

高等学校教学用书

机械零件

JIXIE LINGJIAN

上册

山东工学院机械原理及零件教研室等编

人民教育出版社

高等学校教学用书



机 械 零 件

JIXIE LINGJIAN

上 册

山东工学院机械原理及零件教研室等编

人 民 教 育 出 版 社

本书系参考中华人民共和国前高等教育部 1956 年批准的高等工业学校机械类各专业适用的“机械零件”教学大纲,并根据教学革命的精神和要求,考虑了广大师生在参加技术革新和技术革命运动中,对过去这门教材所提出的意见而编写的。编写中并征求了厂矿技术人员的意见。

全书共十七章,除包括联接零件、传动零件和转动零件的基本内容外,还增加了无级变速器、减速装置、螺旋传动、弹簧和机器的总体设计等新内容。全书加强了机器的总体设计概念。本书初版分上、下两册出版。上册包括联接零件,无级变速器和传动零件的一部分共七章;下册除包括传动零件和转动零件外,还有螺旋传动、减速装置和机器的总体设计等新内容,共十章。

本书系由山东工学院、山东机械学院等院校集体编写的。

本书适合于高等工业学校机械类各专业作为教材,并可供厂矿设计部门和设计机关中的工程技术人员参考。

机 械 零 件

上 册

山东工学院机械原理及零件教研室等编

人民教育出版社出版 高等学校教学用书编辑部
北京宣武门内承恩寺7号

(北京市书刊出版业营业许可证出字第2号)

人 民 教 育 印 刷 厂 印 装

新华书店科技发行所发行

各 地 新 华 书 店 发 行

统一书号 15010·966 开本 787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张 18 $\frac{1}{4}$

字数 316,000 印数 00001—10,000 定价(7) ¥1.40

1960年11月第1版 1960年11月北京第1次印刷

序

在党的正确领导下,在毛主席思想和总路线的光辉照耀下,我国国民经济正呈现着一个空前未有的持续跃进的局面,而国民经济的持续跃进也就促进了科学文教事业的高速度发展,尤其在贯彻了党的“教育为无产阶级政治服务,教育与生产劳动相结合”的方针以来,我国教育工作更起着根本的变化。几年来,我们虽也对“机械零件”教材进行了多次改编,以不断提高教学质量。但在这一天等于二十年的伟大时代里,我们一直感到教材内容不能满足日益发展的社会主义建设的需要;特别是在技术革新和技术革命运动深入地开展以来,原有教材的内容很难满足客观形势发展的要求,更使我们深刻体会到“教学必须改革”的意义及其正确性。

我们山东地区的几个工业院校有关师生,在参加了技术革新和技术革命运动之后,对于进行教学改革,对于使“机械零件”更好地满足当前工农业建设的需要都有同样迫切的要求。这份教材就是在我們响应了党的号召,在深入教育革命的过程中,根据教学改革的要求,通过酝酿进行协作,由山东工学院机械原理及零件教研室负责,有山东机械学院、山东煤矿学院和青岛冶金专科学校参加进行编写的。

在编写中,我们以毛主席的思想为指导,首先分析和讨论了过去教材中存在的主要问题,及如何建立新教材的科学系统性和保证课程内容的完整性,并加强了理论基础,以便更好地为生产服务、为技术革命服务、为专业服务。

大家一致认为,过去的教材是较孤立地讲授各种零件,而对一部完整的机器缺乏较明确的总体设计概念;在机械零件的讲授方面,存在着偏重强度计算,而忽视全面设计的倾向。这些缺点,通过课程设计和技术革命运动中的设计工作,反映的更加突出。因此我们首先在绪论中增加了有关内容,并在教材最后部分增加了总体设计一章,加强了总体设计概念,以使学生在学过这门课程后,对于设计一部机器所应考虑的基本问题有一概括的认识。此外,对于一些零件的公差与配合和技术条件的制定等有了进一步的阐述,以加强零件的全面设计。

在教材中,我们还增加了一些新内容,力求反映新的科学技术成就以及技术革新、技术革命对本课程的要求,例如:教材中增加了胶粘联接,无级变速器以及诺维可夫齿轮、含油轴承、空气轴承、传送带、运输链等内容。

在编写过程中,我们也注意了对基础技术课提出的高、广、深的要求;因此加强或增加了接触应力计算,传动链、运输链的设计,变转速、变载荷下滚动轴承的计算,卫星轮系的设计,轴的振动等内容,以加强理论基础。

在齿轮一章中,为了增强齿轮传动的系统性和完整性,为了更便于同学全面掌握有关齿轮的内容,我们把齿轮的啮合原理部分与设计计算部分合并在本课程中讲授。此外也考虑

到軸與鍵的連帶性，我們也將這兩部分內容合併在一起進行講授。

隨着新的科學技術成就不斷地出現，機械製造的各个方面及機械設計的內容也不斷在革新，我們根據機械發展的趨勢，並結合了專業的需要，刪去了鉚接聯接，壓縮了螺釘、鍵聯接、摩擦輪等內容，而加強了其他傳動零件與轉動零件的內容。實際上這也反映了技術革新和技術革命對本課程的要求。

目前教育革命、思想革命、技術革命正在繼續深入開展，我們對這三大革命的認識和實踐都還很不夠，特別是限於我們的水平和時間倉卒，所編出的這份教材必然會存在着許多缺點和錯誤。因之，我們一方面正在繼續深入地對這門課程進行調查研究，以期在初版的基礎上進一步提高。另一方面希望採用本書的同志們能積極地提出批評和指正，幫助我們改進教材中的缺點，糾正錯誤，以迅速提高本書質量。批評和意見請寄濟南山東工學院機械原理及零件教研室。

