

输油输气管道系统防雷装置 检测技术规范

Technical specifications for inspection of lightning protection system of gas and oil
transmission pipeline system

2015 - 10 - 16 发布

2015 - 12 - 01 实施

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般规定	4
5 检测周期	6
6 检测内容及技术要求	6
附录 A (资料性附录) 甘肃省主要城市年平均降水量、雷暴日数、最大冻土层深度观测资料 ...	10
附录 B (规范性附录) 雷电防护区划分	12
附录 C (规范性附录) 接地电阻的测量方法	13
附录 D (规范性附录) 防雷装置技术要求	16
附录 E (规范性附录) 防静电接地材料规格要求	19

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由甘肃省气象局提出。

本标准由甘肃省气象标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：甘肃省防雷中心、中石油西部管道酒泉输油气分公司、甘肃省气象信息与技术装备保障中心。

本标准主要起草人：李磊、李照荣、裴斌、杨菊梅、李辉、张礼栋、叶桐轩、王晶晶、李永红、李韦霖、黄鹏程、王琦、张明、范飞勇、金建辉、陈勇伟、闫晓敏、潘卓卓、魏晨枫。

输油输气管道系统防雷装置检测技术规范

1 范围

本标准规定了输油管道和输气管道系统防雷装置及防静电接地装置检测的基本内容、工作程序、检测仪器及检测方法等技术要求。

本标准适用于地上输油管道和输气管道系统防雷装置及防静电接地装置检测。

本标准不适用于地下油气管道系统的防雷和防静电接地装置检测。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 50057-2010 建筑物防雷设计规范

GB 50343-2012 建筑物电子信息系统防雷技术规范

3 术语和定义

GB 50057-2010界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用，以下重复列出了GB 50057-2010中的某些术语和定义。

3.1

输油管道系统 **oil pipeline system**

采用管道输送原油、成品油及液态液化石油气有关设施的总称。一般包括输油管道、输油站、阀室及辅助设施等。

3.2

输气管道系统 **gas pipeline system**

采用管道输送天然气和煤气有关设施的总称。一般包括输气管道、输气站、穿（跨）越管道、阀室及辅助设施等。

3.3

输油站 **oil transport station**

输油管道系统中各类工艺站场的统称。一般包括输油泵站、加热站、加热泵站、分输站、输入站等站场。

3.4

输气站 **gas transmission station**

输气管道系统中各类工艺站场的总称。一般包括压气站、气体分输站、气体接受站、清管站等站场。

3.5

阀室 **pipeline block valve station**

线路截断阀及其配套设施的总称。分为手动阀室、监控阀室、单向阀室、高点放空阀室。线路截断阀通常安装在室内或有防护栏、围栏的室外。当处于关闭位置时可截断上游油气流向下游管道。

3.6

防雷装置检测 **lightning protection system check and measure**

对输油管道和输气管道系统防雷装置进行的检查、测量、信息综合处理及隐患分析的全过程。

3.7

防静电接地装置检测 electrostatic earthing system check and measure

对输油管道和输气管道系统防静电接地装置进行的检查、测量、信息综合处理及隐患分析的全过程。

3.8

防雷装置 lightning protection system (LPS)

用于减少闪击击于建（构）筑物上或建（构）筑物附近造成的物质性损害和人身伤亡，由外部防雷装置和内部防雷装置组成。

[GB 50057-2010, 定义 2.0.5]

3.9

外部防雷装置 external lightning protection system

由接闪器、引下线和接地装置组成。

[GB 50057-2010, 定义 2.0.6]

3.10

内部防雷装置 internal lightning protection system

由防雷等电位连接和与外部防雷装置的间隔距离组成。

[GB 50057-2010, 定义 2.0.7]

3.11

接闪器 air-termination system

由拦截闪击的接闪杆、接闪带、接闪线、接闪网以及金属屋面、金属构件等组成。

[GB 50057-2010, 定义 2.0.8]

3.12

引下线 down-conductor system

用于将雷电流从接闪器传导至接地装置的导体。

[GB 50057-2010, 定义 2.0.9]

3.13

接地装置 earth-termination system

接地体和接地线的总合，用于传导雷电流并将其流散入大地。

[GB 50057-2010, 定义 2.0.10]

3.14

接地体 earth electrode

埋入土壤或混凝土基础中作散流用的导体。

[GB 50057-2010, 定义 2.0.11]

3.15

接地线 earthing conductor

从引下线断接卡或换线处至接地体的连接导体；或从接地端子、等电位连接带至接地体的连接导体。

[GB 50057-2010, 定义 2.0.12]

3.16

直击雷 direct lightning flash

闪击直接击于建（构）筑物、其它物体、大地或外部防雷装置上，产生电效应、热效应和机械力者。

[GB 50057-2010, 定义 2.0.13]

3.17

防雷等电位连接 lightning equipotential bonding (LEB)

将分开的诸金属物体直接用连接导体或经电涌保护器连接到防雷装置上以减小雷电流引发的电位差。

[GB 50057-2010, 定义 2.0.19]

3.18

等电位连接带 **bonding bar**

将金属装置、外来导电物、电力线路、电信线路及其他线路连于其上以能与防雷装置做等电位连接的金属带。

[GB 50057-2010, 定义 2.0.20]

3.19

等电位连接导体 **bonding conductor**

将分开的诸导电性物体连接到防雷装置的导体。

[GB 50057-2010, 定义 2.0.21]

3.20

等电位连接网络 **bonding network (BN)**

将建(构)筑物和建(构)筑物内系统(带电导体除外)的所有导电性物体互相连接组成的一个网。

[GB 50057-2010, 定义 2.0.22]

3.21

接地系统 **earthing system**

将等电位连接网络和接地装置连在一起的整个系统。

[GB 50057-2010, 定义 2.0.23]

3.22

防雷区 **lightning protection zone (LPZ)**

划分雷击电磁环境的区,一个防雷区的区界面不一定要有实物界面,例如不一定要有墙壁、地板或天花板作为区界面。

[GB 50057-2010, 定义 2.0.24]

3.23

雷击电磁脉冲 **lightning electromagnetic impulse (LEMP)**

雷电流经电阻、电感、电容耦合产生的电磁效应,包含闪电电涌和辐射电磁场。

[GB 50057-2010, 定义 2.0.25]

