

平面机构综合

上册

[苏] H. H. 阿尔托包列夫斯基等著

孙可宗 陈兆雄 张世民 译

人民教育出版社

内 容 提 要

本书系根据苏联国立物理数学书籍出版社 1959 年出版的 И. И. 阿尔托包列夫斯基 (Артоболевский) 院士、技术科学博士 Н. И. 列维茨基 (Левитский) 教授和技术科学副博士 С. А. 契尔库金诺夫 (Черкудинов) 所著“平面机构综合” (Синтез плоских механизмов) 一书译出的。

全书除绪论外包括三篇(分为十六章)。在绪论中对平面机构综合的历史发展作了概括的评述。第一篇(第一章和第二章)阐述了机构的结构理论和运动几何学的一些基本知识。第二篇(第三章至第八章)阐述了机构精确综合方法的理论。第三篇(第九章至第十六章)阐述了机构近似综合方法的理论。书末列有参考文献目录和索引。

中译本分成上、下两册出版,上册包括绪论、第一篇及第二篇。下册包括第三篇、参考书刊。上下两册各附有中外文对照的人名、名词索引。

参加本书翻译工作的为孙可宗(原序,第十一章至第十六章,索引),陈兆雄(绪论,第二章至第七章);张世民(第一章,第八章至第十章)。对翻译初稿彼此进行了互校,最后由孙可宗统一整理定稿。

本书上册由原北京矿业学院(现中国矿业学院)周有强同志审阅,下册由上海交通大学陈克宣同志审阅。

本书下册于 1965 年出版,随后的“十年浩劫”使上册推迟至今始得出版。

平面机构综合

上 册

〔苏〕И. И. 阿尔托包列夫斯基等著

孙可宗 陈兆雄 张世民译

*

人民教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京新华印刷厂印装

*

开本 850×1168 1/32 印张 18.5 字数 440,000

1980 年 10 月第 1 版 1981 年 9 月第 1 次印刷

印数 00,001—6,000

书号 15012·0286 定价 1.85 元

译者序

本书是一本反映 20 世纪 60 年代以前在平面机构综合理论上主要成果的专门著作。它取材的面较广,叙述的机构综合的方法较全,理论阐述的系统性也较强。因此,它适宜于作为我国机械制造和机械设计类专业的学生和研究生有关课程的参考教材。对于机构设计的技术人员、研究人员和机械原理课程的教师,它也会有所助益。此外,本书对于读者阅读和理解机构综合的科研文献也许有一定帮助。

本书内容除绪论外共分三篇(十六章)。绪论中扼要介绍机构综合的著作和方法。第一篇包含为便于阅读本书所必需的预备知识,分为平面机构的结构和运动几何学引论两章,篇幅较小,只约占全书的 10%。第二篇阐述机构精确综合方法的理论,共分六章。其中有五章讨论高副机构的精确综合理论,约占全书篇幅的 30%。这些机构中包括含瞬心线和含滚滑副的机构,并且各有专章研讨凸轮机构和马尔他十字轮机构的综合。其余一章讨论低副机构,专述精确再现圆锥曲线和直线的综合理论,这一章的份量约占全书的 7%。第三篇阐述低副机构近似综合法的理论。它又分为代数法(两章)和根据运动几何学的方法(六章)两部分,篇幅较大,约占全书的 53%。全书内容阐述不仅用图解法和解析法,也用图解-解析法,即以图解作图为先导,以显示问题的明晰性,接着又根据这种作图导出计算用的关系式,以便于图解结果的精确化。

在此译本中,凡经发现的原书中的缺漏和错误,皆予以补正,同时必加注说明。另外,原书的绪论和前六章的各节中,皆缺分节标题,与全书其余章节不一致,且不利于阅读。在中译本中,这些分节的标题都已补拟出来。

本书的中译本篇幅较大,故分两册出版。上册包括:原序、绪论、第一篇(第一章和第二章)、第二篇(第三章至第八章)。下册包括:第三篇(第九章至第十六章)、参考书刊。上、下两册之末各有中外文对照人名索引和中俄文对照名词索引。

