

中小型水库丛书



土坝坝下涵洞



水利电力出版社

中小型水库丛书

土 坝 坝 下 涵 洞

《土坝坝下涵洞》编写小组

水利电力出版社

内 容 提 要

本书是在调查和总结群众兴建和维修水库经验的基础上编写成的。主要内容有土坝坝下涵洞(管)的作用,涵洞的规划布置,设计计算,施工方法及涵洞的管理运用中常遇到的问题和处理方法。本书的特点是以实例说明为主,加以适当的论述,并介绍一些简单易懂的图表,便于应用。读者对象主要是基层水利干部和农民技术员,也可供其他从事水利工作的同志们参考。

中小型水库丛书

土 坝 坝 下 涵 洞

《土坝坝下涵洞》编写小组

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

水利电力出版社印刷厂印刷

1978年8月北京第一版

1978年8月北京第一次印刷

印数 00001—11620 册 每册 0.48 元

书号 15143·3304

限 国 内 发 行

前 言

建国后，在毛主席无产阶级革命路线指引下，我国水利建设发展迅速，特别是无产阶级文化大革命以来，随着“农业学大寨”运动不断地深入开展，各地人民群众以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，发扬自力更生，艰苦奋斗的革命精神，修建了大量中小型水利工程。这些工程在灌溉、防洪、发电、养鱼等方面都发挥了巨大作用，有力地促进了工农业生产的发展。同时通过大规模的水利建设，在工程的规划、设计、施工、管理运用、安全检查及维修方面，群众都创造和积累了丰富的经验。

为了总结、推广这些经验，以适应当前农田基本建设运动发展的需要，我们通过对一些中小型水库土坝坝下涵洞（管）的调查研究，在初步学习和总结群众关于兴建、维修坝下涵洞的经验的基础上，编写了这本书。书中介绍了涵洞的功用、坝下涵洞的规划布置、水力计算、结构简易的设计计算、施工方法、附属建筑物的安装、管理运用、安全检查及维修等内容，可供广大基层水利干部和农民技术员参考。

参加本书编写工作的有：水利电力部水利调度研究所、河北省水利科学研究所、山东省水利科学研究所、山东省水利勘测设计院、山西省水利设计院、山西省水利科学研究所、安徽省滁县地区水利局、广东省水利科学研究所等单位的同志。由于我们的政治和业务水平有限，调查和总结时间比较仓促，书中存在一些不足和错误之处，敬请读者批评指

正，更希望同志们在参考使用过程中对这本书提出补充修改意见，以便进一步充实和提高。

编 者

一九七七年六月

目 录

前 言

第一章 绪言	1
第二章 涵洞的规划布置	7
第一节 涵洞的种类	7
第二节 涵洞的规划	20
第三节 涵洞的结构布置	30
第三章 涵洞的设计计算	38
第一节 水力计算	38
第二节 涵洞的构造设计	56
第三节 砌石涵洞的结构设计	65
第四节 圆形涵洞的结构设计	71
第五节 其他部分的结构设计	75
第四章 涵洞的施工	81
第一节 地基的开挖和处理	82
第二节 浆砌石涵洞的施工	86
第三节 现场浇筑混凝土涵洞	94
第四节 预制混凝土管	99
第五节 涵洞质量检查与回填	104
第五章 闸门和启闭设备	106
第一节 阶梯卧管孔盖板式闸门	106
第二节 斜拉式双向转动闸门和插板闸门	109
第三节 直升式平板闸门	120
第四节 其他型式的闸门	127
第五节 闸门的启闭设备	136

第六章 涵洞的管理与维修	144
第一节 涵洞管理运用中应注意的问题	144
第二节 常见的涵洞破坏形式	157
第三节 涵洞的维修处理	165
第四节 顶管	175