3.24

电气系统 **electrical system**

由低压供电组合部件构成的系统。也称低压配电系统或低压配电线路。

[GB 50057-2010, 定义 2.0.26]

3.25

电子系统 **electronic system**

由敏感电子组合部件构成的系统。

[GB 50057-2010, 定义 2.0.27]

3.26

建(构)筑物内系统 **internal system**

建(构)筑物内的电气系统和电子系统。

[GB 50057-2010, 定义 2.0.28]

3.27

电涌保护器 **surge protective device (SPD)**

用于限制瞬态过电压和分泄电涌电流的器件。它至少含有一个非线性元件。

[GB 50057-2010, 定义 2.0.29]

3.28

标称放电电流 nominal discharge current (In)

流过电涌保护器 8/20 μ s 电流波的峰值。

[GB 50057-2010, 定义 2.0.32]

4 一般规定

4.1 防雷分类

输油站、输气站以及阀室的工艺装置区与作业区应划分为第一类防雷建（构）筑物。

输油站和输气站办公生活区年预计雷击次数大于0.05次/a 时确定为第二类防雷建（构）筑物。

输油站和输气站办公生活区年预计雷击次数大于或等于0.01次/a，且小于或等于0.05次/a 时确定为第三类防雷建（构）筑物。

年预计雷击次数应根据当地雷暴日数（见附录 A）按照GB 50057-2010附录A的要求计算。

输油站和输气站的防雷分类应按照站场整体的分类确定，遵循下列原则：

- a) 当工艺装置区和作业区部分的面积占站场总占地面积的 30%及以上时，该站场宜确定为第一类防雷建筑（构）物。
- b) 当工艺装置区和作业区部分的面积占站场总占地面积的 30%以下，办公和生活区部分的占地面积占站场总占地面积的 30%及以上时，该站场宜确定为第二类防雷建（构）筑物，办公和生活区部分的占地面积占站场总占地面积的 30%及以上时，该站场宜确定为第二类防雷建（构）筑物。但对工艺装置区和作业区部分应采取第一类防雷建（构）筑物的保护措施。
- c) 当办公和生活区确定为第三类防雷建（构）筑物，工艺装置区和作业区部分占地面积小于站场总占地面积的 30%，且不可能遭直接雷击时，该站场可确定为第三类防雷建（构）筑物。但对工艺装置区和作业区部分应采取第一类防雷建（构）筑物的保护措施。

4.2 信息系统雷电防护等级

输油与输气管道系统的电子信息系统雷电防护等级应按GB 50343-2012第4.3.1条的规定确定为A级。

4.3 检测基本要求及实施方法

4.3.1 现场检测工作应由 3 或以上检测人员承担，检测数据需经复核无误后，填入原始记录表。检测人员进行检测时，必须遵守站场安全管理规定。入场检测前应确认劳保用品已正确穿戴，统一穿着防静电工作服，禁止穿钉子鞋，严禁将火种带入现场，确认关闭手机，未经许可不可摄像拍照。检测人员进入现场后应首先确认风向、逃生门、逃生路线以及紧急集合点的位置，若遇紧急情况应立即停止作业，按照逃生路线选择逆风或侧风方向撤离现场，并迅速到紧急集合点集合。

4.3.2 防雷装置和防静电接地装置检测工作应按照图 1 规定的程序进行。

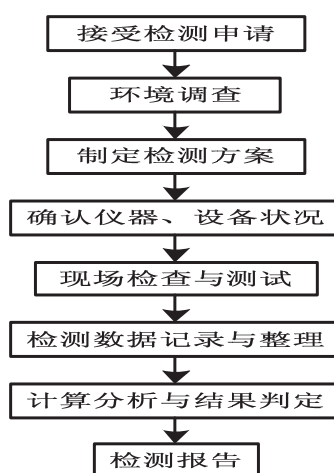


图1 防雷装置和防静电接地装置检测工作流程框图

4.3.3 作业现场环境和相关资料的调查包括以下内容:

- a) 根据第 4.1 条规定, 确认站场和阀室的防雷类别; 根据第 4.2 条规定, 确认站场和阀室电子信息系统雷电防护等级; 根据附录 B 的要求进行雷电防护区的划分。
- b) 查看被检测场所的防雷设计与施工资料, 向有关人员进行调查, 了解防直击雷、防雷击电磁脉冲措施; 查看接闪器、引下线的安装和敷设方式; 查看接地形式、等电位连接和防静电接地状况等。
- c) 检查低压配电接地形式、电涌保护器(SPD)的设置及安装工艺状况、电气线路布设和屏蔽措施等。
- d) 检查防雷装置及防静电接地装置实际运行状况应与原设计要求相符。

4.3.4 检查所使用的仪器仪表和测量工具应具有防爆特性, 保证其在计量合格证有效期内进行检测, 仪器仪表和测量工具的精度应满足项目的检测要求。检测作业前应确认仪表和工具工作状态正常。

4.3.5 现场检查和测试包括以下内容:

- a) 防雷装置接地电阻和土壤电阻率的测试, 应在无降雨、无积水和非冻土条件下进行, 当地冻土层观测资料见附录 A。
- b) 接地电阻的测量方法及测试仪电流极和电压极的布设位置应根据附录 C 的要求进行, 当实际情况达不到要求时, 可适当缩短探针与待测物的间距, 但不得小于规定值的 50%, 探针宜选择自然土层布设, 避开地下大型金属体、积水地等影响接地电阻值的地方。
- c) 测试仪各连接线的布设应远离高压线、变电所、大型通信设施等电磁干扰设施, 当测试数据发生漂移或失真时, 应查找干扰源, 并远离干扰源重新布设仪器探针, 各测试连接线应避免缠绕, 尽量保持平直。
- d) 在检测接地电阻前, 应首先进行检测区域土壤电阻率的测试, 测试应选择在自然地表上进行, 如站场内条件受限, 可选择站场外附近区域进行, 与站场中心间距不超过 500m。土壤电阻率的测试地点应避开树木、河滩、地下金属物、高压线等区域。等距测试极间距分别为 1m、2m、3m、4m、5m, 每种间距测试 3 组数据填入记录表格。测量土壤电阻率的同时, 应测量 4 根探针中间位置的经纬度信息, 填入记录表格。
- e) 测量接地电阻宜使用 4 线法进行测量, 4 线法可有效避免线阻和接触电阻造成测试结果的误差。如采用 3 线法测试, 应首先测量线阻, 并对所有测试数据进行线阻误差订正。钳形测试仪只能进行导通性测试, 其测试数据不能代表接地装置的真实接地电阻。

