

岳阳中学新建教学楼项目
湖南省绿色建筑施工图审查资料

设计单位： 长沙市规划设计院有限责任公司

证明材料目录

- 附件 01——项目概况
- 附件 02——至善楼-室外风环境模拟分析报告
- 附件 03——新建综合楼-室外风环境模拟分析报告
- 附件 04——室外噪声分析报告书
- 附件 05——至善楼-建筑采光分析报告书
- 附件 06——新建综合楼-建筑采光分析报告书
- 附件 07——至善楼-构件隔声性能分析报告
- 附件 08——新建综合楼-构件隔声性能分析报告
- 附件 09——至善楼-室内噪声级报告书
- 附件 10——新建综合楼-室内噪声级报告书
- 附件 11——新建综合楼-隔热检查计算书
- 附件 12——至善楼-隔热检查计算书
- 附件 13——新建综合楼-结露检查计算书
- 附件 14——至善楼-结露检查计算书
- 附件 15——纯装饰性构件造价比例计算书
- 附件 16——绿色建材应用比例计算书
- 附件 17——场地公共交通站点分析报告
- 附件 18——水资源利用方案
- 附件 19——可再生能源运行维护管理措施
- 附件 20——照度及照明功率密度计算书
- 附件 21——建筑形体规则性判定报告
- 附件 22——绿色建筑降碳措施报告书
- 附件 23——高强度钢筋比例计算书
- 附件 24——可再利用和可再循环建筑材料使用比例计算书

绿色建筑施工图审查项目概况

一、目标要求

本项目位于湖南省岳阳市岳阳中学内，本工程为新建两栋建筑，新建综合楼位于校园东南角，至善楼位于校园北部。本项目为多层民用建筑（教育建筑），新建综合楼与东边与学校红线最近间距为 13.38 米，南边边与已建建筑间距为 13.91 米，北面与学校红线最近间距为 14.12 米。

至善楼东面与原有建筑间距为 35.35 米，北面边与原有建筑间距为 23.29 米，南面边与原有建筑间距为 26.74 米，西面与原有建筑间距为 27.51 米。

本项目按照《绿色建筑评价标准》（GB/T 50378-2019）进行绿色建筑设计，参评建筑为两栋多层民用建筑（教育建筑）及地下室，总建筑面积 11301.46 平方米，计容面积 10991.43 平方米，地下建筑面积为 227.81 平方米。设计目标达到国家标准中规定的**绿色建筑一星级**要求。

二、主要设计依据

1. 《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2019；
2. 《湖南省绿色建筑评价标准》（DBJ43/T357-2020）；
3. 《建筑采光设计标准》GB50033-2013；
4. 《绿色建筑评价标准》（GB/T50378-2019）2024 年版；
5. 《湖南省绿色建筑工程设计要点》、《湖南省绿色建筑审查要点》（2023 版）；
6. 《建筑节能与可再生能源通用规范》（GB55015-2021）；
7. 《建筑外窗采光性能分级及检测方法》GB/T11976-2015；
8. 《湖南省公共建筑节能设计标准》（DBJ43/003-2017）；
9. 《湖南省居住建筑节能设计标准》（DBJ43/T025-2022）；
10. 《民用建筑隔声设计规范》（GB50118-2010）；
11. 《民用建筑热工设计规范》（GB50176-2016）；
12. 《建筑外门窗气密，水密，抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106-2008；
13. 《建筑给水排水设计标准》GB50015-2019；
14. 《建筑环境通用规范》（GB55016-2021）；

15. 《建筑与市政工程无障碍通用规范》(GB55019-2021);
16. 其它建筑设计相关国家及地方规范;
17. 本工程其他专业提供的设计资料。

三、项目概况

本项目位于湖南省岳阳市岳阳一中中学内,本工程为新建两栋建筑,新建综合楼位于校园东南角,至善楼位于校园北部。本项目为多层民用建筑(教育建筑),新建综合楼与东边与学校红线最近间距为 13.38 米,南边边与已建建筑间距为 13.91 米,北面与学校红线最近间距为 14.12 米。

至善楼东面与原有建筑间距为 35.35 米,北面边与原有建筑间距为 23.29 米,南面边与原有建筑间距为 26.74 米,西面与原有建筑间距为 27.51 米。

岳阳中学新建教学楼项目位于湖南省岳阳市岳阳一中中学校园内。本项目为校园内单体建筑设计,共建两栋多层公共教育建筑分别为一栋新建综合楼和一朵至善楼(教学楼)。其中新建综合楼位于岳阳中学校园东南角,至善楼位于岳阳中学校园北部。总建筑面积 11301.46 平米,计容面积 10991.43 平米,地下建筑面积为 227.81 平米。

新建综合楼主要由教学楼和礼堂、报告厅组成,教学区为 5 层,礼堂区为 2 层,两者功能分区明确,互不干扰。

至善楼主要由教学功能、办公功能空间组成。其中教学楼的首层局部架空被设计为开放公共的区域,二层及以上按年级分层,分区明确。

四、主要绿色建筑措施

建筑专业:

(1) 项目场地内不存在洪涝、滑坡、泥石流等自然灾害的威胁,无危险化学品、易燃易爆危险源的威胁,无电磁辐射、含氮土壤等危害

(2) 场地内风环境有利于室外行走、活动舒适和建筑的自然通风。

(3) 场地内环境噪声符合现行国家标准《声环境质量标准》GB3096 的有关规定。

(4) 场地内人行通道根据《无障碍设计规范》GB 50763 进行无障碍设计。

(5) 在室内设计温、湿度条件下,本项目建筑围护结构内表面不结露。

(6) 主要功能房间的外墙、隔墙、楼板和门窗的隔声性能满足现行国家标

准《民用建筑隔声设计规范》中的低限要求。构件及相邻房间之间的空气声隔声性能达到现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中的低限标准限值和高要求标准限值的平均值。

结构专业：

(1)施工现场 500km 以内生产的建筑材料重量占建筑材料总重量的比例 90% 以上。

(2)现场所有现浇混凝土均采用预拌混凝土，建筑砂浆全部采用预拌砂浆。

(3)混凝土结构中梁、柱纵向受力普通钢筋采用不低于 400MPa 级热轧带肋钢筋。400MPa 级及以上受力普通钢筋比例达到 30%以上。

(4)未采用国家、湖南省禁止或限制使用的建筑材料及制品，并结合实际情况积极、合理使用绿色建材。

(5)本项目形体规则。不属于国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 中规定的特别不规则和严重不规则的建筑形体。

(6)建筑造型要素简约，且无大量装饰性构件。纯装饰性构件造价之和不大大于建筑总造价的千分之五。

电气专业：

(1)走廊、楼梯间、门厅等区域的照明系统采取分区、定时、感应等节能控制措施。各房间或场所的照明功率密度值不高于现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 中规定的目标值。

(2)本项目供暖、通风、空调、照明等设备配备自动监控系统。合理设置智能化系统。

给排水专业：

(1)选用密闭性能好的阀门、设备，使用耐腐蚀、耐久性能好的管材、管件。室外埋地管道采取有效措施避免管网漏损。

(2)用水点供水压力不大于 0.20MPa，且不小于用水器具要求的最低工作压力。

(3)本项目采用节水器具，其中卫生器具的用水效率等级达到 2 级，且未使用一次冲水大于 6L 的大便器。

(4)按使用用途、付费或管理单元分别设置用水计量装置，统计用水量。

根据水平衡测试的要求 100%安装分级计量水表。

暖通专业：

（1）统一设置室内外机位置。在保证空调运行效率的情况下，减少噪声对室内外环境的干扰。

（2）本项目气流组织合理，避免卫生间、餐厅等区域的空气和污染物串通到其他空间或室外活动场所。

室外风环境模拟分析报告



采用软件	建筑通风 Vent2024
软件版本	20240101(SP1)
研发单位	北京绿建软件股份有限公司
正版授权码	N0b283a6c3ea9d982

目 录

1 项目概况	3
1.1 总平面图	4
1.2 三维视图	5
2 计算依据	6
3 参考标准	6
4 计算原理	6
4.1 风场计算域	6
4.1.1 冬季工况风场计算域	6
4.1.2 夏季工况风场计算域	7
4.2 网格划分	8
4.3 边界条件	10
4.3.1 入口与出口边界条件	11
4.3.2 壁面边界条件	11
4.4 湍流模型	11
4.5 求解计算	12
4.6 风速放大系数计算	13
5 结果分析	14
5.1 工况表	14
5.2 冬季工况	14
5.2.1 风速达标分析	14
5.2.2 风速放大系数达标分析	15
5.2.3 冬季工况风速/风速放大系数达标结果汇总	16
5.2.4 建筑迎风面和背风面风压分析	16
5.3 夏季工况	19
5.3.1 无风区计算分析	19
5.3.2 旋涡区分析	20
5.3.3 旋涡区/无风区达标结果汇总	21
5.3.4 外窗内外表面风压差达标分析	21
5.4 结论	22
5.4.1 冬季工况达标判断	22
5.4.2 过渡季、夏季工况达标判断	23

1 项目概况

1.1 总平面图

	停车场 (人行区)		儿童娱乐区 (人活动区)		广场 (人活动区)		游憩场 (人活动区)
	人行道 (人行区)		庭院 (人活动区)		户外休息区 (人活动区)		乔木林地

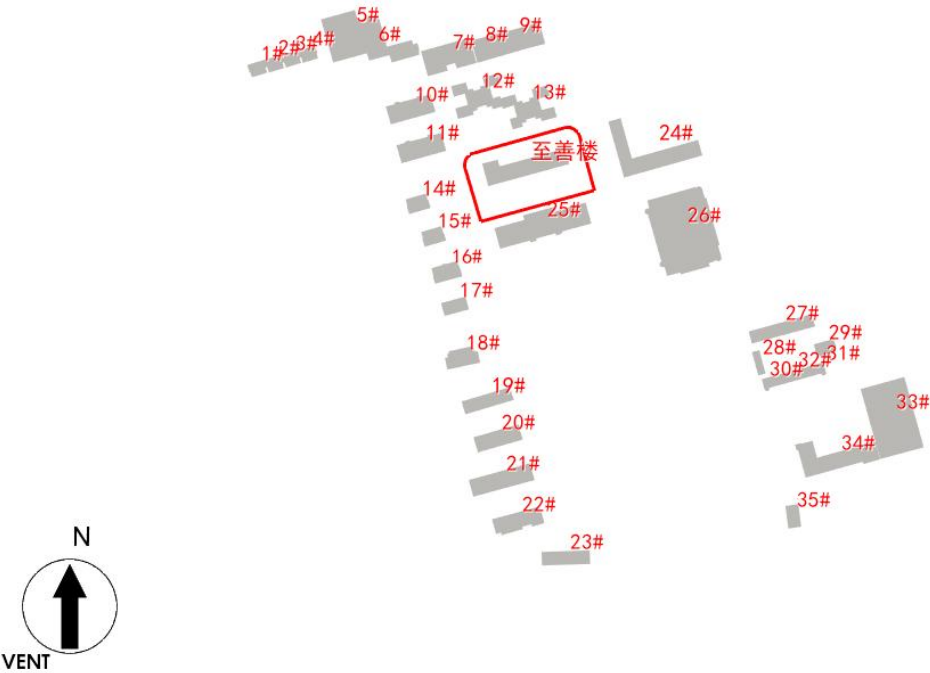


图 1.1- 1 总平面图

1.2 三维视图

	停车场 (人行区)		儿童娱乐区 (人活动区)		广场 (人活动区)		游憩场 (人活动区)
	人行道 (人行区)		庭院 (人活动区)		户外休息区 (人活动区)		乔木林地

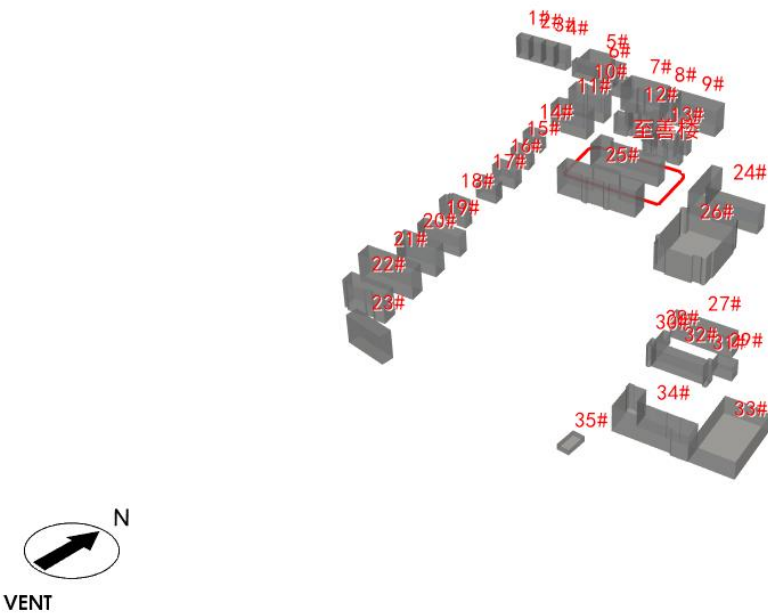


图 1.2- 1 三维视图

2 计算依据

本项目主要参照资料为：

1. 《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2019
2. 《建筑通风效果测试与评价标准》JGJ/T 309—2013
3. 《绿色建筑评价技术细则》
4. 委托方提供的总平面图、建筑专业设计图纸、设计效果图等图纸资料

3 参考标准

室外风环境评价依据为《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2019 中有关室外风环境的条目要求。具体要求如下：

8.2.8 场地内风环境有利于室外行走、活动舒适和建筑的自然通风。评分规则如下：

1 冬季典型风速和风向条件下，建筑物周围人行区距地高 1.5m 处风速低于 5m/s，户外休息区、儿童娱乐区风速小于 2m/s,且室外风速放大系数小于 2，得 3 分；除迎风第一排建筑外，建筑迎风面与背风面表面风压差不超过 5Pa，得 2 分。

2 过渡季、夏季典型风速和风向条件下，场地内人活动区不出现涡旋或无风区，得 3 分；50% 以上可开启外窗室内外表面的风压差大于 0.5Pa，得 2 分。

4 计算原理

4.1 风场计算域

进行室外风场计算前，需要确定参与计算风场的大小，在流体力学中称为计算域，通常为一个包围建筑群的长方体或正方体，本项目的风场计算域信息如下：

4.1.1 冬季工况风场计算域

表 4.1- 1 冬季工况风场计算域信息

顺风方向尺寸（m）	611
宽度方向尺寸（m）	712
高度方向尺寸（m）	124

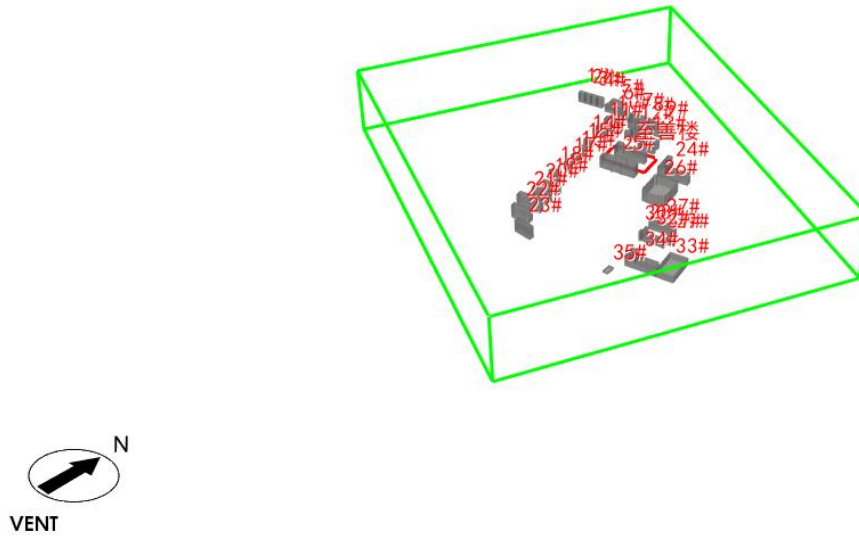


图 4.1-1 冬季工况风场计算域图示

4.1.2 夏季工况风场计算域

表 4.1-2 夏季工况风场计算域信息

顺风方向尺寸 (m)	650
宽度方向尺寸 (m)	618
高度方向尺寸 (m)	124

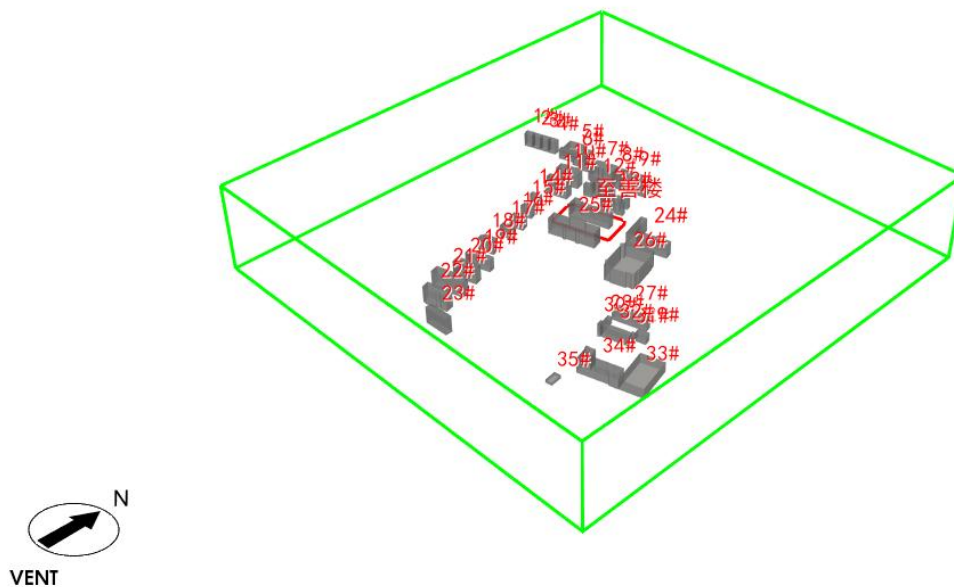


图 4.1- 2 夏季工况风场计算域图示

注：不同季节因风向不同，为了最大限度反映项目周围区域风场特征，根据不同风向划定不同的计算域。

4.2 网格划分

网格划分决定着计算的精确程度并影响计算速度，网格太密会导致计算速度下降并浪费计算资源；网格太疏导致计算精度不足结果不够准确，合理的网格方案需要考虑对计算域中不同的部分采用不同的网格方案。建筑周围，远离建筑的区域，建筑物轮廓有明显的局部特征（如尖角，凹槽，凸起等细微的外装饰），贴近地面的区域，都需要采用不同的网格方案。下面为本项目所采用的加密方案：

1）一般网格：指除靠近地面和建筑以外的网格，通常不需要特别加密处理

- 分弧精度：对于有圆弧特征的建筑局部，把圆弧分解为线段时，弦到弧的最大距离；
- 最大网格尺寸：计算域内最大网格的尺寸；
- 最小网格尺寸：计算域内最小网格的尺寸；
- 建筑表面细分层厚度：靠近建筑的区域要进行细分，这个包围着建筑的区域边界与建筑表面的距离为建筑表面细分层厚度；

2）地面网格

靠近建筑物的区域称为近场，远离建筑物的区域称为远场。

近场的地面网格需要加密，对应地面细分级数较大；而远场地面对应网格较疏，地面细分级数较小。

以下为本项目的网格划分信息，上述网格方案对网格的控制分别体现在相应的网格参数中：

表 4.2- 1 冬季网格划分信息

网格总数（个）	网格类型	网格尺寸	
701176	普通网格	分弧精度(m)	0.24
		最大网格尺寸(m)	16.0
		最小网格尺寸(m)	4.0
		建筑表面细分层厚度(m)	4.0
	地面网格	远场网格尺寸(m)	8.0
		近场网格尺寸(m)	4.0

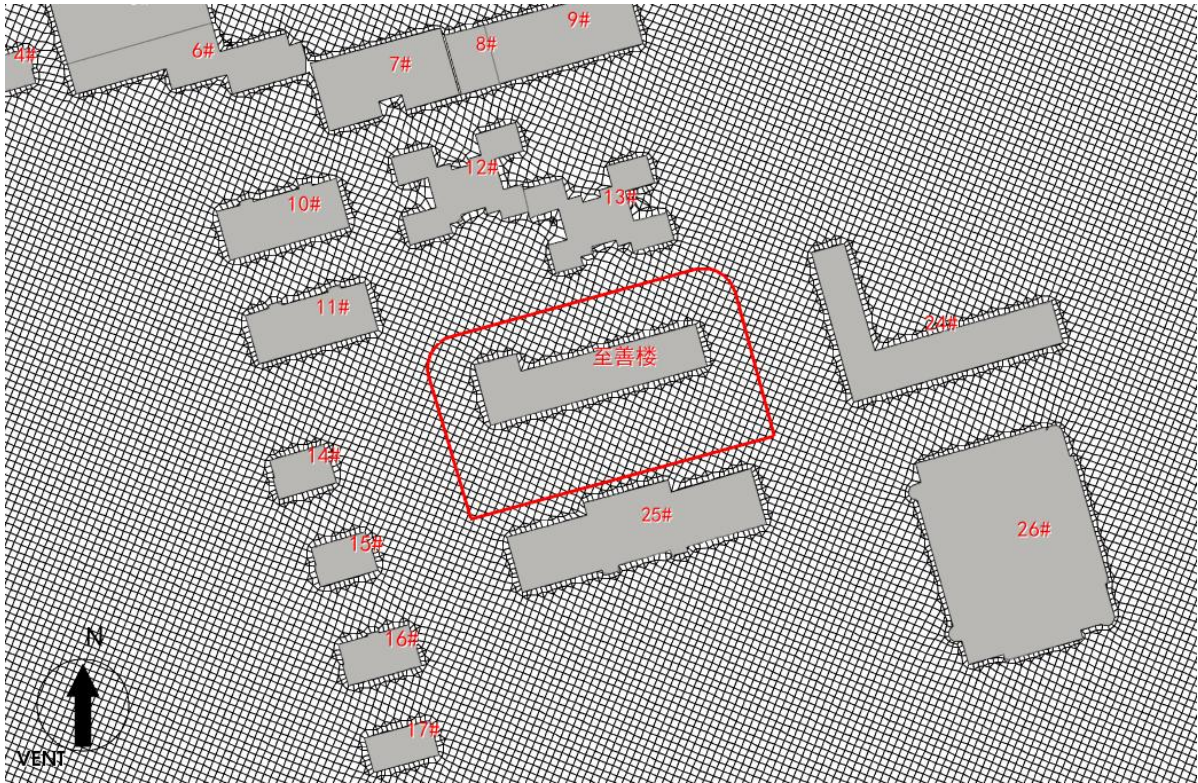


图 4.2- 1 网格图-冬季

表 4.2- 2 夏季网格划分信息

网格总数（个）	网格类型	网格尺寸	
		分弧精度(m)	0.24
652251	普通网格	最大网格尺寸(m)	16.0
		最小网格尺寸(m)	4.0
		建筑表面细分层厚度(m)	4.0
		远场网格尺寸(m)	8.0
	地面网格	近场网格尺寸(m)	4.0



图 4.2- 2 网格图-夏季

注：前述计算域随风向不同，所以相同的网格方案会产生不同的网格数量。

4.3 边界条件

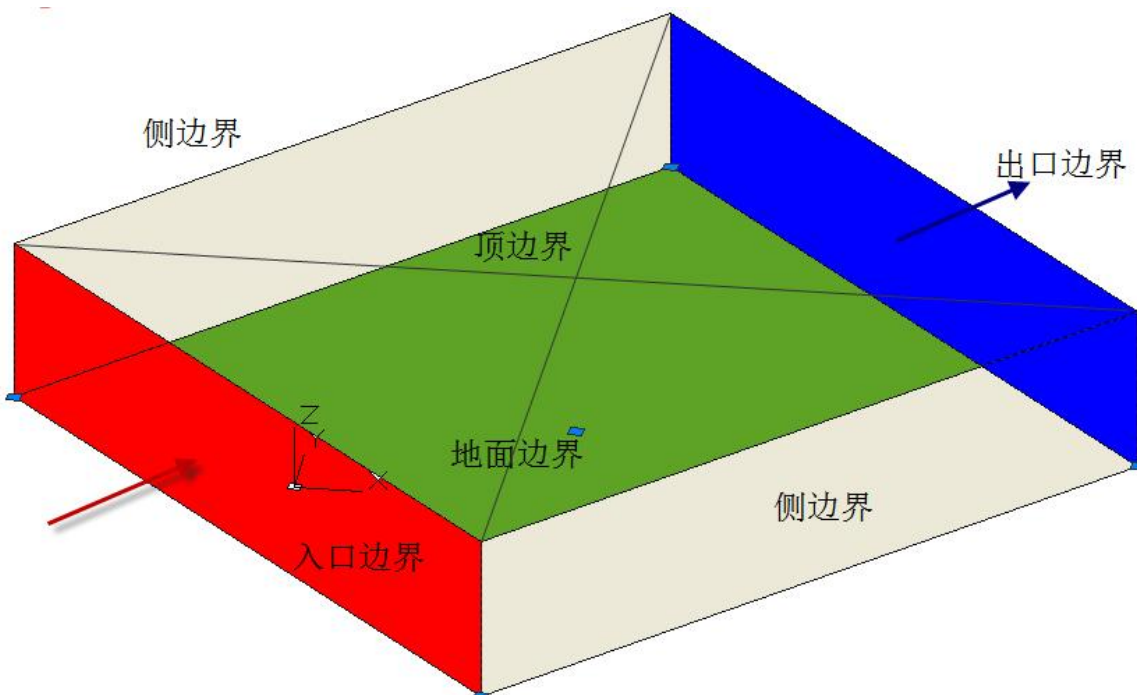


图 4.3- 1 风场边界类型示意图

上图展示了计算域中风场边界的类型，本小节将给出不同边界的边界条件。

4.3.1 入口与出口边界条件

1) 入口风速梯度

本项目中，入口边界条件主要包括不同工况下的风速和风向数据，其中入口风速采用下列梯度风：

$$v = v_R \left(\frac{z}{z_R} \right)^{\alpha} \quad (4.3-1)$$

式中：

v, z ——任何一点的平均风速和高度；

v_R, z_R ——标准高度处的平均风速和标准高度值，《建筑结构荷载规范》GB50009-2012 规定自然风场的标准高度取 10m，此平均风速对应入口风设置的数值；

α ——地面粗糙度指数，本项目为 0.28；

表 4.3- 1 地面粗糙度指数参考值

参考标准	地貌类别	地面粗糙度指数
《绿色建筑评价技术细则》	空旷平坦地面	0.14
	城市郊区	0.22
	大城市中心	0.28

注：上述地面粗糙度指数参考《绿色建筑评价技术细则》关于 4.2.6 节条文说明，也可酌情参考《建筑通风效果测试与评价标准》JGJT3099-2013 中 5.2.1 节

2) 出口边界条件

本项目采用自由出流作为出口边界条件。

4.3.2 壁面边界条件

风场的两个侧面边界和顶边界设定为滑移壁面，即假定空气流动不受壁面摩擦力影响，模拟真实的室外风流动。

风场的地面边界设定为无滑移壁面，空气流动要受到地面摩擦力的影响。

4.4 湍流模型

湍流模型反映了流体流动的状态，在流体力学数值模拟中，不同的流体流动应该选择合适的湍流模型才会最大限度模拟出真实的流场数值。

本项目依据《绿色建筑评价技术细则》推荐的标准 $k-\epsilon$ 湍流模型进行室外流场计算。

下表为几种工程流体中常见的湍流模型适用性：

表 4.4- 1 常用湍流模型适用范围

常用湍流模型	特点和适用工况
--------	---------

standard k-ε 模型	简单的工业流场和热交换模拟，无较大压力梯度、分离、强曲率流，适用于初始的参数研究，一般的建筑通风均适用。
RNG k-ε 模型	适合包括快速应变的复杂剪切流、中等旋涡流动、局部转捩流如边界层分离、钝体尾迹涡、大角度失速、房间通风、室外空气流动。
realizable k-ε 模型	旋转流动、强逆压梯度的边界层流动、流动分离和二次流，类似于 RNG。

4.5 求解计算

1. 数学模型

本项目采用 CFD（计算流体力学）方法对风场进行求解，即在所分析的计算域内建立流体流动的质量守恒、动量守恒和能量守恒建立数学控制方程，其一般形式如下所示：

$$\frac{\partial(\rho\phi)}{\partial t} + \text{div}(\rho\vec{U}\phi) = \text{div}(\Gamma_{\phi}\text{grad}\phi) + S_{\phi}$$

该式中的 ϕ 可以是速度、湍流动能、湍流耗散率以及温度等物理量，参照下表

表 4.5- 1 计算流体力学的控制方程

名称	变量	Γ_{ϕ}	S_{ϕ}
连续性方程	1	0	0
x 速度	u	$\mu_{eff} = \mu + \mu_t$	$-\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x}\left(\mu_{eff}\frac{\partial u}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\mu_{eff}\frac{\partial v}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\mu_{eff}\frac{\partial w}{\partial x}\right)$
y 速度	v	$\mu_{eff} = \mu + \mu_t$	$-\frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x}\left(\mu_{eff}\frac{\partial u}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\mu_{eff}\frac{\partial v}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\mu_{eff}\frac{\partial w}{\partial y}\right)$
z 速度	w	$\mu_{eff} = \mu + \mu_t$	$-\frac{\partial P}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial x}\left(\mu_{eff}\frac{\partial u}{\partial z}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\mu_{eff}\frac{\partial v}{\partial z}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\mu_{eff}\frac{\partial w}{\partial z}\right) - \rho g$
湍流动能	k	$\alpha_k \mu_{eff}$	$G_k + G_B - \rho \varepsilon$
湍流耗散	ε	$\alpha_{\varepsilon} \mu_{eff}$	$C_{1\varepsilon} \frac{\varepsilon}{k} (G_k + C_{3\varepsilon} G_B) - C_{2\varepsilon} \rho \frac{\varepsilon^2}{k} - R_{\varepsilon}$
温度	T	$\frac{\mu}{Pr} + \frac{\mu_t}{\sigma_T}$	S_T

上表中的常数如下：

$$G_k = \mu_t S^2, \quad S = \sqrt{2S_{ij}S_{ij}}, \quad S_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_j}{\partial x_i} + \frac{\partial u_i}{\partial x_j} \right), \quad G_B = \beta_T g \frac{\mu_t}{\sigma_T} \frac{\partial T}{\partial y}, \quad \mu_t = \rho C_\mu \frac{k^2}{\varepsilon},$$

$$C_\mu = 0.0845, \quad C_{1\varepsilon} = 1.42, \quad C_{2\varepsilon} = 1.68, \quad C_{3\varepsilon} = \tanh \left| \frac{v}{\sqrt{u^2 + w^2}} \right|, \quad \sigma_T = 0.85, \quad \sigma_c = 0.7,$$

$$\alpha_k = \alpha_\varepsilon \quad \text{由} \quad \left| \frac{\alpha - 1.3929}{\alpha_0 - 1.3929} \right|^{0.6321} \left| \frac{\alpha + 2.3929}{\alpha_0 + 2.3929} \right|^{0.3679} = \frac{\mu}{\mu_{eff}} \quad \text{计算}$$

其中 $\alpha_0 = 1.0$ 。如果 $\mu \ll \mu_{eff}$ ，则 $\alpha_k = \alpha_\varepsilon \approx 1.393$

$$R_\varepsilon = \frac{C_\mu \rho \eta^3 (1 - \eta / \eta_0)}{(1 + \beta \eta^3)} \times \frac{\varepsilon^2}{k}, \quad \text{其中} \quad \eta = Sk / \varepsilon, \quad \eta_0 = 4.38, \quad \beta = 0.012$$

2. 算法说明

本项目采用 SIMPLE 算法求解上述方程组。

4.6 风速放大系数计算

风速放大系数反映了高层建筑对风速的放大作用，通常指建筑物周围离地面高 1.5m 处最大风速与开阔区域同高度风速之比。可采用下式平均风速随高度变化的指数函数进行风速放大系数的计算：

$$\begin{cases} v' = \frac{v_{1.5B}}{v_{1.5f}} & (4.6-1) \\ v_{1.5f} = v_{10f} \left(\frac{1.5}{10} \right)^a & (4.6-2) \end{cases}$$

其中：

v' ——风速放大系数；

$v_{1.5B}$ ——建筑物周围距离地面高 1.5 米处最大风速，该风速通过前述风速计算获取，对应 1.5 高度处风速云图中的数据。

$v_{1.5f}$ ——远离建筑的开阔区域，距离地面 1.5 米高度处风速。

v_{10f} ——远离建筑的开阔区域，距离地面 10 米高度处风速，此处取室外风场入口边界风速。

a ——地面粗糙度指数，本项目为 0.28；

5 结果分析

5.1 工况表

本结果基于以下几个工况进行计算：

序号	季节	风速(m/s)	风向	风向 (°)
1	冬季	1.70	NNE	67.5
2	夏季	2.30	S	270.0

说明：风向逆时针为正，正东为 0°，正北为 90°，正西为 180°，正南为 270°。风向字母意义如下图所示：

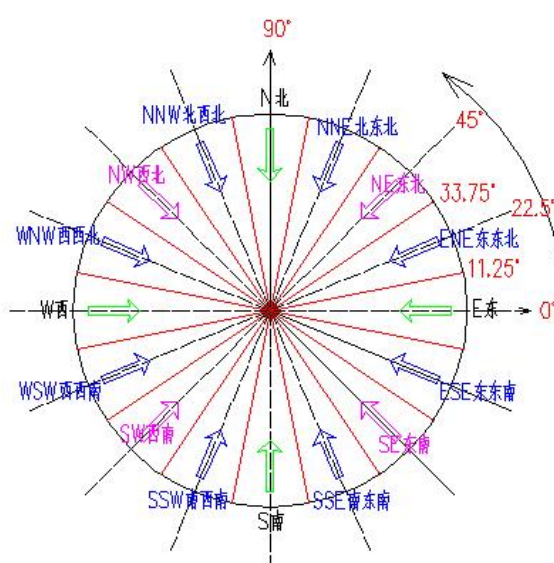


图 5.1- 1 风向示意图

5.2 冬季工况

本项目冬季工况的入口边界风速为 1.70m/s，风向为 NNE。

5.2.1 风速达标分析

下图为整个计算域内风速分布云图，参考图中速度分布可以对项目中建筑布局进行优化。计算域内建筑周围如果有风速超限区域，图中会用速度上限值为 5m/s 的黑色等值线标示。

分析下列图数据，未标示出超标区域，可知人行区域风速为最大值为 1.48m/s，小于 5m/s，满足绿标要求。

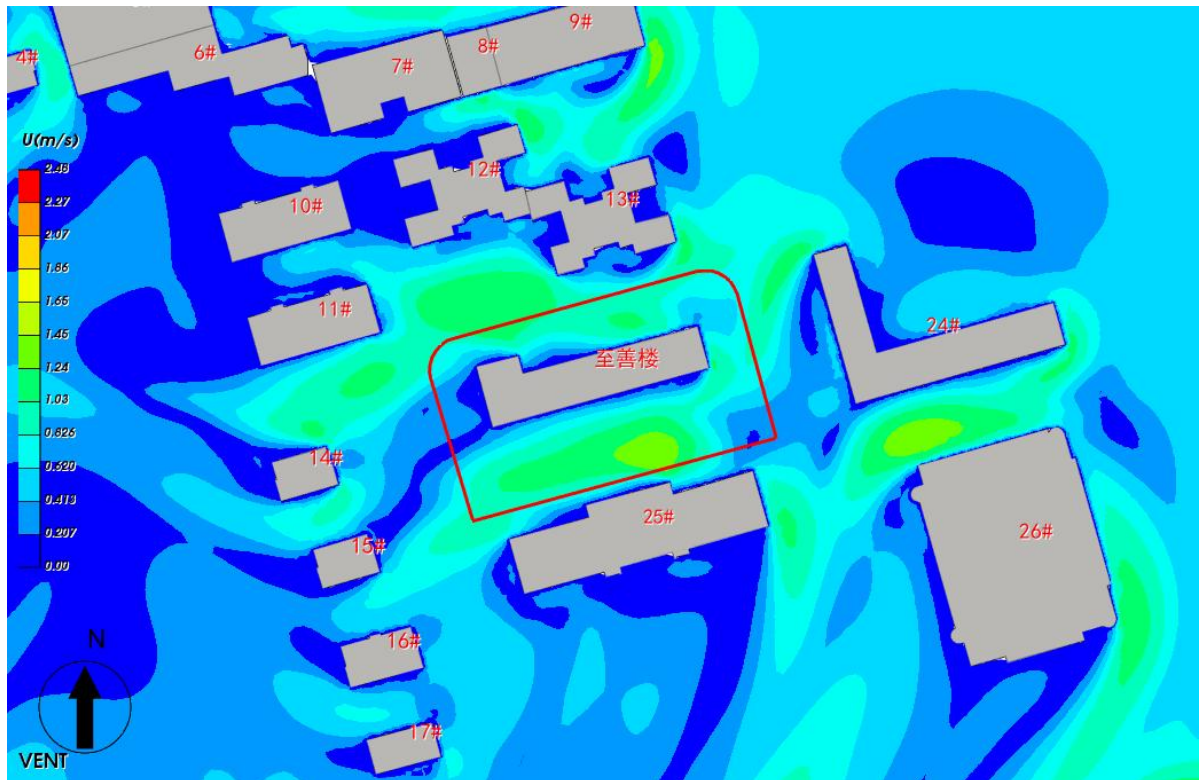


图 5.2- 1 计算域内-1.5 米高度水平面风速云图-冬季

5.2.2 风速放大系数达标分析

下图为整个计算域内风速放大系数分布云图，参考该图中速度分布以及前述风速分布可以对项目中整体建筑布局进行优化。同样，计算域内建筑周围如果有风速放大系数超限区域，图中会用上限值为 2 的黑色等值线标示。分析下列云图数据，图中未标示出风速放大系数超标区域，因此可知人行区域风速放大系数最大值为 1.48，小于 2，满足绿标要求。

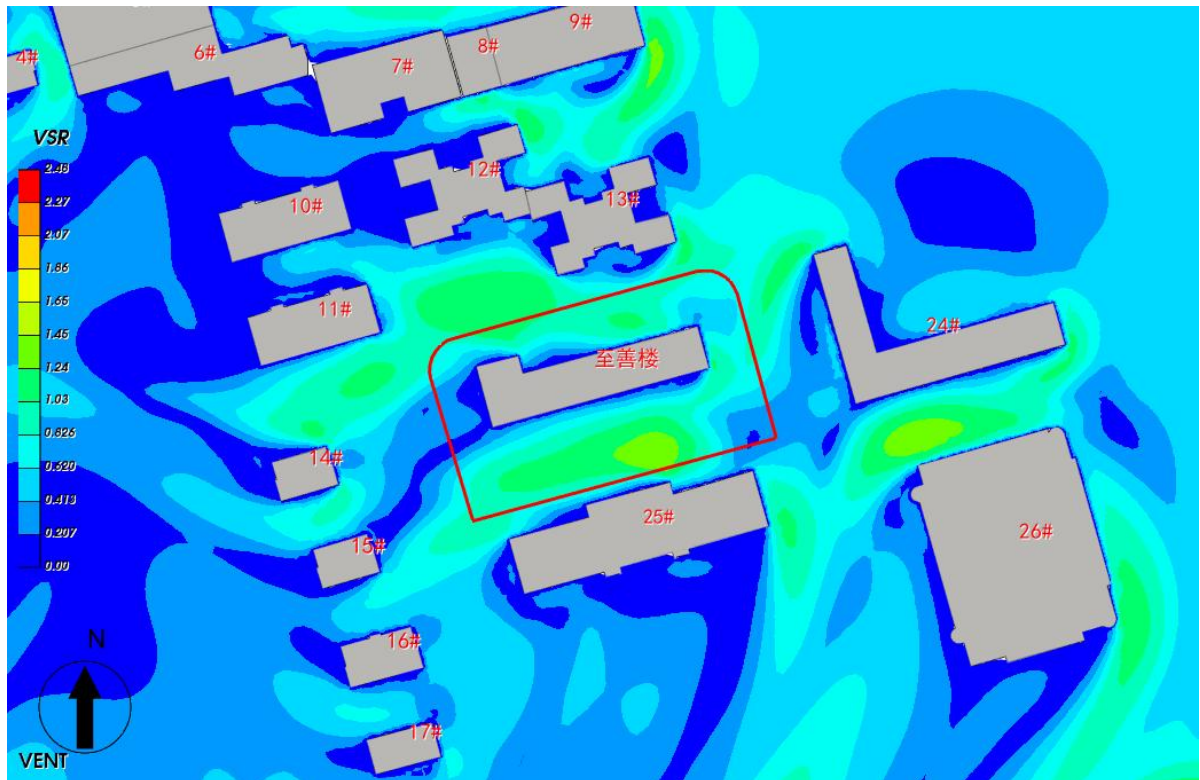


图 5.2- 2 计算域内-1.5 米高处风速放大系数云图

注：

- 1) 计算域内结果云图中图例上限为软件默认输出，图例上限也可按需求在结果浏览中调整。
- 2) 通常将 1.5 米作为一般人群的参考行走高度，也可酌情调整人行高度。

5.2.3 冬季工况风速/风速放大系数达标结果汇总

综合上述冬季工况风场中风速和风速放大系数的计算分析，将分析结果汇总如下表：

表 5.2- 1 冬季工况风速/风速放大系数达标分析汇总

评价内容	标准要求限值	是否有超限区域	达标判断
风速	<5m/s	否	是
风速放大系数	<2	否	是

5.2.4 建筑迎风面和背风面风压分析

标准中规定“冬季工况下除迎风第一排建筑外，建筑迎风面与背风面表面风压差不超过 5Pa”，避免由于建筑迎风面与背风面表面风压差过大，导致冷风通过门窗缝隙渗透过多，从而增加室内热负荷而不节能，因此建筑迎风面与背风面表面风压差的控制需要体现在对应的门窗表面风压上。

5.2.4.1 建筑迎风面和背风面风压差计算方法

本项目采用面积加权法对建筑迎风面和背风面对应门窗的风压值进行计算，最后获得迎背风面门窗的风压差值。下面将以一个示意建筑为例说明具体计算过程。

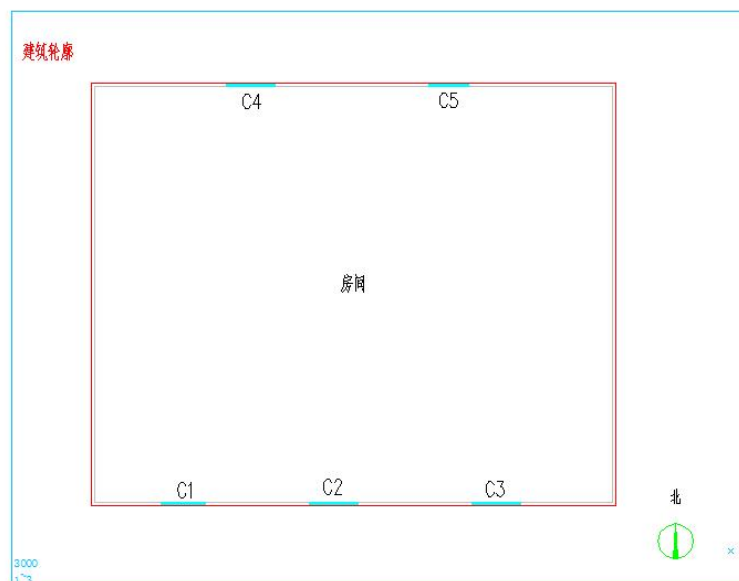


图 5.2-3 示意建筑平面图

以上图建筑第二层为例，迎风面窗户 C1，C2，C3 的平均风压值，通过每个窗户的平均风压和其窗户面积进行加权平均计算，如下式：

$$P_{Up} = \frac{P_{C1} \times A_{C1} + P_{C2} \times A_{C2} + P_{C3} \times A_{C3}}{A_{C1} + A_{C2} + A_{C3}} \quad (5.2-1)$$

式中： P_{C1} 、 P_{C2} 和 P_{C3} 分别为窗户 C1，C2，C3 的平均风压值，而 A_{C1} 、 A_{C2} 和 A_{C3} 为各个窗户的面积， P_{up} 为迎风面窗户平均风压。

背风面窗户平均风压与迎风面窗户平均风压计算公式相同，在此不再赘述。上述以一个示意建筑为例说明了本项目目标建筑迎风面与背风面风压差的计算过程，下面将给出本项目各个目标建筑的迎背风面风压差计算结果。

5.2.4.2 建筑迎风面和背风面风压云图

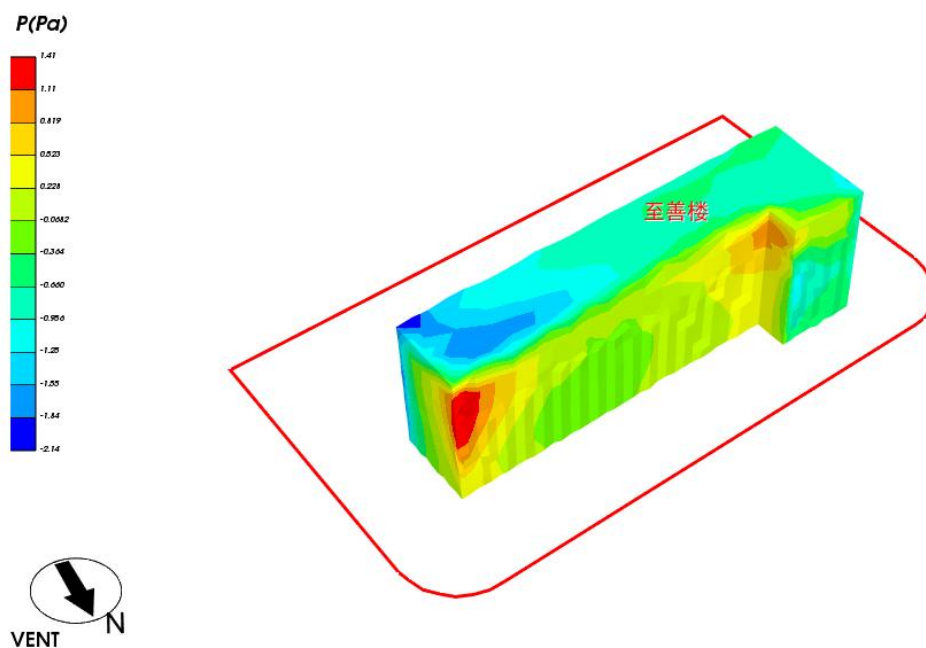


图 5.2- 4 建筑迎风面风压云图

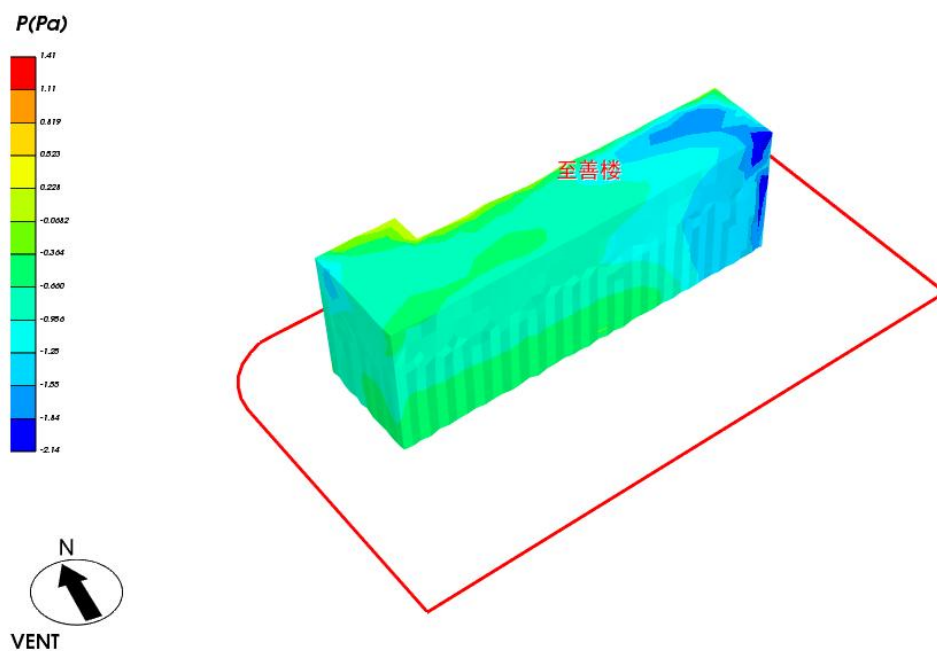


图 5.2- 5 建筑背风面风压云图

5.2.4.3 建筑迎风面和背风面风压差结论汇总

表 5.2-2 建筑迎风面和背风面风压差结论汇总表

建筑编号	迎风面平均 风压(Pa)	背风面平均 风压(Pa)	建筑迎风面和背风 面风压差(Pa)	是否达 标
至善楼	0.07	-0.87	0.94	是

结论：本项目中参评建筑**满足**“除迎风第一排建筑外，建筑迎风面与背风面表面风压差不超过 5Pa”的要求。

说明：所有单体建筑各层迎风面和背风面风压差信息详见附录。

5.3 夏季工况

本项目夏季工况的入口边界风速为 2.30m/s，风向为 S。

根据前述《绿色建筑评价标准》对于夏季工况的要求，夏季典型风速和风向条件下，场地内人活动区不出现涡旋或无风区。通过该项标准指导设计确保合理的建筑布局，在夏季形成有效的巷道风，优化街区自然通风环境，避免夏季人活动区有明显的气流旋涡和无风区，从而造成闷热不适感。因此本项目需要分析人活动区的风速，并作出判断。

无风区的定义 通常当人活动区域风速 $\leq 0.2\text{m/s}$ 时，该区域风向标处于静止状态，在此区域活动的人会有明显的无风感，则该区域为无风区。

注：无风区的定义参考《建筑设计资料集》第一分册，第二版。

5.3.1 无风区计算分析

下图为整个计算域内风速分布云图，参考图中速度分布可以对项目中建筑布局进行优化。分析下图，黑色等值线内的人活动区域风速**小于** 0.2m/s，因此**未满足**绿标要求，需调整建筑布局优化人行区风速分布。

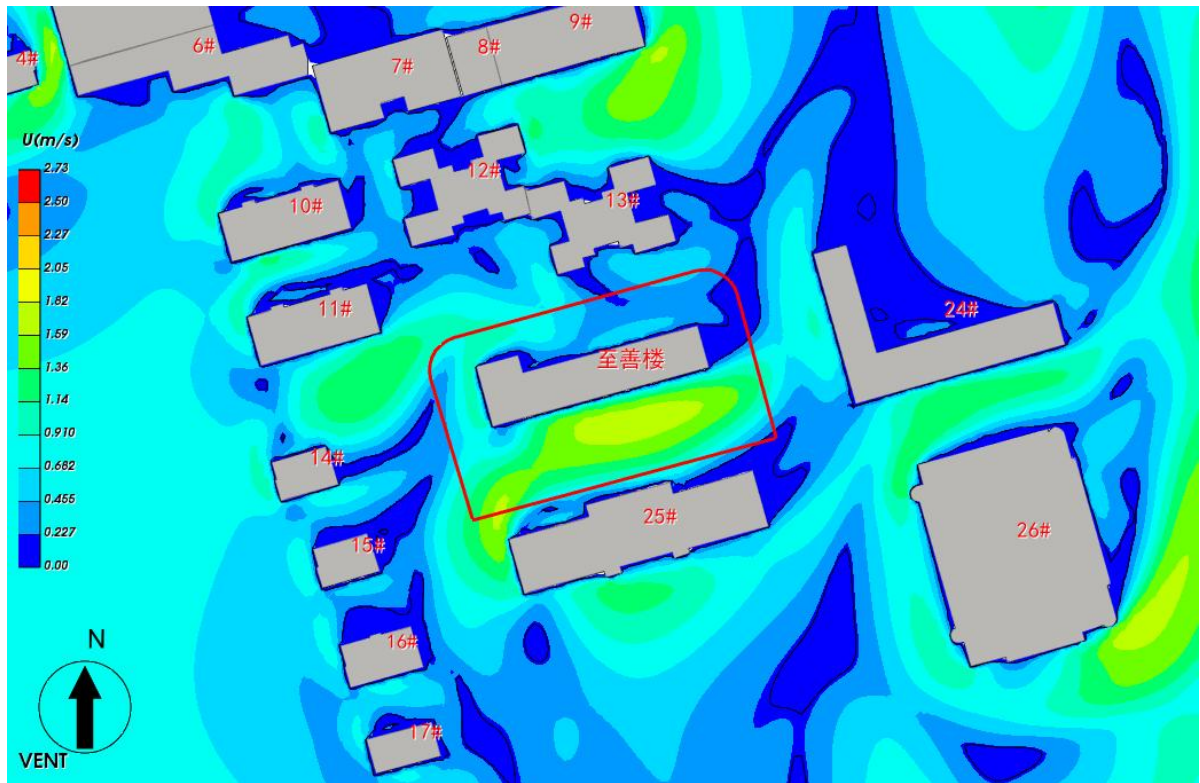


图 5.3- 1 计算域内-1.5 米高度水平面风速云图-夏季

5.3.2 旋涡区分析

下图为计算域内的风速矢量图，分析下图可知，计算域内没有明显的旋涡产生，本项目建筑布局基本合理。

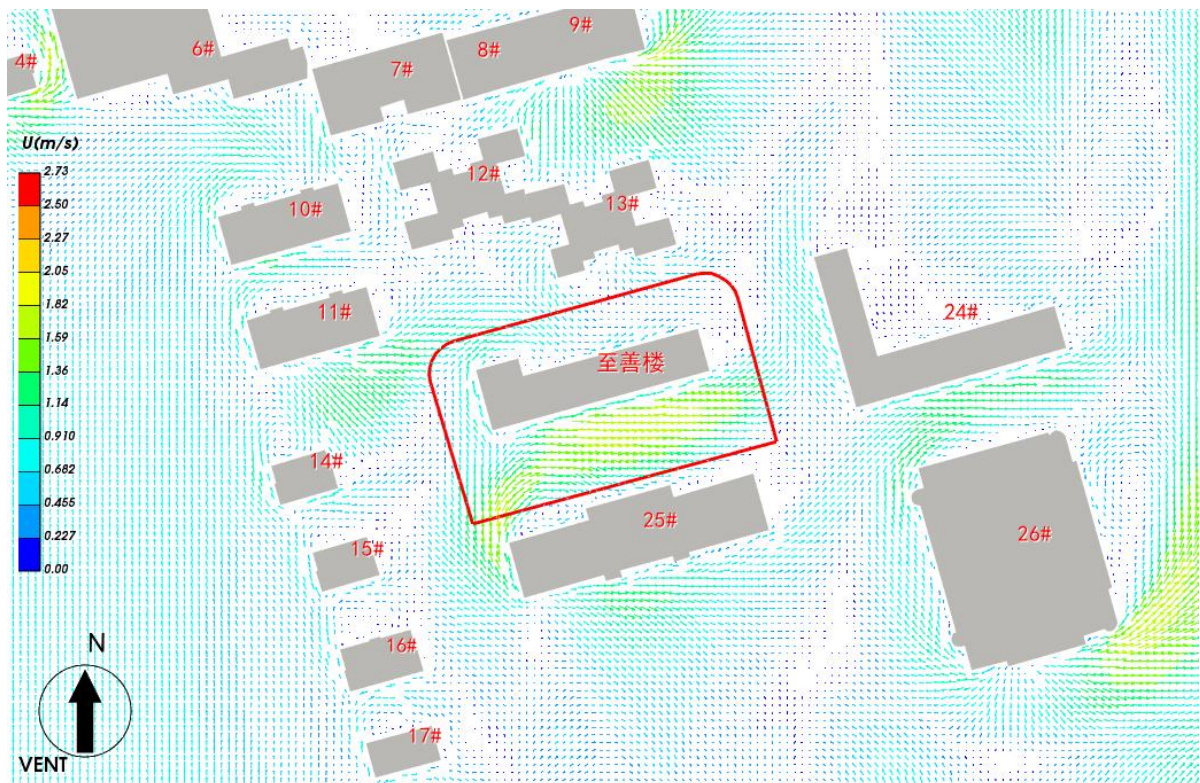


图 5.3- 2 计算域内-1.5 米高度水平面风速矢量图

5.3.3 旋涡区/无风区达标结果汇总

表 5.3- 1 夏季无风区/旋涡区达标分析汇总

评价量	标准要求	是否有无风区/旋涡区	达标判断
无风区	无风区面积为 0	是	否
旋涡区	旋涡区面积为 0	否	是

5.3.4 外窗内外表面风压差达标分析

分析《绿色建筑评价标准》，夏季为充分利用自然通风获得良好的室内风环境，要求 50%以上可开启外窗室内外表面的风压差大于 0.5Pa。

可见在夏季，为了获得良好的室内风环境，首先要有良好的室外风环境。当外窗关闭时，外窗内表面风压近似为 0，因此标准要求外窗室内外表面的风压差大于 0.5Pa，即为关窗状态下外窗外表面的风压绝对值需大于 0.5Pa。只有外窗外表面的风压绝对值足够大时，才可以确保良好的开窗通风效果，形成较好的室内风环境。

