

中等专业学校教学用书

机械零件

北京冶金专科学校、力学教研组

张 杳 徐曾延 編

冶金工业出版社

78.8

中等专业学校教学用书

机 械 零 件

北京冶金专科学校力学教研组

张 杳 徐曾延 編

冶金工业出版社

D4168

机 械 零 件

北京冶金专科学校力学教研组

张 查 徐曾延 編

冶金工业出版社出版(北京市灯市口甲45号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第093号

北京市通州区印刷厂印 新华书店发行

1959年9月第一版

1959年9月北京第一次印刷

印数 7,520 册

开本 $850 \times 1168 \cdot 1/32$ ·180,000字·印张 $7\frac{10}{32}$ ·插图 2

统一书号15062·1870 定价0.86元

內 容 提 要

本书共分十一章，内容包括螺栓连接、键连接、楔连接及销钉连接、齿轮传动、蜗轮蜗杆传动、皮带传动、链传动、轴、轴承、联轴节等。各章节都附一定数量的实际计算例题及设计资料，可供零件设计的参考。

本书可作为冶金中等技术学校的冶金机械专业和压力加工专业的教材，也可以作为其他专业及厂矿技术人员的参考用书。

目 录

前 言	1
第一章 緒論	3
§ 1—1 力及应力, 許用应力的选择	7
§ 1—2 零件的主要材料及其机械性質	11
第二章 螺栓連接	15
§ 2—1 螺栓連接的类型及其应用	15
§ 2—2 螺栓連接的計算	20
§ 2—3 螺栓連接的鎖紧装置	23
§ 2—4 螺栓連接計算例題	25
第三章 鍵連接	28
§ 3—1 鍵的构造型式及其应用	28
§ 3—2 鍵的尺寸选择及其强度核算	30
§ 3—3 鍵連接計算例題	34
第四章 楔連接	35
§ 4—1 楔連接的构造类型及其应用	35
§ 4—2 楔的强度計算	36
§ 4—3 楔連接計算例題	38
§ 4—4 銷釘連接	40
第五章 齿輪传动	41
§ 5—1 齿輪传动的类型及其应用	41
§ 5—2 齿形及其嚙合要素	43
§ 5—3 齿輪的各部名称及其几何关系	47
§ 5—4 齿輪干涉现象与最少齿数	49
§ 5—5 齿輪传动比及传动效率	51
§ 5—6 齿輪的材料	54
§ 5—7 齿輪的破坏	57
§ 5—8 圓柱正齿輪的弯曲强度計算	58
§ 5—9 圓柱正齿輪的接触强度計算	67
§ 5—10 圓柱斜齿輪及人字齿輪传动的应用及其强度計算	68

§ 5—11	圓錐直齒輪傳動的強度計算及其應用	73
§ 5—12	齒輪的加工方法及精度等級	77
§ 5—13	齒輪輪體的構造	81
§ 5—14	齒輪計算例題	83
第六章	蝸輪蝸杆傳動	91
§ 6—1	蝸輪蝸杆傳動的構造及其應用	91
§ 6—2	蝸輪蝸杆傳動的嚙合要素及其幾何關係	92
§ 6—3	傳動比	97
§ 6—4	蝸杆滑動速度及其傳動效率	97
§ 6—5	蝸輪的強度計算及其各部尺寸的確定	99
§ 6—6	蝸杆受力分析及其強度核算	105
§ 6—7	散熱計算	110
§ 6—8	蝸輪輪體的構造	111
§ 6—9	蝸輪蝸杆傳動計算例題	112
第七章	皮帶傳動	117
§ 7—1	皮帶傳動形式及其應用	117
§ 7—2	平皮帶的構造及其標準規格	119
§ 7—3	平皮帶傳動的基本理論	123
§ 7—4	皮帶的長度及其壽命的計算	130
§ 7—5	皮帶輪及軸上的壓力計算	131
§ 7—6	皮帶輪的構造	134
§ 7—7	三角皮帶傳動的應用及其計算	138
§ 7—8	皮帶傳動計算例題	144
第八章	鏈傳動	149
§ 8—1	鏈傳動的类型及其應用	149
§ 8—2	傳動鏈的構造及其標準規格	150
§ 8—3	鏈的選擇及其核算	155
§ 8—4	鏈的長度及其壽命的計算	158
§ 8—5	軸上的載荷	160
§ 8—6	鏈輪的構造	160
§ 8—7	鏈傳動計算例題	163
第九章	軸	167

