

土方工程水力施工法

大同矿务局第二工程处編著

煤炭工业出版社

1168

土方工程水力施工法

大同矿务局第二工程处編著

*

煤炭工业出版社出版(社址:北京东长安街煤炭工业部)

北京市书刊出版业营业許可証出字第 084 号

煤炭工业出版社印刷厂排印 新华书店发行

*

开本 787×1092 公厘 $\frac{1}{32}$ 印张 $\frac{6}{8}$ 字数11,000

1959年5月北京第1版 1959年5月北京第1次印刷

統一書号:15035·845 印数:0,001—6,000册 定价:0.11元

出版說明

水力机械化施工方法适用的范围很广，凡工业广場平整、铁路和公路路基修筑以及农田水利的土方工程，只要条件相宜，都可采用。实践证明，采用这种方法不但能解放沉重的体力劳动，而且可提高效率，縮短工期，节约資金。由于目前它还是一种新的技术，很多单位感到缺少这方面的經驗，所以出版了这本书。

本書介紹了在晋华宮工业广場平整工程中采用水力机械化施工的經驗，其中包括用水枪开挖土方、泥漿运输、水力充填及泥砂脫水等，适于土建施工人員参考。

目 錄

出版說明

一、概論.....	3
二、給水及其設備.....	5
三、土方的開挖方法.....	9
四、土壤的運輸.....	11
五、填方工程水力機械化.....	12
六、土方工程水力機械化的經濟比較.....	16

一、概 論

土方工程水力机械化是利用水枪所产生的位能和动能，进行土方工程的开挖、运输和冲填作业。

水枪所用的水，由供水系统自水源输送。水自水枪的喷嘴喷出时，产生很大的冲击力，土壤被水冲成泥浆后，沿自然坡度或借助于泥浆泵，送至堆土处或填方处(图1)。

水力机械化适用于各类土壤：普通土、坚土、砂夹石、冲积层等。当土质较硬或水枪的冲击力不足时，可先用炸

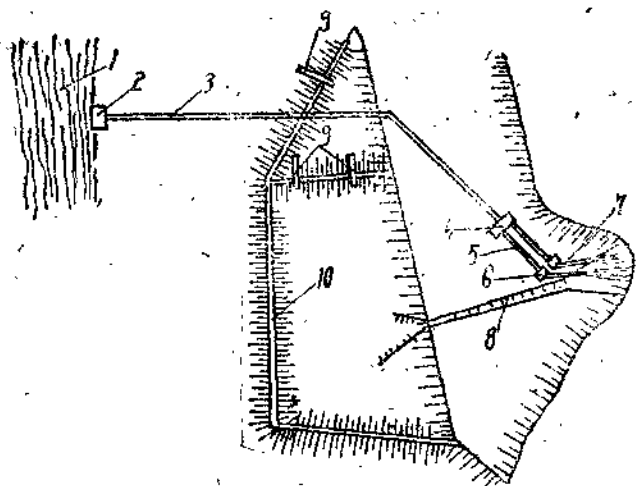


图1 水力施工示意图

- 1—水源；2—水泵站；3—总水管；4—分水管；5—弹簧管；
6—水枪架；7—水枪；8—泥浆道；9—排水槽；10—土壤。

鑛等物对土壤进行动力破坏，而后再进行冲刷。

水力机械化可成功地用于工业广场的平整、公路铁路路基的开挖、填方、修筑河堤、矿井井口表土剥离等的土方工程上。

在苏联水力机械化在泥炭开采、公路、铁路、水利等工程上早就采用。1984—1935年间建设亚速钢铁厂时，曾用此法开挖土壤400万公方。修建莫斯科运河时，用水力机械挖了1100万公方土方。

我国随同水力采煤方法的出现，特别是在鼓足干劲、力争上游、多快好省地建设社会主义总路线的鼓舞下，全国各地都在大力采用水力机械施工方法。我们在学习了兄弟单位的先进经验后，苦战三天，在晋华宫工业广场的平整工程中初步推广了这项经验。实践证明，水力机械化有效地缩短了工期，降低了工程成本，特别是解决了劳力不足，而且从根本上消灭了背、担、扛，解放了重体力劳动。

