

# 散射通信链路自适应传输技术研究

## Research on Adaptive Transmission Technology of Scattering Link

张元鹏

Yuanpeng Zhang

32185 部队 中国·河北 张家口 075100

Unit 32185, Zhangjiakou, Hebei, 075100, China

**摘要:** 对流层散射道凭借自身越障能力、抗毁灭性、干扰性强等特征,受到全国各行业人员的高度重视,逐渐普及到超短波超视距无线通信中,无形中提高日常通信效率。但由于散射信道传输路径过长,会消耗大量能量,给日常通信传输工作带来不同程度的影响,有效提高远距离通信的难度系数。针对上述分析内容,论文通过分析散射通信链路自适应传输技术,主要包括切换控制方案、不同速率 MCS 传输、信道质量测量等方面。再从不同角度来分析流程散射信道特征,以分析结果为基础,来建立健全的仿真信道模型,有利于工作人员发现散射信道中存在的问题,根据问题制定针对性解决措施,避免散射通信链路传输工作受到各种外在因素影响,保证信号传输效率能达到预期标准。

**Abstract:** Troposphere scatterers, with their own obstacle-surmounting ability, anti-destructiveness, strong interference and other characteristics, are highly valued by people from all walks of life in the country, and gradually spread to ultrashort wave over-the-horizon wireless communication, which virtually improves the daily communication efficiency. However, because the transmission path of scattering channel is too long, it will consume a lot of energy, which will bring different degrees of influence to the daily communication and transmission work, and effectively improve the difficulty coefficient of long-distance communication. Aiming at the above analysis, this paper analyzes the adaptive transmission technology of scattering communication link, mainly including switching control scheme, MCS transmission at different rates, channel quality measurement and so on. Analyzing the characteristics of the process scattering channel from different angles and establishing a sound simulation channel model based on the analysis results will help the staff to find the problems existing in the scattering channel, formulate targeted solutions according to the problems, avoid the influence of various external factors on the transmission of the scattering communication link, and ensure that the signal transmission efficiency can reach the expected standard.

**关键词:** 对流层散射信道; 链路自适应; 低信噪比估计; 机器学习

**Keywords:** tropospheric scattering channel; link adaptation; low SNR estimation; machine learning

**DOI:** 10.12346/csai.v1i2.7124

### 1 引言

该方案主要涉及各方面,如编码码率、调制方式、分集阶数等方面,能确保其满足信道的实时变化。特别在信息化时代背景下,信道质量测量在链路自适应传输中所占分量愈发重要,良好的信道质量测量有利于发射端掌握链路的基本情况,如低自适应传输估计、信道质量指标等数据。当通信处于低噪比环境下,很容易将信号淹没在噪声里,给信号功

率和噪声方差计算方面带来严重阻碍,无形中降低自适应传输方案的估计结果,导致散射通信系统中存在低自适应传输工作的问题,只有保证信道质量计算结果能满足行业要求,才能保证链路自适应后期工作能顺利进行,所以研究散射通信系统中低自适应传输计算具有重要作用。基于此,论文通过分析散射通信链路自适应传输技术,主要包括切换控制方案、不同速率 MCS 传输、信道质量测量等方面。再从不同

【作者简介】张元鹏(1986-),男,中国河北张家口人,本科,从事散射通信研究。

角度来分析流程散射信道特征,以分析结果为基础,来建立健全的仿真信道模型,有利于工作人员发现散射信道中存在的问题,根据问题制定针对性解决措施,避免散射通信链路传输工作受到各种外在因素影响,保证信号传输效率能达到预期标准。

## 2 散射信道特征和链路传输系统

### 2.1 对流层散射信道特征

通过分析流层散射信道传输原理,很多研究人员认同散射理论出现在流层大气的湍流运动中,其很容易给流层带来不同程度的影响,如出现无数旋涡,这里的涡流和介电常数的不均匀体有相同作用。当电磁波被传输到大气涡流后,会和涡流相互融合,从而构成偶极子。偶极子能充分发挥电磁波能量的作用,将偶极子散射信号传输到系统中,能有效提高对流层散射信号传输效率。

#### 2.1.1 大尺度衰落

衰落现象有大尺度衰落和小尺度衰落两种现象。其中大尺度衰落通常出现在发射信号长距离传输中,在进行对流层散射信道过程中,信号的路径损耗会产生大尺度衰落现象。目前,我国专业人员并未统一散射传输损耗计算方法,主要原因是散射传输损耗的因素类型趋于多样化,如信号、工作频率、传输距离、流层散射角度、散射体高度等因素有直接联系。特别在信息化时代背景下,在中国工程上方面最常用的散射传输损耗预计方法,相关研究人员提出对流层散射传输损耗计算方法,这种方法一经发布,被广泛应用在各行业中,其中很多散射参数都具有表达式,进一步优化整个计算过程<sup>[1]</sup>。

