

直墙拱顶 结构动力分析图表

(内部资料)



中国人民解放军工程兵司令部

直 墙 拱 顶 结 构 动 力 分 析 图 表

(内部资料)

中国人民解放军工程兵司令部

一九六九年十二月 北京

目 录

一	技术条件	(1)
二	结构几何尺寸、计算简图及符号说明	(1)
三	图表的组成	(2)
四	计算步骤	(3)
五	几点说明	(3)
六	例题	(4)
七	直墙拱顶结构自振圆频率系数表	(7)
八	半圆等截面直墙拱顶结构弯矩、轴力系数表	(13)
九	割圆等截面直墙拱顶结构弯矩、轴力系数表	(47)
十	割圆变截面直墙拱顶结构弯矩、轴力系数表	(145)
十一	附录：地下直墙拱顶结构的动力分析	(578)

说 明

本图表系综合目前国防工程中常遇到的一些坑道断面和地质条件编制而成的。由于本图表种类较多,为便于查用,将半圆等截面直墙拱顶结构、割圆等截面直墙拱顶结构、割圆变截面直墙拱顶结构三种类型分别列表,共计结构自振圆频率系数表 5 张,弯矩、轴力系数表 280 组。

一 技术条件

(一) 荷载确定

1. 计算荷载只考虑在核武器袭击下岩土中的压缩波荷载,且假定荷载同时作用于整个结构上。

2. 由于核爆炸冲击波引起的压缩波正压作用时间较结构自振周期长得多,所以荷载随时间的变化规律可简化为有升压时间的平台形荷载,如图 1 所示。

(二) 当被复在荷载作用下向地层方向位移时,考虑地层对结构的抗力作用,反之则不考虑。

(三) 一般直墙拱顶结构的侧墙和底板通常是分开浇筑的,故计算时可将墙基与底板之间视为铰接。

(四) 关于地层抗力作用大小的选定,可由设计人员根据实际情况确定,如果在设计中考虑地层抗力作用的影响,则在施工时应注意回填密实。对掘开式浅理工事由于回填松散,可不考虑地层抗力作用。

(五) 本图表只限于结构横向对称振动的情况。

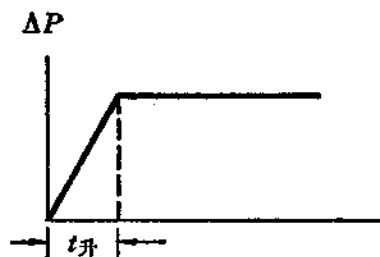


图 1 荷载随时间变化规律

二 结构几何尺寸、计算简图和符号说明

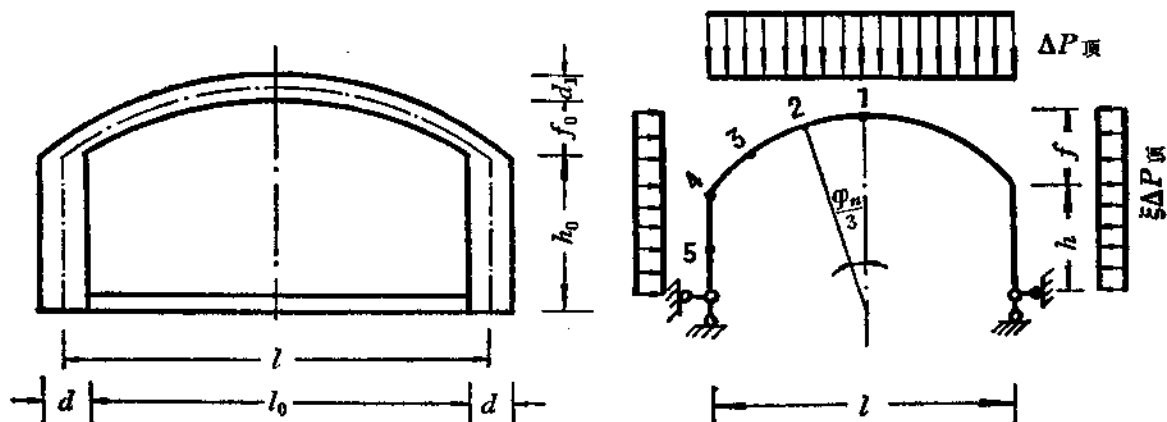


图 2 结构横断面图及计算简图

- f ——计算矢高;
 h ——计算墙高;
 l ——计算跨度;
 d_1 ——拱顶截面厚度;
 d_n ——拱脚截面厚度;
 n ——变截面系数 ($n = \frac{d_1}{d_n}$);
 φ_n ——拱顶圆弧中心角之半;
 J_1 ——拱顶截面惯性矩 (单位宽度);
 E ——混凝土弹性模量;
 $K_{\text{岩}}$ ——岩石侧向地基系数;
 $\bar{m}$ ——结构单位长度质量;
 Ω ——结构基本自振圆频率系数;
 ω ——结构基本自振圆频率;
 $t_{\text{升}}$ ——荷载升压时间;
 ξ ——作用于结构上荷载的侧压系数;
 M_i ——在截面 i 处所产生的弯矩 (以结构内缘受拉为正, 反之为负);
 N_i ——在截面 i 处所产生的轴力 (以受拉为正, 受压为负);
 $\Delta P_{\text{顶}}$ ——作用于结构顶部的动荷载峰值;
 α_i ——在截面 i 处的弯矩系数;
 β_i ——在截面 i 处的轴力系数。

三 图表的组成

本图表是根据不同的变截面系数 ($n = d_1/d_n$)、侧压系数 ($\xi = \Delta P_{\text{顶}}/\Delta P_{\text{顶}}$)、矢跨比 (f/l)、高跨比 (h/l), 编制而成的, 为便于查阅, 将图表的组成说明如下:

半圆等截面直墙拱顶结构:

$$\begin{aligned}
 n &= 1; & \xi &= \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{1}{6}, \frac{1}{8}; \\
 f/l &= \frac{1}{2}; & h/l &= 0.8, 1.2, 1.6, 2.0;
 \end{aligned}$$

