

自然环境谱编制方法研究

舒畅^{1,2}, 苏艳^{1,2}, 吴龙益^{1,2}, 张帷^{1,2}

(1. 中国兵器工业第五九研究所, 重庆 400039;
2. 重庆市环境腐蚀与防护工程技术研究中心, 重庆 400039)

摘要: 针对装备(产品)在服役过程中所遭受的自然环境开展了自然环境谱编制方法研究,给出了自然环境谱的定义和编制程序,提出了盐雾和工业废气环境的判定标准,制定了适用于我国各种大气环境场地自然环境谱的编制方法,并举例编制了某地域的自然环境谱。

关键词: 自然环境谱; 编制方法; 盐雾; 工业废气; 判定依据

中图分类号: TG174.3⁺6; X21 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2011)02-0093-04

Research on Establishment Method of Natural Environmental Spectrum

SHU Chang^{1,2}, SU Yan^{1,2}, WU Long-yi^{1,2}, ZHANG Wei^{1,2},

(1. No. 59 Institute of China Ordnance Industry, Chongqing 400039, China;

2. Chongqing Engineering Research Center for Environmental Corrosion and Protection, Chongqing 400039, China)

Abstract: The establishment method of natural environmental spectrum was studied according to the natural environment encountered by equipment during service. The definition and establishment procedure of natural environmental spectrum were given. The criterion of salt fog and industrial waste gas environments was put forward. The establishment method of natural environment spectrum suitable for various atmospheric exposure stations was put forward. The natural environmental spectrum of an area was established as an example.

Key words: natural environmental spectrum; establishment method; salt fog; industrial waste; criterion

装备(产品)在服役过程中所经历的自然环境是造成其腐蚀损伤的一个重要原因。对特定地域而言,装备(产品)所经历的自然环境的变化历程可以用“谱”的形式进行描述。因此,建立装备(产品)服役环境的腐蚀环境数据库,编制相应的自然环境谱

对研究装备腐蚀变化规律、采取有效的腐蚀防护措施和制定装备腐蚀维修指南具有重要意义。

近年来,根据不同的需要,对于环境谱的编制有多种不同的意见。目前,国内已有多篇文献报道了飞机机场地面腐蚀环境谱、空中环境谱、载荷环境谱以

收稿日期: 2010-09-14

作者简介: 舒畅(1982—),女,硕士,工程师,主要研究方向为环境试验与观测。

及飞机结构局部环境谱编制方法的研究^[1-5],但是这些研究只针对飞机的使用环境或者飞机局部环境,还没有适用于所有武器装备服役环境自然环境谱的编制方法。许多地面停放环境谱对于盐雾和工业废气的判定均以风向为主要影响因素^[1,6],然而根据相关研究,对于临海的地域,除风向外,海浪的大小、空气湿度、海域深度等都是影响因素,且对不同的地域由于地理位置的差异,不同的因素影响程度不同。笔者对自然环境谱的编制方法进行了研究,提出了盐雾和工业废气环境的判定标准,制定了适用于我国各种大气环境场地自然环境谱的编制方法。

1 自然环境谱的定义

自然环境谱通常指一定时间内特定服役环境中各种自然环境因素(温度、湿度、降雨、太阳辐射和污染介质等)的强度、持续性、发生频次及其组合。为了充分描述装备或产品在服役期间遭遇腐蚀环境因素的影响,一般情况下,自然环境谱包括温度-湿度谱、降水谱、酸雨谱、雾谱、露谱、日照辐射谱及污染介质谱等。

