



水力冲填技术



水力冲填技术

孙 建 轩

山西人民出版社

水利冲填技术

孙 建 轩

•

山西人民出版社出版 (太原并州路七号)

山西省新华书店发行 山西新华印刷厂印刷

•

开本: $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张: $2 \frac{1}{2}$ 字数: 51千字

1979年12月第1版 1980年3月太原第1次印刷

印数: 1—3,750册

•

书号: 15088·110 定价: 0.26元

前 言

水力冲填是晋西、陕北劳动人民在建设山区、治理千沟万壑、建设高产稳产农田中创造和发展起来的一项先进施工技术。已广泛用于筑坝建库、冲淤造地等农田基本建设方面，它充分显示了工效高、成本低、质量好、施工简便的优点，深受各级党委重视和广大山区群众欢迎。

为使水力冲填技术迅速推广，在山区建设和治理黄河工作中发挥更大作用，根据1973年水利电力部指示精神，由黄河水利委员会、陕西省水电局、山西省水利局等40多个生产、科研单位和大专院校组成陕晋水坠坝（也叫水力冲填坝）试验研究组，开展了大量现场观测、室内试验和调查研究工作。1979年5月水利部在太原召开了全国水坠坝技术经验交流现场会议，广泛交流了水坠法筑坝科研、设计和施工等方面的技术经验，有力地推动了这项技术的普及推广。

本书是在广泛调查总结群众经验，汲取我省及兄弟省科学实验成果编写成的。在编写过程中，黄河水利委员会水利科学研究所、陕西省水土保持局和我省水利科学研究所、水土保持科学研究所、兴县农机厂以及我省有关行署、县水利、水保部门都为本书提供了不少宝贵资料和建议，同时，还参阅了兄弟省（区）在全国水坠坝技术经验交流现场会议上交流的材料。在此对有关单位和同志表示感谢。

本书内容力求通俗易懂、简明实用，可供水利、水土保持

持技术人员，基层施工干部和广大知识青年参考，也可兼作训练教材。

由于我们水平不高，实践经验又少，此书一定会有不少缺点错误，热诚希望批评指正。

编 者

1979年7月

目 录

第一章 水力冲填技术概说	(1)
第二章 水力冲填筑坝技术	(8)
第一节 冲填坝体固结压密的基本原理	(8)
第二节 坝址选择	(10)
第三节 对筑坝土料的要求	(10)
第四节 坝型与坝坡	(13)
第五节 施工准备	(17)
第六节 施工组织	(27)
第七节 划畦	(28)
第八节 围埂修筑方法	(30)
第九节 造泥与冲填	(35)
第十节 施工质量的控制与检查	(43)
第十一节 坝体排水措施	(50)
第十二节 冬季施工	(58)
第十三节 施工安全	(60)
第十四节 冲填坝的管理养护	(64)
第三章 水力冲填造地技术	(68)
第一节 冲山淤滩建良田	(68)
第二节 劈山填沟造平原	(71)
第三节 水力冲填修梯田	(72)
第四节 冲填造地应注意的问题	(75)