第一章 绪 言

水库的放水涵洞是水库枢纽中重要的建筑物之一，它可以用来灌溉、引水发电、导流、放空水库，有的还可兼作泄洪，排沙。在中小型水库工程中，特别是小型水库土坝坝下埋设的放水涵洞（管），则绝大多数是用来灌溉的。如果经过妥善考虑和周密设计，放水涵洞可以做到一物多用，发挥综合效益。湖北省富水水库土坝下埋有直径为5.6米的压力涵管，就是在施工期间作为导流洞，土坝建成后用来发电和灌溉等综合利用的涵洞。河北省壶流河水库，库面开阔，土坝长，两岸又没有岩基，修建溢洪道和开挖隧洞都有困难，在坝下埋设了4.5×6米的双排无压涵洞，洞底高程基本与河底平齐，用来放空水库和泄洪，既节省了修建溢洪道工程，又有利于战备。又如河北省西洋河水库，位于多沙河流上，如果按清水河上修建水库的规划布置和运用方式，水库很快就会被淤满报废，因而在坝下分别设置了三个涵洞，两个大底洞布设在河床中间，排沙兼泄洪，采用“缓洪蓄清，引洪淤灌”的运用方式；另一个小一点的涵洞，专作灌溉用。一般情况下，集水面积小，库容不大的水库，多数是当年开工当年建成，可以没有导流的任务，也没有发电的任务。泄洪由溢洪道承担，这种水库的放水涵洞就仅用来灌溉，如河北省的英山河、湖南省的千金、广东省的新坡等水库的放水洞，都是属于这一种。

二十多年来，特别是无产阶级文化大革命以来，我国劳

动人民，在各级党委领导下，以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，贯彻执行“独立自主，自力更生，艰苦奋斗，勤俭建国”和多快好省地建设社会主义总路线的方针，破除迷信，解放思想，走中国自己发展水利的道路。群众、领导和技术人员三结合，在大量的中小型水库建设中，修建土坝坝下涵洞，创造了丰富的经验。他们本着因地制宜，就地取材的原则，自己施工，自己设计，自己管理维修，创造了各种型式、各种材料和各种不同施工方法的放水涵洞，其数量之多、设计上的巧妙和省工省料等各方面都大大超过了无产阶级文化大革命以前的水平。在已建成的涵洞中，就其形状来讲，有圆形、方形、矩形、拱形、马蹄形和椭圆形等（如图1-1～图1-3）；就使用的材料来讲，有混凝土、浆砌块石、浆砌条石、陶瓦管、木管、竹管、铸铁管、塑料管以及砌砖涵洞等；从施工方法来讲，有现场浇筑的、砌筑的、有预制涵管，现场安装的，有坝修建好以后再“顶管”，也有采用特殊支撑打洞衬砌的。为了在灌溉时使涵洞开启方便，群众创造了多种多样的涵洞进水口及闸门形式，例如最常见的有阶梯斜卧管（如图1-4），斜拉杠杆平板门、圆筒活塞闸门、

