

机械基础题解

王肇忠 主编

11-44

机械工业出版社

《机械基础》是机械类技工的必修课。为了帮助学员正确理解与掌握所学的内容,培养学员独立分析问题和解决问题的能力,则根据多年教学经验编写了此书。此书可与教材配套使用。

本书根据教学大纲要求,采用填空、选择、判断、问答、计算和作图等题型进行讲述,并附有答案。该书文字通顺、简明扼要、重点突出,是一本很好的学习指导书。

本书即可作为技工学校的辅导教材,也可供在职机械工人自学、晋级复习考试使用。

机械基础题解

王擎忠 主编

*

责任编辑 李 敬

封面设计 田淑文

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

北京市昌平环球科技印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 新华书店经售

*

开本787×1092 1/32·印张5¹/₂·字数120千字

1990年9月北京第一版·1990年9月北京第一次印刷

印数0,001—9800·定价:2.60元

*

ISBN 7-111-02489-3/TH·406

前 言

《机械基础》是机械类各专业必修的一门基础课，其内容范围较广，涉及面较宽。初学者往往觉得不好理解和掌握，复习时更难分清主次，这是技工学校学生的普遍反映。为了帮助他们正确认识和解决这些问题，使之逐步培养起独立分析问题、解决问题的能力，真正达到大纲的要求，我们根据自己多年的教学实践和体会，编写了这本《机械基础题解》。

本书是根据机械工业出版社出版的技工学校机械类通用教材《机械基础》和劳动人事出版社出版的技工学校机械类通用教材《机械基础》的内容编写的。在总体安排上，是按照劳动人事出版社版本结构体系的顺序逐章编写的。对机械工业出版社版本多出的内容，书中未列专章题解。

该书采用了填空、选择、判断、问答、计算和作图等题型。答案力求准确、完整、简明扼要，一般不超出教材范围。同时，编者还结合教学实际，对学生反映较多的问题，由浅入深地作了详细阐述，对实用性较强的问题作了适度扩展。

依据教学大纲的要求，每章均指出了应重点掌握的内容。全书既突出了基础知识和教学重点，又反映了教材全貌。特别适于在校学生使用；对于教师也有重要参考价值；同时，也可供在职机械工人自学，晋级复习考试使用。

本书由王擎忠同志主编，王德明、孙令祥、朱延安三同

志副主编，参加编写工作的还有马良、傅崇福、崔海波、王永华、李广瑞、朱引梅、张更寅、谷庆忠、奚凤兰等同志。该书由山东省定陶县技工学校高级讲师李全胜同志主审，参加审校稿的还有刘立、单中景、王淑芹、戚祥振等同志。本书在编写过程中，得到定陶县机械厂技术科全体同志的大力支持和帮助，在此致以衷心的感谢。

由于编者水平所限，经验不足，再加之时间仓促，缺点和错误在所难免，恳切希望读者批评指正。

编 者

1990年1月

目 录

绪论	1
第一章 平面连杆机构	3
第二章 凸轮机构	10
第三章 间歇运动机构	15
第四章 摩擦轮传动和带传动	19
第五章 螺纹联接和螺旋传动	30
第六章 链传动和齿轮传动	39
第七章 蜗杆传动	65
第八章 轮系	75
第九章 键、销及其联接	82
第十章 轴	92
第十一章 轴承	98
第十二章 联轴器和制动器	106
第十三章 液压传动的基本概念	109
第十四章 液压元件	121
第十五章 液压基本回路及液压系统	145
附录	
表 1 锁紧圆弧系数表	148
表 2 工作情况系数 (K_A)	148
表 3 三角带的公称长度 (GB1171—74)	149
表 4 包角 $\alpha = 180^\circ$ 平稳工作情况下单根三角带所能传递的功率 P_0	150

表 5	小带轮包角系数 K_a	152
表 6	带轮轮槽尺寸	152
表 7	紧联接螺栓的许用轴向拉力 (静载荷)	154
表 8	齿轮工作情况系数 K_A	154
表 9	动载荷系数 K_v	154
表 10	蜗杆的系数 (JZ64—60)	155
表 11	标准模数系列表 (GB1357—78)	155
表 12	普通平键公差 (GB1096—79)	156
表 13	平键和键槽公差 (GB1095—79)	158
表 14	键联接的许用挤压应力 $[\sigma]_p$	163
表 15	圆螺母 (GB812—76)(摘录)	163
表 16	单列向心球轴承参数表 (GB276—64) (摘录)	164
表 17	几种常用轴材料的 $[\tau]$ 及 A 值	165
表 18	标准直径	165
表 19	中华人民共和国法定计量单位 (摘录)	165
图 1	三角带选型图	167
图 2	载荷分布系数 K_p 值	168
参考文献		168

