

SHIYONG JINGZILIANG

SHEJITUBIAO

实用井字梁设计图表

浙江大学出版社

实用井字梁设计图表

吕维梅 编

浙江大学出版社

内 容 简 介

本书将建筑工程中经常碰到的一些不同形式的井字梁的结构布置及受力数据用图表方式给予表示,便于工程设计人员直接选取和查用。书中还介绍了编制图表的依据和原理。使用者可依此方法对其他类型的井字梁进行受力计算。

本书可作为建筑工程设计及施工人员的工具书。

实用井字梁设计图表

吕维梅 编

责任编辑 李桂云

浙江大学出版社出版

上虞汤浦印刷厂排版

萧山第二印刷厂印装

浙江省新华书店发行

开本 787×1092 1/32 1.6875印张 37千字数

1988年11月第1版 1988年11月第1次印刷

印数: 1——10000

ISBN7-308-00119-9

TU·001 定价: 0.60元

目 录

一	井字梁设计原理.....	(1)
二	3~13格挠度系数表.....	(4)
三	正交正放正方形井字梁弯矩与剪力值.....	(11)
四	正交斜放正方形井字梁弯矩与剪力值.....	(20)
五	正交正放长方形井字梁弯矩与剪力值.....	(26)
六	正交斜放长方形井字梁弯矩与剪力值.....	(30)
七	* 字三角形井字梁弯矩与剪力值.....	(43)
八	计算实例.....	(46)

一、井字梁设计原理

在建筑工程设计中,现在逐步地认识到井字梁是解决大面积空间结构的一种很好的结构形式,特别是在平面形状不规则,中间不能设柱,层高限制等不利条件下,井字梁能够较好地发挥作用。从施工的角度来看,只要设计时采用统一的模数尺寸,重复地使用施工也是方便的。井字梁的平面可以是正交正放、正交斜放、也可以是*字形(见图 25~27)。它在建筑上形成的艺术效果是其它结构形式所不易做到的,所以掌握好井字梁设计原理十分重要。

井字梁就是一组梁与另一组梁交叉连接,共同分担上面的荷载。从广义来说,有点像网架作用,不同的是井字梁是双向平面受力,而网架则是空间受力。计算上井字梁要简单些。

这里所说的井字梁不是密肋梁的概念,也就是说梁的间距不宜太小,应大于 1.25 米。这是因为用变形法来求解间距较小的梁,内力会产生较大的误差。

用变形法来求解井字梁的弯矩和剪力需作如下的假定:

- 1 交叉梁的端部均为简支。
- 2 由楼面传至交叉梁的荷载均折算为节点集中荷载。

荷载的分配比例按 l_1 (交叉梁之一) 方向为 k_1 , l_2 (交叉梁之二) 方向为 $(1-k_1)$; 如果是平均分配的话, 均按 0.5 分配, 各节点上分配系数之和必等于 1。

3 按上述的集中荷载分别列出二个方向梁的挠度计算方程式, 在集中荷载下, 二梁交叉点的挠度值必相等。

依据上述假设, 可分别排列出二个不同方向的挠度方程式。井字梁的计算本来是超静定的计算范畴, 按照上述假定, 计算就可在静定的范围内进行, 节省很多计算工作量, 且精度也符合工程设计要求。

图 1 所示, 一简支梁 AB 长为 l , 集中荷载 P 距 A 点为 x_1 , 梁上距 A 点为 x_2 的任一点 C 或 D 的挠度可用下列公式表示

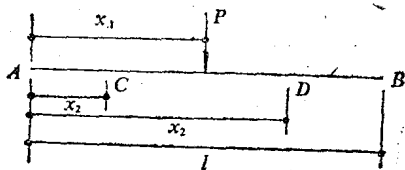


图 1

当 $\beta < \alpha$ 时 (C 点)

$$y = \frac{Pl^3}{6EJ} \{ \beta [\alpha(2-\alpha) - \beta^2] (1-\alpha) \}$$

当 $\beta > \alpha$ 时 (D 点)

$$y = \frac{Pl^3}{6EJ} \{ \alpha [\beta(2-\beta) - \alpha^2] (1-\beta) \}$$

式中 $\alpha = x_1/l$,

为力作用点距支座 A 点之距离与梁跨度的比值

$\beta = x_2/l$,

为所求任意点距支座A点之距离与梁跨度的比值

对于上两式,当 α, β 确定后,其等号右边大括弧内是一确定值,称为挠度系数,以 r 表示。而 $Pl^3/(6EJ)$ 项中,集中荷载 P 一般情况下都是相同的, E 和 J 值也因梁截面形式及材料选取相同而保持不变,唯一变化的量是梁长 l 。所以,在排列交叉二梁的恒等式时应注意 l^3 的关系,切勿遗漏。

