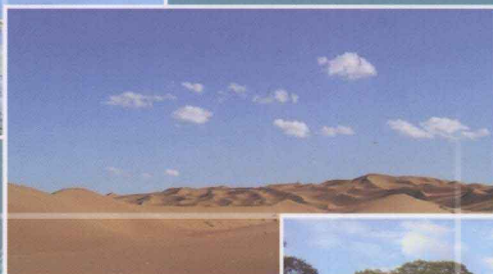
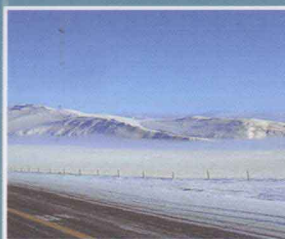


秦晓洲 等编著

自然环境试验站

典型环境特征及腐蚀图谱

ZIRAN HUANJING SHIYANZHAN
DIANXING HUANJING TEZHENG JI FUSHI TUPU



航空工业出版社

自然环境试验站 典型环境特征及腐蚀图谱

秦晓洲 等编著

航空工业出版社

北 京

内 容 提 要

我国有七大气候区、四大海域,自然环境资源丰富,为开展自然环境试验奠定了较好的基础。本书首次以典型环境为题材,将有关产品环境适应性设计、试验、使用等相关内容有机融合在一起,较为系统地介绍了典型环境因素、环境参数及其监测工作在开展自然环境试验中的重要性,概述了国内开展自然环境试验的主要平台的能力和现状,分析和总结了我国多年来在自然环境试验典型试验站获得的环境数据及其规律,展示了材料、零部件及产品在这些环境中开展不同自然环境试验的典型腐蚀规律及形貌图谱,是我国自然环境试验领域多年成果的结晶,具有较高的实用价值。特别对从事产品设计、研制、试验和管理的广大科技人员,具有一定指导作用。

图书在版编目(CIP)数据

自然环境试验站典型环境特征及腐蚀图谱/秦晓洲
等编著. --北京:航空工业出版社,2010.9
ISBN 978-7-80243-593-3

I. ①自… II. ①秦… III. ①自然环境-试验站-图
谱 IV. ①X21-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第158691号

自然环境试验站典型环境特征及腐蚀图谱

Ziran Huanjing Shiyanzhan Dianxing Huanjing Tezheng Ji Fushi Tupu

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里14号 100029)

发行部电话:010-64815615 010-64978486

小森印刷(北京)有限公司印刷

全国各地新华书店经售

2010年9月第1版

2010年9月第1次印刷

开本:787×1092 1/16

印张:12.75

字数:320千字

印数:1—5000

定价:78.00元

《自然环境试验站典型环境特征及腐蚀图谱》 编写委员会

主 编 秦晓洲

副主编 张伦武 李军念

编 委 (以姓氏笔画为序)

邓春龙 刘 明 刘 剑 牟振军 杨晓然

杨德模 何建新 张先勇 易 平 罗 勇

赵 斌 侯 健 凌 勇 戴 华

序

腐蚀遍及各个部门及行业，直到今天，仍以惊人的数值吞噬着人类辛勤创造的财富。据统计，各国因腐蚀造成的年度经济损失约占当年该国国民经济生产总值 GDP 的 1.8%~4.2%，我国近年来的年腐蚀损失约为 5000 亿人民币，约占国民经济生产总值的 5%，让人触目惊心。腐蚀带给人类工农业生产、社会活动、军事活动的严重后果甚至直接危及生命、改写局部战场胜负，是任何一个国家都不容忽视的国家和社会的安全性问题。

自然环境试验是研究产品及材料在自然界中发生环境腐蚀原因的有效手段，从而为腐蚀控制提供科学依据。20 世纪初至今，工业发达国家都普遍重视自然环境试验。一些大型组织和机构，如美国材料试验协会 ASTM、美国 ATLAS 耐候试验服务集团等，不仅在本国建立试验站，而且在世界范围内建立试验站，形成站网。此外，一些大型国际组织和区域组织，如 ISO 国际标准化组织、联合国欧洲经济委员会等，近年来也通过国际联网进行跨国试验，以达到利用自然环境试验，进行材料筛选，提高产品环境适应性和建立相关标准等目的。因此，自然环境试验在一定程度上表征了一个国家工业、军事和经济发展的综合水平。

