

喷射混凝土支护

煤矿掘进技术译文集

阜新煤矿学院译

第二集

煤炭工业出版社

U133.725
F522

煤矿掘进技术译文集

第二集

喷射混凝土支护

阜新煤矿学院 译

煤炭工业出版社

内 容 提 要

第二集编入了国外有关喷射混凝土支护的文章 29 篇。内容主要包括喷射混凝土施工机具, 喷射混凝土支护设计和计算, 喷射混凝土施工工艺, 喷射混凝土材料的试验和研究, 以及喷射混凝土施工规范等。可供现场从事井巷工程的工程技术人员和有关院校师生参考。

煤矿掘进技术

第二集

喷射混凝土支护

阜新煤矿学院 译

(限国内发行)

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $11^{1/8}$

字数 247 千字 印数 1—6,600

1978年2月第1版 1978年2月第1次印刷

书号 15035·2112 定价 1.15 元



出版者的话

为了配合我国煤炭工业基本建设大发展的需要，遵循毛主席“**洋为中用**”的伟大教导，我们试编了《煤矿掘进技术译文集》，向有关读者介绍目前国外井巷掘进的技术和工艺，以供参考。

译文集主要选编了煤矿井巷掘进技术、工艺以及有关理论研究，包括锚杆支护、喷射混凝土支护、深孔光面爆破、掘进机械化、岩石力学等方面的内容。今后将分专题陆续编译出版。

由于我们初次试编，缺点错误难免，希望读者批评指正。同时，亦请你们根据以上几方面内容推荐译文，提出建议，给予大力支持。

目 录

挤压型喷射混凝土泵的发展情况	1
混凝土自动喷射装置的试制	9
喷射混凝土用的机械手	26
喷射混凝土支护辅助工序机械化	31
喷射混凝土的自动供水	36
喷射混凝土用的新胶结材料	40
隧道施工新奥地利法	43
隧道锚杆喷射混凝土支护法	56
喷射混凝土临时支护的选择与设计	87
关于不规则轮廓巷道的喷射混凝土支护计算问题	98
论隧道的喷射混凝土与锚杆施工法	106
蛇纹岩隧道和喷射混凝土	135
喷射混凝土与混凝土支架试验台	151
喷射混凝土料束的射流规律	155
喷射混凝土的实验室研究	160
关于喷射混凝土配合比的实验研究	183
喷射混凝土实际配合比计算	197
喷射用速凝混凝土的长期特性	203
喷射砂浆的特性	218
喷射混凝土现场试验的新进展	228
湿式喷射混凝土施工	240
喷射混凝土支护动态的测试研究	249

喷射混凝土施工与液体速凝剂特性	264
喷射混凝土时降低水泥粉尘的途径	280
喷射混凝土支护设计中的地质因素	284
加速推广高效率喷射混凝土支护在竖井井筒中的应用 ...	301
喷射混凝土的施工经验	311
喷射混凝土用速凝水泥的技术标准	320
喷射混凝土施工规范	325
附录	351

挤压型喷射混凝土泵的发展情况

约翰 C. 费烈特里克斯

N. R. 沙达斯

约翰 T. 布劳德福特

本文向设计人员、喷射混凝土施工单位和施工人员介绍两种挤压型喷射混凝土泵的目前改进情况。多年来,人们已经认识到挤压型喷射混凝土泵可以用在某些混凝土建筑工程中进行湿式喷射混凝土。然而,这种泵和其他喷射机相比,它所输送的拌合料具有较高的水灰比和较大的坍落度,因此,在许多要求高质量的混凝土施工中,特别是在垂直和向上的喷射中就无法采用这种泵。

1965年喷射混凝土施工人员与制泵厂合作,对这两种泵进行了改进,使之能够输送 $1/2 \sim 2$ 英寸低坍落度的喷射混凝土,并已成功地应用在各种类型包括垂直和向上喷射的喷射混凝土工程中。

