

机 械 零 件

南 京 工 学 院

1961

前 言

为了满足当前教学工作的需要根据 1958 年教育大革命以来我们对教改精神的领会以及几年来的教学实践，我们编写了这一教材。

书中删去了楔联接，减少了铆接的内容，增加了圆弧点啮合齿轮、滚珠丝杆、箱体零件等部分，并加强了联轴器的内容。

为了密切结合我国生产实际，我们尽可能采用了我国的标准和规范，但是国家标准和规范尚未全部颁布，因此有些部分仍采用苏联标准。

由于我们水平很低，经验更少，书中错误和缺点一定不少。热诚地欢迎读者对本书提出批评和意见。

南京工学院 201 教研组

1961 年 3 月

本书常用的符号

(一) 名 詞

σ_{ep} 抗拉强度限	M_{mv} 摩擦力矩
σ_r 抗拉屈服限	M_{np} 相当力矩
σ_{-1}, τ_{-1} 对称循环耐久限	I 惯性矩
σ_a, τ_a 循环应力幅	I_p 极惯性矩
σ_{cp}, τ_{cp} 平均应力	W 抗弯断面系数, 或称弯曲阻力矩
σ_{np} 相当应力	W_p 抗扭断面系数, 或称扭转阻力矩
σ_{max}, τ_{max} 最大应力	F 面积
σ_{min}, τ_{min} 最小应力	N 功率
$[\sigma]_p$ 許用拉应力	n 每分鐘轉数
$[\sigma]_{cm}$ 許用压应力	i 传动比
$[\sigma]_{cx}$ 許用挤压应力	η 效率
$[\sigma]_{\kappa}$ 許用弯曲应力	A 中心距
$[\sigma]_{\kappa}$ 許用接触应力	z 齿数
$[\tau]_{cp}$ 許用剪应力	m_s 端面模数
$[\tau]_{\kappa p}$ 許用扭应力	m_k 法面模数
$[p], [q]$ 許用比压	α 螺紋导角, 齿輪嚙合角
$[\sigma_{-1}]$ 对称循环载荷下的許用弯曲应力	β 螺紋断面角, 齿的傾斜角
n 安全系数	f 摩擦系数
P, Q 载荷	ρ 摩擦角
M_a 弯矩	ρ' 誘导摩擦角
M_{κ} 扭矩	F 摩擦力

(二) 单 位

T 吨	cm 厘米
kg 公斤	mm 毫米
m 米, 公尺	mk, μ 微米
dm 寸米	

目 录

第一章 緒 論

§ 1—1	前 言	1
§ 1—2	現代机器的特点	1
§ 1—3	本課程的研究对象	5
§ 1—4	机械零件結構合理性的条件	6
§ 1—5	机器及其零件設計的步驟	8
§ 1—6	机械零件設計的主要趨勢	9
§ 1—7	机械制造中常用材料	9
§ 1—8	机械制造中安全系数及許用应力的选择	19

第一篇 机件的联接

第二章 鉚釘联接

§ 2—1	概 論	26
§ 2—2	鉚釘在接縫中的工作	28
§ 2—3	鉚釘联接中各零件的强度	31
§ 2—4	鉚接縫的計算	33

第三章 焊 接

§ 3—1	概 論	36
§ 3—2	电弧焊接縫的型式	38
§ 3—3	焊縫內的应力	39
§ 3—4	焊接工艺对焊縫品质的影响	43
§ 3—5	焊接結構采用的材料和許用应力	43
§ 3—5	强固焊縫的計算	45
§ 3—7	强密焊縫的計算	52

第四章 緊配合联接

§ 4—1	概 論	56
§ 4—2	压配合联接的計算	57

第五章 螺紋联接

§ 5—1	概 論	63
§ 5—2	螺紋联接件的主要型式	66
§ 5—3	螺紋联接的防松装置	71
§ 5—4	螺紋联接在靜載荷下的强度計算	73
§ 5—5	螺紋联接在变載荷下的强度計算	82
§ 5—6	在高温下工作的螺紋联接的强度計算	86
§ 5—7	螺栓組联接的計算	87
§ 5—8	螺紋联接的許用应力	91
§ 5—9	螺 旋	92

第六章 鍵与花鍵联接, 无鍵联接

§ 6—1	概 論	102
§ 6—2	鍵联接的結構型式	102
§ 6—3	鍵联接的計算	105
§ 6—4	花鍵联接 (多槽輪联接)	108
§ 6—5	无鍵联接	110

