

水 库 管 理 人 员 培 训 教 材

小型水库管理

武汉水利电力学院农田水利教研室主编

003

水利电力出版社

——水库管理人员培训教材——

小型水库管理

武汉水利电力学院农田水利教研室主编

水利电力出版社

内 容 提 要

本书系统地介绍了小型水库管理的技术知识和先进经验,全书共分十章,包括工程基本知识、常用数学基础、水库水文观测、水库汛期运用、工程养护维修、水库防汛抢险、灌区农田基本建设、灌溉用水管理、综合利用和征收水费等,并附有图表、实例。

本书可供从事中小型水库管理工作的广大基层水利干部、技术人员和农民技术员参考。

3164/23
22

水库管理人员培训教材

小型水库管理

武汉水利电力学院农田水利教研室主编

水利电力出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

解放军第一二〇一工厂印刷

1979年1月北京第一版

1979年1月北京第一次印刷

印数 00001—14840册 每册 1.45元

书号 15143·3396

前 言

建国以来,我国的水利建设事业得到了迅速发展。各地人民发扬自力更生、艰苦奋斗的革命精神,修建了大量小型水库,在抗御水旱灾害,保证农业丰收中发挥了巨大作用。

为了加强水库管理工作,确保水库安全,充分发挥工程效益,不断提高水库管理人员水平,水利电力部水文水利管理司组织有关高等院校和水库工程单位,编写了一套水库管理人员培训教材。《小型水库管理》就是这套培训教材之一,它是在举办十多期水库管理短训班,学习总结各地水库管理经验的基础上,经过进一步补充修订编写而成的。

在编写本书过程中,我们力求贯彻党的有关加强水利管理的方针和政策,阐明加强管理和兴建工程的辩证关系,明确水库管理的任务,强调加强管理的重要性。在内容上,着重讲清基本概念和科学道理,注意理论联系实际,并介绍一些先进管理经验。文字上力求通俗易懂,对计算公式避免繁复的推导运算,尽量制成图表和曲线,并附实例,以使小型水库管理人员容易接受、理解。

本书共分十章。第一章为绪论;第二、三章为常用数学基础和工程基本知识,是为适应广大基层水利管理干部的实际需要而编写的;第四、五、六、七等四章,为水库枢纽部分,包括工程管理、水库水文观测和控制运用等内容,目的是为确保水库安全;第八、九两章,为灌区部分,包括农田基本建设和用水管理等,目的是充分发挥工程效益,促进农业高产稳产;最后,第十章为水库的综合利用和征收水费问题。

本书除第五章第五节“多沙河流水库的运用”是由西北农学院水利系钱善琪同志编写、第十章第一节“水库养鱼”由中国科学院水生生物研究所第四研究室刘建康主任修改外,其他章节分别由武汉水利电力学院农田水利教研室许志方、李恩羊、茆智同志执笔编写,最后由许志方同志汇总修改定稿。在本书编写过程中,还得到湖北省水利局工管处,湖北省黄冈、襄阳、宜昌地区水利局和有关水库管理单位,安徽省滁县地区水利局、全椒县水电局及有关水库管理单位,江苏省溧阳县沙河水库管理处,浙江省诸暨县水利局及征天水库管理所,湖南省双峰县千金水库管理所,桃源县水利局,河南省泌阳县水利局,广东湛江地区水电局,广西宾阳县清平水库管理处,中国科学院水生生物研究所第四研究室,华东水利学院和华北水利水电学院等单位的热情支持,供给资料,提出宝贵意见。初稿写成后,由水利电力部水文水利管理司和出版社主持召开了有若干省(区)中小型水库管理干部、技术人员、农民技术员和兄弟院校教师参加的“三结合”审稿会,对书稿进行了认真讨论审查,提出很多宝贵意见,会后又作了进一步修改、补充。在此一并表示感谢。

