

6.5 竖向荷载作用下横向框架内力计算

6.5.1 计算单元

取3轴线横向框架进行计算，计算单元宽度为8.1m，如图6所示。由于房间内布置有次梁，故直接传给该框架的楼面荷载如图中的水平阴影线所示，计算单元范围内的其余楼面荷载则通过次梁和纵向框架梁以集中力的形式传给横向框架，作用于各节点上。由于纵向框架的中心线与柱的中心线不重合，因此在框架节点上还作用有集中力矩。楼板为整体现浇，本板AB跨与CD跨选用双向板，可沿四角点沿45°线将区格分为小块，每个板上的荷载传给与之相邻的梁，板传至梁上的三角形或梯形荷载可等效为均布荷载。

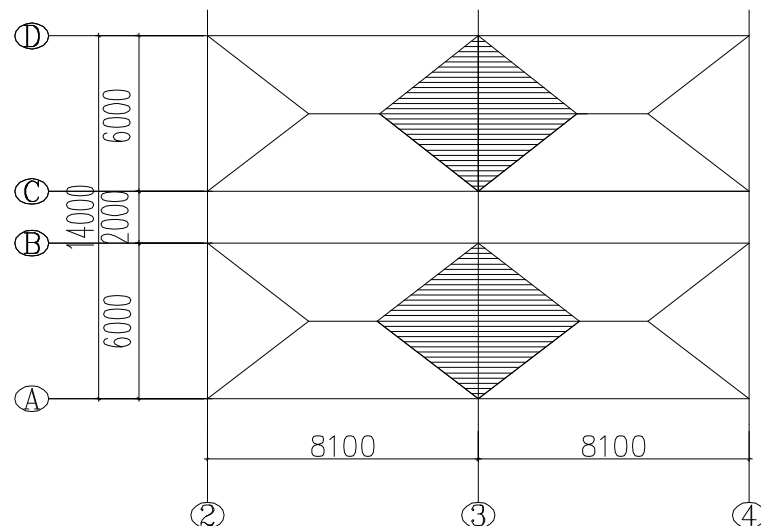


图 6 横向框架计算单元

6.5.2 荷载计算

AB、CD 轴框架梁板传荷载计算

屋面板传荷载：

恒载： $4.49\text{kN/m}^2 \times 5 / 8 \times 6\text{m} \times 0.5 \times 2 = 16.84\text{kN/m}$

活载： $2.0\text{kN/m}^2 \times 5 / 8 \times 6\text{m} \times 0.5 \times 2 = 7.5\text{kN/m}$

雪荷载： $0.2\text{kN/m}^2 \times 5 / 8 \times 6\text{m} \times 0.5 \times 2 = 0.75\text{kN/m}$ (计算荷载组合时使用)

楼面板传荷载：

恒载： $3.95\text{kN/m}^2 \times 5 / 8 \times 6\text{m} \times 0.5 \times 2 = 14.81\text{kN/m}$

活载： $2.5\text{kN/m}^2 \times 5 / 8 \times 6\text{m} \times 0.5 \times 2 = 9.38\text{kN/m}$

AB 轴间框架梁均布荷载

屋面梁:

恒载 = 梁自重+板传荷载

$$= 3.38 \text{ kN/m} + 16.84 \text{ kN/m}$$

$$= 20.22 \text{ kN/m}$$

活载 = 板传荷载 = 7.5 kN/m

雪荷载=0.75kN/m(屋面活载不计入荷载组合, 此值在计算荷载组合时使用)

楼面梁:

恒载 = 梁自重+板传荷载+墙自重

$$= 3.38 \text{ kN/m} + 14.81 \text{ kN/m} + 1.44 \text{ kN/m}^2 \times 3.6 \text{ m}$$

$$= 23.37 \text{ kN/m}$$

活载 = 板传荷载 = 9.38 kN/m

BC 轴间框架梁均布荷载

屋面梁:

恒载 = 梁自重 = 5.59 kN/m

活载 = 板传荷载 = 0 kN/m

雪载=0 kN/m

楼面梁:

恒载 = 梁自重= 5.59 kN/m

活载 = 板传荷载 = 0 kN/m

CD 轴间框架梁均布荷载

屋面梁:

恒载 = 梁自重+板传荷载

$$= 5.59 \text{ kN/m} + 16.84 \text{ kN/m}$$

$$= 22.43 \text{ kN/m}$$

活载 = 板传荷载 = 7.5 kN/m

雪荷载=0.75kN/m(屋面活载不计入荷载组合, 此值在计算荷载组合时使用)

楼面梁:

恒载 = 梁自重+板传荷载+墙自重

$$= 5.59 \text{ kN/m} + 14.81 \text{ kN/m} + 1.44 \text{ kN/m}^2 \times 3.6 \text{ m}$$

$$= 25.58 \text{ kN/m}$$

活载 = 板传荷载 = 9.38 kN/m

A/D 轴柱子纵向集中荷载计算:

顶层柱:

$$\begin{aligned}\text{恒载} &= \text{女儿墙} + \text{梁自重} + \text{板传荷载} \\ &= [(1.44 \text{ kN/m}^2 \times 8.1\text{m} \times 0.8\text{m} \times 0.5) + (5.59 \text{ kN/m} \times 8.1\text{m} \times 0.5) + 0.5 \times 0.5 \times (2.1\text{m} + 8.1\text{m}) \\ &\quad \times 3\text{m} \times 4.49 \text{ kN/m}^2] \times 2 = 123.31 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\text{集中力矩为柱与梁偏心引起的附加弯矩} = 123.31 \text{ kN} \times (0.4 - 0.3)\text{m} \times 0.5 = 6.17 \text{ kNm}$$

$$\text{活载} = \text{板传荷载} = 0.5 \times 0.5 \times (2.1\text{m} + 8.1\text{m}) \times 3\text{m} \times 2.0 \text{ kN/m}^2 \times 2 = 30.6 \text{ kN}$$

$$\text{集中力矩为柱与梁偏心引起的附加弯矩} = 30.6 \text{ kN} \times (0.4 - 0.3)\text{m} \times 0.5 = 1.53 \text{ kNm}$$

$$\text{雪荷载} = 0.5 \times 0.5 \times (2.1\text{m} + 8.1\text{m}) \times 3\text{m} \times 0.2 \text{ kN/m}^2 \times 2 = 3.06 \text{ kN}$$

$$\text{集中力矩为柱与梁偏心引起的附加弯矩} = 3.06 \text{ kN} \times (0.4 - 0.3)\text{m} \times 0.5 = 0.153 \text{ kNm}$$

标准层柱:

$$\begin{aligned}\text{恒载} &= \text{墙自重} + \text{梁自重} + \text{板传荷载} \\ &= 1.74 \text{ kN/m}^2 \times 8.1\text{m} \times 3.6\text{m} + 5.59 \text{ kN/m} \times 8.1\text{m} + 0.5 \times (2.1\text{m} + 8.1\text{m}) \times 3\text{m} \times 3.95 \text{ kN/m}^2 = \\ &156.45 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\text{集中力矩为柱与梁偏心引起的附加弯矩} = 156.45 \text{ kN} \times (0.5 - 0.3)\text{m} \times 0.5 = 15.65 \text{ kNm}$$

$$\text{活载} = \text{板传荷载} = 0.5 \times 0.5 \times (2.1\text{m} + 8.1\text{m}) \times 3\text{m} \times 2.5 \text{ kN/m}^2 \times 2 = 38.25 \text{ kN}$$

$$\text{集中力矩为柱与梁偏心引起的附加弯矩} = 38.25 \text{ kN} \times (0.5 - 0.3)\text{m} \times 0.5 = 3.83 \text{ kNm}$$

B 轴柱子纵向集中荷载计算:

顶层柱:

$$\begin{aligned}\text{恒载} &= \text{梁自重} + \text{板传荷载 1} + \text{板传荷载 2} \\ &= [(5.59 \text{ kN/m} \times 8.1\text{m} \times 0.5) + 0.5 \times 0.5 \times (2.1\text{m} + 8.1\text{m}) \times 3\text{m} \times 4.49 \text{ kN/m}^2 + 0.5 \times 8.1\text{m} \times 1\text{m} \times 4.49 \\ &\quad \text{kN/m}^2] \times 2 \\ &= 150.35 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{活载} &= \text{板传荷载 1} + \text{板传荷载 2} \\ &= 0.5 \times (2.1\text{m} + 8.1\text{m}) \times 3\text{m} \times 2.0 \text{ kN/m}^2 + 8.1\text{m} \times 1\text{m} \times 2.0 \text{ kN/m}^2 \\ &= 46.8 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{雪荷载} &= \text{板传雪荷载 1} + \text{板雪荷载 2} \\ &= 0.5 \times (2.1\text{m} + 8.1\text{m}) \times 3\text{m} \times 0.2 \text{ kN/m}^2 + 8.1\text{m} \times 1\text{m} \times 0.2 \text{ kN/m}^2 \\ &= 4.68 \text{ kN}\end{aligned}$$

标准层柱:

$$\begin{aligned}\text{恒载} &= \text{墙自重} + \text{梁自重} + \text{板传荷载 1} + \text{板传荷载 2} \\ &= 1.44 \text{ kN/m}^2 \times 8.1\text{m} \times 3.6\text{m} + 5.59 \text{ kN/m} \times 8.1\text{m} + 0.5 \times (2.1\text{m} + 8.1\text{m}) \times 3\text{m} \times 3.95 \\ &\quad \text{kN/m}^2 + 8.1\text{m} \times 1\text{m} \times 3.95 \text{ kN/m}^2 = 179.70 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{活载} &= \text{板传荷载 1} + \text{板传荷载 2} \\ &= 0.5 \times (2.1\text{m} + 8.1\text{m}) \times 3\text{m} \times 2.5 \text{ kN/m}^2 + 8.1\text{m} \times 1\text{m} \times 2.5 \text{ kN/m}^2 = 58.5 \text{ kN}\end{aligned}$$

C 轴次梁纵向集中荷载计算:

顶层柱:

