

文章编号:1007-6492(2001)03-0069-03

## 固体粒子冲蚀磨损试验机改进

汤文博<sup>1</sup>, 徐继达<sup>1</sup>, 陶 玲<sup>2</sup>

(1. 郑州大学材料工程学院, 河南 郑州 450002; 2. 郑州锅炉厂工艺处, 河南 郑州 450052)

**摘 要:** 旋臂式冲蚀磨损试验机是目前使用比较普遍的一种固体粒子冲蚀磨损试验机. 对这种试验机进行了结构设计与改进, 采用槽轮给料装置, 以提高给料稳定性, 采用脉宽调制调速、光电测速、PID自动调节系统控制速度, 使冲击速度和给料速度的精度大大提高. 初步试验表明, 该试验机数据稳定, 性能可靠, 适合于冲蚀磨损机理研究和材料耐磨性测试.

**关键词:** 旋臂; 冲蚀磨损; 试验机

**中图分类号:** TG 115.58

**文献标识码:** A

### 0 引言

流体介质中携带的固体粒子, 以一定速度对材料表面进行冲击所造成的材料破坏现象称为冲蚀磨损<sup>[1]</sup>. 冲蚀磨损是工农业生产中经常遇到的一种磨损形式, 世界上许多国家对冲蚀磨损进行了大量的研究. 目前, 我国对冲蚀磨损研究还不多, 实验方法和设备还不够完善, 因此有必要进行这方面的研究<sup>[2,3]</sup>.

40年来, 各国的研究人员研制了许多不同类型的固体粒子冲蚀磨损试验机, 大致有以下几类: 真空下落式试验装置、离心磨粒加速试验装置、喷射式冲蚀磨损试验机和旋臂式冲蚀磨损试验机.

真空下落式试验装置主要是由一段可抽真空的管子、真空泵及试样夹持装置组成, 其特点在于结构简单、制作方便, 但它一般只适宜于做低速试验(速度一般小于5 m/s). 离心磨粒加速试验装置则有速度和角度都不宜精确控制的不足之处. 喷射式冲蚀磨损试验机给料具有一定困难, 常用风沙给料装置: 在磨料给料斗中, 通入一定压力的压缩气体, 使磨粒在气流的带动下形成一定含沙浓度的风沙流. 这种试验机粒子速度测定不够准确, 采用双速双盘测速法仅能保证测速误差小于5%, 且给料少, 一般每分钟2~10 g, 仅适用于0.250 mm以上的细磨料. 旋臂式冲蚀磨损试验机的冲角和速度比较容易控制, 其冲击速度是由机

械旋转造成的, 控制电机恒速运转尤为重要. 我们对这种试验机进行了结构设计与改进, 采用槽轮给料装置提高了给料稳定性, 采用脉宽调制调速、光电测速、PID自动调节控速系统, 使冲击速度和给料速度的精度大大提高.

### 1 试验机的结构和原理

#### 1.1 试验机的结构

试验机的基本结构如图1所示. 实验时, 驱动系统带动试样水平旋转, 调速系统可根据需要对试样的旋转速度进行连续调节. 给料系统由槽轮带着磨料落下, 磨料下落量连续可调. 配以不同种类和粒度的磨料, 进而构成冲蚀磨损的实验条件.

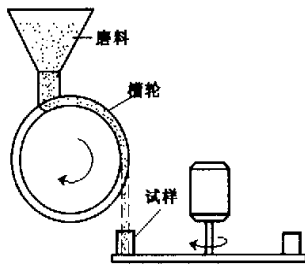


图1 冲蚀磨损试验机结构简图

Fig.1 Structure outline drawing of erosive-wear test apparatus

#### 1.2 试验机的调速原理

试样旋转电机和给料电机为直流电机, 采用

收稿日期: 2001-03-10; 修订日期: 2001-06-26

基金项目: 河南省“模具、材料工程及装备”重点学科开放实验室资助项目(1998-318)

作者简介: 汤文博(1965-), 男, 河南省睢县人, 郑州工业大学讲师, 硕士, 主要从事焊接及表面工程方面的研究.

