

机械设计禁忌

500

例

吴宗泽 主编



机械工业出版社

机械设计禁忌 500 例

吴宗泽 主编



机械工业出版社

2048/15

本书从机械结构设计遇到的主要问题入手,从30个方面介绍了近500种机械设计应注意的问题,用正误对比,图文并茂的方法,充分分析机械结构设计的多样性和复杂性,给出正确设计例子,是作者几十年工作经验和收集资料的总结,对广大机械设计人员有很大的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计禁忌 500 例/吴宗泽主编. -北京:机械工业出版社, 1996

ISBN 7-111-05174-2

I. 机… Ⅱ. 吴… Ⅲ. 机械设计-经验-范例 N. TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(96)第05772号

出版人:马九荣(北京市百万庄南街1号 邮政编码100037)
责任编辑:曲彩云 版式设计:张世琴 责任校对:杨兴祥
封面设计:郭景云 责任印制:王国光
北京市密云县印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
1997年1月第1版第1次印刷
787mm×1092mm^{1/32}·8.375印张·168千字
0 001—5 000册
定价:14.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

前 言

机械结构设计是一个愈来愈受到广泛重视的问题。使用机械的人注重它的性能,而机械的性能是通过它的结构实现的,结构是性能的物质基础。由于对机械性能和经济性等的要求不断提高,新工艺、新材料不断出现,机械结构也有了较大的发展。

但是由于机械结构设计的多样性和复杂性,对结构设计理论与规律性的总结远不如强度、耐磨性等。近年来国内外发表了一些这方面的文章和著作^[1,2,6,9,21],反映了这方面的发展。

本书用正误对比的方法介绍结构设计的知识和经验,这种方法借鉴了小栗富士雄先生的著作^[8],而在内容方面,则更多的基于作者收集的资料^[2,18]和积累。

参加本书编写的有:卢颂峰(第22~25章),文行道(第6~8章,28~30章),佟士懋(第17~21章),徐秀彦(第12~15章),其余由吴宗泽编写并担任主编。感谢金德闻教授对本书编写的关心和帮助。

由于我们的知识和能力有限,书中错漏不足之处,敬请各位读者指正。

编者
1996年

目 录

前 言

第 1 章 提高强度和刚度的结构设计	1
1.1 避免受力点与支持点距离太远	1
1.2 避免悬臂结构或减小悬臂长度	1
1.3 勿忽略工作载荷可以产生的有利作用	2
1.4 受振动载荷的零件避免用摩擦传力	2
1.5 避免机构中的不平衡力	2
1.6 避免只考虑单一的传力途径	3
1.7 不应忽略在工作时零件变形对于受力分布的影响	3
1.8 避免铸铁件受大的拉伸应力	3
1.9 避免细杆受弯曲应力	4
1.10 受冲击载荷零件避免刚度过大	4
1.11 受变应力零件避免表面过于粗糙或有划痕	4
1.12 受变应力零件表面应避免有残余拉应力	4
1.13 受变载荷零件应避免或减小应力集中	5
1.14 避免影响强度的局部结构相距太近	5
1.15 避免预变形与工作负载产生的变形方向相同	5
1.16 钢丝绳的滑轮与卷筒直径不能太小	5
1.17 避免钢丝绳弯曲次数太多, 特别注意避免反复弯曲	6
1.18 起重时钢丝绳与卷筒联接处要留有余量	6
1.19 可以不传力的中间零件应尽量避免受力	7
1.20 尽量避免安装时轴线不对中产生的附加力	7
1.21 尽量减小作用在地基上的力	7
第 2 章 提高耐磨性的结构设计	8

2.1	避免相同材料配成滑动摩擦副	8
2.2	避免白合金耐磨层厚度太大	8
2.3	避免为提高零件表面耐磨性能而提高对整个零件的要求	9
2.4	避免大零件局部磨损而导致整个零件报废	9
2.5	用白合金作轴承衬时, 应注意轴瓦材料的选择和轴瓦结构设计	9
2.6	润滑剂供应充分, 布满工作面	10
2.7	润滑油箱不能太小	10
2.8	勿使过滤器滤掉润滑剂中的添加剂	11
2.9	滑动轴承的油沟尺寸、位置、形状应合理	11
2.10	滚动轴承中加入润滑脂量不宜过多	11
2.11	对于零件的易磨损表面增加一定的磨损裕量	11
2.12	注意零件磨损后的调整	11
2.13	同一接触面上各点之间的速度、压力差应该小	12
2.14	采用防尘装置防止磨粒磨损	12
2.15	避免形成阶梯磨损	12
2.16	滑动轴承不能用接触式油封	13
2.17	对易磨损部分应予以保护	13
2.18	对易磨损件可以采用自动补偿磨损的结构	13
第3章	提高精度的结构设计	14
3.1	尽量不采用不符合阿贝原则的结构方案	14
3.2	避免磨损量产生误差的互相叠加	15
3.3	避免加工误差与磨损量互相叠加	15
3.4	导轨的驱动力作用点, 应作用在两导轨摩擦力的压力中心上, 使两条导轨摩擦力产生的力矩互相平衡	16
3.5	对于要求精度较高的导轨, 不宜用少量滚珠支持	16
3.6	要求运动精度的减速传动链中, 最后一级传动比应该取最大值	16

