

第2版

机械设计手册

5

MACHINE DESIGN HANDBOOK



机械工业出版社
China Machine Press

机 械 设 计 手 册

第 2 版

第 5 卷

主 编 徐 灏

副主编 蔡春源 严隽琪

汪 恺 周士昌



机 械 工 业 出 版 社

本手册是在第1版的基础上,吸收了近年来新的设计方法及最新国家标准,全面、系统地介绍了所有现代设计和常规设计方法,数据、图表丰富,实用性强,查找方便。全书共44篇,分5卷出版。

本书为第5卷,以流体传动与控制为主,包括气压传动与控制、液压传动与控制、液力传动等。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计手册.5/徐灏主编.—2版.—北京:机械工业出版社,2000.6
ISBN 7-111-02756-6

I. 机… II. 徐… III. 机械设计-手册 IV. TH122-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第63090号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
责任编辑:曲彩云 版式设计:霍永明 责任校对:李秋荣
封面设计:姚毅 责任印制:路琳
北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
2003年6月第2版·第5次印刷
787mm×1092mm¹/₁₆·78.25印张·3插页·2421千字
18 001—23 000册
定价:108.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68993821、88379646
封面无防伪标均为盗版

《机械设计手册》（第2版）卷目

卷次	篇名
第1卷 常用资料 和设计基础	1. 机械设计总论 2. 常用资料和数学公式 3. 机械工程材料 4. 机械设计力学基础 5. 实验应力分析 6. 机械振动和噪声 7. 造型设计和人机工程 8. 失效分析和故障诊断 9. 电动机和常用低压电器
第2卷 现代设计 方法及应用	10. 创新设计 11. 绿色产品设计 12. 并行设计 13. 虚拟设计 14. 快速响应变型设计和反求设计 15. 可靠性设计 16. 摩擦学设计 17. 优化设计 18. 计算机辅助设计 19. 疲劳强度设计 20. 蠕变设计 21. 价值工程 22. 机电一体化系统设计 附录：现代设计主流软件
第3卷 机械零部 件设计	23. 零部件设计常用基础标准 24. 零件结构工艺性 25. 联接与紧固 26. 弹簧 27. 起重、搬运件、操作件 28. 机架、箱体及导轨 29. 密封件 30. 管道与管道附件
第4卷 机械传动 设计	31. 传动总论 32. 机构 33. 带传动和链传动 34. 摩擦轮及螺旋传动 35. 齿轮传动 36. 轮系 37. 减速器和变速器 38. 轴 39. 滚动轴承 40. 滑动轴承 41. 联轴器、离合器与制动器
第5卷 流体传动 与控制	42. 气压传动与控制 43. 液压传动与控制 44. 液力传动

再版前言

《机械设计手册》自1990年出版至今已有10年,曾8次印刷,销售10万多套,得到了广大读者的关心、支持和好评,获第七届全国优秀科技图书二等奖,原机械电子工业部科技进步二等奖。

现在,《机械设计手册》(第2版)又与广大读者见面了!

2版修订是在1版的基础上,调整结构、更新内容、完善不足、更新标准、突出实用,让广大机械设计人员更方便快捷地查到所需内容。

一、修订的重点

1. 充实和更新技术内容。在重点反映国内外机械设计领域的新技术、新材料的同时,加强了自动化技术、计算机技术等在设计中的应用。现代设计方法和应用等都增设了新篇章。对于一些有发展前景的新设计方法,也作了相应介绍。2版新增设了电动机和常用低压电器、创新设计、绿色产品设计、并行设计、虚拟设计、快速响应变型设计和反求设计、机电一体化系统设计、现代设计主流软件、零部件设计常用基础标准、传动总论等10篇;重新编写了摩擦学设计、优化设计、计算机辅助设计、带传动和链传动、齿轮传动、滚动轴承、滑动轴承、气压传动与控制、液压传动与控制等9篇。其他各篇也作了较大程度的修改或更新。

2. 突出重点,务求实用。在总体结构和内容设置上作了一定调整,精简了基础理论部分内容,注意收集设计实践的经验和数据,使手册结构更趋合理,内容更切实际,更方便查阅。

3. 更换最新标准。根据到2000年6月为止颁发的国家或行业现行标准及技术规范,重新更换了旧的标准,体现了技术内容和数据的可靠性。

二、内容和结构

2版主要包括常用资料和设计基础、现代设计方法及应用、机械零部件设计、机械传动设计、流体传动与控制等部分,共44篇,分为5卷。

1. 常用资料和设计基础 机械设计总论、常用资料和数学公式、机械工程材料、机械设计力学基础、实验应力分析、机械振动和噪声、造型设计和人机工程、失效分析和故障诊断、电动机和常用低压电器。

2. 现代设计方法及应用 创新设计、绿色产品设计、并行设计、虚拟设计、快速响应变型设计和反求设计、可靠性设计、摩擦学设计、优化设计、计算机辅助设计、疲劳强度设计、蠕变设计、价值工程、机电一体化系统设计、附录 现代设计主流软件。

