

DB 3309

浙江省舟山市地方标准

DB 3309/T 104—2023

石油化工装置雷电防护检测业务规范

Code of inspection of lightning protection system in petrochemical plant

2023-12-06 发布

2024-01-06 实施

舟山市市场监督管理局 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 一般要求.....1

5 检测程序与作业安全.....2

6 户外装置区防雷装置检测.....3

7 检测记录与报告编制.....5

附录 A（规范性） 防雷装置基本要求.....7

附录 B（资料性） 石油化工户外装置防雷装置定期（竣工）检测原始记录格式及填写要求..... 14

附录 C（规范性） 石油化工户外装置防雷装置定期（竣工）检测报告格式及填写要求..... 27

参考文献..... 35

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第一部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由舟山市气象局提出并归口。

本文件起草单位：舟山市气象安全技术中心（舟山市防雷中心）、宁波防雷安全检测有限公司舟山分公司。

本文件主要起草人：何文革、朱思瑜、梅希增、郑佳杰、鲁挺、盛友佳、吕雷军、陈军、杨华艇。

石油化工装置雷电防护检测业务规范

1 范围

本文件规定了实施石油化工装置雷电防护(以下简称防雷)检测的一般要求、检测程序与作业安全、户外装置区防雷检测、检测记录与报告编制。

本文件适用于石油化工装置及其辅助生产设施防雷装置的检测。

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 12158—2006 防止静电事故通用导则

GB/T 21431—2015 建筑物防雷装置检测技术规范

GB 50057—2010 建筑物防雷设计规范

GB 50058—2014 爆炸危险环境电力装置设计规范

GB 50074—2014 石油库设计规范

GB 50160—2008 石油化工企业设计防火标准

GB 50650—2011(2022年版) 石油化工装置防雷设计规范

SH/T 3097—2017 石油化工静电接地设计规范

3 术语和定义

GB 50160、GB 50650界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

设计文件

由设计单位出具的新、改、扩建建设项目防雷装置设计的技术图纸、设计联系(修改)单等文件资料。

3.2

石油化工装置

以石油炼制、石油化工及以煤为原料制取燃料和化工产品的生产装置,包括炼油、烯烃、化肥、化纤等生产装置。

3.3

放空口

安装在生产设备顶部和外侧上部并直接向大气排放气体的排放设施,如放散管、排风管、安全阀、呼吸阀、放料口、取样口、排污口等。

4 一般要求

4.1 检测机构和人员

- 4.1.1 检测机构应具备气象主管机构核发的甲级雷电防护装置检测有效资质。
- 4.1.2 检测人员应通过防雷装置检测专业技术培训，具备从事石油化工企业防雷装置检测所必需的防雷专业知识及相关专业知识。
- 4.1.3 参加现场检测人员不应少于3人，其中至少有1名人员具备中级技术职称以上或从事防雷检测工作5年以上。

4.2 检测仪器设备

- 4.2.1 检测所用的主要仪器设备应处于检定或校准合格的有效期内。
- 4.2.2 仪器设备与配件的配用必须满足现场检测要求，主要仪器应有备用。
- 4.2.3 应保证检测仪器工作正常，对讲机等现场设备具备防爆功能。

4.3 定期检测周期

石油化工装置应每半年开展一次定期检测。

4.4 检测场所划分

- 4.4.1 石油化工装置的各种场所，应根据能形成爆炸性气体混合物的环境状况和空间气体的消散条件，划分为厂房房屋类或户外装置区。
- 4.4.2 半敞开式和敞开式厂房应根据其敞开程度，划分为厂房房屋类或户外装置区。有屋顶而墙面敞开的大型压缩机厂房应划为厂房房屋类；设备管道布置稀疏的框架应划为户外装置区。
当厂房房屋和户外装置区两类场所混合布置时，可按下列原则进行划分：
 - 1) 上部为框架下部为厂房布置时，划分为户外装置区；
 - 2) 上部为厂房下部为框架布置时，划分为厂房房屋类；
 - 3) 厂房和框架毗邻布置时，应各自划分为厂房房屋类和户外装置区。
- 4.4.3 建筑结构为敞开式、半敞开式的场所是属于厂房房屋类场所和户外装置区场所之间的过渡场所。宜根据建筑形式、易燃易爆物质放散的和通风条件确定该局部的分类。

4.5 防雷类别确定

应按设计文件明确防雷类别。当设计文件无法获取或设计文件未明确防雷类别时，应参考石油化工装置的特性、雷击可能性以及雷击所造成的后果等要素，按以下要求明确防雷类别：

- 1) 厂房房屋类的防雷类别按 GB 50057 和 GB 50058 划分；
- 2) 户外装置区的防雷类别按 GB 50057、GB 50160、GB 50074 和 GB 50058 划分。

4.6 检测依据

- 4.6.1 竣工检测（含施工跟踪检测）应符合设计文件要求。定期检测时，若采用设计文件要求，则应选用设计文件。
- 4.6.2 石油化工装置厂房房屋类场所的防雷装置检测应按 GB 50057 的相关要求进行。
- 4.6.3 石油化工企业信息系统的防雷装置检测应按 SH/T 3097 和 GB 50057 的相关要求进行。
- 4.6.4 石油化工企业原油储罐的防雷检测应按 GB 50074 的相关要求进行。

5 检测程序与作业安全

5.1 现场检测程序

- 5.1.1 首次检测时，应先查阅受检建设项目的设计文件，了解防雷装置建设的基本情况，进行现场检测。
- 5.1.2 定期检测时，应向受检单位了解近年来受检项目遭受雷电灾害情况，巡视检测对象及周边环境，查阅上次检测报告与整改落实情况，根据检测服务合同约定的检测项目、检测时限制定检测方案后开展现场检测，受检项目的检测对象、检测内容应检尽检。
- 5.1.3 现场检测工作结束后，检测人员应检查、清理、恢复现场。
- 5.1.4 对现场检测中发现的不合格项应记录所在位置及问题，并告知陪同人员。检测完成后应及时向受检单位出具检测报告和（或）存在问题告知单。

5.2 检测作业安全

- 5.2.1 现场检测，应遵守受检单位的安全管理制度并有受检测单位的专员到场陪同检测。
- 5.2.2 在爆炸火灾危险环境检测，应穿戴防静电的工作服、安全鞋、手套，现场不应随意敲打金属物。
- 5.2.3 在有毒气体泄放、泄漏区检测，在作业点有毒物浓度处于允许范围的时间内开展检测，并应配备气体报警仪、佩戴防毒面具或口罩。
- 5.2.4 在酸碱等腐蚀介质空间检测，应穿戴防酸碱工作服、护目镜、工作鞋和手套。
- 5.2.5 登高作业时，应按作业实际情况穿戴安全帽、工作鞋和手套并正确使用安全带。
- 5.2.6 应在非雨天时开展现场检测活动，雷电来临前应中止检测活动。

6 户外装置区防雷装置检测

6.1 接闪器

- 6.1.1 对装有直击雷防护的装置，应按 A.1.1 的要求确定接闪器形式。
- 6.1.2 检查接闪器采用的材质、规格，其应符合 A.1.2 与表 A.1 规定。金属栏杆的材质、规格参照表 A.1 中接闪网（带）的扁钢规定。
- 6.1.3 利用设备金属本体（外壳）作为接闪器的，应检查金属设备整体情况并测量金属外壳厚度。金属设备应为整体封闭、焊接结构的静设备，钢制设备的金属外壳壁厚不小于 4 mm，非钢制设备的金属外壳壁厚应符合表 A.2 的规定。
- 6.1.4 利用金属放空管口作为接闪器的，金属放空管口若符合 A.1.4 的要求，应测量其管口壁厚，并检查放空管应与最近的金属物体进行金属连接。金属放空管口的壁厚应满足表 A.2 的规定。
- 6.1.5 测量接闪器与被保护物高度、距离，计算接闪器保护范围。保护范围应符合 A.1.5 规定。
- 6.1.6 对于自身不能作为接闪器的设备，检查其是否处于附近高大生产设备、框架和大型管架（已用作接闪器）等的保护范围之内。处于保护范围之外的，应另设置满足保护范围的接闪器。

6.2 引下线（接地点）

- 6.2.1 应按 A.2.1 的要求确定引下线形式。
- 6.2.2 引下线的连接方式应符合 A.2.2 的要求。
- 6.2.3 引下线的材料、规格应 A.2.3 的要求。
- 6.2.4 引下线的根数（接地点）、布设情况和防腐措施应符合 A.2.4 的要求。
- 6.2.5 若安装接闪杆、接闪线、接闪网，应按 GB 50057 的要求检查引下线材料规格、根数、间距、连接方式、连接工艺与质量、防腐措施等。
- 6.2.6 应测量每根引下线的接地电阻，其测量方法与接地电阻按本标准 6.8.3 ~ 6.8.6 的要求进行。

