

林地水利土地改良学

X.A.皮薩里闊夫 A.Φ.季莫菲耶夫 著

中國林業出版社

X.A. 皮薩里闊夫 著
A.Φ. 季莫菲耶夫

林地水利土壤改良学

东北林学院、北京林学院
水利土壤改良教研组译

中国林业出版社

1959年·北京

Х.А.ПИСАРЬКОВ
А.Ф.ТИМОФЕЕВ

Гидротехнические мелиорации
Лесных Земель

издание взлти
ленинград 1957

Х. А. 皮薩里闊夫 著
А. Ф. 季莫菲耶夫

林地水利土壤改良学

东北林学院、北京林学院
水利土壤改良教研組譯

*

中国林业出版社出版
(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版營業許可証出字第007号
財政出版社印刷厂印刷 新华書店发行

*

33 $\frac{1}{2}$ " × 46" / 52 • 5 $\frac{1}{8}$ 印張 • 144,000字

1959年3月第一版

1959年3月第一次印刷

印数: 0001—3,000册 定价: (10) 0.75元

統一書号: 16046·526

緒 言

土壤改良起源于拉丁文“melioratio”一字，意思就是改良。土壤改良的目的是要根本的和永久的改良自然条件。这种改良可以用不同的方法达到目的。因此，土壤改良可分为森林土壤改良，农业技术土壤改良和水利土壤改良，森林土壤改良是用生物学的方法——用营造专门形式和结构的特殊林带和根据地区进行适当配置等方法来改良不利的土壤条件和气候条件。农业土壤改良是要改良表土层（挖掘树根，清除土地上的灌木，收捡石块，平整地面开垦荒地，以专门方法利用沼泽种植农作物等等）。水利土壤改良就是设置土壤改良设施来改良与调节土壤水分状况。

水利土壤改良的实质 水利土壤改良是用水利工程措施改善自然条件的科学。水利工程则是研究有效地利用水利资源的方法以及与自然水灾作斗争的方法的科学。水利土壤改良的目的是要根本地改良长期间的土壤状况，要改善土壤的水分、空气的营养状况，改善土壤的物理、化学特性，从而成为提高土壤肥力最有效的工具之一。水利土壤改良在国民经济不同部门都有应用，但在农业与林业部门发展前途特别大。本课程所研究的是水利土壤改良在林地方面的应用。

林地水利土壤改良是和森林经营、造林等其他措施一起综合施行的，它可以成为很有力的手段来提高森林生产率，开垦难以利用的土地以及提高整个森林经营的水平。

林地水利土壤改良课程的内容分四部分：1.林地排水；2.苗圃林带、公园和果树的灌溉；3.引水与给水；4.防止侵蚀的水利技术措施。此外，本课程还附有水力学和水文学的基本知识。

苏联土壤改良的发展 土壤改良最古老的形式是灌溉。在中亚细亚灌溉的应用距现在已有10000年（捷德任诺河和穆尔加巴河河谷以及格别特—达加山麓）。公元前8—9世纪南高加索

(烏拉爾)就建筑了灌溉和給水用的大型渠道和水庫。

俄罗斯第一次排水工程是18世紀初叶在彼得堡近郊进行的。其目的主要是为了改善衛生工作。林地排水工作則在19世紀30年代首創于彼得堡的若干林場。其中1834年利辛林場兴办的排水工程最值得重視。1846年林学家維紐柯为利辛林場(海諾夫沼澤)拟出了俄罗斯第一个排水設計。根据这个設計施工的排水工程即使現在也可以看到它的高度效率。

在俄罗斯时代1873年到1894年2个調查队(西方和北方)給沼澤进行的排水工作規模最大。西方調查队在伊·伊·瑞林斯基的领导下在波列西、弗拉基米尔、梁贊、莫斯科、特維爾等省工作。北方調查队在阿夫古斯契諾維奇的领导下在彼得堡、諾夫哥罗得、普斯可夫、奥洛涅茨和普李巴季等省工作。上述調查队的工程是在国家与地主的林地和农地上进行的;农民的土地几乎没有进行过排水。

但是沙俄时代所有各种土壤改良都發展得十分緩慢,土地的私有制,小农土地的極其分散性,地主用極小投資获得最大利潤的企圖,俄罗斯技术—經濟之落后性,所有这些都阻碍了土壤改良的發展。

