

# 连续造斜绳索取心钻具造斜机构的设计与试验

任攀攀<sup>1,2</sup>, 陈晓琳<sup>2</sup>, 林修阔<sup>2</sup>

(1. 中国地质大学(北京), 北京 100083; 2. 中国地质科学院勘探技术研究所, 河北 廊坊 065000)

**摘要:**根据钻杆抗弯强度的限制,确定连续造斜绳索取心钻具的造斜能力在  $0.2^\circ \sim 0.5^\circ/\text{m}$ 。为满足绳索取心的要求,设计造斜机构采用偏心轴承结构。分别利用几何分析法与极限曲率法对造斜结构的造斜能力进行理论计算。实验结果表明,该造斜机构能够达到设计造斜能力,用纵横弯曲梁法的计算造斜率与实际造斜率较为吻合。

**关键词:**连续造斜;绳索取心钻具;造斜机构;偏心套;纵横弯曲梁理论

中图分类号:P634.7 文献标识码:A 文章编号:1672-7428(2010)01-0035-02

**Design and Test of Continuous Deflecting Wire-line Coring Tool Assembly/REN Pan-pan<sup>1,2</sup>, CHEN Xiao-lin<sup>2</sup>, LIN Xiu-kuo<sup>2</sup>** (1. China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. The Institute of Exploration Techniques, CAGS, Langfang Hebei 065000, China)

**Abstract:** According to the limit on bending strength of drilling rod, the deflecting ability of continuous deflecting wire-line coring tool assembly is from  $0.2^\circ$  to  $0.5^\circ/\text{m}$ . To satisfy the requirement of wire-line coring, eccentric bearing structure was adopted in deflecting assembly design. Theoretical calculation was made on deflecting ability with geometry analysis method and limiting curvature method. The results showed that designed deflecting ability was obtained, and the calculation result with beam-column theory was more exact to actual deflecting rate.

**Key words:** continuous deflecting; wire-line coring tool; deflecting assembly; eccentric bush; beam-column theory

我国于 20 世纪 70 年代开始研究绳索取心技术,发展至今,绳索取心技术已广泛应用于地质钻探行业,并取得了良好的经济效益。我国现有的钻探取心钻具仅包括直井段取心和水平段取心,绳索取心钻具在直井和水平井中已得到广泛应用,而用于造斜段的连续造斜绳索取心钻具尚属空白。

连续造斜绳索取心钻具要求在连续造斜钻进过程中实现绳索取心,造斜机构的设计是整个钻具设计中的关键之一,在满足造斜的同时,造斜机构必须满足绳索取心的要求。

## 1 造斜能力设计

绳索取心钻进的造斜强度受到钻杆抗弯强度的限制,造斜强度增大后,钻杆折断事故增加。图 1 是根据各地经验绘制成的用螺杆钻具造斜时普通钻杆和绳索取心钻杆不同工作区的弯曲强度选取范围<sup>[1]</sup>。

综合考虑,连续造斜的绳索取心钻具的造斜能力考虑在  $0.2^\circ \sim 0.5^\circ/\text{m}$  的范围内选取,设计钻具的最大造斜能力为  $0.5^\circ/\text{m}$ 。

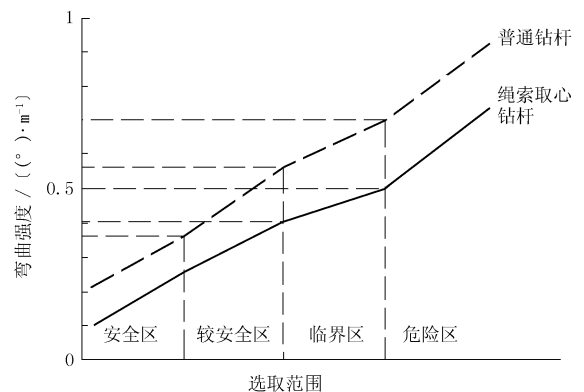


图 1 不同钻杆工作时的弯曲强度选取参考值

## 2 造斜机构结构设计

### 2.1 绳索取心工艺对造斜机构的要求

传统的造斜机构主要靠侧向力或者非对称破坏孔底来实现,但是成熟的造斜机构并不适用绳索取心技术,绳索取心工艺对造斜机构的具体要求如下:

- (1) 造斜机构必须为中空式结构;
- (2) 造斜机构结构紧凑、体积小;
- (3) 造斜平稳可靠,能实现连续造斜。

### 2.2 造斜机构的结构原理

因此,为满足绳索取心工艺的要求,利用偏心轴

收稿日期:2009-12-01

作者简介:任攀攀(1983-),男(汉族),湖南人,中国地质大学(北京)博士在读,地质工程专业,现于中国地质科学院勘探技术研究所从事定向钻探钻具研究工作,河北省廊坊市金光道 77 号,renpan1983@sina.com。

