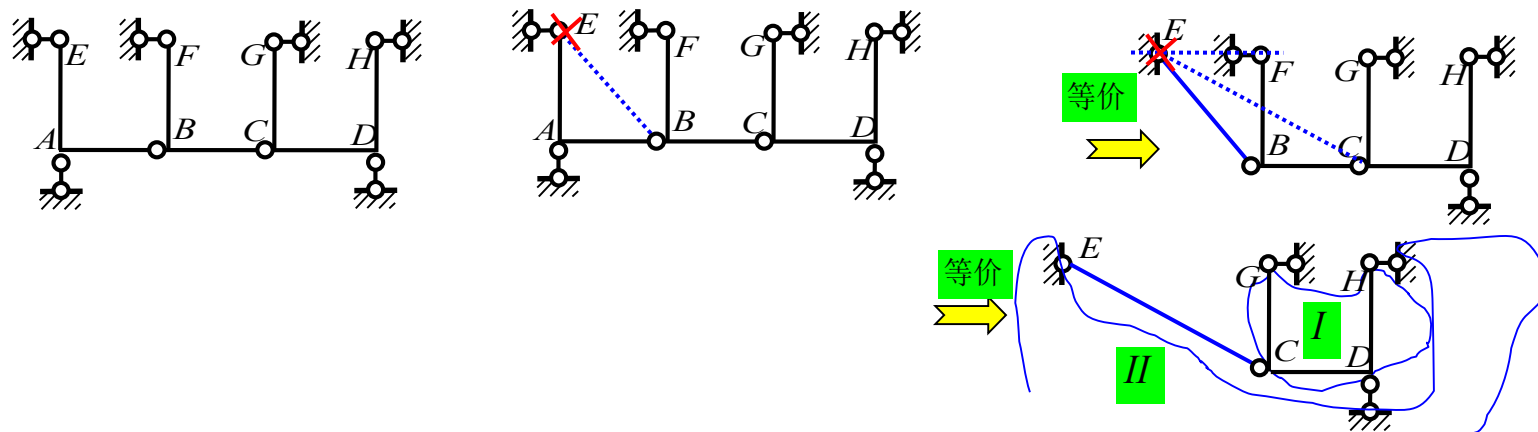
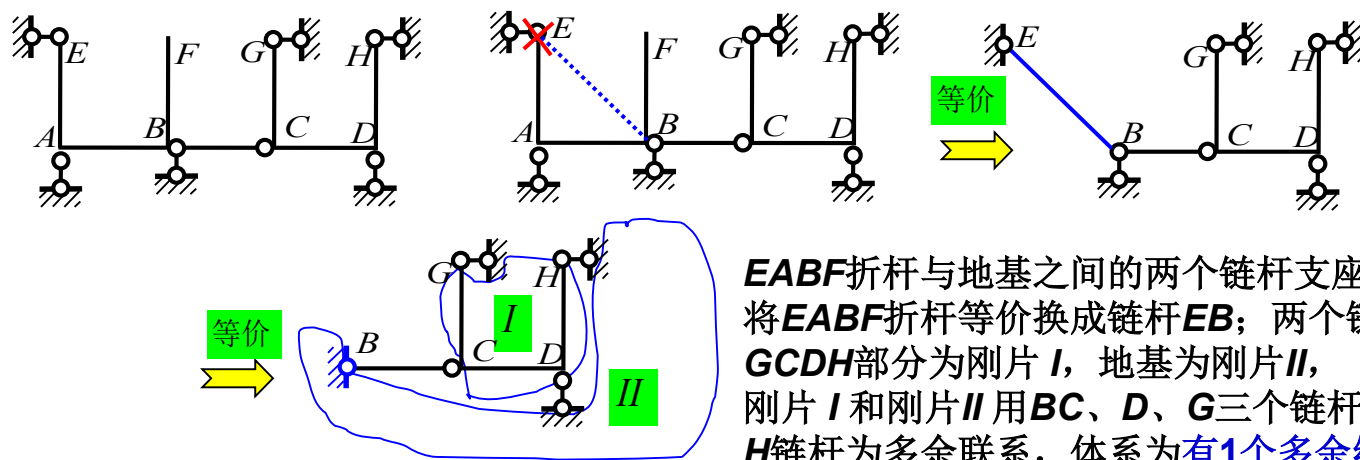


【例题1】分析体系几何组成。(11-8)



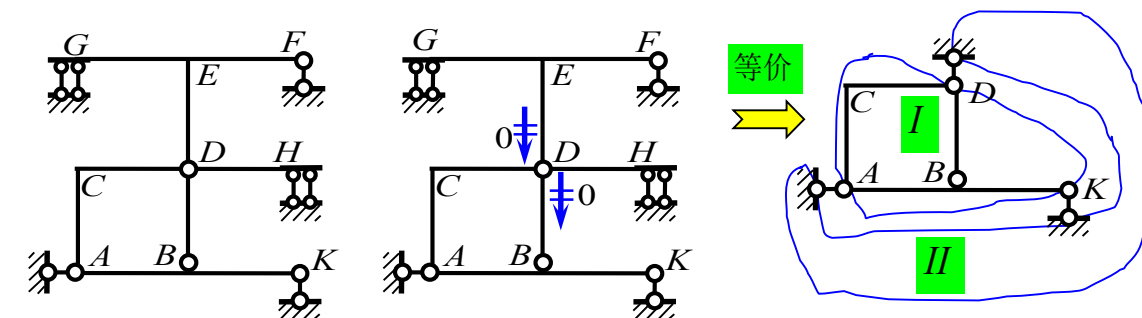
EAB 折杆与地基之间的两个链杆支座 E 、 A 等价为虚铰 E ，将 EAB 折杆等价换成链杆 EB ； FBC 折杆与地基之间的两个链杆 EB 、 F 等价为虚铰 F ，将 FBC 折杆等价换成链杆 FC ； $GCDH$ 部分为刚片 I ，地基为刚片 II ，刚片 I 和刚片 II 用 EC 、 CD 、 DH 三个链杆相连接已满足二刚片规则， H 链杆为多余联系，体系为有1个多余约束的几何不变体系。体系为1次超静定结构。

【例题2】分析体系几何组成。(11-10)



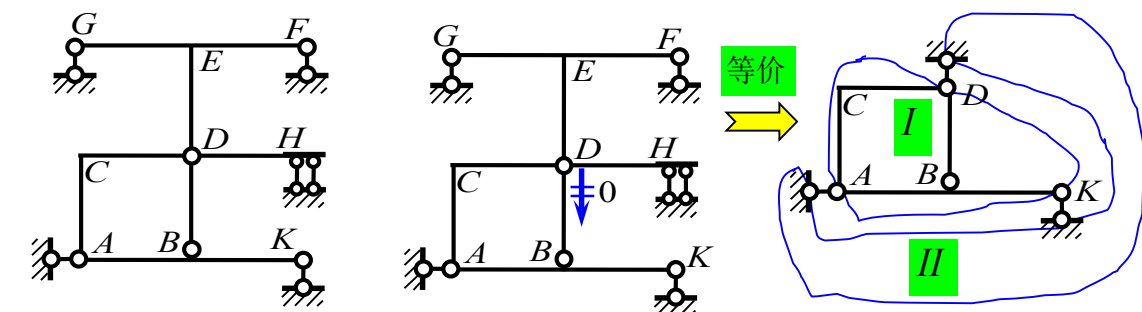
$EABF$ 折杆与地基之间的两个链杆支座 E 、 A 等价为虚铰 E ，将 $EABF$ 折杆等价换成链杆 EB ；两个链杆 EB 、 B 等价为虚铰 B ； $GCDH$ 部分为刚片 I ，地基为刚片 II ，刚片 I 和刚片 II 用 BC 、 CD 、 DH 三个链杆相连接已满足二刚片规则， H 链杆为多余联系，体系为有1个多余约束的几何不变体系。体系为1次超静定结构。

【例题3】分析体系几何组成。（11-23）



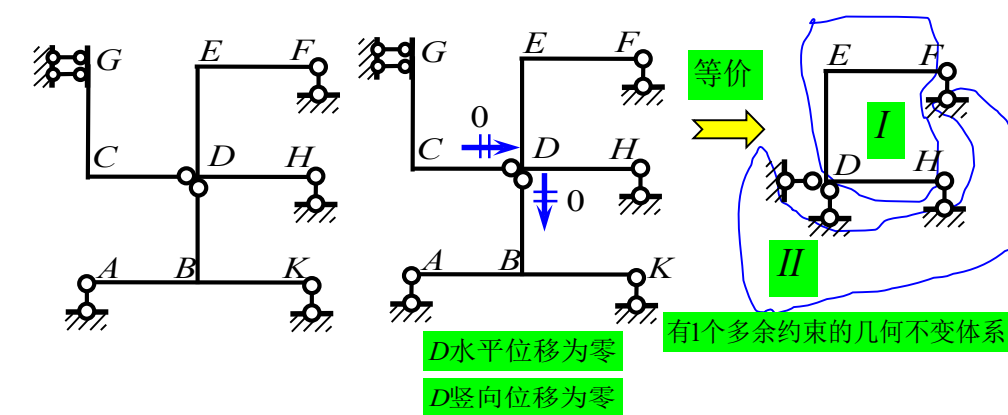
DH杆或DEGF只能水平移动，D点竖向位移为零；
DH杆或DEGF等价于竖向链杆支座；
ABDC部分为刚片I，地基为刚片II，刚片I和刚片II满足二刚片规则，
DEGF部分有两个多余约束，
原体系为有2个多余约束的几何不变体系。
原体系为2次超静定结构。

【例题4】分析体系几何组成。（11-24）



DH杆或DEGF部分只能水平移动，D点竖向位移为零；
等价于竖向链杆支座D；
ABDC部分为刚片I，地基为刚片II，刚片I和刚片II满足二刚片规则，
DEGF部分有1个多余约束，
原体系为有1个多余约束的几何不变体系。
原体系为1次超静定结构。

【例题5】分析体系几何组成。（11-25）

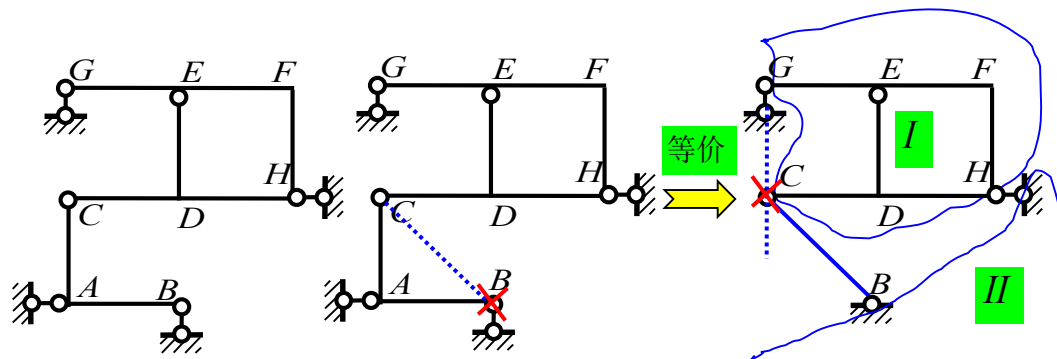


GCD部分只能竖向移动，D点水平位移为零；
GCD部分的等价于D点水平链杆支座；
ABKD部分只能水平移动，D点竖向位移为零；
ABKD部分的等价于D点竖向链杆支座；
EFDH部分为刚片I，地基为刚片II，刚片I和刚片II用D、H三个链杆已满足二刚片规则，
F为多余约束，
原体系为有1个多余约束的几何不变体系。
原体系为1次超静定结构。

D水平位移为零
 D竖向位移为零

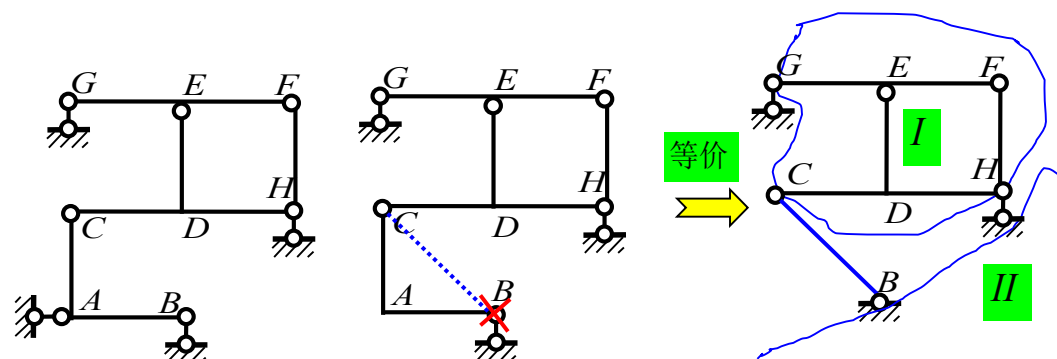
有1个多余约束的几何不变体系

【例题6】分析体系几何组成。(11-26)



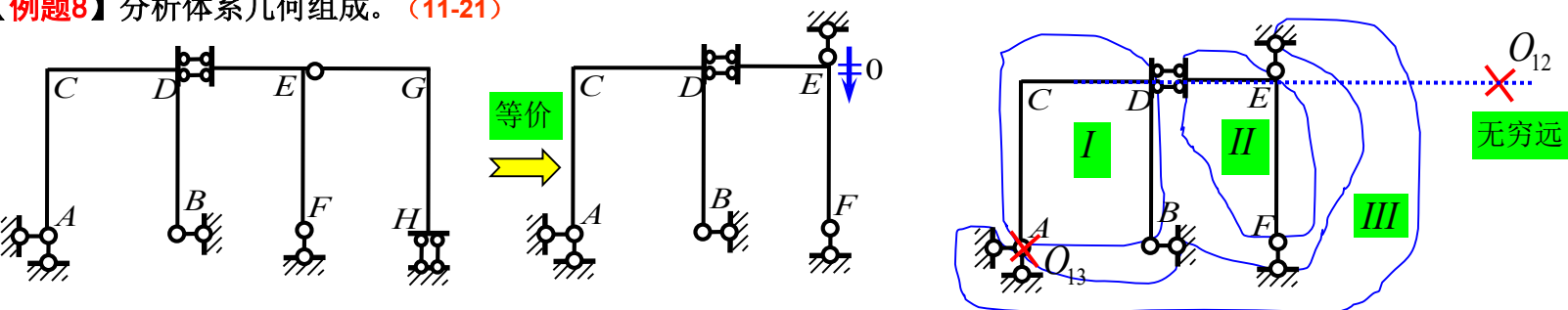
CAB折杆等价换成CB链杆；
GEFCDH部分为刚片I，地基为刚片II，
 刚片I和刚片II用交于一点C的三个链杆相连，
 不满足二刚片规则，原体系为**瞬变体系**。
GEFCDH部分内部有1个多余约束，
 不影响几何组成结果。

【例题7】分析体系几何组成。(11-27)



CAB折杆等价换成CB链杆；
GEF和CDEH由一铰和一个链杆相连，
 满足二刚片规则构成一个刚片I；
 地基为刚片II，
 刚片I和刚片II用三个链杆相连，
 满足二刚片规则，
 原体系为**无多余约束的几何不变体系**。

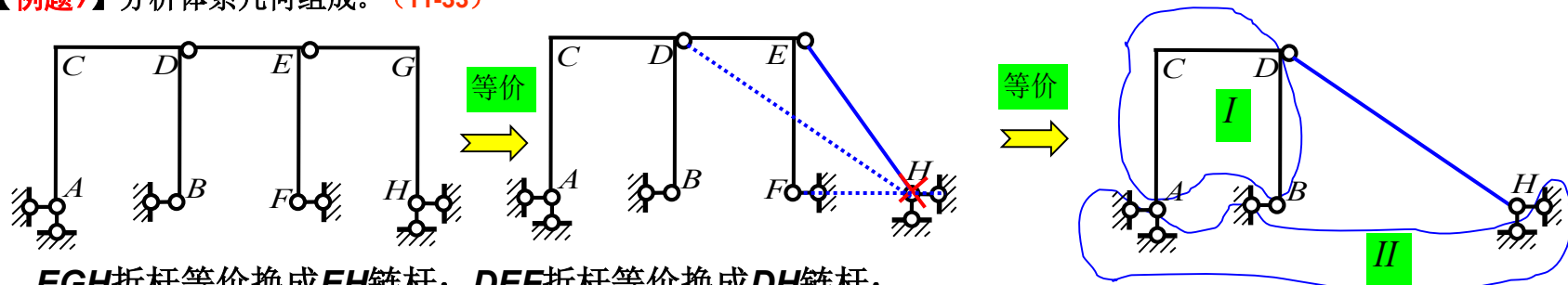
【例题8】分析体系几何组成。(11-21)



EGH折杆只能水平移动，E点竖向位移为零；EGH等价于E点竖向链杆支座；
ADCB部分为刚片I，BDEF部分为刚片II，地基为刚片III，刚片I和刚片III虚铰在A，
 刚片I和刚片II虚铰在 O_{12} ，刚片II和刚片III少一个联系没有虚铰，不满足三刚片规则，
 原体系为**瞬变体系**。（E、F两个链杆共线只相当1个约束）。

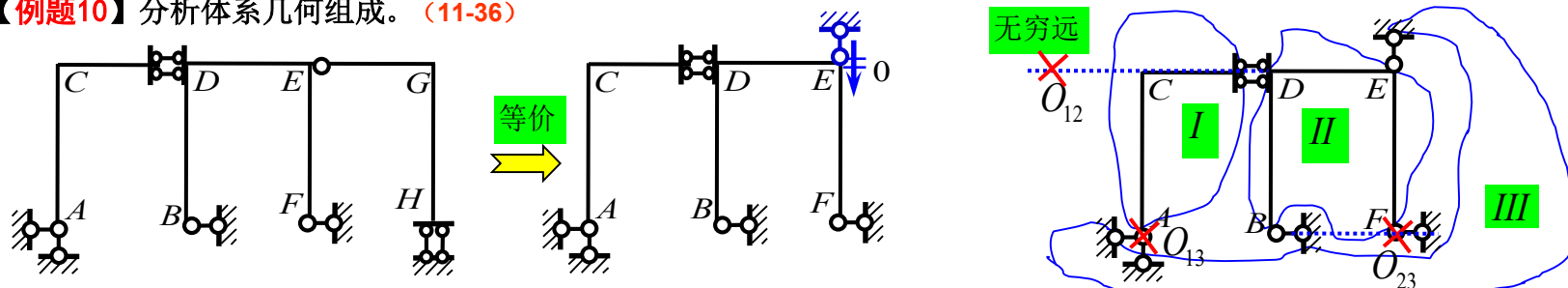


【例题9】分析体系几何组成。(11-33)



EGH折杆等价换成**EH**链杆；**DEF**折杆等价换成**DH**链杆；
ABCD部分为刚片**I**，地基为刚片**II**，刚片**I**和刚片**II**用铰**A**和链杆**DH**已满足二刚片规则，
B链杆为1个多余约束，原体系为有1个多余约束的几何不变体系。

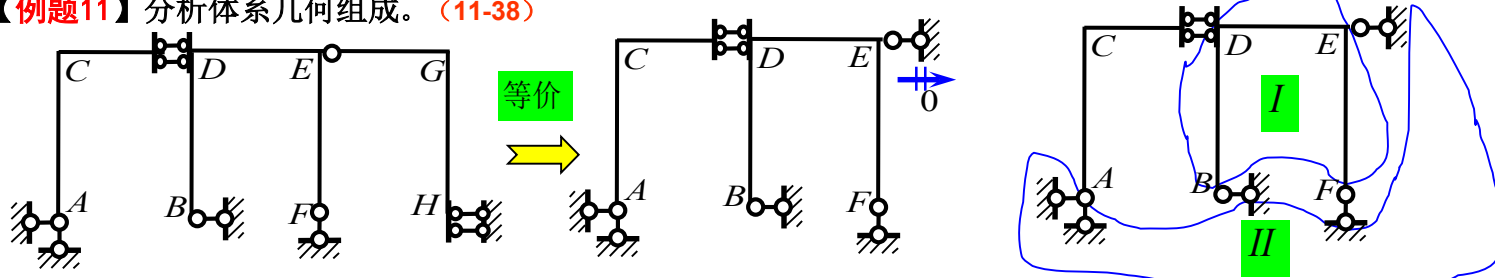
【例题10】分析体系几何组成。(11-36)



