

124047

涵管筒拱 及拱的计算表

A. M. 諾維柯夫著

建 筑 工 程 出 版 社

涵管、筒拱及拱的計算表

李 鉄 生 等 譯
孙 芳 垂 校

建筑工程出版社出版

• 1957 •

內容提要 本書提供了在各種可能型式的靜力荷載作用下，固定在彈性支座或非彈性支座上筒拱的計算表，以及曲綫形和混合型式涵管的計算表。

所研究的荷載示意圖以及筒拱和涵管的型式，在給水和污水干管、總管以及其他設備的實際設計中經常遇到。

本書可供工程師和工程技術設計人員參考之用。

原本說明

書 名 ТАБЛИЦЫ ДЛЯ РАСЧЕТА
ТРУБ, СВОДОВ И АРОК

編 著 者 А.М. НОВИКОВ

出 版 者 ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО СТРОИТЕЛЬНОЙ
ЛИТЕРАТУРЫ

出版地點 及 年 份 МОСКВА—ЛЕНИНГРАД—1942

涵管、筒拱及拱的計算表

李 鉄 生 等 譯

孫 芳 垂 校

*

建筑工程出版社出版(北京市阜成門外南風土路)

(北京市書刊出版營業許可證出字第052號)

建筑工程出版社印刷廠印刷·新華書店發行

書號499 字數570千字 787×1092 $\frac{1}{2}$ 印張25

1957年7月第1版 1957年7月第1次印刷

印數: 1-1,650冊 定價(11)5.10元

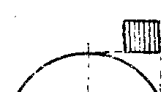
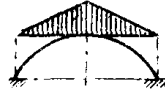
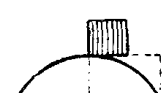
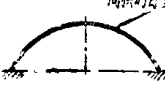
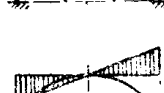
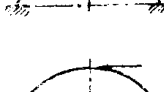
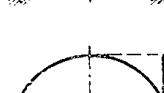
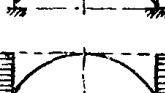
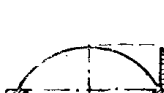
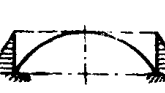
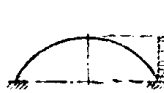
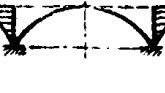
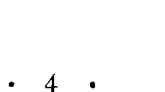
驗

目 录

各表的荷载示意图	4-13
緒 言	14
第一章 固定在刚性支座上的筒拱的计算。具有基铰或顶铰的筒拱的计算 (表 1~66)	17
第二章 固定在弹性支座上的筒拱的计算(表 67~132)	55
第三章 曲线和混合外形的闭合管形的计算(表 133 ₁ ~154 ₅)	125
附 录	300
1. 在某些荷载形式下主要系数的辅助表(表155~172)	300
2. 下部结构为直线构件的主要系数表(表173~192)	309
3. 闭合涵管的均布反力示意图(表193~208)	340
4. 几何数据表(表209~211)	356
5. 系数 a , b , a_0 的一般算式(表212~214)	358
6. 系数 q 和 γ 的一般算式(表215~224)	360
7. 非均匀厚度筒拱修正系数的附加表(表225~250)	384

各种荷载图形所属表格综合目录

第一章 (表 1-56)

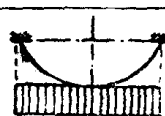
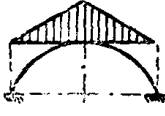
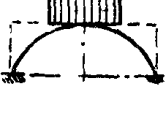
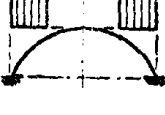
对 称 荷 载				單 边 荷 载			
荷载示意图	抛物綫筒拱 (表 号)	橢圓形筒拱 (表 号)	圓形筒拱 (表 号)	荷载簡圖	物拋綫筒拱 (表 号)	橢圓形筒拱 (表 号)	圓形筒拱 (表 号)
	1	23	45		13	35	57
	2	24	46		14	36	58
	3	25	47		15	37	59
	4	26	48		16	38	60
	5	27	49		17	39	61
	6	28	50		18	40	62
	7	29	51		19	41	63
	8	30	52		20	42	64
	9	31	53		21	43	65
	10	32	54		22	44	66
	11	33	55				
	12	34	56				

