

doi: 10.19388/j.zgdzdc.2017.05.12

引用格式: 李健, 郭亮, 金久强, 等. 航空物探测量中直升机起降点设置及应用[J]. 中国地质调查, 2017, 4(5): 82-85.

航空物探测量中直升机起降点设置及应用

李健, 郭亮, 金久强, 徐明, 王志博, 李冰, 邓茂盛

(中国国土资源航空物探遥感中心, 北京 100083)

摘要: 在航空物探测量飞行中, 直升机以其机动灵活、出色的超低空性能以及能够沿强起伏地形飞行等特点, 获得了业界认可的测量效果。但是直升机续航能力不足的弱点也成为野外飞行作业的首要问题, 在测区内设置临时起降点这一方法可以很好地解决直升机续航能力不足的难题。笔者在总结直升机临时起降点设置原则基础上, 利用实例说明直升机临时起降点设置方法及直升机飞行测量效率。该方法提高了野外飞行作业的效率, 扩大了飞机的测量活动范围, 降低了飞行作业的成本。

关键词: 航空地球物理; 临时起降点; 直升机

中图分类号: P631

文献标志码: A

文章编号: 2095-8706(2017)05-0082-04

0 引言

航空地球物理勘探简称航空物探, 是指将航空飞行器作为载体, 通过装载地球物理探测仪器在空中完成地球物理探测的方法^[1]。从20世纪80、90年代起, 以直升机为平台的航空物探在国内悄然兴起, 特别是近几年在开展重要成矿区带的大、中型比例尺调查中应用广泛^[2]。直升机以其机动灵活、出色的超低空性能以及能够沿强起伏地形飞行等特点^[3], 获得了业界认可的测量效果。但是直升机续航能力的问题作为航空物探的首要难题, 一直困扰着野外飞行作业。因此, 如何提高飞行效率已成为一个测区能否优质高效完成任务的首要问题。

1 临时起降点设置原则

相对于固定翼飞机, 直升机起降无需设施齐全的民用或军用机场, 有一块宽阔平坦的空地即可实现。直升机临时起降点根据功能特点可细化为直升机野外临时加油点和临时作业基地。

1.1 临时加油点设置原则

由于直升机不需要滑跑, 有一块宽阔平坦的场地即可实现起降。针对这一特点, 将临时加油点设

置在测区适当位置会极大提高野外飞行作业的效率。临时加油点的建立应满足下列条件: ①明确的经纬度坐标, 可以给飞行员提供具体位置; ②明显的地面标志, 便于飞行员在空中发现目标; ③精准的风向标, 便于飞行员正确判断起降风向; ④合适的净空条件和飞行通道; ⑤足够的称重强度; ⑥配备加油车, 可以给直升机提供加油服务。

1.2 临时作业基地设置原则

临时作业基地在满足临时加油点设置条件的同时, 还需要有相对齐全的配套设施, 便于进行飞机维护、航材存放以及机组人员的休整, 因此在测区内选择一个合适的临时作业基地是保障野外飞行作业顺利通畅的前提。选择临时作业基地应遵循以下几点原则:

(1) 宽阔平坦的场地供直升机起降, 可以存放、维护和保养相关的飞机航材, 并且保证物探测量仪器设备能够正常运行所需电力。

(2) 交通便利, 能够满足相关的日常生活需求。

(3) 应设置在测区内, 若不具备条件, 应尽可能靠近测区, 因为临时作业基地越接近测区, 飞行作业的航程就越短, 进而可以大幅提高飞行效率; 另外, 在局地气候变化较大的地区(例如中高山地区), 临时作业基地越接近测区, 越能更好地把握当地天气动态, 从而最大可能地避免因为天气原因而

导致返航等情况的发生。

直升机野外临时起降点设置的条件是根据飞机的航程,选择交通便利的平坦开阔地带。临时起降点设置太远或者太近,都达不到提高作业效率的目的,只有认真计算过油量及飞行距离,才可以制定出最合理的临时起降点。

2 野外飞行作业实例

以2016年甘肃省敦煌—阿克塞航磁测量测区为例,测区东西走向测线长120 km,南北走向测线最长达189 km。测区北部地势相对平坦,属于平原与丘陵结合处;南部属中高山地区,其特点是北麓地形切割大,南麓地势较高且相对平缓。

