

小型涵閘的技术革新

水利电力出版社編

水利电力出版社

編 者 的 話

这本小冊子共包括六篇稿子，大部分是从各省的水利刊物上选来的。其中有用当地燒制的型磚修建放水涵洞的經驗；小型水庫双向轉动閘門及涵洞尺寸的选择与閘門的安裝、混凝土双向轉动閘門的設計与施工、悬臂盖搭式閘門的構造与計算。

本小冊子內收集的一些經驗，我們主觀地認為是值得各地參考的，但限于我們的业务水平，尚希讀者指正。同时更热忱地希望各地从事农田水利工作的同志多多給我們写稿，使得各地在大跃进中創造的先进水利技术，能及时在全国範圍內进行交流。

目 錄

小型水庫放水涵管及排灌涵洞的新型結構·····	鍾 云(3)
小型水庫双向轉動閘門及其涵洞的尺寸選擇·····	馮 申(9)
怎样安裝双向轉動閘門·····	湖南省水利厅农田水利处(18)
混凝土双向轉動閘門·····	郭乃成(25)
木制滾筒式閘門的設計与 施工·····	謝錚銘 周榮庚 夏永康 李京翰(27)
悬臂盖搭式閘門介紹·····	龔力謙(38)

小型水庫放水涵管及排灌涵洞的新型結構

鍾 云

吳川县农村經過社会主义大辯論后,出現了空前未有的、以小型为主的水利高潮。为了實現1958年消灭旱灾和平均亩产 800 斤的任务,数以千計的山塘水庫、平塘、渠道網在丘陵和平原上修建着。由于工程数量的激增,修建小型建筑物的水泥、瓦管及技工都无法滿足工程的需要;許多山塘、平塘、土壩做好后,但却等着安裝涵洞;大部分地区的支渠(斗渠)完成了土方,等待着安裝斗門。工程拖尾巴,羣众意見很大。

在这种情况下,我們大胆地設計了一种半圓孔磚和四鉸磚,用以砌結小型水庫放水涵管和渠道上的小型排灌涵洞。这一建議得到党委的大力支持,在我县坡头乡自行燒制,并在全县推广使用。由于这种新型結構具有物美价廉、施工方便、能大量生产、節約水泥木材等优点,因此普遍受到羣众的欢迎,現特將此种結構介紹如下:

(一)磚型(見图 1)(耐压强度 $R=220$ 公斤/平方公

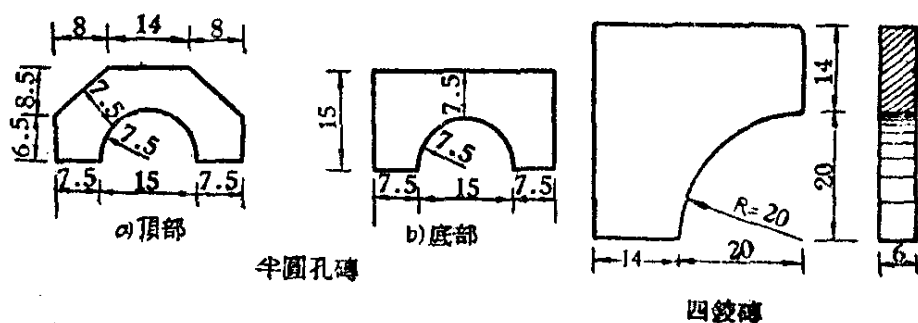


图 1

分)

由于手工业生产能力的限制，目前半圓孔磚只燒兩種規格：一種半圓孔內跨徑為15公分，一種內跨是12公分。邊緣至內圓周距為7.5公分，磚厚為6公分，長邊為30公分，短邊為15公分。四鉸磚只燒一種規格，兩邊各長34公分，邊緣至圓周距為14公分，圓半徑為20公分，四個四鉸磚合成的涵洞內徑跨度是40公分，磚厚也是6公分。兩種磚的磚角均削撇去一公分以利勾縫。

(二)施工及安裝(見圖2)

