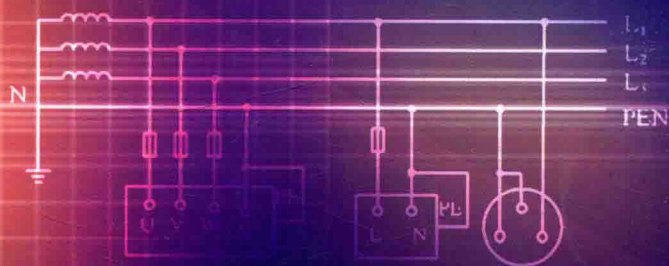
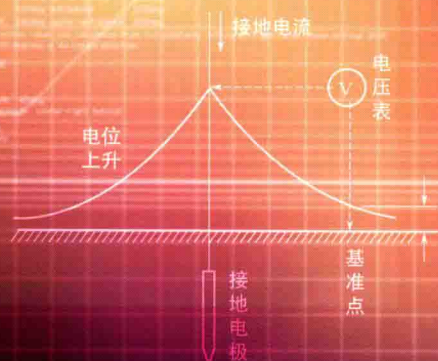


JIDIAN SHEBEI JIEDI JISHU

机电设备接地技术

杨柳春 傅继军 等编著



化学工业出版社

JIDIAN SHEBEI JIEDI JISHU

机电设备接地技术

杨柳春 傅继军 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·

《机电设备接地技术》共 12 章，从实用角度介绍机电设备接地基本知识，围绕接地技术在机电设备上起到的作用进行分析和讲解。主要包括接地电极的电阻确定，供电系统的接地，机电设备线路及家电的接地，机电设备场所及设施的接地，高层建筑的接地，弱电设备及防静电的接地、机电设备的接地安装、管理及故障分析等内容。

为了便于教学，本教材配有电子课件。

本书可作为电类、机电类、设备类、网络信息类、建筑工程类及其他相近专业的教材，也可作为职业技能培训教材，以及其他工程技术人员进行接地施工的工作手册。

图书在版编目 (CIP) 数据

机电设备接地技术/杨柳春等编著. —北京：化学工业出版社，2015.8
ISBN 978-7-122-24527-4

I. ①机… II. ①杨… III. ①机电设备-接地装置-基本知识 IV. ①TM08

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 149862 号

责任编辑：刘 哲
责任校对：王素芹

装帧设计：韩 飞

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印 刷：北京永鑫印刷有限责任公司

装 订：三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 12½ 字数 305 千字 2015 年 10 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：39.00 元

版权所有 违者必究



迄今为止,接地仍是电力、电子、通信网络等领域中必不可少的一门重要技术,尽管接地在不同领域中的应用有相当大的差异,但在本质上是完全相同的技术。对机电设备而言,接地在强电方面对设备本身及操作人员起到安全保障的作用,在弱电方面对设备运行具有克服噪声、抗干扰的作用。因此,接地技术是一门为机电设备安装“安全门”和构筑“防火墙”的关键技术。

随着我国“互联网+”技术的飞速发展和智能化大厦的出现,在智能化大厦内有各种各样的机电设备,其间电力用、电话用、数据用的配线纵横交错,极易造成区域性或局部性的电磁感应干扰(Electromagnetic interference, EMI)和电磁环境污染(Electromagnetic compatibility, EMC)问题。“互联网+”的技术推广,使得各种新的媒体信息网络成为构筑社会的基础,网络的可靠性和安全性必须引起人们的高度重视,一旦因自然或人为因素造成网络系统的瘫痪,损失将是不可估量的。人为因素姑且不论,就自然界中给网络带来的雷电灾害,目前除了利用接地技术之外,还没有更加有效的手段来抵御。仅从这点就足以看出接地的重要性。

接地是由前人长期不懈努力累积而成的技术,作为基本的电气安全技术相传至今。实际上,接地在实践及理论方面非常深奥,是一门学科综合、知识交织的边缘学问,能深入浅出地阐明机电设备接地技术的教科书在国内外均较匮乏,相信编写《机电设备接地技术》教材,一定会受到专业技术人员的欢迎。

本书依照高等职业教育电类、机电设备类、网络工程类及相关专业人才培养方案对接地技术的要求,参照几十个国家职业技能鉴定工种考核标准中的相关内容,力求体现“从工作中来,到工作中去”的课程观,结构上针对工程技术人员职业活动的技术要求,撷取工作现场最基本、最实用的真实项目,将“理论与实践”、“知识与技能”、“专业与职业”有机地融为一体。全书分12章,从实用角度介绍机电设备接地基本知识、接地电极的电阻确定、供电系统的接地、机电设备的接地、机电设备场所及设施的接地、特殊场合机电设备的接地、高层建筑机电设备的接地、弱电设备及防静电的接地、机电设备的接地安装、管理、测定及接地故障分析等内容。

