

ICS 07.060

CCS A 47

DB 13

河北省地方标准

DB 13/T 6128—2025

户外装置区石油化工装置雷电防护装置 检测技术规范

2025 - 05 - 27 发布

2025 - 06 - 03 实施

河北省市场监督管理局 发布

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 2

5 检测项目 3

6 检测方法 3

7 检测内容 3

8 检测作业要求 7

9 检测数据整理 7

附录 A（资料性） 常用检测仪器的主要性能和参数指标 8

附录 B（资料性） 安全防护装备主要技术参数 10

附录 C（规范性） 接地电阻的测量 13

附录 D（规范性） 土壤电阻率的测量 14

附录 E（规范性） 接地装置冲击接地电阻与工频接地电阻的换算 17

附录 F（规范性） 过渡电阻的测量 19

附录 G（规范性） 检测作业要求 22

参考文献 23

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由河北省气象局提出。

本文件由河北省气象专业标准化技术委员会（HeB/TC 1）归口。

本文件起草单位：河北省气象行政技术服务中心、河北浦安检测技术有限公司、中绎建设科技集团有限公司、沧州天祥防雷检测有限公司。

本文件主要起草人：李小龙、冯鹤、杨保东、黄炳辉、孟震宝、韩建广、李松、赵树凯、梁景峰、张彦勇、杨敏、王凤杰、张运芳、史锋旗、李翠玉、殷少康、程国霞、岳乐乐、苗菊萍、孙玉璋。

户外装置区石油化工装置雷电防护装置 检测技术规范

1 范围

本文件规定了户外装置区石油化工装置雷电防护装置检测的周期、程序、项目、方法、内容、作业要求和数据整理。

本文件适用于以石油、天然气、煤及其产品为原料制取燃料和化工产品的石油化工装置及其辅助生产设施的雷电防护装置检测。

本文件不适用于原油的采集、长距离输送、石油化工装置厂区外油品储存及销售设施的雷电防护装置检测。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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/T 21431-2023 建筑物雷电防护装置检测技术规范

GB/T 21714.3-2015 雷电防护 第3部分：建筑物的物理损坏和生命危险

GB/T 32938-2016 防雷装置检测服务规范

GB 50057-2010 建筑物防雷设计规范

GB 50650-2011（2022年版） 石油化工装置防雷设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

石油化工装置 petrochemical plant

石油炼油、石油化工及以煤为原料制取燃料和化工产品的生产装置。

注：包括炼油、烯烃、化肥、化纤等生产装置。

3.2

户外装置区 outdoor unit

露天或对大气敞开、空气畅通的场所。

注：主要包括炉区、塔区、静设备（3.5）区、机器设备区、罐区，可燃液体装卸站，粉、粒桶仓，框架、管架和管道，冷却塔，烟囱和火炬，户外装置区的排放设施，户外灯具和电器等。

[来源：GB 50650—2011（2022年版），2.0.4，有修改]

3.3

首次检测 first inspection

新建、改建、扩建石油化工装置雷电防护装置施工完成后的第一次检测或投入使用的石油化工装置雷电防护装置因资料缺失等情况再次进行的全面检测。

3.4

放空口 vent

生产设备或罐体等直接向大气排放的排放设施。

注：包括放散管、排风管、安全阀、呼吸阀、放料口、取样口、排污口等。

3.5

石油化工静设备 petrochemical static equipment

静设备

石油化工生产装置、辅助生产设施和公用工程的反应设备、分离设备、换热设备、储存设备的统称。

[来源：GB 50461—2008，2.0.1，有修改]

3.6

高处作业 working at height

在坠落高度基准面2 m及以上有可能坠落的高处进行的作业。

[来源：JGJ 80—2016，2.1.1]

3.7

爆炸和火灾危险场所 explosive and fire hazardous place

凡用于生产、加工、存储和运输爆炸品、压缩气体、液化气体、易燃液体和易燃固体等物质的场所。

[来源：GB/T 32937—2016，3.1]

4 一般规定

4.1 检测周期

爆炸和火灾危险场所雷电防护装置检测周期为6个月，其他场所雷电防护装置检测周期为12个月。

4.2 检测设备和安全防护装备

4.2.1 检测设备应符合 GB/T 32938—2016 中第 9 章的规定，常用检测设备的主要性能和参数指标见附录 A。

4.2.2 检测作业应配备相应的安全防护装备，常用安全防护装备主要性能和参数指标见附录 B。

4.3 检测程序

4.3.1 检测准备

现场检测前，应进行现场勘查，识别可能涉及的危险因素，制定检测方案和事故应急预案，准备检测设备和安全防护装备。

4.3.2 现场检测

4.3.2.1 检测作业前，应就检测方案与受检单位做好沟通，并进行工作交底、安全交底和技术交底。

4.3.2.2 检测作业时，可按先检测外部雷电防护装置¹⁾，后检测内部雷电防护装置²⁾的顺序进行，将检测结果填入雷电防护装置检测原始记录表。

4.3.3 报告出具

现场检测后，及时进行检测数据整理，制作并出具检测报告和整改意见书。

4.4 检测数量

除下列检测内容可按比例抽测外，其他项应全部检测。

- a) 相同类型接闪器间焊接时的搭接长度、焊接方法检测不应少于连接处总数的 10%，且不少于 1 处；
- b) 明敷引下线焊接时的搭接长度和焊接方法检测不应少于连接处总数的 5%，且不少于 1 处；
- c) 明敷接闪带、引下线固定支架的垂直拉力、间距和高度检测不应少于固定支架总数的 10%，且不少于 1 处；
- d) 接地装置焊接时的搭接长度、焊接方法和防腐处理检测不少于该焊接方法总数的 50%，且不少于 1 处。

¹⁾ 户外装置区石油化工装置外部雷电防护装置主要由接闪器、引下线、接地装置组成。

²⁾ 户外装置区石油化工装置内部雷电防护装置由防雷等电位连接和共用接地系统组成。

5 检测项目

雷电防护装置检测项目包括：

- a) 接闪器；
- b) 引下线；
- c) 接地装置；
- d) 防雷等电位连接。

6 检测方法

6.1 检查

6.1.1 观察

通过现场目视察看雷电防护装置的观感质量进行现场检查而获取结果。

6.1.2 查阅资料

通过审查阅读雷电防护装置隐蔽工程记录、施工记录、设计图纸、竣工图纸、产品质量文件、运行维护记录或第三方报告等档案资料而获取结果。

6.2 测量

依据标准和规范，在规定的条件下，使用规定的仪器，按照相应程序对雷电防护装置特定参数进行测量而获取结果。

7 检测内容

7.1 接闪器

7.1.1 使用游标卡尺、千分尺或测厚仪等测量接闪器材料规格尺寸，应符合下列规定。

- a) 采用接闪杆、接闪带、接闪线、接闪网等作为接闪器时，材料规格应符合 GB 50650—2011（2022 年版）中 6.1.2~6.1.4 的规定。
- b) 高大炉体、塔体、桶仓、大型设备、金属罐体、金属框架、金属管架、金属屋面以及在高空布置、较长的卧式容器和管道（送往火炬的管道）等采用本体作为接闪器时，材料最小厚度应符合表 1 中防止击（熔）穿的厚度的规定，且无绝缘被覆层。

表1 防止击（熔）穿的厚度

材料	防止击（熔）穿的厚度 mm
不锈钢、镀锌钢	4
钛	4
铜	5
铝	7

7.1.2 当采用接闪带、接闪网作为接闪器时，除 7.1.1 检测内容外，还应检测接闪器安装位置、材料种类、外观和锈蚀状况、焊接时的搭接长度、固定点支持件的间距、高度和垂直拉力。具体检测应包括以下内容。

