

---

云安区白石镇酒业产业园建设工程（二期）-业务楼  
围护结构构件隔声及室内背景噪声分析报告

工程名称	云安区白石镇酒业产业园建设工程（二期）-业务楼
工程地点	广东省云浮市云安区
建设单位	云浮市云安区白石镇裕盛农业有限公司
设计单位	广东省轻纺建筑设计院有限公司
编制日期	2024 年 12 月

# 说 明

1. 本报告技术内容依据甲方提供的资料及相关国家和地方标准规范编制；
2. 本报告未盖咨询单位公章无效；
3. 本报告经涂改和复印均无效；
4. 本报告仅用于指定项目，非本项目无效。

# 目录

1.工程概况 .....	4
2.评估标准 .....	4
3 构件隔声评估 .....	4
3.1 评估原则 .....	6
3.1 单层匀质密实墙的空气声隔绝 .....	6
3.2 多层复合板的设计要点 .....	7
3.3 质量定律 .....	8
3.4 建筑中应用的经验公式 .....	9
3.2 围护结构空气声隔声评估 .....	10
3.3 参考构造及其隔声量 .....	10
4 室内噪声评估 .....	13
4.1 组合墙隔声量 .....	14
4.2 室内背景噪声计算 .....	16
5 结论 .....	18

1. 工程概况

本项目为云安区白石镇酒业产业园建设工程（二期），总用地面积为 34764.00m<sup>2</sup>，建筑基底面积为 13994.75m<sup>2</sup>，建筑密度为 40.26%，总建筑面积为 19400.20m<sup>2</sup>，计容面积为 35415.88m<sup>2</sup>，机动车位 55 个。本次参评建筑为业务楼。

2. 评估标准

1、《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2019（2024 年版）第 5.1.4 条：建筑声环境设计应符合下列规定：

1 场地规划布局 and 建筑平面设计时应合理规划噪声源区域和噪声敏感区域，并应进行识别和标注；

2 外墙、隔墙、楼板和门窗等主要建筑构件的隔声性能指标不应低于现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB50118 的规定，并应根据隔声性能指标明确主要建筑构件的构造做法。

2、《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2019（2024 年版）第 5.2.6 条：采取措施优化主要功能房间的室内声环境，评价总分为 8 分。并按下列规则分别评分并累计：

1 建筑物外部噪声源传播至主要功能房间的噪声比现行强制性工程建设规范《建筑环境通用规范》GB55016 限值低 3dB 及以上，得 4 分；

表 2.1.3 建筑物外部噪声源传播至主要功能房间室内的噪声限值

房间的使用功能	噪声限值（等效声级 $L_{Aeq,T}$ ，dB）	
	昼间	夜间
睡眠	40	30
日常生活	40	
阅读、自学、思考	35	
教学、医疗、办公、会议	40	

注：1 当建筑位于 2 类、3 类、4 类声环境功能区时，噪声限值可放宽 5dB；  
2 夜间噪声限值应为夜间 8h 连续测得的等效声级  $L_{Aeq,8h}$ ；  
3 当 1h 等效声级  $L_{Aeq,1h}$  能代表整个时段噪声水平时，测量时段可为 1h。

2 建筑物内部建筑设备传播至主要功能房间的噪声化现行强制性工程建设

规范《建筑环境通用规范》GB35016 限值低 3dB 及以上，得 4 分。

表 2.1.4 建筑物内部建筑设备传播至主要功能房间室内的噪声限值

房间的使用功能	噪声限值（等效声级 $L_{Aeq,T}$ ，dB）
睡眠	33
日常生活	40
阅读、自学、思考	40
教学、医疗、办公、会议	45
人员密集的公共空间	55

3、《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2019（2024 年版）第 5.2.7 条:主要功能房间的隔声性能良好, 评价总分为 10 分, 按表 5.2.7 的规则分别评分并累计:

表 5.2.7 主要功能房间隔声性能评分规则

建筑类别	构件或房间名称		评价指标	得分
住宅建筑	卧室含窗外墙		计权标准化声压级差与交通噪声频谱修正量之和 $D_{m,nT,w} + C_{tr} \geq 35\text{dB}$	2
	相邻两户 房间之间 空气声 隔声	隔墙两侧 房间之间	计权标准化声压级差与交通噪声频谱修正量之和 $D_{nT,w} + C_{tr} \geq 50\text{dB}$ (卧室与邻户房间之间) 且计权标准化声压级差与粉红噪声频谱修正量之和 $D_{nT,w} + C \geq 50\text{dB}$ (其他相邻两户房间之间)	2
		楼板上下 房间之间		2
	卧室和起居室楼板 撞击声隔声		计权标准化撞击声压级 $L'_{nT,w} \leq 60\text{dB}$ (55dB)	2 (4)
公共建筑	外围护结构		计权标准化声压级差与交通噪声频谱修正量之和 $D_{m,nT,w} + C_{tr} \geq 30\text{dB}$	2
	房间之间 空气声 隔声	隔墙两侧 房间之间	比国家民用建筑隔声设计标准规定限值高 3dB 及以上	2
		楼板两侧 房间之间		2
	楼板撞击声隔声		比国家民用建筑隔声设计标准规定限值低 5dB (10dB) 及以上	2 (4)