2 自然环境谱的编制方法

2.1 编制程序

自然环境谱的编制程序如图1所示。

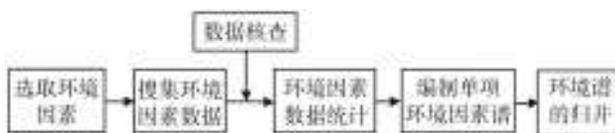


图1 自然环境谱的编制程序

Fig. 1 Establishment procedure of natural environmental spectrum

腐蚀环境因素可分为大气环境因素和污染介质环境因素。大气环境因素主要有:温度、湿度、降水、太阳辐射、风向风速和气压以及雨、雾、露、雪等各种天气现象;污染介质环境因素主要有:Cl⁻, SO₂, NO_x, 雨水pH值、雨水中SO₄²⁻以及降尘等。编制前可根据具体的编制目的、已有的经验和环境试验结果对环境因素进行筛选,剔除对装备(产品)腐蚀、老化贡献小的环境因素,保留贡献相对较大的因素。

选取环境因素后应搜集详尽的环境因素数据,并对搜集到的数据进行核查以确保数据准确可靠,建立环境因素数据库。然后对一定时间内的环境因素数据进行统计分析处理,得出单项环境因素的环境谱,最后根据归并原则对单项环境因素谱进行归并得到某地域的自然环境谱。

2.2 自然环境谱的编制方法

2.2.1 温度-湿度谱

以5℃为一个温度间隔、10%为一个相对湿度间隔,交互统计温度-湿度区间的作用时间,形成温度-湿度谱。温度-湿度区间作用时间的统计宜以整点温湿度数据为基础,1个整点温湿度数据按1h进行统计。温度区间和湿度区间的范围可根据具体地域的实际情况进行调整,调整后的温度区间和湿度区间必须涵盖该地域的温湿度极值。

2.2.2 降水谱和酸雨谱

以5℃为一个温度间隔,统计降水量、降水时数随温度的变化规律,形成降水谱。以雨水pH值为基础,统计特定pH值区间内的降水量和降水时数,形成酸雨谱。我国以雨水pH=5.6作为酸雨的划分标准,pH<5.6则为酸雨。酸雨对于金属材料的腐蚀有很大的影响,因此将pH=5.6作为划分pH区间的一个重要折点,以1为一个基准单位划分pH值区间。根据降水的实际情况,建议将pH值划分为0~3.6, >3.6~4.6, >4.6~5.6, >5.6~6.6, >6.6~7.6, >7.6~14共6个区间段。

2.2.3 雾谱和露谱

以5℃为一个温度间隔,统计雾和凝露的作用时间随温度的变化规律,形成雾谱和露谱。

2.2.4 日照辐射谱

统计太阳总辐射、总红外、总紫外、日照时数随月份的变化规律,并计算日照时数占全年时间的比例,形成日照辐射谱。

2.2.5 污染介质谱

统计大气中Cl⁻, SO₂, NO_x, 降尘等污染介质随月份的变化规律,形成污染介质谱。

2.3 环境谱的归并

2.3.1 环境类型的划分

不同环境因素对装备(产品)的影响机理不同,

将天气现象类环境划分为雾及凝露、雨、日照等,将受温湿度影响的环境划分为潮湿空气和干燥空气,将污染介质类环境划分为工业废气和盐雾。

2.3.2 环境类型的判定

当空气温度在 0 °C 以上且相对湿度在 70% 以上时,判定为潮湿空气,其余为干燥空气。当空气中 Cl⁻ 累积质量浓度 ≥ 0.3 mg · (100 cm² · d)⁻¹, 认为该空气环境受盐雾影响严重,判定为盐雾环境;当空气中 SO₂ 累积质量浓度 ≥ 0.5 mg · (100 cm² · d)⁻¹, 认为该空气环境受工业废气污染严重,判定为工业废气环境。

2.3.3 环境谱的归并

一般情况下,雾及凝露、雨、日照 3 类环境是不

交叉的,潮湿空气和干燥空气也是不交叉的,而工业废气和盐雾则是可能交互的。3 类环境由于划分依据不同,是可能交互的。将各单项环境因素谱归并为这 3 类环境,给出各种环境的时间比例、作用时间、作用次数、作用强度以及各种环境下介质的浓度。各种环境下介质含量应只统计该环境的作用时间内的介质。

