

供电企业生产技能人员实训教材

装表接电

国网河北省电力公司 组编

GONGDIANQIYE
SHENGCHAN JINENG RENYUAN
SHIXUN JIAOCAI



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

供电企业生产技能人员实训教材

装表接电

国网河北省电力公司 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

为加强供电企业岗位培训的基础建设,提高培训针对性和实效性,根据公司精益化管理、标准化建设的工作要求,以规范、规程和生产作业指导书为依据,国网河北省电力公司组织直属各供电公司、检修分公司、培训中心的专家编写了本套《供电企业生产技能人员实训教材》(共18本)。

本书为《装表接电》,主要内容包括专业公共及安全用电知识、实训设备及常用仪器仪表介绍等实训概要,电源进户方式、配电室的设计及安装、电能计量装置配线、计量装置联合接线检查、内线安装等实训项目。

本书可供供电企业装表接电专业技能、管理人员使用,也可作为提高装表接电岗位人员工作能力的培训用书,还可作为电力职业院校教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

装表接电 / 国网河北省电力公司组编. —北京: 中国电力出版社, 2015.10

供电企业生产技能人员实训教材

ISBN 978-7-5123-5145-5

I. ①装… II. ①国… III. ①电工-安装-技术培训-教材 IV. ①TM05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 261779 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>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015年10月第一版 2015年10月北京第一次印刷

710毫米×980毫米 16开本 22印张 422千字

定价 60.00 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

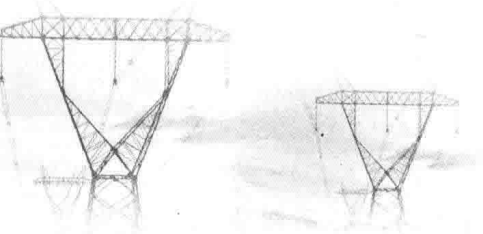
版权专有 翻印必究

供电企业生产技能人员实训教材 装表接电

编 委 会

主 任 刘克俭
副 主 任 董双武 苑立国
成 员 赵 宁 侯书其 齐向党 王向东
张继刚

编审组组长 赵 宁 齐向党
副 组 长 侯书其 王向东 张继刚
主 编 李宏胜
主 审 申洪涛
成 员 李红海 葛洪健 高永利 王卫民
王 民 王 宁 陈铁雷 吕云飞
许大平 焦淑萍 石玉荣



序

国家电网公司董事长刘振亚曾经说过：“在改革发展的关键时期和攻坚克难的考验面前，能不能勇担责任、战胜挑战，完成好各项任务，根本要靠高素质的干部员工队伍。”从某种意义上讲，人才是企业的发展之基、转型之要、跨越之本。作为现代化国有特大型企业，必须从发展的视角、战略的高度充分认识人才培养在企业发展中的地位和作用。

国家电网公司“三集五大”体系建设进一步深化，特高压电网进入全面大规模建设阶段，河北省产业调整、工业升级、生态建设同步推进，长远来看电力需求将稳步增长，对电网发展提出更高要求。只有持续提高电网安全运行水平，才能切实担负起服务京津冀协同发展、促进产业转型、服务保障民生的重任。电网生产技能人员是电网企业安全生产的基础，如何培养出一支满足公司发展和电网发展需要的生产技能人才队伍是当前乃至以后较长一个时期的重大课题。

近年来，河北公司以岗位核心技能为重点，以高技能人才队伍建设为抓手，以考试考核为手段，大力开展全员培训取得了明显效果。同时由于培训、竞赛、调考力度的加大，也暴露出了课程教材题库等基础建设的薄弱，由于缺乏长期、统一和规范的教材开发体系，培训教材普遍存在偏重理论知识、技能操作内容较少、针对性差、实用性低的问题，特别是针对高技能人才培训的教材数量尚少，无法满足公司发展对员工

岗位能力不断提高的要求。

本着“干什么练什么，缺什么学什么”的目的，公司提出以科学发展观为指导，紧密结合现场实际操作要求，以技能训练为核心，以规范、规程、作业指导书为依据，以实训室设备设施为基础，在保证知识够用、技能必备的基础上，重点突出实用性、针对性、典型性，组织公司本部专业处室、培训中心、基层单位 18 个专业 115 名专家，在全面收集、分析、筛选现有技能培训教材和现场作业项目，借鉴优秀培训教材的基础上，结合生产一线岗位技能培训的实际需要，编制完成了《供电企业生产技能人员实训教材》。