3.7	测量用螺旋的螺母扣数不宜太少	17
3.8	必须严格限制螺旋轴承的轴向窜动	17
3.9	避免轴承精度的不合理搭配	17
3.10	避免轴承径向振摆的不合理配置	17
3.11	避免紧定螺钉影响滚动导轨的精度	18
3.12	当推杆与导路之间间隙太大时,宜采用正弦机构,不宜 采用正切机构	18
3.13	正弦机构精度比正切机构高	18
第4章	考虑人机学的结构设计问题	19
4.1	合理选定操作姿势	19
4.2	设备的工作台高度与人体尺寸比例应采用合理数值	20
4.3	合理安置调整环节以加强设备的适用性	20
4.4	机械的操纵、控制与显示装置应安排在操作者面前最合理 的位置	20
4.5	显示装置采用合理的形式	20
4.6	仪表盘上的刻字应清楚易读	21
4.7	旋钮大小、形状要合理	21
4.8	按键应便于操作	22
4.9	操作手柄所需的力和手的活动范围不宜过大	22
4.10	手柄形状便于操作与发力	23
4.11	合理设计座椅的尺寸和形状	23
4.12	合理设计座椅的材料和弹性	23
4.13	不得在工作环境有过大的噪声	24
4.14	操作场地光照度不得太低	24
第5章	考虑发热、腐蚀、噪声等问题的结构设计	25
5.1	避免采用低效率的机械结构	25
5.2	润滑油箱尺寸应足够大	26
5.3	分流系统的返回流体要经过冷却	26
5.4	避免高压容器、管道等在烈日下曝晒	26

5.5 零件暴露在高温下的部分忌用橡胶, 聚乙烯塑料等 制造	27
5.6 精密机械的箱体零件内部不宜安排油箱, 以免产生热 变形	27
5.7 对较长的机械零部件, 要考虑因温度变化产生尺寸变化时, 能自由变形	27
5.8 淬硬材料工作温度不能过高	27
5.9 避免高压阀放气导致的湿气凝结	28
5.10 热膨胀大的箱体可以在中心支持	28
5.11 用螺栓联接的凸缘作为管道的联接, 当一面受日光照射时, 由于两面温度及伸长不同, 产生弯曲	28
5.12 与腐蚀性介质接触的结构应避免有狭缝	28
5.13 容器内的液体应能排除干净	29
5.14 注意避免轴与轮毂的接触面产生机械化学磨损 (微动磨损)	29
5.15 避免易腐蚀的螺钉结构	30
5.16 钢管与铜管联接时, 易产生电化学腐蚀, 可安排一段管 定期更换	30
5.17 避免采用易被腐蚀的结构	30
5.18 注意避免热交换器管道的冲击微动磨损	30
5.19 减少或避免运动部件的冲击和碰撞, 以减小噪声	31
5.20 高速转子必须进行平衡	31
5.21 受冲击零件质量不应太小	31
5.22 为吸收振动, 零件应该有较强的阻尼性	31
第 6 章 铸造结构设计	32
6.1 分型面力求简单	32
6.2 铸件表面避免内凹	33
6.3 表面凸台尽量集中	33
6.4 大型铸件外表面不应有小的凸出部分	33

