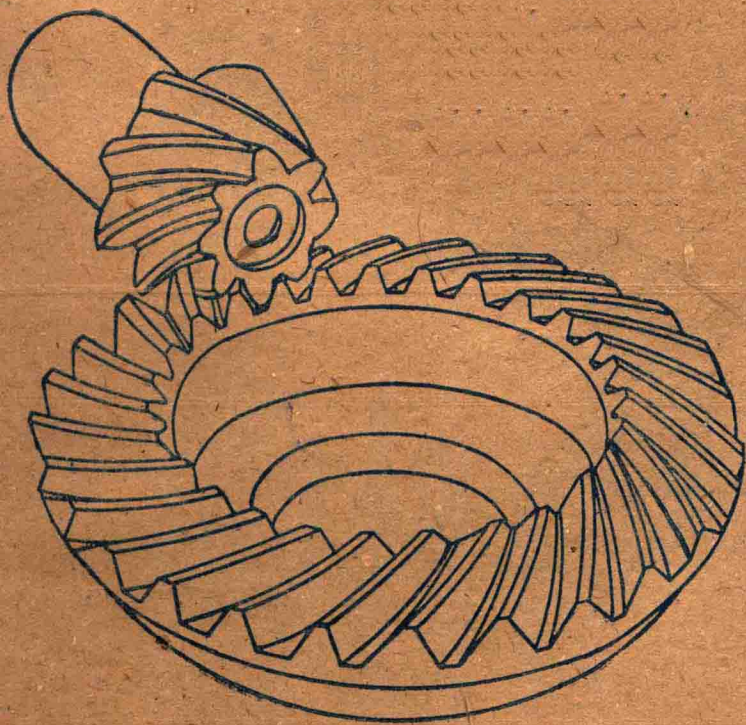


# 机械零件

上册

浙江大学机械原理及机械零件教研组编



1960

# 机械零件目录 (上册)

緒 論..... ( 1 )

## 第一篇 机械零件設計和計算的基本知識

第一章 机械設計的基本原則..... ( 5 )

第二章 机械制造中所采用的材料及其選擇原則..... ( 13 )

第三章 安全系数与許用应力..... ( 20 )

## 第二篇 机械零件的联接

第四章 螺紋联接..... ( 31 )

第五章 楔鍵和无鍵联接..... ( 69 )

第六章 铆釘联接..... ( 87 )

第七章 焊 接..... ( 97 )

第八章 緊配合联接..... ( 117 )

# 緒 論

**1. 机械零件課程的任务** 任何机械都是由个别的零件組成的。这些零件可以区分为两大类：一类是在各种机械中經常遇到的，如螺栓、鍵、軸、軸承、联軸器、齿輪、皮帶等，这类零件称为**通用零件**；另一类是只在某一种机械中才遇到的，如发动机的活塞、汽輪机的叶片，耕作机的犁头等則称为**专用零件**。机械零件課程只研究通用零件，对于专用零件将在专业課程中研究。应该指出，把机械零件作这样的划分，仅是为了研究和学习的方便。其实，两者之間並沒有不可逾越的界限，它們是随着机械制造工业的发展而变化的。

机械零件課程的任务是，根据工作条件来研究各种具体的通用机械零件的設計和計算方法，使其具有最合适的結構、形状、尺寸、材料、精度和表面质量，並規定其技术条件。同时也研究机械及机械零件設計和計算的一些共同的基本准则。

在高等工业学校机械类专业教育計劃中，机械零件是基础技术課程中的一个重要組成部分。它总结运用了許多基础課程和基础技术課程的知識，並与专业課程相銜接起来。机械零件課程是培养学生具有对一般机械及其零件的初步設計技能，和解决有关的工程技术問題的独立工作能力，同时为学习专业課程打下基础。

本課程与理論力学、材料力学、机械原理、机械制图、金属学与热处理、公差和金属工艺学等課程有密切的联系，它們是学习本課程的基础。

**2. 机械零件学发展簡述** 由于生产发展的需要，人類在很早以前就运用各种简单的机械与机械零件。我国在紀元前17世紀就己能利用桔槔。紀元前11世紀时，車子的构造已相当完备：已有車軸、軸承、輪子，並己知道用动物油作为潤滑剂了。简单紡織机械的应用，也可以追溯到紀元前10世紀。在古埃及、希腊和古羅馬，也很早使用了槓桿、絞車等简单机械，从亚里斯多得的著作中，可以知道在紀元前350年就有关于齿輪的記載。

我国后汉时大科学家張衡（公元87—139年）所发明的“渾天仪”中己有复杂的輪系傳动。王充在公元90年左右发明了鑄釘联接。三国时的馬鈞也是我国古代的偉大机械学家，他所創造的記里鼓車所用之輪系与近代汽車上的輪系原理上完全相同，他所发明的指南車的輪系傳动則更为巧妙。

但在西方，直到15世紀文艺复兴以后，意大利的偉大艺术家、科学家列·达·芬奇，曾在那时研究过滑輪、槓桿、齒輪系等問題，获得相当的成就。

不过，机械制造和設計成为一門系統的科学，还是到19世紀中叶才逐漸形成的。在欧洲資本主义初期，由于生产发展的需要，使蒸汽机的发明促进了工业革命，因而也大大刺激了机械制造工业的发展。但那时对研究机械設計的資料还很少，机械零件还没有成为一門独立的科学，而是包括在“机械学”、“机械构造学”一类的課程中，它們包括許多与近代性質相近的課程，如理論力学、材料力学、机械零件、制造工艺、蒸汽机、起重机等。直到1881年俄国科学家基尔比切夫（В. Л. Кирпичев, 1845—1913）才第一次以一門独立課程的方

