

秦大同 谢里阳 主编

MODERN
HANDBOOK
MECHANICAL
DESIGN

现代 机械设计手册

单行本

零部件结构与禁忌



化学工业出版社

秦大同 谢里阳 主编

MODERN
HANDBOOK
MECHANICAL
DESIGN

现代 机械设计手册

单行本

零部件结构与禁忌



化学工业出版社

· 北 京 ·

《现代机械设计手册》单行本共 16 个分册,涵盖了机械常规设计的所有内容。各分册分别为:《机械制图及精度设计》、《零部件结构设计与禁忌》、《常用机械工程材料》、《连接件与紧固件》、《轴及其连接件设计》、《轴承》、《机架、导轨及机械振动设计》、《弹簧设计》、《机构设计》、《机械传动设计》、《润滑与密封设计》、《液力传动设计》、《液压传动与控制设计》、《气压传动与控制设计》、《机电系统设计》、《疲劳强度与可靠性设计》。

本书为《零部件结构设计与禁忌》,主要介绍了零件结构设计的基本要求和内容、铸件结构设计工艺性、锻压件结构设计工艺性、冲压件结构设计工艺性、切削件结构设计工艺性、热处理零件设计的工艺性要求、其他材料零件及焊接件的结构设计工艺性、零部件设计的装配与维修工艺性要求、连接零部件设计禁忌、传动零部件设计禁忌、轴系零部件设计禁忌等。本书可作为机械设计人员和有关工程技术人员的工具书,也可供高等院校有关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

零部件结构设计与禁忌/秦大同,谢里阳主编. —北京:
化学工业出版社, 2013. 3
(现代机械设计手册: 单行本)
ISBN 978-7-122-16337-0

I. ①零… II. ①秦… ②谢… III. ①机械元件-结构设计-技术手册 IV. ①TH13-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 009488 号

责任编辑: 张兴辉 王 烨 贾 娜
责任校对: 关雅君

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: 北京永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 26¼ 字数 810 千字 2013 年 3 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: 48.00 元

版权所有 违者必究

《现代机械设计手册》单行本出版说明

《现代机械设计手册》是化学工业出版社顺应现代机械设计时代发展要求而精心策划的大型出版项目，旨在将传统设计和现代设计有机结合，即结构设计、传动设计和控制设计有机融合，力求体现“内容权威、凸显现代、实用可靠、简明便查”的特色。

《现代机械设计手册》自2011年3月出版以来，赢得了广大机械设计工作者的青睐和好评，荣获2011年全国优秀畅销书和2012年中国机械工业科学技术奖。广大读者在给予《现代机械设计手册》充分肯定的同时，也指出了《现代机械设计手册》装帧厚重，不便携带和翻阅。为了给读者提供篇幅较小、便携便查、定价低廉、针对性更强的实用性工具书，根据读者的反映和建议，我们在深入调研的基础上，推出《现代机械设计手册》单行本。

单行本保留了《现代机械设计手册》的优势和特色，结合机械设计人员工作细分的实际状况，从设计工作的实际出发，将原来的6卷33篇进行合并、删减，重新整合为16个分册，分别为：《机械制图及精度设计》、《零部件结构设计及禁忌》、《常用机械工程材料》、《连接件与紧固件》、《轴及其连接件设计》、《轴承》、《机架、导轨及机械振动设计》、《弹簧设计》、《机构设计》、《机械传动设计》、《润滑与密封设计》、《液力传动设计》、《液压传动与控制设计》、《气压传动与控制设计》、《机电系统设计》、《疲劳强度与可靠性设计》。

《现代机械设计手册》单行本，是为了适应机械设计行业发展和广大读者的需要而编辑出版的，将与《现代机械设计手册》（6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。

化学工业出版社

振兴装备制造业是中国由机械制造大国走向机械制造强国的必由之路。近年来，在国家大力发展装备制造业的政策号召和驱使下，我国的机械工业获得了巨大的发展，自主创新的能力不断加强，一批高技术、高性能、高精尖的现代化装备不断涌现，各种新材料、新工艺、新结构、新产品、新方法、新技术不断产生、发展并投入实际应用，大大提升了我国机械设计与制造的技术水平和国际竞争力。