割圆等截面直墙拱顶结构:

$$\begin{aligned}
 n &= 1; & \xi &= \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{1}{6}, \frac{1}{8}; \\
 f/l &= \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}; & h/l &= 0.4, 0.6, 0.8, 1.0;
 \end{aligned}$$

割圆变截面直墙拱顶结构:

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{2}{3}, \frac{3}{4}, \frac{4}{5}; & \xi &= \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{1}{6}, \frac{1}{8}; \\
 f/l &= \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{1}{6}; & h/l &= 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6;
 \end{aligned}$$

根据上述四个参数的组合,共编制成自振圆频率系数表 5 张和弯矩轴力系数表 280 组,其中半圆等截面直墙拱顶结构 16 组,割圆等截面直墙拱顶结构 48 组,割圆变截面直墙拱顶结构 216 组。

四 计算步骤

(一) 确定结构各种参数

根据给定的几何尺寸,地质条件和荷载情况等因素,确定下列有关参数: n 、 ξ 、 $\frac{f}{l}$ 、 $\frac{h}{l}$ 和 $\frac{K_{\text{岩}} l^4}{EJ_1}$ 等。而上述跨度 l 、矢高 f 和墙高 h 均指结构计算几何尺寸,而非结构净空尺寸。

(二) 求结构基本自振圆频率

$$\omega = \frac{\Omega}{l^2} \sqrt{\frac{EJ_1}{m}}$$

式中的自振圆频率系数 Ω 可根据上述参数从自振圆频率系数表中查得。

(三) 求结构中所产生的弯矩

结构在截面 i 处所产生的弯矩为

$$M_i = \alpha_i \Delta P_{\text{岩}} l^2$$

式中的弯矩系数 α_i 根据上述参数及 $\omega t_{\text{升}}$ 的大小,可从相应表中查得。 $i=1, 2, 3, 4, 5$ 。其相应位置示于图 2 中。

(四) 求结构中所产生的轴力

结构在截面 i 处所产生的轴力为

$$N_i = \beta_i \Delta P_{\text{岩}} l$$

式中的轴力系数 β_i 与 α_i 同样查得。 $i=1, 2, 3, 4, 5$ 。相应位置示于图 2 中。一般同一截面内的拱脚和墙顶部的轴力是不相等的。

(五) 求结构内产生的剪力

结构在截面 i 处所产生的剪力为

$$Q_i = -\frac{M_{i+1} - M_i}{d_i}$$

式中的 d_i 即为点 $i+1$ 与点 i 之间的割线长度。

五 几点说明

(一) 计算分析表明,在如图 1 所示荷载的作用下,结构弯矩系数 α_i 和轴力系数 β_i 总的趋势是随着 $\omega t_{\text{升}}$ 的增大而减小(特别在 $\omega t_{\text{升}} < 2\pi$ 的范围内衰减最为显著),但并不是单调衰减的,是具有幅度不大的波动,而且随着 $\omega t_{\text{升}}$ 的增大,波动程度愈来愈不明显。考虑到在设计中所采用的结构动力参数(如荷载升压时间 $t_{\text{升}}$ 、地基系数 $K_{\text{岩}}$ 、混凝土弹性模量 E 等),可能与实际情况有差别。从地下防护结构的安全度着想,建议在某些情况下弯矩系数作适当的修正。如给定的 $\omega t_{\text{升}}$ 值而查得的弯矩系数 α_i 恰在波动的低值时,可考虑取相邻 $\omega t_{\text{升}}$ 所对应弯矩系数。而轴力系数可仍采用实际值,不予修正。

(二) 当 $\frac{K_{\text{岩}} l^4}{EJ_1} = 0$ 时,即不考虑地层对结构的抗力作用,此时结构的自振圆频率 (ω) 与结构荷载侧压系数 (ξ) 无关。

(三) 当 $\omega t_{\text{开}} = \infty$ 时, 根据相应表中查得的 α_i 和 β_i 值求出的弯矩 M_i 和轴力 N_i , 即为在垂直和水平均布静力荷载 $\Delta P_{\text{重}}$ 和 $\xi \Delta P_{\text{重}}$ 作用下结构中所产生的弯矩和轴力。

(四) 本图表主要适用于跨度一般在 15 米以内的直墙拱顶结构。如结构跨度稍大于 15 米, 并且结构各种参数又在本图表的范围内, 也可以参考使用。

(五) 当实际参数与表中所列参数不是恰好相符时, 可采用内插法求得。

六 例 题

修筑在岩石中的坑道, 其岩石坚硬系数为 3, 被复采用 300 号混凝土, 坑道断面尺寸如图 3 所示, 荷载随时间的变化规律如图 1 所示, 求结构中所产生的弯矩和轴力。

$$n = \frac{0.6}{0.8} = \frac{3}{4}$$

$$\xi = \frac{1}{4}$$

$$\frac{f}{l} = \frac{1.75}{10.5} = \frac{1}{6}$$

$$\frac{h}{l} = \frac{2.1}{10.5} = 0.2$$

$$\Delta P_{\text{重}} = 5 \text{ (公斤/厘米}^2\text{)}$$

$$t_{\text{开}} = 0.0185 \text{ (秒)}$$

由于 $f_{\text{基}} = 3$

则 $K_{\text{基}} = 0.3 \times 10^5 \text{ (吨/米}^2\text{)}$

混凝土弹性模量 $E = 2.1 \times 10^6 \text{ (吨/米}^2\text{)}$

混凝土容重 $\gamma = 2.5 \text{ (吨/米}^3\text{)}$

$$\frac{K_{\text{基}} l^4}{E J_1} = \frac{0.3 \times 10^5 \times 1.05^4 \times 10^4 \times 12}{2.1 \times 10^6 \times 0.6^8} = 9650$$

