中 国 腐 蚀 与 防 护 学 会 标 准

T/CSCP 0023-2024

铁路站台雨棚钢结构环境腐蚀联网观测方法

Networked observation methods for environmental corrosion of steel structures in railway platform canopies

2024 年 11 月 21 日发布　　2024 年 12 月 21 日实施

中国腐蚀与防护学会　发 布

前　言

本文件按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本文件是对中国腐蚀与防护学会 2017 年发布的《材料环境腐蚀试验技术—野外曝露试验标准》按团体标准的编写要求和格式进行修订。

本文件由中国腐蚀与防护学会提出并归口。

本文件主要起草单位：中国铁道科学研究院集团有限公司金属及化学研究所。

本文件参加起草的单位：中国铁路上海局集团有限公司、北京科技大学、中国铁路北京局集团有限公司、中国铁路广州局集团有限公司、中国铁路武汉局集团有限公司，中国铁路南宁局集团有限公司，中国铁路成都局集团有限公司，中国铁路南昌局集团有限公司，中国铁路沈阳局集团有限公司，中国铁路郑州局集团有限公司，中国铁路呼和浩特局集团有限公司，中国铁路太原局集团有限公司，中国铁路兰州局集团有限公司，中国铁路昆明局集团有限公司。

本文件主要起草人：解益、王涛、石振平、伊钟毓、吴韶亮、王伦滔、程学群、杜翠薇、李晓刚、杨小佳、李众、李清、蔡恒、彭山青、杨丽、杜玮、贾恒琼、史懿、袁磊、魏婴、朱丽，何俊旭，杜欣双，林伟煌，朱建军、赵小虎，毕耘晨，贺海建，马朝泰，耿天军，裴明祥，姚扬、唐翰，王玉琦、游锦华、李可志、张琪、南阳、张喆、相若函、刘一铄、王炳钦。

铁路站台雨棚钢结构环境腐蚀联网观测方法

1 范围

本文件规定了铁路站台雨棚钢结构环境腐蚀联网观测的原则和方法，包括观测内容，观测位置的确定、观测设备的选择、安装、数据采集、传输、分析及结果的应用。

本文件适用于铁路站台雨棚钢结构腐蚀情况的联网观测。

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（包括所有的修改版）适用于本文件。

GB/T 10123 金属和合金的腐蚀 基本术语和定义

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 19292.3 金属和合金的腐蚀 大气腐蚀性 第 3 部分：影响大气腐蚀性环境参数的测量

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

T/CSCP 0002-2022 腐蚀大数据：大气腐蚀在线监测系统技术规范

T/CSCP 0003-2022 腐蚀大数据：在线监测设备安装规范

T/CSCP 0004-2022 材料腐蚀大数据评价技术—累积腐蚀积分电量法

T/CSCP 0005-2022 材料腐蚀大数据评价技术—腐蚀时钟图法

T/CSCP 0006-2022 材料腐蚀大数据评价技术—F 指数法

3 术语和定义 英语

GB/T 10123 和 GB/T 19292.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 环境腐蚀性监测 environmental corrosivity monitoring

