

农业机械化丛书

497789

5815

34142

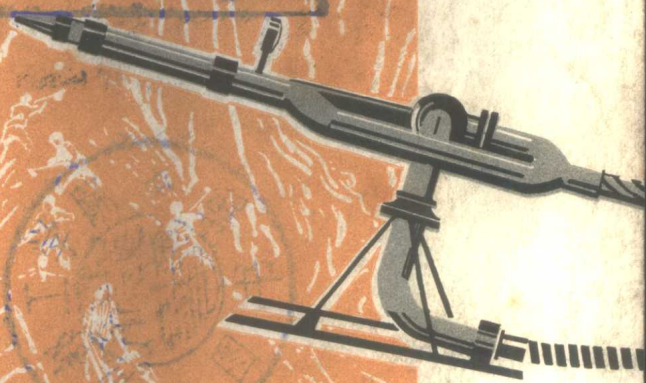
冲土水枪

《冲土水枪》编写组

成都工学院图书馆藏
基本馆藏

水利电力出版社

5
42



内 容 提 要

本书简要介绍了冲土水枪的结构原理、机泵配套和使用方法等方面的技术知识。可供水利、水土保持、农机技术人员、基层干部和水枪手在工作中应用参考。

农业机械化丛书

冲 土 水 枪

《冲土水枪》编写组

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7月北京第一版

1978年7月北京第一次印刷

印数 00001—8700 册 每册 0.20 元

书号 15143·3364

《农业机械化丛书》

出版说明

在全国人民高举毛主席的伟大旗帜，贯彻执行以华主席为首的党中央抓纲治国的战略决策，团结战斗的大好形势下，为了大力宣传毛主席关于“农业的根本出路在于机械化”的教导，普及农业机械化知识，提高农业机械化队伍的思想、技术水平，发挥亿万群众的积极性和创造性，大搞农业技术改革，加快农业机械化的步伐，以适应普及大寨县和一九八〇年基本上实现农业机械化的需要，中央和地方有关出版社联合出版这套《农业机械化丛书》。

《农业机械化丛书》包括耕作机械、农田基本建设机械、排灌机械、植物保护机械、运输机械、收获机械、农副产品加工机械、化肥、农药、塑料薄膜、林业机械、牧业机械、渔业机械、农村小水电站、机械化学肥、农用动力、农机培训、农机管理、农机修理、农机制造等二十类。可供在生产队、公社、县从事农业机械化工作的贫下中农、工人、干部、知识青年和技术人员参考。

本书属于《农业机械化丛书》农田基本建设机械类。

前 言

在毛主席革命路线指引下，陕西省水土保持和农业机械部门的技术人员，根据水力采煤的原理和采煤水枪的结构，从1973年以来，反复实验，研制出冲土水枪，为水坠法施工增添了新的机具。冲土水枪应用于筑坝、造田等农田基本建设方面，其工效高、质量好、进度快，深受广大群众欢迎。

为了大力推广冲土水枪，搞好农田基本建设，为普及大寨县服务，我们编写了这本小册子，简要介绍了冲土水枪的结构原理、机泵配套和使用方法等方面的技术知识，供水利、水土保持、农机技术人员、基层干部和水枪手在工作中参考。

参加编写的有陕西省水土保持局、中国科学院西北水土保持生物土壤研究所、陕西省农机研究所、西安冶金建筑学院、西安矿业学院等单位。在编写过程中还得到延安市方塔水库工程指挥部及有关水土保持站的大力支持和协助，这里一并致谢！

由于我们政治思想水平和技术水平有限，实践经验不足，书中的缺点和错误，热忱地欢迎读者批评指正。

《冲土水枪》编写组

1977年11月

目 录

《农业机械化丛书》出版说明

前 言

第一章	水枪的作用·····	1
第二章	水枪射流·····	7
第三章	水枪的结构·····	18
第四章	水枪的机泵配套和安装·····	26
第五章	怎样使用水枪·····	39
第六章	水枪冲土安全要点·····	61
附录一	水枪口径、流量、压力诺模图·····	64
附录二	泥浆浓度的测定方法·····	65
附录三	陕西省生产的几种冲土水枪简况·····	69

第一章 水枪的作用

水枪是产生水射流的工具，它与动力机、水泵和输水管配套构成一套水力机械，是水坠法施工新技术的一种机械设备。

当前，在从事水坠法施工中，破碎土料，制造泥浆是劳动强度最大、用工量最多的一道工序。现在利用冲土水枪所产生的水射流的冲击力，代替人工刨土造泥，提高了工效，减轻了人的繁重劳动，为农田基本建设机械化施工增添了新的机具。

