

表 1 动密封结构对柱塞的摩擦阻力与工作压力的关系

工作压力 P_0 (千巴)	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	10.5
压力机轴向压力 Q (吨)	68	136	204	272	339	356
摩擦阻力 F (吨)	1.6	3.2	4.8	6.4	7.0	7.4
F/Q (%)	2.35	2.35	2.35	2.35	2.06	2.08

移动。当用压力机加压(可加静水压力和对试件施加轴向压力)时,柱塞的移动方向是由上而下,即从容器外向容器内移动。图 3 给出了用油泵加压和用压力机加压时,压力机的工作吨位随工作压力的变化情况。图 4 给出了用压力机加压时,柱塞动密封结构对柱塞的摩擦阻力与工作压力的关系,由摩擦阻力所引起的轴向压力的差值列于表 1。

四、结语

根据 10 千巴高压三轴容器的设计要求和验收时达到的指标,其柱塞动密封结构对柱塞的摩擦阻力是比较大的。将其用于岩石力学实验只能得到岩石强度的比较粗糙的结果。要想得到比较精确的结果,进而阐明各种因素对岩石强度的影响,则十分困难。根据面积不可补

偿式密封原理对柱塞密封结构进行了改进,改进后的动密封结构,确保测量岩石强度的误差在 2% 左右,不但提高了精度,而且操作十分简便,这就为使用液压三轴容器广泛开展高压下岩石力学性质的研究创造了条件。

参 考 文 献

- [1] 王耀文,郝晋昇,刘永恩,10000 公斤/厘米²高压容器的研制,地球物理学报,第 24 卷,第 1 期,1981 年。
- [2] Циклис, Д. С. Техника физико-Химических Исследований при Высоких и Сверхвысоких Давлениях, Издательство «Химия», Москва (1965).
- [3] 勃朗奈尔, L. E. 扬, E. H. 化工容器设计,上海科学技术出版社(1964)
- [4] Bridgman, P. W., The Physics of high pressure, Bell and Sons Ltd. (1931).

(本文于 1984 年 10 月 10 日收到)

用激光多普勒测速仪测定热喷涂(焊) 火焰及火焰中喷射粉末的速度

杨 大 铮

(中国科学院力学研究所)

热喷涂(焊)技术是近年来迅速发展起来的一项新技术。主要用于改善或强化金属零部件的表面性能(如耐磨、耐蚀、高温抗氧化等)。具有投资少,见效快、应用范围广和经济效果显著等优点。

欲想得到性能良好的热喷涂层,必须使粉末在火焰气流中获得足够的热能和动能。即粉末达到熔融或半熔融状态,而且具有高速度。欲寻找多种粉末的最佳工艺参数,使得热喷涂

(焊)性能良好,经济效果好,火焰气流的速度和粉末在火焰气流中的速度测定就成了重要的问题。

由于流场中温度很高,难以采用传统的接触式测速法(热线,毕托管等)。有人曾用拍摄粉末轨迹照片的方法测量粉末的飞行速度,但精度很差。

我们采用激光多普勒测速法,对氧-乙炔火焰的速度场及喷涂粉末在火焰中的速度作了测

量,并对测试结果进行了初步分析。

一、测试布置及测试步骤

1. 仪器: JCQH-1 型激光多普勒测速仪, 配有 JSSX-1 型计数型信号处理系统。

①激光器功率: 氩-氦激光器 5(mW);

②测速范围: 2mm/sec~300m/sec;

③可测流场半宽度: 空气中达 850 mm;水中达1100mm;

④工作方式: 前向或后向散射双光束工作。

⑤可测速度参量: 一般算术平均速度; 加权平均速度; 加权均方根速度; 相对湍流度; 绝对湍流度; 最可几速度; 速度概率密度分布(直方图)等。

⑥输出方式: 数码管十进位显示, 打印机输出; 磁带录音机输出等。

2. 测试布置: 如图 1 所示。

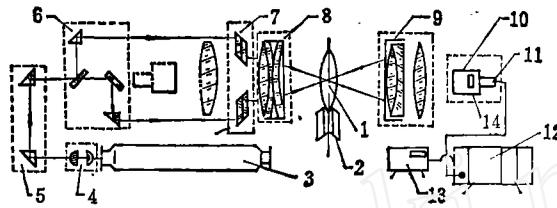


图1 火焰测速布置图

1—火焰; 2—喷枪; 3—氩-氦激光器(5mW); 4—光束扩展器兼作光腰调整器; 5—折光系统; 6—分光系统; 7—光束分距系统; 8—发射透镜组; 9—接收透镜(前组与后组); 10—接收系统; 11—光电倍增管; 12—信号预处理器; 13—微型计算机; 14—干涉滤光片。