但是，总体来看，我国的装备制造业仍处于较低的水平，距离世界发达国家还有很大的差距。机械设计是装备制造的龙头，是装备制造过程中的核心环节，因此全面提升我国机械设计人员的设计能力和技术水平非常关键。近年来，各种先进技术在机械行业的应用和发展，正在使机械设计的传统内涵发生巨大变化，这就给广大机械设计人员提出了更高的要求：一方面，当前先进的、现代化的机械装备都是机、电、液、光等技术的有机结合体，尤其是控制技术、信息技术、网络技术的发展和运用，使得设备越来越智能化、现代化，这已经成为现代机械设计的发展方向 and 趋势，如何实现这些技术的有机融合将至关重要；另一方面，各种现代的机械设计方法，已经突破前些年的理论研究阶段，正逐步应用于设计、生产实际，越来越发挥其重要的作用；还有，随着计算机硬件性能和软件水平的持续提高，计算机技术已全面深入地渗透到机械领域，各种设计技术、计算技术、设计工具在机械设计与制造中的广泛应用，使得设计人员的创造性思维得到前所未有的解放，设计手段极大丰富。

伴随着这些变化，传统的机械设计资料、机械设计工具书已逐渐呈现出诸多不足，不能完全满足新时期机械设计人员的实际工作需要。针对这种情况，化学工业出版社顺应时代发展的要求，在对高等院校、科研院所、制造企业的科研工作者和机械设计人员进行广泛调研的基础上，邀请众多国内机械设计界的知名专家合力编写了一套全新的、符合现代机械设计潮流的大型工具书——《现代机械设计手册》，这是一项与时俱进、有重大意义的创新工程，对推动我国机械设计技术的发展将发挥重要的作用。因其在机械设计领域重要的科学价值、实用价值和现实意义，《现代机械设计手册》荣获 2009 年国家出版基金资助。

化学工业出版社在机械设计大型工具书的出版方面历史悠久、经验丰富，深得广大机械设计人员和工程技术人员的信赖。为了扎实、高效地进行《现代机械设计手册》编写和出版工作，化学工业出版社组织召开了多次编写和审稿工作会议，充分考虑读者在手册使用上的特点和需求，确定了手册的整体构架、篇目设置、编写原则和风格，针对编写大纲进行了充分细致的研讨，对书稿内容的编、审工作进行了细致周密的安排，确保了整部手册的内容质量和工作进度。

《现代机械设计手册》的定位不同于一般技术手册，更不同于一般学习型的技术图书，



它是一部合理收集取舍、科学编排通用机械设计常用资料，符合现代机械设计潮流的综合性手册。具体来说，有以下六大特色。

1. 权威性 ★★★★★

《现代机械设计手册》阵容强大，编、审人员大都来自于设计、生产、教学和科研第一线，具有深厚的理论功底、丰富的设计实践经验。他们中很多人都是所属领域的知名专家，在业内有广泛的影响力和知名度，获得过多项科技进步奖、发明奖和技术专利，承担了许多机械领域国家重要的科研和攻关项目。这支专业、权威的编审队伍确保了手册准确、实用的内容质量。

2. 现代感 ★★★★★

追求现代感，体现现代机械设计气氛，满足时代的要求，是《现代机械设计手册》的基本宗旨。“现代”二字主要体现在：新标准、新技术、新结构、新工艺、新产品、现代的设计理念、现代的设计方法和现代的设计手段等几个方面。在体现现代元素的同时，也不是一味求新，而是收录目前已经普遍得到大家公认的、成熟的、实用的技术、方法、结构和产品。《现代机械设计手册》注意传统设计与现代设计的融合，注重机、电设计的有机结合，注重实用性的同时兼顾最新的研究应用成果。

在新技术方面，许多零部件的设计内容都兼顾了当前高新技术装备的设计，例如第13篇“带、链传动”介绍了金属带等新型的传动方式，第14篇“齿轮传动”收录了新型锥齿轮、塑料齿轮的设计和应用，第8篇“滑动轴承”收录了气体润滑轴承、箔片轴承、电磁轴承等新型轴承的设计和应用，第4篇“机械工程材料”收录了复合材料等目前已广泛应用的一些新型工程材料。

在现代设计手段的应用方面，例如机械零部件设计部分，注重现代设计方法（例如有限元分析、可靠性设计等）在机械零部件设计中的应用，并给出了相应的设计实例；第11篇“机构”篇中，平面机构的运动分析通过计算机编程来实现，并提供了相应的程序代码，大大提高了分析的准确性和设计效率；在产品的设计和选择方面，推荐了应用广泛的、节能的、可靠的产品。

