

文章编号:1005—0523(2003)01—0072—03

平面机构活动度的类型及识别准则

张会明

(华东交通大学 机电工程学院,江西 南昌 330013)

摘要:在分析平面机构三类活动度概念的基础上,提出了识别活动度类型的准则.实例表明,它们不仅概念清晰、而且简单、实用、可靠.

关键词:平面机构;活动度类型;识别

中图分类号:TH112

文献标识码:A

0 引言

机构活动度类型的识别是机构学的基本问题之一,它对于机械系统运动学和动力学的研究、结构类型的优选以及新机构的设计都有着重要的意义,历来为许多学者所关注.本文在深入分析平面机构三类活动度概念的基础上,提出了相应的识别准则和识别方法,实例表明,这种方法具有简单、实

用、可靠等优点.

1 几个术语

为研究方便,定义如下术语:

(1) 任意二构件间的通路 运动链中任意二构件之间的通路为构件和运动副的交替序列,通路的起始件和终止件为给定构件.例如图 1(a)所示运动链,构件 1、4 的一条通路为 1、a、2、b、3、c、4.

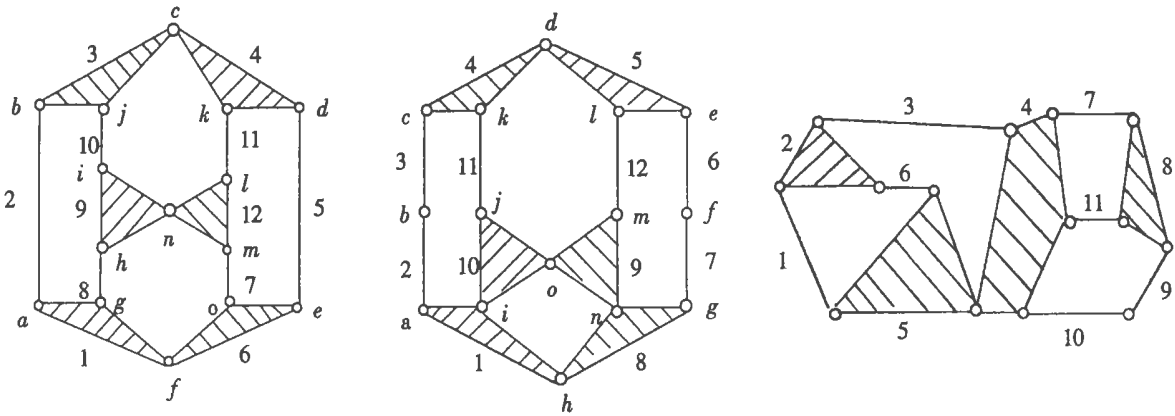


图 1

(2) 通路的长度 运动链中任意二构件间一条通路的长度为该通路中运动副的数目.例如图 1(b)

中,1、a、2、b、3、c、4、d、5. 为构件 1、5 之间的一条通路,该通路的长度为 4.

(3) 任意二构件间的距离 运动链中任意二构件间最短的通路长度为二构件间的距离. 例如图 1(b)中构件 1,7 间的最短通路为 1, h, 8, g, 7. 距离为 2.

2 平面机构活动度类型的识别

活动度大于等于 2 的平面机构, 其活动度可分为三种类型: 完全活动度、部分活动度和可分离活动度^[1].

2.1 完全活动度

2.1.1 完全活动度的含义及识别准则

所谓完全活动度是指机构的任一从动件相对机架的运动是所有原动件输入变量的函数.

即
$$\phi_i = f_i(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_F) \quad (1)$$
$$i = 1, 2, \dots, (n - F - 1)$$

式中 ϕ_i 为第 i 个构件的位置变量; $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_F$ 为 F 个原动件的输入变量, F 为机构活动度数, n 为构件数.

由以上的定义可见, 完全活动度包括如下二层含义:

- (1) 在完全活动度的机构中, 原动件的选择是随意的;
- (2) 活动度为 F 的机构, 有随意选择的 F 个原动件.

由此, 可得出识别机构完全活动度的准则为:

设机构的活动度为 F , 若它的任何闭合回路的活动度不小于 F , 则该机构具有完全活动度.

2.1.2 识别方法

由于当机构某闭合回路的构件数最少时具有最小活动度, 因而只须求出机构中闭合回路的最小构件数并由下式计算其活动度, 再与机构的活动相比较.

$$F = 3(m - 1) - (2P_L + P_h) \quad (2)$$

式中 m —闭合回路的构件数;

P_L —低副数目;

P_h —平面高副数目

包括任意相邻二构件闭合回路最少构件数 K 可以这样求: 将相邻二构件间的运动副拆开, 求出它们之间的距离 d .

则
$$K = d + 1 \quad (3)$$

以图 2(a)所示运动链为例, 若将 1, 2 构件间的运动副 a 拆去, 得到图 2(b), 构件 1, 2 间的最短距离

由通路 1, g, 7, h, 4, c, 3, b, 2 的长度给出, 为 4. 由(3)式可见包括 1, 2 构件的闭合回路最少构件数为 5, 由(2)式, 其活动度为 2.

