

送审专业：建筑

建筑室内噪声级报告书

项目名称：福建技师学院石狮（蚶江）校区三期工程
-教学楼

建设单位：福建石狮产投教育集团有限公司

设计单位：福建省机电沿海建筑设计研究院有限公司

自评星级：一星级

福建省机电沿海建筑设计研究院有限公司编制

2025 年 04 月

一、项目概况

项目总用地面积 36400.74 平方米，总建筑面积 65613.42 平方米，其中地上建筑面积 56004.19 m²，地下建筑面积 9609.23 m²。前期已建三栋楼：教学楼、科学楼、宿舍。新建三栋宿舍楼、两栋教学楼、一栋综合楼及门卫等。

本次方案设计范围仅体现新建内容。主要建设内容包括三栋宿舍楼，两栋教学楼、一栋综合楼、门卫及其配套建设的道路、给排水、供电、照明、通讯、土石方、绿化景观工程等公用工程和设施。



图 1-1 建筑效果图

1 评价依据

1. 《福建省绿色建筑设计标准》DBJ/T 13-197-2022
2. 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019
3. 《绿色建筑评价技术细则》2019
4. 《民用建筑隔声设计规范》GB 50118-2010
5. 《建筑隔声评价标准》GB/T 50121-2005
6. 《建筑声学设计手册》
7. 《建筑隔声设计—空气声隔声技术》等

2 标准要求

《福建省绿色建筑设计标准》DBJ/T 13-197-2022 第 5.1.11 条、第 5.2.21 条对主要功能房间提出了明确要求。

■ 控制项要求：

5. 1. 11 主要功能房间的室内噪声级和隔声性应符合下列规定：

1 室内噪声级应满足现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中的低限要求或本标准附录 E 的低限要求；

■ 评分项要求：

5. 2. 21 采取措施优化主要功能房间的室内声环境，并符合下列要求（设计分值为 8 分）：

1 噪声级达到现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB50118 中的低限标准限值和高要求标准限值的平均值（4 分）；

2 噪声级达到现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB50118 中的高要求标准限值（8 分）。

3 计算原理

本报告通过对目标建筑室内噪声级的模拟计算分析。筛选出室内噪声级不利的功能房间对照标准要求评价，判断其模拟结果是否满足要求并给出评价结论。

3.1 典型房间确定

- 1) 计算出整栋建筑每个房间的室内噪声级；
- 2) 将上述结果从高到低分为“满足高要求标准”、“满足平均要求”、“满足低限要求”、“不满足”4 个等级，然后筛选出满足最低等级的房间；
- 3) 再从满足最低等级的房间中，确定室内噪声级最大的房间，以此房间作为噪声级不利的典型房间进行达标判定。
- 4) 也可以根据项目实际情况和经验常识自选典型房间进行评价，如靠近交通要道的卧室、办公室等。

3.2 室内噪声级计算

室内噪声主要受建筑周围环境噪声源、室内声源以及建筑构件隔声性能的影响。室内噪声级的主要由两部分构成：一方面是室外噪声通过外墙组合墙传到室内的部分，另一方面是建筑内部声源的影响。计算方法如下所述：

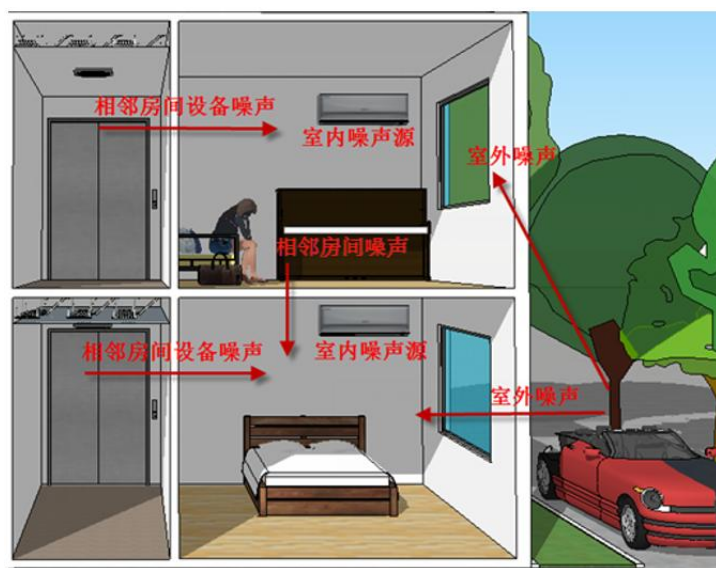


图 4-1 室内噪声声源传播示意图

1) 室外环境噪声经过外围护结构传到室内的噪声:

先确认建筑边界昼夜噪声值, 再计算外墙组合墙的空气声隔声量, 相减即可求得;

2) 建筑内声源的影响: 包括相邻房间声源通过隔墙传递过来的噪声, 以及目标房间内声源;

3) 室内声源噪声级计算: 将目标房间内部所有声源叠加。

4 计算过程

本项目通过对整栋建筑的分析, 以典型房间 1004 房间, 房间类型[普通教室]为例, 在 5.1 至 5.7 小结逐步阐述室内噪声级计算过程。典型房间情况如下图所示:

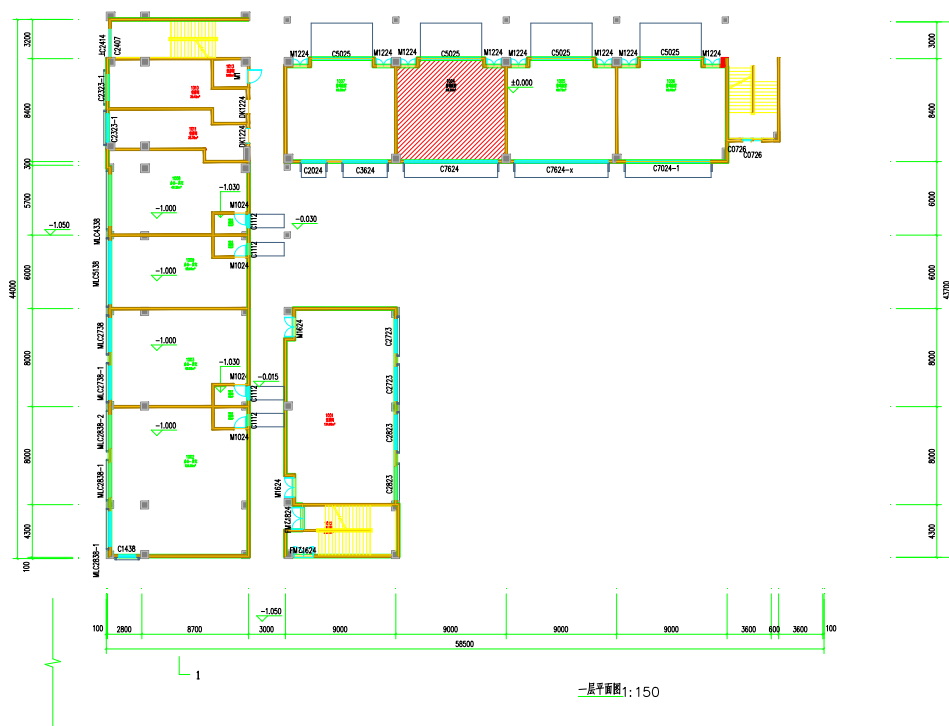


图 5-1 典型房间楼层平面图

4.1 室外边界噪声

环境噪声，是指在交通运输、社会生活、工业生产中所产生的干扰周围生活环境的声音。室外噪声多来自于交通噪声，通过室外场地噪声评价可知本建筑周边环境噪声值，报告中将作为室外边界噪声值：昼间为 64dB(A)， 夜间为 58dB(A)。

4.2 构件空气声隔声

构件隔声性能与构造的材料和做法息息相关。构件采用的工程材料和构造做法决定了构件的面密度，而面密度直接决定了墙体的隔声性能。对于轻质隔声墙板来说，虽然面密度较低，但构造中空气层、填充的吸声材料等因素都会使得构件隔声性能大大提升。