下图为夏季工况下，建筑迎风面和背风面对应外窗表面的风压分布图，结合图例数值可以清晰看到外窗表面风压小于 0.5Pa 的外窗区域。

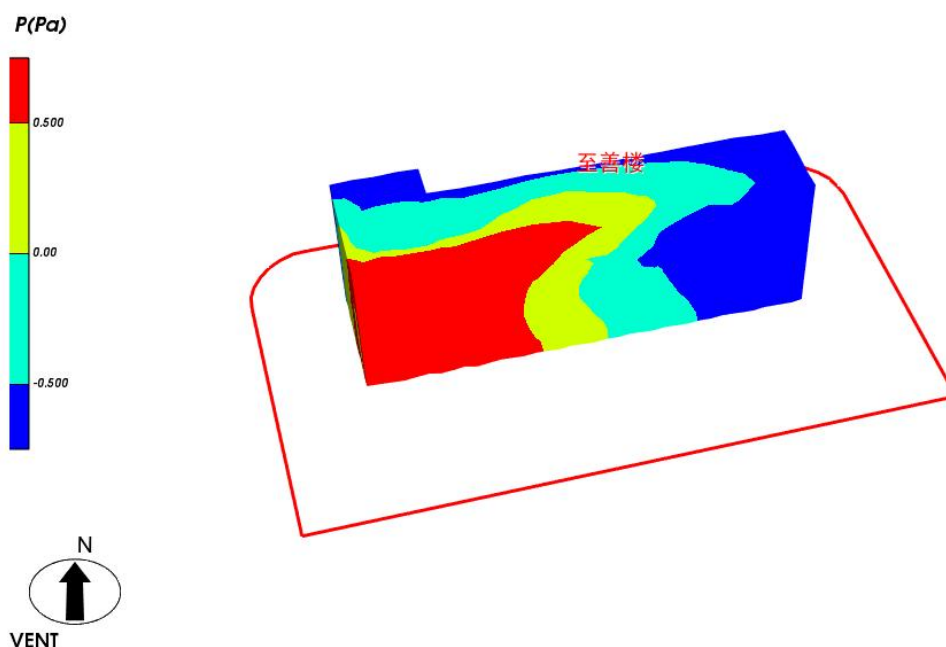


图 5.3- 3 建筑迎风面外窗表面风压云图-夏季

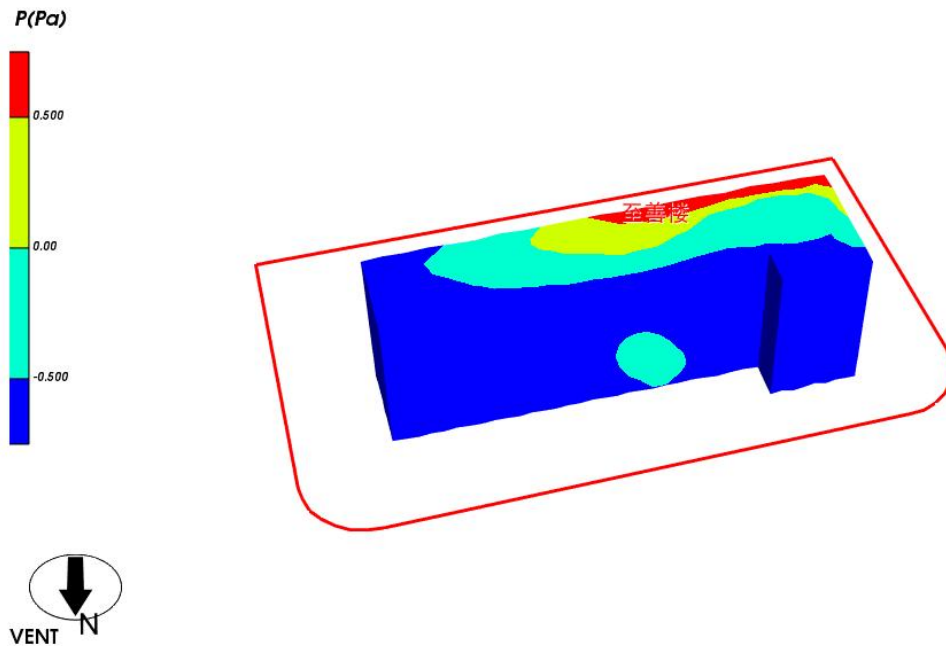


图 5.3- 4 建筑背风面外窗表面风压云图-夏季

对于无外窗数据的建筑，下表依据建筑外表面平均风压数据，相当于建筑室内外表面风压差数据，并依据标准做出达标判断：

表 5.3-2 建筑室内外风压差达标判定表

建筑编号	建筑表面积 (m^2)	室内外风压差大于 0.5Pa 的建筑表面积 (m^2)	达标比例 (%)	是否 达标
至善楼	4032.17	2849.65	70.67	是

说明：达标比例 = (室内外风压差大于 0.5Pa 的建筑表面积/建筑表面积) * 100%

结论：本项目中所有建筑均满足“50%以上可开启外窗室内外表面的风压差大于 0.5Pa”的要求。

5.4 结论

5.4.1 冬季工况达标判断

表 5.4- 1 冬季工况达标判断表

评价项目	标准要求	项目计算结果	达标判定	得分
风速	建筑物周围人行区 距地高 1.5m 处风 速小于 5m/s, 户外 休息区、儿童娱乐 区风速小于 2m/s, 且室外风速放大系	计算域没有出现风 速大于 5m/s 的区域	达标	3 分
风速放大系数		计算域没有出现风 速放大系数大于等 于 2 的区域		

	数小于 2, 得 3 分;			
建筑迎风面/背风面风压值	除迎风第一排建筑外, 建筑迎风面与背风面表面风压差不超过 5Pa, 得 2 分 未出现风速超标区域	本项目没有出现建筑迎风面与背风面表面风压差大于 5Pa 的建筑	达标	2 分

5.4.2 过渡季、夏季工况达标判断

表 5.4-2 过渡季、夏季工况达标判断表

评价项目	标准要求	项目计算结果	达标判定	得分
无风区	场地内人活动区不出现涡旋或无风区, 得 3 分	计算域有 无 风区	不达标	0 分
旋涡区		计算域无旋涡区		
外窗室内外表面的风压差	50%以上可开启外窗室内外表面的风压差大于 0.5Pa, 得 2 分。	可开启外窗室内外表面的风压差满足标准要求	达标	2 分

综合上述达标判断详表的信息, 可知本项目得分为 7 分。

室外风环境模拟分析报告



采用软件	建筑通风 Vent2024
软件版本	20240101(SP1)
研发单位	北京绿建软件股份有限公司
正版授权码	N0b283a6c3ea9d982

目 录

1 项目概况	3
1.1 总平面图	4
1.2 三维视图	5
2 计算依据	6
3 参考标准	6
4 计算原理	6
4.1 风场计算域	6
4.1.1 冬季工况风场计算域	6
4.1.2 夏季工况风场计算域	7
4.2 网格划分	8
4.3 边界条件	10
4.3.1 入口与出口边界条件	11
4.3.2 壁面边界条件	11
4.4 湍流模型	11
4.5 求解计算	12
4.6 风速放大系数计算	13
5 结果分析	14
5.1 工况表	14
5.2 冬季工况	14
5.2.1 风速达标分析	14
5.2.2 风速放大系数达标分析	15
5.2.3 冬季工况风速/风速放大系数达标结果汇总	16
5.2.4 建筑迎风面和背风面风压分析	16
5.3 夏季工况	19
5.3.1 无风区计算分析	19
5.3.2 旋涡区分析	20
5.3.3 旋涡区/无风区达标结果汇总	21
5.3.4 外窗内外表面风压差达标分析	21
5.4 结论	22
5.4.1 冬季工况达标判断	22
5.4.2 过渡季、夏季工况达标判断	23

1 项目概况

1.1 总平面图

	停车场 (人行区)		儿童娱乐区 (人活动区)		广场 (人活动区)		游憩场 (人活动区)
	人行道 (人行区)		庭院 (人活动区)		户外休息区 (人活动区)		乔木林地

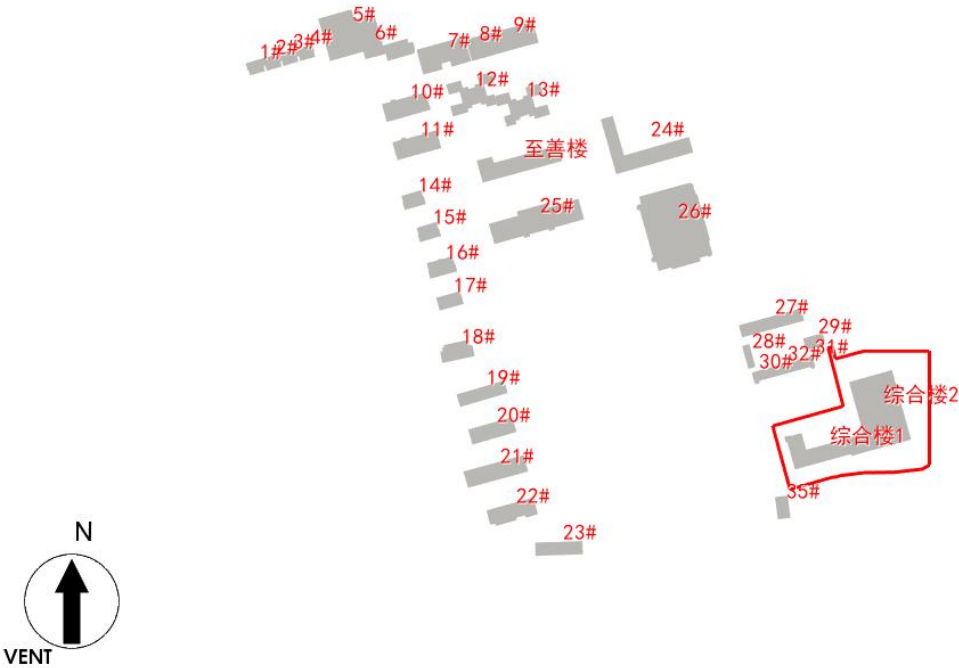


图 1.1- 1 总平面图

1.2 三维视图

	停车场 (人行区)		儿童娱乐区 (人活动区)		广场 (人活动区)		游憩场 (人活动区)
	人行道 (人行区)		庭院 (人活动区)		户外休息区 (人活动区)		乔木林地

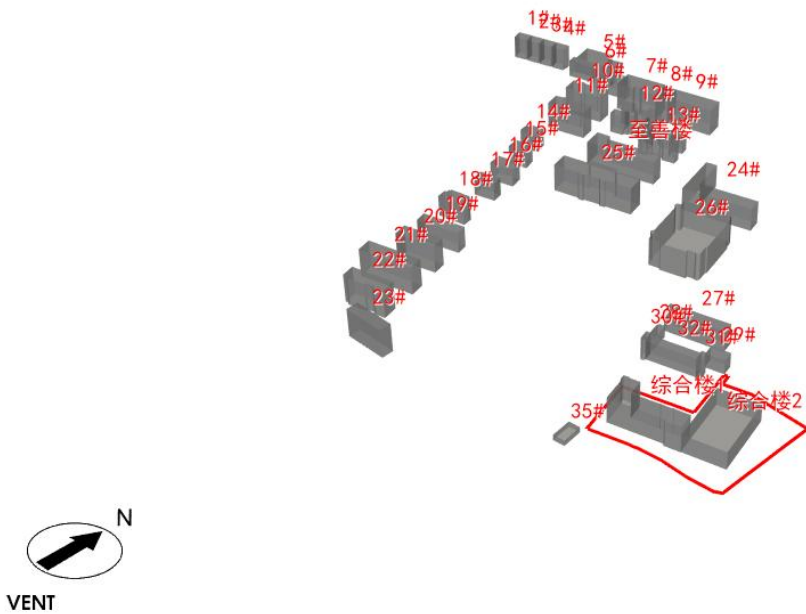


图 1.2- 1 三维视图

2 计算依据

本项目主要参照资料为：

1. 《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2019
2. 《建筑通风效果测试与评价标准》JGJ/T 309—2013
3. 《绿色建筑评价技术细则》
4. 委托方提供的总平面图、建筑专业设计图纸、设计效果图等图纸资料

3 参考标准

室外风环境评价依据为《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2019 中有关室外风环境的条目要求。具体要求如下：

8.2.8 场地内风环境有利于室外行走、活动舒适和建筑的自然通风。评分规则如下：

1 冬季典型风速和风向条件下，建筑物周围人行区距地高 1.5m 处风速低于 5m/s，户外休息区、儿童娱乐区风速小于 2m/s,且室外风速放大系数小于 2，得 3 分；除迎风第一排建筑外，建筑迎风面与背风面表面风压差不超过 5Pa，得 2 分。

2 过渡季、夏季典型风速和风向条件下，场地内人活动区不出现涡旋或无风区，得 3 分；50% 以上可开启外窗室内外表面的风压差大于 0.5Pa，得 2 分。

4 计算原理

4.1 风场计算域

进行室外风场计算前，需要确定参与计算风场的大小，在流体力学中称为计算域，通常为一个包围建筑群的长方体或正方体，本项目的风场计算域信息如下：

4.1.1 冬季工况风场计算域

表 4.1- 1 冬季工况风场计算域信息

顺风方向尺寸（m）	611
宽度方向尺寸（m）	712
高度方向尺寸（m）	124

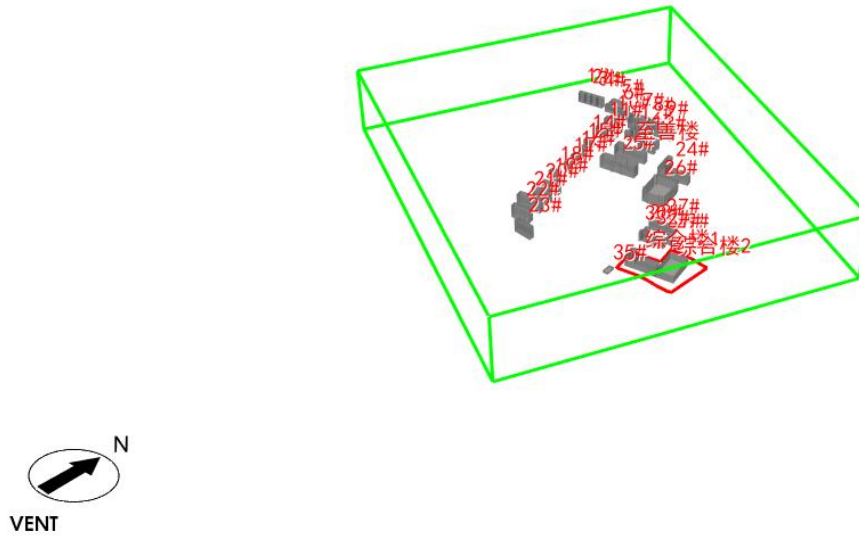


图 4.1- 1 冬季工况风场计算域图示

4.1.2 夏季工况风场计算域

表 4.1- 2 夏季工况风场计算域信息

顺风方向尺寸 (m)	650
宽度方向尺寸 (m)	618
高度方向尺寸 (m)	124

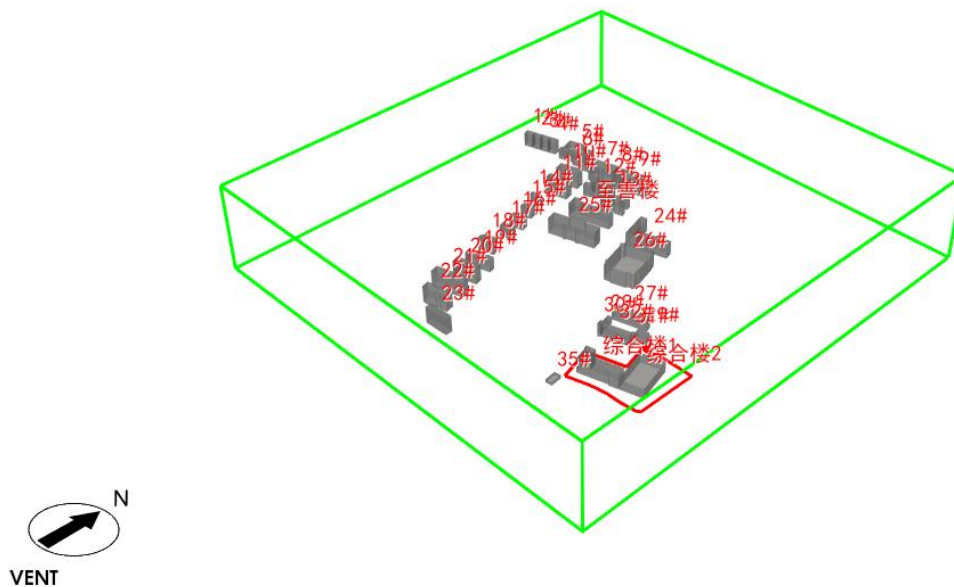


图 4.1- 2 夏季工况风场计算域图示

注：不同季节因风向不同，为了最大限度反映项目周围区域风场特征，根据不同风向划定不同的计算域。

4.2 网格划分

网格划分决定着计算的精确程度并影响计算速度，网格太密会导致计算速度下降并浪费计算资源；网格太疏导致计算精度不足结果不够准确，合理的网格方案需要考虑对计算域中不同的部分采用不同的网格方案。建筑周围，远离建筑的区域，建筑物轮廓有明显的局部特征（如尖角，凹槽，凸起等细微的外装饰），贴近地面的区域，都需要采用不同的网格方案。下面为本项目所采用的加密方案：

1）一般网格：指除靠近地面和建筑以外的网格，通常不需要特别加密处理

- 分弧精度：对于有圆弧特征的建筑局部，把圆弧分解为线段时，弦到弧的最大距离；
- 最大网格尺寸：计算域内最大网格的尺寸；
- 最小网格尺寸：计算域内最小网格的尺寸；
- 建筑表面细分层厚度：靠近建筑的区域要进行细分，这个包围着建筑的区域边界与建筑表面的距离为建筑表面细分层厚度；

2）地面网格

靠近建筑物的区域称为近场，远离建筑物的区域称为远场。

近场的地面网格需要加密，对应地面细分级数较大；而远场地面对应网格较疏，地面细分级数较小。

以下为本项目的网格划分信息，上述网格方案对网格的控制分别体现在相应的网格参数中：

表 4.2- 1 冬季网格划分信息

网格总数（个）	网格类型	网格尺寸	
701459	普通网格	分弧精度(m)	0.24
		最大网格尺寸(m)	16.0
		最小网格尺寸(m)	4.0
		建筑表面细分层厚度(m)	4.0
	地面网格	远场网格尺寸(m)	8.0
		近场网格尺寸(m)	4.0

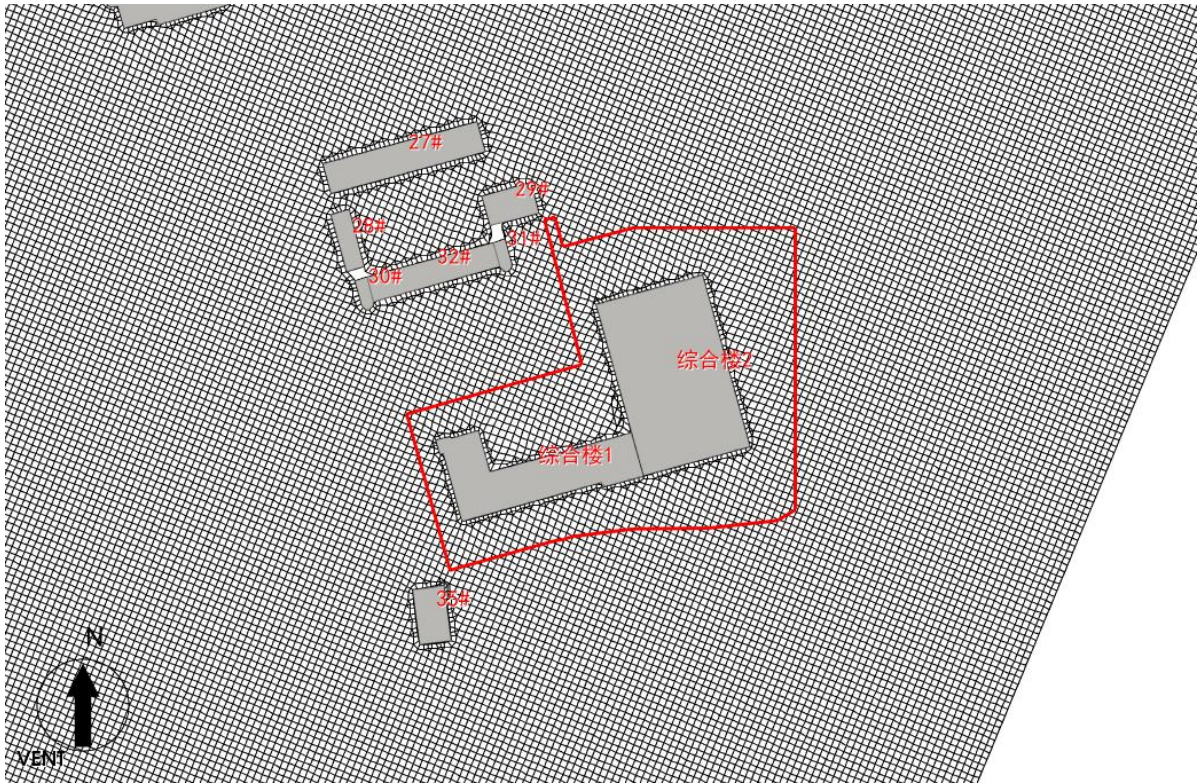


图 4.2- 1 网格图-冬季

表 4.2- 2 夏季网格划分信息

网格总数 (个)	网格类型	网格尺寸	
		分弧精度(m)	0.24
652251	普通网格	最大网格尺寸(m)	16.0
		最小网格尺寸(m)	4.0
		建筑表面细分层厚度(m)	4.0
		远场网格尺寸(m)	8.0
	地面网格	近场网格尺寸(m)	4.0



图 4.2- 2 网格图-夏季

注：前述计算域随风向不同，所以相同的网格方案会产生不同的网格数量。

4.3 边界条件

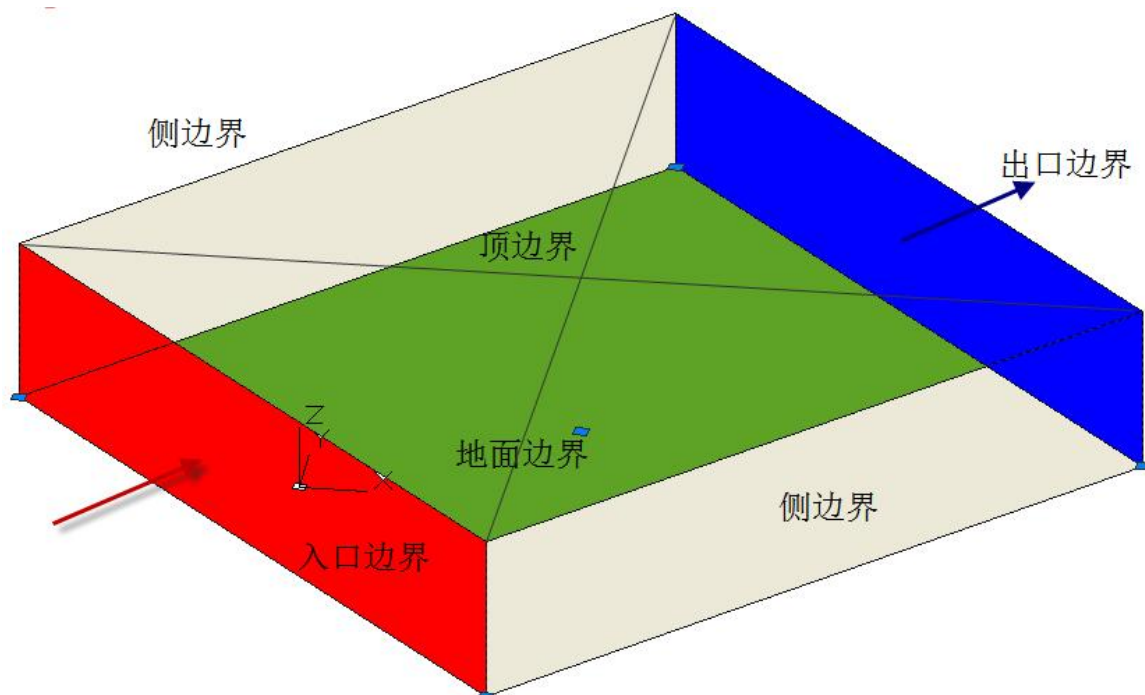


图 4.3- 1 风场边界类型示意图

上图展示了计算域中风场边界的类型，本小节将给出不同边界的边界条件。

4.3.1 入口与出口边界条件

1) 入口风速梯度

本项目中，入口边界条件主要包括不同工况下的风速和风向数据，其中入口风速采用下列梯度风：

$$v = v_R \left(\frac{z}{z_R} \right)^{\alpha} \quad (4.3-1)$$

式中：

v, z ——任何一点的平均风速和高度；

v_R, z_R ——标准高度处的平均风速和标准高度值，《建筑结构荷载规范》GB50009-2012 规定自然风场的标准高度取 10m，此平均风速对应入口风设置的数值；

α ——地面粗糙度指数，本项目为 0.28；

表 4.3- 1 地面粗糙度指数参考值

参考标准	地貌类别	地面粗糙度指数
《绿色建筑评价技术细则》	空旷平坦地面	0.14
	城市郊区	0.22
	大城市中心	0.28

注：上述地面粗糙度指数参考《绿色建筑评价技术细则》关于 4.2.6 节条文说明，也可酌情参考《建筑通风效果测试与评价标准》JGJT3099-2013 中 5.2.1 节

2) 出口边界条件

本项目采用自由出流作为出口边界条件。

4.3.2 壁面边界条件

风场的两个侧面边界和顶边界设定为滑移壁面，即假定空气流动不受壁面摩擦力影响，模拟真实的室外风流动。

风场的地面边界设定为无滑移壁面，空气流动要受到地面摩擦力的影响。

4.4 湍流模型

湍流模型反映了流体流动的状态，在流体力学数值模拟中，不同的流体流动应该选择合适的湍流模型才会最大限度模拟出真实的流场数值。

本项目依据《绿色建筑评价技术细则》推荐的标准 $k-\epsilon$ 湍流模型进行室外流场计算。

下表为几种工程流体中常见的湍流模型适用性：

表 4.4- 1 常用湍流模型适用范围

常用湍流模型	特点和适用工况
--------	---------

standard k-ε 模型	简单的工业流场和热交换模拟，无较大压力梯度、分离、强曲率流，适用于初始的参数研究，一般的建筑通风均适用。
RNG k-ε 模型	适合包括快速应变的复杂剪切流、中等旋涡流动、局部转捩流如边界层分离、钝体尾迹涡、大角度失速、房间通风、室外空气流动。
realizable k-ε 模型	旋转流动、强逆压梯度的边界层流动、流动分离和二次流，类似于 RNG。

4.5 求解计算

1. 数学模型

本项目采用 CFD（计算流体力学）方法对风场进行求解，即在所分析的计算域内建立流体流动的质量守恒、动量守恒和能量守恒建立数学控制方程，其一般形式如下所示：

$$\frac{\partial(\rho\phi)}{\partial t} + \text{div}(\rho\vec{U}\phi) = \text{div}(\Gamma_{\phi}\text{grad}\phi) + S_{\phi}$$

该式中的 ϕ 可以是速度、湍流动能、湍流耗散率以及温度等物理量，参照下表

表 4.5-1 计算流体力学的控制方程

名称	变量	Γ_{ϕ}	S_{ϕ}
连续性方程	1	0	0
x 速度	u	$\mu_{eff} = \mu + \mu_t$	$-\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x}\left(\mu_{eff}\frac{\partial u}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\mu_{eff}\frac{\partial v}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\mu_{eff}\frac{\partial w}{\partial x}\right)$
y 速度	v	$\mu_{eff} = \mu + \mu_t$	$-\frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x}\left(\mu_{eff}\frac{\partial u}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\mu_{eff}\frac{\partial v}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\mu_{eff}\frac{\partial w}{\partial y}\right)$
z 速度	w	$\mu_{eff} = \mu + \mu_t$	$-\frac{\partial P}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial x}\left(\mu_{eff}\frac{\partial u}{\partial z}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\mu_{eff}\frac{\partial v}{\partial z}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\mu_{eff}\frac{\partial w}{\partial z}\right) - \rho g$
湍流动能	k	$\alpha_k \mu_{eff}$	$G_k + G_B - \rho \varepsilon$
湍流耗散	ε	$\alpha_{\varepsilon} \mu_{eff}$	$C_{1\varepsilon} \frac{\varepsilon}{k} (G_k + C_{3\varepsilon} G_B) - C_{2\varepsilon} \rho \frac{\varepsilon^2}{k} - R_{\varepsilon}$
温度	T	$\frac{\mu}{Pr} + \frac{\mu_t}{\sigma_T}$	S_T

上表中的常数如下：

$$G_k = \mu_t S^2, \quad S = \sqrt{2S_{ij}S_{ij}}, \quad S_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_j}{\partial x_i} + \frac{\partial u_i}{\partial x_j} \right), \quad G_B = \beta_T g \frac{\mu_t}{\sigma_T} \frac{\partial T}{\partial y}, \quad \mu_t = \rho C_\mu \frac{k^2}{\varepsilon},$$

$$C_\mu = 0.0845, \quad C_{1\varepsilon} = 1.42, \quad C_{2\varepsilon} = 1.68, \quad C_{3\varepsilon} = \tanh \left| \frac{v}{\sqrt{u^2 + w^2}} \right|, \quad \sigma_T = 0.85, \quad \sigma_c = 0.7,$$

$$\alpha_k = \alpha_\varepsilon \quad \text{由} \quad \left| \frac{\alpha - 1.3929}{\alpha_0 - 1.3929} \right|^{0.6321} \left| \frac{\alpha + 2.3929}{\alpha_0 + 2.3929} \right|^{0.3679} = \frac{\mu}{\mu_{eff}} \quad \text{计算}$$

其中 $\alpha_0 = 1.0$ 。如果 $\mu \ll \mu_{eff}$ ，则 $\alpha_k = \alpha_\varepsilon \approx 1.393$

$$R_\varepsilon = \frac{C_\mu \rho \eta^3 (1 - \eta / \eta_0)}{(1 + \beta \eta^3)} \times \frac{\varepsilon^2}{k}, \quad \text{其中} \quad \eta = Sk / \varepsilon, \quad \eta_0 = 4.38, \quad \beta = 0.012$$

2. 算法说明

本项目采用 SIMPLE 算法求解上述方程组。

4.6 风速放大系数计算

风速放大系数反映了高层建筑对风速的放大作用，通常指建筑物周围离地面高 1.5m 处最大风速与开阔区域同高度风速之比。可采用下式平均风速随高度变化的指数函数进行风速放大系数的计算：

$$\begin{cases} v' = \frac{v_{1.5B}}{v_{1.5f}} & (4.6-1) \\ v_{1.5f} = v_{10f} \left(\frac{1.5}{10} \right)^a & (4.6-2) \end{cases}$$

其中：

v' ——风速放大系数；

$v_{1.5B}$ ——建筑物周围距离地面高 1.5 米处最大风速，该风速通过前述风速计算获取，对应 1.5 高度处风速云图中的数据。

$v_{1.5f}$ ——远离建筑的开阔区域，距离地面 1.5 米高度处风速。

v_{10f} ——远离建筑的开阔区域，距离地面 10 米高度处风速，此处取室外风场入口边界风速。

a ——地面粗糙度指数，本项目为 0.28；

5 结果分析

5.1 工况表

本结果基于以下几个工况进行计算：

序号	季节	风速(m/s)	风向	风向 (°)
1	冬季	1.70	NNE	67.5
2	夏季	2.30	S	270.0

说明：风向逆时针为正，正东为 0°，正北为 90°，正西为 180°，正南为 270°。风向字母意义如下图所示：

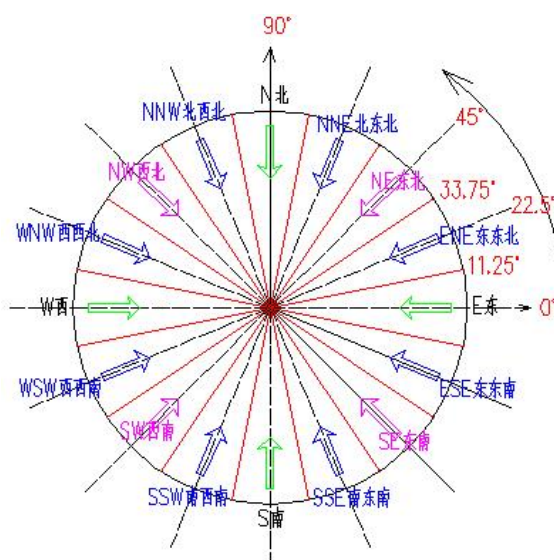


图 5.1- 1 风向示意图

5.2 冬季工况

本项目冬季工况的入口边界风速为 1.70m/s，风向为 NNE。

5.2.1 风速达标分析

下图为整个计算域内风速分布云图，参考图中速度分布可以对项目中建筑布局进行优化。计算域内建筑周围如果有风速超限区域，图中会用速度上限值为 5m/s 的黑色等值线标示。

分析下列图数据，未标示出超标区域，可知人行区域风速为最大值为 1.48m/s，小于 5m/s，满足绿标要求。

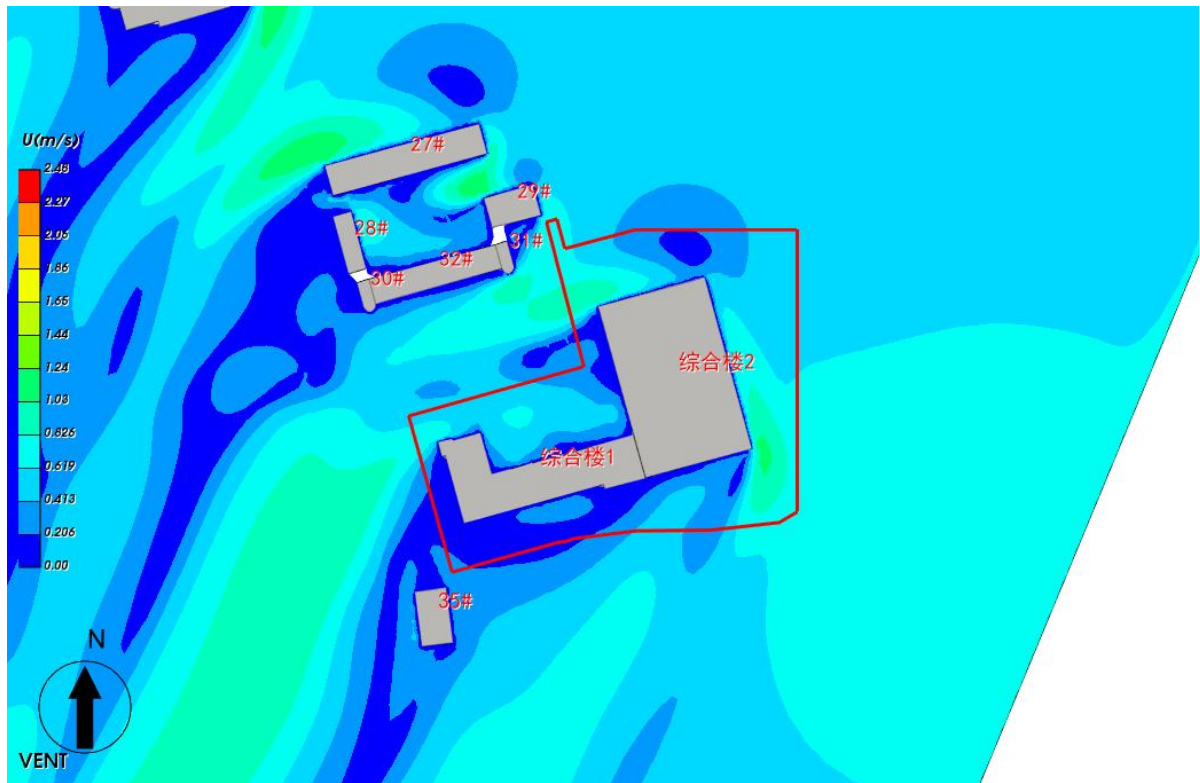


图 5.2- 1 计算域内-1.5 米高度水平面风速云图-冬季

5.2.2 风速放大系数达标分析

下图为整个计算域内风速放大系数分布云图，参考该图中速度分布以及前述风速分布可以对项目中整体建筑布局进行优化。同样，计算域内建筑周围如果有风速放大系数超限区域，图中会用上限值为 2 的黑色等值线标示。分析下列云图数据，图中未标示出风速放大系数超标区域，因此可知人行区域风速放大系数最大值为 1.48，小于 2，满足绿标要求。

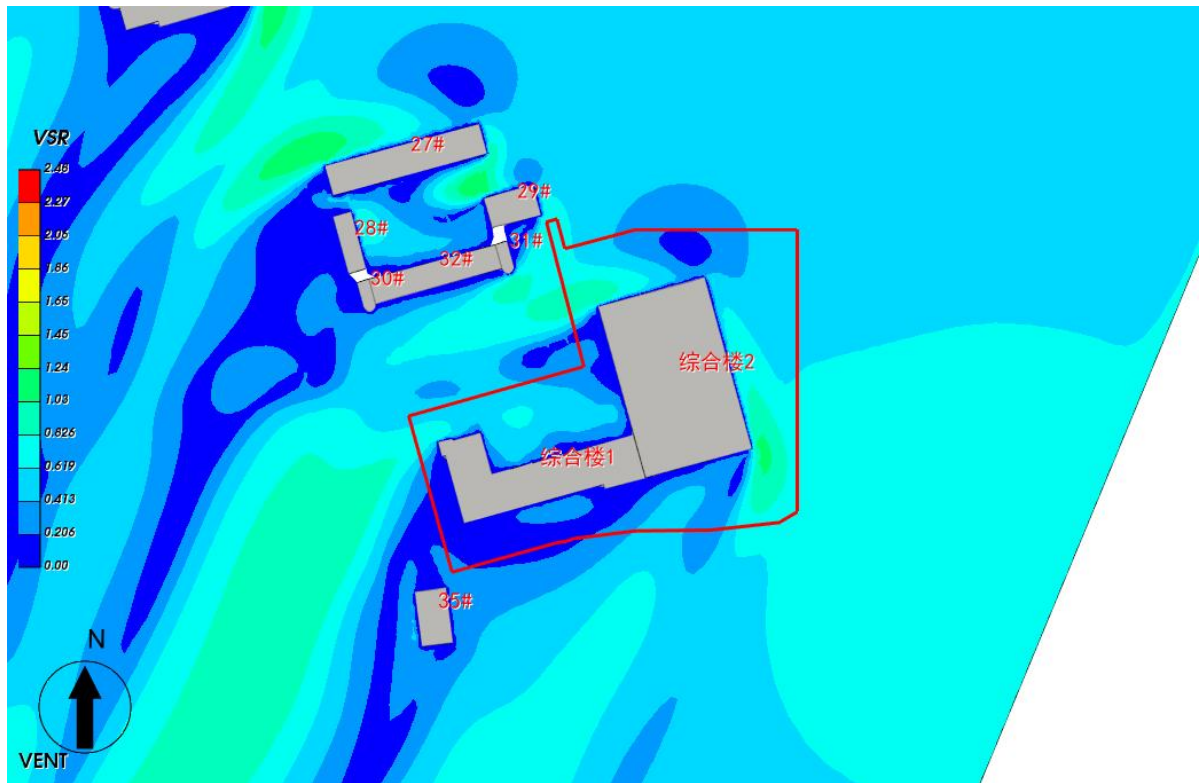


图 5.2- 2 计算域内-1.5 米高处风速放大系数云图

注：

- 1) 计算域内结果云图中图例上限为软件默认输出，图例上限也可按需求在结果浏览中调整。
- 2) 通常将 1.5 米作为一般人群的参考行走高度，也可酌情调整人行走高度。

5.2.3 冬季工况风速/风速放大系数达标结果汇总

综合上述冬季工况风场中风速和风速放大系数的计算分析，将分析结果汇总如下表：

表 5.2- 1 冬季工况风速/风速放大系数达标分析汇总

评价内容	标准要求限值	是否有超限区域	达标判断
风速	<5m/s	否	是
风速放大系数	<2	否	是

5.2.4 建筑迎风面和背风面风压分析

标准中规定“冬季工况下除迎风第一排建筑外，建筑迎风面与背风面表面风压差不超过 5Pa”，避免由于建筑迎风面与背风面表面风压差过大，导致冷风通过门窗缝隙渗透过多，从而增加室内热负荷而不节能，因此建筑迎风面与背风面表面风压差的控制需要体现在对应的门窗表面风压上。

5.2.4.1 建筑迎风面和背风面风压差计算方法

本项目采用面积加权法对建筑迎风面和背风面对应门窗的风压值进行计算，最后获得迎背风面门窗的风压差值。下面将以一个示意建筑为例说明具体计算过程。

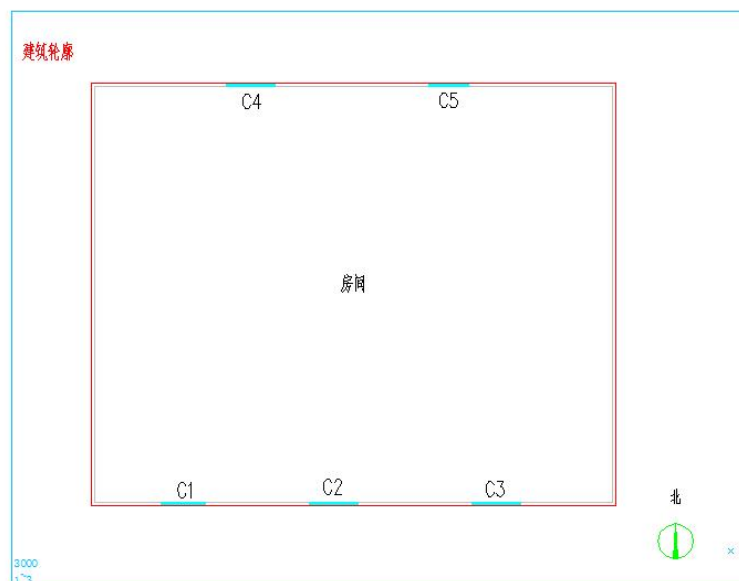


图 5.2- 3 示意建筑平面图

以上图建筑第二层为例，迎风面窗户 C1，C2，C3 的平均风压值，通过每个窗户的平均风压和其窗户面积进行加权平均计算，如下式：

$$P_{Up} = \frac{P_{C1} \times A_{C1} + P_{C2} \times A_{C2} + P_{C3} \times A_{C3}}{A_{C1} + A_{C2} + A_{C3}} \quad (5.2-1)$$

式中： P_{C1} 、 P_{C2} 和 P_{C3} 分别为窗户 C1，C2，C3 的平均风压值，而 A_{C1} 、 A_{C2} 和 A_{C3} 为各个窗户的面积， P_{up} 为迎风面窗户平均风压。

背风面窗户平均风压与迎风面窗户平均风压计算公式相同，在此不再赘述。上述以一个示意建筑为例说明了本项目目标建筑迎风面与背风面风压差的计算过程，下面将给出本项目各个目标建筑的迎背风面风压差计算结果。

5.2.4.2 建筑迎风面和背风面风压云图

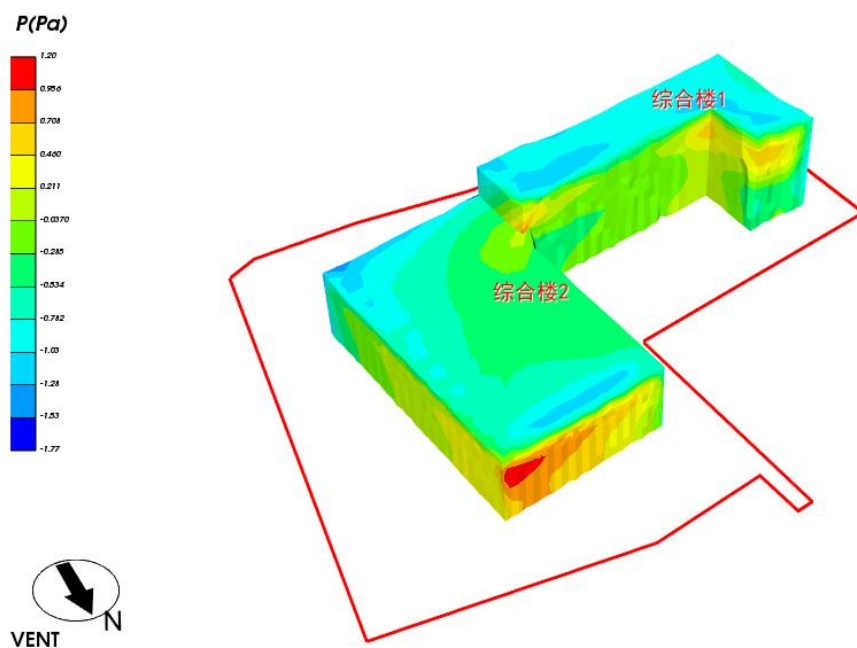


图 5.2- 4 建筑迎风面风压云图

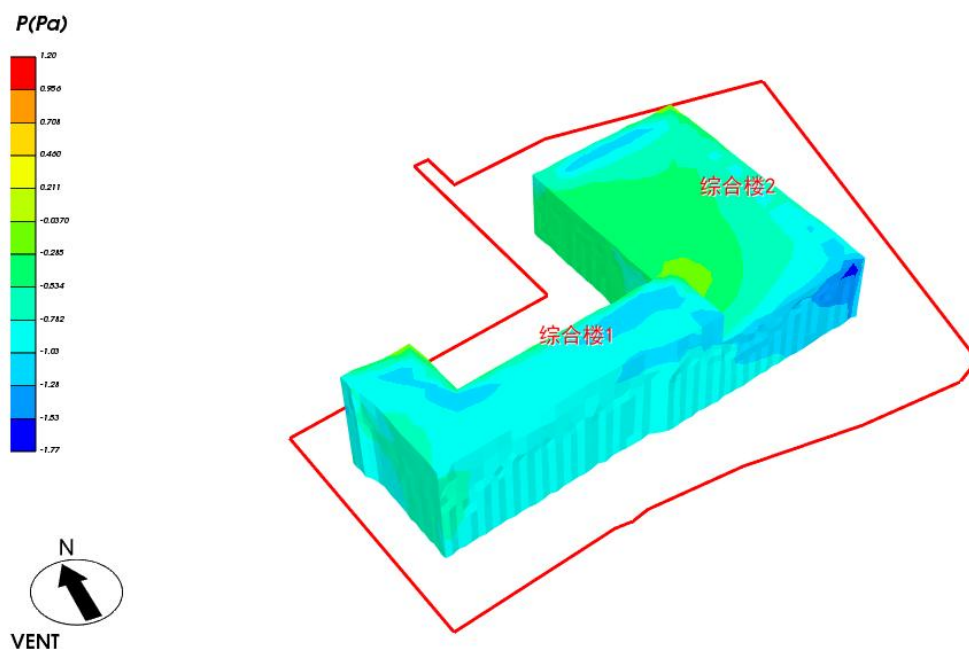


图 5.2- 5 建筑背风面风压云图

5.2.4.3 建筑迎风和背风面风压差结论汇总

表 5.2-2 建筑迎风和背风面风压差结论汇总表

建筑编号	迎风面平均 风压(Pa)	背风面平均 风压(Pa)	建筑迎风和背风 面风压差(Pa)	是否达 标
综合楼 1	-0.09	-0.88	0.79	是
综合楼 2	0.21	-0.78	0.98	是

结论：本项目中所有参评建筑**满足**“除迎风第一排建筑外，建筑迎风面与背风面表面风压差不超过 5Pa”的要求。

说明：所有单体建筑各层迎风和背风面风压差信息详见附件。

5.3 夏季工况

本项目夏季工况的入口边界风速为 2.30m/s，风向为 S。

根据前述《绿色建筑评价标准》对于夏季工况的要求，夏季典型风速和风向条件下，场地内人活动区不出现涡旋或无风区。通过该项标准指导设计确保合理的建筑布局，在夏季形成有效的巷道风，优化街区自然通风环境，避免夏季人活动区有明显的气流旋涡和无风区，从而造成闷热不适感。因此本项目需要分析人活动区的风速，并作出判断。

无风区的定义 通常当人活动区域风速 $\leq 0.2\text{m/s}$ 时，该区域风向标处于静止状态，在此区域活动的人会有明显的无风感，则该区域为无风区。

注：无风区的定义参考《建筑设计资料集》第一分册，第二版。

5.3.1 无风区计算分析

下图为整个计算域内风速分布云图，参考图中速度分布可以对项目中建筑布局进行优化。分析下图，黑色等值线内的人活动区域风速**小于** 0.2m/s，因此**未满足**绿标要求，需调整建筑布局优化人行区风速分布。

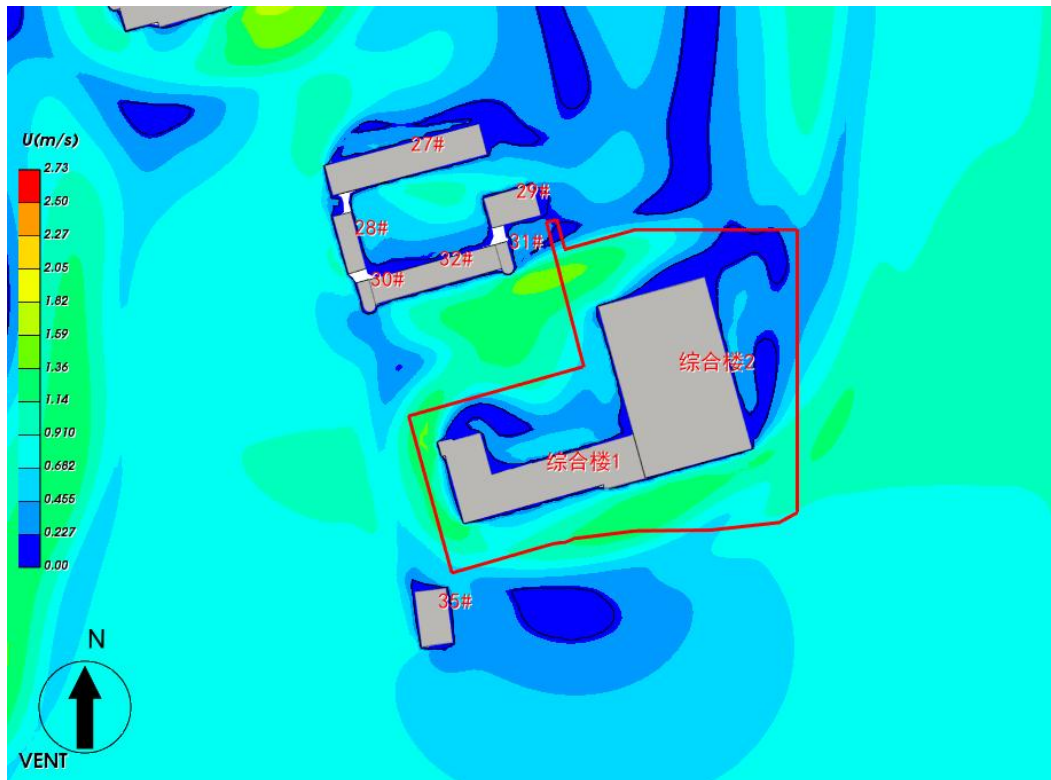


图 5.3- 1 计算域内-1.5 米高度水平面风速云图-夏季

5.3.2 旋涡区分析

下图为计算域内的风速矢量图，分析下图可知，计算域内没有明显的旋涡产生，本项目建筑布局基本合理。



图 5.3- 2 计算域内-1.5 米高度水平面风速矢量图

5.3.3 旋涡区/无风区达标结果汇总

表 5.3- 1 夏季无风区/旋涡区达标分析汇总

评价量	标准要求	是否有无风区/旋涡区	达标判断
无风区	无风区面积为 0	是	否
旋涡区	旋涡区面积为 0	否	是

5.3.4 外窗内外表面风压差达标分析

分析《绿色建筑评价标准》，夏季为充分利用自然通风获得良好的室内风环境，要求 50%以上可开启外窗室内外表面的风压差大于 0.5Pa。

可见在夏季，为了获得良好的室内风环境，首先要有良好的室外风环境。当外窗关闭时，外窗内表面风压近似为 0，因此标准要求外窗室内外表面的风压差大于 0.5Pa，即为关窗状态下外窗外表面的风压绝对值需大于 0.5Pa。只有外窗外表面的风压绝对值足够大时，才可以确保良好的开窗通风效果，形成较好的室内风环境。

