

4 校园广播系统

4.1 遵循的规范

- 1、 JGJT 16-2008 《民用建筑电气设计规范》
- 2、 GB4959 《厅堂扩声特性测量方法》
- 3、 SJ2467 《通信设备汉语清晰度测试方法》
- 4、 GB/T 14476-93 《客观评价厅堂语言可懂度的“RASTI”法》

4.2 规范标准要求

4.2.1 系统功能要求

校园广播是学校教学、学生生活基本的和必要的设备设施。随着现代科学技术的迅猛发展，校园广播的模式越来越多，功能越来越强，服务教学和生活的作用越来越显著。随着教育的发展、对校园教学生活的重视程度不断提高，校园广播在学校教学与管理中担当着越来越重要的角色。其功能主要包括以下几个方面：

- 1、 能发布实时的语音广播、录音广播以及转播国家和地方电台新闻。
- 2、 广播覆盖区域能分区控制，可视需要手动选通或关闭任何广播分区。
- 3、 具有强插功能，即能对任何选定的广播分区（包括已经关闭了的分区）强行插入寻呼广播或其他紧急广播。
- 4、 能实现自动定时管理，包括定时接通/关闭广播系统的电源，定时播放已编排好的钟声/音乐铃声或其他节目。
- 5、 可进行录音和简单的节目剪辑。
- 6、 可对绿化带或休闲区播放背景音乐。

4.2.2 系统性能要求

校园广播是服务于学校教学和学生生活的基本和必备的设备设施。因此，为了使学校教学及学生生活得以正常的开展，在系统性能上我们必须做到以下几个方面：

- 1、 应覆盖学校的各个课室、实验室、功能室、教师办公室、图书馆、礼堂、操场和宿舍，以及食堂和公共通道等地方。
- 2、 要求校园广播的语音清晰度不低于 85%。

- 3、校园广播的线路（从功放设备的输出端至线路上最远的扬声器间的线路）衰耗不大于 2dB（1000Hz 时）。
- 4、频带宽度应不少于在 100Hz~12KHz。
- 5、声压不少于 85dB。
- 6、环境回声不大于 1S。
- 7、信号分离度不少于 46dB。
- 8、系统失真度 <5%。
- 9、声场均匀度 <5db。（室内）

4.2.3 系统结构要求

一、一般校园广播

- 1、为了保证校园广播的语音清晰度、一致性、稳定性和强制性（校园广播还应承担公共安全责任，需在紧急状态下能实施强制广播，而且尽可能用最简约的方式实现全范围广播），因此，建议使用模拟广播。
- 2、采用定压输出馈送线路时，输出电压宜采用 70V 或 100V。
- 3、建议系统中采用音频矩阵分区——即可同时在不同的广播分区播送不同的节目。
- 4、建议系统配置可以自动切换的备用功放，保证系统的可靠性。
- 5、校园广播系统一个回路所接扬声器的数量不宜超过 20 个。
- 6、校园公共广播原则上是单声道广播，但不排除根据实际需要在有条件的局部区域内营造立体声效果。
- 7、广播功放的额定输出功率应不小于广播扬声器总功率的 1.3 倍。
- 8、室内广播功率传输线路应使用阻燃护套线，且干线截面不小于 1mm^2 ；室外广播功率传输干线截面不宜小于 1.5mm^2 。
- 9、校园广播馈送线路一般采用 2 线制。
- 10、各种节目信号输入线应采用屏蔽线缆。
- 11、馈线线路应穿管或用线槽敷设（室内线管或线槽必须是阻燃材料），不得与电力线路、电话线路、校园网络线共管或共槽。
- 12、教室、实验室音箱功率不少于 5 瓦。
- 13、露天设置的音箱必须使用全天候防水音箱（IP56）。

