

平面四杆机构少位置设计要求特征提取方法

巩刘彦

甘肃省陇南市宕昌县职业中等专业学校, 甘肃 陇南 748500

[摘要]本研究分析了目前用于提取平面连杆曲线特征参数的现有方法的优点和不足之处。在此基础上,提出了一种采用傅里叶描述子的方法来提取平面连杆曲线的特征参数。研究结果显示,傅里叶描述子的高频分量能够有效地捕捉曲线的细节信息,而低频分量则能够描述曲线的整体形状特征。通过对傅里叶描述子进行逆变换并进行归一化处理,可以很好地还原原始封闭曲线,并且所得到的数值图谱具有高精度、计算简便、冗余度低等优点。这一方法有望在平面连杆曲线特征参数提取领域具有广泛的应用前景,为相关研究和工程应用提供了有效的工具和数据支持。

[关键词]平面四杆机构;位置设计;快速傅里叶变换;优化

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10695

中图分类号: TH112

文献标识码: A

Feature Extraction Method for Design Requirements of Planar Four Bar Mechanisms with Few Positions

GONG Liuyan

Gansu Longnan Tangchang Vocational Secondary Vocational School, Longnan, Gansu, 748500, China

Abstract: This study analyzes the advantages and disadvantages of existing methods for extracting feature parameters of planar linkage curves. On this basis, a method using Fourier descriptors is proposed to extract the feature parameters of planar linkage curves. The research results show that the high-frequency component of the Fourier descriptor can effectively capture the detailed information of the curve, while the low-frequency component can describe the overall shape characteristics of the curve. By performing inverse transformation and normalization on the Fourier descriptor, the original closed curve can be well restored, and the resulting numerical graph has advantages such as high accuracy, simple calculation, and low redundancy. This method is expected to have broad application prospects in the field of feature parameter extraction of planar linkage curves, providing effective tools and data support for related research and engineering application.

Keywords: planar four bar mechanism; location design; fast Fourier transform; optimization

引言

平面四杆机构,作为一种经典的机械结构,具有广泛的工程应用背景。它们在制造业、汽车工程、航空航天、医疗设备等多个领域中发挥着关键作用。这种机械结构之所以如此重要,是因为它能够将旋转运动转化为直线运动,或者实现复杂的轨迹和路径控制,从而在各种工程应用中发挥了关键的功能。在平面四杆机构的设计和性能分析中,特征参数的提取变得至关重要。这些特征参数包括了连杆的长度、关节的位置以及机构轨迹的形状等信息。通过提取这些参数,工程师和研究人员能够更好地理解机构的运动特性、性能和限制。这些参数对于评估机构的工作空间、运动范围、稳定性、精度等方面都具有关键性的作用。

1 平面四杆机构简介

平面四杆机构是一种经典的机械结构,由四个连杆组成,通常分为两个长连杆和两个短连杆,并通过旋转关节相连接,形成一个平面内的机构。其工作原理核心在于连杆的长度、关节位置以及驱动方式的调整。通过改变这些参数,可以实现不同类型的运动,包括平行滑块运动、椭圆运动、直线运动等。这种机构在众多工程领域都有广泛

的应用。在制造业中,它们用于自动化装配线和机器人,以提高生产效率和产品质量。在汽车工程中,平面四杆机构用于悬挂系统、转向机构和刹车系统,确保车辆的悬挂和转向运动平稳可控。在航空航天领域,它们用于飞行器的姿态控制和轨道调整。医疗设备中也广泛使用,帮助医生进行精确的手术和疾病诊断。平面四杆机构的研究和应用对工程和机械领域至关重要。它们提高了生产效率、促进了工程设计的创新、改进了医疗和航空领域的技术,为各种领域的工程问题提供了关键解决方案。深入了解其基本构造和工作原理是工程师和研究人员在解决机构设计和控制问题时的基础。

2 复函数的傅里叶级数描述

2.1 傅里叶级数基础知识

傅里叶级数是一种数学工具,用于表示周期性信号或函数^[1]。在机构分析中,我们可以将机构的运动看作是一种周期性的运动,因此傅里叶级数成为描述和分析机构运动的有力工具。

