

# 水利土壤改良

北京林学院

1958. 9.

## 第一篇 绪论

在社会物质生活条件中，决定着社会面貌，制度和发展的主要力量，乃是物质资料的生产方式，但社会周围的地理环境对于社会的发展也是经常必要的条件之一，而且它无疑是能影响社会的发展，加速或延缓社会发展的进程。

为了不断地提高人类的物质生活水平与文化生活水平，向着发展人们的生产活动，有效地经营使用土地以取得高额产量，除了社会经济条件之外，还需要有一定的外界条件——就是适于这种发展或使用要求的气候，土壤，水文地质，及其他等条件。在我国广大的土地上，在社会主义生产力日益发展的情况下，某些地区自然界的本身具备有这些条件，某些地区不具备或不完全具备这些条件，为了实现社会主义生产目的，人们适当地去改变——改造它（自然）是具有必要而重大的意义。

土壤改良起源于拉丁文“*melioratio*”就是“改良”的意思，同时土壤改良的目的是要根本地和可靠地改良长期间的自然条件，这种改良可以用不同的方法达到目的，土壤改良一般可被分为：森林改良土壤，农业技术土壤改良和水利土壤改良。其中森林改良土壤是用生物学的方法来改良不利的土壤条件和气候条件（根据不同地区和位置，采取营造专门形式和结构的林带的办法）。农业技术土壤改良是研究表土层改良（挖插树根，清除土地上的灌木，收捡石块，平整地面，开垦荒地，施肥等）而水利土壤改良则是用修建土壤改良系统的方法来改良与调节土壤水分状况。

水利土壤改良主要是直接影响土壤的水分状况，同时也就土壤的通气，营养及热的状况，土壤肥力的提高，地区内气候

与水文条件（地表水和地下水的水分状况）的改变，以及对土壤的形成过程，今后的发展等都寄予最强烈的影响，它乃是提高土壤肥力最有效的方法之一，但应该指出的是水利技术措施必须与农林技术措施互相联系，互相配合。若孤立地采用水利技术措施，则效果是很小的甚至可能造成有害的后果（例如土壤盐碱化）同样若不实行水利技术措施，农林技术措施往往是无效的，甚至是不能实现的。

实际上土壤和大块土地内天然的水分状况与营养状况在许多情况下都与农林业利用土地所需要的状况不相符合，在某些情况下，为了达到所要求的产量和质量，但由于植物水分不足。但某些情况下相反地土壤水分过多和植物所吸取的营养不足也阻碍了获得所要求达到的产量和质量。根据这两种不同情况也就规定了两种不同宗旨（目的）的水利土壤改良措施。

在水分不足的情况下，这就使土壤的溶液浓度和土壤的盐度增大，抑制了植物的生长，因此在这里水利土壤改良的宗旨就应该是补足土壤的水分；减少土壤的蒸发与降低温度。

在水分过多的情况下，土壤的空气含量及植物所吸收的养分等料以及土壤的温度是不足的，因此在这里水利土壤改良的宗旨就应该是消除过多的水分，保持必要的水分状况及适当的耕作土地和施肥以及加空气及提高温度，并保证有机物分解的好气过程。

