

GY

中华人民共和国广播电影电视行业标准

GY/T 318—2018

地面数字电视广播单频网系统实施指南

Implementation guidelines for single frequency network system of digital
terrestrial television broadcasting

2018-01-12 发布

2018-01-12 实施

国家新闻出版广电总局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和缩略语	1
4 系统描述	2
5 单频网系统实施	3

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由全国广播电影电视标准化技术委员会(SAC/TC 239)归口。

本标准起草单位：国家新闻出版广电总局广播电视规划院、国家新闻出版广电总局广播科学研究院、国家新闻出版广电总局无线电台管理局、国家新闻出版广电总局监管中心、江苏省新闻出版广电局、安徽省新闻出版广电局、青海省新闻出版广电局、重庆市文化委员会、江西广播电视台、北京邮电大学。

本标准主要起草人：刘骏、何剑辉、周新权、陈宇昕、蒋麟、张兵、梁跃、冯景锋、李雷雷、代明、曹志、高力、李国松、周兴伟、宁海斌、戴宁江、肖晓初、张国庭、姜竹青。

地面数字电视广播单频网系统实施指南

1 范围

本标准给出了符合GB 20600—2006的地面数字电视广播单频网组网和优化的指导性实施方法。

本标准适用于组建符合GB 20600—2006的地面数字电视广播系统单频网网络，可作为地面数字电视广播单频网规划设计、网络建设、验收测试和网络性能优化的技术依据。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB/T 17881—1999 广播电视光缆干线同步数字体系（SDH）传输接口技术规范

GB/T 17975.1—2010 运动图像及其伴音信息的通用编码 第1部分：系统

GB/T 19263—2003 MPEG-2信号在SDH网络中的传输技术规范

GB 20600—2006 数字电视地面广播传输系统帧结构、信道编码和调制

GB/T 26252—2010 VHF/UHF频段地面数字电视广播频率规划准则

GB/T 26666—2011 地面数字电视广播标准实施指南

GB/T 28432—2012 地面数字电视单频网规划准则

GB/T 28433—2012 地面数字电视广播单频网技术要求

GB/T 28434—2012 地面数字电视广播单频网适配器技术要求和测量方法

GB/T 28435—2012 地面数字电视发射机技术要求和测量方法

GB/T 28436—2012 地面数字电视激励器技术要求和测量方法

GB/T 28438.1—2012 地面数字电视广播信号覆盖评估标准及测量方法 第1部分：室外固定接收

GY/T 296—2015 地面数字电视广播直放站技术要求和测量方法

ITU-T G.703 系列数字接口的物理/电气特性（Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces）

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1.1

单频网 single frequency network

由多个位于不同地点、处于同步状态的发射机组成的地面数字电视覆盖网络，网络中的各个发射机以相同的频率、在可控的时刻发射相同的（码流）已调射频信号（比特），以实现特定服务区的可靠覆盖。

3.1.2

单频网 TS 流信号分配网络 SFN TS distribution network

实现网络接口或网络适配器接口TS流信号（符合GB/T 17975.1—2010中格式要求）到各网络适配器节目源入口透明传送的网络。

3.1.3

网络适配器 network adapter

完成TS流与分配网络传输数据流格式之间相互转换的设备。

3.1.4

秒帧 second frame

与整秒严格同步的信号帧，1个秒帧包含8个超帧，超帧符合GB 20600—2006中4.5的规定。

3.1.5

单频网重叠覆盖区 SFN overlapping area

在地面数字电视单频网中，两个或两个以上发射台站同时覆盖，并且接收到的来自不同台站起主要作用的信号电平差小于射频保护率值的区域。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本标准。

BDS 北斗导航系统 (BeiDou Navigation System)

GPS 全球定位系统 (Global Positioning System)

IP 互联网协议 (Internet Protocol)

LDPC 低密度奇偶校验码 (Low Density Parity Check)