式写出了“机械另件”的著作，为这门科学奠定了基础。从那时起到现在还不到80年。

以后，机械另件这门科学在各国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，而且有极为丰富的专题论文，以及手册、图集、标准、规范等文献。

应该指出，在机械另件的发展过程中，俄国与苏联的科学家在这门科学中有着卓越的贡献。例如彼得洛夫（Н. П. Петров, 1836—1920）是摩擦和润滑的流体动力学理论的奠基者；茹可夫斯基（Н. Е. Жуковский, 1847—1921）第一个研究解决螺紋中載荷分布和皮帶彈性滑動等問題；諾維柯夫（М. Л. Новиков）发明新的点嚙合齒輪傳動；薩維林（М. А. Саверин, 1891—1952）編写机械另件及互換性方面的有名著作；彼得魯雪維奇（А. И. Петруевич）論証齒輪及蝸輪傳動中表面強度的計算理論等，这些成就不仅在机械另件这门科学上是重大贡献，而且有的在整个科学技术发展史中也具有划时代意义的。

我国近百年来，由于受帝国主义的侵略和封建制度的殘酷統治，以及近几十年来的国民党反动統治，使科学技术十分落后。只有在中华人民共和国成立以后，机械另件才和其他各项科学技术一样獲得了广闊的发展前途。建国以来，在党的正确领导下，並得到苏联的无私援助，經過十年的努力，已取得很大的成績。如我国工人馬景云发明了摩擦焊接，解决了一向认为銅、鋁等有色金属不能焊接的困难問題；出版了許多机械另件方面的論著和其他文献，制訂並公佈了机械另件的国家标准，建立了八十多个关于机械工业方面的科学研究和产品設計的机构；开展了具有国际水平課題的研究；对世界先进技术如电渣焊、点嚙合齒輪傳動、高速气膜軸承，熱軋齒輪等方面的研究、应用和推廣方面都已取得一定的成就，所有这些，都說明我国已逐漸摆脱过去科学技术落后的局面而开始进入世界先进科学技术水平的領域。前途是无限光明的。

3. 机械制造业在国民經济中的主导作用和我国机械制造业的发展。旧中国是一个半封建半殖民地的国家，經济十分落后，沒有自己独立的工业。1949年，作为国家經济发展的主要指标的現代工业，在工农业的总产值中只佔17%；而其中生产資料工业的产值在全部工业产值中只佔26%。机械制造业更为落后，它只佔工业总产值的1.7%。这是旧中国生产落后的標誌。

解放后，建立了人民共和国，才为发展祖国工业開闢了广闊的道路。全国人民迫切要求摆脱貧困落后的状况，要求实现我国社会主义工业化。毛澤东主席在“論联合政府”一书中早就說过：“沒有工业便沒有鞏固的国防，便沒有人民的福利，便沒有国家的富强”。所以，在經過三年的經济恢复时期后，党就及时提出：社会主义工业化是我国过渡时期的中心任务；开始了我国发展国民經济的五年計划。

社会主义工业化的中心环节是优先发展重工业。而机械制造业則是重工业的基础。很容易理解：只有建立起强大的重工业，建立起現代化的机械制造业，我們才能制造現代化的各种工业設備，使重工业本身和各种輕工业得到技术改造，我們才能供給农业以拖拉機和其他現代化的农业机械，使农业得到技术改造；我們才能生产現代化的交通工具，使运输业得到技术改造；我們才能制造現代化的武器，使国防更加鞏固；我們才能显著地提高生产技术、提高劳动生产率，不断地增加农业和消費品工业的生产，保証人民的生活水平不断提高；最后，我們才有可能实现机械化和自动化，逐步消滅工农差别，城乡差别和体力劳动与腦力劳动的本質差别，向共产主义过渡。由此可見，“机械制造业是对国民經济进行

## 技术改造的主导力量”。①

随着社会主义工业化的迅速发展，使我国国民经济的结构发生显著的改变。1957年—第一个五年计划最后一年的工业比重已上升到56.5%，生产资料工业的产值在全部工业产值中的比重上升到52.8%，机械制造业在工业中的比重上升到9.5%。第一个五年计划使我国建立了社会主义工业化的初步基础。

党的八届二中全会制订了我国社会主义建设总路线，大大鼓舞了全国人民。1958年在党的“鼓足干劲、力争上游，多快好省地建设社会主义”的总路线的光辉照耀下，我国人民发扬了共产主义风格和首创精神，贯彻了“以钢为纲”和一整套的“两条腿走路”的方针，因而实现了历史上前所未有的大跃进。1958年的工业产值在工农业的总产值中已增加到63%。机械工业总产值较1949年增长近40倍，设备自给率达到了78%，机械制造业的主导作用已迅速加强。

十年来的经济建设，已使我国基本上形成了完整的机械工业体系。机械制造业已能向国民经济各部门提供成套的设备，为我国国家工业化，农业机械化电气化和国防现代化提供了物质保证。

在机械设计工作上，我国也已经从仿造进入到自行设计的阶段，现在我们不仅能设计一般机械产品，而且能设计万吨货轮，新型机车、飞机，12000吨自由锻造水压机以及其他重大的尖端产品。这就标志着我国机械工业已经进入了世界先进技术的领域。

现代机器的特征是向高生产率、大功率、高速度以及高度机械化、自动化的方向发展。例如现在苏联布拉茨克水电站的水轮机每台是30万瓩，比30年前增加了40倍；水轮机的轴承压力大至几千吨；现代一部巨大的挖掘机能代替几万个人的工作。又如金属切削机床的切削速度现在高达每分钟2000公尺以上，较30年前增加了约40倍；磨头转速达每分钟25万转；轧制薄钢板的速度现在每秒到30公尺，较30年前增加了70倍左右。高度机械化和自动化的机器不断更新，越来越多的工作过程实现了自动化。