在飞行作业前期,拟定敦煌机场为作业基地。但敦煌机场位于测区东北角70 km处,距测区最西端测线长达190 km,相对于直升机的官方巡航里程,飞行作业时航程太长,严重影响飞行效率。经过反复对比后,最终选择测区中部偏东位置的阿克塞哈萨克族自治县(以下简称阿克塞县)为临时作业基地。阿克塞县距离测区最西端测线100 km,参考AS350B3直升机的最大航程为740 km^[4],若不设置临时加油点,每架次往返航程为200 km,再去除空中飞行90 min后的剩余油量,实际飞行作业距离不到300 km。以AS350B3直升机的官方最佳经济巡航里程为标准,作业效率勉强超过50%,显然未能达到理想的飞行效率,故将测区西北部的多坝沟乡设立为野外临时加油点。

2.1 测区内临时起降点设置依据

阿克塞县位于测区中部偏东,紧邻位于测区南部山区北麓;多坝沟乡则位于测区西北角,地形比较平坦开阔。经过实地考察,决定将阿克塞县作为本测区临时作业基地的依据如下:

(1)阿克塞县生活配套设施齐全,并且在县城西北角有适合通航的直升机起降场地,在以往通航飞行中,该场地也曾被多次使用。

(2)阿克塞县紧邻测区南部山区北麓,易于掌握山区局部天气变化情况。在飞行中,一旦天气发生变化,机组可以根据天气变化的实际情况调整飞行计划,必要时可及时返航。

(3)阿克塞县位于测区中部,可以根据具体飞行进度设计多种飞行计划。

直升机野外临时加油点设置在距阿克塞县城

西北方向87 km处的多坝沟乡。多坝沟乡隶属于阿克塞县,是阿克塞县农产品种植基地,地势平坦开阔,具备直升机野外临时起降的条件,并且可以提供保障性的物资补给。另外,多坝沟乡与阿克塞县通过215国道和314省道相连,交通十分便利,是理想的野外临时加油点。

2.2 直升机高效测量方案

根据地形设计以测区中间的一条切割线(距离阿克塞县北部最近的切割线)为界限,将测区分为南、北2个区域。南部区域为中高山地区,夏季由于水汽蒸发大,一般午后容易生成低云覆盖山头,影响飞行作业,因此在天气条件允许的情况下优先飞行南部山区;北部区域为平原与丘陵结合地区,地势比较平坦,并且受天气影响相对较小,一般条件下都可以进行飞行作业。

2.2.1 直升机在飞行作业中转弯时间计算

飞机在飞行作业时转弯所用的时间直接影响野外飞行作业的效率,转弯所占的时间越多,测线飞行时间越短,飞行效率越低。固定翼飞机由于自身的设计原因,为了提升飞行效率通常采用间隔测线套飞的方法,因此转弯时间较长,而直升机则不存在类似问题。飞机转弯半径的计算公式为

$$R = \frac{v_{TAS}^2}{g \tan \beta}, \quad (1)$$

式中: R 为飞机的转弯半径,m; v_{TAS} 为飞机的真空速度,m/s; β 为转弯时的坡度角,(°); g 为当地的重力加速度,一般为9.8 m/s²。

假设飞机转弯条件为标准气压、静风及真空速度(静风条件下真空速度与地速相同),以测区中实际飞行为例,将平均地速185 km/h(即51.4 m/s)及坡度角15°、25°和30°分别代入式(1),计算出直升机转弯半径。坡度角15°、25°和30°对应的转弯半径分别为1 006 m、579 m和467 m。

另外需要特别说明的是,本测区使用的是Cs-3型磁力仪,该磁力仪信号区域在北半球为10°~85°,与地磁倾角和地磁夹角存在盲区^[5],为了避免磁力仪失踪,要求飞行的转弯坡度角应小于20°。根据以上计算结果,在1:5万比例尺(线距500 m)的测量飞行中,AS350B3直升机可以在退出测线后以15°坡度角和1 006 m转弯半径的标准直接进入相邻测线,从而极大地提高了飞行效率。

