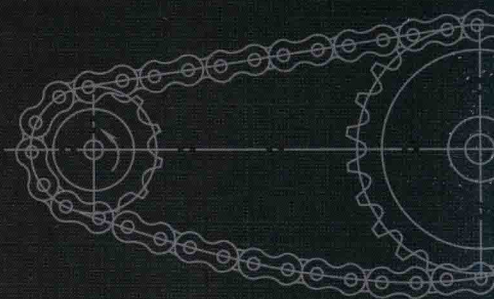




上千幅图例详解机械零部件、机构设计要点与禁忌

JIXIE SHEJI JINJI YU TULI

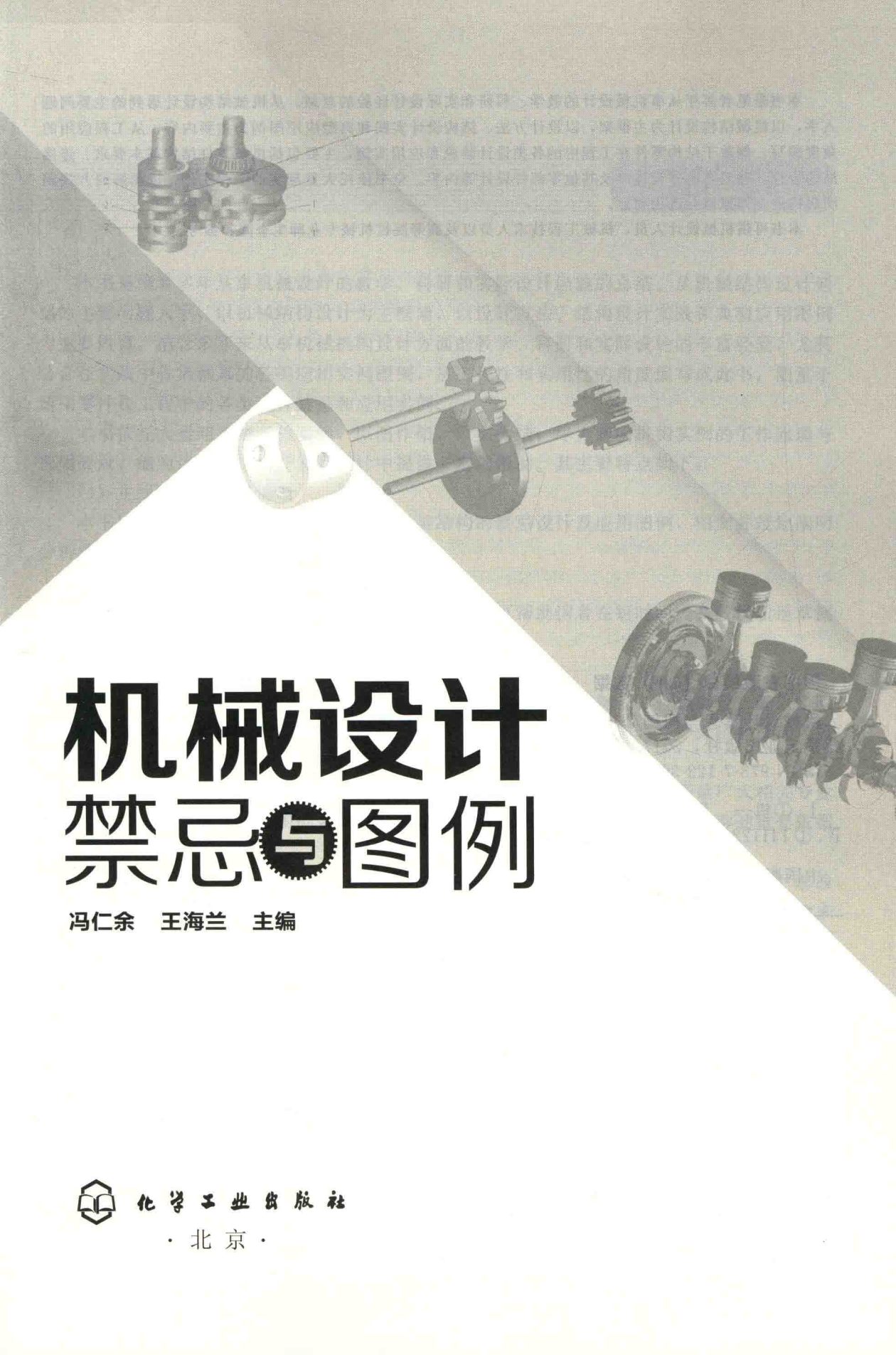


机械设计 禁忌与图例

冯仁余 王海兰 主编



化学工业出版社



机械设计 禁忌与图例

冯仁余 王海兰 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是笔者多年从事机械设计的教学、科研和实际设计经验的总结。从机械结构设计遇到的主要问题入手,以机械结构设计为主框架,以设计方法、结构设计实践和典型应用图例为主要内容,从工程应用的角度编写,侧重于结构零件在工程中的各类设计禁忌和应用实例,主要包括机械零件结构基本要求、连接结构设计、轴系零部件设计以及其他零部件设计等内容。全书依托大量翔实的工程实例,以图解的方式阐明机构的工作原理与选用要点。