第二篇 传 动

第七章 摩擦輪傳动

§ 7—1	概 論	115
§ 7—2	定传动比的摩擦輪传动	117
§ 7—3	摩擦輪的材料	124
§ 7—4	变宣动比的摩擦輪传动 (无級变速器)	125

第八章 皮带傳动

§ 8—1	概 論	129
§ 8—2	皮带的种类, 皮带的接头	133
§ 8—3	皮带传动中作用力的分析	138
§ 8—4	皮带的寿命計算	141
§ 8—5	皮带的滑动与传动比	142
§ 8—6	根据滑动曲綫計算皮带传动	144
§ 8—7	皮带传动中軸上所受的力	148
§ 8—8	平皮带传动的設計步驟	149
§ 8—9	三角皮带的設計步驟	151
§ 8—10	皮带輪	153

第九章 鏈傳動

§ 9—1	概 論	159
§ 9—2	鏈傳動的零件	159
§ 9—3	鏈傳動的主要參數及其選擇	171
§ 9—4	鏈傳動的計算	176
§ 9—5	高速鏈傳動的計算	180

第十章 齒輪傳動

§ 10—1	概 論	181
§ 10—2	齒輪傳動的主要參數	184
§ 10—3	齒輪的材料	186
§ 10—4	齒輪的損壞	188
§ 10—5	直齒圓柱齒輪接觸強度計算	192
§ 10—6	斜齒圓柱齒輪的接觸強度計算	196
§ 10—7	圓柱齒輪的彎曲疲勞計算	199
§ 10—8	齒輪的計算載荷	202
§ 10—9	齒輪計算中的許用應力	207
§ 10—10	圓錐齒輪傳動	212
§ 10—11	開式傳動計算的特點	218
§ 10—12	膠合計算的概念	220
§ 10—13	螺旋齒輪，雙曲面圓錐齒輪概述	222
§ 10—14	圓弧點嚙合齒輪傳動	224
§ 10—15	齒輪的構造	232

第十一章 蝸輪傳動

§ 11—1	概 論	237
§ 11—2	蝸輪傳動的幾何計算	239
§ 11—3	蝸輪傳動中的作用力	248
§ 11—4	蝸輪傳動的效率	250
§ 11—5	蝸輪的接觸強度計算	252
§ 11—6	蝸輪彎曲強度計算	258
§ 11—7	蝸輪傳動材料及其許用應力	256
§ 11—8	蝸杆的剛度計算	257
§ 11—9	蝸輪的傳動潤滑	258
§ 11—10	蝸輪傳動基本參數的選擇	258
§ 11—11	圓弧面蝸輪傳動	259
§ 11—12	蝸輪傳動零件的構造	262

§11-13 蜗传动的散热计算.....	263
----------------------	-----

第十二章 减速箱及变速器

§12-1 减速箱的型式.....	265
§12-2 减速箱的传动比分配.....	268
§12-3 减速箱的构造.....	269
§12-4 减速箱的润滑.....	273
§12-5 变速器概述.....	274

第三篇 转轴与心轴、轴承与联轴器

第十三章 转轴与心轴

§13-1 概 论.....	279
§13-2 轴的结构.....	280
§13-3 轴的破坏形式及原因.....	283
§13-4 轴的材料.....	283
§13-5 心轴与转轴的强度计算.....	284
§13-6 转轴及心轴的刚度计算.....	296
§13-7 轴的振动和临界转速.....	297
§13-8 挠性钢丝轴.....	298

第十四章 滑动轴承

§14-1 总 论.....	301
§14-2 径向滑动轴承和止推滑动轴承的材料.....	303
§14-3 径向滑动轴承.....	307
§14-4 止推滑动轴承.....	319
§14-5 轴承的润滑装置.....	323
§14-6 提高滑动轴承工作能力的方法.....	330

第十五章 滚动轴承

§15-1 总 论.....	332
§15-2 滚动轴承的结构和分类.....	332
§15-3 滚动轴承的主要类型, 各类型的特性和应用.....	334
§15-4 滚动轴承的损坏形式和原因.....	338
§15-5 滚动轴承的理论基础.....	339
§15-6 滚动轴承的计算.....	347
§15-7 滚动轴承的安装、润滑和密封.....	351