环境因素监测是自然环境试验的一项重要工作，任何材料在自然界中的腐蚀与环境因素的长期规律及短期突变都有着密不可分的关系。本书较为详细地介绍了环境监测工作的重要性、环境因素的作用及环境参数的计算，同时以丰富的图表给出了材料及环境的变化规律及其相互关系，并用大量照片展示了不同材料在不同宏观环境中的腐蚀形态，力求说明典型环境因素及典型环境参数是建立自然环境试验站、设计自然环境试验方案和分析自然环境试验结果等有关自然环境试验工作的重要依据。作者通过本书希望环境因素得到有关管理人员、设计人员、试验人员的重视。

改革开放以来，随着我国经济的崛起，为保证国家经济开发战略的实施、区域经济的发展要求、国防建设和海洋开发事业的需求、特别是为确保我国加入 WTO 后出口到国外的大批产品的质量，在国家的大力支持下，自然环境试验得到很大加强。进入 21 世纪以来，国内自然环境试验得到国家财政支持，同时加强了自身管理，软、硬件实力进一步提高，已呈现由量变到质变的良好发展势头。

但是，我国自然环境试验的发展长期滞后于世界先进水平，广大科技人员对自然环境试验还需有一个从认识、了解到使用的过程。因此，“十一五”期间，借国防科技工业自然环境试验站网完成技术改造之机，组织编写了《自然环境试验站典型环境特征及腐蚀图谱》一书。本书较为集中地反映了该领域内自然环境试验站建设和自然环境试验

的研究成果，是国防科技工业自然环境试验站网成果的结晶，具有较高的实用价值。

本书特别适用于从事产品设计、研制、试验和管理的广大科技人员，对利用好我国丰富的自然环境资源、成果来提高自然环境试验质量和产品质量，以满足国内外市场需求和市场竞争需求具有一定指导作用。

本书由国防技术基础计划赞助完成。

编委会

2010年6月

前 言

《自然环境试验站典型环境特征及腐蚀图谱》主要介绍与从事自然环境试验密不可分的环境因素监测工作、环境数据积累、环境变化规律研究以及材料和产品在实际环境中的腐蚀行为、变化规律及典型腐蚀图谱等，并从实用性出发，力求本书内容与腐蚀和腐蚀控制结合在一起，成为相关设计人员和试验人员的参考工具书。

本书特点之一是重点介绍了在试验中极易忽视，但却对自然环境试验设计及其结果分析至关重要的环境因素监测及其相关工作。本书以典型环境为核心，将有关产品环境适应性设计、试验、使用等相关内容有机融合在一起，较为系统地介绍了典型环境因素、环境参数在开展自然环境试验研究中的作用和重要性。分析和总结了我国多年来在典型试验站获得的环境数据及其变化趋势，部分材料、零部件及产品在这些环境中开展不同自然环境试验的典型腐蚀规律及形貌图谱，是产品和材料开展环境适应性设计和自然环境试验的专业性书籍。

另一特点是全书虽仅 6 章，但却附有大量公式、图表、照片等，全书图文并茂，在选题和内容上与现有同类书刊相比存在独到之处。

第 1 章概述，重点介绍了环境腐蚀的危害及自然环境试验对控制环境腐蚀的重要意义，环境因素监测及典型环境参数在自然环境试验中的作用；介绍了自然环境试验中常见的腐蚀分类、腐蚀形态、典型腐蚀图谱的应用及环境参数的表示方法及计算。

第 2 章自然环境试验站，重点介绍了我国国家级站网、行业性站网及部分适合于开展军民自然环境试验的典型大气试验站、海水试验站，并对建国以来我国自然环境试验经历的四个发展阶段进行了概括和总结。