绪 论

本绪论重点掌握机器、机构、运动副和机械组成的概念。

一、填空

1. 《机械基础》是以研究____和____为对象的学科。
(机构; 机器)
2. 机构运动时相互之间能作相对运动的物体, 称为____。(构件)
3. 组成构件的相互之间没有相对运动的物体称为____。具有确定相对运动构件的组合称为____。(零件; 机构)
4. 在工程中, 机构和机器通称为____。(机械)
5. 构件是____的单元; 而零件是____的单元。(运动; 制造)
6. 根据运动副中两构件的____不同, 可分为低副和高副。低副按两构件的相对运动情况可分为____、____和____。(接触形式; 转动副; 移动副; 螺旋副)
7. 任何一种机械, 基本上都是由____部分、____部分和____部分组合而成。(原动; 工作; 传动)

二、问答题

1. 什么是机器, 它与机构的主要区别是什么?

答: 机器是构件的组合, 它的各部分之间具有确定的相对运动, 并能用来代替人的劳动完成有用的机械功或实现能

量转换。

机器与构件的主要区别是：两者的功用不同，机器的主要功用是为了利用机械能做功或能量转换，而机构的主要功用在于传递或转变运动的形式。

2. 什么叫运动副？运动副中高副和低副如何区别，它们在使用中有何特点？

答：运动副是构件之间直接接触而又能产生一定形式相对运动的可动联接。

高副是两构件之间作点或线接触的运动副。低副是指两构件之间作面接触的运动副。

两者在使用中的特点是：低副的接触面一般是平面或圆柱面，比较容易制造和维修，承受载荷时的单位面积压力较小，但低副是滑动摩擦，效率较低。

高副由于是点或线的接触，在承受载荷时单位面积压力较大，构件接触处容易磨损，制造和维修较困难，但高副能传递较复杂的运动。

第一章 平面连杆机构

本章重点掌握铰链四杆机构的组成条件、运动原理和规律。了解其类型及应用特点。

一、填空

1. 平面连杆机构是由一些刚性构件用_____和_____相互联接而组成的机构，当平面四杆机构中的运动副都是转动副时，称为_____机构。（转动副；移动副；铰链四杆）

2. 铰链四杆机构的三种基本形式是_____、_____和_____。（曲柄摇杆机构；双曲柄机构；双摇杆机构）

3. 导杆机构可以看成是改变_____机构中的固定件而演化成。（曲柄滑块）

4. 曲柄滑块机构是_____机构的演化形式。（曲柄摇杆）

二、判断题

1. 在曲柄摇杆机构中，当曲柄为主动件时机构没有死点位置。（ ）（正确）

2. 双曲柄机构没有死点位置。（ ）（错误）

3. 判断下列各构件的名称，填写在对应的括号内。

（1）固定不动的杆。（ ）（机架）

（2）不与机架直接联接的杆。（ ）（连杆）

（3）用转动副与机架联接的杆。（ ）（连架杆）

(4) 能围绕一旋转中心作整周旋转的连架杆 ()
(曲柄)

(5) 仅能在某一角度内摆动的连架杆。 () (摇杆)

4. 判断图1-1所示各铰链器杆机构的类型。

a _____, b _____,
c _____, d _____.