§ 15—8 提高滚动轴承工作能力的方法.....	354
---------------------------	-----

第十六章 联 軸 器

§ 16—1 总 論.....	357
§ 16—2 联 軸 节.....	359
§ 16—3 操縱式离合器.....	370
§ 16—4 自动操縱式离合器.....	389

第 二 部 彈 簧、箱 体 零 件

第十七章 彈 簧 与 板 簧

§ 17—1 概 論.....	399
§ 17—2 彈 簧 的 材 料.....	400
§ 17—3 扭轉作用下的彈簧.....	402
§ 17—4 弯曲作用下的彈簧.....	408
§ 17—5 拉-压作用下的彈簧.....	411
§ 17—6 板 簧.....	412

第十八章 箱 体 零 件

§ 18—1 箱体零件的分类.....	415
§ 18—2 剖面形状及筋、板的选择.....	415
§ 18—3 壁厚.....	419
§ 18—4 箱体零件計算原則.....	420

第一章 緒 論

§1-1 前 言

遠在古代由於生活的需要，人類就創造和利用了原始的簡單機器及機械零件。在我國簡單紡織機械的利用可以追溯到三千年以前。古埃及、希臘和羅馬在修建金字塔及其他巨大建築物中，也曾經利用過杠桿、絞車、滾子及齒輪等。

但是關於機械設計計算的科學在十九世紀中葉才形成。當時這門科學籠統的稱為“機械學”，它包括了很多性質相近的課程，如理論力學、材料力學、機械零件、機械製造工藝學、起重機、蒸汽機、內燃機等。以後，由於生產的發展以及機械製造和設計方面的經驗和知識的積累，更加豐富了這門科學的內容，才使它發展成為許多獨立的科學。“機械零件”就是從“機械學”這樣一門總的科學中分出來的。

此後，機械零件這門科學在各國都有不同程度的發展。特別是在蘇聯偉大的十月社會主義革命之後，在蘇聯共產黨領導之下，為了發展國民經濟迅速地建立起現代化的社會主義工業，機械製造業也獲得空前的發展。所有國民經濟的各部門，從工業、農業到運輸業、建築業及醫藥事業都廣泛地應用機器，使各種各樣的勞動過程機械化。並且蘇聯的科學也相應地得到飛躍的發展。由於蘇聯許多學者及工人辛勤勞動，在機械設計計算的科學方面獲得了卓越的成就。現在它擁有許多專門論文、著作、圖冊、規範及國家標準等。

我國古代人民在機械方面也有很多的發明創造。如為了提高運輸效率，人民創造了車子，到了商朝車的結構已很完備。漢靈帝時所製的水利方面用的翻車已具備了近代搬運鏈的雛形。齒輪的使用不晚於漢朝，在張衡所創造的渾天儀及馬鈞創造的指南車中已應用了相當複雜的輪系。我國在漢朝時就用金屬來製造軸和軸承。

由於長期的殘酷的封建統治和百餘年來帝國主義侵略，以及解放前幾十年的反動統治，阻礙了我國國民經濟的發展，當然更談不上建設機械製造業各個部門，因而使我國的科學技術處於極其落后的狀態。那時機器依靠國外進口；國內只有為進口機器服務的修理工廠，而沒有真正的機器製造廠。

解放以後，在中國共產黨的領導下工人階級取得了政權，我國的社會生產力獲得了徹底的解放。我國人民在中國共產黨的正确領導下，在蘇聯及兄弟國家的無私援助下，使我國社會主義建設事業突飛猛進地向前發展。經過從1950年到1952年的國民經濟的恢復時期，使工農業生產一般地達到了和超過了舊中國的最高水平。通過1953年到1957年第一個五年計劃的順利完成，奠定了工業化的初步基礎。特別是在黨的鼓足干劲、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，1958年、1959年及1960年出現了國民經濟的全面持續大躍進。因之我們已經提前三年完成了第二個五年計劃的主要指標，使得我國的社會主

建設进入了新的阶段。因此我們完全有信心用更短的时间，在主要工業产品产量方面赶上和超过英国。

十一年以来，我国的机械制造业与其他的建設事業一样，取得了巨大的成就。目前我国机械工業基本上形成了行業齐全并具有世界先进水平的完整体系，如冶金設備、發電設備、采矿設備、飞机、汽車、拖拉机、船舶、机床和工具、精密仪器仪表制造业等等。

