

“GNSS” 概念中的全球与区域含义辨析

——以卫星导航系统相关课程教学为例

程绵绵, 常品要, 邢志斌, 徐俊峰, 康世伦, 孟 瑶

航天工程大学 士官学校 北京 102249

[摘要]针对卫星导航系统相关课程教学中遇到的 GNSS 概念理解困境, 即其名称“全球导航卫星系统”与涵盖区域系统的现实矛盾问题, 展开深入辨析。通过梳理 GNSS 术语从特指到泛指的演进历程, 论证其作为包容性总称的合理性; 结合对全球系统与区域系统的技术特征对比, 构建 GNSS 的概念层级框架。辨析表明, GNSS 中的“全球”一词描述的是该类系统整体具备服务全球的能力与潜力, 而非对每个成员系统覆盖范围的限定。全球与区域系统在技术上的兼容与互操作, 共同构成了服务全球、性能增强的卫星导航体系。本文辨析可为相关教学与科研提供清晰的概念基础。

[关键词]全球导航卫星系统; 区域卫星导航系统; 概念辨析; 兼容互操作; 多系统共存

[中图分类号] G644.5 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1893-9338(2026)-0085-91 **[收稿日期]** 2025-11-18

一、引言

在卫星导航系统相关课程教学中, “GNSS”是一个核心且基础的概念, 其全称为“Global Navigation Satellite System”, 中文翻译为“全球导航卫星系统”。然而, 其标准定义与具体所指常引发学生的困惑: 为何一个名为“全球”的系统, 其范畴下既包含美国的 GPS、中国的北斗等全球覆盖系统, 也包含日本的 QZSS、印度的 NavIC 等区域系统^[1, 2, 3]? 这一表面上的概念矛盾, 根源在于对 GNSS 术语的历史语境与现代内涵理解上的错位。

GNSS 的内涵并非一成不变, 它已从一个描述特定类型系统的术语, 演变为一个涵盖

所有卫星导航系统的通用总称。这种演变是技术发展的必然结果, 也反映了多系统共存时代下的新格局。若不能厘清这一概念, 将影响学生对整个卫星导航技术体系架构的准确把握。因此, 本文旨在从学术源流与技术现实出发, 系统辨析 GNSS 的概念内涵, 阐明全球系统与区域系统在 GNSS 框架内的内在统一性, 为解决教学难点提供理论支撑。

二、GNSS 术语的起源与演进: 从特指到泛指

“GNSS”作为一个专业术语, 其内涵的演变与卫星导航技术的发展脉络紧密交织, 大致经历了从狭义特指到广义泛指的过程。

(一) 早期定义与单一系统语境

“GNSS”概念最早由国际民航组织（ICAO）在 20 世纪 90 年代初正式提出，将其定义为“一个全球性的位置和时间的测定系统”。在卫星导航发展初期，实际投入运行的全球系统仅有美国的 GPS 和俄罗斯的 GLONASS。在此背景下，GNSS 在某种程度上更像是这两个系统共同构成的一个服务概念，或是对未来理想化全球服务的展望^[3]。此时的“全球”一词，更多地强调了一种与生俱来的服务目标与技术理想。

（二）多元化发展与概念的扩展

进入 21 世纪，卫星导航领域迎来了多元化发展。欧盟的 Galileo 系统和中国的北斗系统（BDS）快速崛起，打破了原有的双巨头垄断格局^[4]。与此同时，为满足特定区域更高

性能或特殊功能的需求，日本、印度等国开始部署各自的区域卫星导航系统（如 QZSS 和 NavIC）。

面对这一新局面，GNSS 的旧有定义已无法准确描述现实。学术界和产业界在实践中逐步扩展了 GNSS 的外延。例如，中国北斗卫星导航系统官方网站明确指出：“GNSS 是全球导航卫星系统的缩写，它是泛指所有的卫星导航系统，包括全球的、区域的和增强的”。这一权威定义清晰地表明，GNSS 已从一个描述性术语，转变为一个类别统称，GNSS 术语内涵的演进过程如表 1 所示。这种转变并非人为规定，而是技术实践推动概念演进的必然结果。