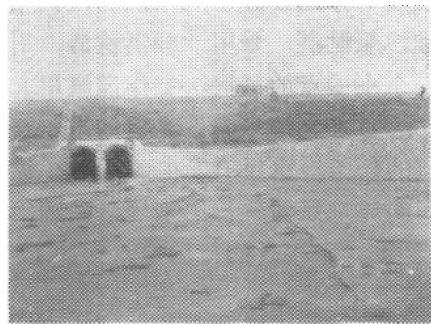


图 1-1 坝下双孔拱形涵洞

双拉转动圆盘门、竖井平板门、竖土弧形门等等。这一切充分表现了我国劳动人民无穷的智慧和显示了在无产阶级文化大革命推动下，水利建设取得了丰硕成果。

土坝坝下涵洞，



图 1-2 坝下单孔涵洞

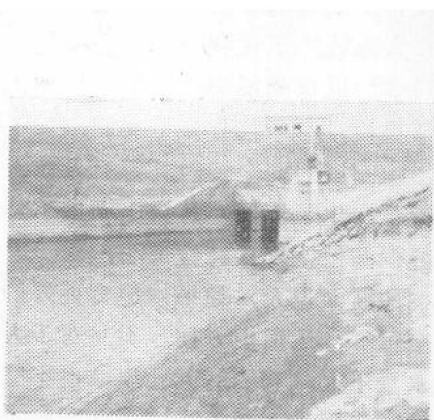


图 1-3 坝下双孔方形涵洞

是我国水库建设中采用最多的一种涵洞布置形式，因为它施工方便，造价经济，便于大搞群众运动。修建土坝坝下涵洞，只要精心设计，精心施工，确保质量，是完全可以做到安全可靠的。就是在一些大型水库中，也有使用坝下涵洞的，例如广东省合水水库坝高21.5米，在坝下埋设九条 3×3 米的泄洪涵洞，泄洪流量500多秒立米，十几年来运用良好；又如河北省岳城水库坝下埋设四条 6×7 米的泄洪、发电兼灌溉涵洞，最大泄量 $4200 \text{米}^3/\text{秒}$ ，多年来



图 1-4 阶梯卧管式涵洞进口

发挥了很好的作用。但是由于在水利建设中，过去受到修正主义路线的干扰和破坏，在修建坝下涵洞中受到旧书本和外国资料框框的影响和束缚，再加上对施工质量和管理维修不够重视，有一部分坝下涵洞出现了断裂或漏水等问题，甚至影响大坝的安全。因此曾有人对土坝坝下埋设涵洞是否可行，产生了怀疑，认为土坝坝下埋涵洞不可靠，最好是开挖隧洞。根据群众经验证明，对于大型水库，由于输水量大，洞的断面也大，如果岸边有良好的岩石山坡，打隧洞比较安全可靠，运用也方便。但是对于大量的中小型水库，因其输水量不大，有的基础、岸坡也不完全是岩石的，洞径小，隧洞施工困难，造价高，牵涉到技术问题也比较复杂，不便于群众施工，修建土坝坝下涵洞是比较切实可行的。具体到某个水库，则应根据需要和可能，按照多快好省的建设方针，具体分析，因地制宜，全面衡量不同方案的利弊，来选取涵洞的位置。

根据各地修建土坝坝下埋涵洞的经验，在规划布置、设计、施工、管理运用、安全检查及维修中，要特别注意以下几个问题：

1. 坝下涵洞的布置要合理。涵洞的位置应尽量靠近灌区一侧，如果一条涵洞灌溉河道两岸的农田，跨越河道的渠道不要离坝脚太近，更不要建在坝坡或坝体排水棱体上，以免渠道漏水影响对坝体渗漏的检查，有时甚至渠道漏水将土粒带到坝体排水棱体中，使其堵塞，导致坝体浸润线位置抬高，影响土坝的安全。

2. 修建坝下涵洞要特别注意基础的均匀性。涵洞尽量避免放在不同性质的基础上，以免填土后产生不均匀沉陷，使涵洞洞身断裂漏水。如果非要经过不同地基时，要严格按设

计进行基础处理，使不均匀沉陷减少到最低限度。

3.涵洞的施工质量是保证涵洞安全运用的重要环节。特别是浆砌块石涵洞的砌筑质量更是要注意，要严格按座浆方法砌石，砌筑块石要使内外壁平整，并需要进行抹面或喷浆处理。对于预制混凝土管的安装，要特别注意接头防渗的处理，如果处理不当，引起了穿洞壁的横向漏水，会带走坝体土颗粒，造成坝体坍塌破坏。

4.要注意涵洞周围填土的施工质量。如果填土不密实，将会引起沿管壁外的纵向漏水，这种纵向漏水是比较危险的，它可能在很短的时间内造成坝体管涌、坍塌等事故。所以最好在涵洞的出口部分做一段反滤设备（如图1-5）。

5.对于坝下涵洞的管理运用，要注意严格按设计规定的方式进行。坝下的涵洞不能任意将无压流涵洞变成有压流涵洞，如果必须将闸门安装在涵洞的出口部位时（如图1-6），要对涵洞本身做相应的加强，同时也不要任意将涵洞出口渠道高程抬高。否则在内水压力的作用下，会使洞壁受力超过允许应力而断裂破坏。