恒载 = 梁自重+板传荷载 1+板传荷载 2

$$= [(3.38 \text{ kN/m} \times 8.1 \text{ m} \times 0.5) + 0.5 \times 0.5 \times (2.1 \text{ m} + 8.1 \text{ m}) \times 3 \text{ m} \times 4.49 \text{ kN/m}^2 + 0.5 \times 8.1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 4.49 \text{ kN/m}^2] \times 2$$

$$= 132.55 \text{ kN}$$

活载 = 板传荷载 1+板传荷载 2

$$= [0.5 \times 0.5 \times (2.1 \text{ m} + 8.1 \text{ m}) \times 3 \text{ m} \times 2.0 \text{ kN/m}^2 + 0.5 \times 8.1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 2.0 \text{ kN/m}^2] \times 2 = 46.8 \text{ kN}$$

雪荷载= 板传雪荷载 1+板传雪荷载 2

$$= [0.5 \times 0.5 \times (2.1 \text{ m} + 8.1 \text{ m}) \times 3 \text{ m} \times 0.2 \text{ kN/m}^2 + 0.5 \times 8.1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 0.2 \text{ kN/m}^2] \times 2 = 4.68 \text{ kN}$$

标准层柱:

恒载 = 墙自重+梁自重+板传荷载 1+板传荷载 2

$$= 1.44 \text{ kN/m}^2 \times 8.1 \text{ m} \times 3.6 \text{ m} + 3.38 \text{ kN/m} \times 8.1 \text{ m} + 0.5 \times (2.1 \text{ m} + 8.1 \text{ m}) \times 3 \text{ m} \times 3.95 \text{ kN/m}^2 + 8.1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 3.95 \text{ kN/m}^2 = 161.80 \text{ kN}$$

活载 = 板传荷载 1+板传荷载 2

$$= [0.5 \times 0.5 \times (2.1 \text{ m} + 8.1 \text{ m}) \times 3 \text{ m} \times 2.5 \text{ kN/m}^2 + 8.1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 2.5 \text{ kN/m}^2]$$

$$= 58.5 \text{ kN}$$

6.5.3 内力计算

框架在恒载、活载作用下的受力简图如图 7 所示。梁端、柱端弯矩采用弯矩二次分配法计算,弯矩计算过程如图 8 所示,所得弯矩图如图 9 所示。梁端剪力可根据梁上竖向荷载引起的剪力与梁端弯矩引起的剪力相叠加而得;柱轴力可由梁端剪力和节点集中力叠加得到,计算柱底轴力还需要考虑柱的自重,如表 12 和表 13 所列。

