

备案号：44967-2014



中华人民共和国文物保护行业标准

WW/T 0058—2014

可移动文物病害评估技术规程 金属类文物

Technical specification for evaluating disease of movable collection – Metal

2014-04-24发布

2014-06-01实施

中华人民共和国国家文物局 发 布

中华人民共和国文物保护行业标准
可移动文物病害评估技术规程 金属类文物
Technical specification for evaluating disease of movable collection – Metal
WW/T 0058—2014

*

中华人民共和国国家文物局主编
文物出版社出版发行
(北京市东城区东直门内北小街2号楼)

<http://www.wenwu.com>

E-mail: web@wenwu.com

北京鹏润伟业印刷有限公司印刷
新华书店经销

*

开本: 880毫米×1230毫米 1/16

印张: 1.5

2014年6月第1版 2014年6月第1次印刷

统一书号: 115010·1829 定价: 16.00元

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 病害类型及性质1

5 金属类文物病害评估流程2

 5.1 概述2

 5.2 评估流程2

6 文物信息收集2

 6.1 基本信息2

 6.2 修复历史信息2

 6.3 保存环境信息3

7 病害识别3

 7.1 总则3

 7.2 直接观察4

 7.3 仪器分析4

 7.4 病害测量5

8 病害性质判定6

 8.1 概述6

 8.2 层状堆积6

 8.3 孔洞6

 8.4 表面硬结物6

 8.5 矿化6

 8.6 点腐蚀6

 8.7 微生物损害6

 8.8 含氯腐蚀产物6

 8.9 可溶盐腐蚀产物6

9 文物病害评估6

 9.1 综合评估6

 9.2 保护修复建议6

10 评估报告.....6

 10.1 概述6

 10.2 报告封面7

 10.3 正文7

 10.4 附件7

附录A（规范性附录）金属类文物病害评估报告8

附录B（资料性附录）显微镜分析方法 14

附录C（资料性附录）金属类文物取样要求 15

附录D（资料性附录）金属类文物化学分析方法 17

前 言

《可移动文物病害评估技术规程》是系列标准，其中包括：

- 可移动文物病害评估技术规程 陶质文物
- 可移动文物病害评估技术规程 瓷器类文物
- 可移动文物病害评估技术规程 金属类文物
- 可移动文物病害评估技术规程 丝织品类文物
- 可移动文物病害评估技术规程 竹木漆器类文物
- 可移动文物病害评估技术规程 馆藏壁画类文物
- 可移动文物病害评估技术规程 石质文物

本标准为该系列标准之一。

本标准依据GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由中华人民共和国国家文物局提出。

本标准由全国文物保护标准化技术委员会（SAC/TC 289）归口。

本标准起草单位：中国国家博物馆。

本标准主要起草人：马立治、成小林、胥谔、赵作勇、杨琴、刘薇、潘路。

可移动文物病害评估技术规程 金属类文物

1 范围

本标准规定了可移动金属类文物病害评估程序、评估内容、评估方法以及评估报告的撰写格式。
本标准适用于可移动青铜器和铁质文物病害评估。

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（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 6040 红外光谱分析方法通则
GB/T 8651 金属板材超声板波探伤方法
GB/T 11685 半导体X射线探测器系统和半导体X射线能谱仪的测量方法
GB/T 14642 工业循环冷却水及锅炉水中氟、氯、磷酸根、亚硝酸根、硝酸根和硫酸根的测定离子色谱法
GB/T 15454 工业循环冷却水中钠、铵、钾、镁和钙离子的测定 离子色谱法
GB/T 17359—1998 电子探针和扫描电镜X射线能谱定量分析通则
GB/T 20726 半导体探测器X射线能谱仪通则
GB 22448 500kV以下工业X射线探伤机防护规则
JB/T 9400 X射线衍射仪 技术条件
JB/T 9402—1999 工业X射线探伤机 性能测试方法
JG/J 89 原状土取样技术标准
JG/T 203 钢结构超声波探伤及质量分级法
JY/T 009 转靶多晶体X射线衍射方法通则
QJ 3102 航天火工装置 γ 射线工业CT检验方法
WW/T 0004 馆藏青铜器病害与图示
WW/T 0005 馆藏铁质文物病害与图示
WW/T 0009 馆藏金属文物保护修复方案编写规范
WW/T 0010 馆藏金属文物保护修复档案记录规范
WW/T 0016—2008 馆藏文物保存环境质量检测技术规程
ASTM E2529 拉曼光谱仪溶液试验的标准指南（Standard guide for testing the resolution of a Raman spectrometer）

