

21 世纪高职高专系列教材

蔡建国 主编

电子设备 结构与工艺

湖北科学技术出版社

21 世纪高职高专系列教材

电子设备结构与工艺

主 编 蔡建国
副主编 杨忠旭 姚卿佐 章大钧
主 审 姚建永

湖北科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

电子设备结构与工艺 / 蔡建国主编. — 武汉: 湖北科学技术出版社, 2003.8
21 世纪高职高专系列教材
ISBN 7-5352-3068-7

I. 电... II. 蔡... III. 电子设备—高等学校: 技术学校—教材 IV. TN05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 074085 号

21 世纪高职高专系列教材

电子设备结构与工艺

© 蔡建国 主编

策 划: 李海宁

封面设计: 张 浩

责任编辑: 李海宁

出版发行: 湖北科学技术出版社

电话: 87679468

地 址: 武汉市雄楚大街 268 号湖北出版文化城 B 座 12-14 层

邮编: 430070

印 刷: 石首市印刷一厂

邮编: 434400

督 印: 刘春尧

· 787 毫米 × 1092 毫米

16 开

14.75 印张

306 千字

2003 年 8 月第 1 版

2003 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 0 001-3 500

ISBN 7-5352-3068-7/TN · 53

定价: 25.00 元

本书如有印装质量问题 可找承印厂更换

内 容 简 介

本书对电子类专业的学生应具备的电子设备结构与工艺知识作了系统的介绍。全书共分七章,包括电子设备制造概要,可靠性与防护,电子设备整机机械结构设计、造型及色彩、工艺管理和工艺文件,印制电路板的设计与制造,安装工艺,焊接工艺。

本书内容浅显易懂,简明扼要,可作为高职院校电子类专业的教材,还可作为电子设备设计和制造的专业技术人员的参考书。

前 言

本教材编写的目的主要是高职院校电子信息类专业的学生对电子结构与电子工艺的
必要知识,不讨论过多的结构设计计算及过多的机械工艺,以区别对电子结构专业和机械
类专业学生的要求。

为适应现代高职教育的特点,在内容上不追求知识的全面和深度,而更注重知识的结
构和应用。即某一学科知识的主要线索,达到简化内容的目的。因此在内容的处理上将
化学防护、散热、防振、电磁兼容性合并为一章。整机机械结构与造型这一章中,不涉及过
多的机械加工问题。这样能适应少学时和积木化的教学模式,而且也保证了学科涉及
的主要知识点。在对内容的表达上,把自己在多年的教学中摸索的较好的方法写入了教材,
以飨读者,还重新编写了全部的习题与思考题。

该教材加强了一些当前产品上应用较多的内容,如工程塑料机箱、贴片工艺等。塑料
机箱已占有很大的比重,使其成为金属机箱强有力的竞争对手。

造型与色彩的内容加强了,因为现代产品越来越注重造型与色彩艺术,在电子产品、
汽车产品上尤其如此。在造型方面,还增加了圆弧、大曲率等流行造型方法。

本教材参考学时为 60 学时,其主要内容为可靠性及防护,电子设备整机机械结构及
造型,印制电路板设计与制造工艺,焊接工艺,整机组装工艺及工艺文件。各章内容相互
独立,教学时可根据学时对内容和顺序作适当调整而不影响教学。

本教材由武汉职业技术学院蔡建国任主编,并编写了前言,绪论,第二章的第三、四、
五节,第三章的第二、三、四节及第一、二、三章的习题与思考题。武汉职业技术学院杨忠
旭任第一副主编,并编写了第四章的第一节,第五章,第六章的第一、二、三节,第七章的第
三、四节及第四、五、六、七章的习题与思考题。安徽电子信息职业技术学院姚卿佐任副主
编,并编写了第一章及第二章的第一、二节,第三章的第一节;佛山职业技术学院章大钧任
副主编并编写了第四章的第二、三节,第六章的第四、五节,第七章的第一、二节。全书由
蔡建国统稿。武汉职业技术学院姚建永任主审。