EGH杆件只有水平位移，**E**铰竖向位移为零，**EGH**杆件等价于竖向链杆支座**E**；
ACD为刚片**I**，**BDEF**为刚片**II**，地基为刚片**III**；三个刚片用**O13**、**O23**、**O12**三个铰(虚铰)共线不构成三角形，
 不满足三刚片规则，原体系为瞬变体系。

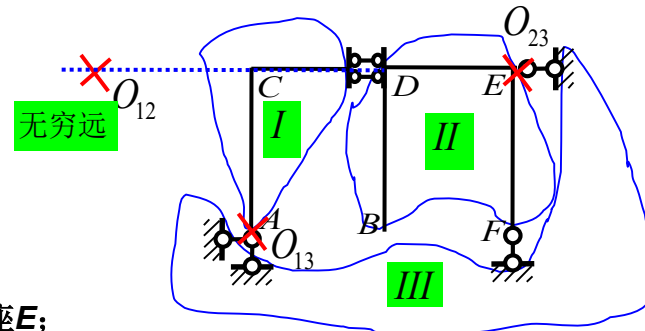
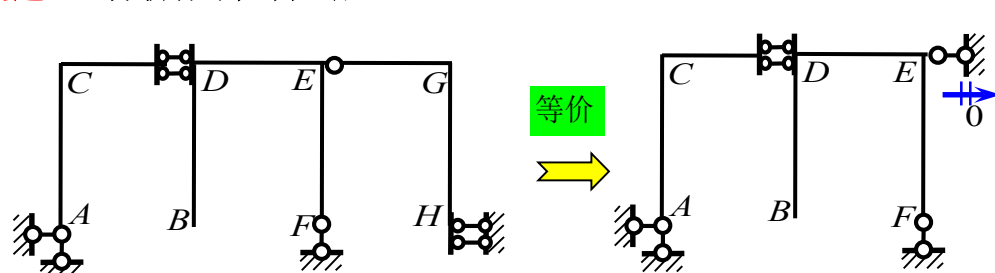
注：**B**链杆不减少自由度。

【例题11】分析体系几何组成。(11-38)



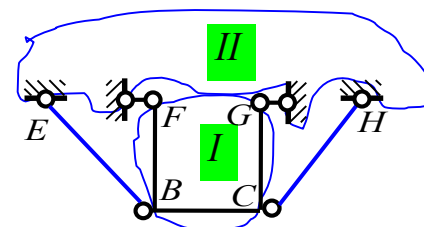
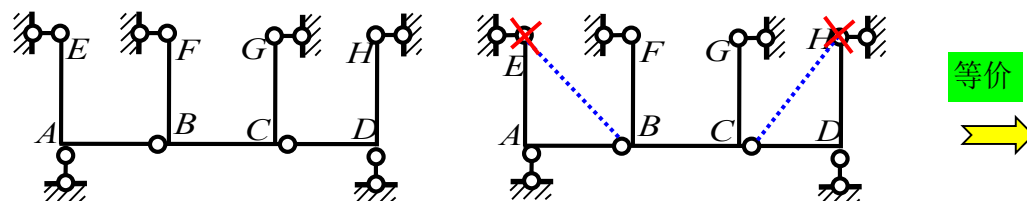
EGH杆只能竖向移动，**E**点水平位移为零；**EGH**杆等价于水平链杆支座**E**；
BDEF部分为刚片**I**，地基为刚片**II**，两个刚片之间用**B**、**E**、**F**三个链杆相连已满足二刚片规则，
ACD链杆为1个多余联系，原体系为有1个多余约束的几何不变体系。

【例题12】分析体系几何组成。(11-39)



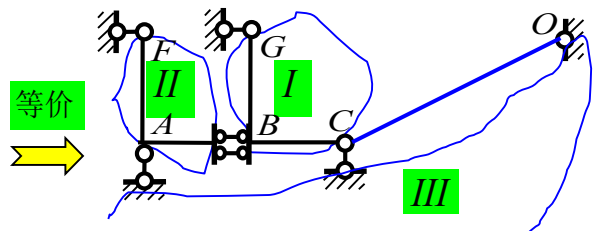
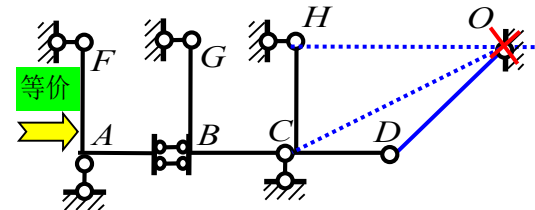
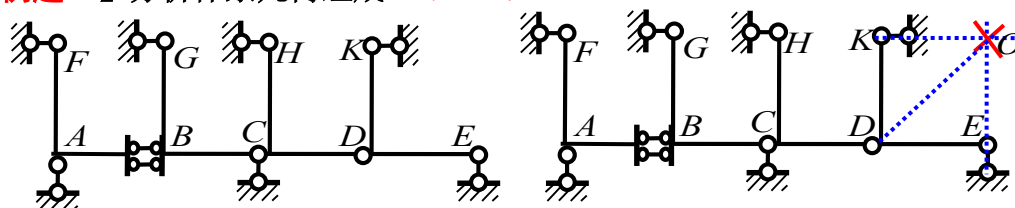
EGH杆只能竖向移动，**E**点水平位移为零；**EGH**杆等价为水平链杆支座**E**；
ACD部分为刚片**I**，**BDEF**部分为刚片**II**，地基为刚片**III**，
三个铰构成三角形满足三刚片规则，原体系为**无多余约束的几何不变体系**。

【例题13】分析体系几何组成。(11-42)



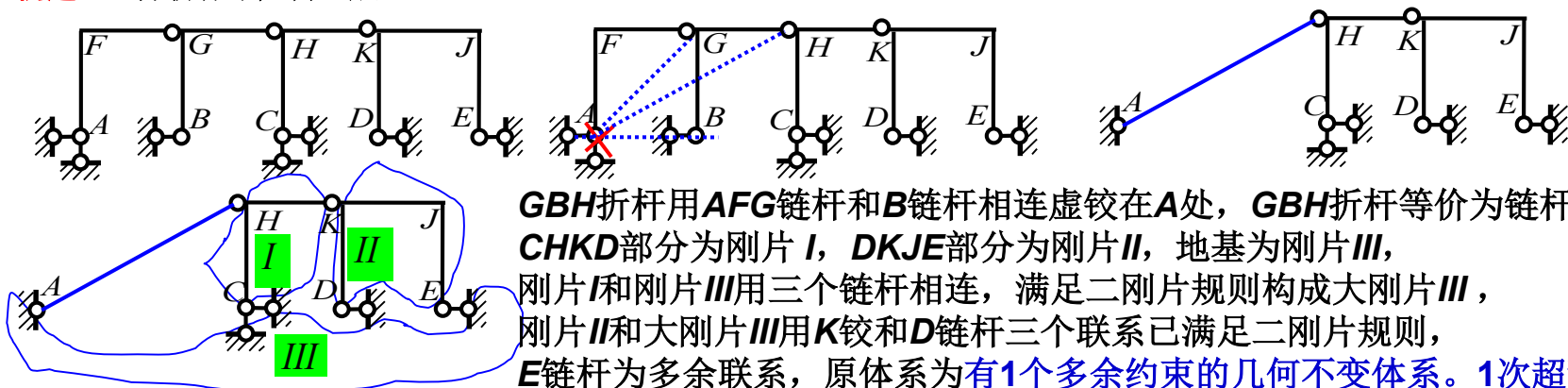
EAB折杆等价为链杆**EB**；**CDH**折杆等价为链杆**CH**；
BFGC部分为刚片**I**，地基为刚片**II**，刚片**I**和刚片**II**用**E**、**F**、**H**三个链杆相连满足二刚片规则，
G链杆为多余联系，原体系为有**1个多余约束的几何不变体系**。**1次超静定结构**。

【例题14】分析体系几何组成。(11-43)



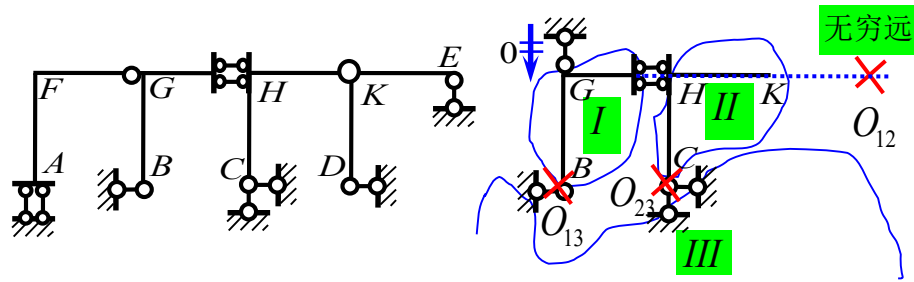
KDE折杆等价为链杆**DO**；**HCDO**折杆等价为链杆**CO**；
BGC部分为刚片**I**，**FAB**部分为刚片**II**，地基为刚片**III**，
刚片**I**和刚片**III**用三个链杆相连满足二刚片规则构成大刚片，
刚片**II**和大刚片用三个链杆已满足二刚片规则有**1个多余联系**，
原体系为有**1个多余约束的几何不变体系**。**1次超静定结构**。

【例题15】分析体系几何组成。(11-44)



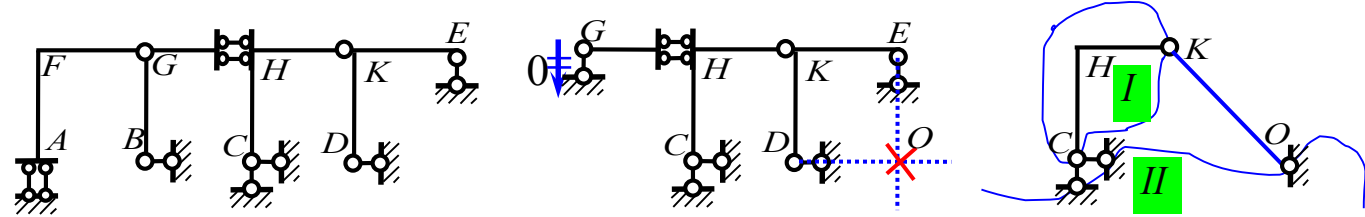
GBH折杆用**AFG**链杆和**B**链杆相连虚铰在**A**处，**GBH**折杆等价于链杆**AH**；
CHKD部分为刚片**I**，**DKJE**部分为刚片**II**，地基为刚片**III**，
 刚片**I**和刚片**III**用三个链杆相连，满足二刚片规则构成大刚片**III**，
 刚片**II**和大刚片**III**用**K**铰和**D**链杆三个联系已满足二刚片规则，
E链杆为多余联系，原体系为有**1个多余约束的几何不变体系**。**1次超静定结构**。

【例题16】分析体系几何组成。(11-48)



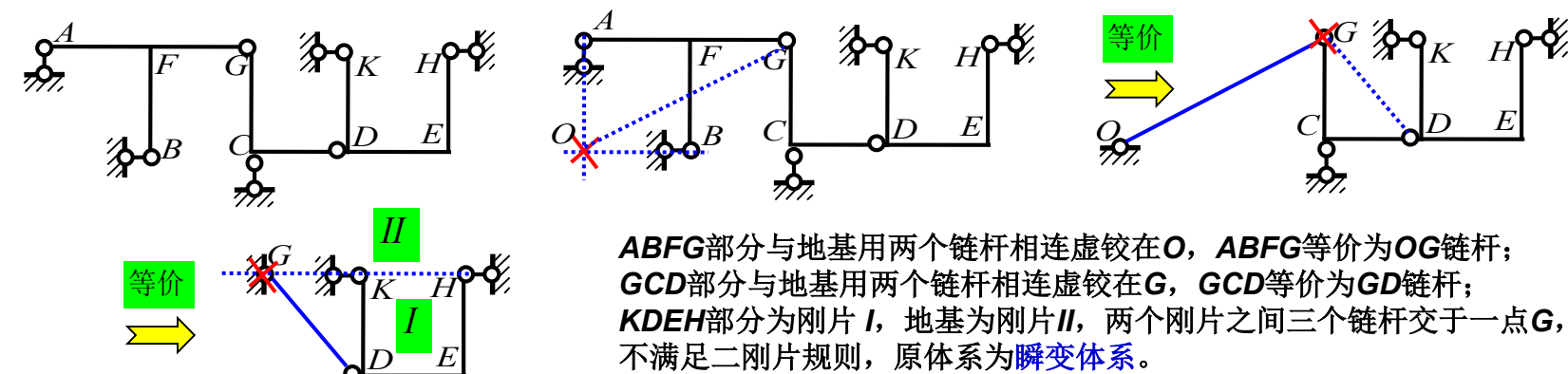
去二元体**KE**；去二元体**DK**；
AFG折杆只能水平移动，**G**点竖向位移为零；
AFG折杆等价于竖向链杆支座**G**；
BGH部分为刚片**I**，**CHK**部分为刚片**II**，地基为刚片**III**，
 三个虚铰共线不满足三刚片规则，原体系为**瞬变体系**。

【例题17】分析体系几何组成。(11-49)

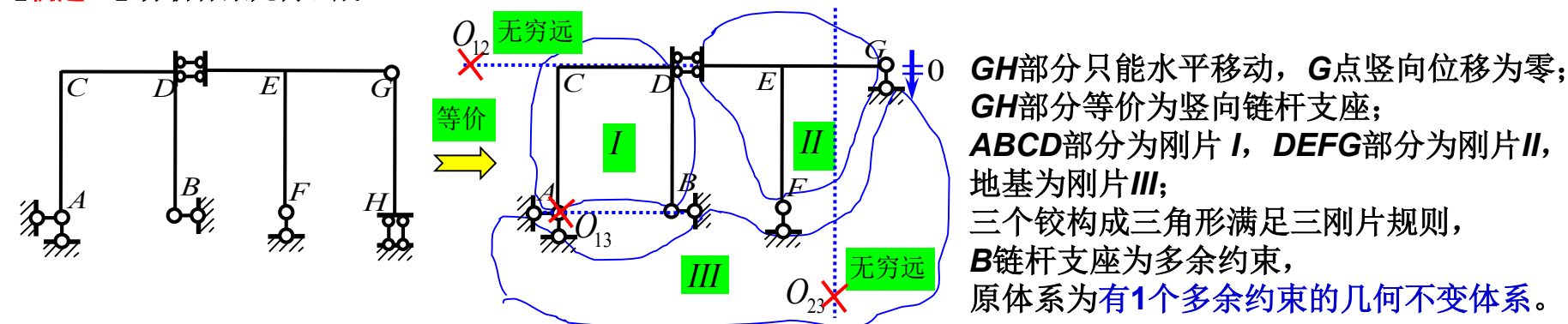


去二元体**BG**；**AFG**折杆只能水平移动，**G**点竖向位移为零；
AFG等价于竖向链杆支座**G**；**DKE**折杆用**D**和**E**链杆相连虚铰在**O**处，**DKE**折杆等价于链杆**KO**；
GH杆件与其他部分满足二刚片规则可以去掉；
CHK部分为刚片**I**，地基为刚片**II**，刚片**I**和刚片**II**用三个链杆相连满足二刚片规则，
 原体系为**无多余约束的几何不变体系**。

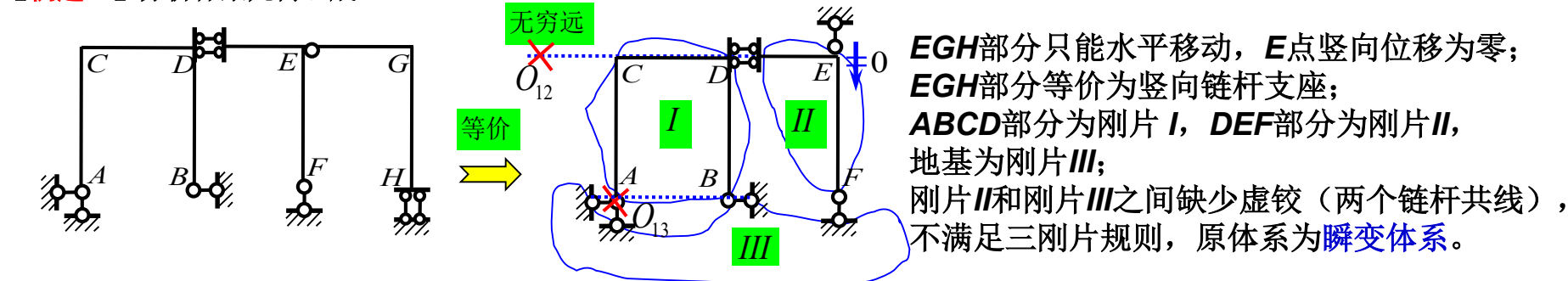
【例题18】分析体系几何组成。(11-58)



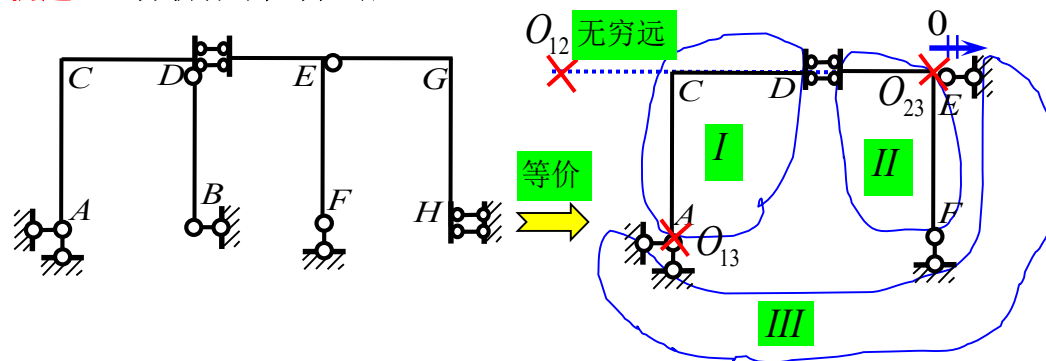
【例题19】分析体系几何组成。(11-59)



【例题20】分析体系几何组成。(11-60)

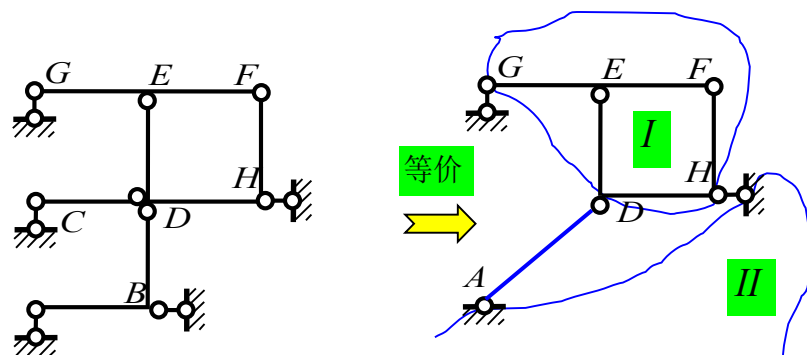


【例题21】分析体系几何组成。(11-61)



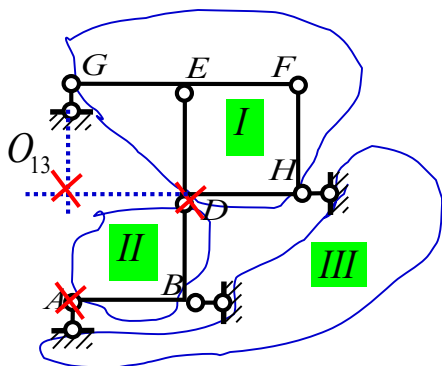
去二元体 DB ； EGH 只能竖向移动， E 点水平位移为零； EGH 等价为水平链杆支座； ACD 部分为刚片 I ， DEF 部分为刚片 II ，地基为刚片 III ；三个铰（或虚铰）构成三角形满足三刚片规则，原体系为无多余约束的几何不变体系。

【例题22-1】分析体系几何组成。(11-63)