下图为夏季工况下，建筑迎风面和背风面对应外窗表面的风压分布图，结合图例数值可以清晰看到外窗表面风压小于 0.5Pa 的外窗区域。

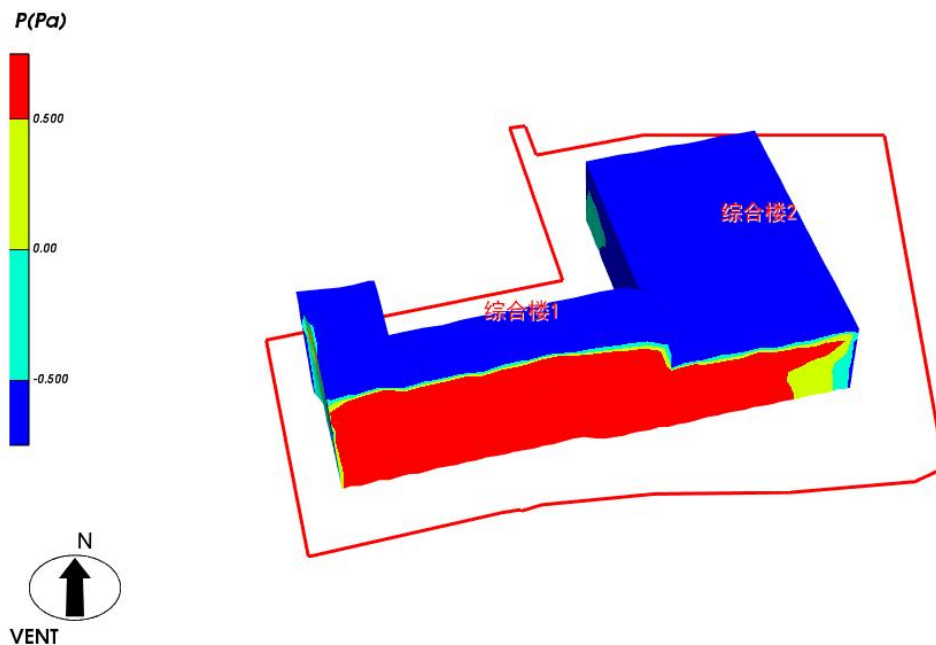


图 5.3- 3 建筑迎风面外窗表面风压云图-夏季

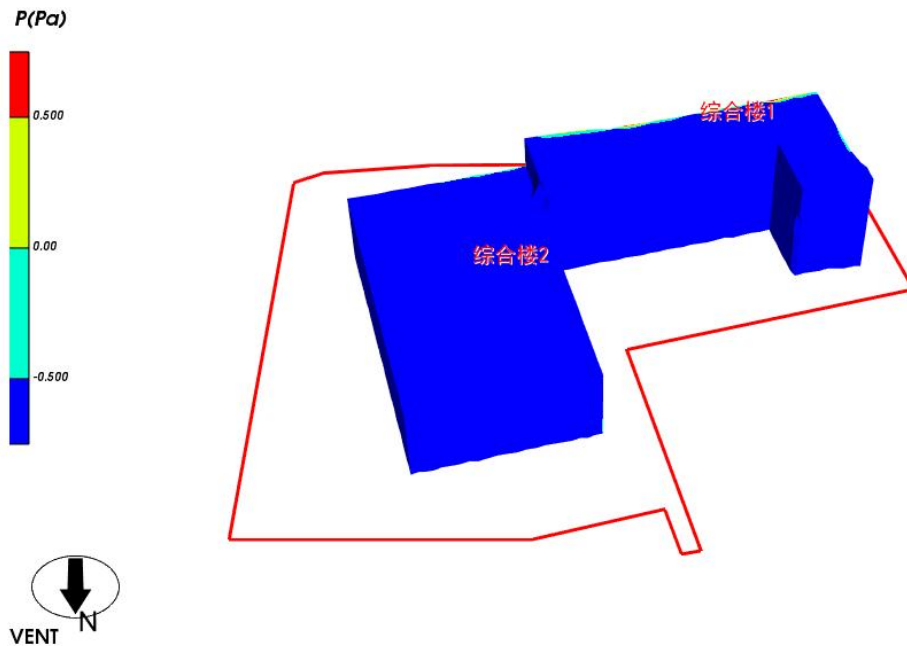


图 5.3- 4 建筑背风面外窗表面风压云图-夏季

对于无外窗数据的建筑，下表依据建筑外表面平均风压数据，相当于建筑室内外表面风压差数据，并依据标准做出达标判断：

表 5.3-2 建筑室内外风压差达标判定表

建筑编号	建筑表面积 (m^2)	室内外风压差大于 0.5Pa 的建筑表面积 (m^2)	达标比例 (%)	是否 达标
综合楼 1	4103.05	3533.75	86.12	是
综合楼 2	4052.99	3742.48	92.34	是

说明：达标比例 = (室内外风压差大于 0.5Pa 的建筑表面积/建筑表面积) * 100%

结论：本项目中所有建筑均满足“50%以上可开启外窗室内外表面的风压差大于 0.5Pa”的要求。

5.4 结论

5.4.1 冬季工况达标判断

表 5.4- 1 冬季工况达标判断表

评价项目	标准要求	项目计算结果	达标判定	得分
风速	建筑物周围人行区 距地高 1.5m 处风 速小于 5m/s, 户外 休息区、儿童娱乐 区风速小于 2m/s,	计算域没有出现风 速大于 5m/s 的区域	达标	3 分
风速放大系数		计算域没有出现风 速放大系数大于等 于 2 的区域		

	且室外风速放大系数小于 2, 得 3 分;			
建筑迎风面/背风面风压值	除迎风第一排建筑外, 建筑迎风面与背风面表面风压差不超过 5Pa, 得 2 分 未出现风速超标区域	本项目没有出现建筑迎风面与背风面表面风压差大于 5Pa 的建筑	达标	2 分

5.4.2 过渡季、夏季工况达标判断

表 5.4-2 过渡季、夏季工况达标判断表

评价项目	标准要求	项目计算结果	达标判定	得分
无风区	场地内人活动区不出现涡旋或无风区, 得 3 分	计算域有 无 风区	不达标	0 分
旋涡区		计算域无旋涡区		
外窗室内外表面的风压差	50%以上可开启外窗室内外表面的风压差大于 0.5Pa, 得 2 分。	可开启外窗室内外表面的风压差满足标准要求	达标	2 分

综合上述达标判断详表的信息, 可知本项目得分为 7 分。

室外噪声分析报告书



采用软件	建筑声环境 SEDU2024
软件版本	20240101(SP1)
研发单位	北京绿建软件股份有限公司
正版授权码	N0b283a6c3ea9d982

目 录

1.项目概况	1
2.评价标准	2
2.1 评价依据.....	2
2.2 标准要求.....	2
3.模拟方法	3
3.1 模拟软件.....	3
3.2 分析模型.....	3
3.3 计算条件.....	4
3.4 参数设置.....	5
4.模拟结果及分析	5
4.1 场地噪声分布.....	5
4.2 噪声敏感建筑噪声分布情况.....	9
5.结论	12

1.项目概况

本项目参与计算的噪声敏感参评建筑物如下表所示：

表 1 参评建筑信息表

名称	建筑高度(米)	底标高(米)
1#	20.15	0.00
2#	20.15	0.00
3#	20.15	0.00
4#	20.15	0.00
5#	12.00	0.00
6#	15.00	0.00
7#	24.00	0.00
8#	24.00	0.00
9#	24.00	0.00
10#	24.00	0.00
11#	24.00	0.00
12#	18.00	0.00
13#	18.00	0.00
14#	16.00	0.00
15#	16.00	0.00
16#	16.00	0.00
17#	16.00	0.00
18#	18.00	0.00
19#	18.00	0.00
20#	24.00	0.00
21#	24.00	0.00
22#	24.00	0.00
23#	24.00	0.00
24#	20.00	0.00
25#	24.00	0.00
26#	24.00	0.00
27#	18.00	0.00
28#	10.00	0.00
29#	12.00	0.00
30#	18.00	0.00

31#	18.00	0.00
32#	16.00	0.00
35#	4.50	0.00
综合楼 1	21.40	0.00
综合楼 2	14.80	0.00
至善楼	21.10	0.00

2.评价标准

2.1 评价依据

1. 湖南省《绿色建筑评价标准》DBJ 43/T 357-2020
2. 《绿色建筑评价标准》GB 50378-2019
3. 《绿色建筑评价技术细则》2019
4. 《声环境质量标准》GB 3096-2008
5. 《环境影响评价技术导则 声环境》HJ2.4-2009
6. 《声环境功能区划分技术规范》GB/T 15190-2014
7. 《民用建筑绿色性能计算标准》JGJ/T 449-2018

2.2 标准要求

- 湖南省《绿色建筑评价标准》DBJ 43/T 357-2020 中规定：
8.2.6 场地内的环境噪声优于现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096 的要求，评价总分为 8 分，并按下列规则评分：
 - 1 环境噪声值大于 2 类声环境功能区标准限值，且小于等于 3 类声环境功能区标准限值，得 4 分；
 - 2 环境噪声值小于等于 2 类声环境功能区标准限值，得 8 分。
- 《声环境质量标准》GB 3096-2008 中规定了五类声环境功能区的环境噪声限值，如下表所示。

表 2 环境噪声限值

单位：dB(A)

声环境 功能区类别	时段		适用范围
	昼间	夜间	
0 类	50	40	指康复疗养区等特别需要安静的区域
1 类	55	45	指以居民住宅、医疗卫生、文化教育、科研设计、行政办公为主要功能，需要保持安静的区域。
2 类	60	50	指以商业金融、集市贸易为主要功能，或者居住、商业、工业混杂，需要维护住宅安静的区域。

3 类		65	55	指以工业生产、仓储物流为主要功能，需要防止工业噪声对周围环境产生严重影响的区域。
4 类	4a 类	70	55	适用于高速公路、一级公路、二级公路、城市快速路、城市主干路、城市次干路、城市轨道交通、内河航道两侧一定距离之内，需要防止交通噪声对周围环境产生严重影响的区域。
	4b 类	70	60	适用于铁路干线两侧一定距离之内，需要防止交通噪声对周围环境产生严重影响的区域。

注：

1. 根据《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，“昼间”是指 6:00 至 22:00 之间的时段；“夜间”是指 22:00 至次日 6:00 之间的时段。
2. 表中 4b 类声环境功能区环境噪声限值，适用于 2011 年 1 月 1 日起环境影响评价文件通过审批的新建铁路（含新开廊道的增建铁路）干线建设项目两侧区域。

3.模拟方法

3.1 模拟软件

本报告采用建筑声环境分析软件 SEDU 进行模拟计算分析。SEDU 是一款可用于噪声计算、评估和预测的软件，计算原理源于国际标准化组织规定的《户外声传播的衰减的计算方法》ISO9613-2: 1996、国内公布的《声学户外声传播的衰减第 2 部分：一般计算方法》GB/T17247.2-1998 和《环境影响评价技术导则》HJ2.4-2009、《公路建设项目环境影响评价规范》JTG B03-2006。软件计算严格按照国家相关标准要求编制，室内外可接力计算，室外计算结果可作为噪声边界条件接力进行后续建筑室内隔声性能的计算。

考虑到本项目建成后周边噪声环境情况的复杂性，本报告需要使用软件分别模拟计算昼间和夜间噪声值，包括项目场地的平面噪声分布、噪声敏感建筑的沿建筑物底轮廓线 1.5 米高度处和噪声敏感建筑立面噪声分布，并依据《声环境功能区划分技术规范》GB/T15190-2019，判断场地内环境噪声模拟结果是否满足《声环境质量标准》GB3096 和《绿色建筑评价标准》GB 50378 的相关规定。

3.2 分析模型

本报告根据建筑设计图纸等相关资料建立室外声环境模拟分析模型，主要包括参评目标建筑、周边建筑、声屏障、道路（包括轨道交通）和绿化带等对象。

本项目噪声分析模型如下图所示：



图 3.2-1 模型平面图

3.3 计算条件

■ 网格设置

平面网格间距: 20×20 米

平面网格离地高度: 1.5 米

立面网格间距: 3×3 米

■ 地面效应

地面高度: 0 米

计算考虑地面效应

地面效应计算方法: 导则算法

■ 噪声反射

障碍物考虑的最大反射次数: 1

■ 空气吸收

气压: 101325Pa 气温: 16℃ 湿度: 50%

■ 达标统计

建筑物噪声最大值统计方式

取距离建筑物底标高 1.5 米沿线点

场地环境噪声达标统计方式

场地内命名参评建筑物全部达标

3.4 参数设置

建筑室外场地噪声目前主要的噪声源为交通噪声, 根据项目实际情况还可能考虑周边环境工业噪声源等。本项目参与计算的噪声源如下表所示, 需要指出, 噪声源表中的车速、车流量等数据由客户按照项目实际情况设定。

表 3.4-1 公路噪声源

路段名称	路面材料	车道数量	时段	设计车速 km/h	小型车 辆/h	中型车 辆/h	大型车 辆/h
公路	沥青 混凝土	4	昼间	30	100	5	0
			夜间	30	40	0	0

表 3.4-2 水平面声源

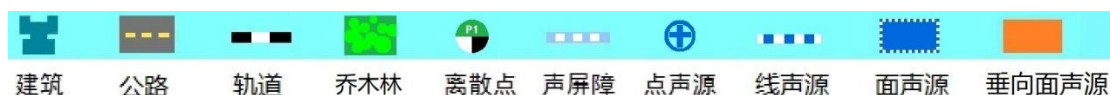
单位: dB(A)

声源名称	声源类型	昼间	夜间
操场	声源的声功率级	40	0

4.模拟结果及分析

经过软件模拟计算, 预测出昼间和夜间两种时段下的场地噪声分布情况, 包括场地噪声平面分布彩图、参评建筑沿建筑底轮廓线 1.5 米高度处噪声分布、参评建筑立面噪声级分布等彩色分析图和数据分析图。

4.1 场地噪声分布



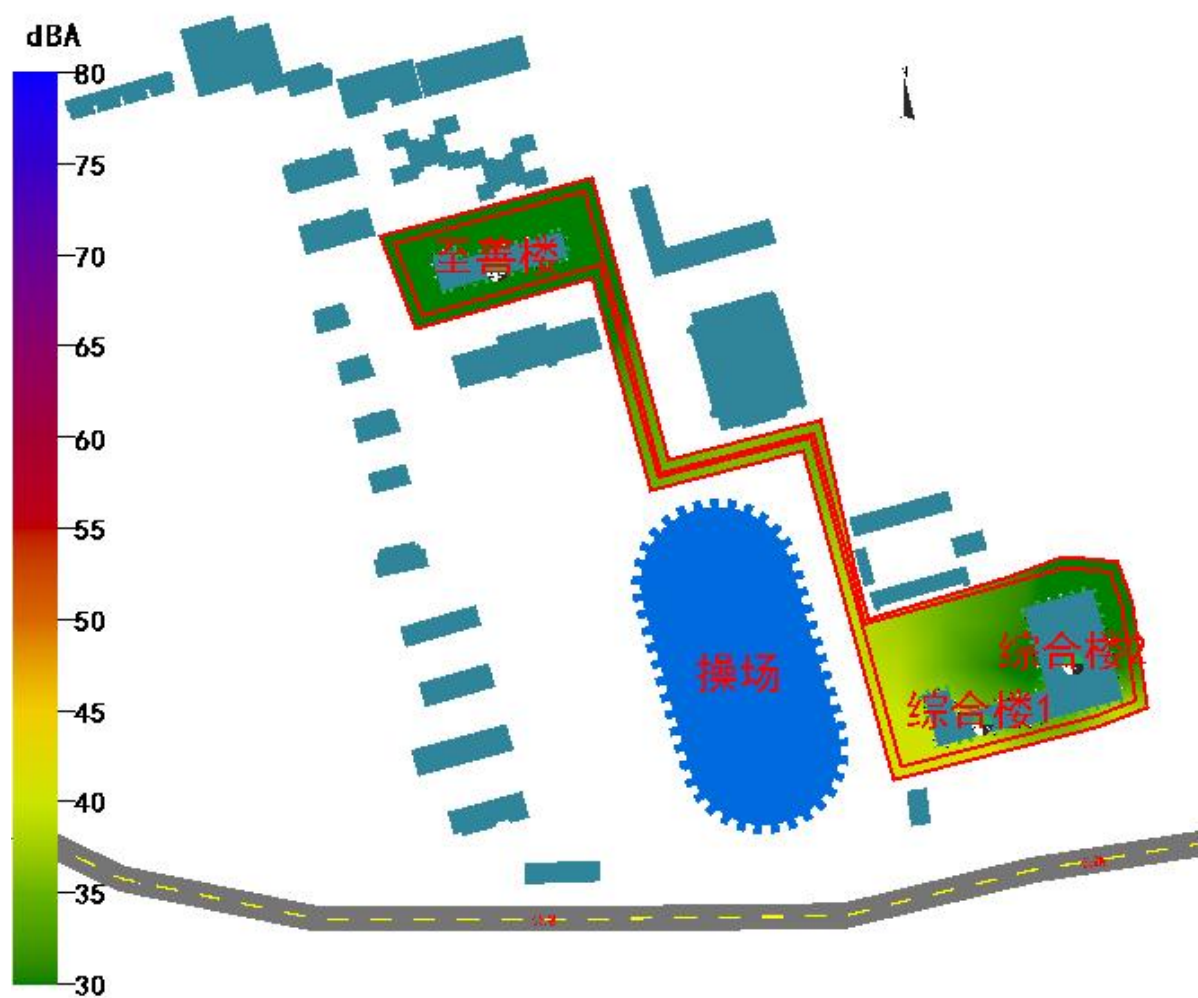


图 4.1-1 场地 1.5m 高度处声压级分布图 (昼间)

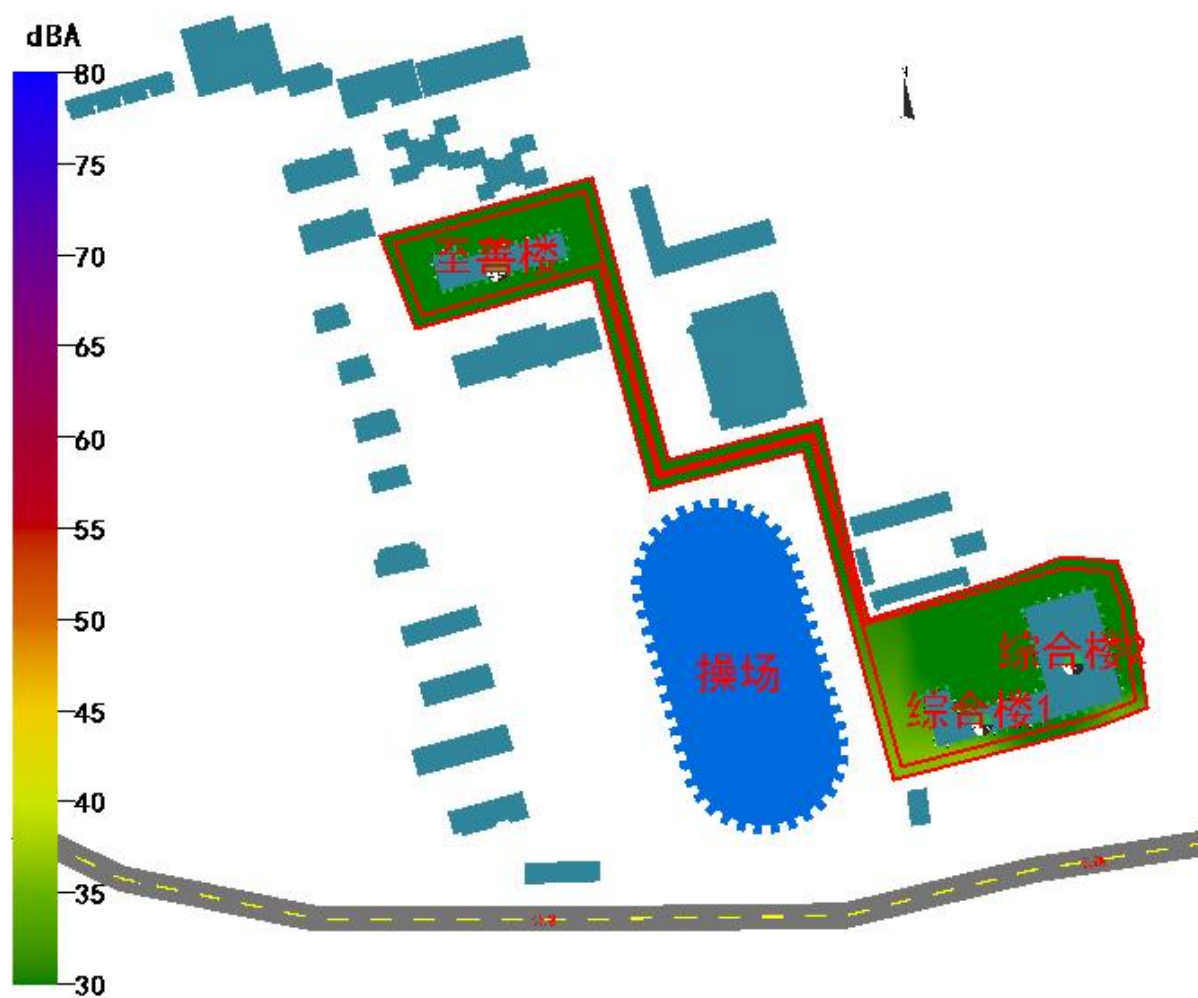


图 4.1-2 场地 1.5m 高度处声压级分布图 (夜间)

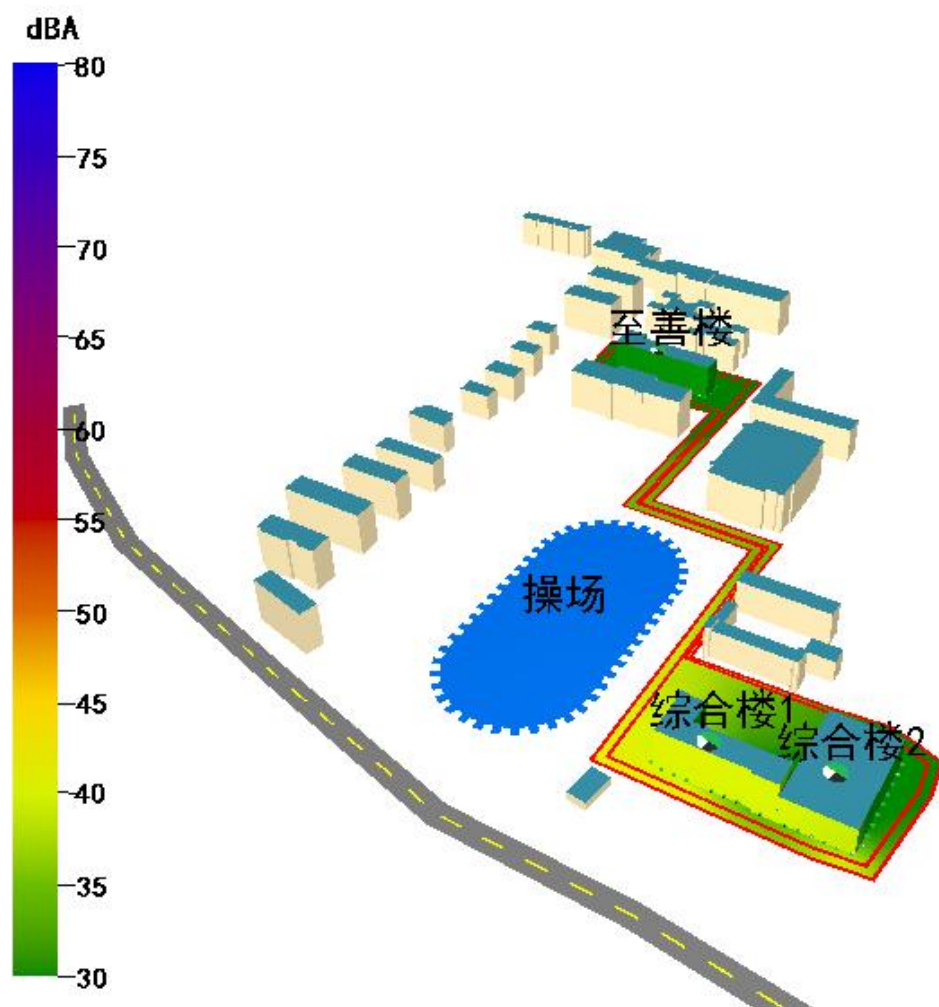


图 4.1-3 场地噪声分布俯瞰图（昼间）

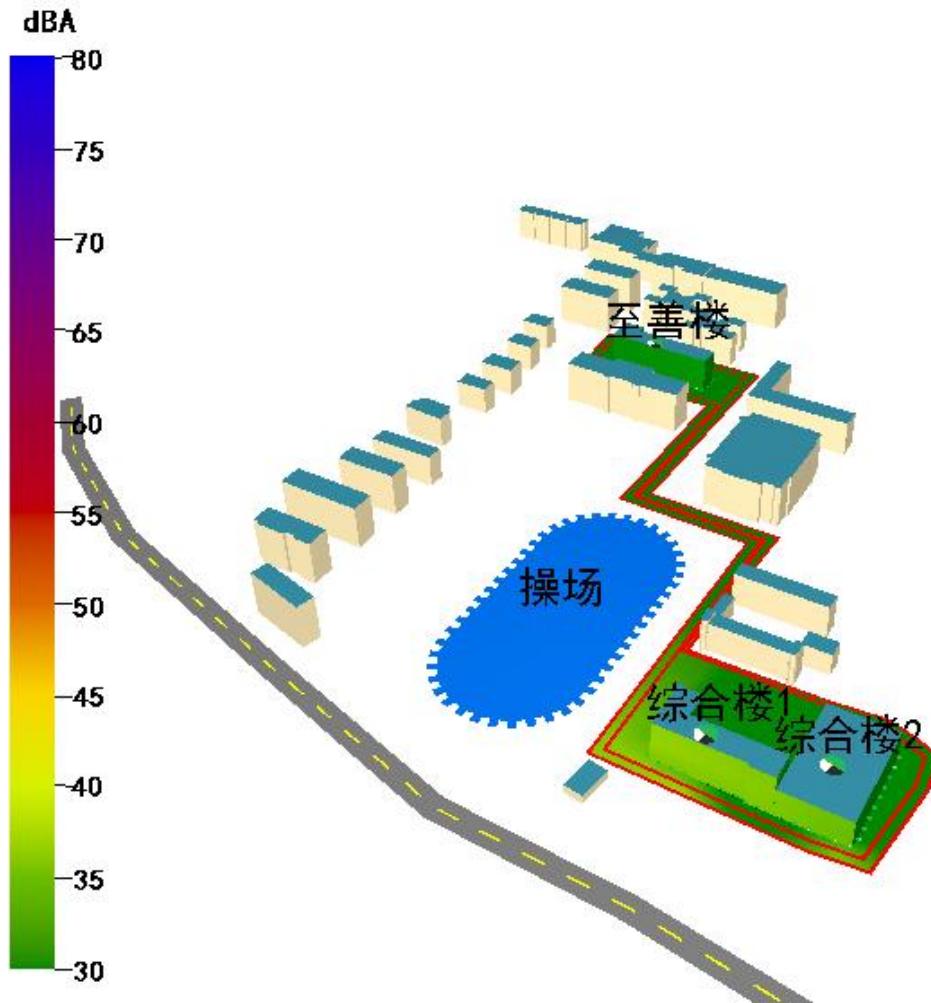


图 4.1-4 场地噪声分布俯瞰图（夜间）

4.2 噪声敏感建筑噪声分布情况

参评建筑昼间和夜间沿底轮廓线 1.5 米分析高度处噪声分布情况, 每栋参评建筑物俯视图圆圈上下两个数字分别表示该建筑的昼间和夜间最大噪声值, 红色填充代表该建筑昼间或夜间噪声值至少有一项超过三类声功能区限值, 黄色填充代表该建筑物昼间或夜间噪声值均小于等于三类声功能区噪声限值, 绿色填充代表该建筑物昼间或夜间噪声值均小于等于二类声功能区噪声限值。

本项目室外昼间和夜间噪声分析及达标情况如下:

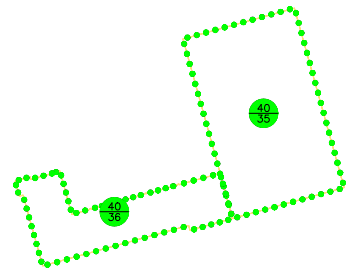
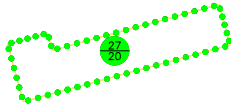


图 4.2-1 参评建筑附近区域 1.5m 高度处声压级平面分布图 (昼间)

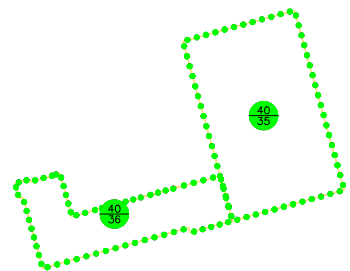
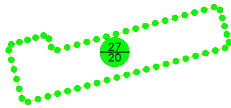


图 4.2-2 参评建筑附近区域 1.5m 高度处声压级平面分布图（夜间）

参评建筑昼间和夜间沿立面噪声分布情况, 在每个计算立面上用圆圈标识出该面噪声最大值, 昼间和夜间计算情况分别如下:

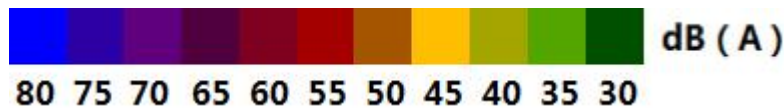


图 4.2-3 参评建筑附近区域声压级鸟瞰分布图（昼间）



图 4.2-4 参评建筑附近区域声压级鸟瞰分布图（夜间）

综合上述分析, 对场地内部每栋噪声敏感建筑物达标情况分别进行了判定统计, 本项目内部全部参评建筑达标情况汇总如下:

表 4.2 参评建筑达标统计 单位: dB(A)

建筑名称	时段	1.5 米高度	2 类	3 类	得分
------	----	---------	-----	-----	----

		噪声最大值	噪声限值	噪声限值	情况
综合楼 1	昼间	40	60	65	10
	夜间	36	50	55	
综合楼 2	昼间	40	60	65	10
	夜间	35	50	55	
至善楼	昼间	27	60	65	10
	夜间	20	50	55	

5.结论

湖南省《绿色建筑评价标准》DBJ 43/T 357-2020 要求:

8.2.6 场地内的环境噪声优于现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096 的要求, 评价总分为 8 分, 并按下列规则评分:

1 环境噪声值大于 2 类声环境功能区标准限值, 且小于等于 3 类声环境功能区标准限值, 得 4 分;

2 环境噪声值小于等于 2 类声环境功能区标准限值, 得 10 分。

表 5.1 环境噪声综合得分表

单位: dB(A)

时段	噪声最大值	2 类噪声限值	3 类噪声限值	得分情况
昼间	40	60	65	10 分
夜间	36	50	55	

综上所述, 经过软件模拟和结果统计分析, 最终判定本项目**满足** 湖南省《绿色建筑评价标准》DBJ 43/T 357-2020 地方标准相关条文要求, **得 10 分**。

建筑采光分析报告书



采用软件	采光分析 DALI2024
软件版本	20240101(SP1)
研发单位	北京绿建软件股份有限公司
正版授权码	N0b283a6c3ea9d982
服务热线	400-094-1228

目录

1. 建筑概况	3
2. 设计依据	3
3. 标准要求	3
4. 采光分析概述	4
4.1 基本原理	4
4.2 分析软件	5
4.3 计算方法	5
5. 采光计算参数取值	6
5.1 模拟分析条件说明	6
5.2 建筑饰面材料参数	6
5.3 门窗类型参数	6
5.3.1 普通窗	7
6. 房间模拟结果	7
7. 采光效果分析彩图	8
8. 结论	9

1. 建筑概况

项目所在地	岳阳		
光气候分区	III	光气候系数 K	1.00
建筑面积	地上 3394.90 m ² 地下 0.00 m ²		
建筑层数	地上 5 地下 0		
建筑高度	地上 19.50 m 地下 0.00m		
备注			

2. 设计依据

- 1) 《建筑采光设计标准》(GB50033-2013)
- 2) 《建筑环境通用规范》GB 55016-2021
- 3) 《采光测量方法》GB/T 5699-2007
- 4) 《民用建筑绿色性能计算标准》JGJT_449-2018

3. 标准要求

本项目为学校建筑,《建筑环境通用规范》GB 55016-2021、《建筑采光设计标准》GB50033-2013 中对各建筑类型的采光标准值做出了明确要求,同时根据标准确定光气候分区、光气候系数 K 值、室外天然光设计照度值 Es 值。

■ 《建筑环境通用规范》GB 55016-2021 相关条文

3.2.3 对天然采光需求较高的场所、应符合下列规定:

- 1 卧室、起居室和一般病房的采光等级不应低于IV级的要求;
- 2 普通教室的采光等级不应低于Ⅲ级的要求;
- 3 普通教室侧面采光的采光均匀度不应低于 0.5

■ 《建筑采光设计标准》GB50033-2013 条文要求

3.0.4 光气候分区应按本标准附录 A 确定。各光气候区的室外天然光设计照度值应按表 3.0.4 采用。所在地区的采光系数标准值应乘以相应地区的光气候系数 K。

表 3.0.4 光气候系数 K 值

光气候区	I	II	III	IV	V
K 值	0.85	0.90	1.00	1.10	1.20

室外天然光设计照度值 E_s (lx)	18000	16500	15000	13500	12000
-----------------------	-------	-------	-------	-------	-------

4.0.5 教育建筑的采光标准值不应低于表 4.0.5 的规定。

表 4.0.5 教育建筑的采光标准值

采光等级	场所名称	侧面采光	
		采光系数标准值 (%)	室内天然光照度标准值 (lx)
Ⅲ	专用教室、实验室、阶梯教室、教师办公室	3.0	450
V	走道、楼梯间、卫生间	1.0	150

4. 采光分析概述

天然光环境是人们长期习惯和喜爱的工作环境，各种光源的视觉试验结果表明，在同样照度条件下，天然光的辨认能力优于人工光，从而有利于工作、生活、保护视力和提高劳动生产率。充分利用天然光，对于创造良好光环境、节约能源、保护环境和构建绿色建筑具有重要的意义。

4.1 基本原理

《建筑采光设计标准》GB50033-2013 以采光系数平均值作为采光设计的关键性评价指标。

1. 采光系数

在室内参考平面上的一点，由直接或间接地接收来自假定和已知天空亮度分布的天空漫射光而产生的照度与同一时刻该天空半球在室外无遮挡水平面上产生的天空漫射光照度之比。

室内某一点的采光系数 C ，计算公式为：

$$C = \frac{E_n}{E_w} \times 100\%$$

式中： E_n —室内照度，lx；

E_w —室外照度，lx。

2. 平均采光系数

通常按单个房间计算平均采光系数，即房间内划分网格上各个交点上的采光系数算术平均值。

3. 采光系数标准值

在规定的室外天然光设计照度下，满足视觉功能要求时的采光系数值。《建筑采光设计标准》GB50033-2013 中规定的采光系数标准值和室内天然光照度标准值为参考平面上的平均值。在同一室外天然光设计照度值的条件下，对于同一个房间，满足采光系数标准值即满足室内满足天然光照度标准值。

4.2 分析软件

本报告采用绿建斯维尔采光分析软件 Dali 进行模拟分析。Dali 是国内首款与国标《建筑采光设计标准》GB 50033-2013 配套的软件，同时也支持《绿色建筑评价标准》的采光指标要求，可对达标率、地下采光、内区采光、视野率、眩光指数等进行快速分析，并根据不同需求生成分析报告书。软件以国际上广泛认可的 Radiance 为计算核心。

Dali 已通过《建筑采光设计标准》GB50033-2013 编制组的鉴定，获得国家建筑工程质量监督检验中心鉴定报告，编号 BETC-GMJC-2014-1。同时，Dali 还通过了住房和城乡建设部科技发展促进中心专家组评审鉴定，获得《建设行业科技成果评估证书》，编号建科评[2014]069，评估委员会认定软件总体已达到国内领先水平。

4.3 计算方法

《建筑采光设计标准》GB50033-2013 第 6.0.3 条明确指出，对于采光形式复杂的建筑，应利用计算机模拟软件或缩尺模型进行采光计算分析。本项目采用**模拟法**计算采光系数，用以分析各功能房间（场所）的采光品质和状况。

在 Dali 中，模拟法就是调用计算工具 Radiance 进行采光模拟计算，最后将计算结果返回到 Dali 进行处理分析，这是最真实、最常用的方法。Radiance 是由美国劳伦斯伯克利国家实验室以及瑞士洛桑生态技术联邦局开发的采光模拟核心程序，采用了蒙特卡洛算法优化的反向光线追踪算法，相对于光能传递算法来说光线追踪更适合于精确的建筑采光分析。

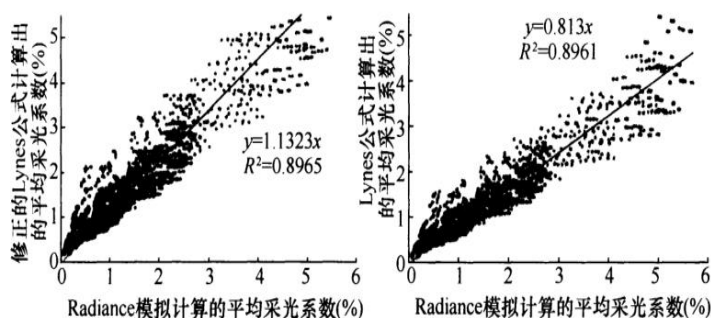


图 5.3 模拟值与理论计算的关系

经过大量的理论计算和软件模拟对比，Radiance 软件模拟出的数值与理论计算的结果基本吻合，说明 Radiance 软件可以提供高精确度的结果。国际上采光标准制定与论文基本上都采用 Radiance 进行模拟，国际上大部分商用采光分析软件也都基于 Radiance 程序内核开发，该程序的分析计算结果受到广泛认可。

5. 采光计算参数取值

5.1 模拟分析条件说明

天空模型：CIE 全阴天天空；

计算光线反射次数：3 次；

分析参考平面：功能房间取距地面 0.75m，公共空间取地面；

计算网格划分：根据房间面积的情况对网格进行合理划分，如下表所示；

房间面积(m ²)	网格大小 (m)
≤10	0.25
10~100	0.50
≥100	1.00

周边环境：根据《民用建筑绿色性能计算标准》JGJ/T449-2018 第 6.4.4 条要求，考虑周边建筑物等影响。

室内环境：忽略室内家具类设施的影响，只考虑永久固定的顶棚、地面和墙面。

5.2 建筑饰面材料参数

室内采光效果受内部和外部两种因素的影响。内表面反射比就是内部重要影响因素之一，外部因素除了天空亮度外，建筑外表面反射情况也是重要的影响因素。本项目中建筑内外饰面材料，如顶棚、墙面、地面、建筑外表面，其材质、颜色对应不同的反射比，给室内光环境带来不同的采光效果，反射比数据参考《建筑采光设计标准》GB 50033-2013 附录 D 中的表 D.0.5 饰面材料的反射比 ρ 值，具体参数见下表：

建筑饰面材料选用与反射比取值		
部位	反射比材料设计取值	备注
顶棚	0.75	
地面	0.30	
墙面	0.60	
外表面	0.30	

注 1：数据参考自：《建筑采光设计标准》GB50033-2013 附录 D 表 D.0.5；

5.3 门窗类型参数

透光的门窗决定了建筑内部的采光水平，工程中常见的采光门窗有侧窗、天窗和透光门等。窗的位置、尺寸、形态等都对室内采光有明显的影响，常用的透光门也有利于自然光的传播，天窗更是解决大空间采光的有效方式。总之，建筑的门窗采光性能参数与采光系数的计算息息相关。

门窗性能参数包括门窗尺寸、挡光系数、窗框类型、玻璃类型、可见光透射比和反射比，本项目的具体参数详见下文。

5.3.1 普通窗

门窗编号	宽度(mm)	高度(mm)	窗框类型	玻璃类型	可见光透射比	玻璃反射比
C(H)0822	800	2200	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C(H)1330	1300	3000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C(H)1530	1500	2000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C(H)2430	2400	3000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1522	1500	2200	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1822	1800	2200	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C2120	2100	2000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C2122	2100	2200	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
FC1609	1600	900	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
FC2109	2100	900	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
FC 乙 2409	2400	900	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08

注：计算考虑了外窗玻璃的污染折减系数影响，系数取值 0.9。

6. 房间模拟结果

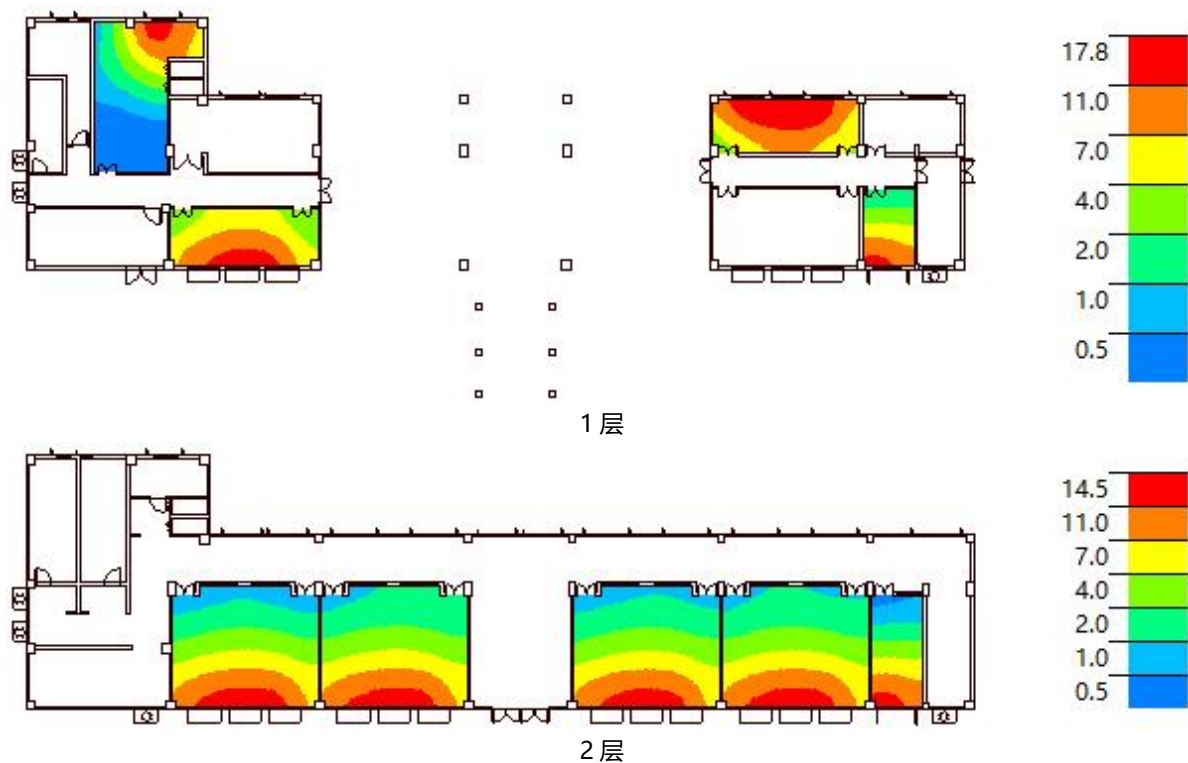
根据《建筑采光设计标准》GB 50033-2013、《建筑环境通用规范》GB 55016-2021 要求，本项目需计算建筑内主要功能房间的平均采光系数，计算结果见下表：

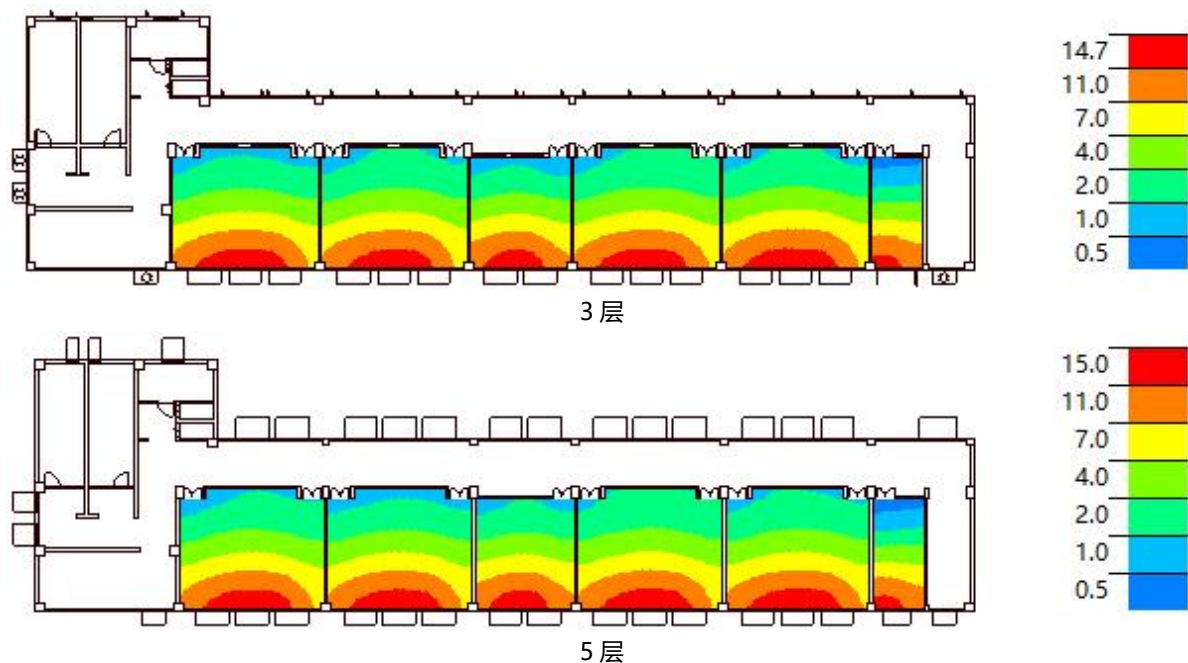
楼层	房间	对标功能	采光等级	采光类型	房间面积	采光系数 C(%)	采光系数标准值(%)	结论
1	1002[普通办公室]	教师办公室	III	侧面	34.91	5.64	3.00	满足
	1004[普通办公室]	教师办公室	III	侧面	16.42	3.64	3.00	满足
	1009[普通办公室]	教师办公室	III	侧面	50.87	1.18	3.00	不满足
	1011[普通办公室]	教师办公室	III	侧面	32.80	7.58	3.00	过亮不宜
2	2002[普通教室]	普通教室	III	侧面	69.41	3.20	3.00	满足
	2003[普通办公室]	教师办公室	III	侧面	69.41	3.19	3.00	满足
	2004[普通教室]	普通教室	III	侧面	69.41	3.20	3.00	满足
	2005[普通教室]	普通教室	III	侧面	69.41	3.22	3.00	满足
	2006[普通办公室]	教师办公室	III	侧面	23.35	2.66	3.00	不满足
3	3002@3[普通教室]	普通教室	III	侧面	69.41	3.22	3.00	满足
	3003@3[普通办公室]	教师办公室	III	侧面	69.41	3.22	3.00	满足

	3004@3[普通办公室]	教师办公室	III	侧面	45.28	3.13	3.00	满足
	3005@3[普通教室]	普通教室	III	侧面	69.41	3.26	3.00	满足
	3006@3[普通教室]	普通教室	III	侧面	69.41	3.19	3.00	满足
	3007@3[普通办公室]	教师办公室	III	侧面	23.35	2.62	3.00	不满足
4	3002@4[普通教室]	普通教室	III	侧面	69.41	3.22	3.00	满足
	3003@4[普通办公室]	教师办公室	III	侧面	69.41	3.20	3.00	满足
	3004@4[普通办公室]	教师办公室	III	侧面	45.28	3.20	3.00	满足
	3005@4[普通教室]	普通教室	III	侧面	69.41	3.24	3.00	满足
	3006@4[普通教室]	普通教室	III	侧面	69.41	3.20	3.00	满足
	3007@4[普通办公室]	教师办公室	III	侧面	23.35	2.64	3.00	不满足
5	5002[普通教室]	普通教室	III	侧面	69.41	3.23	3.00	满足
	5003[普通办公室]	教师办公室	III	侧面	69.41	3.23	3.00	满足
	5004[普通办公室]	教师办公室	III	侧面	45.28	3.16	3.00	满足
	5005[普通教室]	普通教室	III	侧面	69.41	3.23	3.00	满足
	5006[普通教室]	普通教室	III	侧面	69.41	3.23	3.00	满足
	5007[普通办公室]	教师办公室	III	侧面	23.35	2.28	3.00	不满足

7. 采光效果分析彩图

采光系数分析彩图可以直观地反应建筑内各个房间的采光效果，本项目中各楼层中标准要求房间的室内采光情况如下所示：





8. 结论

通过对本建筑的采光模拟和统计分析，根据满足《建筑环境通用规范》GB 55016-2021、《建筑采光设计标准》GB 50033-2013 要求的房间/户型情况汇总如下：

房间/面积	总数	满足要求数量	满足要求比例(%)	不满足非强条的房间	不满足强条的房间
房间(个)	27	22	81.48	1009 2006 3007@3 3007@4 5007	
采光面积(m ²)	1474.80	1330.53	90.22	- -	- -

建筑采光分析报告书



采用软件	采光分析 DALI2024
软件版本	20240101(SP1)
研发单位	北京绿建软件股份有限公司
正版授权码	N0b283a6c3ea9d982
服务热线	400-094-1228

目录

1. 建筑概况	3
2. 设计依据	3
3. 标准要求	3
4. 采光分析概述	4
4.1 基本原理	4
4.2 分析软件	5
4.3 计算方法	5
5. 采光计算参数取值	6
5.1 模拟分析条件说明	6
5.2 建筑饰面材料参数	6
5.3 门窗类型参数	7
5.3.1 普通窗	7
6. 房间模拟结果	8
7. 采光效果分析彩图	9
8. 结论	12

1. 建筑概况

项目所在地	岳阳		
光气候分区	III	光气候系数 K	1.00
建筑面积	地上 4037.91 m ² 地下 0.00 m ²		
建筑层数	地上 6 地下 0		
建筑高度	地上 22.70 m 地下 0.00m		
备注			

2. 设计依据

- 1) 《建筑采光设计标准》(GB50033-2013)
- 2) 《建筑环境通用规范》GB 55016-2021
- 3) 《采光测量方法》GB/T 5699-2007
- 4) 《民用建筑绿色性能计算标准》JGJT_449-2018

3. 标准要求

本项目为学校建筑、居住建筑,《建筑环境通用规范》GB 55016-2021、《建筑采光设计标准》GB50033-2013 中对各建筑类型的采光标准值做出了明确要求,同时根据标准确定光气候分区、光气候系数 K 值、室外天然光设计照度值 Es 值。

■ 《建筑环境通用规范》GB 55016-2021 相关条文

3.2.3 对天然采光需求较高的场所、应符合下列规定:

- 1 卧室、起居室和一般病房的采光等级不应低于IV级的要求;
- 2 普通教室的采光等级不应低于Ⅲ级的要求;
- 3 普通教室侧面采光的采光均匀度不应低于 0.5

■ 《建筑采光设计标准》GB50033-2013 条文要求

3.0.4 光气候分区应按本标准附录 A 确定。各光气候区的室外天然光设计照度值应按表 3.0.4 采用。所在地区的采光系数标准值应乘以相应地区的光气候系数 K。

表 3.0.4 光气候系数 K 值

光气候区	I	II	III	IV	V
K 值	0.85	0.90	1.00	1.10	1.20

室外天然光设计照度值 E_s (lx)	18000	16500	15000	13500	12000
-----------------------	-------	-------	-------	-------	-------

4.0.3 住宅建筑的采光标准值不应低于表 4.0.3 的规定。

表 4.0.3 住宅建筑的采光标准值

采光等级	场所名称	侧面采光	
		采光系数标准值 (%)	室内天然光照度标准值 (lx)
IV	厨房	2.0	300
V	卫生间、过道、餐厅、楼梯间	1.0	150

4.0.5 教育建筑的采光标准值不应低于表 4.0.5 的规定。

表 4.0.5 教育建筑的采光标准值

采光等级	场所名称	侧面采光	
		采光系数标准值 (%)	室内天然光照度标准值 (lx)
III	专用教室、实验室、阶梯教室、教师办公室	3.0	450
V	走道、楼梯间、卫生间	1.0	150

4. 采光分析概述

天然光环境是人们长期习惯和喜爱的工作环境，各种光源的视觉试验结果表明，在同样照度条件下，天然光的辨认能力优于人工光，从而有利于工作、生活、保护视力和提高劳动生产率。充分利用天然光，对于创造良好光环境、节约能源、保护环境和构建绿色建筑具有重要的意义。

4.1 基本原理

《建筑采光设计标准》GB50033-2013 以采光系数平均值作为采光设计的关键性评价指标。

1. 采光系数

在室内参考平上的一点，由直接或间接地接收来自假定和已知天空亮度分布的天空漫射光而产生的照度与同一时刻该天空半球在室外无遮挡水平面上产生的天空漫射光照度之比。

室内某一点的采光系数 C ，计算公式为：

$$C = \frac{E_n}{E_w} \times 100\%$$

式中： E_n —室内照度，lx；

E_w —室外照度，lx。

2. 平均采光系数

通常按单个房间计算平均采光系数，即房间内划分网格上各个交点上的采光系数算术平均值。

3. 采光系数标准值

在规定的室外天然光设计照度下，满足视觉功能要求时的采光系数值。《建筑采光设计标准》GB50033-2013 中规定的采光系数标准值和室内天然光照度标准值为参考平面上的平均值。在同一室外天然光设计照度值的条件下，对于同一个房间，满足采光系数标准值即满足室内满足天然光照度标准值。

4.2 分析软件

本报告采用绿建斯维尔采光分析软件 Dali 进行模拟分析。Dali 是国内首款与国标《建筑采光设计标准》GB 50033-2013 配套的软件，同时也支持《绿色建筑评价标准》的采光指标要求，可对达标率、地下采光、内区采光、视野率、眩光指数等进行快速分析，并根据不同需求生成分析报告书。软件以国际上广泛认可的 Radiance 为计算核心。

