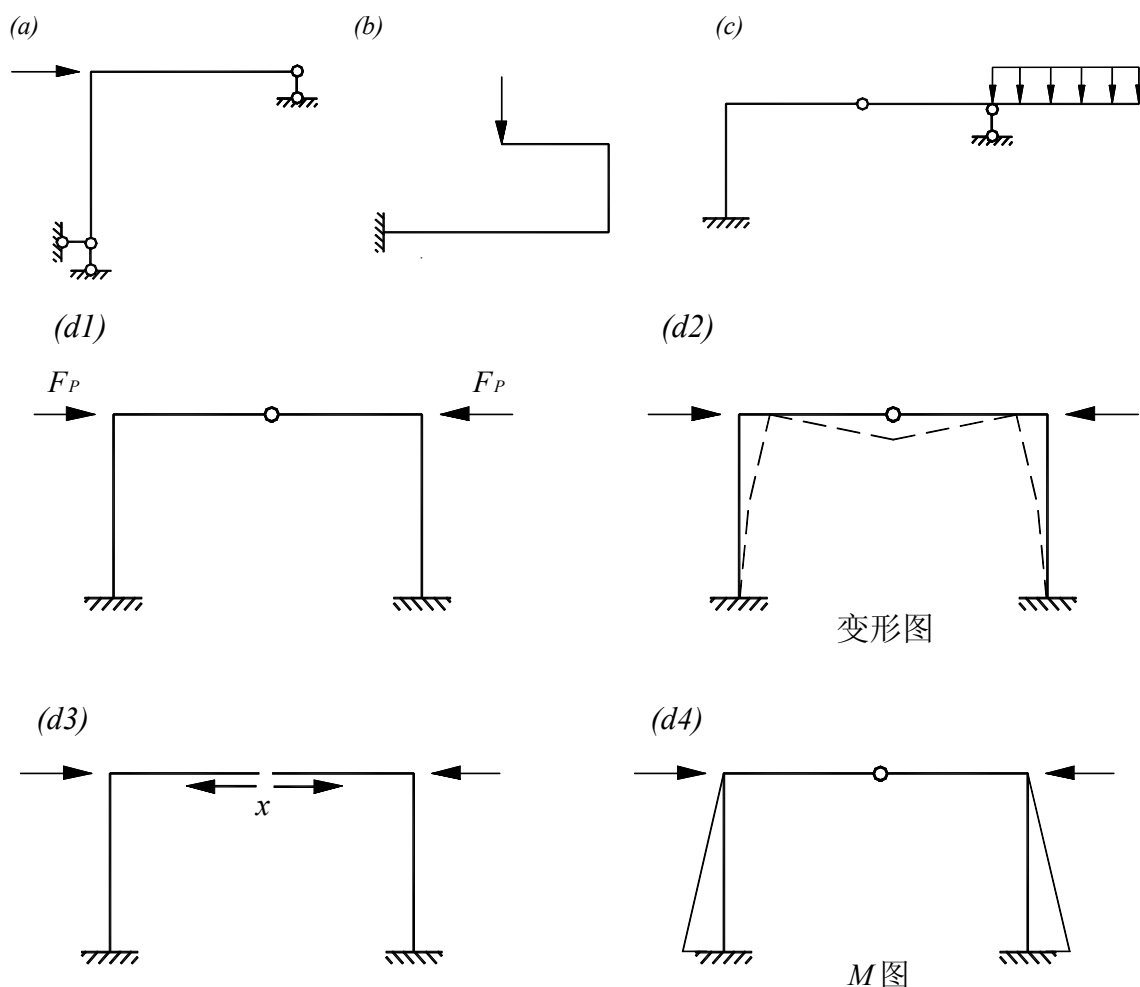


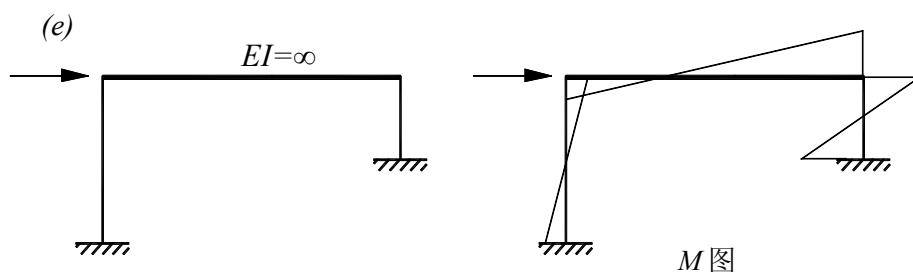
武汉理工大学 2006 年硕士研究生入学考试试题

一、 定性画出下列结构在所示荷载（包括广义荷载）作用下弯矩图的形状（除有特殊规定外，均不计轴向变形）。 （每小题 5 分，共计 25 分）



（注：1、要考虑杆的轴向变形；2、集中力大小相等，各杆 EI 为常数。）

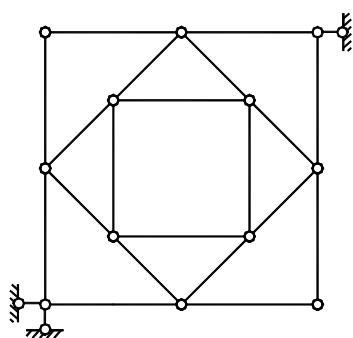
解：根据正对称，对称轴处反对称未知力为零，受力图如图 d3，容易看出仅竖杆有弯矩。又根据变形图得，竖柱为外侧受拉，弯矩图为图 d4。



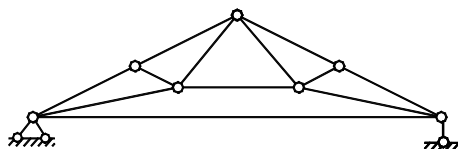