山東工學院機械原理及零件教研室

1960年8月

目 录

序.....	iii
第一章 緒論.....	1
§ 1-1. “机械零件”发展簡史.....	1
§ 1-2. “机械零件”对发展我国机械制造业推 动技术革命所起的作用.....	2
§ 1-3. 机械設計的概念.....	3
§ 1-4. 机械的发展趋势.....	12
§ 1-5. 机械制造中常用的材料及其选择.....	14
第二章 螺紋联接.....	26
§ 2-1. 螺紋.....	26
§ 2-2. 螺紋的形状、种类及应用范围.....	29
§ 2-3. 螺紋联接概述.....	32
§ 2-4. 螺紋联接的强度計算.....	38
§ 2-5. 螺紋联接的材料及許用应力.....	50
第三章 焊接与胶粘联接.....	52
§ 3-1. 焊接概述.....	52
§ 3-2. 焊縫的主要型式.....	53
§ 3-3. 电弧焊縫的强度計算.....	54
§ 3-4. 焊接結構的材料及焊縫的許用应力.....	61
§ 3-5. 胶粘联接的意义和特点.....	65
§ 3-6. 胶粘联接的設計.....	66
§ 3-7. 常用的几种金属胶粘剂.....	68
第四章 靜配合联接.....	70
§ 4-1. 概述.....	70
§ 4-2. 靜配合联接的計算.....	71
第五章 无級变速器.....	78
§ 5-1. 概述.....	78
§ 5-2. 机械无級变速器的工作原理及結構.....	78
§ 5-3. 机械无級变速器的設計与計算.....	84
§ 5-4. 齒盘和鋼环的材料选择及技术条件.....	94
第六章 皮带傳动.....	95
§ 6-1. 概述.....	95
§ 6-2. 平皮带傳动的型式.....	96
§ 6-3. 張紧皮带的方法.....	97
§ 6-4. 平皮带的种类与皮带接头.....	99
§ 6-5. 皮带傳动的几何关系.....	102
§ 6-6. 皮带傳动中作用力的分析.....	103
§ 6-7. 皮带傳动工作时的应力.....	106

§ 6-8. 皮带傳动的彈性滑动和滑动曲綫.....	107
§ 6-9. 平皮带傳动計算.....	111
§ 6-10. 有張紧輪的平皮带傳动的构造及計算特 点.....	117
§ 6-11. 高速平皮带傳动.....	119
§ 6-12. 三角皮带傳动概述.....	120
§ 6-13. 三角皮带的結構和尺寸.....	120
§ 6-14. 三角皮带傳动的計算及傳动参数的选择.....	123
§ 6-15. 皮带輪.....	126
§ 6-16. 运输皮带.....	132
第七章 齿輪傳动.....	137
§ 7-1. 概述.....	137
§ 7-2. 齿廓啮合傳动的基本定律.....	139
§ 7-3. 渐开綫及其特性.....	140
§ 7-4. 渐开綫齿輪及其傳动特性.....	143
§ 7-5. 渐开綫齿輪啮合傳动质量指标.....	149
§ 7-6. 齿輪制造原理.....	156
§ 7-7. 渐开綫齿廓的切根現象.....	159
§ 7-8. 标准齿輪不发生切根現象的最小齿数.....	161
§ 7-9. 移距修正齿輪.....	162
§ 7-10. 修正齿輪的无間隙啮合方程式及輪心分 离系数方程式.....	165
§ 7-11. 等移距修正齿輪.....	166
§ 7-12. 不等移距修正齿輪.....	168
§ 7-13. 修正齿輪在机械上的应用及修正系数的 选择.....	172
§ 7-14. 渐开綫斜齿圓柱齿輪.....	175
§ 7-15. 螺旋齿輪.....	180
§ 7-16. 圓錐齿輪.....	183
§ 7-17. 齿輪的损坏.....	191
§ 7-18. 齿輪受力分析.....	194
§ 7-19. 齿輪的計算載荷.....	198
§ 7-20. 齿輪表面耐久强度計算.....	203
§ 7-21. 齿輪的弯曲强度計算.....	208
§ 7-22. 齿輪的等强度計算.....	211
§ 7-23. 圓柱齿輪傳动基本参数的选择.....	212
§ 7-24. 齿輪材料及許用应力.....	213
§ 7-25. 齿輪傳动的潤滑.....	217
§ 7-26. 諾維珂夫齿輪傳动.....	219
§ 7-27. 齿輪的結構.....	227

第一章 緒論

§ 1-1. “机械零件”发展簡史

毛主席在“实践論”中曾指出：“首先，馬克思主义者认为人类的生产活动是最基本的实践活动，是决定其他一切活动的东西。人的認識，主要地依赖于物質的生产活动……一切这些知識，离开生产活动是不可能得到的。”

“机械零件”这门科学就是人类生产活动在自然科学方面的經驗总结的一部分。

我們祖先在机械零件方面的創造和发明具有悠久的历史。在商朝时，就有了杠杆式的汲水工具——桔槔。周朝时便有了卷筒式的汲水工具——轆轤。汉灵帝(168—189年)时，就出现了連續式的引水工具——翻車。这些简单机械实际上就是今天在工厂、矿山中不可缺少的起重运输机械的原始雛形。

东汉时，張衡所发明的“浑天仪”、三国时馬鈞所創造的“記里鼓車”、“指南車”就已应用了复杂的輪系傳动。在所有这些机械中，我們的祖先都广泛地应用了各种机械零件，促进了当时生产的发展。从这些机械的創造发明中，我們可以看到广大劳动群众的无穷无尽的創造智慧。

同样，在古代的埃及、希腊和羅馬的劳动人民，在从事农业劳动以及在修建金字塔等巨大的建筑工程中，也都应用了杠杆、絞車、螺旋、齒輪等机械的原理与简单的机械零件。

但是在西方，一直到15世紀文艺复兴以后，科学才逐渐发展起来。这时，被馬克思誉为偉大的艺术家、数学家、力学家和工程师的列·达·芬奇就曾研究了杠杆、滑車、差动齒輪以及关于齒輪齒形、螺旋等問題，并从实验与現象中得出一些結論。