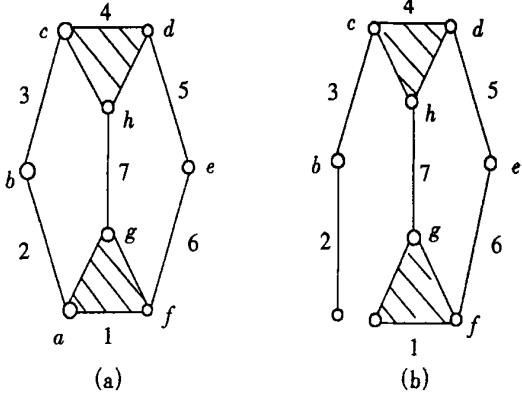


图 2

在求出运动链所有相邻二构件间具有最少构件数的闭合回路之后, 再进行比较, 即可得出该运动链中闭合回路的最少构件数和相应的最小活动度.

2.2 部分活动度

2.2.1 部分活动度的定义及识别准则

所谓部分活动度是指机构的部分从动件相对机架的运动只是部分原动件输入变量的函数.

即
$$\phi_i = f_i(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_{F'}) \quad (4)$$
$$F' < F$$
$$1 \leq i \leq n' < (n - F - 1)$$
$$\phi_j = f_j(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_F)$$
$$j = (n' + 1), \dots, (n - F - 1)$$

其符号的含义与(1)式相同.

由以上定义, 可见在部分活动度中存在部分不能随意选择的原动件.

因而识别机构部分活动度的准则为:

设机构的活动度为 F , 若它存在着活动度小于机构活动度 F 的闭合回路, 则该机构具有部分活动度.

由以上识别准则, 可以得出识别部分活动度的二个推理:

- 推理一: 对于双活动度机构, 若它含 4 构件回路, 则该机构具有部分活动度;
- 推理二: 对于三活动度机构, 若它含 4 构件或 5 构件回路, 则该机构具有部分活动度.

2.3 可分离活动度

2.3.1 可分离活动度的含义及识别准则

所谓可分离活动度是指机构可以分割为两个

或多个独立的闭合回路,且每个闭合回路的从动件相对机架的运动只是该回路内原动件输入变量的函数.

$$\begin{aligned} \text{即 } \phi_i &= f_i(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_{F_1}) \quad F_1 < F \\ i &= 1, 2, \dots, n_1, n_1 < (n - F - 1) \\ \phi_j &= f_j(\theta_{(F_1+1)}, \theta_{(F_1+2)}, \dots, \theta_F) \\ j &= (n_1 + 1), \dots, (n - F - 1) \end{aligned} \quad (5)$$

式中, F_1 —第 1 个独立闭合回路原动件的数目;

n_1 —第 1 个独立闭合回路从动件数.

由以上定义可见,可分离活动度包括如下二层含义:

(1) 机构的活动度 F 等于各独立闭合回路活动度之和;

$$\text{即 } F = F_1 + F_2 + \dots$$

$F_1, F_2, \dots$ 为各独立闭合回路的活动度, F 为机构活动度.

(2) 可分离活动度是部分活动度的特例,它既满足部分活动度的条件,同时,又存在着可分离构件,当切断一根可分离构件时,能将机构分为二个独立的闭合回路.

由此,可得出识别机构可分离活动度的准则为:

设机构的活动度为 F , 若它存在着活动度小于 F 的闭合回路且存在可分离构件,将一根可分离构件切断时,能将该机构分为二个独立闭合回路,则该机构具有可分离活动度.

3 实例

试识别图 1(a)、(b)、(c) 所示运动链的相应机构活动度类型.

图 1(a) 为 12 构件运动链,其相应机构的活动度为 3. 当相邻二构件的运动副被拆去后,二构件间

的最短距离为 5 (例如 $d_{12} = d_{16} = d_{23} = \dots = 5$) 由 (3) 式可知,机构中闭合回路的最少构件数为 6, 由 (2) 式可得到其最小活动度为 3, 满足机构完全活动度的识别准则,因而图 1(a) 所示运动链的相应机构具有完全活动度.

图 1(b) 为 12 构件运动链,其相应机构的活动度为 3. 由于它存在着 4 构件回路(由 1、8、9、10 构件组成),根据推理二,可知图 1(b) 所示运动链的相应机构具有部分活动度.

图 1(c) 为 11 构件运动链,其相应机构的活动度为 3. 由于其存在着 4 构件回路(由 1、2、6、5 构件组成,由 4、7、8、11 构件组成等),根据推理二,可知它满足部分活动度条件,同时构件 4 为可分离构件,将它切断时,能将机构分为二个独立的闭合回路(分别由构件 1、2、3、4、5、6 组成和由构件 4、7、8、9、10、11 组成)满足可分离活动度的识别准则,因而图 1(c) 所示运动链的相应机构具有可分离活动度. 整个过程简单、明.

4 结论

平面机构活动度类型的识别是机构分析的一个重要方面,也是机构学的基本问题之一. 与其它识别方法相比较,本文所提出的活动度类型的识别准则,概念清楚,方法简单、实用、可靠.

参考文献:

- [1] 杨廷力. 机械系统基本理论——结构学、运动学、动力学 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1996.
- [2] Yadav J. N., Pratap C. R., Agrawal V. P., Freedom Analysis of planar Kinematic Chains Using the Concept of Distance [J]. Transaction of the ASME Journal of Mechanical Design. 1996. Vol118 No. 3.

Freedom Type and Identifying Rule of Planar Mechanism

ZHANG Hui-ming

(School of Mechanical Engineering, East China Jiaotong Univ., Nanchang 330013, China)

Abstract: This paper presents a rule for identifying freedom type of planar mechanism, based on analysis the concepts of free types of freedom. The examples show that its concepts not only is clear, but also is simple, practical and reliable.

Key words: Planar Mechanism; Freedom Type; Identify