#### 2.1.2 小尺度衰落

在正常情况下,由于对流层散射信道自身具有较强慢衰落特征,这种特征和大气温湿度、压力、气象条件等因素有直接联系,一旦这些因素出现各种变化,很容易诱发信道传播特性出现不同程度的改变。再加上大气折射系数变化是一个长期的过程,需要经历各个环节,通常以数小时为单位,甚至将每天为单位的变化情况。同时,站在整体角度来看,变化情况和季节有一定关系,不同季节传播特性存在较强差异性,且具有较强规律性,通常夏天衰落情况要高于冬天;站在细节角度来看,每天中不同时间节点的传输特性不同。

### 2.2 对流层散射链路 AMC 系统

链路自适应调制编码 AMC 技术是根据发射端根据接收端收集的实际情况,来合理调整日常传输方案,如调制方式、编码方式、分集阶数等,有利于工作人员掌握散射信道的运行情况,有效提高通信系统传输能力和吞吐量性能,保证数据传输可靠性能满足行业要求。同时,在发射机日常应用过程中,工作人员要输入用户数据,将数据内容通过帧为单位进行传输,经过散射信道后被传输到接收机。接收机数据经过专业人员处理后,能实时收集用户不同方面的数据资源。自适应通信技术是在链路通信的过程中设置自适应模块,

提前利用子帧为单位来计算自适应传输,并形成信干噪比 SINR,将详细数据反馈给发射端,用来作为工作人员控制链路切换的重要基础。有利于工作人员合理调整发送端,找到正确的 MCS 组合方式,并发送各种信号,来解决对流层散射信道变化情况,提高用户数据传输的安全性。在正常情况下,当信道质量达到行业要求后,工作人员可利用高阶调制方式组合方式,来提高系统传输效率和传输量;当信道质量较差时,工作人员可根据实际情况来选择低阶调制方式和格式,合理利用频率分集技术,确保传输数据能解决信道衰落问题,有效提升通信的可靠性。当现代信道质量和传输方案吻合程度不足时,不能充分利用该信道的优势,给系统资源带来严重影响,无法提高日常吞吐量;当信道质量较差时,工作人员可利用高阶调制的编码码率来传输信号,但这种方法存在很多方面的问题,由于散射信道自身传输能力不足,很容易导致接收端的误码较高,从而出现吞吐量为零的问题<sup>[2]</sup>。

## 3 链路自适应传输方案

### 3.1 信道编译码

在日常传输过程中,信道编码是以 Turbo 码为主,来解决信道噪声对传输信号所带来的影响,和传统卷积码方式相比,当发送较长数据方面,这种传输方式具有性能好、纠错能力强等特征。同时,通过分析编码器构建的编译码系统,将编码码率和调制方式、分集阶数相互结合,形成多种速率传输方案。近年来,信道质量测量是链路自适应传输技术的重要环节,良好的信道质量测量有利于发射端掌握链路的基本情况,如低自适应传输估计、信道质量指标等数据。首先,在发送数据末端设置 CRC 校验码。由于 Turbo 编码器中的交织最高为 6144 bit,一旦所传输的数据长度超过 6144 bit,工作人员要科学分割码块,将一个完整的发送数据分割成了无数码块,在每个码块后设置一个校验码,用来检测码块的误码,一旦码块长度低于行业标准值,工作人员不用进行任何分割,也不用再添加其他信息,但需要利用码块的信息进行检测错误。1/3 速率编码是指链路中,每个码块都会经过独立的编码过程,每个输入的比特对应三个输出比特,K 路码块比特流经过编码器速率编码后,通常分为系统比特、第一校验比特、第二校验比特三种输出比特(如图 1 所示)。

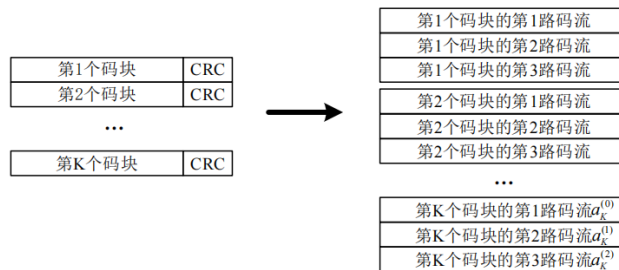


图 1 三分之一速率编码图

因此,所有码块被分布在不同码块的码流中,而速率匹

配通常表示通过工作人员优化后的数据比特，为确保数据内容和物理信可承载比特相互吻合，将发送的数据作为日常传输的基本要求，工作人员根据发送数据物理信道承载能力，将所有数据进行重复发送，选择一路码流过程作为主体。同时，在比特重复发送过程中，工作人员会在前后比特间插入比特，避免出现输入小于输出比特数的问题；而打孔删余和重复发送作用完全不同，通常应用在输入超过输出比特数的情况下，其具体操作流程是将比特全部删掉，再将后面的比特向前进行移动。

