

# 衡器接地系统技术和维护

山东西泰克仪器有限公司 刘同海  
山东建筑机械股份有限公司 马 洁

**【摘要】** 接地对衡器来说至关重要，接地不良轻者造成设备故障而停产，重者造成人身伤害，尤其是在潮湿的雷雨季节，这一问题就会更加突出。传感器和称重仪表等弱电设备由于其耐过电压的能力差，强电场在导体上产生的感应电压就足以使其损坏而出现不明原因的故障，这些故障很多通过接地或屏蔽就可以消除。介绍了系统接地的型式、接地的种类以及电子衡器的接地和维护，以期提高电子衡器长期使用的可靠性。

**【关键词】** 接地；接地型式；接地电阻；屏蔽；维护

## 一、概述

衡器（电子衡器只是其中的一种，但衡器有其特殊性，大型衡器的承载器大多在露天工作，直击雷对其影响较大）的接地是一个老生常谈的问题了，仅《衡器》杂志就有过 5~6 篇类似的“防雷与接地”方面文章，但就接地的型式、维护、接地电阻的计算、电位参考点等几乎没谈及。就供电的电网而言，也存在着一些不足，如国家标准已要求电网应采用“三相五线制”的供电方式，鉴于目前的电网全部是“三相四线制”供电方式，一下子是无法改变目前的现状，改造也不现实，大多采用补救的增加“接地装置”方式来实现。

每年的雷雨季节都能听很多关于雷电给我们人类造成的伤害和损失（最典型的是青岛黄岛油库的雷击起火，几万吨原油化为灰烬，造成了极大的经济损失，防止雷电造成损害的最主要措施就是通过接地来实现。接地是确保衡器正常工作和安全防护的重要措施之一。

接地是通过衡器上的任何部分与大地（土壤）间作良好的电气连接来实现，在电网为三相四线制时一般是给衡器再做一个接地装置。接地装置通常由接地体和接地线组成，与土壤直接接触的部分（一般为金属体）称为接地体，连接衡器与接地体之间的导线称为接地线。

## 二、系统的接地型式及电子衡器常用的型式

根据 GB14050-2008 的规定系统的接地型式有三类五种，分别是：TN 系统、TT 系统和 IT 系统三大类，在 TN 系统中又分为“TN-S 系统、TN-C 系统和 TN-C-S 系统”。下面分别介绍它们的接地型式。

国家推荐接地采用“TN-S 系统”，但由于原来的电网均是按三相四线制配制的，鉴于目前的情况 TT 系统就是对原来的三相四线制供电线路的一种补救的方法，但在实际接地布置中多以 IT 系统的型式出现。一般要求接地线（保护导体）的电阻仅为  $0.5\ \Omega$ ，而中性导体的要求多为  $10\ \Omega$ ，所以 TN-C 系统和 TN-C-S 系统使用后其接地效果就差一些。IT 系统保护接地导体的电阻应控制到最小

( $0.5\ \Omega$  的要求)。

### 1、TN 系统的接地型式

TN 系统中的 TN-S 的接地型式如图 1 所示。

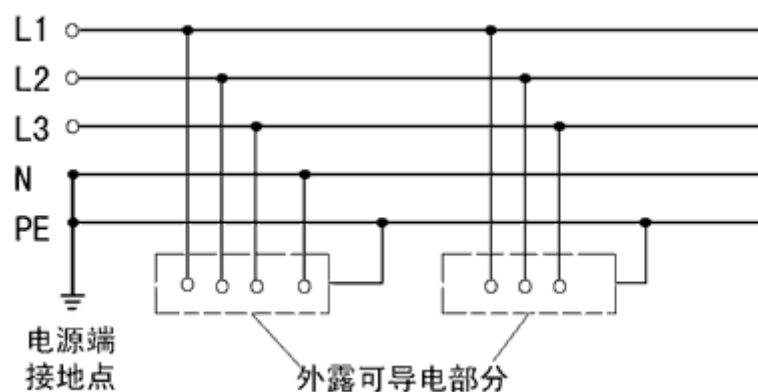


图 1 TN-S 系统的接地型式

从图 1 中可以看出，三相五线制可以消除三相负荷不均匀或损坏时的中性线带电的危害，同时由于保护导体的电阻非常小( $0.5\ \Omega$ )，不管是电源的问题还是雷击的问题都能起到良好的保护作用。