6.3 接地装置

- 6.3.1 跟踪检测时应对照设计文件,按 A.3 相关要求检查隐蔽工程接地体(埋地接地干线)的设置、材质、规格和防腐措施情况,检查地网接地体与接地总端子的连接情况,测量地网及周边的土壤电阻率。
- 6.3.2 竣工检测、定期检测时,应查看设计文件、跟踪检测记录、施工监督、前次检测报告等资料,检查采集接地装置隐蔽工程的可靠资料,确保实测结果真实、有效。
- 6.3.3 检查接地总端子材质、规格,应符合表 A.7 的规定。
- 6.3.4 测量接地总端子接地电阻,其测量方法与接地电阻见本标准 6.8.3~6.8.6 相关要求。

6.4 防闪电感应措施(等电位连接)

- 6.4.1 按 A.4.1 的要求检查等电位连接带与接地总端子的连接情况,测量等电位连接带与接地总端子的过渡电阻,检查等电位连接带材料规格。
- 6.4.2 检查各金属部件、金属物、金属管道等电气连接情况,其应符合 A.4.2~A.4.4 的要求;测量其与等电位连接带的过渡电阻;检查等电位连接带及各连接部件的材质、规格、连接方式与工艺质量。
- 6.4.3 检查各装置区金属设备电气连接情况,其应符合 A.4.5 的要求;测量其与等电位连接带的过渡电阻;检测等电位连接带及各连接部件的材质、规格、连接方式与工艺质量。
- 6.4.4 等电位连接带、等电位连接带及各连接部件的材质、规格应符合表 A.7 的规定。
- 6.4.5 防闪电感应过渡电阻的标准要求与测量方法其见本标准 6.8.3~6.8.6 相关要求。

6.5 防静电接地措施

- 6.5.1 检查工艺装置、设备等金属外壳和所有具有爆炸、火灾危险环境内可能产生静电危险的金属罐、设备、管道的静电接地情况,应符合 A.5.1 的规定;测量其电气连接情况。
- 6.5.2 应按 A.5.2 的规定检查各场所防静电装置的设置情况。
- 6.5.3 检查防静电接地线布设、连接方式与材质、规格,其应符合 A.5.3 和 A.5.4 规定。
- 6.5.4 检查静电接地仪状况,其应运行正常。
- 6.5.5 测量各有关工艺装置、设备等金属外壳与金属罐、设备、管道的防静电接地电阻,其测量方法与接地电阻见本标准 6.8.3~6.8.6 相关要求。

6.6 屏蔽措施

- 6.6.1 检查各类电缆的屏蔽及电气连通情况,应符合 A.6.1~A.6.3 的相关要求。
- 6.6.2 检查敷设电缆的保护钢管、金属电缆槽应在两端接到保护接地,当电缆槽较长时,应多点重复接地,接地点间距应不大于 30 m。
- 6.6.3 检查电缆保护层(铠装、钢管、槽板)与防雷引下线的距离,其应符合 A.6.4 的规定。
- 6.6.4 测量电缆保护层、屏蔽层各接地端的接地电阻,其测量方法与接地电阻见本标准 6.8.3~6.8.6 相关要求。

6.7 低压电涌保护器(SPD)

- 6.7.1 应检查 SPD 的安装位置、安装数量、型号、主要性能参数。最大持续工作电压(U_c)应大于线路上的最大工作电压,电压保护水平(U_p)应低于被保护设备的冲击耐受水平(纵向、横向)、最大冲击电流(I_{imp})或额定放电电流(I_n)应符合《浙江省防雷装置检测业务规范》相关规定。
- 6.7.2 应检查 SPD 两端连接导线的材质、截面积、长度,连接导线的色标,连接牢固程度。
- 6.7.3 应检查 SPD 的外观和状态指示器是否正常。

6.8 同一接地网内各类电阻的检测要求

- 6.8.1 对新建的石油化工装置区内 110 kV 及以上变电站、有效面积大于 5000 m² 的大型接地网，在竣工检测时宜采用大电流测试仪测试其接地电阻。测试电流宜选用 3 A ~ 20 A、40 Hz ~ 60 Hz 的异频电流。
- 6.8.2 大型接地网按划分的区域，应测量每个区域内各接地总端子的接地电阻，用等电位测试仪测量与接地总端子相连接的各等电位连接带的电气贯通状况。
- 6.8.3 宜采用等电位测试仪测量同一接地网连接的各相邻设备连接线的电气贯通状况、测量区域内各金属设备、工艺装置等与其连接的等电位连接带的电气贯通状况。
- 6.8.4 当断接卡不能或不便拆开时，可用钳形接地电阻测试仪检查设备接地线的电气导通状况。
- 6.8.5 电气贯通状况的检测判定，当被测对象与其临近的等电位连接带间所测得的过渡电阻 $\leq 0.2 \Omega$ 时可判定为电气贯通。当过渡电阻大于 0.2Ω 时，可选择其他等电位连接带重新检测、判定；也可用接地电阻测试仪测量其接地电阻值进行判定。
- 6.8.6 采用同一接地网的防直击雷、防闪电感应、防人身安全、防静电接地的接地电阻标准值可按设计文件要求或取各类接地电阻标准规定的最小值。

6.9 抽样检测原则

- 6.9.1 对安装于防爆箱内同型号低压电涌保护器的安装检查及泄漏电流、压敏电压的测试抽样比例不宜少于 10%。同类样本总数不超过 10 个时，应至少抽样 1 个。
- 6.9.2 对观感质量检查未见异常，同类型的小型电气设备（如操作柱）的测试比例不宜少于 10 %。同类样本总数不超过 10 个时，应至少抽样 1 个。
- 6.9.3 抽样检测对象时应避开上次已测设备。对观感质量检查异常的设备均应进行测试。

7 检测记录与报告编制

- 7.1 石油化工装置防雷检测记录样表格式及填写要求见附录 B，检测报告格式及填写要求见附录 C。
- 7.2 当装置处在两个及以上接闪器保护范围内时，接闪器高度填写最高接闪器高度，接闪器类型与保护方式根据实际情况分别选填。
- 7.3 当保护范围不能通过检测数据计算直观给出时，应绘制接闪器与被保护物示意图加以说明。
- 7.4 实测结果情况应对应具体标准要求，记录中对应的标准要求可直接勾选，报告中的标准要求仅列出对应项。
- 7.5 检测对象的接闪器、引下线、接地装置等采用不同的方式时，应根据实际情况分别记录。
- 7.6 对未发生改变的建（构）筑物的几何尺寸、地网接地体设置情况等信息，可查看设计文件、跟踪检测记录、施工监督记录、前次检测报告等资料获取的真实、有效信息直接引用，该类数据信息应在实测结果数据后标上“*”号并将信息源加以备注。
- 7.7 “无法检测”的项目均应在所检项目的备注中简要说明原因。
- 7.8 无低压 SPD、信号 SPD 等检测项目的，可在此份报告中删除相应页面。
- 7.9 采用接地电阻测试仪所测试的数据均记录于“接地电阻阻值”页面，采用等电位测试仪所测试的数据均记录于“过渡电阻阻值”页面。
- 7.10 同一地网上，当采用等电位测试仪测试各金属设备、金属物、金属管道、工艺装置与等电位连接带的过渡电阻且测试值 $\leq 0.2 \Omega$ 的，可将所测的等电位连接带相连接的接地总端子的接地电阻值等同于各检测对象的接地电阻值，但需在检测报告给予说明。
- 7.11 凡受检单位已标识装置设备测点编号的，检测信息的测点编号应与受检单位标识编号保持一致，受检单位未标识装置设备测点编号的，检测信息的编号应注明装置名称、所在位置及序号信息。检测机构应统一编号方式。

- 7.12 当检测项目中出现不符合项时,应在原始记录的检测分项综评栏与检测报告综合评定栏注明不符合项具体情况。
- 7.13 接地电阻的读数值、测试值分别保留 2 位、1 位小数,过渡电阻的读数值、测试值分别保留 3 位、2 位小数,几何尺寸的读数值与测试值均保留 1 位小数,经纬度保留 5 位小数。
- 7.14 原始记录应由检测人员在检测过程中及时填写或采用电子设备直接录入。原始记录内容应真实完整,不得追记或事后抄录。手写记录修正应规范留痕并签名,电子记录修正应符合本检测机构设定的修改权限与时间限定要求。
- 7.15 原始记录应至少保存 3 年,其扫描件电子保存方式视为有效。
- 7.16 签章符合要求的检测报告扫描件具有纸质报告视为有效。
- 7.17 用数值修约法将经计算或整理的各项检测结果与该标准相应的标准规范要求进行比较,满足要求的判定为“符合”,不满足的判定为“不符合”。
- 7.18 各检测分项的检测结果只要出现 1 项及以上“不符合”的,该检测对象的综合结论就判定为“不符合”。

附录 A
(规范性)
防雷装置基本要求

A.1 接闪器

A.1.1 接闪器形式分为杆状接闪器（接闪杆）、线状接闪器（接闪线、带）、网状接闪器（接闪网）、金属设备本体接闪器。放空管口作为接闪器的归类于金属设备本体，金属栏杆兼作接闪器的归类于线状接闪器。

