

中等专业学校推荐试用教材

机电类专业通用

机械零件

JIXIE LINGJIAN

上册



人民教育出版社

目 录

緒論	1	§ 5-4. 矩形齿花键的选择和核算	98
§ 1. 机械零件学的发展简史	1	傳动引言	103
§ 2. 机器制造业在国民经济各部门中的作用及 我国机器制造业的发展情况	2	第六章 摩擦輪傳动	107
§ 3. 机械零件课程的任务	3	§ 6-1. 概述	107
§ 4. 机械零件必须满足的基本要求	5	§ 6-2. 圆柱形摩擦輪傳动的計算	107
第一章 机器制造业中常用材料和許用 应力	7	§ 6-3. 圆锥摩擦輪傳动	109
§ 1-1. 机器制造业中常用的材料	7	§ 6-4. 摩擦輪傳动的变速裝置	110
§ 1-2. 許用应力和安全系数	15	第七章 皮帶傳动	115
联接引言	26	§ 7-1. 概述	115
第二章 鉚釘联接	27	§ 7-2. 平皮帶的种类、構造、标准	116
§ 2-1. 概述	27	§ 7-3. 平皮帶的接头方法	119
§ 2-2. 鉚釘的种类和材料	28	§ 7-4. 开口皮帶傳动的几何計算	120
§ 2-3. 鉚接結構的材料	31	§ 7-5. 平皮帶傳动中所受的力及对軸的作用	120
§ 2-4. 鉚接的工艺过程	32	§ 7-6. 平皮帶工作时剖面上的应力	121
§ 2-5. 坚固鉚縫的計算	32	§ 7-7. 皮帶的滑动和滑动曲綫	123
§ 2-6. 密固鉚縫和紧密鉚縫的計算概念	36	§ 7-8. 平皮帶傳动的計算	125
第三章 焊接	41	§ 7-9. 三角皮帶傳动概述	128
§ 3-1. 概述	41	§ 7-10. 三角皮帶傳动的計算	131
§ 3-2. 焊接方法	42	§ 7-11. 張紧皮帶的方法及帶有張紧輪的平皮帶 傳动	134
§ 3-3. 焊接結構的材料和焊条	44	§ 7-12. 平皮帶輪及三角皮帶輪	135
§ 3-4. 电弧焊焊縫的基本形式	44	第八章 齒輪傳动	142
§ 3-5. 在軸向載荷作用下的焊縫計算	47	§ 8-1. 概述	142
§ 3-6. 焊縫的許用应力	49	§ 8-2. 齒輪嚙合基本定律	144
第四章 螺紋联接	53	§ 8-3. 漸开綫及漸开綫函数	146
§ 4-1. 概述	53	§ 8-4. 齒輪各部分名称及标准外嚙合直齿圆柱 齒輪基本尺寸关系	148
§ 4-2. 机器制造业中常用的螺紋	55	§ 8-5. 嚙合綫、嚙合角和重合度	151
§ 4-3. 螺旋副受力关系, 自鎖及效率	60	§ 8-6. 齒輪的根切現象和干涉	152
§ 4-4. 扳手力矩	62	§ 8-7. 变位齒輪的概念	154
§ 4-5. 螺紋联接的主要方式	62	§ 8-8. 內嚙合圆柱齒輪傳动	155
§ 4-6. 螺母、垫圈	70	§ 8-9. 齒輪的加工方法	156
§ 4-7. 防松裝置	72	§ 8-10. 齒輪的材料	158
§ 4-8. 螺紋联接的計算	75	§ 8-11. 輪齒的失效情况	160
§ 4-9. 螺栓組联接的概念	78	§ 8-12. 直齿圆柱齒輪的强度計算	161
§ 4-10. 举重螺旋的構造和計算	83	§ 8-13. 斜齿圆柱齒輪概述	166
第五章 鍵及花鍵联接	89	§ 8-14. 斜齿圆柱齒輪的周节、模数、重合度	168
§ 5-1. 概述	89	§ 8-15. 斜齿圆柱的基本尺寸关系	169
§ 5-2. 普通平鍵和半圆鍵的核算	95	§ 8-16. 斜齿圆柱齒輪的强度計算	170
§ 5-3. 花鍵联接	97	§ 8-17. 人字齿圆柱齒輪的强度計算	173
		§ 8-18. 直齿圆锥齒輪傳动概述	173

§ 8-19. 直齿圆锥齿轮各部分名称和基本尺寸关系	175	§ 9-4. 蜗杆传动的效率	201
§ 8-20. 直齿圆锥齿轮的强度计算	177	§ 9-5. 蜗杆传动的计算	203
§ 8-21. 齿轮的许用应力	178	§ 9-6. 蜗杆的强度和刚度核算	205
§ 8-22. 载荷系数	180	§ 9-7. 蜗杆传动的发热计算	206
§ 8-23. 齿轮构造	182	§ 9-8. 蜗轮蜗杆的材料和许用应力	208
§ 8-24. 诺维柯夫齿轮传动	185	§ 9-9. 蜗轮蜗杆的结构	209
第九章 蜗杆传动	195	第十章 链传动	215
§ 9-1. 概述	195	§ 10-1. 概述	215
§ 9-2. 蜗杆传动的啮合参数及几何关系	197	§ 10-2. 传动链和链轮	218
§ 9-3. 蜗杆传动的作用力分析	200	§ 10-3. 链传动的计算	220
		§ 10-4. 链轮轴上的作用力	225

緒 論

§ 1. 机械零件学的发展簡史

人类远在上古时代就开始制造和应用简单的机器零件和机械。例如,在三千年以前,我国人民就开始应用简单的纺织机械。但是作为一门系统的机器设计和制造方面的科学来说,则在十九世纪中叶才开始形成。当时,这门科学包括理论力学、材料力学、机器零件、起重运输机、内燃机、蒸汽机和机器制造工艺学等许多性质相近的科目,并籠统地叫做“机械学”或“机器构造学”。之后,由于生产的发展以及知识与经验的积累,大大丰富了这门科学的内容,因而就有了可能使它发展成为许多独立的学科。