- a) 观察接闪器现状，接闪器位置应正确，且平正顺直，无急弯，固定支架间距应均匀，焊接固定的焊缝应饱满无遗漏，螺栓固定应有防松零件，焊接部分补刷防腐油漆完整，无严重锈蚀；
- b) 使用长度测量工具测量钢材焊接时的搭接长度和固定支架间距、高度，焊接时的搭接长度和焊接方法应符合表 2 的规定，固定支架间距应均匀，且符合 GB 50057—2010 中 5.2.6 的规定。

表2 雷电防护装置钢材焊接时的搭接长度及焊接方法

焊接材料	搭接长度	焊接方法
扁钢与扁钢	不应小于扁钢宽度的2倍	两个大面不应少于3个棱边焊接
圆钢与圆钢	不应小于圆钢直径的6倍	双面施焊
圆钢与扁钢	不应小于圆钢直径的6倍	双面施焊
扁钢与钢管、扁钢与角钢	紧贴角钢外侧两面或紧贴3/4钢管表面，上、下两侧施焊，并焊以由扁钢弯成的弧形（或直角形）卡子或直接由扁钢本身弯成弧形或直角形与钢管或角钢焊接	

- c) 使用拉力计对固定支架施加不小于 49 N 的垂直拉力，观察是否牢固可靠，固定支架应能承受 49 N 的垂直拉力（垂直于安装平面）。
- 7.1.3 首次检测时，除 7.1.1、7.1.2 检测内容外，还应查阅设计图纸，检查接闪器设置是否与其一致。使用长度测量工具测量接闪器高度、与被保护物距离等数据，计算接闪器保护范围，判断石油化工装置是否被有效保护。接闪保护范围采用下列方法之一确定。
- a) 滚球法，应符合 GB 50057—2010 中附录 D 的规定，滚球半径取 45 m。
- b) 保护角法，接闪器顶部与被保护参考平面的高差和保护角应符合 GB/T 21714.3—2015 中 5.2.2 和 GB/T 21714.3—2015 中附录 A 的规定。
- 7.1.4 当检测放空口接闪器时，除 7.1.1~7.1.3 检测内容外，首次检测还应观察或查阅资料获取排放设施排放的物料和浓度、排放的频率和方式、正常或事故排放、手动或自动排放等生产操作性质和安装位置等，使用长度测量工具测量排放设施的放空口与接闪器之间的安全距离，计算接闪器保护范围，放空口接闪器设置应符合 GB 50650—2011（2022 年版）中 4.3.2 和 4.3.3 的规定。
- 7.2 引下线
- 7.2.1 观察引下线外观状况、电气连接形式、焊接质量。明敷引下线应平直、无急弯，卡钉分段固定。引下线宜采用焊接、夹接、卷边压接、螺钉或螺栓等连接，保持各金属部件间电气连接。使用长度测量工具测量钢材焊接时的搭接长度，搭接长度和焊接方法应符合表 2 的规定。
- 7.2.2 观察引下线敷设方式、材料类型、数量，使用长度测量工具测量引下线间距，应符合下列规定。
- a) 高大炉体、塔体、桶仓、大型机器设备、金属静设备、金属罐体、金属框架、金属管架以及在高空布置、较长的卧式容器和管道（送往火炬的管道）引下线设置不应少于 2 处，间距不应大于 18 m。
- b) 高度不超过 40 m 的烟囱可只设 1 根引下线，超过 40 m 时应设置 2 根引下线。金属爬梯可作为 2 根引下线使用。金属烟囱、火炬筒体应作为引下线使用。
- 7.2.3 使用游标卡尺、千分尺等测量引下线材料规格尺寸，应符合下列规定。
- a) 采用明敷引下线时，宜采用热镀锌圆钢或扁钢、锌包圆钢，圆钢直径不应小于 8 mm，扁钢截面积不应小于 50 mm²、厚度不应小于 2.5 mm。
- b) 采用建筑物内钢筋作为引下线时，圆钢直径不应小于 10 mm。
- c) 当独立烟囱引下线采用圆钢时，直径不应小于 12 mm，采用扁钢时，其截面积不应小于 100 mm²、厚度不应小于 4 mm。
- 7.2.4 测量引下线固定支架间距、高度和垂直拉力，具体检测应包括以下内容。
- a) 使用长度测量工具测量引下线固定支架间距、高度，固定支架的间距、高度应符合 GB 50057—2010 中 5.2.6 的规定。
- b) 使用拉力计对引下线固定支架施加不小于 49 N 的垂直拉力，观察是否牢固可靠，固定支架应能承受不小于 49 N 的垂直拉力（垂直于安装平面）。
- 7.2.5 观察引下线机械保护、防接触电压和跨步电压的措施，使用长度测量工具测量断接卡高度，应符合下列规定。
- a) 引下线在地面以上 1.7 m 至地面以下 0.3 m 加装机械保护设施，在距地面 0.3 m~1.8 m 处设置断接卡，且符合 GB 50057—2010 中 5.3.6 和 5.3.7 的规定。
- b) 专设引下线应设置保护人身安全所需要的防接触电压和跨步电压的措施，且符合 GB 50057—2010 中 4.5.6 的规定。
- 7.2.6 采用建筑物内钢筋作为引下线时，除 7.2.1~7.2.5 检测内容外，首次检测时还应查阅引下

线隐蔽工程记录。引下线宜采用焊接、夹接、卷边压接、螺钉或螺栓等连接，金属各部件间应保持良好的电气连接，预应力混凝土钢筋不应作为引下线。

7.3 接地装置

7.3.1 使用接地电阻测试仪测量接地电阻，测量应按照附录 C 进行。当需要计算冲击接地电阻时，应按照附录 D 测量土壤电阻率，并根据附录 E 计算。当引下线连接的接地装置为独立接地体时，应断开断接卡测量，当引下线连接的接地装置为环形接地体时，可不断开断接卡。大型接地地网检测时，应使用测试电流大于 3 A 的接地电阻测试仪表。接地装置接地电阻应符合下列规定。

- a) 爆炸和火灾危险场所的防直击雷装置，每根引下线冲击接地电阻不应大于 10 Ω。
- b) 非爆炸和火灾危险场所的冷却塔每根引下线冲击接地电阻不应大于 30 Ω。
- c) 管架上敷设输送可燃性介质的金属管道，在始端、末端、分支处设置的防闪电感应接地装置的工频接地电阻不应大于 30 Ω。
- d) 防直击雷的接地宜与防闪电感应、电气和电子系统等接地共用接地装置，当采用共用接地装置时，接地电阻应按 50 Hz 电气装置的接地电阻值确定，不应大于按人身安全所确定的接地电阻值。

7.3.2 使用过渡电阻测试仪测量两相邻接地装置过渡电阻，判定共用接地还是独立接地。当两相邻接地装置的过渡阻值不大于 1 Ω 时，判定为电气导通共用，否则判定为各自独立接地。

7.3.3 首次检测时，除 7.3.1、7.3.2 检测内容外，还应观察接地装置现状或查阅接地装置隐蔽工程记录，检查接地体的材料、结构、安装方法、焊接方法，必要时使用游标卡尺、千分尺等测量材料最小尺寸，使用长度测量工具测量埋设间距、深度、焊接搭接长度等。接地体的材料、结构和最小尺寸应符合表 3 的规定，埋设间距、深度、安装方法应符合 GB 50057—2010 中 5.4.2~5.4.5 的规定。当接地体采用焊接时，其搭接长度和焊接方法应符合表 2 的规定。地下金属导体间的连接宜采用放热焊接方式，当采用通常的焊接方法时，焊接处应做防腐处理。

