



中华人民共和国广播电视和网络视听行业技术文件

GD/J 138—2022

实时响度控制器技术要求 and 测量方法

Technical requirements and measurement methods of real-time loudness controller

2022 - 04 - 15 发布

2022 - 04 - 15 实施

国家广播电视总局科技司

发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	1
5 技术要求	2
5.1 功能要求	2
5.2 性能要求	2
6 测量方法	5
6.1 测量环境条件	5
6.2 功能要求	5
6.3 性能要求	6
参考文献	13

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由国家广播电视总局科技司归口。

本文件起草单位：国家广播电视总局广播电视规划院、中央广播电视总台、北京广播电视台、北京格非科技股份有限公司、北京中科大洋信息技术有限公司、泰雷斯系统科技（北京）有限公司、北京时代奥视科技有限公司、南京邮电大学。

本文件主要起草人：刘汉源、张建东、王惠明、宁金辉、张乾、欧臻彦、汪芮、刘斌、樊思津、李栋成、李永葆、王喆润、朱利人、赵海涛、卢官明。

实时响度控制器技术要求和测量方法

1 范围

本文件规定了广播电视播出机构用于4K超高清清晰度电视和高清晰度电视播出的实时响度控制器的技术要求和测量方法。

本文件适用于广播电视播出机构用于4K超高清清晰度电视和高清晰度电视播出的实时响度控制器的设计、生产、测试、验收、运行和维护。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GY/T 155—2000 高清晰度电视节目制作及交换用视频参数值
- GY/T 156—2000 演播室数字音频参数
- GY/T 157—2000 演播室高清晰度电视数字视频信号接口
- GY/T 304—2016 高性能流化音频在IP网络上的互操作性规范
- GY/T 307—2017 超高清清晰度电视系统节目制作和交换参数值
- GY/T 315—2018 高动态范围电视节目制作和交换图像参数值
- GY/T 347.3—2021 超高清清晰度电视信号实时串行数字接口 第3部分：单链路和多链路6Gbit/s、12Gbit/s和24Gbit/s光和电接口
- SMPTE ST 2110-10 专业媒体在受控IP网络上传输：系统定时和定义（Professional Media Over Managed IP Networks: System Timing and Definitions）
- SMPTE ST 2110-20 专业媒体在受控IP网络上传输：非压缩视频流（Professional Media Over Managed IP Networks: Uncompressed Active Video）
- SMPTE ST 2110-30 专业媒体在受控IP网络上传输：PCM数字音频（Professional Media Over Managed IP Networks: PCM Digital Audio）
- SMPTE ST 2110-40 专业媒体在受控IP网络上传输：辅助数据（Professional Media Over Managed IP Networks: SMPTE ST 291-1 Ancillary Data）

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

HD-SDI 高清串行数字接口（High Definition Serial Digital Interface）

IP 互联网协议 (Internet Protocol)

LU 响度单位 (Loudness Unit)

ODG 客观质量差分值 (Objective Difference Grade)

SDI 串行数字接口 (Serial Digital Interface)

SMPTE 电影和电视工程师协会 (The Society of Motion Picture and Television Engineers)

TP 真峰值 (True Peak)

3Gbps-SDI 3Gbps串行数字接口 (3Gbps Serial Digital Interface)

12Gbps-SDI 12Gbps串行数字接口 (12Gbps Serial Digital Interface)

5 技术要求

5.1 功能要求

响度控制器功能配置要求应符合表1的规定。

表1 响度控制器功能配置要求

序号	功能	功能要求描述	配置要求
1	接口类型	应支持 SDI 或 IP 输入输出接口	至少支持其中一种
2	SDI 接口	用于 4K 超高清清晰度电视播出的响度控制器应支持 12Gbps-SDI 或 4×3Gbps-SDI 接口； 用于高清晰度电视播出的响度控制器应具备 HD-SDI 接口	至少支持其中一种
3	IP 接口	应支持 10GE 光接口、25GE 光接口、40GE 光接口、100GE 光接口	至少支持其中一种
4	外同步锁相	应支持黑场或三电平同步信号	必备
		应支持 PTP (应符合 GY/T 348—2021 的规定) 同步信号	可选
5	信号直通	设备应支持对输入信号不做处理直接输出	必备
6	掉电直通	设备输入输出均为 SDI 时,设备掉电状态下信号输出应与信号输入物理连通	必备
7	参数配置	应能通过设备面板或网管对设备的参数进行配置	必备
8	音频响度设置	应能设置输出信号的音频响度, 并支持实时调整	必备
9	音频最大真峰值电平控置	输出音频信号的最大真峰值电平应不大于-2dB TP	必备
10	故障报警	出现故障时, 应能显示和输出报警状态信息	必备