解：本题只有侧移未知量，用剪力分配法，每个竖柱的剪力按 $12 \frac{i}{h^2}$ 分配，杆端弯矩为 $6 \frac{i}{h}$ ，故杆件越长，弯矩越小。

二、 从几何构造分析的角度来看，下列图示的杆件系各属于什么体系，请将结论填写在下方的括号里

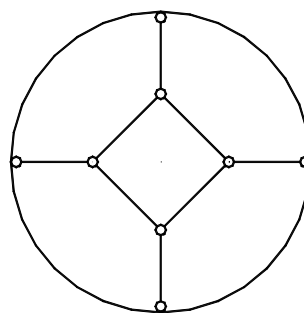
(对于几何不变体系说明有无多余约束及多于约束的数量)。(各 5 分, 共 15 分)



a (几何可变体系)

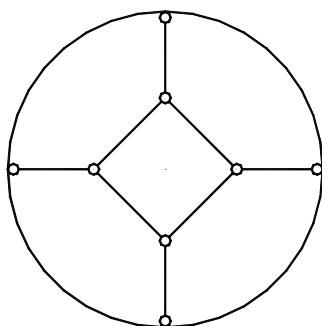


b (一个多余约束的几何不变体系)

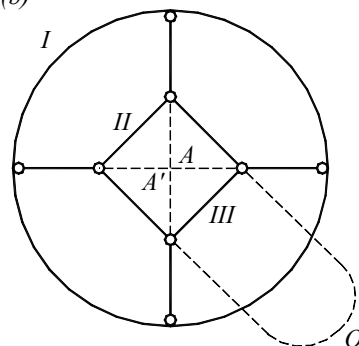


c (瞬变体系)

(a)



(b)

