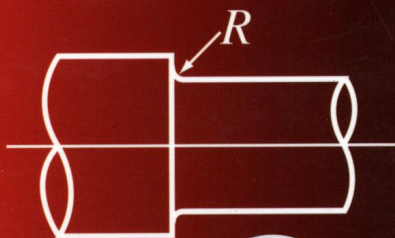
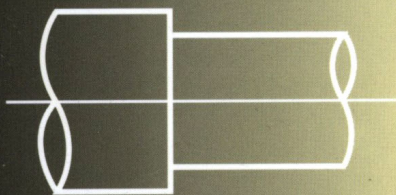



吴宗泽 主编

机械设计 禁忌 1000 例

第3版



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

机械设计禁忌 1000 例

(第 3 版)

吴宗泽 主编



机械工业出版社

本书是作者多年从事机械设计工作的经验和收集资料的总结。在上一版的基础上，新增了200例。书中的螺旋传动和机械制图的内容为本次修订新增内容。本书从机械结构设计遇到的主要问题入手，从42个方面介绍了1000个机械设计应注意的问题。用正误对比、图文并茂的方法，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，对广大机械设计人员有很高的参考价值。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械设计禁忌 1000 例/吴宗泽主编. —3 版. —北京: 机械工业出版社, 2011. 7
ISBN 978-7-111-35159-7

I. ①机… II. ①吴… III. ①机械设计 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 124130 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
策划编辑: 曲彩云 责任编辑: 王春雨
版式设计: 霍永明 责任校对: 李秋荣
封面设计: 姚毅 责任印制: 乔宇
北京市机工印刷厂印刷 (三河市南杨庄国丰装订厂装订)
2015 年 11 月第 3 版第 5 次印刷
130mm × 184mm · 15.75 印张 · 496 千字
11 501—14 500 册
标准书号: ISBN 978-7-111-35159-7
定价: 48.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

策划编辑: (010)88379782

社服务中心: (010)88361066

网络服务

销售一部: (010)68326294

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010)88379649

教材网: <http://www.cmpedu.com>

读者购书热线: (010)88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书自 1996 年第 1 版 (500 例) 和 2006 年第 2 版 (800 例) 与读者见面以来, 受到广大读者的欢迎和关心。作者也经常考虑如何进一步改进本书, 以满足读者的需要。经过调查研究、参阅资料以及与周围关心本书的人讨论, 征求多方意见, 决定按以下原则修订:

1. 在保持原书特点的基础上, 调整其系统并适当增加新内容, 对于读者学习机械结构设计有更大的启发性和引导作用。

2. 把每一章的内容归纳为几个方面的问题, 以便于理解掌握, 触类旁通。各章的归纳方法不求统一, 这样可以提供给读者更多的思路。

3. 增加两章螺旋传动结构设计、避免机械制图方面的错误), 扩大了本书涉及的范围。

4. 使用了新资料, 本书的参考文献中, 2006 年及以后出版的约占 $2/3$ 。

5. 各章适当增加一些内容, 总条目数增加了 25%, 使其更加丰富。

6. 改进原有内容的文图, 使其便于阅读和理解。

参加本书编写的有: 张卧波 (第 9~13 章), 王忠祥 (第 15 章), 卢颂峰 (第 25, 28~35 章)、冼建生 (第 36~39 章), 李平林根据他多年从事机械设计的经验, 编写了几十个很好的实例, 此外还有黄永珍、高秀环、陈永莲分别参加编写了第 37~42 章新增条目, 由吴宗泽编写其余各章, 并担任主编。

以上的改进措施只是作者的想法, 是否适当, 请读者提出宝贵意见。

编 者

目 录

前言

| | |
|---|----|
| 第 1 章 机器总体结构设计 | 1 |
| 概述 | 1 |
| 1.1 精心确定设计任务书 | 1 |
| 1.2 慎重确定机器的主要参数 | 2 |
| 1.3 简化机器的动作要求 | 3 |
| 1.4 避免原理性错误 | 4 |
| 1.5 正确选择原动机 | 6 |
| 1.6 注意使用条件、生产条件的限制和国家的有关规定 | 7 |
| 1.7 在设计任务要求中寻找解决问题的途径 | 10 |
| 第 2 章 提高强度和刚度的结构设计 | 14 |
| 概述 | 14 |
| 2.1 减小机械零件受力 | 14 |
| 2.2 减小机械零件的应力 | 21 |
| 2.3 提高变应力下的强度 | 23 |
| 2.4 提高受振动、冲击载荷零件的强度 | 27 |
| 2.5 减小变形 | 28 |
| 2.6 正确选择材料 | 30 |
| 第 3 章 提高耐磨性的结构设计 | 31 |
| 概述 | 31 |
| 3.1 保证润滑剂布满摩擦面 | 31 |
| 3.2 选用耐磨性高的材料组合 | 33 |
| 3.3 避免研磨颗粒或有害物质进入摩擦表面之间 | 34 |
| 3.4 加大摩擦面尺寸 | 36 |
| 3.5 设置容易更换的易损件 | 36 |
| 3.6 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 | 37 |