A.1.2 杆状接闪器宜采用热镀锌圆钢或钢管、锌包圆钢、不锈钢管制成。线状接闪器宜采用热镀锌圆钢、扁钢或锌包圆钢，网状接闪器宜采用镀锌钢绞线。接闪器的材料规格应符合表A.1要求。

A.1.3 金属设备本体接闪器应采用设备外壳,其壳体厚度应大于或等于表A.2中的厚度t值。

表 A.1 接闪器的材料规格

名称	材料规格		
接闪杆	针高	圆钢（mm）	钢管（mm）
	≤1 m	≥φ12	≥φ20、壁厚≥2.8
	1 m~2 m	≥φ16	≥φ25、壁厚≥3.2
	烟囱顶上的针	≥φ20	≥φ40、壁厚≥3.5
接闪网（带）	敷设方式	圆钢（mm）	扁钢（mm）
	明敷	≥φ8	≥50 mm ² 、壁厚≥2.5
	暗敷	≥φ10	≥73 mm ² 、壁厚≥3
	烟囱顶	≥φ12	≥100 mm ² 、壁厚≥4
架空接闪线（网）	接闪线应采用截面积≥50 mm ² 的镀锌钢绞线或≥φ8 mm的镀锌圆钢。		

表 A.2 做接闪器设备的金属板最小厚度

材料	防止击(熔)穿的厚度t(mm)	不防止击(熔)穿的厚度t'（mm）
不锈钢、镀锌钢	4	0.5
钛	4	0.5
铜	5	0.5
铝	7	0.65
锌	—	0.7

A.1.4 属于下列情况之一的放空口，宜利用金属放空管口作为接闪器。此时，放空管口的壁厚应大于或等于表A.2中的厚度 t' 值，且应在放空管口附近将放空管与最近的金属物体进行金属连接：

- a) 储存闪点小于或等于 45℃的可燃液体（下同）的设备，在生产正常时连续排放的排放物可能短期或间断地达到爆炸危险浓度者；
- b) 可燃液体的设备，在生产波动时设备内部超压引起的自动或手动短时排放的排放物可能达到爆炸危险浓度的安全阀等；

- c) 可燃液体的设备，停工或维修时需短期排放的手动放料口等；
- d) 可燃液体储罐上带有防爆阻火器的呼吸阀；
- e) 在空旷地点孤立安装的排气塔和火炬。

A.1.5 接闪器的保护范围应符合以下规定之一：

- a) 被保护物应处于以滚球法（滚球半径取 45 m）计算或以网格法（10 m×10 m 或 12 m×8 m）规定的保护范围内。
- b) 接闪器顶部与被保护参考平面的高差和保护角应符合附表 A.3 规定。
- c) 可燃液体的设备、储罐（呼吸阀不带防爆阻火器）、安装在塔顶和外侧上部突出的、安装在静设备上突出的放空管口及其它未装阻火器的排放爆炸危险气体或蒸气的放散管、呼吸阀和排风管等，管口外的以下空间应处于接闪器保护范围内：
 - 1) 当有管帽时，接闪器的保护范围应满足附表 A.4 规定；
 - 2) 当无管帽时，接闪器的保护范围为管口上方半径 5 m 的半球体空间。接闪器与雷闪的接触点应设在上述空间之外。

表 A.3 接闪器顶部与被保护参考平面的高差和保护角

高差/m	0~2	5	10	15	20	25	30	35	40	45
保护角/°	77	70	61	54	48	43	37	33	28	23

表 A.4 有管帽的管口外处于接闪器保护范围内的空间

管口内压力与周围空气压力的压力差（kPa）	排放物的比重	管帽以上的垂直高度（m）	距管口处的水平距离(m)
<5	重于空气	1	2
5~25	重于空气	2.5	5
≤25	轻于空气	2.5	5
>25	重或轻于空气	5	5

A.1.6 安装在高空易受直击雷的放散管、呼吸阀、排风管和自然通风管等应采取防直击雷和防雷电磁感应的措施。

A.1.7 未装阻火器的排放爆炸危险气体或蒸气的放散管、呼吸阀和排风管等，当其排放物达不到爆炸浓度、长期点火燃烧、一排放就点火燃烧及发生事故时排放物才达到爆炸浓度时，接闪器可仅保护到管帽，无管帽时可仅保护到管口。

A.1.8 未装阻火器的排放爆炸危险气体或蒸气的放散管、呼吸阀和排风管等，位于附近其他的接闪器保护范围之内时可不再设置接闪器，应与防雷装置相连。

A.2 引下线

A.2.1 引下线形式分为设备本体引下线（安置在地面上高大、耸立的生产设备等利用其金属壳体）、钢架结构引下线（利用钢框架、管架）、专用引下线（利用柱内纵向钢筋、塔体主筋）与专设引下线（利用明敷的金属导体）。

A.2.2 引下线的连接方式要求如下：

- a) 设备本体引下线，不作要求；

- b) 钢架结构引下线，钢框架、管架应通过立柱与接地装置相连，其连接应采用接地连接件，连接件应焊接在立柱上高出地面不低于 450 mm 的地方；
- c) 专用引下线的柱内主钢筋应采用箍筋绑扎或焊接方式；
- d) 专设引下线应采用焊接、夹接、卷边压接、螺钉或螺栓固定等连接方式；
- e) 各类接闪器与引下线、引下线与接地装置的金属各部件间应保持良好的电气连接。

A.2.3 引下线的材料、规格要求如下：

- a) 明敷的专设引下线应采用热镀锌圆钢或扁钢、锌包圆钢，应满足规格标准：圆钢直径 ≥ 8 mm；扁钢截面积 ≥ 50 mm²，厚度 ≥ 2.5 mm；
- b) 暗敷专用引下线，柱内主钢筋直径应 ≥ 10 mm；
- c) 其他形式引下线，材质、规格不作要求。

A.2.4 引下线的根数（接地点）与布设要求如下：

- a) 设备本体引下线：其底部应有 ≥ 2 处接地点，接地点间距应 ≤ 18 m 且布设均匀；
- b) 钢架结构引下线：每组框架、管架的接地点应 ≥ 2 处，接地点间距应 ≤ 18 m。管道中无阀门、无法兰的管段，接地点间距可 ≤ 30 m；
- c) 专用引下线：钢筋混凝土烟囱应利用钢筋作为引下线；混凝土框架支撑的炉体、自然通风风筒式冷却塔等应用柱内主钢筋作为引下线的，接地点应 ≥ 2 处；户外装置区场所的敞开式、半敞开式建筑结构厂房，当利用柱内主钢筋作为引下线的，接地点应 ≥ 2 处，且满足接地点间距 ≤ 18 m；
- d) 专设引下线：
 - 1) 沿框架支柱敷设的专设引下线，接地点应 ≥ 2 处；接地间距应 ≤ 18 m；引下线平直并以最短路径直接引到接地体；在地面上 1.7 m 至地面下 0.3 m 处加以机械保护；防腐措施与连接工艺质量应符合要求。焊接工艺质量按附表 A.6 规定；
 - 2) 引下线应在距地面 0.3 m ~ 1.8 m 处设置断接卡；
 - 3) 引下线与出入口或人行道边距离应 ≥ 3 m；
 - 4) 引下线可见焊接点应采用涂漆等防腐措施；
 - 5) 在高空布置、较长的卧式容器和管道，应在两端设置引下线且间距 ≤ 18 m；
 - 6) 钢筋混凝土烟囱未利用钢筋作为引下线，钢筋应在烟囱顶部和底部与引下线和贯通连接的金属爬梯相连。高度不超过 40 m 的烟囱，应有 ≥ 1 根引下线，超过 40 m 的应有 ≥ 2 根引下线(利用螺栓连接或焊接的一座金属爬梯可作为 2 根引下线用)；
 - 7) 混凝土框架及管架上的爬梯、电缆支架、栏杆等钢制构件，应与接地装置直接连接或通过其他接地连接件进行连接，接地间距应 ≤ 18 m；
 - 8) 直接安装在地面上无基础墩的炉子，应符合：在炉体的加强板（筋）上焊接接地连接件，接地线与接地连接件连接后，沿框架引下与接地装置相连；
 - 9) 炉子上接地连接件应安装在框架柱子上高出地面不低于 450 mm 的位置；
 - 10) 塔体、金属静设备引下线应与塔体、金属静设备的金属底座上预设的接地耳相连。

A.3 接地装置

A.3.1 接地体的设置：防直击雷的接地体应与防闪电感应和电力设备用的接地体连接成一个整体的接地系统，塔体、金属静设备、金属罐体、冷却塔的接地装置应围绕设备敷设成环形接地体。