§ 9—1	軸的类型及其应用	167
§ 9—2	軸的强度計算	169
§ 9—3	軸的安全因数核算	171
§ 9—4	軸的計算例題	177
第十章	軸承	184
§ 10—1	滑动軸承的构造及其应用	184
§ 10—2	軸承衬套的选择及其核算	185
§ 10—3	滑动軸承的潤滑及潤滑裝置	187
§ 10—4	滚动軸承的类型及其应用	188
§ 10—5	滚动軸承的选择方法	194
§ 10—6	滚动軸承的装配	198
§ 10—7	滚动軸承的潤滑及密封裝置	200
§ 10—8	軸承計算例題	201
第十一章	联軸节	211
§ 11—1	联軸节的类型及其应用	211
§ 11—2	套筒联軸节的构造及其应用	212
§ 11—3	夹壳联軸节的构造及其应用	213
§ 11—4	刚性联軸节的构造及其应用	214
§ 11—5	弹性柱銷联軸节的构造及其应用	216
§ 11—6	齿形联軸节的构造及其应用	218
§ 11—7	爪牙离合器的构造及其应用	220
§ 11—8	摩擦离合器的构造及其应用	223
§ 11—9	安全联軸节	225
§ 11—10	离合器的操纵裝置	226
参考文献		227

前 言

本书是根据1958年教育改革后新訂的“机械零件教学大綱”編写的，可作为冶金中等技术学校的冶金机械专业和压力加工专业的教材和冶金性质专业的教学参考书。

1958年，在贯彻执行“教育为无产阶级政治服务，教育与生产劳动相结合”的方针中，有机会和学生一起下厂劳动或到外地支援地方钢铁生产，不仅在思想、感情上得到了改造，而且在实际知識方面也得到了很大收获，和学生们的关系也有了很大的改变。通过劳动实践，丰富了教学内容，改进了教学方法。

为了更进一步提高教学质量，在党的领导下，对教学大綱作了两次大的修改，使之更符合新形势下的教学需要。本教材就是按着修改后的新教学大綱編写的。在編写过程中，由于經驗不足，确是遇到了很多困难。在学校党委领导下，充分发挥了教研组老师们的集体力量，也不断地吸取了学生的意见，前后作了几次的重大修改，并通过半年的教学实践，才最后定稿。值此伟大的“七一”之际，特出版本书作为向党献礼。

本书在内容及内容系統上都有一些变动，取消了铆接和焊接两章，这是考虑到，学生在生产劳动中和在金属工艺学中，有关工艺部分已經熟习了；有关設計計算部分則放在材料力学的剪切和挤压实际計算中去更为合适。这样，一方面避免了課程間不必要的重复现象，同时，也突出地表现冶金机械性质的机械零件课程的特点。

在編写过程中，为使教材內容与我国具体情况和学生的实际水平相适应，书中所有的零件的规格都是我国标准（GB）和部頒标准；所用的材料都是我国生产的。为了更好地为学生学习专业课程打下基础以及能够独立进行課程設計，适当地选择了冶金机械中常用零件的实际計算例題（这部分在教学过程中可采用习题課方式講授），以使理論教学 and 实际設計計算結合起来，并附有一些必要的設計資料。为了区别于教材与一般性参考书，在叙述上力求簡單易懂、系統扼要，使学生閱讀起来更加方便。

这本书是集体編写的，参加討論和修改的有薛振华同志、錢义純同志、刘音鏗同志。书中一些插图的设计繪制都是刘、薛两位同志負責的，而且在討論修改过程中和錢义純同志一道提出了許多改进意見。在編写过程中不断得到了冶金部教育司領導同志和冶金出版社編輯部同志的关怀和鼓舞，增加了我們的信心，使得本书能够順利地和讀者见面，在此表示敬意。編者謹向关心本教材的同志們和幫助繪图的北京冶专机械 317 班刘福源、高振民两同学一并致謝。