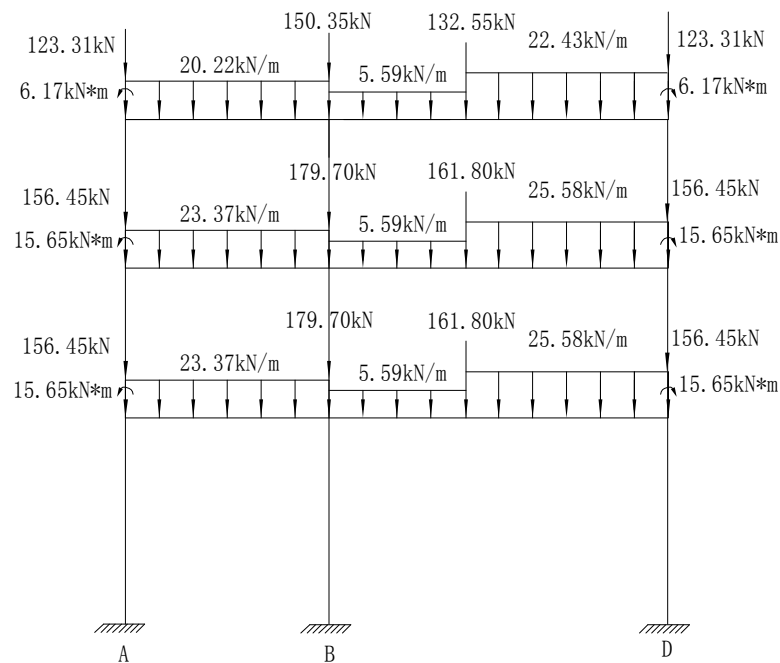


图 7a 恒荷载作用下框架的受力简图

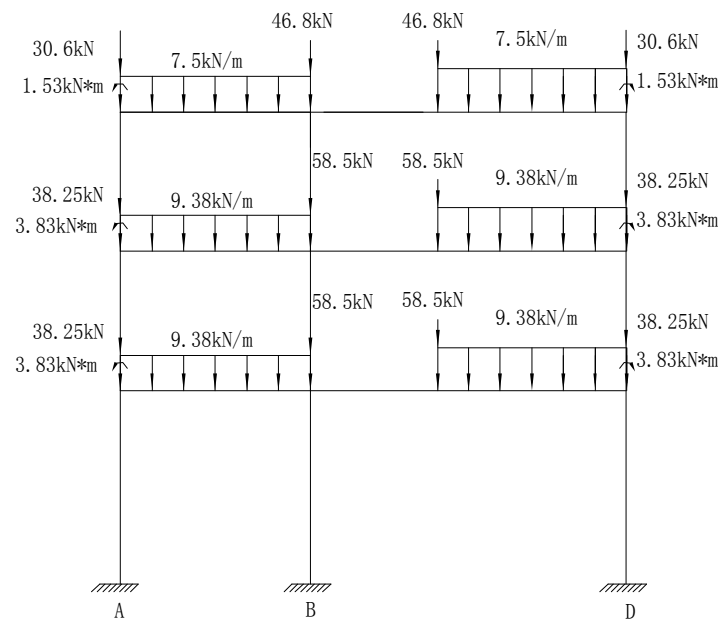


图 7b 活荷载作用下框架的受力简图

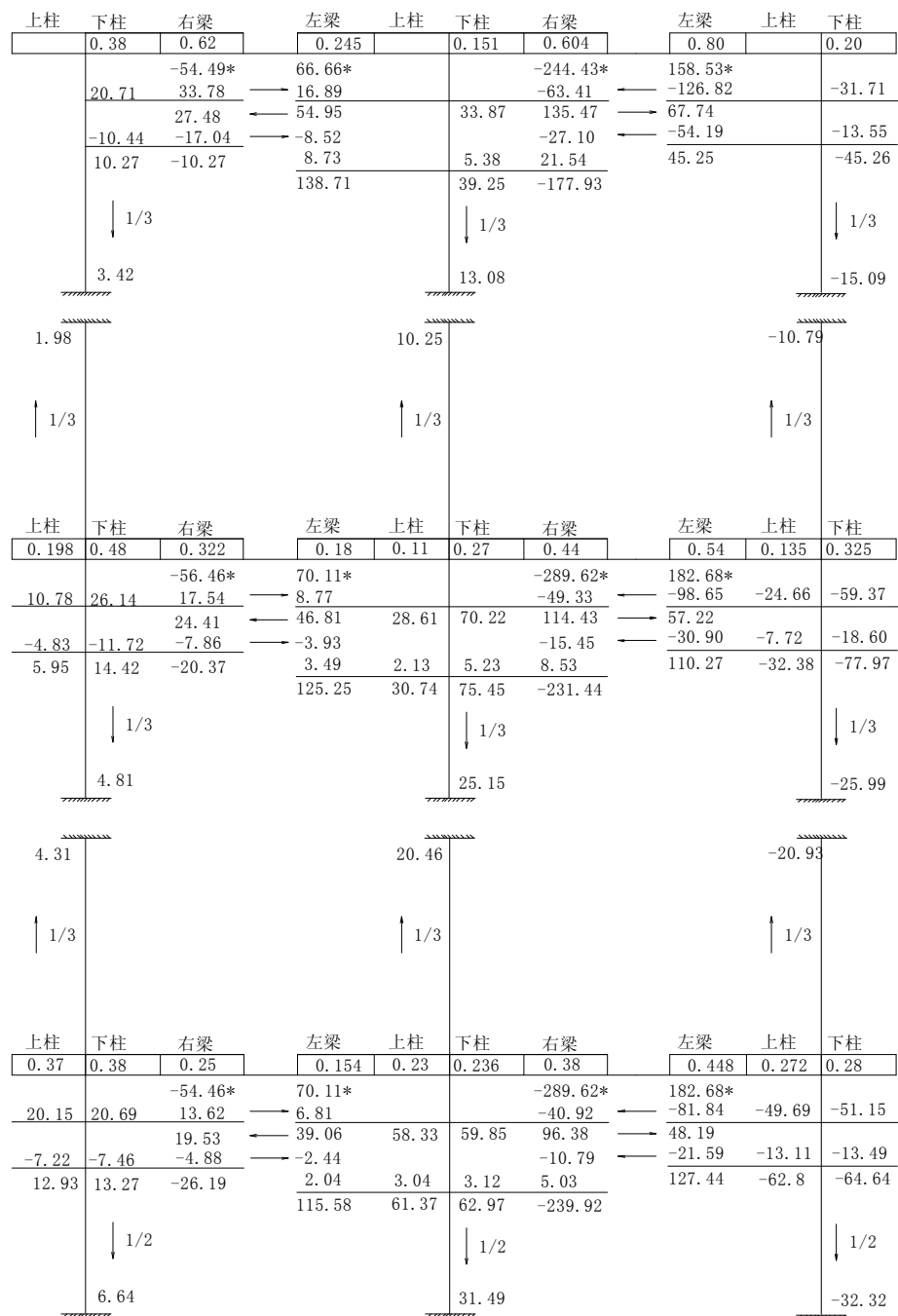


图 8a 恒荷载作用下框架的弯矩二次分配过程

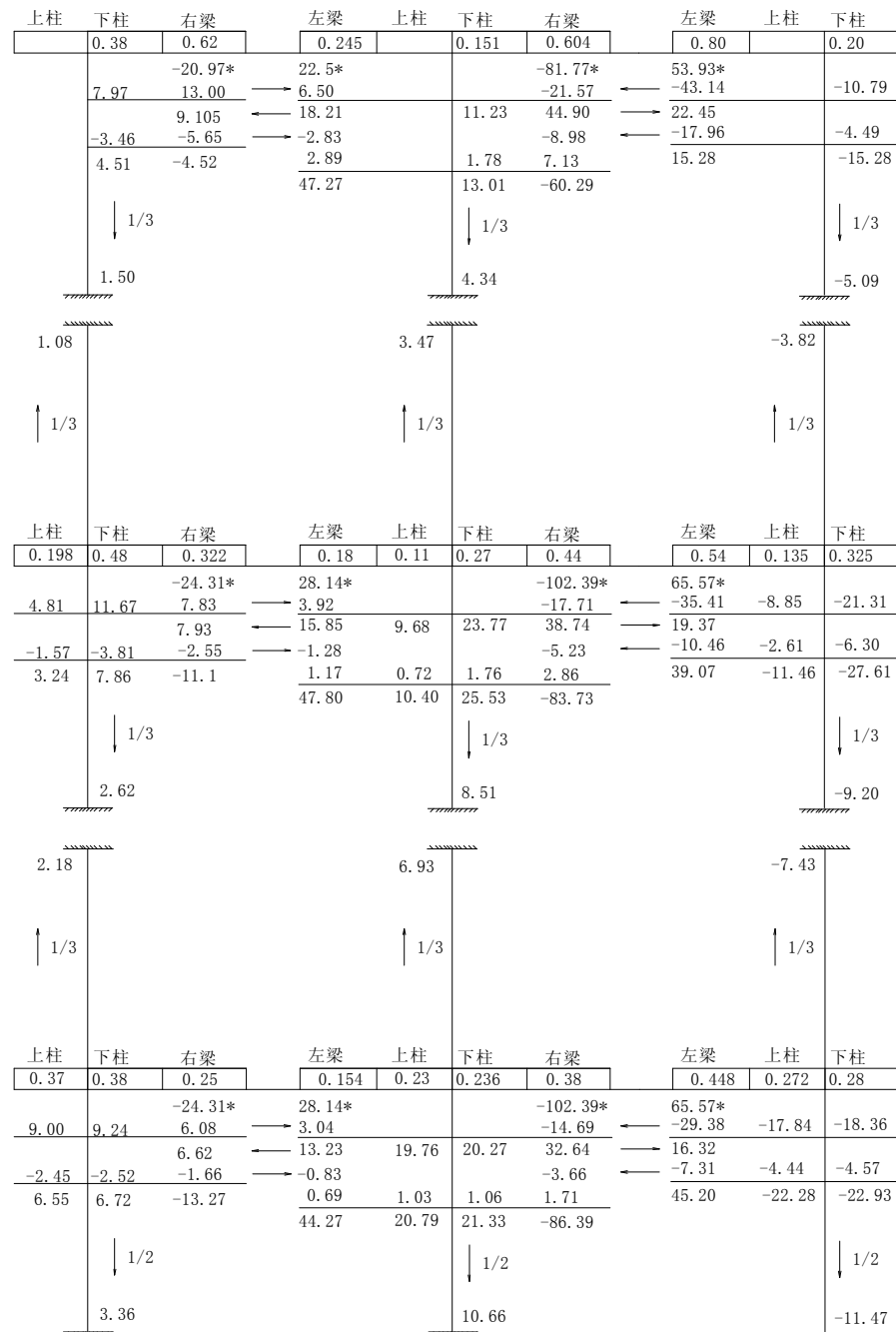


图 8b 活荷载作用下框架的弯矩二次分配过程

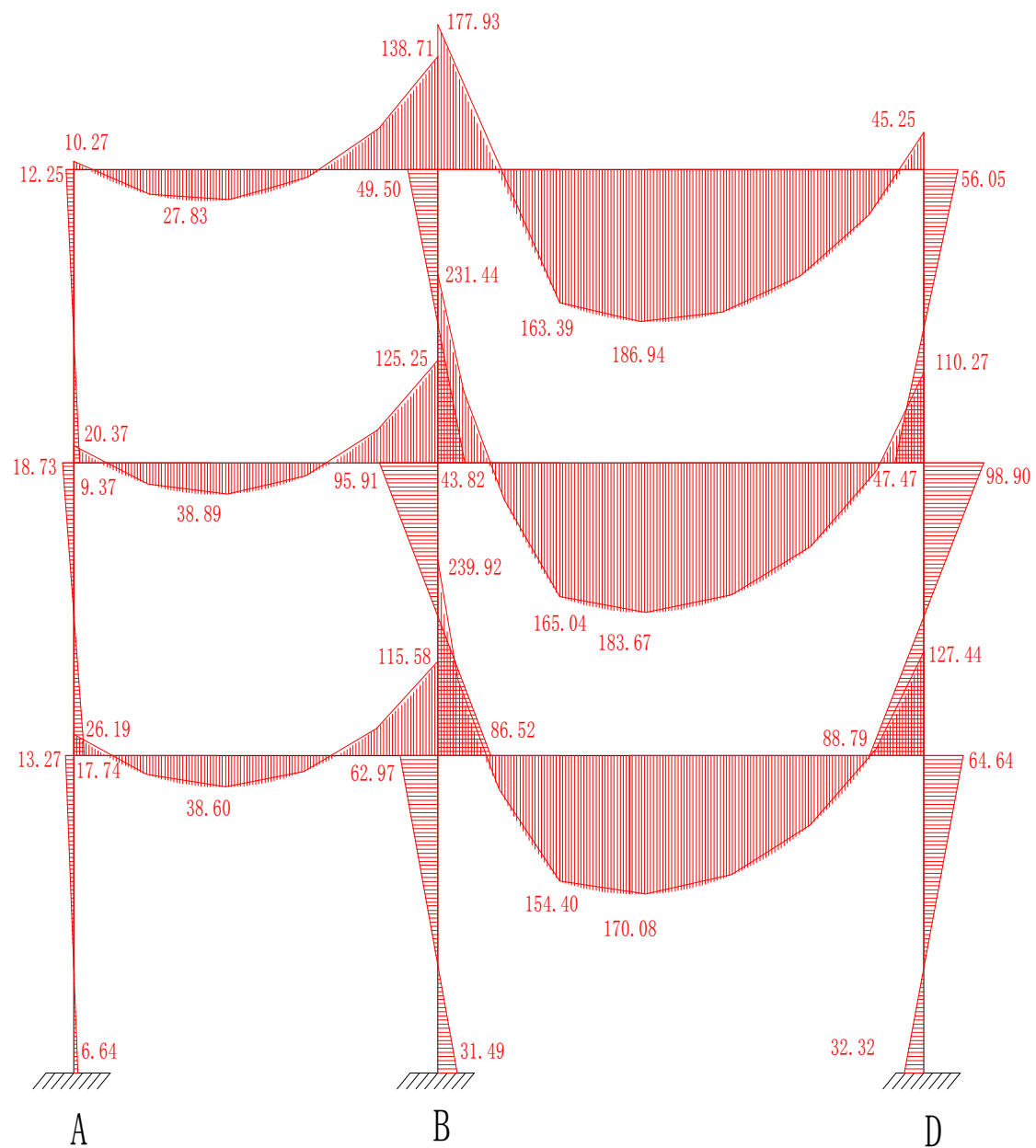


图 9a 恒荷载作用下的框架弯矩图 (kN*m)

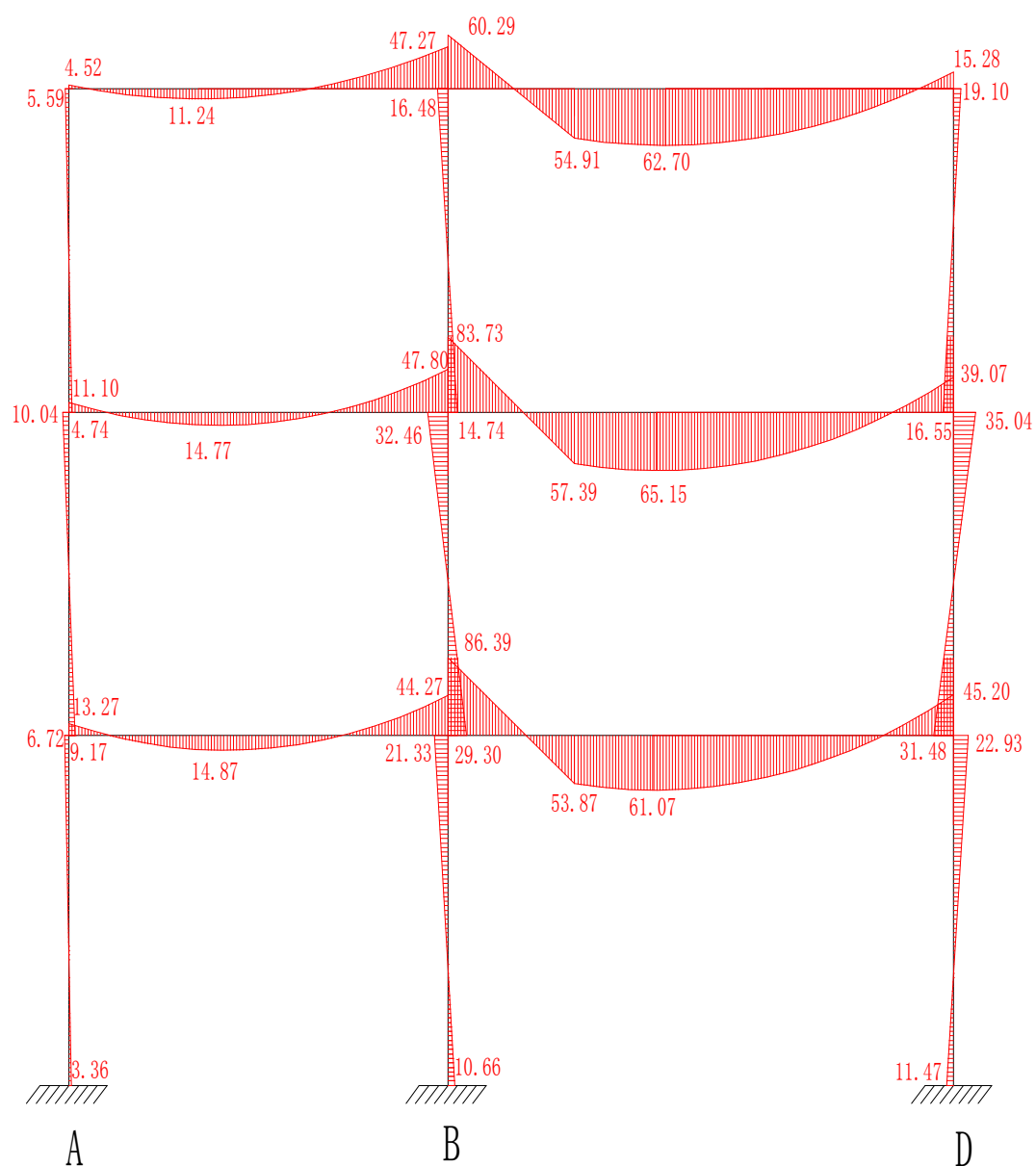


图 9b 活荷载作用下的框架弯矩图 (kN*m)

