

XJY850 高强度精密地质管材的研制

况雪军¹, 孙建华²

(1. 嘉兴市新纪元钢管制造有限公司, 浙江 桐乡 314503; 2. 中国地质科学院勘探技术研究所, 河北 廊坊 065000)

摘要:根据国内地质勘查行业对大深度高强度绳索取心钻杆的迫切需求, 经过分析地质管材的使用要求, 在参考国外同类产品材料的基础上, 改进无缝钢管生产的传统加工工艺, 研制开发了 XJY850 高强度精密地质管材。

关键词:地质勘查; 高强度精密地质管材; 绳索取心钻杆; 无缝钢管

中图分类号: P634.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2009)06-0028-03

Development of XJY850 Sophisticated High-strength Geological Pipe Material/KUANG Xue-jun¹, SUN Jian-hua² (1. Jiaxing City New-Era Steel Tube Manufactured Co., Ltd, Tongxiang Zhejiang 314503, China; 2. The Institute of Exploration Techniques, CAGS, Langfang Hebei 065000, China)

Abstract: According to the urgent demands of deep wire-line coring drilling tube in geology prospecting industry in China, based on the analysis on the operation requirement and took the comparison to foreign popular materials in the same industry, traditional producing process of seamless steel tube was modified with new XJY850 sophisticated high-strength geological pipe material developed.

Key words: geology prospecting; sophisticated high-strength geological pipe material; wire-line drilling tube; seamless steel tube

0 引言

目前矿产资源短缺已成为制约我国经济发展的瓶颈, 快速勘查发现矿产资源后备基地, 确保国家经济安全已成为十分迫切的战略任务。未来资源勘查的重点之一是深部和隐伏区, “十一五”末期, 我国矿产资源勘查深度会进一步加大, 对高强度深孔钻探管材的需求会明显增加。

国土资源部提出了加强地质勘查行业管理, 推进地质勘查行业技术进步与创新, 鼓励产学研结合, 开展地质勘查高新技术研究与开发, 提高地质勘查技术和装备的国产化水平, 加快先进适用技术的示范推广。由于目前国产绳索取心钻探管材钢级偏低、屈服强度低, 产品主要应用于 500~1500 m 深度的钻探工程, 深度超过 1500 m 时地质勘查单位多采用进口钻杆。因此有必要研究开发高强度精密地质管材, 可以在中深孔、深孔范围推广使用, 并可替代进口和出口; 同时在 500~1500 m 的中深孔中采用高强度精密地质管材, 可以延长钻杆使用寿命、减少孔内事故, 大幅度提高钻探勘查效率和降低综合成本。

1 材料的分析

绳索取心钻探用无缝钢管是地质勘查行业在钻探工程施工时所使用的主要工具类材料。地质管材通过两端螺纹等机加工成为钻杆, 再配合金刚石钻头的联接进行钻探使用。在钻探过程中钻杆通过螺纹联接, 数量和质量不断增加, 在高速旋转下, 需要承受较强的扭转力矩和抗拉(压)强度, 以及经受相应的冲击、疲劳和岩石磨蚀。

从钻杆的使用状况进行分析, 除了考虑钻杆要满足一定的抗拉强度、屈服强度、断后伸长率之外, 还需要考虑提高管材的弹性(抗弯强度)、抗疲劳特性, 以及抗(岩石)冲击和耐磨蚀性的可能性和技术途径。钻杆由于螺纹连接特点, 要求加工前的管材必须具有高要求的尺寸精度, 即管材的外径、内径、壁厚公差带相对要小, 整根管材的同心度和直线度能够满足机械加工和使用的要求。由于有高要求的尺寸精度和外形保证, 有利于钻杆的螺纹加工和接口的精确联接, 能降低钻杆在工作时的振动, 减少钻孔时钻杆的摩擦和对接头的磨损, 从而起到最合适的承压抗弯性能。

对国外钻杆材料的检测分析可知, 优良的钻杆

收稿日期: 2009-02-06; 改回日期: 2009-05-16

基金项目: “863”计划重点项目课题“2000 m 地质岩心钻探关键技术与装备”(编号: 2007AA060701)

作者简介: 况雪军(1968-), 男(汉族), 江西高安人, 嘉兴市新纪元钢管制造有限公司品质主持、高级工程师, 无损检测专业, 从事无缝钢管技术和质量管理工作, 浙江省桐乡市屠甸镇石泾东路 101 号; 孙建华(1962-), 男(汉族), 山东禹城人, 中国地质科学院勘探技术研究所教授级高级工程师, 探矿工程、技术经济学专业, 从事勘探器具研究工作, 河北省廊坊市金光道 77 号。

首先必须具备下述条件:

(1) 选择优钢材料,即钢的纯净度要求高,材质中有益的合金等化学元素必须控制在合理范围之内进行合理匹配,并控制有害的化学元素含量,从而确保地质管材能满足一定指标的力学性能和工艺性能;