| | |
|--------------------------------|-----------|
| 3.7 减小磨损的不利影响 | 38 |
| 3.8 正确选用润滑剂 | 41 |
| 第4章 提高精度的结构设计 | 42 |
| 概述 | 42 |
| 4.1 注意各零部件误差的合理配置 | 42 |
| 4.2 消除产生误差的原因, 减小或消除原理误差 | 45 |
| 4.3 利用误差均化原理 | 47 |
| 4.4 避免变形、受力不均匀引起的误差 | 48 |
| 第5章 提高人机学的结构设计 | 50 |
| 概述 | 50 |
| 5.1 操作者工作场所的合理设计 | 51 |
| 5.2 仪表面板和布置的合理设计 | 57 |
| 5.3 操作手柄和旋钮的合理设计 | 62 |
| 5.4 避免对人身的伤害 | 68 |
| 第6章 绿色结构设计 | 69 |
| 概述 | 69 |
| 6.1 减少废物的排出 | 69 |
| 6.2 减少能源和材料的消耗, 避免污染环境 | 70 |
| 6.3 加强材料回收利用, 产品容易拆卸、分离 | 71 |
| 6.4 减小加工裕量, 缩短加工时间 | 72 |
| 第7章 考虑发热、腐蚀等的结构设计 | 74 |
| 概述 | 74 |
| 7.1 减少发热, 控制机器的温度 | 74 |
| 7.2 减小热变形的影响 | 78 |
| 7.3 避免产生腐蚀的结构 | 80 |
| 7.4 设置容易更换的易腐蚀件 | 82 |
| 第8章 降低噪声的结构设计 | 83 |
| 概述 | 83 |
| 8.1 减少振动、冲击或碰撞 | 83 |
| 8.2 减少受冲击零件的振幅 | 84 |
| 8.3 隔离振动和噪声 | 86 |

VI

| | |
|----------------------------|------------|
| 8.4 减少选用机械结构不合理引起的振动 | 88 |
| 第9章 铸造件结构设计 | 90 |
| 概述 | 90 |
| 9.1 制造木模方便 | 90 |
| 9.2 便于造型的铸件结构设计 | 92 |
| 9.3 考虑砂芯问题的铸件结构设计 | 94 |
| 9.4 便于合模的铸件结构设计 | 97 |
| 9.5 便于浇注的铸件结构设计 | 97 |
| 9.6 铸件材料选择 | 102 |
| 9.7 有利于铸件强度和刚度的结构设计 | 103 |
| 9.8 熔模铸件结构设计的注意事项 | 106 |
| 9.9 压铸件结构设计注意事项 | 107 |
| 第10章 锻造件结构设计 | 110 |
| 概述 | 110 |
| 10.1 自由锻件结构设计注意事项 | 110 |
| 10.2 模锻件结构设计注意事项 | 112 |
| 第11章 冲压件结构设计 | 114 |
| 概述 | 114 |
| 11.1 冲裁件结构设计 | 114 |
| 11.2 弯曲件结构设计 | 116 |
| 11.3 拉深件结构设计 | 118 |
| 11.4 成型件结构设计 | 119 |
| 第12章 焊接件结构设计 | 122 |
| 概述 | 122 |
| 12.1 焊接件不可简单模仿铸件或锻件 | 123 |
| 12.2 尽量简化焊接件结构 | 124 |
| 12.3 减小焊接件应力集中 | 126 |
| 12.4 减小焊缝受力 | 128 |
| 12.5 避免焊缝汇集 | 132 |
| 12.6 减小焊接件的变形 | 132 |
| 12.7 减少焊缝 | 134 |

