

中等專業學校教學用書

機械零件

巴甫洛夫著



機械工業出版社

Я. М. ПАВЛОВ
кандидат технических наук, доцент

ДЕТАЛИ МАШИН

*Допущено Управлением
средних специальных учебных заведений
Министерства культуры СССР
в качестве учебного пособия
для машиностроительных техникумов*



ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ И СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА 1954 ЛЕНИНГРАД

中等專業學校教學用書



機 械 零 件

北京礦業學院機械零件教研室譯

蘇聯文化部中等專門學校管理處審定
爲機器製造中等技術學校教學參考書



機械工業出版社

1955

出版者的話

本書係根據蘇聯機械出版社出版的巴甫洛夫 (Я. М. Павлов) 著 [機械零件] 1954 年初版譯出的。原書係著者根據蘇聯中等技術學校機械製造專業 [機械零件] 教學大綱編寫的, 並經蘇聯文化部中等專門學校管理處審定為教學參考書; 同時著者指出: [對於高等工業學校非機械製造專業的學生亦可使用。]

本書介紹了在機械製造中所用材料的簡要知識, 一般用途的零件和傳動裝置的設計與計算方法。

本書由北京礦業學院機械零件教研室翻譯及校訂 (周有強、鄒雲霞、孟惠榮、吳永偉、王受升諸同志譯, 杜鴻年教授校訂)。

原書有些地方可能錯誤, 譯文已按譯者及校訂工作者的意見修正; 並於書末附有原文及修正意見對照表, 以供參考。

蘇聯 Я. М. Павлов 著 'Детали машин' (Машгиз 1954 年第一版)

* * *

書號 0874

1955 年 12 月第一版 1955 年 12 月第一版第一次印刷

787×1092 1/18 字數 461 千字 印張 20 2/3 插頁 2 0,001—6,000 冊

機械工業出版社(北京東交民巷 27 號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可證出字第 008 號

定價(8) 3.46 元

目 次

原序	7
本書所用的符號	8
緒言	9
I 機械零件課程的意義	9
II 機械製造業發展的基本趨勢	10
III 機械零件課程的歷史簡述	13

第一篇 基本知識

第一章 機械製造中所應用的材料	15
§1 鑄鐵(15)——§2 鋼(16)——§3 銅及其合金(19)——§4 金屬的代用品(20)	
第二章 設計、計算、構造設計	22
§1 力及變形(23)——§2 應力的分類(23)——§3 金屬的疲勞限(耐久限)(26)——	
§4 不對稱循環的強度限(27)——§5 機件的絕對尺寸對於材料疲勞限的影響(28)——	
§6 局部應力對於機件強度的影響(29)——§7 安全係數及許用應力(32)——§8 對機器	
零件提出的一般要求(36)	
第三章 公差，配合和互換性	40
§1 尺寸、配合、公差制度(40)——§2 精度等級(42)——§3 極限量規(44)——§4 表面	
光度(44)	
參考文獻	45

第二篇 聯接機件

第一章 楔聯接和鍵聯接	46
§1 楔聯接的類型(46)——§2 加於楔聯接機件上的力(47)——§3 楔的結構(49)——	
§4 楔聯接機件中的應力(49)——§5 楔聯接的計算(51)——§6 楔聯接的材料(55)——	
§7 楔聯接計算例題(56)——§8 鍵聯接(59)——§9 鍵的校核計算(61)——§10 多槽	
軸聯接(63)——§11 銷釘聯接(64)	
第二章 螺釘聯接和螺旋聯接	66
§1 螺旋線的形成(66)——§2 螺紋輪廓的形成和螺紋的制度(66)——§3 螺旋副中力的	
關係和效率(67)——§4 螺紋的比較和選擇(69)——§5 螺釘聯接的計算(74)——§6 螺	
釘頭高度的確定(79)——§7 螺母高度的確定(80)——§8 受偏心載荷的螺釘的計	
算(81)——§9 受橫向載荷的螺釘的計算(82)——§10 螺釘和螺旋承受橫向載荷時的卸	
載方法(82)——§11 雙頭螺釘聯接(83)——§12 影響螺釘強度的工藝因素和結構因	
素(83)——§13 地腳螺釘(85)——§14 成組螺釘聯接的計算(88)——§15 載重螺	
旋(90)——§16 夾緊聯接(95)——§17 防止螺紋製品自動鬆動的方法(96)——§18 計	
算例題(98)	
第三章 鉚釘聯接	107
§1 接縫的製造過程(107)——§2 鉚釘的結構形式(107)——§3 鉚合方法(109)——§4	
鉚釘接縫的分類(110)——§5 接縫的計算(111)——§6 雙排雙搭鉚對接縫中鉚的應	