3 术语和定义

WW/T 0004、WW/T 0005、WW/T 0009和WW/T 0010界定的术语和定义适用于本文件。

4 病害类型及性质

根据不同病害发展趋势及其对金属类文物稳定性的影响，将病害活动性质划分为：

- a) 稳定病害：病害已经产生或存在且不再继续发展和蔓延，不会对文物稳定性产生影响的病害类型；

- b) 活动病害：病害已经产生或存在且继续发展和蔓延，对文物稳定性产生影响的病害类型；
- c) 可诱发病害：病害已经产生或存在且不再继续发展和蔓延，在外部条件（如保存环境改变）激发下可能导致文物病害发展，引发其他病害产生的病害类型。
- 病害活动性质划分见表1。

表1 金属类文物病害活动性质划分

序号	病害名称	病害类型		
		稳定病害	活动病害	可诱发病害
1	残缺	√		
2	断裂	√		
3	裂隙			√
4	变形	√		
5	层状堆积	√	√	√
6	孔洞	√		
7	表面硬结物	√		√
8	矿化		√	√
9	点腐蚀		√	√
10	微生物损害	√		√
11	含氯腐蚀产物		√	√
12	可溶盐腐蚀产物		√	√

5 金属类文物病害评估流程

5.1 概述

金属类文物病害评估包括文物基本信息、修复历史信息 and 保存环境信息收集；通过直接观察和仪器检测进行病害识别；病害活动性质判定；文物病害综合评估、保护修复建议；形成评估报告。

