

85491

館
閱
讀

高等學校教學用書

水工結構設計

Е. А. ЗАМАРИН 著

莫斯科水利工程學院中國研究生譯



龍門聯合書局

512
5/4474.3

高等學校教學用書



水工結構設計

E. A. 薩馬林院士著
莫斯科水利工程學院
中國研究生合譯

龍門聯合書局

本書係根據蘇聯農業出版社(Государственное издательство сельскохозяйственной литературы)出版的薩馬林院士(Е. А. Замарин)著“水工結構設計”(Проектирование гидротехнических сооружений)1952年第三版譯出。原書經蘇聯高等教育部審定為水利學院及水利系教科書。

本書所闡述的主要是灌溉系統及中小型水力發電站中各種水工建築物的設計方法。不僅敘述了個別水工建築物的設計計算方法，還廣泛討論了各種水工建築物的組合佈置，討論了水工設計中必須考慮的地質、水文等自然條件，施工的程序和管理上的要求；而且對水工結構設計中一些不易解決的水力學問題，提供了新的計算方法；其中許多是著者所獨創而又為蘇聯水工界所普遍採用的。

本書由莫斯科水利工程學院中國研究生翻譯。著者薩馬林院士現任該學院水工結構教研室主任，刻正就原書第三版進行修正和補充，準備重印第四版。俄文第四版尚未脫稿付印，譯者特根據原著者意見，在許多地方已按照即將付印的原書第四版作了適當的修正和補充。

水 工 結 構 設 計

ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Е. А. ЗАМАРИН 著

莫斯科水利工程學院中國研究生合譯

★版權所有★

龍 門 聯 合 書 局 出 版

上海市書刊出版業營業許可證出 029 號

上海茂名北路300弄3號

新 華 書 店 總 經 售

華 文 印 刷 局 印 刷

上海濟寧路143弄4號

開本:850×1168 1/32 印數:11,001—12,800 冊

印張:10 2/32

1953年12月第一版

字數:276,000

1956年7月第二次印刷

定價:(10)1.20元

目 錄

緒論	1
----------	---

第一章 建築物的水工計算 瞿興業譯 許志方校

1. 計算透水層不深的基土上的水叩厚度	5
2. 沿底滲流直線比例法	5
3. 流網法	8
4. 滲流的速度和流量	12
5. 校核透水層極深的基土上的水叩厚度	13
6. 決定跌水的前坦和水叩的尺寸	15

第二章 灌溉系統中的分水閘 方 文譯 陳濟生校

1. 設計任務	18
2. 結構的選定	19
3. 水力學計算	20
4. 懸浮質的運輸	25
5. 水叩與邊牆	28

第三章 幹渠上的分水樞紐 方 文譯 陳濟生校

1. 設計任務	32
2. 分水樞紐的結構	34
3. 壅水閘和分水閘的水力學計算	36
4. 渠道波瀾檢查	37
5. 洩水閘的水力學計算	40

第四章 渠道上的倒虹吸管 劉 漢譯 侯暉昌校

1. 設計任務.....44
2. 建築物的結構.....45
3. 水力學計算.....46
4. 木管的計算.....51

第五章 渠道底下的洩洪管 劉 漢譯 侯暉昌校

1. 洩洪管的構造.....55
2. 水力學計算.....55

第六章 灌溉渠道中的船閘 侯暉昌譯 許志方校

1. 設計任務.....63
2. 閘廂.....64
3. 閘廂之充水.....70
4. 閘廂之放水.....72
5. 船隻進出船閘.....73

第七章 實體(重力)壩 瞿興業譯 許志方校

1. 設計任務.....75
2. 壩的橫斷面.....75
3. 壩基應力的決定.....79

第八章 堆石壩 徐金城譯 左東啓校

1. 建築條件.....86
2. 壩的結構.....87
3. 隧洞.....90
4. 溢洪道.....93

第九章 土壩 徐金城譯 左東啓校

1. 設計任務.....96

2. 壩身基本尺寸的確定	97
3. 通過壩身的滲流計算	99
4. 壩坡穩定程度的計算	107
5. 壩基沉降的計算	110

第十章 附屬於土壩的洩水建築物 許志方譯 左東啓校

1. 建築物類型的選擇	112
2. 路線的選擇	112
3. 洩水閘	114
4. 二級梯式跌水	122
5. 附有入工糙度的陡坡	127
6. 懸臂跌水	132
7. 虹吸洩水道	140
8. 管式洩水道	147
9. 各種設計方案的比較	151