《供电企业生产技能人员实训教材》共计 18 分册，涵盖了供电企业 16 个专业工种。以技能训练为主线，结合现场使用的《电力生产标准化作业指导书》、《操作导则》等技能操作规范，与各工种现场设备、技术手段、标准化作业程序同步。本教材可用于实训操作训练指导，亦可作为现场培训和生产作业流程优化参考资料。

我们相信，在众多专家的共同努力和广大生产技能人员的支持下，实训教材体系将日趋完善，电网生产技能人员综合能力会日渐提高，企业安全生产根基将持续夯实，建设世界一流电网、国际一流企业的目标将不再遥远。真诚希望本书能够为您带来帮助。

苑立国

2015 年 2 月



前 言

为满足供电企业一线员工现场培训需求,加强供电企业生产技能岗位培训的基础建设,推动生产作业标准化,国网河北省电力公司选择18个专业(工种),编写了本套《供电企业生产技能人员实训教材》(简称《实训教材》)。《实训教材》由国网河北省电力公司一线生产专家编写,省公司组织专业审核把关,并由经验丰富的技术专家担任主审,经省公司组织试用、研讨、反复修改后成稿。

《实训教材》紧密结合现场实际操作要求,以技能训练为核心,以供电企业技术规范、规程、作业指导书为依据,突出教材可操作性、实用性、针对性和典型性。在内容定位上,以专业技能为重点,突出标准化作业,规范作业行为。在编写模式上,各专业(工种)实训指导教材不分层级,要求参训人员均按规范的、标准的作业要求完成实训项目,以操作流程为主线,相关知识和技能有限度展开,由浅入深。在使用功能上,直接用于实训室操作训练指导,并可作为现场培训和生产作业流程优化参考资料。

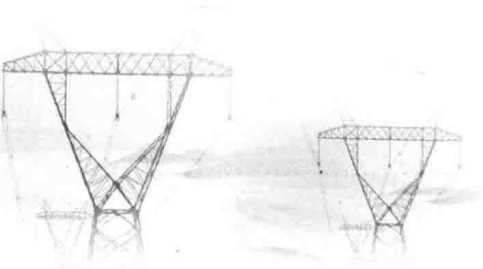
本书为《装表接电》,重点介绍装表接电专业人员基本专业知识及操作技能。本书紧密结合现场实际操作,以实训室设备为基础,通过技能训练使新进员工早日胜任所从事工作,原有员工提高技能水平、规范工作步骤。同时本书对当前应用的新技术予以介绍,引用标准、规范力求最新。本书每章内容后面附带小结和思考练习题,针对实训给出项目评分细则,便于读者掌握重点内容和培训考核使用。本书最大程度地力求内容与实际紧密结合,理论与实际操作并重。

本书第一篇第一、二章由各编写人员共同编写,第二篇第五、六、七章由王卫民同志编写,第二篇第八、九章由葛洪健同志编写,第二篇第三章由李红海同志编写,第二篇第四章由李宏胜同志编写。李宏胜同志任本书主编,申洪涛同志对全书进行了审定。特别感谢高永利同志对本书提出的宝贵意见和提供的原始资料。

本书对供电企业装表接电人员岗位技能培训有较强的指导作用,也可给现场技术人员流程研究和优化提供参考,由于编者水平所限,加之时间仓促,书中难免存在疏漏或不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2015年2月



目 录

序
前言

第一篇 实训概要

第一章 专业公共及安全用电知识	3
第一节 供电方案知识	3
第二节 接地装置	5
第三节 识绘图知识	9
第四节 安全用电知识	11
第五节 相关规程清单	15
第二章 实训设备及常用仪器仪表介绍	16
第一节 电能计量装置配线设备	16
第二节 电能计量装置联合接线检查设备	16
第三节 低压故障排除装置	32
第四节 反窃电装置	51
第五节 互感器现场校验设备	57
第六节 电能表现场校验设备	64
第七节 常用电工工具及仪器仪表	68

