# 机械原理第八版课后练习答案

来源：网络 作者：心旷神怡 更新时间：2025-04-28

*第八版第2章2-1何谓构件?何谓运动副及运动副元素?运动副是如何进行分类的?答：参考教材5~7页。2-2机构运动简图有何用处?它能表示出原机构哪些方面的特征?答：机构运动简图可以表示机构的组成和运动传递情况，可进行运动分析，而且也可用来进行...*

第八版

第2章

2-1

何谓构件?何谓运动副及运动副元素?运动副是如何进行分类的?

答：参考教材5~7页。

2-2

机构运动简图有何用处?它能表示出原机构哪些方面的特征?

答：机构运动简图可以表示机构的组成和运动传递情况，可进行运动分析，而且也可用来进行动力分析。

2-3

机构具有确定运动的条件是什么?当机构的原动件数少于或多于机构的自由度时，机构的运动将发生什么情况?

答：参考教材12~13页。

2-4

何谓最小阻力定律?试举出在机械工程中应用最小阻力定律的1、2个实例。

2-5

在计算平面机构的自由度时，应注意哪些事项?

答：参考教材15~17页。

2-6

在图2-20所示的机构中，在铰链C、B、D处，被连接的两构件上连接点的轨迹都是重合的，那么能说该机构有三个虚约束吗?为什么?

答：不能，因为在铰链C、B、D中任何一处，被连接的两构件上连接点的轨迹重合是由于其他两处的作用，所以只能算一处。

2-7

何谓机构的组成原理?何谓基本杆组?它具有什么特性?如何确定基本杆组的级别及机构的级别?

答：参考教材18~19页。

2-8

为何要对平面高副机构进行“高副低代“?“高副低代”应满足的条件是什么?

答：参考教材20~21页。

2-9

任选三个你身边已有的或能观察到的下列常用装置(或其他装置)，试画出其机构运动简图，并计算其自由度。1)折叠桌或折叠椅；2)酒瓶软木塞开盖器；3)衣柜上

2-11图示为一简易冲床的初拟设计方案。设计者的思路是：动力由齿轮j输入，使轴A连续回转；而固装在轴^上的凸轮2与杠杆3组成的凸轮机构使冲头4上下运动，以达到冲压的目的。试绘出其机构运动简图(各尺寸由图上量取)，分析是否能实现设计意图，并提出修改方案。

1)取比例尺绘制机构运动简图

2)分析是否能实现设计意图

解：

不合理

∵，可改为

2-12图示机构为一凸轮齿轮连杆组合机构，试绘制其机构示意简图并计算自由度。

解：

2-16试计算图示凸轮-连杆组合机构的自由度

（a）

解：

A为复合铰链

（b）

解：（1）

图示机构在D处的结构与图2-1所示者一致，经分析知该机构共有7个活动构件，8个低副(注意移动副F与F’，E与E’均只算作一个移动副)，2个高副；因有两个滚子2、4，所以有两个局部自由度，没有虚约束，故机构的自由度为

F=3n-

(2pl+ph-

p’)-

F’=3ⅹ7-

(2ⅹ8+2-0)-

2=1

（2）如将D处结构改为如图b所示形式，即仅由两个移动副组成。注意，此时在该处将带来一个虚约束。因为构件3、6和构件5、6均组成移动副，均要限制构件6在图纸平面内转动，这两者是重复的，故其中有一个为虚约束。经分析知这时机构的活动构件数为6，低副数为7，高副数和局部自由度数均为2，虚约束数为1，故机构的自由度为

F=3n-

(2pl+ph-

p’)-

F’

=3×6-

(2ⅹ7+2-1)-

2=1

上述两种结构的机构虽然自由度均为一，但在性能上却各有千秋：前者的结构较复杂，但没有虚约束，在运动中不易产生卡涩现象；后者则相反，由于有一个虚约束，假如不能保证在运动过程中构件3、5始终垂直，在运动中就会出现卡涩甚至卡死现象，故其对制造精度要求较高。

（c）

解：(1)

n=11,p1=17,ph=0,p`=2p1`+ph-3n`=2,F`=0

F=3n-(2p1+ph-p`)-F`=3×11-(2×17+0-2)-0=1

(2)

去掉虚约束后

F=3n-(2pl+ph)

=3×5-(2×7+0)

=1

（d）A、B、C处为复合铰链。自由度为：F=3n-(2p1+ph-p`)-F`=3×6-(2×7+3)-0=1

齿轮3、5和齿条7与齿轮5的啮合高副所提供的约束数目不同，因为齿轮3、5处只有一个高副，而齿条7与齿轮5在齿的两侧面均保持接触，故为两个高副。

2-13图示为一新型偏心轮滑阎式真空泵。其偏心轮1绕固定轴心A转动，与外环2固连在一起的滑阀3在可绕固定轴心C转动的圆柱4中滑动。当偏心轮按图示方向连续回转时可将设备中的空气吸入，并将空气从阀5中排出，从而形成真空。(1)试绘制其机构运动简图；(2)计算其自由度。

解

(1)取比例尺作机构运动简图如图所示。

(2)

F=3n-(2p1+ph-p’)-F’=3×4-(2×4+0-0)-1=1

2-14

图示是为高位截肢的人所设汁的一种假肢膝关节机构。该机构能保持人行走的稳定性。若以胫骨1为机架，试绘制其机构运动简图和计一算其自由度，并作出大腿弯曲时的机构运动简图。

解

把胫骨l相对固定作为机架．假肢膝关节机构的机构运动简图如图

所示,大腿弯曲90。时的机构运动简图，如图中虚线所示。其自由度为：

F=3n-(2pl+ph-p’)-F’=3×5-(2×7+0-0)-0=1

2-15试绘制图n所示仿人手型机械手的食指机构的机构运动简图(以手掌8作为相对

固定的机架)，井计算自由度。

（1)取比倒尺肌作机构运动简图

（2)计算自由度

解：

2-18图示为一刹车机构。刹车时，操作杆j向右拉，通过构件2、3、4、5、6使两闸瓦刹住车轮。试计算机构的自由度，并就刹车过程说明此机构自由度的变化情况。(注；车轮不属于刹车机构中的构件。

（1)未刹车时，刹车机构的自由度

2)闸瓦G、J之一剃紧车轮时．刹车机构的自由度

3)闸瓦G、J同时刹紧车轮时，刹车机构的自由度

解：

1>

2>

3>

2-23图示为一内然机的机构运动简图，试计算自由度t并分析组成此机构的基本杆组。如在该机构中改选EG为原动件，试问组成此机构的基本杆组是否与前者有所不同。

解：

2-21

图示为一收放式折叠支架机构。该支架中的件1和5分别用木螺钉连接于固定台板1’和括动台板5`上．两者在D处铰接，使活动台板能相对于固定台极转动。又通过件1，2，3，4组成的铰链四杆机构及连杆3上E点处的销子与件5上的连杆曲线槽组成的销槽连接使活动台板实现收放动作。在图示位置时，虽在活动台板上放有较重的重物．活动台板也不会自动收起，必须沿箭头方向推动件2，使铰链B，D重合时．活动台板才可收起(如图中双点划线所示)。现已知机构尺寸lAB=lAD=90

mm；lBC=lCD=25

mm，其余尺寸见图。试绘制该机构的运动简图，并计算其自由度。

解：机械运动简图如下：

F=3n-(2p1+pb-p`)-F`=3×5-(2×6+1-0)-1=1

第3章

3—1

何谓速度瞬心?相对瞬心与绝对瞬心有何异同点?

答：参考教材30~31页。

3—2

何谓三心定理?何种情况下的瞬心需用三心定理来确定?

答：参考教材31页。

3-3试求图示各机构在图示位置时全部瞬心的位置(用符号P，直接标注在图上)

(a)

(b)

答：

答：

（10分）

(d)

（10分）

3-4标出图示的齿轮一连杆组合机构中所有瞬心，并用瞬心法求齿轮1与齿轮3的传动比ω1/ω3。

（2分）

答：1)瞬新的数目：

K=N(N-1)/2=6(6-1)/2=15

2)为求ω1/ω3需求3个瞬心P16、P36、P13的位置

3）

ω1/ω3=

P36P13/P16P13=DK/AK

由构件1、3在K点的速度方向相同，可知ω3与ω1同向。

3-6在图示的四杆机构中，LAB=60mm，LCD=90mm,LAD=LBC=120mm,ω2=10rad/s,试用瞬心法求：

1)当φ=165°时，点的速度vc；

2)当φ=165°时，构件3的BC线上速度最小的一点E的位置及速度的大小；

3)当VC=0时，φ角之值(有两个解)。

解：1）以选定的比例尺μ机械运动简图（图b）

2）（3分）

（3分）

求vc定出瞬心p12的位置（图b）

因p13为构件3的绝对瞬心，则有

ω3=vB/lBp13=ω2lAB/μl.Bp13=10×0.06/0.003×78=2.56(rad/s)

vc=μc

p13ω3=0.003×52×2.56=0.4(m/s)

3)定出构件3的BC线上速度最小的点E的位置,因BC线上速度最小的点必与p13点的距离最近，故丛p13引BC线的垂线交于点E，由图可得

vE=μl.p13Eω3=0.003×46.5×2.56=0.357(m/s)

4)定出vc=0时机构的两个位置（图c）量出

φ1=26.4°

φ2=226.6°

3-8机构中，设已知构件的尺寸及点B的速度vB(即速度矢量pb)，试作出

各机构在图示位置时的速度多边形。

答：

（10分）

（b）

答：

答：

3—11

速度多边形和加速度多边彤有哪些特性?试标出图中的方向。

答

速度多边形和加速度多边形特性参见下图，各速度方向在图中用箭头标出。

3-12在图示的机构中，设已知构件的尺寸及原动件1的角速度ω1

(顺时针)，试用图解法求机构在图示位置时C点的速度和加速度。

(a)

答：

（1分）（1分）

Vc3=VB+VC3B=VC2+VC3C2

（2分）

aC3=aB+anC3B+atC3B=aC2+akC3C2+arC3C2

（3分）

VC2=0

aC2=0

（2分）

VC3B=0

ω3=0

akC3C2=0

（3分）

(b)

答：

（2分）

（2分）

VC2=VB+VC2B=VC3+Vc2C3

（2分）

ω3=ω2=0

（1分）

aB+anC2B+atC2B=aC3+akC2C3+arC2C3

（3分）

(c)

答：

（2分）

VB3=VB2+VB3B2

（2分）

VC=VB3+VCB3

（2分）

（1分）

a

n

B3+a

t

B3=aB2+akB3B2+arB3B2

（3分）

试判断在图示的两机构中．B点足否都存在哥氏加速度？又在何位置哥氏加速度为零?怍出相应的机构位置图。并思考下列问题。

(1)什么条件下存在氏加速度?

(2)根椐上一条．请检查一下所有哥氏加速度为零的位置是否已全部找出。

(3)图

(a)中，akB2B3==2ω2vB2B3对吗?为什么。

解

1)图

(a)存在哥氏加速度，图

(b)不存在。

(2)由于akB2B3==2ω2vB2B3故ω3，vB2B3中只要有一项为零，则哥氏加速度为零。图

(a)中B点到达最高和最低点时构件1，3．4重合，此时vB2B3=0，当构件1与构件3相互垂直．即\_f=；点到达最左及最右位置时ω2=ω3=0．故在此四个位置无哥氏加速度。图

(b)中无论在什么位置都有ω2=ω3=0，故该机构在任何位置哥矢加速度都为零。

(3)对。因为ω3≡ω2。

3-14

在图示的摇块机构中，已知lAB=30mm，lAC=100mm，lBD=50

mm,lDE=40

mm，曲柄以等角速度ωl=40rad／S回转，试用图解法求机构在φ1=45º位置时，点D及E的速度和加速度，以及构件2的角速度和角加速度。

解

(1)以μl作机构运动简图

(a)所示。

(2)速度分析：

以C为重合点，有

vC2

=

vB

+

vC2B

=

vC3

+

vC2C3

大小

?ω1lAB

?

’

方向

?

┴AB

┴BC

//BC

以μl作速度多边形图

(b)，再根据速度影像原理，作△bde∽／△BDE求得d及e，由图可得

vD=μvpd=0．23

m／s

vE=μvpe=0.173m/s

ω2=μvbc2/lBC=2

rad/s(顺时针)

(3)加速度分析：

以C为重合点，有

aC2

==

aB

+

anC2B

+

atC2B

==

aC3

+

akC2C3

+

arC2C3

大小

ω12lAB

ω22lBC

?