此书自教育部机械教材编审委员会机械原理教材编审小组确定为选题之后,于1962年开始翻译,经译者和审校者的努力,两年余的时间,全稿即已译审完毕,并于1965年出版了第三篇(下册)。其余两篇(上册)原拟相继付印,不意十年浩劫随即开始,致使本书上册延迟达十六年之久,始得问世,尚祈读者鉴谅。

本书译者分工如下。陈兆雄:绪论、第二章至第七章。张世民:第一章、第八章至第十章。孙可宗:原序、第十章至第十六章、人名索引和名词索引。对初译稿彼此进行了互校,最后由孙可宗整理定稿。

本书上册译稿承蒙周有强同志,下册译稿承蒙陈克宣同志精心审校,提出许多有益的修改意见,并为译者所采纳,为此特深致谢意。

最后,殷切祈望各方的学者和读者,能对此中译本中存在的缺点错误,予以指正,于此预致谢意。

孙可宗

1981.2 于北京

原 序

各种生产过程的综合机械化和自动化是现代技术发展的总趋向。

各种生产过程的自动化和机械化可以用许多方法来实现。创造自动作用的机器和机构,即创造所谓自动机,是生产过程自动化的最重要的方法。创造自动作用的调节和控制生产过程的各种仪器和装置也是相当重要的方法。利用数学机器和装置来操纵生产过程,则是近年来自动化的最重要的方法。

自动化的各种方法是同时发展的,在现代生产中我们亲眼看到为解决许多生产过程的各种自动化问题而综合地利用所有上述的方法。

但是经常摆在设计师面前的基本问题——解决某种生产过程自动化的问题,就是要创造必须完成给定工艺过程的自动机。自动机的设计过程是很复杂和困难的,特别是如果考虑到在现代自动机中应用着多种机械的、液力的、无线电技术的和其他形式的装置。这一切都要求设计师和工程师深刻地了解上述各类装置的理论以及设计和计算的方法。因为这个缘故,近数十年来在机器和机构理论方面发展了从事于各种形式装置的研究和设计方法的各个新的部分。特别是各种自动机机构的设计方法得到了巨大的发展。机构理论中研究机构设计方法的这一部分,称为“机构综合”。机构综合的任务是创造能使设计师迅速而且合理地设计满足现代技术高度要求的机构的设计方法。这只有在工程师彻底掌握理论并且在理论的基础上发展实用设计方法的情况下,才有可能做到。

在解决机构综合的实用问题时,机构参考手册,机构实验模型

等等对设计师用处很大。这些机构设计参考资料的编纂,要求对机构的一般理论,首先是对机构的综合方法具有深湛的知识。

在求解机构设计的实际问题中,应用数学的方法,包括利用能使机构综合问题的求解简化的表格,列线图和曲线,也应该是一个十分有效的方法。近年来,数学机器在求解机构综合问题中起着最重要的作用。利用计算技术的工具——计算机器和装置,首先要求进一步发展各种代数方法,这些方法允许以较方便的形式为这些机器拟订计算程序。

因此,机构设计的各种实用方法只有在对该问题的理论有深湛知识的基础上才可能成功地得到发展。近年来无论在苏联还是在其他国家都涌现了大量关于机构综合的论文、专著和参考资料这一事实,也说明了理论的重要性。在这些著作中用极其多样的方式和方法给出了各种不同形式机构综合问题的解。这些著作的出版促进了现代机构综合方法在工程实践中的运用。在这方面具有重要意义的是几本综合性的专门著作,这些著作总结了各个较长时期内这部分科学的发展。

属于这些专门著作的,有在德国出版的 R. 贝伊尔 (Beyer) 所著的《工程运动学》(1931 年) 和《机构的运动学综合》(1953 年)^① 以及 R. 克劳斯 (Kraus) 所著的《机构结构学》(1952 年)。

在苏联出版了 И. И. 阿尔托包列夫斯基 (Артоболе́вский), З. Ш. 勃洛赫 (Блох) 和 В. В. 多勃罗沃尔斯基 (Добровольский) 合著的综合性专门著作《机构综合》(1944 年)。

自从这本专门著作出版以来,已经过了十四年。在这一时期中,在苏联和其他国家已经大大地发展了机构综合的各种方法,获得了许多新的巨大科学成果。因此,编纂能够反映近年来所获得