| | |
|--|------------|
| 12.8 节约材料 | 135 |
| 第 13 章 粉末冶金件结构设计 | 136 |
| 概述 | 136 |
| 13.1 避免脆弱的结构 | 137 |
| 13.2 避免截面尺寸沿轴向变化太快 | 137 |
| 13.3 避免深孔 | 138 |
| 13.4 避免斜齿 | 139 |
| 13.5 避免简单模仿机械加工件 | 140 |
| 第 14 章 粘接件结构设计 | 141 |
| 概述 | 141 |
| 14.1 减少粘接接头受力 | 141 |
| 14.2 对粘接接头采用增强或应力均匀化等措施 | 142 |
| 14.3 设法扩大粘接接头 | 144 |
| 第 15 章 工程塑料件结构设计 | 146 |
| 概述 | 146 |
| 15.1 工程塑料件的材料选择 | 147 |
| 15.2 避免翘曲变形 | 147 |
| 15.3 避免制造困难的复杂结构 | 153 |
| 15.4 避免局部变形、裂纹和接缝 | 157 |
| 15.5 保证强度和避免失稳 | 159 |
| 15.6 采用组合件和嵌件 | 162 |
| 15.7 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 | 165 |
| 第 16 章 陶瓷件和橡胶件结构设计 | 167 |
| 概述 | 167 |
| 16.1 考虑模具形状设计陶瓷件结构 | 168 |
| 16.2 考虑制造工艺设计陶瓷件结构 | 168 |
| 16.3 避免陶瓷件有薄弱部分 | 170 |
| 16.4 避免温度应力 | 172 |
| 16.5 橡胶零件和陶瓷零件应尽量选择标准件 | 172 |
| 16.6 避免橡胶件的损伤 | 173 |

VIII

| | | |
|---------------|----------------------------|------------|
| 16.7 | 考虑橡胶件制造方便 | 174 |
| 16.8 | 保证橡胶件与有关零件的可靠嵌合 | 175 |
| 第 17 章 | 热处理和表面处理件结构设计 | 177 |
| | 概述 | 177 |
| 17.1 | 合理选择热处理方法 | 178 |
| 17.2 | 考虑材料的淬透性 | 179 |
| 17.3 | 避免和减少热处理引起的变形和裂纹 | 180 |
| 17.4 | 表面处理零件结构设计 | 182 |
| 第 18 章 | 机械加工件结构设计 | 184 |
| | 概述 | 184 |
| 18.1 | 节约材料的零件结构设计 | 185 |
| 18.2 | 减少机械加工工作量的结构设计 | 185 |
| 18.3 | 减少手工加工或补充加工的结构设计 | 188 |
| 18.4 | 简化被加工面的形状和要求 | 189 |
| 18.5 | 便于夹持、测量的零件结构设计 | 193 |
| 18.6 | 避免刀具切削工作处于不利条件 | 194 |
| 18.7 | 正确处理轴与孔（内外表面）的结构 | 197 |
| 第 19 章 | 考虑装配的结构设计 | 199 |
| | 概述 | 199 |
| 19.1 | 零件便于装入预定位置 | 199 |
| 19.2 | 避免错误安装 | 203 |
| 19.3 | 安装不影响正常工作 | 204 |
| 19.4 | 减少安装时的手工操作 | 205 |
| 19.5 | 自动安装时零件容易夹持和输送 | 206 |
| 19.6 | 避免试车时出现事故 | 207 |
| 第 20 章 | 考虑维修的结构设计 | 208 |
| | 概述 | 208 |
| 20.1 | 尽量用标准件 | 208 |
| 20.2 | 合理划分部件 | 209 |
| 20.3 | 易损件容易拆卸 | 211 |
| 20.4 | 避免零件在使用中碰坏 | 217 |