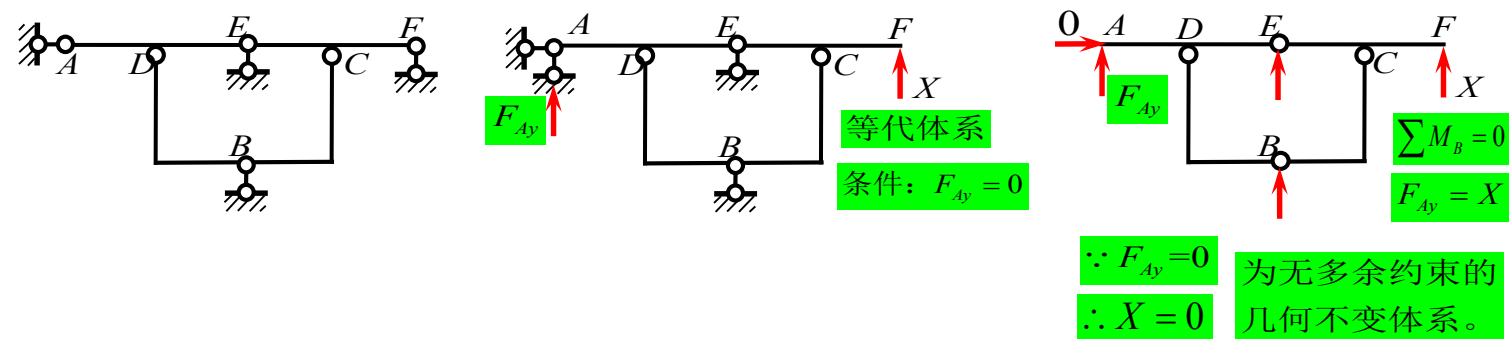
去二元体 CD ； ABD 折杆与地基用两个链杆相连虚铰在 A ， ABD 折杆等价为 AD 链杆； $GEFDH$ 部分为刚片 I ，地基为刚片 II ，两个刚片用 AD 、 G 、 H 三个链杆相连满足二刚片规则，刚片 I 无多余约束，原体系为无多余约束的几何不变体系。为静定结构。

【例题22-2】第二种方法。



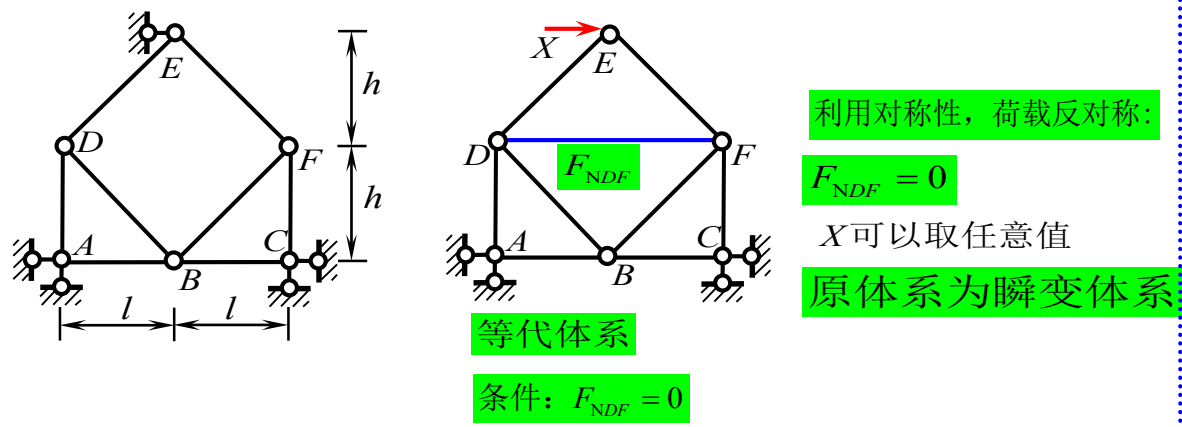
去二元体 CD ； $GEFDH$ 部分为刚片 I ， ABD 折杆为为刚片 II ；地基为刚片 III ，三个刚片用 A 、 D 、 O_{13} 三个铰相连满足三刚片规则，刚片 I 无多余约束，原体系为无多余约束的几何不变体系。为静定结构。

【例题23】分析体系几何组成。(11-64)

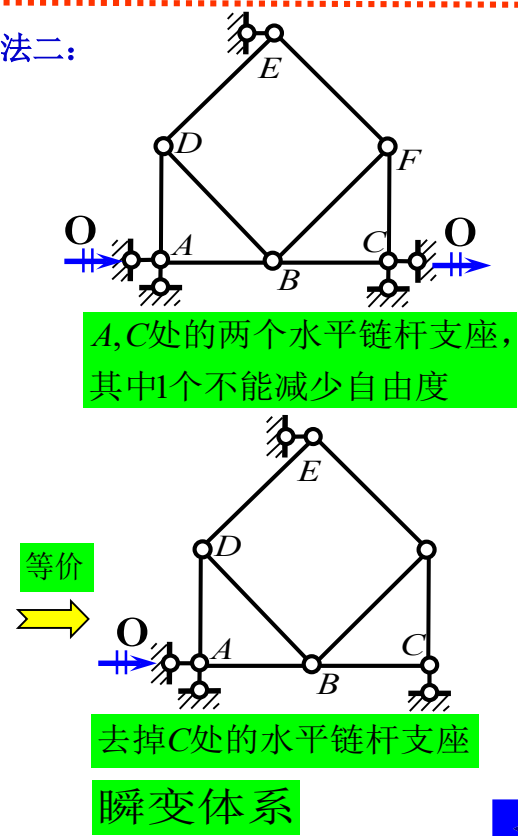


去掉F竖向链杆支座加上反力X，在A处加一个竖向链杆支座，A处竖向反力应该等于零。
取隔离体，求出A处竖向链杆反力，
根据等代体系的条件得X=0，体系为无多余约束的几何不变体系。体系为静定结构。

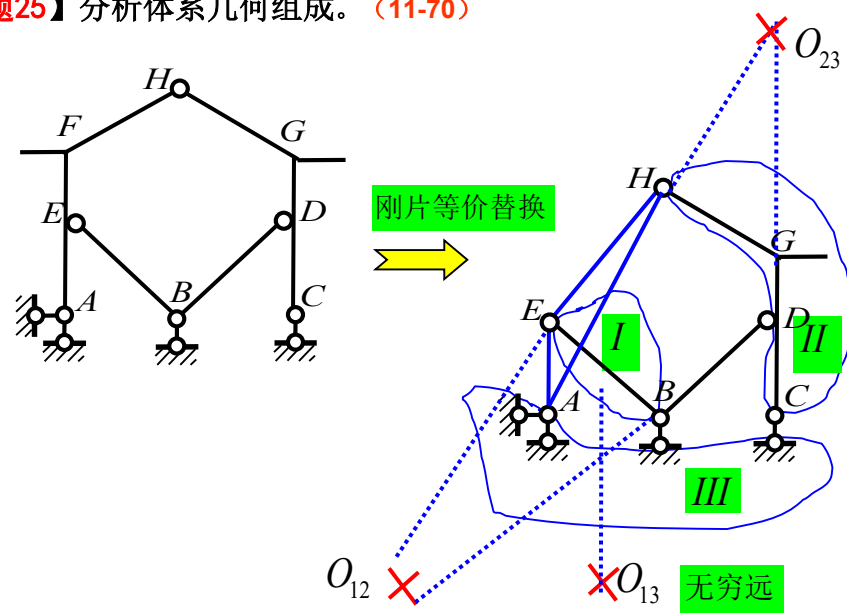
【例题24】分析体系几何组成。(11-67)



方法二：

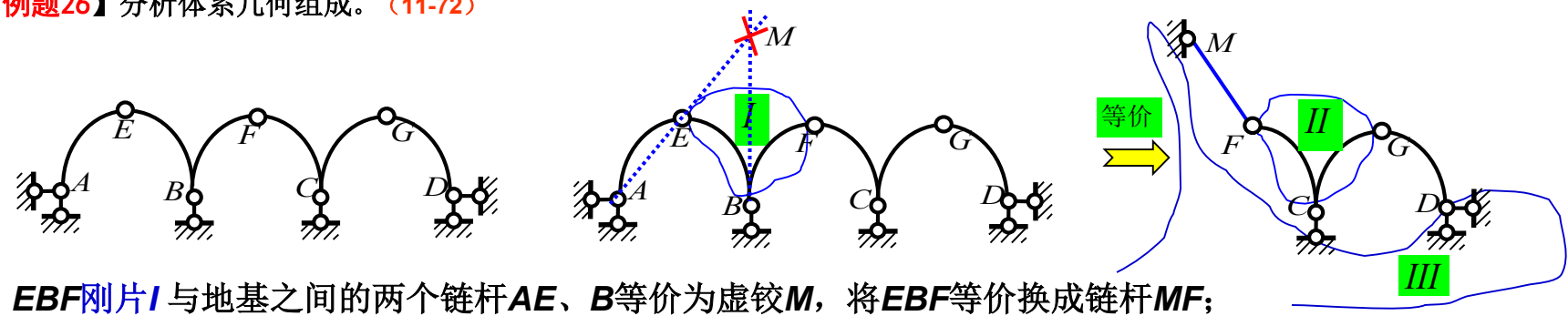


【例题25】分析体系几何组成。(11-70)



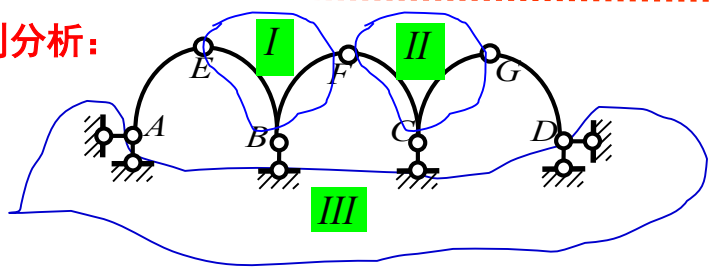
将AEFH刚片等价换成铰接三角形刚片AEH;
EB杆件为刚片I, HGDC部分为刚片II,
地基为刚片III, 用O23、O12、O13三个虚铰相连,
三个虚铰不共线构成三角形, 满足三刚片规则,
该体系为无多余约束的几何不变体系。

【例题26】分析体系几何组成。(11-72)

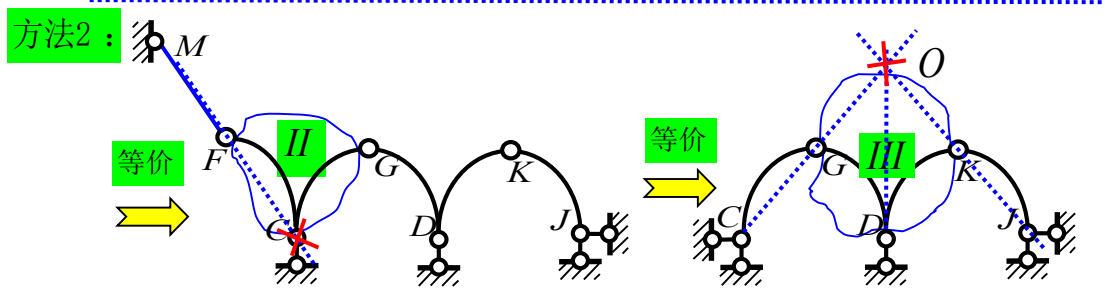
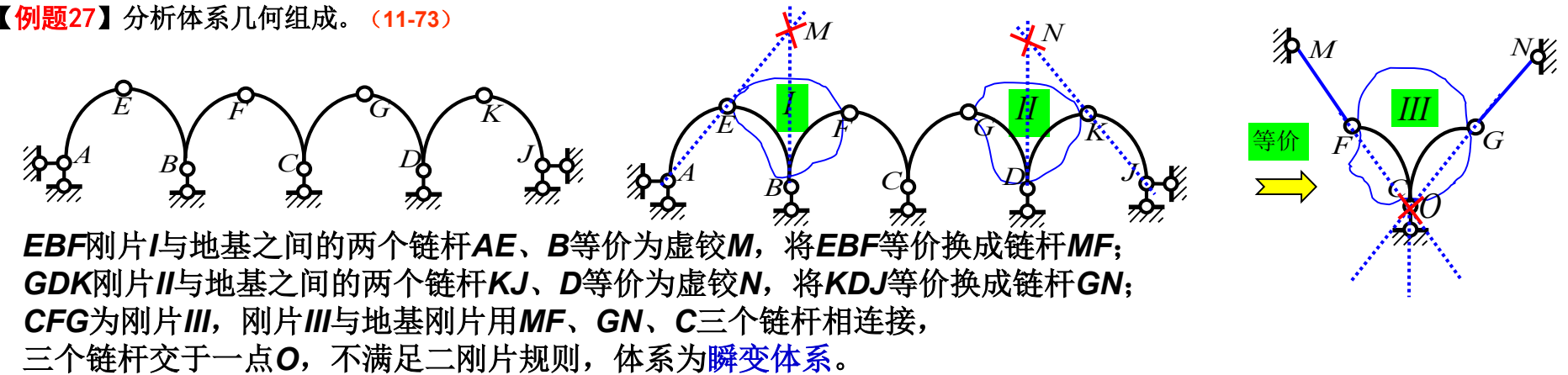


EBF刚片I与地基之间的两个链杆AE、B等价为虚铰M, 将EBF等价换成链杆MF;
CFG为刚片II, 刚片II与地基刚片III用MF、GD、C三个链杆相连接,
满足二刚片规则, 体系为无多余约束的几何不变体系。

利用三刚片规则分析:

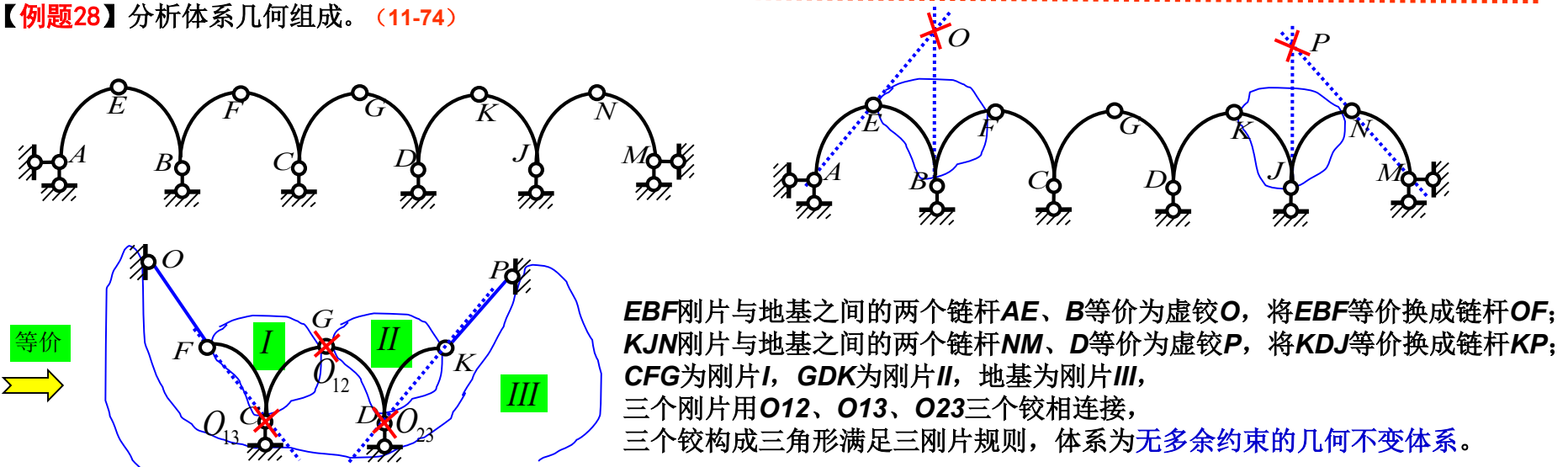


【例题27】分析体系几何组成。(11-73)

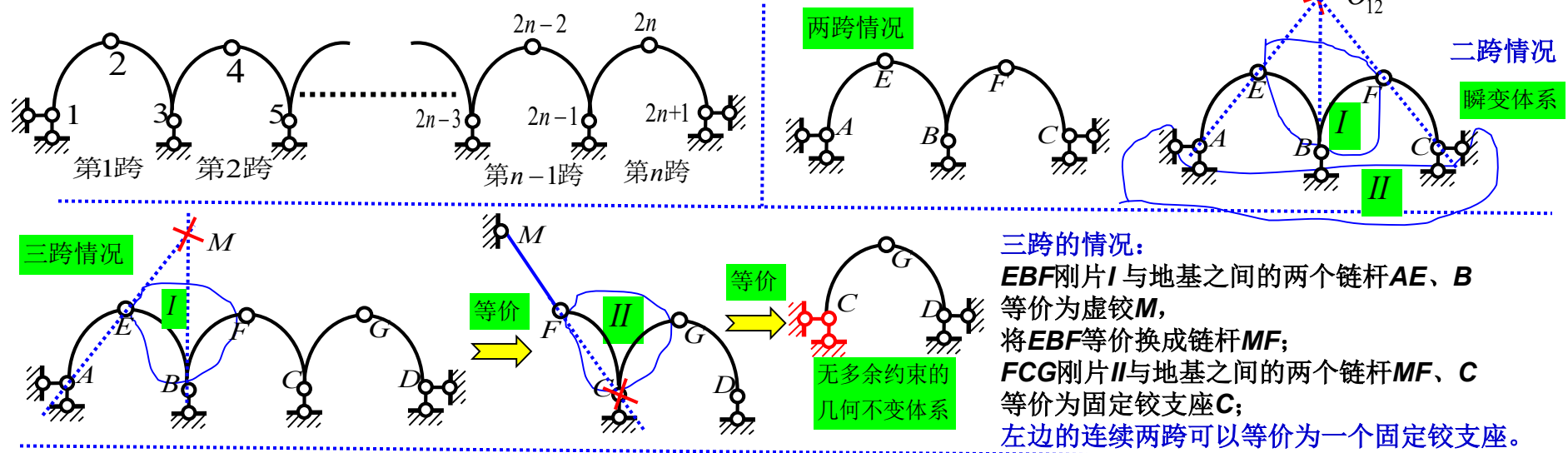


方法2：
EBF刚片I与地基之间的两个链杆AE、B，
等价于虚铰M，
将EBF等价换成链杆MF；
FCG刚片II与地基之间的两个链杆MF、C，
等价于固定铰支座C；
注：两跨可以等价为一个固定铰支座。

【例题28】分析体系几何组成。(11-74)



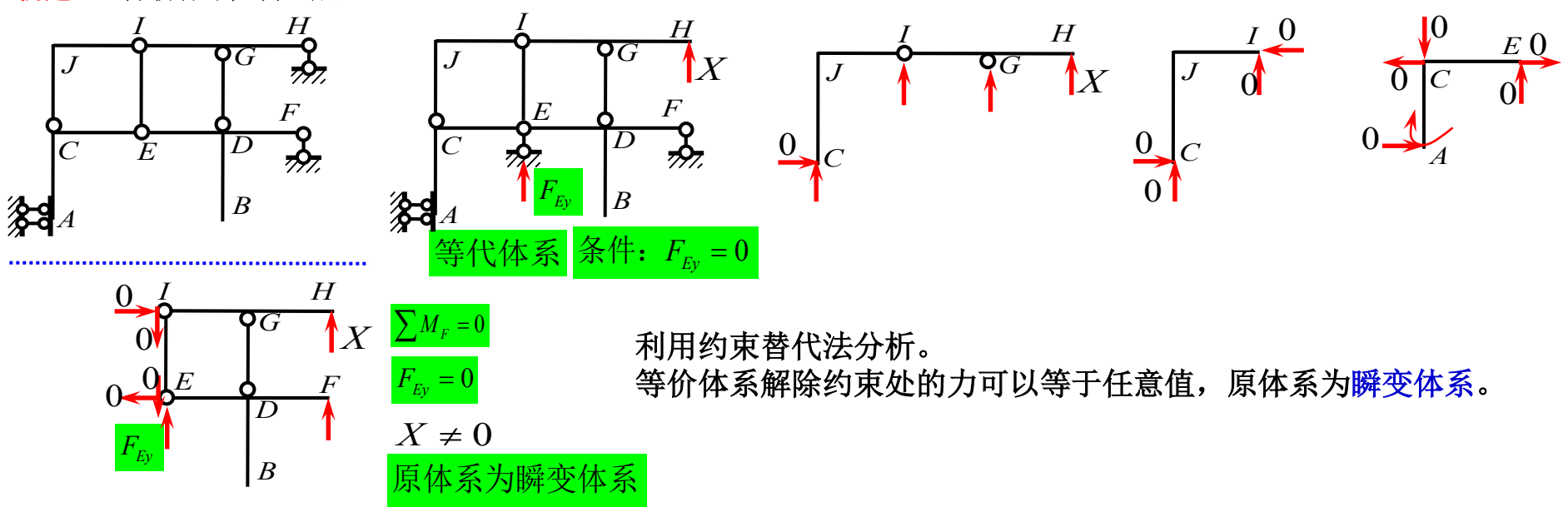
【例题29】分析体系几何组成。(11-75)