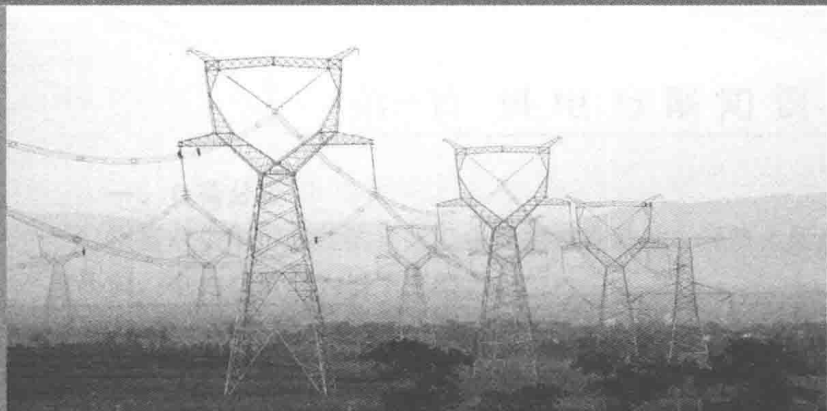
第二篇 实训项目

第三章 电源进户方式	89
项目一 高压电源进户方式	89

项目二 低压电源进户方式·····	97
第四章 配电室的设计及安装·····	105
项目一 配电室线路设计·····	105
项目二 配电设备选择·····	108
项目三 配电室土建要求·····	112
项目四 配电设备的安装·····	113
第五章 电能计量装置配线·····	121
项目一 导线选择及连接·····	121
项目二 电能表安装·····	137
项目三 电能表接线·····	141
第六章 计量装置联合接线检查·····	150
项目一 计量装置带电检查·····	150
项目二 常见窃电方式及防窃电措施·····	170
项目三 低压配电设备故障查找·····	179
第七章 内线安装·····	232
项目一 室内配线·····	232
项目二 照明安装·····	242
第八章 计量装置现场校验·····	255
项目一 电流互感器现场校验·····	255
项目二 电压互感器现场校验·····	273
项目三 电能表现场校验·····	291
第九章 装置验收·····	306
项目一 外线验收·····	306
项目二 内线安装工程验收·····	314
项目三 计量装置验收·····	331
参考文献·····	341

供电企业生产技能人员实训教材

装表接电



第一篇

实训概要

第一章

专业公共及安全用电知识

第一节 供电方案知识

一、负荷分级

根据对供电可靠性的要求及中断供电在政治、经济上所造成的损失或影响的程度不同,电力负荷分为以下三级。

(一) 一级负荷

- (1) 中断供电将造成人身伤亡的用电负荷。
- (2) 中断供电将造成重大政治、经济损失的用电负荷。
- (3) 中断供电将影响有重大政治、经济意义的用电单位正常工作的用电负荷。

(二) 二级负荷

- (1) 中断供电将在政治、经济上造成较大损失的用电负荷。
- (2) 中断供电将影响重要用电单位正常工作的用电负荷。

(三) 三级负荷

不属于一级和二级负荷者。

二、各级负荷对供电电源的要求

(一) 一级负荷对供电电源的要求

一级负荷应由两个电源供电;当一个电源发生故障时,另一个电源维持继续供电。一级负荷中的特别重要负荷,除上述两个电源外,还必须增设应急电源。如重要办公建筑为一级负荷,要求有两个电源供电。

(二) 二级负荷对供电电源的要求

二级负荷应由两个电源供电,即应由双回线路供电,供电变压器亦应有 2 台(2 台变压器不一定在同一变电所)。当采用电缆线路时,应采用 2 根电缆组成的电缆段供电,每根电缆应能承受 100% 的二级负荷。如高层普通住宅为二级负荷,二级负荷的供电系统,宜由两个回路供电。

(三) 三级负荷对供电电源无特殊要求

(四) 符合下列情况之一时用电单位宜设置自备电源

(1) 需要设置自备电源作为一级负荷中特别重要负荷的应急电源时, 或第二电源不能满足一级负荷要求的条件时。

(2) 设置自备电源较从电力系统取得第二电源经济合理时。

(3) 常年有稳定余热、压差、废气可供发电, 技术经济合理时。

需要双回电源线路的用电单位, 宜采用同等级电压供电。

三、供电方案基本知识

(1) 为解决高压变电所中压配电出线开关柜数量不足、出线走廊受限的问题, 减少相同路径的电缆条数, 建设开关站是必要的。开关站应配合城市规划和市政工程同时建设, 作为市政建设的配套工程。

(2) 开关站宜建于城市主要道路的路口附近、负荷中心区和两座高压变电所之间, 以便加强电网联络, 提高供电可靠性。开关站可以结合配电站建设, 亦可单独建设。开关站的接线力求简化, 一般采用单母线分段, 两路进线, 6~10 路出线。开关站应按无人值班及逐步实现综合自动化的要求设计或留有发展余地。