“机器零件”就是机械学这一门总的科学的一个分支。1882年,俄罗斯的維·利·基尔比切夫(В. Л. Кирпичев)教授写出了第一本“机器零件”教程,才为这门科学奠定了基础。因此,它还是一门年轻的近代科学,至今只不过约八十年的历史。

最近几十年来,机器零件这门科学在各国都有不同程度的发展。目前,不仅拥有大量关于这方面的一般著作,而且还拥有极其丰富的专门著作、参考文献、手册、图集、规范及标准等。

和其他科学一样,苏联在机器零件方面所取得的成就一直是处于领先地位。由于苏联共产党和政府科学的极端重视与关怀,并为科学的发展提供了良好条件,苏联的科学研究机关、工厂、科学家和工程师对机器零件进行了大量的理论研究和实验,并且作出了巨大的贡献。俄国学者尼·耶·儒可夫斯基(Н. Е. Жуковский)教授是第一个研究和确定螺纹联接中各螺纹圈上载荷分布规律的科学家,他又用实验研究过皮带的弹性滑动。俄国工程师尼·加·斯拉维雅诺夫(Н. Г. Славянов)及尼·尼·别纳尔多斯(Н. Н. Бенардос)是电弧焊的发明人。著名的俄国学者尼·帕·彼得罗夫(Н. П. Петров)院士是摩擦和润滑的流体动力学理论的奠基人。技术科学博士阿·伊·彼得鲁谢维奇(А. И. Петрушевич)研究并科学地论证了齿轮及蜗轮传动中工作表面强度计算的理论。技术科学博士米·阿·萨维林(М. А. Саверин)教授是编著“机器制造”百科全书的倡议人之一,也是其中许多章节的编辑和作者。

我国人民在机器零件方面的创造和发明,和在整个文化方面的成就和贡献一样,具有悠久和辉煌的历史。周朝便有人利用卷筒原理制作轆轤。汉武帝时制造的翻车(水利方面用的)已具有近代搬运链的雏形。齿轮传动的应用也不晚于汉朝。但是解放前,一方面由于反动的统治阶级残酷剥削和压迫人民并不重视祖国科学技术的发展,另一方面由于帝国主义侵略和奴役我国人民,千方百计地阻挠我国科学技术的发展,因此使我国长期处于落后状态。解放后,由于党和政府对科学的极端重视,机械零件这门科学和其他科学一样获得了广阔的发展前途。目前对经常使用的零件国家已经设立了专门的机构进行研究。机器零件标

标准化工作也正在国家科学技术委员会的领导下大力进行着,部分零件的国家标准已经颁布。随着祖国工业的飞跃发展,在不长的时期里,机器零件这门科学在我国必将取得进一步的巨大的成就。

§ 2. 机器制造业在国民经济各部门中的作用及我国机器制造业的发展情况

毛主席说过:“没有工业就没有巩固的国防,就没有人民的福利,就没有国家的富强”。因此,要保卫我们革命胜利的果实,日益充分地满足我国人民的物质和文化需要,就必须高速度地发展工业,从而迅速提高物质财富的生产。

实现国家工业化的中心环节是优先发展重工业,因为只有建立起强大的重工业,我们才有可能制造现代化的各种工业设备,使重工业本身和轻工业得到技术改造,才能供给农业以拖拉机和现代化农业机械,才能生产现代化的交通工具,才能制造现代化的武器来巩固我们的国防。同时,只有在发展重工业的基础上,才能更快地提高生产技术,提高劳动生产率,才能不断地增加农业和消费资料的生产,保证人民生活水平的不断提高。由此可知,重工业是社会主义经济基础中的基础。

机器制造工业是重工业的核心,因为只有发展机器制造业才能为国家工业化、农业机械化和电气化以及国防现代化提供物质保证。

斯大林说得正确:“……不是随便怎样发展工业都是工业化,工业化的中心,它的基础,就是发展重工业(燃料冶金等等)。归根到底就是发展生产资料的生产,发展本国的机器制造业”。

新中国的工业是从无到有发展起来的。旧中国由于长期受帝国主义、封建主义和官僚资本主义的压迫,工业得不到发展。

解放后,工人阶级掌握了政权,为发展祖国工业开辟了广阔的前途。在党的领导下,由于第一个五年计划的胜利完成,使我国已经建立起社会主义工业化的初步基础。经过1958和1959年的连续大跃进,这个初步基础进一步地加强了。在这两年的连续大跃进中,几乎所有的重工业产品产量都增长了一倍以上。1958年我国钢材和机器设备的自给率都已经达到80%,1959年又有了进一步提高。在刚解放的那一年,即1949年,作为国民经济主要标志的现代工业,在工农业总产值中只占17%,而且主要是轻工业,重工业比重很小。第一个五年计划胜利完成后,这个比例就猛增到40%。经过1958和1959年的连续大跃进,我国的现代工业,在工农业总产值中已经跃升为67.5%。1959年的工业总产值比1958年增长了39.3%,重工业产值比1958年增长了43.3%。在技术革命号召的鼓舞下,所有企业都提高了技术水平,扩大了技术队伍。我们已经能够自己设计和自己建设技术比较复杂的现代化企业。所有这些,雄辩地说明建国十年来,我国工业建设已经取得了史无前例的成就。我国工业这样飞速地发展,是任何资本主义国家所不能比拟的,当然更不是在旧中国的条件下所能梦想的。

十年来我国机器制造工业的建设和发展,取得了极其辉煌的成就。目前我国机器制造

工業已基本上形成了完整的体系，建立了行業齐全、具有世界先进水平的机器制造企业網。在建設現代机械制造工業骨干企業的同时，全国各地兴办了数以万計的中小型企业，这样就大大改善了机械工業的分布狀況，迅速提高了机器制造業的生产能力。

