

T/JPALPDM

团 体 标 准

T/JPALPDM 0011—2026

石油化工场所外部雷电防护装置大气腐蚀 防护规范 第1部分：总体原则和要求

Code for atmospheric corrosion protection of external lightning protection system
components in petrochemical plants - Part 1: General principles and requirements

2026 - 04 - 24 发布

2026 - 05 - 01 实施

江苏省防雷减灾协会 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总体原则	2
5 总体要求	2
5.1 大气腐蚀分级防护	2
5.2 过程要求	3
5.2.1 一般要求	3
5.2.2 措施	3
5.3 新材料、新工艺、新技术	3
5.4 安全、健康及环保	3
5.5 档案管理	4
附录 A（资料性） 基于资料性腐蚀性评估的典型大气环境类型	5
附录 B（资料性） 特殊腐蚀应力	6
B.1 化学应力	6
B.2 大气中的机械应力	6
B.3 由凝露引起的应力	6
B.4 由中温或高温引起的应力	6
B.5 由不同金属构成电极而形成的电偶腐蚀	6
参考文献	7

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。

《石油化工场所外部雷电防护装置大气腐蚀防护规范》计划发布以下部分：

- 第1部分：总体原则和要求；
- 第2部分：设计、施工及验收；
- 第3部分：维护。

本文件是《石油化工场所外部雷电防护装置大气腐蚀防护规范》的第1部分。

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。

本文件由江苏省防雷减灾协会提出并归口。

本文件起草单位：连云港市气象局、连云港市长虹防雷有限责任公司、中国电力科学研究院有限公司、连云港市建设工程质量检测中心有限公司、江苏泓远检测科技有限公司、常州市防雷设施检测所有限公司、扬州市气象局、南京市气象局。

本文件主要起草人：成丹琼、江海洋、杨晓峰、张强、王磊、左晨光、卢壹梁、侯文豪、陈云、陈浩、王晓芳、杨丙坤、漆正蓉、丁立桥、刘悠悠、李珏、李洲、滕晓春、吕田丰、陈群、刘杨、任曙霞、张洁茹、吴立新、张微娜、吴崇岳、刘昊、张艳华、蒋海琴、王颖、赵阳、郁佳慧、冯明霞、侍乐天、孔祥生、单康兵、王晋、王鹏、仇文捷、田芳。

引 言

外部雷电防护装置是石油化工场所重要的安全设施，由金属及合金材质构成，受大气环境的湿度、污染物等影响产生金属腐蚀，其电气特性与机械特性逐步劣化，进而引发安全风险。在不同的大气腐蚀环境下，同样的外部雷电防护装置寿命呈现出较大的差异，有必要作出针对性、精细化的腐蚀防护规定。

本文件规范了不同大气腐蚀性等级下，石油化工场所外部雷电防护装置的大气腐蚀防护设计、施工及验收、维护工作。由三个部分构成。

- 第1部分：总体原则和要求。目的在于规定了外部雷电防护装置腐蚀分级防护要求、过程及相关措施。
- 第2部分：设计、施工及验收。目的在于规定了外部雷电防护装置首次维修寿命的确定方法、施工及验收要点等。
- 第3部分：维护。目的在于规定了对外部雷电防护装置锈蚀程度的判定、表面处理以及防护涂料体系的选择。

本部分规定了外部雷电防护装置腐蚀分级防护的总体原则及要求。大气腐蚀性等级是腐蚀分级防护的重要依据，其中《大气腐蚀等级分布图》是基于国际通用的标准金属试样在户外大气环境曝露1年期的腐蚀速率评估该处大气环境腐蚀性的方法（简称“曝露法”）绘制而成的数字地图，而基于资料性腐蚀性评估的大气腐蚀性等级对应的大气环境类型可作为参考。外部雷电防护装置的首次维修寿命通常根据金属及合金材质确定；结构、位置等因素影响很小，不作为确定首次维修寿命的考虑因素，除非微环境存在特殊腐蚀应力。个别金属如铝，虽然适用于大气腐蚀性等级，但因其特殊的腐蚀机制，很难在设计阶段确定其首次维修寿命，通常在维护阶段根据锈蚀程度，结合对应大气腐蚀性等级下适用的防护涂料对其采取维护措施。

石油化工场所外部雷电防护装置大气腐蚀防护规范 第1部分：总体原则和要求

1 范围

本文件规定了大气环境下，石油化工场所外部雷电防护装置腐蚀防护的总体原则及要求。

本文件适用于大气环境下以石油、天然气、煤及其产品为原料制取燃料和化工产品的新建、改建及扩建工程的石油化工装置、建筑物及其辅助生产设施的外部雷电防护装置的腐蚀防护。

