

苏联高等学校教学用书

地下水运动原理

П. Я. 波盧巴里諾娃 — 柯琴娜著

地质出版社

地下水运动原理

П. Я. 波盧巴里諾娃—柯琴娜著

蕭枏森 任榮祖 徐志英 合譯

苏联高等教育部審定作为國立大学教学用書

地质出版社

П. Я. ПОЛУБАРИНОВА — КОЧИНА

ТЕОРИЯ ДВИЖЕНИЯ

ГРУНТОВЫХ ВОД

ГОСТЕХИЗДАТ

МОСКВА 1952

本書系以作者在國立莫斯科羅蒙諾索夫大學對力學數學系的水力學學生講授的講稿作為基礎而加以補充。

本書的主要內容是敘述地下水運動的數學理論。全書共分兩大部分，第一部分是研究地下水定量流的問題，內容包括地下水運動理論的物理和數學基礎，垂直平面中的平面運動，水工建築物下的水頭滲透，茹科夫斯基函數理論及其應用，函數分析的應用，反演法的應用，函數理論的綜合問題與其應用於滲透理論的方法，綫性微分方程分析理論的應用，用均質和各向異性土的滲透，兩種液體的滲透，水井與鑽孔，水平排水裝置，定量流的水力學理論，地下水研究的圖解法，數字及實驗方法，第二部分研究地下水的變量流的非綫性方程，地下水變量流的近似綫性方程，地下水的平面變量流，研究地下水變量流近似的，數字的和圖解的方法。

本書適合於高等學校力學數學系作為數學參考用，同時也適用於水工建築方面的工程師和技術員們以及科學研究工作者們閱讀，全書由蕭枏森、任榮祖、徐志英合譯。

地下水運動原理

著者 П. Я. 波盧巴里諾娃 - 柯琴娜

譯者 蕭枏森 任榮祖 徐志英

出版者 地質出版社

北京宣武門外永光寺西街3號

北京市書刊出版業營業許可證出字第050號

發行者 新華書店

印刷者 國家建設委員會印刷廠

北京朝陽門大街甲40號

編輯：吳光輪 技術編輯：張華元 校對：洪梅玲

印數(京)1—2,400冊 1957年8月北京第1版

開本31"×43"1/25 1957年8月第1次印刷

字數630,000 印張30¹/₂₅ 插頁2

定價(10)3.80元

目 錄

原序	13
緒論	15

第 一 篇 地下水的定量运动

第一章 地下水运动理論的物理和数学基礎	17
1. 土的成分	17
2. 土的孔隙度	20
3. 土中的电分子力	24
4. 土中水的各种状态	25
5. 滲透速度	28
6. 經驗的滲透定律	31
7. 滲透系数	33
8. 綫性滲透定律的应用限度。非綫性定律	35
9. 毛細管現象	36
10. 土在非飽和时的透水性	38
11. 地下水运动方程	39
12. 非綫性滲透时的运动方程	44
第二章 垂直平面內的平面运动	52
一、一般問題	52
1. 平面运动的方程	52
2. 在平面定量运动中的边界条件	53
3. 兩种土交界处的条件	56
4. 速度曲綫圖	57
5. 在运动区域角点上速度的性質	60
6. 繪制速度曲綫圖的例子	63
7. 滲透三角形	70
8. 作用於土顆粒的力	71

二、平面运动最簡單例子	74
9.前言	74
10.隔水層上的排水隙縫	75
11.沒有隔水層的水平排水, 地下水流的等值綫	77
12.無窮深度土層上的平壩底	80
13.無窮深度透水土內的板樁	88
14.帶有排水孔的壩底	91
第三章 水工建築物下的有压滲透	94
一、有压滲透問題中多边形的域 唯一性定理	94
1.問題的提法(巴甫洛夫斯基)	94
2.多边形在半平面上的保角映射	95
3.矩形在半平面上的映射	99
4.有压滲透課題的基本矩形	101
5.唯一性定理	103
二、壩下滲透	105
6.有限深度土層中的平壩底	105
7.具有排水地基的壩底	110
8.在有限深度透水層上的分离的平壩底	114
三、帶有板樁的建築物的环流	115
9.各边均通过一点的多边形对半平面上的映射	115
10.傾斜板樁的环流	116
11.有隔水層或排水地基时的板樁	118
12.有限深度土層中具有板樁的平壩底	121
13.有限深度透水層中双板樁壩底	127
14.对称双板樁的壩底及兩边用兩道板樁圍护的基坑	135
15.厚壩底	138
16.關於跌水下面的滲透	141
四、多板樁情况	143
17.断塊法	143
18.無窮深度土內多板樁情况	145
五、水动力对壩基的反作用	147