^① 本书有俄文译本: рудольф бейер 著《Кинематический Синтез Механизмов》Я. Л. Геронимус 译: Машииз, 1959——译者注。

科学成果的新的专门著作的必要性，已经成熟了。本书的著者担任了编纂这一专门著作的任务。

这本探讨各种机械装置综合的专门著作，基本上以工程师、设计师、科学工作者、高等工业学校的教师和高年级学生，即以通晓机构理论基础者为读者对象。著者已经力求使本书包含设计师在自己实际工作中可能用到的机构综合的所有基本方法。为了便于使用本书，在本书的第一篇中(第一章和第二章)叙述了有关结构理论和运动几何学的必要知识，使读者可以不致为这些问题所需知识而去查阅普通的和专门的资料。

机构结构原理的阐述不是以一般的形式作出，而是结合本书中所探讨的综合问题以实用的形式作出。其目的只在于使本书中所研究的对象得以确立和系统起来。

作为机构分析方法的基础的运动几何学，被广泛地利用来求解各种机构综合问题。因此，阐述运动几何学的一般原理应该能为读者研究一些以利用运动几何学作为基础的机构综合方法作好准备。

正如大家所知道的，在机构综合中，既采用精确方法求解，也采用近似方法求解。这两类方法有着重大的差别。因此，把本书中第三章到第十六章分成两篇。在第三章到第八章中阐述机构综合的各种精确方法，在第九章到第十六章中阐述机构综合的各种近似方法。本书的这后八章又按照所用综合方法的不同再分成两部分：一部分单独叙述用代数方法求解的综合问题，另一部分则专门叙述用几何方法求解的综合问题。

用机构从运动上来精确再现代数的和超越的平面曲线的问题，是机构理论中一个重大而且独立的部分。在本书中不可能对这个问题作全面的阐述。所以在第六章中著者只限于叙述这些机构理论的一些个别问题。这时应用了综合问题的几何代数解法，

该法的特点是综合地利用曲线的几何特性, 这些几何特性正如苏联和其他国家许多研究者的经验所证实的, 用这种方法能够得到构件数量最少的机构。所以本书第六章, 在一定意义上是例证性地说明问题, 而并不强求详尽地阐述问题。

本书中阐述平面机构综合的方法, 并且只有在个别的情况下才指出所述方法可能推广应用到某些特殊形式的空间机构。

十九世纪后半叶发表的 П. Л. 契贝谢夫(Чебышев)和 L. 布尔梅斯特(L. Burmester)的主要著作, 是现代机构综合理论的基础。这二位学者的著作决定了近年来已经获得发展的机构综合的两个主要方向: П. Л. 契贝谢夫的继承者基本上发展了机构综合的代数方法, 而 L. 布尔梅斯特的继承者则基本上发展了机构综合的几何方法。

近几十年中, 我们亲眼看到机构综合理论的巨大发展。在这个时期中, 无论是苏联学者还是其他国家的学者, 都既利用几何综合方法也利用代数综合方法, 但是, 已经显示出把两种方法结合起来的趋向, 把几何法作用的精巧和简便同代数法探讨的精确和深刻的优点结合起来。可以预料, 综合方法将基本上沿着创造各种复合方法——利用求解机构设计问题的几何法和解析法——的方向继续发展。

自然, 著者不能全面地论述所有各种已经提出和发展了的综合方法, 著者主要力图论述, 据他们看来能以最简单和最方便的形式求解现代仪器和自动机机构设计中所提出的具体机构综合问题的那些方法。

各种一般综合方法的应用, 以一些具体的机构实例来说明。譬如, 在本书中探讨了瞬心线机构、铰接连杆机构、凸轮机构、马尔他十字轮机构、再现平面曲线的低副机构等等的设计问题。对于齿轮齿廓的设计, 只作一般讨论, 因为这个问题在专门书籍中已有

相当全面的探讨。在本书中，没有研究考虑动力因素的机构综合问题，因为如果全面地论述这个问题，它将与构件质量几何学、机构运动状况、摩擦力和弹性力、运动副中间隙等等的探讨有关。仅在动力因素作为再现给定形式运动时的补充条件而与尺寸综合的方法有机地结合的情况下，才予以考虑。

