



成大先 主编

机械设计手册

HANDBOOK
OF MECHANICAL
DESIGN

第五版



轴及其连接



化学工业出版社

机械设计手册

HANDBOOK
OF MECHANICAL
DESIGN

第五版

单行本

轴及其连接

主编单位 中国有色工程设计研究总院

主 编 成大先

副 主 编 王德夫 姬奎生 韩学铨

姜 勇 李长顺 王雄耀

虞培清

TH122-62

C675-4.05



化学工业出版社

· 北 京 ·

《机械设计手册》第五版单行本共 16 分册, 涵盖了机械常规设计的所有内容。各分册分别为: 《常用设计资料》、《机械制图·精度设计》、《常用机械工程材料》、《机构》、《连接与紧固》、《轴及其连接》、《轴承》、《起重运输件·五金件》、《润滑与密封》、《弹簧》、《机械传动》、《减(变)速器·电机与电器》、《机械振动·机架设计》、《液压传动》、《液压控制》、《气压传动》。

本书为《轴及其连接》。其中第 1 章为轴和软轴, 主要介绍轴的材料、结构设计、强度计算、刚度校核、临界转速校核等, 以及软轴的组成、规格、结构设计等; 第 2 章为联轴器, 主要介绍各种联轴器类型、特点、选用、性能参数和尺寸等; 第 3 章为离合器, 主要介绍常用离合器的型式、特点、计算和选用、性能参数和尺寸等; 第 4 章为制动器, 主要介绍常用制动器的类型、特点、计算和选用、性能参数和尺寸等。

本书可作为机械设计人员和有关工程技术人员工具书, 也可供高等院校有关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械设计手册 (第五版): 单行本. 轴及其连接/成大先主编. —北京: 化学工业出版社, 2010. 1
ISBN 978-7-122-07139-2

I. 机… II. 成… III. ①机械设计-技术手册②轴及其连接-技术手册 IV. ①TH122-62②TH131-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 213107 号

责任编辑: 周国庆 张兴辉 王 烨 贾 娜 文字编辑: 闫 敏 张燕文
责任校对: 李 林 王素芹 装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 刷: 大厂聚鑫印刷有限责任公司
装 订: 三河市万龙印装有限公司
787mm × 1092mm 1/16 印张 26 1/4 字数 923 千字 2010 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 45.00 元
京化广临字 2009—28 号

版权所有 违者必究

《机械设计手册》(第五版)单行本

出版说明

国内第一部机械设计大型工具书——《机械设计手册》第一版于1969年由化学工业出版社正式出版,40年来,共修订了五版,累计销售量超过120万套,受到广大读者的欢迎和厚爱,也多次获得国家和省部级奖励。

《机械设计手册》自出版以来,收到读者数千封来信,赢得了广大机械设计工作者的好评。特别是手册推荐了许多实用的新技术、新产品、新材料和新工艺,扩大了相应产品的品种和规格范围,内容齐全,实用、可靠,成为设计工作者不可缺少的工具书。

广大读者在对《机械设计手册》给予充分肯定的同时,也指出了《机械设计手册》装帧太厚、太重,不便携带和翻阅,希望出版篇幅小些的单行本,建议将《机械设计手册》以篇为单位改编为单行本。

根据广大读者的反映和建议,化学工业出版社组织编辑出版人员深入设计科研院所、大中专院校、制造企业和有一定影响的新华书店进行调研,广泛征求和听取各方面的意见,在与主编单位协商一致的基础上,于2004年以《机械设计手册》第四版为基础,编辑出版了《机械设计手册》单行本,并在出版后很快得到了读者的认可。

而今,《机械设计手册》第五版(5卷本)已于去年修订完毕上市发行,第五版在提高产品开发、创新设计方面,在促进新产品设计和加工制造的新工艺设计方面,在为新产品开发、老产品改造创新提供新型元器件和新材料方面,在贯彻推广标准化工作等方面,都较第四版有很大改进。为使更多的读者可按自己的需要,有针对性地选用《机械设计手册》第五版中的部分内容,并降低购书费用,化学工业出版社在汲取《机械设计手册》第四版单行本成功经验的基础上,隆重推出《机械设计手册》第五版单行本。

《机械设计手册》第五版单行本,保留了《机械设计手册》第五版(5卷本)的优势和特色,从设计工作的实际出发,结合机械设计专业具体情况,将原来的5卷23篇调整为16分册20篇,分别为:《常用设计资料》、《机械制图·精度设计》、《常用机械工程材料》、《机构》、《连接与紧固》、《轴及其连接》、《轴承》、《起重运输件·五金件》、《润滑与密封》、《弹簧》、《机械传动》、《减(变)速器·电机与电器》、《机械振动·机架设计》、《液压传动》、《液压控制》、《气压传动》。这样,各分册篇幅适中,查阅和携带更加方便,有利于设计人员和读者根据各自需要灵活选购。