我国机械工業已經完成了从修配到制造的过渡，又从制造一般的机器設備开始进入了能制造重大、精密和尖端机器設備的阶段。現在已經能制造軋輥直径为 750 毫米的初軋机，3000 吨自由鍛造水压机，容积为 1513 立方米的大高爐及高級精密的坐标銼床等。同时，具有現代水平的紅旗牌高級小客車，噴气式飞机等都已經試制成功并投入生产。

从仿造到自行設計，是近年来我国机械工業技术上的一个飞跃。我們不仅能設計一般产品而且还能設計高、大、精、尖的产品。这就标志着我国机械工業已經进入到世界先进技术的新領域。

随着我国机械工業的高速度發展，机械零件这門科学也得到相应的發展。如圆弧点啮合齿輪已在我国大部分地区进行推广和应用，20万轉/分的空气磨头、高精度的滚动軸承已經試制成功，很多科学研究机关及高等学校在机械研究方面都正在进行着大量的工作。同时，由于生产的需要以及我国技术水平的提高，在国家科学技术委员会的领导下，各有关部門正在进行机械零件标准化的工作，有些机械零件的国家标准已經正式頒布了。因此完全可以預計到，随着生产的發展的不断發展，这門科学将会更加充实和完善。

§ 1—2 現代机器的特点

机器是生产資料，在社会主义国家中，它能利用自然界的能量为社会謀取福利，它也能減輕工人的繁重体力劳动和提高劳动生产率。一个国家的机器生产水平和它的技术完善程度是这个国家的工業發展水平的鮮明标志。

現代机器的特点是：原动机功率尽可能大；工作机的生产率尽可能高；原材料消耗少，工艺性好，成本低；管理方便安全；使用可靠耐久。

提高速度，扩大工作过程的自动化是提高工作机的生产率和原动机的功率的最有效方法。广泛开展自动化，使人們摆脱輔助工序（开关、装卸工件、工作机构的送进与退出等）的紧张劳动。提高工艺过程速度以及同时提高（蒸气、气体、液体的）压力和温度等参数，这是現代机械制造技术发展方向中最具有代表性的趋势。关于这方面的成就可以从来自各机械制造部門的下列数据看出来（表 1—1）。

表 1—1

I. 近70年来，汽車的行驶速度					
年 份	1890—1900	1900—1915	1915—1930	1930—1945	1945—1960
最高速度 v_{max} (公里/小时)	105.9	210.9	372.4	594.8	>850
使用速度 (公里/小时)	15—20	30—40	55—75	90—110	130—170 及 更 高

II. 近百年来, 在机床上車削鋼料时的切削速度					
年 份	1850以前	1864	廿世紀初叶	1927	1950
切削刀具材料	碳 鋼	鎳 鉻 鋼	高 速 鋼	硬 質 合 金	
切 削 速 度 (米/分)	5	7—8	30	70—80	400及更高
III. 近25年来, 冷軋机上軋制薄鋼板的軋速					
年 份	1925—1930	1940	1945	1950	
軋軋速度(米/分)	0.3—0.5	5	20	30	

这些数字不但使我們了解各种机器的速度增长率, 而且也使我們对未来的速度增长远景有个概念。

由上述現代机器的特点出發, 可以看出各种机器在結構上的發展有下列重要特征:

1. 以等速迴轉运动代替往复运动机构——往复运动机构的运用在机器制造工業的發展初期是很普遍的。而且这也是合乎事物發展的規律, 因为人們当时只是尽量采用机构来模拟在同类工作过程中用手来操作的各項动作。但是往复运动不可避免地要在回程与空程中浪費時間, 并且产生不可避免的动載荷, 而它又往往限制了工作速度的提高。因此在現代机器中, 都尽量采用运动連續的迴轉运动来代替运动为周期性的往复运动。如在高速大功率时用蒸汽輪机和燃气輪机代替活塞式發动机, 以离心泵、叶片泵、齒輪泵和透平式壓縮机代替往复式泵和壓縮机; 用轉輪印刷机代替平板印刷机等。然而机器的結構在这方面的發展还没有达到完善的地步。例如, 虽然目前已經制成了迴轉式紡織机, 然而, 主要的紡織机还是梭子往复运动的織机。

2. 采用部件結構——为了使机器便于制造、装配和运输, 在很早以前就已經实行了把机器分解为若干部件的方法。近25年来, 它已成为一种在改善机器的生产和使用的經濟指标方面的独特的方法及重要的手段。采用部件結構具有以下优点: (1) 在把各种类型的部件組合成一个机器时, 各种設計方案及改装产品的拟制、試驗以及投入成批生产等工作都可以局限在一个部件上, 而不影响其余部件。(2) 部件結構可使我們利用組合数量不多的基础上制造出各种用途不同的机器。(3) 縮短机器的装配周期, 便于机器的修理工作。圖 1-1 所示是把机器分解成为部件的例子。