- 14、由广播前置放大器到功放输出，信噪比不劣于 75dB（线路输入）或 60 dB（话筒输入）；频响不劣于 60 Hz~15 kHz。功放的输出额定功率应与标称值相符，应有输出短路保护。扬声器系统的频响不劣于 150 Hz~12 kHz，灵敏度不劣于 88 dB。
- 15、具有室外金属布线的校园广播系统应有防雷设施。系统的防雷和接地应参照 GB50343-2004《建筑物电子信息系统防雷技术规范》的规定执行。
- 16、校园广播功率传输线路（尤其是敷设于天花板/吊顶内的线路），其绝缘电压等级必须与其额定传输电压相容；其接头不应裸露；电位不等的接头必须分别包扎。
- 17、校园广播系统室内广播扬声器的功率传输线路，衰减不宜大于 3dB（1000 Hz）。
- 18、建筑物内的扬声器明装时，安装高度不宜低于 2.2m（扬声器箱底边距地面）。
- 19、扬声器的声压级应比环境噪声大 10~15dB。
- 20、会议厅、报告厅等专用会议场所，应按语言扩声一级标准建设。
- 21、厅堂类建筑采用定阻输出。
- 22、功放的功率裕量（即功率储备量），在语言扩声时为 5 倍以上，音乐扩声时为 10 倍以上。
- 23、为了保证校园广播系统的可靠性，建议系统采用集中供电方式，在控制室（主设备安装室）配置 UPS 电源，备用电源时间按 1 小时配置。

二、有突发公共事件紧急广播要求的校园广播系统

除满足一般校园广播的性能要求外，还必须满足以下的要求：

- 1、系统应在主电源或备用电源接通 10 秒内可以进行广播。
- 2、应急备用电源切换时间不大于 1S；应急备用电源至少能支持 15 分钟的紧急广播。如果电池被当作备用电源使用，它们应配有自动充电装置。
- 3、突发公共事件紧急广播用功率放大器的额定功率不小于其所驱动的所有扬声器功率总和的 1.5 倍。突发公共事件紧急广播用功率放大器的功率总容量，必须满足所有广播分区同时发布紧急广播的要求，而不是只满足若干个相邻分区的要求。
- 4、突发公共事件紧急广播应具有最高级的优先权。系统应能在操作者将系统置于紧急状态下或接到来自火警和其他警报系统信号的 10 秒内向警报区播放警示信

- 号或警报语音文件，而不论相关警报区当前处于何种状态（包括关闭和休眠）。
- 5、突发公共事件紧急广播的音量，应能自动调节至系统允许的最大音量。
 - 6、当所有广播服务区需要同时手动发布突发公共事件紧急广播时，应能一键到位（只须操作一个键/按钮/开关，就能进入紧急广播状态）。
 - 7、突发公共事件紧急广播用的单个扬声器（或音柱）的额定功率不小于 3W。
 - 8、走道、大厅、食堂餐厅等公众场所，扬声器的配置应能保证从本层任何部位到最近一个扬声器的步行距离不超过 25m。在走道交叉处、拐弯处均应设扬声器。走道末端最后一个扬声器距墙不大于 12.5m。
 - 9、单台功放失效不应导致整个广播系统颠覆，应配置主/备功放和相应的自动切换设备。
 - 10、单个扬声器失效不应导致整个广播分区失效，否则应能及时发现。
 - 11、紧急广播设备应处于热备用状态(即经常处于运行——可以是低姿态运行状态)，或系统具有循环自检和故障自动告警功能。
 - 12、校园广播应按建筑防火分区设置，且不得跨越防火区。
 - 13、馈送线路宜采用三线制，线路衰耗不大于 0.5 dB。
 - 14、在环境噪声大于 60 的场所设置的扬声器，在其播放范围内最远点播放声压级应高于背景噪声的 15。

4.2.4 系统建设方案

4.2.4.1 需求分析

一个学校需要进行各种各样的教学、文体活动，这些都离不开校园广播系统。校园广播系统应能满足以下方面的功能需要：

- 1、语音综合训练和考试：可以对不同年级进行不同的语音训练和考试，可以同时播放多套节目，以便满足教学的需要；
- 2、铃声智能控制：可以按照编排好的时间表播放上下课铃声，也可以播放中外名曲来代替传统的枯燥铃声，实现无人操作；还可以在一套系统内设置多套各自独立工作的打铃系统，眼保健操等。
- 3、课余娱乐：课余休息时间可以使不同场所播放不同节目，例如：校园歌曲、轻音乐等，来缓和一下课堂上的紧张气氛。

4、可将上下课铃声、眼保健操、广播操、娱乐等分区广播。校园广播可以对教学区、宿舍区、教工区、食堂、操场等公共场所进行不同时间播放不同节目，可以让任意一个场所播放，任意一个场所不播放，方便校园管理；