使用各种传感器和设备系统对环境腐蚀性的关键因素进行监测。

4 站台雨棚钢结构腐蚀联网观测的原则

站台雨棚钢结构环境腐蚀性等级 C4 以上，宜进行站台雨棚钢结构腐蚀联网观测。

5 站台雨棚钢结构腐蚀联网观测系统

5.1 系统组成

站台雨棚钢结构腐蚀联网观测系统主要包括：

（a）传感器感知单元；

（b）数据采集传输单元；

（c）数据输出单元；

（d）供电单元；

（e）远程通信单元；

（f）数据处理单元；

（g）物联网云平台；

（h）辅助设备。

5.2 组成单元技术要求

各组成单元技术要求执行标准 T/CSCP 0002-2022。

5.2.1 传感器感知单元

（a）温湿度传感器

对大气环境的温湿度进行观测的传感器。

（b）大气污染物传感器

对大气环境的腐蚀介质包括 PM2.5、SO_2、SO_3、H_2S、NH_3 等浓度进行观测的传感器。

（c）气象传感器

对大气环境的风力、风向等进行观测的传感器。

（d）力学传感器

对站台雨棚钢结构的振动、位移、沉降等因素进行观测的传感器。

（e）金属材料腐蚀传感器

可以观测指定金属材料在站台雨棚钢结构自然环境中腐蚀速率的传感器。

5.2.2 数据采集传输单元

（a）数据采集系统由大气腐蚀监测探头、恒电位仪组成，大气腐蚀监测传感器与恒电位仪连接。

（b）数据传输系统：

1）有线数据传输至客户端/上位机/系统后台/中心计算机；

2）无线数据收发至客户端/上位机/系统后台/中心计算机；

3）利用网关经云端平台至客户端。

5.2.3 数据输出单元

（a）现场实时直观展示腐蚀检测结果，可以是数字、图表、曲线等的显示或打印；

（b）现场检测元数据连续存储，并可以转存和下载；

（c）远程在线展示腐蚀检测结果，可以是数字、图表、曲线等的显示或打印。

5.2.4 供电单元

为不同现场的需求，提供 24VDC，220VAC 和太阳能等各种不同的电源供电模式。

5.2.5 远程通信单元

（a）基于 GSM 移动通讯技术，采用 GPRS 实现远程数据通讯；

（b）基于远程控制的 GSM/GPRS 数据读取；

（c）通讯系统由 GPS 定位装置、GPRS 无线传输装置组成。

5.2.6 数据处理单元

数据分析中心由 GPRS 数据接收器和计算机组成。

5.2.7 物联网云平台

该云平台由服务器、数据库和监控服务软件组成，软件架构为 Browser/Server 模式，支持网络访问。

5.2.8 辅助设备

测试线缆、联接线缆和专用接头。

6 站台雨棚钢结构腐蚀监测设备布置

6.1 站台雨棚钢结构监测点位的选择

站台雨棚钢结构环境腐蚀性等级 C4 及以上位置宜布置腐蚀观测传感器。

6.1.1 地理位置代表性

腐蚀观测点应选在站台代表性的位置。例如每列轨道对应顶部雨棚的前、中、后区域。

6.1.2 环境条件代表性

腐蚀观测点应考虑到风向、日照、湿度等环境腐蚀性关键因素对站台雨棚钢结构腐蚀的影响，选择受这些因素影响较大的区域布置监测点。

6.1.3 关键节点代表性

腐蚀观测点应选择对站台雨棚钢结构安全和稳定性至关重要的连接节点，比如立柱和钢桁架连接处。

6.1.4 合规性和安全性

确保腐蚀观测点的选择符合相关法规和安全标准，不妨碍正常的车站运营和乘客通行。

6.2 腐蚀联网观测设备安装

腐蚀联网观测设备安装前的功能检验、安装过程中的技术规范与安装后的验收执行标准 T/CSCP 0003-2022。

6.2.1 腐蚀传感器命名规则

腐蚀联网观测设备终身编号。命名应按由三部分组成，第一部分为环境腐蚀监测仪的英文缩写，第二部分为阳极材料标识码，第三部分为同一型号腐蚀传感器平行样的序号（如 CMS-Q235b-4）。

6.2.2 主体设备投放

依次将电源线、显示器、网络天线、温湿度传感器、腐蚀传感器等传感器连入微电流采集设备，并将微电流采集设备与显示器置于户外设备保护箱内部。其中箱体保证安装时水平放置，安装要求离地高度≥0.2m，有效防止积水流入箱体内部进而避免设备损坏。

6.2.3 设备安装调试

（a）传感器安置其正面向上朝正南方向，与水平方向呈 30～60°角，离地面距离 0.5～2m；传感器安放处周围 10m 内无明显遮挡物，保证安装位置可以直接降落雨水并且无其他结构造成表面积水。