(双曲柄机构; 曲柄摇杆机构; 双摇杆机构; 双摇杆机构)

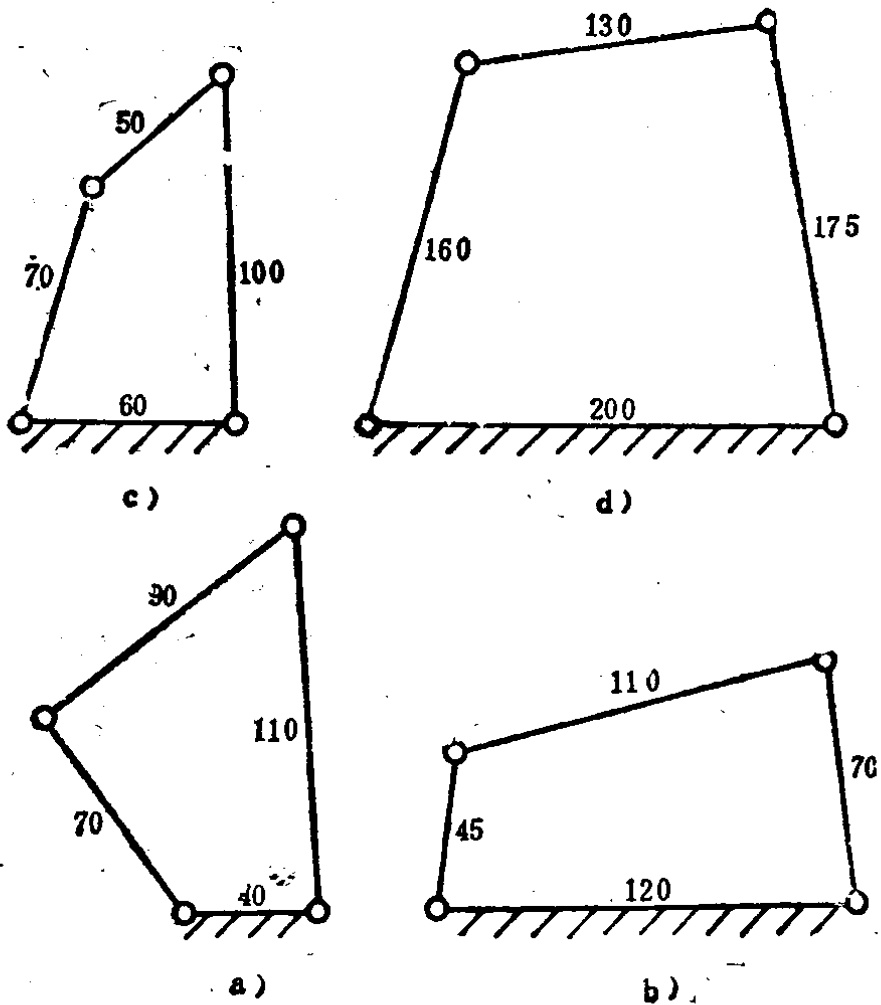


图 1-1

三、问答题

1. 曲柄摇杆机构的组成条件及运动特点是什么?

答: 曲柄摇杆机构的组成条件是:

(1) 最短杆与最长杆的长度之和小于或等于其它两杆的长度之和。

(2) 最短杆的相邻构件为机架, 则最短杆为曲柄。

曲柄摇杆机构的运动特点是:

(1) 摇杆为主动件时, 从动件曲柄旋转一周, 机构两次处于死点位置; 曲柄为主动件, 机构无死点位置。

(2) 具有急回运动的性质。其特性用急回特性系数

$K = \frac{180^\circ + \theta}{180^\circ - \theta}$ 表示。K 值愈大, 急回作用愈大。

2. 双曲柄机构的组成条件及其运动特点是什么?

答: 双曲柄机构的组成条件是:

(1) 最短杆为机架。

(2) 最短杆与最长杆的长度之和小于或等于其它两杆的长度之和。

其运动特点是:

(1) 曲柄长度不等时, 主动曲柄等速转动, 从动曲柄变速转动。

(2) 两曲柄长度相等, 其它两杆长度也相等, 且转向相同时, 两曲柄等速转动。

3. 双摇杆机构的组成条件是什么?

