北斗卫星导航系统

**一、教学目标**

1.知识目标：学生能对北斗卫星导航系统存在的价值及结构形成初步认识。

2.能力目标：学生能用物理知识解释相关原理，如定位原理（有源定位、无源定位），精准对时原理、误差控制方案等问题。

3.情感价值观目标：通过对我国航母发展艰辛历程的讲解，激发学生的爱国主义情感和投身国防科学的热情。

4.核心素养的培育：高中物理的核心素养主要包括：物理观念、科学探究、科学思维、科学态度与责任。本节课主要旨在“物理观念”、“科学态度与责任”两个方面，能对学生产生正面的导向作用。

**二、教学过程**

**（一）北斗导航概况**

**1.名称与简称**：北斗卫星导航系统(BeiDou Navigation Satellite System，BDS)是中国自行研制的全球卫星导航系统（本文以下简称“北斗”）。

**2..系统构成**：由空间段、地面段和用户段三部分组成。空间段，包括5颗静止轨道卫星和30颗非静止轨道卫星；地面段，包括主控站、注入站和监测站等若干个地面站；用户段，包括北斗用户终端以及与其他卫星导航系统兼容的终端。

**（二）为什么要建自己国家的卫星导航系统？**

**1.导航系统的应用价值**：（1）地表和近地空间的广大用户提供全天时、全天候、高精度的导航、定位和授时服务；（2）北斗导航的定位与测速功能，可以应用于公路交通（缓解拥堵）、铁路交通（智能调度）、水路交通（海上救援）、航空（智能盲降）、农业生产（指导放牧）、应急救援（沙漠、山区、海洋）等；（3）气象应用，提高[天气预报](https://baike.so.com/doc/7644017-7918112.html%22%20%5Ct%20%22https%3A//baike.so.com/doc/_blank)的准确度，提升防灾减灾的能力；（4）国防军事，高层指挥部也可随时通过此系统掌握部队位置，执行部队指挥与管制及战场管理。

**2.“北斗”的优势**：能提供“源定位”和“短报文”特色服务，短报文服务与微博类似，每条可以发120字。

**3.大国必须有此系统的理由**：（1）自己独立的坐标系统的可靠性和安全性方面可以得到保证，并在世界上争取更多话语权；（2）对保障国民经济的正常运行和国防安全都至关重要。

**（三）“北斗”建设历程、建设原则和发展现状**

**1.建设历程**

1970年代，名为“灯塔”的研究计划被取消。

1983年，航天专家[陈芳允](https://baike.so.com/doc/5678567-5891241.html%22%20%5Ct%20%22https%3A//baike.so.com/doc/_blank)提出使用两颗静止轨道卫星实现区域性的导航功能。

1989年，使用[通信卫星](https://baike.so.com/doc/5725779-5938516.html%22%20%5Ct%20%22https%3A//baike.so.com/doc/_blank)进行试验，验证了其可行性。

1994年，北斗一号工程正式启动建设。

2000年，发射两颗静止轨道卫星，实现区域性的导航功能。

2004年，北斗二号工程正式启动建设。

2009年，北斗三号工程正式启动建设。

2018年，北斗三号建成，于2018年12月26日开始提供全球服务。

**2.建设原则**

（1）开放性。对全世界开放，积极开展国际交流与合作，为全球提供高质量的免费服务。

（2）自主性。中国将自主建设和运行北斗卫星导航系统，可独立为全球用户提供服务。

（3）兼容性。与世界各卫星导航系统实现兼容与互操作。

（4）渐进性。不断完善服务质量，并实现各阶段的无缝衔接。

**3.“北斗”芯片的国产化**

2012年，卫星导航专用[ASIC](https://baike.so.com/doc/241863-255904.html%22%20%5Ct%20%22https%3A//baike.so.com/doc/_blank)硬件结合国产[应用处理器](https://baike.so.com/doc/2323895-2458054.html%22%20%5Ct%20%22https%3A//baike.so.com/doc/_blank)由中国IC设计公司研发，具有完全自主知识产权并已实现规模应用。

BD/GPS多模基带芯片解决方案中，国内完全自主开发的CPU/DSP核，包括指令集、[编译器](https://baike.so.com/doc/6133192-6346352.html%22%20%5Ct%20%22https%3A//baike.so.com/doc/_blank)等软件工具链以及所有关键技术，均拥有100%的中国自主知识产权。