- f) 开始检测前应选择可靠的接地装置进行测试仪器调试，确保测试数据正常。如发现数据异常，在确保测试仪器工作正常后，调整仪表探针位置。
- g) 测试项目应遵循自上而下、由近到远的原则，宜按照工艺流程的顺序开展检测工作。

4.3.6 检测记录和数据整理包括以下内容：

- a) 检测数据应记在统一印制的原始记录表中。检测记录应用钢笔或中性笔填写，字迹工整、清楚，严禁涂改；改错应用一条直线划在原有数据上，并在其右上方填写正确数据。原始记录必须有检测人员和复核人员签字，检测完毕后应由受检单位负责人签字确认。
- b) 检测记录中应填写被检测装置的名称或编号，但当被检测装置有自编号时，宜填写装置自编号。
- c) 检测过程中应将现场发现的隐患情况以文字描述的方式记入检测记录中，隐患的描述应详细、具体，包括隐患的具体位置和形式等。
- d) 对检测数据应逐项对比、计算，依据相关技术标准作出所检测项目的综合评定，出具检测报告。
- e) 检测单位应将检测报告连同原始记录一并存档，保存三年以上。

5 检测周期

- 5.1 站场和阀室的防雷装置和防静电接地装置实行定期检测制度，每半年检测一次。
- 5.2 对处在多雷区和强雷区的防雷装置，应在雷电多发期适当增加检测次数。
- 5.3 在设备维修和维护过程中对防雷装置和防静电接地装置进行了拆除和变更，应在之后及时进行恢复，并进行测试。

6 检测内容及技术要求

6.1 接闪器

- 6.1.1 检查接闪器的材质、规格(包括直径、截面积、厚度)、与引下线的焊接工艺、防腐措施、保护范围及其与保护物之间的安全距离。接闪器应符合附录 D 的要求。
- 6.1.2 检查工艺装置区内露天布置的金属储罐等密闭设备容器，其钢制顶板厚度不小于 4mm 或铝制顶板厚度不小于 7mm 时，可不装设独立接闪器，其顶部防护栏、顶板、呼吸阀等装置可兼作自然接闪器；检查非金属储罐、顶板厚度小于 4mm 的钢制储罐以及顶板厚度小于 7mm 的铝制储罐等容器，应装设独立接闪杆（网）等防直击雷装置。
- 6.1.3 压缩机房、泵棚等建（构）筑物的金属屋面不宜作为接闪器，宜布设接闪网（线）进行直击雷防护，接闪网网格不小于 5m×5m 或 6m×4m，接闪线的保护范围应覆盖整个金属屋面。接闪网（线）的规格应符合附录 D 的要求。
- 6.1.4 接闪器与保护物及其有联系的管道、电缆等金属物之间的安全距离应按照 GB 50057-2010 第 4.2.1 条的要求计算，但不应小于 3m，工艺装置或建筑物与附近的树木之间的净距不应小于 5m。
- 6.1.5 接闪器不应有明显机械损伤、断裂及严重锈蚀现象。
- 6.1.6 接闪器上不应绑扎或悬挂各类电源线路、信号线路。
- 6.1.7 测试接闪器的接地电阻。接闪杆应在杆体部位进行一次接地电阻测试；接闪带应每隔 12m 进行一次接地电阻测试，并进行闭合回路测试；接闪线应在每个支柱处进行一次接地电阻测试。
- 6.1.8 测试接闪器与每一根引下线的电气连接。
- 6.1.9 测试屋面电气设备和金属构件等装置与防雷装置的电气连接。
- 6.1.10 测试超过 30m 建筑物防侧击雷装置与接地装置的电气连接。

6.1.11 测试站场内高杆灯、放空管、储罐罐顶金属护栏、呼吸阀、路灯杆等自然接闪器的接地电阻，其接地电阻值不应大于 10Ω ，当自然接闪器附有电气装置时，其接地电阻不应大于 4Ω 。

6.1.12 检查金属储罐罐顶的仪表安装位置，仪表及金属穿线管宜安装于 LPZ0_B 区（直击雷防护区），当仪表及穿线管处于 LPZ0_A 区（直击雷非防护区）时，宜装设接闪杆进行直击雷防护。

6.2 引下线

6.2.1 检查引下线的设置、材质、规格(包括直径、截面积、厚度)、焊接工艺、防腐措施。引下线应符合附录 D 的要求。

6.2.2 检查引下线不应有明显机械损伤、断裂及严重锈蚀现象。

6.2.3 检查各类信号线路、电源线路与引下线之间距离。水平净距不应小于 1m，交叉净距不应小于 0.3m。

6.2.4 检查引下线之间的间距。普通建筑物引下线间距不应大于 12m；金属屋面建筑物引下线间距不应大于 18m；金属储罐的引下线间距不应大于 30m。引下线数量不应少于 2 根，并应均匀对称布设。

6.2.5 测试每根引下线的接地电阻，设有断接卡的引下线，应每年至少一次断开断接卡测试其接地电阻。

6.3 接地装置

6.3.1 查看设计、施工资料，检查接地体材质、规格、防腐措施及敷设方法。接地体的规格(直径、截面积、厚度)、埋设深度、焊接工艺、与引下线连接应符合附录 D 的要求。接地装置的埋设深度应大于当地年平均最大冻土层深度，冻土层深度见附录 A。

6.3.2 检查防直击雷人工接地体与建筑物出入口或人行道之间的安全距离不应小于 3m。

6.3.3 接闪杆和高杆灯的接地装置应独立布设，与工艺装置区接地装置应保持安全距离，其距离按照 GB 50057-2010 第 4.2.1 条计算，但不应小于 3m。

6.3.4 测试接地装置的接地电阻值。

6.4 等电位连接

6.4.1 检查穿过各雷电防护区交界的金属部件，以及建筑物内的设备、金属管道、电缆桥架、电缆金属外皮、金属构架、钢屋架、金属门窗等较大金属物，应就近与接地装置或等电位连接板(带)作等电位连接，测试其电气连接。