偉大的十月社会主义革命,苏联国民經济的集体化和工业化,消灭了所有以上的原因。土壤改良以比較大的規模开始發展。如果說在1917年灌溉土地在俄罗斯是408万公頃而排水土地为120万公頃,那么在1940年灌溉土地乃是615万公頃,而排水土地則为571万公頃。

巨大的土壤改良工作在1941—1945年偉大的衛国战争以后,不論在修复旧有的土壤改良系統上抑或在建立新的土壤改良系統和建筑物上都有了發展。1955年排水土地面积超过了800万公頃,灌溉土地为800万公頃以上,給水土地則接近3000万公頃。

按照苏联共产党二十次代表大会关于1956—1960年發展国民經济的第六个五年計劃的規定,要实现以下指标:

1.五年內增加灌溉土地面积210万公頃，其中改建灌溉系統80万公頃，建立新灌溉系統以水分供給未被利用的新灌溉土地130万公頃。

2.五年內开拓310万公頃排水土地，其中包括改建和恢复排水網200万公頃，新排水地110万公頃。

3.在缺乏水源地区实行牧場引水工作，面积約8000万公頃。

从苏維埃政权成立以来，土壤改良施工技术改变了，土壤改良科学得到了大大的發展。土壤改良从資本主义制度下为剝削劳动人民的工具变成了在社会主义制度下为提高人民物質生活水平和文化水平的有力工具。

目 录

緒 言

第一章 水力学、水文学和水文測驗学的基本知識..... 1

1. 水力学 (1)
2. 水文学和水文測驗学 (14)

第二章 排水..... 24

1. 排水对象和植物对土壤水分的要求 (24)
2. 林地明沟排水 (34)
3. 林地排水的效果 (57)
4. 暗沟排水 (69)
5. 河流容泄区的治理 (78)
6. 林地排水的施工 (82)
7. 排水網的管理 (88)
8. 特殊排水方式 (90)
9. 勘察和設計阶段 (93)

第三章 給水.....100

1. 坝式池塘的修建 (100)
2. 掏挖式池塘 (115)
3. 修井 (117)
4. 地下水的引水装置 (121)
5. 輸水管路 (122)
6. 水質和用水定額 (125)

第四章 灌溉.....127

1. 灌溉土壤改良的概念 (127)
2. 地面灌溉 (129)
3. 漫灌 (138)
4. 人工降雨 (144)
5. 地下灌溉 (149)
6. 防止渠道水分損失 (149)
7. 灌溉制度 (151)
8. 灌溉渠道的輸水能力 (160)
9. 灌溉土地上盐漬化和沼澤化的預防 (162)
10. 灌溉系統的管理 (164)

第五章 防止土壤侵蝕的水利技术措施.....165

1. 土壤侵蝕及其防治 (165)
2. 山坡的加固方法 (174)
3. 防止土壤坍滑 (174)

第一章 水力学、水文学和水文测验学 的基本知識

1. 水 力 学

所謂水力学就是关于液体平衡（水靜力学）和运动（水动力学）的科学。土壤改良系統的許多計算是以水力学的定律为根据的。

水的若干物理特性 摄氏4°C 时水的單位体积重量（容重）等于1單位（即1立方公分、公升、公方重1克、1公斤或1吨）。冰的比重为0.92。冰的融解热（1公斤冰化为液态时所需热量之卡数）等于80大卡。冰在融解时發生体积收縮。水在冻结时則体积增大。实际上水是不可压縮的。

水对底和壁之压力 水对容器水平面底部之压力等于以容器底部为底，以水面至底部之垂直距离为高的水柱重量，即

$$P = fh\delta \quad (I, 1)$$

式中：P——对底部之压力；

f——容器底部面积；

h——水面至容器底部之距离；

δ ——水的比重。

水对容器平面壁上之压力，其方向垂直于平面壁，其数量按上式（I，1）确定之，但式中h为水面至壁上重心之距离，这一法则适用于壁上任一部分或任一沉沒面积，在圖解上側壁的压力則用压力三角形来繪制。側壁底部处之压力等于高h的水柱，在深 h_1 处为高 h_1 之水柱，以此类推。分別在水平方向截取压力高度h, h_1 , h_2 等綫段，把它們的末端連接起来即得压力三角形。三角形之面积乘以水的單位体积重量 δ 則得側壁單位寬度的水压力值：