随着生产力的发展与生产工具的不断改进和完善，特别是由于机器的出現代替了手工操作而引起了工业革命之后，更有力地推动了机械制造业的发展。但当时系統地研究机械設計的資料还很少，机械零件还没有成为一门独立的科学。直到19世紀中叶它才与現在的“机械制造工艺学”、“起重機”、“內燃机”、“蒸汽机”等課程的内容綜合地包括在“机械学”或“机械制造学”一类的課程中，而逐渐形成了机器制造和設計的系統的科学。随着生产知識和設計經驗的不断积累和丰富，“机械零件”才从这样一门綜合性的課程中分离出来。1882年俄国科学家基尔比巧夫編写的“机械零件教程”在彼得堡出版，第一次为这门科学奠定了基础。

其后，关于“机械零件”科学的研究在各国都有不同程度的发展。而在“机械零件”的发展过程中，俄国和苏联的科学家作出了卓越的貢獻。列宁称之为“俄罗斯航空之父”的茹可夫斯基在机械零件方面解决了螺母螺紋中压力分布及皮带的彈性滑动問題；彼得罗夫院士奠定了液体摩擦潤滑的軸承計算基础；彼得塞維奇研究了齒輪及蝸輪傳动中表面强度的計算問題；諾維可夫研究了新的点嚙合傳动齒輪的理論……这一切不但丰富了机械零件科学

的內容,而且不斷引起了機械零件設計方法的革命。

在我國,長期的封建統治摧殘了科學事業的發展,特別是近百年來帝國主義的侵略和壓迫,使我國科學技術事業幾乎瀕於窒息狀態。解放前,反動統治階級更是為虎作倀,抑制我國科學事業和民族工業的發展。因而“機械零件”這門科學與其他科學一樣,沒有得到任何發展。“機械設計”這類課程的內容,不但在理論上遠遠地脫離實際,而且突出地呈現着為帝國主義、資本家推銷商品的色彩,十足地反映了半殖民地的買辦教育的本質。

在人民政權建立以後,在黨的正確領導下,“機械零件”才象其他科學一樣,獲得了廣闊的發展前途。通過1952年的教學改革和大力學習蘇聯,“機械零件”的內容有了根本的改變。1958年開始貫徹黨的“教育為無產階級政治服務,教育與生產勞動相結合”的方針之後,“機械零件”更進一步地結合了當前國內的生產實際,為祖國的社會主義建設發揮了更大的作用。目前,工農業生產的繼續大躍進和技術革新、技術革命的蓬勃開展,必將促使“機械零件”這門科學進行重大的革新與進一步的發展,以適應生產發展的需要。

§ 1-2. “機械零件”對發展我國機械製造工業推動技術革命所起的作用

毛主席曾說過:“中國只有在社會經濟制度方面徹底完成社會主義改造,又在技術方面,在一切能夠使用機器操作的部門和地方,通通使用機器操作,才能使社會經濟面貌全部改觀。”因此,所有國民經濟各部門,從工業、農業、運輸業、建築業……都必須應用機器。否則,我們的社會主義建設事業就不可能有進一步的發展。在黨的領導下、建國十年來我國的機械製造工業取得了輝煌的成就。尤其是1958年以來,在黨的社會主義建設總路綫的光輝照耀下,在大躍進和人民公社的一日千里、飛速發展的大好形勢推動下,以及在黨的八大二次會議關於開展技術革命、文化革命,而使一切能夠使用機器的勞動都使用機器的偉大號召下,機械製造工業進入了一個更高的發展階段。目前,我國機械工業已經完成了從修配到製造的過渡,又從製造一般的機器設備開始進入了能夠製造重大精密和尖端機器設備的階段。其中,從仿造到自行設計是近年來我國機械工業技術上的一個飛躍。現在我們不僅能夠設計一般的機器產品,而且能夠設計精密機床、萬噸遠洋貨輪、新型機車、汽車、飛機、12500噸自由鍛造水壓機、軋輥直徑1150毫米的初軋機以及其他重大和尖端的产品,這就標志着我國機械工業已經進入了世界先進技術的領域。

在黨的領導下,技術革新和技術革命的群眾運動正在更加深入和廣泛地開展着,廣大勞動人民和工程技術人員迫切要求迅速改變我國“一窮二白”的面貌,要求更快地擺脫笨重和繁瑣的體力勞動,變手工操作為半機械化、機械化,半自動化和自動化;並正在向新材料、新技術、新產品進軍,因而形勢要求我們必須設計和製造出品種更多的機器。要完成這個艱巨的任務我們必須積極學習技術革新和技術革命運動中的先進技術和設計方法,學習國外、特別是學習蘇聯的先進科學技術,同時更重要的是結合我國的實際情況,發揮自己的創造能力來進行設計。

“機械零件”是設計一切機器的基本科學,只有充分運用這門科學,才能設計出合理的機

械来。

§ 1-3. 机械设计的概念

(一) 机器的组成

任何一部机器都由零件所组成。随着生产的发展,机器的结构也不断改进并日趋完善,简单机器的组成零件的数目较少,而一部复杂的机器,如机床,汽轮机等,其零件数目可达数千以至万件,如此繁多的零件彼此结合又形成了许多独立的部分。一部完整的机器应包括三个这样形成的部分:(1) 发动机构;(2) 传动机构;(3) 工作机构。

但是一部机器,特别是比较大型的机器,从设计、制造及装配的观点来看,分解为许多部件却更为方便。按部件来设计和制造机器时,便有可能使各部件进行平行装配,使各个部件能单独地进行调整和试验。所有这些,都有助于改善生产组织,缩短机器的生产周期。把机器分成部件还不仅是为了制造、装配、运输上的理由,而且也是提高机器的经济指标和运转指标的重要方法。以大批生产的 1336 型六角车床为例,根据装配工作的性质,最好分解为以下的部件(图 1-1):