Dali 已通过《建筑采光设计标准》GB50033-2013 编制组的鉴定，获得国家建筑工程质量监督检验中心鉴定报告，编号 BETC-GMJC-2014-1。同时，Dali 还通过了住房和城乡建设部科技发展促进中心专家组评审鉴定，获得《建设行业科技成果评估证书》，编号建科评[2014]069，评估委员会认定软件总体已达到国内领先水平。

4.3 计算方法

《建筑采光设计标准》GB50033-2013 第 6.0.3 条明确指出，对于采光形式复杂的建筑，应利用计算机模拟软件或缩尺模型进行采光计算分析。本项目采用**模拟法**计算采光系数，用以分析各功能房间（场所）的采光品质和状况。

在 Dali 中，模拟法就是调用计算工具 Radiance 进行采光模拟计算，最后将计算结果返回到 Dali 进行处理分析，这是最真实、最常用的方法。Radiance 是由美国劳伦斯伯克利国家实验室以及瑞士洛桑生态技术联邦局开发的采光模拟核心程序，采用了蒙特卡洛算法优化的反向光线追踪算法，相对于光能传递算法来说光线追踪更适合于精确的建筑采光分析。

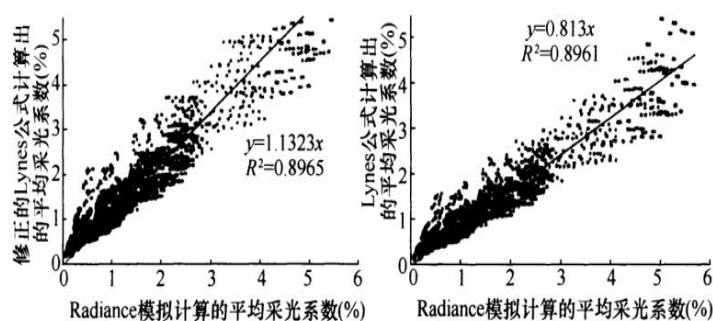


图 5.3 模拟值与理论计算的关系

经过大量的理论计算和软件模拟对比, Radiance 软件模拟出的数值与理论计算的结果基本吻合, 说明 Radiance 软件可以提供高精确度的结果。国际上采光标准制定与论文基本上都采用 Radiance 进行模拟, 国际上大部分商用采光分析软件也都基于 Radiance 程序内核开发, 该程序的分析计算结果受到广泛认可。

5. 采光计算参数取值

5.1 模拟分析条件说明

天空模型: CIE 全阴天天空;

计算光线反射次数: 3 次;

分析参考平面: 功能房间取距地面 0.75m, 公共空间取地面;

计算网格划分: 根据房间面积的情况对网格进行合理划分, 如下表所示;

房间面积(m ²)	网格大小 (m)
≤10	0.25
10~100	0.50
≥100	1.00

周边环境: 根据《民用建筑绿色性能计算标准》JGJ/T449-2018 第 6.4.4 条要求, 考虑周边建筑物等影响。

室内环境: 忽略室内家具类设施的影响, 只考虑永久固定的顶棚、地面和墙面。

5.2 建筑饰面材料参数

室内采光效果受内部和外部两种因素的影响。内表面反射比就是内部重要影响因素之一, 外部因素除了天空亮度外, 建筑外表面反射情况也是重要的影响因素。本项目中建筑内外饰面材料, 如顶棚、墙面、地面、建筑外表面, 其材质、颜色对应不同的反射比, 给室内光环境带来不同的采光效果, 反射比数据参考《建筑采光设计标准》GB 50033-2013 附录 D 中的表 D.0.5 饰面材料的反射比 ρ 值, 具体参数见下表:

建筑饰面材料选用与反射比取值		
部位	反射比材料设计取值	备注
顶棚	0.75	
地面	0.30	
墙面	0.60	
外表面	0.30	

注 1: 数据参考自:《建筑采光设计标准》GB50033-2013 附录 D 表 D.0.5;

5.3 门窗类型参数

透光的门窗决定了建筑内部的采光水平，工程中常见的采光门窗有侧窗、天窗和透光门等。窗的位置、尺寸、形态等都对室内采光有明显的影响，常用的透光门也有利于自然光的传播，天窗更是解决大空间采光的有效方式。总之，建筑的门窗采光性能参数与采光系数的计算息息相关。

门窗性能参数包括门窗尺寸、挡光系数、窗框类型、玻璃类型、可见光透射比和反射比，本项目的具体参数详见下文。

5.3.1 普通窗

门窗编号	宽度(mm)	高度(mm)	窗框类型	玻璃类型	可见光透射比	玻璃反射比
C(H)1531	1500	3100	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C(H)1531A	1500	3100	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C0631	600	3100	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C0758	700	5800	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C0933	900	3300	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1212	1200	1200	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1221	1200	2050	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1229	1200	2900	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1521	1500	2050	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1522	1500	2200	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1529	1500	2900	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1833	1800	3300	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1833a	1800	3300	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1833b	1800	3300	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C2120	2100	2000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C2122	2100	2200	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C2414	2400	1400	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C2422	2400	2200	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C2427	2400	2700	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C2431	2400	3100	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C3133	3100	3300	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C4358	4250	5800	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C7218	7200	1800	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
DK1224	1200	2400	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
FC 乙 2609	2600	900	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
FC 乙 2709	2700	900	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08

注：计算考虑了外窗玻璃的污染折减系数影响，系数取值 0.9。

6. 房间模拟结果

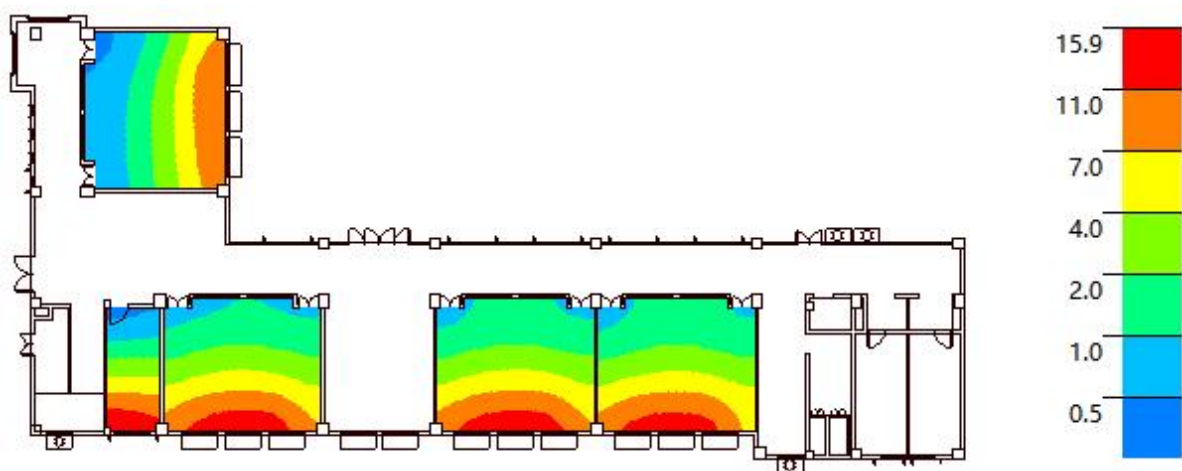
根据《建筑采光设计标准》GB 50033-2013、《建筑环境通用规范》GB 55016-2021 要求，本项目需计算建筑内主要功能房间的平均采光系数，计算结果见下表：

楼层	房间	对标功能	采光等级	采光类型	房间面积	采光系数 C(%)	采光系数标准值(%)	结论
1	1007[普通办公室]	教师办公室	III	侧面	23.18	3.37	3.00	满足
	1008[普通教室]	普通教室	III	侧面	71.24	3.16	3.00	满足
	1009[普通教室]	普通教室	III	侧面	71.24	3.14	3.00	满足
	1010[普通教室]	普通教室	III	侧面	71.37	3.06	3.00	满足
	1016[普通办公室]	教师办公室	III	侧面	74.80	2.31	3.00	不满足
2	2007[普通办公室]	教师办公室	III	侧面	23.24	3.36	3.00	满足
	2008[普通教室]	普通教室	III	侧面	71.33	3.12	3.00	满足
	2009[普通办公室]	教师办公室	III	侧面	46.56	3.01	3.00	满足
	2010[普通教室]	普通教室	III	侧面	71.31	3.13	3.00	满足
	2011[普通教室]	普通教室	III	侧面	71.39	3.07	3.00	满足
	2018[普通办公室]	教师办公室	III	侧面	74.85	2.47	3.00	不满足
3	3007@3[普通办公室]	教师办公室	III	侧面	23.24	3.33	3.00	满足
	3008@3[普通教室]	普通教室	III	侧面	71.33	3.09	3.00	满足
	3009@3[普通办公室]	教师办公室	III	侧面	46.56	3.01	3.00	满足
	3010@3[普通教室]	普通教室	III	侧面	71.31	3.16	3.00	满足
	3011@3[普通教室]	普通教室	III	侧面	71.39	3.04	3.00	满足
	3016@3[普通办公室]	教师办公室	III	侧面	74.85	2.62	3.00	不满足
4	3007@4[普通办公室]	教师办公室	III	侧面	23.24	3.33	3.00	满足
	3008@4[普通教室]	普通教室	III	侧面	71.33	3.17	3.00	满足
	3009@4[普通办公室]	教师办公室	III	侧面	46.56	3.03	3.00	满足
	3010@4[普通教室]	普通教室	III	侧面	71.31	3.17	3.00	满足
	3011@4[普通教室]	普通教室	III	侧面	71.39	3.08	3.00	满足
	3016@4[普通办公室]	教师办公室	III	侧面	74.85	2.85	3.00	不满足
5	3007@5[普通办公室]	教师办公室	III	侧面	23.24	3.31	3.00	满足
	3008@5[普通教室]	普通教室	III	侧面	71.33	3.18	3.00	满足
	3009@5[普通办公室]	教师办公室	III	侧面	46.56	2.98	3.00	不满足
	3010@5[普通教室]	普通教室	III	侧面	71.31	3.14	3.00	满足
	3011@5[普通教室]	普通教室	III	侧面	71.39	3.06	3.00	满足
	3016@5[普通办公室]	教师办公室	III	侧面	74.85	3.12	3.00	满足
A:1	10031[报告厅]	阶梯教室	III	侧面	549.98	0.00	3.00	不满足
	10042[起居室]	起居室	IV	侧面	21.20	3.20	2.00	满足
	10059[报告厅]	阶梯教室	III	侧面	226.04	2.25	3.00	不满足
	10062[大厅]	大堂	IV	侧面	53.76	5.38	2.00	满足

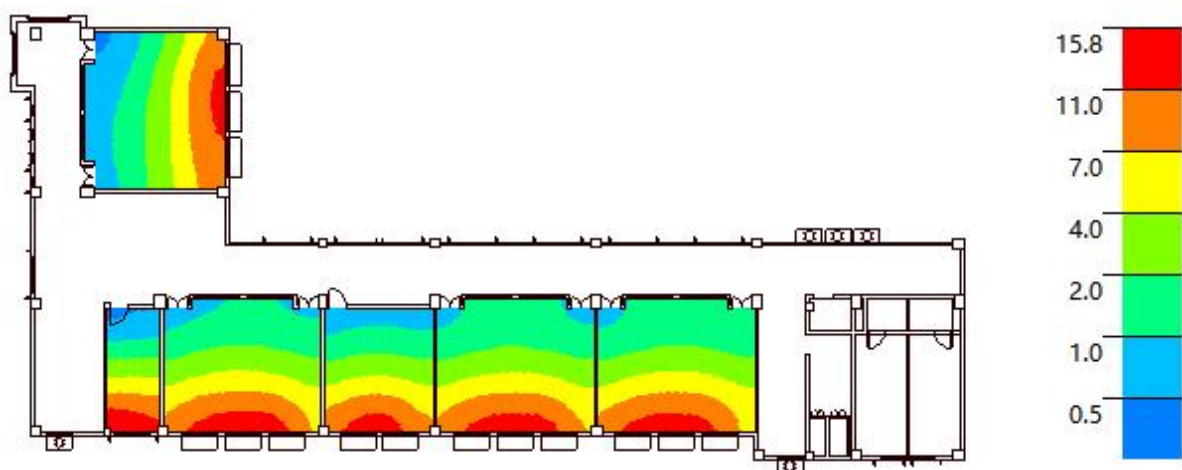
A:2	20031[报告厅]	阶梯教室	III	侧面	1073.35	2.30	3.00	不满足
	20033[大厅]	大堂	IV	侧面	305.10	3.79	2.00	满足
	20048[大厅]	大堂	IV	侧面	10.00	0.00	2.00	不满足
	20050[大厅]	大堂	IV	侧面	8.51	0.00	2.00	不满足

7. 采光效果分析彩图

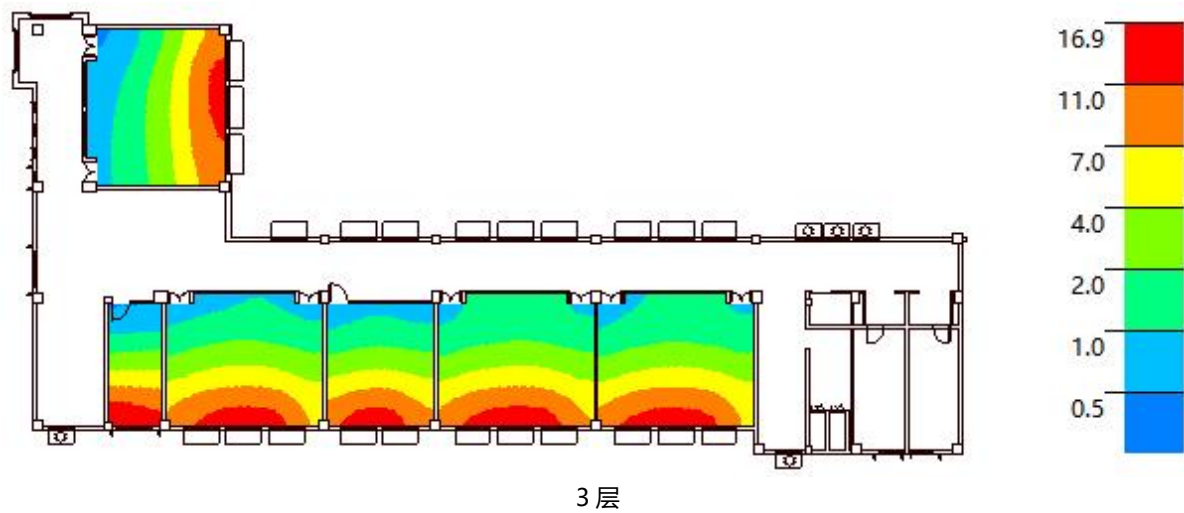
采光系数分析彩图可以直观地反应建筑内各个房间的采光效果，本项目中各楼层中标准要求房间的室内采光情况如下所示：

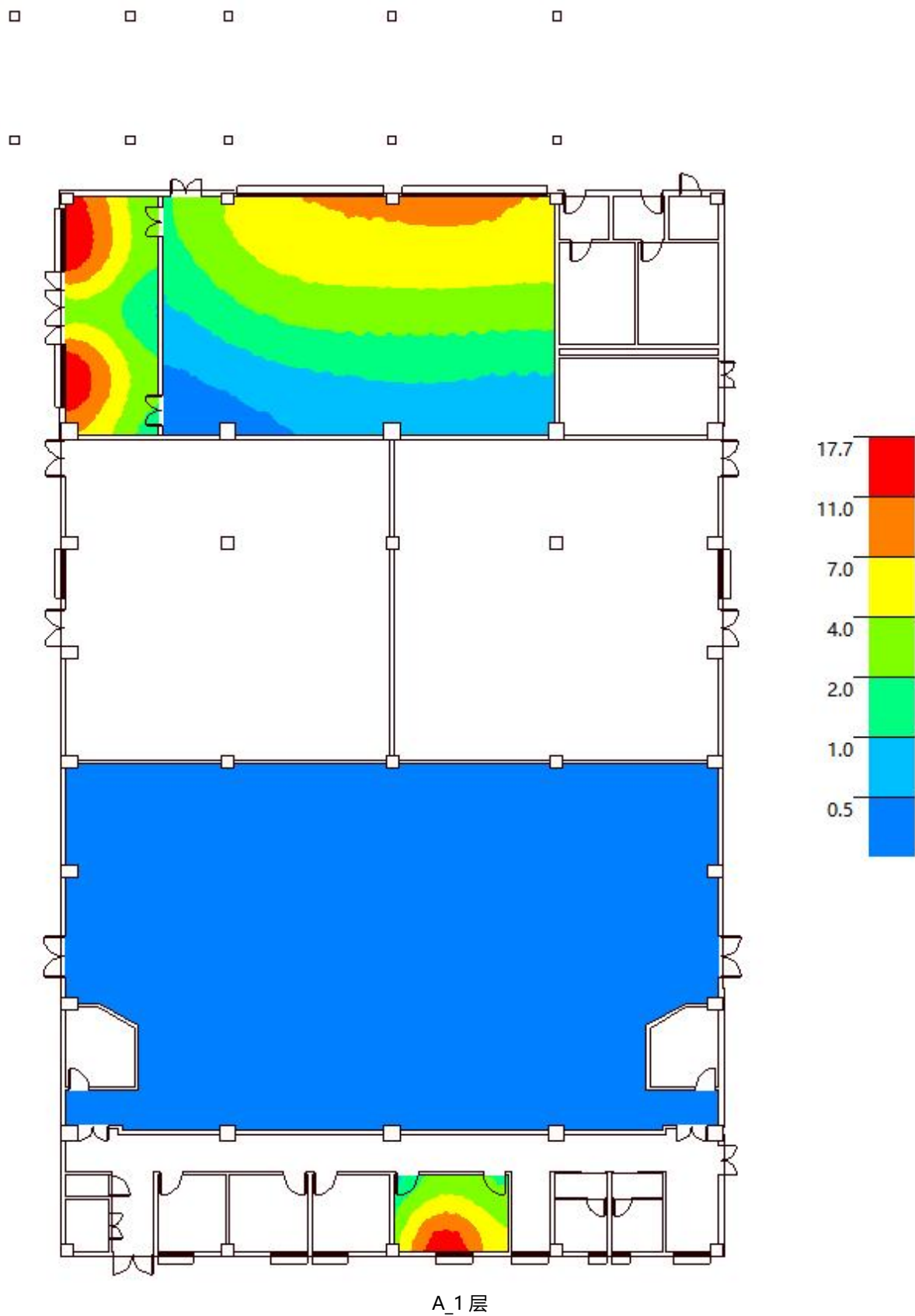


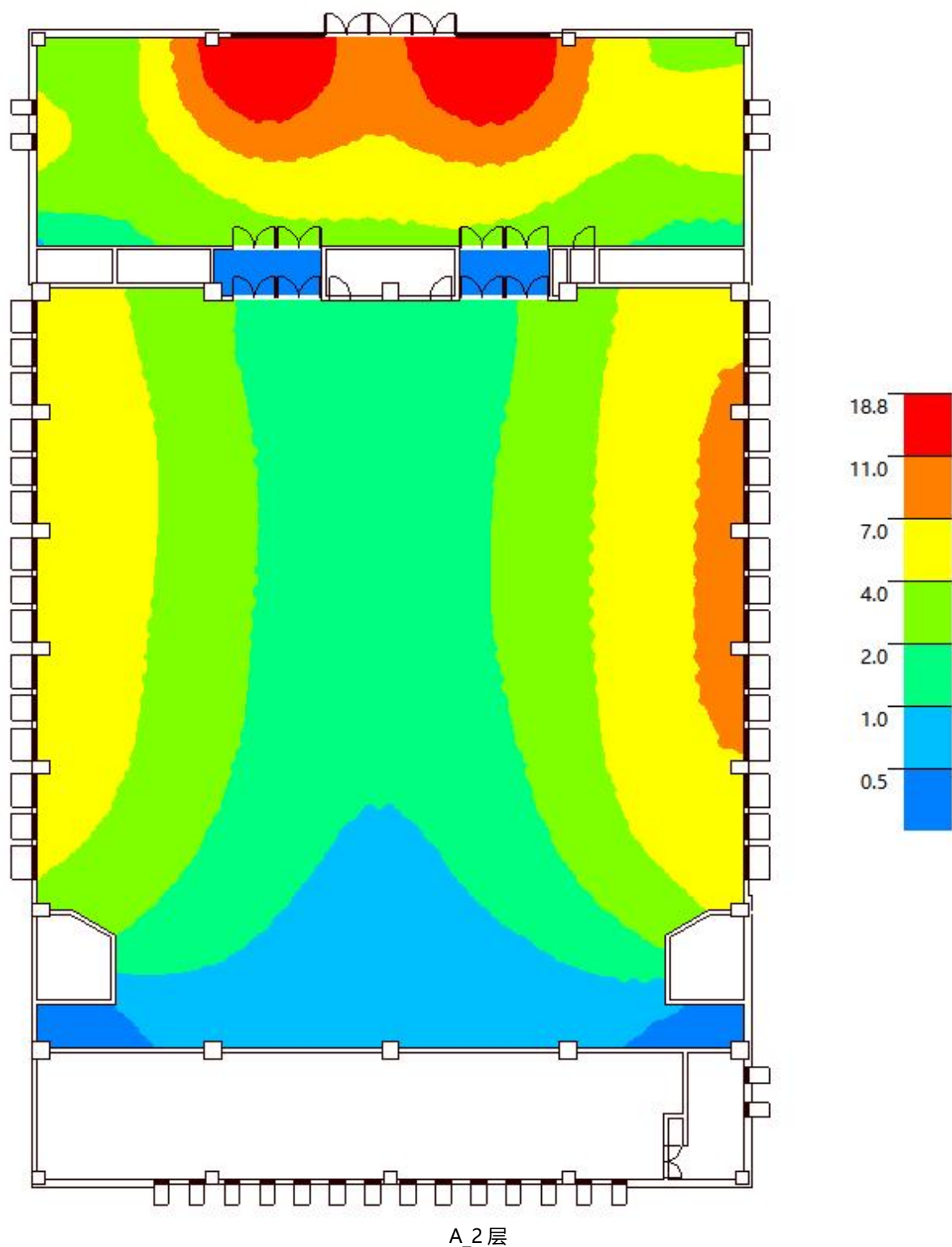
1 层



2 层







8. 结论

通过对本建筑的采光模拟和统计分析，根据满足《建筑环境通用规范》GB 55016-2021、《建筑采光设计标准》GB 50033-2013 要求的房间/户型情况汇总如下：

房间/面积	总数	满足要求 数量	满足要求 比例(%)	不满足非强条的房间	不满足强条的房间
房间(个)	37	27	72.97	1016 2018 3016@3 3016@4 3009@5 10031 10059 20031 20048 20050	
采光面积 (m²)	3994.48	1780.69	44.58	- -	- -

构件隔声性能分析报告

办公建筑

工程名称	岳阳中学新建教学楼项目-至善楼
设计编号	2024-2071
建设单位	岳阳市教育事务中心
设计单位	长沙市规划设计院有限责任公司
设计人	
审核人	
审定人	
设计日期	2025 年 2 月 28 日



采用软件	建筑声环境 SEDU2024
软件版本	20240101(SP1)
研发单位	北京绿建软件股份有限公司
正版授权码	N0b283a6c3ea9d982

目 录

1 建筑概况 1

2 评价依据 1

3 标准要求 2

4 隔声理论概述 2

 4.1 原理概要 2

 4.2 质量定律 3

 4.3 隔声量计算经验公式 4

 4.4 单值评价量 5

 4.5 频谱修正量 6

5 构件空气声隔声性能 7

 5.1 墙板的空气声隔声量 7

 5.1.1 墙板构造做法 7

 5.1.2 墙板空气声隔声性能 8

 5.2 门窗的空气声隔声量 9

6 楼板撞击声隔声性能 10

7 结论 11

1 建筑概况

表 1.1 项目概况

工程名称	岳阳中学新建教学楼项目-至善楼
建筑面积 (m ²)	地上 3395 地下 0
建筑层数	地上 5 地下 0
建筑高度 (m)	地上 19.5
北向角度 (°)	75



图 1-1 建筑模型

2 评价依据

1. 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019
2. 《绿色建筑评价技术细则》2019
3. 《民用建筑隔声设计规范》GB 50118-2010
4. 《建筑隔声评价标准》GB/T 50121-2005
5. 《建筑声学设计手册》
6. 《建筑隔声设计—空气声隔声技术》
7. 《声学手册》
8. 《噪声与振动控制工程手册》
9. 《建筑声学设计原理》
10. 《民用建筑绿色性能计算标准》JGJ/T 449-2018

11. 《建筑设计资料集（2）第二版》

3 标准要求

《绿色建筑评价标准》GB/T 50378 第 5.1.4 条、第 5.2.7 条对建筑围护结构隔声性能提出了明确要求。

■ 控制项要求：

5.1.4 主要功能房间的室内噪声级和隔声性能应符合下列规定：

- 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；
- 2 外墙、隔墙、楼板和门窗的隔声性能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。

■ 评分项要求：

5.2.7 主要功能房间的隔声性能良好，评价总分为 10 分，并按下列规则分别评分并累计：

- 1 构件及相邻房间之间的空气声隔声性能达到现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中的低限标准限值和高要求标准限值的平均值，得 3 分；达到高要求标准限值，得 5 分；
- 2 楼板的撞击声隔声性能达到现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中的低限标准限值和高要求标准限值的平均值，得 3 分；达到高要求标准限值，得 5 分。

4 隔声理论概述

声音通过围护结构的传播，按传播规律有两种途径。由此可将声音分为：

- 空气声：声源经过空气向四周传播的噪声，如室外交通噪声。
- 撞击声：两物体相互撞击产生的噪声，通过固体来传播，如楼板上行走的脚步声。

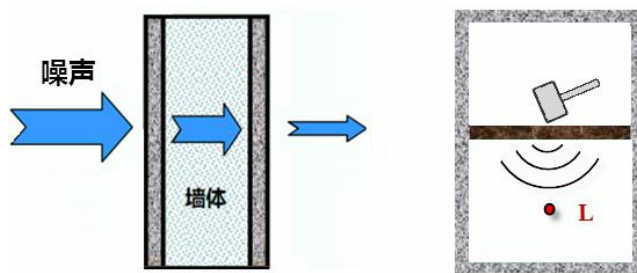


图 4-1 空气声和撞击声

4.1 原理概要

声音通过围护结构的传播，按传播规律可将声音分为空气声和撞击声。墙、板、门、窗和屏障等构件作为建筑隔声材料，对于入射声波具有较强的反射，使透射声波大大减小，从而起到隔声作用。为了表示材料及构件的空气声隔声性能，常采用隔声量 R 这一指标来体现。

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

式中： τ —为构件的透射系数，透射声能与入射声能之比。

构件的透射系数越小，隔声量就越大，隔声性能越好。对于高声阻、刚性、匀质密实的围护结构，通常越密实的材料对应结构的隔声性能越好。单层匀质密实墙的隔声性能和入射声波的频率有关，还取决于墙体的面密度、劲度、材料的内阻尼以及墙边界条件等因素。现在的节能建筑一般采用多层复合墙板达到节能保温的效果，也可以增加墙体的隔声性能。

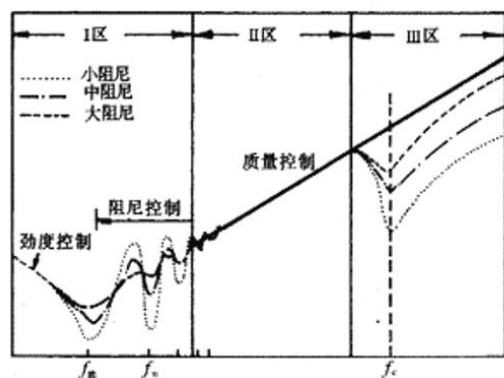


图 4-2 单层匀质墙典型隔声频率特性曲线

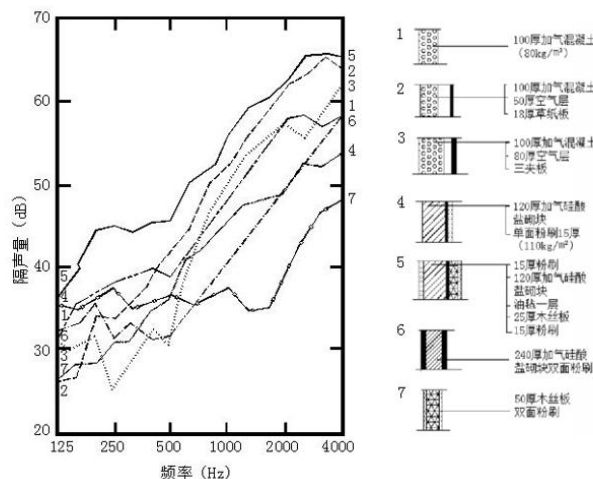


图 4-3 改善多孔材料的隔声特性实例

4.2 质量定律

如果把墙看成是无劲度、无阻尼的柔顺质量、且忽略墙的边界条件，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：

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

式中：m——墙单位面积的质量，或称面密度， kg/m^2

ρ_0 ——空气密度， kg/m^3

c——空气中的声速，一般取 344 m/s

f——入射声波的频率，Hz

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

$$R_o = 20 \lg \left(\frac{\pi m f}{\rho_0 c} \right) = 20 \lg m + 20 \lg f - 43$$

如果声波并非垂直入射，而是无规则入射时，则墙的隔声量为：

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

上述公式证明，墙的单位面积质量越大，则隔声效果越好，这一规律称为“质量定律”，单位面积质量每增加一倍，隔声量可增加 6 dB。入射声波的频率每增加一倍，隔声量也可以增加 6 dB。下图表示了质量定律直线：

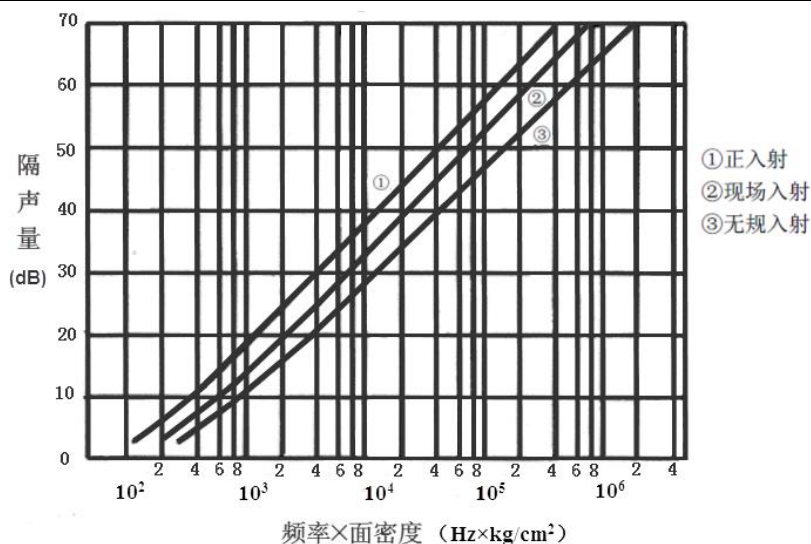


图 4-4 由质量控制的柔性板的隔声量

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。

4.3 隔声量计算经验公式

经验公式加进了实践的因素，即包括实验室测定、现场测定等研究成果，更接近实际。虽然不完全符合质量定律中的假定条件，但经验公式的基本变量还是质量 m ，质量大小控制隔声量，所以以质量定律为基本理论的隔声量经验计公式，是理论向实践的延伸。

一般由混凝土材料组成的建筑构件空气声隔声情况可由《建筑隔声设计——空气声隔声技术》书中推荐的经验公式进行构件隔声计算分析：

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

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

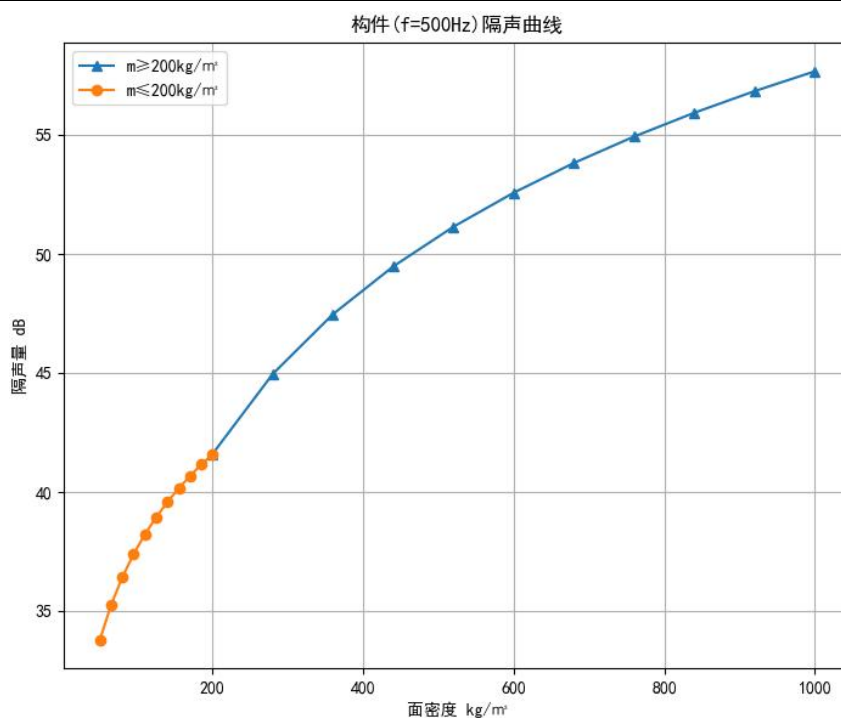


图 4-5 构件 500 Hz 隔声曲线

砌体材料、保温层材料、轻钢龙骨材料等轻质材料的空气声隔声和撞击声隔声情况无法通过公式直接进行计算，一般采用与典型构造的现场检测值进行对比的形式来确定。

4.4 单值评价量

单值评价量是表征建筑或建筑构件隔声性能的单值，该值综合考虑了建筑或建筑构件在规定频率范围内的隔声性能。依据《建筑隔声评价标准》GB/T 50121 提供了单值评价量的计算方法。

计权隔声量是表征构件空气声隔声性能的单值评价量，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。

1) 可采用公式法求得：

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

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

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。

2) 计权规范化撞击声压级是表征构件撞击声隔声性能的单值评价量，满足不利偏差要求的最小值再减 5dB 即为撞击声隔声计权单值评价量，精确到 1dB，可采用公式法求得：

$$P_i = \begin{cases} X_t - K_t - X_W - 5 & X_t - K_t - X_W - 5 > 0 \\ 0 & X_t - K_t - X_W - 5 \leq 0 \end{cases}$$

式中： X_W — 撞击声隔声计权单值评价量；

X_i — 第 i 个频带的撞击声压级，精确到 0.1dB。

表 4.1 各频带基准值 K_i

单位：dB

倍频程中心频率	125Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
空气声基准值	-16	-7	0	3	4
撞击声基准值	2	2	0	-3	-16

4.5 频谱修正量

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。当声源空间的噪声呈粉红噪声频率特性或交通噪声频率特性时，计算得到的频谱修正量分别是粉红噪声频谱修正量或交通噪声频谱修正量。

《建筑隔声评价标准》GB/T 50121 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， $j=1$ 或 2 ， 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；

i — 100~3150Hz 的 1/3 倍频程或 125~2000Hz 的倍频程序号；

L_{ij} — 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，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 4.2 计算频谱修正量的声压级频谱

单位：dB

倍频程中心频率	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
计算粉红噪声 C 的频谱 1	-21	-14	-8	-5	-4
计算交通噪声 C_{tr} 的频谱 2	-14	-10	-7	-4	-6

5 构件空气声隔声性能

5.1 墙板的空气声隔声量

5.1.1 墙板构造做法

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。

本项目中建筑围护结构详细信息可见下表：

表 5.1 建筑围护结构构造与材料清单

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(填充墙)	岩棉复合保温装饰一体板	50	100	5	353
	粘接砂浆	0	1000	0	
	干粉类聚合物水泥防水砂浆	5	1800	9	
	聚合物水泥防水涂料 (I 型)	1.5	330	0	
	1: 2.5 水泥砂浆找平	15	1800	27	
	烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	1400	280	
	石灰水泥砂浆(1)	20	1600	32	
隔墙	水泥砂浆	20	1800	36	208
	加气混凝土砌体	200	700	140	
	石灰水泥砂浆(1)	20	1600	32	
屋顶	种植土	300	550	165	542
	干铺聚酯无纺布一层 (不计)	0	1800	0	
	弹性体改性沥青防水卷材 (耐根穿刺防水层)	4	900	4	
	非固化橡胶沥青防水涂料(1)	2	330	1	
	M15 砂浆 (1: 3 水泥砂浆)	20	1800	36	
	LC5.0 轻骨料混凝土	30	1150	35	
	难燃型挤塑聚苯板(1)	50	25	1	
	聚氨酯防水涂料(1)	1.5	330	0	
	钢筋混凝土	120	2500	300	
楼板	C30 细石混凝土保护层	40	2300	92	419
	钢筋混凝土	120	2500	300	
	水泥砂浆	15	1800	27	
挑空楼板	钢筋混凝土	120	2500	300	318

	界面剂	0	1800	0	
	粘结胶泥	2	1800	4	
	无饰面岩棉复合板保温层	50	100	5	
	耐碱玻纤网格布, 抗裂砂浆	5	1800	9	
地面	水泥砂浆	20	1800	36	336
	钢筋混凝土	120	2500	300	

5.1.2 墙板空气声隔声性能

本项目墙板的各频段下空气声隔声量可以通过经验公式计算, 或者直接通过构造数据库中给出的构造隔声参数选取合适的空气声隔声量。

- 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 :

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

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

式中: m —构件的面密度, kg/m^2 ; 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。
- 注: 表 5.2 中【隔声量来源】指明了计算采用的方法, “根据面密度计算”或“参照”相近构造的隔声量数据。

表 5.2 墙板空气声隔声性能计算详表

单位: dB

构件	计算过程参数					
教学用房外墙	构造做法	岩棉复合保温装饰一体板 50mm + 粘接砂浆 0mm + 干粉类聚合物水泥防水砂浆 5mm + 聚合物水泥防水涂料 (I 型) 1.5mm + 1: 2.5 水泥砂浆找平 15mm + 烧结页岩多孔砖/空心砖墙 200mm + 石灰水泥砂浆(1) 20mm				
	参照构造	烧结页岩空心砖墙 190 厚+双面 10 厚水泥砂浆				
	面密度(kg/m^2)	353				
	隔声量来源	检测数据				
	倍频程频率	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
	分频隔声量	43.0	41.0	43.0	46.0	50.0
	不利偏差	0.0	0.0	4.0	4.0	1.0
	计权隔声量	47				
	频谱修正量	-2.0				
	隔声性能	45				

	限值	低限:≥45,高要求:≥50				
	结论	满足低限要求				
普通教室间隔墙	构造做法	水泥砂浆 20mm + 加气混凝土砌体 200mm + 石灰水泥砂浆(1) 20mm				
	参照构造	烧结页岩空心砖墙 190 厚+双面 10 厚水泥砂浆				
	面密度(kg/m ²)	208				
	隔声量来源	检测数据				
	倍频程频率	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
	分频隔声量	43.0	41.0	43.0	46.0	50.0
	不利偏差	0.0	0.0	4.0	4.0	1.0
	计权隔声量	47				
	频谱修正量	-1.0				
	隔声性能	46				
	限值	低限:>45,高要求:>50				
	结论	满足低限要求				
普通教室间楼板	构造做法	C30 细石混凝土保护层 40mm + 钢筋混凝土 120mm + 水泥砂浆 15mm				
	参照构造	钢筋混凝土				
	面密度(kg/m ²)	419				
	隔声量来源	《建筑隔声与吸声构造》08J931				
	倍频程频率	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
	分频隔声量	--	--	--	--	--
	不利偏差	--	--	--	--	--
	计权隔声量	52				
	频谱修正量	-1.0				
	隔声性能	51				
	限值	低限:>45,高要求:>50				
	结论	满足高要求				

5.2 门窗的空气声隔声量

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

表 5.3 门窗空气声隔声性能计算详表

单位: dB

构件	计算过程参数
----	--------

教学用房的门	构造名称	内门				
	参照构造	钢质门 外面板厚 1,空腔厚 80,内面板厚 1.5				
	隔声量来源	《建筑吸声材料与隔声材料》钟祥璋编著				
	倍频程频率	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
	分频隔声量	31.0	43.0	52.0	59.0	62.0
	不利偏差	6.0	3.0	1.0	0.0	0.0
	计权隔声量	53				
	频谱修正量	-3.0				
	隔声性能	50				
	限值	低限:≥20,高要求:≥25				
	结论	满足高要求				
教学用房的其他外窗	构造名称	断桥铝合金型材 14.8mm 6 高透光单银 Low-E+12A+6 透明				
	参照构造	Low-E 中空玻璃 (6+12Ar+6) 温屏 Low-E 中空玻璃				
	隔声量来源	检测数据				
	倍频程频率	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
	分频隔声量	27.0	22.0	30.0	39.0	37.0
	不利偏差	0.0	5.0	4.0	0.0	1.0
	计权隔声量	34				
	频谱修正量	-4.0				
	隔声性能	30				
	限值	低限:≥25,高要求:≥30				
	结论	满足高要求				

6 楼板撞击声隔声性能

物体的撞击、设备振动、卫生设备及管道使用都会产生固体噪声。根据隔声的质量定律，楼板具有一定的隔绝空气声的能力，但是由于楼板与四周墙体为刚性连接，将使振动能量沿着建筑结构传播。楼板的撞击声隔声性能要满足要求，以控制撞击声的影响。

本报告参照相近楼板构造的撞击声计权隔声量，依据《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 的要求，求得计权规范化撞击声压级来评价楼板的撞击声隔声性能。

表 6.1 楼板撞击声隔声性能

单位：dB

构件	构造参数
----	------

普通教室之间楼板	构造做法	C30 细石混凝土保护层 40mm + 钢筋混凝土 120mm + 水泥砂浆 15mm				
	参照构造做法	钢筋混凝土				
	倍频程频率	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz
	分频隔声量	29.0	36.0	39.0	46.0	54.0
	不利偏差	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0
	数据来源	《建筑隔声与吸声构造》08J931				
	计权规范化撞击声压级	55				
	标准限值	低限:<75,高要求:<65				
	结论	满足高要求				

7 结论

根据上述计算可知,本项目围护结构隔声结果如下表所示:

表 7.1 构件空气声隔声性能结果统计

单位: dB

构件	单值评价量+频谱修正量	标准限值	结论
教学用房外墙	45	低限:≥45,高要求:≥50	满足低限要求
普通教室间隔墙	46	低限:>45,高要求:>50	满足低限要求
普通教室间楼板	51	低限:>45,高要求:>50	满足高要求
教学用房的门	50	低限:≥20,高要求:≥25	满足高要求
教学用房的其他外窗	30	低限:≥25,高要求:≥30	满足高要求

表 7.2 楼板撞击声隔声性能统计

单位: dB

构件	计权规范化撞击声压级	标准限值	结论
普通教室之间楼板	55	低限:<75,高要求:<65	满足高要求

综上,根据《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019 和《民用建筑隔声设计规范》GB 50118-2010 评价要求,可得围护结构隔声评价结果及得分情况如下表:

表 7.3 围护结构隔声性能评价结果

单位: dB

检查项	评价依据	结论	得分
空气声隔声	控制项: 5.1.4 主要功能房间的外墙、隔墙、楼板和门窗的隔声性能应能满足现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中低限要求。	满足	--

	评分项： 5.2.7 构件及相邻房间之间的空气声隔声性能达到现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中的低限标准限值和高要求标准限值的平均值，得 3 分；达到高要求标准限值，得 5 分。	满足低限要求	0 分
撞击声隔声	控制项： 5.1.4 主要功能房间的外墙、隔墙、楼板和门窗的隔声性能应能满足现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中低限要求。	满足	--
	评分项： 5.2.7 楼板的撞击声隔声性能达到现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中的低限标准限值和高要求标准限值的平均值，得 3 分；达到高要求标准限值，得 5 分。	满足高要求	5 分

构件隔声性能分析报告

办公建筑

工程名称	岳阳中学新建教学楼项目-新建综合楼
设计编号	2024-2071
建设单位	岳阳市教育事务中心
设计单位	长沙市规划设计院有限责任公司
设计人	
审核人	
审定人	
设计日期	2025 年 2 月 28 日



采用软件	建筑声环境 SEDU2024
软件版本	20240101(SP1)
研发单位	北京绿建软件股份有限公司
正版授权码	N0b283a6c3ea9d982

目 录

1 建筑概况.....1

2 评价依据.....1

3 标准要求.....2

4 隔声理论概述.....2

 4.1 原理概要.....2

 4.2 质量定律.....3

 4.3 隔声量计算经验公式.....4

 4.4 单值评价量.....5

 4.5 频谱修正量.....6

5 构件空气声隔声性能.....7

 5.1 墙板的空气声隔声量.....7

 5.1.1 墙板构造做法.....7

 5.1.2 墙板空气声隔声性能.....8

 5.2 门窗的空气声隔声量.....11

6 楼板撞击声隔声性能.....13

7 结论.....14

1 建筑概况

表 1.1 项目概况

工程名称	岳阳中学新建教学楼项目-新建综合楼
建筑面积 (m ²)	地上 7471 地下 0
建筑层数	地上 6 地下 0
建筑高度 (m)	地上 22.7
北向角度 (°)	74



图 1-1 建筑模型

2 评价依据

1. 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019
2. 《绿色建筑评价技术细则》2019
3. 《民用建筑隔声设计规范》GB 50118-2010
4. 《建筑隔声评价标准》GB/T 50121-2005
5. 《建筑声学设计手册》
6. 《建筑隔声设计—空气声隔声技术》
7. 《声学手册》
8. 《噪声与振动控制工程手册》
9. 《建筑声学设计原理》
10. 《民用建筑绿色性能计算标准》JGJ/T 449-2018

11. 《建筑设计资料集（2）第二版》

3 标准要求

《绿色建筑评价标准》GB/T 50378 第 5.1.4 条、第 5.2.7 条对建筑围护结构隔声性能提出了明确要求。

■ 控制项要求：

5.1.4 主要功能房间的室内噪声级和隔声性能应符合下列规定：

- 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；
- 2 外墙、隔墙、楼板和门窗的隔声性能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。

■ 评分项要求：

5.2.7 主要功能房间的隔声性能良好，评价总分为 10 分，并按下列规则分别评分并累计：

- 1 构件及相邻房间之间的空气声隔声性能达到现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中的低限标准限值和高要求标准限值的平均值，得 3 分；达到高要求标准限值，得 5 分；
- 2 楼板的撞击声隔声性能达到现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中的低限标准限值和高要求标准限值的平均值，得 3 分；达到高要求标准限值，得 5 分。

4 隔声理论概述

声音通过围护结构的传播，按传播规律有两种途径。由此可将声音分为：

- 空气声：声源经过空气向四周传播的噪声，如室外交通噪声。
- 撞击声：两物体相互撞击产生的噪声，通过固体来传播，如楼板上行走的脚步声。

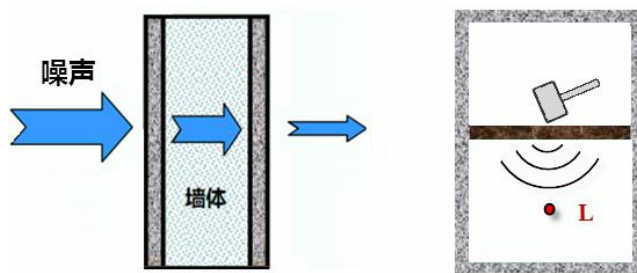


图 4-1 空气声和撞击声

4.1 原理概要

声音通过围护结构的传播，按传播规律可将声音分为空气声和撞击声。墙、板、门、窗和屏障等构件作为建筑隔声材料，对于入射声波具有较强的反射，使透射声波大大减小，从而起到隔声作用。为了表示材料及构件的空气声隔声性能，常采用隔声量 R 这一指标来体现。

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

式中： τ —为构件的透射系数，透射声能与入射声能之比。

构件的透射系数越小，隔声量就越大，隔声性能越好。对于高声阻、刚性、匀质密实的围护结构，通常越密实的材料对应结构的隔声性能越好。单层匀质密实墙的隔声性能和入射声波的频率有关，还取决于墙体的面密度、劲度、材料的内阻尼以及墙边界条件等因素。现在的节能建筑一般采用多层复合墙板达到节能保温的效果，也可以增加墙体的隔声性能。

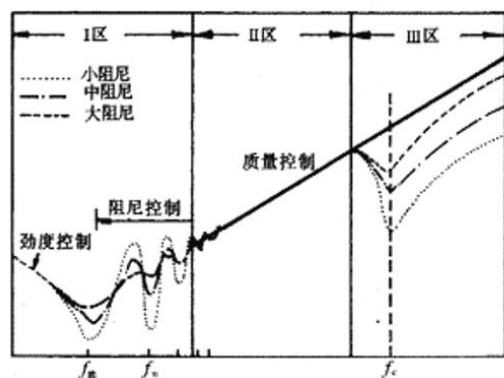


图 4-2 单层匀质墙典型隔声频率特性曲线

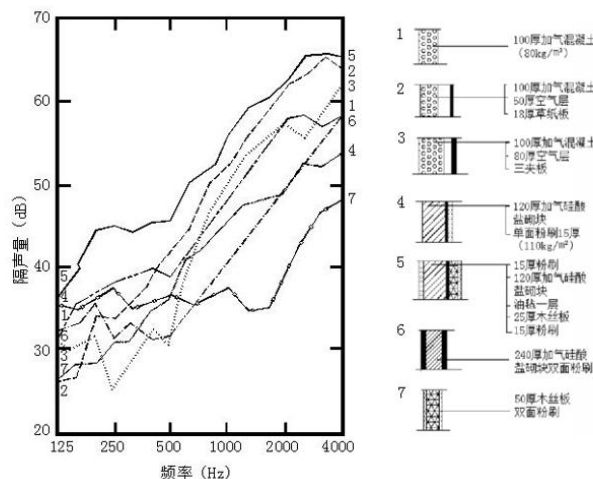


图 4-3 改善多孔材料的隔声特性实例

4.2 质量定律

如果把墙看成是无劲度、无阻尼的柔顺质量、且忽略墙的边界条件，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：

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

式中：m——墙单位面积的质量，或称面密度， kg/m^2

ρ_0 ——空气密度， kg/m^3

c——空气中的声速，一般取 344 m/s

f——入射声波的频率，Hz

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

$$R_o = 20 \lg \left(\frac{\pi m f}{\rho_0 c} \right) = 20 \lg m + 20 \lg f - 43$$

如果声波并非垂直入射，而是无规则入射时，则墙的隔声量为：

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

上述公式证明，墙的单位面积质量越大，则隔声效果越好，这一规律称为“质量定律”，单位面积质量每增加一倍，隔声量可增加 6 dB。入射声波的频率每增加一倍，隔声量也可以增加 6 dB。下图表示了质量定律直线：

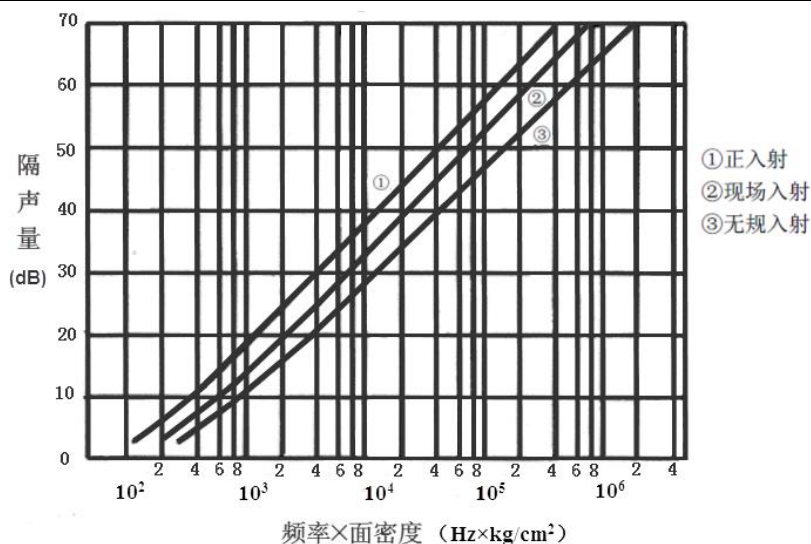


图 4-4 由质量控制的柔性板的隔声量

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。

4.3 隔声量计算经验公式

经验公式加进了实践的因素，即包括实验室测定、现场测定等研究成果，更接近实际。虽然不完全符合质量定律中的假定条件，但经验公式的基本变量还是质量 m ，质量大小控制隔声量，所以以质量定律为基本理论的隔声量经验计公式，是理论向实践的延伸。

一般由混凝土材料组成的建筑构件空气声隔声情况可由《建筑隔声设计——空气声隔声技术》书中推荐的经验公式进行构件隔声计算分析：

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

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

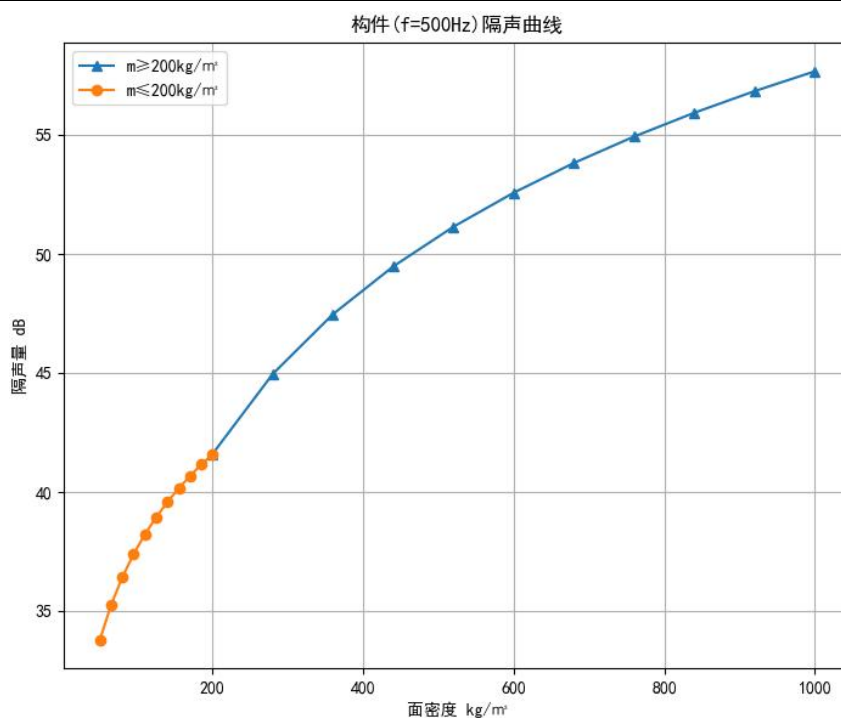


图 4-5 构件 500 Hz 隔声曲线

砌体材料、保温层材料、轻钢龙骨材料等轻质材料的空气声隔声和撞击声隔声情况无法通过公式直接进行计算，一般采用与典型构造的现场检测值进行对比的形式来确定。

4.4 单值评价量

单值评价量是表征建筑或建筑构件隔声性能的单值，该值综合考虑了建筑或建筑构件在规定频率范围内的隔声性能。依据《建筑隔声评价标准》GB/T 50121 提供了单值评价量的计算方法。

