



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

电子组装工艺 与设备

曹白杨 主编 王 晓 副主编

<http://www.phei.com.cn>



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

内 容 简 介

本书系统地论述电子设备设计与加工工艺等方面的问题,其主要内容包括:电子设备设计概述、电子设备的热设计、电子设备的电磁兼容设计、电子设备的结构设计、电子设备的工程设计、电子元器件和印制电路板设计、装配焊接技术、电子装连技术、表面组装与微组装技术、电子设备的组装与调试工艺、电子设备技术文件,以及产品检验、质量和可靠性等。

本书既可作为高等工科院校电子工艺与管理、电气自动化、应用电子、机电一体化和电气技术等专业的教学用书,也可供从事电子设备设计与工艺的相关工程技术人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电子组装工艺与设备/曹白杨主编. —北京:电子工业出版社, 2008.3
ISBN 978-7-121-05702-1

I. 电… II. 曹… III. ①电子元件—组装 ② 电子设备—装配(机械) IV. TN605

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 200697 号

责任编辑:宋梅

印 刷:北京市李史山胶印厂

装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:22.75 字数:582 千字

印 次:2008 年 3 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:39.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396; (010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

前 言

本书是根据电子工艺与管理专业的培养目标和“电子设备设计与工艺”课程的教学大纲要求编写的。电子工艺与管理专业的培养目标是培养德、智、体、美全面发展的，服务于生产、管理第一线需要的，在电子产品制造领域从事工艺设计、结构设计、装配与调试，以及生产过程管理等方面工作的高级技术应用性人才。

电子技术发展迅猛，电子工业生产中的新技术、新工艺不断涌现，促进了整个产业的大发展。计算机的广泛应用，CAD，CAPP 与 CAM 集成系统的完善，进一步推动了电子工业产业的技术革命。进入 20 世纪 90 年代，各国开始实施大力发展信息产业的战略方针，电子工业的产业结构也有了巨大变化和发展。这些变化主要表现在：各类电子器件和生产技术之间相互渗透，生产日趋规模化和自动化；伴随着集成电路的发展，器件、电路和系统之间的密切结合，电子产品制造业与信息产业界限日益模糊；电子技术与计算机应用技术日益紧密结合，电子工业已从单一的制造业过渡到电子信息产业。电子设备及各类电子产品随着电子工业发展孕育而生，随着电子技术、信息技术和计算机应用技术的发展而发展。

为适应电子技术的发展和电子工艺与管理专业教学的需要，我们结合多年的教学经验，根据课程教学大纲编写了本书。全书共 12 章，主要内容有：电子设备设计概述、电子设备的热设计、电子设备的电磁兼容设计、电子设备的结构设计、电子设备的工程设计、电子元器件和印制电路板设计、装配焊接技术、电子装连技术、表面组装与微组装技术、电子设备的组装与调试工艺、电子设备技术文件，以及检验、质量和可靠性等。

本书的第 1、5、10、11 章由曹白杨编写，第 2、4 章由孙燕、关晓丹和刘建编写，第 3 章由王晓和孙燕编写，第 6、7 章由梁万雷和相楠编写，第 8、9 章由梁万雷、关晓丹和杨虹蓁编写，第 12 章由杨虹蓁编写。全书由曹白杨负责统稿。李国洪教授担任本书的主审。