设 备

下面介绍的两种不同类型的挤压型喷射混凝土泵,经现场实际使用证明,它们能够稳定的输送低坍落度的拌合料。

一、挤压型旋转轮泵

这种旋转轮泵(图1-1)安装在卡车上,并利用卡车的发动机作为动力。从预拌混凝土车上将拌合料倒入料斗内,

然后输入直径为3英寸的软管,再由两个旋转轮连续不断地把混凝土料挤压进输料管中。这两个旋转轮,一边向前推进一边挤压泵管。泵室内有25~27英寸的真空部分,它能使泵管恢复成圆筒形状,以便使拌合料从料斗顺利地由输料管连续供料。拌合料由泵管经过3×2英寸的异径接头进入2英寸输料管路,然后被送到施工地点。在2英寸管的末端装置带有气环的喷嘴,压气经喷嘴注入到料流中。125英尺³/分的空气压缩机所造成的料流速度,完全能满足所需的要求。压气需要量随着输料速度的增加而减少。

当使用一个喷嘴时,这种泵的输送能力为12码³/小时,如果使用两个喷嘴时,效率则可提高一倍。

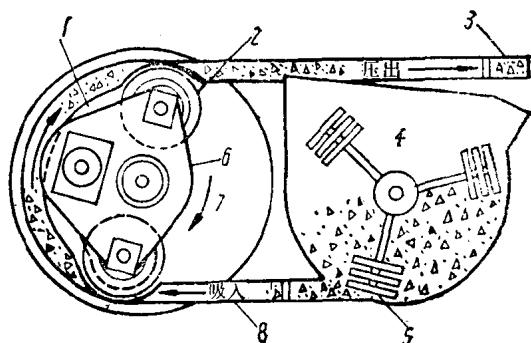


图 1-1 挤压型旋转轮泵简图

- 1—泵室内的25-27英寸真空部分；2—旋转轮；3—输料管；4—料斗；
5—旋转叶片，将拌合料送入泵管；6—行星齿轮传动；7—泵室；
8—泵管

输送稠料时,输送软管长度约为100英尺,然而用钢管代替软管时,其输送距离可达170英尺。目前施工中,输送距离为200英尺的管路,是由长150英尺直径3英寸的钢管和长50英

尺直径 2 英寸的软管组成的。压气可从 3 英寸管和 2 英寸管接头的前部和喷嘴处进入。异径接头处的压缩空气量是由一台 125 英尺³/分的空气压缩机供给的。目前正在进行这种泵改进试验工作，以便增大泵送湿料的管路长度。

二、活塞泵

活塞泵也是装在卡车上，由卡车的发动机带动，喷射混凝土料从拌料车输送到料斗内，通过 3 英寸和 2 英寸的异径接头将混凝土料送入 2 英寸的输料管路中。这种泵有两个推进混凝土的活塞（见图 1-2），它由液压传动。换向阀按一定时间间隔转换方向，每往复一次就自动地交替吸入和推出混凝土料。从而确保稳定而连续地进行送料。