计权隔声量是表征构件空气声隔声性能的单值评价量，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。

1) 可采用公式法求得：

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

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

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。

2) 计权规范化撞击声压级是表征构件撞击声隔声性能的单值评价量，满足不利偏差要求的最小值再减 5dB 即为撞击声隔声计权单值评价量，精确到 1dB，可采用公式法求得：

$$P_i = \begin{cases} X_t - K_t - X_W - 5 & X_t - K_t - X_W - 5 > 0 \\ 0 & X_t - K_t - X_W - 5 \leq 0 \end{cases}$$

式中： X_W — 撞击声隔声计权单值评价量；

X_i — 第 i 个频带的撞击声压级，精确到 0.1dB。

表 4.1 各频带基准值 K_i

单位：dB

倍频程中心频率	125Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
空气声基准值	-16	-7	0	3	4
撞击声基准值	2	2	0	-3	-16

4.5 频谱修正量

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。当声源空间的噪声呈粉红噪声频率特性或交通噪声频率特性时，计算得到的频谱修正量分别是粉红噪声频谱修正量或交通噪声频谱修正量。

《建筑隔声评价标准》GB/T 50121 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， $j=1$ 或 2 ， 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；

i — 100~3150Hz 的 1/3 倍频程或 125~2000Hz 的倍频程序号；

L_{ij} — 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，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 4.2 计算频谱修正量的声压级频谱

单位：dB

倍频程中心频率	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
计算粉红噪声 C 的频谱 1	-21	-14	-8	-5	-4
计算交通噪声 C_{tr} 的频谱 2	-14	-10	-7	-4	-6

5 构件空气声隔声性能

5.1 墙板的空气声隔声量

5.1.1 墙板构造做法

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。

本项目中建筑围护结构详细信息可见下表：

表 5.1 建筑围护结构构造与材料清单

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(填充墙)	岩棉复合保温装饰一体板	45	100	5	353
	粘接砂浆	0	1000	0	
	干粉类聚合物水泥防水砂浆	5	1800	9	
	聚合物水泥防水涂料 (I 型)	1.5	330	0	
	1: 2.5 水泥砂浆找平	15	1800	27	
	烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	1400	280	
	石灰水泥砂浆(1)	20	1600	32	
隔墙	水泥砂浆	20	1800	36	208
	加气混凝土砌体	200	700	140	
	石灰水泥砂浆(1)	20	1600	32	
屋顶 1	种植土	300	550	165	542
	干铺聚酯无纺布一层 (不计)	0	1800	0	
	弹性体改性沥青防水卷材 (耐根穿刺防水层)	4	900	4	
	非固化橡胶沥青防水涂料(1)	2	330	1	
	M15 砂浆 (1: 3 水泥砂浆)	20	1800	36	
	LC5.0 轻骨料混凝土	30	1150	35	
	难燃型挤塑聚苯板(1)	75	25	2	
	聚氨酯防水涂料(1)	1.5	330	0	
	钢筋混凝土	120	2500	300	
屋顶 2	C20 细石混凝土保护层, 内配 Φ4@150 双向钢筋网片	40	2300	92	470
	干铺聚酯无纺布一层 (不计)	0	1800	0	
	难燃型挤塑聚苯板(1)	64	25	2	

	自粘聚合物改性沥青防水卷材	3	900	3	
	自粘聚合物改性沥青防水卷材	3	900	3	
	非固化橡胶沥青防水涂料(1)	2	330	1	
	1: 2.5 水泥砂浆	20	1800	36	
	LC5.0 轻骨料混凝土	30	1150	35	
	钢筋混凝土	120	2500	300	
屋顶 3	1.0 厚直立式锰镁铝金属屋面 (不计入计算)	1	2700	3	8
	2 厚 PVC 防水卷材 (不参与计算)	2	900	2	
	0.5 厚防水透气膜 ((不参与计算)	0.5	1000	1	
	玻璃棉板	100	32	3	
	除尘无纺布 (不参与计算)	0	900	0	
	0.7 厚穿孔压型彩钢板 (不计入计算) (1)	0	2700	0	
楼板	C30 细石混凝土保护层	40	2300	92	419
	钢筋混凝土	120	2500	300	
	水泥砂浆	15	1800	27	
地面	水泥砂浆	20	1800	36	336
	钢筋混凝土	120	2500	300	

5.1.2 墙板空气声隔声性能

本项目墙板的各频段下空气声隔声量可以通过经验公式计算，或者直接通过构造数据库中给出的构造隔声参数选取合适的空气声隔声量。

- ☐ 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 ：

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

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

式中： m —构件的面密度， kg/m^2 ； 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。
- ☐ 注：表 5.2 中【隔声量来源】指明了计算采用的方法，“根据面密度计算”或“参照”相近构造的隔声量数据。

表 5.2 墙板空气声隔声性能计算详表

单位：dB

构件	计算过程参数
----	--------

教学用房外墙	构造做法	岩棉复合保温装饰一体板 45mm + 粘接砂浆 0mm + 干粉类聚合物水泥防水砂浆 5mm + 聚合物水泥防水涂料 (I 型) 1.5mm + 1: 2.5 水泥砂浆找平 15mm + 烧结页岩多孔砖/空心砖墙 200mm + 石灰水泥砂浆(1) 20mm				
	参照构造	烧结页岩空心砖墙 190 厚+双面 10 厚水泥砂浆				
	面密度(kg/m ²)	353				
	隔声量来源	检测数据				
	倍频程频率	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
	分频隔声量	43.0	41.0	43.0	46.0	50.0
	不利偏差	0.0	0.0	4.0	4.0	1.0
	计权隔声量	47				
	频谱修正量	-2.0				
	隔声性能	45				
	限值	低限:≥45,高要求:≥50				
	结论	满足低限要求				
普通教室间隔墙	构造做法	水泥砂浆 20mm + 加气混凝土砌体 200mm + 石灰水泥砂浆(1) 20mm				
	参照构造	烧结页岩空心砖墙 190 厚+双面 10 厚水泥砂浆				
	面密度(kg/m ²)	208				
	隔声量来源	检测数据				
	倍频程频率	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
	分频隔声量	43.0	41.0	43.0	46.0	50.0
	不利偏差	0.0	0.0	4.0	4.0	1.0
	计权隔声量	47				
	频谱修正量	-1.0				
	隔声性能	46				
	限值	低限:>45,高要求:>50				
	结论	满足低限要求				
会议室(办公建筑)外墙	构造做法	岩棉复合保温装饰一体板 45mm + 粘接砂浆 0mm + 干粉类聚合物水泥防水砂浆 5mm + 聚合物水泥防水涂料 (I 型) 1.5mm + 1: 2.5 水泥砂浆找平 15mm + 烧结页岩多孔砖/空心砖墙 200mm + 石灰水泥砂浆(1) 20mm				
	参照构造	烧结页岩空心砖墙 190 厚+双面 10 厚水泥砂浆				
	面密度(kg/m ²)	353				
	隔声量来源	检测数据				

	倍频程频率	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
	分频隔声量	43.0	41.0	43.0	46.0	50.0
	不利偏差	0.0	0.0	4.0	4.0	1.0
	计权隔声量	47				
	频谱修正量	-2.0				
	隔声性能	45				
	限值	低限:≥45,高要求:≥50				
	结论	满足低限要求				
起居室外墙	构造做法	岩棉复合保温装饰一体板 45mm + 粘接砂浆 0mm + 干粉类聚合物水泥防水砂浆 5mm + 聚合物水泥防水涂料 (I 型) 1.5mm + 1: 2.5 水泥砂浆找平 15mm + 烧结页岩多孔砖/空心砖墙 200mm + 石灰水泥砂浆(1) 20mm				
	参照构造	烧结页岩空心砖墙 190 厚+双面 10 厚水泥砂浆				
	面密度(kg/m ²)	353				
	隔声量来源	检测数据				
	倍频程频率	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
	分频隔声量	43.0	41.0	43.0	46.0	50.0
	不利偏差	0.0	0.0	4.0	4.0	1.0
	计权隔声量	47				
	频谱修正量	-2.0				
	隔声性能	45				
	限值	低限:≥45,高要求:≥50				
	结论	满足低限要求				
	构造做法	水泥砂浆 20mm + 加气混凝土砌体 200mm + 石灰水泥砂浆(1) 20mm				
	参照构造	烧结页岩空心砖墙 190 厚+双面 10 厚水泥砂浆				
	面密度(kg/m ²)	208				
会议室(办公建筑)与普通房间之间隔墙	隔声量来源	检测数据				
	倍频程频率	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
	分频隔声量	43.0	41.0	43.0	46.0	50.0
	不利偏差	0.0	0.0	4.0	4.0	1.0
	计权隔声量	47				
	频谱修正量	-1.0				
	隔声性能	46				
	限值	低限:>45,高要求:>50				

	结论	满足低限要求				
普通教室间楼板	构造做法	C30 细石混凝土保护层 40mm + 钢筋混凝土 120mm + 水泥砂浆 15mm				
	参照构造	钢筋混凝土				
	面密度(kg/m ²)	419				
	隔声量来源	《建筑隔声与吸声构造》08J931				
	倍频程频率	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
	分频隔声量	--	--	--	--	--
	不利偏差	--	--	--	--	--
	计权隔声量	52				
	频谱修正量	-1.0				
	隔声性能	51				
	限值	低限:>45,高要求:>50				
	结论	满足高要求				
会议室(办公建筑)与普通房间之间楼板	构造做法	C30 细石混凝土保护层 40mm + 钢筋混凝土 120mm + 水泥砂浆 15mm				
	参照构造	钢筋混凝土				
	面密度(kg/m ²)	419				
	隔声量来源	《建筑隔声与吸声构造》08J931				
	倍频程频率	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
	分频隔声量	--	--	--	--	--
	不利偏差	--	--	--	--	--
	计权隔声量	52				
	频谱修正量	-1.0				
	隔声性能	51				
	限值	低限:>45,高要求:>50				
	结论	满足高要求				

5.2 门窗的空气声隔声量

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

表 5.3 门窗空气声隔声性能计算详表

单位: dB

构件	计算过程参数	
教学用房的门	构造名称	内门

	参照构造	钢质门 外面板厚 1,空腔厚 80,内面板厚 1.5				
	隔声量来源	《建筑吸声材料与隔声材料》钟祥璋编著				
	倍频程频率	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
	分频隔声量	31.0	43.0	52.0	59.0	62.0
	不利偏差	6.0	3.0	1.0	0.0	0.0
	计权隔声量	53				
	频谱修正量	-3.0				
	隔声性能	50				
	限值	低限:≥20,高要求:≥25				
	结论	满足高要求				
会议室(办公建筑)的门	构造名称	保温门 (多功能门)				
	参照构造	钢质门 外面板厚 1,空腔厚 80,内面板厚 1.5				
	隔声量来源	《建筑吸声材料与隔声材料》钟祥璋编著				
	倍频程频率	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
	分频隔声量	31.0	43.0	52.0	59.0	62.0
	不利偏差	6.0	3.0	1.0	0.0	0.0
	计权隔声量	53				
	频谱修正量	-3.0				
	隔声性能	50				
	限值	低限:≥20,高要求:≥25				
	结论	满足高要求				
教学用房的其他外窗	构造名称	断桥铝合金型材 14.8mm 6 高透光单银 Low-E+12A+6 透明				
	参照构造	Low-E 中空玻璃 (6+12Ar+6) 温屏 Low-E 中空玻璃				
	隔声量来源	检测数据				
	倍频程频率	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
	分频隔声量	27.0	22.0	30.0	39.0	37.0
	不利偏差	0.0	5.0	4.0	0.0	1.0
	计权隔声量	34				
	频谱修正量	-4.0				
	隔声性能	30				
	限值	低限:≥25,高要求:≥30				
	结论	满足高要求				

住宅建筑中其他外窗	构造名称	断桥铝合金型材 14.8mm 6 高透光单银 Low-E+12A+6 透明				
	参照构造	Low-E 中空玻璃 (6+12Ar+6) 温屏 Low-E 中空玻璃				
	隔声量来源	检测数据				
	倍频程频率	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
	分频隔声量	27.0	22.0	30.0	39.0	37.0
	不利偏差	0.0	5.0	4.0	0.0	1.0
	计权隔声量	34				
	频谱修正量	-4.0				
	隔声性能	30				
	限值	低限:≥25,高要求:≥30				
	结论	满足高要求				
会议室(办公建筑)外窗	构造名称	断桥铝合金型材 14.8mm 6 高透光单银 Low-E+12A+6 透明				
	参照构造	Low-E 中空玻璃 (6+12Ar+6) 温屏 Low-E 中空玻璃				
	隔声量来源	检测数据				
	倍频程频率	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
	分频隔声量	27.0	22.0	30.0	39.0	37.0
	不利偏差	0.0	5.0	4.0	0.0	1.0
	计权隔声量	34				
	频谱修正量	-4.0				
	隔声性能	30				
	限值	低限:≥25,高要求:≥30				
	结论	满足高要求				

6 楼板撞击声隔声性能

物体的撞击、设备振动、卫生设备及管道使用都会产生固体噪声。根据隔声的质量定律，楼板具有一定的隔绝空气声的能力，但是由于楼板与四周墙体为刚性连接，将使振动能量沿着建筑结构传播。楼板的撞击声隔声性能要满足要求，以控制撞击声的影响。

本报告参照相近楼板构造的撞击声计权隔声量，依据《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 的要求，求得计权规范化撞击声压级来评价楼板的撞击声隔声性能。

表 6.1 楼板撞击声隔声性能

单位：dB

构件	构造参数					
普通教室之间楼板	构造做法	C30 细石混凝土保护层 40mm + 钢筋混凝土 120mm + 水泥砂浆 15mm				
	参照构造做法	钢筋混凝土				
	倍频程频率	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz
	分频隔声量	29.0	36.0	39.0	46.0	54.0
	不利偏差	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0
	数据来源	《建筑隔声与吸声构造》08J931				
	计权规范化撞击声压级	55				
	标准限值	低限:<75,高要求:<65				
	结论	满足高要求				
会议室(办公建筑) 顶板	构造做法	C30 细石混凝土保护层 40mm + 钢筋混凝土 120mm + 水泥砂浆 15mm				
	参照构造做法	钢筋混凝土				
	倍频程频率	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz
	分频隔声量	29.0	36.0	39.0	46.0	54.0
	不利偏差	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0
	数据来源	《建筑隔声与吸声构造》08J931				
	计权规范化撞击声压级	55				
	标准限值	低限:<75,高要求:<65				
	结论	满足高要求				

7 结论

根据上述计算可知,本项目围护结构隔声结果如下表所示:

表 7.1 构件空气声隔声性能结果统计

单位: dB

构件	单值评价量+频谱修正量	标准限值	结论
教学用房外墙	45	低限:≥45,高要求:≥50	满足低限要求
普通教室间隔墙	46	低限:>45,高要求:>50	满足低限要求
会议室(办公建筑)外墙	45	低限:≥45,高要求:≥50	满足低限要求
起居室外墙	45	低限:≥45,高要求:≥50	满足低限要求
会议室(办公建筑)与普通房间之间隔墙	46	低限:>45,高要求:>50	满足低限要求
普通教室间楼板	51	低限:>45,高要求:>50	满足高要求
会议室(办公建筑)与普	51	低限:>45,高要求:>50	满足高要求

通房间之间楼板			
教学用房的门	50	低限: ≥ 20 , 高要求: ≥ 25	满足高要求
会议室(办公建筑)的门	50	低限: ≥ 20 , 高要求: ≥ 25	满足高要求
教学用房的其他外窗	30	低限: ≥ 25 , 高要求: ≥ 30	满足高要求
住宅建筑中其他外窗	30	低限: ≥ 25 , 高要求: ≥ 30	满足高要求
会议室(办公建筑)外窗	30	低限: ≥ 25 , 高要求: ≥ 30	满足高要求

表 7.2 楼板撞击声隔声性能统计

单位: dB

构件	计权规范化撞击声压级	标准限值	结论
普通教室之间楼板	55	低限: < 75 , 高要求: < 65	满足高要求
会议室(办公建筑)顶板	55	低限: < 75 , 高要求: < 65	满足高要求

综上, 根据《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019 和《民用建筑隔声设计规范》GB 50118-2010 评价要求, 可得围护结构隔声评价结果及得分情况如下表:

表 7.3 围护结构隔声性能评价结果

单位: dB

检查项	评价依据	结论	得分
空气声隔声	控制项: 5.1.4 主要功能房间的外墙、隔墙、楼板和门窗的隔声性能应能满足现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中低限要求。	满足	--
	评分项: 5.2.7 构件及相邻房间之间的空气声隔声性能达到现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中的低限标准限值和 高要求标准限值的平均值, 得 3 分; 达到高要求标准限值, 得 5 分。	满足低限要求	0 分
撞击声隔声	控制项: 5.1.4 主要功能房间的外墙、隔墙、楼板和门窗的隔声性能应能满足现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中低限要求。	满足	--
	评分项: 5.2.7 楼板的撞击声隔声性能达到现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中的低限标准限值和 高要求标准限值的平均值, 得 3 分; 达到高要求标准限值, 得 5 分。	满足高要求	5 分

室内噪声级报告书

办公建筑

工程名称	岳阳中学新建教学楼项目-至善楼
设计编号	2024-2071
建设单位	岳阳市教育事务中心
设计单位	长沙市规划设计院有限责任公司
设计人	
审核人	
审定人	
设计日期	2025 年 2 月 28 日



采用软件	建筑声环境 SEDU2024
软件版本	20240101(SP1)
研发单位	北京绿建软件股份有限公司
正版授权码	N0b283a6c3ea9d982

目 录

1 建筑概况	1
2 评价依据	1
3 标准要求	2
4 计算原理	2
4.1 典型房间确定	2
4.2 室内噪声级计算	2
5 计算过程	3
5.1 室外边界噪声	3
5.1.1 环境噪声分析	3
5.1.2 房间边界噪声	5
5.2 构件空气声隔声	6
5.3 房间总吸声量计算	8
5.4 组合墙空气声隔声量计算	8
5.4.1 组合墙有效隔声量	9
5.4.2 组合墙隔声单值评价量、频谱修正量	9
5.4.3 缝隙对组合墙隔声量的影响	10
5.4.4 组合墙隔声量计算过程	10
5.5 室外环境噪声通过组合墙传到室内的噪声级计算	12
5.6 室内声源的影响	12
5.7 室内噪声级计算	13
5.8 小结	13
6 结论	14
7 附录：室内噪声级详表	15

1 建筑概况

工程名称	岳阳中学新建教学楼项目-至善楼	
建筑面积 (m ²)	地上 3395	地下 0
建筑层数	地上 5	地下 0
建筑高度 (m)	19.5	
北向角度 (°)	75	



图 1-1 建筑模型

2 评价依据

1. 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019
2. 《绿色建筑评价技术细则》2019
3. 《民用建筑隔声设计规范》GB 50118-2010
4. 《建筑隔声评价标准》GB/T 50121-2005
5. 《建筑声学设计手册》
6. 《建筑隔声设计-空气声隔声技术》
7. 《民用建筑绿色性能计算标准》JGJ/T 449-2018

3 标准要求

《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019 第 5.1.4 条、第 5.2.6 条对主要功能房间提出了明确要求。

■ 控制项要求：

5.1.4 主要功能房间的室内噪声级和隔声性能应符合下列规定：

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；

■ 评分项要求：

5.2.6 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。

噪声级达到现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中的低限标准限值和高要求标准限值的平均值，得 4 分；达到高要求标准限值，得 8 分。

4 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典型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。

4.1 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。

4.2 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：

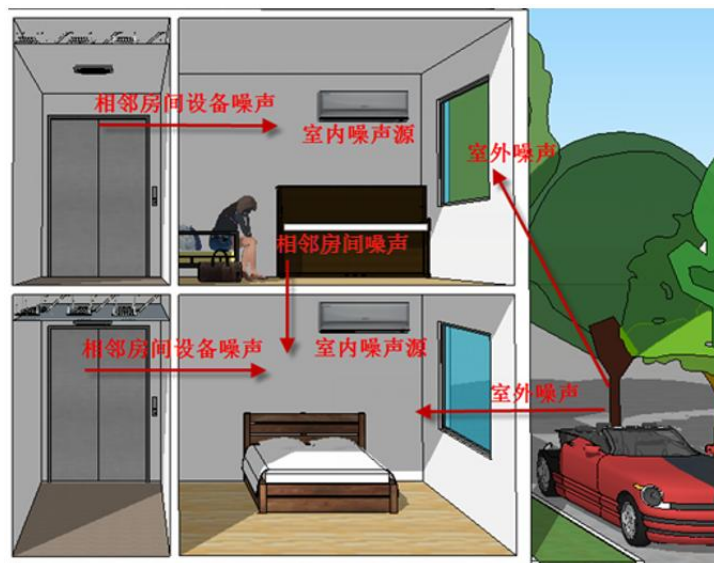


图 4-1 室内噪声声源传播示意图

- 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。

5 计算过程

5.1 室外边界噪声

5.1.1 环境噪声分析

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噪声。室外环境噪声多来自于交通噪声。本报告使用 SEDU 软件分别模拟计算室外场地昼间和夜间噪声值，包括项目场地的平面噪声分布、噪声敏感建筑的沿建筑物底轮廓线 1.5 米高度处和噪声敏感建筑立面噪声分布，通过室外场地噪声模拟可提取参评建筑边界噪声，进一步可以获得房间周边环境噪声值，室外计算结果可作为噪声边界条件接力进行后续建筑室内隔声性能的计算。

场地水平噪声面（高度 1.5m）模拟计算分析图如下图所示：

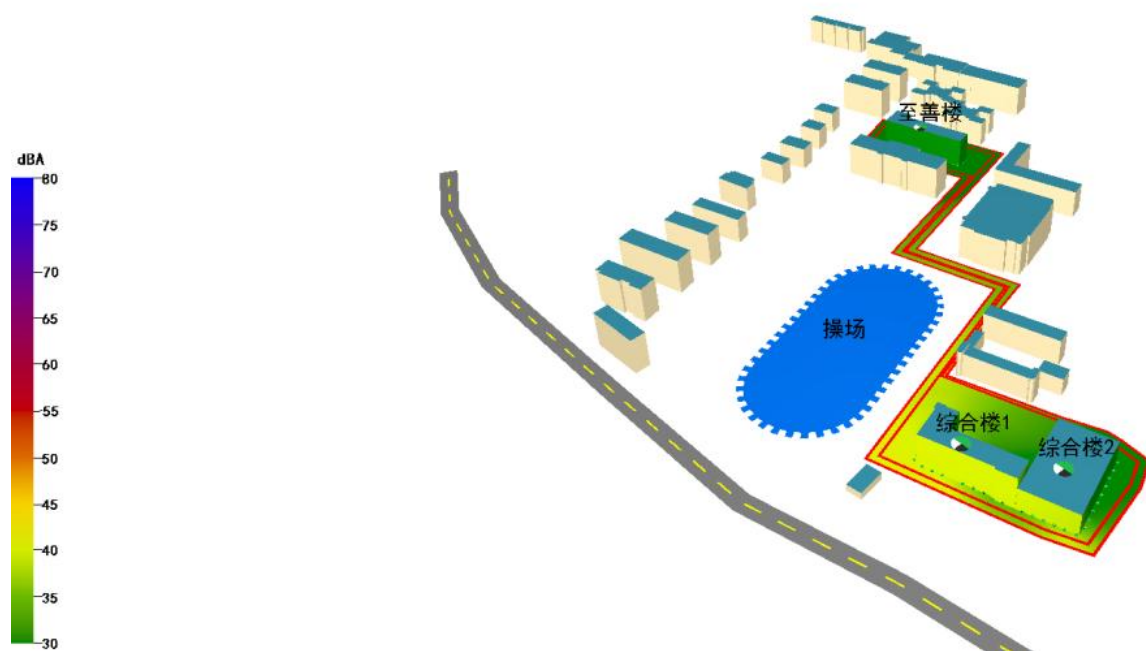


图 5-1 场地 1.5m 高度处声压级分布图（昼间）

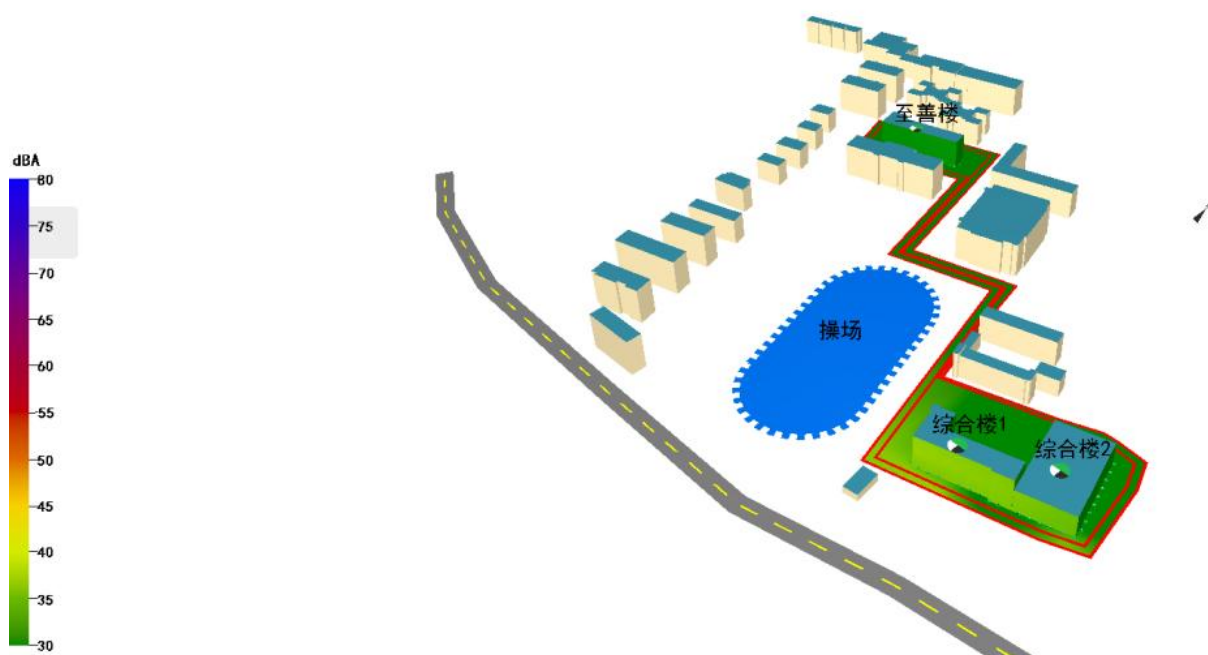


图 5-2 场地 1.5m 高度处声压级分布图（夜间）

通过室外场地建筑物立面噪声模拟，参评建筑物立面边界噪声分布如下图所示：

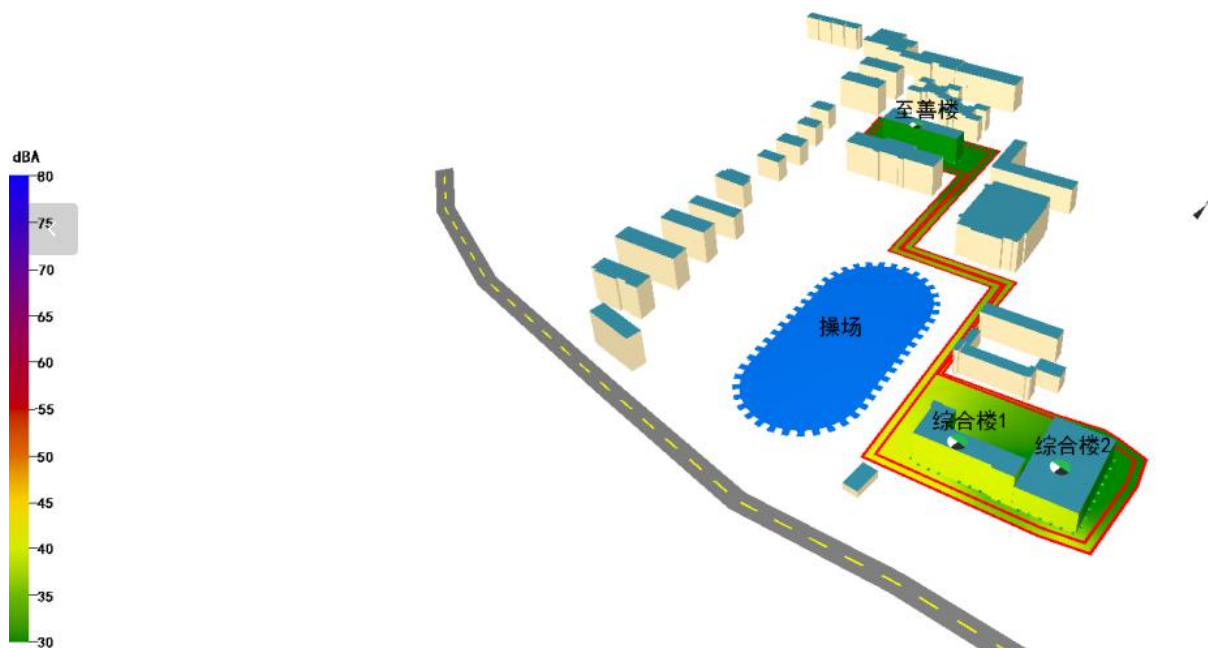


图 5-3 参评建筑边界噪声图-昼间

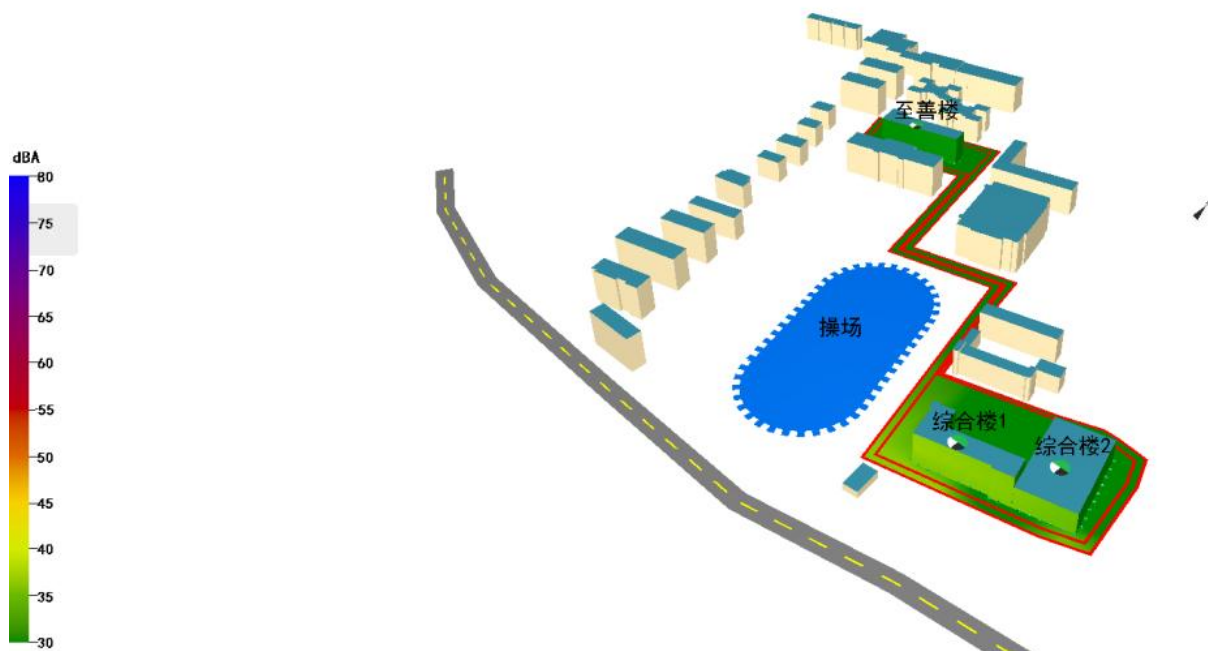


图 5-4 参评建筑边界噪声图-夜间

5.1.2 房间边界噪声

本项目通过对参评建筑整栋建筑的分析,确定了主要功能房间中噪声级不利的典型房间为 **5002 房间,房间类型[普通教室]**, 报告书阐述该房间室内噪声级计算过程, 房间所在楼层平面图如下图所示:

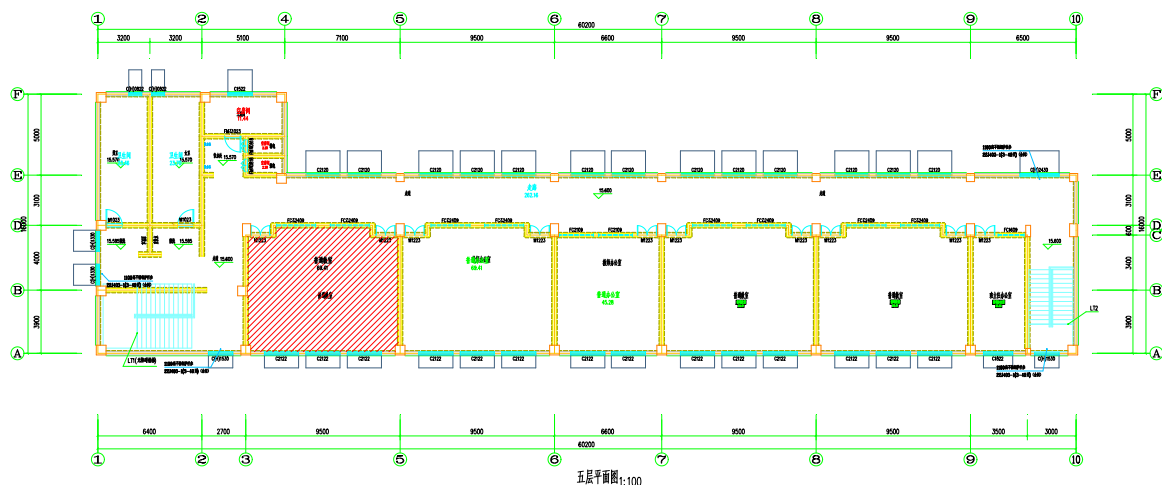


图 5-5 典型房间楼层平面图

通过室外噪声模拟，可获得该房间的室外边界噪声：

昼间为 55 dB(A)， 夜间为 45 dB(A)。

5.2 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	岩棉复合保温装饰一体板	50	100	5	353
	粘接砂浆	0	1000	0	
	干粉类聚合物水泥防水砂浆	5	1800	9	
	聚合物水泥防水涂料 (I 型)	1.5	330	0	
	1: 2.5 水泥砂浆找平	15	1800	27	
	烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	1400	280	
	石灰水泥砂浆(1)	20	1600	32	
隔墙	水泥砂浆	20	1800	36	208
	加气混凝土砌体	200	700	140	
	石灰水泥砂浆(1)	20	1600	32	
屋顶	种植土	300	550	165	542
	干铺聚酯无纺布一层 (不计)	0	1800	0	
	弹性体改性沥青防水卷材 (耐根穿刺防水层)	4	900	4	

	非固化橡胶沥青防水涂料(1)	2	330	1	
	M15 砂浆 (1: 3 水泥砂浆)	20	1800	36	
	LC5.0 轻骨料混凝土	30	1150	35	
	难燃型挤塑聚苯板(1)	50	25	1	
	聚氨酯防水涂料(1)	1.5	330	0	
	钢筋混凝土	120	2500	300	
楼板	C30 细石混凝土保护层	40	2300	92	419
	钢筋混凝土	120	2500	300	
	水泥砂浆	15	1800	27	

- 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：

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

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

式中： m —构件的面密度， kg/m^2 ； 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
		43.0	41.0	43.0	46.0	50.0
	面密度(kg/m^2)	353.5				
	构造做法	岩棉复合保温装饰一体板 50mm + 粘接砂浆 0mm + 干粉类聚合物水泥防水砂浆 5mm + 聚合物水泥防水涂料 (I 型) 1.5mm + 1: 2.5 水泥砂浆找平 15mm + 烧结页岩多孔砖/空心砖墙 200mm + 石灰水泥砂浆(1) 20mm				
	参照构造	烧结页岩空心砖墙 190 厚+双面 10 厚水泥砂浆				
	隔声量来源	检测数据				

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

外窗(C2122)	隔声量(dB)	倍频程中心频率(Hz)				
		125	250	500	1000	2000
		27.0	22.0	30.0	39.0	37.0

	构造	断桥铝合金型材 14.8mm 6 高透光单银 Low-E+12A+6 透明
	参照构造	(6+12Ar+6) 温屏 Low-E 中空玻璃
	隔声量来源	检测数据

5.3 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	88.8	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	《噪声与振动控制工程手册》
外墙（填充墙）	23.2	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	《噪声与振动控制工程手册》
内窗(FC 乙 2409)	4.3	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	《噪声与振动控制工程手册》
内门(M1223)	5.5	0.10	0.11	0.11	0.09	0.09	《噪声与振动控制工程手册》
外窗(C2122)	13.9	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	《声学手册》
楼板	73.0	0.08	0.27	0.39	0.34	0.48	《声学手册》
屋顶	73.0	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	《声学手册》
总吸声量(m^2)		17.6	30.4	39.0	35.3	45.7	

5.4 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。

5.4.1 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。

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

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 。

5.4.2 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/T 50121 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， $i=1\sim 5$ ，代表 125~2000Hz 范围内的 5 个中心频率。

表 5.5 各频带基准值

倍频程中心频率	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/T 50121 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

单位：dB

倍频程中心频率	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
计算粉红噪声 C 的频谱 1	-21	-14	-8	-5	-4
计算交通噪声 C_{tr} 的频谱 2	-14	-10	-7	-4	-6

5.4.3 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）。

5.4.4 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：

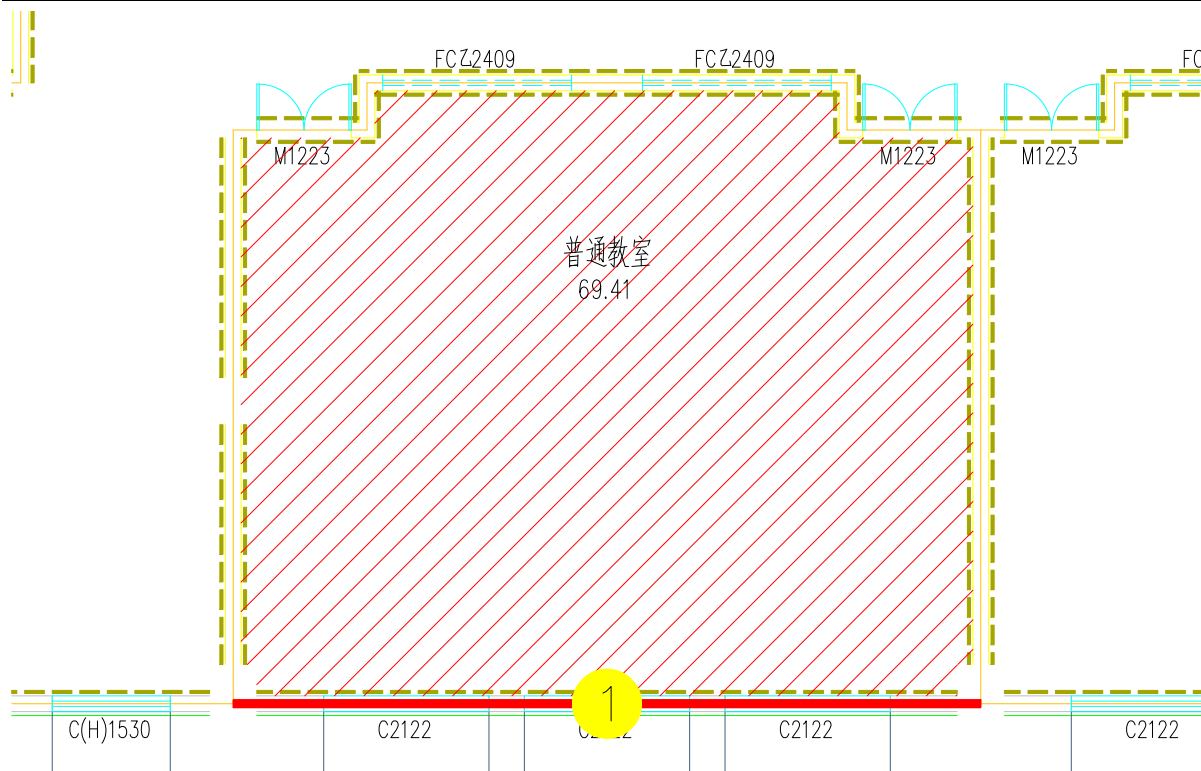


图 5-6 房间围护结构示意图

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+外窗(C2122)+外窗(C2122)+外窗(C2122)					
倍频程中心频率(Hz)	125	250	500	1000	2000
外墙隔声量(dB)	43.0	41.0	43.0	46.0	50.0
外窗(C2122)隔声量(dB)	27.0	22.0	30.0	39.0	37.0
外窗(C2122)隔声量(dB)	27.0	22.0	30.0	39.0	37.0
外窗(C2122)隔声量(dB)	27.0	22.0	30.0	39.0	37.0
组合墙实际隔声量(dB)	31.1	26.2	33.9	42.0	40.9
组合墙有效隔声量(dB)	27.9	25.3	34.1	41.8	41.8
组合墙计权隔声量(dB)	38				
组合墙频谱修正量(dB)	-5				
组合墙隔声量(dB)	33				
组合墙面积(m ²)	37.1				
门/窗与墙缝隙面积(m ²)	0.258				
门/窗与墙缝隙对隔声量影响(dB)	12				
计算缝隙后组合墙隔声量(dB)	21				

5.5 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

单位：dB (A)

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+外窗(C2122)+外窗(C2122)+外窗(C2122)	27	20	21	21	6	< 5

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 20 dB (A)
- 夜间为 10 dB (A)

5.6 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：

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

式中： L_X —— 室内声源的总噪声级，dB (A)；

L_{X_i} —— 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

单位：dB (A)

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。

5.7 室内噪声级计算

根据前述计算原理和计算过程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：

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

式中： L_N —室内噪声级，dB (A)；

L_{N-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)

房间类型	室内噪声级		标准限值		结论
	昼间	夜间	昼间	夜间	
普通教室	20	10	低限:≤45,高要求:≤40	--	满足高要求

5.8 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
普通办公室	教师办公室	5003,5004,5007 等 15 个房间	20	10	L:≤45 H:≤40	--	满足高 要求	--
普通教室	普通教室	5002,5005,5006 等 12 个房间	20	10	L:≤45 H:≤40	--	满足高 要求	--

注：各主要功能房间室内噪声值结果参见附录。

6 结论

根据《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019 和《民用建筑隔声设计规范》GB 50118-2010 评价要求，本项目室内噪声级评价结论汇总如下表：

表 6 室内噪声级达标、得分情况

检查项	评价依据	结论	得分
室内噪声级	控制项： 5.1.4 主要功能房间的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。	满足	--
	评分项： 5.2.6 主要功能房间噪声级达到现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中的低限标准限值和有关要求标准限值的平均值，得 4 分；达到高要求标准限值，得 8 分。	满足高要求	8 分

7 附录：室内噪声级详表

楼层	户型	房间类型	对标功能	外部声源		建筑设备		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	昼	夜	昼	夜
1		普通办公室 [1002]	教师办公室	6	< 5	--	--	6	< 5	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通办公室 [1004]	教师办公室	5	< 5	--	--	5	< 5	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通办公室 [1009]	教师办公室	< 5	< 5	--	--	< 5	< 5	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通办公室 [1011]	教师办公室	6	< 5	--	--	6	< 5	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
2		普通办公室 [2003]	教师办公室	6	< 5	--	--	6	< 5	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通办公室 [2006]	教师办公室	5	< 5	--	--	5	< 5	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通教室[2002]	普通教室	6	< 5	--	--	6	< 5	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通教室[2004]	普通教室	6	< 5	--	--	6	< 5	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通教室[2005]	普通教室	6	< 5	--	--	6	< 5	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--

3		普通办公室 [3003@3]	教师办公室	6	< 5	--	--	6	< 5	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通办公室 [3004@3]	教师办公室	5	< 5	--	--	5	< 5	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通办公室 [3007@3]	教师办公室	5	< 5	--	--	5	< 5	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通教室 [3002@3]	普通教室	6	< 5	--	--	6	< 5	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通教室 [3005@3]	普通教室	6	< 5	--	--	6	< 5	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通教室 [3006@3]	普通教室	6	< 5	--	--	6	< 5	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
4		普通办公室 [3003@4]	教师办公室	6	< 5	--	--	6	< 5	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通办公室 [3004@4]	教师办公室	5	< 5	--	--	5	< 5	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通办公室 [3007@4]	教师办公室	5	< 5	--	--	5	< 5	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通教室 [3002@4]	普通教室	6	< 5	--	--	6	< 5	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通教室 [3005@4]	普通教室	6	< 5	--	--	6	< 5	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通教室 [3006@4]	普通教室	6	< 5	--	--	6	< 5	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--

5		普通办公室 [5003]	教师办公室	20	10	--	--	20	10	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通办公室 [5004]	教师办公室	20	10	--	--	20	10	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通办公室 [5007]	教师办公室	20	10	--	--	20	10	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通教室[5002]	普通教室	20	10	--	--	20	10	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通教室[5005]	普通教室	20	10	--	--	20	10	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通教室[5006]	普通教室	20	10	--	--	20	10	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--

室内噪声级报告书

办公建筑

工程名称	岳阳中学新建教学楼项目-新建综合楼
设计编号	2024-2071
建设单位	岳阳市教育事务中心
设计单位	长沙市规划设计院有限责任公司
设计人	
审核人	
审定人	
设计日期	2025 年 2 月 28 日



采用软件	建筑声环境 SEDU2024
软件版本	20240101(SP1)
研发单位	北京绿建软件股份有限公司
正版授权码	N0b283a6c3ea9d982

目 录

1 建筑概况.....1

2 评价依据.....1

3 标准要求.....2

4 计算原理.....2

 4.1 典型房间确定.....2

 4.2 室内噪声级计算.....2

5 计算过程.....3

 5.1 室外边界噪声.....3

 5.1.1 环境噪声分析.....3

 5.1.2 房间边界噪声.....4

 5.2 构件空气声隔声.....6

 5.3 房间总吸声量计算.....8

 5.4 组合墙空气声隔声量计算.....10

 5.4.1 组合墙有效隔声量.....10

 5.4.2 组合墙隔声单值评价量、频谱修正量.....11

 5.4.3 缝隙对组合墙隔声量的影响.....12

 5.4.4 组合墙隔声量计算过程.....12

 5.5 室外环境噪声通过组合墙传到室内的噪声级计算.....14

 5.6 室内声源的影响.....15

 5.7 室内噪声级计算.....15

 5.8 小结.....16

6 结论.....16

7 附录：室内噪声级详表.....18

1 建筑概况

工程名称	岳阳中学新建教学楼项目-新建综合楼	
建筑面积 (m ²)	地上 7471	地下 0
建筑层数	地上 6	地下 0
建筑高度 (m)	22.7	
北向角度 (°)	74	

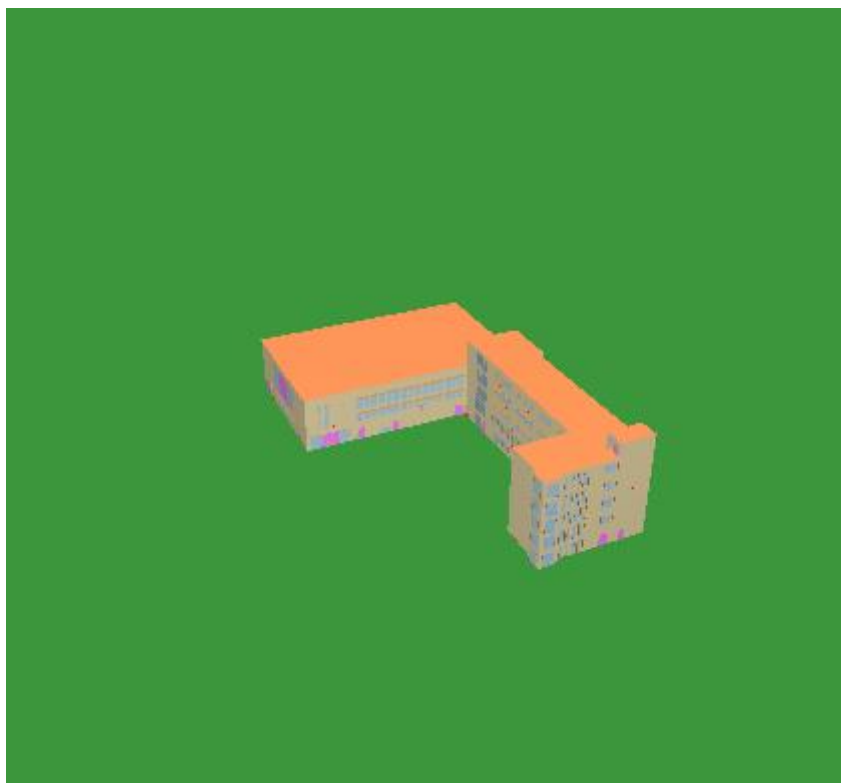


图 1-1 建筑模型

2 评价依据

1. 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019
2. 《绿色建筑评价技术细则》2019
3. 《民用建筑隔声设计规范》GB 50118-2010
4. 《建筑隔声评价标准》GB/T 50121-2005
5. 《建筑声学设计手册》
6. 《建筑隔声设计-空气声隔声技术》
7. 《民用建筑绿色性能计算标准》JGJ/T 449-2018

3 标准要求

《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019 第 5.1.4 条、第 5.2.6 条对主要功能房间提出了明确要求。

■ 控制项要求：

5.1.4 主要功能房间的室内噪声级和隔声性能应符合下列规定：

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；

■ 评分项要求：

5.2.6 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。

噪声级达到现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中的低限标准限值和高要求标准限值的平均值，得 4 分；达到高要求标准限值，得 8 分。

4 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典型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。

4.1 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。

4.2 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：

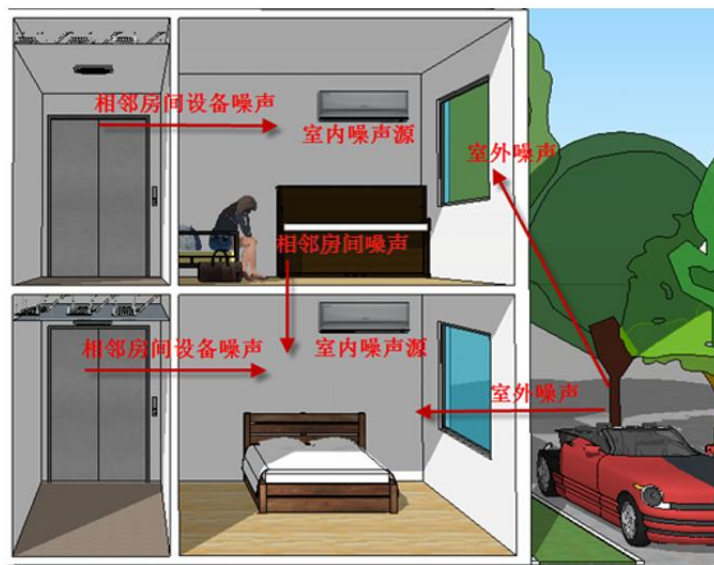


图 4-1 室内噪声声源传播示意图

- 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。

5 计算过程

5.1 室外边界噪声

5.1.1 环境噪声分析

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噪声。室外环境噪声多来自于交通噪声。本报告使用 SEDU 软件分别模拟计算室外场地昼间和夜间噪声值，包括项目场地的平面噪声分布、噪声敏感建筑的沿建筑物底轮廓线 1.5 米高度处和噪声敏感建筑立面噪声分布，通过室外场地噪声模拟可提取参评建筑边界噪声，进一步可以获得房间周边环境噪声值，室外计算结果可作为噪声边界条件接力进行后续建筑室内隔声性能的计算。