本书可供机械设计人员、机械工程技术人员以及高等院校机械专业师生查阅和参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计禁忌与图例/冯仁余,王海兰主编. —北京:
化学工业出版社, 2017. 11
ISBN 978-7-122-30568-8

I. ①机… II. ①冯… ②王… III. ①机械设计
IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 216055 号

责任编辑: 张兴辉

文字编辑: 陈 喆

责任校对: 边 涛

装帧设计: 王晓宇

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: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 17 1/4 字数 395 千字 2018 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: 89.00 元

版权所有 违者必究

前言

本书是笔者多年从事机械设计的教学、科研和实际设计经验的总结。从机械结构设计遇到的主要问题入手,以机械结构设计为主框架,以设计方法、结构设计实践和典型应用图例为主要内容,结合多年来从事机械机构设计方面的教学、科研和实际设计的丰富经验,尤其结合在实践中收集积累的各类应用实例图例,从工程性和实用性的角度编写成此书,侧重于结构零件在工程中的各类设计禁忌和应用实例。

本书依托大量翔实的工程实例,以图作架,以文为结,尽力阐明机构实例的工作原理与选用要点,能为读者在机构开发和设计中提供一定的帮助。其主要特点如下:

(1) 主线明确,辅线清晰

本书以结构→零件为主线,涵盖机械各类结构的禁忌设计及应用图例,图文并茂地阐明分析实例的正确结构原理。

(2) 突出工程性和实用性

所选结构典型全面,内容简明扼要,深入浅出,可帮助读者在短时间内高效优质地掌握机械结构的工程应用。

(3) 正误对比、图文并茂,形象易读

深入分析机械结构设计的多样性和复杂性,给出正确的设计例子,直观形象。配以简明扼要的文字,对结构特点和设计选用的要点说明脉络清晰,方便查阅,对广大机械设计人员有很高很好的参考价值。

本书所编内容涉及领域广泛、收集内容全面、图文翔实、分析透彻,既是广大相关专业的本科院校师生拓展应用知识的宝贵资料,也是广大机械工程技术人员学习参考的重要依据和工具书。

本书由冯仁余、王海兰主编,张丽杰、孙爱丽任副主编,参加编写工作的还有:李改灵、郝振洁、田广才、王文照、马雅丽、白丽娜、杨甫勤、刘雅倩和李若蕾等。本书由徐来春、骆素君主审。

限于编者的水平,书中难免存在一些不足,真诚地希望读者批评指正,以便修改。

编者

目 录

第 1 章 机械零件结构设计基本要求禁忌与图例	1
1.1 提高机械强度和刚度的结构设计禁忌与图例	1
1.1.1 减小机械零件受力的结构设计禁忌与图例	1
1.1.2 减小机械零件应力的结构设计禁忌与图例	4
1.1.3 提高变应力下的强度结构设计禁忌与图例	6
1.1.4 提高受振动、冲击载荷零件的强度结构设计禁忌与图例	7
1.1.5 减小变形的结构设计禁忌与图例	8
1.1.6 正确选择机械零部件材料的禁忌	9
1.2 提高机械耐磨性的结构设计禁忌与图例	9
1.2.1 保证润滑剂布满摩擦面的结构设计禁忌与图例	9
1.2.2 选用耐磨性高的材料组合结构设计禁忌与图例	10
1.2.3 避免研磨颗粒或有害物质进入摩擦表面之间的结构设计禁忌与图例	11
1.2.4 加大摩擦面尺寸的结构设计禁忌与图例	12
1.2.5 设置容易更换的易损件的结构设计禁忌与图例	12
1.2.6 减少零件间的相对运动或减小各接触点之间的速度差、压力差的结构设计禁忌与图例	12
1.2.7 减小磨损的不利影响的结构设计禁忌与图例	13
1.2.8 正确选择润滑剂	14
1.3 提高机械精度的结构设计禁忌与图例	15
1.3.1 注意各零部件误差的合理配置的禁忌图例	15
1.3.2 消除产生误差的原因、减小或消除原理误差的禁忌图例	17
1.3.3 利用误差均化原理的禁忌图例	18
1.3.4 避免变形、受力不均匀引起的误差的禁忌图例	19
1.4 提高机械人机学的结构设计禁忌与图例	19
1.4.1 操作者工作场所的合理设计的禁忌图例	20
1.4.2 仪表面板和布置的合理设计的禁忌图例	23
1.4.3 操作手柄和旋钮的合理设计的禁忌图例	25
1.4.4 避免对人身的伤害的禁忌图例	28
1.5 绿色结构设计	28
1.5.1 减少废物的排出	28
1.5.2 减少能源和材料的消耗, 避免污染环境	29
1.5.3 加强材料回收利用, 使产品容易拆卸与分离	29
1.5.4 减小加工余量, 缩短加工时间	30
1.6 考虑机器发热、腐蚀等的结构设计禁忌与图例	30