2.2.2 测区东部测线规划

按测线将测区划分为东、西2部分,分界标准

为最东端测线由东向西约 60 km 距离(测区东西走向 120 km)。飞行东部测线时,本着优先飞行南部中高山地区的原则,以阿克塞县为中心进行作业。由于阿克塞县位于测区中部偏东,因此无论飞行南部或者北部测线,航程因素均可忽略不计(最远航程约 40 km)。但是由于南部山区北麓地形切割剧烈,在夏季飞行时直升机爬升性能会受到地效因素的影响,所以在飞南部山区时,应向南飞行从地形较好的位置进入测线;到山区南麓时,由于海拔整体较高,可以由南向北方向飞行地形切割剧烈的地区,这样既可以保障飞行作业的安全,又可以保障测量数据的质量。

2.2.3 测区西部测线规划

该区域飞行作业仍然本着南部山区优先的原则。本测区中间位置测线距离阿克塞县和多坝沟乡基本相等。飞机在阿克塞县起飞后,油车从阿克塞县出发前往多坝沟乡。在正常情况下,飞行一个架次的时间约为 200 min,油车按照平均 80 km/h 的速度,可以在 90 min 内到达野外临时加油点多坝沟乡。若遇到特殊情况,可以通过短波或者移动信号及时与机组取得联系。

飞机到达作业区后,根据天气情况优先执行作业方案①,如图1所示;若天气条件不允许则先执

第二架次作业主飞最西端测线,如图 2 所示。依旧优先执行方案①;若天气条件不允许则先执行作业方案②。完成第二架次飞行作业后,返回多坝沟乡落地加油,准备第三架次飞行。

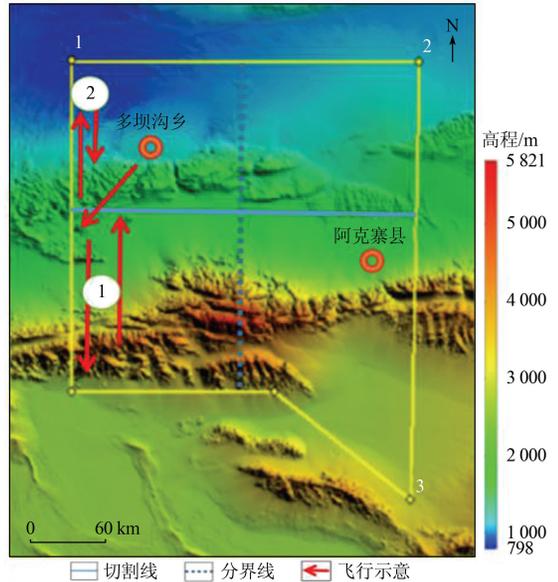


图 2 敦煌—阿克塞测区西部西端测线飞行示意图
Fig. 2 Map of the surveying line in the west of the western testing zone of Dunhuang - Akesai

油车在结束加油后,便可以返回阿克塞县。若返回途中无异常情况,可在飞机落地前到达阿克塞县;若遇突发事件发生,可通过短波及移动信号与机组或相关保障人员取得联系。

第三架次起飞后,根据天气情况优先执行西端测线飞行,由于返航航程相对较远(距离阿克塞县约 90 km),机组应密切注意油量,对油量进行合理分配使用。

2.3 测区飞行时间、距离及效率估计

在测区西部测线规划中,往返测区航程约为 150 km,分别为第一架次进入测区航程 60 km 及第三架次返回阿克塞县航程 90 km。在往返航途中飞机以经济速度飞行,地速约为 210 km/h,因此飞机进入测区航程所需时间约为 17 min,返回阿克塞县航程所需时间约为 26 min。

以 3 个架次计算,每架次飞行时间为 200 min,第一架次与第三架次去除航程所占时间后约为 180 min,根据 AS350B3 飞行手册中的飞行参数,在飞机重量为 1 800 kg 时,飞行时间可以达到 297 min,因此第二架次作业理论上可以达到约 240 min。综上所述,3 架次整合飞行时间约为 600 min。按照飞行中

