

中小型水库丛书



砌石坝

水利电力出版社

PDG

毛主席语录

阶级斗争是纲，其余都是目。

思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。

水利是农业的命脉

要认真总结经验。

社会主义革命和社会主义建设，必须坚持群众路线，放手发动群众，大搞群众运动。

人的正确思想是从那里来的？是从天上掉下来的吗？不是。是自己头脑里固有的吗？不是。人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。

前 言

在毛主席革命路线指引下，在全国开展“农业学大寨”的群众运动中，各地人民以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，发扬自力更生，艰苦奋斗的革命精神，因地制宜，就地取材，兴建了数以万计的水利工程，它为减轻洪涝灾害，开发水利资源，发展工农业生产，做出了显著的成绩。

我国伟大的无产阶级文化大革命和批林批孔运动，推动着水利建设迅速发展。在大规模的群众性水利建设中，砌石坝也不断得到应用和推广。各地兴建砌石坝的数量日益增多，创造了适合我国特点的既经济又安全的多种型式。为了学习、总结和推广群众修建砌石坝的经验，进一步普及兴建砌石坝的基本知识，使它在群众性农田基本建设中发挥更大作用，我们对一些地区的砌石坝进行了调查研究，并编写成本书，供各地基层从事水利工作的同志参考。水利电力部南京自动化研究所的同志参加了本书的调查研究和编写工作。由于我们路线觉悟不高，政治与业务水平有限，调查和编写的时间仓促，不能全面地反映出砌石坝建设实践中的经验，书中难免有错误之处，除请读者批评指正外，希望同志们在今后的工作实践中多提宝贵意见，以便进一步修改、充实和提高。

编 者

一九七六年七月

目 录

前 言

第一章	概 述	1
第一节	砌石坝发展情况	1
第二节	砌石坝的特点	4
第三节	砌石坝发展的趋势	5
第二章	我国砌石坝的主要坝型	15
第一节	重力坝	15
第二节	拱 坝	29
第三节	支墩坝	51
第四节	砌石混合坝	60
第三章	结构和水力计算	70
第一节	重力坝的稳定分析和应力计算	70
第二节	拱坝的应力计算和稳定分析	94
第三节	连拱坝的稳定分析和应力计算	118
第四节	砌石混合坝的计算原理	128
第五节	溢流消能的计算	134
第四章	胶结材料	143
第一节	胶结材料的作用及其重要性	143
第二节	胶结材料的种类	144
第三节	胶结材料标号的选择及水泥用量	159
第五章	坝体防渗	161
第一节	坝体防渗措施的种类	161
第二节	坝体渗漏及裂缝处理	178
第六章	施工技术	190

第一节	料场布置与石料开采	190
第二节	施工导流与渡汛	196
第三节	基础开挖与处理	200
第四节	拱坝放样	210
第五节	坝体砌筑	213
第六节	施工质量控制与检查	227
第七节	劳动力组合、工效及提升设备	229
附录一	浆砌石施工的几点要求	235
附录二	干砌块石施工方法及其要求	236
附录三	均布荷载和温度均匀变化作用下, 等断面 圆拱内力系数和应力系数表	238

第一章 概 述

第一节 砌石坝发展情况

我国劳动人民在同水旱灾害的长期斗争中，用石块修堤筑坝，有着悠久的历史和丰富的经验。约在公元前256至前251年，在修建著名的大型水利工程——都江堰中，就使用了卵石等当地材料；公元前214年用大块石灰岩和大卵石砌成了灵渠上的溢流坝；公元630年开始，用条石在钱塘江河口两岸修建海塘工程；公元833年在浙江省大溪河上修建了长140米、高约27米的条石溢流坝——它山堰，坝顶宽2米，上下游边坡均约为1:2，条石尺寸为 $0.75 \times 1.5 \times 3.0$ 米。这些工程，经过历代劳动人民的不断维修和改进，有些至今仍在发挥作用。

解放前，四川省人民为了改善航道，便利航运，于1932年在嘉陵江支流龙溪河，修建了浆砌条石溢流拱坝，其后又陆续在上游修建了几座条石连拱坝。但是，由于旧中国长期处在封建主义、帝国主义和官僚资本主义的统治下，人民群众深受剥削和压迫，社会生产力很低，坝工建设得不到发展。

