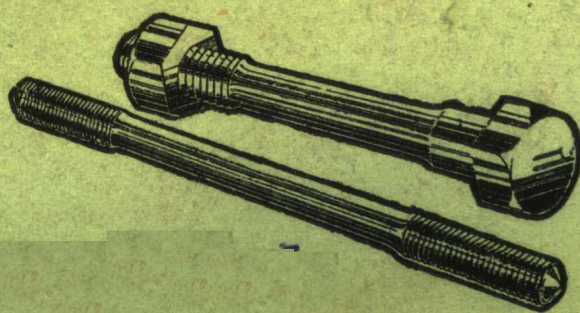


机械零件

(上册)



華東紡織工學院

机械原理及零件教研組編

一九六〇年三月

序

六十年代，是我国社会主义建设以更高的速度持续跃进的年代。全国人民正在努力将我国建设成为具有高度发展的现代工业、现代农业、现代科学文化的社会主义强国。为此，要求各种学科包括机械零件学科在内都有迅速的发展。

自从教育革命以来，在党的正确领导之下，与全国各兄弟院校一样，我组在机械零件教学上也有了进一步提高并取得了一些经验。

为了坚持党的教育方针，贯彻理论联系实际的原则，巩固发展教育革命成果，有必要对机械零件教学内容加以提高和革新，以便使同学学得更多些，学得好些；为使教材能更好地适用于教学，教材内容与专业更好相结合，并能反映科学技术的新成就，我组作了这次编写新教材的尝试。

在编写过程中，曾参照了京津六校合编的机械零件（交流讲义）等现有教材。本书根据专业的要求对关键联接、楔联接、铆钉联接等章内容作了一些删减，并添加了弹簧一章。

全书内容分为四篇：第一篇联接；第二篇传动；第三篇轴，轴的支承及其联接；第四篇其它零件。本书分上中下三册出版。

由于国家标准正在陆续颁布，来不及编入本书的仍采用苏联标准。

纺织机械系1956年级同学参与了本书编写工作。

由于我组同志无论在教学经验或业务水平方面均甚欠缺，肯定内容的阐述，安排和增删上都会存在不少缺点，甚至错误，我们诚恳希望读者能提出宝贵意见。尤其希望兄弟院校同志们给予批评指正。我们深信只要我们大家努力，机械零件的教材一定能日臻完善。

（华东纺织工学院机械原理及零件教研组 一九六〇年三月）

目 录

序

第一章 緒論

§ 1—1	机械零件学的发展, 祖国在机械和机械零件方面的成就	(1)
§ 1—2	“机械零件”课程的内容、目的和要求	(5)
§ 1—3	机械制造业发展的基本趋势	(6)
§ 1—4	机械和机械零件设计的基本要求	(7)
§ 1—5	机械制造中常用的材料	(11)
§ 1—6	机械零件的设计计算	(22)
§ 1—7	机械零件的工艺性	(32)
§ 1—8	机械零件的标准化	(44)

第一篇 联接

第二章 螺紋联接

§ 2—1	螺紋	(46)
§ 2—2	螺栓联接的类型及其构造	(56)
§ 2—3	螺栓的计算	(62)
§ 2—4	影响螺紋联接强度的因素	(76)
§ 2—5	鎖紧的削弱和防松装置	(80)
§ 2—6	螺栓組联接的计算	(82)
§ 2—7	螺栓联接的許用应力	(87)
§ 2—8	螺旋	(90)

第三章 鍵、多槽、无鍵、楔和銷釘联接

§ 3—1	鍵联接	(97)
§ 3—2	多槽联接	(100)
§ 3—3	无鍵联接	(104)
§ 3—4	楔联接	(105)
§ 3—5	銷釘联接	(107)

第四章 焊接

§ 4—1	概論	(110)
§ 4—2	焊接結構制造工艺及焊縫的缺陷	(114)
§ 4—3	影响焊縫品質的因素	(115)

§ 4—4	电弧焊缝的型式及其强度计算	(116)
§ 4—5	电弧焊缝的许用应力	(124)
§ 4—6	强密焊缝	(125)

第五章 铆钉联接

§ 5—1	铆钉	(127)
§ 5—2	铆接结构的制造工艺	(128)
§ 5—3	铆接结构的材料	(130)
§ 5—4	铆接缝的型式	(131)
§ 5—5	铆钉联接的工作情况	(132)

第六章 紧配合联接

§ 6—1	概論	(134)
§ 6—2	压合座联接的计算	(136)
§ 6—3	压合座联接的合理结构	(141)
§ 6—4	压合座联接例题	(142)

第一章 緒 論

§ 1—1 机械另件学的发展，祖国在机械和机械另件方面的成就

各种机械和机械另件的发明和创造都是人类进行生产劳动的胜利成果。人类祖先在远古向自然界作斗争的时候，就开始创造出简单的石刀、石斧等原始工具。创造了这些劳动工具以后，人类才能由猿进化到人，开始摆脱自然界的控制并改造自然界。从那个时候起，为了提高生产力，人类创造了各式各样的机械和工具，这些机械和工具的出现或多或少地改变了生产面貌，从而促进了人类历史的发展过程。

从原始的石器到今天的原子能发电站、电子计算机和人造卫星等，可以看到，人类总是不断地通过劳动与自然界进行斗争而把生产工具推向新的发展阶段。

远在上古时代，人类已能制造和利用了简单的机械和机械另件。简单纺织机械的利用，在我国可以追溯到三千年以前；古埃及、希腊和古罗马在修建金字塔及其他建筑中也曾利用了槓杆、楔、滚子等另件。从亚里士多德的著作中，知道公元前350年就有关于齿輪的記載了。

文艺复兴时代意大利的偉大艺术家、数学家、力学家和工程师列奥拿尔德·达·芬奇曾研究过滑輪、槓杆、天平及齿輪的齿形和差动輪系等問題而获得相当的成就，并完成了一系列的著作。

印刷术、火药、罗盘针三大发明，是我国人民对世界的巨大贡献。北宋时，毕升发明了活字印刷术；唐朝末年，火药开始在军事方面应用；北宋时候发明了罗盘针，并在航海方面应用。这三大发明，在宋元时期先后傳到了西方，对欧洲近代文化的发展起了很大的影响。