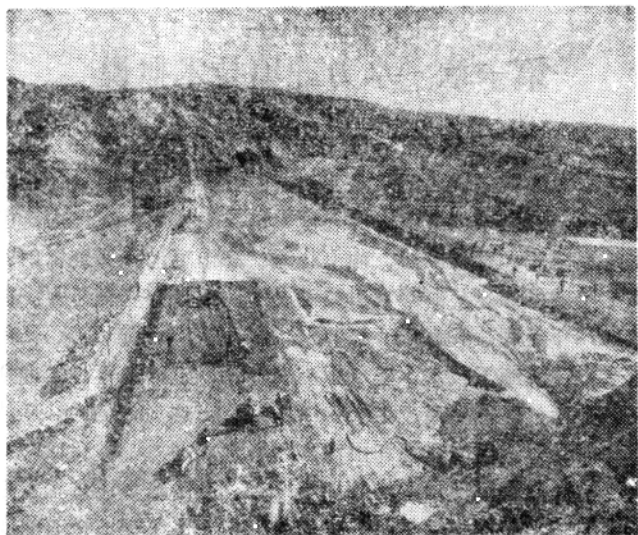
第一章 水力冲填技术概说

水力冲填是晋西、陕北劳动人民在大搞治山治水、建设高产稳产农田中创造出来的一项先进施工技术。现已广泛用于筑坝建库、劈山改河、冲土垫滩、削山填沟、修筑梯田、冲土压碱、修建公路等农田建设方面，效果都非常显著。截止1978年年底，我省已有450个公社1590多个生产大队采用了水力冲填施工技术，建成坝高在15米以上的水库和淤地坝1500余座，建造出高产稳产农田13万亩。这项先进施工技术，深受各级党委重视和山区广大群众欢迎。

水力冲填筑坝是湿法筑坝的一种（湿法筑坝还包括水中填土坝、土中倒水坝等），在陕北群众叫水坠坝，也有的叫泥浆坝和拉沙坝。筑坝方法是用机械抽水或自流引水，把水送到山坡土场上，然后用水冲土和人工、机械挖土加浓，使土、水拌和成很稠的泥浆，顺坡度很陡的造泥沟急流而下，流进坝面由围埂和岸坡形成的冲填池内，泥浆经过脱水固结，成为非常密实的坝体。这是一种设备简单，消耗动力有限，施工机械化程度较高，费用省效果好的筑坝新技术。

水力冲填方法筑坝与碾压方法筑坝相比，具有以下优点。

一、工效高。用水力冲填方法筑坝比用碾压方法筑坝，省去了装土、运土、卸土、碾压四道工序，大大提高了工效，节省了劳力，减轻了劳动强度。用碾压方法筑坝，每工



这幅照片是临县曹家岭水库正在用水力冲填筑坝的施工现场

日可完成土方1~2立方米，用水力冲填方法筑坝，每工日可完成土方10~20立方米。临县曹家岭水库曾试验了几种不同筑坝方法的工效，其试验结果见表一。

临县曹家岭水库几种筑坝方法试验工效对比表 表一

筑坝方法	试验土方量 (立方米)	用工(个)	平均工效 (立方米/工日)
人工夯实	94.4	86	1.1
机械碾压	1532.4	451	3.4
水中填土	2825.1	414	6.8
水力冲填	37000	3015	12.3

二、成本低。用碾压方法筑坝，上坝1立方米土的成本约需1元左右，有的水库运土条件困难，上坝1立方米土的成本更多。用水力冲填方法筑坝，投资主要是抽水用油费或电费，坚硬土质还需一些松土炸药费。冲填1立方米黄土上坝，成本只需4~7分，冲填1立方米硬黄土或红粘土上坝，成本需要1~2角。能自流引水冲填的地方，投资还可大量减少。用水力冲填方法修建水库，获得1立方米库容，只需投资3~5分。临县曹家岭水库对比试验了几种不同筑坝方法的成本，上坝每立方米土的造价，以水力冲填方法最少，试验成果如表二。

临县曹家岭水库几种筑坝方法成本对比试验表 表二

筑坝方法	每 立 方 米 土 造 价 (元)			
	合 计	民 工 费	台 班 费	材 料 费
人工夯实	1.68	1.47		0.21
机械碾压	1.09	0.45	0.44	0.20
水中填土	0.95	0.53	0.26	0.16
水力冲填	0.23	0.09	0.09	0.05

三、质量好。冲填坝的泥浆脱水固结后非常坚实，坝体质量好。在冲填施工过程中，泥浆具有无孔不入的特点，冲填坝体与坝基、岸坡结合较好。冲填坝体干容重（1立方米土中干土的重量）一般都能达到1.55~1.6吨/立方米，完全可以满足一般筑坝质量要求。我省水利局调查了30余座用水力冲填方法建成的水库，在蓄水运用过程中均未发现异常现