表 12 荷载作用下梁端剪力

层 次	恒载作用下梁端剪力 (kN)				活载作用下梁端剪力 (kN)			
	AB 跨		BD 跨		AB 跨		BD 跨	
	VA	VB	VB	VD	VA	VB	VB	VD
3	39.25	82.07	176.25	102.06	15.38	29.63	57.60	34.20
2	52.63	87.59	203.83	122.63	22.02	34.26	70.56	44.22
1	55.33	84.89	202.75	123.71	22.97	33.31	70.13	44.65

表 13a 恒荷作用下的柱轴力

层 数	柱 轴 力 (kN)					
	A 柱		B 柱		C 柱	
	N 顶	N 底	N 顶	N 底	N 顶	N 底
3	162.56	176.96	408.67	423.07	225.37	239.77
2	386.04	408.54	894.19	916.69	518.85	541.35
1	620.32	644.70	1384.03	1408.31	821.51	845.89

表 13b 活荷作用下的柱轴力

层 数	柱 轴 力 (kN)					
	A 柱		B 柱		C 柱	
	N 顶	N 底	N 顶	N 底	N 顶	N 底
3	45.98	45.98	134.03	134.03	64.80	64.80
2	106.25	106.25	297.35	297.35	147.27	147.27
1	177.81	177.81	459.29	459.29	230.17	230.17

表 13c 雪荷载作用下顶层梁柱内力

梁端剪力 (kN)				梁端弯矩 (kN · m)				柱弯矩 (kN · m)							
AB 跨		BD 跨		AB 跨		BD 跨		A	柱	B	柱	C	柱		
VA	VB	VB	VD	MA	MB	跨中	MB	MD	跨中	N 顶	N 底	N 顶	N 底	N 顶	N 底

1.54 2.96 5.76 3.42 0.45 4.73 1.12 6.03 1.53 6.27 1.53 3.39 4.77 10.83 5.35 11.97

表 13d 雪荷载与楼面活荷载作用下的柱轴力

层数	柱 轴 力 (kN)					
	A 柱		B 柱		C 柱	
	N 顶	N 底	N 顶	N 底	N 顶	N 底
3	4.60	4.60	13.40	13.40	6.48	6.48
2	64.87	64.87	176.72	176.72	88.95	88.95
1	136.43	136.43	338.66	338.66	171.85	171.85

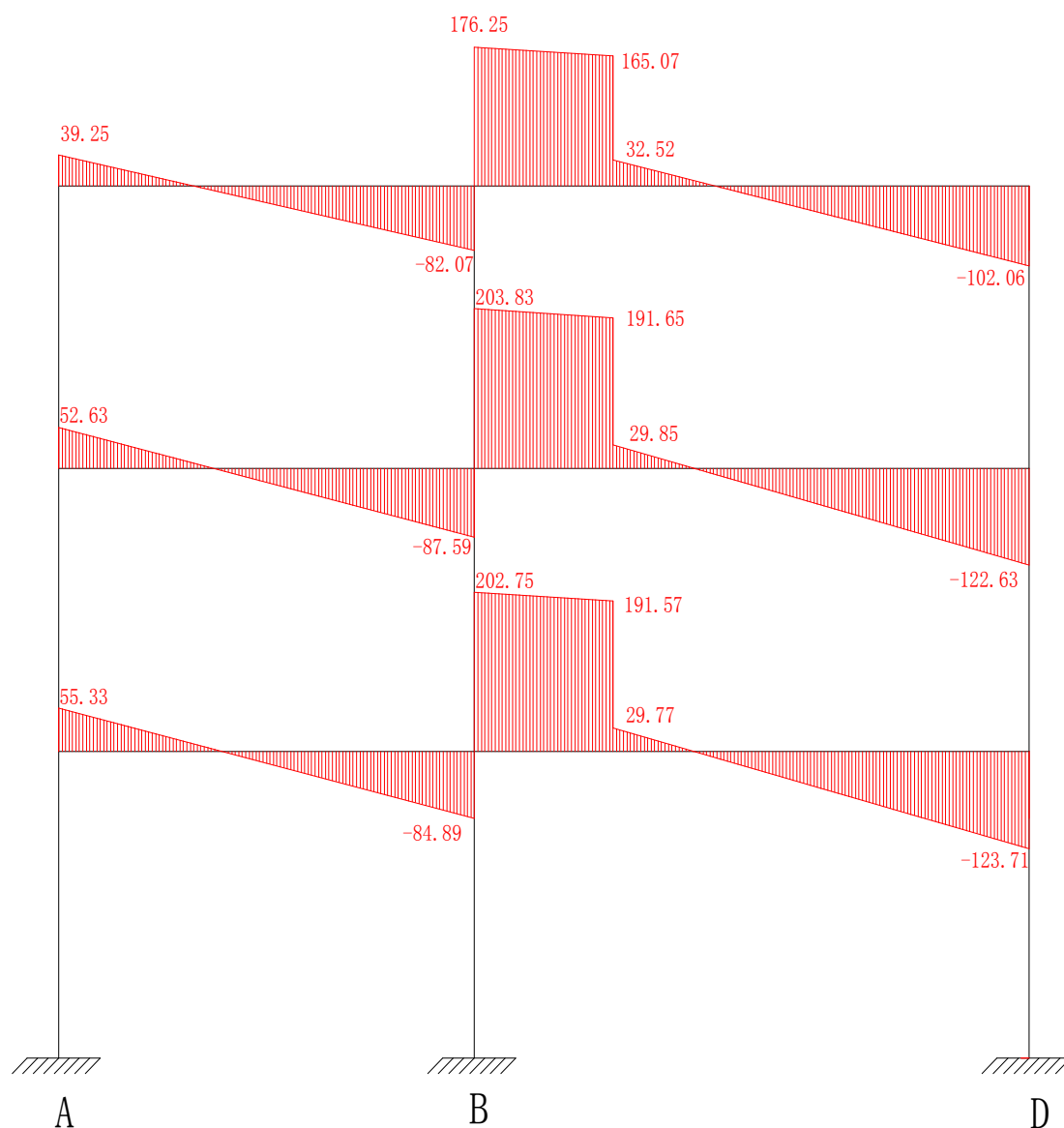


图 10a 恒荷载作用下的框架剪力图 (kN)

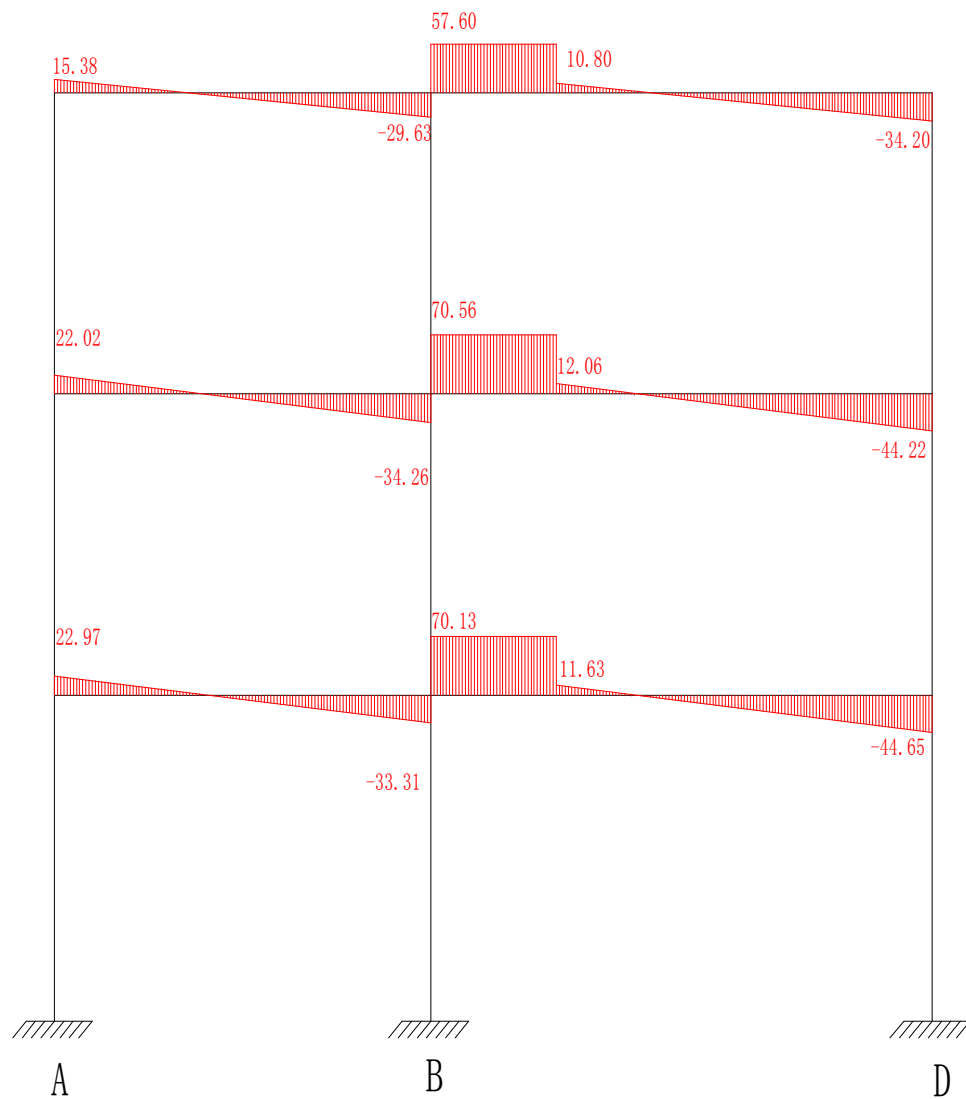


图 10b 活荷载作用下的框架剪力图 (kN)