(2) 钻杆必须保证同心度、直线度和尺寸公差很好的情况下,壁厚不是越厚越好,相对来说在满足钻探扭转力矩等的条件下,壁厚可以采用薄一点,使钻杆自重越轻越好。

因此,为了研制开发出高强度精密地质管材,首先提出生产制造地质管材所选用的管坯所需的技术参数要求,并选择国内先进的特钢企业进行生产,以保证钢具有高的纯净度,同时既有刚性又有韧性;其次在传统冷拔无缝钢管的生产工艺基础上,改进和完善工艺流程和技术要求,以保证生产的地质管材几何尺寸精度好、力学性能和工艺性能达到甚至超过国外同类材料。

2 地质管材的研制

为了选择好准确的材料,根据金属材料的特性,C、Mn、Si、Ti元素可以提高钢的强度;S、P、Cu、Sn元素的减少,可以改善钢的纯净度,有利于管材的加工性能和最终使用性能;Mo元素可以防止高温回脆、V和Nb有利于细化晶粒、B元素可以提高钢的淬透能力等等。因此在对比目前国内常用的地质管材都采用45MnMoB和30CrMnSiA材质的化学成分要求,参考国外地质管材的分析数据,确定了以国外通用的铬钼钢作为新型地质管材XJY850的主要化学成分。

通过和国内先进的特殊钢企业探讨,对XJY850管坯在满足确定的化学成分和低倍组织级别等参数前提下,采用炉外精炼和真空脱气的冶炼方式,并对低倍组织等技术参数提出了更高要求,从而确保钢的纯净度。现将几种材料的性能参数对比如表1。

对于XJY850地质管材的加工,我们采取国外通用的冷拔无缝钢管加工工艺,见图1。

表1 几种钢材的性能参数对比表

钢种	测试用材料的 热处理状态	屈服强度 σ_s /MPa	抗拉强度 σ_b /MPa	伸长率 δ_5 /%	断面收缩率 ψ /%	冲击功 A_K /J	冲击韧度 a_K /(J·cm ⁻²)	屈服比
30CrMoA	调质	≥735	≥930	≥12	≥50	≥71	≥88	0.79
30CrMnSiA	调质	≥885	≥1080	≥10	≥45	≥39	≥49	0.81
45MnMoB	调质	≥750	≥920	≥12	≥48	≥56	≥70	0.81
XJY850	调质	≥950	≥1020	≥16	≥52	≥75	≥91	0.93

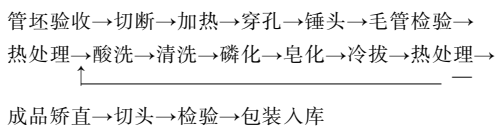


图1 冷拔无缝钢管加工工艺

为了保证XJY850高强度地质管材满足几何尺寸精度好、力学性能优和后续加工工艺性能好等特点,我们在传统的冷拔无缝钢管生产工艺上对一些工序进行了适当的技术优化。

(1) 为达到优良的无缝钢管的壁厚公差,需要冷拔前的毛管具有一定的良好公差范围。因此我们对下料生产的管坯进行端面定心,从而改善了穿孔的生产条件。

(2) 对热穿孔的加热工序,采用数字式的测温装置,直观而有效,可以了解并控制管坯的整支加热均匀度,避免坯料的温度差(阴阳面),改善穿孔条件,杜绝加热不当产生的毛管缺陷,如离层、内折、过烧等。

(3) 针对合金钢的氢脆和残余应力,对所有

XJY850地质管材,在酸洗润滑后必须放置24h以上再进行拔制,以消除工序间的质量缺陷,也有利于钢管的表面质量。

(4) 增加冷拔工艺道次,进一步消除毛管带来的壁厚不均,提高成品管的尺寸精度。

(5) 为了保证XJY850地质管材的最终力学性能,采用全电脑控制的天然气加热热处理炉,减少人为和燃料不稳定加热不均匀等因素的影响,控制成品热处理的质量,从而确保了管材的力学性能和工艺性能的一致性。

(6) 地质管材的直线度问题是整个管材生产的重要环节,由于地质管材强度高,一般矫直机很难达到要求,采用新型的(11辊)多辊高强度矫直机,同时增加了中间工序的矫直,并预留较长的头尾切除,消除管材矫直后两端不直盲区。从而达到XJY850地质管材满足 ≤ 0.5 mm/m的国外地质管材直线度要求(国内地质管材直线度要求为 ≤ 1.0 mm/m)。

(7) 根据地质管材的后续机械加工使用要求,我们对成品管采取冷锯切方式以避免砂轮切割所造

成的切口硬化,同时考虑到钢管经过涡流探伤后带来的剩磁,增加了一套退磁装置,以杜绝管材在螺纹加工过程中引起的打刀、粘刀和影响螺纹加工精度的问题,并减少钻杆在使用过程中由于磁性导致的磁力摩擦作用。