$$P = \frac{h^2}{2} \delta \quad (I, 2)$$

宽度为“b”之侧壁全部压力等于：

$$p = b \frac{h^2}{2} \delta \quad (I, 3)$$

如果侧壁两边有水，而水位不同，则压力等于：

$$P = \delta b \frac{h_1^2 - h_2^2}{2} \quad (I, 4)$$

水对泄水建筑物闸板及闸门的压力和在侧壁上是一样的。

例：泄水建筑物闸板前之水深为2公尺，板后水深为0.5公尺。板宽0.8公尺。水对闸板之压力则等于：

$$P = 1,000 \times 0.8 \frac{2^2 - 0.5^2}{2} = 1500 \text{ 公斤。}$$

水的运动种类 在实践中必然会遇到明渠（河流、渠道、水槽等）、壁孔、管道（压力的和无压力的）以及土壤中的水之运动。液体的运动状况可分为两种：层流运动和紊流运动。层流运动时水成流束状运动，彼此互不干扰，这种现象在流速十分小的时候发生。紊流运动时水的分子发生强烈的相互干扰，它们除了向前运动之外还在垂直方向发生各种运动。

在自然条件下所发生的水流运动主要是紊流运动，层流运动只发生在流速缓慢的地下水运动中。

水的运动特征以流速和流量表明之。水流在单位时间内通过一定遇水断面面积（水通过之横断面——图1）的水分体积称为流量，它等于：

$$Q = \omega v$$

(I, 5)

式中：Q —— 流量；

ω —— 过水断面面积；

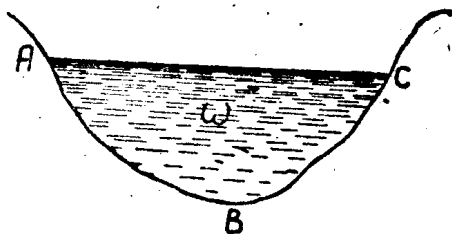


图1 水流过水断面

v ——水流平均流速。

由于上述各值 (Q 、 ω 和 v) 变化之有无, 水流运动又分为等速流和变速流, 稳定流和不稳定流。

所谓等速流就是通过过水断面、平均流速和水深在水流全程上没有变化的那种水流运动。在这种运动中, 水流水面的比降和水流底部的比降是彼此相同的。

变速流则过水断面和流速均沿水流流程而改变, 这种运动在自然界中河道上有壅水现象以及河道发生剧烈变化的时候发生。

所谓稳定流就是水流质点上之流速和流量不随时间而改变的那种水流运动, 这种水流运动可能是等速流或是变速流。

不稳定流则其流速和流量乃随时间而变化 (在暴雨、融雪时的河流)。

明渠等速流 明渠分天然的 (河道、小溪和荒溪、冲刷沟之临时水流) 和人工的 (渠道、无压水管等) 两种。

等速流之基本公式 (即谢才公式) 为:

$$v = C \sqrt{Ri} \quad (I, 6)$$

式中: v ——某一断面的平均流速;

i ——水流底部之比降, 在等速流条件下即等于水流之水面比降;

R ——水力半径, 等于

$$R = \frac{\omega}{P} \quad (I, 7)$$

式中: ω ——过水断面 (水流之横断面);

P ——湿周;

C ——谢才公式的流速系数。 C 值乃根据多种经验公式确定的, 近代应用最广泛的有下列几个公式:

1. 巴甫洛夫斯基院士之公式:

$$C = \frac{1}{n} R^y \quad (I, 8)$$

式中：n——渠道糙率系数，根据渠道状况查專用表确定之（表1）；

巴甫洛夫斯基和阿格罗斯金公式中之糙率係数
n 的数值表

表 1

編號	槽 壁 性 質	n	$\frac{1}{n}$
1	密实粘土、黄土、沙礫的渠道。条件良好的大土渠……………	0.0225	44.4
2	保养条件中等的大土渠和保养条件良好的小土渠。条件十分有利的河流（水流暢順、无崩塌和水蝕穴的笔直的河槽）……	0.025	40.0
3	保养条件中下的大土渠和保养条件中等的小土渠……………	0.0275	36.4
4	条件比較坏，生長杂草显著，边坡有些地方崩塌的土渠，水流条件有利的河流…	0.030	33.3
5	条件十分坏的渠道（断面不規正、有石头和水生植物阻塞者）。条件比較有利但有若干数量石塊和水生植物的河流……………	0.035	28.6
6	条件非常坏的渠道（有大水蝕穴和大崩塌，生長席草，有密根，河槽上有大石等）。水流条件进一步恶化的河流、石头和水生植物增加，有水蝕穴和淺灘之弯曲河床……………	0.040	25.0
7	阻塞大、弯曲、局部生長杂草，多石而水流不穩定之槽道（大中河道）……………	0.050	—
8	杂草生長十分猖獗并有大而深之水蝕穴的河道和灘地。水流汹涌澎湃而有巨石的山区河床……………	0.080	—
9	沼澤型河道（長草、有草丘、許多地方几乎积水等）……………	0.133	—

