

前混合磨料射流切割大理石材的研究

陈益飞

(盐城工学院电气工程系, 盐城, 224003)

摘 要 叙述了前混合磨料射流切割装置及利用该装置切割大理石材所进行的切割试验, 并以此提出了合理的切割参数。

关键词 前混合磨料 射流切割 大理石材

分类号 TH137

前混合磨料射流技术是近年来发展较快的一种水射流应用技术。与后混合磨料射流技术相比, 前混合磨料射流大大地增强了磨料粒子与水介质的混合效果, 使磨料粒子在水介质的载带下获得了更大的动能。因而, 其切割或除锈的能力大大增强。

几年来, 经过不断的努力, 目前已基本上解决了磨料的收集、筛分及灌装等配套技术问题。使该项技术能应用于工业生产, 服务于社会, 我们利用所研制的设备进行了一系列的切割和除锈试验。本文将着重介绍前混合磨料射流技术用于切割大理石材试验研究以及切割大理石材时合理工作参数的选择。

1 试验装置

试验装置的系统原理如图1所示。

1.1 泵站

试验装置所用的高压水泵为柱塞泵。额定工作压力为40MPa, 流量为30L/min。泵站配有蓄能器和自动卸荷阀, 组成卸荷回路。当系统压力超出调定压力时, 水泵能自动卸荷在低压下运转。泵站还装有手动节流阀, 平时有少量的水从旁路回流, 当喷嘴由于磨损使孔径增大并导致系统压力下降时可关小此阀, 以使系统压力恢复到调定值。

1.2 磨料供给装置

磨料供给装置是前混合磨料射流技术的核心。由磨料罐、混合腔、磨料浓度调节阀及磨料截止阀等组成。磨料供给装置具有以下特点: ①磨料

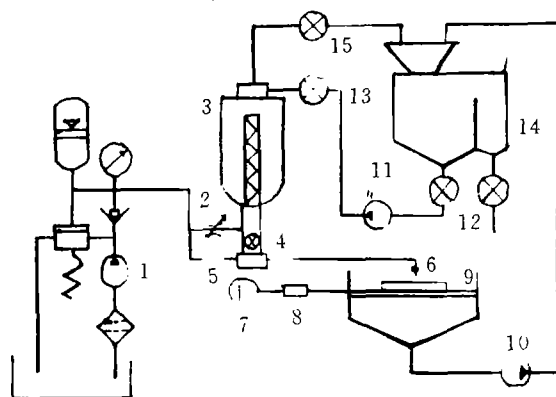


图1 前混合磨料射流切割装置系统原理图

- 1—高压泵 2—磨料浓度调节阀 3—磨料罐
4—磨料截止阀 5—混合腔 6—喷嘴
7—直流电动机 8—传动装置 9—试件
10、11—砂泵 12—低压截止阀 13—储料斗
14—排渣头 15—高压截止阀

罐内的磨料能在高压状态下均匀、通畅地进入混合腔。②磨料进入混合腔后即可形成一定磨料浓度的液-固两相流, 且在正常工作时磨料不会沉积在混合腔至磨料射流喷嘴之间的管路中。③磨料的供给量可以方便、定量地进行调节。④可随时截止磨料的供给形成纯水射流。

1.3 磨料回收系统

磨料回收系统是形成连续工作, 减少磨料使用成本的不可缺少的环节, 该系统由收集子系统、筛分子系统和灌装子系统共同组成。

收集子系统的功用是将喷射出的磨料收集到沉淀容器中, 然后用砂泵将待复用的磨料送到筛

分子系统。

筛分子系统由淹没式振动筛分机、储料斗、排渣斗及溢流口等组成。因为磨料射流是通过喷咀喷出而形成的,为了防止较大粒径的颗粒杂质堵塞喷咀,必须对所用的磨料进行严格的筛分。由于所用的磨料粒径较小(本次试验使用的磨料为天然金刚石,粒径 0.1~0.5mm)且为潮湿的,故采用一般的筛分机械难以进行严格筛分。为此我们专门设计了具有一定筛分能力且又能对湿式磨料进行严格筛分的淹没式振动筛分机。筛分机的筛面置于水中并呈倾斜状。收集子系统中的砂泵将沉淀容器中的磨料输送至筛网的一端,经过筛分,通过筛网的磨料落入储料斗中。筛网上存留的杂质自动落入排渣斗中,通过截止阀定时排出。部分漂浮的磨料微粒在筛分的同时可从溢流口排出。