表3 接地体材料规格

材料	结构	最小尺寸 mm		
		垂直接地体	水平接地体	接地板
钢	单根圆钢	≥ Φ 16	≥ Φ 10	—
	热镀锌钢管	≥ Φ 25	—	—
	热镀锌扁钢	—	≥ 40×4	—
	热镀锌钢板	—	—	≥ 500×500
	裸圆钢	—	≥ Φ 10	—
	裸扁钢	—	≥ 40×4	—
	热镀锌角钢	≥ 50×50×3	—	—

7.4 防雷等电位连接

7.4.1 观察等电位连接的位置、安装工艺，应符合表 4 的规定。使用过渡电阻测试仪测量各设施等电位连接过渡电阻，检测应按照附录 F 进行，等电位连接过渡电阻值不应大于 0.2 Ω。

表4 户外装置区相关设施等电位连接要求

序号	区域	设施	要求
1	炉区	金属框架支撑的炉体	与接地装置可靠电气连接
2		直接安装在地面上的炉体、混凝土框架支撑的炉体	与接地装置可靠电气连接
3		混凝土框架上接地线连接件	与炉体可靠电气连接
4	塔区	塔体顶部安全阀、呼吸阀、放散管、消防喷淋管、吊架及测温、测压力、测液位装置等金属附件	与塔体可靠电气连接
5		塔体顶部可能遭受雷击的照明灯、操作箱、航空障碍灯等设施及配线电缆金属屏蔽管	与塔体可靠电气连接
6		塔体高度超过 45 m 以上时，45 m 以上每层作业平台上金属构件	与塔体可靠电气连接
7	静设备区	安装有静设备的混凝土框架顶层平台金属栏杆	连接成电气通路
8		金属设备	与接地装置可靠电气连接

表 4 户外装置区相关设施等电位连接要求（续）

序号	区域	设施	要求
9	机器设备区	安装在同一金属底板上，安装在单独混凝土底座上或位于其他低导电材料制作的单独底板上的机械设备、电动机等	与接地装置可靠电气连接
10	罐区	储罐顶部阻火器、安全阀、呼吸阀、放散管、量油孔、人孔、透光孔、消防喷淋管等金属附件	与罐体可靠电气连接
11		储罐顶部照明灯、现场操作箱等设施及配线电缆金属屏蔽管两端	与罐体可靠电气连接
12		浮顶	与罐体可靠电气连接
13		测温、测压力、测液位以及可燃气体探测等设备	与接地装置可靠电气连接
14	可燃液体装卸站	汽车装卸区栈桥、鹤管、照明灯、现场操作箱、各类泵等设施及配线电缆金属屏蔽管	与接地装置可靠电气连接
15		铁路槽车装卸区的栈桥、鹤管、钢轨、照明灯、现场操作箱、各类泵、静电泄放装置等设施及配线电缆金属屏蔽管	与接地装置可靠电气连接
16	自然引下线和专设引下线		上端应与接闪器可靠电气连接，下端应与接地装置可靠电气连接

7.4.2 观察等电位连接导体材料，使用游标卡尺、千分尺等测量连接导体规格尺寸，应符合表 5 的规定。

表5 雷电防护装置各连接部件的最小截面

等电位连接部件	材料	最小截面积 mm ²
等电位连接带 (铜、外表面镀铜的钢或热镀锌钢)	铜、铁	50
从等电位连接带至接地装置或各等电位连接带之间的连接导体	铜	16
	铝	25
	铁	50
金属装置至等电位连接带的连接导体	铜	6
	铝	10
	铁	16
外浮顶储罐浮顶至罐体的等电位连接导线	扁平镀锡软铜复绞线	50
	绝缘阻燃护套软铜复绞线	50
内浮顶储罐浮顶至罐体的等电位连接导线	不锈钢铜线绳	20

7.4.3 使用长度测量工具测量金属的设备、框架、管道、电缆保护层（铠装、钢管、槽板等）、放空口等与引下线安全距离，应符合公式（1）的规定；当其空间距离达不到下式要求时，该金属物体应在高于连接点的地方增加接地连接线。

$$S \geq 0.075 k_c l_x \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- S ——空间距离，单位为米（m）；
- k_c ——分流系数，单根引下线取1，两根引下线及接闪器不成闭合环的多根引下线取0.66，接闪器成闭合环的或网状的多根引下线取0.44；
- l_x ——引下线计算点到接地连接点的长度，单位为米（m）。

7.4.4 爆炸和火灾危险场所检测，应观察长金属物的弯头、阀门、法兰盘等连接情况，使用长度测量工具测量平行或交叉敷设的金属管道间隔距离，使用过渡电阻测试仪测量两端跨接过渡电阻。过渡电阻检测应按照附录 F 进行。爆炸和火灾危险场所中的长金属物应符合下列规定。

- a) 爆炸和火灾危险场所中平行敷设的金属管道、框架和电缆金属保护层等设施，当其间净距小于 100 mm 时应每隔 30 m 金属跨接。相交或相距处净距小于 100 mm 时应金属跨接。
- b) 爆炸和火灾危险场所中长金属物的弯头、阀门、法兰盘等连接处，当过渡电阻大于 0.03 Ω 时，连接处应用金属线跨接。对有不少于 5 根螺栓连接的法兰盘，在非腐蚀环境下，可不跨接。

8 检测作业要求

现场作业的检测人员不应少于3人，现场检测和高处检测安全作业要求应符合附录G的规定。

9 检测数据整理

9.1 检测记录

9.1.1 现场检测时，应如实将各项检测数据记入原始记录表，检测人员、校核人员、被检测单位现场负责人应在原始记录表上签字。原始记录表应作为用户档案保存，新（改、扩）建项目档案应长期保存，定期检测项目档案至少保存5年。

9.1.2 首次检测时，应绘制雷电防护装置平面示意图，定期检测时若有变化应进行补充或修改。

9.2 检测结果判定

将经计算或整理的各项检测结果与相应的技术要求进行比较，检测结果符合第7章相关要求，判定合格。检测数值修约规则、极限数值表示和判定方法应符合GB/T 21431—2023中附录K的规定。