R——水力半徑；

y——与n和R有关之指数，由下式确定之：

$$y = 2.5 \sqrt{n - 0.13 - 0.75 \sqrt{R}} \left(\sqrt{n - 0.10} \right) \quad (I, 9)$$

2. 阿格罗斯金公式：

$$C = 17.72 (k + \log R) \quad (I, 10)$$

式中：R——水力半徑；

k——与糙率系数n有关之糙率变数，相当于：

$$k = \frac{0.05643}{n} \quad (I, 11)$$

已知n和R后，C值可以从表2和表3查得。

3. 巴贊公式，此式可作估算之用：

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}} \quad (I, 12)$$

式中： γ ——糙率系数，对于清淨土渠 γ 等于1.3，長有杂草之土渠为1.75。

从謝才公式中可以看出，明渠水流之流速乃取决于渠底比降、水力半徑和渠床之状态。因此，即使是同一个明渠，由于其形状、水深、長草程度、以及阻塞度之不同，流速亦异。謝才公式重大的实践意义就是可以用它来确定各种設計之灌溉渠、排水沟以及其他沟渠的流速和流量。

水的孔口出流和管嘴出流 水經不淹沒的小孔口流出之流速，如果孔徑比起水头来十分小的話，在水头h固定时，等于（圖2）：

$$v = \sqrt{2gh} \quad (I, 13)$$

实际的孔口出水流速，由于水分子的摩擦，将小于其理論流

巴甫洛夫斯基公式中係數C之數值

表 2

$\frac{n}{R}$	0.011	0.013	0.017	0.020	0.025	0.030	0.035	0.040
0.10	67.2	54.3	38.1	30.6	22.4	17.3	13.8	11.2
0.12	68.8	55.8	39.5	32.6	23.5	18.3	14.7	12.1
0.14	70.3	57.2	40.7	33.0	24.5	19.1	15.4	12.8
0.16	71.5	58.4	41.8	34.0	25.4	19.9	16.1	13.4
0.18	72.6	59.5	42.7	34.8	26.2	20.6	16.8	14.0
0.20	73.7	60.4	43.6	35.7	26.9	21.3	17.4	14.5
0.22	74.6	61.3	44.4	36.4	27.6	21.9	17.9	15.0
0.24	75.5	62.1	45.2	37.1	28.3	22.5	18.5	15.5
0.26	76.3	62.9	45.9	37.8	28.8	23.0	18.9	16.0
0.28	77.0	63.6	46.5	38.4	29.4	23.5	19.4	16.4
0.30	77.7	64.3	47.2	39.0	29.9	24.0	19.9	16.8
0.35	79.3	65.8	48.6	40.3	31.1	25.1	20.9	17.8
0.40	80.7	67.1	49.8	41.5	32.2	26.0	21.8	18.6
0.45	82.0	68.4	50.9	42.5	33.1	26.9	22.6	19.4
0.50	83.1	69.5	51.9	43.5	34.0	27.8	23.4	20.1
0.55	84.1	70.4	52.8	44.4	34.8	28.5	24.0	20.7
0.60	85.3	71.4	53.7	45.2	35.5	29.2	24.7	21.8
0.65	86.0	72.2	54.5	45.9	36.2	29.8	25.3	21.9
0.70	86.8	73.0	55.2	46.6	36.8	30.4	25.8	22.4
0.80	88.3	74.5	56.5	47.9	38.0	31.5	26.8	23.4
0.90	89.4	75.5	57.5	48.8	38.9	32.3	27.6	24.1
1.00	90.9	76.9	58.8	50.0	40.0	33.3	28.6	25.0
1.20	93.1	79.0	60.7	51.8	41.6	34.8	30.0	26.3
1.50	95.7	81.5	62.9	53.9	43.6	36.7	31.7	28.0
2.00	99.3	84.8	65.9	56.6	46.0	38.9	33.8	30.0