(3) 在新建的住宅区内, 应建设地区公用配电室。配电室可选用负荷开关—熔断器组合电器。配电室一般装两台变压器, 变压器间按 630kVA 或 1000kVA 设计, 建设初期按设计负荷选装变压器, 低压为单母线分段, 可装设低压母联断路器并装设自动无功补偿装置。配电室应尽量设在负荷中心, 并留有进出线通道, 进线方向要靠近电源线路和便于接电。变压器深入负荷中心, 缩短配电线路长度, 减少电压损失和电能损耗。调整三相负荷平衡。注意住宅单相用电, 务必调整线路三相负荷平衡。中压供电一般不供单相负荷, 低压用户 30A 以下的单相负荷, 可单相供电, 超过者应以三相四线供电。

(4) 住宅小区的建筑规划面积累计 10 000~20 000m² 应建一座配电站, 大型住宅小区应建设开关站向若干个配电站供电。

(5) 高层建筑内的重要设施如水泵、电梯等应双电源供电。

(6) 住宅小区内的中低压线路, 宜采用电缆或绝缘线。

(7) 在繁华地区及受场地限制无法建设配电室而又不允许安装柱上变压器的处所, 可考虑采用箱式变电站。开关站、配电站的选址应考虑到设备运输方便, 并留有消防通道, 设计时应满足防火、通风、防潮、防尘、防毒、防小动物和防噪声等各项要求。公用配电设施(如开关站高、低压变配电站)宜设在楼房首层, 专用高、低压变配电站可以设在地下室。

(8) 双电源或多电源的用户, 各电源之间应有可靠的机械或电气连锁, 任何情况下不得向电网反送电。

(9) 用户未经供电部门同意, 不得对外转供电力。原有的转供用户, 应积极创造

条件,逐步改为由供电部门直供。有无功补偿要求的用户的无功功率应就地按功率因数自动补偿,不得向电网倒送无功功率。特种用户的畸变负荷、波动负荷、不对称负荷应符合原能源部、建设部部颁能源电(1993)228号文《城市电力网规划设计导则》的要求。凡产生高次谐波致使系统电压发生畸变的用户设备(如晶闸管整流设备、电弧炉、交流弧焊机等),用户应按 GB/T 14549 的规定,采取必要的控制措施。

(10) 电能计量装置装设位置:一般用户计费电能计量装置应装设在供用电资产分界处;专线用户以供用电资产分界处为计费点。用户的用电应根据供电方式和用电类别分别安装电能计量装置。同一用户的不同用电类别,分别安装电能计量装置。电能计量专用柜的布置次序,应该在进线柜之后。计量柜和进线柜必须有连锁装置,防止带负荷拉隔离开关和误入带电间隔。

(11) 在供电方案中应注明的主要内容:

- 1) 供电电源:××变电站、××开关站、××线路供电。
- 2) 供电电压:500、220、110、66、35、10、0.38kV 供电。
- 3) 电源进线方式:电缆、架空线。
- 4) 负荷性质:一级负荷(特别重要负荷)、一级负荷、二级负荷、三级负荷。
- 5) 供电方式:单电源、双电源、多电源。
- 6) 电气主接线方式:内桥、外桥、单母线、双母线、分段单母线带联络、分段单母线不带联络、线路变压器组、一高一低。
- 7) 双电源运行方式:二路同供一供一备(冷备用、热备用)、二路同供互为备用(不允许自投,手动操作、允许自投,“ATS”装设位置)。
- 8) 双电源运行的闭锁方式:机械、电气。
- 9) 批准需用(装接)变压器容量、保安(备用)容量;变压器的类型(干式、油浸式)。
- 10) 变压器运行方式:同时供电、一供一备(热备用、冷备用)。
- 11) 电能计量方式:高供高计、高供低计、低供低计。
- 12) 总表变比、分(套)表变比或电能表容量。
- 13) 电能计量用 TA、TV 准确等级及二次绕组容量。
- 14) 谐波源及消谐装置的设置。
- 15) 保安措施:自备发电机组(允许自启动、不允许自启动)。
- 16) 受电装置继电保护配置。

第二节 接地装置

接地装置是接地体和接地线的总称。运行中的电气设备的接地装置应始终保持

在良好的状态。

一、接地的种类和目的

(一) 工作接地

为了保证电气设备的正常工作或者为了保证其安全运行,将电气设备的带电部分与大地连接起来的接地叫工作接地。如电力变压器和互感器的中性点接地等,都属于工作接地,如图 1-2-1 所示。

