从加吾拉山口眺望珠穆朗玛峰。
新华社记者　黄　豁摄

2020珠峰测高 北斗等自研设备担纲

本报记者　刘　峣

在人类首次从北坡成功登顶珠峰60周年、中国首次精确测定并公布珠峰高程45周年之际，2020珠峰高程测量于近日启程。目前，测量任务已进入登顶测量阶段。

珠峰是国际测量技术的竞技场。在测量世界最高峰“身高”的艰苦探索中，科技的力量总是与人类的脚步同行。在先进测绘技术、通信技术等“队友”的撑腰下，珠峰测量正在变得更加精确和顺利。

首次应用北斗系统

此次珠峰高程测量首次运用了我国自主建设、独立运行的全球卫星导航系统——北斗卫星导航系统提供的数据。这也是北斗卫星继在抗疫中显露威力之后，再度发挥重要作用。

自然资源部第一大地测量队（国测一大队）队长、2020珠峰高程测量现场总指挥李国鹏说，全球导航卫星系统（GNSS）卫星测量是此次测高中的重要一环。在珠峰峰顶，GNSS接收机能通过卫星获取平面位置、峰顶雪面大地高等信息，并将大地高程换算成海拔高程。

2005年我国对珠峰高程进行测量时，GNSS卫星测量主要依赖美国的GPS系统。而此次测量，将同时参考中国北斗、美国GPS、欧洲伽利略、俄罗斯格洛纳斯四大全球导航卫星系统，并且以北斗的数据为主。登顶测量时，顶峰的GNSS接收机将依托北斗系统和珠峰地区以及外围的GNSS监测网联机同步观测，还可监测相关地区的地壳运动。

“能在世界最高峰的高程测量中应用北斗系统，这是我们中国测绘人的骄傲。”李国鹏说。

作为全球四大卫星导航系统之一，北斗系统是我国重要的空间基础设施，可为全球用户提供高精度定位、导航和授时服务。2018年底，北斗三号基本系统建成，开始提供全球服务。今年是北斗全球组网的收官之年：3月，第54颗北斗导航卫星成功发射并进入工作轨道。根据计划，5月我国将组织最后一次北斗三号卫星发射，从而全面建成北斗三号全球系统。

在此次新冠肺炎疫情防控中，北斗卫星导航系统也发挥了重要作用。在武汉火神山、雷神山医院建设过程中，北斗的高精度测量为“中国速度”提供了支持；利用北斗提供的精确位置和时间信息，让人事物的溯源寻根和动态管控成为可能。

航空重力测量亮相

珠峰高程测量是多种技术手段的综合应用过程。除了GNSS卫星测量、雪深雷达测量外，还会采用精密水准测量、光电测距、重力测量、天文测量、卫星遥感、似大地水准面精化等多种传统和现代测量技术。最终公布的海拔高度，也是对多种数据进行综合处理的结果。

值得一提的是，此次测量将运用航空重力测量技术，以提升测量精度。这也是我国首次在珠峰区域开展航空重力和遥感综合调查，将填补相应数据资料的空白。

重力测量即测量地球表面的重力加速度值，是精确获取高程测量成果的要素之一。通过航空重力测量数据，能够解算出更高精度的大地水准面（即海拔高程系统的起算面），可以将珠峰地区大地水准面精度从米级提高到厘米级，从而让珠峰的“身高”更精确。

据了解，此次航空重力测量将一系列复杂的测量系统装在飞机上，包括两套自主研发的国产航空重力仪、两套进口重力仪、一套ADS100航空摄像机和一套激光雷达测量仪。除了重力测量外，航空遥感数据能够获得大范围、高精度的珠峰及周边区域三维地形测量结果，如同拍摄一张上亿像素的珠峰全景高清大图。

登顶测量确保准确

专业测绘队员的“脚步”＋现代测量技术的“神器”——珠峰高程测量需要合力。如今，珠峰高程测量已实现了由传统大地测量技术到综合现代大地测量技术的转变。专业测绘人员登顶，可使测量数据更可靠、更具说服力。