第二章 (表 67-132)

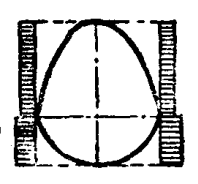
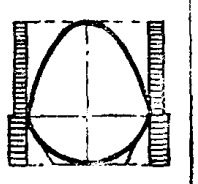
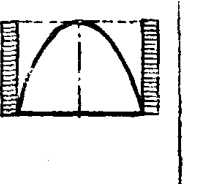
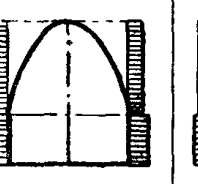
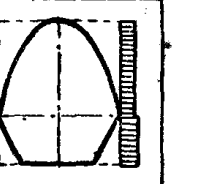
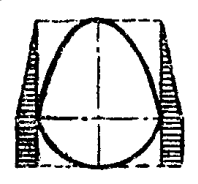
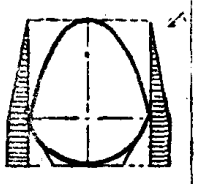
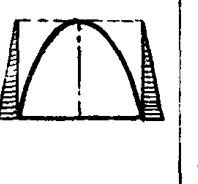
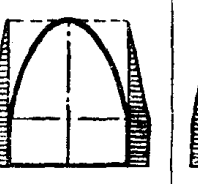
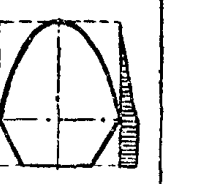
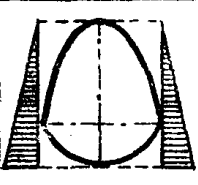
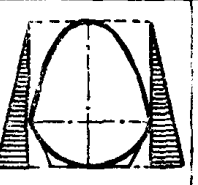
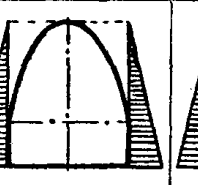
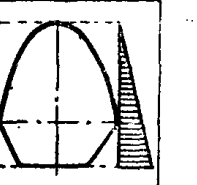
对 称 荷 载				单 边 荷 载			
荷载示意图	抛物线筒拱 (表 号)	椭圆形筒拱 (表 号)	圆形筒拱 (表 号)	荷载简图	抛物线筒拱 (表 号)	椭圆形筒拱 (表 号)	圆形筒拱 (表 号)
	67	89	111		79	101	123
	68	90	112		80	102	124
	69	91	113		81	103	125
	70	92	114		82	104	126
	71	93	115		83	105	127
	72	94	116		84	106	128
	73	95	117		85	107	129
	74	96	118		86	108	130
	75	97	119		87	109	131
	76	98	120		88	110	132
	77	99	121				
	78	100	122				

第三章 (表133₁—154₅)

1. 对称向竖荷载 (表133₁₋₅—141₁₋₅)

荷载示意图	下部结构形状				
	 133 ₁	 133 ₂	 133 ₃	 133 ₄	 133 ₅
	134 ₁	134 ₂	134 ₃	134 ₄	134 ₅
	135 ₁	135 ₂	135 ₃	135 ₄	135 ₅
	136 ₁	136 ₂	136 ₃	136 ₄	136 ₅
	137 ₁	137 ₂	137 ₃	137 ₄	137 ₅
	138 ₁	138 ₂	138 ₃	138 ₄	138 ₅
	139 ₁	139 ₂	139 ₃	139 ₄	139 ₅
	140 ₁	140 ₂	140 ₃	140 ₄	140 ₅
	141 ₁	141 ₂	141 ₃	141 ₄	141 ₅

2. 对称水平荷载 (表142₁—144₁)