灌装子系统的功用是利用砂泵将经过筛分落入储料斗中的可用磨料灌装到磨料罐中。工作时首先打开两只高压截止阀,然后启动砂泵将磨料输入磨料罐内。在灌内,磨料不断地沉淀而多余的水则返回储料斗中,如此循环,直至磨料罐内充满磨料为止。

1.4 实验台

切割试样置于封闭式工作台的靶座上,靶座由直流电动机驱动传动机构实现移动。通过调节可控硅整流器的输出可调节移动速度,并由测速发电机组成的闭环回路保证移动速度的稳定性。喷射靶距可通过喷咀支架加以调节。

2 试验及结果分析

本次试验重点考察用前混合磨料射流技术切割大理石板材的能力并确定相应的切割参数。所选用的试件厚度为 50mm 的天然大理石板材,其抗压强度为 104MPa,密度为 2.82t/m³,肖氏硬度为 60。

试验采用单因素法进行,切割时仅改变待考察的参数,其它参数则参考以往的试验基础加以确定并保持不变。试验所用的喷咀为金属拉丝模,喷咀孔径为 1.36mm。

2.1 压力对切割能力的影响

试验条件:靶距 $S=8\text{mm}$,移动速度 $V=200\text{mm/min}$,磨料的重量比浓度 $C=30\%$ 。试验压力 P 分别取 5、10、15、20MPa 四个等级,试验结果见表 1 和图 2。

表 1 压力对切割能力

序 号	1	2	3	4
$P(\text{MPa})$	5	10	15	20
$H(\text{mm})$	4	16	23	29

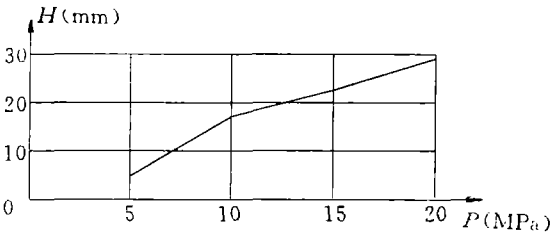


图2 压力对切割能力的影响

从图 2 中可见:在试验范围内,切割深度 H 随压力的增加基本上呈线性变化。

2.2 靶距对切割能力的影响

试验条件:射流压力 $P=20\text{MPa}$,横移速度 $V=200\text{mm/min}$,磨料重量比浓度 $C=30\%$ 。试验靶距 S 分别取:8、10、15、20、25、30mm 六个值,试验结果见表 2 和图 3。

表 2 靶距对切割能力

序号	1	2	3	4	5	6
$S(\text{mm})$	8	10	15	20	25	30
$H(\text{mm})$	28	29	23	14.2	5.5	1.8

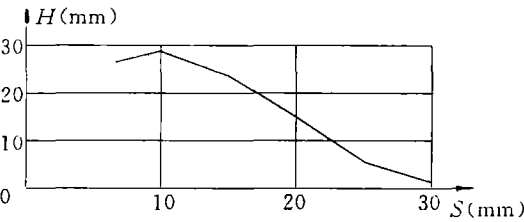


图3 靶距对切割能力的影响

从图 3 中可见:随着靶距的增加,切割深度迅速下降,切缝宽度逐渐增大变量呈 V 型状切口。对此,若采用密集性好的喷咀则靶距对切深的影响可相应地减小。

2.3 横移速度对切割能力的影响

试验条件:射流压力 $P=200\text{MPa}$,靶距 $S=8\text{mm}$,磨料重量比浓度 $C=30\%$ 。分别选取 $V=120、200、300、350、410、530\text{mm/min}$ 六个横移速度进行试验,试验结果见表 3 和图 4。

表 3 横移速度对切割能力

序号	1	2	3	4	5	6
$V(\text{mm/min})$	120	200	300	350	410	530
$H(\text{mm})$	40	29	19	14.6	11.5	8
$E(\text{mm}^2/\text{min})$	4800	5800	5700	5100	4715	4240