近代机器发展的这种趋向，要求设计师必须要掌握现代的最先进的科学技术；必须对机器的合理结构，先进的计算方法，工艺方法以及各种材料的性质等方面都需具备充分的知识。同时还必须实现政治挂帅，依靠集体力量，走群众路线，刻苦钻研，才能胜任不断发展的机械设计工作的需要，才能多快好省地发展祖国机械制造业。

机械零件是研究机械及零件设计和计算的一门科学，是培养学生掌握机械设计计算技能的一门基础技术课程。因此，它在今后国民经济建设中，在培养祖国建设人材教育过程中，都将有着非常重要的作用。

4. 机械零件课程的内容。本课程所包括的内容和机械零件的最普遍的分类，可以摘列如下：

一、机械零件设计计算的基本知识。

二、机械零件的联接。

(1) 可拆的联接（拆开时不损坏零件的完整性）。

1) 螺纹联接。

2) 键联接与楔联接。

(2) 不可拆的联接（拆开时，零件或被联接件要受到损坏）。

① 见“中华人民共和国发展国民经济的第一个五年计划1953—1957”

- 1) 鉚接。
- 2) 焊接。
- 3) 緊配合联接。

### 三、机械傳动。

- 1) 摩擦輪傳动。
- 2) 皮帶傳动。
- 3) 齒輪傳动。
- 4) 蝸輪傳动。
- 5) 鏈傳动。
- 6) 螺旋傳动。

### 四、軸、軸承及联轴器。

- 1) 軸心与轉軸。
- 2) 滑动軸承。
- 3) 滚动軸承。
- 4) 联轴器

### 五、其他机件。

- 1) 彈簧。
- 2) 制动器。
- 3) 机架及箱体。

### 六、机械另件設計計算綜論（結束語）。

# 第一篇 机械另件設計和計算的基本知識

## 第一章 机械設計的基本原則

本章內容：机械及其另件合理設計的准則：適應使用的目的，足夠的強度，剛度和使用期限，不過份發熱，不發生過大振動，保證技術安全與良好的勞動條件，合乎經濟原則與工藝性。机械另件標準化，它的意義和應用。設計机械的一般步驟與方法。

### §1-1 机械及其另件的合理設計准則

每一合理設計的机械，包括其所有的另件及其組合，應綜合地滿足使用、社會、經濟和工藝等方面的要求；必須貫徹多、快、好、省的方針。現分別敘述于下：

#### 1. 使用方面的要求

(1) 滿足規定的用途：設計出的機器必須滿足既定的用途，並力求達到減輕工人勞動，提高生產率的目的。

(2) 足夠的強度與使用期限：足夠強度指的是要保證另件在未达到機械的額定使用期限前，不發生斷裂；同時在工作中也不出現破壞機械正常工作的殘余變形。應該知道，另件的損壞不僅要引起機器停頓，而且往往會影響全廠工作；有時還可能引起不幸事故。所以，高度的使用可靠性是現代機器的最重大要求之一。另件強度是按材料力學理論來計算的。要使計算應力不超過安全限度，以決定另件的最合理尺寸。

在正常使用情況下，決定另件使用期限的主要破壞型式是磨損和金屬表面疲勞；它們都是由於另件表面強度不足而引起的。由於這種破壞而失效的機器，大多可以用修理方法使之恢復，所以通常它決定機器的修理期限。

磨損與很多因素有關，主要的有載荷的大小和特性，相對滑動速度，潤滑，冷卻，介質的化學和物理活動性等。為延長使用期限，提高耐磨性，另件可以經過熱處理或化學熱處理，也可以增大另件的接觸工作面，減小單位壓力；改進潤滑等。對磨損的計算，現在還沒有建立起完整的理論，通常是按單位壓力 $P$ 或與摩擦力所作功成正比的 $pv$ 值來估量，式中 $v$ 為相對滑動速度。

反復受接觸應力的另件，如齒輪、蝸輪、摩擦輪等往往是因表面疲勞而損壞的。這種破壞是與另件表面加工質量，兩接觸面的硬度比值，相對滑動和潤滑油的特性等因素有關。設計時是按一定的使用期限，根據接觸強度來進行計算。

高溫工作下的另件應根據蠕變限計算。

(3) 足夠的剛度（或柔度）和穩度：剛度是另件抵抗彈性變形的能力。有些另件在工作時，其彈性變形不允許超過一定的限度，如齒輪軸為保證齒輪傳動的正确嚙合必須具有足夠的剛度。提高另件剛度，不一定都需要增大尺寸與重量，可以用附加的支承或桿件，減小支

承距离，改变断面形状等办法来达到。

在有些情况下，另件需保证有一定的柔度；即在不发生破坏也无残余变形的条件下具有一定的弹性变形，用以防止机器过载或减轻震动，例如各种弹簧的应用。

稳度是另件抵抗侧向弯曲变形的能力。受压力的细长机件，如导螺杆等，即需计算其稳度。

(4) 不过份发热：另件由于相对运动中摩擦所产生的热量，使工作温度上升。温度过高会破坏正常的润滑，因而引起咬合；或发生过大的热变形与不允许的附加应力，使机件遭受损坏。通常，极限温度是根据润滑油在金属表面的吸附能力与热变形而定的。工作温度由热平衡原理计算。为不使机件过热，可用减小压力强度，进行合理润滑，或增加散热表面，使用人工冷却等方法来加以改善。这对滑动轴承和蜗轮传动具有特别重要意义。

(5) 不发生过大的振动，机械在高速运转时，往往容易发生振动，影响机械的正常工作或引起另件的早期疲劳破坏，当载荷循环频率与另件的自振频率相符合而产生共振时，会引起机件的损坏。因此对高速机械的转动另件，在设计时应进行平衡，在设计时应验算其弹性振动。此外，还可以通过改变机件质量的惯性矩，联接的柔度或加入特殊的消振器等方法来防止不允许的振动。