5、可对需要通知的某个教室进行单独通知，而不会干扰其它教室的正常教学活动。

6、可以对 DVD, CD, VCD, 卡座等音源智能化管理，通过计算机设置，定时自动播放 DVD, CD, VCD, 卡座等音源。

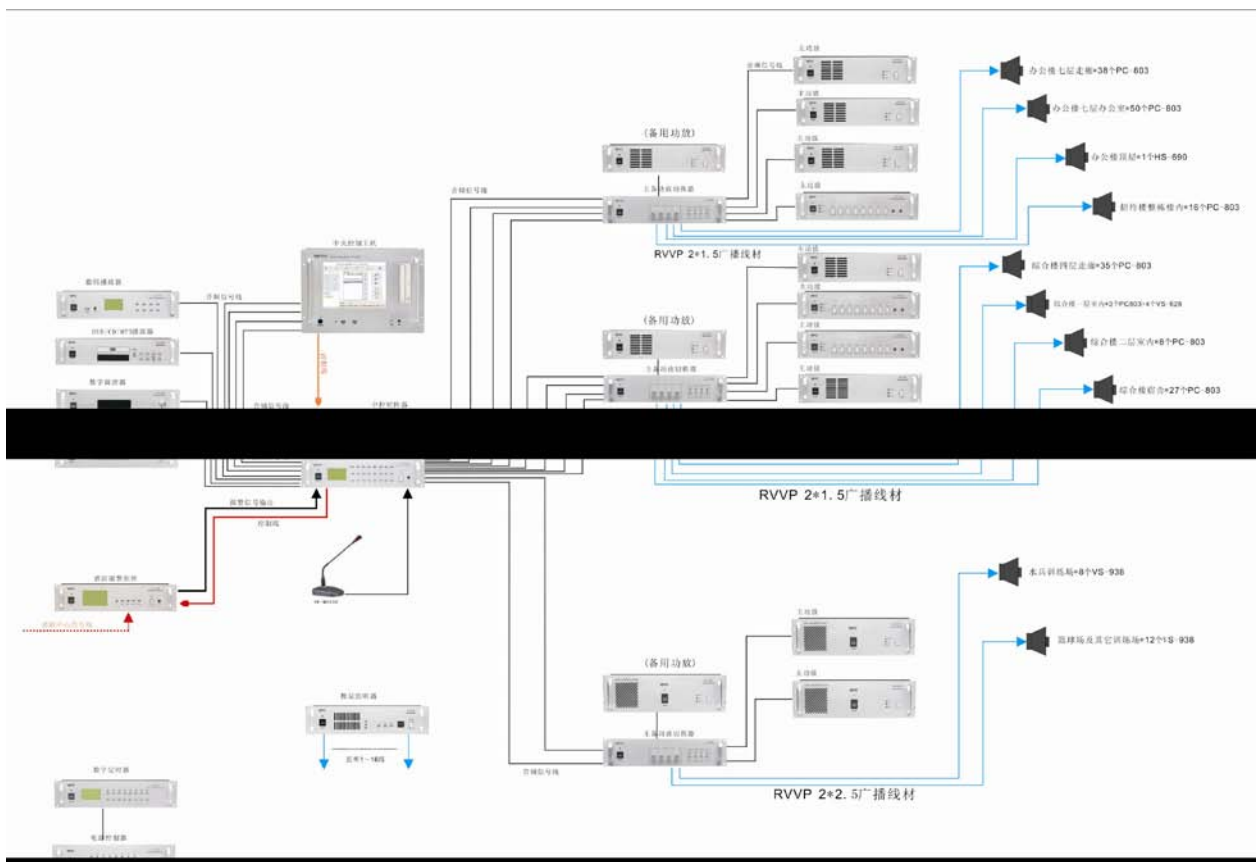
7、可以定时转播早间电台的新闻联播，特定节目，全由计算机设定管理，无须人工操作。