本文件不适用于：

- 1) 煤矿，陆地油气的采集、长距离输送系统，海上油井平台；
- 2) 水、陆、空交通运输工具；
- 3) 粉尘爆燃等环境。

注1：大气环境不包括室内、完全预埋在混凝土中等情况。

注2：建筑物包括敞开式、半敞开式厂房。

注3：外部雷电防护装置自然部件的大气腐蚀防护不适用于本文件，应从材料供应商、设备制造商的材料说明书、技术文件中获取。

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 19292.1 | 金属和合金的腐蚀 | 大气腐蚀性 | 第1部分：分类、测定和评估 |
| GB/T 19292.2 | 金属和合金的腐蚀 | 大气腐蚀性 | 第2部分：腐蚀等级的指导值 |
| GB/T 19292.4 | 金属和合金的腐蚀 | 大气腐蚀性 | 第4部分：用于评估腐蚀性的标准试样的腐蚀速率的测定 |
| GB/T 33588.1—2025 | 雷电防护系统部件（LPSC）第1部分：连接件的要求 | | |
| GB/T 50328—2014 | 建设工程文件归档规范（2019版） | | |

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

外部雷电防护装置 external lightning protection system

外部防雷装置

LPS的一部分，由接闪器、引下线、接地装置组成。

[来源：GB/T 21714.3—2015, 3.2]

3.2

连接件 connection components

外部防雷装置的组成部分，用于导体之间或者导体与其他金属装置之间的连接。

[来源：GB/T 33588.1—2025, 3.1]

3.3

腐蚀 corrosion

使金属的性能发生变化，并常可能导致金属、环境或由它们作为组成部分的技术体系的功能受到损伤的金属与环境间的物理—化学相互作用。

注：该相互作用通常具有电化学的本质。

[来源：GB/T 10123—2022, 3.1]

3.4

大气腐蚀 atmospheric corrosion

在环境温度下,以地球大气作为腐蚀环境的腐蚀。

[来源: GB/T 10123—2022, 4.4]

3.5

腐蚀防护 corrosion protection

改进腐蚀系统以减轻腐蚀损伤。

注: 腐蚀系统是由一种或多种金属和影响腐蚀的环境要素所组成的系统。

[来源: GB/T 10123—2022, 5.1]

3.6

大气腐蚀性 corrosivity of atmosphere

在给定腐蚀体系中大气引起腐蚀的能力。

[来源: GB/T 19292.1—2018, 3.1]

3.7

防护涂料体系 protective paint system

已被涂装或将被涂装在基材上提供腐蚀防护的色漆涂层或相关产品的总称。

[来源: GB/T 30790.1—2014, 3.9, 有修改]

3.8

首次维修寿命 life to first maintenance

不考虑意外的机械应力、热应力等造成寿命损失的前提下,从投入使用算起,到外部防雷装置材质基体或保护覆盖层的腐蚀防护性能下降到必须对其进行维护才能维持服役能力的时刻为止的间隔时间。

注: 保护覆盖层即施加在金属表面上,用以提供腐蚀防护的材料层。

[来源: GB/T 19355.1—2016, 3.4, 有修改]

4 总体原则

为防止或减少大气环境中石油化工场所因雷击引发的人身伤亡和财产损失,应对外部防雷装置采取必要的腐蚀防护措施,并做到经济合理、技术先进。

5 总体要求

5.1 大气腐蚀分级防护

5.1.1 外部防雷装置的大气腐蚀防护措施应根据所在地的大气腐蚀性等级确定,见表1。大气腐蚀性等级宜从《大气腐蚀等级分布图》¹⁾中获取;当参考基于资料性腐蚀性评估的大气腐蚀性等级时,对应的典型大气环境类型见附录A。

表1 大气腐蚀性等级

大气腐蚀性等级	腐蚀性
C1	很低
C2	低
C3	中等
C4	高
C5	很高
CX	极高

5.1.2 当外部防雷装置所在微环境存在会造成腐蚀显著增加或对腐蚀防护性能提出更高要求的特殊腐蚀应力时,腐蚀防护措施应根据至少更高一级的大气腐蚀性等级确定。特殊腐蚀应力的部分示例见附录B。

1) 《大气腐蚀等级分布图》相关内容可向中国电力科学研究院有限公司咨询,给出这一信息是为了方便本文件的使用者。

注1：在一个结构的组成部件和周围物质之间界面的环境即为微环境。微环境是评价腐蚀应力的决定性因素之一。

注2：腐蚀应力即促进腐蚀的环境因素。

5.1.3 外部防雷装置连接件的腐蚀防护性能应根据 GB/T 33588.1—2025 附录 D 进行试验认定，但永久性连接件及伸缩连接件的腐蚀防护措施应根据所在地的大气腐蚀性等级确定，见 5.1.1。