水力机械化的优点概括如下：

- (1) 设备简单、费用少、成本低。
- (2) 效率高、进度快。
- (3) 节省大量劳动力。
- (4) 填方工程土质均匀，密实性好。

水力机械化的缺点是：

- (1) 电能和水的消耗量大。
- (2) 工程量小不宜采用。
- (3) 其采用和收益过于依靠水源坡度等自然条件。

(4)填方后須有1—1.5月的析水時間，不能及时进行上部結構的建設。

二、給水及其設備

1.給水分類。水枪所用的水，由自流式和压力式两种方式供給。前者是利用水源与冲刷工作面間的高差，而得到所需的压力，这种供水系統采用者极少；后一种方法是在水源附近設置抽水机站，由离心式水泵供給水枪所需用的水头。

自抽水机站供給水枪的水，一般用金屬管輸送，为减少压头損失，設置管道时，应尽量减少弯头和长度。

2.水枪的計算。水枪是将具有水头 H 的水流，利用該压力轉化为最高速度。

离心式水泵所必須供給的最小水头 H 如下：

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4.$$

式中 h_1 ——水源与工作面的高差；

h_2 ——管路中的水头損失；

h_3 ——水枪中的水头損失；

h_4 ——冲刷土壤所需用的水头(表3)。

水柱自水枪口噴出的速度，由水力学公式算出。

$$V = \varphi \sqrt{2gH}$$

式中 V ——水流速度，公尺/秒；

g ——加速度，9.81公尺/秒²；

H ——所需水头，公尺；

φ ——速度系数，0.90。

当水流速度 V 已知时，即可按下式算出水枪喷口的截面积或直径。

$$Q = \frac{\pi}{4} d^2 \cdot V$$

或

$$d = 2\sqrt{Q/\pi V}$$

式中 Q ——水枪的水消耗量，公尺³/秒；

d ——水枪喷口直径，公尺。

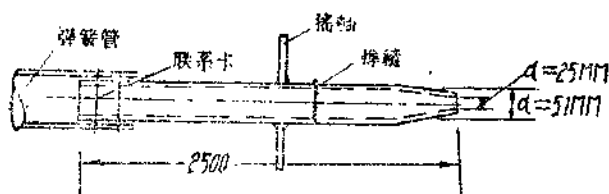


图 2 水枪构造图

已知水枪喷口处的流量和水头及给水管线的布置情况和长度，即可按水力学公式算出给水管中的直径和水头损失，以及水泵站所需的功率。

3. 水枪和水枪架。水枪是水力机械化的主要工具，由金属管制成。亦可用一般消防水枪代替。通过水枪的水因流水断面被压缩，而造成很大的速度。我们使用的两台水枪是自己制造的，如图 2 所示。水枪由两节金属管焊接而

