

CQK - 50 型车载化钻机的研制

孙建华¹, 赵海涛¹, 张阳明², 王德平³, 刘秀美¹, 张永勤¹

(1. 中国地质科学院勘探技术研究所, 河北 廊坊 065000; 2. 中国地质调查局发展研究中心, 北京 100083; 3. 黑龙江省地调总院齐齐哈尔分院, 黑龙江 齐齐哈尔 161005)

摘要: 在分析研究小型地质车载钻机的形式、功能与特点的基础上, 提出了钻机车载化的新思路。根据地质调查工作现状, 结合国内现有小型地质取芯钻机, 研制了 CQK - 50 型全液压多功能车载取芯钻机, 并在野外物化探遥感异常验证钻探中取得了良好效果。

关键词: 地质取芯钻机; 全液压; 车载化; CQK - 50 型钻机

中图分类号: P634.3⁺1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672 - 7428(2006)11 - 0041 - 04

Development of CQK - 50 Drilling Rig with Automobile Chassis/SUN Jian-hua¹, ZHAO Hai-tao¹, ZHANG Yang-ming², WANG De-ping³, LIU Xiu-mei¹, ZHANG Yong-qin¹ (1. The Institute of Exploration Techniques, CAGS, Langfang Hebei 065000, China; 2. Development and Research Center of China Geological Survey, Beijing 100083, China; 3. Qiqihaer Branch of Heilongjiang Geological Survey Institute, Qiqihaer Heilongjiang 161005, China)

Abstract: Based on the research and analysis, the new idea of small-sized drilling rig with automobile chassis is presented. According to the situation of geological survey, and based on the design of domestic small-sized geological coring rig, a multifunctional full-hydraulic facility, CQK - 50 drilling rig with automobile chassis was developed, and it gets good result in conformation drilling for unusual data by geophysical-geochemistry remote sensing.

Key words: geological coring rig; full-hydraulic; auto-loader; CQK - 50 drilling rig

钻机车载化是指主要钻探设备与钻具集于一车, 通常在车上实施钻探作业; 在无法通行汽车的难进入地区等特殊地形地理条件下, 车载化钻机亦可分拆成为一台散装式钻机和一台汽车, 能够分别完成钻探施工与交通运输任务。研制车载化钻机周期短、成本低, 无需通过公安交管部门的检测、审批。在我国当前的技术经济条件下, 符合国情和地质调查取样实际需要。以此为理念研制的 CQK - 50 型车载化钻机能够适应空气泡沫钻进、空气潜孔锤钻进、多介质反循环钻进、泥浆正循环钻进、长螺旋无循环钻进、高转速金刚石钻进等多种钻探工艺方法。钻机稳定性与抗震性好, 备钻快捷, 操作方便, 十分有利于野外单机施工作业。

1 国内外钻机车载化分析

自 20 世纪 70 年代以来, 发达国家强化了钻探机械设备的开发研究, 不断将新技术应用其中, 使钻探设备更能满足工作需求和更加适合操控。随着基础工业特别是运输设备的飞速发展, 各种越野车辆、铰接式车辆、履带式车辆、宽胎特种运输车、空气推

进船、驳船等大量出现, 为钻机的装载与运输提供了更为适用和可靠的基础平台, 更有利于钻机与运载底盘合成一个整体。因此, 国外小型地质钻探装备已呈现车装或拖车装为主流的发展趋势。同时, 国外车装地质钻探设备普遍采用液压驱动及控制, 钻探设备的匹配和布局经过长期探索, 更加符合钻探施工操作要求, 可以适应多工艺快速钻进需要。

西方发达国家以及主要依赖其提供钻探设备的发展中国家在地质勘探中使用的钻探设备基本上以车装钻机为主, 原因有以下几个方面。

其一, 车装钻机在野外钻探施工中显示出比散装钻机更为优越的性能。钻机主、辅设备与钻具集中在一台车上, 搬迁、运移快捷, 操作方便, 还能改善工作环境, 减轻劳动强度; 钻机与车体结合为实现钻机的多功能和配套采用多种钻进工艺创造了条件; 钻机动力可以取自汽车, 简化配置。这些优点也体现了现代工业技术追求高效率和人性的特征。