- ①机座;
- ②六角刀架;
- ③送进冷却液的装置;
- ④六角刀架纵向运动的机构;
- ⑤变速箱;
- ⑥送进棒料的夹具;
- ⑦走刀箱;
- ⑧机床的电气设备。

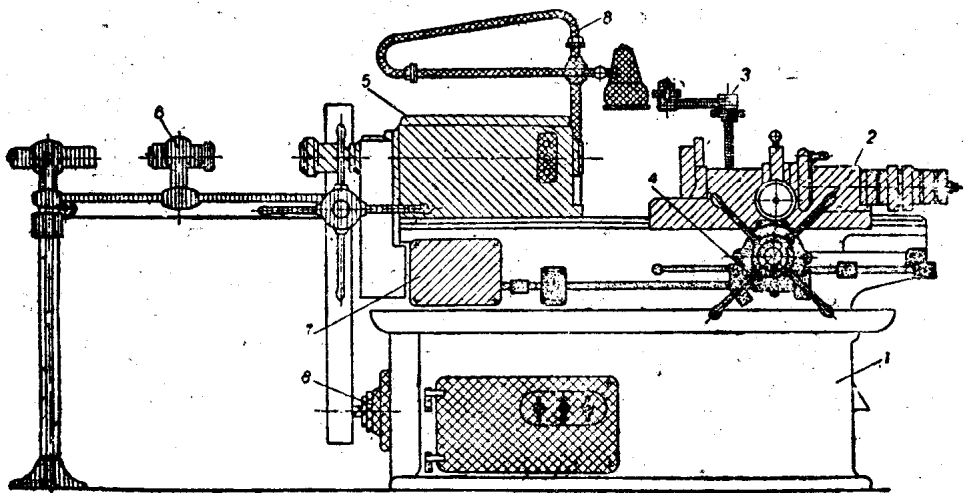


图 1-1.

按部件进行設計,不仅給装配、經濟核算带来很大利益,而且由于組成部件可拼可拆,在許多情況下能拼湊成大型的机器而体现出以小干大的特点。在技术革新与技术革命运动中出現的“积木式”机床就是根据这个原則,利用十几个部件組成的。它可以互換而拼組成:臥式車床、鏜銑联合机床,单臂銑床和立式銑床等。它完全可以适应各种不同零件的工艺要求而組裝成各种专用机床,并且能在沒有大设备的情況下,以小干大,从而推翻了過去那种認為加工大零件只能用固定不拆的大机床的片面观点。

把机械分解为部件,更可以加速机器的設計进程。有时为了便于設計人員平行地进行設計工作,还可以把部件再分解为組件。例如在設計車床变速箱时就可以以摩擦离合器、換速机构、主軸組、潤滑装置等为組件而进行平行設計。

几个設計人員平行地进行各部分的設計能使設計周期大为縮短。

(二) 机械零件的分类及“机械零件”課的性质和任务

机器或机器的部件,都是由許多零件組成的。例如:在机床的变速箱,走刀箱中应用了螺釘、軸、鍵、軸承、齒輪、蝸輪、皮帶輪、离合器以及螺旋之类的零件(图 1-2)。这些零件不但在机床中大量使用,而且在其他机器中也經常遇到。这种大部分机器所共有的零件,我們称为通用零件。而象机床中的刀架和卡盘,汽輪机中的叶片、內燃机中的活塞等零件,只是在个别机器中才能見到,这类机器零件我們称为专用零件。

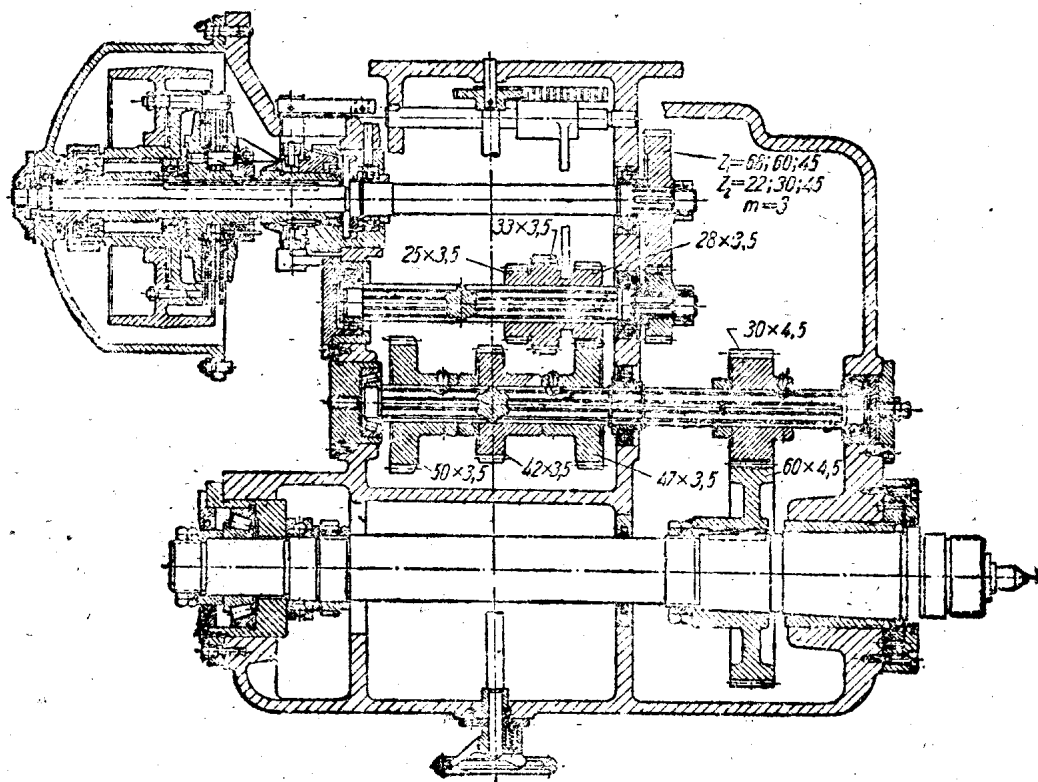


图 1-2.

