

# 材料环境腐蚀试验技术

## —— 野外曝露试验标准

李晓刚 主编



中国质检出版社  
中国标准出版社

# 材料环境腐蚀试验技术

## ——野外曝露试验标准

李晓刚 主编



中国质检出版社  
中国标准出版社

北京

**图书在版编目(CIP)数据**

材料环境腐蚀试验技术:野外曝露试验标准/李晓刚主编. —北京:中国标准出版社,2018.4

ISBN 978-7-5066-8922-9

I. ①材… II. ①李… III. ①材料—环境—腐蚀试验—研究 IV. ①TB3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 062685 号

中国质检出版社 出版发行  
中国标准出版社

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)  
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 24.5 字数 734 千字  
2018 年 4 月第一版 2018 年 4 月第一次印刷

\*

定价 98.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68510107

# 前 言

材料自然环境腐蚀野外曝露试验是指把各类材料制备成试件,在自然环境(大气、水、土壤)中进行不同时间的现场试验,应用多种技术手段,对环境因素和试件材料在环境作用下发生的变化进行长期的观察与检测,获取原始数据(环境腐蚀性的评价数据和材料在环境中的适应性,即腐蚀率数据)和相关资料;通过数据评价、数据处理和综合分析,获得不同材料在不同自然环境中的腐蚀规律,建立数据库和共享服务系统,提供给国家建发部门进行设计与合理选材使用,为国家材料领域重点科研项目的实施提供信息保障,为新材料的研究开发,材料质量和性能提高,以及防腐蚀(或老化)标准与规范的制定提供科学依据。

随着科学技术的发展,人们越来越深刻地认识到,材料的成分、组织、加工工艺必须保证材料有良好的服役性能,即材料需要有优良的环境适应性与可靠性。绝大部分材料都在自然环境中使用,通过材料的环境腐蚀试验,获取材料环境腐蚀数据,对合理选材、科学用材及新材料的研发非常最要。因此,材料自然环境腐蚀数据的长期积累受到建设部门,特别是材料生产部门、使用部门与科研单位广泛的关注与重视,需求迫切。

获得材料环境腐蚀数据的重要性在于:(1)国家重大工程、中国制造 2025、海洋开发和“一带一路”建设迫切需求大量的材料(制品)的环境腐蚀数据;(2)目前,我国正处在大发展阶段,重大工程量大,使用的材料种类多、数量大,要求高(有些工程设计寿命在百年单位以上),若忽视了材料环境腐蚀问题,将造成巨大的、难以估量的损失,材料(制品)的环境腐蚀数据可以为节能、节材、减少因腐蚀造成的经济损失,指导材料的合理使用提供科学依据;(3)材料(制品)的环境腐蚀数据能为提高材料(制品)的服役性能和质量,促进新材料的研究开发提供依据;(4)材料环境腐蚀数据能为国家制定材料保护政策和环境污染控制标准提供依据和对策,当前迫切需要进行典型材料在不同污染自然环境中的腐蚀数据积累和主要污染因素的作用研究,为国家制定材料保护政策和环境污染控制标准提供依据和对策;(5)环境腐蚀数据对军工产品和武器装备型号的重要性更为突出,这是由于军工产品与武器装备储存和使用环境复杂,对性能影响很大:不使用时需要在仓库环境长期储存,确保性能不变,使用时不论环境何等恶劣、严酷,必须保证其正常使用效能的发挥。积累数据与研究成果,为军工产品型号的合理选材、标准制定、采用合适的防护措施和国产化,特别是保证武器装备的质量与服役性能,提供科学依据。

综上所述,材料在我国自然环境(人气、水、土壤)中的腐蚀试验和数据持续积累工作是国家经济建设和国防建设,科技创新和经济与社会可持续发展的迫切需要。加强材料环境腐蚀数据积累对提高科技创新能力具有明显的作用,也是十分重要的公益性、前瞻性的科技条件基础建设项目,需要在国家支持下,统一规划,搞好跨部门、跨行业、跨学科的联合组织,锲而不舍地长期进行下去。我国疆域辽阔,自然环境复杂,南北分布在 7 个气候带上,对材料腐蚀而言,有 7 种典型大气环境(农村、城市、工业、海洋、高原、沙漠、热带雨