## 3 构件隔声评估

### 3.1 评估原则

声音在房屋建筑中的传播，有许多不同的途径，如通过墙壁、门窗、楼板、基础及各种设备管道等。声的传播途径大致可归纳为两大类：通过空气的传声和通过建筑结构的固体传声。在建筑声学中，把凡是通过空气传播而来的声音称为空气声，例如汽车声、飞机声等；把凡是通过建筑结构传播的由机械振动和物体撞击等引起的声音，称为固体声，如脚步声、撞击声等。建筑构件隔绝的若是空气声，则称为空气声隔绝；若隔绝的是固体声，则称为固体声隔绝。

在工程上，常用隔声量 $R$ 来表示构件对空气声的隔绝能力，它与构件透射系数 $\tau$ 有如下关系：

$$R=10\lg\frac{1}{\tau}$$

$\tau$ 为构件的透射系数。

可以看出，构件的透射系数越大，则隔声量越小，隔声性能越差；反之，透射系数越小，则隔声量越大，隔声性能越好。

隔声构件按照不同的结构形式，有不同的隔声特性。对于隔墙（分户墙）设计上的措施，理论上采用高声阻、刚性、匀质密实的围护结构，如砖、混凝土等，其质量越大则振动越小，惯性抗力越大，使传声减小到最低程度，因而，密实而重质的材料隔声性能较好。

#### 3.1 单层匀质密实墙的空气声隔绝

单层匀质密实墙的隔声性能和入射声波的频率有关，还取决于墙本身的面密度、劲度、材料的内阻尼，以及墙边界条件等因素。典型的单层匀质密实墙的隔声频率特性曲线如图2所示。

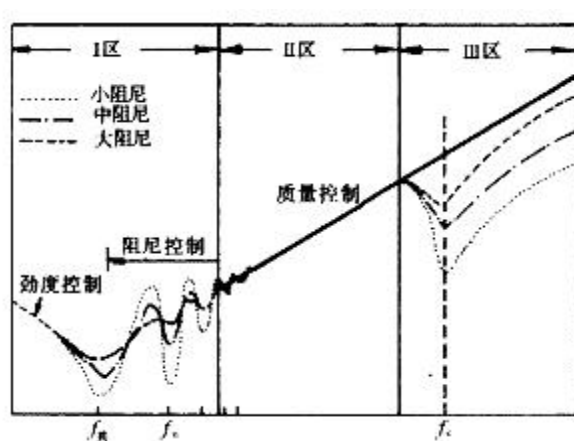


图2 单层匀质墙典型隔声频率特性曲线

从图2中可知，在不同频率时（低频、中频、高频），影响隔声性能的劲度、阻尼、质量控制现象。在很低的频率时，劲度起主要控制作用。隔声量虽频率的降低而增大。随着频率的增高，质量效应增大，在某些频率处，可能出现劲度和质量效应相抵消而产生的构件共振现象。

### 3.2 多层复合板的设计要点

现在的节能建筑一般采取多层复合墙板达到节能保温的效果，这同时也可以增加墙体的隔声性能。多层复合板的设计要点如下：

（1）多层复合板一般3-5层，在构造合理的条件下，相邻层间的材料尽量做成软硬结合形式。

（2）提高薄板的阻尼有助于改善隔声量。如在薄钢板上粘贴超过板厚三倍左右的沥青玻璃纤维或麻丝之类材料时，对削弱共振频率和吻合效应有显著作用。

（3）多孔材料本身的隔声能力差，但当这些材料和坚实材料组成多层复合板时，在它的表面抹一层不透气的粉刷层或粘一层轻薄的材料时，则可提高它的隔声性能。如5mm厚的木丝板仅有的18分贝左右的隔声量，单面粉刷后，隔声量提高到24分贝左右，双面粉刷后隔声量可提高到30分贝左可。下图是几种隔声结构隔声性能的实测结果。