《机械设计手册》第五版单行本,是为了适应机械设计事业发展和广大读者的需要而编辑出版的,将与《机械设计手册》第五版(5卷本)一起,成为机械设计工作者、工程技术人员和广大读者的良师益友。

借《机械设计手册》第五版单行本出版之际，再次向热情支持和积极参加编写工作的单位和人员表示诚挚的敬意！向长期关心、支持《机械设计手册》的广大热心读者表示衷心感谢！

由于编辑出版单行本的工作量较大，时间较紧，难免存在疏漏和缺点，恳请广大读者给予指正。

化学工业出版社

2010 年 1 月



第五版前言

《机械设计手册》自 1969 年第一版出版发行以来,已经修订至第五版,累计销售量超过 120 万套,成为新中国成立以来,在国内影响力最强、销售量最大的机械设计工具书。作为国家级的重点科技图书,《机械设计手册》多次获得国家和省部级奖励。其中,1978 年获全国科学大会科技成果奖,1983 年获化工部优秀科技图书奖,1995 年获全国优秀科技图书二等奖,1999 年获全国化工科技进步二等奖,2002 年获石油和化学工业优秀科技图书一等奖,2003 年获中国石油和化学工业科技进步二等奖。1986~2002 年,连续被评为全国优秀畅销书。

与时俱进、开拓创新,实现实用性、可靠性和创新性的最佳结合,协助广大机械设计人员开发出更好更新的产品,适应市场和生产需要,提高市场竞争力和国际竞争力,这是《机械设计手册》一贯坚持、不懈努力的最高宗旨。

《机械设计手册》第四版出版发行至今已有 6 年多的时间,在这期间,我们进行了广泛的调查研究,多次邀请了机械方面的专家、学者座谈,倾听他们对第五版修订的建议,并深入设计院所、工厂和矿山的第一线,向广大设计工作者了解《手册》的应用情况和意见,及时发现、收集生产实践中出现的新经验和新问题,多方位、多渠道跟踪、收集国内外涌现出来的新技术、新产品,改进和丰富《手册》的内容,使《手册》更具鲜活力,以最大限度地快速提高广大机械设计人员自主创新的能力,适应建设创新型国家的需要。

《手册》第五版的具体修订情况如下。

一、在提高产品开发、创新设计方面

1. 开辟了“塑料制品与塑料注射成型模具设计”篇:介绍了塑料产品和模具设计的相关基础资料、注塑成型的常见缺陷和对策。

2. 机械传动部分:增加了点线啮合传动设计;增加了符合 ISO 国际最新标准的渐开线圆柱齿轮的设计;补充并完善了非零变位锥齿轮设计;对多点啮合柔性传动的柔性支撑做了重新分类;增加了塑料齿轮设计。

3. “气压传动”篇全面更新:强调更新、更全、更实用,尽可能把当今国际上已有的新技术、新产品反映出来。汇集的新技术、新产品有:用于抓取和卸放的模块化导向驱动器、气动肌肉、高速阀、阀岛、气动比例伺服阀、压电比例阀、气动软停止、气动的比例气爪、双倍行程无杆气缸、无接触真空吸盘、智能三联件等。第一次把气动驱动器分成两大类型,即普通类气缸和导向驱动装置。普通类气缸实质上是不带导向机构的传统气缸及新型开发的各种气缸,如低摩擦气缸、低速气缸、耐高温气缸、不含铜和四氟乙烯的气缸等。所谓导向驱动装置是让读者根据产品技术参数直接选用,不必再另行设计导轨系统。它将成为今后的发展趋势,强调模块化,即插即用。另外还增补了与气动应用密切相关的其他行业标准、技术的基础性介绍,如气动技术中静电的产生与防止、各国对净化车间压缩空气的分类等级标准;气动元件的防爆等级分类;食品行业对设备气动元件等的卫生要求;在电子行业不含铜和四氟乙烯产品等。

