

团 体 标 准

T/CGA XX—202X

金矿金属锚杆盐雾环境加速腐蚀试验方法

Test method of accelerated corrosion for gold mine metal anchor rod
in salt spray environment

（征求意见稿）

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中 国 黄 金 协 会 发 布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 技术要求 2

 4.1 仪器设备 2

 4.2 试验溶液 3

 4.3 过滤 3

 4.4 试样的制备 3

 4.5 确定盐雾环境加速腐蚀试验的时间 3

 4.6 锚杆试样的放置 4

 4.7 试验条件 4

 4.8 试验后试样的处理 4

5 试验步骤 5

6 试验数据处理 5

7 试验结果的评价 5

8 试验报告 5

9 管理要求 6

 9.1 安全管理 6

 9.2 技术管理 6

附录 A（资料性） 盐雾环境加速腐蚀试验报告单 7

参考文献 8

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》给出的规则起草。

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。

本文件由中国黄金协会提出。

本文件由全国黄金标准化技术委员会（SAC/TC 379）归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

金矿金属锚杆盐雾环境加速腐蚀试验方法

1 范围

本文件规定了金矿金属锚杆在中性盐雾（NSS）、乙酸盐雾（AASS）和铜加速乙酸盐雾（CASS）环境下使用的技术要求、试验步骤、试验结果的评价、试验报告和安全管理的。

本文件适用于评价金矿金属锚杆的耐腐蚀性能。其中，中性盐雾环境加速腐蚀试验适用于中性、弱碱性腐蚀环境下的金属锚杆；乙酸盐雾环境加速腐蚀试验适用于酸性腐蚀环境下的金属锚杆；铜加速乙酸盐雾环境加速腐蚀试验适用于酸性、高温腐蚀环境下的金属锚杆。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过文中的规范性引用而构成本标准必不可少的条款。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 10123—2022 金属和合金的腐蚀 术语（ISO 8044:2020，IDT）

GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验（GB/T 10125—2021，ISO 9227:2017，MOD）

3 术语和定义

GB/T 10123、GB/T 10125 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

金属锚杆 metal rock-bolt

以各种金属材质杆体、托盘/托板等构件组成的锚杆。

3.2

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]

3.3

加速腐蚀试验 accelerated corrosion test

为了在比实际服役更短的时间内得出试验结果，在比服役条件苛刻情况下进行的腐蚀试验。

[来源：GB/T 10123—2022，6.5]

3.4

盐雾试验 salt spray test

在测试容器中，对目标或试验样品喷洒含氯化钠溶液的加速腐蚀试验。

[来源：GB/T 10123—2022，6.7]

3.5

腐蚀介质 **corrosive agent**

与给定金属接触时会引起或促进腐蚀的物质。

[来源：GB/T 10123—2022，3.2]

3.6

腐蚀环境 **corrosive environment**

含有一种或多种腐蚀介质的环境。

[来源：GB/T 10123—2022，3.3]

4 技术要求

4.1 仪器设备

4.1.1 材质要求

与喷雾液或试验溶液接触的所有元件应由抗喷雾溶液的材料制成，或内衬有抗喷雾溶液的材料，并且它们不会影响喷雾试验溶液的腐蚀性能。

4.1.2 盐雾箱

盐雾箱应符合 GB/T 10125—2021 中 6.2 的规定。

4.1.3 盐雾试验箱

盐雾试验箱的选用应遵循“适用、可靠、先进、经济”的原则，以满足所承担试验任务的锚杆尺寸为基础，主要考虑因素如下。

- a) 应满足被试锚杆的试验要求。包括试验项目、测试内容、工作状态等。
- b) 应考虑设备使用实际条件。主要包括经济条件、场地条件、人员技术条件、配套保障条件。在确保质量可靠、性能稳定的前提下，强化通用化、一体化、模块化、标准化、智能化的设计，降低改造、生产、使用、维护和保障成本。