脉宽调制调速、光电测速、PID 自动调节控速系统<sup>[4]</sup>,电机转速指示误差可达  $\pm 2\%$ ,从而使冲击速度和给料速度的精度大大提高。

## 2 试验机的操作方法

(1) 制备试样:根据试验的要求,本试验机可使用  $\Phi 15\text{ mm} \times 20\text{ mm}$  的圆柱体试样或  $20\text{ mm} \times 10\text{ mm} \times 5\text{ mm}$  的长方体试样,清洗试样并称重。

(2) 准备磨料:根据试验要求,备好相应种类和粒度的磨料。

(3) 按要求安装试样,使用长方体试样时可以考核冲击角度对材料冲蚀磨损性能的影响,调节试样在夹具上的相对位置可以改变冲击角度。

(4) 调节给料电机的转速达到预定值,关闭落料阀门,暂时不让磨料下落。

(5) 调节带动试样旋转的直流电机转速达到预定值后,开启落料阀门,并开始计时,直至达到预定时间。

(6) 取下试样,用丙酮或乙醇进行清洗,在精度达十万分之一的 TDG-100 光电天平上称重。计算冲蚀磨损失重及冲蚀磨损率,冲蚀磨损率按下式计算:

$$E = \Delta W / 4vt$$

式中:  $E$  为冲蚀磨损率,  $\text{mg/kg}$ ;  $v$  为磨料下落速度,  $\text{kg/h}$ ;  $\Delta W$  为试样失重量,  $\text{mg}$ ;  $t$  为试验时间,  $\text{h}$ 。

## 3 试验机性能考核

### 3.1 数据的稳定性

采用 20 号钢,用 4 组试样,每组 4 块,在相同条件下进行试验,其结果见表 1。其中同一试验号、不同试样号的冲蚀磨损失重反映了试机的数据重复性;同一试样号、不同试验号的冲蚀磨损失重反映了试验机的数据重现性。

从表中可以看出,本试验机的数据重复性误差和数据重现性误差均小于 6%。

表 1 试验机的稳定性

Table 1 Stability of test apparatus

试样编号	磨损失重 $\Delta W/\text{mg}$				平均值/最大误差	
	1#	2#	3#	4#	mg	%
A	4.75	4.89	5.15	4.94	4.93	4.5
B	4.82	5.02	4.60	5.13	4.89	4.9
C	5.04	4.82	4.87	4.74	4.87	3.5
D	4.79	5.10	4.80	5.26	4.99	5.4
平均值/ $\text{mg}$	4.85	4.96	4.86	5.02	4.92	2.0
最大误差/%	3.9	2.9	5.8	5.6	2.4	

说明:磨料为通过 0.8 mm 筛孔的普通石英砂,冲击速度

18.2 m/s,冲蚀时间 15 min

### 3.2 冲蚀磨损的时间稳定性

一般认为材料的冲蚀磨损可分为三个阶段:潜伏期、稳态冲蚀期和变态冲蚀期。在潜伏期中,材料的冲蚀磨损率较小,且随冲击磨粒的数量变化而变化。在稳态冲蚀期,材料的冲蚀磨损率保持常数。而在变态冲蚀期,由于冲蚀坑的形成,改变了磨损条件,因而冲蚀磨损率也会发生相应的变化。图 2 是 20 钢的冲蚀磨损率随冲蚀时间变化的曲线,可见它与有关文献的结果是一致的。

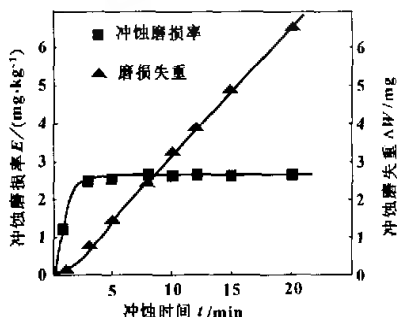


图 2 20 钢的冲蚀磨损率随冲蚀时间变化的曲线

Fig.2 Variation of erosive-wear rate as erosive-wear time

### 3.3 速度指数

一般认为冲蚀磨损率  $E$  与冲击速度  $V$  呈指数关系,即  $E = kV^n$ ,其中,  $n$  是速度指数,一般  $n$  在 2.0~3.0 之间。本试验机测得 20 钢的  $\ln E \sim \ln V$  曲线如图 3 所示,  $n = 2.78$ ,与其他结果是吻合的。