不同格数(每格宽度以 $a(m)$ 表示)的挠度系数列在表1~11中。这些表格中的数据是最基本的,在排列方程式时要重复使用。现将格数分为3、4、5、6、7、8、9、10、11、12和13共1¹种,这在实际工程中通常是够用的了。对于不对称的节点荷载,可尽量按统一尺寸来分,则有关表格仍可应用。

有了不同格数的挠度系数后,就能根据不同形状的井字梁组合平面,排列出有关方程式组,算出不同的分配系数 k ,进而确定各交叉梁的弯矩和剪力值(均取小数点后4位)。

本书将不同格数的井字梁(正交正放、正交斜放、*字形)图形及计算结果分别列在图2~27中,以便设计时查用。

其中	$q = P/a^2$	平均荷载	N/m^2 ;
	M	弯矩	$N \cdot m$;
	Q	剪力值	N 。

二、3~13格挠度系数表

表1 3格 γ 值

$\alpha \backslash \beta$	1/3	2/3
1/3	0.0986	0.0865
2/3	0.0863	0.0987

表2 4格 γ 值

$\alpha \backslash \beta$	1/4	2/4	3/4
1/4	0.0703	0.0859	0.0547
2/4	0.0859	0.1250	0.0859
3/4	0.0547	0.0859	0.0703

表3 5格 γ 值

$\alpha \backslash \beta$	1/5	2/5	3/5	4/5
1/5	0.0512	0.0720	0.0640	0.0368
2/5	0.0720	0.1152	0.1088	0.0640
3/5	0.0640	0.1088	0.1152	0.0720
4/5	0.0368	0.0640	0.0720	0.0512

表4 6格 γ 值

$\alpha \backslash \beta$	1/6	2/6	3/6	4/6	5/6
1/6	0.0386	0.0586	0.0602	0.0478	0.0262
2/6	0.0586	0.0986	0.1065	0.0865	0.0478
3/6	0.0602	0.1065	0.1250	0.1065	0.0602
4/6	0.0478	0.0865	0.1064	0.0987	0.0586
5/6	0.0263	0.0479	0.0603	0.0587	0.0387

表 5 7 格 γ 值

$\alpha \backslash \beta$	1/7	2/7	3/7	4/7	5/7	6/7
1/7	0.0300	0.0479	0.0534	0.0487	0.0363	0.0196
2/7	0.0479	0.0834	0.0966	0.0900	0.0683	0.0367
3/7	0.0534	0.0966	0.1200	0.1161	0.0900	0.0487
4/7	0.0487	0.0900	0.1161	0.1200	0.0966	0.0533
5/7	0.0367	0.0683	0.0900	0.0966	0.0833	0.0479
6/7	0.0196	0.0367	0.0487	0.0533	0.0479	0.0300

表 6 8 格 γ 值

$\alpha \backslash \beta$	1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8
1/8	0.0239	0.0396	0.0464	0.0459	0.0396	0.0288	0.0151
2/8	0.0396	0.0703	0.0855	0.0859	0.0747	0.0547	0.0288
3/8	0.0464	0.0855	0.1100	0.1143	0.1011	0.0747	0.0396
4/8	0.0459	0.0859	0.1143	0.1250	0.1143	0.0859	0.0459
5/8	0.0396	0.0747	0.1011	0.1143	0.1100	0.0854	0.0464
6/8	0.0288	0.0547	0.0747	0.0859	0.0854	0.0703	0.0396
7/8	0.0151	0.0238	0.0396	0.0459	0.0464	0.0396	0.0239

