

机构运动创新设计方案拼装实习报告

创新装配机构名称：多齿轮双齿条弹簧约束伺服控制机构

实习地点：西北工业大学工程训练中心装配车间 实习时间：2019 年 4 月 1 日

实习人 1：航空学院 01011704 班 冯铮浩 2017300281

实习人 2：航空学院 01011704 班 姜丽升 2017301123

一、机构元件组成

1. 机构名称：多齿轮双齿条弹簧约束伺服控制机构

2. 总体所需零件如下：

不同尺寸齿轮 $\times 4$ （齿轮 D116 $\times 1$ ）

$L=230mm$ 连杆 $\times 1$

$L=160mm$ 连杆 $\times 1$

齿条护板 $\times 4$

齿条 $\times 2$

高锁弹簧 $\times 1$

主动轴、传动轴、转动副轴、松紧螺钉、螺母若干

本装置机构总视图如图 1 所示。

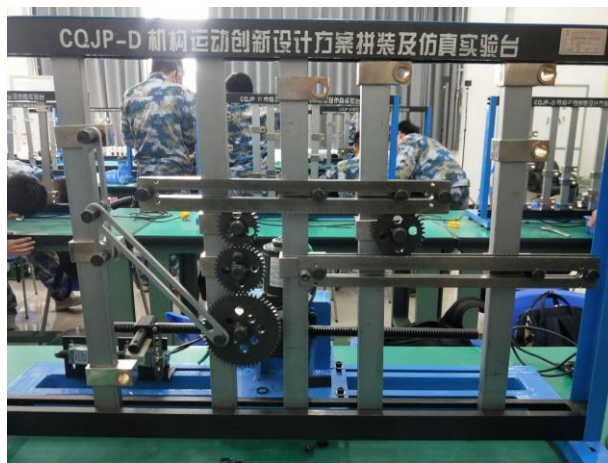


图 1 多齿轮双齿条弹簧约束伺服控制机构示意图

二、机构原理

本创新设计方案装置主要由三部分组成，各部分详细的运作原理如下，

1. 装置主动部分

本装置主动部分结构实物图如图 2 所示。

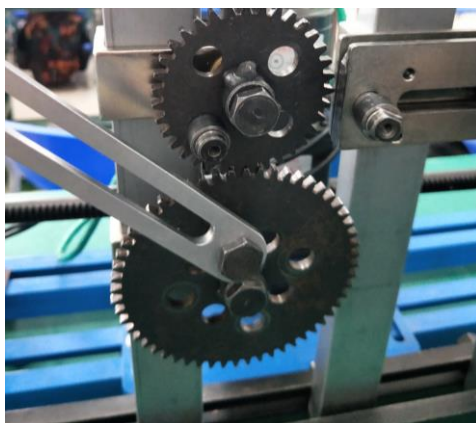


图 2 主动部分装置实物图

基本原理：本装置主动部分主要由一只 D116 齿轮中心通过销轴杆件与电动机插口相接,传递由伺服电动机提供的扭矩,通过高速旋转带动系统其他部分(主要包括上部的中型齿轮与左侧的连杆)进行运动,完成各项预设的任务。

2. 装置核心传动部分

本装置核心传动部分主要有两部分,各部分的实现原理如下:

a) 齿轮啮合传动部分

该部分主要由大 (D116)、中、小三只齿轮连续啮合组成。各齿轮在竖直平面内从下而上按大、中、小的顺序依次外啮合,如下图 3 所示。



图 3 齿轮啮合传动部分示意图

基本原理：大齿轮 (D116) 与电动机连接,实现主动旋转。本装置中齿轮之

间均为外啮合，如图 4 所示。

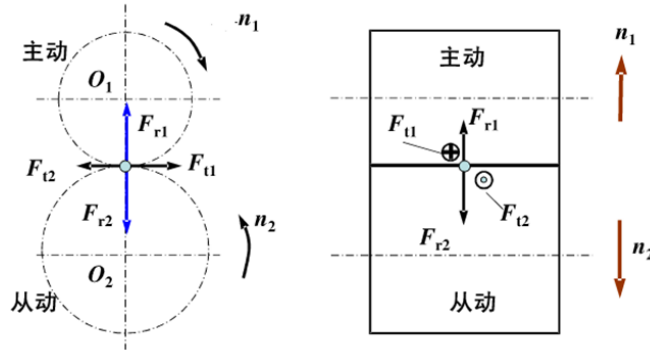


图 4 齿轮外啮合传动示意图

由于齿数依次递减，而各齿轮啮合边缘线速度不变，设大、中、小齿轮的齿数分别为 z_1, z_2, z_3 ，半径分别为 d_1, d_2, d_3 ，角速度分别为 $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ 。设大齿轮对中齿轮，中齿轮对小齿轮，大齿轮对中齿轮的传动比分别为 i_{12}, i_{23}, i_{13} 。由一对啮合齿轮的模数（=节圆直径/齿数），结合相关理论力学知识可知，