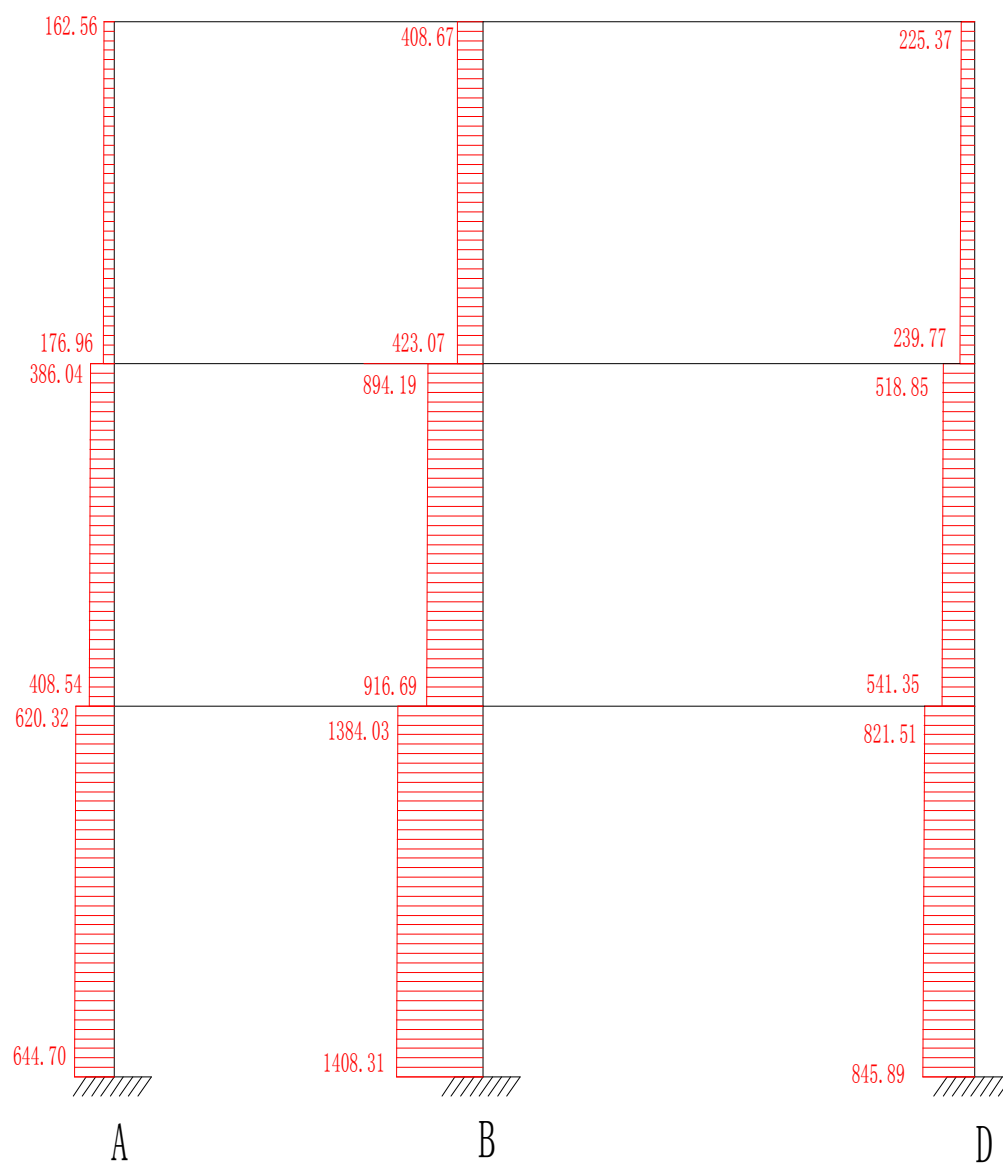


图 11a 恒荷载作用下的框架轴力图

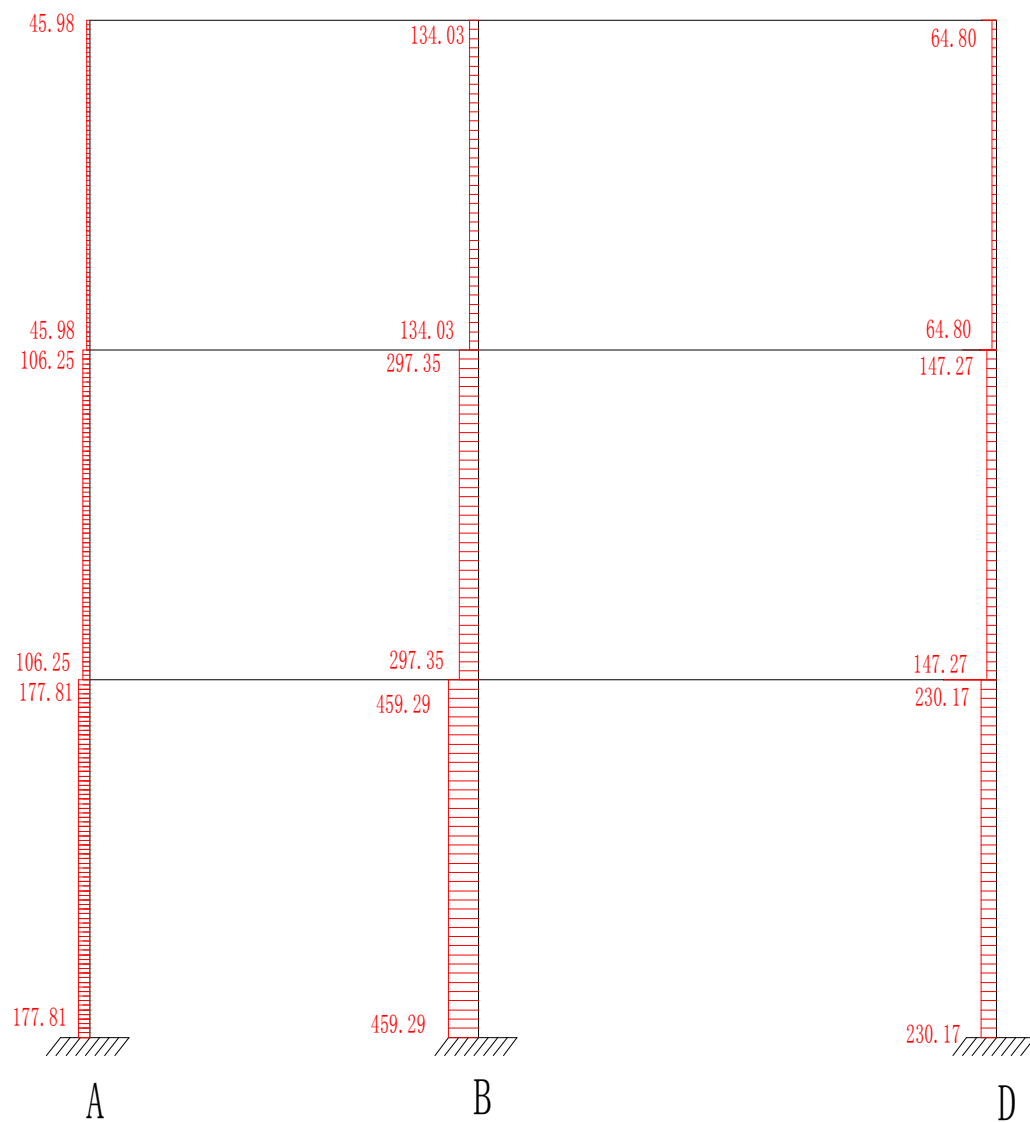


图 11b 活荷载作用下的框架轴力图

6.6 框架结构的内力组合

6.6.1 框架结构梁内力组合

结构的抗震等级根据结构类型、地震烈度、房屋高度等因素查《建筑抗震设计规范》第 6.1.2 条知，本框架结构为二级抗震等级。在考虑地震作用效应的组合中，取屋面为雪荷载时的内力进行组合。

在竖向荷载作用下，可以考虑梁端塑性变形内力重分布而对梁端负弯矩进行调幅，现浇框架梁端弯矩调幅系数为：0.8-0.9，本文取 0.9。梁跨中弯矩调幅系数取 1.1。考虑以下三种组合形式：（《高规》第 3.3.6 及 5.6.1 条）