6.5	改进妨碍起模的结构	33
6.6	避免较大又较薄的水平面	34
6.7	避免采用产生较大内应力的形状	34
6.8	防止合型偏差对外观造成不利影响	35
6.9	采用易于脱芯的结构	35
6.10	分型面要尽量少	35
6.11	铸件壁厚力求均匀	36
6.12	用加强肋使壁厚均匀	36
6.13	考虑凝固顺序设计铸件壁厚	37
6.14	内壁厚应小于外壁厚	38
6.15	铸件壁厚应逐渐过渡	38
6.16	两壁相交时夹角不宜太小	39
6.17	铸件内腔应使造芯方便	39
6.18	不用或少用型芯撑	39
6.19	尽量不用型芯	40
6.20	铸件的孔边应有凸台	40
6.21	铸件结构应有利于清除芯砂	41
6.22	型芯设计应有助于提高铸件质量	41
6.23	铸件的孔尽可能穿通	42
6.24	合理布置加强肋	42
6.25	保证铸件自由收缩, 避免产生缺陷	42
6.26	注意肋的受力	43
6.27	肋的设置要考虑结构稳定性	43
6.28	去掉不必要的圆角	43
6.29	化大为小, 化繁为简	44
6.30	注意铸件合理传力和支持	44
第7章	锻造和冲压件结构设计	45
7.1	自由锻零件应避免锥形和楔形	45
7.2	相贯形体力求简化	46

7.3	避免用肋板	46
7.4	自由锻件不应设计复杂的凸台	46
7.5	自由锻造的叉形零件内部不应有凸台	47
7.6	模锻件的分模面尺寸应当是零件的最大尺寸, 且分模面 应为平面	47
7.7	模锻件形状应对称	47
7.8	模锻件应有适当的圆角半径	47
7.9	模锻件应适于脱模	47
7.10	模锻件形状应尽量简单	48
7.11	冲压件的外形应尽可能对称	48
7.12	零件的局部宽度不宜太窄	48
7.13	凸台和孔的深度和形状应有一定要求	49
7.14	冲压件设计应考虑节料	49
7.15	冲压件外形应避免大的平面	49
7.16	弯曲件在弯曲处要避免起皱	50
7.17	注意设计斜度	50
7.18	防止孔变形	50
7.19	简化展开图	51
7.20	注意支撑不应太薄	51
7.21	薄板弯曲件在弯曲处要有切口	52
7.22	压肋能提高刚度但有方向性	52
7.23	拉延件外形力求简单	52
7.24	拉延件的凸边应均匀	53
7.25	利用切口工艺可以简化结构	53
7.26	冲压件标注尺寸应考虑冲模磨损	53
7.27	标注冲压件尺寸要考虑冲压过程	54
第8章	焊接零件毛坯的结构	55
8.1	合理设计外形	55
8.2	减少边角料	56

8.3	采用套料剪裁	56
8.4	断面转折处不应布置焊缝	56
8.5	焊件不能不顾自己特点, 简单模仿铸件	57
8.6	截面形状应有利于减少变形和应力集中	57
8.7	正确选择焊缝位置	58
8.8	不要让焊接影响区相距太近	58
8.9	注意焊缝受力	59
8.10	焊缝的加强肋布置要合理	59
8.11	减小焊缝的受力	60
8.12	减小热变形	60
8.13	合理利用型材, 简化焊接工艺	60
8.14	焊缝应避开加工表面	61
8.15	考虑气体扩散	61
8.16	可以用冲压件代替加工件	61
8.17	采用板料弯曲件以减少焊缝	61
第9章	机械加工件结构设计	62
9.1	注意减小毛坯尺寸	63
9.2	加工面与不加工面不应平齐	63
9.3	减小加工面的长度	63
9.4	不同加工精度表面要分开	64
9.5	将形状复杂的零件改为组合件以便于加工	64
9.6	避免不必要的精度要求	64
9.7	刀具容易进入或退出加工面	65
9.8	避免加工封闭式空间	65
9.9	避免刀具不能接近工件	65
9.10	不能采用与刀具形状不适合的零件结构形状	66
9.11	要考虑到铸造误差的影响	66
9.12	避免多个零件组合加工	67
9.13	复杂加工表面要设计在外表面而不要设计在内	

表面上	67
9.14 避免复杂形状零件倒角	67
9.15 必须避免非圆形零件的止口配合	68
9.16 避免不必要的补充加工	68
9.17 避免无法夹持的零件结构	68
9.18 避免无测量基面的零件结构	69
9.19 避免加工中的冲击和振动	69
9.20 避免在斜面上钻孔	69
9.21 通孔的底部不要产生局部未钻通	70
9.22 减少加工同一零件所用刀具数	70
9.23 避免加工中的多次固定	71
9.24 注意使零件有一次加工多个零件的可能性	71
第10章 热处理和表面处理件结构设计	72
10.1 避免零件各部分壁厚悬殊	73
10.2 要求高硬度的零件(整体淬火处理)尺寸不能 太大	73
10.3 应避免尖角和突然的尺寸改变	73
10.4 避免采用不对称的结构	73
10.5 避免开口形零件淬火	74
10.6 避免淬火零件结构太复杂	74
10.7 避免零件刚度过低,产生淬火变形	74
10.8 采用局部淬火以减少变形	75
10.9 避免孔距零件边缘太近	75
10.10 高频淬火齿轮块两齿轮间应有一定距离	76
10.11 电镀钢零件表面不可太粗糙	76
10.12 电镀的相互配合零件在机械加工时应考虑镀层 厚度	76
10.13 注意电镀零件反光不适于某些工作条件	76
第11章 考虑装配和维修的机械结构设计	77