19. 压力的主要向量	147
20. 压力的主要力矩	153
21. 关于映射域边界点的运动	154
22. 壩下地下水运动的附錄	158
第四章 茹科夫斯基函数及其应用函数分析的运用	160
一、渗透问题的直接解法	160
1. 茹科夫斯基函数	160
2. 茹科夫斯基板樁	161
3. 单独排水装置	164
4. 当有下渗时流入排水系统的水流	169
5. 从渠道向对称排列的容水处的渗透	173
6. 当具有单面容水处时从渠道中的渗透	177
二、自承压运动中的某些无压运动	179
7. 在有限深度透水地基上土壩的简单情况	179
8. 带有板樁的土壩的简单情况	180
三、渠道渗透理论的半逆解法	183
9. 从曲线周边渠道中无迴水的渗透	183
10. 有迴水的渗透	186
11. 曲线型断面的排水溝的湧水量	189
12. 在无窮深土中具有排水層的壩的最簡情况	190
13. 关于渠道河床淤積問題的近似解答	191
四、函数分析的应用	193
14. 方法的要点	193
15. 傾斜隔水層上的地下水运动	194
第五章 反演法的应用	199
1. 反演的某些性質	199
2. 自梯形河床渠道中的渗透	201
3. 三角形断面渠道	210
4. 当从渠道渗透时土的毛細管作用的計算	210
5. 梯形断面的渠道	212
6. 低水位的渠道	215

7. 梯形断面排水溝的地下水湧水	220
8. 具有排水層或含水層时的滲透	234
9. 有蒸發或下滲时的排水或灌溉	238
10. 半逆解法對於在透水地基上土壩的应用	242
11. 在無窮深土中的常速輪廓綫	246
12. 有限深土中的常速輪廓綫	249
13. 具有直綫段和等速部分的輪廓綫	253
14. “环流”壩底	255
15. “环流”板樁	258
第六章 函数理論的混合問題及其对滲透理論的应用	261
一、函数理論的混合問題	261
1. 根据实軸上函数的实部确定解析函数	261
2. 函数理論的混合問題	266
3. 課題的特殊情况	268
二、關於排水裝置和渠道的問題	271
4. 地下水不对称流动时隔水層上的排水裝置	271
5. 在無窮深度土層內帶有傾斜降落曲綫时矩形溝中的湧水	279
6. 關於在傾斜隔水層情况中有排水裝置或渠道时的滲透	285
三、土壩	300
7. 当有排水裝置时不透水地基上梯形断面的土壩	300
8. 在無窮深的透水地基上具有水平排水層の土壩	326
第七章 綫性微分方程解析理論的应用	343
一、一般理論	343
1. 引言	343
2. 關於两个基本函数在实軸上的条件	343
3. 根据实軸上的条件决定两个函数的問題	345
4. 具有三个正則奇点的方程	350
5. 超越几何函数和它的性質	352
6. 具有三个以上的頂点的圓弧多角形	357
7. 实指数的情况. 特征方程的第二个結論	358
8. 對於滲透理論的基本情况的指数	361