由于我们的政治和业务水平不高,书中错误之处,诚恳地希望读者批评指正。

编 者

1978年11月

目 录

前 言

第一章 绪论	1
第一节 水库管理的重要意义和任务	1
第二节 依靠群众, 管好水库	2
第二章 常用数学基础	4
第一节 公式、符号和单位	4
第二节 几个数学应用问题	5
第三节 乘方、开方与指数	10
第四节 数学图线	14
第三章 工程基本知识	17
第一节 水库工程	17
第二节 水库的特性	43
第四章 水库水文观测	49
第一节 降水量观测和计算	49
第二节 库水位观测	53
第三节 水库出流量观测	55
第四节 入库水量测算	64
第五章 水库汛期运用	65
第一节 水库对洪水的调节作用	65
第二节 水库防洪能力复核	68
第三节 汛期控制运用	79
第四节 水库洪水预报	82
第五节 多沙河流水库的运用	97
第六章 工程养护和维修	103
第一节 土坝养护和维修	103
第二节 土坝检查观测	126
第三节 放水建筑物的养护和维修	135
第四节 溢洪道的养护和维修	141
第五节 渠道及建筑物的管理和养护	144
第七章 水库防汛抢险	157
第一节 防汛抢险的重要意义	157
第二节 防汛抢险的准备工作	157
第三节 防止土坝漫顶的措施	159
第四节 坝身漏洞的抢堵	163

第八章 灌区农田基本建设	166
第一节 要有一个全面规划	166
第二节 骨干工程规划布置	167
第三节 田间工程规划布置	169
第四节 平整土地	175
第五节 灌溉渠道设计	182
第六节 渠系建筑物的配套	193
第九章 灌溉用水管理	203
第一节 合理灌排	203
第二节 计划用水	213
第三节 开源节流	227
第四节 灌区量水	234
第五节 灌溉试验	255
第十章 综合利用和征收水费	262
第一节 水库养鱼	263
第二节 小型水电站规划	266
第三节 库区水土保持	270
第四节 征收水费	275
附录	277
附表 1 外文字母及读音表	277
附表 2 常用技术名词代表符号	277
附表 3 常用数学运算符号	278
附表 4 单位换算表	278
附表 5 水深与每亩水量换算表	278
附表 6 各种标号水泥砂浆使用范围及材料用量参考表	279
附表 7 混凝土材料用量参考表	280

第一章 绪 论

第一节 水库管理的重要意义和任务

建国二十多年来，我国的农田水利建设事业得到飞速发展。至1977年底止，全国已建成蓄水十万立方米以上的水库81000余座，总共蓄水量3900多亿立米，水库灌溉面积达24000多万亩。这些水库在抗御洪水和干旱灾害，保证农业丰收中发挥了巨大作用。当前，在华主席为首的党中央提出“抓纲治国”战略决策的指引下，全国人民正在为实现新时期的总任务进行新的长征，水利事业得到了新的发展。在大搞农田基本建设中，又新修了许多小型水利工程，特别是加强了水利管理工作，对已成水库普遍地进行了整险加固，大力配套挖潜，在灌区内开展园田化建设和灌溉计划用水等工作，这就进一步提高了工程质量，确保水库安全，扩大了灌溉效益，促进了农业增产。

毛主席教导我们：“水利是农业的命脉”。兴修农田水利的目的，主要是为了保证农业的增产。因此，衡量水利工程的成就，不仅要看兴修工程的数量，更重要的是看对农业增产的作用，要高产才算。水库建成以后，为防御水旱灾害，促进农业增产提供了物质基础，但能否达到增产的目的，还要看能否管好、用好水库。对水库管理是加强还是削弱，看起来是个工作问题，实质上是路线问题。水库的“建”与“管”是密切联系的，“建”与“管”的关系是辩证的关系，建是基础，管是关键，增产是目的。实践证明，只有加强水库管理工作，才能确保工程的安全，充分发挥水库的效益。即使一个在工程上有缺陷的水库，如果能够管好用好，在管理运用的过程中，不断加以改善，则仍然可以发挥很大的效益；相反，一个工程质量较好的水库，如果管理不善，也可能造成垮坝失事，给人民生命财产带来很大损失。管理运用好的水库，每亩水稻仅用库水200~300立米，就可以抗旱保丰收；管理运用差的水库，每亩水稻用水量达1000余立米，不仅浪费水量，而且达不到增产目的。因此，管好用好水库工程，不仅是巩固和发展水利建设成果、保卫人民生命财产和社会主义建设的重要问题，而且是关系到建立高产稳产农田，实现农业现代化的大事。特别是加强小型水库的管理，在当前具有更为重要的意义。小型水库的数量多，占全国水库总数97%以上，分布广，几乎遍布全国各省市、各社队。如果能切实地做到“建好一处，管好一处，用好一处”，则对实现农业水利化，促进农业的高产稳产，普及大寨县运动，将发挥更大的作用。

现在，水利管理战线上的广大职工和社员群众，正在认真总结建国以来水利管理工作中正反两方面的经验，决心要把水库管理工作搞上去，把水库建成大寨大庆式的管理单位，确保水库安全，不断扩大工程效益，促进农业的高产、稳产，以适应国民经济全面跃进的新形势，为早日实现四个现代化的宏伟目标而努力。