5.2 评估流程

评估流程见图1。

6 文物信息收集

6.1 基本信息

基本信息包括：文物名称、入藏时间、收藏单位、文物登录号、文物来源、文物年代、文物材质、文物级别、文物尺寸和文物质量等。记录格式见附录A表A.1。

6.2 修复历史信息

修复历史信息包括以往历次修复的时间、内容、技术，材料及后期效果评价，记录格式见附录A表A.1。

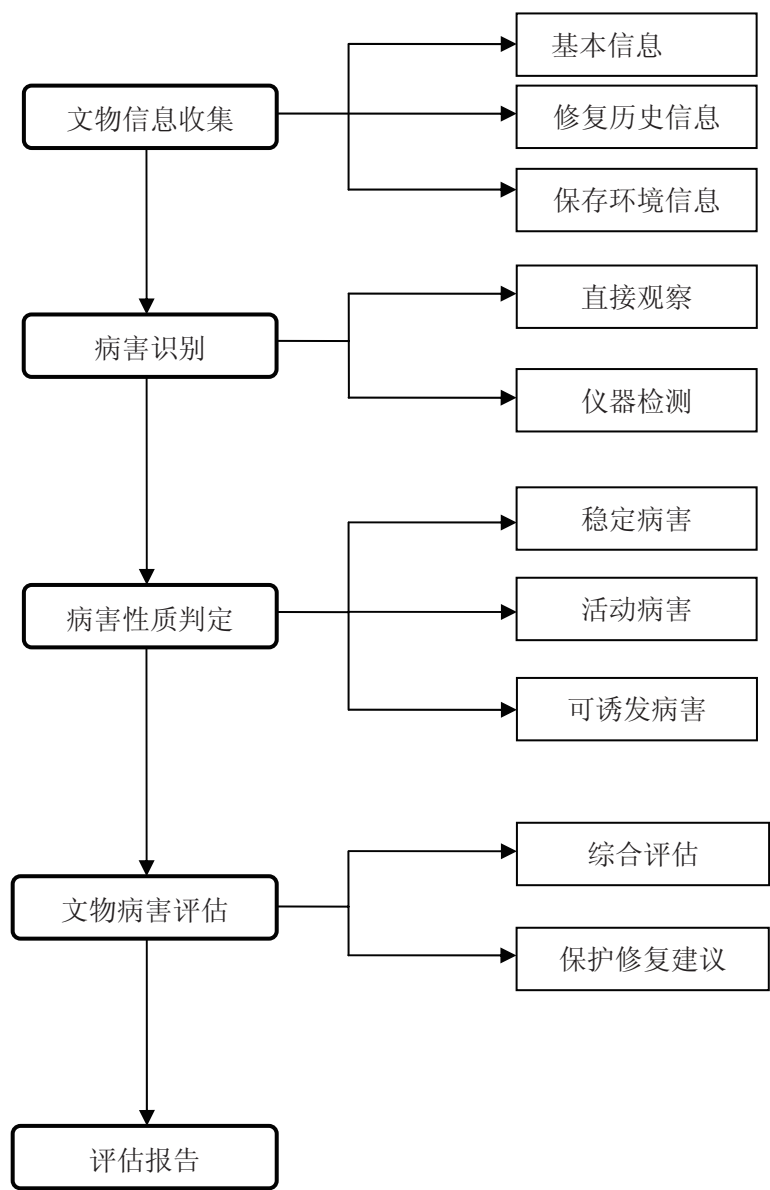


图1 金属类文物评估流程图

6.3 保存环境信息

保存环境信息包括文物保存环境（展厅或库房）的温度、湿度及空气中主要污染物的含量变化，调查数据以完整的年度数据为宜。保存环境信息采集，参照WW/T 0016—2008。

7 病害识别

7.1 总则

依据“不改变文物原状”与“最小干预”原则，优先采用直接观察法识别病害种类，对直接观察无法判定的病害，视文物的具体情况，可进一步采用无损分析或取样分析方法判定、识别病害种类，重点确定具有活动性或可诱发性特点的病害。绘制病害图，记录病害分布位置，完成病害档案的记录和病害评估报告的编写。金属类文物病害识别与检测方法见表2。

表2 金属类文物病害识别与检测方法

病害名称	适用检测方法
残缺、断裂、裂隙、变形、层状堆积、孔洞	直接观察、体式显微镜、视频显微镜观察、测量、X光探伤、工业CT检查、超声波探伤、3D扫描等
表面硬结物、矿化、点腐蚀、微生物损害	直接观察、X光探伤、工业CT检查、超声波探伤、X衍射分析、激光拉曼分析、显微红外分析、能谱分析、离子色谱、常规化学鉴定等
	直接观察、X衍射分析、激光拉曼分析、显微红外分析、能谱分析、离子色谱、常规化学鉴定等
	直接观察、微生物分析、分子生物学法、微生物形态学法等
含氯腐蚀产物、可溶盐腐蚀产物	X衍射分析、激光拉曼分析、显微红外分析、能谱分析、离子色谱、常规化学鉴定等

7.2 直接观察

将金属文物置于适当的光线条件下进行目视检查，观察有无残缺、断裂、裂隙、变形、层状堆积、孔洞、表面硬结物、矿化、点腐蚀和微生物损害等病害现象，对病害情况按照WW/T 0004和WW/T 0005中的要求进行记录。器物表面锈蚀产物特征（颜色、种类、致密程度、颗粒形状等），可进行显微镜观察、图像拍摄、测量和记录。

7.3 仪器分析

7.3.1 无损分析

根据文物特点和仪器类型，应优先选用无损分析的方法对金属类文物病害进行识别。无损分析可选用的仪器分析方法及其适用的病害见表3。

表3 无损分析方法及其适用病害

病害名称	分析方法	依据
残缺、断裂、裂隙、变形、层状堆积、孔洞、表面硬结物、矿化、微生物损害、点腐蚀、含氯腐蚀产物、可溶盐腐蚀产物	直接观察	
	三维扫描	
	显微镜分析	附录B
	X光探伤	GB 22448 JB/T 9402-1999
	工业CT检查	QJ 3102
	超声波探伤方法	GB/T 8651 JG/T 203
	X衍射分析	JY/T 009 JB/T 9400
	激光拉曼分析	ASTM E2529
	显微红外分析	GB/T 6040
	能谱分析	GB/T 11685 GB/T 17359-1998 GB/T 20726

7.3.2 取样分析

对不能通过直接观察及无损分析方法识别的病害，根据文物的具体情况并应按照规定报有关部门审批，采用取样分析的方法，取样原则与方法参见附录C。

取样分析可选用的仪器分析方法及其适用的病害参见表4。针对病害的实际情况可以选择一种或多种分析方法以识别病害。

表4 取样分析方法及其适用病害

病害名称	分析方法	依据
点腐蚀、层状堆积、矿化、含氯腐蚀产物、可溶盐腐蚀产物	X衍射分析	JY/T 009 JB/T 9400
	激光拉曼分析	ASTM E2529
	显微红外分析	GB/T 6040
	能谱分析	GB/T 11685 GB/T 17359-1998 GB/T 20726
	离子色谱分析	GB/T 14642 GB/T 15454
	常规化学鉴定	附录D