由于編者的經驗和水平所限，书中一定还会有严重的缺点和錯誤的地方，这是希望能够得到指正的。

編 者 1959年7月1日

第一章 緒 論

冶金厂的各个生产部門，在生产过程中广泛地有效使用着各种机械。机械随其用途的不同，有着不同的結構型式。但任何机械都是由許多簡單的基本部分所組成的，这些基本部分叫作零件或部件。組成机械的各种零件按其构造特征及其应用范围，一般可分为两类：

1) 专用零件——这类零件只为某类机械所特有，并构成这类机械的特征的零件。例如吊鉤是起重机的专用零件；軋輥是軋鋼机上的专用零件等。这些零件都表示出特定机械的特征。

2) 通用零件——这类零件不仅在某类机械中应用，而是在各种不同用途中都需用的零件。如螺栓、螺母、鍵、軸和軸承以及齒輪等。

机械零件这門課程是研究机械上通用零件的构造、工作情况及其基本設計方法的科学。至于专用零件則在相应的专业課程中研究。

机械零件課程是理論与实践密切結合着的。学习这門課程要求我們把材料强度的理論計算方法应用到实际設計中去。因此必須充分熟习每部机械的工作情况和技术上某些特殊要求，使所設計的机械結構簡單、緊湊、便于維護修理；机械上所有的零件应有足够的强度，以保証工作上的安全可靠；同时还必須使构造形状簡單、易于制造；符合标准规格，最大限度地滿足經濟原則。对机械和机械上的所有零件的这些要求往往是

互相矛盾的。为了提高零件的安全程度，就必须使用优质材料或加大尺寸，这就必然会增加了材料的用量，提高了成本；而经济原则的要求恰恰与之相反，要求尽量节约材料的用量、降低成本。显然，单纯考虑经济利益，而忽视安全可靠，这是资产阶级的营利观点，是一种资产阶级设计思想；相反的，只顾安全而忽略了经济原则也是不符合社会主义节约原则的。只有把安全可靠性和经济原则很好地结合起来才是正确的。这些矛盾是推动机械零件这门课程的根本动力，正确的解决这一矛盾乃是本课程的最根本任务。

在设计零件或某些机械结构时，除了上述的最根本原则外，在某些情况下，还必须考虑一些特殊要求：例如减轻重量，提高耐热程度和提高速度等。这一系列要求，常常显示出旧有的理论和设计方法的不足，由此，就不断出现新的理论和新的设计方法，因而也就大大的促进了本课程不断的向前发展。

一旦出现了新的理论和新的设计方法，必然会要改变零件或机械结构的形式，使之更加合理和更有效地应用材料；然而旧有的零件或机械结构却仍然在使用着，这就是说，在任何历史时期新的设备和旧有的设备；新的理论、设计方法和旧有的理论和设计方法，总有一段时期是共同存在着的。当然从发展上来看无论怎样，新的东西总是要代替旧有的东西。但是在此交替过程中，会有更新的东西出现，而原有东西又变成旧的了。我们不能这样认为：一旦有了新的理论和新的设计方法，旧有的东西就会完全消失了。在任何历史时期永远是“洋”“土”并存的，而在生产过程中永远是“洋”“土”相结合着的，“土”逐渐发展成“洋”，而“洋”和更新的比较起来，又成为“土”了——这样循环发展下去，乃是社会生产的客观规律。