成，共长2.5公尺，前面一节烧红后打成收缩圆锥管嘴。
管嘴内径为25公厘。为减少阻力，内壁用锉光。

水枪装置在特制的水枪架上，可以仰射或俯射，水枪架上端有旋转轴，可使水枪自由转动，如图3所示。水枪架全部用木料制成，构造简单。

水枪与供水管的分水嘴之间用二吋半弹簧管联接以利

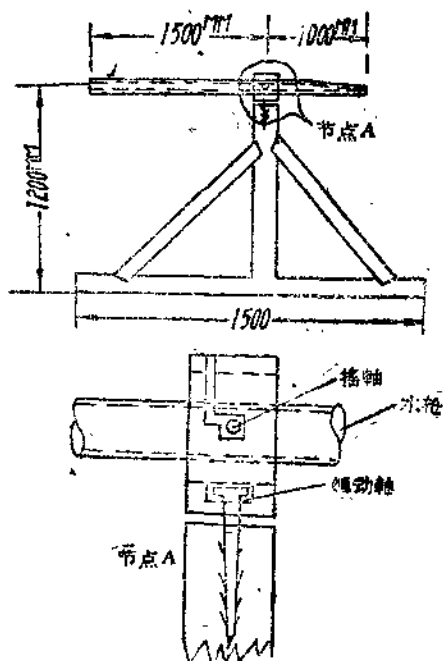


图3 水枪架示意图

操作。水枪嘴和分水管及水泵出水管处都应装置压力表，以随时测定水压大小。

4. 水力机械化的常用设备和劳动组织。水力机械化所用的设备，常取决于供水和泥浆输送的方式。比较简单的是压力式供水，而泥浆采用自流输送的施工组织。我们采用的如表1。

土方水力机械化泥浆自流式常用设备表 表 1

设备名称	规格	数量	备 注
水 枪	出口直径25公厘，全长3.5公尺	2台	水枪出口，分水管和水泵出水口各一个
弹 簧 管	2 1/2"	30公尺×2	
水 压 表	常用压力表	3个	
木制水枪架	底座1.5×1.6公尺，高1.2公尺	2个	
离心式水泵	75—100KW	2台	一台备用
电 动 机	75—100KW/220/380	2台	一台备用
金 属 管	100—150公厘	200—300公尺	根据具体情况决定

水力机械化泥浆自流式劳动组织表 表 2

工 种 名 称	等 级	每班人数	工 作 内 容
水 枪 手	不要求	3	操作水枪
机 电 工	4	1	负责水泵开启
机电工助手	5	1	
填土枪工人	2—3	6	填土时土枪

水力机械化的劳动組織又取决于設備和施工班次。我們是采用压力供水，自流輸送泥漿进行的。現將一班所用的劳动組織介紹于表 2。

三、土方的开挖方法

用水枪挖土的方法有两种：(1)仰射法，即掏槽法，(2)俯射法。

(1)掏槽法。水枪設在开方区的下边，如右图 4 所示。水枪先在土方底部掏槽，水枪与土壁垂直，从一边扫射至另一边（3—4公尺），并須保持同一水平。然后，略为提高，反向扫射，直至土壤自行塌落。土方塌落后，随即用水枪把它冲碎运走。

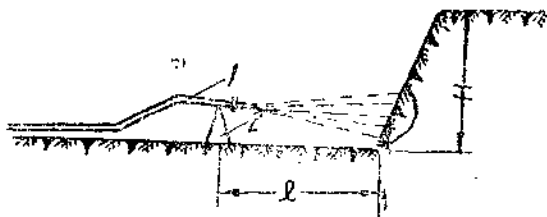


图 4 掏槽法示意图

1—水枪；2—水枪架。

当备有两根水枪施工时，协同进行工作效率比较高，即一根水枪掏槽，另一根水枪冲刷运土；或两根水枪一同掏槽，然后一同进行冲刷运土。

水枪至开挖面的距离对其生产率的影响很大。水枪愈

近，其射水在空气中遇到的阻力愈小，水柱愈不容易散开，冲刷力便愈大。但太近易引起土方塌落事故。为安全计，水枪至土壁底部的距离 P 不得小于1.2倍土壁高 H 。否则应从上向下分层开挖或采用俯射法开挖。

仰射法的缺点是被冲刷的泥浆流经工作面内。

(2)俯射法。水枪设在开方区的土壁上面，水枪自上向下逐层剥离。水枪随土方被冲刷而后退。俯射法的缺点是生产率低；对坚实的土壤不宜采用。它的优点是不受土壁高度的影响，而且泥浆不流经工作面内，有利于工作的逆行。采用俯射法的示意图如图5。



