

文章编号:1003-1480(2001)01-0017-03

## 高锰钢爆炸硬化研究

狄建华<sup>1</sup>, 吕春玲<sup>1</sup>, 宋新社<sup>2</sup>

(1. 华北工学院环境与安全工程系, 山西 太原 030051;

2. 西安东方机械厂技安处, 陕西 西安 710043)

**摘 要:**通过高锰钢的爆炸硬化实验,选出适用于爆炸硬化的安全钝感炸药。同时对同种炸药相同药量分两次爆炸与一次爆炸的效果进行比较,发现采用二次爆炸要比一次爆炸无论表面硬度,还是硬化层深度都有明显改进。

**关键词:**爆炸硬化技术;高锰钢;钝感炸药

**中图分类号:**TJ 459

**文献标识码:**A

### Explosive Induration of High Manganese Steel

DI Jian-hua<sup>1</sup>, LÜ Chun-ling<sup>1</sup>, SONG Xin-she<sup>2</sup>

(1. North China Institute of Technology, Taiyuan 030051;

2. Xi'an Orient Mechanical Factory, Xi'an 710043)

**Abstract:** Through the explosive induration experiment of high manganese steel, safety and insensitive explosives was selected. Comparison tests were made to the primary and secondary detonations and the same quantities of the same explosives, and found that both the surface rigidity and the depth of the induration layer have been improved obviously by the use of secondary detonation.

**Key words:** Explosive induration technique; High manganese steel; Insensitive explosive

爆炸硬化技术可用于对某些金属材料或零件进行表面预硬化处理,提高表面强度,增强耐磨性。目前主要用在高锰钢铸件,因为高锰钢是一种耐磨钢,通常高锰钢铸件经过水韧性处理以后,具有很高的韧性,强度高,耐弯折,但是使用初期表面较软,耐磨性差,因此初期磨耗较大。高锰钢具有突出的冷加工硬化特性,在使用过程中,经受冲击载荷后其表面逐渐变硬,磨耗逐渐减少,最后趋于稳定,达到稳定磨耗阶段,这时才能充分发挥高锰钢的表面硬而耐磨,内部仍保持高韧性的特点。为了提高高锰钢的初期耐磨性,已采用各种预硬化方法,如空气锤击、辊子往返施压等,但效果不理想。而爆炸硬化是用炸药爆炸,对高锰钢零件进行表面预硬化处理的一种有效方法。

采用爆炸硬化方法经一次爆炸后高锰钢辙叉表面硬度就可达 350HB 左右,硬化层深度可达表面以下 16mm,其磨损寿命延长 30%。

目前,国外在爆炸硬化理论和技术方面已趋于成熟,应用领域不断扩大。如俄罗斯从 1960 年就开始了对高锰钢辙叉的表面爆炸硬化试验研究。俄罗斯新西伯利亚道岔工厂从 1979 年起,就开始增加对辙叉进行表面硬化处理的数量,到 1991 年所有生产的 1/11 及 1/9 的高锰钢辙叉全部进行表面爆炸硬化处理。国内曾在高锰钢辙叉及挖掘机斗齿上做过试验,但其技术还不够成熟,应用也较少,与国外的发展有较大的差距,所以对高锰钢的爆炸硬化研究具有重要的意义。

收稿日期:2000-09-06

基金课题:山西省出国人员基金课题。

作者简介:狄建华(1967—),女,在读硕士,从事兵器安全技术教学和研究工作。



## 1 爆炸硬化的基本原理及特点

爆炸硬化是靠炸药爆轰与金属表面的相互作用在金属表面产生强烈的冲击波,这种高密度的冲击波在金属中传播,使金属晶格发生扭曲,改变了金属材料的内部结构,使表面和深层金属的硬度提高。同时也提高了材料的屈服强度和抗拉强度,从而提高材料的耐冲击磨损和耐变形性能。

爆炸硬化与传统的硬化方法相比具有以下特点:硬化工件的变形小;有些尺寸和轮廓不能用常规方法硬化的零件,可以用爆炸硬化处理;可以对零件的特定部位作硬化处理;硬化强度和硬化深度明显优于其它处理方法;操作简单、方便、易行,而且能在没有热处理炉或重型压力加工设备的偏远地区进行。