十八世纪中，由于蒸气机、纺织机械等的发明，使大规模集中生产成为可能并促进了交通运输业和纺织工业的发展。机械的发明和其广泛使用，使生产力得到一次飞跃的发展。

机械和大工厂的出现标志着工业革命的开始。随着工业革命的发展，古老的手工业生产方式逐渐为大工厂所代替，技术水平也不断地提高；由于客观形势的迫切需要，有关机械和另件的制造和设计的科学也就飞速地成长起来。

不过关于机械制造和设计的成系统的科学是在十九世纪中叶方才形成的。当时这门科学籠统地叫做“机械学”或“机械构造学”，它包括了很多性质相近的近代课程，如理论力学、材料力学、机械另件、机械原理、机械制造工艺学、起重机、内燃机、蒸气机等。以后，由于上述生产的发展以及知识和經驗的不断积累，大大地丰富了这一門科学的内容，才使它有可能发展成为許多独立的科学部門。

“机械另件”就是从机械学这样一門总的课程中分离出来的，以现在的内容和叙述方式出现，算起来不过七八十年。1882年俄罗斯基尔比切夫教授编写了“机械另件”的教本，才奠定了这门学科的基础。

在机械另件的发展过程中，俄罗斯及苏联的学者有着极其輝煌的贡献。例如：别那尔多斯电弧焊的发明，彼得罗夫关于摩擦的研究，茹可夫斯基关于皮带、螺釘的理論等等。这些成就不仅在机械另件的範圍以内是非常重要的，就是在整个科学史上也具有重大的意义。

在十月革命之后，关于机械另件的科学在苏联获得了特別巨大的发展。

苏联許多科学研究机关和高等学校研究出許多机械另件在計算和設計上的先进方法。如苏联中央工艺和机械制造科学研究所齒輪、皮帶和摩擦輪傳动方面的研究，苏联科学院机械学研究所关于材料强度、工作表面光洁度、摩擦和磨損的研究等等。这些成就在发展机械制造的理論基础上都起了莫大的作用。

机械另件这门学科在世界其他国家都有不同程度的发展。到目前为止，它不仅拥有大量的一般著作，而且还拥有极其丰富的专门論文以及手册、图集、工厂规范和标准等等。

我国古代人民在机械和机械另件的創造和发明，也如其他文化方面的成就一样，具有悠久的历史。

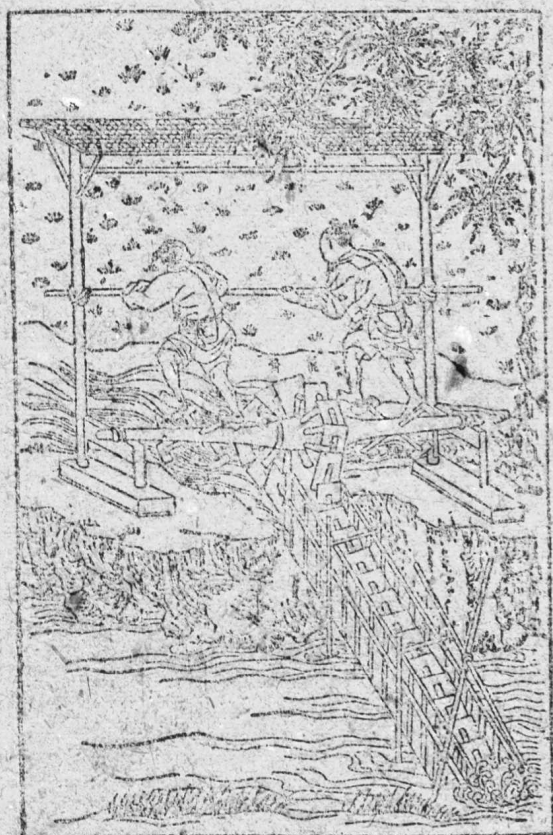
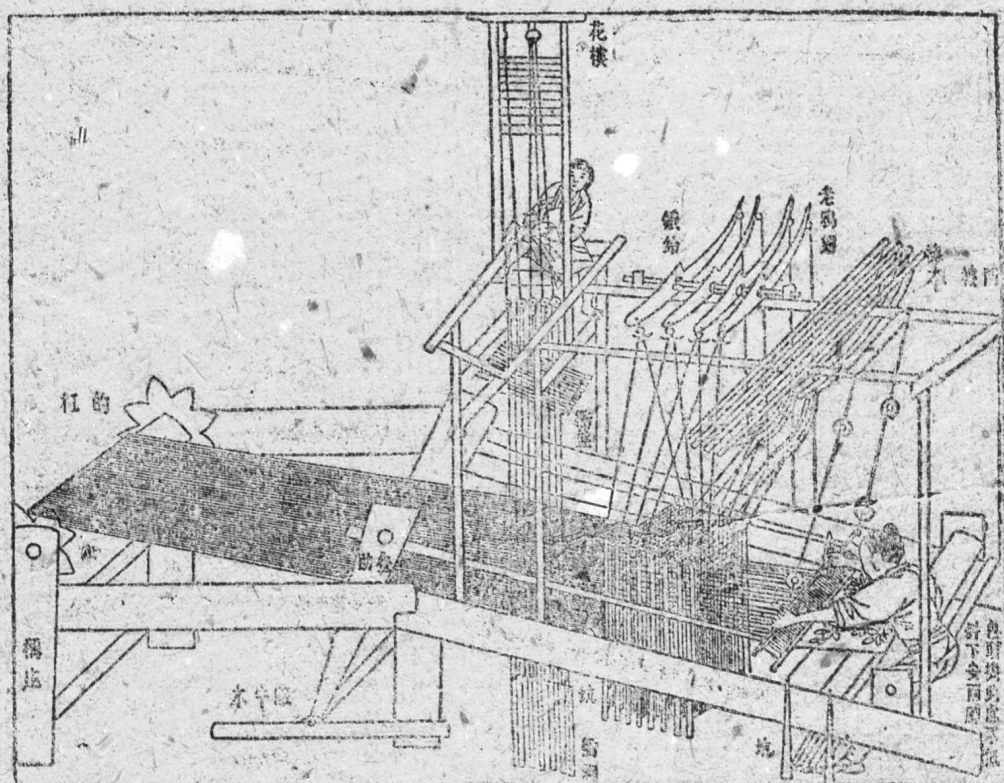