“机械零件”的主要任务是以通用零件为对象、研究其设计方法,使设计人员能根据多快好省的原则,综合考虑强度、结构工艺性等方面的要求之后,合理地选定材料、决定尺寸、选出配合公差、定出技术条件,最后完成工作图的绘制。因此,要求通过本课程的学习,能培养同学具有社会主义的设计思想;另一方面要求本课程能很好地配合其他学科,以使设计人员能出色地完成上述设计任务。而最后通过本课程的全面学习,使同学具有设计一般机器,以及处理一般工程技术问题的能力。

在高等工业学校的教育计划中,这门课是属于基础技术课。它一方面要综合运用已经学过的理论力学、材料力学、机械原理、机械制图、公差、金相热处理等课程内容,同时也为以后专业课的学习打下基础。

(三) 机器及机器零件的设计原则

一部合理设计的机器应该满足下列几方面的要求:

(1) 使用要求

(a) 机器必须与设计的目的要求相适应——每部机器都应根据不同的要求设计出最合理的结构,以减轻工人的劳动强度和提高劳动生产率。例如:在各种机床上加工的零件,除了材料不同、形式不同、尺寸不同以外,其精确度和光洁度的要求也不同,同时生产的规模也不同,这就要求有特殊的、适用于各种零件加工需要的机床。因此在进行设计时,首先应分析设计任务,选定机器的机构方案,然后设计能满足机器运转要求的零件。

设计时必须适当地采用现有的结构方式,并在此基础上加以改进和提高,只有这样,才能设计出高生产率的并在经济上及工艺上合理的机器。

(b) 机器的强度与刚度——机器本身的强度与刚度,要由机器中各个零件的强度与刚度来保证。机器中的零件不但不应发生破断,而且也不允许产生破坏机器正常工作的残余变形。零件的损坏不仅给生产造成损失,而且往往会发生严重的事故。因此我们把强度要求看成是机械设计中的重大要求之一。

例如:机床中的轴和主轴,在工作中承受着弯矩、扭矩、压力或拉力。在这种复杂的受力情况下,它们必须保持足够的强度;齿轮要能传递一定的功率,首先要轮齿具有一定的弯曲强度而不允许产生轮齿折断现象;用以联接齿轮和轴的键,在工作中也不应由于受到剪切和挤压而产生剪断和表面压坏现象等等。对于那些受到反复接触应力的零件,例如:轮齿表面,摩擦轮表面以及滚动轴承中的各零件,还要求有足够的接触强度,以防止由于金属表面的疲劳剥伤而影响整个机器的运转质量。

机器零件的强度计算可归结为满足强度条件:

$$\sigma \leq [\sigma]$$

或验算安全系数 n , 即

$$n = \frac{\sigma_{\text{пред}}}{\sigma}$$

式中: $\sigma_{\text{пред}}$ ——材料的极限应力。可以根据不同情况采用屈服极限 σ_s , 强度极限 σ_L , 疲劳

极限 σ_{-1} ;

σ ——作用在零件危險剖面上的应力;

$[\sigma]$ ——許用应力。

为了使零件具有一定的强度,必須保証有足够大的安全系数,而安全系数又必須根据使用条件,全面地考虑許多因素之后来加以选择。当然,毫无根据地加大安全系数只会使机器加重,增加材料的消耗并提高了机器的成本。这是不符合增产节约的精神的。

零件除应有足够的强度外,还必須有足够的刚度。例如:机床中主軸刚度不足时,所加工的零件精度不可能达到預定的要求。由于軸的弯曲,会造成軸上齒輪嚙合不正常,傳动工作不平稳,使軸承上的压力集中等一系列的問題,若軸上装有推移式齒輪或其他移动零件时,就会使它在軸上的移动发生困难;对机床床身也必須要求具有一定的刚度,以便在加工时不致因作用力过大所引起的变形超过零件加工精度所允許的范围。

在設計时适当地增加支承、支持点,改变支承方法;以减少伸距或跨距就都能有效地提高結構的刚度,因此也就可能減輕个别零件或整个結構的重量。

增大机器或个别部件的刚度可以大大提高机器的振动稳定性。設計工作者的任务就在于找出能够使机器所有部分具有足够强度、刚度、振动稳定性和最小重量的設計方法。

(c) 机器的耐磨性——耐磨性可以提高机器的使用可靠性,从而延长机器的使用期限。我們知道,在不少情况下。修理一部机器需要較多的时间和費用。因此設法提高机器的耐磨性,延长机器的寿命,可以节约大量金属和工作設備,对整个国民經济具有极大的意义。

机器中作用于两相互接触零件表面之間的单位压力 p , 超过一定数值时,則在相对运动的情况下会产生严重的磨損。此外在两摩擦面之間,由于摩擦而产生的热量与单位压力 p 和速度 v 的乘积成正比,因此 pv 值变大时机器过热,潤滑油亦将失去潤滑作用,从而使摩擦表面迅速的磨損。因此为了提高机器零件的耐磨性,延长机器的使用寿命,一般要限制接触面上的单位压力 p 以及 pv 值。

对于使用目的,使用情况,以及制造材料不同的机器都有不同的 p 和 pv 的許用值。

有时在設計中可以采用調整被磨損零件位置的办法来补偿各个零件的磨損。

机床上剖分式的主軸滑动軸承(图 1-3) 或車床導軌上的斜楔就是这种补偿零件磨損的

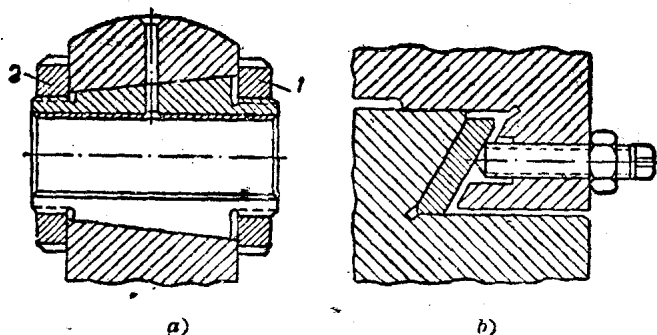


图 1-3.