6.4.2 检查防雷建筑物内的接地干线与接地装置的连接，连接点应不少于 2 处。

6.4.3 检查等电位连接线的材质、规格、连接方式及工艺要求，应符合附录 D 的要求。

6.4.4 检查平行敷设的管道、构架和电缆金属外皮等长金属物，其净距小于 100mm 时应采用金属线跨接，跨接点的间距不应大于 30m；交叉净距小于 100mm 时，其交叉处亦应跨接。当长金属物的弯头、阀门、法兰盘等连接处的过渡电阻大于 0.03Ω 时，连接处应用金属线跨接，跨接导体宜使用扁平镀锡软铜复绞线，采用线鼻子进行固定。

6.4.5 检查站控室、UPS 间等区域内电子信息系统的等电位连接情况。等电位连接的结构形式应采用 M 型，等电位连接网络接地干线数量不应少于 2 处，且对称布设。电子信息系统设备宜用 2 根不同长度的连接导体与等电位连接网络连接，当采用 2 根导体有困难时，应以最短长度的单根连接导体与等电位连接网络连接，连接导体的材质应符合附录 D 的要求。测试电子信息系统的金属外壳、机柜、机架、金属管、金属槽、屏蔽线缆金属外层、电子设备防静电接地、安全保护接地点、功能型接地点、SPD 接地端的接地电阻值。

6.5 屏蔽与布线

- 6.5.1 检查工艺装置区和站控室信号线缆和电力线缆的敷设间距。信号线缆和电力线缆均采用铠装形式时，线缆间距应不小于 15cm；当仅有一方采用铠装形式时，其间距不应小于 30cm；当均未采用铠装形式时，其间距不应小于 60cm。
- 6.5.2 检查电缆屏蔽层电气连通状况，金属线槽宜采取全封闭的形式，两端应接地，测试其接地电阻。
- 6.5.3 检查建筑物之间敷设的电缆，其屏蔽层两端应与各自建筑物的等电位连接带连接，测试其电气连接。
- 6.5.4 检查仪表外露导电部分、信号线缆屏蔽层、金属穿线管（槽）、挠性管与接地装置的等电位连接，测试其电气连接。
- 6.5.5 检查低压电气设备其外露导电部分、配电线路的 PE 线、电力线路屏蔽外层、金属穿线管（槽）、挠性管与接地装置的等电位连接，测试其电气连接。
- 6.5.6 不同系统线路应分开敷设，不应缠绕。

6.6 电涌防护

- 6.6.1 SPD 的安装应与环境要求相适应，在工艺装置区安装的 SPD 要采取防爆措施。
- 6.6.2 检查 SPD 的声光报警功能等特性，鉴定 SPD 是否劣化。
- 6.6.3 检查 SPD 的选用情况。核对 SPD 的主要技术参数(如放电电流 I_n 、最大持续运行电压 U_c 、电压保护水平 U_p)应符合设计要求。
- 6.6.4 检查 SPD 两端的连接导线的材质和截面应符合设计要求；检查 SPD 的两端连接导线的长度。SPD 的安装要求见附录 D。
- 6.6.5 当 SPD 使用两级(含两级)以上时，检查 SPD 之间的线路长度。SPD 之间线路长度要求见附录 D。
- 6.6.6 测试 SPD 接地端子与接地装置的电气连接以及接零情况。
- 6.6.7 检查电源系统 SPD 时，检查总配电箱配电制式，总配电室 SPD 与高杆灯 SPD 应按照第一级 SPD 的技术要求选型及安装，UPS 前端 SPD 应按照第二级 SPD 技术要求选型及安装，站控室等场所配电箱 SPD 应按照第三级 SPD 技术要求选型及安装，站控室终端设备前端宜配备具有防雷功能的电源插线板。SPD 参数选型应按表 1 的推荐值确定。

表1 电源线路浪涌保护器冲击电流和标称放电电流参数推荐值

雷电防护等级	总配电箱		分配电箱	机房配电箱和需要特殊保护设备端口处	
	LPZ0 与 LPZ1 边界		LPZ1 与 LPZ2 边界	后续防护区的边界	
	10/350 μ s I 类试验	8/20 μ s II 类试验	8/20 μ s II 类试验	8/20 μ s II 类试验	1.2/50 μ s 和 8/20 μ s 复合波 III 类实验
	I_{imp} (kA)	I_n (kA)	I_n (kA)	I_n (kA)	U_{oc} (kA) / I_{sc} (kA)
A	≥ 20	≥ 80	≥ 40	≥ 5	$\geq 10 / \geq 5$

注：SPD 分级应根据保护距离、SPD 连接导线长度、被保护设备耐冲击电压额定值 U_w 等因素确定。

- 6.6.8 信息系统设备线路在埋地进入控制室的端口处，宜安装与线路传输特性相适应的信号浪涌保护器，使用多股绝缘连接铜导线截面积不应小于 6mm²，应就近连接至 LPZO_A 或 LPZO_B 与 LPZ1（第一防护区）边界处的等电位接地端子板上，测试其接地端接地电阻值。
- 6.6.9 设有放空火炬或具有阴极保护功能的埋地金属管道与站内管道的连接处应跨接 I 级试验密封式电压开关型 SPD 或隔离放电间隙，SPD 的检查应符合 GB 50057-2010 中 4.2.4 第 13~14 条的要求。