在新旧并存的情况下，根据新的理論和設計方法来改造旧有的机械設備，提高其生产率，这也是本課程的一項重要任务。

机械零件課程和其它科学技术一样，社会生产决定了本課程的发展；反过来，机械零件的一些新的理論和設計方法，又进一步大大地推动了社会生产的发展。古代，人类在长期劳动和生产实践活动中，从制造最簡單的工具开始，一直到建筑宏大的宫殿和一些車、船舶等，对制造各种机械的零件积累了极为丰富的感性知識。但是，机械零件真正成为系統科学，还是近代社会生产高度发展起来以后的事。我們的祖先素以勤勞著称于世，对机械零件的制造和使用上，貢獻出了自己的智慧和創造力。早在公元前1400年前，就已經会用木、石等材料建造“骨架木結構”的房屋了——这是一种坚固耐用的建筑，迄今仍在沿用着。在殷代就已經应用有輪輻的車輪来代替圓板式的車輪，这是一項很大的发明。在周朝已經采用銅制軸承来减少摩擦，增长車軸的使用期限。不久就叉用鉄制的車輪和軸承。汉代发明了翻車，这种翻車完全符合近代的鏈运输的原理。齿輪在汉代已經得到广泛的应用。汉代馬鈞发明的指南車和記里鼓車很巧妙地应用齿輪系传动，这說明那时已充分地掌握了齿輪的传动比及其几何关系，并在实际中加以应用。张衡发明了“候风地动仪”，候风地动仪实际上是一种巧妙应用杠杆的自动机构。其后逐有发明創造或改进。所有这些都对当时的社会生产起了极大的推动作用；对人类都是一种巨大貢獻。但是，在封建社会里，这些发明和創造只是为了农业生产和某些建筑上的应用，这都是劳动人民向自然进行斗争所获的丰富經驗的結晶。封建統治階級是不重視这一切的，認為这是一种“小技”，压制不得发展；对封建統治階級有利的某些发明創造，則为統

治階級所掠奪，因而也得不到充分發展或發展得極為緩慢。宋、明以後，提倡科舉，用“八股”取士，社會生產力受到了極大的束縛，勞動人民的這些偉大創造和發明，未能得到進一步的發展和提高。雖然如此，勞動人民為了生存向自然鬥爭，提高生產，特別是提高農業生產，儘管是緩慢的，然而卻逐年有所發明和改造，對人類作出了偉大的貢獻。

解放後，推翻了反動的統治，勞動人民真正當家作主，才有充分可能發揮自己的智慧和創造，在黨和毛主席正確領導下，我國的工業特別是冶金工業和機器製造工業得到了巨大發展，工人、農民以及其它各方面的發明和創造事迹層出不窮。對社會主義建設事業作出了很大的貢獻。

隨着社會生產的發展，機械零件這門課程在各種機械設備製造上就更具有重大意義。黨和政府一直非常關心我國各種機械設備製造的發展，經過第一個五年計劃，我國已經能夠生產出成套的冶金設備、採礦設備、發電設備和金屬切削機床、汽車、噴氣式飛機了。在第二個五年計劃期間，黨中央提出“必須大力加強機器製造業，特別是製造生產設備的機械製造工業的建設，繼續擴大冶金工業的建設，以適應國家建設的需要”（中國共產黨第八次全國代表大會關於發展國民經濟的第二個五年計劃（1958～1962）的建設）。

在鼓足干劲、力爭上游、多快好省地建設社會主義的總路線的光輝照耀下，在1958年大躍進中涌現出了許多的發明和創造，更加提高了機械零件製造方面的知識和理論水平，進一步推動了機械製造的發展。目前，我國正在開展以機械化和半機械化為中心的技术革新運動，大力製造“六大設備”，以適應國家建設的需要。我國在大躍進中所獲得的輝煌成就，大大加速了我國社會主義建設事業。在這方面的經驗還需進一步總結和

推广。

在机械零件课程发展过程中，俄国和苏联劳动人民和科学家有着极大的贡献。十月社会主义革命后，苏联在完成几个五年计划后，各种工业特别是重工业得到了突飞猛进的发展。苏联在这方面的杰出成就，已经在科学技术领域中居于世界的领导地位。人造地球卫星和人造行星的发射成功——这已足够说明苏联科学技术的巨大成就和无比的威力了，以致有可能制止以美帝国主义为首的帝国主义阵营发动新的世界战争；这对人类的和平事业作出了巨大的贡献！

在我国社会主义建设中，苏联给我们无私援助，使我国社会主义建设事业迅速发展起来，这种兄弟般的国际主义精神值得我们永远学习。

§ 1—1 力及应力，许用应力的选择

机械上所有的零件都承受着不同的外力作用，这些外力叫作载荷。载荷作用在零件上，可能有各种各样的不同情况，一般常见的可分为两种：一种是均匀地分布在零件的表面或线段上；另一种是集中地作用在某一点上。前者叫作均匀载荷，以单位面积上的力或单位长度上的力来表示；后者叫作集中载荷，以公斤、吨表示。