由可变荷载效应控制的组合

$$S = 1.2S_{GK} + 1.4S_{QK}$$

由永久荷载效应控制的组合

$$S = 1.35S_{GK} + 1.4 \times 0.7 \times S_{QK}$$

竖向荷载与水平地震作用下的组合

$$S = 1.2(r_{QK} + 0.5 \times S_{QK}) + 1.3S_{EK}$$

S_{GK} 、 S_{QK} 中梁的弯矩 M 为经过调幅后的弯矩（支座处调幅系数取 0.9，跨中弯矩最大值取 1.1）。

表 14 框架梁内力组合计算表

荷载与组合		A-B 梁					B-D 梁				
		A 端弯矩	跨中弯矩	B 端弯矩	A 端剪力	B 端剪力	B 端弯矩	跨中弯矩	D 端弯矩	B 端剪力	D 端剪力
第 三 层											
S_{GK}	①	-9.24	30.61	-124.84	39.25	-82.07	-160.14	205.63	-40.73	176.25	-102.06
S_{QK}	②	-4.07 (-0.41)	12.36 (1.24)	-42.54 (-4.25)	15.38 (1.54)	-29.63 (-2.96)	-54.26 (-5.43)	68.97 (6.90)	-13.75 (-1.38)	57.60 (5.76)	-34.20 (-3.42)
S_{EK} (左)	③	82.11	23.74	-34.63	-19.45	-19.45	85.52	-16.54	-118.60	-25.51	-25.51
S_{EK} (右)	④	-82.11	-23.74	34.63	19.45	19.45	-85.52	16.54	118.60	25.51	25.51
$1.2 \times ① + 1.4 \times ②$		-16.79	54.04	-209.36	68.63	-139.97	-268.13	343.31	-68.13	292.14	-170.35
$1.35 \times ① + 1.4 \times 0.7 \times ②$		-15.89	51.71	-204.27	65.91	-135.68	-261.77	335.54	-66.54	286.32	-166.51
$1.2 \times (① + 0.5 \times ②) + 1.3 \times ③$		95.41	66.85	-197.38	20.89	-125.55	-84.25	221.11	-203.88	174.88	-157.69
$1.2 \times (① + 0.5 \times ②) + 1.3 \times ④$		-118.08	5.13	-107.34	71.46	-74.98	-306.60	264.12	104.48	241.21	-91.36
第 二 层											
S_{GK}	①	-18.33	42.78	-112.73	52.63	-87.59	-208.30	202.04	-99.24	203.83	-122.63
S_{QK}	②	-9.99	16.25	-43.07	22.02	-34.26	-75.36	71.67	-35.16	70.56	-44.22
S_{EK} (左)	③	179.93	37.77	-104.39	-47.38	-47.38	257.80	-26.66	-311.12	-71.11	-71.11
S_{EK} (右)	④	-179.93	-37.77	104.39	47.38	47.38	-257.80	26.66	311.12	71.11	71.11
$1.2 \times ① + 1.4 \times ②$		-35.98	74.09	-195.57	93.98	-153.07	-355.46	342.79	-168.31	343.38	-209.06
$1.35 \times ① + 1.4 \times 0.7 \times ②$		-34.54	73.68	-194.39	92.63	-151.82	-355.06	342.99	-168.43	344.32	-208.89
$1.2 \times (① + 0.5 \times ②) + 1.3 \times ③$		205.92	110.19	-296.83	14.77	-187.26	39.96	250.79	-544.64	194.49	-266.13
$1.2 \times (① + 0.5 \times ②) + 1.3 \times ④$		-261.90	11.99	-25.41	137.96	-64.07	-630.32	320.11	264.27	379.38	-81.25

框架梁内力组合计算表

荷载与组合		A-B 梁					B-D 梁				
		A 端弯矩	跨中弯矩	B 端弯矩	A 端剪力	B 端剪力	B 端弯矩	跨中弯矩	D 端弯矩	B 端剪力	D 端剪力
第 一 层											
S_{GK}	①	-23.57	42.46	-104.02	55.33	-84.89	-215.93	187.09	-114.70	202.75	-123.71
S_{QK}	②	-11.94	16.36	-39.84	22.97	-33.31	-77.75	67.18	-40.68	70.13	-44.65
S_{EK} (左)	③	211.20	37.62	-135.96	-57.86	-57.86	335.77	-23.04	-381.84	-89.70	-89.70
S_{EK} (右)	④	-211.20	-37.62	135.96	57.86	57.86	-335.77	23.04	381.84	89.70	89.70
$1.2 \times ① + 1.4 \times ②$		-45.00	73.86	-180.60	98.55	-148.50	-367.97	318.56	-194.59	341.48	-210.96
$1.35 \times ① + 1.4 \times 0.7 \times ②$		-43.52	73.35	-179.47	97.21	-147.25	-367.70	318.41	-194.71	342.44	-210.77
$1.2 \times (① + 0.5 \times ②) + 1.3 \times ③$		239.11	109.67	-325.48	4.96	-197.07	130.74	234.86	-658.44	168.77	-291.85
$1.2 \times (① + 0.5 \times ②) + 1.3 \times ④$		-310.01	11.86	28.02	155.40	-46.64	-742.27	294.77	334.34	401.99	-58.63

注：1、括号内为雪荷载与楼面荷载共同作用下内力效应标准值。

2、弯矩和剪力正负同结构力学标准。

6.6.2 框架结构柱内力组合

表 15 框架柱子内力组合计算表

荷载与组合		A 柱					B 柱					D 柱				
		M 顶	M 底	N 顶	N 底	V	M 顶	M 底	N 顶	N 底	V	M 顶	M 底	N 顶	N 底	V
第 三 层																
SGK	①	12.5	9.37	162.56	176.96	-9.09	49.5	43.82	408.67	423.07	-25.92	-56.05	-47.47	225.37	239.77	28.76
SQK	②	5.59	11.10	45.98	45.98	-4.64	16.48	14.74	134.03	134.03	-8.67	-19.1	-16.55	64.8	64.8	9.90
		(1.53)	3.39	4.6	4.6	-1.37	4.77	10.83	13.4	13.4	-4.33	-5.35	-11.97	6.48	6.48	4.81
SEK (左)	③	-82.11	-59.46	-19.45	-19.45	39.32	-120.15	-120.15	-6.05	-6.05	66.75	-118.6	-97.04	25.51	25.51	59.90
SEK (右)	④	82.11	59.46	19.45	19.45	-39.32	120.15	120.15	6.05	6.05	-66.75	118.6	97.04	-25.51	-25.51	-59.90
1.2×①+1.4×②		22.83	26.78	259.44	276.72	-17.40	82.47	73.22	678.05	695.33	-43.24	-94.00	-80.13	361.16	378.44	48.37
1.35×①+1.4×0.7×②		21.57	21.97	258.08	277.52	-16.17	80.67	71.54	664.29	683.73	-42.27	-91.71	-77.99	358.68	378.12	47.14
1.2×(①+0.5×②)+1.3×③		-90.83	-64.02	172.55	189.83	39.39	-93.93	-97.11	490.58	507.86	53.07	-224.65	-190.30	307.50	324.78	115.27
1.2×(①+0.5×②)+1.3×④		122.66	90.58	223.12	240.40	-62.85	218.46	215.28	506.31	523.59	-120.48	83.71	62.01	241.17	258.45	-40.47
第 二 层																
SGK	①	18.73	17.74	386.04	408.54	-72.48	95.91	85.52	894.19	916.69	-50.68	-98.9	-88.79	518.85	541.35	52.14
SQK	②	10.04	9.17	106.25	106.25	-6.48	32.46	29.30	297.35	297.35	-17.16	-35.48	-31.48	147.27	147.27	18.48
		10.04	9.17	64.87	64.87	-6.48	32.46	29.30	176.72	176.72	-17.16	-35.48	-31.48	88.95	88.95	18.48
SEK (左)	③	-120.46	-98.56	-66.84	-66.84	60.84	-242.04	-242.04	-29.78	-29.78	134.46	-214.08	-189.85	96.63	96.63	112.20
SEK (右)	④	120.46	98.56	66.84	66.84	-60.84	242.04	242.04	29.78	29.78	-134.46	214.08	189.85	-96.63	-96.63	-112.20
1.2×①+1.4×②		36.53	34.13	612.00	639.00	-96.05	160.54	143.64	1489.32	1516.32	-84.84	-168.35	-150.62	828.80	855.80	88.44
1.35×①+1.4×0.7×②		33.72	31.65	610.40	640.78	-103.29	156.74	140.06	1456.93	1487.31	-82.83	-163.32	-146.31	824.15	854.53	85.91
1.2×(①+0.5×②)+1.3×③		-128.10	-101.34	415.28	442.28	-11.77	-180.08	-194.45	1140.35	1167.35	103.69	-418.27	-372.24	806.22	833.22	219.52
1.2×(①+0.5×②)+1.3×④		185.10	154.92	589.06	616.06	-169.96	449.22	434.86	1217.77	1244.77	-245.91	138.34	121.37	554.98	581.98	-72.20

表 15 框架柱子内力组合计算表																
荷载与组合		A 柱					B 柱					D 柱				
		M 顶	M 底	N 顶	N 底	V	M 顶	M 底	N 顶	N 底	V	M 顶	M 底	N 顶	N 底	V
第 一 层																
SGK	①	13.27	6.64	620.32	644.70	-5.11	62.97	31.49	1384.03	1408.31	-6.80	-64.64	-32.32	821.51	845.89	24.86
SQK	②	6.72	3.36	177.81	177.81	-2.58	21.33	10.66	459.29	459.29	-8.20	-22.93	-11.47	230.17	230.17	8.82
		6.72	3.36	126.09	126.09	-2.58	21.33	10.66	338.66	338.66	-8.20	-22.93	-11.47	171.85	171.85	8.82
SEK (左)	③	-112.64	-262.83	-124.70	-124.70	96.27	-229.69	-330.53	-67.68	-67.68	143.64	-191.99	-313.24	186.33	186.33	129.54
SEK (右)	④	112.64	262.83	124.70	124.70	-96.27	229.69	330.53	67.68	67.68	-143.64	191.99	313.24	-186.33	-186.33	-129.54
1.2×①+1.4②		25.33	12.67	993.32	1022.57	-9.74	105.43	52.71	2303.84	2332.98	-19.64	-109.67	-54.84	1308.05	1337.31	42.18
1.35×①+1.4×0.7×②		23.56	11.79	986.79	1019.71	-9.07	102.93	51.47	2254.24	2287.02	-16.07	-106.53	-53.27	1302.38	1335.29	40.97
1.2×(①+0.5×②)+1.3×③		-126.48	-331.70	657.93	687.18	117.47	-210.24	-385.51	1776.05	1805.18	173.65	-340.91	-452.88	1331.15	1360.41	203.53
1.2×(①+0.5×②)+1.3×④		166.39	351.66	982.15	1011.40	-132.83	386.96	473.87	1952.02	1981.15	-199.81	158.26	361.55	846.69	875.95	-133.28

- 注：1、柱端弯矩以使构件端顺时针转动为正；
 2、括号内为雪荷载与楼面荷载共同作用下内力效应标准值。
 3、柱子轴力以压力为正。

6.6.3 框架结构梁内力调整

1、梁端剪力考虑地震作用时的计算方法参见《建筑抗震设计规范》第 6.2.4 条进行计算：

$$V = \eta_{vb}(M_b^l + M_b^r)/l_n + V_{Gb}, \text{ 其中 } \eta_{vb}=1.2$$

表 16 重力荷载代表值作用下梁端剪力

恒载					活载				
AB 跨		BD 跨			AB 跨		BD 跨		
层数	V _A	V _B	V _B	V _D	层数	V _A	V _B	V _B	V _D
3	61.69	-59.63	158.89	-119.42	3	2.51	-2.00	5.18	-4.00
2	72.72	-67.50	186.19	-139.55	2	28.78	-27.5	64.5	-50.28
1	72.72	-67.50	186.19	-139.55	1	28.78	-27.5	64.5	-50.28

