

文章编号: 1001-1986(2006)01-0079-02

# 潜孔锤同心跟管钻具零件强度分析与研究

赵大军, 吴晓寒, 徐龙宪, 于萍, 计胜利  
(吉林大学建设工程学院, 吉林 长春 130026)

**摘要:**介绍了适合卵砾石地层地震勘探孔施工用的潜孔锤同心跟管钻具的结构和工作原理。针对钻具使用中出现的套管螺纹和内外钻头冲击面强度低、寿命短的问题,采用有限元方法对钻具的零件进行了强度分析,并提出了提高套管螺纹和内外钻头寿命的方法。

**关键词:**潜孔锤同心跟管钻具; 套管螺纹; 钻头; 强度

中图分类号: P634.4 文献标识码: A

## Analysis and research on accessories intensity of DTH hammer drilling with concentric simultaneous casing

ZHAO Da-jun, WU Xiao-han, XU Long-xian, YU Ping, JI Sheng-li

(College of Construction Engineering of Jilin University, Changchun 130026, China)

**Abstract:** The paper introduced the structure and principle of DTH hammer drilling with concentric simultaneous casing, which used in seismic exploration drill in gravel. In view of the problems such as low intensity, short lifespan of casing thread and the impact face of inner bit and outer bit in using process, the intensity of the accessories is analyzed with finite element technique. The paper proposed the methods of developing lifespan of casing thread and inner bit and outer bit.

**Key words:** DTH hammer drilling with concentric simultaneous casing; casing thread; bit; intensity

### 1 潜孔锤同心跟管钻具结构与原理

为了适应卵砾石地层地震勘探高效钻孔的要求,研制了潜孔锤同心跟管钻具,结构如图 1 所示。钻具由内钻杆 9、外钻杆(又称套管)6、潜孔锤 7(J80B)、连接套 4、内钻头 1、外钻头 2、柱销 3 及导正器 10 等组成。内外钻杆单根长 5.0 m, 外钻杆外径 110 mm, 壁厚 10 mm。外钻杆间通过圆柱螺纹连接。内钻杆的一端设有导正器。连接套与套管之间为螺纹连接, 外钻头与连接套为花键装配柱销连接, 外钻头可相对连接套上下移动, 旨在确保潜孔锤的冲击力有效冲击孔底岩石。内钻头设有两个排风口:一个向孔底排风;一个向钻杆环状间隙排风。终孔后, 提出内钻杆, 下入炸药, 再提出外钻杆。

针对该钻具在使用中存在两个问题:一是由于套管承受较大的回转扭矩(孔深 30 m 时, 理论计算最大扭矩为 9.6 kN·m), 而套管螺纹受到的应力最大, 常规 D40 地质管材强度难以满足要求, 套管螺纹的寿命短;二是内外钻头之间的冲击面受潜孔锤高频( $12f^{-1}$ )冲击, 锥面易变形损坏, 造成钻具失效、钻孔报废<sup>[1]</sup>, 对套管螺纹和内钻头强度运用有限元

理论, 采用 ANSYS 工程软件, 对套管螺纹和内钻头进行受力分析, 并进行了改进。

### 2 套管螺纹强度分析

#### 2.1 设定约束及边界条件

取套管螺纹接头部分以简化计算结果, 按设计计算的最大扭矩 9.6 kN·m 施加在接头上, 接头的底面添加固定约束<sup>[2]</sup>。

#### 2.2 有限元分析结果

分析结果如图 2, 最大应力位于底部螺纹的齿根部分, 为 564.024 MPa, D40 管材强度为 650 MPa, 安全系数 1.15, 强度难以满足寿命要求<sup>[3]</sup>。

#### 2.3 套管接头的改进

套管体材料不变, 套管接头采用 20 CrMo, 强度为 950 MPa, 安全系数增加到 1.68。套管体与接头之间采用摩擦焊连接, 摩擦焊接头强度高于母材强度。在不增加套管体成本的基础上, 大大提高了套管螺纹(或套管)的使用寿命。

### 3 内钻头强度分析

钻进过程中, 潜孔锤的冲击力是由内钻头的凸

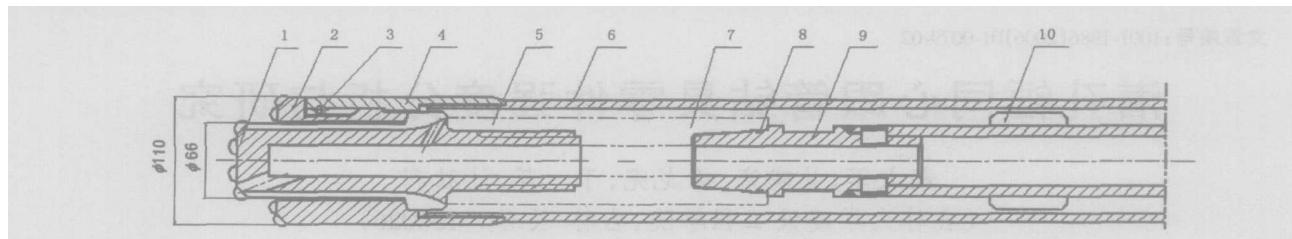


图1 潜孔锤同心跟管钻具示意图

Fig. 1 Sketch of DTH hammer drilling with concentric simultaneous casing

1—内钻头; 2—外钻头; 3—柱销; 4—连接套; 5—冲击器; 6—外钻杆(套管); 7—冲击器接头; 8—O型密封圈; 9—内钻杆; 10—导正器

台传至外钻头的。内外钻头承受冲击力的大小,由孔底岩性决定。选用的潜孔锤为J80B型,单次冲击能130 J,瞬时最大冲击力80 kN。按潜孔锤冲击力全部作用给内钻头和外钻头两种极端情况分析。

