



中等專業學校教學用書

# 機 械 零 件

亞·捷·巴徒林著

人 民 教 育 出 版 社



中等專業學校教學用書



# 机 械 零 件

(修訂第三版)

亞·捷·巴徒林著  
浙江大學機械零件教研室譯

人 民 教 育 出 版 社

本书原系根据苏联国立机器制造书籍出版社 (Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы) 1954年再版的巴徒林 (А. Т. Батурин) 所著“机械零件” (Детали машин) 修订出版, 现又根据原书 1953年修订第三版重新修订。原书经苏联高等教育部中等专业教育司批准为非机器制造类中等技术学校的教科书。

本书论述通用零件的计算方法和设计的基本概念。内容包括: 连接机器个别部分的零件, 心轴、转轴及其支座, 传动三篇。另外在附录中又介绍了起重机械的元件。

本书除作为非机器制造类中等技术学校的教学用书外, 还可供一般工业干部自修或提高之用。

## 机 械 零 件

(修订第三版)

亚·捷·巴徒林著

浙江大学机械零件教研室译

人民教育出版社出版 高等学校教材编辑组  
北京宣武门内承恩寺7号  
(北京市书刊出版业营业许可证出字第2号)

上海大东集成联合印刷厂印刷  
新华书店上海发行所发行  
各地新华书店经售

统一书号 15010·671 开本 850×1163 1/32 印张 14 6/16

字数 394,000 印数 17,531—47,500 定价 (3) 洋 1.40

1959年5月第1版 1960年6月上海第4次印刷

1960年6月第2版

## 亞·捷·巴徒林

本書作者奔薩鐵道運輸技術學校的老教師亞歷山大·捷馬費維奇·巴徒林已於1955年4月27日逝世。

亞·捷·巴徒林1885年出生於奔薩省、庫茲涅茨區、特萊斯金諾乡的農民家庭(即從前的農奴家庭)。

亞歷山大·捷馬費維奇忍受極大的貧困才能受到高等教育並成為具有高度業務水平的蒸汽鍋爐專家。在莫斯科高等技術學校學習時，亞·捷·巴徒林兼任私人教師，並畫一些設計圖，於假期中到奔薩車站當鉗工、司機助手及司機工作。

1914年畢業於莫斯科高等技術學校後，亞·捷·巴徒林在工程師亞·維·巴里(А. В. Барн)的工程事務所工作，受維·格·舒霍夫(В. Г. Шухов)的指導。

從1918年起，亞歷山大·捷馬費維奇開始在奔薩鐵道運輸技術學校擔任教師工作。

1936至1941年，亞·捷·巴徒林在莫斯科捷爾任斯基鐵道技術學校任教。

1941年，亞歷山大·捷馬費維奇調到奔薩鐵道運輸學校，一直工作到生命的最后一瞬。

在三十七年的教師工作中，亞·捷·巴徒林培養出大量的優秀專家。亞歷山大·捷馬費維奇是以知識和經驗傳授給無數學生的高度熟練的教育家。

除這本機械零件教科書外，他曾寫過中等技術學校用的材料力學教程。該書曾在1936及1949年兩次印行。

由于他的典范的教育工作，亚·捷·巴徒林曾获得“英勇劳动者”、“1941—1945年伟大卫国战争的英勇劳动者”奖章及“光荣的铁道工作者”、“卓越的行政管理工作者”奖章。

## 第三版序

这本亚·捷·巴徒林的机械零件教科书第三版是在作者逝世后二年、也就是在本书前一版印行三年后出版的。

这三年中，机器制造结构元件和组件的某些标准和规格有了改变；个别对象的计算方法也受到了部分的改变。

这些变更在准备本书第三版时均已加以考虑，特别是使滚动轴承的参考数据焕然一新，并对选择轴承所采用的计算关系作了某些改变。对于直边齿形（多槽）接合列入了新的 ГОСТ 数据。根据新的参考书刊所载的材料，对传动链选择和核算的方法作了修改。根据齿的弯曲计算齿轮传动的叙述作了一些改动：所有的关系都成为模数的函数，而不是和节距的关系，这只对计算公式的形式引起不大的改变。

“机器的摩擦”一章部分地作了修改：“斜面摩擦”一节完全新写，楔接合计算则分出为独立的一节，并移到“键、多槽及楔接合”一章内。

关于斜面摩擦问题的新的叙述应能保证螺纹接合和螺旋机构有更完整的分析的可能性。

在“起重机械的元件”一编（是作为机械零件课程的附录）中，将陈旧的参考数据换了新的；对于该编中的图表也部分地作了修改。新的图表以及某些参考数据是从列·格·齐菲尔（Л. Г. Клиффер）及依·依·阿布拉毛维奇（И. И. Абрамович）的“起重机械”一书第二版第一卷（Машгиз, 1956 版）中引用的。