7.4 病害测量

7.4.1 总则

对文物存在的各种病害进行识别和检测后，可通过观察进一步确定病害的数量、面积、长度和体积百分比等，并详细记录病害所分布的部位。

7.4.2 测量项目

7.4.2.1 概述

金属类文物病害所对应的测量项目见表5。

表5 病害的测量项目

病害名称	测量项目
断裂、裂隙、变形、孔洞、表面硬结物、点腐蚀、微生物损害	病害数量
裂隙	病害长度
层状堆积、孔洞、表面硬结物、微生物损害	病害面积
矿化	病害体积百分比

7.4.2.2 病害数量统计

断裂、裂隙、变形、孔洞、表面硬结物、点腐蚀和微生物损害计算病害产生的数量。

7.4.2.3 病害长度测量

裂隙需测量病害长度，若同种病害有多处，则测量该病害的总长度。

7.4.2.4 病害面积测量

层状堆积、孔洞、表面硬结物、微生物损害测量病害面积，若同种病害有多处，则测量该病害的总面积。

7.4.2.5 病害体积百分比

矿化需根据X探伤或工业CT检查估算矿化体积百分比。

8 病害性质判定

8.1 概述

具体病害类型的评估按照8.2~8.9的要求进行，并结合检测分析数据对其活动性质作出判定。

8.2 层状堆积

对层状堆积面积进行测量统计。

8.3 孔洞

对孔洞的大小和数量进行测量统计。

8.4 表面硬结物

对表面硬结物的面积和数量进行测量统计，对表面硬结物进行氯离子及可溶性盐离子检测，常规化学鉴定方法参见附录D。如无法进行无损分析则参照附录C对表面硬结物进行取样。

8.5 矿化

对金属类文物进行x光探伤或工业CT检查，对矿化区域的面积、范围和体积百分比进行分析计算，对矿化表面腐蚀产物进行氯离子及可溶性盐离子检测，常规化学鉴定方法参见附录D。如无法进行无损分析则参照附录C对腐蚀产物进行取样。

8.6 点腐蚀

对点腐蚀数量进行统计，对点腐蚀表面腐蚀产物进行氯离子及可溶性盐离子检测，常规化学鉴定方法参见附录D。如无法进行无损分析则参照附录C对腐蚀产物进行取样。

8.7 微生物损害

对微生物损害的面积和数量进行测量计算，对微生物的种类和活性进行识别与检测。

8.8 含氯腐蚀产物

对腐蚀产物进行氯离子检测分析，给出含氯腐蚀产物分布范围、种类和含量信息，常规化学鉴定方法参见附录D。如无法进行无损分析则参照附录C对腐蚀产物进行取样。

8.9 可溶盐腐蚀产物

对腐蚀产物进行阴阳离子检测分析，判定腐蚀产物是否具有水溶性，给出可溶盐腐蚀产物分布范围、表面致密程度、种类和含量信息，常规化学鉴定方法参见附录D。如无法进行无损分析则参照附录C对腐蚀产物进行取样。

9 文物病害评估

9.1 综合评估

根据病害识别与检测数据，区分并记录病害类型。按照WW/T 0004和WW/T 0005的要求，绘制文物病害图。根据文物病害图计算病害数量、病害面积和长度，如有整体探伤或CT照片可估算矿化体积百分比。结合上述结果，对金属类文物的病害现状做出评估，完成文物病害综合评估表。评估意见应包括识别出的病害种类及活动性质。文物病害综合评估表，记录格式见附录A表A.4。

9.2 保护修复建议

根据9.1的综合评估结果，给出文物保护修复建议。

10 评估报告

10.1 概述

评估应有规范的评估报告，报告应由报告封面、正文和附件组成。

10.2 报告封面

评估报告的封面见附录A图A.1。

10.3 正文

正文应包括以下内容：

- a) 文物基本信息表（见附录A表A.1）
- b) 文物病害信息表（见附录A表A.2）
- c) 文物病害识别记录表（见附录A表A.3）
- d) 文物病害综合评估表（见附录A表A.4）