4. 收集了钢丝绳振动的分析资料。

二、在促进新产品设计和加工制造的新工艺设计方面

1. 进一步扩充了表面技术,在介绍多种单一表面技术基础上又新增了复合表面技术的基本原理、适用场合、选用原则和应用实例等内容。

2. 推荐了快速原型制造技术。该技术解决了单件或小批量铸件的制造问题,大大缩短了产品的设计开发周期,可以预见,它必将受到普遍的重视,得到迅速的发展。

3. 节能的形变热处理。如铸造余热淬火,它是利用锻造的余热淬火,既节省了热处理的重新加热,而且得到了较好的力学性能的组合,使淬火钢的强度和冲击值同时提高。

三、为新产品开发、老产品改造创新,提供新型元器件和新材料方面

1. 左右螺纹防松螺栓:生产实践证明防松效果良好,而且结构简单,操作方便,是防松设计的一种新的、好的设计思路。

2. 集成式新型零部件:包括一些新型的联轴器、离合器、制动器、带减速器的电机等,这种集成式零部件增加了产品功能,减少了零件数,既节材又省工。

3. 节能产品:介绍了节能电机。

4. 新型材料:在零部件设计工艺性部分和材料篇分别阐述了“蠕墨铸铁”和“镁合金”的工艺特性和主要技术参数。“蠕墨铸铁”具有介于灰铸铁和球墨铸铁之间的良好性能。其抗拉强度、屈服强度高于高强度灰铸铁,而低于球墨铸铁,热传导性、耐热疲劳性、切削加工性和减振性又近似于一般灰铸铁;它的疲劳极限和冲击韧度虽不如球墨铸铁,但明显优于灰铸铁;它的铸造性能接近于灰铸铁,制造工艺简单,成品率高,因而具有广泛的条件,如:(1)由于强度高,对于断面的敏感性小,铸造性好,因而可用来制造复杂的大型零件;(2)由于具有较高的力学性能,并具有较好的导热性,因而常用来制造在热交换以及有较大温度梯度下工作的零件,如汽车制动盘、钢锭模等;(3)由于强度较高、致密性好,可用来代替孕育铸铁件,不仅节约了废钢,减轻了铸件重量(碳当量较高,强度却比灰铸铁高),而且成品率也大幅度提高,特别是铸件气密性增加,特别适用于液压件的生产等。“镁合金”的主要特点是密度低、比刚度和比强度高。铸造镁合金还有高的减振性,因此能承受较大的冲击振动载荷,而且在受冲击及摩擦时不会起火花。镁的体积热容比其他所有金属都低,因此,镁及其合金的另一个主要特性是加热升温与散热降温都比其他金属快;所有金属成形工艺一般都可以用于镁合金的成形加工,其中,压铸(高压铸造)工艺最为常用,镁压铸件精度高、组织细小、均匀、致密,具有良好的性能,因此,镁合金广泛应用于航天、航空、交通运输、计算机、通信器材和消费类电子产品、纺织和印刷等工业。镁合金由于它的优良的力学性能、物理性能等以及材料回收率高,符合环保要求,被称为 21 世纪最具开发应用前景的“绿色材料”。

四、在贯彻推广标准化工作方面

1. 所有产品、材料和工艺方面的标准均全部采用 2006 年和 2007 年公布的最新标准资料。

2. 在产品设计资料的编写方面,对许多生产厂家(如气动产品厂家)进行了标准化工作的调查研究,将标准化好的产品作为入选首要条件。应广大读者的要求,在介绍产品时,在备注中增加了产品生产厂名。由于市场经济的实际变化较快,读者必须结合当时的实际情况,进一步作深入调查,了解产品实际生产品种、规格及尺寸,以及产品质量和用户的实际反映,再作选择。

借《机械设计手册》第五版出版之际,再次向参加每版编写的单位和个人表示衷心的感谢!同时也感谢给我们提供大力支持和热忱帮助的单位 and 各界朋友们!特别感谢长沙有色冶金设计研究院的袁学敏、刘金庭、陈雨田,武汉钢铁设计研究总院的刘美珑、刘翔等同志给我们提供帮助!

由于水平有限,调研工作不够全面,修订中难免存在疏漏和不足,恳请广大读者继续给予批评指正。

主 编

欢迎订阅化工版机械设计类图书

《机械工程师设计手册》电子版

498 元

《机械工程师设计手册》电子版是以现行的设计手册为基础,参考了最新的国家标准、部颁标准及行业标准,采用先进的数字存储、检索技术而开发的综合性机械设计资料查询软件,具有内容丰富、查询快捷、携带方便、更新及时、中文界面、易学易用等特点。

《机械工程师设计手册》软件版

29800 元

《机械工程师设计手册》软件版是为了满足制造业信息化过程中对专业技术的高水准要求而开发的大型、综合性工程软件。本软件包括了传统机械设计工具书的内容,同时补充了大量的机械相关数据;提供了丰富的工程图库;还提供了专业的工程计算;此外,本软件中添加了众多知名企业的产品样本及 CAD 图形。