例子。图 1-3, a 中当轴承磨损后, 可以松一松螺母 1, 同时扭紧螺母 2, 以减小主轴与轴承面因为磨损而增大的间隙。

此外精确地加工摩擦表面, 亦即提高表面光洁度; 改进润滑处密封装置的结构; 改进润滑方法; 进行摩擦表面的强化等等都可提高机器的耐磨性。而设计工作者应当把这些方法综合地加以考虑之后, 找出恰当的方法, 在最经济的条件下提高机器的寿命。

(d) 机器的振动稳定性——减轻结构重量并进而提高机器的工作速度之后, 常常会促成振动的产生, 这种振动载荷能引起零件的疲劳破坏, 而这种破坏在其发生以前没有明显的塑性变形, 常常是突然来临的。

当机器或其零件的自振频率与引起自振的周期外力的变化频率吻合时, 就产生共振。这时振幅会剧烈地增大, 有时甚至使机器或其零件损坏。如果金属切削机床的主轴以及与之有关的各零件产生了振动, 将使加工表面的质量变劣, 并使刀具很快地变钝甚至损坏。

避免振动的最基本的方法是消除那些产生振动的外力, 但是在实际上, 这是很难做到的, 因此常常采用改变系统的动力特性 (改变质量的惯性矩和前述的改变零件及部件的刚性) 的方法来解决振动问题。当这些方法不可能获得满意的结果时, 就在系统中加入特殊装置——消振器。

除以上所述的基本使用要求外, 对机器还有一些其他的使用要求, 例如载重汽车、飞机等的自重要尽可能地小, 小汽车发动机的工作要求无声等等。

2). 社会要求

在资本主义社会中, 资本家为了求得最大利润, 尽量剥削和压榨工人, 他们在设计机器时, 只着眼增加工人的劳动强度而根本不去注意工人的安全问题, 因此不幸事故是无法避免的。但是在社会主义制度下, 却与此相反, 对机器的主要社会要求是对工人的安全性, 以及为工作人员创造最好的劳动条件。

在设计过程中, 设计人员应首先考虑到防护外露的运动部分和用连锁装置的办法来达到安全的目的。例如, 在设计冷冲压压力机时, 就应采用这样的连锁装置, 只有当工人的双手都放在操纵手柄上时, 才可能启动冲头; 又例如在传动中, 应当用罩壳罩起所有的皮带等都是设计者所必须考虑的。

在生产中为了给使用机器的工人创造最好的劳动条件, 还要求机器的操纵方法简单, 方便, 易于记忆, 不需要很大的注意力和过多的体力消耗; 机器外形应平整、美观、很好的着色和修饰, 为工人创造良好的生产环境。这一切都能够改善劳动条件, 并有利于提高劳动生产率。

3) 经济方面的要求

(a) 具有最高的效率——机械效率的高低可以说明机器工作时发生有害阻力的大小, 而有害阻力所消耗掉的功在很大程度上决定于运动付的性质。在现代的机器中, 由于运动付的相对运动速度不断增加, 所以耗费于克服有害阻力的功率可能达到相当可观的数值, 实验证明, 当主轴转速极大地增加时, 机床的效率要急剧地降低。图 1-4 表示 1M36 型机床根据

不同滚动轴承的种类得出的空轉功率变化曲綫。曲綫 1 是具有圓錐滾柱轴承的中間軸; 曲綫 2 为滾珠轴承支承的中間軸。

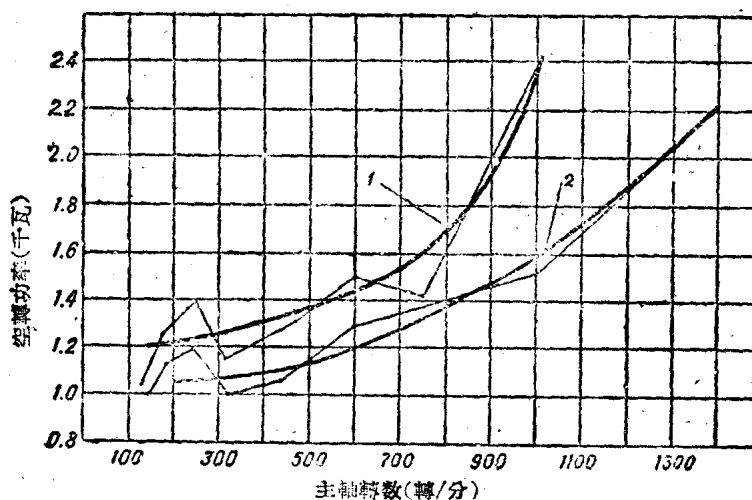


图 1-4.