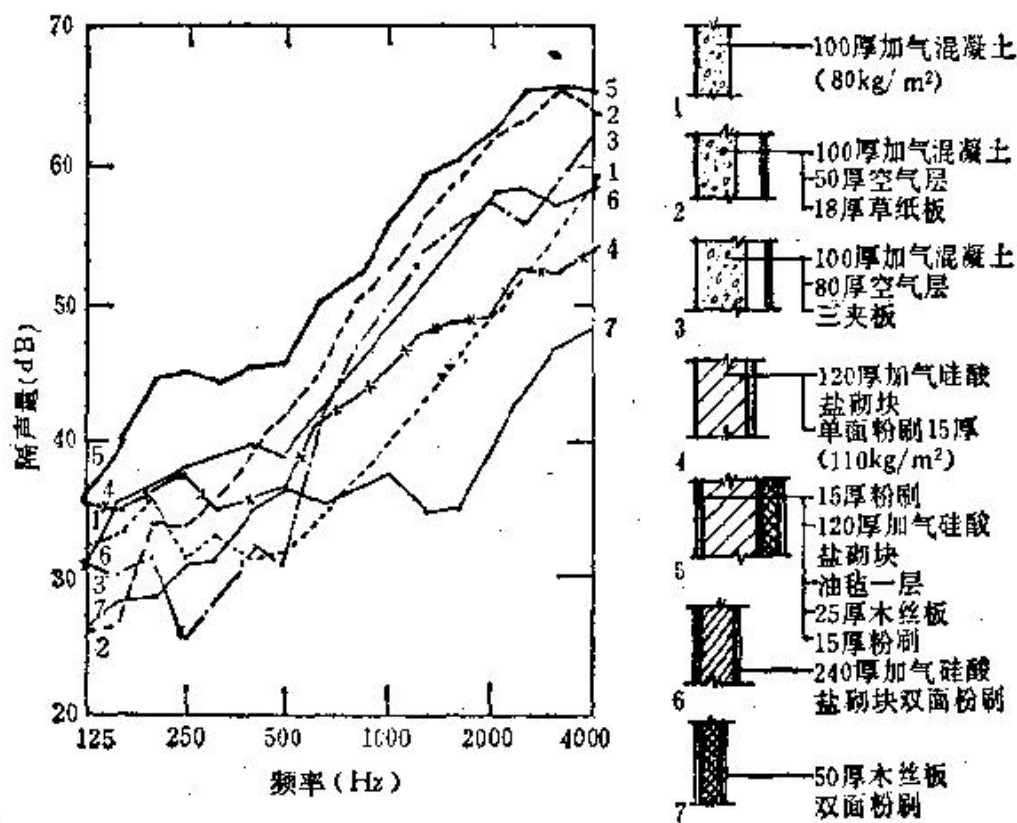


图3 改善多孔材料的隔声特性实例

### 3.3 质量定律

如果把墙看成是无劲度、无阻尼的柔顺质量、且忽略墙边界条件，则在声波垂直入射时，可从理论上得到墙的隔声量的计算式：

$$R_0 = 10 \lg \left[ 1 + \left( \frac{\pi m f}{\rho_0 c} \right)^2 \right]$$

式中  $m$  ----- 墙单位面积的质量，或称面密度， $\text{kg/m}^2$

$\rho_0$  ----- 空气密度， $\text{kg/m}^3$ 。

$c$  ----- 空气中的声速，一般取  $344 \text{m/s}$ ；  $c$

$f$  ----- 入射声波的频率， $\text{Hz}$ 。  $f$

一般情况下， $\pi m f > \rho_0 c$ ，即  $\frac{\pi m f}{\rho_0 c} > 1$ ，上式便可简化为：

$$\begin{aligned} R_0 &= 20 \lg \left( \frac{\pi m f}{\rho_0 c} \right) \\ &= 20 \lg m + 20 \lg f - 43 \end{aligned}$$



如果声波并非垂直入射，而是无规入射时，则墙的隔声量为：

$$R = R_0 - 5 = 20 \lg m + 20 \lg f - 48$$

上面两个式子证明，墙的单位面积质量越大，则隔声效果越好，单位面积质量每增加一倍，隔声量可增加6dB。这一规律称为“质量定律”。从上式还可以看出，入射声波的频率每增加一倍，隔声量也可以增加6dB。图4表示了质量定律直线。