查表, 经插值得 $\Omega = 35.98$

$$\text{而 } \bar{m} = \frac{\gamma d_1}{g} = \frac{2.5 \times 0.6}{9.81} = 0.153 \text{ (吨} \cdot \text{秒}^2 \text{/米}^2\text{)}$$

$$E J_1 = 2.1 \times 10^6 \times \frac{0.6^8}{12} = 3.78 \times 10^4 \text{ (吨} \cdot \text{米}^2\text{)}$$

其基本自振圆频率

$$\begin{aligned} \omega &= \frac{\Omega}{l^2} \sqrt{\frac{E J_1}{\bar{m}}} \\ &= \frac{35.98}{10.5^2} \sqrt{\frac{3.78 \times 10^4}{0.153}} = 126 \text{ (1/秒)} \end{aligned}$$

而

$$\omega t_{\text{开}} = 126 \times 0.0185 = 3$$

查表, 经插值得

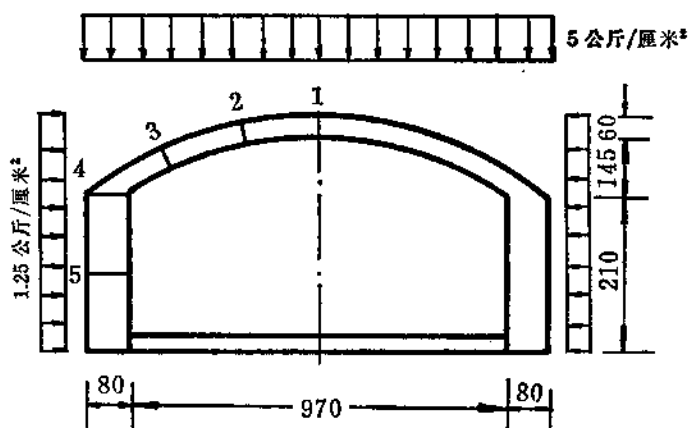


图3 计算简图

$$\begin{array}{ll}
 \alpha_1 = 0.0298 & \beta_1 = -0.6534 \\
 \alpha_2 = 0.0162 & \beta_2 = -0.6510 \\
 \alpha_3 = -0.0198 & \beta_3 = -1.0143 \\
 \alpha_4 = -0.0602 & \beta_4 = -0.8602 \\
 \alpha_5 = -0.0197 & \beta_5 = -0.8106
 \end{array}$$

拱顶处所产生的弯矩

$$M_1 = \alpha_1 \Delta P_{\text{拱}} l^2 = 0.0298 \times 50 \times 10.5^2 = 164 \text{ (吨} \cdot \text{米/米)}$$

拱顶处所产生的轴力

$$N_1 = \beta_1 \Delta P_{\text{拱}} l = -0.6534 \times 50 \times 10.5 = -342 \text{ (吨/米)}$$

其它各点相应的弯矩和轴力列于下表中, 并绘于图 4 上。

结构中所产生的弯矩 M_i 和轴力 N_i

点 i	1	2	3	4	5
内力					
M (吨·米/米)	164.0	89.0	-108.8	-331.0	-108.0
N (吨/米)	-342.0	-341.8	-532.0	-451.0	-425.0

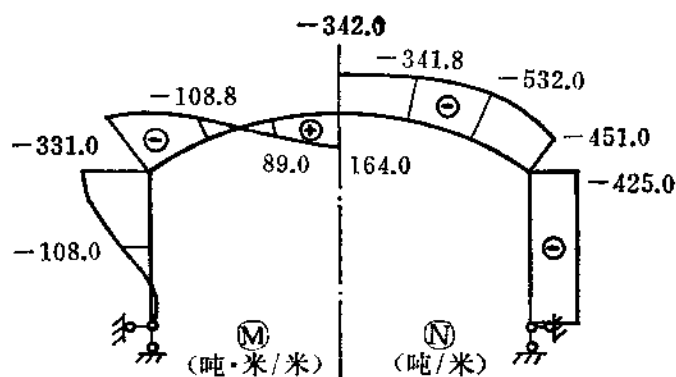


图 4 结构内力图

最 高 指 示

提高警惕 保卫祖国

备战、备荒、为人民。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

七 直墙拱顶结构自振圆频率系数表

半圆等截面直墙拱顶结构频率系数 (Ω) 表

0.8					
h/l	1.2				
ξ $\frac{K_{\text{拱}} l^4}{EJ_1}$	$1/4$	$1/5$	$1/6$	$1/8$	$1/8$
0	7.56	7.56	7.56	7.56	4.92
50	8.60	9.76	9.76	9.76	6.71
100	9.51	11.52	11.52	11.52	8.05
200	11.06	12.00	12.59	14.33	10.09
500	14.45	16.02	17.07	18.23	14.05
1000	18.21	20.36	21.70	23.16	18.16
5000	29.41	34.23	37.30	40.70	34.20
25000	53.15	60.93	66.09	72.54	67.86

1.6					
h/l	2.0				
ξ $\frac{K_{\text{拱}} l^4}{EJ_1}$	$1/4$	$1/5$	$1/6$	$1/8$	$1/8$
0	3.41	3.41	3.41	3.41	2.49
50	4.37	4.68	4.92	5.25	4.37
100	5.10	5.63	6.01	6.52	5.57
200	6.19	7.03	7.62	8.37	7.42
500	8.09	9.57	10.54	11.76	10.60
1000	9.45	11.78	13.33	15.27	13.47
5000	23.26	27.06	29.38	32.17	30.80
25000	45.15	53.78	59.05	65.43	63.22