图 1—1 龙骨水車

我国古代有关机械的創造发明很多。我国的农业有着悠久而輝煌的历史，因此在农具农业机械和紡織机械方面的发明很多。在商朝时就有了利用槓杆制成的吸水工具，周朝时又利用了卷筒原理做成轆轤，到明朝末年又出现了更新式的龙骨水車。在灌溉机械方面，我們以前常看到那种脚踏的龙骨水車(又叫翻車)是在汉朝发明的，已具有近代搬運鏈的雛形(图 1—1)。至于利用畜力、水力、风力的农业机械，那就更多了，如东汉时发明的水碓，其后发明的連机碓、水轉連磨、风車等这些机械已利用了凸輪、齒輪等另件。在紡織机械方面，我們用来紡織絲麻的纛車和机杼大約已有了四千年的历史。在春秋战国时代，紡織工具已相当完善。到汉魏时已有了緯車、絡車、紡車、织机，並已利用了曲柄、槓杆、滑車、輪軸以及用繩子傳动的繩輪等另件。汉昭帝时，陈宝光的妻子天才地創造了一部提花机(图 1—2)。其后三国时的馬鈞又加以改进。以迄元朝，黃道婆改进了紡織技术和紡織工具，这位紡織技术革新家对我国棉紡織事业的发展有着巨大的貢獻。

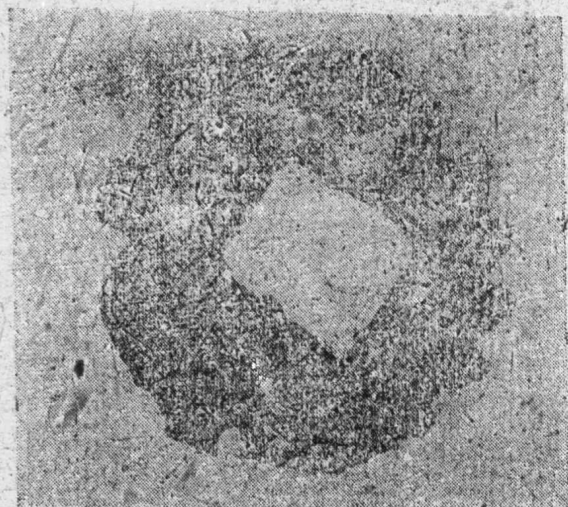
紀元前2600年(黃帝时代)到紀元前1700年(夏朝)，我国就发明了可能是世界上第一輛車子。到汉代更应用了鉄制軸承和鉄制軸頸来代替木制另件从而减少軸承的磨損。並用蒲草包裹輪緣，以减少震动。在汉代已有独輪車。在战国时候，魯国人大发明家公輸班(紀元前570年到紀元前481年)曾創造了水鳶、云梯(攻城用)和改良战船等。齒輪的应用，由古物考証，不晚于汉朝。(图 1—3)示出河北省保定的古壁阳城址地下发现的一个鑄鉄齒輪。这个齒輪直徑6.8厘米，厚1.4厘米，有16个齒。据省文物局考証，它距今已有1700多年历史。东汉时大科学家張衡在天文仪器上有着特殊貢獻，他創造了測量天体运行的渾天仪和測量地震方位的候风地动仪，在后者他利用杆的傳动而得到巧妙的自动机构。三国时魏国人馬鈞是偉大的机械专家，他曾制造过指南車、改良过水車和抛石机等。晋朝时(紀元265年到417年)又发明了一种能自动报告所行里数的記里鼓車；上述指南車和記里鼓車均应用了輪系的傳动。在凿盐井时利用繩輪也至少有一千



1-2 提花机

八百年以上的历史。

在有关机械的著作中有大哲学家墨翟（紀元前403年到紀元前221年）的墨經。这是我国第一部有系統的科学著作，其中討論到力学、光学、几何学及邏輯学方面的問題，並述及应用槓杆原理的秤的平衡等。在紀元1080年左右，宋代沈括所著“夢溪筆談”中記載着指南車、活字板、光学、机械等科学常識。明代机械学家王徵著有“諸器图說”，又譯有“远西奇器图說”。这两部著作作为我国第一部完备的机械工程学。此外还有宋应星所著“天工开物”，清代太平天国革命后徐寿所著的“汽机发軔車工图說”、“机动图說”，华蘅鈺所著的“制造理法”等有关机械工程方面的书籍等，不胜枚举。



1-3 汉代齒輪

我国在古代发明的机械中早已采用了軸、軸承、齒輪、繩輪、鏈條、皮帶等机械另件，有其輝煌的成就。但是由于我国长期受封建統治的压迫，科举制度又造成了重士輕工的思想，技术科学被视为難虫小技，从事技术工作的人被称为匠人，不受重視。因此我国的科学技术长时期来很难得到发展。

近百年来，我国一直是一个在帝国主义压迫之下的半殖民地和半封建的国家，經濟非常落后。

尤其最近数十年来，在反动統治階級的殘暴統治下，政治腐敗反动，人民的苦难日益深重，根本談不上发展国民經济。即仅存的民族工业也备受帝国主义和官僚資本的双重压迫，日益走向沒落的境地。因此在1949年即剛解放时，作为国家經济发展的主要标志的現代工业，在全国工业总产值中只佔17%，而且主要是輕工业。重工业不但比重很小，並且大多数是帝国主义国家在中国的修配厂，或是为帝国主义国家提供原料和半成品的矿山和工厂。国民經济如此落后，哪里談得上发展科学技术。加上过去的統治階級从来不注意发展祖国的科学技术，而帝国主义又力图以經济奴役我国，极力阻撓它的发展，这样就使我国科学技术的发展受到严重的摧殘。以机械另件这門科学來說，在长时期內也同样沒有得到什么发展。

