

液氮冷源外置式天然气水合物 孔底冷冻绳索取样器的研制

王元, 郭威, 孙友宏, 贾瑞, 刘华南, 薛军

(吉林大学建设工程学院, 吉林 长春 130026)

摘要:针对天然气水合物存在环境和性质的特殊性,研制了新型天然气水合物孔底冷冻取样器。取样器采用冷源外置式,通过绳索取心方式,实现孔底冷冻岩样。介绍了新型取样器的冷冻方式、工作原理和主要结构特点。

关键词:天然气水合物;孔底冷冻;绳索取心;液氮;冷源外置

中图分类号:P634.4⁺3 文献标识码:A 文章编号:1672-7428(2013)06-0001-03

The Development of Wire-line Sampling Drilling Tool for Gas Hydrates by Hole Bottom Freezing with Development of Wire-line Sampling Drilling Tool for Gas Hydrates by Hole Bottom Freezing with Liquid Nitrogen as External Cold Source/WANG Yuan, GUO Wei, SUN You-hong, JIA Rui, LIU Hua-nan, XUE Jun (College of Construction Engineering, Jilin University, Changchun Jilin 130026, China)

Abstract: According to the characteristics of existing environment and natures of gas hydrates, a new gas hydrates sampler with hole bottom freezing is developed. The sampling was realized by wire-line coring with liquid nitrogen as external cold source. The paper describes the freezing method, operating principle and the main structure features.

Key words: gas hydrates; hole bottom freezing; wire-line coring; liquid nitrogen; external cold source

0 引言

天然气水合物被誉为 21 世纪新型替代能源,由于其巨大的储量,对缓解当今世界的能源危机具有非常重大的作用。天然气水合物是气体分子和水分子在一定的温度和压力条件下形成的笼形结晶化合物^[1]。因其中气体分子以甲烷为主,故也被称为甲烷水合物或可燃冰^[2]。

钻探取样是评价天然气水合物储量和开采的前提,现有的孔底冷冻取样器通过孔底冷冻的方式对水合物取心,其原理是以液氮作为冷源置于孔底,并对水合物岩心进行冷冻,从而获得保真的水合物岩心^[4-6]。由于液氮置于孔底钻具内,在钻进过程中由于液氮易汽化加上机械振动加速了液氮的汽化,导致液氮的冷冻效率降低。针对以上问题,设计了液氮冷源外置式天然气水合物孔底冷冻绳索取样钻具,通过将冷源置于打捞器中,在需要时将冷源注入孔底的方法提高液氮的冷冻效率。图 1 为天然气水合物照片。

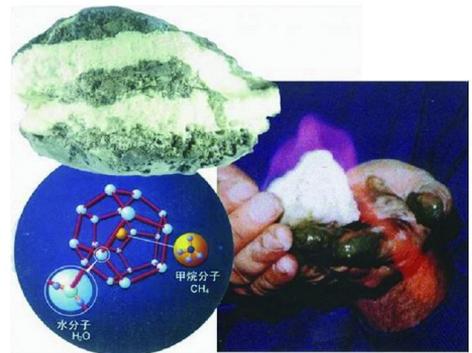


图 1 天然气水合物照片

1 冷冻方式原理

液氮冷源外置式天然气水合物孔底冷冻绳索取样器的冷冻方式原理如图 2 所示。取样器采用液氮作为冷冻剂,通过液氮汽化吸热作用实现天然气水合物岩心的冷冻。

具体的方法是在正常钻进时通过孔底钻具获取岩心,如图 2(a)所示。并在打捞器中设置液氮腔,当钻进结束后投入打捞器,打捞器与孔底钻具连接后,打捞器向水合物岩心周围冷冻腔内注入液氮对

收稿日期:2013-01-31; 修回日期:2013-05-26

基金项目:中国地质调查局项目(GZHL20110320、GZHL20110326)

作者简介:王元(1988-),男(汉族),吉林公主岭人,吉林大学建设工程学院硕士在读,地质工程专业,主要从事天然气水合物钻采技术的研究,吉林省长春市西民主大街 6 号吉林大学建设工程学院 2012 级硕士信箱, wangyuan12@mails.jlu.edu.cn。