5.2 性能要求

5.2.1 用于 4K 超高清清晰度电视播出的实时响度控制器

5.2.1.1 SDI 输入接口

用于4K超高清清晰度电视播出的响度控制器的12Gbps-SDI输入接口应符合表2的要求, 4×3Gbps-SDI输入接口应符合表3的要求。

表2 12Gbps-SDI 输入接口技术要求

序号	项目	技术指标
1	最小接收灵敏度	信号通过视频电缆（在 6GHz 处电缆损耗为 40dB）输入时，设备应能正常接收，且输出信号应无误码秒
2	最大输入电压	≥880mV

表3 4×3Gbps-SDI 输入接口技术要求

序号	项目	技术指标
1	最小接收灵敏度	信号通过视频电缆（在 1.485GHz 处电缆损耗为 20dB）输入时，设备应能正常接收，且输出信号应无误码秒
2	最大输入电压	≥880mV

5.2.1.2 SDI 输出接口

用于高清晰度电视播出的响度控制器的12Gbps-SDI输出接口应符合表4的要求，4×3Gbps-SDI输出接口应符合表5的要求，4×3Gbps-SDI输出接口延时差应符合表6的要求。

表4 12Gbps-SDI 输出接口技术要求

序号	项目	技术指标	
1	信号幅度	800mV±80mV	
2	上升时间	≤45ps	
3	下降时间	≤45ps	
4	上升时间与下降时间之差	≤18ps	
5	上冲	≤10%	
6	下冲	≤10%	
7	直流偏置	±500mV	
8	输出抖动	100kHz 高通滤波	≤0.3UI
		10Hz 高通滤波	≤8UI

表5 4×3Gbps-SDI 输出接口技术要求

序号	项目	技术指标	
1	信号幅度	800mV±80mV	
2	上升时间	≤135ps	
3	下降时间	≤135ps	
4	上升时间与下降时间之差	≤50ps	
5	上冲	≤10%	
6	下冲	≤10%	
7	直流偏置	±500mV	
8	输出抖动	100kHz 高通滤波	≤0.3UI
		10Hz 高通滤波	≤2UI

表6 4×3Gbps-SDI 输出接口延时差技术要求

序号	项目	技术指标
1	四个通道中任意两通道间的延时差	≤400ns

5.2.1.3 IP 输入、输出接口

用于4K超高清清晰度电视播出的响度控制器无压缩IP输入、输出接口应符合GY/T 304—2016、SMPTE ST 2110-10、SMPTE ST 2110-20、SMPTE ST 2110-30和SMPTE ST 2110-40的相关要求。

5.2.1.4 信号格式

用于4K超高清清晰度电视播出的响度控制器输出的4K超高清清晰度信号格式应同时符合GY/T 156—2000、GY/T 307—2017、GY/T 315—2018和GY/T 347.3—2021中的有关规定。

5.2.2 用于高清晰度电视播出的实时响度控制器

5.2.2.1 SDI 输入接口

用于高清晰度电视播出的响度控制器输入接口应符合表7的要求。

表7 用于高清晰度电视播出的响度控制器输入接口技术要求

序号	项目	技术指标
1	最小接收灵敏度	信号通过视频电缆（在 724.5MHz 处电缆损耗为 20dB）输入时，设备应能正常接收，且输出信号应无误码秒
2	最大输入电压	≥880mV

5.2.2.2 SDI 输出接口

用于高清晰度电视播出的响度控制器输出接口应符合表8的要求。

表8 用于高清晰度电视播出的响度控制器输出接口技术要求

序号	项目	技术指标	
1	信号幅度	800mV±80mV	
2	上升时间	<270ps	
3	下降时间	<270ps	
4	上升时间与下降时间之差	≤100ps	
5	上冲	<10%	
6	下冲	<10%	
7	直流偏置	±500mV	
8	输出抖动	100kHz 高通滤波	≤0.2UI
		10Hz 高通滤波	≤1UI