NR 准正交编码映射 (Nordstrom Robinson)

PDH 准同步数字体系 (Plesiochronous Digital Hierarchy)

PN 伪随机噪声 (Pseudo—random Noise)

pps 秒脉冲 (pulse per second)

QAM 正交幅度调制 (Quadrature Amplitude Modulation)

SDH 同步数字体系 (Synchronous Digital Hierarchy)

SFN 单频网 (Single Frequency Network)

SIP 秒帧初始化包 (Second frame Initialization Packet)

TS 传送流 (Transport Stream)

UHF 特高频 (Ultra High Frequency)

VHF 甚高频 (Very High Frequency)

4 系统描述

地面数字电视广播单频网 (SFN) 是由多个位于不同地点、处于同步状态的发射机组成的数字电视覆盖网络，以相同频率，在可控时刻发射相同节目，以实现特定服务区的可靠覆盖。在符合 GB 20600—2006 规定的地面数字电视广播单频网中，符合 GB/T 17975.1—2010 的 TS 码流首先送入到单频网适配器进行适配，形成包含秒帧初始化包 (SIP) 的 TS 流，再通过单频网 TS 流信号分配网络传送到各个

发射台站，经过同步处理后变换成射频（RF）信号进行发射。地面数字电视广播单频网系统结构示意图见图 1。

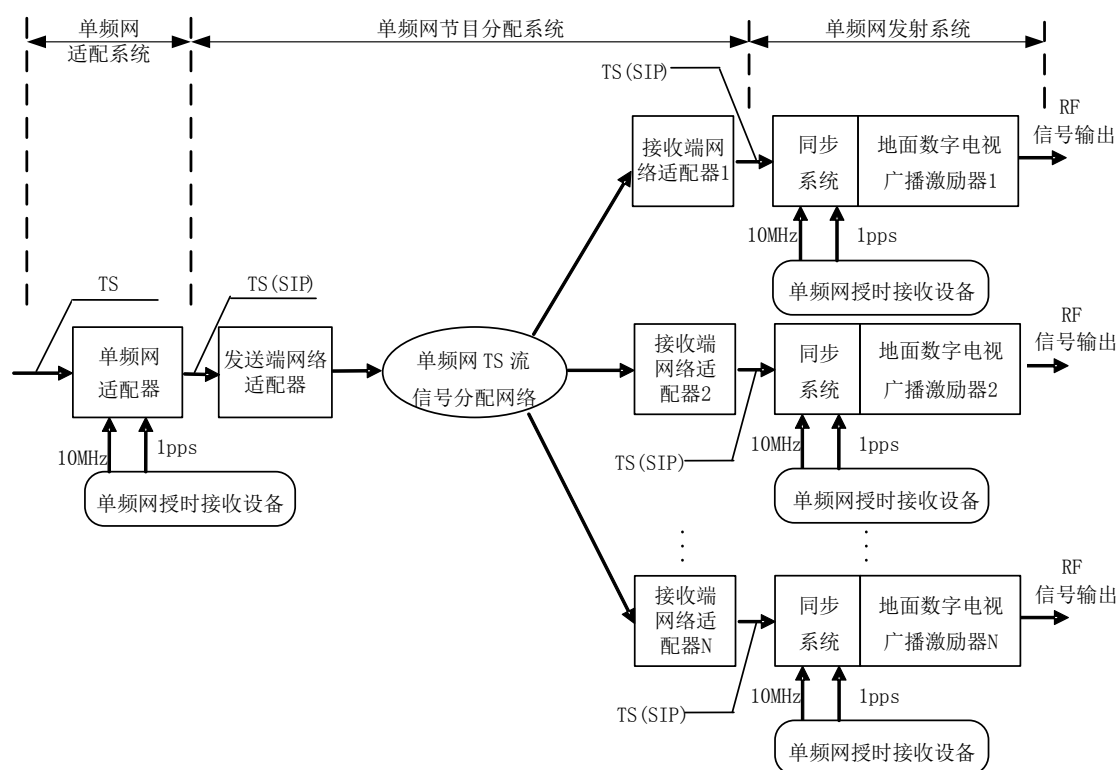


图1 地面数字电视广播单频网系统结构示意图

图1所示的单频网系统由以下三部分组成：

- 单频网适配系统：包括单频网适配器和单频网授时接收设备。单频网适配器在节目前端输出的TS流中，周期性地插入包含时间信息的秒帧初始化包（SIP），输出具有同步信息的TS流。单频网授时接收设备为单频网适配器提供10MHz基准频率和1pps的基准时间，信号可从GPS或BDS获得。
- 单频网节目分配系统：包括发送端/接收端网络适配器和分配网络。发送端网络适配器将单频网适配器输出的具有同步信息的TS流适配成具体分配网络所要求的特定数据封装格式；接收端网络适配器是相反的过程。分配网络负责把适配成特定数据封装格式的具有同步信息的TS流从发送端网络适配器传送到各个发射台站的接收端网络适配器。
