

高等学校教学用书



机 械 原 理

修訂版

黃錫愷編

高等教育出版社



本書第一版系根据中华人民共和国高等教育部 1954 年批准的高等工業学校机械类各專業用“机械原理”教学大綱編写的。內容基本上根据苏联專家查穆亞金在哈爾濱工業大学的講稿,此外还参考了苏联的若干种教材和專著以及我国的有关文獻。

本書第二版編者受前高等教育部委托編写教材而改編的,其內容符合于 1956 年部頒的高等工業学校机械类各專業用“机械原理”新教学大綱的規定。除緒論外,本書包括机構的結構、平面机構的运动分析、机構和机械动力学概論、机械中的摩擦、平面机構的动态靜力学、平面連杆机構的設計、凸輪机構及其設計、齿輪机構及其設計、輪系、几种常用的特殊机構、机械的運轉和調速及机械的平衡等章。与第一版相較,其內容和系統等方面均改动得很多。

本書适用于高等工業学校机械类各專業作为“机械原理”課程的教材,也可供非机械类各專業和厂矿及設計部門参考。

机 械 原 理

黃錫愷編

高等教育出版社出版 北京宣武門內承恩寺 7 号
(北京市书刊出版业营业許可証出字第 054 号)

商务印书館上海厂印刷 新华书店发行

統一書号 15010·107 开本 850×1168 1/32 印張 17 5/16
字數 439,000 印數 31,001—41,000 (平裝本 9,000)
定价(10) 羊 2.60

1956 年 10 月第 1 版 1958 年 9 月第 2 版(修訂本)
1958 年 9 月上海第 4 次印刷

第二版序言

本書第一版系根据 1954 年中华人民共和国高等教育部所頒布的机械类机械原理教学大綱而編写的。当时教学改革未久,对于如何从浩繁新穎的苏联教材中精选适当的教材而論,無疑的这个大綱是起着很大的指导作用的。但是經過二年来的繼續学习苏联教材和經過二年来的实际教学中的亲身体会,大家都或多或少的感觉到这个大綱的不足;尤其自从毛主席提出“百花齐放,百家爭鳴”的方針以后,这个大綱便更不能适应时代的要求了。因此 1956 年夏全国各校机械原理教研組的代表們在哈尔滨工業大学开教学經驗交流会时曾將原大綱进行修訂,新的教学大綱基本上是适合于我国目前的实际情况的。

本書第二版就是按照修訂的新教学大綱进行改編的,其次序和范围与新教学大綱所規定者基本上一致,只有三点略为不同,即(1)本書已將凸輪一章移在齿輪一章的前面,这样比較更合理些;(2)为了既能依照大綱的規定將各种机构的效率分散在各有关章节中,同时又能結合机械的运动方程式来全面地討論机械效率的一般理論,所以本書在“机械中的摩擦”一章之前增加了一章“机构和机械动力学概論”,其內容几乎全部都是从其他有关各章中抽出的,因此篇幅并未增加;(3)为了便于課程設計,本書輪系一章章末增加了“行星輪系减速器各輪齿数的选择”一节,但该节并非正課的講授內容。除以上三点外,与第一版相較,改編后的某些章节的內容也改动得很多,現簡單說明如下:

总的說来,本書已根据新教学大綱增加了一些新的章节和删除了一些旧的节目,同时也將原書的內容加以重新安排和修改。此外,各章中又都增加了一些比較典型的实用的例題和習題,以便于教学和巩固

學習。

本書各章內容的分量大體上是參考新教學大綱所推薦的和新訂的機械類各專業教學計劃所規定的本課程的講授時數而酌定的。全書正文（習題不計）除圖外約二十一萬餘言，但其中所有有 * 號的節目均系大綱中規定的可按各專業的要求而決定去留，並非必須全部講授；又為了貫徹“百家爭鳴”的方針，對於某些問題不只介紹了一種解決的方法，講授時可以自行選擇其一；因此實際上必須講授和閱讀的內容尚不到二十萬言。

為了與絕大部分機械原理書籍及前後課程相一致以減少學習的困難，本書所有的比例尺已改為圖上一個單位的長度（公厘）代表 μ 個單位的實際數量。

緒論章中“典型機構的簡單介紹”一節的目的在于增加初學者對於各種典型機構的感性認識，從而易于學習以後各章。又為了概括敘述世界各國在機械原理方面的成就，所以“機械原理的發展簡史”一節已經全部改編。