表 5.1 典型房间围护结构材料清单

构件	材料	厚度 (mm)	密度 (kg/m ³)	面密度 (kg/m ²)	总面密度 (kg/m ²)
外墙	柔性耐水腻子，涂料	3	200	1	286
	蒸压加气混凝土砌块 ($\rho = 600$)	200	1200	240	
	无机保温干粉砂浆	20	410	8	
	界面剂	5	200	1	
	水泥砂浆	20	1800	36	
	柔性耐水腻子，涂料	3	200	1	
隔墙	水泥砂浆	20	1800	36	392
	ALC 板	200	1600	320	
	水泥砂浆	20	1800	36	
屋顶	细石混凝土（双向配筋）	40	2500	100	462
	水泥砂浆	10	1800	18	
	合成高分子防水卷材	1.5	900	1	
	合成高分子防水涂料	1.5	1050	2	
	绝热挤塑聚苯乙烯泡沫板 ($\rho = 40 \sim 50$)	80	45	4	
	合成高分子防水涂料	1.5	1050	2	
	水泥砂浆	20	1800	36	
	钢筋混凝土 (1)	120	2500	300	
地面	水泥砂浆	20	1800	36	1836
	夯实粘土 ($\rho = 1800$)	1000	1800	1800	
楼板	隔声砂浆	30	1500	45	331
	钢筋混凝土	100	2500	250	
	水泥砂浆	20	1800	36	

□ 符合质量定律的构件，可按面密度 m 计算各频率下的空气声隔声量：

$$R=23lg m+11lg f-41 \quad (m \geq 200\text{kg/m}^2)$$

$$R=13lg m+11lg f-18 \quad (m \leq 200\text{kg/m}^2)$$

式中：m—构件的面密度，kg/m²；f—入射声波的频率，Hz；

- 可以选择相同或相近的构造隔声数据作为依据，如权威声学专业书籍、国家及地方图集、实验室检测数据等。对于非匀质墙体可以采用此种方法，利用参照构造的隔声数据进行隔声计算。

表 5.2 墙板空气声隔声量

外墙(填充墙) 构造 1	隔声量(dB)	倍频程中心频率(Hz)				
		125	250	500	1000	2000
		38.6	41.9	45.2	48.5	51.8
	面密度(kg/m ²)	286.4				
	构造做法	柔性耐水腻子，涂料 3mm+蒸压加气混凝土砌块(ρ=600) 200mm+无机保温干粉砂浆 20mm+界面剂 5mm+水泥砂浆 20mm+柔性耐水腻子，涂料 3mm				
	隔声量来源	通过经验公式计算				

由于门窗隔声特性复杂，不适宜参照匀质墙体进行公式计算各频率下隔声量，本项目参考相关声学资料中相近构造的门窗的空气声隔声量进行计算。详见下表：

表 5.3 门窗空气声隔声量

外门(M1224)	隔声量(dB)	倍频程中心频率(Hz)				
		125	250	500	1000	2000
		31.0	35.0	32.0	42.0	41.0
	构造	双层金属门				
	隔声量来源	《建筑吸声材料与隔声材料》钟祥璋编著				
外窗(C7624)	隔声量(dB)	倍频程中心频率(Hz)				
		125	250	500	1000	2000
		32.0	38.0	40.0	45.0	50.0
	构造	断桥铝合金窗—5 高透光单银 Low-E 玻璃+12 空气+5 透明玻璃				
	隔声量来源	《建筑吸声材料与隔声材料》钟祥璋编著				
外窗(C5025)	隔声量(dB)	倍频程中心频率(Hz)				

		125	250	500	1000	2000
		32.0	38.0	40.0	45.0	50.0
	构造	断热铝合金窗—5 高透光单银 Low-E 玻璃+12 空气+5 透明玻璃 (推拉)				
	参照构造	6+100A+6				
	隔声量来源	《建筑吸声材料与隔声材料》钟祥璋编著				

4.3 房间总吸声量计算

按照下面公式计算房间在各中心频率下的总吸声量：

$$A_j = \sum_{i=1}^n \alpha_{ij} S_i$$

式中： A_j — 房间在中心频率为 j 时的总吸声量， m^2 ；

α_{ij} — 构件 i 在中心频率为 j 时的吸声系数；

S_i — 构件 i 的内表面积， m^2 ，这里包括内墙、内窗、地板和天花板。

将下面列表中所列各构件吸声系数以及内表面积带入上述吸声量计算公式中，即可得出该房间在各中心频率下的总吸声量。

表 5.4 房间构件吸声性能参数

构件	面积 (m^2)	各中心频率下的吸声系数					吸声系数来源
		125	250	500	1000	2000	
内墙	65.5	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	《声学手册》
外墙（填充墙）	44.1	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	《声学手册》
外窗(C5025)	12.5	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	《声学手册》
外窗(C7624)	18.2	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	《声学手册》
外门(M1224)	5.8	0.16	0.15	0.10	0.10	0.10	《噪声与振动控制工程手册》
楼板	71.6	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	《声学手册》
屋顶	1.8	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	《声学手册》
总吸声量(m^2)		13.8	10.9	9.0	8.3	8.6	