6.对于承受高水头的坝下涵洞，要注意对局部气蚀部位

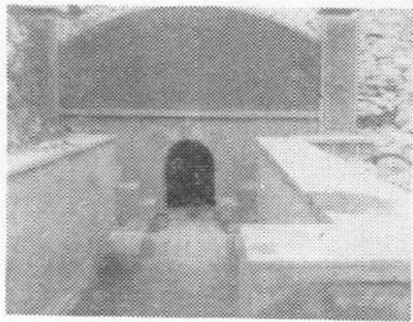


图 1-5 坝下涵洞出口

的修补加固。必要时修改涵洞的轮廓形状，以免发展严重而蚀透洞壁，危及大坝安全。

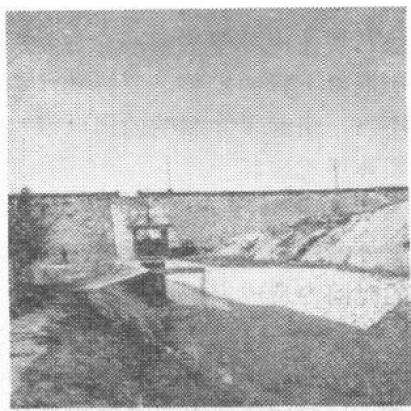


图 1-6 闸门放在出口的涵洞

第二章 涵洞的规划布置

土坝坝下涵洞（以下简称坝下涵洞），要根据其任务、建筑材料及施工方法来进行合理的规划布置，选择适当的高程、位置及断面形式，以充分发挥其作用并保证安全运用。如果规划不周，就会产生一些不良后果。例如有的涵洞设置高程过低，下游灌区位置高，满足不了灌溉需要的水位；有的涵洞位置考虑不周，与溢洪道靠得太近，可能产生水流互相干扰，甚至于影响涵洞放水；有的涵洞建在灌区的对岸，就不得不在下游增建跨河渡槽；有的涵洞修建在回填土基上，基础又处理不当，造成洞身断裂；有的涵洞按无压流设计，而实际运用条件是有压流，也会造成涵洞的破坏。诸如此类的问题都是需要在规划工作中很好地解决的。

第一节 涵洞的种类

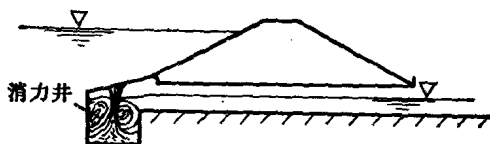
一、按水流流态划分

涵洞中的水流流态，一般分为有压流、无压流和半有压流三种，在设计涵洞时，首先必须弄清洞内水流流态，才能正确地计算出涵洞的受力情况，制定出正确的管理运用方法。

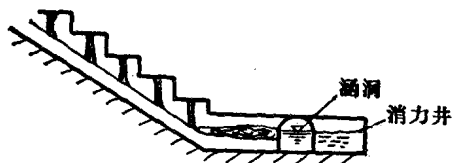
1. 无压流涵洞。当水库水位较低，或是能用闸门控制进口流量，而水流不充满整个涵洞的断面，在整个涵洞中有自由水面，这种流态的涵洞称为无压流涵洞，如图 2-1 中的各



(a) 竖井平板闸门无压流涵洞



(b) 斜拉闸门无压流涵洞



(c) 阶梯卧管无压流涵洞

图 2-1 无压流涵洞示意图

种形式，都是无压流态。

无压流涵洞的断面常做成圆形，直墙拱顶形或矩形，为保持洞内为无压流状态，在设计中要保持水面与洞顶有一定的净空。一般洞内的水深应该不大于洞高的 $\frac{3}{4}$ 。从理论上讲，要保持洞内无压流态，当无闸门控制时，在涵洞进口前从库水位计起的水深 H ，要满足下述条件；对方涵、拱涵， $H < \frac{1}{1.15} h$ （ h 是方涵或拱涵的高度）；对圆涵， $H < \frac{1}{1.1} d$ （ d 是圆管的内径）。例如图 2-2 中所示。但是在实际工程中库水位较