表 17 重力荷载代表值作用下梁端剪力设计值（组合值）V_{Gb}

层数	AB 跨		BD 跨	
	V _A	V _B	V _B	V _D
3	75.53	-72.76	193.78	-145.70
2	104.53	-97.50	262.13	-197.63
1	104.53	-97.50	262.13	-197.63

表 18 梁端截面组合的剪力设计值 V 调整/梁端截面荷载组合值

层数	地震方向	AB 跨		BD 跨	
		V _A	V _B	V _B	V _D
3	左	14.03/20.89	-134.26/-125.55	175.19/174.88	-164.29/-157.69
	右	77.65/71.46	-70.64/-74.98	257.63/241.01	-81.85/-91.36
2	左	-0.85/14.77	-202.88/-187.26	171.96/194.49	-288.66/-266.13
	右	154.1/137.96	-47.93/-64.07	401.74/379.38	-58.88/-81.25
1	左	-13.81/4.96	-215.84/-197.07	140.19/168.77	-320.43/-291.85
	右	175.39/155.40	-26.65/-46.64	307.43/401.99	-153.19/-58.63

2、梁跨中弯矩设计值调整

《高层建筑混凝土结构技术规程》5.2.3 条第 4 款规定，截面设计时，框架梁跨中截面正弯矩设计值不应小于竖向荷载作用下按简支梁的跨中弯矩设计值的 50%，现将以上两种弯矩列入下表 19：

跨中截面正弯矩设计值 / 简支梁跨中弯矩设计值的 50%

层数	AB 跨	BD 跨
3	66.85 / 96.83	343.31 / 331.81
2	110.19 / 112.20	342.99 / 407.81
1	109.67 / 112.20	318.56 / 407.81

6.6.4 框架结构柱内力调整

由《混凝土结构设计规范》第 11.4.2 条知，对于考虑地震作用组合的框架柱，其节点上、下端的截面内力设计值进行了相关的规定。对于顶层柱、轴压比小于 0.15 的柱，其设计值可以取地震作用下的组合值，否则按照公式调整。框架柱的轴压比见下表所示：

表 20 柱子的轴压比计算 (N/f_cA)

层数	A 柱	B 柱	C 柱
3	0.11	0.23	0.14
2	0.17	0.35	0.23
1	0.28	0.55	0.38

由《混凝土结构设计规范》第 11.4.3 条知，考虑地震作用组合的框架结构柱下端截面应按考虑地震作用组合的弯矩设计值乘以 1.25 确定。

由上述规定知，本框架柱的弯矩应采用《混凝土结构设计规范》第 11.4.2 条的规定进行计算。

表 21 柱端弯矩调整值

层数	地震方向	A 柱		B 柱		D 柱	
		M 顶	M 底	M 顶	M 底	M 顶	M 底
3	左	-90.83	-64.02	-93.93	-97.11	-224.65	-190.3
	右	122.66	90.58	218.46	215.28	83.71	62.01
2	左	-164.76	-127.64	-262.56	-263.05	449.2	412.42
	右	211.02	179.36	490.72	-489.11	-218.98	-174.14
1	左	-159.3	-414.62	-284.4	-481.88	377.71	-566.1
	右	192.64	439.58	435.24	592.34	-227.07	451.93

由《混凝土结构设计规范》第 11.4.4 条知，考虑地震作用组合的框架结构柱的剪力设计值应按公式 $V=1.2(M'_c + M_c^b)/H_n$ 确定。则柱子考虑地震作用组合的内力设计值的调整值如下表所示：

表 22 柱端剪力调整值

层数	地震方向	V_A	V_B	V_D
3	左	55.47	69.47	150.89
	右	-76.38	-157.72	-52.99
2	左	104.74	191.13	-313.32
	右	-139.84	-0.59	142.95
1	左	188.68	255.43	62.8
	右	-207.85	-342.53	-74.95

注：剪力以使柱子顺时针转动为正。

4、构件截面设计值计算

根据各种工况组合，挑选其最大值作为截面设计值，其结果见下表所示：

表 23 梁控制截面荷载设计值

荷载组合	A-B 梁					B-D 梁				
	A 端弯矩	跨中弯矩	B 端弯矩	A 端剪力	B 端剪力	B 端弯矩	跨中弯矩	D 端弯矩	B 端剪力	D 端剪力
三层										
不考虑地震作用	-16.79	54.04	-210.22	68.63	-139.97	-269.36	345.19	-68.46	294.39	-171.30
考虑地震作用	-118.08 (95.41)	96.83	-197.38	77.65	-134.26	-306.60	331.81	-203.88 (104.48)	241.21	-164.29
二层										
不考虑地震作用	-35.98	74.09	-195.57	93.98	-153.07	-355.46	342.99	-168.43	344.32	-209.06
考虑地震作用	-261.90 (205.92)	112.20	-296.83	154.10	-202.88	-630.32 (39.96)	407.81	-544.64 (264.27)	379.38	-288.66
一层										
不考虑地震作用	-45.00	73.86	-180.60	98.55	-148.50	-367.97	318.56	-194.71	342.44	-210.96
考虑地震作用	-310.01 (239.11)	112.20	-325.48 (28.02)	175.39	-215.84	-742.27 (130.74)	407.81	-658.44 (334.34)	401.99	-320.43

注：括号内为梁端的最大正弯矩。

表 24 柱截面荷载设计值

荷载组合	A 柱					B 柱					D 柱				
	M 顶	M 底	N 顶	N 底	V	M 顶	M 底	N 顶	N 底	V	M 顶	M 底	N 顶	N 底	V
三层															
不考虑地震作用组合	22.83	26.78	259.44	277.52	-17.40	82.47	73.22	678.05	695.33	-43.24	-94.00	-80.13	361.16	378.44	48.37
考虑地震作用组合	122.66	90.58	223.12	240.40	-76.38	218.46	215.28	506.31	523.59	-120.48	-224.65	-190.30	307.50	324.78	150.89
二层															
不考虑地震作用组合	36.53	34.13	612.00	640.78	-103.29	160.54	143.64	1489.32	1516.32	-84.84	-168.35	-150.62	828.80	855.80	88.44
考虑地震作用组合	185.10	154.92	589.06	616.06	-169.96	449.22	434.86	1217.77	1244.77	-245.91	-418.27	-372.24	806.22	833.22	-313.32
一层															
不考虑地震作用组合	25.33	12.67	993.32	1022.57	-9.74	105.43	52.71	2303.84	2332.98	-19.64	-109.67	-54.84	1308.05	1337.31	42.18
考虑地震作用组合	166.39	351.66	982.15	1011.40	-207.85	386.96	473.87	1952.02	1981.15	-342.53	-340.91	-452.88	1331.15	1360.41	203.53

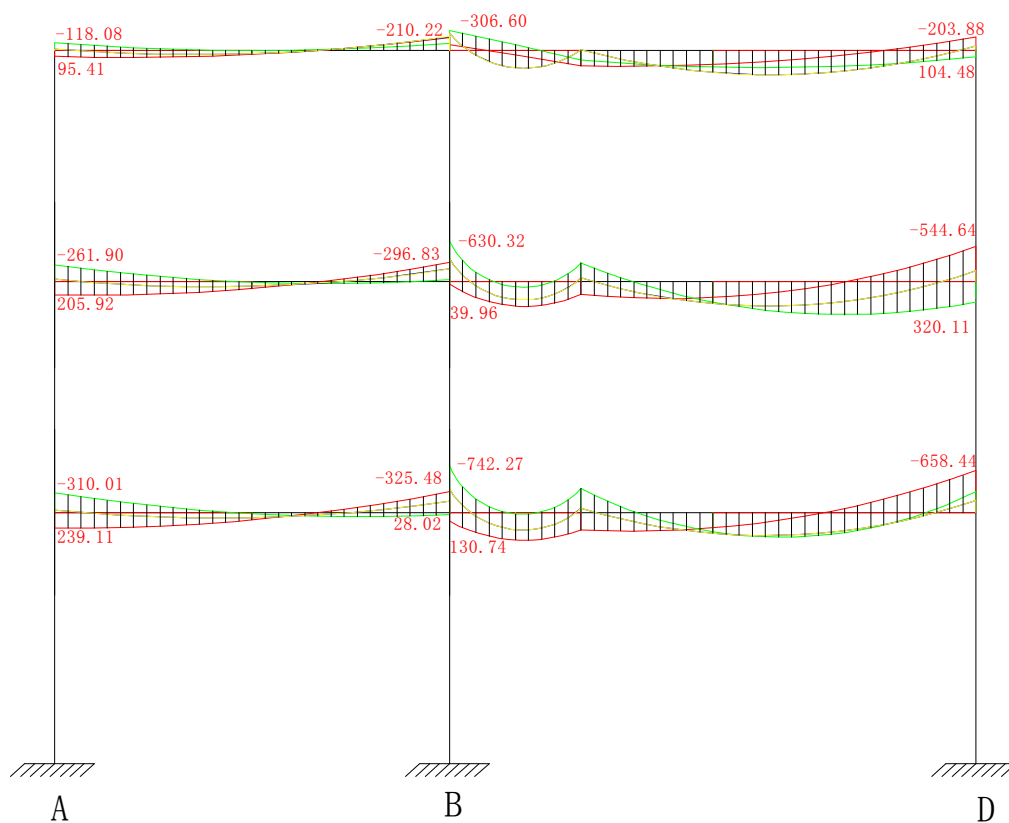


图 12a 梁弯矩设计值包络图 (kN*m)

