

文章编号:1005-0523(2000)02-0088-04

按行程速比系数 K 综合双曲柄机构

王丹

(九江石化总厂, 江西九江 332004)

摘要:在双曲柄机构急回特性研究基础上,文章介绍了按行程速比系数 K 综合双曲柄机构的一般命题,并通过实例描述了用 C 语言编程技术实现的解析法求解过程以及图解综合过程^[1]。

关键词:双曲柄机构;急回特性;机构综合

中图分类号: TH122 **文献标识码:** A

0 引言

由[1]知,双曲柄机构的急回特性相比曲柄摇杆机构的这一特性来说,具有许多突出的特点,尤其其综合的尺寸空间大,综合方法多,更易于获得理想的机构尺寸⁽¹⁾。本文介绍按急回运动要求采用解析法和图解法设计双曲柄机构的过程,最后并给出综合实例⁽¹³⁾。

1 初始条件分析

设给定行程速比系数 K ,则极位夹角为 $\theta = (K - 1) / (K + 1) 180^\circ$;又设主、从曲柄长度分别为 a 和 c ,对应起始角分别为 φ_0 和 Ψ_0 ,连杆长度为 b ,机架长度为 d ,则机构综合的命题主要分下面两类:(由于 K 与极位夹角有对应关系,故以下直接按给定极位夹角 θ 讨论)⁽¹³⁾

- 1) 已知 θ, a, c, d , 求 b, φ_0 和 Ψ_0 ;
- 2) 已知 θ, Ψ_0, a, d , 求 b, c 和 φ_0 。

综合方法同样有解析法和图解法⁽¹³⁾。下面详细介绍两种初始条件下机构的综合过程⁽¹³⁾。

2 解析法综合双曲柄机构

2.1 综合的数学模型

如图 1, 已知 a, c, d 及 θ 求连杆长度 b 及从动曲柄对应起始位置角 Ψ_0 ⁽¹³⁾。综合如下:

按 d 确定机架 A, D 位置, 分别以 A, D 为中心, a, c 为半径作圆, 以 $\varphi_0 = \pi - \theta$ 确定 AB 起始位置 AB_1 位置, 则 AB 的另一行程起始位置 AB_2 与机架 AD 重合, 连

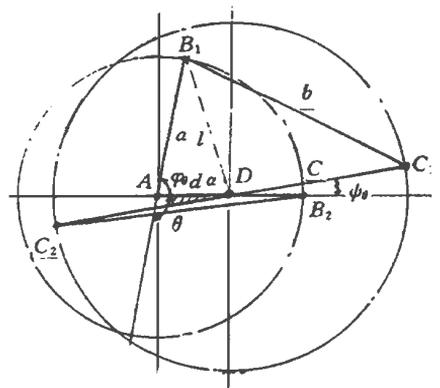


图 1 按 a, c, d, θ 要求解析综合双曲柄机构

B_1D 且设 $B_1D=1$, $\angle B_1DA = \alpha$ 有

$$l^2 = a^2 + d^2 - 2ad \cos(\pi - \theta) = a^2 + d^2 + 2ad \cos \theta \quad (1)$$

$$\alpha = \arcsin \frac{\alpha \sin \theta}{l} \quad (2)$$

再求连杆长度 b 和从动曲柄 c 为应起始角 Ψ_θ , 在 ΔB_1DC_1 , ΔB_2DC_2 中有

$$b^2 = l^2 + c^2 - 2lc \cos(\pi - \alpha - \Psi_\theta) = l^2 + c^2 + 2lc \cos(\alpha + \Psi_\theta) \quad (3)$$

$$b^2 = (a-d)^2 + c^2 - 2(a-d)cc \cos(\pi - \Psi_\theta) = (a-d)^2 + c^2 + 2(a-d)cc \cos \Psi_\theta \quad (4)$$

(3) - (4) 再化简得

$$l^2 + 2lc \cos(\alpha + \Psi_\theta) = (a-d)^2 + 2c(a-d) \cos \Psi_\theta \quad (5)$$