答: 此机构的组成条件有两种情况:

(1) 在曲柄摇杆机构中, 最短杆对面的杆为机架, 则与机架相连的两杆均为摇杆。

(2) 在铰链四杆机构中, 最短杆与最长杆的长度之和

大于其余两杆的长度之和时，无论哪一杆为机架，都可组成双摇杆机构。

4. 什么是“死点”位置？通常采用哪些方法来渡过死点位置？

答：在平面连杆机构中，当连杆与从动件共线时，连杆传递的主动力通过从动件的回转中心而使驱动力矩为零，此时从动件无法转动。机构的这种位置称为“死点”位置。

通常采用克服的方法：一是利用构件运动时自身的惯性渡过死点；二是依靠增加惯性轮的方法通过死点。

5. 什么是“急回运动”？其特性如何表示？

答：在铰链四杆机构中，从动件工作行程的平均速度小于空回行程的平均速度的特性，称为急回特性。具有这种特性的运动称为急回运动。

急回运动特性的程度，可用下式表示：

$$K = \frac{v_2}{v_1} = \frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{180^\circ + \theta}{180^\circ - \theta} > 1$$

6. 如图 1-2 所示的四杆机构，试问以哪个杆作为机架可以得到曲柄摇杆机构？如果以 BC 杆作为机架，则会得到什么机构？如果以 AD 杆作为机架，则会得到什么机构？

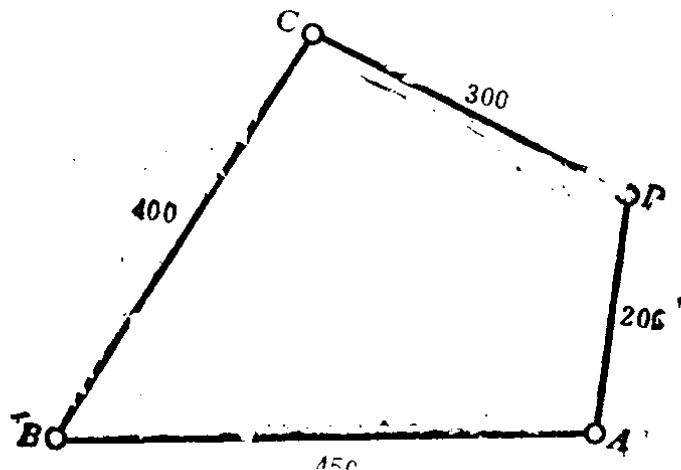


图 1-2

答 因为 $AD + AB = 200 + 450 < BC + CD = 400 + 300$,
故取 AB 或 CD 杆为机架, 均可得到曲柄摇杆机构。如以 BC 杆为机架, 可得到双摇杆机构。如以 AD 杆为机架, 可得到双曲柄机构。

7. 图1-3所示的a、b同是剪板机, 试分别画出两者的机构简图, 并指出各利用了什么机构的工作原理?

