

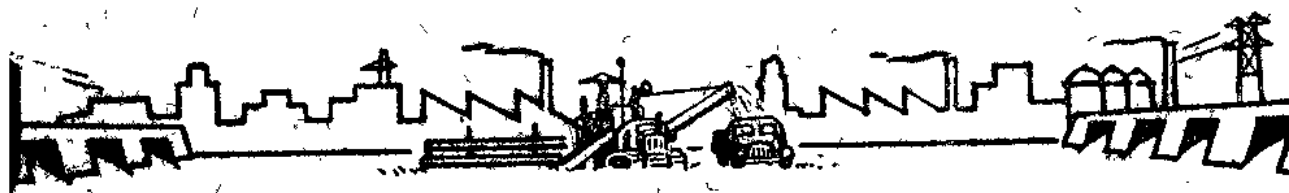
中等专业学校推荐试用教材

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
§ 1. 机械零件学的发展历史	1
§ 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
§ 3. 机械零件课程的任务	3
§ 4. 机械零件必须满足的基本要求	5
第一章 机器制造业中常用材料和许用应力	7
§ 1-1. 机器制造业中常用的材料	7
§ 1-2. 许用应力和安全系数	15
联接引言	26
第二章 铆钉联接	27
§ 2-1. 概述	27
§ 2-2. 铆钉的种类和材料	28
§ 2-3. 铆接結構的材料	31
§ 2-4. 铆接的工艺过程	32
§ 2-5. 坚固铆縫的計算	32
§ 2-6. 密固铆縫和紧密铆縫的計算概念	36
第三章 焊接	41
§ 3-1. 概述	41
§ 3-2. 焊接方法	42
§ 3-3. 焊接結構的材料和焊条	44
§ 3-4. 电弧焊焊縫的基本形式	44
§ 3-5. 在軸向載荷作用下的焊縫計算	47
§ 3-6. 焊縫的許用应力	49
第四章 螺紋联接	53
§ 4-1. 概述	53
§ 4-2. 机器制造业中常用的螺紋	55
§ 4-3. 螺旋剛受力关系, 自鎖及效率	60
§ 4-4. 扳手力矩	62
§ 4-5. 螺紋联接的主要方式	62
§ 4-6. 螺母, 垫圈	70
§ 4-7. 防松裝置	75
§ 4-8. 螺紋联接的計算	75
§ 4-9. 螺栓組联接的概念	75
§ 4-10. 举重螺旋的構造和計算	83
第五章 鏈及花鏈联接	89
§ 5-1. 概述	89
§ 5-2. 普通引鏈和半圓鏈的核算	95
§ 5-3. 花鏈联接	97

§ 5-4. 矩形齿花鏈的选择和核算	98
傳动引言	103
第六章 摩擦輪傳动	107
§ 6-1. 概述	107
§ 6-2. 圆柱形摩擦輪傳动的計算	107
§ 6-3. 圓錐摩擦輪傳动	109
§ 6-4. 摩擦輪傳动的变速裝置	110
第七章 皮帶傳动	115
§ 7-1. 概述	115
§ 7-2. 平皮帶的种类、構造、标准	116
§ 7-3. 平皮帶的接头方法	119
§ 7-4. 开口皮帶傳动的几何計算	120
§ 7-5. 平皮帶傳动中所受的力及对軸的作用	120
§ 7-6. 平皮帶工作时的面上的应力	121
§ 7-7. 皮帶的滑动和滑动曲綫	123
§ 7-8. 平皮帶傳动的計算	125
§ 7-9. 三角皮帶傳动概述	128
§ 7-10. 三角皮帶傳动的計算	131
§ 7-11. 张紧皮帶的方法及帶有張紧輪的皮帶傳动	134
§ 7-12. 平皮帶輪及三角皮帶輪	135
第八章 齒輪傳动	142
§ 8-1. 概述	142
§ 8-2. 齿輪啮合基本定律	144
§ 8-3. 漸开綫及漸开綫函数	146
§ 8-4. 齿輪各部分名称及标准外啮合直齿圆柱齿輪基本尺寸关系	148
§ 8-5. 啮合綫、啮合角和重合度	151
§ 8-6. 齿輪的根切現象和干涉	152
§ 8-7. 变位齿輪的概念	154
§ 8-8. 內啮合圆柱齿輪傳动	155
§ 8-9. 齿輪的加工方法	156
§ 8-10. 齿輪的材料	158
§ 8-11. 輪齿的失效情况	160
§ 8-12. 齿輪圓柱齿輪的强度計算	161
§ 8-13. 斜齿圓柱齿輪概述	166
§ 8-14. 斜齿圓柱齿輪的周节、模数、重合度	168
§ 8-15. 斜齿圓柱的基本尺寸关系	169
§ 8-16. 斜齿圓柱齿輪的强度計算	170
§ 8-17. 人字齿圓柱齿輪的强度計算	173
§ 8-18. 直齿圓錐齿輪傳动概述	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. 机械零件学的发展简史