此外，在考虑机械的使用要求方面，有些机械还应满足其特殊的要求，如运输机械应符合一定外形尺寸及其本身重量的限制，金属切削机床应保持长期运转的精确性等。

## 2. 社会方面的要求

(1) 安全 在我们社会主义生产条件下，任何机械都必须保证充分的安全，以防止一切可能发生的事故。这也是我们与资本主义制度社会下的只重剥削不关心人的根本不同之处。

如对外露的转动部分加安全罩或防护套；在容易产生附加载荷的地方，加上防止过载的安全机构等，以保证安全生产。

(2) 良好的劳动条件 设计出的机器应力求能减轻劳动强度，使操作方便简单，易于记忆掌握。表面应有适当的着色和装饰（如抛光、发蓝、喷漆等），使外形尺寸匀称、和谐、美观、光整，以满足工人的文化和美感的需要，力求与先进的社会主义机械制造发展的高度水平相适应。

此外，应尽量避免发生噪音，噪音大多是由于制造不够精确与装配不良，由于振动，摩擦及另件联接中的间隙受载时发生冲击等原因所引起的。噪音对人的神经有不良影响，并使机件的使用年限缩短。因此，应加以研究设法改善，使之降低。

## 3. 经济方面的要求

(1) 提高机器运转效率 机器效率表征机器工作时的经济性。效率愈高，经济性愈好。机械的损耗在很大程度上是由运动付中的摩擦功所决定的，提高效率在整个国民经济中有重大意义。可以用提高摩擦面的加工质量，使用摩擦系数较小的支承及改善摩擦表面的润滑，用滚动摩擦代替滑动摩擦等方法来降低摩擦功的损耗，提高机械效率。此外，在设计中应尽量避免采用效率低的机构装置，如螺旋传动，蜗轮传动与行星传动等。

(2) 降低生产成本 机器的成本，主要取决于所消耗的材料，制造费用以及车间与工厂的附加费用。

因此在设计机械或另件时，应尽量减小机件的尺寸和重量。这可以通过改进计算方法，



合理提高許用应力；应用新的科学技术成就；改进部件或另件的结构；合理設計鑄件；用焊接或冲压件代替鑄造；应用較輕材料（如輕合金塑料，木質材料）或强度較高的材料（如用球墨鑄鐵代替普通灰鑄鐵），或代用品（如用陶瓷材料代替鋼鐵），以及各种工艺措施等方法来达到。

目前还有許多机械和另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設計图紙制造出来的。在設計新的机械或另件时，应力求滿足这项要求。因为这不仅意味着降低产品的成本，而且还大大节省金属的消耗，对国民經济发展具有重要意义。

但也有些机械，由于使用上的特殊要求，需要大的重量。如汽錘的鉗鉄为抵抗冲击力需要做得重一些。

其次，在設計中应尽量节约有色金属及稀有金属，应充分利用我国資源，应用国产材料及非稀有材料来制造另件，材料要“立足于国内”。

簡化生产过程，合理選擇毛坯，减少制造劳动量，使结构合乎工艺性，是降低制造成本的极重要途径。

此外，設計时还应尽量避免“多余的”部件或另件，尽量减少另件的数目与材料的牌号种类，以减少管理、供应与制造上的困难，这也是降低总成本的一个原则。

应该指出，在考虑經济要求时，不能仅从生产企业的本身利益出发，而首先应从整个国民經济的利益出发。例如由于改变某些另件的结构，提高另件加工质量或增加新的装置而使另件或机器的成本稍許增高，但却因此大量减少使用耗費，延长使用期限，因而对整个国民經济来说是有利的。

**4. 工艺方面的要求** 在設計机械时，为降低制造成本、提高生产率，应力求机械及其另件的结构合乎工艺性。所謂合乎工艺性的结构指的是这样一种结构：它在滿足了一切使用与社会要求的同时，在既定的生产条件下进行制造时，其所消耗的时间、劳动量和生产費用都最少，因而也能得到最低的成本。

現代机械制造中，对于一个另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、工具可以各不相同；对于同样功用的另件，也可以用完全不同的材料，用不同的强化方法，可得到不同的机械特性。生产规模变化的范围也是非常之大：从单件生产到年产以百万計的大量生产。因此，在这样新条件下要使结构合乎工艺性，比过去就复杂得多了，工艺性的概念与20年前仅指一般地能制造出来的概念也不相同了。

所以，在某种产量规模与生产条件下完全合乎工艺性的结构，在另外一种生产规模与条件下就不一定合宜；有种结构对另件加工減輕了劳动量，但对机器的装配和修理都趋于复杂，以致不能把改善另件工艺性的益处显示出来。因此，与具体生产条件不相关的合乎工艺性的结构是不存在的。同样也不能离开整个机器来估計另件的工艺性，它必須与具体的生产规模和生产条件相适应。

下面列举一些带有普遍性的工艺要求的原則。

(1) 簡單、合理的结构形状；另件的结构形状应力求簡單。它們应适应于現有机床所能制造的形状，使能采用高生产率的加工方法，如漸开綫齿廓，从几何形状来说是相当复杂的，但它可以用生产率与精度都很高的范成法来获得，因此是有工艺性的。相反，如方螺紋形状

虽简单，但不能用高生产率的銑切方法来創造，因此就不大被采用。

另外，另件的各平面应尽可能使其相互垂直或平行；傾斜表面加工困难。同时应力求加工表面的数目与定位次数最少，面積最小。



图1-1减少另件加工表面面積

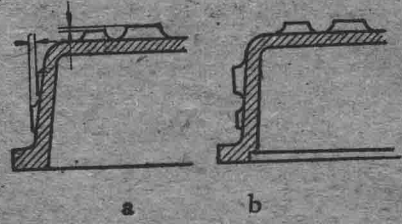


图1-2减少加工时的定位次数

例如图1-1中的两个另件，功用相同，但b图中的机械加工表面比a图中的减少很多，故较为合理。图1-2a中的另件几个凸台的高度不同，机械加工困难需要二次定位。如改为高度相同（图b）就较为合理。

