



郑州大学

Zhengzhou University

《桥梁工程》课程设计

道路桥梁与渡河工程

学习雷锋好榜样，忠于党，忠于社会主义，忠于祖国，忠于人民。

姓名：李少鹏

学号：20080460213

指导教师：郭成超

完成日期：2011年6月

目录

1. 隧道断面布置图.....	3
2. 围岩压力计算.....	4
3. 隧道初期支护.....	6
4. 拱形曲墙式衬砌结构计算.....	8
4.1 已知资料:.....	8
4.2 荷载确定:.....	9
4.2.1 围岩竖向荷载.....	9
4.2.2 计算衬砌自重.....	10
4.3 衬砌几何要素.....	10
4.3.1 衬砌几何尺寸.....	10
4.3.1 半拱轴线长度 S 及分段轴长 ΔS	10
4.3.3 各分块截面中心几何要素.....	10
4.4 计算位移.....	11
4.4.1 单位位移:.....	11
4.4.2 载位移——主动荷载在基本结构中引起的位移.....	12
4.4.3 载位移——单位弹性抗力及相应的摩擦力引起的位移.....	15
4.4.4 墙底(弹性地基上的刚性梁)位移.....	20
4.5 解力法方程.....	20
4.6 计算主动荷载和被动荷载($\sigma_h = 1$)分别产生的衬砌内力.....	21
4.7 计算最大抗力值.....	22
4.8 计算衬砌总内力.....	23
4.9 检验截面强度.....	24
4.9.1 截面 0.....	24
4.9.2 截面 1.....	24
4.9.3 截面 7.....	25
4.9.4 墙底(截面 8)偏心检查.....	25
4.10 内力图.....	25
5. 参考书籍.....	27

本公路隧道设计等级为分离式单向双车道。由《公路隧道设计规范》(JTG D70-2004) 4.3.2 有：高速公路、一级公路的隧道应设计为上、下行分离的独立双洞。对于III类围岩，分离式独立双洞间的最小净距为 $2.0B$ ， B 为隧道开挖断面的宽度，本例中为V级围岩，衬砌类型为S5b。

本隧道入口处桩号为：K151+818,出口处桩号为：K151+986，全长 168 米，为短隧道，不需设紧急停车带。

根据工程地质调查，该段隧道通过地段，节理不发育，埋置较深，围岩稳定性良好。因围岩条件较好，选隧道断面形式为直墙式，衬砌设计采用曲墙式设计和计算。

本设计分为四部分，第一部分为隧道断面布置，第二部分为围岩压力计算，第三部分隧道支护设计，第四部分隧道衬砌计算书。

学习雷锋好榜样，忠于革命忠于党。

2. 围岩压力计算

已知：坑道宽度为 $B=13.03\text{m}$ ，围岩压力增减率为 $i=0.1$ ，宽度影响系数为 $w=1+i \times (B-5) = 1+0.1 \times (13.03-5) = 1.803$ $q = 0.45 \times 2^{s-1} \times \gamma \times w$

对于 V 级围岩： $\gamma = 20\text{KN/m}^3$

$$q = 0.45 \times 2^{5-1} \times 20 \times 1.803 = 259.632 \quad e = 0.4q = 0.4 \times 133.474 = 103.853$$

$$h_q = \frac{q}{\gamma} = \frac{259.632}{20} = 12.98 \quad H_p = 2.5h_q = 2.5 \times 12.98 = 32.45$$

判定埋深类型：

当 $H < H_p$ 时，为浅埋；当 $H > H_p$ 时，为深埋。

浅埋分两种情况：

(1) 当 $H < h_q$ 时，为超浅埋，荷载视为竖向均布压力 $q = \gamma H = 20 \times 12.08 = 241.6$

$$e = \gamma(H + 0.5H_r) \tan^2(45 - \phi/2) = 20 \times (12.08 + 0.5 \times 7.73) \times \tan^2(45 - 18) = 82.8$$

(2) 当 $h_q < H < H_p$ 时，为浅埋， $\phi = 36^\circ$ $\theta = 0.5\phi = 18^\circ$

$$\tan \beta = \tan \phi + \frac{(\tan^2 \phi + 1) \tan \phi}{\tan \phi - \tan \theta} = 1.838$$

$$\lambda = \frac{\tan \beta - \tan \phi}{\tan \beta [1 + \tan \beta (\tan \phi - \tan \theta) + \tan \phi \tan \theta]} = 0.306$$

$$q = \gamma H \left(1 - \frac{H}{B} \lambda \tan \theta\right) = 488.30$$

$$e_1 = \lambda \gamma H = 0.306 \times 20 \times 32.45 = 198.59$$

$$e_2 = \lambda \gamma (H + h) = 0.306 \times 20 \times (32.48 + 7.73) = 246.09$$

