结构设计手册

五机部第五设计院第二大队

2

1971

结 构 计 算 手 册

排 架 计 算

（2）

五机部第五设计院第二大队

為人民服務

毛泽东

毛 主 席 语 录

领导我们事业的核心力量是中国共产党。
指导我们思想的理论基础是马克思列宁主义。

备战、备荒、为人民。

认真看书学习，弄通马克思主义

进行一次思想和政治路线方面的教育。

团结起来，争取更大的胜利。

前　言

四海翻腾云水怒，五洲震荡风雷激。国家要独立，民族要解放，人民要革命已成为不可阻挡的历史潮流。我国同世界各国人民一道在反对帝、修、反的斗争中紧密配合、互相支持、并肩前进，我国的国际影响日益扩大。全党全国人民遵照毛主席关于在全党“**进行一次思想和政治路线方面的教育**”的指示，高举党的“九大”团结、胜利的旗帜，深入开展批修整风，工农业生产蓬勃发展，基本建设突飞猛进，各条战线取得了伟大胜利。从而鼓舞着我们继续沿着毛主席无产阶级革命路线、“**团结起来，争取更大的胜利。**”

我大队广大革命群众遵照毛主席关于“**认真看书学习，弄通马克思主义**”的指示，认真读马列的书，认真读毛主席著作，狠批刘少奇一类骗子散布的“阶级斗争熄灭论”、反动的“唯生产力论”、唯心主义的先验论和地主资产阶级的“人性论”，提高了阶级斗争、路线斗争和无产阶级专政下继续革命的觉悟，提高了识别真假马克思主义的能力，提高了贯彻执行毛主席革命路线的自觉性。在三大革命斗争实践中，认真改造世界观，深入开展设计领域里的斗、批、改，抓革命、促生产，取得了一定的成绩。

为了使设计工作更好地为社会主义建设服务，适应基本建设的飞跃发展，我们在学习了中南工业建筑设计院关于排架柱侧移计算及第一机械工业部仪器仪表工厂设计处关于单层铰接排

架的"表算法"后，编制了"结构计算手册"一九七一年第二册排架计算，供我院土建专业同志参考使用。

由于我们水平有限，缺乏经验，手册中难免存在错误、缺点，请同志们批评、指正。

编　者

一九七一年十二月

目　录

毛 主 席 语 录

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

一、任意阶形柱侧移计算

（一）柱侧移计算公式

1．基本概念：

本法之基本概念是将多阶柱之侧移用数个单阶柱侧移之和去代替，且单阶柱侧移仅为截面柔度$\left(\mu=\frac{1}{EI}\right)$及弯矩图形面积矩($S$)的函数，从而使多阶柱的侧移公式可简化为$\delta=\sum\mu S$。

应用本法能算1至n阶的阶形柱承受横向、竖向集中力或全部、局部横向均布荷载时柱上任意点的侧移。公式简单，数据均可查表，表格的座标直接采用柱上有关各段长度，不须另换其他参数，座标间距采取0.1～0.2^{m}。