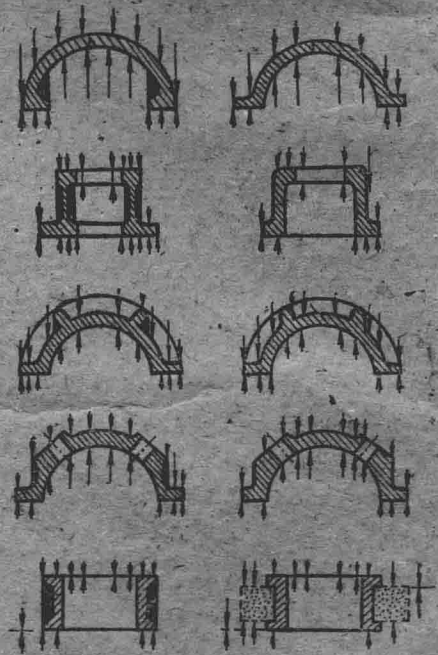
(2)合理的制造精度和表面光洁度：提高精度与表面光洁度都要使制造成本增加很大，並需要特殊设备。因此，在沒有充分必要时，不应追求过高的精度与表面光洁度。但也不可  
以降低按工作条件实际所必需的精度和表面光洁度的要求。

(3)合理选择毛坯：另件的工艺性在很大程度上决定于毛坯的制造方法。机械加工要比压力加工与鑄造貴得多；同时还要消耗被切削掉的金属。因此，应尽量把另件的成型的大部分工作移到毛坯車間去完成，使毛坯形状尽可能与另件成品的形状相接近。

机械制造中毛坯的基本类型有型钢、鍛件、冲压件、鑄件等。每种毛坯对另件的结构工艺都有特殊的要求。图1-3为鑄件設計得正确与不正确的几个例子，a)中的阴影部分在起模时砂型要被碰坏，因而是错误的。图1-4为鑄件断面轉变处的一些品質估價。

(4)簡化机械加工：一般說来，机械加工劳动量最少的另件是合乎工艺性的另件。因为机械加工劳动量在制造另件的总劳动量中至今仍佔相当大的比例。但在不同的具体条件下，对机械加工工艺提出的要求是极不相同的。它們要由加工的特点和生产设备来决定。

图1-5，a上所示的另件需要钻6个不同直径的孔；台肩1、2和3、4的高度不同，需分別加工，凸台4还需銑制，如果结构稍加改变，如图1-5b所示，



不正确  
起模时砂型碰坏

正确

图1-3鑄件的合理形状

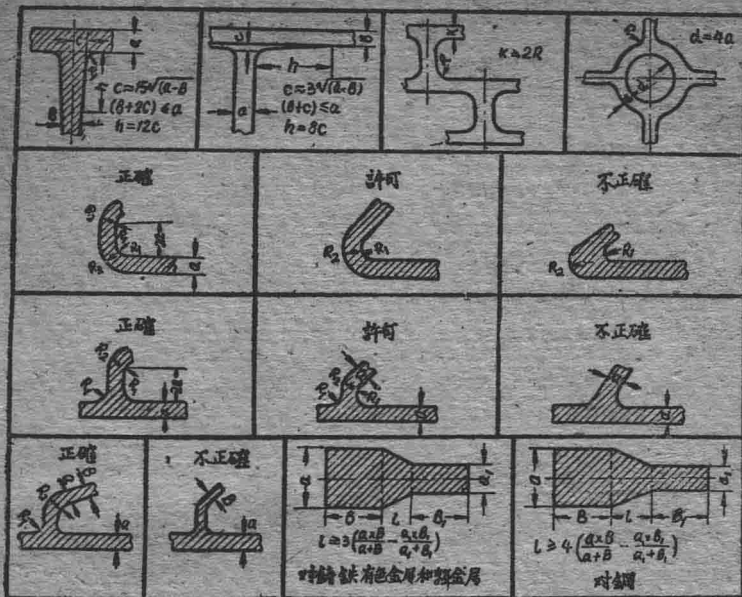


图1-4 铸件断面转变处的一些设计原则

则大大简化了机械加工。

(5) 减少机械装配劳动量：对整个机械来说，应尽量使之便于装配，便于拆卸、运输、安装和修理。部件通用化，采用组合结构，也能缩短机械的装配周期，便于运输修理。如图1-6，a上的部件结构，由于两个轴承必须同时装入箱体孔中，因而装配困难。如果稍许改变轴承的位置如图1-6，b那样，就非常容易装配了。

此外，另件的标准化，规格化也是机械及其另件工艺性的基本要求。

如前所述，考虑工艺要求应该与生产设备相适应。但另一方面也应指出，在设计新机器时又不一定完全受生产设备条件的限制；还应寻求新的加工设备与工艺方法，以适应不断发展的新的需要。