- 单频网发射系统：包括单频网各发射台站的地面数字电视广播发射机和单频网授时接收设备。单频网各发射台站的发射机依据单频网的同步机制，对单频网节目分配系统送来的具有同步信息的TS流进行处理，实现以相同的频率、在可控时刻发射相同的已调射频信号。单频网授时接收设备为地面数字电视广播发射机提供10MHz基准频率和1pps的基准时间，单频网授时接收设备包括可接收GPS和BDS信号。

5 单频网系统实施

5.1 单频网规划

5.1.1 业务需求

单频网规划首先需要明确单频网所承载的地面数字电视广播业务需求和覆盖范围,地面数字电视广播业务需求包括:

- a) 节目质量与数量:地面数字电视节目质量包括高清晰度和标准清晰度等,每个频道所承载的各种质量的数字电视节目数量直接影响单频网的系统净荷数据率需求。
- b) 业务接收方式:地面数字电视广播业务的接收方式包括室外固定接收、室内固定接收和室外移动接收,不同的业务接收方式的地面数字电视广播信号接收门限各不相同。
- c) 业务覆盖质量:地面数字电视广播业务的覆盖质量级别依据 GB/T 26666—2011 分为良好和可接受两类,不同覆盖质量对单频网规划的地点概率指标要求各不相同:
 - 1) 良好:在覆盖区内,室外固定接收的地点概率达到 95%,室外移动接收的地点概率达到 99%;
 - 2) 可接受:在覆盖区内,室外固定接收的地点概率达到 70%,室外移动接收的地点概率达到 90%。

5.1.2 系统参数

5.1.2.1 概述

GB 20600—2006中规定了地面数字电视广播的系统参数,不同系统参数组合而成的工作模式共计 330种,涵盖24种不同的系统净荷数据率。地面数字电视广播单频网规划应根据业务需求选择相应的系统参数,采用合理的工作模式进行单频网规划和系统运行。涉及单频网规划和系统运行的地面数字电视传输系统参数主要包括编码效率、符号星座映射方式和帧头模式。

5.1.2.2 编码效率

GB 20600—2006中规定了3008/7488 (0.4)、4512/7488 (0.6)、6016/7488 (0.8) 三种纠错编码效率的LDPC编码。其中,0.4纠错编码效率具有最高的纠错能力,同时具有最大的冗余度。相反,0.8纠错编码效率具有最低的冗余度,同时纠错能力也最低。

5.1.2.3 符号星座映射方式

GB 20600—2006中规定了4QAM-NR、4QAM、16QAM、32QAM、64QAM五种符号星座映射方式。对于相同的帧头模式和相同的前向纠错编码效率,4QAM-NR的净荷数据率是4QAM的1/2,16QAM、64QAM的净荷数据率分别是4QAM的2倍和3倍。对于相同的纠错编码效率,在相同的信道条件下,4QAM抗干扰能力最强,64QAM相对最差。