场地水平噪声面（高度 1.5m）模拟计算分析图如下图所示：

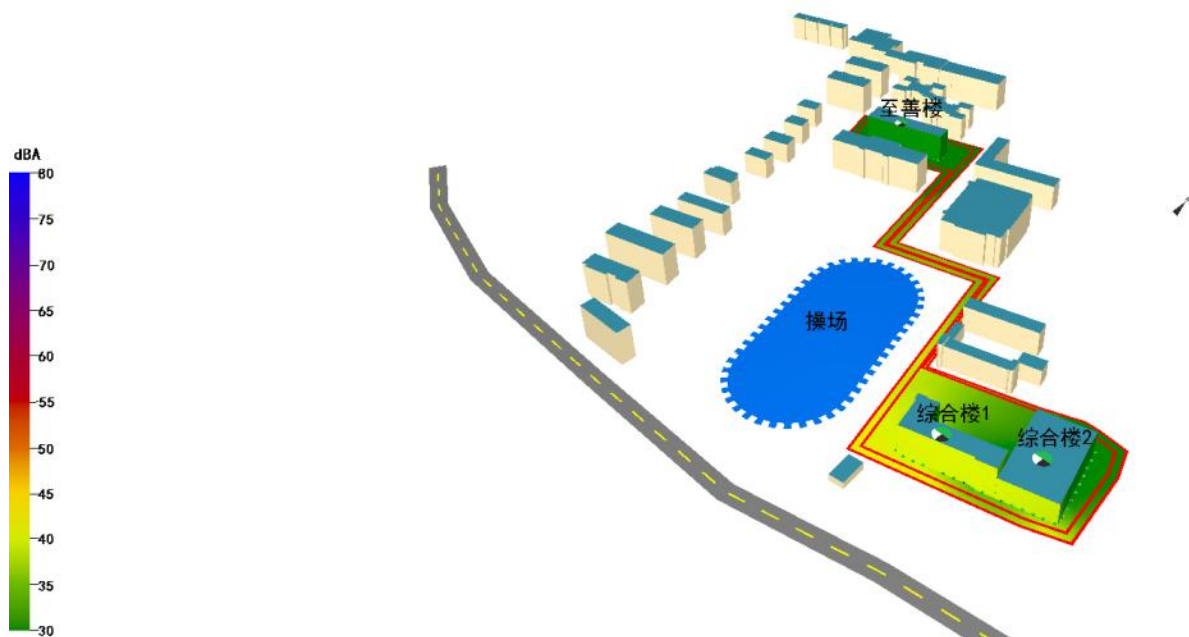


图 5-1 场地 1.5m 高度处声压级分布图（昼间）

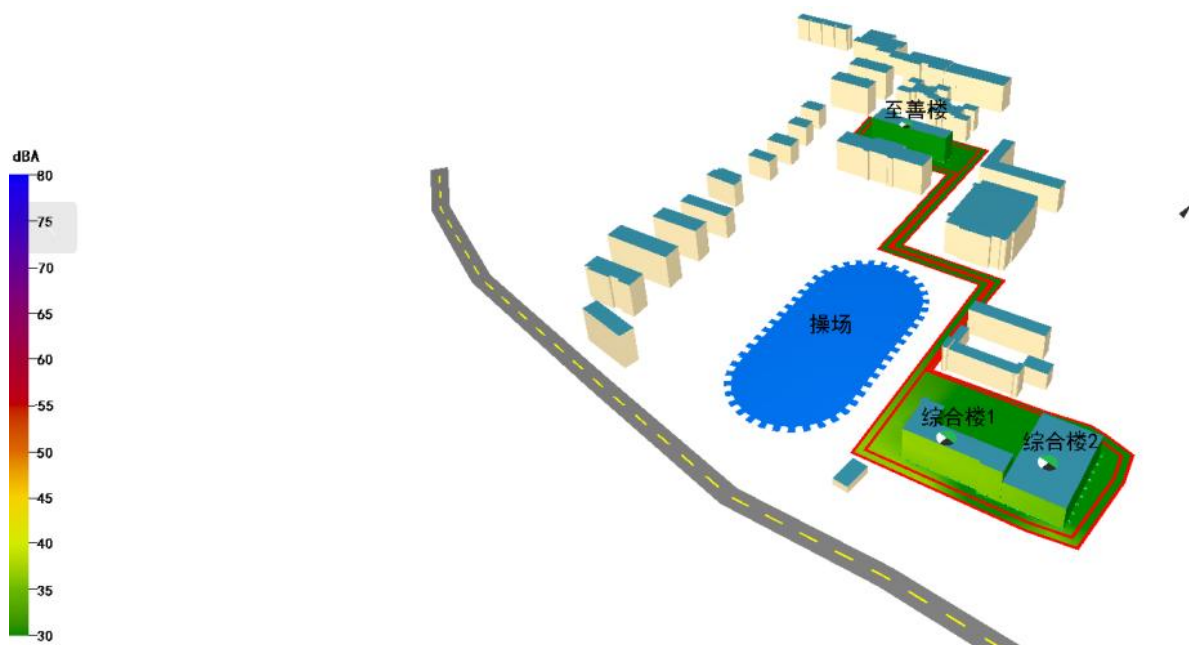


图 5-2 场地 1.5m 高度处声压级分布图（夜间）

5.1.2 房间边界噪声

本项目通过对参评建筑整栋建筑的分析，确定了主要功能房间中噪声级不利的典型房间为**20031 房间,房间类型[报告厅]**，报告书阐述该房间室内噪声级计算过程，房间所在楼层平面图如下图所示：

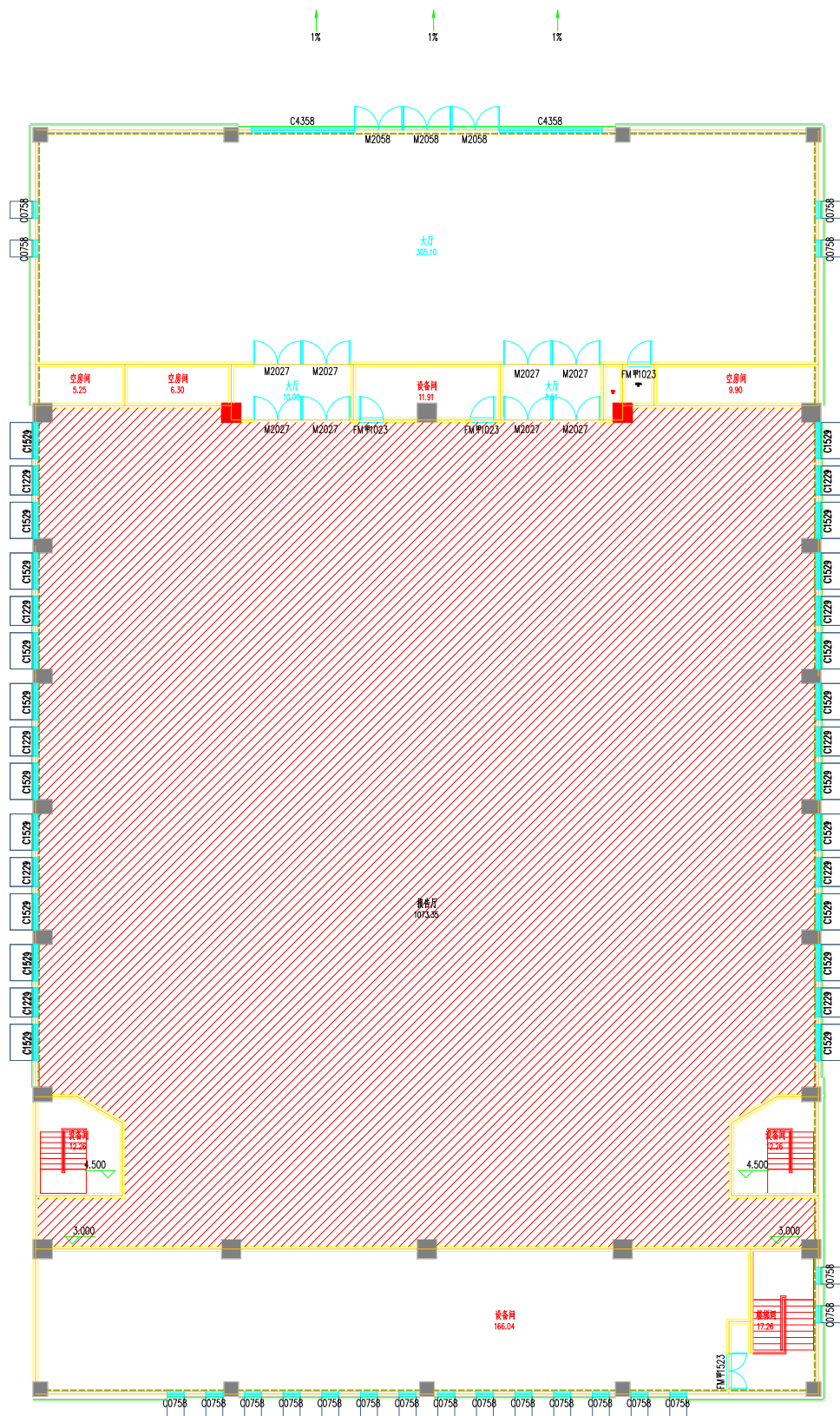


图 5-5 典型房间楼层平面图

通过室外噪声模拟，可获得该房间的室外边界噪声：

昼间为 55 dB(A)，夜间为 45 dB(A)。

5.2 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	岩棉复合保温装饰一体板	45	100	5	353
	粘接砂浆	0	1000	0	
	干粉类聚合物水泥防水砂浆	5	1800	9	
	聚合物水泥防水涂料 (I 型)	1.5	330	0	
	1: 2.5 水泥砂浆找平	15	1800	27	
	烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	1400	280	
	石灰水泥砂浆(1)	20	1600	32	
隔墙	水泥砂浆	20	1800	36	208
	加气混凝土砌体	200	700	140	
	石灰水泥砂浆(1)	20	1600	32	
屋顶	1.0 厚直立式锰镁铝金属屋面 (不计入计算)	1	2700	3	8
	2 厚 PVC 防水卷材 (不参与计算)	2	900	2	
	0.5 厚防水透气膜 ((不参与计算)	0.5	1000	1	
	玻璃棉板	100	32	3	
	除尘无纺布 (不参与计算)	0	900	0	
	0.7 厚穿孔压型彩钢板 (不计入计算) (1)	0	2700	0	
楼板	C30 细石混凝土保护层	40	2300	92	419
	钢筋混凝土	120	2500	300	
	水泥砂浆	15	1800	27	

□ 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：

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

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

式中： m —构件的面密度， kg/m^2 ； 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

外墙构造 1	隔声量(dB)	倍频程中心频率(Hz)				
		125	250	500	1000	2000
		43.0	41.0	43.0	46.0	50.0
	面密度(kg/m ²)	353.0				
	构造做法	岩棉复合保温装饰一体板 45mm + 粘接砂浆 0mm + 干粉类聚合物水泥防水砂浆 5mm + 聚合物水泥防水涂料 (I 型) 1.5mm + 1: 2.5 水泥砂浆找平 15mm + 烧结页岩多孔砖/空心砖墙 200mm + 石灰水泥砂浆(1) 20mm				
隔声量来源		检测数据				
外墙构造 2	隔声量(dB)	倍频程中心频率(Hz)				
		125	250	500	1000	2000
		43.0	41.0	43.0	46.0	50.0
	面密度(kg/m ²)	353.0				
	构造做法	岩棉复合保温装饰一体板 45mm + 粘接砂浆 0mm + 干粉类聚合物水泥防水砂浆 5mm + 聚合物水泥防水涂料 (I 型) 1.5mm + 1: 2.5 水泥砂浆找平 15mm + 烧结页岩多孔砖/空心砖墙 200mm + 石灰水泥砂浆(1) 20mm				
隔声量来源		检测数据				
外墙构造 3	隔声量(dB)	倍频程中心频率(Hz)				
		125	250	500	1000	2000
		43.0	41.0	43.0	46.0	50.0
	面密度(kg/m ²)	353.0				
	构造做法	岩棉复合保温装饰一体板 45mm + 粘接砂浆 0mm + 干粉类聚合物水泥防水砂浆 5mm + 聚合物水泥防水涂料 (I 型) 1.5mm + 1: 2.5 水泥砂浆找平 15mm + 烧结页岩多孔砖/空心砖墙 200mm + 石灰水泥砂浆(1) 20mm				
隔声量来源		检测数据				
外墙构造 4	隔声量(dB)	倍频程中心频率(Hz)				
		125	250	500	1000	2000
		43.0	41.0	43.0	46.0	50.0
	面密度(kg/m ²)	353.0				
	构造做法	岩棉复合保温装饰一体板 45mm + 粘接砂浆 0mm + 干粉类				

		聚合物水泥防水砂浆 5mm + 聚合物水泥防水涂料 (I 型) 1.5mm + 1: 2.5 水泥砂浆找平 15mm + 烧结页岩多孔砖/空心 砖墙 200mm + 石灰水泥砂浆(1) 20mm
	隔声量来源	检测数据

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

外窗(C1521)	隔声量(dB)	倍频程中心频率(Hz)				
		125	250	500	1000	2000
		27.0	22.0	30.0	39.0	37.0
外窗(C1221)	构造	断桥铝合金型材 14.8mm 6 高透光单银 Low-E+12A+6 透明				
	参照构造	(6+12Ar+6) 温屏 Low-E 中空玻璃				
	隔声量来源	检测数据				
外窗(C1529)	隔声量(dB)	倍频程中心频率(Hz)				
		125	250	500	1000	2000
		27.0	22.0	30.0	39.0	37.0
外窗(C1229)	构造	断桥铝合金型材 14.8mm 6 高透光单银 Low-E+12A+6 透明				
	参照构造	(6+12Ar+6) 温屏 Low-E 中空玻璃				
	隔声量来源	检测数据				

5.3 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	4.9	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	《噪声与振动控制工程手册》
内墙	30.1	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	《噪声与振动控制工程手册》
内墙	22.4	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	《噪声与振动控制工程手册》
内墙	22.4	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	《噪声与振动控制工程手册》
内墙	23.6	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	《噪声与振动控制工程手册》
内墙	6.5	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	《噪声与振动控制工程手册》
内墙	4.9	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	《噪声与振动控制工程手册》
内墙	10.5	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	《噪声与振动控制工程手册》
内墙	55.1	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	《噪声与振动控制工程手册》
内墙	65.6	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	《噪声与振动控制工程手册》
内墙	65.6	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	《噪声与振动控制工程手册》
内墙	29.2	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	《噪声与振动控制工程手册》
内墙	24.4	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	《噪声与振动控制工程手册》
内墙	13.9	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	《噪声与振动控制工程手册》
内墙	30.0	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	《噪声与振动控制工程手册》
内墙	35.6	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	《噪声与振动控制工程手册》
外墙（填充墙）	26.2	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	《噪声与振动控制工程手册》
外墙（填充墙）	23.0	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	《噪声与振动控制工程手册》
外墙（填充墙）	22.9	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	《噪声与振动控制工程手册》
外墙（填充墙）	26.2	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	《噪声与振动控制工程手册》
外墙（填充墙）	5.7	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	《噪声与振动控制工程手册》
外墙（填充墙）	0.8	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	《噪声与振动控制工程手册》
外墙（填充墙）	23.0	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	《噪声与振动控制工程手册》
外墙（填充墙）	26.2	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	《噪声与振动控制工程手册》
外墙（填充墙）	23.0	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	《噪声与振动控制工程手册》
内墙	17.6	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	《噪声与振动控制工程手册》

内墙	231.7	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	《噪声与振动控制工程手册》
外墙（填充墙）	231.7	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	《噪声与振动控制工程手册》
内门(FM 甲 1023)	4.6	0.10	0.11	0.11	0.09	0.09	《噪声与振动控制工程手册》
内门(M2027)	21.6	0.10	0.11	0.11	0.09	0.09	《噪声与振动控制工程手册》
外窗(C1221)	24.6	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	《噪声与振动控制工程手册》
外窗(C1229)	34.8	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	《噪声与振动控制工程手册》
外窗(C1521)	61.5	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	《噪声与振动控制工程手册》
外窗(C1529)	87.0	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	《噪声与振动控制工程手册》
楼板	1093.6	0.38	0.21	0.11	0.30	0.42	《建筑设计资料集》
屋顶	1093.6	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	《声学手册》
总吸声量(m ²)		545.9	350.4	237.5	443.3	575.2	

5.4 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。

5.4.1 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。

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

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 。

5.4.2 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/T 50121 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

倍频程中心频率	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/T 50121 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

单位: dB

倍频程中心频率	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
计算粉红噪声 C 的频谱 1	-21	-14	-8	-5	-4
计算交通噪声 C_{tr} 的频谱 2	-14	-10	-7	-4	-6

组合墙实际隔声量(dB)	43.0	41.0	43.0	46.0	50.0
组合墙有效隔声量(dB)	57.8	53.9	54.1	59.9	65.0
组合墙计权隔声量(dB)	60				
组合墙频谱修正量(dB)	-2				
组合墙隔声量(dB)	58				
组合墙面积(m²)	17.8				
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)	58				
外墙 2					
倍频程中心频率(Hz)	125	250	500	1000	2000
外墙隔声量(dB)	43.0	41.0	43.0	46.0	50.0
组合墙实际隔声量(dB)	43.0	41.0	43.0	46.0	50.0
组合墙有效隔声量(dB)	57.8	53.9	54.1	59.9	65.0
组合墙计权隔声量(dB)	60				
组合墙频谱修正量(dB)	-2				
组合墙隔声量(dB)	58				
组合墙面积(m²)	17.8				
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)	58				
外墙 3+外窗(C1521)×10+外窗(C1221)×5+外窗(C1529)×10+外窗(C1229)×5					
倍频程中心频率(Hz)	125	250	500	1000	2000
外墙隔声量(dB)	43.0	41.0	43.0	46.0	50.0
外窗(C1521)隔声量(dB)	27.0	22.0	30.0	39.0	37.0
外窗(C1221)隔声量(dB)	27.0	22.0	30.0	39.0	37.0
外窗(C1529)隔声量(dB)	27.0	22.0	30.0	39.0	37.0
外窗(C1229)隔声量(dB)	27.0	22.0	30.0	39.0	37.0
组合墙实际隔声量(dB)	30.3	25.4	33.2	41.5	40.2
组合墙有效隔声量(dB)	34.0	27.2	33.2	44.3	44.1
组合墙计权隔声量(dB)	38				
组合墙频谱修正量(dB)	-3				
组合墙隔声量(dB)	35				
组合墙面积(m²)	231.7				
门/窗与墙缝隙面积(m²)	1.163				
门/窗与墙缝隙对隔声量影响(dB)	12				

计算缝隙后组合墙隔声量(dB)	23				
外墙 4+外窗(C1521)×10+外窗(C1221)×5+外窗(C1529)×10+外窗(C1229)×5					
倍频程中心频率(Hz)	125	250	500	1000	2000
外墙隔声量(dB)	43.0	41.0	43.0	46.0	50.0
外窗(C1521)隔声量(dB)	27.0	22.0	30.0	39.0	37.0
外窗(C1221)隔声量(dB)	27.0	22.0	30.0	39.0	37.0
外窗(C1529)隔声量(dB)	27.0	22.0	30.0	39.0	37.0
外窗(C1229)隔声量(dB)	27.0	22.0	30.0	39.0	37.0
组合墙实际隔声量(dB)	30.3	25.4	33.2	41.5	40.2
组合墙有效隔声量(dB)	34.0	27.2	33.2	44.3	44.1
组合墙计权隔声量(dB)	38				
组合墙频谱修正量(dB)	-3				
组合墙隔声量(dB)	35				
组合墙面积(m²)	231.7				
门/窗与墙缝隙面积(m²)	1.163				
门/窗与墙缝隙对隔声量影响(dB)	12				
计算缝隙后组合墙隔声量(dB)	23				

5.5 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

单位：dB (A)

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	55	45	58	58	< 5	< 5
外墙 2	55	45	58	58	< 5	< 5
外墙 3+外窗(C1521)×10+外窗	55	45	23	23	32	22

(C1221)×5+外窗(C1529)×10+外窗(C1229)×5						
外墙 4+外窗(C1521)×10+外窗(C1221)×5+外窗(C1529)×10+外窗(C1229)×5	55	45	23	23	32	22

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 35 dB (A)
- 夜间为 25 dB (A)

5.6 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：

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

式中： L_X —— 室内声源的总噪声级，dB (A) ；

L_{X_i} —— 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

单位：dB (A)

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。

5.7 室内噪声级计算

根据前述计算原理和计算过程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：

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

式中： L_N —— 室内噪声级，dB (A) ；

L_{N-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)

房间类型	室内噪声级		标准限值		结论
	昼间	夜间	昼间	夜间	
报告厅	35	25	低限:≤45,高要求:≤40	--	满足高要求

5.8 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
普通办公室	教师办公室	3016@5,1016,2009 等 14 个房间	32	22	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
普通教室	普通教室	1008,1009,1010 等 15 个房间	31	21	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
报告厅	普通会议室	20031,10059,10031	35	25	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
起居室	起居室	10042	28	18	L:≤45 H:≤40	L:≤45 H:≤40	满足高要求	满足高要求

注: 各主要功能房间室内噪声值结果参见附录。

6 结论

根据《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019 和《民用建筑隔声设计规范》GB 50118-2010 评价要求, 本项目室内噪声级评价结论汇总如下表:

表 6 室内噪声级达标、得分情况

检查项	评价依据	结论	得分
室内噪声级	控制项: 5.1.4 主要功能房间的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。	满足	--

	评分项： 5.2.6 主要功能房间噪声级达到现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中的低限标准限值和高要求标准限值的平均值，得 4 分；达到高要求标准限值，得 8 分。	满足高要求	8 分
--	---	--------------	------------

7 附录：室内噪声级详表

楼层	户型	房间类型	对标功能	外部声源		建筑设备		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	昼	夜	昼	夜
1		普通办公室 [1007]	教师办公室	30	20	--	--	30	20	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通办公室 [1016]	教师办公室	31	21	--	--	31	21	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通教室[1008]	普通教室	31	21	--	--	31	21	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通教室[1009]	普通教室	31	21	--	--	31	21	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通教室[1010]	普通教室	31	21	--	--	31	21	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
2		普通办公室 [2007]	教师办公室	30	20	--	--	30	20	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通办公室 [2009]	教师办公室	31	21	--	--	31	21	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通办公室 [2018]	教师办公室	31	21	--	--	31	21	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通教室[2008]	普通教室	31	21	--	--	31	21	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--

		普通教室[2010]	普通教室	31	21	--	--	31	21	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通教室[2011]	普通教室	31	21	--	--	31	21	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
3		普通办公室 [3007@3]	教师办公室	30	20	--	--	30	20	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通办公室 [3009@3]	教师办公室	31	21	--	--	31	21	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通办公室 [3016@3]	教师办公室	31	21	--	--	31	21	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通教室 [3008@3]	普通教室	31	21	--	--	31	21	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通教室 [3010@3]	普通教室	31	21	--	--	31	21	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通教室 [3011@3]	普通教室	31	21	--	--	31	21	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
4		普通办公室 [3007@4]	教师办公室	30	20	--	--	30	20	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通办公室 [3009@4]	教师办公室	31	21	--	--	31	21	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通办公室 [3016@4]	教师办公室	31	21	--	--	31	21	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通教室 [3008@4]	普通教室	31	21	--	--	31	21	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--

		普通教室 [3010@4]	普通教室	31	21	--	--	31	21	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通教室 [3011@4]	普通教室	31	21	--	--	31	21	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
5		普通办公室 [3007@5]	教师办公室	31	21	--	--	31	21	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通办公室 [3009@5]	教师办公室	31	21	--	--	31	21	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通办公室 [3016@5]	教师办公室	32	22	--	--	32	22	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通教室 [3008@5]	普通教室	31	21	--	--	31	21	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通教室 [3010@5]	普通教室	31	21	--	--	31	21	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		普通教室 [3011@5]	普通教室	31	21	--	--	31	21	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
8		报告厅[10031]	普通会议室	27	17	--	--	27	17	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		报告厅[10059]	普通会议室	29	19	--	--	29	19	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--
		起居室[10042]	起居室	28	18	--	--	28	18	L:≤45 H:≤40	L:≤45 H:≤40	满足高要求	满足高要求
9		报告厅[20031]	普通会议室	35	25	--	--	35	25	L:≤45 H:≤40	--	满足高要求	--

隔热检查计算书

公共建筑

岳阳中学新建教学楼项目-新建综合楼

设计编号：2024-2071



工程地点：湖南-岳阳

建设单位：岳阳市教育事务中心

设计单位：长沙市规划设计院有限责任公司

设计人：

校对人：

审定人：

报告日期：2025年2月25日

采用软件：节能设计 BECS2025
软件版本：20250101(SP1)
正版授权码：N0b283a6c3ea9d982
研发单位：北京绿建软件股份有限公司



绿建斯维尔
绿色建筑专家

目 录

1 建筑概况	3
2 评价依据	3
3 评价目标与方法	3
3.1 评价目标	3
3.2 评价方法	3
4 边界条件参数设置	4
4.1 基本设置	4
4.2 室外空气温度	5
4.3 室外太阳辐射照度	5
4.4 室内空气温度	6
5 工程材料	6
6 屋顶外墙隔热计算	8
6.1 屋顶构造	8
6.2 外墙（填充墙）构造	11
6.3 屋顶外墙计算结论	13
7 透光围护结构隔热计算	13
7.1 天窗	13
7.2 外窗	14
7.3 透光围护结构计算结论	15
8 结论	15

1 建筑概况

工程名称	岳阳中学新建教学楼项目-新建综合楼		
工程地点	湖南-岳阳		
气候子区	夏热冬冷 A 区		
大气透明度等级	5		
建筑面积	地上 7583 m²	地下 0 m²	
建筑层数	地上 6	地下 0	
建筑高度	22.7m		
结构类型			

2 评价依据

1. 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021
2. 《建筑环境通用规范》GB 55016
3. 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019（2024 年版）
4. 《民用建筑热工设计规范》GB50176
5. 施工图、设计说明、墙身大样图、节能计算书

3 评价目标与方法

3.1 评价目标

1. 依据《建筑环境通用规范》和《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019（2024年版）的要求和规定，屋顶和外墙的隔热性能应满足要求。
2. 通过房间围护结构的内表面温度计算，判断是否不大于《建筑环境通用规范》给出的内表面最高温度。

3.2 评价方法

1. 在给定两侧空气温度及变化规律的情况下，外墙内表面最高温度应符合表3.2.1的要求：

表 3.2.1 外墙内表面最高温度的限值

房间类型	自然通风房间	空调房间	
		重质围护结构 ($D \geq 2.5$)	轻质围护结构 ($D < 2.5$)
内表面最高温度 $\theta_{i,max}$	$\leq t_{e,max}$	$\leq t_i + 2$	$\leq t_i + 3$

2. 在给定两侧空气温度及变化规律的情况下，屋面内表面最高温度应符合表3.2.2的要求：

表 3.2.2 屋顶内表面最高温度的限值

房间类型	自然通风房间	空调房间	
		重质围护结构 ($D \geq 2.5$)	轻质围护结构 ($D < 2.5$)

内表面最高温度 $\theta_{i,max}$	$\leq t_{e,max}$	$\leq t_i+2.5$	$\leq t_i+3.5$
-----------------------------	------------------	----------------	----------------

表中： $\theta_{i,max}$ —围护结构内表面最高温度（℃），应按《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016

附录C.3 的规定计算：

t_i —室内空气温度，（℃）。

$t_{e,max}$ —累年日平均温度最高日的最高温度（℃），应按《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016配套软件气象数据取用。

3. 外围护结构内表面最高温度按照规范《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016附录C.3 的规定计算：

- 1) 按式 3.2.3-1 建立常物性、无内热源的一维非稳态导热的内部微分方程，微分方程的求解可采用有限差分法：

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \alpha \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} \quad (3.2.3-1)$$

式中： $\frac{\partial t}{\partial \tau}$ —温度对于时间的导数，℃/s。

α —材料的导温系数， $\alpha = \frac{\lambda}{\rho c}$ ，m²/s。

- 2) 按式 3.2.3-2 建立第三类边界条件隐式差格式边界节点方程（边界节点 1，节点 n 可参照）：

$$-\frac{\lambda}{\Delta x}(t_1^k - t_2^k) + \alpha(t_f^k - t_1^k) + \rho_s l^k = C_p \rho \frac{\Delta x}{2} \cdot \frac{t_1^k - t_1^{k-1}}{\Delta \tau} \quad (3.2.3-2)$$

式中： C_p —材料的比热，J/(kg·K)；

ρ —材料的密度，kg/m³；

α —材料的导温系数， $\alpha = \frac{\lambda}{\rho c}$ ，m²/s；

Δx —差分步长，m；

λ —材料的导热系数，[W/(m·K)]；

t_f^k —对流换热温度，℃。

- 3) 按式 3.2.3-3 列出各内部节点和边界点的节点方程，并求解节点方程组得到外墙、屋顶内表面温度值。

$$t_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} t_j + c_i, i=1,2,\dots,n \quad (3.2.3-3)$$

式中： t_i —差分节点温度值，℃。

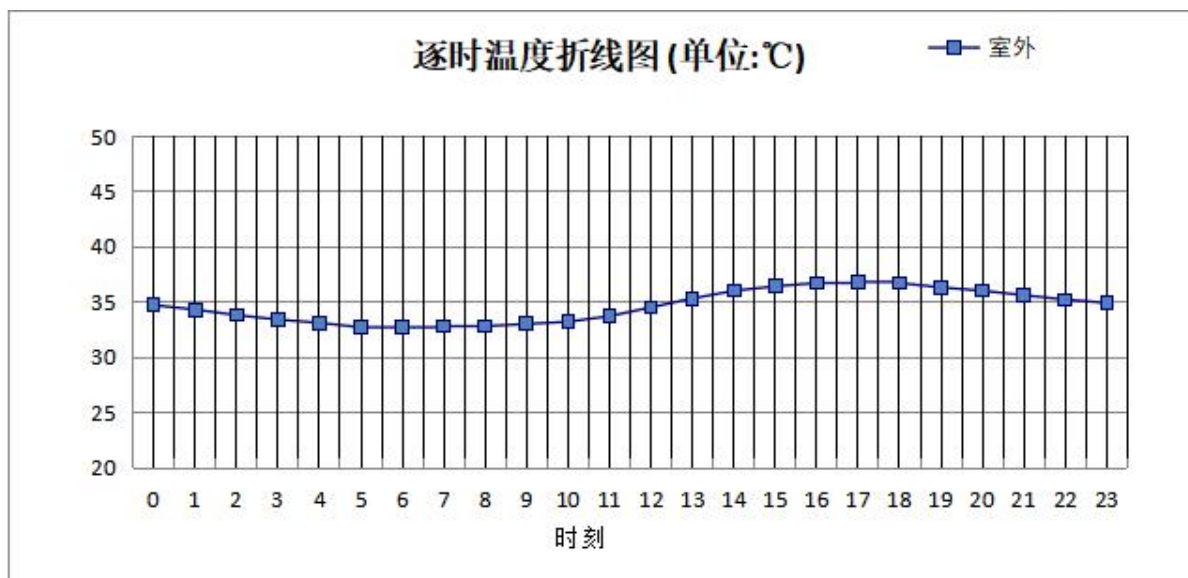
4 边界条件参数设置

4.1 基本设置

公式及变量	变量名	数值	说明
(一) 内表面边界条件（第三类边界条件）			
$t_{f,1}$	夏季室内温度，℃		按《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 第 3.3.2 条的规定取值。

h_1	室内侧对流换热系数, W/(m ² ·K)	8.7	按《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 附录 B.4.1, 表 B.4.1-1 取值。
(二) 外表面边界条件 (第三类边界条件)			
h_{n+1}	室外侧对流换热系数, (m ² · K)	19.0	按《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 附录 B.4.1, 表 B.4.1-2 取值。
t_{sh}	室外空气逐时温度, °C		按《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 配套软件气象数据取用。
I^k	表面法向太阳总辐射强度, 包括直射和散射, W/m ²		按《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 配套软件气象参数取值。
ρ_s	外表面太阳辐射吸收系数		根据工程构造取值。

4.2 室外空气温度



0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
34.70	34.30	33.80	33.40	33.10	32.70	32.70	32.80	32.80	33.00	33.20	33.70
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
34.50	35.30	36.00	36.40	36.70	36.80	36.70	36.30	36.00	35.60	35.20	34.90

4.3 室外太阳辐射照度

变量	变量名	公式来源
I^k	表面法向太阳总辐射强度, 包括直射和散射, W/m ²	按《民用建筑热工设计规范 GB 50176-2016》配套软件气象数据取用。

时刻\朝向	东	南	西	北	水平
-------	---	---	---	---	----

0:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6:00	179.97	56.47	62.86	31.25	143.70
7:00	291.78	139.28	122.72	91.14	301.40
8:00	344.70	205.76	159.13	129.06	434.90
9:00	337.61	262.06	184.95	150.92	540.90
10:00	295.35	309.73	207.69	170.04	628.80
11:00	219.93	331.60	219.93	180.03	664.70
12:00	236.31	350.53	333.15	193.23	706.10
13:00	237.51	335.43	429.01	193.64	687.70
14:00	228.44	296.09	505.52	185.53	634.10
15:00	194.32	219.15	485.50	143.62	490.70
16:00	148.85	139.54	391.97	79.24	328.90
17:00	78.65	49.26	240.29	16.30	152.60
18:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

4.4 室内空气温度

根据《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 第 3.3.2 条的规定取 26 摄氏度

5 工程材料

材料名称	导热系数 λ	蓄热系数 S	密度 ρ	比热容 C_p	蒸汽渗透系数 u	数据来源
	W/(m.K)	W/(m ² .K)	kg/m ³	J/(kg.K)	g/(m.h.kPa)	
水泥砂浆	0.930	11.370	1800.0	1050.0	0.0210	
钢筋混凝土	1.740	17.200	2500.0	920.0	0.0158	
烧结页岩多孔砖/空心砖墙	0.580	7.920	1400.0	1062.3	0.0158	
C20 细石混凝土保护	1.510	15.360	2300.0	920.0	0.0173	

层,内配Φ4@150 双向 钢筋网片						
1: 2.5 水泥砂浆	0.930	11.370	1800.0	1000.0	0.0210	
1: 2.5 水泥砂浆找平	0.930	11.370	1800.0	1050.0	0.0210	
石灰水泥砂浆(1)	0.810	10.070	1600.0	1050.0	0.0443	
加气混凝土砌体	0.220	3.601	700.0	1158.0	0.0000	
C30 细石混凝土保护层	1.510	15.360	2300.0	920.0	0.0173	
弹性体改性沥青防水 卷材(耐根穿刺防水 层)	0.230	9.370	900.0	5832.3	0.0075	
自粘聚合物改性沥青 防水卷材	0.230	9.370	900.0	5832.3	0.0075	
聚合物水泥防水涂料 (I 型)	0.087	1.635	330.0	1280.4	0.0000	
干粉类聚合物水泥防 水砂浆	0.930	11.370	1800.0	1050.0	0.0210	
难燃型挤塑聚苯板(1)	0.030	0.540	25.0	5346.4	0.0000	
LC5.0 轻骨料混凝土	0.230	6.810	1150.0	2411.0	0.0000	湖南省公/居建 节能设计标准常 用材料-2022
M15 砂浆(1: 3 水泥 砂浆)	0.930	11.370	1800.0	1000.0	0.0210	
种植土	0.300	4.420	550.0	1628.2	0.0000	湖南省公/居建 节能设计标准常 用材料-2022
岩棉复合保温装饰一 体板	0.045	0.750	100.0	1718.9	0.0000	湖南公建 2017, 计算值为芯材厚 度
玻璃棉板	0.040	0.590	32.0	3739.6	0.0000	《湖南省超低能 耗居住建筑设计 标准》DBJ43/T 017-2021
1.0 厚直立式锰镁铝金 属屋面(不计入计算)	—	191.000	—	—	—	湖南省公/居建 节能设计标准常 用材料-2022
0.7 厚穿孔压型彩钢板 (不计入计算)(1)	—	191.000	—	—	—	湖南省公/居建 节能设计标准常 用材料-2022

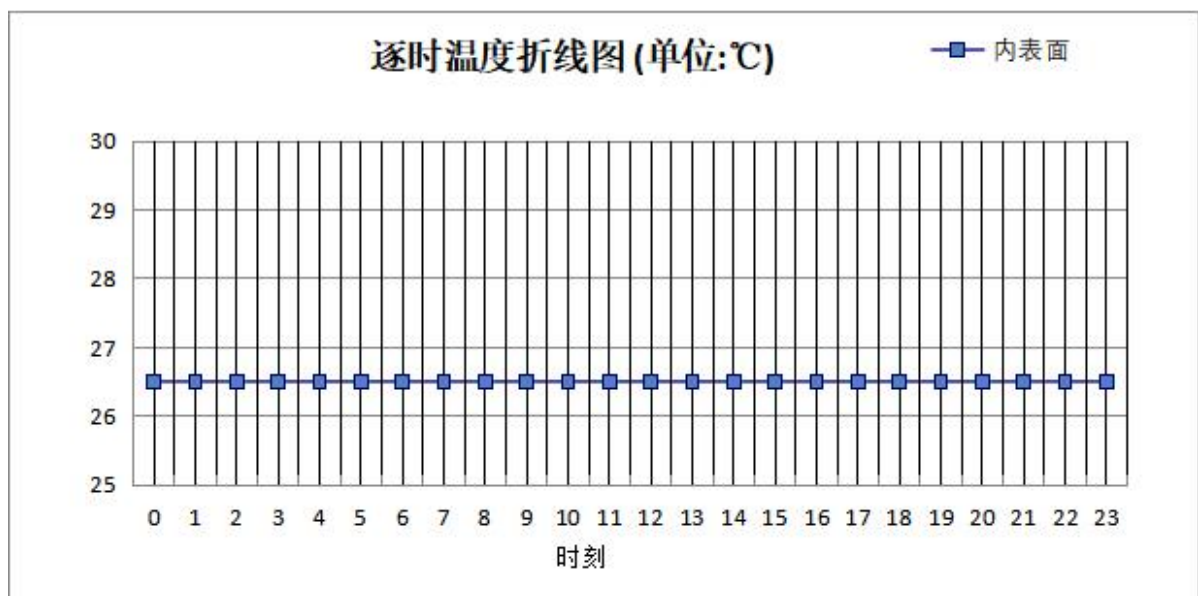
6 屋顶外墙隔热计算

6.1 屋顶构造

6.1.1 屋顶构造（种植屋面）

材料名称 由外到内	厚度	差分 步长	导热 系数	蓄热 系数	修正 系数	热阻	热惰性 指标
	(mm)	(mm)	W/(m.K)	W/(m².K)	α	(m² K)/W	D=R*S
种植土	300	8.6	0.300	4.420	1.00	1.000	4.420
干铺聚酯无纺布一层（不计）	0	0.0	—	—	—	0.000	—
弹性体改性沥青防水卷材 （耐根穿刺防水层）	4	2.0	0.230	9.370	1.20	0.014	0.163
非固化橡胶沥青防水涂料(1)	2	2.0	—	—	—	0.000	—
M15 砂浆（1：3 水泥砂浆）	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
LC5.0 轻骨料混凝土	30	4.3	0.230	6.810	1.00	0.130	0.888
难燃型挤塑聚苯板(1)	75	6.8	0.030	0.540	1.25	2.000	1.350
聚氨酯防水涂料(1)	1.5	1.5	—	—	—	0.000	—
钢筋混凝土	120	12.0	1.740	17.200	1.00	0.069	1.186
各层之和 Σ	552.5	—	—	—	—	3.235	8.252
差分时间步长(分钟)	5.0						
外表面太阳辐射吸收系数	0.50						
传热系数 $K=1/(0.16+\Sigma R)$	0.30						
重质/轻质	重质围护结构						

6.1.1.1 空调房间：逐时温度



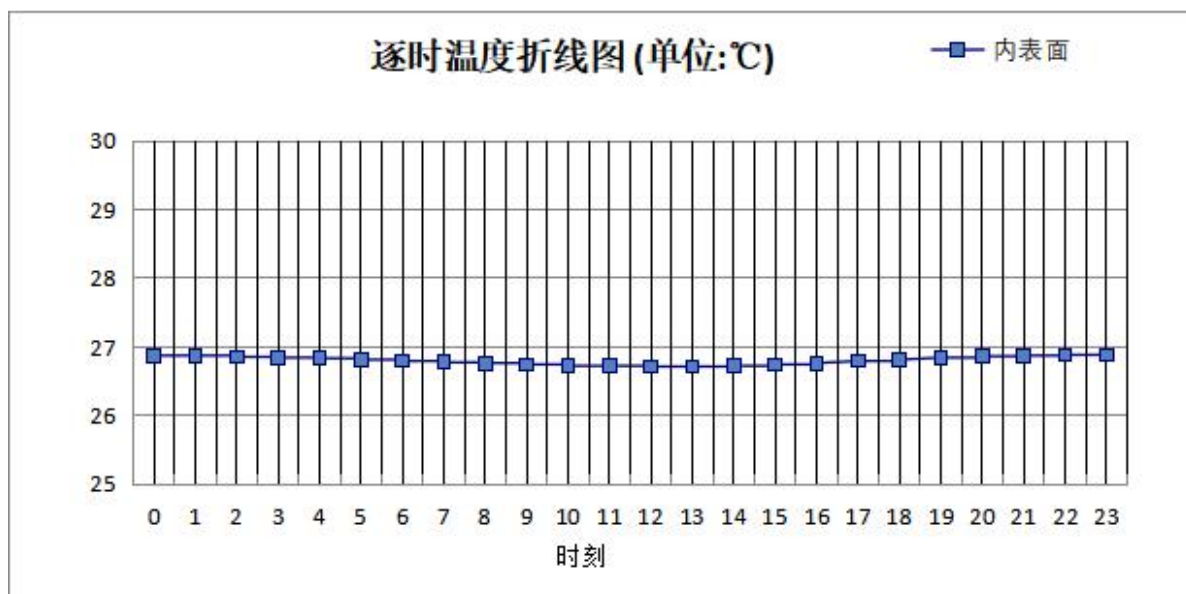
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------

26.50	26.50	26.50	26.50	26.50	26.50	26.50	26.50	26.50	26.50	26.50	26.50	26.50
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
26.50	26.50	26.50	26.50	26.50	26.50	26.50	26.50	26.50	26.50	26.50	26.50	26.50

6.1.2 屋顶构造一（不上人屋面）

材料名称 由外到内	厚度	差分 步长	导热 系数	蓄热 系数	修正 系数	热阻	热惰性 指标
	(mm)	(mm)	W/(m.K)	W/(m².K)	α	(m² K)/W	D=R*S
C20 细石混凝土保护层, 内配 Φ4@150 双向钢筋网片	40	10.0	1.510	15.360	1.00	0.026	0.407
干铺聚酯无纺布一层（不计）	0	0.0	—	—	—	0.000	—
难燃型挤塑聚苯板(1)	64	6.4	0.030	0.540	1.25	1.707	1.152
自粘聚合物改性沥青防水卷材	3	3.0	0.230	9.370	1.20	0.011	0.122
自粘聚合物改性沥青防水卷材	3	3.0	0.230	9.370	1.20	0.011	0.122
非固化橡胶沥青防水涂料(1)	2	2.0	—	—	—	0.000	—
1: 2.5 水泥砂浆	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
LC5.0 轻骨料混凝土	30	4.3	0.230	6.810	1.00	0.130	0.888
钢筋混凝土	120	12.0	1.740	17.200	1.00	0.069	1.186
各层之和Σ	282	—	—	—	—	1.976	4.122
差分时间步长(分钟)	5.0						
外表面太阳辐射吸收系数	0.50						
传热系数 $K=1/(0.16+\sum R)$	0.47						
重质/轻质	重质围护结构						

6.1.2.1 空调房间：逐时温度

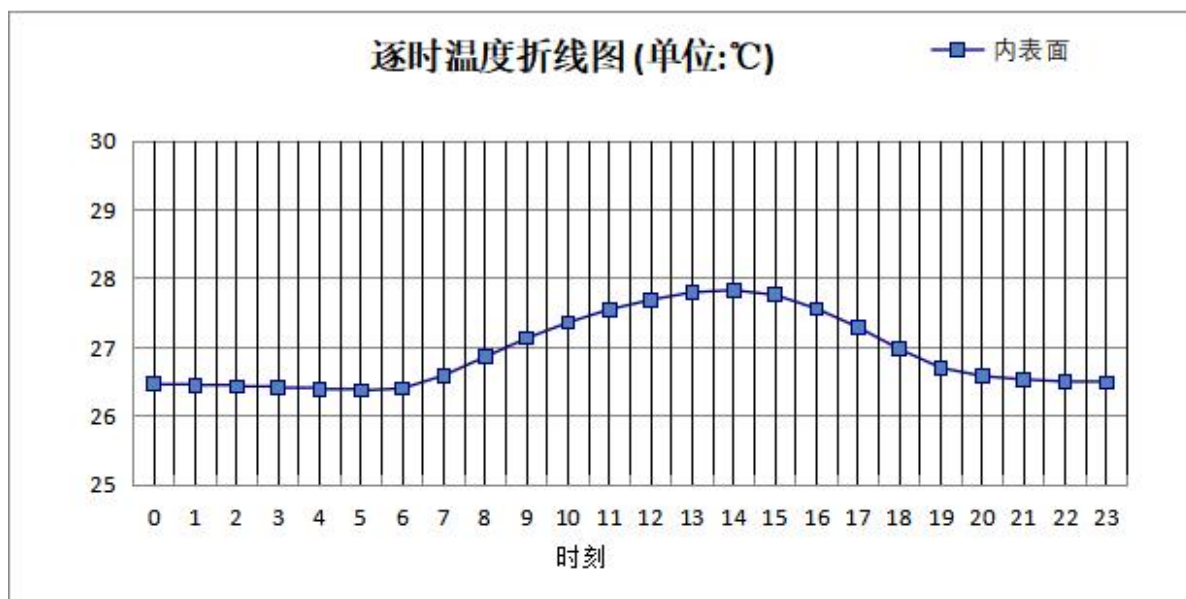


0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
26.87	26.87	26.85	26.84	26.83	26.81	26.79	26.77	26.76	26.74	26.72	26.72
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.71	26.71	26.72	26.74	26.76	26.79	26.81	26.84	26.86	26.87	26.88	26.88

6.1.3 屋顶构造二（金属屋面）

材料名称 由外到内	厚度 (mm)	差分 步长 (mm)	导热 系数 W/(m.K)	蓄热 系数 W/(m².K)	修正 系数 α	热阻 (m² K)/W	热惰性 指标 D=R*S
1.0 厚直立式锰镁铝金属屋面 (不计入计算)	1	1.0	—	191.000	—	0.000	0.000
2 厚 PVC 防水卷材 (不参与 计算)	2	2.0	—	—	—	0.000	—
0.5 厚防水透气膜 ((不参与 计算)	0.5	0.5	—	—	—	0.000	—
玻璃棉板	100	8.3	0.040	0.590	1.20	2.083	1.475
除尘无纺布 (不参与计算)	0	0.0	—	—	—	0.000	—
0.7 厚穿孔压型彩钢板 (不计 入计算) (1)	0	0.0	—	191.000	—	0.000	0.000
各层之和 Σ	103.5	—	—	—	—	2.083	1.475
差分时间步长(分钟)	5.0						
外表面太阳辐射吸收系数	0.75						
传热系数 $K=1/(0.16+\Sigma R)$	0.45						
重质/轻质	轻质围护结构						

6.1.3.1 空调房间：逐时温度



0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------

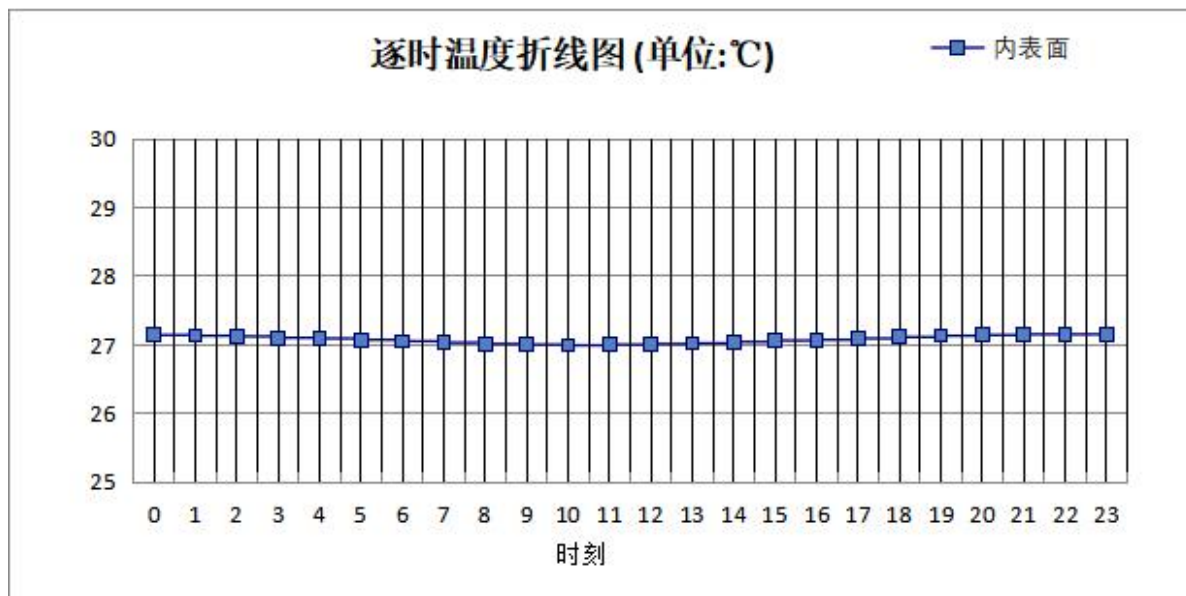
26.46	26.45	26.43	26.41	26.39	26.37	26.40	26.59	26.86	27.13	27.36	27.55
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
27.69	27.80	27.83	27.76	27.56	27.29	26.97	26.70	26.58	26.53	26.50	26.48

6.2 外墙（填充墙）构造

6.2.1 外墙(砌体)构造

材料名称 由外到内	厚度 (mm)	差分 步长 (mm)	导热 系数 W/(m.K)	蓄热 系数 W/(m².K)	修正 系数 α	热阻 (m² K)/W	热惰性 指标 D=R*S
岩棉复合保温装饰一体板	45	7.5	0.045	0.750	1.20	0.833	0.750
粘接砂浆	0	0.0	—	—	—	0.000	—
干粉类聚合物水泥防水砂浆	5	5.0	0.930	11.370	1.00	0.005	0.061
聚合物水泥防水涂料（I型）	1.5	1.5	0.087	1.635	1.00	0.017	0.028
1: 2.5 水泥砂浆找平	15	7.5	0.930	11.370	1.00	0.016	0.183
烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	9.1	0.580	7.920	1.00	0.345	2.731
石灰水泥砂浆(I)	20	10.0	0.810	10.070	1.00	0.025	0.249
各层之和 Σ	286.5	—	—	—	—	1.242	4.002
差分时间步长(分钟)	5.0						
外表面太阳辐射吸收系数	0.75						
传热系数 $K=1/(0.16+\Sigma R)$	0.71						
重质/轻质	重质围护结构						

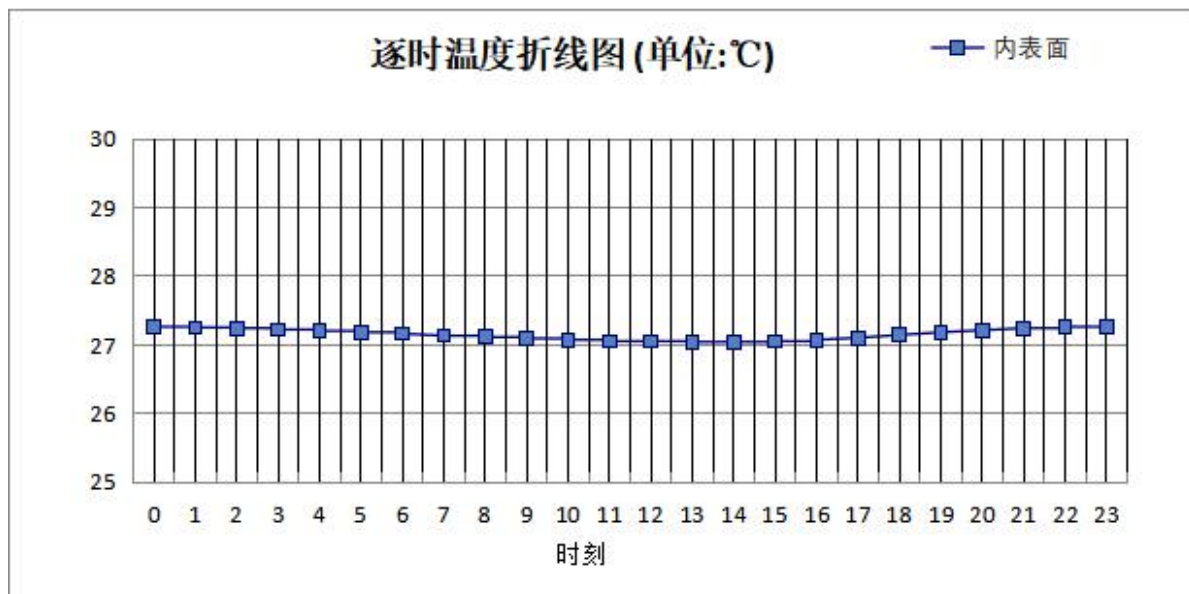
6.2.1.1 空调房间：东向逐时温度



0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
27.14	27.13	27.12	27.10	27.09	27.07	27.05	27.03	27.01	27.00	26.99	27.00
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00

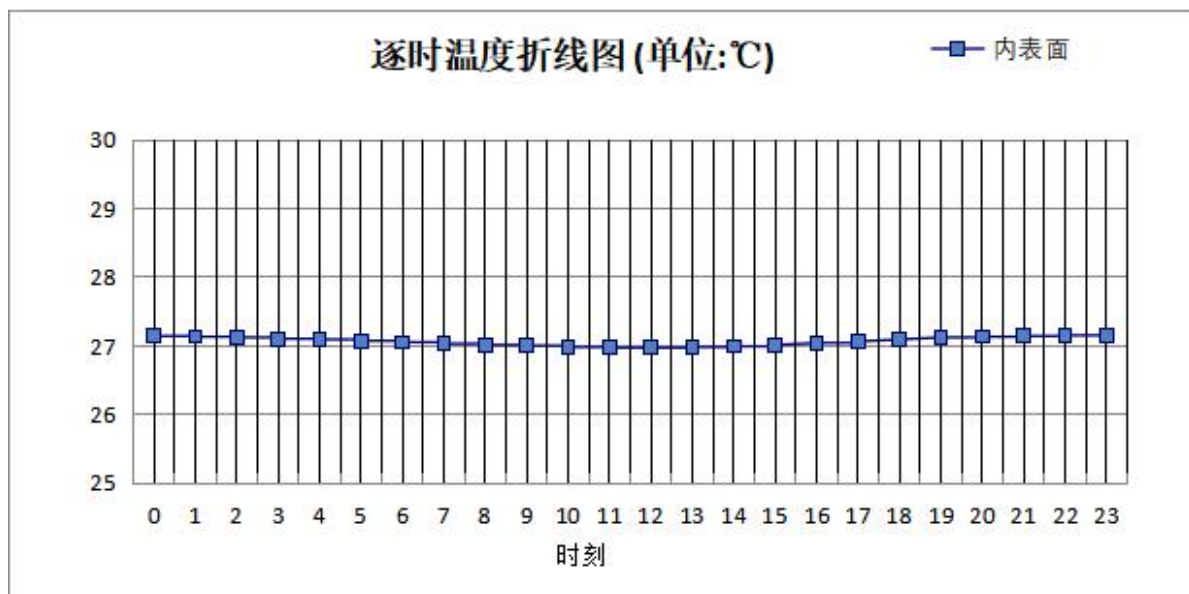
27.01	27.02	27.04	27.06	27.07	27.09	27.11	27.13	27.14	27.15	27.15	27.15
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

6.2.1.2 空调房间：西向逐时温度



0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
27.26	27.25	27.24	27.22	27.20	27.18	27.16	27.13	27.11	27.09	27.07	27.05
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
27.05	27.04	27.04	27.05	27.07	27.10	27.14	27.18	27.21	27.24	27.26	27.26

