

齿条枢纽传动椭圆绘图仪设计

蔡智鸿 雷宇锋 肖博宇 曲孝佳

长江大学文理学院, 中国·湖北 荆州 434020

【摘要】对于机械绘图教学来说,精准绘图是不可避免的工作。对于一般的直线、圆弧,利用直尺、圆规即可马上绘制,可在绘制椭圆的时候,一般的作法是利用“四弧连接原理”借助圆规绘制、甚至徒手绘图。设计了一款齿条枢纽传动椭圆绘图仪,其原理于传统的椭圆绘图仪类似,其操作简便、作图精确、携带方便,大大的优化了绘制椭圆的效率,。在教学上可以让同学更全面直观的认识了解椭圆。

【关键词】齿条传动; 椭圆绘图仪; 四弧连接; 精准绘图

【基金项目】2021年湖北省大学生创新创业训练项目双滑块式椭圆绘图仪; s202113246019。

1 齿条枢纽传动椭圆绘图仪结构设计

齿条枢纽传动椭圆绘图仪总体设计如图1所示为该产品的模型,可以从感官上对本产品有一个更全面的理解。椭圆绘图仪结构包括水平架、垂直架、枢纽、束线器机构和齿条枢纽传动装置。通过调节水平架和内部的齿条枢纽传动从而确定焦点(即c值),再将垂直架旋至于水平架相垂直的位置,通过调节枢纽在垂直架的位置可确定椭圆短轴长(即b值)同时通过枢纽下的束线器机构固定线绳长度(即 $2a+2c$ 值)。确定尺寸后,将笔铅锤插入枢纽中,固定住水平架中心,并使全程线绳绷紧,并绕水平架中心(即椭圆心)旋转(在旋转时枢纽会在垂直架上的轨道滑动)一周即可绘制出一个对应尺寸的椭圆。



图1 齿条枢纽传动椭圆绘图仪总结构

1.1 椭圆绘图仪水平架结构设计

椭圆绘图仪的水平架是总体构造中水平方向上的组装构件,当我们绘制椭圆的时候,可以通过调节水平架上的调节枢纽,读取其上方的尺寸进行c值的选定从而确定椭圆的焦距。

水平架结构包括以下部分:水平框架、滑轮、齿条、齿轮、枢纽。其中水平框架是用于提供滑轮、齿条和齿轮安装空间的基础架构;滑轮是起束缚水平架和铅锤架之间的链接线的作用;齿条和齿轮是实现枢纽上的运动输出的构件;枢纽是水平架上的运动输入构件其上有范围为100mm~200mm最小精度为1mm的刻度标识以方便操作者调节参数得到更精准的图形。

1.2 椭圆绘图仪垂直架结构设计

椭圆绘图仪的垂直架是总体构造中铅锤方向上的组装构件,当我们绘制椭圆的时候,可以通过调节垂直架上的调节枢纽在垂直架上进行上下平移,并读取其架身上的尺寸示数进行b值的选定从而确定椭圆的另一个重要参数。

垂直架结构包括以下部分:垂直框架、滑轮、束线器、枢纽。其中垂直框架是用于提供滑轮、束线器和枢纽安装空间的基础架构且其架构上有范围为0mm~150mm最小精度为1mm的刻度标识以方便操作者调节参数;滑轮同样也是起束缚水平架和铅锤架之间的链接线的作用;束线器是用于固定和回收连接线的装置;枢纽是垂直架上的固定兼束线器的安装机构,可以起到加强精准度的作用。

1.3 椭圆绘图仪齿条枢纽传动机构设计

椭圆绘图仪的齿条枢纽传动机构装置位于水平架内部,在椭圆仪调节c值的时候,会起到输出传动的作用以实现参数的调整。传动方案拟定,该设备是纯机械的构造,原动力为人力。其传动机构如下图2所示因该装置为高精度仪器且为纯机械的构造,所以对齿轮有强度较高和齿数较密的要求,经查阅,选用模数为0.25,齿数为44,面宽为5mm的尺寸较合理。因此齿条就应选用模数为0.25,齿条长度为100mm,面宽为5mm的尺寸较合理。

通过齿条枢纽传动的最大优点是它保证了椭圆的两焦点到椭圆心的距离(即水平架两端到中心点的距离)始终相等,避免存在调节两焦点到椭圆心距离(即c值)存在不相等情况,减小误差,提高精准度。

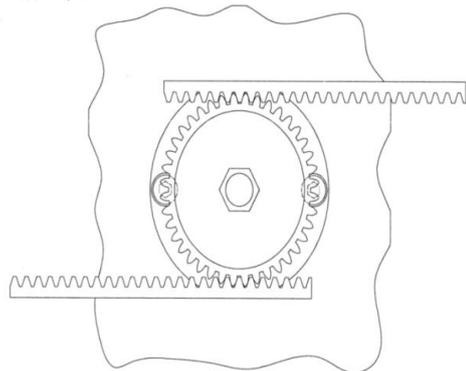


图2 齿条枢纽传动机构简图

1.4 椭圆绘图仪束线器机构设计

椭圆绘图仪的束线器机构是作用于在椭圆仪调节b值和c值后,可以实现参数 $2a$ 与b值和c值的同步调整是绘图仪的重要组成部分。传动方案拟定,该设备是纯机械的构造,原动力为发条弹簧片弹力。其传动机构如下图3所示:a为制动器、b为自锁弹簧、c为链接线、d为发条弹簧。因该装置为自动装置且为纯机械的构造,所以对发条弹簧片有较高的强度和良好的塑性和韧性的要求,经查阅,选用制动器材料采用ABS新塑料,外表有光泽质感、耐磨、不易变形,发条弹簧材料采用碳钢或锰

