中 国 腐 蚀 与 防 护 学 会 标 准

T/CSCP 0083-2024

金属文物环境腐蚀性分级方法

Environmental corrosivity grading method for metal artifacts

2024 年 6 月 20 日发布　　2024 年 7 月 1 日实施

中国腐蚀与防护学会　发 布

前　言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准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。

本标准由中国腐蚀与防护学会提出并归口。

本标准主要起草单位：北京科技大学国家材料腐蚀与防护科学数据中心标准部。

本标准参加起草的单位：中国国家博物馆、故宫博物院、湖北省文物考古研究院、河北省文物与古建筑保护研究院、山东省文物保护修护与鉴定中心。

本标准主要起草人：程学群、王昕煜、李众、李晓刚、王伦滔、张帆、杨小佳、李清、杜翠薇、孙永兴、杨国威、王炳钦、徐迪、孙雷、杨体绍、陈坤龙、成小林、刘薇、刘建宇、刘瀚文、李玲、刘佳旭、蔡友振。

金属文物环境腐蚀性分级方法

1 范围

本标准规定了馆藏金属文物、自然环境中的金属文物和埋地金属文物的环境腐蚀性分级方法，包括金属文物环境腐蚀性等级、环境腐蚀性分级方法、自然环境参数分级评定、金属试样测量腐蚀速率分级评定和腐蚀大数据传感器的腐蚀速率分级评定。

本标准适用于博物馆和文物保护机构所藏金属文物、考古发掘出土的金属文物、露天展示的金属文物以及历史遗址中金属构件的腐蚀风险评估和管理。可以作为非金属文物相同工作的参考。

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 10123-2001，ISO 8044:1999，IDT)

GB/T 19292.1 金属和合金的腐蚀 大气腐蚀性 第 1 部分：分类（GB/T 19292. 1-2003，ISO 9223:1992，IDT）

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. 2-2003，ISO 9224:1992，IDT）

GB/T 19292.3 金属和合金的腐蚀 大气腐蚀性 第 3 部分：污染物的测量（GB/T 19292. 3-2003，ISO 9225:1992，IDT）

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式样的腐蚀速率的测定（GB/T 19292. 4-2003，ISO 9226:1992，IDT）

GB/T 44206-2024 馆藏文物病害数据库建设规范

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

WW/T 0104—2020 馆藏文物保存环境监测监测终端温湿度

WW/T 0099—2020 馆藏文物预防性保护装备环境适应性试验方法

3 术语和定义

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 腐蚀大数据

包含腐蚀和其他至少三组腐蚀影响因素的连续数据流。

3.2 腐蚀大数据传感器

以腐蚀电流大小反映被测金属在指定环境中腐蚀速率的传感器。

3.3 润湿时间

金属表面被能导致大气腐蚀吸附物或（和）电解质液膜覆盖的时间。

3.4 金属文物空间分类

根据金属文物的局部暴晒条件分类，如室内展示、室外展示、存储等，在室内外展示类型也存在着内陆地区与沿海地区的区别等。

3.5 金属文物自然环境

包括金属文物整体环境、局部环境和微环境。

3.6 金属文物整体环境

指金属文物所在地理位置的主要环境。该环境主要受该地区的大气环境腐蚀性因素影响，决定着金属文物在该地区的平均腐蚀速率。

3.7 金属文物局部环境

指围绕金属文物的主要环境。该类环境包括局部范围内的温湿度和污染参数，决定着局部范围内金属文物的腐蚀速率及腐蚀类型。

3.8 金属文物微环境

指金属文物物理接触件位置或微生物活动的微小环境。接触或邻近文物的其他材料，如展示架、包装材料或其他文物，这些物理接触可能引起电化学腐蚀或其他物理损伤。特别是在湿润或有机质丰富的环境中，微生物如霉菌和细菌可以在金属表面形成生物膜，促进腐蚀过程。