由于编者水平有限,书中错误与不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2003.8

目 录

绪 论	(1)
一、什么是电子设备	(1)
二、电子技术发展和电子设备的现代化	(1)
三、现代电子设备的特点	(2)
四、电子设备的生产与工艺	(2)
五、本课程的内容和任务	(3)
第一章 电子设备制造概要	(5)
第一节 对电子设备的基本要求	(5)
一、工作环境对电子设备的要求	(5)
二、使用方面对电子设备的要求	(6)
三、生产方面对电子设备的要求	(7)
四、电子设备设计制造的主要依据	(8)
第二节 电子设备整机制造工艺	(8)
一、整机制造的主要工作内容	(8)
二、整机制造的工艺种类和规程	(9)
三、整机制造的一般顺序	(10)
习题与思考题	(11)
第二章 可靠性与防护	(12)
第一节 电子产品的可靠性	(12)
一、什么是电子产品的可靠性	(12)
二、可靠性的主要指标	(13)
三、元器件的失效规律及失效水平	(17)
四、串联系统和并联系统可靠性的计算	(19)
五、提高产品可靠性的方法	(20)
第二节 腐蚀及防护	(22)
一、金属的腐蚀及防护	(22)
二、潮湿的防护	(26)
三、霉菌的防护	(26)
第三节 电子设备的散热	(27)
一、概述	(27)
二、传热基本知识	(29)
三、电子设备的自然散热	(32)

四、功率晶体管的散热	(37)
第四节 机械振动与冲击的隔离	(41)
一、振动和冲击对电子设备产生的危害	(41)
二、隔振基本原理	(43)
三、减振器	(47)
四、橡胶减振器的选择举例	(49)
第五节 电磁干扰及屏蔽	(51)
一、概述	(51)
二、电场屏蔽及屏蔽物结构	(53)
三、低频磁场屏蔽及屏蔽物的结构	(56)
四、电磁屏蔽的原理及屏蔽物的结构	(58)
五、馈线引入的干扰及防干扰	(62)
六、地线干扰及抑制	(63)
习题与思考题	(65)
第三章 电子设备整机机械结构设计、造型及色彩	(66)
第一节 概述	(66)
一、电子设备整机机械结构的要求	(66)
二、整机机械结构的形式及其基本内容	(67)
三、机箱的标准化	(69)
四、整机机械结构设计的一般步骤	(70)
第二节 整机机械结构系统	(71)
一、机箱和机柜	(72)
二、机柜底座与顶框设计	(82)
三、立柱、横梁、侧梁的设计	(84)
四、机柜门及侧盖板的设计	(85)
五、导轨设计	(86)
第三节 造型与色彩	(88)
一、电子产品造型的美学规律	(88)
二、电子产品常用的矩形、比率及分割	(90)
三、电子产品的形态	(93)
四、面板的构造与造型	(97)
五、电子产品的色彩	(102)
第四节 人机工程学的应用	(111)
一、什么是人机工程学	(111)
二、人体感觉特性	(112)
三、人体的人机工程学参数	(113)
四、人机关系设计	(117)
习题与思考题	(127)

第四章 工艺管理和工艺文件	(129)
第一节 工艺的组织机构和任务	(129)
一、组织机构的设置	(129)
二、管理模式的选择	(130)
三、工艺部门的主要任务	(131)
四、工艺科与企业其他科室的关系	(131)
五、工艺定额管理	(132)
第二节 产品工艺工作程序和内容	(134)
一、产品设计性试制的工艺工作	(134)
二、产品生产性试制的工艺工作	(138)
三、产品批量生产阶段的工艺工作	(140)
第三节 工艺文件的编制	(142)
一、工艺方案的编制	(142)
二、工艺规程的编制	(148)
习题与思考题	(170)
第五章 印制电路板设计与制作	(171)
第一节 印制电路板概述	(171)
一、印制电路板的组成	(171)
二、印制电路板的基材	(171)
三、印制电路板的种类	(172)
第二节 印制电路板的设计	(172)
一、印制电路板上的元器件布局和布线原则	(172)
二、印制导线的尺寸和图形	(174)
三、印制电路板设计方法和步骤	(176)
第三节 印制电路板的手工制作	(178)
一、手工制作方法	(178)
二、制作工艺流程图	(179)
习题与思考题	(181)
第六章 安装工艺	(182)
第一节 安装概述	(182)
一、安装工艺的整体要求	(182)
二、安装的工艺流程	(183)
三、安装工艺中的紧固和连接	(183)
第二节 安装准备工艺	(187)
一、器件的检验、老化和筛选	(187)
二、元器件的预处理	(188)
三、导线的加工	(190)
第三节 典型元器件的安装	(191)