力(113)——§7 緊密接縫(114)——§8 強密接縫(114)——§9 計算例題(120)	
第四章 銲接.....	126
§1 銲接的型式及其分類(126)——§2 對接縫(128)——§3 填角接縫(131)——	
§4 許用應力(133)	
參考文獻.....	139

第三篇 傳動機件

第一章 軸頸.....	140
§1 軸心支座反力的確定(140)——§2 端軸頸的計算(140)——§3 端軸頸和中軸頸的結構型式(143)——§4 止推軸頸(143)	
第二章 軸心和轉軸.....	147
§1 軸心(147)——§2 轉軸和加在轉軸上的力的簡圖(150)——§3 計及彎曲時轉軸的扭轉計算(150)——§4 根據許用扭轉角從剛度來計算轉軸(152)——§5 重載轉軸的計算(153)——§6 支座反力的方向對軸承結構的影響(156)——§7 空心的(空的)轉軸及軸心(157)——§8 曲柄軸和曲軸(158)	
第三章 軸承和止推軸承.....	162
A 滑動摩擦軸承.....	162
§1 整體軸承(162)——§2 剖分軸承(163)——§3 軸承觀(163)——§4 給油方法(164)——§5 自位軸承(166)——§6 關於在軸承中潤滑與摩擦的流體力學理論的概念(166)——§7 滑動摩擦的止推軸承(170)——§8 軸承觀的材料(170)	
B 滾動摩擦軸承.....	171
§9 主要類型(171)——§10 滾動軸承概述(172)——§11 滾珠軸承和滾柱軸承的選擇(174)	
第四章 聯軸器.....	178
§1 整體式剛性聯軸器(178)——§2 剖分式剛性聯軸器(178)——§3 可移式剛性牙嵌聯軸器(180)——§4 補償式剛性聯軸器(181)——§5 彈性聯軸器(184)——§6 摩擦聯軸器(189)——§7 安全聯軸器(193)——§8 接合聯軸器的機件(194)	
參考文獻.....	194

第四篇 傳 動

第一章 摩擦傳動.....	195
§1 圓柱形摩擦輪的平行軸間的傳動(196)——§2 槽摩擦輪的平行軸間的傳動(198)——	
§3 圓錐形摩擦輪的相交軸間的傳動(199)——§4 變傳動比的平行軸間的傳動(200)——	
§5 變傳動比的相交軸間的傳動(201)——§6 變傳動比的同軸心的軸間的傳動(201)——	
§7 均衡摩擦傳動(202)	
第二章 圓柱齒輪傳動.....	203
§1 齒輪嚙合的要素(203)——§2 齒輪嚙合的基本定律(204)——§3 漸開線齒廓的畫法(205)——§4 齒條嚙合(206)——§5 $\alpha=15^\circ$ 和 $\alpha=20^\circ$ 時的齒形(207)——§6 嚙合模數、齒輪和齒輪的直徑(207)——§7 傳動比(208)——§8 直齒齒輪嚙合的持續度(208)——§9 直齒齒輪最小齒數的選擇(210)——§10 齒長的選擇(210)——§11 齒內的應力集中(213)——§12 齒形係數和輪齒抗彎計算的基本方程式(213)——§13 齒輪的工作情況及材料(215)——§14 許用彎曲應力(217)——§15 計算載荷及根據彎曲確定嚙合模數(218)——§16 根據接觸強度(剪切)的輪齒計算(220)——§17 輪齒的製造(222)——§18 斜齒圓柱齒輪和人字齒圓柱齒輪(225)——§19 齒輪的修正(231)	

第三章 圓錐齒輪傳動 235

§1 圓錐齒輪的形成 (235)——§2 齒廓的近似畫法 (236)——§3 傳動比和齒數 (236)——§4 齒輪的齒長, 模數和直徑的確定 (237)——§5 根據接觸強度 (剪切) 的輪齒計算 (240)——§6 軸向壓力的確定 (240)——§7 齒的切削方法 (241)——§8 交叉軸的齒輪傳動 (螺旋齒輪) (243)