水库管理的任务，主要是在确保工程安全的前提下，充分发挥水库的灌溉效益，达到农业增产的目的。根据这一任务，水库管理的内容，具体地说，就是：

- (1) 加强工程管理, 确保工程安全;
 - (2) 合理控制运用, 妥善解决防洪、灌溉矛盾, 做到有计划的蓄水、用水, 充分利用水利资源, 不断扩大灌溉效益;
 - (3) 在灌区内开展以改土治水为中心的农田基本建设运动, 完成灌排渠系配套, 进行土地平整, 建设高产、稳产农田;
 - (4) 实行合理灌溉, 计划用水, 节约用水, 促进农业的高产、稳产。
- 此外, 在管好用好工程的前提下, 还应充分利用水土资源, 积极开展水库的综合利用, 搞好库区水土保持, 发展水库养鱼和水力发电等, 也是水库管理中的一项重要工作。

第二节 依靠群众, 管好水库

小型水库的特点是分布广、数量多, 且绝大多数为社队自建、自管、自用。因此, 要管好用好水库, 必须发动群众, 依靠群众。实践证明, 只要充分发动群众, 依靠群众, 坚持专业管理与群众管理相结合, 小型水库都是可以管好的。例如, 湖南双峰县的千金水库, 桃源县的占家冲水库和三八水库, 浙江诸暨县的征天水库(现已扩建为中型水库), 广东湛江的新坡水库, 河北获鹿县韩家园水库, 以及湖北黄冈回龙水库等, 就是一片好的水库管理典型。

湖南桃源县委遵循毛主席关于“管理也是社教”的伟大教导, 认真贯彻执行“建管并重”的方针, 切实加强水库管理。他们发动干部群众开展大讨论, 明确建管关系, 端正思想认识, 克服重枢纽、轻配套, 重建设、轻管理的倾向, 把加强水库管理工作提高到路线的高度来认识, 明确是为建设大寨县服务, 为农业增产服务的目的。他们总结推广占家冲水库的经验, 把依靠群众管理当作水利管理工作上的一场革命, 采取专业管理与群众管理相结合的办法, 使水库管理工作做到了三个落实: 机构落实, 人员落实, 思想落实。对全县的小(一)型水库都建立了管理所; 小(二)型水库做到有专人管理; 每个受益灌区都成立了灌区管理委员会。水库管理人员, 主要来自受益社队, 走亦工亦农的道路。专管人员的数量是按照工程规模合理配备, 一般小(一)型水库受益面积在万亩以上的配4~5人, 万亩以下的配3~4人(不包括开展综合利用的人员)。县委有一名副书记分管水利管理工作, 区、社、大队也有一名副书记或党委成员具体负责, 从而把水利管理工作列入了党委的议事日程, 做到了党委有人抓, 层层有人管, 管理工作迅速出现了新局面。

河南泌阳县委对小型水库的管理也十分重视, 认真地解决了管理体制, 制定了管理制度。全县的小(一)型水库都建立了水管所, 为公社的直属单位, 由公社派出干部加强领导, 并选配十名左右亦工亦农人员参加水库管理工作; 小(二)型水库由大队管理, 也建立水管所。全县每个小型水库都制定有管理制度, 如水文观测制度, 水库控制运用办法, 防汛抢险制度, 工程管理制度以及大汛期间水库下游群众安全转移信号规定, 等等。这些制度的贯彻执行, 对水库安全起到很大的保证作用, 使全县已建成的63座小型水库在1975年8月特大暴雨洪水袭击下, 都安全地渡了汛。

又如, 湖北省罗田县在依靠群众, 亦工亦农管好水库方面也取得了很好经验。他们对

全县 136 处蓄水十万立米以上的水库，都建立了管理机构，落实了管理人员，制定了管理制度。他们的具体经验是：

（1）凡属跨社工程由县统一管，跨队工程由公社管，队办工程由队自己管。

（2）县管水库，其管理人员在现有干部编制中由组织部门调整安排；渠道管理段的人员，按受益面积向社队摊派劳力，报酬由水库管理单位在水费收入中开支，一半交给社队记工分，一半为生活补助。口粮自带，不足部分由国家补助。