象。为了检查水力冲填坝后期质量变化情况，忻县行署水利局1976年对河曲县桃儿咀等4座冲填坝进行了深孔钻探取样试验，共打钻孔16个，总进尺409.7米，取得了401个测点含水量资料，进行了186组干容重测定。试验结果表明，坝体干容重都能达到设计要求，其成果见表三。

几座冲填坝钻孔质量检查成果表 表三

坝名	项目 坝高 (米)	筑坝土料	坝完工 日期	钻孔日期	取样组数	干容重 (吨/立方米)
河曲县 曲峪坝	33	轻粉质 壤土	1975.11	1976.4	67	1.56~1.63
河曲县 桃儿咀坝	36	轻粉质 壤土	1974.10	1976.8	48	1.57~1.63
岢岚县 东风坝	24	中粉质 壤土	1973.8	1976.12	63	1.61~1.65
河曲县 南石沟坝	40	重粉质 壤土	1975.10	1976.10	8	1.63~1.66

注：轻粉质壤土相当我省的一般黄土，中粉质壤土相当硬黄土，重粉质壤土相当红粘土。

四、适用范围广。水力冲填技术是土方工程机械化施工的好办法。目前冲填坝已由淤地坝向水库坝发展，由低坝向高坝发展，由小型工程向大中型工程发展。筑坝土料已由砂壤土、一般黄土扩大到硬黄土和红粘土，由我国北方黄土高原地区向南方砾质土（即花岗岩等岩石风化土）地区发展，遍及10余个省（区）。

水力冲填技术的出现，解决了过去山区、丘陵地区农田基本建设中许多难以解决的问题，归纳起来有以下几个方面：

一、解决了小村小队能搞较大库坝工程的问题。过去有些社队因受小农经济和落后施工方法的束缚，治沟打坝多在支毛小沟里进行，想治大沟打大坝，就得用很多的劳力和投资，往往是队小力薄打不起。有了水力冲填筑坝方法，小村小队也能够搞较大的库坝工程了。河曲县鹿固公社过去在南曲沟几次用碾压方法筑坝，都因坝小洪水大而遭失败。1974年陕晋两省水坠坝试验组将桃儿咀水库选为重点试验坝，采用水力冲填方法施工，只鹿固一个大队抽出70人组成专业队，不到一年时间就完成了土石方15.9万立方米，坝高34米、库容216万立方米的水库工程。

二、解决了坝地、滩地防洪保收问题。坝地、滩地都是土肥、墒好、产量高的良田。但有些流域因无控制性的骨干工程，往往坝地、滩地常被洪水冲毁。有了水力冲填这种方法，就能够有计划地修建一些控制性的主坝和中小型水库，在坝系布设上实现库坝结合，上蓄下灌，以库保坝，分段拦蓄的要求。如果一个平方公里面积内有10~15万立方米有效库容或有80~100亩坝地时，洪水就可以分段拦蓄，化整为零，就地吃掉，坝地就能够做到防洪保收了。中阳县高家沟流域面积13.7平方公里，40条支毛沟治理了36条，打淤地坝91座，修水库4座，总库容300万立方米，共淤地736亩，加上坡面其它水土保持措施，初步治理面积占水土流失面积50%以上，近几年来，基本上达到了泥不出沟的要求。

三、解决了山区、丘陵地区水利化的途径问题。我省十

年九旱，山区、丘陵地区河沟大都是浅层水（群众叫空山水）补给，遇到大旱，往往是泉水干枯、河道断流，人们只好眼巴巴的盼望老天下雨。有了水力冲填这种方法，就能够在干、支沟中大量兴建水库，把雨水拦蓄起来。由于水库建在高处，对坝地、滩地可以自流灌溉；同时，对垣地、梁地，也可以提水高灌，变旱地为水田。山区有了水就有了抗旱夺丰收的主动权。所以，在山区、丘陵地区大力推广水力冲填这种新技术，是加快实现水利化建设的重要途径。

