

双手操作器结构综合*

甘建国 朱玮 千东英

TP241

(中国科学院长春光学精密机械研究所, 长春 130022)

摘要 本文给出了具有两个工作机构的操作器结构—参数综合的算法, 详细讨论了传输、导向和位移三种形式操作器的综合特点, 分析了具有输入杆件运动工作机构的运动配位操作器的综合特点。

关键词: 操作器; 两个工作机构; 结构综合

机械手

1 引言

两个机械手协调工作比单个机械手具有更高的刚度、精度、承载能力及更广阔的应用前景, 因而得到各国学者的广泛重视。但由于两个机械手协调工作远比单个机械手复杂, 而高级机构具有的优良性能开阔了集两个机械手(又称工作机构)于一体, 由一个主动链带动并用来完成各种循环重复性动作的具有两个工作机构的操作器(我们称之为双手操作器)的广泛应用前景。

文中详细讨论了传输、导向和位移三种形式操作器结构—参数的综合方法, 下面分别予以阐述。

2 传输操作器综合

设已知操作器输入杆件转动规律 $\theta(t)$ 和操作器两个工作机构(输出杆件)的转动规律 $\gamma_1(t)$ 、 $\gamma_2(t)$ 。我们固定联接 3 个可动平面 Q_1 、 Q_2 和 Q_3 到输入和输出杆件。设固定铰链 C 、 D 和 E 坐标已知, 即:

$Q_1(x_C, y_C, \theta)$ 、 $Q_2(x_D, y_D, \gamma_1)$ 和 $Q_3(x_E, y_E, \gamma_2)$ 、 $(i=1 \sim N)$ 为已知。

图 1 为由 3 自由度开环运动链叠加两个几何约束而形成的单自由度闭环机构。这样叠加两个约束的方案总数为 $C_2^3=3$, 而且所有这些方案导致形成 II 级机构。还有三个叠加双联接点(约束)的方案, 即用叠加第二个联接点(约束)到二铰链支杆运动的方法, 实现相对于第三个平面的第一个联接点(约束), 在这些方案中, 两个导致形成 II 阶六杆机构, 一个导致形成 III 级机构, 如图 1 中虚线所示。

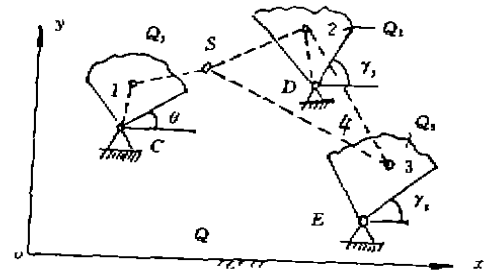


图 1

3 导向操作器综合

设已知操作器输入杆件转动规律 $\theta(t)$ 和操作器两个工作机构(输出杆件)的特征点运动 $(x_{p1}(t), y_{p1}(t)), (x_{p2}(t), y_{p2}(t))$ 。引入具有 4 个自由度的两杆运动链 P_1DP_2 (图 2)。

按已知点 P_1 和 P_2 运动轨迹,总是可以由运动链 P_1DP_2 存在条件确定杆长 $|P_1D|$ 和 $|P_2D|$ |:

$$|P_1D| + |P_2D| \geq a, |P_1D| - |P_2D| \leq b \quad (1)$$

此处:

$$a = \max |P_1P_2(t)|, b = \min |P_1P_2(t)|,$$

$$|P_1P_2(t)| = \sqrt{(x_{p1}(t) - x_{p2}(t))^2 + (y_{p1}(t) - y_{p2}(t))^2}$$

从重复再现 P_1DP_2 链杆件某些已知初始位置出发,这些值是可以求出的。由分析 P_1DP_2 双杆链杆件位置的方法,可以确定输出杆件 P_1D 和 P_2D 的运动规律。我们固定连接可动平面 Q_1, Q_2, Q_3 与操作器输入和输出杆件(图 2)。将时间 t 分为 N 个已知间隔,我们得到了平面 Q_1, Q_2, Q_3 的 N 个有限距离位置:

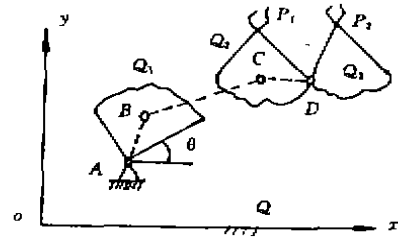


图 2

$Q_1(x_A, y_A, \theta), Q_2(y_{p1}, y_{p1}, \gamma_1)$ 和 $Q_3(x_{p2}, y_{p2}, \gamma_2), i=1 \sim N$

按已知平面 Q_1 和 Q_2 的 N 个位置我们可以确定模块 $ABCD$ 的参数(图 3)。为将尺寸联接点叠加在平面 Q_3 上,通过分析相对于与杆件 BC 固定不变相联的平面 Q_1 和 Q_2 的运动,得到两个带 3 自由度的中间运动链(如较 3、图 4 实线所示)和包括相应的 5 杆和 4 杆可变

