

电力建設勘测設計技术革命資料选編

土 建 部 分 之 五

几 种 簡 化 計 算 的 方 法

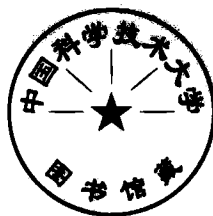
水利电力部电力建設总局編

水 利 电 力 出 版 社

內 容 提 要

本書內容包括：框架电气模拟計算台的改进、煤斗壁配筋新計算、架
构单位荷重应力系数汇编与二跨和三跨吊車梁計算表格等几种簡化結構計
算的方法。这些計算方法不但可以加快設計速度，更可以使复杂的結構計
算工作大为簡化。

本書可供火力发电厂土建設計人員参考。



几种簡化計算的方法

水利电力部电力建設总局編

*

1912R412

水利电力出版社出版（北京西郊科學路二里溝）

北京市書刊出版業營業許可証出字第105号

水利电力出版社印刷厂排印 新华書店发行

*

787×1092 $\frac{1}{2}$ 开本 * $\frac{3}{4}$ 印張 * 17千字

1959年3月北京第1版

1959年3月北京第1次印刷(0001—3,580册)

統一書号：15143·1508 定价(第10类)0.13元

前 言

土建設計中的結構計算工作是相当繁瑣的。采用图表化、表格化和电气模拟計算(如框架模拟計算台)等,可以加快設計速度,并使复杂的結構計算工作大为簡化。現提出几种簡化結構計算的方法,供土建設計技術人員参考。

目 录

一、框架电气模拟計算台的改进.....	2
二、煤斗壁配筋新計算.....	6
三、架构单位荷重应力系数汇编.....	14
四、二跨和三跨吊車梁計算表格.....	22

一、框架电气模拟计算台的改进

1. 引言

鉴于現有之框架計算台进行水平应力分析时，需有“剪力網路”^①，这样，无论在造价上及使用上都是很昂贵和不方便的。为了逐渐消除上述缺点，我們考虑取消“剪力網路”，而采用如下所述的原理进行框架水平应力分析。

2. 原理

(1) 结构公式推导

由对称空腹桁架分析之公式可知，真正端弯矩 M_{AB} 之組成有下列三种来源(见图 1)：

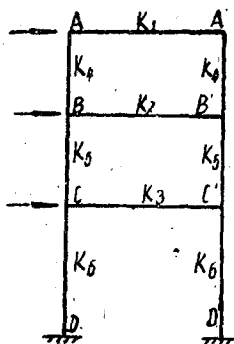


图 1

1) 刚腹端弯矩 M'_{AB} ；

2) 由相对旋轉的角度 θ_A 所产生的端弯矩 $S_{AB} \cdot \theta_A$ (S_{AB} ——节間抗弯刚度)；

3) 由杆之另一端相对旋轉角度 θ_B 所产生之修正弯矩 $C_{BA} \cdot S_{BA} \cdot \theta_B$ (C_{BA} ——节間傳遞系数， S_{BA} ——节間抗弯刚度)；

故：

$$M_{AB} = M'_{AB} + (S_{AB} \cdot \theta_A + S_{BA} C_{BA} \theta_B).$$

当桁架为对称时， $S_{AB} = S_{BA} = EK_1$ ， $C_{BA} = -1$ 。

将此值代入公式，則杆端弯矩

① 見前电力工业出版社出版，北京电力設計院編，“框架电气模拟計算台”一書。

$$M_{AB} = M'_{AB} + EK_1(\theta_A - \theta_B). \quad (1)$$

$$M_{BA} = M'_{BA} + EK_1(\theta_B - \theta_A). \quad (2)$$

以上公式仅适用于弦杆，对于横梁(腹杆)则：

$$M_{AA'} = 6EK_1\theta_A. \quad (3)$$

$$M_{A'A} = 6EK_1\theta_A. \quad (4)$$

(2) 模拟原理

公式：

①及②相当于

$$i_{AB} = i'_{AB} + \frac{1}{R}(V_A - V_B). \quad (1')$$

$$i_{BA} = i'_{BA} + \frac{1}{R}(V_B - V_A). \quad (2')$$

公式：

③及④相当于

$$i_{AA'} = 6\frac{1}{R} \cdot V_A. \quad (3')$$

$$i_{A'A} = 6\frac{1}{R} \cdot V_A. \quad (4')$$

这四个电路的公式可由下面两组电路表示：

对于①'及②'，如图2a)所示：

对于③'及④'，如图2b)所示：

式中，如图2a)所示 i'_{AB} 与 i'_{BA} 为馈入电流。 i_{AB} 与 i_{BA} 为流向极点A与B的电流。 V_A 与 V_B 为两端维持电压。 R 为电

