机械系统设计

1. 绪论
   1. 机械与机械系统
      1. 系统的概念：所谓系统是指具有特定功能的、相互间具有有机联系的许多要素构成的一个整体
      2. 机械系统的特性
         1. 整体性
         2. 相关性
         3. 目的性
         4. 环境适应性
      3. 机械系统的组成
         1. 动力系统
         2. 传动系统
         3. 执行系统
         4. 操作系统和控制系统
      4. 现代机械的功能要求
   2. 机械系统设计的任务
      1. 从系统的观点出发
      2. 合理确定系统功能
         1. 产品功能
            1. 按功能性质分

基本功能：用户直接要求的功能，体现了产品存在的基本价值

辅助功能：是为了视线基本功能而附加在产品上的功能，是实现基本功能的手段

* + - * 1. 按功能满足用户要求的性质分

使用功能：能够满足用户使用要求的功能，是体现产品实际使用价值的功能，属必要功能

外观功能：在使用功能基础上，对产品起没话、装饰的功能，可以起到增加产品竞争力和吸引顾客的作用

* + - 1. 产品的价值
         1. 定义：用价值来评价功能与成本的统一程度，即产品的价廉物美程度
         2. 表达式：
         3. 提高价值的措施

增加功能，成本不变

功能不变，降低成本

增加一些成本以换取更多的功能

降低一些功能以使成本更多的降低

增加功能，降低成本

* + - 1. 功能评价值
         1. 定义：将功能F进行量化，其大小与实现该功能的难易程度有关
         2. 表达式：
    1. 提高可靠性
       1. 定义：产品在规定的条件下和规定的时间内完成规定功能的能力。可靠性是衡量产品质量的一个重要指标
       2. 衡量可靠性的指标
          1. 可靠度
          2. 失效概率
          3. 失效率
          4. 平均无故障工作时间MTBF
          5. 失效前平均工作时间MTTF
          6. 维修度
          7. 有效度
       3. 提高机械系统可靠性的措施
          1. 最有效办法是进行可靠性设计
          2. 分析失效，查找原因
          3. 把可靠性设计到零部件中
          4. 提高维修性
          5. 简化机构，提高标准化程度
    2. 提高经济性
       1. 以寿命周期成本最低为目标
          1. 寿命周期成本LCC是指产品从计划、设计、制造和使用直至报废的整个寿命周期所花费用的总和

生产成本

直接成本

间接成本

使用成本

运行成本

维修成本

* + - 1. 提高设计和制造的经济型
         1. 合理确定可靠性要求和安全系数
         2. 贯彻标准化
         3. 采用新技术
         4. 改善零部件结构工艺性
         5. 采用经济的技术要求
      2. 提高使用和维修的经济型
         1. 提高产品的效率
         2. 合理确定经济寿命
         3. 提高维修的经济性

设备从开始使用至其主要功能丧失而报废所经历的时间称为功能寿命（或物资寿命）

设备低劣化法

设备从开始使用至因技术落后而被淘汰所经历的时间称为技术寿命

设别从开始使用至继续使用其经济效益变差所经历的时间称为经济寿命

* + 1. 保证安全性
       1. 机械系统执行预期功能的安全性
       2. 人-机-环境系统的安全性
          1. 劳动安全
          2. 环境保护
  1. 机械系统设计过程概述
     1. 机械系统设计过程
        1. 计划
        2. 外部系统设计
        3. 内部系统设计
        4. 制造销售
     2. 机械系统设计的特点
     3. 系统分解
        1. 分解数和层次应适宜
        2. 避免过于复杂的分界面
        3. 保持能流量、物料流和信息流的合理流动途径
        4. 了解系统分解与功能分解的关联及不同
     4. 系统分析
        1. 分析与确定系统的目的和要求
        2. 模型化
        3. 系统最优化
        4. 系统评价

