

774034

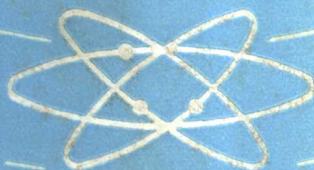
B77
1646

精
出

中等专业学校教材

精密机械零件与 电子机械部件

王大明 编



西北电讯工程学院出版社

46

中等专业学校教材

精密机械零件 与电子机械部件

王大明 主编

西北电讯工程学院出版社

1985

内 容 简 介

本书较系统地介绍了电子设备结构方面有关零、部件设计的基础知识。

全书分为机械设计基础、精密传动、轴系零件与直线运动导轨以及电子设备中机械部件四篇共十六章。内容除着重对基本原理和设计方法进行阐述外，并突出精密机械与电子设备相结合的特点。全书采用了新的国家标准和法定计量单位。

本书可作为中专电子设备结构设计专业与其它有关专业的教材，亦可作为职业学校的教材，并可供从事电子设备结构设计的工程技术人员参考。

中等专业学校教材

精密机械零件与电子机械部件

王大明 主编

*

西北电讯工程学院出版社出版

中国人民解放军七二二六厂印刷

陕西省新华书店发行 各地新华书店经售

开本 $787 \times 1092 - \frac{1}{16}$ 印张 17 6/16 字数 422 千字

1985年8月第一版 1985年8月第一次印刷 印数 1—3,500

统一书号：15322·28 定价：3.00元

出版说明

根据国务院关于高等学校教材工作分工的规定，我部承担了全国高等学校工科电子类专业课教材的编审、出版的组织工作。从一九七七年底到一九八二年初，由于各有关院校，特别是参与编审工作的广大教师的努力和有关出版社的紧密配合，共编审出版了教材159种。

为了使工科电子类专业教材能更好地适应社会主义现代化建设培养人才的需要，反映国内外电子科学技术水平，达到“打好基础、精选内容、逐步更新、利于教学”的要求，在总结第一轮教材编审出版工作经验的基础上，电子工业部于一九八二年先后成立了高等学校《无线电技术与信息系统》、《电磁场与微波技术》、《电子材料与固体器件》、《电子物理与器件》、《电子机械》、《计算机与自动控制》，中等专业学校《电子类专业》、《电子机械类专业》共八个教材编审委员会，作为教材工作方面的一个经常性的业务指导机构，并制定了一九八二~一九八五年教材编审出版规划，列入规划的教材，数学参考书、实验指导书等共217种选题。在努力提高教材质量，适当增加教材品种的思想指导下，这一批教材的编审工作由编审委员会直接组织进行。

这一批教材的书稿，主要是从通过教学实践、师生反映较好的讲义中评选择优和从第一轮较好的教材中修编产生出来的。广大编审者，各编审委员会和有关出版社都为保证和提高教材质量作出了努力。

这一批教材，分别由电子工业出版社、国防工业出版社、上海科学技术出版社、西北电讯工程学院出版社、湖南科学技术出版社、江苏科学技术出版社、黑龙江科学技术出版社和天津科学技术出版社承担出版工作。

限于水平和经验，这一批教材的编审出版工作肯定还会有许多缺点和不足之处，希望使用教材的单位、广大教师和同学积极提出批评建议，共同为提高工科电子类专业教材的质量而努力。

电子工业部教材办公室

前 言

本教材系由电子工业部中专电子机械类教材编审委员会机械制造编审小组审定，并推荐出版。

本教材由南京无线电工业学校王大明担任主编，天津无线电机械学校刘清泉担任主审。

从电子设备结构设计专业培养目标出发，编写本教材的目的是：使学生掌握精密机械零件和电子设备中机械部件的结构设计基础知识，并具备设计一般零、部件的能力。本教材的着重点是：精度分析、主要参数的选择和计算、结构工艺分析。本书在编写时力求密切结合电子设备，在内容上则以讲清基本原理和物理概念为主，避免过多的数学推导。