综上所述可得以下结果：

围岩级别	埋深类型	荷载类型	数值 (KN/m ²)
V级	超浅埋	q	241.6
		e	81.8
	浅埋	q	488.3
		e ₁	198.59
		e ₂	246.09
	深埋	q	259.632
		e	103.85

本设计中，埋深为 54.316m，属于深埋，因此

$$q = 0.45 \times 2^{5-1} \times 20 \times 1.803 = 259.632$$

$$e = 0.4q = 0.4 \times 133.474 = 103.853$$

学习雷锋好榜样，忠于革命忠于党。

3. 隧道初期支护

查看《公路隧道设计规范》(JTG D70-2004), 则:

由 8.1.1 有: 公路隧道应作衬砌, 根据隧道围岩地质条件、施工条件和使用要求可分别采用喷锚衬砌、整体式衬砌、复合式衬砌。高速公路应采用复合式衬砌。

8.4.1 有: 复合式衬砌是由初期支护和二次衬砌及中间夹放水层组合而成的衬砌形式。复合式衬砌设计应复合下列规定:

1、初期支护宜采用锚喷支护, 即由喷射混凝土、锚杆、钢筋网和钢架等支护形式单独或组合使用, 锚杆支护宜采用全长粘结锚杆。

2、二次衬砌宜采用模筑混凝土或模筑钢筋混凝土结构, 衬砌截面宜采用连接圆顺的等厚衬砌断面, 仰拱厚度宜与拱墙厚度相同。

由 8.4.2 有: 复合式衬砌可采用工程类比法进行设计, 并通过理论分析进行验算。初期支护及二次衬砌的支护参数可参照表 8.4.2-1 选用。

由表 8.4.2-1, 对于 III 级围岩, 有:

初期支护: 拱部、边墙的喷射混凝土厚度为 8~12cm, 拱、墙锚杆长度为 2.0~3.0m, 间距 1.0~1.5m; 钢筋网: 局部@25×25;

3.4 衬砌类型	围岩级别	超前支护	初期支护				预留变形量	二次衬砌
			锚杆	钢筋网	喷射砼	钢拱架		
XS5a	V 级 浅埋	Φ108 大管棚	内侧: D25 注浆锚杆, L=4.5m 纵环向间距 60×120cm。外侧: D25 注浆锚杆, L=3.5m, (纵) 60×120 (环)	Φ8 钢筋网 20×20cm 双层	C20 喷射砼后 26cm	I 20b 工字钢间距 60cm (含仰拱)	12	C25 钢筋混凝土 50cm 厚
XS5b	V 级 深埋	Φ108 大管棚或 Φ42 小导管	内侧: D25 注浆锚杆, L=4.5m 纵环向间距 60×120cm。外侧: D25 注浆锚杆, L=3.0m, (纵) 60×120 (环)	Φ8 钢筋网 20×20cm 双层	C20 喷射砼后 26cm	I 18b 工字钢间距 60cm	12	C25 钢筋混凝土 45cm 厚

XS4c	IV级 深埋	Φ22 锚杆, 长 4.0m, 环向 40cm	内侧: Φ22 药卷锚杆, L=4.0m, 纵环向间距 120×120cm. 外侧: Φ22 药卷锚杆, L=2.5m, (纵) 100×120 (环)	Φ6.5 钢筋网 20×20cm (拱墙) 单层	C20 喷射砼后 26cm	Φ22 格栅钢拱架间距 100cm	7	C25 钢筋混凝土 40cm 厚
------	-----------	-------------------------	--	--------------------------	---------------	-------------------	---	------------------

二次衬砌厚度: 拱、墙混凝土厚度为 35cm。

本隧道大部分地段为深埋隧道。深埋隧道外层支护, 根据《规范》规定, 采用锚喷支护, 锚杆采用水泥砂浆全长粘结锚杆, 规格 Φ22×2500mm, 间距 1.0~1.5m, 锚喷混凝土厚度 120mm; 钢筋网: 局部@25×25。

学习雷锋好榜样, 忠于革命忠于党

4. 拱形曲墙式衬砌结构计算

4.1 已知资料:

公路等级	山岭重丘高速公路
围岩级别	V级
围岩容重	$\gamma_s=20\text{KN/m}^3$
弹性抗力系数	$K=0.18\times 10^6\text{ KN/m}$
变形模量	$E=1.5\text{GPa}$
衬砌材料	C25 喷射混凝土
材料容重	$\gamma_h=22\text{ KN/m}^3$
变形模量	$E_h=25\text{GPa}$
二衬厚度	$d=0.45\text{m}$

由于直墙式衬砌仅适用于 I-III级围岩，而本设计中设计对象为 V 级围岩，因此采用曲墙式方案进行衬砌设计。

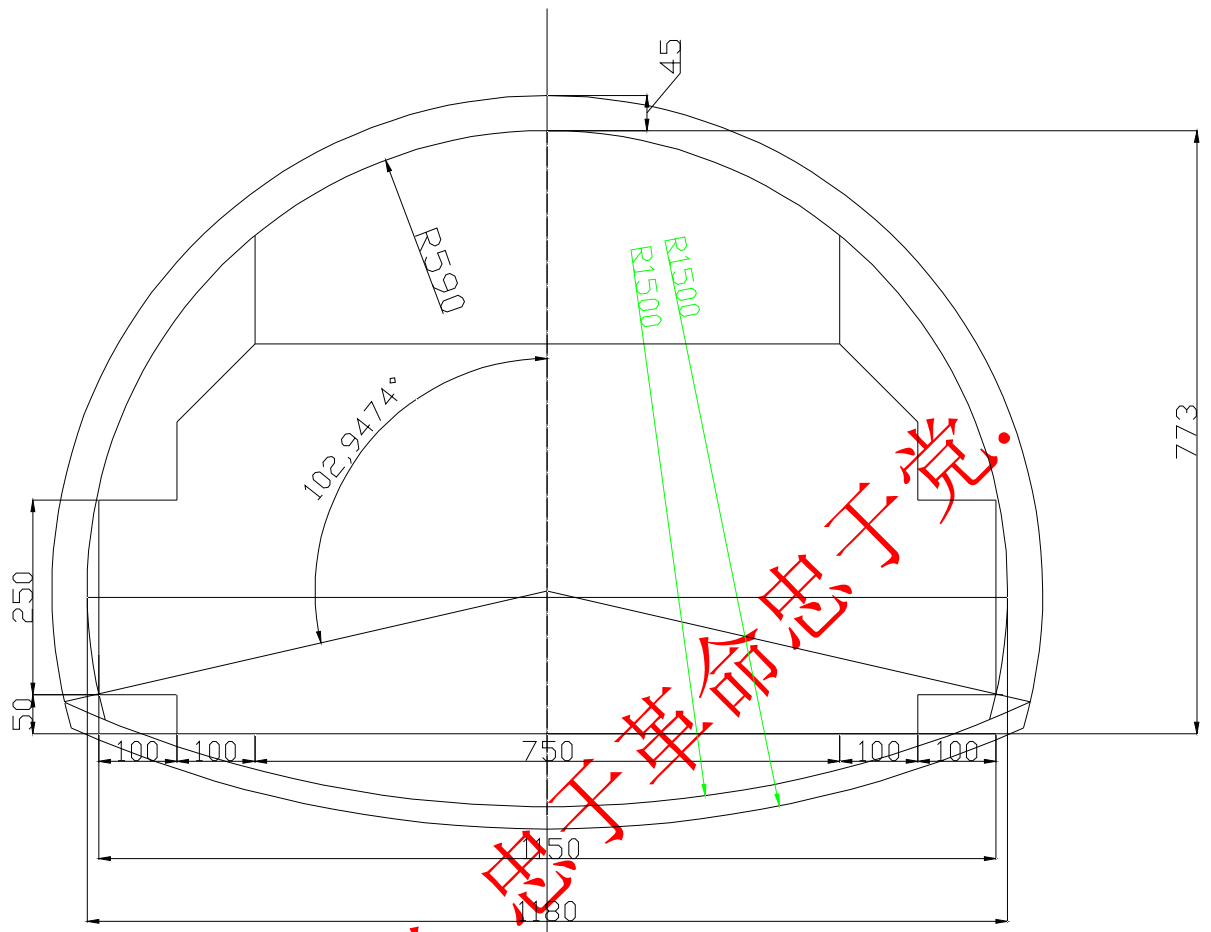


图 4.1.1 衬砌结构断面 (单位: cm)