图中实线部分为前向散射工作方式,双点划线为后向散射工作方式。

测试时,火焰喷枪安装在一个可以两维移动的支架上,根据需要更换测点。激光测速仪固定地放置在平台上。用后向散射工作方式测量可取得合格的多普勒信号。实测时,采用前向散射的工作方式。

为避免火焰温度的影响,发射接收部分的透镜的焦距要选择适当。为避免粒子受热后和火焰本身所造成的其它波长的光也会进入光电倍增管,在其前面安置一干涉滤光片,滤去其它波长的光,只取波长 6328 Å 左右的光进行测试,效果很好。

3. 测试目的及步骤:

①目的: 是为了求得送粉气流与火焰流对粉末能量交换的影响。即对粉末喷射速度与粉末获得热量的影响。因此对不同粉末在多种工况下测定速度,探讨规律性,以选择最佳工艺参数。

②测试内容: (a) 粉末的牌号为 F_{Ni-15} , F_{Fe-02} , L_{Ni-03} , L_{Fe-03} ; 粒度为: -140~+300 目;

(b) 在燃烧状态不变的条件下,改变送粉气流量,测出沿送粉气流中心线上距枪口不同距离处的速度值。实测的工况条件是: SPHT-6/h 喷枪,梅花型 2# 喷咀; 送粉气流量为 200, 300, 400, 500, 600 l/h; 燃烧氧气流量为 650 l/h, 乙炔气流量为 1350 l/h; 测点距枪口(沿送粉中心线)距离 S 取: 75, 100, 125, …, 300 mm; (c) 定点(距枪口 175 mm 处), 定送粉气流量为 300 l/h, 改变燃烧氧气流量测定速度值;

③步骤: 为了测定送气时气流(不点火), 燃烧(即点火)后火焰流及喷射粉末时诸工况的速度值,采取下列步骤: (a) 首先测定距枪口一定距离处,不同送粉气流量下与燃烧气流(不点火)混合气流的速度值以及在相同状态点火后的焰流速度值(表 1)。(b) 按粉末种类,测不同位置,不同工况下的粉末速度值。结果见表 2—表 4。

二、测试结果

(1) 距枪口 100 mm 处, 不点火与点火后气

表 1

送粉气流量 (l/h)	200	300	400	500	600
速变算术平均值 (m/s)	15.1	15.2	14	14.3	18.3
点火后, $v_{算}$ (m/s)	56	56.1	57.7	59.6	59.3

表 2 F_{Fe-02} 粉在一定燃烧气流量下的速度值

$v_{算}$ (m/s)	x (mm)	75	100	150	200	250	300
		$Q_{送}$ (l/h)					
200		26.14	31.25	32.6	30.15	28.45	26.2
300		26.75	30.25	29.8	28.5	28.35	24.2
400		27.15	28.65	27.7	28.8	25.1	22.95
500		27.55	29.65	28.15	27.3	23.55	21.75
600		29.05	31.25	29.45	27.1	23.3	21.7

表 3 L_{Ni-03} 粉在一定燃烧气流量下的速度值

$v_{算}$ (m/sec)	x (mm)	75	100	150	200	250	300
		$Q_{送}$ (l/h)					
200		24.73	29.1	32.4	27.7	27.5	23.9
300		22.67	25.4	27.6	26.4	26.5	22.4
400		25.1	24.57	25.8	26.3	24.83	22.2
500		23	24.7	25.4	27.3	24.3	22.43
600		23	23.47	25.93	25.37	23	20.8

表 4 L_{Fe-03} 粉在一定燃烧气流量下的速度值

$v_{算}$ (m/sec)	x (mm)	75	100	150	200	250	300
		$Q_{送}$ (l/h)					
200		25.3	28.2	29.57	28.9	27.1	23.3
300		26.34	26.9	28.37	28.37	25.2	22.4
400		25.87	26.3	27.77	26.1	23.7	21
500		30.1	26.37	27.7	24.77	22.9	20
600		31.77	26.7	29	25.1	21.7	18.8