第四章 齒輪的構造 244

§1 齒輪傳動的效率 (244)——§2 齒輪的構造 (244)——§3 非金屬齒輪 (247)

第五章 蝸輪傳動 249

§1 概論 (249)——§2 蝸桿和蝸輪傳動的類型 (249)——§3 傳動比 (251)——§4 螺旋的效率和螺旋線的昇角 (251)——§5 蝸輪齒數的選擇 (253)——§6 材料和許用應力 (253)——§7 根據彎曲應力和根據接觸剪應力來決定模數 (254)——§8 蝸輪直徑和蝸桿直徑的決定 (255)——§9 齒長的決定和蝸輪寬度的選擇 (258)——§10 作用在蝸桿和蝸輪齒上的力 (259)——§11 蝸桿軸和蝸輪軸的計算 (260)——§12 蝸桿和蝸輪齒的切製 (262)——§13 蝸輪傳動的軸承 (263)——§14 蝸輪傳動的方式 (265)——§15 潤滑 (266)——§16 蝸輪傳動的效率 (266)——§17 蝸輪傳動的發熱計算 (267)

第六章 皮帶傳動 271

A 平皮帶傳動 271

§1 皮帶傳動簡述 (271)——§2 主動邊和從動邊中作用力的決定 (272)——§3 皮帶的滑動 (273)——§4 平皮帶的構造和材料 (275)——§5 皮帶的接頭 (276)——§6 皮帶輪的直徑和皮帶的厚度 (276)——§7 皮帶中的應力, 皮帶的長度及中心距離 (277)——§8 根據橫斷面 (根據應力) 來計算皮帶 (279)——§9 根據滑動曲線來計算皮帶 (蘇聯中央工藝和機械製造科學研究所的方法) (282)——§10 平皮帶傳動的各種形式 (288)——§11 設有張緊輪的平皮帶傳動 (289)

B 三角皮帶傳動 291

§12 三角皮帶傳動的特性 (291)——§13 三角皮帶的結構 (293)——§14 三角皮帶傳動的設計 (293)——§15 三角皮帶輪上輪槽的結構尺寸 (296)

B 皮帶輪 297

§16 結構 (297)——§17 皮帶輪的計算 (300)——§18 皮帶輪在軸上的固定 (301)

第七章 鏈傳動 302

§1 概論 (302)——§2 齒形鏈的計算 (305)——§3 套筒-滾子鏈的計算 (308)——§4 星輪 (309)

參考文獻 315

第五篇 起重機械概述

第一章 起重機械歷史簡述 316

第二章 起重機構的元件 319

§1 起重裝置的類型和結構 (319)——§2 提昇機構中發動機的作用 (320)——§3 起重裝置中的撓性連件 (321)——§4 起重機的零件 (328)

第三章 起重機構 346

§1 滑輪組 (346)——§2 差動滑輪 (349)——§3 滑車 (351)——§4 絞車 (352)——§5 千斤頂 (354)——§6 起重機行車, 貓頭小吊車和架空電動滑車 (359)——§7 起重機的類型及其用途 (361)

參考文獻 362

中俄名詞對照表 363

修正意見表 367

原 序

本教學參考書係根據蘇聯文化部所批准的機械製造技術學校的教學大綱編寫而成。在內容的敘述上曾運用了在列寧格勒高等工業學校和中等技術學校中講授[機械零件]課程的多年經驗。由於這個緣故，對教學大綱所規定的內容的安排次序上，著者作了某些變動。例如，先研究選擇許用應力及強度計算比較簡單的可拆聯接，然後才研究在計算時必須利用經驗數據的不可拆聯接。這樣學生在許用應力的選擇以及設計和計算方法上獲得某些經驗後，對於計算不可拆聯接時所採用的那些假定，就比較容易接受。

按照技術學校學生的程度，數學的論證和計算敘述得雖較淺顯，但仍保持了所研究問題的物理的和科學的實質。

爲了熟悉理論基礎和實際計算，在每章末均列有計算例題。

書中的計算公式及例題中所有的計算，都是從設計的（而非驗算的）方面給出的，以便幫助學生掌握決定零件與組合件尺寸和構造形狀的方法。所有的演算是以計算尺上可能具有的準確度來進行的。