3 实例

某地域属于亚湿热酸雨环境,下面为该地域自然环境谱的编制。表 1 为该地域 2006—2009 年的部分重要环境因素数据统计结果。

表 1 某地域 2006—2009 年环境因素月平均统计数据

Table 1 Monthly average statistical data of an area within 2006—2009 year

月 份	温度/ °C	相对湿 度/%	降水量/ mm	降水时 数/h	雨水 pH 值	雾日 数/d	总紫外辐射 量/(MJ · m ⁻²)	污染物累积质量浓度/(mg · (100 cm ² · d) ⁻¹)	日照 时数/h	降尘累积质量浓度 (g · (m ² · 30 d) ⁻¹)	
								SO ₂	Cl ⁻		
1	8.1	84	26.6	46.5	4.90	23.3	4.1	0.832	0.008	28.5	8.13
2	11.3	81	22.7	29.4	5.03	20.3	9.1	0.625	0.009	76.5	8.466
3	15.3	77	37.0	37.3	5.14	24.8	12.5	0.754	0.009	116.5	8.142
4	19.5	79	61.6	55.9	5.55	26.3	13.8	0.565	0.010	108.9	8.511
5	23.5	77	67.3	41.8	6.22	27.3	13.0	0.485	0.008	136.4	7.571
6	25.5	81	220.0	92.2	6.25	24.3	19.2	0.281	0.009	110.0	6.896
7	29.2	75	161.3	35.8	6.54	25.0	19.1	0.452	0.004	192.1	10.855
8	29.2	72	103.5	34.4	6.61	27.5	18.8	0.358	0.003	211.9	10.386
9	25.6	78	108.5	46.9	6.22	23.8	16.7	0.552	0.004	132.6	8.088
10	20.1	87	119.4	111.3	5.63	18.3	9.0	0.625	0.005	79.4	6.458
11	14.7	85	45.8	44.0	5.40	26.3	8.3	0.739	0.005	67.4	7.539
12	10.4	85	22.0	37.3	5.17	27.3	6.2	0.787	0.009	29.2	5.125

统计分析 与处理该地 域的整点温 湿度数据, 得到温度- 湿度谱, 见表 2。从表 2 中可以得出每

个温度- 湿度区 间的作用时 间,然后算 出其作用时 间比例。

表 2 某地域的温度-湿度谱

Table 2 Temperature-humidity spectrum of an area

相对湿 度/%	作用时间/h									合计
	温度/°C									
	>0 ~ 5	>5 ~ 10	>10 ~ 15	>15 ~ 20	>20 ~ 25	>25 ~ 30	>30 ~ 35	>35 ~ 40	>40	
>0 ~ 70	8.8	76.2	245.2	226	263.7	476.6	576.3	229.5	28.1	2 131.4
>70 ~ 80	14	151.5	307.5	188.3	232.1	358.3	84.1	0.9	0	1 336.8
>80 ~ 90	53.4	414.3	530	334.6	487.1	388.1	21	0	0	2 229.4
>90 ~ 100	41.2	531.7	650	709.6	855.9	269.8	6.1	0	0	3 063.4
合计	116.5	1 173.8	1 732.7	1 458.5	1 838.7	1 492.7	687.7	230.4	28	8 760

根据表1编制降水谱、酸雨谱、雾谱、日照辐射谱和污染介质谱。图2和图3分别为该地域的降水谱和酸雨谱,可以看出该地域在特定温度区间内的降水强度与作用时间以及降水的pH。温度在5~20℃的范围内,降水量为215.7mm,占总降水量的21.7%,降水时数为250.4h;pH<5.6时降水量为215.7mm,即降酸雨时的平均温度均不超过20℃。对于雾谱、日照辐射谱和污染介质谱等不再赘述。