四、解决了破碎地形上远距离运土问题。山区、丘陵地区搞农田基本建设，远距离运土用工最多。使用推土机远距离推土工效很低。利用水力冲填从高处往低处冲土，只要高差允许、泥浆稠度适宜，就可以从远距离输泥，一般不受地形破碎条件的限制。这就为冲山漫滩、冲山填沟、冲高垫低修梯田等农田建设创造了有利条件。近几年来，兴县大抓水力冲填造地，全县有20个公社306个大队开展了水力冲填施工，已造出大块良田16000亩。

“事物都是一分为二的”。用水力冲填方法筑坝虽有很多优点，但它也有一些缺点。如在施工期间，坝体含水量较高，如不注意脱水固结，就有可能发生位移、鼓肚或滑坡事故。为了防止坝体发生较大变形，冲填速度往往不能太快。有时，遇到粘性过大的土料，因脱水固结困难，更不能连续冲填，工期会被拖长。较高的水库工程在运用期间，因固结沉陷量较大，有时会产生裂缝，需进行灌浆等加固处理。目前冲填坝正向较大的基本建设工程发展，但设计理论和稳定分析计算方法还不能满足工程建设的需要。同时，在施工中也常受水源、抽水机具的限制。当前，在大力普及推广水力

冲填技术的同时，要加强科学试验研究工作，进一步总结群众经验，使水力冲填技术更加完善，在山区、丘陵地区农田基本建设中发挥更大的作用。

第二章 水力冲填筑坝技术

第一节 冲填坝体固结压密的基本原理

经过试验研究证明，冲填坝体是按照“湿化崩解”、“沉淀排水”、“固结压密”三个阶段演变发展的。

一、土料湿化崩解阶段。土场的土料经过人工、机械开挖疏松，遇水后发生湿化崩解，原来由土粒、空气、水分组成的三相土体被彻底破坏，排除了原土料中的空气，变成由土粒和水分组成的二相泥浆体，使土粒呈悬浮状态，这就为土粒重新结合压密创造了条件。

二、土粒沉淀排水阶段。泥浆进入冲填池后，流速骤减并最后停止流动，悬浮的土粒在重力作用下，逐渐向下沉淀，致使一部分水澄析在泥层表面，由高处向低处流动，然后，将积水及时排除。随着泥浆含水量的降低，逐渐成为软塑状态，土体就开始初具骨架。

三、土体固结压密阶段。冲填坝是一层接一层冲填起来的，下部经过沉淀排水的土层，在上部逐渐增加的冲填土荷重作用下，逐渐得到固结压密。随着冲填坝体水分的排除，坝体干容重逐渐增加，质量越来越好。

上述三个阶段，反映了冲填坝脱水固结的全部过程以及水在冲填坝中的来龙去脉。在冲填坝的整个施工过程中，由

于冲填泥面逐渐上升，下部已经排除的水分还会得到上部新冲填层的补充。因此，冲填坝的排水固结是一个受多种因素影响的综合过程。

冲填坝与其它坝型的主要区别，是在施工期靠近坝的顶部存在一个“流态区”（指含水量大于流限的区域。流限是指土壤从塑性状态到液态时的界限含水量），它是影响坝体稳定的重要因素。“流态区”的大小和维持时间的长短，主要与冲填土料粘粒含量、透水性、冲填速度、坝基、坝体排水条件等因素有关。粘性大的土料“流态区”深而维持时间长，砂性大的土料“流态区”浅而维持时间短。在冲填速度为0.2米/日左右时，几种不同冲填土料试验坝实测“流态区”深度见表四。“流态区”随着坝面的升高而上移。