表 1 GNSS 术语内涵的演进过程

时期	主要内涵	涵盖系统举例	典型特征
1990 年代	特指全球覆盖的卫星导航系统	GPS、GLONASS	以全球覆盖为界定标准
2000 年代	扩展到包括星基增强系统	GPS、GLONASS、WAAS、EGNOS	开始容纳区域增强系统
2010 年代至今	泛指所有卫星导航系统	GPS、BDS、Galileo、GLONASS、QZSS、NavIC	全球系统与区域系统共存互补

三、GNSS 概念的层级框架与内在逻辑

为了彻底化解概念矛盾，需要为 GNSS 构建一个清晰的概念层级框架。在此框架下，GNSS 是位于顶层的总称术语，其下根据覆盖范围和服务能力，可分为三个主要子类。

（一）全球卫星导航系统：体系的基石

全球系统是 GNSS 的骨干，指能够为地球表面和近地空间任意地点提供全天候、连续、实时导航定位服务的系统。目前公认的四大全球系统包括：GPS（美国）：最早建成并广泛应用的系统；GLONASS（俄罗斯）：以频分多址为特色；BDS（中国）：创新性地采用

GEO、IGSO 和 MEO 混合星座，集成了导航与短报文通信功能；Galileo（欧盟）：致力于提供高精度民用服务，与其它系统互操作性强。这些系统构成了全球无缝定位服务的基础，其空间信号精度相当，均在米级水平^[5]。

（二）区域与增强系统：性能的优化与补充

区域系统与增强系统是针对全球系统在特定区域性能不足的有效补充。

区域系统（如 QZSS，NavIC）：其星座设计专注于优化特定区域（如亚太、印度次大陆）的服务，能在该区域内提供比全球系统更优的卫星几何分布、更高的定位精度和可用性。

星基增强系统（如 WAAS，EGNOS，BDSBAS）：本身不独立提供导航服务，而是通过地球静止轨道卫星播发差分改正数和完好性信息，用以提升现有全球系统在特定区域的精度、可靠性和安全性。

（三）“全球”属性的再解读：整体能力与个体差异

厘清上述层级关系后，GNSS 概念的内涵便清晰起来。GNSS 中的“全球”属性，应被理解为整个技术门类所能实现的最终服务效果，而非对其中每一个成员系统的强制性要求，GNSS 系统的层级分类与技术特征如表 2 所示。

表 2 GNSS 系统的层级分类与技术特征

系统层级	主要系统	覆盖范围	主要功能	与全球系统的关系
全球系统	GPS、BDS、GLONASS、Galileo	全球	提供基本 PNT 服务	构成服务基础
区域系统	QZSS、NavIC	区域	提供区域 PNT 服务	区域性能补充与增强
增强系统	WAAS、EGNOS、BDSBAS	区域	提升全球系统在区域的性能	精度与完好性增强

这类似于“水果”这一概念，它泛指一类多汁且味甜的可食用植物果实，但并不要求每一种具体水果（如柠檬）都必须完全符合“味甜”的特征。同样，GNSS 作为一个技术类别，其名称“全球”指向的是由多个系统（包括全球的和区域的）通过兼容与互操作共同构成的、能够为全球用户提供服务的

整体能力。单个区域系统虽然是局部覆盖的，但通过融入 GNSS 大家庭，它成为了实现全球无缝、鲁棒导航这一宏伟目标的重要组成部分。这种“局部优化，整体协同”的模式，正是现代 GNSS 体系的精髓所在。