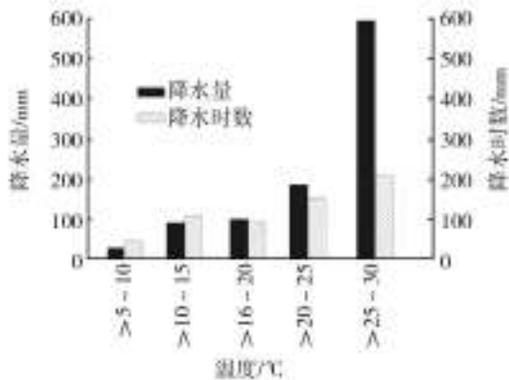


图2 某地域的降水谱

Fig. 2 Precipitation spectrum of an area

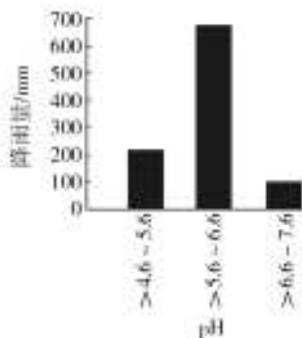


图3 某地域的酸雨谱

Fig. 3 Acid rainfall spectrum of an area

对各单项环境因素谱进行归并,得出该地域的自然环境谱见表3。其中雾的作用时间按经验值5h/d进行计算,SO₂累积质量浓度≥0.5mg/(100cm²·d)的时间有8个月,即工业废气的的作用时间每年约有8个月,在工业废气环境下SO₂累积质量浓度为0.684mg/(100cm²·d)。

4 结语

编制恰当的自然环境谱是装备选材和耐久性设计以及现有装备寿命评估的首要工作,对后续加速试验的开展有重大影响。笔者主要对自然环境谱的编制技术进行了研究,提出了盐雾和工业废气环境的判定标准,为加速试验谱中试验方法的选择提供了准确的依据。

参考文献:

- [1] 海军飞机结构腐蚀控制设计指南[M]. 北京:航空工业出版社,2005.(余不详)
- [2] 崔常京,陈群志,王逾涯,等. 机场地面腐蚀环境谱编制方法研究[J].腐蚀科学与防护技术,2005(12):491—495.
- [3] 陈群志,刘桂良,崔常京,等. 军用飞机结构局部环境谱编制的工程方法[J]. 装备环境工程,2006,3(2):53—56.
- [4] 刘治国,穆志滔,邹岚. 军用飞机结构局部环境谱编制方法研究[J]. 装备环境工程,2009,6(3):42—46.
- [5] 陈跃良,郁大照. 飞机载荷/环境谱编制研究及应用[J]. 海军航空工程学院学报,2007,22(1):114—118.
- [6] 栗晓飞,张琦,傅耘. 依托特定地域气象资料编制环境谱的尝试[J]. 装备环境工程,2006,3(3):63—66.

表3 某地域的自然环境谱

Table 3 Natural environmental spectrum of an area

环境	雾	雨	日照	潮湿空气	工业废气
时间比例/%	16.81	7.00	14.72	30.86	66.67
作用时间/h	1 472.5	612.8(酸雨250.4)	1 289.4	2 703.3	5 840
作用次数	294.5	112.5	—	—	—
pH	—	4.9~6.61	—	—	—
$\rho(\text{SO}_2)/(\text{mg}\cdot(100\text{cm}^2\cdot\text{d})^{-1})$	—	—	—	—	0.684
$\rho(\text{Cl}^-)/(\text{mg}\cdot(100\text{cm}^2\cdot\text{d})^{-1})$	—	—	—	—	0.007
$\rho(\text{NO}_x)/(\text{mg}\cdot(100\text{cm}^2\cdot\text{d})^{-1})$	—	—	—	—	0.042
$\rho(\text{降尘})/(\text{g}\cdot(\text{m}^2\cdot30\text{d})^{-1})$	—	—	—	—	7.557
降雨量/mm	—	995.7(酸雨215.7)	—	—	—
紫外辐射量/(MJ·m ⁻²)	—	—	149.8	—	—