3 研制结果

通过选择优质的管坯材料和优化相应的冷拔无缝钢管生产工艺,研制开发了几批强度高、尺寸精度好的 XJY850 地质钻杆用管材。具体实际测试数据见表 2。

表 2 XJY850 地质管材与其它管材的性能对比

材质	规格 /mm	外径尺寸 /mm	内径尺寸 /mm	壁厚尺寸 /mm	热处理 状态	抗拉强度 σ_b /MPa	屈服强度 σ_s /MPa	伸长率 δ_5 /%	硬度 HRC	金相组织	晶粒 度/级
XJY850	71 × 4.8	70.82 ~ 71.02	61.26 ~ 61.40	4.57 ~ 4.85	调质	1050/1080	970/1010	18/18	32/32	回火索氏体	9.5
XJY850	70.1 × 5.05	70.10 ~ 70.25	59.95 ~ 60.09	4.93 ~ 5.30	特殊热处理	950/1010	650/660	12.5/13.5	29.5/31	铁素体 + 珠光体	9
XJY850	75 × 9	74.95 ~ 75.20	56.74 ~ 56.98	8.98 ~ 9.14	特殊热处理	940/955	630/645	12.5/14	28/29	铁素体 + 珠光体	9
45MnMoB	71 × 5	-	60.52 ~ 61.48	4.5 ~ 5.5	正火	≥764	≥588	≥12	-	-	-
国外某材料	70 × 5	69.90 ~ 70.05	60.54 ~ 60.71	4.61 ~ 4.82	-	855/875	665/680	15.5/18	25/26	铁素体 + 珠光体	8.5

注:除 45MnMoB 为 YB/T 5052 标准中的要求范围外,其余均为实际测试数据。

表 2 中数据表明,XJY850 高强度地质管材均优于国内目前通用的 YB/T 5052-93《金刚石岩心钻探用无缝钢管》标准的要求,可以和国外同类进口钻杆相媲美。

嘉兴市新纪元钢管制造有限公司于 2008 年 8 月按照国外钻杆用管材标准为国内某钻具加工企业生产制造了一批 XJY850 直连式绳索取心钻探用管材,规格为 $\varnothing 70.1 \text{ mm} \times 5.05 \text{ mm}$ (NQ)。该管材采用特殊热处理方式,管材表面硬度为 HRC24 ~ 26;加工后的钻杆各方面技术参数(几何尺寸、外形、理化性能、工艺性能等)均达到长年公司和阿特拉斯公司的钻杆标准要求。该批钻杆于 2008 年 12 月成功地云南某地进行钻探施工,一次性达到了所设计的 800 m 孔深的工程要求,施工单位反映使用效果良好。

2009 年 2 ~ 4 月,又分别为国内几家钻具加工企业生产制造了多批 XJY850 的 $\varnothing 71 \text{ mm}$ 绳索取心钻探用管材。其中的一批管材按特殊热处理状态交货,另有一批管材由钻具加工企业采用整体调质处理,所采用的接头材质均为 XJY850,现分别应用于

新疆和安徽的 2500 m 孔深的探矿项目之中,目前钻探进展顺利,施工状况良好。

4 结语

优良的材质、较高的强度和精密的尺寸是 XJY850 地质管材的特点,随着大深度高强度地质钻探的需要,XJY850 绳索取心钻探管材将会在钻探行业得到广泛使用。同时,根据 XJY850 材质高于目前通用的 30CrMnSiA 和 45MnMoB 的力学性能和工艺性能的优点,推荐地质钻探工具加工企业使用 XJY850 材质作为螺纹联接用的接头材料,其生产成本增加不多(30%左右),但可以减少钻探井下事故、提高钻探效率,更能满足大深度(2000 m 以上)绳索取心钻探要求。

参考文献:

- [1] 李连诗,韩观昌.小型无缝钢管生产[M].北京:冶金工业出版社,1999.
- [2] 中国机械工程学会热处理学会.热处理手册(第4版)[M].北京:机械工业出版社,2008.

山东省地矿局再次刷新金刚石绳索取心钻探全国最深纪录

本刊讯 山东省地矿局第三地质勘查院在山东济宁铁矿施工完成一孔深达 2100.18 m 的勘探钻孔,再次打破国产机具金刚石绳索取心钻探全国最深纪录。

该钻孔于 2008 年 8 月开钻,2009 年 3 月终孔,采用国产 HXY-8 型岩心钻机和 S95、S75 金刚石绳索取心钻进工艺,终孔孔径 75 mm。钻孔上部采用多级套管护孔,下部采用无固相冲洗液润滑护壁等技术措施,克服了孔内漏失、地层严重造斜等复杂情况,各项钻探指标均达到规范要求。

20 世纪 80 年代,山东省地矿局第三地质勘查院就率先实现了岩心钻探金刚石绳索化。近年来,为更好的适应资源山东建设战略和深部找矿的需要,该院不断加大钻探设备投入,积极推广应用探矿新技术、新工艺、新设备,机台生产管理、施工技术走在了全国同行业的前列,在“超深、超斜、超难”钻探施工方面屡创佳绩并多次刷新国内最深、最斜钻探施工纪录。

(张敏 马鹏飞 供稿)