4.4 组合墙空气声隔声量计算

室外噪声对室内环境的影响与建筑外墙组合墙的隔声性能息息相关。组合墙是指含门窗的墙体，这种墙体隔声量还是按照质量定律控制，它不仅仅与每个构件的隔声性能有关，还要充分考虑房间吸声、孔洞缝隙等影响。

本报告 5.4.1~5.4.3 节阐明了相关计算原理，5.4.4 节详细展示计算过程和结果。

4.4.1 组合墙有效隔声量

组合墙隔声量在等传声度的原则下进行计算，单面组合墙的空气声有效隔声量按照下列公式进行计算。

透射系数：

$$\tau_{kj} = 10^{-0.1R_{kj}}$$

组合墙的平均透射系数：

$$\bar{\tau}_j = \sum_{k=1}^n \tau_{kj} S_k / \sum_{k=1}^n S_k$$

实际隔声量：

$$R_{jS} = 10 \lg \frac{1}{\bar{\tau}_j}$$

有效隔声量是判断降噪效果的最终指标，它与室内表面吸声状况、构件面积等有关。

$$R_{jT} = R_{jS} + 10 \lg \frac{A_j}{\sum_{k=1}^n S_k}$$

式中： τ_{kj} — 隔声构件 k 在中心频率为 j 时的透射系数

R_{kj} — 隔声构件 k 在中心频率为 j 时的空气声隔声量，dB；

S_k — 隔声构件 k 的面积， m^2 ，如外墙、外窗、外门；

A_j — 房间在中心频率为 j 时的总吸声量， m^2 。

4.4.2 组合墙隔声单值评价量、频谱修正量

单值评价量是表征隔声性能的单值。为综合考虑组合墙在规定频率范围内的隔声性能，根据《建筑隔声评价标准》GB/T50121 中计算方法，求得组合墙单值评价量。

满足不利偏差 P_i 要求的最大值即为空气声隔声计权单值评价量，精确到 1dB。

$$\sum_{i=1}^5 P_i \leq 10.0$$

$$P_i = \begin{cases} X_w + K_i - X_i & X_w + K_i - X_i > 0 \\ 0 & X_w + K_i - X_i \leq 0 \end{cases}$$

式中：\$X_w\$—空气声隔声计权单值评价量；

\$K_i\$—第 \$i\$ 个频带的基准值；

\$X_i\$—第 \$i\$ 个频带的隔声量，精确到 0.1dB；

\$i\$—频带的序号，\$i=1\sim5\$，代表 125~2000Hz 范围内的 5 个中心频率；

表 5.5 各频带基准值

频率	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
倍频程基准值 \$K_i\$ (dB)	-16	-7	0	3	4

频谱修正量是因隔声频谱不同以及声源空间的噪声频谱不同，所需加到空气声隔声单值评价量上的修正值。《建筑隔声评价标准》GB/T50121 中明确了频谱修正量 \$C_j\$ 的算法：

$$C_j = -10 \lg \sum 10^{(L_{ij} - X_i)/10} - X_w$$

式中：\$j\$—频谱序号，1 为计算 \$C\$ 的频谱 1，2 为计算 \$C_{tr}\$ 的频谱 2；

\$X_w\$—空气声隔声计权单值评价量；

\$L_{ij}\$—下表中给出的第 \$j\$ 号频谱的第 \$i\$ 个频带的声压级；

\$X_i\$—第 \$i\$ 个频带的隔声量/声压级差，精确到 0.1dB。

频谱修正量在计算时应精确到 0.1dB，得出的结果应修约为整数。

表 5.6 计算频谱修正量的声压级频谱

频率	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
计算粉红噪声 \$C\$ 的频谱 1 (dB)	-21	-14	-8	-5	-4
计算交通噪声 \$C_{tr}\$ 的频谱 2 (dB)	-14	-10	-7	-4	-6