本书的编写充分考虑接地技术在机电设备中的作用和应用,注意内容编排的层次性与综合性,遵循由浅入深、由易到难、由简单到复杂的渐进式教学规律,突出技术、知识、工艺和标准的学习指导,重在解决“会做和做好”、工作后能用得上的问题。

本书在教学实施中，学时数建议上限为 48 学时，下限为 40 学时，各院校可根据自身专业的特点决定。为了便于教学，本教材配有电子课件。

本书可作为电类、机电类、设备类、网络信息类、建筑工程类及其他相近专业的专业技术教材，也可作为职业技能培训教材，以及其他工程技术人员进行接地施工的工作手册。

本书由兰州石化职业技术学院杨柳春、傅继军等编著。其中张安民编写第 1、10、11 章，张婧瑜编写第 2 章，傅继军编写第 3、5 章，洪梓榕编写第 9 章，杨柳春编写其余章并负责全书的统稿工作。另外，张婧瑜、洪梓榕两位老师在搜集资料、整理素材上做了大量的工作，在此表示感谢。

由于编著者水平有限，加上接地技术应用领域宽泛，教材中难免有不妥之处，恳请读者予以指正或提出修改意见。

编著者



目 录

第 1 章 机电设备接地基本知识

1

1.1 接地的由来	1
1.2 接地的形式	3
1.3 接地的概念	7
1.4 机电设备接地系统的基本结构	9
思考题	15

第 2 章 机电设备接地电阻的确定

16

2.1 接地电阻初步知识	16
2.2 球状接地电极的电阻确定	22
2.3 旋转椭圆体接地电极的电阻确定	24
2.4 埋设地线接地电极的电阻确定	27
2.5 建筑结构体接地电极的电阻确定	32
思考题	36

第 3 章 供电系统的接地

37

3.1 供电系统的接地制式	37
3.2 低压供电系统的接地安全措施	44
3.3 高压供电系统中性点工作制	45
思考题	52

第 4 章 电气系统及大用电型机电设备的接地

54

4.1 不同电压等级设备电气系统的接地要求	54
4.2 不同固定方式的机电设备接地	55
4.3 大用电型生产设备的接地	59
4.4 常用电气设备的接地	63
4.5 交通运输设备的接地	67
思考题	68

第5章 电力及照明线路的接地

70

- 5.1 机电设备输电线路的接地 70
- 5.2 设备照明线路的接地 74
- 5.3 家用电器及线路的接地 80
- 思考题 84

第6章 不同场所机电设备的接地

85

- 6.1 机电设备在工矿生产场所的接地 85
- 6.2 危险场所机电设备的接地 92
- 6.3 民用设施的接地 97
- 思考题 101

第7章 特殊场合中机电设备的接地

102

- 7.1 医院中的接地 102
- 7.2 计算机房及计算机的接地 106
- 7.3 电磁危害场合的接地 111
- 思考题 114

第8章 高层建(构)筑物中机电设备的接地

116

- 8.1 生活、办公用高层建筑的接地 116
- 8.2 高层建筑中机电设备的防雷接地 120
- 8.3 构筑物中机电设备的防雷接地 126
- 思考题 130

第9章 电子设备的接地

131

- 9.1 通信设备的接地 131
- 9.2 电子仪器的接地 135
- 9.3 机电设备的防静电接地 142
- 思考题 148

第10章 机电设备的接地安装

149

- 10.1 接地装置的安装 149
- 10.2 接地线的施工安装 154

10.3 机电设备接地的安装	160
思考题	164

第 11 章 机电设备的接地管理 165

11.1 机电设备接地的运行管理	165
11.2 机电设备接地装置的防腐措施	169
11.3 机电设备接地电阻的测定	173
思考题	177

第 12 章 机电设备的接地故障案例 178

12.1 接地装置的故障分析	178
12.2 机电设备的接地故障分析	183
12.3 机电设备接零的故障分析	187
思考题	190

参考文献 191

第 1 章

机电设备接地基本知识

1.1 接地的由来

所谓接地就是在机电设备和大地之间实现确定的电气连接。这看起来似乎是一项简单的技术，实际中却是一件非常不容易的工作。

接地技术在英式英语中称为 Earthing，美式英语中称为 Grounding。接地的由来要从避雷针谈起。

1.1.1 接地的原创

1754 年富兰克林设计了避雷针，用避雷针为设备和设施防雷电灾害，得到了确实的效果而为世人认可，并在全世界得到推广。

富兰克林最初发明的避雷针，如图 1-1 所示。即把铁棒连接并立在建筑物上，其下端埋入地下，恰好相当于现在的所谓接地电极。由于避雷针是把雷电的能量完全释放入大地的设备，它的足部与大地确保被短接是必要的，这样就产生了接地技术。