其二, 发达国家的整体工业基础雄厚, 配套技术全面, 为制造车装钻机提供了有利条件。有许多专业厂家生产各种高性能运输设备, 能分别适合高原、

收稿日期: 2006 - 08 - 18

基金项目: 中国地质调查局 2005 年地质调查项目“小型地质钻机车载化研究”(编号: 1212010560401 - 05)

作者简介: 孙建华(1962 -), 男(汉族), 山东人, 中国地质科学院勘探技术研究所教授级高级工程师, 探矿工程专业, 从事勘探技术研究工作, 河北省廊坊市金光道 77 号, (0316)2096185, sunjianhua@cniel.com。

荒漠以及湿地、沼泽、水面地区行进的要求。先进的机械制造技术,电、液、气驱动与控制技术,电子信息应用技术等,也成为研制车装钻机的必备基础。

此外,国外劳动力短缺,人工费用昂贵也促进了机械化程度高的产品大量应用,其地质勘探地域的自然环境与交通条件也比较适合采用车装钻机。

由于科技进步和经济实力增强,加上劳动力成本与辅助工作成本上升,国内许多野外使用的工程(石油勘探、管道施工等)装备也出现了车装式,所用底盘有轮式、履带式、复合式多种,其越野性、可靠性得到明显改善。我国地质勘查钻探装备的车装化程度较低,目前主要有SZ-130A型钻机、龙江-I型钻机、DPP100-3B/3E型车装钻机以及SPC300H型钻机等中小型车装钻机。这些钻机一般采用公路运输车辆底盘,越野性能较差。此类钻机主要用于交通条件较好的地区长距离运移,可以减少钻机拆卸、安装工序,但并不适合地质调查钻探工程。

我国在研制车装钻机方面进展较慢,主要原因有:基础工业整体水平不高,难度大、周期长、成本高,专用工程车备案申报程序复杂、车辆检测手续繁琐;另一方面,我国地质调查钻探工程施工大多分布在西部偏远、交通不便的地区,这些地区的实际情况限制了车装钻机的使用范围。

2 小型地质钻机车载化研究

2.1 研发思路

从技术角度分析,车载化钻机与车装式钻机相比有一定的差异,轻便地质调查取样钻机自身亦有其特殊性。结合这两方面的特点确定了以下研发思路和指导思想。

(1)目前地质调查浅孔岩心钻探施工一般采用多工艺组合钻探技术,钻探专业装备多,车载化钻机通常要安装设置钻机主机、动力机、泥浆泵、空气压缩机、钻探辅助器具(泡沫泵、旋流器)、钻杆(普通钻杆、螺旋钻杆、双壁钻杆)等大量生产装备,轻便车载化钻机布局首先要考虑人性化操作,同时要重视车辆承载平衡等方面的问题。

(2)车载化钻机从车辆上移动到场地上实施钻探的方案要简便可行,注意控制制造成本,减轻装备整体质量,避免车辆超载。

(3)我国地域辽阔,钻探施工区域地形多样,气候差异大,通行条件差,越野车辆型号和能力要求各有不同。因此,应保证车载化钻机不同工作底盘变换的方便性。

2.2 车载化对小型地质钻机的技术要求

实施小型地质调查取样钻机车载化,对取样钻机本身的技术要求有以下几个方面。

(1)钻机重心较低,非工作状态(钻架、桅杆落下)高度应不超过公路交通相应车型的限制高度规定。

(2)钻机及辅助装备质量较轻,要与相应车型限载质量规定基本吻合。

(3)钻机结构紧凑,适合平面或组合布局。

(4)实施车载化后,钻机控制装置(手柄、手轮、按钮等)便于人性化操作,否则应适当改进、调整。

(5)钻机在运输过程中具有良好抗震动特性。如,某些轻便钻机由于采用模块化设计,对钻进中受力小、无振动的单元采用了轻合金或有机材料(全铝汽油机、工程塑料油箱、铝合金操作台等),将这类钻机安置在车辆底盘上,如减震措施不当,野外运输中易发生结构开裂、漏油等问题,将影响钻机正常使用。