| | | |
|---------------|----------------------------|------------|
| 20.5 | 注意用户的维修水平 | 218 |
| 20.6 | 设计零件时应考虑到维修时修复该零件的可能 | 218 |
| 第 21 章 | 螺纹连接结构设计 | 219 |
| | 概述 | 219 |
| 21.1 | 合理选择螺纹连接的型式 | 220 |
| 21.2 | 螺纹连接件合理设计 | 222 |
| 21.3 | 被连接件合理设计 | 227 |
| 21.4 | 螺栓或螺栓组合理布置 | 232 |
| 21.5 | 考虑装拆的设计 | 234 |
| 21.6 | 螺纹连接防松结构设计 | 237 |
| 第 22 章 | 键连接和花键连接结构设计 | 240 |
| | 概述 | 240 |
| 22.1 | 正确选择键的型式和尺寸 | 240 |
| 22.2 | 合理设计被连接轴和轮毂的结构 | 243 |
| 22.3 | 合理布置键的位置和数目 | 248 |
| 22.4 | 考虑装拆的设计 | 251 |
| 第 23 章 | 定位销和销连接结构设计 | 252 |
| | 概述 | 252 |
| 23.1 | 避免销钉布置在不利的位 置 | 253 |
| 23.2 | 避免不易加工的销孔 | 254 |
| 23.3 | 避免不易装拆的销钉 | 255 |
| 23.4 | 注意使销钉受力合理 | 256 |
| 第 24 章 | 过盈连接结构设计 | 258 |
| | 概述 | 258 |
| 24.1 | 避免装拆困难的过盈配合结构 | 259 |
| 24.2 | 注意影响过盈配合性能的因素 | 262 |
| 24.3 | 锥面过盈配合设计应注意的问题 | 264 |
| 第 25 章 | 传动系统结构设计 | 265 |
| | 概述 | 265 |
| 25.1 | 机构必须有确定运动 | 266 |
| 25.2 | 注意机构死点问题及其利用 | 266 |

| | | |
|---------------|-------------------------|------------|
| 25.3 | 改善机构的运动性能 | 270 |
| 25.4 | 传动件的选择和布置 | 275 |
| 第 26 章 | 带传动结构设计 | 280 |
| | 概述 | 280 |
| 26.1 | 合理选择带传动型式 | 280 |
| 26.2 | 正确确定带传动主要参数 | 281 |
| 26.3 | 带传动布置设计 | 283 |
| 26.4 | 带传动张紧装置设计 | 286 |
| 26.5 | 带轮结构设计 | 288 |
| 第 27 章 | 链、绳传动结构设计 | 290 |
| | 概述 | 290 |
| 27.1 | 链传动合理布置 | 291 |
| 27.2 | 保持链传动正常运转的措施 | 293 |
| 27.3 | 绳传动的布置 | 294 |
| 27.4 | 保证绳传动正常运转的措施 | 294 |
| 27.5 | 绳传动装置结构设计 | 295 |
| 第 28 章 | 齿轮传动结构设计 | 298 |
| | 概述 | 298 |
| 28.1 | 齿轮传动的合理布置和参数选择 | 298 |
| 28.2 | 齿轮的合理结构设计 | 300 |
| 28.3 | 齿轮在轴上的安装 | 305 |
| 28.4 | 保持齿轮传动正常运转的措施 | 307 |
| 第 29 章 | 蜗杆传动结构设计 | 309 |
| | 概述 | 309 |
| 29.1 | 正确选择蜗杆传动的主要参数 | 309 |
| 29.2 | 注意发挥蜗杆传动的优点, 避免缺点 | 311 |
| 29.3 | 合理设计蜗杆、蜗轮的结构和选择材料 | 315 |
| 第 30 章 | 螺旋传动结构设计 | 317 |
| | 概述 | 317 |
| 30.1 | 正确选择螺纹类型 | 317 |
| 30.2 | 合理选择螺旋机构的型式 | 318 |

| | | |
|---------------|------------------------------|------------|
| 30.3 | 提高螺旋强度、刚度和耐磨性的设计 | 319 |
| 30.4 | 提高螺旋精度的设计 | 320 |
| 30.5 | 滚珠螺旋设计应注意的问题 | 323 |
| 第 31 章 | 减速器结构设计 | 325 |
| | 概述 | 325 |
| 31.1 | 减速器总体设计和选型 | 325 |
| 31.2 | 非标准减速器合理设计 | 326 |
| 31.3 | 减速器箱体设计 | 330 |
| 31.4 | 减速器润滑和散热 | 332 |
| 第 32 章 | 变速器结构设计 | 337 |
| | 概述 | 337 |
| 32.1 | 参数选择和总体布置 | 338 |
| 32.2 | 变速器传动件结构设计 | 342 |
| 32.3 | 摩擦轮和摩擦无级变速器结构设计 | 346 |
| 第 33 章 | 轴系结构设计 | 353 |
| | 概述 | 353 |
| 33.1 | 提高轴的疲劳强度 | 353 |
| 33.2 | 加工方便的轴系设计 | 362 |
| 33.3 | 安装方便的轴系设计 | 364 |
| 33.4 | 轴上零件应可靠固定 | 366 |
| 33.5 | 保证轴的运动稳定可靠 | 369 |
| 第 34 章 | 联轴器、离合器、制动器结构设计 | 371 |
| | 概述 | 371 |
| 34.1 | 联轴器类型选择 | 371 |
| 34.2 | 联轴器结构设计 | 376 |
| 34.3 | 离合器类型选择 | 379 |
| 34.4 | 离合器结构设计 | 382 |
| 34.5 | 制动器类型选择 | 384 |
| 第 35 章 | 滑动轴承结构设计 | 387 |
| | 概述 | 387 |
| 35.1 | 必须保证良好的润滑 | 388 |