2. 侧移计算公式：

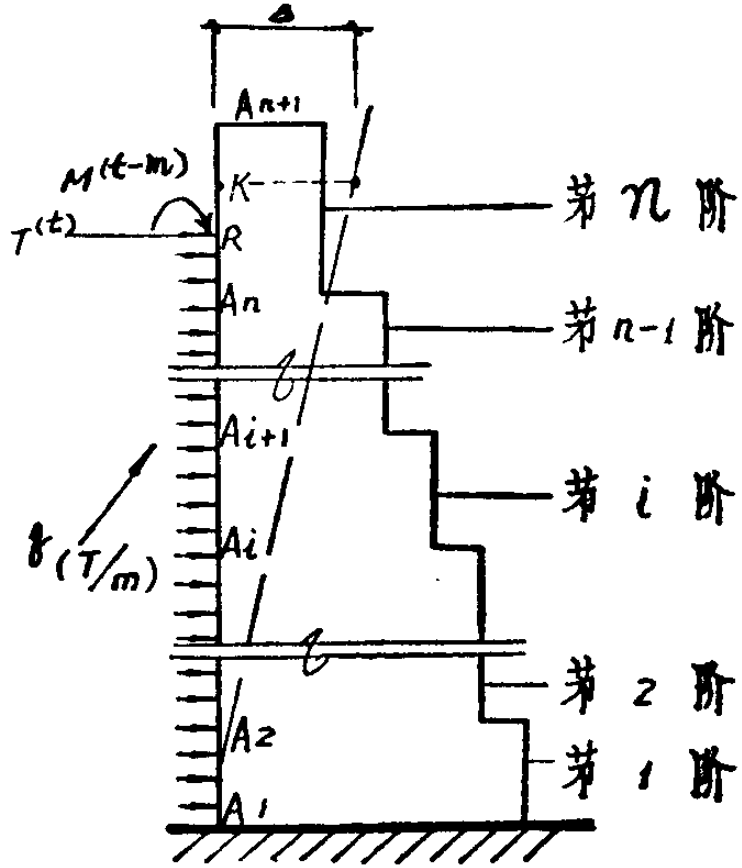

图 1-1

R 点——T、M 之着力点，q 之顶点。

K 点——位移点，可在 R 之上、下或与 R 重合。

A_i 点——第 i 阶变阶起始点或第 i 个代替柱之底点。

E_i, I_i——第 i 阶弹性模量 (t/m²) 及截面惯性矩 (m⁴)。

$\mu_i = \frac{1}{E_i I_i} - \frac{1}{E_{i-1} I_{i-1}}$——第 i 个代替柱的截面柔度$\left(\frac{1}{\mathrm{tm}^2}\right)$。

$S_i = \int_0^{A_i} M x dx$——第 i 个代替柱的 M 图矩，即 K 点以下至 A_i 点间单位弯矩图面积对 K 点之面积力矩值 (tm³)。

δ——单位荷载作用下 K 点的侧移值 (m)。

$\Delta = T\delta, M\delta, q\delta$——实际荷载作用下 K 点的侧移值 (m)。

用虚功原理所导出的侧移公式：

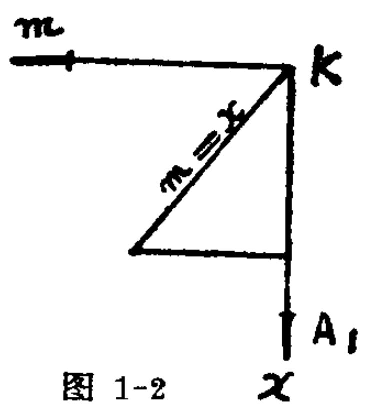

图 1-2

$\Delta=\int_L \frac{Mmdx}{EI}$ 计算 n 阶柱侧移（见图 1-1），并把座标原点设在侧移点K，则$m=x$（见图 1-2），于是，

$$\Delta=\int_L \frac{Mxdx}{EI}=\sum_{i=1}^{n}\int_{A_i+1}^{A_i}\frac{Mxdx}{E_iI_i}=\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{E_iI_i}\int_{A_{i+1}}^{A_i}Mxdx \qquad (1\text{-}1)$$

当柱上仅作用有单位荷载时则 $\Delta=\delta$

$\int_{A_{i+1}}^{A_i}Mxdx=S_i-S_{i+1}$ 代入（1）式

则：

$$\delta=\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{E_iI_i}[S_i-S_{i+1}]=\frac{1}{E_1I_1}(S_1-S_2)+\frac{1}{E_2I_2}(S_2-S_3)+\cdots$$

$$+\frac{1}{E_{i-1}I_{i-1}}(S_{i-1}-S_i)+\frac{1}{E_iI_i}(S_i-S_{i+1})+\cdots+\frac{1}{E_{n-1}I_{n-1}}(S_{n-1}-S_n)+\frac{1}{E_nI_n}S_n$$