11.1	拆卸一个零件时避免必须拆下其他零件	77
11.2	避免同时装入两个配合面	78
11.3	要为拆装零件留有必要的操作空间	79
11.4	避免因错误安装而不能正常工作	79
11.5	采用特殊结构避免错误安装	80
11.6	采用对称结构简化装配工艺	80
11.7	柔性套安装时要有引导部分	80
11.8	难以看到的相配零件, 要有引导部分	81
11.9	为了便于用机械手安装, 采用卡扣或内部锁定 结构	81
11.10	紧固件头部应具有平滑直边, 以便拾取	81
11.11	零件安装部位应该有必要的倒角	82
11.12	自动上料机构供料的零件, 应避免缠绕搭接	82
11.13	简化装配运动方式	83
11.14	对一个机械应合理划分部件	83
11.15	尽量减少现场装配工作量	83
11.16	尽量采用标准件	83
11.17	零件在损坏后应易于拆下, 回收材料	83
第 12 章	螺纹联接结构设计	84
12.1	对顶螺母高度不同时, 不要装反	85
12.2	防松的方法要确实可靠	85
12.3	受弯矩的螺杆结构, 应尽量减小螺纹受力	86
12.4	避免螺杆受弯曲应力	87
12.5	避免用螺纹件定位	87
12.6	螺钉应布置在被联接件刚度最大的部位	87
12.7	避免在拧紧螺母 (或螺钉) 时, 被联接件产生过大的 变形	88
12.8	法兰螺栓不要布置在正下面	88
12.9	侧盖的螺栓间距, 应考虑密封性能	88

12.10	不要使螺孔贯通,以防止泄漏	89
12.11	螺纹孔不应贯通两个焊接件	89
12.12	对深的螺孔,应在零件上设计相应的凸台	89
12.13	高速旋转体的紧固螺栓的头部不要伸出	90
12.14	螺孔要避免相交	90
12.15	避免螺栓穿过有温差变化的腔室	90
12.16	靠近基础混凝土端部不宜布置地脚螺栓	91
12.17	受剪螺栓杆应有较大的接触长度	91
12.18	考虑螺母拧紧时有足够的扳手空间	91
12.19	法兰结构的螺栓直径、间距及联接处厚度要选择 适当	92
12.20	要保证螺栓的安装与拆卸的空间	92
12.21	紧定螺钉只能加在不承受载荷的方向上	93
12.22	铝制垫片不宜在电器设备中使用	93
12.23	表面有镀层的螺钉,镀前加工尺寸应留镀层裕量	93
12.24	螺孔的孔边要倒角	93
12.25	螺杆顶端螺纹有碰伤的危险时,应有圆柱端以保护 螺纹	94
12.26	用多个沉头螺钉固定时,各埋头不可能都贴紧	94
第 13 章	定位销、联接销结构设计	95
13.1	两定位销之间距离应尽可能远	95
13.2	对称结构的零件,定位销不宜布置在对称的位置	96
13.3	两个定位销不宜布置在两个零件上	96
13.4	相配零件的销钉孔要同时加工	96
13.5	淬火零件的销钉孔也应配作	97
13.6	定位销要垂直于接合面	97
13.7	必须保证销钉容易拔出	97
13.8	在过盈配合面上不宜装定位销	98
13.9	对不易观察的销钉装配要采用适当措施	98

