

# 新型液压活塞取样钻具的研制

贾莹刚, 方国庆, 杨涛, 孙伟涛, 李国民

(中国地质大学(北京), 北京 100083)

**摘要:**江、河、湖、泊等水域取样是环境科学研究与资源勘查必不可少的工作。本研究提供了一种适合水域取样的新型钻具——液压活塞取样钻具。与传统的活塞钻具相比,具有取样效率高、对地层适应能力强等特点。主要介绍了该钻具的结构及工作原理。

**关键词:**液压活塞取样钻具;海底取样;湖泊取样;环境取样

**中图分类号:**P634.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2013)11-0042-03

**Research and Development of New Type Hydraulic Piston Corer/JIA Ying-gang, FANG Guo-qing, YANG Tao, SUN Wei-tao, LI Guo-min (China University of Geosciences, Beijing 100083, China)**

**Abstract:** Sampling in rivers and lakes is an essential work in environmental science research and resources exploration. This study provides a new drilling tool for water sampling—hydraulic piston corer. Compared with the traditional piston corer, it has the characteristics of high sampling efficiency and stratum adaptability. This article mainly introduces the design guideline and working principle of the corer.

**Key words:** hydraulic piston corer; seabed sampling; lake sampling; environmental sampling

## 0 前言

人类在进行物质文明建设的同时,也给自身居住的地球环境带来了破坏,“资源”与“环境”问题日益突出,新资源开发与环境变化的研究成为世界关注的焦点,与其相关技术的研究必将成为未来各国科技竞争的重要领域。

江河湖泊等水域沉积物记录着自然演化和变迁的重要信息,对环境研究具有重要的作用。为此,如何获得高质量的沉积物样品是关系到地球环境监测、地球环境演化与预测的关键。由于水域沉积物大都松散,被冲刷,易脱落,为此要求取样钻具具有相应的预防措施,以保证取样质量。

本文所研制的新型液压活塞取样钻具主要针对水域松散沉积物取样难而设计的,可满足水域取样的需要。

## 1 新型液压活塞取样钻具的设计思路

### 1.1 传统活塞钻具的缺点

活塞钻是获取淤泥质沉积物的有效方法,但传统的活塞钻存在如下缺点。

(1) 由于水底层样品大多松软,传统的取样工具和取样方法难以获得足够的、无扰动的原状样品。

(2) 普通活塞钻具由于存在心杆定位,操作比

较麻烦,特别不适应深水环境;另外,在地表通过靠钻机加压,钻杆长了容易弯曲失稳,甚至出现折断等事故。

(3) 钻进功能单一,主要靠静压力灌入地层,当遇到地层条件变化,使用就会受到限制。

(4) 提钻受到孔内抽吸作用,起拔力过大。

(5) 没有护心机构,容易造成样品脱落。

(6) 三层管取样钻具钻头壁厚,对动力和钻杆刚度要求高。

### 1.2 新型液压活塞取样钻具的设计思路

针对现有技术中存在的不足,对新型液压活塞取样钻具提出了如下设计思路。

(1) 针对三层管取样钻具钻头壁厚,对动力和钻杆刚度要求高的问题,设计时将液压活塞缸上移,即将原来液压活塞钻具外管上移,变三层管为二层管结构,有效地减小钻头壁厚。

(2) 取样前采用全面钻进的原理扫孔至取样点,取代了静压推挤灌入的方式,省时省力,可提高取样速度。

(3) 取样钻进时,当遇到较硬夹层时,可边液给进边辅助无给进回转钻具,使钻头处于斜切入钻进方式,可有效克服硬质夹层的阻碍,也可下入带有冲击接头的外层钻杆,变内层钻杆为心杆,辅助施以

收稿日期:2013-04-20; 修回日期:2013-11-05

基金项目:中国地质大学(北京)2012年大学生创新实验项目“海底液压活塞取样钻具研究”(201211415017)

作者简介:贾莹刚(1990-),男(汉族),陕西渭南人,中国地质大学(北京)学生,勘查技术与工程专业,攻读方向为钻井工程,北京市海淀区学院路29号,446459958@qq.com。