若设地基柔度$\frac{1}{E_0I_0}=\frac{1}{\infty}=0$（即基础不转动，柱与基础刚接）加入上式并化简。

$$\delta=\left(\frac{1}{E_1I_1}-\frac{1}{E_0I_0}\right)S_1+\left(\frac{1}{E_2I_2}-\frac{1}{E_1I_1}\right)S_2+\cdots+\left(\frac{1}{E_iI_i}-\frac{1}{E_{i-1}I_{i-1}}\right)S_i+\cdots$$

$$+\left(\frac{1}{E_nI_n}-\frac{1}{E_{n-1}I_{n-1}}\right)S_n$$

$=\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{1}{E_iI_i}-\frac{1}{E_{i-1}I_{i-1}}\right)S_i$ 用 $\mu_i=\frac{1}{E_iI_i}-\frac{1}{E_{i-1}I_{i-1}}$代入上式，则 $\delta=\sum_{i=1}^{n}\mu_iS_i$

(1-2)

(1-2)式是就 K 和 R 点中较低一点（如图 1-1 之 R 点）位于第 n 阶时推导的一般情况。K 和 R 两点中较低的一点位于第 r 阶时：第 $r+1$ 阶及以上的弯矩图形 M 应等于零，（当 R 是较低点时）；或单位虚力弯矩 m 应为零，（当 K 是较低点时）。此时：$\int_{A_r+1}^{A_n+1} Mmdx=0$，即 $S_{r+1}=S_{r+2}=\cdots=S_n=0$，于是(1-2)式只剩 r 项以前的各值。故当 K 与 R 两点中较低一点位于第 r 阶时，其位移公式为：

$$\delta=\sum_{i=1}^{r}\mu_i S_i \tag{1-3}$$

(1-3)式的物理概念是：截面柔度不等的多阶柱，可沿各阶分为一群等柔度的单阶柱，然后在多阶柱和这一群单阶柱上各作用相同的外力，则多阶柱侧移可用这一群单阶柱的侧移之和去代替，(1-3) 式中 $\mu_i S_i$ 便是第 i 个单阶柱侧移，

$\sum_{i=1}^{r}\mu_i S_i$ 是指能产生侧移的前 r 个单阶柱侧移之和，代替柱的概念还可以更进一步用图 1-3 和图 1-4 的图解法说明之：

