

# “北斗二代”在兵器靶场中的应用需求 及需要解决的问题

(中国兵器试验测试研究院, 陕西省华阴市八十八号信箱, 邮编 714200)

**摘要:** 本文基于卫星定位系统对于一个国家的战略重要性, 以及作者多年在兵器靶场该领域的工作经验, 系统阐述了我国“北斗二代”卫星定位导航系统在兵器靶场的应用方向。在此基础上提出为适应和满足未来应用, 目前的“北斗二代”卫星定位导航系统需要迫切解决的技术问题, 仅供相关领域和专业的人员借鉴和商讨。

**关键词:** 北斗二代; 卫星定位; 定位导航; 授时; 靶场应用

## 0 引言

全球卫星导航系统对一个国家的战略重要性不言而喻。目前世界上技术成熟度高且已广泛投入使用的主要有美国的“全球定位系统 (GPS)”、欧洲的伽利略和俄罗斯的“格洛纳斯 (GLONASS)”。本世纪初, 我国为打破西方大国卫星导航系统的信号垄断, 自行研发、自主发展、独立建立了北斗全球卫星导航系统。2012年10月26日, 随着第16颗北斗二代导航卫星上天入网, 北斗系统正式具备向亚太地区提供定位导航服务的能力。

目前北斗卫星导航系统已经发展到第二代, 类似于美国 GPS 全球定位系统。该系统具有三大功能: 快速定位 (为服务区域内的用户提供全天候、实时定位服务, 目前定位精度与民用 GPS 定位精度相当)、短报文通信、精密授时。其中, 短报文通信功能为北斗系统所独有。按照发展计划, 到2020年北斗二代将实现在轨卫星达到32颗, 具备提供全球导航与区域增强的双重功能。届时, 其总体水平将与美国的 GPS 相当, 某些性能甚至超越它。

## 1 “北斗二代”在兵器靶场的应用

卫星定位系统在靶场的应用可追溯到十余年前, 2003年, 随着美国对 GPS 卫星定位系统民用领域服务的进一步开放 (SA 解锁), 其迅速在国内深入各个领域。其中, 兵器靶场也顺应潮流率先引入系列产品, 短期内完成了对传统大地测量手段代替, 并在实际应用中发挥了很好的效果。

基于在军民领域的广泛应用前景, “北斗二代”推广的目的是替代如今被广泛使用的 GPS, 形成自我保障能力, 不受制于人。但相比于 GPS 系统, 目前的北斗系统还处于初级发展阶段。在很多方面, 特别是前端应用环节, 还不完善, 无论是精密定位初始化时间, 还是环境适应性等方面, 均与 GPS 系统存在一定差距。

近年来, 随着武器系统的快速发展, 靶场的功能和保障能力也发生了翻天覆地的变化, 从而对大地测量系统提出了越来越高的要求。除传统应用方向外, 目前, 兵器靶场 GPS 应用主要集中在精确授时、定位导航和精确大地坐标测量领域。今后, 基于网络化信息化武器系统的快速发展和靶场试验测试条件的改变, 更新换代的“北斗二代”系统除在上述三个传统的大地测量应用领域外, 还必将围绕其自身特点和功能延伸拓展, 在短文通信、弹道测量 (遥测领域)、弹道测量系统动态标校、靶场地理信息系统、气象探测等多个领域发挥更加广泛的作用。

2013年4月, 国内首个北斗地基增强系统在武汉正式投入应用, 拉开了北斗系统全面代替 GPS 的序幕。因此, 北斗二代下一步的重点发展方向是解决好应用问题, 通过应用环节的完善, 大幅提高北斗系统的定位精度、灵敏度和定位速度等关键指标, 使其在兵器靶场中发挥更大的作用和价值。

具体地, 北斗系统在兵器靶场的应用可归结为以下几个方面的内容:

### 1、精确授时

随着现代远程和超远程武器系统的快速发展, 针对被试产品试验状态参数的全弹道测量, 靶场一般采用多设备协同组网测试的方式予以完成, 而多套设备协同测试一般都是异地进行, 因此, 对参试设备的时间统一能力和精度提出了很高的要求。只有各参试设备时间的高度精确和统一, 才能确保最终测量结果的准确性和一致性。

以051基地为例, 目前具有大型弹道综合测量雷达和光电经纬仪弹道测量系统各五套, 这些设备在大型中远程武器系统试验中一般都是沿弹道线两侧布设在不同的位置, 共同构建成一个覆盖全弹道的测量系统。由于各自负责其中一段弹道测试工作 (保精度需要), 最终的归一化弹道数据必须建立在所有参试设备时间高度统一的基础上。目前, 各测试设备基本配备有基于 GPS 的时统系统, 今后, 必将围绕北斗二代重

