

广播发射机数据传输效率与多参数优化研究

刘海芳

(内蒙古自治区广播电视传输发射中心乌海广播发射中心台 内蒙古 乌海 016000)

摘要 为提高广播发射机的数据传输效率,文中分析了广播发射机的工作原理,探讨了影响广播发射机数据传输效率的因素,包括频段带宽、传输技术、输出功率,然后提出了对应的参数优化方法,并重点介绍了频段带宽参数的优化。研究发现,通过优化广播通道参数,明显提升了数据播发时效,应用效果较好。

关键词: 广播发射机;数据传输;参数优化

中图分类号 TN919.3

Research on Data Transmission Efficiency and Multi-parameter Optimization of Broadcast Transmitter

LIU Haifang

(Wuhai Radio and Television Transmission and Launch Center, Wuhai, Inner Mongolia 016000, China)

Abstract In order to improve the data transmission efficiency of the broadcast transmitter, this paper analyzes the working principle of the broadcast transmitter, discusses the factors affecting the data transmission efficiency of the broadcast transmitter, including frequency band bandwidth, transmission technology, output power, and then proposes the corresponding parameter optimization method, and focuses on the optimization of frequency band bandwidth parameters. The study found that by optimizing the broadcast channel parameters, the data broadcast timeliness is significantly improved, and the application effect is better.

Key words Broadcast transmitter, Data transmission, Parameter optimization

0 引言

广播发射机是广播电视进行信号传输的核心设备,其传输效率与广播信号的覆盖范围、覆盖距离及稳定性有着直接关系。广播发射机的数据传输效率受多个因素的影响,如频段带宽、传输技术、输出功率等,为保证广播发射机在复杂多变的环境中能保持稳定的信号传输,需优化各项参数,借助具体案例,重点分析频段带宽这一参数的优化方法,并验证该方法的有效性和可行性。

1 广播发射机的工作原理

广播发射机可以转换音频信号的编码,形成数字信号,然后将其调制到高频载波,并通过天线发射出去。广播发射机由电源部分、调制器、放大器、天线等构成。其中,电源部分主要用于供电。调制器可以将声音、影像等变换成高频信号,再由放大器放大,最终由天线发出^[1]。该数字信号不仅适用于长途通信,还能消除信号的畸变和损耗。此外,调制器、放大器具备较强的变换与放大功能,使信号在发射后仍能维持一定的能量与强度^[2]。

2 影响广播发射机数据传输效率的因素

2.1 传输技术

传输技术与广播发射机的数据传输效率具有直接关系,具体包括数据压缩技术、信道编码和调制技术^[3]。数据压缩技术可将数据中多余或不需要的部分移除,以节省数据储存空间。经过压缩的数据所需的带宽更低,以便在有限的频谱资源内完成大量信息的传输。随着数据量的减少,其所需的传输时间也会减少,从而有效提升数据传输的效率。信道编码技术能在原始数据中加入一些冗余信息,如校验位,保证即使部分数据产生错误,接收方仍可以利用冗余信息还原原始数据,极大地提高了数据传输的可靠性^[4]。不同的信道编码方式的纠错能力也不同,且信道编码和解码需要一定的计算时间和处理时间,容易导致传输延迟。因此在实时广播传输中,可通过编码算法优化和硬件加速,有效降低延迟。由于附加了多余的信息,信道编码会增加传输数据的总量,但出于可靠性考虑,这种带宽占用非常值得。信道带宽是允许通过信道的最小频率和最大频率,若一个信道容许的通带是 1.5~15 kHz,则它的频宽就为

13.5 kHz。在 LoRa 无线技术中,增大信道带宽能显著改善数据的传输速率,但需要降低接收的敏感度。LoRa 带宽的选项如表 1 所列。

表 1 LoRa 带宽的选项

带宽/kHz	编码率	扩频因子	名义值 Rb/bps
7.8	4/5	12	18
10.4	4/5	12	24
15.6	4/5	12	37
20.8	4/5	12	49
31.2	4/5	12	73
41.7	4/5	12	98
62.5	4/5	12	146
125	4/5	12	293
250	4/5	12	586
500	4/5	12	1 172

调制技术能将音频信号、基带信号转为适合在信道中传输的调制信号,以便在有限的频段上传输更多信息,提升传输效率。调制技术能选择合适的调制方法、参数等,增强信号的抗干扰能力,并最大程度地利用频谱资源,有效提升频谱的利用率。

2.2 输出功率

输出功率会影响广播发射机的数据传输效率,对覆盖距离也有着直接影响,这是因为较高的输出功率能增加信号的传播距离,并克服信号传输过程中的障碍^[5]。同时,输出功率对广播发射机的数据传输范围也具有一定的影响。一般情况下,输出功率较高的发射器的信号传输距离更远,覆盖范围更大。不同输出功率对应的数据传输范围如表 2 所列。