第 3 章材料腐蚀行为及规律，介绍了碳钢和不锈钢等黑色金属、锌和铝等有色金属，以及部分保护层在典型试验站的腐蚀现象、腐蚀特点及规律。

第 4 章典型环境因素变化趋势，图文并茂总结了 1998 ~ 2007 年间主要环境因素在典型试验站的规律趋势。

第 5 章环境因素数据，以表格形式总结了 1990 ~ 2004 年间主要气象环境因素在典型试验站的统计值。

第 6 章典型腐蚀图谱，收集整理了 137 幅产品及材料在试验环境及实际服役环境中的典型腐蚀照片。

作者经历了 30 多年自然环境试验科研和实践，因此对来自国防科技工业自然环境试验站及国内部分民用站长期野外试验工作的研究成果进行了精心选择。本书充分反映

了国内自然环境试验的发展、成果及最新进展，具有一定的先进性、科学性和实用性。

本书第1章至第3章由秦晓洲编写，第4章和第5章由易平编写，第6章由何建新编写，全书由秦晓洲统稿。在编写过程中，中国船舶重工集团公司第七二五所侯健提供了海水站大量资料，萧以德、王振尧、金威贤、侯健等专家对本书进行了认真的审定，并提出了许多宝贵意见。此外，北京站刘明、厦门站牟振军、西双版纳站刘剑及国防科技工业自然环境试验站网所属10个试验站和尉犁大气站、舟山海水站有关人员为本书提供了相关资料，恕未一一列出，谨在此表示衷心感谢。

由于水平有限，经验不足，书中错误在所难免，敬请读者批评指正，以便我们今后修改、完善。

编著者

2010年5月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 环境腐蚀与控制	1
1.1.1 环境腐蚀及危害	1
1.1.2 环境腐蚀控制及意义	2
1.1.3 自然环境试验在腐蚀与控制研究中的重要作用	2
1.2 环境因素监测	3
1.2.1 环境因素监测在自然环境试验中的作用	3
1.2.2 环境因素监测分类	4
1.2.2.1 大气环境因素监测分类	4
1.2.2.2 海洋环境因素监测分类	6
1.2.3 环境因素监测方法及标准	6
1.3 典型环境因素和典型环境参数及作用	9
1.3.1 自然环境试验的特点	9
1.3.1.1 环境典型性	9
1.3.1.2 环境协同效应	10
1.3.1.3 站网效应	10
1.3.2 典型环境因素及参数	11
1.3.3 典型环境参数的作用	12
1.3.3.1 不可替代性	12
1.3.3.2 区域覆盖性	13
1.3.3.3 环境腐蚀与控制的重点环节	13
1.4 自然环境中的典型腐蚀及图谱	14
1.4.1 自然环境中常见的腐蚀分类	14
1.4.1.1 大气腐蚀	14
1.4.1.2 海水腐蚀	17
1.4.2 常见金属材料腐蚀形态和高分子材料腐蚀类型	22
1.4.2.1 金属材料腐蚀形态	22
1.4.2.2 高分子材料腐蚀类型	24
1.4.3 典型腐蚀图谱及作用	26

1.4.3.1	典型腐蚀图谱	26
1.4.3.2	典型腐蚀图谱对产品设计、研制和改进的作用	27
1.5	环境因素的表示方法及计算	29
1.5.1	大气环境	29
1.5.1.1	气象因素	29
1.5.1.2	大气污染物	32
1.5.2	海洋环境	37
1.5.2.1	海水环境因素	37
1.5.2.2	海面气象环境参数	42
第2章	自然环境试验站	43
2.1	我国自然环境试验站网	43
2.1.1	国家级站网	43
2.1.1.1	国防科技工业自然环境试验站网	43
2.1.1.2	材料环境腐蚀国家野外科学观测研究站网	46
2.1.2	行业性站网	48
2.1.2.1	兵器工业自然环境试验中心	48
2.1.2.2	海洋腐蚀与防护国防科技重点实验室	48
2.1.2.3	机械工业环境技术研究中心	48
2.2	我国自然环境试验发展历史	49
2.3	试验站	51
2.3.1	概述	51
2.3.2	大气试验站	51
2.3.2.1	万宁大气试验站	51
2.3.2.2	北京大气试验站	54
2.3.2.3	江津大气试验站	55
2.3.2.4	漠河大气试验站	56
2.3.2.5	西双版纳大气试验站	57
2.3.2.6	拉萨大气试验站	58
2.3.2.7	敦煌大气试验站	59
2.3.2.8	尉犁大气试验站	60
2.3.2.9	西沙大气试验站	61
2.3.3	海水腐蚀试验站	62
2.3.3.1	青岛海水腐蚀试验站	62
2.3.3.2	厦门海水腐蚀试验站	63
2.3.3.3	三亚海水腐蚀试验站	65
2.3.3.4	舟山海水腐蚀试验站	66