水利土壤改良对于国民经济不同部门都有应用，但特别认为在农业与林业部门上有很大的发展前途，本课程研究水利土壤改良是应用在林地上。

林地水利土壤改良利森林经营造林等。其他措施综合进行乃是提高森林生产率的有效方法，并且能恢复不运行利用的土地（如森林砍伐后的沼泽化土地等）以及使林业建设事业发



到全面的发展。

苏联水利土壤改良事业开始於公元前九世纪但在十月革命乃至1941—1945年伟大的卫国战争以后才得到较迅速发展，而苏联林地水利土壤改良土作（排水）发展也较早早在19世纪30年代里即在苏别博尔布尔加着若干林场开始进行了。苏联由于党和政府遵循着马克思、恩格斯、列宁、斯大林，关于改造自然的学说早已制定了伟大的改造自然的计划已经或正在实现中，从苏共第20次代表大会关于1956年至1960年苏联发展国民经济第六个五年计划的指示上可以很清楚的看到，为了进一步发展农业要求“五年内要扩大灌溉的土地面积约为210万公顷其中包括改建灌溉系统80万公顷和建立灌溉系统以水份供给未被利用过的新灌溉土地130万公顷五年内要开垦310万公顷排水土地，其中包括改建和恢复排水网200万公顷，新排水土地110万公顷，在缺水地区要约为8000万公顷的牧场进行引水工作……”这些都直接或间接改变景观，改造大自然有计划措施，正在实现的苏联伟大的改造自然计划中水利土壤改良措施与水能利用农业电气化和森林土壤改良措施配合在一个总的计划之内，向着共产主义社会迅速迈进。

我国水利土壤改良事业是发展最早的国家之一，远在春秋战国时代就修筑了不少渠道引水灌田，如芍陂漳水十二渠就是这一时期中有代表性的水利工程，秦代修建的都江堰在古代水利科学上有着很高的造诣，使用价值一直保留到今天，此外秦代有名的灌溉工程还有郑国渠，秦渠等，汉唐两代的白渠，汉渠等在农业上发挥了显著的功效，在新疆由于气候干燥引水困难，当地人民在很早时期就创造了坎儿井，有效地利用地下水进行灌溉，保证农业的收获，防洪排涝工作大禹时就已开始了，劳动人民建筑了堤防，减少了泛滥的机会，使农业生产

得到了安全的保证。几千年来我国古代劳动人民在兴修水利同水旱灾害作斗争中有着许多重要的创造，写下了光辉的水利科学的历史，但由于我国过去长期处在封建社会中近百年来又受到帝国主义，封建主义与官僚资本主义的重重压迫，水利土壤改良事业不但在发展过程中受到种种束缚和限制，并且在不同程度上遭到摧残和破坏，但在解放后的八年来水利建设事业上所获得的巨大成就，却是史无前例的，其中主要的：治理了江淮、汉沿湖湖的一般水患，改变了自然景观，保证了农业的增产，逐步提高了人民生活水平。在国家社会主义工业化初期，水利建设就有了迅速的相应的发展，以前破坏和荒废的工程大部都已恢复重建，许多灌溉、航运和抵抗水旱灾害的新兴水利工程也不断在全国各地出现；淮河、沂河、沭河、永定河、大清河，辽河等较大河流已经开始根本治理，有些历史上常为泛滥多灾的所谓“害河”也开始为人民带来福利，千百年来人民盼望的根治黄河的伟大工程也已在开始兴建中。

除了上边所讲到的这些工程解决了河流最重要的水旱灾害以外，水利土壤改良事业更有巨大的成绩，根据截至1958年6月30日的初步统计，全国现有总灌溉面积，共计94,123万亩，占全国现有耕地面积的57% 1958年增加灌溉面积为42,499万亩，今年比以往增加了一倍，1958年完成水土保持控制面积227,354平方公里，就地治理23884万亩，这种史无前例的发展速度正标志着我国水利建设新的开端，为改造自然战胜干旱气候，保证农、林、牧、三业的发展开拓了广阔的道路。

尤其当中共中央提出1956年到1957年全国农业发展纲要草案公布以后，更给改造自然工作提出了明确的要求：“兴修水利，保持水土”在增产措施的项目中占有首要的地位，在去年（1956）9月中国共产党第八次全国代表大会关于发展国民经