书 名	定 价
机械设计手册 (第 1 卷) (第五版)	130.00
机械设计手册 (第 2 卷) (第五版)	130.00
机械设计手册 (第 3 卷) (第五版)	130.00
机械设计手册 (第 4 卷) (第五版)	130.00
机械设计手册 (第 5 卷) (第五版)	138.00
齿轮传动设计手册	140.00
带传动与链传动设计手册	39.00
现代机床夹具设计	49.00
图解机械制造专业英语	58.00
机械设计课程设计图册	28.00
机床夹具设计实例教程	36.00
机械设计计算手册	40.00
产品设计实用基础	25.00
冲压模具简明设计手册 (第二版)	88.00
机械绘图与识图 300 例	28.00
机械制造专业毕业设计指导与范例	24.00
实用机械设计编程及实例——Visual Basic 6.0 程序设计	48.00
锻造模具简明设计手册	55.00
管路附件设计选用手册	150.00
机械动态仿真与工程分析——Pro/ENGINEER Wildfire 工程应用 (附光盘)	48.00
机械无级变速器设计与选用指南	38.00
挤压模具简明设计手册	33.00
联轴器、离合器设计与选用指南	45.00
联轴器选用手册	72.00

以上图书由化学工业出版社 机械·电气分社出版。如要以上图书的内容简介和详细目录,或者更多的专业图书信息,请登录 www.cip.com.cn。如要出版新著,请与编辑联系。

地址:北京市东城区青年湖南街 13 号 (100011)

购书咨询:010-64518888 (传真:010-64519686)

编辑:010-64519276 邮箱:jiana@cip.com.cn

目 录

第 6 篇 轴及其连接

第 1 章 轴和软轴 6-3

- 1 轴 6-3
 - 1.1 轴的分类 6-3
 - 1.2 轴的设计 6-3
 - 1.3 轴的常用材料 6-3
 - 1.4 轴的结构设计 6-6
 - 1.4.1 零件在轴上的定位与固定 6-7
 - 1.4.2 提高轴疲劳强度的结构措施 6-10
 - 1.4.3 轴颈及轴伸结构 6-10
 - 1.4.4 轴的结构示例 6-18
 - 1.5 轴的强度计算 6-19
 - 1.5.1 按扭转强度或刚度计算 6-19
 - 1.5.2 按弯扭合成强度计算 6-20
 - 1.5.3 精确强度校核计算 6-21
 - 1.6 轴的刚度校核 6-28
 - 1.6.1 轴的扭转刚度 6-28
 - 1.6.2 轴的弯曲刚度 6-28
 - 1.7 轴的临界转速校核 6-31
 - 1.7.1 不带圆盘的均匀质量轴的临界转速 6-31
 - 1.7.2 带圆盘的轴的临界转速 6-32
 - 1.7.3 轴的临界转速计算举例 6-33
 - 1.7.4 光轴的一阶临界转速计算 6-34
 - 1.8 轴的工作图及设计计算举例 6-35
- 2 软轴 6-40
 - 2.1 软轴的结构组成和规格 6-41
 - 2.1.1 软轴 6-41
 - 2.1.2 软管 6-41

- 2.1.3 软轴接头 6-43
- 2.1.4 软管接头 6-43
- 2.2 常用软轴的典型结构 6-44
- 2.3 防逆转装置 6-45
- 2.4 软轴的选择 6-46

第 2 章 联轴器 6-47

- 1 联轴器的分类、特点及应用 6-47
- 2 机械式联轴器选用计算 (摘自 JB/T 7511—1994) 6-55
- 3 联轴器的性能、参数及尺寸 6-58
 - 3.1 联轴器轴孔和连接型式及尺寸 (摘自 GB/T 3852—1997) 6-58
 - 3.1.1 圆柱形轴孔和键槽型式及尺寸 6-58
 - 3.1.2 圆锥形轴孔和键槽型式及尺寸 6-61
 - 3.1.3 其他连接型式 6-63
 - 3.2 刚性联轴器 6-64
 - 3.2.1 凸缘联轴器 (摘自 GB/T 5843—2003) 6-64
 - 3.2.2 ZZ1 胀套式刚性联轴器 6-66
 - 3.3 鼓形齿式联轴器 6-67
 - 3.3.1 GCLD 型鼓形齿式联轴器 (摘自 JB/T 8854.1—2001) 6-67
 - 3.3.2 GⅡCL 型、GⅡCLZ 型鼓形齿式联轴器 (摘自 JB/T 8854.2—2001) 6-70
 - 3.3.3 GCLD 型、GⅡCL 型和 GⅡCLZ 型联轴器的选用及许用