阿格罗斯金公式中係數C之數值

表 3

$\frac{n}{R}$	0.017	0.020	0.0225	0.025	0.0275
0.10	41.1	32.3	26.8	22.2	18.6
0.20	46.4	37.8	32.1	27.8	23.9
0.22	47.2	38.3	32.8	28.3	24.6
0.24	47.9	39.0	33.5	29.0	25.4
0.26	48.4	39.6	34.0	29.6	26.0
0.28	49.0	40.2	34.6	30.2	26.5
0.30	49.6	40.7	35.2	30.6	26.9
0.35	50.7	41.9	36.4	31.9	28.3
0.40	51.8	42.9	37.3	33.0	29.3
0.45	52.7	43.8	38.1	33.9	30.2
0.50	53.6	44.6	39.1	34.5	31.0

(續)

R \ u	0.017	0.020	0.0225	0.025	0.0275
0.55	54.2	45.4	39.8	35.4	31.8
0.60	54.9	46.1	40.5	36.0	32.4
0.65	55.5	46.7	41.1	36.7	33.0
0.70	56.1	47.3	41.7	37.2	33.6
0.80	57.1	48.3	42.8	38.3	34.6
0.90	58.0	49.2	43.6	39.2	35.4
1.00	58.8	50.0	44.5	40.0	36.4
1.20	60.2	51.4	45.8	41.4	37.8
1.50	61.8	53.1	47.5	43.0	39.4
2.00	64.4	55.3	49.8	45.2	41.6

速，即公式 (I, 13) 中应加入一改正系数——摩擦系数 φ ：

$$v = \varphi \sqrt{2gh} \quad (I, 14)$$

流过孔口的流量等于：

$$Q = \omega v,$$

式中： ω ——孔口面积。

但必須考虑到射流的收縮。以 ψ 代表收縮断面和孔口断面之比值，我們便得出孔口出流的流量公式如下：

$$Q = \psi \omega \varphi \sqrt{2gh} = \mu \omega \sqrt{2gh} \quad (I, 15)$$

式中： $\mu = \psi \varphi$ ——流量系数，等于

$$\mu = \frac{Q_{np}}{\omega \sqrt{2gh}} \quad (I, 16)$$

不大的孔口 $\varphi = 0.97$, $\psi = 0.67$ 而 $\mu = 0.62$, 对于大孔口 (即 2 公尺以内者) $\mu = 0.7$, 更大的則 $\mu = 0.8$ (近似)。

公式 (I, 15) 也适用于管咀出流 (短管)。管咀在实际中

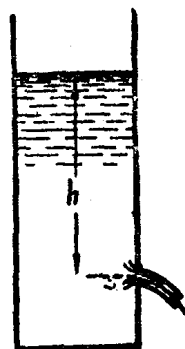


圖 2 薄壁子孔已出流

一般多取用錐形管咀和圓柱形管咀，試驗證明：圓柱形管咀之流量係數 μ 等於0.62（如果管咀長度 l 小於其直徑 d 二倍，即 $l < 2d$ ）和等於0.82〔如果 $l = (3 \sim 4)d$ 〕。

收束圓錐形管咀之 μ 取決於圓錐角 σ 。當圓錐角 $\sigma = 13^\circ 24'$ 時流量係數達到最大值，即 $\mu = 0.95$ 。錐形管咀多應用於建築噴泉和消防唧筒上。

上述公式可以用來確定河床、管道等之流量。

水經過非潛堰之出流 水漫過攔截水流之壁口而流出時，這種水力現象稱為堰。非潛堰就是下游水位不影響水之出流者。由於堰口形狀之不同，堰有矩形堰（圖3a），梯形堰（圖3b）和三角形堰（圖3B）。堰分薄壁堰和寬頂堰，薄壁堰堰壁厚度 C 與