在贯彻新标准方面，收录并合理编排了目前最新颁布的国家和行业标准。

3. 实用性 ★★★★★

即选编机械设计人员实际需要的内容。手册内容的选定、深度的把握、资料的取舍和章节的编排，都坚持从设计和生产的实际需要出发。例如第5卷机电控制设计中，完全站在机械设计人员的角度来写——注重产品如何选用，摒弃了控制的基本原理，突出机电系



统设计,控制元器件、传感器、电动机部分注重介绍主流产品的技术参数、性能、应用场合、选用原则,并给出了相应的设计选用实例;第6卷现代机械设计方法中摒弃或简化了繁琐的数学推导,突出了最终的计算结果,结合具体的算例将设计方法通俗地呈现出来,便于读者理解和掌握。

为方便广大读者的使用和查阅,手册在具体内容的表述上,采用以图表为主的编写风格。这样既增加了手册的信息容量,更重要的是方便了读者的使用和查阅,有利于提高设计人员的工作效率和设计速度。

4. 通用性 ★★★★★

本手册以通用的机械零部件和控制元器件设计、选用内容为主,不包括具体的专业机械设计的内容。主要包括机械设计基础资料、机械通用零部件设计、机械传动系统设计、液力液压和气压传动系统设计与控制、机构设计、机架设计、机械振动设计、光机电一体化系统设计以及控制设计等,能够满足各类机械设计人员的工作需求。

5. 准确性 ★★★★★

本手册尽量采用原始资料,公式、图表、数据准确,方法、工艺、技术成熟。所有产品、材料和工艺方面的标准均采用最新公布的标准资料,对于标准规范的编写,手册没有简单地照抄照搬,而是采取选用、摘录、合理编排的方式,强调其科学性和准确性,尽量避免差错和谬误。所有设计方法、计算公式、参数选用均经过长期检验,设计实例、各种算例均来自工程实际。手册中收录通用性强的、标准化程度高的产品,供设计人员在了解企业实际生产品种、规格尺寸、技术参数,以及产品质量和用户的实际反映后选用。

6. 全面性 ★★★★★

本手册一方面根据机械设计人员的需要,按照“基本、常用、重要、发展”的原则选取内容;另一方面兼顾了制造企业和大型设计院两大群体的设计特点,即制造企业侧重基础性的设计内容,而大型的设计院、工程公司侧重于产品的选用。本手册强调产品设计与工艺技术的紧密结合,倡导结构设计与造型设计的有机统一,重视工艺技术与选用材料的合理搭配,使产品设计更加全面和可行。

三年多来,经过广大编审人员和出版社的不懈努力,《现代机械设计手册》将以崭新的风貌和鲜明的时代气息展现在广大机械设计工作者面前。值此出版之际,谨向所有给过我们大力支持的单位和各界朋友们表示衷心的感谢!

主编

上篇 零件结构设计

第 1 章 零件结构设计的基本要求和内容

1.1 机械零件结构设计的基本要求	3
1.1.1 功能使用要求	3
1.1.2 零件结构设计工艺性要求	3
1.1.3 其他要求	3
1.2 结构设计的内容	3
1.2.1 满足功能要求的结构设计	3
1.2.1.1 利用功能面的结构设计	3
1.2.1.2 利用自由度分析法的零件结构设计	3
1.2.1.3 功能面法结构设计示例	6
1.2.1.4 自由度法结构分析及示例	8
1.2.1.5 现代机械结构及功能分析示例	9
1.2.2 满足工作能力要求的结构设计	12
1.2.2.1 提高强度和刚度的结构设计	12
1.2.2.2 提高耐磨性的结构设计	19
1.2.2.3 提高精度的结构设计	22
1.2.2.4 考虑发热、噪声、腐蚀等问题的结构设计	25
2.3.1 铸件壁厚	47
2.3.2 加强肋	47
2.3.3 壁的连接与过渡	49
2.3.4 孔边凸台、内腔、铸孔	53
2.3.5 铸件尺寸公差	55
2.4 特种铸造对铸件结构设计工艺性的要求	56
2.4.1 压力铸件的结构工艺性	56
2.4.2 熔模铸件的结构特点	57
2.4.3 金属型铸件的结构特点	59
2.5 组合铸件结构	59
2.6 铸件缺陷与改进措施	62
2.7 铸造技术发展趋势及现代精确铸造技术	71

