

北京工业大学 2023—2024 学年第 1 学期

《结构力学基础》期末考试卷 A

**考试说明：**

考试时长：95 分钟；适用专业：给排水科学与工程 22 级本科生    开卷

**承诺：**

本人已学习了《北京工业大学考场规则》和《北京工业大学学生违纪处分条例》，承诺在考试过程中自觉遵守有关规定，服从监考教师管理，诚信考试，做到不违纪、不作弊、不替考。若有违反，愿接受相应的处分。

**承诺人：** \_\_\_\_\_ **学号：** \_\_\_\_\_ **班号：** \_\_\_\_\_

注：本试卷共六大题，28小题，共5页，满分 100 分，考试时必须使用卷后附加的统一答题纸和草稿纸，期间禁止使用手机。（需用计算器）

卷面成绩汇总表（阅卷教师填写）

题号	一	二	三	四	五	六	总成绩
满分	10	10	14	10	16	40	
得分							

得分

**一、名词解释(每小题 2 分, 共 10 分)**

- 1、几何不变体系：体系受到任意荷载作用后，在不考虑材料应变的条件下，若能保持其集合形状和位置不变，则成为几何不变体系。
- 2、静力荷载：逐渐增加、不致使结构发生显著冲击或振动，因而可略去惯性力的荷载。
- 3、理想约束：指约束力再可能位移上所做的功恒等于零的那种约束。
- 4、对称结构：不仅杆件轴线所构成的几何图形对称，而且杆件的刚度及支承情况也对称的一类结构。
- 5、瞬变体系：在某一瞬时可产生微小运动的几何可变体系，经微小位移后可成为几何不变体系。

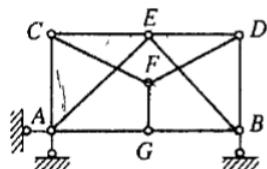
得分

**二、单项选择题(每小题 2 分, 共 10 分)**

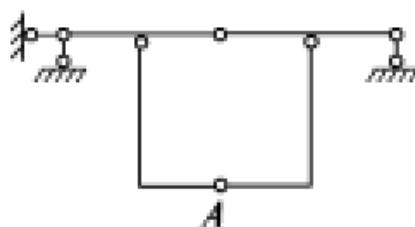
在每小题列出的 4 个备选项中只有一个符合题目要求的，请将其代

码填写在题后的括号内。错选、多选或未选均无分。

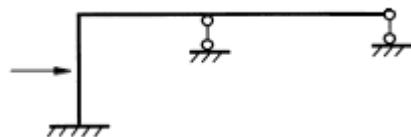
1. 如题图所示体系的几何组成为 ( A )。
- A. 几何不变、无多余约束体系； B. 几何不变、有多余约束体系；  
C. 瞬变体系； D. 常变体系。



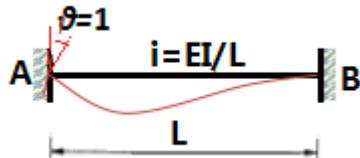
2. 如题图所示体系的几何组成为 ( D )。
- A. 几何不变、无多余约束体系； B. 几何不变、有多余约束体系；  
C. 瞬变体系； D. 常变体系。



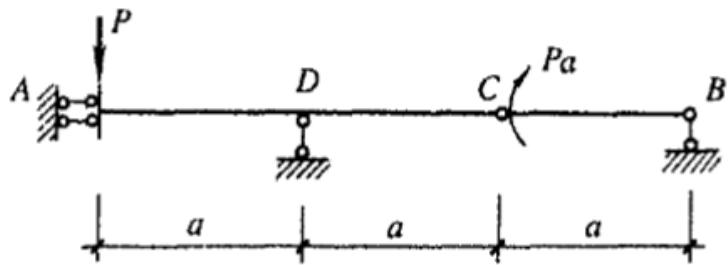
3. 图示结构用力法计算时的未知力个数为 ( B ) 个。
- A. 1； B. 2； C. 3； D. 4



4. 如图所示，两端固定等截面单跨静定梁因 A 端单位转角位移产生的杠端弯矩  $M_{BA}$  大小为 ( B )
- A.  $4i$ ; B.  $2i$ ; C.  $-4i$ ; D.  $-2i$