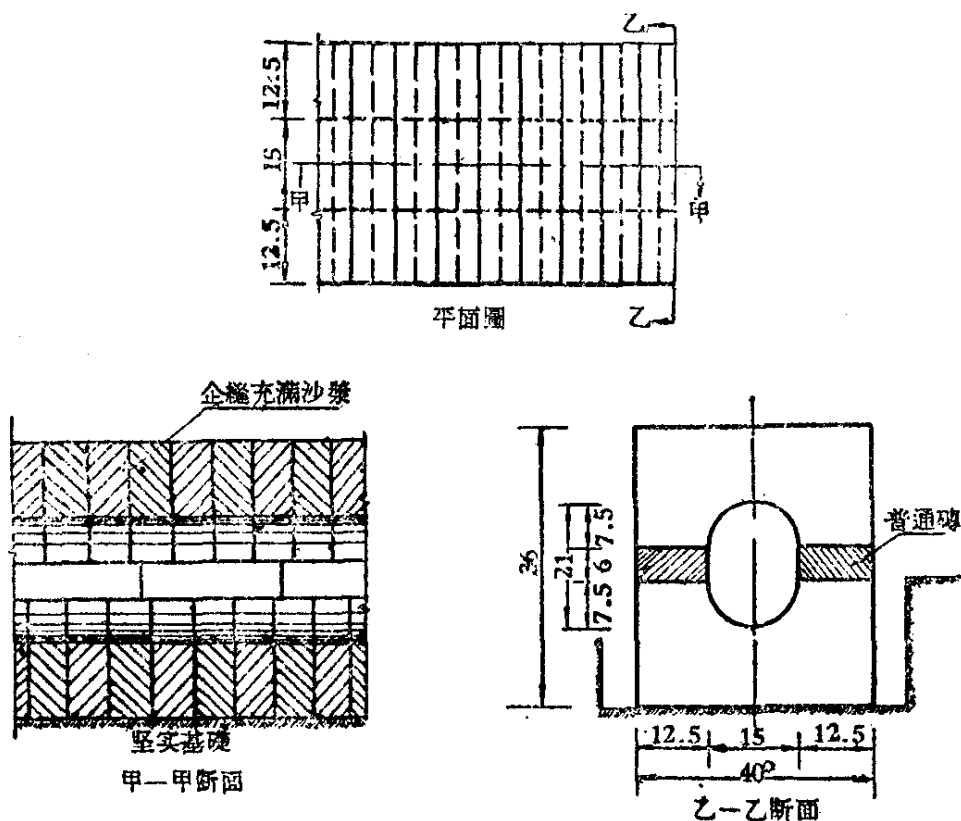


圖2 半圓孔磚涵的砌結

說明：1. 用25#水泥粘土沙漿砌(或1:2石灰沙漿砌，1:3水泥沙漿勾縫)；

2. 單位：公分；3. 灰縫厚<1公分。

以半圓孔磚、四鉸磚單獨使用或結合普通磚塊使用，可根據工程流量的大小而靈活拼湊使用。為了節約水泥，小型工程均以25標號水泥粘土沙漿砌結；如在基坑干燥的情況下，則用1:2石灰沙漿砌結，1:3水泥沙漿勾縫（內外均勾）或沙漿批蕩。

以半圓孔磚或四鉸磚砌結小型水庫的平管和渠道上小型的輸水、泄水涵洞，與砌筑普通的磚石拱涵、瓦管無大區別。在建有截水設備、經過夯實處理的基礎上，在基坑內放樣後，用座漿法先砌結好半圓孔磚或四鉸磚涵洞的下半部，接着勾縫，然後再砌結涵洞的上半部（上下的磚塊應交錯砌結，並按一般涵洞設置沉陷縫），由於管徑小，在砌結上半部時，涵內的勾縫或批蕩應邊砌邊進行，勾縫應勾平縫，批蕩的沙漿厚約1公分。砌結的沙漿稠度要適宜，磚塊在砌結前應充分浸濕以增強粘結力。砌結後待灰漿凝固便可用粘土分層夯填包實涵身（最好是在涵外塗抹熱瀝青2~3道壓以粗沙，然後填筑粘土）。