这种泵输送距离可达 200 英尺。在输料管的末端装有一个喷嘴，压气通过喷嘴内的气环注入到料流中。

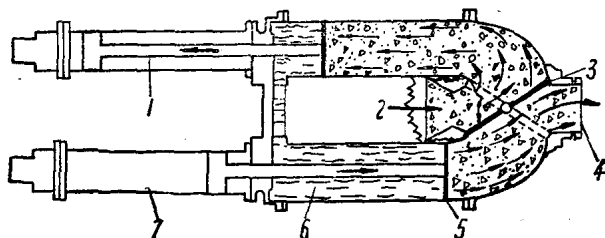


图 1-2 挤压型活塞泵简图

1—活塞杆，2—入料口，3—换向阀，4—出料口，5—活塞，6—润滑油，7—油缸

这种标准型混凝土泵经过改进后，能够输送较稠的低坍落度喷射混凝土料。主要的改进措施是，缩小活塞和圆筒尺寸，使有效功率增大，这样就能输送坍落度很低的拌合料。

根据现场条件和喷射混凝土料的不同，活塞泵的生产率

的变化范围为10~20码³/小时。

喷射混凝土拌合料

由普通硅酸盐水泥和天然集料组成的低坍落度的拌合料，可用旋转轮泵和活塞泵进行输送。没有必要使用增塑剂来增加其可泵送性。

一、旋转轮泵使用的拌合料

每立方码拌合料由6~7½袋水泥(564~705磅)，30~40%的3/8英寸粒径的碎石和60~70%的砂子组成，它能配制成质量良好的混凝土，并能顺利地通过旋转轮泵进行输送。水泥含量依所使用的集料质量和喷射混凝土的施工特点的不同而异。这些拌合料的坍落度一般在1/2~2英寸之间。

采用由7袋水泥(658磅)，40%的3/8英寸的碎石、60%的砂子和3½磅吸水剂(并具有3/4英寸的坍落度)组成的拌合料来垂直喷射10英尺×10英尺、厚度为4、6、8英寸的试验板。在喷射试验板的同时喷射普通圆柱体试块和网状芯管圆柱体试块。四个圆柱体龄期28天的抗压强度为6280~6810磅/英寸²(表1-1)，从试验板上钻取的六个混凝土芯的抗压强度如表1-1所示。这些钻芯龄期46天的抗压强度为3280~4970磅/英寸²。

二、活塞泵使用的拌合料

每立方码由7袋水泥(658磅)、30%的3/8英寸豌豆状砾石、70%冲洗砂和1.4磅/码³吸水剂组成的基本拌合料，具有良好的可泵送性，且能形成优质的喷射混凝土衬砌。活塞泵输送的拌合料坍落度一般为1/2~2英寸。

由坍落度为1½英寸的基本拌合料喷制成六块试验板。其中两块试验板是一次喷成的，其余的试验板是两次喷成的。

表 1-1 旋转轮泵输送的混凝土抗压强度

试 块	龄 期 (天)	容重(磅/英尺 ³)	抗压强度(磅/英寸 ²)
普通圆柱体	10	—	4580
普通圆柱体	28	—	6280
普通圆柱体	28	—	6440
芯管圆柱体	28	—	6810
芯管圆柱体	28	—	6470
4×8英寸钻芯	46	147	6540
4×8英寸钻芯	46	147	4970
4×6英寸钻芯	46	144	3360
4×6英寸钻芯	46	144	3280
4×4英寸钻芯	46	147	4570
4×4英寸钻芯	46	147	4780

表 1-2 活泵输送的混凝土抗压强度

试 板 编 号	立方体试块编号	立方体尺寸(英寸)	抗压强度(磅/英寸 ²)
1	1	3.50	3878
	1A		3869
2	2	2.00	4825
	2A		4850
5	5	3.50	3837
	5A		3820
6	6	2.00	4025
	6A		4000

图1-3表示喷射手正在喷制4×8英尺、6英寸厚的试验板。从试板上切割下3½英寸和2英寸的立方体试块，作抗压和抗剪试验之用。4个3½英寸的立方体试块，龄期为14天的平均抗压强度为3851磅/英寸²，如表1-2所示。