表 7 9 格 γ 值

$\frac{\beta}{\alpha}$	1/9	2/9	3/9	4/9	5/9	6/9	7/9	8/9
1/9	0.0195	0.0331	0.0402	0.0419	0.0390	0.0335	0.0232	0.0120
2/9	0.0331	0.0597	0.0750	0.0792	0.0744	0.0622	0.0445	0.0232
3/9	0.0402	0.0750	0.0988	0.1074	0.1024	0.0864	0.0622	0.0325
4/9	0.0419	0.0792	0.1074	0.1219	0.1195	0.1024	0.0744	0.0390
5/9	0.0390	0.0744	0.1024	0.1195	0.1219	0.1074	0.0792	0.0419
6/9	0.0325	0.0622	0.0864	0.1024	0.1074	0.0988	0.0750	0.0402
7/9	0.0232	0.0445	0.0622	0.0744	0.0792	0.0750	0.0597	0.0331
8/9	0.0120	0.0232	0.0325	0.0390	0.0419	0.0402	0.0331	0.0195

表 8 10 格 γ 值

$\frac{\beta}{\alpha}$	1/10	2/10	3/10	4/10	5/10	6/10	7/10	8/10	9/10
1/10	0.0163	0.0280	0.0350	0.0378	0.0370	0.0332	0.0270	0.0190	0.0093
2/10	0.0280	0.0512	0.0658	0.0710	0.0710	0.0640	0.0522	0.0363	0.0190
3/10	0.0350	0.0653	0.0882	0.0990	0.0990	0.0930	0.0738	0.0372	0.0270
4/10	0.0378	0.0720	0.0930	0.1151	0.1180	0.1038	0.0900	0.0640	0.0332
5/10	0.0370	0.0710	0.0990	0.1180	0.1250	0.1180	0.0990	0.0710	0.0370
6/10	0.0332	0.0640	0.0900	0.1083	0.1180	0.1151	0.0930	0.0720	0.0378
7/10	0.0270	0.0522	0.0733	0.0900	0.0990	0.0990	0.0832	0.0658	0.0350
8/10	0.0190	0.0368	0.0522	0.0640	0.0710	0.0720	0.0658	0.0512	0.0280
9/10	0.0093	0.0190	0.0270	0.0332	0.0370	0.0373	0.0350	0.0280	0.0163

表 9 11 格 γ 值

$\alpha \backslash \beta$	1/11	2/11	3/11	4/11	5/11	6/11	7/11	8/11	9/11	10/11
1/11	0.0137	0.0240	0.0306	0.0339	0.0344	0.0344	0.0387	0.0427	0.0458	0.0081
2/11	0.0240	0.0443	0.0579	0.0650	0.0664	0.0628	0.0552	0.0443	0.0309	0.0134
3/11	0.0306	0.0579	0.0786	0.0904	0.0934	0.0891	0.0787	0.0633	0.0443	0.0227
4/11	0.0339	0.0650	0.0904	0.1071	0.1131	0.1093	0.0973	0.0787	0.0552	0.0284
5/11	0.0344	0.0664	0.0934	0.1131	0.1229	0.1212	0.1093	0.0891	0.0638	0.0324
6/11	0.0324	0.0628	0.0891	0.1093	0.1212	0.1229	0.1131	0.0934	0.0664	0.0344
7/11	0.0287	0.0552	0.0787	0.0973	0.1093	0.1131	0.1071	0.0904	0.0650	0.0339
8/11	0.0227	0.0443	0.0633	0.0787	0.0891	0.0934	0.0904	0.0787	0.0579	0.0306
9/11	0.0158	0.0309	0.0443	0.0552	0.0628	0.0664	0.0650	0.0579	0.0443	0.0240
10/11	0.0081	0.0134	0.0227	0.0324	0.0344	0.0344	0.0339	0.0306	0.0240	0.0137