解放以后，人民掌握了政权，独立、自由、民主、統一的国家实现了。发展祖国工业也就有了可能。

很早以前，党已指出发展工业的重要性。毛主席曾說过：“沒有工业，便沒有巩固的国防，便沒有人民的福利，便沒有国家的富强”。党又教导我們，要建設社会主义，必須大力发展工业，首先是重工业；而重工业的心臟是机械制造工业。由于机械制造工业对国民經济所起的作用非常巨大，党和政府一直就非常重視。在党的英明领导下，于第一个五年計劃期間，机械制造工业发展极快，在最短期內建立了不少前所未有的工业和工厂，奠定了社会主义的物质基础。到1958年，我国不但建成了以鞍鋼为中心的东北工业基地，大大发展了沿海地区原有的工业基础，而且也在内地建設了大批工矿企业。这就使旧中国20%以上的工业集中在沿海少数大城市的畸形状态有了很大的改变。在曾經是交通閉塞的大西南，已經建成並且正在繼續建設着有色金屬、鋼鉄、机械等現代化的大型企业。在資源丰富的中原，古都洛阳已成為拖拉机之城。昔日的水旱碼頭——武汉，也变成了鋼鉄和重型机械强大的基地。內蒙古草原上包鋼和鞍鋼、武鋼鼎足而立。在内地許多无名小城，在那千年冷落无人的荒地，一座座有現代技术装备的工厂和矿山，一座座新型的工业城市，也象雨后春筍似地出現。

十年来我国工业在苏联和其他社会主义兄弟国家的援助下，技术水平有了很大提高，現在，正以惊人的速度向世界技术高峰攀登。我国生产建設中用的鋼材、机械設備和机床等产品，絕大部分已能自己制造。我們自制了許多具有世界先进水平的性能优良的飞机、拖拉机、機車、汽車和船舶，有了自制的达到世界先进水平的一千五百一十三立方米的高炉設備和五百噸的平炉設備，有了自制的大电站設備，有了自制的大水压机，有了可以和美国、英国媲美的精密机床……。

我国工人駕駛現代化工业設備的技术，是特別值得自豪的。我国鋼鉄工业的高炉和平炉的利用系数已經站立在世界先进水平的行列。我国每一个紗錠的产紗量，每一公斤煤发出的电力，每一台机床切削的金屬等等，都比十年前提高了許多，作为工业技术水平重要标志之一的我国設計力量已經成长起来，第二个五年計劃期間建設的絕大部分項目，是由我国設計人員自己設計的。

所有这一切事实都說明：中国工业站立起来了。

我国目前正在党的正确领导下，在力爭上游，多快好省的社会主义建設的总路綫光輝照耀下，在建設社会主义的道路上連年大跃进。党給全国人民指出了偉大的远景：我国将在不太长的時間內建設成为一个具有高度发展的現代工业，現代农业、現代科学文化的偉大的社会主义国家。为了完成这项偉大事业，只就机械制造工业來說，最近几年来的生产規模和发展速度是空前的；今后更将飞跃发展，为冶金、动力、采矿、燃料、化工、建筑材料等基本工业以及交通运输、紡織、农业等提供各种大量新的装备。目前我国机械制造业已具备了比較完整的体系。某些高級的、精密的、大型的机械設備，已能設計制造，部分产品达到国际水平。党中央号召我們“使一切能够使用机器的劳动都使用机器”。在我們的时代里，生产过程的机械化將逐漸深入到

每一个工业部門中，一些手工劳动也将逐渐为机械化所代替，从而大大地減輕了人們的劳动，提高了劳动生产率。显然，我国的机械制造工业的发展前途是无限的。

在优先发展重工业的基础上，必須使重工业的发展和輕工业的发展同时並举，这是我国工业建設的一条重要方針。

紡織工业肩負着解决我国人民衣着需要的重要任务，要在国民經济和人民生活上都佔了极其重要的地位。在第一个五年計劃期間，紡織工业的产值在輕工业中的比重为40%以上，在全部工业中为20%左右。我国的紡織工业今后还将大大发展。在优先发展重工业的基础上，高速度地发展紡織工业，对加决我国工业化的速度，将起着积极的作用。

我国紡織工业的基础原来是薄弱的；解放以后，发展十分迅速。以1957年和1949年相比，产值增加了32.13倍，平均每年增长速度为15.2%。这是很高的速度。随着国家工业化的迅速发展，紡織工业將繼續高速度地发展，在紡織品的生产和消費方面，品种和质量方面，赶上先进国家的水平，以滿足人民对紡織品不断增长的需要。

紡織工业是随着机械制造工业和农业的发展而发展的。它須从机械工业取得机器设备来不断装备自己。因此紡織机械的制造問題是发展紡織工业的中心問題之一。解放以前，我国可說沒有紡織机械制造工业。解放以后，我們扩建和改建了原有的一些工厂，同时又新建了一些大型的紡織机械厂，采取了专业分工，全国协作成套的办法，装备了解放以后的新建紡織厂，供应了原有紡織厂的主要机件。今后紡織工业大規模的建設，需要大量的机器设备。我們應該可能迅速地扩大紡織机械制造的能力，使其既能保証紡織厂的新建和扩建任务，又能照顧到长远的发展需要，多、快、好、省地建設祖国的紡織工业。

在祖国偉大的社会主义建設中，机械另件学与其他学科一样，有着广闊的发展前途。我們深信，在我国社会主义工农业高速度发展的推动下，在社会主义社会对科学技术发展具有无比优越的条件下，在苏联和其他人民民主国家的无私协助下，我們一定能在這門科学上获得高速度地发展，远远地把一些帝国主义国家抛在后面。

§ 1—2 “机械零件”課程的内容、目的和要求

机械的种类繁多，由于其不同的用途，其結構是多种多样的。随着技术的发展，机械应用的范围愈来愈广，因而其品种將繼續不断地增加。

不同种类的机械它是有許多独立的单元部分組成。

这些机械、设备以及其他装置中的独立单元部分和它們的接合叫做机械另件。

为了运轉、维护等理由，有时好几个另件在机械的构造上結成一体，叫做部件或組合。象滚动軸承組合就是由滚动軸承、軸承盖，油封等另件組成的。

根据其結構形式和用途，机械另件可分为下列兩类：

(1) 特殊机械另件，按照这些另件的形状，运动特性和工作条件來說，只适用于一定型式的机械，並且形成該机械与其他机械不同的特性。例如，紡織机中的紗錠、电动机中的轉子、汽輪机中的叶片、內燃机中的活塞等都是特殊机械另件。这种另件在其有关課程中研究。

(2) 普通机械另件，这种另件不仅在某一型式机械中不止一次地看到而且也在用途完全不同的其他机械中遇到。以螺栓和螺母为例，可以肯定說，很难碰到一部机器不用这个另件的。轉軸、齒輪、皮帶輪之类的另件也是一样。因此我們可給普通机械另件下这样的定义：普通机械另件是指在一切机械中常碰到的，並或多或少重复出現的一些另件。