非机器制造类中等技术学校工程力学新的教学大纲（课程分量为 260—200 学时）虽规定机械原理作为理论力学的一编来学习，但在本书中保留有关这一编的材料（即“机器的摩擦”，齿轮啮合廓线的形成

和运动問題,行星齿輪簡介),还是認為合理的。

科学編輯格·姆·依茨柯維奇(Г. М. Ицкович)工程师参加了完成本书新版的准备和修改工作。科学技术副博士格·尼·格林却尔(Г. Н. Гринчар)对“起重机械的元件”一編作了許多批評和指正。

所有对本教科书新版的批評意見均請函寄出版社。

## 再 版 序

本书再版已作了一系列补充和更訂,尤其扩充了軸計算方面的材料,介紹軸对疲劳强度的精确計算,并修改了有关許用应力选择的問題。

为符合教学大綱的要求,加入两章新材料:“机器的摩擦”和“減速器”。照現在这样安排本課程完全包括 1952 年 9 月 20 日中等技术教育指导司所批准的为非机器制造专业的中等技术学校而制定的工程力学大綱中之机器零件的构造与計算諸問題。

第二版在准备付印时已考虑过各中等技术学校和高等学校教师們所坦率提出的意見与愿望。对本书再版所有的批評著者将竭忱接受,希望将一切意見徑寄出版社。

亚·巴徒林



## 初 版 序

本书系根据苏联高等教育部所批准的教学大纲编写的，并出版以作为苏联中等技术学校的教学参考书。

为适应中等技术学校三年級学生的业务水平，内容说明力求浅显。同时，本书吸取了曾经为苏联学者及科学研究所拟訂的用于一般机器结构上之主要元件的现代计算方法。在每一章内均举出了一些计算例题来帮助讀者更好地通曉理論方面的教材（例题答案的准确度通常是符合于用計算尺計算时所得到的准确度）。

本书在說明选择許用应力时曾論及苏联科学和技术的现代成就。在“齿輪傳动”一章中，对齿輪啮合的几何关系和运动学問題的說明，較一般机械零件教本为詳尽，因为依过去教学經驗，在計算齿輪傳动之前，先說明这些問題，这在方法上已經証明是最正确的。

亚·巴徒林

# 目 录

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 第三版序.....               | ix  |
| 再版序.....                | xi  |
| 初版序.....                | xii |
| 緒論.....                 | 1   |
| § 1. 最重要的机器制造的材料.....   | 5   |
| § 2. 許用应力.....          | 11  |
| 第一篇 連接机器个别部分的零件.....    | 21  |
| § 3. 零件連接方法的分类.....     | 21  |
| 卸接.....                 | 21  |
| § 4. 卸釘构造的型式和卸接的程序..... | 21  |
| § 5. 卸縫的型式.....         | 24  |
| § 6. 强固卸縫及其計算.....      | 25  |
| § 7. 密固卸縫.....          | 28  |
| § 8. 紧密卸縫.....          | 33  |
| § 9. 計算例題.....          | 34  |
| 焊接.....                 | 41  |
| § 10. 焊接的本质及型式.....     | 41  |
| § 11. 焊縫构造的型式.....      | 43  |
| § 12. 焊縫的計算.....        | 47  |
| § 13. 計算例題.....         | 50  |
| 机器中的摩擦.....             | 54  |
| § 14. 干体摩擦及液体摩擦.....    | 54  |
| § 15. 斜面上的摩擦.....       | 59  |
| § 16. 楔上的摩擦, 楔形滑块.....  | 64  |
| 鍵連接、多槽連接和楔連接.....       | 67  |
| § 17. 各种鍵的构造.....       | 67  |
| § 18. 鍵尺寸的选择及强度的核算..... | 71  |
| § 19. 多槽(齿形)連接.....     | 73  |

