

难进入地区钻探工程航空运输技术经济分析

孙建华¹, 张阳明²

(1. 中国地质科学院勘探技术研究所新技术一室, 河北 廊坊 065000; 2. 中国地质调查局发展研究中心, 北京 100037)

摘要: 论述了难进入地区钻探工程航空飞行运输方式, 对直升机吊运的技术经济性进行了研究, 认为在地质调查钻探施工作业中应用航空运输的客观条件已基本具备; 航空器在钻探工程中的应用必将促进钻探装备技术的发展, 标志着地质调查钻探作业水平进入了一个新的高度。

关键词: 钻探; 运输; 航空; 直升机

中图分类号: P634 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2007)09-0020-04

Analysis on Technical economic of Aviation Transport for Drilling Engineering in the Area Difficult to Get in/SUN Jian-hua¹, ZHANG Yang-ming² (1. The Institute of Exploration Techniques, CAGS, Langfang Hebei 065000, China; 2. Development and Research Center of China Geological Survey, Beijing 100037, China)

Abstract: Transportation pattern of aviation flight is described for drilling engineering in the area difficult to get in. Technical economic is studied on helicopter transportation, and objective conditions of aviation flight transportation for geological survey drilling have been provided. The application of aircraft marks a new level stage of geological survey drilling and also will promote development of drilling equipment.

Key words: drilling; transportation; aviation; helicopter

飞机是 20 世纪最伟大的发明之一。国外实践证明, 空中飞行运输是解决难进入地区钻探工程搬迁困难最便捷有效的方法。在难进入地区用飞机运送钻探设备和物资具有效率高、不受地面障碍影响、减少辅助工作量、降低劳动强度等一系列优点。同时, 这种运输和搬迁方式对地表植被破坏很少, 对环境保护、生态平衡大有益处。在紧急和特殊情况下实施人员快速救援更是意义重大。

改革开放以来, 我国科技、经济的高速发展促进了航空业的长足进步, 其应用领域已进入包括地质勘探在内的国民经济各个方面。同时, 在地质调查钻探施工作业中应用航空运输模式的技术经济条件已基本具备。航空器在钻探工程中的应用必将促进钻探装备技术的发展, 标志着地质调查钻探作业水平进入了一个新的高度。

1 航空搬运钻探设备应用情况分析

航空运输的应用领域十分广泛, 尤其是国外发达国家早已大量用于难进入地区的钻探设备搬运。发达国家在山区及边远地区地质钻探中时常应用直升机、亚音速螺旋桨固定翼飞机进行钻探设备的搬迁运输, 有的第三世界国家(如秘鲁)也常使用直升

机搬运勘探设备。美国早在 20 世纪 30 年代就曾采用带滑橇的飞机装运钻探设备, 以代替马队和狗橇队。后来逐步采用直升机, 保证了陡峭山区、沼泽泥泞和冰雪覆盖地区地质找矿工作的顺利进行。20 世纪 80 年代, 美国在边远山区浅孔施工中多采用直升机整体搬运小型轻便钻机, 常用的飞机有贝尔-212 型、休斯 500-D 型等, 这些飞机已改装成为钻探设备的组成部分。据应用部门测算, 在坡度 15°~20°, 2000~3000 ft (600~900 m) 距离搬迁, 用人力搬运的成本同用小型直升机搬运的成本相差无几(贝尔-2 型或休斯 500-C 型)。国外还有用惰性气体飞艇、气垫船等运输的报道, 但应用不多。

我国在难进入地区钻探施工中仅有 1969 年在四川李伍铜矿曾用固定翼式军用运输机空投方式, 运送 B-3 型钻机、套管车床、钻杆等钻探设备, 这是我国地质钻探史上唯一一次应用飞机运输设备的成功尝试。此后, 原地质部曾设想过用米-8 直升机或订购中法合作在中国生产的海豚直升机组建运输队, 同时指派专人调研氦气球的应用技术情况。但由于当时客观条件限制, 未能在难进入地区进一步应用航空搬迁方式。

20 世纪 80 年代以前我国航空作业基本集中在

收稿日期: 2007-08-01

基金项目: 中国地质调查局地质调查研究项目“难于进入地区钻探施工技术方案研究”(编号: 20002010005056)

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, 从事勘探工艺及设备的研究工作, 河北省廊坊市金光道 77 号, sunjianhua@cniect.com。