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,并笼统地叫做“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·斯拉维娅诺夫(Н. Г. Славянов)及尼·尼·别纳尔多斯(Н. И. 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. Петрусевич)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”百科全书的创议人之一,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轱辘。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

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等其他现代化农业机械,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 and 电气化以及国防现代化提供物质保证。

斯大林说得正确:“……不是說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

工业已基本上形成了完整的体系，建立了行业齐全、具有世界先进水平的机器制造企业网。在建设现代机械制造工业骨干企业的同时，全国各地兴办了数以万计的中小型企业，这样就大大改善了机械工业的分布状况，迅速提高了机器制造业的生产能力。

我国机器制造业已经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设备转入能够制造重型、大型、精密和尖端机器设备的阶段。

从仿造到自行设计是近年来我国机器制造工业技术上的一个飞跃。现在我们不但能设计一般的机器设备而且还能设计重型、大型、精密和尖端的设备。这就标志着我国机器制造工业已经进入了世界先进技术的领域。

在机器制造业中，由于贯彻了党的社会主义建设总路线以及根据总路线制定的一整套两条腿走路的方针，大大加快了机器制造业的发展。

对国民经济各部门进行技术改造，逐步地把它们转到新的技术基础上，转到现代化大生产的技术基础上，这是党的八大二次会议所提出的技术革命的主要任务。这个任务要求机器制造业迅速提高自己的技术水平，加速对各个部门提供又多又好的技术装备。

把学习和创造结合起来，把仿造同自行设计结合起来，这是迅速提高机器制造工业技术水平的一个两条腿走路的方针。为了能制造出适合我国资源、自然特点及使用条件的机器设备，为了在技术上赶上和超过世界先进水平，今后，我们一方面仍然要虚心学习社会主义兄弟国家、特别是苏联的先进经验，继续采用仿造办法，大量发展新产品，另一方面又必须迅速发展自己的设计能力，培养自己的设计力量，大力开展新产品的 design 工作。

“机器零件”课程是研究机器零件、部件和机器的结构、计算原理和方法的基础课程之一。对这一门课程的内容理解得愈深入透彻，且能运用于实际，则将来学习专业课程及培养设计能力就愈有良好的基础。

§ 3. 机械零件课程的任务

机器、设备、仪器及其他装置中的独立组成部分和它们的联接叫做机器零件。

每个零件又由更小的单元体组成。这些单元体叫做元件。例如铆钉联接算是零件，而组成铆钉联接的铆钉、钢板等则是铆钉联接中的元件。

几个零件在机器结构上组成一体，这个组成部分叫做部件或组合件。例如，机器中常见的滚动轴承组合就是由滚动轴承、螺紋联接、油封等零件组成的。

在机器或装置中，由较多的零件组成的、在结构和作用上自成一個系統的組成部分叫做机组。例如，起重机上的减速器、金属切削机床上的主轴变速箱、走刀箱、航空发动机等都可以算是机组。

各种机器虽然用途和结构有所不同，但每一部机器都是由零件和部件组成的。

组成机器的零件可以分为两类：

1 普通零件 在用途与结构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。例如齿轮、螺钉、轴和轴承等就属于这一类零件。这类零件大都已经标准化，所

原书缺页

零件的配合性質和制造公差奠定了基礎。5. 機械制圖。

在學習機器零件課程時，不僅要能熟練地運用上述課程的有關知識，而且更重要的是要善於把理論知識運用到實際的零件設計工作中去。設計零件時，不能只停留於純粹的理論計算，同時還必須考慮與實際生產有關的一系列問題。

§ 4. 機械零件必須滿足的基本要求

在任何情況下，所設計的機器零件應滿足以下幾個基本要求：

1. 具有足夠的強度 在設計零件時要保證絕對避免零件的損壞，因為零件的損壞會導致機器的停工，甚至還造成嚴重的機器或人身事故。但是如果單純為了保證零件的強度，毫無根據地加大零件的尺寸，則又將大大地增加機器的重量，從而造成材料的浪費，這也是絕對不容許的。