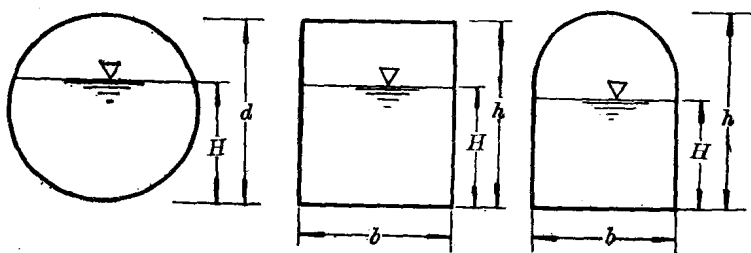


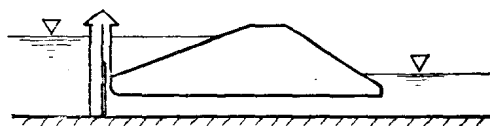
图 2-2 无压流涵洞断面示意图

高，洞径小，要保持无压状态，必须要在进口处做一些必要的控制。小型水库中采用卧管或斜拉平板闸门，进口处设消力井，控制流量与水位；大一些的小型水库和中型水库则采用竖井式平板闸门控制流量来保证其无压流态。

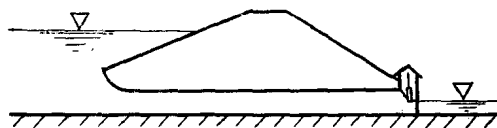
无压流涵洞的洞身，只承受洞外填土压力，不承受内水压力，结构比较简单，可以采用块石、砖、混凝土等一般材料来砌筑，便于就地取材，便于广大群众施工。进洞去进行安全检查与加固也比较方便。它适合于以灌溉为主的小型水库，我国绝大多数的小型水库是采用这种形式的涵洞。

2. 有压流涵洞。当水流充满整个涵洞断面而无自由水面的情况，称为有压流涵洞。如图 2-3 所示。有的闸门装设在进口，但出口水位过高，洞内仍会呈有压流状态。有的将闸门装在出口，涵洞承受水库上游全水头的压力。也有的涵洞由于闸门位置的不同，使闸门的 upstream 段为有压流。还有一些小型水库的涵洞，库内水深不大，只有十几米以上，而放水涵洞只有 20~30 厘米的直径，尽管出口水位很低，但由于管径太小，仍然是满管出流，这种涵洞也应认为是有压流涵洞，例如河北省抚宁县大部分是这样的涵洞。

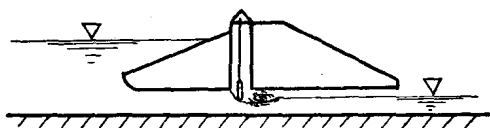
有压流涵洞的洞身，除承受洞外坝身土压力外，还要考



(a) 闸门设置在上游呈有压流涵洞



(b) 闸门设置在出口的有压流涵洞



(c) 闸门设置在坝中间的有压流涵洞

图 2-3 有压流涵洞断面示意图

虑涵洞的内水压力作用，因而结构形式比无压流涵洞复杂，要有足够的抗裂性。但它有断面小、泄流量大的优点，一般在中小型水库中，多用于发电涵洞。近年来有些水源缺乏的地区，为了防止涵洞漏水损失，又便于闸门的开关，愿意在涵洞出口装设闸门（铸铁式截门），这样的结构也是可以的，但是涵洞洞身的结构，必须注意适当的加强，否则如果涵洞发生断裂，不容易进洞检修，反而造成维修上的困难。

3. 半有压流涵洞。洞内的进口部分充满水流，而出口部分却有自由水面，这种涵洞称为半有压流涵洞。如图 2-4 所