XII

| | | |
|---------------|------------------|------------|
| 35.2 | 避免严重磨损和局部磨损 | 394 |
| 35.3 | 保证较大的接触面积 | 398 |
| 35.4 | 拆装、调整方便 | 399 |
| 35.5 | 轴瓦、轴承衬结构合理设计 | 400 |
| 35.6 | 合理选用轴承材料 | 404 |
| 35.7 | 特殊要求的轴承设计 | 405 |
| 第 36 章 | 滚动轴承结构设计 | 408 |
| | 概述 | 408 |
| 36.1 | 滚动轴承的类型选择 | 408 |
| 36.2 | 轴承组合的布置和轴系结构 | 416 |
| 36.3 | 轴承座结构设计 | 420 |
| 36.4 | 保证轴承装拆方便 | 427 |
| 36.5 | 滚动轴承润滑设计 | 428 |
| 36.6 | 钢丝滚道轴承设计 | 432 |
| 第 37 章 | 密封结构设计 | 434 |
| | 概述 | 434 |
| 37.1 | 密封垫片选择和接触面设计 | 434 |
| 37.2 | 密封圈的选择和设计 | 437 |
| 37.3 | 填料密封的设计 | 439 |
| 37.4 | 活塞环的设计 | 443 |
| 第 38 章 | 油压和管道结构设计 | 445 |
| | 概述 | 445 |
| 38.1 | 管道系统设计 | 445 |
| 38.2 | 管道结构设计 | 449 |
| 38.3 | 管道运转中的问题及避免的措施 | 452 |
| 第 39 章 | 机架结构设计 | 455 |
| | 概述 | 455 |
| 39.1 | 机架必须有足够的强度和刚度 | 455 |
| 39.2 | 机架应该有良好的工艺性 | 458 |
| 39.3 | 节约材料 | 462 |
| 第 40 章 | 导轨结构设计 | 463 |

| | |
|---------------------------------|------------|
| 概述 | 463 |
| 40.1 导轨合理选型 | 463 |
| 40.2 保证导轨的强度、刚度和耐磨性 | 464 |
| 40.3 保证导轨的精度 | 465 |
| 40.4 保证导轨的运动灵活性 | 467 |
| 40.5 提高导轨的工艺性 | 469 |
| 第 41 章 弹簧结构设计 | 473 |
| 概述 | 473 |
| 41.1 弹簧类型选择 | 473 |
| 41.2 正确确定弹簧参数 | 474 |
| 41.3 螺旋弹簧结构设计应注意的问题 | 475 |
| 41.4 其他弹簧结构设计 | 477 |
| 第 42 章 避免机械制图方面的错误 | 479 |
| 概述 | 479 |
| 42.1 机械装置的全部图样要有总体规划 | 479 |
| 42.2 机械制图要符合国家标准 | 480 |
| 42.3 保证图样的正确性 | 481 |
| 42.4 注意图样的审查和修改 | 482 |
| 42.5 标注尺寸、公差、表面粗糙度应注意的问题 | 484 |
| 参考文献 | 486 |

第 1 章 机器总体结构设计

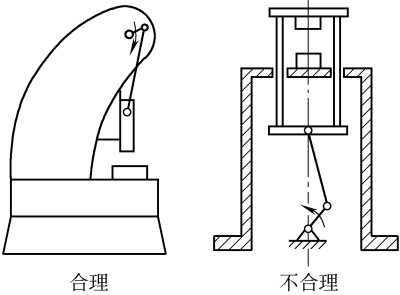
概述

设计一台机械设备一般包括以下几个主要阶段：①明确任务；②原理方案设计；③技术设计；④编制技术文件。本章主要讨论第二阶段遇到的问题，但是有时不得不涉及第一、三阶段的有关内容。

