力学基本常识

力的概念

力的基本概念

- 一个物体收到的力
  - 力的单位：N
  - 物体收到的力有很多种可能
    - 1.重力　100%收到重力
      （必须是地面设备，太空设备另说）
    - 2.受到的推力
      - 电机+丝杆推动某个负载运动
      - 气缸推动某个负载运动
    - 3.物体和物体之间的摩擦力
      - 物体和物体接触的时候，会受到摩擦力的影响
    - 4.还有各种外力部分

牛顿第一定律【惯性】

- 惯性与惯量
  - 直线运动的惯性
    - 匀速直线运动
  - 旋转运动的惯量
    - 匀速旋转运动
    - 惯性的量
      - 其实物体的结构尺寸都是不同的，围绕不同的点旋转，事实上惯性可能一样（惯性只和质量有关），但是惯量不一样
      - 相同质量的情况下，质量分布的点距离旋转中心越远，旋转越费劲 ---- 惯量大
  - 【案例】同步带模组水平横移机构
    - 1.将物体从静止加速到目标速度的加速力
      - 1.横移机构中滑块上所有的物体
        （包含滑块、垂直轴模组 、气缸、产品、安装板.....）
        - 【其实就是随着电机启动、开始做直线运动的部分都要算】
      - 2.同时还有皮带部分也需要计算
        - 【看皮带质量和其他部分的占比，如果皮带质量不足一提就不算了】
      - 【F = ma 】 m：随着电机启动，做直线运动的所有部件的质量（kg）
    - 2.将物体从静止加速到目标旋转速度的加速力矩
      - 1.整个机构中随着电机的启动，开始做旋转运动的部件，都要算旋转的加速力
      - 2.物体从静止状态，开始旋转加速 ----- 加速力矩
      - 3.加速力矩T 的计算方法其实和直线运动的加速力F计算类似
        - 直线运动的加速力F = 质量 × 加速度
        - 旋转运动的加速力矩T = 惯量 × 角加速度
        - 惯量指的是 旋转物体的惯量
        - 角加速度其实就是旋转运动的加速度
        - 这两者其实道理一致，只是说形式不一样【加速力矩、转动惯量、角加速度】这几个东西的计算方法，放在【气缸章节】
- 质量越大，惯性越大
  - 惯性越大，改变运动方式需要的力也会越大
    - 比如：100kg的大树，和50kg 的同学，一起跑步，同样的起跑速度，两人并肩前进，大树需要的力更多
    - 比如：100kg的大树，和50kg 的同学，一起站在台风中，大树没有被风吹倒，同学被台风吹飞带走了
  - 改变运动方式
    - 静止状态 ----- 运动状态　【启动、加速】
      - 所以物体从静止状态变成运动状态需要一个【加速力、启动力】
    - 运动状态 ----- 静止状态　【减速、停止】
      - 物体在运动状态下变成静止状态需要一个【减速力、停止力】
    - 运动状态 ----- 运动状态　【转向，拐弯，换向】
      - 大树本来是朝着东边奔跑，突然拐弯向南边开始奔跑（拐弯90°）【转弯力、变向力】
  - 如果是运动状态不改变，【理论上】来说没有外力就会一直保持下去
    - 静止状态，没有受力，就会一直静止下去
    - 匀速直线运动，运行速度不变化，运行方向也不变化的运动，不受到外力也会一直保持下去
    - 但是！　实际中，这种情况基本不存在 ---- 摩擦力
      - 杯子放在桌面上，推着走，但是一旦不推了，杯子就停下了 ----- 杯子和桌子有摩擦力
      - 除了物体和物体之间的摩擦力以外，还有空气摩擦力

