

混合法解有侧移及节点竖向位移刚架

岑承柱¹ 李德威²

(1 广东四会市建筑设计室, 四会, 526200; 2 华南农业大学工程技术学院)

摘要 介绍了以迭代法与位移法相结合的混合法, 指出它在计算有侧移及节点竖向位移的刚架时具有优越性. 文章最后还介绍了用本法计算已建成的四会市大兴围电排一站这一工程实例.

关键词 刚架; 迭代法; 位移法

中图分类号 TU328.01

迭代法(龙驭球等, 1994; 杨天祥, 1986)是结构力学中计算有侧移刚架的一种较好方法, 即使是较复杂的情况, 迭代三四次也可得到足够精确的结果. 但是, 对于结构工程中偶有见到的有侧移及节点竖向位移刚架, 单纯使用迭代法仍然不能摆脱繁冗的计算. 在实际的工程计算中, 笔者提出了以迭代法与位移法相结合的混合法, 较好地克服了这一困难. 此法条理清晰, 计算过程简捷, 用它编制计算机程序, 更是十分简单, 省去了用有限元法解庞大的线性方程组的工作, 并且提高精度.

1 混合法原理和基本公式

1.1 替代结构的计算

对于图 1 所示有 n 个竖向位移的有侧移刚架, 现加上假想的支承链杆, 以消除其竖向位移. 在外载荷作用下, 各假想支承链杆给出的反力为 $R_i (i = 1, 2, \dots, n)$. 得出的替代结构如图 2 所示.

替代结构在外载荷作用下的杆端弯矩按(1)式进行迭代:

$$\begin{cases} M'_{ik} = \mu_{ik} [M_i^f + \sum_{(i)} (M'_{ki} + M''_{ik})], \\ M''_{ik} = V_{ik} [M_r + \sum_{(r)} (M'_{ik} + M'_{ki})], \end{cases} \quad (1)$$

式中, $\sum_{(i)}$ 表示围绕节点 i 诸杆的量值之和, $\sum_{(r)}$ 表示第 r 层所有杆端的量值之和, μ_{ik} 为转角分配系数, V_{ik} 为侧移分配系数, M_i^f 为节点的固端弯矩, M_r 为第 r 层的楼层力矩, M'_{ik} 为每一杆件的近端转角弯矩, M'_{ki} 为每一杆件的远端转角弯矩, M''_{ik} 为第 r 层立柱的侧移弯矩.

最后, 用(2)式算出替代结构每一杆端的最终弯矩.

$$M_{ik} = M'_{ik} + M''_{ik} + (M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik}), \quad (2)$$

并算出替代结构每一杆端的剪力 Q_{ik} .

1.2 真实结构的计算

为了把图 2 替代结构还原成图 1 的真实结构, 现逐个放松假想

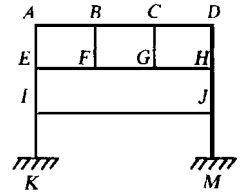


图 1 含竖向位移的有侧移刚架

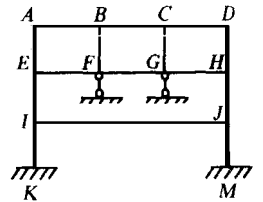


图 2 替代结构

的支承链杆. 设每个有假想链杆的节点放松到真实状态, 其位移量为 Z_i . 节点 i 由于节点 j 单位位移引起的杆端弯矩 m_{ik}^j 和杆端剪力 q_{ik}^j 可由位移法迭代得出.

于是, 可把过 i 点的竖柱分离出来, 根据真实状态下作用在该分离体上剪力为零的条件, 应有:

$$\sum_{(ik)} [Q_{ik} + \sum_{j=1}^n Z_j q_{ik}^j] = 0, \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

$\sum_{(ik)}$ 表示过 i 节点的竖柱分离体所有左右杆端量值之和, 由 (3) 式共得出 n 个方程, 据此可解出 n 个位移量 $Z_i (i = 1, 2, \dots, n)$.