為了適應各種過涵流量的要求，灌溉千畝以下的工程，可在兩個半圓孔磚間插入普通的磚塊（單隅）以擴大涵管斷面；或以普通的磚石砌結底板和側牆，而以半圓孔磚、四鉸磚蓋頂。灌溉一千至二千畝的工程，可以四鉸磚全部或配之以一部分普通磚塊砌筑涵身。如欲再增大流量，可緊貼着並排安裝二孔或多孔（見圖3）（流量計算可按水力學計算）。

小型水庫的放水設備，亦可以半圓孔磚及普通磚結合砌成斜涵（見圖4）。底板及側牆可用半圓孔磚及普通磚砌成；帶有放水孔的盖板部分應預制後再安上，其法可以兩個半圓孔磚相對鋪平，在湊成的圓孔中間安置放水孔母模（即木塞），上面澆搗一層140級的混凝土，使孔唇澆成一條凹

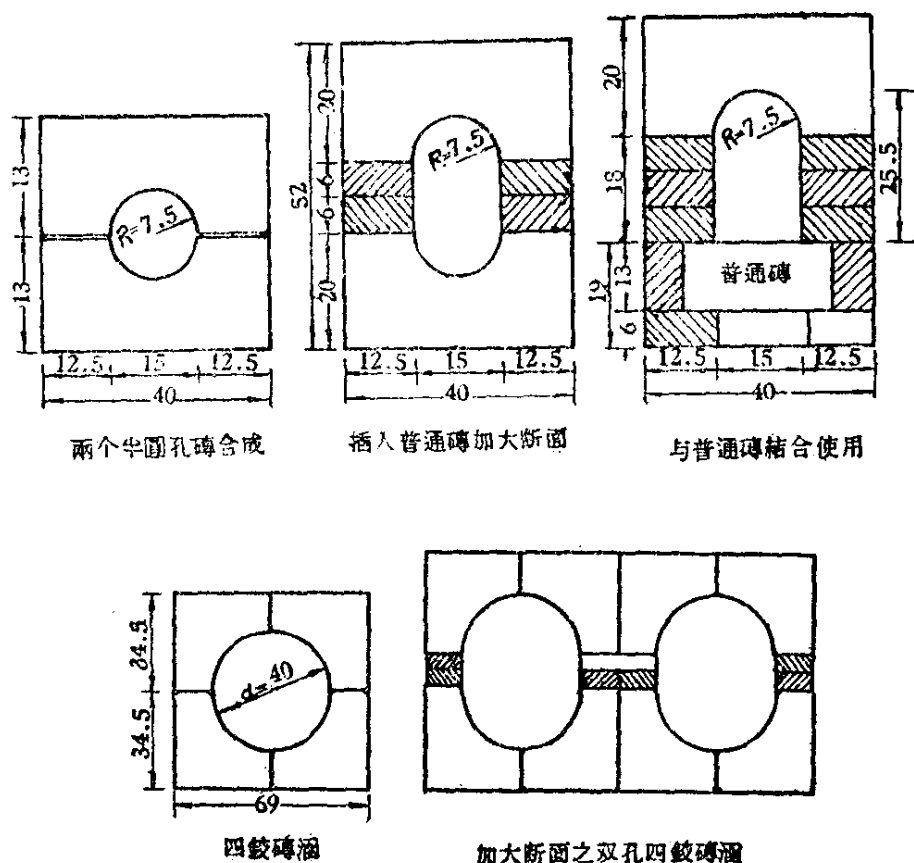


图3 各种砌法的涵管断面

槽，使将来关水时插入木塞后能封填粘土防漏。不带放水孔的斜涵盖板，可以普通砖块或石板砌结，复盖以石灰三合土和沙浆批荡以防渗漏（见图4）。

经过计算，15公分直径的半圆孔砖砌涵洞，在填土12公尺以下、40公分直径的四铰砖涵在填土8公尺以下的情况下是安全可靠的。此种结构不象安装瓦管或混凝土管时建造费工费料的管座及瓦管的包裹。不象一般圪工结构那样需要开挖宽阔的基坑（特别是安装多孔时），而且砌筑技术非常简单，不象建造混凝土管或其他圪工结构那样复杂，群众容易掌握，人人会做。半圆孔砖及四铰砖的烧制方法与普通砖的

