



长安大学

本科生课程

《桥梁电算》课程作业

姓 名: _____

电 话: _____

学 号: _____

专 业: 桥梁工程

院 系: 公路学院 桥梁系

教 师: _____

得 分: _____

目录

第二章 平面杆件结构矩阵位移法的根本过程	4
2.1 假设将单元水平坐标轴反向, 对计算结果和绘图结果有什么影响	4
2.2 假设将刚架单元转动正方向定义相反, 即定义转动位移逆时针为正或顺时针为正, 那么刚度矩阵元素如何变化	9
2.3 如何根据刚架单元的刚度矩阵, 快速得到一端刚接, 一端铰接的单元刚度矩阵	10
2.4 单元刚度矩阵一定是不可逆的吗? 请举例并说明理由	10
2.5 某顺序编号的 10 个节点的连续梁桥, 请给出其整体刚度矩阵元素的分布示意图。后来由于分析需要, 将一个单元细分为两个单元, 即原 1 单元中间新增 11 节点、1 单元分成单元 1 和单元 10。请问其整体刚度矩阵元素的分布示意图有何变化	11
第三章 杆件结构矩阵位移法的几个进阶问题	11
3.1 采用商业软件, 计算至少 1 个混凝土梁断面和 1 个钢箱梁断面的空间刚架单元的全部截面几何特性, 给出输入参数和输出结果	11
3.1.1 小箱梁截面几何特性计算	11
3.1.2 薄壁钢箱梁截面计算特性	13
3.2 当杆件的截面高度与杆长的比值越大时, 那么剪切变形的影响越大。请问, 当单元划分较密, 即单元长度较短时, 剪切变形的影响是否会加大? 请说明或证明	15
第四章 杆件结构屈曲分析及振型分析	25
4.1 请从数学、力学及工程意义上, 说明屈曲分析和振型分析的异同点	25
4.2 建立 1 座桥梁模型, 进行屈曲分析和振型分析	25
第五章 桥梁结构有限元分析及验算	32
5.1 模型如下图:	32
5.2 预应力效应	32
5.2.1 预应力分析结果表格:	33
5.2.2 预应力作用下结构位移:	33
5.2.3 预应力作用下结构反力:	33
5.2.4 预应力作用下结构内力:	34
5.2.5 预应力作用下结构应力:	34
5.3 温度梯度效应	34

5.3.1 温度梯度分析结果表格:	34
5.3.2 温度梯度作用下结构反力:	34
5.3.3 温度梯度作用下结构位移:	35
5.3.4 温度梯度作用下结构内力:	35
5.3.5 温度梯度作用下结构应力:	35
5.4 整体升温效应	36
5.4.1 整体升温分析结果表格:	36
5.4.2 整体升温作用下结构反力:	36
5.4.3 整体升温作用下结构位移:	36
5.4.4 整体升温作用下结构内力:	37
5.4.5 整体升温作用下结构应力:	37
5.5 根底变位效应	37
5.5.1 根底变位作用下结构反力:	37
5.5.2 根底变位作用下结构位移:	38
5.5.3 根底变位作用下结构内力:	38
5.5.4 根底变位作用下结构应力:	38
5.6 移动荷载效应	38
5.6.1 移动荷载作用下结构反力:	39
5.6.2 移动荷载作用下结构位移:	39
5.6.3 移动荷载作用下结构内力:	39
5.6.4 移动荷载作用下结构应力:	39
5.7 混凝土徐变效应	40
5.7.1 混凝土徐变作用下结构反力:	40
5.7.2 混凝土徐变作用下结构位移:	40
5.7.3 混凝土徐变作用下结构内力:	40
5.7.4 混凝土徐变作用下结构应力:	40
5.8 混凝土收缩效应	41
5.8.1 混凝土收缩作用下结构反力:	41
5.8.2 混凝土收缩作用下结构位移:	41
5.8.3 混凝土收缩作用下结构内力:	41

5.8.4 混凝土收缩作用下结构应力:	42
5.9 阶段施工效应	42
5.8.1 阶段施工效应作用下结构反力:	42
5.9.2 阶段施工效应作用下结构位移:	42
5.9.3 阶段施工效应作用下结构内力:	43
5.9.4 阶段施工效应作用下结构应力:	43