2ω3vC2C3

?

方向

B—A

C—B

┴BC

┴BC

//BC

其中anC2B=ω22lBC=0.49

m／s2，akC2C3=2ω3vC2C3=0.7m／s2，以μa作加速度多边形如图

(c)所示，由图可得

aD=μap`d`=0.6

4m/S2

aE=μap`e`=2.8m/s2

α2=atC2B/lBC=μan`2C`2/lBC=8.36rad/s2(顺时针)

i

l5

在图（a）示的机构中，已知lAE=70

mm,；lAB=40mm，lEF=60mm,lDE==35

mm,lCD=75mm,lBC=50mm．原动件以等角速度ω1=10rad/s回转．试以图解法求机构在φ1=50。位置时．点C的速度Vc和加速度a

c

解：

1）速度分析：以F为重合点．有

vF4=vF5=vF1+vF5F1

以μl作速度多边形图如图(b)得，f4(f5)点，再利用速度影像求得b及d点

根据vC=vB+vCB=vD+vCD　继续作速度图，矢量pc就代表了vC

2）加速度分析：根据

a

F4=

an

F4+

a

tF4=

a

F1+

ak

F5F1+

ar

F5F1

以μa作加速度多边形图

(c)，得f`4(f`5)点，再利用加速度影像求得b`及d’点。

根据

aC=aB+anCB+atCB=aD+anCD+atCD

继续作图，则矢量p`

c`就代表了aC．则求得

vC=μvpc=0.69

m／s

aC=μapc=3m／s2

3-16

在图示凸轮机构中，已知凸轮1以等角速度ω1=10

rad／s转动，凸轮为一偏心圆，其半径R=25

mm，lAB=15mm．lAD=50

mm，φ1=90º，试用图解法求构件2的角速度ω2与角加速度α2。

提示：可先将机构进行高副低代，然后对其替代机构进行运动分析。

解

(1)以μl作机构运动简图如图

(a)所示。

(2)速度分析：先将机构进行高副低代，其替代机构如图

(a)所示，并以B为重合点。有

VB2

=

vB4

+

vB2B4

大小

?

ω1

lAB

?

方向

┴

BD

┴

AB

//|CD

以μv=0.005

rn／s2作速度多边形图如图

(b)，由图可得

ω2=vB2／lBD=μvpb2(μlBD)=2.333

rad／s(逆时针)

(3)加速度分析：

aB2

=

anB2

+

atB2

=

aB4

+

akB2B4

+

arB2B4

大小

ω22lBD

?

ω12lAB

2ω4vB2B4

?

方向

B-D

┴

BD

B-A

┴

CD

//CD

其中anB2=ω22lBD

=0.286

m/s2，akB2B4

=0.746

m／s2．作图

(c)得

α=

atB2

/lBD=μan`2b`2/lBD=9.143

rad／s2：(顺时针)

3-18

在图（a)所示的牛头刨机构中．lAB=200

mnl，lCD=960

mm，lDE=160

mm,设曲柄以等角速度ω1=5

rad／s．逆时针方向回转．试以图解法求机构在φ1=135º位置时．刨头点的速度vC。

解

1）以μl作机构运动简图．如图

(a)。

2）利用瞬心多边形图

(b)依次定出瞬心P36,P13.P15

vC=vP15=ω1AP15μl=1.24

m/S

图示齿轮一连杆组合机构中，MM为固定齿条，齿轮3的直径为齿轮4的2倍．设已知原动件1以等角速度ω1顺时针方向回转，试以图解法求机构在图示位置时E点的速度vE以及齿轮3，4的速度影像。

解：(1)以μl作机构运动简图如(a)所示。

(2)速度分斫：

此齿轮连杆机构可看作，ABCD受DCEF两个机构串联而成，则可写出：

vC=vB+vCB

vE=vC+vEC

以μv作速度多边形如图

(b)所示．由图得

vE=μvpe

m/S

取齿轮3与齿轮4的啮合点为k，根据速度影像原理，作△dck∽△DCK求得k点。然后分别以c，e为圆心，以ck．ek为半径作圆得圆g3和圆g4。圆g3代表齿轮3的速度影像，圆g4代表齿轮4的速度影像。

3-21

图示为一汽车雨刷机构。其构件l绕固定轴心A转动，齿条2与构件1在B点处铰接，并与绕固定轴心D转动的齿轮3啮合(滚子5用来保征两者始终啮合)，固连于轮3上的雨刷3’作往复摆动。设机构的尺寸为lAB=18

mm,轮3的分度圆半径r3=12

mm，原动件1以等角速度ω=l

rad/s顺时针回转，试以图解法确定雨刷的摆程角和图示位置时雨刷的角速度和角加速度。

解：

(1)以μl作机构运动简图

(a)。

在图作出齿条2与齿轮3啮合摆动时占据的两个极限位置C’，C”可知摆程角φ如图所示：

(2)速度分析：

将构件6扩大到B点，以B为重合点，有

vB6

=

vB2

+

vB6B2

大小

?

ω1lAB

?

方向

┴BD

┴AB

∥BC

vB2=ωllAB=

0.01

m／s

以μv作速度多边形图

(b)，有

ω2=ω6=vB6/lBD=μvpb6/μlBD=0.059rad/s(逆时针)

vB2B6=μvb2b6=0.018

rn／s

(3)加速度分析：

aB5

=

anB6

+

atB6

=

anB2

+

akB6B2

+

arB6B2

大小

ω26lBD

?

ω12lAB

2ω2vB6B2

?

方向

B-D

┴BD

B-A

┴BC

∥BC

其中，anB2=ω12lAB=0.08m/s2，anB6=ω62lBD=0.000

8m／s2，akB2B6=2ω6vB2B6=0.00217m／s2．以μa作速度多边形图

(c)。有

α6=atB6/lBD=μa

b6``r`/lBD=1,71

rad／s2(顺时针)

3-22图示为一缝纫机针头及其挑线器机构，设已知机构的尺寸lAB=32mm，lBC=100

mm，lBE=28mm，lFG=90mm，原动件1以等角速度ω1=5

rad/

s逆时针方向回转．试用图解法求机构在图示位置时缝纫机针头和挑线器摆杆FG上点G的速度及加速度。

解：

（1）以μl作机构运动简图如图

(a)所示。

(2)速度分析：

vC2

=

vB2

+

vC2B2

大小

?

ωlAB

?

方向

//AC

┴AB

┴BC

以μv作速度多边形图如图(b)，再根据速度影像原理；作△b2c2e2∽△BCE求得e2，即e1。由图得

ω2=vC2B2/lBC=μac2b2/lBC=0.44

rad／s(逆时针)

以E为重合点

vE5=vE4+vE5E4

大小

?

√

?

方向

┴EF

√

//EF

继续作图求得vE5，再根据速度影像原理，求得

vG=μvpg=0.077

m/

s

ω5=μvpg／lFG=0.86

rad／s(逆时针)

vE5E4=μve5e4=0.165

rn／s

(3)加速度分析：

aC2

=

anB2

+

anC2B2

+

atC2B2

大小

?

ω12lAB

ω22lBC

?

方向

//AC

B-A

C-B

┴BC

其中anB2=ω12lAB

=0.8

m／s2

anC2B2

=ωanC2B2=0.02

m／S2

以μa=0,01(rn／s2)／mm作加速度多边形图(c)，再利用加速度影像求得e`2。然后利用重合点E建立方程

anE5十atE5=aE4+akE5E4+arE5E4

继续作图。则矢量p`d5就代表了aE5。再利用加速度影像求得g’。

aG=μap`g`=0.53

m／S2

第3章

3—1

何谓速度瞬心?相对瞬心与绝对瞬心有何异同点?

答：参考教材30~31页。

3—2

何谓三心定理?何种情况下的瞬心需用三心定理来确定?

答：参考教材31页。

3-3试求图示各机构在图示位置时全部瞬心的位置(用符号P，直接标注在图上)

(a)

(b)

答：

答：

（10分）

(d)

（10分）

3-4标出图示的齿轮一连杆组合机构中所有瞬心，并用瞬心法求齿轮1与齿轮3的传动比ω1/ω3。

（2分）

答：1)瞬新的数目：

K=N(N-1)/2=6(6-1)/2=15

2)为求ω1/ω3需求3个瞬心P16、P36、P13的位置

3）

ω1/ω3=

P36P13/P16P13=DK/AK

由构件1、3在K点的速度方向相同，可知ω3与ω1同向。

3-6在图示的四杆机构中，LAB=60mm，LCD=90mm,LAD=LBC=120mm,ω2=10rad/s,试用瞬心法求：

1)当φ=165°时，点的速度vc；

2)当φ=165°时，构件3的BC线上速度最小的一点E的位置及速度的大小；

3)当VC=0时，φ角之值(有两个解)。

解：1）以选定的比例尺μ机械运动简图（图b）

2）（3分）

（3分）

求vc定出瞬心p12的位置（图b）

因p13为构件3的绝对瞬心，则有

ω3=vB/lBp13=ω2lAB/μl.Bp13=10×0.06/0.003×78=2.56(rad/s)

vc=μc

p13ω3=0.003×52×2.56=0.4(m/s)

3)定出构件3的BC线上速度最小的点E的位置,因BC线上速度最小的点必与p13点的距离最近，故丛p13引BC线的垂线交于点E，由图可得

vE=μl.p13Eω3=0.003×46.5×2.56=0.357(m/s)

4)定出vc=0时机构的两个位置（图c）量出

φ1=26.4°

φ2=226.6°

3-8机构中，设已知构件的尺寸及点B的速度vB(即速度矢量pb)，试作出

各机构在图示位置时的速度多边形。

答：

（10分）

（b）

答：

答：

3—11

速度多边形和加速度多边彤有哪些特性?试标出图中的方向。

答

速度多边形和加速度多边形特性参见下图，各速度方向在图中用箭头标出。

3-12在图示的机构中，设已知构件的尺寸及原动件1的角速度ω1

(顺时针)，试用图解法求机构在图示位置时C点的速度和加速度。

(a)

答：

（1分）（1分）

Vc3=VB+VC3B=VC2+VC3C2

（2分）

aC3=aB+anC3B+atC3B=aC2+akC3C2+arC3C2

（3分）

VC2=0

aC2=0

（2分）

VC3B=0

ω3=0

akC3C2=0

（3分）

(b)

答：

（2分）

（2分）

VC2=VB+VC2B=VC3+Vc2C3

（2分）

ω3=ω2=0

（1分）

aB+anC2B+atC2B=aC3+akC2C3+arC2C3

（3分）

(c)

答：

（2分）

VB3=VB2+VB3B2

（2分）

VC=VB3+VCB3

（2分）

（1分）

a

n

B3+a

t

B3=aB2+akB3B2+arB3B2

（3分）

试判断在图示的两机构中．B点足否都存在哥氏加速度？又在何位置哥氏加速度为零?怍出相应的机构位置图。并思考下列问题。

(1)什么条件下存在氏加速度?

(2)根椐上一条．请检查一下所有哥氏加速度为零的位置是否已全部找出。

(3)图

(a)中，akB2B3==2ω2vB2B3对吗?为什么。

解

1)图

(a)存在哥氏加速度，图

(b)不存在。

(2)由于akB2B3==2ω2vB2B3故ω3，vB2B3中只要有一项为零，则哥氏加速度为零。图

(a)中B点到达最高和最低点时构件1，3．4重合，此时vB2B3=0，当构件1与构件3相互垂直．即\_f=；点到达最左及最右位置时ω2=ω3=0．故在此四个位置无哥氏加速度。图

(b)中无论在什么位置都有ω2=ω3=0，故该机构在任何位置哥矢加速度都为零。

(3)对。因为ω3≡ω2。

3-14

在图示的摇块机构中，已知lAB=30mm，lAC=100mm，lBD=50

mm,lDE=40

mm，曲柄以等角速度ωl=40rad／S回转，试用图解法求机构在φ1=45º位置时，点D及E的速度和加速度，以及构件2的角速度和角加速度。

解

(1)以μl作机构运动简图

(a)所示。

(2)速度分析：

以C为重合点，有

vC2

=

vB

+

vC2B

=

vC3

+

vC2C3

大小

?ω1lAB

?