4.2 荷载确定:

4.2.1 围岩竖向荷载

根据《公路隧道设计规范》的有关计算公式及已知的围岩参数, 代入公式

$$q = 0.45 \times 2^{S-1} \times \gamma \times \omega$$

其中:

S——围岩的级别, 取 S=5;

γ ——围岩容重, 取 $\gamma = 20 \text{ KN/m}^3$;

ω ——宽度影响系数, 由式 $\omega = 1 + i(B-5)$ 计算,

其中, B 为隧道宽度, $B = 11.93 + 2 \times 0.45 + 2 \times 0.10 = 13.03 \text{ m}$, 式中 0.10 为一侧平均超挖量; $B > 5$ 时, 取 $i = 0.1$, $\omega = 1 + 0.1 \times (13.03 - 5) = 1.803$

所以围岩竖向荷载 (考虑一衬后围岩释放变形取折减系数 0.4)

$$q = 0.45 \times 16 \times 20 \times 1.803 \times 0.4 = 259.632 \times 0.4 \text{ kN/m}^3 = 103.85 \text{ kN/m}^3$$

4.2.2 计算衬砌自重

$$g=1/2*(d_0+d_n) * \gamma_h=1/2 \times (0.45+0.45) \times 22=9.9 \text{ kN/m}^3$$

根据我国复合式衬砌围岩压力现场量测数据和模型实验，并参考国内外有关资料，建议V级围岩衬砌承受80%-60%的围岩压力，为安全储备这里取：72.70 kN/m³

1) 全部垂直荷载

$$q=72.70+g=82.60 \text{ kN/m}^3$$

2) 围岩水平均布压力

$$e=0.4 \times q=0.4 \times 82.60=33.04 \text{ kN/m}^3$$

4.3 衬砌几何要素

4.3.1 衬砌几何尺寸

内轮廓线半径： $r_2 = 5.900 \text{ m}$

内径 r_1 所画圆曲线的终点截面与竖直轴的夹角：

$$\alpha_1=102.9474^\circ$$

拱顶截面厚度 $d_0 = 0.45 \text{ m}$ ，拱底截面厚度 $d_n = 0.45 \text{ m}$ 。

4.3.1 半拱轴线长度 S 及分段轴长 ΔS

$$S = 11.00639 \text{ m}$$

将半拱轴长度等分为8段，则

$$\Delta S = S/8 = 11.006/8 = 1.3758 \text{ m}$$

$$\Delta S/E_h = 1.3758/0.25 \times 10^8 = 5.50 \times 10^{-8} \text{ m}$$

4.3.3 各分块截面中心几何要素

各分块截面与竖直轴的夹角及截面中心点的坐标可以由图3直接量得，具体数值见表4.4.1。

4.4 计算位移

4.4.1 单位位移:

用辛普生法近似计算，按计算列表进行，单位位移的计算见表。

表 4.4.1 单位位移计算表

截面	α	$\sin \alpha$	$\cos \alpha$	x	y	d	$1/I$	y/I	y^2/I	$(1+y)^2/I$	积分系数
0	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.45	131.687	0.000	0.000	131.68724	1
1	12.868	0.223	0.975	1.364	0.154	0.45	131.687	20.258	3.116	175.31969	4
2	25.737	0.434	0.901	2.660	0.608	0.45	131.687	80.015	48.618	340.33397	2
3	38.605	0.624	0.781	3.822	1.339	0.45	131.687	176.269	235.943	720.16750	4
4	51.474	0.782	0.623	4.792	2.310	0.45	131.687	304.185	702.639	1442.69686	2
5	64.342	0.901	0.433	5.521	3.473	0.45	131.687	457.337	1588.288	2634.64921	4
6	77.211	0.975	0.221	5.973	4.769	0.45	131.687	628.032	2995.162	4382.91350	2
7	90.082	1.000	-0.001	6.125	6.134	0.45	131.687	807.732	4954.394	6701.54418	4
8	102.947	0.947	-0.224	5.800	7.497	0.45	131.687	987.305	7402.165	9508.46174	1
						Σ	1185.18519	3461.13231	17930.32411	26037.77391	