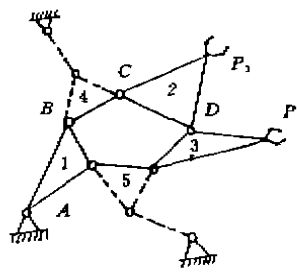


图 3

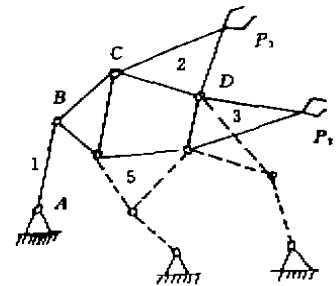


图 4

可动闭回路。为从这些链中获得单自由度机构,必须在它们相对于支柱的回路杆件 4、2、3、5 运动上各叠加两个尺寸联接点(图 3 和图 4 中用虚线表示)。

在回路杆件上叠加两个联接点的方案数为 $C_2^3=6$,图 3 和图 4 分别是其中的一种。

4 位移操作器综合

设已知操作器输入杆件转动规律 $\theta(t)$ 和操作器工作机构(输出杆件)运动规律 $(x_{p1}(t), y_{p1}(t), \gamma_1(t), x_{p2}(t), y_{p2}(t), \gamma_2(t))$ 。我们依次联接输入和输出杆件 Q_1, Q_2, Q_3 (图 5)。将时间 t 分为 N 个已知间隔,我们得到了平面 Q_1, Q_2, Q_3 的 N 个有限距离位置:

$$Q_1(x_A, y_A, \theta), Q_2(y_{p1}, y_{p1}, \gamma_1) \text{ 和 } Q_3(x_{p2}, y_{p2}, \gamma_2), i=1 \sim N$$

此处: x_A, y_A 为在固定平面 Q 上 A 点的座标, Q 平面应在综合过程中确定。按已知平面 Q_1 和 Q_2 的 N 个位置,我们能够确定运动链 $ABCP_1$ 的参数。按已知平面 Q_2 和 Q_3 的 N 个位置,

我们能够确定运动链 P_1DEP_2 的参数。杆件 BC 和 DE 引入运动链 $ABCP_1$ 和 P_1DEP_2 中,相应地按一个尺寸联接点叠加到平面 (Q_1, Q_2) 和平面 (Q_2, Q_3) 的相关运动上,我们得到有 4 自由度的中间运动链(图 6、图 7 中实线所示)并含有相应的六杆和五杆可变可动闭回路。为从这些链中获得单自由度机构,必须在它们相对于支柱的回路杆件 4, 2, 5, 3, 6 运动上叠加三个尺寸联接(图 6 和图 7 中用虚线表示)。

对于第一个运动链叠加在轮廓杆件上三个

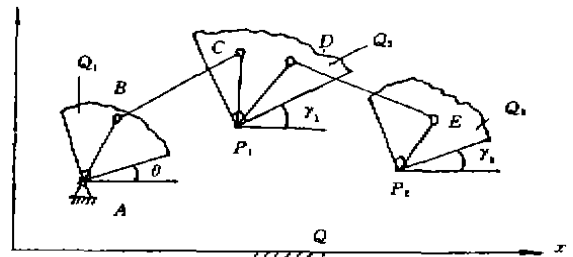


图 1

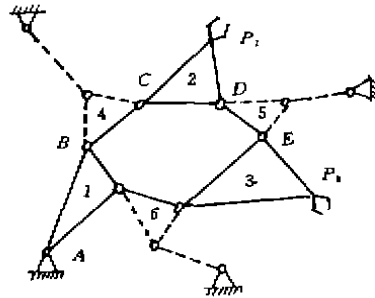


图 6

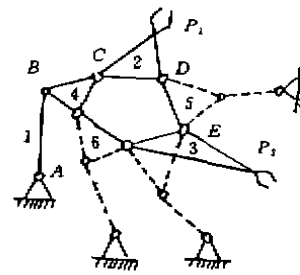


图 7

联接点的所有方案数为: $C_3^3=10$, 并在所得的十杆机构中, 在驱动杆 1 附近有 5 个 2 级机构, 5 个三级机构(图 6)。对于第二个运动链叠加在轮廓杆件上三个联接点的所有方案数也为: $C_3^3=10$, 且在所得的机构中有 6 个 3 级机构, 4 个五级机构(图 7)。

5 结 论

高级机构所具有的良好性能为集两个机械手(又称工作机构)于一体, 由一个主动链带动并用来完成各种循环重复性动作的具有两个工作机构的操作器(我们称之为双手操作器)的实现提供了坚实的理论基础。文中详细讨论了传输、导向和位移三种型式的操作器结构—参数综合方法, 从而为具体应用这类机构进行了很好的尝试。

参 考 文 献

- (1) 曲超, 陈宁新, 机器人双协调运动的研究概况, 机器人, 1991, Vol. 13, No. 2, 59~63
- (2) 甘建国, 于东英, 高级平面操作器组合模块综合, 第五届机械传动年会论文集, 686~689, (1992)

Structural Synthesis of Double—hand Manipulators

Gan Jianguo, Zhu Wei, and Gan Dongying

(Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022)

Abstract

This paper give the algorithm of structural—parametric synthesis of manipulators with two working mechanisms, discusses the general characteristics of driving, directing and transferring manipulators in detail, and analyses the features of manipulators with motion co—ordination of the working mechanisms with entrance link.

Key words: Manipulator, Two working mechanisms, Structural—synthesis