2.1.1 傅里叶级数的基本原理

傅里叶级数的基本原理是,任何周期性函数可以表示

为不同频率的正弦和余弦函数的组合。具体而言，对于一个周期为 T 的函数 $f(t)$ ，其傅里叶级数表示如下：

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(a_n \cos\left(\frac{2\pi n t}{T}\right) + b_n \sin\left(\frac{2\pi n t}{T}\right) \right)$$

其中， a_0 是直流分量， a_n 和 b_n 是频率为 $\frac{n}{T}$ 的正弦和余弦分量的振幅， n 表示谐波的阶数。傅里叶级数的关键思想是将复杂的周期性函数分解为一系列简单的正弦和余弦波形，每个波形都有不同的振幅和频率。

2.1.2 傅里叶级数在数学和工程中的应用

傅里叶级数在机构分析中发挥着关键作用，因为它充分利用了机构运动的周期性特性。以下是傅里叶级数在机构分析中的主要应用：
机构的周期性运动：机构，特别是平面四杆机构等，通常在其运动中表现出明显的周期性特点。这意味着机构连杆的位置、速度和加速度随时间的变化也是周期性的。傅里叶级数被用来描述这种周期性运动，通过分解连杆位置函数为正弦和余弦分量，帮助工程师了解机构的运动规律。
轨迹和路径分析：机构的运动通常导致特定的轨迹或路径。傅里叶级数可以用于分析机构的轨迹或路径函数，将其视为周期性函数，并进行级数展开。这有助于研究轨迹的几何特性、周期性成分以及可能的偏差或振荡，从而更好地理解机构的运动特性。
振动和谐波分析：在振动机构中，特别是涉及到振动控制或振动抑制的情况下，傅里叶级数可用于分析振动信号的频率成分。它可以帮助识别主要的振动谐波和频率成分，为优化机构的振动特性提供重要信息。通过减少不必要的振动成分，可以改善机构的稳定性和性能。

傅里叶级数在机构分析中充当了重要的工具，用于理解和描述机构的周期性运动、轨迹和振动。这些分析有助于工程师优化机构的设计、改进性能，并确保其满足特定的工程要求。因此，傅里叶级数在机械工程和机构设计领域中具有广泛的应用前景。

2.2 傅里叶级数在机构分析中的角色

傅里叶级数在机构分析中扮演着重要的角色，特别是在描述和分析机构的运动和轨迹时。

2.2.1 傅里叶级数与机构运动

傅里叶级数在机构分析中具有重要作用，特别是在涉及平面四杆机构或其他周期性运动的情况下。它允许我们将机构的位置、速度或加速度随时间的变化表示为一系列正弦和余弦分量的组合。这对于理解机构的运动特性至关重要。当我们将机构的位置函数表示为傅里叶级数时，我们可以分析不同频率分量的贡献。这意味着我们能够识别出机构运动中的基本周期和振荡模式。这对于确定机构的周期性运动、稳定性和振动特性非常有帮助。

2.2.2 傅里叶级数与轨迹分析

机构的轨迹通常呈现出复杂的曲线或路径，而傅里叶

级数可用于近似和分析这些轨迹。通过将轨迹函数表示为傅里叶级数，我们可以将其分解为一系列基本的正弦和余弦成分。这有助于理解轨迹的几何形状以及可能存在的周期性特征^[2]。傅里叶级数的应用使我们能够识别轨迹中的主要频率成分和振荡模式。这对于机构路径的规划、优化和路径跟踪非常有用。通过分析轨迹的频域特性，我们可以更好地理解机构在不同位置的运动行为，从而改进设计和控制策略。