（3）社管水库，管理人员解决的办法有四种形式：一是根据工程规模大小和多种经营生产的任务，由受益大队选派三到五人，报酬由大队记工分，可略高于同等劳力的 5~10%，水库在多种经营收入中每月发给生活补助费若干元；二是把水库管理单位作为社办企业向受益大队按比例抽调劳力搞管理，口粮自带，报酬和水库收入等由社办企业统一核算；三是从受益单位抽调劳力，一年分夏秋两季带足基本粮油，不足部分在水库自产粮中补助，工资由水库收入中发给固定工资，管理人员每月按工资的 10% 向集体交积累，水库收入单独核算；四是社队合管共同经营，按股分摊派管理人员，报酬，口粮等具体问题，分别自行负担，收入按股分摊，并提成一定的公共积累，作为扩大再生产和工程维修。

（4）大队一级管的水库，其管理人员不得少于一至二人，报酬与大队干部和企业人员同等待遇。

（5）为了加强水库管理人员的思想组织建设和便于领导，以公社为单位建立党、团支部委员会，在公社党委的统一领导下开展工作。

（6）凡固定在水库搞管理的人员，均由水库统一领导安排，不得任意抽调，如需要更换者，必须报请上级和主管部门批准。

毛主席教导我们：“世间一切事物中，人是第一个可宝贵的。在共产党领导下，只要有了人，什么人间奇迹也可以造出来。”建立和健全各级专业和群众管理组织，制定了管理规章制度以后，还要充分发挥人的积极性，才能把水库管好用好。因此，依靠群众，实行民主管理，必须加强党的领导，作好政治思想工作，努力提高管理水平，不断总结推广先进管理经验，特别要重视培训管理干部和普及科学管理知识等，才能把水库管理工作提高到新的水平。

第二章 常用数学基础

毛主席教导我们：“胸中有‘数’。这是说，对情况和问题一定要注意到它们的数量方面，要有基本的数量的分析。”在水库管理工作中，经常遇到许多问题需要进行数量的分析，例如，计算水库的来水量、灌区的用水量，等等。现将水库管理中常用的数学知识简介如下，作为掌握计算方法的基础。

第一节 公式、符号和单位

一、什么是公式

公式也称计算式或关系式。所谓公式，就是各种因素之间数量关系（或称计算关系）的一种表示形式。各种数学计算问题要列成公式才能进行计算。

例如，1 亩农田每年灌水400立米，3 万亩农田每年灌水多少立米？它们的计算关系是：

$$400 \times 30000 = 12,000,000 \text{立米} = 1200 \text{万立米}$$

如把数字用符号代表，以 A 代表每亩农田的灌水量（米³/亩）， B 代表农田面积（亩）， C 代表全部农田灌水量（米³），则上面的关系就是：

$$A \times B = C$$

这个公式表达了每亩农田灌水量、农田面积和全部农田灌水量三个因素之间数量上的关系。这三个因素之中，知道了任何两个，就可运用这个公式计算出另一个。

二、公式中常用的符号

为了便于运算，计算公式常采用外文字母来表达。目前在数学计算中，主要采用拉丁字母（即英文字母），少量符号采用希腊字母。现将外字母及读音列于附录中的附表1。

在水库管理中，有一些技术名词也常用外文符号来表示，列于附录中的附表2。

常用的数学运算符号列于附录中的附表3。

三、公式中常用的单位

为了表示某一计算因素数量的大小，除了用数字表示外，还要表示出它的度量单位，这样才有现实意义。如降雨15毫米，库容500万立米，灌溉面积3万亩，流量2.8立米/秒，等等。毫米、立米、亩、立米/秒就是表示降雨量、库容、面积、流量的单位。应该指出，绝大多数计算因素都是有单位的。

但也有一些计算因素不具有单位。例如，坡度，径流系数等。凡不具有单位的因素，都是一些比例的系数。譬如坡度，实际是斜坡两点间的高差与水平距离的比值；径流系数是径流深与产生该径流的降雨量的比值。由于两个因素的单位是相同的，相比较后各自的单

位相抵消了，故得到新的因素（比值）就不具备单位。

现把常用的单位和单位的换算列于附录中的附表4、5。

第二节 几个数学应用问题

一、比和百分比计算

1. 比的意义和运算

毛主席教导我们：“有比较才能鉴别”。许多事物，要用两个或者更多的数量相比较，用它们之间的比值来识别它们的差别或变化，以鉴别它们的性质。例如，某水库多年平均年用水量120万立米，但多年平均年来水量只有80万立米。用比值来表示此水库用水与来水的相对大小，即用水量与来水量之比为1.5，它表明需水量为来水量的1.5倍。这就具体地表明了此水库水量供求的矛盾情况。