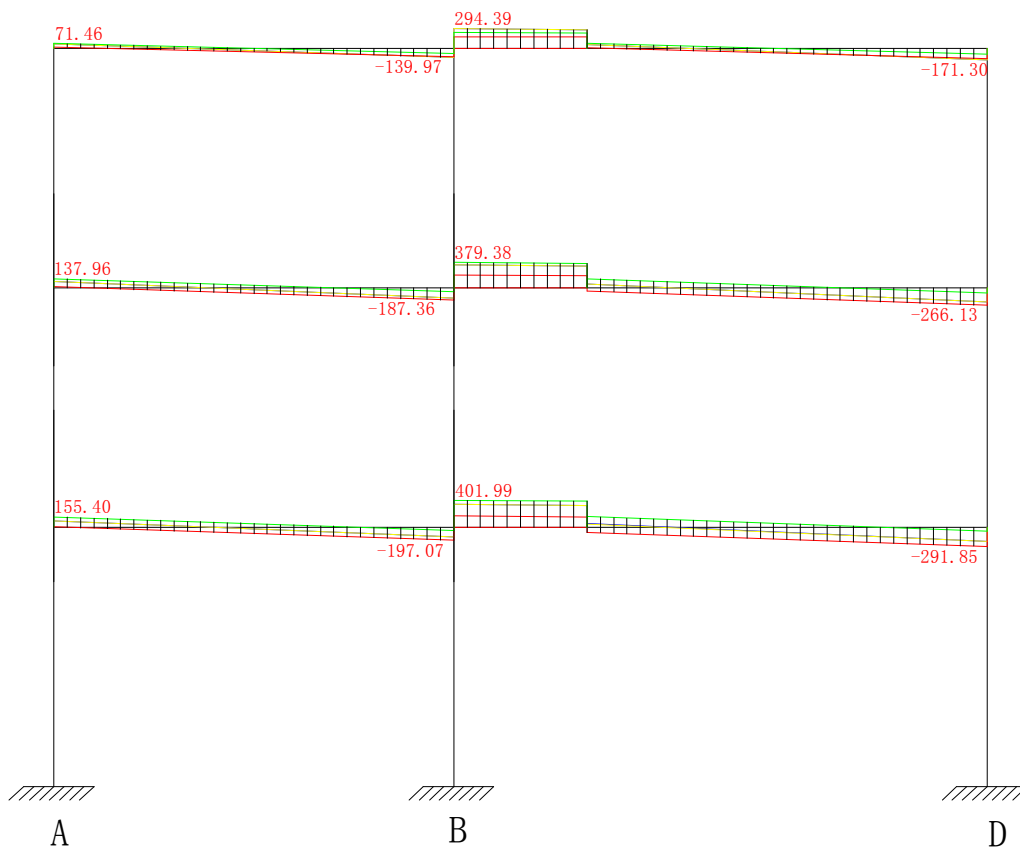


图 12b 梁剪力设计值包络图 (kN)

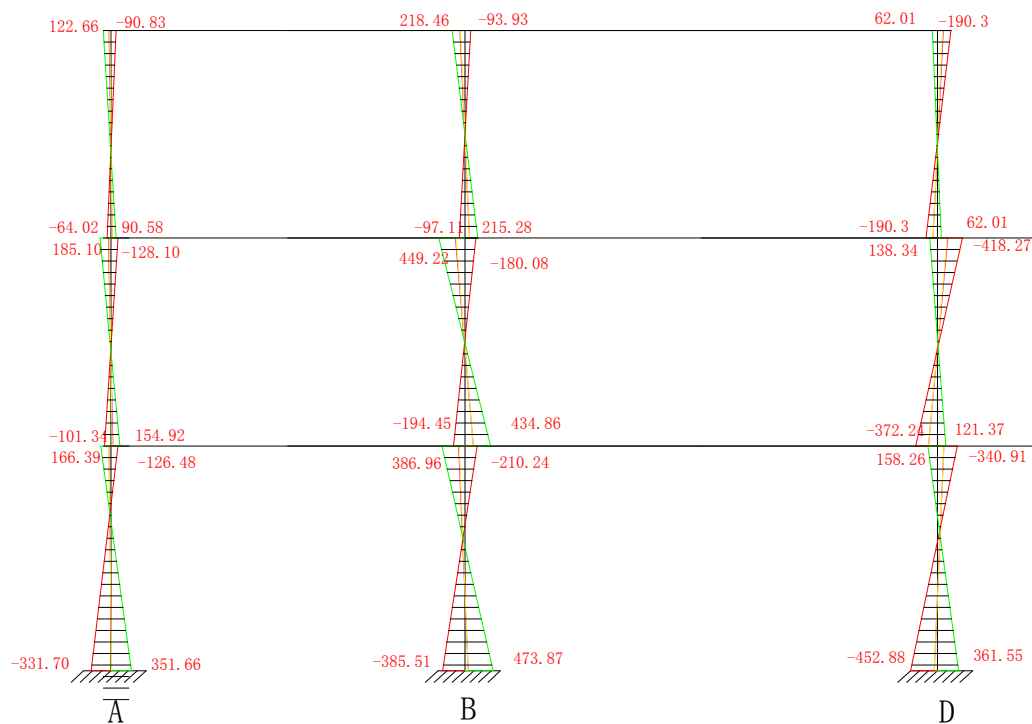


图 12c 柱弯矩设计值包络图 (kN*m)

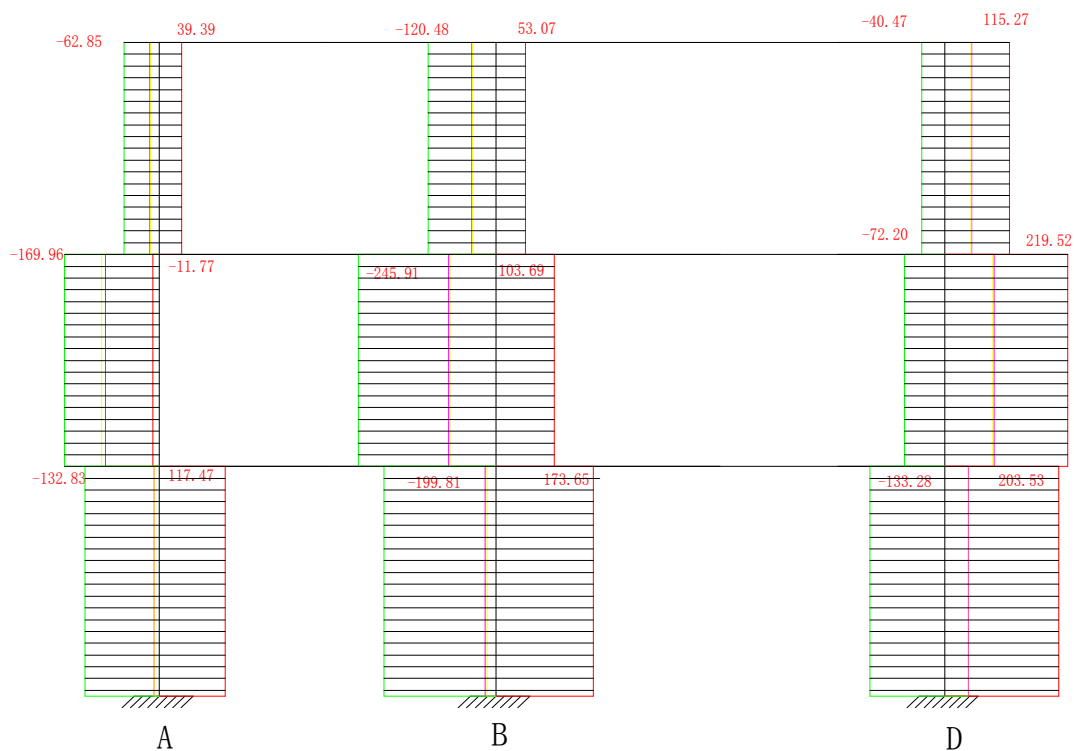


图 12d 柱剪力设计值包络图 (kN)

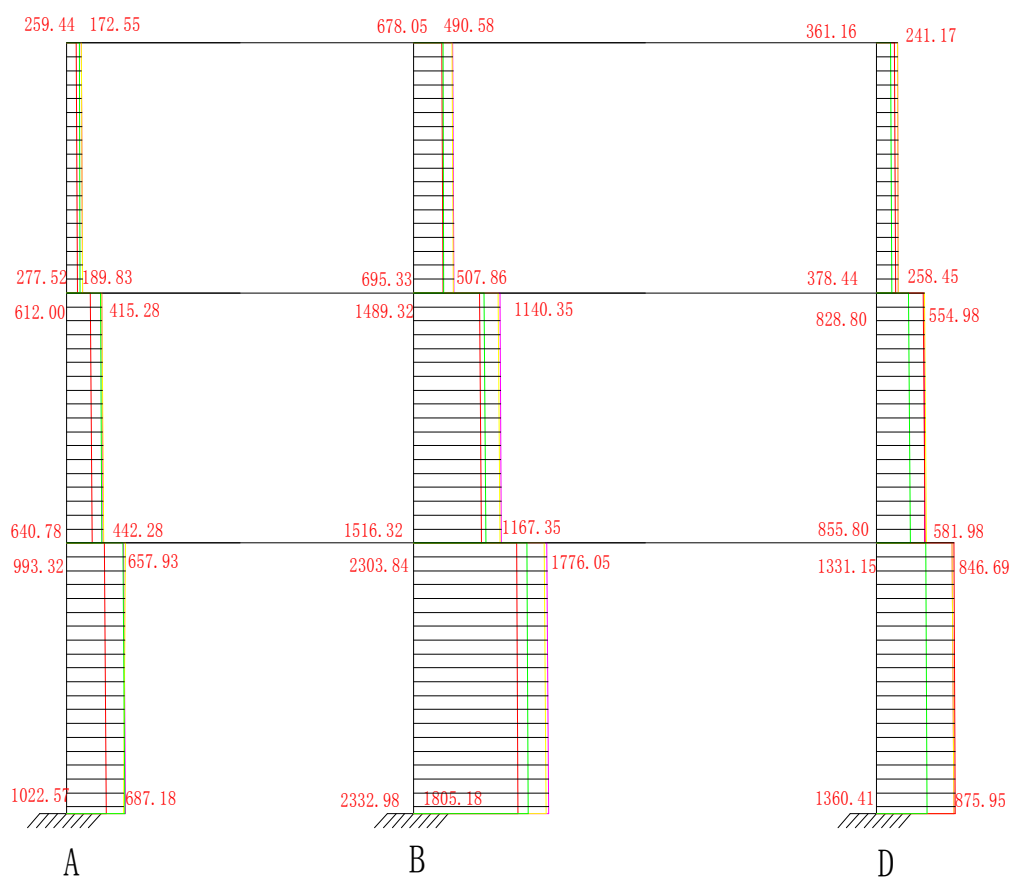


图 12e 柱轴力设计值包络图 (kN)