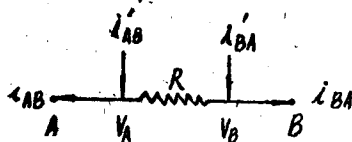


图 2a)

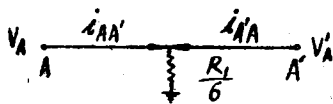


图 2b)

阻。如图 2 b) 所示 $i_{AA'}$ 与 $i_{A'A}$ 为饋入电流。 V_A 与 $V_{A'}$ 各为两端 A 与 A' 維持的电压。 R_1 为电阻。

3. 其应用如图 3 所示, 有一对称的单跨多层框架, 受有水平集中力。

简化后的结构形式如图 4:

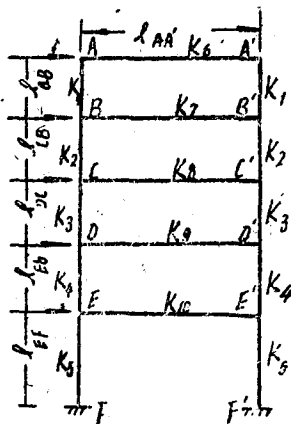


图 3

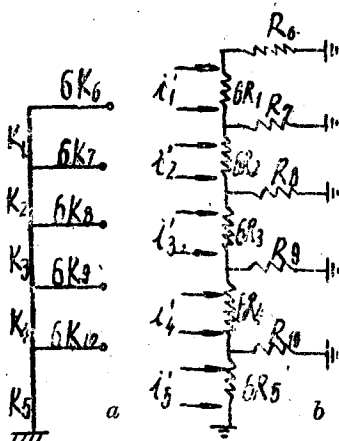


图 4

a) 简化后之结构形式; b) 相当于。

电路中 $i_1 = PM'_{AB}$, $V_A = q\theta_A$,

$$R_1 = \frac{1}{K_1} = \frac{q}{P} \cdot \frac{L_{AB}}{EI_{AB}}.$$

$$R_5 = \frac{1}{K_5} = \frac{q}{P} \cdot \frac{L_{AA'}}{EI_{AA'}}.$$

式中 P ——饋入电流与剛腹端弯矩的比例系数;

q ——电压与角变的比例系数;

I_{AB} ——柱 AB 的慣性矩;

$I_{AA'}$ ——梁 AA' 的慣性矩;

E ——彈性模数。

4. 效果：制作一个框架計算台約需10,000元，取消剪力網路后，全套設備可節約4,000元。省掉主要設備如下：

以五層框架計算，每一層一套剪力網路

5 个矽整流器 125 伏交流/110 伏直流

5 套濾过器 5 个自耦变压器

5 个隔离变压器 10 个电流表(測剪力用)

电阻若干

如果取消了剪力網路，在計算水平荷重时，就省掉了反复操作剪力平衡的过程。

5. 例題①，如图 5 及图 6。

剛腹端弯矩 $M_{FAC} = M_{FCA} = -\frac{4 \times 5}{4} = -5$ 吨-公尺；

剛腹端弯矩 $M_{FEC} = M_{FCE} = -2 \times 5 = -10$ 吨-公尺。

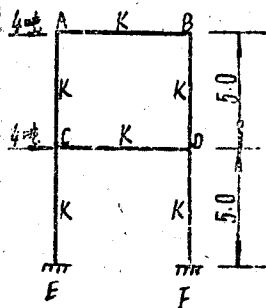


图 5

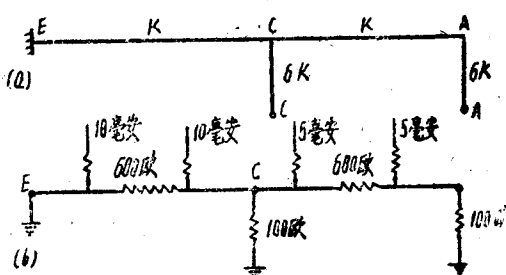


图 6

(a) — 結構草图；(b) — 采取电路。

假設： $K = \frac{1}{R}$ $R = 600$ 欧，

$i'_{OA} = i'_{AC} = -5$ 毫安，

$$i'_{BO} = i'_{CB} = 10 \text{ 毫安。}$$

电路测量记录见表1。

表1

結 点	E	C			A	
符 号	+	-	-	+	+	
梁	EC	CE	C-C	CA	CA	AA
固端力矩	-10	-10		-5	-5	
鑽入电流	-10	+10		+5	-5	
测定电流	-12	+8	-12	+4	-6	+6
最后力矩	-12	-8	+12	-4	-6	+6