10.4 附件

附件应含有与正文有关的数据、图片和检测报告等内容，记录格式见附录A表A.5。

附 录 A
(规范性附录)
金属类文物病害评估报告

金属类文物病害评估报告封面的格式见图A.1。

报告编号：

金属类文物病害评估报告

文物名称：_____

委托单位：_____（公章）

评估负责人：_____

评估审核人：_____

评估单位：_____（公章）

评估日期：_____

中华人民共和国国家文物局制

图A.1 金属类文物病害评估报告封面

金属类文物基本信息表的格式见表A.1。

表A.1 文物基本信息表

文物名称		入藏时间	
收藏单位		文物登录号	
文物来源		文物时代	
文物材质		文物级别	
文物尺寸		文物质量	
修复历史信息			
保存环境信息			
备注			

金属类文物病害信息表的格式见表A.2。

表A.2 文物病害信息表

文物名称		文物登录号	
病害描述 (300字以内)			
文物病害图			
备注			

金属类文物病害识别记录表的格式见表A.3。

表A.3 文物病害识别记录表

文物名称		文物登录号	
病害名称	病害描述（病害检测结果）		

金属类文物病害综合评估表的格式见表A.4。

表A.4 文物病害综合评估表

病害名称	病害类型
评估意见： 保护修复建议： 签章： 日期：	
审核意见： 签章： 日期：	

金属类文物病害评估报告附件表的格式见表A.5。

表A.5 附件格式

附 件
检测报告

附 录 B
(资料性附录)
显微镜分析方法

B.1 总则

借助显微镜观察金属类文物表面及内表面肉眼不易观察的裂隙、微生物损害和腐蚀产物等病害信息。可进行三维观测、数码放大，同时还能通过计算机进行图像拍摄、处理及对病害进行记录和测量等。

B.2 仪器或设备

体视显微镜或视频显微镜。

B.3 分析步骤

B.3.1 打开显微镜，调试好光学系统及微机软件。

B.3.2 准备工作完成之后，将待检测的器物轻放于显微镜附近空旷的、稳定的台面上。

B.3.3 利用显微镜所带镜头（或光导纤维镜头）按照显微镜操作说明对器物病害部位进行小心、细致的观察分析。

B.3.4 进行图像采集、处理，同时记录测试条件。

B.3.5 根据病害特征判断病害种类。

B.4 注意事项

B.4.1 根据金属类文物安全要求，进行文物病害的评估。

B.4.2 显微镜观察器物时注意不要碰触器物表面，以免对文物造成损伤。

B.4.3 需将器物进行侧面或底部观察时，需2人同时操作，首先将器物放置稳定，一人确保文物安全，另一人进行观测，观测人员也需谨慎。

B.4.4 如观测难度大，则把文物的安全放在首位，或尝试其他分析方法。

附 录 C
(资料性附录)
金属类文物取样要求

C.1 总则

取样应在目视观察之后进行，取样前制定取样分析计划，明确取样目的、分析和取样方法。

对文物的分析检测优先考虑无损或微损的检测方法，如确需进行取样分析，则应先按照各级文物主管部门的要求，规范报批与建档工作。取样分析要避免损害文物的价值。所取样品应能反映器物整体情况，满足病害评估需求。在文物上取样时，要综合考虑文物情况、研究需求、取样量来选择取样点。对于基本完整文物取样不能明显影响外观，经过保护修复处理过的文物，如以前的保护处理没有引发新病害，取样时要避免前人处理的部位。

C.2 取样操作流程

拍摄文物整体照片，绘制线图，参照WW/T 0010。

选定取样点后，用标签纸或纸条写明样品编号和简单描述置于取样点，拍摄取样前照片并在文物整体照片及线图上标注。

填写取样文字记录，内容包括样品的编号、位置、颜色、形态、取样目的、拟采用的分析方法和其他备注信息。

采用取样工具开始取样，样品置于适当的容器之中，并在其上标明样品编号和简单描述。取得的样品需妥善保管，避免受到污染或保存过程中发生变化。

取样过程也应拍照记录，需要时可辅之以录像。

C.3 文物样品要求

C.3.1 金属样品

金属样品通常用于金属成分分析和金相显微分析，以确定金属成分，研究古代金属的冶铸工艺与加工工艺。金属样品取样一般采用手工钢锯、手锯和切片机切割的方式，切割时加水或乙醇冷却锯片，防止切割过程产生的热量对微观组织的影响。