粘结力试验是测定喷射混凝土与喷射混凝土之间的粘结

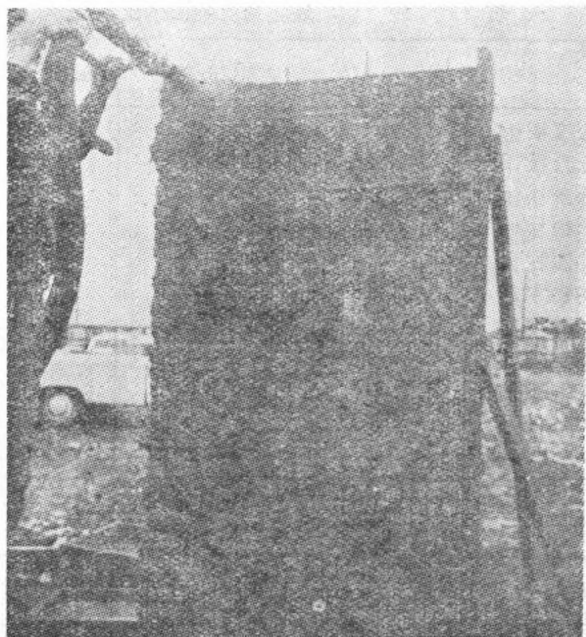


图 1-3 采用活塞泵喷制试验板

强度。试块是从4块试板上切割下来的。首先，在这4块试板上喷上一层2英寸厚的混凝土，并仔细刮平，第二天再均匀地喷上一层2英寸厚的混凝土。将矩形试块（其剪切面积参看表1-3）放到试验机上进行粘结力试验。表1-3所列的粘结力值是第二层喷射混凝土龄期为14天时的测定值。

最近在加利福尼亚州水渠衬砌工程中所应用的拌合料，每立方码是由7袋水泥（658磅）与普通砂子组成的。该工程施工前，采用每立方码6 $\frac{1}{2}$ 袋水泥（611磅）预先喷制试验板。从该试验板上切割下来的立方体试块，龄期5天的抗压强度是2834磅/英寸²和2905磅/英寸²。拌合料的坍落度在1 $\frac{1}{4}$ ~

1 $\frac{3}{4}$ 英寸之间。

表 1-3 喷射混凝土与喷射混凝土之间的粘结强度

试板编号	试块编号	剪切面积(英寸 ²)	总载荷(磅)	剪应力(磅英寸/ ²)
1	1	17.6	11,400	647
	1A	17.3	12,000	696
	1B	18.0	14,600	811
	2	23.0	14,200	618
2	2A	23.3	14,100	606
	2B	23.3	11,200	482
	3	23.3	7,300	314
3	3A	23.3	4,500	194
	3B	22.5	4,100	182
	4	23.7	8,600	362
4	4A	23.7	6,400	354
	4B	24.5	5,300	216

译者注：总载荷系指剪切破坏时的载荷。

挤压型湿式喷射混凝土泵的应用

利用这种挤压型喷射混凝土泵已成功地建造了多种不同的喷射混凝土工程。

目前在加利福尼亚州的主要工程中，使用这两种挤压型泵喷射了数千立方码低坍落度(小于1英寸)的湿式喷射混凝土。每立方码拌合料含有7袋水泥(658磅)，30%的3/8英寸豌豆状砾石，70%砂子和每袋水泥0.2磅吸水剂。在施工中，一半以上都是垂直和向上喷射的。

曾采用同样配合比的拌合料，通过活塞泵喷筑水渠衬砌。从这个工程上钻取的5个钻芯龄期8天的抗压强度平均为3258磅/英寸²。

其他现场应用的工程还包括垂直的挡土墙、油库、排水沟、隧道工程和游泳池等。

结 论

本文介绍的挤压型喷射混凝土泵，已被实践证明具有输送低坍落度和高质量喷射混凝土的能力，符合一般喷射混凝土施工的要求。作者认为改进型挤压泵具有较高的生产率，能够输送坍落度极低的拌合料，再加上湿式喷射混凝土固有的优点，必将得到现场日益广泛的应用，其中包括喷射立面和顶板。

在喷射混凝土工程中准备选用挤压型喷射混凝土泵的地方，应该要求配备技术熟练的施工队伍和性能良好的设备，以保证喷射混凝土的质量。

译自美国“喷射混凝土”ACI，1966年

混凝土自动喷射装置的试制

渡边匡通

中原 康

中里吉明

1. 序 言

关于利用喷射混凝土施工法使隧道一次成巷问题，经过多年来各方面的研究和实践，已取得一些成果，终于认识了这一施工法的优越性。

然而，今后要使这一施工法更加普及推广，必须解决有关缩短作业循环时间、节省劳力和改善作业环境等方面的许多课题。首先，为了实现喷嘴操作机械化，1971年10月试制了一种自动喷射装置。为了探讨自动喷射装置是否能完全代替喷射手施工，进行了一系列的实验。本文介绍该装置的实验结果，以供今后参考。