本课程的理论教学时数为 94 学时，在学习课程时需要安排 30 学时（不包括在理论教学时数以内）的课程设计。

本书绪言、第一、二、十三、十四、十五、十六章由总参 63 研究所刘绍玮编写；第三、四、五、六、七、八、九、十章由南京无线电工业学校王大明编写；第十一、十二章由南京无线电工业学校宋福生编写。由王大明统编全稿。全书也曾由南京无线电工业学校龚维蒸审阅。

由于编者水平有限，书中难免还存在一些缺点和错误，殷切希望广大读者批评指正。

编 者

目 录

绪 言	(1)
-----	-----

第一篇 精密机械设计基础

第一章 设计概论	(4)
第一节 概 述	(4)
第二节 零件的工作能力	(7)
第三节 误差和精度	(9)
第四节 零件设计的内容和方法	(10)
第二章 结构工艺性	(15)
第一节 概 述	(15)
第二节 板料冲制零件的结构工艺性	(16)
第三节 塑料零件的结构工艺性	(22)
第四节 铸造零件的结构工艺性	(27)
第五节 装配工艺性	(30)

第二篇 精密传动

第三章 摩擦传动	(35)
第一节 摩擦轮传动	(35)
第二节 电子机械中的带传动	(41)
第四章 精密齿轮传动	(45)
第一节 概 述	(45)
第二节 精密齿轮传动基本参数与材料的选择	(46)
第三节 圆柱齿轮传动	(50)
第四节 圆锥齿轮传动	(52)
第五节 蜗杆传动	(55)
第六节 齿条传动	(58)
第七节 齿轮传动的精度分析	(59)
第五章 螺旋传动	(99)
第一节 滑动螺旋传动	(99)
第二节 滚珠螺旋传动简介	(112)
第六章 平面连杆机构	(113)
第一节 平面连杆机构的类型和应用	(113)

第二节	平面连杆机构设计的基本问题	(117)
第三节	连杆机构的精度分析	(118)
第七章	电子设备中常用的其它机构	(123)
第一节	概 述	(123)
第二节	槽轮机构	(123)
第三节	凸轮机构	(125)

第三篇 轴系零件与直线运动导轨

第八章	轴、联轴器和离合器	(128)
第一节	概 述	(128)
第二节	轴	(128)
第三节	联轴器和离合器	(134)
第九章	轴承与支承	(140)
第一节	概 述	(140)
第二节	滑动支承	(140)
第三节	滚动支承	(150)
第十章	直线运动导轨	(153)
第一节	概 述	(153)
第二节	滑动摩擦导轨	(153)
第三节	滚动摩擦导轨	(158)
第四节	导轨的设计步骤	(162)

第四篇 电子设备中的机械部件

第十一章	电接触零、部件	(165)
第一节	概 述	(165)
第二节	电接触的基本单元——触点	(165)
第三节	触点设计中应注意的问题及设计步骤	(170)
第四节	接触簧片设计	(172)
第五节	开 关	(174)
第六节	插头、插座	(181)
第七节	滑环与电刷	(186)
第十二章	限动器与定位器	(188)
第一节	限动器	(188)
第二节	定位器	(198)
第十三章	微动装置、锁紧装置和联接结构	(202)
第一节	微动装置	(202)

第二节	锁紧装置	(204)
第三节	联接结构	(206)
第十四章	调速装置与阻尼装置	(218)
第一节	调速装置	(218)
第二节	阻尼装置	(224)
第十五章	示数装置	(227)
第一节	概 述	(227)
第二节	示数装置的结构	(228)
第三节	标尺、指针的设计计算	(230)
第四节	度盘与指示器	(235)
第五节	读数精度	(238)
第六节	示数装置的光学系统	(242)
第七节	电子显示装置	(242)
第八节	示数装置的照明系统	(244)
第十六章	调谐、控制机构和波段转换装置	(248)
第一节	调谐机构和控制机构	(248)
第二节	调谐机构的类型	(259)
第三节	综合调谐机构与统调	(262)
第四节	随动控制系统简介	(265)
第五节	回路鼓波段转换装置	(267)