5. 图示多跨静定梁的支座反力  $F_{Dy}$  等于 ( C )
- A.  $P$ ; B.  $-P$ ; C.  $0$ ; D.  $2P$



### 三、填空题（每小题 2 分，共 14 分）

请在每小题的空格中填上正确答案。错填、不填均无分。

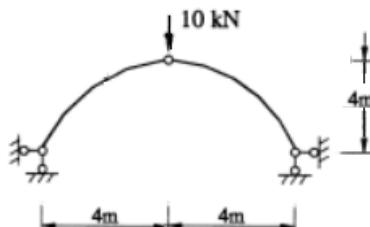
1、一个刚片在其平面内具有 3 个自由度；一个点在其平面内具有 2 个自由度；平面内一根链杆自由运动时具有 3 个自由度。

2、刚结点在结构发生变形时的特征是 各杆之间的夹角保持不变。

3、力法方程中系数  $\delta_{ij}$  的物理意义是  $X_j=1$  的单位力在  $X_i$  方向引起的位移。

4、位移法典型方程中，刚度系数  $r_{ij}$  的物理意义是 当附加约束  $j$  发生单位位移时，其它位移为零时在第  $i$  个附加约束中产生的反力或反力矩。

5、如题图所示抛物线三铰拱支座所产生的水平推力  $F_H = \underline{5\text{KN}}$ 。



6、如题图所示两端固定梁中 B 端的杆端弯矩  $M_{BA}$  为  $F_p L / 8$ 。

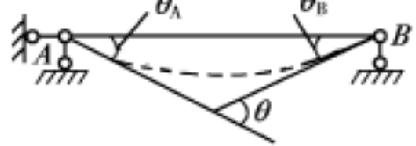


7、图示(a)简支梁，其两端承受一对大小相等，方向相反的力偶 M。该梁由其它荷载引起的 A、B 两截面的转角如图(b)所示，这对广义力所做的虚功为  $M\theta$ 。

(a)



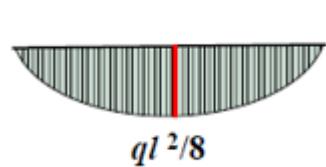
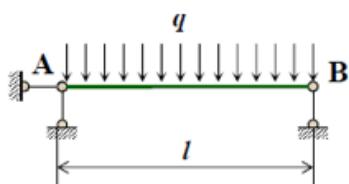
(b)



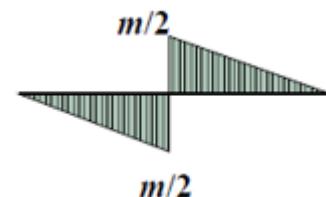
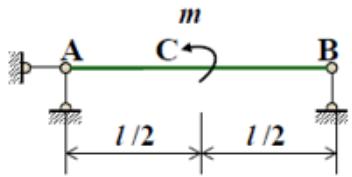
得分