第3章 材料腐蚀行为及规律	68
3.1 概述	68
3.2 材料在典型试验站的大气腐蚀行为及规律	68
3.2.1 碳钢及低合金钢在典型试验站的大气腐蚀规律及特点	68
3.2.1.1 碳钢及低合金钢腐蚀行为预测及腐蚀影响	68
3.2.1.2 碳钢及低合金钢在北京站的大气腐蚀特点及规律	71
3.2.1.3 碳钢及低合金钢在万宁站和江津站的大气腐蚀行为及规律	74
3.2.1.4 碳钢及低合金钢在万宁站的特殊腐蚀现象	78
3.2.2 装甲钢及涂层大气腐蚀规律及特点	81
3.2.2.1 装甲钢大气腐蚀规律及特点	81
3.2.2.2 装甲钢及焊接样涂层大气老化规律及特点	82
3.2.3 锌在典型试验站的大气腐蚀行为及规律	82
3.2.3.1 锌在北京大气中的腐蚀规律及特点	82
3.2.3.2 锌在6个试验站腐蚀规律及特点	83
3.2.4 铝在典型大气环境下的腐蚀规律及特点	83
3.2.4.1 铝在典型大气环境下的腐蚀特点	83
3.2.4.2 铝对氯离子的腐蚀敏感性	83
3.2.4.3 腐蚀产物形貌分析	84
3.2.4.4 硬铝和超硬铝在北京站、江津站和万宁站的长期腐蚀规律研究	84
3.2.5 喷铝和喷铝镁合金涂层在江津站和万宁站的腐蚀规律及特点	85
3.2.5.1 腐蚀外观及特点	85
3.2.5.2 环境影响	85
3.2.6 喷锌层在江津、武汉、琼海等地区的腐蚀及特点	85
3.2.7 氟碳涂料在我国典型地区的腐蚀及特点	85
3.2.8 改性聚酯塑料在敦煌站和拉萨站的老化规律及特点	86
3.2.8.1 早期老化规律及特点	86
3.2.8.2 试验开始时间对塑料老化的影响	87
3.2.9 聚氨酯清漆在拉萨站、敦煌站、万宁站、漠河站的老化规律及特点	87
3.3 材料在典型试验站的海水腐蚀行为及规律	87
3.3.1 金属材料在青岛站海水腐蚀行为及规律	87
3.3.2 金属材料在厦门站海水腐蚀行为及规律	89
3.3.3 金属材料在三亚站海水腐蚀行为及规律	90
第4章 典型环境因素变化趋势	92
4.1 概述	92
4.2 单一主要环境因素及环境参数单站变化趋势	93
4.2.1 月平均大气温度变化趋势	93
4.2.2 月平均相对湿度变化趋势	99

4.2.3	月降水量变化趋势	104
4.2.4	月太阳总辐射变化趋势	108
4.2.5	月日照时数变化趋势	110
4.2.6	月平均气压变化趋势	112
4.2.7	沙尘暴年日数变化趋势	113
4.2.8	氯离子月平均含量变化趋势	113
4.2.9	氮氧化物月平均浓度变化趋势	114
4.2.10	降水月平均 pH 值变化趋势	115
4.2.11	二氧化硫月平均含量变化趋势	115
4.2.12	海水月平均温度变化趋势	116
4.2.13	海水月平均盐度变化趋势	118
4.2.14	海水月平均溶解氧浓度变化趋势	120
4.2.15	海水月平均 pH 值变化趋势	122
4.2.16	海水月平均潮位变化趋势	124
4.3	同一环境因素多站变化趋势	124
4.3.1	大气温度在大气试验站的变化趋势	124
4.3.2	相对湿度在大气试验站的变化趋势	125
4.3.3	太阳总辐射在大气试验站的变化趋势	126
4.3.4	二氧化硫含量在大气试验站的月平均变化趋势	127
4.3.5	氯离子含量在大气试验站的月平均变化趋势	128
4.3.6	臭氧在大气试验站的月平均变化趋势	128
4.3.7	海水温度在海水试验站的变化趋势	129
4.3.8	海水溶解氧浓度在海水试验站的变化趋势	130
4.3.9	海水盐度在海水试验站的变化趋势	131
4.3.10	海水 pH 值在海水试验站的变化趋势	132
4.3.11	海水平均潮位在海水试验站的变化趋势	133
第 5 章	环境因素数据	134
5.1	概述	134
5.2	大气试验站环境因素数据	135
5.2.1	万宁大气试验站环境因素数据	135
5.2.1	北京大气试验站环境因素数据	139
5.2.3	江津大气试验站环境因素数据	143
5.2.4	漠河大气试验站环境因素数据	149
5.2.5	西双版纳大气试验站环境因素数据	149
5.2.6	拉萨大气试验站环境因素数据	151
5.2.7	敦煌大气试验站环境因素数据	152
5.3	海水腐蚀试验站环境因素数据	153