补偿量	6-79	3.7.5 膜片联轴器许用补偿量	6-116
3.3.4 联轴器的转矩计算	6-80	3.7.6 膜片联轴器的选用计算	6-117
3.4 TGL 尼龙内齿圈鼓形齿式联轴器 (摘自 JB/T 5514—2007)	6-82	3.8 蛇形弹簧联轴器 (摘自 JB/T 8869—2000)	6-117
3.5 滚子链联轴器 (摘自 GB/T 6069—2002)	6-85	3.8.1 JS 型—罩壳径向安装型 (基本型) 联轴器	6-117
3.6 十字轴式万向联轴器	6-87	3.8.2 JSB 型—罩壳轴向安装型 联轴器	6-119
3.6.1 SWC 型整体叉头十字轴式万向 联轴器 (摘自 JB/T 5513—2006)	6-87	3.8.3 JSS 型—双法兰连接型 联轴器	6-120
BH、WH 型联轴器	6-87	3.8.4 JSD 型—单法兰连接型 联轴器	6-122
BF、WF、WD 型联轴器	6-89	3.8.5 JSJ 型—接中间轴型 联轴器	6-125
DH 型联轴器	6-92	3.8.6 JSJ 型中间轴长度的校核 ..	6-125
CH 型联轴器	6-93	3.8.7 JSG 型—高速型联轴器	6-126
SWC 型万向联轴器与相配件的连接 尺寸及螺栓预紧力矩	6-94	3.8.8 JSZ 型—带制动轮型 联轴器	6-127
SWC 型万向联轴器的布置与选用 计算	6-95	3.8.9 JSP 型—带制动盘型 联轴器	6-129
3.6.2 SWP 型剖分轴承座十字轴式 万向联轴器 (摘自 JB/T 3241—2005)	6-97	3.8.10 JSA 型—安全型联轴器	6-130
A 型、B 型、C 型、D 型、E 型、 F 型联轴器	6-97	3.8.11 联轴器许用补偿量及主要 零件材料	6-132
G 型—有伸缩超短型联轴器	6-101	3.9 梅花形弹性联轴器 (摘自 GB/T 5272—2002)	6-133
ZG 型—正装贯通型、FG—反装贯 通型联轴器	6-102	3.9.1 LM 型—基本型、LMD 型—单 法兰型、LMS 型—双法兰型 联轴器	6-133
SWP 型万向联轴器的连接及螺栓 预紧力矩	6-104	3.9.2 LMZ-I 型分体式制动轮、 LMZ-II 型整体式制动轮 联轴器	6-136
SWP 型万向联轴器的选用计算	6-104	3.9.3 梅花联轴器的许用补偿量 ..	6-139
3.7 膜片联轴器 (摘自 JB/T 9147—1999)	6-106	3.10 弹性套柱销联轴器 (摘自 GB/T 4323—2002)	6-139
3.7.1 JM I 型—带沉孔基本型联轴器 的基本参数和主要尺寸	6-106	3.10.1 LT 型—基本型联轴器	6-139
3.7.2 JM I J 型—带沉孔接中间轴型 联轴器的基本参数和主要 尺寸	6-108	3.10.2 LTZ 型—带制动轮 联轴器	6-141
3.7.3 JM II 型—无沉孔基本型联轴 器的基本参数和主要尺寸 ..	6-110	3.10.3 弹性套柱销联轴器的许用 补偿量	6-142
3.7.4 JM II J 型—无沉孔接中间轴型 联轴器的基本参数和主要 尺寸	6-113	3.11 弹性柱销齿式联轴器 (摘自 GB/T 5015—2003)	6-142

3.11.1	LZ 型联轴器	6-142
3.11.2	LZD 型锥形轴孔联轴器	6-145
3.11.3	LZJ 型接中间轴联轴器	6-146
3.11.4	LZZ 型带制动轮联轴器	6-148
3.11.5	弹性柱销齿式联轴器的许用 补偿量	6-150
3.12	轮胎式联轴器 (摘自 GB/T 5844—2002)	6-150
3.12.1	UL 型联轴器	6-150
3.12.2	轮胎式联轴器许用 补偿量	6-152
3.13	弹性块联轴器 (摘自 JB/T 9148—1999)	6-152
3.13.1	LK 型—基本型、LKA 型—安 全销型联轴器	6-153
3.13.2	弹性块联轴器许用 补偿量	6-155
3.14	新型梅花联轴器	6-156
3.14.1	LMX 型梅花联轴器	6-156
3.14.2	LMX-Z 胀套式梅花 联轴器	6-157
3.14.3	LMX-F 法兰式梅花 联轴器	6-158
3.15	链轮摩擦式安全联轴器	6-159
3.16	GZ1-C 型钢球安全联轴器	6-160
4	液力偶合器	6-161
4.1	分类及其结构特点	6-162
4.2	传动原理	6-162
4.3	基本关系和特性	6-163
4.4	设计原始参数及其分析	6-167
4.5	流道选型设计	6-169
4.6	轴向推力计算	6-172
4.7	叶轮断面设计与强度计算	6-174
4.8	结构设计	6-176
4.9	偶合器的典型产品及其选择	6-177
4.10	带偶合器传动系统启动特性 计算	6-207
4.11	传动系统采用偶合器的节能 计算	6-210
4.12	发热与散热计算	6-214
4.13	试验	6-216