林)和其他多种极端典型气候环境,如南海的高温高湿高盐雾高辐射大气环境;五大水系(黄河、长江、珠江、松花江和淮河);4个海域(渤海、黄海、东海和南海);西部盐湖水以及40多种土壤类型,这些都构成极其复杂的材料腐蚀环境条件。随着我国的发展,中国制造的装备材料遍布世界各地,中国材料在国外自然环境下的腐蚀数据积累完全是空白,这严重制约了中国制造的进一步发展和国际化进程。

由于材料自然环境腐蚀数据具有不可引进性、积累需要长期性、环境试验的艰苦性和公益性等特点,其中最重要的应该是数据的可靠性和权威性。为了保证所积累数据的可靠性和权威性,系列化的标准建设是十分重要的基础性工作,由于这些标准的制订除了管理方面的条款外,需要大量使用力、热、声、电、光和化学等方面的新技术,因此,这些标准制定和标准本身其实都是技术性的。

“大数据”概念的产生和相关技术,尤其是无线传输技术的发展,给所有的数据积累与共享工作带来了重大机遇和挑战。“大数据”具有体量大、传播快、真实性强和数据类别多等特点,由此必然会引导出“腐蚀大数据”理论及其相关的技术流程。“大数据”背景下,材料自然环境腐蚀数据积累与共享系列标准的制定,具有高技术性,是一项重要的挑战。

本书涉及的28项标准是“国家材料环境腐蚀野外试验站网平台”几代学者和现场科技工作宝贵经验的积累与结晶,在几十年现场使用的基础上,经过近年来的再次修订,目的是为了保证所积累数据的可靠性和权威性。

编者

2018年1月

# 目 录

## 大气标准

T/CSCP 0007—2017	材料环境腐蚀试验规程 总则 .....	3
T/CSCP 0008—2017	大气环境腐蚀试验通则 .....	9
T/CSCP 0009—2017	金属材料大气环境曝露腐蚀试验 .....	15
T/CSCP 0010—2017	保护层材料大气环境曝露腐蚀试验 .....	23
T/CSCP 0011—2017	高分子材料大气环境腐蚀试验 .....	31
T/CSCP 0012—2017	混凝土材料大气环境曝露腐蚀试验 .....	57
T/CSCP 0013—2017	建筑涂料大气环境腐蚀试验 .....	65
T/CSCP 0014—2017	建筑防水材料大气环境腐蚀试验 .....	71
T/CSCP 0015—2017	大气环境腐蚀试验地面气象因素观测 .....	77
T/CSCP 0016—2017	大气环境腐蚀试验空气污染物含量监测方法 .....	109
T/CSCP 0017—2017	普通玻璃框下户外加速曝露试验 .....	123
T/CSCP 0018—2017	控温控湿玻璃框下户外加速曝露试验 .....	135
T/CSCP 0019—2017	受力件大气环境腐蚀试验 .....	147
T/CSCP 0020—2017	异种金属偶接件大气腐蚀试验 .....	171