在研究機械傳動時，與後面強度計算有關的，基本的幾何的與運動的關係，都作了引證。

本書並附有解決例題時所必需的參考表格。

讀者所有的意見和批評，著者將以極感激的心情予以接受，並請將它們寄至出版社。

著 者

本書所用的符號

σ_a, τ_a ——循環振幅
 σ_{max}, τ_{max} ——最大循環應力
 σ_{min}, τ_{min} ——最小循環應力
 $\sigma_{срел}, \tau_{срел}$ ——平均循環應力
 σ_{-1}, τ_{-1} ——對稱應力循環時的
疲勞限(耐久限)
 σ_0, τ_0 ——脈動應力循環時的
疲勞限(耐久限)
 σ_r, τ_r ——任意變化的應力循
環時的疲勞限(耐久限)
 r ——循環的不對稱係數
 $\sigma_{пч}, \tau_{пч}$ ——強度限
 σ_T ——屈服限
 H_B ——布氏硬度
 σ ——法向應力
 τ ——切向應力
 n ——安全係數
 $[\sigma_p]$ ——許用拉應力
 $[\sigma_{сж}]$ ——許用壓縮應力
 $[\sigma_{нв}]$ ——許用彎曲應力
 $[\sigma_{см}]$ ——許用壓碎應力
 $[\tau_{ср}]$ ——許用剪切應力
 $[\tau_{кр}]$ ——許用扭轉應力
 $[\tau_c]$ ——許用接觸剪應力

α_T ——理論集中係數
 α_K ——有效集中係數
 ϵ ——伸長率
 E ——法向彈性模數
 G ——切向彈性模數
 f ——摩擦係數
 F ——摩擦力
 N ——功率
 $M_{нв}$ ——彎曲力矩
 $M_{кр}$ ——扭轉力矩
 $M_{вр}$ ——旋轉力矩
 $M_{скр}$ ——扭力矩
 M_p ——總和力矩
 $M_{пр}$ ——合成力矩
 $W_{нв}$ ——彎曲斷面係數
 $W_{кр}$ ——扭轉斷面係數

註:

1. 爲了表明本符號是指何種情形的應力, 在右下角標以相應的指數(記號), 例如: $[\sigma_p]_I$, $[\sigma_p]_{II}$, $[\sigma_p]_{III}$, $[\sigma_{нв}]_I$, n_I , n_{II} 等。

2. 所求應力及許用應力採用公斤/公分², 與此相應的機件尺寸採用公分, 外力和載荷採用公斤, 外力矩採用公斤·公分。

3. 機件的最後尺寸(構造尺寸)採用公厘。

緒 言

I 機械零件課程的意義

在技術學校的低年級中，學生學習基礎課程和基礎技術課程，如像：數學、物理、化學、理論力學、金屬工藝學、材料力學及其他。這些課程是作為學習那些確定技術學校畢業生工作範圍的工藝方面或設計方面的專業課程的基礎。

機械零件課程是基礎技術課與專業課之間的聯繫環節。

為了正確的設計任何一個機器，設計師應當很好的知道這個機器將要工作的技術範圍，並且應當清楚地考慮到與黨和政府的決定相適應的本機械製造部門的發展前途。

設計師必須知道現代的機械製造工藝，在機械製造中所用材料的性質，強度計算的原則和設計的方法。

機械零件課是培養工程技術人員的第一門工程課程。在規定的教學計劃及教學大綱的範圍內，這門課程的目的在於給于學生機件強度的計算原則，正確選擇任何機件材料的依據，考慮到製造工藝和機械運用的設計規則，以及在於養成學生獨立解決設計問題的基本技能。

研究任何機器時，我們將首先碰到有將它分成個別部分和零件的必要，也就是說，我們將遇到組合件或零件的聯接。

所有的機器都有這些聯接：

a) 可拆聯接——楔聯接、鍵聯接、螺釘聯接(螺絲聯接)；

б) 不可拆聯接——鉚釘聯接、銲接。

當研究機件和分析它們的用途時，我們將看到在每一個機器中都有為支持其他機件用的機件，為固定其他機件於一定位置用的機件以及為傳遞扭轉力矩用的機件。

對於所有機械都普遍具有的機件是：

a) 軸心；

б) 轉軸；

в) 軸承及止推軸承；

г) 聯軸器。

為傳遞迴轉運動和扭轉力矩，機械都有由許多零件組成的組合件。這些組合件是以傳動命名，並可分為：

a) 摩擦輪傳動；

б) 齒輪傳動；

в) 蝸輪傳動；

г) 皮帶傳動;