A.3.2 接地体的材质：埋于土壤中的人工接地体通常宜采用热镀锌角钢、钢管、圆钢、扁钢或锌包圆钢。区域内人工接地体的材料宜采用同一材质。由钢质材料构成的埋地设备、管道和建（构）筑物基础，接地体宜选用自然电极电位比铁更负（低）的金属材料（加厚镀锌材料），接地装置应符合下列规定：

- a) 采用加厚镀锌材料(锌包钢)作接地体。水平接地体宜采用圆形锌包钢,其直径不应小于 10 mm。垂直接地体宜采用圆柱锌包钢,其直径不应小于 16 mm。锌层应为高纯锌,钢芯与锌层的接触电阻应小于 $0.5\text{ m}\Omega$ 。
- b) 当土壤电阻率小于 $50\ \Omega\cdot\text{m}$ 时,水平接地极锌层厚度不应小于 1 mm,垂直接地极锌层厚度不应小于 3 mm;当土壤电阻率大于或等于 $50\ \Omega\cdot\text{m}$ 时,水平接地极锌层厚度不应小于 0.5 mm,垂直接地极锌层厚度不应小于 3 mm。在进行区域性阴极保护时,宜采用牺牲阳极法,接地体应兼作阳极;当土壤电阻率不大于 $20\ \Omega\cdot\text{m}$ 时,水平接地极锌层厚度不应小于 3 mm,垂直接地极锌层厚度不应小于 5 mm;当土壤电阻率大于 $20\ \Omega\cdot\text{m}$ 且不大于 $50\ \Omega\cdot\text{m}$ 时,水平接地极锌层厚度不应小于 3 mm,垂直接地极锌层厚度不应小于 3 mm;土壤电阻率大于 $50\ \Omega\cdot\text{m}$ 时,水平接地极锌层厚度不应小于 0.5 mm,垂直接地极锌层厚度不应小于 3 mm。
- c) 当使用铜质材料时,阴极保护应采用外加电流法。

A. 3. 3 接地体的规格: 应满足附表A.5要求。接地体与接地总端子连接导体应可靠焊接,连接导体规格应与水平接地体的截面相同。

表 A. 5 接地体的材料规格

材料	结构	尺寸要求 (mm)		
		垂直接地体	水平接地体	接地板
钢	单根圆钢	$\geq \phi 16$	$\geq \phi 10$	—
	热镀锌钢管	$\geq \phi 50$	—	—
	热镀锌扁钢	—	$\geq 40 \times 40$	—
	热镀锌钢板	—	—	$\geq 500 \times 500$
	裸圆钢	—	$\geq \phi 10$	—
	裸扁钢	—	$\geq 40 \times 40$	—
	热镀锌角钢	$\geq 50 \times 50 \times 3$	—	—

A. 3. 4 接地体的焊接方式: 地下金属导体间的连接宜采用放热焊接方式。

A. 3. 5 接地体焊接质量: 焊接固定的焊缝应饱满无遗漏、焊接部分的防腐完整、构件之间应连接成电气通路。接地体为搭焊方式时,搭焊方法与搭焊长度应满足本规范附录A的表A.6要求。

表 A. 6 防雷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
圆钢与圆钢	不应少于圆钢直径的6倍	双面施焊
圆钢与扁钢	不应少于圆钢直径的6倍	双面施焊
扁钢与扁钢	不应少于扁钢宽度的2倍	不少于三面施焊
扁钢和圆钢与钢管、角钢相互焊接	除应在接触部位双面施焊外,还应增加圆钢搭接件;圆钢搭接件在水平、垂直方向的焊接长度各为圆钢直径的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,上下两面施焊,并应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	

A. 3. 6 接地体防腐措施: 宜采用锌包钢并以放热焊接方式,不同材质的材料焊接时宜采用热熔焊,所有焊接点,除浇筑在混凝土中的以外,均应进行防腐处理。

A.4 防闪电感应措施（等电位连接）

A.4.1 等电位连接带（接地排、地上接地干线）应就近与接地总端子有可靠连接，过渡电阻应 $\leq 0.2 \Omega$ ，检查等电位连接带材料规格应为铜或外表面镀铜的钢或热镀锌钢，截面 $\geq 50 \text{ mm}^2$ 。

A.4.2 穿过各雷电防护区交界的金属部件，以及建（构）筑物内的设备、金属管道、电缆桥架、电缆金属外皮、金属构架、金属构件、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带作等电位连接。

A.4.3 户外装置区场所所有金属设备、框架、管道、电缆金属保护层（铠装、钢管、槽板等）和放空管口等金属物体均应连接到防闪电感应的接地装置或等电位连接带上。上述金属物体与附近引下线之间的空间距离应满足 $S \geq 0.075 K_c L_x$ 的要求（其中 S 为空间距离； K_c 为分流系数； L_x 为引下线计算点到接地连接点的长度）。

A.4.4 金属管道防闪电感应措施要求如下：

- 每根金属管道应与已接地的管架做等电位连接，多根金属管道在互相连接后，再与已接地的管架做等电位连接；
- 平行敷设的管道、构架和电缆金属外皮等长金属物及交叉处，其净距小于 100 mm 时应采用金属线跨接，跨接点间距应 $\leq 30 \text{ m}$ 。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，应作跨接（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）；
- 管架上敷设输送可燃性介质的金属管道，在始端、末端、分支处应与防闪电感应的接地装置连接；
- 进、出生产装置的金属管道，在装置的外侧应接地并与电气设备的保护接地装置和防闪电感应的接地装置相连接；
- 直接埋地管道，在埋地之前及出地后都应作接地。

A.4.5 金属设备防闪电感应措施要求如下：

- 炉区：炉子上的金属构件均应与炉子的接地框架做等电位连接；
- 塔区：用于安装塔体的混凝土框架，每层平台金属栏杆应连接成良好的电气通路；
- 静设备区：安装有静设备的混凝土框架顶层平面，其平台金属栏杆应连接成良好的电气通路，并通过沿柱明敷的引下线或柱内主钢筋与接地装置相连；
- 机器设备区：机器设备和电动机安装在同一个金属底板上时，应将金属底板接地；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时，应将二者用接地线连接在一起并接地；
- 冷却塔：钢楼梯，进、出水钢管应与冷却塔接地装置相连；塔顶平台四周金属栏杆应连接成良好电气通路；
- 罐区：浮顶储罐（包括内浮顶储罐）的浮顶与罐体应用两根软铜线作可靠的电气连接；
- 可燃液体装卸站：露天装卸作业场所应将金属构架接地；进入装卸站的可燃液体金属管道应在进入点接地；
- 户外灯具和电器：安装在塔顶层（高塔、冷却塔）平台上的照明灯、现场操作箱、航空障碍灯等易遭受直击雷的电器设备应采用金属外壳；配电线路应穿镀锌钢管，镀锌钢管应与电器设备的外壳、保护罩相连，保护用镀锌钢管应就近与钢平台或金属栏杆相连；
- 户外装置区的排放设施：安装在高空易受直击雷的放散管、呼吸阀、排风管和自然通风管等应采取防闪电感应的措施。

A.4.6 做防雷等电位连接各连接部件的最小截面，应符合下表规定。

表 A.7 防雷装置各连接部件的最小截面

等电位连接部件			材料	截面 (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
从屋内金属装置至等电位连接带的连接导体			铜	6
			铝	10
			铁	16
连接电涌保护器的导体	电气系统	I 级试验的电涌保护器	铜	6
		II 级试验的电涌保护器		2.5
		III 级试验的电涌保护器		1.5
	电子系统	D1 类电涌保护器		1.2
		其他类的电涌保护器（连接导体的截面可小于 1.2 mm ² ）		根据具体情况确定

A.5 防静电接地措施

A.5.1 对已作防闪电感应接地的工艺装置（如：操作台、传送带、塔、容器、换热器、过滤器、管道、盛装溶剂或粉料的容器等）、设备等金属外壳和所有具有爆炸、火灾危险环境内可能产生静电危险的金属罐、设备、管道等不必另作防静电接地，否则均应作防静电接地。

A.5.2 以下场所应设置消除人体静电装置：

- 汽车罐车和油船的装卸场所、码头；
- 泵房的门外、在储罐的上罐扶梯入口处、装卸作业区内操作平台的扶梯入口处、码头上下船的出入口处等甲、乙、丙 A 类油品作业场所。

A.5.3 防静电接地线不得利用电源零线，不得与防直击雷接地线共用。

A.5.4 静电接地连接线应采取焊接或螺栓连接。输送易燃液体的非金属管应采用可导电的管子或内设金属丝、网的管子，并将金属丝、网的一端可靠接地，或采用静电屏蔽。

A.5.5 单独设置的防静电装置接地体，其工频电阻不应大于100 Ω。

A.5.6 防静电接地的措施，除应符合本规范外，还应符合SH/T 3097的相关规定。

A.6 屏蔽措施

A.6.1 电缆宜敷设在全封闭的保护钢管或金属槽内，且两端应就近接地或与接地的金属设备、结构、框架进行电气连接。铠装电缆两端应接地，并在各防雷区交界处做等电位连接且与接地装置相连。