4 金属文物环境腐蚀性等级

无论对金属文物所处的整体环境、金属文物局部环境和金属文物微环境，环境腐蚀分级方法是相同的，环境腐蚀性等级分为六级，见表 1。

表 1 金属文物环境腐蚀性等级

腐蚀等级	环境腐蚀性
C1	很低
C2	低
C3	中等
C4	高
C5	很高
CX	极高

5 金属文物环境腐蚀性分级方法

5.1 根据金属文物自然环境参数进行分级

根据金属文物整体环境、局部环境和微环境监测一年的平均润湿时间和污染物等级

对金属文物环境腐蚀性进行分级。

5.2 根据标准金属试样测量的腐蚀速率进行分级

根据标准金属试样在以上三种环境中暴露一年的腐蚀速率对金属文物环境腐蚀性进行分级。

5.3 根据腐蚀大数据传感器测量的腐蚀速率进行分级

根据腐蚀大数据传感器在以上三种环境中暴露一周或一个月的腐蚀速率对金属文物环境腐蚀性进行分级。

6 金属文物自然环境参数分级评定

6.1 润湿时间的分级评定

6.1.1 润湿时间的测定

对于金属文物自然环境中大气润湿时间的测定依照 GB/T 19292.3 规定，其中润湿时间计算表见附录 A，或使用腐蚀大数据传感器方法。

6.1.2 润湿时间的分级

根据测定的金属文物自然环境中大气润湿时间数据，依照 GB/T 19292.1 规定对金属文物自然环境腐蚀性分级。

6.2 污染物的分级评定

6.2.1 污染物的测定

金属文物自然环境中的污染物主要分为两类：由 SO_2 造成的污染和由空气中的 Cl^- 造成的污染。对于环境中污染物的测定依照 GB/T 19292.3 规定，或使用腐蚀大数据传感器方法。

6.2.2 污染物的分级

根据测定的金属文物自然环境中污染物数据，依照 GB/T 19292.1 规定对金属文物自然环境腐蚀性分级。

7 根据标准金属试样测量的腐蚀速率进行分级评定

7.1 标准金属试样的腐蚀速率的测定

标准金属（碳钢、锌、铜）试样在金属文物自然环境下暴露一年的腐蚀速率值的测定依照 GB/T 19292.4 规定。

7.2 根据标准金属试样测量的腐蚀速率进行分级

根据测定的标准金属试样在金属文物自然环境暴露一年的腐蚀速率，依照 GB/T 19292.1 规定对金属文物自然环境腐蚀性分级。

8 根据腐蚀大数据传感器测量的腐蚀速率进行分级评定

8.1 腐蚀大数据传感器的腐蚀速率的测定

通过腐蚀大数据传感器的方法测定标准金属（碳钢、锌、铜）试样传感器在金属文物自然环境暴露一周或一个月的腐蚀速率值。材料腐蚀速率的计算方法见附录 B。

8.2 根据腐蚀大数据传感器的腐蚀速率进行分级

根据腐蚀大数据传感器测定的标准金属试样传感器在金属文物自然环境暴露一周或一个月的腐蚀速率数据，依照 GB/T 19292.1 规定对金属文物自然环境腐蚀性分级。

附录 A

润湿时间计算和气候特征选择

气候类型	每年最大值的平均值 [a]			润湿时间计算/(RH＞80％，θ＞0℃)	润湿时间分级
	低温/℃	高温/℃	最高温度/℃（RH≥95％）		
极冷	-65	+32	+20	0～100	1 级或 2 级
冷	-50	+32	+20	150～2500	2 级或 3 级
稍冷	-33	+34	+23	2500～4200	4 级
温暖	-20	+35	+25		
干热	-20	+40	+27	10～1600	2 级或 3 级
很干热	-5	+40	+27		
非常干热	+3	+55	+28		
湿热	+5	+40	+31	4200～6000	4 级或 5 级
非常湿热	+13	+35	+33		
a 参见 IEC 721-2-1：1998《环境条件分类 第 2 部分：自然环境条件 温度和湿度》					

附录 B

材料腐蚀大数据评价技术—累计腐蚀积分电量法计算样品腐蚀速率

B-1 累计腐蚀积分电量计算方法

瞬态腐蚀电流密度随时间的积分表示单位面积传感器累计积分电量，可以用其反映腐蚀的总累积量。

相对腐蚀电流强度值随时间的总积分由以下函数表示：

$$Q_i=\Sigma(j_1+j_2+j_3+\cdots+j_n)n=T_n=1\Delta t \qquad \text{(B-1)}$$

B-1 式中，Q_i 为腐蚀传感器累积积分电量，单位为库伦 C；j_n 为 n = t 时刻的瞬态腐蚀电流密度；Δ t 为瞬态腐蚀电流密度采集时间间隔；每次采集瞬态腐蚀电流密度时，Q_i 值都会被叠加并计算，并将计算结果绘制成累积腐蚀量曲线。

累计腐蚀积分电量反映的是材料自试验开始至一个试验周期结束后的连续累计损失值，可通过对传感器进行标定，换算成材料腐蚀损失。

B-2 累计腐蚀量与腐蚀速率转换规则

采用标准化的腐蚀大数据传感器在标准腐蚀环境中进行测试，并将其累计腐蚀量作为参考值来评定碳钢腐蚀耐大气腐蚀等级。按照下式计算：

$$Q = 2.74T\rho SzFr\ M \times 10^{-4} \qquad \text{（B-2）}$$

其中，

r：腐蚀速率，mm/a

Q：积分电量，C

M：mol 质量，56 g/mol

T：试验时间，天，

ρ：密度，7.68 g/cm^3

S：工作面积，cm^2

z：电荷数，z =2

F：法拉第常数，96485 C/mol