第 3 章 锻压件结构设计工艺性

3.1 锻造方法与金属的可锻性	81
3.1.1 各种锻造方法及其特点	81
3.1.2 金属材料的可锻性	83
3.2 锻造方法对锻件结构设计工艺性的要求	84
3.2.1 自由锻件的结构设计工艺性	84
3.2.2 模锻件的结构设计工艺性	86
3.2.2.1 模锻件的结构要素	87
3.2.2.2 锻件尺寸标注及其测量法	90
3.3 模锻件结构设计的注意事项	90

第 4 章 冲压件结构设计工艺性

2.1 常用铸造金属材料和铸造方法	29
2.1.1 常用铸造金属材料的铸造性和铸件的结构特点	29
2.1.2 常用铸造方法的特点和应用范围	30
2.2 铸件结构设计工艺性的要求	32
2.2.1 简化铸造工艺	32
2.2.2 提高铸造性能	39
2.2.3 受力合理	43
2.2.4 便于切削加工	44
2.2.5 组合铸件	46
2.3 对铸造结构要素的具体尺寸要求	47
4.1 冲压方法和冲压材料的选用	95
4.1.1 冲压的基本工序	95
4.1.2 冲压材料的选用	97
4.2 冲压件结构设计的基本参数	98
4.2.1 冲裁件	98

4.2.2 弯曲件	101
4.2.3 拉伸件	103
4.2.4 成形件	104
4.3 冲压件的尺寸和角度、形状和位置的 相关公差与极限偏差	107
4.4 冲压件结构设计的注意事项	112

第 5 章 切削件结构加工工艺性

5.1 金属材料的切削加工性	117
5.2 切削件结构加工工艺性	119
5.2.1 保证加工质量	119
5.2.2 减少切削加工量	125
5.2.3 提高加工效率	125
5.2.4 减少生产准备和辅助工时	132
5.2.5 结构的精度设计及尺寸标注符合 加工能力和工艺性要求	140
5.3 金属切削件结构设计中的常用标准	147
5.3.1 标准尺寸	147
5.3.2 圆锥的锥度与锥角系列	148
5.3.3 棱体的角度与斜度	149
5.3.4 中心孔	150
5.3.5 零件倒圆与倒角	151
5.3.6 球面半径	152
5.3.7 滚花	152
5.3.8 砂轮越程槽	153
5.3.9 刨切、插、珩磨越程槽	154
5.3.10 退刀槽	154
5.3.11 插齿、滚齿退刀槽	156
5.3.12 T 形槽	157
5.3.13 燕尾槽	159
5.3.14 润滑槽	159
5.3.15 锯缝尺寸	160
5.3.16 弧形槽端部半径	160
5.3.17 普通螺纹收尾、肩距、退刀槽和 倒角	161
5.3.18 紧固件用孔	163
5.4 切削件结构工艺性设计注意事项	165

第 6 章 热处理零件设计的工艺性要求

6.1 零件热处理方法的选择	169
6.1.1 退火与正火	169
6.1.2 淬火与回火	170
6.1.3 表面淬火	170
6.1.4 钢的化学热处理	170

6.2 影响热处理零件结构加工工艺性的 因素	174
6.2.1 零件材料的热处理性能	174
6.2.2 零件的几何形状、尺寸大小和表面 质量	175
6.3 对零件的热处理要求的表达	175
6.3.1 在工作图上应标明的热处理 要求	175
6.3.2 金属热处理工艺分类及代号	176
6.4 热处理零件结构设计的注意事项	177
6.4.1 防止热处理零件开裂的注意 事项	177
6.4.2 防止热处理零件变形的注意 事项	180
6.4.3 防止热处理零件硬度不均的 注意事项	182
6.5 几类典型零件的热处理实例	184

第 7 章 其他材料零件及焊接件的 结构加工工艺性

7.1 粉末冶金件结构加工工艺性	191
7.1.1 粉末冶金材料的分类和选用	191
7.1.2 传统粉末冶金零件制造工艺	191
7.1.3 可以压制成形的粉末冶金零件 结构	195
7.1.4 需要机械加工辅助成形的粉末 冶金零件结构	196
7.1.5 粉末冶金零件结构设计的基本参数	196
7.1.6 粉末冶金零件的形位公差及标注	198
7.1.7 粉末冶金零件结构设计的注意 事项	200
7.2 工程塑料件结构加工工艺性	202
7.2.1 工程塑料的选用	202
7.2.2 工程塑料件的制造方法	202
7.2.3 工程塑料零件设计的基本参数	204
7.2.4 工程塑料零件结构设计的注意事项	206
7.3 橡胶件结构设计的工艺性	208
7.3.1 橡胶件材料的选用	208
7.3.2 橡胶件结构与参数	208
7.3.3 橡胶件的精度	210
7.3.4 胶辊尺寸公差	213
7.3.5 橡胶制品的尺寸测量	216
7.4 焊接件结构加工工艺性	216
7.4.1 常用金属的焊接性	216
7.4.2 焊接方法及适用范围	218