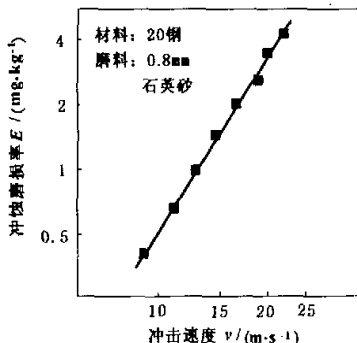


图 3 冲蚀磨损率与冲击速度的关系曲线

Fig.3 Relative curve of erosive-wear rate vs. impact speed

## 4 结论

(1) 该试验机在冲击速度和给料速度的精度

和稳定性上均优于美国标准冲蚀磨损试验机,数据重复性和重现性良好。

(2)该试验机造价低,操作方便,适用于做冲蚀磨损机理和规律的研究,也适用于材料耐磨性测试。

### 参考文献:

[1] 张清.金属磨损与耐磨材料手册[M].北京:冶金

工业出版社,1991.

[2] 孙家枢.金属的磨损[M].北京:冶金工业出版社,1992.

[3] 林福严,曲敬信,陈华辉.磨损理论与抗磨技术[M].北京:科学出版社,1993.

[4] 汤文博,陶玲.数显开关型送丝电源的研制[J].电焊机,2000(3):34-35.

## Research on Erosive - wear Test Apparatus

TANG Wen-bo<sup>1</sup>, XU Ji-da<sup>1</sup>, TAO Ling<sup>2</sup>

(1. College of Material Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China; 2. Department of Technology, Zhengzhou Boiler Factory, Zhengzhou 450052, China)

**Abstract:** This paper outlines various types of erosive - wear test apparatus. Revolving arm erosive - wear test apparatus is one being used more generally. The structure design and improvement for this test apparatus are carried out. By using trough wheel feed unit to increase abrasive powder feed stability, and using PWM regulating speed circuit and light - electricity measuring speed circuit and PID automatic adjusting system to control speed, the accurate of impact speed and abrasive powder feed rate has been improved enormously. The preliminary examination indicates that this test apparatus have a good experimental data stability, a high performance. So this test apparatus is suited to study erosive - wear mechanism and material wear - resisting performance test.

**Key words:** revolving arm; erosive - wear; test apparatus

## “十五”国家各类计划项目说明

(1)国家科技攻关计划.它主要是解决两个方面的问题:一是针对当前国民经济和社会发展急需办的大事,需要科技发挥先导作用解决的重大课题;二是对国民经济建设和社会发展将产生重大影响带有方面性、基础性、综合性的重大课题集中力量攻关。(2)国家星火计划.主要任务是:把科技火种撒向广大农村,指导九亿农民靠科技振兴农业,引导乡镇企业健康发展,推动农村科技进步。(3)国家科技成果重点推广计划.主要任务是:以形成规模效益为目标,以传统产业为对象,以先进适用成熟的科技成果为依托,大面积推广效益好、见效快的科技成果。(4)新产品试制(试产)计划.科技部称新产品试制计划、国家经贸委称新产品试产计划,又叫国家科技创新项目计划,是已鉴定或准备进行产业化的科技项目。(5)“863”计划.主要任务:瞄准世界前沿,注重创新,在某些有优势的项目有所突破。“863”计划分七个领域:①生物技术;②航天技术;③信息技术;④激光技术;⑤自动化技术;⑥能源技术;⑦新材料。(6)火炬计划.主要任务是:促进高新技术成果商品化、高新技术产业化和高新技术产业国际化.它包括五个领域:①新材料;②生物技术;③电子信息;④机电一体化;⑤新能源、高效节能与环保。(7)国家基础研究重大项目计划(又称攀登计划)、973计划.攀登计划“八五”期间开始实施,973计划1998年开始实施,现在两类计划合二为一.主要领域有:①主要农作物的功能基因组研究;②动物遗传与克隆相关的分子生物学研究;③核能;④清洁能源;⑤材料合成的理论与方法;⑥材料组织结构与性能设计;⑦信息网络;⑧重大疾病发病机理与防治的基础理论研究;⑨重要病原微生物致病机理与疫苗;⑩胚胎干细胞;⑪基因组遗传语言;⑫脑功能;⑬恶性肿瘤防治。(8)自然科学基金计划.“十五”期间总经费将大于100亿,平均资助强度面上项目由2000年的17.19万元,“十五”期间要达到30万元,增加幅度达70%.重点项目平均资助强度由现在的100万元,“十五”期间达到180万元,增加80%.重大项目由500万元增加到800万元,增加了60%。