第十一章 附屬於土壩的放水管 侯暉昌譯 陳濟生校

1. 設計放水管的幾個方案	153
2. 塔式放水管	156
3. 塔的輪式閘門	163

第十二章 木壩 徐曾衍譯 方 文校

1. 設計任務	167
2. 水力學計算	168
3. 木壩的結構	171

第十三章 週期冲沙的沉沙池 左東啓譯 郭起光校

1. 設計任務	177
2. 底坡爲正坡的沉沙池	178
3. 沉沙池中冲沙	186

4. 底坡爲負坡的沉沙池	193
--------------------	-----

第十四章 山區渠首(平放欄柵式及垂放欄柵式)

左東啓譯 郭起光校

1. 設計任務	195
2. 平放欄柵式正面渠首	198
3. 垂放欄柵式側岸渠首	205
4. 兩種方案的比較	210

第十五章 有壩渠首的建築物樞紐 陳濟生譯 左東啓校

1. 設計任務及樞紐之管理條件	212
2. 渠首建築型式的選定	214
3. 沉沙池系統的選定	218
4. 渠首建築	224
5. 沉沙池	227
6. 沙漿道	233
7. 沉沙池池廂數目的選定	235
8. 壩	238
9. 水工及靜力學的計算	254
10. 水工樞紐的施工	258
11. 水工樞紐之管理	265

第十六章 不設沉沙池的無壩渠首 郭起光譯 陳濟生校

1. 設計任務	267
2. 進水閘的水力學計算	268
3. 波達波夫教授導流裝置	271

第十七章 設置多廂沉沙池的無壩渠首 郭起光譯 陳濟生校

1. 渠首樞紐的佈置	273
------------------	-----

2. 水流的不淤流速、容許流速和冲刷流速·····	279
3. 設計任務·····	283
4. 澄沙道淤澱的計算·····	287
5. 澄沙道冲沙的計算·····	290
6. 水工樞紐的管理·····	296
7. 渠首進水閘·····	300
8. 冲刷閘·····	301

附錄

重要人名、書名俄華對照表·····	304
譯名對照表·····	307
符號及單位對照表·····	311

緒 論

蘇聯共產黨第十九次代表大會所通過的第五個蘇聯發展五年計劃(1951—1955年)是我國在由社會主義逐漸過渡到共產主義道路上和平建設的最偉大的綱領。

在水力發電工程方面，計劃內擬定：在伏爾加河上，古比雪夫水電站將發電二百一十萬仟瓦，康姆、高爾基、明格却烏爾、烏斯奇-卡曼諾高爾及其他水電站共發電近二百萬仟瓦；展開斯大林格勒、卡霍夫和新西伯利亞水電站的建築工程；開始柴包沙爾、沃特金、布赫他爾明斯基及其他水電站的建設工程；並開始昂加拉河開發水能資源的工作。

在農業方面，今後的主要任務是提高所有農作物的收穫量；並在與牲畜產品量巨大增長的同時，進一步增加牲畜的頭數。

在農田水利方面，五年計劃內擬定：保證所有灌溉與排水土地的高度生產效率的利用；全面地過渡到具有臨時灌溉渠道的新灌溉系統；增加灌溉土地的面積到30—35%；增加排水土地的面積到40—45%。

列寧伏爾加河-頓河運河，偉大共產主義建設的第一個成就，一九五二年在其地區內首先有數十萬公頃土地已開始灌溉和給水。

一九五三年在伊兒頓歇河上的烏斯契-卡門諾葛爾斯基水工樞紐已開始利用，它附有巨大的水利發電站與通航船閘。右葉可爾倫客斯基灌溉與給水渠道第一期工程已經結束，開始放水；在中央黑土帶地區內有若干個灌溉系統已經開始工作。

一九五三年蘇聯共產黨中央委員會九月中央全會“關於進一步發展蘇聯農業的方針”的決定是一個戰鬥綱領，它是爲了在最近兩三年內創造豐富的民用食品與大量的輕工業和食品工業的原料。“這個歷史性的決定是偉大共產主義建設計劃的一個不可分割的部分。這個計劃是蘇聯人民在蘇聯共產黨的領導之下以忘我的勞動來實現的。