3. 机械零部件设计 零部件设计常用基础标准、零件结构工艺性、联接与紧固、弹簧、起重、搬运件、操作件、机架、箱体及导轨、密封件、管路附件。

4. 机械传动设计 传动总论、机构、带传动和链传动、摩擦轮及螺旋传动、齿轮传动、轮系、减速器和变速器、轴、滚动轴承、滑动轴承、联轴器、离合器与制动器。

5. 流体传动与控制 气压传动与控制、液压传动与控制、液力传动。

为了便于协调,提高质量,加快编写进度,参加编审的人员以东北大学有关院系为主,并组织邀请清华大学、北京理工大学、北京科技大学、上海交通大学、上海大学、天津大学、哈尔滨工业大学、重庆大学、浙江大学、昆明理工大学、大连理工大学、大连铁道学院、华中理工大学、北京、上海、合肥、天津、沈阳等地的专家学者参加。值此手册出版之际,谨向所有参加本版工作的全体编审人员及有关单位表示诚挚的谢意。由于水平和时间有限,难免有一些不尽人意之处,殷切希望广大读者批评指正,提出宝贵意见,以便在今后的工作中改进。

第 1 版

前 言

《机械设计手册》是继《机械工程手册》之后出版的一部大型机械设计专业技术工具书。

机械工业担负着向国民经济各部门,包括工业、农业和社会生活各个方面提供各种性能先进、价格低廉、使用安全可靠的技术装备的任务,所以在现代化建设中是举足轻重的。市场竞争的生命力在于产品的水平。任何科技成果要转变为有竞争力的商品,设计起着关键性的作用。机械设计是机械产品研制的第一道工序,设计工作的质量和水平,直接关系到产品质量、性能、研制周期和技术经济效益。工业发达国家都十分重视产品设计:日本认为,工业发达是企业对产品设计高度重视的结果;美国认为,设计是一本万利的事,对产品设计投资 1 美元,带来的利润却是 1500 美元;英国认为,产品设计是英国工业的命脉,英国工业革新必须以设计为中心,始终应把产品设计作为企业的头等大事,应时常探索研究使产品设计尽善尽美;法国认为,设计是工业的生命,要培养超一流设计大师,要大胆启用有才华有实践工作经验的设计人员。

这里,有必要回顾一下机械和机械设计发展的历史。机械的发明和发展,是先由几种简单工具开始的。石器时代的石刀、石斧,只是为了能省力或便于用力。后来发展到利用杠杆原理制作灌溉或扬水用的桔槔,利用滑轮原理制作重物提升用的辘轳等简单机械。这些机械所需的原动力是直接出自人的本身。为了省力和扩大力,开始时利用牲畜力,后来利用风力和火力。待到 18 世纪 60 年代发明了蒸汽机,作为动力带动了纺织机、磨粉机、鼓风机、工作母机和铁路机车,促进了冶金、轮船和火车等工业的发展。到 19 世纪 60 年代,出现了第一台直流发电机,到 19 世纪 80 年代,研制成功了交流发电机和交流电动机,20 世纪初,电动机已在工业生产中取代了蒸汽机,成为驱动各种工作机械的基本动力。电气技术的应用,使机械工业得到了高速的发展。工业的发展,要求围绕机械设计制造的基础理论和设计方法,能适应当时机械工业的形势。到 18~19 世纪,材料科学、结构力学、弹性力学、流体力学、热力学、制图和公差等,都分别发展成为一门独立学科。但由于机械设计的复杂性,还需将这些学科在应用于设计时作某些简化假设,再加上设计人员的经验,逐渐形成了一整套机械设计方法。在这套设计方法中,要应用一些经验设计方法、经验设计公式和经验系数等,称之为常规设计或传统设计。

1946 年世界上第一台电子数字计算机诞生。经历了电子管、半导体、集成电路和大型集成电路的发展,电子计算机在机械设计中已广为采用。电子计算机的发展,使有限元法、优化设计和计算机辅助设计等成为可能。加上材料科学、计算力学、摩擦学和设计理论等的发展,逐渐形成了一套现代设计理论和方法。现代设计的特点为:(1)从静态设计到动态设计;(2)从单项设计指标到综合设计指标;(3)从常规设计到精确设计;(4)从手算设计到广泛应用计算机的设计。常规设计是不可缺少的,但对于培养具有更广阔视野的设计人员来说显得非常不够。近二、三十年,设计方法更为科学化、系统化、完善化和现代化了,虽然如此,常规设计仍然是重要基础。

由于机械产品品种繁多,除一些重要的机械产品(如机床等)有专业手册,加上综合性的《机械工程手册》外,编写一部能统贯整个机械设计领域,主要写机械设计共性内容,具有现代

设计水平,实用性强,为机械设计学科领域的机械设计人员、科研和教学工作者查阅使用的《机械设计手册》,实属当务之急。为此,机械工业出版社于1985年冬着手组织全国专家、学者进行《机械设计手册》的编写工作。

本手册是在现代设计方法在我国经历了宣传普及阶段并在设计中初步取得成果、新的设计标准规范陆续制订公布的有利时机完成编写工作的。在制订编写提纲过程中,广泛听取了各方面的意见,将设计作为一个整体来考虑,不仅要考虑强度和润滑等常规设计注意的问题,还要考虑便于制造、技术经济指标合理和美观等方面,贯彻“四性”(实用性、整体性、科学性、先进性)精神,立足于80年代机械设计水平进行编写。手册中的计量单位一律采用国家法定计量单位,原有的数据单位,还没换成法定单位的,我们一律换算成法定单位。标准均为现行标准。