**4.国内应用状况**

截至2012年底，中国有约4万艘渔船安装了北斗卫星导航系统的终端，终端向手机发送短信为3角人民币，高峰时每月发送70万条。国内有10万辆车已安装“北斗”。

2014年11月，国家批准成都市、绵阳市等入选国家首批北斗卫星导航产业区域重大应用示范城市。

**5.国际认可**

2014年11月17日至21日，联合国负责制定国际海运标准的国际海事组织海上安全委员会，正式将“北斗”纳入全球无线电导航系统。这意味着继美国的GPS和俄罗斯的“格洛纳斯”后，“北斗”已成为第三个被联合国认可的海上卫星导航系统。

“北斗”(BDS)、美国GPS、俄罗斯GLONASS和欧盟GALILEO都是联合国卫星导航委员会已认定的供应商。

**（四）定位与对时**

**1.空间定位原理**

在空间中若已经确定A、B、C三点的空间位置，且第四点D到上述三点的距离皆已知的情况下，即可以确定D的空间位置“三球交汇定位”。

**2.有源定位与无源定位**

当卫星导航系统使用有源时间测距来定位时，用户终端通过导航卫星向地面控制中心发出一个申请定位的信号。

除了这些信息外，地面控制中心还有一个数据库，为地球表面各点至地球球心的距离。

依靠有源定位与无源定位的信息，根据三球交汇的原理，用户终端自行可以自行计算其空间位置。

**3.精准对时**

“北斗”采用了高性能的铷原子钟和氢原子钟。”北斗”的系统时间叫做北斗时，属于[原子时](https://baike.so.com/doc/6992729-7215591.html%22%20%5Ct%20%22https%3A//baike.so.com/doc/_blank)，溯源到中国的[协调世界时](https://baike.so.com/doc/6537690-6751429.html%22%20%5Ct%20%22https%3A//baike.so.com/doc/_blank)，与协调世界时的误差在100纳秒内，起算时间是协调世界时2006年1月1日0时0分0秒。

北斗一号的卫星[原子钟](https://baike.so.com/doc/5405483-5643258.html%22%20%5Ct%20%22https%3A//baike.so.com/doc/_blank)是由瑞士进口，北斗二号的星载原子钟逐渐开始使用中国航天科工二院203所提供的国产原子钟。

**4.测量精度和误差控制**

由于卫星时钟和用户终端使用的时钟间一般会有误差。[电磁波](https://baike.so.com/doc/36921-38572.html%22%20%5Ct%20%22https%3A//baike.so.com/doc/_blank)以30×108m/s的速度传播，在测量卫星距离时，若卫星钟有一纳秒（十亿分之一秒）时间误差，会产生30cm距离误差。

若空中有足够的卫星，用户终端可以接收多于4颗卫星的信息时，可以将卫星每组4颗分为多个组，列出多组方程，后通过一定的[算法](https://baike.so.com/doc/2758411-2911336.html%22%20%5Ct%20%22https%3A//baike.so.com/doc/_blank)挑选误差最小的那组结果，能够提高精度。

尽管卫星采用的是非常精确的[原子钟](https://baike.so.com/doc/5405483-5643258.html%22%20%5Ct%20%22https%3A//baike.so.com/doc/_blank)，也会累积较大误差，因此地面工作站会监视卫星时钟，并将结果与地面上更大规模的更精确的原子钟比较，得到误差的修正信息，最终用户通过接收机可以得到经过修正后的更精确的信息。当前有代表性的卫星用原子钟大约有数纳秒的累积误差，产生大约一米的距离误差。

**5.差分技术**

为提高定位精度，还可使用差分技术。在地面上建立基准站，将其已知的精确坐标与通过导航系统给出的坐标相比较，可以得出修正数，从而提高精度。例如，全球定位系统使用[差分全球定位系统](https://baike.so.com/doc/6211915-6425187.html%22%20%5Ct%20%22https%3A//baike.so.com/doc/_blank)后，定位精度可达到5米左右。

**6.“北斗”的时空精度**

（1）开放服务：精度平面10m、高程10m，测速精度0.2m/s，授时精度单向50ns，不提供双向高精度授时。

（2）授权服务（分军用和民用）：可以提供比开放服务更佳的精确度（具体性能指标未知），提供双向高精度授时。

**三、思考题**

1.发展北斗卫星导航系统对我国有什么现实意义？请举两例进行说明。

2.展开想象力，如果导航系统与5G技术实现对接可能会产生哪些新的应用？请举两例进行说明。