堰頂上水頭 h 之比值小於2（ $\frac{C}{h} < 2$ ），寬頂堰則 $\frac{C}{h} > 2$ 。水

頭 h 一般直接在堰頂上測定，雖然堰上水流表面稍有降低。

薄壁矩形堰所流經之流量按下式確定之：

$$Q = \frac{2}{3} \mu b h \sqrt{2gh} \quad (I, 17)$$

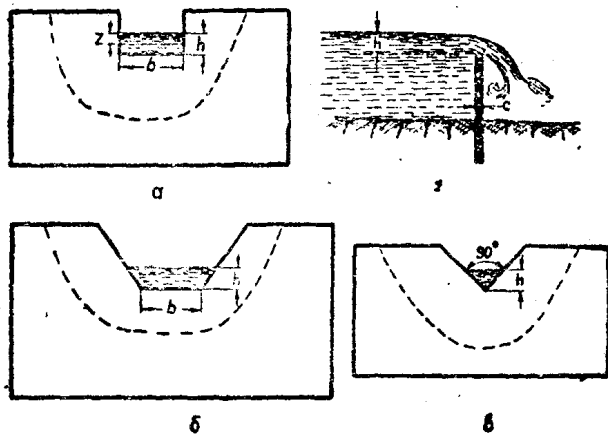


圖3 堰

a. 矩形堰； b. 梯形堰； B. 三角形堰。

式中：h——堰頂上之水頭；

b——堰之寬度。

$$\frac{2}{3}\mu = m_0 = 0.43 \sim 0.45.$$

當 $m_0 = 0.44$ 時，公式（I，17）變為下列形式：

$$Q = 1.95bh\sqrt{h} \quad (I, 18)$$

寬頂矩形堰所流經之流量按下式確定之：

$$Q = 1.4bh\sqrt{h} \quad (I, 19)$$

確定流經薄壁梯形非潛堰之流量時可利用切普列特工程師之經驗公式：

$$Q = 1.86bh\sqrt{h} \quad (I, 20)$$

在下列條件下，上一公式可獲得相當精確之結果：

1. 堰為不淹沒者；
2. 堰口邊緣尖銳；
3. 堰頂水平；
4. 水頭不大於 $\frac{1}{3}$ 堰寬即 $h \leq \frac{1}{3}b$ ；
5. 堰之行近流速不大；
6. 壁坡之比降應等於4（高/底=4——譯者）

流經三角形（直角三角形）堰之流量按下式確定之：

$$Q = 1.4h^2\sqrt{h} \quad (I, 21)$$

堰在 灌溉渠上和其他水流上可作量水計應用。

水在壓力管內之運動 水的壓力運動是在水流封閉於剛壁內受壓力作用運動時發生的（輸水管、人工降雨裝置之輸水管道等）。

水沿管道運動時發生水頭損失，即：1. 沿程之摩擦損失和2. 局部損失。

確定沿程水頭損失之公式很多，下面引用達西公式：

$$h_f = \frac{\lambda l}{d} \times \frac{v^2}{2g} \quad (I, 22)$$

$$\lambda = \left(1 + \frac{1}{40d}\right) 0.02 \quad (I, 23)$$

式中: h_f ——沿程水头之損失(公尺);

l ——管子長度(公尺);

v ——流速(公尺/秒);

d ——管徑(公尺);

g ——重力加速度(9.81公尺/秒²)。

对于污秽管道, λ 值应增加0.5—1倍。

局部水头損失 h_i 是局部阻碍引起的, 其数值与流速之平方成正比:

$$h_i = \zeta_i \frac{V^2}{2g} \quad (I, 24)$$

式中: ζ_i ——局部阻力系数(从手册中查取)

例如: ζ_i 等于: a、管子入口——0.5, b、管子流出至水池之出口——1.0。局部損失(弯曲、管子扩大、閥等)是随沿程損失而构成的。輸水管

道比較長时, 局部損失可以忽略不計或近似地取之, 等于沿程損失的5—10%。

在无支管的簡單輸水管道的条件下, 水从上水池流入下水池(圖4)或簡單地流出于大气中时, 水头 H (水位差)在第

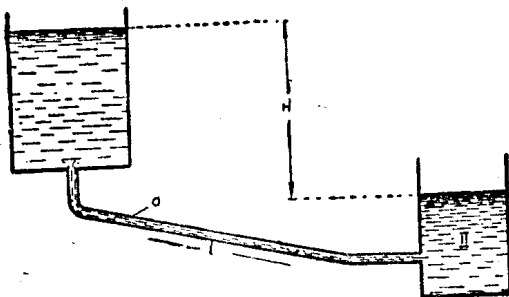


圖4 簡單压力輸水管道示意圖
(水面下出流时)