8、可以根据需要选定某些区域进行强制讲话，广播。

9、可以在发生火灾等紧急情况进行强制广播，通知危险区域的人员进行疏散。

4.2.4.2 系统设计

校园广播系统基本由 4 个部分构成，分别是节目源设备、信号的放大和处理设备、传输线路和放声设备，详见下图所示：



- **节目源设备：**节目源通常为无线电广播，CD/MP3/DVD 机和录音卡座等设备提供，此外还有传声器、电子乐器等。

- **信号放大和处理设备：**包括调音台、前置放大器、功率放大器和各种控制器及音响加工设备等。这部分设备的首要任务是信号放大，其次是信号的选择。调音台和前置放大器作用和地位相似（当然调音台的功能和性能指标更高），它们的基本功能是完成信号的选择和前置放大，此外还担负音量和音响效果进行各种调整和控制。有时为了更好地进行频率均衡和音色美化，还另外单独投入均衡器。这部分是整个广播音响系统的“控制中心”。功率放大器则将前置放大器或者调音台送来的信号进行功率放大，再通过传输线去推动扬声器发声。
- **传输线路系统：**校园广播系统，由于服务区域广，距离长，为了减少传输线路引起的损耗，往往采用高压传输方式，由于传输电流小，故对传输线要求不高。
- **放声设备：**放声设备要求整个系统要匹配，同时其位置的选择也要切合实际。校园广播系统，一般用挂壁音柱、室外音柱、天花喇叭等。

校园广播系统主要从以上几个方面进行设计，同时在设计的过程中还须考虑以下几个方面：

4.2.4.2.1 广播分区

一个公共广播系统通常划分成若干个区域，由管理人员（或预编程序）决定那些区域须发布广播、那些区域须暂停广播、那些区域须插入紧急广播等等。

分区方案原则上取决于客户的需要。通常可参考下列规则：

- 1、 教学楼通常以楼层分区，办公楼通常以部门分区，运动场馆通常以看台分区等。
- 2、 管理部门与公众场所宜分别设区。
- 3、 重要部门或广播扬声器音量有必要由现场人员任意调节的宜单独设区。

总之，分区是为了便于管理。凡是需要分别对待的部分，都应分割成不同的区。但每一个区内，广播扬声器的总功率不能太大，须与功放的容量相适应。

4.2.4.2.2 广播功放的选用

广播功放不同于 HI-FI 功放。其最主要的特征是具有 70V 和 100V 恒压输出端子。这是由于广播线路通常都相当长，须用高压传输才能减小线路损耗。

广播功放的最重要指标是额定输出功率。应选用多大的额定输出功率，须视广播扬声器的总功率而定。对于广播系统来说，只要广播扬声器的总功率小于或等于功放的额定功率，而且电压参数相同，即可随意配接，但考虑到线路损耗、老化等因素，应适当

留有功率余量。按照相关规范的要求，功放设备的容量（相当于额定输出功率）一般应按下式计算：

$$P = K_1 \cdot K_2 \cdot \Sigma P_0$$

P — 功放设备输出总电功率（W）

P_0 — 每一分路（相当于分区）同时广播时最大电功率

$$P_0 = K_i \cdot P_i$$

P_i — 第*i*分区扬声器额定容量

K_i — 第*i*分区同时需要系数：

服务性广播客房节目，取 0.2 ~ 0.4

背景音乐系统，取 0.5 ~ 0.6

业务性广播，取 0.7 ~ 0.8

火灾事故广播，取 1.0

K_1 — 线路衰耗补偿系数：1.26 ~ 1.58

K_2 — 老化系数：1.2 ~ 1.4

据此，如果是背景音乐系统，广播功放的额定输出功率应是广播扬声器总功率的 1.3 倍左右。

但是，所有公共广播系统原则上应能进行灾害事故紧急广播。因此，系统须设置紧急广播功放。根据要求，紧急广播功放的额定输出功率应是广播扬声器容量最大的三个分区中扬声器容量总和的 1.5 倍。

至于广播功放的其他规格，取决于广播系统的具体结构和投资。

4.2.4.2.3 广播扬声器的选用

原则上应视环境选用不同品种规格的广播扬声器。

例如，在有天花板吊顶的室内，宜用嵌入式的、无后罩的天花扬声器。这类扬声器结构简单，价钱相对便宜，又便于施工。主要缺点是没有后罩，易被昆虫、鼠类啮咬。

在仅有框架吊顶而无天花板的室内（如开架式商场），宜用吊装式球型音箱或有后罩的天花扬声器。由于天花板相当于一块无限大的障板，所以在有天花板的条件下使用无后罩的扬声器也不会引起声短路。而没有天花板时情况就大不相同，如果仍用无后罩的天花扬声器，效果会很差。这时原则上应使用吊装音箱。但若嫌投资大，也可用有后罩的天花扬声器。有后罩天花扬声器的后罩不仅有一般的机械防护作用，而且在一定程