电力变压器的三相绕组星形连接的公共点是中性点,从中性点引出的线为中性线,中性线有作单相负荷的零线和电气设备安全保护的双重作用。在低压电力系统中,将变压器的低压侧中性点接地可以防止变压器高压侧因绝缘损坏而使低压侧对地电压升高,保证了人身和设备的安全。另外当三相负荷不平衡时能防止中性点漂移,避免三相电压不平衡。

(二) 保护接地

为了防止电气设备因为绝缘损坏致使外壳带电伤人而做的接地叫保护接地,如图 1-2-2 所示。

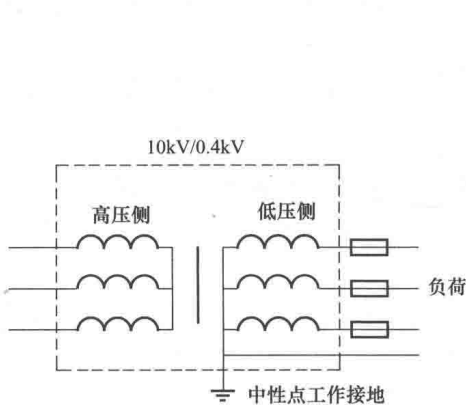


图 1-2-1 工作接地

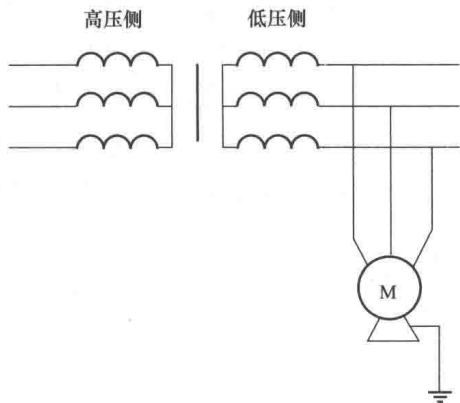


图 1-2-2 保护接地

这种方法一般用于三相电源中性点不接地系统。另外值得注意的是,每个电气设备的外壳必须单独与接地体相连接,不可以将其串联后再与接地体相连接,如电动机、变压器和开关设备的金属外壳接地。当电气设备漏电时,若有人接触这些意外的带电部分,此时人体电阻远大于接地体电阻,大量电流通过金属外壳泄入大地,对地电压可降至安全电压 36V 以下,从而保证人身安全。

(三) 保护接零

在三相四线制 380/220V 中性点直接接地的低压电网中,将电气设备在正常情况下不带电的金属部分用导线直接与低压配电系统的零线相连接,这种方式称保护接零,常简称接零。保护零线将用电设备金属外壳与零线相连。它与保护接地相比,

能在更多的情况下保证人身安全，防止触电事故。保护接零如图 1-2-3 所示。

(四) 重复接地

中性线的一处或者多处与大地再次连接，叫做重复接地。

重复接地体的接地电阻在 10Ω 以下，在三相四线供电系统中，当单根接地体的接地电阻不能满足要求时，常用多根接地体并联起来把零线多处与大地连接，如图 1-2-4 所示。

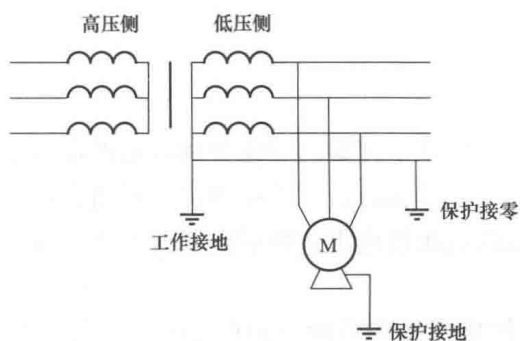


图 1-2-3 保护接零

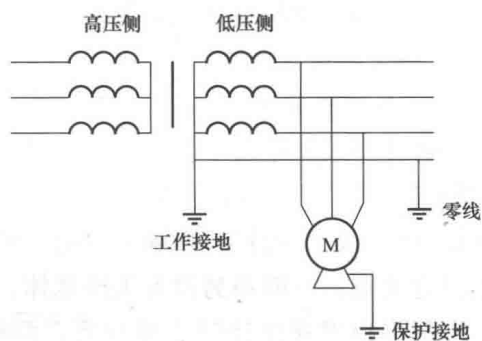


图 1-2-4 重复接地

在 220/380V 三相四线制供电系统中，要求零线重复接地。重复接地可以避免因零线中断产生的触电电压，减少外壳漏电的对地电压和触电的危险。若不采取重复接地，在零线断开情况下，断开点以后的接地设备相当于既没有接零，又没有接地。即断开点以后的所有接零设备外壳上均存在一定的危险电压；当人触及设备外壳时，工作电流将通过人体流入大地，但仍然具有触电的危险。