$$i_{12} = \left| \frac{\omega_1}{\omega_2} \right| = \frac{d_2}{d_1} = \frac{z_2}{z_1} \quad (1)$$

同理，

$$i_{23} = \left| \frac{\omega_2}{\omega_3} \right| = \frac{d_3}{d_2} = \frac{z_3}{z_2} \quad (2)$$

故有，

$$i_{13} = \left| \frac{\omega_1}{\omega_2} \right| \cdot \left| \frac{\omega_2}{\omega_3} \right| = \frac{d_2}{d_1} \cdot \frac{d_3}{d_2} = \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_3}{z_2} = \frac{z_3}{z_1} \quad (3)$$

由此可见，连续的外齿轮啮合可以大幅提升有效传动比 i_{13} ，即大大提升从动齿轮的角速度，这使得装置工作部分效率显著提升。

b) 连杆-齿轮传动部分

该部分主要由一根 $L=230mm$ 与一根 $L=170mm$ 的连杆与主动齿轮连接而成， $L=230mm$ 连杆一端与主动轮销接，另一端通过转动副轴与固定竖直连杆槽相接。同时，滑动杆端与上部齿条通过一只高锁弹簧相连。

连杆-齿轮传动部分示意图如图 5 所示，

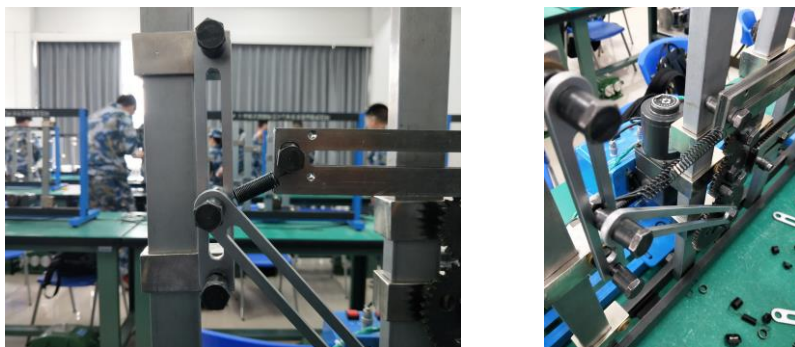


图 5 连杆-齿轮传动部分示意图

基本原理：自由连杆可以随主齿轮转动而实现竖直方向上下滑动，清楚地显示出主动齿轮的运行状态。当上部齿条向右方平移时，连杆可以通过一只高锁弹簧将齿条的运动限制在一定范围内。

3. 装置工作部分

本装置工作部分主要有上下两片齿条与一只齿轮组成。如图 6, 7 所示，两片齿条呈上下倾斜错开状态。上齿条左端与齿轮传动部分的小尺寸齿轮啮合，右端通过一只中尺寸齿轮与下齿条左端相连接。