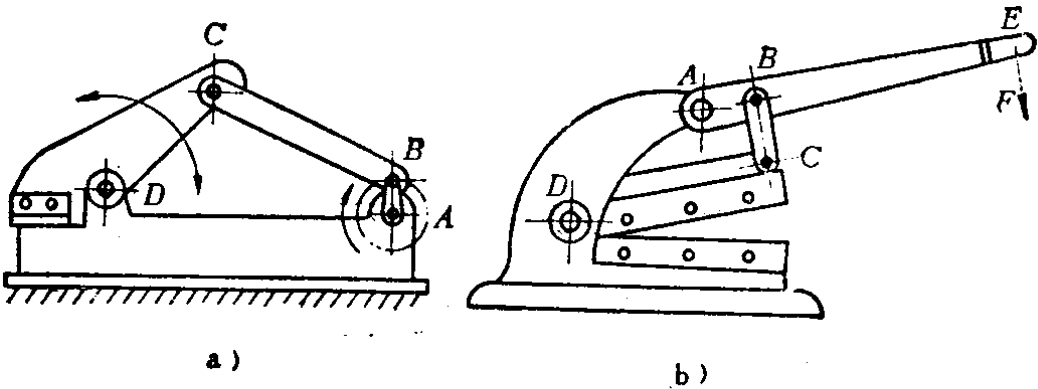


图 1-3

答: 图1-3a剪板机利用了曲柄摇杆机构的工作原理, 其机构简图如图1-4a所示。

图1-3b剪板机利用了双摇杆机构的工作原理, 其机构简图如图1-4b所示。

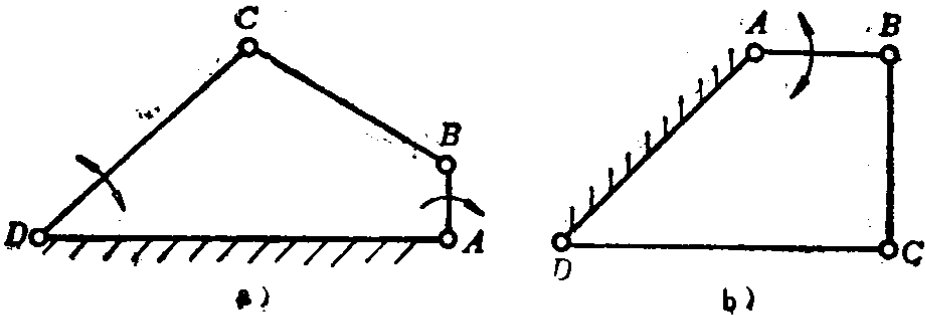


图 1-4

8. 如图1-5所示的铰链四杆机构, AD 杆为机架, 其尺寸: $AB = 200\text{mm}$, $BC = 300\text{mm}$, $CD = AD = 400\text{mm}$ 。试判断此四杆机构属于哪一种基本型式。

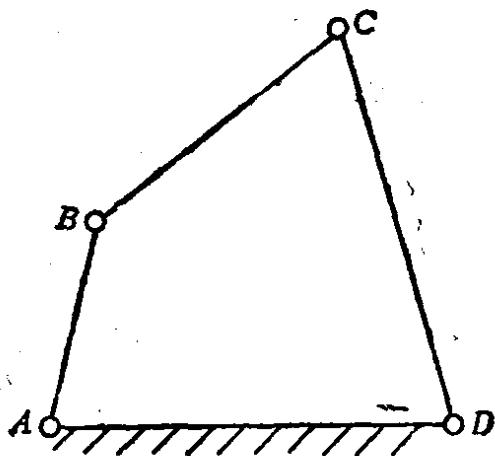


图 1-5

答: 因为该机构中的杆 $CD = AD = 400\text{mm}$, 故 CD 杆和 AD 杆都可认为是最长杆。

又最短杆 AB 与最长杆 CD (或 AD) 的长度之和小于其余两杆 BC 和 AD (或 CD) 的长度之和; 即: $AB + CD = 200\text{mm} + 400\text{mm} = 600\text{mm} < BC + AD = 300\text{mm} + 400\text{mm} = 700\text{mm}$

依题意可知: 该机构为曲柄摇杆机构。

四、作图题

1. 如图1-6所示的曲柄摇杆机构, AB 为曲柄, 用作图法画出摇杆的两个极限位置, 并标出摆角 ψ 。

解: 作法 (见图1-7)

- (1) 以 A 为圆心, 以 AB 为半径, 作 $\odot A$ 。
- (2) 以 D 为圆心, 以 CD 为半径画弧 l 。
- (3) 以 A 为圆心, 以 $BC - AB$ 为半径画弧交弧 l 于 C_1 点。