無論是新建，或是重新恢復灌溉土地與給水區域，需要許多不同專業的幹部，需要許多水利工程師。因此我國高等學校正在大量培養各種優秀的專家。這本書就是爲了培養水利工程幹部，用作水工結構設計的教本的。

聯邦農業部，棉業部與水力發電部根據必要與充分的勘測研究資料，根據建築物的設計與概算，擬成各種章則和典型設計，水工結構的設計工作應依照這些章則和典型設計進行。

農田水利工程的設計工作，視建築物的重要性、規模大小及其他條件而分兩個步驟或三個步驟進行。

兩個步驟的設計包括附有經費概算的設計任務書和施工詳圖。在下列三種情況可按兩個步驟設計：(1)工程較小者，例如中央黑土地帶保證豐收區域的灌溉系統；(2)工程較大，但可能廣泛利用標準設計者；(3)工程很大，但根據各種文獻資料、各種專門勘查研究以及由附近工程建設中所獲得的知識，對該建築工程的自然、經濟條件已有詳盡的了解，較易選擇在技術上、經濟上唯一正確的決定者。

按三個步驟的設計是由：(1)附有經費概算的設計任務書，(2)附有總預算的技術設計書，及(3)施工詳圖三部分組成。在設計中，不可能廣泛利用標準設計及現有的經濟設計時，遇到新的建築和管理條件時，或在缺乏研究的區域遇到的條件特殊複雜，尚未充分明瞭，難於作出最合宜的決定時，均宜採用分三個步驟的設計。

設計任務書的目的在：說明在已定位置與已定期間內進行該項工程在技術上是可能的在經濟上是合宜的，作出所設計工程基本的技術上的決定，定出總工程費用及基本的技術經濟指標。

設計任務書內包括：工程總平面圖，建築物及渠系的簡圖，小型建築物的式樣及其數量，工程數量，施工方法及期限，經費概算，工程區域總說明圖，關於工程效益的攷慮以及編擬技術設計書（在分三個步驟設計時）時所必需的查勘研究計劃。

在技術條件複雜時，或在地域條件特殊時，無論對個別建築物抑對整個技術設計，均應作簡要的比較方案，以便選擇最優良最經濟的。被選定的方案即作為製定施工詳圖（分兩個步驟設計時），或技術設計書（分三個步驟設計時）的基礎。

設計任務書須根據建築地區的氣候、水文測量、水文、水利地質、地質及地形等資料，土壤與當地經濟情況的資料，並根據本工程的國民經

濟價值擬製。已往所勘察設計的文獻及專為進行本工程的各種勘察調查均為設計任務書的資料。

技術設計書是在已經批准採用的設計任務方案的基礎上，在詳細研究建築地區自然條件的基礎上擬製的。

技術設計書所包括內容與設計任務書相同，但更為詳明。

分三個步驟設計的大型農田水利工程，其技術設計書可按工程各部分所預定完工使用的期限，依次分成幾個部分來編製。

根據已批准的技術設計書，擬製包括各零細部分、建築尺寸及詳細計算的施工詳圖。如分兩個步驟設計，則施工詳圖直接根據已批准的設計任務書繪製。

施工詳圖有兩種形式：總圖（佈置圖），圖上表明建築物的位置及對測量基站的座標與距離；細圖，圖上表明各建築物構造及零件。此外，尚須繪製設備安裝圖及施工組織圖。

在農田水利系統中，須造大量的中小型水工建築物，而這些建築物往往有許多共同的設計與施工條件（如用途、水位及流量的變化、土壤、材料等等）。因此，有可能按其共同性質（如洩水量大小、建築材料等）分成類別，為每一類建築物（如小河上的攔河壩及其洩水建築物、水閘、跌水等）製成技術標準設計。

大量水工建築物標準設計的擬製可以廣泛利用當地建築材料，使工程標準化與機械化，簡化勘察設計工作的過程，因此在完成第五個五年計劃的工作中，在利用灌溉、排水與給水土地的工作中尤其重要。

水工建築物的設計與建築除須施工期間短，全面機械化，與廣泛利用當地材料以外，還須堅固、經濟、便於管理；同時水工建築物（尤其是大型建築物）必須具有美觀的建築裝飾，須與其工程意義、周圍環境、建築背景等相稱，並須能反映出共產主義社會建設的時代。