4.1.4 加热和温控装置

加热系统应遵守 GB/T 10125—2021 中 6.3 的规定。

4.1.5 喷雾装置

喷雾装置应至少符合以下内容要求。

- a) 喷雾装置组成符合 GB/T 10125—2021 中 6.4.1 的规定。
- b) 供应到喷雾器的压缩空气应符合 GB/T 10125—2021 中 6.4.2 的规定。
- c) 为防止雾滴（气溶胶）中水分蒸发，饱和塔温度应比盐雾箱内的温度高 10℃。温度取决于所使用的压力和喷嘴的类型，并且应进行调节使得箱内喷雾的收集速度应保持在 $1.5 \text{ mL/h} \pm 0.5 \text{ mL/h}$ ，所收集喷雾的浓度 $50 \text{ g/L} \pm 5 \text{ g/L}$ 。不同压力下饱和塔中热水温度的指导值应符合 GB/T

10125—2021 中表 1 的规定。水位应被自动保持到可确保足够的加湿效果的水平。

- d) 喷雾器应符合 GB/T 10125—2021 中 6.4.4 的规定。
- e) 喷雾空气加湿用水应符合 GB/T 10125—2021 中 6.4.6 的规定。

4.2 试验溶液

4.2.1 氯化钠溶液的配制

氯化钠溶液的配制应遵守 GB/T 10125—2021 中 5.1.1 的规定，并符合以下内容要求。

- a) 不应使用含有防结块剂的氯化钠，因为防结块剂会产生缓蚀剂的作用。
- b) 按照原子吸收光谱法或有类似于灵敏度的其他分析方法测定，氯化钠应含有质量百分比小于 0.001% 的铜和小于 0.001% 的镍。以干盐计算，它不得含有质量百分比大于 0.1% 的碘化钠，或大于 0.5% 的总杂质。

4.2.2 pH 值的调节

应根据收集的喷雾溶液的 pH 值调整氯化钠溶液 pH 到规定值：

- a) 中性盐雾环境加速腐蚀试验（NSS 试验）的试验溶液 pH 值应遵守 GB/T 10125—2021 中 5.2.2 的规定；
- b) 乙酸盐雾环境加速腐蚀试验（AASS 试验）的试验溶液 pH 值应遵守 GB/T 10125—2021 中 5.2.3 的规定；
- c) 铜加速乙酸盐雾环境加速腐蚀试验（CASS 试验）的试验溶液 pH 值应遵守 GB/T 10125—2021 中 5.2.4 的规定。

4.3 过滤

宜将溶液过滤后再加入设备的贮槽中，以清除任何可能堵塞装置喷淋孔的固体物质。

4.4 试样的制备

金属锚杆试样的制备应至少符合以下内容要求：

- a) 金属锚杆试样由杆体试样和托盘试样组成；
- b) 杆体试样长度宜为 200 mm～700 mm，试样与盐雾箱内壁每侧至少应留有 100 mm 间距，其具体长度根据盐雾试验箱尺寸合理进行选择；
- c) 托盘试样尺寸根据实际情况进行选择；
- d) 平行试样数量至少 3 个；
- e) 试验前应对锚杆试样进行除锈，彻底清洁锚杆试样。

注：对表面除锈处理等级的说明见 GB/T 8923.1。

4.5 确定盐雾环境加速腐蚀试验的时间

金属锚杆试验的腐蚀试验时间应至少满足以下内容要求。

- a) 金属锚杆试验的时间宜为 480 h、720 h、960 h、1200 h。
- b) 在规定的试验时间内，喷雾不宜中断。只有当短暂的目测检验试样的定位以及为补充储水槽中的盐溶液（当这样的补充不应在盐雾箱外进行）时，才能打开喷雾箱。

- c) 对预定时间的试验,宜定时目测检查锚杆试样,并拍照记录,但不应干扰锚杆试样的表面。
- d) 若需定期检查,应从箱内取出试样,检查后再放回原处继续试验,检查时应避免损伤试样。
- e) 检测不同试验时间试样的腐蚀情况时,定期取出试样,试验箱开启的时间应是观察和记录任何可见变化所必须的最短时间。