(五) 防雷接地

为了将雷电流引入大地而做的接地叫防雷接地，如避雷针和避雷器的接地，如图 1-2-5 所示。

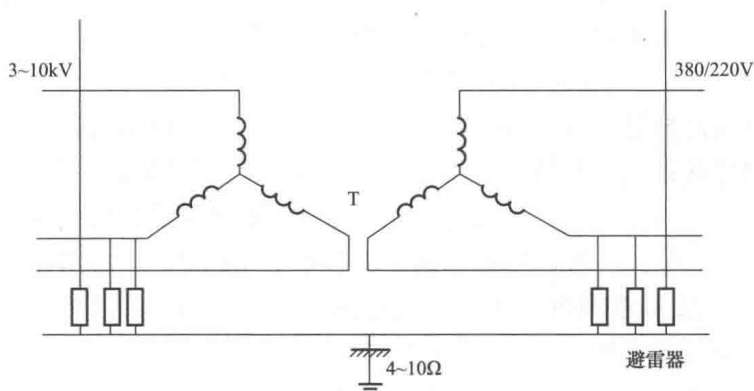


图 1-2-5 防雷接地

二、接地电阻的要求

- (1) 保护接地、交流中性点接地、常用的共同接地（低压电力设备），例如配电变压器低压侧中性点工作接地电阻值一般不大于 4Ω 。
- (2) 非计量电流互感器、低压避雷器的接地电阻值一般不大于 10Ω 。
- (3) TN-C 系统的重复接地、绝缘子铁脚的接地电阻不大于 30Ω 。
- (4) 防静电接地的接地电阻不大于 100Ω 。

三、接地体和接地线的要求

（一）接地体

1. 自然接地体

自然接地体是用于其他目的，但与土壤保持紧密接触的金属导体，如埋在地下的钢管、生产用金属构架和建筑物内的金属构架等都可做自然接地体。利用自然接地体不但可以节约材料和施工费用，还可以降低接地电阻。如果自然接地体连接电阻符合要求，一般不另设人工接地体。

利用自然接地体时，最少要有两根保护接地线在不同地点分别与接地体相连接。引出线与接地体的连接多采用焊接。禁止利用地下裸铝导体作为自然接地体和自然接地线。

2. 人工接地体

人工接地体是为达到接地的目的，人为埋入地下的金属体。人工接地体分为垂直接地体和水平接地体。一般采用圆钢、角钢或扁钢并应作防腐处理。接地体的埋设深度及布设方式，可根据接地电阻的要求和地理条件确定。

垂直埋设的接地体一般采用直径不小于 50mm 、壁厚不小于 2.5mm 的钢管，或采用不小于 $50\text{mm}\times 50\text{mm}\times 5\text{mm}$ 的角钢，长度以 2.5m 为宜。一般有两根以上的钢管或角钢组成。可以成排布置，也可以环形布置。

水平埋设的接地体可采用 $40\text{mm}\times 4\text{mm}$ 的扁钢或者直径为 16mm 的圆钢，多采用放射形布置，也可采用成排布置或环形布置。

（二）接地线

应优先利用自然导体做接地线，像配线的钢管、建筑物的金属结构等。在非爆炸场所，如自然接地线有足够的截面积，可不另设人工接地线。

若须另设人工接地线时，要求人工接地线必须有足够的机械强度。其最小截面积不得小于下列数值：一般明设裸体铜线应不小于 4mm^2 ；一般明设裸体铝线应不小于 6mm^2 ；一般绝缘铜导线应不小于 1.5mm^2 ；一般绝缘铝导线应不小于 2.5mm^2 。

为保证导电的连续性，不能用导线的金属外皮做接地线。接地线穿墙或穿越公路时应穿管或用角钢保护。接地线位置应便于检查，接地线涂色和标志应符合国家标准，明敷的接地线表面应漆黑漆。