如果检测结果中出现不合格项，应出具整改意见书。

9.3 检测报告

9.3.1 检测报告应由报告制作人员、检测人员和校核人员签字后，由授权签字人签发，并加盖检测单位公章或检测专用章。

9.3.2 检测报告应不少于两份，分别由被检测单位和检测单位存档。存档应有纸质和电子存档两种形式。

附录 A
(资料性)
常用检测仪器的主要性能和参数指标

A.1 尺

用于接闪器、引下线支架距离、高度等的测量。

钢卷尺：自卷式或制动式测量上限(m)：2 m、3 m、5 m。

游标卡尺：量程：0 mm~150 mm；

分度值：0.02 mm。

A.2 全站仪

用于建筑物、接闪器高度等的测量。

测量距离：单棱镜测程：5000 m；免棱镜测程：350 m。

测距精度：2 ppm+2 ppm。

测角精度：2"。

工作环境温度：-20℃~50℃。

A.3 激光测距仪

用于金属管道间距离等的测量。

测距精度： ≤ 1.0 mm。

工作环境温度：-10℃~50℃。

A.4 接地电阻测试仪

A.4.1 工频接地电阻测试仪

用于工频接地电阻的测量。

测试电流： ≥ 20 mA。

量程： $\geq (0\sim 2000)\ \Omega$ 。

分辨力(d)： $\leq 0.01\ \Omega$ 。

最大允许误差： $\pm (5\%rdg+2d)$ 。

注：rdg指显示值。

A.4.2 大电流接地电阻测试仪

测量大型接地地网时，选用大电流接地电阻测试仪。

测试电流： ≥ 3 A（异频40 Hz~60 Hz）、 ≥ 50 A（工频50 Hz）。

量程： $\geq (0\sim 100)\ \Omega$ 。

分辨力(d)： $\leq 0.001\ \Omega$ 。

最大允许误差： $\pm (1\%rdg+2d)$ 。

A.5 土壤电阻率测试仪

用于土壤电阻率的测量。

测试电流： ≥ 20 mA。

量程： $\geq (0\sim 20)\ k\Omega\cdot m$ 。

分辨力(d)： $\leq 0.01\ \Omega\cdot m$ 。

最大允许误差： $\pm (5\%rdg+2d)$ 。

A.6 过渡电阻测试仪（毫欧表）或等电位测试仪

用于过渡电阻的测量。

空载电压：4 V~24 V。

测试电流： ≥ 0.2 A。

量程： $\geq (0 \sim 100) \Omega$ 。

分辨力(d)： $\leq 0.001 \Omega$ 。

最大允许误差： $\pm (2\%rdg + 2d)$ 。

A.7 超声测厚仪

用于罐体、塔体、炉体壁厚的测量。

传感器：超声波5MHZ $\Phi 8$ 。

测试范围：1.5 mm～200 mm（45号钢）。

分辨力(d)： $\leq 0.1 \text{ mm}$ 。

准确度： $0.5\%H + 0.2$ （H为被测材料的厚度）。

A.8 环路电阻测试仪

用于引下线电气连通及管道跨接线等电位连接的测试。

测量范围： $0.01 \Omega \sim 1000 \Omega$ 。

分辨力(d)： $\leq 0.001 \Omega$ 。

工作环境温度： $-10 \text{ }^{\circ}\text{C} \sim 55 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

附录 B
(资料性)
安全防护装备主要技术参数

B.1 便携式气体探测器

便携式气体探测器用以检测可燃气体浓度或者有毒气体浓度的本质安全型设备，其具体检测范围及参数见表B.1。

表B.1 气体探测器检测范围及参数

探测气体类别	检测范围	精度	工作环境温度 ℃
可燃气体（氢气、甲烷、乙烷、丙烷、丁烷、乙烯、丙烯、丁烯、乙炔、丙炔、丁炔、磷化氢、乙醇）	0~100%LEL ^a	0.5%LEL：±3% 51~100%LEL：±5%	-15~45
有毒气体（氯、氨、氮氧化物、光气、氟化氢、二氧化硫、三氧化硫、硫酸二甲酯、氮气、甲烷、乙烷、一氧化碳、硝基苯的蒸气、氰化氢、硫化氢）	0~1000ppm ^b	0.5%LEL：±3% 51~100%LEL：±5%	-15~45
^a LEL：可燃气体在空气中遇明火爆炸的最低浓度，称为爆炸下限。 ^b ppm：气体或液体浓度。			

B.2 氧含量分析（检测）仪

分析参数：O₂（可选择分析原理：电化学，磁氧或者激光分析仪）；
测量范围：0~30%vol。

B.3 安全带

安全带用以防止高处作业人员发生坠落或发生坠落后将作业人员安全悬挂的个体防护装备，其分类及使用场所见表B.2。

表B.2 安全带分类及使用场所

安全带分类	部件组成	使用场所
围杆作业安全带	系带、连接器、调节扣、围杆带（绳）	架空线杆塔顶部雷电防护装置检测
区域限制安全带	系带、连接器、安全绳、调节扣	建（构）筑物平屋面或屋面边沿设施检测
防止坠落安全带	系带、连接器、安全绳、自锁器	烟囱、水塔、塔式起重机等垂直攀爬场所

B.4 自吸过滤式防毒面具

过滤式防毒面具普通过滤件类型和用途见表B.3。

表B.3 普通过滤件分类

类 型	用 途
A型	用于防护沸点大于65℃的有机气体或蒸气，例如苯、四氯化碳、硝基苯、环己烷等
B型	用于防护无机气体或蒸气，例如氯化氰、氢氰酸、氯气等
E型	用于防护二氧化硫和其他酸性气体或蒸气
K型	用于防护氨及氨的有机衍生物
CO型	用于防护一氧化碳气体
Hg型	用于防护汞蒸气
H ₂ S型	用于防护硫化氢气体
AX型	用于防护沸点不大于65℃的有机气体或蒸气
SX型	用于防护某些特殊化合物。

B.5 自吸过滤式防颗粒物呼吸器（防尘口罩）

按性能分为KN和KP两类，KN类只适用于过滤非油性颗粒物，KP类适用于过滤油性和非油性颗粒物。

不同防护等级需要符合下列规则。

a) KN 系列：

- 1) KN100：对于 0.075 微米以上的非油性颗粒物过滤效率大于 99.97%；
- 2) KN95：对于 0.075 微米以上的非油性颗粒物过滤效率大于 95%；
- 3) KN90：对于 0.075 微米以上的非油性颗粒物过滤效率大于 90%。

b) KP 系列：

- 1) KP100：对于 0.185 微米以上的油性和非油性颗粒物过滤效率大于 99.97%；
- 2) KP95：对于 0.185 微米以上的油性和非油性颗粒物过滤效率大于 95%；
- 3) KP90：对于 0.185 微米以上的油性和非油性颗粒物过滤效率大于 90%。

B.6 防尘护目镜

用以在具有烟雾、粉尘等场所及空气中悬浮有害物质污染场所的检测作业。

B.7 空气呼吸器

用以在浓烟、毒气、蒸汽或缺氧等各种环境下安全有效地进行检测作业，其分类及主要参数见表B.4。

表B.4 空气呼吸器分类及主要参数

型号	最大供气流量 L/min	气瓶工作压力 MPa	气瓶容积 L	使用时间 min
RHZK-5/30	300	30	5	50
RHZK-6/30	300	30	6	60
RHZKF-6.8/30	300	30	6.8	60
RHZKF-9/30	300	30	9	90
RHZKF-6.8×2/30双瓶	300	30	6.8×2	120

B.8 安全警示路障、安全警戒线

安全警示路障、安全警戒线根据表B.5要求设置摆放位置。

表B.5 高处作业物体可能坠落范围半径

作业级别	作业高度 m	坠落半径 m
一级	2~5	2
二级	5~15	3
三级	15~30	4
特级	>30	5

B.9 耐酸碱手套

用以含有酸、碱等腐蚀性液体场所的检测作业。

长度：30 cm、38 cm、40 cm、45 cm、50 cm、55 cm、58 cm、60 cm、72 cm、82 cm。

特点：耐强酸70%，耐强碱55%。

B.10 隔音耳塞

用以在噪音超过95分贝场所的检测作业。

噪音降低率应符合：

- 国际标准 ISO 4969—2 检测的单值降噪值 SNR：31 分贝；
- 美国标准 ANSI S3.19—1974 检测的单值降噪值 NRR：29 分贝。

B.11 安全帽

安全帽选择方法：检查“三证”（即生产许可证，产品合格证，安全鉴定证），具有“安全防护”的盾牌标识。

帽壳内部尺寸：长195 mm~250 mm，宽170 mm~220 mm，高120 mm~150 mm。

垂直间距：≤50 mm。

B.12 防静电工作服

用于为防止因人体带有静电而可能引起燃烧、爆炸等一切存在静电危害场所(如石油、化工、煤矿、印刷、橡胶、医疗、净化、电子等行业的作业场所)的检测作业。

选用标准及要求：

- a) 工作服的钮扣、拉链、钩、绊等附件，宜为塑料、尼龙等非金属材质。如果工作服制作时选用了金属附件，应试穿一下，保证穿用及从事各种活动时，金属附件不外露；
- b) 翻看工作服的反面，衣袋、贴边、加固布等，宜使用防静电织物制作；采用其他材料制作的，其露出面积应小于全部防静电服内露出面积的 20%以下；
- c) 出于防寒保暖或其他特殊要求制作的棉服、全衬工作服，其棉内套、全衬里应为可拆卸式；
- d) 查看防静电织物，对于同一类导电纤维，加入的密度越高，其防静电性能相应越好。