一、集成电路(IC)的安装	(191)
二、IC 插座的安装	(192)
三、晶体管的安装	(192)
四、电阻的安装	(193)
五、电容的安装	(193)
六、电感的安装	(193)
七、继电器的安装	(194)
八、电位器的安装	(194)
九、电源变压器的安装	(194)
十、中周的安装	(195)
十一、开关的安装	(195)
十二、散热器的安装	(195)
十三、插接件的安装	(196)
十四、特殊元器件的安装	(196)
第四节 整机总装工艺	(196)
一、机架的装配工艺	(196)
二、面板安装工艺	(197)
三、插件安装工艺	(198)
四、总装接线工艺	(199)
第五节 表面安装工艺简介	(200)
一、表面安装元器件	(200)
二、表面安装印制电路板	(205)
三、表面安装工艺	(207)
习题与思考题	(208)
第七章 焊接工艺	(210)
第一节 焊接的基本知识	(210)
一、焊接的概念	(210)
二、锡焊的实用性特点	(211)
三、焊接方法的分类	(211)
四、锡焊形成的工艺过程	(212)
五、焊点形成的必要条件	(212)
第二节 焊料和助焊剂	(213)
一、焊料	(213)
二、助焊剂	(215)
第三节 手工焊接	(216)
一、焊丝	(216)
二、烙铁头的加热方式	(216)
三、烙铁头的设计及选用	(217)

四、手工焊接方法	(218)
五、拆焊	(219)
第四节 机器焊接简介	(220)
一、浸焊	(221)
二、波峰焊和再流焊	(221)
习题与思考题	(223)
主要参考书目	(224)

绪 论

一、什么是电子设备

用机械学原理制成的设备称为机械设备,同样,人们把用电子学原理制成的设备、装置、仪器、仪表等统称为电子设备。例如,通信设备、电视机、电子计算机、电子测量仪器、办公自动化设备、B超机、CT机等。电子设备广泛应用于国防、国民经济、以及人民生活的各领域。就电子设备的用途来说,它在通信、广播、电视、导航、无线电定位(如全球定位系统)、自动控制、遥控遥测和计算技术等方面已得到广泛的应用;从电子设备的使用范围来看,在航天、高空、地面和水下都广为采用。可见电子设备和人类生活有密切联系。电子设备由于产生、变换、传输和接收的电磁信号(连续信号及离散信号)的不同,一般可分为模拟设备和数字设备,二者在组成功能上有相同之处,但在组成方法上有本质的区别。其形式是多种多样的,其使用的条件和要求也是复杂的。

二、电子技术发展和电子设备的现代化

电子设备的生产发展是与电子技术密切相关的。在当代科学技术中,电子技术的发展是最快的一门技术。从20世纪50年代以来,电子技术经历了电子管时代、晶体管时代、集成电路时代、中大规模集成电路时代、超大规模集成电路时代。每一次的新材料使用、新器件的出现及新的工艺手段的采用,使电子设备在电路上和结构上都产生了巨大的飞跃,使电子设备各方面的性能提高了很多。以视听设备为例,电子技术领域出现的数字技术、卫星技术、光纤与激光、信息处理技术等新技术,已很快应用到电子工业生产中,使新一代的视听电子产品面貌为之一新,这就是电子技术的发展带来的电子设备的发展。

什么是现代电子设备呢?当设备本身及其使用的部件是高指标、新技术、新器件、多功能、小型化、低成本、低消耗时就可以称为现代化电子设备。像早期的一台普通计算机占半个房间大的位置,决不能称为现代化的电子设备。也不可想象会把它应用到飞机、卫星上。由于现代化电子设备的上述特点,它已获得了广泛的应用,是现代信息社会的重要标志。