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| § 20. 楔连接 .....            | 78         |
| 螺紋连接 .....                 | 82         |
| § 21. 螺紋的形成及其种类 .....      | 82         |
| § 22. 螺紋的制度 .....          | 85         |
| § 23. 螺旋及螺栓的构造形状 .....     | 88         |
| § 24. 螺旋副上力的关系 .....       | 93         |
| § 25. 在旋紧的螺栓中的应力 .....     | 97         |
| § 26. 螺紋各部分的强度 .....       | 101        |
| § 27. 螺栓計算的实际情形 .....      | 105        |
| § 28. 螺栓計算例题 .....         | 113        |
| § 29. 載重螺旋 .....           | 122        |
| <b>第二篇 心軸、轉軸及其支座</b> ..... | <b>129</b> |
| § 30. 概述 .....             | 129        |
| 軸頸与止推軸頸 .....              | 130        |
| § 31. 軸頸的构造形式与其工作条件 .....  | 180        |
| § 32. 軸頸的計算 .....          | 133        |
| § 33. 获得液体摩擦的条件 .....      | 136        |
| § 34. 止推軸頸及其构造与計算 .....    | 137        |
| § 35. 軸頸与止推軸頸的計算例题 .....   | 141        |
| 心軸与轉軸 .....                | 148        |
| § 36. 心軸及其計算 .....         | 148        |
| § 37. 轉軸及其工作条件与計算 .....    | 152        |
| § 38. 計算例题 .....           | 161        |
| 心軸与轉軸的支座 .....             | 179        |
| § 39. 滑动軸承的构造 .....        | 179        |
| § 40. 滚动軸承 .....           | 186        |
| § 41. 滚动軸承的工作条件和选择 .....   | 189        |
| § 42. 軸承的装配、潤滑与维护 .....    | 200        |
| § 43. 傳动軸承的支座 .....        | 204        |
| § 44. 計算例题 .....           | 206        |
| 联軸器 .....                  | 210        |
| § 45. 一般概念及分类 .....        | 210        |
| § 46. 固定联軸器 .....          | 212        |
| § 47. 联軸器的其他构造 .....       | 217        |
| § 48. 联軸器的結合机构 .....       | 225        |
| § 49. 計算例题 .....           | 228        |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 第三篇 傳动 .....               | 233 |
| § 50. 概述 .....             | 233 |
| <b>摩擦傳动</b> .....          | 235 |
| <b>摩擦輪傳动</b> .....         | 235 |
| § 51. 圓柱形摩擦輪傳动 .....       | 255 |
| § 52. 摩擦傳动的其他型式. 变速器 ..... | 241 |
| § 53. 計算例題 .....           | 247 |
| <b>皮帶傳动</b> .....          | 250 |
| § 54. 概述 .....             | 250 |
| § 55. 皮帶傳动的各种型式 .....      | 251 |
| § 56. 皮帶在帶輪上的滑动 .....      | 254 |
| § 57. 傳动帶的种类 .....         | 257 |
| § 58. 皮帶两边上的作用力 .....      | 259 |
| § 59. 皮帶工作时的应力 .....       | 261 |
| § 60. 按照滑动曲綫計算皮帶傳动 .....   | 263 |
| § 61. 有緊輪的傳动 .....         | 268 |
| § 62. 帶輪 .....             | 270 |
| § 63. 三角皮帶傳动 .....         | 276 |
| § 64. 計算例題 .....           | 282 |
| <b>嚙合傳动</b> .....          | 292 |
| <b>齒輪傳动</b> .....          | 292 |
| § 65. 一般概念 .....           | 292 |
| § 66. 齒輪的要素 .....          | 294 |
| § 67. 齒廓构成的法則 .....        | 296 |
| § 68. 共軛齒廓的构成 .....        | 298 |
| § 69. 漸开綫的嚙合 .....         | 300 |
| § 70. 嚙合綫与嚙合弧 .....        | 304 |
| § 71. 嚙合綫傾斜角的选择 .....      | 306 |
| § 72. 关于摆綫嚙合的概念 .....      | 307 |
| § 73. 輪齿的加工方法 .....        | 309 |
| § 74. 齿的根切与修正 .....        | 312 |
| § 75. 速比 .....             | 316 |
| § 76. 齿的抗弯計算 .....         | 318 |
| § 77. 斜齒輪傳动及人字齒輪傳动 .....   | 326 |
| § 78. 錐形齒輪傳动 .....         | 332 |
| § 79. 齒輪破坏原因与接触强度計算 .....  | 337 |

