

关于气象对大地测量的影响

国防建设和科学技术的飞跃发展，要求大地测量工作者提供高精度的成果。然而，气象因素对大地测量的影响，恰是大地测量向高精度发展的主要障碍之一。

下面简要介绍气象因素对大地测量中不同测量方法所获不同量的影响，概括起来有以下四点。

一、气象因素对天文大地测量的影响：测定经纬度和方位角的天文测量，需要在地球表面选定的点上确定在某一固定的参考系中的垂线方向。如果要使观测成果的实际精度高于0.1秒，非研究天文点周围的气象场不可。

气象对它的影响，主要表现在大气折光方面。目前关于大气折光方面的研究，大致有以下几项：天文折光差计算公式的探索；精化大气模型，计算新的折光差表；天文折光差的环境影响（包括天顶折光，大气密度的异常倾斜）；湿度和观测室对折光的影响等；天文和大地测量中瞬间折光差的计算方法，如“双波长法”天文和射电天文中的折光问题等。

二、气象对地面大地测量的影响：地面大地测量采用现代化仪器（电磁波测距仪、经纬仪、水准仪）可测量空间距离、天顶距和高差。这些仪器的使用范围只限于大陆。测量的距离取决于光波或电波的传播条件及测量原理，精度主要受确定折射率等大气参数的误差限制。例如气象条件 $t = 20^\circ\text{C}$, $P = 70$ 毫米（汞柱，以下同）， $e = 10$ 毫米（汞柱，以下同）的状态下，根据相应的公式计算出的大气折射率 n 的相对误差为：当温度的误差 $\pm 1^\circ\text{C}$ 时， n 的相对误差为 $\pm 1.0 \times 10^{-6}$ （光波） $\pm 1.3 \times 10^{-6}$ （微波）；当气压的误差为 ± 1 毫米时， n 的相对误差为 $\pm 0.4 \times 10^{-6}$ ；当湿度的误差为 ± 1 毫米时， n 的相对误差为 $\pm 0.05 \times 10^{-6}$ （光波） $\pm 5.8 \times 10^{-6}$ （微波）。大量的试验表明，只测定测线两端点的气象因素，不能代表整个测线（特别是50公里以上的测线）上的气象状态，但又不可能沿每条测线布设大量的气象站以求得整个测线较准确的气象值。这种气象代表性误差是提高测距精度的主要障碍。要克服这一障碍，没有气象工作者所获得的大量气象资料及其研究成果做后盾是很难完成的。

目前削弱大气折光影响的方法有：采用同步的气象观测资料计算折光差，干洁的大气折光影响采用两种波长的方法，湿度的影响用其观测结果计算等。上述方法仍在探索阶段，还没达到真正推广的地步。由于受气象的影响，测定天顶距时，就是花费很大的气力，也只能获得与其它观测精度相当的精度。总之，不管地面大地测量的仪器多么先进，其使用范围受到了气象条件的限制。

三、气象对空间大地测量的影响：空间大地测量的目标不在地球上。在恒星三角测量中可采用的目标有高空气球、人造地球卫星，作为地球重力场传感器的有卫星、宇宙飞船和月亮（以上面的激光反射器作为精确照准目标）和强大的星际射电源（脉冲星）。目前方向观测中采用摄影定位，在测距中采用多普勒观测、激光测距、雷达测高、长基线干涉等。但是，不管空间大地测量的方法、原理和技术手段多么完善，它的所有观测结果的精度，在很大程度上都要受大气层和电离层折光差的影响。要了解这些影响，必须研究地表大气层各厚度的折射率模型和电离层的电磁场性质。

目前空间大地测量的折光影响，可采用较好的大气模型计算，电离层的影响采用两种相关频率，再加环境影响、地区气象资料，用计算方法消除其影响。在摄影测量中，无论是由地面观测卫星或由飞行器观测地面，折光影响只考虑线性部分，但其非线性部分也很重要，所以用积分方法研究这一问题，对优化大气模型也有重要的意义。因受大气折光率误差的影响，限制了空间大地测量精度的提高。特别是对流层大气折射和电离层对电磁波的影响是当前急需研究的问题。空间大地测量受气象影响问题的研究，不仅需要气象工作者提供大量的一般气象资料，还迫切地需要气象工作者获取的探空资料。

综合上述，要解决气象对大地测量的影响问题，必须将大地测量中应用到的诸如物理中的高频技术和复杂的气象学结合起来，对测区空间进行定性和定量的分析才好。为达此目的，没有广大气象工作者的支持不行，没有气象学者和大地测量学者的结合与协作也不行。

（中国人民解放军57653部队 刘树茂）