第二章 平面杆件结构矩阵位移法的根本过程

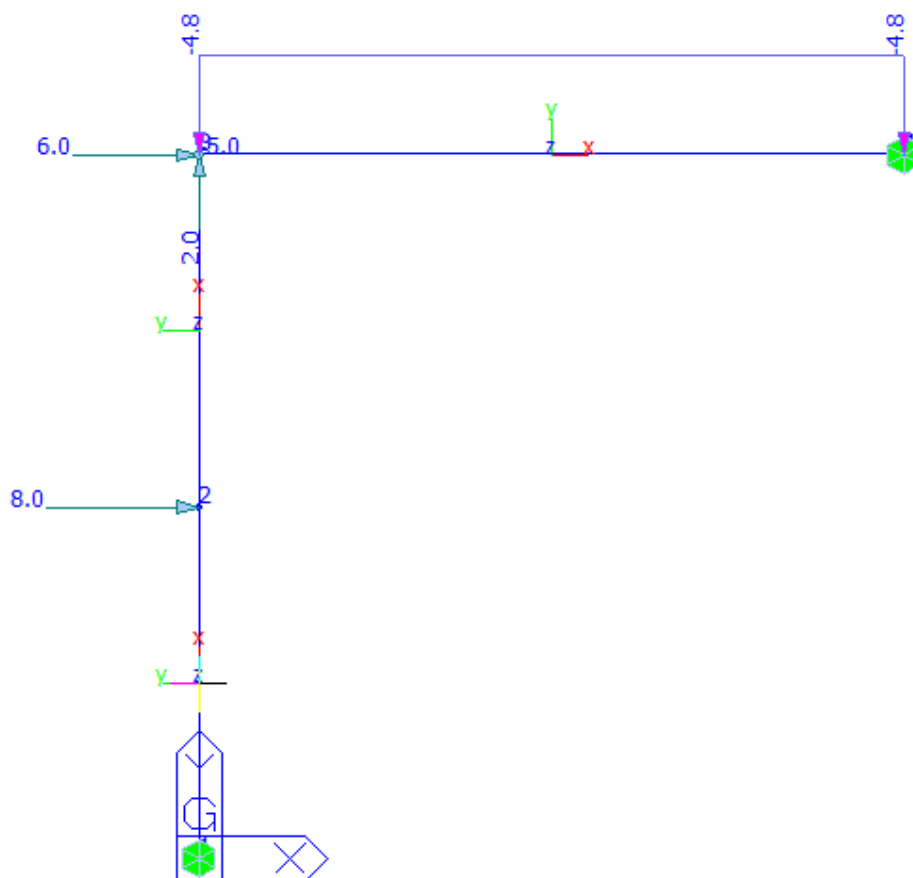
2.1 假设将单元水平坐标轴反向，对计算结果和绘图结果有什么影响？

答：对计算结果的影响：通过在 Midas 中建立节点互换的模型，可以看出 i 、 j 的轴力及剪力不变，而弯矩计算结果相反。

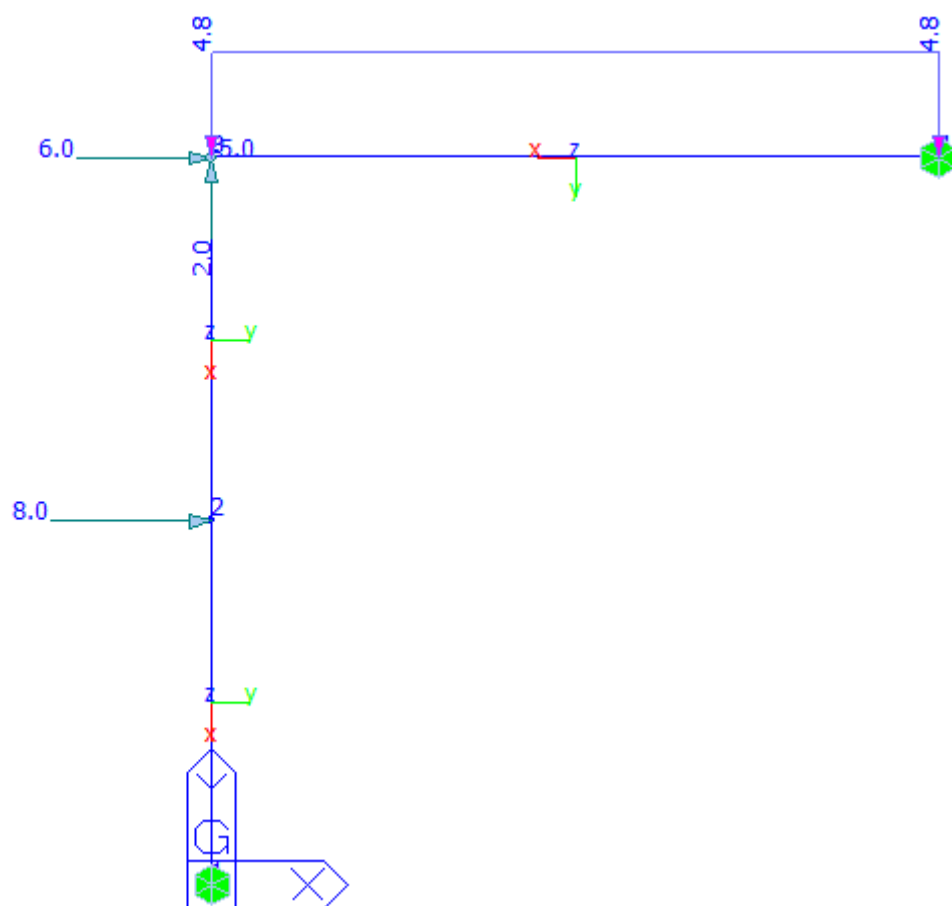
对绘图结果的影响：由于单元 i 、 j 节点的互换，所以节点编号与单元的编号顺序发生变化，各个单元的局部坐标系反向均与原来的坐标系相反，轴力图 and 弯矩图绘图无变化，而剪力图与原剪力图相反。以下是 i 、 j 节点互换的实例：

绘图比照:

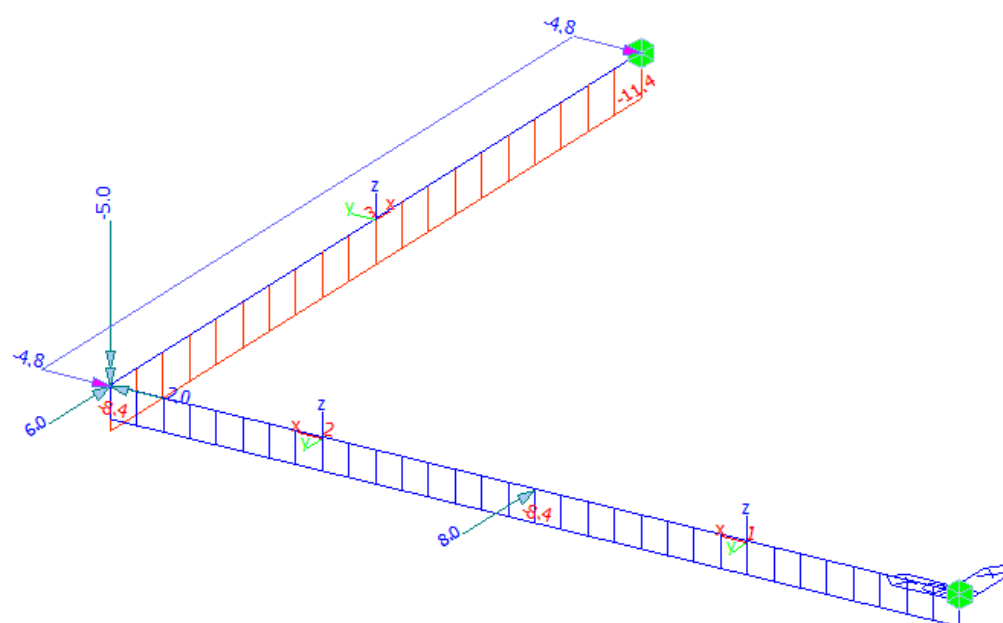
原图



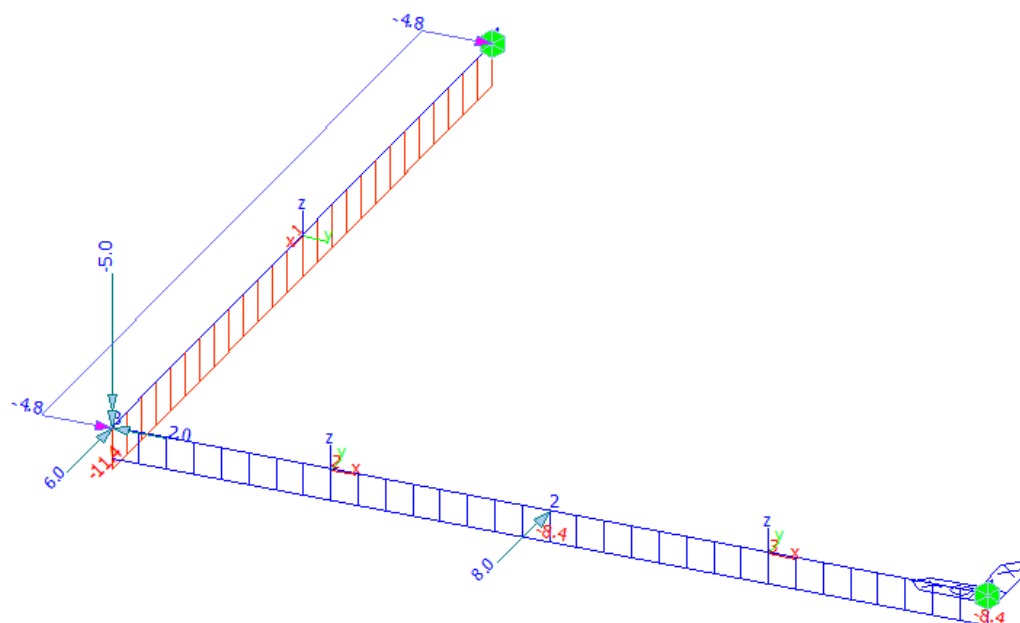
节点互换后的图



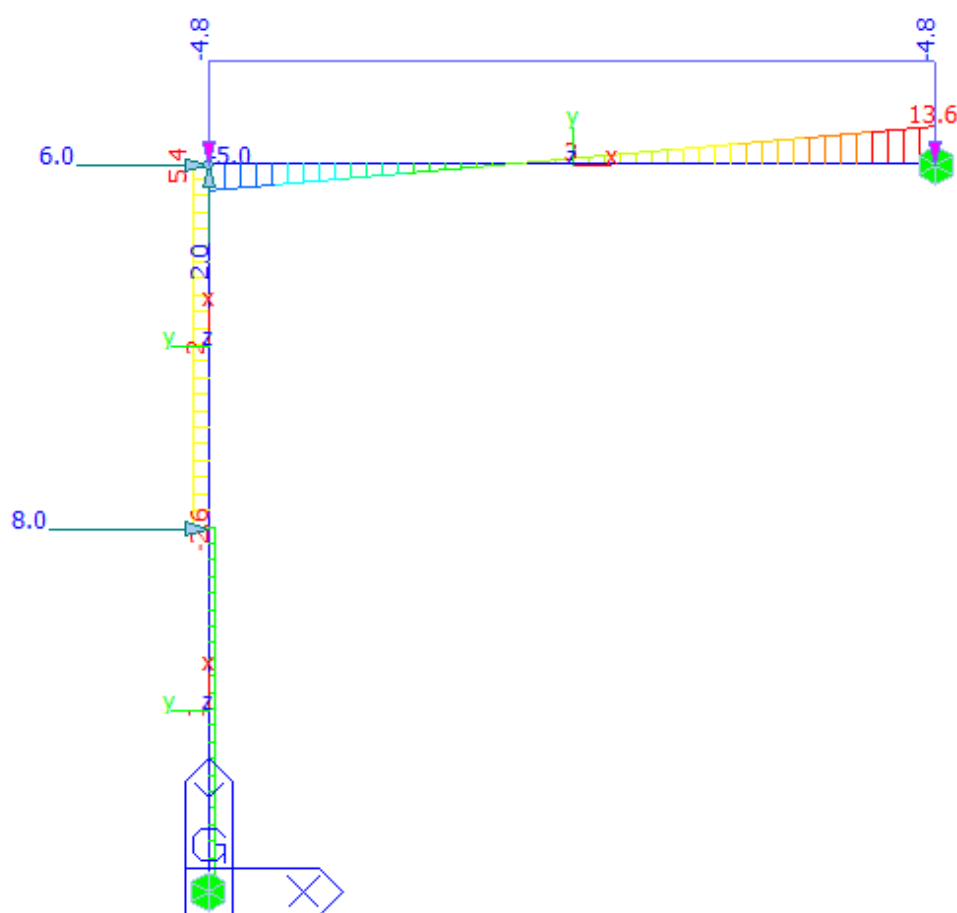
原轴力图



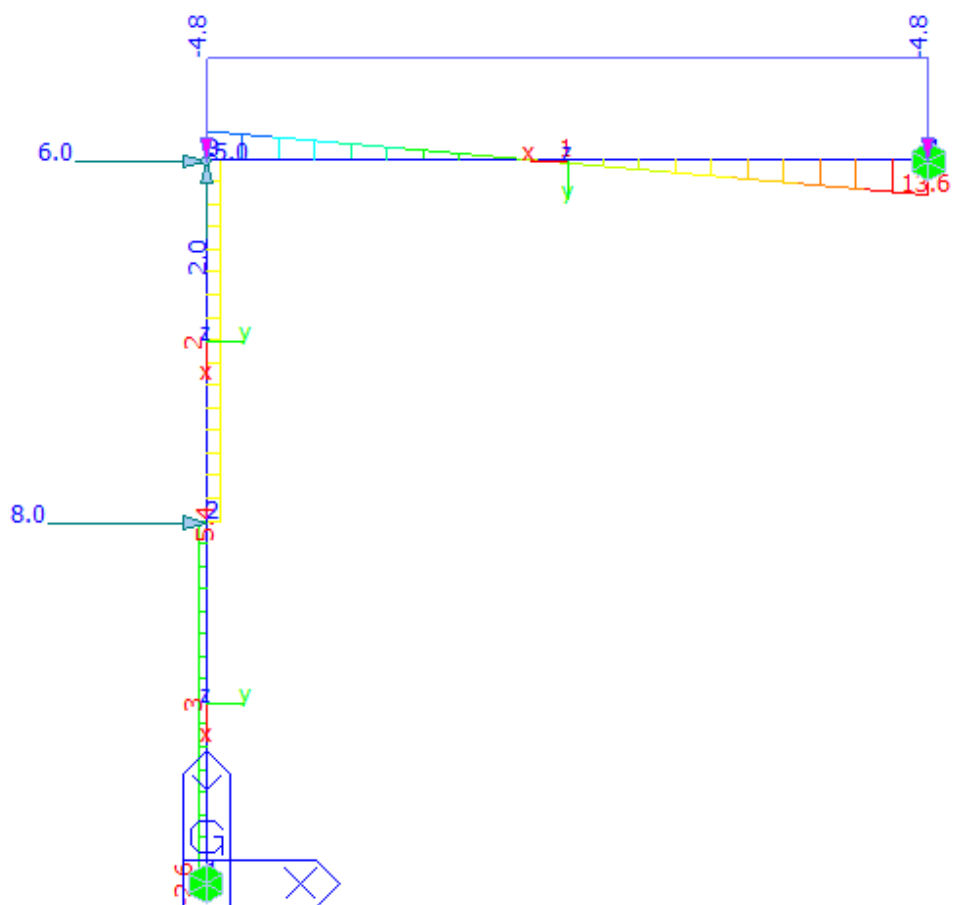
节点互换后的轴力图



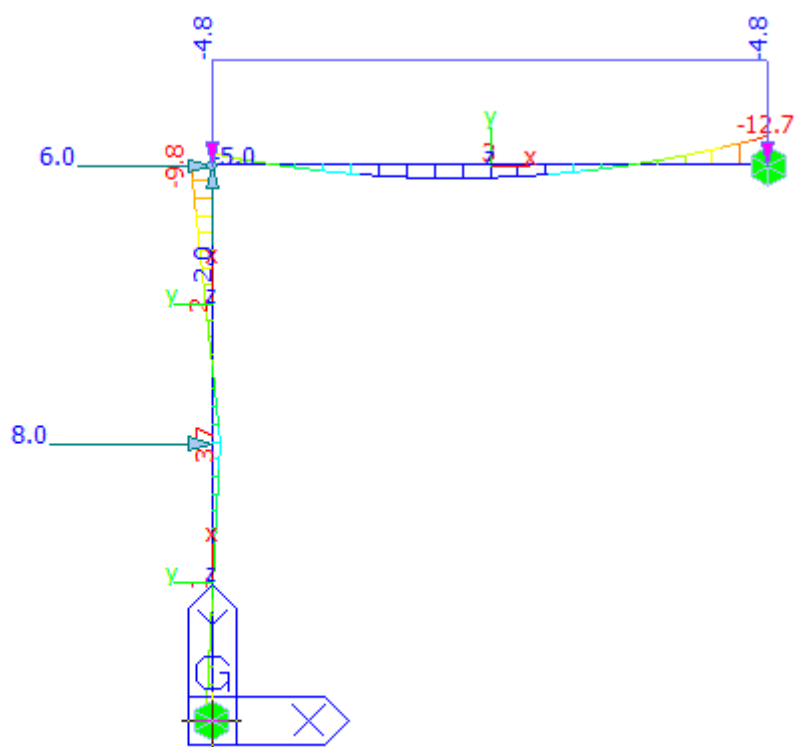
原剪力图



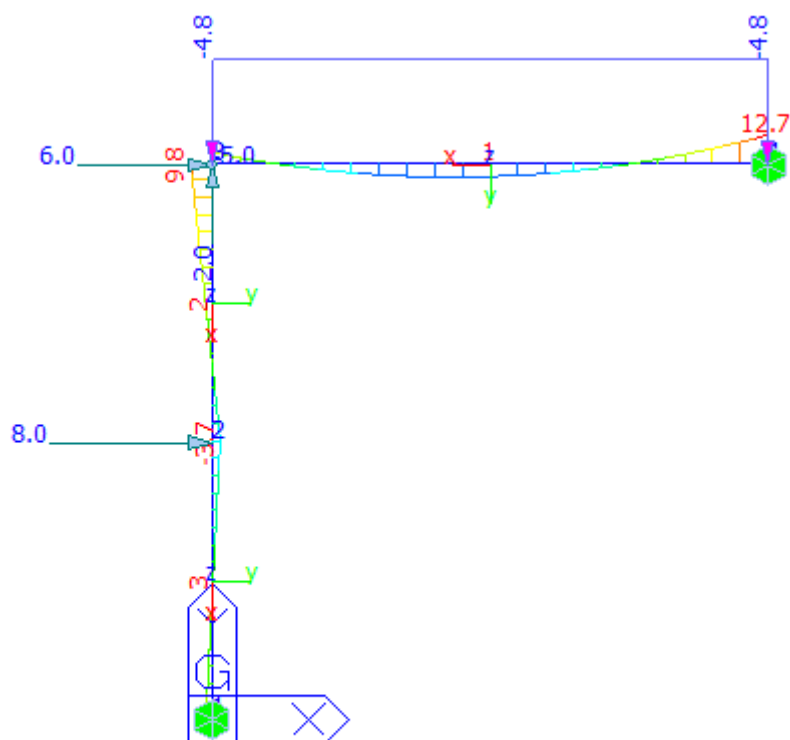
节点互换后的剪力图



原弯矩图



节点互换后的弯矩图



原计算结果：

单元	荷载	位置	轴向 (kN)	剪力-y (kN)	剪力-z (kN)	扭矩 (kN*m)	弯矩-y (kN*m)	弯矩-z (kN*m)
1	恒载	I[1]	-8.42	-2.61	0	0	0	-2.81
1	恒载	1/4	-8.42	-2.61	0	0	0	-1.18
1	恒载	1/2	-8.42	-2.61	0	0	0	0.45
1	恒载	3/4	-8.42	-2.61	0	0	0	2.08
1	恒载	J[2]	-8.42	-2.61	0	0	0	3.71
2	恒载	I[2]	-8.42	5.39	0	0	0	3.71
2	恒载	1/4	-8.42	5.39	0	0	0	0.35
2	恒载	1/2	-8.42	5.39	0	0	0	-3.02
2	恒载	3/4	-8.42	5.39	0	0	0	-6.39
2	恒载	J[3]	-8.42	5.39	0	0	0	-9.76
3	恒载	I[3]	-11.39	-10.42	0	0	0	-4.76
3	恒载	1/4	-11.39	-4.42	0	0	0	4.51
3	恒载	1/2	-11.39	1.58	0	0	0	6.29
3	恒载	3/4	-11.39	7.58	0	0	0	0.56
3	恒载	J[4]	-11.39	13.58	0	0	0	-12.67