平面機構的結構一章改為機構的結構分析後，其內容的廣度和深度都作了相應的更改。又機構的結構分類系按發展了的阿爾托包列夫斯基的分類法。

按照大綱的系統及為了加強機械原理科學的理論性，機構的運動分析和力的分析應按杆組來研究，可是這樣比較抽象難懂，所以本書中組的運動分析和力的分析是用假想的機構的形式出現的。但另一方面為了所分析的是一般的情形，所以又不採用僅僅包含特殊型式的組的實際機構。

機械中的摩擦一章已將原書的附錄併入滾動軸承的摩擦一節中。

平面連杆機構的設計一章系新編的，其內容以大綱所規定者為限。

凸輪機構及其設計一章的改動也不少。講授時用計算分析法或作圖法以及其廣度和深度都可視專業的要求和時間的多少而定。又滾子

从动杆的圆弧凸轮一节已澈底加以改編，这样的設計四圆弧凸轮既合理、又簡單。此外，对于四种不同的圆弧凸轮輪廓作用时，其从动杆的运动参数的方程式均分別推导，这样便不必考虑 R 与 L 的正負号，計算时不致發生困难和錯誤；而講授时却只須說明在各种情形下从动杆位移的方程式即可，所以事实上并不費时費力。

本書第一版的“齿輪机构及其設計”一章中可以合并的节目已予合并，內容方面也有一些增删和修改，公式力求减少。符号方面已經改为同一圓周上各参数的角标完全一致以便于記憶。其“蜗杆与蜗輪”一节根据很多兄弟学校同志們的意見，为了满足專業教研組的要求而編得比一般机械原理教本多些，但講授时可視具体情形斟酌删减。又关于內齿輪不發生冲突現象时的参数方程式的推导仅供参考。

輪系一章中求周轉輪系傳动比的“力矩分析法”和求行星輪系效率的“力的偏移法”已删除。其余內容也有一些修改。

大綱中“其他机构”一章本書改为“几种常用的特殊机构”，其內容也是以大綱所規定者为限。

飞輪一章已改为机械的運轉和調速，其內容几乎全部重写。为了保持机械原理的科学系統性，第一版利用动能曲綫来設計飞輪的方法未被編入。至于改編后所介紹的三种求飞輪轉动慣量的方法講授时可結合課程設計內容任选一种，并非必須全部講授。后两种方法的課程設計可参考貝斯为謝里奈伊(Е. С. Безвесельный)的“机械原理圖册”和科梁亞可(А. С. Коренько)等的“机械原理課程設計”二書。

关于“机构或机械在机座上压力的平衡”問題新教学大綱規定只講一些机械質量全部平衡和部分平衡的基本概念。可是根据若干兄弟学校机械原理教研組同志們以及編者个人的意見，觉得应当予以全面討論，因此已經加以全面而簡單的敘述。此外，該章原有的內容亦有一些删减。

本書是編者于1956年秋受高等教育部委托編写教材而进行改編

的,因此它适用于高等工业学校机械类各專業作为机械原理的教材;当然也可以供非机械类各專業和厂矿以及設計部門的参考之用。1956年10月間本書初稿完成后曾趁全国各兄弟学校机械原理教研組的代表們蒞臨我院参加科学討論会之便,开过座談会征求意见而作了一些补充和修改。然后油印寄給全国三十余高等工业学校机械原理教研組請提意見。此后又进行修改;其間曾先后收到十余兄弟学校机械原理教研組及本教研組的同志們很多有益的意見,并且其中大部分已为編者所采纳。北京航空学院張啓先同志及本教研組查禮冠同志和呂庸厚同志对本書所提的意見尤多。对于所有对本書提意見的同志們,編者在此致以衷心的感謝。

最后,本書虽則曾經一再修改,但是因为改編的時間短促,且限于編者学識的謬陋,謬誤欠妥之处,在所难免。深望国内研究机械原理的同志們及讀者諸君,不吝給予批評,俾再版时改正这些缺点。編者对于以后指正本書的同志們謹此預致謝忱,并希將宝貴的意見逕寄南京工学院机械原理教研組为感。