本手册共有42篇,分5卷出版。第1卷共7篇。第1篇机械设计总论,对机械设计的地位、设计遵循原则、设计的内容和设计方法作战略性的描述,使读者对机械设计有整体性理解。后面6篇是机械设计的基础理论和基本数据,各篇尽量用较小的篇幅写出覆盖面广的现代设计所需的实用内容。第2卷共10篇,是现代设计理论和设计方法。其中第8篇机构及机械系统设计,是机械设计的第一步骤,它是方案设计的主要内容。考虑到现代设计中的计算机应用,故以数值解法为主,代替了传统的图解法。第9篇造型设计和人机工程,介绍机械设计中如何考虑机器的形体和色彩,如何考虑操作者的人体尺寸、出力大小和视力范围等。第10篇价值工程,介绍机械设计中技术经济指标的计算以及评价和决策。下面几篇疲劳强度设计、蠕变设计、可靠性设计、优化设计、计算机辅助设计,都是一些现代设计方法。第16篇是计算机辅助设计所用的“数据库”,第15篇是与现代设计密切相关的“失效分析和故障诊断”。这些篇大多是现有手册中没有的,个别篇虽然少数手册中有类似的篇名,但本手册是从现代设计的要求出发进行编写,内容新而且深入。第3卷共8篇,第4卷共11篇,是机械零部件设计部分。虽然其中大部分篇名,在一些机械设计手册中也有,但本手册采用了最新的标准规范,尽量与现代设计相结合,所以各篇中都有一些内容,甚至整篇内容在一般手册中是没有的。一些重要的设计计算,另备有设计软件包。第5卷共6篇,是各种传动、机械自动化和工业机器人。其中工业机器人是机电仪一体化的典型产品,作为本手册的终篇,对贯彻本手册编写意图是有深刻含意的。为与本手册精神相一致,工业机器人也只写其共性部分。

《机械设计手册》是一部千万字的巨著,参加编写人员近200名,组织工作繁重。为了统一编写精神,经多次讨论确定了编写体例,按篇确定主编,由主编提出编写人员,召开编写会,审查各篇的编写提纲,按篇确定2~4位审稿人,初稿完成后送审,审稿意见与编写人见面,共同商量改稿意见,在此基础上,部分篇召开了审稿会。待到条件成熟,按卷召开定稿会。所以,本手册的出版,是在国内大专院校、研究院所和工厂的教授、研究人员和工程师的积极参加下完成的,并得到机械工业出版社、机械电子工业部科技司和东北工学院等单位的大力支持,这是本手册能够在较短的时间内从组织编写到出书的有力保证,在此谨向大家表示诚挚的感谢,并衷心希望广大读者提出批评意见,使本手册在修订时能有所改进。

徐 灏

1988年11月

《机械设计手册》

第 1 版

主 编 徐 灏
副 主 编 邱宣怀 蔡春源
 汪 恺 余 俊
主编助理 王 超 樊文萱 方昆凡

目 录

第 42 篇 气压传动与控制

第 1 章 气压传动概论和气体力学基础

1 气动元、辅件图形符号	42-3
2 气压传动概论	42-7
2.1 气压传动的特点	42-7
2.1.1 气压传动的优点	42-7
2.1.2 气压传动的缺点	42-7
2.2 气压传动的应用	42-7
3 空气的物理性质	42-7
3.1 空气的组成	42-7
3.2 空气的密度	42-7
3.3 空气的粘性	42-8
3.4 空气的压缩性与膨胀性	42-8
4 理想气体状态方程	42-8
4.1 标准状态和基准状态	42-9
4.2 等容过程	42-9
4.3 等压过程	42-9
4.4 等温过程	42-9
4.5 绝热过程	42-9
4.6 多变过程	42-9
5 湿空气	42-9
5.1 湿度	42-9
5.1.1 绝对湿度	42-9
5.1.2 相对湿度	42-10
5.2 含湿量	42-10
5.2.1 质量含湿量	42-10
5.2.2 容积含湿量	42-10
6 自由空气流量及析水量	42-10
6.1 自由空气流量	42-10
6.2 析水量	42-10
7 气体流动的基本方程	42-11
7.1 连续性方程	42-11
7.2 能量方程	42-11
7.2.1 不可压缩流体的伯努利方程	42-11
7.2.2 可压缩气体绝热流动伯努利方程	42-11
7.2.3 有机机械功的压缩性气体	

能量方程	42-11
8 声速及气体在管道中的流动特性	42-12
8.1 声速、马赫数	42-12
8.2 气体在管道中的流动特性	42-12
9 气动元件的流通能力	42-13
9.1 流通能力 K_v 值、 C_v 值	42-13
9.1.1 流通能力 K_v 值	42-13
9.1.2 流通能力 C_v 值	42-13
9.2 有效截面积 S	42-13
9.2.1 定义及简化计算	42-13
9.2.2 有效截面积的测试方法	42-14
9.2.3 系统中多个元件合成的 S 值	42-14
9.3 理想气体在收缩喷管中绝热流动的流量	42-15
9.4 可压缩性气体通过节流小孔的流量	42-15
9.5 流通能力 K_v 值、 C_v 值、 S 值的关系	42-15
10 充气、放气温度与时间的计算	42-15
10.1 充气温度与时间的计算	42-15
10.2 放气温度与时间的计算	42-16

第 2 章 气 缸

1 概述	42-18
1.1 气缸的分类	42-18
1.2 气缸的工作原理	42-21
1.2.1 单作用气缸	42-21
1.2.2 双作用气缸	42-21
1.2.3 组合气缸	42-21
1.2.4 特殊气缸	42-23
2 气缸的设计与计算	42-28
2.1 气缸的设计步骤	42-28
2.2 气缸的基本参数	42-28
2.3 气缸有关计算	42-28
2.3.1 活塞杆上输出力和缸径的计算	42-28
2.3.2 活塞杆的计算	42-29