此外，應將水工建築聯結為水利樞紐，或將各種職能不同的建築物結合在一個水工建築物內，應避免多餘的假定與安全係數，應大量利用標準設計以減低水工建築物及農田水利系統的建造與管理費用。

聯邦標準委員會制定了“國定全蘇標準”（ГОСТ），而政府各部又編

製了設計與建造的“技術規範”(ТУИН),設計必須遵照 ГОСТ 及 ТУИН 進行。對那些理論上尚未充分闡明的技術問題,ТУИН 也提供了建議性的規範。在 ГОСТ 及 ТУИН 內確定了建築物的等級和與之相適應的強度安全係數,用作計算的載荷組合,勘察研究的內容與範圍等。

水工建築物的大量建造應按工業化的方法組織進行。“集成建築”(分做合砌建築)的採用大大促進了這種工業化方法的實現。蘇聯農業部等設計機關編製了集成建築物的圖冊。

本書論述了水工建築物的組合安排及計算。在進水閘、土壩及其洩水放水建築物、水壩、渠首水利樞紐、沉沙池及其他建築物組合安排和計算的具體例題內敘述了設計方法。將設計中這兩方面綜合論述是唯一正確的研究方法,如將二者割裂則往往使計算方面掩蓋了創造方面,使本書將成為與水工建築之組合安排毫無聯繫的計算習題,成為只有一般指示而缺乏具體內容的設計方法。

水工建築物的設計應服從於使用管理上的社會主義生產要求。設計應顧到施工的組織方面,如:當地建築材料的供應,施工的期限與進度,機械化的程度,勞動力及運輸情況等。

在農田水利工程中,使用管理方面對水工建築物有下列要求:

(1)能靈活執行灌溉系統的供水圖表,以保證農作物高度與穩定的產量,保證灌區作物健旺生長,並提高土壤的肥沃度。

(2)輸入灌溉系統品質優良的水,不使挾帶有害泥沙(底沙或懸浮沙)。

本書在蘇聯水工技術已有經驗的基礎上,運用了新的計算方法:含沙量變化、泥沙的淤墊及冲刷作用、不淤的渠道及水流的挾帶能力;應用了水動力學圖解法,敘述了水流側邊收縮的新計算法。

本書用了新的不淤渠道的計算方法,代替了陳舊的,遠不符合實際的舊計算方法。

本書第三版內還增加了堆石壩、混凝土實體壩、灌溉渠道上的船閘、渠道上的洩洪建築及山區渠首的設計等章。

在本書第四版中,給予了若干修正和確定以及有關擋土牆基土壓力計算(第二章)與跌水計算(第十章)的補充。

第一章 建築物的水工計算

1. 計算透水層不深的基土上的水叩厚度

現需校核進水閘水叩的厚度(圖1)。進水閘的基土是黃土,該處地下水位不低於閘後渠底高程。採取下列各數值作校核之用:流床厚度安全係數 $n=1.1$, 流床建築材料——混凝土,其單位體積重 $\gamma=2.3$ т/м³,基土土壤滲流係數 $k=0.8$ м/сутки。

應用沿底滲流直線比例法和流網法進行校核。

沿流床下緣地下水流的平均水壓坡降係數 C 根據表1決定(如本例中黃土的平均坡降係數 $C \geq 7$)。

表1 平均水壓坡降係數 C

	土 壤	有反濾層防護	無反濾層防護
1	淤 泥	12	8
2	細 砂	10	6
3	中砂和粗砂	8	4—5
4	礫 石	7	3.5—4
5	卵 石	6	3
6	未腐泥炭	7	5
7	腐化泥炭	12	8
8	黃 土	7—8	3.5—4
9	砂性黏土	6—7	3—3.5

2. 沿底滲流直線比例法

用數字標誌流床輪廓線上各角點,自流床末端(0點)起至前端(9點)止。沿流床輪廓線量出由0點至各角點的距離 l (單位為公尺)(表2)。

表 2

點號	l	h	計算厚度 t	設計厚度 t
1	2.0	0.24	—	—
2	3.0	0.36	—	—
3	3.8	0.45	0.38	0.70
4	8.8	1.04	0.88	1.00
5	13.8	1.63	—	—
6	16.3	1.93	—	—
7	19.8	2.34	—	—
8	24.8	2.93	—	—
9	25.4	3.00	—	—

