

论动点和动系的“正选”与“反选”

冯立富, 郭书祥, 韩一磊
(空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038)

摘要:论述了有关动点和动系的“正选”与“反选”的提法是不科学的,指出在研究有关的机构运动学问题时,把动点的选取局限在两刚体的接触点处是不妥当的。

关键词:动点;动系;机构

中图分类号:O313 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2002)01-0081-02

在应用速度合成定理,特别是应用加速度合成定理求解点的合成运动问题时,恰当地选取动点和动系往往是解题的关键。阐述和探索动点和动系的选取原则和方法,一直是工科院校理论力学教学研究中的一个重点和难点问题。

为了比较在同一个题目中,特别是机构运动学题目中,动点和动系的各种不同选取方法的“利弊优劣”,从20世纪80年代开始,就有人提出了动点和动系的“正选”与“反选”的说法,甚至把恰当地选取动点和动系的问题,简单地归结为动点和动系的“正选”与“反选”问题。

应当指出,在迄今为止的所有阐述有关动点和动系的“正选”与“反选”问题的文章中,对何谓动点和动系的“正选”,何谓“反选”,或者是没有明确的定义^[1],或者是虽有明确的定义,但其定义是不科学、不完整的^[2]。

出现这种情况的原因在于机构运动学问题中,动点和动系的选取方法是比较灵活的,同一个题目往往有多种不同的选取方法。例如在图1所示的平面机构中,半径为 r 的圆凸轮偏心距为 e ,以匀角速度 ω 绕水平轴 O 转动,从而带动导杆 AB 沿铅垂导槽作往复运动。如欲求在图示时导杆 AB 的速度和加速度,则常见的动点和动系的选取方法有如下四种:

1) 以导杆的端点 A 为动点,动系固连于凸轮,定系固连于机架(注:本文后面如无特别说明,均认为定系是固连于机架的)。则动点的绝对运动为直线运动,相对运动为圆周运动,而牵连运动为定轴转动。

2) 以凸轮的轮心 C 为动点,动系固连于导杆 AB 。则动点的绝对运动为圆周运动,相对运动为以 A 为圆心、 r 为半径的圆周运动,而牵连运动为直线平动。

3) 若以凸轮的轮心 C 为原点建立平动参考系 $CX'Y'$,以导杆的端点 A 为动点,动系为 $CX'Y'$ 。则动点的相对运动为以 C 为圆心、 r 为半径的圆周运动,而牵连运动为曲线平动。

4) 以凸轮上与导杆的端点 A 相重合的 E 点为动点,动系固连于导杆 AB 。则动点的绝对运动为圆周运动,而相对运动轨迹是一条不易直观看出的复杂平面曲线。

根据文献[3]中阐述的动点和动系的选取原则,在上述四种选取方法中的前3种都是恰当的,而第4种选取方法则是不恰当的。

正、反应该是相互对应的。显而易见,对上例中的四种选取方法,实在无法简单地用“正选”与“反选”来区分它们。

或许有人会说,能不能把符合恰当地选取动点和动系原则的方法统称为“正选”,而把那些与“正选”相

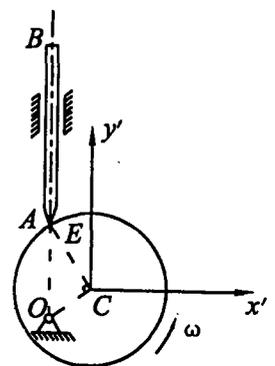


图1 凸轮导杆机构

对应的不恰当的选取方法称为“反选”呢?这样一来,虽然同一个题目中动点和动系的“正选”会有多种,但每种“正选”还有与之对应的“反选”,那么,“正选”、“反选”说是否就能成立了呢?