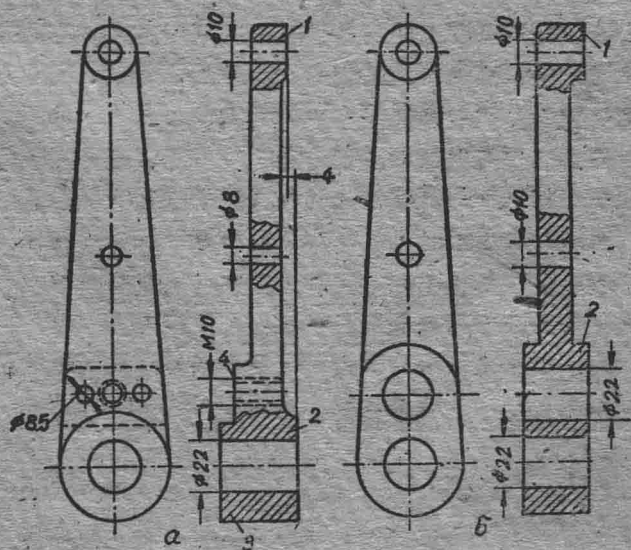


图1-5 结构改变简化了机械加工

上述关于机械合理设计的各方面要求，相互间都有联系，但又有矛盾，要在具体条件下同时满足上述所有的要求是困难的。设计时应进行全面考虑，分清主次，权衡得失，以求得合理与统一。

由上可见，设计一部新的机器所需要的知识是十分广泛的。一个熟练的设计师不仅应掌

握最先进的计算方法，而且也应该掌握最先进的工艺方法。因此任何一个正确的設計，不仅要能在改換生产条件下制造得出，而且要用最简单、最经济、因而也是成本最低的方法制造出来。因此设计师在工作中应该与工艺师、工人及经济工作者建立密切的联系。对于特殊材料的選擇，还可以从冶金工程师，热处理工作者那里獲得教益。只有这样，才能保証設計合理和符合多快好省的原则，并具有最高的技术水平。

### §1—2 机械制造中的 标准化及其应用

标准化是指国家对产品的統一技术要求，它限制产品的型式、品种、尺寸参数及性能的类型与数目，使符合一些强制性的法规。一个部門或一个工厂内实行的标准称为规格。

标准化对现代工业的各部門都有巨大意义。它是实现我国社会主义工业化过程的重要技术政策之一。机械制造工业的产品种类、型式、尺寸特別繁多，只有标准化、规格化才能把这样多的全部机器多快好省地制造出来。

标准化能保証最常用另件的广泛应用。便于用最先进的方法，用特殊的工具来組織标准另件的大量生产，这对制造另件的劳动量和材料消耗都可大大降低。工艺条件和試驗方法的标准化能促进另件质量的改善，提高另件的工作能力。因而能使机器成本降低、质量提高。

使用标准另件和标准部件，还能縮減制造新机器所需的時間和劳动量。同时也能使修理工作简单化；容易更換受損另件。

任何标准与规范都是在总结各工厂与科学研究机关的先进經驗与建議的基础上拟定的。国家标准是国家的技术法令，设计师应严格遵守。在设计新的机器与另件时，除特殊情况外，都应采用标准。这并不是限制设计师的創造能力，而是为了減輕他在这方面的劳动，而能集中精力从事創造新的重要的结构。

也应该指出，标准是为了便利設計而不是为了限制設計的創造性而制定的。所以当标准和設計要求发生不可統一的矛盾时，也可以不用标准，但这种情况是很少的。

机械另件方面的标准如：常用联接另件的尺寸，齿輪、蜗輪傳动的要素，軸的直徑，皮帶，滚动軸承的基本参数、技术条件和試驗方法；及帶輪、鏈輪的基本尺寸等等。有关的这些資料都将在本书各章及附录中加以摘要介紹。

我国机械工业国家标准已陸續制訂公佈。有关机械另件的国家标准也已在1959年正式頒佈施行。设计师在设计时除应用一切現有的国家标准外，还应向尚未訂出标准的另件和部件

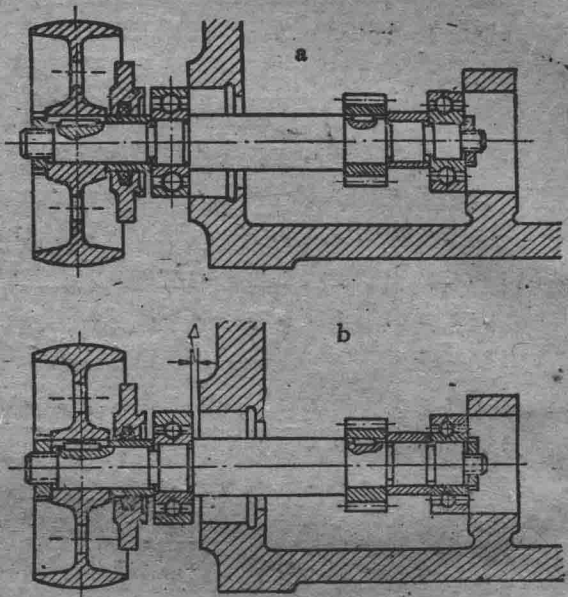


图1—9 合理配置另件减少装配劳动量

进行标准化創造有利的条件。

### §1-3 設計机械的一般步驟和方法

設計机械和另件的一般步驟可以这样表述：

- 1) 根据机械的用途，選擇合适的机构。
- 2) 選擇机械和另件的結構型式。这时应詳細了解現有同類机械的結構，在批判地分析現有机械的基础上，进行創造性的設計。
- 3) 运动分析和力的計算。确定作用在各个机构和另件上的載荷大小。
- 4) 選擇材料。
- 5) 根据已知工作条件，用計算方法或根据結構、工艺方面的要求，确定另件的尺寸，並使其与現行标准相符合。
- 6) 繪制机械装配图和部件装配图。
- 7) 繪制另件工作图，拟定結構上的細节，註明技术条件。

上述步驟，在实际設計过程中，往往需要反复进行。这是因为运动与力的分析，尺寸計算及結構工艺等問題都有密切联系，互有影响，不仅力的作力点与另件的尺寸有关，而且材料的机械特性等也要随另件的絕對尺寸与形状而異。因而只有在另件絕對尺寸已知时，才有可能正确进行力的分析与精确的計算。