牛顿第二定律【加速度与加速力】

- 加速力（为了达到需要的加速度a而需要的推力F）
  - 如果你的物体需要从静止状态加速到一个目标的运行速度
    （0m/s 提高到 1m/s）
    - 这就需要额外的动力来推着物体加速跑，这个推力越大，速度提升的就越快 ------ 推力越小，速度提升的就越慢
  - 加速度a（m/s²） = V / t
    - V：目标速度、最大速度（本次加速过程中最大的速度，达到这个速度就算成功） ---------- m/s
    - t：加速时间 ，本次加速过程中的时间长短
    - 逻辑1：在规定的加速时间内，最大速度越大，意味着加速度a越大 ----- 推力越大
    - 逻辑2：在规定的最大速度范围内，加速时间越短，意味着加速度a越大 ----- 推力越大
    - 逻辑3：两个参数一起变化，速度越大，加速时间越短，加速度a会特别大 ----- 推力夸张
    - 在设计的时候尽量让推力更小，推力小，意味着我们买的"推动机构"越便宜
    - 推动机构推力越大，会导致价格很高 -------- 制定加速时间的时候尽量保守一点
  - F（加速力N）=ma
    - m：加速物体的质量
      - 在保持相同的加速度a的前提下 ，加速的物体质量越大----------加速的推力越大
    - a：上面说过的，计算出来的需求加速度（m/s²）
      - 在保持相同的物体质量的前提下，加速度越大 -------- 加速的推力越大
  - 逻辑：在设计过程中我们基本有个认知
    - 1.小负载部件基本都可以按照高速运行和高加速度运行
      - 负载大概在5kg以内　运行速度基本跑个1m/s没啥问题
      - 负载同上，加速时间算到0.1以内也还OK
    - 2.大负载部件基本都是低速运行
      - 负载100kg以上，运行速度就很少高于0.6m/s
      - 负载1000kg以上，运行速度基本算到0.3m/s以内　甚至低于0.1m/s
      - 负载质量越大，我们考虑到两方面，会有意识地降低运行速度和加速度
        - 1.质量太大，加速度如果很大，需要非常大的推力，成本很高
        - 2.质量太大，如果运行速度很大，危险性大
          （卸不住车，冲击力大，如果失控，那就等着踩缝纫机）
  - 逻辑：负载质量，加速力，加速时间，最大运行速度之间的关系
    - 1.负载质量越大的时候，我们要尽可能地将最大运行速度设置低一些，加速时间设置长一点
    - 2.负载质量不大（20kg以内的时候）最大运行速度可以适当的拉高看需求，加速时间可以适当的小一点，也看需求
    - 【在满足使用需求的前提下 ------ 加速时间越长越好 、 最大运行速度越小越好】
    - 【在设计的时候，尽可能地将运动的物体负载设计的比较小（轻量化设计）】
  - 【案例】一个5kg的砖头，需要从静止状态加速到1m/s速度，加速时间设定在0.1秒 （水平运动，砖头放在水泥地上）
    - F加 = ma　　a = V / t = 1m/s ÷ 0.1秒 = 10m/s²
    - F加 = 5kg × 10m/s²
    - F加 = 50N
    - 如果砖头是放在地面上推过去的，那就还需要算摩擦力
    - F摩 = μmg　　μ：经过实验得知砖头与水泥地的摩擦系数0.5　重力加速度g取10
    - F磨 = 0.5 × 5kg × 10
    - F 磨 = 25N
    - 也就是说推力至少要25N砖头才会动，至于要在0.1秒内将砖头加速到1m/s的速度，还需要额外的50N加速力
    - 总推力 = 25 + 50 = 75N
- 匀速直线运动，是没有加速力的
  - 基本就是推力和阻力相等，保持受力平衡，就能保持一个稳定的速度一直走下去

牛顿第三定律【作用力与反作用力】

- 推力与反推力
- 推紧机构的设计思路

万有引力及重力

万有引力概念

重力及重力加速度

- 重力加速度g的概念
- 在不同运动状态下重力的影响
  - 水平运动
  - 垂直运动
    - 当物体向上（离开地球的方向）运动，重力会成为运动方向的"拖后腿"的力
- 重力计算公式
  - G=mg
    - G：该物体所受到的重力（牛顿、牛、N）
    - m：这个物体的质量（千克、kg）
    - g：重力加速度　值取9.8 m/s²
      - 这个值和地球有关系，只要在地球上固定9.8计算
      - 当然很多时候我们在计算的时候会默认按10计算
      - 按10计算会让计算结果比实际更大一点点，对于设计来说更稳定安全
      - 如果是客户要求比较严格、或者编写设计书、需要精密计算的，这种情况，按9.8来
  - 例题
    - 一个质量为1kg的钢板所受到的重力是多少
      - G=mg
      - G=1kg × 10 或者×9.8
      - G=10N 或者 9.8N
    - 拓展：一般来说9.8N被称为 【一公斤力 kgf】
      - 500kgf 等于多少N?
      - 500kgf×9.8 = 4900N
    - 备注：绝大部分行业都是按照N来计算，但是在台湾或者日本的某些行业或者产品样册上会出现kgf的单位，一定要警惕，这里面差了10倍的数值
    - 备注：按照这些使用kgf 的行业来说，g一般是取9.8的，不是取10