结果表明:切割深度 H 随着横移速度 V 的增加而减小,但这并不意味着横移速度越低切割

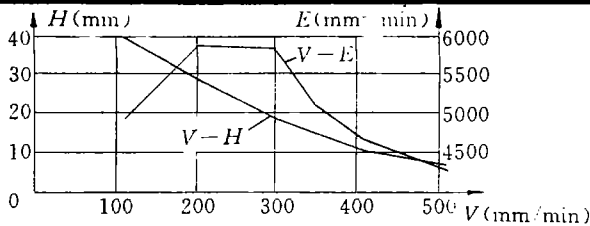


图4 横移速度对切割能力的影响

能力就越高。因为切割能力的体现应是在单位时间内除去的材料量越多切割能力就越高。若忽略切割时切割宽度有微小变化这一因素,以各种横移速度与其相应的切割深相乘作为该横移速度下的切割效率 E ,则从 $V-E$ 曲线中可见:存在着一个较佳的横移速度范围。

2.4 磨料重量比浓度对切割能力的影响

试验条件:射流压力 $P=20\text{MPa}$,靶距 $S=8\text{mm}$,横移速度 $V=200\text{mm/min}$ 。选择 $C=0$ 、 12.67% 、 21.63% 、 28% 、 33% 、 40% 六个磨料重量比浓度值进行试验,试验结果见表 4 和图 5。

表 4 磨料重量比浓度对切割能力

序号	1	2	3	4	5	6
$c(\%)$	0	12.67	21.63	28	33	40
$H(\text{mm})$	0	6	18	25	29	27

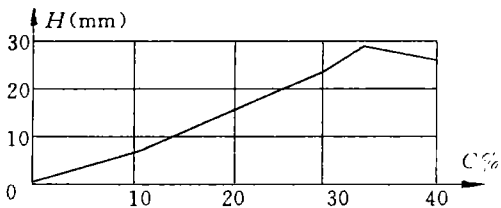


图5 磨料重量比浓度对切割能力的影响

由图 5 可见,磨料浓度较低时,切割深度 H 随浓度的增大而增加。但当磨料浓度超过一定的值后,切割深度 H 又有所下降。这表明存在着一个最佳的磨料重量比浓度范围。

2.5 选择合理的切割参数

根据上述试验结果,结合国内建材业常用的板材情况,并综合考虑压力等级、装机功率切割效率及使用成本等因素。我们认为:目前混合磨料射流切割 $20\sim 30\text{mm}$ 厚的大理石板材,较为合理的切割参数是:工作压力 20MPa ,水流量 20L/min ,磨料重量比浓度 $30\%\sim 35\%$,喷射靶距 $8\sim 10\text{mm}$,横移速度 $200\sim 3000\text{mm/min}$ 。在此参数下射流的功耗可用水力学公式: $N=P\times Q/60(\text{kW})$ 进行估算(P ——射流的工作压力 MPa , Q ——水流量 L/min)。代入已知参数可得射流功耗 $N=20\times 20/60=6.7\text{kW}$ 。

3 总结

本文叙述了我们所研制的前混合磨料射流切割装置及切割大理石板材的试验。通过试验确定了前混合磨料流切割大理石板材的合理的工作参数。试验表明:角磨料射流切割大理石具有效率高,无振动,噪音低等特点。尤其是切割过程中,喷嘴与加工工件不接触,并且喷嘴移动方便,因而特别适合于切割各种形状的曲线。对现有的装置只要辅以喷嘴机构并增加一个磨料罐即可成为能连续工作的大理石异形板材加工设备。

参 考 文 献

- 1 B. L. Liu etc. The Premixed Abrasive Jet Derusting System. Proceedings of 1st Asian Conferene on Recent Advances in Jetting Technology, 1991. 80~85

The Study of the Premixed Abrasive Jet Cuts the Marble Planks

Chen Yifei

(Department of Electric Engineering of Yancheng
Institute of Technology, Yancheng, 224003, PRC)

Abstract This paper covers the cutting equipment of the premixed abrasivve jet, and covers the cutting experiment of using the equipmentcuts the marble plank math paramenter.

Keywords the Premixed Abrasive; Jet cuts; the marble plank