黃錫愷 于南京工学院机械原理教研組

一九五八年二月

目 录

第二版序言	7
第一章 緒論	1
§ 1-1. 机械原理学研究的对象	1
§ 1-2. 机械原理学在教学计划中的地位	4
§ 1-3. 机械原理在發展国民經济方面的重要性	6
§ 1-4. 机械原理的發展簡史	8
§ 1-5. 典型机构的簡單介紹	16
第二章 机构的結構分析	33
§ 2-1. 研究机构結構的目的	33
§ 2-2. 运动副及其分类	33
§ 2-3. 运动鏈	40
§ 2-4. 机构	42
§ 2-5. 平面机构的結構公式	44
§ 2-6. 平面机构的結構分析	50
習 題	60
第三章 平面机构的运动分析	65
§ 3-1. 研究机构运动分析的目的和方法	65
§ 3-2. 平面机构各構件的位置及其各点位移和軌迹的求法	67
§ 3-3. 瞬时中心法的原理及其在机构运动分析上的应用	71
§ 3-4. 相对运动法的原理	74
§ 3-5. II 級組的速度和加速度的求法	83
§ 3-6. III 級組的速度和加速度的求法	94
§ 3-7. 法向加速度的圖解法及其各比例尺間的关系	97
§ 3-8. 机构的运动圖, 圖解微分法和圖解积分法	101
習 題	107
第四章 机构和机械动力学概論	111
§ 4-1. 机构和机械动力学的基本問題	111
§ 4-2. 作用在机械的机构構件上的力	112
§ 4-3. 机械的运动和运动方程式	112

§ 4-4. 机械效率和自鎖	115
第五章 机械中的摩擦	121
§ 5-1. 研究机械中摩擦的目的及摩擦的种类	121
§ 5-2. 干滑动摩擦的基本规律	123
§ 5-3. 平面的摩擦	123
§ 5-4. 楔形滑塊的摩擦	125
§ 5-5. 斜面的摩擦	126
§ 5-6. 徑向軸頭的摩擦, 摩擦圓	132
§ 5-7. 止推軸承的摩擦	140
§ 5-8. 螺旋的摩擦	143
§ 5-9. 柔軀体的摩擦, 中国的起重轆轤	145
§ 5-10. 滚动的摩擦	150
§ 5-11. 滚动軸承的摩擦*	153
習 題	156
第六章 平面机构的动态静力学	159
§ 6-1. 研究机构动态静力学的目的和方法	159
§ 6-2. 机构构件惯性力的确定	160
§ 6-3. 質量代換法	165
§ 6-4. 运动鏈的靜定条件	171
§ 6-5. II 級組运动副中反作用力的求法	173
§ 6-6. III 級組运动副中反作用力的求法	178
§ 6-7. 机构起始構件的力的計算	180
§ 6-8. 机构的动态静力計算	184
§ 6-9. 茹柯夫斯基杠杆法	188
§ 6-10. 計及摩擦时运动副中反作用力的求法*	193
習 題	196
第七章 平面連杆机构的設計	201
§ 7-1. 連杆机构的应用及其設計的基本問題	201
§ 7-2. 鉸鏈四杆机构及其演化	204
§ 7-3. 四杆机构有曲柄的条件	209
§ 7-4. 四杆机构的設計*	213
習 題	223
第八章 凸輪机构及其設計	227
§ 8-1. 凸輪机构概述	227
§ 8-2. 凸輪机构的类型	230
§ 8-3. 根据凸輪輪廓求从动杆的位移、速度和加速度曲綫法	235