第3章 离合器 6-217

1	常用离合器的型式、特点及应用	6-217
2	离合器的选用与计算	6-221
2.1	离合器的型式与结构选择	6-221
2.2	离合器的选用计算	6-221
3	嵌合式离合器	6-222
3.1	牙嵌离合器	6-223
3.1.1	牙嵌离合器的牙型、特点与 使用条件	6-223
3.1.2	牙嵌离合器的材料与许用 应力	6-224
3.1.3	牙嵌离合器的计算	6-225
3.1.4	牙嵌离合器尺寸的标注 示例	6-226
3.1.5	牙嵌离合器的结构尺寸	6-227
3.2	齿式离合器	6-229
3.3	转键离合器	6-230
4	摩擦离合器	6-231
4.1	摩擦离合器的型式、特点及 应用	6-231
4.2	摩擦元件的材料、性能及适用 范围	6-232
4.3	摩擦盘的型式与特点	6-233
4.4	摩擦离合器的计算	6-235
4.5	摩擦离合器的摩擦功和发热量 计算	6-238
4.6	摩擦离合器的磨损和寿命	6-239
4.7	摩擦离合器的润滑和冷却	6-239
4.7.1	湿式摩擦离合器润滑油的 选择	6-239
4.7.2	湿式摩擦离合器的润滑 方式	6-240
4.8	摩擦离合器结构尺寸	6-240
5	电磁离合器	6-241
5.1	电磁离合器的型式、特点与 应用	6-242
5.2	电磁离合器的动作过程	6-243
5.3	电磁离合器的选用计算	6-244
5.4	电磁离合器及电磁离合制动器 产品	6-245

5.4.1 摩擦式电磁离合器产品	6-245	(摘自 JB/T 5987—1992) ...	6-300
5.4.2 牙嵌式电磁离合器产品	6-256	10 超越离合器	6-304
5.4.3 电磁离合制动器产品	6-258	10.1 超越离合器的特点、型式及 应用	6-304
6 磁粉离合器	6-265	10.2 超越离合器主要零件的材料和 热处理	6-306
6.1 磁粉离合器的原理及特性	6-265	10.3 超越离合器材料的许用接触 应力	6-307
6.2 磁粉离合器的选用计算	6-266	10.4 超越离合器的计算	6-307
6.3 磁粉离合器的基本性能参数 (摘自 JB/T 5988—1992)	6-267	10.5 超越离合器的结构尺寸和性能 参数	6-309
6.4 磁粉离合器产品	6-268	10.6 超越离合器产品	6-311
7 液压离合器	6-270	11 安全离合器	6-323
7.1 液压离合器的特点、型式与 应用	6-270	11.1 安全离合器的型式与特点	6-323
7.2 液压离合器的计算	6-271	11.2 安全离合器的计算	6-324
7.3 活塞式多盘液压离合器的性能及 主要尺寸	6-272	11.3 安全离合器结构尺寸 (参考)	6-326
8 气压离合器	6-273	11.4 安全离合器产品	6-329
8.1 气压离合器的特点、型式与 应用	6-273	第4章 制动器	6-337
8.2 气压离合器的计算	6-275	1 制动机的功能、分类、特点及应用	6-337
8.3 气压离合器的结构尺寸	6-276	2 制动器的选择与设计	6-338
8.4 QPL 型气动盘式离合器	6-279	2.1 制动器的选择与设计步骤	6-338
8.5 气压离合器的接合元件产品	6-281	2.2 制动转矩的确定	6-339
9 离心离合器	6-285	2.3 制动器的发热验算	6-341
9.1 离心离合器的特点、型式与 应用	6-286	2.3.1 热平衡通式	6-341
9.2 离心离合器的计算	6-287	2.3.2 提升设备和平移机构制动器 的发热量	6-342
9.3 离心离合器的结构尺寸	6-289	2.4 摩擦材料	6-342
9.3.1 AS 系列钢砂式离心离合器 (安全联轴器) (摘自 JB/T 5986—1992)	6-289	3 瓦块式制动器	6-344
9.3.2 ASD 系列 V 带轮钢砂式离心 离合器 (安全联轴器) (摘自 JB/T 5986—1992)	6-291	3.1 瓦块式制动器的分类、特点和 应用	6-344
9.3.3 AQ 系列钢球式离心离合器 (节能安全联轴器) (摘自 JB/T 5987—1992)	6-292	3.2 块式制动器的设计计算	6-344
9.3.4 AQZ 系列带制动轮钢球式离心 离合器 (节能安全联轴器) (摘自 JB/T 5987—1992) ...	6-296	3.2.1 弹簧紧闸长行程块式 制动器	6-344
9.3.5 AQD 系列 V 带轮钢球式离心 离合器 (节能安全联轴器)		3.2.2 弹簧紧闸短行程块式 制动器	6-347
		3.3 常用块式制动器的主要性能与 尺寸	6-348
		3.3.1 电力液压块式制动器	6-348
		3.3.2 多功能块式制动器	6-355