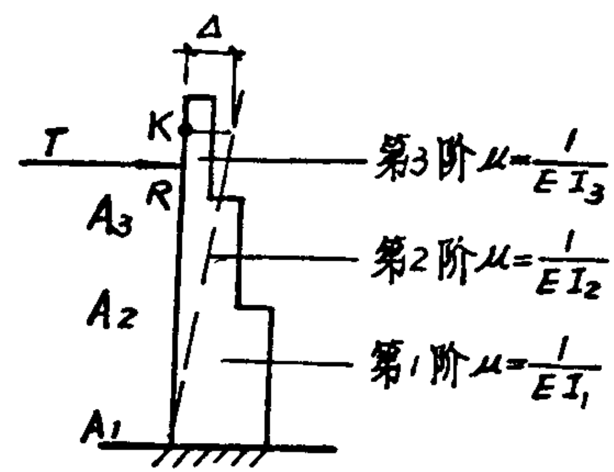

图 1-3a　受集中力 T 的三阶柱

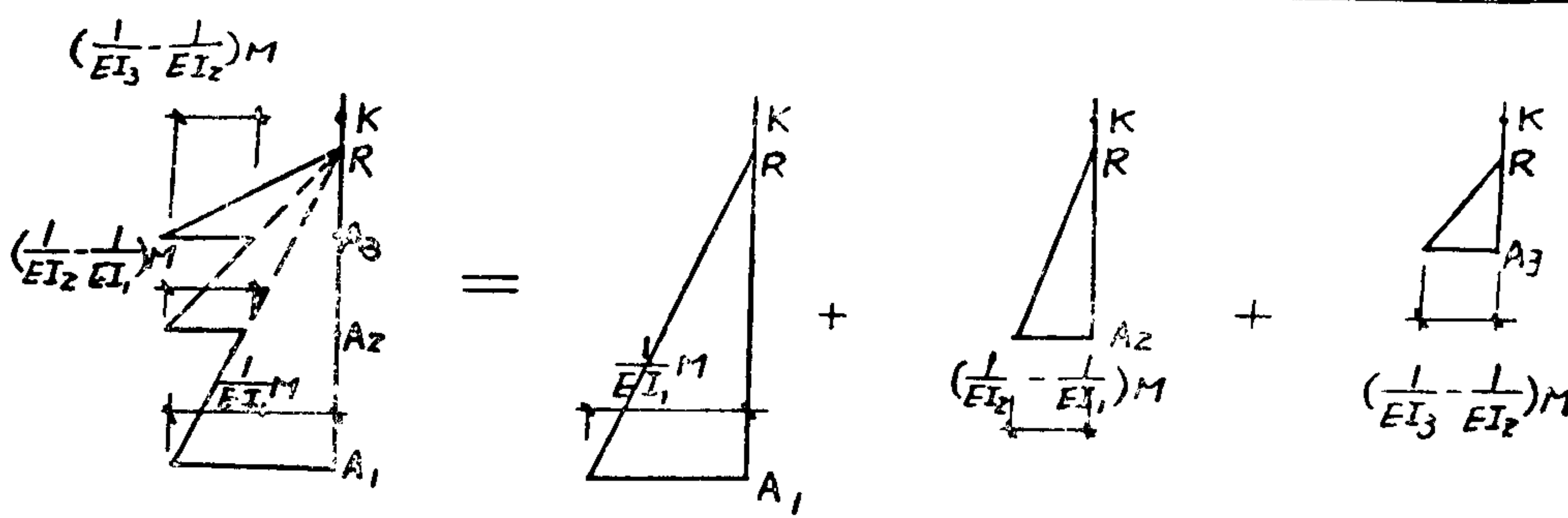

图 1-3b 为图 1-3a 之$\frac{M}{EI}$图其对 K 点图矩等于分图矩之和

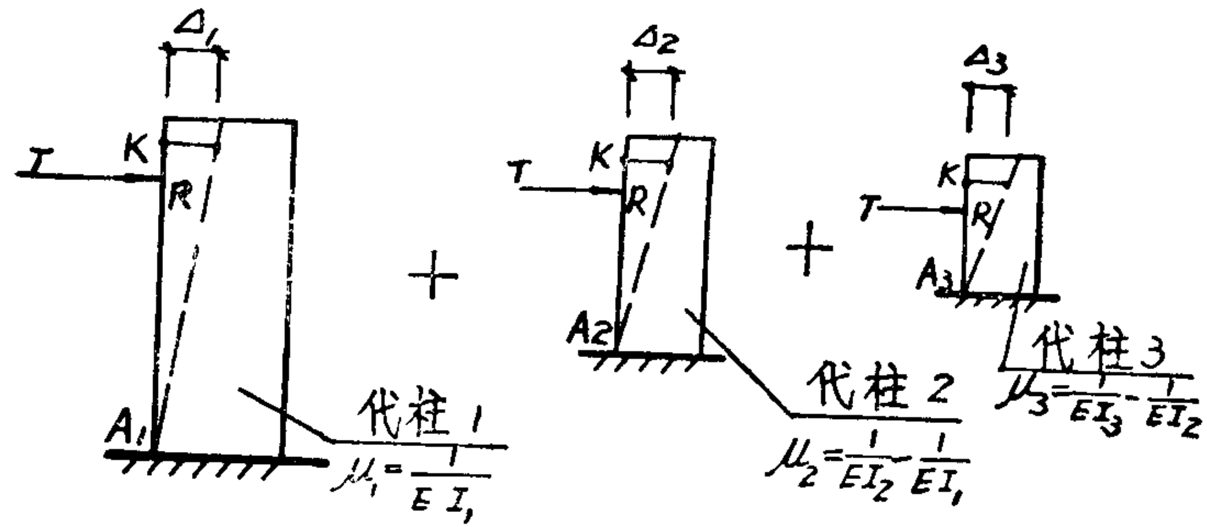

图 1-3c 与图 1-3b 相对应的单阶代替柱

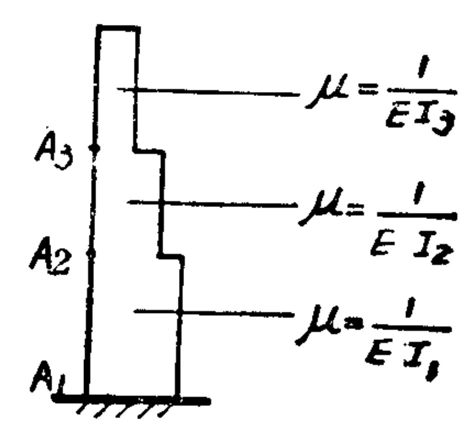

图 1-4a 三阶柱

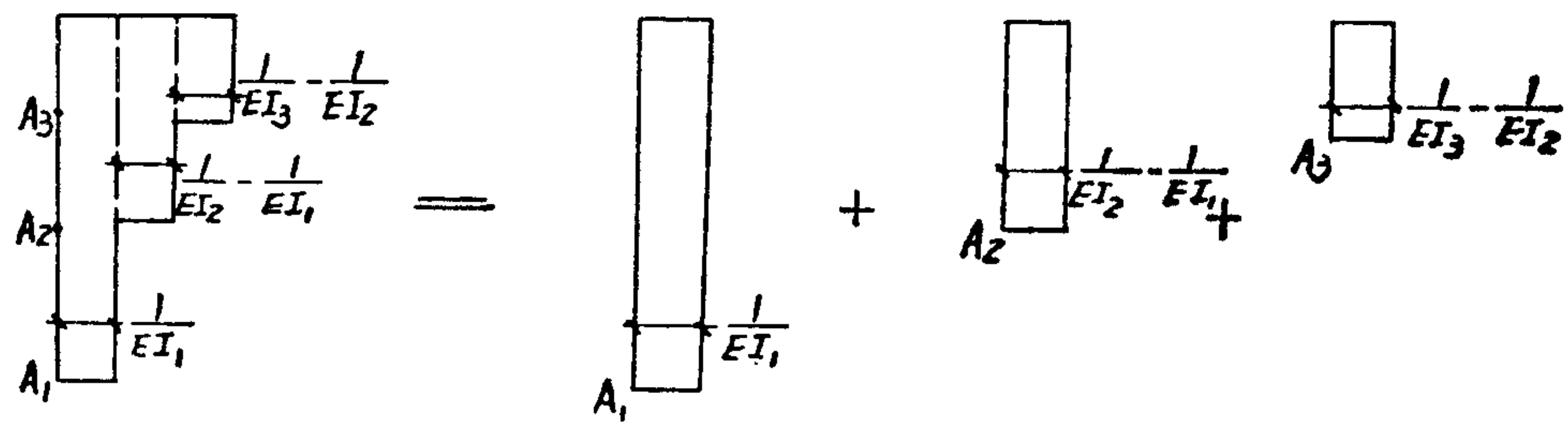