绪 言

电子设备已被广泛地应用于国防和国民经济的各个部门。作为电子设备，它一般应具有如下功能：讯号的产生、放大、转换、发送、接收、显示等。要使完成这些功能的某些回路在工作中能达到预期的要求，就必须对某些部分的电气参数进行必要的调谐、控制等。而电子设备中的机械部件，就担负着调谐、控制电气参数等任务。因此，在一部完整的电子设备中，除了功能元器件外，还应具有一定数量的机械零、部件及其组成的传动机构、调谐机构、示数机构和转换开关等。

现代电子设备已成为电气和机械两大部分的组合体。随着集成电路的广泛应用，对电子设备中的机械零、部件提出体积小、重量轻的要求，就显得更为突出。此外，由于电子设备的设频率越来越高、新波段不断被开拓，因此除了对调谐系统的精密度提出了更高的要求外，对各种类型的自动控制机构的需要也日益增多。显然，电子设备中的各种精密零件和各类电子机械部件复杂程度，并不低于一般普通机械设备的零、部件。

鉴于精密机械零件和电子机械部件在电子设备中占有无可置疑的重要地位，因而它们的质量优劣和在整机中的安排妥善与否，在很大程度上影响着电子设备的使用性能。例如，通讯机和雷达接收设备中的机械调谐控制机构的回差现象，将是直接造成指示和显示系统与接收频率之间误差的根源；零件中的电接触性能不良、磨损及其变形等，都会降低电子设备的灵敏度，严重的甚至可以使设备无法正常工作；机械零、部件的重心位置布置不当，在外界机械力的作用下，很容易引起“共振”，共振的后果将造成元件引线的断裂、紧固件的松动和导线的位移，从而导致电路中分布电容的变化，最终造成回路的失谐，工作状态被破坏。

由上可见，在电子设备中的机械结构，它本身虽是精密的机械零、部件，但它们却起着保证设备电气性能的作用，这就是电子设备中精密机械零、部件所独有的重要特性，假如不理解或忽视了这种特性，单纯地把它们看作普通的机械零、部件，那就会降低它们在电子设备中应有的地位和作用，按这种观点设计出来的机械零、部件，将是不够完善和不符合要求的。因此，我们必须特别强调电子机械零、部件的这一重要特性。

根据电子机械零、部件的上述特性，并结合电子设备的工作条件及其所需完成的功能，可将电子设备中机械零、部件所具有的特点归纳为以下几个方面：

1. 要求较高的可靠性和稳定性

因为电子设备工作时所处的环境是相当复杂的（尤其是军用设备），为了确保设备在复杂的环境下能够正常、可靠、稳定的进行工作，除了对元、器件提出苛刻的要求外，设备中的机械零、部件也必须相应地满足各种严格的技术要求。例如，零、部件应该适应温度变化的能力；具有足够的耐磨性；能承受冲击、振动和加速度的能力等等。为达到这些要求，就需要从结构形式、材料、工艺等方面采取相应的措施，以提高机械零、部件的可靠性和稳定性。

2. 结构紧凑、重量轻

对于空用、车载或携带式电子设备来说,在使用时由于受到空间和重量的限制,因此就要求机械零、部件在减轻重量、缩小体积方面作出不断的努力。尤其在当今集成电路广泛应用,电子设备向着小型化方向发展的时代,这一点就显得特别重要。

3. 承受载荷小

由于电子设备中精密机械零、部件很少作动力传递,因此在绝大多数情况下,它们承受的载荷较小,所以在结构设计时,通常是根据结构的需要来确定尺寸,然后进行强度、刚度核算,或者不进行核算。

4. 具有较高的精度

现代电子设备中的运动传递系统和数据传递系统通常需要较高的精确度,故机械部件中的某些机械零件也必须相应的达到一定的精密度。因此,对一些精确度要求较高的传递系统中的零、部件就应该进行精度分析和计算,当不能满足要求时,则必须提出减小误差的途径,或采取适当的误差补偿措施。