所谓两个数的比值，就是两个数相除所得的商。

$$A:B=C \text{ 就是 } A \div B = C \text{ 或是 } \frac{A}{B} = C$$

上例中，水库多年平均用水量与来水量之比为 $120 \text{万} \div 80 \text{万} = 1.5$ 。

水库管理中，有许多因素本身就是比值，如渠、坝、堤的边坡，渠底、水面、地面的纵坡，径流系数，地图的比例和混凝土的水灰比等等。

2. 百分比及其计算

通常用百分比说明各种因素在总量中的比例大小。例如，全部农田有5万亩，其中灌溉面积4万亩，即灌溉面积百分比为百分之八十，写成80%。

(1) 求百分比 已知总数 B 和总数中的一部分 A ，求部分数占总数的百分比 C

$$C = \frac{A}{B} \times 100(\%), \text{ 百分比} = \frac{\text{部分数}}{\text{总数}} \times 100(\%)$$

例如，某水库灌区干、支渠总长度为32公里，其中已进行块石护砌的有24公里，则干、支渠已护砌长度的百分比等于 $\frac{24}{32} \times 100 = 75\%$ 。

(2) 已知百分比 C 和总数 B ，求部分数 A

$$A = \frac{C \times B}{100}, \text{ 部分数} = \frac{\text{百分比} \times \text{总数}}{100}$$

例如，某水库，渠道损失水量为总放水量的40%，全年总放水量为200万立米，求全年渠道损失水量。

$$\text{损失水量} = \frac{40 \times 200 \text{万米}^3}{100} = 80 \text{万米}^3$$

(3) 已知百分比 C 和部分数 A ，求总数 B

$$B = \frac{A}{C} \times 100, \text{ 总数} = \frac{\text{部分数}}{\text{百分比}} \times 100$$

总之，在总数 B 、部分数 A 和百分比 C 三个数之中，已知其中任何两个数，用公式 $C = \frac{A}{B} \times 100$ ，并用移项法，便可求出另一个未知数。

二、平均值和加权平均值计算

水库管理中，为了表示一些因素的特征，经常要计算平均值，而平均值有算术平均值和加权平均值两种。

1. 算术平均值的计算

一般所讲的平均值，就是指的算术平均值。许多数的算术平均值，就是所有这些数的总和被所加的项数相除所得之商。一组数 $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ ，这些数的算术平均值

$$= \frac{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n}{n}。$$

例如，某水库 5 年来水量平均值计算如下表。

年 份	1971	1972	1973	1974	1975	总 和	五 年 平 均
来水量(万米 ³)	850	980	750	1032	1318	4930	$\frac{4930}{5} = 986 \text{ 万米}^3$

2. 加权平均值的计算

一组数的加权平均值，是每个数乘上本身权重后的总和再除以各权重的和。

如一组数为 $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ ，相应的权重为 $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ 。

$$\text{则该组数的加权平均值} = \frac{A_1 P_1 + A_2 P_2 + A_3 P_3 + \dots + A_n P_n}{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}。$$

例如，某水库一次连续放水 20 天，在 20 天中，流量 1.6 米³/秒放 10 天，流量 1.0 米³/秒放 3 天，流量 1.3 米³/秒放 7 天，求这 20 天内平均放水流量。

若用算术平均值，则平均流量 = $\frac{1.6 + 1.0 + 1.3}{3} = 1.3 \text{ 米}^3/\text{秒}$ ，这不能代表实际的平均流量，因为没有考虑不同流量下的放水时间，显然流量的算术平均值 1.3 米³/秒比实际平均流量小，因为放较大流量(1.6 米³/秒)的时间长(10 天)，放较小流量(1.0 米³/秒)的时间短(3 天)，笼统加在一起平均必然偏小。

真正的平均流量，应考虑放水天数的不同，用加权平均流量，以放水天数为权重。

流量 1.6 米³/秒时放水 10 天，在平均值中权重应为 10；

流量 1.0 米³/秒时放水 3 天，权重应为 3；

流量 1.3 米³/秒时放水 7 天，权重应为 7。

$$\begin{aligned} \text{加权平均流量} &= \frac{1.6 \times 10 + 1.0 \times 3 + 1.3 \times 7}{10 + 3 + 7} \\ &= \frac{28.1}{20} = 1.40 \text{ 米}^3/\text{秒} \end{aligned}$$

【例】有甲、乙、丙三丘水田，甲丘面积为 1.0 亩，田面高程 115.2 米；乙丘面积 0.5 亩，田面高程 115.7 米；丙丘面积 1.3 亩，田面高程 114.3 米(图 2-1)。现拟将这三丘水田进行平整，合并为一丘，求平整后的田面高