(长春电力设计院)

二、煤斗壁配筋新計算

1. 过去方法簡介:

煤斗壁屬偏心受拉构件。在北京电力设计院編写的“鋼筋混凝土煤斗設計手冊”中，引用了破損阶段的整套偏心受拉公式，計算繁雜。

在“工程建設”①总46期“鋼筋混凝土淺仓設計”介紹了破損阶段的偏心受拉公式，其受拉鋼筋断面为：

$$F_a = \left(\frac{NK}{\sigma_T} \right) \left(1 + \frac{e}{0.875h_0} \right). \quad (1)$$

① 工程建設总46期，工程建設社，1954年。

在薩赫諾夫斯基著“鋼筋混凝土結構學”^①中，當 $e_0 > \frac{h}{2}$

— a ；也即大偏心受拉，同時 $x \leq 2a$ 時，受拉鋼筋斷面按下式決定：

$$F_a = \frac{KN}{\sigma_T} \left(\frac{e}{h_0 - a'} + 1 \right) \quad (2)$$

很容易看出(1)式是近似于(2)式的。

由於煤斗壁絕大部分屬於大偏心受拉，況且壁總是很薄，因此 x 值總是 $\leq 2a$ 。 a/h 值總是很大，經過了多次計算而証實。

所以，我們認為在“工程建設總46期”中計算煤斗壁直接代入(1)式求 F_a ，也正是這個原因。

故(1)、(2)式是破損階段中計算斗壁 F_a 的簡便公式。

推行極限設計後，便採用N123-55規程中(193)式，當 $x \leq 2a'$ 時：

$$F_a = \frac{N}{m m_a R_a} \left(\frac{e}{h_0 - a'} + 1 \right). \quad (3)$$

式中 m ——鋼筋混凝土結構的工作條件係數；

m_a ——鋼筋的工作係數；

R_a ——鋼筋的計算強度。

規程中還提出當 $\delta = \frac{a'}{h_0}$ 很大， $\frac{N}{m} e < 2a'(h_0 - a') b R_a$

$$\text{時：} \quad F_a = \frac{N}{m m_a R_a} \left(\frac{e}{\gamma h_0} + 1 \right). \quad (4)$$