2.3.3	缸筒壁厚的计算	42—30
2.3.4	缓冲计算	42—31
2.3.5	耗气量的计算	42—31
2.3.6	冲击气缸设计计算	42—32
3	气缸主要零部件的结构、材料及技术要求	42—35
3.1	气缸筒	42—35
3.2	气缸盖	42—35
3.3	缸筒与缸盖的联接	42—36
3.4	活塞	42—37
3.5	活塞杆	42—38
3.6	气缸的密封	42—38
3.6.1	活塞杆的密封	42—38
3.6.2	活塞的密封	42—39
4	气缸的选择	42—40
4.1	气缸的选择要点	42—40
4.1.1	安装形式的选择	42—40
4.1.2	输出力的大小	42—40
4.1.3	气缸行程	42—40
4.1.4	气缸的运动速度	42—40
4.2	气缸使用注意事项	42—40
5	气缸的性能和试验	42—40
5.1	空载性能和试验	42—40
5.2	载荷性能和试验	42—41
5.3	耐压性及试验	42—41
5.4	泄漏及试验	42—41
5.5	缓冲性能及试验	42—41
5.6	耐久性试验	42—41
6	气缸产品	42—42
6.1	气缸产品概览	42—42
6.2	QGA II、QGB II 系列气缸	42—42
6.2.1	技术规格	42—42
6.2.2	外形及安装尺寸	42—43
6.3	QGBM 系列米形气缸	42—50
6.3.1	技术规格	42—50
6.3.2	外形及安装尺寸	42—50
6.4	QGP 系列气缸	42—52
6.4.1	技术规格	42—52
6.4.2	外形及安装尺寸	42—52
6.5	QGS、IQG 系列气缸	42—53
6.5.1	技术规格	42—53
6.5.2	外形及安装尺寸	42—54
6.6	QGCX 系列气缸	42—54
6.6.1	技术规格	42—55
6.6.2	安装与外形尺寸	42—55
6.7	QGCXD 系列小型气缸	42—61
6.7.1	技术规格	42—61
6.7.2	外形及安装尺寸	42—61
6.8	QGCXF、QGXCDF 系列小型 气缸	42—61
6.8.1	技术规格	42—62
6.8.2	外形及安装尺寸	42—63
6.9	LCZM 系列气缸	42—64
6.9.1	技术规格	42—64
6.9.2	LCZM 系列气缸外形及安 装尺寸	42—65
6.10	QGD、QGDD 系列薄型气缸	42—67
6.10.1	主要技术规格	42—67
6.10.2	QGD II 系列气缸外形及安 装尺寸	42—67
6.10.3	QGDD 型气缸外形及安 装尺寸	42—69
6.11	DQGI、DQGL 系列薄型气缸	42—70
6.11.1	技术规格	42—70
6.11.2	外形及安装尺寸	42—70
6.12	CWC 系列磁性无活塞杆气缸	42—71
6.12.1	技术规格	42—71
6.12.2	外形及安装尺寸	42—71
6.13	QGNZ 系列气液阻尼缸	42—71
6.13.1	技术规格	42—71
6.13.2	外形及安装尺寸	42—72
6.14	ISO 标准系列气缸	42—72
6.14.1	技术规格	42—72
6.14.2	外形及安装尺寸	42—73
6.15	QGBH 系列夹紧气缸	42—77
6.15.1	技术规格	42—77
6.15.2	外形及安装尺寸	42—78
第 3 章 气 马 达		
1	气马达的分类、工作原理及特点	42—79
1.1	气马达分类	42—79
1.2	气马达工作原理	42—79
1.2.1	叶片式气马达	42—79
1.2.2	活塞式气马达	42—80
1.2.3	摆动式气马达	42—80
1.3	气马达的特点	42—81
2	气马达的选择、应用及润滑	42—81
2.1	气马达的选择	42—81
2.2	气马达的应用与润滑	42—82
3	气马达的典型产品	42—82
3.1	叶片式气马达产品	42—83
3.1.1	662W (0.9 马力) 叶片	