由于时间仓促，水平有限，书中一定还存在不少问题，为了不断提高教材质量，我们热切地希望同志们批评指正。

编著者

2007 年 10 月

目 录

第 1 章 电子设备设计概述	1
1.1 绪论	1
1.2 电子设备结构设计的内容	2
1.3 电子设备的设计与生产过程	4
1.3.1 电子设备设计制造的依据	4
1.3.2 电子设备设计制造的任务	4
1.3.3 整机制造的内容和顺序	6
1.4 电子设备的工作环境	7
1.5 温度、湿度和霉菌因素影响	10
1.5.1 温度对元器件的影响	10
1.5.2 湿度对整机的影响	11
1.5.3 霉菌对整机的影响	12
1.6 电磁噪声因素影响	13
1.6.1 噪声系统	13
1.6.2 噪声分析	14
1.7 机械因素影响	16
1.7.1 机械因素	16
1.7.2 机械因素的危害	17
1.8 提高电子产品可靠性的方法	18
第 2 章 电子设备的热设计	19
2.1 电子设备的热设计基本原则	19
2.1.1 电子设备的热设计分类	19
2.1.2 电子设备的热设计基本原则	20
2.1.3 电子设备冷却方法的选择	21
2.2 传热过程概述	21
2.2.1 导热过程	22
2.2.2 对流换热	23
2.2.3 辐射换热	23
2.2.4 传热过程	24
2.2.5 接触热阻	25
2.3 一维稳态导热	26
2.3.1 傅里叶定律	26
2.3.2 通过平板的一维稳态导热	27
2.3.3 通过多层平板的稳态导热	28
2.3.4 通过圆筒壁的稳态导热	29

2.4	对流换热	30
2.4.1	对流换热的基本概念和牛顿公式	31
2.4.2	边界层概述	33
2.4.3	相似理论概述	36
2.4.4	对流换热情况下的准则方程式	44
2.5	辐射换热	45
2.5.1	热辐射的基本概念	45
2.5.2	热力学基本定律	47
2.5.3	太阳辐射热的计算	50
2.6	传热过程	51
2.6.1	复合换热	51
2.6.2	传热	52
2.6.3	传热的增强	54
2.6.4	传热的减弱	56
2.7	电子产品的自然散热	57
2.7.1	电子产品机壳的热分析	57
2.7.2	电子设备内部元器件的散热	59
2.7.3	功率器件散热器的设计计算	62
2.8	强迫风冷系统设计	67
2.8.1	强迫风冷系统的设计原则	67
2.8.2	强迫风冷却的通风机(风扇)选择	71
2.9	电子设备的其他冷却方法	75
2.9.1	半导体致冷	75
2.9.2	热管	76
第3章	电子设备的电磁兼容设计	80
3.1	电磁兼容设计概述	80
3.1.1	电磁兼容设计的目的	80
3.1.2	电磁兼容设计的基本内容	81
3.1.3	电磁兼容设计的方法	83
3.2	电磁干扰的抑制技术	83
3.2.1	电磁兼容的基本概念	83
3.2.2	电磁环境	84
3.2.3	噪声干扰的方式	85
3.2.4	噪声干扰的传播途径	86
3.2.5	电磁干扰的抑制技术	92
3.2.6	典型电磁兼容性问题的解决	94
3.3	屏蔽技术	95
3.3.1	电场屏蔽	96
3.3.2	低频磁场的屏蔽	98
3.3.3	电磁场屏蔽(高频磁场屏蔽)	99

3.3.4	孔缝屏蔽	102
3.4	接地技术	104
3.4.1	接地	105
3.4.2	安全接地	106
3.4.3	信号接地	108
3.4.4	地线中的干扰和抑制	111
3.4.5	地线系统的设计步骤及设计要点	113
3.5	滤波技术	114
3.5.1	电磁干扰滤波器	114
3.5.2	滤波器的分类	116
3.5.3	电源线滤波器	119
3.6	印制电路板的电磁兼容设计	120
3.6.1	单面板和双面板	121
3.6.2	几种地线的分析	123
3.6.3	多层板	124
第 4 章	电子设备的结构设计	129
4.1	产品设计概论	129
4.1.1	产品设计基本概念	129
4.1.2	产品设计基本内容	131
4.1.3	产品设计程序与方法	135
4.2	机箱概述	138
4.2.1	机箱结构设计的基本要求	138
4.2.2	机箱(机壳)的组成和基本类型	139
4.2.3	机箱(机壳)设计的基本步骤	140
4.3	机壳、机箱结构	141
4.3.1	机壳的分类	141
4.3.2	机箱(插箱)的分类	143
4.4	底座与面板	146
4.4.1	底座	146
4.4.2	面板的结构设计	156
4.4.3	元件及印制板在底座上的安装固定	159
4.5	机箱标准化	162
4.5.1	概述	162
4.5.2	积木化结构	163
第 5 章	电子设备的工程设计	165
5.1	机械防护	165
5.1.1	机械环境	165
5.1.2	系统的振动分析	166
5.1.3	减振与缓冲的基本原理	171
5.1.4	隔振和缓冲设计	172