济的第二个五年计划(1958年到1962年)的建议中更清楚地指出了实现十二年农业发展纲要的积极性的方针步骤建议中指出:为了发展农业生产“在第二个五年计划期间,应该大力兴修水利,加强防洪排涝措施,开展水土保持工作,努力减轻巨大的水旱灾害,和逐步消除一般的水旱灾害”并“在第二个五年计划期间,应该积极地发展林业,发动群众植树造林,努力进行国有林区的迹地更新和抚育工作提高造林成活率,防止森林火灾和虫害,逐步地实现绿化”,从建议中来看实现这一宏伟的计划水利土壤改良起着积极的作用,同时也说明摆在水利土壤改良方面的任务更艰巨的,相信在伟大的中国共产党及毛主席的领导下而且有着苏联改造自然的榜样,征服自然不仅能使黄河流碧水,赤地变青山,而且使自然力量服从于人类的需要这一宏伟的计划会在不久的将来实现的。

林地水利土壤改良是改造自然计划中的一个不可分割的部分,它在“十二年绿化祖国一切可能绿化的荒地荒山”这样一项任务中调节土壤水分状况,保证着培育质量高产量多的苗木,来供应造林绿化工作的需要,提高造林的成活率,同时在森林采伐迹地沼泽化的地区和沼泽地排除土壤过多的水分来促进森林的更新(东北长白山林区和大小兴安岭的沼泽化土地等)保证社会主义建设事业中林木的不断供应,绿化祖国事业中起着重要的作用。

林地水利土壤改良学在我国来讲还是一门新的课程,它将使林业院校所培养出的林业工程师能掌握水利土壤改良的一般知识,在实际工作当中一些简单水利土壤改良工作应能担当起来,在一些复杂的水利土壤改良工作能向水利土壤改良工程师提出具体要求和意见。

本课程在讲述中共分五部分,即绪论,水利土壤改良的基

本知识（包括水力学，水文学及水文测验学的主要部分），排水，给水，灌溉和防止土壤侵蚀的水利技术措施各篇将依次讲述於后，

## 第二篇 水利土壤改良的基本知识

### 第一章 水力学的主要部分

所谓水力学就是关于液体平衡（水静力学）和运动（水动力学）的科学。土壤改良系统的许多计算都是以水力学的定律为根据的。

一、水的几种物理特性：摄氏  $4^{\circ}\text{C}$  时水的单位体积重量等于1单位（即1立方公分，公升，公方相当於1克，公斤，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。冰在融解时发生体积收缩。水在冻结时则体积增大。实际上水是不可压缩的。

二、水对容器底和侧壁之压力：

1. 水对容器水平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

$$P = f \cdot h \cdot \delta \dots\dots\dots (1.1)$$

式中：P —— 对底部压力 公吨/平方米

f —— 容器底部面积。

h —— 水面至容器底部之垂直距离。

$\delta$  —— 水的重量。

2. 水对容器平面上之压力其方向垂直于平壁其数量按上式(1.1)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浸面积。在图解上侧壁的压力则用压力三角形来绘制。侧壁底部之压力等於高h的



水柱。在深  $h_1$  处为高  $h_1$  之水柱，如此类推。分别在水平面截取  $h_1, h_2, \dots$  等线段，把它们的末端连接起来即得压力三角形。三角形之面积乘以水的单位体积重量  $\delta$  之后即得侧壁单位宽度的水压力值：