我国机器制造工業已經完成了从修配到制造的过渡，并开始进入了从制造一般的机器設備轉入能够制造重型、大型、精密和尖端机器設備的阶段。

从仿造到自行設計是近年来我国机器制造工業技术上的一个飞躍。現在我們不但能設計一般的机器設備而且还能設計重型、大型、精密和尖端的設備。这就标志着我国机器制造工業已經进入了世界先进技术的領域。

在机器制造工業中，由于貫徹了党的社会主义建設总路綫以及根据总路綫制定的一整套兩条腿走路的方針，大大加快了机器制造工業的發展。

对国民經济各部門进行技术改造，逐步地把它們轉到新的技术基础上，轉到現代化大生产的技术基础上，这是党的八大二次會議所提出的技术革命的主要任务。这个任务要求机器制造工業迅速提高自己的技术水平，加速对各个部門提供又多又好的技术装备。

把學習和創造結合起来，把仿造同自行設計結合起来，这是迅速提高机器制造工業技术水平的一个兩条腿走路的方針。为了能制造出适合我国資源、自然特点及使用条件的机器設備，为了在技术上赶上和超过世界先进水平，今后，我們一方面仍然要虛心學習社会主义兄弟国家、特別是苏联的先进經驗，繼續采用仿造办法，大量發展新产品，另一方面又必須迅速發展自己的設計能力，培养自己的設計力量，大力开展新产品的設計工作。

“机器零件”課程是研究机器零件、部件和机器的結構、計算原理和方法的基础課程之一。对这一門課程的內容理解得愈深入透徹，且能运用于实际，則將來學習專業課程及培养設計能力就愈有良好的基础。

§ 3. 机械零件课程的任务

机器、設備、仪器及其他裝置中的独立組成部分和它們的联接叫做机器零件。

每个零件又由更小的單元体組成。这些單元体叫做元件。例如鉚釘联接算是零件，而組成鉚釘联接的鉚釘、鋼板等則是鉚釘联接中的元件。

几个零件在机器結構上組成一体，这个組成部分叫做部件或組合件。例如，机器中常見的滚动軸承組合就是由滚动軸承、螺紋联接、油封等零件組成的。

在机器或裝置中，由較多的零件組成的、在結構和作用上自成一個系統的組成部分叫做机組。例如，起重机上的減速器、金屬切削机床上的主軸變速箱、走刀箱、航空發動机等都可以算是机組。

各种机器虽然用途和結構有所不同，但每一部机器都是由零件和部件組成的。

組成机器的零件可以分为兩类：

1 普通零件 在用途与結構不同的各种机器中都被采用并且起同一作用的零件叫做普通零件。例如齒輪、螺釘、軸和軸承等就屬於这一类零件。这类零件大都已經标准化，所

以又叫做标准零件。

2. 特殊零件 这类零件只适用于一定类型的机器。例如航空活塞发动机的曲轴、活塞、喷气发动机的涡轮盘及涡轮叶片等就属于这一类零件。

在机器零件课程里,只研究普通的机器零件,而特殊的机器零件则在有关专业课程中研究。

机器零件课程的内容,可以分为四部分。

1. 联接

联接又分为两类:

1) 不可以拆卸的联接 铆接与焊接就属于这一类联接。拆开这类联接时,必须损坏联接。

2) 可以拆卸的联接 螺纹联接与键联接就属于这一类联接。拆开这类联接时,不用损坏联接。

2. 传动

传动又分为两类:

1) 摩擦传动;

a. 摩擦轮传动;

b. 皮带传动;

2) 啮合传动;

a. 齿轮传动;

b. 蜗杆传动;

c. 链传动。

3. 轴、轴的联接及支承

1) 心轴与转轴;

2) 轴承;

3) 联轴器。

4. 起重运输设备常识

学习机器零件课程的目的,是为了掌握普通机器零件、部件和机组的设计原理和方法。

所谓“设计”是指:确定作用在零件上的力,由力而产生的应力;选择零件的材料;确定零件最合理的尺寸和结构形式;解决零件制造、装卸、调整和操纵等问题;完成制图及其他技术条件等一系列的工作内容。

机器零件是工程力学课程的最后一部分,是介乎基础技术课和专业课之间的一种基础技术课程。在学习这门课程之前必须很好地掌握以下几门关系非常密切的课程:1. 理论力学,运用这门课程的知識确定作用在零件上的力及零件的运动规律。2. 材料力学,运用这门课程的知識来计算零件的强度、刚度和稳定性。3. 金属工艺学,这门课程给合理地选择零件材料及正确进行零件的热处理和化学处理奠定了基础。4. 公差配合,这门课程给合理选择

零件的配合性質和制造公差奠定了基础。5. 机械制圖。

在學習机器零件課程时,不仅要能熟練地运用上述課程的有关知識,而且更重要的是要善于把理論知識运用到实际的零件設計工作中去。設計零件时,不能只停留于純粹的理論計算,同时还必須考虑与实际生产有关的一系列問題。

§ 4. 机械零件必須滿足的基本要求

在任何情况下,所設計的机器零件应滿足以下几个基本要求:

1. 具有足夠的强度 在設計零件时要保證絕對避免零件的損坏,因为零件的損坏会导致机器的停工,甚至还造成严重的机器或人身事故。但是如果單純为了保證零件的强度,毫無根据地加大零件的尺寸,則又將大大地增加机器的重量,从而造成材料的浪費,这也是絕對不容許的。

2. 具有必要的剛度 在許多場合下仅根据强度条件确定零件的尺寸是不够的,往往还要求零件具有足够的剛度,即保證零件工作时所产生的彈性变形不超过許可值。例如設計車床主軸时,就应保證主軸的撓度和轉角不超过規定数值,否則將不能保證工件达到預定的加工精度。又如高速傳动軸若缺乏足够的剛度,工作时將会引起相当大的振動,甚至引起机器零件或机器的損坏。另外軸的剛度不够,還將引起齒輪的載荷集中,滑动軸承的邊緣摩擦。