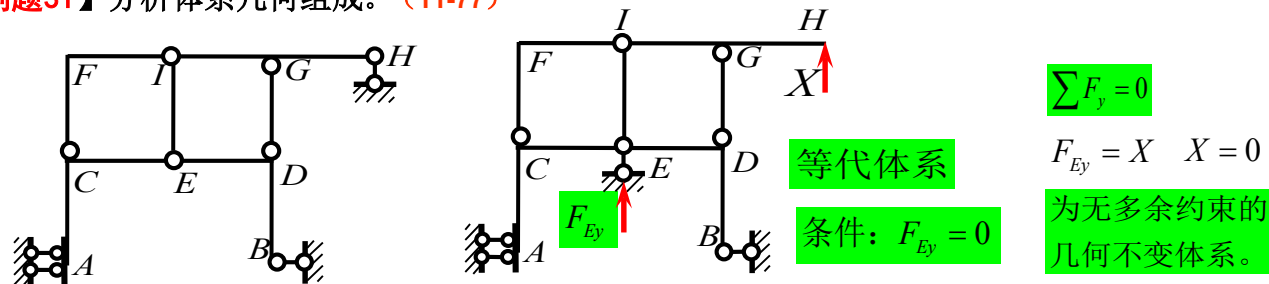
分析n跨情况：

当n为偶数时：从左侧依次两跨等价于固定铰支座，最后剩下两跨时，为瞬变体系。
当n为奇数时：从左侧依次两跨等价于固定铰支座，最后剩下一跨时，为无多余约束的几何不变体系。

【例题30】分析体系几何组成。(11-76)



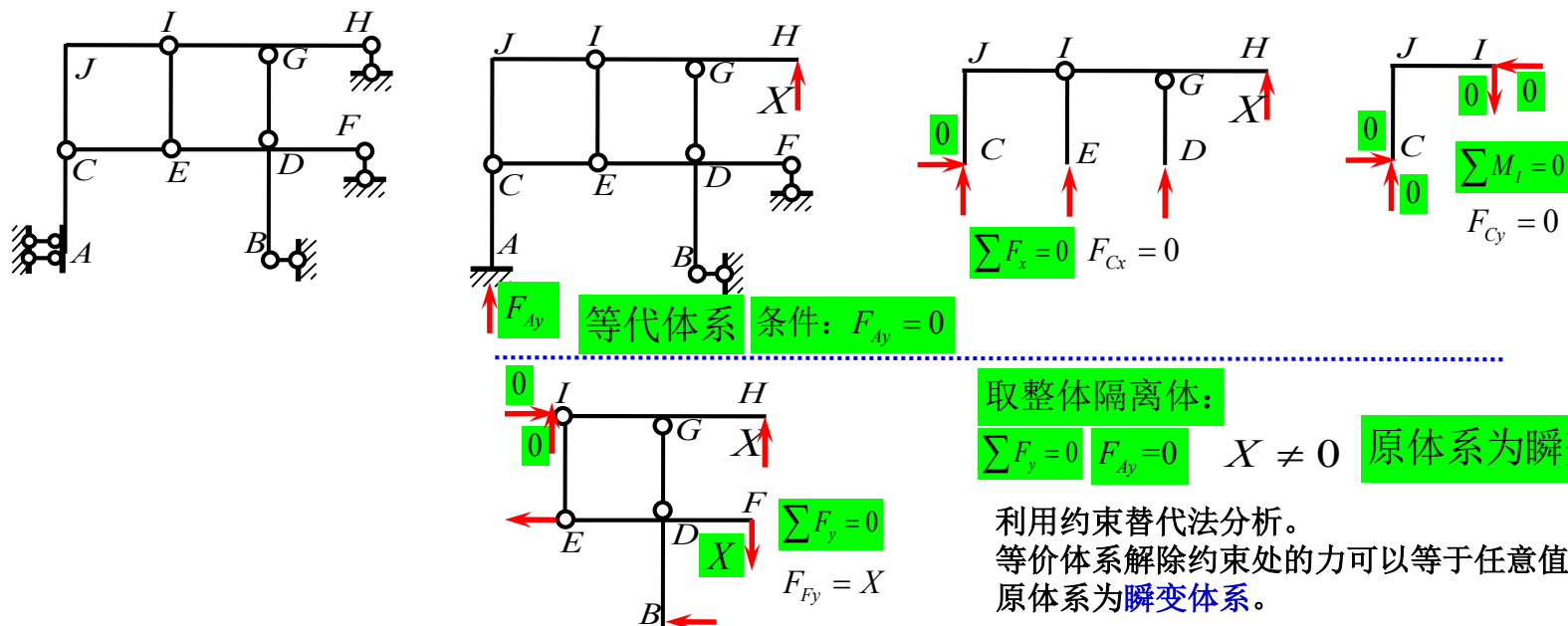
【例题31】分析体系几何组成。(11-77)



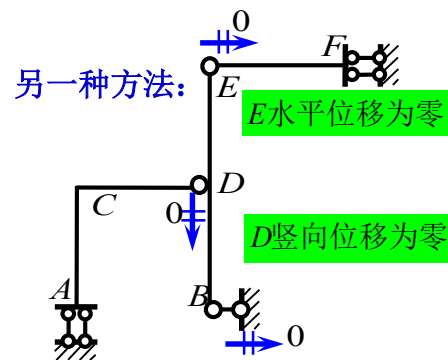
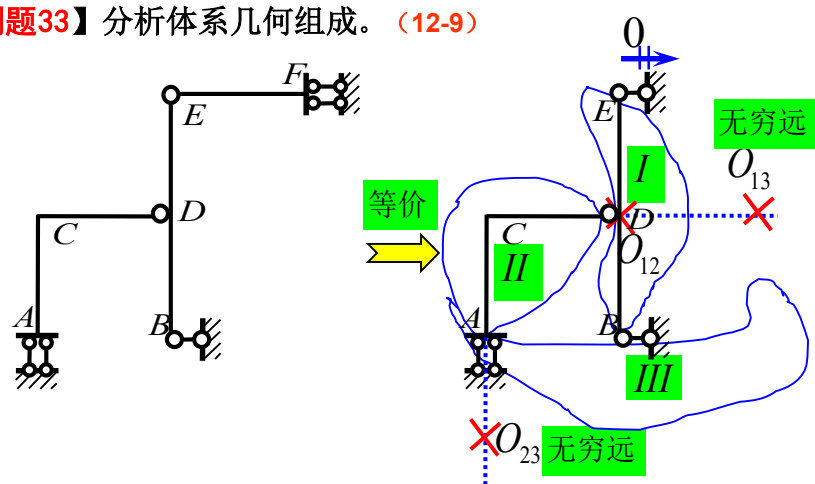
本题可以采用零载法分析几何组成。所谓零载法就是在没有荷载作用时进行内力计算。若内力为零，体系就是静定结构，也就是无多余约束的几何不变体系。内力可以不为零，体系为瞬变体系。先求出H链杆反力等于0，可以求出所有内力反力都等于零，体系为无多余约束的几何不变体系。

利用杆件（约束）替代法计算联系力，将原体系变成一个几何组成简单的等代体系，等代体系为基附型结构。去掉H链杆支座加上反力X，在E加一个竖向杆件支座，E竖向杆件支座反力应该等于零，从受力角度和原体系等价。取整体隔离体计算E处竖向支座反力，根据等代体系条件得X=0，原体系为无多余约束的几何不变体系。原体系为静定结构。

【例题32】分析体系几何组成。(11-78)



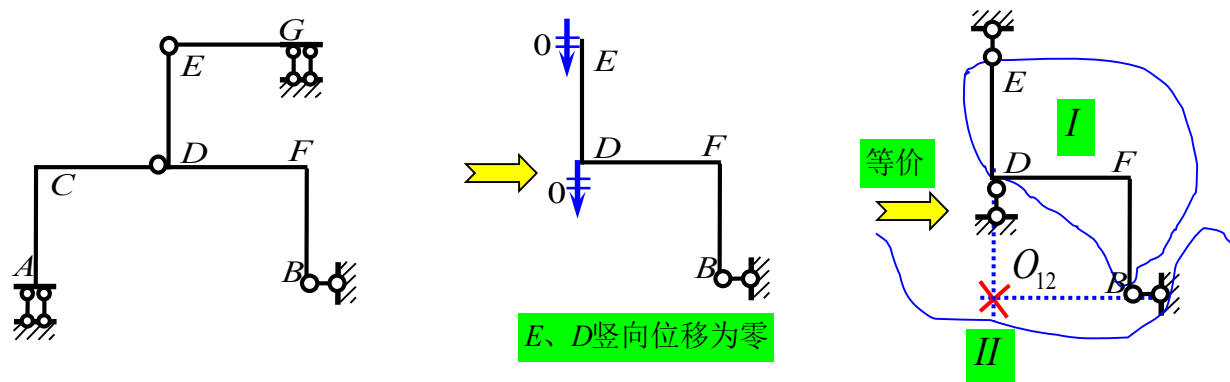
【例题33】分析体系几何组成。(12-9)



EF杆件等价于链杆支座**E**，**BDE**为刚片**I**，**ACD**为刚片**II**，地基为刚片**III**；三个刚片用**O13**、**O23**、**O12**三个铰(虚铰)相连接构成三角形，满足三刚片规则，体系为**无多余约束的几何不变体系**。

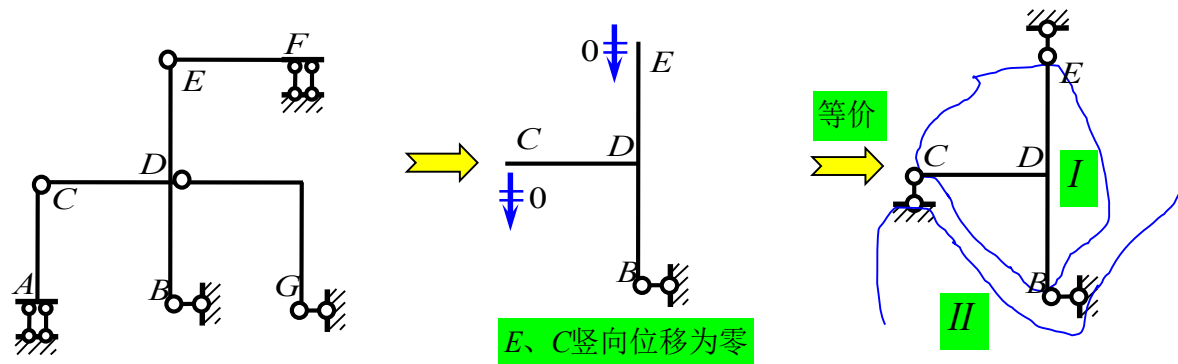
第二种方法：本题也可以由分析构件的位移得到结论。**ACD**折杆只能水平移动，**BDE**只能竖向移动，**D**点应该是水平和竖向都不动，所有构件都没有位移。体系为**无多余约束的几何不变体系**。

【例题34】分析体系几何组成。(12-10)



ACD折杆只能水平移动，**D**点竖向位移为零，**ACD**折杆等价于**D**点竖向链杆支座；**EG**杆只能水平移动，**E**点竖向位移为零；**EG**杆等价于**E**点竖向链杆支座；**EDFB**部分为刚片**I**，地基为刚片**II**，两个刚片之间用三个链杆相连，三个链杆延长线相交与一点**O12**，不满足二刚片规则，原体系为**瞬变体系**。

【例题35】分析体系几何组成。(12-11)



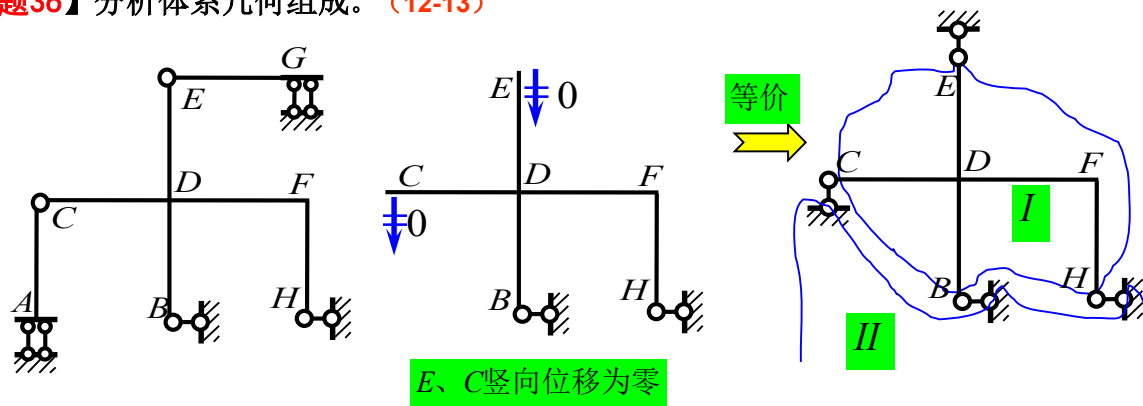
去二元体**DG**。

AC杆只能水平移动，**C**点竖向位移为零；**AC**杆等价于**C**点竖向链杆支座；

EF杆只能水平移动，**E**点竖向位移为零；**EF**杆等价于**E**点竖向链杆支座；

CEDB部分为刚片**I**，地基为刚片**II**，两个刚片之间用三个链杆相连满足二刚片规则，原体系为**无多余约束的几何不变体系**。

【例题36】分析体系几何组成。(12-13)



AC杆只能水平移动，**C**点竖向位移为零；**AC**杆等价于**C**点竖向链杆支座；

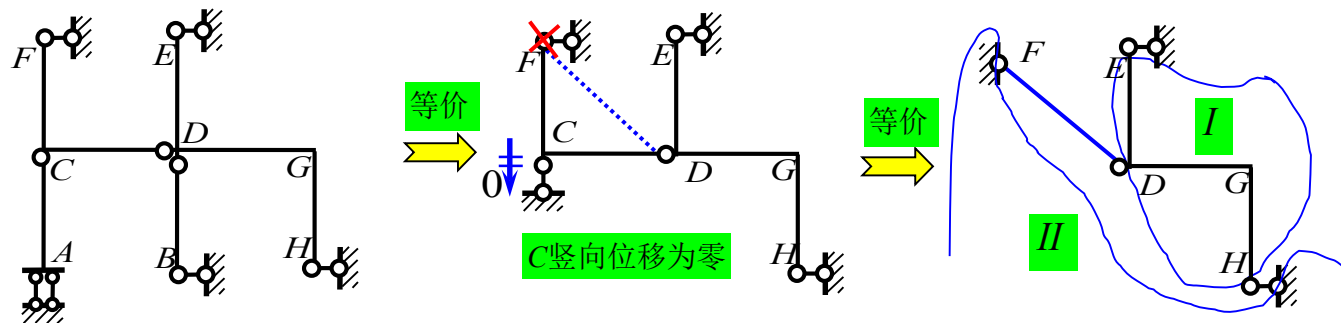
EF杆只能水平移动，**E**点竖向位移为零；**EF**杆等价于**E**点竖向链杆支座；

CEDBFH部分为刚片**I**，地基为刚片**II**，

两个刚片之间用**C**、**E**、**B**三个链杆相连就已满足二刚片规则，

H为多余联系，故原体系为**有1个多余约束的几何不变体系**。**1次超静定结构**。

【例题37】分析体系几何组成。(12-30)



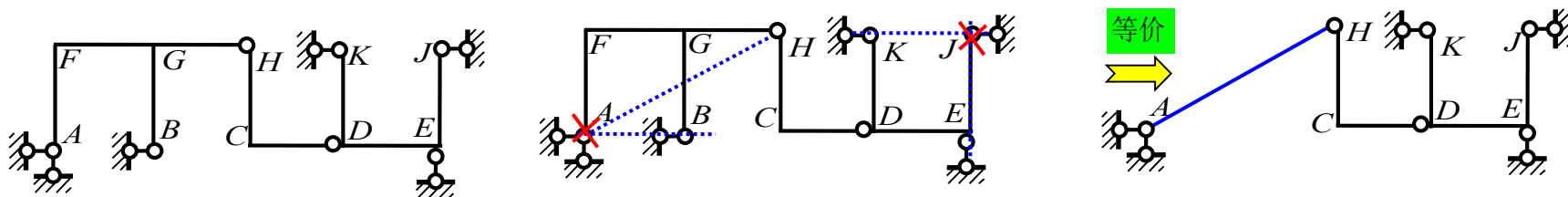
去二元体**DB**。

AC杆只能水平移动，**C**点竖向位移为零，**AC**杆等价于**C**点竖向链杆支座；

BCD杆与地基用两个链杆相连虚铰在**F**，等价于**FD**链杆；

EDGH部分为刚片**I**，地基为刚片**II**，两个刚片之间用**H**、**E**、**FD**三个链杆相连满足二刚片规则，原体系为**无多余约束的几何不变体系**。

【例题38】分析体系几何组成。(12-76)



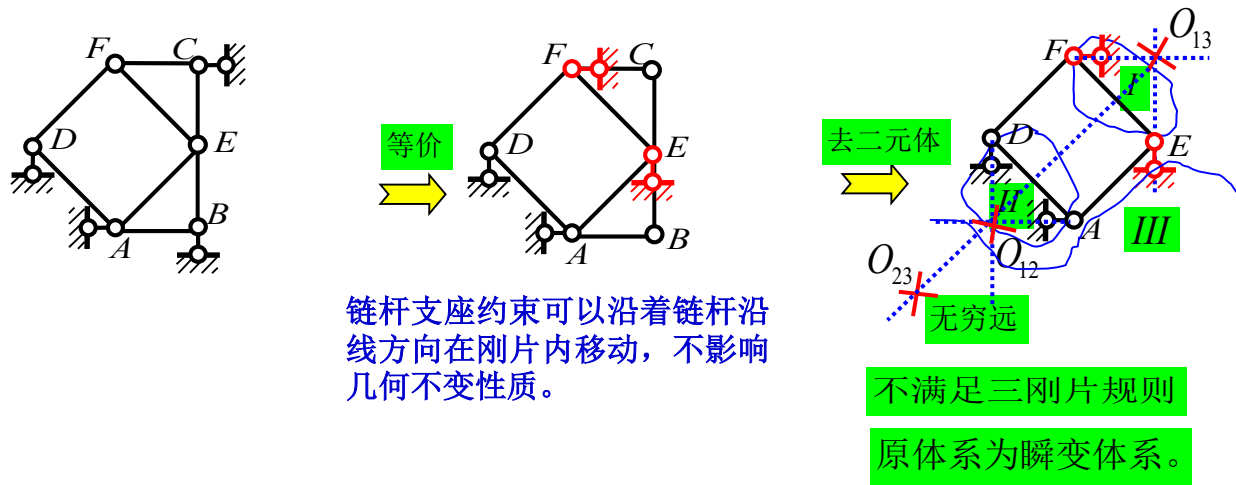
AFGBC部分与地基用铰**A**、链杆**B**相连，虚铰在**A**点，等价于**HG**链杆；链杆**B**延长线通过铰**A**，链杆**B**约束不起作用；