表 2 不同输出功率及其覆盖范围

输出功率/W	覆盖范围
0.1	几十米至几百米
2	几百米至 1 千米
5	2~3 km
7	3~4 km
10	5~10 km
50	10~20 km
100	15~30 km
500	30~60 km
1 000	40~80 km
5 000	150~30 km
10 000	200~400 km
50 000	300~600 km
100 000	400~800 km
1 000 000	800~1 600 km(或以上)

2.3 频段带宽

广播发射机的数据传输效率受频段带宽的限制,频段带宽越宽,就能容纳更多的频率成分,在同一时间内,广播发射机传输的数据量就越大,数据传输效率越高^[6]。以广播系统为例,针对不同的时效性要求,可依据不同数据类型进行传输,在不同逻辑通道播发信息,以便管控传输。为保证数据的有效广播,需在每一个通道上设置相关的参数,包括优先级、最小带宽、最大带宽等,以保证资源的合理分配,再根据所分配的带宽来实时传输数据。在数据通道上,需要设置不同优先级(0~9 级),优先级越高,对应通道便拥有优先获取带宽资源的特权。在此基础上,需要检查通道内部是否存在待发的数据,并实时估计和调节其发送带宽(1 秒/次)。该方法可以先全面统计各通道的基本状况,以保证每一个通道都能得到最低限度的带宽保证,然后根据通道的优先级对剩余的带宽进行智能规划和分配(见图 1)。通道带宽的计算过程如式(1)式、(2)所示:

$$\begin{cases} \sum_{m=1}^{n_i} \varepsilon(i, m) \cdot H(i, m) \max > H_i \text{ 时,} \\ H(i, m) = \varepsilon(i, m) H_i + H_i \frac{H(i, m) \max}{\sum_{m=1}^{n_i} H(i, m) \max} \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} \sum_{m=1}^{n_i} \varepsilon(i, m) \cdot H(i, m) \max \leq H_i \text{ 时,} \\ H(i, m) = \varepsilon(i, m) H_i \end{cases} \quad (2)$$

其中, H 表示总播发带宽,支持所有通道的数据传输; i 表示通道优先级,决定了带宽分配中不同通道的分配顺序; H_i 表示在优先级下,系统能分配 i 优先级通道的剩余带宽; m 表示第 m 个通道; n_i 表示在第 i 优先级中的通道数量; $H(i, m) \max$ 表示在第 i 优先级中,第 m 个通道的最大带宽; $H(i, m)$ 表示某个通道的带宽。

式(2)中的 $\varepsilon(i, m)$ 指第 i 优先级中第 m 个通道的播发系数,若该通道存在待发数据,则 $\varepsilon(i, m)=1$,若无待发数据,则 $\varepsilon(i, m)=0$ 。 H_i 的计算过程如式(3)所示:

$$H_i = \begin{cases} H & i=0 \\ H - \sum_{i=0}^i \sum_{m=1}^{n_i} \varepsilon(i, m) H(i, m) & i \neq 0 \end{cases} \quad (3)$$

当 $i=0$ 的时候,说明在当前的资源分配模式下,最高优先级通道已经获得的系统剩余带宽就是总带宽,否则就表示分配后剩余带宽;当 H_i 为 0 时,说明高优先级通道内的带宽资源已经被完全分配,此时无法为当前优先级和更低优先级的通道分配带宽资源。

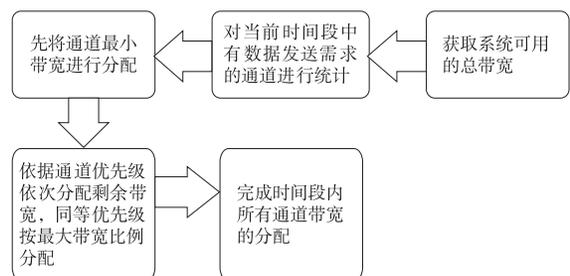


图 1 通道带宽计算流程

3 广播发射机数据传输多参数优化方法

3.1 传输技术参数优化

在广播发射机中,传输技术参数的优化是一个综合性过程,旨在提升数据传输效率和质量。采用AVS+(广播电视先进音视频编解码),可以在保证传输质量的同时降低对传输带宽的需求,并优化编码参数,如采样格式、图像分辨率、帧率、码率等,以进一步提升传输效率。同时,使用DRA(多声道数字音频编码技术规范),可以实现高质量的音频格式传输,保持低码率,有效降低带宽占用量。对于传输协议的优化,则需要根据广播发射机的特殊要求及网络环境,选用UDP协议,并合理设置数据包和传输窗口的大小,以降低传输时延和丢包率。另外,采取多路径传输的方式,应用MP-TCP传输协议,可以在同一时间使用多个网络路径进行数据传输,在带宽资源有限且网络环境复杂的情况下提升数据传输的稳定性和效率。