當然煤斗壁會產生此情況，但(4)式較(3)式繁雜而結果

① “鋼筋混凝土結構學” 上冊，1954，K. B. 薩赫諾夫斯基著，路湛沁等譯。龍門聯合書局。

相差无几，(3)式較安全。

故可認為(3)式是极限設計中計算煤斗壁 F_c 的簡便公式。

2. 新公式的推导及举例：

在使用(3)式時曾用簡單力平衡求得(5)式，可見圖7。

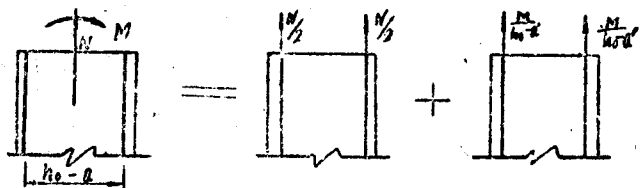


圖 7

將 N 化成兩個分力， M 化成一個力偶，便得：

$$F_c = \frac{N}{2mm_a R_a} + \frac{M}{(h_0 - a')mm_a R_s} \quad (5)$$

將(5)式的結果與(3)式比較完全相同，舉例如下：

例1：壁厚 20 公分， $N=11190$ 公斤/公尺； $M=5250$ 公斤-公尺(每公尺作用)。

保護層 1.5 公分，鋼筋 $\phi 18$ 公厘，鋼筋計算強度為 2100 公斤/公分²。

$h_0 = 20 - 2.4 = 17.6$ 公分， $h_0 - a' = 17.6 - 2.4 = 15.2$ 公分。

用(3)式： $e_0 = \frac{M}{N} = 5250/11190 = 0.47$ 公尺。

$$e = e_0 - \frac{h}{2} + a = 47 - 10 + 2.4 = 39.4 \text{ 公分。}$$

$F_a = 11190/2100 (394/15.2 + 1) = 5.32 (2.59 + 1) = 19.07$ 公分²。

用(5)式: $2mm_a R_a = 2 \times 2100 = 4200$ 公斤/公分² = A = 常数。

$(h_0 - a') mm_a R_a = 15.2 \times 2100 = 32000$ 公斤/公分² = B = 常数。

$$F_a = \frac{N}{A} + \frac{M}{B} = 2.67 + 16.4 = 19.07 \text{ 公分}^2。$$

在求其他截面 F_a 时, A, B 值仍可应用为一必要数据。

3. 計算表格化:

在計算上(5)式不但比(3)式簡便, 更可列成表格, 見本节表5与表6。經应用后效率大为提高(約5倍), 并易保証正确和便于核對及配筋。

4. 計算曲綫化:

根据数次計算經驗認為一般常用煤斗壁厚为20、15与12公分三种, 并得出它們通常的拉力及弯矩的界限数值以及常用鋼筋的最大直徑(見表6)再根据(5)式特性繪出:

(1) 20公分厚的配筋曲綫(見表2);

(2) 15公分厚的配筋曲綫(見表3);

(3) 12公分厚的配筋曲綫(見表4)。

在应力分析后, 得出 N 及 M 值, 可立即查出 F_a , 如此效率提高数十倍。

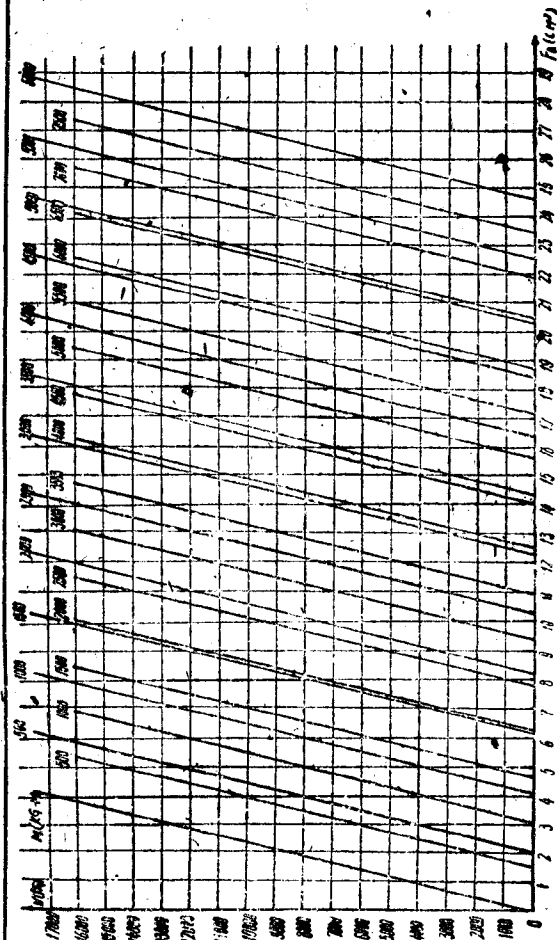
5. 应用(5)式及曲綫的注意点:

(1) 欲用尤₀时, 則將得出之 F_a 乘以0.875即可。

(2) 当短立壁时, 可能成为小偏心受拉, 此时若用式(5)及曲綫, 則 F_a 可能多些。

煤斗壁配筋曲线 (壁厚20公分)