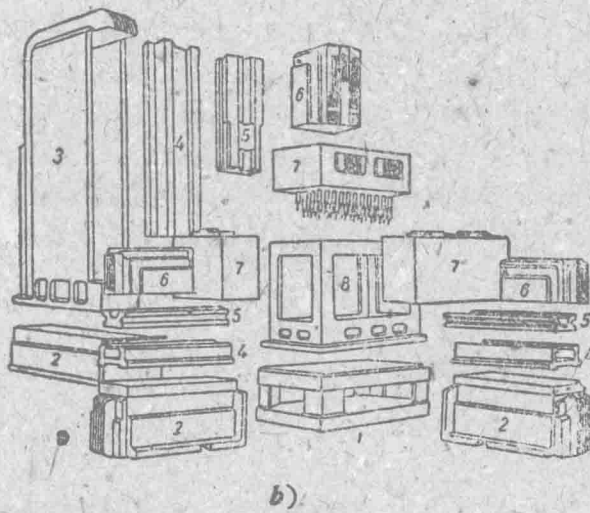
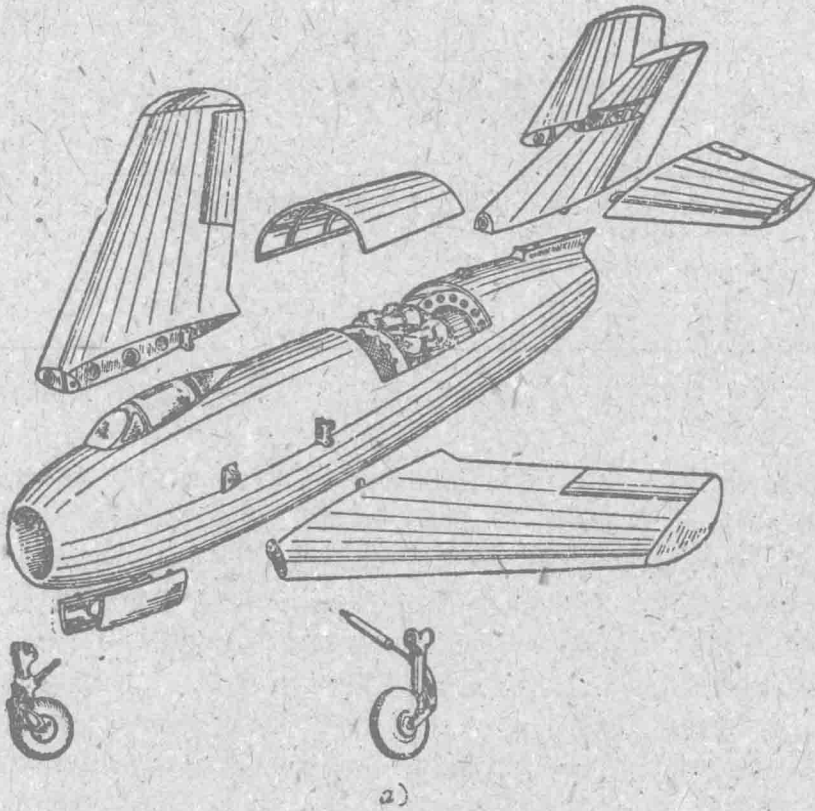


图 1-1

3. 采用各种型式的传动。在不久以前，机器中只是靠軸、齒輪、皮帶等来傳遞能量。現代机器中不仅广泛地应用机械传动，而且还广泛地利用电传动、液压传动和气压传动来傳遞能量。这就使得机器的自动化很容易实现，并对机器便于操縱及管理，及远距离操縱。

4. 在改善机器質量的条件下減輕机器的重量。这是現代机器結構上的一个重要發展方向。減少金屬的消耗量是具有重大的国民經济意义的，如果把非生产性的金屬消耗量減少，那末国家生产出来的金屬数量不变时，机器和其他产品的产量就可以增加。而且在机器的成本中，材料費用占有相当大的比例。例如机床制造業中，它就要占生产費用总和的30—40%，比工資支出平均要多 2.5 倍。

