

## 案例 11 北斗卫星导航系统与 5G——电磁对社会的影响

**【所属课程】** 电磁场理论与应用。

**【教学内容】** 电磁波。

**【案例意义】** 讲解电磁波的规律与属性，教导学生理论联系实际工程计算方法，充分意识到科技是第一生产力，尤其在当今电磁领域国之重器方面的重要性。案例从专业角度讨论电磁波特性和其工程应用，了解电磁对社会进步的重要性。增强学生对科学持续发展的认识，培养其献身科学和科技强国的精神，促使其服务于社会主义建设发展中。

### **【教学过程】**

#### 1. 问题导入

从北斗卫星导航系统和 5G 出发，介绍电磁波技术与国家前沿技术之间的重要关系，突出我国领先世界的科研成果。

#### 2. 讲授正文

##### (1) 北斗卫星导航系统。

中国北斗卫星导航系统 (beidou navigation satellite system, BDS) 是中国自行研制的全球卫星导航系统，是继美国全球定位系统 (GPS)、俄罗斯格洛纳斯卫星导航系统 (GLONASS) 之后第三个成熟的卫星导航系统。北斗卫星导航系统 (BDS)、美国 GPS、俄罗斯 GLONASS、欧盟 GALILEO，是联合国卫星导航委员会已认定的供应商。

北斗卫星导航系统由空面段、地面段和用户段三部分组成，可在全球范围内全天候、全天时为各类用户提供高精度、高可靠定位、导航、授时服务，并具有短报文通信能力，初步具备区域导航、定位和授时能力，定位精度 10 m，测速精度 0.2 m/s，授时精度 10 ns。

2018 年 12 月 26 日，北斗三号基本系统开始提供全球服务。2019 年 9 月，北斗系统正式向全球提供服务，在轨 39 颗卫星中包括 21 颗北斗三号卫星。其中，有 18 颗运行于中圆轨道、1 颗运行于地球静止轨道、2 颗运行于倾斜地球同步轨道。2019 年 9 月 23 日 5 时 10 分，在西昌卫星发射中心用长征三号乙运载火箭，成功发射第 47、48 颗北斗导航卫星。2019 年 11 月 5 日凌晨 1 点 43 分，成功发射第 49 颗北斗导航卫星，北斗三号系统最后一颗倾斜地球同步轨道 (IGSO) 卫星全部发射完毕。12 月 16 日 15 时 22 分，在西昌卫星发射中心以“一箭双星”的方式成功发射第 52、53 颗北斗导航卫星。至此，所有中圆地球轨道卫星全部发射完毕。

2020 年 3 月 9 日 19 时 55 分，中国在西昌卫星发射中心用长征三号乙运载火箭，成功发射北斗系统第 54 颗导航卫星。

##### (2) 5G。

第五代移动通信技术 (5th generation mobile communication technology, 5G) 是最新一代蜂窝移动通信技术，是 4G (LTE-A、WiMax)、3G (UMTS、LTE) 和 2G (GSM) 系统后的延伸。5G 的性能目标是高数据速率、减少延迟、节省能源、降低成本、提高系统容量和大规模设备连接。Release-15 中的第一阶段是为了适应早期的商业部署。Release-16 的第二阶段于 2020 年 4 月完成，作为 IMT-2020 技术的候选提交给国际电信联盟 (ITU)。ITU IMT-2020 规范要求速度高达 20 Gbit/s，可以实现宽信道带宽和大容量 MIMO。

网络特点：

峰值速率需要达到 Gbit/s 的标准，以满足高清视频、虚拟现实等大数据量传输。

空中接口时延水平需要在 1 ms 左右，满足自动驾驶、远程医疗等实时应用。

超大网络容量，提供千亿设备的连接能力，满足物联网通信。

频谱效率要比 LTE 提升 10 倍以上。

连续广域覆盖和高移动性下，用户体验速率达到 100 Mbit/s。

流量密度和连接数密度大幅度提高。

系统协同化、智能化水平提升，表现为多用户、多点、多天线、多摄取的协同组网，以及网络间灵活地自动调整。

以上是 5G 区别于前几代移动通信的关键，是移动通信从以技术为中心逐步向以用户为中心转变的结果。

(3) 华为。

华为技术有限公司于 1987 年在中国深圳正式注册成立。华为技术有限公司是一家生产、销售通信设备的民营通信科技公司，总部位于中国广东省深圳市龙岗区坂田华为基地。华为的产品主要涉及通信网络中的交换网络、传输网络、无线及有线固定接入网络和数据通信网络及无线终端产品，为世界各地通信运营商及专业网络拥有者提供硬件设备、软件、服务和解决方案。

2016 年 8 月 25 日，全国工商联发布“2016 中国民营企业 500 强”榜单，华为投资控股有限公司，以 3950.09 亿元的年营业收入，成为 500 强榜首。2017 第一季度，华为首次超越长期霸占核心路由器市场全球首位的思科，占据核心路由器市场的全球第一份额。

2018 年 7 月 31 日，获 2018 年第三十二届中国电子信息百强企业排名第 1 位。2019 年 1 月 24 日，华为发布了迄今最强大的 5G 基带芯片 Balong5000。

2019 年 7 月 9 日，美国商务部宣布解禁对华为供货，但华为还在其“黑名单”上。

### 3. 课后自主讨论

以 5G 北斗等工程应用的实际例子，让学生在国民经济和社会进步等方面，认识到电磁的重要性；培养学生的爱国意识，认识到科学和科学家的价值，自觉培养批判性思维。在掌握好理论的基础上，培养创新意识，激发创新兴趣。

### 4. 分析总结

(1) 每个科研工作者都要有理论联系实际的意识。

(2) 从我国前沿发展与电磁场相关技术应用引入，弘扬爱国主义教育。