3.3.3	电力液压推动器	6-358
3.3.4	电磁块式制动器	6-362
3.3.5	制动轮 (摘自 JB/ZQ 4389—1997)	6-368
4	带式制动器	6-369
4.1	普通型带式制动器	6-369
4.1.1	普通型带式制动器结构	6-369
4.1.2	普通型带式制动器的计算	6-370
4.2	短行程带式制动器	6-372
4.2.1	短行程带式制动器结构	6-372
4.2.2	短行程带式制动器计算	6-373
5	盘式制动器	6-374
5.1	盘式制动器的结构及应用	6-374
5.1.1	点盘式制动器结构及产品	6-374
5.1.2	全盘式制动器结构及产品	6-381
5.1.3	锥盘式制动器结构及产品	6-384
5.2	盘式制动器的设计计算	6-384
6	其他制动器	6-385

6.1	磁粉制动器	6-385
6.1.1	磁粉制动器的结构及工作 原理	6-385
6.1.2	磁粉制动器的性能参数及 产品尺寸	6-386
6.2	电磁制动器和电磁离合制动器 ...	6-391
6.2.1	简介	6-391
6.2.2	电磁制动器产品	6-392
6.3	人力操纵制动器	6-395
6.4	QGZ-P 型惯性常闭 (盘式) 制动器 (摘自 Q / OKQH001—2001)	6-397
6.4.1	使用范围及特点	6-397
6.4.2	工作原理	6-397
6.4.3	安装尺寸、性能参数与产品 标记	6-398

参考文献 6-401



第 6 篇 轴及其连接



主要撰稿 王孝先 王淑兰 林基明
王德夫 童祖楹

审 稿 王德夫 孙永旭

第1章 轴和软轴

1 轴

轴是重要的机械零件之一。许多零件（如齿轮、带轮等）都需装在轴上并和轴一起在轴承的支承下绕轴心线回转，传递转矩，它们共同组成一个轴系。这些装在轴上的零部件与轴的设计有关。所以，在轴的设计中，不能只考虑轴本身，还必须和装在轴上的零部件一起考虑。

1.1 轴的分类

按轴受载情况分为：

- ① 转轴 支承传动零件又传递动力，即同时承受扭矩和弯矩。
- ② 心轴 只支承回转零件而不传递动力，即只承受弯矩。心轴又分为固定心轴（工作时轴不转动）和转动心轴（工作时轴转动）。
- ③ 传动轴 主要起传递动力作用，即主要承受扭矩。

按结构形状分为：光轴和阶梯轴；实心轴和空心轴。按几何轴线形状分为：直轴、曲轴和钢丝软轴。

1.2 轴的设计

轴的设计包括轴的结构设计和轴的计算。轴的计算包括轴的强度计算、轴的刚度计算和轴的临界转速计算。

轴设计的原则是，在满足结构要求和强度、刚度要求的条件下，设计出尺寸小、重量轻、安全可靠，工艺上经济合理，又便于维护检修的轴。

轴的设计程序如下。

- ① 根据机械传动方案的整体布局，确定轴上零、部件的布置和装配方案；
- ② 选择轴的材料；
- ③ 在力的作用点及支点间跨距尚不能精确确定的情况下，按纯扭工况初步估算轴的直径；
- ④ 进行轴的结构设计（轴肩、键槽、圆角等）；
- ⑤ 根据轴的受载情况及使用工况，进行轴的强度计算、刚度计算；
- ⑥ 必要时进行轴强度的精确校核计算；
- ⑦ 对于转速较高、跨度较大、外伸端较长的轴要进行临界转速计算；
- ⑧ 如果计算结果不能满足强度、刚度等要求时，必须采取措施修改轴的设计；
- ⑨ 绘制轴的工作图。