A.6.2 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。

A.6.3 当仪器仪表电缆采用单层屏蔽时，屏蔽层应至少两端接地。当电缆采用双层屏蔽时，外屏蔽应至少两端接地，内屏蔽层应单端接地。

A.6.4 电缆与防雷引下线交叉敷设的间距不大于2米，垂直敷设的间距不大于3米。当采用穿金属管或金属线槽时，上述距离可以减半。

A.7 低压电涌保护器（SPD）

对于石油化工户外装置区 SPD 的检测宜按以下要求进行：

- a) 检测时按设计文件的 SPD 设置要求，对应安装的 SPD 的安装位置、安装数量、型号、主要性能参数（ U_c 、 U_p 、 I_{imp} 或 I_n ）进行检查，并测试其漏流与压敏电压。
- b) 对于未安装 SPD 的，不作强制性要求。

附录 B
(资料性)

石油化工户外装置防雷装置定期（竣工）检测原始记录格式及填写要求

B.1 防雷装置定期（竣工）检测原始记录封面格式应符合图 B.1。

防雷装置定期（竣工）检测

原始记录

受检对象：

填写本次受检对象的名称。例如：***装置防雷装置

记录编号：

本次现场检测记录的编号，一个单位工程一个原始记录编号

检测报告：

x 雷检[] 号

XXXXXX

(检测公司名称)

图 B.1 原始记录封面

B.2 石油化工户外装置基本情况和检测结果综合评定原始记录见表 B.1。

表 B.1 原始记录表—石油化工户外装置基本情况和检测结果综合评定

记录编号：

受检单位名称	填写受检装置所有权单位名称或使用单位名称或委托单位名称（全称）	联系人	填写受检单位负责与本次检测联系人的姓名
		联系电话	填写受检单位负责与本次检测联系人的联系电话

表B.1 原始记录表—石油化工户外装置基本情况和检测结果综合评定（续）

受检单位地址	填写本次受检单位所在地的地址（全称）	邮政编码	填写受检单位所在区域的邮政编码
受检对象名称	填写本次受检对象的名称。例如：浙江石油化工有限公司4000万吨____年炼化一体化项目二期工程4#80万吨____芳烃抽提装置		
受检对象地址	填写本次受检对象所在地的地址（全称）		
经纬度	填写受检对象所处位置的经纬度，一般在受检对象所处区域主入口处测量（单位：保留小数五位，如” N 30. 24323， E 120.15343）	检测类别	填“定期检测”或“竣工检测”。
接闪器距地面最大高度	填写各接闪器（包括靠临近其他接闪器保护的）中距地面最高高度。同类型接闪器填写其中的最高高度。（单位:m，保留一位小数）	被保护物高度	填写被保护石油化工户外装置最大垂直高度（单位:m，保留一位小数）
雷 击 史	填写受检对象曾遭雷击的情况。如*****年**月**日遭雷击，有损失的可详述，否则填“无”。	防雷类别	填写“二类”
防雷装置安装日期	填写石油化工户外装置防雷装置竣工时间（*****年**月）	测点数	填写本次检测取样的接地电阻、过渡电阻值测试点数的总和。
检测环境	天气：	检测日期	年 月 日
施工跟踪检测原始记录编号	竣工检测时需填写，具体填受检装置施工跟踪检测原始记录编号。定期检测或未经施工跟踪检测填“—”	前次检测报告编号	定期检测需填写，具体填受检对象前次检测的检测报告编号，首次检测填“—”。
主要检测设备名称型号及编号	☐ 接地电阻测试仪 编号： ☐ 防爆型钳形接地电阻仪 编号： ☐ 等电位测试仪 编号： ☐ SPD巡检仪 编号： ☐		
检测依据	☐ 《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010 ☐ 《石油化工装置防雷设计规范》GB 50650-2011（2022年版） ☐ 《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058-2014 ☐ 《石油化工静电接地设计规范SH/T 3097》 ☐ 《防止静电事故通用导则》GB 12158-2006 ☐ 《石油库设计规范》GB 50074-2014 ☐ 《石油与石油设施雷电安全规范》GB 15599-2009 ☐ 《建筑物防雷装置检测技术规范》GB/T 21431-2015 ☐ 本项目设计文件		
综合评定	根据以上检测依据，对XXXX（受检单位）XXXX（受检对象）进行检测，所检项目符合标准规范要求。		
备注	1、“—”表示“无此项目”，“/”表示“无法检测”，“*”表示因无法检测，但记录源于受检单位提供的有效数据； 2、下次检测日期为 年 月 日前		

B.3 石油化工户外装置

B.3.1 接闪器的检测原始记录表见表B.2。

表 B.2 原始记录表—石油化工户外装置（接闪器）的检测

记录编号：

检测项目	标准要求	实测结果
接闪杆、带、网、线材料规格	☐ 杆长1米以下：圆钢 $\phi \geq 12$ mm ☐ 杆长1米以下：钢管 $\phi \geq 20$ mm ☐ 杆长1~2 米：圆钢 $\phi \geq 16$ mm ☐ 杆长1~2 米：钢管 $\phi \geq 25$ mm ☐ 独立烟囱顶上的杆：圆钢 $\phi \geq 20$ mm ☐ 独立烟囱顶上的杆：钢管 $\phi \geq 40$ mm ☐ 接闪带：圆钢 $\phi \geq 8$ mm ☐ 接闪带：钢管截面 ≥ 50 mm ² ，厚度 ≥ 0.5 mm ☐ 接闪带：热镀锌扁钢截面 ≥ 50 mm ² ，厚度 ≥ 2.5 mm ☐ 独立烟囱顶部接闪环：圆钢 $\phi \geq 12$ mm ☐ 独立烟囱顶部接闪环：扁钢截面 ≥ 100 mm ² ，厚度 ≥ 4 mm ☐ 接闪网：圆钢 $\phi \geq 8$ mm ☐ 接闪网：钢管截面 ≥ 50 mm ² ，厚度 ≥ 0.5 mm ☐ 接闪网：热镀锌扁钢截面 ≥ 50 mm ² ，厚度 ≥ 2.5 mm ☐ 接闪线：镀锌钢绞线或铜绞线截面 ≥ 50 mm ²	填写所在位置、接闪器名称、材料规格，如“**位置的接闪杆：圆钢 $\phi 16.0$ mm”
接闪器 网格尺寸	☐ 非金属粉粒料桶仓 ≤ 10 m $\times$ 10 m 或 12 m $\times$ 8 m ☐ 自然通风开放式冷却塔和机械鼓风逆流式冷却塔： ≤ 10 m $\times$ 10 m 或 12 m $\times$ 8 m（爆炸危险环境2区） ≤ 20 m $\times$ 20 m 或 24 m $\times$ 16 m（非爆炸危险区域）	填写最大网格尺寸（单位：m，保留小数一位）
接闪器 可用作接闪器的金属装置材料规格	下列物体当其壁厚满足不锈钢、镀锌钢和钛板厚度 ≥ 4 mm，铜板厚度 ≥ 5 mm，铝板厚度 ≥ 7 mm 时，可作为接闪器： ☐ 设备整体封闭、焊接结构的金属静设备 ☐ 装有带阻火器的呼吸阀的金属罐体 ☐ 独立安装或成组安装在混凝土框架上，顶部高出框架的金属粉、粒料桶仓 ☐ 独立安装或安装在混凝土框架内，顶部高出框架的钢制塔	填写用作接闪器的各金属装置位置（或编号）、名称、材料及规格
	☐ 装有未带阻火器的呼吸阀的金属罐体 ☐ 金属炉子、浮顶储罐（包括内浮顶储罐）、金属烟囱、钢框架、管架、钢质平台及金属火炬筒体可不作规格要求	仅填写装置名称
	☐ 符合GB 50650第4.3.3条、第5.11.5条规定的金属放空口，其壁厚应满足不锈钢、镀锌钢、钛和铜板厚度 ≥ 0.5 mm，铝板厚度 ≥ 0.65 mm，锌板厚度 ≥ 0.7 mm	填写其位置、排放气体的性质、有无阻火器、名称、材料及壁厚，如：PX罐装有阻火器排放爆炸危险气体的钢制放散管壁厚2 mm

表B.2 原始记录表—石油化工户外装置（接闪器）的检测（续）

	连接方式、工艺与质量	☐ 圆钢与圆钢搭接 $\geq$ 圆钢直径6倍，双面施焊 ☐ 圆钢与圆钢搭接 $\geq$ 圆钢直径10倍，单面施焊 ☐ 扁钢与扁钢搭接 $\geq$ 扁钢宽度的2倍，不少于三面施焊 ☐ 圆钢与扁钢搭接 $\geq$ 圆钢直径6倍，双面施焊 ☐ 焊接固定的焊缝应饱满无遗漏，焊接部分的防腐应完整 ☐ 螺栓固定的应有防松零件,构件之间必须连接成电气通路整体封闭 管口与主体可靠连接	填写：焊接方式、搭接长度、是否饱满等。如“双面施焊，搭接长度120.0 mm，焊缝饱满” 采用搭焊方式的，标准要求第5项必勾。螺栓固定有弹簧垫片的填写“螺栓紧固”。
	防腐措施与现状	镀锌、涂漆（材料为不锈钢、铜材、铝合金时加以注明）	填写已采取的防腐措施及防腐现状，如“镀锌，部分锈蚀（小于1/3）”或“镀锌，无锈蚀”