载荷作用在零件上，其大小可能是不变的静载荷；也可能是随着时间而变化的交变载荷或者动载荷。

根据载荷性质不同，零件内部将引起不同的应力和变形，一般情况下应力是由载荷引起的，应力的性质也是决定于载荷的，但载荷性质不一定和应力性质完全一致，例如起重机上的轴，是承受着吊重和起重机本身重量作用的，在正常情况下这些载荷的大小是不变的，但轴内所引起的应力却是交变

应力。因此，在计算零件的强度时，重要的不是单纯考虑载荷性质，而是考虑应力性质。

应力按其性质分为静应力和交变应力两种。

1) 静应力——零件在承受载荷作用时，所引起的应力其大小和方向在任何时刻是不变的。这类应力常叫作第 I 类应力。

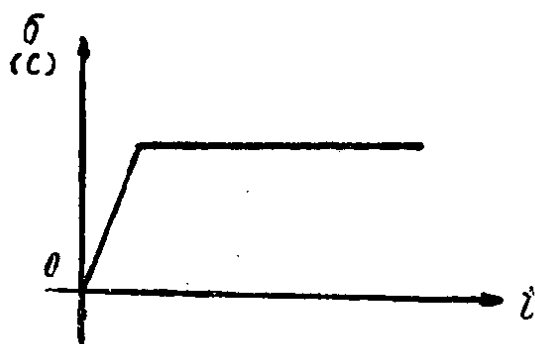


图 1—1 静应力

如图 1—1 所示，以横座标表示时间，以纵座标表示应力（ σ 或 τ ），则应力的大小和方向，在起动以后的任何时间都是固定不变的，因此应力除起动阶段外在座标上应是一条直线。

2) 交变应力——零件上的应力随着时间在最大值和最小值之间变化的应力。在交变应力中应力每交换一次叫作循环；在循环中，最小应力与最大应力之比，连同符号在内叫作应力的不对称系数，以 r 表示，即

$$r = \frac{\sigma_{\text{最小}}}{\sigma_{\text{最大}}}; \quad r = \frac{\tau_{\text{最小}}}{\tau_{\text{最大}}} \quad (1-1)$$

在循环中，最大应力与最小应力之和之半叫作平均应力，以 $\sigma_{\text{平均}}$ （或 $\tau_{\text{平均}}$ ）表示，则

$$\sigma_{\text{平均}} = \frac{\sigma_{\text{最大}} + \sigma_{\text{最小}}}{2}; \quad \tau_{\text{平均}} = \frac{\tau_{\text{最大}} + \tau_{\text{最小}}}{2} \quad (1-2)$$

在循环中，最大应力与最小应力之差之半叫作应力振幅，以 $\sigma_{\text{幅}}$ （或 $\tau_{\text{幅}}$ ）表示，则

$$\sigma_{\text{幅}} = \frac{\sigma_{\text{最大}} - \sigma_{\text{最小}}}{2}; \quad \tau_{\text{幅}} = \frac{\tau_{\text{最大}} - \tau_{\text{最小}}}{2} \quad (1-3)$$