當閘門關閉時，地下水流所消耗的水頭等於閘上、下游的水位差，即 $H = 15 - 12 = 3 \text{ m}$ 。流床不透水部分下緣展開後的全長 L 與被消耗的水頭 H 之比值 (L/H) 稱為坡降係數“ C ”，在本例中，根據任務規定， C 值不得小於 7。

根據表 2，得 $L = 25.4 \text{ m}$ 。由此得 $C = 25.4/3 = 8.47 > 7$ ，此數值滿足於設計任務的要求。

大部分水工計算的目的，是在校核已決定的建築物尺寸大小，而不是去決定其尺寸。水工建築物尺寸的決定是根據水力學的計算（即是所通過水流的水力條件），或是根據管理條件，或是根據結構上的判斷。因此在水工計算中只須保持 $C \geq 7$ 的不等關係，沒有必要使 $C \approx 7$ 。但是，假如當 $C \approx 7$ ，而不違背水力學條件、管理條件及規劃水閘和流床時所必須具備結構條件時，這種決定仍然是應該採取的。

作出沿流床下緣地下水流的壓力水頭線，依據這條線進行流床厚度的校核。以下游渠底面（即高程為 12 m 的平面）作為比較基面，各點的水頭 h 為：

$$h = l/C = l/8.47 = 0.118 l,$$

計算所得各值列於表 2 中。

流床的厚度由下式決定：

$$t = n \frac{h_p}{\gamma - 1} = 1.1 \frac{h_p}{2.3 - 1} = 0.846 h_p \dots \dots \dots (1)$$

式中 h_p ——計算水頭(即由壓力水頭線到未淹沒流床表面的距離,單位為公尺); n ——安全係數; γ ——流床建築材料之單位體積重)。

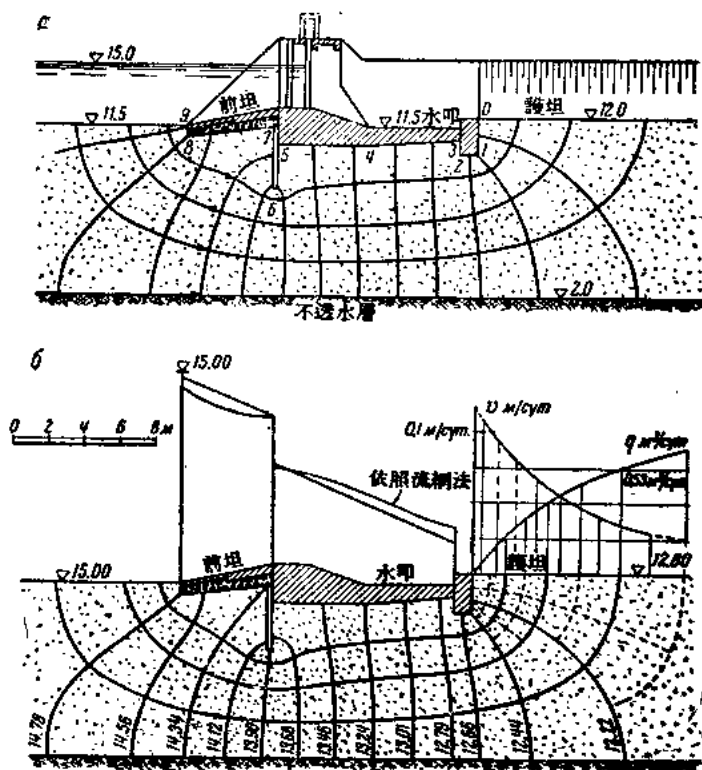


圖 1. 進水閘的縱剖面與流網第一近似圖(a), 第二近似圖(b)

當消力池深度 $d=0.5$ 米時, 3, 4 兩點的計算水頭應等於 $h+d$, 即 $0.45+0.5=0.95$ 米和 $1.04+0.5=1.54$ 米。認為消力池被漏過閘門邊緣的水流充滿至高程 12 米, 流床面上就增加了 0.5 米厚的水層, 使水頭

向上的作用減少 0.5 m 。最後所得 3, 4 兩點的計算水頭應該是 $h_p = 0.95 - 0.5 = 0.45 \text{ m}$ 和 $h_p = 1.54 - 0.5 = 1.04 \text{ m}$ 。將此數值代入公式(1)中,求得在 3, 4 兩點處流床的計算厚度 0.38 m 和 0.88 m 。流床第 3 點處的厚度採用規定之結構最小值 0.7 m ; 第 4 點處的厚度採用計算值並加 0.12 m 的安全數,即 1.0 m 。