B.3.2 接闪器保护范围原始记录表见表B.3。

表 B.3 原始记录表—石油化工户外装置（接闪器保护范围）的检测

记录编号：

检测项目		标准要求	实测结果
接闪器保护范围	排放爆炸危险气体或蒸汽未装阻火器的放空管	☐ 当有管帽时，接闪器的保护范围应按GB 50650-2011表5.11.2确定。 ☐ 当无管帽时，接闪器的保护范围应为管口上方半径5 m的半球体空间。 ☐ 当其排放物达不到爆炸浓度、长期点火燃烧、一排放就点火燃烧及发生事故时排放物才达到爆炸浓度时,接闪器可仅保护到管帽 ,无管帽时可仅保护到管口。 ☐ 位于附近其它的接闪器保护范围内时可不再设置接闪器，应于防雷装置相连。	符合要求填“满足”，不符合的填写不符合情况。如：**位置的放空管未在保护范围内。
	排放无爆炸危险气体或蒸汽的放空管	☐ 金属制的放散管、呼吸阀和排风管等，应作为接闪器与附件生产设备的防雷装置相连。 ☐ 在附近生产设备（已作为接闪器）的保护范围之外的非金属制的放散管、呼吸阀和排风管等应装设接闪器,接闪器可仅保护到管帽,无管帽时可仅保护到管口。	符合要求填“满足”，不符合的填写不符合情况。如：**位置的放空管未在保护范围内。
	非金属储罐应设置独立接闪杆或网，独立接闪杆与被保护物的水平距离应满足GB 50057-2010第4.2.1条要求。		符合要求填“满足”，不符合的填写不符合情况。如：“**位置的非金属储罐未设独立接闪杆保护”或“**位置的独立接闪杆与被保护物的水平距离大于3 m”。

表B.3 原始记录表—石油化工户外装置（接闪器保护范围）的检测（续）

独立接闪器与被保护物示意图	
接闪器检测综评及备注： 根据本项目下各小项的实测情况综合填写： 1. 该项目下各小项实测结果均符合要求时，填“符合要求”，有不符合要求的小项时，填写“**不符合要求，其余符合要求”，无法在小项中反映的情况或需特殊说明的内容可填至此处。	

B.3.3 引下线的检测原始记录表见表B.4。

表 B.4 原始记录表—石油化工户外装置（引下线）的检测

记录编号：

检测项目		标准要求	实测结果
引下线	形式	☐设备本体 ☐钢架结构 ☐专用 ☐专设	填写所涉及的引下线形式，可多选。
	间距	☐≤18 m	填写装置位置（或编号）、名称、引下线间距。引下线间距相同的装置可合并填写。
	材料规格	☐明敷：圆钢 $\phi \geq 8\text{mm}$。 ☐明敷：扁钢截面 $\geq 50\text{ mm}^2$,厚度 $\geq 2.5\text{ mm}$。 ☐利用柱内主钢筋作引下线： $\phi \geq 10\text{ mm}$。 ☐利用本体、框架钢柱作引下线可不作规格要求。	填写引下线材料规格，并分别写明装置位置（或编号）、名称，各装置的引下线规格相同时可合并填写。利用本体、框架钢柱作引下线的此项填“不作规格要求”。
	敷设状况	☐应均匀或对称布置，应平正顺直、无急弯，应经最短路径接地。 ☐在高空布置、较长的卧式容器和管道(送往火炬的管道)应在两端设置引下线。 ☐明敷引下线宜沿框架支柱引下敷设，并在地面上1.7 m至地面下0.3 m的一段加机械保护。	均符合要求填写“满足”，有不符合项，填写不符合情况，如“未经最短路径接地”。

表B.4 原始记录表—石油化工户外装置（引下线）的检测（续）

	断接卡 设置情况	☐ 采用多根专设引下线时应在引下线上距地面0.3 m~1.8 m处设断接卡。 ☐ 采用埋于土壤中的人工接地体时应设断接卡，其上端应与连接板或钢柱焊接。	采用多根专设引下线或仅利用钢筋作引下线并采用埋于土壤中的人工接地体，填写“已设”或“未设”，已设时还需填写设置高度，如：“已设，高度0.4 m”，利用钢筋、钢柱作为自然引下线并同时采用基础接地体时，填：“—”。
	连接方式、 工艺与质量	☐ 扁钢与扁钢搭接≥扁钢宽度的2倍，不少于三面施焊。 ☐ 圆钢与圆钢搭接≥圆钢直径6倍，双面施焊。 ☐ 圆钢与圆钢搭接≥圆钢直径10倍，单面施焊。 ☐ 圆钢与扁钢搭接≥圆钢直径6倍，双面施焊。 ☐ 焊接固定的焊缝应饱满无遗漏，焊接部分的防腐应完整。 ☐ 熔焊。 ☐ 绑扎(有箍筋或网状的钢筋)时主筋搭接长度≥200 mm。 ☐ 螺栓固定的应有防松零件。 ☐ 保证金属各部件间保持良好的电气连接。	填写：焊接方式、搭接长度、是否饱满等。如“双面施焊，搭接长度120.0 mm，焊缝饱满”。采用搭焊方式的，标准要求第5项必勾。采用熔焊的填写“熔焊”；螺栓固定有弹簧垫片的填写“螺栓紧固”。
	防腐措施 与现状	镀锌、涂漆、混凝土内钢筋（材料为不锈钢、铜材、铝合金时加以注明）	填写“镀锌”、“涂漆”、“混凝土内钢筋”等，如“镀锌，部分锈蚀（小于1/3）”或“镀锌，无锈蚀”。
引下线检测综评及备注： 同上			

B.3.4 接地装置的检测原始记录见表B.5。

表 B.5 原始记录表—石油化工户外装置（接地装置）的检测

记录编号：

检测项目		标准要求	实测结果
接地装置	土壤电阻率（ ρ ）测试值		按需填写
	设置情况	☐ 防直击雷的接地体宜与防闪电感应和电力设备用的接地体连接成一个整体的接地系统（非金属储罐除外）。 ☐ 塔体、金属静设备、金属罐体、金属桶仓、冷却塔的接地装置宜围绕设备敷设成环形接地体。	填“分设”或“合设”，涉及塔体、金属静设备、金属罐体、金属桶仓、冷却塔的应填写敷设环形接地体情况。如：“合设，已敷设成环形接地体”，未敷设成环形接地体的应填写具体装置的接地装置名称。
	材料规格	☐ 人工水平接地极：圆钢、锌包钢（阴极保护系统时） $\phi \geq 10\text{ mm}$ 。 ☐ 人工水平接地极：扁钢截面 $\geq 160\text{ mm}^2$ ，厚度 $\geq 4\text{ mm}$ 。 ☐ 人工接地板：钢板 $500\text{ mm} \times 500\text{ mm}$ 。	填写材料名称及规格。

表B.5 原始记录表—石油化工户外装置（接地装置）的检测（续）

		☐ 人工垂直接地极：圆钢、锌包钢（阴极保护系统时） $\phi \geq 16$ mm。 ☐ 人工垂直接地极：钢管 $\phi \geq 50$ mm。 ☐ 人工垂直接地极：角钢截面 ≥ 290 mm ² ,厚度 ≥ 3 mm。 ☐ 接地线：应与水平接地体的截面相同。	填写材料名称及规格。 填写材料名称及规格。
	人工接地埋设深度	☐ 不应小于0.5 m。	按实填写
	连接方式、工艺与质量	☐ 扁钢与扁钢搭接 $\geq$ 扁钢宽度的2倍，不少于三面施焊。 ☐ 圆钢与圆钢搭接 $\geq$ 圆钢直径6倍，双面施焊。 ☐ 圆钢与圆钢搭接 $\geq$ 圆钢直径10倍，单面施焊。 ☐ 圆钢与扁钢搭接 $\geq$ 圆钢直径6倍，双面施焊。 ☐ 焊接固定的焊缝应饱满无遗漏，焊接部分的防腐应完整。 ☐ 螺栓紧固的应有防松零件。 ☐ 保证金属各部件间保持良好的电气连接。	填写：焊接方式、搭接长度、是否饱满等。如“双面施焊，搭接长度120.0 mm，焊缝饱满”。采用搭焊方式的，标准要求第5项必勾。
接地装置检测综评及备注：			