3. 具有足夠的耐磨性能 为了延長零件的使用期限,某些零件或零件的局部需要經過热处理,如滲碳等,或采用減摩材料制造。

4. 重量輕 不仅对个别零件而且对整部机器都要求重量輕。对于某些机械及設備,如火車車箱、飞机等,滿足重量輕的要求更有特殊意义。通过提高許用应力、合理設計鑄件、采用較輕的材料或高强度的材料、采用經濟而且輕的軋压型材以及采用近代化的表面加强法,如高頻率淬火、噴砂硬化等,都有助于滿足減輕重量的要求。

5. 力求形狀簡單、降低制造成本 設計机器零件时,应力求形狀簡單,否則將增加零件的制造成本。因此,要求設計工作者熟悉机器零件的制造方法,如鍛、压、鑄、焊及机械加工等。

6. 符合国家标准 国家标准化工作对加速国民經济建設有着重大的意义,因为它是推动技术进步的一种基本手段之一,是厉行增产節約的有效措施,而且是开展大量生产的基础。特别是在机器制造業和仪表制造業方面,它是实现綜合机械化和自动化生产的前提。

对国民經济中广泛使用的机器、設備及其零部件,均制訂出有关的各种基本标准,使机器上的各种尺寸,均按照圖样上所要求的精度制造,保證零件在裝配时,不再进行手工修整,用簡單的方法即可順利进行按裝。使用中磨損的零件、部件,也可用具有互換性的同样的零件部件进行更換。還可用这种零部件来裝配新机器。这样就保證零部件及产品的生产、裝配和按裝,可以在不同的地点进行,从而实现專業化生产和集中生产,达到巨大的經濟效果。例如大连机床厂原有一个标准件工段,沈陽第一机床厂原有一个标准件車間,各有几十台机

床加工标准件。前年这两个厂先后把紧固件全部交给沈阳标准件厂生产。由于批量大，该厂采用了先进的冷顶锻和搓丝工艺，在将近一年的时间内，两个厂共节约了钢材约75吨，降低成本约56.9万元。75吨钢材能够造200多台车床；降低的成本可买120台车床，显然这是个很大的数字。此外，还腾出了许多机床和生产面积和相应的劳动力。标准化是厉行增产节约的有效措施之一，对促进生产技术的发展起着重要作用。沈阳第二机床厂由于进行了产品系列化工作，在1958年大跃进中，有效地配合着群众的技术革新和技术革命，大大地推动了新产品的试制工作，一年内试制成功了三十多种新产品，而1957年只不过试制了几种新产品。太原重型机器厂在开展产品系列化、部件通用化、零件标准化以后，吊车零部件的标准化、通用化系数达80%以上，大大地节约了设计力量，并使零部件的生产批量扩大了，为采用新技术创造了条件。

苏联自十月革命后，一贯积极地开展标准化和规格化工作，用它来保证和加速国民经济的建设，几十年来已取得了辉煌的成就。仅以冶金工业和通用切削机床为例，产品标准化程度就达到了85%。

我国在解放以后，党和政府对标准化工作给予了极大的重视。在国家科学技术委员会的领导下，各主要经济部门均成立了标准化机构，大力地开展了标准化工作，十年来已经取得了巨大的成就。仅以机械工业为例，在制订标准的工作上，截至去年年底为止，已经系统地起草了国家标准（GB）、专业标准与指导性技术文件3000多个。其中已由国家科学技术委员会、第一机械工业部与各主管专业局批准实施或试行的约1100多个。现在正朝着建立一个完整的机械工业标准体系而努力。

社会主义阵营于1959年9月7日至16日在布达佩斯召开了统一标准年会，会上讨论了钢种、轧材、金属的机械性能试验、电工产品、公差与配合、螺纹以及通用金属制品等统一标准并且作出了决议。这对进一步开展社会主义各国间科学技术和贸易的大协作和发展本国的国民经济建设将起着重大的作用。

设计工作者应严格遵守国家标准，或本部门制订的并经过批准的规范。标准化并不是为了限制设计者的创造能力，恰巧相反，它可以减轻他们在这方面的劳动，以便集中精力从事创造新的、特殊的、特别重要的结构。还应指出，标准是为了便利设计而不是为了限制设计而制订的，所以当标准和设计要求之间有矛盾而无法遵守标准时，也可以考虑放弃标准。

7. 使用、操纵的方便和安全 在社会主义社会中，应当给人以最好的劳动条件。因此所设计的机器必须操纵、使用方便，并绝对保证安全。

要能设计出合乎实际、最经济而合理的机器，不仅要求设计工作者具有丰富的理论知识和实践经验，而且必须具有高度的思想水平和创造精神。

第一章 机器制造业中常用材料和許用应力

§ 1-1. 机器制造业中常用的材料

設計机器零件时，选择材料有一个很重要的問題。因此要求設計工作者对于各种材料的性質有全面的了解，这样才能恰当地选择出适合零件工作条件和制造方法的材料。

机器制造中最常用的材料是黑色金屬，它分为鋼与鑄鉄两大类。

有色金屬如銅、鋅、鋁、錫等主要是用来作为机器制造中所用各种合金，如銅合金、輕合金及巴氏合金等的組成元素。

塑料在机器制造中具有独特的应用价值，近几年来已获得愈来愈广泛的应用。

在一般的机器制造中和某些特殊情况下，也采用非金屬材料，如橡皮、皮革、木材、石棉等。

在目前我国鋼鉄生产尚不能滿足工农业飞躍發展需要的情况下，采用鋼鉄代用材料，如陶瓷、木材、竹子及水泥等有着重大的意义。

关于金屬材料的化学成分、机械性質、物理性質、加工方法以及热处理和化学处理等有关知識，已在金屬工艺学中作过專門講授，因此这里仅作簡要復習。

1 鑄鉄 机器制造业中采用的鑄鉄有：灰鑄鉄、優質(改善的)鑄鉄、可鍛鑄鉄、合金鑄鉄及球墨鑄鉄等。

灰鑄鉄在机器制造中应用極為广泛，液态时具有良好的流动性，冷却时收縮率不大，可用以鑄成外形复杂的零件，并能在金屬切削机床上很好地进行加工。灰鑄鉄承受压縮的能力較大，不适合于承受弯曲、拉伸和剪切。同时由于韌性較差，也不能承受冲击載荷。