注：1. I ——截面惯性矩， $I=bd^3/12$ ， b 取单位长度

2. 不考虑轴力的影响。

单位位移值计算如下：

$$\delta_{11} = \int_0^x \frac{M_1}{E_h I} d_s \approx \Delta S / E_h \times \Sigma 1/I = 5.5 \times 10^{-8} \times 1185.18519 = 65.223 \times 10^{-6}$$

$$\delta_{12} = \int_0^x \frac{M_1 M_2}{E_h I} d_s \approx \Delta S / E_h \times \Sigma y/I = 5.5 \times 10^{-8} \times 3461.13231 = 190.362 \times 10^{-6}$$

$$\delta_{22} = \Delta S / E_h \times \Sigma y^2/I = 5.5 \times 10^{-8} \times 17930.32411 = 986.168 \times 10^{-6}$$

计算精度校核：

$$\delta_{11} + 2\delta_{12} + \delta_{22} = (65.223 + 2 \times 190.362 + 986.168) \times 10^{-6} \\ = 1432.115 \times 10^{-6}$$

$$\delta_{SS} = \Delta S / E_h \times \Sigma (1+y)^2/I = 5.5 \times 10^{-8} \times 26037.77391 = 1432.078 \times 10^{-6}$$

闭合差 $\Delta = 0.04 \times 10^{-6} \approx 0$

4.4.2 载位移——主动荷载在基本结构中引起的位移

1) 每一块上的作用力(竖向力 Q、水平力 E、自重力 G), 分别由下面各式求得,

$$Q_i = q \cdot b_i$$

$$E_i = e \cdot h_i$$

$$G_i = (d_{i-1} + d_i) / 2 \cdot \Delta S \cdot r_h$$

其中: b_i ——衬砌外缘相邻两截面间的水平投影长度

h_i ——衬砌外缘相邻两截面间的竖直投影长度

d_i ——接缝 i 的衬砌截面厚度

均由图直接量得, 其值见表 3-2。各集中力均通过相应图形的形心。

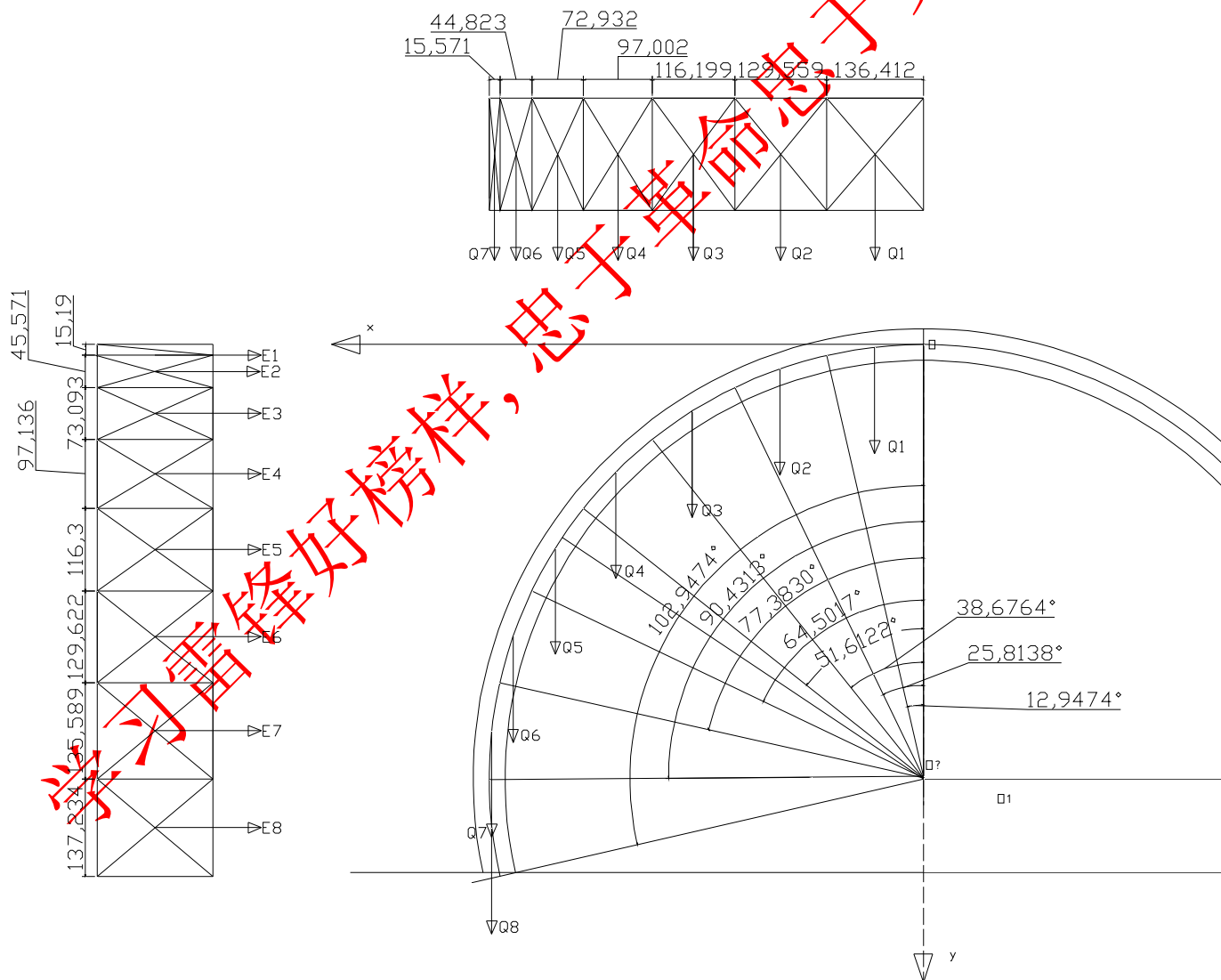


图 4.4.2 衬砌结构计算图示(单圆心) (单位: cm)

表 4.4.2 载位移 M_p 计算表

截面	投影长度	集中力	S	$-Qa_q$	$-Ga_g$
----	------	-----	---	---------	---------

	b	h	Q	G	E	a _q	a _g	a _e		
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.364	0.154	112.676	13.620	5.084	0.682	0.678	0.077	-76.852	-9.231	1.364
1.296	0.454	107.016	13.620	14.992	0.648	0.635	0.227	-69.324	-8.650	1.296
1.162	0.731	95.980	13.620	24.150	0.581	0.560	0.365	-55.764	-7.634	1.162