5.1.2.4 帧头模式

GB 20600—2006中规定了PN420、PN595、PN945三种帧头模式,其帧头信号长度分别为420、595、945个符号,通常帧头长度越长,越有利于抵抗长时延回波,但会降低系统的净荷数据率。地面数字电视广播单频网最佳设台距离取决于帧头模式,见表1。较大范围的单频网可以考虑选用较长的帧头模式。

表1 地面数字电视广播单频网最佳设台距离

序号	帧头模式	抗回波时延	设台距离
		μs	km
1	PN420	55.5	16.7
2	PN595	78.7	23.6
3	PN945	125	37.5

5.1.2.5 系统参数选择与推荐工作模式

纠错编码效率较低的工作模式适合动态、复杂的接收环境，因此适用于移动接收。纠错编码效率较高的工作模式适合静态、相对简单的接收环境，因此适用于固定接收。而对于纠错编码效率为0.6的情况，可以在一定程度上兼顾移动和固定接收。对于帧头模式的选择要考虑抗回波延时长度的需求。选择抗回波延时长越长的帧头模式，越有利于抵抗多径延时，因此更有利于组建站点间距远、发射功率大、发射天线高的单频网，但是帧头长度的增加同时也会降低系统的净荷数据率。为兼顾性能和效率，常用7种工作模式见表2。

表2 地面数字电视广播 7 种常用工作模式

序号	载波模式	映射方式	编码效率	帧头模式	交织模式	系统净荷数据率 Mbps
1	C=3780	16QAM	0.4	945	720	9.626
2	C=1	4QAM	0.8	595	720	10.396
3	C=3780	16QAM	0.6	945	720	14.438
4	C=1	16QAM	0.8	595	720	20.791
5	C=3780	16QAM	0.8	420	720	21.658
6	C=3780	64QAM	0.6	420	720	24.365
7	C=1	32QAM	0.8	595	720	25.989

在上述7种常用工作模式中，系统净荷数据率越高，一个8MHz频道里可以提供的数字电视节目质量越高或者节目数量越多，信号接收门限越高。通常情况下：

- a) 模式1和模式2适用于移动接收；
- b) 模式3可以兼顾移动接收和固定接收；
- c) 模式4和模式5适合复杂城市环境的固定接收；
- d) 模式6和模式7适合简单城市、郊区及农村环境的固定接收。

5.1.3 覆盖网规划

5.1.3.1 规划参数

地面数字电视广播覆盖网规划所需参数包括两部分：一部分参数与传输制式无关，例如，接收机噪声系数、接收天线特性以及需满足的时间概率和地点概率等；另一部分参数与传输制式直接相关，例如，射频载噪比、最低可用场强、保护率等。根据5.1.1和5.1.2，可以依据GB/T 26252—2010和GB/T 28432—2012获取覆盖网规划所需参数。

5.1.3.2 电波传播模型

地面数字电视广播覆盖网规划需要运用电波传播模型对信号场强进行计算分析，不同的电波传播模型适用于不同的应用地理环境。在规划计算过程中可参考GB/T 26666—2011，根据单频网目标覆盖区域的具体地理环境选择相应的电波传播模型开展规划计算。对于具备参数调整功能的电波传播模型，可根据实际需求和条件对电波传播模型参数进行必要的修正，以减小规划计算的误差。

5.1.3.3 地理信息数据

我国地面数字电视广播使用VHF/UHF频段，地面数字电视广播信号的传播损耗与地形、地貌、地物等地理信息数据密切相关。地理信息数据的精度也直接影响规划计算的误差，通常地理信息数据精度越高，规划计算的误差越小，但计算量（耗时）越大。在大范围（如省级）单频网规划计算时，可采用精度较低的地理信息数据；在小范围单频网或对单频网局部区域规划计算时，需采用精度更高的地理信息数据。