5. 制造材料品种的多样性

机械零、部件在电子设备中除了要满足强度的要求以外,还要考虑到电性能对它的要求。因此涉及到的制造材料不仅有一般的金属材料,有时还会用到高导电、导磁材料、绝缘材料、耐腐蚀材料等等。

6. 结构工艺特点

在加工制造电子设备中的机械零件时,所采用的工艺方法是多种多样的,除了最常用的机械加工工艺方法外,还采用了电子制造业中的特殊工艺,如塑料、陶瓷的成型工艺、冷冲压工艺等。因而工艺对结构就会提出各种不同的要求,使得零件在结构上表现出它所特有的工艺特点。当然选用什么样的加工工艺,这还与零件的生产批量有关,否则就会得不偿失,造成不必要的浪费。

在设计电子设备中的机械零、部件时,应全面、细致地考虑上述特点,并采用各种措施,使它们达到设计时所提出的各种要求。当然,有时也会产生矛盾,造成顾此失彼的现象。在无法全面照顾的情况下,就应力求解决主要矛盾,并兼顾其它方面。

学习本课程的目的使学生能初步掌握有关设计电子设备中精密机械零、部件的基础理论知识,并具有一定的设计和分析能力。

本课程研究的主要内容是:电子设备中精密机械零件(如摩擦轮、齿轮等)和电子机械部件(如限动器、微动装置、示数装置等)的工作特点、结构形式、应用场合、主要参数的选择计算、精度分析等。

本课程是一门专业课程,它将综合运用理论力学、材料力学、金属工艺学、机械零件、公差及技术测量、机械制图、电工学等课程中的有关知识。由于课程涉及的知识面较广,这

就要求我们能灵活地加以综合运用，并尽可能地多接触各种类型的电子设备，仔细地观察和分析，充分地了解各种精密机械零、部件在设备中的作用、特点和结构形式，并从中吸取典型和先进的部分。

在学习本课程时，应着重掌握下列几点：各种精密机械零、部件的工作原理、精度分析、结构形式及工艺分析、主要参数的选择和计算。

在进行结构设计时，应该从实际情况出发，在保证产品技术指标的前提下，做到最经济、最合理、最可靠并符合工艺要求。

作为一个结构设计者，必须善于分析与吸收先进的工艺和已有的结构设计成就，学会科学地分析方法，使设计出来的结构既具有完善的性能，又切合生产实际。此外，在学习本课程时，必须学会用辩证的观点去运用设计中的各项原则，切忌死记硬背，生搬硬套，只有正确理解、不断思考、多加实践，才能根据技术指标、生产条件，对各种精密机械零、部件的优缺点进行具体分析对比，从若干不同设计方案中，选取较为合理的最佳方案。

我国目前已能独立设计许多高质量的电子设备，这些设备在四化建设中发挥了巨大的作用。然而，与世界先进水平相比，还有一定差距。四个现代化的建设，迫切要求我们设计与制造出更多具有高可靠性和稳定性的电子设备。无疑，这些都对电子设备结构设计者提出了更高的要求。摆在我们面前的任务是光荣而艰巨的，我们必须刻苦学习，树立正确的设计思想，培养综合运用理论知识来不断地提高电子设备结构设计的水平，为发展我国的电子工业作出贡献。

第一篇 精密机械设计基础

第一章 设计概论

第一节 概 述

一、电子机械零部件的工作特点

由于电子设备有军用的和民用的，因此，从它所处的工作位置来说，就有室内的、野外的、海上的、水下的和高空的等等。从其所处的外界环境条件的恶劣程度来说，又有高（低）温、高压、高速、高真空度、大温差等情况。从运载设备来说，有汽车、火车、坦克、舰船、飞机、导弹、卫星等。这说明了电子设备所处的环境是相当复杂的，而我们又要求设备在如此复杂环境条件下能正常、可靠地工作，因此在设计精密机械零、部件时，就应该首先了解环境条件及其对电子设备的影响。

