

一种支撑用铰链四杆机构的设计

范恒彦, 陈长秀

(陕西国防工业职业技术学院, 陕西 户县 713000)

摘要:铰链四杆机构的应用十分广泛,但由于四杆机构的组成构件数目较多,相对来讲其设计较为复杂。如果设计得不合理,会使机构在实际使用过程中不灵活或承载能力降低。本文从设计初始条件入手,以一个实际应用的机构为例,简述其设计过程要考虑的因素,探索解决普通本科教育和职业教育学生完成传统的理论教学和实践学习后仍不能熟练掌握常规机构设计的途径。

关键词:职业教育;机构设计;教学研究

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 94007-(2015)04-0027-04

1 问题的提出

在本、专科“机械原理”、“机械设计”等课程的教学工作中,经常遇到这样一个问题,学生学完“机械原理”和“机械设计”并进行相关的实践训练后,在毕业设计和以后的工作中,如果遇到设计问题与原来教学过程中的某种类型的相似,我们的学生便能很快上手;若遇到的问题在公开资料中可以查到,我们的学生也能很快上手;若遇到的问题在教材上或公开的资料中查不到,那么大家就会想着法绕开这个问题。久而久之就形成了惰性。只要别人弄出来了,我们就照葫芦画瓢,按比例缩放。至于其设计核心是什么,设计规律是什么却鲜有人问津。不可否认,拿来主义在经济发展初期是有现实意义的。随着国家经济结构调整、产业转型升级时代的来临,社会急需具有自主知识产权的产业,走出简单的仿制,创造出具有自主知识产权的产品,进而形成产业是我国产业升级的必然选择。改革传统的教学方式和思路,引导学生树立创新意识,激发学生的动手欲望,提高学生的动脑动手能力才可能提高人才的培养质量。本文所选机构的研究可能没有太高的技术

含量,也不前沿,但却是书上没有的,而一般的参考资料也鲜有介绍,但却对学生将来工作具有指导意义。

2 实用支撑机构的选取

不管是火车上的卧铺床、学生用的多功能书桌,还是小面积住房想扩大使用面积或使用空间等等,大多情况都会遇到如下类似简化问题。即一平板,使用时处于水平位置,不使用时,处于垂直位置(图1所示)。前者增加使用面积,后者增大使用空间。

最原始的办法是使用一根木棒,直接支撑在平板下方,但这种情况不方便,且木棒容易脱落,不安全(图2所示)。

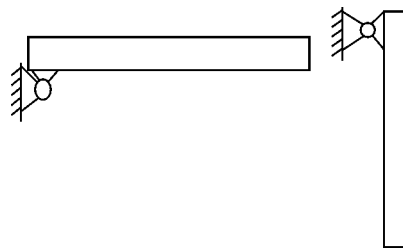


图1

实践中为了方便,常采用四杆机构支承。若采

收稿日期:2015-11-15

作者简介:范恒彦(1962-),男,陕西渭南人,教授,主要从事机械设计及制造方面的教学和科学研究工作。

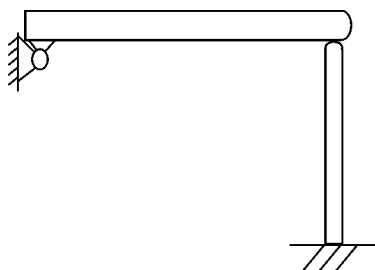


图 2

用四杆机构支撑,其方案就很多了,常见的有如下几种:

图 4 所示支撑机构是老式火车卧铺(硬卧)常见的支撑方式,要将平板放下,只需将平板抬起,将构件 2 从构件 3 的孔内抽出,然后放下。安全问题解决了,但还不是十分方便。

图 3 利用死点位置进行支撑,成功的解决了安全问题和方便问题,但构件 2 和构件 3 须处于共线位置。需要有一个保持装置使之保持在死点位置,仍有不安全的隐患。

图 5 为一种特殊的铰链四杆机构支撑。若要平板下降,只需要将平板先抬起,在重力作用下,构件 2、构件 3 自由下落,然后慢慢放下即可。图 3、图 4 机构的设计属于给定一个连架杆两个位置的设计问题,设计很简单,现有教材上都有类似的设计方法。图 5 所示机构综合看起来具有优势,但其设计方法在现有的资料上找不着,我们就针对图 5 所示机构的设计问题进行研究。