新中国成立后，党和毛主席十分重视水利建设，毛主席关于“水利是农业的命脉”的指示，极大地鼓舞了全国人民建设社会主义的积极性。各地人民在社会主义建设总路线的指引下，在全国开展“农业学大寨”的群众运动中，自力更生，艰苦奋斗地进行了大规模水利建设。从1949年至1973年

共建库容 10 万立方米以上的水库约七万多座，库容小于 10 万立方米的塘坝更是不计其数。这些工程在防洪、灌溉、发电、航运、工业用水和渔业等方面发挥了巨大的作用，有力地促进了工农业生产的发展。特别是经过无产阶级文化革命运动和批林批孔运动，广大贫下中农、基层干部和技术人员，更加发扬“过去革命战争时期的那么一股劲，那么一股革命热情，那么一种拚命精神”，以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，彻底批判孔老二的“天命论”，树立人定胜天，要高山低头，河水让路的雄心壮志，开展了轰轰烈烈的农田水利基本建设运动，各地中小型水利工程又有了巨大的发展。以砌石坝为例，据初步统计，至 1972 年底为止，坝高 15 米以上的砌石坝已有 438 座。四川省安岳县，自 1953 年至 1973 年就兴建了大小砌石坝上百座。四川省威远县 1973 年共有砌石坝 93 座（水库库容在 10 万立方米以上），总蓄水量占全县水库蓄水量的 75%。1966 年以来，各地修建砌石坝的数量日益增多。从表 1-1 中可清楚地看出，1949 年至 1957 年间平均每年修建砌石坝约 1 座；1958 年至 1965 年平均每年为 10 座；而 1966 年至 1972 年，7 年时间内平均每年约 45 座。即无产阶级文化大革命以来的 7 年时间里所兴建的砌石坝是无产阶级文化大革命前 17 年所修建总数的 3.5 倍以上。据不完全统计，浙江省解放以来共建各种砌石坝 48 座，其中 46 座都是 1966 年以后兴建的，占总数的 95.8%；湖南省无产阶级文化大革命以来修建的砌石坝占总数的 72.6%；山东省占 95.9%；福建省占 84.6%；河北省约占 60%。这些事实充分说明了无产阶级文化大革命是我国社会生产力发展的一个强大的推动力，也推动了群众性水利建设。轰轰烈烈的群众水利建设运动，促进了工农业迅速发展，改变了各地农业生产的面貌，在建设大寨县的运

动中作出了贡献。例如，地处太行山东南麓的河南省辉县，县委以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，带领全县人民，深入开展农业学大寨的群众运动，坚持自力更生，艰苦奋斗的精神，大干快上兴修水利工程，使辉县面貌迅速改变，全县共建成机电扬水站143处，机井4800眼，灌溉渠道4000公里，水电站24处，蓄水池850个，水库33座，其中石门水库系砌石重力坝，坝高90.5米，提前两年半建成蓄水。1974年全县灌溉面积达到68万亩，比无产阶级文化大革命前增加将近一倍，粮食总产量由1956年的1.9亿斤增长到1974年的4.5亿多斤，1975年小麦一季产量就相当于解放初期全县粮食总产量的三倍。又如河北省石家庄地区，解放前，由于反动统治的残酷压迫和剥削，河道失修，多次泛滥，造成中部沙，东部碱，是一个“山穷水恶土瘠薄，沙丘盐碱灾情多；地主逼债如猛虎，贫苦百姓没法活”的地方，每亩粮食产量只有168斤。解放后，各级党委在毛主席无产阶级革命路线指引下，坚持“以农业为基础、工业为主导”的方针，充分调动广大群众的积极性，艰苦奋斗，大打治水改土的人民战争，至

表 1-1 1949~1972年建成的砌石坝统计表

数量 坝 型 年 份 (座)	1949~1957	1958~1965	1966~1972	合 计
砌石重力坝	6	69	169	244
砌石拱坝	1	11	135	147
砌石连拱坝	1	—	9	10
总 计	8	80	313	401
百 分 数	2 %	20%	78%	100%