5.2.2.3 IP 输入、输出接口

用于高清晰度电视播出的响度控制器无压缩IP输入、输出接口技术要求应符合GY/T 304—2016、SMPTE ST 2110-10、SMPTE ST 2110-20、SMPTE ST 2110-30和SMPTE ST 2110-40的相关要求。

5.2.2.4 信号格式

用于高清晰度电视播出的响度控制器输出的高清晰度信号格式应同时符合GY/T 155—2000、GY/T 156—2000和GY/T 157—2000中的有关规定。

5.2.3 输出信号音视频相对延时

经响度控制器处理输出信号的音视频相对延时应在 $-30\text{ms}\sim 22.5\text{ms}$ 以内。以视频为基准，音频超前为正，滞后为负。

5.2.4 输出信号响度偏差值

经响度控制器处理输出音频信号的平均响度与设定的音频响度相比，响度偏差值应在 $\pm 2\text{LU}$ 以内。

5.2.5 音频质量

经响度控制器处理输出音频信号的ODG的平均值应优于-2分。

6 测量方法

6.1 测量环境条件

测量环境条件如下：

- 环境温度： $15^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ ；
- 相对湿度： $30\%\sim 75\%$ 。

6.2 功能要求

6.2.1 接口类型、SDI 接口、IP 接口

6.2.1.1 测量框图

测量框图见图1。

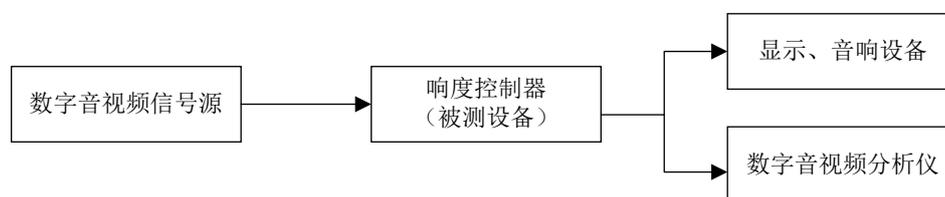


图1 功能要求测量框图

6.2.1.2 测量步骤

测量步骤如下：

- a) 按图1连接被测设备和仪器；
- b) 检查是否具备SDI、IP输入输出接口；

- c) 数字音视频信号源发送12Gbps-SDI、4×3Gbps-SDI或HD-SDI信号，输入被测设备对应的SDI接口后输出，在数字音视频分析仪中分析被测设备输出信号格式，在显示、音响设备中检查其输出信号是否正常；
- d) 信号源发送10Gbps-IP、25Gbps-IP、40Gbps-IP或100Gbps-IP光信号，经被测设备后输出，在显示、音响设备中检查其输出信号是否正常。

6.2.2 外同步锁相

6.2.2.1 测量框图

测量框图见图1。

6.2.2.2 测量步骤

测量步骤如下：

- a) 按图1连接被测设备和仪器；
- b) 向被测设备输入黑场同步信号、三电平同步信号或符合GY/T 348—2021的PTP同步信号，在数字音视频分析仪中检查其输出信号是否锁定同步。

6.2.3 信号直通、掉电直通

6.2.3.1 测量框图

测量框图见图1。

6.2.3.2 测量步骤

测量步骤如下：

- a) 按图1连接被测设备和仪器；
- b) 检查被测设备是否能直通输出输入的信号；
- c) 在掉电状态下，检查是否有节目输出，输出的节目信号是否与输入信号一致。

6.2.4 参数配置、音频响度设置、音频最大真峰值电平控置、故障报警

6.2.4.1 测量框图

测量框图见图1。

6.2.4.2 测量步骤

测量步骤如下：

- a) 按图1连接被测设备和仪器；
- b) 检查被测设备是否能通过设备面板或网管对设备的参数进行配置，并检查配置是否生效；
- c) 在设备面板或网管设置设备的音频响度，设置完成后，使用数字音视频分析仪分析输出的音频信号的平均响度是否根据设定发生改变；
- d) 数字音视频信号源输出的测试信号输入至被测设备，使用数字音视频分析仪分析输出音频信号的最大真峰值电平；
- e) 当出现信号断开等情况时，检查被测设备是否具有报警功能。