水合物的岩心进行冷冻,如图2(b)所示。通过这种方式提高液氮的冷冻效率。

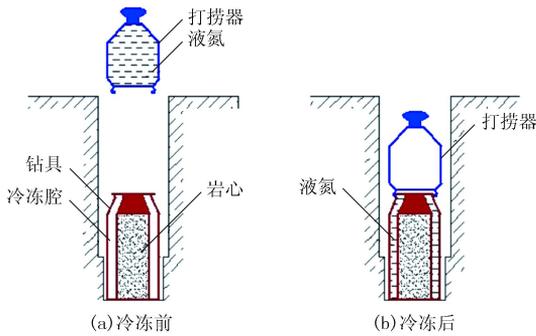


图2 冷冻方式原理图

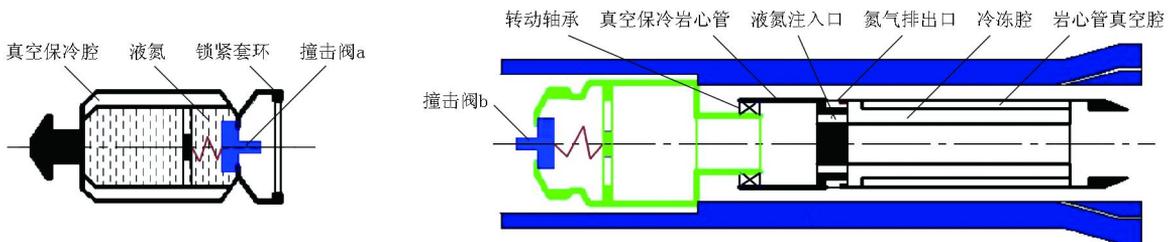


图3 液氮注入式天然气水合物孔底冷冻取样器结构示意图

绞车的驱动下带动取心钻具内管总成上提下放。锁紧机构在打捞器的下部,当打捞器投下后锁紧机构锁紧在内管总成的凹槽内。控制机构由撞击阀a与撞击阀b组成,控制机构的作用是控制液氮腔内液氮的注入。

钻具主要由单动机构和冷冻机构组成。单动机构的作用是实现内外管的分动,使得在钻进取心时外管和单动机构回转,而内管不随外管转动,目的是为了减少钻进过程中对岩心的搅动,避免水合物岩心分解。冷冻岩心管主要由保温岩心管、半合管等组成,其主要作用是实现对水合物岩心的冷冻。其中保温岩心管的结构如图4所示,其中冷冻腔的作用是储存由打捞器中流出的液氮,真空腔起到隔热作用减少液氮从外部吸取热量。

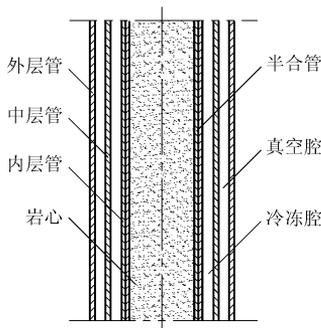


图4 保温岩心管结构示意图

上述方法为基本原则,研制了液氮冷源外置式天然气水合物孔底冷冻绳索取样器。

2 取样器的总体结构

液氮冷源外置式天然气水合物孔底冷冻绳索取样器的主要功能是通过将液氮置于打捞器中而不是孔底钻具内实现液氮的高效利用,进而通过液氮汽化吸热实现对天然气水合物岩心进行孔底冷冻。取样器系统主要由打捞器和钻具两大部分。取样器结构示意图如图3所示。

打捞器主要由打捞机构、锁紧机构、控制机构组成。打捞机构上部连接钢丝绳与绳索绞车连接,在绳索

3 取样器的取心过程

取样器的工作过程主要分为正常钻进取心、孔底冷冻和地表取心3部分。

3.1 正常钻进取心过程

在达到水合物储层后将普通取样器取出,将液氮冷源外置式天然气水合物孔底冷冻绳索取样器的内管总成投入孔内进行钻进,钻进过程中在地面组装打捞器,将液氮注入到液氮腔内,同时设置好撞击阀a上弹簧的预紧力,确保打捞器与内管总成连接后液氮的注入通道能顺利打开。

3.2 孔底冷冻岩心过程

当钻进回次结束后,岩心充满岩心管,停泵,提动钻杆,使取样器提高孔底一段距离,投入打捞器,如图5(a)所示。打捞器与内管总成连接,打捞器中的撞击阀a与内管总成中的撞击阀b相互撞击,打开液氮通道,液氮通过保温岩心管上的液氮注入入口进入冷冻腔内对岩心进行冷冻,如图5(b)所示,液氮汽化产生的氮气通过氮气排出口排出,如图5(c)所示。在孔底冷冻5~10 min后将取样器提出至地表。

