

# 爆炸硬化提高矿用高锰钢件的耐磨寿命

中国科学院力学研究所 李明山\* 赵士达

**【摘要】**介绍了爆炸硬化提高矿用高锰钢件耐磨寿命方面的经验,并对此方法的应用情况与社会经济效益作了介绍。

**【关键词】**爆炸硬化 高锰钢 耐磨寿命

**【Abstract】**This paper presents the authors' works on improvement of abrasion service life of mine hadfield steel components by explosive hardening. And the application and social and economic results of this method are introduced. Also further works needed to be clone for this field are pointed out.

**【key words】**Explosive hardening. Hadfield steel. Abrasion service life

## 一、前言

高锰钢<sup>[1]</sup>又称 Hadfield 钢,是一种含锰 10~14%、碳 1.0~1.4%的特种钢,在较高固溶温度下的水韧处理后,HB = 180 ~ 220,若在使用初期能受到足够的冲击和撞压,表面层加工硬化,硬度可达 350 以上,而内部仍保持原有的韧性,此时能发挥其耐磨而又不宜断裂的特性。否则便不能发挥其特性。如何减少初始磨损,使其一开始就有良好的耐磨性,便成为提高其耐磨寿命的关键。解决这个问题的途径,一是调整合金成份<sup>[2]</sup>、改进热处理工艺<sup>[3]</sup>,二是在使用之前进行预硬化。

用机械的方法(如喷丸、锤击等)进行预硬化,硬化层很薄,硬化表皮下的金属仍处于初始相对较软的状态,受到载荷作用时硬化表皮下的软组织发生变形,同时表面硬化层也易产生裂纹或剥落,使内部软组织直接受到载荷作用,容易磨损。且对形状复杂的高锰钢件,用机械的方法预硬化,有时是不充分或不可能的。而用爆炸硬化的方法则克服了这些缺点。爆炸硬化所用柔软板状炸药可根据工件表面形状而作出相应的形状,爆炸后冲击波在工作内的连续衰减能保证协调的硬化。另外,爆炸硬化还具有表面变形量小而硬化深度大的特点。而

且,爆炸硬化本身不排斥对高锰钢调整合金成份、改进热处理工艺。

## 二、爆炸硬化专用炸药及硬化效果

爆炸硬化是把炸药直接贴敷在工作需要硬化的部位上,引爆后,利用炸药爆轰产物与金属的相互作用,在金属中产生强烈的冲击波,使工件表面及表面下一定深度范围内产生硬化效果,从而提高工作的初始耐磨性能,达到提高工件使用寿命的目的。因此,爆炸硬化要求采用爆速高、猛度大、临界厚度小的炸药,使得能用较小的药量便可达到显著的硬化效果,而不致造成表面龟裂;其次,炸药应能制成柔软薄片,并能裁成所需形状,炸药还应满足安全、经济、引爆容易和操作方便等。为满足上述要求并根据国内实际情况,先后研制出两种柔性板状炸药,即塑料板状炸药和橡胶板状炸药<sup>[4]</sup>,以黑索今为主,添加一定量的粘合剂等制成,密度 1.45 ~ 1.47g/cm<sup>3</sup>,爆速约 6500m/s。

作者使用上述塑料板状炸药进行了一系列试验,根据试验结果可得出如下结论:

1. 炸药厚度 这种炸药的临界厚度为

\* 现在中国矿业大学

3mm,其厚度超过 3mm 时达到稳定爆轰。但药厚低于 4mm 时,表面硬度稍低;超过 4mm 时,硬度增加不大。因此,板状炸药选用 4mm 厚为宜。

**2. 表面硬度** 用 4mm 厚炸药爆炸处理一次,表面硬度 HB 可达 345 ~ 372,重复爆炸两次可达 392 ~ 423;而用 8mm 厚炸药爆炸一次,表面硬度仅为 363 ~ 377。因此从表面硬度衡量,总药量相同时,分成两次爆炸比一次爆炸效果显著得多。

**3. 硬化深度** 用 4mm 厚炸药爆炸一次,硬度 HB 在 300 以上的深度约为 3 ~ 6mm;爆炸两次时,硬度在 350 以上的深度为 3.5 ~ 4mm,300 以上的深度为 16 ~ 16.5mm。而用 8mm 厚炸药爆炸一次,硬度在 350 以上的仅 0.5mm,300 以上者仅 7.5mm,与 4mm 厚炸药爆炸两次效果相差很大。因此,随炸药厚度的增加,硬化深度也相应增大,但总药量一定时,分两次爆炸比合成一次爆炸硬化深度明显增大。

综上所述,如从表面硬度与硬化深度衡量,均以 4mm 厚炸药爆炸两次效果最好。

**4. 硬化后工件表面的下裂** 爆炸硬化后,试件表面稍下有陷,对于那些有一定公差要求的高锰钢件,在需要硬化的部位上,初始尺寸应相应加高。下陷量的大小,视铸造质量和构件形状而定。实心试件用 4mm 厚炸药爆炸一次后,表面下陷量约 0.4 ~ 0.5mm,两次约 0.8 ~ 1.1mm。

**5. 硬化后工件表面的开裂** 表面经过加工的试件,爆炸两次后,表面也未见裂纹产生;但原始铸造表面,爆炸处理一次后,即有沿晶裂纹出现,深约 0.4mm,这种裂纹对使用影响不大,但若重复爆炸,裂纹即行扩大。因此,硬化表面层可能预先打磨光是很必要的,这样除避免裂纹出现外,有利于炸药与工件表面密贴,能有效提高硬化效果。