7.4.3	焊接接头的形式	222
7.4.4	焊接坡口的基本形式与尺寸	223
7.4.5	焊接件结构的设计原则和注意 事项	238
7.4.6	焊接件的几何尺寸与形状公差	241

第 8 章 零部件设计的装配与 维修工艺性要求

8.1	一般装配对零部件结构设计工艺性的 要求	242
8.1.1	组成单独的部件或装配单元	242
8.1.2	结合工艺特点考虑结构的合理性	243

8.1.3	便于装配操作	244
8.1.4	便于拆卸和维修	246
8.2	零部件的维修工艺性要求	249
8.2.1	保证拆卸的方便性	249
8.2.2	考虑零件磨损后修复的可能性和 方便性	249
8.2.3	减少机器的停工维修时间	250
8.3	过盈配合结构的装配工艺性	251
8.4	自动装配对零部件结构设计的要求	253

参考文献	258
------------	-----

下篇 机械零部件设计禁忌

第 1 章 连接零部件设计禁忌

1.1	螺纹连接	261
1.1.1	螺纹类型选择禁忌	261
1.1.2	螺纹连接类型选用禁忌	262
1.1.3	螺栓组连接的受力分析禁忌	264
1.1.4	螺纹连接的结构设计禁忌	265
1.1.5	提高螺栓连接强度、刚度设计 禁忌	270
1.1.6	螺纹连接的防松方法设计禁忌	272
1.2	键连接	273
1.2.1	平键连接设计禁忌	273
1.2.2	斜键与半圆键设计禁忌	275
1.3	花键连接	276
1.4	销连接	277
1.5	过盈连接	279
1.6	焊接	283
1.7	胶接	290
1.8	铆接	293

第 2 章 传动零部件设计禁忌

2.1	带传动	295
2.1.1	带传动形式选择禁忌	295
2.1.2	带轮结构设计技巧与禁忌	296
2.1.2.1	平带传动的小带轮结构设计 技巧与禁忌	296
2.1.2.2	V 带轮结构设计技巧与禁忌	296
2.1.2.3	同步带轮结构设计技巧	

与禁忌	297
2.1.3 带传动设计技巧与禁忌	297
2.1.4 带传动张紧设计技巧与禁忌	299
2.1.4.1 使用张紧轮的张紧装置	300
2.1.4.2 定期张紧装置长外伸轴 的支承	301
2.1.4.3 自动张紧装置	301
2.1.4.4 带传动支承装置要便于 更换带	301
2.2 链传动	302
2.2.1 滚子链和链轮结构设计禁忌	302
2.2.2 链传动设计禁忌	302
2.2.3 链传动的布置、张紧和润滑禁忌	304
2.3 齿轮传动	306
2.3.1 齿轮机构中应注意的问题与禁忌	306
2.3.2 齿轮传动的失效形式及设计准则 中应注意的问题与禁忌	307
2.3.3 降低载荷系数的措施与禁忌	308
2.3.3.1 减小动载系数 K_v 的措施	308
2.3.3.2 减小齿间载荷分配系数 K_a 的措施	309
2.3.3.3 减小齿向载荷分布系数 K_β 的措施与禁忌	309
2.3.4 齿轮传动的强度计算应注意的 问题与禁忌	310
2.3.5 齿轮结构设计禁忌	312
2.3.5.1 从齿轮受力合理性考虑齿轮 结构的设计禁忌	312
2.3.5.2 从齿轮制造工艺性考虑齿轮 结构的设计禁忌	317