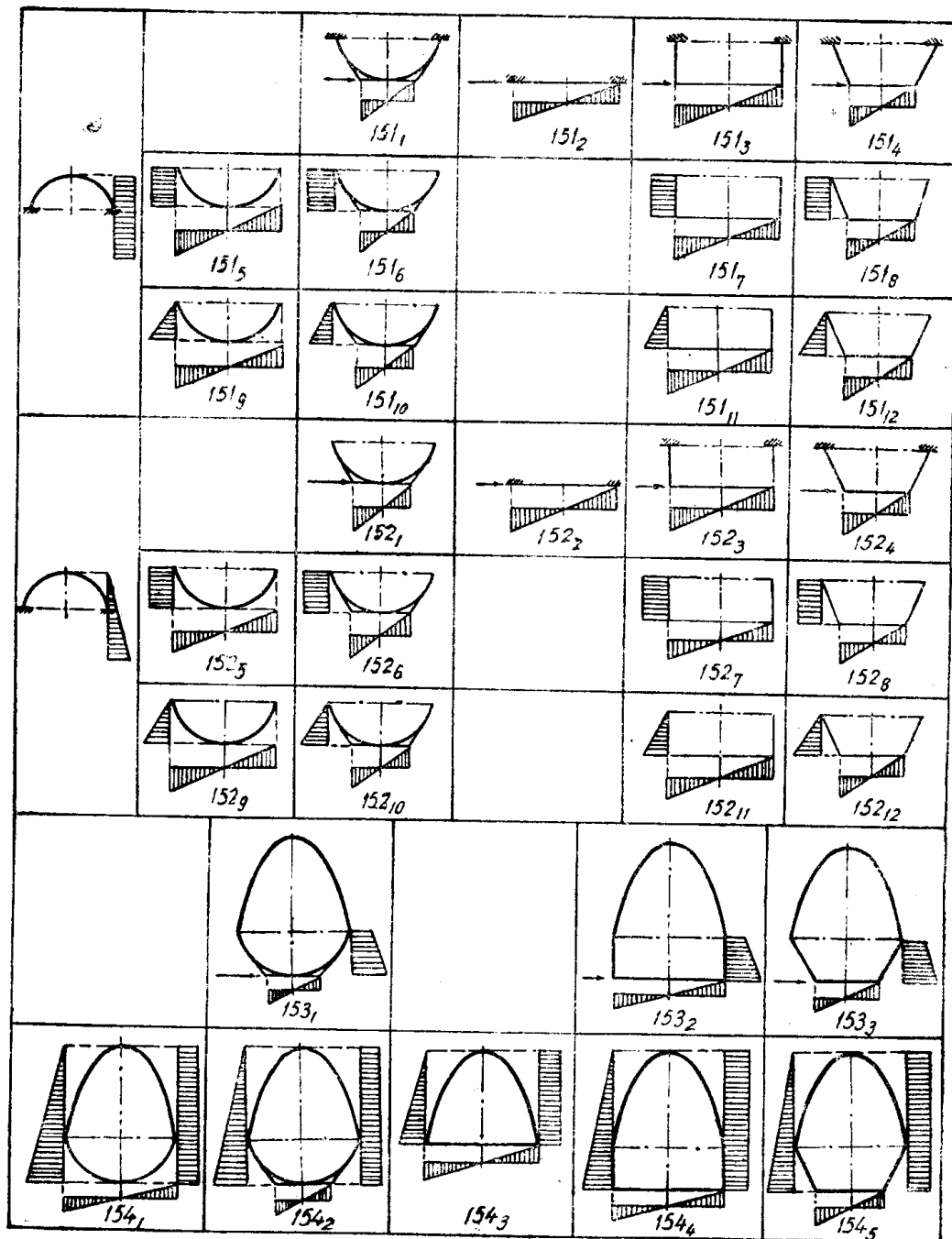
				
142 ₁₀	142 ₁₆	142 ₂	142 ₃	142 ₄
				
143 ₁₀	143 ₁₆	143 ₂	143 ₃	143 ₄
				
144 ₁₀	144 ₁₆		144 ₂	144 ₃

3. 單邊豎向荷載 (表145₁—149₅)

