

文章编号: 1001-1986(2008)02-0079-02

绳索取心钻杆的瞬间液相扩散连接

王学刚, 李辛庚

(山东电力研究院, 山东 济南 250002)

摘要: 采用瞬间液相扩散连接方法焊接绳索取心钻杆。试验表明, 瞬间液相扩散连接接头拉伸时断在45MnMoB杆体侧, 面弯和背弯180°未开裂, 且焊缝内外表面无余高, 成形美观, 满足绳索取心钻杆焊接接头的技术要求。扭转试验中, 管体首先开裂, 焊缝未开裂, 扭转强度远远高于螺纹连接扭转强度。表明瞬间液相扩散连接技术是满足绳索取心钻杆焊接要求的一种先进方法。

关键词: 瞬间液相扩散连接; 绳索取心钻杆; 扭转

中图分类号: TG456.9 **文献标识码:** A

Transient liquid phase bonding for wireline core drill rod

WANG Xue-gang, LI Xin-geng

(Shandong Electric Power Research Institute, Jinan 250002, China)

Abstract: A novel welding process of transient liquid phase (TLP) diffusion bonding was used to join wireline core drill rod. Mechanical tests showed that the failure of the tensile sample was in the 45MnMoB and the bending degree is 180°, which exceeded the technical criterions of geological drill rod. There was no reinforcement inside and outside the rod. The rod failed while the joint was fine during torsion test, and the torsion strength was higher than that of screw connection. Therefore, the TLP bonding can be successfully applied for joining core drill rod.

Key words: transient liquid phase diffusion bonding; wireline core drill rod; torsion

绳索取心钻杆是由钻杆体和两端加工出的公母螺纹接头组成。由于钻杆体螺纹与其母材相比强度降低一倍, 往往折断事故就发生在此处。用焊接的方法在杆体两端各焊接一个加厚且经热处理的公母接头, 可使钻杆螺纹数量由6个减到2个, 大大降低了钻杆发生事故的几率。摩擦焊因具有效率高, 生产成本低, 热影响区窄等优点已成功应用于地质钻杆生产中^[1-2], 但合金钢摩擦焊接头中很难避免“灰斑”缺陷, 接头内外表面有飞边, 需用机械加工方法清除。而当钻杆较长, 接头距端部较远时, 飞边很难清除。这就限制了摩擦焊在绳索取心钻杆上的应用。等离子弧焊-钨极氩弧焊联焊方法获得的焊缝内外表面几乎无余高, 成形光滑平整, 无飞溅和焊瘤, 无需机械加工即可直接使用^[3], 但该工艺焊前准备工作多、操作复杂、参数精度要求严格。

瞬间液相扩散连接(TLP bonding)技术因具有高自动化程度、高生产率、高性能、低变形、无焊接烟尘与飞溅等优点, 在日本已成功应用于钢管的对焊^[4]。山东电力研究院经过近6 a的努力, 开发出了

系列管道瞬间液相扩散连接设备和中间层合金, 不仅能实现碳钢、不锈钢、铝等管材的焊接^[5-6], 而且在石油钻杆焊接方面也具有独特的优势^[7]。本文采用瞬间液相扩散连接技术焊接绳索取心钻杆杆体与接头。针对绳索取心钻杆工作中承受的拉、压、扭、弯等应力的作用, 研究了瞬间液相扩散连接接头拉伸、弯曲、扭转性能, 旨在开发一种新型的绳索取心钻杆焊接生产方法。

1 试验方法

试验用接头材料为73 mm×6 mm的30CrMnSi, 杆体材料为71 mm×5 mm的45MnMoB。由于接头与杆体焊接面尺寸不同, 为避免焊接结构应力, 将焊接端的接头加工与杆体相同尺寸, 如图1所示。试验用中间层材料为铁镍基非晶箔带, 其化学成分($w_B/\%$)为: Fe 33~56, Ni 30~47, Cr 2~7, Si 3~8, B 1~10, 熔点为1 050~1 120, 厚度为35 μm。

焊接试验参照文献[7]进行, 焊接工艺参数为1 240, 3 min, 2 MPa。焊后进行780、3 min的

回火处理，以消除焊接应力，改善组织，提高性能。依照国家标准 GB2651-89《焊接接头拉伸试验方法》和国家标准 GB2653-89《焊接接头弯曲及压扁试验方法》，进行室温拉伸和弯曲试验。考虑到焊后接头无法制备标准扭转试样，利用自主设计的工装在万能实验机上进行整管扭转试验，以便检验焊接接头扭转强度，扭转试验设计如图 1 所示。采用手工电弧焊将钢管与 2 个外齿轮夹具焊接，一个外齿轮夹具通过齿轮与固定夹具连接，另一个外齿轮夹具通过齿轮与长柄施力夹具连接，在长柄施力夹具末端施力，即可在焊缝处形成扭转。