2.3 小型地质钻机车载化关键技术

小型地质取样钻机车载化设计中应统筹考虑各方面因素,对现有钻机进行车载化设计时,主要应注意以下几个技术问题。

2.3.1 钻机与车辆组合的高度以及尺寸控制

钻机与车辆组合的高度以及尺寸控制(钻机部件出露车厢边线)必须符合《公路法》和《道路交通安全法实施条例》的有关规定。这些规定主要有:载质量在1000 kg以上的小型货运汽车载物,高度从地面起不准超过2.5 m,宽度不准超出车厢,长度前端不准超出车身,后端不准超出车厢1 m;载质量不满1000 kg的小型货运汽车、小型拖拉机挂车载物,高度从地面起不准超过2 m,宽度不准超出车厢,长度前端不准超出车厢,后端不准超出车厢50 cm。

2.3.2 钻机车载化质量控制和组合重心高度确定

车载化钻机总质量应控制在车辆运输限制质量以内,根据车辆部门提供的参数和公路限制超载有关规定,轻型卡车的超载系数 ≥ 1.50 。为防止车辆侧翻,提高车辆的稳定性,国外部分车型采用了四轮转向、主动悬架和差动制动等技术。国内目前越野车型多数未应用这些技术。因此,为防止车辆在转弯、沿斜面等高线行进中侧翻,钻机运输状态下的重心高度不得超过道路运输相应车型限制高度的60%~65%。要根据车辆侧翻力的计算严格控制车辆转弯、沿斜面等高线行进时的行驶速度。

2.3.3 车载化钻机平面布局及(前后桥及左右轮)偏重控制

车载化钻机平面布局要考虑车辆偏重控制、人性化操作、钻探工具摆放等因素,其中,车辆偏重控制是首要对象。为确定合理可行的车载化钻机(前后桥及左右轮)偏重控制指标,调研了车辆设计制造单位和查阅了以往车装钻机设计资料。通常在车辆检测中,制动力平衡要求一般规定为在制动力增长全过程中,左右轮制动力差与该轴左右轮中制动力大者之比,前轴不大于 20%,后轴不大于 24%。由于制动力与轴载和摩擦系数成正比,因此车载化钻机偏重系数 $\geq 20\%$ 。考虑到车辆制动力误差,最终确定车载化钻机在行进状态下左右轮偏重 $\geq 15\%$,前后桥偏重 $\geq 20\%$ 。

2.3.4 车载化钻机施工操作、运输安全性

车载化钻机施工操作安全性、运输安全性与钻机平面布局、偏重控制、重心高度控制等因素相关,同时涉及小型地质钻机的合理选型。如选型钻机车载化后人性化操作和安全性变差,应对钻机做出必要修改。如改变操作手柄、手把、手轮的朝向、位置、高度等,最好将操作手柄、手轮集中到一个面板,并与孔口位置相适应。车载化钻机布局应尽可能少遮挡车辆后视窗,保证后视镜观察视角。钻机施工起拔钻具时,保证轮胎基本不承担载荷。车载化设计应进行极端情况(处理孔内事故、钻机误操作、车辆侧翻等)下车辆、钻机、施工人员损伤分析。

2.3.5 车载钻机搭载施工人员能力

地质调查取样钻探施工中,一般配置机长 1 人,钻探工人 2 人,地质记录员 1 人,共计 4 人。交通法规明确规定,机动车不准人、货混载。不准超过行驶证上核定的载人数。因此,车载化钻机一般采用越野型双排卡车为宜。