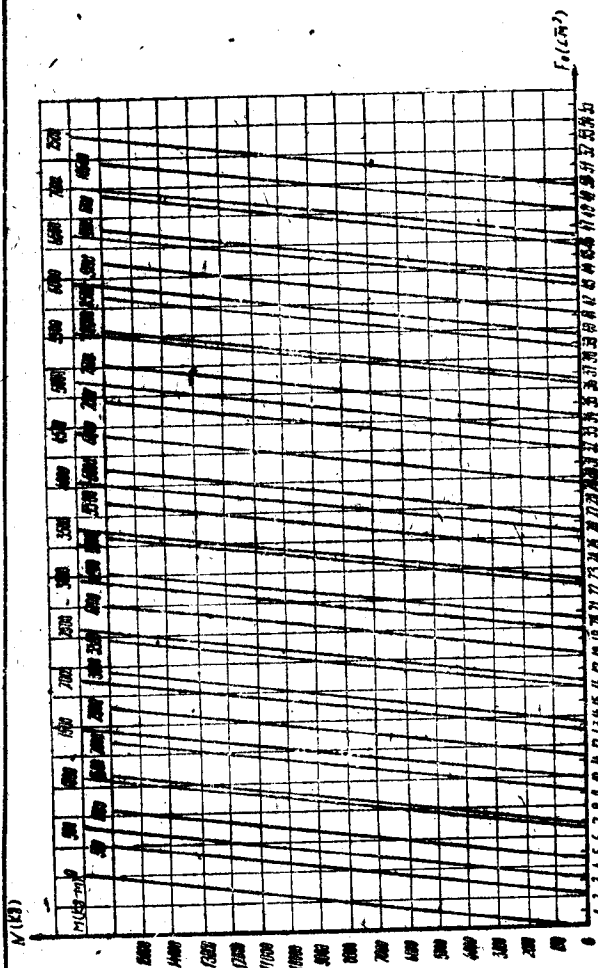
表 2



钢筋代号：
 任何混凝土上标号；
 图中长线用于第二排钢筋；
 图中短线用于第一排钢筋；
 最小含筋率 第一排 1.58公分²；
 第二排 1.76公分²。

表 3

煤斗壁配筋曲线 (壁厚 15 公分)



鋼筋 A_3 ; 任何標号混泥土; 图中长綫表示第二排鋼筋; 图中短綫表示第一排鋼筋;
 最小含筋率 第一排 1.27 公分²; 第二排 1.11 公分².

煤斗壁配筋曲线 (壁厚12公分)

表 4

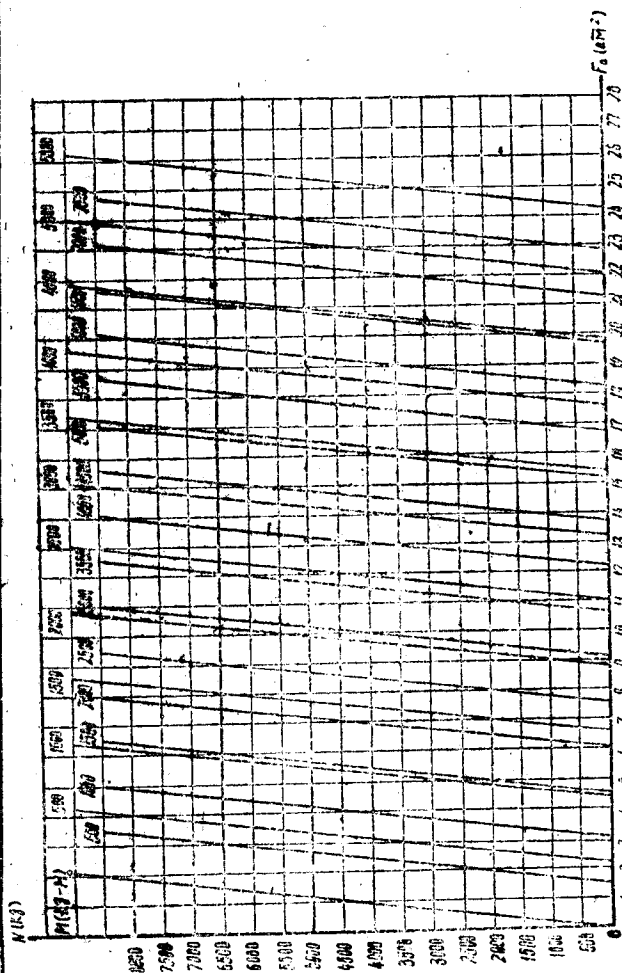


表5

煤斗配筋計算表

名称	配筋		1	2	3	4	5		6	7	8	9
	位置	方向	M	M	N	N	F _a		直徑	鋼筋 間距	根	实际 F _a
			(公斤/公尺)	B	(公斤/公尺)	A	尤 ₃	尤 ₅				
斜 壁	水平	支										
		跨										
	垂直	支										
		跨										
側 壁	水平	支										
		跨										
	垂直	支										
		跨										
立 壁	水平	支										
		跨										
	垂直	支										
		跨										