1.6.1	减少发热,控制机器的温度	30
1.6.2	减小热变形的影响	31
1.6.3	避免产生腐蚀的结构	32
1.6.4	设置容易更换的易腐蚀件	33
1.7	降低噪声的结构设计禁忌与图例	34
1.7.1	减少振动、冲击或碰撞	34
1.7.2	减少受冲击零件的振幅	34
1.7.3	隔离振动和噪声	35
1.7.4	设置容易更换的易腐蚀件	36
1.8	铸造件结构设计禁忌与图例	37
1.8.1	便于制造木模的铸件结构设计	37
1.8.2	便于造型的铸件结构设计	37
1.8.3	考虑砂芯问题的铸件结构设计	38
1.8.4	便于合模的铸件结构设计	40
1.8.5	便于浇注的铸件结构设计	40
1.8.6	铸件材料选择	42
1.8.7	有利于铸件强度和刚度的结构设计	43
1.8.8	熔模铸件结构设计禁忌	44
1.8.9	压铸件结构设计禁忌	45
1.9	锻造件结构设计禁忌与图例	46
1.9.1	自由锻造件结构设计禁忌	46
1.9.2	模锻件结构设计注意事项	47
1.10	冲压件结构设计禁忌与图例	47
1.10.1	冲裁件结构设计禁忌与图例	47
1.10.2	弯曲件结构设计禁忌与图例	48
1.10.3	拉深件结构设计禁忌与图例	49
1.10.4	成形件结构设计禁忌与图例	50
1.11	焊接件结构设计禁忌与图例	51
1.11.1	焊接件不可简单模仿铸件或锻件	51
1.11.2	尽量简化焊接件结构	52
1.11.3	减小焊接件应力集中	53
1.11.4	减小焊缝受力	53
1.11.5	避免焊缝汇集	55
1.11.6	减小焊接件的变形	56
1.11.7	减少焊缝	57
1.11.8	节约材料	57
1.12	粉末冶金件结构设计禁忌与图例	58
1.12.1	避免脆弱的结构	58
1.12.2	避免截面尺寸沿轴向变化太快	58
1.12.3	避免深孔	59

1.12.4	避免斜齿	59
1.12.5	避免简单模仿机械加工	60
1.13	粘接件结构设计禁忌与图例	60
1.13.1	减少粘接接头受力	60
1.13.2	对粘接接头采用增强或应力均匀化等措施	61
1.13.3	设法扩大粘接接头	61
1.14	工程塑料件结构设计禁忌与图例	62
1.14.1	工程塑料件的材料选择	62
1.14.2	避免翘曲变形	63
1.14.3	避免制造困难的复杂结构	65
1.14.4	避免局部变形、裂纹和接缝	66
1.14.5	保证强度和避免失稳	67
1.14.6	采用组合件和嵌件	68
1.14.7	利用塑料特性设计特殊的结构, 避免简单地模仿金属件的结构	70
1.15	陶瓷件和橡胶件结构设计禁忌与图例	70
1.15.1	考虑模具形状设计陶瓷件结构	71
1.15.2	考虑制造工艺设计陶瓷件结构	71
1.15.3	避免陶瓷件有薄弱部分	72
1.15.4	避免温度应力	73
1.15.5	橡胶零件和陶瓷零件应尽量选择标准件	73
1.15.6	避免橡胶件的损伤	73
1.15.7	考虑橡胶件制造方便	74
1.15.8	保证橡胶件与有关零件的可靠嵌合	74
1.16	热处理和表面处理件结构设计禁忌与图例	74
1.16.1	合理选择热处理方法	75
1.16.2	考虑材料的淬透性	75
1.16.3	避免和减少热处理引起的变形和裂纹	76
1.16.4	表面处理零件结构设计	77
1.17	机械加工作件结构设计禁忌与图例	77
1.17.1	节约材料的零件结构设计	78
1.17.2	减少机械加工工作量的结构设计	78
1.17.3	减少手工加工或补充加工的结构设计	80
1.17.4	简化被加工面的形状和要求	80
1.17.5	便于夹持、测量的零件结构设计	82
1.17.6	避免刀具切削工作处于不利条件	82
1.17.7	正确处理轴与孔(内、外表面)的结构	84
1.18	考虑装配的结构设计禁忌与图例	85
1.18.1	零件便于装入预定位置	85
1.18.2	避免错误安装	87
1.18.3	安装应不影响正常工作	87