节点互换之后的计算结果

	荷载	位置	轴向	剪力-y	剪力-z	扭矩	弯矩-y	弯矩-z
--	----	----	----	------	------	----	------	------

单元			(kN)	(kN)	(kN)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)
1	恒载	I[1]	-11.39	13.58	0	0	0	12.67
1	恒载	1/4	-11.39	7.58	0	0	0	-0.56
1	恒载	1/2	-11.39	1.58	0	0	0	-6.29
1	恒载	3/4	-11.39	-4.42	0	0	0	-4.51
1	恒载	J[2]	-11.39	-10.42	0	0	0	4.76
2	恒载	I[2]	-8.42	5.39	0	0	0	9.76
2	恒载	1/4	-8.42	5.39	0	0	0	6.39
2	恒载	1/2	-8.42	5.39	0	0	0	3.02
2	恒载	3/4	-8.42	5.39	0	0	0	-0.35
2	恒载	J[3]	-8.42	5.39	0	0	0	-3.71
3	恒载	I[3]	-8.42	-2.61	0	0	0	-3.71
3	恒载	1/4	-8.42	-2.61	0	0	0	-2.08
3	恒载	1/2	-8.42	-2.61	0	0	0	-0.45
3	恒载	3/4	-8.42	-2.61	0	0	0	1.18
3	恒载	J[4]	-8.42	-2.61	0	0	0	2.81

2.2 假设将刚架单元转动正方向定义相反,即定义转动位移逆时针为正或顺时针为正,那么刚度矩阵元素如何变化?

答:按正方向建立的单元刚度矩阵如下:

$$\bar{K}^e = \begin{bmatrix} \frac{EA}{l} & 0 & 0 & -\frac{EA}{l} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{12EI}{l^3} & -\frac{6EI}{l^2} & 0 & -\frac{12EI}{l^3} & -\frac{6EI}{l^2} \\ 0 & -\frac{6EI}{l^2} & \frac{4EI}{l} & 0 & \frac{6EI}{l^2} & \frac{2EI}{l} \\ -\frac{EA}{l} & 0 & 0 & \frac{EA}{l} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{12EI}{l^3} & \frac{6EI}{l^2} & 0 & \frac{12EI}{l^3} & \frac{6EI}{l^2} \\ 0 & -\frac{6EI}{l^2} & \frac{2EI}{l} & 0 & \frac{6EI}{l^2} & \frac{4EI}{l} \end{bmatrix}$$

假设将刚架转动的正方向定义相反,那么由转动引起的反力(剪力及弯矩)方向将相反,那么形成的刚度矩阵如下:

$$\bar{K}^e = \begin{bmatrix} \frac{EA}{l} & 0 & 0 & -\frac{EA}{l} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{12EI}{l^3} & \frac{6EI}{l^2} & 0 & -\frac{12EI}{l^3} & \frac{6EI}{l^2} \\ 0 & \frac{6EI}{l^2} & \frac{4EI}{l} & 0 & -\frac{6EI}{l^2} & \frac{2EI}{l} \\ -\frac{EA}{l} & 0 & 0 & \frac{EA}{l} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{12EI}{l^3} & -\frac{6EI}{l^2} & 0 & \frac{12EI}{l^3} & \frac{6EI}{l^2} \\ 0 & \frac{6EI}{l^2} & \frac{2EI}{l} & 0 & -\frac{6EI}{l^2} & \frac{4EI}{l} \end{bmatrix}$$

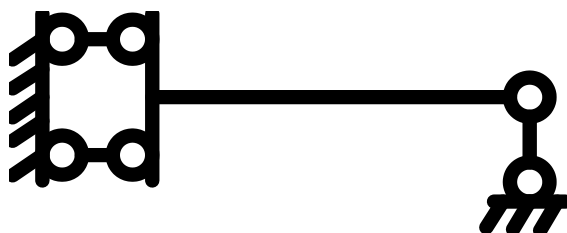
2.3 如何根据刚架单元的刚度矩阵，快速得到一端刚接，一端铰接的单元刚度矩阵？

答: 由于铰接端可以自由转动，故不产生固端弯矩，删除刚度矩阵的第六行与第六列元素，即可得到一端刚接一端铰接的刚度矩阵。

$$\bar{K}^e = \begin{bmatrix} \frac{EA}{l} & 0 & 0 & -\frac{EA}{l} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{12EI}{l^3} & -\frac{6EI}{l^2} & 0 & \frac{12EI}{l^3} & 0 \\ 0 & -\frac{6EI}{l^2} & \frac{4EI}{l} & 0 & \frac{6EI}{l^2} & 0 \\ -\frac{EA}{l} & 0 & 0 & \frac{EA}{l} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{12EI}{l^3} & \frac{6EI}{l^2} & 0 & \frac{12EI}{l^3} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{EA}{l} & 0 & 0 & -\frac{EA}{l} & 0 \\ 0 & \frac{12EI}{l^3} & -\frac{6EI}{l^2} & 0 & \frac{12EI}{l^3} \\ 0 & -\frac{6EI}{l^2} & \frac{4EI}{l} & 0 & \frac{6EI}{l^2} \\ -\frac{EA}{l} & 0 & 0 & \frac{EA}{l} & 0 \\ 0 & -\frac{12EI}{l^3} & \frac{6EI}{l^2} & 0 & \frac{12EI}{l^3} \end{bmatrix}$$