說明：1. 第5項為2、4項之和； 2. A、B常數見表6；

3. 煤斗壁計算與混凝土標號無關。

表6

一般常用系數表

壁厚	h_{01}	h_{02}	Z_1	Z_2	A_1 (公斤/公分 ²)	A_2 (公斤/公分 ²)	B_1 (公斤/公分)	B_2 (公斤/公分)
(公分)	(公分)	(公分)	(公分)	(公分)				
20	17.6	15.8	15.6	11.6	4200	4200	32000	24400
15	12.7	11.1	10.7	7.2	4200	4200	21800	15100
12	9.9	8.7	7.8	5.4	4200	4200	16400	11300

說明：1. $A_1 B_1$ 用于第一排鋼筋； 2. $A_2 B_2$ 用于第二排鋼筋；

3. 表中各系數系按：保護層：1.5公分。鋼筋直徑：18公厘——壁厚20公分；16公厘——壁厚15公分；12公厘——壁厚12公分。

公式(見圖8):

$$\begin{aligned} h_{01} &= h - (1.5 + \phi/2); & z_1 &= h - (3 + \phi); \\ h_{02} &= h - (1.5 + 1.5\phi); & z_2 &= h - (3 + 3\phi)。 \end{aligned}$$

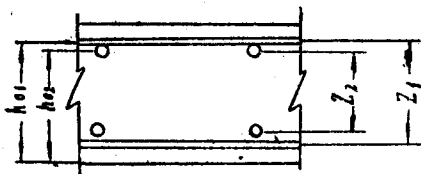


圖 8

(西安電力設計院)

三、架構單位荷重应力系数汇编

发电厂主厂房土建部分架构計算工作較為繁重，应尽可能研究簡化。由于在同类机組的情况下虽然机务部分有所变化，但土建梁柱的布置变化并不大。如利用已有单位荷重之应力分析的结果作为应力系数，則架构的应力分析仅需計算出固定端力矩，乘以已有的单位荷重应力分析系数即可，不必另作計算。本資料仅介紹三层框架的各种单位荷重之应力系数（如附图9、10与11所示），作为設計人員的参考。

1. 在使用过程中按下列步骤进行：

(1) 将新設計梁柱剛度的比值 $\left(\frac{K}{\sum K}\right)$ 造成与已有汇编中梁柱的剛度相近似(可在1.5 倍的范围以內)，这是完全可以作到的。

(2) 計算固端力矩。

(3) 固端力矩乘已有单位荷重应力系数。

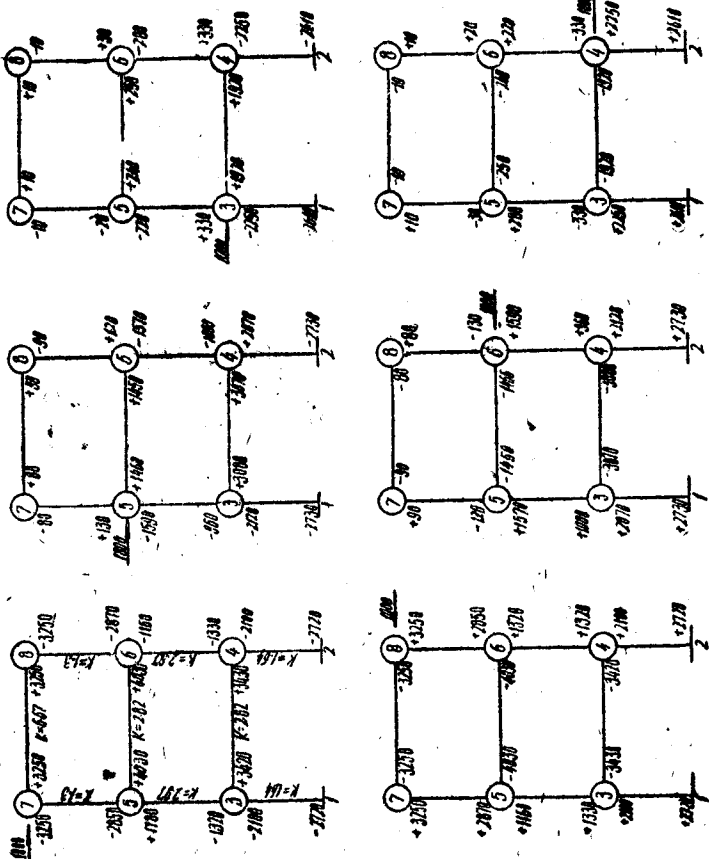


图 9

(4) 弯矩迭加。

2. 优点:

(1) 由于在计算过程中不必进行架构的应力分析, 因此计算速度大大加快。

(2) 可以求得最不利的组合。