§ 8-4. 凸轮机构的力的分析、效率及其最大压力角的选择	239
§ 8-5. 盘形凸轮的最小尺寸	244
§ 8-6. 按已知的任意运动规律设计凸轮的轮廓——作图法	251
§ 8-7. 滚子半径的选择	258
§ 8-8. 从动杆常用运动规律的选择	260
§ 8-9. 按已知常用运动规律设计尖顶从动杆的圆柱凸轮——分析法	262
§ 8-10. 按已知常用运动规律设计尖顶从动杆的盘形凸轮——分析法	267
§ 8-11. 滚子从动杆的圆弧凸轮	278
§ 8-12. 平底从动杆的圆弧凸轮	283
习 题	289
第九章 齿轮机构及其设计	293
§ 9-1. 齿轮的应用及其种类	293
§ 9-2. 齿廓啮合的基本定律	297
§ 9-3. 渐开线及渐开线函数	300
§ 9-4. 标准齿轮的各部名称及其基本尺寸	302
§ 9-5. 渐开线齿轮的啮合	307
§ 9-6. 标准渐开线齿轮的画法	312
§ 9-7. 啮合弧和重合系数	318
§ 9-8. 齿的滑动——滑动系数	322
§ 9-9. 齿廓的几何压力系数*	327
§ 9-10. 任意圆上的齿厚	330
§ 9-11. 齿轮制造主要方法的原理	332
§ 9-12. 渐开线齿廓的根切现象和楔紧现象	339
§ 9-13. 标准渐开线齿轮的最少齿数	343
§ 9-14. 移距修正齿轮的计算基础	346
§ 9-15. 移距修正齿轮传动	352
§ 9-16. 斜齿圆柱齿轮	361
§ 9-17. 双曲线体齿轮、螺旋齿轮及准双曲线体齿轮的基本知识	372
§ 9-18. 蜗杆与蜗轮	377
§ 9-19. 圆锥齿轮	382
§ 9-20. 摆线齿轮和针轮的基本知识*	392
习 题	400
第十章 轮系	403
§ 10-1. 轮系的功用和分类	403
§ 10-2. 普通轮系及其传动比	405
§ 10-3. 我国古代发明的指南车和记里鼓车	410
§ 10-4. 周转轮系及其传动比	413

§ 10-5. 普通輪系的效率	428
§ 10-6. 行星輪系的效率	428
§ 10-7. 行星輪系減速器各輪齒數的選擇	432
習 題	434
第十一章 几种常用的特殊機構	440
§ 11-1. 万向联轴節	440
§ 11-2. 間歇运动機構*	446
§ 11-3. 螺旋機構*	452
§ 11-4. 非圓形齒輪機構*	454
習 題	458
第十二章 机械的運轉和調速	461
§ 12-1. 研究机械運轉和調速的目的	461
§ 12-2. 等效力和等效力矩	462
§ 12-3. 等效質量和等效轉動慣量	465
§ 12-4. 在已知力作用下机械組合的运动*	467
§ 12-5. 机械運轉的不均匀性及其調節	475
§ 12-6. 机械運轉的平均速度和不均匀系数	476
§ 12-7. 飞輪設計的基本問題	479
§ 12-8. 飞輪轉動慣量的近似求法	483
§ 12-9. 依綫圖 $E = E(J_H)$ 決定飞輪的轉動慣量——維謙巴威爾(Виттенбауэр)法	484
§ 12-10. 依綫圖 $E_H = E_H(\varphi)$ 決定飞輪的轉動慣量——密尔查洛夫及古奇亞爾 (Мерцалов-Гутяр)法	486
§ 12-11. 飞輪各部尺寸的確定	490
§ 12-12. 調速器概述*	494
§ 12-13. 离心調速器的动态靜力学*	495
§ 12-14. 調速器的穩定性和不良敏度*	497
習 題	500
第十三章 机械的平衡	506
§ 13-1. 机械平衡的目的、分类及方法	506
§ 13-2. 同一平面內迴轉質量的平衡	507
§ 13-3. 靜平衡試驗法	510
§ 13-4. 平行平面內迴轉質量的平衡	512
§ 13-5. 動平衡机	516
§ 13-6. 平面機構重心的確定	519
§ 13-7. 平面機構的靜平衡	521
習 題	528
参考書目	535
索引	538

第一章 緒論

§ 1-1. 机械原理学研究的对象

机械原理是研究机构和机械的结构、运动学及动力学的科学。它的内容可以分为两类问题：第一类问题为关于已有机械的研究，换句话说，即机构的分析问题。第二类问题为关于得到已知运动的新机械的设计，换句话说，即机构的综合问题。

机械的运动由机械的结构及作用在其上的力而定。因此机械原理应同时研究机构的结构和运动学，以及机械和机构的动力学。

机构的结构和运动学，其目的在研究机构的组成原理和从撇开引起机构运动的力的几何观点来研究机构的运动，以及按已知的运动条件来设计新机构的方法。

机械和机构的动力学，其目的在研究机械运动的过程中，求作用于其各件上的力的方法，以及决定机械效率的方法；此外，并研究在力的作用下机构的运动规律，以及作用力、运动机件的质量和这些机件的运动之间的关系（即机械速率的调整问题和惯性力的平衡问题）。