注：另有37座砌石坝，兴建年代不详，故未统计在表内。

1974年为止，全区共建成大中型水库10座，小型水库112座，水轮泵站151处，扬水站3184处，机井73500眼，万亩灌渠23条，建成高产稳产田619万亩，因而促使粮棉产量大幅度增长，1974年全地区18个县（市）粮食亩产达到741斤，比1964年增长432斤，相当于1949年的4.3倍多，亩产全部过了“黄河”，其中四个县亩产跨“长江”，三个县超千斤，为扭转南粮北调的局面做出了贡献。

第二节 砌石坝的特点

通过各地工程实践，认为砌石坝具有以下主要特点：

（1）可以就地取材，工程量比土坝省，在石多土少的山区及丘陵地带，修建砌石坝更为有利。

（2）坝顶可以溢流（某些混合石坝除外），能节省修建溢洪道的工程投资；对洪水流量较大的河道或没有适宜修建溢洪道条件的天然垭口，这时砌石坝就具有更显著的优越性。

（3）施工期容许坝顶过水，使渡汛和导流问题易于解决；一般情况下，汛期和雨季，仍可施工，故全年有效工期长。

（4）与混凝土坝比较，可以节省三材，降低工程造价。

（5）施工操作技术易于掌握，施工安排较灵活，便于发动群众修建，有利于协调农业生产劳动力，有利于人民公社和生产队自己兴建。

（6）可以分期施工，分期受益。能做到及时发挥效益。

由于砌石坝具有上述优越性，同时也由于各地中小工业的飞速发展，建坝技术的不断普及和提高，所以促使砌石坝迅速的发展。实践结果表明，砌石坝是一种比较安全和经济的当地材料坝。但也存在一定的缺点，主要是需要较多的劳力，坝体防渗措施较难掌握，浆砌块石的水泥用量仍嫌过多。因此，进一步研究改进坝体结构，节约水泥用量，注意施工质量，设计一些县、社能够制造的施工机械设备，代替和减轻砌石坝施工中笨重的体力劳动，加快施工速度，乃是今后技术革新的重要内容。

第三节 砌石坝发展的趋势

近年来各地砌石坝发展的主要特点如下：

一、以群众兴建中小型砌石坝为主， 坝的高度逐渐增加

砌石坝的历史虽然悠久，但以往修建的数量不多。人民公社建立后，特别是无产阶级文化大革命运动以来，群众性水利建设蓬勃发展，建坝水平不断提高，经验日益丰富，一般中小型砌石坝，县、社、大队都能兴建。砌石坝数量成倍增长（见表1-1），坝的高度也逐渐增加。根据对浙江、湖南、四川、河北、河南、山东、福建、贵州等8省199座15米以上的砌石坝的统计，六十年代以前没有建成一座坝高在40米以上的砌石坝，无产阶级文化大革命运动以来，则兴建了许多高砌石坝。在199座砌石坝中，高度大于30米的，1966年以前有8座，占4%，1966年以后则占32.2%；坝高在40米以上的砌石坝，1966年以前有2座，占1%，1966年以后共有