4.6 锚杆试样的放置

将金属锚杆试样放置在盐雾试验箱内部,放置遵循以下原则。

- a) 锚杆试样在盐雾箱中的放置位置使得它们不应受喷雾器直接喷射。
- b) 杆体试样在喷雾箱中原则上应平放,每块试样之间间隔一个试样直径的距离。
- c) 托盘试样与垂直方向成 $15^{\circ}\sim 25^{\circ}$;并尽可能成 20° 。
- d) 锚杆试样的放置位置应使得它们不会与盐雾箱直接接触,并且使得受试的表面暴露在自由循环的喷雾中。试样可以放置在箱内的不同水平面上,试样的间距应不影响盐雾自由降落在被试表面,试样或其支架上的液滴不得落在其他试验试样上。

4.7 试验条件

试验条件符合以下要求。

- a) 由于空载和满载的试验箱表现不同,检查与试验期间装载量类似的试验箱的盐雾沉降率和其他试验条件,装载量应与试验期间类似。当确认试验条件在规定范围内后,停止喷雾,将金属锚杆试样置于盐雾箱内并开始试验。收集的溶液在箱内蒸发会对浓度和 pH 值产生影响,应注意只测量没有明显蒸发的溶液。
- b) 每个收集装置中的收集溶液的氯化钠浓度和 pH 值应在 GB/T 10125—2021 中表 3 的范围内,盐雾沉降率应在连续喷雾至少 24 h 后测量。盐雾箱运行期间宜每天检查盐雾沉降量。
- c) 用过的喷雾溶液不应重复使用。
- d) 在试验过程中,氯化钠溶液容器应装有盖子以防止灰尘或者其他污染物影响溶液,并防止氯化钠溶液浓度和 pH 值波动。

4.8 试验后试样的处理

金属锚杆试样后处理工作应至少满足以下内容要求。

- a) 试验结束后,从盐雾箱中取出试样,宜在漂洗前让其干燥 0.5 h~1 h,以减少腐蚀产物脱落的危险性。
- b) 在对其进行检查前,小心清除其表面残留的喷雾溶液。宜使用温度不超过 40°C 的清洁流动水轻轻地漂洗试样或将其浸渍在这样的流动水中,然后立即在不超过 200 kPa 的超压中,并以大约 300 mm 距离用空气流将它们干燥。
- c) 对腐蚀产物取样分析,以及拍照记录试样腐蚀形态。
- d) 清洁杆体与托盘。宜采用 500 mL 盐酸 (HCl , $\rho=1.19\text{ g/mL}$), 3.5 g 六次甲基四胺,加蒸馏水配制成 1 000 mL 溶液进行除锈,温度设定在 $20^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ 之间,清洗时间至少需要 10 min。
- e) 酸洗结束后宜采用清水冲洗试样表面,再冲洗过程中用软毛刷轻刷样品以去除清洗过程中残留的任何表面产物,再用蒸馏水或去离子水冲洗,之后在乙醇中彻底清洗,使用吹风机吹干或在烘箱内烘干。

5 试验步骤

- 5.1 启动盐雾试验箱，待达到试验条件后暂停喷雾。
- 5.2 将锚杆杆体和托盘试样编号称重后放入箱内，与雾流方向相交，按照试验设计的时间进行连续喷雾运转。
- 5.3 每隔 48 小时进行照片采集，观察不同腐蚀时间锚杆和托盘腐蚀形态。应注意检查和调整温度、盐水浓度、盐水 pH 值到规定的要求。
- 5.4 从盐雾箱中取出锚杆和托盘，对其腐蚀性能进行评价。