对于運輸机械來說節約金屬又有其特殊意义。

我們常用“比重”（結構的重量与結構所承担的有效載荷的比值）来衡量机械設計是否合理。

例如，各种發動机的比重：

航空發動机	0.6—1.1 公斤/馬力
小型汽車發動机	2—5 公斤/馬力
載重汽車發動机	6—15 公斤/馬力
拖拉机發動机	10—40 公斤/馬力

机器的比重是随着速度的提高而減低的。例如螺絲車床的發展就可由表 1—2 中看出。

表 1—2

車 床 參 數	年 份		
	1875	1934	1949
頂尖高度（毫米）	225	225	225
刀架上最大切削直徑（毫米）	300	285	280
頂尖距（毫米）	1,000	1,000	1,000
功率（瓩）	1.1	7.4	14.5
重量（公斤）	750	2,350	3,500
比重（吨/瓩）	0.68	0.32	0.24

§ 1—3 本課程的研究对象

机器、設備及仪器等的单个組成原件以及有些原件的組合我們都称它們为机械零件。

通常我們把机械零件分为下列两类：

1. 通用零件——在不同型式不同用途的机器中都可以遇到的机械零件，它們都执行着同样的职能；如螺栓、螺母、軸、齒輪等。

2. 专用零件——只适用在特定型式的机器中的机械零件；如內燃机中的曲軸、活塞与

汽轮机叶片、犁头等。

在“机械零件”这门课程里研究的是通用机械零件的设计与计算方法，专用机械零件的设计问题则放在各有关的专业课程（如“金属切削机床”、“农业机械”、“汽车设计”）里研究。

通常将通用零件按照用途分为：

（1）联接机件：它包括可拆联接（如螺纹联接、键联接等）和不可拆联接（如铆钉联接、焊接、紧配合联接等）。

（2）传动机件：又可分为：

1) 摩擦传动——如摩擦轮传动、皮带传动等。

2) 啮合传动——如齿轮传动、蜗轮传动、链传动等。

3) 液压传动。

4) 气压传动。

（3）轴、轴承及联轴器。

（4）其他——弹簧。

作为机械零件这门科学来说，它的任务是研究：根据零件在机器中的作用及工作条件说明设计零件的原则、方法及标准；使零件具有最适宜的结构型式和尺寸；为零件选择最恰当的材料；确定零件的加工精度、表面光洁度及加工的技术条件。

作为一个设计师，首先是党的政策的执行者，必须政治挂帅，而且要具有正确的设计思想，在设计工作中应当体现出党的鼓足干劲、力争上游、多快好省地建设社会主义的总路线及根据这条总路线所制定的一整套方针。同时设计师应当掌握先进的设计理论、计算方法及先进工艺，这样才能创造出具有高度技术水平并适用于我国情况的机器。因此他也是机械制造中先进技术的传播者。

设计师所设计出来的机器应当是生产率高、耐久、工作可靠，同时制造简单、成本低，也就是说要符合多快好省的原则。因此在设计过程中既不能闭门造车、脱离实际地去“创造”。也不要机械地抄袭旧的及过时的结构（即使它原来是成功的）。而必须是批判地吸取现有机器结构的优点，采用新的材料及先进的工艺方法。既要考虑当前也要估计到长远的要求。

在教学计划中机械零件是一门基础技术课，介于基础课与专业课之间。同学在学习这门课程时初次从计算公式过渡到设计实际机械零件，并且利用过去所学的知识（如机械制图、理论力学、材料力学、金属工学及机械原理等）。同学掌握了机械零件，那么他们也就获得了初步的设计技能和解决较简单的工程技术问题，参加到当前的技术革新与技术革命运动中来。

§1—4 机械零件结构合理性的条件

设计机器应当满足技术条件规定的各项要求。这些要求首先是机器的生产率、工作速度、机器的成本、外廓尺寸与重量、使用期限。同时也要注意机器运输的可能性、操作方便安全、外形美观等。