2.3.6	齿轮传动的润滑技巧与禁忌	319
2.4	蜗杆传动	321
2.4.1	蜗杆传动设计技巧与禁忌	321
2.4.2	蜗杆传动的润滑及散热技巧与禁忌	324
2.5	滑动螺旋传动	326
2.5.1	螺旋传动材料选择禁忌	326
2.5.2	滑动螺旋传动设计计算技巧与禁忌	327
2.5.3	螺旋千斤顶结构设计技巧与禁忌	327
2.6	减速器	328
2.6.1	常用减速器形式选择禁忌	328
2.6.1.1	两级展开式圆柱齿轮减速器形式选择禁忌	328
2.6.1.2	分流式两级圆柱齿轮减速器形式选择禁忌	329
2.6.1.3	同轴式二级圆柱齿轮减速器选型分析	331
2.6.1.4	圆锥-圆柱齿轮减速器形式选择及禁忌	331
2.6.1.5	蜗杆减速器选型分析对比	332
2.6.1.6	蜗杆-齿轮减速器选型分析对比	332
2.6.2	减速器传动比分配禁忌	333
2.6.2.1	尽量使传动装置外廓尺寸紧凑或重量较小	333
2.6.2.2	尽量使各级大齿轮浸油深度合理	333
2.6.2.3	使各级传动承载能力近于相等的传动比分配原则	334
2.6.2.4	禁忌各传动件彼此之间发生干涉碰撞	334
2.6.2.5	提高传动精度的传动比分配原则	335
2.6.3	减速器的箱体结构设计禁忌	336
2.6.3.1	保证箱体刚度的结构禁忌	336
2.6.3.2	箱体结构要具有良好的工艺性	337
2.6.4	减速器的润滑设计禁忌	339
2.6.4.1	油池深度的设计禁忌	339
2.6.4.2	输油沟与轴承盖导油孔的设计禁忌	340
2.6.4.3	油面指示装置设计	341
2.6.5	减速器分箱面结构设计禁忌	342
2.6.6	窥视孔与通气器的结构设计禁忌	343
2.6.7	起吊装置的设计禁忌	344

2.6.8	放油装置的设计禁忌	344
-------	-----------	-----

第3章 轴系零部件设计禁忌

3.1	轴	346
3.1.1	轴的强度计算禁忌	346
3.1.1.1	轴上传动零件作用力方向判断禁忌	346
3.1.1.2	传动零件作用力所处平面判断禁忌	347
3.1.1.3	弯矩图绘制禁忌	348
3.1.1.4	转矩图绘制禁忌	351
3.1.2	轴的结构设计禁忌	351
3.1.2.1	符合力学要求的轴上零件布置禁忌	352
3.1.2.2	合理的轴上零件装配方案禁忌	353
3.1.2.3	轴上零件的定位与固定禁忌	354
3.1.2.4	轴的结构工艺性设计禁忌	358
3.1.2.5	提高轴的疲劳强度措施及禁忌	360
3.1.2.6	空心轴的结构设计及禁忌	361
3.1.3	轴的刚度计算及相关结构禁忌	362
3.1.3.1	轴的刚度计算	362
3.1.3.2	轴的刚度与轴上零件布置设计禁忌	363
3.1.3.3	轴的刚度与轴上零件结构设计禁忌	365
3.2	滑动轴承	365
3.2.1	滑动轴承支撑结构设计禁忌	365
3.2.2	滑动轴承的固定禁忌	367
3.2.3	滑动轴承的安装与拆卸禁忌	368
3.2.4	滑动轴承的调整禁忌	370
3.2.5	滑动轴承的供油禁忌	371
3.2.5.1	滑动轴承油孔的设计禁忌	371
3.2.5.2	滑动轴承油沟的设计禁忌	372
3.2.5.3	滑动轴承油路的设计禁忌	373
3.2.6	防止滑动轴承阶梯磨损禁忌	374
3.3	滚动轴承	375
3.3.1	滚动轴承类型选择禁忌	375
3.3.1.1	滚动轴承类型选择应考虑受力合理	375
3.3.1.2	轴系刚性 with 轴承类型选择禁忌	377
3.3.1.3	高转速条件下滚动轴承类型选择禁忌	378