图5 俯射法示意图

冲刷土壤所需水头和单位用水量

表3

土壤种类	土壤密实重量 吨/公尺 ³	冲刷所需水头 H, 公尺	单位用水量·公尺 ³	
			冲刷	运泥浆
松细砂	1.1—1.5	30—40	3	4—7
中粒砂	1.5—1.6	30—50	4	4—9
粘土质壤土	1.6—1.7	60—80	6	6—8
黄土	1.7—1.8	60—80	6	6—10
细重粘土	1.7—1.8	60—80	7	6—9
重质粘土	1.8—2.0	120—150	10	10—15
砂砾冲积层	1.7	60—70	12	12—15

在水力机械化施工中，冲刷和运送泥漿所耗用的水量是很大的（我們使用时的实际耗用量約2公尺³），它往往是水力施工中起决定作用的指标之一。表3列有单位耗水量和冲刷土壤所需水头的各项指标。

四、土壤的运输

土壤被水冲刷成悬浮状泥漿后，沿自然沟道或利用泥漿泵輸送至弃土处或需要充填的结构物上（如公路、铁路、广场等）。

如果开挖处与填方处（弃土处）的高差能满足泥漿沿沟道成悬浮状自行流动所需要的坡度时，泥漿輸送即可采用自流式。泥漿沟道可以利用自然明沟或特制的木槽、金属槽等。

輸送泥漿所需要的坡度介绍于表4。

輸送泥漿所需要的坡度表

表 4

土 壤 种 类	土壤平均单位重 吨/公尺 ³	坡 度	
		沿 工 作 面	沿 沟 道
粘土和粘土質壤土	1.65	0.02—0.025	0.02—0.03
細砂、砂質壤土	1.6	0.025—0.035	0.03—0.05
粗砂或中粒砂	1.6	0.03—0.05	0.03—0.07
砾石視其大小	1.7	0.04—0.12	0.04—0.12

当无法护得上表所列坡度，甚至弃土处高于挖土处时，就必须采用泥漿泵輸送泥漿。輸送泥漿的管道用金属

制。其截面可为圆形或长方形，而以长方形截面最好。

斜槽在平面上的弯曲半径，最小应为其宽度的10倍。湾道部分的坡度应适当增加，以免减小速度。使用管道输送泥浆，其要求流速要比使用斜槽时更大。其最小要求速度列于表5。

泥浆沿管道流动的必要速度

表 5

土 壤 种 类	速 度， 公尺/秒
細砂土	2—3
粗砂土	3—4
細卵石带砂	4—6
大卵石	5—7

五、填方工程水力机械化

土方工程水力机械化同样可以成功地用于工业广场、水壩、铁路、公路等结构物的填方工程上。

水力机械化进行填方工程时一般組織原則如下：

1. 泥浆进入填方区后，应尽量减小速度。不同粒度的材料沉淀时的流速列于表6。

2. 使泥浆在充填区进行充分沉淀。

3. 泥浆进入充填区后，避免繼續沿沟槽冲刷，应使其成扇形散流，以减小速度。

水力充填随泥浆輸送方式分为两种工程組織形式。

(1) 当采用自流式輸送泥浆时，充填作业的施工組織

比較簡單。其主要內容是：沿充填結構物周界用人工預先做成0.75-1公尺高的土坎。泥漿從一端進入填方區後，由

不同粒度的材料沉淀時的水流速度 表 6

顆粒直徑 公厘	速 度 公尺/秒	顆粒直徑 公厘	速 度 公尺/秒	顆粒直徑 公厘	速 度 公尺/秒	顆粒直徑 公厘	速 度 公尺/秒
1.0	1.2	0.5	0.02	0.09	0.084	0.01	0.025
0.9	1.06	0.4	0.5	0.08	0.071	0.03	0.015
0.8	1.0	0.3	0.38	0.07	0.059	0.02	0.0062
0.7	0.87	0.2	0.25	0.06	0.046	0.01	0.0018
0.6	0.7	0.1	0.095	0.05	0.035	0.009	0.0015