表 1-2 各地已建成的一些高于60米的砌石坝统计表

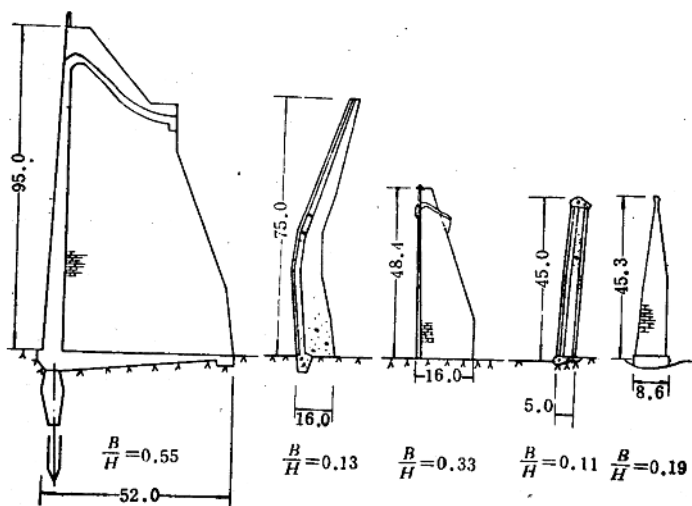
坝名	地点	坝型	最大坝高 (米)	坝顶宽 (米)	坝底宽 (米)	库容 (万立米)	备 注
英 群	河南省焦作	重力拱坝	95.0	4.5	52.0	1650	浆砌石
石 门	河南省辉县	重力坝	90.5	5.0	79.0	2470	浆砌石
陈 院	河南省辉县	混合坝	80.0	4.7	113.6	1370	浆砌石和堆石
柿 园	河南省辉县	单曲拱坝	78.8	4.0	32.0	860	浆砌石
东 石	河北省沙河县	单曲拱坝	76.0	6.0	40.0	3850	
方 岭	浙江省武义县	双曲拱坝	75.0	3.0	10.0	710	小石子砂浆砌块石
青 坑	河南省博爱县	重力坝	72.0	6.0	67.0	1726	浆砌石
河 口	浙江省鄞县	重力坝	66.0	5.0	57.6	10960	100号小石子砂浆砌块石
蛟 口	湖南省江永县	大头坝	63.0	4.0	60.0	3870	50号、80号、100号浆砌石
沅 口	浙江省江山县	重力坝	62.0	4.0	58.0	6340	混凝土埋块石
峡 石	河南省修武县	重力拱坝	60.2	5.0	22.0	744	浆砌石

40座，约占20%。河南省新乡地区自1958年至1972年间共建各种石坝16座，其中有6座坝高50米以上的石坝，都是在无产阶级文化大革命运动中修建的。高砌石坝的出现，充分反映了我国工业水平和群众性筑坝技术的不断提高。各地已建成高砌石坝如表1-2。

二、轻型坝日益增多

六十年代以前，各地以兴建砌石重力坝为主，到七十年代以后，轻型坝发展很快，如表1-1所示。在401座砌石坝中，1965年以前兴建的重力坝占85%，轻型坝占15%；无产阶级文化大革命以来，轻型坝的数量上升到46%，增加了2倍多。又如四川省兴建的砌石坝中有90%为拱坝，福建省正在施工的54座砌石坝中，有72%为拱坝。砌石拱坝与重力坝比较，可节省工程量，缩短工期，降低造价。随着设计水平和筑坝技术的不断提高，拱坝坝型也由结构简单的单拱坝逐渐向坝体薄、拱型合理和结构新颖的方向发展（图1-1）。如浙江省桐坑溪水库双曲拱坝，坝高45米，坝底厚仅5米，宽高比为0.11（图2-20），是目前坝体比较薄的双曲拱坝之一。各地较薄拱坝见表1-3。有的省还有更高的双曲薄拱坝正在施工。

从水平拱圈的型式来看，除了较多地采用等断面圆弧拱圈外，为了改善拱端应力，有利于稳定，还采用了不同措施。一些工程采用均匀变断面圆弧拱圈，如四川省红旗水库浆砌条石双曲拱坝（图6-3）；四川省青云水库浆砌条石拱坝，坝高22.8米，宽高比0.28，高跨比3.9，为了减小拱端切向推力，上部五层水平拱圈采用三心等断面圆弧拱圈（图1-2），下部六层水平拱圈采用等断面圆弧拱圈；又如四川省河口水