不同土料冲填坝流态区深度表 表四

坝 名	土 名	含 量 (%)		粘 砂 系 数	流态区深度 (米)
		砂粒	粘粒		
河 曲 县 曲 峪 坝	轻 壤 土	52	12	0.19	3
河 曲 县 桃 儿 咀 坝	轻粉质壤土	36	12	0.25	5
绥德县胡家圪塆坝	轻粉质壤土	26	11	0.30	6~7
清涧县上刘家川坝	轻粉质壤土	22	13	0.37	7~8
大宁县太仙河坝	重粉质壤土	19	22	0.54	13
离石县吴城坝	重粉质壤土	15	25	0.62	14
彬 县 李 家 川 坝	重粉质壤土	14	27	0.66	15~19
说 明	$\text{粘砂系数} = \frac{\text{粘粒含量}}{\text{粘粒含量} + \text{砂粒含量}}$				

第二节 坝址选择

在采用水力冲填方法筑坝时，坝址应选择在：口小肚大，沟底平缓，坝端岸坡缓，坝基坚固，没有大的地质构造（如断层、溶洞等）和附近水源、筑坝材料丰富的地方。结合冲填坝的特点，坝址和土场要尽量向阳，这样日照时间长，气温高，冬季结冻迟，春季开冻早，可以延长冲填施工时间和增大泥面蒸发脱水。坝址不应选在强透水和淤泥地基上，并应尽量避免在黄土和塌积土上修建过水建筑物。

第三节 对筑坝土料的要求

在冲填土料中粘粒、砂粒含量的多少，直接影响坝体质量。土料中粘粒（颗粒直径小于0.005毫米）含量多时，坝体脱水固结慢，“流态区”深而维持时间长，如不采取有效排水措施，就会影响施工进度或造成滑坡事故。相反，土料中砂粒（颗粒直径大于0.05毫米）含量多时，土质松散，施工时坝体脱水固结快，但蓄水运用时渗透严重。用冲填方法修建水库工程时，既要求冲填施工时脱水固结快，又要求蓄水运用时渗透量小，二者是矛盾的统一，必须统筹兼顾。因此，对筑坝土料有以下要求。

一、土料粘粒含量不能太大。实践证明：粘粒含量小于10%的砂壤土和粘粒含量在10~20%的一般黄土，其渗透系数在 10^{-5} 厘米/秒以上，都是合适的筑坝土料。我国南方的岩石风化土，粘粒含量虽高达30~40%，但砂粒含量也很

大，粗、细颗粒搭配在一起，渗透系数和北方黄土差不多，也是合适的筑坝土料。土料中粘粒含量大于20%，渗透系数小于 10^{-6} 厘米/秒的红粘土、胶土，修建30米以下的坝时还可以，修建超过30米以上的高坝时，应增设专门排水设施，加宽边埂，才能保证坝坡稳定。筑坝土料如果全是颗粒均匀的细砂，在坝体蓄水饱和时，如遇强烈地震或爆破，会产生较大的孔隙水压力，砂子处于极易流动的液化状态，坝坡过陡时，容易发生滑坡事故。

二、土料湿化崩解迅速。水力冲填筑坝是用水作动力输送土料的，因此要求土料遇水后能迅速湿化崩解。试验的方法是在土场中切取一块边长5厘米的立方土块，把它放在水中，若在10分钟以内能完全浸透，并有三分之二以上能够崩解，即为合适的筑坝土料。根据我省土料试验，砂壤土崩解时间1~2分钟，一般黄土崩解时间2~5分钟，硬黄土崩解时间5~10分钟，红粘土、胶土崩解时间往往超过15分钟，粘性特别大的有时超过30分钟。

三、土料塑性指数不宜过高。土料塑性的大小反映了粘性的大小。土料粘性越大，塑性也越大，脱水固结越困难。土料塑性大小常用塑性指数来表示，塑性指数是流限含水量减去塑限含水量。

$$W_p = W_L - W_P$$

式中： W_p ——塑性指数

W_L ——流限含水量（%）

W_P ——塑限含水量（%）

根据我省土料测定：一般流限含水量为28~30%，塑限含水量16~20%，红粘土的塑性指数为10~15，一般黄土的