图 1-4*b* 三阶柱柔度图等于各分柔度之和

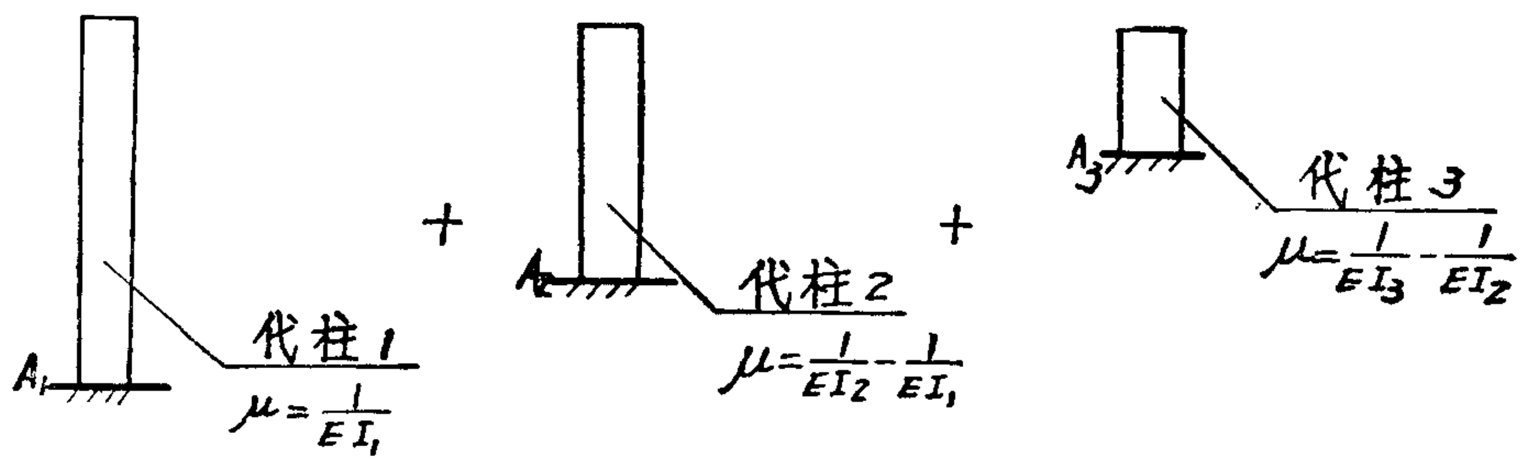

图 1-4*c* 与图 1-4*b* 相对应的单阶代替柱

3．三种单位荷载弯矩图形之面积矩 S_i：

(1) 三角形弯矩图形(由 $T=1$ 产生)

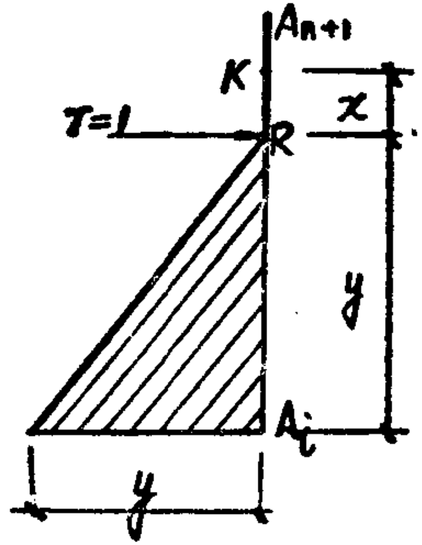

图 1-5a　K 在 R 之上

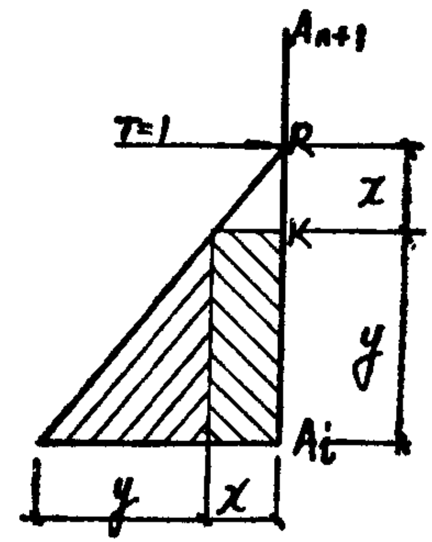

图 1-5b　K 在 R 之下

当 K 在 R 之上时　　$S_i=\frac{1}{2}y^2\left[x+\frac{2}{3}y\right]=\frac{1}{2}xy^2+\frac{1}{3}y^3$

当 K 在 R 之下时　　$S_i=\frac{1}{2}y^2\left[\frac{2}{3}y\right]+xy\left[\frac{y}{2}\right]=\frac{1}{2}xy^2+\frac{1}{3}y^3$

故无论 K 在 R 之上或下均得：

$$S_i=f(xy)=\frac{1}{2}xy^2+\frac{1}{3}y^3 \tag{1-4}$$

(2) 矩形弯矩图形(由 $M=1$ 产生)