式气马达 42—83

3.1.2 1.471kW (2 马力) 叶片式气马达 42—83

3.1.3 2.942kW (4 马力) 叶片式气马达 42—83

3.1.4 4.415kW (6 马力) 叶片式气马达 42—84

3.1.5 5.89kW (8 马力) 和 6.62kW (9 马力) 叶片式气马达 42—84

3.1.6 8.84kW (12 马力) 叶片式气马达 42—85

3.1.7 10.31kW (14 马力) 和 14.71kW (20 马力) 叶片式气马达 42—86

3.2 活塞式气马达 42—86

3.2.1 735.5W (1 马力) 活塞式气马达 42—86

3.2.2 2.06kW (2.8 马力) 活塞式气马达 42—87

3.2.3 2.979kW (4.5 马力) 和 4.415kW (6 马力) 活塞式气马达 42—88

3.2.4 6.258kW (8.5 马力) 活塞式气马达 42—89

3.2.5 5.89kW (8 马力) 和 7.355kW (10 马力) 活塞式气马达 42—90

3.2.6 7.723kW (10.5 马力) 和 11.3kW (15 马力) 活塞式气马达 42—90

3.2.7 18.4kW (25 马力) 活塞式气马达 42—91

3.2.8 HS 型活塞式气马达 42—92

3.3 摆动式气马达 42—94

3.3.1 QGB1、QGB2 系列叶片摆动气马达 42—94

3.3.2 QGK_s 系列齿轮齿条摆动气马达 42—95

3.3.3 QGK 系列齿轮齿条摆动式气马达 (孔式) 42—96

3.3.4 QGABS 系列齿轮齿条摆动气马达 42—97

3.3.5 QGBC₂ 系列齿轮齿条式摆动气马达 (轴式) 42—98

3.3.6 LTA 系列方型摆动气马达 42—98

3.3.7 LBA 系列微型摆动气马达 42—99

第 4 章 气动控制阀

1 压力控制阀 42—100

1.1 压力控制阀的种类规格 42—100

1.2 减压阀 42—102

1.2.1 直动式减压阀 42—102

1.2.2 先导式减压阀 42—109

1.3 过滤减压阀 42—113

1.4 单向压力顺序阀 42—119

1.5 安全阀 (溢流阀) 42—120

2 方向控制阀 42—122

2.1 方向控制阀的种类规格 42—122

2.2 电磁阀 42—122

2.2.1 直动式电磁换向阀 42—122

2.2.2 先导式电磁换向阀 42—141

2.3 气控阀 42—186

2.4 多种流体、多用途换向阀 42—196

2.4.1 多种流体 AB21 系列二位三通直动截止式电磁换向阀 42—196

2.4.2 多种流体 AB31、41、GAB31、41 系列二位三通直动截止式电磁换向阀 42—197

2.4.3 多种流体 AG、GAG 系列二位三通直动截止式电磁换向阀 42—200

2.4.4 YVPS2100 系列二位三通先导式电磁换向阀 (蒸汽阀) 42—202

2.4.5 气控多种流体换向阀及高温型换向阀 42—203

2.4.6 二位五通防爆电磁阀 42—206

2.5 人力控制换向阀 42—207

2.6 机械控制换向阀 42—219

2.7 时间控制换向阀 42—222

2.7.1 K23Y-L6 (8) -J 型二位三通延时换向阀 42—222

2.7.2 K25Y-L6 (8) -J 型二位五通延时换向阀 42—222

2.8 单向型控制阀 42—223

2.8.1 单向阀 42—223

2.8.2 梭阀 42—224

2.8.3 KSY 系列双压阀 (与门型梭阀) 42—225

2.8.4 快速排气阀 42—226

3 流量控制阀 42—228

3.1 流量控制阀的种类规格 42—228

3.1.1 KLJ 系列节流阀 42—228

3.1.2 单向节流阀 42—229

3.1.3 KLP 系列排气节流阀 42—231

3.1.4 排气消声节流阀 42—231

4 真空发生器、真空过滤器、

真空吸盘	42-232
4.1 真空发生器	42-232
4.1.1 ZFQ-1.5T 型真空发 生器	42-232
4.1.2 ZHF-Ⅰ系列真空发生 器	42-233
4.1.3 ZKF 型真空发生器	42-234
4.2 真空过滤器	42-234
4.2.1 ZHL-L3 型真空过滤器	42-234
4.2.2 YCF 系列真空过滤器	42-234
4.3 真空吸盘	42-235
4.3.1 ZHP 系列真空吸盘	42-235
4.3.2 ZP 系列内螺纹水平接管真 空吸盘	42-237
4.3.3 YPSS、YPYS 系列带缓冲装 置的真空吸盘	42-238

第5章 气源装置及气动辅助元件

1 气源装置	42-242
1.1 容积式压缩机的分类和工作原 理	42-242
1.2 容积式压缩机型号说明	42-243
1.3 技术规格	42-243
2 气动辅助装置与辅助元件	42-247
2.1 气动辅助装置	42-247
2.1.1 致冷式气源净化干燥机	42-247
2.1.2 空气过滤器（一次过 滤器）	42-250
2.2 主要气动辅助元件	42-251
2.2.1 分水滤气器（二次过 滤器）	42-251
2.2.2 油雾器	42-255
2.2.3 气源调节装置（三联件：分水 滤气器、减压阀、油雾器的组 合件）	42-257
2.2.4 气源调节装置（二联件）	42-259
2.2.5 消声器	42-260
2.2.6 气电转换器	42-261
2.2.7 气液转换器	42-264
2.3 气动管接头	42-265
2.3.1 气动管接头的类型	42-265
2.3.2 有色金属管接头	42-267
2.3.3 棉线编织胶管接头	42-271
2.3.4 PU 管、尼龙管用接头	42-273
2.3.5 快换管接头	42-280
2.3.6 组合式管接头	42-281

第6章 气动系统的设计计算

1 气动回路	42-283
1.1 气动基本回路	42-283
1.1.1 压力与力控制回路	42-284
1.1.2 换向回路	42-284
1.1.3 速度控制回路	42-285
1.1.4 位置控制回路	42-287
1.1.5 基本逻辑回路	42-288
1.2 常用回路	42-290
1.2.1 安全保护回路	42-290
1.2.2 往复动作回路	42-290
1.2.3 程序动作控制回路	42-292
1.2.4 同步动作控制回路	42-292
2 气动逻辑设计方法	42-292
2.1 X-D 线图设计法	42-293
2.1.1 双控主控阀控制回路 的设计	42-293
2.1.2 单控主控阀控制回路的设计 计	42-303
2.1.3 中间记忆元件数量的确定 及布置方法	42-303
2.2 卡诺图设计法	42-305
2.2.1 卡诺图的画法及简化原理	42-305
2.2.2 在卡诺图中画工作程序线	42-306
2.2.3 化简逻辑函数	42-307
2.2.4 画逻辑原理图	42-308
2.2.5 卡诺图的扩展	42-308
2.2.6 用卡诺图法对多缸多往复系 统回路的设计	42-309
3 气动系统设计的主要内容及 设计程序	42-311
3.1 明确工作要求	42-311
3.2 设计气控回路	42-311
3.3 选择、设计执行元件	42-311
3.4 选择控制元件	42-311
3.5 选择气动辅件	42-311
3.6 确定管道直径、计算压力损失	42-312
3.7 选择空压机	42-313
3.7.1 计算空压机的供气量 Q_j ，以选 择空压机的额定排气量	42-313
3.7.2 计算空压机的供气压力 p_g ，以 选择空压机的排气压力	42-313