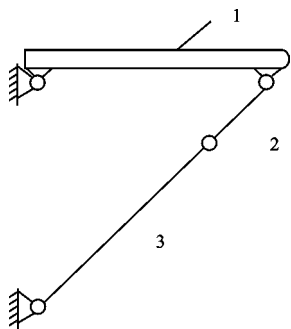


图 3

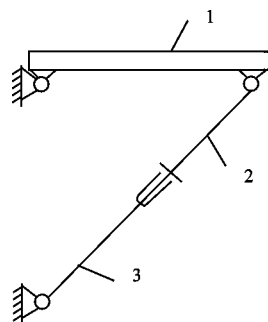


图 4

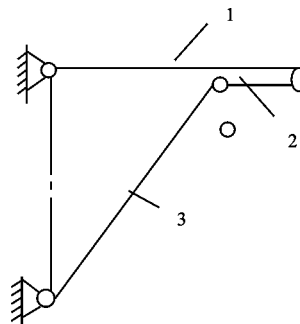


图 5

则,会碰在固定件上卡死。

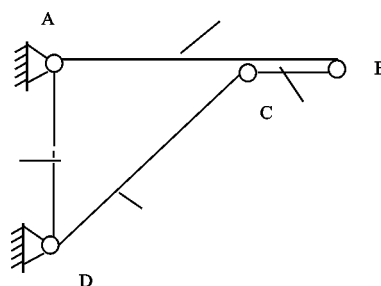


图 6

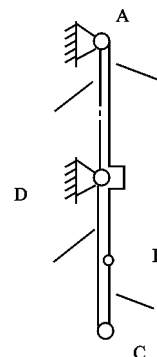


图 7

3 支撑结构设计

3.1 支撑结构位置基本要求

由于该铰链四杆机构中构件 AB 为平板固定构件,平板水平时,铰链 C 只能位于 AB 的连线上(见图 6),且只能由下方接近,否则会卡死。若要将平板放下,A、B、C、D 必须在同一直线上(见图 7)。否

由上述两个条件可知,若要能正确到达这两个位置,其杆长必然满足如下两个关系式。

$$l_1 + l_2 = l_3 + l_4 \quad (1)$$

$$l_3^2 = (l_1 - l_2)^2 + l_4^2 \quad (2)$$

上述方程组只能解出两个未知数,故必须预先定出两个杆长。给出那两个杆长才是合理的呢?

试想一下,给出 l_2 、 l_3 好吗?当然不好。因为 l_1 是和平板固联的, l_4 是固定件。 l_1 直接关系到我们的需求,由需求决定,需求定了,其值就定了,设计的前提就是实现预期的需求; l_4 受实际空间的限制,不可能随便取值,其最大值由实际空间位置确定。所以,根据实际需求和空间位置给出 l_1 、 l_4 是合理的。当 l_1 、 l_4 决定后,解式(1)、(2)组成的方程组得:

$$l_2 = \frac{l_1 l_4}{2l_1 - l_4} \quad (3)$$

$$l_3 = \frac{2l_1^2 - 2l_1 l_4 + l_4^2}{2l_1 - l_4} \quad (4)$$

3.2 考虑受力影响时的各杆关系

机构设计中,若安装空间受限制,在 AB 杆长度取定的情况下,AD 杆的长度只能取某值,那么,按式(3)和(4)算出 l_2 即可。但是,若 AD 杆长度取值范围较大,就引出了另一个设计问题,即在水平位置,当要完成的任务 AB 杆的长度 l_1 确定以后(这是要求,要求是不能改变的),AD 杆的长度不同,得出的 l_2 、 l_3 的长度不同。假设在 B 处作用一工作载荷 P(如图 8),CD 杆所受的工作压力越小,同等杆径的情况下该机构的承载能力越高,或同等承载能力的条件下,CD 杆的截面尺寸越小。

由图 8 可知,在不计自重的情况下,CD 杆是一个二力构件,即其所受两力大小相等、方向相反,共线且过 C、D 两点。设 F_R 为 CD 杆所承受的压力。(如图 9 所示)

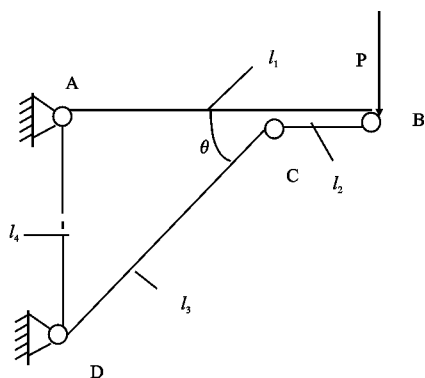


图 8

由力对 A 点的矩平衡关系可知

$$F_{yC2} \times (l_1 - l_2) = P \times l_1 \quad (5)$$

将 $F_{yC2} = F_R \cdot \sin\theta$ 、 $\sin\theta = l_4/l_3$ 代入上式得:

$$F_R = \frac{l_3 l_1 P}{l_4 (l_1 - l_2)} \quad (6)$$

将式(3)、(4)带入式(6)化简得

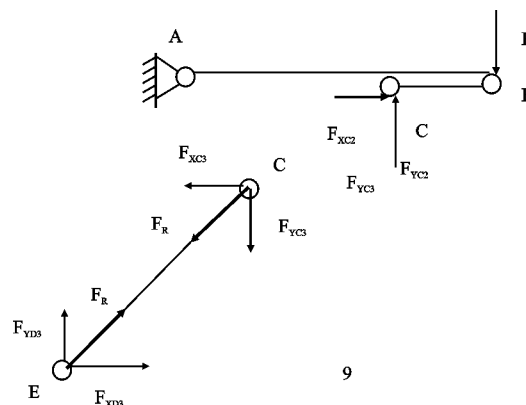


图 9

$$F_R = \frac{2l_1^2 - 2l_1 l_4 + l_4^2}{2l_1 l_4 - 2l_4^2} P \quad (7)$$

因为该方程中的变量只有一个即 l_4 ,为了使问题简化,令 $L_4 = \frac{l_4}{l_1}$,带入式(7)则有

$$F_R = \frac{2 - 2L_4 + L_4^2}{2L_4 - 2L_4^2} P \quad (8)$$

令 $\frac{dF_R}{dL_4} = 0$,则其等价方程为

$$L_4^2 - 4L_4 + 2 = 0 \quad (9)$$

对式(9)求根 $L_4 = 2 \pm \sqrt{2}$,因为从实际机构的工作位置可以判定, L_4 的取值范围只能是(0,1),故 $L_4 = 2 - \sqrt{2}$ 。也就是说 $L_4 = l_4/l_1 = 2 - \sqrt{2}$ 的情况下,CD 杆所受的载荷最小。即 $l_4 = (2 - \sqrt{2})l_1$ 。

3.3 小结

①在 l_1 给定(工作要求)的情况下,若 l_4 由安装空间给定,则只需求出 l_2 、 l_3 即可

$$l_2 = \frac{l_1 l_4}{2l_1 - l_4}$$

$$l_3 = \frac{2l_1^2 - 2l_1 l_4 + l_4^2}{2l_1 - l_4}$$

②在 l_1 给定(工作要求)的情况下,若 l_4 可选择的范围较大,就应当考虑机构的最佳设计问题。若要求机构中的 CD 杆承载能力最强,那么就应当选择 l_4 的长度,然后再定出 l_2 、 l_3 。

$$l_2 = (\sqrt{2} - 1)l_1$$

$$l_3 = 2(\sqrt{2} - 1)l_1$$

$$l_4 = (2 - \sqrt{2})l_1$$

4 结论

从上述支撑机构的选取中,我们可以看出,其方案是多种多样的,种类非常多。本文只选取了其中

很少几个做代表,在这部分主要是满足使用功能基本要求和使用方便性方面的要求。在满足功能的前提下,任何使人舒服、方便的要求只要有市场需求,都不过分,所以随着时代的不同提出不同的要求。见多识广是提出这部分要求的关键。

当支撑结构确定后,对机构的设计才开始。教材上和设计资料上都是在给出已知条件的情况下对其进行计算、设计,而一般工程中只给出你要解决的问题。工程技术人员要从工程问题的技术分析过程中找出已知条件,然后求出未知量。这也就是高等技术教育要求校企合作、工学结合、项目化教学的根

本原因。本文所选机构本身并不十分复杂,分析过程高职及以上学历的学生都能看懂、理解,对学生将来走向工作岗位从事实际工作的实际创新能力会有所帮助。期望对青年教师从学校直接走向工作岗位而缺乏实践有所帮助。对于从事同类机构设计的人员,该结论可以直接使用。作者将在随后的研究中主要针对高职学生数学理论知识不够的情况,结合高职学生能熟练应用 Pro/E 和 UG、直接运用其草图绘制的情况,直接给出这类机构的数值解,从而避免高职学生的弱项,达到解决实际问题的目的。

A Design of a Supporting Four-bar Linkage

FAN Heng-yan ; CHEN Chang-xiu

(Shaanxi Institute of Technology Huxian Shaanxi 710300)

Abstract: Four-bar linkage is widely used, but because it has too many parts, comparatively speaking, the design is very complicated. If the design is not reasonable, it may not be very flexible and the carrying capacity is reduced. Starting from the initial condition, with a practical case, the factors in the course of the design is briefly introduced here, the path to solve the problem is explored in this paper that the students still can't design a convenient mechanism after receiving the theoretical teaching and practical training.

Key Words: Vocational education; Mechanism design; Teaching research

参 考 文 献

- [1] 范恒彦. 新型真空净油机排油泵的理论分析与实践[J]. 陕西理工学院学报, 2007(2): 1-3.
- [2] 范恒彦, 等. FMFZ8×2 型磨粉机快慢辊传动机构的改进设计[J]. 粮油加工, 2007(3): 68-70.
- [3] 范恒彦. 磨粉机磨辊驱动方案设计探讨[J]. 粮油加工, 2007(1): 68-70.
- [4] 范唯, 等. 探索现代职业教育建设的基本路径[J]. 中国高等教育研究, 2011(12): 62-66.
- [5] 欧阳克诚. 四摇杆式液压泥炮机构优化设计[J]. 冶金机械, 2000(3): 39-42.