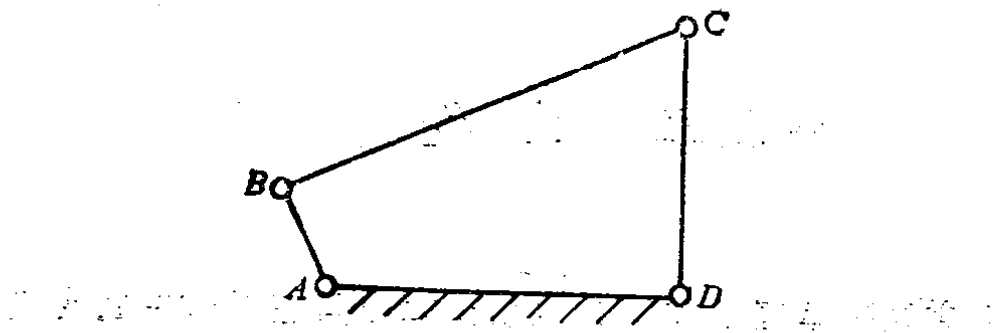


图 1-6

(4) 以 A 为圆心, 以 $BC + AB$ 为半径画弧交弧 I 于 C_2 点。

(5) 分别连接 C_1D 和 C_2D , 则 C_1D 和 C_2D 即为摇杆的两个极限位置。

(6) $\angle C_1DC_2$ 即为摆角 ϕ 。

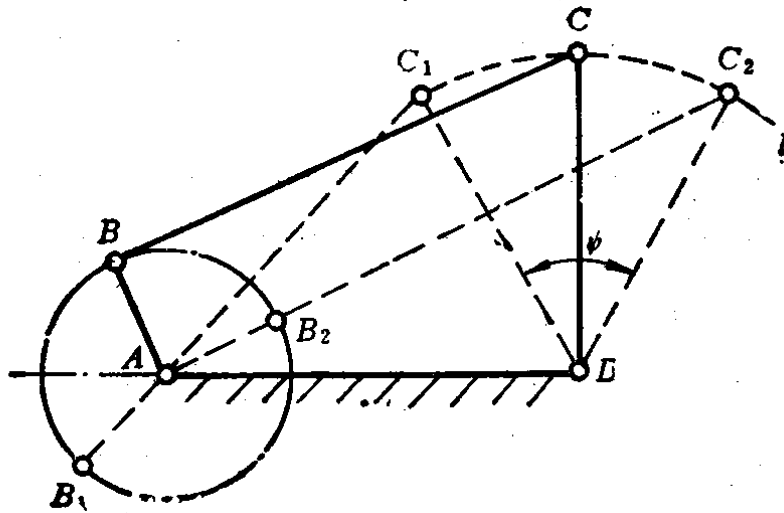


图 1-7

第二章 凸轮机构

本章重点掌握从动杆的运动规律及其在工作中的影响，了解凸轮机构的分类及其应用特点。

一、填空

1. 凸轮机构主要是由凸轮、_____和_____三个基本构件组成。其机构中凸轮的形状可分为_____、_____和_____三种。（从动件；固定机架；盘形凸轮；移动凸轮；圆柱凸轮）

2. 等速运动从动杆的位移曲线是_____，等加速等减速运动从动杆的位移曲线是_____。（直线；抛物线）

二、问答题

1. 凸轮从动杆有哪三种形式？各有什么应用特点？

答：凸轮从动杆有尖顶式，滚子式，平底式三种形式。

尖顶式从动杆运动规律准确，可实现较复杂的运动规律，但易于磨损，适于传力不大的低速机构。

滚子式从动杆摩擦阻力小，但结构复杂，多用于传力要求较大的场合。

平底式从动杆润滑较好，磨损较小，但应用有局限性。

2. 凸轮等速运动和等加速等减速运动各有什么运动规律？其工作特点是什么？各适用于什么场合？

答：等速运动规律是：从动杆上升或下降的速度为一常数，等速上升或下降的距离与凸轮转角成正比，位移曲线为直线。

其特点是：从动杆产生很大惯性力，机构受冲击大。

一般适用于低速和从动杆质量不大的场合。

等加速等减速运动的规律是：从动杆运动的整个行程分两段，前半段作等加速运动，后半段作等减速运动。从动杆位移曲线为抛物线。

其特点是：速度不会突然改变，运动较平稳。

适用于转速高，从动杆质量大的场合。

3. 滚子式从动杆凸轮的滚子半径对工作中的运动规律有何影响，对滚子半径有何要求？

答：其影响有三种情况。（ ρ 理论轮廓曲线的曲率半径， r 滚子半径）

（1）当 $\rho > r$ 时， $\rho_0 = \rho - r$ ，即实际轮廓曲率半径 ρ_0 等于理论轮廓曲率半径 ρ 与滚子半径 r 之差，实际轮廓曲线为一光滑曲线。

（2）当 $\rho = r$ 时，实际轮廓曲线上出现尖点。尖点磨损后，原定运动规律和行程就会改变。

（3）当 $\rho < r$ 时，实际轮廓曲线出现叉形，叉形部分在加工中会被切去。出现“失真”。因此，要得到原定的运动规律而不失真，滚子半径必须小于理论轮廓外凸部分的最小曲率半径 $\rho_{\text{最小}}$ ，一般为 $r < 0.8\rho_{\text{最小}}$ 。

4. 什么是凸轮的压力角？压力角对凸轮的工作有何影响？

答：从动杆上压力（ F ）与从动杆运动速度（ v ）方向的夹角，称为压力角。压力角增大，有效分力 F_1 减小，而有害分力 F_2 增大。当压力角大到某一值时，从动杆会卡死。因此必须使压力角有一个范围。一般推程时 $\alpha \leq 30^\circ$ ，回程时 $\alpha \leq 70 \sim 80^\circ$