“机械另件”学便是研究普通机械另件的結構，工作条件、材料以及它們的計算和設計方法

的一門學科。

“機械另件”課程是掌握機械設計的一門重要課程。通過這門課程的學習，其目的在於使學生能掌握普通另件的設計原則和計算方法，正確選擇材料以及考慮到製造工藝和機械的運用從而確定另件的形狀尺寸，規定製造上的技術條件等。

本課程是介於普通基礎技術課與專業課之間的聯繫環節。學生必須在學完理論力學、材料力學、機械原理、金屬工學等課程以後才能在這些課程的基礎上學習“機械另件”。

學生學習“機械另件”時，不但要用他們以往所學到的理論知識，而尤其重要的是必須把理論知識過渡到實際的另件設計工作中去。當設計一個具體的另件時候，就不再停留於純粹的理論計算而需要考慮與實際生產有關的一系列問題。這是本課程的特點，學生在學習時候，應該注意到這個特點。

通過這門課程的課程設計，可以更好培養學生初步的設計技能和解決實際工程問題上一定程度的獨立工作能力。

總的來說，“機械另件”課程的內容是從強度、耐久性、構造和工藝觀點等來研究普通另件，以至最後正確設計這些另件。

關於普通機械另件的分類方法，也不是唯一的。最通用的機械另件的分類如下：

(1) 聯接機件

- A) 可拆聯接——螺紋聯接、鍵聯接、楔聯接等；
- B) 不可拆聯接——鉚釘聯接、焊接、緊配合聯接。

(2) 傳動機件

- A) 摩擦傳動；
- B) 皮帶傳動；
- B) 鏈傳動；
- Г) 齒輪傳動；
- Д) 蝸輪傳動。

(3) 軸的支承及其聯接

- A) 軸；
- B) 聯軸器；
- B) 滑動軸承；
- Г) 滾動軸承。

(4) 其他機件——彈簧等。

以下各章將對上述另件逐一加以敘述，並按專業的特點，在內容的安排上會有所考慮。

§ 1—3 機械製造發展的基本趨勢

隨着我國社會主義經濟建設的飛躍發展，國民經濟各部門所需要的機器設備無論在品種上和數量上都有很高的要求；在現階段機械工業的發展過程中，最重要的問題之一是如何大力提高我們設計水平。很多機械，必須根據我國資源、自然特點和使用的具體條件等進行設計。從長遠來說，我們在技術上要趕上世界先進水平，更需要發展自己的設計能力。我們現在雖然已經能夠設計一些精密的和大型的機械，設計能力較前已大大提高，但還趕不上客觀形勢的需要。因此，在為發展我國機器製造工業而進行的鬥爭，我們應該鼓足干劲，繼續發揮高度的積極性和創造性，走群眾路線，吸取蘇聯先進經驗，來提高設計和製造的水平，做出更大的成績。

在设计新的机械时，应该很好了解现代机械制造业发展的基本趋势并根据国民经济的要求对这些基本趋势加以具体贯彻。

现代机械制造业发展的基本方向，就是要求所设计的机械能具有更大的功率，更高的生产率和更高的效率。

提高机械的生产率和增大功率的最有效方法就是提高生产速度和生产过程的自动化。高度自动化、高速以及伴随而来的高压、高温可以说是现代机械制造业的基本特征，发展的主要方向。减轻重量意味着节约金属、降低成本，这对社会主义经济建设具有重大的意义。

如机械功率保持不变，提高速度不仅提高机械本身的生产率，并可减小机械的重量和尺寸。在机器速度的提高上，最近作了不少的努力，拿纺织机械来说，精纺机的锭子已由过去的10000转/分左右提高到18000转/分左右，织机由160—180转/分提高到300转/分。

生产的自动化是机械制造业的一个新的飞跃。这可以认为是一次新的工业革命。生产自动化只有在社会主义国家才有充分发展的可能，在资本主义国家里，它将引起失业人数的增多而使千百万工人的生活条件更趋于恶化。

现在除了机械传动以外，还广泛地采用了电传动、液压传动、汽力传动等。没有这些传动方式，生产自动化的实现是难以想象的。

在纺织工业和纺织机械制造方面，近十年来，已进入革命性的改造和创造的时代；纺织技术和纺织机械制造某些方面已经采用了科学技术上的新成就，旧的纺织技术和纺织机械将由新的技术和新型机械来代替。纺织机械制造方面的发展方向与机械制造业发展的方向也是一致的。主要为：

- (1) 纺织生产工艺过程的简化；
- (2) 工艺过程的自动化和自动控制；
- (3) 提高速度、增加生产率；
- (4) 劳动条件的改善；
- (5) 外廓尺寸和重量的减小等。

§ 1—4 机械和机械零件设计的基本要求

对创造新的和完善的机械来说，设计工作者具有决定性的作用。作为一个优秀的设计工作者，除很好体会当前机械制造业的发展基本趋势外，还必须对材料的性质、机械的合理结构、先进的计算方法、制造工艺以及其他方面都要有广博和充分的知识。在设计时候应从各个方面作全盘考虑务使所设计的机械，除满足技术条件上所规定的各种要求内，并且应该是最耐用、生产率最高、使用最可靠，而其制造方法最简单、经济。

为此，在设计过程中必须能合理地设计机械和其零件

虽然各种不同类型的机械在运动、功率、速度、构造、功用等方面都不相同，但是对每一部合理设计出的机械，其中部件和零件均应满足一系列的基本要求。对机械来说，这些要求是安全可靠、运用的便利、运动的均匀性、运输的便利和外形的美观等。

对每个零件的要求为强度、刚度、耐久性、重量轻和体积小、工艺性好和必须用价廉易得的材料等。

上述一些要求中有这样一些主要要求，如果它们不能满足，机械就不能正常地工作。属于这类的有强度、刚度，对于某些零件还有抗振性和耐热性等。

对于这些基本要求，下面将逐一讨论。

强 度

这是設計另件的基本要求。在机械中不仅必須避免个别另件可能的损坏，而且也不允許机件有破坏机械正常工作的残余变形出現。應該了解到另件的损坏在个别情况下，不仅会使机械停頓而且会引起不幸的事故，所以應該絕對避免。因此必須保證另件有足够的强度（体积强度和表面强度）。但在另一方面，也不能为了追求安全就毫无根据地增大另件尺寸，这样又要引起材料的浪费，並使机械的价格及重量都要增加。