本书附有 1957 年以前所发表的主要文献的目录。在这个目录中没有列入更早年份的文献（基础性的著作除外），因为在前述 1944 年出版的专门著作中已附有机机构综合方面文献的详细目录。必要时将引用的文献在本书正文中注出。

在绪论中包含有评述关于机构综合理论发展的历史文献的资料，当然，这些资料并不强求详尽完全。

第一、第二、第三、第四、第五和第六等章由 И. И. 阿尔托包列夫斯基撰写，第七、第九和第十等章由 Н. И. 列维茨基 (Левитский) 撰写，第八、第十一、第十二、第十三、第十四、第十五和第十六等章由 С. А. 契尔库金诺夫 (Черкудинов) 撰写，其中第八和第十六两章 Н. В. 斯佩兰斯基 (Сперанский) 也参加撰写。绪论和文献目录是由著者共同准备和编纂的。

著者深切感谢物理数学科学博士 Я. Л. 格罗尼穆斯 (Геронимус) 教授和技术科学博士 А. Е. 柯勃林斯基 (Кобринский)，由于他们提出了许多非常宝贵的批评意见，其中绝大多数在定稿时为著者所接受。

著者请求所有读者将有关本书的批评意见寄交下列地址：
СССР, Москва, В-71, Ленинский Проспект, 15, Государственное издательство физико-математической литературы.

上册目录

译者序	i
原序	iii
绪论	1

1° 机构综合及其基本问题	1
2° 高副机构综合方面著作简介	2
3° 凸轮机构综合方面著作简介	3
4° 低副机构精确综合方面著作简介	5
5° 低副机构近似综合方法——代数法和几何法	6
6° 低副机构近似综合代数法方面著作介绍	7
7° 契贝谢夫近似表达对给定函数的偏差的方法。几种函数逼近方式	11
8° 其他近似表达对给定函数的偏差的方法	13
9° 低副机构近似综合几何法方面著作介绍	15

第一篇 机构的结构理论和运动几何学的概述

第一章 平面机构的基本类型及其结构	20
§ 1. 三构件机构	20
1° 平面运动副的种类	20
2° 四族三构件机构的结构	20
3° 含有三个瞬心线副的瞬心线机构	21
4° 含有一个转动副的瞬心线机构	22
5° 含有两个转动副的瞬心线机构	24
6° 含有一个移动副的瞬心线机构	25
7° 含有一个移动副和一个转动副的瞬心线机构。	
含有三个移动副的楔面机构	27
8° 三族三构件机构的结构	29
9° 含有互包络线副的三族三构件瞬心线机构	30
10° 含有两个转动副和一个互包络线副的三族三构件机构	31
11° 含有一个转动副、一个移动副和一个互包络线副的三族三构件机构	34
12° 含有两个移动副和一个互包络线副的三族三构件机构	36
§ 2. 四构件机构	37

1° 四族四构件机构的形成	37
2° 三族四构件机构的结构	38
3° 铰接四构件机构	39
4° 含有三个转动副和一个移动副的四构件机构	41
5° 含有两个转动副和两个移动副的四构件机构	42
6° 含有瞬心线副的四构件机构	43
7° 含有两个IV级副的四构件机构在高副低代后形成的两个六构件运动链	46
8° 由第一个六构件运动链得到的含有三个V级副和两个IV级副的四构件机构	47
9° 由第二个六构件运动链得到的含有三个V级副和两个IV级副的四构件机构	49
10° 含有四个IV级副的四构件机构在高副低代后形成的两个八构件低副运动链。由第一个八构件运动链得到的含有IV级副的机构	51
11° 由第二个八构件运动链得到的含有IV级副的机构	53
12° 含有转动副、移动副、瞬心线副和互包络线副的四构件机构	54
§ 3. 五构件机构	55
1° 四族和三族五构件机构的结构	55
2° 第一种含有一个IV级副的三族五构件机构	55
3° 第二种含有一个IV级副的三族五构件机构	55
4° 含有三个IV级副的三族五构件机构	57
5° 含有五个IV级副的三族五构件机构	58
6° 含有七个和九个IV级副的三族五构件机构	58
§ 4. 六构件机构	60
1° 四族六构件机构的形成及其结构	60
2° 六构件机构示例	61
第二章 机构运动几何学引论	64
§ 5. 平面运动几何学的概述	64
1° 平面图形的平面平行运动	64
2° 二瞬心线与互包络线间的关系	65
3° 一般旋轮线	66
4° 作出互包络线的法线法	67
5° 作出互包络线的辅助瞬心线法	69

