

# WC粉对钎焊耐磨涂层结合性能研究

王宝山 朱晓刚 刘光禄

(装甲兵技术学院表面维修教研室 长春 130117)

摘要: WC粉钎焊耐磨涂层技术是一种新型表面改性涂层技术, 它有诸多优点。本文对影响涂层母材结合性能的主要因素进行了分析讨论, 对接头断裂进行了初步的失效分析, 并提出了改善涂层与母材结合性能的途径。

关键词: 钎焊 耐磨涂层 WC粉

## 0 前言

材料科学的不断进展, 使得各种特殊综合性能材料的获得成为可能。WC粉钎焊耐磨涂层技术是在普通碳钢或含金钢的工作表面上, 通过钎焊的方法涂覆一层硬质耐磨贴面。这种技术的实质就是钎焊。由于它的耐磨贴面是由耐熔硬质点颗粒组成的, WC粉通过钎焊获得耐磨涂层, 所以称之为WC粉钎焊耐磨涂层。在这项技术中, WC粉的制备是技术关键之一。

本文采用较为简便的方法对钎焊耐磨涂层的结合性能进行试验和评定, 并对其结果进行分析与讨论, 指出获得高结合性能涂层的关键是改善耐磨硬质点的质量。

由于该涂属具有成本低廉, 质量优良等优点。故而必将在工业生产中有广阔的应用前景。

## 1 试验材料及工艺

### 1.1 材料

本文所用试验母材为42CrMo钢, 耐磨硬质点选用WC粉, 粒度120~350目不等, 按一定比例混合。钎料采用BNi-2钎料, 粒度-150~200目。钎料液相线为999℃。

### 1.2 装配

分别将WC粉和钎料粉制成一定厚度的硬质点WC粉和钎料WC粉, 然后根据需要涂覆表面形状和尺寸进行"裁剪", 再逐层粘接在母材清洗过的待涂覆表面上。

### 1.3 钎焊

将装配好的试件放入真空炉钎焊, 热态真空度高于 $3 \times 10^{-4}$  Torr。焊后试样表面光滑, 边整齐, 涂层无明显收缩。

## 2 性能实验和结果

采用标准拉伸与剪切试样, 在接头中间夹WC硬质点WC粉, 类似三明治结构。外侧加钎料, 其余工艺同前。焊后在材料试验机上进行测试, 以评定WC粉硬质表面涂层与母材以及涂层内部的结合性能。

## 3 分析与讨论

由于钎焊涂层焊后未经处理的表面已十分平整, 其表面精度好于精密铸造。这就使得焊后机加工量远小于堆焊, 不但减少了耐磨材料的损耗, 而且对于这类高硬度耐磨材料, 减少加工量可大大缩短生产周期, 降低成本。同时, 由于该技术的涂层变形小, 形状易于控制, 可以根据需要制造出复杂形状的耐磨涂层工件。

对耐磨涂层进行了金相观察和微观分析。从金相照片上可以清楚地看到, 颗粒状的硬质点间充满着钎料。这种结构与水磨石地面十分相似, 只是它的"石子"—耐磨颗粒更多, 而水泥钎料则相对较少, 硬质点的含量约为80%~90%。同时, 由于WC颗粒的粒度有粗有细, 细小的颗粒会填补在大颗粒之间的缝隙中, 使得涂层的耐磨材料占有较高的比例, 从而得到更高的耐磨性能。

此外, 由于硬质点WC呈相对均匀的细小颗粒分布, 颗粒间充满了具有较高强度同时又有相当好的韧性的Ni基钎料, 而不是一大整块硬质合金, 这样就大大减少了钎焊后产生的残余应力, 而且也减少了裂纹产生的几率。

从涂层与母材连接界面处可以看出, 钎料不但完全地润湿了硬质WC颗粒, 而且也与母材发生了充分冶金反应, 母材与钎料间的固-液相反应层可以被清晰地看到。这种结构十分牢固可靠, 没有观察到裂纹, 保证了涂层不会从界面处撕裂脱落。同时, 钎料虽已润湿了母材, 便没有显著的溶蚀。

而对于堆焊，形成溶池的母材部分物质必然会进入堆焊层中，造成耐磨性差。表面耐磨性较好的部分却因为堆焊表面平整度较低，在加工中大量被加工掉。钎焊涂层工艺防止溶化焊时不可避免的母材对涂层的“稀释”作用。这样，一方面可以保证涂层的高硬度、高耐磨性；另一方面，也使得较薄的涂层结构成为可行。从图上看，距离母材表面几十微米处的涂层，耐磨质点所占比例已大于80%。这说明涂层不至于因为耐磨件正常的磨损而导致其耐磨性能的降低。

众所周知，BNi-2钎料钎焊无涂层的钢对接接头，室温拉伸强度320Mpa。然而本文试验中，接头的拉伸强度和剪切强度都大为降低，仅相当于前者的1/3~1/4。本文对拉断后的试样在扫描电镜下做了断口分析：

WC颗粒上确切存在着解理台阶，是典型的脆性断口，而WC颗粒之间的钎料则有部分塑性变形，为混合型断口。由于在无涂层的BNi-2钎焊接头中，它整个结构的最薄弱层位于钎料层和钎料与母材的界面处，其强度接近钎料本身。钎料仅占接头横面积的10%~20%，主要承载能力要靠WC来提供。因为接头中的WC颗粒和BNi-2钎料在力学性能上相差很大，不能均衡承载。由于WC的弹性模量约为 $6 \times 10^4$ 。而钎料仅为 $2 \sim 3 \times 10^4 \text{ kg/mm}^2$ ，相差2~3倍。

这样会导致钎焊涂层中耐磨质点浓度下降，使得涂层的耐磨性能变差，损失耐磨性能为代价来提高结合性能的方法，对于我们这类以提高耐磨性能为目的的钎焊耐磨涂层工艺显然是得不偿失的。因此，提高硬质颗粒的质量，改善其性能，尤其是强度和韧性，是提高结合强度的一个关键因素。

此外进一步改善钎料与硬质颗粒的冶金结合，提高界面结合力，对提高钎料涂层的结合强度有利的，从电镜照片上，还看不到明显向WC颗粒与钎料在连接界面处剥离的痕迹。这说明钎料与WC颗粒的相溶性好，钎焊工艺合理。

## 4 结论

(1) WC粉钎焊涂层技术以其涂覆表面质量优良，材料利用率高，成本较低，适合工业生产等优点，将成为一项有发展的新型表面涂层技术。

(2) 涂层中WC呈细小颗粒状分布，有效减小涂层中残余热应力，提高了使用寿命。

### 参 考 文 献

1 李平，等．非晶态钎料研究．第八届钎焊技术交流会论文集．

作者简介：王宝山，男，1960年生，本科生，讲师，从事装甲车辆金属材料与焊接的教学与研究工作。

联系人：王宝山

联系地址：长春市花园路1号 机械工程系

联系电话：0431—48470