去二元体**AHC**；

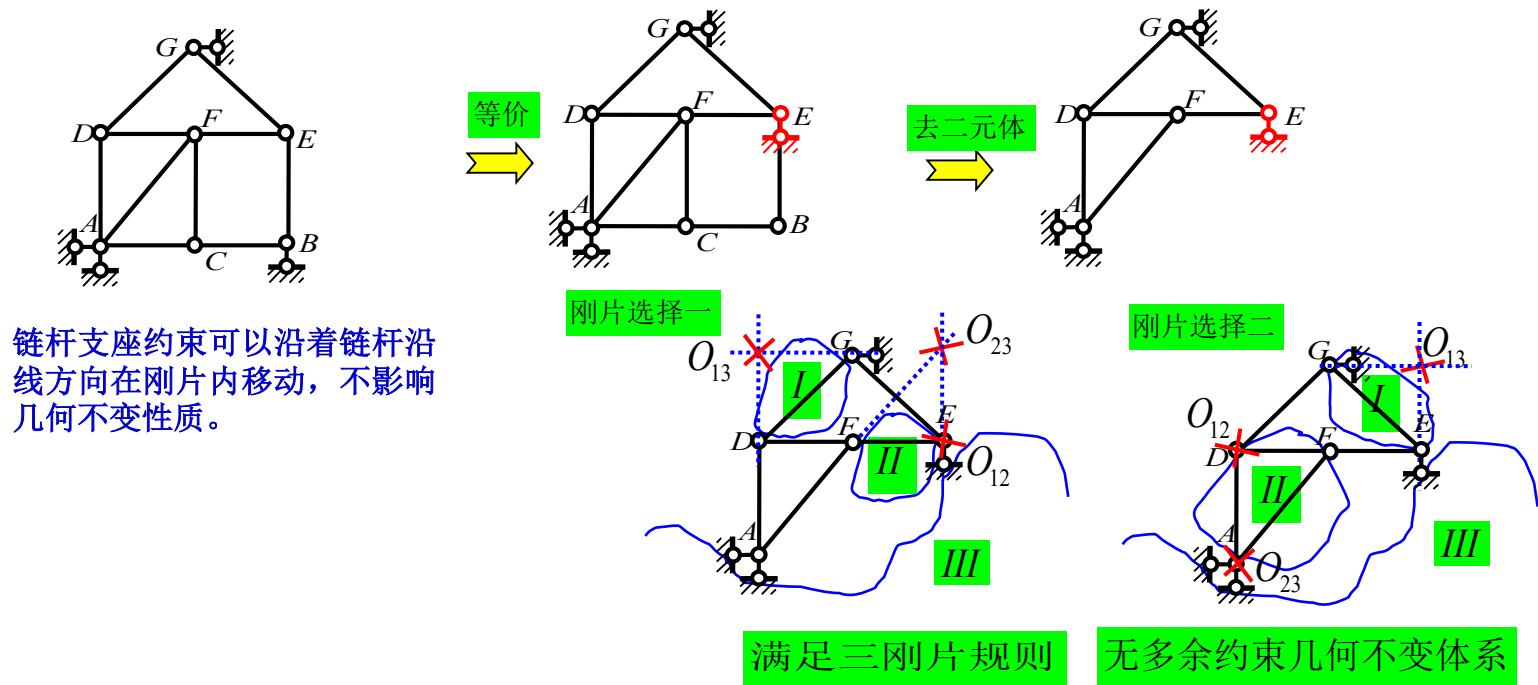
KDEJ部分为刚片**I**，地基为刚片**II**；

刚片**I**和地基刚片**II**用**E**、**K**和**J**三个链杆相连交于一点**J**，不满足二刚片规则，原体系为**瞬变体系**。

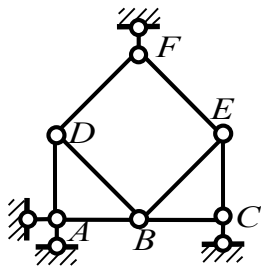
【例题39】分析体系几何组成。(13-1)



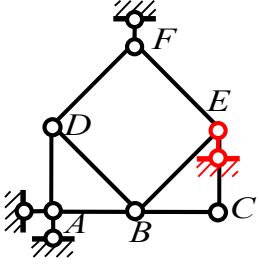
【例题40】分析体系几何组成。(13-2)



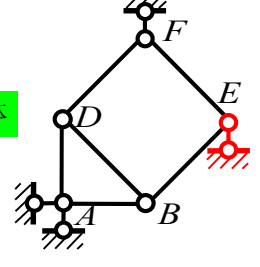
【例题41】分析体系几何组成。(13-3)



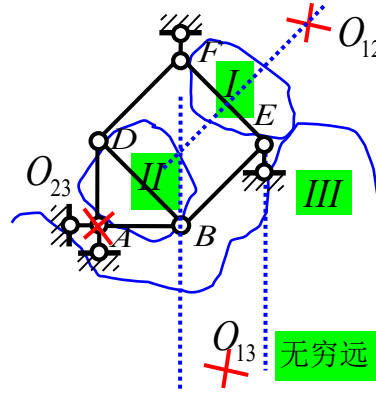
等价



去二元体



链杆支座约束可以沿着链杆沿线方向在刚片内移动，不影响几何不变性质。



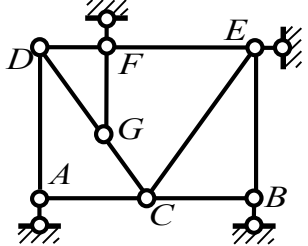
无穷远

无穷远

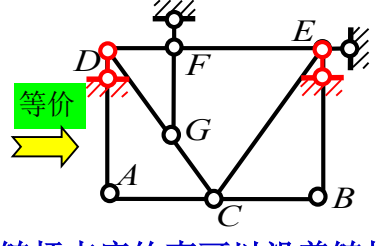
满足三刚片规则

无多余约束几何不变体系

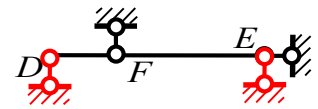
【例题42】分析体系几何组成。(13-4)



等价



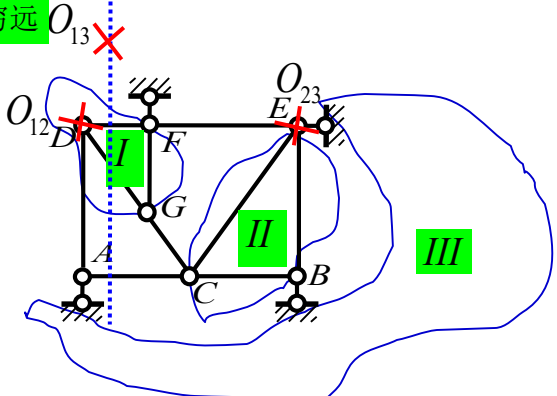
去二元体



链杆支座约束可以沿着链杆沿线方向在刚片内移动，不影响几何不变性质。

无多余约束几何不变体系

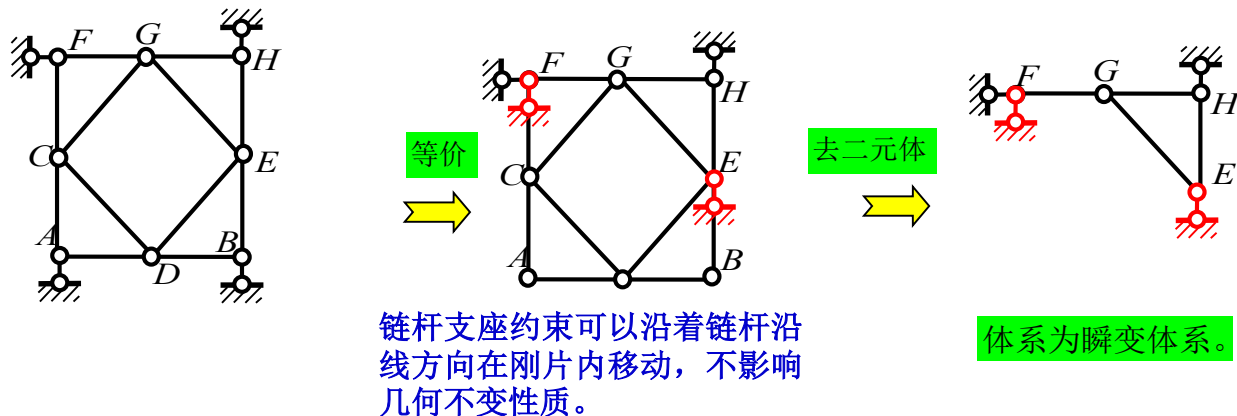
第二种方法:



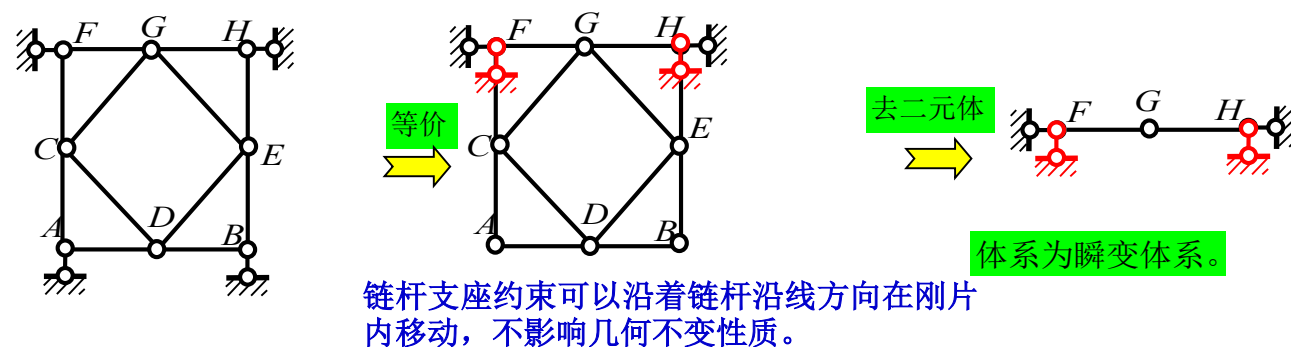
无穷远

三个铰构成三角形，满足三刚片规则，无多余约束的几何不变体系

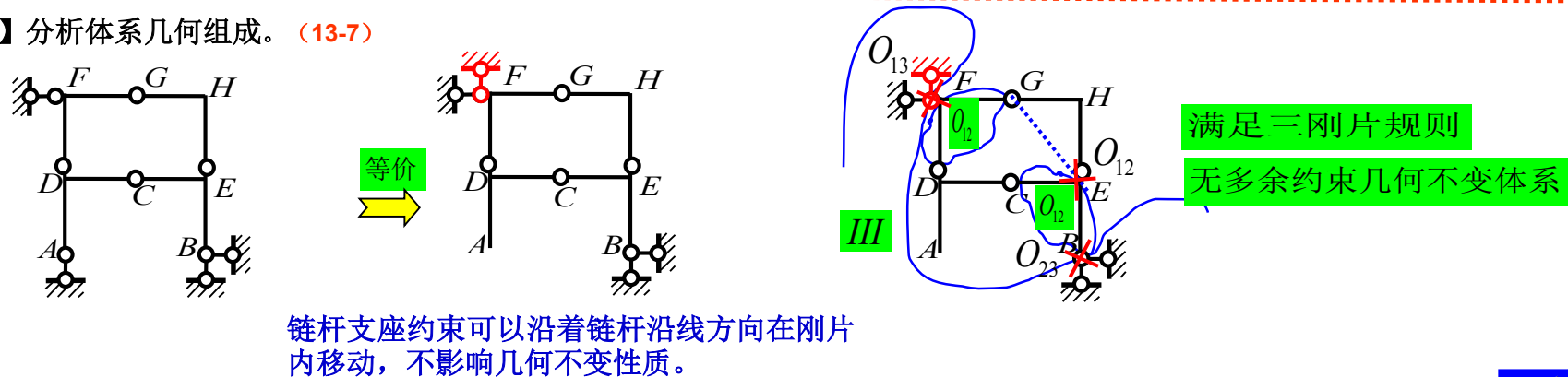
【例题43】分析体系几何组成。（13-5）



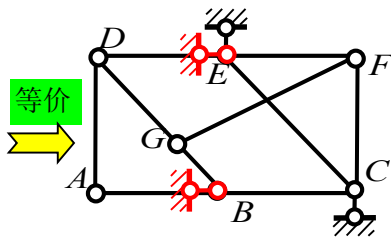
【例题44】分析体系几何组成。（13-6）



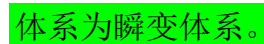
【例题45】分析体系几何组成。（13-7）



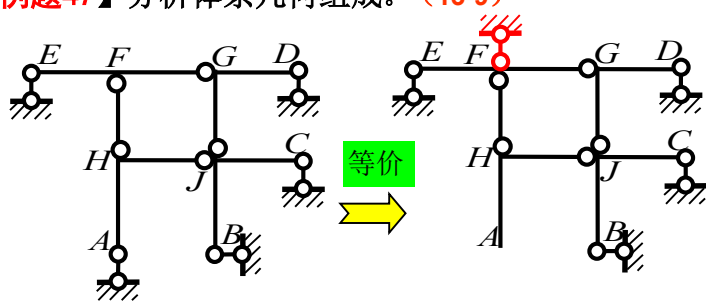
【例题46】分析体系几何组成。(13-8)



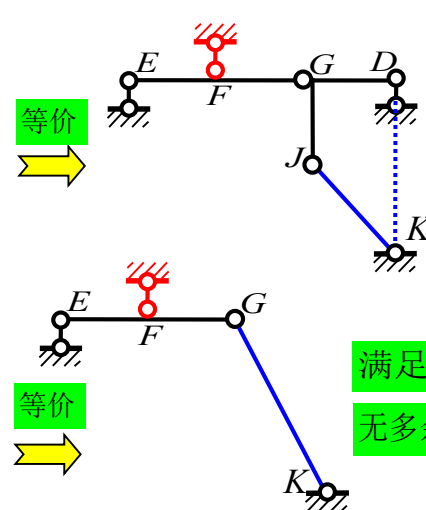
链杆支座约束可以沿着链杆沿线方向在刚片内移动, 不影响几何不变性质。



【例题47】分析体系几何组成。(13-9)



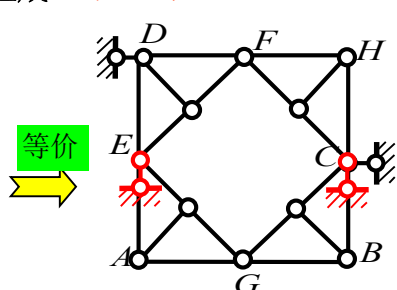
链杆支座约束可以沿着链杆沿线方向在刚片内移动，不影响几何不变性质。



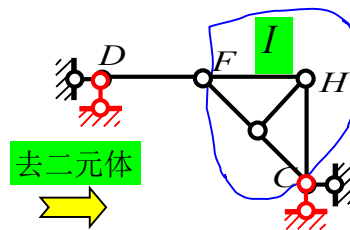
满足二刚片规则

无多余约束几何不变体系

【例题48】分析体系几何组成。(13-10)



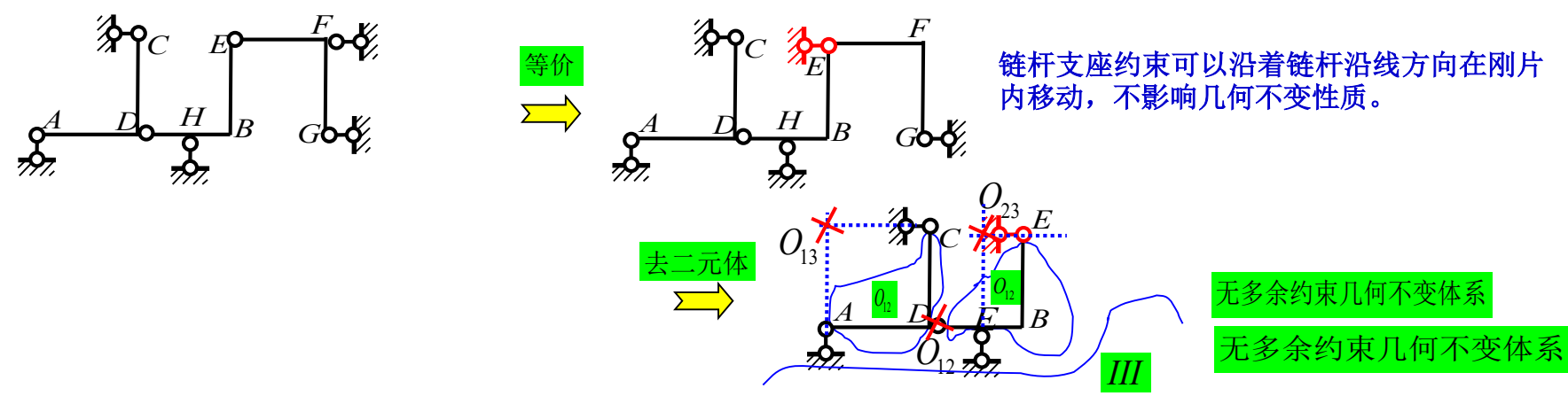
链杆支座约束可以沿着链杆沿线方向在刚片内移动, 不影响几何不变性质。



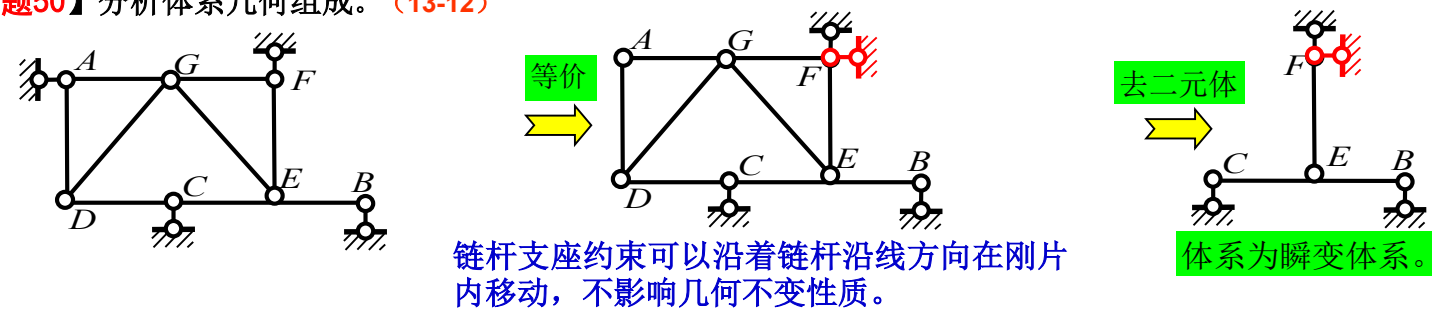
满足二刚片规则

无多余约束几何不变体系

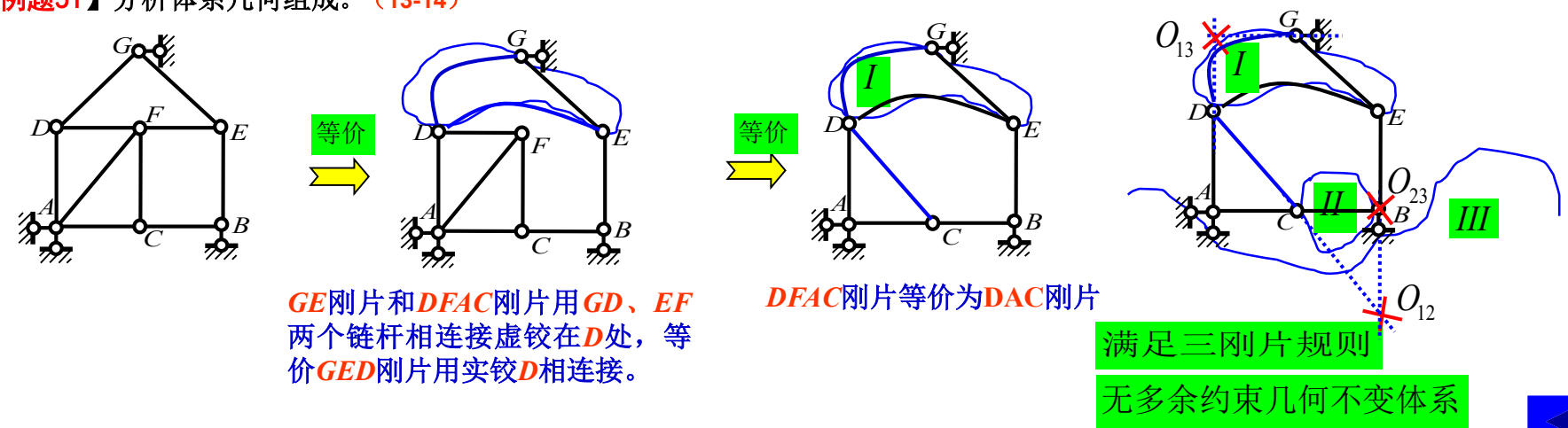
【例题49】分析体系几何组成。(13-11)