6° 平面机构构件上各点的加速度	70
7° 转折圆	72
8° 变向圆	73
9° 转折圆与变向圆二交点的速度和加速度	74
10° 转折圆直径的确定	74
11° 用解析法确定构件上一点轨迹的曲率半径	75
12° 欧拉-萨伐里方程式	77
13° 用图解法确定构件上一点轨迹的曲率半径	79
14° 用图解法由二瞬心线和一互包络线的曲率半径确定另一互包络线 曲率半径	80
15° 滚转圆	81
§ 6. 求解机构运动几何学问题的附加组法	83
1° 引言	83
2° 用附加组法确定瞬心线	83
3° 用附加组法确定瞬时转动中心的移动速度	87
4° 用附加组法确定瞬心线曲率半径	89
5° 用附加组法作出转折圆和变向圆	91
6° 转折圆和变向圆相似形的作法	96
7° 用附加组和转折圆相似形法确定轨迹的曲率中心和渐屈线	99
8° 低副机构转折圆有关问题示例	102
9° 凸轮机构转折圆有关问题示例	110
10° 用附加组法确定加速度	112

第二篇 机构精确综合方法的理论

第三章 三构件瞬心线机构的综合	117
-----------------	-----

§ 7. 瞬心线机构的一般情况	117
1° 三构件瞬心线机构中构件运动的给定	117
2° 构件角速度与其基本尺寸之间的关系	118
3° 按照给定运动规律作出相对运动中二瞬心线问题的提出	119
4° 按照给定运动规律用图解法作出相对运动中二瞬心线	120
5° 示例	123
6° 按照给定运动规律用解析法作出绝对运动中二瞬心线	125
7° 按照给定运动规律用解析法作出相对运动中二瞬心线	128
8° 示例	132
9° 传动角。可能传递运动条件	135

§ 8. 非圆形轮瞬心线机构	138
1° 按照给定运动规律用图解法作出二非圆形轮的瞬心线	138
2° 按照给定运动规律用图解法作出非圆形轮与板条的瞬心线	141
3° 按照给定运动规律用解析法作出二非圆形轮的瞬心线	143
4° 保证瞬心线封闭的条件	145
5° 瞬心线的曲率半径。保证瞬心线外凸的条件	146
6° 由瞬心线的曲率半径、公法线方向和传动比确定另一瞬心线的 曲率半径	148
7° 按照给定函数用解析法作出二非圆形轮的瞬心线	149
8° 设计传递连续转动的瞬心线机构的普遍问题	152
9° 传递连续转动的椭圆轮机构	155
10° 传递连续转动的偏心圆轮机构	156
11° 传递连续转动的对数螺线轮机构	161
12° 传递连续转动的多段对数螺线轮机构	163
13° 基本廓线的变换(派生曲线)	165
14° 传递连续转动的对称变换椭圆轮机构	166
15° 传递连续转动的不对称变换椭圆轮机构	169
16° 用解析法作出非圆形轮和板条的瞬心线	174
17° 按照给定运动规律作出行星机构中非圆形轮和板条的瞬心线	177
18° 可能传递运动的条件和方法	178
§ 9. 滚动杆瞬心线机构	180
1° 引言	180
2° 给定二构件运动规律下含有二瞬心线副、一转动副的机构 (组成瞬心线副的二构件是运动的)的设计	181
3° 给定二构件运动规律下含有二瞬心线副、一转动副的机构 (组成瞬心线副的构件之一是固定的)的设计	182
4° 给定一点运动轨迹下具有二瞬心线副、一转动副的机构的设计	185
5° 给定二构件运动规律下具有二瞬心线副、一移动副的机构的设计	186
6° 给定一曲线下具有二瞬心线副、一移动副的机构的设计	188
7° 含有一瞬心线副、二低副的机构的设计	189
8° 特殊情况下具有一瞬心线副、二低副的机构的设计	193
第四章 含有瞬心线副和滚滑副的三构件机构的综合	195
§ 10. 含有一个和两个瞬心线副的机构	195
1° 给定运动规律和被包络线条件下	