3.3.2 滚动轴承承载能力计算禁忌 378

3.3.2.1 滚动轴承轴向载荷计算禁忌 ... 378

3.3.2.2 滚动轴承径向载荷计算禁忌 ... 381

3.3.2.3 滚动轴承当量动载荷计算
禁忌 382

3.3.2.4 滚动轴承承载能力计算禁忌 ... 382

3.3.3 滚动轴承轴系支承固定形式设计
禁忌 383

3.3.4 滚动轴承的配置设计禁忌 385

3.3.4.1 角接触轴承正装与反装的
性能对比 385

3.3.4.2 轴承配置对提高轴系旋转精度
的设计禁忌 386

3.3.5 滚动轴承对轴上零件位置的调整

设计禁忌 388

3.3.6 滚动轴承的配合禁忌 388

3.3.7 滚动轴承的装配禁忌 389

3.3.8 滚动轴承的拆卸禁忌 392

3.3.9 滚动轴承的润滑禁忌 393

3.3.10 滚动轴承的密封禁忌 394

3.4 联轴器与离合器 397

3.4.1 联轴器类型选择禁忌 397

3.4.2 联轴器位置设计禁忌 399

3.4.3 联轴器结构设计禁忌 400

3.4.4 离合器设计禁忌 402

参考文献 405

上 篇

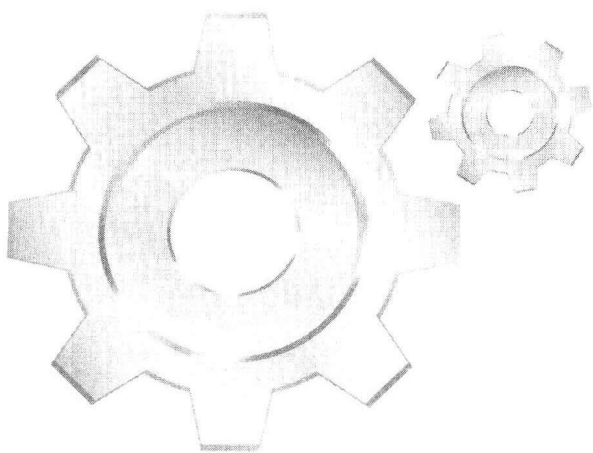
零件结构设计



篇 主 编 翟文杰

撰 稿 翟文杰

审 稿 王连明



第1章 零件结构设计的基本要求和内容

机械零件结构设计包括选择零件的毛坯及其制造方法、材料和热处理,确定零件形状、尺寸、公差、配合和技术条件等。结构设计应满足的要求包括功能及使用要求、加工及装配工艺性要求、人机学及环保、经济性等要求。本篇首先对满足机械零件的基本功能及使用要求的结构设计内容进行概述,然后在后续各章中着重对机械零件在不同加工工艺中的结构设计、结构要素和注意事项予以说明。

1.1 机械零件结构设计的基本要求

1.1.1 功能使用要求

设计机械或零件必须首先满足其功能和使用要求。机械的功能要求,如运动范围和形式要求、速度大小和载荷传递等都是由具体零件实现的。除传动要求外,机械零件还需要有承载、固定、连接等功能;零件结构设计应满足强度、刚度、精度、耐磨性及防腐蚀等使用要求。

1.1.2 零件结构设计工艺性要求

零件结构设计工艺性指在机械结构设计中要综合考虑制造、装配、维修和热处理等各种工艺、技术问题,使之体现于结构设计中。结构设计工艺性问题存在于零部件生产过程的各个阶段,要结合生产批量、制造条件和新的工艺技术的发展来进行设计,目标是在保证功能使用要求的前提下,采用较经济的工艺方法,保质、保量地制造出零件。

一般地,机械零件结构的工艺性要求包括:

- ① 加工工艺性要求;
- ② 装配工艺性要求;
- ③ 维修工艺性要求;
- ④ 热处理工艺性要求。

1.1.3 其他要求

机械零件结构设计的其他要求还包括:运输要求、人机学要求、环保与经济性要求。运输要求指零件结构便于吊装和有利于普通交通工具运输。人机学要求指零件结构美观,符合宜人性要求,操作舒适安全。环保要求指减少对环境危害,零件可回收再利用。

经济性主要取于选材和零件结构设计工艺性环节。设计时要合理选择零件材料,要考虑材料的力学

性能是否适应零件的工作条件和加工工艺,合理地确定零件尺寸和满足工艺要求的结构,尽量简化结构形状,增加相同形状和元素的数量并注意减少零件的机械加工量,合理地规定制造精度等级和技术条件,尽可能采用标准件、通用件。

1.2 结构设计的内容

机械结构设计任务是按照所确定的原理方案绘出全部结构图,作为生产依据制造出可实现要求功能的产品。结构设计可分为机器的总体结构设计和零部件结构设计。机械零件结构设计包括选择零件的毛坯及其制造方法、材料和热处理,确定零件形状、尺寸、公差、配合和技术条件等,并体现于零件图中。

1.2.1 满足功能要求的结构设计

1.2.1.1 利用功能面的结构设计

实现零件功能的结构方案是多种多样的,其中功能面分析法是机械零部件结构设计中常用的方法。机械零件的结构设计就是将原理设计方案具体化,即构造一个能够满足功能要求的三维实体零部件。构造零件三维实体,需先根据原理方案规定各功能面,由功能面构造零件。