新进行硬软件接口设计，方能实现覆盖代替的效果。

## 2、定位导航

随着现代远程和超远程武器系统的快速发展，射程动辄几百公里范围，工作区域横跨不同地貌特征区域，地理环境比较复杂。因此，落区的可靠保障就成为一个棘手问题。同时，大型综合性兵器靶场首先是科研靶场，产品性能的不确定性进一步增大，更为安全问题带来隐患。为克服这一缺点，靶场就必须配备相应的辅助导航设备，能实时的提供工作人员的位置信息，并对其进行有效导引。

## 3、精确大地坐标测量

精确大地坐标测量属于卫星定位系统在靶场最基本的应用领域。靶场试验中，弹丸落点，雷达、光电经纬仪等大型弹道测试设备布设点位、战车火控系统定向试验都需要精确测量坐标，而北斗二代是实现这一目的的最佳手段。

## 4、短报文通信

现有中远距离武器试验中，即时通讯是比较麻烦的问题，由于发射阵地和落区距离远、地理落差大、环境复杂，需要架设临时中继站才能进行即时通话，但由于靶区一般都在渺无人烟的荒漠地区，如果每次试验均需要提前很长时间进行通讯的准备工作，一则成本太高，二则可靠性无法保障。因此，可以充分利用北斗系统的双向报文通信功能，通过在主要弹道线上一次性布设北斗测控网，作为靶场试验通讯的最强有力保障手段，填补目前该应用领域的技术空白，在今后大型武器试验通讯领域发挥关键性的作用。

## 5、弹道测量和弹着点定位

几年来，随着卫星定位设备的小型化，一定数量的 GPS 被安装到体积有限的被试产品上，利用遥测技术，实现对科研阶段弹丸等被试产品的全弹道飞行参数的高精度测量，同时防止出现丢弹现象。然而，GPS 核心技术由美国掌握，利用该方法是否造成我国目前在研高新武器系统关键参数的泄密，尚不得而知。因此，必须尽快实现北斗设备的小型化和突破高动态定位关键技术，完成其对 GPS 在遥测领域的代替和覆盖，保障我国高新武器系统的研制工作安全高效地进行。

## 6、靶场高精度测量系统标校

目前，国内靶场常见的高精度大地测量系统如全站仪、炮瞄镜等，由于缺乏有效的校准手段，需要定期送外部检验，给试验带来不便。同时，雷达、光电经纬仪等大型弹道测量系统缺乏有效的动态标校手段，无法追根溯源，致使提供数据的可信度降低。而基于 GPS 或北斗二代的卫星定位系统可有效解决这一技术问题。其中，开展 GPS 或北斗二代的卫星定位系统动态精度标校技术，然后将被动态标校后的 GPS 或北斗设备加载在遥测弹或火箭橇类试验平台上运行，可以实现对雷达、光电经纬仪等外弹道测量设备的高精度动态标校，填补国内该领域的技术空白，广泛服务于军民品应用领域。

## 7、靶场地理信息系统

基于 GPS 或“北斗二代”，可以相对准确的采集靶场详细的地理信息，在此基础上绘制地形地貌图，建立靶场的地理信息系统，实现被试产品试验过程在真实三维立体空间的全景式展示，为靶场试验提供全方位立体式服务。

## 8、气象探测

相比较传统的二次测风雷达，基于 GPS 技术建立的高空气象探测系统具有测风精度高、成本低、可靠性高、可操作性好等特点，已在发达国家获得广泛应用。因此它是未来气象测量领域的一种发展趋势，我国兵器靶场应迎头赶上，尽快开发出基于北斗系统的高空气象探测系统并实现市场化，填补该项技术空白，更好的服务于武器系统的试验保障工作。

## 2 需要解决的技术问题

根据多年来兵器靶场对 GPS 的应用经验，以及“北斗二代”与 GPS 之间的差异，要做好“北斗二代”在未来靶场的推广工作，首先做好以下工作：

### 2.1. 以大型综合性兵器靶为平台，构建网络化“北斗二代”多功能示范网

利用地基增强系统大幅提高定位精度，建立高动态国家测试示范中心，为“北斗二代”对 GPS 的全面代替奠定技术基础，为靶场多功能武器平台提供实时服务

目前，北斗已经有 16 颗卫星在轨运行，精度已与 GPS 民用级别相当，但由于北斗才刚刚进行市场化运作，还存在一些不完善的地方。如何在现有北斗系统上推广、应用成熟的组网技术（地基增强系统）、后期数据处理方法，在短时间内更进一步提高单点定位精度，并使组网测量精度达到分米、毫米级别，以有效解决靶场精确授时、定位导航、精确大地坐标测量等问题，是在目前状况下能否有效推进北斗在靶场应用的关键性问题之一。