接地技术的发明，一直以来都认为是富兰克林在进行雷电试验时，在大地上安装了接线端子，即实施了人类的第一次所谓的接地技术。其实，接地和“引雷入地”技术发明的真正鼻祖，应追溯到 300 年前，来华传教士、葡萄牙人安文斯（1609—1677）在《中国的十二大奇迹》一书中，对中国建筑的特点和渊源的述说。他在书中介绍，屋顶脊吻龙上的金属条一端插入地里，这样，当闪电落在屋顶或皇宫时，闪电就被龙舌引向金属条通路，并且直奔地下消散，因而不致伤害人。

他的记述比起富兰克林要早一个世纪。由此可见，接地技术真正的发明者应该是在中国。

1.1.2 接地的拓展

1835 年，莫尔斯对有线电信采取了接地技术，将用于有线电信架起来的两根往复电线除去一根，即只将一根发出信号的电线架起来，而利用大地返回信号，这叫做大地回路（earthreturn），如图 1-2 所示。在实现大地回路时，发信点及受信点必须接地，这种接地是把大地认为是电路的一部分，也称为设备功能的接地。

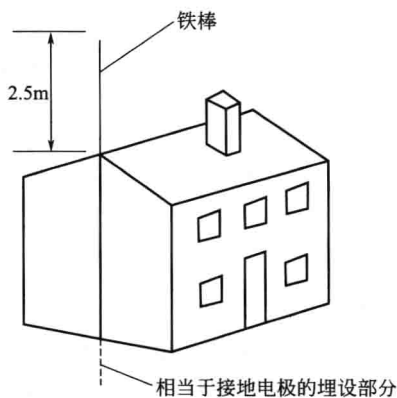


图 1-1 富兰克林的避雷针和最早的接地

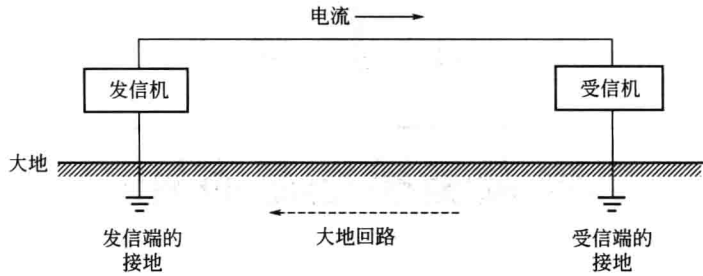


图 1-2 莫尔斯有线通信电路——大地回路

1.1.3 接地的发展

1876 年，贝尔研究成功了电话，电话用的架空线网广泛地在大地上覆盖起来。这些线路更容易受到雷的直接或间接的攻击，造成雷电冲击电压的陡波前冲击波在线路上疾走，甚至雷电冲击电压到达住宅内的电话机，带来灾害。

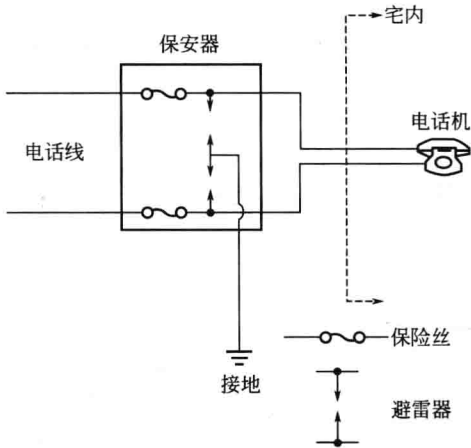


图 1-3 电话的保安器

为此在电话网采用避雷器，如图 1-3 所示，也就是现在的电话保安器。用两个避雷器与保险丝接在一起再接入线路并接地，电话线就不需要采用大地回路了。

避雷器与避雷针同样都是为了把雷电能量释放入大地的设备，所以一定要把避雷器的一端接地。由此可见，电话的接地，比起后发达起来的电力用的接地技术历史更早。

1.1.4 接地的突破

1889 年，日本出现了交流配电技术，在大阪以 1kV 电压开始。初始时期，电力系统的变压器二次侧是不接地的，是以非接地方式供电的，即在配电用变压器的二次侧以下，电路任何地方都不与大地连接的一种方式。

在这种非接地方式中，如果变压器的一、二次侧间的绝缘破坏，一次侧的高电压就会侵入二次侧，把二次侧电路的电位提升得异常高，造成危险。这种现象称为高低压混触事故，如图 1-4 所示。这种混触事故不只产生触电事故，也发生火灾事故，所以，作为对策，把变压器二次侧的电路进行接地，把非接地方式转换为接地方式，如图 1-5 所示，就能防止二次侧