度上起到防止声短路的作用。

在无吊顶的室内（例如地下停车场），则宜选用壁挂式扬声器或室内音柱。

在室外，宜选用室外音柱或号角。这类音柱和号角不仅有防雨功能，而且音量较大。由于室外环境空旷，没有混响效应，选择音量较大的品种是必须的。

在园林、草地，宜选用草地音箱。这类音箱防雨、造型优美，且音量和音质都比较讲究。

在装修讲究、顶棚高阔的厅堂，宜选用造型优雅、色调和谐的吊装式扬声器。

在防火要求较高的场合，宜选用防火型的扬声器。这类扬声器是全密封型的，其出线口能够与阻燃套管配接。

4.2.4.2.4 广播扬声器的配置

天花扬声器的灵敏度级在 88~93dB 之间；额定功率为 3~10 W。以 90dB / W 匡算，在离扬声器 8m 处的声压级约为 81dB。以上匡算未考虑早期反射声群的贡献。在室内，早期反射声群和邻近扬声器的贡献可使声压级增加 2~3 dB 左右。

因此，一般天花扬声器的间隔距离宜在 6 米左右。

广播扬声器原则上以均匀、分散的原则配置于广播服务区。其分散的程度应保证服务区内的信噪比不小于 15dB。

通常，高级写字楼走廊的本底噪声约为 48~52 dB，超级商场的本底噪声约 58~63 dB，繁华路段的本底噪声约 70 ~75 dB。考虑到发生事故时，现场可能十分混乱，因此为了紧急广播的需要，即使广播服务区是写字楼，也不应把本底噪声估计得太低。据此，作为一般考虑，除了繁华热闹的场所，不妨大致把本底噪声视为 65~70dB（特殊情况除外）。照此推算，广播覆盖区的声压级宜在 80~85dB 以上。

鉴于广播扬声器通常是分散配置的，所以广播覆盖区的声压级可以近似地认为是单个广播扬声器的贡献。根据有关的电声学理论，扬声器覆盖区的声压级 SPL 同扬声器的灵敏度级 LM、馈给扬声器的电功率 P、听音点与扬声器的距离 r 等有如下关系：

$$\text{SPL} = \text{LM} + 10 \lg P - 20 \lg r \text{ dB}$$

天花扬声器的灵敏度级在 88~93dB 之间；额定功率为 3~10 W。以 90dB / 8 W 匡算，在离扬声器 8m 处的声压级约为 81dB。以上匡算未考虑早期反射声群的贡献。在室内，早期反射声群和邻近扬声器的贡献可使声压级增加 2~3 dB 左右。

根据以上近似计算，在天花板不高于 3m 的场馆内，天花扬声器大体可以互相距离

5~8m 均匀配置。如果仅考虑背景音乐而不考虑紧急广播，则该距离可以增大至 8~12m。另外，国家标准火灾事故广播设计规范（以下简称‘规范’）有以下一些硬性规定：“走道、大厅、餐厅等公众场所，扬声器的配置数量，应能保证从本层任何部位到最近一个扬声器的步行距离不超过 25 米。在走道交叉处、拐弯处均应设扬声器。走道末端最后一个扬声器距墙不大于 12 米。每个扬声器额定功率不应小于 3W。”

室外场所基本上没有早期反射声群，单个广播扬声器的有效覆盖范围只能取上文匡算的下限。由于该下限所对应的距离很短，所以原则上应使用由多个扬声器组成的音柱。馈给扬声器群组（例如音柱）的信号电功率每增加一倍（前提是该群组能够接受），声压级可提升 3dB。

请注意“一倍”的含义。由 1 增至 2 是一倍；而由 2 须增至 4 才是一倍。另外，距离每增加 1 倍，声压级将下降 6dB。根据上述规则不难推算室外音柱的配置距离。例如，以 DSP-408 室外音柱为例，其额定功率为 40W，是单个天花扬声器的 4 倍以上。因此，其有效的覆盖距离大于单个天花扬声器的 2 倍。事实上，这个距离还可以大一些。因为音柱的灵敏度比单个天花扬声器要高（约高 3~6dB），而每增加 6dB，距离就可再加倍。也就是说 DSP-408 音柱的覆盖距离可以达 20m 以上。但音柱的辐射角比较窄，仅在其正前方约 60~90 度（水平角）左右。