摩擦力

- 摩擦力的概念
- 静摩擦
- 滑动摩擦
- 摩擦力的计算方法
  - F=fμ
  - f 是垂直于接触面的正压力
  - μ 是指的两个物体之间的摩擦系数
  - 【摩擦系数】
    - 1.物体的材质不同，摩擦系数不同
    - 2.物体的表面粗糙度不同，摩擦力不同
      - 越光滑，摩擦系数越小
      - 但是，在两个平面度非常好、粗糙度也非常好的镜面加工的金属零件相互接触并且存在压力的时候，会出现吸附的力量（真空效应）
    - 3.两个物体之间的填充有关系
      - 物体之间没有任何填充，完全贴合 ---- 吸附在一起，推不动
      - 物体之间有空气存在，贴合并不完全 --- 推动他需要克服摩擦力
  - 摩擦力是被动产生的，不会出现主动产生的情况
    - 推力不够，没能推动对象---------静止状态下，摩擦力的大小取决于受力大小
    - 如果推力足够，吧对象推动了 ------ 运动状态下，摩擦力理论上等于 【μf 】 （摩擦系数×正压力） 不会超过这个值（理论上来说）
      - 但是实际上，滑动状态的摩擦系数要比最大静摩擦系数要小 -------- 物体之间存在粘滑情况，但是一旦滑动起来了就没事了
        - 所以实际情况是在很多结构里，推动的一瞬间需要很大的推力，只要推动起来了，就好多了
  - 摩擦力的作用
    - 在绝大部分时候，摩擦力都是处于阻碍物体运动的作用
      - 物体往前前进，摩擦力向后"拖后腿"
      - 物体向上运动，摩擦力+重力 "拖后腿"
      - 物体向下运动，摩擦力拖后腿，但是重力在帮助向下运动
    - 有的时候，摩擦力将会是我们运动的需求力
      - 静止状态下，皮带输送机上的物体，由于皮带前进，所以皮带和物体之间的摩擦力会"拉着物体"前进 ----- 这个时候，摩擦力处于帮助运动的状态
      - 但是如果皮带太过于光滑，摩擦系数小，这会导致皮带和物体之间的摩擦力小 --------- 物体在皮带上打滑（皮带跑了，物体在很慢速的打滑）
  - 摩擦力和接触面积的关系
    - 【理论上来说】接触面积大小不会影响摩擦力的大小
    - 【实际上，并不是这样的】
      - 接触面积越大，分散点越多，单个点的压力越小
      - 接触面积越小，分散点越集中 ，单个点压力越大
      - 材质较软的材料，就需要考虑这个问题。接触面积越小，点个点压力越大，单个点的变形量越大 --------- "摩擦力"会增大
        - 会产生类似咬合的状态，大幅度提高"摩擦力"
        - 有个范围，压变形也有个限度，在确保对象受力不超过极限的情况下，这个方法也不能无限制的增加"摩擦力"
      - 【案例】皮带与皮带辊的摩擦力
        - 1.将皮带张紧力增加（绷紧） -------- 增加正压力从而提升摩擦力
          - 但是过度的绷紧会导致皮带辊以及轴承压力暴增、还有皮带也不一定扛得住这么大的张力
        - 2.皮带辊表面滚花加工
          - 增加皮带表面的被压入深度，从而提高摩擦系数。但是这么做皮带能提高的摩擦力还是有个上限
        - 3.增大皮带辊的直径
          - 增大接触面积的同时再利用1+2方法，提高摩擦力上限
        - 4.使用包胶滚筒
          - 滚筒表面包PU ------ 增大摩擦系数
        - 5.实在不行，窄皮带换同步带，宽皮带不能用这个方法
      - 备注：皮带与皮带辊之间的摩擦系数可能也就0.3以内（网面）
        - 普通皮带 + 普通钢制滚筒
      - 备注：皮带与产品之间的摩擦系数最高能到0.8（胶面）
    - 摩擦系数越大，产品使用的时候磨损程度越厉害
  - 如果两个物体之间有可以自由滚动的介质（滚珠、轮子.....）
    - 那就不是滑动摩擦了，是滚动摩擦，实际上滚动摩擦的系数非常小 -------- 0.1以内　甚至最小0.01（直线导轨）

机械设计基础物理知识

运动学基本常识

运动的概念

- 运动三要素：路程、时间、速度
  - 路程 = 速度 × 时间　　L = V × t　【这是匀速运动的计算公式】
  - L： 路程　mm或者m
  - V ： 匀速运动的速度　mm/s或者m/s
  - t ： 运动的整个时间　s 秒
- 【案例】物体从A点到B点距离1000mm
  - 1.如果我们希望它从A到B过程中大概5秒 ----- L = V × t　　V = 200mm/s
  - 2.如果我们希望它从A到B过程中大概3秒 ----- V = 333.333mm/s
  - 【速度快，完成这个动作的时间就会短 ------ 但是短时间内需要加速到很快的速度，加速力会很大---并且速度太快稳定性很差，大负载环境下不安全】
  - 【速度慢，完成这个动作的时间就会长 ------ 但是短时间内需要加速到的速度不是很快，加速力不大 ，稳定性好，安全】
  - 速度的设定概念：在满足要求的前提下，运行速度越慢越好