一、水枪冲土的原理

1. 黄土的湿化和崩解 黄土具有疏松多孔、垂直节理、富含碳酸盐和硫酸盐，遇水易湿化崩解的特性。当黄土含水率达到30%（即所谓“流限”）以上时，就变成流态，产生流失、搬运和堆积等自然现象。水枪冲土就是利用了黄土的这一特性，通过射流注水，促进湿化崩解，制造泥流，并在人力的控制之下筑坝、造田，改造山河，造福人民。

2. 静能变为动能 水枪本身不是动力机械，它是依靠柴油机或电动机，带动水泵，用以提供的压力水来作功。当压力水通过水枪的喷嘴时，将静能转化为动能，射出一股密实的高流速的水柱，即水射流，这种水柱冲击和破碎的能量很大，可以用来冲切土体、钻打炮眼、向土堆中注水、搅拌和泥等等。

3.冲掏崩塌、搅拌和泥及重力搬运 当水柱冲击到土体时，以较高的速度和较大的冲击力，象一个“水楔子”楔入土体中，高速水流沿土体缝隙向四周扩散开，并产生向外反射力量把土粒冲带出来，引起土体破裂崩塌，造成整体破坏。四面飞溅的水滴，还能够冲刷表层破坏了的土体。当土体崩塌成虚土以后，再将水柱穿入土堆中，利用埋设射流适度注水，拨动土料，把土堆底部搅拌成泥浆，上面悬浮着干土，靠重力作用推涌下泄。

二、水枪冲土的优点

冲土水枪在农田基本建设中，能把挖、装、运、卸、夯、整平多道工序一次完成，是一种多快好省地机械化施工的机具。

1.工效高 当水枪压力在6~8公斤/厘米²时，每小时冲土50~70立方米；当压力达到11~12公斤/厘米²时，每小时可冲土100~120立方米，每支水枪每天工作时间按六小时计，可以冲土600多立方米，相当于100人用架子车运土或3~5台推土机推土的工作量。使用水枪冲土每个劳力平均工效50~80立方米，比人工夯碾筑坝工效提高10多倍，比不用水枪的一般水力冲填可提高工效1~2倍。例如，延安市向阳水库采用三种施工方法进行筑坝试验对比。开始采用机械碾压施工，人均日上土方2立方米左右；中途改用水坠法施工，人均日上土方10立方米左右；最后加上水枪冲土，1个多月完成上坝土方4万立方米，等于前4个月上坝土方的两倍，提前4个月完成了大坝土方工程，充分显示出冲土水枪的威力。