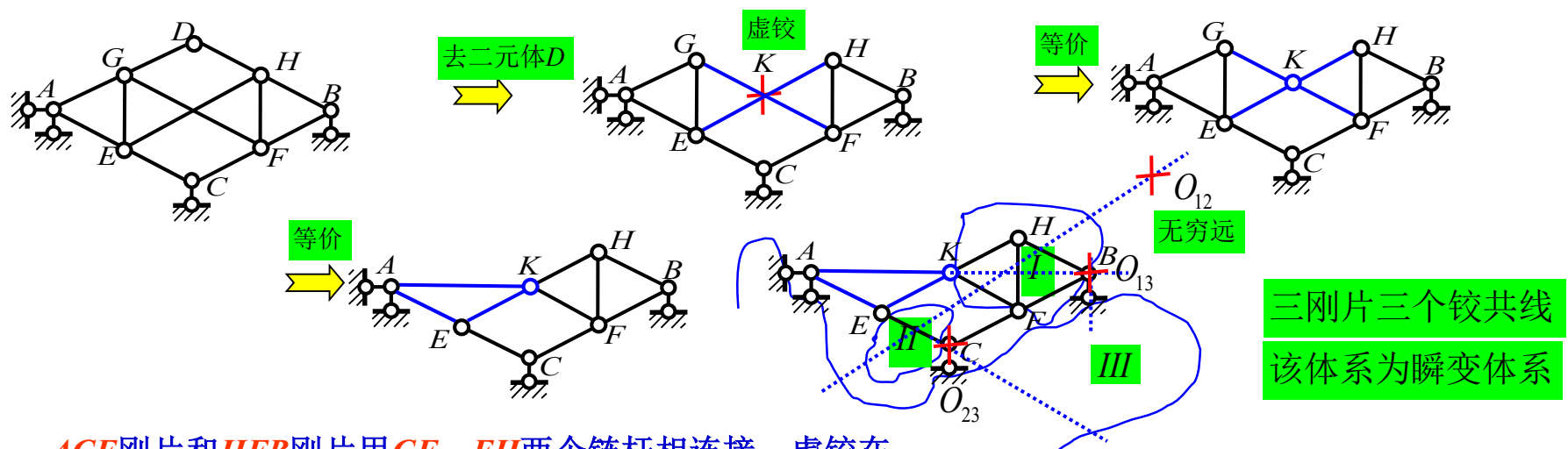
【例题50】分析体系几何组成。(13-12)



【例题51】分析体系几何组成。(13-14)

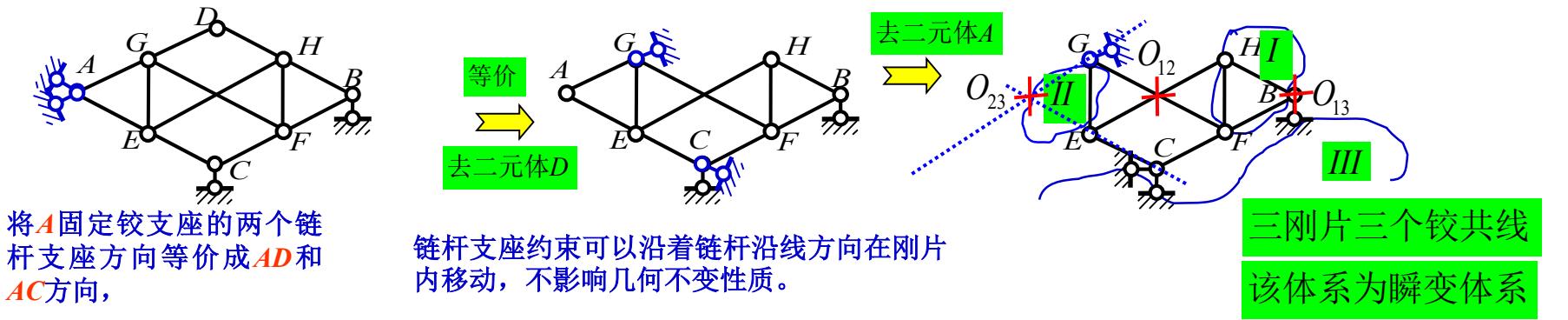


【例题52】分析体系几何组成。(13-15)



AGE刚片和HFB刚片用GF、EH两个链杆相连接，虚铰在K处，等价于AGEK刚片和KHFB刚片用实铰K相连。
AGEK刚片等价成AEK刚片。

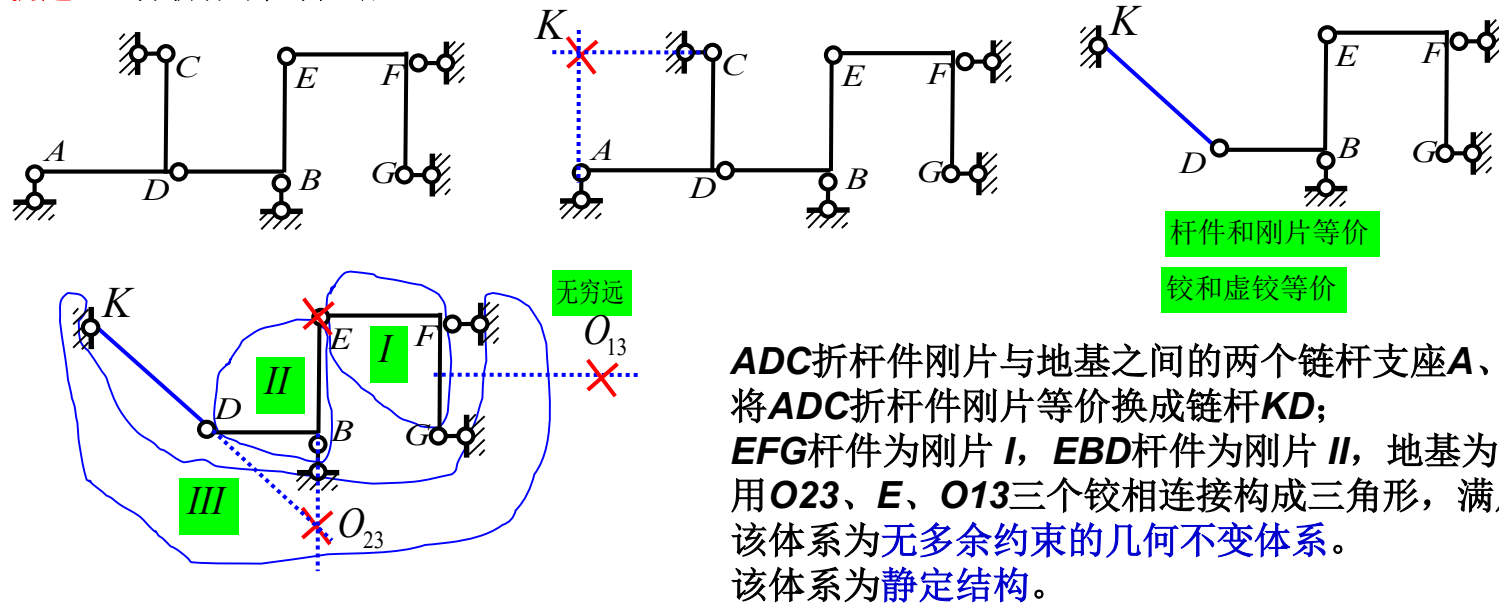
第二种方法



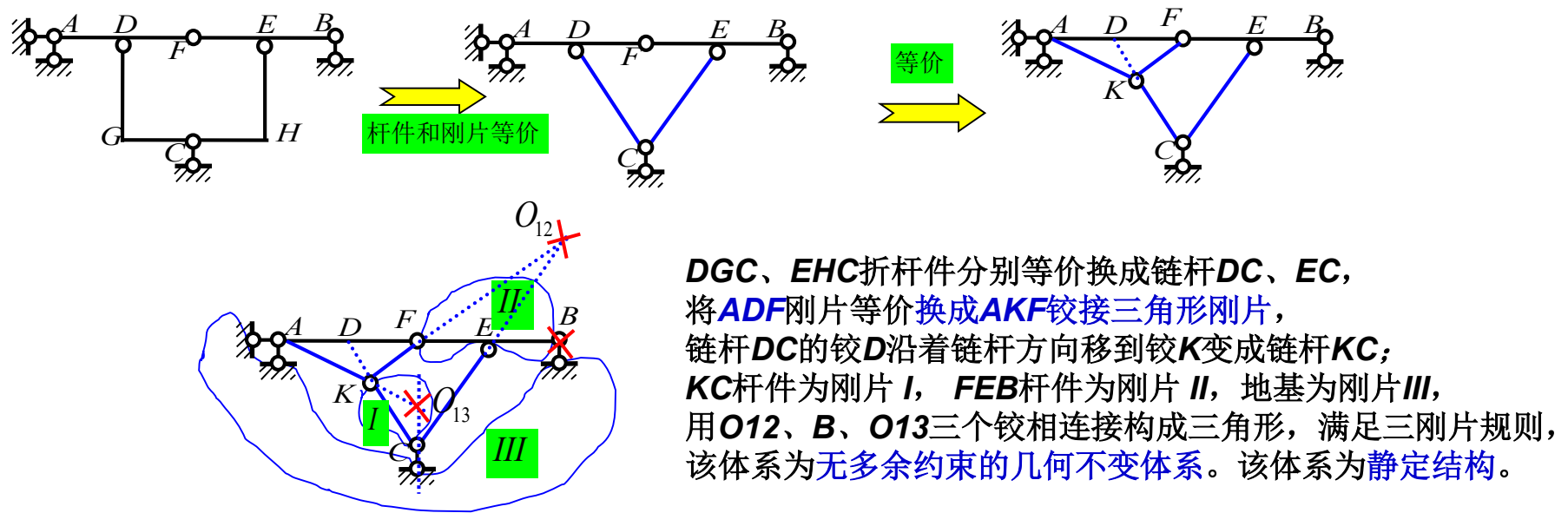
将A固定铰支座的两个链杆支座方向等价成AD和AC方向，

链杆支座约束可以沿着链杆沿线方向在刚片内移动，不影响几何不变性质。

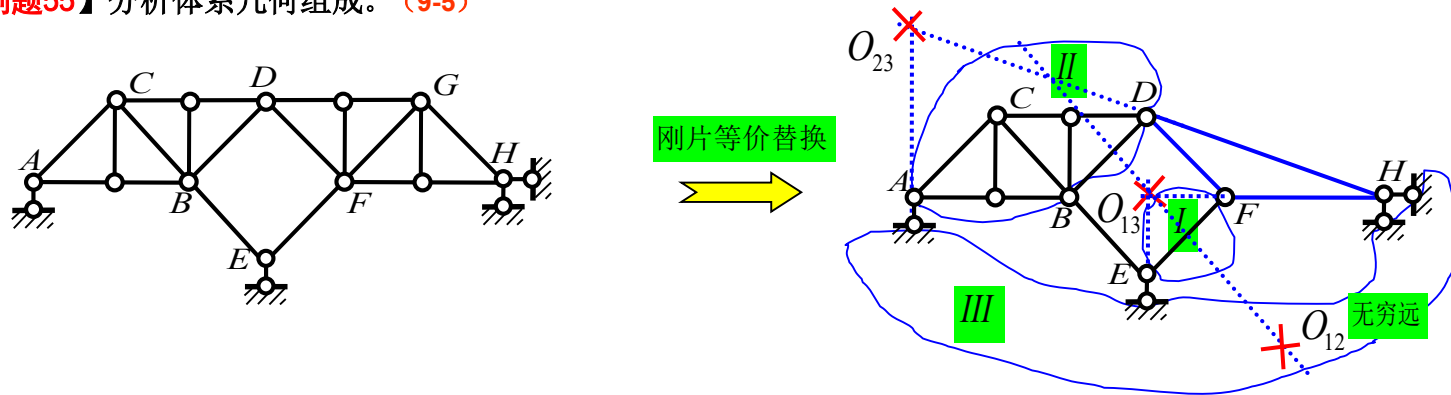
【例题53】分析体系几何组成。(9-2)



【例题54】分析体系几何组成。(9-3)

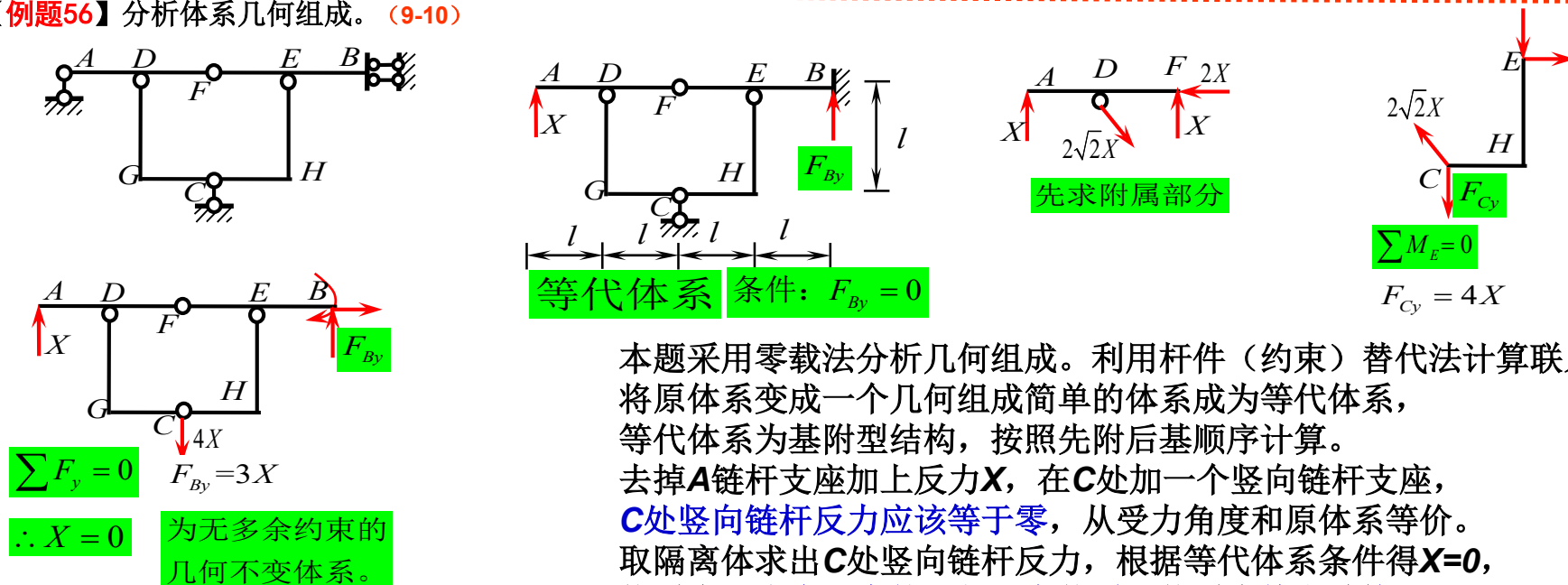


【例题55】分析体系几何组成。(9-5)



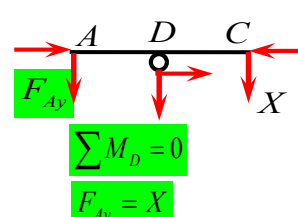
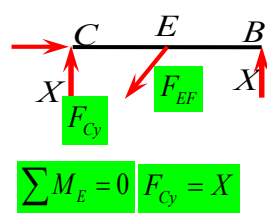
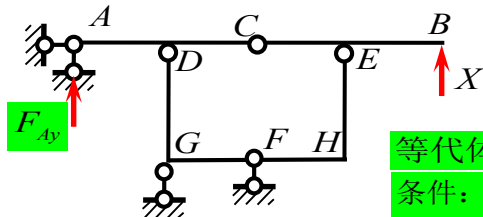
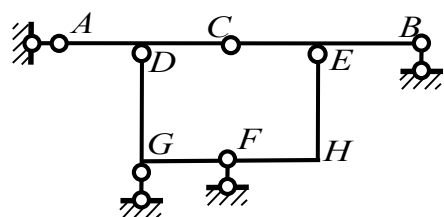
将 $DFGH$ 刚片等价换成刚片 DFH ； EF 杆件为刚片 I ， $ACDB$ 杆件为刚片 II ，地基为刚片 III ，用 O_{23} 、 O_{12} 、 O_{13} 三个虚铰相连，三个虚铰不共线构成三角形，满足三刚片规则，该体系为无多余约束的几何不变体系。该体系为静定桁架。

【例题56】分析体系几何组成。(9-10)



本题采用零载法分析几何组成。利用杆件（约束）替代法计算联系力，将原体系变成一个几何组成简单的体系成为等代体系，等代体系为基附型结构，按照先附后基顺序计算。去掉A链杆支座加上反力 X ，在C处加一个竖向链杆支座，C处竖向链杆反力应该等于零，从受力角度和原体系等价。取隔离体求出C处竖向链杆反力，根据等代体系条件得 $X=0$ ，体系为无多余约束的几何不变体系。体系为静定结构。

【例题57】分析体系几何组成。(9-26)



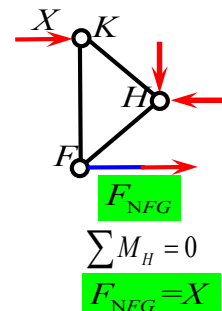
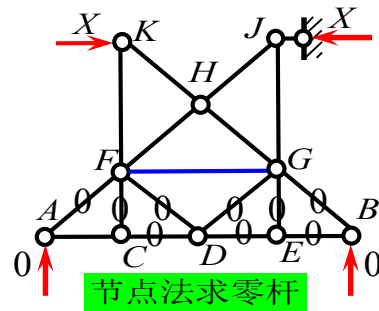
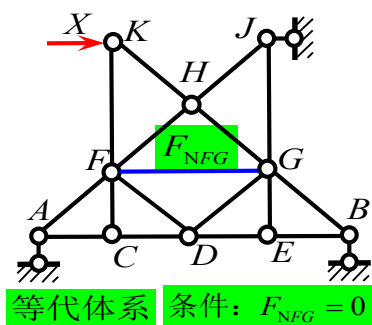
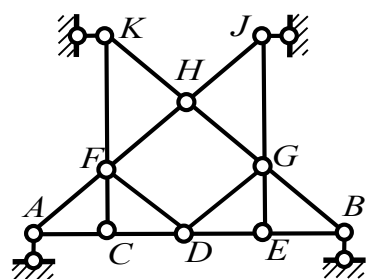
$\therefore F_{Ay} = 0$

$\therefore X = 0$

为无多余约束的
几何不变体系。

本题采用零载法分析几何组成。利用杆件（约束）替代法计算联系力，将原体系变成一个几何组成简单的体系成为等代体系，等代体系为基附型结构。去掉B竖向链杆支座加上反力X，在A处加一个竖向链杆支座，A处竖向反力应该等于零。取隔离体，求出A处竖向链杆反力，根据等代体系的条件得X=0，体系为无多余约束的几何不变体系。体系为静定结构。

【例题58】分析体系几何组成。(9-28)