0.970	0.971	80.124	13.620	32.094	0.485	0.458	0.486	-38.861	-6.234	0.970
0.729	1.163	60.242	13.620	38.426	0.365	0.332	0.582	-21.968	-4.521	0.729
0.448	1.296	37.024	13.620	42.827	0.224	0.186	0.648	-8.298	-2.531	0.448
0.156	1.364	12.862	13.620	45.080	0.078	0.038	0.682	-1.001	-0.512	0.156
0.000	1.364	0.000	13.620	45.060	0.000	0.040	0.682	0.000	-0.538	0.000

续表 4. 4. 2

-Ga _e	Σ _{i-1} (Q+G)	Σ _{i-1} E	x	y	Δx	Δy	-ΔxΣ _{i-1} (Q+G)	-ΔyΣ _{i-1} E	M ^o _{ip}
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-1.048	0.000	0.000	1.364	0.154	1.364	0.154	0.000	0.000	-87.131
-3.090	126.297	5.084	2.660	0.608	1.296	0.454	-163.629	-2.307	-334.131
-4.978	246.933	20.076	3.822	1.339	1.162	0.731	-286.936	-14.674	-704.116
-6.615	356.534	44.226	4.792	2.310	0.970	0.971	-345.847	-42.959	-1144.632
-7.920	450.278	76.319	5.521	3.473	0.729	1.163	-328.397	-88.759	-1596.198
-8.828	524.140	114.745	5.973	4.769	0.452	1.296	-236.906	-148.734	-2001.494
-9.292	574.784	157.572	6.125	6.134	0.152	1.365	-87.340	-215.022	-2314.661
-9.288	601.266	202.652	5.800	7.497	-0.325	1.364	195.182	-276.344	-2405.648

2) 外荷载在基本结构中产生的内力

块上各集中力对下一接缝的力臂由图直接量得，分别记以 a_q、a_e、a_g。

内力按下式计算之：

弯矩：

$$M_{ip}^o = M_{i-1,p}^o - \Delta x_i \sum_{i-1} (Q+G) - \Delta y_i \sum_{i-1} E - Q \cdot a_q - Ga_g - Ea_e$$

轴力：

$$N_{ip}^o = \sin \alpha_i \sum_i (Q+G) - \cos \alpha_i \sum_i E$$

式中 Δx_i、Δy_i——相邻两接缝中心点的坐标增值。

$$\Delta x_i = x_i - x_{i-1}$$

$$\Delta y_i = y_i - y_{i-1}$$

M^o_{ip}和N^o_{ip}的计算见表

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/658044007063006113>