### 2、TT 系统的接地型式

TT 系统的接地型式如图 2 所示。

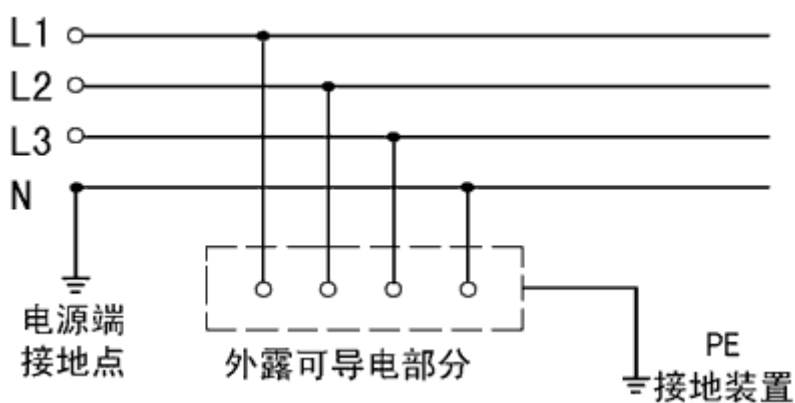


图 2 TT 系统的接地型式

图 2 是对现有三相四线的一种改进布置图，也是目前常用的一种方式。这种布置方式的 PE 接地导体其电阻应符合  $0.5\ \Omega$  的要求，接地装置的接地电阻符合使用要求即可。

### 3、IT 系统的接地型式

IT 系统的接地型式如图 3 所示。

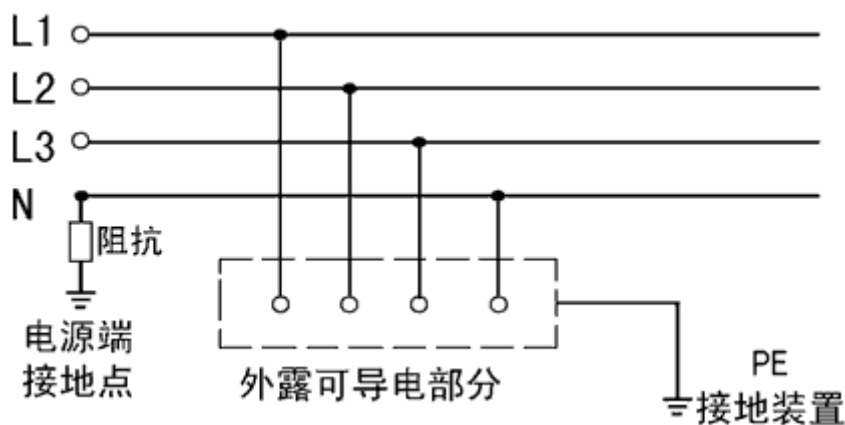


图3 IT系统的接地型式

图3是我们目前常用的接地型式之一，因为国标中规定中性导体的电阻为不大于 $10\Omega$ ，接地装置符合设计要求就可以。如果是单相电源，只是把L2和L3去掉就可以了。

#### 4、电子衡器常用的接地型式

目前电子衡器常用的接地型式大多是TT和IT系统的接地型式。动力部分选用三相供电时，与TT和IT系统的接线方式基本相同；当动力部分和控制部分为单相供电时，去掉L2和L3后就与现有的接地型式一样了。这种方式的接地不仅适用于电子衡器，而是适用于所有的衡器的接地。

### 三、零电位参考点与接地电阻的计算

过去发表的有关接地与防雷的很多文章仅讲如何接地，从未提及零电位参考点（即接地的电位参考点）和接地电阻的计算与接地体的布置，在这里介绍一下这方面的知识。

#### 1、零电位参考点的确定

根据电能在大地的传递扩散、大地容纳电能的方式和相关规定，一般是以距离地表面20m深处为零电位参考点的，在此深处及以下，几乎测不到电能的压差，所以习惯上就以距离地表深20m处作为零电位的参考点。