3.3 地表取心过程

取样器提至地表后,卸下钻头和卡簧,将水合物岩心连同半合管从保温岩心管中抽出,从而获得水合物岩心。

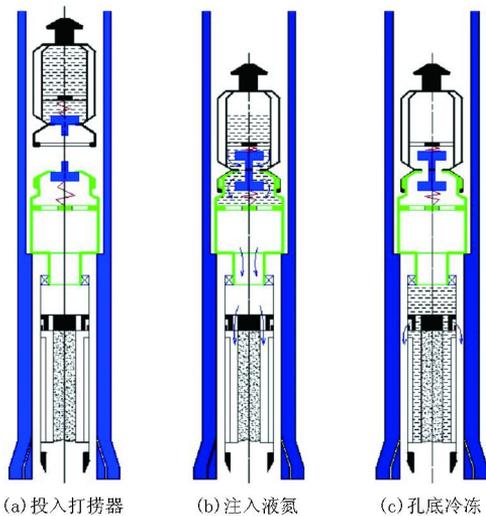


图5 冷冻过程示意图

4 取样器结构特点

4.1 真空保冷腔机构

在打捞器的液氮腔外层设置了真空腔,真空腔具有隔热作用,确保液氮不与外界发生热交换,从而避免液氮在打捞器下放过程中不发生大量汽化现象,提高了液氮的冷冻效率。

4.2 冷源外置结构

冷源置于孔底钻具,由于钻进过程中的机械震动,特别是散热作用,引起液氮汽化,导致真正实现冷冻岩心的液氮量减小,即有效冷冻能量降低。但液氮置于打捞器内,仅在需要打捞取心的时候,在打捞器内装入液氮,并下入孔内,进行冷冻岩心,液氮在打捞过程中基本没有汽化,可大幅度提高冷冻岩心的液氮量,增加了有效冷冻能量,从而强化冷冻取样器的冷冻效果。

4.3 撞击阀式液氮腔开启结构

设计撞击阀式液氮腔开启结构。既可通过撞击阀体的预紧力,实现有效的保存液氮,还可以通过

可靠的撞击作用,控制液氮腔体的开启动作,实现有效的注入液氮,并通过液氮进行孔底冷冻岩心。

4.4 真空保冷岩心管结构

冷冻岩心是通过液氮在岩心管中汽化吸热而实现的,为提高液氮冷冻效率在岩心管中设置真空腔进行隔热,避免液氮从外界吸热而造成液氮的浪费,同时为增强岩心管的导热性,采用强化热导材料和结构,从而加快液氮传递冷量的速度。

5 结论

(1) 根据水合物的赋存特点,研制的液氮冷源外置式天然气水合物孔底冷冻绳索取样器是以液氮作为冷冻剂,通过液氮汽化吸热作用达到冷冻岩心的目的。

(2) 液氮冷源外置式天然气水合物孔底冷冻绳索取样器将液氮置于孔外的打捞器内,当需要时再将液氮注入到岩心管中,与将液氮置于孔底相比,避免了液氮在钻进过程中的浪费,提高了冷冻效率。

(3) 为配合液氮腔的开关的功能要求,设计了撞击阀式液氮腔开启结构,同时设计了真空保冷岩心管结构满足了取样器孔底冷冻岩心的功能需要。

参考文献:

- [1] 郭威,孙友宏,陈晨,等.干冰升华式孔底冷冻取样器冷源保冷方法的试验研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(9):5-6.
- [2] 蒋国盛,王荣,黎忠文,等.天然气水合物的钻进过程控制和取样技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2001,(3):33-35.
- [3] 郭威,孙友宏,等.FPCS型天然气水合物孔底冷冻保压取样器的设计[J].机械设计与制造,2011,(1):24-26.
- [4] 郭威,孙友宏,等.干冰升华式天然气水合物孔底冷冻取样器的研制[J].机械设计与制造,2011,(2):99-101.
- [5] 赵建国.天然气水合物孔底冷冻绳索取心钻具的设计与室内冷冻试验的研究[D].吉林长春:吉林大学,2010.
- [6] 王海亮.FCS-108型天然气水合物孔底冷冻取样器的研制及试验研究[D].吉林长春:吉林大学,2009.

山东首个油页岩勘查报告出炉 预测储量 1127 亿 t

《中国国土资源报》消息(2013-06-04) 近日,山东省昌乐县五图油页岩勘查报告通过专家组审核,这是山东省地勘系统勘查开发油页岩矿的首次尝试,填补了省内油页岩勘查工作及报告编制的空白。

此次勘查工作由山东省煤田地质局第四勘探队承担,通过地质钻探、测井、岩样测试等多种技术手段,完成钻探工程量 3709 m,对油页岩及煤层进行了对比,克服了由于沉积环境复杂导致层位对比困难的实际问题,初步评价了五图矿外围拟扩大区(远景区)油页岩及煤炭等资源勘查开发的可行

性,探明了地区油页岩资源量,划分了矿井水文地质类型,详细分析了开采技术条件,为今后的开发利用提供了理论依据。

油页岩被列为 21 世纪非常重要的接替能源,据不完全统计,我国油页岩预测资源量 4520 亿 t,探明资源量 315 亿 t,约 85% 分布在吉林、辽宁和广东三省。山东省油页岩预测资源量为 1127 亿 t,主要分布在龙口、兖州、安丘等地,但已查明资源量仅 5.48 亿 t,大规模勘查评价工作仍处于起步阶段。