静压或冲击压力的方式取样,提高活塞钻对地层的适应性。

(4)提钻时外层岩心管相对样品管自动下滑,使钻头底部与上部通气,消除孔底抽吸力,同时使拦簧滑出收拢,防止样品脱落。

## 2 新型液压活塞取样钻具的结构及工作原理

### 2.1 钻具结构

新型液压活塞取样钻具的结构原理如图1所示。

### 2.2 工作原理

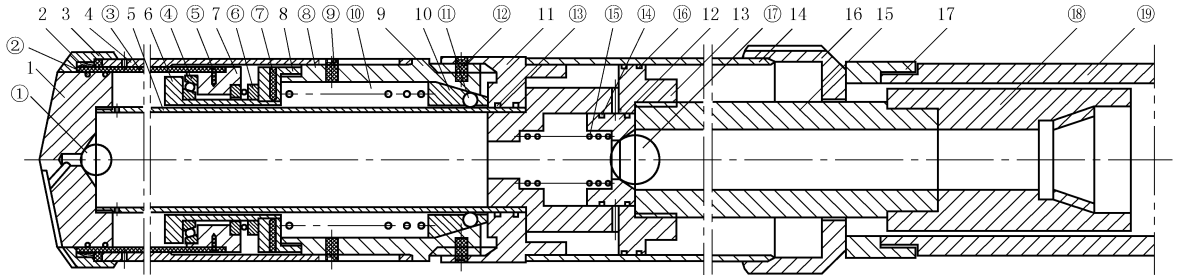


图1 新型液压活塞取样钻具简图

1—活塞钻头;2—拦簧;3—外钻头;4—外管;5—中空心杆;6—单动轴;7—内管头;8—球卡座;9—锥套;10—球卡架;11—动活塞;12—滑阀;13—上活塞;14—缸体;15—主动轴;16—传扭接头;17—冲击头;①、⑩、⑰—钢球;②、⑧、⑬、⑭、⑯—O形密封圈;③—样品管;④—向心滚子轴承;⑥—推力轴承;⑤、⑦、⑨、⑫—螺钉;⑪、⑮—弹簧;⑱—钻杆接箍;⑲—移除式绳索取钻杆

新型液压活塞取样钻具工作原理可根据实际情况实现多种取样操作,具体可实现液压活塞钻取样、心杆式活塞钻取样、回转辅助液压活塞钻取样、液压与机械组合压力活塞取样。

#### 2.2.1 液压活塞钻取样

开始钻进时钢球①、⑰不投放,开泵送水,回转钻进,冲洗液经过滑阀12、心杆5中心孔下行至活塞钻头1分成两路,一路直接经C孔冲洗孔底,一路经b孔、向心滚子轴承④和推力轴承⑥的轴承间隙、外管4与样品管③之间的环状间隙、外钻头2的e孔,冲洗外钻头,直到钻到预定孔深停泵、停机,停止扫孔钻进。之后顺次投入钢球①和钢球⑰,不回转钻具开泵送水,在水压作用下,滑阀12压缩弹簧⑮使上活塞a孔露出,高压水进入动活塞11顶部,推动动活塞11下行,迫使钢球⑩松开,使钻具下行压入取样,此时心杆5不动,只起定位活塞钻头1的作用;钻进时缸体14同步跟进,当上活塞13相对运动到传扭接头16内时,因传扭接头16内壁直径大于缸体14内壁直径,液压缸内水泄压,地表泵压表压力降低,起到钻进终了报信作用,即当水泵压力突然降低时,表明钻具已经压到位,然后停泵、提钻、取心。

泄压后,球卡⑩在弹簧⑩压迫下,卡在中空心杆5上,使钻具固定,提钻时,外管4相对样品管③向下滑动,使拦簧2出露收拢护心,同时使钻具上下通气,防止钻具底部抽吸。

#### 2.2.2 回转辅助液压活塞钻

在液压灌入钻进过程中,当钻到较硬夹层时,可

保持钻具不给进,只做原地回转,此时,钻具在液压力和回转力作用下,容易钻穿硬夹层,回转过程中,样品管③在单动接头(单动轴6、推力轴承⑥、内管头7和向心滚子轴承④的总称)保护下,不做回转,防止磨损样品。

#### 2.2.3 心杆活塞钻取样

在没有水泵、水泵故障、或因天气严寒使用水泵不便时,可利用事先配套的移除式外钻杆⑱实施心杆式活塞钻取样。具体操作是将内钻杆做心杆悬挂,利用外钻杆加压。

#### 2.2.4 组合压力活塞钻

在水泵泵压能力有限,或故障原因加不上压力时,可采用液压活塞加压+外钻杆机械加压组合,提高钻进能力。

## 3 试验研究

对该新型液压活塞取样钻具进行了多次试验以验证其取样工作方式的灵活性和可靠性。

试验研究在中国地质大学(北京)科学钻探国家专业实验室完成,在试验研究过程中,采用了自制沙层、土层和淤泥状岩样对钻具性能进行测试。试验结果良好,达到预期的效果,取心率接近100%。钻具试验情况见图2。