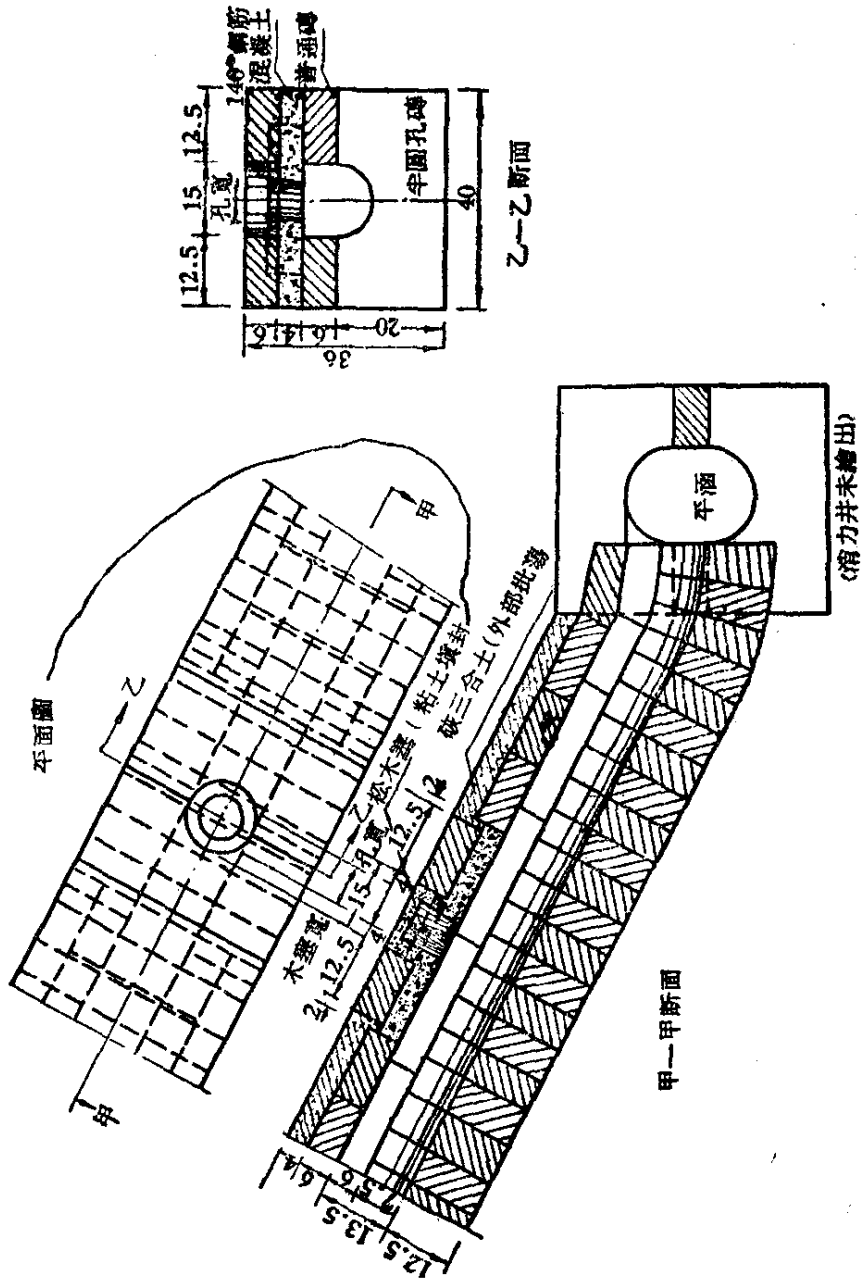


图 4 放水斜管图

燒法一样，也不象瓦管那样一根管坯要分三天做，燒制时又容易变形，运输及填夯时又容易损坏，因而能“处处燒，处处用”大量生产，比瓦管的生产快而又省。

現以吳川县的工料价格，进行各种形式的單位長度的涵身單价分析比較如下表：

各种結構的每公尺週身單价分析比較表

表 1

表 2

材 料 名 称	單 位	單 价 (元)	1:2:4 石灰 三合土包瓦管 (15cm ϕ)		25# 水泥粘土 沙漿砌半圓孔磚 (15cm ϕ)		140# 混凝土 (40cm ϕ ×8cm厚) 石灰三合土管座		25# 沙漿砌石及 混凝土蓋板箱涵 (40cm×40cm)		25# 沙漿砌四角 磚涵(40cm ϕ)	
			定額	复价	定額	复价	定額	复价	定額	复价	定額	复价
15cm ϕ ×60cm瓦管	个	1.4	1.6	2.24	30	2.4						
15cm 跨半圓孔磚	块	0.08									60	3.6
四角磚(15×40cm ϕ)	块	0.06			6	0.72	36	4.32	48	5.76	18	2.16
400# 水泥	公斤	0.12	2	0.24			110	3.30				
石 灰	市斤	0.03	55	1.65								
粘 土	市斤	0.004			10	0.04			31	0.124	28	0.1×12
碎 石	公方	8.0	0.225	1.8			0.48	3.84	0.085	0.68		
块 石	公方	6.0							0.65	3.90		
粗 沙	公方	1.0	0.13	0.13	0.05	0.05	0.30	0.30	0.24	0.24	0.16	0.16