割圆等截面直墙拱顶结构频率系数 (Ω) 表

$\frac{h}{l}$	$\frac{K_{\theta}^{1/4}}{EJ_1}$	ξ			$1/5$			$1/6$			$1/8$		
		$\frac{f}{l}$	$1/8$	$1/4$	$1/8$	$1/4$	$1/6$	$1/8$	$1/4$	$1/6$	$1/8$	$1/4$	$1/6$
0.4	0		16.02	17.16	17.63	16.02	17.16	16.02	17.16	17.63	16.02	17.16	17.63
	50		16.56	17.50	17.88	16.56	17.50	16.56	17.50	17.88	16.56	17.50	17.88
	100		17.08	17.84	18.12	17.08	17.84	17.08	17.84	18.12	17.08	17.84	18.12
	200		18.06	18.48	18.59	18.06	18.48	18.06	18.48	18.59	18.06	18.48	18.59
	500		20.73	20.25	19.89	20.73	20.25	20.72	20.25	19.89	20.72	20.24	19.89
	1000		24.42	22.77	21.78	24.41	22.77	24.41	22.77	21.78	24.40	22.77	21.78
	5000		41.64	34.99	31.05	41.64	34.99	41.64	34.99	31.04	41.64	34.99	31.04
	25000		76.43	59.36	49.01	76.52	59.38	77.36	59.40	49.03	76.67	59.64	49.03
0.6	0		11.99	13.16	13.83	11.99	13.16	11.99	13.16	13.83	11.99	13.16	13.83
	50		12.98	13.88	14.41	12.98	13.88	12.98	13.88	14.41	12.98	13.88	14.41
	100		13.90	14.56	14.95	13.89	14.55	13.89	14.55	14.95	13.89	14.55	14.95
	200		15.54	15.78	15.94	15.53	15.78	15.53	15.78	15.94	15.53	15.77	15.94
	500		19.46	18.76	18.35	19.45	18.76	19.44	18.76	18.35	19.43	18.75	18.35
	1000		24.08	22.32	21.23	24.08	22.31	24.08	22.30	21.23	24.08	22.30	21.23
	5000		40.53	35.08	31.04	41.88	35.08	41.88	35.08	31.02	41.87	35.08	31.02
	25000		73.13	56.70	45.25	73.60	56.75	73.91	56.78	45.42	74.27	56.82	45.51
0.8	0		9.35	10.39	11.07	9.35	10.39	9.35	10.39	11.07	9.35	10.39	11.07
	50		10.92	11.86	12.16	10.92	11.66	10.91	11.66	12.16	10.91	11.66	12.16
	100		12.26	12.75	13.11	12.26	12.75	12.25	12.75	13.11	12.25	12.75	13.11
	200		14.50	14.60	14.72	14.48	14.60	14.47	14.60	14.72	14.47	14.59	14.71
	500		19.24	18.47	18.03	19.22	18.46	19.22	18.45	18.03	19.21	18.45	18.03
	1000		24.20	22.34	21.17	24.19	22.34	24.19	22.34	21.17	24.19	22.34	21.17
	5000		37.68	33.20	29.79	38.51	33.34	38.97	33.43	29.85	39.47	33.54	29.87
	25000		70.22	55.26	45.02	71.02	55.41	71.51	55.51	45.04	72.12	55.63	45.05
1.0	0		7.42	8.25	8.81	7.42	8.25	7.42	8.25	8.81	7.42	8.25	8.81
	50		8.39	9.13	9.68	8.66	9.41	8.91	9.62	10.16	9.62	10.16	10.55
	100		9.25	9.93	10.46	9.72	10.40	10.11	11.59	11.96	11.34	11.69	11.96
	200		10.75	11.35	11.83	11.48	12.06	12.05	14.07	14.14	14.04	14.07	14.14
	500		14.27	14.75	15.07	15.38	15.72	16.14	18.43	17.96	19.22	18.43	17.96
	1000		18.59	18.88	18.76	19.90	19.82	20.72	22.15	20.92	21.64	22.15	20.92
	5000		36.45	31.36	28.13	37.08	31.60	37.47	31.75	28.26	37.93	31.93	28.32
	25000		68.29	55.26	45.88	69.54	55.51	70.28	55.67	45.89	70.93	55.87	45.89