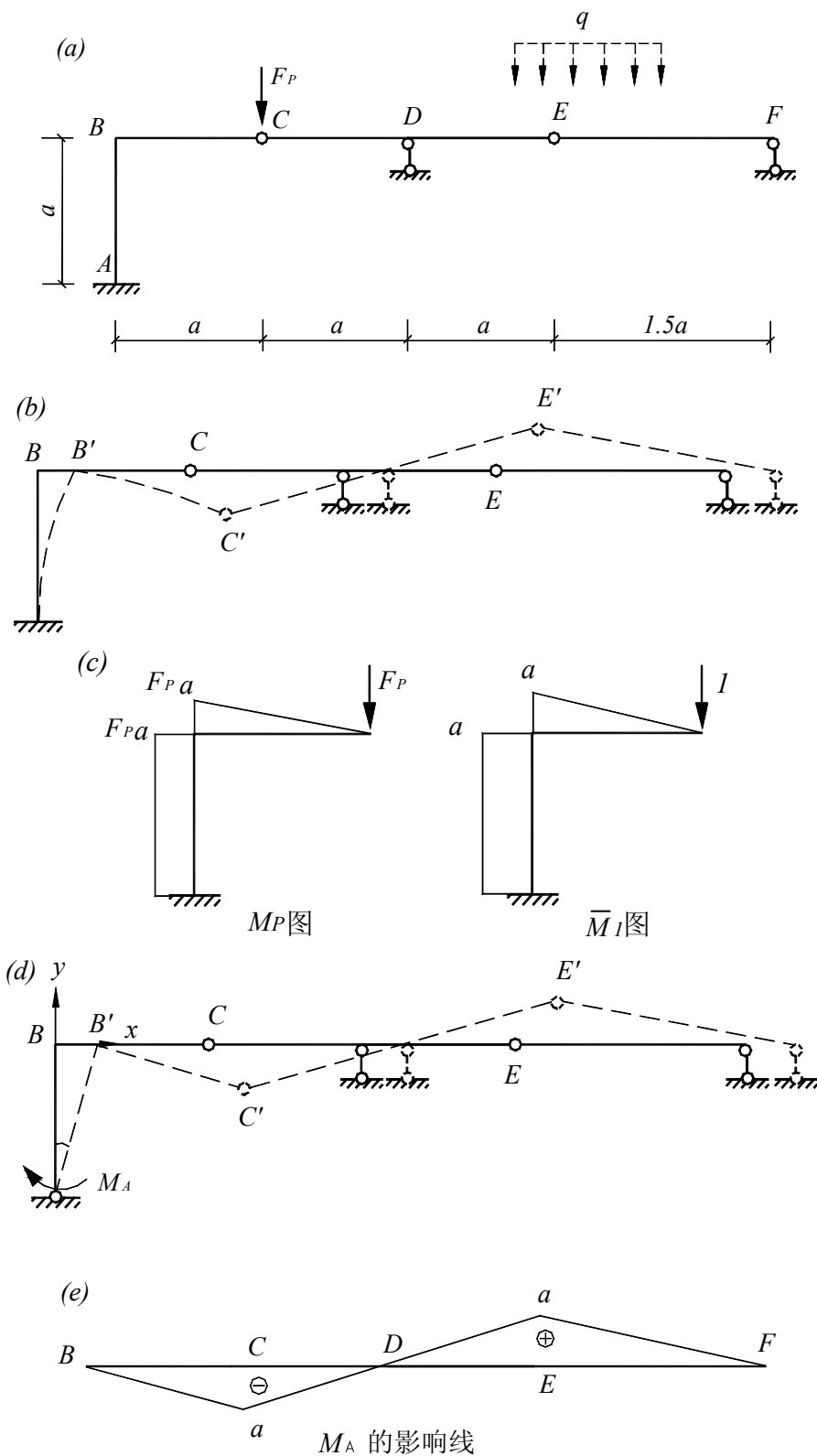


(c)解: 用三刚片规则, 三刚片如图 b 所示, 三刚片分别用三铰 A、A'、O 两两相连, 三铰共线, 组成瞬变体系, 而刚片 I 本身又三个多余约束, 故原结构是有四个多余约束的几何瞬变体系。(注意: 瞬变体系本身就有有一个多余约束, 再加上刚片 I 的多余约束数, 故总的多余约束是四个)