5.1.3.4 发射台站数据信息

地面数字电视广播覆盖网规划计算所需发射台站数据信息主要包括台站位置（经纬度）、台站海拔高度、天馈线增益、天线挂高、天线方向图、天线极化方式、频道频率、发射功率等。

5.1.3.5 规划计算分析

在确定规划参数、选择合适的电波传播模型、准备相应地理信息数据、掌握可用单频网发射台站数据信息的基础上，根据业务需求开展单频网规划计算分析，根据规划计算分析结果对单频网的台站设置进行规划设计，并对单频网的业务覆盖范围和质量进行预测评估。

5.2 单频网组网

5.2.1 单频网适配系统

单频网适配系统是构建地面数字广播电视广播单频网的首要环节。单频网适配功能通过地面数字电视广播单频网适配器完成，主要包括：秒帧初始化包（SIP）插入和码速率适配。地面数字电视广播单频网适配功能框图见图2。

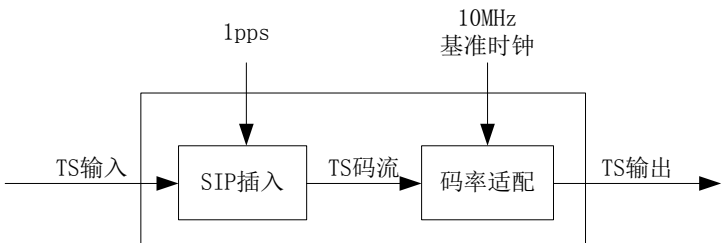


图2 单频网适配功能框图

地面数字电视广播单频网适配器根据系统输出码率时钟，首先在每个秒脉冲位置插入1个SIP，SIP的定义符合GB/T 28434—2012相关规定，包含了工作模式、最大延迟时间 $T_{\text{delay_max}}$ 、发射机地址、独立调整延时等系统信息。其次在其他位置，从前端缓冲区内读取TS码流，如果码流数据不足一个秒帧，则插入单频网适配TS空包完成TS流的码率适配。其系统净载荷数据率由单频网适配器设定的工作模式确定。地面数字电视广播单频网适配器的技术指标应满足GB/T 28434—2012的规定。

5.2.2 单频网节目传输系统

5.2.2.1 单频网节目传输系统基本要求

单频网节目传输系统负责将单频网适配器输出的具有同步信息的TS流传送到各个单频网发射台站。单频网节目传输系统是保障单频网同步机制的重要环节，在传输过程中不改变TS码流速率、内容和时序，

并且要求传送到各个单频网发射台站的TS码流抖动小于100ns（100ns为建议值，单频网节目传输系统具体可允许的TS码流抖动与地面数字电视发射机对TS码流抖动的容忍度有关）。

单频网节目传输系统包括发送端接收端发送端/接收端网络适配器和分配网络，分配网络可采用光纤、数字微波、卫星等传输手段，协议可采用PDH、SDH、IP等传输协议。从单频网适配器的输出到各个单频网发射台站可以根据实际情况采用不同类型的分配网络。单频网节目传输系统的技术指标应符合GB/T 28433—2012的规定，信号从前端单频网适配器输出通过单频网节目传输系统到达各单频网发射台站的时延差应小于1秒。

5.2.2.2 直连

基于光纤+数字光端机的单频网节目传输系统框图见图3。地面数字电视广播单频网适配器的输出码流首先经过数字光端机转换为光信号，然后通过直连光纤进行传输，各单频网发射台站通过光端机将接收到的光信号重新转换为ASI电信号并送入到发射机进行发射。