对于机械零件提出的要求则是强度、刚度、耐磨性、工艺性及散热条件等。

1. 强度——这是设计零件及机器的基本要求。任何一个零件在工作时，绝对不允许发生损坏。同时也不允许发生影响机器正常工作的残余变形。因为零件的损坏不仅造成工作停

顧，而且有时会引起严重的事故。但是另一方面也不能为了追求安全，毫无根据地加大零件的尺寸。这样就会浪费材料、增加机器的重量和成本。

将受载的零件上某个断面的应力 (σ 、 τ) 和许用应力 ($[\sigma]$ 、 $[\tau]$) 比较，这就是现在最常用的评价机械零件强度的方法。它的强度条件可以用下式表示：

$$\sigma \leq [\sigma] \quad \text{或} \quad \tau \leq [\tau] \quad (1-1)$$

设计零件能否满足公式 (1-1)，这决定于由计算得到的工作应力是否准确，也决定于许用应力是否取得恰当。

有时只根据名义应力来计算机械零件的强度是不够的，还必须考虑由于零件的过渡断面、沟槽、孔等所引起的应力集中或局部应力。而许用应力值与材料的机械性质、载荷性质有关。

2. 刚度——对机械零件常提出刚度的要求，也就是说，零件在外载荷作用下的弹性变形不应超过许用值。

对于某些结构来说，由于它们必须根据事前规定好的位移进行计算。因此对这些零件来说刚度计算是主要的，如弹簧、仪器的弹性构件等。这时，刚度计算往往也满足了强度上的要求。

在设计轴、轴承、齿轮传动、蜗轮传动时，保证有足够的刚度是非常重要的。轴的弯曲变形过大，会使轮齿上的载荷恶化，轴承中产生边缘磨损。机床主轴的刚度不好会直接影响工件的加工精度。

机械零件的刚度条件可用下式表示：

$$y \leq [y] \quad \text{或} \quad \varphi \leq [\varphi] \quad (1-2)$$

式中： y 及 $[y]$ ——零件的挠度及其许用值；

φ 及 $[\varphi]$ ——零件的扭角及其许用值。

3. 耐磨性——很多机器零件的使用期限是受到它们的工作表面磨损的限制。由于零件的磨损使零件工作情况恶化。如齿轮轮齿磨损以后，齿轮传动将会变得不平稳。同时，轮齿上的动载荷也随之增加。机床刀架与导轨的磨损将影响工件的精确度。

零件的磨损不是简单的物理现象，而是相当复杂的物理——化学过程。目前有很多科学研究机关及大专学校从事于金属的摩擦及磨损的研究。但是影响磨损的因素很多（如载荷的大小及特性、滑动速度、润滑剂的化学性质及物理性质等），因此目前难以创立按磨损计算零件的方法。

通常是按照压力强度 p 及与摩擦功成正比的 $p v$ 值 (v 为相对滑动速度) 来近似地估计磨损强度，它的耐磨条件可用下式表示：

$$p \leq [p] \quad \text{或} \quad p v \leq p v \quad (1-3)$$

4. 振动稳定性——机器及零件随着工作速度的增高及结构重量的减轻，常产生振动（这个振动指的是周期性的变形，其振幅与零件的尺寸比起来是很小的）。振动载荷的特殊危险在于它能引起零件的疲劳损坏，而在这种破坏之前没有明显的残余变形，常常是突然发

生的。

当机器或零件的自振频率与引起振动的周期外力的变化频率相同时，将产生共振。这时振幅骤然增大，有时甚至使机器或零件损坏。

机床主轴及与它有关的零件的振动，其后果将使工件的表面质量变坏，并且使刀具很快地变钝。

消除振动的最原始方法是去除产生振动的外力。但是利用这个方法的可能性在实践上是有限的。人们常常通过改变系统的动力性质（改变质量的惯性矩和联接的柔度）的方法来达到。

当这些方法不可能获得满意结果时，就在系统中加入特殊的装置——消震器或抗震器。

5. 工艺性——在设计机器或零件时，为了降低机器成本及减少加工工时，设计师应当考虑工艺方面的要求。

一个熟练的设计师必须也是一个优良的工艺师，在设计时能考虑到生产的实际可能性。如选择零件的毛坯时（铸件、锻件、焊件等），制造方法对零件的构造及成果有决定性的影响。因之设计师必须了解零件的制造方法，设计时应尽量避免复杂的加工方法及过高的精度要求。同时也要考虑到零件的生产批量大小。

6. 重量轻——正如前述，对机器或零件来说都应设法减轻重量，这对于交通运输设备更具有特殊的意义。

此外，还应当考虑到符合安全技术的要求，操纵及维护方便，外表美观等。

设计时应尽可能采用标准零件或部件，如螺钉、轴承等。标准及规范的制订是为了零件结构形式、尺寸大小最合理，同时提供了大量生产标准零件的可能性。具有大量的标准和规范不但不会使设计师感到任何困难，相反地会减轻了他的工作。从而可以集中精力来创造特殊的、新的、特别重要的结构。