四、技术融合视角下的统一性

全球系统与区域系统在 GNSS 框架内的统

一性, 不仅体现在概念逻辑上, 更由坚实的技术融合与实践效益所支撑。

(一) 兼容与互操作的技术基础

尽管覆盖范围不同, 但全球系统与区域系统在信号体制、坐标框架和时间基准上正朝着兼容与互操作的方向发展^[6]。例如, BDS 的 B1C 信号与 GPS 的 L1C 信号、Galileo 的 E1 信号在中心频率和调制方式上相互兼容。这种设计使得现代多频多系统 GNSS 接收机能够无缝地同时接收和处理来自不同系统的信号, 无需复杂的系统间切换。

(二) 多系统融合的协同效益

多 GNSS (全球+区域) 融合带来的性能提升是显而易见的, 这也是其构成统一 GNSS 体系的最有力证明。一是可见卫星数大幅增加: 在多系统融合模式下, 全球任何地点的平均可见卫星数可从单一系统的 6-10 颗提升至 35 颗以上; 二是定位精度与可靠性显著改善: 研究表明, BDS/GPS/Galileo/GLONASS 四系统联合定位, 其精度较单一系统可提升 30%-50%, 位置精度衰减因子(PDOP)值也得到极大优化; 三是服务鲁棒性增强: 多系统互为备份, 极大降低了因单一系统故障或信号受遮挡而导致服务中断的风险, 尤其在城市峡谷等复杂环境中, 区域增强系统(如 QZSS)的作用至关重要。这种“1+1>2”的协同效应, 正是 GNSS 概念包容性地将全球与区域系统统括在内的根本原因和价值体现。

五、教学建议

在卫星导航系统相关课程教学中, 如何准确传达 GNSS 概念的内涵, 化解“全球”与“区域”的表面矛盾, 是一个重要的教学挑战。基于前述分析, 我们提出以下教学建议, 帮助学生在准确理解 GNSS 概念的同时, 把握卫星导航系统的整体架构和发展趋势。

(一) 采用分层概念框架

在教学中, 建议采用分层框架讲解 GNSS 概念, 明确 GNSS 作为总称术语的定位, 其下包含全球系统、区域系统和增强系统三个子类别。通过这种概念分层, 学生能够更容易理解为什么 GNSS (全球导航卫星系统) 会包含区域系统——因为 GNSS 是一个类别名称, 而非特质描述。

在概念介绍时, 可以类比学生熟悉的其他科技术语。例如, 如同智能手机包含 iOS 和 Android 等不同系统, 计算机包含台式机、笔记本和平板等不同形态一样, GNSS 也是一个包容性术语, 涵盖不同覆盖范围的卫星导航系统。

(二) 强调技术发展的动态性

卫星导航技术仍处于快速发展阶段, 今天的区域系统可能在未来发展为全球系统。以中国北斗系统为例, 其发展遵循了“三步走”战略: 从 1994 年启动的北斗一号(区域试验系统), 到 2012 年建成的北斗二号(区域系统), 再到 2020 年建成的北斗三号(全球系统)。这种从区域到全球的发展路径是很多卫星导航系统的共同选择。

在教学中,通过讲解卫星导航系统的发展历程,帮助学生理解区域系统与全球系统并非截然对立的两个类别,而是技术发展的不同阶段。这种历史视角有助于学生动态把握 GNSS 概念体系的演变逻辑,理解当前多系统共存格局的形成过程。

(三) 利用可视化工具展示系统关系

为了更直观地展示全球系统、区域系统和增强系统之间的关系,可以使用星座覆盖图、服务性能对比图等可视化工具。例如,通过绘制各系统卫星的星下点轨迹,学生可以清晰看到全球系统的全球覆盖特性与区域系统的聚焦覆盖特点;通过展示多系统融合前后的可见卫星数和 PDOP 值对比,学生可以直观理解多系统共存的协同效应。

在条件允许的情况下,可以引导学生使用 GNSS 接收机实际观测不同系统(全球系统与区域系统)的卫星信号,分析各系统在定位精度、可用性等方面的特点,通过实践深化对 GNSS 概念的理解。