2. 具有必要的剛度 在許多場合下僅根據強度條件確定零件的尺寸是不夠的，往往還要求零件具有足夠的剛度，即保證零件工作時所產生的彈性變形不超過許可值。例如設計車床主軸時，就應保證主軸的撓度和轉角不超過規定數值，否則將不能保證工件達到預定的加工精度。又如高速傳動軸若缺乏足夠的剛度，工作時將會引起相當大的振動，甚至引起機器零件或機器的損壞。另外軸的剛度不夠，還將引起齒輪的載荷集中，滑動軸承的邊緣摩擦。

3. 具有足夠的耐磨性能 為了延長零件的使用期限，某些零件或零件的局部需要經過熱處理，如滲碳等，或採用減摩材料製造。

4. 重量輕 不僅對個別零件而且對整部機器都要求重量輕。對於某些機械及設備，如火車車箱、飛機等，滿足重量輕的要求更有特殊意義。通過提高許用應力、合理設計鑄件、採用較輕的材料或高強度的材料、採用經濟而且輕的軋壓型材以及採用近代化的表面加強法，如高頻率淬火、噴砂硬化等，都有助於滿足減輕重量的要求。

5. 力求形狀簡單、降低製造成本 設計機器零件時，應力求形狀簡單，否則將增加零件的製造成本。因此，要求設計工作者熟悉機器零件的製造方法，如鍛、壓、鑄、焊及機械加工等。

6. 符合國家標準 國家標準化工作對加速國民經濟建設有着重大的意義，因為它是推動技術進步的一種基本手段之一，是厲行增產節約的有效措施，而且是開展大量生產的基礎。特別是在機器製造業和儀表製造業方面，它是實現綜合機械化和自動化生產的前提。

對國民經濟中廣泛使用的機器、設備及其零部件，均制訂出有關的各種基本標準，使機器上的各種尺寸，均按照圖樣上所要求的精度製造，保證零件在裝配時，不再進行手工修整，用簡單的方法即可順利進行按裝。使用中磨損的零件、部件，也可用具有互換性的同樣的零件部件進行更換。還可用這種零部件來裝配新機器。這樣就保證零部件及產品的生產、裝配和按裝，可以在不同的地點進行，從而實現專業化生產和集中生產，達到巨大的經濟效果。例如大連機床廠原有一個標準件工段，沈陽第一機床廠原有一個標準件車間，各有幾十台機

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，对促进生产技术的高速发展起着重要作用。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，吊钩零部件的标准化、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。

最能设计出合乎实际、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 and 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。

在我国鋼鉄生产尚不能滿足工農業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，因此这里仅作簡要复習。

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为广泛，液态时具有良好的流动性，冷却时收缩率不大，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。灰鑄鉄承受压缩的能力較大，不适合于承受弯曲、拉伸和剪切。同时由于韌性較差，也不能承受冲击载荷。

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。当载荷小、特别是对于薄壁和形狀复杂的零件，通常采用可鍛鑄鉄。

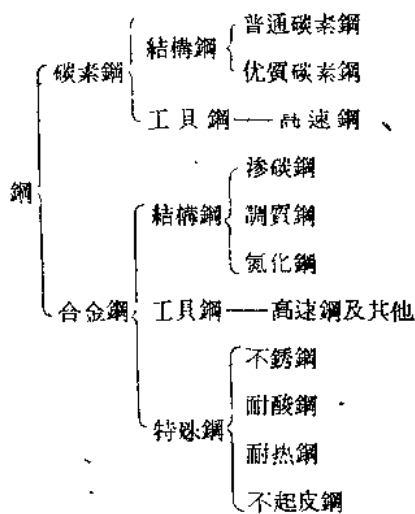
鑄鉄中含有錳、鋁、銅、鈦、鈹等元素时，称为合金鑄鉄。加入合金元素可以使鑄鉄获得特殊性質，如抗热性、抗腐蝕性、無磁性、高电阻及高强度等。

当灰鑄鉄为液态时加入少量錳、鎂或其合金作球化剂，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，而且經過減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,屈服极限甚至还要高。球墨铸铁对应力集中的敏感性差,而耐磨性能和吸震性能都比钢好。球墨铸铁比铸钢的铸造性能好,其熔点、流动性和收缩率与灰铸铁很接近,可以铸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、重型机器和高速高温下工作的机器。目前我国已成功地用球墨铸铁制造了大型冶金轧辊、钢锭模、15000瓩水轮机主轴、高速运转的汽轮机主轴以及要求非常严格的内燃机曲轴和凸轮轴。