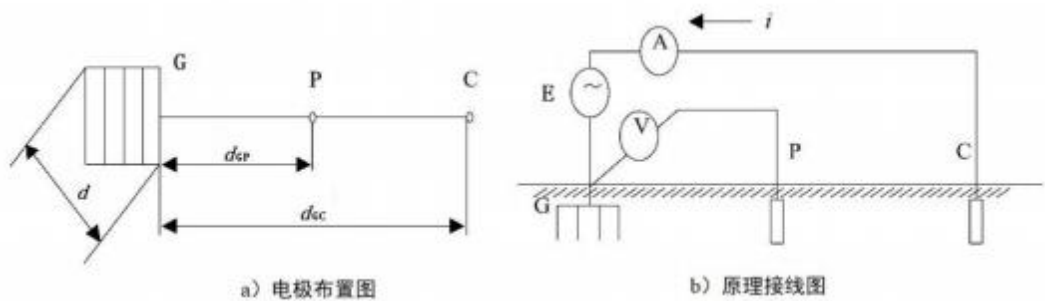
B.13 防静电工作鞋

用于为防止因人体带有静电而可能引起燃烧、爆炸等一切存在静电危害场所(如石油、化工、煤矿、印刷、橡胶、医疗、净化、电子等行业的作业场所)的检测作业。

鞋底电阻： $10^6 \Omega \sim 10^9 \Omega$ 。

附录 C
(规范性)
接地电阻的测量

C.1 三极法宜采用直线法进行电极布置，即被测接地装置 G，测量用的电压极 P 和电流极 C 布置在一条直线上且垂直于地网，接线原理见图 C.1。测量用电流极 C 和电压极 P 离被测接地装置 G 边缘的距离为 $d_{GC} = (4\sim 5)d$ 和 $d_{GP} = (0.5\sim 0.6)d_{GC}$ ，点 P 可以认为是处在实际的零电位区内。为了较准确地找到实际零电位区时，可把电压极沿测量用电流极与被测接地装置之间连接线方向移动三次，每次移动的距离约为 d_{GC} 的 5%，测量电压极 P 与接地装置 G 之间的电压。如果电压表的三次指示值之间的相对误差不超过 5%，则可以把中间位置作为测量用电压极的位置。被测接地装置的工频接地电阻 R_G 按式 (C.1) 进行计算。使用接地阻表（仪）进行接地电阻值测量时，宜按选用仪器的要求进行操作。



标引序号说明：
G —— 被测接地装置；
P —— 测量用电压极；
C —— 测量用电流极；
E —— 测量用的工频电源；
A —— 交流电流表；
V —— 交流电压表；
 d_{GP} —— 被测接地装置至电压极的长度；
 d_{GC} —— 被测接地装置至电流级的长度；
 d —— 被测接地装置的最大对角线长度；
 i —— 测试电流。

图C.1 三极法的接线原理图

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

式中：
 R_G —— 被测接地装置的工频接地电阻，单位为欧姆（Ω）；
 U_G —— 电压表指示值，单位为伏特（V）；
 I —— 电流表指示值，单位为安培（A）。
C.2 当被测接地装置的面积较大而土壤电阻率不均匀时，为了得到较可信的测试结果，宜将电流极离被测接地装置的距离增大，同时电压极离被测接地装置的距离也相应地增大。
C.3 测量工频接地电阻时，如 d_{GC} 取 $4d\sim 5d$ 值有困难，当接地装置周围的土壤电阻率较均匀时， d_{GC} 可以取 $2d$ 值；当接地装置周围的土壤电阻率不均匀时， d_{GC} 可以取 $3d$ 值。

附录 D
(规范性)
土壤电阻率的测量

D.1 总则

D.1.1 一般原则

D.1.1.1 土壤电阻率是土壤的一种基本物理特性，是土壤在单位体积内的正方体相对两面间在一定电场作用下，对电流的导电性能。一般取每边长为 10 mm 的正方体的电阻值为该土壤电阻率 ρ ，单位为欧姆·米($\Omega \cdot m$)。

D.1.1.2 土壤电阻率的影响因子有：土壤类型、含水量、含盐量、温度、土壤的紧密程度等化学和物理性质，同时土壤电阻率随深度变化较横向变化要大很多。因此，对测量数据的分析应进行相关的校正。本文件只对接地装置所在的上层（几米以内）土壤层进行测量，不考虑土壤电阻率的深层变化。

D.1.1.3 在进行土壤电阻率测量之前，宜先了解土壤的地质期和地质构造（见表 D.1），对所在地土壤电阻率进行估算。

表D.1 地质期和地质构造与土壤电阻率

土壤电阻率 ($\Omega \cdot m$)	第四纪	白垩纪 第三纪 第四纪	石炭纪 三叠纪	寒武纪 奥陶纪 泥盆纪	寒武纪前 和寒武纪
1 (海水)		砂质粘土			
10 (特低)		粘土			
30 (甚低)		白垩	白垩 暗色岩 辉绿岩 页岩 石灰石 砂岩	页岩 石灰石 砂岩 大理石	砂岩 石英岩 板石岩 花岗岩 片麻岩
100 (低)					
300 (中)					
1000 (高)					
3000 (甚高)					
10 000 (特高)					

D.1.1.4 土壤电阻率的测量方法有：土壤试样法、三极法（深度变化法）、两极法（西坡 Shepard 土壤电阻率测定法）、四极法等，本文件主要介绍四极法。

D.1.1.5 在采用四极法测量土壤电阻率时，应注意如下事项。

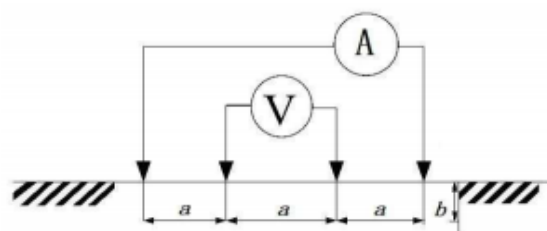
- a) 试验电极应选用钢接地棒，且不应使用螺纹杆。在多岩石的土壤地带，宜将接地棒按与铅垂方向成一定角度斜行打入，倾斜的接地棒应避开石头的顶部。
- b) 试验引线应选用挠性引线，以适用多次卷绕。在确定引线的长度时，要考虑到现场的温度。引线的绝缘不应因低温而冻硬或破裂。引线的阻抗应较低。
- c) 对于一般的土壤，因需把钢接地棒打入较深的土壤，宜选用 2 kg~4 kg 重量的手锤。
- d) 为避免地下埋设的金属物对测量造成的干扰，在了解地下金属物位置的情况下，可将接地棒排列方向与地下金属物（管道）走向呈垂直状态。

- e) 在测量变电站和避雷器接地极的时候,应使用绝缘鞋、绝缘手套、绝缘垫及其他防护手段,要采取措施使避雷器放电电流减至最小时,才可测试其接地极。
- f) 不应在雨后土壤较湿时进行测量。

D.2 测量方法(四极法)

D.2.1 等距法或温纳(Wenner)法

将测试电极插入被测土壤呈一字排列,电极均匀布置时示意图如图D.1所示。土壤电阻率 ρ 按式(D.1)进行计算:



标引序号说明:

A——交流电流表,指示值 I ;

V——交流电压表,指示值 U ;

a ——两相邻电极间距;

b ——电极深度。

图D.1 电极均匀布置时示意图

$$\rho = 4\pi a R / \left(1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4b^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}} \right) \quad \text{..... (D.1)}$$