为了保證滿足这一主要的基本要求，就必须从强度方面对另件进行計算，关于这方面的基本知识将在下文专节叙述。

剛 度

剛度是指另件抵抗变形的特性。在許多場合下，仅根据强度条件来决定另件的尺寸是不夠的，必須同时考慮到另件的变形，使它不超过在一定的条件下允許的限度。例如，轉軸應該具有一定的剛度，才能使它在承受工作載荷时不致发生过度傾斜，以致引起滑动軸承邊緣处的过度磨損；減速箱的轉軸应具有足够的剛度以保證精加工的齒輪或蝸輪傳动的正确嚙合。对这些另件的設計除了进行强度計算以外，还要进行剛度的校核。

一般說来如另件能符合剛度要求，則强度也能得到滿足。

所选另件的材料与另件的剛度有关系。举例來說，如选用高强度鋼作为軸的材料，則軸势必較小，这样軸的剛度可能便有问题，因而又要增大直徑來滿足剛度的要求，假使如此，那还不如就選擇机械性质較差的鋼，經濟方面也合算些。

紡織机械中另件的剛度問題，对于工艺过程的正常进行是有重大意义的。我們知道，許多紡織机械的工作机件的装配間隙都是很小的。在載荷作用下，即使这些另件有很小的变形就可能引起另件互相碰撞和损坏。举例來說，在梳棉机斬刀机构的斬刀片和道夫之間的隔距为0.28~0.4毫米，当提高斬刀摆动速度时，在斬刀片上产生的力可能引起比上述隔距更大的变形，这样就能使道夫針布损坏。

再如精紡机上的龙筋要有足够的剛度，如果剛度不足（断面小而跨距大的时候），在其本身重量和錠子重量的作用下，就可能由于龙筋的較大变形使一些錠子的位置不正而致工作情况恶化。

在有些情況下，相反地，另件應該保證有一定的柔性。这是由于这些另件的主要用途在于吸收冲击能量、儲藏发动能量或控制运动的緣故。属于这一类另件的如螺旋彈簧、板簧、盤簧等。

耐 久 性

机械应有足够的耐久性。在預定的使用年限以內，机械不应发生过度的磨損和由于变应力所引起的疲劳损坏。

机械的使用寿命取决于它的一个或好几个基本另件的使用期限。

另件的工作寿命往往受到工作表面的磨損所限制。由于磨損，另件的原始几何形状和尺寸都要发生变化，因而导致如另件运动精度的降低，联接紧密性的破坏，傳动引起动力載荷等。

提高机械中承受摩擦的那些另件的耐磨性並从各方面来采取措施以減少另件的磨損是非常重要的。

潤滑是减少磨損的主要方法。应该尽可能使另件的摩擦表面能夠获得和保持良好的潤滑状况，从而大大減少另件的磨損。

正确選擇摩擦副中另件的材料也是减少磨損的措施之一。可以考慮使用柔軟的、具有抗磨性能的減摩材料如巴氏合金、青銅，耐磨鑄鐵和塑料等。

提高另件表面的硬度无疑可以提高另件的耐磨性。为此應該采用各种热处理或化学热处理方

法，如滲碳、氮化等方法。也可以采用其他的強化方法，象噴砂處理、滾壓、鍍鉻、鍍鎳等。

在設計時候，可以適當地增加兩相互接觸另件間的工作面積，從而減小其壓力強度來達到減小磨損的目的。有時候我們可以利用一些經驗資料。

如果根據磨損方面的考慮而使所得的另件尺寸過大，那末最好還是把尺寸定得小些而另外準備備用另件，以供調換。

紡織機械中有大量的另件主要因磨損的緣故而必須檢修和調換。如銅領、錠子的底部、牽伸羅拉的軸頸、織機的曲柄銷等都較易磨損，如何採取各種措施來提高這些另件的耐磨性，對紡織機械製造業來說，具有巨大的意義。

在變應力作用下，另件的破壞系由於產生了疲勞裂縫，此裂縫隨應力循環次數的增加而逐漸擴展，終于使另件斷裂。

另件的斷裂損壞，絕大多數系由於疲勞損壞。

如果採取各種措施來提高另件的疲勞強度從而增加其承載能力和延長其使用期限是非常重要的。

另件由於使用上和結構上的要求，形狀一般都是比較複雜的，其上有過渡斷面、鍵槽、螺紋、橫孔、退刀槽、凹口、油槽等。所有這些地方都將引起應力集中從而降低了另件的疲勞強度。

在設計另件的結構時，應儘可能減少其應力集中。例如，軸的內圓角半徑，應儘可能放大，鍵槽底角要做成圓角等。

有關應力集中的資料，可在一些手冊、書籍中得到①，在計算時可以利用這些資料。

由實驗得知，另件斷面絕對尺寸的大小對於另件的疲勞強度有很大的影響。絕對尺寸增大，則另件的疲勞限降低。在計算時應該考慮這個影響。

另件的表面狀態和性質對疲勞強度的影響也很顯著。由於加工、腐蝕的原因，表面層上存在着應力集中策源地，因此疲勞裂痕常常於另件的表面開始發生。

顯然，提高另件表面的加工精度和光潔度，可以大大提高另件的疲勞強度，這對高強度合金鋼這一類材料尤其突出。

在工藝上提高疲勞強度的方法時常採用所謂表面強化的方法，這包括噴砂處理、滾壓、滲碳、氮化、氰化、高頻率淬火等。所有這些方法都使材料表面層的強度有所增加，這已經由實驗所証實了的。

另件的表面疲勞損壞也是屢見不鮮。

另件的齒輪、蝸輪、滾動軸承等，當具有足夠的體積強度時，其中承載能力常常被工作表面的接觸疲勞強度所限制。

重量輕和體積小

無論對個別另件或整部機械來說，重量輕往往也是一個主要的要求。

減輕重量對於許多機械來說，是降低它成本的一個最有效的手段。同時為了節省材料，特別是稀有材料，在保證必要的工作質量的情況下，也應力求儘量減輕重量。這對社會主義經濟建設具有重大的意義。在高速機械中，為了減少工作機構所產生的慣性力，適當地減少運動着的另件的重量也是有好處的。