1.18.4	减少安装时的手工操作	87
1.18.5	自动安装时零件应容易夹持和输送	88
1.18.6	避免试车时出现事故	88
1.19	考虑维修的结构设计禁忌与图例	89
1.19.1	尽量用标准件	89
1.19.2	合理划分部件	90
1.19.3	易损件应容易拆卸	91
1.19.4	避免零件在使用中碰坏	93
1.19.5	注意用户的维修水平	93
1.19.6	设计零件时应考虑到维修时修复该零件的可能	93
第2章	机械连接结构设计禁忌与图例	94
2.1	螺纹连接结构设计禁忌与图例	94
2.1.1	合理选择螺纹连接的型式	94
2.1.2	合理设计螺纹连接件	95
2.1.3	合理设计被连接件	98
2.1.4	合理布置螺栓或螺栓组	99
2.1.5	考虑装拆的设计	100
2.1.6	螺纹连接防松结构设计	101
2.1.7	螺纹连接的应用图例	102
2.2	键连接和花键连接结构设计禁忌与图例	105
2.2.1	正确选择键的型式和尺寸	105
2.2.2	合理设计被连接轴和轮毂的结构	106
2.2.3	合理布置键的位置和数目	108
2.2.4	考虑装拆的设计	109
2.2.5	键连接和花键连接的应用图例	110
2.3	定位销和销连接结构设计禁忌与图例	113
2.3.1	避免销钉布置在不利的位罝	114
2.3.2	避免不易加工的销孔	114
2.3.3	避免不易装拆的销钉	115
2.3.4	注意使销钉受力合理	116
2.4	过盈连接结构设计禁忌与图例	116
2.4.1	避免装拆困难的过盈配合结构	116
2.4.2	注意影响过盈配合性能的因素	118
2.4.3	锥面过盈配合设计应注意的问题	119
2.4.4	过盈配合连接的应用图例	119
第3章	机械传动零部件的结构设计禁忌与图例	121
3.1	传动系统结构设计禁忌与图例	121
3.1.1	机构必须有确定运动	121
3.1.2	注意机构死点问题及其利用	122
3.1.3	改善机构的运动性能	124

3.1.4	传动件的选择和布置	126
3.2	带传动结构设计禁忌与图例	128
3.2.1	合理选择带传动的型式	129
3.2.2	正确确定带传动主要参数	129
3.2.3	带传动布置设计	130
3.2.4	带传动张紧装置设计	132
3.2.5	带轮结构设计	132
3.2.6	带传动的应用图例	134
3.3	链、绳传动结构设计禁忌与图例	141
3.3.1	合理布置链传动	142
3.3.2	保持链传动正常运转的措施	143
3.3.3	绳传动的布置	143
3.3.4	保证绳传动正常运转的措施	143
3.3.5	绳传动装置结构设计	144
3.3.6	链、绳传动机构的应用图例	145
3.4	齿轮传动结构设计禁忌与图例	150
3.4.1	齿轮传动的合理布置和参数选择	150
3.4.2	齿轮的合理结构设计	151
3.4.3	齿轮在轴上的安装	154
3.4.4	保持齿轮传动正常运转的措施	154
3.4.5	齿轮传动机构的应用图例	155
3.5	蜗杆传动结构设计禁忌与图例	164
3.5.1	正确选择蜗杆传动的主要参数	164
3.5.2	注意发挥蜗杆传动的优点, 避免缺点	165
3.5.3	合理设计蜗杆、蜗轮的结构和选择材料	166
3.5.4	蜗杆传动结构设计应用图例	167
3.6	螺旋传动结构设计禁忌与图例	174
3.6.1	正确选择螺纹类型	174
3.6.2	合理选择螺旋机构的型式	174
3.6.3	提高螺旋强度、刚度和耐磨性的设计	175
3.6.4	提高螺旋精度的设计	175
3.6.5	滚珠螺旋设计应注意的问题	177
第4章	机械轴系零部件的结构设计与禁忌图例	179
4.1	轴结构设计禁忌与图例	179
4.1.1	提高轴的疲劳强度	179
4.1.2	加工方便的轴系设计	184
4.1.3	安装方便的轴系设计	184
4.1.4	保证轴的运动稳定可靠	186
4.1.5	保证轴的运动稳定性	187
4.2	联轴器、离合器、制动器结构设计禁忌与图例	188