B.3.5 防闪电感应及防静电接地措施的检测原始记录表见表B.6。

表 B.6 原始记录表—石油化工户外装置（防闪电感应及防静电接地措施）的检测

检测项目		标准要求	实测结果
防闪电感应及防静电接地措施	等电位连接带	应就近与接地总端子有可靠连接，过渡电阻应 $\leq 0.2 \Omega$ ，材料规格应为铜或外表面镀铜的钢或热镀锌钢，截面 ≥ 50 mm ² 。	填写“过渡电阻值 0.2Ω ，热镀锌钢，截面 50.0 mm ² ”
	穿过各雷电防护区交界较大金属物	穿过各雷电防护区交界的金属部件，以及建（构）筑物内的设备、金属管道、电缆桥架、电缆金属外皮、金属构架、金属构件、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带作等电位连接。	填写“均已连接”或“XX未连接”。
	户外装置区场所金属物体	户外装置区场所所有金属设备、框架、管道、电缆金属保护层(铠装、钢管、槽板等)和放空管口等金属物体均应连接到防闪电感应的接地装置或等电位连接带上。	填写“均已连接”或“XX未连接”。
	金属管道等长金属物	☐ 每根金属管道均应与已接地的管架做等电位连接，多根金属管道可互相连接后,应再与已接地的管架做等电位连接。	填写“已连接”或“未连接”。

表B.6 原始记录表—石油化工户外装置（防闪电感应及防静电接地措施）的检测（续）

		☐ 平行敷设的金属管道、框架和电缆金属保护层等,当其 间净距小于100 mm时应每隔30 m进行金属连接, 相交或 相距处净距小于100 mm时亦应连接。	填写“已连接”或“未连接”。
		☐ 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,均应设置防闪电感应的接地装置,其工频接地电 阻不应大于30 Ω 。	填写“已设”或“未设”。
		☐ 当长金属物的弯头、阀门、法兰盘等连接处的过渡电 阻大于0.03 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。	采取跨接措施时,填写“已跨接”, 未跨接时填写螺栓根数及“腐蚀环 境”或“非腐蚀环境”。
		☐ 在管道分岔处、无分支管道每80~100 m处做防静电接 地。	填写“已接地”或“未接地”。
		☐ 每组框架、管架的接地点不应少于2处,且接地点间距 应 ≤ 18 m。管道中无阀门、无法兰的管段,接地点间距 可 ≤ 30 m。	填写“已接地X处,间距Xm”。
		☐ 直接埋地管道,可在埋地之前及出地后各接地一次。	填写“已接地”或“未接地”。
	金属设备	☐ 炉区: 炉子上的金属构件均应与炉子的框架做等电位 连接。	填写“已连接”或“未连接”。
		☐ 静设备区: 平台金属栏杆应被连接成良好的电气通路, 并应通过沿柱明敷的引下线或柱内主钢筋与接地装置相 连。	填写“已连接”或“未连接”。
		☐ 机器设备区: 机器设备和电动机安装在同一个金属底 板上时,应将金属底板接地; 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时,应将二者用接 地线连接在一起并接地。	填写“已接地”或“未接地”。
		☐ 可燃液体装卸站: 露天装卸作业场所应将金属构架接 地; 进入装卸站台的可燃液体金属管道应在进入点接地。	填写“已接地”或“未接地”。
		☐ 冷却塔: 钢楼梯,进、出水钢管应与冷却塔接地装置相 连; 塔顶平台四周金属栏杆应连接成良好电气通路。	填写“已连接”或“未连接”。
		☐ 排放设施及金属附件: 放散管、呼吸阀、排风管、阻 火器、量油孔、人孔、透光孔、切水管等应等电位连接。	填写“已连接”或“未连接”。
		☐ 电气、信号线路: 应采用铠装屏蔽电缆或穿钢管、桥 架敷设,屏蔽层应接地并与电器设备的外壳、保护罩相连。	铠装屏蔽电缆、电缆穿钢管、桥架 敷设,已接地、未接地。
		☐ 柱子主筋连接: 设专设引下线时,钢筋混凝土柱子的钢 筋,应在最高层顶和地面附近分别引出接到接地线(网)。	填写“已连接”或“未连接”。
	金属物与引下 线的空间距离	☐ 应满足 $S \geq 0.075k\sqrt{I_x}$, 不满足时,应在高于连接点的地方 增加接地连接线。	填写金属物与引下线之间的实际 间距 S 、引下线计算点到连接点 的长度 I_x 、 Kc 值。不满足的在综评 中填写不符合项。

表B.6 原始记录表—石油化工户外装置（防闪电感应及防静电接地措施）的检测（续）

电缆保护件的接地	☐ 敷设电缆的保护钢管、金属电缆槽应在两端接到保护接地，当电缆槽较长时，应多点重复接地，接地点间距应 ≤ 30 m。	两端已接地，重复接地间距为20 m。
浮顶罐 （含内浮顶罐）	☐ 应将浮顶与罐体用两根截面不小于 50 mm^2 的软铜线作电气连接。	如满足标准要求则填写“已连接”，否则填写不符合的情况。
输送易燃液体的非金属管	☐ 应采用可导电的管子或内设金属丝、网的管子，并将金属丝、网的一端可靠接地，或采用静电屏蔽。	填写“金属丝管子，已接地”或“胶管已跨接，铜线截面 6.0 mm^2 ”等，否则填写不符合的情况。
防静电接地装置	☐ 应在汽车罐车和油船的装卸场所及下列甲、乙、丙A类油品作业场所，应设置消除人体静电装置：泵房的门外；在储罐的上罐扶梯入口处；装卸作业区内操作平台的扶梯入口处；码头上下船的出入口处。	填写“已设”或“未设”
检查防静电接地措施相关连接导体材料规格、施工工艺		填写实际检测数据
防静电接地线不得利用电源零线、不得与防直击雷接地线共用		填写“共用”或“未共用”（共地不共线的原则）
检查静电接地仪的运行状况		按实填写
防闪电感应及防静电接地措施综评及备注：		

B.4 电涌保护器（电源 SPD）安装检测原始记录表见表 B.7。

表 B.7 原始记录表—电涌保护器（电源 SPD）安装检测

记录编号：

连接至低压配电系统的SPD检测					
安装位置	填写SPD具体安装位置				
产品型号	填写SPD标识的型号				
安装数量	填写安装的SPD套数				
I_{imp} 、 I_n 检查值/kA	冲击电流 I_{imp} 、标称放电电流 I_n ，根据标识的参数填写				
UP检查值/kV	标识的参数				
SPD与被保护设备之间的线路长度/m	如不涉及，填“—”				
状态指示器	填写“无”、“正常”				

引线长度		填写实测值。多套时,填写引线长度范围,如“0.2m-			
连线色标		检查连线色标,红、黄、绿色作相线,蓝色作零线,黄绿双色作接地线的,			
连线截面 /mm ²	相/零	填写实测值			
	地	填写实测值			
过电流保护		未设时填“无”,已设时填写具体型号			
连接至低压配电系统的SPD安装检测综评及备注:本次仅作抽样检测					

表 B.8 原始记录表—等电位连接检测

[illegible]

标准要求	1 从等电位连接带或端子至接地装置连接线材料规格：铜：截面 $\geq 16 \text{ mm}^2$ ；铝：截面 $\geq 25 \text{ mm}^2$ ；铁：截面 $\geq 50 \text{ mm}^2$ ； 2 从屋内金属装置至等电位连接带或端子的连接导体材料规格：铜：截面 $\geq 6 \text{ mm}^2$ ；铝：截面 $\geq 10 \text{ mm}^2$ ；铁：截面 $\geq 16 \text{ mm}^2$ ； 3 总体连接工艺：连接导线应平直、色标清晰、绝缘层无破损、老化；连接点应牢固可靠，满足机械强度和电气连续性要求；应以最短路径连接。
等电位连接检测综评及备注：	

B.6 各种接地电阻的检测原始记录表见表 B.9。

表 B.9 原始记录表—各种接地电阻的检测

记录编号：

非标准线（加长线： m）线阻值（ Ω ）							
测点编号 (对象、位置)	标准值 ($\leq$)	读数值	测试值	测点编号 (对象、位置)	标准值 ($\leq$)	读数值	测试值
接地电阻检测综评及备注：							

B.7 各种过渡电阻的检测原始记录表见表 B.10。

表 B.10 原始记录表—各种过渡电阻的检测

记录编号：

过渡电阻阻值（标准值 $\leq 0.2 \Omega$ ）			
测点编号（对象、位置）	测试值	测点编号（对象、位置）	测试值

过渡电阻阻值（标准值≤0.2 Ω）			

B.8 测点平面示意简图原始记录表见表 B.11。

表 B.11 测点平面示意简图原始记录表

记录编号：

测点平面示意简图
 图例（略）
说明： 1、简图中标有“●”符号的为各检测点的标识。标有“※”的为检测辅助桩位所在方位。标有“↙”的为引下线标识。 2、简图中（测点说明）：

测点平面示意简图

附 录 C
(规范性)