п) 鏈傳動。

在機械製造技術學校裏，教學大綱中除機械零件本身外，同時還規定有起重機械元件部分。

本教科書就是按照上面整個的敘述編寫成的。

因此，在教科書中研究一般用途的零件，聯接和組合併。

課程理論學習的最後階段是機械零件的課程設計。這裏學生們多半是按照一定的數據來設計用途已完全確定的傳動。

在兩個學期裏學習機械零件課的技術學校中，建議在第一學期學習理論，同時伴以設計形式的練習題，而課程設計在第二學期完成。在這種情形下，以本教科書所編寫的次序來學習這門課是比較合適的。如果整個機械零件課程——理論與課程設計——被一個學期所限，那末最好將課程的各章予以適當的安排，俾使能及時地給于同學以作課程設計的必要知識。

II 機械製造業發展的基本趨勢

在我國，於有計劃的社會主義國民經濟的條件下，包括機械製造業在內的一切工業部門，不像在資本主義國家裏的自發地發展，而是按照與蘇維埃國家的任務相適應的一定計劃發展着。同時必須指出，機械製造業在國民經濟中是起着主導作用，它是技術的基礎，在這個基礎上一切工業部門，農業部門和運輸部門才能日趨發展。

第十九次黨代表大會關於 1951~1955 年蘇聯發展第五個五年計劃的指示中要求：

[規定高速度地發展機器製造業，作為蘇聯國民經濟各部門中新的強有力的技術進步的基礎。在五年期間，使機器製造業和金屬品製造業的產量大約增加到兩倍。]

在創造新的機械方面設計師的作用是極其重要的。他是機械製造業中技術進步的嚮導，他所設計的機械的技術水平將決定於他是否很好地了解機械製造業發展的基本趨勢以及是否能根據國民經濟發展的要求來實現這些基本趨勢。

現在我們來研究蘇聯機械製造業發展的基本方向。

一部機器(一套機械設備)的功率的增加 我們從蘇聯機械製造業的實際工作中來舉幾個例子。

1. 冶金方面。

烏拉爾在偉大的十月社會主義革命以前，主要是在容積為 300 公尺³的高爐內熔煉生鐵，而現在容積為 1300 公尺³的高爐却是尋常的了。每一個這樣的爐子，一晝夜能熔煉 1000 噸以上的生鐵。

以前在馬丁爐中熔煉的鋼在 25 噸以下，而現在採用搖擺式爐，每爐可煉出 350~400 噸鋼。

2. 機床製造業方面。

在革命以前的俄國最大的立式車床只具有 4 公尺直徑的卡盤，而現今在列寧格勒的斯大林金屬工廠裏却有卡盤直徑大於 9 公尺的機床在工作着，它的電動機的總功率則為 100 多匹馬力。

3. 水力透平機製造業和發電機製造業方面。

遠在國內戰爭時期，在擊敗了武裝干涉者和白黨匪軍之主力後，黨便開展了制定國家電氣化計劃的工作，為此於 1920 年人民委員會成立了俄國電氣化國家委員會（ГОЭЛРО）。這些計劃規定了建設許多火力發電站（ТЭС）和水力發電站（ГЭС）。第一個建成並開始使用的是沃爾赫夫水力發電站（Волховская ГЭС）。

在以後的年代裏，還建成了很多水力發電站。其中某些水電站的數據列入表 A。

表 A

開始使用年代	名稱	一部發電機的功率(仟瓦)	一部發電機功率的增加
1927	沃爾赫夫水電站	8000	1.0
1932	斯威爾水電站	32000	4.0
1933	德涅泊爾水電站	62000	7.8
1946	恢復後的德涅泊爾水電站	100000	12.5

由表中可見，一部發電機（一套發電設備）的功率在 20 年內增加到 12.5 倍。

4. 造紙機械製造業方面。

第一部連續運轉的造紙機是在 1799 年發明的。這種機械的生產率決定於網子運動的速度和寬度，在該網上造紙原料形成紙帶。略去這種機械發展的中間階段，我們來引述某些數據（表 B）。

表 B

年代	網的寬度(紙帶的寬度) (公尺)	網的運動速度(紙帶的速度) (公尺/分)	機器每晝夜的生產率 (噸)
1799	0.64	5	0.1
1880	2.50	60	4.0
1945	8.15	600	300