4.2.1	联轴器类型选择	188
4.2.2	联轴器结构设计	190
4.2.3	离合器类型选择	192
4.2.4	离合器结构设计	194
4.2.5	制动器类型选择	195
4.3	滑动轴承结构设计禁忌与图例	196
4.3.1	必须保证良好的润滑	196
4.3.2	避免严重磨损和局部磨损	200
4.3.3	保证较大的接触面积	202
4.3.4	应使拆装、调整方便	203
4.3.5	轴瓦、轴承衬结构合理设计	203
4.3.6	合理选用轴承材料	206
4.3.7	特殊要求的轴承设计	206
4.4	滚动轴承结构设计禁忌与图例	207
4.4.1	滚动轴承的类型选择	208
4.4.2	轴承组合的布置和轴系结构	213
4.4.3	轴承座结构设计	215
4.4.4	保证轴承装拆方便	218
4.4.5	滚动轴承润滑设计	220
4.4.6	钢丝滚道轴承设计	222
第5章	其他零部件的结构设计禁忌与图例	224
5.1	密封结构设计禁忌与图例	224
5.1.1	密封垫片选择和接触面设计	224
5.1.2	密封圈的选择和设计	226
5.1.3	填料密封的设计	227
5.1.4	活塞环的设计	229
5.2	油压和管道结构设计禁忌与图例	230
5.2.1	管道系统设计	230
5.2.2	管道结构设计	232
5.2.3	管道运转中的问题及避免的措施	234
5.3	机架结构设计禁忌与图例	235
5.3.1	机架必须有足够的强度和刚度	235
5.3.2	机架应该有良好的工艺性	237
5.3.3	节约材料	239
5.4	导轨结构设计禁忌与图例	239
5.4.1	导轨合理选型	240
5.4.2	保证导轨的强度、刚度和耐磨性	240
5.4.3	保证导轨的精度	241
5.4.4	保证导轨的运动灵活性	241
5.4.5	提高导轨的工艺性	243

5.5 弹簧结构设计禁忌与图例 245

5.5.1 弹簧类型选择 245

5.5.2 正确确定弹簧系数 245

5.5.3 螺旋弹簧结构设计应注意的问题 246

5.5.4 其他弹簧结构设计 247

5.6 减速器结构设计禁忌与图例 247

5.6.1 减速器总体设计与选型 248

5.6.2 非标准减速器合理设计 248

5.6.3 减速器箱体设计 250

5.6.4 减速器润滑和散热 251

5.7 变速器结构设计禁忌与图例 252

5.7.1 参数选择和总体布置 252

5.7.2 变速器传动件结构设计 254

5.7.3 摩擦轮和摩擦无级变速器结构设计 256

5.8 避免机械制图方面的错误 259

5.8.1 机械装置的全部图样要有总体规划 259

5.8.2 机械制图要符合国家标准 259

5.8.3 保证图样的正确性 260

5.8.4 注意图样的审查和修改 261

5.8.5 标注尺寸、公差、表面粗糙度应注意的问题 261

参考文献..... 263

1.1.1 减小机械零件受力的结构设计禁忌与图例



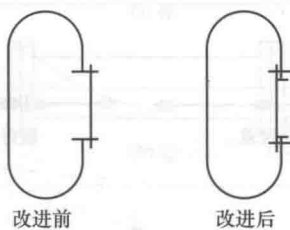
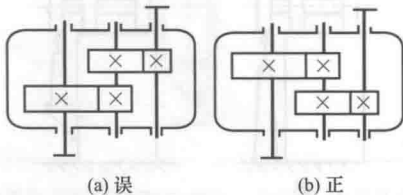
第 1 章

机械零件结构设计基本要求禁忌与图例

1.1 提高机械强度和刚度的结构设计禁忌与图例

为了使机械零件能够正常工作，在设计时必须保证它有足够的强度和刚度。保证强度和刚度的措施可以归纳为减小载荷和提高承载能力两个方面。对于重要的零件应进行强度和刚度计算，正确选择材料和热处理，必要时进行载荷和零件承载能力测定和试验。对于要求较高的工艺（如焊接、粘接），还要进行工艺试验，合理选择安全系数，规定变形要求等。通过计算和试验可以更准确可靠地确定最佳结构设计方案。

