



DIANZI SHEBEI
JIEGOU GONGCHENGSHI SHOUC



电子设备



结构工程师手册

⑤ 王健石 朱炳林 主编



化学工业出版社

013034912

TN02-62
02



DIANZI SHEBEI
JIEGOU GONGCHENGSHI SHOUC



电子设备 结构工程师手册

④ 王健石 朱炳林 主编



化学工业出版社

· 北京 ·



北航

C1642000

TN02-62

02

0103030310

图书在版编目 (CIP) 数据

电子设备结构工程师手册/王健石, 朱炳林主编. —北京: 化学工业出版社, 2013. 3
ISBN 978-7-122-15717-1

I. ①电… II. ①王…②朱… III. ①电子设备-结构设计-技术手册 IV. ①TN03-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 257023 号

责任编辑: 王 烨
责任校对: 宋 夏

文字编辑: 张绪瑞
装帧设计: 韩 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司
装 订: 三河市万龙印装有限公司
850mm×1168mm 1/32 印张 22¼ 字数 609 千字
2013 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 88.00 元

版权所有 违者必究

前 言

电子设备结构设计是电子产品最关键、最重要的设计阶段，它涉及产品的质量和产品的效益。在电子产品市场竞争十分激烈的情况下，结构设计应满足高性能、高效率、高可靠性、高效益、低成本的相关要求。结构设计工程师设计时要达到这“四高一低”的指标，需要付出艰辛的劳动，目前，结构设计工程师深感结构设计方面资料太少，这给结构设计工作带来了一定的困难。为了适应电子工业的发展，满足电子结构设计工程师需要，我们精心编写了电子结构工程师急需的《电子设备结构工程师手册》。

主编从事电子结构设计 30 多年，近些年还经常在全国范围内讲授《电子设备结构设计》课程，在认真总结经验的基础上，吸收了具有多年经验的同行的宝贵意见，收集了大量结构设计成果，终于完成了这部电子结构设计专业工具书。手册内容丰富，数据准确，通用实用，使用方便，并荟萃了国内外电子结构设计最新成果。

本手册由王健石、朱炳林主编，迟献臣、雷家军、代丽琼、朱东霞、张和平、朱辉、何仁芳、徐秋蓉、余忠、董采文、徐志启、樊国栋、赖盛辉、孙泽法、雷远秀、谷超臣、张力、韩新宇、杨可佳、滕秀文、李立刚、伍开福、雍波参加了本手册的编写。

本手册是电子结构设计工程师案头必备的工具书，是广大结构设计工程师的良师益友。它将为设计师们完成各种结构设计，源源不断地开发出新产品助一臂之力。

由于编者水平有限，缺乏经验，不足之处敬请广大专家、结构设计工程师及读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 结构设计常用资料	1
1.1 国家和行业标准代号	1
1.2 常用字母表	2
1.2.1 汉语拼音字母	2
1.2.2 英文字母	3
1.2.3 罗马数字	3
1.2.4 希腊字母	3
1.3 电子设备气候条件	4
1.3.1 电子设备中国气候分区 ...	4
1.3.2 电子设备世界气候分区 ...	7
1.3.3 气候条件对电子设备中元 器件、材料的主要影响 ...	9
1.4 风力、风级和海况	10
1.4.1 风力等级	10
1.4.2 风级和海况	12
1.4.3 海况等级及波级	15
1.5 物体的能见度	15
1.6 海拔与气压的对应关系	16
1.7 水深与水压的对应关系	17
1.8 电子设备的气候试验	17
1.8.1 低温、高温和湿热 (循环)	17
1.8.2 工业大气	18
1.9 电子设备的机械试验	19
1.9.1 机柜和机架的提吊试验 和刚度试验	19
1.9.2 插箱的静态机械载荷 试验	19
1.9.3 机柜中的静态载荷 分布	19
1.9.4 机柜的振动和冲击 试验	20
1.9.5 插箱的振动和冲击性能 等级	20
1.9.6 机柜的碰撞试验	21
1.9.7 机壳防护等级 (IP 代码)	21
1.10 电子设备生物试验	22
1.11 电子设备抗化学活性物质 试验	22
1.12 材料性能	23
1.12.1 热导率	23
1.12.2 常用材料的介电常数和 电阻率	25
1.12.3 常用物质的比热容	26
1.12.4 常用固体物质的密度 ...	28
1.12.5 常用材料的弹性模量、剪 切弹性模量及泊松比 ...	30
1.12.6 摩擦因数	31
1.12.7 膨胀系数	35
1.13 公差原则	38
1.13.1 尺寸公差	38
1.13.2 相关要求	40
1.14 尺寸链计算方法	42
1.14.1 术语和定义	42
1.14.2 尺寸链形式	44
1.14.3 计算参数	45