將液体状态的灰鑄鉄用少量墨化剂加以处理，便得到優質灰鑄鉄。優質灰鑄鉄鑄件具有較高的强度和良好的加工性，韌性較高。抗冲击性能較好，具有高的耐磨性能和抗腐蝕性能。

呈鉄碳化合物状态、剖面呈現白色的鑄鉄称为白鑄鉄。它的硬度極高，可用来制造摩擦劇烈的零件，如軋輥、火車車輪輪緣等。

白鑄鉄鑄件經過退火便成为可鍛鑄鉄，这种鑄鉄具有高的强度，韌性較灰鑄鉄好。当載荷小、特别是对于薄壁和形狀复杂的零件，通常采用可鍛鑄鉄。

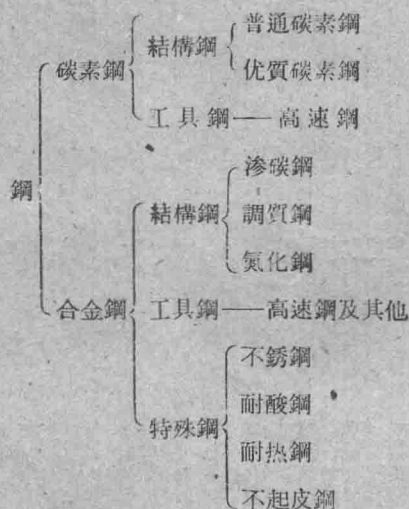
鑄鉄中含有鎳、錳、銅、鈮、鈦等元素时，称为合金鑄鉄。加入合金元素可以使鑄鉄获得特殊性質，如抗热性、抗腐蝕性、無磁性、高电阻及高强度等。

当灰鑄鉄为液态时加入少量鎂、銻或其合金作球化剂，并以硅鉄作墨化剂，使片狀石墨变为球狀石墨，就成为球墨鑄鉄。球墨鑄鉄的强度極限特别是彈性極限比可鍛鑄鉄高，鑄造厚鑄件时不需要冗長時間的热处理。它不仅比白口鑄鉄的强度和韌性大，而且經過感应淬火后表面硬度可达 $H_R \geq 600$ 。与鋼比較，除延伸率、冲击值和彈性稍差外，其他性能都很相

近,屈服極限甚至还要高。球墨鑄鉄对应力集中的敏感性差,而耐磨性能和吸震性能都比鋼好。球墨鑄鉄比鑄鋼的鑄造性能好,其熔点、流动性和收縮率与灰鑄鉄很接近,可以鑄成薄壁和形状复杂的零件。不仅适合于制造小零件、小机器和普通机器,而且适合于制造大零件、重型机器和高速高溫下工作的机器。目前我国已成功地用球墨鑄鉄制造了大型冶金軋輥、鋼錠模、15000瓩水輪机主軸、高速运轉的汽輪机主軸以及要求非常严格的內燃机曲軸和凸輪軸。

在現今我国鋼鉄生产和鍛压設備远远不能滿足工农業飞速發展需要的情况下,“以鉄代鋼,以鑄代鍛”就成为我国机械工業一个重要的技术方向。因此扩大球墨鑄鉄应用的范围,有着重大的經濟价值。

2 鋼 鋼为机器零件的主要材料,它可以按照化学成分和用途作如下的分类:



普通碳素鋼分为甲、乙兩类。甲类为按机械性質供应的鋼,它广泛地用来軋制各种型材和制造不經受热处理的零件;乙类为按化学成分供应的鋼。

優質碳素鋼不仅要求保証机械性質而且要求保証化学成分。它广泛用于制造各种机器零件。

工具鋼主要用于制造各种切削刀具和量具等。这种鋼具有高的强度、硬度和耐磨性能等。

合金鋼是指碳素鋼中加入一种或多种特殊元素的鋼。在碳素鋼中加入特殊元素(如鎳、鉻等),可以改善鋼的机械性質,或鋼的物理化学性質,或增加鋼淬火时的硬層深度。

鋼的性質可以通过热处理的方法在相当大的程度上加以改变。

在規定的溫度下进行加热与冷却所組成的过程称为鋼的热处理。

通常采用的热处理方法有:退火、正火、淬火、回火、調質、滲碳、氰化、氮化和表面淬火。

退火和正火是用来改善鋼的加工性能、机械性質,消除鑄件、鍛件或軋压件中所存在的內应力。

淬火可以提高鋼的彈性極限、硬度和耐磨性能；淬火使鋼變硬，同時也變脆。為了消除由於淬火所產生的脆性，應進行回火。

在保持或提高鋼的韌性的條件下為了提高鋼的強度應採用調質處理。調質處理就是指淬火後進行高溫回火的热處理過程。

為了提高零件表面的硬度和耐磨性能，且保證零件具有柔軟芯部，可以採用滲碳處理。滲碳就是指鋼表層的碳化過程。

氰化、氮化和表面淬火都是為了提高零件的表面硬度。鋼的热處理方法對於提高零件的強度、壽命和節約金屬用量开辟了廣泛的可能性。因此，設計工作者必須予以極大的重視。

許多機器零件是由碳素鋼鑄成的。和鑄鐵一樣，鑄鋼也能鑄造外形複雜的零件，但流動性較差，強度比鑄鐵鑄件高。

3 銅及其合金 純(紅)銅具有高的延展性，能輾軋鍛造和冷拔，但由於強度不高，機器製造業中很少應用。

通常採用銅與其他金屬的合金，即青銅——銅與錫、鉛或鋁的合金；黃銅——銅與鋅的合金。

青銅是機器製造業中應用最廣的銅合金，它具有高的強度，還具有其他的特殊性質，如減磨性、抗腐蝕性等。青銅按照化學成分可分為錫青銅和無錫青銅。

巴氏合金或白合金是銅、錫和銻的合金。它易熔，能很好地熔結在鍍錫的表面上。特別重要的軸承襯套常採用這種材料。

4 塑料及其他非金屬材料 塑料系用織物、木材、屑板等做為基體，浸以酚甲醛樹脂，然後加壓加熱製成。由於塑料零件具有以下優點：比金屬輕，不怕振動，不易折斷，尺寸穩定，不收縮變形；塑料夾具定心精度高，夾得緊；塑料軸承能減少摩擦和節約潤滑油，而塑料制動又能增大摩擦；塑料不需切削加工及特殊設備；塑料不導電，能保證安全，所以在機器製造業中已獲得了廣泛的應用。目前由於高分子化學和有机合成纖維工業一日千里的發展，為塑料的應用开辟了廣闊的前途。

塑料在機器製造業中用做金屬的代用品，製造無聲齒輪、軸承襯套及手柄等。

木材、皮革、橡皮及紙板在機器製造業中也被廣泛地用做輔助材料。

機器製造業中常用金屬材料的機械性質可閱表1-1~1-7或有關手冊。

鋼與鑄鐵的機械性質也可以按照下列近似公式確定，或由圖1-1的關係曲線查得。對於碳素鋼：

拉伸與壓縮的屈服極限 $\sigma_s \approx (0.56 \sim 0.60) \sigma_b$ ；

彎曲的屈服極限 $\sigma_{sh} \approx 1.2 \sigma_s \approx (0.67 \sim 0.72) \sigma_b$ ；

扭轉的屈服極限 $\tau_{sk} \approx 0.6 \sigma_s \approx (0.34 \sim 0.36) \sigma_b$ ；

彎曲的疲勞極限 $\sigma_{-1} \approx 0.4 \sigma_b$ ；

拉伸與壓縮的疲勞極限 $\sigma_{-1p} \approx 0.7 \sigma_{-1}$ ；

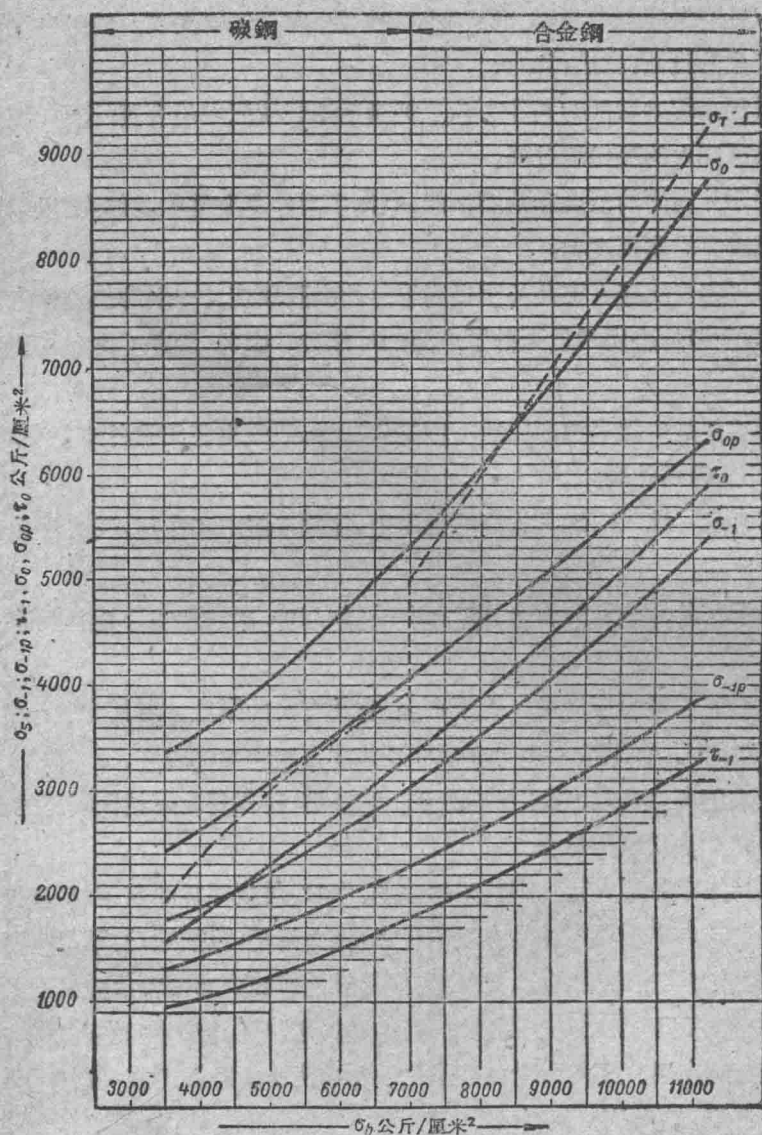


圖 1-1.

扭轉的疲勞極限 $\tau_{-1K} \approx 0.55\sigma_{-1} \approx 0.22\sigma_{bs}$.