這個表的數據指出，從第一部造紙機械發明時起的 146 年內它的生產率增加到 3000 倍。

在規模巨大的水電站——古比雪夫，斯大林格勒及其他水電站的建設中採用着這樣唯一的聯動機械與機械，如像每小時吸土 1000 公尺³ 以上的大型吸土機，掘土 14~15 公尺³ 並能將其移動 130~150 公尺距離的 Ш65-14 和 Ш75-15 型走動掘土機，載重量 25 噸的自卸卡車，容量到 15 公尺³ 的鏟土機以及其他的機械。

這些和許多其他強大的機械與聯動機械，在很少數的工作人員的情形下，替代着幾萬人的體力勞動，提高了勞動生產率幾十和幾百倍，減低了工程的費用。

機械軸轉數的提高 機軸是很多機械（以機件的轉動為基礎的機械）的主要零件之一；其直徑可以近似地按照其所傳遞之扭轉力矩確定：

$$M_{\text{кп}} = 71620 \times \frac{N \text{馬力}}{n \text{轉/分}} = 0.2d^3[\tau_{\text{кп}}]。$$

對於同樣的鋼和同樣工作條件取 $[\tau_{\text{кп}}] = \text{常數}$ 時，則改變上式後得方程式：

$$d = A \sqrt[3]{\frac{N}{n}},$$

式中

$$A = \sqrt[3]{\frac{71620}{0.2[\tau_{\text{кп}}]}} \text{c}$$

由此算式可以看出，當 A 和 N 不變時，軸的直徑 d 將隨 n 之增大而減小。因此，軸座、機架、氣缸、活塞以及其他機件將亦相應地小些。

這樣，隨着 n 之增大不僅減小機械的重量和尺寸，並且節省材料。省下的材料，可用以另外製造機器，同時還提高了機械本身的生產率。

效率的提高 由機械原理課程知道，由機械所得之功對於給與機械之功之比稱為效率。效率(к. п. д.)永遠小於一。

在設計和製造機器時總要力求得到較大的效率。

我們用一個例子來說明。1952年國家的農業獲得了131000部拖拉機(以每部15馬力計算)，若每部拖拉機的效率(к. п. д.)僅僅提高了1%，就可用節約的燃料再開動1310部拖拉機。由此例可以看出，在機械製造中提高機械的效率對於國民經濟是具有何等重大的意義。

生產上的管理、控制和工藝規程的機械化和自動化 在我國，繁重勞動過程的機械化是黨和政府科學和技術面前所提出的重要任務之一，並且這個任務已為蘇聯專家們有成績地解決着。例如，在以列寧命名的伏爾加—頓河運河的建設中，繁重工作的機械化達到了95~98%。

至於談到自動化，我們只研究許多例子中的兩個。

第一例。在莫斯科斯大林汽車工廠建成了由16台機床組成的自動線。機床是配置成使一軌道式運輸機通過它們中間，發動機機體的鑄件就放在該運輸機上。由運輸機而來的發動機機體自動地被鉗住並受兩個機床的刀具的加工。當某些面在這對機床上加工後，發動機機體自動地被移到第二對機床，而下一個鑄件就佔了它的位置。經過所有十六個機床的加工，每兩分鐘就有一個準備裝配的發動機機體離開自動線。

在自動系統中同時動作着224根主軸(機床)帶有504把刀具。

假設以前在單獨的機床上加工一個發動機機體需要56個人，則現在只需要三個人就可完成這個工作。勞動生產率增長到18倍以上，而生產速度提高到50倍以上。

第二例。在莫斯科附近建成的自動化工廠，只要送進鋁錠，從工廠就出來等候裝配的汽車活塞。所有各個動作的進行，都看不見人參加。

上述趨勢只有在社會主義國家的條件下才有充分發展的自由，這裏基本的經濟法則是：「用在高度技術基礎上使社會主義生產不斷增長和不斷完善的辦法，來保證最大限度地滿足整個社會經常增長的物質和文化的需要。」^①

① 斯大林著：「蘇聯社會主義經濟問題」第35~36頁，人民出版社，1952(И. Сталин, Экономические проблемы социализма в СССР, Госполитиздат, 1952, стр. 40)。