3.2 输出功率参数优化

输出功率优化包含多个方面。(1)通过设计高功率放大器,采用开关式设计,控制开关管的导通与否来放大射频信号,其具有效率高、功耗低、失真低等优势,能有效提高广播发射机的功率放大性能。(2)分级功率放大可以将射频信号划分为若干级(使用独立的功率放大倍数),以改善系统的运行稳定性。(3)功率合并器可以将多个功放的输出信号组合成单一信号的装置,以提升功率输出效率^[7]。在功率控制和反馈调节方面,需要使用合适的功率控制算法、反馈回路,精准控制与调节功率放大器,防止其超负荷工作,以有效降低功耗,提升系统的数据传输效率。另外,还可以对广播信号进行预处理,如优化信号编码、调制算法,以提升数据传输效率,并利用智能算法、自适应算法等,依据实际信道条件、数据传输要求进行参数调整,达到最佳的传输效率。

3.3 频段带宽参数优化

以广播系统为例,其中自动站及雷达观测数据的具体传输时效已经远超出规定要求,但也有部分数值模式预报产品的广播时效比规定的时效要求更低。在频段带宽这一参数的优化中,可根据不同类型的数据传输特点得到对应的通道带宽参数,然后模拟整个数据的播发过程,得到对应的具体传输时效数据。广播系统频段带宽参数优化流程如图2所示。首先,需要广泛收集系统在不同运行状态下播发的不同数据传输样本,包括音频信号、视频流等,并将各种数据类型的关键特征记录下来,包括传输频率、数据包大小等。其次,应依据不同数据的传输时效要求,如延迟容忍度、实时性需求等,结合其固定的特征,利用专业分析工具和技术手段,分析不同类型对带宽资源的需求,获得对应的带宽参数。然后,依据带宽计算式,结合不同传输通道的特定参数,如编码效率、噪声水平、信道容量等,计算其实时带宽,然后进行仿真播发,模拟真实的数据传输过程,包

括数据生成、编码、传输、解码、接收等。最后,得到仿真结果,并与相应业务的实际需求进行对比,获得实际业务通道带宽的参数,评估当前带宽的配置能否满足业务对数据传输性能的要求,若存在一定的差距,则需适当调整带宽参数,然后重新进行仿真验证,找到最佳的带宽配置方案。

以CMA-GRAPES产品为例,其数据传输的过程被划分为4个时次,每个时次包含41个数据文件(共计88407 Mb)。在该系统中,输入数据的持续时间平均为2840 s,而每个时次的数据传输要求在1200 s内完成,对数据传输速率具有较高的要求。将这一要求与平均持续时间相加,得到每个时次数据传输所需的时间总共为4040 s,通道最小带宽为21.88 Mb/s。经过频段带宽参数优化,数据通道的最大带宽和保障带宽都有所下降,其他数据得到的带宽资源随之增加,且系统数据播发的时效也有所下降,解决了数值预报产品播发时效过低这一问题。

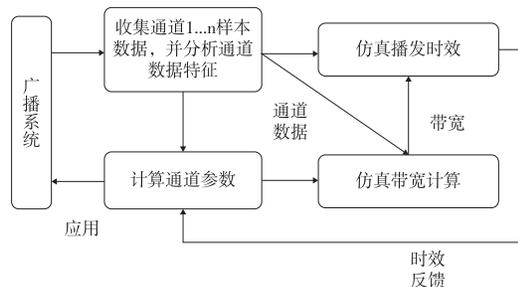


图2 广播系统频段带宽参数优化流程

4 结语

广播发射机的数据传输效率与用户收听体验具有直接关系,数据压缩、信道编码和调制技术对广播发射机数据传输效率具有一定的影响。本文通过对各项参数的分析,提出了对应的参数优化方法。实际案例和仿真实验验证,参数优化能有效增强信号的抗干扰能力,提升广播发射机的数据传输效率。

参考文献

- [1] 赵昊. 数字调幅中波广播发射机的技术特点与故障处理研究[J]. 电声技术, 2024, 48(6): 110-112.
- [2] 何红霞. 中波广播发射机的工作原理与故障处理措施研究[J]. 电视技术, 2024, 48(7): 40-43.
- [3] 赵尔成. 中波PDM广播发射机的维护措施[J]. 卫星电视与宽带多媒体, 2024, 21(7): 37-39.
- [4] 刘洪彬. 广播发射机数字音频通路系统的原理及应用[J]. 电声技术, 2024, 48(1): 65-68.
- [5] 殷鹏飞. 中短波广播发射机网络管理系统应用研究[J]. 信息与电脑(理论版), 2022, 34(22): 28-30.
- [6] 余彦博. 调频广播发射机的故障分析和维护保养[J]. 电视技术, 2022, 46(11): 114-116, 125.
- [7] 梁小青. DAM 10 kW 中波广播发射机的技术特点和维护策略[J]. 卫星电视与宽带多媒体, 2024, 21(6): 19-21.