阻力与动力

- 阻碍物体运动的受力分析
  - 摩擦力
  - 重力
  - 外力
- 推动物体运动的受力分析
  - 推力
  - 重力
  - 外力

直线运动的概念

- 匀速运动
  - 匀速运动的速度变化
  - 匀速运动的位移变化
- 匀变速运动
  - 前提：物体从静止状态开始加速，当进行了一半的路程的时候，结束加速状态开始减速 直到停在路程的终点位置
    - 三角形运行模式
    - 路程 = 最大运行速度 × 时间 ÷ 2
    - 其实就是计算　速度/时间　　曲线图的三角形面积 -----　也就是路程
  - 前提：物体从静止状态开始加速，在短时间内加速到目标速度之后，保持匀速运动，直到快结束路程的时候短时间内进行减速，并且停在路程的末端
    - 梯形运行模式
    - 加速阶段路程 = 最大运行速度 × 加速时间 ÷ 2
    - 减速阶段路程 = 最大运行速度 × 减速时间 ÷ 2
    - 匀速阶段路程 = 最大运行速度 × 匀速运行时间
    - 其实就是计算　速度/时间　　曲线图的梯形形面积 -----　也就是路程
    - 【大家如果算不清楚 ---- 就把 梯形切成　【加速三角形】【匀速长方形】【减速三角形】
- 一次运动的完整组成
  - 静止
  - 加速
  - 匀速
  - 减速
  - 静止

工业中两种运动模式

- 三角形运行模式
- 梯形运行模式

力矩与减速比

力矩的概念及计算方法

- 一般称呼为T ，中文名：扭矩、力矩、转矩
  【称呼有很多，其实都是一个东西】
- 其实是一个比较抽象的概念，旋转的力量
  - 就像是你徒手拧开老干妈辣酱的盖子，拧不开，脸都憋红，这意味着扭矩不够
- 力矩的计算方式其实是由受力半径和旋转方向切线的力共同计算出来的
  - T = F × R　（T = F × L）
  - T ： 扭矩的意思　（Nm）
  - F ： 旋转方向切线力　（N）
  - R / L ： 输出力F距离旋转圆心的距离　（m）
- 【案例】同步带机构水平运行
  - 皮带的拉力计算
    - 所有直线运动的部件，都需要计算摩擦力 F = μmg
    - 所有直线运动的部件，从静止开始加速到目标速度所需要的加速力　F =ma
    - 所以皮带的拉力 = 摩擦力 + 加速力
  - 同步轮的需求转矩计算
    T = 【皮带的需求拉力】 × 【同步轮的半径】
  - T = F × R

传动过程中力矩的变化

- 【案例】小齿轮旋转带动大齿轮一起旋转
  - 1.小齿轮的半径是50mm　　小齿轮的旋转速度是 100转每分钟
  - 2.大齿轮的半径是100mm
  - 3.小齿轮的旋转力矩T = 10Nm
  - 求：大齿轮的转速和扭矩
    - 1.小齿轮和大齿轮啮合点的切线力　　T = F × 小齿轮半径R　10Nm = F × 0.05m
      - F = 200N
    - 2.大齿轮被推动之后产生的扭矩　　T = 切线方向力F × 大齿轮半径R　　F = 200N　大齿轮半径R = 0.1m
      - T = 20Nm
    - 【小齿轮输出10Nm的力，推动大齿轮产生20Nm的力】 ----- 力量放大了两倍
    - 3.小齿轮的周长 = π × 小齿轮的直径　　小齿轮的直径是半径的两倍 也就是 L = 2R
      - 周长 = 3.14 × 0.1 = 0.314m　　也就是 314mm
    - 4.大齿轮的周长 = π × 大齿轮的直径　　小齿轮的直径是半径的两倍 也就是 L = 2R
      - 周长 = 3.14 × 0.2 = 0.628m　　也就是 628mm
    - 【因为周长不一样，所以小齿轮旋转2圈，大齿轮才会旋转1圈】
      - 这意味着小齿轮的转速是每分钟旋转100圈，大齿轮每分钟就只能旋转50圈
    - 总结，小齿轮驱动大齿轮的结果：大齿轮的转速比小齿轮慢 但是力量大 而且这个比值都是2
    - 也就是说齿轮传动过程中出现了，【速度降低】但是也出现了【力量增大】 ---- 减速增矩
    - 学到这里，恭喜各位，发明了【减速机】
- 【在能量守恒的前提下，传动机构能够通过减速比或者加速比来改变原有的转速和力矩】
  - 【不管怎么改变 ---- 降低了多少倍速度，就会提高多少倍力量】
  - 【同样的，提高了多少倍速度，就会降低多少倍的力量】