5.1.5	隔振和缓冲的结构设计	178
5.2	电子设备的气候防护	180
5.2.1	腐蚀效应	180
5.2.2	潮湿侵蚀及其防护	183
5.2.3	霉菌及其防护	184
5.2.4	灰尘的防护	186
5.2.5	材料老化及其防护	186
5.2.6	金属腐蚀及其防护	188
5.3	人—机工程在电子设备设计中的应用	191
5.3.1	人—机工程概述	191
5.3.2	人—机工程在产品中的应用	193
5.4	造型与色彩在电子设备设计中的应用	199
5.4.1	造型基本概念	199
5.4.2	美学与造型	200
5.4.3	色彩的设计	203
5.5	电子设备的使用和生产要求	207
5.5.1	对电子设备的使用要求	207
5.5.2	电子设备的生产要求	209
第 6 章	电子元器件	211
6.1	电阻器	211
6.1.1	电阻器的主要技术指标	211
6.1.2	电阻器的标志内容及方法	212
6.2	电位器	214
6.2.1	电位器的主要技术指标	214
6.2.2	电位器的类别与型号	215
6.2.3	几种常用的电位器	215
6.3	电容器	216
6.3.1	电容器的主要技术指标	216
6.3.2	电容器的型号及容量标志方法	217
6.3.3	几种常见的电容器	218
6.4	电感器	219
6.4.1	电感器的基本技术指标	219
6.4.2	两种常用的固定电感器	220
6.5	变压器	221
6.6	开关及接插元件简介	223
6.6.1	常用接插件	223
6.6.2	开关	225
6.6.3	选用开关及接插件应注意的问题	226
6.7	继电器	226
6.7.1	电磁式继电器	226

6.7.2	干簧继电器	228
6.8	散热器	228
6.9	半导体分立器件	230
6.9.1	常用半导体分立器件及其特点	230
6.9.2	半导体器件的命名方法	231
6.10	半导体集成电路	232
6.10.1	集成电路的基本类别	232
6.10.2	集成电路的型号与命名	234
6.10.3	使用集成电路的注意事项	234
6.11	表面安装元器件	235
6.11.1	表面安装元器件的特点	235
6.11.2	表面安装元器件的类型	235
6.11.3	表面组装元器件(SMC/SMD)的包装类型	238
第7章	印制电路板	240
7.1	印制电路板的类型与特点	240
7.1.1	覆铜板	240
7.1.2	印制电路板类型与特点	241
7.2	印制电路板的设计基础	242
7.2.1	设计的一般原则	242
7.2.2	印制板设计过程与方法	247
7.2.3	印制电路板对外连接方式	248
7.2.4	印制电路板上的干扰及抑制	249
7.2.5	CAD 软件简介	251
7.3	印制电路板制造工艺	252
7.3.1	印制板制造过程	252
7.3.2	印制板生产工艺	256
7.3.3	多层印制电路板	258
7.3.4	挠性印制电路板	260
7.3.5	印制板的手工制作	261
7.4	印制电路板的质量检查及发展	263
7.4.1	印制电路板的质量	263
7.4.2	印制电路板的发展	264
第8章	装配焊接技术	265
8.1	安装技术	265
8.1.1	安装的基本要求	265
8.1.2	集成电路的安装	265
8.1.3	印制电路板上元器件的安装	267
8.2	焊接工具	270
8.2.1	电烙铁的种类	270
8.2.2	电烙铁的选用	272