5.3.1 青岛海水腐蚀试验站环境因素数据	153
5.3.2 厦门海水腐蚀试验站环境因素数据	157
5.3.3 三亚海水腐蚀试验站环境因素数据	160
第 6 章 典型腐蚀图谱	165
6.1 大气腐蚀图谱	165
6.1.1 全面腐蚀	165
6.1.2 局部腐蚀	172
6.1.3 应力腐蚀	173
6.1.4 高分子材料腐蚀	175
6.2 海水腐蚀图谱	180
6.2.1 全面腐蚀	180
6.2.2 局部腐蚀	184
6.2.3 海洋生物污损	187
参考文献	189

第1章 概 述

1.1 环境腐蚀与控制

1.1.1 环境腐蚀及危害

环境腐蚀是自然环境或诱导环境对材料及其产品长期综合作用,从而引起材料变质、产品功能退化的一种常见现象,遍及人们的日常生活、工农业活动。从国防尖端科学技术的发展到国民经济各个领域的基础设施建设,环境腐蚀无处不在,吞噬着社会的财富和创新的成果。环境腐蚀带来的经济损失,不但消耗大量宝贵资源与能源,对环境产生污染,还造成许多灾难性事故,其危害触目惊心。

据调查统计,环境腐蚀带来的经济损失约占世界上主要工业发达国家 GDP 的 1.8% ~ 4.2%。国外腐蚀损失调查结果如表 1-1 所示,其中 1975 年美国国家标准局在向国会提交的特别报告“美国金属腐蚀的经济影响”中指出:该年由于腐蚀造成的经济损失约为 700 亿美元(实际为 830 亿美元),为当年 GDP 的 4.2%(实际为 4.9%),约为各种自然灾害损失(125 亿美元)的 6 倍,引起世界震惊。2002 年中国工程院调查结果表明:我国腐蚀损失达到 4979.2 亿人民币,其中装备腐蚀严重,对战备造成影响。

表 1-1 国外腐蚀损失调查结果

国 家	年份	年腐蚀损失	占国民经济总产值百分比 /%
美国	1949	55 亿美元	—
	1975	830 亿美元	4.9
	1995	3000 亿美元	4.21
英国	1957	6 亿英镑	—
	1969	13.65 亿英镑	3.5
日本	1975	25509.3 亿日元	—
	1997	39376.9 亿日元	—
苏联	1985	400 亿卢布	—
联邦德国	1968/1969	190 亿马克	3
	1982	450 亿马克	—
瑞典	1986	350 亿瑞典法郎	—
印度	1960/1961	15 亿卢比	—
	1984/1985	400 亿卢比	—
澳大利亚	1973	4.7 亿澳元	—
	1982	30 亿美元	—
原捷克斯洛伐克	1986	15×10^9 捷克法郎	—

据已有数据统计,世界每年的金属腐蚀约占当年金属产量的 10%~20%,按下限计算,2003 年世界腐蚀掉的金属大于美国当年的钢产量,中国腐蚀掉的金属相当于一个大型钢厂的年产量。在化工等行业中,由金属腐蚀引起的跑、冒、滴、漏可致有毒有害物质的泄漏,造成的环境污染,严重影响了可持续发展。

最典型的案例来自美国。1986 年 1 月 28 日,美国“挑战者”号航天飞机仅因一个聚硫密封圈在低温环境下过早老化出现裂纹,导致升空仅 72s 便发生燃气泄漏而突然爆炸,使美国耗巨资准备多年的航天计划流产。

1.1.2 环境腐蚀控制及意义

环境在自然界中对材料及产品的腐蚀是一种普遍现象,不以人们意志为转移。但是,人类在各种生产、科学及军事活动中逐渐总结经验,发现通过采取一系列措施,可大大控制或延缓基体金属的腐蚀,从而较好地解决材料及产品的腐蚀问题。这些措施主要如下:

- (1) 添加合金元素改变钢的耐候性;
- (2) 加入各种添加剂提高高分子材料的抗老化性能;
- (3) 选用合适防护层,实施涂、镀、喷等覆盖层保护基体金属;
- (4) 进行合理的防腐蚀结构设计,避免出现应力腐蚀、接触腐蚀、微生物腐蚀敏感区,以及液态或气态腐蚀介质浸入、积聚、凝露等缺陷部位;
- (5) 实施各种包装技术,有效防止气、液态介质对产品的侵蚀;
- (6) 采用牺牲阳极保护及外加电流阴极保护技术对大型部位如船体等进行电化学保护;
- (7) 合理选材,有效减少各种局部腐蚀、均匀腐蚀、材料间相容性的敏感性。

环境腐蚀控制的意义在于:

- (1) 有效降低因材料腐蚀而在航天、航空、航海、化工、石油勘探等行业中导致的灾难性事故发生;
- (2) 实施对国家经济建设和国防建设中使用量大、涉及面广的基础材料环境腐蚀的控制,并保持在一个合理范围内,将是对提高国民经济水平的最大贡献;
- (3) 花费小、收效大,可最大程度地提高产品的使用寿命、储存寿命,并在产品延寿、降低维修费方面发挥巨大作用,对加速实现四个现代化建设有着重要现实意义。

1.1.3 自然环境试验在腐蚀与控制研究中的重要作用

根据美国国防国际研究和工程署发布的《美国国防部核心技术计划》,“环境影响”在其 11 项核心技术中占有重要一席。美军认为“环境影响”覆盖了整个 21 项关键技术,对武器系统(服役)环境有着全面影响。因此,作为 2005 年技术目标,需对全球大气、海洋、地球和空间环境在自然环境和平台(如飞机、导弹、舰船)两方面的影响进行研究、建模和仿真。从该计划中可以明显地看出美军对环境的重视,不仅对环境在高新技术装备发展中的重要性 and 支撑作用的认识程度有所提高,而且开展了“环境影响”前瞻性的研究。

自然环境试验是研究自然环境因素对产品性能影响的重要手段。无论是新产品还是

改进产品, 不管其采用何种腐蚀控制措施, 对其效果好坏检查的最快捷方式目前仍是实验室环境试验, 而最有效的手段则是自然环境试验。因为产品在设计定型或批量生产时, 一般都经过了严格的实验室环境试验, 服役期间出现的问题, 一定是受所处自然环境的影响。由于自然界中材料和产品的腐蚀是受综合环境因素的影响, 因此受到的是各种环境因素的协同效应, 这与有固定影响因素的实验室环境试验有很大的不同。自然环境试验的特点是影响因素更多、机理更复杂, 有些因素尚未可知, 即使综合或组合的实验室环境试验也很难模拟, 而且成本高。因此, 通过自然环境试验解决实际环境中未知环境因素出现的腐蚀问题, 尤其是重大环境问题, 其效果要明显好于实验室环境试验。由于试验结果更真实, 一般情况下, 通过认真的腐蚀调查和设计得当的自然环境试验, 通常都能找到自然界中影响腐蚀的主要环境因素, 从而制定经济适用的腐蚀控制措施和计划。同时, 依据试验数据, 可为制定相关性更好的实验室环境试验方法奠定基础, 为今后定型或批量生产时鉴定或验收打下基础, 形成两者良性的同步发展。更重要的是, 自然环境试验可充分提供现场腐蚀控制环节中选材所需的环境及试验数据, 使设计者在保证产品性能指标的前提下, 较好地实现材料强度、耐蚀性、经济性等指标的综合决策。

1.2 环境因素监测

1.2.1 环境因素监测在自然环境试验中的作用

环境因素监测是自然环境试验的组成部分, 在自然环境试验中占有重要的地位。

(1) 积累长期环境因素监测数据

环境腐蚀及环境效应无时无刻不在发生, 材料及产品在自然环境试验中发生的问题必须得到环境因素监测数据的解释, 这些数据应具有长期性、连续性、可跟踪性, 从而为分析原因和找到腐蚀控制的解决方法提供支持。