（b）设备各零部件应连接可靠，表面无明显缺陷，各操作按键使用灵活，定位准确。

（c）设备各显示部分的刻度、数字清晰，涂色牢固，不应有影响读数的缺陷。

（d）设备电源引入线与机壳之间的绝缘电阻应不小于 20MΩ。

（e）调试检测后应整理编制安装调试报告。

6.2.4 性能指标验收

（a）监测测量各性能指标，全部合格。

（b）示值误差合格，监测系统进行 24h 零点漂移和 24h 内 80%量程漂移测试，测试时间为 1d。

7 腐蚀联网观测数据采集与传输

7.1 腐蚀联网观测数据命名

（a）有设备需严格遵循此命名规则，确保命名格式的一致性，便于系统自动识别和分类数据。

（b）命名结构包含关键位置、时间、参数等信息，使数据在不打开文件的情况下也可直观识别。

（c）命名规则中的时间、地点、设备和参数信息可以轻松进行检索，方便数据的批量处理和存档管理。以下是推荐的数据命名规则结构及示例：

[项目代号]-[地点代号]-[设备类型]-[传感器编号]-[监测参数]-[日期]-[时间]

（1）项目代号：标识项目的缩写或编号，例如 "STCP" 表示车站雨棚腐蚀观测项目。

（2）地点代号：标识具体监测位置，例如 "BJS" 表示北京南站。

（3）设备类型：标识设备的类型，如 "COR" 表示腐蚀传感器，"TEMP" 表示温度传感器。

（4）传感器编号：指定传感器的唯一编号，用于区分多个同类设备。可使用数字编号（例如 "01"、"02"）或其他编码方案（如传感器序列号的简写）。

（5）监测参数：标识具体监测参数，例如腐蚀速率 "CR"、湿度 "HUM"。

（6）日期：采用 "YYYYMMDD" 格式表示年、月、日。

（7）时间：使用 "HHMMSS" 格式记录 24 小时制的小时、分钟和秒。

（8）示例：

STCP-BJS-COR-01-CR-20241110-143000：表示北京南站的编号为 01 的腐蚀传感器在 2024 年 11 月 10 日 14:30 采集的腐蚀速率数据。

STCP-BJS-TEMP-01-HUM-20241110-143000：表示北京南站的编号为 01 的温度传感器在 2024 年 11 月 10 日 14:30 采集的湿度数据。

7.2 腐蚀联网观测数据采集

7.2.1 腐蚀联网观测数据采集系统

数据采集系统负责采集腐蚀联网观测数据，需满足以下要求：

（a）数据采集系统可连接多种不同功能的检测传感器感知系统。根据监测目标的需求，传感器数量可调整，至少应配备 3 个独立通道。

（b）数据采集方式包括人工现场下载、有线数据采集与传输、以及无线数据采集与传输三种方式，以满足多样化的采集需求。

（c）数据采集系统应能够自动在测量数据后附加时间及状态标记，以准确记录测定数据和设备运行状态。

（d）系统应配备北斗或 GPS 定位装置，实现腐蚀监测位置信息的实时采集。

7.2.2 腐蚀联网观测数据采集频次

材料腐蚀大数据和环境腐蚀大数据的采集频次应根据监测环境和应用需求设定，推荐如下：

（a）材料腐蚀大数据：建议每小时进行一次数据采集，以捕捉材料腐蚀速率和状态的实时变化。

（b）环境腐蚀大数据：建议每 30 分钟进行一次数据采集，以反映环境条件（如温度、湿度、污染物浓度等）的动态变化。对于腐蚀变化较为剧烈的区域，采集频次可进一步提升，以确保数据的及时性和准确性。