1.14.4 符号	46	1.17.2 测量	73
1.14.5 计算公式	48	1.18 塑料件表面粗糙度	74
1.15 极限与配合过盈配合的计算 和选用	50	1.18.1 表面粗糙度参数及 数值	74
1.15.1 术语和定义	50	1.18.2 不同的加工方法和不同 材料所能达到的表面 粗糙度	75
1.15.2 计算用的符号	52	1.18.3 附加的评定表面粗糙度 参数及其数值	76
1.15.3 计算和选用	52	1.19 电子陶瓷件表面粗糙度	77
1.16 圆锥过盈配合的计算和 选用	58	1.19.1 表面粗糙度参数及 数值	77
1.16.1 符号	58	1.19.2 不同加工方法和不同 材料所能达到的表面 粗糙度	77
1.16.2 圆锥过盈连接的特点、 型式及用途	59	1.19.3 附加的评定表面粗糙度 参数及其数值	79
1.16.3 计算和选用	60		
1.16.4 圆锥过盈配合计算 举例	66		
1.17 焊接结构一般尺寸公差及 形位公差	71		
1.17.1 一般公差	71		

第2章 机箱机柜设计 80

2.1 机箱设计	80	2.1.7 01C/D型豪华铝机箱	90
2.1.1 YJ-A (AD) 型标准铝 机箱	80	2.1.8 高档铝合金机箱 03A ...	92
2.1.2 YJ-C1/C2/C3/C6 型豪华 铝机箱	82	2.2 机柜设计	94
2.1.3 YJ-D1/D2/D3/D6/DE 型 铝机箱	84	2.2.1 机柜综述	94
2.1.4 E型铝合金插箱	86	2.2.2 Z-KW 服务器机柜	107
2.1.5 F型铝合金标准插箱	87	2.2.3 Z-LB/LW 网络机柜	109
2.1.6 01A/B型豪华铝机箱	89	2.2.4 Z-T1 豪华网络机柜	111
		2.2.5 Z-JW 服务器机柜	113
		2.2.6 Z-KB 网络机柜	115

第3章 常用结构件 118

3.1 钢丝螺套	118	3.1.3 锁紧型盲孔用钢丝 螺套	133
3.1.1 钢丝螺套技术条件	118	3.1.4 钢丝螺套用内螺纹	136
3.1.2 锁紧型钢丝螺套	123		

3.2 导轨	139	3.3.2 机载电子设备机箱B类 前锁紧装置	155
3.2.1 伸缩式导轨	139	3.4 尼龙紧固件	161
3.2.2 楔型锁紧装置	140	3.4.1 尼龙螺钉	161
3.3 机载电子设备机箱前锁紧 装置	147	3.4.2 尼龙螺母	174
3.3.1 机载电子设备机箱A类 前锁紧装置	147	3.4.3 尼龙平垫圈	174
		3.5 机箱脚垫	175

第4章 电子设备热设计 177

4.1 热设计定义、热设计内容和 传热方法	177	4.6.1 有管芯热管	208
4.2 各种元器件典型的冷却 方法	181	4.6.2 无管芯热管	213
4.3 强迫风冷设计方法	183	4.6.3 热管用无缝铜及铜 合金管	215
4.4 液体冷却设计方法	198	4.6.4 热管传热性能试验 * 方法	220
4.5 电子设备机箱的热设计	205	4.7 热电致冷器	226
4.6 热管设计与测试	208	4.8 导热材料	235