据专家介绍，早期进行的珠峰测绘大多无人登顶。传统的交会和三角高程测量在这种情况下有可能出现偏差。1975年，中国登山队登顶珠峰，登山队员首次将觇标（设置在三角点或精密导线点上供观测用的标架）带上了珠峰顶峰。测绘人员从珠峰附近选择了9个测站点，对准觇标观测水平角和垂直角，确定珠峰的水平位置和各测站至珠峰的水平距离。根据三角高程测量原理，推算出珠峰高程为8848.13米。

目前的技术手段还无法确保无人机或机器人在峰顶作业。GNSS接收机、雪深雷达、气象测量和觇标等仪器都需要人携带至顶峰，以准确地获得数据。李国鹏说，珠峰峰顶气流不稳定、多大风、气温低，测量型无人机目前尚无法在峰顶飞行，也尚无机器人顶峰作业经历。不过，这在以后可能会成为一种趋势。

或许在不久的将来，无人机、机器人将代替人类，独自踏上珠峰测高之旅。

国产设备担当重任

此次珠峰测量任务中，国产设备担当重任，其可靠性和精度相较于15年前的测量有了质的提高。

在极端环境下进行高度测量，对各类装备的技术含量提出了很高的要求，很多装备都需进行特别改装研制。尤其是在峰顶使用的装备，必须能在低温、低压、低氧环境下使用。为此，多家国内生产厂商与国测一大队共同研制了多类特殊测量设备。

雪地雷达就是其中之一，这一设备能够根据不同物质对于频率的不同反应，完成珠峰峰顶雪深和岩石高度的测量工作。和普通的地质雷达不同，雪地雷达能够在低温、低能耗的恶劣环境下完成工作。

2005年，我国首先测得珠峰顶峰的岩面高程和雪深数据，当时使用的雪深雷达是意大利设备。当雪深雷达运到大本营之后，突然出现故障，无法正常使用。工作人员不得不紧急联系意大利厂商，请其带着新仪器火速飞往中国。

与15年前相比，此次珠峰测高对雪深雷达提出了更高的技术标准，要求同时获取位置信息和雪深数据，兼具卫星大地测量和雷达系统的功能，同时必须轻便、易携。在多家国外企业无法研发的情况下，一家国内厂商研发生产成功。此次登顶并再次分别测量顶峰雪深和岩面高程数据后，将为研究珠峰地区地质和气候变化提供更为精细的数据支撑。

此外，“出征”测高任务的天顶仪、重力仪、峰顶觇标、用于三角交会测量的超长距离测距仪等设备均为国产仪器。我国最新的测绘基准体系建设成果也将应用于此次测量。李国鹏说，我国的测绘技术在国际上是一流的，能够确保此次珠峰高程测量顺利进行。

5G信号覆盖峰顶

日前，在珠峰海拔6500米前进营地，中国移动全球海拔最高的5G基站正式投入使用。5G信号对珠峰北坡登山线路及峰顶实现了覆盖，首次登顶世界最高峰。

经在珠峰大本营的现场实测，5G100兆赫独立组网模式的下行峰值突破每秒1.6G，上行速率最高可达每秒215M，可有效满足珠峰上4K和VR高清直播要求。如今，已有数百万网友通过5G直播实时看白雪、观星辰，欣赏珠穆朗玛峰的壮美与险峻。

据了解，经过1个多月、百余名工程师的攻坚克难，在海拔5200米的珠峰大本营、5800米的过渡营地以及6500米的前进营地3个关键区域内，已经实现了5G信号的全覆盖。其中，5300米处的基站为全球海拔最高的常态化5G基站，主要保障珠峰大本营区域的信号。待5G开通商用后，登山者、游客和当地居民可在大本营区域使用5G服务。海拔5800米和6500米处的基站为临时基站，主要保障攀登路线至峰顶的信号，2020珠峰高程测量结束后将拆除。