6.7 防静电接地装置

- 6.7.1 检查站场生产和储运设施的防静电接地装置，测试其接地电阻，当它们与防雷、电气保护接地系统共用时，不再采用单独防静电接地措施。
- 6.7.2 检查 LPZ0_A 区装置的防静电接地材料，其规格和安装应符合防直击雷引下线的要求。
- 6.7.3 检查生产和储运场所入口处的人体静电泄放装置，其与接地装置应可靠连接。测试其接地电阻，当采用导电橡胶材质时，在金属导电部分进行测试。接地的金属扶手、护栏等装置可兼作人体静电泄放装置，但应进行接地导通测试，并标注相关提示或标记。
- 6.7.4 检查站场的工艺装置(操作台、传送带、塔、容器、换热器、过滤器、盛装溶剂或粉料的容器等)、设备等金属外壳的防静电接地状况，测试其与接地装置的电气连接。防静电接地连接线应采取螺栓连接，防静电接地线的材质、规格应符合附录 E 的要求。
- 6.7.5 检查管道在进出工艺装置区处、分岔处应按要求设置接地，测试其接地电阻值。
- 6.7.6 检查距离建筑物 100m 内的管道，应每隔 25m 接地一次，测试其接地电阻值。
- 6.7.7 检查平行管道净距小于 100mm 时，应每隔 20m 作电气连接，管道交叉且净距小于 100mm 时，应作电气连接，测试其电气连接。
- 6.7.8 检查输油泵、压缩机等有振动性的工艺装置或设备的振动部件防静电接地状况，测试其与接地装置的电气连接。防静电接地线的材质、规格应符合附录 E 的要求。
- 6.7.9 检查管道和储罐外保温层的金属板保护罩，其连接处应咬口并利用机械固定的螺栓与接地装置作电气连接并接地，测试其与接地装置的电气连接。
- 6.7.10 检查金属配管之间的非导体管两端金属管应分别与接地干线相连，或采用截面不小于 6mm² 的铜芯软绞线跨接后接地，测试跨接线两端的过渡电阻。检查非导体管段上的所有金属件的接地状况，测试其与接地装置的电气连接。
- 6.7.11 储罐应利用防雷接地装置兼作防静电接地装置。
- 6.7.12 浮顶金属储罐应采用截面积不小于 50mm² 的扁平镀锡软铜复绞线将浮顶与罐壁做电气连接，其连接点不少于 2 处，对称布设，当罐壁周长大于 60m 时，应采用有效、可靠的连接方式将浮顶与罐壁沿罐周每隔 30m 做均匀布设的电气连接。
- 6.7.13 检查浮顶金属储罐的活动走梯等可移动的金属构件与罐壁之间的电气连接状况，测试其电气连接。连接线应选用截面积不小于 50mm² 扁平镀锡软铜复绞线进行连接，连接点不少于 2 处。
- 6.7.14 检查油(气)罐呼吸阀、阻火器、量油孔、人孔、切水管、放空管及安全阀等金属构件的电气连接及接地状况，测试其电气连接。

6.8 测试阻值要求

- 6.8.1 站场和阀室宜将防雷接地、防静电接地、电气设备的工作接地、保护接地及信息系统接地形成联合接地系统，其接地电阻值不大于 4 Ω。
- 6.8.2 独立布设的防雷接地装置，且未附属电气装置，其接地电阻值不大于 10 Ω。
- 6.8.3 设备间的跨接电阻值不大于 0.03 Ω。
- 6.8.4 站场专设的防静电接地体的接地电阻值不宜大于 100 Ω，在山区等土壤电阻率较高的地区，其接地电阻值不宜大于 1000 Ω。

附 录 A
(资料性附录)

甘肃省主要城市年平均降水量、雷暴日数、最大冻土层深度观测资料

表A.1 甘肃省主要城市年平均降水量、雷暴日数、最大冻土层深度观测资料表

站名	降水量 (mm)	雷暴日数 (d)	最大冻土层深 度(cm)	站名	降水量 (mm)	雷暴日数(d)	最大冻土层深 度(cm)
兰州	293.9	19.2	86	永登	322.8	35.7	109
酒泉	88.4	10.0	131	皋兰	245.8	25.2	117
张掖	132.6	8.5	150	榆中	372.4	25.8	126
金昌	122.3	12.5	98	陇西	414.8	25.8	98
武威	171.1	10.4	128	临洮	493.9	29.3	114
定西	377.0	24.3	93	通渭	390.6	22.7	101
白银	191.8	18.6	120	渭源	504.3	25.7	106
庆阳	495.6	24.4	86	漳县	433.5	24.3	91
平凉	480.6	24.1	48	岷县	556.3	44.8	79
合作	532.6	56.4	133	华家岭	451.1	20.9	126
武都	460.7	21.5	13	永靖	273.7	24.2	102
天水	500.7	13.4	37	东乡	535.0	32.0	121
临夏	501.3	31.3	85	广河	466.5	32.7	113
肃北	152.5	8.4	128	和政	592.7	35.0	96
敦煌	39.8	4.8	122	康乐	518.6	31.5	90
瓜州	49.2	5.3	108	西峰镇	527.6	22.2	74
玉门	66.5	5.3	142	环县	409.5	23.0	110
金塔	65.4	7.2	119	华池	470.7	20.3	80
马鬃山	62.9	10.6	188	合水	560.3	21.3	91
鼎新	56.5	10.2	98	宁县	574.0	22.3	69
高台	112.3	8.6	102	正宁	609.8	24.7	73
临泽	113.4	8.0	119	镇原	470.2	19.9	63
肃南	267.1	21.6	238	静宁	414.1	18.9	95
民乐	354.0	15.4	162	庄浪	482.5	24.4	84
山丹	202.7	15.5	139	华亭	579.7	25.8	66
永昌	211.8	16.1	139	崇信	507.5	22.0	53
民勤	113.2	8.7	116	泾川	522.8	21.3	55
古浪	352.3	17.4	121	灵台	582.9	22.5	50
乌鞘岭	407.4	33.8	700	夏河	449.0	41.8	158
景泰	179.7	12.7	115	临潭	501.9	49.2	147
会宁	401.7	30.6	94	卓尼	536.7	45.2	97
靖远	223.9	18.3	88	碌曲	592.5	49.1	90

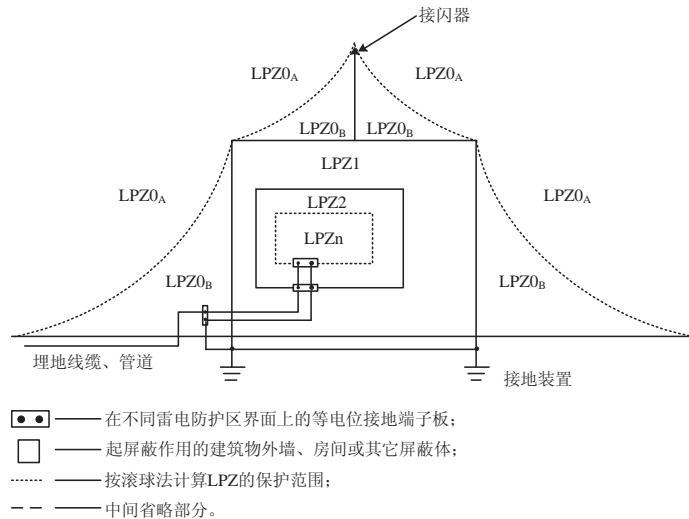
玛曲	593.4	55.7	110	康县	750.8	15.7	15
迭部	568.3	40.7	75	成县	621.4	18.3	21
舟曲	420.6	28.6	17	徽县	697.9	17.0	15
武山	424.8	21.7	66	两当	632.1	20.1	20
甘谷	437.4	21.5	51	西和	527.7	16.9	46
秦安	436.3	18.6	56	礼县	470.7	24.2	44
张家川	519.4	24.1	54	文县	440.4	18.9	0
北道区	503.2	14.7	34	宕昌	563.1	35.1	42
清水	553.2	20.5	77				
注：上述观测资料为 1981 年~2010 年平均值							