1.3 轴的常用材料

（1）轴毛坯的选择

对于光轴或轴段直径变化不大的轴、不太重要的轴，可选用轧材圆棒做轴的毛坯，有条件的可直接用冷拔圆

钢；对于重要的轴、受载较大的轴、直径变化较大的阶梯轴，一般采用锻坯；对于形状复杂的轴可用铸造毛坯。

(2) 根据使用条件选用轴的材质

多数轴既承受转矩又承受弯矩，多处于变应力条件下工作，因此轴的材料应具有较好的强度和韧性，用于滑动轴承时，还要具有较好的耐磨性。

轴的常用材料见表 6-1-1。其中优质碳素结构钢使用广泛，45 钢最为常用，它调质后具有优良的综合力学性能。不太重要的轴也可用 Q235、Q275 等普通碳素结构钢。高速、重载的轴、受力较大而要求尺寸小的轴以及有特殊要求的轴，要用合金结构钢，如铬钢、铬镍钢、硅锰钢及硼钢等。合金钢对应力集中的敏感性高，所以采用合金钢的轴的结构形状应尽量减少应力集中源，并要求表面粗糙度值低。

对于形状复杂的轴，如汽车、拖拉机的轴类零件可用铸造方法，常用的铸材有球墨铸铁、稀土-镁球墨铸铁等，由于其强度较高、冲击韧度较好，具有减摩、吸振和对应力集中敏感性小、价廉等优点，在机械行业应用日趋增多。

在高温和腐蚀条件下工作的轴，应用耐热钢和不锈钢，常用的如 1Cr18Ni9Ti。

(3) 用热处理和表面处理工艺提高材料的力学性能

轴类零件的热处理工艺和表面处理工艺详见本手册第 1 卷第 1 篇第 6 章。本章表 6-1-2、表 6-1-3 的内容可供参考。

冷作硬化是一种机械表面处理工艺，也可以用来改善轴的表面质量，提高疲劳强度，其方法有喷丸和滚压等。喷丸表面产生薄层塑性变形和残余压缩应力，能消除微裂纹和其他加工方法造成的残余应力，多用于热处理或锻压后不需要精加工的表面。滚压使表面产生薄层塑性变形，并大大降低表面粗糙度，硬化表层，也能消除微裂纹，使表面产生残余压缩应力。

表 6-1-1

轴的常用材料及其主要力学性能

材料牌号	热处理	毛坯直径 /mm	硬度 HB	抗拉强度 $R_m(\sigma_b)$	屈服点 σ_s	弯曲疲 劳极限 σ_{-1}	扭转疲 劳极限 τ_{-1}	备 注
MPa 不小于								
Q235, Q235F				440	240	180	105	用于不重要或载 荷不大的轴
20	正火	25	≤ 156	420	250	180	100	用于载荷不大,要 求韧性较高的轴
	正火	≤ 100		400	220	165	95	
		> 100 ~ 300		380	200	155	90	
		> 300 ~ 500	103 ~ 156	370	190	150	85	
	回火	> 500 ~ 700		360	180	145	80	
35	正火	25	≤ 187	540	320	230	130	应用较广泛
		≤ 100		520	270	210	120	
	正火	> 100 ~ 300	149 ~ 187	500	260	205	115	
		> 300 ~ 500	143 ~ 187	480	240	190	110	
	回火	> 500 ~ 750	137 ~ 187	460	230	185	105	
		> 750 ~ 1000		440	220	175	100	
	调质	≤ 100	156 ~ 207	560	300	230	130	
45		> 100 ~ 300		540	280	220	125	应用最广泛
	正火	25	≤ 241	610	360	260	150	
		≤ 100	170 ~ 217	600	300	240	140	
	正火	> 100 ~ 300	162 ~ 217	580	290	235	135	
		> 300 ~ 500		560	280	225	130	
	回火	> 500 ~ 750	156 ~ 217	540	270	215	125	
40Cr	调质	≤ 200	217 ~ 255	650	360	270	155	用于载荷较大,而 无很大冲击的重要 轴
		25		1000	800	485	280	
		≤ 100	241 ~ 286	750	550	350	200	
		> 100 ~ 300	229 ~ 269	700	500	320	185	
		> 300 ~ 500		650	450	295	170	
		> 500 ~ 800	217 ~ 255	600	350	255	145	