(2) 掌握区域环境因素变化规律

自然环境试验具有区域性, 合格的试验站应能代表某一类型气候环境特点, 具有较大的覆盖区域, 对国家和国防建设有科学指导意义。因此, 环境因素监测的任务之一就是在长期数据积累的基础上, 通过提炼、总结, 上升到规律, 为该区域内预期服役和已服役的材料及产品提供设计依据和使用服务。

(3) 建立和加强环境因素极端值及其影响的研究

长期服役的产品可能遭受到比短期服役产品更为严酷的环境腐蚀及环境效应。由于我国自然环境试验与国外相比起步较晚, 因此, 重视并加强环境因素极端值方面的研究工作十分必要, 特别是对几十年一遇的环境极值、周期及其影响进行研究日趋迫切。其数据和研究成果可供国家相关设计单位、使用部门进行重大决策时参考, 避免在某些重要地区和事件中因环境极值可能带来的严重影响和不可估量的损失。

为了有效发挥环境因素监测在自然环境试验中的作用, 环境因素监测工作必须具备两点基本要求。

- (1) 人一机环境必须从质量和制度上得到保证, 确保数据科学、可靠、置信度高;
- (2) 监测标准或方法统一, 使数据具有可比性。

目前, 随着国防科技工业自然环境试验站网和国家材料环境腐蚀野外科学观测网站的相继成立, 国内环境因素监测工作得到重视和加强, 监测方法基本统一, 并形成相应标准和规程, 实现了国内在环境因素监测工作方面的规范管理。近年来, 相关成果逐渐向工程应用转化, 有力地支持了国民经济建设和军转民产品的外贸。例如, 依据新规程, 已成功地为深圳大亚湾、福建宁德、广东阳江和广西防城港等地区的核电站的大气腐蚀性污染物进行了检测分析和进行环境评价, 为核电站设施的防腐设计和工程选材提供了依据。同时, 为我国出口到国外的 $\times \times$ 型外贸飞机的腐蚀问题从环境因素方面找到了原因, 并为制定腐蚀防护和环境控制措施取得了第一手资料。但是, 我们也看到: 由于历史原因, 长期以来, 我国自然环境试验缺乏和国际社会的交流。因此, 目前制定的标准和规程, 在某些环境因素监测上的方法与国际尚不完全接轨, 随着中国加入 WTO 后, 自然环境试验的交流逐渐增加, 该方面的工作已受到重视并逐步得到加强。

1.2.2 环境因素监测分类

通用的自然环境试验分为大气环境试验、海水环境试验和土壤环境试验三大类。环境因素监测根据自然环境试验分类可分为大气环境因素监测、海水环境因素监测和土壤环境因素监测三类。每一类环境因素监测的内容、参数及要求各不相同, 下面仅对使用率较高的大气环境因素监测和海水环境因素监测做一介绍。

1.2.2.1 大气环境因素监测分类

根据试验需求, 大气环境因素监测一般应开展气象及大气污染物环境因素的监测。其中气象涉及 8 个环境因素和 25 个环境参数 (见表 1-2), 大气污染物涉及 8 个环境因素和 11 个环境参数 (见表 1-3)。由于自然界中上述主要环境因素对材料腐蚀的重要作用, 特别是大气污染物在同一时间不同场所的差异性很大, 会使得同一气象环境条件下腐蚀的结果出现明显分化。因此, 凡是开展自然环境试验的暴露场、试验库、试验棚都必须作为采集地点, 开展大气环境因素监测工作, 以提供对应的气象环境因素监测数据和大气污染物监测数据, 作为试验结果分析、判断的依据。

需要指出: 随着科学技术的发展, 特别是计算机技术在气象领域的应用, 大气环境因素监测方法已逐步从传统的人工监测过渡到自动监测, 大大降低了监测工作的强度。但是, 目前受技术所限, 大气污染物的监测和个别气象环境因素的监测尚不能完全实现全自动化监测, 仍只能采用传统的人工方法监测。对气象环境因素而言, 目前自动是 24h 平均值, 人工仍为 4 点平均值 (北京时间 2 时、8 时、14 时、20 时)。但经过对全国 58 个基准气象台站 10 年日记温度湿度数据的研究, 表明 4 点统计与 24 次 (整点) 统计出的有效年润湿时间非常接近, 两种方法的差异性较小, 因而确保了两种方法统计数据的可比性, 使长期采用人工监测方法得到的数据在目前仍可获得连续应用。