式中:

ρ ——土壤电阻率,单位为欧姆米($\Omega \cdot \text{m}$);

R ——所测电阻(U/I),单位为欧姆(Ω);

a ——两相邻电极间距,单位为米(m);

b ——电极深度,单位为米(m)。

当测试电极入地深度 b 不超过 $0.1a$,可设定 $b=0$,则计算公式可简化为式(D.2):

$$\rho = 2\pi a R \quad \text{..... (D.2)}$$

式中:

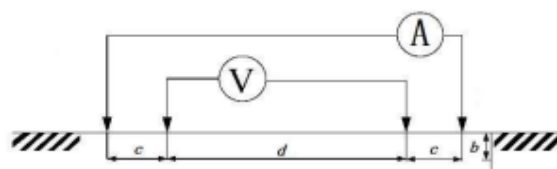
ρ ——土壤电阻率,单位为欧姆米($\Omega \cdot \text{m}$);

R ——所测电阻(U/I),单位为欧姆(Ω);

a ——电极间距,单位为米(m)。

D.2.2 非等距法或施伦贝格—巴莫(Schlumberger—Palmer)法

对于土壤结构不均匀的场地,当电极间距增大到40 m以上,采用非等距法。为方便测量,跨度较小的场地其布置方式可采用图D.2所示对称非等距法。对称非等距土壤电阻率测量方法中建议两个电压极的距离要求大于电流极与邻近电压极的两倍。此时电压极布置在相应的电流极附近,可升高所测的电位差值。



标引序号说明:

A——交流电流表,指示值 I ;

V——交流电压表,指示值 U ;

c ——电流极与电压极的间距;

b ——电极深度;

d ——两电压极的间距。

图D.2 电极非均匀布置时采用对称非等距法示意图

这种布置，当电极的埋地深度 b 与其距离 d 和 c 相比较甚小时，则所测得电阻率可按下式(D.3)计算：

$$\rho = \pi c(c + d)R/d \dots\dots\dots (D.3)$$

式中：
 ρ ——土壤电阻率，单位为欧姆·米($\Omega \cdot m$)；
 R ——所测电阻 (U/I)，单位为欧姆(Ω)；
 c ——电流极与电压极的间距，单位为米 (m)；
 b ——电极深度，单位为米 (m)；
 d ——两电压极的间距，单位为米 (m)。

D.3 测量数据处理

D.3.1 为了了解土壤的分层情况，在用等距法测量时，可取不同的 a 值进行测量，如 $a=2\text{ m}$ 、 4 m 、 5 m 、 10 m 、 15 m 、 20 m 、 25 m 、 30 m 等。

D.3.2 根据需要采用非等距法测量，测量电极间距可选择 40 m 、 50 m 、 60 m 。按式(D.3)计算相应的土壤电阻率。根据实测值绘制土壤电阻率 ρ 与电极间距的二维曲线图。采用兰开斯特—琼斯(The Laneaste-Jones)法判断在出现曲率转折点时，即是下一层土壤，其深度为所对应电极间距的2/3处。

D.3.3 土壤电阻率应在干燥季节或天气晴朗多日后进行，因此土壤电阻率应是所测的土壤电阻率数据中最大的值，为此应按下式(D.4)进行季节修正：

$$\rho = \varphi \rho_0 \dots\dots\dots (D.4)$$

式中：
 ρ ——土壤电阻率，单位为欧姆·米($\Omega \cdot m$)
 ρ_0 ——所测土壤电阻率，单位为欧姆·米($\Omega \cdot m$)；
 φ ——季节修正系数，见表D.2。

表D.2 根据土壤性质决定的季节修正系数表

土壤性质	深度 m	$\varphi 1^a$	$\varphi 2^b$	$\varphi 3^c$
黏土	0.5~0.8	3	2	1.5
黏土	0.8~3	2	1.5	1.4
陶土	0~2	2.4	1.36	1.2
砂砾盖以陶土	0~2	1.8	1.2	1.1
园地	0~3	1.7	1.32	1.2
黄沙	0~2	2.4	1.56	1.2
杂以黄沙的砂砾	0~2	1.5	1.3	1.2
泥炭	0~2	1.4	1.1	1.0
石灰石	0~2	2.5	1.51	1.2
<p>^a 在测量前数天下过较长时间的雨时选用。 ^b 在测量时土壤具有中等含水量时选用。 ^c 在测量时，可能为全年最高电阻，即土壤干燥或测量前降雨不大时选用。</p>				

附录 E

(规范性)

接地装置冲击接地电阻与工频接地电阻的换算

E.1 接地装置冲击接地电阻与工频接地电阻的换算应按式 (E.1) 确定:

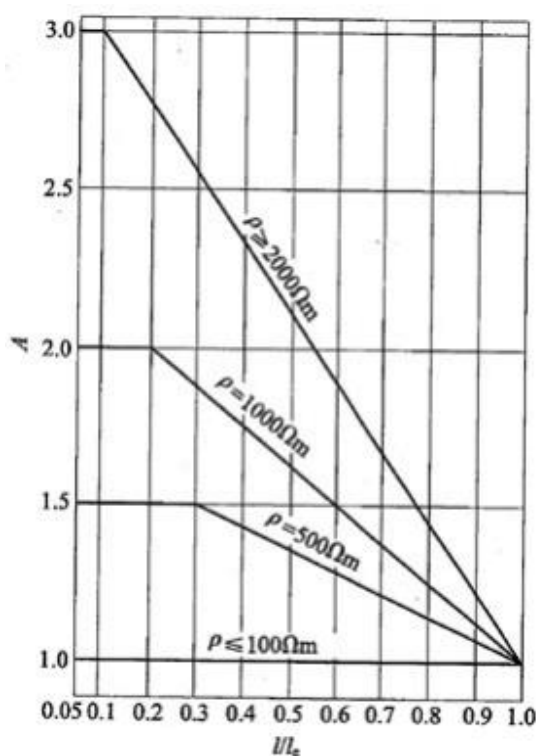
$$R = AR_i \dots\dots\dots (E.1)$$

式中:

R ——接地装置各支线的长度取值小于或等于接地体的有效长度 l_e 或者有支线大于 l_e 而取其等于 l_e 时的工频接地电阻,单位为欧姆(Ω);

A ——换算系数,其数值宜按图E.1确定;

R_i ——接地装置冲击接地电阻,单位为欧姆(Ω)。



注:为接地体最长支线的实际长度,其计量与 l_e 类同。当 $l > l_e$ 时,取其等于 l_e 。

图E.1 换算系数 A

接地体的有效长度应按式 (E.2) 确定:

$$l_e = 2\sqrt{\rho} \dots\dots\dots (E.2)$$

式中:

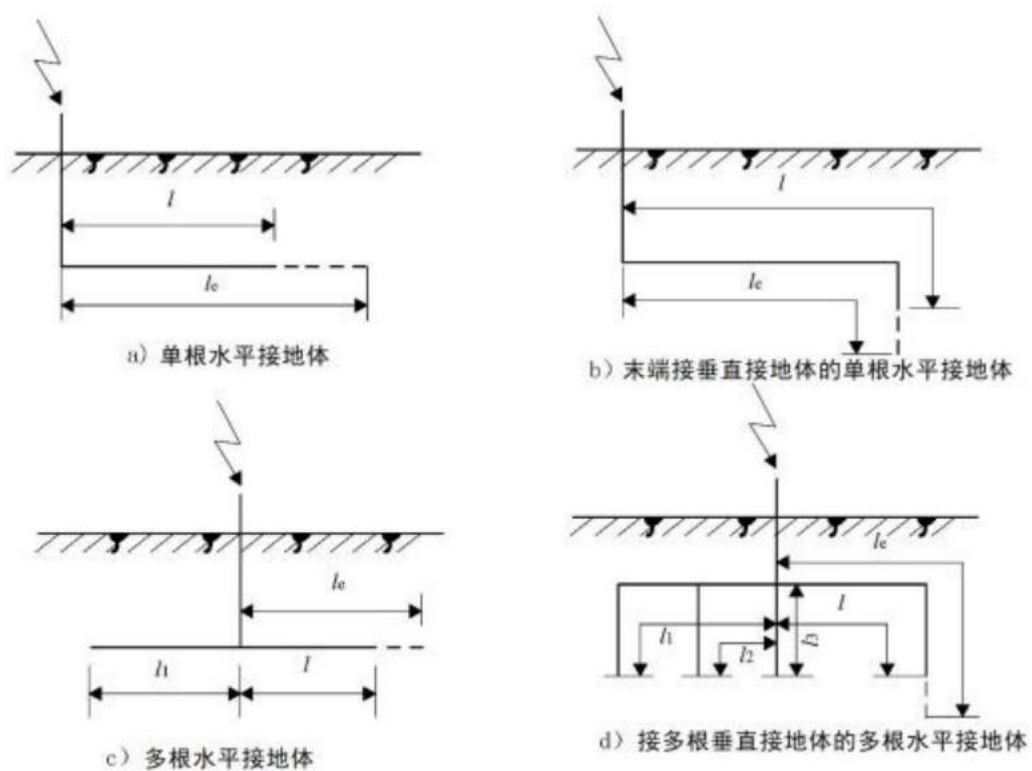
l_e ——接地体的有效长度,应按图E.2计量,单位为米(m);

ρ ——敷设接地体处的土壤电阻率,单位为欧姆·米($\Omega \cdot m$)。

E.2 环绕建筑物的环形接地体应按以下方法确定冲击接地电阻:

- 当环形接地体周长的 1/2 大于或等于接地体的有效长度 l_e 时,引下线的冲击接地电阻应为从与该引下线的连接点起沿两侧接地体各取 l_e 长度算出的工频接地电阻(换算系数 A 等于1);
- 当环形接地体周长的 1/2 小于 l_e 时,引下线的冲击接地电阻应为以接地体的实际长度算出工频接地电阻再除以 A 值。

E.3 与引下线连接的基础接地体,当其钢筋从与引下线的连接点量起大于 20 m 时,其冲击接地电阻应为以换算系数 A 等于 1 和以该连接点为圆心、20 m 为半径的半球体范围内的钢筋体的工频接地电阻。



标引序号说明：

l ——接地体最长支线的实际长度；

l_e ——接地体的有效长度；

l_1 、 l_2 、 l_3 ——多根接地体的实际长度， $l_1 \leq l$ 、 $l_2 \leq l$ 、 $l_3 \leq l$ 。

图E.2 接地体有效长度的计量

附录 F
(规范性)
过渡电阻的测量

F.1 基本要求

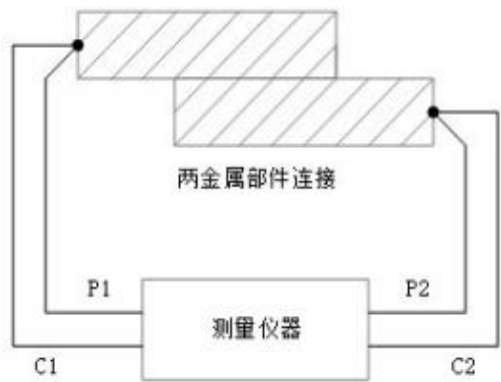
F.1.1 过渡电阻是用于表征建筑物金属部件或构件电气连接、等电位连接、跨接连接的性能以及两相邻接地装置间电气贯通性的参数。为减小或消除测试线直流电阻引入的测量数据叠加，宜选用具有四线法测试功能或可直接消除测试线直流电阻的设备仪器。

F.1.2 测量中宜尽量减小测试线与被测部位接触点之间接触电阻的影响。

F.2 电气连接性能的过渡电阻测量

F.2.1 电气连接性能的过渡电阻测量适用于将同类功能或不同类功能的金属部件直接连接在一起的情形，连接方式如焊接、夹接、压接或螺栓连接等。

F.2.2 电气连接性能过渡电阻测量示意图见图F.1。



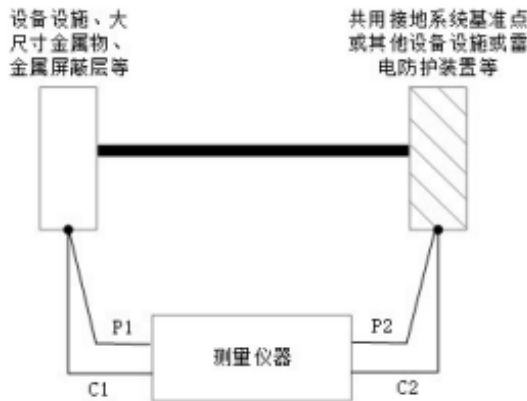
标引序号说明：
C1、C2——电流测试极；
P1、P2——电压测试极。

图 F.1 电气连接性能的过渡电阻测量示意图

F.3 等电位连接性能的过渡电阻测量

F.3.1 等电位连接性能的过渡电阻测量适用于通过等电位连接导体将分开的设备、设施连接到等电位连接带、等电位端子板或接地端子等，进而连接到防雷装置或接地系统的情形，连接方式如焊接、夹接、压接、螺栓连接等。