1.0 亩 甲 115.2 米	0.5 亩 乙 115.7 米
1.3 亩 丙 114.3 米	

图 2-1 田块示意图

程。

解：因为三丘水田的面积不同，它的高程在平均值中的权重不同，因此要用加权平均计算平整后的田面高程。

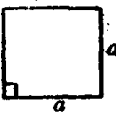
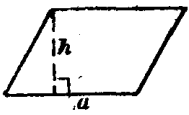
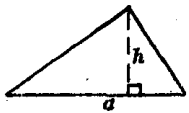
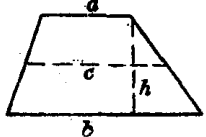
$$\begin{aligned}\text{平整后的田面高程} &= \frac{115.2 \times 1.0 + 115.7 \times 0.5 + 114.3 \times 1.3}{1.0 + 0.5 + 1.3} \\ &= \frac{321.64}{2.8} = 114.87 \text{米}\end{aligned}$$

三、面积和体积计算

1. 面积计算

(1) 规则形状面积 按表2-1中公式计算。

表 2-1 常见规则图形面积公式

名 称	图 形	面 积 公 式	符 号 意 义
正 方 形		$S = a^2$	a —— 边长
长 方 形 (矩 形)		$S = ab$	a, b —— 边长
平 行 四 边 形		$S = ah$	a —— 底边长 h —— 高
三 角 形		$S = \frac{1}{2}ah$	a —— 底边长 h —— 高
梯 形		$S = \frac{1}{2}(a+b)h$ 或 $S = ch$	a, b —— 上、下底边长 h —— 高 c —— 中位线长
圆		$S = \pi r^2$ 或 $S = \frac{\pi}{4}D^2$ 或 $S = \frac{1}{2}Cr$	r —— 半径 D —— 直径 C —— 圆周 ($= 2\pi r$) π —— 圆周率 ≈ 3.1416
扇 形		$S = \frac{1}{2}Cr$ 或 $S = \frac{\pi r^2 n}{360}$	C —— 弧长 r —— 半径 n —— 弧所张开的圆心角度

(2) 不规则形状面积 对于各种多边形，可以把它划分成许多三角形，分别算出各三角形的面积，再求其总和；也可以把它划分成各种其他的规则面积，分别算出各部分面

积，再求其总和。

【例】 有一傍山挖方渠道，其中某横断面如图2-2所示，求该断面的挖方面积。

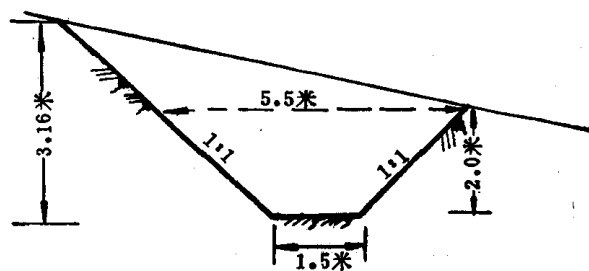


图 2-2 傍山挖方渠道横断面

解：该断面是一个不规则的四边形，可把它划分成一个梯形及一个三角形，分别计算。

$$\text{梯形面积} = \frac{1}{2} [1.5 + (1.5 + 1 \times 2 \times 2)] \times 2 = \frac{1}{2} [1.5 + 5.5] \times 2 = 7.0 \text{米}^2$$

$$\text{三角形面积} = \frac{1}{2} [5.5 \times (3.16 - 2.00)] = \frac{1}{2} [5.5 \times 1.16] = 3.2 \text{米}^2$$

$$\text{全部挖方面积} = 7.0 + 3.2 = 10.2 \text{米}^2$$

对于各种任意的不规则形状，可以用两种方法来度量和计算其面积。

1) 平行线法：将整个面积分成许多等宽的条子，每个条子取它中心的长度（如图2-3中的 L_1 、 L_2 、 L_3 ……），把全部条子的长度相加后乘条子的宽（如图2-3中的 d ），即为所求面积。