對於運輸工具（如飛機、汽車等）來說，減輕重量還可以提高載重量，因此意義更大，對這種運輸工具來說，減輕重量的要求是放在首要地位考慮的。

〔①謝聯先著：機器另件的負荷能力和強度計算〕

減輕重量可以用下列一些办法达到：如利用輕合金象鋁合金、鎂合金或塑料来制造另件；利用高强度材料来制造另件；应用空心結構；提高速度和合理地設計零件，如适当减小零件的壁厚，采用筋板加强等。

机械的外廓尺寸应力求减小，以减少机械的佔地面积。以紡織厂來說，其基建經費中，厂房建筑約佔一半，所以机械佔地面积应力求减小，这是今后設計紡織机械應該注意的中心問題之一。

材料价廉易得

制造另件所用材料應該价格低廉並能大量供应，材料应尽可能应用本国出产的产品，在生产大量和成批的机件和机械时，尤应如此。

必須尽可能节省有色金属及其合金。对于代用品的利用和推广、应加重視。

制造簡便

在不影响工作的情况下，另件应具有簡單的外形，同时能用經濟的制造方法制造出来。換句話說，另件應該滿足制造簡便的要求。这样便可大大降低另件以及整个机械的成本。因此在設計时候，應該經常考虑到有关制造工艺方面的問題。

在滿足另件的功用的条件下，凡便于制造因而成本低廉的另件，我們称这种另件具备着良好的工艺性。有关另件的工艺性的問題将专节叙述。

下面討論一下主要是对机械所提出的一些基本要求。

运用的便利

所設計的机械應該运用便利。

“运用”的概念应包括下列部份：观察、保养、檢驗、操縱以及預防性的修理等。

机械的所有部份，尤其是主要部份，應該容易找到以便檢驗，檢查和調整。應該力求部件或另件可以拆开，取下或替换而不破坏相鄰部件的联接。現在常把整部机械分成数不太多的部件，每个部件都可以在总装以前进行装配，試車。采用了这种組装的构造，可使装配和检修的工作大大簡化，此外对于設計和制造等方面也都有莫大的好处。

机械的操縱應該集中在一个地方；操縱过程也应尽可能地簡單。所有潤滑装置应能不間斷地工作，密封装置不应漏油也不許弄脏机械。为了工作人員的安全，所有运动着的机件都应备有必要的保护罩。图1—4就是一个例子。图中表示联轴器1和軸3借鈎头斜鍵2来联接。这样的鍵如果没有罩壳，很可能造成不幸事故，因为軸在轉动时，鍵的鈎头可能鈎住工人的衣服，因此通常要用安全罩4来罩住。

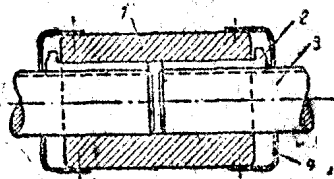


图1—4 对鈎头鍵的防护

机械运用便利的要求在我国具有特別重大的意义。在我們的社会里，人是最宝贵的财富，應該保証他們劳动的安全和良好的劳动条件。

运输的便利

运输的便利系指机件或机械在整个制造、安装和修理过程中輸送及搬运的可能和便利。在設計时应考虑运输的便利問題。例如减速箱箱座上要有耳环，以便搬运。

机械或大型另件應該具有这样的尺寸和重量、使近代的运输工具能够运载。例如，为便利运输避免在运输途中可能发生弯曲以及其他的理由，軸颈长度有所限制（通常不超过7米）。

外表的美觀

外形美觀的机械可使人們更高兴地工作，更乐意收拾它並保持其整洁。

现代机械的基本輪廓线条應該是圓滑的流綫形状。机械的傳动装置和运动着的机件應該安置

在机身或罩壳中，露出可見的仅是工作机件，这点与安全、改善潤滑和提高机械寿命的要求也很符合。

一些另件的修飾是通过抛光，发藍以及涂漆、鍍鍍等方法来达到的。同时，这些措施也可防止另件的腐蝕。

机械油漆的顏色影响車間总的景象。淺淡色的油漆給予車間内部一种鮮明整潔的气氛，而混雜的色彩将引起雜乱的感觉。

上述的一些基本要求，大体來說，是从合用、安全、經濟三个方面来考虑的。这些要求之間，有些是存在着矛盾的。对于不同的机械，各种要求的重要性也各各不同。举例來說，关重量問題，对航空发动机來說，早就是一必要而深入研究了，但对其他机械，只是目前才重視这个问题；又如，对汽車的設計來說外形的美观問題是很重要的，而对机床來說，以前只是間或想起个问题等等。因此，如何分清主次，解决这些要求之間的矛盾，对設計人員來說，是一个非常要的問題。

紡織机件的一般特性

由于紡織机械的特性；紡織机另件除須符合上述的一般要求以外，还具有一些特点。茲叙述如次。

(1) 由于紡織机械的任务是进行纖維加工，因此除掉那些作用很大，进行原料初步松解的机械（如开、清棉机）以外，极大多数紡織机械的特点是：主要的特种机件（如罗拉、打手、錫林、錠子等）轉速很高，而作用的外力以及功率消耗却並不太大。因此紡織机件一般都是比較輕型的。为了免使被加工的纖維材料和半成品在加工过程中受到振动等不良影响，机架、牆板等往往都运用了具有优良的吸收振动性能的材料（如鑄鉄、木料等）制造。

(2) 由于紡織机械具有比較复杂的运动，很多机件的运动方式和速度，都随着工艺过程进行着不断的周期性变化，因此紡織机械的傳动系統一般都是結構比較复杂。

(3) 由于在工艺过程中，对紡織机件的制造精确度有着比較高的要求；对机件間的相互关系位置，在配置上也受着严格的限制，而在实际使用中，这种制造和装配上的精确度，又往往由于磨損和振动变位的影响发生变化。因此，紡織机件的調整、补充、調換工作是非常重要的，这不得不为一些易損的紡織机件制訂了大量的备品制度，以及为紡織机械制訂了不同要求的保全保养方法和周期。为了便于掉換，檢修机件工作的进行、机件間的連接方式大都采用了可折联接。螺栓、螺釘、銷子和鍵等另件，应用得非常广泛。