用相对运动中的瞬心线和法线法作出包络线·····	195
2° 给定运动规律和被包络线条件下	
用相对运动中的瞬心线和运动反演法作出包络线·····	197
3° 给定运动规律和被包络线条件下	
用整个机构的运动反演法作出包络线·····	198
4° 给定运动规律和啮合线条件下作出二互包络线·····	200
5° 用图解法作出互包络线·····	201
6° 用解析法作出互包络线·····	202
7° 示例·····	205
8° 传动角·····	206
9° 摩擦功率损失·····	208
10° 由给定传动角条件确定啮合线·····	209
§ 11. 含有两个低副的机构·····	212
1° 引言。用运动反演法作出摆动推杆转动凸轮的廓线·····	212
2° 用啮合线法作出摆动推杆转动凸轮的廓线·····	214
3° 由给定传动角条件确定摆动推杆转动凸轮机构中的啮合线·····	215
4° 由给定摩擦功率损失条件确定摆动推杆转动凸轮机构中的啮合线·····	217
5° 作出移动推杆转动凸轮的廓线·····	219
6° 由给定传动角条件确定移动推杆转动凸轮机构中的啮合线·····	221
7° 移动推杆移动凸轮机构·····	222
8° 用辅助瞬心线法设计轮齿廓线·····	223
9° 用辅助瞬心线法作出旋轮线啮合中的齿廓·····	225
10° 用辅助瞬心线法作出针齿啮合中的齿廓·····	226
11° 针轮间歇机构·····	230
12° 用展开线法作出齿廓·····	235
13° 用图 162 法由一给定齿廓作出另一齿廓·····	240
14° 含滑动的滚动杆机构·····	240
15° 摆动和转动曲线导杆机构的设计·····	244
16° 移动导杆机构的设计·····	248
17° 复杂运动导杆机构和固定导杆机构的设计·····	251
第五章 含有瞬心线副和滚滑副的多构件机构的综合·····	254
§ 12. 含有瞬心线副的四构件机构·····	254
1° 含有一个瞬心线副的机构·····	254
2° 含有两个瞬心线副的机构·····	255

§ 13. 含有滚滑副的四构件机构	256
1° 引言	256
2° 含有两个滚滑副的四构件机构的设计	257
3° 推杆作复杂运动的四构件凸轮机构的设计	258
4° 双廓凸轮机构的设计	259
5° 含有四个滚滑副的四构件机构的设计	260
§ 14. 含有滚滑副的五构件机构	262
1° 推杆作复杂运动的五构件凸轮机构的设计	262
2° 旋轮曲线的形状	263
3° 旋轮曲线的方程式	266
4° 旋轮曲线的性质	268
5° 从动构件长久停歇的齿轮连杆机构的设计	271
6° 含有一个滚滑副的导杆机构的设计	275
7° 含有几个滚滑副的导杆机构的设计	279
第六章 精确再现曲线的低副机构综合的一些问题	283
§ 15. 一般的求解方法	283
1° 以低副机构再现曲线的优点	283
2° 再现曲线的低副机构综合方法的分类	283
3° 克姆佩定理	285
4° 克姆佩定理的证明	288
§ 16. 反演仪、仿图仪和精确直线导向机构	289
1° 反演法。波舍利反演仪	289
2° 哈特反演仪	293
3° 佩罗拉茨反演仪。其他画出圆和直线的反演仪	295
4° 画出其他曲线的反演仪	297
5° 西耳魏斯特尔仿图仪。谢伊涅尔仿图仪	299
6° 哈特机构	301
§ 17. 画出和包络圆锥曲线的机构	303
1° 画出圆锥曲线的圆锥曲线仪	303
2° 包络圆锥曲线的圆锥曲线仪	307
3° 同时以二直线包络一圆锥曲线或二共焦圆锥曲线的圆锥曲线仪	313
4° 同时以一点画出圆锥曲线、一直线包络圆锥曲线和 一直线滚切圆锥曲线的渐屈线的圆锥曲线仪	318
5° 应用 § 6, 2° 中所述方法的圆锥曲线仪	321