石油化工户外装置防雷装置定期（竣工）检测报告格式及填写要求

C.1 石油化工户外装置防雷装置定期（竣工）检测报告封面见图 C.1。

× 雷检[] 号

检 测 报 告

受检装置名称_____

受检单位名称_____

检 测 类 别_____

XXXXXXXXXXXX 有限公司

图 C.1 检测报告封面图

C.2 声明图见图 C.2。

声 明

1. 本检测报告无“报告专用章”无效。

2. 不得部分复制本报告，复制本报告未重新加盖“报告专用章”无效。

3. 本检测报告无主检、审核、批准人签字无效。

4. 本检测报告涂改无效。

5. 本检测报告仅对本次检测时的建（构）筑物、设施及其防雷装置（措施）有效。

本单位地址：

联系电话：

传真电话：

电子信箱：

邮政编码：

图 C.2 声明

C.3 石油化工户外装置基本情况和检测结果综合评定见表 C.1。

表 C.1 石油化工户外装置基本情况和检测结果综合评定

X雷检[]号

受检装置名称					
受检装置地址					
联系人		联系电话		防雷类别	

表C.1 石油化工户外装置基本情况和检测结果综合评定（续）

检测日期	年 月 日		检测环境	
经纬度	N: E:	测点数		
接闪器距地面最大高度		被保护物高度		
防雷装置安装日期		前次检测报告编号		
施工跟踪检测原始记录编号		本次检测原始报告编号		
雷击史				
主要检测设备名称 型号编号				
检测依据				
综合评定	(盖章) 签发日期: 年 月 日			
备注	1、“—”表示“无此项目”或“无须评定”，“/”表示“无法检测”或“无法评定”； “*”表示因无法检测，但记录源于受检单位提供的有效数据。 2.下次检测日期为 年 月 日前。			

批准:

审核:

主检:

编制:

C.4 接闪器的检测见表 C.2。

表 C.2 石油化工户外装置（接闪器及其保护范围）的检测

X 雷检[]号

检测项目		标准要求	实测结果	评定
接闪器	接闪器类型与材料规格	注：有接闪杆、带、网、线时填写相应标准，否则“—”，下同。		
	网格尺寸	注：有网格尺寸要求时填写相应标准。		
	可用作接闪器的金属装置与材料规格	注：有可用作接闪器及金属装置时填写相应标准。		

表C.2 石油化工户外装置（接闪器及其保护范围）的检测（续）

	连接方式、工艺与质量	注：必选项（相应标准）。		
	防腐措施与现状	镀锌、涂漆（材料为不锈钢、铜材、铝合金时加以注明）。		
保护范围	排放设施保护范围	注：有放空管排放情形的填写相应标准。		
	装置本体保护范围	非金属外壳的静设备、非金属粉粒料桶仓、机器设备和电气设备、塔顶层(高塔、冷却塔)平台上的灯具设备（照明灯、现场操作箱、航空障碍灯等）、其它不能作为接闪器的装置，应处于接闪器保护范围内。		
	非金属储罐应设置独立接闪杆或网，独立接闪杆与被保护物的水平距离应满足GB 50057-2010第4.2.1条要求。			

C.5 引下线的检测见表 C.3。

表 C.3 石油化工户外装置（引下线）的检测

X 雷检[]号

检测项目		标准要求	实测结果	评定
引下线	形式	注：选择单种或多种引下线形式。		
	根数	注：根据引下线形式选择相应标准。		
	间距	≤18 m。		
	材料规格	注：根据敷设方式选择相应标准。		
	敷设状况	注：根据敷设方式选择相应标准。		
	断接卡设置情况	注：根据设置要求选择相应标准。		
	连接方式、工艺与质量	注：根据实际连接方式选择相应标准。		
	防腐措施与现状	镀锌、涂漆、混凝土内钢筋（材料为不锈钢、铜材、铝合金时加以注明）。		

C.6 接地装置的检测见表 C.4。

表 C.4 石油化工户外装置（接地装置）的检测

X雷检[]号

检测项目		标准要求	实测结果	评定
接地装置	设置情况	防直击雷的接地体宜与防闪电感应和电力设备用的接地体连接成一个整体的接地系统（非金属储罐除外）。 注：需设环形接地体的检测对象另增相应标准。		
	材料规格	人工水平接地极：根据材质选择相应标准。		
		人工垂直接地极：根据材质选择相应标准。		
		接地线：应与水平接地体的截面相同。		
	人工接地埋设深度	不应小于0.5 m。		
	连接方式、工艺与质量	注：根据实际连接方式选择相应标准。		
	防腐措施及现状	锌包钢、镀锌、涂漆、混凝土内钢筋（材料为不锈钢、铜材、铝合金时加以注明）。		

C.7 防闪电感应及防静电接地措施的检测见表 C.5。

表 C.5 石油化工户外装置（防闪电感应及防静电接地措施）的检测

X雷检[]号

检测项目		标准要求	实测结果	评定
防闪电感应措施及防静电接地措施	等电位连接带	应就近与接地总端子有可靠连接，过渡电阻应 $\leq 0.2\ \Omega$ ，材料规格应为铜或外表面镀铜的钢或热镀锌钢，截面 $\geq 50\ \text{mm}^2$ 。		
	穿过各雷电防护区交界较大金属物	穿过各雷电防护区交界的金属部件，以及建（构）筑物内的设备、金属管道、电缆桥架、电缆金属外皮、金属构架、金属构件、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带作等电位连接。		
	户外装置区场所金属物体	户外装置区场所所有金属设备、框架、管道、电缆金属保护层(铠装、钢管、槽板等)和放空管口等金属物体均应连接到防闪电感应的接地装置或等电位连接带上。		

表C.5 石油化工户外装置（防闪电感应及防静电接地措施）的检测（续）

	金属管道 等长金属物	注：根据检测对象所存在的各长金属物类型选择相应标准。		
	金属设备	注：根据检测对象所存在的各金属设备类型选择相应标准。		
	金属物与引下 线的空间距离	应满足 $S \geq 0.075kclx$ ，不满足时,应在高于连接点的地方增加接地连接线。		
	浮顶罐 （含内浮顶罐）	应将浮顶与罐体用两根截面不小于 50 mm^2 的软铜线作电气连接。		
	电缆保护件的接地	敷设电缆的保护钢管、金属电缆槽应在两端接到保护接地，当电缆槽较长时，应多点重复接地，接地点间距应 $\leq 30\text{ m}$ 。		
	输送易燃液体的非金 属管	应采用可导电的管子或内设金属丝、网的管子，并将金属丝、网的一端可靠接地，或采用静电屏蔽。		
	防静电接地装置	应在汽车罐车和油船的装卸场所及下列甲、乙、丙A类油品作业场所，应设置消除人体静电装置：泵房的门外；在储罐的上罐扶梯入口处；装卸作业区内操作平台的扶梯入口处；码头上下船的出入口处。		
	防静电接地线不得利用电源零线、不得与防直击雷接地线共用。			
	静电接地仪的运行状况。			

C.8 电涌保护器（电源 SPD）安装检测见表 C.6。

表 C.6 电涌保护器（电源 SPD）安装检测

X雷检[]号

连接至低压配电系统的SPD安装检测					
级别					
安装位置					
产品型号					
产品试验类型					
安装数量					
UC标称值/V					
Iimp、In 检查值/kA					

表C.6 电涌保护器（电源SPD）安装检测（续）

UP检查值/kV					
SPD与被保护设备之间的线路长度/m					
引线长度					
连线色标					
连线截面 / mm ²	相/零				
	地				
过电流保护					

C.9 等电位连接检测见表 C.7。

表 C.7 等电位连接检测

X雷检[]号

[illegible]

C.10 各种接地电阻的检测见表 C.8。

表 C.8 各种接地电阻的检测

X雷检[]号

接地电阻阻值（Ω）							
测点编号 (对象、位置)	标准值 (≤)	测试值	测试值	测点编号 (对象、位置)	标准值 (≤)	测试值	评定

C.11 测点平面示意简图见表 C.9。

表 C.9 测点平面示意简图

X雷检[]号

测点平面示意简图
 图例（略）
说明： 1、简图中标有“●”符号的为各检测点的标识。标有“※”的为检测辅助桩位所在方位。标有“↙”的为引下线标识。 2、简图中（测点说明）：

参 考 文 献

- [1] GB/T 17949.1-2000 《接地系统的土壤电阻率、接地阻抗和地面电位测量导则》
 - [2] GB/T 32937-2016 《爆炸和火灾危险场所防雷装置检测技术规范》
 - [3] SH/T 3164-2021 《石油化工仪表系统防雷设计规范》
 - [4] DB45/T 1520-2017 《石油化工企业防雷装置检测技术规范》
 - [5] 《浙江省防雷装置检测业务规范》（浙江省气象局 2012年5月1日实施）
 - [6] 《防雷减灾管理办法》（2013年5月31日中国气象局第24号令）
 - [7] 《雷电防护装置检测资质管理办法》（2020年11月13日中国气象局令第38号）
-