模板(复用5次計)	平方	5.0					0.6	3.00	0.2	1.00		
材 料 費 小 計				6.06		3.21		14.76		11.704		6.032
泥 水 技 工	工	1.6	0.02	0.032	0.12	0.192	0.2	0.32	0.5	0.8	0.5	0.8
普 通 工	工	0.8	0.04	0.032	0.24	0.192	0.4	0.32	1.0	0.8	1.0	0.8
木 工	工	1.8					0.8	1.44	0.15	0.27		
民 工	工	0.7	0.4	0.28			2.0	1.40	3	2.10	2.0	1.4
基 本 工 資 小 計				0.344		0.384		3.48		3.97		3.00
合 計				6.404		3.594		18.24		15.674		9.032

从上表說明：采用半圓孔磚砌涵管，造价比目前广东認為最經濟的 1:2:4 石灰三合土包瓦管還要經濟 44%，而四鉸磚涵，造价比磚石混凝土盖板箱涵降低 73%，比混凝土管（連管座）降低 102%。从節約水泥方面来看，四鉸磚涵比后兩者减少水泥 100~267%。節約木材全部。

此外，這兩种新型磚块还可以用在渠下涵小型渡槽、翻水管、公路小型泄水涵洞及抽水机固定的出水管工程上；在民用建筑方面，还可广泛地用作住宅的地下水道、欄杆、窗戶、花飾、集雨槽（以立柱的形式接排屋頂雨水，美观耐用）等，希望有关方面，研究改进和加以推广。

小型水庫双向轉動閘門及其 涵洞的尺寸選擇

馮 申

在今年 9 月份的全省农田水利工作會議上，陈列有一具鉄質双向轉動閘門，那就是浙江省的小型水庫所广泛采用的一种放水設備。与会的同志們对它極感兴趣，各县紛紛委托省厅訂制。为了便利各地使用这种工具，茲編制一些有关其尺寸選擇方面的图表，供大家参考。