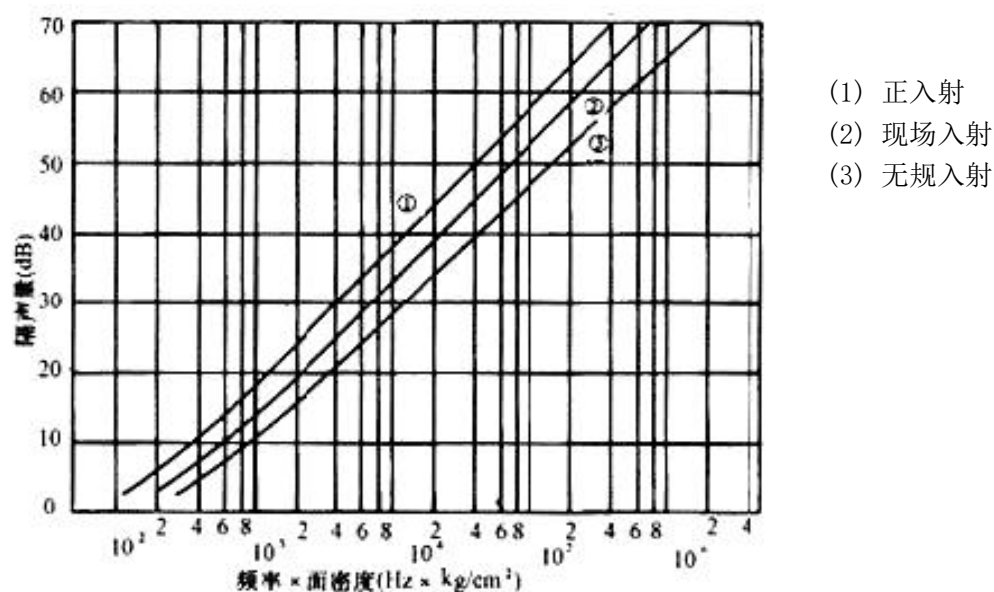


图4 由质量控制的柔性板的隔声量

由于本式是建立在理论上的许多假定条件下导出的，计算值普遍比实测大，并不符合现场实际情况，所以一般隔声设计中采用经验公式进行隔声量计算。

所有经验公式隔声量计算值，普遍小于理论公式计算值，并不同程度地接近现场实际情况，接近实测，所以经验公式比理论公式有实用价值。

经验公式都是加进了实践的因素，即包括实验室测定、现场测定、主观评估、判断等研究成果，它比理论公式接近实际，已不再是完全符合质量定律中的假定条件。但这些经验公式的基本变量还是质量 $m$ ，质量大小控制隔声量，所以这类公式还是以质量定律为基本理论的隔声量经验计算式，是理论上的质量定律向实践的延伸。

### 3.4 建筑中应用的经验公式

《建筑隔声设计——空气声隔声技术》书中，推荐我们使用影响我国声学界的艾尔杰里的两个经验公式，这两个经验公式是建筑师进行隔声设计的重要依据：

$$R = 23 \lg m - 9 \quad (m \geq 200 \text{ kg/m}^2)$$

$$R = 13.5 \lg m + 13 \quad (m \leq 200 \text{ kg/m}^2)$$

### 3.2 围护结构空气声隔声评估

本项目建筑围护构造做法：

楼板构造做法

楼板	8厚瓷质抛光砖+39厚砂浆+3厚AIE隔声涂料+100厚钢筋混凝土 楼板
----	---

外墙及分户墙构造做法

外墙	聚合物水泥防水砂浆 5mm+水泥砂浆 9mm+蒸压加气砼砌块 200mm+水泥砂浆 15mm
分户墙	3厚耐水腻子+200厚蒸压加气混凝土砌块

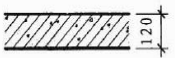
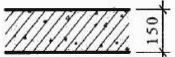

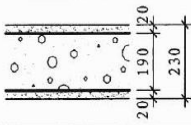
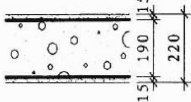
外窗

外窗	普通铝合金窗+6mm透明+12mm空气+6透明
----	-------------------------

### 3.3 参考构造及其隔声量

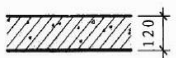


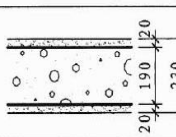
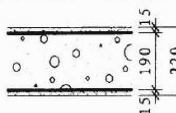
(1) 外墙构造及空气声隔声评估

根据《建筑隔声与吸声构造》图集提供的参数(如下图)20mm水泥砂浆+190mm蒸压加气混凝土砌块+20mm水泥砂浆其空气声计权隔声量加交通噪声频谱修正量为46dB。本工程构造聚合物水泥防水砂浆 5mm+水泥砂浆 9mm+蒸压加气砼砌块 200mm+水泥砂浆 15mm。本项目与图集接近，满足低限标准限值。

常用外墙的隔声性能										
编号	构造简图	构造	墙厚 (mm)	面密度 (kg/m <sup>2</sup> )	计权隔声量 R <sub>w</sub> (dB)	频谱修正量		R <sub>w</sub> +C	R <sub>w</sub> +C <sub>tr</sub>	附 注
						C (dB)	C <sub>tr</sub> (dB)			
外墙1		钢筋混凝土	120	276	49	-2	-5	47	44	需增加抹灰层方可满足外墙隔声要求
外墙2		钢筋混凝土	150	360	52	-1	-5	51	47	满足外墙隔声要求
外墙3		钢筋混凝土	200	480	57	-2	-5	55	52	满足外墙隔声要求
外墙4		蒸压加气混凝土砌块 390×190×190 双面抹灰	230	284	49	-1	-3	48	46	满足外墙隔声要求
外墙5		蒸压加气混凝土砌块 390×190×190 双面抹灰	220	259	47	0	-2	47	45	满足外墙隔声要求

## (2) 分户墙构造及空气声隔声评估

根据《建筑隔声与吸声构造》图集提供的参数(如下图)15mm水泥砂浆+190mm蒸压加气混凝土砌块+15mm水泥砂浆其空气声计权隔声量加交通噪声频谱修正量为47dB。本工程构造3厚耐水腻子+200厚蒸压加气混凝土砌块。即本项目与图集接近,满足低限标准限值。