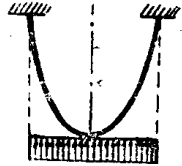
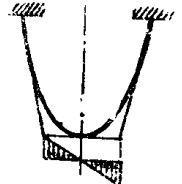
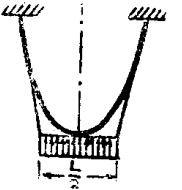
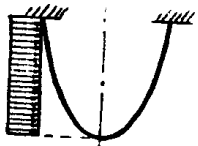
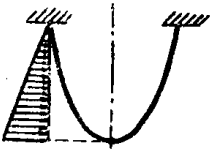
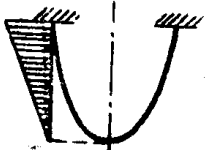
荷載示意图	下部結構形狀				
	 145 ₁	 145 ₂	 145 ₃	 145 ₄	 145 ₅
	146 ₁	146 ₂	146 ₃	146 ₄	146 ₅
	147 ₁	147 ₂	147 ₃	147 ₄	147 ₅
	148 ₁	148 ₂	148 ₃	148 ₄	148 ₅
	149	149 ₂	149 ₃	149 ₄	149 ₅

4. 單邊水平荷載 (表150₁—154₅)

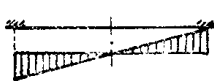
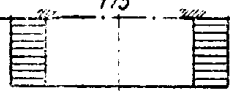
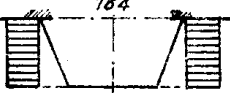
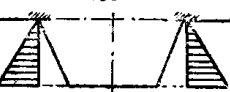
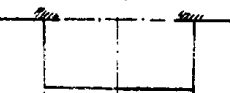
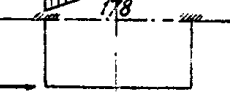
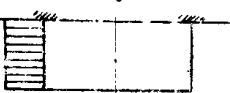
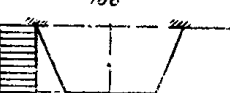
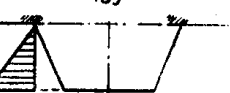
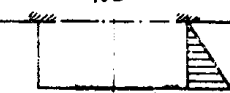
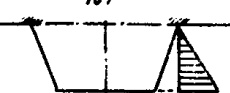
荷載示意图	及反力示意图				
	 150 ₁	 150 ₂	 150 ₃	 150 ₄	
	 150 ₅	 150 ₆		 150 ₇	 150 ₈
	 150 ₉	 150 ₁₀		 150 ₁₁	 150 ₁₂