第5章 涂覆设计 241

5.1 金属镀层使用条件及接触 腐蚀等级	241	5.4 锡-镍合金镀层	273
5.2 电子设备I型表面(室外) 和II型表面(室内)金属 镀层和化学处理的选择与 标记	245	5.5 锡-铅合金镀层	277
5.3 镍+铬和铜+镍+铬 电镀层	266	5.6 铝及铝合金硬质阳极 氧化膜	287
		5.7 涂料涂覆标记	293
		5.8 涂膜颜色标准的编号和涂层 外观等级	296

第6章 隔振器 300

6.1 无谐振峰隔振器(南京捷诺 环境技术有限公司)	300	6.3 JSZ系列三维等刚度隔振器(辽 宁光明隔振技术有限公司) ...	357
6.1.1 无谐振峰隔振器简介 ...	300	6.4 GGZ型干摩擦高阻尼隔振器(辽 宁光明隔振技术有限公司).....	360
6.1.2 无谐振峰隔振器产品 ...	301	6.5 JMZ型摩擦阻尼隔振器(辽宁 光明隔振技术有限公司)	363
6.2 GG系列钢丝绳隔振器(无锡市 宏源弹性器材有限公司)	319		

6.6 GGZ-C 型干摩擦高阻尼隔振器 (辽宁光明隔振技术有限	公司)	368	
第 7 章 小模数齿轮传动设计			371
7.1 齿轮	7.2.4 薄膜联轴器	398	
7.1.1 优选小模数圆柱直齿片 齿轮	7.3 谐波传动减速器	400	
371	7.4 齿轮精度制	407	
7.1.2 优选小模数圆柱直齿双片 齿轮	7.4.1 齿轮精度制的构成	407	
375	7.4.2 5 级精度的齿轮偏差 允许值的计算公式	408	
7.1.3 小模数渐开线圆柱齿轮 基本齿廓	7.4.3 轮齿同侧齿面偏差的 允许值	409	
389	7.4.4 切向综合偏差的 公差	409	
7.1.4 齿轮、蜗轮、蜗杆图样上 应注明的尺寸示例	7.4.5 齿廓与螺旋线形状偏差和 倾斜偏差的数值	409	
390			
7.2 联轴器			
393			
7.2.1 弹性管联轴器			
393			
7.2.2 十字滑块联轴器			
395			
7.2.3 波纹管联轴器			
396			
第 8 章 电磁屏蔽与接地技术			437
8.1 电磁屏蔽分类及设计 要点	8.2.3 电磁屏蔽结构	460	
437	8.3 屏蔽材料	462	
8.1.1 电磁屏蔽分类及屏蔽 效能	8.3.1 屏蔽材料的种类	462	
437	8.3.2 电磁屏蔽材料性能	474	
8.1.2 电磁屏蔽设计要点	8.4 屏蔽体接地技术与搭接 技术	481	
438	8.4.1 屏蔽体接地技术	481	
8.2 电磁屏蔽结构	8.4.2 屏蔽体搭接技术	484	
440			
8.2.1 电屏蔽结构			
440			
8.2.2 磁屏蔽结构			
447			
第 9 章 电子设备车辆与方舱			495
9.1 电子设备车辆通用技术 条件	与尺寸系列	502	
495	9.5 电子设备车辆骨框架断面形状 与尺寸系列	503	
9.2 车内空气参数选取范围、空 调设计计算和车厢采暖 计算	9.6 电子设备车辆门的型式与 尺寸系列	509	
497	9.7 电子设备车辆窗的型式与 尺寸系列	510	
9.3 电子设备车辆汽车底盘吨位 与尺寸系列	9.8 方舱铝型材断面形状和		
500			
9.4 电子设备车辆拖车底盘吨位			