在資本主義國家裏這種情形是不可能有的。

誠然，在資本家追求利潤之下，同樣採用着替代工人勞動的較強大的和較高生產力的機械；力求用自動操縱的計算機、控制機、測量儀、信號機以及其他儀器的辦法來替代不僅體力勞動，而且還有腦力勞動。但是符合於現代資本主義基本經濟法則的這個資本主義合理化追求着一個目標：「用剝削本國大多數居民並使他們破產和貧困的辦法，用奴役和不斷掠奪其他國家人民，特別是落後國家人民的辦法，以及用旨在保證最高利潤的戰爭和國民經濟軍事化的辦法，來保證最大限度的資本主義利潤。」^②

第十九次黨代表大會的指示中已經在儘量節約金屬和最好的使用勞動力的情形下，在進一步發展機械製造方面，在生產過程的全部機械化和自動化方面，在廣泛的把科學和技術的最新成就運用到生產中去方面，以及在更完善的勞動組織形式和生產組織形式方面給與了指示。

III 機械零件課程的歷史簡述

在革命以前的俄國機械製造工業處於很低的水平。沙皇政府不了解發展祖國機械製造業的必要性，而外國資本家力圖以經濟奴役俄國，極力阻撓它的發展。同時外國專家們的壓倒一切的勢力極其有害地影響了俄國的科學和技術的發展。

但是就在這種條件下，也曾由俄羅斯人民中出現了像羅莫諾索夫（Ломоносов）、奧斯特羅格拉德斯基（Остроградский）、切貝謝夫（Чебышев）、威實涅格拉德斯基（Вышнеградский）、彼得羅夫（Петров）以及許多其他奠定祖國機械製造業的學者。曾由俄羅斯人民中出現了創造唯一機械的著名機械師波爾訴諾夫（Ползунов）、庫里賓（Кулибин）、切列帕諾夫父子（Черепанов）、佛羅洛夫（Фролов）、納爾托夫（Нартов）。

俄羅斯的學者曾是科學和技術進步的嚮導，曾是培養祖國專家們的發起者和組織者。他們曾經是包括機械的設計、計算和構造在內的科學和技術各部門的學習領導者。

在 1881 年以前在俄國的學校裏曾經講授過叫做「機械構造學」的課程。這門課程含有關於材料力學、機構及機械原理、起重機、蒸汽機等等內容。按其構成，這門課程大致像現在某些非機械製造的高等技術學校和非機械製造的中等技術學校裏所講的工程力學那樣形式的課程。

第一次是彼德堡工藝學院的基爾比切夫（В. Л. Кирпичев）教授把機械零件課程作為一門獨立的學科講授。在 1881 年基爾比切夫擬定第一部俄國的「機械零件」教程，它成為後來寫作這門教本的範本。

1886 年出版了沃依斯拉夫（С. Г. Войслав）教授的著作：「機械零件和傳動機構的構造和計算」。按照教本中所包括的各種內容，所有的計算都作了基本的敘述，並且這一教本還附有結構圖集。有趣的是，這一課本的構成是以進步的公制度量制度作為基礎的，這在當時來說還是新奇的。

② 斯大林著「蘇聯社會主義經濟問題」第 34 頁，人民出版社，1952。

在 1886~1887 學年中，莫斯科高等工業大學的教授虎加可夫(П. К. Худяков)，以石印的形式出版了他自己講授機械零件課程的講稿，這裏他明確地定出了[機械零件是指在所有的機器中或多或少都遇到的和重複出現的那些零件]。

這樣，虎加可夫第一次給出了機械零件課程的定義：為研究一切機械中零件的設計、計算和構造設計的科學。

在 1895 年虎加可夫把機械零件的講課，他自己的機械零件教本的修改和出版的一切權利都讓給了他的學生，而後來是他親密的同事席德洛夫(А. И. Сидоров)教授。

1922 年席德洛夫教授出版了他的[機械零件]教本，分為兩卷並帶有圖集。席德洛夫大大地修改了虎加可夫教授的講稿並且第一次在機械零件課程中加入了一章[關於在冷或熱狀態下的配合]。在那時還沒有一本關於機械零件的教本有研究這個問題。在第一版序言中，席德洛夫教授在對教本的實質作某些總結時，正確地指出，[關於所有這些問題，我們的教本就是現在仍可以作為許多外國教本的範本]。