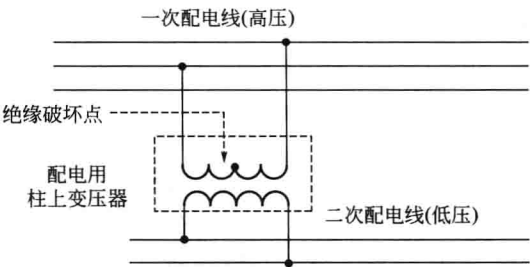


图 1-4 高低压混触事故

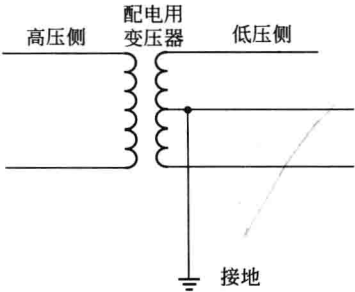


图 1-5 接地方式的配电系统



电路的电位异常上升。因此，低压配电系统都采用接地方式。

配电用变压器二次侧电路接地，也称为第二种接地方式。另外，也有依然采用非接地方式的电力系统，如医院的集中治疗室（ICU）的配线和游泳池有些设备的配线。

在电力系统中，将机电设备的某些部位、电力系统的某点与大地用导体做良好的电气连接，叫做接地。通常，“接地”术语中的“地”就是指大地。接地可看作是建造一个导体系统，使电子按照指定路径流入大地，沿这条路径传输的电子可以是静电、漏电流、雷电、浪涌或故障电流。

接地是人类最早使用的电气安全措施。直至今日，接地仍然是应用最广泛的电气安全措施之一，对防雷电至关重要，对机电设备的正常使用和保护更是不可缺少的，也是确保电力系统运行人员及其设备工作人员人身安全的措施。

1.2 接地的形式

接地作为一种应用最为广泛的电气安全措施，对于机电设备，不论是强电还是弱电，交流还是直流，高压还是低压，固定式还是移动式，生产用还是生活用，是发电厂还是用户，都以不同的方式、不同的用途被采用。

1.2.1 设备接地

对连接在低压电气系统的机电设备的金属外箱或机架等实施接地，如图 1-6 所示，这种接地称为箱壳或壳体接地。对机电设备而言，其接地的特征是在非通电的部分接地，有接地点。

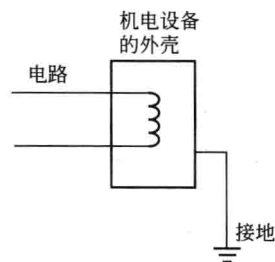


图 1-6 机电设备接地

1.2.2 系统接地

配电用变压器的二次侧电路的接地属于系统接地。从电路的绝缘原则上来说，电路与大地应该是绝缘的，这与电路的绝缘原则是相反的。按现有对接地技术的理解，只能认为这种接地施工的接地点是排除在电路绝缘原则之外的。

1.2.3 避雷针接地

这是历史最长的接地方式。在避雷针上直接落雷，极有被直击雷直击的可能，一旦直击，避雷针上将有波幅为 10kA、持续时间为几十微秒的电流波通过。在对避雷针接地设计时，必须考虑这些条件。

1.2.4 避雷器接地

避雷器是以对付由直击雷或感应雷（线路附近落雷的场合）在线路上发生的雷电冲击电压为目的。因为雷电冲击电压在线路上行进是衰减的，应按避雷器安装位置（屋外、屋侧或屋内）不同而考虑避雷器的接地设置方式。又因为在避雷器上持有平时电路的对地电压，这个电压的高低也是选定避雷器及设置方式的重要条件。图 1-7 所示是供电线路为提高线路耐雷水平、降低线路雷击跳闸率而设置的避雷器接地。

对于自然界的雷及由其引起的雷电冲击电压称为外雷，与之对应的在内部产生的被称作内雷。内雷是电力系统中因接入的断路器等在操作时发生过渡的急剧上升引起的冲击波。这样，不论外雷还是内雷，对机电设备都应有必要的防护措施，特别是半导体电子线路及设

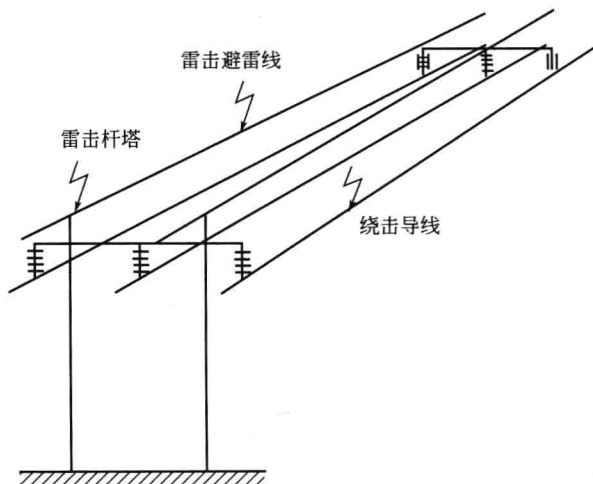


图 1-7 线路避雷装置接地示意

备，更有防护的必要。

冲击电压吸收器不是避雷器，只是与接地有关的装置。

1.2.5 功能接地

功能接地的特征为，接地电极上平时有负荷电流流过，在有水分的地下埋设的接地电极因常有电流流过，会引起电化学反应。特别是直流场合，更容易引起这种现象，在对接地电极设计时必须充分注意。如图 1-8 所示的电气防腐蚀回路，阴极保护利用电化学防止金属的腐蚀，为了使防腐蚀电流流入土壤或水中，应在系统中进行接地。如图 1-9 所示的直流输电系统中有采用大地归路的，都属于功能接地。