二、關於經過矩形圍壩的滲透問題	367
9. 圍壩和完整井的流量	367
10. 關於圍壩解答的組成	371
三、直角梯形的圍壩	389
11. 有蒸發時梯形圍壩內的滲透	389
12. 無蒸發時梯形圍壩內的滲透	393
第八章 非均質和各向異性的土中的滲透。兩種液體的滲透	404
一、非均質土	404
1. 兩等厚土層中的壩底	404
2. 兩等厚層中的板樁	418
3. 雙層土中的點板樁	430
4. 多層區域中的點渦流	435
5. 層狀土中最簡單的运动	441
二、各向異性的土	444
6. 运动方程, 边界条件	444
7. 各向異性土中隔水層上排水裝置的湧水	449
8. 利用兩種互層的土解釋各向異性的土	452
三、兩種密度不同的液体	454
9. 關於兩種密度不同的液体的运动	454
10. 點板樁的環流	458
11. 水工建築物地基中可溶性物質的擴散作用	460
12. 当滲透系数为座标的連續函数时的非均質土	462
第九章 水井与鑽孔。水平排水溝	464
一、完整鑽孔	464
1. 在岩層中部的完整鑽孔	464
2. 在圓形边界內偏心分佈的鑽孔	468
3. 任意的边界的情况	469
4. 關於鑽孔的干擾	473
5. 非均質介質中完整孔的湧水量	477
二、水平排水溝	480
6. 水源法在水平排水系統問題上的运用	480

7. 为鄰近含水層所补給的地下水源	482
三、以弱透水性岩層为界的岩層中的运动	484
8. 方程的推導	484
9. 單層透水層中的运动	487
10. 承压層中的完整井 (鑽孔)	488
11. 由弱透水層隔离的透水層的相互作用	493
12. 关于水压面的形狀	499
13. 具有弱透水性隔水層中水井的無压湧水	502
四、滲透理論的某些空間問題	504
14. 关于空間問題	504
15. 半空間中的不完整鑽孔	505
16. 两个水平平面間的水源	507
17. 有限深度岩層中的不完整鑽孔	510
18. 关于向土中压水的問題	512
第十章 定量流运动的水力理論	515
一、具有隔水層时的無压运动	515
1. 水力理論及其基本原理	515
2. 具有水平隔水層的平面流	519
3. 在有下滲或蒸發时的自由表面	520
4. 垂直方向內稍不均質的土中的滲透	522
5. 計及隔水層坡度的滲透	527
6. 变换为另一变量	531
7. 具有傾斜分界綫的双層土中的滲透	533
二、無压的和半承压的空間运动	535
8. 空間無压运动与平面承压运动間的关系	535
9. 关于在平面上为多角形形狀的基坑的湧水	537
10. 半承压运动	540
11. 环繞着建筑物的滲透	541
第十一章 研究地下水运动的圖解的, 数值和实验的方法	546
一、圖解的和数值的方法	546
1. 水动力網	546

2. 作流網的圖解法	547
3. 算術平均數法。有限差分法	549
4. 軸對稱運動中的網	552
5. 注水入鑽孔時的定量流網（軸對稱）	554
6. 等壓綫画法	559
7. 速度曲綫區域中的虛擬流	563
8. 在水流區域內網的作法	564
9. 虛擬流的等傾綫和等速綫	566
10. 計算空間運動的圖解法	570
11. 各向異性土的情形中運動網法的应用	574
二、水电比拟法	579
12. 基本关系	579
13. 水电比拟法對於平面問題的应用	583
14. 水电比拟法對於決定滲透系数的应用	583
三、縫隙槽中的試驗	587
15. 縫隙槽理論	587
16. 滲透情形的确定	591
17. 非均質土的模型研究	592
18. 变量流运动	594
19. 土的毛細管作用的計算	596
20. 各向異性土的模型研究。用畸变比例尺制造模型	597
21. 關於隙縫槽試驗的意見	599
四、土中水滲透的觀測	600
22. 土槽中的試驗	600
23. 实物的觀察	603

第 二 篇 地下水的变量运动

第十二章 变量运动中的慣性項。承压运动	603
1. 在依賴於時間的作用水头下的承压运动	603
2. 關於波浪对水工建筑物下滲透的影响	607
3. 在不变的作用水头下垂直方向內的單度运动	611