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| § 80. 齒輪的構造 .....             | 340        |
| § 81. 計算例題 .....              | 342        |
| <b>蝸輪傳動</b> .....             | <b>353</b> |
| § 82. 傳動的特性及計算 .....          | 358        |
| § 83. 傳動中力的相互關係與蝸杆強度的核算 ..... | 360        |
| § 84. 高速蝸輪傳動及對發熱的核算 .....     | 365        |
| § 85. 計算例題 .....              | 367        |
| <b>鏈傳動</b> .....              | <b>373</b> |
| § 86. 一般概念。鏈與鏈輪的構造 .....      | 373        |
| § 87. 工作條件與傳動計算 .....         | 378        |
| § 88. 計算例題 .....              | 382        |
| <b>減速箱</b> .....              | <b>386</b> |
| § 89. 減速箱的一般概念 .....          | 386        |
| § 90. 行星傳動 .....              | 387        |
| § 91. 減速箱的型式簡圖 .....          | 391        |
| § 92. 減速箱各部分的構造 .....         | 392        |
| <b>附錄 起重機械的元件</b> .....       | <b>397</b> |
| § 1. 關於起重運輸機械的一般概念 .....      | 397        |
| § 2. 簡單的起重機 .....             | 398        |
| § 3. 關於起重機元件的一般概念 .....       | 403        |
| § 4. 鏈與索 .....                | 404        |
| § 5. 滑輪與鼓輪 .....              | 409        |
| § 6. 起重鉤 .....                | 414        |
| § 7. 手柄與曳引輪 .....             | 418        |
| § 8. 棘輪 .....                 | 419        |
| § 9. 制動器 .....                | 423        |
| § 10. 絞車 .....                | 432        |
| § 11. 舉重器 .....               | 436        |
| § 12. 關於起重機的概念 .....          | 439        |

## 緒 論

机械零件課程是苏联中等技术学校教学計劃中被称为工程力学科目的最后部分。

这門課程是就一般机器制造上所配备的各种机器零件(亦即在各种全然不同的机器中,不論其用途和构造如何,均能遇到的那些零件),研究其基本的計算和設計的方法。所研究的对象主要是連接零件——如螺栓、螺旋、鍵等及傳动零件——如齒輪、心軸、轉軸等。

在上世紀末叶,“机械零件”大体上已发展成为一門独立的科学和教学科目。在此以前,机器零件的計算和設計問題系列入“实用力学”及“机器制造”等普通課程中。

只因有机器制造的普遍发展以及在普通力学、机械原理及材料力学諸方面所获得的成就,方建立了新的独立的普通技术科目“机械零件”。

第一本俄文的“机械零件”課本系 В. Л. 基尔比切夫 (В. Л. Кирпичев) 教授在 1881 年写的。后来出版的机械零件教科书大体上以此书为藍本。卓越的学者和教育家 В. Л. 基尔比切夫曾为发展俄罗斯的工程教育作了許多的貢獻。在他的指导下或和他一起艰苦工作的許多杰出的俄罗斯机械工程师有 Л. С. 杰尔諾夫 (Л. С. Зернов) 教授、Л. В. 阿苏尔 (Л. В. Ассур) 教授、И. И. 波巴雷闊夫 (И. И. Бобарыков) 教授等人。

В. Л. 基尔比切夫的著作“材料力学”、“图解靜力学原理”、“結構力学中的靜不定”、“力学講話”曾为許多年代俄罗斯工程师和技师学习所依据,至今仍不失其价值。

Н. П. 彼得洛夫(Н. П. Петров)教授的“摩擦在彈性皮帶傳動中的影响”、“機器中的摩擦及潤滑液體對摩擦的影响”, Н. Е. 茹柯夫斯基(Н. Е. Жуковский)教授的“論皮帶在皮帶輪上的滑動”、“螺母紋圈上作用力是怎样分布的”, Н. Е. 茹柯夫斯基和 С. А. 查勃勒金(С. А. Чаплыгин)教授的“論軸頸與軸承間油膜的摩擦”等著作對機械零件課程理論基礎的發展起了很大的作用。

在創建祖國的機器計算及設計學派中,莫斯科高等技術學校(МВТУ)的 П. К. 呼加闊夫(П. К. Худяков)教授和 А. И. 席德洛夫(А. И. Сидоров)教授的功績都是很大的。他們的科學和教育的工作以及他們所創作的機械零件課本和圖冊在多方面決定了在機器零件學說領域內的設計技術底方向,此方向一直保持到現在仍然不變。А. И. 席德洛夫教授在其所著“管及管接合”(1912年)和“機器設計的基本原理”(1929年)中曾反對簡單化和不正確的抽象理論;這些著作在形成祖國機器製造者學派上起了顯著的作用。