附录 B
(规范性附录)
雷电防护区划分

B.1 雷电防护区划分

B.1.1 雷电防护区的划分是将需要保护的建筑物，根据雷电电磁脉冲环境控制，从外部到内部划分为不同的雷电防护区（LPZ）。

B.1.2 雷电防护区（LPZ）应划分为：直击雷非防护区、直击雷防护区、第一防护区、第二防护区、后续防护区（图B.1）。



图B.1 雷电防护区（LPZ）划分

B.1.3 直击雷非防护区（LPZ_A）：电磁场没有衰减，各类物体都可能遭到直接雷击，属完全暴露的不设防区。

B.1.4 直击雷防护区（LPZ_B）：电磁场没有衰减，各类物体很少遭受直接雷击，属充分暴露的直击雷防护区。

B.1.5 第一防护区（LPZ1）：由于建筑物的屏蔽措施，流经各类导体的雷电流比直击雷防护区（LPZ_B）区进一步减小，电磁场得到了初步的衰减，各类物体不可能遭受直接雷击。

B.1.6 第二防护区（LPZ2）：进一步减小所导引的雷电流或电磁场而引入的后续防护区。

B.1.7 后续防护区（LPZ_n）：需要进一步减小雷电电磁脉冲，以保护敏感度水平高的设备的后续防护区。

附 录 C
(规范性附录)
接地电阻的测量方法

C.1 概述

一般情况下，接地装置的阻抗是复数阻抗，包含电阻分量、电容分量和电感分量。对大地网来说，电感分量要大得多，对工频接地电路，接地电阻特别起作用，所以一般称工频接地阻抗为接地电阻。

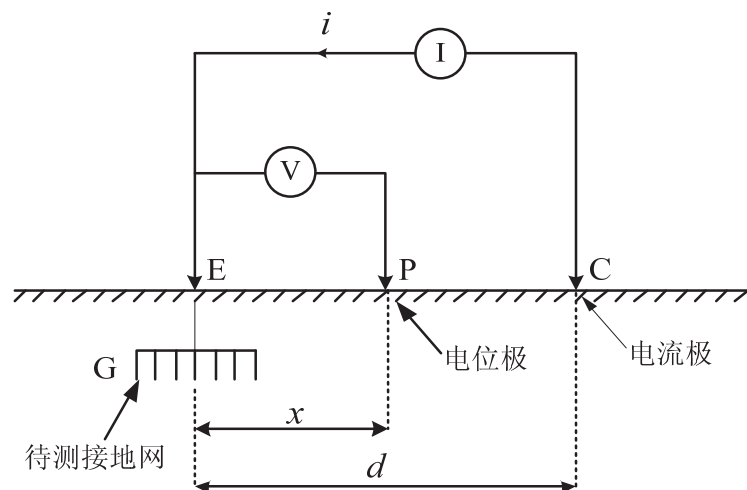
一般接地电阻测试仪测量出来的数值都是工频接地电阻。冲击电阻值一般是由工频接地电阻值换算得出，也可直接用冲击接地电阻测量仪测得。

C.2 接地电阻的测量方法

接地装置的工频接地电阻值的测量方法有两点法（电流表—电压表法）、三点法、比较法、多级大电流法和故障电流法、电位降法等，通常实用的方法是电位降法，接地电阻测量仪也使用电位降法。本附录只介绍电位降法。

C.3 电位降法

原理图见图C.1。



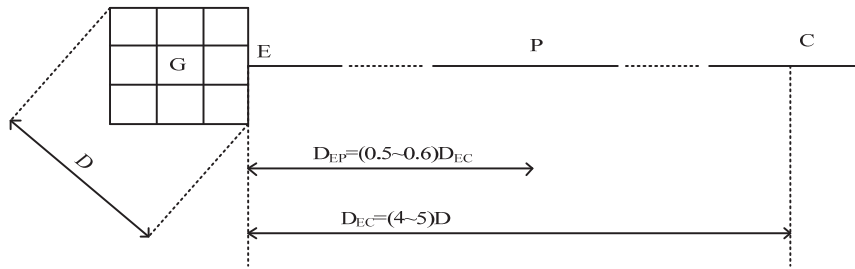
图C.1 接线原理图

图中三个接线端子 E、P、C 分别接到接地体、电位探针和电流探针。其中 E 端子连接接地体 G，P 端子连接电位探针，C 端子连接电流探针。测量时，在 C 端子产生一个恒定电流，该电流经电流探针—地—接地体—E，形成电流回路。只要 x 和 d 足够长，且具有合适的比例关系，通过测量 G、P 之间的电压 U ，其电压 U 和电流 I 的比值就是接地电阻 R_G ，即：