单位：米

图 1-1 某些拱坝断面示意图

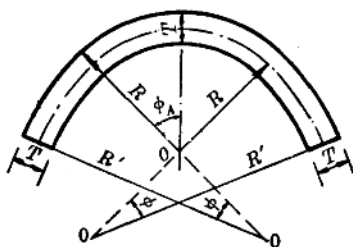


图 1-2 青云水库拱坝三心圆弧拱圈示意图

表 1-3

各地较薄拱坝统计表

拱坝名称	地点	坝型	最大坝高 (米)	弦高比	厚高比	库容 (万立方米)	备 注
方坑	浙江省武义县	双曲拱	75.0	1.45	0.133	710	小石子砂浆砌块石
红旗	四川省垫江县	双曲拱	45.3	2.20	0.190	737	浆砌条石
桐坑溪	浙江省天台县	双曲拱	45.0	1.34	0.110	241	小石子砂浆砌块石
桃花墩	浙江省缙云县	双曲拱	28.0	3.90	0.170	120	埋石混凝土及混凝土砌石
高屋	四川省安岳县	单曲拱	27.4		0.190	70	浆砌条石
喇叭沟	山东省泰安縣		25.0	2.80	0.100		
车网沟	山东省泰安縣		19.2	1.35	0.065		
寨西	安徽省歙县	铰拱坝	15.9	3.00	0.075	4.4	浆砌块石
丙安	贵州省赤水县	单曲拱	13.0		0.060		浆砌条石
扁担河	四川省威远县	单曲拱	12.7	2.50	0.080		100号浆砌条石
平屋	贵州省赤水县	单曲拱	11.7		0.070		
云连	四川省威远县	单曲拱	10.8	2.73	0.070		浆砌条石

库浆砌条石双曲拱坝，采用曲线大头圆弧拱圈(图1-3及图2-21)，对改善拱端应力的效果较好，有利岸坡稳定，与等断面拱比较，可节省工程量25%左右，其缺点是大头砌筑施工技术较复杂；此外，还有采用直线大头圆弧拱圈的实例，如四川省十里河浆砌条石拱坝(图1-4)。这种拱型具有曲线大头拱的优点，缺点是内弧由弯曲变直，将引起应力集中，施工时要特别注意。

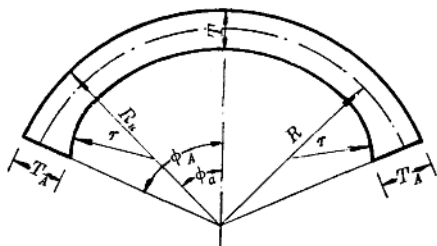


图 1-3 河口水库拱坝曲线大头圆弧拱圈示意图

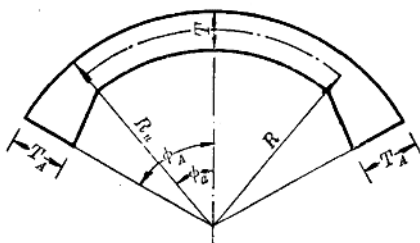


图 1-4 十里河水库拱坝直线大头圆弧拱圈示意图

三、坝型多样化

砌石坝型式的多样化，是我国兴建砌石坝的突出特点。迄今世界各国所建成的砌石坝基本上是重力坝，而我国各地

建成的砌石坝，除传统的实体重力坝外，还修建了空腹重力坝、硬壳坝、宽缝填渣坝、框格填渣坝等多种型式；砌石轻型坝中有重力拱坝、单曲拱坝、双曲拱坝、大头坝、连拱坝等，此外，还有各种型式的混合石坝。这些坝有非溢流的，也有溢流的；有浆砌石的，也有干砌石的；有用条石砌的，也有用块石或卵石砌的；有用水泥砂浆作胶结材料的，也有用小石子砂浆或埋石混凝土的。总之，除平板坝外，凡混凝土坝有的坝型，砌石坝都有，而且各地劳动群众根据地质、地形、材料等具体条件，因地制宜，修建了不少新型式砌石坝。如由混凝土拱圈和浆砌石支墩所组成的拱坝，由混凝土大头和浆砌石支墩所组成的大头坝；又如为了改善拱坝的弯曲应力，改进拱坝的支承结构，修建了铰拱坝（图1-5）。再如河南省红色娘子水库，针对坝基下有一深潭的情况，由县、社干部、贫下中农和技术人员组成了“三结合”小组，进行了认真的研究，为了减少清除覆盖层的工程量，巧妙地利用坝址河床窄，两岸基岩好等地形地质特点，在深潭上修建跨河浆砌石双曲拱桥，桥上修圆筒形重力拱坝；为了解决坝基防渗问题，避开深潭，在桥的上游面，修建了下部浆砌石双曲拱坝。这样处理之后，不但节省了大量的人力物力，加快了工程进度，而且结构合理，布置比较紧凑（图1-6a, b）。

上述事实充分说明了我国劳动人民无穷的智慧和创造才能，显示了我国社会主义制度的优越性。在群众性的水利建设中，生动地证明伟大领袖毛主席的教导：“在共产党领导下，只要有了人，什么人间奇迹也可以造出来”是非常正确的。