（一）在振动、冲击条件下工作

电子设备在运输过程中或运载工具中，都会受到外界机械力的作用，这种力通常表现为冲击和振动。例如汽车在崎岖公路上行驶，飞机着陆，舰船在波浪中颠簸，都会使设备受到外界机械力的作用，这就是所谓的“冲击”。这种冲击的特点是经常性地出现。另一种冲击是非经常性的，例如设备的跌落、车辆的碰撞或急刹车，坦克越过弹坑发生强烈的颠簸，这种冲击虽不是经常性的，但由于速度突变，因而加速度很大，故冲击力极大，这对设备的破坏性是非常大的。

“振动”的起因主要来源于运载工具上发动机的周期抖动，它作用在电子设备上将是一种重复性的交变应力，使设备在外力作用下产生周期性的往复运动（即简谐运动）。在机械力的作用下，当机械结构部件的固有频率与外激振动频率一致时，就会引起“共振”，一旦共振发生，其振幅很大，因此对零、部件的破坏性达到惊人的程度，如果某些零、部件在结构工艺上有明显缺陷，一经共振，就立即暴露。振动会使紧固件（螺钉、螺母、卡圈等）松动，最后导致结构部件回转变灵或无法工作。当零件结构上有应力集中存在时，在振动的交变应力作用下，会引起裂纹而破坏。冲击和振动都可能使印制电路板从插座中跳出，所以在具有强烈冲击、振动的场合，它们必须带有特殊的锁扣装置。

冲击和振动两者之间的区别是：冲击的特点是瞬时加速度大，其瞬时作用力的破坏性很大。振动的特点是机械结构在交变应力反复作用下发生破坏。

实践证明，电子设备在运载中由于振动引起的损坏，将大大超过冲击引起的损坏。例如，在通讯设备中，据统计振动损坏率要比冲击损坏率大四倍。所以在工厂中产品出厂之前，除了必须经过例行的冲击、振动试验外，还进行了跑车试验，即将设备放置于运载汽车

上, 然后以 30km/h 的车速, 在三级公路上行驶 300km, 这种运输试验, 是振动和冲击的综合性试验, 以此来考验电子机械零、部件在受冲击、振动后的正常工作能力。

(二) 在高速运转条件下工作

电子设备的某些机械部件是在高速运转条件下工作的。例如雷达伺服系统中的精密传动机构, 它们在伺服电机以每分钟 3000~4000 转的高速带动下, 传递运动和讯号。又如, 为了适应现代化通讯的要求, 达到电台沟通、联络不寻找, 通讯过程不微调, 常采用自动控制和自动调谐装置, 保证电台始终维持在最佳工作状态, 提高通讯能力和通讯可靠性, 所以国内外不少电子设备中除了电子线路、微电机和控制元件之外, 还有一套高速运转的精密传动机构或部件, 组成自动调谐和控制系统。

高速运转的精密机械零件, 在材料性能上应要求有较高的表面硬度, 以提高耐磨性, 从而延长其使用寿命。此外, 还要具有足够的制造精度。对于高速运转中的啮合零件 (如齿轮、蜗杆等), 相互接触部分产生的热量很大, 故要求有良好的散热和润滑条件等。

(三) 在温度变化幅度较大的条件下工作

我国国土辽阔, 温度变化幅度较大。例如, 最冷地区 (黑龙江呼玛) 一月份的最低气温达 -53°C ; 最热地带 (新疆吐鲁番) 七月份的最高气温为 75°C 。电子设备由于在各种特殊环境下工作, 它的温度有时 would 达到更高。例如, 飞机在高速飞行时, 设备舱内的温度可达 160°C ; 坦克在行驶中, 关闭了炮塔盖后, 再加上太阳的辐射, 最高温度可达 76°C ; 地面通讯车和雷达车, 若关闭门窗后, 车内的温度要比外界温度高出 30°C 。

在高温条件下工作, 往往会使零件的材料 (尤其是塑料之类) 软化。在低温时, 材料会变脆, 使结构强度减弱。同时高、低温有时还会使精密传动机构中的活动部分因材料收缩率不同而被卡住, 紧固零件会出现松动。高温还会使润滑油粘度变化, 影响润滑性能。