7.3 腐蚀联网观测数据传输

数据传输系统将采集的腐蚀观测数据传输至后台数据服务器，需满足以下条件：

（a）后台数据服务器需与本地数据收发装置连接，以接收并存储本地设备传送的大气腐蚀数据。

（b）在数据传输至后台服务器的同时，应同步传输至本地数据存储设备和数据备份服务器，以提升数据传输的可靠性。

（c）无线远程传输应采用 GPRS、3G 或 4G 等无线通信技术，确保数据传输的高效性和灵活性。

（d）所有采集的数据应加密处理后，通过运营商网络上传至公网服务器或自备服务器，并存储在数据库中，保证所有原始数据的安全存储。

（e）后台数据服务器在接收到用户终端的请求后，可将相应的大气腐蚀数据结构体传送至用户终端。

（f）用户终端的类型和数量应根据实际需求灵活选择，可包括配有数据查看工具的大型计算机或安装有查看程序的移动设备，如手机等。

7.4 远程联网验收

在系统验收阶段，应确保数据采集和传输的正确性与稳定性，具体要求如下：

（a）对数据进行抽样检查，随机抽取试运行期间的监测数据，对比上位机接收的数据与现场设备存储的数据。数据传输的正确率应达到或超过 95%。

（b）数据采集与传输设备应在连续 24 小时内稳定运行，不得出现除通信稳定性、通信协议正确性、数据传输正确性以外的其他联网问题。

8 腐蚀联网观测数据分析与应用

8.1 数据分析

利用腐蚀大数据分析评价技术处理联网监测数据，其中腐蚀大数据评价技术包括但不限于累积腐蚀积分电量法、腐蚀时钟图法、F 指数法等。相关方法技术要求执行标准 T/CSCP 0004-2022、T/CSCP 0005-202 和 T/CSCP 0006-2022。数据处理平台能够接收、存储、分析多个腐蚀监测装置传输的位置信息及腐蚀数据信息，并进行智能解析和趋势计算。分析系统应具备以下功能：

（a）具有中文数据采集和控制软件，支持多种数据展示方式，包括数据表达、图表表达、图文表达及统计分析。

（b）支持对采集到的腐蚀数据进行智能解析处理，并以数字和图形模式提供计算和显示。

（c）配备腐蚀管理软件，可对腐蚀数据进行分析处理、图形显示、分类制表、特

定曲线绘制，并允许手动输入相关参数以生成统计报告。

（d）诊断分析软件具备系统设置、腐蚀数据可视化、数据图谱分析及剩余寿命预测等功能。

（e）数据处理结果包括但不限于腐蚀等级、最大腐蚀速率、平均腐蚀速率、已腐蚀量和腐蚀余量等指标。

（f）可处理并输出包括大气温度、相对湿度、腐蚀电流、腐蚀速率及时间特征数据的信息，实时显示数据并记录至少 3 个月的历史数据。

（g）系统具备时间标签功能，能够设置系统时间，并记录和显示系统温度及其他工作状态信息，每分钟更新一次。

（h）数据记录和输出可通过接口导入至计算机、U 盘或专用下载器，或使用 GSM/GPRS 网络无线传输。

（i）掉电后数据自动保存，恢复供电后系统可自动启动并恢复工作状态。

8.2 数据报告

通过对站台雨棚钢结构的环境腐蚀数据进行定期汇总和分析，生成详细的观测报告。报告内容应全面、精确，便于相关管理部门及时掌握钢结构的腐蚀状况，制定维护和防护措施，降低腐蚀风险。具体要求如下：

（a）报告频率与时间节点：根据腐蚀状况的监测需求，观测报告应按月、季度和年度生成，特殊情况下（如极端天气、设备异常）可增加专项报告，以便动态跟踪腐蚀趋势。

（b）报告内容：

（1）数据汇总：展示观测周期内的腐蚀数据，包括腐蚀速率、腐蚀等级（如 C1-CX 等级）、最大腐蚀速率、平均腐蚀速率、已腐蚀量和腐蚀余量等。数据内容应图文结合，提供多样化的表达形式，包括图表、曲线图、腐蚀时钟图等，以便清晰地反映腐蚀变化。

（2）环境数据关联：报告应包含观测周期内的环境数据（如温度、湿度、硫化氢、二氧化硫、PM2.5、降水量等），并分析环境条件与腐蚀状况之间的关联性，便于识别加速腐蚀的环境因素。

（3）趋势分析与预测：基于腐蚀大数据分析技术，运用累积腐蚀积分电量法、F 指数法、腐蚀时钟图法等方法，分析腐蚀发展趋势，并提供未来腐蚀状态的预测，评估结构材料的剩余使用寿命。