材质韧性强、精确度高。连接线材料采用尼龙耐磨损、不易断裂。

束线器的工作过程为调节 c 值好 b 值时制动器处于未制动状态连接线可自由缩放当确定好 c 和 b 值后进行椭圆绘制前连接线还是处于可自由缩放的状态为了确保绘制的精确度需要向下推动制动器通过制动器前端压住连接线, 固定链接线由于自锁弹簧的存在就可以解放双手了可以更好的固定椭圆仪绘制更精确, 在使用完成后手动解除自锁制动器自动归位连接线在发条弹簧的弹力的影响下自动收缩到束线器内部使得装置更便捷。

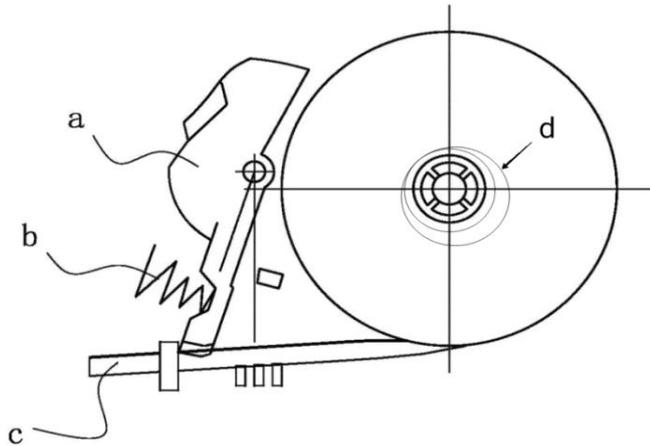


图3 束线器机构原理图

2 齿条枢纽传动椭圆绘图仪的总体工作原理

如图 4 所示, 以 x 轴上两点 A(-c, 0)、B(c, 0) 作为焦点假设椭圆上任意一点的坐标为 C(x, y)。那么:

$$|AC| + |BC| = 2a$$

$$\Rightarrow \bullet \sqrt{(x+c)^2 + y^2} + \sqrt{(x-c)^2 + y^2} = 2a$$

$$\Rightarrow \bullet \sqrt{(x+c)^2 + y^2} = 2a - \sqrt{(x-c)^2 + y^2}$$

两边平方化简:

$$\Rightarrow \bullet a^2 - cs = \sqrt{(x-c)^2 + y^2}$$

$$\Rightarrow \bullet (a^2 - cs)^2 = a^2 [(x-c)^2 + y^2]$$

$$\Rightarrow \bullet (a^2 - c^2)x^2 + a^2 y^2 = a^2(a^2 - c^2)$$

$$\Rightarrow \bullet \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{a^2 - c^2} = 1$$

根据椭圆的定义, $a > c$, 那么:

$$a^2 - c^2 > 0$$

那么可假设:

$$a^2 - c^2 = b^2$$

此时椭圆方程可化简为:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

这就是一个焦点在 x 轴对称点上的椭圆标准方程。

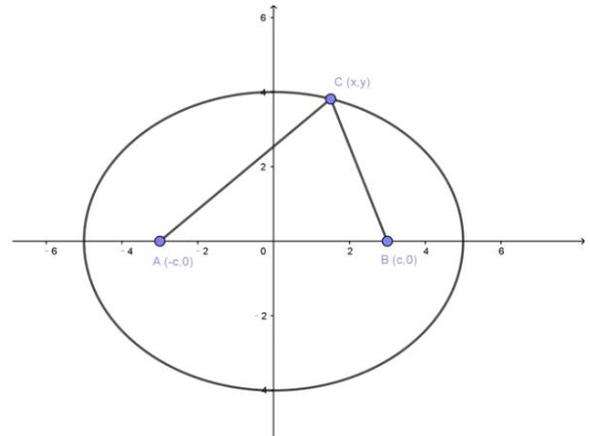


图4 双滑块式椭圆绘图仪的工作原理图

3 总结

我国生产的椭圆规结构简陋, 绘制椭圆的效率始终不高, 虽然经过几十年的发展, 近期产品的质量较早期有所提高。但受国产配套件质量及设计水平等的影响, 我国目前生产的椭圆规的总体水平与进口产品及港口用户的要求仍有较大差距, 椭圆绘图仪的设计与制造也是如此, 此种椭圆绘图仪的出现将会大大提高手工绘制椭圆的能力和品质, 为手工绘图方向关于椭圆的绘制以及经济效益方面能够带来显著的进步, 同时也在某种程度上推进了量具工业的不断发展。

参考文献:

- [1] 刘文发. 几何画板探求椭圆轨迹的几种作法[J]. 新课程学习(中). 2012(05).
- [2] 孙恒, 陈作模. 机械原理(第九版). 北京: 高等教育出版社, 2019. 09.
- [3] 高泽远, 王金主编. 机械设计基础课程设计. 沈阳: 东北工学院出版社, 2019.
- [4] 孙志礼, 冷兴聚, 魏严刚等主编. 机械设计. 沈阳: 东北大学出版社, 2020.