真实结构每一杆端的最终弯矩 M_{ik}^o 和最终剪力 Q_{ik}^o 可由 (4)、(5) 算出.

$$M_{ik}^o = M_{ik} + \sum_{j=1}^n Z_j m_{ik}^j, \quad (4)$$

$$Q_{ik}^o = Q_{ik} + \sum_{j=1}^n Z_j q_{ik}^j. \quad (5)$$

2 工程实例计算

大兴围电排一站是目前广东四会市最大的电动排水站, 集雨面积 19.24 km^2 , 设计排水流量为 $11.21 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, 总装机 7 台共 985 kW, 其主厂房结构采用了一个有侧移及竖向节点位移刚架. 各杆均为矩形截面, 几何参数见表 1. 其结构形式及承受载荷如图 3 所示, 另有移动载荷 $P_Y = 22 \text{ kN}$, 分别作用于 A 、 B 、 C 、 D 、 E 5 处

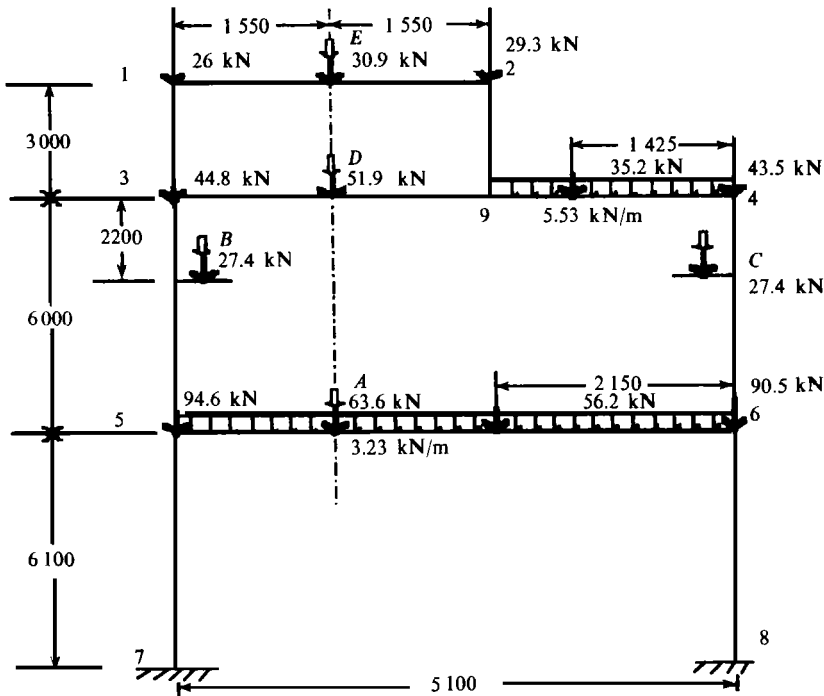


图 3 四会市大兴围电排一站主厂房刚架结构

表1 刚架各杆的几何参数

杆名	边长 ¹⁾ b/mm	边长 ¹⁾ h/mm	惯性矩 ²⁾ I/mm ⁴	杆件长度 /mm
1-2	200	400	1.07×10^9	3 100
3-9	300	550	4.16×10^9	3 100
9-4	300	550	4.16×10^9	2 000
5-6	300	550	4.16×10^9	5 100
1-3, 2-9	300	300	0.68×10^9	3 000
3-5, 4-6	400	400	2.13×10^9	6 000
5-7, 6-8	400	400	2.13×10^9	6 100

1) 截面 = $b \cdot h$; 2) $I = (b \cdot h^3) / 12$

在设计过程中, 笔者采用了本文方法进行该刚架设计计算, 取得满意效果, 现把部分结果介绍于下.

当移动载荷作用于 A 处时, 替代结构的杆端弯矩 M'_{ik} 和 M_{ik} 分别如图 4、图 5 所示, 当结构由替代结构回复到真实结构时, 图 3 中节点 9 的单位竖向位移产生的杆端弯矩 m'_{ik} 和 m_{ik} 如图 6、图 7 所示.