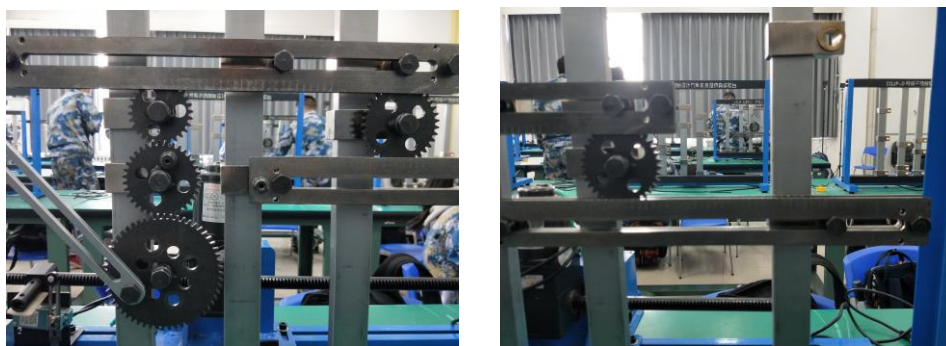


图 6 工作部分装置示意图

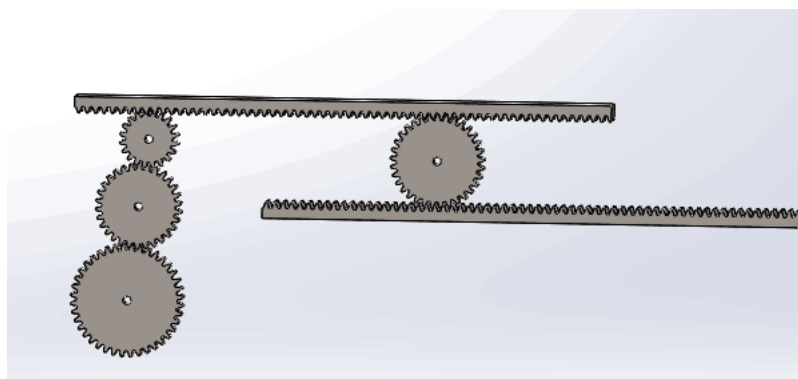


图 7 装置工作部分平面 CAD 图

基本原理：当主动轮顺时针旋转时，小齿轮顺时针联动，上齿条受到齿轮传动水平向右平移，带动右侧齿轮顺时针旋转，从而使下齿轮水平向左平移，同时拉动高锁弹簧变形。两片齿条呈相反方向水平交错运动。当上齿条向右平移达到一定行程时，高锁弹簧接近变形极限。此时，停止齿条继续向右平移，由处于拉伸状态的弹簧拉动上齿条恢复初始位置。实际工作中，通过伺服电机驱动，使得齿轮与齿条进行往复来回运动，可以完成设定任务。

三、装置用途及与市场类似机构对比

1. 该装置做成大型机构时，可用于舞台上帷幕的拉开，安装锯条后也可以作为自动切割工具使用。与市场上具有类似作用的机构相比，其只能进行单向的运动，而我们的装置在传动时，两根齿条可以同时进行双向运动，能够有效地提高工作效率。
2. 该装置做成小型机构时，可以作为机械爪方便地抓取物体。与传统机械爪（一种市场上的机械爪装置示意图如图 8 所示）相比，该装置增加了高锁弹簧，在松开抓取的物体后，不需动力来源机械爪也能够回复到原始位置，在一定程度上方便了使用者的操控，也节省了能量。另外，在抓取物体后，高锁弹簧的增加也能够增强抓取的稳定性，提高工作稳定性与可靠性。

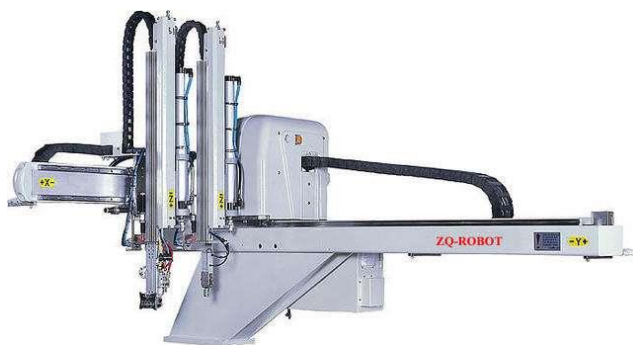


图 8 市场上一一种机械爪装置示意图

四、装置创新点

1. 通过双齿条的使用，变单向运动为双向，增加了一个自由度，使工作效率明显提高；

2. 多齿轮的组合啮合使得机构工作运行速度显著提高，效率提升；
3. 使用高锁弹簧，使装置具有自动回复功能；抓取物体时也更加稳定；
4. 装置左侧的连杆，既起到基本的导向作用，也能够在装置被完整的封装后，若传动出现问题，通过该连杆进行初步判定是第几级齿轮出现了传动问题，例如啮合不紧或松脱等问题。

五、感悟及总结

1. 理论要和实践相结合，纸上谈兵出的东西若不经经过实际的操作检验，往往可能出现问题。例如我们在搭建创新的装置时，会发现某些传动元件并不能像初始所想的那样进行运动，会受到很多约束和限制，所以在动手操作时我们也必须不断地改进，最终才能搭建出比较满意的作品。
2. 体验到团队协作的重要性，和合作者一起讨论，思维、想法进行碰撞，往往能迸发创新的火花，远比独自工作的效率高很多。