’

方向

?

┴AB

┴BC

//BC

以μl作速度多边形图

(b)，再根据速度影像原理，作△bde∽／△BDE求得d及e，由图可得

vD=μvpd=0．23

m／s

vE=μvpe=0.173m/s

ω2=μvbc2/lBC=2

rad/s(顺时针)

(3)加速度分析：

以C为重合点，有

aC2

==

aB

+

anC2B

+

atC2B

==

aC3

+

akC2C3

+

arC2C3

大小

ω12lAB

ω22lBC

?

2ω3vC2C3

?

方向

B—A

C—B

┴BC

┴BC

//BC

其中anC2B=ω22lBC=0.49

m／s2，akC2C3=2ω3vC2C3=0.7m／s2，以μa作加速度多边形如图

(c)所示，由图可得

aD=μap`d`=0.6

4m/S2

aE=μap`e`=2.8m/s2

α2=atC2B/lBC=μan`2C`2/lBC=8.36rad/s2(顺时针)

i

l5

在图（a）示的机构中，已知lAE=70

mm,；lAB=40mm，lEF=60mm,lDE==35

mm,lCD=75mm,lBC=50mm．原动件以等角速度ω1=10rad/s回转．试以图解法求机构在φ1=50。位置时．点C的速度Vc和加速度a

c

解：

1）速度分析：以F为重合点．有

vF4=vF5=vF1+vF5F1

以μl作速度多边形图如图(b)得，f4(f5)点，再利用速度影像求得b及d点

根据vC=vB+vCB=vD+vCD　继续作速度图，矢量pc就代表了vC

2）加速度分析：根据

a

F4=

an

F4+

a

tF4=

a

F1+

ak

F5F1+

ar

F5F1

以μa作加速度多边形图

(c)，得f`4(f`5)点，再利用加速度影像求得b`及d’点。

根据

aC=aB+anCB+atCB=aD+anCD+atCD

继续作图，则矢量p`

c`就代表了aC．则求得

vC=μvpc=0.69

m／s

aC=μapc=3m／s2

3-16

在图示凸轮机构中，已知凸轮1以等角速度ω1=10

rad／s转动，凸轮为一偏心圆，其半径R=25

mm，lAB=15mm．lAD=50

mm，φ1=90º，试用图解法求构件2的角速度ω2与角加速度α2。

提示：可先将机构进行高副低代，然后对其替代机构进行运动分析。

解

(1)以μl作机构运动简图如图

(a)所示。

(2)速度分析：先将机构进行高副低代，其替代机构如图

(a)所示，并以B为重合点。有

VB2

=

vB4

+

vB2B4

大小

?

ω1

lAB

?

方向

┴

BD

┴

AB

//|CD

以μv=0.005

rn／s2作速度多边形图如图

(b)，由图可得

ω2=vB2／lBD=μvpb2(μlBD)=2.333

rad／s(逆时针)

(3)加速度分析：

aB2

=

anB2

+

atB2

=

aB4

+

akB2B4

+

arB2B4

大小

ω22lBD

?

ω12lAB

2ω4vB2B4

?

方向

B-D

┴

BD

B-A

┴

CD

//CD

其中anB2=ω22lBD

=0.286

m/s2，akB2B4

=0.746

m／s2．作图

(c)得

α=

atB2

/lBD=μan`2b`2/lBD=9.143

rad／s2：(顺时针)

3-18

在图（a)所示的牛头刨机构中．lAB=200

mnl，lCD=960

mm，lDE=160

mm,设曲柄以等角速度ω1=5

rad／s．逆时针方向回转．试以图解法求机构在φ1=135º位置时．刨头点的速度vC。

解

1）以μl作机构运动简图．如图

(a)。

2）利用瞬心多边形图

(b)依次定出瞬心P36,P13.P15

vC=vP15=ω1AP15μl=1.24

m/S

图示齿轮一连杆组合机构中，MM为固定齿条，齿轮3的直径为齿轮4的2倍．设已知原动件1以等角速度ω1顺时针方向回转，试以图解法求机构在图示位置时E点的速度vE以及齿轮3，4的速度影像。

解：(1)以μl作机构运动简图如(a)所示。

(2)速度分斫：

此齿轮连杆机构可看作，ABCD受DCEF两个机构串联而成，则可写出：

vC=vB+vCB

vE=vC+vEC

以μv作速度多边形如图

(b)所示．由图得

vE=μvpe

m/S

取齿轮3与齿轮4的啮合点为k，根据速度影像原理，作△dck∽△DCK求得k点。然后分别以c，e为圆心，以ck．ek为半径作圆得圆g3和圆g4。圆g3代表齿轮3的速度影像，圆g4代表齿轮4的速度影像。

3-21

图示为一汽车雨刷机构。其构件l绕固定轴心A转动，齿条2与构件1在B点处铰接，并与绕固定轴心D转动的齿轮3啮合(滚子5用来保征两者始终啮合)，固连于轮3上的雨刷3’作往复摆动。设机构的尺寸为lAB=18

mm,轮3的分度圆半径r3=12

mm，原动件1以等角速度ω=l

rad/s顺时针回转，试以图解法确定雨刷的摆程角和图示位置时雨刷的角速度和角加速度。

解：

(1)以μl作机构运动简图

(a)。

在图作出齿条2与齿轮3啮合摆动时占据的两个极限位置C’，C”可知摆程角φ如图所示：

(2)速度分析：

将构件6扩大到B点，以B为重合点，有

vB6

=

vB2

+

vB6B2

大小

?

ω1lAB

?

方向

┴BD

┴AB

∥BC

vB2=ωllAB=

0.01

m／s

以μv作速度多边形图

(b)，有

ω2=ω6=vB6/lBD=μvpb6/μlBD=0.059rad/s(逆时针)

vB2B6=μvb2b6=0.018

rn／s

(3)加速度分析：

aB5

=

anB6

+

atB6

=

anB2

+

akB6B2

+

arB6B2

大小

ω26lBD

?

ω12lAB

2ω2vB6B2

?

方向

B-D

┴BD

B-A

┴BC

∥BC

其中，anB2=ω12lAB=0.08m/s2，anB6=ω62lBD=0.000

8m／s2，akB2B6=2ω6vB2B6=0.00217m／s2．以μa作速度多边形图

(c)。有

α6=atB6/lBD=μa

b6``r`/lBD=1,71

rad／s2(顺时针)

3-22图示为一缝纫机针头及其挑线器机构，设已知机构的尺寸lAB=32mm，lBC=100

mm，lBE=28mm，lFG=90mm，原动件1以等角速度ω1=5

rad/

s逆时针方向回转．试用图解法求机构在图示位置时缝纫机针头和挑线器摆杆FG上点G的速度及加速度。

解：

（1）以μl作机构运动简图如图

(a)所示。

(2)速度分析：

vC2

=

vB2

+

vC2B2

大小

?

ωlAB

?

方向

//AC

┴AB

┴BC

以μv作速度多边形图如图(b)，再根据速度影像原理；作△b2c2e2∽△BCE求得e2，即e1。由图得

ω2=vC2B2/lBC=μac2b2/lBC=0.44

rad／s(逆时针)

以E为重合点

vE5=vE4+vE5E4

大小

?

√

?

方向

┴EF

√

//EF

继续作图求得vE5，再根据速度影像原理，求得

vG=μvpg=0.077

m/

s

ω5=μvpg／lFG=0.86

rad／s(逆时针)

vE5E4=μve5e4=0.165

rn／s

(3)加速度分析：

aC2

=

anB2

+

anC2B2

+

atC2B2

大小

?

ω12lAB

ω22lBC

?

方向

//AC

B-A

C-B

┴BC

其中anB2=ω12lAB

=0.8

m／s2

anC2B2

=ωanC2B2=0.02

m／S2

以μa=0,01(rn／s2)／mm作加速度多边形图(c)，再利用加速度影像求得e`2。然后利用重合点E建立方程

anE5十atE5=aE4+akE5E4+arE5E4

继续作图。则矢量p`d5就代表了aE5。再利用加速度影像求得g’。

aG=μap`g`=0.53

m／S2

第八版

西工大教研室编

第2章

2-1

何谓构件?何谓运动副及运动副元素?运动副是如何进行分类的?

答：参考教材5~7页。

2-2

机构运动简图有何用处?它能表示出原机构哪些方面的特征?

答：机构运动简图可以表示机构的组成和运动传递情况，可进行运动分析，而且也可用来进行动力分析。

2-3

机构具有确定运动的条件是什么?当机构的原动件数少于或多于机构的自由度时，机构的运动将发生什么情况?

答：参考教材12~13页。

2-4

何谓最小阻力定律?试举出在机械工程中应用最小阻力定律的1、2个实例。

2-5

在计算平面机构的自由度时，应注意哪些事项?

答：参考教材15~17页。

2-6

在图2-20所示的机构中，在铰链C、B、D处，被连接的两构件上连接点的轨迹都是重合的，那么能说该机构有三个虚约束吗?为什么?

答：不能，因为在铰链C、B、D中任何一处，被连接的两构件上连接点的轨迹重合是由于其他两处的作用，所以只能算一处。

2-7

何谓机构的组成原理?何谓基本杆组?它具有什么特性?如何确定基本杆组的级别及机构的级别?

答：参考教材18~19页。

2-8

为何要对平面高副机构进行“高副低代“?“高副低代”应满足的条件是什么?

答：参考教材20~21页。

2-9

任选三个你身边已有的或能观察到的下列常用装置(或其他装置)，试画出其机构运动简图，并计算其自由度。1)折叠桌或折叠椅；2)酒瓶软木塞开盖器；3)衣柜上的弹簧合页；4)可调臂台灯机构；5)剥线钳；6)磁带式录放音机功能键操纵机构；7)洗衣机定时器机构；8)轿车挡风玻璃雨刷机构；9)公共汽车自动开闭门机构；10)挖掘机机械臂机构；…。

2-10

请说出你自己身上腿部的髋关节、膝关节和踝关节分别可视为何种运动副?试画出仿腿部机构的机构运动简图，并计算其自由度。

2-11图示为一简易冲床的初拟设计方案。设计者的思路是：动力由齿轮j输入，使轴A连续回转；而固装在轴^上的凸轮2与杠杆3组成的凸轮机构使冲头4上下运动，以达到冲压的目的。试绘出其机构运动简图(各尺寸由图上量取)，分析是否能实现设计意图，并提出修改方案。

1)取比例尺绘制机构运动简图

2)分析是否能实现设计意图

解：

不合理

∵，可改为

2-12图示机构为一凸轮齿轮连杆组合机构，试绘制其机构示意简图并计算自由度。

解：

2-16试计算图示凸轮-连杆组合机构的自由度

（a）

解：

A为复合铰链

（b）

解：（1）

图示机构在D处的结构与图2-1所示者一致，经分析知该机构共有7个活动构件，8个低副(注意移动副F与F’，E与E’均只算作一个移动副)，2个高副；因有两个滚子2、4，所以有两个局部自由度，没有虚约束，故机构的自由度为

F=3n-

(2pl+ph-

p’)-

F’=3ⅹ7-

(2ⅹ8+2-0)-

2=1

（2）如将D处结构改为如图b所示形式，即仅由两个移动副组成。注意，此时在该处将带来一个虚约束。因为构件3、6和构件5、6均组成移动副，均要限制构件6在图纸平面内转动，这两者是重复的，故其中有一个为虚约束。经分析知这时机构的活动构件数为6，低副数为7，高副数和局部自由度数均为2，虚约束数为1，故机构的自由度为

F=3n-

(2pl+ph-

p’)-

F’

=3×6-

(2ⅹ7+2-1)-

2=1

上述两种结构的机构虽然自由度均为一，但在性能上却各有千秋：前者的结构较复杂，但没有虚约束，在运动中不易产生卡涩现象；后者则相反，由于有一个虚约束，假如不能保证在运动过程中构件3、5始终垂直，在运动中就会出现卡涩甚至卡死现象，故其对制造精度要求较高。

（c）

解：(1)

n=11,p1=17,ph=0,p`=2p1`+ph-3n`=2,F`=0

F=3n-(2p1+ph-p`)-F`=3×11-(2×17+0-2)-0=1

(2)