表 10 $12-\beta$ γ 值

$\beta \backslash \alpha$	1/12	2/12	3/12	4/12	5/12	6/12	7/12	8/12	9/12	10/12	11/12
1/12	0.01170	0.02070	0.02690	0.0305	0.0317	0.0309	0.0284	0.0245	0.0194	0.0134	0.0068
2/12	0.02070	0.03860	0.0512	0.0587	0.0615	0.0602	0.0555	0.0478	0.0379	0.0262	0.0134
3/12	0.02690	0.0512	0.0702	0.0832	0.0871	0.0859	0.0796	0.0689	0.0547	0.0379	0.0194
4/12	0.03050	0.05870	0.0832	0.0988	0.1067	0.1065	0.0993	0.0864	0.0689	0.0478	0.0245
5/12	0.03170	0.06150	0.0871	0.1067	0.1182	0.1201	0.1133	0.0993	0.0796	0.0602	0.0284
6/12	0.03090	0.06020	0.0859	0.1065	0.1201	0.1250	0.1201	0.1065	0.0859	0.0602	0.0309
7/12	0.02840	0.05550	0.0796	0.0993	0.1133	0.1201	0.1182	0.1067	0.0871	0.0615	0.0317
8/12	0.02450	0.04780	0.0689	0.0864	0.0993	0.1065	0.1067	0.0988	0.0822	0.0587	0.0305
9/12	0.01940	0.03790	0.0547	0.0689	0.0796	0.0859	0.0871	0.0822	0.0703	0.0512	0.0269
10/12	0.01340	0.02620	0.0379	0.0478	0.0555	0.0602	0.0615	0.0587	0.0512	0.0386	0.0207
11/12	0.00680	0.01340	0.0194	0.0245	0.0284	0.0309	0.0317	0.0305	0.0269	0.0207	0.0117

表 11 13 格 γ 值

$\alpha \backslash \beta$	1/13	2/13	3/13	4/13	5/13	6/13	7/13	8/13	9/13	10/13	11/13	12/13
1/13	0.0101	0.0181	0.0288	0.0274	0.0291	0.0293	0.0277	0.0250	0.0212	0.0167	0.0115	0.0059
2/13	0.0131	0.0339	0.0455	0.0539	0.0560	0.0569	0.0542	0.0490	0.0417	0.0328	0.0226	0.0115
3/13	0.0139	0.0455	0.0630	0.0747	0.0807	0.0816	0.0781	0.0709	0.0605	0.0476	0.0328	0.0167
4/13	0.0272	0.0539	0.0747	0.0903	0.0997	0.1020	0.0983	0.0896	0.0768	0.0605	0.0417	0.0213
5/13	0.0331	0.0563	0.0707	0.0897	0.1120	0.1164	0.1124	0.1043	0.0896	0.0709	0.0490	0.0250
6/13	0.0292	0.0599	0.0816	0.1020	0.1164	0.1235	0.1223	0.1134	0.0983	0.0782	0.0542	0.0277
7/13	0.0277	0.0542	0.0782	0.0983	0.1134	0.1223	0.1235	0.1164	0.1020	0.0816	0.0569	0.0292
8/13	0.0250	0.0490	0.0709	0.0896	0.1043	0.1134	0.1164	0.1100	0.0997	0.0807	0.0569	0.0291
9/13	0.0213	0.0417	0.0605	0.0748	0.0896	0.0983	0.1010	0.0997	0.0903	0.0747	0.0529	0.0274
10/13	0.0167	0.0328	0.0476	0.0605	0.0709	0.0782	0.0816	0.0807	0.0747	0.0630	0.0455	0.0238
11/13	0.0115	0.0226	0.0328	0.0417	0.0490	0.0542	0.0569	0.0569	0.0529	0.0455	0.0328	0.0181
12/13	0.0059	0.0115	0.0167	0.0213	0.0250	0.0277	0.0292	0.0291	0.0274	0.0238	0.0181	0.0101