在某些机器中,例如紡紗机,有效地用于工艺需要的功率非常小。能量主要消耗于机器本身的有害阻力。

为了减少运动付的有害阻力,設計者应当正确选择潤滑油的粘度、提高摩擦面的加工質量,使用摩擦系数較小的材料,用滚动轴承代替滑动轴承等等。

(b)降低机器的成本

机器的成本主要由所消耗的材料,制造費用,以及車間与工厂的附加費用所組成。

設計者在設計开始时就应当知道材料价值的大約数值,了解零件加工工艺过程和各部分加工过程的相对成本,以便在設計过程中获得机器成本的概念。

設計机器或零件时,应尽量减少机件的尺寸和重量,以减少材料消耗。这可通过改进計算方法、合理地提高許用应力、应用新的科学技术成就、改进部件或零件的結構、合理設計鑄件、用焊接或冲压件代替鑄件、应用較輕的材料(如輕合金,塑料,木質材料)或强度較高的材料(如用球墨鑄鉄代替普通灰鑄鉄)等方法来达到。

在設計中应尽量节约有色金属及稀有金属,充分利用我国資源。

目前还有许多机器或零件的尺寸和重量远远超过按强度計算与其他使用条件所需要的限度。这大多是由于墨守成規的設計方法或根据陈旧的设计圖紙制造出来的,在設計新的机器或零件时,应根据不断革命的精神,綜合地提出改进方案,力求滿足降低生产成本的要求。

制造費用取决于零件的結構、精度和复杂性、以及毛坯成本、机械、热处理等各种加工成本和装配成本。在設計中应尽量考虑簡化生产过程,合理选择毛坯,减少制造劳动量,这是降低制造成本的极重要的途徑。

必須注意,机器的成本并不等于它的各个零件的成本之和,事实上可能制造出一些簡單

而价廉的零件,但应用这些零件组成的机器的装配价值可能非常高,以致于最后机器的成本也很高。

因此在降低机器成本方面,必须从全局出发、通盘考虑,避免片面的设计思想。

4) 工艺方面的要求

现代的机械制造中,对于一个零件要使它具有所需的形状,可以有許多不同的制造方法。其所用的设备、工具亦各不相同;对于同样功用的零件,也可以用完全不同的材料,不同的强化方法而得到不同的机械特性。而且随生产规模的变化,其相应的工艺要求也就不同,所以在某种产量规模与生产条件下,完全符合工艺性的结构,在另外一种生产规模与条件下就不一定合适。例如图 1-5 所示为三种不同结构的二联齿轮,图 1-5, a 的结构适合于生产量不大而又没有插齿机的工厂;如果有插齿机床则图 1-5, b 的结构较好,但在大量生产中,图 1-5, c 所示的冲压结构就更为合理,它与图 1-5, b 的结构比较可以减轻重量 20~30%,由此可见;与具体生产条件不相关的合乎工艺性的结构是不存在的。对于整个机器和零件有下列一些普遍性的工艺要求:

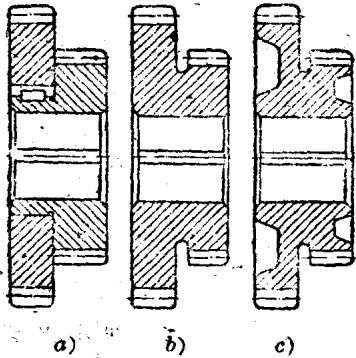


图 1-5.

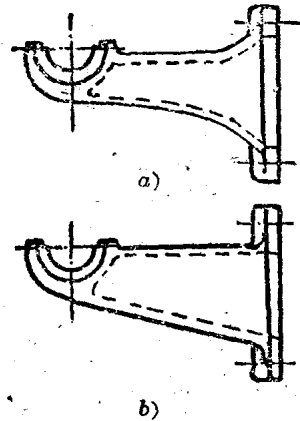


图 1-6.

(a) 简单合理的结构形状——零件的结构形状要力求简单合理,它们应当是现代机床所能制造的形状,以便采用高生产率的加工方法。例如渐开线齿轮,从几何形状来说是相当复杂的,但它可以用生产率与加工精度很高的范成法来获得,因此是合理的。相反,如方牙螺纹,形状虽然简单,但不能用高生产率的铣切方法制造,因此应用的不多;此外,零件的形状应当减少加工表面数目与加工定位次数。例如图 1-6, a 所示零件外形复杂、造模困难。而图 1-6, b 所示的零件则较好;图 1-7, a 所示的零件加工表面面积大。图 1-7, b 所示的零件

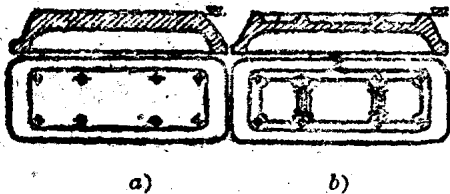


图 1-7.

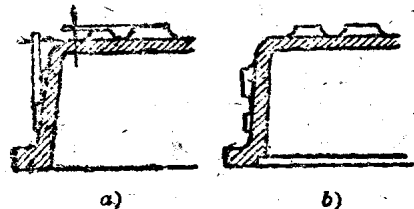


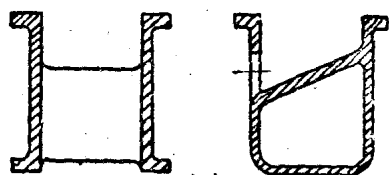
图 1-8.

則減少很多; 圖 1-8, a 的零件幾個凸台高度不同, 需要二次定位。如改為高度相同 (圖 1-8, b) 則較合理。

圖 1-9 為機床床身剖面合理與不合理的形狀比較。

(b) 合理地選擇毛坯——零件的工藝性在很大程度上決定於毛坯的製造方法。機械加工要比壓力加工和鑄造貴得多, 同時還要消耗被切割的金屬。因此應盡量把零件成形的大部分工作移到毛坯車間去完成, 使毛坯形狀盡可能与零件成品的形狀相接近。

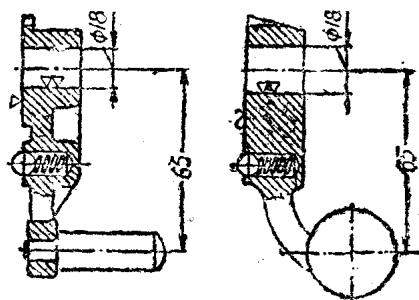
(c) 簡化機械加工——一般說來, 機械加工勞動量最少的零件是合乎工藝性的零件, 因為機械加工所花的勞動量在製造零件的總勞動量中至今仍占相當大的比例, 但是在不同的具體條件下, 對機械加工工艺提出的要求是極不相同的, 它們要由加工的特點和生產設備來決定。



正確

不正确

圖 1-9.