去掉虚约束后

F=3n-(2pl+ph)

=3×5-(2×7+0)

=1

（d）A、B、C处为复合铰链。自由度为：F=3n-(2p1+ph-p`)-F`=3×6-(2×7+3)-0=1

齿轮3、5和齿条7与齿轮5的啮合高副所提供的约束数目不同，因为齿轮3、5处只有一个高副，而齿条7与齿轮5在齿的两侧面均保持接触，故为两个高副。

2-13图示为一新型偏心轮滑阎式真空泵。其偏心轮1绕固定轴心A转动，与外环2固连在一起的滑阀3在可绕固定轴心C转动的圆柱4中滑动。当偏心轮按图示方向连续回转时可将设备中的空气吸入，并将空气从阀5中排出，从而形成真空。(1)试绘制其机构运动简图；(2)计算其自由度。

解

(1)取比例尺作机构运动简图如图所示。

(2)

F=3n-(2p1+ph-p’)-F’=3×4-(2×4+0-0)-1=1

2-14

图示是为高位截肢的人所设汁的一种假肢膝关节机构。该机构能保持人行走的稳定性。若以胫骨1为机架，试绘制其机构运动简图和计一算其自由度，并作出大腿弯曲时的机构运动简图。

解

把胫骨l相对固定作为机架．假肢膝关节机构的机构运动简图如图

所示,大腿弯曲90。时的机构运动简图，如图中虚线所示。其自由度为：

F=3n-(2pl+ph-p’)-F’=3×5-(2×7+0-0)-0=1

2-15试绘制图n所示仿人手型机械手的食指机构的机构运动简图(以手掌8作为相对

固定的机架)，井计算自由度。

（1)取比倒尺肌作机构运动简图

（2)计算自由度

解：

2-18图示为一刹车机构。刹车时，操作杆j向右拉，通过构件2、3、4、5、6使两闸瓦刹住车轮。试计算机构的自由度，并就刹车过程说明此机构自由度的变化情况。(注；车轮不属于刹车机构中的构件。

（1)未刹车时，刹车机构的自由度

2)闸瓦G、J之一剃紧车轮时．刹车机构的自由度

3)闸瓦G、J同时刹紧车轮时，刹车机构的自由度

解：

1>

2>

3>

2-23图示为一内然机的机构运动简图，试计算自由度t并分析组成此机构的基本杆组。如在该机构中改选EG为原动件，试问组成此机构的基本杆组是否与前者有所不同。

解：

2-22

图示为一收放式折叠支架机构。该支架中的件1和5分别用木螺钉连接于固定台板1’和括动台板5`上．两者在D处铰接，使活动台板能相对于固定台极转动。又通过件1，2，3，4组成的铰链四杆机构及连杆3上E点处的销子与件5上的连杆曲线槽组成的销槽连接使活动台板实现收放动作。在图示位置时，虽在活动台板上放有较重的重物．活动台板也不会自动收起，必须沿箭头方向推动件2，使铰链B，D重合时．活动台板才可收起(如图中双点划线所示)。现已知机构尺寸lAB=lAD=90

mm；lBC=lCD=25

mm，其余尺寸见图。试绘制该机构的运动简图，并计算其自由度。

解：机械运动简图如下：

F=3n-(2p1+pb-p`)-F`=3×5-(2×6+1-0)-1=1

第3章

3—1

何谓速度瞬心?相对瞬心与绝对瞬心有何异同点?

答：参考教材30~31页。

3—2

何谓三心定理?何种情况下的瞬心需用三心定理来确定?

答：参考教材31页。

3-3试求图示各机构在图示位置时全部瞬心的位置(用符号P，直接标注在图上)

(a)

(b)

答：

答：

（10分）

(d)

（10分）

3-4标出图示的齿轮一连杆组合机构中所有瞬心，并用瞬心法求齿轮1与齿轮3的传动比ω1/ω3。

（2分）

答：1)瞬新的数目：

K=N(N-1)/2=6(6-1)/2=15

2)为求ω1/ω3需求3个瞬心P16、P36、P13的位置

3）

ω1/ω3=

P36P13/P16P13=DK/AK

由构件1、3在K点的速度方向相同，可知ω3与ω1同向。

3-6在图示的四杆机构中，LAB=60mm，LCD=90mm,LAD=LBC=120mm,ω2=10rad/s,试用瞬心法求：

1)当φ=165°时，点的速度vc；

2)当φ=165°时，构件3的BC线上速度最小的一点E的位置及速度的大小；

3)当VC=0时，φ角之值(有两个解)。

解：1）以选定的比例尺μ机械运动简图（图b）

2）（3分）

（3分）

求vc定出瞬心p12的位置（图b）

因p13为构件3的绝对瞬心，则有

ω3=vB/lBp13=ω2lAB/μl.Bp13=10×0.06/0.003×78=2.56(rad/s)

vc=μc

p13ω3=0.003×52×2.56=0.4(m/s)

3)定出构件3的BC线上速度最小的点E的位置,因BC线上速度最小的点必与p13点的距离最近，故丛p13引BC线的垂线交于点E，由图可得

vE=μl.p13Eω3=0.003×46.5×2.56=0.357(m/s)

4)定出vc=0时机构的两个位置（图c）量出

φ1=26.4°

φ2=226.6°

3-8机构中，设已知构件的尺寸及点B的速度vB(即速度矢量pb)，试作出

各机构在图示位置时的速度多边形。

答：

（10分）

（b）

答：

答：

3—11

速度多边形和加速度多边彤有哪些特性?试标出图中的方向。

答

速度多边形和加速度多边形特性参见下图，各速度方向在图中用箭头标出。

3-12在图示的机构中，设已知构件的尺寸及原动件1的角速度ω1

(顺时针)，试用图解法求机构在图示位置时C点的速度和加速度。

(a)

答：

（1分）（1分）

Vc3=VB+VC3B=VC2+VC3C2

（2分）

aC3=aB+anC3B+atC3B=aC2+akC3C2+arC3C2

（3分）

VC2=0

aC2=0

（2分）

VC3B=0

ω3=0

akC3C2=0

（3分）

(b)

答：

（2分）

（2分）

VC2=VB+VC2B=VC3+Vc2C3

（2分）

ω3=ω2=0

（1分）

aB+anC2B+atC2B=aC3+akC2C3+arC2C3

（3分）

(c)

答：

（2分）

VB3=VB2+VB3B2

（2分）

VC=VB3+VCB3

（2分）

（1分）

a

n

B3+a

t

B3=aB2+akB3B2+arB3B2

（3分）

试判断在图示的两机构中．B点足否都存在哥氏加速度？又在何位置哥氏加速度为零?怍出相应的机构位置图。并思考下列问题。

(1)什么条件下存在氏加速度?

(2)根椐上一条．请检查一下所有哥氏加速度为零的位置是否已全部找出。

(3)图

(a)中，akB2B3==2ω2vB2B3对吗?为什么。

解

1)图

(a)存在哥氏加速度，图

(b)不存在。

(2)由于akB2B3==2ω2vB2B3故ω3，vB2B3中只要有一项为零，则哥氏加速度为零。图

(a)中B点到达最高和最低点时构件1，3．4重合，此时vB2B3=0，当构件1与构件3相互垂直．即\_f=；点到达最左及最右位置时ω2=ω3=0．故在此四个位置无哥氏加速度。图

(b)中无论在什么位置都有ω2=ω3=0，故该机构在任何位置哥矢加速度都为零。

(3)对。因为ω3≡ω2。

3-14

在图示的摇块机构中，已知lAB=30mm，lAC=100mm，lBD=50

mm,lDE=40

mm，曲柄以等角速度ωl=40rad／S回转，试用图解法求机构在φ1=45º位置时，点D及E的速度和加速度，以及构件2的角速度和角加速度。

解

(1)以μl作机构运动简图

(a)所示。

(2)速度分析：

以C为重合点，有

vC2

=

vB

+

vC2B

=

vC3

+

vC2C3

大小

?ω1lAB

?

’

方向

?

┴AB

┴BC

//BC

以μl作速度多边形图

(b)，再根据速度影像原理，作△bde∽／△BDE求得d及e，由图可得

vD=μvpd=0．23

m／s

vE=μvpe=0.173m/s

ω2=μvbc2/lBC=2

rad/s(顺时针)

(3)加速度分析：

以C为重合点，有

aC2

==

aB

+

anC2B

+

atC2B

==

aC3

+

akC2C3

+

arC2C3

大小

ω12lAB

ω22lBC

?

2ω3vC2C3

?

方向

B—A

C—B

┴BC

┴BC

//BC

其中anC2B=ω22lBC=0.49

m／s2，akC2C3=2ω3vC2C3=0.7m／s2，以μa作加速度多边形如图

(c)所示，由图可得

aD=μap`d`=0.6

4m/S2

aE=μap`e`=2.8m/s2

α2=atC2B/lBC=μan`2C`2/lBC=8.36rad/s2(顺时针)

i

l5

在图（a）示的机构中，已知lAE=70

mm,；lAB=40mm，lEF=60mm,lDE==35

mm,lCD=75mm,lBC=50mm．原动件以等角速度ω1=10rad/s回转．试以图解法求机构在φ1=50。位置时．点C的速度Vc和加速度a

c

解：

1）速度分析：以F为重合点．有

vF4=vF5=vF1+vF5F1

以μl作速度多边形图如图(b)得，f4(f5)点，再利用速度影像求得b及d点

根据vC=vB+vCB=vD+vCD　继续作速度图，矢量pc就代表了vC

2）加速度分析：根据

a

F4=

an

F4+

a

tF4=

a

F1+

ak

F5F1+

ar

F5F1

以μa作加速度多边形图

(c)，得f`4(f`5)点，再利用加速度影像求得b`及d’点。

根据

aC=aB+anCB+atCB=aD+anCD+atCD

继续作图，则矢量p`

c`就代表了aC．则求得

vC=μvpc=0.69

m／s

aC=μapc=3m／s2

3-16

在图示凸轮机构中，已知凸轮1以等角速度ω1=10

rad／s转动，凸轮为一偏心圆，其半径R=25

mm，lAB=15mm．lAD=50

mm，φ1=90º，试用图解法求构件2的角速度ω2与角加速度α2。

提示：可先将机构进行高副低代，然后对其替代机构进行运动分析。

解

(1)以μl作机构运动简图如图

(a)所示。

(2)速度分析：先将机构进行高副低代，其替代机构如图

(a)所示，并以B为重合点。有

VB2

=

vB4

+

vB2B4

大小

?

ω1

lAB

?

方向

┴

BD

┴

AB

//|CD

以μv=0.005

rn／s2作速度多边形图如图

(b)，由图可得

ω2=vB2／lBD=μvpb2(μlBD)=2.333

rad／s(逆时针)

(3)加速度分析：

aB2

=

anB2

+

atB2

=

aB4

+

akB2B4

+

arB2B4

大小

ω22lBD

?

ω12lAB

2ω4vB2B4

?

方向

B-D

┴

BD

B-A

┴

CD

//CD

其中anB2=ω22lBD

=0.286

m/s2，akB2B4

=0.746

m／s2．作图

(c)得

α=

atB2

/lBD=μan`2b`2/lBD=9.143

rad／s2：(顺时针)

3-18

在图（a)所示的牛头刨机构中．lAB=200

mnl，lCD=960

mm，lDE=160

mm,设曲柄以等角速度ω1=5

rad／s．逆时针方向回转．试以图解法求机构在φ1=135º位置时．刨头点的速度vC。

解

1）以μl作机构运动简图．如图

(a)。

2）利用瞬心多边形图

(b)依次定出瞬心P36,P13.P15

vC=vP15=ω1AP15μl=1.24

m/S

图示齿轮一连杆组合机构中，MM为固定齿条，齿轮3的直径为齿轮4的2倍．设已知原动件1以等角速度ω1顺时针方向回转，试以图解法求机构在图示位置时E点的速度vE以及齿轮3，4的速度影像。

解：(1)以μl作机构运动简图如(a)所示。

(2)速度分斫：

此齿轮连杆机构可看作，ABCD受DCEF两个机构串联而成，则可写出：

vC=vB+vCB

vE=vC+vEC

以μv作速度多边形如图

(b)所示．由图得

vE=μvpe

m/S

取齿轮3与齿轮4的啮合点为k，根据速度影像原理，作△dck∽△DCK求得k点。然后分别以c，e为圆心，以ck．ek为半径作圆得圆g3和圆g4。圆g3代表齿轮3的速度影像，圆g4代表齿轮4的速度影像。

3-21

图示为一汽车雨刷机构。其构件l绕固定轴心A转动，齿条2与构件1在B点处铰接，并与绕固定轴心D转动的齿轮3啮合(滚子5用来保征两者始终啮合)，固连于轮3上的雨刷3’作往复摆动。设机构的尺寸为lAB=18

mm,轮3的分度圆半径r3=12

mm，原动件1以等角速度ω=l

rad/s顺时针回转，试以图解法确定雨刷的摆程角和图示位置时雨刷的角速度和角加速度。

解：

(1)以μl作机构运动简图

(a)。

在图作出齿条2与齿轮3啮合摆动时占据的两个极限位置C’，C”可知摆程角φ如图所示：

(2)速度分析：

将构件6扩大到B点，以B为重合点，有

vB6

=

vB2

+

vB6B2

大小

?