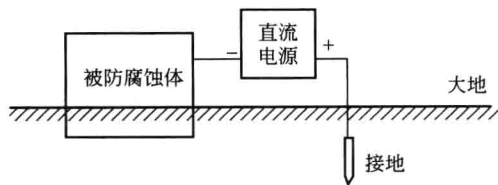


图 1-8 电气防腐蚀回路

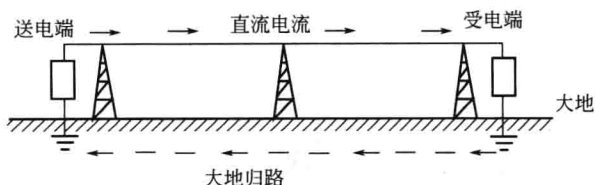


图 1-9 直流输电系统

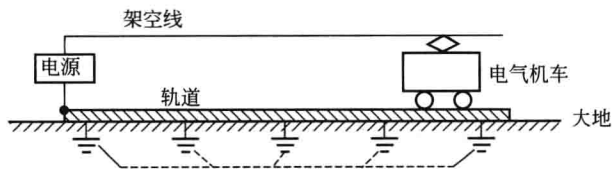


图 1-10 轨道归路——准大地回路

不管是交流还是直流，电气铁路中也采用功能接地，其典型回路的归路是使用轨道，如图 1-10 所示。但是，铁路的轨道是不与大地绝缘的，从而铁路的轨道自然发生被多重接地。所以，并行于轨道归路的大地归路也

可能是同时起作用的。通常大部分的电流经轨道返回，还有一部分电流会向大地分流，因此也称为准大地归路。

对以上功能接地来说，在接地电极上有负荷电流流过，也可以说是动的功能接地，还应该静有静的功能接地。如为了保证计算机及其他机电设备的正常工作，必须采用具有稳定电位的基准点，该基准点通过接地来实现。还有对传输电波的天线实施的接地天，也是功能接



地，因此也叫做基准电位接地，或逻辑接地。

1.2.6 基准电位接地

基准电位接地从本质上也属功能接地，由于这种方式大多反映在仪器设备上，也叫信号接地，是信号回路中放大器、混频器、扫描电路、逻辑电路等的统一基准电位接地，目的是不致引起信号量的误差。功率接地是所有继电器、电动机、电源装置、大电流装置、指示灯等电路的统一接地，以保证在这些电路中的干扰信号泄漏到地中，不至于干扰灵敏的信号电路。

作为大地的重要功能，有电位的稳定性。与地球上所有的人工设备相比较，地球的尺寸可看作是无限大，因而，作为导体的地球几乎持有无限大的电容，多少次充电它的电位也不会上升。

对电脑和高灵敏测量装置来讲，信号是以电压的形式来接收的场合较多，无论是模拟信号还是数字信号，在接受电压信号的时候，稳定的电位基准点是不可或缺的，这个基准点就是静的功能接地，如图 1-11 所示。没有比地球更稳定的电位基准点了。

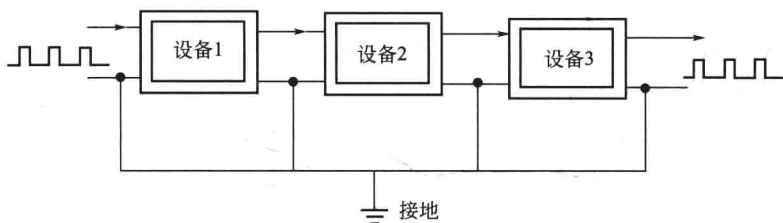


图 1-11 稳定电位基准点的提供（静的功能接地）

对汽车那样的移动体，以及飞机、火箭、人造卫星等飞行体，显然是不能与真的大地进行固定的接地。可把车体或机体中最大的导体做接地，把它称为身体地（body earth），以模拟的大地来替代真的大地。

1.2.7 屏蔽接地

近年来，机电设备中电子装置的电源输入部位盛行接入线路滤波器，如图 1-12 所示。这个线路滤波器是为了不让通入电源线的无用的噪声进入电子装置，把电源的各线与大地间接入电容器，噪声就逸入大地。因此，在各线路滤波器中用线路滤波器接地是必要的。还有屏蔽装置的接地和电子镜头的接地等，都是为了把无用的电磁波的能量释放入大地。