在材料的強度，機械的設計和製造領域內很多著作是屬於虎加可夫和席德洛夫的。在 1900~1953 年期間還出版了許多關於機械零件的教科書。

十月革命後，擺在蘇聯人民的面前的任務是恢復、改造和廣泛地發展所有的工業部門，而作為基本的工業部門則是機械製造業。

在五年計劃的年代裏，為了更快地、更有科學根據地解決擺在機械製造業面前的許多問題，建立了許多部門的科學研究院。

例如，中央工藝和機械製造科學研究所(ЦНИИТМАШ)研究出一般機械製造中關於設計、計算、構造設計和製造工藝的最新方法，給與了各工廠以極重要的幫助。

金屬切削機床實驗科學研究所(ЭНИМС)在機床製造業中佔有主導地位。汽車活塞自動化工廠和國家許多工廠的機床自動線就是在 ЭНИМС 工作人員的直接參加下設計和製造出來的。

軸承工業實驗科學研究所(ЭНИИПП)，起重運輸機械科學研究所(ВНИИПТМАШ)以及其他科學研究所都在不斷地為着解決擺在機械製造面前的理論性質的和實際性質的問題而工作。

國家中先進的工廠，如新克拉瑪托爾斯基大林工廠、烏拉爾機械工廠、列寧格勒斯大林金屬工廠、列寧格勒的基洛夫工廠和其他工廠在機械製造業中佔有主導地位，並與科學機關都有着經常的聯繫。工廠工作者們在與學者們的合作下，把工作革新者的方法運用到生產中去，並依靠廣大羣衆創造性的建議來發展機械製造的理論和實際。

與此相應地，機械零件課程同樣是毫不間斷地在改善着和發展着。在教本中所敘述的各種組合，例如齒輪和蝸輪傳動(減速箱)，已經成了機械製造中的專門部分，並已在單獨的技術文獻中講述。就是課程的其他部分也有專門的著作。

第一篇 基本知識

第一章 機械製造中所應用的材料

鑑於學生已熟悉了金屬工藝學的課程，因而在本書中所研究的用於機械製造的材料，僅局限於為解決機械零件課程中提出的問題所必須的部分。

§1 鑄鐵

灰鑄鐵，由鐵礦在鼓風爐中熔煉而得，在機械製造中具有極廣泛的應用。灰鑄鐵在熔融狀態下能很好地填滿鑄模，因而可以獲得外形複雜的零件。灰鑄鐵常被稱為鑄造鑄鐵，它是鐵和碳的合金，碳的含量通常在3~3.6%內。碳僅有一部分是與鐵以化合物狀態存在，它的大部分却處於游離狀態而具有石墨片狀，這使灰鑄鐵在破斷面中呈現灰色。

灰鑄鐵是脆性材料，但能用刀具很好地加工。

白鑄鐵所含的碳是與鐵以化合物狀態存在的。在破斷面中呈現白色。這種材料極硬，具有淬過火的性質，僅能用硬質合金做的刀具加工。白鑄鐵應用於承受強烈磨蝕的零件上，例如軋輥，鐵路車輛的輪子及其他。

在各種牌號的鑄鐵中除含碳以外尚混有錳，它能促進鐵和碳的化合作用；矽，它能幫助碳成石墨形式的游離狀態分離出來；磷，它使鑄鐵產生流動性，以及硫，它是有害和不希望有的混合物。有些鑄鐵含有特殊的元素，它給予鑄鐵以新的性質，或者提高了鑄鐵的可用性。

灰鑄鐵能很好地在受壓縮下工作，但在受彎曲時較壞，在受拉伸和剪切時更壞，還有不能承受衝擊載荷。各種牌號的灰鑄鐵的機械性質和應用舉例，列出於表1中。

可鍛鑄鐵是由白鑄鐵獲得的鑄料經軋化處理，即經數小時的加熱後而成。在軋化過程中化合的碳過渡到游離的無定形狀態。可鍛鑄鐵的機械性質與軟鋼的機械性質相近。當載荷較小和製品的重要性較低時，由可鍛鑄鐵製成的製品具有廣泛的應用。在大規模連續的和大量的生產中採用由可鍛鑄鐵製成的零件是有利的，特別是對於薄壁和複雜形狀的製品。

優質(改良)鑄鐵由於它的優良的機械性質，在目前應用很廣。

改良的實質就是在熔化狀態的鑄鐵中加入石墨化的補充物，此鑄鐵處於固體狀態時，在破斷面中呈白色或雜色(非灰色)。這樣，在鑄鐵中，獲得了很多結合的碳，使其強度提高，和獲得充分的游離碳，使其容許用刀具加工。