2.3.6 其他有关问题

合理设置车载化钻机支撑结构,保证车辆离地角基本不变。车辆底盘符合车辆年检有关规定等。

3 CQK-50 型车载化取样钻机研制

3.1 车载化钻机车辆选型

结合选定的多功能轻便钻机空间结构尺寸需要以及价格等综合因素,认为选用目前市场保有量大、价格低、保养维护方便、乘员多的双排轻卡为宜。经过市场调研,最终确定为大梁强度高,超载能力大的金杯轻卡。选型车辆的载质量、载物空间与钻机、配套器具基本相适应。

3.2 车载化钻机配套装备

车载化钻机配套装备,如泥浆泵、空压机、泡沫泵等产品的选择首先应考虑钻探工艺的适应性,同时考虑其车载适应性。选择的钻探附属装备应具有以下特点:第一,质量小,重心较低,结构紧凑,适合平面或组合布局;第二,具有良好抗震动特性;第三,车载配套装备的控制装置(手柄、手轮、按钮等)便于人性化操作。

3.3 CQK-50 型车载化钻机主要技术参数

(1) 钻进能力

开孔直径(mm): 150

终孔直径(mm): 56 75 110

钻孔深度(m): 50 30 10

(2) 钻机结构参数

动力头 高转速(r/min): 0~262~1160

扭矩(N·m): 192~44

低转速(r/min): 0~64~285

扭矩(N·m): 780~177

提升最大行程(mm): 2300

提升速度(m/s): 0~0.9

给进速度(m/s): 0~1.8

(3) 钻机动力: 13 hp 4 冲程单缸汽油机。

(4) 钻机总质量: 375~400 kg(不含车辆)。

3.4 CQK-50 型车载化钻机布局设计

CQK-50 型车载化钻机布局设计及钻机全貌见图 1、图 2。本方案较好地兼顾了钻进性能、操作人性化、安全性以及重心、偏重、载员等方面的要求。

4 CQK-50 型钻机评价

2005 年 8 月,CQK-50 型钻机在内蒙古四子王旗和武川县境内采用以空气泡沫钻进为主的多工艺综合钻进方法施工钻孔 11 个(其中,钻孔深度超过 50 m 的 3 个),累计工作量 347.6 m,取得了满意的技术经济效果和地质成果。50 m 以浅的钻孔实现了早晨开孔,下午终孔的高效率记录,成本大大低于浅井和槽探施工,对草原植被、生态环境的破坏降到了最小。同时采用先进钻探技术取出的新鲜基岩污染小,磨耗轻微,一些岩心的水渍、化石等地质观察现象清晰可见。

此次钻探示范是对 CQK-50 型车载化取样钻机合理性、可靠性的最终检验:钻机实现了大速比无级变速和恒功率输出;平面布局较为合理,结构布局紧凑;便于人性化操作;在运输、钻探过程中具有良好的抗震动特性;钻机性能可靠。

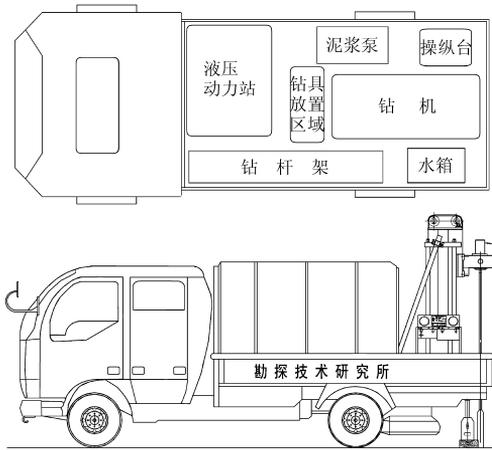


图1 CQK-50型车载化钻机布局



图2 CQK-50型车载化钻机全貌

5 结语

车载化钻机是钻探机械设备一种新的装载形式。它既有车装钻机集约化程度高,搬迁与施工快捷方便的优点,又可以在必要时脱离汽车,同散装钻机一样能够部件拆、装自如,适应无法通行汽车的难进入地区施工,故而特别适合地质调查钻探工程在边远、分散地区单机作业的需求。