尺寸	511	9.11 低电磁泄漏方舱的通用 要求	528
9.9 方舱门、窗、孔口结构 型式及尺寸系列	521	9.12 方舱大板通用要求	533
9.10 电子方舱机动轮的要求与 分类	523	9.13 CAF60PD 集装箱型方舱 要求	536
第 10 章 人机工程与造型设计	544		
10.1 电子设备高度与人体高度 的关系	544	选用	548
10.2 控制台的人机工程设计	544	10.3 显示器人机工程设计	554
10.2.1 立位操纵控制台	544	10.3.1 视觉显示器	554
10.2.2 坐位操纵控制台	546	10.3.2 听觉显示器	559
10.2.3 立位-坐位控制台	547	10.4 电子产品造型设计的 程序	561
10.2.4 典型控制台	548	10.5 色彩在电子产品中的 应用	565
10.2.5 操纵控制器的设计和			
第 11 章 结构设计常用材料	572		
11.1 钢材	572	11.2.4 铝及铝合金管	632
11.1.1 优质碳素结构钢	572	11.3 铜及铜合金	637
11.1.2 冶金结构钢	575	11.3.1 铜及铜合金板材	637
11.1.3 优质碳素结构钢冷轧 薄钢板和钢带	589	11.3.2 铍青铜	642
11.1.4 易切削结构钢	590	11.3.3 铜及铜合金散热 扁管	646
11.1.5 镀锌钢板和钢带	597	11.3.4 加工铜及铜合金化学 成分和产品形状	648
11.2 铝材	611	11.4 塑料	659
11.2.1 变形铝及铝合金状态 代号	611	11.4.1 常用工程塑料的特性 与用途	659
11.2.2 铝及铝合金板、带材 尺寸偏差	617	11.4.2 常用工程塑料的物理 力学性能	661
11.2.3 铸造铝合金	624		
第 12 章 结构设计的工艺性	666		
12.1 钣金结构设计的工艺性	666	12.4 焊接工艺	689
12.2 散热孔的结构形式和 尺寸	671	12.5 塑料零件的结构工艺性 数据	694
12.3 冲裁零件的工艺性	677		
参考文献	699		

第 1 章 结构设计常用资料

1.1 国家和行业标准代号

表 1-1 国家和行业标准代号

标准代号	国家行业标准	标准代号	国家行业标准
GB	国家标准	LS	粮食行业标准
JB	机械行业标准	QC	汽车行业标准
HG	化工行业标准	YY	医药行业标准
MT	煤炭行业标准	NY	农业行业标准
SY	石油天然气行业标准	YS	有色冶金行业标准
SH	石油化工行业标准	WS	卫生行业标准
QB	轻工行业标准	LY	林业行业标准
YD	通信行业标准	SC	水产行业标准
JC	建筑材料行业标准	HY	海洋行业标准
JG	建筑工业行业标准	XB	稀土行业标准
HJ	环境保护行业标准	SL	水利行业标准
QJ	航天工业行业标准	SB	商业行业标准
EJ	核工业行业标准	TY	体育行业标准
BB	包装行业标准	JR	金融行业标准
CJ	城镇建设行业标准	WH	文化行业标准
CB	船舶行业标准	SN	商检行业标准
YB	冶金行业标准	DA	档案行业标准
DL	电力行业标准	WB	物资行业标准
FZ	纺织行业标准	CY	新闻出版行业标准

续表

标准代号	国家行业标准	标准代号	国家行业标准
QX	气象行业标准	TD	土地管理行业标准
JJ	国家计量标准	GA	公共安全行业标准
JT	交通行业标准	LB	旅游行业标准
HS	海关行业标准	HB	航空工业行业标准
YZ	邮政行业标准	MH	民用航空行业标准
TB	铁路运输行业标准	MZ	民政行业标准
WM	外经贸行业标准	JY	教育行业标准
CY	广播电影电视	YC	烟草行业标准
LD	劳动和劳动安全行业标准	CH	测绘行业标准
SJ	电子行业标准	WJ	兵工民品行业标准
DZ	地质矿产行业标准		

1.2 常用字母表

1.2.1 汉语拼音字母

表 1-2 汉语拼音字母

大写	小写	读音	大写	小写	读音	大写	小写	读音
A	a	啊	J	j	基	S	s	思
B	b	玻	K	k	科	T	t	特
C	c	雌	L	l	勒	U	u	乌
D	d	得	M	m	摸	V	v	迂
E	e	鹅	N	n	讷	W	w	娃
F	f	佛	O	o	喔	X	x	希
G	g	哥	P	p	坡	Y	y	呀
H	h	喝	Q	q	欺	Z	z	资
I	i	衣	R	r	日			