## 2 高锰钢的爆炸硬化实验

### 2.1 炸药的选取

选取炸药的原则是首先考虑适用性,然后考

虑经济性,在满足最佳硬化效果的前提下,优先选取价格便宜且安全性好的爆炸材料,通过实验确定出适合爆炸硬化的安全钝感炸药。

本试验选取的炸药有:TNT、PBXN-5、RDX、2号岩石炸药。

### 2.2 金属材料的选取

对大多数金属来说,爆炸时产生的冲击波可以取得一定程度的加工硬化,但是作为工业上的一种工艺方法则较适用于高锰钢或 Hadfield 钢,所以选择高锰钢进行实验。

材料规格为 120mm×96mm×25mm,16 块。

### 2.3 爆炸硬化实验

爆炸硬化实验装置如图 1 所示。

把 TNT、2 号岩石炸药、RDX 直接装入药框。根据材料做爆炸硬化时每次用药量为 0.3~0.5g/cm<sup>2</sup>,计算每次共需药量,将 PBXN-5 压成高约 3mm 的药饼。按照图 1 将装置装配好,引爆炸药,将材料校平,进行硬度测量,试验结果如表 1 所示。

表 1 高锰钢的爆炸实验结果

编号	炸药	药量 /g	装药密度 /(g·cm <sup>-3</sup> )	药厚 /mm	爆炸 次数	洛氏硬度 (HRC)
1	TNT	100	0.95	11.00	一次爆炸	35.3
2		200	0.95	21.90	一次爆炸	36.0
3		100	0.95	5.48	二次爆炸	38.1
4		200	0.95	11.00	二次爆炸	38.6
5	2 号岩石	100	0.70	14.90	一次爆炸	32.0
6		200	0.70	29.80	一次爆炸	32.7
7		100	0.70	7.50	二次爆炸	33.8
8		200	0.70	14.90	二次爆炸	33.9
9	RDX	100	1.09	9.56	一次爆炸	37.6
10		200	1.09	19.11	一次爆炸	38.1
11		100	1.09	4.78	二次爆炸	39.4
12		200	1.09	9.56	二次爆炸	39.7
13	PBXN-5	10	1.52	3.00	一次爆炸	40.5
14		10	1.67	2.90	二次爆炸	41.1
15		10	1.47	3.30	一次爆炸	39.0
16		20	1.67	6.10	一次爆炸	41.8

注:高锰钢原始硬度 HRC26。



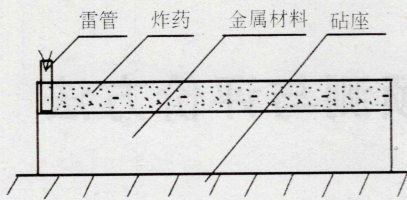


图1 爆炸硬化实验装置

### 3 实验分析

爆炸硬化是通过炸药爆轰产物与金属表面相互作用,在金属中产生强烈的冲击波所造成的结果。冲击波峰值压力可以达到 2.03MPa 左右,峰值压力越高则表面硬度越大。从实验结果可以看出:对于同种炸药,增大药量可以提高高锰钢的表面硬度,但不能大幅度地提高;对于不同的炸药,相同药量,却有不同硬化效果,密度大的炸药表面硬度高。因此,提高硬化效果的途径,首先是研制爆速高、猛度大、临界起爆直径小的板状炸药。

另外,使用同样的药量,冲击波阻抗愈大的金属,产生的冲击波压力峰值愈高,硬化效果愈好。

高锰钢爆炸硬化之后,表面硬度提高,相当于提高了表层金属的冲击波阻抗,因此,采用小药量分次爆炸硬化的方法,比大药量一次爆炸效果显著。加大药量虽然也可以加大硬化层深度,但却不能使表面硬度有很大的提高。同样的药量分两次爆炸时,与一次爆炸效果比较,无论表面硬度和硬化层深度都有显著的提高。

### 4 结论

(1)采用高爆速炸药 RDX 和 PBXN-5 对高锰钢的爆炸硬化效果较好,高锰钢的硬度能够得到显著的提高,可以达到材料硬化的预期目的。

(2)采用二次爆炸进行爆炸硬化的效果要比一次爆炸的硬化效果好。

#### 参考文献:

- [1]郑哲敏,杨振声. 爆炸加工[M]. 北京:国防工业出版社,1981.532-536.
- [2]边振义. 爆炸焊在俄罗斯的应用[J]. 焊接技术,1997(1):46-47.

(上接第 16 页)

(2)计算结果表明,飞片飞行到 0.44mm 时达到最高速度,这为优化设计爆炸箔起爆器加速段的长度提供了参考依据。

#### 参考文献:

- [1]耿春余. 电爆炸箔加速塑料飞片速度分析[J]. 含能材料,1995,3(2).

料,1995,3(2).

- [2]T J Tucker, P L Stanton. Electrical gurney energy: a new conception in modeling of energy transfer from electrically exploded conductors[R]. SAND - 75 - 0244, 1975.
- [3]P L Stanton. The acceleration of flyer plates by electrically exploding foils[R]. SAND - 75 - 0221, 1976.
- [4]党瑞荣,杨振英. 桥箔爆发电流的计算与测量[J]. 火工品,2000(2).