常用外墙的隔声性能										
编号	构造简图	构造	墙厚 (mm)	面密度 (kg/m <sup>2</sup> )	计权隔声量 R <sub>w</sub> (dB)	频谱修正量		R <sub>w</sub> +C	R <sub>w</sub> +C <sub>tr</sub>	附 注
						C (dB)	C <sub>tr</sub> (dB)			
外墙1		钢筋混凝土	120	276	49	-2	-5	47	44	需增加抹灰层方可满足外墙隔声要求
外墙2		钢筋混凝土	150	360	52	-1	-5	51	47	满足外墙隔声要求
外墙3		钢筋混凝土	200	480	57	-2	-5	55	52	满足外墙隔声要求
外墙4		蒸压加气混凝土砌块 390×190×190 双面抹灰	230	284	49	-1	-3	48	46	满足外墙隔声要求
外墙5		蒸压加气混凝土砌块 390×190×190 双面抹灰	220	259	47	0	-2	47	45	满足外墙隔声要求

(4) 楼板空气隔声量

本工程采用的是：

楼板	8厚瓷质抛光砖+39厚砂浆+3厚ALE隔声涂料+100厚钢筋混凝土楼板
----	-------------------------------------

本项目楼板采用的楼板与示例接近，满足撞击声低于75dB的要求。

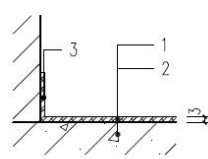
编号	构造简图	用料及分层做法	面层厚度 (mm)	面密度 (kg/m <sup>2</sup> )	计权规范化 撞击声压级 L <sub>n, v</sub> (dB)
楼板1-1		1. 3厚ALE隔声涂料 2. 100厚原楼板 3. 3厚ALE隔声涂料  因隔声涂料具有良好的强度、抗拉伸性能、耐磨性及粘结性能，对于毛坯交楼住宅建筑，可暂不做保护层，但应注意成品保护，不可经受重型机械、设备碾压，避免建筑材料堆放、拖曳划伤，防止人为破坏。其面层构造待业主装修时确定。	3	4.2	68

图3.1 常用各类楼板的计权标准化撞击声压级（dB）

(5) 楼板构造空气声隔声评估

楼板：

8厚瓷质抛光砖+39厚砂浆+3厚ALE隔声涂料+100厚钢筋混凝土楼板

表1 楼板隔声量表

类型	水泥砂浆	钢筋混凝土	隔声涂料
厚度 (mm)	39	100	3
材料密度 (kg/m <sup>3</sup> )	1800	2500	1400
综合面密度 (kg/m <sup>2</sup> )	324.4		

本项目楼板的单位面积的质量为 324.4kg/m<sup>2</sup>， $\geq 200\text{kg/m}^2$ ，根据经验公式计算得出：

$$R = 23 \lg m - 9$$

$$= 23 \times \lg 324.4 - 9 = 48.75 \text{dB (A)}$$

#### (6) 外窗构造及空气声评估

根据项目提供的《建筑设计说明》和节能计算书材料，本项目外窗采用：

外窗	普通铝合金窗+6mm透明+12mm空气+6透明
----	-------------------------

表 3 外窗隔声量计算表

隔音外窗	玻璃	空气	玻璃
厚度 (mm)	6	12	6
材料密度 (kg/m <sup>3</sup> )	2560	—	2560
面密度 (kg/m <sup>2</sup> )	15.36	—	15.36
综合面密度 (kg/m <sup>2</sup> )	30.72		

外窗的单位面积的质量为  $30\text{kg/m}^2 \leq 200\text{kg/m}^2$ ，根据经验公式计算得出： $R = 13.51 \lg m + 13 + \Delta R_1 = 13.51 \lg 30.72 + 13 + 1 = 34.08 \text{dB}$

根据隔声量经验公式计算本项目外窗空气声计权隔声量为 34.08dB。

交通噪声频谱修正量参考《建筑隔声与吸声构造》图集引用的建筑科学研究院物理所提供的相关资料取 4dB，则外窗构造空气声计权隔声量加空气噪声频谱修正量为 30.08dB。

玻璃隔声性能

构 造	厚度	计权隔声量 R <sub>w</sub> (dB)	频谱修正量		R <sub>w</sub> +C	R <sub>w</sub> +C <sub>tr</sub>
			C (dB)	C <sub>tr</sub> (dB)		
单层玻璃	3	27	-1	-4	26	23
	5	29	-1	-2	28	27
	8	31	-2	-3	29	28
	12	33	0	-2	33	31
夹层玻璃	6+	32	-1	-3	31	29
	10+	34	-1	-3	33	31
中空玻璃	4+6A ~ 12A+4	29	-1	-4	28	25
	6+6A ~ 12A+6	31	-1	-4	30	27
	8+6A ~ 12A+6	35	-2	-6	33	29
	6+6A ~ 12A+10+	37	-1	-5	36	32

注：本表数据根据建筑科学研究院物理所提供的资料编制。  
6+、10+表示夹层玻璃。

本项目外窗采用普通铝合金窗框+6mm透明+9mm空气+6mm透明(厨卫，公区)