割圆变截面($n=\frac{4}{5}$)直墙拱顶结构频率系数(Ω)表

$\frac{h}{l}$	$\frac{K_{\text{拱}}}{EJ_1}$	$\frac{1}{4}$			$\frac{1}{5}$			$\frac{1}{6}$			$\frac{1}{8}$		
		$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$
0.1	0	41.00	41.32	40.41	41.00	41.32	40.41	41.00	41.32	40.41	41.00	41.32	40.41
	50	41.07	41.36	40.43	41.07	41.36	40.43	41.07	41.36	40.43	41.07	41.36	40.43
	100	41.13	41.39	40.45	41.13	41.39	40.45	41.13	41.39	40.45	41.13	41.39	40.45
	200	41.26	41.46	40.48	41.26	41.46	40.48	41.26	41.46	40.48	41.26	41.46	40.48
	500	41.64	41.65	40.57	41.64	41.66	40.57	41.64	41.66	40.57	41.64	41.66	40.57
	1000	42.27	41.98	40.74	42.27	41.98	40.74	42.27	41.98	40.74	42.27	41.98	40.74
	5000	46.84	44.38	42.00	46.84	44.39	42.00	46.85	44.39	42.00	46.86	44.40	42.00
	25000	64.59	53.35	47.71	64.60	53.35	47.71	64.61	53.35	47.71	64.66	53.35	47.71
0.2	0	29.06	29.25	28.89	29.06	29.25	28.89	29.06	29.25	28.89	29.06	29.25	28.89
	50	29.16	29.30	28.93	29.16	29.30	28.93	29.16	29.30	28.93	29.16	29.30	28.93
	100	29.26	29.36	28.97	29.26	29.36	28.97	29.26	29.36	28.97	29.26	29.36	28.97
	200	29.45	29.47	29.05	29.45	29.47	29.05	29.45	29.47	29.05	29.45	29.47	29.05
	500	30.02	29.81	29.28	30.02	29.81	29.28	30.02	29.81	29.28	30.02	29.81	29.28
	1000	30.95	30.37	29.66	30.95	30.37	29.66	30.95	30.37	29.66	30.95	30.37	29.66
	5000	37.34	34.45	32.53	37.35	34.45	32.53	37.36	34.45	32.53	37.36	34.45	32.53
	25000	60.21	49.28	43.39	60.22	49.30	43.39	60.23	49.31	43.40	60.24	49.33	43.40
0.3	0	23.41	23.87	23.91	23.41	23.87	23.91	23.41	23.87	23.91	23.41	23.87	23.91
	50	23.57	23.98	23.99	23.57	23.98	23.99	23.57	23.98	23.99	23.57	23.98	23.99
	100	23.73	24.08	24.07	23.73	24.08	24.07	23.73	24.08	24.07	23.73	24.08	24.07
	200	24.05	24.29	24.23	24.05	24.29	24.23	24.05	24.29	24.23	24.05	24.29	24.23
	500	24.97	24.91	24.70	24.97	24.91	24.70	24.97	24.91	24.70	24.97	24.91	24.70
	1000	26.42	25.90	25.46	26.42	25.90	25.46	26.42	25.90	25.46	26.42	25.90	25.46
	5000	35.63	32.43	30.52	35.63	32.43	30.52	35.63	32.43	30.52	35.63	32.43	30.52
	25000	62.06	51.06	44.73	62.08	51.07	44.73	62.10	51.07	44.73	62.12	51.08	44.73
0.4	0	19.89	20.55	20.83	19.89	20.55	20.83	19.89	20.55	20.83	19.89	20.55	20.83
	50	20.14	20.73	20.98	20.14	20.73	20.98	20.14	20.73	20.98	20.14	20.73	20.98
	100	20.39	20.91	21.12	20.39	20.91	21.12	20.39	20.91	21.12	20.39	20.91	21.12
	200	20.88	21.26	21.40	20.88	21.26	21.40	20.88	21.26	21.40	20.88	21.26	21.40
	500	22.27	22.26	22.20	22.27	22.26	22.20	22.27	22.26	22.20	22.27	22.26	22.20
	1000	24.36	23.79	23.42	24.36	23.79	23.42	24.36	23.79	23.42	24.36	23.79	23.42
	5000	35.82	32.43	30.42	35.82	32.43	30.42	35.82	32.43	30.42	35.82	32.43	30.42
	25000	62.49	51.68	45.20	62.55	51.69	45.20	62.59	51.69	45.20	62.63	51.69	45.20
0.5	0	17.32	18.12	18.55	17.32	18.12	18.55	17.32	18.12	18.55	17.32	18.12	18.55
	50	17.70	18.40	18.78	17.70	18.40	18.78	17.70	18.40	18.78	17.70	18.40	18.78
	100	18.07	18.67	19.01	18.07	18.67	19.01	18.07	18.67	19.01	18.07	18.67	19.01
	200	18.77	19.21	19.44	18.77	19.21	19.44	18.77	19.21	19.44	18.77	19.21	19.44
	500	20.68	20.67	20.65	20.68	20.67	20.65	20.68	20.67	20.65	20.68	20.67	20.65
	1000	23.39	22.78	22.40	23.39	22.78	22.40	23.39	22.78	22.40	23.39	22.78	22.40
	5000	36.20	32.76	30.63	36.20	32.76	30.63	36.20	32.76	30.63	36.20	32.75	30.63
	25000	61.67	50.36	45.19	61.75	50.50	45.18	61.96	50.60	45.18	62.03	50.71	45.18
0.6	0	15.28	16.13	16.66	15.28	16.13	16.66	15.28	16.13	16.66	15.28	16.13	16.66
	50	15.80	16.55	17.00	15.80	16.55	17.00	15.80	16.55	17.00	15.80	16.55	17.00
	100	16.31	16.94	17.34	16.31	16.94	17.34	16.31	16.94	17.34	16.31	16.94	17.34
	200	17.25	17.70	17.98	17.25	17.70	17.98	17.25	17.70	17.98	17.25	17.70	17.98
	500	19.72	19.68	19.66	19.72	19.68	19.66	19.72	19.68	19.66	19.72	19.68	19.66
	1000	22.98	22.32	21.91	22.98	22.32	21.91	22.98	22.32	21.91	22.98	22.32	21.91
	5000	36.34	32.83	30.66	36.34	32.83	30.66	36.34	32.83	30.66	36.34	32.83	30.66
	25000	59.64	49.01	43.13	59.79	49.08	43.23	59.89	49.14	43.29	60.00	49.20	43.37