1. 机械系统的方案设计与总体设计
   1. 机械系统的方案设计
      1. 研究给定的设计任务
      2. 设计任务抽象化
         1. 用黑箱来表达设计任务，是人设计任务抽象化的一种方法，所谓黑箱是指仅知输入量和输出量而不知其内部结构的表述设计任务的一种模式，黑箱明确表示了设计任务的基本功能要求和主要约束条件。
      3. 确定工艺原理
      4. 确定技术过程
      5. 引进技术系统并确定系统边界
         1. 引进技术系统
            1. 确定功能结构
            2. 功能载体的组合

建立形态学矩阵：形态学矩阵中将系统的各个分功能或功能元的各种解法列为目标特征

* + - 1. 确定系统边界
    1. 确定基本结构布局
    2. 方案评价
       1. 方案评价的目的和内容
          1. 目的是通过对可行的候选方案进行技术、经济、外部环境等方面的评定，提出方案的评价意见，为决策者最后确定设计方案提供信息和依据

技术评价

经济评价

外部环境评价

* + - 1. 方案评价的指标体系、评价原则和权重分配
         1. 指标体系
         2. 评价原则

客观性原则

可比性原则

合理性原则

整体性原则

* + - * 1. 权重分配原则
      1. 方案评价方法
         1. 评分法
         2. 加权综合评分法
  1. 机械系统的总体设计
     1. 总体设计的内容
        1. 总体布置设计
        2. 确定总体主要参数
        3. 绘制总体设计图样
        4. 编写总体设计报告书及技术说明书等
     2. 总体布置设计
        1. 基本要求
           1. 保证工艺过程的连续和顺畅
           2. 降低质心高度、减小偏置
           3. 保证精度、刚体、提高抗振性及热稳定性
           4. 充分考虑产品系列化和发展
           5. 结构紧凑，层次分明
           6. 操作、维修、调整方便
           7. 外形美观
        2. 绘制总体布置图
           1. 执行系统的布置

减少构件和运动幅的数目，减小构件的几何尺寸，以减小其磨损和变形对执行机构运动精度的影响

使原动件尽量接近执行机构。在布置相互联系型的多个执行机构时，应尽量将各原动件集中在一根或少数几根轴上。对外露的执行机构，最好将原动件隐蔽布置，应提高操作安全性

由于执行构件往往与作业对象直接接触，所以布置执行机构和中间连接件时应充分考虑作业对象装卡和传送的方便与安全

* + - * 1. 传动系统的布置

简化传动链

合理安排传动机构顺序

主义传动系统润滑和密封的便利性与可靠性

* + - * 1. 操纵件的布置
    1. 总体主要参数的确定
       1. 尺寸参数
       2. 运动参数
       3. 动力参数
    2. 总体布置示例

1. 机械系统的载荷特性和动力机选择
   1. 工作机制的载荷和工作制
      1. 载荷类型
         1. 周期载荷
         2. 非周期载荷
         3. 随机载荷：由于其不确定性，因而只能采用统计的方法来获得它们的统计规律
      2. 载荷的处理方法
         1. 对静载荷、周期载荷、非周期载荷进行傅里叶展开和傅里叶变换来获得它们的变化规律
         2. 随机载荷的处理
            1. 载荷谱：用概率统计的方法进行处理后，得到能反映载荷随时间变化的、具有统计特征的载荷—时间历程，即载荷谱。将工作谱处理成载荷谱的过程称为编谱
            2. 编制载荷谱的方法

功率谱法

循环计数法

峰值计数法

穿级计数法

幅程计数法

雨流计数法

* + - * 1. 频率直方图和概率密度函数
    1. 载荷的确定方法
       1. 类比法
       2. 计算法
       3. 实测法
    2. 工作机械的工作制
       1. 连续
       2. 断续
       3. 短时工作
       4. 载荷类型反映载荷在数值上随时间变化的特性，工作制反应负载持续状况
  1. 动力机的种类、机械特性及其选择
     1. 要考虑的方面
        1. 分析工作机械的负载特性，包括其载荷性质、工作制、作业环境、结构布置等
        2. 分析动力机本身的机械特性，以便选择与工作机械相匹配的动力机
        3. 动力机容量计算，通常是指计算动力机功率的大小
        4. 进行经济性分析，包括能源的供应、使用和维修费用、动力机购置费用等
        5. 作业环境的要求，如是户外型还是户内型、环境温度、湿度、粉尘及通风条件、有无隔爆要求、是否需经常移动还是固定不动等
     2. 电动机的种类、机械特性及其选择
        1. 种类
           1. 交流