关于图表的使用方法

一、閘門放水圓孔直徑的選擇

放水圓孔的直徑，一般应根据灌区供水須經常保持的流量和水庫蓄水深度的变化，以及庫容的形狀等情况，作全面的考虑后選擇。

例：某水庫壩高10公尺，最大水深8公尺，滿足灌區需水要求應通過的流量為0.2秒公方，求閘門放水圓孔的直徑？

水庫的最大水深雖有8公尺，但打開閘門放水後，蓄水位就會逐漸降低。水頭的逐漸降低，孔口流量也就相應地跟着減小，就會逐漸不能滿足灌區的需水要求。因此，在決定放水孔口直徑時，不能按最大蓄水深度去選擇，而應根據水庫的具體特點，選擇一個適當的水深（水頭），作為決定放水圓孔直徑的依據。根據浙江省的經驗，一般是採用水深1~3公尺，作為選擇放水圓孔直徑的依據。本例題假定選用水深2公尺，則可查“流量-放水圓孔直徑-水深關係曲綫圖”，首先由縱坐標查出代表水深2公尺的水平直綫，再在最下面的橫坐標綫上查出代表0.2秒公方的垂直直綫，這兩根直綫相交處的曲綫，就是我們所要查找的曲綫。它就會告訴我們關於放水圓孔直徑的尺寸。但在有些情況下，所查的水平直綫與垂直直綫的交點，不一定都在曲綫上，這就只能得到一種近似值。本例題的情況就是這樣，其交點落在直徑25公分及30公分的曲綫之間。遇到這種情況，本應選用較大的直徑，但本例之交點與直徑25公分的曲綫靠得近些，所以採用25公分。在這種情況下，如果水深已不足2公尺時，則灌區需水要求已不能滿足；相反地如果水深超過2公尺時，則通過涵洞的流量將大於0.2秒公方，這就有使涵洞破裂的可能。所以在水深超過決定放水孔口直徑時所選擇的水頭時，要放水只能把閘門打開一部分，這部分究竟有多大，可由涵洞出水口斷面的過水深度來決定。在圓形涵洞，正常水深一般是該涵洞直徑的75%，即圓涵直徑若為1.0公尺，則其正常過水深是0.75公尺。方形箱涵的正常過水深一般是涵高的80%，假如超過上述標準，就很容易出事故。故在放水時，

应徐徐轉开閘門，并应派人到出水口丈量过水深度，至規定尺寸时，就不要再开大了。

二、涵洞大小的决定

輸水涵洞，一般有圓形、方形兩種，本文也依此制訂兩種曲綫，这里仍沿用前面例題情况进行闡述。

1. 采用圓涵

决定圓涵直徑大小的条件，是通过該涵洞的流量和底坡坡降。流量已知是 0.2 秒公方。底坡坡降一般有 $\frac{1}{100}$ 、 $\frac{1}{150}$ 、 $\frac{1}{200}$ 三种，这里采用 $\frac{1}{100}$ 为例，查“圓形涵洞流量-坡降-直徑关系曲綫图”，由最下面一根横坐标查出流量 0.2 秒公方，沿該点垂直向上交于 $\frac{1}{100}$ 坡降的曲綫，沿該交点成水平向左交于最左边的一根垂直坐标上，这一交点在 0.42 处，即我們所求之圓涵直徑为 0.42 公尺。为了施工便利或迁就于已制成的水泥管，也可改为 45 公分；但只許加大不容减小。

2. 采用方涵

本文系采用寬度与高度相同的箱涵，其尺寸的大小，可由“涵洞底寬-流量-坡降关系曲綫图”查出。方法与圓涵相同。

三、进水口底座尺寸的决定

进水口底座尺寸，应按閘門地脚螺絲来决定。若进水口底座位置和涵牆位置不适应时，尺寸可酌予变更，但只能加大，不能减小。上例的閘門放水圓孔直徑为 0.25 公尺，由进水口定型設計图可查得进水口底座至少应为 0.75×1.00 公尺。底座如何在盖板上澆筑，盖板在放水孔下如何安砌，大家可参考下面的示意图：

說明：

1. 因轉動閘門橫杠角鐵受市場限制，內徑20、25、30、45公分的閘門所可承受的水頭不得超過7、8、11公尺。故本設計僅在上述各個水深範圍以內。

2. 60公分內徑閘門擬待取得閘門的使用經驗後，再行推廣，暫不制繪定型設計圖。

3. 涵管仍按一般情況根據定型設計圖決定其結構尺寸。

表 1	底 座 尺 寸 表				單位：公分	
閘 門 內 徑	A	B	G	G	E	F
20—30	100	40	60	75	25	50
45	150	50	100	100	40	60
60	190	60	130	120	45	65