13.10	安装定位销不应使零件拆卸困难	98
13.11	用销钉传力时要避免产生不平衡力	99
第 14 章 粘接件结构设计		100
14.1	两圆柱对接时应加套管或内部加附加连接柱	100
14.2	改进粘接接头结构, 减少粘接面受力	101
14.3	对剥离力较大部分采用增强措施	101
14.4	粘接结构与铸、焊件有不同特点	101
14.5	粘接用于修复时不能简单地粘合, 要加大粘接面积	102
14.6	修复重型零件除粘接外, 应加波形键	102
14.7	修复产生裂纹的零件除胶粘外, 还应采取其他 措施	103
第 15 章 键与花键结构设计		104
15.1	键槽底部圆角半径应该够大	104
15.2	平键两侧应该有较紧密的配合	104
15.3	当一个轴上零件用两个平键时, 要求较高的加工 精度	105
15.4	采用两个斜键时要相距 $90^{\circ} \sim 120^{\circ}$	105
15.5	用两个半圆键时, 应在轴向同一母线上	105
15.6	轴上用平键分别固定两个零件时, 键槽应在同一母 线上	106
15.7	键槽不要开在零件的薄弱部位	106
15.8	键槽长度不宜开到轴的阶梯部位	107
15.9	钩头斜键不宜用于高速	107
15.10	一面开键槽的长轴容易弯曲	107
15.11	平键加紧定螺钉引起轴上零件偏心	107
15.12	锥形轴用平键尽可能平行于轴线	108
15.13	有几个零件串在轴上时, 不宜分别用键联接	108
15.14	花键轴端部强度应予以特别注意	108
15.15	注意轮毂的刚度分布, 不要使扭矩只由部分花键	

传递	108
第 16 章 过盈配合结构设计	109
16.1 相配零件必须容易装入	109
16.2 过盈配合件应该有明确的定位结构	110
16.3 避免同时压入两个配合面	110
16.4 对过盈配合件应考虑拆卸方便	110
16.5 避免同一配合尺寸装入多个过盈配合件	111
16.6 注意工作温度对过盈配合的影响	111
16.7 注意离心力对过盈配合的影响	111
16.8 要考虑两零件用过盈配合装配后, 其他尺寸的变化	111
16.9 锥面配合不能用轴肩定位	111
16.10 锥面配合的锥度不宜过小	112
16.11 在铸铁件中嵌装的小轴容易松动	112
16.12 不锈钢套因温度影响会使过盈配合松脱	113
16.13 过盈配合的轴与轮毂, 配合面要有一定长度	113
16.14 过盈配合与键综合运用时, 应先装键入槽	113
16.15 不要令二个同一直径的孔作过盈配合	114
16.16 避免过盈配合的套上有不对称的切口	114
第 17 章 挠性传动结构设计	115
17.1 带传动应注意加大小轮包角	116
17.2 两轴处于上下位置的带轮应使带的垂度利于加大 包角	117
17.3 小带轮直径不宜过小	117
17.4 带传动速度不宜太低或太高	118
17.5 带轮中心距不能太小	118
17.6 带传动中心距要可以调整	119
17.7 带要容易更换	119
17.8 带过宽时带轮不宜悬臂安装	120
17.9 靠自重张紧的带传动, 当自重不够时要加辅助装置	120

17.10	注意两轴平行度和带轮中心位置	120
17.11	平带传动小带轮应作成微凸	121
17.12	带轮工作表面应光洁	121
17.13	半交叉平带传动不能反转	121
17.14	高速带轮表面应开槽	121
17.15	同步带传动的安装要求比普通平带高	122
17.16	同步带轮应该考虑安装挡圈	122
17.17	增大带齿顶部和轮齿顶部的圆角半径	122
17.18	同步带外径宜采用正偏差	122
17.19	链传动应紧边在上	123
17.20	两链轮上下布置时, 小链轮应在上面	123
17.21	不能用一个链条带动一条水平线上多个链轮	123
17.22	注意挠性传动拉力变动对轴承负荷的影响	124
17.23	链条用少量的油润滑为好	124
17.24	链传动的中心距应该能调整	124
17.25	链条卡簧的方向要与链条运行方向适应	124
17.26	带与链传动应加罩	125
17.27	绳轮直径不得任意减小	125
17.28	应避免钢绳反复弯曲	125
17.29	设计者必须严格规定钢绳的报废标准	125
17.30	钢绳必须定期润滑	125
17.31	卷筒表面应该有绳槽	125
第 18 章	齿轮传动结构设计	126
18.1	齿轮布置应考虑有利于轴和轴承受力	127
18.2	人字齿轮的两方向齿结合点 (A) 应先进入啮合	127
18.3	齿轮直径较小时应作成齿轮轴	128
18.4	齿轮根圆直径可以小于轴直径	128
18.5	小齿轮宽度要大于大齿轮宽度	128
18.6	齿轮块要考虑加工齿轮时刀具切出的距离	129