8.2.3	热风枪	273
8.3	焊料与焊剂	274
8.3.1	焊料的种类	274
8.3.2	焊料的选用	274
8.3.3	助焊剂的种类	275
8.3.4	助焊剂的选用	275
8.4	焊接工艺	276
8.4.1	手工焊接操作技巧	276
8.4.2	手工焊接工艺	278
8.4.3	导线焊接技术	280
8.4.4	拆焊	282
8.5	自动焊接技术	283
8.5.1	浸焊	283
8.5.2	波峰焊	285
8.5.3	再流焊	287
8.5.4	其他焊接方法	288
8.6	清洗剂和清洗工艺	288
8.6.1	清洗剂的选择	289
8.6.2	清洗方法	289
第 9 章	电子装连技术	290
9.1	电子设备装配的基本要求	290
9.2	搭接	291
9.3	绕接技术	292
9.3.1	绕接	292
9.3.2	绕接工具及使用方法	293
9.3.3	绕接质量检查	294
9.4	压接	296
9.5	其他连接方式	300
9.5.1	粘接	300
9.5.2	铆接	302
9.5.3	螺纹连接	303
第 10 章	表面组装与微组装技术	305
10.1	概述	305
10.1.1	表面组装技术的特点	305
10.1.2	表面组装技术的发展过程	306
10.1.3	表面组装技术的基本组成	306
10.2	表面组装技术	307
10.2.1	表面组装印制电路板	307
10.2.2	表面组装材料	309
10.2.3	表面组装技术与工艺的组成	311

10.2.4	表面组装设备	313
10.3	表面安装工艺	318
10.3.1	印刷工艺	318
10.3.2	贴装工艺	318
10.3.3	再流焊原理	320
10.3.4	波峰焊工艺	321
10.4	微组装技术	322
10.4.1	微组装技术的基本内容	322
10.4.2	微组装技术的发展	323
10.4.3	微组装焊接技术	324
第 11 章	电子设备的组装与调试工艺	325
11.1	电子设备生产工艺流程	325
11.2	电子设备的调试技术	326
11.2.1	概述	327
11.2.2	调试与检测仪器	327
11.2.3	仪器选择与配置	328
11.2.4	产品调试	329
11.2.5	故障检测方法	331
11.3	电子设备的检验	334
11.3.1	全部检验和抽查检验	334
11.3.2	检验验收	334
11.3.3	整机的老化试验和环境试验	335
第 12 章	电子设备技术文件	338
12.1	设计文件概述	338
12.2	生产工艺文件	341
12.2.1	工艺文件概述	341
12.2.2	工艺文件的编制原则、方法和要求	341
12.3	产品质量和可靠性	342
12.3.1	质量	342
12.3.2	可靠性	343
12.4	产品生产及全面质量管理	345
12.4.1	全面质量管理概述	345
12.4.2	电子设备生产过程的质量管理	346
12.4.3	生产过程的可靠性保证	347
12.5	ISO9000 系列国际质量标准简介	348
12.5.1	ISO9000 系列标准的构成	348
12.5.2	实施 ISO9000 标准系列的意义	348
参考文献		351

第1章 电子设备设计概述

电子技术发展迅猛,电子工业生产中的新技术、新工艺不断涌现,促进了整个产业的大发展。计算机的广泛应用,CAD/CAM集成系统的完善,进一步推动了电子工业产业的技术革命。进入20世纪90年代,各国开始实施大力发展信息产业的战略方针,电子工业的产业结构也有了巨大变化和发展。这些变化主要表现在:各类电子器件和生产技术之间相互渗透,生产日趋规模化和自动化;集成电路的发展,器件、电路和系统之间的密切结合,电子产品制造业与信息产业界限日益模糊;电子技术与计算机应用技术日益紧密结合,电子工业已从单一的制造业过渡到电子信息产业。电子设备及各类电子产品正是随着电子工业发展孕育而生,随着电子技术、信息技术与计算机应用技术的发展而发展。

1.1 绪 论

所谓电子设备指利用电子学原理制成的设备、装置、仪器仪表和专用生产设备等;利用电工学原理制成的设备、装置和专用生产设备等称为电工设备或电气设备;有时也把电子设备和电工电气设备统称为电子产品(以下简称为产品)。