将 (1) 代入 (5) 并展开、化简, 再令 $u = ad(1 + \cos \theta)$, $v = c(a-d - l \cos \alpha)$, $w = lc \sin \alpha$ 均为已知量, (5) 式变为

$$u = v \cos \Psi_\theta + w \sin \Psi_\theta \quad (6)$$

令 $\tan \beta = \frac{w}{v}$, 上式变为: $\frac{u}{v^2 + w^2} = \sin(\Psi_\theta + \beta)$, 所以

$$\Psi_\theta = \arcsin \frac{u}{v + w} - \beta \quad (7)$$

$$b = \sqrt{l^2 + c^2 + 2lc \cos(\alpha + \Psi_\theta)} \quad (8)$$

若按初始条件 (2), 在式 (5) 中则 Ψ_θ 已知, 可直接解出

$$c = ad(1 + \cos \theta) / [(a-d) \cos \Psi_\theta - l \cos(\alpha + \Psi_\theta)] \quad (13)$$

为使 a, c 同为曲柄需适当调整初始条件 Ψ_θ 值或采用约束优化技术以得到合适的解^[13]

2.2 程序实现和综合实例

2.2.1 程序实现 以上分析和综合用 C 语言在计算机上完成, 综合出结果以后直接进行分析从而得到 θ 值的变化规律, 采用函数结构实现起来十分方便^[13]按初始条件 (1) 的综合分析过程如下:

- 1) 输入 a, c, d 及 θ
- 2) 调用机构综合函数, 即按上面的数学模型求解;
- 3) 调用四杆机构类型判断函数, 若为双曲柄机构则继续, 否则重复 1);
- 4) 输出 b, Φ 和 Ψ_θ 的值;
- 5) 调用双曲柄机构极位夹角 θ 分析函数^[1], 可得到所有的 θ 与 Φ, Ψ_θ 之间的关系;

2.2.2 综合实例输出 以下为一个综合实例的输出结果, 图 1 为其机构简图^[13]

输入主、从动杆 a, c 及机架尺寸 d , 极位夹角 θ 的值

$$a = 4.000\ 000, c = 5.000\ 000, d = 2.000\ 000, \theta = 100.000\ 000$$

***** 双曲柄机构

连杆长度 : $b = 6.981\ 191$

主动曲柄 a 起始位置角 $\Phi = 80.000\ 000$ 从动曲柄 c 起始位置角: $\Psi_\theta = 9.301\ 599$

当 $\Phi = 41.903\ 227, \Psi_\theta = 306.542\ 521$ 时, 极位夹角 $\theta = 0$

中国知网 <https://www.cnki.net>
请输入 Φ 角步长: 20.000 000

Φ	Ψ_{θ}	θ	Φ	Ψ_{θ}	θ
41	304.608	-2.768	61	341.818	63.445
81	10.601	99.621	101	34.319	87.710
121	54.681	73.942	141	72.552	59.689
161	88.388	45.191	181	102.458	30.518
201	114.958	15.684	221	126.070	0.682
241	135.985	-14.491	261	144.901	-29.820
281	153.023	-45.269	301	160.562	-60.775
321	157.758	-76.228	341	175.113	-91.309
1	191.450	-99.341	21	253.481	-58.891