ω1lAB

?

方向

┴BD

┴AB

∥BC

vB2=ωllAB=

0.01

m／s

以μv作速度多边形图

(b)，有

ω2=ω6=vB6/lBD=μvpb6/μlBD=0.059rad/s(逆时针)

vB2B6=μvb2b6=0.018

rn／s

(3)加速度分析：

aB5

=

anB6

+

atB6

=

anB2

+

akB6B2

+

arB6B2

大小

ω26lBD

?

ω12lAB

2ω2vB6B2

?

方向

B-D

┴BD

B-A

┴BC

∥BC

其中，anB2=ω12lAB=0.08m/s2，anB6=ω62lBD=0.000

8m／s2，akB2B6=2ω6vB2B6=0.00217m／s2．以μa作速度多边形图

(c)。有

α6=atB6/lBD=μa

b6``r`/lBD=1,71

rad／s2(顺时针)

3-22图示为一缝纫机针头及其挑线器机构，设已知机构的尺寸lAB=32mm，lBC=100

mm，lBE=28mm，lFG=90mm，原动件1以等角速度ω1=5

rad/

s逆时针方向回转．试用图解法求机构在图示位置时缝纫机针头和挑线器摆杆FG上点G的速度及加速度。

解：

（1）以μl作机构运动简图如图

(a)所示。

(2)速度分析：

vC2

=

vB2

+

vC2B2

大小

?

ωlAB

?

方向

//AC

┴AB

┴BC

以μv作速度多边形图如图(b)，再根据速度影像原理；作△b2c2e2∽△BCE求得e2，即e1。由图得

ω2=vC2B2/lBC=μac2b2/lBC=0.44

rad／s(逆时针)

以E为重合点

vE5=vE4+vE5E4

大小

?

√

?

方向

┴EF

√

//EF

继续作图求得vE5，再根据速度影像原理，求得

vG=μvpg=0.077

m/

s

ω5=μvpg／lFG=0.86

rad／s(逆时针)

vE5E4=μve5e4=0.165

rn／s

(3)加速度分析：

aC2

=

anB2

+

anC2B2

+

atC2B2

大小

?

ω12lAB

ω22lBC

?

方向

//AC

B-A

C-B

┴BC

其中anB2=ω12lAB

=0.8

m／s2

anC2B2

=ωanC2B2=0.02

m／S2

以μa=0,01(rn／s2)／mm作加速度多边形图(c)，再利用加速度影像求得e`2。然后利用重合点E建立方程

anE5十atE5=aE4+akE5E4+arE5E4

继续作图。则矢量p`d5就代表了aE5。再利用加速度影像求得g’。

aG=μap`g`=0.53

m／S2

第3章

3—1

何谓速度瞬心?相对瞬心与绝对瞬心有何异同点?

答：参考教材30~31页。

3—2

何谓三心定理?何种情况下的瞬心需用三心定理来确定?

答：参考教材31页。

3-3试求图示各机构在图示位置时全部瞬心的位置(用符号P，直接标注在图上)

(a)

(b)

答：

答：

（10分）

(d)

（10分）

3-4标出图示的齿轮一连杆组合机构中所有瞬心，并用瞬心法求齿轮1与齿轮3的传动比ω1/ω3。

（2分）

答：1)瞬新的数目：

K=N(N-1)/2=6(6-1)/2=15

2)为求ω1/ω3需求3个瞬心P16、P36、P13的位置

3）

ω1/ω3=

P36P13/P16P13=DK/AK

由构件1、3在K点的速度方向相同，可知ω3与ω1同向。

3-6在图示的四杆机构中，LAB=60mm，LCD=90mm,LAD=LBC=120mm,ω2=10rad/s,试用瞬心法求：

1)当φ=165°时，点的速度vc；

2)当φ=165°时，构件3的BC线上速度最小的一点E的位置及速度的大小；

3)当VC=0时，φ角之值(有两个解)。

解：1）以选定的比例尺μ机械运动简图（图b）

2）（3分）

（3分）

求vc定出瞬心p12的位置（图b）

因p13为构件3的绝对瞬心，则有

ω3=vB/lBp13=ω2lAB/μl.Bp13=10×0.06/0.003×78=2.56(rad/s)

vc=μc

p13ω3=0.003×52×2.56=0.4(m/s)

3)定出构件3的BC线上速度最小的点E的位置,因BC线上速度最小的点必与p13点的距离最近，故丛p13引BC线的垂线交于点E，由图可得

vE=μl.p13Eω3=0.003×46.5×2.56=0.357(m/s)

4)定出vc=0时机构的两个位置（图c）量出

φ1=26.4°

φ2=226.6°

3-8机构中，设已知构件的尺寸及点B的速度vB(即速度矢量pb)，试作出

各机构在图示位置时的速度多边形。

答：

（10分）

（b）

答：

答：

3—11

速度多边形和加速度多边彤有哪些特性?试标出图中的方向。

答

速度多边形和加速度多边形特性参见下图，各速度方向在图中用箭头标出。

3-12在图示的机构中，设已知构件的尺寸及原动件1的角速度ω1

(顺时针)，试用图解法求机构在图示位置时C点的速度和加速度。

(a)

答：

（1分）（1分）

Vc3=VB+VC3B=VC2+VC3C2

（2分）

aC3=aB+anC3B+atC3B=aC2+akC3C2+arC3C2

（3分）

VC2=0

aC2=0

（2分）

VC3B=0

ω3=0

akC3C2=0

（3分）

(b)

答：

（2分）

（2分）

VC2=VB+VC2B=VC3+Vc2C3

（2分）

ω3=ω2=0

（1分）

aB+anC2B+atC2B=aC3+akC2C3+arC2C3

（3分）

(c)

答：

（2分）

VB3=VB2+VB3B2

（2分）

VC=VB3+VCB3

（2分）

（1分）

a

n

B3+a

t

B3=aB2+akB3B2+arB3B2

（3分）

试判断在图示的两机构中．B点足否都存在哥氏加速度？又在何位置哥氏加速度为零?怍出相应的机构位置图。并思考下列问题。

(1)什么条件下存在氏加速度?

(2)根椐上一条．请检查一下所有哥氏加速度为零的位置是否已全部找出。

(3)图

(a)中，akB2B3==2ω2vB2B3对吗?为什么。

解

1)图

(a)存在哥氏加速度，图

(b)不存在。

(2)由于akB2B3==2ω2vB2B3故ω3，vB2B3中只要有一项为零，则哥氏加速度为零。图

(a)中B点到达最高和最低点时构件1，3．4重合，此时vB2B3=0，当构件1与构件3相互垂直．即\_f=；点到达最左及最右位置时ω2=ω3=0．故在此四个位置无哥氏加速度。图

(b)中无论在什么位置都有ω2=ω3=0，故该机构在任何位置哥矢加速度都为零。

(3)对。因为ω3≡ω2。

3-14

在图示的摇块机构中，已知lAB=30mm，lAC=100mm，lBD=50

mm,lDE=40

mm，曲柄以等角速度ωl=40rad／S回转，试用图解法求机构在φ1=45º位置时，点D及E的速度和加速度，以及构件2的角速度和角加速度。

解

(1)以μl作机构运动简图

(a)所示。

(2)速度分析：

以C为重合点，有

vC2

=

vB

+

vC2B

=

vC3

+

vC2C3

大小

?ω1lAB

?

’

方向

?

┴AB

┴BC

//BC

以μl作速度多边形图

(b)，再根据速度影像原理，作△bde∽／△BDE求得d及e，由图可得

vD=μvpd=0．23

m／s

vE=μvpe=0.173m/s

ω2=μvbc2/lBC=2

rad/s(顺时针)

(3)加速度分析：

以C为重合点，有

aC2

==

aB

+

anC2B

+

atC2B

==

aC3

+

akC2C3

+

arC2C3

大小

ω12lAB

ω22lBC

?

2ω3vC2C3

?

方向

B—A

C—B

┴BC

┴BC

//BC

其中anC2B=ω22lBC=0.49

m／s2，akC2C3=2ω3vC2C3=0.7m／s2，以μa作加速度多边形如图

(c)所示，由图可得

aD=μap`d`=0.6

4m/S2

aE=μap`e`=2.8m/s2

α2=atC2B/lBC=μan`2C`2/lBC=8.36rad/s2(顺时针)

i

l5

在图（a）示的机构中，已知lAE=70

mm,；lAB=40mm，lEF=60mm,lDE==35

mm,lCD=75mm,lBC=50mm．原动件以等角速度ω1=10rad/s回转．试以图解法求机构在φ1=50。位置时．点C的速度Vc和加速度a

c

解：

1）速度分析：以F为重合点．有

vF4=vF5=vF1+vF5F1

以μl作速度多边形图如图(b)得，f4(f5)点，再利用速度影像求得b及d点

根据vC=vB+vCB=vD+vCD　继续作速度图，矢量pc就代表了vC

2）加速度分析：根据

a

F4=

an

F4+

a

tF4=

a

F1+

ak

F5F1+

ar

F5F1

以μa作加速度多边形图

(c)，得f`4(f`5)点，再利用加速度影像求得b`及d’点。

根据

aC=aB+anCB+atCB=aD+anCD+atCD

继续作图，则矢量p`

c`就代表了aC．则求得

vC=μvpc=0.69

m／s

aC=μapc=3m／s2

3-16

在图示凸轮机构中，已知凸轮1以等角速度ω1=10

rad／s转动，凸轮为一偏心圆，其半径R=25

mm，lAB=15mm．lAD=50

mm，φ1=90º，试用图解法求构件2的角速度ω2与角加速度α2。

提示：可先将机构进行高副低代，然后对其替代机构进行运动分析。

解

(1)以μl作机构运动简图如图

(a)所示。

(2)速度分析：先将机构进行高副低代，其替代机构如图

(a)所示，并以B为重合点。有

VB2

=

vB4

+

vB2B4

大小

?

ω1

lAB

?

方向

┴

BD

┴

AB

//|CD

以μv=0.005

rn／s2作速度多边形图如图

(b)，由图可得

ω2=vB2／lBD=μvpb2(μlBD)=2.333

rad／s(逆时针)

(3)加速度分析：

aB2

=

anB2

+

atB2

=

aB4

+

akB2B4

+

arB2B4

大小

ω22lBD

?

ω12lAB

2ω4vB2B4

?