机械是一种人为的实物的组合，其各件间的相对运动限定不变，在生产过程中或能力变换过程中，它可以完成所需的有效功以代替人类的体力劳动。机械不能创造能力，而只能利用或变换能力。

因此机械具有下面三个特征：（1）它是人为的许多实物的组合，单一的物体决不能称为机械；（2）其各件之间的相对运动必须限定不变；（3）必须完成有用的机械功（工作机）或变换机械能（原动机）。

按照上述的机械的定义，机械可以分成下列三类：

（1）

(1) 产生机械能的机械——凡將其他种类的能变换为机械能的机械均屬於此类。这种机械通称为原动机。如蒸汽机、煤气机、柴油机等將热能变换为机械能；風車將風能变换为机械能；电动机將电能变换为机械能以及水輪机將液体的位能变换为机械能等。

(2) 轉換机械能的机械——和前一类机械相反，凡將机械能变换为其他种类的能的机械均屬於此类。如發电机將机械能变换为电能及空气压缩机將机械能变换为气体的位能等。

(3) 利用机械能的机械——凡利用机械能而完成有用的功的机械（即改变工件或工料的性質、状态、形狀及位置的机械）均屬於此类。这种机械通称为工作机。如各种机床、紡織机械、印刷机械、矿山机械、农業机械、动力机械、化工机械、食品加工机械、电机制造机械及各种运输机械等。

机械的本身相对于地球可以是靜止的，如各种固定于地基上的机械；也可以是运动的，如飞机、輪船及汽車等。

机械所变换的能必須是机械能，否則便是所謂“器具”。如鍋爐將煤的化学能变为蒸汽的热能。

机构也是一种人为的实物的組合，其各件之間的相对运动限定不变。所以机构具备了机械的前两个特征。机械和机构的区别是：机械同时产生运动和能的变化，它的目的是利用或变换机械能；而机构只产生运动的变化，它的目的是傳遞或变换运动。通常的机械必包含一个或一个以上的机构。在蒸汽机中：曲柄、連杆、十字头及机架（包括底座、汽缸、軸承和导板）的組合是一机构，因其能將活塞的往复运动轉变为曲柄軸的迴轉运动。如果要想使此机构成为机械，則必須增加其他机构如汽瓣移动机构等，俾使蒸汽的热能轉变为曲柄軸的机械能。所以机械必为一个或一組的机构所構成；但一个或一組的机构則未必必为机械，当視其目的是傳遞或变换运动，还是利用或变换机械能而定。

机构的运动有时有一定的周期，如原动机和机床等的机构；有时沒

有一定的周期,如計算机构 and 画圖机构等。

組成机构的各相对运动部分称为机构的構件。構件可以是單一的整體;也可以是数件組成的剛性結構,如蒸汽机的連杆及由数件組成的机架。組成構件的各零件通常互相剛性連結,但也有时并非剛性固結。如鏈傳動的鏈条虽然是由許多环节所組成,不过因为它整个的运动和連續的皮帶或繩子相似,因此算是一个構件。又在現代的机构和机械中,常常利用液体和气体來傳動。这些液体和气体可以近似地当作完全液体和理想气体,所以也可以称为液体構件和气体構件。

机械和机构中支持运动構件的構件称为机架。机架或为單一的整體;或为数件組成的剛性結構。机架的本身或者固定不动;或者相对于地球而运动。前者如各种固定在地基上的机械的机架;后者如飞机、輪船上的原动机的机架。但研究机械各部分的运动时,通常皆以机架为标准,即假定它是靜止的。

在一个工作着的机构中,驅动机构的外力所作用的構件称为原动構件(或主动構件),而所有其余的运动構件叫做从动構件。把一構件或另一構件做原动構件,可以从同一結構的机构得出不同用途的各別机构。例如当曲柄連杆机构的曲柄做原动構件时,即得往复式的泵机构。反之,当曲柄連杆机构的活塞做原动構件时,便得活塞式原动机的机构。