2.省劳力 一台水枪配备3~5个人冲土造泥，相当于30

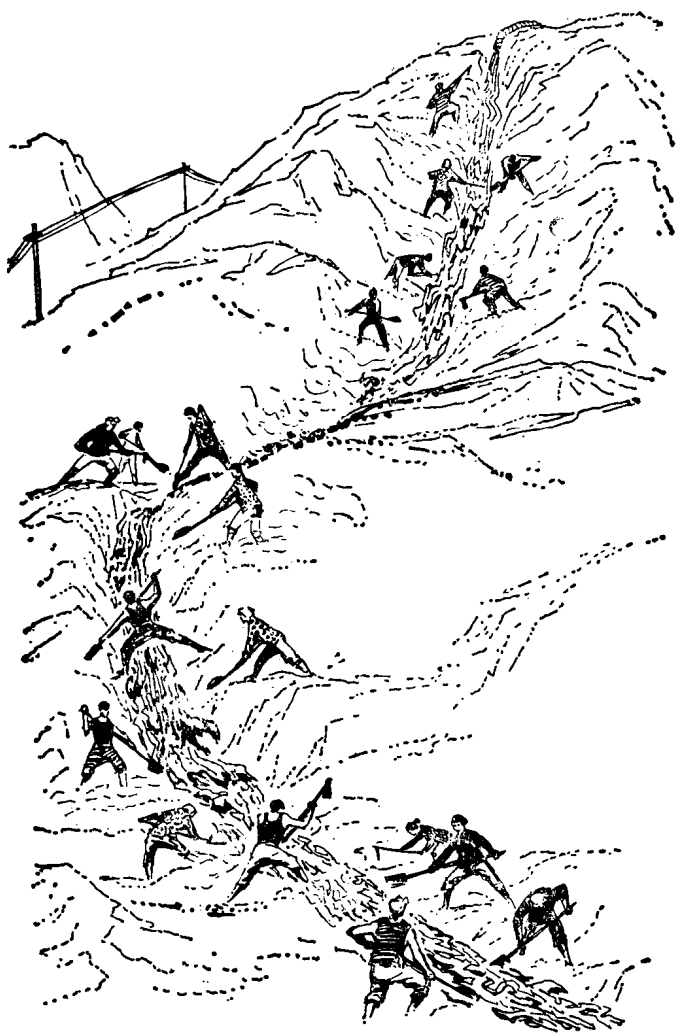


图 1 水力冲填挖土造泥示意图



图 2 水枪冲土造泥示意图

多人挖土造泥的工作量。如果用一般水力冲填施工修一座40~50万立方米的土坝工程，取土场上要占用成百个强壮劳力挖土造泥，锹挖，锨铲，劳动强度大（见图1）。整个工地要上劳力四、五百人。而用冲土水枪，取土场上人员可以

大大减少，整个工地只要100多人就行了，既节省了劳力，又减轻了劳动强度(见图2)，一般小队也可搞较大的工程。

延安市首头庄大队，是一个只有90个劳力的大队，多年来想在崖窑沟筑一座土坝，由于工程量大，未敢动手。现在有了冲土水枪，他们解放了思想，于1976年只抽了14名劳力，使用一台冲土水枪，三个人掌管机泵冲土，十一人修围埂，花了九个月时间，就把这座高21.5米，土方4.4万立方米，可淤地150亩的大坝建成了。贫下中农高兴地说：“水枪冲土筑坝好，不运不夯工效高，质量稳定投资少，小队敢把大坝搞”。

延安市方塔水库水枪冲土筑坝工程，坝高50米，土方63万立方米，仅上劳力130~200人，其中固定到冲土水枪上的仅15~20人。截止1977年11月底统计，水枪用工占总用工9.1%，而完成总土方量的75%以上，平均每小时冲土121立方米，人均工效57立方米。

岐山县水土保持站使用水枪冲土造田，三个劳力，八小时冲土700立方米，相当于140人一天的工作量。

3. 费用低 水枪冲土筑坝每方土成本，包括爆破松土炸药、雷管、导火线、电费或柴油费等，平均每立方土投资0.06~0.15元，为机械碾压每立方土投资0.6~1.0元的1/6~1/10。如果用水枪冲土造田，泥浆浓度要求不严，可省去爆破松土费用(据试验，炸药费占每立方土成本的70%左右)，投资可大大降低。例如，宝鸡县用冲土水枪造田，每立方土投资仅用二分钱。眉县石头河水库工程用冲土水枪开挖溢洪道试验，土质含粘量25~30%之间，土中夹杂有10%钙质结核，冲采难度大，据1976年冲土核算，投资包括电费、炸药、民工工资三项在内，平均每立方土投资0.94元，和原来设计

用机械开挖预算经费相比，节省投资60%。

4.用途广 冲土水枪具有一机多用的效能。它不仅能够用于筑坝、造田、清淤、开挖溢洪道及修梯田，还可以冲掏炮眼（每分钟能钻深2~3米）。铁路交通部门已把水枪用于开挖路基，使冲土水枪的应用范围愈来愈广泛。

另外，由于水枪在农田基本建设中的应用，改变了劳动力组合，过去搞农田基本建设“你推车子我刨土，快点慢点由自己”。现在是机器一转，各把一关，协同作战，团结大干，利于培养一代大寨式新型农民。同时冲土水枪的推广使用，也缩小了劳力强弱和男女劳力的差别，水枪不仅男劳力可以操作，女劳力也可以掌握自如。水枪操作见图3所示。



图 3 水枪操作图

第二章 水 枪 射 流

从水枪喷嘴喷射出来的高速水流称为水枪射流（也叫水柱）。射流质量直接影响水枪的冲土效果。射流质量的好坏，主要取决于水泵所输送水的压力大小及水枪的结构，特别是喷嘴的合理设计和水枪内壁光洁度等。

一、射 流 的 结 构

水枪射流的结构见图 4 所示。

从水柱的横断面观察，可以分为三个带：第一带是水柱的中央部分，结构很密实，呈“内核”的形式，叫等速核，核内速度不变，等于水柱出口速度；第二带是内核的周围部分，叫边界层，组织不如内核带紧密，含有气泡；第三带在第二带的外部，呈乳白色，由许多分散的小水滴组成。这三个带所具有的单位面积能量是逐渐减少的。

沿水柱喷射方向可以分为三个性质不同的区段。

第一段：柱体结构紧密，在它的横断面内有第一带（内核）和第二带，在这一段的尾端，代表第一带的“内核”就消失了。这段又叫起始段，平均动压强最大，冲土最有效，但长度很短，利用较难，必须在特别注意冲土安全的情况下才能利用。