2) 方格网法：将整个面积打上正方形方格网（图2-4），先求出一个小方格代表的

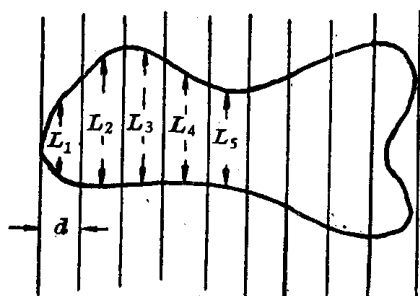


图 2-3 平行线法求面积

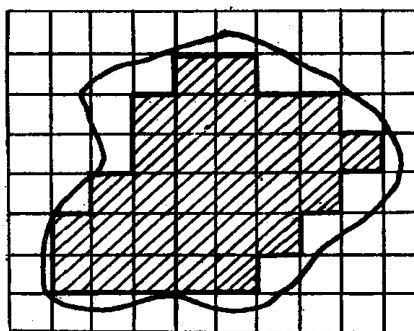


图 2-4 方格网法求面积

面积（一般以1平方厘米为1小方格），而后数所求面积上所包围方格数目，从而定出所求面积的大小。数格子时，先数完整格子（如图中阴影的格子）个数，再用目估法将不完整的格子凑成完整格子，定其数目。

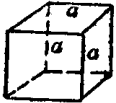
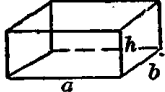
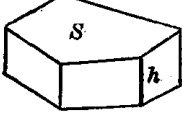
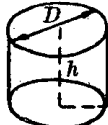
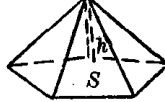
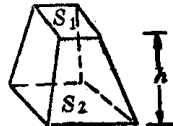
若有求积仪，则可用求积仪求算面积。

2. 体积计算

(1) 规则形状体积 按表2-2中公式计算。

表 2-2

常见规则图形的体积公式

名 称	图 形	体 积 公 式	符 号 意 义
正 方 体		$V = a^3$	a —— 棱长
长 方 体		$V = abh$	a, b —— 底面边长 h —— 高
棱 柱 体		$V = Sh$	S —— 底面积 h —— 高
圆 柱 体		$V = Sh = \pi r^2 h$ 或 $V = \frac{1}{4} \pi D^2 h$	S —— 底面积 r —— 底面半径 D —— 底面直径 h —— 高
角 锥 (棱 锥)		$V = \frac{1}{3} Sh$	S —— 底面积 h —— 高
棱 台		$V = \frac{1}{3} h(S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 S_2})$	S_1 —— 上底面积 S_2 —— 下底面积 h —— 高

(2) 不规则形状体积 一般多用分段近似算法, 特别是在计算渠道、土坝的土石方量和水库库容时多用此法。方法如下:

在一条要计算体积的沿线上, 已量出各处的断面积 $A_1, A_2, A_3, A_4, \dots, A_n$, 又量出这些断面之间的距离 L_1, L_2, L_3 到 L_{n-1} (图2-5), 沿这条线上的体积为:

$$\frac{A_1 + A_2}{2} L_1 + \frac{A_2 + A_3}{2} L_2 + \frac{A_3 + A_4}{2} L_3 + \dots + \frac{A_{n-1} + A_n}{2} L_{n-1}$$

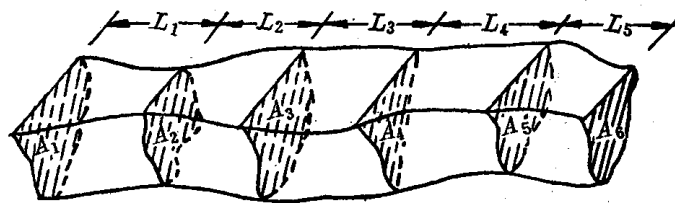


图 2-5 不规则形状体积计算示意图

【例】 已知某挖方渠段有55米长, 沿渠各断面处的挖方断面积和各相邻断面间的距离如下表, 试求该渠段的全部挖方量。

断 面 号	面 积 (米 ²)	间 距 (米)
1	10.2	15
2	15.1	
3	14.6	
4	9.3	15
5	2.1	10

解：计算过程及结果见下表。

断 面 号	面 积 (米 ²)	平 均 面 积(米 ²)	间 距 (米)	挖 方 量 (米 ³)
1	10.2	12.65	15	189.8
2	15.1		15	222.8
3	14.6		15	179.3
4	9.3	5.70	10	57.0
5	2.1		10	57.0
合 计	51.3		55	648.9

第三节 乘方、开方与指数

在水库管理工作中,有时要遇到乘方、开方与指数的计算问题,如面积、体积的计算,各种水工建筑物过水流量和流速的计算,确定暴雨强度和洪峰流量的一些经验公式等等。以下把乘方、开方与指数的概念和一些基本运算规律作个简述。