互相配合着工作的机械称为机械組合或机械設備。卡尔·馬克思在他的“資本論”第一卷中已出色地分析了机械設備的概念:

“一切發展了的机器,都由三个在本質上不同的部分——原动机、配力机^①和工具机(即工作机)——構成;原动机是全机构的动力”^②。

在馬克思的时代,傳动机构已經很普遍了。那时用这机构將原动机的能傳到一个或分配到数个工作机。但随着机械組合的改进,傳动

① 編者注——这里所說的“配力机”在技术著作中通常称为“傳动机构”。

② “資本論”,人民出版社,1953年版,448—449頁。

機構常變成工作機的一部分。由於單獨原動機不僅應用於各工作機上，而且應用於同一機械的各機構上，所以在某些情形下已不需要傳動機構。因而某些現代機械組合可以視為是由原動機和工作機所組成。

除此以外，現代的機械組合還常常包含了各種調節和控制的裝置以調節生產的過程及防止機械組合的自行停止和生產出不合格的产品。

§ 1-2. 機械原理學在教學計劃中的地位

機械原理為工學院及其他有關學院的學生在普通機器製造及特種機器製造或操作訓練的課程中的第一個課程。它是當學生學過物理、數學及理論力學後建立在這些學科的知識上的學科。其目的為學生學機械零件、機器製造工藝學及為學生將來進入專業，根據專業的不同而有各種特殊機械的設計作準備。因此，機械原理在高等工業學校中為一重要的基礎技術課程，在這課程的基礎上來培養未來的工程師。故機械原理在教學計劃中有承上啓下的作用。

由於機器製造業的迅速發展，機械的種類極多，其理論不可能在一課程中逐一加以研究。因此在各專業訓練的過程中，第一階段應當是對各種機械工作的一般基本原理的系統研究，以及對組成各種機械的個別主要機構進行研究。

如前節所述，機械原理的內容是一方面研究已有的機械（即機構的分析）；而另一方面研究得到已知運動的新機械的設計（即機構的綜合）。顯然，第一種內容對於各種技術人員（即使是修配和保養方面的技術人員）是很重要的，而第二種內容是設計者和發明者所不可缺少的知識。並且機構的分析和機構的綜合有關，沒有前者則後者將不可能。因此機械原理的第一種內容對於設計者和發明者也是同樣的重要。

當設計一機械時，必須選擇適當的機構以達到所要求的運動；必須求出機構上某些點的位移、速度及加速度；必須決定作用在機構各構件

上的力的大小和方向(包括平衡力、运动副中的反作用力及惯性力);必须确定其机械效率;必须设法平衡其过大的惯性力及必须调整其过大的速率波动等。这些问题都是机械原理所要研究的对象,同时也是各种专业训练所不可缺少的基本知识。

和理论力学相似,机械原理也包括了运动学、静力学(动态静力学)和动力学三部分的内容。但是两者的性质却不相同。理论力学系研究一般的刚体力学的原理,而机械原理学则系将理论力学中有相关的原理应用于实际的机械上。另一方面作为学习课程的机械原理虽则是研究机械的运动和力的问题,可是仅是一般的研究。因此只论及各种机械工作的一般基本原理及组成各种机械的主要机构,而不是对每一种特殊的机械及各种特殊的机构加以研究。关于某一种特殊机械的类型、构造、性能、用途等系有关专业课程所研究的对象。

不仅如此,机械原理和专业课程的不同还在于:专业课程仅研究具体机械上应用的实际机构,而机械原理则研究用于各种机械上的同一机构的共同问题。例如对于应用于蒸汽机、内燃机、空气压缩机及各种自动机械和仪器上的曲柄连杆机构,按照其已知外力而求其平衡力和运动副中的反作用力的方法是相同的,所以它属于机械原理所研究的范围。但是其外力的变化性质及其大小的确定,则只有考虑到该机构的用途时才可以决定,因此作用在机构构件上外力的决定问题要在专业课程中来研究。又在机械原理课程中,我们只研究按照已知的从动杆和凸轮的运运动规律来设计凸轮轮廓的方法;至于应用于各种机械上的凸轮机构,其运动规律的选择只有在研究了具体机械所提出的特殊要求之后才可以进行,所以这些问题的研究便属于专业课程的范围。此外,专业课程大半仅研究现有的可用的机构,而机械原理则除了研究已在使用的机构之外,还要研究可能创造出来的新的机构。