表列尺寸是根據閘門地腳螺絲位置決定的，如底座位置和涵牆配合得不好，尺寸可酌予更改，但只可加大，不可改小。

曲綫計算的依據

1. 流量-閘門放水圓孔直徑-水深關係曲綫圖
公式

$$Q = \mu \omega \sqrt{2gh}$$

式中 Q ——流量，以秒公方計；

μ ——流量係數，這裡採用 0.62（係根據四川省水

利厅水工試驗結果)；

ω ——放水圓孔的断面积，以平方公尺計， $=\frac{\pi D^2}{4}$ ；

g ——重力加速度，即9.81公尺/秒²， $\sqrt{2g}=4.43$ 公尺/秒^{1/2}；

h ——水深，以公尺計。

$$Q=0.62 \times 4.43 \times \omega \sqrt{H} = 2.75 \omega \sqrt{H}$$

由上式，在水深1~11公尺、閘門放水圓孔直徑為0.2~0.6公尺時的流量及其相互關係可列成下表：

表 2

D	0.2	0.25	0.3	0.45	0.6
ω	0.0314	0.0491	0.0707	0.159	0.283

表 3

H	0.2	0.25	0.3	0.45	0.6
1	0.0864	0.135	0.194	0.437	0.777
2	0.122	0.191	0.275	0.618	1.10
3	0.149	0.234	0.337	0.756	1.346
4	0.1728	0.270	0.389	0.875	1.555
5	0.1925	0.302	0.434	0.975	1.737
6	0.2116	0.331	0.476	1.07	1.905
7	0.228	0.358	0.515	1.155	2.06
8	0.2443	0.382	0.55	1.236	2.20
9	0.259	0.405	0.583	1.31	2.33
10	0.273	0.427	0.615	1.38	2.46
11	0.287	0.448	0.645	1.45	2.58