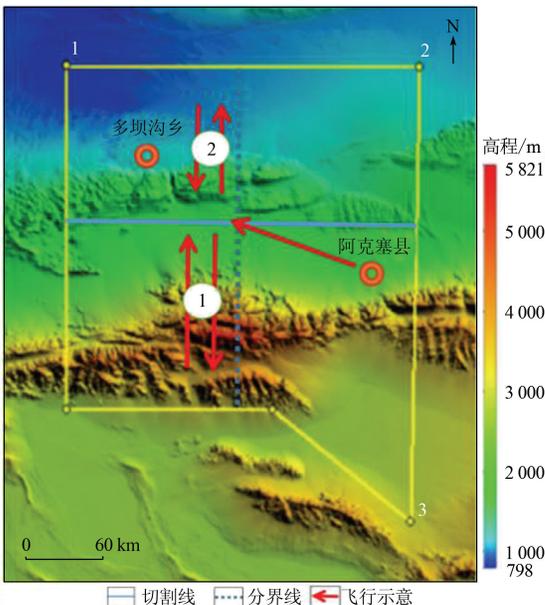


图 1 敦煌—阿克塞测区西部中端测线飞行示意图
Fig. 1 Map of the surveying line in the middle of the western testing zone of Dunhuang - Akesai

行作业方案②。完成第一架次作业飞行后,在多坝沟乡落地加油,准备第二架次飞行。

地速为 190 km/h 计算,去除进出测线及转弯距离,1 d 的有效飞行测量距离可以控制在 1 750 km 左右。

实际的测量飞行也验证了该作业设计的可行性。本测区飞行作业每架次平均飞行 200 min,每架次测量距离约 570 km,飞行效率可达 173 km/h。

3 野外临时起降点应用前景

我国现阶段使用直升机进行大比例尺航磁测量工作方兴未艾,2015—2017 年间有多个测区执行任务,其中部分测区通过设置临时起降点顺利完成,并大大提高了测量效率。例如:2016 年松辽盆地西坡航空重磁综合测量区,使用临时起降点后每天最少节省航路 320 km;2015—2017 年间云南腾冲—云县地区 1:5 万航磁测量区,由于山区气候多变,在未使用临时起降点前,因为天气原因多次返航,设置后不仅能够作业时为飞机加油补给,还可在第一时间提供准确的天气信息,为测量工作的顺利完成提供了保障。

由此可见,设置临时起降点在保障飞行安全的前提下,极大地提高了直升机的野外作业效率,使有限的作业时间得到了充分的利用。在现阶段通

用航空公司以时间换效益的经营模式下,使现有资源可以进行充分运转及利用。

4 结论

在测区内设置直升机野外临时加油点和临时作业基地有效地提高了直升机野外飞行作业的效率。该方法极大地节约了飞行成本,合理地控制了往返于测区间的航程时间,将有限的飞行时间应用于测量飞行,最大程度上减少了浪费在航程上的飞行时间。该方法不仅解决了航空物探测量飞行时直升机续航能力不足的问题,而且还极大地提高了直升机的飞行效率。

参考文献:

- [1] 熊盛青. 发展中国航空物探技术有关问题的思考[J]. 中国地质, 2009, 36(6): 1366 - 1374.
- [2] 崔志强, 胥值礼, 孟庆敏. 国内主要航空物探飞行平台特点及发展[J]. 物探与化探, 2014, 38(6): 1107 - 1113. doi: 10.11720/wyht. 2014. 6. 02.
- [3] 熊盛青, 于长春, 睦素文, 等. 中高山区高精度航磁测量方法[M]. 北京: 地质出版社, 2009.
- [4] 魏钢, 陈应明, 张维. 中国飞机全书[M]. 北京: 航空工业出版社, 2014.
- [5] 刘迪仁. 地磁观测技术的原理与应用[J]. 电子制作, 2015(5): 38.

Setup and application of the helicopter taking off and landing point in airborne geophysical survey

LI Jian, GUO Liang, JIN Jiuqiang, XU Ming, WAND Zhibo, LI Bing, DENG Maosheng
(China Aero Geophysical Survey and Remote Sensing Center for Land and Resources, Beijing 100083, China)

Abstract: In the airborne geophysical survey, the survey results acquired by the helicopter are recognized in geological industry because of the advantages of mobility, hedgehopping and contour flying. But the poor endurance of the helicopter is the primary problem during the airborne geophysical survey. Establishing a temporary taking off and landing point for the helicopter is the best way to solve this problem. After Summarizing the setup principles of the temporary taking off and landing point of the helicopter, the authors explained the methods of setting up the temporary taking off and landing point and the survey efficiency of the helicopter through a concrete example. The method has highly promoted the flying efficiency, expanded the survey range and reduced the survey cost.

Key words: airborne geophysics; a temporary taking off and landing point; helicopter

(责任编辑: 刘丹, 刘永权)