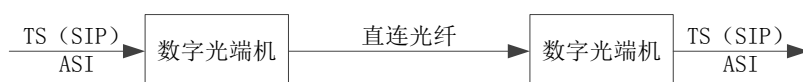


图3 “光纤+数字光端机”节目传输网络

基于卫星的单频网节目传输系统框图见图4。基于卫星的单频网节目传输网络的最大时间扩展可达250ms。而且一颗同步静止卫星不可能是绝对静止的，它在一个大约75km³的立方体中摆动，周期为一个多月。因此，卫星链路的传送时间在±250μs内波动，从而要求单频网的时间同步机制能应对传送时间的波动。

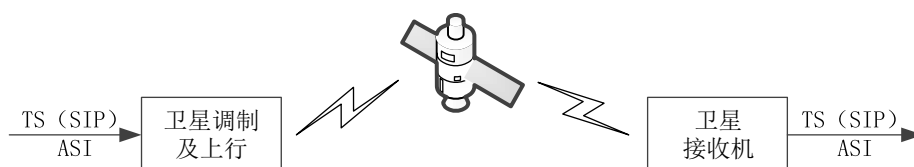


图4 “卫星”节目传输网络

基于数字微波的单频网节目传输系统框图见图5。节目传输网络直接通过数字微波链路适配器将ASI信号转换为数字微波信号进行传输，在转换过程中不涉及对TS码流的适配，可实现透明传输。



图5 “数字微波”节目传输网络

5.2.2.3 PDH

基于光纤+PDH的单频网节目传输系统框图见图4。地面数字电视广播单频网适配器的输出码流通过发送端网络适配器（ASI-DS3适配器）形成PDH的三次群DS3信号帧（速率为44.736Mbps），经PDH网络传输后，通过接收端网络适配器（DS3-ASI适配器）完全恢复原TS码流。三次群DS3信号接口应符合ITU—T G.703建议书。



图6 “光纤+PDH” 节目传输网络

基于数字微波+PDH的单频网节目传输系统框图见图7。相对光纤而言，数字微波建设起来比较容易、成本较低，适合丘陵、山区或其他地理条件比较恶劣地区。与光纤+PDH单频网节目传输系统不同，数字微波+PDH单频网节目传输系统在形成PDH信号帧之后，通过数字微波链路适配器转换为微波信号以无线的方式进行传输。



图7 “数字微波+PDH” 节目传输网络

5.2.2.4 SDH

基于光纤+SDH的单频网节目传输系统框图见图8。地面数字电视广播单频网适配器的输出码流通过发送端网络适配器（ASI-DS3适配器+DS3-SDH适配器）形成SDH的一次群STM-1信号帧（速率为155.52Mbps），经SDH网络传输后，通过接收端网络适配器（DS3-ASI适配器+SDH-DS3适配器）完全恢复原TS码流。连接SDH网络的传输接口应符合GB/T 17881—1999的规定；关于MPEG-2信号在SDH网络中的传输应符合GB/T 19263—2003。



图8 “光纤+SDH” 节目传输网络

基于数字微波+SDH的单频网节目传输系统框图见图9。与光纤+SDH单频网节目传输系统不同，数字微波+SDH单频网节目传输系统在形成SDH信号帧之后，通过数字微波链路适配器转换为微波信号以无线的方式进行传输。

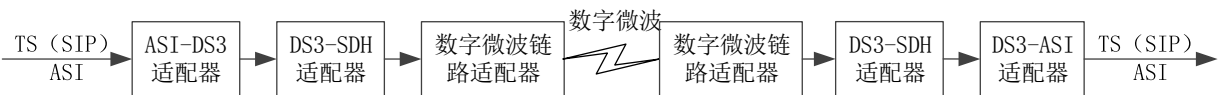


图9 “数字微波+SDH” 节目传输网络

5.2.2.5 IP

基于IP的单频网节目传输系统框图见图10。地面数字电视广播单频网适配器的输出码流通过发送端网络适配器（ASI-IP适配器）形成IP流，经网络传输后，通过接收端网络适配器（IP-ASI适配器）完全恢复原TS码流。