(四) 在高湿度或有害气体条件下工作

湿度是指大气中含有水蒸汽微粒的多少, 当空气中的相对湿度大于 65% 时, 物体表面就会被蒙上一层厚度为 $0.001\sim 0.01\mu\text{m}$ 的水膜, 在高湿度条件下工作的金属机械零件, 很快就被腐蚀。某些塑料件也会因吸潮而变形。高湿度还会使结构强度减弱, 活动部分被卡住、电接触性能下降。因此, 在高湿度条件下工作的电子设备, 一定要具有良好的防潮性或严格的密封装置。

有害气体主要是指大气中存在着的多种工业废气, 如二氧化硫、氯化氢以及各种化学烟雾等, 它们会形成各种酸、碱、盐溶液, 从而使金属零件很快被腐蚀, 结构强度减弱, 有机材料性质发生变化, 使某些塑性材料膨胀, 介质损耗增大。因此, 电子设备在有害气体条件下工作, 是会产生极不利的影响的。

二、电子机械零部件应满足的基本要求

当前, 由于国防科学的迅速发展, 对电子设备的可靠性、稳定性、重量、体积及功率损耗等提出了越来越高的要求。因此, 要求电子机械零、部件使用可靠、寿命足够长、重量最轻、体积最小、结构简单、并具有良好的工艺性, 是非常必要的。

(一) 可靠性

所谓“可靠性”, 是指设备中的机械零、部件, 在规定的技术条件下和规定的使用期限

内，保持其功能及正常工作能力。零件的强度、刚度，部件的振动稳定性、散热性以及零件的制造和部件的装配是否严守生产规程，都是直接影响可靠性的因素。所以提高可靠性的一般方法有如下几个方面：

1. 提高零件的强度和刚度。

2. 提高零件的耐腐蚀性，采用耐腐蚀性较好的材料、降低表面粗糙度、采取表面热处理或化学处理等。

3. 提高高速传动机械部件的散热性，一方面可以加设散热片以增大散热面积，另一方面可采用强制冷却（如加装风扇）。

4. 在相同条件下，零、部件结构越复杂、构件越多，则可靠性越差。因此，设计者要力求使所设计的零、部件，在符合技术要求的前提下，尽可能使结构最大限度地简化。

（二）足够的寿命

“寿命”就是指产品发生在两次相邻失效之间的工作时间。电子设备中的精密机械零、部件，较多的是因为磨损而造成失效，从而影响产品的寿命。

要提高耐磨性，除在结构上采取减小接触面的压力强度外，在材料选择上则应采用耐磨性能好的材料，在高速传动时，还应选用较合适的润滑油。在工艺方法上，降低表面粗糙度、采用表面淬火热处理、氮化等化学处理、表面镀铬处理，这些都有利于提高零件的表面硬度，增加耐磨性，从而延长零、部件的使用寿命。

此外，零件的制造精度，部件的配合质量以及装配的好坏，都直接影响到使用寿命的长短。

（三）最轻重量和最小体积

“最轻重量”和“最小体积”应理解为：在保证可靠性的条件下，零、部件应具有最轻重量和最小体积。减轻重量和缩小体积可以节省原材料的消耗，有利于加工、装配和运输。特别是对于军用携带式的电子设备或空用无线电通讯设备等，减轻重量和缩小体积更具有重要意义。减轻重量对高速传动的零、部件可以减小惯性、降低动力消耗。

减轻重量和缩小体积的一般途径有：

1. 准确地计算零件的应力，可靠地降低安全系数或增大许用应力。

2. 选择合理的材料，例如在许可条件下采用轻合金或非金属材料（塑料等）。

3. 在保证其强度的条件下，选择合理的截面形状，以期减轻零件的重量。

4. 最大限度地简化结构，减少零件的数量，对紧凑结构有显著效果。

5. 在不妨碍装配的条件下，充分利用空间，这样可以减小结构的外廓尺寸，减轻重量。

6. 合理采用热处理及其它强化方法，可以提高材料的机械性能和许用应力，从而在保证强度相同的条件下减轻其重量。

（四）结构工艺性

良好的结构工艺性，可以大大减少产品加工的工时和降低成本。影响结构工艺性的因素是多方面的，而且错综复杂。决定零件结构工艺性的主要因素有：结构的继承性、零件的重复性、结构的标准化、毛坯选择和工艺过程的合理化、材料品种及其消耗等。