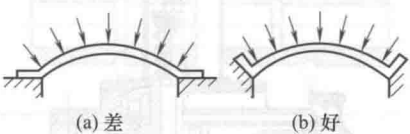
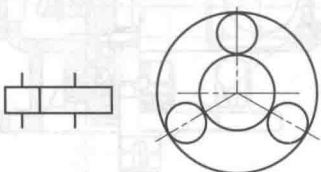
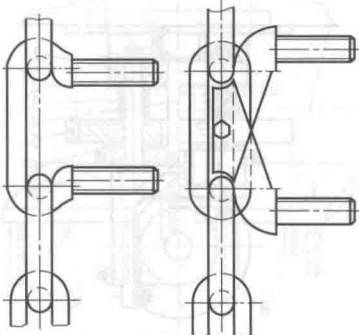
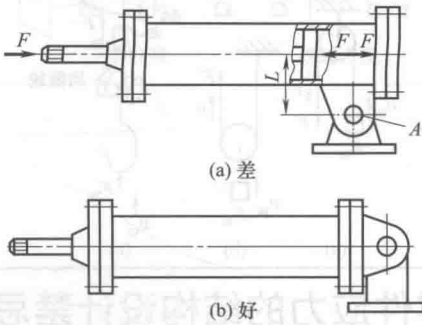
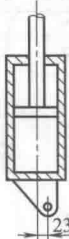
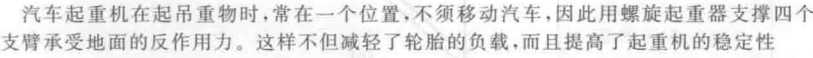
1.1.1 减小机械零件受力的结构设计禁忌与图例

序号	设计应注意的问题	图 例	说 明
1	不要忽略工作载荷可以产生的有利作用		有些压力容器的盖，可以利用容器中介质的压力帮助压紧，以减小连接件的受力
2	不应忽略在工作时零件变形对于受力分布的影响		有些零件空载的接触情况与负载后的接触情况不同。如左图所示齿轮减速箱负载运转时，由于轴弯曲变形齿轮接触不良发生偏载；但图(b)所示中高速级齿轮轴的扭转变形可以补偿弯曲产生的偏载，而图(a)所示结构则不能

续表

序号	设计应注意的问题	图 例	说 明
3	避免机构中的不平衡力		在设计机构方案时,应考虑各有关零件受力相互平衡。如左图中所示圆锥离合器:图(a)所示情况不能平衡轴向推力;图(b)所示零件的轴向推力化为离合器内力,轴不受推力;图(c)所示零件的轴向压力相互平衡。改进方案受力合理,但结构复杂,适合传递转矩较大的离合器
4	起重时钢丝绳与卷筒连接处要留有余量		起重钢丝绳的端部一般用螺栓固定在卷筒上。当起重吊钩下降至最低点时,钢丝绳在卷筒上应至少保留两圈,以减小螺栓受力而保证安全。钢丝绳拉力 F_1, 螺栓受力 F_2, 摩擦因数为 μ, 钢丝绳在卷筒上缠绕包角为 α 时,有: $F_1 = F_2 e^{\mu \alpha}$ 若保留两圈则 $\alpha = 4\pi$, 取 $\mu = 0.3$, 得 $F_2 = F_1 / 43.4$
5	可以不传力的中间零件应尽量避免受力		如齿轮经过轴将转矩传给套筒,则轴受力较大。改用螺栓直接连接,轴不受转矩,则结构较合理
6	尽量避免安装时轴线不对中产生的附加力		如尽量避免采用对中要求高的三支点轴结构,两个部件用联轴器连接时,应考虑用挠性联轴器。轴装式减速器安装时对中要求低,不产生由于不对中产生的附加力,是一种较好的结构
7	尽量减小作用在地基上的力		地基一般由混凝土制成,承载能力较低,因此尽可能不要把加力机构的力作用在地基上。左图所示为一轴承实验台,用油压千斤顶加载,如把千斤顶放在地面上,则地基受力很大;如果把油压千斤顶放在一个用螺栓直接固定在实验台底座上的角形支架上面,则地基不承受油压千斤顶的推力