$$R_G = U/I \dots\dots\dots(C.1)$$

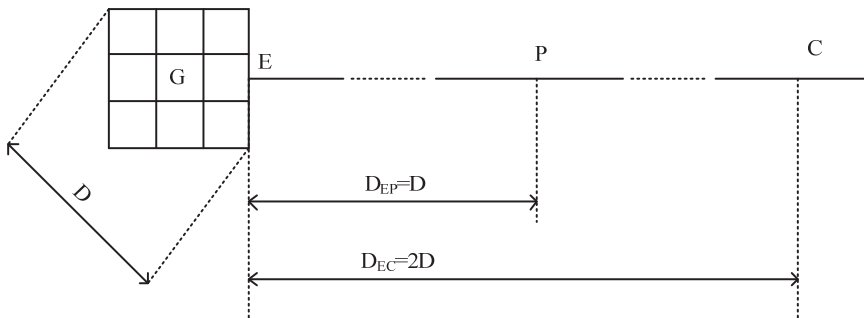
C.4 几种标准的测量方法

C.4.1 方法一：直线法，见图C.2。



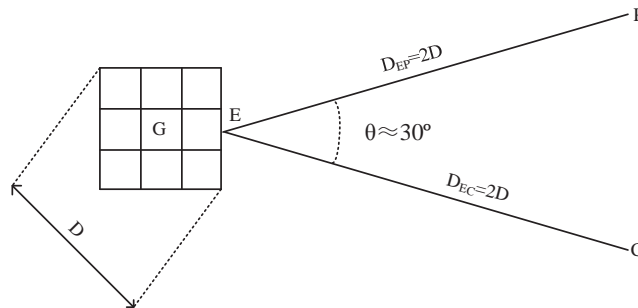
图C.2 直线法

C.4.2 方法二：补偿法，见图C.3。



图C.3 补偿法

C.4.3 方法三：三角形法，见图C.4。



图C.4 三角法

C.5 测量中需要注意的问题

- C.5.1 P点至E点的距离应大于10m，小于10m测量结果误差较大。
- C.5.2 测量时，要根据现场情况仔细选择C点，E点至C点所在直线的延长线一定要通过地网的中心点G，即CE连线要垂直于地网边缘。
- C.5.3 P点要选在C点至地网的中间，若对测量的数据有疑问时，可多选几个P点进行测量，再对数据进行分析，以便得出较准确的测量结果。
- C.5.4 测量时要避开地下的金属管道、通信线路等。如对地下情况不了解，可多换几个点测量，进行比较后得出较准确的数据。
- C.5.5 在测量屋面接闪针、接闪带时，通常要加长E点的测量线。加长的测量线对小地阻的测量精度有较大影响，必须减掉加长线的线阻，推荐使用能对线阻进行补偿的接地电阻测试仪，测量线不得缠绕。

附 录 D
(规范性附录)
防雷装置技术要求

接闪器、引下线及接地装置、防侧击雷及电磁脉冲防护装置的材料规格、安装工艺的技术要求分别见表D.1、表D.2、表D.3。

表D.1 接闪器材料规格、安装工艺的技术要求

装置名称	标准要求
接闪器材料规格、 安装工艺的技术要求	接闪杆 1 米以下：圆钢 $\phi \geq 12\text{mm}$ 钢管 $\phi \geq 20\text{mm}$ ，厚度 $\geq 2.5\text{mm}$ 铜材有效截面 $\geq 50\text{mm}^2$ 针长 1~2m：圆钢 $\phi \geq 16\text{mm}$ 钢管 $\phi \geq 25\text{mm}$ ，厚度 $\geq 2.5\text{mm}$ 铜材有效截面 $\geq 50\text{mm}^2$ 烟囱、水塔顶短针：圆钢 $\phi \geq 20\text{mm}$ 钢管 $\phi \geq 40\text{mm}$ ，厚度 $\geq 2.5\text{mm}$ 铜材有效截面 $> 50\text{mm}^2$
	接闪带 圆钢 $\phi \geq 8\text{mm}$ 钢管 $\phi \geq 20\text{mm}$ ，厚度 $\geq 2.5\text{mm}$ 扁钢截面 $\geq 48\text{mm}^2$ ，厚度 $\geq 4\text{mm}$ 铜材截面 $\geq 50\text{mm}^2$ 烟囱（水塔）顶部接闪环（带）：圆钢 $\phi \geq 12\text{mm}$ 扁钢截面 $\geq 100\text{mm}^2$ ，厚度 $\geq 4\text{mm}$
	接闪网 圆钢 $\phi \geq 8\text{mm}$ 扁钢截面 $\geq 48\text{mm}^2$ ，厚度 $\geq 4\text{mm}$ 网格尺寸：一类 $\leq 5\text{m} \times 5\text{m}$ 或 $6\text{m} \times 4\text{m}$ ；二类 $\leq 10\text{m} \times 10\text{m}$ 或 $12\text{m} \times 8\text{m}$ ；三类 $\leq 20\text{m} \times 20\text{m}$ 或 $24\text{m} \times 16\text{m}$
	接闪线 镀锌钢绞线截面 $\geq 35\text{mm}^2$ 与突出屋面物体间的距离按 GB50057 计算， $\geq 3\text{m}$
	金属板屋面 第一类防雷建筑物金属屋面不宜作接闪器； 金属板下面无易燃物品时：厚度 $\geq 0.5\text{mm}$ 金属板下面有易燃物品时：铁板厚度 $\geq 4\text{mm}$ 铜板厚度 $\geq 5\text{mm}$ 铝板厚度 $\geq 7\text{mm}$
	钢管、钢罐 壁厚 $\geq 2.5\text{mm}$ ，处于爆炸和火灾危险环境时壁厚 $\geq 4\text{mm}$
	防腐状况 镀锌、涂漆、不锈钢、铜材、暗敷、锈蚀
	搭接形式 与长度 扁钢与扁钢搭接长度为扁钢宽度的 2 倍，不少于三面施焊 圆钢与圆钢双面焊接长度 $\geq 6D$ 、单面焊接长度 $\geq 12D$ 圆钢与扁钢搭接长度 \geq 圆钢 6D 金属板 $\geq 100\text{mm}$ 紧固件紧固，卷边压接
	保护范围 按 GB50057 规范滚球法计算，且符合 GB50057-2010 表 3.2.1 要求。
	安全距离 独立接闪针和架空接闪线（网）的支柱及接地装置与被保护建筑物及与其相联系的管道、电缆等金属物之间的距离按 GB50057 计算，但 $\geq 3\text{m}$ 。