4. 已知流量不变时的渗透	615
5. 逐渐供水	616
6. 双层土中的渗透	618
第十三章 具有自由表面的变量运动的綫性方程	623
1. 基本关系的結論	623
2. 非綫性方程的結論	625
3. 小值参数法	625
4. 水庫中水位变动时的渗透	626
5. 数字積分法	632
6. 無水盆地中的渗透	634
7. 具有地下水零水位的土中水的洩入	636
8. 其他曲綫的作法	640
9. 渠道中水位的均匀上升, 水源型非綫性方程的解答	642
10. 布辛涅斯克問題	645
第十四章 地下水变量运动的綫性方程	648
一、在傾斜隔水層情况下从渠道中的滲漏	648
1. 在具有水平隔水層以及沒有下滲时从渠道的滲漏	648
2. 在平緩傾斜隔水層的情况下从渠道中的滲透	650
3. 沿着傾斜的隔水層从一个渠道滲漏到另一个渠道	659
二、当灌水时的地下水动力学	665
4. 在不透水隔水層情况下的帶狀灌水	665
5. 地下水丘的擴散	668
6. 蒸發和植物蒸騰的計算	671
7. 在有蒸發时地下水丘的擴散	674
三、多層介質中的变量运动。两种液体的运动	674
8. 渗透系数随着高度稍微改变时的变量流运动	674
9. 两种不同密度液体間分界面的移动	677
四、某些空間問題	679
10. 空間問題的例子	679
11. 承压層中鑽孔的变量湧水	687
12. 圓形場地的灌溉	689

第十五章 地下水的平面变量运动	690
1. 導言	690
2. 在自由表面上的条件	690
3. 關於半平面中地下水丘擴散的問題	693
4. 在綫性条件时的同一問題	699
5. 關於有限深度土層中地下水丘擴散的問題	704
6. 在無窮深度土層中流入排水裝置的地下水流	706
7. 關於含油性边界的緊縮問題	712
第十六章 研究地下水变量运动的近似的数字法和圖解法	714
1. 靜止状态的循序漸進更換法	714
2. 有限差分法	720
3. 热傳導方程積分的圖解法	722
4. 地下水变量流的平面运动的圖解計算法	723
5. 圖解計算的例子	725
6. 具有軸对称的問題	732
参考文献	735
俄華名詞对照表	745

地下水运动原理

П. Я. 波盧巴里諾娃—柯琴娜著

蕭枏森 任榮祖 徐志英 合譯

苏联高等教育部審定作为國立大学教学用書

地质出版社

П. Я. ПОЛУБАРИНОВА — КОЧИНА

ТЕОРИЯ ДВИЖЕНИЯ

ГРУНТОВЫХ ВОД

ГОСТЕХИЗДАТ

МОСКВА 1952

本書系以作者在國立莫斯科羅蒙諾索夫大學對力學數學系的水力學學生講授的講稿作為基礎而加以補充。

本書的主要內容是敘述地下水運動的數學理論。全書共分兩大部分，第一部分是研究地下水定量流的問題，內容包括地下水運動理論的物理和數學基礎，垂直平面中的平面運動，水工建築物下的水頭滲透，茹科夫斯基函數理論及其應用，函數分析的應用，反演法的應用，函數理論的綜合問題與其應用於滲透理論的方法，綫性微分方程分析理論的應用，用均質和各向異性土的滲透，兩種液體的滲透，水井與鑽孔，水平排水裝置，定量流的水力學理論，地下水研究的圖解法，數字及實驗方法，第二部分研究地下水的變量流的非綫性方程，地下水變量流的近似綫性方程，地下水的平面變量流，研究地下水變量流近似的，數字的和圖解的方法。

本書適合於高等學校力學數學系作為數學參考用，同時也適用於水工建築方面的工程師和技術員們以及科學研究工作者們閱讀，全書由蕭枏森、任榮祖、徐志英合譯。

地下水運動原理

著者	П. Я. 波盧巴里諾娃 - 柯琴娜
譯者	蕭枏森 任榮祖 徐志英
出版者	地質出版社
	北京宣武門外永光寺西街3號
	北京市書刊出版業營業許可證出字第050號
發行者	新華書店
印刷者	國家建設委員會印刷廠
	北京朝陽門大街甲40號