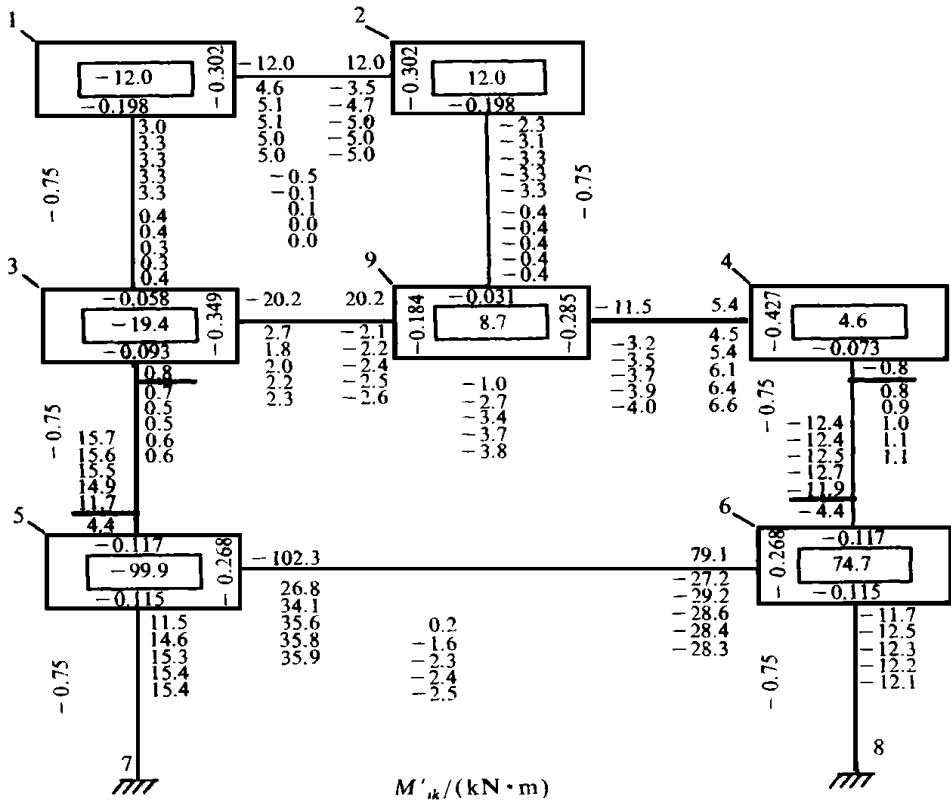


图4 移动载荷在 A 处时的 M'_{ik}

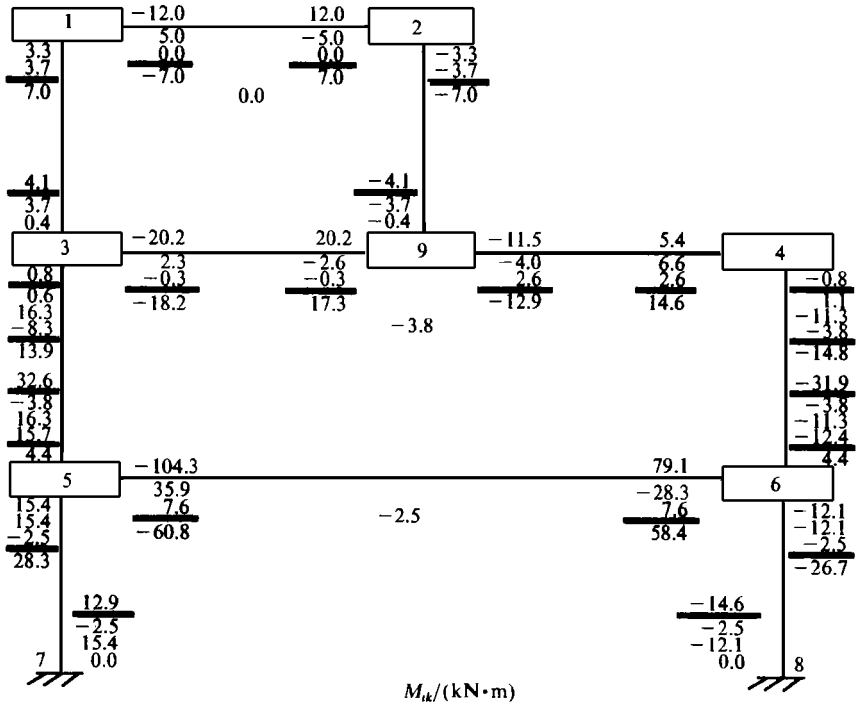


图 5 移动载荷在 A 处时的 M_{ik}

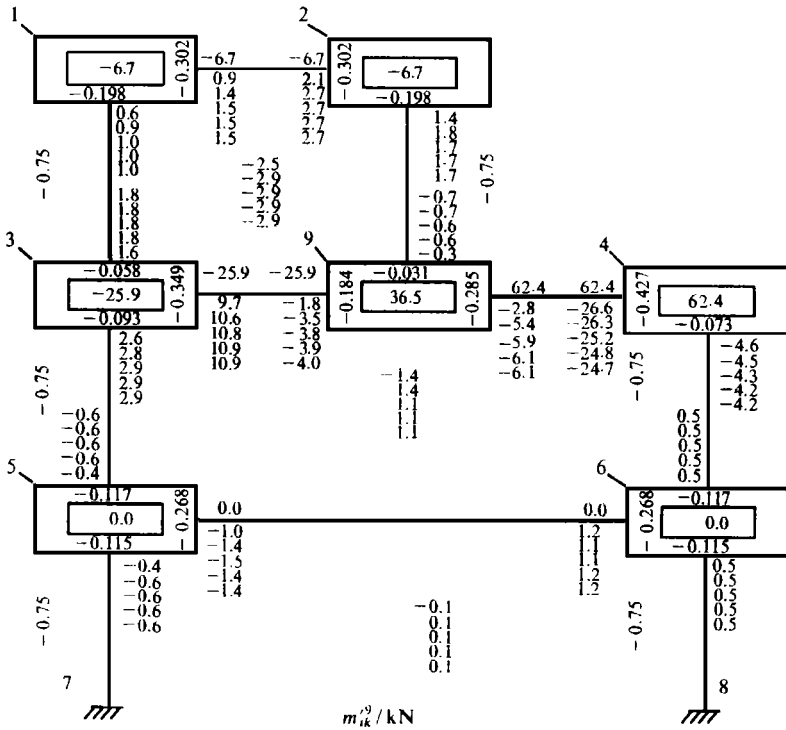


图 6 节点 9 单位位移引起的 m'_{ik}

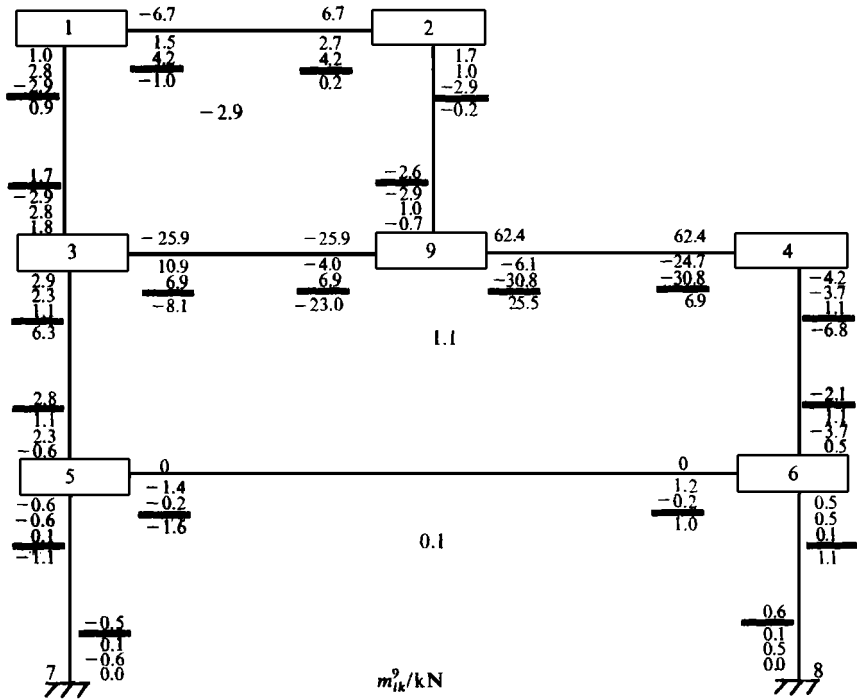


图 7 节点 9 单位位移引起的 m_{ik}^0

最后用本法算出当移动载荷作用于 A 处时的最终杆端弯矩 M_{ik}^0 , 其对应的弯矩图如图 8 所示.

3 结论

迭代法和位移法是结构力学中计算刚架的常用方法, 如果把两种方法结合起来, 将会有益于复杂问题的解算. 混合法在解算有侧移及节点竖向位移的刚架时, 具有明显的优越性.

本文在介绍工程实例计算结果时, 由于篇幅所限, 仅列出了移动载荷作用在 A 处时的一种结果. 其他结果从略.

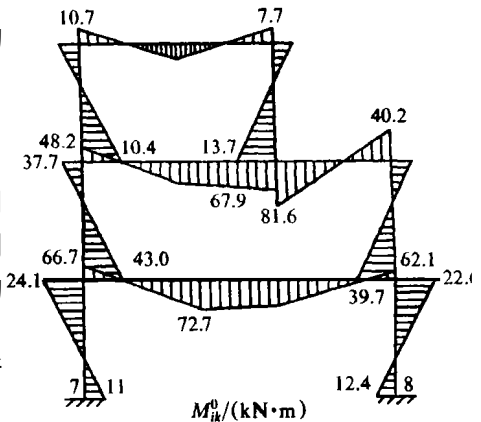


图 8 移动载荷作用于 A 处的总弯矩图

参 考 文 献

龙驭球, 包世华主编. 1994. 结构力学. 第 2 版. 北京: 高等教育出版社, 356 ~ 492
 杨天祥主编. 1986. 结构力学. 第 2 版. 北京: 高等教育出版社, 150 ~ 206

(下转第 118 页)

- Michel M L, Davis H L, Schleaf M, et al. 1995. DNA—mediated immunization to the hepatitis B surface antigen in mice, aspects of the humoral response mimic hepatitis B viral infection in humans. Proc Natl Acad Sci USA, 92: 5307~5311