四、绘制弯矩图（每小题 2 分，共 10 分）

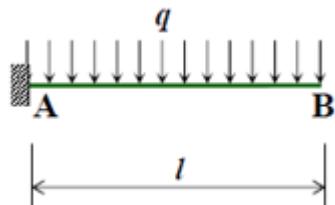
1、



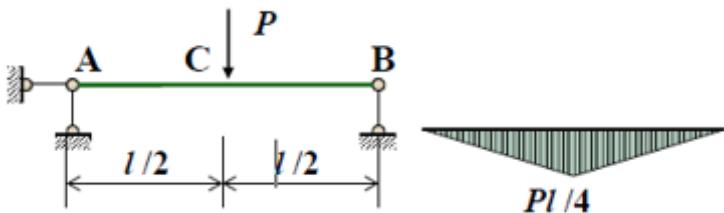
2、



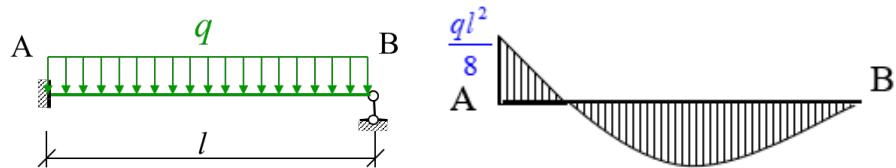
3、



4、



5、



得分

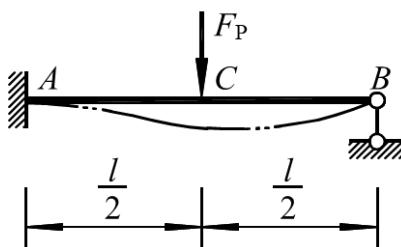
**五、简答题(共 16 分)**

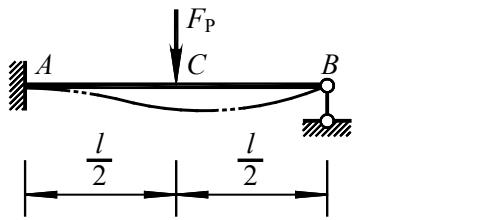
- 1、杆件结构力学的基本任务。(6分)。研究结构的组成规律和合理形式，以及结构在外因作用下的强度、刚度和稳定性的计算原理和计算方法。
- 2、如何区分平面杆件结构和空间杆件结构？(4分) 凡组成结构的所有杆件的轴线都位于同一平面，并且荷载也作用于该平面内的结构，称为平面杆件结构，否则为空间结构。
- 3、简述图乘法的适用条件。(6分) 杆段的 EI 为常数；杆轴线为直线；两个内力图至少有一个是直线。

得分

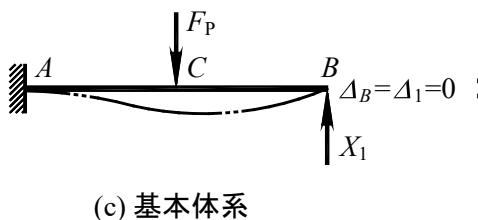
**六、计算题(共 40 分)**

- 1、用力法求出下图结构，并绘制出弯矩图。(10分)

**【解】**

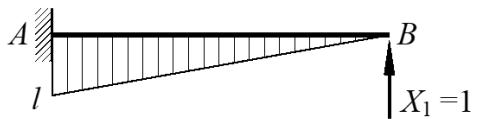
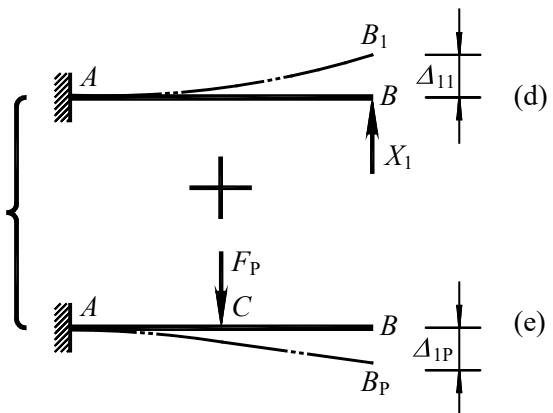
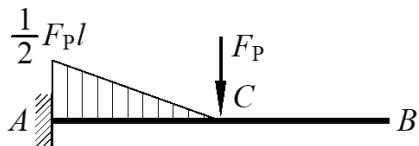


(a) 原结构



(c) 基本体系

(b) 基本结构


 (a)  $\bar{M}_1$  图

 (b)  $M_P$  图

列出力法的基本方程:

$$\delta_{11} X_1 + \Delta_{1P} = 0$$

根据图乘法:

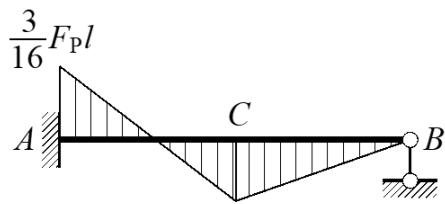
$$\delta_{11} = \sum \int \frac{\bar{M}_1^2}{EI} ds = \frac{1}{EI} \left( \frac{1}{2} \times l \times l \right) \times \frac{2}{3} l = \frac{l^3}{3EI}$$

$$\Delta_{1P} = \sum \int \frac{\bar{M}_1 M_P}{EI} ds = -\frac{1}{EI} \left( \frac{1}{2} \times \frac{l}{2} \times \frac{F_P l}{2} \right) \times \frac{5}{6} l = -\frac{5F_P l^3}{48EI}$$