（4）重点区域评估：针对腐蚀高风险区域（如连接处、边缘、焊接点等）进行重点分析，报告需标注高风险区域的具体位置，显示这些区域的腐蚀状况，以便管理部门优先关注和维护。

（5）维护建议：根据腐蚀状态和趋势分析，提出合理的防护和维护建议，包括表面清理、防腐涂层补充、结构加固等具体措施，帮助管理部门优化维护计划，延长结构

的安全使用周期。

8.3 数据共享

建立一个在线数据共享平台，使相关部门能够访问站台雨棚钢结构的环境腐蚀性联网观测数据和报告。平台具备可视化展示功能，包括列表、波形、趋势图、腐蚀时钟图等多种展示方式，实时监测腐蚀数据动态变化，并提供以下关键可视化功能：

（a）数据实时监测：动态加载数据，实时显示腐蚀速率、腐蚀等级、温度、湿度、硫化氢、二氧化硫、PM2.5、凝露状态等基本要素，并允许用户修改或扩展显示内容；

（b）腐蚀趋势分析：展示腐蚀数据在监测周期内的整体变化趋势，支持特定时间点的数据查询；

（c）24 小时腐蚀数据曲线：展示一天内各腐蚀要素的实时数据更新；

（d）多点动态对比图：显示多个监测点的 24 小时累计腐蚀对比、实时数据对比及总腐蚀量对比；

（e）腐蚀时钟图：提供直观的时间和腐蚀状态关系展示；

（f）实时预警功能：可设置警报条件，监测设备离线、腐蚀速率、腐蚀等级（C1、C2、C3、C4、C5、CX）、温度、湿度、硫化氢、二氧化硫、PM2.5、凝露状态等情况，支持灵活扩展。

9 腐蚀联网观测设备的维护

9.1. 数据存储与备份

建立完善的数据存储和备份系统，确保观测数据的完整性、连续性和可追溯性。对于数据的存储与备份可以执行以下几条措施：

（a）定期自动备份：

设置系统自动化备份计划，根据数据更新频率和业务需求，安排每日、每周和每月备份策略。实时数据可以每日备份，历史数据按周或月进行增量备份。

使用自动化备份工具或脚本，确保备份任务按时执行，减少人为操作误差，系统会自动生成备份记录以供后续审查。

（b）异地备份与云端存储：

将备份数据存储在异地或云服务器上，以防止本地硬件故障、火灾或其他灾难事件导致数据全部丢失。

使用数据加密技术保护传输过程中的数据安全，并选择可靠的云存储服务提供商，确保数据在异地备份中的安全性。

（c）周期性数据完整性检查：

定期对备份数据进行完整性验证，确保备份数据与原始数据一致。可采用文件校验等方式检查数据的一致性，及时发现和修复损坏的备份文件。

每季度或半年进行全面数据恢复测试，验证备份数据的可用性，确保灾难发生时能快速恢复。

9.2 设备的维护与校准

定期对腐蚀观测设备进行维护和校准，以保证数据采集的准确性和设备的可靠性。维护措施包括以下具体内容：

(a) 通信稳定性检查：定期检查数据采集设备与传输设备之间的通信连接，确保信号传输的稳定性。对无线信号的设备，尤其应关注信号强度和传输延迟情况，必要时调整信号放大器或天线位置，以保障数据的畅通传输。

(b) 设备状态检测：定期检测硬件状态，包括电源、数据接口、传感器连接线等关键部件，防止因线路老化、设备松动或接触不良而导致的数据传输中断。对于电池供电设备，需重点检查电池电量和续航能力，确保在观测周期内电量充足。

(c) 软件系统维护：定期更新数据采集和传输系统的软件，优化通信协议和数据传输流程，排查并修复潜在的软件漏洞，确保设备内部时间同步准确，以避免数据错位或丢失。

(d) 故障记录与预防性更换：建立故障记录系统，每次检查时记录设备状态、维护内容及发现的问题。对高频率出现问题的部件及时更换，对于达到使用年限或多次出现故障的设备，建议进行预防性更换，以确保系统长期高效运行。