现代电子设备虽然种类繁多,但就其功能用途而言,大致上可分为三大系统:

- (1) 广播通讯系统:如广播、电视设备,各种有线及无线电通讯设备等。
- (2) 信息处理系统:如各种类型的电子计算机及其外围设备,数据处理及计算机控制设备等。
- (3) 电子应用系统:如各种电子检测设备、雷达设备、医用电子设备、各种激光应用设备等。

三、现代电子设备的特点

现代电子设备由于用途多,使用范围广加之新技术的应用,使现代电子设备与以往的电子设备有很多不同之处。就整体而言比较明显的特点有如下几点。这些特点也给现代电子设备的生产和设计提出了努力的方向,要尽量满足这些要求。

(1)轻、薄、短、小的特点。这一特点和以前的产品“傻、大、粗、重”形成了鲜明的反差。主要是由于新材料、新技术、新器件、新工艺的出现和使用。这一特点使得电子产品的使用范围比以前广泛得多。如:电子计算机体积从原来的占半个房间的庞然大物变为一台普通电脑,再到手提电脑、掌上电脑。使电脑在飞机等空间设备上使用成为可能。

(2)电子设备使用广泛。由于它的第一个特点,就形成了电子设备的第二个特点:即使用范围广。目前电子设备广泛应用于国防、国民经济及人民生活的各个领域。并且由于使用部门及运输工具不同,它可以用于高空、陆地、海洋。因此设备所处的工作环境十分复杂。如在高空可能会受到高空低气压的影响,会降低印制导线间的击穿电压;在陆地上使用的设备会受到振动、尘沙的影响;在海洋上的设备会受到海水腐蚀的影响。电子设备的设计,必须解决好这些问题。

(3)电子设备的可靠性要求高。由于在各种恶劣的环境下使用,电子设备就容易出故障,这就要求提高设备的可靠性,尤其是对军用及航天设备,这显得更为重要。如电子制导的导弹、运载火箭、人造卫星的飞行等若出现故障,将产生严重的后果。必须采取有效措施,保证电子设备的高可靠性。在电子产品的可靠性这一节里将讨论这一问题。

(4)设备的精度要求高,功能多,抗干扰能力强。在某些情况下,电子设备要求具有足够高的精度如:卫星通讯地面站要求直径30m的抛物面天线能自动跟踪四万千米高空中的人造卫星,其跟踪精度是相当高的。又如在电子制导系统中要求误差在1m范围内,而且在卫星回收技术中,也要求有很高的精度,使回收卫星落在指定的范围内,等等……

现代电子设备要求具备多种功能,以充分利用资源和发挥更大的作用。这点从民用电子设备的变化就可看出。

抗干扰能力强也是必不可少的,尤其在军事上。由于大量使用现代电子设备,使电子对抗加强,制电磁权与制空权、制海权相提并论,如空中预警机就要求有很高的抗电磁干扰的能力。足够的精度及抗干扰能力已作为电子设备设计的技术条件。

四、电子设备的生产与工艺

工艺是加工产品的方法和艺术。产品设计是解决产品“是什么”的问题,而工艺是解决产品“怎么做”的问题。很显然在产品已设计完成的情况下,工艺是决定产品质量的关键。任何企业在生产中都离不开工艺工作这一环节。生产活动是工艺要素的有机结合。工艺要素指生产工人、工装设备、原材料、工艺规程。工艺在国外是极其保密的,在他们看来“工艺就是专利,专利就是资本”。在国内,重视设计、轻视工艺的倾向和作法已经改变。对整机厂来说企业工艺人员和设计人员的比应为1.5:1,元器件厂至少按2:1的方式发展。

电子设备整机制造的工艺有机械加工工艺、表面加工工艺、联接工艺、化学工艺、塑料

工艺、总装工艺等。

五、本课程的内容和任务

(一) 电路设计与结构设计的概念

一个完整的电子设备由二个相对独立的部分组成,它们是线路部分和结构部分。因此电子设备的设计也相应地分为二部分:线路设计和结构设计。

线路设计就是根据设备的性能要求和技术条件,确定方案(制定方框图或电原理图),拟定或选定线路图并初步确定元器件参数,进行必要的线路计算和试验,最终确定出线路图并选定元器件及其参数。