### 3.1 冲击力全部作用在内钻头凸台上

潜孔锤的冲击力全部通过内钻头传给外钻头。对内钻头凸台下端面施加80 kN的正压力,钻头上部固定。有限元分析结果,如图3所示。在内钻头凸台底面承受最大应力为 $\sigma_{max}=287 \text{ MPa}$ 。

### 3.2 冲击力全部作用在内钻头底面

采用同样的方法分析,在内钻头底面排风孔周围,承受最大应力为 $\sigma_{max}=163.9 \text{ MPa}$ 。

### 3.3 钻头凸台多次冲击抗力分析

上述过程是按静力条件分析得到的结果。实际上,潜孔锤钻头凸台受潜孔锤活塞的高频冲击,其破坏本质应属广义疲劳类型<sup>[4]</sup>。由于凸台表面材料的各种缺陷(如不平整、疏松、夹杂、变形、回火脆性等),表面无良好的散热条件,凸台表面温度升高,材料强度下降,这致使凸台表面产生疲劳破坏。凸台表面出现裂纹和塑性变形,内钻头凸台直径变大,外钻头台阶直径变小,这使得内钻杆无法提出钻孔,造成钻孔报废。

钻头是消耗品,单纯靠提高材质强度解决上述问题会大大提高钻头或施工成本。根据理论分析,材料的多次冲击抗力大小主要决定于强度,并与韧性、塑性相配合,在高强和超高强水平时,适当增加韧性对提高多冲抗力起显著作用。欲提高多次冲击抗力必需提高材料的塑性和韧性。

### 3.4 提高钻头冲击抗力的方法

先后采用表面热处理、装配高强合金环等方法提高凸台表面强度和硬度,均未见效。

采用焊后硬度HRC58~60,强度100~110 MPa,低含碳量EDCoCr-D型高强、耐冲击堆焊焊条分别在内外钻头接触台阶面上,堆焊厚度3 mm,较好地解决了台阶变形问题。

解决了上述两个问题后,钻具使用的可靠性和

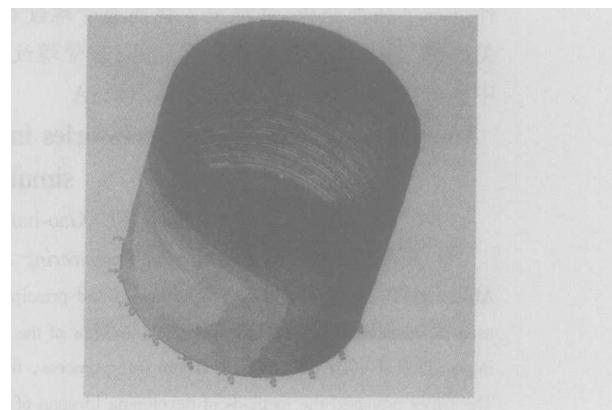


图2 套管螺纹强度 ANSYS 分析结果

Fig. 2 Analysis result of casing thread intensifying by ANSYS

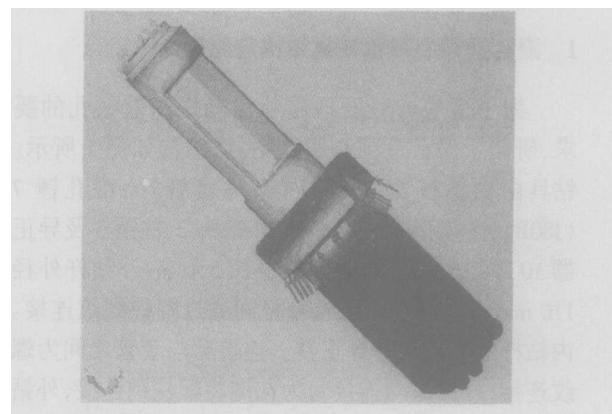


图3 内钻头强度 ANSYS 分析结果图

Fig. 3 Ansys result of inner bit intensity by ANSYS  
寿命得到了大幅度的提高,确保了钻具高效无故障的使用。

## 参考文献

- [1] 张祖培.勘探孔空气钻进[M].北京:地质出版社,1988. 56—120.
- [2] 高秀华,等.工程分析及电子样机模拟[M].北京:化学工业出版社,2004. 84—106.
- [3] 倪寿璋.工程机械基本知识[M].北京:人民交通出版社,1984. 112—174.
- [4] 实用机械设计手册编写组.实用机械设计手册[J].北京:机械工业出版社,1998. 839—841.