5.2 过程要求

5.2.1 一般要求

外部防雷装置的大气腐蚀防护在设计、施工、维护等各个阶段均应满足电气特性、机械特性的相关要求。

5.2.1.1 设计、施工及验收

- 1) 应在设计阶段根据相应的大气腐蚀性等级确定外部防雷装置的首次维修寿命；
- 2) 施工应严格执行设计要求，验收时应明确检查、检测方法及抽检比例、数量。

5.2.1.2 维护

应在维护阶段根据外部防雷装置的首次维修寿命及大气腐蚀性等级选择适用的防护涂料体系。

5.2.2 措施

外部防雷装置大气腐蚀防护措施及适用阶段见表2。

表2 措施及适用阶段

措施	适用阶段		
	设计	施工	维护
选材	●	○	—
优化结构、合理安装	●	●	—
保护覆盖	●	○	●
注：●表示应选；○表示必要时选；—表示未涉及			

5.2.2.1 选材

大气腐蚀性分级适用的外部防雷装置金属及合金，包括：热浸镀锌钢（覆盖层锌 \geq 99.5%）、镀铜钢（覆盖层铜 \geq 99.9%）、锌（锌 \geq 99.5%）、铜（铜 \geq 98.5%）、镀锡铜（铜 \geq 98.5%）、铜合金（铜-锌合金、铜-锡合金、铜-锌-镍合金、铜-镍合金，铜 \geq 80%）、镀铜铝（覆盖层铜 \geq 99.9%）等，应在设计阶段确定首次维修寿命时采用；必要时可在施工阶段采用。

注1：大气腐蚀性分级不适用于不锈钢。

注2：铜合金仅用于外部防雷装置连接件。

5.2.2.2 优化结构、合理安装

对外部防雷装置结构优化设计，并合理安装，应在设计、施工阶段采用。

5.2.2.3 保护覆盖层

对外部防雷装置施加保护覆盖层，主要形式包括：

- 1) 金属覆盖层：热浸镀、电镀、电镀锌，应在设计阶段确定首次维修寿命采用；
- 2) 防护涂料体系，应在维护阶段采用，必要时可在施工阶段采用。

5.3 新材料、新工艺、新技术

当外部防雷装置采用新材料、新工艺、新技术时，其大气腐蚀防护性能应根据 GB/T 19292.1~2、GB/T 19292.4 试验认定。

5.4 安全、健康及环保

外部防雷装置的大气腐蚀防护措施应符合国家现行安全、健康及环境保护相关标准的规定，并做到以下要求：

- 1) 施工、维护时，防止火灾爆炸；
- 2) 施工、维护时，采取包括对眼睛、皮肤、耳朵和呼吸系统的人身保护措施；
- 3) 施工、维护时，减少挥发性有机化合物（VOCs）的排放，保护大气、水和土壤；
- 4) 维护时，对外部防雷装置采取回收利用和废物处理。

5.5 档案管理

外部防雷装置大气腐蚀防护的设计、施工及验收、维护等相关记录的档案管理应符合GB/T 50328—2014的规定。

附录 A
(资料性)

基于资料性腐蚀性评估的典型大气环境类型

基于资料性腐蚀性评估的典型大气环境类型参见表A.1。

表A.1 基于资料性腐蚀性评估的典型大气环境类型

腐蚀性等级 ^a	腐蚀性	典型环境—举例（室外）
C1	很低	干冷地区，污染非常低且潮湿时间非常短的大气环境，如某些沙漠、北极中央/南极
C2	低	温带地区，低污染($SO_2 \leq 5 \mu g/m^3$)大气环境，如乡村、小镇 干冷地区，潮湿时间短的大气环境，如沙漠，亚北极地区
C3	中等	温带地区，中度污染($5 \mu g/m^3 < SO_2 \leq 30 \mu g/m^3$)或氯化物有作用的大气环境，如城市地区、低氯化物沉积的沿海地区 亚热带和热带地区，低污染大气环境
C4	高	温带地区，重度污染($30 \mu g/m^3 < SO_2 \leq 90 \mu g/m^3$)或氯化物有重大作用的大气环境，如污染的城市地区、工业地区、没有盐雾或没有暴露于融冰盐强烈作用下的沿海地区
C5	很高	温带和亚热带地区，超重污染($90 \mu g/m^3 < SO_2 \leq 250 \mu g/m^3$)和/或氯化物有重大作用的大气环境，如工业地区、沿海地区、海岸线遮蔽位置
CX	极值	亚热带和热带地区(潮湿时间非常长)，极重污染($SO_2 > 250 \mu g/m^3$)包括间接和直接因素和/或氯化物有强烈作用的大气环境，如极端工业地区、海岸与近海地区及偶尔与盐雾接触的地区
<p>注1：沿海地区氯化物沉积受风向、风速、当地地貌、海岸外避风岛、地点距海洋的距离等影响。</p> <p>注2：氯化物的极端影响，如海水飞溅或重盐雾，是超出本部分范围的。</p> <p>注3：特定服役大气环境的腐蚀性分类，如化学工业，是超出本部分范围的。</p> <p>注4：有氯化物沉积和积累的海洋大气环境中，由于吸湿性盐的存在，被遮蔽的表面和没有雨水冲刷的表面具有更高的腐蚀性等级。</p>		
<p>^a 预期为CX等级的大气环境，宜根据《大气腐蚀分布图》确定大气腐蚀性等级。</p>		