$\therefore F_{NFG} = 0$

$\therefore X = 0$

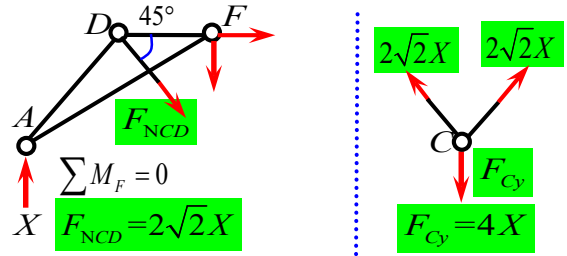
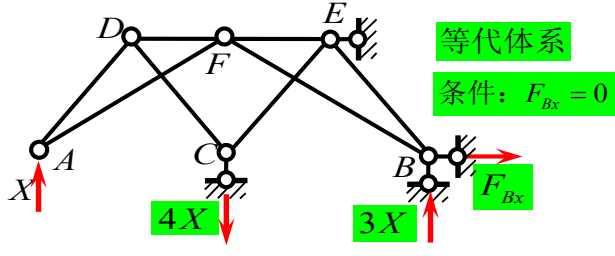
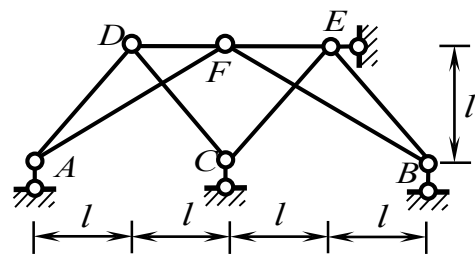
为无多余约束的
几何不变体系。

本题采用零载法分析几何组成。

利用杆件（约束）替代法计算联系力，将原体系变成一个几何组成简单的体系成为等代体系，等代体系为简单桁架结构。

去掉K链杆支座加上反力X，在FG节点间加杆件，FG杆件轴力应该等于零，从受力角度和原体系等价。取隔离体求出FG杆件轴力，根据等代体系条件得X=0，体系为无多余约束的几何不变体系。体系为静定结构。

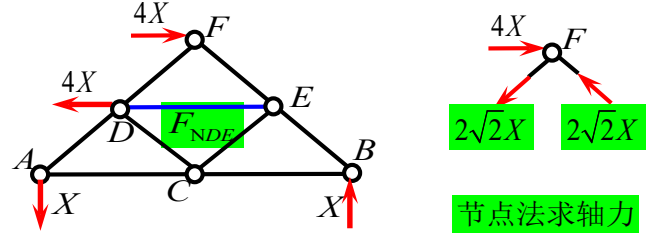
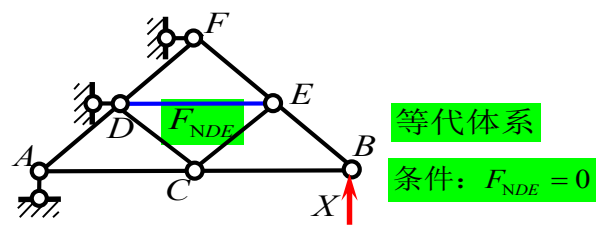
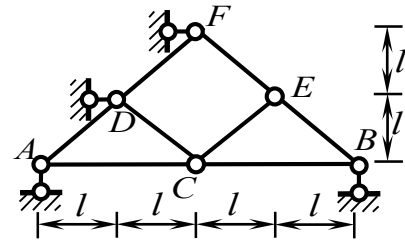
【例题59】分析体系几何组成。（9-31）



整体隔离体
 $\therefore F_{Bx} = 0$
 $F_{By} = 3X$
 $\therefore X = 0$
 $F_{Bx} = -4X$
为无多余约束的几何不变体系。

本题采用零载法分析几何组成。利用杆件（约束）替代法计算联系力，将原体系变成一个几何组成简单的体系成为等代体系，等代体系为基附型结构，按照先附后基顺序计算。去掉A链杆支座加上反力X，在B处加一个水平链杆支座，B处水平反力应该等于零，从受力角度和原体系等价。取隔离体求出B处水平反力，根据等代体系条件得X=0，体系为无多余约束的几何不变体系。体系为静定结构。

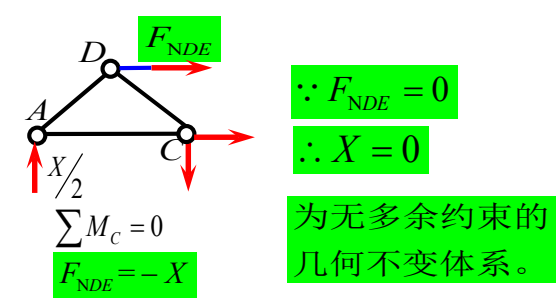
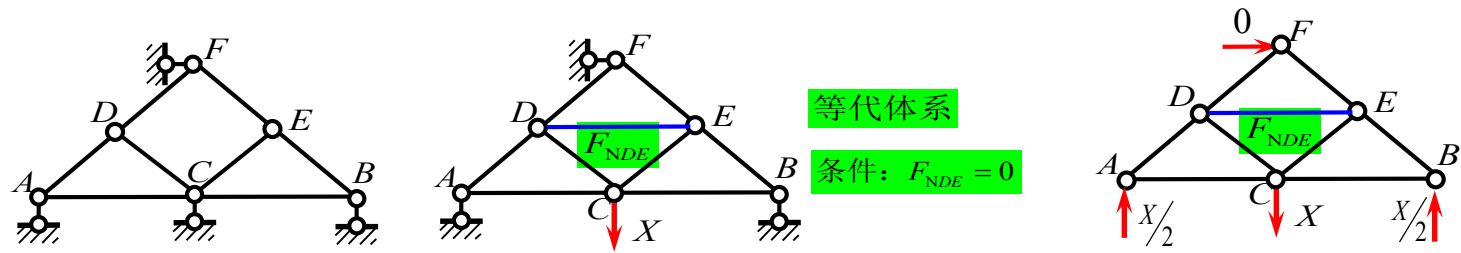
【例题60】分析体系几何组成。（9-35）



$\therefore F_{NDE} = 0$
 $\therefore X = 0$
为无多余约束的几何不变体系。
 $\sum M_C = 0$
 $F_{NDE} = 2X$

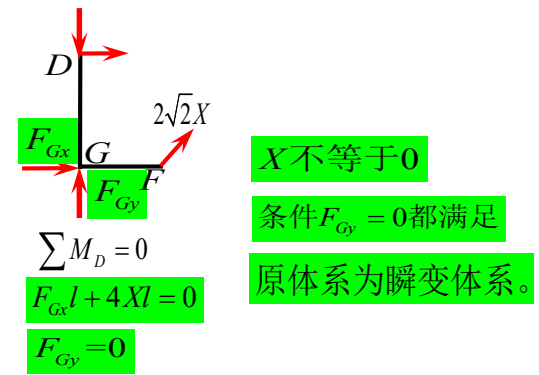
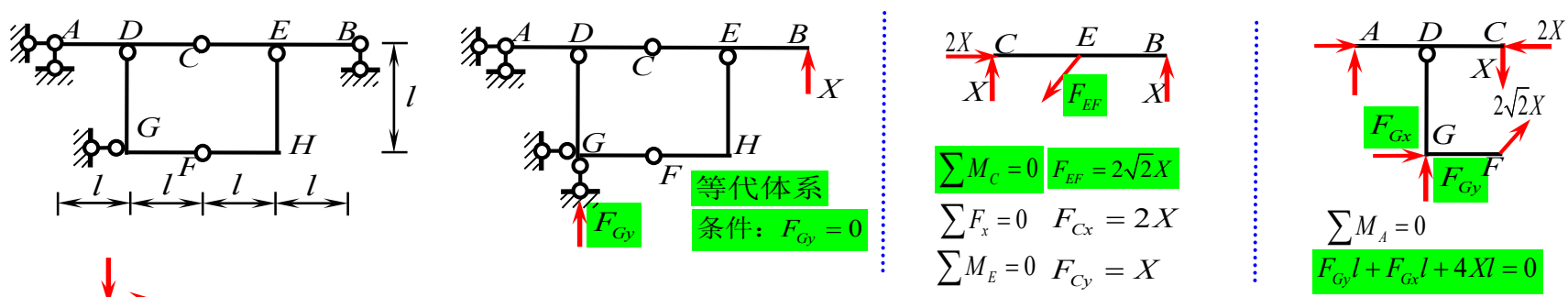
本题采用零载法分析几何组成。利用杆件（约束）替代法计算联系力，将原体系变成一个几何组成简单的体系成为等代体系，等代体系为基附型结构，按照先附后基顺序计算。去掉B链杆支座加上反力X，在D、E节点之间加一个杆件DE，DE杆件轴力应等于零，从受力角度和原体系等价。取隔离体求出DE杆件轴力，根据等代体系条件得X=0，体系为无多余约束的几何不变体系。体系为静定桁架结构。

【例题61】分析体系几何组成。(9-36)



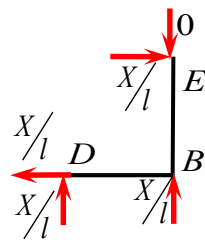
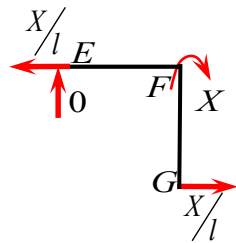
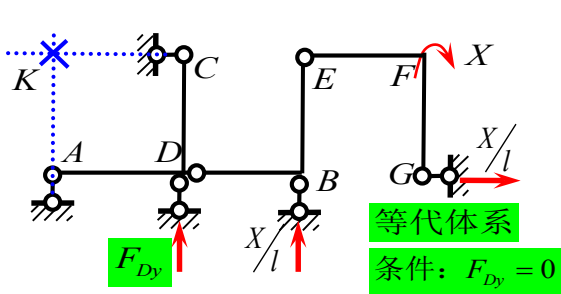
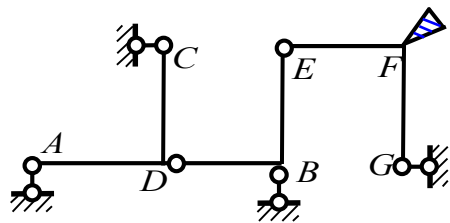
本题采用零载法分析几何组成。利用杆件（约束）替代法计算联系力，将原体系变成一个几何组成简单的体系成为等代体系，等代体系为基附型结构，按照先附后基顺序计算。去掉C链杆支座加上反力X，在D、E节点之间加一个杆件DE，DE杆件轴力应等于零，从受力角度和原体系等价。取隔离体求出DE杆件轴力，根据等代体系条件得X=0，体系为无多余约束的几何不变体系。体系为静定桁架结构。

【例题62】分析体系几何组成。(9-37)



本题采用零载法分析几何组成。利用约束代替法计算。去掉B链杆支座加上反力X，在G处加竖向链杆支座，G竖向链杆支座反力应该等于零，从受力角度和原体系等价，新体系为无多余约束的几何不变体系，基附型结构。先求附属部分，再求基本部分，G竖向链杆支座反力等于零，X取任意值G竖向处链杆支座反力都是零，原体系为瞬变体系。

【例题63】分析体系几何组成。（9-38）



整体隔离体

$$\sum M_K = 0$$

$$F_{Dy} = -2X$$

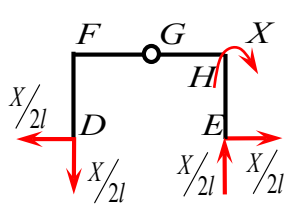
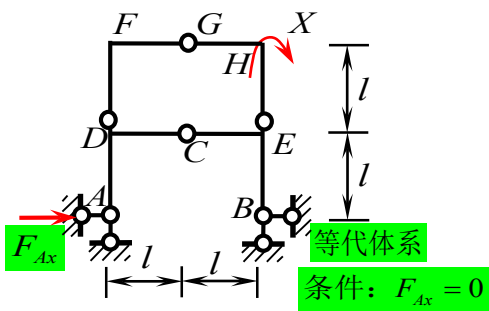
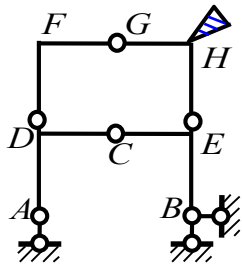
$$\therefore F_{Dy} = 0$$

$$\therefore X = 0$$

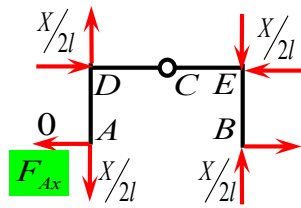
为无多余约束的几何不变体系。

本题采用零载法分析几何组成。利用约束代替法计算。去掉H刚臂支座加上反力X，在D处加一个竖向链杆支座，D处竖向反力应该等于零，从受力角度和原体系等价。取隔离体求出D处竖向反力，根据等代体系条件得X=0，体系为无多余约束的几何不变体系。体系为静定结构。

【例题64】分析体系几何组成。（9-39）



先求附属部分



后求基本部分

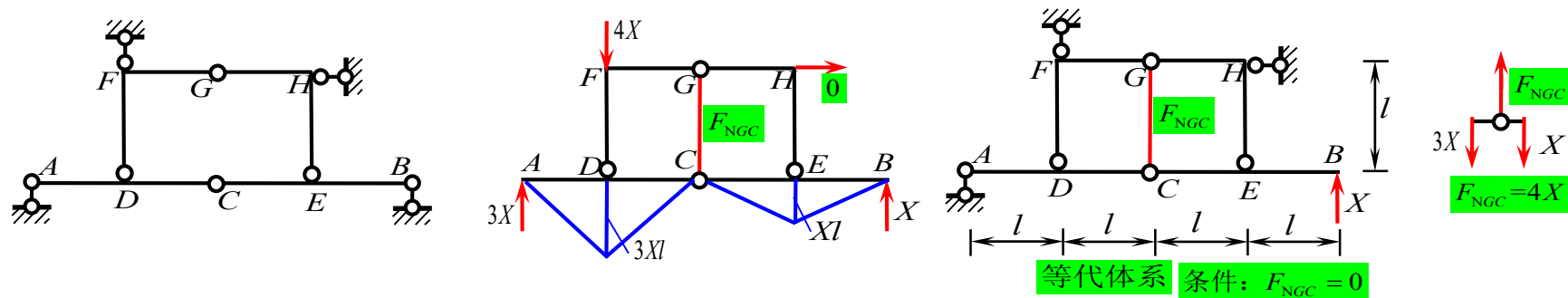
$$F_{Ax} = 0$$

X可以取任意值

原体系为瞬变体系。

本题采用零载法分析几何组成。利用约束代替法计算。去掉H刚臂支座加上反力X，在A处加水平链杆支座，A水平链杆支座反力应该等于零，从受力角度和原体系等价，新体系为无多余约束的几何不变体系，基附型结构。先求附属部分，再求基本部分，A水平链杆支座反力等于零，X取任意值A处水平链杆支座反力都是零，原体系为瞬变体系。

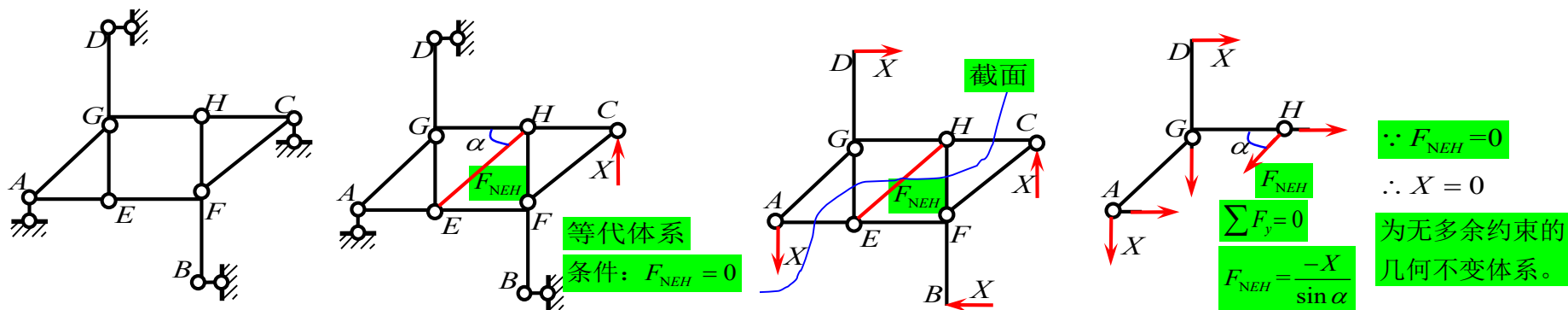
【例题65】分析体系几何组成。(10-1)


$$\therefore F_{\text{NGC}}=0$$
$$\therefore X = 0$$

为无多余约束的
几何不变体系。

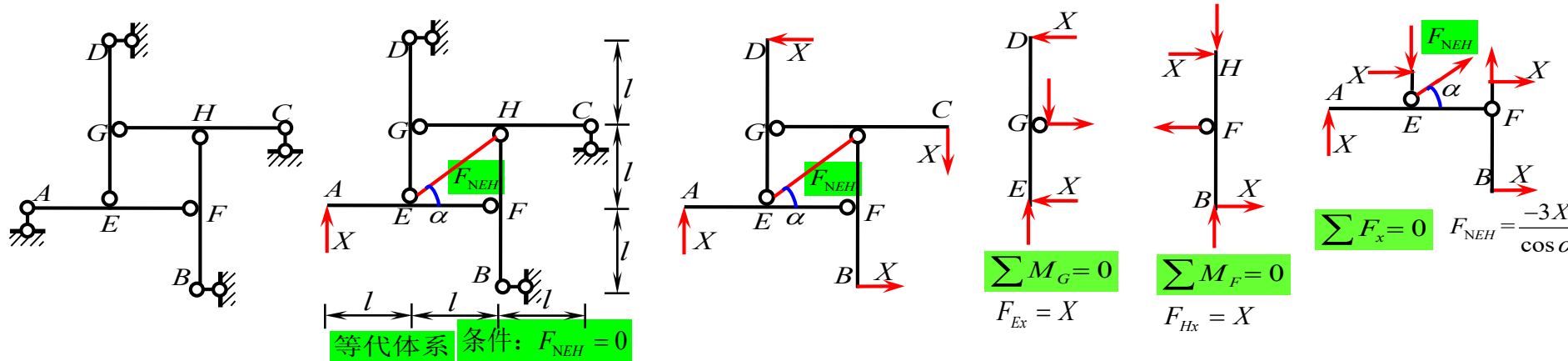
本题采用零载法分析几何组成。利用杆件（约束）替代法计算联系力，将原体系变成一个几何组成简单的体系成为等代体系，等代体系为二刚片组成结构。去掉**B**链杆支座加上反力**X**，在**CG**之间加一个竖向杆件，**CG**竖向杆件轴力应该等于零，从受力角度和原体系等价。为了方便计算加上尺寸，取隔离体计算**A**处竖向支座反力，做出**ADC**和**CEB**部分的弯矩图，利用弯矩图求出铰**C**两侧剪力，由剪力求出**CG**杆的轴力，根据等代体系条件得**X=0**，原体系为**无多余约束的几何不变体系**。体系为**静定结构**。

【例题66】 分析体系几何组成。(10-6)



本题采用零载法分析几何组成。利用杆件（约束）替代法计算联系力，去掉C竖向链杆支座加上反力X，在EH之间加一个杆件，EH杆件轴力应该等于零，从受力角度和原体系等价。取整体隔离体求出支座反力，取部分隔离体求出EH杆轴力，根据等代体系条件得X=0，原体系为无多余约束的几何不变体系。体系为静定结构。

【例题67】分析体系几何组成。(10-3)