结构设计是根据线路设计提供的资料(线路图和元器件资料)并考虑设备的性能要求、技术条件等,合理布置元器件并使之成为电路。与此同时还要进行各种防护设计和机械结构设计,最后组成一部完整的设备,并给出全部工作图。

从线路设计和结构设计的定义可以看出,线路设计完成后还不能成为一台电子设备。要变成一台电子设备,还必须完成很多的结构设计内容。目前结构设计在电子设备设计中,占有较大的工作量。它直接关系到电子设备的性能和技术指标的实现。电子设备结构设计已发展成一门独立的综合学科。在设计电子设备的过程中,线路和结构设计很难截然分开,特别是在某些分机或单元盒设计中,线路和结构难以划清。这就要求线路设计者和结构设计者协同配合,密切合作,才能圆满完成设计任务。作为线路设计人员掌握和了解结构与工艺知识,对于解决设计过程中可能出现的线路与结构矛盾,密切与结构设计人员配合,是很有益的。

(二) 电子设备结构与工艺的内容

1. 整机机械结构与造型设计

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

(2) 机械传动装置设计。根据讯号的传递或控制过程中,对某些参数(电的或机的)的调节和控制所必须的各种机械传动组件或执行元件进行设计。

(3) 总体造型与色彩设计。从心理学及生理学的角度来设计设备总体及各部件的形状、大小及色彩。

(4) 总体布局。在完成上述各方面的设计之后,合理安排结构布局,互相之间的连接形式及结构尺寸的确定等。

2. 整机可靠性设计

研究电子设备产生故障的原因、可靠性的表示方法及提高产品可靠性的措施。

3. 热设计

研究温度对电子产品性能的影响及各种散热方法。

4. 防护与防腐设计

主要研究各种环境如潮湿、盐雾、霉菌、风沙、低气压等对电子设备的影响及防护方法。

5. 隔振与缓冲设计

讨论振动与冲击对电子设备的影响及隔振缓冲的方法。

6. 电磁兼容性设计

研究电子设备如何提高抗干扰能力和减小对外界的干扰。方法有屏蔽设计和接地设计等。

7. 印制电路板的设计与制造工艺

印制电路板是电子设备中的重要部件。设计中既要满足电性能要求还要考虑温度、防腐、防振、电磁干扰、导线的抗剥强度等问题。

8. 焊接工艺

在电子设备中,导线之间、元器件之间的联接绝大部分是焊接问题,因此必须讨论各种焊接方法及存在的质量问题。

9. 组装与调试

电子设备的组装是将各种电子元器件、机电元件及结构件,按设计的要求,装在规定的位上,组成具有一定功能的完整的电子产品的过程。要保证结构安排合理、工艺简单、产品可靠。

电子设备装配后,必须通过调试才能达到规定的技术要求。

10. 结构试验

根据电子设备的技术要求和特殊用途,模拟设备的工作条件对设备及其关键元器件、部件进行各种结构试验,以考核设计正确性和可靠性。结构试验包括:环境适应性试验、可靠性试验、寿命试验、结构刚强度试验、结构电性能试验(如屏蔽性能、电接触性能、绝缘性能),以及机构的机械性能和精度分析试验等。必须指出上述结构设计的各项内容是互相关联的,不能截然分开,要综合考虑。

(三) 电子设备结构设计与工艺的任务

电子设备结构设计与工艺的任务是以结构设计与工艺为手段,保证所设计的电子设备在既定的环境条件和使用要求下,达到规定的各项指标,并能稳定可靠地完成预期的功能。

电子设备的结构设计与工艺包含相当广泛的技术内容。涉及力学、机械学、化学、电学、热学、光学、无线电电子学、金属热处理、工程心理学、环境科学、美学等多门基础学科。电子设备结构设计与工艺作为一门课,只能重点介绍电子设备结构设计与工艺基础知识。即有关防护的物理设计(化学防护、热防护、机械因素防护、电磁干扰防护)、整机机械结构设计及造型、印制电路板的设计与制造工艺、焊接工艺、组装和调试工艺。