方向

B-D

┴

BD

B-A

┴

CD

//CD

其中anB2=ω22lBD

=0.286

m/s2，akB2B4

=0.746

m／s2．作图

(c)得

α=

atB2

/lBD=μan`2b`2/lBD=9.143

rad／s2：(顺时针)

3-18

在图（a)所示的牛头刨机构中．lAB=200

mnl，lCD=960

mm，lDE=160

mm,设曲柄以等角速度ω1=5

rad／s．逆时针方向回转．试以图解法求机构在φ1=135º位置时．刨头点的速度vC。

解

1）以μl作机构运动简图．如图

(a)。

2）利用瞬心多边形图

(b)依次定出瞬心P36,P13.P15

vC=vP15=ω1AP15μl=1.24

m/S

图示齿轮一连杆组合机构中，MM为固定齿条，齿轮3的直径为齿轮4的2倍．设已知原动件1以等角速度ω1顺时针方向回转，试以图解法求机构在图示位置时E点的速度vE以及齿轮3，4的速度影像。

解：(1)以μl作机构运动简图如(a)所示。

(2)速度分斫：

此齿轮连杆机构可看作，ABCD受DCEF两个机构串联而成，则可写出：

vC=vB+vCB

vE=vC+vEC

以μv作速度多边形如图

(b)所示．由图得

vE=μvpe

m/S

取齿轮3与齿轮4的啮合点为k，根据速度影像原理，作△dck∽△DCK求得k点。然后分别以c，e为圆心，以ck．ek为半径作圆得圆g3和圆g4。圆g3代表齿轮3的速度影像，圆g4代表齿轮4的速度影像。

3-21

图示为一汽车雨刷机构。其构件l绕固定轴心A转动，齿条2与构件1在B点处铰接，并与绕固定轴心D转动的齿轮3啮合(滚子5用来保征两者始终啮合)，固连于轮3上的雨刷3’作往复摆动。设机构的尺寸为lAB=18

mm,轮3的分度圆半径r3=12

mm，原动件1以等角速度ω=l

rad/s顺时针回转，试以图解法确定雨刷的摆程角和图示位置时雨刷的角速度和角加速度。

解：

(1)以μl作机构运动简图

(a)。

在图作出齿条2与齿轮3啮合摆动时占据的两个极限位置C’，C”可知摆程角φ如图所示：

(2)速度分析：

将构件6扩大到B点，以B为重合点，有

vB6

=

vB2

+

vB6B2

大小

?

ω1lAB

?

方向

┴BD

┴AB

∥BC

vB2=ωllAB=

0.01

m／s

以μv作速度多边形图

(b)，有

ω2=ω6=vB6/lBD=μvpb6/μlBD=0.059rad/s(逆时针)

vB2B6=μvb2b6=0.018

rn／s

(3)加速度分析：

aB5

=

anB6

+

atB6

=

anB2

+

akB6B2

+

arB6B2

大小

ω26lBD

?

ω12lAB

2ω2vB6B2

?

方向

B-D

┴BD

B-A

┴BC

∥BC

其中，anB2=ω12lAB=0.08m/s2，anB6=ω62lBD=0.000

8m／s2，akB2B6=2ω6vB2B6=0.00217m／s2．以μa作速度多边形图

(c)。有

α6=atB6/lBD=μa

b6``r`/lBD=1,71

rad／s2(顺时针)

3-22图示为一缝纫机针头及其挑线器机构，设已知机构的尺寸lAB=32mm，lBC=100

mm，lBE=28mm，lFG=90mm，原动件1以等角速度ω1=5

rad/

s逆时针方向回转．试用图解法求机构在图示位置时缝纫机针头和挑线器摆杆FG上点G的速度及加速度。

解：

（1）以μl作机构运动简图如图

(a)所示。

(2)速度分析：

vC2

=

vB2

+

vC2B2

大小

?

ωlAB

?

方向

//AC

┴AB

┴BC

以μv作速度多边形图如图(b)，再根据速度影像原理；作△b2c2e2∽△BCE求得e2，即e1。由图得

ω2=vC2B2/lBC=μac2b2/lBC=0.44

rad／s(逆时针)

以E为重合点

vE5=vE4+vE5E4

大小

?

√

?

方向

┴EF

√

//EF

继续作图求得vE5，再根据速度影像原理，求得

vG=μvpg=0.077

m/

s

ω5=μvpg／lFG=0.86

rad／s(逆时针)

vE5E4=μve5e4=0.165

rn／s

(3)加速度分析：

aC2

=

anB2

+

anC2B2

+

atC2B2

大小

?

ω12lAB

ω22lBC

?

方向

//AC

B-A

C-B

┴BC

其中anB2=ω12lAB

=0.8

m／s2

anC2B2

=ωanC2B2=0.02

m／S2

以μa=0,01(rn／s2)／mm作加速度多边形图(c)，再利用加速度影像求得e`2。然后利用重合点E建立方程

anE5十atE5=aE4+akE5E4+arE5E4

继续作图。则矢量p`d5就代表了aE5。再利用加速度影像求得g’。

aG=μap`g`=0.53

m／S2

第八版

西工大教研室编

第2章

2-1

何谓构件?何谓运动副及运动副元素?运动副是如何进行分类的?

答：参考教材5~7页。

2-2

机构运动简图有何用处?它能表示出原机构哪些方面的特征?

答：机构运动简图可以表示机构的组成和运动传递情况，可进行运动分析，而且也可用来进行动力分析。

2-3

机构具有确定运动的条件是什么?当机构的原动件数少于或多于机构的自由度时，机构的运动将发生什么情况?

答：参考教材12~13页。

2-4

何谓最小阻力定律?试举出在机械工程中应用最小阻力定律的1、2个实例。

2-5

在计算平面机构的自由度时，应注意哪些事项?

答：参考教材15~17页。

2-6

在图2-20所示的机构中，在铰链C、B、D处，被连接的两构件上连接点的轨迹都是重合的，那么能说该机构有三个虚约束吗?为什么?

答：不能，因为在铰链C、B、D中任何一处，被连接的两构件上连接点的轨迹重合是由于其他两处的作用，所以只能算一处。

2-7

何谓机构的组成原理?何谓基本杆组?它具有什么特性?如何确定基本杆组的级别及机构的级别?

答：参考教材18~19页。

2-8

为何要对平面高副机构进行“高副低代“?“高副低代”应满足的条件是什么?

答：参考教材20~21页。

2-9

任选三个你身边已有的或能观察到的下列常用装置(或其他装置)，试画出其机构运动简图，并计算其自由度。1)折叠桌或折叠椅；2)酒瓶软木塞开盖器；3)衣柜上的弹簧合页；4)可调臂台灯机构；5)剥线钳；6)磁带式录放音机功能键操纵机构；7)洗衣机定时器机构；8)轿车挡风玻璃雨刷机构；9)公共汽车自动开闭门机构；10)挖掘机机械臂机构；…。

2-10

请说出你自己身上腿部的髋关节、膝关节和踝关节分别可视为何种运动副?试画出仿腿部机构的机构运动简图，并计算其自由度。

2-11图示为一简易冲床的初拟设计方案。设计者的思路是：动力由齿轮j输入，使轴A连续回转；而固装在轴^上的凸轮2与杠杆3组成的凸轮机构使冲头4上下运动，以达到冲压的目的。试绘出其机构运动简图(各尺寸由图上量取)，分析是否能实现设计意图，并提出修改方案。

1)取比例尺绘制机构运动简图

2)分析是否能实现设计意图

解：

不合理

∵，可改为

2-12图示机构为一凸轮齿轮连杆组合机构，试绘制其机构示意简图并计算自由度。

解：

2-16试计算图示凸轮-连杆组合机构的自由度

（a）

解：

A为复合铰链

（b）

解：（1）

图示机构在D处的结构与图2-1所示者一致，经分析知该机构共有7个活动构件，8个低副(注意移动副F与F’，E与E’均只算作一个移动副)，2个高副；因有两个滚子2、4，所以有两个局部自由度，没有虚约束，故机构的自由度为

F=3n-

(2pl+ph-

p’)-

F’=3ⅹ7-

(2ⅹ8+2-0)-

2=1

（2）如将D处结构改为如图b所示形式，即仅由两个移动副组成。注意，此时在该处将带来一个虚约束。因为构件3、6和构件5、6均组成移动副，均要限制构件6在图纸平面内转动，这两者是重复的，故其中有一个为虚约束。经分析知这时机构的活动构件数为6，低副数为7，高副数和局部自由度数均为2，虚约束数为1，故机构的自由度为

F=3n-

(2pl+ph-

p’)-

F’

=3×6-

(2ⅹ7+2-1)-

2=1

上述两种结构的机构虽然自由度均为一，但在性能上却各有千秋：前者的结构较复杂，但没有虚约束，在运动中不易产生卡涩现象；后者则相反，由于有一个虚约束，假如不能保证在运动过程中构件3、5始终垂直，在运动中就会出现卡涩甚至卡死现象，故其对制造精度要求较高。

（c）

解：(1)

n=11,p1=17,ph=0,p`=2p1`+ph-3n`=2,F`=0

F=3n-(2p1+ph-p`)-F`=3×11-(2×17+0-2)-0=1

(2)

去掉虚约束后

F=3n-(2pl+ph)

=3×5-(2×7+0)

=1

（d）A、B、C处为复合铰链。自由度为：F=3n-(2p1+ph-p`)-F`=3×6-(2×7+3)-0=1

齿轮3、5和齿条7与齿轮5的啮合高副所提供的约束数目不同，因为齿轮3、5处只有一个高副，而齿条7与齿轮5在齿的两侧面均保持接触，故为两个高副。

2-13图示为一新型偏心轮滑阎式真空泵。其偏心轮1绕固定轴心A转动，与外环2固连在一起的滑阀3在可绕固定轴心C转动的圆柱4中滑动。当偏心轮按图示方向连续回转时可将设备中的空气吸入，并将空气从阀5中排出，从而形成真空。(1)试绘制其机构运动简图；(2)计算其自由度。

解

(1)取比例尺作机构运动简图如图所示。

(2)

F=3n-(2p1+ph-p’)-F’=3×4-(2×4+0-0)-1=1

2-14

图示是为高位截肢的人所设汁的一种假肢膝关节机构。该机构能保持人行走的稳定性。若以胫骨1为机架，试绘制其机构运动简图和计一算其自由度，并作出大腿弯曲时的机构运动简图。

解

把胫骨l相对固定作为机架．假肢膝关节机构的机构运动简图如图

所示,大腿弯曲90。时的机构运动简图，如图中虚线所示。其自由度为：

F=3n-(2pl+ph-p’)-F’=3×5-(2×7+0-0)-0=1

2-15试绘制图n所示仿人手型机械手的食指机构的机构运动简图(以手掌8作为相对

固定的机架)，井计算自由度。

（1)取比倒尺肌作机构运动简图

（2)计算自由度

解：

2-18图示为一刹车机构。刹车时，操作杆j向右拉，通过构件2、3、4、5、6使两闸瓦刹住车轮。试计算机构的自由度，并就刹车过程说明此机构自由度的变化情况。(注；车轮不属于刹车机构中的构件。

（1)未刹车时，刹车机构的自由度

2)闸瓦G、J之一剃紧车轮时．刹车机构的自由度

3)闸瓦G、J同时刹紧车轮时，刹车机构的自由度

解：

1>

2>

3>

2-23图示为一内然机的机构运动简图，试计算自由度t并分析组成此机构的基本杆组。如在该机构中改选EG为原动件，试问组成此机构的基本杆组是否与前者有所不同。

解：

2-23

图示为一收放式折叠支架机构。该支架中的件1和5分别用木螺钉连接于固定台板1’和括动台板5`上．两者在D处铰接，使活动台板能相对于固定台极转动。又通过件1，2，3，4组成的铰链四杆机构及连杆3上E点处的销子与件5上的连杆曲线槽组成的销槽连接使活动台板实现收放动作。在图示位置时，虽在活动台板上放有较重的重物．活动台板也不会自动收起，必须沿箭头方向推动件2，使铰链B，D重合时．活动台板才可收起(如图中双点划线所示)。现已知机构尺寸lAB=lAD=90

mm；lBC=lCD=25

mm，其余尺寸见图。试绘制该机构的运动简图，并计算其自由度。

解：机械运动简图如下：

F=3n-(2p1+pb-p`)-F`=3×5-(2×6+1-0)-1=1

第3章

3—1

何谓速度瞬心?相对瞬心与绝对瞬心有何异同点?

答：参考教材30~31页。

3—2

何谓三心定理?何种情况下的瞬心需用三心定理来确定?