6 试验数据处理

- 6.1 通过盐雾加速腐蚀试验前后金属锚杆质量差值来计算金属锚杆腐蚀失重率与腐蚀速率，绘制时间-腐蚀失重率与时间-腐蚀速率曲线。
- 6.2 通过盐雾加速腐蚀试验前后金属锚杆力学性能插值来计算杆体抗拉强度、屈服强度、延伸率与时间的变化关系。
- 6.3 通过盐雾加速腐蚀试验前后金属锚杆托盘力学性能插值来计算托盘抗压强度与时间的变化关系。

7 试验结果的评价

金矿金属锚杆盐雾环境加速腐蚀试验结果评价包括但不限于以下内容：

- a) 试验后的外观；
- b) 清除浅表腐蚀产物后的外观；
- c) 腐蚀缺陷，即点蚀、裂缝、生锈等；
- d) 腐蚀前后质量变化；
- e) 腐蚀失重率；
- f) 腐蚀速率；
- g) 显微形貌变化；
- h) 力学性能变化。

8 试验报告

试验报告应至少包含以下内容。

- a) 指明按照规定的试验结果评价所得到的试验结果。
- b) 包含有试验程序的信息。这种信息可以根据试验目的的不同，以及根据对试验规定的指标而变化，但是一般要求包括下列细节清单：
 - 1) 本文件编号及进行的试验（NSS、AASS、CASS）；
 - 2) 所使用盐和水的类型和纯度；
 - 3) 锚杆试样的说明；
 - 4) 锚杆试样的尺寸；
 - 5) 锚杆试样的制备，包括所施加的任何清洁处理以及对边缘或其他特殊区域提供的任何保护

措施；

- 6) 试验温度；
- 7) 试验溶液的 pH 值；
- 8) 试验周期；
- 9) 盐的浓度；
- 10) 试验持续时间记录的结果；
- 11) 在整个试验过程中发生的任何不正常现象。

盐雾环境加速腐蚀试验报告单见附录 A。

9 管理要求

9.1 安全管理

- 9.1.1 应对测定场地进行合理布置和打扫，清楚杂物，合理摆放常用设备和工具。
- 9.1.2 应对测定场地的用电线路和设备定期进行安全检查和维护。
- 9.1.3 在试验期间，应有专人负责安全管理工作。
- 9.1.4 同一个盐雾试验箱若之前设定为酸性条件，欲将其改为中性条件，应彻底清洗系统，确保之前的酸性溶液被清洗干净，以防止酸性残留影响中性试验。

9.2 技术管理

- 9.2.1 测定人员应掌握仪器设备的性能、操作方法及技术要求，掌握测定大纲内容和要求，做好测前准备工作。
- 9.2.2 应准确测读、详细记录和描述，发现问题应及时采取措施。
- 9.2.3 各项测定资料应签名负责，做好资料的保管和归档工作。
- 9.2.4 仪器设备应定期维修和标定，并有专人管理。

附 录 A
(资料性)
盐雾环境加速腐蚀试验报告单

盐雾环境加速腐蚀试验报告单见表 A. 1。

表 A. 1 盐雾环境加速腐蚀试验报告单

试验日期：_____年____月____日				试验标准及类型：		
试验时间：____日____点至____日____点				共计：____小时		
设备编号		试验设备				
氯化钠品质						
纯净水品质						
喷雾采取器	喷雾量					
	溶液浓度					
	收集液 pH 值					
试验锚杆		编号	锚杆类型	杆体尺寸	托盘尺寸	是否除锈
压缩空气压力 / kPa						
试验室相对湿度 / %						
试验室温度 / °C						
压力桶温度/ °C						
盐水温度/ °C						
异常情况说明：						
结论：						
试验员：				审核：		

参 考 文 献

- [1] GB/T 8923.1 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级
 - [2] GB/T 16545 金属和合金的腐蚀 腐蚀试样上腐蚀产物的清除
 - [3] SH/T 0081 防锈油脂盐雾试验法
 - [4] T/CSTM 00046.5/T/CSCP 0035.6 低合金结构钢腐蚀试验 第5部分：盐雾环境腐蚀试验
 - [5] ISO 9227 Corrosion tests in artificial atmospheres — Salt spray tests
-