普通铝合金窗框+6mmLow-E透明+9mm空气+6mm透明(卧室、起居室)，外窗构造空气声计权隔声量加空气噪声频谱修正量为30.08dB。地块北面是交通干线，临交通干线外窗R<sub>w</sub>+C<sub>tr</sub>应为低限值≥30dB，高标值≥35dB。即可以判定该外窗满足要求。

4 室内噪声评估

4.1 组合墙隔声量

4.1.1 计算公式

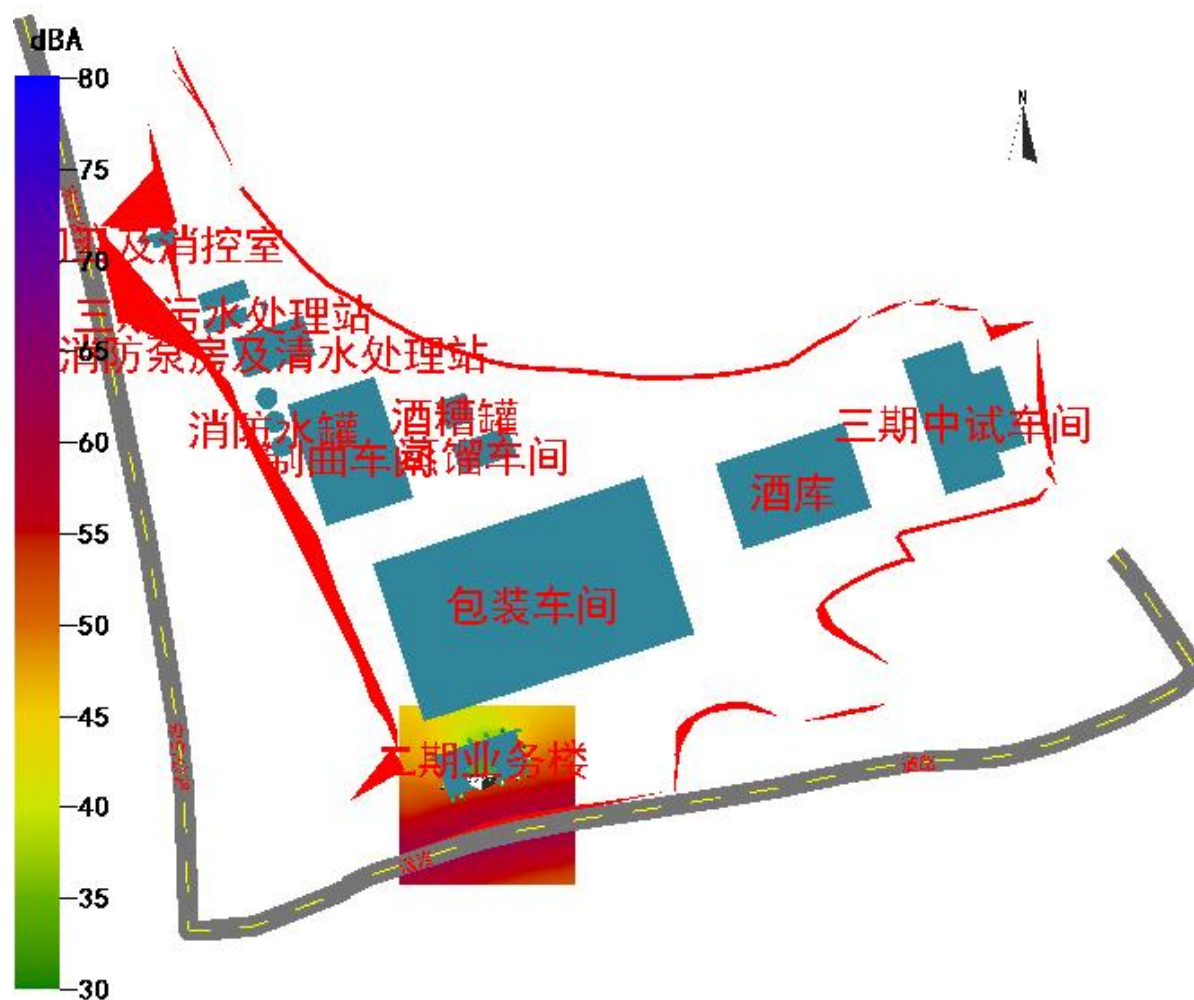
对于两种构件组合成的墙，隔声量也可按下述公式计算：

$$R = R_{\text{门(窗)}} + 10 \lg \frac{S_{\text{墙}}}{S_{\text{门(窗)}}}$$

- 式中：R ——组合墙的隔声量；
- R<sub>门(窗)</sub> ——门或窗的空气声计权隔声量，dB；
- S<sub>墙</sub> ——指的是墙的净面积，不包括门窗面积，m²；
- S<sub>门(窗)</sub> ——门或窗的面积，m²。