民航和军航两大部门。80年代末到90年代初,由国务院发展研究中心牵头,组织包括地质矿产部在内的十余个部门参加“民用航空产业发展政策研究”,制订发布了国家“通用航空发展政策要点”。这一举措大大促进了通用航空发展步伐。目前,中国民航除拥有一批跨大区的骨干航空企业之外,一些省也成立了飞行队伍,有的部门、企事业单位也建立了自己的航空企业。中石油集团公司还从国外租用飞机,引进飞行员(湿租)在我国大陆开展航空作业。现在国内通用航空拥有的大中型飞机及小型、超轻型飞机种类齐全,性能、数量可满足用户的不同需求。机场分布、雷达监控区域、航空气象服务等业务基本覆盖全国各地。特别是2000年7月,国务院颁布新的《中华人民共和国飞行基本规则》后,我国结束了延续半个世纪的空域严格管制措施,空域已基本对民间放开。这些外部环境的变化,使难进入地区地质调查钻探工程应用航空运输具备了实施条件。

2 难进入地区钻探设备空运方式分析举要

2.1 固定翼飞机空投

我国固定翼飞机品种、数量较多,分布地域广,租用相对方便,价格相对低廉。这种飞机运载能力强,巡航速度快,适合较长距离的运输。但一般难进入地区没有供飞机起降的条件。只能采取将物品系于降落伞上,抛出机舱门空投到作业点附近的方式。另外,沙漠地区直升机起降困难,也适合用空投方法。采用空投要求目的区地形较平缓、开阔,空投物品需有一定的抗撞击能力,单件质量一般200~300 kg,外形要求单边尺寸不大于机舱门(0.8 m)。

2.2 直升机空运

直升机使用的机场设施较为简单,只需旋翼直径大小的平坦、开阔、周围无高大障碍物的场地,地面要求也不十分严格,只要对土层或草地适当平整即可。因此,钻探设备可以用直升机运输到目的区卸下。但直升机耗油量大,启动时需专用的电瓶启动车,即使野外的临时起降基地,一般也要求陆上有汽车可通达。如采用直升机空中悬停卸载,装卸人员要在旋翼产生的强烈风力和高分贝噪声环境下工作。

2.3 直升机悬吊运输

指用专门设施把钻探设备吊挂在直升机机舱外,运至目的地后,飞机悬停在空中即可卸载。这种方式不仅免除了起降场地与附属设施,还能够直接

把设备卸至井台上或把钻架装到塔基上。这种运输方式对钻探设备的外形尺寸无特殊限制,如钻探设备不适合吊运,需设置托架。国外向野外运送钻探设备或向海洋钻井平台紧急运送钻井设备部件常采用这种方式。国内也曾用于铺设石油管道和架设高压输电线,与运送钻探装备的工况相似。

2.4 充氦飞艇

充氦飞艇是一种利用惰性气体气囊浮力与轻便动力(内燃机、电池)进行航空作业的飞行器具,具有停空时间长、燃油耗量少、运载量大等优势,开发前景受到各国航空界重视。但其庞大的气囊常常受恶劣气候(大风)影响,与氢气飞艇(易燃易爆,已经禁止使用)相比,充氦飞艇储存费用较高,飞行高度有限。目前,充氦飞艇一般仅用于空中广告、摄影、旅游、监测等。

2.5 其它飞行器

近年来,国外出现了一些性能更为优越的飞行器,如新型旋翼飞机贝尔-609、水陆两用机海鸥-200、地效飞行器DXF-100等,但用于钻探运输还很遥远。此外,有一种小型飞行器轮式动力伞,又称空中摩托,价格在20万元以内。该飞行器可乘坐2人,载重500 lb(227 kg),可以在300 m低空高度内水平恒速飞行(50 km/h),有可能作为钻探施工急送配件和人员救险时使用。

3 直升机吊运钻探设备可行性研究

3.1 直升机吊运的优越性

从以上各种空运方式的比较可以看出,目前最适合难进入地区地质调查钻探空运的方法仍是直升机悬吊运输方式。采用直升机吊运钻探设备具有以下优越性:

(1)所需辅助设施简便易行,只需在作业点附近有公路通达的地方修建一个直升机场起降装货,难进入的钻探施工现场不需要特殊地面设施;

(2)运送的物品可卸载到所需的最近位置,不需再做二次运输;

(3)可进行整体或组装件运送,节省现场组装劳动工作量,增加安全性;

(4)装卸货物简便,作业条件好;