2.2.3 频率分析和优化

通过傅里叶级数分析机构的运动，我们可以识别出不同频率的运动成分。这对于频率域分析和优化至关重要，尤其是在需要改善机构性能以满足特定设计要求时。频率分析允许我们确定机构中哪些频率成分对于性能至关重要，以及它们的振幅和相位如何影响机构的行为。这种深入的理解为工程师提供了改进机构设计和控制的机会。通过优化特定频率成分或抑制不必要的振动，我们可以调整机构的性能，使其更好地适应特定的应用需求。

3 少位置设计要求的特征

在机构设计中，少位置设计要求是指在设计过程中提供的位置信息相对较少或有限的情况下，需要满足特定的设计要求。为了应对这种挑战，我们需要提取关键特征，以更好地理解机构的行为和性能。

3.1 位置设计要求概述

位置设计要求是指在机构设计中，需要确定机构中的一些关键位置或轨迹，以满足特定的工程目标。这些要求可能包括位置点的坐标、路径的几何特性或运动轨迹的特定性质。在某些情况下，由于测量或控制的限制，我们可能无法提供足够的位置信息，从而导致少位置设计要求。

3.2 特征提取的概念

特征提取是一种数据处理方法，其目标是从原始数据中提取出具有信息量的特征或特性。在处理少位置设计要求的机构问题时，特征提取是至关重要的步骤，因为它允许我们从有限的位置信息中获得更多关于机构性能的深入见解。以下是特征提取的基本概念：特征选择涉及选择与设计目标和性能相关的特征。在少位置设计要求的情况下，可能由于缺乏足够的位置数据而需要进行特征选择。这可能包括在已知位置点之间插值或推断其他关键位置，以确保所选择的特征能够充分反映机构的行为和性能。特征表示是将所选的特征以适当的方式表示的过程。通常，特征会被转化为数学模型或参数化形式，以便进行进一步的分析和优化。这有助于工程师更好地理解机构的行为，并允许进行数值计算和模拟，以评估不同设计选项的性能。特征评估是对所提取特征的有效性和信息质量进行评估的过程。在机构设计中，我们通常希望所选择的特征能够满足设计要求，并对机构的性能产生积极影响。因此，特征评估可能涉及分析特征对设计目标的影响，以确定其适用性和有效性。

3.3 机构特征与设计目标的关联

在少位置设计要求的机构分析中，机构特征与设计目

标之间的紧密关联是解决问题的关键。确保所提取的特征与设计目标直接相关,以满足工程需求是至关重要的,这涵盖了以下方面的重要考虑:性能特征是指机构的性能参数,如位置精度、速度范围和工作空间大小。特征提取应当关注这些性能特征的提取和分析。例如,如果机构的设计目标是实现高精度的位置控制,那么特征提取应着重考虑位置精度相关的特征。这确保了所提取的特征与性能目标的匹配,帮助工程师评估机构是否满足了设计要求。机构的运动轨迹特征是另一个重要方面,尤其是在需要特定路径或轨迹的应用中。特征提取应关注机构轨迹的几何形状和周期性特性。如果设计目标涉及到特定的运动轨迹,那么特征提取方法应能够准确描述和分析机构的轨迹,以确保其符合设计要求。振动抑制和稳定性是某些机构设计目标的关键方面。特征提取应包括与这些方面相关的特征。例如,如果机构需要具有低振幅振动或高稳定性,那么特征提取方法应能够提取与振动振幅、频率成分或稳定性相关的特征参数^[3]。这有助于工程师评估机构的振动特性是否满足要求,并进行必要的改进。机构特征与设计目标之间的关联是确保机构满足工程需求的关键要素。特征提取方法的选择和执行应与具体的设计目标和性能要求相一致,从而确保机构在设计和分析中能够达到预期的性能水平。这种关联性有助于工程师更好地理解机构的行为,提高设计的可靠性和性能。

4 特征提取方法

在少位置设计要求的机构分析中,特征提取方法是关键的,它们帮助我们有限的从位置信息中获取更多有关机构性能的见解。以下是一些常用的特征提取方法,每种方法都有其独特的应用领域和优势。