表D.2 引下线及接地装置材料规格、安装工艺的技术要求

装置名称		标准要求
引下线的材料规格、安装工艺的技术要求	根数	≥ 2 根 独立接闪针 ≥ 1 根 周长 $< 25\text{m}$ ，高度 $< 40\text{m}$ 的三类建筑物 ≥ 1 根
	平均间距	一类 $\leq 12\text{m}$ ，金属屋面引下线 18~25m；二类 $\leq 18\text{m}$ ；三类 $\leq 25\text{m}$
	材料规格	明敷： 圆钢 $\text{Ø} \geq 8\text{mm}$ 扁钢截面 $\geq 48\text{mm}^2$ ，厚度 $\geq 4\text{mm}$ 铜材截面 $\geq 50\text{mm}^2$ 暗敷： 圆钢 $\text{Ø} \geq 10\text{mm}$ 扁钢截面 $\geq 80\text{mm}^2$ ，厚度 $\geq 4\text{mm}$ 烟囱（水塔）： 圆钢 $\text{Ø} \geq 12\text{mm}$ 扁钢截面 $\geq 100\text{mm}^2$ ，厚度 $\geq 4\text{mm}$
	防腐状况	镀锌、涂漆、暗敷，或使用不锈钢或铜材
	安全距离	独立防雷装置的引下线与被保护物之间的安全距离按 GB50057 计算， $\geq 3\text{m}$
	搭接形式与长度	扁钢与扁钢搭接长度为扁钢宽度的 2 倍，不少于三面施焊 圆钢与圆钢双面焊接长度 $\geq 6D$ ，单面焊接长度 $\geq 12D$ 圆钢与扁钢搭接长度 $\geq 6D$ 连接方式：熔焊，紧固件紧固 注：D 为圆钢直径
接地装置的材料规格、安装工艺的技术要求	人工接地体	水平接地极：扁钢截面 $\geq 100\text{mm}^2$ ，厚度 $\geq 4\text{mm}$ ；圆钢 $\text{Ø} \geq 10\text{mm}$ 角钢截面 $\geq 100\text{mm}^2$ ，厚度 $\geq 4\text{mm}$ 垂直接地极：角钢截面 $\geq 100\text{mm}^2$ ，厚度 $\geq 4\text{mm}$ 钢管管壁厚度 $\geq 3.5\text{mm}$ 埋设深度 $\geq 0.5\text{m}$ ，但须埋设于当地最大冻土层之下（当地冻土层请参照附录 E）
		距建筑物的出入口或人行道 $\geq 3\text{m}$
		第一类防雷建筑物的接闪器直接装在建筑物上，应敷设环形接地体。
	自然接地体	圆钢： $\geq 2 \times \text{Ø}16\text{mm}$ $\geq 4 \times \text{Ø}10\text{mm}$
	安全距离	独立装置的接地装置与被保护物的安全距离按 GB50057 计算， $\geq 3\text{m}$
搭接形式与长度	扁钢与扁钢搭接长度为扁钢宽度的 2 倍，不少于三面施焊 圆钢与圆钢双面焊接长度 $\geq 6D$ ，单面焊接长度 $\geq 12D$ 圆钢与扁钢搭接长度 $\geq 6D$ 连接方式：熔焊，紧固件紧固 注：D 为圆钢直径	

表D.3 防侧击雷及电磁脉冲防护装置的材料规格、安装工艺的技术要求

装置名称		标准要求
防侧 击雷 装置	首道均压环 高度	一类建筑物≤30m 二类建筑物≤45m 三类建筑物≤60m
	环间距离	建筑物高度 30m 以下环间垂直距离≤12m 建筑物高度 30m 以上环间垂直距离≤6m
	材料规格	扁钢≥100mm ² ，厚度≥4mm 圈梁外筋：圆钢 Ø≥12mm
	连接状况	建筑物天面和外墙的高大金属物构件须与防雷地进行可靠连接
	搭接形式 与长度	扁钢与扁钢搭接长度为扁钢宽度的 2 倍，不少于三面施焊 圆钢与圆钢双面焊接长度≥6D，单面焊接长度≥12D 圆钢与扁钢搭接长度≥6D 连接方式：熔焊，紧固件紧固
雷击电磁脉冲 防护装置	等电位连接线 截面积	总等电位连接处 LPZ0 _B 与 LPZ1 交界处：铜线≥16mm ² ；铝线≥25mm ² ；钢材≥50mm ² 。
		局部等电位连接处 LPZ1 与 LPZ2 交界处：铜线≥6mm ² ；铝线≥10mm ² ；钢材≥16mm ² 。
	屏蔽及埋地	第一、第二类防雷建筑物入户低压线路埋地引入长度≥2ρ ^{0.5} （ρ 为土壤电阻率），≥15m
		入户端电缆的金属外皮、钢管应与防雷的接地装置相连
	设备、设施 金属管道 接地状况	进出建筑物界面的各类金属管线与防雷装置连接
		建筑物内设备管道、构架、金属线槽与防雷装置连接
		竖直敷设的金属管道及金属物顶端和底部与防雷装置连接
		建筑物内设备管道、构架、金属线槽连接处作跨接处理
		架空金属管道、电缆架桥每隔 25m 接地一次
	屋内接地 干线数量	≥2 处
	接地线的 材料规格	截面≥16mm ²
电涌保护器 SPD	配电线路、信号线路上安装电涌保护器 SPD	
	线路上安装多级 SPD 时，SPD 之间的线路长度应按生产厂实验数据确定。如无试验数据时，电压开关型 SPD 与限压型 SPD 之间的线路长度不宜小于 10m，限压型 SPD 之间的线路长度不宜小于 5m，长度达不到要求时应加装退耦元件。	
	第一级：SPD 连接相线铜导线≥6mm ² ，SPD 接地连接铜导线≥10mm ² ； 第二级：SPD 连接相线铜导线≥4mm ² ，SPD 接地连接铜导线≥6mm ² ； 第三级：SPD 连接相线铜导线≥2.5mm ² ，SPD 接地连接铜导线≥4mm ² ； 第四级：SPD 连接相线铜导线≥2.5mm ² ，SPD 接地连接铜导线≥4mm ² ； SPD 两端连接导线连接长度不宜超过 0.5m。	

附 录 E
(规范性附录)
防静电接地材料规格要求

静电接地干线和接地体用钢材、静电接地支线、连接线的最小规格分别见表E.1、表E.2。

表E.1 静电接地干线和接地体用钢材的最小规格

名 称	单 位	规 格	
		地 上	地 下
扁钢	截面积/mm ²	100	160
	厚 度/mm	4 ^a	4 ^a
圆钢	直 径/mm	12 ^b	14
角钢	规 格/mm		50×5
钢管	直 径/mm		50
a: 当处于2类腐蚀环境中扁钢的厚度推荐规格为5mm;			
b: 当处于2类腐蚀环境中圆钢的直径推荐规格为14mm。			

表E.2 静电接地支线、连接线的最小规格

名 称	接地支线	连接线
工艺装置设备	16mm ² 多股铜芯线 Ø8mm 镀锌圆钢 12mm×4mm 镀锌扁钢	6mm ² 铜芯软绞线或软铜编织线
大型移动设备	16mm ² 铜芯软绞线	
一般移动设备	10mm ² 铜芯软绞线	
振动和频繁移动的器件	6mm ² 铜芯软绞线	