续表

序号	设计应注意的问题	图 例	说 明
8	使用拱形构件以提高其承载能力时,应注意拱的支点	 (a) 差 (b) 好	图(a)所示的拱形件受上面的均匀承压,而由于支点的方向它的作用只相当于曲梁。图(b)所示支撑面沿支点处曲面的法线方向,拱在各截面只受压力,提高了强度
9	避免只考虑单一的传力途径		对大功率传动,利用分流可以减小体积,如把普通轮系改为行星轮系,靠多个行星轮传动,可以减小体积
10	避免零件受弯曲应力(一)	 (a) 差 (b) 好	图(a)中所示为环形链斗式提升机的链条,链环除受拉力以外还受弯曲应力,很容易损坏。图(b)所示改进为封闭式链环,提高了链环的强度
11	避免零件受弯曲应力(二)	 (a) 差 (b) 好	图(a)所示气缸左端活塞杆受推力 F ,则支点 A 偏离力作用线距离为 L ,由此产生弯矩 FL ,使阀杆弯曲,改为图(b)所示结构使强度提高,避免了失效
12	避免零件受弯曲应力(三)		左图所示为游戏机座椅安全液压缸。由于支点偏移23mm,使阀杆受弯曲应力而折断,导致安全装置失效,发生事故
13	减小汽车起重机在工作时轮胎所承受的载荷		汽车起重机在起吊重物时,常在一个位置,不须移动汽车,因此用螺旋起重机支撑四个支臂承受地面的反作用力。这样不但减轻了轮胎的负载,而且提高了起重机的稳定性

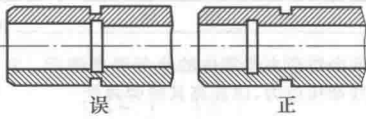
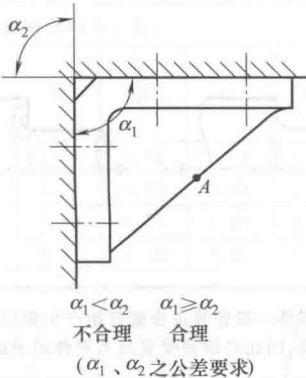
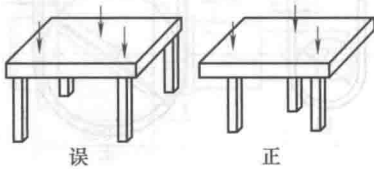
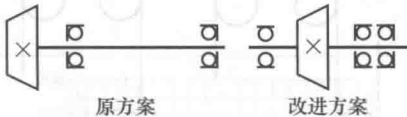
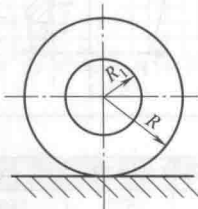
续表

序号	设计应注意的问题	图 例	说 明
14	用安全离合器避免过载		左图所示蜗杆减速器用于拽引装置的传动系统。在过载时摩擦安全离合器打滑以避免失效。此时蜗杆可带动蜗轮轮缘转动，而蜗轮轮缘与轮芯的圆锥形外缘有相对滑动，蜗轮轴不能转动，避免传动系统损坏
15	避免零件受力不均匀引起的严重载荷		中华世纪坛的旋转圆坛直径超过 40m，重量在 3000t 以上。由 192 个直径 600mm 的钢制车轮 8 支撑。为了使各轮受力均匀，在车架上设置了碟形弹簧 3。并根据每个车轮载荷测定结果（在导轨上贴电阻片测量），改变调整垫片 6 的厚度使各轮载荷均匀
16	改变滑轮机构减小钢丝绳拉力 F		图 (a)：一个固定滑轮， $F = F_W, v = v_W$ 图 (b)：一个动滑轮， $F = F_W/2, v = 2v_W$ 图 (c)：双联复式滑轮组， $F = F_W/4, v = 2v_W$

1.1.2 减小机械零件应力的结构设计禁忌与图例

序号	设计应注意的问题	图 例	说 明
1	避免细杆受弯曲应力		细杆受弯曲应力 [图 (a)] 时，承受能力很小，变形很大。可以改变杆的截面尺寸 [图 (b)] 和形状以提高其抗弯能力，更有效的是采用桁架式支架 [图 (c)]，把悬臂安装改为简支 [图 (d)] 或采用拱形支架 [图 (e)]