### 3.2 调制解调及提取软信息

在单载波交织复用通信系统中，数字调制方式趋于多元化，其调制阶数有一阶、二阶、三阶。当信道传输效果较差时，工作人员可利用低阶调制作为传输方案，来提高系统传输稳定性；如果信道质量超过行业标准值，工作人员要合理采用高阶调制来进行传输，能有效增强系统有效性。例如：BPSK 调制方式星座点作为现代最常见的调制方法，是以 Gray 映射为主体，通过有效规范整个数据接收端过程，来增强信息传输解调的性能。同时，在日常调制过程中，根据其星座点不同，工作人员将调制阶数分别不同阶数，发送端将不同比特进行相互结合，来确保软信息的准确性。在正常情况下，BPS 信号 K 和 QPSK 信号提取软信息的操作流程非常简单，工作人员能直接提取信号实际数据，再将实际数值作为高位的软信息，虚部数值作为低位软信息，然后利用译码器将所有软信息进行译码<sup>[3]</sup>。同时，通过工作人员合理调整 8PSK 数据，能进一步提高译码增益，计算出软信息输出值，在保证解调性能的前提下，有效降低了计算的复杂度。假设接收端的信号经过信道计算后，能得到似然比函数的理论公式：

$$LLR(C_n) = \log \frac{p(c_n = 1/r)}{p(c_n = 0/r)}$$

式中， $r$  表示可得到的信号； $n$  表示比特序号； $\log$  表示噪声方差。

### 3.3 频率分集和合并

工作人员通过利用频率分集和合并技术，来解决信道传输效果降低问题。因此，论文采用各种传输方案，来提高低速率信息传输的稳定性。主要传输路径是将大量数据经过转变后，数据会出现无数次重复发送，才能满足不同用户数据的频率间隔。频率分集作为获取子载波载的重要途径，工作人员要利用各种资源，来提高用户传输稳定性，保证信道在较差质量的环境中也能实现传输功能<sup>[4]</sup>。而频率分集主要包

括二重分集、不分集、四重分集等类型，其中不分集数据传输效率最高，被广泛应用在信道质量较好的传输环境中，而二重分集和四重分集则被用在信道质量较差的环境中。通过工作人员对相同信道编码码率进行分析，发现四重分集将用户数据进行四次发送，且不同发送次数间的传输效率存在严重差异性。频率合并是将接收到的多条路径的信号分离成各种开关，根据相关规律进行频率合并，最大化接收的有用信号能量，来提高接收信号的信噪比（如图 2 所示）。

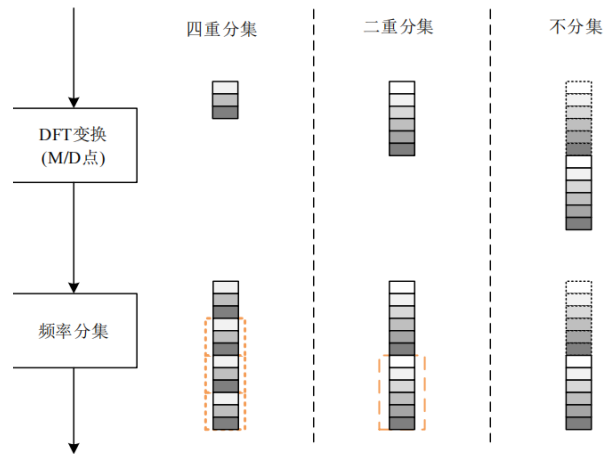


图 2 频率分集合并示意图

## 4 结语

综上所述，论文通过分析对流层散射信道基本特征，发现对流层散射信道对超短波超视距无线通信具有重要作用。但由于散射信道在传输过程中序号损耗大量能量，在时间和频率上出现双重衰落，给散射信道开展超远距离通信带来严重影响。因此，论文通过分析散射通信链路自适应传输技术，要制定各种通信方案，有效解决信道传输中存在的问题，提高信息传输可靠性，降低系统资源的消耗。

## 参考文献

- [1] 魏涛.多天线反向散射与毫米波融合通信系统联合波束赋形技术研究[D].成都:电子科技大学,2021.
- [2] 季伟.大规模MIMO--OFDM系统中基于角域的信道状态信息获取方法研究[D].合肥:中国科学技术大学,2021.
- [3] 王静.基于偏振隔离的空间激光通信系统杂散光抑制技术研究[D].北京:中国科学院大学,2021.
- [4] 蔡兴鹏.基于无人机的无线供能通信网络中路径规划和资源分配研究[D].成都:电子科技大学,2021.