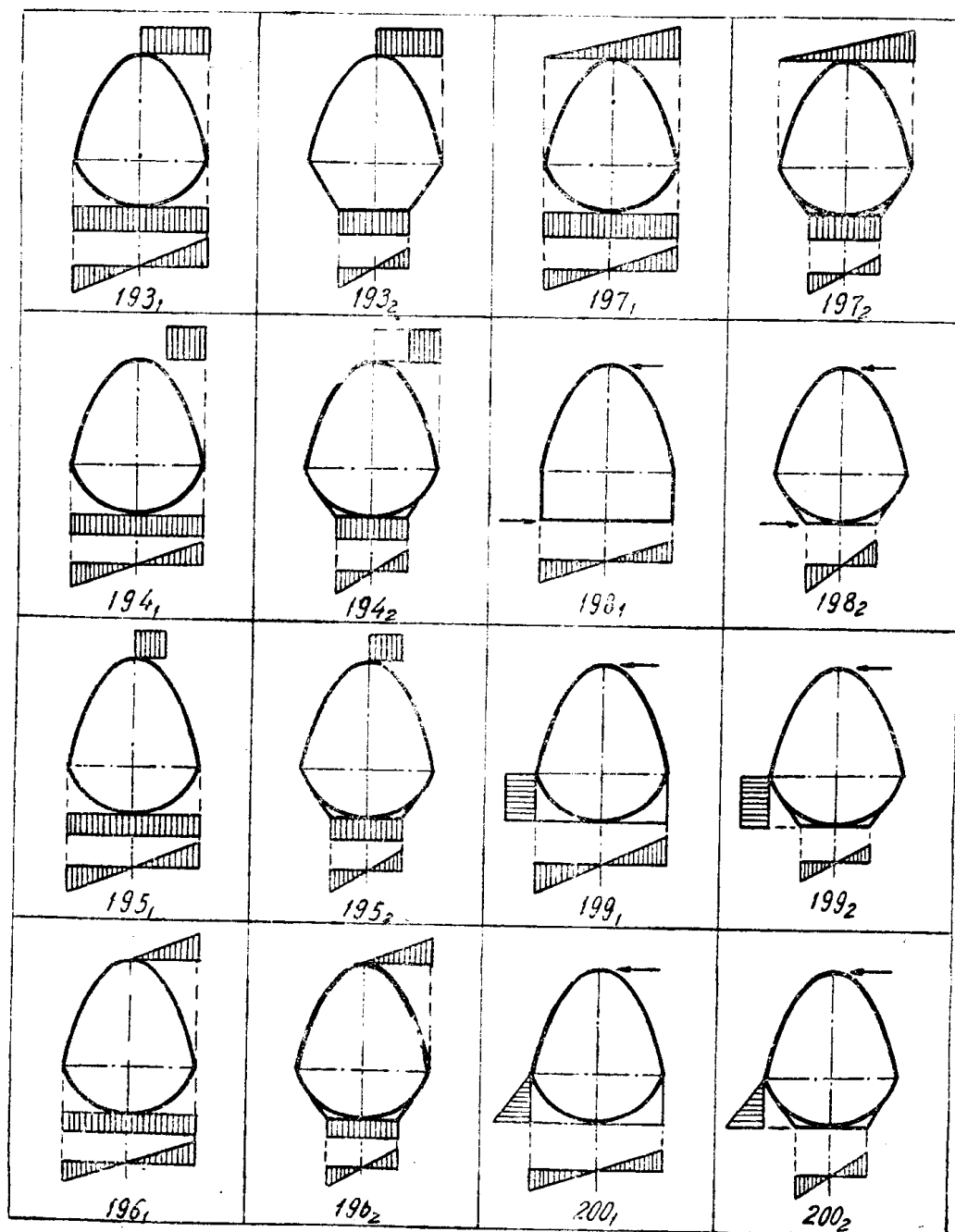
1. 某些荷载基本系数的辅助表格 (表155—172)