不难看出,这样的定义即使无误,也完全是多余的,因为这样将把本来并不怎么麻烦的动点和动系的选取问题变得复杂化了。更何况在实际问题中这样的定义很难自圆其说。

例如在图 2 所示的平面机构中,半径为 r 的凸轮沿水平轨道作直线平动,带动杆 OA 绕水平轴 O 转动。欲求图示瞬时杆转动的角速度和角加速度,常见的动点和动系的选取方法有三种:

1) 以 OA 杆上与凸轮相接触的 M 点为动点,动系固连于凸轮。动点的相对运动轨迹较为复杂。

2) 以凸轮上与杆相接触的 N 点为动点,动系固连于杆,此情形动点的相对运动轨迹同样较为复杂。

3) 以凸轮的轮心 C 为动点,动系固连于杆。动点的相对运动为与 OA 平行的直线运动。

在上述三种选取方法中,只有方法 3) 是恰当的,而方法 1)、2) 则都是不恰当的。虽然方法 1)、2) 中的动点和动系是相互对应的,但又能把其中的哪一种称为“正选”呢?

再者,动点和动系选取的恰当与否还与题目的具体要求,即问题的性质有关。例如在研究图 2 所示平面机构中杆和凸轮间的摩擦问题时,就必须考虑这两个构件在接触处的相对速度和相对加速度,此时则必须按照方法 1) 或 2) 来选取动点和动系。在这种情况下,又如何判断方法 1)、2) 中的哪一种是“反选”呢?

我们注意到,在所有持动点和动系的“正选”与“反选”观点的文章中,在选取动点时往往都只是在两个刚体的接触点上打主意。

必须指出,那种在选取动点时让人们把注意力片面地集中在两刚体的实际接触点处的作法是不妥的。这是因为:一是在许多问题中,选取两刚体的实际接触点为动点并非总是恰当的,前面在关于图 1 的方法 4) 和图 2 的方法 1)、2) 所示两平面机构的分析中已证明了这一点。二是他们之所以如此,是由于只注意了动点和动系选取原则中要使动点的相对运动简单易辨这一条,这当然还是不够的。文献[3]中已阐明了这个问题,本文不再赘述。

综上所述,动点和动系的“正选”与“反选”的提法是不科学的,把动点和动系的选取方法简单归结为“正选”与“反选”是值得商榷的。在研究有关的机构运动学问题中,把动点的选取局限在两刚体的实际接触点处是不妥的。

参考文献:

- [1] 侯东生,张 勇. 动点选取法的剖析[J]. 力学与实践,2000,(2):61-62.
- [2] 薛克宗. 动点动系的选择方法与相对运动轨迹的几何性质[J]. 力学与实践,1986,(1):47-49.
- [3] 冯立富. 动点和动系的选择原则和方法[J]. 力学与实践,1985,(5):51-52.
- [4] 冯立富,郭书祥. 牵连运动为平动时的动力学普遍定理[J]. 空军工程大学学报(自然科学版),2001,2(6):27-29.

(编辑:姚树峰)

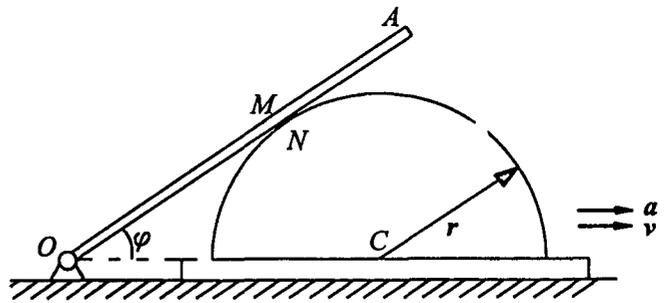


图 2 凸轮摇杆机构

On the "Direct Choose" and "Reversed Choose" of Moving Point and Moving Reference System

FENG Li-fu, GUO Shu-xiang, HAN Yi-lei

(The engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an 710038, China)

Abstract: It is expounded in the paper that the wording of the "Direct Choose" and "Reversed Choose" of the moving point and moving reference system is unscientific. It is also illustrated that in the study of problems of kinematics of mechanism it is not proper to restrict the choice of moving point at the contact of two rigid bodies.

Key words: moving point; moving reference system; mechanism