4.4.3 缝隙对组合墙隔声量的影响

在通常门/窗与墙之间在安装过程中都会留下缝隙，而一般的缝隙填充材料对降低隔声几乎没有实际的效果，所以该缝隙对组合墙的隔声性能影响较大。

缝隙的影响主要决定于其尺寸和声波波长的比值。如果孔的尺寸大于声波波长时，透过缝隙的声能可近似认为与缝隙的面积成正比。缝隙导致的隔声量降低值用下列公式表示：

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

式中：\$R_0\$——隔声结构的隔声量；\$S_0\$、\$S_c\$——分别为缝隙和组合墙的面积。

注：一般的门/窗与墙之间的缝隙为 0.5cm（装配式）和 1cm（非装配式）。

4.4.4 组合墙隔声量计算过程

本项目典型房间的情况如下图所示：

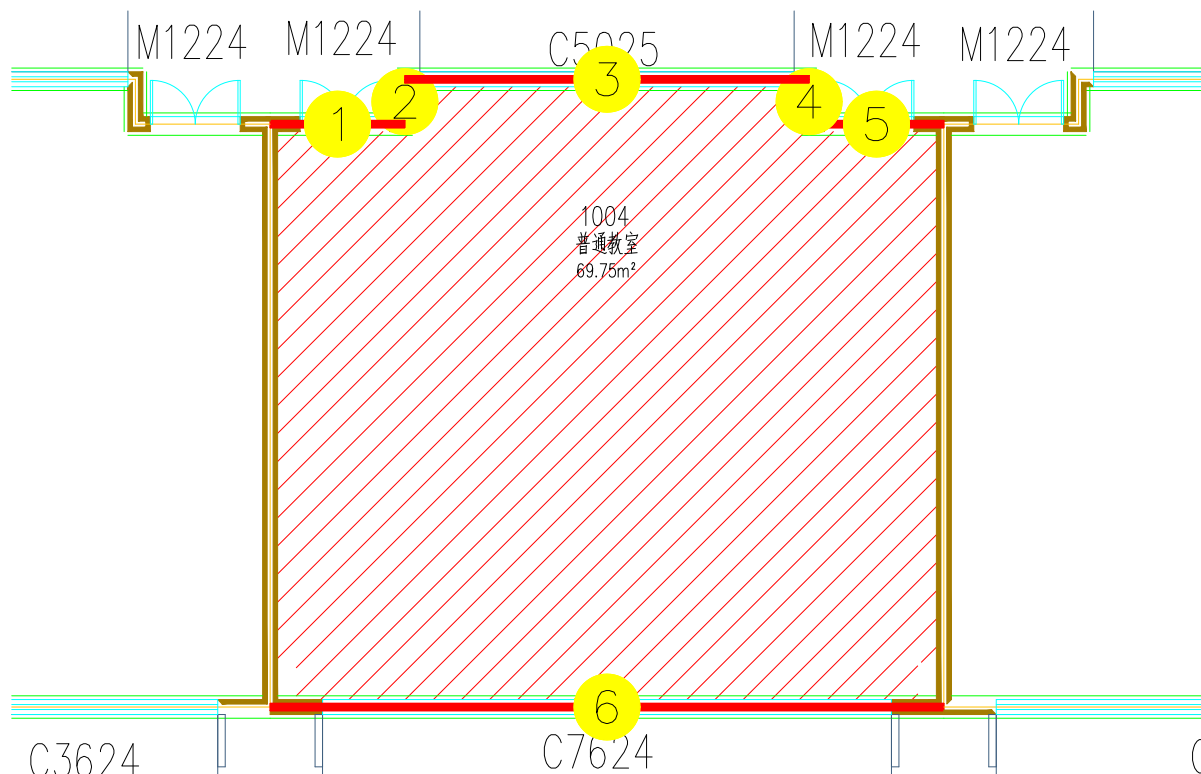


图 5-2 房间围护结构示意图

根据单一构件的隔声性能逐步计算，依次求得组合墙有效隔声量、计权单值评价量、频谱修正值以及缝隙的影响，最终求得组合墙隔声量，具体过程详见下表：

表 5.7 典型房间组合墙隔声量计算详表

外墙 1+外门 (M1224)					
倍频程中心频率 (Hz)	125	250	500	1000	2000
外墙隔声量 (dB)	38.6	41.9	45.2	48.5	51.8
外门 (M1224) 隔声量 (dB)	31.0	35.0	32.0	42.0	41.0
组合墙实际隔声量 (dB)	34.1	37.9	35.9	44.8	44.6
组合墙有效隔声量 (dB)	37.0	39.8	37.0	45.6	45.9
组合墙计权隔声量 (dB)	43				
组合墙频谱修正量 (dB)	-2				
组合墙隔声量 (dB)	41				
组合墙面积 (m²)	7.6				
门/窗与墙缝隙面积 (m²)	0.072				
门/窗与墙缝隙对隔声量影响 (dB)	21				