1.2.2 英文字母

表 1-3 英文字母

大写	小写	读音	大写	小写	读音	大写	小写	读音
A	a	爱	J	j	街	S	s	爱思
B	b	皮	K	k	开	T	t	梯
C	c	西	L	l	爱耳	U	u	由
D	d	低	M	m	爱姆	V	v	维衣
E	e	衣	N	n	恩	W	w	搭不留
F	f	爱夫	O	o	欧	X	x	爱克思
G	g	基	P	p	批	Y	y	外
H	h	爱曲	Q	q	克由	Z	z	挤
I	i	哀	R	r	啊耳			

1.2.3 罗马数字

表 1-4 罗马数字

数母	数	数母	数	数母	数	数母	数
I	1	V	5	IX	9	C	100
II	2	VI	6	X	10	D	500
III	3	VII	7	L	50	M	1000
IV	4	VIII	8				

1.2.4 希腊字母

表 1-5 希腊字母

大写	小写	读音	大写	小写	读音	大写	小写	读音
A	α	啊耳发	I	ι	药塔	P	ρ	柔
B	β	贝塔	K	κ	卡帕	Σ	σ	西格马
Γ	γ	格啊马	Δ	λ	兰姆达	T	τ	陶
Δ	δ	得耳塔	M	μ	米由	T	υ	阿普西龙
E	ϵ	衣普西龙	N	ν	缪	Φ	φ	费衣
Z	ζ	截塔	Ξ	ξ	克西	X	χ	克衣
H	η	衣塔	O	$\omicron$	欧米克伦	Ψ	ψ	普西
Θ	θ	西塔	Π	π	派	Ω	ω	欧米嘎

1.3 电子设备气候条件

1.3.1 电子设备中国气候分区

表 1-6 电子设备中国气候分区

气候带	气候区	地理分布	环 境 条 件														气候试验项目	元件设备	
			气 候 因 素																
			极端最高气温	极端最低气温	最热月平均最高气温	最冷月平均最低气温	日气温最大值	最热月最大变化值	最热月平均相对湿度	最热月最小相对湿度	湿月	干月	强烈辐射 $25.12\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$	沙尘 (大于60d)	暴雨 $100\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$	严重冰冻			腐蚀因素 含盐空气
热带	亚热带	雷州半岛、海南岛、台湾南部	41℃	0℃	36℃	8℃	10℃	95%同时气温大于30℃	90%同时平均气温大于25℃	50%同时气温大于35℃	2~12个	0	有至少连续一个月	有	有	沿海	有	1. 春夏季相对湿度常达100%，中兴曾出现过相对湿度100%，当时气温23~28℃，连续16h 2. 北戴河之太阳辐射全年达58.62×10 ⁴ J/cm ² 3. 台湾阿里山一日暴雨量曾达1164mm	B级 E级
亚热带	亚热带	淮河流域以南，四川汉中盆地、台湾北部	47℃	-15℃	36℃	-5℃	25℃	90%同时气温大于30℃	86%同时平均气温大于25℃	50%同时气温大于35℃	1~3个	0	有	有	有	沿海	有	海上浓雾连续达十多天之久	C级 F级

续表

气候带	气候区	地理分布	环境条件															气候试验项目	元件设备																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
			气候因素																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
			极端最高气温	极端最低气温	最热月平均最高气温	最热月平均最低气温	最热月相对湿度	最热月最小相对湿度	湿热月	干热月	强烈辐射 $25.12\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$	露(大于60d)	沙尘(大于100mm·h ⁻¹)	暴雨(大于100mm·h ⁻¹)	强烈冰冻	严重冰冻	腐蚀因素 含盐空气			生物因素 霉菌昆虫																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
亚热带	新疆维吾尔自治区天山以南、戈壁沙漠	48℃	-30℃	41℃	-20℃	30℃	80%同时气温大于20℃	20%同时月平均气温大于35℃	10%同时气温大于25℃	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	