附录 B (资料性) 特殊腐蚀应力

特殊腐蚀应力是指会造成腐蚀显著增加或对防护性能提出更高要求的应力。由于这类应力具有多样性，这里仅选择性地给出一定数量的示例。

B.1 化学应力

源于工厂生产时的污染物会使局部腐蚀加重(例如酸、碱或盐、有机溶剂、侵蚀性气体和粉尘颗粒)。这类应力往往发生在诸如炼焦厂、酸洗车间、电镀厂、染料厂、木浆车间、制革厂和炼油厂的附近。

B.2 大气中的机械应力

受机械磨蚀的表面可认为是暴露在中等或严重的机械应力条件下。

大气环境中的风尘颗粒(例如砂)会加剧腐蚀；人行道、机动车道或两者混合区域会发生严重磨蚀；粗糙碎石下的部位也会受到严重冲蚀和磨损。

锌覆盖层和钢之间良好的结合力(尤其是具有锌铁合金反应的热浸镀锌和粉末渗锌)有利于降低这类影响。与传统的涂料涂层相比，锌覆盖层具有较高的抗磨料侵蚀能力(十倍或更高)。

B.3 由凝露引起的应力

如果外部防雷装置结构表面的温度连续几天均低于露点，产生的凝露会引起极高的腐蚀应力，尤其是当这类凝露定期发生(例如在自来水厂、在冷却水管道上、冷凝设备上)时。

B.4 由中温或高温引起的应力

在本文件中，中温是指介于+60℃~150℃的温度，高温是指介于+150℃~+400℃的温度。这两个温度范围仅在建筑或生产操作过程的某些特殊情况下出现(例如在公路上铺沥青期间产生中温，在钢板烟囱中、烟气管道和炼焦厂排气管路中产生高温)。

B.5 由不同金属构成电极而形成的电偶腐蚀

当两种不同金属直接接触，同时有电解质存在(如水汽)，可能会发生电偶腐蚀。在电化学序列中，电位较负或呈阳极的金属会优先腐蚀从而阻止了其他金属的腐蚀，见表B.1。

一般情况下，腐蚀程度会随着金属之间的电极电位差的增大而增大，两种金属在电化学列表中的位置相差越远则电极电位差越大，这部分差异取决于这两种金属在电化学系列中的位置。除此以外，腐蚀的程度还取决于其他多项因素，如两种金属表面积的比例、暴露的环境等。

表B.1 部分金属的相对电极电位

阳极——更容易腐蚀
镁
锌
铝
碳钢和低合金钢
铸铁
铅
锡
铜，铜—锌合金，铜—锡合金
不锈钢
钛
阴极——不容易腐蚀

参 考 文 献

- [1] GB/T 10123—2022 金属和合金的腐蚀 术语
 - [2] GB/T 19355.1—2016 锌覆盖层 钢铁结构防腐的指南和建议 第1部分：设计与防腐的基本原则
 - [3] GB/T 20852—2007 金属和合金的腐蚀 大气腐蚀防护方法的选择导则
 - [4] GB/T 21431—2023 建筑物雷电防护装置检测技术规范
 - [5] 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
 - [6] GB/T 30790.1—2014 色漆和清漆 防护涂料体系对钢结构的防腐保护 第1部分：总则
 - [7] GB/T 30790.2—2014 色漆和清漆 防护涂料体系对钢结构的防腐保护 第2部分：环境分类
 - [8] GB 50058—2014 爆炸危险环境电力装置设计规范
 - [9] GB 50169—2016 电气装置安装工程接地装置施工及验收规范
 - [10] GB 50650—2011 石油化工装置防雷设计规范（2022版）
-