6.3 性能要求

6.3.1 用于4K超高清清晰度电视播出的响度控制器

6.3.1.1 SDI 输入接口最小接收灵敏度

6.3.1.1.1 测量框图

测量框图见图2。

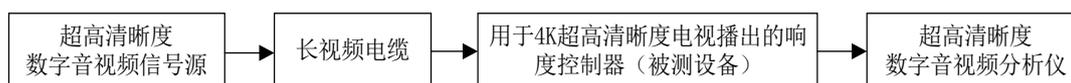


图2 SDI 输入接口最小接收灵敏度测量框图

6.3.1.1.2 测量步骤

测量步骤如下。

- a) 根据输入接口类型，选择相应电缆：
 - 输入接口为 12Gbps-SDI 时，选取在 6GHz 处传输损耗为 40dB 的视频电缆；
 - 输入接口为 4×3Gbps-SDI 时，选取频率特性为 $1/\sqrt{f}$ ，且在 1.485GHz 处传输损耗为 20dB 的视频电缆。
- b) 按图2连接被测设备和仪器。
- c) 超高清清晰度数字音视频信号源输出音视频信号，经长视频电缆衰减后输入至被测设备。
- d) 在被测设备输出端口使用超高清清晰度数字音视频分析仪测量误码秒，观察时间为15min，若误码秒为零，则最小接收灵敏度符合要求。

6.3.1.2 SDI 输入接口最大输入电压

6.3.1.2.1 测量框图

测量框图见图3。

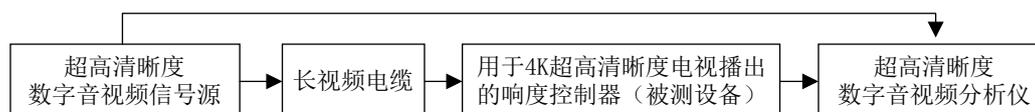


图3 SDI 输入接口最大输入电压测量框图

6.3.1.2.2 测量步骤

测量步骤如下：

- a) 按图3连接被测设备和仪器；
- b) 调节超高清清晰度数字音视频信号源，使信号幅度达到880mV；
- c) 超高清清晰度数字音视频信号源输出音视频信号，经长视频电缆衰减后输入至被测设备；
- d) 在被测设备输出端口使用超高清清晰度数字音视频分析仪测量误码秒，观察时间为15min，若误码秒为零，则最大输入电压符合要求。

6.3.1.3 SDI 输出接口

6.3.1.3.1 测量框图

测量框图见图4。

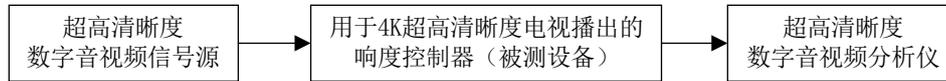


图4 SDI 输出接口、信号格式测量框图

6.3.1.3.2 测量步骤

测量步骤如下：

- a) 按图4连接被测设备和仪器；
- b) 超高清数字音视频信号源输出彩条信号，经被测设备后，采用超高清数字视频电缆接入超高清数字音视频分析仪；
- c) 用超高清数字音视频分析仪直接测量出被测设备输出接口的信号幅度、上升时间、下降时间、上升时间和下降时间之差、上冲、下冲、直流偏置，以及经过10Hz和100kHz高通滤波器后的信号输出抖动；
- d) 输出类型为4×3Gbps-SDI时，额外读取四个3Gbps-SDI输出通道间的延时差。

6.3.1.4 IP 输入、输出接口

6.3.1.4.1 测量框图

测量框图见图5。

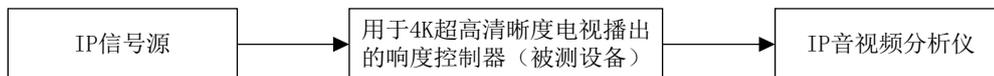


图5 IP 输入接口、IP 输出接口测量框图

6.3.1.4.2 测量步骤

测量步骤如下：

- a) 按图5连接被测设备和仪器；
- b) 向被测设备输入符合SMPTE ST 2110-20的IP信号，信号格式符合GY/T 155—2000、GB/T 32631—2016、GY/T 307—2017、GY/T 315—2018和GY/T 347.3—2021，用IP视音频分析仪解析被测设备输出的IP信号，检查输出信号格式是否与输入信号格式一致；
- c) 向被测设备输入符合SMPTE ST 2110-30的IP信号，信号格式符合GY/T 156—2000，用IP视音频分析仪解析被测设备输出的IP信号，检查嵌入音频格式是否与输入信号格式一致；
- d) 向被测设备输入符合SMPTE ST 2110-40的IP信号，用IP视音频分析仪解析被测设备输出的辅助数据，检查辅助数据格式是否与输入信号格式一致。