2.4 单元刚度矩阵一定是不可逆的吗？请举例并说明理由。

答: 不一定。从物理概念上来说，刚度的奇异性论证的是一个自由单元，两端没有任何的支承约束，因此杆件除了由杆端力引起的轴向变形和弯曲变形外，还可以有任意的刚体位移，故由给定的杆端力还不能求得唯一的位移解，除非增加足够的约束条件。换句话说，只要刚度矩阵的行列式不等于零，刚度矩阵就可逆。



该单元的刚度矩阵为： $\bar{K}^e = \begin{bmatrix} \frac{EA}{l} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{4EI}{l} & \frac{6EI}{l^2} \\ 0 & \frac{6EI}{l^2} & \frac{12EI}{l^3} \end{bmatrix}$ ， $|\bar{K}^e| \neq 0$ 。故该单元矩阵可逆。

2.5 某顺序编号的 10 个节点的连续梁桥，请给出其整体刚度矩阵元素的分布示意图。后来由于分析需要，将一个单元细分为两个单元，即原 1 单元中间新增 11 节点、1 单元分成单元 1 和单元 10。请问其整体刚度矩阵元素的分布示意图有何变化？

答：原刚度矩阵示意图： $\bar{K}^e = \begin{bmatrix} \bar{k}_{1,1}^1 & \bar{k}_{1,2}^1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \bar{k}_{2,1}^1 & \bar{k}_{2,2}^1 + \bar{k}_{2,2}^2 & \bar{k}_{2,3}^2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \bar{k}_{3,2}^2 & \bullet & \bullet & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \bullet & \bullet & \bullet & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \bullet & \bullet & \bullet & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \bar{k}_{9,8}^8 & \bar{k}_{9,9}^8 + \bar{k}_{9,9}^9 & \bar{k}_{9,10}^9 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \bar{k}_{10,9}^9 & \bar{k}_{10,10}^9 \end{bmatrix}$ ，

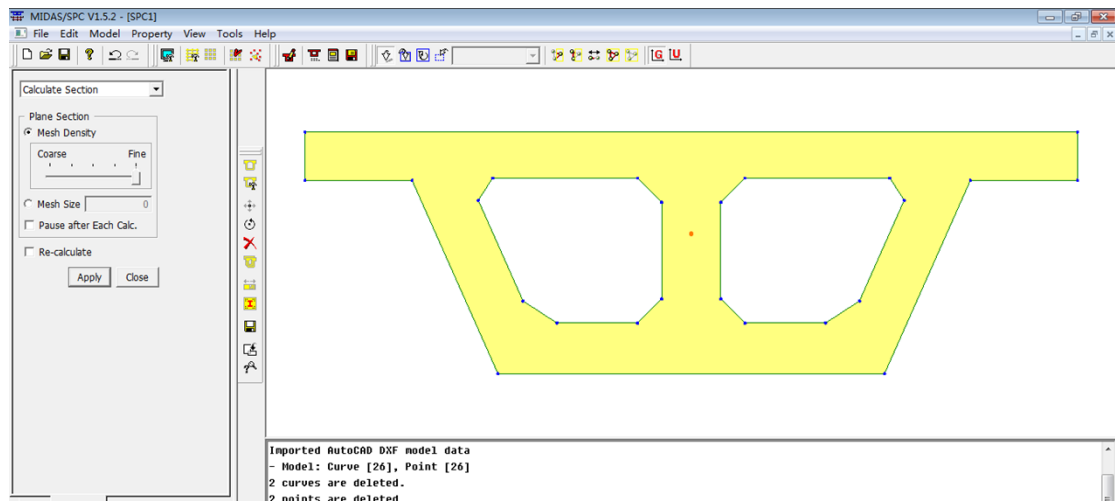
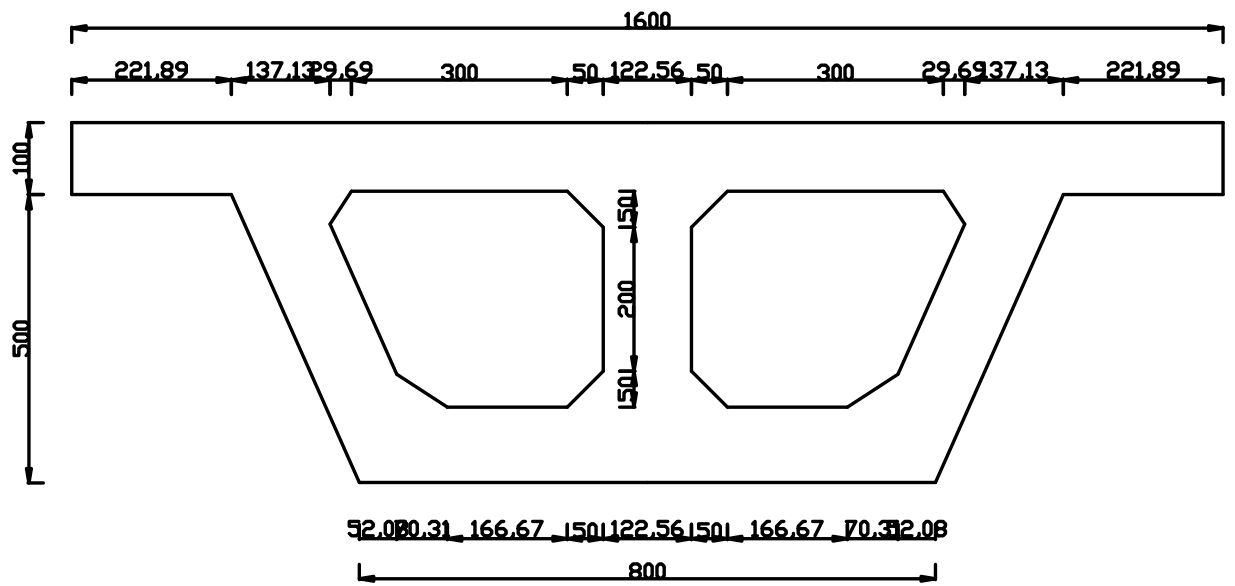
增加节点后的刚度矩阵示意图：

$$\bar{K}^e = \begin{bmatrix} \bar{k}_{1,1}^1 & \bar{k}_{1,11}^1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \bar{k}_{11,1}^1 & \bar{k}_{11,11}^1 + \bar{k}_{11,11}^{10} & \bar{k}_{11,2}^{10} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \bar{k}_{2,11}^{10} & \bar{k}_{2,2}^{10} + \bar{k}_{2,2}^2 & \bar{k}_{2,3}^2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \bar{k}_{3,2}^2 & \bullet & \bullet & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \bullet & \bullet & \bullet & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \bar{k}_{9,8}^8 & \bar{k}_{9,9}^8 + \bar{k}_{9,9}^9 & \bar{k}_{9,10}^9 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \bar{k}_{9,10}^9 & \bar{k}_{10,10}^9 \end{bmatrix}$$