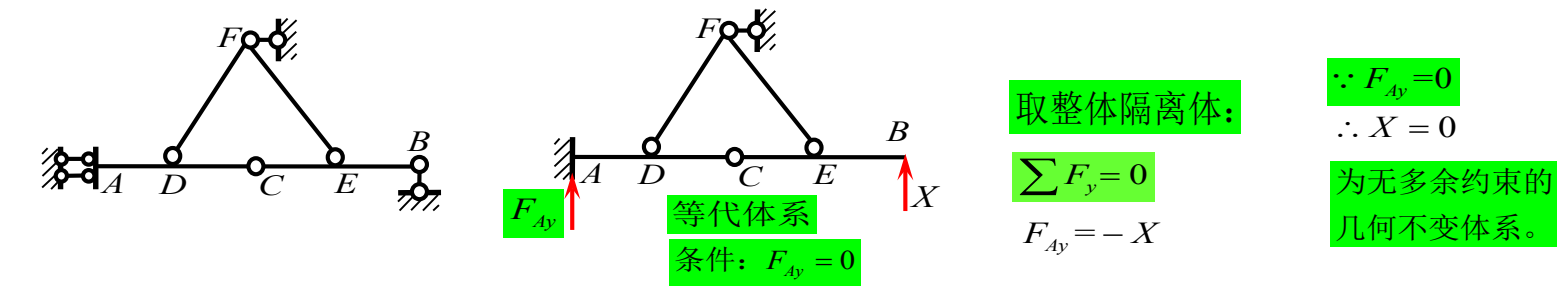
$\because F_{NEH} = 0$

$\therefore X = 0$

为无多余约束的几何不变体系。

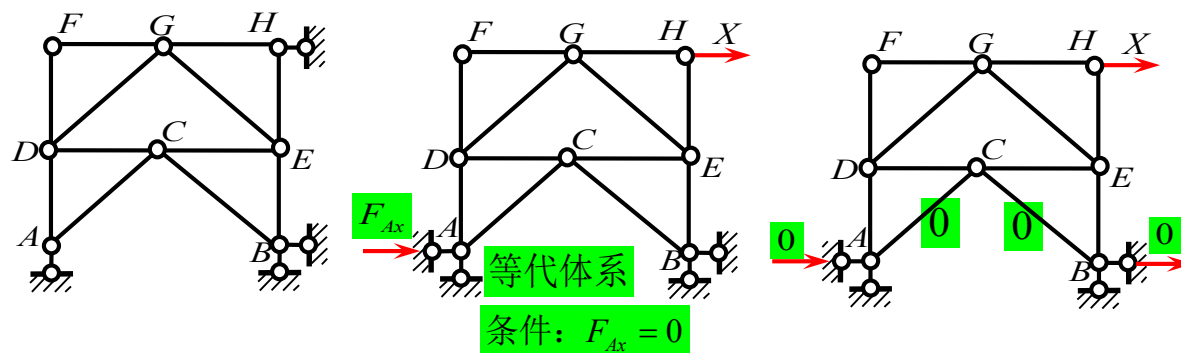
本题采用零载法分析几何组成。利用杆件（约束）替代法计算联系力，将原体系变成一个几何组成简单的体系成为等代体系，等代体系为二刚片组成结构。去掉A链杆支座加上反力X，在EH之间加一个杆件，EH杆件轴力应该等于零，从受力角度和原体系等价。取整体隔离体求出支座反力，取隔离体DGE求出E处剪力，取隔离体HFB求出H处剪力，取隔离体AEFB求出EH杆的轴力，根据等代体系条件得X=0，原体系为无多余约束的几何不变体系。体系为静定结构。

【例题68】分析体系几何组成。(10-4)



本题采用零载法分析几何组成。利用约束替代法计算联系力。去掉B链杆支座加上反力X，在A处加一个竖向链杆支座，A处竖向支座反力应该等于零，从受力角度和原体系等价。取整体隔离体列竖向投影平衡条件求出A支座竖向反力，根据等代体系条件得X=0，原体系为无多余约束的几何不变体系。体系为静定结构。

【例题69】分析体系几何组成。(10-8)



反证法

假设 $F_{Ax} = 0 \Rightarrow X = 0$

$X \neq 0$ 水平方向不满足平衡条件

$\therefore X = 0$

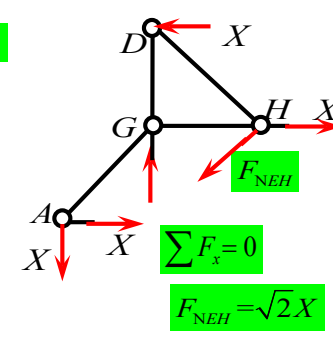
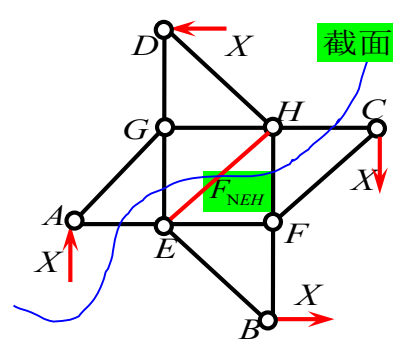
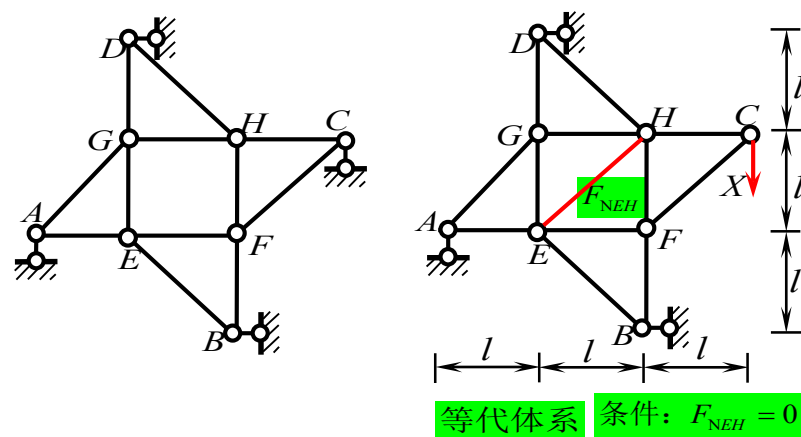
为无多余约束的
几何不变体系。

本题采用零载法分析几何组成。利用杆件（约束）替代法计算联系力。

去掉H链杆支座加上反力 X ，在A处加一个水平链杆支座，A处水平链杆反力应该等于零，从受力角度和原体系等价。

利用反证法：在 X 作用下，假设A处水平链杆支座反力为零，由节点法可知杆件AC、CB轴力为零，B处水平链杆支座反力为零，显然整体隔离体水平方向将不满足平衡条件， X 不等于零时A处水平链杆支座反力一定不等于零。原体系为无多余约束的几何不变体系。体系为静定结构。

【例题70】分析体系几何组成。(10-9)



$\therefore F_{NEH} = 0$

$\therefore X = 0$

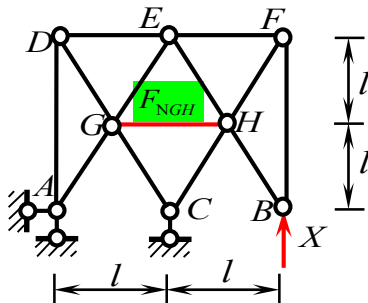
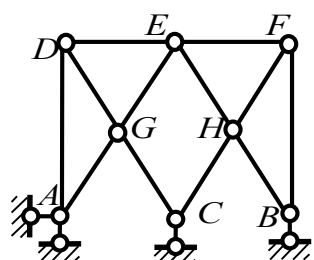
为无多余约束的
几何不变体系。

$\sum F_x = 0$

$F_{NEH} = \sqrt{2}X$

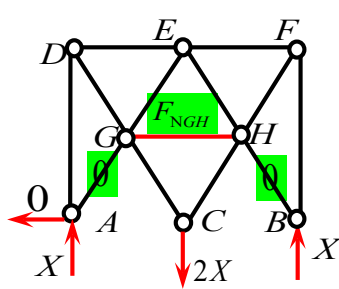
去掉A竖向链杆支座加上反力 X ，在GC之间加一个杆件，GC杆件轴力应该等于零，从受力角度和原体系等价。画出ADC弯矩图，由弯矩图求出C铰左左截面剪力，取节点C隔离体求出GC杆的轴力，根据等代体系条件得 $X=0$ ，原体系为无多余约束的几何不变体系。体系为静定结构。

【例题71】分析体系几何组成。(10-16)

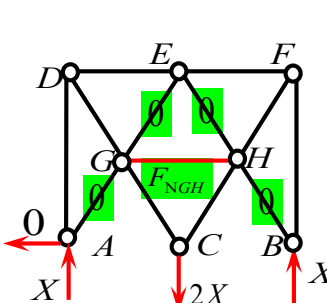


等代体系

条件: $F_{NGH} = 0$



由节点法找零杆



利用对称性: $F_{NEH} = 0$

$F_{NEG} = 0$

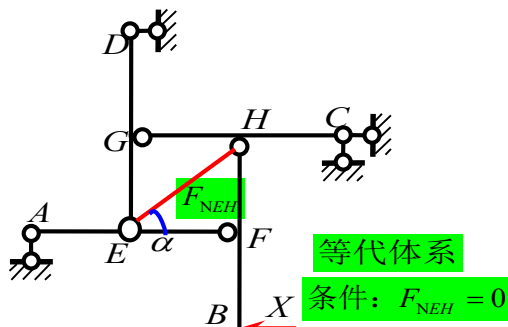
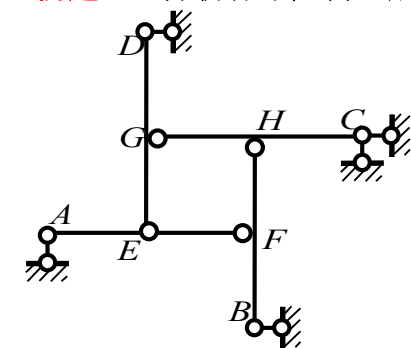
由节点法: $F_{NGH} = 0$

$X \neq 0$

原体系为瞬变体系。

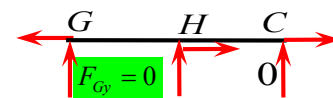
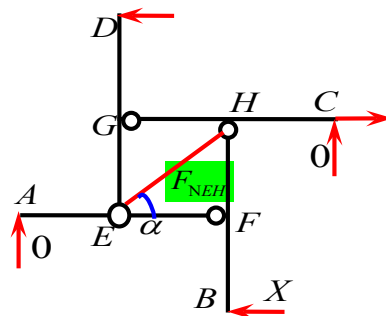
去掉B链杆支座加上反力X，在GH之间加一个杆件，GH杆件轴力应该等于零，从受力角度和原体系等价。利用节点法找零杆，利用对称性可知EH、GE杆件轴力等于零，取H节点隔离体求GH杆件轴力等于零，X可以不等于零，原体系为瞬变体系。

【例题72】分析体系几何组成。(10-23)



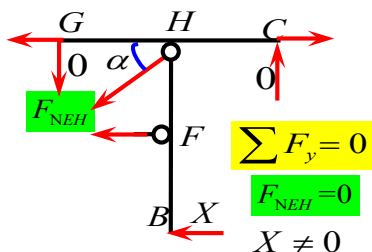
等代体系

条件: $F_{NEH} = 0$



$\sum M_H = 0$

$F_{Gy} = 0$



$\sum F_y = 0$

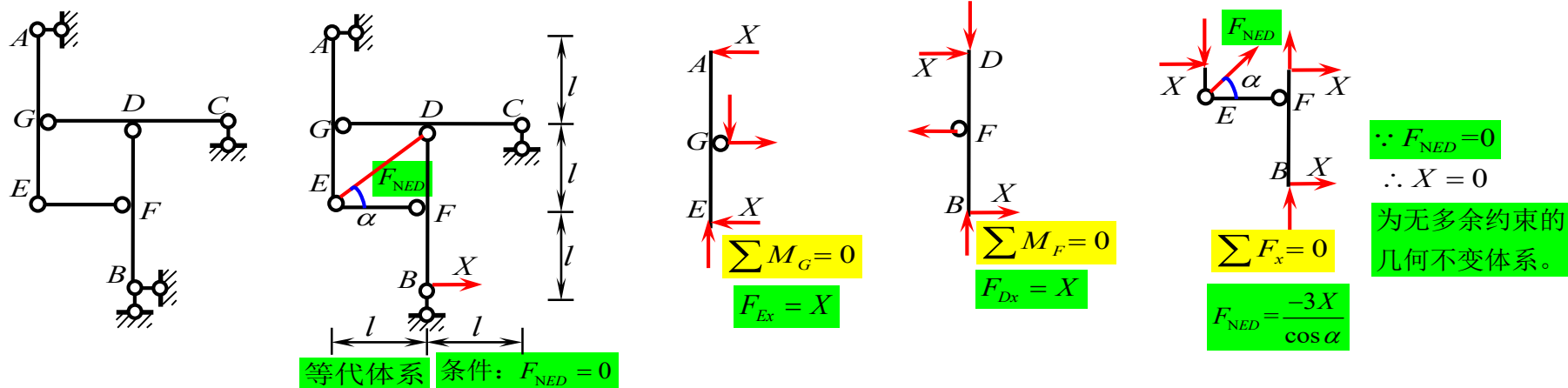
$F_{NEH} = 0$

$X \neq 0$

为瞬变体系。

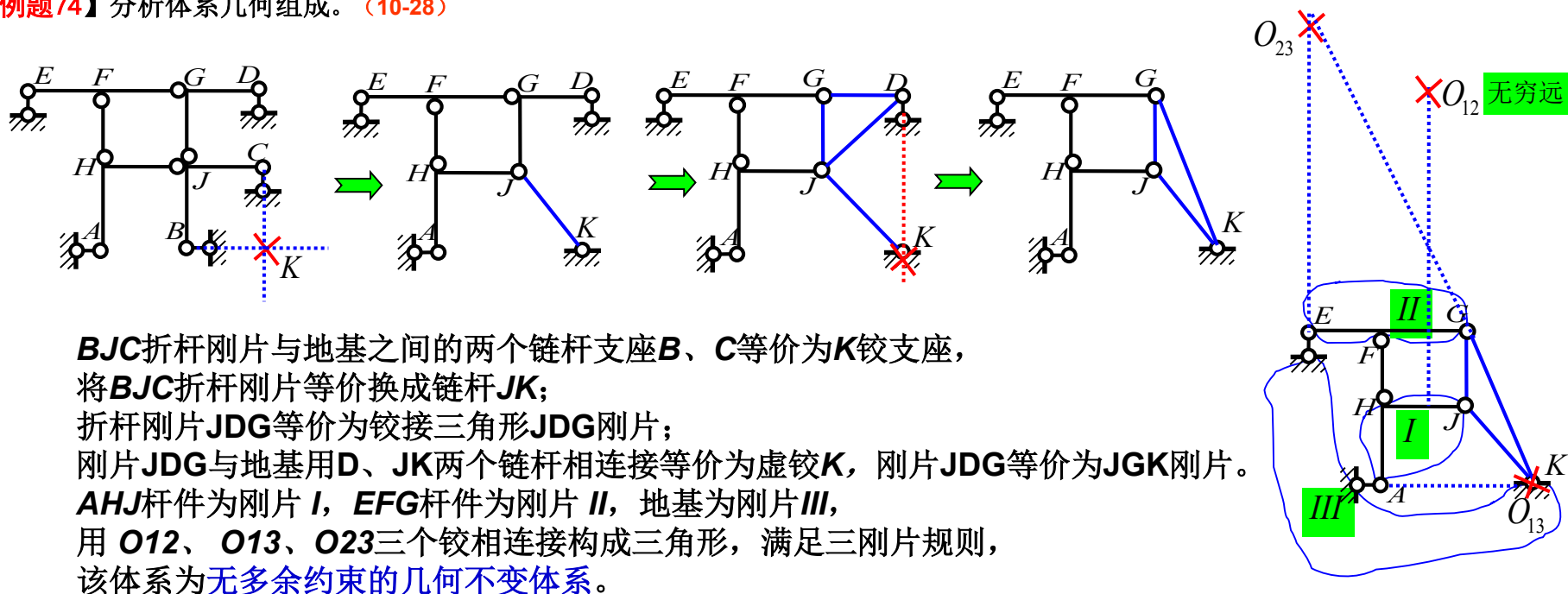
去掉B链杆支座加上反力X，在EH之间加一个杆件，EH杆件轴力应该等于零，从受力角度和原体系等价。取整体隔离体求支座反力，取GHC隔离体求G处剪力，取隔离体GHCFX求出EH杆的轴力为零，X不等于0，体系为瞬变体系。

【例题73】分析体系几何组成。(10-24)

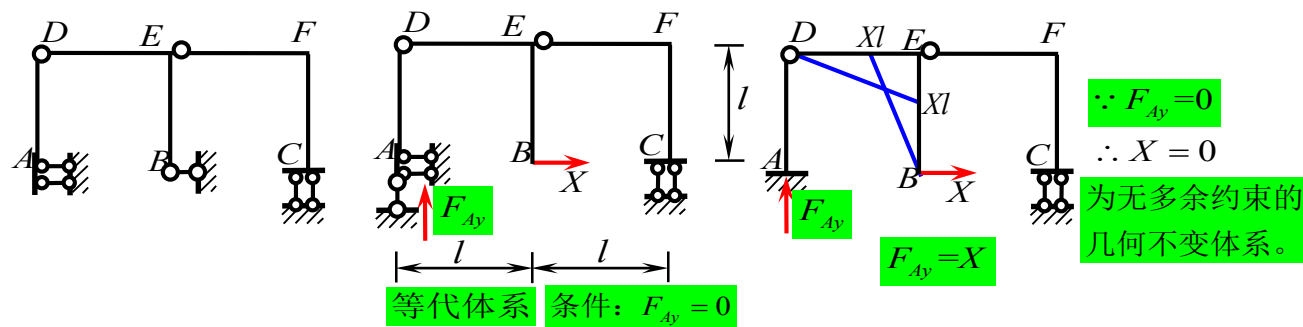


去掉B水平链杆支座加上反力X，在ED之间加一个杆件，ED杆件轴力应该等于零，从受力角度和原体系等价。取隔离体AE求出E处剪力，取隔离体BD求出D处剪力，取隔离体EFB求出EH杆的轴力，根据等代体系条件得X=0，体系为无多余约束的几何不变体系。体系为静定结构。

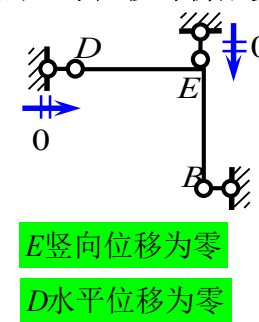
【例题74】分析体系几何组成。(10-28)



【例题75】分析体系几何组成。(10-32) 2种方法



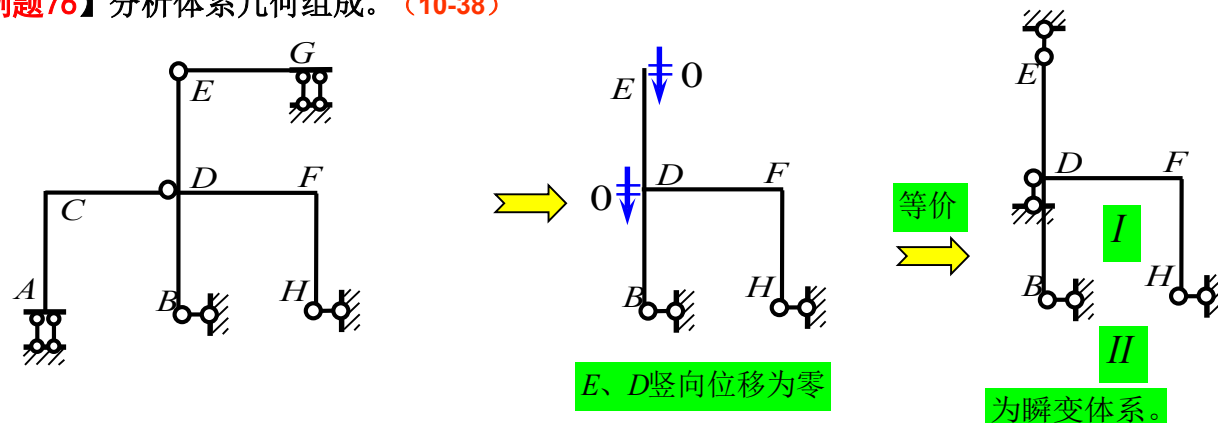
【另种方法】零位移等价成支座约束



本题采用零载法分析几何组成。利用约束替代法计算。

去掉B加上反力X，在A加竖向链杆支座，A竖向链杆支座反力应该等于零，从受力角度和原体系等价。画出BED弯矩图，由弯矩图求出DE剪力，取节点D隔离体求出A竖向反力，根据等代体系条件得 $X=0$ ，原体系为无多余约束的几何不变体系。原体系为静定结构。

【例题76】分析体系几何组成。(10-38)



ACD杆只能水平移动，D点竖向位移为零；D点等价于竖向链杆支座；
 EG杆只能水平移动，E点竖向位移为零；E点等价于竖向链杆支座；
 EDBF部分为刚片I，地基为刚片II，两个刚片之间用四个链杆相连，
 四个链杆相连延长线交于一点B，不满足二刚片规则，原体系为瞬变体系。