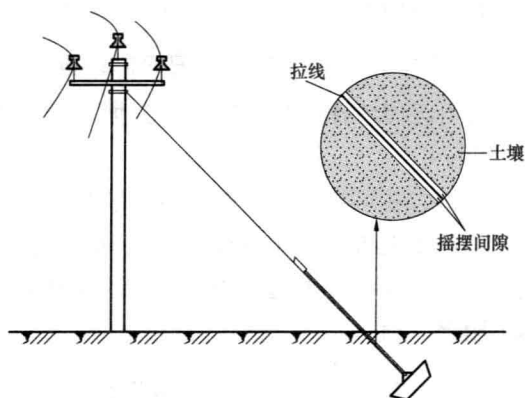


图 1-8 拉线接地不足的示意

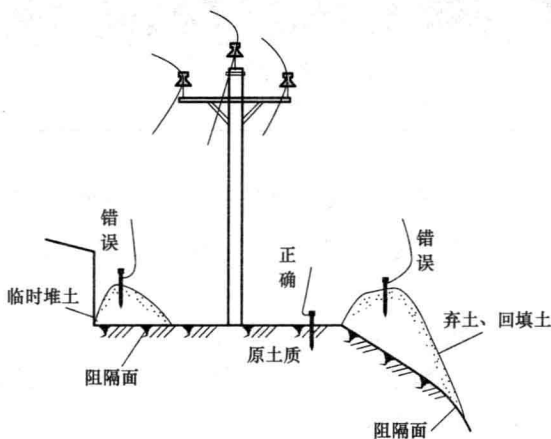


图 1-9 现场临时接地极位置的选择

**17** 接地体须用铁锤均匀打入土壤中，不得摇晃，不能用脚踩入地下的接地方式。

许多技术资料要求，用脚踩入接地体，这是不对的。接地体要选择土壤多的原土质地块，用铁锤打入；脚踩入地下方式，力