3 月 22 日，中国首个北斗卫星导航地面增强网——北斗地基增强系统湖北示范项目在武汉通过验收，

标志着北斗正式开启了高精度应用的时代。

本项目拟通过在大型综合性兵器靶场建立国家 A 级点的永久观测站，并以地基增强系统为基础，构成由 A、B 级点构成的靶场北斗观测网络，形成北斗系统校准场和标校试验室，实现靶区范围内高精度静态测量覆盖，以及军民品应用示范点。

## 2.2 “北斗二代”工作可靠性，以及特殊环境下的定位能力

由于北斗卫星数量有限，能否确保其全天候稳态接收，以及复杂地貌环境下的稳态接收，是今后要解决的一大问题。

目前 GPS 在轨 24 颗卫星，22 颗正常运行，2 颗备用，且其天线高度角最低为  $7^\circ$ ，使其具有了很好的适应复杂地形地貌的条件。而目前北斗的空中最大可用卫星数才 14 颗，虽然理论上捕获 3 颗卫星就能定位，但要达到精确定位至少要捕获 5 颗以上卫星。因此，必然影响其在复杂地貌下的稳态接收和定位精度。而靶场一般都建设在人烟稀少，地形地貌变化大的区域，因此对北斗的工作可靠性和性能提出了严峻的考验。

## 2.3 数据格式转换问题

“北斗系统”数据输出格式、坐标系与 WGS84，以及靶场现行坐标计算之间的差异也是摆在面前不容忽视的问题。GPS 选用 WGS84 坐标系，数据输出格式是 0138 模式，数据以 TXT 文档格式保存。目前虽不清楚北斗所采用的数据输出格式，但通过现有型号北斗接收设备，其软件输出数据已经具备在“大地坐标”、“高斯坐标”、“空间直角”和“WGS84 坐标”中间切换的功能，这样就能很好的切合不同用户使用的需求。但是转换后的精度能否得到可靠保障，北斗能否进一步规范 and 开放数据格式，如 GPS 一样，这些问题将最终影响北斗后端应用的进一步开发效果。

## 2.4 北斗二代与 GPS 的硬件兼容问题

北斗二代与 GPS 的差异主要集中在发射接收频率、接收天线制式、信号处理单元。国内早期引进的 GPS 测量设备因缺乏研究，整体部件均为进口，但伴随着 GPS 应用的越来越广泛，以及进一步的深入研究，目前在民用导航级别 GPS 中已经实现了全自主化，但目前国内在高精度测量领域，应用的天线和信号处理板均采用进口。北斗能否做到在信号数据处理端采用与 GPS 相似的方法，对一般级别用户，只需要在原有 GPS 基础上换装北斗的接收天线即可实现对北斗信号的接收，在很大程度上节省了用户换装的费用，也能很好的推广北斗的靶场应用前景。

## 2.5 北斗二代的精度标校问题

今后，随着靶场在北斗二代应用领域的进一步扩大，自身的精度标校也成为一大问题，特别是动态定位精度标校，国内虽然也开始了一些研究和尝试性工作，但均不尽人意，今后将成为制约北斗二代和远程武器打击系统有效结合的一大障碍，必须予以尽快解决。

## 2.6 北斗二代的短文通讯功能应用

尽快构建覆盖靶场的北斗二代测控网络，并在此基础上推广和应用短文通讯功能，是解决目前靶场远程复杂环境即时通讯的性价比比较高的唯一有效手段。

## 2.7 北斗二代在气象领域的应用问题

尽快开发出基于北斗系统的高空气象探测系统并实现市场化，填补该项技术空白，是有效遏制 GPS 在该领域的扩展应用，并妥善解决靶场高空气象要素探测成本高、可操作性低、维护成本高的唯一有效手段。

# 3 结束语

本文基于目前 GPS 系统在靶场的应用现状，对未来我国“北斗二代”卫星定位导航系统在相同靶场环境下对 GPS 的替换和拓展应用进行了一番展望，并对应用过程中可能出现的问题进行初步论述，希望能为“北斗二代”卫星定位导航系统在靶场的顺利应用做好铺垫。