(5)目前飞机种类较多,可选择余地大。

3.2 应用可行性分析

(1)适合难进入地区工作环境。我们面临的难进入地区,一般是作业点周围数千米至数十千米范围交通极为不便,百千米以上长距离不通公路的情

况极少。因此,在能通车的适当位置修建直升机场集中钻探设备与物资,采用吊运方式可以保证作业点的设备、材料需求和钻机搬迁工作。

(2) 直升机应用市场已经形成。国内已有不少商业性航空公司,拥有不同类型的直升机可供按需选择(见表 1),能够满足钻探设备运输的需求。

(3) 国内外应用十分普遍。国外采用直升机吊

运钻探设备已有较长的历史,有大量相关资料和报道。国内用直升机吊运物资、铺设管道、架设高压线亦有应用实践,1999 年 10 月,石油物探局租用邯郸直升机公司米-8 直升机在新疆库尔勒地区吊运钻机、器材进行石油物探施工,说明直升机吊运完全适用于难进入地区的钻探工程运输工作。

表 1 国内用于吊运的直升机参数表

机型	旋翼直径 /m	机全长 /m	经济航速 /(km·h ⁻¹)	航程 /km	动升限 /m	最大爬升率 /(m·s ⁻¹)	最大吊挂载荷 /kg	飞行价格 /(万元·h ⁻¹)
Z-5	21	25.015	210	520	6000	4.3	1350	
Z-8	18.9	23.05	232	800	3050	6.6		
Z-9	11.93	13.46	260	860	6000	4.2	1600	1.26
Z-11			240	598	5240			
云雀-Ⅲ	11.02	12.84	220	605		4.5		
松鼠		12.94	248	686	5600	10	1160	
海豚	11.50	13.20	275	680	4300	9		1.26
米-8	21.29	25.24	225	1200	4500		3000	1.35
贝尔-212	14.69	17.46	185	420	3960	6.7	2268	1.26
贝尔-204	13.41	16.15	238	615	3500	2.75		
S-70	16.36	19.76	195	600	5790	2.28		
米-171			250	1105	5000		4000	

3.3 实施方案设想

在众多难进入地区的地质调查钻探中,有些是比较适合采用直升机吊运钻探设备进行施工的。如新疆 305 项目工作区内的萨日达拉金矿在 1998 年预查时发现 3 个矿体,其中 1 号矿体经地表槽探和施工穿脉控制垂深 20 m,见矿厚 16.35 m,平均品位 7.63×10^{-6} ,显示矿体深部有变厚和品位增加的趋势,资源远景可望达 20 余吨。

该矿区位于乌鲁木齐西南约 120 km,属中高山区,海拔 3229~4562 m,相对高差 1000 m,每年 9 月至翌年 6 月为冰冻期。矿区东距 216 国道 20 km,地势陡峻,交通困难,需翻越“冰大坂”,只能靠牛马运输,无法搬运钻探设备。若修建 25 km 简易汽车道,需投资 250 万元。因此,投入钻探控制深部金矿储量的勘查计划只得搁置。

这种条件如采用直升机吊运钻探设备,运输难题迎刃而解。具体方案:在 216 国道旁选择平缓处修建一个供小型直升机起降的场地,设备、物资、油料等均可用汽车运到那里。设计 200 m 左右的孔深可选用 XY-2 型钻机,配套的主要设备钻具,约 8 t 需用空运,其余小件物品、补充物资等可由牛马驮运。等地面准备工作一切就绪之后,租用一架 Z-9 型直升机,分 6 次将主要设备吊运至机台地盘,4 h 之内可以完成,直升机只需一次起降。以每飞行小

时租金 2 万元计,连同飞机往返的航程在内,共需 10 余万元运输费。倘若如此,一个具有良好前景的勘查工作就能顺利实施。

4 选用航空运输需要注意的问题

4.1 飞行地区的环境条件

飞机是一种空中的快速交通运输工具,为保障安全,必须有一套严格的空域管理和航行规定。由于我们采取租赁飞机的方式,有关航行的基本规则应由物主方遵循,但在确定选择空运方法时,必须考虑工作区域环境是否适合飞行。

(1) 地理位置。空域管理对正常飞行空域之外的一些特殊地区设有空中禁区、空中限制区、空中危险区等类别,工作区如果在边境、军事要地等附近时,应避免选用航空运输。

(2) 气候条件。空中飞行受气候变化的影响很大,难进入地区一般气候多变,恶劣天气较多,而且往往与大范围的预报不一致。因此在一些多风暴、雷雨、浓雾的地区应用受季节、气象等方面的限制较多。

(3) 海拔高度。随着飞行高度升高,飞机的载重性能降低,油耗增加,安全性变差。有些直升机的升限只有 3~4 km,一般超过 5 km 即属于直升机空中作业“禁区”,所以在高海拔地区不适于直升机运