第7章 气动比例、伺服控制

1 气动控制系统设计计算	42-318
--------------------	--------

1.1 气动控制系统的设计步骤	42-318
1.2 气动伺服机构举例——波纹管滑阀 式气动伺服系统分析	42-318
2 气动控制元件	42-320
2.1 SMC 系列气动比例控制元件	42-320
2.1.1 IP5000/IP5100 系列气控 比例定位器	42-320
2.1.2 IP6000/IP6100 系列电-气 比例定位器	42-322
2.1.3 IT600 系列电信号-气 压转换器	42-324
2.1.4 IT1000、2000、4000 系列电- 气比例压力阀	42-326
2.1.5 VY1 系列电-气比例减 压阀	42-327
2.2 FESTO 系列气动比例控制元件	42-331
2.2.1 MPPE 系列气动比例减压 阀	42-331
2.2.2 MPYE 系列气动比例方向 控制阀	42-333
2.3 气动伺服元件	42-335
2.3.1 气动伺服阀的结构原理	42-335
2.3.2 伺服定位气缸	42-335
参考文献	42-336

第 43 篇 液压传动与控制

第 1 章 常用液压基础标准

1 常用液压图形符号	43-3
2 常用标准	43-11
2.1 液压—公称压力系列	43-11
2.2 液压泵及马达公称排量系列	43-11
2.3 液压油口螺纹连接系列	43-11
2.4 液压系统硬管外径和软管内径 系列	43-11
2.5 液压元件清洁度指标	43-11
2.6 液压阀油口、底板、控制装置和电磁 铁的标识	43-13
3 常用液压术语	43-13
3.1 基本术语	43-13
3.2 液压泵的术语	43-14
3.3 液压执行元件的术语	43-15
3.4 液压阀的术语	43-15
3.5 液压辅件及其他专业术语	43-17
4 常用液压公式	43-17

第 2 章 液压流体力学基础

1 流体静力学	43-18
1.1 压力的度量标准	43-18
1.2 流体静力学基本方程	43-18
1.3 平面上的液体总压力	43-18
1.4 曲面上的液体总压力	43-19
2 流体动力学	43-20
2.1 几个基本概念	43-20
2.2 连续性方程	43-20

2.3 理想流体伯努利方程	43-20
2.4 实际流体伯努利方程	43-21
2.5 系统中有流体机械的伯努利 方程	43-21
2.6 稳定流动量方程	43-22
3 阻力计算	43-22
3.1 沿程阻力损失计算	43-22
3.1.1 流动类型	43-22
3.1.2 沿程阻力损失计算公式	43-23
3.2 局部阻力损失计算	43-23
4 孔口及管嘴出流、缝隙流动、 液压冲击	43-27
4.1 薄壁孔口流量计算及 管嘴流量计算	43-27
4.2 缝隙流动	43-27
4.2.1 壁面固定的平行缝隙中的 流动	43-28
4.2.2 壁面移动的平行平板缝隙流 动	43-28
4.2.3 环形缝隙中的流体流动	43-28
4.2.4 平行平板间的径向流动	43-29
4.3 液压冲击	43-29