$$p = \frac{h^2}{2} \cdot \delta \text{-----(1.2.)}$$

宽度为  $b$  之侧壁全部压力等於：

$$P = b \cdot \frac{h^2}{2} \delta \text{-----(1.3.)}$$

如果侧壁两边有水，而水位不同，则压力等于：

$$P = \delta \cdot b \cdot \frac{h_1^2 - h_2^2}{2} \text{-----(1.4.)}$$

水对潜水建筑物小闸板及闸门的压力和在侧壁上是一样的。

例：潜水建筑物小闸板前之水深为 2 公尺，板后为 0.5 公尺，板宽为 0.8 公尺，水对小闸板之压力则等于：

$$P = 1000 \times 0.8 \times \frac{2^2 - 0.5^2}{2} = 1500 \text{ 公斤}$$

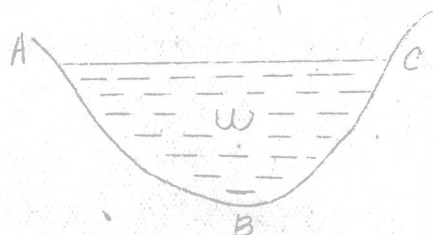
三、水的运动种类：在实践中必然会遇到明渠（河流，渠道，水槽等）、壁孔、管道（压力的和无压力的）以及土壤中水之运动。液体之运动状况可分分两种：层流运动和紊流运动。当层流运动时水成流束状运动，彼此互不干扰，这种现象在流速很小的时候发生。当紊流运动时水的分子发生强烈的相互干扰，它们除了向前运动之外还在垂直方向发生各种运动。

在自然条件中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①流速和②流量表明之。水流在单位时间内通过一过水断面之积的水的体积(如图1所示)称为流量,它等于:

$$Q = \omega \cdot V \text{---(I.5)}$$



式中:  $Q$  —— 流量  
 $\omega$  —— 过水断面之积  
 $V$  —— 水流平均流速

由于上述各值( $Q$ ,  $\omega$ , 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沿水流之程而改变,这种水流运动在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某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)

四、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,承压管道等)。

等速流之基本公式(即谢才公式)是:

$$V = C \sqrt{Ri} \text{---(I.6)}$$

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

$$R = \frac{\omega}{P} \text{----- (1.7.)}$$

$\omega$  —— 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者，近代应用最广泛的有下列几个：

1. 巴甫洛夫斯基院士之公式：

$$C = \frac{1}{n} R^y \text{----- (1.8.)}$$

式中：n —— 渠道糙率系数，根据渠道状况可查专用表确定之 (表 1)。

R —— 水力半径

y —— 与 n 和 R 有关之指数由下式确定之：

$$y = 2.5\sqrt{n} - 0.13 - 0.75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0.10) \text{----- (1.9.)}$$

2. 阿格罗斯金公式：

$$C = 17.72 (K + \log R) \text{----- (1.10.)}$$

式中：R —— 水力半径：

K —— 与糙率系数 n 有关之糙率变数，相当於：

$$K = \frac{0.05643}{n} \text{----- (1.11.)}$$

已知 n 和 R 后，C 值可以从表 2 和表 3 中查得。

(转下页)

水利土壤改良学

巴甫洛夫斯基和阿格罗斯金公式中之糙率系数  $n$  的数值表  
表 1

编号	槽 壁 性 质	$n$	$1/n$
I	坚实黏土，黄土、沙砾的渠道条件良好的大土渠	0.0225	44.4
II	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（水流顺畅、无崩塌和水蚀穴，经常笔直的河槽）	0.025	40.0
III	保养条件中下等的大土渠和保养条件中等的小土渠	0.0275	36.4
IV	条件比较坏，生长杂草显著，边坡有些地方崩塌的土渠，水流条件有利的河流	0.030	33.3
V	条件十分坏的渠道（断面不规整，有石头和水生植物阻塞着）。条件比较有利但有若干数量石块和水生植物的河流。	0.035	28.6
VI	条件非常坏的渠道（有大水蚀穴和大崩塌，生长杂草，有淤积，槽上有大石等）。水流条件进一步恶化的河流，石头和水生植物的增加，有水蚀穴和浅滩之河床变弯曲者	0.040	25.0
VII	阻塞大，弯曲、杂草局部生长，多石而水流不稳定之槽道（大中河道）	0.050	—
VIII	杂草生长十分猖獗并有大而深之水蚀穴的河道和滩地，水流汹涌澎湃而有巨石的山间河床	0.080	—
IX	沼泽型河道（长草有草丘，许多地方有板林）	0.133	—

巴甫洛夫斯基公式中系数C之数值

表2

R \ n	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	36.9	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



阿格罗斯金公式中系数C之数值

表3

R \ n	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	53.5	44.6	39.1	34.5	31.0
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

