



铝合金钻杆试验概况

胡福昌

为了尽快实现我国钻探技术的现代化,使钻探装备轻便化,充分发挥金刚石钻进高转速、高效率的特长,冶金部于1973年组织有关单位开展铝合金钻杆研制及钻进试验工作。几年来在各级党组织的领导下,经过广大工人和科技人员的共同努力,取得了初步效果。

铝钻杆钻进的技术意义

金刚石岩心钻进的最大工艺特点是高转速,钻进效率随钻进转速的提高而提高(当然,钻压等其他工艺参数也很重要,此处不做重点说明)。然而实际钻进过程中,钻杆柱高速回转产生的离心力造成了钻杆柱对井壁的正压力,正压力越大,回转阻力越大,消耗于回转的功率也越大。由于钻杆柱质量随井深增加而增加,所以钻杆柱回转功率的损耗也随井深增加而增大。因此实际上每个钻孔钻进时,到了一定孔深之后,由于回转功率消耗过大,不得不被迫降低回转速度。如用XU—600型钻机进行金刚石钻进,孔深到300米左右就得将转速从980转/分降到520转/分,导致钻进效率降低。显然,要获得高的钻进效率必须提高钻进深井段的转速。

在技术上解决上述问题有两种办法:一是采用乳化液洗井润滑,减少摩擦,从而减少回转阻力,提高钻进回转速度,目前国内已普遍采用,二是采用质量较小的轻合金管(如铝合金管)做钻杆,使钻杆柱质量减小,减少回转功率消耗,提高转速,提高钻

进效率。

铝钻杆质量仅相当于钢钻杆的一半,采用铝钻杆钻进可带来一系列的好处:首先,可减少钻机的功率损耗;第二,提高中深孔段的钻进转速和效率,提高钻机的提升能力和钻进能力;第三,有利于钻探装备轻便化,降低工人操作以及运输的劳动强度,这一点对于高山地区作业尤其重要。

铝钻杆性能

东北轻合金加工厂根据冶金部科研规划负责铝合金钻杆材质及样品的研制工作。该厂先后研制成功材质为150合金的 $\phi 33.5 \times 6.5$ 和 $\phi 42 \times 6.5$ 铝钻杆样品三批。钻杆材质属Al—Zn—Mg—Cu系高强度形变铝合金。从几批钻杆样品室内测定性能及现场钻进情况来看,150合金生产工艺基本成熟,性能基本稳定。该材质的钻杆样品实测性能和国外同类合金性能对比如下表:

	抗拉强度 σ_b (公斤/毫米 ²)	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ (公斤/毫米 ²)	延伸率 δ (%)	注
中国150合金	65~68	60~63	6~7.5	样品实测
瑞典进口铝钻杆	62.5	60.1	8.8	进口样品实测
苏联B95	54	41	6~10	标准

钻进试验情况

铝钻杆投入钻进试验以来,先后在湖南锡矿山矿务局、辽宁红透山铜矿、铜陵有色

金属公司、广西冶金地质勘探公司215队及广东冶金地质勘探公司934队等单位分别对 $\phi 33.5 \times 6.5$ 和 $\phi 42 \times 6.5$ 的铝钻杆进行钻进试验。铝钻杆两端分别接上钢质公接头和母接头,钻杆和接头通过螺纹联接并加涂氧化铜无机粘结剂粘牢,扭卸钻杆从钢质的公母接头间松开。所钻岩层为可钻性5~6级到11~12级的多种岩石,大部分岩层较完整,部分岩层较破碎甚至严重破碎。累计总进尺近7000米(其中地表钻进1900余米,最大孔深达630米),总纯钻台时近6000小时(其中地表钻进1200余小时)。

在几批样品的钻进实验中,第二批样品在正常钻进条件下曾出现断裂现象,断口附近可见原生纵向微裂纹。东北轻合金加工厂对断裂原因进行研究分析后,采取了相应的技术措施,问题已经解决。第三批样品没有再发生这类问题。钻进试验证明,国产铝合金钻杆性能基本稳定并能满足金刚石钻探要求。

铝钻杆寿命估计

影响钻杆寿命的因素是磨损、疲劳和腐蚀。铝钻杆抗蚀性能较好。因疲劳而引起的破坏在试验期间内未曾出现,说明铝钻杆有足够的疲劳强度。因此磨损是影响铝钻杆寿命的主要因素,故可直接从铝钻杆耐磨性去估计其寿命。

岩层的完整性及研磨性大小对铝钻杆耐磨性影响很大。地表和坑道钻进试验都表明:在较完整岩层(即使是坚硬岩层)中钻进铝钻杆耐磨性较高,而在破碎尤其是坚硬破碎、研磨性大的岩层中钻进,铝钻杆耐磨性则显著降低。如地表钻进试验,在较完整的结晶灰岩中进尺800米,铝钻杆外径平均磨损仅0.175毫米,而在同一矿区,岩性一样,只不过是岩层较破碎,乳化冲洗液漏失严重,润滑条件差,进尺1100米,铝钻杆平

均磨损达1毫米左右;在坑道钻进试验中,红透山铜矿的岩层坚硬(绝大部分9~10级以上),但比较完整,投入350米铝钻杆进尺2400米之后平均磨损约1毫米左右(清水洗井);而在湖南锡矿山矿区,在坚硬(9~10级)破碎且研磨性大的硅化灰岩中钻进,同样是清水洗井,进尺不到300米,平均磨损也达1毫米左右,甚至有个别部位在碎岩块的磨削下,1~2个回次则由 $\phi 33.5$ 毫米磨至 $\phi 31 \sim 32$ 毫米。