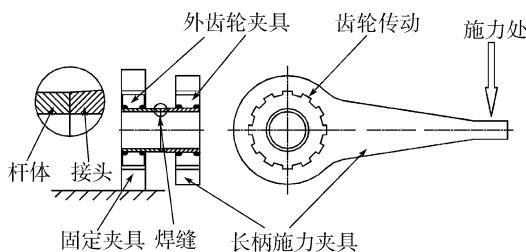


图 1 扭转试验示意图

Fig. 1 Sketch map of torsion test

2 试验结果与分析

由文献[3]可知，绳索取心钻杆焊接接头的力学性能技术要求为：抗拉强度大于 700 MPa，冷弯试验的面弯角 90° 不裂。本试验中瞬间液相扩散连接接头拉伸时断在 45MnMoB 杆体侧，面弯和背弯试验 180° 不裂，结果如图 2 所示。可以看出，采用瞬间液相扩散连接技术不仅可满足绳索取心钻杆焊接技术的要求，而且接头拉伸、弯曲性能达到母材水平。另外，由拉伸及背弯试样焊缝处可以看出，接头内径表面平直光滑，无飞溅、焊瘤、焊瘤等；焊缝内表面无余高，满足取心器的投放和提升需要。

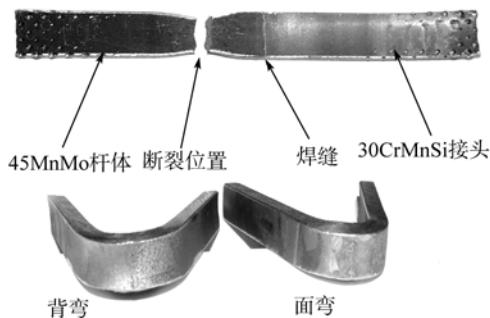


图 2 绳索取心钻杆瞬间液相扩散连接接头力学性能试样

Fig. 2 Mechanical test samples of wireline core drill rod produced with TLP bonding

按照绳索取心钻杆焊接接头的力学性能技术要求，只需检验接头的拉伸和弯曲性能即可。而传统的螺纹连接杆体与接头，还需要考虑螺纹连接处的

扭转强度。因此，为了更好的检验瞬间液相扩散连接方法的可行性，进行了整管扭转试验。由计算结果可知，当加载扭转达到 11.51 kN·m 时，管体材料达到屈服极限，出现了塑性变形；当加载扭矩达到 14.97 kN·m 扭矩时，管体材料出现开裂，而焊缝未发生开裂，结果如图 3 所示。根据文献[8]可知，螺纹连接时的最大扭矩可达到 0.8 kN·m。可见，采用瞬间液相扩散连接方法获得的焊接接头扭转强度远大于传统的螺纹连接扭转强度，可大大提高绳索取心钻杆的使用寿命。另外，焊缝外表面无余高，变形幅度小；杆体与接头无错位，同轴度高。

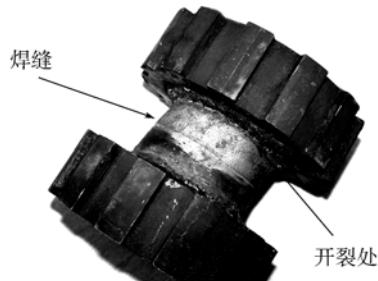


图 3 绳索取心钻杆瞬间液相扩散连接接头扭转试样

Fig. 3 Torsion test sample of wireline core drill rod produced with TLP bonding

3 结论

采用瞬间液相扩散连接方法焊接绳索取心钻杆体和接头，接头拉伸断在 45MnMoB 杆体侧，弯曲 180° 未开裂，不仅达到钻杆焊接接头的力学性能技术要求，而且达到母材水平。钻杆扭转试验中，管体首先开裂，焊缝未开裂，其扭转强度远高于螺纹连接扭转强度。另外，钻杆焊缝内外表面无余高、焊瘤，成形美观，焊后无需机械加工即可满足使用要求。因此，瞬间液相扩散连接技术是实现绳索取心钻杆焊接的一种新型先进连接技术。

参考文献

- [1] 王年友, 刘峰, 杨大根, 等. 54mm 等强度摩擦焊钻杆及摩擦焊工艺的研究[J]. 探矿工程, 1997 (增刊): 52–55.
- [2] 傅莉, 杜随更, 刘小文. 地质钻杆摩擦焊接头组织与性能[J]. 焊接学报, 2001, 22(1): 49–52.
- [3] 周大中, 赵忠诚, 孙忠民, 等. 绳索取芯钻杆的等离子弧焊-钨极氩弧焊焊接[J]. 焊接, 1996 (3): 5–9.
- [4] 张贵峰, 张建勋, 王士元, 等. 日本液相扩散焊(TLP)钢管对焊技术研究近况[J]. 焊管, 2003, 26(5): 56–60.
- [5] 王学刚, 梁戈, 严黔, 等. TP304H 不锈钢管的瞬时液相扩散焊技术[J]. 机械工程材料, 2006, 30(6): 40–42.
- [6] 王学刚, 严黔, 李辛庚, 等. 5A02 铝合金的瞬时液相扩散连接技术研究[J]. 轻合金加工技术, 2005, 33(7): 41–43.
- [7] 王学刚, 王晓明, 严黔, 等. 石油钻杆的瞬时液相扩散焊技术研究[J]. 石油机械, 2005, 33(11): 34–37.
- [8] 冯清文. 绳索取心钻杆螺纹锥度与强度关系及应力研究[J]. 探矿工程, 1995 (6): 24–26.