因此，在实际設計中，往往先根据另件在总的結構方面取得协调这一原則，进行全面考虑；並以概略計算的方法選擇另件的形状和尺寸。然后进行精确的計算：驗算危險断面的安全系数、另件的变形或临界速率等。这种設計步驟常常能較快地得到最好的方案。

必須指出，上述設計步驟，在实践过程中是需要反复进行，很难一次即得出圆满結果。因此在設計时，常常采取“边預設、边計算、边繪图、边修改”的方法。通过預設、計算、繪图、修改等反复过程，才能得出最后的結果，綜合滿足各項要求。

### 复 习 題

- 1) 机械合理設計的基本准則是什么？
- 2) 何謂“工艺性”？設計时怎样考虑工艺要求？
- 3) 标准化的意义是什么？
- 4) 机械設計的一般步驟怎样？为什么需要“边預設、边計算、边画图、边修改”？

### 参 考 書 刊

- 1) Картавов С.А. Основы Рационального Проектирования Машин, 1954, 1958
- 2) Добровольский В.А. Детали Машин, 1954, 1957
- 3) Добровольский В.А., и др, Основные Принципы Конструирования Современных Машин, 1956
- 4) Павлов Я.М. Детали Машин, 1958
- 5) Поляков В.С. и др, Детали Машин, 1954
- 6) Решетов Д.Н., Расчет Детали Станков, 1945

7)北京航空學院等六院校：機械另件交流講義，1956

8)東北工學院：機械另件講義，1958

9)浙江大學：機械另件課程設計參考資料匯編，1956

## 第二章 机械制造中所采用的材料及其选择原则

本章内容：材料选择的依据：机器的工作条件及用途，另件的尺寸和形状，重量，“局部品质”原则的运用；材料的价格及市场供应情况，工艺性。机械制造中常用材料——铸铁、钢、有色金属及其合金和塑料等的主要性能及应用。

### §2-1 选择材料的基本原则

随着机械制造业的发展，对材料的性能所提出的要求已越来越高。

材料选择得是否正确，对机器的工作好坏、尺寸、重量及成本都会引起重大影响。因此对设计师来说，选择材料也是一个重要的问题。

现代机械制造另件中的材料选择，应能满足对机器提出的使用、经济和工艺等各方面的要求。

在满足使用要求方面，主要应依据以下二点：

(1) 机器的工作条件和用途：如果机器的工作条件和用途不同，有时在同一部机器上用途不同的另件，对另件材料提出的要求也将是极不相同的。例如，飞机上的另件，应当用强度高而轻的合金制造；工作时常受振动与冲击的另件，应选择韧性高而能耐冲击的材料；在高温或有酸硷等腐蚀性介质中工作的化工机械，则应要求材料具有耐热、耐酸耐蚀等的性能，易于磨损的另件，可用耐磨性好或硬度高的材料，要求能保护轴颈和减摩性能好的滑动轴承付，则可采用锡青铜及巴氏合金等制造。

(2) 另件的尺寸和形状：机器的尺寸常是衡量机器品质的一项指标，故必须力求减小另件的尺寸。因此，受力大而又要求尺寸小的另件，就应采用强度高的材料。

另外，在选择材料时也应当注意，适用于小断面的另件材料，可能因过弱的可淬性而不适用于大断面的另件，适用于简单外形的另件材料，可能因铸造性能不好而不适用于复杂外形的另件。因此，在选定另件的具体材料时，还应同另件毛坯制成的方法同时考虑。

在满足经济与工艺要求方面，应该使所采用的材料从另件总成本（包括材料的价格及制造另件时的生产费用）的观点来看是最有利的。主要应考虑以下几点：

(1) 重量：机器每单位功率所具有的重量是衡量机器品质的一项重要指标。重量不仅表征着机器结构的有效性，而且它与单位重量的成本一起还可使我们在机器的材料用量和价格方面有一个概念。

为了减轻机器的重量，我们应当不断寻找和选用新的强度高和比重小的材料。这对飞机等运输机械具有特别重要的意义。

对于由刚度决定尺寸的另件，应当选用弹性模数（E或G）大而比重小的材料，以减轻重量。例如电机转轴，机床主轴等另件，如果用高强度合金钢就没有意义，因为不论合金钢或是较便宜的碳钢，其弹性模数的变化范围是很小的。

(2) “局部品质”原则：由于另件各部分的工作条件不同，常对一个另件的各个部分提出不同的要求。

对一个另件，常常不容易选出一种能够满足所有要求的材料，即使有也往往是很贵的。

然而，“局部品質”原則常能指出最合理和最先進的解決辦法。

例如水輪機漿葉要求有高的強度及抗腐蝕性，過去常用昂貴而加工困難的不銹鋼製造。但根據“局部品質”原則，可以用碳鋼或價格較廉的合金鋼來做漿葉，然後包上一薄層不銹鋼。這樣，可使成本大大降低。

又如受大載荷的齒輪材料，可以用碳鋼和低合金鋼施以高頻表面淬火和冷作硬化處理，使齒面獲得較好性能來代替高合金鋼。

由於近代金屬加工工藝的各種方法，特別是各種表面複合法，熱處理及化學熱處理法，產生人工殘余應力的強化方法等，這些都為“局部品質”原則的應用開闢了更廣闊的可能性。

(3) 材料的價格和市場供應情況：所選材料應當比較便宜，而且應從我國資源出發，盡量選用國內市場上能充分供應的材料，最好能就地取材。

另外，在整個機器中，還應當考慮使所選材料的牌號種類盡量少，以減少備料，簡化材料的採購和保管等工作。

(4) 工藝性：材料選擇得是否恰當，對另件的工藝性將起重要影響。如在某些情況下對材料所提出的易熔性，在鑄造時要求的液態流動性，在壓力加工時的可塑性，在機械加工時的可加工性，在熱處理時的熱處理性等，這些因素亦均需加以考慮。