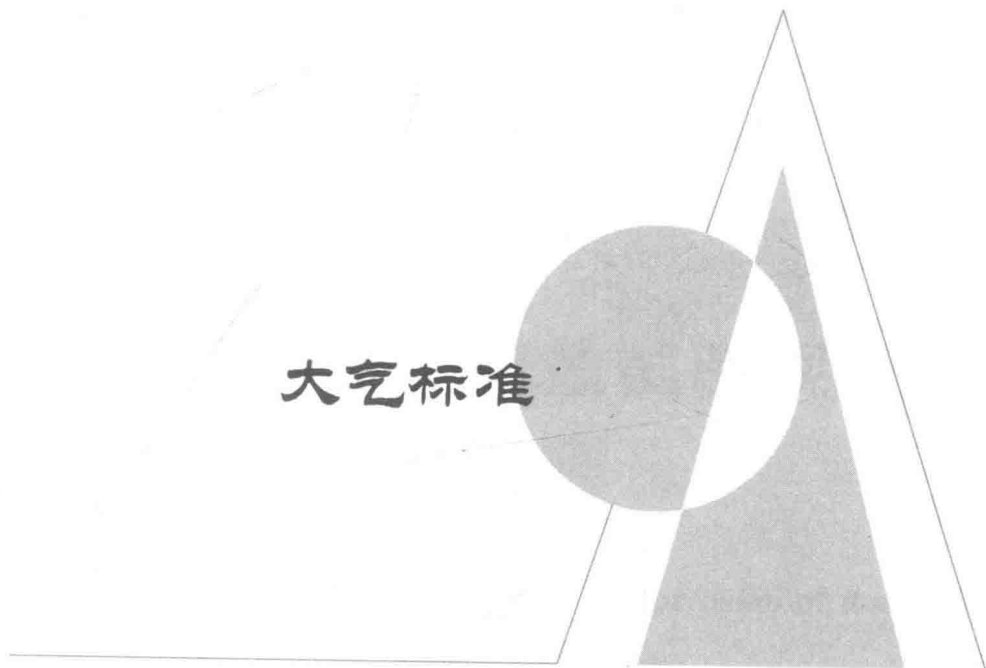
## 水环境标准

T/CSCP 0021—2017	水环境腐蚀试验通则 .....	189
T/CSCP 0022—2017	金属材料水环境腐蚀试验 .....	197
T/CSCP 0023—2017	保护层材料水环境腐蚀试验 .....	207
T/CSCP 0024—2017	混凝土材料水环境腐蚀试验 .....	213
T/CSCP 0025—2017	水环境腐蚀试验环境因素监测 .....	219
T/CSCP 0026—2017	海水长尺腐蚀试验 .....	235
T/CSCP 0027—2017	海水管路动水腐蚀试验 .....	243
T/CSCP 0028—2017	海水转子动态腐蚀试验 .....	257

## 土壤环境标准

T/CSCP 0029—2017	土壤腐蚀试验通则 .....	267
T/CSCP 0030—2017	碳钢和低合金钢及涂层土壤腐蚀试验 .....	279
T/CSCP 0031—2017	不锈钢和有色金属土壤腐蚀试验 .....	303
T/CSCP 0032—2017	建筑材料土壤腐蚀试验 .....	313
T/CSCP 0033—2017	线缆材料土壤腐蚀试验 .....	331
T/CSCP 0034—2017	土壤腐蚀环境因素测量 .....	361

大气标准







# 中国腐蚀与防护学会标准

T/CSCP 0007—2017

---

## 材料环境腐蚀试验规程 总则

Test specification for environmental corrosion of materials—  
General guidance

2017-10-01 发布

2018-01-01 实施

---

## 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 2014 年发布的 FB/T 0007—2014《金属材料大气环境暴露腐蚀试验》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。

本标准参加起草单位：中国科学院金属研究所、武汉材料保护研究所、中国电器科学研究院有限公司、钢铁研究总院青岛海洋腐蚀研究所、钢铁研究总院舟山海洋腐蚀研究所、中国兵器工业第五九研究所、大庆油田工程有限公司、北京航空材料研究院、中国船舶重工集团公司第七二五研究所、国营第二九八厂、水利部水工金属结构质量检验检测中心、电信科学技术第五研究所、中国科学院南京土壤研究所、中国石油天然气管道工程有限公司天津分公司、中国建筑材料科学研究总院、新疆吐鲁番自然环境试验研究中心。

本标准主要起草人：李晓刚、张三平、韩冰、李双林、杜翠薇、董超芳、王振尧、郑玉贵、程学群、吴俊升、刘智勇、杨朝晖、金威贤、蒋荃、任润桃、张小阳、李文军、张晓芸、王占华、高瑾、孙成、鹿中辉、刘建、姜胜利、王俊、肖葵、刘玉军、汪崧、卢琳、孙志华、周学杰、刘玉军、郭春云、吐尔逊·斯拉依丁、王力。

## 材料环境腐蚀试验规程 总则

### 1 范围

本标准作为材料环境腐蚀试验和结果评定的指导原则,适用于各种材料的大气环境、水环境和土壤环境腐蚀试验及结果评定。根据实际需要,可以在该标准下分别制定大气腐蚀、水环境腐蚀和土壤腐蚀试验规程的通则和细则。