6.3.1.5 信号格式

6.3.1.5.1 测量框图

测量框图见图4。

6.3.1.5.2 测量步骤

测量步骤如下：

- 按图4连接被测设备和仪器；
- 超高清清晰度数字音视频信号源输出彩条信号，经被测设备后，采用超高清清晰度数字视频电缆接入超高清清晰度数字音视频分析仪；
- 用超高清清晰度数字音视频分析仪检查信号数据字，确认信号格式。

6.3.2 用于高清晰度电视播出的响度控制器

6.3.2.1 SDI 输入接口最小接收灵敏度

6.3.2.1.1 测量框图

测量框图见图6。



图6 SDI 输入接口最小接收灵敏度测量框图

6.3.2.1.2 测量步骤

测量步骤如下：

- 截取频率特性为 $1/\sqrt{f}$ ，且在742.5MHz处传输损耗为20dB的视频电缆；
- 按图6连接被测设备和仪器；
- 高清晰度音视频信号源输出音视频信号，经长视频电缆衰减后输入至被测设备；
- 在被测设备输出端口使用高清晰度数字音视频分析仪测量误码秒，观察时间为15min，若误码秒为零，则最小接收灵敏度符合要求。

6.3.2.2 SDI 输入接口最大输入电压

6.3.2.2.1 测量框图

测量框图见图7。

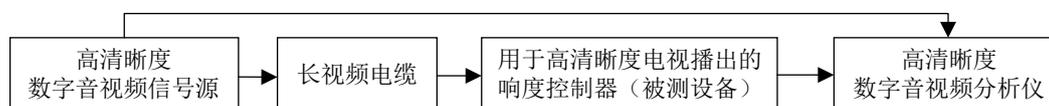


图7 SDI 输入接口最大输入电压测量框图

6.3.2.2.2 测量步骤

测量步骤如下：

- 按图7连接被测设备和仪器；
- 调节高清晰度数字音视频信号源，使信号幅度达到880mV；
- 高清晰度数字音视频信号源输出音视频信号，经长视频电缆衰减后输入至被测设备；
- 在被测设备输出端口使用高清晰度数字音视频分析仪测量误码秒，观察时间为15min，若误码秒为零，则最大输入电压符合要求。

6.3.2.3 SDI 输出接口

6.3.2.3.1 测量框图

测量框图见图8。

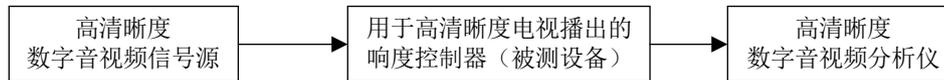


图8 SDI 输出接口、信号格式测量框图

6.3.2.3.2 测量步骤

测量步骤如下：

- a) 按图8连接被测设备和仪器；
- b) 高清晰度数字音视频信号源输出彩条信号，经被测设备后，采用高清晰度数字视频电缆接入高清晰度数字音视频分析仪；
- c) 用高清晰度数字音视频分析仪直接测量出被测设备输出接口的信号幅度、上升时间、下降时间、上升时间与下降时间之差、上冲、下冲、直流偏置，以及经过10Hz和100kHz高通滤波器后的信号输出抖动。

6.3.2.4 IP 输入、输出接口

6.3.2.4.1 测量框图

测量框图见图9。

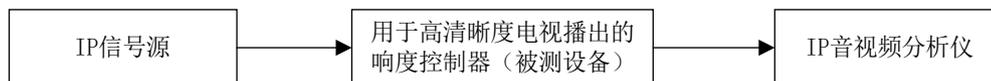


图9 IP 输入接口、IP 输出接口测量框图

6.3.2.4.2 测量步骤

测量步骤如下：

- a) 按图9连接被测设备和仪器；
- b) 向被测设备输入符合SMPTE ST 2110-20的IP信号，信号格式符合GY/T 155—2000和GB/T 32631—2016，用IP视音频分析仪解析被测设备输出的IP信号，检查输出信号格式是否与输入信号格式一致；
- c) 向被测设备输入符合SMPTE ST 2110-30的IP信号，信号格式符合GY/T 156—2000，用IP视音频分析仪解析被测设备输出的IP信号，检查嵌入音频格式是否与输入信号格式一致；
- d) 向被测设备输入符合SMPTE ST 2110-40的IP信号，用IP视音频分析仪解析被测设备输出的辅助数据，检查辅助数据格式是否与输入信号格式一致。