#### 2、接地电阻的计算

关于接地电阻的计算也很少文章谈及，一般是先计算单根的接地（导）体的接地电阻的，单根长约3m的接地体接地电阻计算公式为： $R \approx 0.3\rho$ （ $\rho$ —土壤电阻率值），然后根据分配给接地体的电阻值确定接地体的根数，再考虑接地体的布置。在接地体的布置上尽量考虑等电位布置方式，以减少接地体间的电位差。

我在这里举一个例子如何计算接地装置的电阻。

例如：当需要做一个接地电阻为 $4\Omega$ 的接地装置时，假如分配给接地体（长度按3m）的总电阻值为 $2\Omega$ ，若普通粘土的电阻率 $\rho=60$ ，则单根（长3m）接地体的接地电阻 $R_{\text{接地体}}$ （ $\approx 0.3\rho$ ）约为 $18\Omega$ 。

设：需n根接地体

则：根据并联电路电阻的计算公式： $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$ （接地体的数量为n时）确定接地

体的根数。

因为各个接地体的电阻相同，则有： $R_1=R_2= \dots=R_n=R_{\text{接地体}}$

令 $R_{\text{接地体}}$ 等于 $R_0$ ，则有： $\frac{1}{R} = n \frac{1}{R_0}$  式中 $R_0=18$   $R=2$

则有： $\frac{1}{2} = n \frac{1}{18}$

所以： $n=18/2=9$  根(接地体)

接地线选用长约 50m 铜线，其电阻为（按直径 4mm 计算）：

$$1.75 \times 10^{-8} \times 50 / 0.002^2 \times 3.14 = 0.07 \Omega \text{ (约)}$$

横连接钢的电阻为（50×4 扁钢，长 40m）： $20 \times 10^{-8} \times 40 / 0.004 \times 0.05 = 0.04 \Omega$ （约）

根据计算，除了接地体外，其它电阻可忽略不计，当接地装置的电阻为 4Ω 时，共需 9 接地体。

### 3、接地体的布置

接地体的布置应尽可能的采用等电位来布局，以免在不同的接地体间产生电位差。必要时可采用不等间距布置接地体，尽可能使地网各网孔电位趋于一致。接地体的横向连接扁钢的布置要尽可能的不出现尖角，外缘各角要做成弧形，以免影响接体的电位平衡，从而提高设备的安全运行水平。

### 四、接地的分类

接地根据不同大体可分为八类，具体表述如下。

#### 1、工作接地

为满足电力系统或衡器的运行要求，而将电力系统或衡器的某一点进行接地，称为工作接地，如采用 TN-S 系统的三相五线制供电，就具有了良好的接地。

#### 2、防雷接地

为防止雷电过电压对人身或设备产生危害，而设置的过电压保护设备的接地，称为防雷接地，如大型设备和高大建筑然避雷网、塔式设备的避雷针、一般设备的避雷器的接地等。

#### 3、保护接地

为防止电气设备的绝缘损坏对人身造成的伤害，将其金属外壳对地电压限制在安全电压内，将电气设备的外露可接近导体部分接地，称为保护接地。如：

①电机、变压器、照明器具、手持式或移动式用电器具和其他电器的金属底座和外壳。

②衡器的传动装置。

③配电、控制和保护用的盘(台)的框架。

④交直流电力电缆的构架、接线盒和终端盒的金属外壳、电缆的金属护层和穿线的钢管。

⑤室内、外配电装置的金属构架或钢筋混凝土构架的钢筋及靠近带电部分的金属护拦和金属门。

⑥架空线路的金属杆塔或钢筋混凝土杆塔的钢筋以及杆塔上的架空地线、装在杆塔上的设备的外壳及支架。

⑦变（配）电所各种电气设备的底座或支架。

⑧民用电器的金属外壳，如洗衣机、电冰箱等。

#### 4、重复接地

在低压配电系统的TN-C系统中，为防止因中性线故障而失去接地保护作用，造成电击危险和损坏设备，对中性线进行重复接地（使其变为TN-C-S系统）。TN-C系统中的重复接地点为：

- ①架空线路的终端及线路中适当点。
- ②四芯电缆的中性线。
- ③电缆或架空线路在建筑物或车间的进线处。
- ④大型车间内的中性线宜实行环形布置，并实行多点重复接地。