第二段：具有比较密集的中央区，水柱的表面，由于部分地含有空气而逐渐变成圆锥形状，在它的横断面内有第二带和第三带，在这一段的尾端，代表第二带的比较密集中央

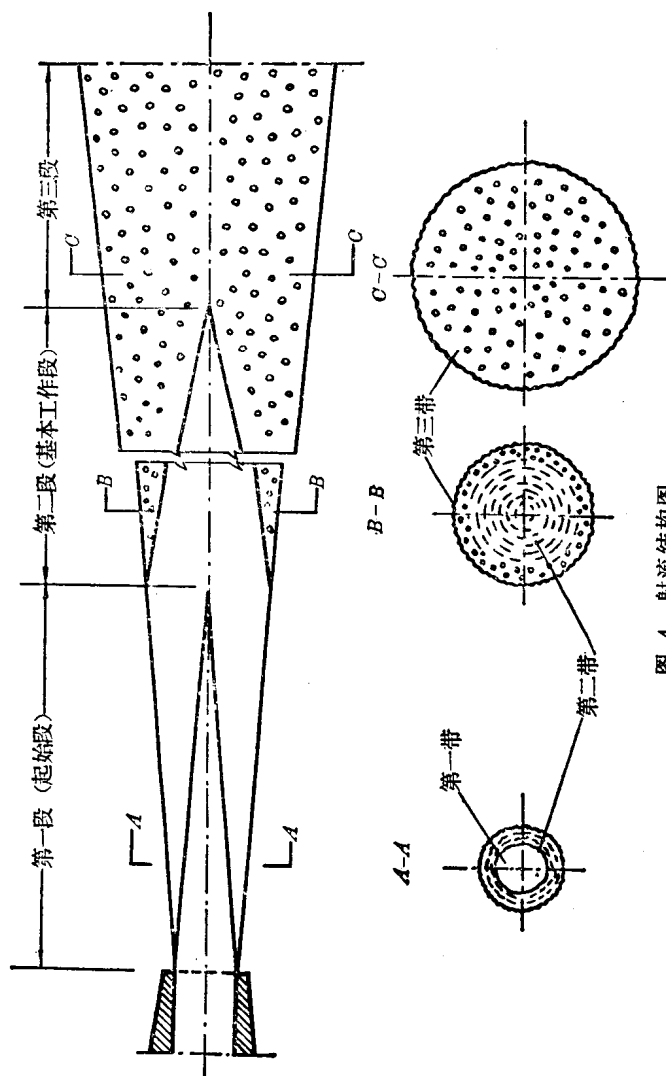


图 4 射流结构图

区就消失了。这段平均动压强逐渐降低，但对土壤仍有破坏能力，是主要冲采工作段。因此，又叫基本工作段。

第三段：射流中吸入大量空气，全部变成小水滴，水滴之间被空气介质所隔离。在整个这一段的横断面里只有第三带。这段动压强最低，没有破坏土体能力，不能用来冲采。

上述各段的长短随水枪喷嘴口径大小和压力的高低而不同，一般喷嘴口径越大及压力越高，第一、二段越长。

二、射流的种类

随着喷嘴出口压力的不同，水枪射流的结构亦有差别。按冲土水枪在冲土作业中所使用的压力大小，把射流分为三种：

1. 低压射流 喷嘴出口压力在10公斤/厘米²（相当于压力水头100米）以下，所产生的射流为低压射流。其特征是在喷嘴出口后，水柱起始段未破坏，具有玻璃柱状的密实段，横断面积基本上和喷嘴面积一致。随着离喷嘴距离的增加，水柱表面吸入空气，组织逐渐疏松，横断面逐渐增大，呈锥形扩散，随着压力水头的提高，密实段逐渐缩短。

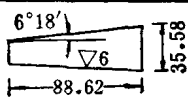
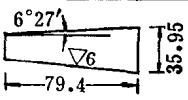
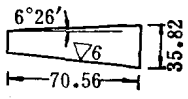
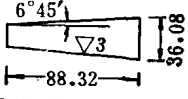
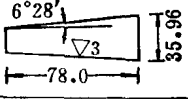
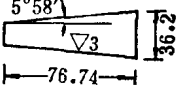
2. 中压射流 喷嘴出口压力在10~20公斤/厘米²，所产生的射流为中压射流。其特征是玻璃柱状的密实段比低压射流为短。