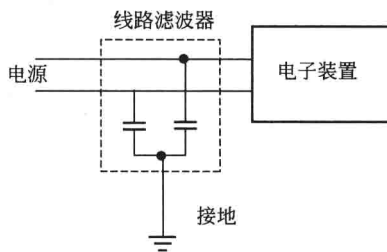


图 1-12 线路滤波器

1.2.8 静电接地

汽车的车体因轮胎与大地是绝缘的，汽车车体因行进中的摩擦蓄积产生了静电。炼油厂的油罐车，在进入场内之前必须要将车体接地一段时间，把积蓄的静电电荷放掉，如图 1-13 所示，这就是静电的接地。计算机中的

内置 IC 芯片等也容易受到静电影响，还有储油罐、天然气储罐和管道等，都是特别容易因静电放电而引起爆炸的。通过接地，可以将由于摩擦等产生并积蓄的静电尽快释放到大地，防止静电干扰引起事故和破坏。在集成电路（LSI）制造厂，静电是大敌。

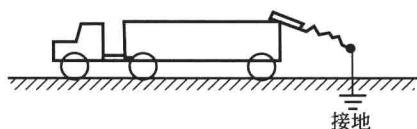


图 1-13 油罐车静电接地

1.2.9 悬浮接地

为了有别于常见于地面上的接地系统，把运动的机电设备中的接地系统称为“悬浮接地系统”。

从电气特性来看，作为运动的机电设备中的接地装置的“地”，它应该具备两个条件，即导电和具

有相对大的电容。

对运动的机电设备，无疑应选择金属壳体作为“地”；对机器人，一般选择固定电子线路板的金属支架作为“地”。

(1) 悬浮接地系统的特点

① 是不可能与大地相连接的。

② 在这种接地系统中，不存在“电位为零的远方接地极”，所有运动的机电设备的电子、电气部分只有相对的零电位。

对运动的机电设备的接地装置，接地电阻的大小已不是那么重要，在实施过程中强调的是机电设备的“等电位连接”。

(2) 悬浮接地系统的保护地

根据《Q/SWS 46-003—2003，船舶电气设备和电缆接地工艺规范》的规定，工作电压超过 50V 的电气设备、电缆均予以保护接地。

一般而言，机器人内部不存在上述的危险电压，故无需考虑保护地设置。

接地系统的连接必须遵循的一个原则，就是接地连线要尽可能地短，避免形成回路，以免将空间的电磁干扰通过接地连线引入到系统中去。所以，对船舶、飞机而言，保护接地线可以就近挂接到船体、飞机的永久结构与船体、飞机相焊接的金属基座或支架上。

(3) 悬浮接地系统工作地的连接

悬浮接地系统的工作地不能像保护地那样，和就近的金属结构相连就算了事。因为无论是机器人的金属骨架，或者是金属船体、飞机，它们不是一块完整的导体，往往是由许多块金属通过铆接、焊接以及螺钉等方法连接起来的，在这些金属块的连接处都存在一定的接触电阻。再则，和“地”相连接的机电设备又有一定的接地电流流向“地”，故很难保证接地平面有一个稳定的电位参考点。

对悬浮接地系统的工作地，应该设置一个基准接地面，它应该像工业接地装置中的总接地板那样，按不同种类的接地要求，采用分类汇总的方式进行连接，这样可避免彼此间的耦合。如图 1-14 所示中的总接地板，应设置两根接地干线和船体壳体相连，以保证接地系统的可靠性。工作地汇流排和总接地板应用绝缘支架固定，以避免重复接地。

在悬浮接地系统中，工作地不得与保护地共用。

对机电设备中的机器人，可以直接选择一块整体的金属骨架（最好是用铜制作）作为工作地的基准接地面，需要接地的地方，通过接地连线和基准接地面相连。为了保证等电位的实现，金属构架上的任何两点间的连接电阻宜控制在 0.1Ω 以下。

(4) 基准接地面和其他“地”之间的安全距离

在处理运动的机电设备上控制系统工作地的安全距离时，可以参考《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范（GB 50169—2006）》的规定。在共用接地网上，外部防雷装置的接地点和控制系统的接地点，沿地下接地体的长度必须大于 15m，即经过 15m 的距离，一般沿接地体传播的雷电过电压能衰减到不足以危及设备的绝缘。大电流、高电压用电设