割圆变截面($n=\frac{3}{4}$)直墙拱顶结构频率系数(Ω)表

$\frac{h}{T}$	$\frac{K_{eff}}{EJ_1} \frac{f/l}{EJ_1}$	$\frac{1}{4}$			$\frac{1}{5}$			$\frac{1}{6}$			$\frac{1}{8}$		
		$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$
0.1	0	42.26	42.74	41.90	42.26	42.74	41.90	42.26	42.74	41.90	42.26	42.74	41.90
	50	42.33	42.78	41.91	42.33	42.78	41.91	42.33	42.78	41.91	42.33	42.78	41.91
	100	42.39	42.81	41.93	42.39	42.81	41.93	42.39	42.81	41.93	42.39	42.81	41.93
	200	42.51	42.88	41.96	42.51	42.88	41.96	42.51	42.88	41.96	42.53	42.88	41.96
	500	42.89	43.08	42.06	42.89	43.08	42.06	42.89	43.08	42.06	42.89	43.08	42.06
	1000	43.50	43.40	42.21	43.50	43.40	42.21	43.50	43.40	42.21	43.50	43.40	42.21
	5000	47.98	45.81	43.44	47.99	45.82	43.44	47.99	45.82	43.44	48.00	45.83	43.44
	25000	65.53	54.58	49.03	65.54	54.58	49.03	65.55	54.60	49.03	65.56	54.65	49.03
0.2	0	30.15	30.43	30.11	30.15	30.43	30.11	30.15	30.43	30.11	30.15	30.43	30.11
	50	30.25	30.48	30.15	30.25	30.48	30.15	30.25	30.48	30.15	30.25	30.48	30.15
	100	30.34	30.54	30.18	30.34	30.54	30.18	30.34	30.54	30.18	30.34	30.54	30.18
	200	30.52	30.65	30.25	30.52	30.65	30.25	30.52	30.65	30.25	30.52	30.65	30.25
	500	31.07	30.96	30.47	31.07	30.96	30.47	31.07	30.96	30.47	31.07	30.96	30.47
	1000	31.96	31.49	30.83	31.96	31.49	30.83	31.96	31.49	30.83	31.96	31.49	30.83
	5000	38.17	35.36	33.53	38.18	35.36	33.53	38.18	35.36	33.53	38.19	35.36	33.53
	25000	60.48	49.89	44.04	60.50	49.91	44.04	60.70	49.93	44.04	60.52	49.95	44.04
0.3	0	24.36	24.91	24.98	24.36	24.91	24.98	24.36	24.91	24.98	24.36	24.91	24.98
	50	24.51	25.00	25.05	24.51	25.00	25.05	24.51	25.00	25.05	24.51	25.00	25.05
	100	24.66	25.10	25.13	24.66	25.10	25.13	24.66	25.10	25.13	24.66	25.10	25.13
	200	24.96	25.30	25.28	24.96	25.30	25.28	24.96	25.30	25.28	24.96	25.30	25.28
	500	25.82	25.87	25.71	25.82	25.87	25.71	25.82	25.87	25.71	25.82	25.87	25.71
	1000	27.19	26.80	26.41	27.19	26.80	26.41	27.19	26.80	26.41	27.19	26.80	26.41
	5000	36.02	33.03	31.20	36.02	33.03	31.20	36.02	33.03	31.20	36.02	33.03	31.20
	25000	62.34	51.57	45.30	62.36	51.57	45.31	62.38	51.57	45.31	62.39	51.57	45.31
0.4	0	20.74	21.48	21.80	20.74	21.48	21.80	20.74	21.48	21.80	20.74	21.48	21.80
	50	20.97	21.64	21.93	20.97	21.64	21.93	20.97	21.64	21.93	20.97	21.64	21.93
	100	21.20	21.81	22.06	21.20	21.81	22.06	21.20	21.81	22.06	21.20	21.81	22.06
	200	21.65	22.13	22.31	21.65	22.13	22.31	21.65	22.13	22.31	21.65	22.13	22.31
	500	22.95	23.06	23.05	22.95	23.06	23.05	22.95	23.06	23.05	22.95	23.06	23.05
	1000	24.91	24.49	24.19	24.91	24.49	24.19	24.91	24.49	24.19	24.91	24.49	24.19
	5000	36.05	32.85	30.93	36.05	32.85	30.93	36.05	32.85	30.93	36.05	32.85	30.93
	25000	62.96	52.32	45.95	63.02	52.32	45.95	63.05	52.32	45.95	63.09	52.32	45.95
0.5	0	18.06	18.95	19.42	18.09	18.95	19.42	18.09	18.95	19.42	18.09	18.95	19.42
	50	18.43	19.21	19.63	18.43	19.21	19.63	18.43	19.21	19.63	18.43	19.21	19.63
	100	18.76	19.46	19.84	18.76	19.46	19.84	18.76	19.46	19.84	18.76	19.46	19.84
	200	19.41	19.94	20.24	19.41	19.94	20.24	19.41	19.94	20.24	19.41	19.94	20.24
	500	21.19	21.80	21.35	21.19	21.80	21.35	21.19	21.80	21.35	21.19	21.80	21.35
	1000	23.77	23.29	22.99	23.77	23.29	22.99	23.77	23.29	22.99	23.77	23.29	22.99
	5000	36.42	33.17	31.13	36.42	33.16	31.13	36.42	33.16	31.13	36.42	33.16	31.13
	25000	62.80	51.60	45.96	62.84	51.73	45.96	62.01	51.81	45.96	62.19	51.90	45.95
0.6	0	15.96	16.88	17.45	15.96	16.88	17.45	15.96	16.88	17.45	15.96	16.88	17.45
	50	16.44	17.26	17.76	16.44	17.26	17.76	16.44	17.26	17.76	16.44	17.26	17.76
	100	16.90	17.62	18.07	16.90	17.62	18.07	16.90	17.62	18.07	16.90	17.62	18.07
	200	17.77	18.31	18.65	17.77	18.31	18.65	17.77	18.31	18.65	17.77	18.31	18.65
	500	20.08	20.16	20.22	20.08	20.16	20.22	20.08	20.16	20.22	20.08	20.16	20.22
	1000	23.22	22.69	22.37	23.22	22.69	22.37	23.22	22.69	22.37	23.22	22.69	22.37
	5000	36.63	33.31	31.22	36.63	33.30	31.22	36.63	33.30	31.22	36.63	33.30	31.21
	25000	60.69	50.21	44.26	60.86	50.25	44.35	60.96	50.28	44.40	60.08	50.32	44.47