在现今我国钢铁生产和锻压设备远远不能满足工农业飞速发展需要的情况下,“以铁代钢,以铸代锻”就成为我国机械工业一个重要的技术方向。因此扩大球墨铸铁应用的范围,有着重大的经济价值。

2 钢 钢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:



普通碳素钢分为甲、乙两类。甲类为按机械性质供应的钢,它广泛地用来轧制各种型材和制造不经受热处理的零件;乙类为按化学成分供应的钢。

优质碳素钢不仅要求保证机械性质而且要求保证化学成分。它广泛用于制造各种机器零件。

工具钢主要用于制造各种切削刀具和量具等。这种钢具有高的强度、硬度和耐磨性能等。

合金钢是指碳素钢中加入一种或多种特殊元素的钢。在碳素钢中加入特殊元素(如镍、铬等),可以改善钢的机械性质,或钢的物理化学性质,或增加钢淬火时的硬层深度。

钢的性质可以通过热处理的方法在相当大的程度上加以改变。

在规定的温度下进行加热与冷却所组成的过程称为钢的热处理。

通常采用的热处理方法有,退火、正火、淬火、回火、调质、渗碳、氰化、氮化和表面淬火。

退火和正火是用来改善钢的加工性能、机械性质,消除铸件、锻件或轧压件中所存在的内应力。

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。

氮化、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、層板等做為基體，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機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 $\tau_K \approx 0.60 \sigma_s \approx (0.34 \sim 0.36) \sigma_b$ ；

彎曲的疲勞極限 $\sigma_{-1} \approx 0.40 \sigma_b$ ；

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

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, 用于锅爐联接螺栓, 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, 铆钉, 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, 摩擦轮, 螺栓
	50	66	37	28	心轴, 轴, 齿轮, 不重要的弹簧
	55	70	39		可焊性差, 偏心轴
	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, 用作凸轮轴, 拉杆, 活络销等
	20Mn	47	28		同 15Mn
	30Mn	55	32		螺栓, 传动杠杆, 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	43	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, 表中所列数据供参考。

表 1-3. 合金結構鋼

(摘录 YB 6—59)

鋼 組	鋼 号	机械性質 (公斤/毫米 ²)		H_B 不大丁	用 途 本 例
		σ_b	σ_s		
錳 鋼	20Mn2	80	60	187	較小尺寸时与 20Cr 相当, 可作渗碳小齒輪、小軸、鋼套、活塞銷
	35Mn2	80	65	207	較小尺寸时与 40Cr 相当, 重要的冷墩小螺絲 (直径 15 毫米以下)
	40Mn2	85	70	217	較小尺寸时与 40Cr 相当, 直径在 50 毫米以下时可代用 40Cr 作重要螺絲及其他零件
硅 錳 鋼	35SiMn	90	75	229	可代替 40Cr 作調質鋼, 亦可部分代替 40 铬鎢, 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	相当于 20 铬鎢的渗碳鋼
	42Mn2V	100	85	217	要求較高強度的軸, 汽車重要調質件
铬 鋼	15Cr	75	55	179	制作芯部韌性高的渗碳零件: 活塞銷、凸輪、凸輪軸
	20Cr	80	60	179	柴油机活塞銷、凸輪、軸, 較重要的渗碳件
	30Cr	90	70	187	制造螺絲等重要調質件
	40Cr	100	80	207	較重要的調質件, 如重要齒輪、軸、連杆螺絲
	50Cr	110	95	229	要求高強度或耐磨性的軸或齒輪軸, 油膜軸承套
铬 錳 鋼	20CrMn	90	75	187	性能相当于 20 铬鎢, 机械無級变速裝置摩擦輪、齒輪与軸
	35CrMn2	85	70	229	剖面尺寸不大或溫度不高的地方可以代替 35CrMo, 以节约鋼
	40CrMn	100	85	229	同上, 可部分代替 42CrMo 以节约鋼
铬 錳 硅 鋼	20CrMnSi	80	60	207	高強度構件, 可以焊接
	35CrMnSiA	165	130	229	高強度鋼, 飞机上高強度零件
铬 鈹 鋼	45CrV	100	80	255	可代替 40 铬鎢作要求綜合性能良好的大軸 (500~900 毫米)
铬 錳 鈦 鋼	18CrMnTi	100	80	217	重要齒輪材料, 工艺性能特別優良, 供渗碳处理
	40CrMnTi	125	105	241	重型机床上尺寸較大的齒輪、主軸, 用于要求具有足够強度和耐磨性能的大型齒輪和主軸等
铬 鋁 鋼	20CrMo	80	60	197	較高級渗碳用鋼
	35CrMo	100	85	241	代 38 铬錳鎢, 40 铬鎢作大尺寸齒輪与軸
铬 錳 鋁 鋼	15CrMnMo	95	70	197	高級渗碳鋼, 一般可代含鋁較高的渗碳鋼
	40CrMnMo	100	80	241	相当于 40 铬錳鋁高級調質鋼
铬 鋁 鈹 鋼	40Cr2MoV	115	95	269	高級調質鋼, 高頻淬火时可代 18X12H4BA (苏联鋼号)
铬 鋁 鋼	38CrAlA	95	80	217	渗氮机件如精密套筒, 磨床主軸等
硼 鋼	20Mn2B			187	可代 20Cr 作渗碳零件
	20MnTiB	115	95	187	可代 18CrMoTi 作高級齒輪