当曲柄起始角 $\Phi=81$ 时, $\max-\theta=99.620918$

3 图解法综合双曲柄机构

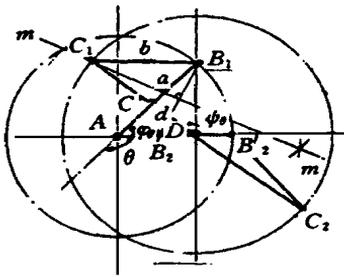


图2 已知 a, c, d, θ 用图解法综合双曲柄机构

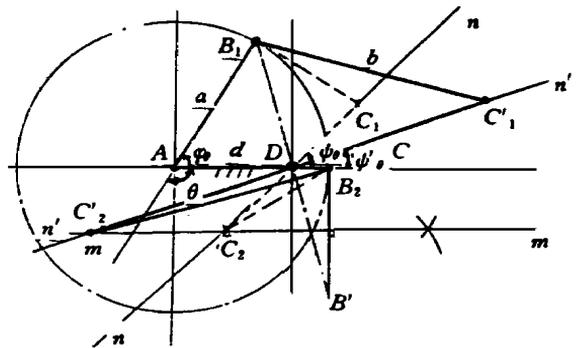


图3 已知 a, d, θ 及 Ψ_{θ} 图解法综合双曲柄机构

按命题(1)综合,如图2,已知 a, c, d 及 θ 求 b 和 θ 与 Ψ_{θ} (13)综合过程如下:

- 1) 按机架长度 d 确定 A, D 位置,并分别以 A, D 为中心, a, c 为半径作圆 A 和 D ;
- 2) 以 AD 为起始边作 $\Phi = \pi - \theta$ 得到 AB_1 位置,对应 AB_2 与机架重合(B_2 在 D 的右边) (13)
- 3) 将 B_2 绕 D 转过 180° 到达 B'_2 ,作 $B_1B'_2$ 垂直平分线 mm 交圆 D 于 C_1 ;
- 4) 连 C_1D 并延长交圆 D 另一边上于 C_2 ,则 C_1D, C_2D 即为从动曲柄 CD 两极位,量出 $B_1C_1 = b; \angle B_2DC_1 = \Psi_{\theta}$;

以上按 $a=3, c=3.5, \theta=135$,综合结果为 $b=2.8, \Psi_{\theta}=140.5^\circ$;如图3(13)

按命题(2)综合双曲柄机构时,如图3,已知 a, d 及 Ψ_{θ} 求 b 和 c ,为按两连架杆预定的对应位置设计四杆机构问题[3] (13)由于要求 a, b, c, d 满足双曲柄机构条件,对 Ψ_{θ} 可作适当调整(13图四中虚线 $a=4, d=3, \theta=120$ 时, nn' 为按 $\Psi_{\theta}=45$ 确定的 DC_1, DC_2 方向线,综合出 $b=3.26, c=2.5$,不满足双曲柄条件,此时将 nn' 绕 D 转动以改变 Ψ_{θ} 的值,如到 $n'n'$ 位置($\Psi_{\theta}'=20^\circ$)得到

新的机构尺寸 $b=6.3$ 、 $c=5.4$, 机构 AB_1C_1D 为双曲柄机构^[13]

4 结束语

通过对双曲柄机构急回特性的综合分析可以得出如下结论:

从满足急回特性要求设计铰链四杆机构方面考虑, 综合双曲柄机构比综合曲柄摇杆机构其约束更少, 适用更广, 综合更灵活, 更易于获得理想的机构尺寸^[13]综合过程也不复杂, 可用图解法或解析法借助计算机来完成^[13]

[参 考 文 献]

- [1] 刘平安, 赖志刚等. 双曲柄机构急回特性研究[J]. 机械设计与研究增刊, 1998. 11 19.
- [2] 邹慧君. 机械设计原理[M]¹⁹. 上海: 上海交通大学出版社, 1995 19.
- [3] 孙 桓, 傅则绍主编¹⁹. 机械原理(第四版) [M]¹⁹. 北京: 高等教育出版社, 1989 19.
- [4] 谭浩强¹⁹. C 程序设计[M]¹⁹. 北京: 清华大学出版社, 1991 19.
- [5] 冯 康等¹⁹. 数值计算技术[M]¹⁹. 北京: 国防工业出版社, 1978 19.

Double-Crank mechanism with the stroke Ratio K

WANG Dan

(Jiujiang Controlling Corporation of petroleum chemicals, Jiujiang 332004, China)

Abstract: Based on the fast-returning characteristic of a double-crank mechanism, the authors introduced the general problems of the mechanism synthesis according to the stroke ratio K and illustrated the design with the analysis in C program language as well as in graphic.

Key words: double-crank mechanisms; fast-returning characteristic; mechanism synthesis