## 4 结论

### 4.1 本研究的先进性与创新点

本套新型液压活塞取样钻具与现有技术相比,具有以下优点和创新点。



(a) 钻具室内试验

(b) 钻具取样试验

图2 钻具试验情况图片

(1)取消了普通活塞钻具繁琐的心杆结构,变机械加压为液压加压。

(2)利用球卡夹持原理,夹持力属于弹簧卡紧、液压松开型的常闭式机构,定位准确,起拔钻具样品时钻头部位封闭,防止海水侵蚀和样品脱落。

(3)内外钻头结构可以根据需要更换,可以大大简化活塞取样的操作,在保证取样具有高的取心率、原状性和原位性的同时,具有方便、快捷等优点。

(4)将液压活塞缸上移,即将原来液压活塞钻具外管上移,变三层管为二层管结构,有效地减小了钻头壁厚。

(5)取样前采用全面钻进原理扫孔至取样点,取代了静压推挤灌入的方式,省时省力,提高了取样速度。

(6)取样钻进时,当遇到较硬夹层时,可边液压给进边辅助回转钻进,可有效克服硬质夹层的阻碍,也可下入带有冲击接头的外层钻杆,变内层钻杆为心杆,辅助施以静压或冲击压力的方式取样,提高活塞钻对地层的适应性。

(7)提钻时外层岩心管相对样品管自动下滑,使钻头底部与上部通气,消除孔底抽吸力,同时使拦簧滑出收拢,防止样品脱落。

(8)PC衬管的应用,使每次取样完成后,样品可连同衬管同时自取样器内直接取出、封装,有效地减少了非取样钻进的时间消耗,提高了取样效率。

(9)常规取样器进行水底取样时,如果在试样达到临界取样长度后仍继续增加钻进深度,此时便会在管靴部位形成“土塞子”,使得取样管像“桩”一样埋入土层,这种“桩效应”对取样作业具有很大的

负面影响。而新型液压活塞取样器取样管是在扭转剪切作用下贯入地层,土体粘聚力减弱,使取样管内、外表面的摩阻系数显著减小;同时PC管(样品管)的应用,使得样品管与样品的摩阻系数较其他取样器的钢质容纳管得到明显降低。从而有利于取样钻进中获得较大的取样临界高度值,延迟“桩效应”现象的出现。

#### 4.2 本设计仍需改进的地方

本套新型液压活塞取样钻具在功能上首次实现了多种取样方式融为一体的取样过程,具有地层适应性强,操作简便等诸多优点,但通过后期实验及反复探讨研究,发现其依旧有可改进和提高的地方。

(1)钻具上部缸体和活塞间的密封配合可进一步提高。

目前加工出的钻具,由于外管的内壁作为缸体的内壁使用,比较粗糙,与活塞在滑动配合过程中,活塞皮圈磨损比较严重。在日后的大批量投入生产过程中,钻具上部缸体和活塞可在专门的缸体生产厂家进行单独加工,保证缸体内壁光滑,实现与活塞的紧密配合,从而进一步提高其密封性。

(2)钻具在取样过程中,伸缩长度需进一步控制。

在实验过程中,发现钻具在取样动作结束后,整体长度较长,在后期投入生产应用中,对支架高度要求较高。因此,为了更好地服务于生产,可在后期大规模生产过程中,考虑在外管上增加钮卸和提拔装置,及时去除掉相应的钻具机构,减少其有效长度,从而防止支架对取样的局限性。

#### 参考文献:

- [1] 席俊杰,吴中,赵健康.海底沉积物取样钻机设计方案的探讨[J].机床与液压,2005,(12):43-45.
- [2] 补家武,鄢泰宁,昌志军.海底取样技术发展现状及工作原理概述——海底取样技术专题之一[J].探矿工程,2001,(2):44-48.
- [3] 翁炜,赵尔信.液压剪切式取样钻具的研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(4):8-10.
- [4] 姚彤宝,刘宝林,李国民.湖泊环境科学钻探取样技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(4):17-19.
- [5] 周德全.湖泊沉积记录与过去全球变化[J].矿物岩石地球化学通报,2006,25(3):260-265.
- [6] 耿雪樵,徐行,刘方兰,等.我国海底取样设备的现状与发展趋势[J].地质装备,2009,10(4):11-16.