續表 1-3

鋼 組	鋼 號	機 械 性 質 (公斤/毫米 ²)			用 途 舉 例
		σ_b	σ_s	H_B 不大於	
鋼 鋼	20MnVB	110	90	207	可代 20 鎢鋼作滲碳零件
	20MnMoB	110	90	207	一般可代 12 鎢鋼 3 作重要齒輪
	20CrMnMoVBA	120	100	217	高級滲碳零件，相當於含鎢 3~4% 的鎢鋼滲碳鋼
	40B	80	65	207	比 40 號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 號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	性能略優於 40Cr，用作調質鋼
	40CrB	100	80	207	比 40Cr 的含鎢量低，可代 40Cr
	40CrMnB	100	80	211	可代 40 鎢鋼

表 1-4. 碳素鋼鑄件

(摘錄 ZL 051—59)

牌 號	機 械 性 質 (公斤/毫米 ²)			用 途 舉 例
	σ_b	σ_s	σ_{-1}	
	不 小 於			
15Л	40	20	—	機座，變速箱壳
25Л	45	24	—	托架，機座
35Л	50	28	23	齒輪，制動輪
45Л	55	32	25	齒輪，鼓輪，吊車的行輪
55Л	60	35	26	齒輪及耐磨成形鑄件

表 1-5. 灰鑄鐵鑄件

(摘錄 ZL 061—59)

級 別	牌 號	強度極限不小於 (公斤/毫米 ²)			硬 度 H_B	用 途 舉 例
		σ_{bp}	σ_{bc}	$\sigma_{bcж}$		
III	Ч400	—	—	—	—	負荷極低的零件，無磨損或磨損無關緊要的零件如：蓋、底座等
	Ч412—28	12	28	50	143~229	
II	Ч415—32	15	32	65	163~229	低速齒輪，機器的底座、机架，手輪
	Ч418—36	18	36	70	170~241	
I	Ч421—40	21	40	75	170~241	皮帶輪、齒輪、飛輪，中等壓力的液壓筒和液壓泵的壳体
	Ч424—44	24	44	85	170~241	

续表 1-5

级 别	牌 号	强度极限不小于 (公斤/毫米 ²)			硬 度 H_B	用 途 举 例
		σ_{bp}	$\sigma_{b\gamma}$	σ_{bcx}		
M	CY28-48	28	48	100	170~241	齿轮, 重负荷的床身、导轨, 高压力的液压筒、液压泵的头体, 联轴器, 凸轮、制动轮, 曲柄轴
	CY32-52	32	52	110	187~255	
	CY35-56	35	56	120	197~269	
	CY38-60	38	60	130	207~269	

表 1-6. 球墨铸铁

牌 号	σ_b	σ_{bx}	σ_s	$\delta \%$	σ_K (公斤米/厘米 ²)	H_B
	公斤/毫米 ² (不小于)					
BЧ45-0	45	70	36	—	—	187~255
BЧ45-5	45	70	33	5	2.5	170~207
BЧ40-10	40	70	30	10	4.0	156~197
BЧ50-3	50	90	38	3	2	197~249
BЧ60-2	60	110	42	2	2.0	197~269

表 1-7. 铸合金

牌 号		鑄造方法	机 械 性 质 (公斤/毫米 ²)		硬 度 H _B	用 途 举 例
			σ _t	σ _s		
			不 小 于			
铸	Бр.ОЛС-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
青	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.ОЦФ	离心鑄造	20 17	—	—	抗膠合能力强，重載蝸輪輪緣
無錫青銅	Бр. АЖМ10-3-1.5	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. МЦ5-21	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
銅	Бр. АЖ9-4	砂型鑄造	40	13	100	强度高，減磨性好，用于受載荷及強烈磨損的零件，如蝸輪輪緣等
		金屬型鑄造	50		100	