3. 巴贊公式·此式可作值系之用:

$$C = \frac{8\gamma}{\gamma + \sqrt{R}} \dots\dots\dots (I. 12.)$$

式中:  $\delta$  — 糙率系数, 对于清浄土渠  $\delta$  等于 1.3 长有杂草之土渠为 1.75。

从谢才公式中可以看出, 明渠之流速乃取决于渠底比降、水力半径和渠壁之状态。因此即使是同一明渠, 由于其形状、水深、挂草程度以及阻塞度之不同其流速亦异, 谢才公式重大的实践意义就是可以用它来确定各种设计之灌溉渠、排水沟以及其他沟渠的流速和流量。

孔口的孔口出流和管咀出流。水经未淹没的小孔口出流之流速, 因口径比起水头来小得十分厉害, 在水头固定时等于: (图2)

$$V = \sqrt{2gh} \dots\dots\dots (I.13)$$

实际的出流速度由于水分子间的摩擦将小于其理论(流速, 即公式 (I.13)) 中应加入一改正系数——摩擦系数  $\psi$ :

$$V = \psi \sqrt{2gh} \dots\dots\dots (I.14)$$

流经孔口的流量等于:

$$Q = W \cdot V.$$

式中:  $W$ —孔口面积,

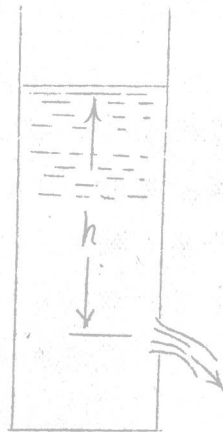


图 2  
水从壁上小孔出流

但是必须考虑到射流的收缩以  $\mu$  代表收缩断面和孔口断面之比值, 我们使得孔口出流的流量公式如下:

$$Q = \psi \cdot W \cdot \psi \sqrt{2gh} = \mu \cdot W \cdot \sqrt{2gh} \dots\dots\dots (I.15)$$

式中:  $\mu = \psi \cdot \psi$  — 流量系数, 等于

$$\mu = \frac{Q_{np}}{W \sqrt{2gh}} \dots\dots\dots (I.16)$$

水利土壤改良等

對於不大的孔口  $\psi = 0.97$ ,  $\psi = 0.67$ , 和  $\mu = 0.62$ . 對於大孔口 (即 2 公尺以內者)  $\mu = 0.7$ , 對於更大的孔口  $\mu = 0.8$ . (近似)。

公式 (I.15) 也適用於管咀出流, (短管)。管咀在實際中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  $\mu$  等於 0.62 (如果管咀長度  $l$  小於其直徑  $d$  ( $l < 2d$ ) 和等於 0.82. (如果  $l = (3 \sim 4)d$ )。

收縮圓錐形管咀之  $\mu$  取決於圓錐角  $\delta$ , 當圓錐角  $\delta = 13^\circ 24'$  時流量係數達到最大值即  $\mu = 0.95$ 。圓錐形管咀多應用於建築噴池和消防唧筒上。

上述公式可以用來確定水在河槽, 管道等中之流量。

六. 水經過非潛堰之出流量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) 和三角堰 (圖 3c)。堰分著壁堰和寬頂堰, 薄壁堰之壁厚  $c$  與堰頂上水頭  $h$  之比小於 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量, 雖然堰上水流表面稍有降低。