6.3.2.5 信号格式

6.3.2.5.1 测量框图

测量框图见图8。

6.3.2.5.2 测量步骤

测量步骤如下：

- a) 按图8连接被测设备和仪器；
- b) 高清晰度数字音视频信号源输出彩条信号，经被测设备后，采用高清晰度数字视频电缆接入高清晰度数字音视频分析仪；
- c) 用高清晰度数字音视频分析仪检查信号数据字，确认信号格式。

6.3.3 输出信号音视频相对延时

6.3.3.1 测量框图

测量框图见图10。

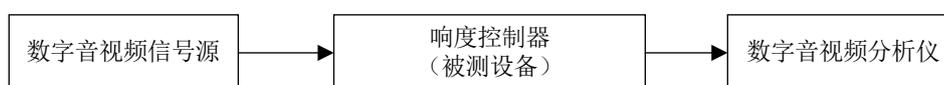


图10 输出信号音视频相对延时、响度偏差值测量框图

6.3.3.2 测量步骤

测量步骤如下：

- a) 按图10连接被测设备和仪器；
- b) 数字音视频信号源输出音视频相对延时测试信号到被测设备，经被测设备处理后，采用数字视频电缆接入数字音视频分析仪；
- c) 用数字音视频分析仪测量输出信号的音视频相对延时；
- d) 若测得的音视频相对延时未超过 $-30\text{ms}\sim 22.5\text{ms}$ ，则音视频相对延时符合要求。

6.3.4 输出信号响度偏差值

6.3.4.1 测试序列

测试序列见表9。

表9 测试序列

源序列名称	源序列响度值
男女讲话 (2声道)	响度控制器设置的音频响度+6LU
	响度控制器设置的音频响度-4LU
交响乐 (2声道)	响度控制器设置的音频响度+6LU
	响度控制器设置的音频响度-4LU
童声合唱 (2声道)	响度控制器设置的音频响度+6LU
	响度控制器设置的音频响度-4LU
京剧乐队合奏 (2声道)	响度控制器设置的音频响度+6LU
	响度控制器设置的音频响度-4LU
萧独奏 (2声道)	响度控制器设置的音频响度+6LU
	响度控制器设置的音频响度-4LU

表9（续）

源序列名称	源序列响度值
电子乐 (2声道)	响度控制器设置的音频响度+6LU
	响度控制器设置的音频响度-4LU
羽毛球比赛 (2声道)	响度控制器设置的音频响度+6LU
	响度控制器设置的音频响度-4LU
群掌声 (2声道)	响度控制器设置的音频响度+6LU
	响度控制器设置的音频响度-4LU

6.3.4.2 测量步骤

测量步骤如下：

- 按图10连接被测设备和仪器；
- 被测设备设定音频响度；
- 数字音视频信号源输出表9列出的测试序列，经被测设备后，采用数字音视频电缆接入数字音视频分析仪；
- 用数字音视频分析仪测量输出音频信号的平均响度；
- 将测得的平均响度与设定的音频响度比较，得出响度偏差值，若响度偏差值未超过 $\pm 2\text{LU}$ ，则响度偏差值符合要求。

6.3.5 音频质量

6.3.5.1 测量框图

测量框图见图 11。



图11 音频质量测量框图

6.3.5.2 测量步骤

测量步骤如下：

- 按图11连接被测设备和仪器；
- 被测设备设定音频响度；
- 数字音视频信号源输出表9列出的测试序列，经被测设备后，采用音视频录制仪将音频信号录制为无压缩音频文件；
- 计算录制的音频文件相对于源测试序列的质量损失ODG的平均值。

参 考 文 献

- [1] GY/T 323—2019 AVS2 4K超高清编码器技术要求和测量方法
 - [2] Q/ABP 006—2018 高清视频通道特性、音视频相对延时、同步信号特性测量方法
 - [3] Q/ABP 026—2020 4K超高清接口特性和视频通道特性测量方法
-