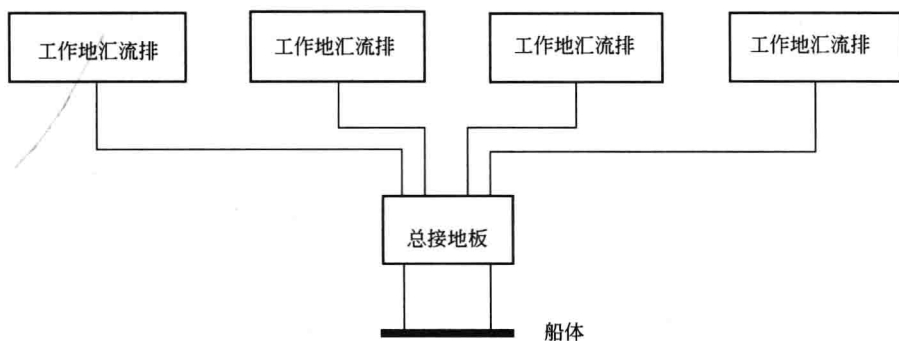


图 1-14 悬浮接地系统工作地的连接

备的接地点和控制系统的接地点，沿接地体的长度必须大于 5m。

1.3 接地的概念

1.3.1 哪些设备要接地

机电设备是指通过电能能够形成机械运动的设备。需要接地的机电设备有各种各样的生产设备、电力设备、通信设备、电脑、避雷设备、电气防腐设备。图 1-15 所示是接地的概念图。

1.3.2 为什么要接地

进行接地的机电设备，其目的有的是为了安全，也有的是为了通信清晰。把大地作为回路的一部分也是接地。如图 1-16 所示，机电设备外壳接地就是为了将外壳对地的电位降低。当设备壳内的杂散电阻为 Z_1 ，壳外的杂散电阻为 Z_2 ，其对地电位的计算表达式

为 $U_d = U \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2}$ ，明显地看出机电设备外壳接地后，

对地电位大大小于外壳不接地。根据《GB 4793.1—2007，测量、控制和实验用电气设备的安全要求第 1 部分：通用要求（IEC 61010-1: 2001, IDT）》的规定：设备在正常条件下，在可触及零部件与地之间，任意两个可触及的零部件之间，如交流电压的有效值有可能超过 33V（或峰值超过 46.7V），直流电压值有可能超过 70V 时，都必须设置保护地。

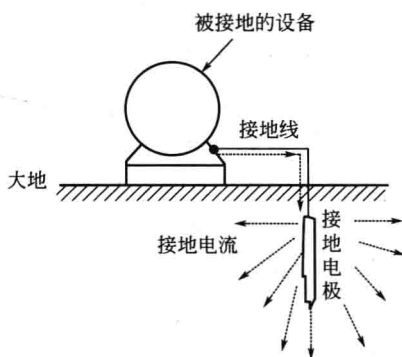


图 1-15 接地的概念图

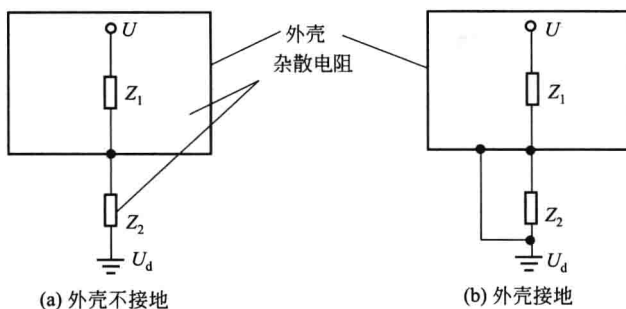


图 1-16 机电设备接地区别示意图



为了实现接地的目的,做接地时,必须装设大地的电气端子,而这个端子起作用的是接地电极。通常接地电极是埋入地下并直接与大地接触的金属导体,称为接地电极或接地体。兼作接地体用的直接与大地接触的各种金属构件、金属井管、钢筋混凝土建筑物的基础、金属管道和设备,称为自然接地体。

从被接地设备经接地线、接地电极流向大地的电流,叫做接地电流。在接地时,与大地连接是否良好的标志是接地电阻,接地电阻低,说明与大地实现了良好的连接。

1.3.3 什么叫接地电极

所谓电极就是电的源端或汇端。如常见的干电池,其电极为电源两端的正负极。

接地电极是电子流入大地的通路,接地极就是埋入地下并直接与大地接触的金属导体。接地极可比作一个树根,根系是机电设备的电气装置分布系统。树根吸收水分和营养以维系树的生长,就像接地电极在电气保护系统中起的重要作用一样。

接地电极种类很多,美国全国电气规程将名词“接地电极 (Grounding Electrode)”改为“接地电极系统 (Grounding Electrode System)”。其实接地电极系统一般是由多个接地电极组成,但仍然有采用单个接地电极的。接地电极除专门的接地极之外,主要还包括金属水管电极、辅助电极、作为电极的建筑钢构筑物、水泥封装的电极、地环电极、棒和管电极、板电极、居民楼单元电极、电解质接地棒等。