第三章 杆件结构矩阵位移法的几个进阶问题

3.1 采用商业软件，计算至少 1 个混凝桥梁断面和 1 个钢箱梁断面的空间刚架单元的全部截面几何特性，给出输入参数和输出结果。

3.1.1 小箱梁截面几何特性计算

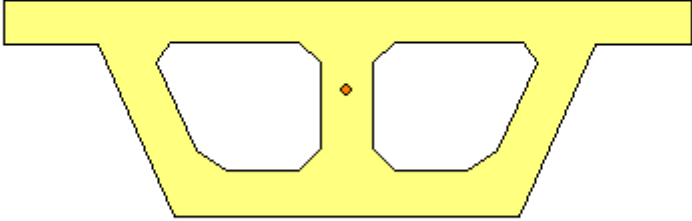


Result List

Section

混凝土箱形截面

Base Material



	Value [Unit:cm]	Scale Factor
Area	360941.517869	X
SAx	241478.560606	X
SAy	139270.477639	X
Ixx	10340781266.42199	X
Iyy	54493410928.92773	X
Ixy	-1283.319336	X
J	23172473248.89896	X
(+)Cx	799.999972	X
(-)Cx	800.000028	X
(+)Cy	210.414874	X
(-)Cy	289.584126	X

List Order

Creation

Modify

Close

计算文本结果：

=====

UNIT: KN . CM

=====

=====

* 混凝土箱形截面 (PLANE)

=====

* Asx : 241478. 560605952310

* Asy : 139270. 477639321730

* Iyy : 54493410928.927734000000

* J : 23172473248.898960000000

* (+)Cx : 799.999972164250

* (-)Cx : 800.000027835749

* (-)Cy : 289.584125687304

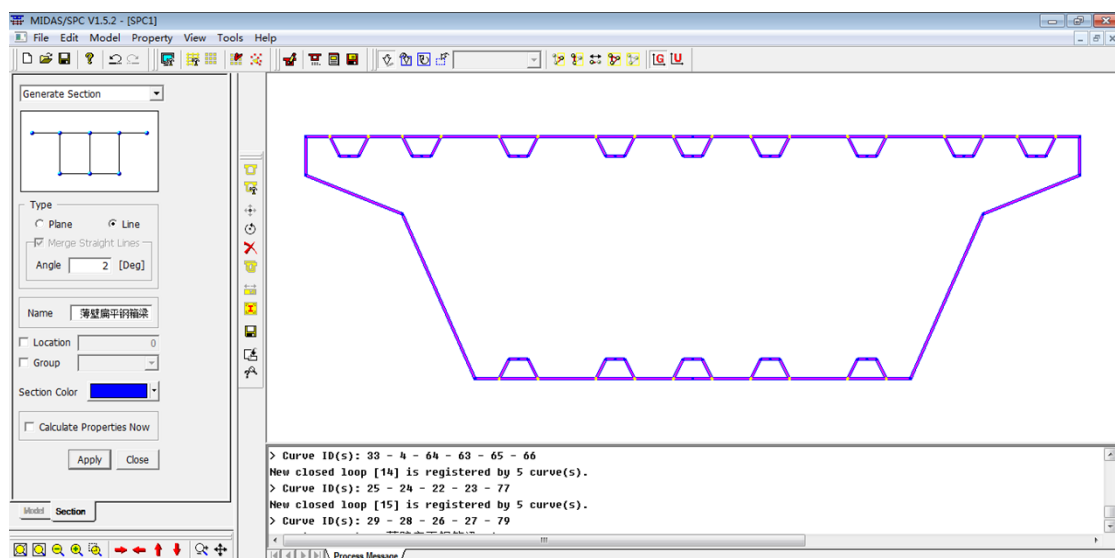
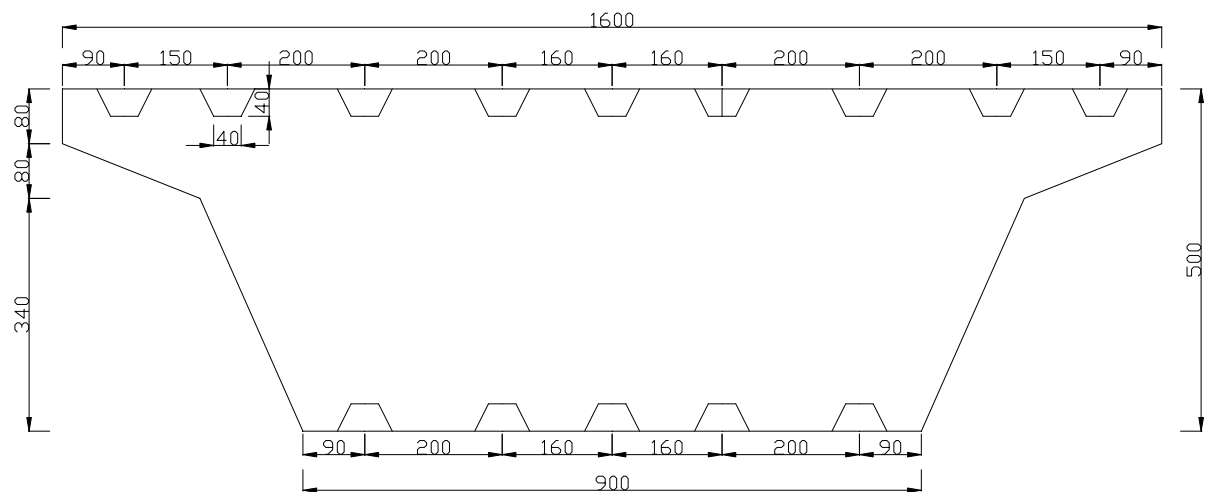
* (+)1/Sx : 0.000000014681