### 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 1766—2008 色漆和清漆 涂层老化的评级方法
- GB/T 5776—2005 金属和合金的腐蚀 金属和合金在表面海水中暴露和评定的导则
- GB/T 6384—2008 船舶及海洋工程用金属材料在天然环境中的海水腐蚀试验方法
- GB/T 6461—2002 金属基体上金属和其他无机覆盖层 经腐蚀试验后的试样和试件的评价
- GB/T 6464—1997 金属及其覆盖层 大气腐蚀试验 现场试验的一般要求
- GB/T 10123—2001 金属和合金的腐蚀 基本术语和定义
- GB/T 11377—2005 金属和其他无机覆盖层 储存条件下腐蚀试验的一般规则
- GB/T 12763—2007 海洋调查规范(所有部分)
- GB/T 14165—2008 金属和合金 大气腐蚀试验 现场试验的一般要求
- GB/T 16545—2015 金属和合金的腐蚀 腐蚀试样上腐蚀产物的清除
- GB/T 18590—2001 金属和合金的腐蚀 点蚀评定方法
- GB/T 19292.1—2003 金属和合金的腐蚀 大气腐蚀性 第1部分:分类
- GB/T 19292.2—2003 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—2003 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 19292.4—2003 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 25834—2010 金属和合金的腐蚀 钢铁户外大气加速腐蚀试验
- GB/T 50082—2009 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准
- GB/T 50081—2002 普通混凝土力学性能试验方法标准
- JB/T 8424—1996 金属覆盖层和有机涂层 天然海水腐蚀试验方法
- JB/T 10579—2006 腐蚀数据统计分析标准方法

### 3 术语和定义

GB/T 10123—2001 界定的术语和定义适用于本文件。

## 4 试验

### 4.1 试样制作

试样的制作将影响试验结果的分析。试样应按有关标准要求统一制作,如由产品生产单位提供,需按产品标准制样,或经协商制作能满足试验要求的试样。

试样数量根据试验要求和目的确定,每种材料的试样在一个试验环境,一个周期的平行样不得低于3件。

### 4.2 试样原始记录

试样的原始记录除了原始重量和尺寸等以外,必要时还应该照相保存试样的原始形貌,建议每一试验周期的每种试样至少保留一张原始形貌。如果用数码相机拍照,分辨率应在300万像素以上,这对于涂镀层和高分子试样尤其重要。试样有缺陷以及腐蚀形貌为评价指标时,试样的原始形貌一定要照相留存。每一种材料试样至少要保留一件原始试样,有利于试验后的外观比对。保留试样在存放时间内要采取保护措施,使试样不产生腐蚀老化变化。

### 4.3 试样投放时间

大气曝露试验推荐投样时间为4—5月或9—10月;

水环境曝露试验推荐投样时间为9—12月;

土壤曝露试验推荐投样时间为7—10月。

### 4.4 试样投放安装

试样的投放状态应保持一致。试样投放应该按编号顺序排列,以便中期检查和取样时辨别。试样的放置与固定方式必须保证试样在试验周期内安全可靠,与其他试样或试验架之间不产生电接触。

试样的投放时间、位置,应该按照细则的统一规定进行详细记录。

## 5 试验过程中的管理和环境参数的监测

试验场地应有专人管理投放的试样,以防试样被破坏和丢失;

在试验过程中,应定期测取相关环境参数数据,作好详细记录;

需要正确选择环境参数和监测方法。

## 6 试验周期与试验终止

### 6.1 试验周期

应根据试验材料类型、试验环境和试验目的而定。为了保证数据的可比性,试验周期要与以往已投试样安排的周期尽量一致。

### 6.2 试验的终止

当继续进行试验已经被确认没有价值时,环境腐蚀试验应该终止。如果进行的是环境腐蚀对材料性能的影响,建议腐蚀后材料性能低于原值50%终止试验。

## 7 取样

按预定时间取样。取样时,要认真查阅投放记录,确认所取试样。小心取样,切勿损坏试样。取样过程应该由专人详细记录。试样取出后,按照相应的标准进行评定,或包装运输,及时运回实验室进行评定分析。

## 8 腐蚀产物的清除

腐蚀产物的清除应符合 GB/T 16545—2015 的要求。

## 9 试验结果的评定

根据材料种类、试验环境,选择结果评定方法(标准和规范)。结果评定尽量在试验现场进行,若需要送到其他地方评定,应避免运输过程对试样造成损伤。具体评定细节见相关标准或细则。