2. 自动喷射装置的构造

喷嘴动作机械构造简单，能与隧道掘进工作面保持垂直。并沿隧道圆周方向作圆弧运动，沿隧道的轴向作直线运动（图2-1）。

试制装置由图2-2所示的各部分组成。

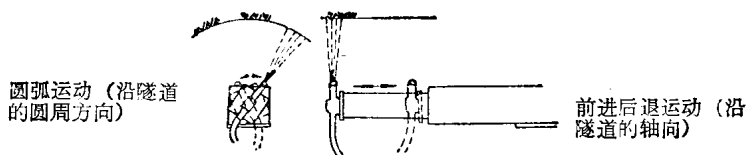


图 2-1 喷射的动作

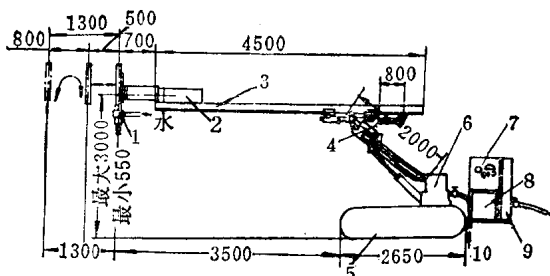


图 2-2 自动喷射装置

- 1—喷嘴；2—喷嘴机构；3—导向槽；4—导向槽推进用油缸；5—台车（CD-3型）；6—行走部动力机构；7—自控装置、遥控装置（手动）；8—液压机构；9—水量调节装置；10—压气

（1）喷嘴机构

是一个使喷嘴作圆弧运动及前进后退运动的专用油缸。

（2）自动控制装置

自动控制装置能够自动操纵喷嘴作回转以及前进后退运动，操纵标度盘式角度给定装置（图2-3）。在回转速度 $0\sim 90$ 度/秒、回转角 $0\sim 220$ 度的范围内，可以任意地给定喷嘴的回转角度。另外，前进后退动作可以在 $0\sim 5$ 米/分范围内任意给定，并且自动调整。

（3）遥控装置

要求一面观察受喷面的状况一面进行喷射时使用这种装置，喷嘴的动作可在十米以内进行遥控（图2-4）。

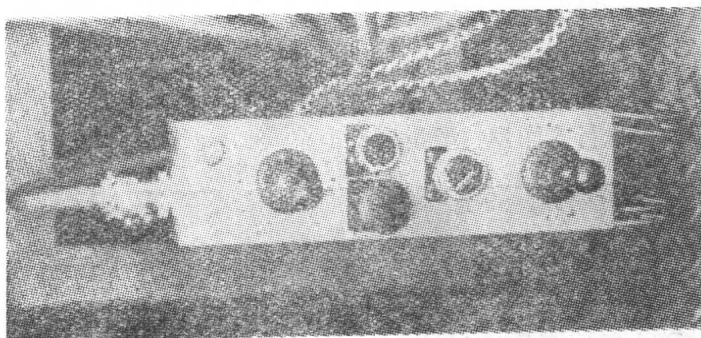


图 2-4 遥控装置

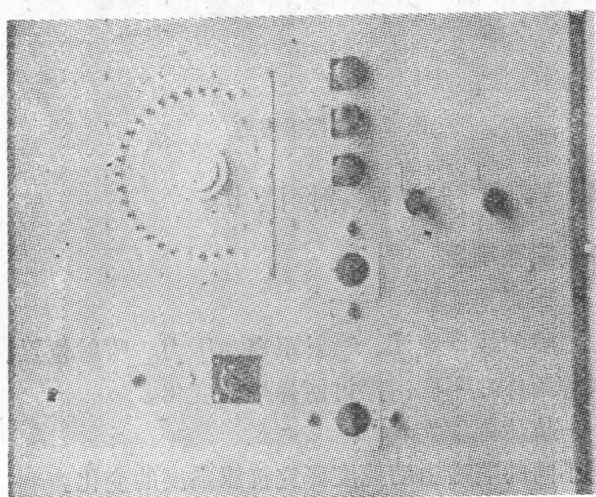


图 2-3 角度给定装置