* (-)1/Sx : 0.000000014681

* (+)1/Sy : 0.000000020348

* (-)1/Sy : 0.000000028004

3.1.2 薄壁钢箱梁截面计算特性

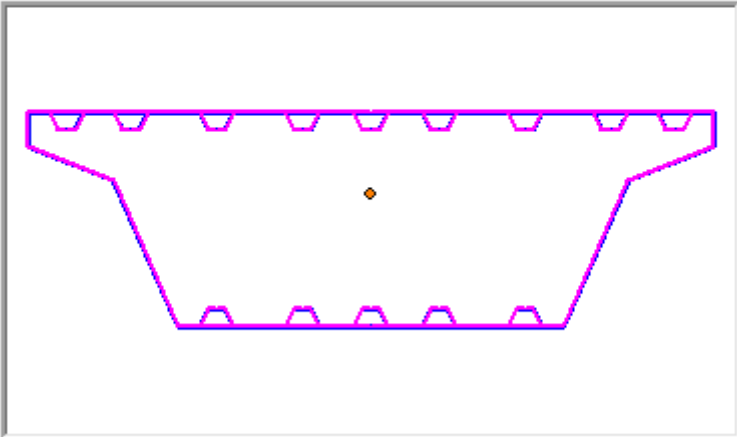


Result List

Section

薄壁扁平钢箱梁

Base Material



	Value [Unit:cm]	Scale Factor
Area	28231.237095	X
SAx	X	X
SAy	X	X
Ixx	1278386053.401287	X
Iyy	6082808810.163467	X
Ixy	-0.000076	X
J	2191320897.552056	X
(+)Cx	802.500000	X
(-)Cx	802.500000	X
(+)Cy	195.642038	X
(-)Cy	309.357962	X

List Order

Creation

Modify

Close

UNIT: KGF . CM

* 薄壁扁平钢箱梁 (LINE)

*	A	:	28231.237095065422
*	Asx	:	0.000000000000
*	Asy	:	0.000000000000
*	Ixx	:	1278386053.401287100000

* Ixy :	-0.000076293945
* J :	2191320897.552055800000

* (+)Cx :	802.500000000001
* (-)Cx :	802.499999999999
* (+)Cy :	195.642037821128
* (-)Cy :	309.357962178872

* (+)1/Sx :	0.000000131929
* (-)1/Sx :	0.000000131929
* (+)1/Sy :	0.000000153038
* (-)1/Sy :	0.000000241991

* Total Number of Closed Cells: 15

* Closed Cell [1]

- Effective Area :	597000
- Perimeter :	3834.05
- Shear Flow :	8.17014e-007

* Shear Stresses

- Curve [34] :	1.63e-007 (*)
- Curve [32] :	1.63e-007 (*)
- Curve [31] :	1.63e-007 (*)
- Curve [89] :	1.63e-007 (*)
- Curve [88] :	1.63e-007 (*)
- Curve [87] :	1.63e-007 (*)
- Curve [86] :	1.63e-007 (*)
- Curve [85] :	1.63e-007 (*)
- Curve [84] :	1.63e-007 (*)
- Curve [83] :	1.63e-007 (*)
- Curve [82] :	1.63e-007 (*)
- Curve [81] :	1.63e-007 (*)
- Curve [30] :	1.63e-007 (*)
- Curve [1] :	1.63e-007 (*)
- Curve [67] :	1.63e-007 (*)

- Curve [68] : 1.63e-007 (*)
- Curve [69] : 1.63e-007 (*)
- Curve [70] : 1.63e-007 (*)
- Curve [71] : 1.63e-007 (*)
- Curve [72] : 1.63e-007 (*)
- Curve [73] : 1.63e-007 (*)
- Curve [74] : 1.63e-007 (*)
- Curve [75] : 1.63e-007 (*)
- Curve [2] : 1.63e-007 (*)
- Curve [3] : 1.63e-007 (*)
- Curve [5] : 1.63e-007 (*)
- Curve [80] : 1.63e-007 (*)
- Curve [79] : 1.63e-007 (*)
- Curve [78] : 1.63e-007 (*)
- Curve [77] : 1.63e-007 (*)
- Curve [76] : 1.63e-007 (*)
- Curve [4] : 1.63e-007 (*)
- Curve [33] : 1.63e-007 (*)
- Curve [90] : 1.63e-007 (*)
- Curve [91] : 1.63e-007 (*)
- Curve [92] : 1.63e-007 (*)
- Curve [93] : 1.63e-007 (*)
- Curve [94] : 1.63e-007 (*)

=====

* Closed Cell [6]

- Effective Area : 2400
- Perimeter : 209.443
- Shear Flow : 3.64364e-007

* Shear Stresses

- Curve [62] : 7.29e-008 (*)
- Curve [61] : 7.29e-008 (*)
- Curve [59] : 7.29e-008 (*)
- Curve [60] : 7.29e-008 (*)
- Curve [30] : 7.29e-008 (*)
- Curve [1] : 7.29e-008 (*)

=====

=====

* Closed Cell [13]

- Effective Area : 2400
- Perimeter : 209.443
- Shear Flow : 3.64364e-007

* Shear Stresses

- Curve [33] : 7.29e-008 (*)
- Curve [4] : 7.29e-008 (*)
- Curve [64] : 7.29e-008 (*)
- Curve [63] : 7.29e-008 (*)
- Curve [65] : 7.29e-008 (*)
- Curve [66] : 7.29e-008 (*)

* Closed Cell [7]

- Effective Area : 2400
- Perimeter : 209.443
- Shear Flow : 3.64364e-007

* Shear Stresses

- Curve [68] : 7.29e-008 (*)
- Curve [9] : 7.29e-008 (*)
- Curve [8] : 7.29e-008 (*)
- Curve [6] : 7.29e-008 (*)
- Curve [7] : 7.29e-008 (*)

* Closed Cell [8]

- Effective Area : 2400
- Perimeter : 209.443
- Shear Flow : 3.64364e-007

* Shear Stresses

- Curve [70] : 7.29e-008 (*)
- Curve [13] : 7.29e-008 (*)
- Curve [12] : 7.29e-008 (*)
- Curve [10] : 7.29e-008 (*)

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/115330020232012044>