图10 “IP” 节目传输网络

5.2.3 单频网发射系统

地面数字电视广播单频网发射系统要求地面数字电视广播发射机可根据单频网授时接收设备提供的10MHz基准频率和1pps基准时间来对单频网节目分配系统送来的具有同步信息的TS流进行处理，实现以相同的频率、在可控的时刻发射相同的（码流）已调射频信号（比特），从而实现单频网的同步。单频网发射系统的地面数字电视广播激励器和发射机应符合GB/T 28435—2012和GB/T 28436—2012的规定。

5.3 单频网优化

地面数字电视广播单频网各发射台站的覆盖区通常会存在局部相互重叠的现象。虽然地面数字电视系统能够适应长延时、强多径的无线信道环境，使得单频网重叠覆盖区可以避免单频网发射台站间的同频干扰。但长延时、强多径的无线信道环境通常会导致接收机载噪比门限的恶化，在一定的背景噪声情况下将要求更高的信号功率，从而影响单频网重叠覆盖区的覆盖效果。

通过尽量减小长延时、强多径信道存在的区域，减轻单频网各发射点在重叠覆盖区形成的多径干扰，降低多径信道环境对接收机载噪比门限的要求，可以有效改善地面数字电视单频网重叠覆盖区接收性能。即在单频网重叠覆盖区多径较强时，可以将多径信号间时延差减小（例如小于10μs）；在多径延时较长时，可以将多径信号的强度减小（例如相对主径衰减大于10dB）。为此在地面数字电视单频网建设过程中，可以通过合理选择单频网发射点的位置、设置发射天线的高度、改变发射天线的增益、设计发射天线的方向图、改变发射天线的倾角、调整各发射点发射功率以及各发射点信号的相对延时等措施来优化单频网覆盖效果。

5.4 未覆盖区域补充覆盖

单频网经过优化调整后仍然可能因为地形地物等因素存在未覆盖区域，可通过规划计算和外场测试来确定单频网未覆盖区域。对于固定接收业务，单频网覆盖的测试和评估方法应符合GB/T 28438.1—2012的规定。

对单频网未覆盖区域的补充覆盖主要通过直放站补点发射方式来进行。直放站使用定向天线接收宿主发射机发射的地面数字电视广播信号，对接收信号进行滤波、放大后，将信号（在相同频点上）发射到未覆盖区域。直放站与宿主发射机的发射信号间存在时延，由于在宿主发射机的覆盖缝隙中接收到的宿主发射机信号较弱，在足够强的补点信号条件下，接收机可正常接收。此外，只要直放站发射的信号与主发射机信号之间的时延差在接收机多径处理能力范围之内，补点区域的接收机同样可以正常接收，从而实现覆盖网的补充覆盖。地面数字电视直放站技术要求符合GY/T 296—2015的规定。

直放站应该有足够的功率，以便向未覆盖区域提供覆盖。最大可能的辐射功率取决于接收天线和发射天线之间的隔离度以及直放站功放的性能。应用直放站应注意接收天线与发射天线之间的隔离，以防止直放站的自激。隔离度取决于补点器安装位置的全局设计，影响天线隔离度的因素包括：

- a) 天线所处的发射塔或建筑物的高度和几何尺寸；
- b) 天线在发射塔或建筑物上的位置；
- c) 天线的方向图；
- d) 覆盖区的位置与宿主发射机的方向关系；
- e) 天线周围的环境（能产生多径反射的建筑物或其他物体）。

在不同的平层上安装直放站的接收天线和发射天线可有效提高收发天线隔离度。

中 华 人 民 共 和 国
广播电影电视行业标准
地面数字电视广播单频网系统实施指南
GY/T 318—2018

*

国家新闻出版广电总局广播电视规划院出版发行

责任编辑：王佳梅

查询网址：www.abp2003.cn

北京复兴门外大街二号

联系电话：（010）86093424 86092923

邮政编码：100866

版权专有 不得翻印