答：参考教材31页。

3-3试求图示各机构在图示位置时全部瞬心的位置(用符号P，直接标注在图上)

(a)

(b)

答：

答：

（10分）

(d)

（10分）

3-4标出图示的齿轮一连杆组合机构中所有瞬心，并用瞬心法求齿轮1与齿轮3的传动比ω1/ω3。

（2分）

答：1)瞬新的数目：

K=N(N-1)/2=6(6-1)/2=15

2)为求ω1/ω3需求3个瞬心P16、P36、P13的位置

3）

ω1/ω3=

P36P13/P16P13=DK/AK

由构件1、3在K点的速度方向相同，可知ω3与ω1同向。

3-6在图示的四杆机构中，LAB=60mm，LCD=90mm,LAD=LBC=120mm,ω2=10rad/s,试用瞬心法求：

1)当φ=165°时，点的速度vc；

2)当φ=165°时，构件3的BC线上速度最小的一点E的位置及速度的大小；

3)当VC=0时，φ角之值(有两个解)。

解：1）以选定的比例尺μ机械运动简图（图b）

2）（3分）

（3分）

求vc定出瞬心p12的位置（图b）

因p13为构件3的绝对瞬心，则有

ω3=vB/lBp13=ω2lAB/μl.Bp13=10×0.06/0.003×78=2.56(rad/s)

vc=μc

p13ω3=0.003×52×2.56=0.4(m/s)

3)定出构件3的BC线上速度最小的点E的位置,因BC线上速度最小的点必与p13点的距离最近，故丛p13引BC线的垂线交于点E，由图可得

vE=μl.p13Eω3=0.003×46.5×2.56=0.357(m/s)

4)定出vc=0时机构的两个位置（图c）量出

φ1=26.4°

φ2=226.6°

3-8机构中，设已知构件的尺寸及点B的速度vB(即速度矢量pb)，试作出

各机构在图示位置时的速度多边形。

答：

（10分）

（b）

答：

答：

3—11

速度多边形和加速度多边彤有哪些特性?试标出图中的方向。

答

速度多边形和加速度多边形特性参见下图，各速度方向在图中用箭头标出。

3-12在图示的机构中，设已知构件的尺寸及原动件1的角速度ω1

(顺时针)，试用图解法求机构在图示位置时C点的速度和加速度。

(a)

答：

（1分）（1分）

Vc3=VB+VC3B=VC2+VC3C2

（2分）

aC3=aB+anC3B+atC3B=aC2+akC3C2+arC3C2

（3分）

VC2=0

aC2=0

（2分）

VC3B=0

ω3=0

akC3C2=0

（3分）

(b)

答：

（2分）

（2分）

VC2=VB+VC2B=VC3+Vc2C3

（2分）

ω3=ω2=0

（1分）

aB+anC2B+atC2B=aC3+akC2C3+arC2C3

（3分）

(c)

答：

（2分）

VB3=VB2+VB3B2

（2分）

VC=VB3+VCB3

（2分）

（1分）

a

n

B3+a

t

B3=aB2+akB3B2+arB3B2

（3分）

试判断在图示的两机构中．B点足否都存在哥氏加速度？又在何位置哥氏加速度为零?怍出相应的机构位置图。并思考下列问题。

(1)什么条件下存在氏加速度?

(2)根椐上一条．请检查一下所有哥氏加速度为零的位置是否已全部找出。

(3)图

(a)中，akB2B3==2ω2vB2B3对吗?为什么。

解

1)图

(a)存在哥氏加速度，图

(b)不存在。

(2)由于akB2B3==2ω2vB2B3故ω3，vB2B3中只要有一项为零，则哥氏加速度为零。图

(a)中B点到达最高和最低点时构件1，3．4重合，此时vB2B3=0，当构件1与构件3相互垂直．即\_f=；点到达最左及最右位置时ω2=ω3=0．故在此四个位置无哥氏加速度。图

(b)中无论在什么位置都有ω2=ω3=0，故该机构在任何位置哥矢加速度都为零。

(3)对。因为ω3≡ω2。

3-14

在图示的摇块机构中，已知lAB=30mm，lAC=100mm，lBD=50

mm,lDE=40

mm，曲柄以等角速度ωl=40rad／S回转，试用图解法求机构在φ1=45º位置时，点D及E的速度和加速度，以及构件2的角速度和角加速度。

解

(1)以μl作机构运动简图

(a)所示。

(2)速度分析：

以C为重合点，有

vC2

=

vB

+

vC2B

=

vC3

+

vC2C3

大小

?ω1lAB

?

’

方向

?

┴AB

┴BC

//BC

以μl作速度多边形图

(b)，再根据速度影像原理，作△bde∽／△BDE求得d及e，由图可得

vD=μvpd=0．23

m／s

vE=μvpe=0.173m/s

ω2=μvbc2/lBC=2

rad/s(顺时针)

(3)加速度分析：

以C为重合点，有

aC2

==

aB

+

anC2B

+

atC2B

==

aC3

+

akC2C3

+

arC2C3

大小

ω12lAB

ω22lBC

?

2ω3vC2C3

?

方向

B—A

C—B

┴BC

┴BC

//BC

其中anC2B=ω22lBC=0.49

m／s2，akC2C3=2ω3vC2C3=0.7m／s2，以μa作加速度多边形如图

(c)所示，由图可得

aD=μap`d`=0.6

4m/S2

aE=μap`e`=2.8m/s2

α2=atC2B/lBC=μan`2C`2/lBC=8.36rad/s2(顺时针)

i

l5

在图（a）示的机构中，已知lAE=70

mm,；lAB=40mm，lEF=60mm,lDE==35

mm,lCD=75mm,lBC=50mm．原动件以等角速度ω1=10rad/s回转．试以图解法求机构在φ1=50。位置时．点C的速度Vc和加速度a

c

解：

1）速度分析：以F为重合点．有

vF4=vF5=vF1+vF5F1

以μl作速度多边形图如图(b)得，f4(f5)点，再利用速度影像求得b及d点

根据vC=vB+vCB=vD+vCD　继续作速度图，矢量pc就代表了vC

2）加速度分析：根据

a

F4=

an

F4+

a

tF4=

a

F1+

ak

F5F1+

ar

F5F1

以μa作加速度多边形图

(c)，得f`4(f`5)点，再利用加速度影像求得b`及d’点。

根据

aC=aB+anCB+atCB=aD+anCD+atCD

继续作图，则矢量p`

c`就代表了aC．则求得

vC=μvpc=0.69

m／s

aC=μapc=3m／s2

3-16

在图示凸轮机构中，已知凸轮1以等角速度ω1=10

rad／s转动，凸轮为一偏心圆，其半径R=25

mm，lAB=15mm．lAD=50

mm，φ1=90º，试用图解法求构件2的角速度ω2与角加速度α2。

提示：可先将机构进行高副低代，然后对其替代机构进行运动分析。

解

(1)以μl作机构运动简图如图

(a)所示。

(2)速度分析：先将机构进行高副低代，其替代机构如图

(a)所示，并以B为重合点。有

VB2

=

vB4

+

vB2B4

大小

?

ω1

lAB

?

方向

┴

BD

┴

AB

//|CD

以μv=0.005

rn／s2作速度多边形图如图

(b)，由图可得

ω2=vB2／lBD=μvpb2(μlBD)=2.333

rad／s(逆时针)

(3)加速度分析：

aB2

=

anB2

+

atB2

=

aB4

+

akB2B4

+

arB2B4

大小

ω22lBD

?

ω12lAB

2ω4vB2B4

?

方向

B-D

┴

BD

B-A

┴

CD

//CD

其中anB2=ω22lBD

=0.286

m/s2，akB2B4

=0.746

m／s2．作图

(c)得

α=

atB2

/lBD=μan`2b`2/lBD=9.143

rad／s2：(顺时针)

3-18

在图（a)所示的牛头刨机构中．lAB=200

mnl，lCD=960

mm，lDE=160

mm,设曲柄以等角速度ω1=5

rad／s．逆时针方向回转．试以图解法求机构在φ1=135º位置时．刨头点的速度vC。

解

1）以μl作机构运动简图．如图

(a)。

2）利用瞬心多边形图

(b)依次定出瞬心P36,P13.P15

vC=vP15=ω1AP15μl=1.24

m/S

图示齿轮一连杆组合机构中，MM为固定齿条，齿轮3的直径为齿轮4的2倍．设已知原动件1以等角速度ω1顺时针方向回转，试以图解法求机构在图示位置时E点的速度vE以及齿轮3，4的速度影像。

解：(1)以μl作机构运动简图如(a)所示。

(2)速度分斫：

此齿轮连杆机构可看作，ABCD受DCEF两个机构串联而成，则可写出：

vC=vB+vCB

vE=vC+vEC

以μv作速度多边形如图

(b)所示．由图得

vE=μvpe

m/S

取齿轮3与齿轮4的啮合点为k，根据速度影像原理，作△dck∽△DCK求得k点。然后分别以c，e为圆心，以ck．ek为半径作圆得圆g3和圆g4。圆g3代表齿轮3的速度影像，圆g4代表齿轮4的速度影像。

3-21

图示为一汽车雨刷机构。其构件l绕固定轴心A转动，齿条2与构件1在B点处铰接，并与绕固定轴心D转动的齿轮3啮合(滚子5用来保征两者始终啮合)，固连于轮3上的雨刷3’作往复摆动。设机构的尺寸为lAB=18

mm,轮3的分度圆半径r3=12

mm，原动件1以等角速度ω=l

rad/s顺时针回转，试以图解法确定雨刷的摆程角和图示位置时雨刷的角速度和角加速度。

解：

(1)以μl作机构运动简图

(a)。

在图作出齿条2与齿轮3啮合摆动时占据的两个极限位置C’，C”可知摆程角φ如图所示：

(2)速度分析：

将构件6扩大到B点，以B为重合点，有

vB6

=

vB2

+

vB6B2

大小

?

ω1lAB

?

方向

┴BD

┴AB

∥BC

vB2=ωllAB=

0.01

m／s

以μv作速度多边形图

(b)，有

ω2=ω6=vB6/lBD=μvpb6/μlBD=0.059rad/s(逆时针)

vB2B6=μvb2b6=0.018

rn／s

(3)加速度分析：

aB5

=

anB6

+

atB6

=

anB2

+

akB6B2

+

arB6B2

大小

ω26lBD

?

ω12lAB

2ω2vB6B2

?

方向

B-D

┴BD

B-A

┴BC

∥BC

其中，anB2=ω12lAB=0.08m/s2，anB6=ω62lBD=0.000

8m／s2，akB2B6=2ω6vB2B6=0.00217m／s2．以μa作速度多边形图

(c)。有

α6=atB6/lBD=μa

b6``r`/lBD=1,71

rad／s2(顺时针)

3-22图示为一缝纫机针头及其挑线器机构，设已知机构的尺寸lAB=32mm，lBC=100

mm，lBE=28mm，lFG=90mm，原动件1以等角速度ω1=5

rad/

s逆时针方向回转．试用图解法求机构在图示位置时缝纫机针头和挑线器摆杆FG上点G的速度及加速度。

解：

（1）以μl作机构运动简图如图

(a)所示。

(2)速度分析：

vC2

=

vB2

+

vC2B2

大小

?

ωlAB

?

方向

//AC

┴AB

┴BC

以μv作速度多边形图如图(b)，再根据速度影像原理；作△b2c2e2∽△BCE求得e2，即e1。由图得

ω2=vC2B2/lBC=μac2b2/lBC=0.44

rad／s(逆时针)

以E为重合点

vE5=vE4+vE5E4

大小

?

√

?

方向

┴EF

√

//EF

继续作图求得vE5，再根据速度影像原理，求得

vG=μvpg=0.077

m/

s

ω5=μvpg／lFG=0.86

rad／s(逆时针)

vE5E4=μve5e4=0.165

rn／s

(3)加速度分析：

aC2

=

anB2

+

anC2B2

+

atC2B2

大小

?

ω12lAB

ω22lBC

?

方向

//AC

B-A

C-B

┴BC

其中anB2=ω12lAB

=0.8

m／s2

anC2B2

=ωanC2B2=0.02

m／S2

以μa=0,01(rn／s2)／mm作加速度多边形图(c)，再利用加速度影像求得e`2。然后利用重合点E建立方程

anE5十atE5=aE4+akE5E4+arE5E4

继续作图。则矢量p`d5就代表了aE5。再利用加速度影像求得g’。

aG=μap`g`=0.53

m／S2

第3章

3—1

何谓速度瞬心?相对瞬心与绝对瞬心有何异同点?

答：参考教材30~31页。

3—2

何谓三心定理?何种情况下的瞬心需用三心定理来确定?