F.3.2 等电位连接性能过渡电阻测量示意图见图F.2。

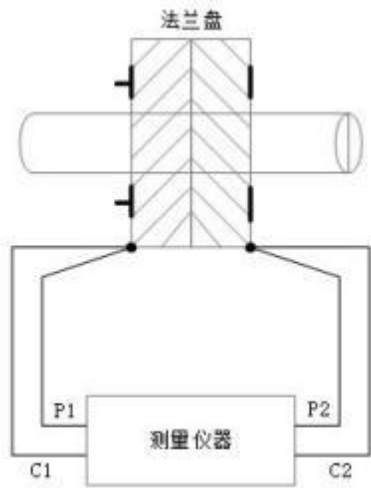


标引序号说明：
C1、C2——电流测试极；
P1、P2——电压测试极。

图 F. 2 等电位连接性能的过渡电阻测量示意图

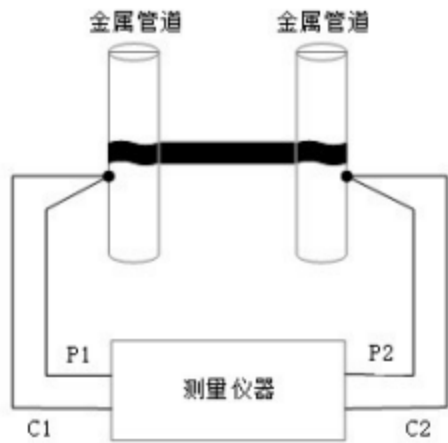
F. 4 跨接连接性能的过渡电阻测量

F. 4. 1 跨接连接性能的过渡电阻测量适用于将电气绝缘的导电部件之间用导体相互连接的情形。
F. 4. 2 跨接连接性能的过渡电阻测量示意图见图F. 3、图F. 4。



图F. 3 法兰盘之间跨接连接性能的过渡电阻测量示意图

标引序号说明：
C1、C2——电流测试极；
P1、P2——电压测试极。

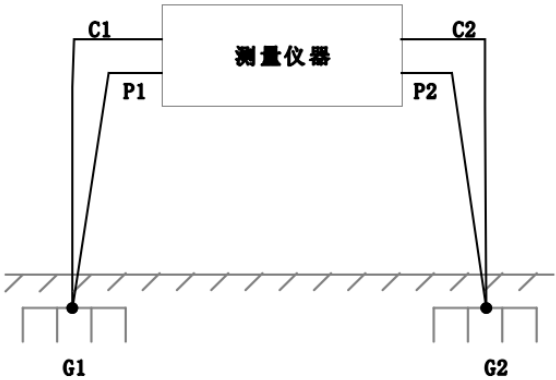


标引序号说明：
C1、C2——电流测试极；
P1、P2——电压测试极；

图 F. 4 金属管道之间跨接连接性能的过渡电阻测量示意图

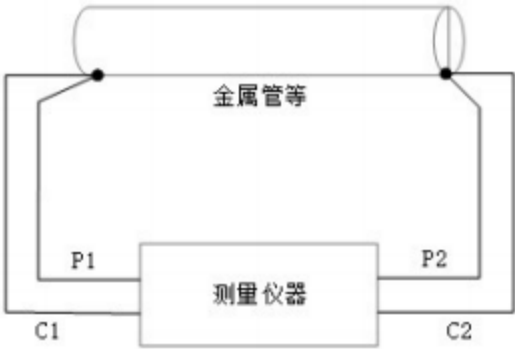
F. 5 电气贯通性能的过渡电阻测量

F. 5. 1 电气贯通性能的过渡电阻测量适用于判断相邻建筑物的接地装置之间的连接情形或金属管、金属格栅或钢筋成格栅形的混凝土管道两端的电气贯通情形。
F. 5. 2 电气贯通性能的过渡电阻测量示意图见图F. 5、图F. 6。



标引序号说明：
C1、C2——电流测试极；
P1、P2——电压测试极；
G1、G2——两处相邻的接地装置。

图F.5 两相邻接地装置之间电气贯通性能的过渡电阻测量示意图

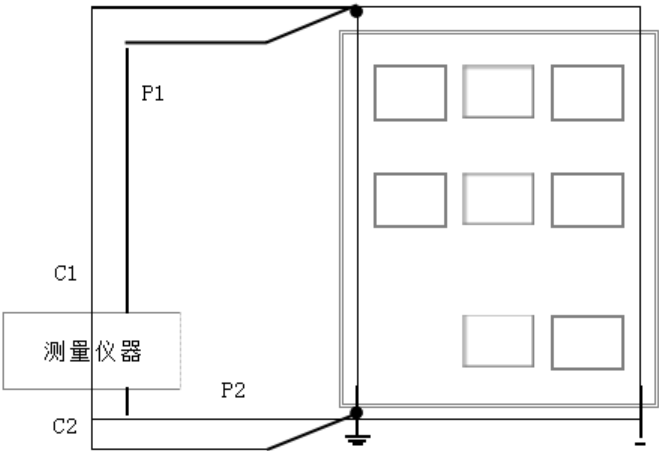


标引序号说明：
C1、C2——电流测试极；
P1、P2——电压测试极。

图F.6 金属管等两端电气贯通性能测量示意图

F.6 引下线电气连接性能的过渡电阻测量

引下线电气连接性能的过渡电阻测量示意图见图F.7。



标引序号说明：
C1、C2——电流测试极；
P1、P2——电压测试极。

图F.7 引下线电气连接性能的过渡电阻测量示意图

附 录 G
(规范性)
检测作业要求

G.1 现场检测安全作业要求

- G.1.1 检测人员应严格遵守被检单位规章制度和安全操作规程，必要时可向被检单位提出暂时关闭危险品流通管道阀门的申请。
- G.1.2 检测时应保障检测人员的作业安全。检测爆炸和火灾危险场所的雷电防护装置时，不应带火种、无线电通讯设备，不应吸烟，不应穿化纤服装、钉子鞋，应穿防静电服装、防静电手套。在有酸碱等腐蚀性介质的受限空间检测时，应穿戴好防酸碱工作服、工作鞋、手套等防护品。
- G.1.3 进入有毒气体泄放、泄露区域检测时应事先与车间负责人取得联系，作业点的有毒物浓度应在允许范围内，检测人员应配置必要的毒气检测防护装置，该仪器应具备报警功能，且配备必要的防护器材（如空气呼吸器、过滤式防毒面具或口罩等）。
- G.1.4 在产生噪声的受限空间作业时，应配戴耳塞或耳罩等防噪声护具。
- G.1.5 进入人体带电易产生静电危害的场所检测时，应在入口处按被检测单位要求做好人体静电泄放处理。
- G.1.6 在检测配电房、变电所、配电柜（箱）的雷电防护装置时应着绝缘鞋、绝缘手套，使用绝缘垫，以防电击。
- G.1.7 对低压配电柜（箱）进行检测时，应由被检单位派专人打开配电柜（箱），检测人员不得私自打开配电柜（箱）。检测人员应明确带电部位及相应的电压等级，确保安全距离，不应把手探入配电柜（箱），不应把头伸入到配电柜（箱）检查。
- G.1.8 现场不得随意敲打金属物，以免产生火星，造成重大事故。
- G.1.9 雷电、雨、浓雾、五级以上强风等恶劣天气应停止户外高处检测。

G.2 高处检测安全作业要求

- G.2.1 高处检测人员应经过专业技术培训及考试，取得高处作业许可证，并定期进行身体健康检查后方可投入作业。
- G.2.2 高处检测作业前，应办理《高处检测作业证》，检查高处作业的安全标志、安全装备、工具、仪表、电气设施和设备，确认其完好后，方可进行检测。
- G.2.3 高处检测人员应根据作业的实际情况配备相应的高处作业安全防护用品，且按规定正确佩戴和使用相应的安全防护用品、用具。
- G.2.4 高处检测人员应系用与作业内容相适应的安全带，安全带应系挂在作业处上方的牢固构件上或专为挂安全带用的钢架或钢丝绳上，不得系挂在移动或不牢固的物件上，不得系挂在有尖锐棱角部位，不得低挂高用。系安全带后应检查扣环是否扣牢。
- G.2.5 登不坚固的结构(如彩钢板屋顶、石棉瓦、瓦棱板等轻型材料)检测前，应保证其承重的立柱、梁、框架的受力能满足所承载的负荷，应铺设牢固的脚手板，并加以固定，脚手板上应有防滑措施。
- G.2.6 高处检测所需要的仪器、设备、辅助工作、安全装备等不能上下、左右传递，应使用绳子传递或装入工具袋随身携带。仪器在使用时应系安全绳，不用时放入工具袋中。不得投掷仪器、设备及其他物品。
- G.2.7 高处作业与其他作业交叉进行时，应按指定的路线上下，不应上下垂直作业，如果需要垂直作业应采取可靠的隔离措施。

参 考 文 献

- [1] GB 2890—2022 呼吸防护 自吸过滤式防毒面具
 - [2] GB 15322.3—2019 可燃气体探测器 第3部分：工业及商业用途便携式可燃气体探测器
 - [3] GB/T 32937—2016 爆炸和火灾危险场所防雷装置检测技术规范
 - [4] GB 50461—2008 石油化工静设备安装工程施工质量验收规范
 - [5] GB/T 50493—2019 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准
 - [6] GB 50601—2010 建筑物防雷工程施工与质量验收规范
 - [7] GB/T 50933—2013 石油化工装置设计文件编制标准
 - [8] DL/T 475—2017 接地装置特性参数测量导则
 - [9] JGJ 80—2016 建筑施工高处作业安全技术规范
 - [10] SH/T 3164—2021 石油化工仪表系统防雷设计规范
 - [11] SH/T 3538—2017 石油化工机器设备安装工程施工及验收通用规范
-