三、 图示结构

- (1) 当结点 C 处受到集中力 P 时, 画出结构变形大致图形。设各杆的刚度均为 EI , 不考虑轴向变形, 求此时杆件 CE 的转动角度。(15 分)
- (2) 如果荷载 P 可以在 B—F 结点之间移动, 试作出 A 截面弯矩 M_A 的影响线 (设 M_A 以杆件内侧受拉为正)。(10 分)
- (3) 设方向向下的均布荷载 q 可以在 B—F 结点之间任意布置, 试利用 M_A 影响线判定均布荷载 q 的何种布置对于 A 截面受弯是最危险的 (设杆件 AB 为对称截面杆, 材料受拉与受压允许应力相同), 此时 M_A 为多大? (10 分)

(共 35 分)



解：(1) 集中力作用在基本部分 ABC 上，只在基本部分引起弯矩和弯曲变形，而附属部分的位移形状取决于 C 点的位移，画出结构变形大致图形如图 b。(注意：由于忽略轴向变形，B 点只有向右的水平位移，AB 杆虽然弯曲，但基于小变形假设，弯曲后的投影长度与原长相等，故 B 点无竖向位移)

CE 的转角，等于 C 点竖向位移除以 CE 杆的长度。先求 C 点的竖向位移 Δ_{Cv} ，在 C 点施加单位力，分别作出 M_P 、 \bar{M}_l 图(图 c)，用图乘法：

$$\Delta_{CV} = \frac{1}{EI} \left(\frac{1}{2} F_P a \times a \times \frac{2}{3} a + F_P a \times a \times a \right) = \frac{4F_P a^3}{3EI} (\downarrow)$$

$$\text{则 CE 的转角 } \theta_{CE} = \frac{\Delta_{CV}}{2a} = \frac{2F_P a^2}{3EI} (\curvearrowright)$$

(2) 用机动法。建立如图d所示坐标系，去掉与 M_A 相应的约束，代之以力偶 M_A ，令 M_A 对应的转角为1，作出位移图，则BF段的位移图就是 M_A 的影响线，如图e所示。

(3) 将 q 在DF段布置，此时A截面是最危险的，

$$M_A = q \times \frac{1}{2} \times 2.5a \times a = 1.25qa^2$$

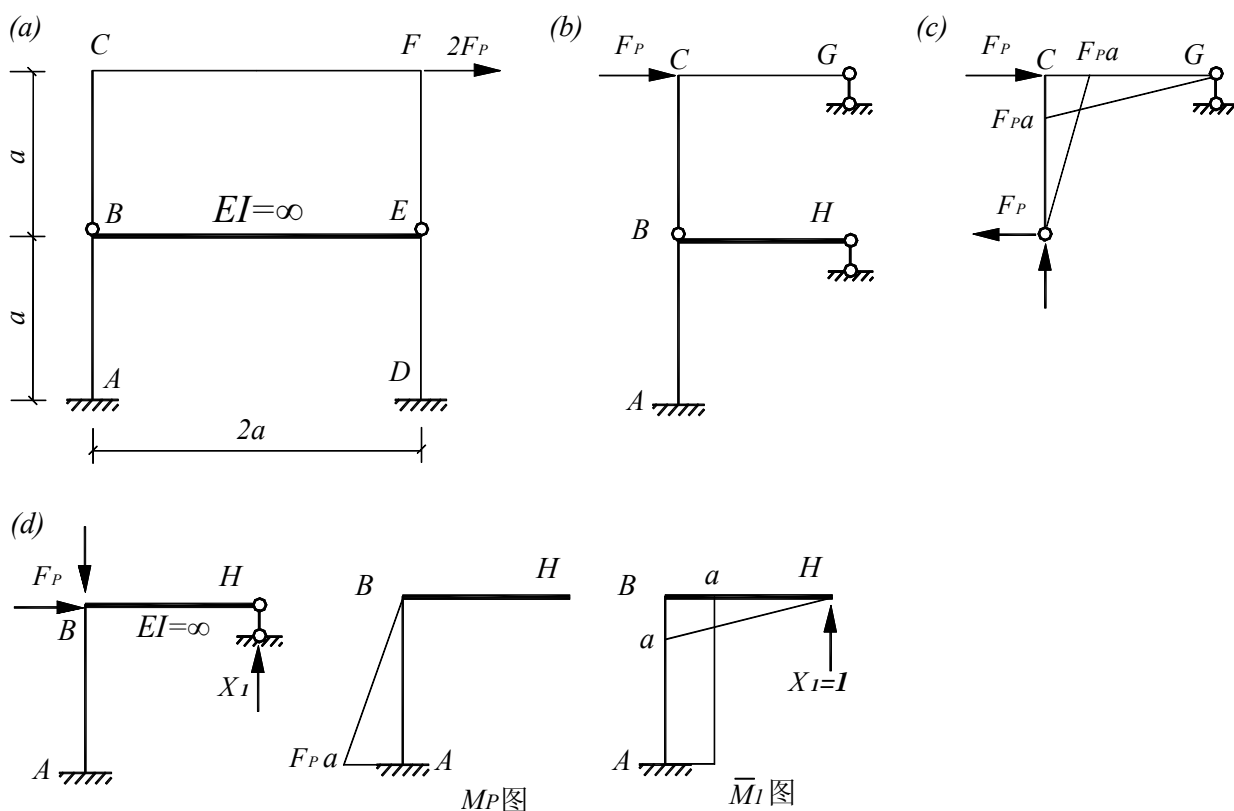
四、图示为一个对称二层刚架，底层横梁刚度为 ∞ ，其它梁柱的线刚度均为 i ，所受荷载如图所示，杆的轴向变形均不计。