功能面是机械中相邻零件的作用表面,例如齿轮间的啮合面、轮毂与轴的配合表面、V带传动的V带与轮槽的作用表面、键连接的工作表面等。零件的基本形状或其功能面要素是与其功能要求相对应的。表1-1列出了零件的基本形状及功能的对应关系。功能面可用形状、尺寸、数量、位置、排列顺序和不同功能面的连接等参数来描述,改变功能面的参数即可获得多种零件结构和组合变化(参见表1-2)。

1.2.1.2 利用自由度分析法的零件结构设计

运动副零件结构设计还常采用自由度分析法。因按机械系统的总体要求,每个零件都应具有一定的位置或运动规律,设计时应保证各零件的自由度。表1-3是常见的两零件间的连接形式和自由度的关系。其中自由度简图示意给出了接触零件间的六个自由度的情况。三个坐标轴方向的柱线反映三个方向上的移动自由情况;坐标轴端部的圆圈表示绕各轴线的转动情况;柱线或圆圈涂黑表示该自由度丧失;柱线一半涂黑表示沿该方向可以一边移动。

表 1-1

常用零件的基本形状及其功能

形状类别名称		形状图例	功 能
各种形状面	外表面(平面、圆柱面、圆锥面)		用于装饰等辅助功能
	接触面(平面、圆柱面、圆锥面)		用于配合、安装等
	滑动面(圆柱面、平面)		用于支承或导向
各种孔	圆周排列孔		用于安装、紧固、定位
	直线排列孔		用于安装、紧固、定位
	不通孔		用于定位或安装
	台阶孔		用于定位或安装
各种沟槽	导向及传递转矩槽		用于导向、传递转矩
	密封圈		用于密封圈的安装
	导向及紧固槽		用于导向、紧固或安装定位
	安装、定位槽		用于安装、定位
倒角	内外倒斜角		使零件易于插入、安装,也为了保护安装面及操作安全
	内外倒圆角		用于防止应力集中,增加强度

续表

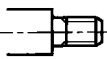
形状类别名称		形状图例	功 能
螺 纹	不完全螺纹	 不完全螺纹 标准六角头螺栓 螺纹孔	用于不需将螺纹部分完全拧入,方便加工,增加强度
	完全螺纹	 开退刀槽所形成 板上螺纹孔 镗削孔 退刀槽	用于必须将螺纹完全拧入,端面需接触

表 1-2 利用功能面和形态变换的方法制定结构方案

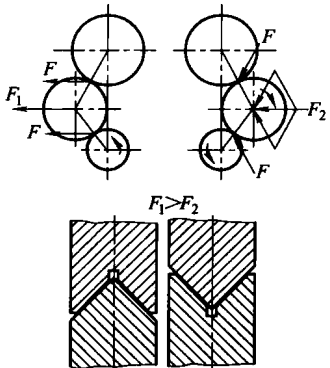
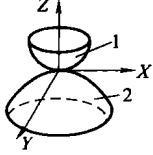
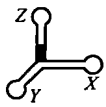
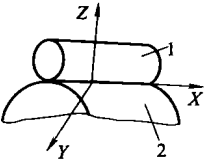
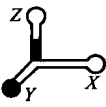
方法名称	要 点	实 例	例 图
形状变换	改变零件的形状,特别是零件表面的形状	1. 直齿齿轮改为斜齿 2. 轴与轴毂的配合用键、过盈配合或锥面	
位置变换	改变零件或其局部形状的相互位置	1. 改变中间齿轮位置,可以使其轴所受的力减小 2. V 形滑动导轨,下方为凸形,上方为凹形,调换位置后,可以改善导轨的润滑	
数目变换	变换零件数目或有关几何形状的数目	1. 改变螺钉头作用面数目,使其各适用于不同场合 2. 单键改为双键或花键	
尺寸变换	改变零件或表面的尺寸,使之增大或减小	改变齿轮模数、轴直径、螺钉直径等	

表 1-3 两零件间的连接形式和自由度

序号	连接形式简图	连接情况	零件 1 自由度简图	简单说明
1		一点连接		零件 1 与零件 2 在一点相切,零件 1 有: 2+0.5 个移动自由度 3 个转动自由度
2		线连接		零件 1 与零件 2 沿一条直线接触,零件 1 有: 2+0.5 个移动自由度 2 个转动自由度