提高结构工艺性的方法有：

1. 在结构中,力求减少独特零件的数量,增加相同零件的数量。尽量采用标准件和规格化的零件。

2. 在各种设计方案中,对于不同类型的结构进行可行性比较,然后选择其中最合理的结构。

3. 为了提高装配工艺性,在设计时,必须考虑到装配是否容易,拆卸、维修是否方便。

(五) 产品标准化和采用标准件

“标准化”是现代化大生产的必要条件,又是组织专业化生产的重要前提,标准化是国家的一项重要技术经济政策。

生产越是现代化,分工就越细,协作就越密切,那么,标准化的问题就越突出。要合理简化品种数量,要求零件能通用、互换。通用性程度越高,就越可以实现专业化生产,采用先进的技术装备,缩短试制和生产周期,使生产效率提高,成本降低。

因此,在设计时能否采用标准化和标准件,将是一项重要的技术经济指标。对于结构设计人员来讲,必须牢固地树立有关标准化的设计思想,熟悉和了解现有的各类技术标准,要做到凡是有国家规范的,必须符合国家标准,以保证零件在型式和尺寸上的统一,从而达到零件的互换性。

第二节 零件的工作能力

一、强 度

“强度”是指零件承受载荷的能力。有关强度的概念和计算公式,已在材料力学中阐述。由于电子设备中的精密机械零件受力较小,在设计时,往往是根据结构的需要,确定零件的尺寸,一般说来强度是足够的,不致于发生断裂或破坏。但在设计时,又必须考虑到电子设备有时在冲击和振动的条件下工作,其冲击载荷要比静载荷大十几倍以上,这就必须考虑到在最大冲击载荷情况下,零件应有足够的强度。因此,可以通过受力分析和理论计算,有时也可以通过实验来确定零件的主要尺寸。

但是我们必须注意,不要因一味追求强度,而忽略了重量的减轻和体积的缩小。

提高强度的方法有:

1. 零件断面形状不宜急剧地变化,这样可避免应力集中。
2. 改善零件的受力和应力状态,例如将长压杆件改为受拉杆件,以增加其稳定性。
3. 零件在轴上的布置,应尽量不采用悬臂形式,以免轴上受过大的弯矩而引起较大的弯曲应力。

二、刚 度

“刚度”是指零件在载荷作用下,抵抗弹性变形的能力。

有些工作情况下的机械零、部件,对刚度的要求尤为重要,因为它们微小的变形,往往会对设备的正常工作产生重大的影响。另外,对一些细长杆的轴类零件,要求它们的弹性变

形不超过允许的限度，否则会使一些互相联系的有关零件不能很好地协同工作，降低了机械部件的工作精度。例如，齿轮传动中，如果轴的刚度不足而产生挠曲，它将会破坏齿轮的正常啮合，从而引起齿轮传动误差。

由材料力学可知，零件刚度的大小与材料本身的强度无关，而与材料的弹性模量、零件的截面形状及其几何尺寸有关。为提高刚度，应从这几方面入手。

三、耐疲劳性

零件在交变应力的作用下，在表面上会产生细微的裂纹，随着应力循环次数的增加，裂纹逐渐扩展，零件的有效承载面积就逐渐减小，最后将因不足以承受载荷而发生突然断裂，断裂时的应力将远远小于强度极限，甚至小于屈服极限。材料在最多的应力循环次数下（一般是 10^7 次），所能承受交变应力的最大值，称为材料的疲劳极限（或称耐疲劳性）。疲劳极限既与应力的有关，也与应力状态（脉动循环应力或对称循环应力）有关。