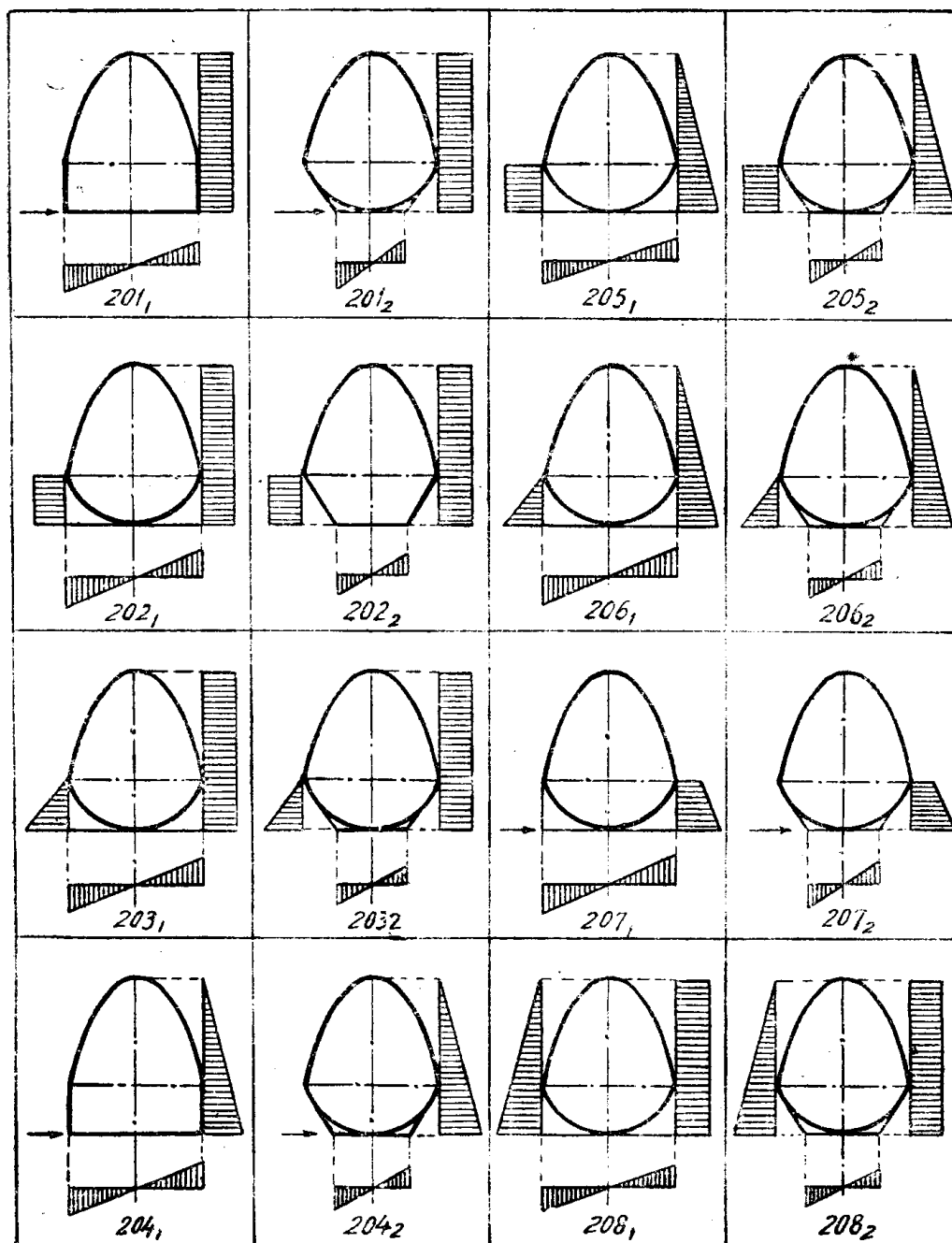
下部结构形状及荷载图形	筒拱形	表 号
	抛物綫筒拱椭圆形筒拱 圆形筒拱	155 156 157
	抛物綫筒拱椭圆形筒拱 圆形筒拱	158 159 160
	抛物綫筒拱椭圆形筒拱 圆形筒拱	161 162 163
	抛物綫筒拱椭圆形筒拱 圆形筒拱	164 165 166
	抛物綫筒拱椭圆形筒拱 圆形筒拱	167 168 169
	抛物綫筒拱椭圆形筒拱 圆形筒拱	170 171 172

2. 由直綫構件組成下部結構的基本系數表

水 平 板	直 壁 框 架	斜 壁 框 架
 173	 175	 184
 174	 176	 185
	 177	 186
	 178	 187
	 179	 188
	 180	 189
	 181	 190
	 182	 191
	 183	 192

3. 平衡反力示意图 (表193—208)





緒 言

当設計管道、干管、公路涵管以及类似的結構物时,通常遇到曲綫外形的靜力計算。这些計算实質上并不复杂,但在演算上却非常困难。

筒拱和曲綫外形的閉合管的計算圖表,是为了使花費在靜力計算上必需的时间 and 劳动量尽可能地簡化和縮減到最小限度。

用普通的靜力計算方法計算拱、筒拱及閉合管形时,时间和劳动力的巨大消耗与所設計的結構物的价值和用途比較,往往显得很不合理,必須完全放棄大致精确的(更正确地說:假設的精确)計算,而采用經驗公式,或者在計算中采用某些簡化方法,使所得到的結果非常可靠。