編輯：吳光輪	技術編輯：張華元	校對：洪梅玲
印數(京)1—2,400冊	1957年8月北京第1版	
開本31"×43"1/25	1957年8月第1次印刷	
字數630,000	印張30 ¹ / ₂₅	插頁2
定價(10)3.80元		

目 錄

原序	13
緒論	15

第 一 篇 地下水的定量运动

第一章 地下水运动理論的物理和数学基礎	17
1. 土的成分	17
2. 土的孔隙度	20
3. 土中的电分子力	24
4. 土中水的各种状态	25
5. 滲透速度	28
6. 經驗的滲透定律	31
7. 滲透系数	33
8. 綫性滲透定律的应用限度。非綫性定律	35
9. 毛細管現象	36
10. 土在非飽和时的透水性	38
11. 地下水运动方程	39
12. 非綫性滲透时的运动方程	44
第二章 垂直平面內的平面运动	52
一、一般問題	52
1. 平面运动的方程	52
2. 在平面定量运动中的边界条件	53
3. 兩种土交界处的条件	56
4. 速度曲綫圖	57
5. 在运动区域角点上速度的性質	60
6. 繪制速度曲綫圖的例子	63
7. 滲透三角形	70
8. 作用於土顆粒的力	71

二、平面运动最簡單例子	74
9.前言	74
10.隔水層上的排水隙縫	75
11.沒有隔水層的水平排水, 地下水流的等值綫	77
12.無窮深度土層上的平壩底	80
13.無窮深度透水土內的板樁	88
14.帶有排水孔的壩底	91
第三章 水工建築物下的有压滲透	94
一、有压滲透問題中多边形的域 唯一性定理	94
1.問題的提法(巴甫洛夫斯基)	94
2.多边形在半平面上的保角映射	95
3.矩形在半平面上的映射	99
4.有压滲透課題的基本矩形	101
5.唯一性定理	103
二、壩下滲透	105
6.有限深度土層中的平壩底	105
7.具有排水地基的壩底	110
8.在有限深度透水層上的分离的平壩底	114
三、帶有板樁的建築物的环流	115
9.各边均通过一点的多边形对半平面上的映射	115
10.傾斜板樁的环流	116
11.有隔水層或排水地基时的板樁	118
12.有限深度土層中具有板樁的平壩底	121
13.有限深度透水層中双板樁壩底	127
14.对称双板樁的壩底及兩边用兩道板樁圍护的基坑	135
15.厚壩底	138
16.關於跌水下面的滲透	141
四、多板樁情况	143
17.断塊法	143
18.無窮深度土內多板樁情况	145
五、水动力对壩基的反作用	147

19. 压力的主要向量	147
20. 压力的主要力矩	153
21. 关于映射域边界点的运动	154
22. 壩下地下水运动的附錄	158
第四章 茹科夫斯基函数及其应用函数分析的运用	160
一、渗透问题的直接解法	160
1. 茹科夫斯基函数	160
2. 茹科夫斯基板樁	161
3. 单独排水装置	164
4. 当有下渗时流入排水系统的水流	169
5. 从渠道向对称排列的容水处的渗透	173
6. 当具有单面容水处时从渠道中的渗透	177
二、自承压运动中的某些无压运动	179
7. 在有限深度透水地基上土壩的简单情况	179
8. 带有板樁的土壩的简单情况	180
三、渠道渗透理论的半逆解法	183
9. 从曲线周边渠道中无迴水的渗透	183
10. 有迴水的渗透	186
11. 曲线型断面的排水溝的湧水量	189
12. 在无窮深土中具有排水層的壩的最簡情况	190
13. 关于渠道河床淤積問題的近似解答	191
四、函数分析的应用	193
14. 方法的要点	193
15. 傾斜隔水層上的地下水运动	194
第五章 反演法的应用	199
1. 反演的某些性質	199
2. 自梯形河床渠道中的渗透	201
3. 三角形断面渠道	210
4. 当从渠道渗透时土的毛細管作用的計算	210
5. 梯形断面的渠道	212
6. 低水位的渠道	215