#### 5、防静电接地

为了消除静电对人身和设备产生危害而进行的接地，如将某些液体或气体的金属输送管道或车辆和弱电设备外壳的接地。

#### 6、屏蔽接地

为了防止电路之间由于寄生电容存在产生相互干扰、电路辐射电场或对外界电场敏感，必须进行必要的隔离和屏蔽，这些隔离和屏蔽的金属必须接地。像滤波器接地：滤波器中一般都包含信号线或电源线到地的旁路电容，当滤波器不接地时，这些电容就处于悬浮状态，起不到旁路的作用。再如噪声和干扰抑制：对内部噪声和外部干扰的控制需要设备或系统上的许多点与地相连，从而为干扰信号提供“最低阻抗”通道。

#### 7、特殊要求的接地

如弱电系统、计算机系统及中压系统的接地，当为中性点直接接地或经小电阻接地时，应按弱电系统、计算机和中压系统要求执行。

#### 8、易燃易爆场所的电气设备的保护接地

易燃易爆场所的电气设备、机械设备、金属管道和建筑物的金属结构均应接地，并在管道接头处敷设跨接线。

### 五、接地装置运行中的维护

系统或衡器的接地装置不是一劳永逸的，在以后接地装置的运行中，接地线和接地体会因外力破坏或腐蚀而损伤或断裂，接地电阻也会随土壤变化而发生变化，因此必须对接地装置定期进行检查和试验。

#### 1、接地装置运行中的检查周期

- ①电子衡器的承载器每年检查一次，一般在雷雨季节到来之前进行。
- ②秤房的建筑物的接地线根据运行情况一般每年检查1~2次。
- ③仪表和传感器防雷装置的接地装置至少每年在雷雨季到来前检查一次。
- ④接地装置周围有腐蚀性土壤的，应根据运行情况一般每3~5年对地面下接地体检查一次。
- ⑤接地装置的接地电阻一般根据当地的土壤腐蚀情况1~3年测量一次。

#### 2、检查项目

- ①检查接地装置接触性能：检查各连接点的接触是否良好，有无损伤、折断和腐蚀现象。
- ②腐蚀环境下的接地体腐蚀程度检查：对含有重酸、碱、盐等化学成分的土壤地带（一般可能为化工生产企业、药品生产企业及部分食品工业企业）应检查地面下500mm以上部位的接地体的腐蚀程度。

③接地电阻检查：应在土壤电阻率最大时(一般为雨季前)测量，并对测量结果与原设计要求进行分析比较。

④大型衡器的承载器检修后，应检查接地线连接情况，是否牢固可靠。

### 3、接地装置的接地电阻值不符合要求时的改进措施

增加接地体的总长度或增加垂直接地体的数量，在接地体周围更换土壤电阻率低的土，如黄粘土、黑土（土壤电阻率在  $50 \Omega \text{m}$  以下），采用化学降阻剂，处理接地体等。

## 六、结束语

接地与防雷是多年来人们关注度比较高的一个问题。尽管关注度极高，但每年还都造成相当大的经济损失和人身伤害。从字面上来看好像接地与防雷是一件很简单的事情，但真正做好的难度还是很大的，特别是弱电器件的雷击、电磁干扰处理起来有时相当束手，处理不当就会造成器件的损坏，从而导致系统的瘫痪，造成不必要的经济损失。本文是根据多年接触接地与防雷方面的经验，参考相关技术文献而写的，为广大衡器设计人员提供这方面的参考，不当之处欢迎指正。

## 参考文献

1. GB14050-2008《系统接地的型式及安全技术要求》，中国标准出版社，2009年1月。
2. 解广润，《电力系统接地技术》[M].北京：水利电力出版社，1985。
3. 陈家斌，《接地技术与接地装置》中国电力出版社，2002。
4. 吴薛红，濮天伟，廖德利，《防雷与接地技术》，化学工业出版社，1998。

## 作者简介

刘同海，男，1956年生，1982年毕业于山东工业大学（现山东大学），高级工程师，多年来一直从事电子衡器及相关产品的研发，在各类学术期刊上已发表论文40余篇。

马洁，女，1979年生，2001年毕业于山东科技大学机电专业，工程师，从事衡器设计多年，现从事建筑机械设计，已发表论文5篇。

通讯地址：山东省济南市高新区天辰大街1251号

邮政编码：250101