流速度测定值见表 1。

(2)对 F_{Fe-02} , L_{Ni-03} 和 L_{Fe-03} 粉测定各种工况下的速度值。表 2, 表 3 和表 4。

不同送粉气流的粉速与距枪口距离的关系如图 2 所示。

(3) F_{Ni-H15} 粉定点($x = 150$ mm), 送粉气量不变, (取 300l/h) 变燃烧气流量测定的速度值:

送粉气流量 (l/h)	500	650
$v_{算}$ (m/s)	37.8	35.3

三、对测试及其数据的初步分析

(1)信号特点: 在激光测速中, 多普勒信号是随机的、断续的、幅度受深度调制的正弦型信号。而且这个幅度受调制的信号还“骑”在一个大小随机的, 形状为高斯分布的“基座”上。在

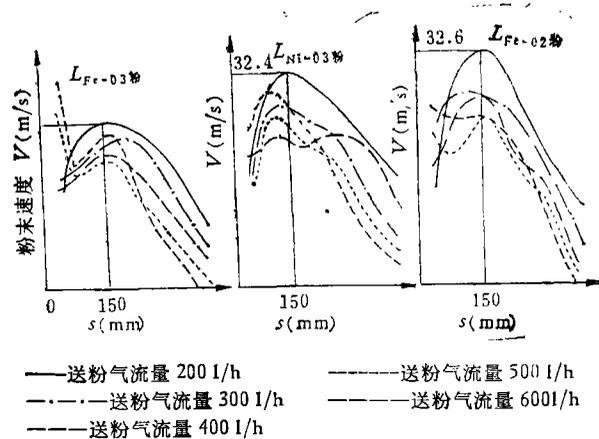


图2 不同送粉气流量下,在离枪口不同距离的粉速

本次实测中看到,信号的频率范围很宽,从示波器观察,同一工况下的多普勒频率覆盖范围达20多倍。

为处理这样的信号,需找出主要频率成分,即真正能代表“平均速度”的“主导速度”,这涉及到测定时滤波器的选择。

首先在较大的滤波范围内测取平均速度,同时做出速度的概率密度分布,以求找出“主导速度”的范围。我们以占整个速度成份的50%以上的速度范围为“主导速度”范围,然后把滤波器改窄与其相适应,再进行正式测量。

(2)从图2所示曲线可看出,三组结果的规律性很接近,对于同一粉末的重变测定也较理想。从曲线对比可看出:

(a) $Q = 300, 400, 500, 600$ l/h的各组,尽管送粉气流量 Q 取得大,获得初速度高,但始终也达不到流量适中 $Q = 200$ l/h时所获得的最高速度。

(b)当 Q 取较大时,到 $s > 200$ mm以后能明显地看到随 Q 值增大而速度降低。

(3)由上述结果得到初步结论:片面的增大送粉气流量不一定有利于获得最大的粉末速度,甚至有害。粉末主要靠焰流给予加速,在火焰沿轴线方向温度变化的规律中可知,火焰的“高温区”离枪口较近,只要保证粉末与焰流的接触点尽量接近火焰的“高温区”,而且在该区内“逗留”时间越长越好。一方面粉末获得的热能多,另一方面靠火焰发出大量热量而沿轴线

迅速膨胀可获得较高的加速。这两点对热喷涂是相当重要的。

(4)实际流场应属气-固两相流,而喷枪的喷嘴送粉实际上是一组存在相互引射作用的平行射流。这就决定了问题的复杂性。从测试中可以认为,在送粉气流量保证使粉末微粒能呈悬浮运动状态送出喷嘴的前提下,送粉气流量越小将会使粉末进入火焰“高温区”后在“高温区”逗留的时间越长,得到焰流高温膨胀的加速作用越充分(当然粉末获得的热量也越充分)。针对不同粉末,由于其质量、粒度、喷枪结构诸因素的影响,计算与实测选取使其呈悬浮运动的高低送粉气流量是重要的。从本次实测初步认为选用送粉气量略大于最低送粉气量为最好。