1.3.4 接地电极的作用

接地电极对所有的接地都是至关重要的。在大地安装接地电极,就是为了帮助电子流入大地,以保持与大地的良好接触,使得与接地系统相连接的机电设备电气部分的非载流金属部分保持在零电位。还可以为浪涌引起的强电流提供多通路,因雷电或线路上的浪涌引起的强电流,通过接地电极提供通路,使大量电子电荷尽快消散到大地中。当设备外壳上产生或聚集泄漏电荷时,利用接地电极引导到大地中。在故障状态下,供电系统的接地线连接到配电柜上时,其作用就是把故障电流引导到过流保护装置上。但是,接地电极的作用不是传输故障电流,使过流保护装置受触发而工作。原因是从接地电极到供电电路过流保护装置之间的阻抗很高,电流很小,几乎不能触发过流保护装置。

如果在同一个建筑物内部有几个有效的接地电极,那么任何两个电极之间都有可能有位差,要让接地电极系统对地电位为零,必须把所有电极搭接在一起。接地电极和大地必须有良好接触,否则接触点处的阻抗就会变得很高,从而产生热量。当大地主要成分是沙而没有黏土时,电子努力穿越高阻抗节点进入大地时产生的热量,足以把包围接地电极的沙熔化、结晶,可见产生的不良结果是不堪设想的。

1.3.5 接地电极作用的实现

要想发挥接地电极的作用,首先要确保大地与机电设备的非载流金属部分之间维持零电位。通过有效的接地系统,维持各种设备接地导体的连续性,把所有的接地电极搭接在一起。为确保大量电子、泄漏电荷或静电电荷流入大地中,要尽可能地给流向大地的电子提供多条低阻抗通路。还要确保接地电极周围的大地状况满足接地要求,使得接地电极的作用得以很好发挥。

1.3.6 接地线

被接地设备和接地电极连接的电线,称为接地线。实际应用中,机电设备或塔杆的接地

螺栓与接地电极或零线（由电力变压器接地中性点引出的线）连接的电线都称为接地线。

1.3.7 接地装置

接地电极（或接地体）和接地线的总和，称为接地装置。接地线有接地干线和接地支线两种形式，如图 1-17 所示。

接地电极按其布置方式可分为外引式接地体和环路式接地体。按其形状划分，有管形、带形和环形几种基本形式。按其结构划分，有自然接地体和人工接地体。自然接地体如上下水金属管道、与大地有可靠连接的建筑物和构筑物的金属结构（敷设于地下其数量不少于两根电缆金属包皮）及敷设于地下的各种金属管道。注意，可燃液体以及可燃或爆炸的气体管道除外。人工接地体如钢管、角钢、扁钢和圆钢等钢材。注意，在有化学腐蚀性的土壤中，应采用镀锌的钢材或铜质的接地体。

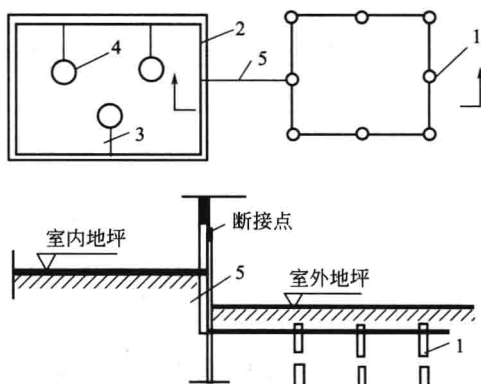


图 1-17 接地装置示意图

1—接地体；2—接地干线；3—接地支线；
4—机电设备；5—接地引下线

1.3.8 机电设备接地系统

对机电设备的接地而言，若按系统考虑，可分成两大部分。

① 接地连接部分 从仪表、控制设备的接地端子到总接地板之间导体及连接点电阻的总和，称为连接电阻。

② 接地装置部分 接地极对地电阻和总接地板、接地总干线及接地总干线两端的连接点电阻之和，称为接地电阻。

第二部分对连接电阻和接地电阻分别提出了不同的要求。总连接电阻一般要求小于 1Ω ，机柜内部的连接电阻应小于 0.1Ω 。

1.4 机电设备接地系统的基本结构

从工业应用的角度来看，目前机电设备接地系统通常有三种接地结构方式。

1.4.1 机电设备接地系统的结构方式

(1) 单独接地结构

这种接地方式是将机电设备接地系统的保护接地接入电气安全接地网，工作接地采用独立的、“干净的”接地装置与大地相接。

由于有时在某一段电源保护地线的两点间会出现数毫伏，甚至几伏的电位差，这对机电设备的低电平信号电路来说，是一个非常严重的干扰，因此机电设备接地系统的工作地不能和保护接地在设备柜内混用。

(2) 联合接地结构

这种接地方式是将机电设备接地系统在内的电子信息设备和其他电气系统的接地系统连接在一起，形成“联合接地”并为一处接地，而且规定接地电阻不应大于 1Ω （接地电阻按要求的值确定）。