3. 高压射流 喷嘴出口压力在20公斤/厘米²以上，所产生的射流为高压射流。其特征是在喷嘴出口后，水柱的表面层就被破坏，无玻璃柱状的密实段。

玻璃柱状段的长短，不仅随压力的大小而变化，而且还与水枪的水力性能及喷嘴内壁加工质量有关。若水枪的水力性能较好，喷嘴内壁光滑，即使比较高的压力（20公斤/

厘米²),也能获得一定长度的玻璃柱状的密实段;反之,在较低的压力时,玻璃柱状的密实段也会缩短或消失。据陕西省水枪试验组,对1S-14型冲土水枪加工质量好坏不同的几个喷嘴测试结果,玻璃柱状密实段变化见表1所示。

表 1 喷嘴加工质量与玻璃柱状密实段关系

喷嘴 口径 (毫米)	喷嘴出口压力(公斤/厘米 ²)						喷嘴形状与光洁度
	4	6	8	10	12	14	
	玻 璃 柱 状 密 实 段 (米)						
16	2.00	1.30	1.20	1.10	1.0	0.80	
18	1.70	1.40	1.20	1.00			
20	1.20	1.15	1.10	0.90			
16	0.80	0.70	0.60	0.50	0.40	0.35	
18	1.40	1.20	1.10	0.90	0.80		
20	1.00	0.80	0.50	0.30			

陕西省目前使用的冲土水枪为低、中压射流水枪,压力一般在20公斤/厘米²以下,常用的为7~14公斤/厘米²。但

也有个别大型水利工程，正在试验用压力为30公斤/厘米²的冲土水枪。

三、水柱的有效长度

在水柱的基本工作段中的某一段距离内，破碎土体或冲采土料效率高、造泥稠，把这段距离叫有效长度。超过这段距离，冲采效率将会显著降低。影响水柱有效长度的因素很多，例如压力大小、土体的性质、喷嘴形状、加工质量和使用目的等，需要在实际使用中进一步确定，以便正确掌握冲采距离。陕西省冲土水枪试验组，对1S-14型冲土水枪有效长度测定结果，是距离喷嘴出口7米范围以内（见表2）。

表 2 水 柱 有 效 长 度 测 定 表

喷嘴口径 (毫米)	项 目	水 枪 压 力 (公斤/厘米 ²)					
		4	6	8	10	12	14
16	有效长度(米)	4.8	5.0	5.2	5.6	6.3	6.4
	冲击力(公斤)	11.5	18.8	27.5	34.5	41.0	47.8
18	有效长度(米)	4.6	6.0	6.3	6.4	7.4	
	冲击力(公斤)	18.5	26.5	34.8	44.0	51.7	
20	有效长度(米)	4.0	4.7	5.1	5.8	6.3	
	冲击力(公斤)	22.5	32.5	44.0	54.5	61.5	

四、冲 击 力

射流的冲击力，是指射流作用面所受的总压力，以公斤计；作用面上单位面积所受的压强，以公斤/厘米²计。射流冲击力和压强的大小，是衡量射流质量好坏和水枪冲采能力高低的指标。陕西省冲土水枪试验组，在西安冶金建筑学院机械室，对1S-14型冲土水枪的冲击力测定的结果可以

看出，水枪压力在10公斤/厘米²时，喷嘴口径16毫米，最大冲击力是36.5公斤；喷嘴口径18毫米，最大冲击力是49公斤；喷嘴口径20毫米，最大冲击力是58.6公斤（见表3）。三种不同口径的喷嘴，最大冲击力均发生在距离喷嘴出口2米处。因此，对1S-14型冲土水枪来说可以认为，最大冲击力发生在100 d_0 ~125 d_0 的断面上（ d_0 为喷嘴口径，单位毫米）。

表 3 最大冲击力测定表

喷嘴口径 (毫米)	水枪压力 (公斤/厘米 ²)					
	4	6	8	10	12	14
	最大冲击力 (公斤)					
16	16.0	25.0	29.0	36.5	45.0	53.0
18	18.5	28.5	39.0	49.0	60.0	
20	21.0	34.0	46.0	58.6		

1. 冲击力的计算

(1) 喷嘴出口理论冲击力可用下式计算：

$$P_0 = 2\gamma w_0 H_0 \quad (\text{公斤})$$

式中 P_0 ——理论冲击力 (公斤)；

γ ——水的容重采用1000 (公斤/米³)；

w_0 ——喷嘴出口断面面积 (米²)；

H_0 ——喷嘴的压力水头 (米)。

例：某冲土水枪的压力水头100米，喷嘴口径16毫米，求喷嘴出口理论冲击力是多少？

$$\text{解：} \quad w_0 = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times 0.016^2}{4} = 0.00020096 (\text{米}^2)$$