4.1.2 最不利房间隔声量计算

根据本项目场地范围内噪声模拟结果,可得出本项目噪声最不利房间为二期业务楼二层会议室卧室,昼间最大值为 53dB,夜间最大值为 47dB。该项目层高 3.9m,其中最不利外墙部分窗洞面积为 18.12m<sup>2</sup>,最不利外墙的墙面面积为 9.18m<sup>2</sup>,最不利房间布置如图 4.6 所示。





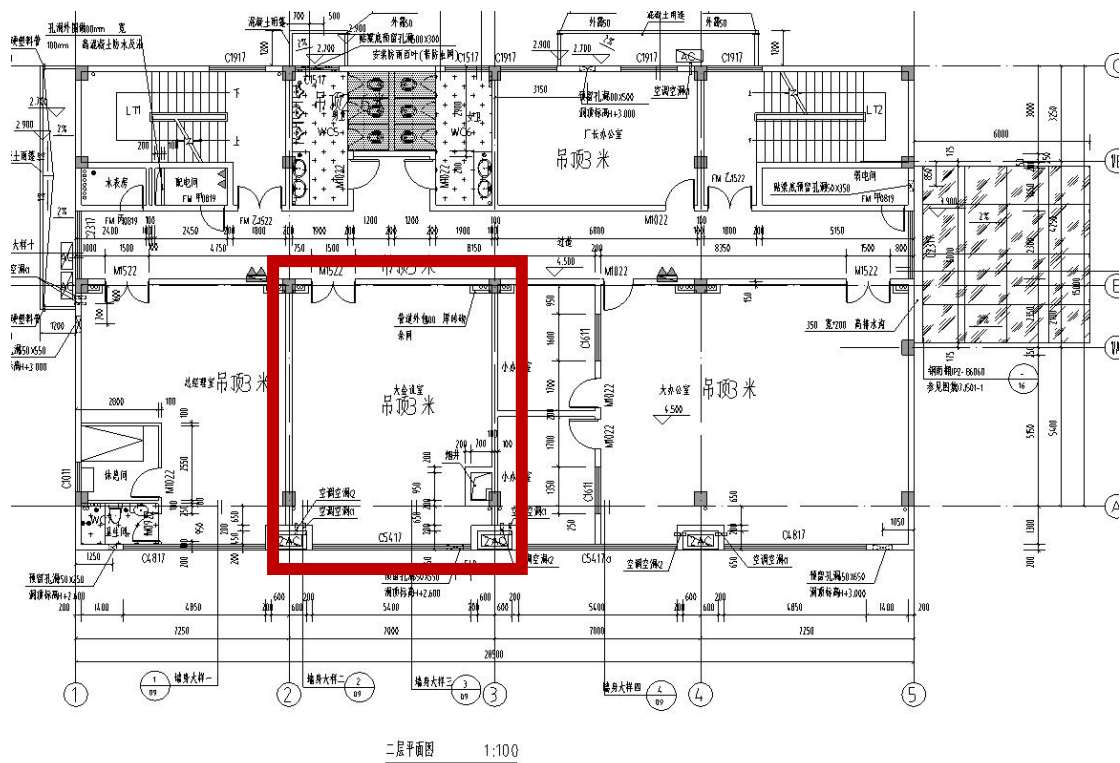


图 4.6 最不利房间布置情况

本项目室内主要房间的维护结构是外墙与门，门的隔声量为 30dB，通过公式计算出项目最不利外墙组合隔声量为：

$$R = R_{\text{门}} + 10 \lg \frac{S_{\text{墙}}}{S_{\text{门}}} \\ = 30 + 10 \lg 18.12 / 9.78 = 32.95 \text{ dB}$$

#### 4.1.3 窗墙间缝隙对隔声的影响

一个隔声结构的孔和缝隙对其隔声性能有很大的影响。孔和缝隙的影响主要决定于它们的尺寸和声波波长的比值。如果孔的尺寸大于声波波长时，透过孔的声能可近似认为与孔的面积成正比。孔和缝隙使壁的隔声效果降低数值为：

$$\Delta R = 10 \lg \frac{1 + \frac{S_0}{S_c} 10^{0.1 R_0}}{1 + \frac{S_0}{S_c}}$$