### 9.1 试样外观的描述

应阐明试样是部分还是全部被腐蚀产物覆盖,各部分表面的状态、颜色、光泽等。必要时,典型试样取出后,在清洗处理前,需照相留存试验后的试样形貌。

### 9.2 腐蚀产物的描述

应采用统一的表格描述腐蚀产物,并包括腐蚀产物的分布、颜色、结构、紧实度、厚度和成分等信息。

### 9.3 试样清洗、分析与性能检测

应该按照相关标准的规定进行。

## 10 结果数据的可靠性保证、保存与入库

### 10.1 数据处理

数据的处理方法应符合 JB/T 10579—2006 的要求。

### 10.2 可靠性保证

试验人员应具有丰富的环境腐蚀试验工作经验,评价外观变化等级或一些易出现主观偏差的数据时,应有 2 人以上同时进行评价,有可能试验单位间相互评价,尽量避免结果(如试样外观等)评定的主观性误差。尽量拍照留存,照相要求使用统一的照相器材、标准光源和三脚架。

环境腐蚀试验过程中所使用的各种仪器和设备,要求通过质量技术监督局及其分支机构的定期校验和标定。

### 10.3 异常数据的处理

为了提高数据的可靠性,试样称重、数据记录、数据计算应有第二人核对。必要时需分析空白试样和已保存的试验后试样,进行复检。异常数据不得随意删除。

## 11 试验报告及建档

材料环境腐蚀试验的整个过程应该建立完整的档案备查,记录一式多份,分类保存。推荐日常原始数据由试验人员留存备查,除了留存电子文档外,每季度需要将日常原始数据打印,打印稿要有试验人、审核人和相关负责人的签字。

---

# 中国腐蚀与防护学会标准

T/CSCP 0008—2017

---

## 大气环境腐蚀试验通则

General rules for atmospheric corrosion tests

2017-10-01 发布

2018-01-01 实施

---

## 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 2014 年发布的 FB/T 0008—2014《大气环境腐蚀试验通则》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。

本标准参加起草单位：武汉材料保护研究所、中国科学院金属研究所、中国电器科学研究院有限公司、钢铁研究总院青岛海洋腐蚀研究所、中国兵器工业第五九研究所、北京航空材料研究院、国营第二九八厂、中国建筑材料科学研究总院、新疆吐鲁番自然环境试验研究中心。

本标准主要起草人：李晓刚、张三平、王振尧、韩冰、肖勇、蒋荃、张晓芸、刘建、杜翠薇、高瑾、董超芳、杨朝晖、王俊、肖葵、程学群、汪崧、卢琳、孙志华、刘玉军、张波、丁国清、安江峰、郑鹏华、吴军、郭春云、吐尔逊·斯拉依丁、王力。



# 大气环境腐蚀试验通则

## 1 范围

本标准作为材料大气环境曝露腐蚀试验的指导原则,对各种材料大气环境腐蚀试验中的共性问题进行了规定,适用于各种材料在大气环境的腐蚀试验及结果评定。根据实际需要,可以在该标准下制定不同材料在不同大气环境下腐蚀试验规程的具体标准。

## 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 1766—2008 色漆和清漆 涂层老化的评级方法
- GB/T 2573—2008 玻璃纤维增强塑料老化性能试验方法
- GB/T 3511—2008 硫化橡胶或热塑性橡胶 耐候性
- GB/T 3681—2011 塑料 自然日光气候老化、玻璃过滤后日光气候老化和菲涅耳镜加速日光气候老化的曝露试验方法
- GB/T 5619—1985 防锈材料百叶箱试验方法
- GB/T 6461—2002 金属基体上金属和其他无机覆盖层 经腐蚀试验后的试样和试件的评价
- GB/T 9276—1996 涂层自然气候曝露试验方法
- GB/T 10123—2001 金属和合金的腐蚀 基本术语和定义
- GB/T 14165—2008 金属和合金 大气腐蚀试验 现场试验的一般要求
- GB/T 15596—2009 塑料在玻璃下日光、自然气候或实验室光源曝露后颜色和性能变化的测定
- GB/T 16545—2015 金属和合金的腐蚀 腐蚀试样上腐蚀产物的清除
- GB/T 18590—2001 金属和合金的腐蚀 点蚀评定方法
- GB/T 19292.1—2003 金属和合金的腐蚀 大气腐蚀性 第1部分:分类
- GB/T 19292.2—2003 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—2003 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 19292.4—2003 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 50081—2002 普通混凝土力学性能试验方法标准
- GB/T 50082—2009 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准
- JB/T 10579—2006 腐蚀数据统计分析标准方法

## 3 术语和定义

GB/T 10123—2001 界定的术语和定义适用于本文件。

## 4 试验地点和条件

4.1 试验地点的大气环境应有典型大气环境的特点。