6° 椭圆仪·····	324
7° 双曲线仪·····	327
8° 抛物线仪·····	331
§ 18. 画出和包络某些高阶曲线的机构·····	332
1° 画出环索线的机构·····	332
2° 画出季奥克利斯蔓叶线的机构·····	334
3° 画出箕舌线的机构·····	337
4° 画出笛卡儿叶形线的机构·····	338
5° 画出帕斯卡蚶线的机构。画出心脏线的机构·····	340
6° 画出尼科麦德蚌线的机构·····	342
7° 画出伯努利双纽线的机构·····	343
8° 画出四瓣玫瑰线的机构·····	345
9° 画出星形线的机构。画出长幅星形线的机构·····	346
10° 画出涅伊尔半三次抛物线的机构·····	348
11° 画出一一般旋轮线的机构·····	349
§ 19. 再现各种不同函数关系的机构·····	353
1° 再现三角函数的机构·····	353
2° 再现幂函数的机构·····	355
3° 求解二次方程 $x^2 - px + q = 0$ 的机构·····	360
4° 求解二次方程 $a_1x^2 + a_2x + a_3 = 0$ 的机构·····	363
5° 求解三次方程 $x^3 + ax^2 + bx + c = 0$ 的机构。 求解三次方程 $ax^3 + bx^2 + cx + k = 0$ 的机构·····	366
6° 求解四次方程 $z^4 + pz^2 + qz + c = 0$ 的机构·····	368
第七章 凸轮机构综合·····	369
§ 20. 凸轮机构综合的原始资料·····	369
1° 凸轮机构的基本形式·····	369
2° 凸轮连杆机构·····	375
3° 凸轮机构的应用条件·····	376
4° 凸轮机构综合的原始资料·····	377
§ 21. 从动构件运动规律的选择·····	379
1° 影响从动构件运动规律选择的凸轮机构特性·····	379
2° 从动构件的一些运动规律·····	380
3° 从动构件的最大速度·····	390
4° 从动构件的最大加速度和动载系数·····	393

5° 弹簧常数·····	397
6° 凸轮轴上的最大转矩·····	399
7° 凸轮对从动构件压力的最大值·····	402
8° 发动机凸轮机构中的“时间-截面”值和越过间隙时的冲击值·····	404
9° 凸轮廓线的加工方法·····	406
10° 选择从动构件运动规律的示例·····	407
§ 22. 凸轮机构基本尺寸的确定·····	411
1° 压力角·····	411
2° 增力系数·····	416
3° 效率·····	424
4° 容许压力角的选择·····	434
5° 确定凸轮机构基本尺寸的解析法和图解法·····	441
§ 23. 按照给定从动构件运动规律确定凸轮廓线·····	453
1° 直线运动凸轮廓线的确定·····	453
2° 转动的盘形凸轮廓线的确定·····	456
3° 圆弧凸轮廓线的确定·····	463
第八章 马尔他机构的综合·····	474
§ 24. 圆销作等速圆周运动的马尔他机构简图·····	474
1° 间歇运动的实现·····	474
2° 外啮合马尔他机构·····	475
3° 外啮合马尔他十字轮机构的运动学·····	480
4° 外啮合马尔他机构力的计算·····	484
5° 内啮合马尔他机构的运动学·····	493
6° 内啮合马尔他机构力的计算·····	498
7° 三构件径向式马尔他机构的其他简图·····	501
8° 定位销·····	511
§ 25. 能降低十字轮角加速度极值的马尔他机构简图·····	513
1° 马尔他十字轮与机器中周期性转动构件之间的中介齿轮传动·····	513
2° 马尔他机构简图中的行星传动·····	516
3° 圆销与十字轮槽外啮合的简图(图 522—523)·····	521
4° 圆销与轮槽的内啮合·····	529
5° 用凸轮驱动主动圆销的马尔他机构·····	532
§ 26. 能缩短十字轮分度时间的马尔他机构简图·····	540
1° 马尔他十字轮与机器周期性转动构件之间	