C.3.2 锈蚀样品

锈蚀样品综合分析确定锈蚀产物的种类，推断锈蚀机理，判断其是否有害，为病害评估确立依据。根据锈蚀的致密程度，可用刻刀、手术刀、钢锯和锤击取样，一般为块状或粉状样品，样品应包含不同颜色、形态、层位的锈蚀现象，样品量依据所采用的分析测试方法确定。

C.3.3 保藏环境样品

金属文物出土前的腐蚀过程通常发生在土壤埋藏环境之中，土壤的物理化学性质影响了腐蚀过程。出土过程中采取土壤样品，所选样品点以靠近文物能代表文物所在土壤环境为宜，原状土取样参见JG/J 89，原状土样应密封，小心搬运，妥善存放，试验前不应开启。扰动土一般采用土钻或小铲采取土样，土样根据检测内容进行制备。文物上附着的土壤样品使用刻刀、手术刀刮取。水样和气氛样品的采集则应根据检测的目的和分析仪器的具体要求进行。

C.3.4 其他残留物样品

附着于金属文物之上的其他残留物揭示了一定的考古信息，取样时应避免样品污染以及对考古信息的损害。

附 录 D
(资料性附录)
金属类文物化学分析方法

D.1 总则

通过对金属文物锈蚀中氯离子、硫酸根离子、硝酸根离子、磷酸根离子、铁的二三价离子、铜的二价离子的定性分析,了解金属类文物的锈蚀状况,对器物病害进行评估。

D.2 样品的制备

采用刻石刀、手术刀等工具对器物表面锈蚀进行取样,采样量通常应大于0.1g。为了保护器物的完整性,尽可能在器物不重要、不明显的地方取样,避开花纹、铭文等重要地点。在采样过程中,要准确记录采样位置。

D.3 分析步骤

D.3.1 氯离子的检测

样品置于试管中,加入足量稀硝酸(体积比1:1),使样品充分溶解。滴入两滴硝酸银水溶液(0.1mol/L),摇匀,于暗背景处观察溶液是否有乳白色絮状悬浮物,再加入稀硝酸,若沉淀不溶解,则证明该样品中含有氯离子。

D.3.2 硫酸根离子的检测

样品置于试管中,加入足量稀硝酸(体积比1:1),使样品充分溶解,pH试纸测试样品酸化后,向其中加入氯化钡水溶液(0.1mol/L),如果产生白色沉淀,再加入稀硝酸,若沉淀不溶解,则证明该样品中含有硫酸根离子。

D.3.3 硝酸根离子的检测

样品浸泡在去离子水中,放置一段时间后,用试管取水样3ml,往试管中加入新制备的3ml的硫酸亚铁溶液(1mol/L),振荡试管,混和均匀。斜持试管,沿试管壁慢慢注入浓硫酸3ml,使密度较大的浓硫酸沉入试管的底部,稍待片刻,把试管慢慢竖直,如果两层液体间有一个棕色的环生成,则证明该锈蚀中含有硝酸根离子。

D.3.4 磷酸根离子的检测

样品置于试管中,加入足量稀硝酸(体积比1:1),使样品充分溶解。往试管中加入足量的钼酸铵溶液(0.1mol/L),充分加热后如果有淡黄色晶体析出,则证明该锈蚀中存在磷酸根离子。

D.3.5 二价铜离子的检测

样品置于试管中,加入足量稀硝酸(体积比1:1),使样品充分溶解。往试管中加入过量氨水(体积比1:1),使溶液呈碱性,离心分离将沉淀去除,在溶液中加入醋酸溶液(6mol/L)将溶液酸化后,再加入亚铁氰化钾溶液(0.1mol/L),如果有红棕色沉淀生成,则证明该锈蚀中存在 Cu^{2+} 。

D.3.6 二价铁离子的检测

样品置于试管中,加入足量醋酸溶液(6mol/L),使样品溶解。往试管中加入铁氰化钾溶液(0.1mol/L),如果有蓝色沉淀生成,则证明该锈蚀中存在 Fe^{2+} 。

D.3.7 三价铁离子的检测

样品置于试管中，加入足量稀硝酸（体积比1：1），使样品充分溶解。向该溶液中加入KSCN溶液（0.1mol/L），若变成血红色溶液（ $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ ），则证明该锈蚀中存在 Fe^{3+} 。

注意事项：本实验方法中使用的部分试剂具有腐蚀性，操作者需要小心谨慎！