對於合金鋼：

拉伸與壓縮的屈服極限 $\sigma_s \approx (0.75 \sim 0.80)\sigma_b$ ；

彎曲的屈服極限 $\sigma_{sk} \approx 1.11\sigma_s \approx (0.83 \sim 0.89)\sigma_b$ ；

扭轉的屈服極限 $\tau_K \approx 0.60\sigma_s \approx (0.45 \sim 0.48)\sigma_b$ ；

彎曲的疲勞極限 $\sigma_{-1} \approx 0.35\sigma_b + 12$ 公斤/毫米²；

拉伸與壓縮的疲勞極限 $\sigma_{-1p} \approx 0.25\sigma_b + 8.5$ 公斤/毫米²；

扭轉的疲勞極限 $\tau_{-1K} \approx 0.20\sigma_b + 6$ 公斤/毫米²。

選擇機器零件的材料應遵循下列幾個主要原則：

表 1-1. 甲类普通热轧碳素钢

(摘录重 4—55)

钢 号	机械性质 (公斤/毫米 ²)			用 途 举 例
	σ_b	σ_s	σ_{-1}^*	
G0	32~47	19	—	用于不重要的、受力不大的零件, 如垫圈、铆钉等
G2	34~42	22	17	可焊性好, 用于锅炉联接螺栓, 地脚螺栓, 铆钉等
G3	38~47	24	18	可焊性好, 用于轧制型材, 制作吊钩、铆钉等
G4	42~52	26	22	心轴, 拉杆
G5	50~62	28	24	螺栓, 心轴, 轴, 销钉, 齿轮
G6	60~72	31	28	心轴, 轴, 键, 齿轮

* 重 4—55 中对弯曲疲劳极限 σ_{-1} 未作规定, 表中所列数据供参考。

表 1-2. 优质热轧碳素结构钢

(摘录 YB 4—59)

组别	钢 号	机械性质 (公斤/毫米 ²)			用 途 举 例
		σ_b	σ_s	σ_{-1}^*	
第一组 (普通含锰量钢)	10	34	21	14	冷压制造的零件; 焊接的零件; 渗碳的零件, 其中如垫圈、蒸汽管子、拉杆等
	15	38	23	16	热锻压的零件; 冷压 (拉) 的零件; 渗碳的零件; 焊接的零件, 如螺栓、螺旋、螺母、吊钩等
	20	42	25	17	同 15 号钢
	25	46	28	19	可焊性良好, 用作心轴、轴、联轴器、受力不大的螺栓, 双头螺栓, 螺旋, 螺母和垫圈
	30	50	30	21	具有高韧性的锻造零件; 轴, 心轴, 气缸
	35	53	32	23	心轴, 轴, 螺栓, 螺母
	40	57	34	25	曲轴, 轴, 拉杆, 齿轮
	45	62	36	26	齿轮, 齿条, 蜗杆, 心轴, 轴, 键, 摩擦盘, 螺栓
	50	66	37	28	心轴, 轴, 齿轮, 不重要的弹簧
	55	70	39		可焊性差, 偏心轮
	60	72	40		可焊性差, 一般用作缓冲器弹簧, 调节垫等
	65	74	42		扁形与螺旋弹簧
第二组 (较高含锰量钢)	15Mn	42	25	18	锻造零件; 渗碳的零件, 比 15、20 号钢的切削加工性好, 用作凸轴, 拉杆, 活塞销等
	20Mn	47	28		同 15Mn
	30Mn	55	32		螺栓, 传动杆, 制动板, 传动装置的转换拨叉等
	40Mn	62	36		曲轴, 高强度的螺栓
	50Mn	68	40	29	承受磨损的零件; 摩擦片, 转动滚子, 花键轴, 齿轮
	60Mn	73	42	29	弹簧, 制动盘, 弹簧垫圈, 止推环
	65Mn	78	44	30	弹簧, 弹簧垫圈

* YB 4—59 中对弯曲疲劳极限 σ_{-1} 未作规定, 表中所给数据供参考。

表 1-3. 合金結構鋼

(摘錄 YB 6—59)

鋼 組	鋼 号	机械性質 (公斤/毫米 ²)		H_B 不大于	用 途 举 例
		σ_b	σ_s		
錳 鋼	20Mn2	80	60	187	較小尺寸時與 20Cr 相當, 可作滲碳小齒輪、小軸、鋼套、活塞銷
	35Mn2	80	65	207	較小尺寸時與 40Cr 相當, 重要的冷墩小螺栓 (直徑 15 毫米以下)
	40Mn2	85	70	217	較小尺寸時與 40Cr 相當, 直徑在 50 毫米以下時可代用 40Cr 作重要螺栓及其他零件
硅 錳 鋼	35SiMn	90	75	229	可代替 40Cr 作調質鋼, 亦可部分代替 40 鎳鋼, 耐磨及抗疲勞性均佳, 适于作齒輪、軸及重要緊固件
錳 鈹 鋼	20MnV	85	65	187	相當于 20 鎳鋼的滲碳鋼
	42Mn2V	100	85	217	要求較高強度的軸, 汽車重要調質件
鉻 鋼	15Cr	75	55	179	制作芯部韌性高的滲碳零件; 活塞銷、凸輪、凸輪軸
	20Cr	80	60	179	柴油機活塞銷、凸輪、軸, 較重要的滲碳件
	30Cr	90	70	187	制造螺栓等重要調質件
	40Cr	100	80	207	較重要的調質件, 如重要齒輪、軸、連杆螺栓
	50Cr	110	95	229	要求高強度或耐磨性的軸或齒輪軸, 油膜軸承套
鉻 錳 鋼	20CrMn	90	75	187	性能相當于 20 鎳鋼, 機械無級變速裝置摩擦輪、齒輪與軸
	35CrMn2	85	70	229	剖面尺寸不大或溫度不高的地方可以代替 35CrMo, 以節約鉻
	40CrMn	100	85	229	同上, 可部分代替 42CrMo 以節約鉻
鉻 錳 硅 鋼	20CrMnSi	80	60	207	高強度構件, 可以焊接
	35CrMnSiA	165	130	229	高強度鋼, 飛機上高強度零件
鉻 鈹 鋼	45CrV	100	80	255	可代替 40 鎳鋼作要求綜合性能良好的大軸 (500~900 毫米)
鉻 錳 鈦 鋼	18CrMnTi	100	80	217	重要齒輪材料, 工藝性能特別優良, 供滲碳處理
	40CrMnTi	125	105	241	重型機床上尺寸較大的齒輪、主軸, 用于要求具有足夠強度和耐磨性能的大型齒輪和主軸等
鉻 鉬 鋼	20CrMo	80	60	197	較高級滲碳用鋼
	35CrMo	100	85	241	代 38 鉻鎳鋼, 40 鎳鋼作大尺寸齒輪與軸
鉻 錳 鉬 鋼	15CrMnMo	95	70	197	高級滲碳鋼, 一般可代含鎳較高的滲碳鋼
	40CrMnMo	100	80	241	相當于 40 鎳鉻鉬高級調質鋼
鉻 鉬 鈹 鋼	40Cr2MoV	115	95	269	高級調質鋼, 高頻淬火時可代 18X12H4BA (蘇聯鋼号)
鉻 鋁 鋼	38CrAlA	95	80	217	滲氮機件如精密套筒, 磨床主軸等
硼 鋼	20Mn2B			187	可代 20Cr 作滲碳零件
	20MnTiB	115	95	187	可代 18CrMoTl 作高級齒輪