在设计机器总体结构时需要注意的问题，本书归纳为以下几个方面：

- 1) 精心确定设计任务书。
- 2) 慎重确定机器的主要参数。
- 3) 简化机器的动作要求。
- 4) 避免原理性错误。
- 5) 正确选择原动机。
- 6) 注意使用条件、生产条件的限制和国家的有关规定。
- 7) 在设计任务要求中寻找解决问题的途径。

1.1 精心确定设计任务书

| 设计应注意的问题 | 说 明 |
|---|---|
| <p>1.1.1 没有经过充分调查研究制定的设计任务书，会导致设计失败</p>  <p>合理</p> <p>不合理</p> | <p>左图是冲压薄钢板的曲柄冲床，右图是一种新型的冲压机床，考虑用以代替原有的冲床。设计时主要考虑原来的冲床单立柱受拉伸和弯曲的综合作用对强度不利，改为双立柱，受力情况改善，可以减轻机床的重量。但是原结构可以由三个方面送进钢板，钢板的尺寸可以很大，改变以后只能放入窄的条形钢板，原料尺寸受到限制，影响了机床的使用范围，而这一点在确定设计任务时没有经过仔细的分析、比较与市场调查，设计失败</p> |

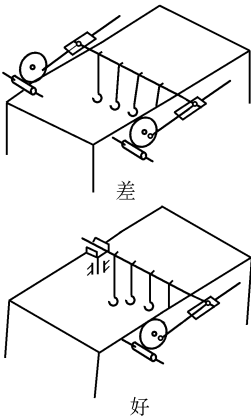
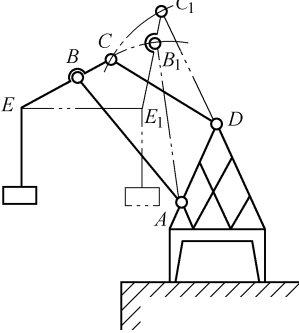
(续)

| 设计应注意的问题 | 说 明 |
|-------------------------|---|
| 1.1.2 设计要有明确的目的和强烈的创新意识 | 中华世纪坛是北京市为迎接21世纪的重要建筑。其坛体尺寸和质量都很大（转动部分的质量达3200t，直径47m）。是否要求坛体能够转动，在确定方案时就是一个反复讨论的重要问题。它的转动体现了“天行健，君子以自强不息”的创意。但是，是否能够实现转动，风险较大。经过了反复的计算、实验和讨论，最后决定采用转动坛体的方案 |

1.2 慎重确定机器的主要参数

| 设计应注意的问题 | 说 明 |
|--|--|
| 1.2.1 确定机械设备的主要参数应经过慎重的研究 某数控钻床，因设计转速范围较低，不适用于用户钻制铝合金零件的要求而失败 | 设备的性能必须切合使用者的要求，例如设计机床，必须首先确定机床加工零件的尺寸范围、精度、材料的硬度、转速变化范围和级数、自动化程度等。这些参数必须经过对用户的调研和统计，并与已有的产品进行比较后才能确定，使所设计的产品具有特色和竞争能力 |
| 1.2.2 机器的适用尺寸范围与其结构复杂程度要相适应 | 某中型光学计量仪器，设计时采用了许多大型仪器的结构，如双目镜等复杂结构，在提高了使用舒适性的同时，也提高了成本，但因为测量范围小而失去竞争力，设计失败 |

1.3 简化机器的动作要求

| 设计应注意的问题 | 说 明 |
|---|---|
| <p>1.3.1 仔细研究工作要求，简化机器的动作</p> <p>作</p>  | <p>小型电镀零件常悬挂在一个杆上放入电镀槽。为了提高镀层质量和电镀速度，需要将杆晃动。上图所示为两边各设一个曲柄滑块机构使杆前后晃动，结构复杂。下图只使杆摆动，杆左端在支点的滑槽中沿杆的轴向滑动，支点还可以在杆的作用下，按杆的方向任意转动，结构简单</p> |
| <p>1.3.2 对机构的运动性能允许一定误差</p>  <p>起重机变幅机构</p> | <p>图示起重机变幅机构，要求重物水平移动时，不可有上下运动，而采用的双摇杆机构不能完全保证这一要求。因此，要求设计者，用优化设计方法设计各杆尺寸，使重物的上下运动距离不超过一定范围</p> |