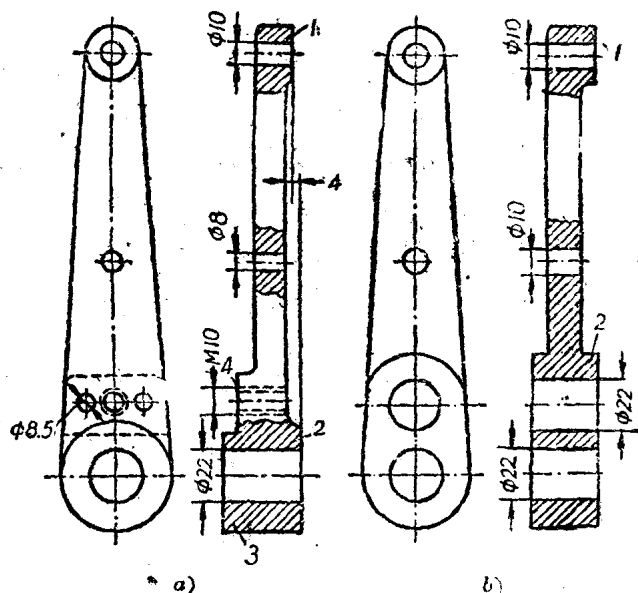


a)

b)

圖 1-10.

圖 1-10 所示為車床上用的轉換手柄改進前 (圖 1-10, a) 與改進後 (圖 1-10, b) 的形式。改進後的結構可以降低機械加工量, 同時冷鑄的手柄可以不經拋光就能得到光潔的表面。



a)

b)

圖 1-11.

圖 1-11, a 所示的零件需要鉋 6 個不同直徑的孔, 台肩 1、2 和 3、4 的高度不同, 需分別加工, 凸台 4 還需銑制, 如果結構改變為圖 1-11, b 所示的形狀, 則可大大簡化機械加工。

(d) 合理的製造精度和加工表面光潔度——規定零件的製造精度時, 必須注意到精度等級的提高不可避免地會引起製造勞動量和成本的增加, 因此不應單純追求過高的精度, 只要保證滿足零件的工作條件所必須的精度要求就夠了。

加工表面的光潔度也應該在保

証接合表面工作要求所必須的範圍內选取較低的等級，因為過高的光潔度要求會引起工序和設備的增加。

(e) 減少機器裝配勞動量——裝配工作的勞動量與機械加工的勞動量相比較，概略說來，在小批生產中約占 50—60%，成批生產為 40—50%，大批和大量生產中為 25—30%，在機床製造業中，這個數字約為 45%。因此在設計時，周密地考慮零件的裝配問題，不但能大大減少裝配勞動量，而且對拆卸、運輸和修理都有極大便利。

在裝配工作中，很重要的一點是套件的幾個表面應該是有先後地依次進入箱体零件中。圖 1-12, a 所示，軸的兩個軸承同時裝入箱体零件的配合孔中，這就使得套件的裝配發生困難，而圖 1-12, b 作了改進後就方便得多了。

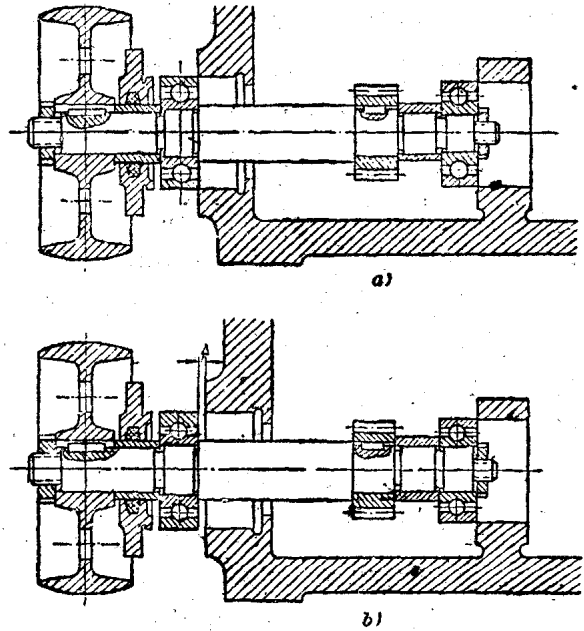


圖 1-12.

用置於床腳內部的螺釘把床身固定在床腳上，圖 1-13, a 所示，就很難進行裝配。在改進後的結構中(圖 1-13, b)就簡化了裝配工作。

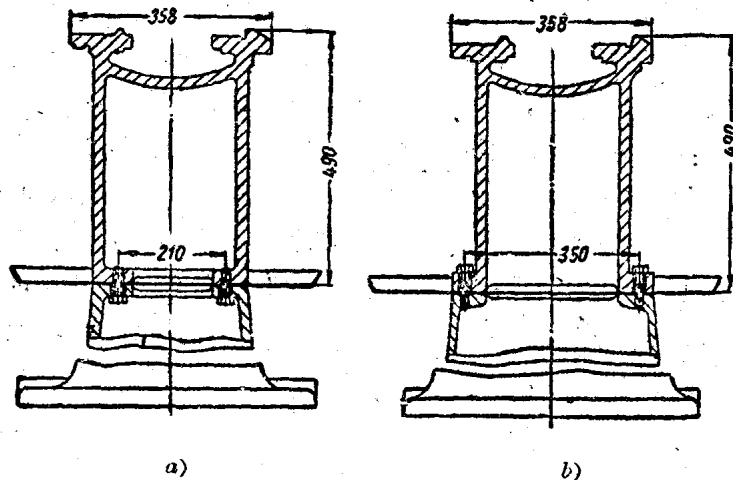


圖 1-3.

(5) 生產方面的要求

機器主要的生產方面的要求是機器的結構要適應製造工廠的設備能力和生產可能性。此外要求：

(a) 機器結構中的零件尽可能少些。