随着电子技术的发展,电子产品正广泛应用于人类生活的各个领域。电子产品的生产与发展是与电子技术的发展密切相关的。新材料的使用,新器件的出现,尤其是大规模和超大规模集成电路的出现和推广应用,以及工艺手段的不断革新,使电子产品在电路和结构上都产生了巨大的飞跃。以视听产品为例,在近十几年来,电子技术领域出现的数字技术、卫星技术、光纤与激光技术以及信息处理技术等新技术,已经迅速地应用在电子工业生产中,使新一代视听电子产品的面貌为之一新,成为家庭和个人从社会取得各种信息的终端产品。这些产品技术精良,功能齐全,造型优美,使用方便,其部件正朝着高指标、多功能、小型化、低成本等方向发展。

电子产品按用途可分为民用电子产品、工业用电子产品和军用电子产品。

① 民用电子产品又可分为通信类,如电话交换机和移动电话等;计算机类,如个人计算机、打印机和显示器等;家用电器类,如电视机、VCD、DVD、洗衣机和微波炉等。

② 工业用电子产品又可分为通用仪器仪表,如示波器、信号发生器、万用表和电子测量仪器等;专用设备,如再流焊机、波峰焊机、贴片机、半导体加工设备和印制电路板制造设备等;工具类,如AOI在线检测设备和X光焊点检测设备等。

③ 军用电子产品如雷达和野战通信系统等。

电子产品按产生、变换、传输和接收电磁信号的不同,还可分为模拟产品和数字产品。现代电子产品就其功能及用途而言,大致上可以分为:

① 广播通信类——如广播、电视产品,各种有线及无线通信产品等。

② 信息处理类——如各种类型的电子计算机及其外围产品和控制设备等。

③ 电子应用类——如各种电子检测设备、雷达设备、医用电子产品及激光应用产品等。

电子产品从电子联装技术与工艺的特点考虑,可将其划分为以下几个阶段:

① 电子管技术——代表元器件是长、粗引线的元件和电子管,其电子装连方法是手工接装和手工焊接。

② 晶体管技术——代表元器件是轴向引线和晶体管,电子装连方法是半自动插装和手工浸焊。

③ 单、双列直插集成电路技术——代表元器件是径向引线,单、双列直插集成电路,电子装连方法是自动插装、浸焊和波峰焊。

④ 表面安装技术——代表元器件是无引线(含短粗引线)的片式元件(SMC)和片式器件(SMD),电子装连方法是表面安装技术及波峰焊、再流焊和载带自动焊。

⑤ 微组件技术——代表元器件是三维微型组件、甚大规模集成电路(VLSIC)、超大规模集成电路(ULSIC)和超高速集成电路(UHSIC),电子装连方法是自动表面安装、多层混合组装和裸芯片组装。

电子科学理论的发展和工艺技术的提高,使新产品、新装备层出不穷,使电子产品向智能化、微型化、集成化和声表面波化方向发展。作为电子产品基础的各种电子元件则由大、重、厚,向小、轻、薄方向发展,电子设备的结构设计也遇到了前所未有的挑战,电子产品的微型化和集成化使得电子产品本身的结构设计、防护设计、热设计、电磁兼容性设计和连接设计等显得极为重要。

1.2 电子设备结构设计的内容

电子设备的设计通常包括线路设计和结构设计。线路设计是根据产品的性能要求和技术条件,确定设计方案,初定方框图和电路图,在此基础上进行必要的计算和试验,最终确定线路图并选定元器件及其参数。电子设备的结构设计是根据线路设计提供的资料和数据并考虑电子设备的性能要求和技术条件等,合理地布置元器件,使之组成部件或电路单元,同时还要与其他单元连接起来,进行机械设计和防护设计等,最后组成一台完整的产品,给出全部工作图纸。

目前,电子设备的结构设计包括以下几个方面内容。

(1) 整机组装结构设计(总体设计)