當檢查和修理閘門時,消力池內積存的水則被排出。於是,在水叩上面就沒有了這一水層,計算水頭應等於 $h_p = h + d$ 。但檢查與修理並不在上游水位最高時進行,而在上游水位很低,甚至無水時進行。這樣,實際上的水頭 h 比表 2 中所列計算水頭要小得多。

3. 流網法

用圖解法繪出流床下面地下水流的運動情況(即為流網圖)。此處僅研究流網法的使用,而不涉及滲流運動方程式的設立和解決。

對均一土壤而言,繪製方格形的流網圖最為方便。在本例中有兩種繪製流網的方法。

第一種方法:觀察流網圖的結果,可知在水叩下面正中部分的曲線方格,最接近於普通正方形(即直線正方形)。現利用這種性質來繪製流網圖。開始繪製流網時,應先選定流線層(譯註 1)的數目,一般此數不大(3 或 4)。在本例中採取 4 層。

用下述方法繪製流網:(如圖 1)靠近第 4 點引近乎垂直微向下游傾斜的直線。再將介於流床下緣及不透水層中的空間部分(即地下水流運動範圍)劃分成四等分即為所採取的流線層數目。自所引直線兩側開始繪製各等壓帶(譯註 2)的方形流網格(圖 1, a)。開始時流網格與普通正方形比較近似,至靠近上、下游底邊時,方格已變為相當扭曲。

這樣繪製出來的流網圖(第一近似圖)還不夠精確,但能表示出今後的修正方向。由第一近似圖(圖 1, a)可以看出,流線首端的位置過高,末尾則過低,最後一條等壓帶(靠近下游)不完整,其扭曲方格的平

譯註 1: 流線層(линия),係由兩條相鄰的流線所形成。

譯註 2: 等壓帶(шос),係由兩條相鄰的等位線所形成。

均長與寬不成比例。由此可知，流線的前面部分應略降低，後面部分應稍提高。圖 1,б 表示這一調整步驟已經完成。同時，在流網圖的首端與末端採用完整的等壓帶（即形成的方格長寬相等），而使所得不完整的等壓帶適在水印之下。因為流網圖中間部分的方格較接近於普通正方形，若依據它們來決定不完整等壓帶的矩形寬高的比值，則更為精確。（在本例中此比值為 0.58—0.60）。因此第二近似流網圖的流線層數 $M=4$ ，等壓帶數 $N=13.6$ 和流網比率（譯註） $M = \frac{N}{M} = 3.4$ 。

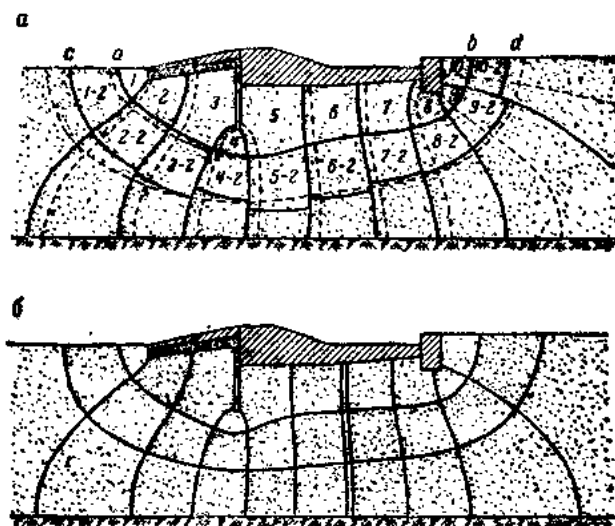


圖 2. 第一近似流網圖(a), 第二近似流網圖(b)

繪製流網圖的第二種方法：選取流線層的數目為整數，如選取 3 層。先引一圓滑曲線 ab ，隨流床下緣的形狀而彎曲，使所成流線層的寬佔全部透水土層厚度的 $\frac{1}{3}$ 。其次將流床下緣與 ab 線之間的流線層分成若干個連續不斷的曲線正方形（在本例中是 10 個方格），再在第一流線層每個方格下面畫出第二流線層的方格 1—2, 2—2……10—2（如

譯註：流網比率（МОДУЛЬ СЕТКИ），等壓帶數與流線層數的比值，對於形狀一定的建築物而言，流網比率為定值。