于速度減小而進行沉淀。澄清的水有兩種方法排除。其一是工人武棟同志提出的溜槽法：在充填區的下游設置若干個排水溜槽（可用煤溜子），使槽口高出泥漿 0.4 公尺左右，溜槽出口用支架架起，突出土坎外一公尺處。澄清的水沿溜槽排除，如圖 6 所示。另一種方法是設置附有水平

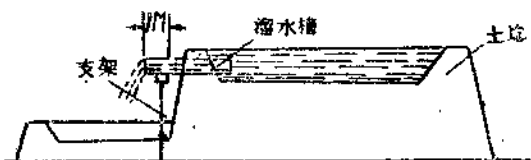


圖 6 溜槽法排水示意图

排水道的滲水井法：即在每一沉淀區的一邊設置一個或兩個60×60公分的滲水井。滲水井由木制或干砌片石。滲水井隨填土逐漸增高，沖填結束後滲水井不再取出，隨即用沖填物進行填實。滲水井的設置見圖 7。

如果充填面积不大（小于3000公尺²），可以一次围成土埝进行充填；如果充填面积过大或线路太长，可以分区或分段进行充填，每段长度均取100公尺左右。

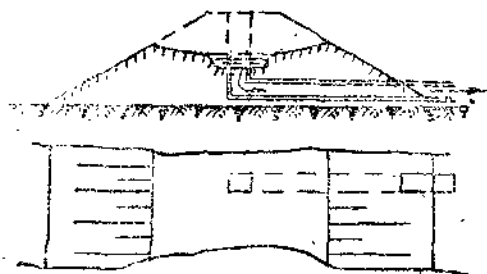


图 7 渗水井示意图

(2) 采用压水输送泥浆时，充填作业比较复杂，它要求水枪和泥浆泵联合工作。这种方法使用在充填区高于冲刷区的情况下。这种方法的施工组织如图8所示。

根据泥浆管的设置，冲积方法可分三种。

1. 总管设在充填区中心的双向冲积法，自总槽向两边设若干支管或支槽，支槽的间距为20—30公尺，支槽按要求设有纵向坡度，泥浆沿支槽首先流到填方区临时土埝的内侧，然后再流向中心区。这时泥浆的土粒自行沉淀，愈向中心愈细。最细的土粒沉淀在填土中心区，形成不透水的心墙。这种心墙沉淀极为缓慢。总槽支承在特制的木架上，支架随充填作业逐步向前移动。支架埋入土中的部分不再拆除，而其余部分须要拆去。双向冲积法如图9所示。

2. 双槽(管)式的双向冲积法(图10)。两根总管均設置在充填区的边坡下緣。自总管每隔20—30公尺装一个三通管, 上設活門, 并引出支管, 支管上端再联以帶有孔眼的縱向排泥管, 排泥管設在特制的小木架上。这种方法也在中心形成沉淀极慢的心牆。这种方法的优点是总管不設在中心区的木架上, 移动方便省力, 这是比較好的方法。

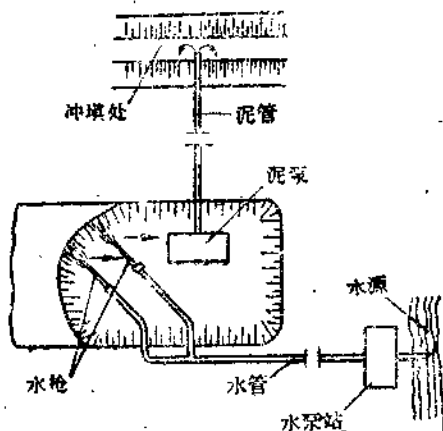


图 8 水泵站和泥泵联合工作示意图

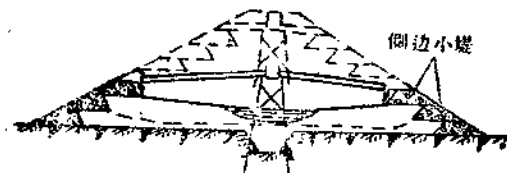


图 9 总管設在中心的双向冲积法