根据产品的技术要求和使用的环境条件,整机组装结构设计的内容如下所述。

① 环境防护设计:包括元器件、组件及整机的热设计;防腐、防潮和防霉设计;振动与冲击隔离设计及屏蔽与接地设计等。

② 结构件设计:包括机柜、机箱(或插入单元)、机壳、机架、底座、面板、把手、锁定装置及其他附件的设计。

③ 机械传动装置设计:根据信号的传递或控制过程中,对某些参数(电或机械)的调节和控制所必需的各种机械传动组件或执行元件进行设计。

④ 总体布局:在完成上述各方面的设计之后,合理地安排结构布局,相互之间的连接形式以及结构尺寸的确定等。

(2) 热设计

产品的热设计是指对电子元器件、组件以及整机的温升控制,尤其是对于高密度组装

的产品,更应注意其热耗的排除。温升控制的方法包括自然空冷、强迫空冷、强迫液冷、蒸发冷却、温差电制冷和热管传热等各种形式。

(3) 电磁兼容性设计

产品中的数据处理和传输系统的自动化要求各系统有良好的抗干扰能力。因此,应进行电磁屏蔽与接地等设计,以提高产品对电磁环境的适应性。其措施包括噪声源的抑制、消除噪声的耦合通道和抑制接收系统的噪声等。

(4) 防腐设计

严酷的气候条件会引起电子设备中金属和非金属材料发生腐蚀、老化、霉烂和性能显著下降等各种现象。因此,应根据产品所处环境条件的性质和影响因素的种类和作用强度的大小来确定相应的防护措施,设计合理的防护结构,选择耐腐蚀材料,应用新的抗腐蚀方法。

(5) 机械传动装置设计

产品在完成信号的产生、放大、变换、发送、接收、显示和控制的过程中,必须对各种参数(电的或机械的)进行调节和控制。因此,需要设计相应的机械传动装置或执行元件来完成这个功能。这里除了常规的机械传动装置设计外,主要是与电性能密切相关的转动惯量、传动精度、刚度和摩擦等问题的设计。

(6) 结构的静力与动力计算

对于运载工具中使用或处于运输过程中的电子产品,则要求有隔振与缓冲措施,以克服由于机械力引起的材料疲劳应力和结构谐振而对电性能的影响。对于薄壁和型材的机柜(机壳)结构,则还要考虑结构的强度、刚度和稳定性问题。

(7) 连接设计

产品中存在着大量的固定、半固定以及活动的电气接点,实践证明,这些接点的接触可靠性对整机或系统的可靠性有很大的影响。因此,必须正确地设计和选用固定连接的工艺,如钎焊、压接和熔接等。同时,还应注意对各种接插件和开关件等这些活动连接件的选择。

(8) 人机工程学在结构设计中的应用

产品既要满足电性能指标的要求,又要使产品的操作者感到方便、灵活和安全,同时外形必须美观大方。这样就要求用人机工程学的基本原理来考虑人与产品的相互关系,设计出符合人的生理和心理特点的结构,更好地发挥人和机器的效能。

(9) 造型与色彩的设计

产品的造型具有实用功能和使用功能,而电子产品的色彩可以给人以美的享受。优秀的造型与色彩设计既可以节省物力和财力,又可以获得最大的经济效益。

(10) 可靠性试验

根据技术条件要求和产品的特殊用途,有时要对模拟产品和试制产品进行可靠性试验或人工环境试验,分析试验的结果,验证设计的正确性和可靠性指标。

由此可见,电子设备的结构设计包含着相当广泛的技术内容,它是一门边缘学科,包括有力学、机械学、化学、电子学、热学、光学、工程心理学和环境科学等多门基础学科的

综合应用。本教材不可能对上述的各个方面进行全面阐述,而只能重点地介绍有关设计的部分重要内容。

1.3 电子设备的设计与生产过程

电子设备的寿命周期可分为 4 个阶段:构思与初步设想、设计与研制、制造与生产及运行与维修。由前 3 个阶段可体现出产品的制造费用和用户的购置费用,最后 1 个阶段则体现了产品的使用价值,即产品的使用效果和使用期。用户的要求是以最低的购置费用在尽可能长的时间内得到可靠的使用效果,产品设计制造者的目标应是最大限度地满足用户的要求,达到产品的性能指标,并符合其使用条件。