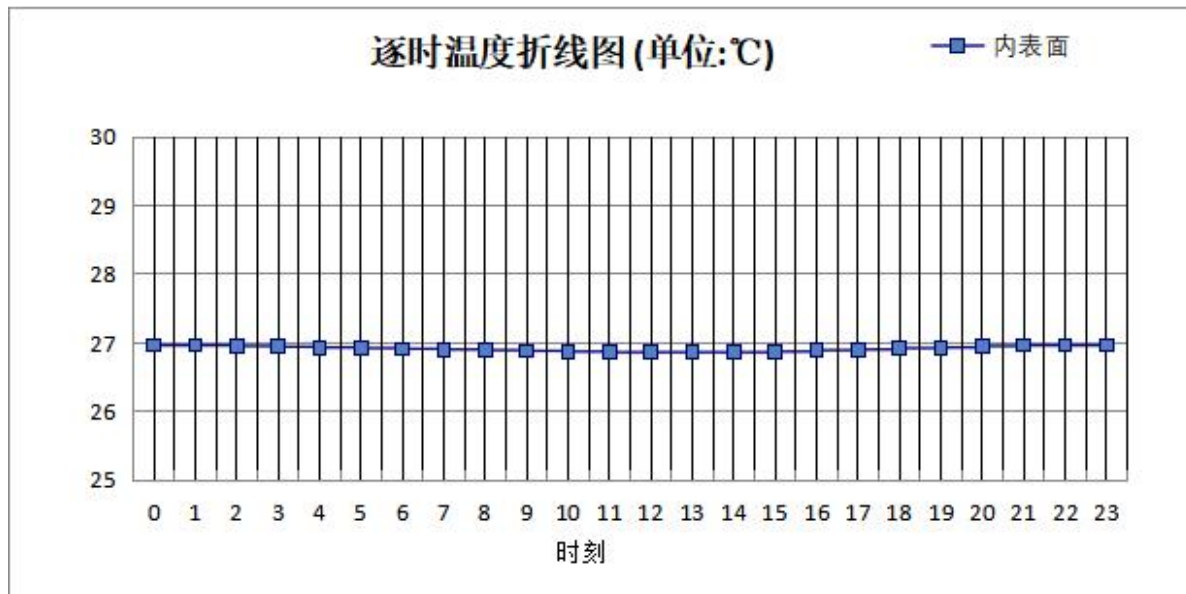
6.2.1.3 空调房间：南向逐时温度



0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------

27.14	27.13	27.12	27.10	27.09	27.07	27.05	27.03	27.01	27.00	26.98	26.97
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.97	26.98	26.99	27.01	27.04	27.06	27.09	27.12	27.13	27.14	27.15	27.15

6.2.1.4 空调房间：北向逐时温度



0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
26.96	26.96	26.95	26.94	26.93	26.92	26.91	26.90	26.89	26.88	26.87	26.86
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.86	26.86	26.86	26.87	26.89	26.90	26.92	26.93	26.95	26.96	26.96	26.96

6.3 屋顶外墙计算结论

类型	构造	时刻	最高温度(℃)	限值(℃)	结论
屋顶	上:屋顶构造(种植屋面)	10:45	26.50	28.50	满足
	上:屋顶构造一(不上人屋面)	22:40	26.88	28.50	满足
	上:屋顶构造二(金属屋面)	13:55	27.83	29.50	满足
外墙(填充墙)	东:外墙(砌体)构造	21:50	27.15	28.00	满足
	西:外墙(砌体)构造	23:05	27.26	28.00	满足
	南:外墙(砌体)构造	22:05	27.15	28.00	满足
	北:外墙(砌体)构造	23:00	26.96	28.00	满足

7 透光围护结构隔热计算

7.1 天窗

7.1.1 天窗夏季太阳得热系数

本工程无此项围护结构

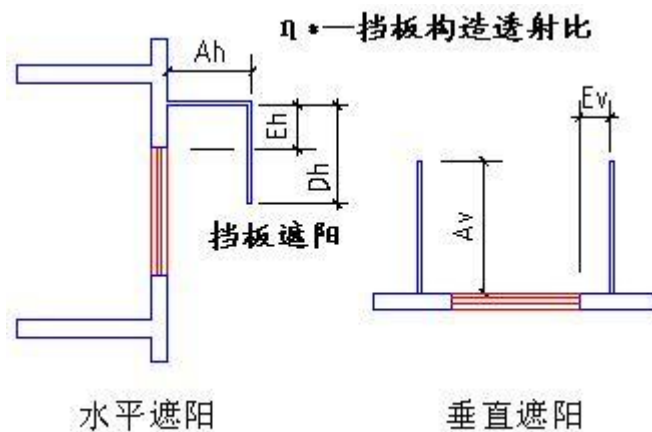
7.2 外窗

7.2.1 外窗构造

序号	构造名称	构造编号	传热系数	窗太阳得热系数	可见光透射比
1	断桥铝合金型材 14.8mm 6 高透光单银 Low-E+12A+6 透明	28	2.65	0.48	0.720
		窗编号			
		C0758, C1221, C1229, C1521, C1529, C2414, C2422, C0631, C2120, C2427, C2431, C3133, C(H)1531, C0933, C1522, C1833, C1833a, C1833b, C2122, C(H)1531A, C1212, C4358, C7218			
来源:《湖南省居住建筑节能设计标准》DBJ43/T025-2022					

7.2.2 外遮阳类型

7.2.2.1 平板外遮阳



序号	编号	水平挑出 Ah (m)	距离上沿 Eh (m)	垂直挑出 Av (m)	距离边沿 Ev (m)	挡板高 Dh (m)	挡板透射 η^*
1	水平遮阳 0	0.800	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	垂直遮阳	0.000	0.000	0.350	0.300	0.000	0.000
3	垂直遮阳 1	0.000	0.000	0.100	0.000	0.000	0.000
4	水平遮阳 2	0.950	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	水平遮阳 1	0.350	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

7.2.2.2 自定义外遮阳

序号	编号	夏季外遮阳系数	冬季外遮阳系数	平均外遮阳系数	备注
1	窗花遮阳 (按实际遮阳系数 0.85)	0.850	0.850	0.850	

7.2.3 夏季太阳得热系数

朝向	面积	传热系数	夏季综合 太阳得热系数	窗墙比	标准要求	结论
南向	455.12	2.65	0.39	0.30	夏季 SHGC \leq 0.55	满足
北向	358.60	2.65	0.42	0.24	夏季 SHGC(不要求)	满足
东向	202.75	2.65	0.37	0.17	夏季 SHGC \leq 0.50	满足
西向	226.13	2.65	0.41	0.19	夏季 SHGC \leq 0.50	满足
综合平均	1242.60	2.65	0.40	0.23		
标准依据	《民用建筑热工设计规范》GB 50176-2016 第 6.3.1 条					
标准要求	应满足表 6.3.1 的要求					
结论	满足					

备注：

本表所统计的外窗包含凸窗。

7.3 透光围护结构计算结论

序号	检查项	结论
1	天窗夏季太阳得热系数	无屋顶透光部分
2	外窗	满足
结论		满足

8 结论

综上所述，根据《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019（2024 年版）5.1.7 条，本项目屋顶和外墙的隔热性能**满足**《建筑环境通用规范》GB 55016 的相关要求；透光围护结构太阳得热系数与夏季建筑遮阳系数的乘积**满足**《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的相关要求。

隔热检查计算书

公共建筑

岳阳中学新建教学楼项目-至善楼

设计编号：2024-2071



工程地点：湖南-岳阳

建设单位：岳阳市教育事务中心

设计单位：长沙市规划设计院有限责任公司

设计人：

校对人：

审定人：

报告日期：2025年2月25日

采用软件：节能设计 BECS2025
软件版本：20250101(SP1)
正版授权码：N0b283a6c3ea9d982
研发单位：北京绿建软件股份有限公司



绿建斯维尔
绿色建筑专家

目 录

1 建筑概况	3
2 评价依据	3
3 评价目标与方法	3
3.1 评价目标	3
3.2 评价方法	3
4 边界条件参数设置	4
4.1 基本设置	4
4.2 室外空气温度	5
4.3 室外太阳辐射照度	5
4.4 室内空气温度	6
5 工程材料	6
6 屋顶外墙隔热计算	7
6.1 屋顶构造	7
6.2 外墙（填充墙）构造	8
6.3 屋顶外墙计算结论	11
7 透光围护结构隔热计算	11
7.1 天窗	11
7.2 外窗	12
7.3 透光围护结构计算结论	13
8 结论	13

1 建筑概况

工程名称	岳阳中学新建教学楼项目-至善楼		
工程地点	湖南-岳阳		
气候子区	夏热冬冷 A 区		
大气透明度等级	5		
建筑面积	地上 3561 m²	地下 0 m²	
建筑层数	地上 5	地下 0	
建筑高度	19.5m		
结构类型			

2 评价依据

1. 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021
2. 《建筑环境通用规范》GB 55016
3. 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019（2024 年版）
4. 《民用建筑热工设计规范》GB50176
5. 施工图、设计说明、墙身大样图、节能计算书

3 评价目标与方法

3.1 评价目标

1. 依据《建筑环境通用规范》和《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019（2024年版）的要求和规定，屋顶和外墙的隔热性能应满足要求。
2. 通过房间围护结构的内表面温度计算，判断是否不大于《建筑环境通用规范》给出的内表面最高温度。

3.2 评价方法

1. 在给定两侧空气温度及变化规律的情况下，外墙内表面最高温度应符合表3.2.1的要求：

表 3.2.1 外墙内表面最高温度的限值

房间类型	自然通风房间	空调房间	
		重质围护结构 ($D \geq 2.5$)	轻质围护结构 ($D < 2.5$)
内表面最高温度 $\theta_{i,max}$	$\leq t_{e,max}$	$\leq t_i + 2$	$\leq t_i + 3$

2. 在给定两侧空气温度及变化规律的情况下，屋面内表面最高温度应符合表3.2.2的要求：

表 3.2.2 屋顶内表面最高温度的限值

房间类型	自然通风房间	空调房间	
		重质围护结构 ($D \geq 2.5$)	轻质围护结构 ($D < 2.5$)

内表面最高温度 $\theta_{i,max}$	$\leq t_{e,max}$	$\leq t_i+2.5$	$\leq t_i+3.5$
-----------------------------	------------------	----------------	----------------

表中： $\theta_{i,max}$ —围护结构内表面最高温度（℃），应按《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016

附录C.3 的规定计算：

t_i —室内空气温度，（℃）。

$t_{e,max}$ —累年日平均温度最高日的最高温度（℃），应按《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016配套软件气象数据取用。

3. 外围护结构内表面最高温度按照规范《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016附录C.3 的规定计算：

- 1) 按式 3.2.3-1 建立常物性、无内热源的一维非稳态导热的内部微分方程，微分方程的求解可采用有限差分法：

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \alpha \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} \quad (3.2.3-1)$$

式中： $\frac{\partial t}{\partial \tau}$ —温度对于时间的导数，℃/s。

α —材料的导温系数， $\alpha = \frac{\lambda}{\rho c}$ ，m²/s。

- 2) 按式 3.2.3-2 建立第三类边界条件隐式差分格式边界节点方程（边界节点 1，节点 n 可参照）：

$$-\frac{\lambda}{\Delta x}(t_1^k - t_2^k) + \alpha(t_f^k - t_1^k) + \rho_s l^k = C_p \rho \frac{\Delta x}{2} \cdot \frac{t_1^k - t_1^{k-1}}{\Delta \tau} \quad (3.2.3-2)$$

式中： C_p —材料的比热，J/(kg·K)；

ρ —材料的密度，kg/m³；

α —材料的导温系数， $\alpha = \frac{\lambda}{\rho c}$ ，m²/s；

Δx —差分步长，m；

λ —材料的导热系数，[W/(m·K)]；

t_f^k —对流换热温度，℃。

- 3) 按式 3.2.3-3 列出各内部节点和边界点的节点方程，并求解节点方程组得到外墙、屋顶内表面温度值。

$$t_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} t_j + c_i, i=1,2,\dots,n \quad (3.2.3-3)$$

式中： t_i —差分节点温度值，℃。

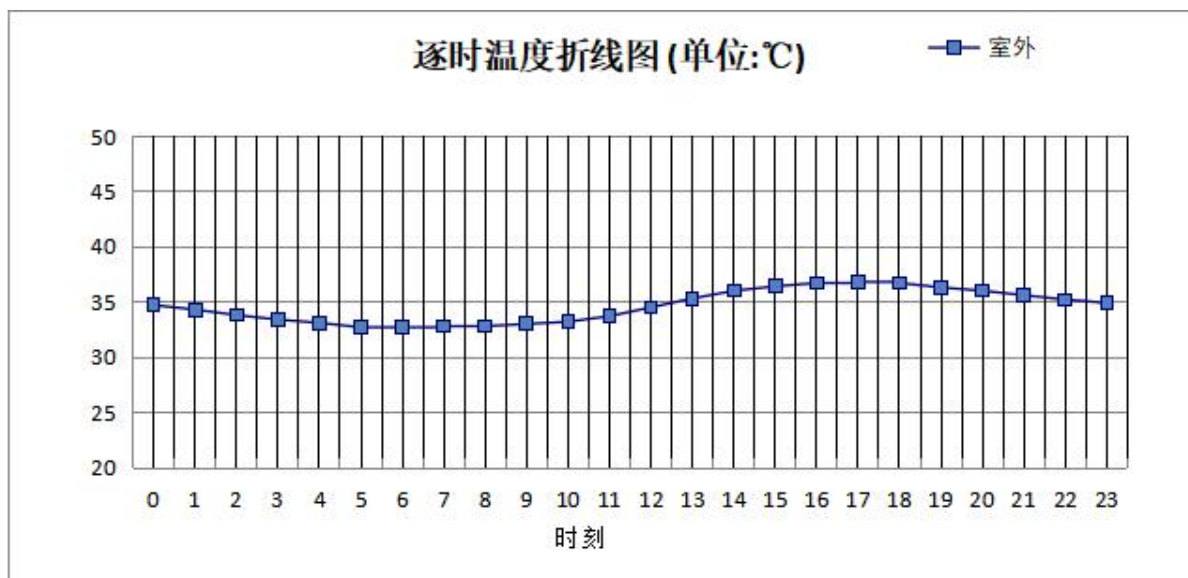
4 边界条件参数设置

4.1 基本设置

公式及变量	变量名	数值	说明
(一) 内表面边界条件（第三类边界条件）			
$t_{f,1}$	夏季室内温度，℃		按《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 第 3.3.2 条的规定取值。

h_1	室内侧对流换热系数, W/(m ² ·K)	8.7	按《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 附录 B.4.1, 表 B.4.1-1 取值。
(二) 外表面边界条件 (第三类边界条件)			
h_{n+1}	室外侧对流换热系数, (m ² · K)	19.0	按《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 附录 B.4.1, 表 B.4.1-2 取值。
t_{sh}	室外空气逐时温度, °C		按《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 配套软件气象数据取用。
I^k	表面法向太阳总辐射强度, 包括直射和散射, W/m ²		按《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 配套软件气象参数取值。
ρ_s	外表面太阳辐射吸收系数		根据工程构造取值。

4.2 室外空气温度



0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
34.70	34.30	33.80	33.40	33.10	32.70	32.70	32.80	32.80	33.00	33.20	33.70
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
34.50	35.30	36.00	36.40	36.70	36.80	36.70	36.30	36.00	35.60	35.20	34.90

4.3 室外太阳辐射照度

变量	变量名	公式来源
I^k	表面法向太阳总辐射强度, 包括直射和散射, W/m ²	按《民用建筑热工设计规范 GB 50176-2016》配套软件气象数据取用。

时刻\朝向	东	南	西	北	水平
-------	---	---	---	---	----

0:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6:00	179.97	56.47	62.86	31.25	143.70
7:00	291.78	139.28	122.72	91.14	301.40
8:00	344.70	205.76	159.13	129.06	434.90
9:00	337.61	262.06	184.95	150.92	540.90
10:00	295.35	309.73	207.69	170.04	628.80
11:00	219.93	331.60	219.93	180.03	664.70
12:00	236.31	350.53	333.15	193.23	706.10
13:00	237.51	335.43	429.01	193.64	687.70
14:00	228.44	296.09	505.52	185.53	634.10
15:00	194.32	219.15	485.50	143.62	490.70
16:00	148.85	139.54	391.97	79.24	328.90
17:00	78.65	49.26	240.29	16.30	152.60
18:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

4.4 室内空气温度

根据《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 第 3.3.2 条的规定取 26 摄氏度

5 工程材料

材料名称	导热系数 λ	蓄热系数 S	密度 ρ	比热容 C_p	蒸汽渗透系数 u	数据来源
	W/(m.K)	W/(m ² .K)	kg/m ³	J/(kg.K)	g/(m.h.kPa)	
水泥砂浆	0.930	11.370	1800.0	1050.0	0.0210	
耐碱玻纤网格布, 抗裂砂浆	0.930	11.370	1800.0	1050.0	0.0210	
钢筋混凝土	1.740	17.200	2500.0	920.0	0.0158	
烧结页岩多孔砖/空心	0.580	7.920	1400.0	1062.3	0.0158	

砖墙						
1: 2.5 水泥砂浆找平	0.930	11.370	1800.0	1050.0	0.0210	
石灰水泥砂浆(1)	0.810	10.070	1600.0	1050.0	0.0443	
加气混凝土砌体	0.220	3.601	700.0	1158.0	0.0000	
C30 细石混凝土保护层	1.510	15.360	2300.0	920.0	0.0173	
弹性体改性沥青防水卷材 (耐根穿刺防水层)	0.230	9.370	900.0	5832.3	0.0075	
聚合物水泥防水涂料 (I 型)	0.087	1.635	330.0	1280.4	0.0000	
干粉类聚合物水泥防水砂浆	0.930	11.370	1800.0	1050.0	0.0210	
难燃型挤塑聚苯板(1)	0.030	0.540	25.0	5346.4	0.0000	
LC5.0 轻骨料混凝土	0.230	6.810	1150.0	2411.0	0.0000	湖南省公/居建筑节能设计标准常用材料-2022
M15 砂浆 (1: 3 水泥砂浆)	0.930	11.370	1800.0	1000.0	0.0210	
种植土	0.300	4.420	550.0	1628.2	0.0000	湖南省公/居建筑节能设计标准常用材料-2022
无饰面岩棉复合板保温层	0.045	0.750	100.0	1718.9	0.0000	湖南公建 2017, 计算为芯材厚度
岩棉复合保温装饰一体板	0.045	0.750	100.0	1718.9	0.0000	湖南公建 2017, 计算为芯材厚度

6 屋顶外墙隔热计算

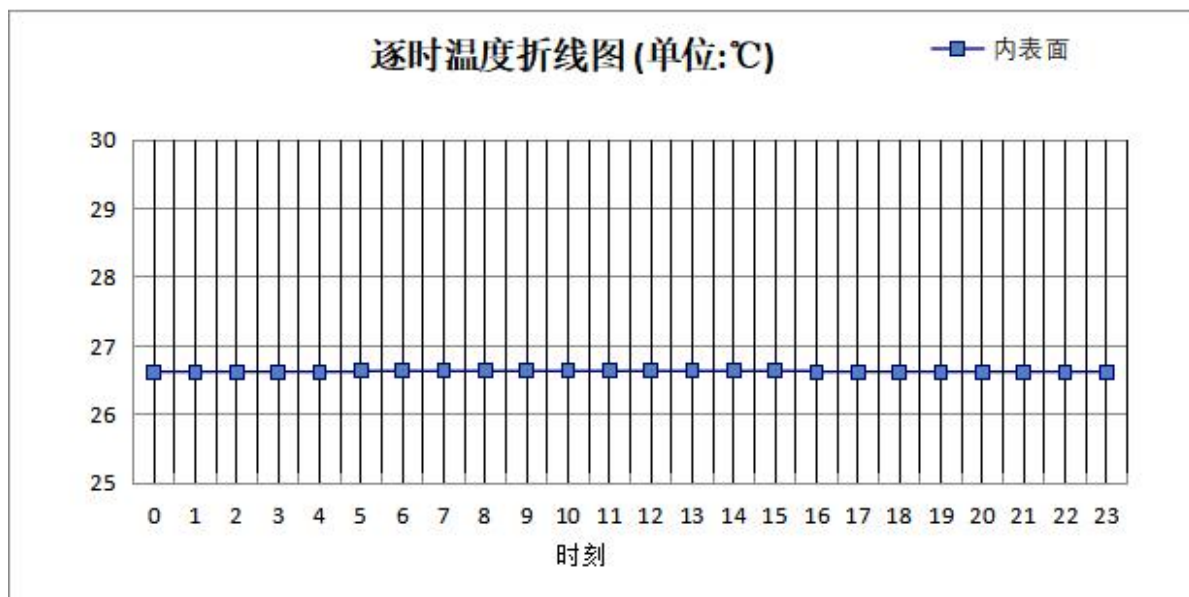
6.1 屋顶构造

6.1.1 屋顶构造 (种植屋面)

材料名称 由外到内	厚度	差分步长	导热系数	蓄热系数	修正系数	热阻	热惰性指标
	(mm)	(mm)	W/(m.K)	W/(m².K)	α	(m² K)/W	D=R*S
种植土	300	8.6	0.300	4.420	1.00	1.000	4.420
干铺聚酯无纺布一层 (不计)	0	0.0	—	—	—	0.000	—
弹性体改性沥青防水卷材 (耐根穿刺防水层)	4	2.0	0.230	9.370	1.20	0.014	0.163
非固化橡胶沥青防水涂料(1)	2	2.0	—	—	—	0.000	—
M15 砂浆 (1: 3 水泥砂浆)	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
LC5.0 轻骨料混凝土	30	4.3	0.230	6.810	1.00	0.130	0.888
难燃型挤塑聚苯板(1)	50	6.3	0.030	0.540	1.25	1.333	0.900

聚氨酯防水涂料(1)	1.5	1.5	—	—	—	0.000	—
钢筋混凝土	120	12.0	1.740	17.200	1.00	0.069	1.186
各层之和Σ	527.5	—	—	—	—	2.569	7.802
差分时间步长(分钟)	5.0						
外表面太阳辐射吸收系数	0.50						
传热系数 $K=1/(0.16+\sum R)$	0.37						
重质/轻质	重质围护结构						

6.1.1.1 空调房间：逐时温度



0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
26.62	26.62	26.62	26.62	26.62	26.63	26.63	26.63	26.63	26.63	26.63	26.63
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.63	26.63	26.63	26.63	26.62	26.62	26.62	26.62	26.62	26.62	26.62	26.62

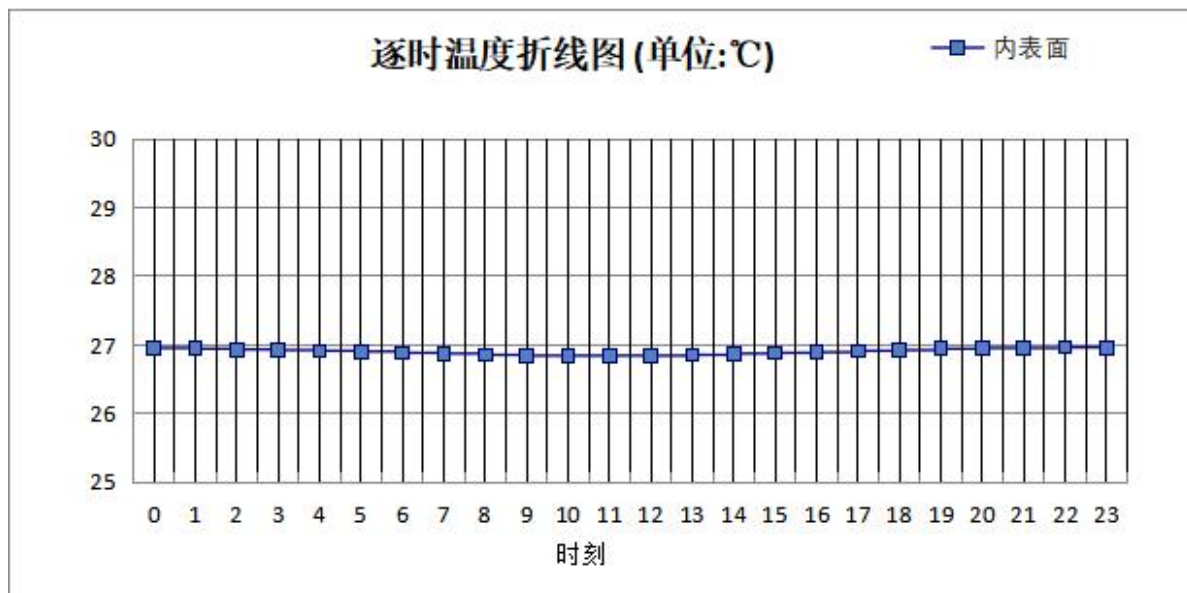
6.2 外墙（填充墙）构造

6.2.1 外墙(砌体)构造

材料名称 由外到内	厚度	差分 步长	导热 系数	蓄热 系数	修正 系数	热阻	热惰性 指标
	(mm)	(mm)	W/(m.K)	W/(m².K)	α	(m² K)/W	$D=R*S$
岩棉复合保温装饰一体板	50	7.1	0.045	0.750	1.00	1.111	0.833
粘接砂浆	0	0.0	—	—	—	0.000	—
干粉类聚合物水泥防水砂浆	5	5.0	0.930	11.370	1.00	0.005	0.061
聚合物水泥防水涂料 (I 型)	1.5	1.5	0.087	1.635	1.00	0.017	0.028
1: 2.5 水泥砂浆找平	15	7.5	0.930	11.370	1.00	0.016	0.183
烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	9.1	0.580	7.920	1.00	0.345	2.731
石灰水泥砂浆(1)	20	10.0	0.810	10.070	1.00	0.025	0.249

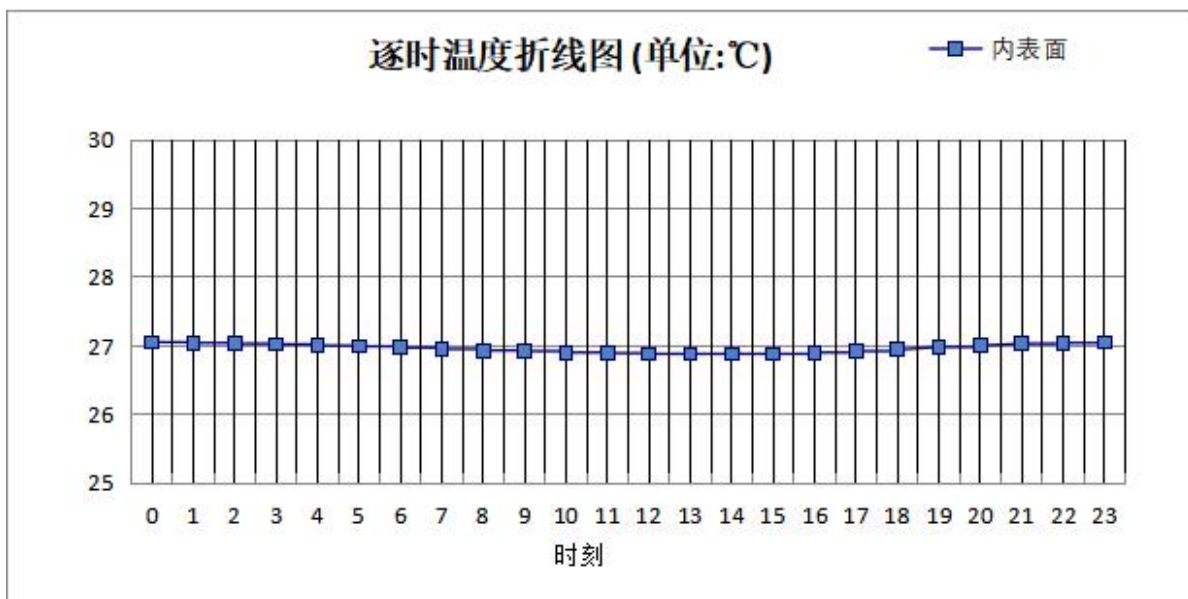
各层之和 Σ	291.5	—	—	—	—	1.519	4.086
差分时间步长(分钟)	5.0						
外表面太阳辐射吸收系数	0.75						
传热系数 $K=1/(0.16+\Sigma R)$	0.60						
重质/轻质	重质围护结构						

6.2.1.1 空调房间：东向逐时温度



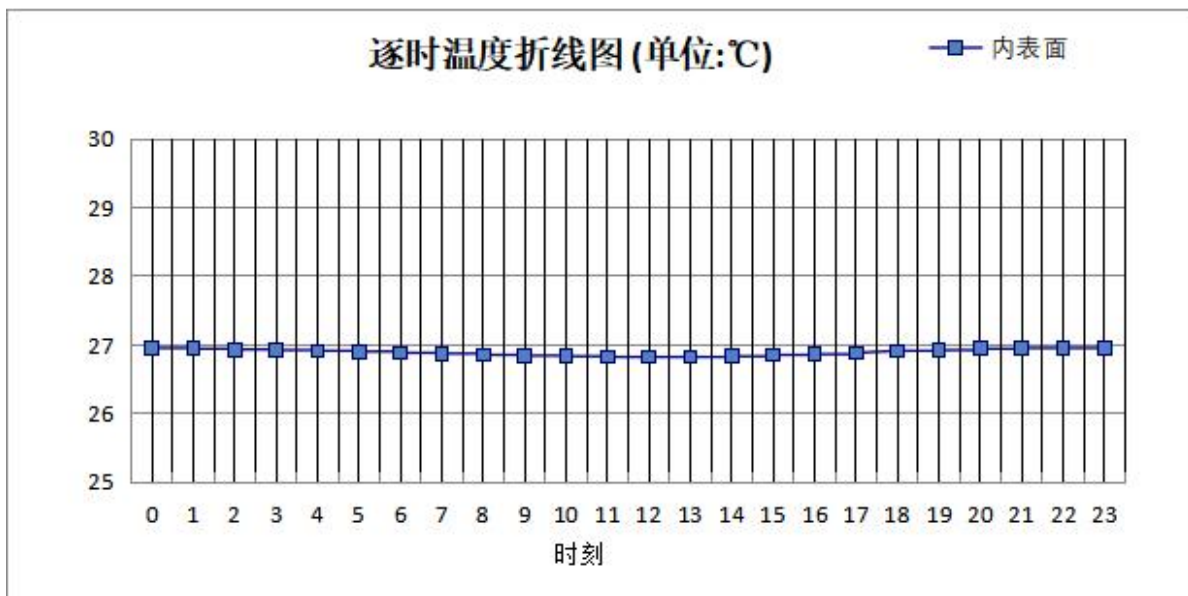
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
26.95	26.94	26.93	26.92	26.91	26.90	26.88	26.87	26.85	26.84	26.84	26.84
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.84	26.85	26.87	26.88	26.89	26.91	26.92	26.94	26.95	26.95	26.96	26.95

6.2.1.2 空调房间：西向逐时温度



0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
27.05	27.04	27.03	27.02	27.00	26.99	26.97	26.95	26.93	26.92	26.90	26.89
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.88	26.88	26.88	26.88	26.90	26.92	26.94	26.98	27.00	27.03	27.04	27.05

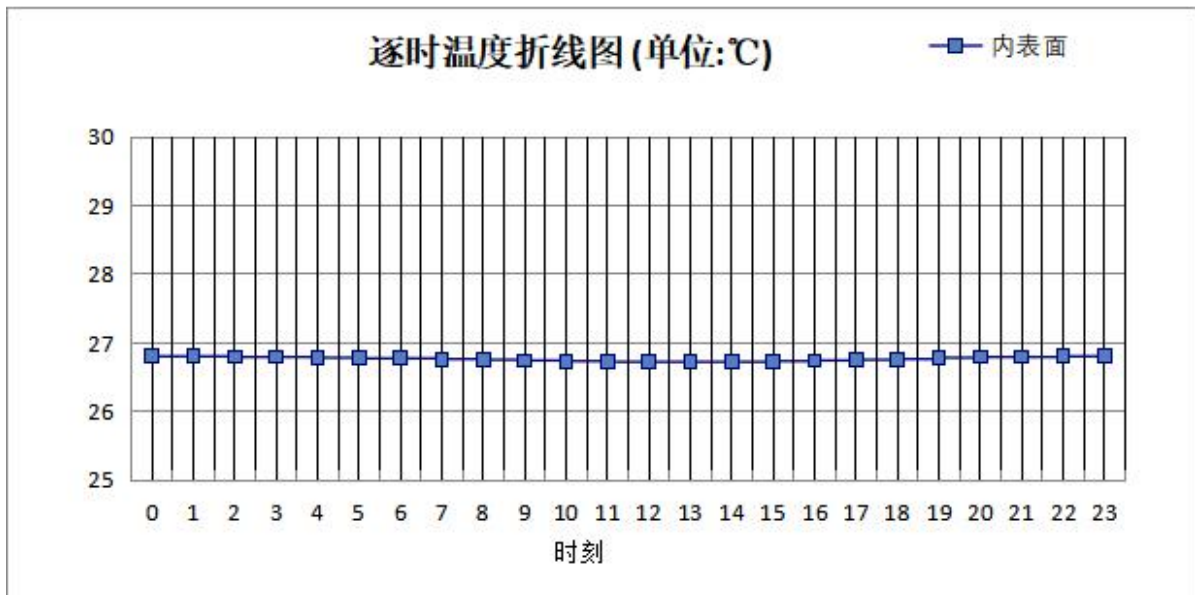
6.2.1.3 空调房间：南向逐时温度



0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
26.95	26.94	26.93	26.92	26.91	26.90	26.88	26.87	26.85	26.84	26.83	26.82
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.82	26.82	26.82	26.82	26.82	26.82	26.82	26.82	26.82	26.82	26.82	26.82

26.82	26.82	26.83	26.85	26.86	26.88	26.91	26.92	26.94	26.95	26.95	26.95
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

6.2.1.4 空调房间：北向逐时温度



0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
26.80	26.80	26.79	26.79	26.78	26.77	26.77	26.76	26.75	26.74	26.73	26.72
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.72	26.72	26.72	26.73	26.74	26.75	26.76	26.78	26.79	26.79	26.80	26.80

6.3 屋顶外墙计算结论

类型	构造	时刻	最高温度(℃)	限值(℃)	结论
屋顶	上:屋顶构造(种植屋面)	10:05	26.63	28.50	满足
外墙(填充墙)	东:外墙(砌体)构造	22:05	26.96	28.00	满足
	西:外墙(砌体)构造	23:20	27.05	28.00	满足
	南:外墙(砌体)构造	22:20	26.95	28.00	满足
	北:外墙(砌体)构造	23:15	26.80	28.00	满足

7 透光围护结构隔热计算

7.1 天窗

7.1.1 天窗夏季太阳得热系数

本工程无此项围护结构

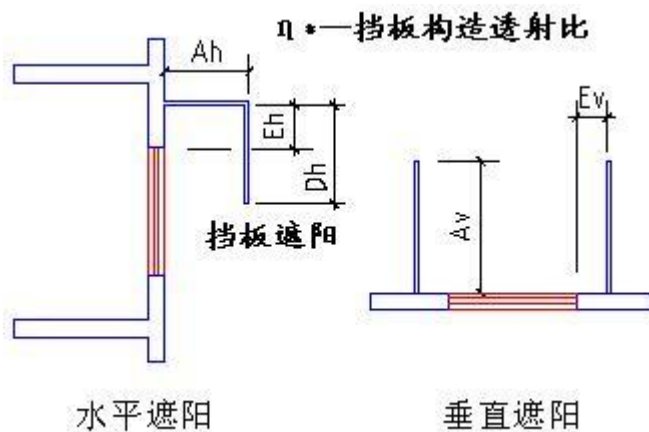
7.2 外窗

7.2.1 外窗构造

序号	构造名称	构造编号	传热系数	窗太阳得热系数	可见光透射比
1	断桥铝合金型材 14.8mm 6 高透光单银 Low-E+12A+6 透明	28	2.65	0.48	0.720
		窗编号			
		C(H)1330, C(H)1530, C1822, C2122, C(H)0822, C(H)2430, C1522, C2120			
	来源:《湖南省居住建筑节能设计标准》DBJ43/T025-2022				

7.2.2 外遮阳类型

7.2.2.1 平板外遮阳



序号	编号	水平挑出 Ah (m)	距离上沿 Eh (m)	垂直挑出 Av (m)	距离边沿 Ev (m)	挡板高 Dh (m)	挡板透射 η^*
1	垂直遮阳 2	0.000	0.000	0.350	0.350	0.000	0.000
2	水平遮阳 0	0.800	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	垂直遮阳 1	0.000	0.000	0.900	0.300	0.000	0.000
4	水平遮阳 1	1.400	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

7.2.2.2 自定义外遮阳

序号	编号	夏季外遮阳系数	冬季外遮阳系数	平均外遮阳系数	备注
1	窗花遮阳 (按实际遮阳系数 0.85)	0.850	0.850	0.850	

7.2.3 夏季太阳得热系数

朝向	面积	传热系数	夏季综合太阳得热系数	窗墙比	标准要求	结论
----	----	------	------------	-----	------	----

南向	324.00	2.65	0.37	0.30	夏季 SHGC \leq 0.55	满足
北向	311.60	2.65	0.42	0.29	夏季 SHGC(不要求)	满足
西向	39.00	2.65	0.40	0.11	夏季 SHGC \leq 0.50	满足
综合平均	674.60	2.65	0.40	0.23		
标准依据	《民用建筑热工设计规范》GB 50176-2016 第 6.3.1 条					
标准要求	应满足表 6.3.1 的要求					
结论	满足					

备注：

本表所统计的外窗包含凸窗。

7.3 透光围护结构计算结论

序号	检查项	结论
1	天窗夏季太阳得热系数	无屋顶透光部分
2	外窗	满足
结论		满足

8 结论

综上所述，根据《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019（2024 年版）5.1.7 条，本项目屋顶和外墙的隔热性能**满足**《建筑环境通用规范》GB 55016 的相关要求；透光围护结构太阳得热系数与夏季建筑遮阳系数的乘积**满足**《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的相关要求。

结 露 检 查 计 算 书

公共建筑

岳阳中学新建教学楼项目-新建综合楼

设计编号：2024-2071



工程地点：地点

建设单位：岳阳市教育事务中心

设计单位：长沙市规划设计院有限责任公司

设计人：

校对人：

审定人：

报告日期：2025年2月25日

采用软件：节能设计 BECS2025
软件版本：20250101(SP1)
正版授权码：N0b283a6c3ea9d982
研发单位：北京绿建软件股份有限公司



绿建斯维尔

绿色建筑专家

1 建筑概况

工程名称	岳阳中学新建教学楼项目-新建综合楼
工程地点	湖南-岳阳
气候子区	夏热冬冷 A 区
建筑面积 (Ao)	地上 7583 m ² 地下 0 m ²
建筑层数	地上 6 地下 0
建筑高度	22.7m
结构类型	
$t_{e \cdot \min}$ 累年最低日平均温度(℃)	-2.3
t_w 采暖室外计算温度(℃)	1.1

2 评价依据

1. 《建筑环境通用规范》GB55016-2021
2. 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019（2024 年版）
3. 《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016
4. 施工图、设计说明、墙身大样图、节能计算书

3 评价目标与方法

3.1 评价目标

3.1.1 热桥部位评价目标

1. 依据《建筑环境通用规范》GB55016-2021 的要求和规定：
4.4.1 供暖建筑非透光围护结构中的热桥部位应进行表面结露 验算，并应采取保温措施确保热桥内表面温度高于房间空气露点温度。
4.4.2 非透光围护结构热桥部位的表面结露验算应符合以下规定：
 - 1 当冬季室外计算温度低于 0.9℃时，应对热桥部位进行 内表面结露验算。
 - 2 热桥部位的内表面温度计算应符合下列规定: 1) 室内空气相对湿度应取 60%; 2) 应根据热桥部位确定采用二维或三维传热计算; 3) 距离较小的热桥应合并计算。
 - 3 当热桥部位内表面温度低于空气露点温度时，应采取保温措施，并应重新进行验算。
2. 依据建筑屋面和外墙热桥部分的内表面温度计算，判断是否符合《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019（2024年版）“围护结构的内表面在室内设计温、湿度条件下无结露现象”的要求。

3.1.2 主体部位评价目标

1. 依据《建筑环境通用规范》GB55016-2021 的要求和规定：
4.2.2 非透光围护结构内表面温度与室内空气温度的温差应符合下表的规定。

非透光围护结构内表面温度与室内空气温度允许温差

非透光围护结构部位	允许温差 Δt (K)
外墙	$\leq t_i - t_d$
楼、屋面	
地面	
地下室外墙	

3.2 评价方法

3.2.1 热桥部位评价方法

1. 将本工程热桥节点图集中于热桥表中对应的单元中，包括外墙-屋顶(WR)、外墙-楼板(WF)、外墙-挑空楼板(WA)、门窗上口(WU)、门窗上口(WU)、门窗左右(WS)、外墙-内墙(WI)等主要位置。
2. 按围护结构热惰性指标D值的不同，依据《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 第3.2.2条的规定，计算冬季室外热工计算温度 t_e 。

表3.2.2 冬季室外热工计算温度

围护结构热稳定性	计算温度 (°C)
$6.0 \leq D$	$t_e = t_w$
$4.1 \leq D < 6.0$	$t_e = 0.6t_w + 0.4t_{e \cdot \min}$
$1.6 \leq D < 4.1$	$t_e = 0.3t_w + 0.7t_{e \cdot \min}$
$D < 1.6$	$t_e = t_{e \cdot \min}$

3. 热桥节点边界条件依据《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 附录第C.2.5条进行设定，通过解温度场的方式求解热桥节点内表面的最低温度和每个分块单元的温度。
4. 将计算温度与空气露点温度比对，判断是否出现结露现象。

3.2.2 主体部位评价方法

围护结构主体结构内表面温度按如下方法计算：

- 1) 墙体、楼/屋面内表面温度计算：

$$\theta_i = t_i - \frac{R_i}{R_0}(t_i - t_e)$$

θ_i ——内表面温度 (°C)；

t_i ——室内计算温度 (°C)；

t_e ——室外计算温度 (°C)

R_i ——内表面换热阻 ($m^2 \cdot k/W$)

R_0 ——主体传热阻 ($m^2 \cdot k/W$)

- 2) 地面、地下室室内表面温度计算：

$$\theta_i = \frac{t_i * R + \theta_e * R_i}{R + R_i}$$

θ_i ——内表面温度 (°C)；

t_i ——室内计算温度 (°C)；

θ_e ——主体与土壤接触面温度（℃），应取《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 附录 A 表 A.0.1 中的最冷月平均温度。

R_i ——内表面换热阻（ $m^2 \cdot k/W$ ）

R ——主体传热阻（ $m^2 \cdot k/W$ ）

4 评价内容

4.1 基础计算条件和露点温度

地点	湖南-岳阳
a_i 内表面换热系数 $W/(m^2 \cdot K)$	8.7
a_e 外表面换热系数 $W/(m^2 \cdot K)$	23.0
t_i 室内计算温度(℃)	18
$t_{e.min}$ 累年最低日平均温度(℃)	-2.30
t_w 采暖室外计算温度(℃)	1.10
室内相对湿度 (%)	60
室内露点温度(℃)	10.12

4.2 热桥节点图和内表面温度计算

4.2.1 外墙—屋顶(OW-R5)节点

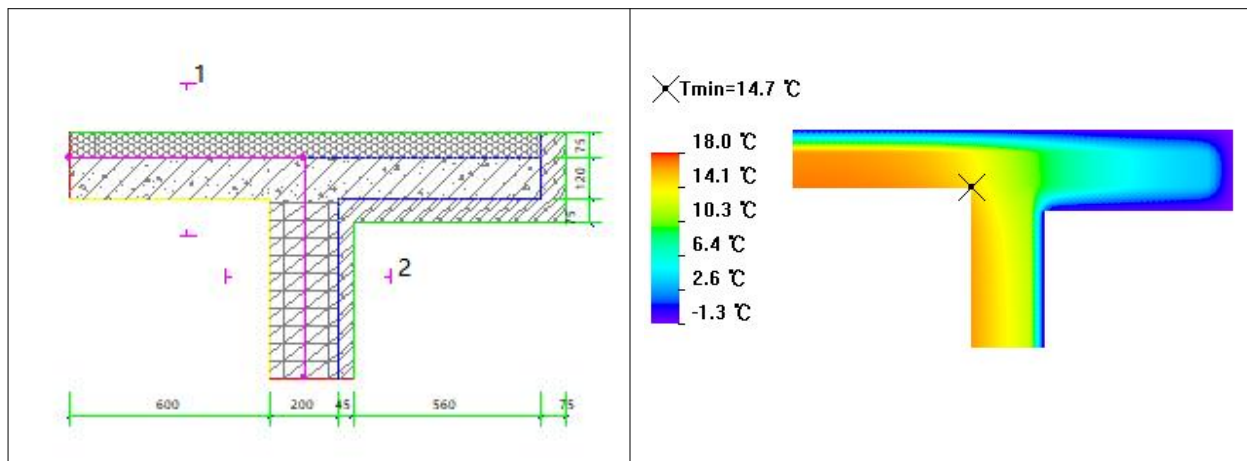
4.2.1.1 平壁构造做法

平壁 编号	材料名称	厚度	导热系数 λ	蓄热系数 S	热阻	热惰性 指标
		(mm)	$W/(m \cdot K)$	$W/(m^2 \cdot K)$	$(m^2 \cdot K)/W$	$D=R \cdot S$
1	钢筋混凝土	120	1.74	17.2	0.069	1.186
	难燃型挤塑聚苯板(1)	75	0.03	0.54	2.5	1.35
	各层之和 Σ					2.54
	室外热工计算温度 t_e	$t_e = 0.3t_w + 0.7t_{e.min}$				-1.28
2	岩棉复合保温装饰一体板	45	0.045	0.75	1	0.75
	烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.58	7.92	0.345	2.731
	各层之和 Σ					3.48
	室外热工计算温度 t_e	$t_e = 0.3t_w + 0.7t_{e.min}$				-1.28

4.2.1.2 冬季室外热工计算温度 t_e

取平壁部分室外温度的最小值，即： $t_e = -1.28$ 。

4.2.1.3 节点大样图及内表面温度计算

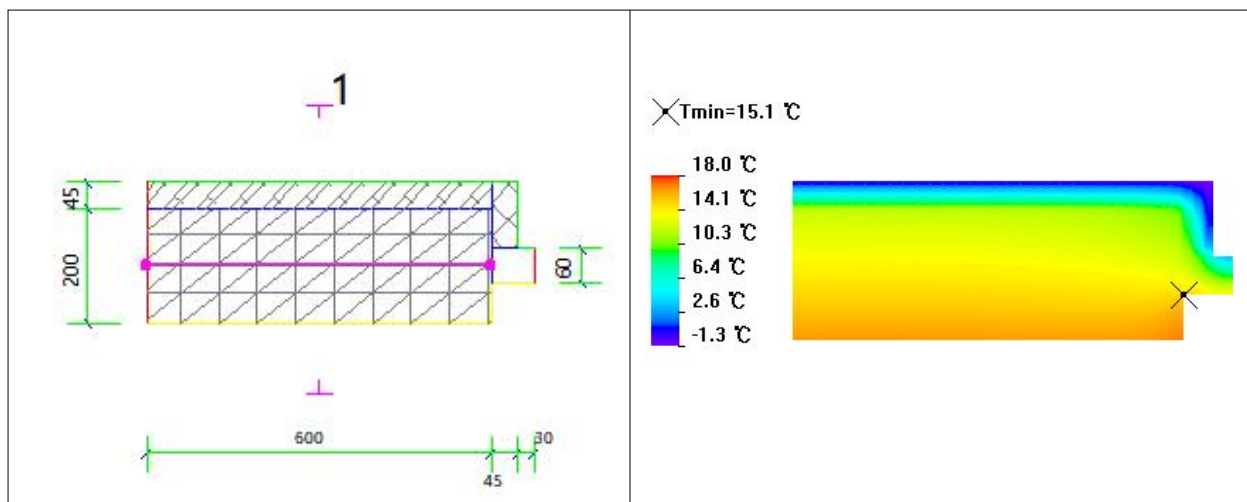


4.2.2 外墙—窗左右口(OW-WR4)节点

4.2.2.1 平壁构造做法

平壁 编号	材料名称	厚度	导热系数 λ	蓄热系数 S	热阻	热惰性 指标
		(mm)	W/(m.K)	W/(m².K)	(m².K)/W	$D=R*S$
1	岩棉复合保温装饰一体板	45	0.045	0.75	1	0.75
	烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.58	7.92	0.345	2.731
	各层之和 Σ					3.48
	室外热工计算温度 t_e	$t_e=0.3t_w+0.7t_{e.min}$				-1.28

4.2.2.2 节点大样图及内表面温度计算



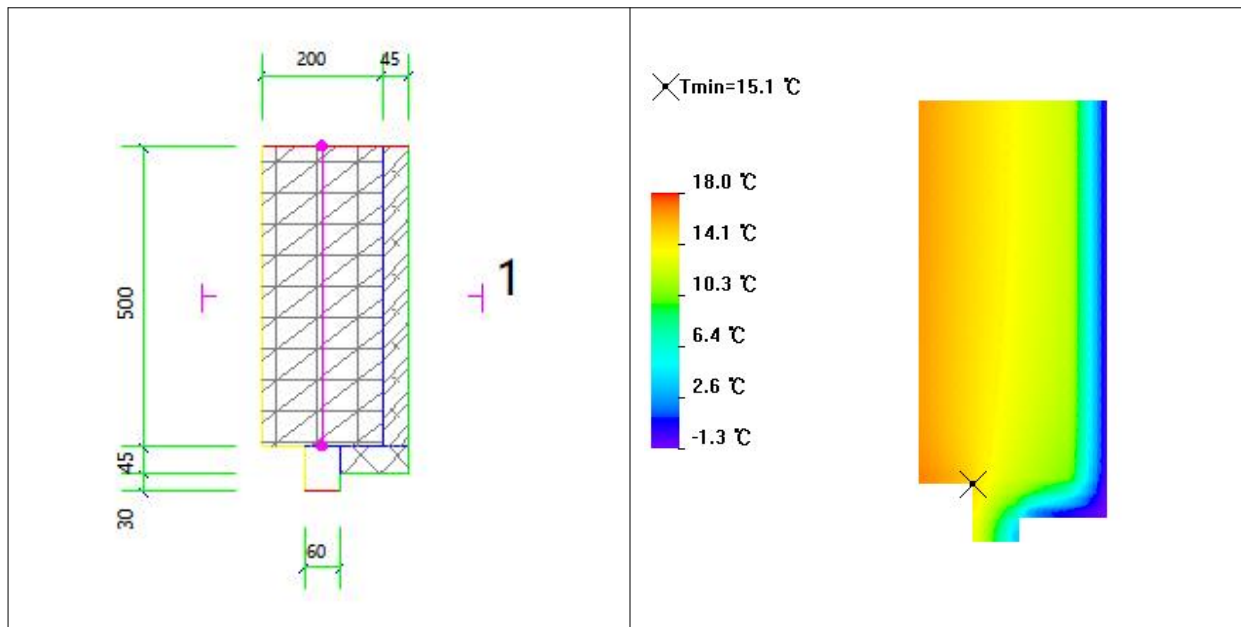
4.2.3 外墙—窗上口(OW-WU4)节点

4.2.3.1 平壁构造做法

平壁 编号	材料名称	厚度	导热系数 λ	蓄热系数 S	热阻	热惰性 指标
----------	------	----	-------------------	-------------	----	-----------

		(mm)	W/(m.K)	W/(m².K)	(m².K)/W	D=R*S
1	岩棉复合保温装饰一体板	45	0.045	0.75	1	0.75
	烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.58	7.92	0.345	2.731
	各层之和Σ					3.48
	室外热工计算温度 t_e	$t_e=0.3t_w+0.7t_{e.min}$				-1.28

4.2.3.2 节点大样图及内表面温度计算

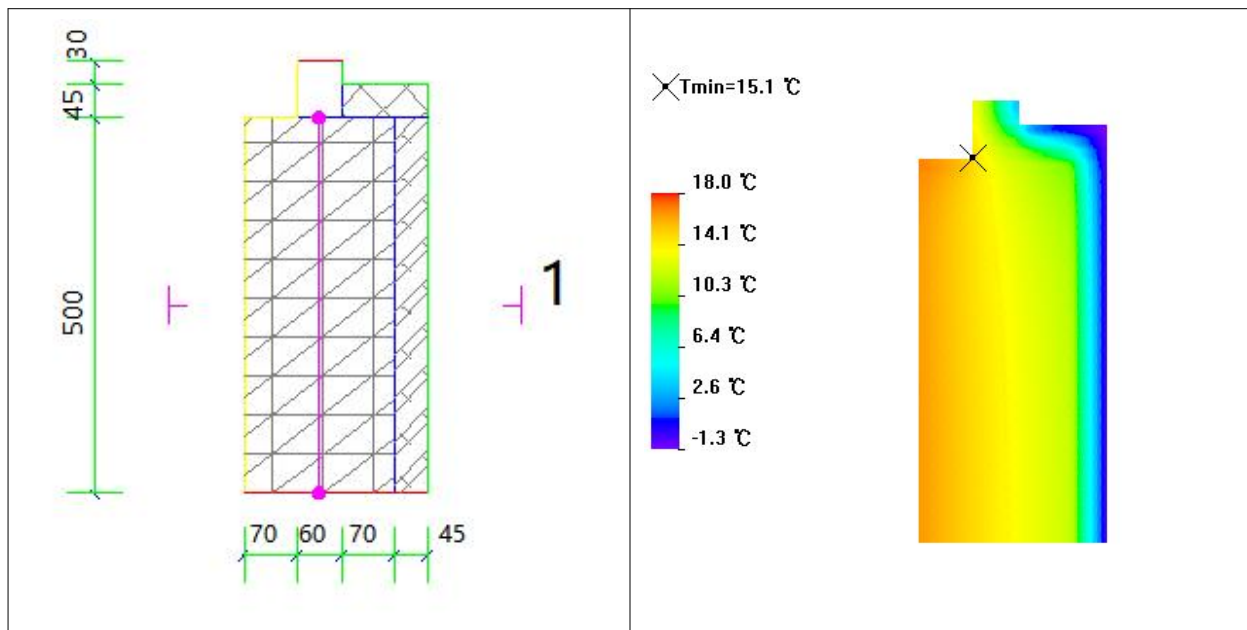


4.2.4 外墙一窗下口 (OW-WB8) 节点

4.2.4.1 平壁构造做法

平壁 编号	材料名称	厚度	导热系数 λ	蓄热系数 S	热阻	热惰性 指标
		(mm)	W/(m.K)	W/(m².K)	(m².K)/W	D=R*S
1	岩棉复合保温装饰一体板	45	0.045	0.75	1	0.75
	烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.58	7.92	0.345	2.731
	各层之和Σ					3.48
	室外热工计算温度 t_e	$t_e=0.3t_w+0.7t_{e.min}$				-1.28