續表 1-3

鋼 組	鋼 号	机械性質 (公斤/毫米 ²)		H_B 不大于	用 途 举 例
		σ_b	σ_s		
硼 鋼	20MnVB	110	90	207	可代 20 鉻鎳作滲碳零件
	20MnMcB	110	90	207	一般可代 12 鉻鎳 3 作重要齒輪
	20CrMnMoVBA	120	100	217	高級滲碳零件, 相当于含鎳 3~4% 的鉻鎳滲碳鋼
	40B	80	65	207	比 40 号優質 碳素鋼 的淬透性及強度稍高, 可作稍大尺寸的零件
	45B	85	70	217	比 45 号優質 碳素鋼 的淬透性及強度稍高, 可作稍大尺寸的零件
	40MnB	100	80	207	性能接近 40Cr, 用作調質鋼
	45MnB	105	85	217	性能接近 40Cr, 用作調質鋼
	40MnVB	105	85	207	性能略优于 40Cr, 用作調質鋼
	40CrB	100	80	207	比 40Cr 的含鎳量低, 可代 40Cr
	40CrMnB	100	80	211	可代 40 鉻鎳鎢

表 1-4. 碳素鋼鑄件

(摘录 ZL 051—59)

牌 号	机 械 性 質 (公斤/毫米 ²)			用 途 举 例
	σ_b	σ_s	σ_{-1}	
	不 小 于			
15J1	40	20	—	机座, 变速箱壳
25J1	45	24	—	托架, 机座
35J1	50	28	23	齿輪, 制动輪
45J1	55	32	25	齿輪, 鼓輪, 吊車的行輪
55J1	60	35	26	齿輪及耐磨成形鑄件

表 1-5. 灰鑄鐵鑄件

(摘录 ZL 061—59)

級 別	牌 号	强度極限不小于 (公斤/毫米 ²)			硬 度 H_B	用 途 举 例
		σ_{bp}	σ_{bq}	$\sigma_{bcж}$		
III	C400	—	—	—	143~229	負荷極低的零件, 無磨損或磨損無关系的零件如: 蓋、底座等
	C412—28	12	28	50		
II	C415—32	15	32	65	163~229	低速齒輪, 机器的底座、机架, 手輪
	C418—36	18	36	70	170~241	
I	C421—40	21	40	75	170~241	皮帶輪、齒輪、飛輪, 中等压力的液壓筒和液壓泵的壳体
	C424—44	24	44	85	170~241	

續表 1—5

級別	牌 号	强度極限不小于 (公斤/毫米 ²)			硬 度 H_B	用 途 举 例
		σ_{bp}	$\sigma_{b\psi}$	$\sigma_{бсж}$		
M	Ч428—48	28	48	100	170~241	齿輪, 重負荷的床身, 導軌, 高压力的液壓筒、液壓泵的壳体, 联轴器, 凸輪, 制動輪, 曲柄軸
	Ч432—52	32	52	110	187~255	
	Ч435—56	35	56	120	197~269	
	Ч438—60	38	60	130	207~269	

表 1-6. 球墨鑄鐵

牌 号	σ_b	σ_{bM}	σ_s	$\delta \%$	α_K	H_B
	公斤/毫米 ² (不小于)				(公斤米/厘米 ²)	
БЧ45—0	45	70	36	—	—	187~255
БЧ45—5	45	70	33	5	2.5	170~207
БЧ40—10	40	70	30	10	4.0	156~197
БЧ50—3	50	90	38	3	2	197~249
БЧ60—2	60	110	42	2	2.0	197~269

表 1-7. 銅合金

牌 号	鑄造方法	机械性質 (公斤/毫米 ²)		硬 度 H_B	用 途 举 例	
		σ_b	σ_s			
		不 小 于				
錫 青	Бр.ОЦС6—6—3	砂型鑄造 金屬型鑄造	15 18	8~10 60	載荷穩定、溫度不高的磨損零件：軸瓦、軸套、螺母	
	Бр.ОФ10—1	砂型鑄造 金屬型鑄造	20 25~35	14 20	80~100 90~120	減摩性好，抗膠合能力好，用于蝸輪輪緣，螺母及重載高溫軸瓦
	Бр.ОС8—12	砂型鑄造 金屬型鑄造	15~18 15~20	10 12	60 65	減摩性好，用于軸瓦、軸套等摩擦零件
	Бр.ОС8—21	砂型鑄造 金屬型鑄造	15 —	—	40	同 上
銅	Бр.ОЦН10—2—1.5	砂型鑄造 金屬型鑄造	20 20	—	75	蝸輪輪緣，大型螺母，其它重要而受載荷大的零件
	Бр.ОНФ	离心鑄造	29	17		抗膠合能力强，重載蝸輪輪緣
無 錫 青 銅	Бр. АЖМц10—3—1.5	金屬型鑄造	50		120	防銹零件：要求減磨性及高硬度的零件，如蝸輪、螺母、齒輪等
	Бр. МцС5—21	砂型鑄造 金屬型鑄造	15 15		40 40	中等工作条件下的軸套及軸瓦
	Бр. АЖ9—4	砂型鑄造 金屬型鑄造	40 50	13	100 100	强度高，減磨性好，用于受高載及強烈磨損的零件，如蝸輪輪緣等