三、正交正放正方形井字梁弯矩与剪力值

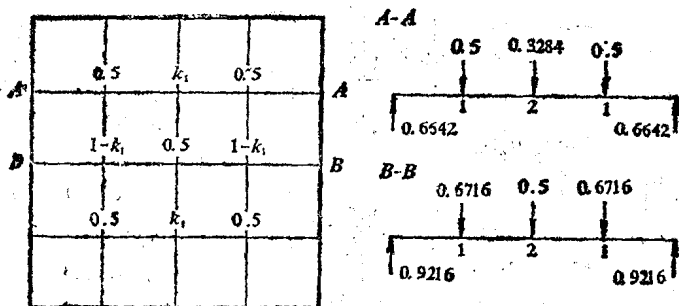


图2 4格正交正放正方形

$$k_1 = 0.3284$$

A-A

$$M_1 = 0.6642qa^3 \quad M_2 = 0.8284qa^3$$

$$Q_{1左} = 0.6642qa^2 \quad Q_{2左} = 0.1642qa^2$$

B-B

$$M_1 = 0.9216qa^3 \quad M_2 = 1.1716qa^3$$

$$Q_{1左} = 0.9216qa^2 \quad Q_{2左} = 0.2500qa^2$$

说明：挠度分配系数 $k_1 \dots k_n$ 是根据交叉梁的不同格数和对称情况来定的，图2中只有二个不同的挠度分配系数 k_1 和 $1-k_1$ 。 $1-k_1$ 只表示B-B梁的挠度分配系数，同一点如在纵梁上则为 k_1 ，而不是 $1-k_1$ ，同样情况，A-A梁上的 k_1 点如对纵梁来说将是 $1-k_1$ ，而不是 k_1 。

	0.5	k_1	k_1	0.5	
A					A
	$1-k_1$	0.5	0.5	$1-k_1$	
B					B
	$1-k_1$	0.5	0.5	$1-k_1$	
	0.5	k_1	k_1	0.5	
1					

$$k_1 = 0.282$$

A—A

$$M_1 = 0.782qa^3$$

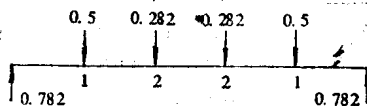
$$M_2 = 1.064qa^3$$

$$Q_{1左} = 0.782qa^2$$

$$Q_{2左} = 0.282qa^2$$

$$Q_{2右} = 0$$

A—A



B—B

$$M_1 = 1.218qa^3$$

$$M_2 = 1.718qa^3$$

$$Q_{1左} = 1.218qa^2$$

$$Q_{2左} = 0.5qa^2$$

$$Q_{2右} = 0$$

B—B

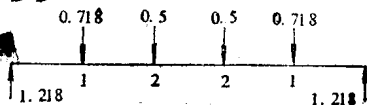
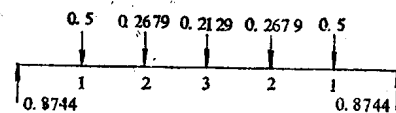


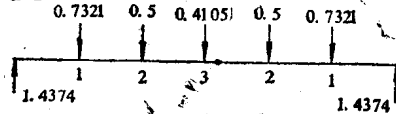
图 3 5格正交正放正方形

A	0.5	k_1	k_2	k_1	0.5
B	$1-k_1$	0.5	k_2	0.5	$1-k_1$
C	$1-k_2$	$1-k_1$	0.5	$1-k_1$	$1-k_2$
	$1-k_1$	0.5	k_1	0.5	$1-k_1$
	0.5	k_1	k_2	k_1	0.5

A-A



B-B



C-C

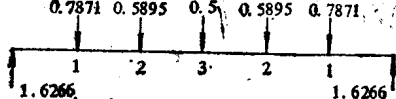


图4 6格正交正放正方形

$$k_1 = 0.2679$$

$$k_2 = 0.2129$$

$$k_3 = 0.4105$$

A-A

$$M_1 = 0.8744qa^3$$

$$M_2 = 1.2487qa^3$$

$$M_3 = 1.3552qa^3$$

$$Q_{1\pm} = 0.8744qa^2$$

$$Q_{2\pm} = 0.3744qa^2$$

$$Q_{3\pm} = 0.1065qa^2$$

B-B

$$M_1 = 1.4374qa^3$$

$$M_2 = 2.1456qa^3$$

$$M_3 = 2.3479qa^3$$

$$Q_{1\pm} = 1.4374qa^2$$

$$Q_{2\pm} = 0.7053qa^2$$

$$Q_{3\pm} = 0.5053qa^2$$

C-C

$$M_1 = 1.6266qa^3$$

$$M_2 = 2.4661qa^3$$

$$M_3 = 2.7131qa^3$$

$$Q_{1\pm} = 1.6266qa^2$$

$$Q_{2\pm} = 0.8395qa^2$$

$$Q_{3\pm} = 0.2500qa^2$$