在交变应力中，最常见的有两种情况，如果应力是在最大

值和零之間变化，这种应力叫作脉动循环应力，图 1—2 示有这种应力变化情况。脉动循环应力常称为第Ⅱ类应力。

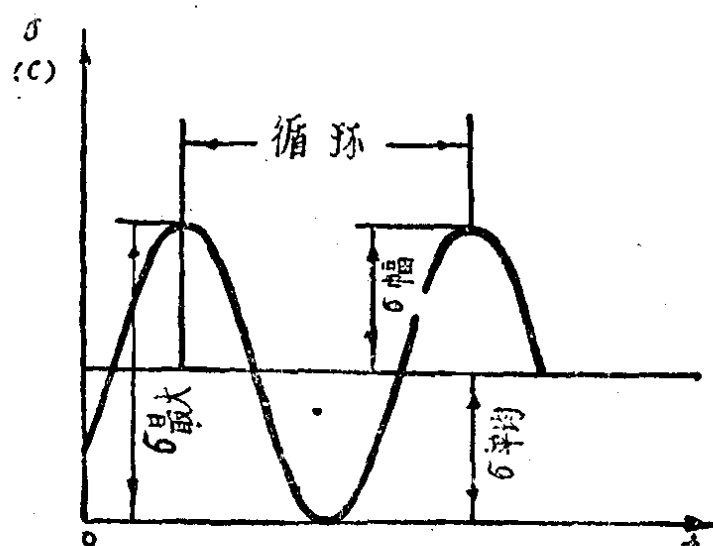


图 1—2 脉动循环应力

显然，在第Ⅱ类应力中，

$$r=0$$

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{\text{平均}} &= \frac{\sigma_{\text{最大}}}{2}; & \tau_{\text{平均}} &= \frac{\tau_{\text{最大}}}{2} \\ \sigma_{\text{幅}} &= \frac{\sigma_{\text{最大}}}{2}; & \tau_{\text{幅}} &= \frac{\tau_{\text{最大}}}{2} \end{aligned} \right\} \quad (1-4)$$

如果应力是在绝对值相等而方向相反的应力范围内变化，这种应力叫作对称循环应力，常叫作第Ⅲ类应力。图 1—3 示

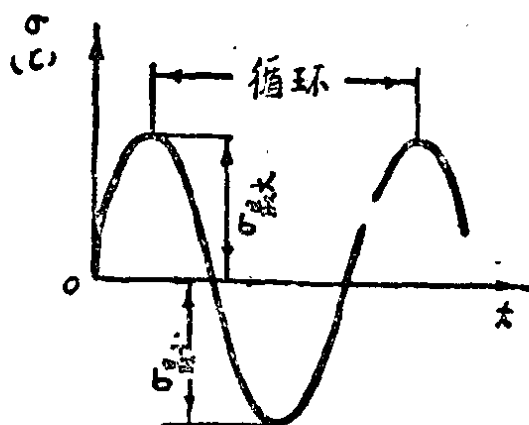


图 1—3 对称循环应力

有这种应力的变化情况。

显然，在第Ⅲ类应力中，

$$\left. \begin{aligned} r &= -1 \\ \sigma_{\text{平均}} &= 0; \quad \tau_{\text{平均}} = 0 \\ \sigma_{\text{幅}} &= \sigma_{\text{最大}}; \quad \tau_{\text{幅}} = \tau_{\text{最大}} \end{aligned} \right\} \quad (1-5)$$

零件上承受着交变应力作用，这种情况是常遇着的，如不可逆轉齒輪的齒上应力就是脉循环应力；可逆轉齒輪的齒以及轉軸等的应力都是对称循环应力。

机械零件的尺寸，一般都是根据强度（或刚度）計算来确定的。在計算时，零件上所引起的工作应力，不能超过规定的許用值。关于許用应力的选择乃是决定零件或机械結構安全可靠、耐用、輕便而又經濟的重要条件。

实际上，所謂許用应力就是材料的极限应力的一部分。在过去，我們知道，許用应力的基本公式用下式表示

$$[\sigma] = \frac{\sigma_{\text{极限}}}{n}; \quad [\tau] = \frac{\tau_{\text{极限}}}{n} \approx (0.5 \sim 0.6)[\sigma] \quad (1-6)$$

式中 $\sigma_{\text{极限}}$ ($\tau_{\text{极限}}$) —— 材料的极限应力；其大小是随材料性質和应力性質而定。

在靜应力情况下，对脆性材料，极限应力采用强度极限 σ_B ，即

$$\sigma_{\text{极限}} = \sigma_B$$

对塑性材料，則采用材料的屈服极限 σ_T ，即

$$\sigma_{\text{极限}} = \sigma_T$$

在脉动循环和对称循环下的交变应力，采用材料的疲乏极限 σ_{-1} ，即

$$\sigma_{\text{极限}} = \sigma_{-1}$$

n —— 安全因数，其值大小决定于許多条件；