1.3.1 电子设备设计制造的依据

(1) 产品的性能指标

产品性能指标包括电性能指标和机械性能指标,前者主要有电信号幅度的标量(如灵敏度和输出功率等)、电信号频率的标量(如频率的精度和准确度和稳定度等)和电信号的波形标量(如调制度、非线性失真和噪声抑制等);后者主要有各类移动、旋动及传动的精度(如随动系统的跟踪度、定位系统的精度和细度等)及其结构强度。此外,不同产品尚有一些特殊的性能指标及运输和储存条件。

(2) 产品的环境条件

产品的环境条件主要指气候条件、机械作用力条件、化学物理条件(如金属的腐蚀、非金属的老化、酸碱粉尘、盐雾侵蚀及生物霉菌等)和电磁污染条件(各种干扰信号的侵入和辐射)。

(3) 产品的使用要求

产品的使用要求主要包括对产品体积、重量、操作控制和维护的要求。

(4) 产品可靠性和寿命要求

产品可靠性和寿命要求主要包括产品的无故障工作时间的长,承受过负荷的能力强。

(5) 产品制造的工艺性和经济性要求

产品制造的工艺性和经济性要求既易于组织生产又造价低廉。设计应根据产品的用途性质(军用、民用、高可靠性及一般可靠性)、使用场合和产品自身的级别,参照国内、外同类型先进产品型号,进行设计方案的论证;应致力于性能价格比的提高,不要盲目追求高性能和高精度指标,使得制造工艺复杂,成本增高。

1.3.2 电子设备设计制造的任务

1. 预研究阶段

预研究工作的任务是在产品设计前突破复杂的关键技术课题,为确定设计任务书、选择最佳设计方案创造条件;或根据电子技术发展的新趋向,寻求把近代科学技术的成果应用于产品设计的途径,有计划地研究新结构、新工艺和新理论,以及采用新材料和新器件等先

行性技术课题,为不断在产品设计中采用新技术,创造出更高水平的新产品奠定基础。该阶段的工作,一般按拟定研究方案和试验研究两道程序进行。

(1) 拟定研究方案

拟定研究方案是为了明确目的,确定研究工作方向和途径,其主要工作内容有:① 搜集国内、外有关技术文献、情报资料,必要时调查研究实际使用中的技术要求;② 编制研究任务书,拟定研究方案,提出专题研究课题,明确其主要技术要求;③ 审查、批准研究任务书和研究方案。

(2) 试验研究

试验研究是为了通过研究探索工作解决关键技术课题,得出准确数据和结论。在试验研究中,应善于利用现有的技术基础进行新的科学试验,善于利用模拟或代用的方法取得试验数据。主要内容有:① 对已确定各专项研究课题进行理论分析和计算,探讨解决的途径,减少盲目性;② 设计和制造试验研究需要的零件、部件、整件及必要的专用设备和仪器;③ 展开试验研究工作,详细观察、记录和分析试验的过程与结果,掌握第一手资料;④ 整理试验研究的各种原始记录,进行全面分析,编写预先研究工作报告。

当预研究工作结束时,应达到的目标是:出据整理成册的各种试验数据记录、各项专题的试验研究报告等原始资料,以及预研究报告书。

2. 设计性试制阶段

凡自行设计或测绘试制的产品,一般都要经过设计性试制阶段。其任务是根据批准的设计任务书,进行产品设计,编制产品设计文件和必要的工艺文件,制造样机,并通过对样机全面试验,检查鉴定产品的性能,从而肯定产品设计与关键工艺。一般工作程序如下所述。