计算缝隙后组合墙隔声量 (dB)	20				
外墙 2					
倍频程中心频率 (Hz)	125	250	500	1000	2000
外墙隔声量 (dB)	38.6	41.9	45.2	48.5	51.8
组合墙实际隔声量 (dB)	38.6	41.9	45.2	48.5	51.8
组合墙有效隔声量 (dB)	46.2	48.5	51.1	54.1	57.8
组合墙计权隔声量 (dB)	55				
组合墙频谱修正量 (dB)	-3				
组合墙隔声量 (dB)	52				
组合墙面积 (m²)	2.5				
门/窗与墙缝隙面积 (m²)	0.000				
门/窗与墙缝隙对隔声量影响 (dB)	0				
计算缝隙后组合墙隔声量 (dB)	52				
外墙 3+外窗 (C5025)					
倍频程中心频率 (Hz)	125	250	500	1000	2000
外墙隔声量 (dB)	38.6	41.9	45.2	48.5	51.8
外窗 (C5025) 隔声量 (dB)	32.0	38.0	40.0	45.0	50.0
组合墙实际隔声量 (dB)	33.9	39.3	41.6	46.2	50.7
组合墙有效隔声量 (dB)	32.0	36.5	38.0	42.2	47.2
组合墙计权隔声量 (dB)	43				
组合墙频谱修正量 (dB)	-3				
组合墙隔声量 (dB)	40				
组合墙面积 (m²)	22.7				
门/窗与墙缝隙面积 (m²)	0.150				
门/窗与墙缝隙对隔声量影响 (dB)	18				
计算缝隙后组合墙隔声量 (dB)	22				
外墙 4					
倍频程中心频率 (Hz)	125	250	500	1000	2000
外墙隔声量 (dB)	38.6	41.9	45.2	48.5	51.8
组合墙实际隔声量 (dB)	38.6	41.9	45.2	48.5	51.8

组合墙有效隔声量 (dB)	46.2	48.5	51.1	54.1	57.8
组合墙计权隔声量 (dB)	55				
组合墙频谱修正量 (dB)	-3				
组合墙隔声量 (dB)	52				
组合墙面积 (m²)	2.5				
门/窗与墙缝隙面积 (m²)	0.000				
门/窗与墙缝隙对隔声量影响 (dB)	0				
计算缝隙后组合墙隔声量 (dB)	52				
外墙 5+外门 (M1224)					
倍频程中心频率 (Hz)	125	250	500	1000	2000
外墙隔声量 (dB)	38.6	41.9	45.2	48.5	51.8
外门 (M1224) 隔声量 (dB)	31.0	35.0	32.0	42.0	41.0
组合墙实际隔声量 (dB)	34.1	37.9	35.9	44.8	44.6
组合墙有效隔声量 (dB)	37.0	39.8	37.0	45.6	45.9
组合墙计权隔声量 (dB)	43				
组合墙频谱修正量 (dB)	-2				
组合墙隔声量 (dB)	41				
组合墙面积 (m²)	7.6				
门/窗与墙缝隙面积 (m²)	0.072				
门/窗与墙缝隙对隔声量影响 (dB)	21				
计算缝隙后组合墙隔声量 (dB)	20				
外墙 6+外窗 (C7624)					
倍频程中心频率 (Hz)	125	250	500	1000	2000
外墙隔声量 (dB)	38.6	41.9	45.2	48.5	51.8
外窗 (C7624) 隔声量 (dB)	32.0	38.0	40.0	45.0	50.0
组合墙实际隔声量 (dB)	34.2	39.6	41.9	46.5	50.8
组合墙有效隔声量 (dB)	30.1	34.5	36.1	40.2	45.1
组合墙计权隔声量 (dB)	41				
组合墙频谱修正量 (dB)	-3				
组合墙隔声量 (dB)	38				