此次5G基站的建设突破了多项技术和建设难点。为了实现5G信号与复杂高山高寒场景的匹配，中国移动选择华为提供整体解决方案及主要设备。在海拔6500米的5G基站，由于距离珠峰峰顶存在2000多米落差，为了有效覆盖峰顶，基站全部选用了华为极简基站产品，可通过波束赋形技术提高在垂直维度的覆盖范围。

除了5G信号外，中国移动还与华为、准达在3个营地部署了千兆光纤网络，供测绘、登山和技术保障等人员使用。中国移动相关人员表示，5G覆盖珠峰峰顶及双千兆珠峰全面覆盖，实现了历史性突破，这一耗资突破千万量级的浩大工程，将为登山、科考、测绘、环保工作者在高峰上的用网速度和体验保驾护航。

中国珠峰测高科技进化史

历史上，人类从300多年前便已迈出了探求世界最高峰高度的步伐，多个国家的探险者和测绘工作者都曾为准确测量珠峰高程贡献过力量。今天，我国测绘工作者将再攀珠峰，用更为先进的综合现代大地测量技术，测定珠峰高度，刷新人类认识世界的高度。

300年前：中国人首次测绘珠穆朗玛峰

从20世纪50年代开始，以著名地理学家林超为代表的我国学者便指出，在有史料可查的历史中，世界上首次对珠峰进行测绘的是中国人。据故宫博物院研究员周乾介绍，馆内现藏的四游标半圆仪、铜质御制方矩象限仪等仪器，都曾用于当时对珠峰高度的测量，也代表了当时世界领先的测量技术。

多份史料证明，公元1715年前后，清政府从北京派出曾在钦天监学过数学的理藩院主事胜住等人，专程进入西藏测绘地图。成果体现于我国首次用现代技术对国土进行测量并绘制的地图——《皇舆全览图》中。在这幅地图上，珠峰以山形符号被标出，并定名为“朱母郎马阿林”。

1975年：中国人首次将觇标带上珠峰峰顶

新中国成立之初，中央人民政府便提出了“精确测量珠峰高度，绘制珠峰地区地形图”的要求。1975年和2005年，我国两次成功测定并公布了珠峰高程。

1975年的测量中，中国测绘队采用传统大地测量方式，并将觇标竖立在了珠峰峰顶，这也是人类历史上首次将这种测量工具带到珠峰峰顶。

觇标是指设置在三角点或精密导线点上供观测使用的标架，在珠峰高程测量中主要用于峰顶测量阶段。在完成前期交会测量基础上，待测量登山队员登顶竖立红色测量觇标，珠峰脚下的6个交会测量点同时展开峰顶联测，以确定珠峰新高度。

1975年，我国测绘队员精确测得珠峰海拔高程为8848.13米，正式对外发布，并获得国际社会认可。

2005年：准确测量珠峰岩面高程和冰雪厚度

2005年，我国再次对珠峰高程进行测量。此次采用了传统大地测量与卫星测量结合的技术方法，并且首次利用冰雪深雷达探测仪测量冰雪厚度，获得了珠峰峰顶岩石面的海拔高程。

2005年珠峰测高实现了多方面突破：采用先进的GPS测量系统，获得的数据更加精确；使用冰雪深雷达探测仪取代人工插杆测量，精确测得峰顶冰雪深度；采用激光测距手段，使相关精度比1975年大幅提高；广泛参考国内外相关资料，使珠峰“身高”起算点——大地水准面的确定更精确。测量技术、设备的突破，使测量精度从1975年的±0.35米提高到±0.21米。

经过严密计算，珠峰岩石面海拔高程8844.43米，冰雪深度3.5米，其中冰层以下岩面以上有1米厚不明物质，密度介于冰与岩石之间，估计为冰和碎石的混合物。　　据新华社电