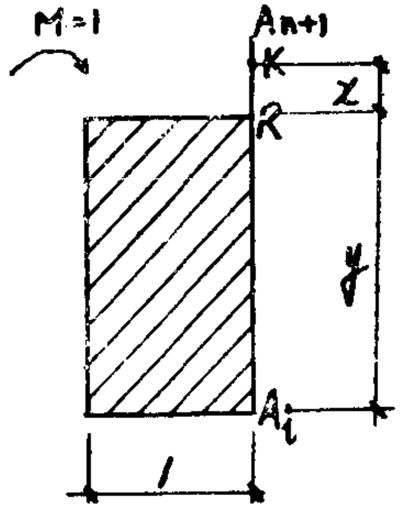

图 1-6a　K 在 R 之上

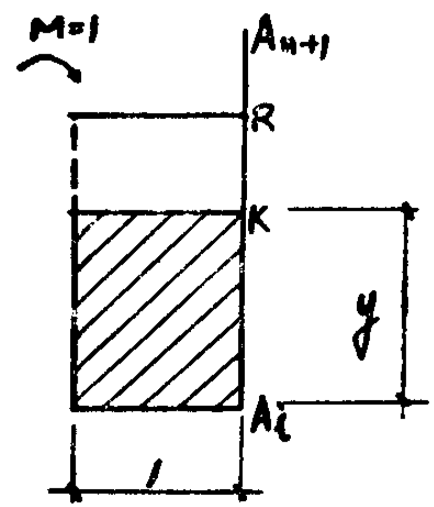

图 1-6b　K 在 R 之下

当 K 在 R 之上时　　$S_i=1\cdot y\left[x+\frac{y}{2}\right]=xy+\frac{1}{2}y^2$

当 K 在 R 之下时　　$S_i=1\cdot y\left[\frac{y}{2}\right]=\frac{1}{2}y^2$

故无论 K 在 R 之上或下均可按下式计算:

$$S_i=f(xy)=xy+\frac{1}{2}y^2 \tag{1-5}$$

但当 K 在 R 之下时上式中 $x=0$

(3) 抛物线形弯矩图形(由 $q=1$ 产生)

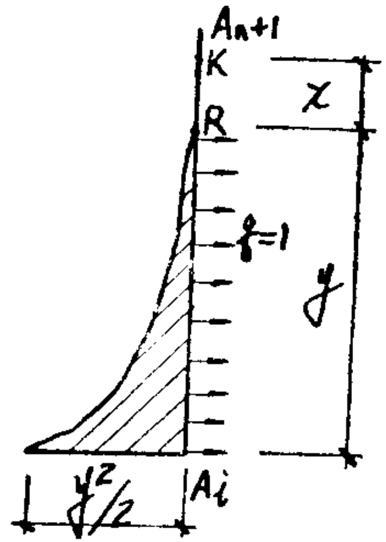

图 1-7a　K 在 R 之上

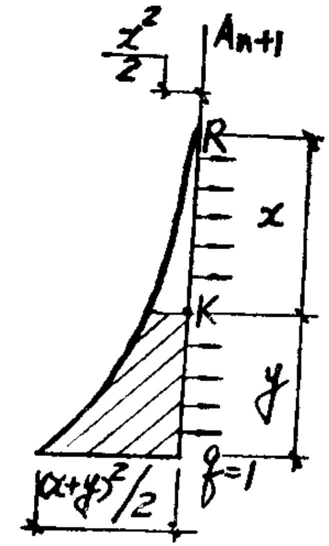

图 1-7b　K 在 R 之下

当 K 在 R 之上，$S_i=\frac{1}{3}\cdot\frac{y^2}{2}\cdot y\left[x+\frac{3}{4}y\right]=\frac{1}{6}xy^3+\frac{1}{8}y^4$　　(1-6)

当 K 在 R 之下，根据总图矩等于部分图矩之和，则有 $S_{KA_i}+(-S_{RK})=S_{RA_i}$

故
$$S_i=S_{KA_i}=S_{RA_i}-[-S_{RK}]$$
$$=\frac{1}{3}\cdot\frac{(x+y)^2}{2}(x+y)\left[\frac{3}{4}(x+y)-x\right]-\left[\frac{1}{3}\cdot\frac{x^2}{2}x\cdot\left(\frac{x}{4}\right)\right]$$
$$=\frac{1}{4}x^2y^2+\frac{1}{3}xy^3+\frac{1}{8}y^4 \tag{1-7}$$