式中：

$R_0$ ——隔声结构的隔声量，通过上述计算为 32.95dB

$S_0$ 、 $S_c$ ——分别为孔、缝隙和封闭面的面积。

通常门和墙之间有 0.5cm 左右的缝隙，该处缝隙会用材料填实。考虑到填充材料并不具备一定的隔声性能以及最不利的原则，认为该处为窗墙间缝隙。

最不利外门的周长为=31.8m，则缝隙面积为 31.8×0.005=0.159m<sup>2</sup>，窗墙的组



合面积为 27.3m<sup>2</sup>，代入上式计算得 $\Delta R = 10.94\text{dB}$ 。

则窗墙组合在缝隙影响下的隔声量为  $32.95 - 10.94 = 22.01\text{dB}$ 。

## 4.2 室内背景噪声计算

### 4.2.1 计算方法

室内背景噪声计算公式如下所示：

$$L_N = L_W - R - 10 \lg \frac{A}{S}$$
$$A = \frac{0.161V}{T}$$

式中 $L_N$ ——室内背景噪声（dB）；

$L_W$ ——室外背景噪声（dB）；

$R$ ——隔声量（dB）； $S$ ——隔墙面积（m<sup>2</sup>）；

$V$ ——室内体积（m<sup>3</sup>）； $T$ ——混响时间（s）。

### 4.2.2 计算结果

考虑一定的余量，保守计算时不考虑室内的吸声作用。因此，本项目计算中采用简化计算公式

$$L_N = L_W - R$$

根据对场地范围内建筑的噪声模拟预测结果，本项目噪声，白天最大为 53dB，夜间为 47dB。

通过对最不利房间的室内背景噪声进行计算，可知本项目最不利房间在关窗状态下的室内噪声级昼间最大为 30.99dB。

室内设计的空调整体运行的噪声为 30dB，则将噪声进行叠加，两个以上独立声源作用于某一点，产生噪声的叠加总声压级  $L_p$  为：

$$L_p = 10 \lg \frac{P_1^2 + P_2^2}{P_0^2}$$

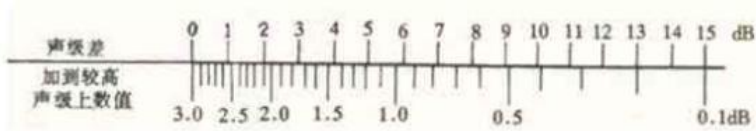
式中：

$P_1$ ——考察点 1 的声压，Pa；

$P_2$ ——考察点 2 的声压，Pa；

$P_0$ ——基准声压，在空气中  $P_0 = 2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$ ；

对设备及室内噪声进行叠加，两个独立声源  $L_{p1}$ ， $L_{p2}$  作用于某一点，产生噪声的叠加总声压级  $L_p$  的计算方法为：由下图中查出两声压级差对应的附加值，再将之加到较高的那个声压级上即可求得总声压级。如果声压级差超过 10～15dB（A），附加值很小，可以忽略不计。



注：上图摘自中国建筑工业出版社《建筑环境学》第 133-134 页

得到最不利房间的室内噪声为：

昼间：30.99+2.54=33.53dB

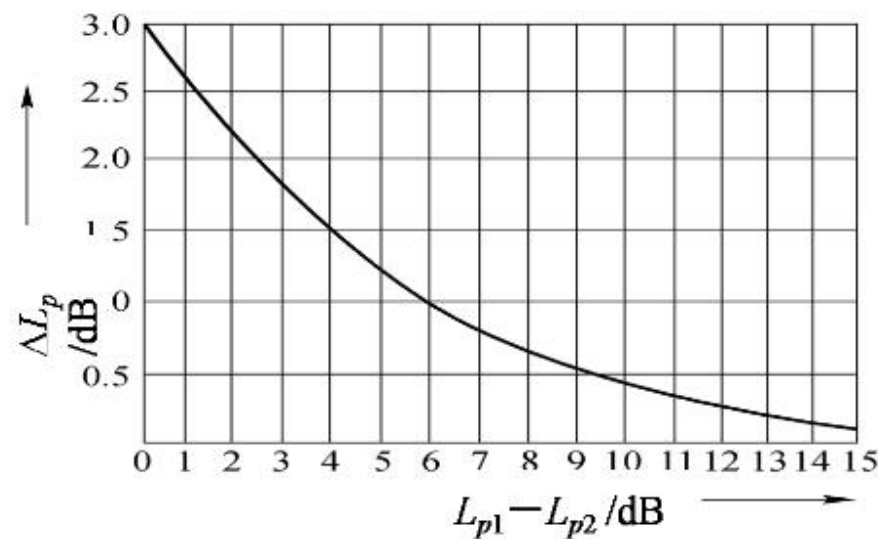


表 4.7 室内背景噪声

房间	时间段	室内背景噪声最大值 $L_N$ (dB)	标准（低限/高限）(dB)
二层会议室	昼间	33.53	≤45/40

5 结论

根据外窗与外墙组合的有效隔声量计算，则本项目房间允许噪声级满足在关窗状态下白天不大于 40dB(A)，夜间不大于 35dB（A）。本项目房间室内背景噪声满足《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2019（2024 年版）满足 5.1.4 条要求和第 5.2.6 的建筑物外部噪声源传播至主要功能房间的噪声比现行强制性工程建设规范《建筑环境通用规范》GB55016 限值低 3dB 及以上，得 4 分。

楼板和分户墙的空气声计权隔声量不小于 45dB(A)。户门的空气声计权隔声量不小于 25dB；外窗的空气声计权隔声量不小于 30dB。楼板撞击声压级不高于 75dB。满足《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2019（2024 年版）第 5.1.4 条要求。