我国最近几年来，特别是从大跃进的1958年以来，在机械制造业中也和国民经济的其他部门一样，制定了一系列的国家标准（GB）。一个设计师必须了解并且能应用标准和规范。

§1-5 机器及其零件设计的步骤

设计机器及其零件的方法和步骤如下：

1. 拟定计算简图，在图中尽量把零件的构造及零件间的联接的情况简化，并且把作用在零件上的各个力看成是集中力或是按某一规律分布的力。

2. 确定作用在零件上的载荷值。

3. 根据材料的物理机械性能、成本、供应等条件来选择材料。

4. 根据在已知的工作条件下衡量零件工作能力的最重要准则来确定零件的计算尺寸，并使这些尺寸符合标准。这时所作的计算称为设计计算。

5. 在部件总装配图上绘出零件图，然后绘制零件工作图，拟定零件结构上的各部分尺寸。并在工作图上说明全都尺寸、公差、表面光洁度、热处理及技术条件等。

这个设计步骤完全是一种逻辑上的程序，与很多解决其他问题的习惯方法也是符合的。但是在实际工作中应用这种方法，就总会有很多的困难与不便之处。因此，实际上只有在零件的形状和载荷情况最简单的情況下才能采用这种设计方法。因为如果零件产生变应力时，材料的机械强度特性（如耐久性）就不再是一个固定不变的指数。它不但随着零件的绝对尺

寸和形状而变，而且也随着某些其他因素而变。因此，只有在零件的形状和绝对尺寸均为一定（因为这是精确确定耐久限，应力集中系数等值时所必须的），才有可能进行正确的计算。这样的设计步骤就难以进行了。所以通常都按照下列步骤进行：

（1）根据零件与零件间的联接的结构在总的方面要协调的原则，选择零件的形状和尺寸（零件的尺寸系初步计算所得）。

（2）根据衡量零件工作能力的准则验算，也就是按照所选材料确定零件危险断面上的安全系数；零件的变形（挠度、扭角等）；临界速度等。

因为设计师在预先选择零件的形状和尺寸时，就已经有可能全面考虑对所设计的零件提出的各项要求。因此这种方法能使我们愉快地得到最好的设计方案。所以在设计时常采用。

§ 1—6 机械零件设计的主要趋势

随着生产的不断发展，科学技术也是日新月异。机械零件这门科学虽然还很年青，只不过有七八十年的历史，而近年来不断地得到充实和发展。机械零件的计算和理论的发展与动力学、摩擦和磨损、传热等方面的研究有很大关系。

机械零件计算方法发展的特点是：

1. 逐渐由半经验计算公式过渡到与根据零件的工作能力进行计算。

例如，以前进行齿轮的强度设计时，就是利用半经验公式选择周节 $P = bet$ （ P —圆周力； b —齿宽； c —系数； t —周节）。而现在就可以按照传动可能报废的形式进行计算。有如下几个计算准则：1）弯曲强度；2）接触强度；3）胶合等。

2. 进一步地准确计算载荷（动载荷、暂时载荷的分布等），从前通常是借助于将许用应力降低或利用粗略的经验公式或有时用所谓速度系数来粗略地估计动载荷的影响。而现在可以根据理论研究及实验结果分析来确定。

3. 考虑了共同工作中的零件进行计算，例如在齿轮传动计算考虑到由于轴变形所引起的应力集中。同时，轴所需要的刚度也决定于轮齿上及轴承中边缘压力不增高的条件。

4. 机械零件计算中考虑到时间因素，以及工作情况的变化。由于大多数机器的工作情况都是剧烈变化的，而且许多机器（如飞机、宇宙飞行装置等）在重量方面都有很严格的要求，因而如果按最大载荷进行计算，使用年限不加限制，其结果必将增大零件的尺寸及提高对材料的要求。

现在，大多数零件都开始采用了耐久计算，并且考虑到工作情况的变化。

5. 各种零件的计算逐渐接近了同一准则：由于已逐渐过渡到按零件工作能力准则进行计算，因而积累下来的某个零件的计算特性曲线，就有可能用来确定其他零件的计算特性曲线。

§ 1—7 机械制造中常用材料

在零件的设计过程中，选择材料是一个重要的关键问题。它要求设计师对机械制造中常用材料的性能方面，及在已知零件的工作条件和制造条件对材料提出的要求方面，都具有全面的知识。