## §2-2 機械製造中常用的材料

用於機械製造中的材料，隨着工業的發展需要，其品種在不斷增多，許多新的材料正被陸續發現和應用。現代機械製造中常用的材料主要有以下幾類，其中黑色金屬（鑄鐵與鋼）用得最多。

### 1. 鑄鐵

鑄鐵的塑性差，不能進行輓壓或鍛制，只適用於鑄造的毛坯。

由於鑄鐵中有石墨存在，因此它具有很好的減摩性。此外，它還具有優良的液態流動性，可加工性及相當的易熔性。它的收縮率不大，並且價格也不高。這使它可能製出外形複雜的鑄件。

鑄鐵還比鋼具有較好的吸震性能。鑄鐵對應力集中也是不敏感的。

因此，鑄鐵在機械製造中應用很廣，在農業機械及機床製造等部門中，它仍是主要的材料。

根據用途，機械製造中常用的鑄鐵可以分為普通灰鑄鐵，變質鑄鐵，可鍛鑄鐵，球墨鑄鐵及合金鑄鐵幾種。

(1) 灰鑄鐵鑄件：可很好地鑄造及加工，且成本較便宜，故常用以製造一般的另件。

按照我國第一機械工業部頒佈施行的標準（以下簡稱一機部標準），灰鑄鐵的牌號及機械性質列於附錄表2-1。

灰鑄鐵牌號的意義為：C<sub>Y</sub>代表灰鑄鐵，前面兩位數字代表抗拉強度限 $\sigma_B$ ，後面兩位數字代表抗彎強度限 $\sigma_{BH}$ ，其單位均以公斤/毫米<sup>2</sup>計算。

(2) 變質鑄鐵（孕育鑄鐵）：對普通灰鑄鐵進行孕育處理，即可得到變質鑄鐵。一機部標準ZS441-58（附錄表2-1）中的C<sub>Y</sub>28-48，C<sub>Y</sub>32-52，C<sub>Y</sub>35-56和C<sub>Y</sub>38-60鑄鐵，



可制为孕育鑄鐵。

變質鑄鐵与普通灰鑄鐵比較，主要有下列一些优点：对冷却速度的变化敏感性小，机械性質較高，摩擦系数較低，抗蝕性耐磨性較好，对热处理的感受性以及可加工性等均較好。因此，虽價格稍昂，必要时仍应推荐采用。

(3) 可鍛鑄鐵鑄件：可鍛鑄鐵是由白口鑄鐵獲得的鑄件經韌化处理，即經数小时的加热后而成。可鍛鑄鐵的机械性質和軟鋼相近。当載荷較小和制品的重要性較低时，由可鍛鑄鐵制成的制品獲得广泛的应用。在大量生产中采用由可鍛鑄鐵制成的另件是有利的，特别是对于薄壁和複雜形状的制品。

可鍛鑄鐵鑄件的牌号及机械性質我國尚未頒佈标准。附录表2—2所列为苏联ГОСТ 1215—41中关于可鍛鑄鐵的牌号及机械性質的标准，可供参考。

(4) 球墨鑄鐵：

在鉄水中加入鎂(或鎂合金)及矽鉄，經過处理后，得到石墨成球状的金相組織，即为球墨鑄鐵。

根据我国一机部标准，球墨鑄鐵的牌号及机械性質列于附录表2—3。表中牌号的意義为。BQ代表球墨鑄鐵，前二位数字代表抗拉强度限 $\sigma_B$ ，后二位数字則代表延伸率。

按金相組織的基体分類，球墨鑄鐵有以珠光体为基体的(BQ45—0，BQ50—1.5及BQ60—2)和以鉄素体为基体的(BQ40—10及BQ45—5)二類。珠光体球墨鑄鐵强度高、性能脆，故适用于要求强度高而不受冲击載荷处。鉄素体球墨鑄鐵强度較小、冲击韌性及塑性較好，故可用在强度不太大和有冲击載荷的地方。

我國对球墨鑄鐵的研究已獲得了巨大成就，而且已在生产上推廣其应用范围，这对解决我國目前的鍛造能力不足有着很大意义。我國有很多生产部門采用球墨鑄鐵代替鑄鋼制造火車車輪、柴油机曲軸、齿輪等重要另件已獲得成功，实具有巨大的經濟價值。

表2—1所列为高强度鑄鐵与鑄鋼的机械性質比較，由表中可看出球墨鑄鐵和鑄鋼的机械性質相近。而它还具有一些鑄鐵的特殊优点，如高的減震性及耐磨性等，因此它在很多情況下可成功地代替鑄鋼。

(5) 合金鑄鐵：在鑄鐵中加入一些特殊的合金元素，如鎳、鉻、鉬、銅、钼、鈦等或含有較高的矽錳时，即称合金鑄鐵。这种鑄鐵，当加入不同的元素时，可以獲得独特的品質，如耐热性、抗腐蝕性、无磁性、高电阻、高强度等。但因其價格較貴，故在机械制造工业中应用尚較少。

## 2. 鋼

与鑄鐵相比，鋼在靜載荷、交載荷和冲击載荷下都具有較高的机械性質(强度、塑性等)，可以制出鋼的鑄件、鍛件、軋軋件、冷冲压件、焊接件等各种不同的毛坯，它的可加工性和可热处理性亦很好。所有这些特性，使鋼成为机械制造中的一种重要材料，常把它用来制造較重要的另件。

不过鋼的流动性及易燃性則不如鑄鐵，價格也較貴。

鋼按其应用、化学成份、品質和獲得其尺寸与外形的方法，可以分作普通品質的碳結構鋼、優質碳結構鋼、合金結構鋼、工具鋼及鋼鑄件。

(1) 普通品質的碳結構鋼：这种鋼主要用作普通用途的型軋鋼：L字鋼、槽鋼、角