将求得的系数及自由项代回基本方程, 解得:

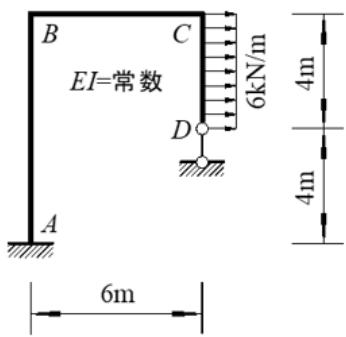
$$X_1 = -\frac{\Delta_{1P}}{\delta_{11}} = \frac{5}{16} F_P (\uparrow)$$

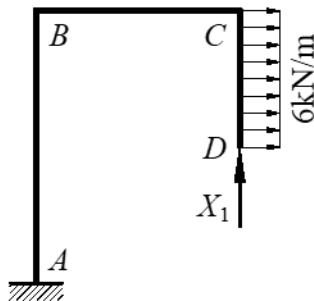
利用多余未知力求出剩余的反力和内力，并作出弯矩图：



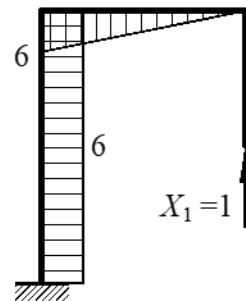
(c)  $M$ 图

2、试用力法计算下图所示刚架，并作出弯矩图。各杆抗弯刚度均为  $EI$ 。(15 分)

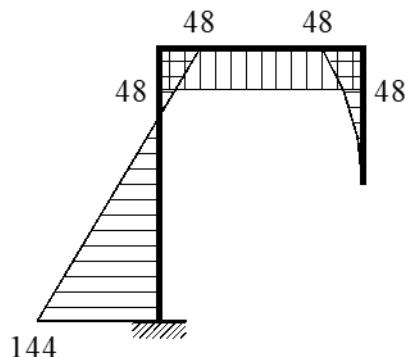




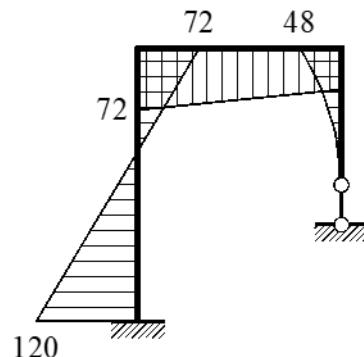
(b) 基本体系



(c)  $\bar{M}_1$  图



(d)  $M_P$  图



(e)  $M$  图(kN·m)

【解】(1) 确定超静定次数  $n=1$

(2) 选择力法基本体系, 如图 5.12(b)所示。

(3) 写出力法基本方程

$$\delta_{11}X_1 + \Delta_{1P} = 0$$

(4) 计算系数和自由项

绘制  $M_1$  图和  $M_P$  图, 分别如图(c)和(d)所示, 图乘可得

$$\delta_{11} = \frac{360}{EI}$$

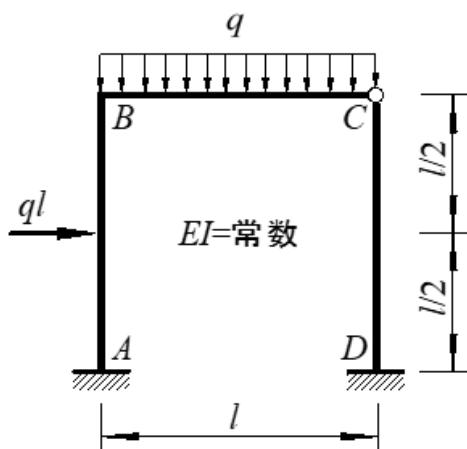
$$\Delta_{1P} = -\frac{1440}{EI}$$

(5) 解基本方程，得

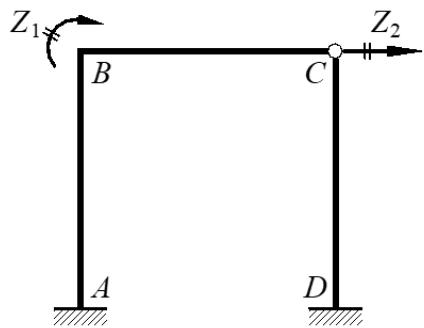
$$X_1 = -\frac{\Delta_{1P}}{\delta_{11}} = 4 \text{kN} (\uparrow)$$