割圆变截面($n=\frac{2}{3}$)直墙拱顶结构频率系数(Ω)表

$\frac{h}{l}$	$\frac{K_{\text{拱}}}{EJ_1}$	$\frac{1}{4}$			$\frac{1}{5}$			$\frac{1}{6}$			$\frac{1}{8}$		
		$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$
0.1	0	44.64	45.45	44.74	44.64	45.45	44.74	44.64	45.45	44.74	44.64	45.45	44.74
	50	44.70	45.48	44.75	44.70	45.48	44.76	44.70	45.48	44.76	44.70	45.48	44.76
	100	44.76	45.52	44.77	44.76	45.52	44.77	44.76	45.52	44.77	44.76	45.52	44.77
	200	44.88	45.58	44.81	44.88	45.58	44.81	44.88	45.59	44.81	44.88	45.58	44.81
	500	45.24	45.78	44.90	45.24	45.78	44.90	45.24	45.78	44.90	45.24	45.78	44.91
	1000	45.83	46.10	45.06	45.83	46.10	45.06	45.83	46.10	45.07	45.83	46.10	45.07
	5000	50.15	48.50	46.27	50.16	48.51	46.28	50.16	48.51	46.28	50.17	48.52	46.28
0.2	25000	67.29	57.73	51.62	67.30	57.74	51.62	67.31	57.81	51.62	67.32	57.85	51.62
	0	32.22	32.69	32.45	32.22	32.69	32.45	32.22	32.69	32.45	32.22	32.69	32.45
	50	32.30	32.74	32.48	32.30	32.74	32.48	32.30	32.74	32.48	32.30	32.74	32.48
	100	32.39	32.79	32.51	32.39	32.79	32.51	32.39	32.79	32.51	32.39	32.79	32.51
	200	32.56	32.89	32.58	32.56	32.89	32.58	32.56	32.89	32.58	32.56	32.89	32.58
	500	33.07	33.17	32.77	33.07	33.17	32.77	33.07	33.17	32.77	33.07	33.17	32.77
	1000	33.90	33.64	33.09	33.90	33.64	33.09	33.97	33.64	33.09	33.90	33.64	33.09
0.3	5000	39.76	37.18	35.51	39.76	37.18	35.51	39.77	37.18	35.51	39.77	37.18	35.51
	25000	61.28	51.01	45.36	61.29	51.01	45.36	61.30	51.01	45.37	61.30	51.01	45.37
	0	26.18	26.89	27.04	26.18	26.89	27.04	26.18	26.89	27.04	26.18	26.89	27.04
	50	26.31	26.98	27.11	26.31	26.98	27.11	26.31	26.98	27.11	26.31	26.98	27.11
	100	26.44	27.06	27.17	26.44	27.06	27.17	26.44	27.06	27.17	26.44	27.06	27.17
	200	26.70	27.23	27.30	26.70	27.23	27.30	26.70	27.23	27.30	26.70	27.23	27.30
	500	27.46	27.74	27.67	27.46	27.74	27.67	27.46	27.74	27.67	27.46	27.74	27.67
0.4	1000	28.68	28.56	28.28	28.68	28.56	28.28	28.68	28.56	28.28	28.68	28.56	28.28
	5000	36.84	34.25	32.58	36.84	34.25	32.58	36.84	34.26	32.58	36.84	34.26	32.58
	25000	62.75	52.35	46.34	62.77	52.35	46.35	62.78	52.35	46.35	62.78	52.35	46.35
	0	22.36	23.26	23.67	22.36	23.26	23.67	22.36	23.26	23.67	22.36	23.26	23.67
	50	22.56	23.40	23.78	22.56	23.40	23.78	22.56	23.40	23.78	22.56	23.40	23.78
	100	22.76	23.54	23.89	22.76	23.54	23.89	22.76	23.54	23.89	22.76	23.54	23.89
	200	23.15	23.82	24.10	23.15	23.82	24.10	23.15	23.82	24.10	23.15	23.82	24.10
0.5	500	24.28	24.62	24.73	24.28	24.62	24.73	24.28	24.62	24.73	24.28	24.62	24.73
	1000	26.03	26.88	25.72	26.03	25.88	25.72	26.03	25.88	25.72	26.03	25.88	25.72
	5000	36.50	33.68	31.94	36.50	33.68	31.94	36.50	33.68	31.94	36.50	33.68	31.94
	25000	63.68	53.39	47.27	63.73	53.39	47.27	63.76	53.39	47.27	63.79	53.39	47.27
	0	19.55	20.57	21.13	19.55	20.57	21.13	19.55	20.57	21.13	19.55	20.57	21.13
	50	19.84	20.78	21.30	19.84	20.78	21.30	19.84	20.78	21.30	19.84	20.78	21.30
	100	20.13	20.99	21.48	20.13	20.99	21.48	20.13	20.99	21.48	20.13	20.99	21.48
0.6	200	20.68	21.41	21.81	20.68	21.41	21.81	20.68	21.41	21.81	20.68	21.41	21.81
	500	22.24	22.58	22.77	22.24	22.58	22.77	22.24	22.58	22.77	22.24	22.58	22.77
	1000	24.55	24.35	24.22	24.55	24.35	24.22	24.55	24.35	24.22	24.55	24.35	24.22
	5000	36.77	33.88	32.03	36.77	33.88	32.03	36.77	33.87	32.03	36.77	33.87	32.03
	25000	63.14	53.60	47.43	63.75	53.60	47.42	63.48	53.60	47.42	63.65	53.60	47.42
	0	17.29	18.35	19.00	17.29	18.35	19.00	17.29	18.35	19.00	17.29	18.35	19.00
	50	17.69	18.66	19.27	17.69	18.66	19.27	17.69	18.66	19.27	17.69	18.66	19.27
0.6	100	18.08	18.97	19.52	18.08	18.97	19.52	18.08	18.97	19.52	18.08	18.97	19.52
	200	18.82	19.55	20.01	18.82	19.55	20.01	18.82	19.55	20.01	18.82	19.55	20.01
	500	20.86	21.17	21.37	20.86	21.17	21.37	20.86	21.17	21.37	20.86	21.17	21.37
	1000	23.73	23.47	23.32	23.73	23.47	23.32	23.73	23.46	23.32	23.73	23.46	23.31
	5000	37.05	34.09	32.18	37.05	34.09	32.18	37.05	34.09	32.18	37.05	34.09	32.18
	25000	62.52	52.29	46.41	62.73	52.55	46.47	62.86	52.59	46.61	62.78	52.63	46.67