四、结论

(1)对火焰流的速度测量采用激光多普勒测速法是可行的。

(2)粉末在热喷涂(焊)中,主要是靠火焰流来进行加速。寻找出最佳工艺参数,可以节约大量的能源(氧气等),而且可获得理想的喷涂效果。这项工作是很有意义的。

(3)单纯靠增加送粉气流量使粉末增大速度的方法不是好办法。应从喷枪的结构(主要是混合管和喷嘴)设计着眼,求得均匀稳定的流场,测定出“高温区”,采用实验和理论分析的方法提供最佳的工艺参数,使实际使用时能保证喷涂粉末能进入焰流的“高温区”及在“高温

区”逗留的时间长。

(4) 本次实测,对 SPHT-6/h 型喷枪及前述喷涂材料的具体情况,送粉气流量取 200l/h,喷涂距离取 150 mm 左右为宜。

参加测试和合作者有中国科学院力学所的杨家寿、李广达、黄福祥;湖南钢铁研究所的张乃平、彭玲。

(本文于 1984 年 5 月 21 日收到)

RJ₃₋₅ 型高粘性乳化炸药的研究与应用

江 业 樑

(武汉钢铁学院)

乳化炸药是七十年代发展起来的新技术,它为爆破技术的发展作出了巨大的贡献。1969 年美国发明乳化炸药后,到 1978 年才在工业上得到推广应用。

乳化炸药是采用乳化技术,通过乳化剂作用而制成的一种油包水型乳胶体。由于油包水型的特殊内部结构,使该炸药具有良好的抗水性能和较好的爆炸性能,并超越现有的浆状和水胶两类含水炸药。它是一种不仅具有铵油和浆状两种炸药的生产工艺简单,贮存、运输、使用安全,原料来源广,生产成本较低等优点;而且克服了铵油炸药不防水,易吸湿结块以及浆状炸药起爆感度低的缺点;同时在生产操作时,无粉尘、无三废,并且气味和毒性也很小,它的应用大大改善了工人的劳动卫生条件,深受工人欢迎。

我国长沙矿山研究院和北京矿冶研究总院于 1979 年开始对乳化炸药进行有关试验研究工作;于 1980 年先后研究成功 RJ 与 EL 两个系列乳化炸药,并建立了工业生产线,在矿山得到推广应用。1981 年荣获了冶金部重大科研成果奖和国家二等科研发明奖。

一、炸药的原料、配方与工艺

1. 原料:

RJ 系列高粘度乳化炸药是由硝酸铵、硝酸钠、水、敏化剂、矿物蜡和油、乳化剂、密度控制剂以及有关添加剂配制而成的。

硝酸铵:它是配制 RJ 系列乳化炸药的主

要原料,我们用于工业生产 RJ 系列乳化炸药的硝酸铵为普通工业硝酸铵。

硝酸钠:采用工业硝酸钠,在乳化炸药中加入一定量的硝酸钠可降低硝酸铵的晶析点;亦可调整乳化炸药的氧平衡。

矿物蜡和油:是组成乳化炸油相的碳质燃料组分。油蜡含量愈高,愈有利于形成油包水型的乳胶体。但由于受炸药氧平衡限制和爆炸性能要求,油蜡含量要适宜。生产 RJ 系列乳化炸药采用高粘度矿物油和蜡作为外相材料。

乳化剂:它是制备该炸药极为关键性的组分,是一种含碳、氢、氧的油状或固体物质。乳化剂的种类、质量和浓度对制成乳化炸药质量、粒子大小和爆炸性能起着十分明显的影响,生产乳化炸药的乳化剂是选用油包水型的司班 80 或复合乳化剂 CO-5[#] 均可。

密度控制剂:根据当前我国生产技术条件,我们采用的是化学发泡剂(亚硝酸钠等)产生敏化气泡控制乳化炸药的密度。

2. 配比:

它的配比原则仍是炸药爆炸反应达到零氧平衡为依据;同时还考虑到乳化炸药的晶析点和稳定性以及炸药的感度和威力。RJ₃、RJ₄、RJ₅ 乳化炸药的组分含量如下:

硝酸铵	50—65%	矿物油和蜡	2.5—5%
硝酸钠	10—15%	水	8—14%
甲胺盐	5—20%	发泡剂	0.2—0.8%
乳化剂	1.0—1.5%	其他	2—3%