蘇聯政府崇高地評定了 П. К. 呼加闊夫和 А. И. 席德洛夫的功績,授予前者以勞動英雄的稱號,後者以功勳科學和技術工作者的稱號。

在偉大的十月社會主義革命以後,有關機器零件的科學在蘇聯獲得了特別重大的發展。出版了許多機械零件的基本課本(И. И. 波巴雷闊夫、В. А. 多勃羅沃里斯基等學者所著的),很多關於機械零件學的各篇章和各種問題的單獨著作和論文,以及卷數繁多的作品——“機器製造百科全書”。在這部百科全書里,很多卷的內容均系根據科學研究院的理論和實驗研究的結果以及蘇聯若干先進機器製造廠的試驗報告來闡明機器及其零件的計算和設計問題的。

許多科學研究院和高等技術學校的講座很成功地擬訂日益進步的機器零件計算和設計的方法。

中央工藝技術及機器製造科學研究所(ЦНИИТМАШ)在齒輪、皮帶及摩擦傳動等方面的研究工作以及蘇聯科學院機器管理局對機器零

件的強度、表面光潔度、摩擦及磨損諸問題的研究工作都在發展機器製造理論基礎中起了很大的作用。

研究“機器製造”課程可引導學生到工程技術最重要的領域。

機器製造業的發展在我們國家有其特別重要的意義，因為它利於解決從目前的社會主義社會過渡到共產主義社會的重要任務。

蘇聯共產黨第二十次代表大會決議的勝利的完成，保證國民經濟所有部門新的強有力的高漲，保證人民的物質福利和勞動人民文化水平的增長。

各種機器隨其用途的不同，一般有各種全然不同的構造；工具機的种类尤屬繁多。做各種不同工作的各種機器，其數目實難以估計。隨着技術的發展，各種機器的數目亦繼續不斷地在增多。這些機器的應用範圍日新月異，因而其構造亦日趨完美。

組成機器的各種部分或零件可分為以下兩類：

(a) 按其形狀、運動性質和工作，只為某類機器所固有並構成這類機器底特征的零件；

(b) 不僅在某類機器中，而且在用途不同的其他機器中亦可遇到的零件。

如螺絲和螺母，這種普通的零件可列入“b”類中。不採用這種機器部分的機器幾乎是遇不到的。心軸、齒輪、皮帶輪等零件均應列入這一類中。

“機械零件”課程的範圍就是研究在各種不同用途的機器中所最常遇到的機器部分底構造和工作情況，並決定其主要尺寸。因此，將“a”類零件歸入特殊課程中研究之。

學習“機械零件”課程的主要目的是使學生熟悉機器零件和簡單機構的計算與設計的原理。設計是完成零件或機構的計劃，即作零件圖或機器裝配圖而注明各個部分的材料、尺寸、加工精度和光潔度。

爭取節省材料，減輕機器的重量，增加其安全、經濟和耐久性同時



是苏联机器設計師最重要的任务。

設計的零件必須在重量最輕的情形下具有足够的强度,必需的剛度,足够的耐磨性,其式样应尽可能簡單,使用应簡便而安全并且均須符合国家标准 (ГОСТ)。

当設計每一个机器部件时,必須給出用最少的時間耗費来更換损坏零件的可能性。当然,对易磨損的零件首先应滿足这一点。部件的装配和拆卸应在停車时进行。

欲得到足够的强度,不仅要确知作用于零件上的載荷底大小,而且須确知其作用的性質。在零件上有許多場合对所作用的載荷不能完全确切地了解,而零件形状及其支承夹紧的方法亦不同于材料力学中所考虑之最簡單的物体形状(梁)和支座型式(銷釘支点,剛固支点),所以在应用材料力学的計算公式自有其困难之处。

設計師的任务是要选用那些可以用于計算,同时又最接近地符合零件的真实工作情况的簡單公式。

設計師在分析这些工作情况时应決定出最危險情况下的外力,并以此作为計算的根据,以保証在最不利的工作情况下零件仍有足够的强度。同时,選擇許用应力是決定計算是否可靠和結構是否經濟的最重要因素之一。这个問題在 § 2 中有較詳細的說明。

但是仅依据强度条件来決定零件的尺寸在許多場合中还是不够的,必須同时考虑到变形以保証零件具有足够的剛度。忽視对剛度的計算,有时可能导致結構的损坏。A. И. 席德洛夫教授举过若干有关这类的例子。用鋼索集中管理鉄路上的轉轍器时,在轉轍器受阻塞(被雪塞住)的情形下,鋼索的伸长可能成为誤示轉轍器底轉位信号的原因,而实际上此时轉轍器并未轉动,以致发生事故;在桥式起重机中連接在軌道上行輪的軸,其扭轉角度过大可能是行輪中之一出軌的原因,因而使起重机发生事故等。

为了减低机器价格及延长其使用期限,必須認真注意在不損害其