由上表制成下图：

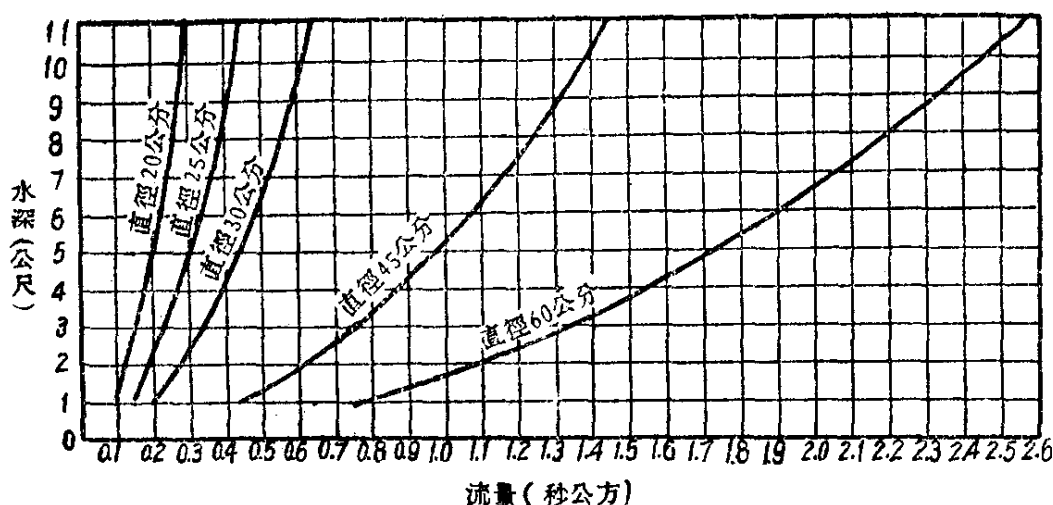


图2 流量-閘門放水圓孔直徑-水深关系曲綫

2. 圓形涵洞流量-坡降-直徑关系曲綫图計算圓形涵洞流量公式

$$Q = AK_0 \sqrt{i}$$

式中 Q ——流量以秒公方計；

$$A = \frac{Q}{Q_0} \left(\frac{\text{管中未全滿水时的流量}}{\text{管中全部充水时的流量}} \right);$$

i ——涵管底坡降；

K_0 ——泄水管全部充滿水时（在 $h=d$ 时）的流量率，其值可由如下公式決定：

$$K_0 = \frac{Q_0}{\sqrt{i}} = \omega_0 C_0 \sqrt{R_0}$$

在計算 K_0 值时，如 $n=0.013$ ，可由第二版柯莫夫水力学第 264 頁的表中查出。

至于圓管的充水度 a 亦可参考前書，由下列範圍決定：

对于圓管直徑 $d=0.15 \sim 0.3$ 公尺，則 $a=0.60$

$d=0.35 \sim 0.45$ 公尺，則 $a=0.70$

$d=0.50\sim 0.60$ 公尺, 則 $a=0.75$

$d=0.60$ 公尺以上, 則 $a=0.80$

如上所述, 在涵管直徑 $0.2\sim 1.0$ 公尺和 $\frac{1}{100}$ 、 $\frac{1}{150}$ 、 $\frac{1}{200}$ 三種坡降時的流量, 可列成下表:

表 4

D (公尺)	a	A	K_0	Q		
				$i=\frac{1}{100}$	$i=\frac{1}{150}$	$i=\frac{1}{200}$
0.2	0.60	0.672	0.328	0.022	0.018	0.0156
0.3	0.60	0.672	0.967	0.065	0.053	0.046
0.4	0.70	0.838	2.083	0.175	0.143	0.124
0.5	0.75	0.913	3.776	0.344	0.281	0.246
0.6	0.80	0.98	6.140	0.602	0.492	0.426
0.7	0.80	0.98	9.262	0.908	0.741	0.632
0.8	0.80	0.98	13.22	1.300	1.061	0.920
0.9	0.80	0.98	18.10	1.773	1.447	1.253
1.0	0.80	0.98	23.98	2.350	1.920	1.660

由上表可繪出下图:

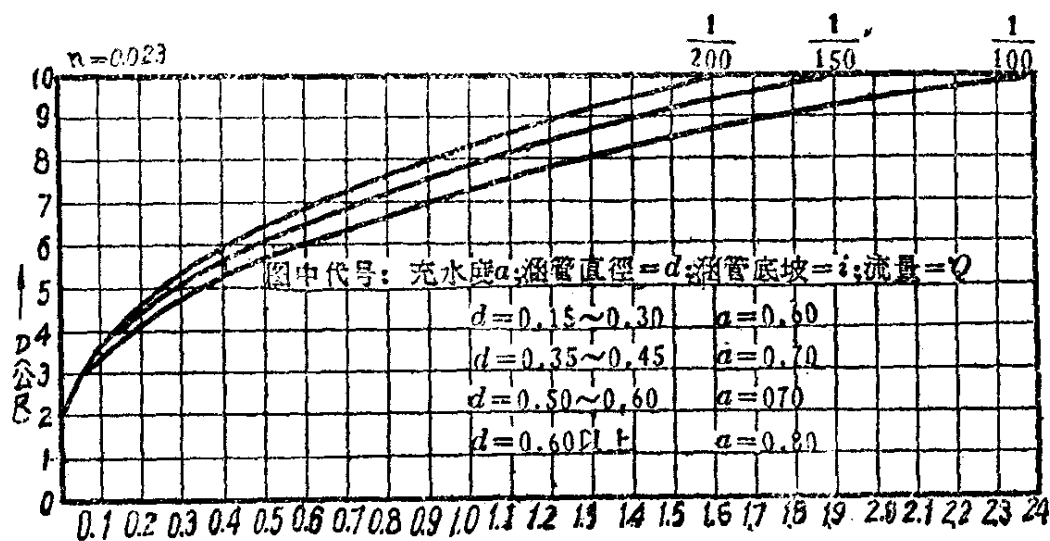


图 3 圓形涵洞流量-坡降-直徑关系曲线