

6G 候选技术研究专家系列专访(四)——新型调制编码

原载：“6G 通讯”

上一期专访中，大家从**高秋彬**博士那里了解到了**超大规模天线技术**有关的专业知识。鉴于大家对 6G 有关研究方向的极大兴趣，本期我们对中国 6G 无线技术工作组新型调制编码任务组组长**王亚峰**博士进行了一次专访。针对大家都很关心的新型调制编码领域的有关问题，王亚峰博士为大家带来了专业解答。

问：王老师，首先，请您向我们介绍一下 3G 以来无线调制编码技术的大致发展历程。

王亚峰博士：3G 中，语音等低速率业务用的是卷积码，高速率数据业务用了 Turbo 码，控制信道使用的是线性分组码，调制采用了 QPSK 和 16QAM 调制技术；4G 中，数据信道的编码都是 Turbo 码了，控制信道采用的是 TBCC 码，调制则采用了 16QAM、64QAM 和 256QAM 等高阶调制技术；5G 在业务信道使用了 LDPC 码，控制信道是 Polar 码，调制除了采用 16QAM、64QAM 和 256QAM 等高阶调制技术外，也引入了 $\pi/2$ -BPSK 低阶调制技术用于提升上行链路的可靠性。

问：您可以简单向我们解释一下业界对 6G 新型调制编码技术的一些期待吗？

王亚峰博士：对于 6G 新型调制编码，目前业界有两种观点：第一种认为是在 5G 现有调制编码技术上做进一步的优化，强调的是继承和演进；第二种认为应该有不同于 5G 的新的调制编码技术出现，甚至会有一些革命性的变革，强调的是创新和革命。目前处于 6G 标准的调研阶段，具体会采用哪一种观点，还没有达成共识。另外，由于业务的多样性，用统一的调制编码技术应对不同的业务，难度较大，但产业化实现容易，5G 就是对 eMBB 和 uRLLC 这两类不同的应用场景采用了同样的调制编

码方案，6G 也许会尝试对不同场景采用不同的方案，以复杂度的提升来换取更好的性能。

问：目前国内外无线调制编码技术研究已经到了什么阶段？我国的新型调制编码技术研究在全球目前处于什么水平？

王亚峰博士：如果基于传统的 Shannon 信息论，目前国内外的调制编码技术已经和 Shannon 限非常接近，这也是有观点认为物理层技术的发展已经到了尽头的依据。我国的新型调制编码技术研究，和全球处于同步的水平，继华为推进的 Polar 码在 5G 中被正式列为信道编码方案后，我们希望在 6G 中也有新的突破。

问：相比于我们一些传统的无线调制编码技术，新型调制编码技术会有哪些明显的特性和优势呢？

王亚峰博士：调制编码是通信中最底层的技术之一，追求的目标一直都是在满足可靠性要求的基础上尽可能高的频谱效率，新型调制编码技术，也是沿着这个方向在发展。比如：面向未来 6G 更加泛在的网络，更加多样化的应用场景，如何在带宽资源受限的前提下，提升用户的体验速率？如何在超低时延的情况下，满足用户的可靠性要求？如何提升小数据包业务传输的有效性等，都对编码调制技术提出了新的挑战。

问：无线新型调制编码都包含哪些关键技术？技术挑战表现在哪些方面？

王亚峰博士：包括经典调制方式的变种，二元 LDPC、Polar 码和 Turbo 码的改进，多元和多用户 LDPC，网格码，喷泉码，FTN，重叠复用等非正交传输技术，基于 AI 的信道编解码等。技术挑战主要包括实现复杂度和编解码的实时性等方面。

问：面向 6G，无线新型调制编码技术目前还面临哪些主要难题？您认为解决这些问题的突破口可能在哪里呢？

王亚峰博士：面向 6G，新型调制编码技术的主要难题是性能已经逼近 Shannon 限，提升空间有限。而解决的突破口，是需要理论上有所突破，特别是在非正交传输技术方面的突破。此外，AI 作为一种优化方法，用于编解码已经取得了不少的成果，基于 AI 的调制编码技术也是一种实现上的突破。

问：您觉得新型调制编码技术在未来的 6G 时代，有可能应用的方式有哪些呢？

王亚峰博士：这个问题比较简单，调制编码是物理层技术，一旦被标准采用，6G 所有的业务都将用到这里的调制编码技术。

附录：王亚峰博士个人简介

王亚峰，博士，北京邮电大学教授、博士生导师。IEEE 高级会员，中国电子学会高级会员，中国通信学会电磁兼容委员会委员，中关村开放实验室——宽带移动通信工程实验室主任。研究方向为无线通信系统基础理论，5G 及 6G 的关键技术研究和性能评估，无线网络规划与优化。近年来作为项目负责人和主研人员承担或参加了 22 项国家和省部级科研项目。出版教科书或专业书籍 7 部，在国内外重要学术刊物上发表 SCI、EI 收录论文 100 余篇。申请发明专利 30 余项，其中已获授权专利 23 项。

本文原载：微信公众号“6G 通讯”（“gh_af1001883bd3”），授权转发。



临菲信息技术港 电脑端



临菲信息技术港 订阅号



临菲少年 订阅号



临菲学堂