(4) 由于紡織机械中，同一台机械重复的机件很多，这些机件即須做得可以互換，因而要求有高的精确度。

(5) 由于很多机件的表面要与纖維或半成品直接接触，因此这些机件表面光洁度的要求也就較高。

(6) 由于紡織机械的工作环境，往往是与尘埃、飞花、較高的温度以及一些侵蝕性的物質如浆料等經常接触，因此要求紡織机件有高度的防銹抗蝕性能，对選擇材料以及机件的表面加工（噴鍍金屬、油漆等）都要求很好地重視。

(7) 由于紡織机件很多都是高速運轉，对于这些机件的潤滑应予重視。潤滑剂和潤滑裝置的選擇應該很好考虑。

§ 1—5 机械制造中常用的材料

1. 選擇材料的原则

在現在机械制造业中，采用着各种各样的材料。

隨着工业技术的发展，材料的品种增加得非常迅速。以各种金屬和合金而論，牌号数目由不久以前寥寥几十种增加到现在的五百种以上。因此在設計另件时，如何正确選擇材料，是一个重要的有时也是一个不太容易的問題。

選擇材料要从多方面来考虑。

首先要充分了解所設計机械的用途和工作条件以及与之有关的一些数据，由于机械的工作条件和用途的不同，即使同一的另件，对它所提出的要求可能极其不同。例如，把汽車和紡織机械来較一下，在工作速度上、載荷的大小和性質上、操縱条件上、外觀和形式的要求上、尺寸大小、重量上等等，都是不相同的。因此，对汽車上的螺栓、齒輪和其他另件的要求与在紡織机械同样另件的要求就不会一样了。

有时另件重量受有限制，在選擇材料时，就不得不采用比重小的材料。

对另件的特別要求，例如，耐酸性、耐热性、抗腐蝕性等等，在選擇材料时亦須統盘考虑。

根据机械的用途和工作条件，确定了对另件的要求以后，便可選擇材料。必須选出这样的材料，其特性能滿足这些要求。

材料的特性主要为强度（靜力强度和动力强度）、硬度、耐磨性、可塑性、鑄造性、可热处理性、比重、耐热性、抗腐蝕性等。

必須考虑所擇材料的价格和供应問題。尽可能采用价格低廉的材料。但应注意，采用价格最便宜的材料並不一定都能保証另件的总成本是最低的。因为所选材料在制造另件时所化費的加工費用可能不一定最小。所以从經濟方面考虑，決定材料的取捨，要从另件的总成本来看。所謂总成本不但包括材料本身的价格，而且还包括所有其他的費用在內。

表1—1 摘录苏联一些常用材料的相对价格，可資参考。

此外，另件的大小和輪廓与材料的選擇有密切关系。例如，适用于外形简单的另件的材料，可能因鑄造性不良而不适用于外形复杂的另件。反之，当材料不同时，另件的形状和尺寸应当随相应材料的机械性質和工艺性而改变。这就使問題更加复杂。

因此，在選擇材料时，最好先作出几种不同的方案，然后进行比较，最后決定一个其中最合理的方案。

表1—1 常用材料的相对价值

材 料	材 料 种 类	一吨或一米的相对价格
鑄 件	灰鑄鉄.....	1
	調質鑄鉄.....	1.1 -1.2
	鋼.....	2
	青銅.....	4—6
板 料	3号鋼，厚度1.5毫米的薄板.....	1
	酸性鋼.....	1.3
	15, 35, 45号鋼薄板.....	1.13
	合金鋼，薄板.....	2.4
	Ж-1号鋼，含鉻不銹鋼.....	7.5
	ЛС-62-1冷軋黃銅板.....	11.4

材 料	材 料 种 类	一吨或一米的相对价格
軋 压 抽 拉 材 料	3号鋼, 热轧, $d=40-50$ 毫米	1
	3号鋼, 50×50 毫米正方形剖面	0.98
	3号鋼, 50×50 毫米扁鋼	1.1
	15, 20, 35, 50号鋼, 热轧圓形、正方形和六角形剖面	1.26
	15X, 20X, 40X号鋼	1.9
	20XH, 40XH号鋼	2.32
	12XH, 号鋼	3.22
	15, 20, 35, 45号鋼, 冷拉圓剖面	1.6
	20X, 40X号鋼, 冷拉	2.88
	20XH, 12XH, 号鋼, 冷拉	3.23
	A12, A20, A35号圓剖面自动机鋼	1.95
管 子	A12, A15T, A35号六角形剖面自动机鋼	1.95
	AC-59-1圓剖面和六角形剖面黃銅棒	10.6
	50×1.5 毫米的无缝鋼管	1
	同上尺寸的电焊鋼管	0.83
	尺寸为32×10.5毫米的20X号鋼活塞銷管子	5.9
	尺寸为325×52 毫米的5号鋼原壁管	53.0
	尺寸为50×1.5 毫米的冷拉紫銅或黃銅管	4.3

注: 每一类中, 采用各类中顺序第一的材料价格为1;

*管子的公称尺寸——外直徑和壁厚

材料品种过多, 在供应和生产方面都要造成困难, 所以在設計时应当尽可能精減材料的品种。勿使过多。

对于設計者来说, 对于現有的各种材料的性质应有全面的了解。不但如此, 由于机械制造业发展的每一个阶段都促使新材料的不断出現, 所以也应及时掌握有关这些新材料的知識。

2. 金属材料

机械制造业中最常用的金属材料是黑色金属。黑色金属可分为鑄鉄和鋼两大类。

有色金属价格既貴並且出產也較少, 从节约出发, 应该尽可能利用代用品。它包括銅和銅合金、鋁和鋁合金、鎂合金、錫鉛合金等。

非金属材料如木材、皮革、橡胶、石棉、紙、麻等材料, 其应用带有局限性。

陶性金属材料和各种塑料的应用, 在最近逐渐广泛, 值得我們注意。

对于紡織机械的另件来说, 主要是采用鑄鉄和碳素結構鋼; 但也广泛地采用塑料或堅韌的輕合金。合金鋼則只用来制造特別重要的另件如錠杆、蝸杆、以及由工作条件所决定, 对材料提出特殊要求(如抗蝕性、低的热膨脹系数等等)的另件。在个别的机械上, 还采用硬質的和韌質的木料(投梭棒、箱座木、粗紗架襯板等)。

現在先談鑄鉄。