提高零件耐疲劳性的具体措施有：

1. 尽量减少零件横断面尺寸的变化，否则会在零件内部产生较大的应力集中。
2. 降低零件表面粗糙度，当其它条件相同时，零件表面越粗糙，耐疲劳性就越差。

四、振动的稳定性

当外界的机械力促使电子设备产生振动时，如果机械零、部件的固有频率与外激频率相一致，就会产生共振，这时振幅将急剧增大，这种现象称为“失去振动稳定性”。共振可在短期内使零件损坏，因此，设计时应尽量避开“共振点”。

从本质上看，任何零件都是弹性体，它们都具有一定的刚度和一定的质量。因此，任何零件都有一定的自振固有频率，即

$$\omega_n = \sqrt{\frac{F'}{m}} \quad (2-1)$$

式中 F' ——零件的刚度；
 m ——零件的质量。

一般零件由于其刚度较大，其自振固有频率很高，因此产生共振的可能性不大。而弹性元件及其与其它零件组成的系统，固有频率就可能很低，因此很容易与外界载荷的频率相同，从而引起共振。通常是采用改变零件固有频率的方法来防止共振。当此种方法不能获得满意结果时，可将零件安放在由减震器组成的隔振系统上。

五、环境适应性

电子设备所处的环境条件（如环境温度、相对湿度、大气压力、冲击、振动、辐射和运输等）是很复杂的，在如此复杂环境下，电子设备要能正常工作，除了要求元、器件能适应环境外，对机械零部件也提出了同样的要求。

很明显，设备的质量不仅体现在指标的先进性上，而且还与对工作环境的适应性有关。因此，在设备出厂之前，必须进行环境影响因素的试验。即将设备置于人工模拟的工作环境之中，按照技术指标的要求，考验设备中元、器件和机械零、部件抵抗各种环境影响因素的

能力，如耐温、耐湿的稳定性，不渗水性以及冲击、振动、加速度等多种稳定性项目的试验。

为了加强对环境的适应性，必须提高结构设计的水平。例如，采用有效的散热装置，排除温升对机械零件的影响，消除机械因素（冲击、振动）造成的损伤，加强防腐、防潮、防霉的措施。

第三节 误差和精度

一、误差的种类

“误差”是指零件的测量值与其真实值（或称理想值）之间的差异。零件的误差可分为：

（一）设计误差

这类误差产生在零件的设计过程中。例如在拟订设计方案时，由于选用近似的机构代替理想机构，以及采用了近似的假定，使得设计的零件在原理上有了误差。当然如果对未知参数假定的数目越多，或者近似机构与理想机构之间的差异越大，则产生的设计误差亦越大。

（二）工艺误差

这类误差产生在零件的制造过程中。如零件的加工误差，它们的尺寸和形状不可能制造得完全正确；由于装配、调整不当而引起的误差；以及零件材料在性能上不完全符合设计的要求而产生的误差等。

（三）使用误差

这类误差产生在零件的使用过程中。例如零件配合表面之间的磨损，零件在相对运动中形成的摩擦，零件在载荷作用下的变形，环境温度的变化而引起零件尺寸的改变，以及由冲击、振动等因素所造成的误差。

上述的三种误差有时是相互制约、相互矛盾的。例如，为了减小设计误差，而不采用近似机构，这样必然使零件的结构复杂化，因而增加了制造上的困难，造成了较大的工艺误差。又如为了减小工艺误差，设计时选用较高精度的公差，采用高精密度的机床设备进行加工，这必然会提高零件的制造成本。因此，正确处理好这三类误差的关系，对合理提高零件精度非常重要。

二、误差与精度之间的关系

误差和精度是两个互相对立的概念，也就是说，零件的误差越小，零件的制造精度就越高。怎样处理好两者的关系呢？我们提出如下几点建议：

1. 在满足设计要求的条件下，应尽可能采用简单的结构。这不仅能降低制造成本，并且由于制造简单，工艺误差小，因而有利于提高零件的精度。

2. 在设计零件时，如果单纯依靠减小零件的工艺误差来提高零件的精度，这种做法是片面的，有时也是不合理的，因为这样不但提高了制造成本，有时也很难达到。因此，在设计零件时必须考虑采用调整环节或补偿机构来提高和保证零件的精度。