**6. 硬化前后高锰钢的微观结构变化** 高锰钢水韧后为均匀单相的奥氏体组织。爆炸硬化后,晶粒内出现大量条纹,这些条纹是由孪晶所致<sup>[5]</sup>。爆炸硬化时,在冲击波作用下,材料

中产生大量的孪晶,阻碍了位错的运动,使位错密度增加,从而导致高锰钢的硬度提高。

### 三、爆炸硬化的应用情况及效益

自从 N. A. MeCleod<sup>[6]</sup>于 1955 年提出高锰钢爆炸硬化的方法以来,此方法在苏、美、英、日、澳等国都已在生产中有不同程度的应用,主要是在铁路辙叉和矿山采选部件,特别是铲齿上,我国现在也开始了初步的应用。1965 年研制成功高锰钢整铸辙叉爆炸硬化,但因我国生产的高锰钢辙叉铸造质量迄今尚未过关,主要是断裂报废而不是磨损到限,因此,此成果至今未能推广到生产中。1986 年开展了矿用高锰钢件爆炸硬化的应用已取得较好的进展,获得了较好的社会和经济效益。

根据首钢和鞍钢的应用结果<sup>[7]</sup>,经过爆炸硬化处理后,电铲铲齿表面硬度提高约 60% 以上,使用寿命增加 40% 左右,鞍钢东鞍山铁矿仅此一项每年净增经济效益 11 万多元。另外,经过爆炸硬化处理,首钢矿山公司粗破碎机破碎壁的使用寿命提高 28.5%,鞍钢矿山公司细破碎机破碎壁的使用寿命提高 25.7%,仅此两项,两个矿山公司每年可节约净开支 47.5 万元。

应用爆炸硬化后还可节约大量钢材。例如,处理一副铲齿所需炸药不足 4kg,成本约 60 ~ 65 元,增加一副铲齿备件费约 5%,但延长其使用寿命而提高铲齿挖掘量超过 40%。据此推算,全国黑色金属矿山仅此一项,采用爆炸硬化处理每年可降低高锰钢耗量 2000 余 t,其余矿用高锰钢件都经爆炸硬化处理,如获相近效果,则每年可降耗 7000 余 t。另外,应用此项工艺,提高了设备作业效率,减轻了工人的劳动强度。

### 四、今后工作

1. 改进板状炸药,研制能长期存放的炸药,并向板状炸药制做的机械化和规范化发展。

2. 扩大爆炸硬化的应用范围,开展更广泛的推广应用。进一步把爆炸硬化向露天采煤、有色金属矿山、火力发电、建材、军工等行业的高锰钢件上推广,并根据行业的特点进行具体的研究。

3. 拓宽材料品种,根据工业需要,进一步把爆炸硬化向奥氏体不锈钢等其它材料上应用,还可进行爆炸强化等的研究。

参 考 文 献

1 R. A. Hadfield 著. 高锰钢. 北京:国防工业出版社,1981.

2 姚桐年. 提高奥氏体锰钢磨料磨损性能的合金化及热处理. 兵器材料科学与工程,1987(9)  
 3 陈木林. 提高挖掘机斗齿寿命的有效途径. 矿山机械, 1990(2)  
 4 赵士达等. 高锰钢整铸辙叉爆炸预硬化的研究. 爆炸与冲击,1982(1)  
 5 李明山等. 高锰钢的爆炸硬化研究. 金属学报,1990(6)  
 6 N. A. Meclod. Method of hardening manganese steel U. S. P. 2703297. 1955.  
 7 王鹏等. PX1200/180mm 粗碎机锥体衬套爆炸硬化试验. 首钢矿山技术,1988(2)

(编、校 王祚序)

# 钢丝绳注油机的研制

洛阳矿山机械研究所 孟繁银 何舍利 张力欣 蔡京英

**【摘要】**介绍了钢丝绳脂压注原理和 GZ-1 型钢丝绳注油机的结构和特点。

**【关键词】**钢丝绳注油机,结构

**【Abstract】** This paper introduces the press-pouring principle of steel-wire rope lubricant, GZ-1 model steel-wire rope lubricator's structure and characteristic are dealt with also.

**【Key Words】** Steel-wire rope lubricator, Structure

## 一、前言

提升机钢丝绳使用寿命短和频繁地更换,多年来一直困扰着用户,不仅影响正常生产和增加费用,而且与是否安全关系极大。某矿务局 1971~1985 年间,断绳事故达 11 起,直接经济损失百万元。在报废的钢丝绳中,70~80%是由于缺乏必要的防腐和润滑,在井筒淋水的作用下失效。目前,我国大中型矿井提升机钢丝绳平均寿命为两年,在淋水大的矿井,寿命只有 3 个月。

国外在钢丝绳防腐与润滑方面有了较快的发展。在结构方面,广泛采用密封钢丝绳、尼

龙被覆钢丝绳和镀锌钢丝绳。最近德国蒂森钢丝绳制造公司又推出加衬垫的三层股钢丝绳。在润滑方面,已广泛使用戈培油和尼罗斯登 N113FS 和 N113DIN 等不同牌号、不同用途的钢丝绳脂,并有了相应的涂装设备,因而,国外的钢丝绳寿命在 5 年以上。

钢丝绳防腐与润滑问题已得到普遍重视,ZM 系列钢丝绳防腐脂(油)已研制成功。洛阳矿山机械研究所研制的 GZ-1 型钢丝绳注油机可以将 ZM-1 型麻芯脂在常温下连续压注进入钢丝绳内外整个断面,解决了钢丝绳的防腐和润滑问题,填补了国内空白,属国内首创,技术上已达到了国际 80 年代水平。已于 1990 年