因此,综上所述,可知学好机械原理是学生学好专业课程的先决条件之一。

§ 1-3. 机械原理在發展国民經济方面的重要性

誠如前节所述,机械原理是普通机器制造和特种机器制造訓練課程中的第一課。其研究的对象为机械工作的一般基本原理和組成机械的主要機構。因此机械原理在發展国民經济方面的重要性可以从机器制造工業对發展国民經济所起的作用中看出。

我国过渡时期总路綫教导我們說:要發展整个国民經济則必須实现国家的社会主义工業化,但实现国家社会主义工業化的中心环节是發展国家的重工業而机器制造工業又是重工業的主要部門,所以机器制造对国民經济起着决定性的作用。只有在机器制造得到充分發展的条件下,其他生产部門才能得到高度的广泛的发展。沒有机械及沒有完善的机械,則劳动生产率不可能有显著的提高,繁重的工序机械化和生产自动化就不能达到。但这是社会主义劳动組織的必需的先决条件。

一切生产的机械化和自动化一方面提高了劳动生产率,降低了产品的成本,改进了工件質量及减少了工伤事故;另一方面可以减少工人的劳动,提高其文化技术水平,从而达到消灭腦力劳动和体力劳动的对立。但要达到机械化和自动化,必須首先設計和制造机械。机械的組成部分为機構,而机械原理学就是研究机械的基本原理和組成机械的主要機構。

机械生产优于人力或畜力生产是極簡單明显的事。在正常工作时,人只能产生 $\frac{1}{10}$ 至 $\frac{1}{7}$ 匹馬力,而他本身及其所用的工具的重量至少为 100 公斤。所以欲得一馬力的动力,則最少需要 7 个人。其总重量在 700 公斤以上。如果用动物的力,其結果略同。但是产生一馬力的功率的原动机,其重量为 0.4 公斤(航空發动机)至数十公斤(固定的原动机)。并且試驗証明同时駕御 70 匹以上的馬工作,事实上已無效用。因为由于它們工作的不協調,其公共效果不复增加。反之,我們可

以造出 50,000 至 200,000 千瓦的原动机。

不仅如此,如果没有机械来代替人类劳动,則某些生产將無法进行。例如,如果不用巨大的水泵来排水及巨大的起重机械来搬运,便無法开采深埋在地下的矿藏。

在高度机械化和自动化的工厂中,一切生产动作都由机械自动完成。例如在苏联的生产發动机活塞的自动工厂中,制造活塞的整个过程,自鑄造开始到包裝为止,全部自动。同样,所有中間工序也完全自动:如机件的搬运、个别机械的开車和停車、成品的檢驗等。利用特殊的机械的、电气的及电子的自动設備来控制这自动工厂的所有过程。利用这些設備来管理这自动工厂的工作人員在每一个瞬間都可以在特殊的管理台上看到这自动工厂中所有主要部分生产过程的进行情况。工作人員的工作仅是操縱及控制生产过程。又如在制造玻璃瓶的工厂中,自熔化玻璃原料到运送制成的玻璃瓶到爐中去热处理等工序都是由各种特殊的压縮空气所推动的自动机械来完成;而这些自动机械的所有工序又都是由各种特殊的机构所自动完成的。

为了提高机械的生产量,必需增加其速率,所以現代机器制造的趋势之一为高速运轉。通常所謂高速机械系指主軸的轉速随机械的大小和种类的不同在每分鐘 500 至 1,500 轉以上的机械。工作机的速率增高后不但能提高其生产率,而且还能影响工件的質量。例如当速率低时,冲床不能冲出完善的肋形工件。然而机械速率增高后由于不平衡慣性力而产生的振动也大,因此必須設法使它平衡。这种机械平衡的問題是机械原理所要研究的对象之一。

机械效率的提高可以增加机械的生产量,而机械原理即研究确定組成机械的各种机构的效率及設計时合理的选择机构尺寸来提高机构效率的方法。例如在开发我国黄河水利的工程中,假定由于合理的設計机构会提高其水电厂的效率 1%,則其所节省的电能 $23 \times 10^8 \times \frac{1}{100} = 230,000$ 千瓦足够供应一个区域的城市。