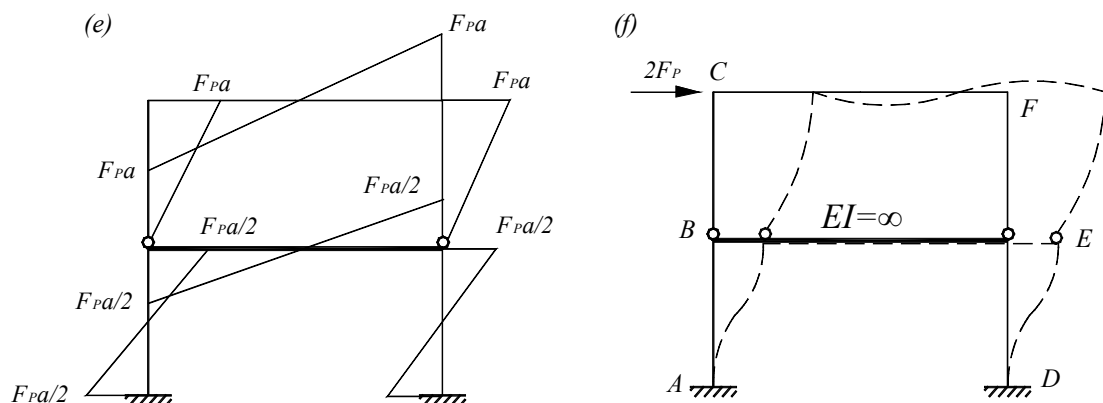
(1) 试根据结构对称性特点的考虑，选取合适的简化计算模型，并画出计算简图。(10分)

(2) 利用所选用的结构简化计算模型，选取适当的方程进行简化计算，画出结构的弯矩图。(20分)

(3) 定性画出结构在图示荷载作用下的变形图。(10分)

(共40分)





解：(1) 由于忽略轴向变形，图示结构可认为所受荷载为反对称，简化半结构如图 b。

(2) 对于附属部分 BCG，由于是静定结构，容易得出其弯矩图如图 c，将附属部分的支座反力反作用于基本部分(图 d)，用力法求解基本部分的弯矩图。

列出力法方程 $\delta_{11} X_1 + \Delta_{1P} = 0$ ，其中 $\delta_{11} = \frac{1}{EI} (a \times a \times a) = \frac{a^3}{EI}$ ；