第 3 章 液压基本回路

1 概述	43-30
2 液压基本回路	43-30

第 4 章 液压传动系统设计计算

1 液压系统的设计步骤与设计要求	43-54
------------------------	-------

1.1	设计步骤	43—54
1.2	明确设计要求	43—54
2	进行工况分析、确定液压系统的 主要参数	43—54
2.1	载荷的组成和计算	43—54
2.1.1	液压缸的载荷组成与 计算	43—54
2.1.2	液压马达载荷力矩的组成 与计算	43—55
2.2	初选系统工作压力	43—55
2.3	计算液压缸的主要结构尺寸和 液压马达的排量	43—55
2.4	计算液压缸或液压马达 所需流量	43—57
2.5	绘制液压系统工况图	43—57
3	制定基本方案和绘制液压系统图	43—57
3.1	制定基本方案	43—57
3.2	绘制液压系统图	43—58
4	液压元件的选择与专用件设计	43—58
4.1	液压泵的选择	43—58
4.2	液压阀的选择	43—59
4.3	蓄能器的选择	43—59
4.4	管道尺寸的确定	43—59
4.5	油箱容量的确定	43—60
5	液压系统性能验算	43—60
5.1	液压系统压力损失	43—60
5.2	液压系统的发热温升计算	43—60
5.2.1	计算液压系统的发热 功率	43—60
5.2.2	计算液压系统的散热 功率	43—61
5.2.3	根据散热要求计算油箱 容量	43—61
5.3	计算液压系统冲击压力	43—62
6	设计液压装置，编制技术文件	43—62
6.1	液压装置总体布局	43—62
6.2	液压阀的配置形式	43—62
6.3	集成块设计	43—62
6.4	绘制正式工作图，编写技术 文件	43—63
7	液压系统设计计算实例——250克塑料 注射机液压系统设计计算	43—63
7.1	250克塑料注射机液压系统设计 要求及有关设计参数	43—63
7.1.1	对液压系统的要求	43—63
7.1.2	液压系统设计参数	43—63
7.2	液压执行元件载荷力和载荷转矩 计算	43—63
7.2.1	各液压缸的载荷力计算	43—63
7.2.2	进料液压马达载荷转矩 计算	43—64
7.3	液压系统主要参数计算	43—64
7.3.1	初选系统工作压力	43—64
7.3.2	计算液压缸的主要结构 尺寸	43—64
7.3.3	计算液压马达的排量	43—64
7.3.4	计算液压执行元件实际工作 压力	43—65
7.3.5	计算液压执行元件实际所需 流量	43—65
7.4	制定系统方案和拟定液压系 统图	43—65
7.4.1	制定系统方案	43—65
7.4.2	拟定液压系统图	43—66
7.5	液压元件的选择	43—67
7.5.1	液压泵的选择	43—67
7.5.2	电动机功率的确定	43—67
7.5.3	液压阀的选择	43—67
7.5.4	液压马达的选择	43—67
7.5.5	油管内径计算	43—67
7.5.6	确定油箱的有效容积	43—68
7.6	液压系统性能验算	43—68
7.6.1	验算回路中的压力损失	43—68
7.6.2	液压系统发热温升计算	43—68
第5章 液压泵		
1	液压泵的分类	43—70
2	液压泵的主要技术参数和计算公式	43—70
2.1	液压泵的主要技术参数	43—70
2.2	液压泵的常用计算公式	43—70
3	典型液压泵的工作原理及主要结构 特点	43—71
4	液压泵的技术性能和参数选择	43—72
4.1	各类液压泵的技术性能和应 用范围	43—72
4.2	泵的参数选择	43—73
5	齿轮泵产品	43—73
5.1	齿轮泵产品技术参数概览	43—73
5.2	CB型齿轮泵	43—74
5.3	CB-B型齿轮泵	43—76
5.4	CBF-E型齿轮泵	43—77
5.5	CBF-F型齿轮泵	43—79

5.6 CBG 型齿轮泵	43-83	2 液压缸	43-170
5.7 NB 型内啮合齿轮泵	43-87	2.1 液压缸的基本参数	43-170
6 叶片泵产品	43-89	2.1.1 液压缸内径及活塞杆外径尺寸 系列	43-170
6.1 叶片泵产品技术参数概览	43-89	2.1.2 液压缸行程系列	43-171
6.2 YB ₁ 型叶片泵	43-90	2.1.3 液压缸活塞杆螺纹型式和尺寸 系列	43-171
6.3 PV2R 型叶片泵	43-92	2.2 液压缸的类型及安装方式	43-171
6.4 PFE 型柱销式叶片泵	43-98	2.2.1 液压缸的类型	43-171
6.5 YBX 型限压式变量叶片泵	43-106	2.2.2 液压缸的安装方式	43-174
6.6 V ₄ 型变量叶片泵	43-110	2.3 液压缸标准系列	43-175
7 柱塞泵产品	43-111	2.3.1 工程液压缸系列	43-175
7.1 柱塞泵产品技术参数概览	43-111	2.3.2 冶金设备用标准液压缸 系列	43-186
7.2 CY14-1B 型柱塞泵	43-113	2.3.3 车辆用液压缸系列	43-196
7.3 A2F 型柱塞泵	43-118	2.3.4 齿轮齿条液压缸	43-199
7.4 A7V 型柱塞泵	43-123	2.4 液压缸主要零件的结构、材料及 技术要求	43-205
7.5 CY-Y 型液压泵电动机组	43-132	2.4.1 缸体	43-205
7.6 RK 型超高压径向柱塞泵	43-134	2.4.2 缸盖	43-206
7.7 SB 型手动泵	43-136	2.4.3 缸体端部联接型式	43-206
第 6 章 液压执行元件			
1 液压马达	43-137	2.4.4 活塞	43-207
1.1 液压马达的分类	43-137	2.4.5 活塞杆	43-209
1.2 液压马达的主要技术参数 和计算公式	43-137	2.4.6 活塞杆的导向、密封和 防尘	43-211
1.2.1 液压马达的主要技术参数	43-137	2.4.7 液压缸的缓冲装置	43-213
1.2.2 液压马达主要参数的计算 公式	43-137	2.4.8 液压缸的排气装置	43-214
1.3 液压马达主要技术参数概览	43-138	2.4.9 液压缸安装联接部分的型式 及尺寸	43-215
1.4 液压马达的选择	43-138	2.4.10 柱塞式液压缸的端部型式 及尺寸	43-218
1.5 齿轮马达产品	43-139	2.5 液压缸的设计计算	43-219
1.5.1 GM5 型齿轮马达	43-139	2.5.1 液压缸设计计算步骤	43-219
1.5.2 CM 型齿轮马达	43-140	2.5.2 液压缸性能参数的计算	43-219
1.5.3 BYM 型齿轮马达	43-142	2.5.3 液压缸主要几何尺寸的 计算	43-228
1.5.4 BM 型齿轮马达	43-142	2.5.4 液压缸结构参数的计算	43-229
1.6 叶片马达产品	43-143	2.5.5 液压缸的联接计算	43-233
1.6.1 YM-F-E 型叶片马达	43-143	2.5.6 活塞杆稳定性验算	43-236
1.6.2 M 型叶片马达	43-144	2.5.7 液压缸的缓冲计算	43-241
1.6.3 YM 型叶片泵马达	43-148	2.6 液压缸试验方法	43-242
1.7 柱塞马达产品	43-150	第 7 章 液压控制阀	
1.7.1 1JMD 型径向柱塞马达	43-150	1 液压控制阀的结构原理与应用	43-244
1.7.2 NJM 型柱塞马达	43-151	1.1 压力控制阀的结构原理与应用	43-244
1.7.3 QJM 型径向球塞马达	43-154	1.1.1 溢流阀	43-244
1.7.4 XM 型柱塞马达	43-160		
1.7.5 SXM 型柱塞马达	43-165		
1.8 摆动液压马达产品	43-167		
1.8.1 YMD 型单叶片摆动马达	43-167		
1.8.2 YMS 型双叶片摆动马达	43-168		