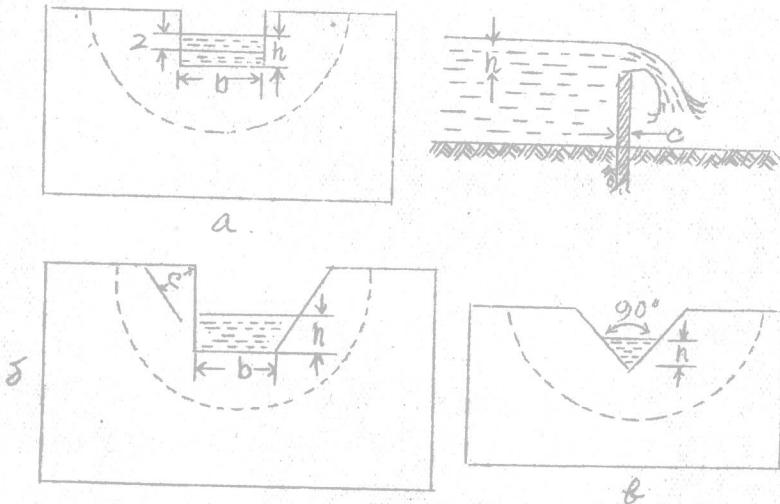


圖 3. 堰. a. 矩形堰. b. 三角堰. c. 梯形堰.

薄壁矩形堰所流径之流量按下式确定之：

$$Q = \frac{2}{3} \mu \cdot b \cdot h \sqrt{2gh} \dots\dots\dots (I.17)$$

式中：h —— 堰顶上之水头。

b —— 堰之宽度。

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

当  $m_0 = 0.44$  时，公式 (I.17) 变为下列形式：

$$Q = 1.95 b \cdot h \sqrt{h} \dots\dots\dots (I.18.)$$

宽顶矩形堰所流径之流量按下式确定之：

$$Q = 1.4 b \cdot h \sqrt{h} \dots\dots\dots (I.19.)$$

确定流径薄壁梯形非溢堰之流量时可利用切普列特工程师之经验公式：

$$Q = 1.86 b \cdot h \sqrt{h} \dots\dots\dots (I.20.)$$

在下列条件下，上一公式可获得相当精确之结果：

- 1) 堰为不透浸者。
- 2) 堰口边缘尖锐。
- 3) 堰顶水平。
- 4) 水头不大於  $\frac{1}{3}$  堰宽即  $h \leq \frac{1}{3} b$ 。
- 5) 之行近流速不大。
- 6) 堰坡应使  $tg \alpha = \frac{1}{4}$ 。

流径三角形 (直角三角形) 堰之流量按下式确定之：

$$Q = 1.4 h^2 \sqrt{h} \dots\dots\dots (I.21.)$$

堰在灌溉渠上和其他水流上可依量水计应用。

七、水在压力管内之运动：水的压力运动是在水流封闭于刚壁内受压力作用运动时发生的 (输水管，人工降雨装置输水管道等)。水沿管道运动时发生水头损失，即：(1) 沿程之摩擦

水利土壤改良学



損失和(2)局部損失。

确定沿程水头損失之公式很多，下面引用达塞公式：

$$h_f = \frac{\lambda \cdot l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}; \dots\dots\dots (I.22)$$

$$\lambda = (1 + \frac{l}{40d}) 0.02; \dots\dots\dots (I.23)$$

式中： $h_f$  沿程水头之損失，公尺。

$l$  管长，公尺。

$v$  流速 公尺/秒

$d$  管径 公尺

$g$  重力加速度 9.81 公尺/秒<sup>2</sup>

对于污秽之管道，入道应增加到 1.5~2 倍。

局部損失  $h_i$ ，是局部阻碍引起的，其数值与流速之平方成正比：

$$h_i = f_i \frac{v^2}{2g}. \dots\dots\dots (I.24)$$

式中： $f_i$  — 局部阻抗系数（从手册中查取）

例如： $f_i$  等于：1. 管子入口 — 0.5，2. 从管子到水池之出口 — 1.0，局部損失（弯曲，管子扩大，阀等）是随着沿程損失而构成的，当输水管道比较长时，局部損失可以忽略不计或近似地取之等于沿程損失的 5~10%。

在无支管的简单输水管道的条件之下，水从上水池流入下水池（图6）或简单地在大气中流动时，水头  $H$ （水位差）在第一种情况下完全消耗于阻力上，在第二种大气中流动的情形下则  $H$  消耗于阻力上和建立从管中射出的流速上。

因此上述关系可以写成：

1. 在水面下流动时：

$$H = h_f + h_i \dots\dots\dots (I.25.)$$