作者在將近四十年的实际工作中曾多次碰到这一类的問題。

早在 1908 年,作者便作出筒拱和拱的計算方法,这方法与梅尔什 (Мёрш) 的普通方法比較,在同样的精确程度下大大縮減了計算的手續。例如,拟制不大涵管的設計所需要的时间,可能只要 3~5 天,如果按照梅尔什的普通靜力方法来計算閉合結構所需要的时间不少于二星期。

但是除了上述用普通靜力方法計算筒拱和閉合管形时,在时间的巨大消耗上不相称以外,这方法像作者在 1908 年所作出的方法一样,具有这样的缺点,即最后所得的計算結果無从比較,不能使人深信有無重大的算术錯誤存在。

最后的情况促使作者轉为編制筒拱和曲綫管形的現成計算表格,正如已有的計算框架的表格一样。这些表格不仅有可能把計算必需的时间縮短数倍,而且可以保証在大多数情况下沒有算术錯誤。此外,表可預先与許多方案比較,并可選擇在靜力方面最有利的閉合管形或筒拱的形式。

計算表分为三章:

1. 固定在剛性支座上的筒拱的計算;
2. 固定在彈性支座上的筒拱的計算;
3. 曲綫和混合外形的閉合管的計算。

此外,在附录中还有輔助和附加表。

在表格中,考虑到以下几种筒拱的曲綫形式:

- 1) 拋物綫形筒拱;
- 2) 橢圓形筒拱;
- 3) 圓形筒拱。

拋物綫形筒拱的表有 9 种的 f/L 比值(筒拱矢高对筒拱跨度的比值):

$$f/L = 0.2; 0.3; 0.4; 0.5; 0.6; 0.7; 0.8; 0.9; 1.0.$$

橢圓形筒拱的表有 11 种的 f/L 比值:

$f/L=0.2; 0.3; 0.4; 0.5; 0.6; 0.7; 0.8; 0.9; 1.0; 1.1; 1.2。$

圓形筒拱的表有 5 种 f/L 比值:

$f/L=0.1; 0.2; 0.3; 0.4; 0.5。$

当 f/L 为中間比值时,無論是未知数的最后值(剛性支座的筒拱)或者是未知数的基本方程式中的系数,均用插入法。

所提出的計算表,不仅完全可以运用在拋物綫形、橢圓形及圓形筒拱中,而且对其他平順曲綫形式也可以运用。在后一种情况下,計算值的最后数值或者在基本方程式中的系数数值,系沿曲綫的矢高在筒拱跨度的 $1/4$ 处采用插入法求得。

曲綫和混合外形的閉合管形,应考虑以下几种形式:

1. 上半部管形——筒拱, 下半部管形——反筒拱;
2. 上半部管形——筒拱, 下半部管形——支座部分为直綫的反筒拱, 其寬度等于筒拱半跨;
3. 上半部管形——筒拱, 下半部管形——水平板;
4. 上半部管形——筒拱, 下半部管形——倒矩形框架;
5. 上半部管形——筒拱, 下半部管形——倒梯形框架。

表格上規定以下各种荷載示意圖:

- 1) 对称豎向荷載(9 种示意圖);
- 2) 对称水平荷載(3 种示意圖);
- 3) 單边豎向荷載(6 种示意圖);
- 4) 單边水平荷載(4 种示意圖)。

全部考虑了 22 种筒拱或管形的荷載方法。

第一章的計算表(剛性固定的筒拱),对于每一种荷載方法和一定的筒拱形式,均給予三个作用在筒拱左基处(A 点)的靜不定反力:

	对称荷載	單边荷載
对于豎向反力 A_A	A_A	A'_A
对于力矩 M_A	M_A	M'_A
对于推力 H_A	H_A	H'_A

此外,表中还列出在 K 点作用于筒拱右半边的相应內力 A_K 、 M_K 及 H_K 的数值。

在第二章(固定在彈性支座上的筒拱)的表中,只給予确定未知数 A_A 、 H_A 及 M_A 或 A'_A 、 H'_A 及 M'_A 的三个基本方程式的最后式子。因为这几种算式过分复杂,应預先用支座彈性系数表来計算;把所有系数代入方程式后,方可从其中求得未知数 A_A 、 H_A 及 M_A 或 A'_A 、 H'_A 及 M'_A 。