同步电动机

异步电动机

* + - * 1. 直流

他励

并励

串励

复励

* + - 1. 三相异步电动机的种类及其机械特性
         1. 种类

按转子结构分类

鼠笼型

绕线型

按外壳结构形式分类

开启式

防护式

封闭式

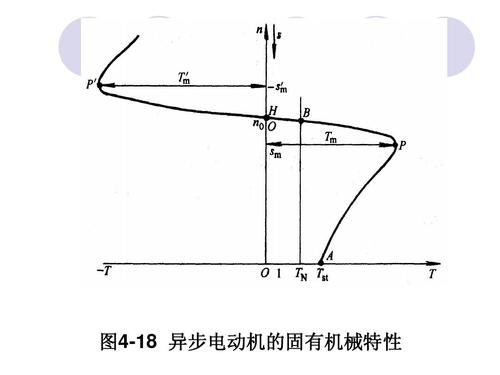
隔爆式

按安装方式分类

立式

卧式

* + - * 1. 机械特性曲线和人为机械特性曲线

固有机械特性曲线

滑移率/转差率 slip rate

启动点A，该点处n=0(s=1)，M=Mst，Mst为电动机的启动转矩

空载工作点（也称同步转速点）H

额定工作点B

最大转矩点P和P’

* + - 1. 其他类型交流电动机的种类及其机械特性
         1. 单相异步电动机
         2. 同步电动机
         3. 三相交流换向器电动机
         4. 无换向器电动机
         5. 直流异步电动机
      2. 直流电动机的种类及其机械特性
    1. 内燃机的种类、机械特性及其选择
       1. 内燃机的种类
          1. 按燃料种类

柴油机

汽油机

* + - * 1. 按汽缸数目

单缸

多缸

* + - * 1. 按一个工作循环的冲程数

二冲程

四冲程

* + - * 1. 按点火方式分

压燃式

点燃式

* + - * 1. 按进气方式分

自然吸气式

增压式内燃机 Turbo charge

* + - * 1. 按转速或活塞平均速度

高速内燃机

中速内燃机

低速内燃机

* + - 1. 内燃机的主要性能
         1. 有效功率
         2. 平均有效压力
         3. 标定功率
         4. 升功率
         5. 有效燃油消耗率
         6. 机械效率
      2. 内燃机的机械特性
         1. 负荷特性
         2. 速度特性
         3. 万有特性