(四) 结合应用案例讲解概念价值

GNSS 概念的包容性特征源于其实际应用需求。在教学中,通过真实的应用案例展示全球系统与区域系统如何协同工作,满足不同场景下的导航需求,能够帮助学生理解 GNSS 概念的实际意义。例如,可以讲解在亚

太地区如何同时利用 GPS、BDS 和 QZSS 系统,为城市自动驾驶提供高精度、高可靠性的定位服务;如何利用北斗系统的短报文通信功能,在通信基础设施受损的灾区实现定位与通信的一体化服务。这些应用案例生动体现了多 GNSS 融合的实际价值,也为理解 GNSS 概念的广泛包容性提供了实践依据。

六、结论

GNSS 概念中“全球”与“区域”的表面矛盾,源于对术语历史语境和现代内涵的混淆。本文通过系统辨析,得出以下结论:GNSS 已成为一个包容性的总称术语,其名称中的“全球”描述的是由所有成员系统(包括全球系统和区域系统)通过兼容互操作共同实现的整体服务能力与潜力。全球系统提供了无处不在的服务基础,而区域系统则在此基础上实现了特定区域的性能优化与功能增强,二者在技术上协同互补,共同构成了一个服务更优质、更可靠的现代全球卫星导航体系。准确理解这一点,不仅有助于消除卫星导航系统相关课程的教学困惑,更能深刻把握当今世界卫星导航技术多系统共存、协同发展的核心特征与未来趋势。

作者简介:程绵绵(1990-),男,汉族,安徽安庆人,博士,航天工程大学士官学校副教授,主要从事测绘导航研究。

参考文献:

[1]北斗卫星导航系统官网.什么是GNSS?[R/OL]. (2011-09-28)[2025-11-09]. <http://www.beidou.gov.cn/>

ov.cn/zy/kpyd/201710/t20171011_4608.html.

[2]谢钢.全球导航卫星系统原理—GPS、格罗纳斯和伽利略系统[M].北京:电子工业出版社,2013.

- [3] 宁津生, 姚宜斌, 张小红. 全球导航卫星系统发展及服务性能分析[J]. 军民两用技术与产品, 2023, (10): 28-34.
- [4] 陈倩, 易炯. 全球 4 大卫星导航系统浅析[J]. 导航定位学报, 2020, 8(03): 115-120.
- [5] 孙淑贤, 都雪帆, 吴杉, 等. 四大全球卫星导航星座
- [6] 谢军, 郑晋军, 张弓, 等. 卫星导航系统发展现状与未来趋势[J]. 前瞻科技, 2022, 1(01): 94-111.

Analysis of Global and Regional Implications in the GNSS Concept by

Cheng Mianmian, Chang Pinyao, Xing Zhibin, Xu Junfeng, Kang Shilun, Meng Yao

Space Engineering University Non-Commissioned Officer School, Beijing 102249

Abstract: This study addresses the conceptual confusion in GNSS terminology within satellite navigation education, particularly the inherent contradiction between the system's name "Global Navigation Satellite System" and its regional coverage. By tracing the evolution of GNSS terminology from specific to general usage, the paper demonstrates the conceptual validity of GNSS as an inclusive umbrella term. Through comparative analysis of technical characteristics between global and regional systems, a hierarchical conceptual framework for GNSS is constructed. The analysis reveals that the term "global" in GNSS refers to the system's overarching capability to serve worldwide, rather than limiting coverage to individual subsystems. The technical compatibility and interoperability between global and regional systems collectively form a satellite navigation system with enhanced performance and global service capabilities. This conceptual clarification provides a solid foundation for related educational and research endeavors.

Keywords: Global Navigation Satellite System; Regional Satellite Navigation System; Conceptual Analysis; Compatibility and Interoperability; Multi-System Coexistence