1.1.2 减压阀	43-245	4.3.4 延时阀	43-344
1.1.3 顺序阀	43-247	4.4 分流-集流阀	43-344
1.1.4 DA/DAW 型先导式卸 荷阀	43-249	4.4.1 FJL、FL、FDL 型分流 -集流阀	43-344
1.1.5 FD 型平衡阀	43-250	4.4.2 3FL、3FLK 型分流-集 流阀	43-345
1.1.6 压力继电器	43-252	5 方向控制阀的规格和性能	43-346
1.2 流量控制阀的结构原理与 应用	43-253	5.1 单向阀	43-346
1.2.1 节流阀和单向节流阀	43-253	5.2 液控单向阀	43-349
1.2.2 调速阀和单向调速阀	43-254	5.3 电磁换向阀	43-352
1.2.3 分流阀	43-256	5.3.1 WE 型电磁换向阀	43-352
1.3 方向控制阀的结构原理与 应用	43-258	5.3.2 SE 型球形电磁换向阀	43-373
1.3.1 单向阀和液控单向阀	43-258	5.4 电液换向阀	43-377
1.3.2 电磁换向阀	43-259	5.5 手动换向阀	43-391
1.3.3 电液换向阀	43-264	5.6 多路换向阀	43-398
1.3.4 手动换向阀	43-267	5.6.1 ZS 型多路换向阀	43-398
1.3.5 多路换向阀	43-268	5.6.2 Z 型多路换向阀	43-401
2 液压控制阀产品汇总表	43-272	6 榆茨油研、威格士与力士乐系列安 装尺寸对照表	43-406
3 压力控制阀的规格和性能	43-275	7 叠加阀	43-409
3.1 溢流阀	43-275	7.1 叠加式压力阀	43-409
3.1.1 DBD 型直动式溢流阀	43-275	7.1.1 叠加式溢流阀	43-409
3.1.2 DB/DBW 型先导式溢 流阀	43-281	7.1.2 叠加式减压阀	43-417
3.2 DR 型先导式减压阀	43-288	7.2 叠加方向阀	43-426
3.3 DZ 型先导式顺序阀	43-295	7.2.1 叠加单向阀	43-426
3.4 DA/DAW 型先导式卸荷阀	43-299	7.2.2 叠加式液控单向阀	43-430
3.5 FD 型平衡阀	43-305	7.3 叠加式流量阀	43-437
3.6 压力继电器	43-311	7.4 通道块及安装用螺栓	43-450
3.6.1 HED1 型压力继电器	43-311	7.4.1 力士乐、油研系列叠加阀通 道块	43-450
3.6.2 HED2 型压力继电器	43-316	7.4.2 高强度螺栓、螺帽	43-451
3.6.3 HED3 型压力继电器	43-320	8 插装阀	43-451
3.6.4 HED4 型压力继电器	43-324	8.1 插装阀的工作原理及特点	43-451
4 流量控制阀的规格性能	43-329	8.2 插装阀各种功能单元与普通液压 控制阀的比较	43-456
4.1 节流阀和单向节流阀	43-329	8.3 插装阀系列 I	43-456
4.1.1 MK 型单向节流阀	43-329	8.3.1 插入元件	43-456
4.1.2 F 型精密节流阀	43-330	8.3.2 控制盖板	43-457
4.2 调速阀	43-332	8.3.3 通道块	43-462
4.2.1 2FRM 型调速阀	43-332	8.3.4 集成阀块	43-463
4.2.2 MSA 型调速阀	43-337	8.4 插装阀系列 II	43-465
4.2.3 2FRW 型电磁调速阀	43-338		
4.2.4 Z4S 型流向调整板	43-340		
4.3 行程控制阀	43-342		
4.3.1 CDF 型单向行程节流阀	43-342		
4.3.2 LCI 型单向行程节流阀	43-344		
4.3.3 QCI 型单向行程调速阀	43-344		
		第 8 章 液压辅件	
		1 蓄能器	43-473
		1.1 蓄能器的种类及特点	43-473
		1.2 蓄能器在系统中的应用	43-474

[illegible]

第9章 液压泵站、油箱、管路及管件

1	液压泵站	43—579
1.1	概述	43—579
1.2	液压泵站的结构形式	43—579
1.3	典型液压站产品	43—579
1.3.1	YZ 系列液压站	43—579
1.3.2	TND360-2 型液压站	43—579
1.3.3	SYZ 系列液压站	43—579