最 高 指 示

我们的共产党和共产党所领导的八路军、新四军，是革命的队伍。我们这个队伍完全是为着解放人民的，是彻底地为人民的利益工作的。

我们应该谦虚，谨慎，戒骄，戒躁，全心全意地为中国人民服务，……

八 半圆等截面直墙拱顶结构 弯矩、轴力系数表

弯矩系数 (α_i) 表

$\frac{K_{\theta} J_1}{E J_2}$	$\frac{\omega}{\alpha_1}$	$\eta=1$ $\xi=\frac{1}{4}$ $J_1 J_2=\frac{1}{3}$ $\kappa_1=0.8$									
		1	2	3	4	6	8	10	15	20	∞
0	α_1	0.0381	0.0278	0.0272	0.0262	0.0239	0.0236	0.0245	0.0237	0.0231	0.0228
	α_2	0.0123	0.0102	0.0089	0.0089	0.0074	0.0074	0.0079	0.0076	0.0071	0.0071
	α_3	-0.0289	-0.0195	-0.0212	-0.0197	-0.0194	-0.0190	-0.0193	-0.0188	-0.0189	-0.0185
	α_4	-0.0224	-0.0168	-0.0159	-0.0154	-0.0135	-0.0134	-0.0141	-0.0136	-0.0131	-0.0129
	α_5	0.0198	0.0099	0.0147	0.0123	0.0143	0.0138	0.0135	0.0131	0.0142	0.0135
50	α_1	0.0302	0.0258	0.0262	0.0232	0.0224	0.0217	0.0225	0.0216	0.0215	0.0210
	α_2	0.0068	0.0085	0.0077	0.0071	0.0063	0.0060	0.0065	0.0063	0.0060	0.0060
	α_3	-0.0281	-0.0195	-0.0214	-0.0188	-0.0190	-0.0187	-0.0189	-0.0180	-0.0184	-0.0179
	α_4	-0.0163	-0.0149	-0.0146	-0.0129	-0.0121	-0.0118	-0.0124	-0.0118	-0.0117	-0.0114
	α_5	0.0280	0.0126	0.0163	0.0138	0.0153	0.0154	0.0148	0.0138	0.0149	0.0143
100	α_1	0.0306	0.0213	0.0246	0.0234	0.0220	0.0213	0.0214	0.0208	0.0204	0.0199
	α_2	0.0065	0.0054	0.0068	0.0064	0.0057	0.0055	0.0058	0.0055	0.0053	0.0052
	α_3	-0.0285	-0.0190	-0.0206	-0.0199	-0.0194	-0.0188	-0.0184	-0.0182	-0.0180	-0.0175
	α_4	-0.0162	-0.0112	-0.0134	-0.0126	-0.0117	-0.0113	-0.0114	-0.0110	-0.0108	-0.0105
	α_5	0.0285	0.0165	0.0164	0.0163	0.0168	0.0162	0.0152	0.0153	0.0154	0.0147
200	α_1	0.0305	0.0227	0.0213	0.0226	0.0200	0.0188	0.0196	0.0192	0.0189	0.0183
	α_2	0.0061	0.0050	0.0054	0.0054	0.0046	0.0046	0.0046	0.0045	0.0044	0.0043
	α_3	-0.0285	-0.0210	-0.0184	-0.0200	-0.0182	-0.0168	-0.0176	-0.0175	-0.0173	-0.0167
	α_4	-0.0158	-0.0117	-0.0111	-0.0117	-0.0101	-0.0095	-0.0100	-0.0098	-0.0096	-0.0093
	α_5	0.0289	0.0201	0.0155	0.0178	0.0166	0.0146	0.0158	0.0158	0.0157	0.0150
500	α_1	0.0289	0.0235	0.0175	0.0184	0.0174	0.0177	0.0159	0.0169	0.0157	0.0158
	α_2	0.0049	0.0041	0.0032	0.0035	0.0032	0.0033	0.0030	0.0032	0.0030	0.0030
	α_3	-0.0268	-0.0219	-0.0164	-0.0171	-0.0164	-0.0167	-0.0150	-0.0159	-0.0149	-0.0149
	α_4	-0.0145	-0.0117	-0.0084	-0.0089	-0.0083	-0.0086	-0.0075	-0.0081	-0.0075	-0.0075
	α_5	0.0280	0.0225	0.0161	0.0167	0.0162	0.0155	0.0144	0.0157	0.0146	0.0146
1000	α_1	0.0259	0.0220	0.0174	0.0132	0.0163	0.0133	0.0151	0.0141	0.0137	0.0135
	α_2	0.0034	0.0031	0.0024	0.0019	0.0024	0.0020	0.0022	0.0021	0.0020	0.0020
	α_3	-0.0233	-0.0204	-0.0162	-0.0128	-0.0153	-0.0127	-0.0144	-0.0134	-0.0131	-0.0129
	α_4	-0.0129	-0.0107	-0.0082	-0.0060	-0.0078	-0.0061	-0.0071	-0.0066	-0.0064	-0.0063
	α_5	0.0257	0.0219	0.0173	0.0134	0.0163	0.0132	0.0153	0.0141	0.0138	0.0135
5000	α_1	0.0143	0.0128	0.0103	0.0070	0.0091	0.0079	0.0084	0.0082	0.0079	0.0075
	α_2	-0.0004	-0.0004	-0.0001	0.0002	-0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
	α_3	-0.0102	-0.0092	-0.0081	-0.0064	-0.0070	-0.0062	-0.0059	-0.0066	-0.0063	-0.0062
	α_4	-0.0076	-0.0067	-0.0057	-0.0049	-0.0047	-0.0040	-0.0049	-0.0045	-0.0042	-0.0042
	α_5	0.0149	0.0136	0.0120	0.0107	0.0098	0.0085	0.0105	0.0096	0.0090	0.0090
25000	α_1	0.0070	0.0053	0.0038	0.0031	0.0037	0.0031	0.0033	0.0030	0.0030	0.0029
	α_2	-0.0030	-0.0019	-0.0011	-0.0009	-0.0012	-0.0009	-0.0010	-0.0009	-0.0009	-0.0008
	α_3	-0.0005	-0.0009	-0.0009	-0.0006	-0.0009	-0.0007	-0.0008	-0.0008	-0.0008	-0.0008
	α_4	-0.0034	-0.0030	-0.0028	-0.0030	-0.0023	-0.0026	-0.0026	-0.0023	-0.0022	-0.0022
	α_5	0.0048	0.0045	0.0042	0.0045	0.0035	0.0039	0.0039	0.0033	0.0034	0.0033