在第三章中(閉合管形),由于管形的上部和下部未知数的个别系数的对称关系,表中作出的所有未知数的計算式子的最后形式,系决定于管形及其上所采用的荷載圖形。此外,在表中引出上筒拱頂(K 点)、下筒拱頂(K' 点)及右基 B 的內力的算式。

在 373 个表总数中,属于基本計算表的列在下面:

第一章(剛性固定的筒拱)(表 1~66)

第二章(彈性固定的筒拱)(表 67~132)

第三章(閉合管形)(表 133~154)

其余的表包括在附录中,是这三章的輔助和附加表格:

- 1) 筒拱某些荷載方法的基本系数的輔助表格(表 155~172);
- 2) 由直綫構件組成的結構物下部系数的輔助表格(表 173~192);
- 3) 閉合管形的均布反力示意圖(表 193~208);
- 4) 几何数据的輔助表格(表 209~211);
- 5) 超靜定未知数的系数 a 、 b 、 c 的一般算式的附加表格 212~214;
- 6) 豎向或水平荷載已知項的系数 q 和 r 一般算式的附加表格 215~224;
- 7) 不同厚度拱壁的筒拱修正系数的附加表格(表 225~250)。

列在附加表 225~250 中所有系数的一般算式,是屬於从筒拱的拱基到筒拱頂的厚度具有任意变化規律的筒拱;在第二章基本表格中的系数值,以及第一章未知数的系数值,都屬於均匀厚度的筒拱($\delta = \text{常数}$),当筒拱厚度为其他变化規律时,全部系数值應該編制特殊的計算表格。

在平滑外形筒拱基与筒拱頂的厚度差別很大的情况下,作者建議对于固定在剛性支承上的筒拱(第一章),可以利用附加表格中所給的修正系数(表 238~250)。

这些表系当筒拱的厚度由頂到基为直綫变化規律时,以及在下列三种筒拱厚度变化的情况下而編制的。

$$\delta_n : \delta_k = 2 : 1;$$

$$\delta_n : \delta_k = 1.5 : 1;$$

$$\delta_n : \delta_k = 1 : 1.5。$$

式中: δ_n ——筒拱的拱基厚度, δ_k ——筒拱頂的厚度。

在固定在剛性支座上的筒拱中,由均匀厚度的筒拱中所得的多余未知数的計算数值;乘以表 238~250 所給予的与 $\delta_n : \delta_k$ 比值有关的修正系数。当 $\delta_n : \delta_k$ 比值为中間值时,修正系数按插入法采用。

对于固定在彈性支座的筒拱(第二章)和閉合管形(第三章),当平滑外形筒拱的厚度在筒拱頂与筒拱基的差別不大于 15~20% 时,多余未知数的确定可以利用均匀厚度筒拱的基本表中所給予的系数 a 、 b 、 c 、 q 及 r 值。

当这个差別超过 15~20% 时,必須利用附录表格內的公式,事先計算出与所給筒拱的曲綫形式、所采用的荷載形式以及筒拱厚度变化規律适合的全部新的系数值。

为了簡化計算,在附加表中(表 225~233)給予三种筒拱厚度变化情况下的 多余未知数 a 、 b 、 c 的新系数值(与所采用的荷載形式無關):

$$1. \quad \delta_n : \delta_k = 2 : 1; \quad 2. \quad \delta_n : \delta_k = 1.5 : 1;$$

$$3. \quad \delta_n : \delta_k = 1 : 1.5。$$

此外,为了簡化荷載頂 q 和 r 系数的計算,在附加表中(表 234~237)为 $\delta_n : \delta_k$ 比值的三种变化情况,給了筒拱的計算構件換算長度值,即拋物綫形、橢圓形及圓形筒拱的

$$\frac{s_n}{L} \frac{J'_1}{J_n} \text{ 值, 以及 } \frac{m_n}{f} \text{ 和 } \frac{m_n}{L} \text{ 值(仅决定于筒拱的曲綫形式)}。$$