承设计了一套类似于弯外管的造斜机构,其结构原理如图2所示。

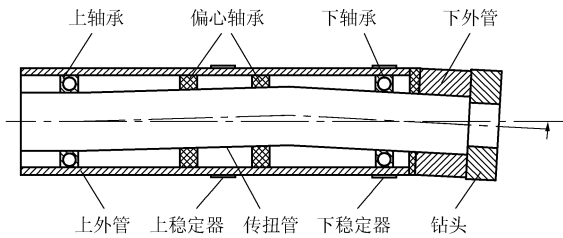


图2 连续造斜绳索取心钻具造斜结构示意图

### 2.3 造斜机构的主要特点

(1) 卡固机构与造斜机构分离,外管通过专门的外管卡固机构使其在定向后不旋转;

(2) 岩心管可通过传扭管内空间下入孔底,实现绳索取心,设计的钻具直径为73 mm,取心直径 $\leq 26$  mm;

(3) 造斜强度可通过调节偏心轴承或者下轴承的装配来控制。

### 3 造斜能力计算

钻具的造斜能力通过几何分析法<sup>[2]</sup>和极限曲率法<sup>[3-6]</sup>来计算。几何分析的原理是将稳定器作为造斜圆弧的一个切点,通过三点定圆来确定井眼曲率。极限曲率法依据纵横弯曲连续梁理论相邻两跨筒支梁在同一支座处的转角连续这一条件建立三弯矩方程,并令下部钻具组合的侧向力为零时所对应的井眼曲率为极限曲率,在钻具设计阶段,假设极限曲率即为钻具的最大造斜能力,即造斜率修正系数为1。由于本钻具的造斜机构是由偏心机构构成,因此需将偏心轴承产生的偏心距 $e$ 换算成结构弯角,再分别用几何分析法及极限曲率法进行分析计算,按照偏心距 $e$ 的不同,得到结构弯角 $\alpha = 0.25^\circ$ 、 $0.5^\circ$ 、 $0.75^\circ$ 、 $1^\circ$ 时的钻具造斜率 $K'$ ,绘制造斜率 $K'$ 与结构弯角 $\alpha$ 的关系如图3所示。

### 4 钻具造斜能力试验

研制的钻具在云南某煤矿3口钻井中进行试验,钻遇岩层基本相似,试验分别选用偏心距为0.5、1、1.5 mm的偏心轴承及轴承套,调节到最大偏

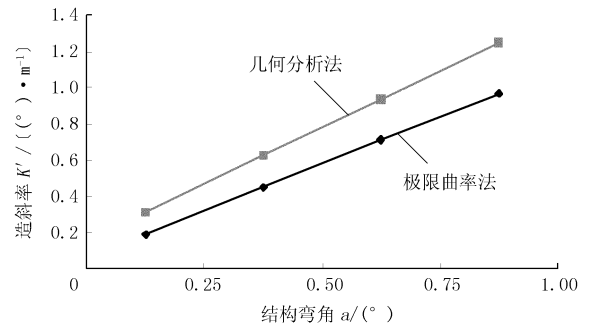


图3 结构弯角与钻具造斜率关系曲线图

心距下井,其试验结果如表1所示。实钻试验结果表明,用纵横弯曲梁法计算的造斜率与实际造斜率较吻合。

表1 连续造斜绳索取心钻具现场试验造斜能力统计表

井号	井段 /m	轴承偏心距 /mm	几何法预测造斜率 / [(°) · m <sup>-1</sup> ]	纵横弯曲梁法预测造斜率 / [(°) · m <sup>-1</sup> ]	实测顶角变化 / (°)	实测造斜率 / [(°) · m <sup>-1</sup> ]
102	447 ~ 490	0.5	0.20	0.10	3	0.07
101	440 ~ 492	1	0.41	0.27	13	0.20
104	440 ~ 485	1.5	0.61	0.44	18.5	0.41

### 5 结论

(1) 使用可调偏心轴套的造斜机构能满足绳索取心的要求;

(2) 造斜机构能实现连续造斜,造斜率符合要求;

(3) 造斜机构造斜率的预测可以使用纵横弯曲梁法进行计算,计算结果与实际造斜效果较接近。

### 参考文献:

- [1] 江天寿,周铁芳,等.受控定向钻探技术[M].北京:地质出版社,1994.
- [2] 王宝新,许岱文,程存志.弯壳动力钻具造斜率的几何分析和计算[J].石油钻采工艺,1994,(1).
- [3] 百家社,苏义脑.井斜控制理论与实践[M].北京:石油工业出版社,1990.
- [4] 苏义脑,唐雪平,陈祖锡.初弯曲纵横弯曲梁的等效载荷法及其应用[J].力学与实践,2004,(1).
- [5] 苏义脑,唐雪平,高兰.双弯与三弯钻具对单弯钻具的等效问题[J].石油学报,2002,(2).
- [6] 苏义脑.极限曲率法及其应用[J].石油学报,1997,(3).

祝广大读者、作者春节愉快,虎年大吉!