$\Delta_{1P} = -\frac{1}{EI} \left(\frac{1}{2} \times F_P a \times a \times a \right) = -\frac{F_P a^3}{2EI}$ ，代入方程解得 $X_1 = \frac{F_P}{2}$ ，原结构的 M 图如图 e 所示。

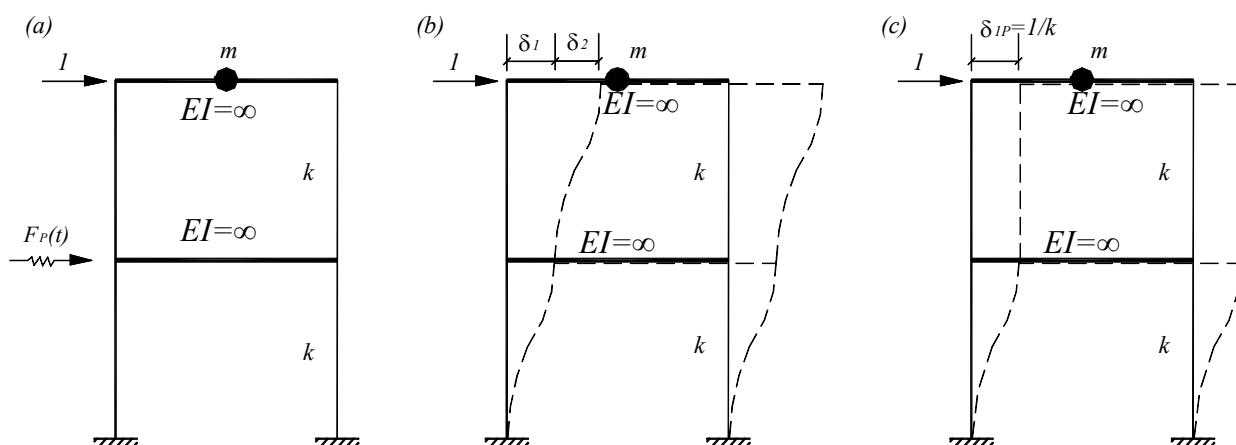
(3) 根据弯矩图的受拉侧作出变形图的形状，见图 f。

五、图示为一个二层刚架，横梁刚度均为 ∞ ，设上层与下层的层间侧移刚度均为 k ，梁柱质量均不计，上层横梁上附有 1 个集中质量 M ，请回答以下问题。

(1) 该系统的动力自由度数是 1 还是 2？ (5 分)

(2) 如图，当上层横梁受到一个单位水平力作用时，试分别求出上层横梁相对于下层横梁的侧移 δ_2 ，下层横梁相对基础的侧移 δ_1 ，上层横梁相对基础的侧移 δ 。(共 10 分)

(3) 试写出该系统自由振动微分方程 (12 分)，当下层横梁受到水平动力荷载 $F_P(t)$ 作用时，系统将发生强迫振动，试写出系统强迫振动的微分方程。(刚度法或柔度法均可) (8 分)



解：(1) 自由度是 1

(2) 由题知，上层与下层的层间侧移刚度为 k 的意思就是上下层之间发生单位相对侧移时需要施加的水平力为 k ，故有单位水平力作用时上下层的相对水平位移 $\delta_2 = 1/k$ ，下层与基础的相对水平位移 $\delta_1 = 1/k$ ，上层与基础的相对水平位移 $\delta = \delta_1 + \delta_2 = 2/k$ 。

(3) 用柔度法

自由振动微分方程: $y = -m\ddot{y} \cdot \delta$, 其中 $\delta=2/k$ 。将 δ 代入方程得 $2m\ddot{y} + ky = 0$

当下层横梁受到水平动力荷载 $F_p(t)$ 作用时, 系统强迫振动的微分方程为: $y = -m\ddot{y}\delta_{11} + F_p(t)\delta_{1P}$,

其中, $\delta_{11}=2/k$ (见第 (2) 问), $\delta_{1P}=1/k$ (见图c)。带入方程整理得 $2m\ddot{y} + ky = F_p(t)$ 。