第一章 电子设备制造概要

第一节 对电子设备的基本要求

对电子设备基本要求的讨论,就是为了进一步搞清楚电子设备结构与工艺应包括哪些内容。为了保证电子设备在满足技术性能要求下能正常可靠地工作,在设计和制造电子设备时应满足以下基本要求。

一、工作环境对电子设备的要求

电子设备所处的工作环境多种多样。气候条件、机械作用力和电磁干扰是影响电子设备的主要因素。必须采取适当的防护措施,将不良影响降到最低限度,以保证电子设备稳定可靠的工作。

1. 气候条件对电子设备的要求

气候条件主要包括温度、湿度、气压、盐雾、大气污染、灰沙及日照等因素,对电子设备的影响主要表现在使电气性能下降,温升过高,运动部位不灵,结构损坏,甚至不能工作。为了减小和防止这些不良的影响,对电子设备提出以下要求:

(1)采取散热措施,限制设备工作的温升,保证在最高工作温度条件下,设备内元器件所承受的温度不超过其最高极限温度,并要求电子设备能够耐受高底温循环时的冷热冲击。

(2)采取各种防护措施,防止潮湿、盐雾、大气污染等气候因素对电子设备内元器件及零部件的侵蚀和危害,延长其工作期。

2. 机械条件对电子设备的要求

机械条件是指电子设备在不同的运载工具中使用,所受到的振动、冲击、离心加速度等机械作用。它对设备的影响主要是:元器件损坏失效或电参数改变、结构件断裂或变形有过大、金属件的疲劳破坏等。为了防止机械作用对设备产生不良影响,对设备提出以下要求:

(1)采取减振、缓冲措施,确保设备内的电子元器件和机械零部件在受到外界强烈振动和冲击的条件下,不致变形和损坏。

(2)提高电子设备的耐冲击、振动能力,保证电子设备的可靠性。

3. 电磁干扰对电子设备的要求

电子设备工作的周围空间,充满了由于各种原因产生的电磁波,造成外部及内部干扰。电磁干扰的存在,使设备输出噪声增大,工作不稳定,甚至完全不能工作。

为了保证设备在电磁干扰的环境中能正常工作,要求采取各种屏蔽措施,提高设备的

电磁兼容能力。

二、使用方面对电子设备的要求

1. 体积重量要求

要求体积小、重量轻。这是电子设备得以广泛应用的原因之一。减小设备的体积和重量,具有非常重要的意义。具体说来有以下几点:

(1)设备的用途对体积重量的要求。如野战部队背负式通讯机,其宽度不应超过人的双肩宽度,高度不能碰到人的臀部。又如人造卫星上使用的电子设备,其体积重量有极严格的要求,卫星的重量每增加 1kg,火箭的燃料就增加数吨,任何一部分的体积增大,意味着其他体积的减小。

(2)运载工具对体积重量的要求。各种运载工具如汽车、坦克、飞机、舰船等,由于安装各种设备的空间有限和操纵控制的需要,对电子设备的体积重量有严格的要求。一般来说,空用设备的要求最高,其次是各种车辆,再其次是各种舰船。

(3)机械负荷对体积重量的要求。电子设备工作时会受到各种机械因素的影响。为了减小冲击、碰撞、振动和加速度的破坏作用,减少其体积重量会收到良好的效果。因为当重量减少时其质量也将减小,如果施加的加速度一定,则对设备的破坏力也会减小。

(4)经济因素对体积重量的要求。为了减少原材料消耗和降低生产成本,应力求减小电子设备的体积和重量,其中的道理是非常明显的。对生产批量很大的产品,即使产品的体积重量减小很小一点点,其在生产中所降低的费用,却是相当可观的。

但体积重量减小太多,会带来散热、维修、干扰及要求较高的零部件制造精度和装配精度反而使制造成本增加等问题,故应综合考虑。

2. 操纵维修要求

电子设备的操纵性能如何,是否便于维护修理,直接影响到设备的可靠性。因此,在结构设计时必须全面考虑。

对电子设备的操纵要求,随具体设备和使用场所而变化。原则上可归纳为以下几点要求:

(1)为操纵者创造良好的工作条件。例如设备不会产生令人厌恶的噪音且色彩调和给人以好感,其安装位置适当,令操作者精神安宁、注意力集中,从而提高工作质量。

(2)设备操作简单,能很快进入工作状态,不需要很熟练的操作技术。

(3)设备安全可靠,有保险装置。当操纵者发生误操作时,不会损坏设备,更不能危及人身安全。

(4)控制机构轻便,尽可能减少操纵者的体力消耗。读数指示系统清晰,便于观察,且长时间观察不易疲劳,也不损伤视力。

电子设备维护修理是否方便甚为重要,尤其对军用产品,所以在产品设计时,必须充分考虑维护修理要求。从维护方便出发,对结构设计提出以下要求:

(1)发生故障时,便于打开维修或能迅速更换备用件。如采用插入式和折叠式结构,快速装拆结构,以及可换部件式结构等。

(2)可调元件、测试点应布置在设备的同一面;经常更换的元器件应布置在易于装拆

的部位;对于电路单元尽可能采用印制板并用插座与系统连接。

(3)器件的组装密度不宜过大,即体积填充系数在可能的条件下应取低些(一般最好不超过0.3),以保证元器件间有足够的空间,便于维修和装拆。

(4)设备应具有过负荷保护装置(如过电流、过电压保护),危险和高压处应有警告标志和自动安全保护装置(如高压自动断路门开关)等,以确保维修安全。

(5)设备最好具备监测装置和故障预报装置,能使操纵者尽早发现故障或预测失效元器件,及时更换维修,以缩短维修时间,并防止大故障出现。

三、生产方面对电子设备的要求

1. 生产条件对电子设备的要求

生产厂的设备情况,技术和工艺水平,生产能力和生产周期,以及生产管理水平等因素都属于生产条件。电子设备如要顺利地投产,必须满足生产条件对它的要求,否则,就不可能生产出优质产品,甚至根本无法投产。

生产条件对产品的要求,一般有以下几方面:

(1)设备中的零件、部件、元器件,其品种和规格应尽可能少,尽量使用由专业厂生产的通用零部件或产品。因为这样便于生产管理,有利于提高产品质量,并降低成本。

(2)设备中的机械零部件,必须具有较好的结构工艺性,能够采用先进的工艺和方法。原材料消耗低,加工工时短,例如零件的结构、尺寸和形状便于实现工序自动化。以无屑加工代替切屑加工,提高冲制件、压塑件的数量和比例等。

(3)设备中的零部件、元器件及其各种技术参数、形状、尺寸等,应最大限度地标准化和规格化。还应尽可能采用生产厂以前曾经生产过的零部件,充分利用生产厂的先进经验,使产品具有继承性。

(4)设备所使用的原材料,其品种规格越少越好,尽量少用或不用贵重材料,立足于国产材料和来源多、价格低的材料。

(5)设备(含零部件)的加工精度要求要与技术条件相适应,不允许无根据地追求高精度。在满足产品性能的前提下,其精度应尽可能低。

2. 经济性对电子设备的要求

电子设备的经济性有两方面的内容:使用经济性和生产经济性。使用经济性包括设备在使用、储存和运输过程中所消耗的费用。其中维修费所占的比例最高,电源费次之。

生产经济性是指生产成本。包括生产准备费用、原材料和辅助材料费用、工资和附加费用、管理费用等。为了提高产品的经济性,在设计阶段就应充分考虑以下几方面:

(1)研究产品与部件的技术条件,分析产品设计参数,正确制定设计方案,这是产品经济性的首要环节。

(2)根据产量确定产品结构形式和生产类型。产量的大小决定着生产批量的大小,而生产批量不同,其生产方式也不一样,因而其生产经济性也不同。

(3)运用价值工程观念,在保证产品性能的前提下,按最经济的生产方法设计零部件,在满足产品技术要求的条件下,选择最经济合理的原材料和元器件,以降低产品的生产成本。