从试验情况来看,在象红透山铜矿那样的坚硬且较完整的岩层中进行坑道人造金刚石钻进,每百米铝钻杆进尺2000~4000米或更多是不成问题的,而在象大厂矿区那样的基本完整或稍有破碎的结晶灰岩(5~6级)为主的岩层中进行地表钻进,每1000米铝钻杆进尺5000~7000米也是可以实现的。但在破碎地层使用,如不采取有效的护壁堵漏措施,保持正常返水、润滑,保护铝钻杆,那就不经济了。

铝钻杆钻进比钢钻杆钻进的优越性

1.减少回转功率消耗,提高钻进转速
铝钻杆重量较钢钻杆小一半,所以在同样井深、同样压力下,因钻杆回转产生的离心力所造成的井内回转阻力也只相当于钢钻杆回转阻力的一半,这大大减少了回转功率的消耗,使铝钻杆钻进转速得到提高。以红透山矿区用钻石—100型风动钻机钻进的一组水平孔为例,用钢钻杆钻进,井深50米时,钻进转速由1200转/分降到900转/分左右;井深60~70米时,降到700转/分左右;到80~90米时,转速更要降低。而用铝钻杆钻进,钻机、岩层以及工艺条件基本相同,在井深100米时,钻进转速尚可维持900转/分左右。尽管当时钻机风马达工作不够正常,未能充分发挥钻石—100型钻机的作用,但说明一个

问题,铝钻杆钻进能比钢钻杆钻进减少回转功率消耗,并能提高钻进转速。这大大有利于钻探效率的提高。湖南锡矿山,铜陵有色公司地质队的试验也证明了这一点。

2.提高钻进效率 在同样井深、同样压力条件下,由于铝钻杆钻进较钢钻杆钻进有着更高的钻进转速,因而使钻探效率得到提高。红透山铜矿分别用钢钻杆和铝钻杆进行两组100米深的钻孔对比试验,结果是用铝钻杆钻进的全孔平均时效较钢钻杆钻进高一倍左右。可见铝钻杆钻进能比钢钻杆钻进提高效率。国外也有资料说明可提高效率30%。

3.提高钻机钻进能力 用铝钻杆钻进比钢钻杆钻进能节约50%左右的提升功率。钢钻杆钻进时,决定中深孔钻机钻进能力的主要因素是钻机的提升能力。采用铝钻杆钻进一般来说,能提高钻机的钻进能力30~50%,如瑞典泰美克—1000型钻机,用钢钻杆只能打700米,而用铝钻杆则可打1000米,提高钻机能力43%。在坑道施工中,由于种种原因,也会遇到钻机能力不足问题,如红透山矿区用钻石—100型风动钻机打向上孔(ZK75~3号孔),用钢钻杆打到64米时,由于转速降低太多,进尺效率不够理想,而用铝钻杆钻进,在同样条件下,打到100米仍可获得较满意的钻进转速和效率。

4.有利于实现钻探设备轻便化,降低工人劳动强度 铝钻杆重量轻,不但降低了工人上下钻具以及搬迁运输的劳动强度,而且也有利于钻机等设备进一步轻便化。尤其在边远或高山地区等交通困难的条件下进行钻探施工,重量轻的铝合金钻杆更具特殊意义。

铝钻杆钻进成本

铝钻杆单位长度成本较钢钻杆贵80~100%,其寿命略低于钢钻杆。但因铝钻杆

钻进具有较高的钻进转速和效率,减少了劳动(工资)和动力等方面的消耗开支,而且废铝钻杆尚可回收,其价值约占购入铝钻杆成本的15%左右,从而使钻进成本有可能比钢钻杆低或基本相当。

在红透山铜矿的钻进试验证明,在坑道钻进中铝钻杆钻进效率高于钢钻杆钻进效率。若全孔平均效率按提高20%,每100米铝钻杆进尺寿命按2000米(实际上效率提高百分比和进尺寿命都高于上述值)计,铝钻杆钻进成本要比钢钻杆钻进成本降低5%左右。

坑道钻进试验结果已表明,使用铝钻杆钻进确实比钢钻杆钻进效率高。所以地表钻进中,若地层较完整,采用铝钻杆钻进其钻进效率比钢钻杆钻进效率高也是可能的。初步估计,若铝钻杆钻进效率比钢钻杆钻进效率高10%,则钻进成本大体相当;若效率提高超过10%,则会使其钻进成本较钢钻杆钻进成本为低。

※ ※ ※

两年多来的钻进试验证明,国产铝钻杆基本能满足金刚石钻进要求,其材质性能已达到国外同类产品性能,可以初步定型扩大试制生产,以便推广应用。根据各矿区岩层条件适当组织推广铝钻杆,在技术上和经济上是合理的,它对提高钻探台月效率和劳动生产率的作用,将随着铝钻杆应用范围的扩大和逐步推广而得到充分的体现。为进一步提高铝钻杆寿命和使铝钻杆坯料更加符合钻探特殊要求,建议科研部门加强铝钻杆耐磨性能研究,生产部门进一步提高钻杆坯料质量,使钻杆坯料符合YB848—75标准和YB235—70标准的要求。