续表

气候带	气候区	地理分布	环 境 条 件															极端情况举例	气候试验项目			
			气 候 因 素																生物因素	设备元件		
			极端最高气温	极端最低气温	最热月平均最高气温	最冷月平均最低气温	日气温最大变化值	最热月气温对湿度	最冷月气温对湿度	最热月相对湿度	最冷月相对湿度	湿热月	干热月	强烈辐射 $25.12\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$	露 (大于60d)	沙尘 $100\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$	暴雨 $100\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$				强烈寒风	严重冰冻
温带	温 带	淮河流域、东北、中南部、黄河套以东	46℃	大于-40℃	32℃	-26℃		30%同时月平均气温大于20℃	5%同时月平均气温大于25℃	不到一个	0		有		有							
			48℃	大于-40℃	35℃	-26℃		80%同时月平均气温大于20℃	15%同时月平均气温大于25℃	0	不到一个	有至少连续一个月	有	有		有						
寒带	寒 带	黑龙江、内蒙古、自治区北部	35℃	-50℃	25℃	-35℃		60%同时月平均气温大于25℃					有									黑龙江免渡河最低气温达-57℃

注：本表根据1975年6月原四、六机部《电子设备金属腐蚀与防护设计参考资料》编写组提供的资料摘抄，亚热带区雾天大于100d。

1.3.2 电子设备世界气候分区

表 1-7 电子设备世界气候分区

		气候因素								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
环境气候条件	地区	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		极端最高气温	极端最低气温	最热月平均最高气温	最冷月平均最高气温	气温最大日差	最热月最大湿热情况	最热月平均相对湿度	最热月最大干热情况	表面温度(黑色无光泽低传导性材料)
热带	3 湿热区	47℃	0℃	36℃	8℃	10℃	95%同时气温 35℃	90%同时月平均气温 大于 25℃	50%同时气温 不低于 35℃	75℃
	4 干热区	58℃	-5℃	45℃	5℃	41℃	80%同时气温 不低于 20℃ 在沿海能连续 12h	15%同时月平均气温 大于 35℃	5%同时气温 58℃	85℃
	5 交替区	58℃	-5℃	45℃	5℃	41℃	在湿季与湿热区同, 在干季与干热区同	在湿季与湿热区相同, 干季与干热区同	同左	85℃
亚热带	6 亚热带湿区	47℃	-28℃	36℃	-5℃	24℃	90%同时气温 不低于 20℃ 在沿海能连续 12h	80%同时月平均气温 大于 25℃	5%同时气温 35℃	75℃
	7 亚热带干区	58℃	-30℃	40℃	-20℃	41℃		15%同时月平均气温 大于 35℃	5%同时气温 58℃	85℃
温带	8 正常区	46℃	-45℃以上	32℃	-30℃以上	20℃		80%同时月平均气温 大于 20℃		
	9 干燥区	48℃	-45℃以上	35℃	-30℃以上	25℃		15%同时月平均气温 大于 25℃	5%同时气温 大于 30℃	75℃
寒带	10	40℃	-58℃	29℃	-30℃	20℃		80%同时月平均气温 大于 20℃		

续表

环境气候条件	地区	气候因素										腐蚀因素			生物因素	
		1	2	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
			2	太阳总辐射量 25.12MJ·m ⁻² ·d ⁻¹ 至少连续一个月	湿热月	干热月	雾	露	沙尘 (急风 吹沙)	沙尘 (自由 沉降)	暴雨 (100mm/h) 迎季风山坡暴 雨强度最大	严重冰冻 (低温低于 -25℃)	强风(风 速大于 10m/s)	含盐的 空气	霉菌	昆虫
	湿热区	3		1~ 12个		有	有						有	沿海	有	有
	干热区	4		有	1~ 12个	沿海	沿海	有	有					沿海	湿季	湿季
	交替区	5		有	1~ 4个	湿季	湿季	湿季	干季	干季	湿季			沿海	有	有
	亚热带	6			1~ 5个	有	有	有			迎季风山坡暴 雨强度最大		有	沿海		
	亚热带	7		有		沿海	沿海	沿海	有	有			有	沿海		
	正常区	8				有	有	有					有	沿海		
	干燥区	9		有	1个	有	有	有	有	有			有	沿海		
	寒带	10				有	有						有	沿海		

注：各气候区分布不包括南极和北极。