1. 执行系统设计
   1. 执行机构的组成、功能及分类
      1. 执行系统的组成
         1. 执行机构时直接完成系统预期工作任务的部分
         2. 执行系统由执行构件和与之相连的执行机构组成
      2. 执行系统的功能
         1. 夹持
         2. 搬运
         3. 输送
         4. 分度与转位
         5. 检测
         6. 施力
         7. 完成工艺性复杂动作
   2. 机构选型及常用执行机构的主要性能特点
      1. 连杆机构
      2. 凸轮机构
      3. 间歇运动机构
      4. 直线运动机构
      5. 差动机构
      6. 增力机构
      7. 行程增大机构
   3. 执行系统设计
      1. 执行系统的设计要求
         1. 实现预期精度的运动或任务
         2. 有足够的强度、刚度
         3. 各执行机构间动作要协调配合
         4. 结构合理、造型美观、便于制造与安装
         5. 工作安全可靠，有足够的使用寿命
      2. 执行系统的设计步骤
         1. 设定运动方案
         2. 合理选择执行机构类型，拟定机构组合方案
         3. 绘制工作循环图
            1. 工作循环图是确定各执行机构运动参数及运动起讫时间的依据
            2. 根据生产任务拟定工艺过程及相应的运动方案
            3. 确定执行机构的运动参数
            4. 合理选择机构的类型
         4. 运动分析
         5. 动力学分析及承载能力计算
2. 传动系统设计
   1. 传动系统的类型及其选择
      1. 按传动比变化情况分类
         1. 固定传动比的传动系统
         2. 可调传动比的传动系统
            1. 有级变速传动：传统的变速箱
            2. Stepless transmission 无级变速传动：CVT
            3. 周期性变速传动
      2. 按驱动形式分类
         1. 独立驱动的传动系统
            1. 只有一个执行机构的传动系统：曲柄压力机
            2. 有运动不相关的多个执行机构的传动系统：龙门起重机
            3. 数控系统
         2. 集中驱动的传动系统
            1. 执行机构或执行构件之间有一定的传动比要求：如丝杠车床
            2. 执行机构或执行机构之间有动作顺序要求
            3. 各执行机构或执行构件的运动相互独立
         3. 联合驱动的传动系统
      3. 按工作原理分类
         1. 机械传动
         2. 流体传动
         3. 电力传动
   2. 传动系统组成
      1. 变速装置：改变动力机的输出转速和转矩以适应执行机构的需要
      2. 起停和换向装置：用来控制执行机构的启动、停车以及改变运动方向。对起停和换向装置的基本要求是起停和换向方便省力，操作安全可靠，结构简单，并能传递足够的动力
      3. 制动装置：对于起停频繁或运动构件惯性大、运动速度高的传动系统，应安装制动装置
         1. 常用制动器的类型
            1. 摩擦式

带式制动器

外抱块式制动器

内张蹄式制动器

盘式制动器

* + - * 1. 非摩擦式

磁粉式

磁涡流式

水涡流式

* + 1. 安全保护装置：机械在工作中若载荷变化频繁、变化幅度较大、可能过载而本身又无保护作用时，应在传动链中设置安全保护装置，以避免损坏传动机构
       1. 销钉安全联轴器
       2. 钢珠安全离合器
       3. 摩擦式安全离合器
  1. 传动系统的运动设计
     1. 转速图： 地图上的文字

        描述已自动生成
        1. 距离相等的一组水平线代表的一组竖直线表示
     2. 有级变速传动：通常由变速齿轮传动或变速带传动组h成，在一定的变速范围内，其输出轴只能得到有限级数的转数。有级变速传动最基本的变速装置式二轴变速传动，可实现2至4级变速，若要实现四级以上时，可以采用两个或两个以上变速组串联而成的多轴传动装置。通常采用等比级数排列，使各相邻的各级转速按等比级数变化，这样可使变速系统在结构上易于实现且经济合理，而且相邻两级转速的相对损失相等，在变速范围内对生产率的影响相同。
        1. 二轴变速传动的运动设计
           1. 塔轮传动 Cone pulley
           2. 滑移齿轮传动
           3. 折回机构传动
           4. 背轮机构传动
           5. 离合器变速传动
        2. 多轴变速传动的运动设计（通常不超过6级）
           1. 设计步骤

确定传动顺序：传动顺序是指从动力机到执行构件各变速组的传动副数的排列顺序。对于降速传动链，传动顺序应“前多后少”，使位于高速轴的传动构件多些，这对于节省材料，减小变速箱的尺寸和重量都是有利的。

确定变速顺序：变速顺序是指基本组和扩大组的排列顺序

确定各变速组的传动比

各对传动副的传动比不超出极限传动比，即

尽量提高中间轴的最低转速。分配降速传动比时，按照“前小后大”的递降原则较为有利

有利于降低噪声。分配传动比时应避免较大的升速传动，因为升速传动使传动误差扩大，并引起较大的啮合冲击和噪声。

* + 1. 无级变速传动
       1. 功用
          1. 要求转速在工作中连续变化
          2. 探求机械的最佳工作速度
          3. 带负载启动的机械要求在低速下起动
          4. 需要协调机械系统中几个执行机构之间的运转速度
    2. 液力传动