一、乘方、开方与指数的概念

我们知道,边长为 a 米的正方形的面积 $S=a \times a$ 平方米,边长为 a 米的正方体的体积 $V=a \times a \times a$ 立米。为简便起见,就把 $a \times a$ 写成 a^2 ,读作“ a 的二次方”或“ a 的平方”,把 $a \times a \times a$ 写成 a^3 ,读作“ a 的三次方”或“ a 的立方”。同样, $a \times a \times a \times a = a^4$ 读作“ a 的 4 次方”,等等。

几个相同数的乘积叫做乘方,相同的数叫“底数”,相同数的个数叫“指数”;换句话说,一个数的几次乘方就是这个数自乘几次,这个数本身叫“底数”,它自乘的次数叫“指数”,指数写在底数的右上角。

$a^n = a \times a \times a \times \dots$ 乘至 n 次, a 是底数, n 是指数。

例如: $3^2 = 3 \times 3 = 9$

$3^3 = 3 \times 3 \times 3 = 27$

$3^4 = 3 \times 3 \times 3 \times 3 = 81$

在 3^2 中, 3是底数, 2是指数。

任何数的一次方就是这个数本身, 即 $a^1=a$, 指数为1就省略不写。

开方是乘方的反运算, 例如减是加的反运算, 除是乘的反运算一样。

例如: $b^2=a$, 则 $b=\sqrt{a}$ 。 $\sqrt{a}$ 读作“ a 开2次方”或“ a 开平方”;

$c^3=a$, 则 $c=\sqrt[3]{a}$ 。 $\sqrt[3]{a}$ 读作“ a 开3次方”或“ a 开立方”;

$d^4=a$, 则 $d=\sqrt[4]{a}$ 。 $\sqrt[4]{a}$ 读作“ a 开4次方”;

又如: $9^2=81$, 则 $\sqrt{81}=9$;

$4.33^3=81$, 则 $\sqrt[3]{81}=4.33$;

$3^4=81$, 则 $\sqrt[4]{81}=3$ 。

如果 $X^n=a$ 那么 $X=\sqrt[n]{a}$, X 就叫作 a 的 n 次方根, a 叫被开方数, 符号“ $\sqrt{\quad}$ ”读作“根号”, “ $\sqrt[n]{\quad}$ ”代表开 n 次方, 但开2次方(即开平方)可写成“ $\sqrt{\quad}$ ”。

开方也可用指数表示, 开几次方, 指数就是几分之一。 $\sqrt{a}=a^{\frac{1}{2}}$, $\sqrt[3]{a}=a^{\frac{1}{3}}$, $\sqrt[n]{a}=a^{\frac{1}{n}}$, 如 $\sqrt[4]{81}=81^{\frac{1}{4}}=3$ 。

二、乘方和开方数值的确定方法

计算一个数的平方或立方的数值比较容易, 只要把这个数目自乘2次或3次就可得到。但要算出一个数的平方根或立方根, 就比算乘方数值困难得多, 简单的能开得尽的数还可直接算出, 较繁的数和开不尽的数, 要经很复杂的计算才能算出。实践中, 为了尽快地确定平方、立方和平方根、立方根的数值, 可以利用现成的“平方、立方表”, 从表上直接查出, 一些数学书籍和工程表格的书籍上印有这种表。

对于方次较多的乘方和开方, 特别对于不是整数方次的乘方和开方, 直接算很难, 这些乘方、开方又无表可查, 这就往往需要利用计算尺等计算工具来确定它们的计算成果。作为粗略计算可查乘方图, 如图2-6。

三、指数运算常用的两个规律

在乘方中, 乘几次方就是指数为几; 在开方中, 开几次方就是指数为几分之一。因此, 乘方、开方的运算, 也都属于指数的运算问题, 在水库管理中, 主要应掌握以下两个基本规律:

1. 同底数的乘方, 相乘后, 底数不变, 指数相加

公式 $a^m \times a^n = a^{m+n}$

例如 $2^2 \times 2^3 = 2^{2+3} = 2^5$

因为 $2^2 \times 2^3 = (2 \times 2) \times (2 \times 2 \times 2) = 2^5 = 2^{2+3}$

又如 $3^{0.5} \times 3^{0.25} = 3^{0.75}$ 即 $3^{\frac{1}{2}} \times 3^{\frac{1}{4}} = 3^{\frac{3}{4}}$

即 $\sqrt{3} \times \sqrt[4]{3} = \sqrt[4]{3^3}$

【例】某水库溢洪道断面是矩形, 宽度 $B=10$ 米, 某次溢洪时, 最大过水深 $H=4$ 米,