输。

(4) 地形地貌。地形复杂陡峭的高山或森林覆盖地区,会影响机上观察与通讯联络,不适合空中运输,沙漠地区直升机无法起降。

4.2 地面准备工作

通常飞行方面由业主方负责,但要完成钻探设备运输,还有包括停机坪修建、地空联络设置、运送物品的预处理、基地配套设施与物资储备等大量工作要承租方承担。其中任何一个环节出问题,都会影响空运的正常进行,造成飞行时间延长,费用增加。

5 经济效益对比分析

空中飞行成本很高,因而租赁费用亦相当昂贵。在一般直升机吊物飞行的报价 1.26 ~ 1.35 万元/h 的基础上,再加作业地区类别差价,我国西部地区每飞行小时的费用在 2 万元以上。中石油集团从国外租飞机在新疆吊运钻探设备的费用是人民币 400 元/min。同地面车辆运输和廉价的人力、畜力搬运相比,在大多数情况下使用飞行器运输的成本目前还很难接受。对于我国现阶段的生产力发展水平和地调工作的经济实力而言,这是很自然的。但是,如果立足 21 世纪,着眼于未来,用发展的眼光分析,就会有新的认识和结论。

(1) 高效率会带来高效益。难进入地区采用航空运输可以缩短搬迁时间、减少生产停待,充分利用施工季节等优势,因而大大提高了钻探施工效率。由此带来加快地质调查速度、缩短工作周期的效果,其潜在效益是难以估量的。

(2) 突破钻探施工禁区。地质调查工作中,每年都有个别地区因钻探设备的运输问题无法解决而被迫调整计划,或变更设计孔位,或以硃探代替,甚至放弃进一步的勘查工作。采用飞机运输钻探设备

能使地质调查工作正常开展,避免了钻探工期拖延与地质调查成果损失。

(3) 在适宜地区合理应用有显著经济效益。目前在难进入地区修建能通行汽车的简易公路的费用是 10 万元/km。当工作区距交通干线数十千米时,用飞机运输只需十几万元到几十万元,比投资数百万元修路要合算得多(仅从地质调查角度考虑)。

(4) 钻探工程采用航空运输将大大改善搬迁工作条件和人员生存状态,尤其是在生产中有急需或人身安全受到威胁的紧要关头实施快速救援更有突出作用,这是科技发展和社会进步在地质调查工作中的体现。

(5) 钻探设备采用飞机运输标志着钻探生产力与技术水平发展到一个新高度。同时还将带动钻探施工工艺、设备设计制造等相关技术的发展,对跟踪国际钻探先进水平、促进钻探科技进步有重要意义。

(6) 采用空中运输能够减少地面山体、植被、水流的破坏与污染,对保护自然环境、维持生态平衡十分有益。地质调查在西部地区、江河源头开展钻探施工更需要对生态环境保护工作加以重视。

6 结语

在难进入地区用飞机运送钻探设备和物资具有效率高、不受地面障碍影响、减少辅助工作量、降低劳动强度等一系列优点。同时,这种运输和搬迁方式对地表植被基本无破坏,对环境保护、生态平衡大有益处。

航空器在钻探工程中应用必将促进钻探装备技术的发展,标志着地质调查钻探作业水平进入一个新的高度。在地质调查钻探施工作业中应用航空飞行运输模式的技术经济条件已基本具备,实现难进入地区地质调查钻探工程航空运输目标为期不远。

勘探技术研究所新技术一室简介

新技术一室是专门从事钻探新技术研究的综合专业研究室,是综合实力最强的研究室之一。目前该室有专业研究人员 24 名,其中教授级高级工程师 5 名,高级工程师 8 名,工程师 11 名。该室的专业研究开发范围覆盖整个岩土钻凿工程的各个方面,包括各种钻机和钻具的设计与研制,主要包括各种岩心钻机、水文水井钻机、工程施工钻机、锚固工程施工钻机、特种工程施工钻机的研制;钻具包括各种取心取样器具,主要有:绳索取心钻具、反循环双壁钻杆及钻具、复杂地层及特种取样目的的钻探工具、高压旋喷注浆器具等。目前,该室除承担着国家地质大调查的各项研究开发项目外,还承担一些横向开发研究项目。因此,该室可承担用户提出的各种技术参数的钻探设备和器具的设计。除了承担设计外,还可提供各种钻杆和器具的加工和制造以及各种钻凿技术咨询等。