(1) 论证产品设计方案,下达设计任务书

其主要工作内容有:① 搜集国内、外有关产品的设计、试制、生产的情报资料及样品;② 调研使用的需要情况及实际使用中的技术要求和经验,确定试制产品目标;③ 会同使用部门编制设计任务书草案,提出产品设计方案,论证主要技术指标,批准下达设计任务书。

(2) 进行初步设计和理论计算

其主要工作内容有:① 进行理论计算,按计算结果,对产品或整个体系的各个部分合理分配参数;② 通过必要的试验,进一步落实设计方案,提出线路、结构及工艺技术关键的解决方案;③ 编制初步设计文件;④ 对需用的人力、物力进行概算。

(3) 进行技术设计

技术设计的主要工作有:① 根据对技术指标的修正意见,进一步调整分配产品的部分参数;② 拟定标准化综合要求;③ 编制技术设计文件;④ 对结构设计进行工艺性审查,制定工艺方案。

(4) 进行样机制造

样机制造的主要工作有:① 编制产品设计工作图纸与必要的工艺文件;② 设计制造必要的工艺装置和专用设备;③ 通过试验掌握关键工艺和新工艺;④ 制造零部件、整件与

样机；⑤ 对样机进行调整，进行性能试验和环境试验，对是否可提交现场试验做结论。

（5）现场试验与鉴定

主要工作有：① 现场试验检查产品是否符合设计任务书规定的主要性能指标与使用要求，通过试验编写技术说明书；② 组织鉴定，对能否设计定型作出结论。

（6）设计性试制结束时应达到的条件

设计性试制工作结束时，应达到下列条件：① 具备产品设计方案的设计报告、初步设计文件和技术设计文件；② 具备产品设计工作图纸及技术条件；③ 具备产品工艺方案及必要的工艺文件；④ 具备整理成册的各种试验的原始资料、试验方法与规程；⑤ 具备必要的专用工艺装置、设备及其设计图纸；⑥ 具备结构的工艺性审查报告、标准化审查报告及产品的技术经济分析报告；⑦ 具备一定数量的样机及现场试验报告；⑧ 具备产品需要的原材料、协作配套件及外购件汇总表。

3. 生产性试制阶段

（1）主要内容

生产性试制主要内容有：① 修改产品设计文件，修改与补充生产工艺文件；② 培训人员，调整工艺装置，组织生产线，补充设计制造工艺装置和专用设备；③ 按照设计文件和工艺文件，使用工艺装置和专用设备制造零件并进行装配和调试，考查各种文件及装置的适用性及合理性；④ 做好原始记录，统计分析各种技术定额；⑤ 拟定正式生产时的工时及材料消耗定额，计算产品劳动量及成本。

（2）生产性试制工作结束应达到的条件

生产性试制结束应达到下列条件：① 具备修改过的产品设计文件及工艺文件；② 具备满足成批生产需要的工艺装置、专用设备及其设计图纸；③ 根据需要，选定标准样机与样件；④ 初步确定成批生产时的流水线 and 劳动组织；⑤ 具有符合技术条件的小批量生产产品，提出产品成本概算。

4. 产品的鉴定与定型

鉴定的目的在于对一个阶段工作作出全面的评价和结论。在审查时，一般应邀请使用部门、研究设计单位和有关单位的代表参加。重要产品的鉴定结论应报上级机关批准。

① 申请设计定型的产品其主要性能稳定，经现场试验（或试用）符合设计指标和使用要求，主要配套产品和主要原料可在国内解决，具备了规定的产品设计文件和技术条件；

② 申请生产定型的标准是具备生产条件，生产工艺经过中、小批量考验，生产的产品性能稳定，产品经试验后符合技术条件，具备生产与验收的各种技术文件。

1.3.3 整机制造的内容和顺序

（1）原材料和元器件检验

理化分析和例行试验工厂为保证产品质量，对进厂的原材料、辅助材料和外购元器件都要进行入厂质量检验。例如，原材料的理化分析，关键（或主要）元器件的例行试验。这些工作由检验部门根据供应部门提供的元器件和原材料进行。