续表

序号	设计应注意的问题	图 例	说 明
2	避免影响强度的局部结构相距太近	 误 正	左图所示圆管外壁上有螺纹退刀槽,内壁有镗孔退刀槽,如两者距离太近,则对管道强度影响较大,宜分散安排
3	避免铸铁件受大的拉伸应力	 $\alpha_1 < \alpha_2$ $\alpha_1 \geq \alpha_2$ 不合理 合理 (α_1、α_2之公差要求)	灰铸铁的抗压强度明显高于抗拉强度,因此应尽量避免受拉。如图中所示角形支座固定在互相垂直的壁上,支座夹角 α_1 与两壁夹角 α_2 名义值都是 90° ,但考虑制造公差时应使 $\alpha_1 \geq \alpha_2$,以免在拧紧螺栓后在A处产生拉应力
4	避免受力点与支撑点距离太远	 误 正	尽量设计成支撑点与受力点一致。如左图所示,某设备由3足支撑,采用4腿工作台时,台面虽厚,仍变形很大;用3腿工作台时,每个腿正对设备的足(图中所示用力表示设备3足位置),台面虽薄,却无变形
5	避免悬臂结构或减小悬臂长度	 原方案 改进方案	悬臂安装传动件的轴弯曲变形较大,靠近锥齿轮的轴承受力也大,应尽量减小悬臂伸出的长度或采用非悬臂的结构
6	注意协调强度条件的要求		大型浮吊的回转机构普遍采用钢轮支撑,数量可达数百个。采用空心钢轮以增加其径向柔度和承载能力。其空心度K=内半径R_1/外半径R。取$R=250\text{mm}$,载荷$F=5000\text{N/mm}$,材料为42CrMo,屈服强度$R_{el}=930\text{MPa}$。空心度K增大则轮的刚度减小,有利于各轮间载荷均衡且使轮与钢轨接触面积加大、接触应力减小,但轮的壁厚变薄,承载能力下降 经计算分析,当空心度$<60\%$时,钢轮强度由接触应力控制;当空心度$>68\%$时,钢轮强度由轮的曲梁应力控制。综合计算结果如下: 空心度: 0%,60%,68%,72% 载荷$F(\text{N/mm})$: 9.295,11.222,10.038,7.822

1.1.3 提高变应力下的强度结构设计禁忌与图例

序号	设计应注意的问题	图 例	说 明
1	受变应力零件表面应避免有残余拉应力		表面的残余拉应力使零件的疲劳强度降低。宜采用表面淬火、喷丸等强化方法使零件表面产生残余压应力,以提高其疲劳强度
2	受变应力零件应避免或减小应力集中		尖锐缺口、尺寸突变、凹槽、螺纹等结构因素,对变应力条件下工作的零件强度有很大影响,应尽量避免,或改善其形状以减小应力集中。最近已开始将有限元、优化、CAD等技术结合,研究形状优化设计方法,设计出最优的零件几何形状,以减小应力集中
3	受变应力零件应避免表面过于粗糙或有划痕		受变应力零件一般容易由表面开始产生裂纹,逐渐扩展,表面粗糙或划痕可以导致裂纹的产生和扩展,因此必须使受变应力零件的表面光滑
4	钢丝绳的滑轮与卷筒直径不能太小		钢丝绳绕过滑轮或卷筒时,由于钢丝弯曲产生较大的弯曲应力,设计中要保持滑轮或卷筒直径 D 与钢丝绳直径 d 的比值 D/d 不得小于设计规范的规定值,否则将显著缩短钢丝绳寿命
5	避免钢丝绳弯曲次数太多,特别注意避免反复弯曲		钢丝绳经过滑轮数越多,则其弯曲次数越多,寿命越短。尤其是向不同方向的弯曲,更使其寿命显著缩短
6	提高轴的疲劳强度,有时减小应力集中比采用较高强度的材料更有效		如左图所示的轴,材料为 45 钢,圆角 $r=2\text{mm}$,强度不够,计算得安全系数为 0.91。改用 40Cr 材料,虽然材料强度高,但应力集中系数也大,疲劳强度反而降低(安全系数为 0.88)。加大圆角,则可满足强度要求

【附】轴的安全系数计算:

钢的牌号	σ_b/MPa	σ_{-1}/MPa	σ_0/MPa	τ_{-1}/MPa	τ_0/MPa	ψ_σ	ψ_τ
45	650	293	527	169	325	0.112	0.04
40Cr	1000	450	810	260	500	0.111	0.04

弯曲作用下的安全系数 S_σ 和扭转作用下的安全系数 S_τ 的计算公式为:

$$S_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_\sigma}{\beta_{\sigma_\sigma}} \sigma_a + \psi_\sigma \sigma_m} \quad S_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_\tau}{\beta_{\tau_\tau}} \tau_a + \psi_\tau \tau_m}$$

式中, σ_a 为疲劳极限应力幅值; ψ_σ 为受弯曲应力时的材料常数; σ_m 为平均应力值; τ_a 为疲劳极限切切应力幅值; ψ_τ 为受扭转应力时的材料常数; τ_m 为平均应力值