- Ulmer J B, Donnelly J J, Parker S E, et al. 1993. Heterologous protection against influenza by injection of DNA encoding a viral protein. Science, 259: 1745~1749
- Whalen R G, Davis H L. 1995. DNA—mediated immunization and the energetic immune response to hepatitis B surface antigen. Clin Immunol Immunopathol, 75: 1~12

DNA VACCINES AND THEIR APPLICATION POTENTIALITY IN POULTRY

Cao Yongchang Bi Yingzuo

(Dept. of Ani. Sci., South China Agric. Univ., Guangzhou 510642)

Abstract

DNA vaccine, a new and unusual approach for evoking an immune response, was introduced and the advantages and general procedure for DNA vaccination reviewed. The authors suggested that DNA vaccine be applied to control poultry diseases.

Key words DNA vaccines; immune response; poultry; application potentiality

(上接第106页)

MIX ED METHOD ON SOLVING FRAMES WHOSE NODES HAVE HORIZONTAL AND VERTICAL DISPLACEMENTS

Cen Chengzhu¹ Li Dewei²

(1 Architectural Design Division of Sihui City, Guangdong, Sihui 526200;

2 College of Polytechnic, South China Agric. Univ.)

Abstract

A Mix Method which combined the Iterative Method with the Displacement Method is described in this paper. The Mix Method excels at calculating frames whose nodes have horizontal and vertical displacements. An engineering case, the Sihui City Daxingwei First Electromatic Drive Station which was calculated by this method and has been built, is also specified in the paper.

Key words Frame; Iterative Method; Displacement Method