组合墙面积(m ²)	37.8
门/窗与墙缝隙面积(m ²)	0.200
门/窗与墙缝隙对隔声量影响(dB)	15
计算缝隙后组合墙隔声量(dB)	23

4.5 室外环境噪声通过组合墙传到室内的噪声级计算

确定的室外边界噪声、组合墙隔声量、频谱修正量后，将这些数值代入公式中，即可算得室外环境噪声通过组合墙传到室内的噪声级，计算结果列于下表中。

$$L_{mW-N} = L_{mW} - R_{mW}$$

$$L_{W-N} = 10 \lg \sum_{m=1}^n 10^{0.1L_{mW-N}}$$

式中： L_{mW-N} — 室外环境噪声由墙 m 传到室内的噪声级，dB (A)；

L_{mW} — 墙 m 对应的室外环境噪声，dB (A)；

R_{mW} — 单面组合墙 m 隔声量，dB。

L_{W-N} — 室外环境噪声过多面组合墙传到室内的总噪声级，dB (A)。

表 5.8 室外环境噪声通过单面组合墙传到室内的噪声级

外围护结构	室外噪声级		隔声量(dB)		传到室内噪声级	
	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
外墙 1+外门(M1224)	60	50	20	20	40	30
外墙 2	60	50	52	52	8	<5
外墙 3+外窗(C5025)	60	50	22	22	38	28
外墙 4	60	50	52	52	8	<5
外墙 5+外门(M1224)	60	50	20	20	40	30
外墙 6+外窗(C7624)	60	50	23	23	37	27

室外噪声通过多面组合墙传到室内的噪声进行叠加，可得出室外对室内的噪声影响：

- 昼间为 45 dB (A)
- 夜间为 35 dB (A)

4.6 室内声源的影响

建筑内声源对目标房间内的噪声影响由两部分构成：

1. 一部分为该房间内的所有噪声源对房间产生的噪声，多个室内声源噪声叠加，从而获得室内声源的总噪声级：

$$L_X = 10\lg \sum_{i=1}^n 10^{0.1L_{Xi}}$$

式中： L_X —— 室内声源的总噪声级，dB（A）；

L_{Xi} —— 室内第 i 个噪声源。

2. 一部分为建筑内部相邻房间的噪声源通过隔墙传到该房间的噪声。相邻房间设备噪声对目标房间的影响，其计算过程与室外环境噪声传入室内的噪声计算方法相同，不再赘述。

下表分别列出室内声源和相邻房间设备传到室内的噪声级。

表 5.9 建筑内声源传到室内噪声级

室内声源噪声级		相邻房间设备传到室内噪声级	
昼间	夜间	昼间	夜间
---	---	---	---

注：“--” 表示无设备噪声。

4.7 室内噪声级计算

根据前述计算原理和计算过程节可得室外环境噪声传到室内的噪声级、室内声源的总噪声级以及相邻房间传到本房间的噪声级，这三项最终将影响室内噪声级，采用以下公式进行叠加计算，计算结果列于下表中：

$$L_N = 10\lg (10^{0.1L_{W-N}} + 10^{0.1L_X} + 10^{0.1L_B})$$

式中： L_N —— 室内噪声级，dB（A）；

L_{W-N} —— 室外环境噪声传到室内的噪声级，dB（A）；

L_X —— 室内声源的总噪声级，dB（A）；

L_B —— 相邻房间传到本房间的噪声级，相邻房间是控声房间时忽略对本房间的影响，dB（A）。

表 5.10 典型房间室内噪声值 单位：dB（A）

4.8 小结

按照 5.1 至 5.7 节计算流程，本项目所有主要功能房间室内噪声级结果如下：

表 5.11 主要功能房间室内噪声值

单位：dB (A)

房间类型	对标功能	包含房间	室内 噪声级		标准限值 (H:高要求) (L:低限值)		达标判定	
			昼	夜	昼	夜	昼	夜
普通教室	普通教室	1004, 1005, 1006 等 23 个房间	45	35	L:≤45 H:≤40	--	满足低 限要求	--
实验教室	实验室	3002, 6001, 6002 等 12 个房间	45	35	L:≤45 H:≤40	--	满足低 限要求	--

5 结论

综上，本项目建筑用房满足《福建省绿色建筑设计标准》DBJ 13-197-2022 第 5.1.11 条“建筑主要功能房间的室内噪声级应符合本标准附录 E 的规定”及第 5.2.21 条噪声级达到现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中的低限要求标准限值。