4.1 角度特征提取

角度特征提取通过测量机构中各连杆的角度来获取有关机构行为的信息。这包括连杆的旋转角度、关节的角度以及机构的各种角度参数。角度特征有助于分析机构的运动学,确定位置、方向和姿态等关键性质。此外,它们还可用于计算连杆的速度和加速度,评估机构的动力学性能。通过角度特征提取,我们能够深入了解机构的角度运动,为设计和控制提供了基础数据。

4.2 长度特征提取

长度特征提取是一项关键的分析步骤,它涉及测量和分析机构中各连杆的长度信息。这些长度数据在描述机构的几何特性和工作空间时具有极大的重要性。以下是关于长度特征提取的详细信息:长度特征提取的重要性在于它有助于确定机构的工作空间,即机构能够覆盖的区域。工程中的机构通常被设计用来执行特定的任务或运动,因此了解其工作空间是至关重要的。通过测量各连杆的长度,我们可以构建机构的几何模型,从而确定其工作空间的形状和尺寸。此外,长度特征提取还有助于评估机构的变形和伸缩性能。机构在运动过程中,特别是在关键位置点附近,可能会发生连杆的伸缩或弯曲。通过监测连杆长度的

变化,我们可以识别这些变形,并评估其对机构性能的影响。这有助于改进机构的设计以减小变形,提高精度和稳定性。长度特征提取还在路径规划和碰撞检测中发挥重要作用。在路径规划中,我们需要确保机构能够沿着特定路径移动,而长度特征可以用来验证路径的可达性。此外,在碰撞检测中,长度特征有助于确定机构在运动过程中是否会与其他对象发生碰撞,从而避免潜在的危险情况。

4.3 速度特征提取

速度特征提取涉及测量和分析机构中各点的速度信息,如连杆末端或关键节点。这有助于分析机构的动态性能,包括速度范围、速度分布以及响应时间。通过检测速度峰值和变化率,我们可以评估机构的动态特性,这在控制和路径追踪中至关重要。速度特征提取提供了深入了解机构速度行为的机会,以实现更好的性能控制和优化。这对各种应用领域,如自动化、机器人技术和交通工程等都具有重要意义。

4.4 其他相关特征提取技术

除了上述方法外,还有许多其他特征提取技术,根据具体的机构和应用情境进行选择。这些技术包括加速度特征提取、频域分析以及机构路径规划等。这些方法可以根据具体的设计目标和问题来选择,以提取关键特征和性能指标。在特定的应用中,可能需要组合多种特征提取方法,以综合评估机构的性能。总之,特征提取方法为解决少位置设计要求的机构分析问题提供了有力的工具,有助于工程师更好地理解 and 优化机构的行为和性能。

5 结语

少位置设计要求的机构分析是一个具有挑战性的工程问题,通常涉及有限的位置信息,但需要满足特定的设计要求。特征提取方法为解决少位置设计要求的机构分析问题提供了重要的工具。通过选择适当的方法,工程师可以更好地理解和优化机构的行为,确保其满足特定的工程要求。未来,随着技术的不断发展,特征提取方法将继续为工程领域带来新的可能性和机会,从而推动机构设计和分析的进步。

[参考文献]

- [1]丁健生,刘文瑞,孙建伟.平面四杆机构少位置设计要求特征提取方法[J].机械传动,2018,42(12):59-63.
- [2]王知行,关立文,李建生等.平面四杆机构综合数值比较法的研究[J].机械工程学报,2000(2):47-50.
- [3]冯立艳,关铁成,李学刚,等.实现期望轨迹的平面铰链四杆机构优化综合[J].机械科学与技术,2018,37(6):848-853.

作者简介:巩刘彦(1990.11—),男,甘肃省兰州理工大学技术工程学院毕业,本科学历,机械设计制造及自动化专业,现任甘肃省陇南市宕昌县职业中等专业学校教师,中专讲师,先后获得陇南市中等职业学校学生技能大赛优秀指导教师、陇南市创客教育大赛宕昌县分赛优秀工作者、宕昌县职业中专先进工作者、优秀培训教师、优秀班主任等荣誉称号。