在我国当前的经济、技术条件下,利用现成设备有机组合成车载钻机的方式与研制专用车装钻探设备相比,技术上相对简单,而且成本低、周期短、见效快,十分符合国情。车载化钻机在地质调查领域有较好的应用、发展前景,很可能成为与车装钻机、拖车装钻机、散装钻机并列的一种新的钻机装载形式。

项目组吸收借鉴国外钻探装备设计理念,在CQK-50型车载化取样钻机动力匹配、液压系统热平衡、变量泵-定量马达之间的无级变速和恒功率输出以及伸缩钻架超长行程给进等方面进行了探索,取得专利2项。CQK-50型车载化钻机的研制成功,为国土资源大调查地质调查工作提供了技术支撑,为地质填图取样钻探增添了利器。该钻机已列入中国地质调查局2006年度地质调查科技成果推广计划。

4 结语

利用PRO/E, ANSYS及ADAMS成功地建立了气动潜孔锤的虚拟样机模型,并分析了气动潜孔锤动态特性。对于合理选择潜孔锤的各项参数,快速开发产品提供了一条捷径,充分体现了虚拟样机技术在地质工程机械产品研发中的重要性。虚拟样机技术可以从根本上解决目前国内地质工程机械设计制造水平落后的现状,为提高地质工程机械产品研发水平有着十分重要的现实意义。

参考文献:

- [1] 李瑞涛,方涓,张文明,彭龙洲.虚拟样机技术的概念及应用[J].金属矿山,2000,(7):38-40.
- [2] 熊光楞,李伯虎,柴旭东.虚拟样机技术[J].系统仿真学报,2001,13(1):114-117.
- [3] 王国彪,程小虎.工矿设备设计新模式——基于虚拟样机的设计联盟[J].矿山机械,2000,(7):6-7.
- [4] 杜祥麟,李振亚.地质系统地质机械的研究与开发[J].探矿工程,1999,(增刊):232-234.
- [5] Bu Changen, Qu Yegao, Liu Baolin. Dynamic Modeling and Simulation of DTH Hammer[A]. Proceeding of 16th CIRP International Design Seminar[C]. Alberta, Canada, 2006.
- [6] 宁晓斌,张文明,王国彪.用虚拟样机技术分析鼓式制动器的振动[J].有色金属,2003,55(2):105-107.
- [7] INC, ADAMS/VIEW User's Reference Manual [Z]. 1994.

(上接第40页)

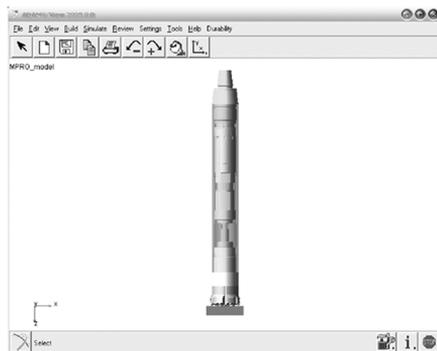


图7 气动潜孔锤虚拟样机模型

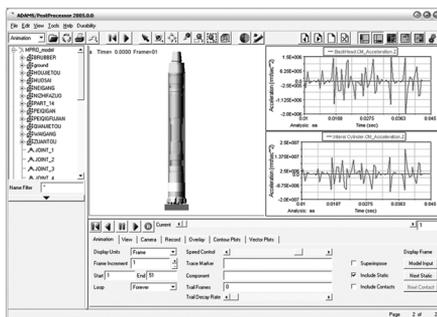


图8 气动潜孔锤虚拟样机仿真后处理结果图