(6) 利用叠加公式绘弯矩图，如图(e)所示。

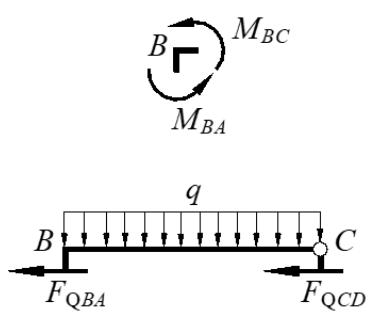
3、试用直接平衡法或位移法典型方程计算下图所示刚架，并作弯矩图。已知  $EI=常量$ 。(15 分)



【解】(1) 确定基本未知量，并绘出示意图



(a) 基本未知量



(b) 结点位移处的平衡条件

(2) 利用结点位移表示出各对应杆件的杆端位移，进行杆件分析，即根据转角位移方程，逐杆写出杆端内力：

① 对于左柱 BA (视为两端固定梁)

$$M_{AB} = 2iZ_1 - 6i\frac{Z_2}{l} - \frac{ql^2}{8}$$

$$M_{BA} = 4iZ_1 - 6i\frac{Z_2}{l} + \frac{ql^2}{8}$$

$$F_{QBA} = -\frac{6iZ_2}{l} + \frac{12iZ_2}{l^2} - \frac{ql}{2}$$

② 对于横梁 BC (视为 B 端固定，C 端铰支)

$$M_{BC} = 3iZ_1 - \frac{ql^2}{8}$$

$$M_{CB} = 0$$

③ 对于右柱 CD (视为 D 端固定，C 端铰支)

$$M_{CD} = 0$$

$$M_{DC} = -3i\frac{Z_2}{l}$$

$$F_{QCB} = 3i \frac{Z_2}{l^2}$$

(3)“组装”，进行整体分析，即根据结点平衡条件和截面平衡条件建立位移法方程

$$F_{QBA} + F_{QCD} = 0$$

$$-\frac{6i}{l} Z_1 + \frac{15i}{l^2} Z_2 - \frac{ql}{2} = 0$$

(4) 联立求解方程 (a) 和 (b)，求基本未知量：

$$Z_1 = \frac{6}{138i} ql^2 \quad Z_2 = \frac{7}{138i} ql^3$$

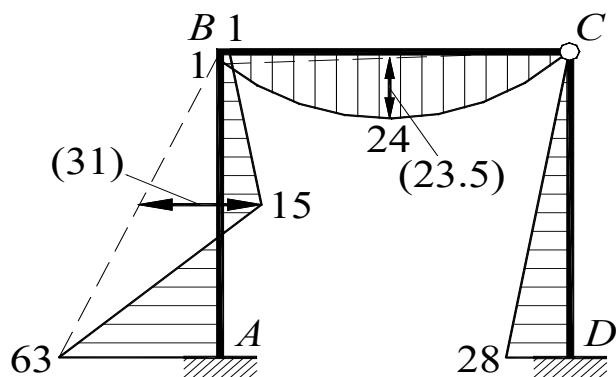
(5) 计算杆端内力

将  $Z_1$  和  $Z_2$  代回第 (2) 步所列出的各杆的杆端弯矩表达式，即可求得

$$M_{AB} = -\frac{63}{184} ql^2 \quad M_{BA} = -\frac{1}{184} ql^2$$

$$M_{BC} = \frac{1}{184} ql^2 \quad M_{DC} = -\frac{28}{184} ql^2$$

(6) 作最后弯矩图



$M$  图( $\times ql^2/184$ )