答：参考教材31页。

3-3试求图示各机构在图示位置时全部瞬心的位置(用符号P，直接标注在图上)

(a)

(b)

答：

答：

（10分）

(d)

（10分）

3-4标出图示的齿轮一连杆组合机构中所有瞬心，并用瞬心法求齿轮1与齿轮3的传动比ω1/ω3。

（2分）

答：1)瞬新的数目：

K=N(N-1)/2=6(6-1)/2=15

2)为求ω1/ω3需求3个瞬心P16、P36、P13的位置

3）

ω1/ω3=

P36P13/P16P13=DK/AK

由构件1、3在K点的速度方向相同，可知ω3与ω1同向。

3-6在图示的四杆机构中，LAB=60mm，LCD=90mm,LAD=LBC=120mm,ω2=10rad/s,试用瞬心法求：

1)当φ=165°时，点的速度vc；

2)当φ=165°时，构件3的BC线上速度最小的一点E的位置及速度的大小；

3)当VC=0时，φ角之值(有两个解)。

解：1）以选定的比例尺μ机械运动简图（图b）

2）（3分）

（3分）

求vc定出瞬心p12的位置（图b）

因p13为构件3的绝对瞬心，则有

ω3=vB/lBp13=ω2lAB/μl.Bp13=10×0.06/0.003×78=2.56(rad/s)

vc=μc

p13ω3=0.003×52×2.56=0.4(m/s)

3)定出构件3的BC线上速度最小的点E的位置,因BC线上速度最小的点必与p13点的距离最近，故丛p13引BC线的垂线交于点E，由图可得

vE=μl.p13Eω3=0.003×46.5×2.56=0.357(m/s)

4)定出vc=0时机构的两个位置（图c）量出

φ1=26.4°

φ2=226.6°

3-8机构中，设已知构件的尺寸及点B的速度vB(即速度矢量pb)，试作出

各机构在图示位置时的速度多边形。

答：

（10分）

（b）

答：

答：

3—11

速度多边形和加速度多边彤有哪些特性?试标出图中的方向。

答

速度多边形和加速度多边形特性参见下图，各速度方向在图中用箭头标出。

3-12在图示的机构中，设已知构件的尺寸及原动件1的角速度ω1

(顺时针)，试用图解法求机构在图示位置时C点的速度和加速度。

(a)

答：

（1分）（1分）

Vc3=VB+VC3B=VC2+VC3C2

（2分）

aC3=aB+anC3B+atC3B=aC2+akC3C2+arC3C2

（3分）

VC2=0

aC2=0

（2分）

VC3B=0

ω3=0

akC3C2=0

（3分）

(b)

答：

（2分）

（2分）

VC2=VB+VC2B=VC3+Vc2C3

（2分）

ω3=ω2=0

（1分）

aB+anC2B+atC2B=aC3+akC2C3+arC2C3

（3分）

(c)

答：

（2分）

VB3=VB2+VB3B2

（2分）

VC=VB3+VCB3

（2分）

（1分）

a

n

B3+a

t

B3=aB2+akB3B2+arB3B2

（3分）

试判断在图示的两机构中．B点足否都存在哥氏加速度？又在何位置哥氏加速度为零?怍出相应的机构位置图。并思考下列问题。

(1)什么条件下存在氏加速度?

(2)根椐上一条．请检查一下所有哥氏加速度为零的位置是否已全部找出。

(3)图

(a)中，akB2B3==2ω2vB2B3对吗?为什么。

解

1)图

(a)存在哥氏加速度，图

(b)不存在。

(2)由于akB2B3==2ω2vB2B3故ω3，vB2B3中只要有一项为零，则哥氏加速度为零。图

(a)中B点到达最高和最低点时构件1，3．4重合，此时vB2B3=0，当构件1与构件3相互垂直．即\_f=；点到达最左及最右位置时ω2=ω3=0．故在此四个位置无哥氏加速度。图

(b)中无论在什么位置都有ω2=ω3=0，故该机构在任何位置哥矢加速度都为零。

(3)对。因为ω3≡ω2。

3-14

在图示的摇块机构中，已知lAB=30mm，lAC=100mm，lBD=50

mm,lDE=40

mm，曲柄以等角速度ωl=40rad／S回转，试用图解法求机构在φ1=45º位置时，点D及E的速度和加速度，以及构件2的角速度和角加速度。

解

(1)以μl作机构运动简图

(a)所示。

(2)速度分析：

以C为重合点，有

vC2

=

vB

+

vC2B

=

vC3

+

vC2C3

大小

?ω1lAB

?

’

方向

?

┴AB

┴BC

//BC

以μl作速度多边形图

(b)，再根据速度影像原理，作△bde∽／△BDE求得d及e，由图可得

vD=μvpd=0．23

m／s

vE=μvpe=0.173m/s

ω2=μvbc2/lBC=2

rad/s(顺时针)

(3)加速度分析：

以C为重合点，有

aC2

==

aB

+

anC2B

+

atC2B

==

aC3

+

akC2C3

+

arC2C3

大小

ω12lAB

ω22lBC

?

2ω3vC2C3

?

方向

B—A

C—B

┴BC

┴BC

//BC

其中anC2B=ω22lBC=0.49

m／s2，akC2C3=2ω3vC2C3=0.7m／s2，以μa作加速度多边形如图

(c)所示，由图可得

aD=μap`d`=0.6

4m/S2

aE=μap`e`=2.8m/s2

α2=atC2B/lBC=μan`2C`2/lBC=8.36rad/s2(顺时针)

i

l5

在图（a）示的机构中，已知lAE=70

mm,；lAB=40mm，lEF=60mm,lDE==35

mm,lCD=75mm,lBC=50mm．原动件以等角速度ω1=10rad/s回转．试以图解法求机构在φ1=50。位置时．点C的速度Vc和加速度a

c

解：

1）速度分析：以F为重合点．有

vF4=vF5=vF1+vF5F1

以μl作速度多边形图如图(b)得，f4(f5)点，再利用速度影像求得b及d点

根据vC=vB+vCB=vD+vCD　继续作速度图，矢量pc就代表了vC

2）加速度分析：根据

a

F4=

an

F4+

a

tF4=

a

F1+

ak

F5F1+

ar

F5F1

以μa作加速度多边形图

(c)，得f`4(f`5)点，再利用加速度影像求得b`及d’点。

根据

aC=aB+anCB+atCB=aD+anCD+atCD

继续作图，则矢量p`

c`就代表了aC．则求得

vC=μvpc=0.69

m／s

aC=μapc=3m／s2

3-16

在图示凸轮机构中，已知凸轮1以等角速度ω1=10

rad／s转动，凸轮为一偏心圆，其半径R=25

mm，lAB=15mm．lAD=50

mm，φ1=90º，试用图解法求构件2的角速度ω2与角加速度α2。

提示：可先将机构进行高副低代，然后对其替代机构进行运动分析。

解

(1)以μl作机构运动简图如图

(a)所示。

(2)速度分析：先将机构进行高副低代，其替代机构如图

(a)所示，并以B为重合点。有

VB2

=

vB4

+

vB2B4

大小

?

ω1

lAB

?

方向

┴

BD

┴

AB

//|CD

以μv=0.005

rn／s2作速度多边形图如图

(b)，由图可得

ω2=vB2／lBD=μvpb2(μlBD)=2.333

rad／s(逆时针)

(3)加速度分析：

aB2

=

anB2

+

atB2

=

aB4

+

akB2B4

+

arB2B4

大小

ω22lBD

?

ω12lAB

2ω4vB2B4

?

方向

B-D

┴

BD

B-A

┴

CD

//CD

其中anB2=ω22lBD

=0.286

m/s2，akB2B4

=0.746

m／s2．作图

(c)得

α=

atB2

/lBD=μan`2b`2/lBD=9.143

rad／s2：(顺时针)

3-18

在图（a)所示的牛头刨机构中．lAB=200

mnl，lCD=960

mm，lDE=160

mm,设曲柄以等角速度ω1=5

rad／s．逆时针方向回转．试以图解法求机构在φ1=135º位置时．刨头点的速度vC。

解

1）以μl作机构运动简图．如图

(a)。

2）利用瞬心多边形图

(b)依次定出瞬心P36,P13.P15

vC=vP15=ω1AP15μl=1.24

m/S

图示齿轮一连杆组合机构中，MM为固定齿条，齿轮3的直径为齿轮4的2倍．设已知原动件1以等角速度ω1顺时针方向回转，试以图解法求机构在图示位置时E点的速度vE以及齿轮3，4的速度影像。

解：(1)以μl作机构运动简图如(a)所示。

(2)速度分斫：

此齿轮连杆机构可看作，ABCD受DCEF两个机构串联而成，则可写出：

vC=vB+vCB

vE=vC+vEC

以μv作速度多边形如图

(b)所示．由图得

vE=μvpe

m/S

取齿轮3与齿轮4的啮合点为k，根据速度影像原理，作△dck∽△DCK求得k点。然后分别以c，e为圆心，以ck．ek为半径作圆得圆g3和圆g4。圆g3代表齿轮3的速度影像，圆g4代表齿轮4的速度影像。

3-21

图示为一汽车雨刷机构。其构件l绕固定轴心A转动，齿条2与构件1在B点处铰接，并与绕固定轴心D转动的齿轮3啮合(滚子5用来保征两者始终啮合)，固连于轮3上的雨刷3’作往复摆动。设机构的尺寸为lAB=18

mm,轮3的分度圆半径r3=12

mm，原动件1以等角速度ω=l

rad/s顺时针回转，试以图解法确定雨刷的摆程角和图示位置时雨刷的角速度和角加速度。

解：

(1)以μl作机构运动简图

(a)。

在图作出齿条2与齿轮3啮合摆动时占据的两个极限位置C’，C”可知摆程角φ如图所示：

(2)速度分析：

将构件6扩大到B点，以B为重合点，有

vB6

=

vB2

+

vB6B2

大小

?

ω1lAB

?

方向

┴BD

┴AB

∥BC

vB2=ωllAB=

0.01

m／s

以μv作速度多边形图

(b)，有

ω2=ω6=vB6/lBD=μvpb6/μlBD=0.059rad/s(逆时针)

vB2B6=μvb2b6=0.018

rn／s

(3)加速度分析：

aB5

=

anB6

+

atB6

=

anB2

+

akB6B2

+

arB6B2

大小

ω26lBD

?

ω12lAB

2ω2vB6B2

?

方向

B-D

┴BD

B-A

┴BC

∥BC

其中，anB2=ω12lAB=0.08m/s2，anB6=ω62lBD=0.000

8m／s2，akB2B6=2ω6vB2B6=0.00217m／s2．以μa作速度多边形图

(c)。有

α6=atB6/lBD=μa

b6``r`/lBD=1,71

rad／s2(顺时针)

3-22图示为一缝纫机针头及其挑线器机构，设已知机构的尺寸lAB=32mm，lBC=100

mm，lBE=28mm，lFG=90mm，原动件1以等角速度ω1=5

rad/

s逆时针方向回转．试用图解法求机构在图示位置时缝纫机针头和挑线器摆杆FG上点G的速度及加速度。

解：

（1）以μl作机构运动简图如图

(a)所示。

(2)速度分析：

vC2

=

vB2

+

vC2B2

大小

?

ωlAB

?

方向

//AC

┴AB

┴BC

以μv作速度多边形图如图(b)，再根据速度影像原理；作△b2c2e2∽△BCE求得e2，即e1。由图得

ω2=vC2B2/lBC=μac2b2/lBC=0.44

rad／s(逆时针)

以E为重合点

vE5=vE4+vE5E4

大小

?

√

?

方向

┴EF

√

//EF

继续作图求得vE5，再根据速度影像原理，求得

vG=μvpg=0.077

m/

s

ω5=μvpg／lFG=0.86

rad／s(逆时针)

vE5E4=μve5e4=0.165

rn／s

(3)加速度分析：

aC2

=

anB2

+

anC2B2

+

atC2B2

大小

?

ω12lAB

ω22lBC

?

方向

//AC

B-A

C-B

┴BC

其中anB2=ω12lAB

=0.8

m／s2

anC2B2

=ωanC2B2=0.02

m／S2

以μa=0,01(rn／s2)／mm作加速度多边形图(c)，再利用加速度影像求得e`2。然后利用重合点E建立方程

anE5十atE5=aE4+akE5E4+arE5E4

继续作图。则矢量p`d5就代表了aE5。再利用加速度影像求得g’。

aG=μap`g`=0.53

m／S2

本DOCX文档由 www.zciku.com/中词库网 生成，海量范文文档任你选，，为你的工作锦上添花,祝你一臂之力！