4.2.4.2 节点大样图及内表面温度计算



4.2.5 外墙—凸墙角(0W-C1)节点

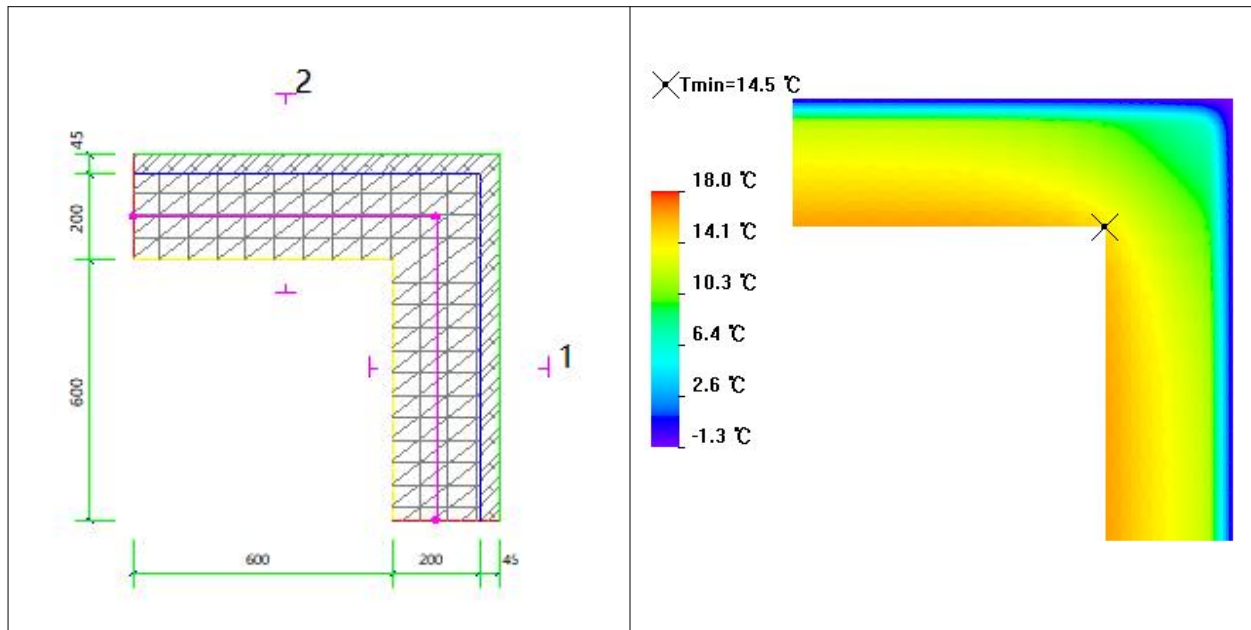
4.2.5.1 平壁构造做法

平壁 编号	材料名称	厚度	导热系数 λ	蓄热系数 S	热阻	热惰性 指标
		(mm)	W/(m.K)	W/(m ² .K)	(m ² .K)/W	D=R*S
1	岩棉复合保温装饰一体板	45	0.045	0.75	1	0.75
	烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.58	7.92	0.345	2.731
	各层之和 Σ					3.48
	室外热工计算温度 t_e	$t_e = 0.3t_w + 0.7t_{e.min}$				-1.28
2	岩棉复合保温装饰一体板	45	0.045	0.75	1	0.75
	烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.58	7.92	0.345	2.731
	各层之和 Σ					3.48
	室外热工计算温度 t_e	$t_e = 0.3t_w + 0.7t_{e.min}$				-1.28

4.2.5.2 冬季室外热工计算温度 t_e

取平壁部分室外温度的最小值，即： $t_e = -1.28$ 。

4.2.5.3 节点大样图及内表面温度计算



4.2.6 外墙—凹墙角(0W-C2)节点

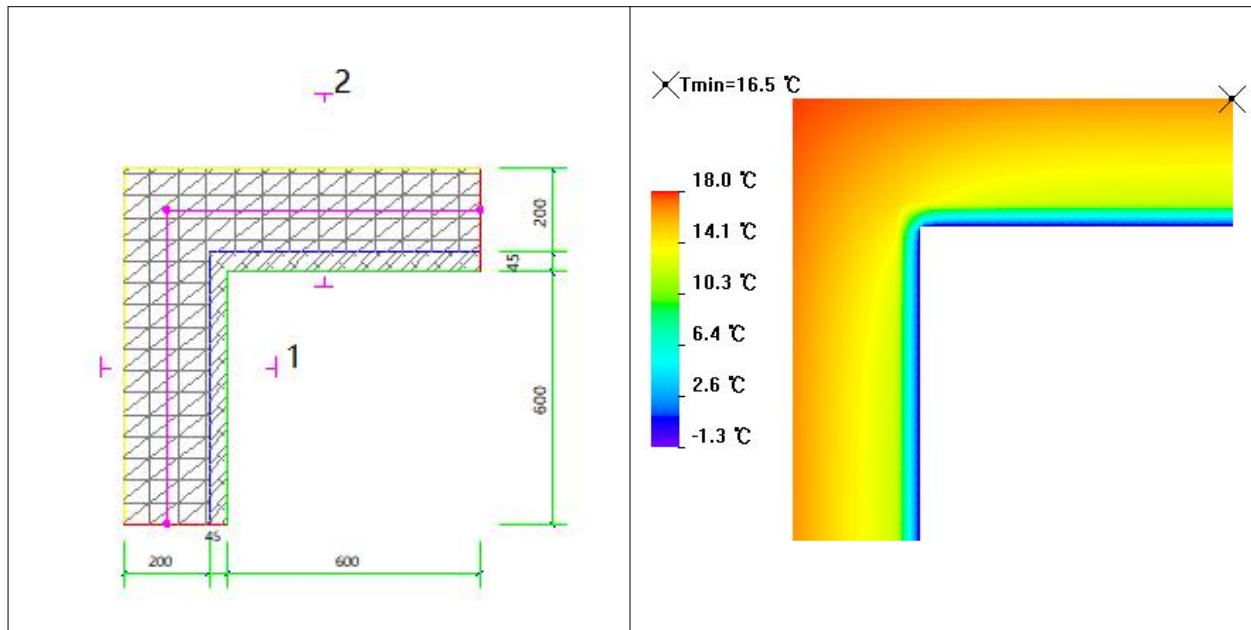
4.2.6.1 平壁构造做法

平壁 编号	材料名称	厚度	导热系数 λ	蓄热系数 S	热阻	热惰性 指标
		(mm)	W/(m.K)	W/(m ² .K)	(m ² .K)/W	D=R*S
1	岩棉复合保温装饰一体板	45	0.045	0.75	1	0.75
	烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.58	7.92	0.345	2.731
	各层之和 Σ					3.48
	室外热工计算温度 t_e	$t_e=0.3t_w+0.7t_{e.min}$				-1.28
2	岩棉复合保温装饰一体板	45	0.045	0.75	1	0.75
	烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.58	7.92	0.345	2.731
	各层之和 Σ					3.48
	室外热工计算温度 t_e	$t_e=0.3t_w+0.7t_{e.min}$				-1.28

4.2.6.2 冬季室外热工计算温度 t_e

取平壁部分室外温度的最小值，即： $t_e = -1.28$ 。

4.2.6.3 节点大样图及内表面温度计算



4.2.7 外墙—楼板(OW-F1)节点

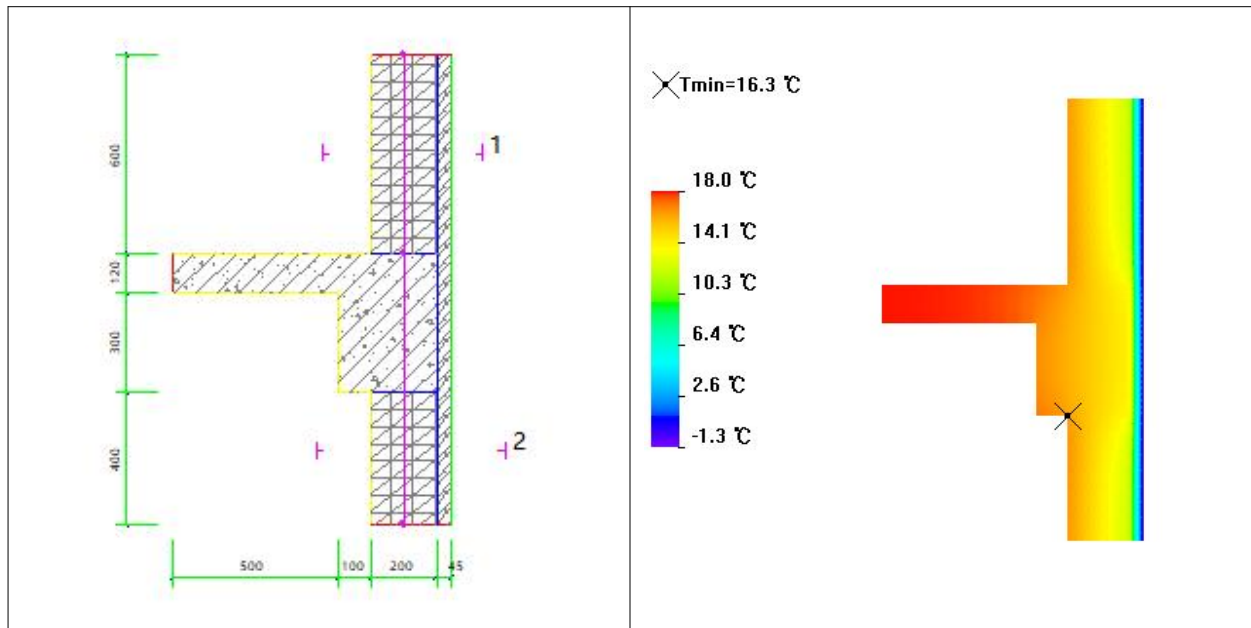
4.2.7.1 平壁构造做法

平壁 编号	材料名称	厚度	导热系数 λ	蓄热系数 S	热阻	热惰性 指标
		(mm)	W/(m.K)	W/(m².K)	(m².K)/W	$D=R*S$
1	岩棉复合保温装饰一体板	45	0.045	0.75	1	0.75
	烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.58	7.92	0.345	2.731
	各层之和 Σ					3.48
	室外热工计算温度 t_e	$t_e=0.3t_w+0.7t_{e.min}$				-1.28
2	岩棉复合保温装饰一体板	45	0.045	0.75	1	0.75
	烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.58	7.92	0.345	2.731
	各层之和 Σ					3.48
	室外热工计算温度 t_e	$t_e=0.3t_w+0.7t_{e.min}$				-1.28

4.2.7.2 冬季室外热工计算温度 t_e

取平壁部分室外温度的最小值，即： $t_e = -1.28$ 。

4.2.7.3 节点大样图及内表面温度计算



4.2.8 外墙—内隔墙(OW-P1)节点

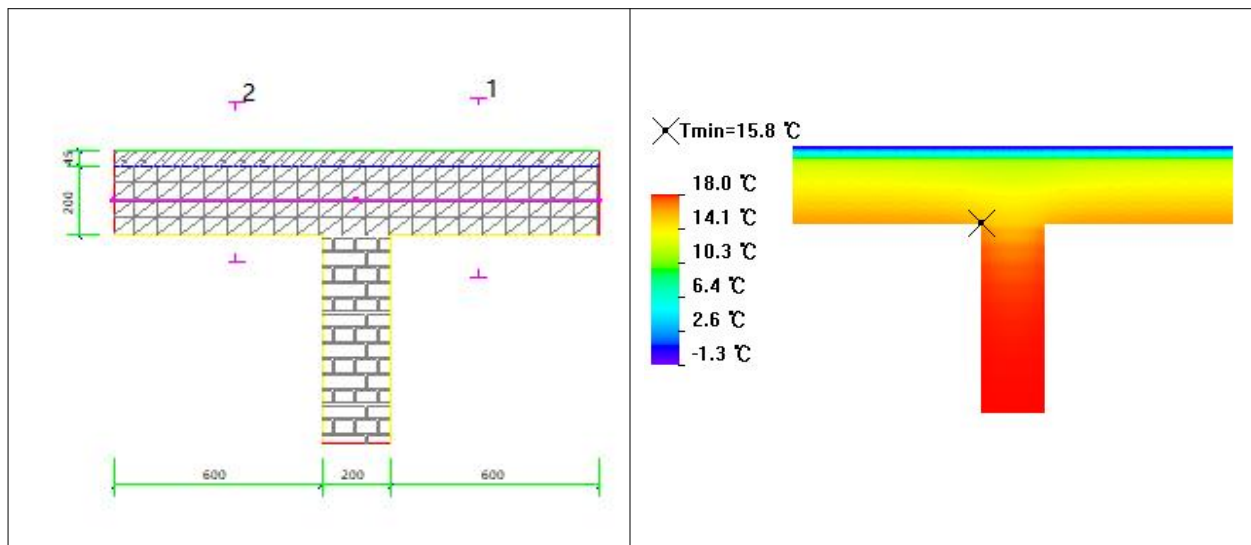
4.2.8.1 平壁构造做法

平壁 编号	材料名称	厚度	导热系数 λ	蓄热系数 S	热阻	热惰性 指标
		(mm)	W/(m.K)	W/(m².K)	(m².K)/W	D=R*S
1	岩棉复合保温装饰一体板	45	0.045	0.75	1	0.75
	烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.58	7.92	0.345	2.731
	各层之和 Σ					3.48
	室外热工计算温度 t_e	$t_e = 0.3t_w + 0.7t_{e.min}$				-1.28
2	烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.58	7.92	0.345	2.731
	岩棉复合保温装饰一体板	45	0.045	0.75	1	0.75
	各层之和 Σ					3.48
	室外热工计算温度 t_e	$t_e = 0.3t_w + 0.7t_{e.min}$				-1.28

4.2.8.2 冬季室外热工计算温度 t_e

取平壁部分室外温度的最小值，即： $t_e = -1.28$ 。

4.2.8.3 节点大样图及内表面温度计算



4.3 主体结构做法及内表面温度计算

4.3.1 屋顶

4.3.1.1 屋顶构造二（金属屋面）

材料名称 (由外到内)	厚度δ (mm)	导热系数 λ W/(m.K)	蓄热系数 S W/(m².K)	修正系 数 α	热阻 R (m² K)/W	热惰性指 标 D=R*S
1.0 厚直立式锰镁铝金属屋面（不 计入计算）	1	—	191.000	—	—	0.000
2 厚 PVC 防水卷材（不参与计算）	2	—	—	—	—	—
0.5 厚防水透气膜（（不参与计算）	0.5	—	—	—	—	—
玻璃棉板	100	0.040	0.590	1.20	2.083	1.475
除尘无纺布（不参与计算）	0	—	—	—	—	—
0.7 厚穿孔压型彩钢板（不计入计 算）（1）	0	—	191.000	—	—	0.000
各层之和Σ					2.08	1.48
传热阻 R ₀ (m².K/W)	2.24					
室外热工计算温度 t _e (°C)	t _e =t _{e.min}					-2.30
内表面温度 θ _i (°C)	θ _i =t _i -(t _i -t _e)*R _i /R ₀					17.00

4.3.1.2 屋顶构造（种植屋面）

材料名称 (由外到内)	厚度δ (mm)	导热系数 λ W/(m.K)	蓄热系数 S W/(m².K)	修正系 数 α	热阻 R (m² K)/W	热惰性指 标 D=R*S
种植土	300	0.300	4.420	1.00	1.000	4.420
干铺聚酯无纺布一层（不计）	0	—	—	—	—	—
弹性体改性沥青防水卷材（耐根穿 刺防水层）	4	0.230	9.370	1.20	0.014	0.163

非固化橡胶沥青防水涂料(1)	2	—	—	—	—	—
M15 砂浆 (1: 3 水泥砂浆)	20	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
LC5.0 轻骨料混凝土	30	0.230	6.810	1.00	0.130	0.888
难燃型挤塑聚苯板(1)	75	0.030	0.540	1.25	2.000	1.350
聚氨酯防水涂料(1)	1.5	—	—	—	—	—
钢筋混凝土	120	1.740	17.200	1.00	0.069	1.186
各层之和 Σ					3.24	8.25
传热阻 $R_o(m^2.K/W)$	3.40					
室外热工计算温度 $t_e(^{\circ}C)$	$t_e=t_w$					1.10
内表面温度 $\theta_i(^{\circ}C)$	$\theta_i=t_i-(t_i-t_e)*R_i/R_o$					17.45

4.3.1.3 屋顶构造一（不上人屋面）

材料名称 (由外到内)	厚度 δ	导热系数 λ	蓄热系数 S	修正系 数	热阻 R	热惰性指 标
	(mm)	W/(m.K)	W/(m ² .K)	α	(m ² K)/W	$D=R*S$
C20 细石混凝土保护层, 内配 $\Phi 4@150$ 双向钢筋网片	40	1.510	15.360	1.00	0.026	0.407
干铺聚酯无纺布一层 (不计)	0	—	—	—	—	—
难燃型挤塑聚苯板(1)	64	0.030	0.540	1.25	1.707	1.152
自粘聚合物改性沥青防水卷材	3	0.230	9.370	1.20	0.011	0.122
自粘聚合物改性沥青防水卷材	3	0.230	9.370	1.20	0.011	0.122
非固化橡胶沥青防水涂料(1)	2	—	—	—	—	—
1: 2.5 水泥砂浆	20	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
LC5.0 轻骨料混凝土	30	0.230	6.810	1.00	0.130	0.888
钢筋混凝土	120	1.740	17.200	1.00	0.069	1.186
各层之和 Σ					1.98	4.12
传热阻 $R_o(m^2.K/W)$	2.14					
室外热工计算温度 $t_e(^{\circ}C)$	$t_e=0.6t_w+0.4t_{e.min}$					-0.26
内表面温度 $\theta_i(^{\circ}C)$	$\theta_i=t_i-(t_i-t_e)*R_i/R_o$					17.06

4.3.2 外墙

4.3.2.1 外墙(砌体)构造

材料名称 (由外到内)	厚度 δ	导热系数 λ	蓄热系数 S	修正系 数	热阻 R	热惰性指 标
	(mm)	W/(m.K)	W/(m ² .K)	α	(m ² K)/W	$D=R*S$
岩棉复合保温装饰一体板	45	0.045	0.750	1.20	0.833	0.750
粘接砂浆	0	—	—	—	—	—
干粉类聚合物水泥防水砂浆	5	0.930	11.370	1.00	0.005	0.061
聚合物水泥防水涂料 (I 型)	1.5	0.087	1.635	1.00	0.017	0.028
1: 2.5 水泥砂浆找平	15	0.930	11.370	1.00	0.016	0.183
烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.580	7.920	1.00	0.345	2.731
石灰水泥砂浆(1)	20	0.810	10.070	1.00	0.025	0.249
各层之和 Σ					1.24	4.00

传热阻 R_o (m ² .K/W)	1.40	
室外热工计算温度 t_e (°C)	$t_e = 0.3t_w + 0.7t_{e.min}$	-1.28
内表面温度 θ_i (°C)	$\theta_i = t_i - (t_i - t_e) * R_i / R_o$	16.49

4.3.3 周边地面

4.3.3.1 周边地面构造一

材料名称 (由外到内)	厚度 δ	导热系数 λ	蓄热系数 S	修正系 数	热阻 R	热惰性指 标
	(mm)	W/(m.K)	W/(m ² .K)	α	(m ² K)/W	$D = R * S$
水泥砂浆	20	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
钢筋混凝土	120	1.740	17.200	1.00	0.069	1.186
各层之和 Σ					0.09	1.43
热阻 R_g (m ² .K/W)	0.09					
地面与土体接触面温度 θ_e (°C)	5.40					
内表面温度 θ_i (°C)	$\theta_i = (t_i * R_g + \theta_e * R_i) / (R_g + R_i)$					11.09

4.3.4 非周边地面

4.3.4.1 非周边地面构造一

材料名称 (由外到内)	厚度 δ	导热系数 λ	蓄热系数 S	修正系 数	热阻 R	热惰性指 标
	(mm)	W/(m.K)	W/(m ² .K)	α	(m ² K)/W	$D = R * S$
水泥砂浆	20	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
钢筋混凝土	120	1.740	17.200	1.00	0.069	1.186
各层之和 Σ					0.09	1.43
热阻 R_g (m ² .K/W)	0.09					
地面与土体接触面温度 θ_e (°C)	5.40					
内表面温度 θ_i (°C)	$\theta_i = (t_i * R_g + \theta_e * R_i) / (R_g + R_i)$					11.09

5 结论

5.1 围护结构热桥结露验算

热桥部位	热桥类型	冬季室外计算温 度(°C)	内表面最低温度 (°C)	露点温度(°C)	结论
外墙—屋顶	OW-R5	-1.28	14.73	10.12	不结露
外墙—窗左右口	OW-WR4	-1.28	15.06	10.12	不结露
外墙—窗上口	OW-WU4	-1.28	15.06	10.12	不结露
外墙—窗下口	OW-WB8	-1.28	15.06	10.12	不结露
外墙—凸墙角	OW-C1	-1.28	14.47	10.12	不结露
外墙—凹墙角	OW-C2	-1.28	16.48	10.12	不结露
外墙—楼板	OW-F1	-1.28	16.28	10.12	不结露
外墙—内隔墙	OW-P1	-1.28	15.78	10.12	不结露

5.2 围护结构内表面允许温差

主体部位	内表面温度 $\theta_i(^{\circ}\text{C})$	室内设计温 度 $t_i(^{\circ}\text{C})$	露点温度 ($^{\circ}\text{C}$)	设计温差 Δt	允许温差 $t_i - t_d$	结论
屋顶-屋顶构造二（金属屋面）	17.00	18	10.12	1.00	7.88	不结露
屋顶-屋顶构造（种植屋面）	17.45	18	10.12	0.55	7.88	不结露
屋顶-屋顶构造一（不上人屋面）	17.06	18	10.12	0.94	7.88	不结露
外墙-外墙(砌体)构造	16.49	18	10.12	1.51	7.88	不结露
周边地面-周边地面构造一	11.09	18	10.12	6.91	7.88	不结露
非周边地面-非周边地面构造一	11.09	18	10.12	6.91	7.88	不结露

结露检查计算书

公共建筑

岳阳中学新建教学楼项目-至善楼

设计编号：2024-2071



工程地点：地点

建设单位：岳阳市教育事务中心

设计单位：长沙市规划设计院有限责任公司

设计人：

校对人：

审定人：

报告日期：2025年2月25日

采用软件：节能设计 BECS2025
软件版本：20250101(SP1)
正版授权码：N0b283a6c3ea9d982
研发单位：北京绿建软件股份有限公司



绿建斯维尔

绿色建筑专家

1 建筑概况

工程名称	岳阳中学新建教学楼项目-至善楼
工程地点	湖南-岳阳
气候子区	夏热冬冷 A 区
建筑面积 (A ₀)	地上 3561 m ² 地下 0 m ²
建筑层数	地上 5 地下 0
建筑高度	19.5m
结构类型	
$t_{e \cdot \min}$ 累年最低日平均温度(℃)	-2.3
t_w 采暖室外计算温度(℃)	1.1

2 评价依据

1. 《建筑环境通用规范》GB55016-2021
2. 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019（2024 年版）
3. 《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016
4. 施工图、设计说明、墙身大样图、节能计算书

3 评价目标与方法

3.1 评价目标

3.1.1 热桥部位评价目标

1. 依据《建筑环境通用规范》GB55016-2021 的要求和规定：
4.4.1 供暖建筑非透光围护结构中的热桥部位应进行表面结露 验算，并应采取保温措施确保热桥内表面温度高于房间空气露点温度。
4.4.2 非透光围护结构热桥部位的表面结露验算应符合以下规定：
 - 1 当冬季室外计算温度低于 0.9℃时，应对热桥部位进行 内表面结露验算。
 - 2 热桥部位的内表面温度计算应符合下列规定: 1) 室内空气相对湿度应取 60%; 2) 应根据热桥部位确定采用二维或三维传热计算; 3) 距离较小的热桥应合并计算。
 - 3 当热桥部位内表面温度低于空气露点温度时，应采取保温措施，并应重新进行验算。
2. 依据建筑屋面和外墙热桥部分的内表面温度计算，判断是否符合《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019（2024年版）“围护结构的内表面在室内设计温、湿度条件下无结露现象”的要求。

3.1.2 主体部位评价目标

1. 依据《建筑环境通用规范》GB55016-2021 的要求和规定：
4.2.2 非透光围护结构内表面温度与室内空气温度的温差应符合下表的规定。

非透光围护结构内表面温度与室内空气温度允许温差

非透光围护结构部位	允许温差 Δt (K)
外墙	$\leq t_i - t_d$
楼、屋面	
地面	
地下室外墙	

3.2 评价方法

3.2.1 热桥部位评价方法

1. 将本工程热桥节点图集中于热桥表中对应的单元中，包括外墙-屋顶(WR)、外墙-楼板(WF)、外墙-挑空楼板(WA)、门窗上口(WU)、门窗上口(WU)、门窗左右(WS)、外墙-内墙(WI)等主要位置。
2. 按围护结构热惰性指标D值的不同，依据《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 第3.2.2条的规定，计算冬季室外热工计算温度 t_e 。

表3.2.2 冬季室外热工计算温度

围护结构热稳定性	计算温度 (°C)
$6.0 \leq D$	$t_e = t_w$
$4.1 \leq D < 6.0$	$t_e = 0.6t_w + 0.4t_{e \cdot \min}$
$1.6 \leq D < 4.1$	$t_e = 0.3t_w + 0.7t_{e \cdot \min}$
$D < 1.6$	$t_e = t_{e \cdot \min}$

3. 热桥节点边界条件依据《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 附录第C.2.5条进行设定，通过解温度场的方式求解热桥节点内表面的最低温度和每个分块单元的温度。
4. 将计算温度与空气露点温度比对，判断是否出现结露现象。

3.2.2 主体部位评价方法

围护结构主体结构内表面温度按如下方法计算：

- 1) 墙体、楼/屋面内表面温度计算：

$$\theta_i = t_i - \frac{R_i}{R_0}(t_i - t_e)$$

θ_i ——内表面温度 (°C)；

t_i ——室内计算温度 (°C)；

t_e ——室外计算温度 (°C)

R_i ——内表面换热阻 ($m^2 \cdot k/W$)

R_0 ——主体传热阻 ($m^2 \cdot k/W$)

- 2) 地面、地下室室内表面温度计算：

$$\theta_i = \frac{t_i * R + \theta_e * R_i}{R + R_i}$$

θ_i ——内表面温度 (°C)；

t_i ——室内计算温度 (°C)；

θ_e ——主体与土壤接触面温度（℃），应取《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 附录 A 表 A.0.1 中的最冷月平均温度。

R_i ——内表面换热阻（ $m^2 \cdot k/W$ ）

R ——主体传热阻（ $m^2 \cdot k/W$ ）

4 评价内容

4.1 基础计算条件和露点温度

地点	湖南-岳阳
a_i 内表面换热系数 $W/(m^2 \cdot K)$	8.7
a_e 外表面换热系数 $W/(m^2 \cdot K)$	23.0
t_i 室内计算温度(℃)	18
$t_{e.min}$ 累年最低日平均温度(℃)	-2.30
t_w 采暖室外计算温度(℃)	1.10
室内相对湿度 (%)	60
室内露点温度(℃)	10.12

4.2 热桥节点图和内表面温度计算

4.2.1 外墙—屋顶(OW-R5)节点

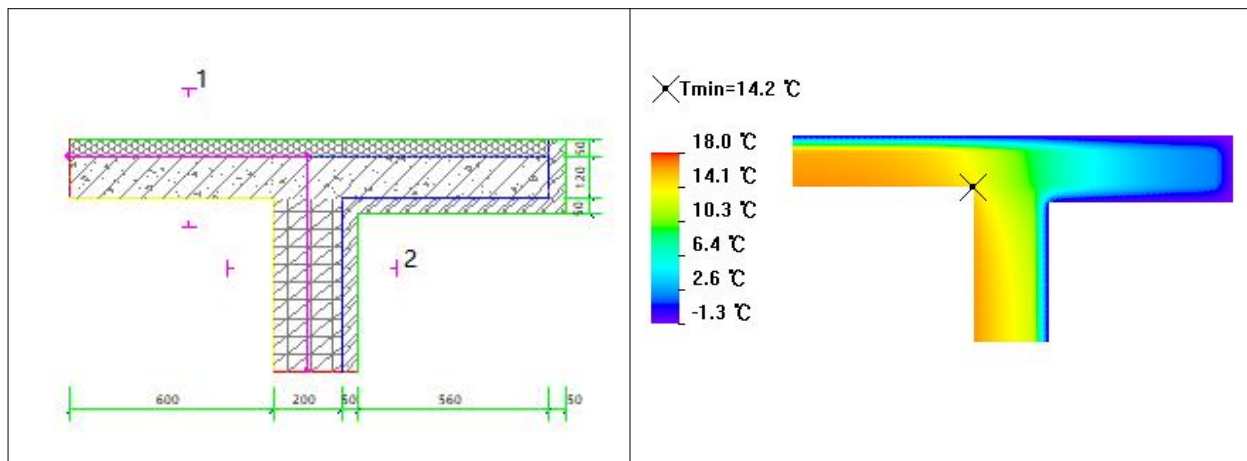
4.2.1.1 平壁构造做法

平壁 编号	材料名称	厚度	导热系数 λ	蓄热系数 S	热阻	热惰性 指标
		(mm)	$W/(m \cdot K)$	$W/(m^2 \cdot K)$	$(m^2 \cdot K)/W$	$D=R \cdot S$
1	钢筋混凝土	120	1.74	17.2	0.069	1.186
	难燃型挤塑聚苯板(1)	50	0.03	0.54	1.667	0.9
	各层之和 Σ					2.09
	室外热工计算温度 t_e	$t_e = 0.3t_w + 0.7t_{e.min}$				-1.28
2	岩棉复合保温装饰一体板	50	0.045	0.75	1.111	0.833
	烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.58	7.92	0.345	2.731
	各层之和 Σ					3.56
	室外热工计算温度 t_e	$t_e = 0.3t_w + 0.7t_{e.min}$				-1.28

4.2.1.2 冬季室外热工计算温度 t_e

取平壁部分室外温度的最小值，即： $t_e = -1.28$ 。

4.2.1.3 节点大样图及内表面温度计算

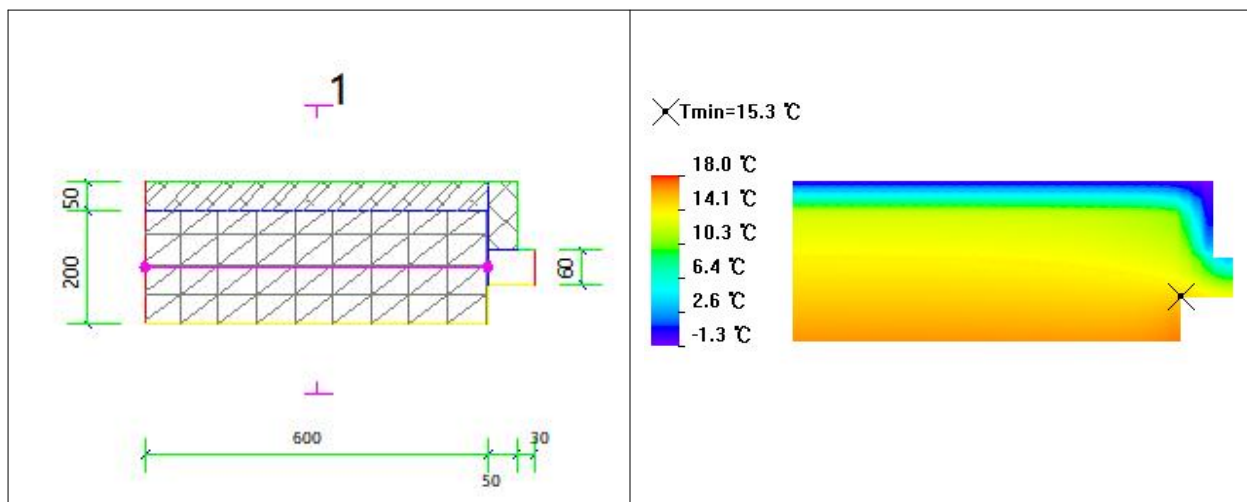


4.2.2 外墙一窗左右口(OW-WR4)节点

4.2.2.1 平壁构造做法

平壁 编号	材料名称	厚度	导热系数 λ	蓄热系数 S	热阻	热惰性 指标
		(mm)	W/(m.K)	W/(m².K)	(m².K)/W	$D=R*S$
1	岩棉复合保温装饰一体板	50	0.045	0.75	1.111	0.833
	烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.58	7.92	0.345	2.731
	各层之和 Σ					3.56
	室外热工计算温度 t_e	$t_e=0.3t_w+0.7t_{e.min}$				-1.28

4.2.2.2 节点大样图及内表面温度计算



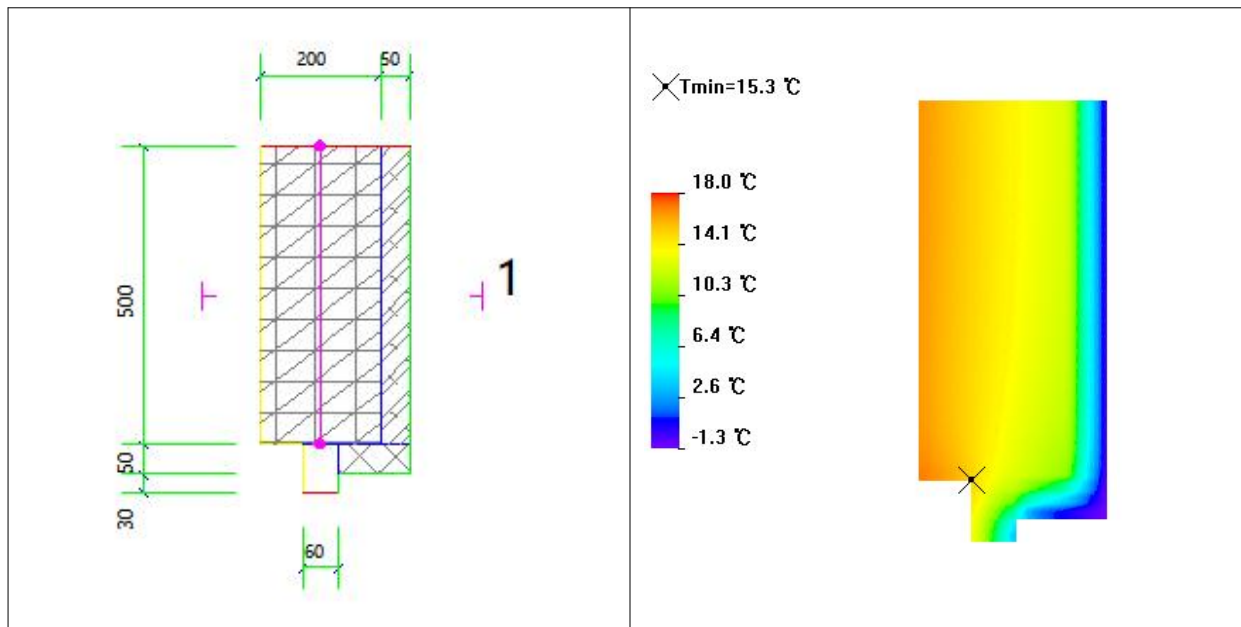
4.2.3 外墙一窗上口(OW-WU4)节点

4.2.3.1 平壁构造做法

平壁 编号	材料名称	厚度	导热系数 λ	蓄热系数 S	热阻	热惰性 指标
----------	------	----	-------------------	-------------	----	-----------

		(mm)	W/(m.K)	W/(m².K)	(m².K)/W	D=R*S
1	岩棉复合保温装饰一体板	50	0.045	0.75	1.111	0.833
	烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.58	7.92	0.345	2.731
	各层之和Σ					3.56
	室外热工计算温度 t_e	$t_e=0.3t_w+0.7t_{e.min}$				-1.28

4.2.3.2 节点大样图及内表面温度计算

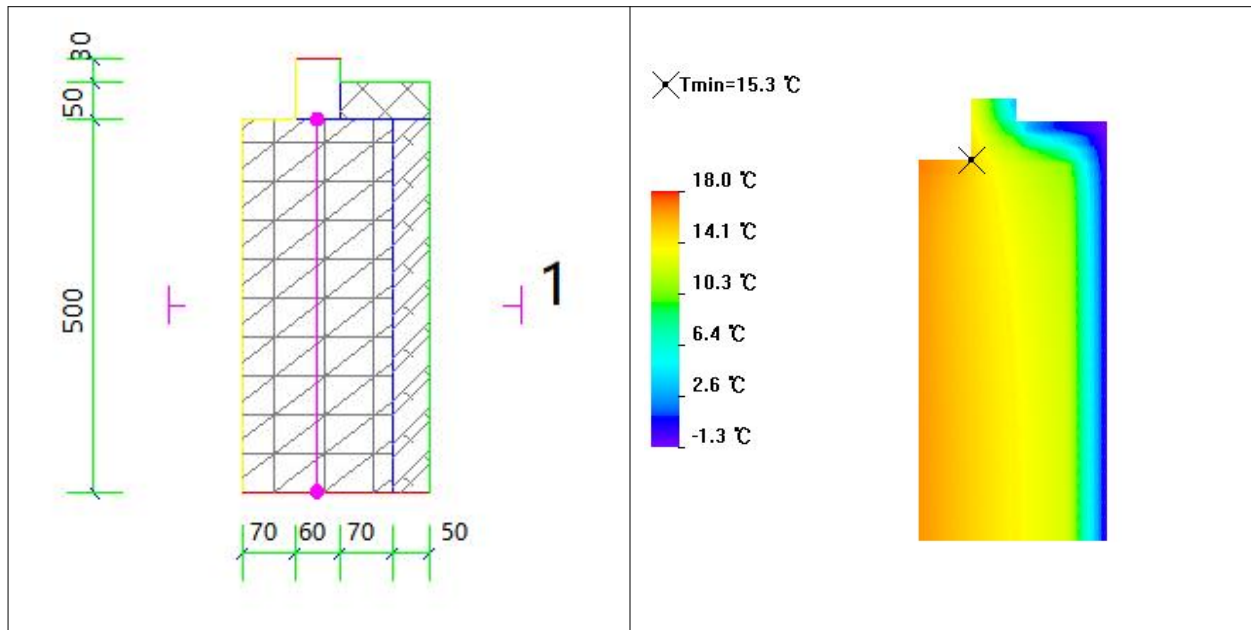


4.2.4 外墙一窗下口 (OW-WB8) 节点

4.2.4.1 平壁构造做法

平壁 编号	材料名称	厚度	导热系数 λ	蓄热系数 S	热阻	热惰性 指标
		(mm)	W/(m.K)	W/(m².K)	(m².K)/W	D=R*S
1	岩棉复合保温装饰一体板	50	0.045	0.75	1.111	0.833
	烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.58	7.92	0.345	2.731
	各层之和Σ					3.56
	室外热工计算温度 t_e	$t_e=0.3t_w+0.7t_{e.min}$				-1.28

4.2.4.2 节点大样图及内表面温度计算



4.2.5 外墙—凸墙角(0W-C1)节点

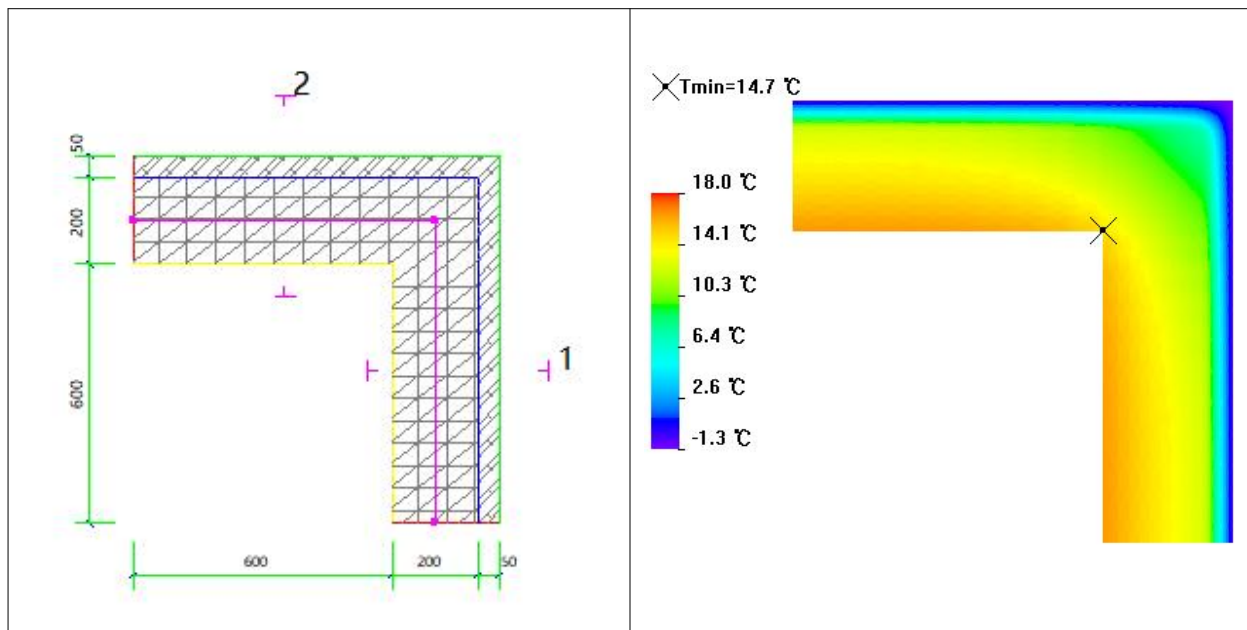
4.2.5.1 平壁构造做法

平壁 编号	材料名称	厚度	导热系数 λ	蓄热系数 S	热阻	热惰性 指标
		(mm)	W/(m.K)	W/(m ² .K)	(m ² .K)/W	D=R*S
1	岩棉复合保温装饰一体板	50	0.045	0.75	1.111	0.833
	烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.58	7.92	0.345	2.731
	各层之和 Σ					3.56
	室外热工计算温度 t_e	$t_e=0.3t_w+0.7t_{e.min}$				-1.28
2	岩棉复合保温装饰一体板	50	0.045	0.75	1.111	0.833
	烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.58	7.92	0.345	2.731
	各层之和 Σ					3.56
	室外热工计算温度 t_e	$t_e=0.3t_w+0.7t_{e.min}$				-1.28

4.2.5.2 冬季室外热工计算温度 t_e

取平壁部分室外温度的最小值，即： $t_e = -1.28$ 。

4.2.5.3 节点大样图及内表面温度计算



4.2.6 外墙—楼板(OW-F1)节点

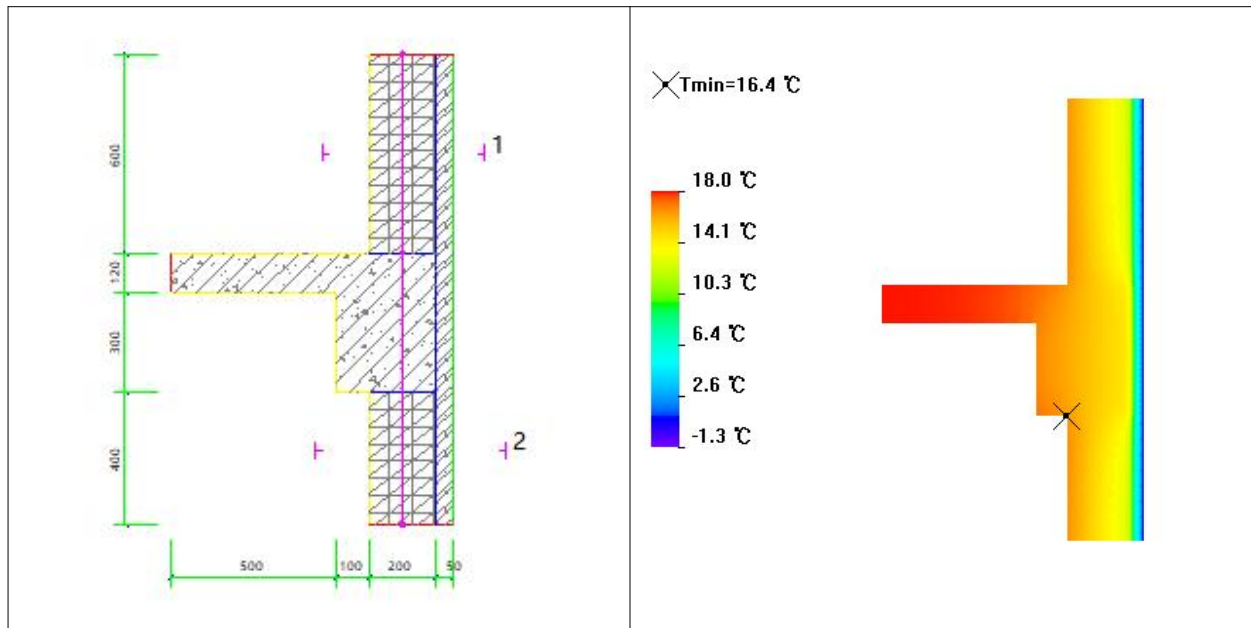
4.2.6.1 平壁构造做法

平壁 编号	材料名称	厚度	导热系数 λ	蓄热系数 S	热阻	热惰性 指标
		(mm)	W/(m.K)	W/(m ² .K)	(m ² .K)/W	D=R*S
1	岩棉复合保温装饰一体板	50	0.045	0.75	1.111	0.833
	烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.58	7.92	0.345	2.731
	各层之和 Σ					3.56
	室外热工计算温度 t_e	$t_e = 0.3t_w + 0.7t_{e.min}$				-1.28
2	岩棉复合保温装饰一体板	50	0.045	0.75	1.111	0.833
	烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.58	7.92	0.345	2.731
	各层之和 Σ					3.56
	室外热工计算温度 t_e	$t_e = 0.3t_w + 0.7t_{e.min}$				-1.28

4.2.6.2 冬季室外热工计算温度 t_e

取平壁部分室外温度的最小值，即： $t_e = -1.28$ 。

4.2.6.3 节点大样图及内表面温度计算



4.2.7 外墙—挑空楼板(0W-FW2)节点

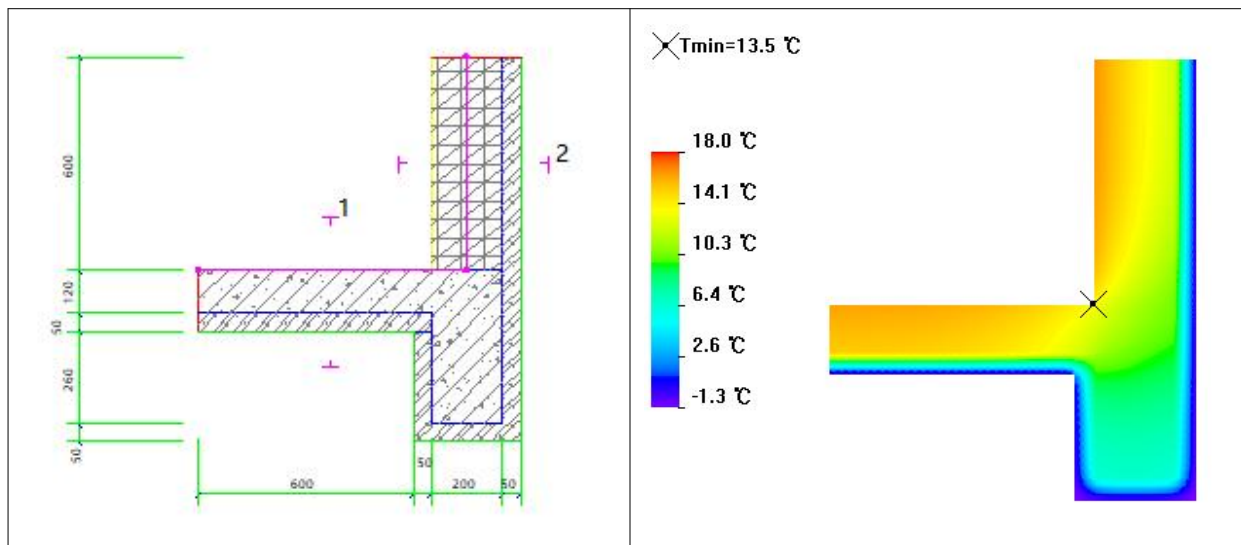
4.2.7.1 平壁构造做法

平壁 编号	材料名称	厚度	导热系数 λ	蓄热系数 S	热阻	热惰性 指标
		(mm)	W/(m.K)	W/(m ² .K)	(m ² .K)/W	D=R*S
1	无饰面岩棉复合板保温层	50	0.045	0.75	1.111	0.833
	钢筋混凝土	120	1.74	17.2	0.069	1.186
	各层之和 Σ					2.02
	室外热工计算温度 t_e	$t_e=0.3t_w+0.7t_{e.min}$				-1.28
2	烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.58	7.92	0.345	2.731
	岩棉复合保温装饰一体板	50	0.045	0.75	1.111	0.833
	各层之和 Σ					3.56
	室外热工计算温度 t_e	$t_e=0.3t_w+0.7t_{e.min}$				-1.28

4.2.7.2 冬季室外热工计算温度 t_e

取平壁部分室外温度的最小值，即： $t_e = -1.28$ 。

4.2.7.3 节点大样图及内表面温度计算



4.2.8 外墙—内隔墙(0W-P1)节点

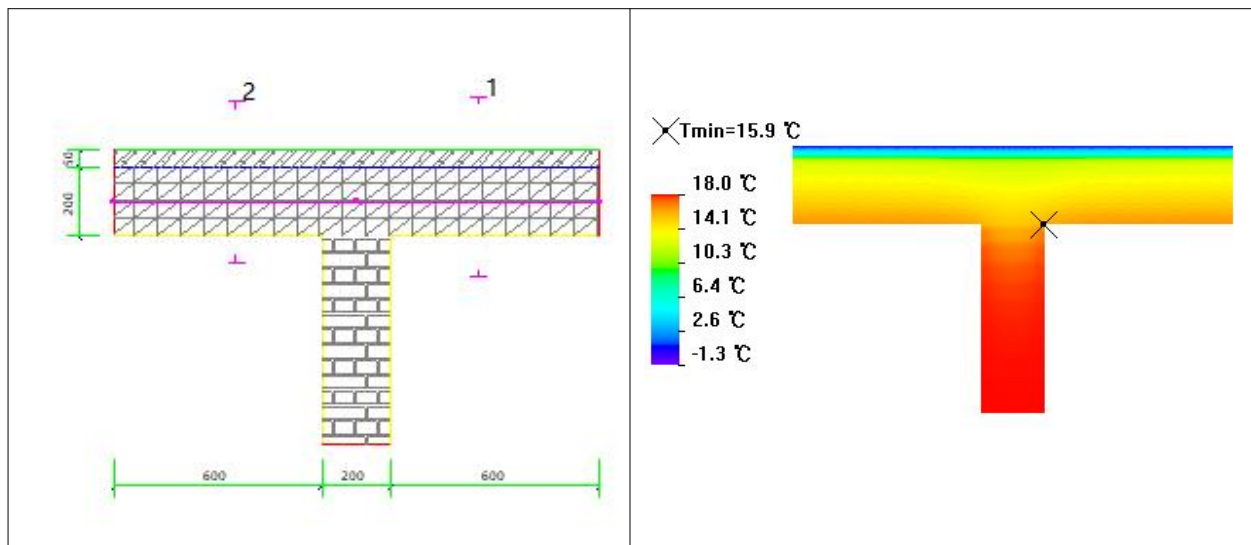
4.2.8.1 平壁构造做法

平壁 编号	材料名称	厚度	导热系数 λ	蓄热系数 S	热阻	热惰性 指标
		(mm)	W/(m.K)	W/(m².K)	(m².K)/W	D=R*S
1	岩棉复合保温装饰一体板	50	0.045	0.75	1.111	0.833
	烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.58	7.92	0.345	2.731
	各层之和 Σ					3.56
	室外热工计算温度 t_e	$t_e=0.3t_w+0.7t_{e.min}$				-1.28
2	烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.58	7.92	0.345	2.731
	岩棉复合保温装饰一体板	50	0.045	0.75	1.111	0.833
	各层之和 Σ					3.56
	室外热工计算温度 t_e	$t_e=0.3t_w+0.7t_{e.min}$				-1.28

4.2.8.2 冬季室外热工计算温度 t_e

取平壁部分室外温度的最小值，即： $t_e = -1.28$ 。

4.2.8.3 节点大样图及内表面温度计算



4.3 主体结构做法及内表面温度计算

4.3.1 屋顶

4.3.1.1 屋顶构造（种植屋面）

材料名称 (由外到内)	厚度 δ (mm)	导热系数 λ W/(m.K)	蓄热系数 S W/(m ² .K)	修正系 数 α	热阻 R (m ² K)/W	热惰性指 标 D=R*S
种植土	300	0.300	4.420	1.00	1.000	4.420
干铺聚酯无纺布一层（不计）	0	—	—	—	—	—
弹性体改性沥青防水卷材（耐根穿刺防水层）	4	0.230	9.370	1.20	0.014	0.163
非固化橡胶沥青防水涂料(1)	2	—	—	—	—	—
M15 砂浆（1：3 水泥砂浆）	20	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
LC5.0 轻骨料混凝土	30	0.230	6.810	1.00	0.130	0.888
难燃型挤塑聚苯板(1)	50	0.030	0.540	1.25	1.333	0.900
聚氨酯防水涂料(1)	1.5	—	—	—	—	—
钢筋混凝土	120	1.740	17.200	1.00	0.069	1.186
各层之和 Σ					2.57	7.80
传热阻 R_o (m ² .K/W)	2.73					
室外热工计算温度 t_e (°C)	$t_e = t_w$					1.10
内表面温度 θ_i (°C)	$\theta_i = t_i - (t_i - t_e) * R_i / R_o$					17.32

4.3.2 外墙

4.3.2.1 外墙(砌体)构造

材料名称 (由外到内)	厚度 δ (mm)	导热系数 λ W/(m.K)	蓄热系数 S W/(m ² .K)	修正系 数 α	热阻 R (m ² K)/W	热惰性指 标 D=R*S

岩棉复合保温装饰一体板	50	0.045	0.750	1.00	1.111	0.833
粘接砂浆	0	—	—	—	—	—
干粉类聚合物水泥防水砂浆	5	0.930	11.370	1.00	0.005	0.061
聚合物水泥防水涂料（I型）	1.5	0.087	1.635	1.00	0.017	0.028
1: 2.5 水泥砂浆找平	15	0.930	11.370	1.00	0.016	0.183
烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.580	7.920	1.00	0.345	2.731
石灰水泥砂浆(1)	20	0.810	10.070	1.00	0.025	0.249
各层之和 Σ					1.52	4.09
传热阻 $R_o(m^2 \cdot K/W)$	1.68					
室外热工计算温度 $t_e(^{\circ}C)$	$t_e = 0.3t_w + 0.7t_{e.min}$					-1.28
内表面温度 $\theta_i(^{\circ}C)$	$\theta_i = t_i - (t_i - t_e) \cdot R_i / R_o$					16.74

4.3.3 周边地面

4.3.3.1 周边地面构造一

材料名称 (由外到内)	厚度 δ	导热系数 λ	蓄热系数 S	修正系 数	热阻 R	热惰性指 标
	(mm)	W/(m.K)	W/(m ² .K)	α	(m ² K)/W	$D=R \cdot S$
水泥砂浆	20	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
钢筋混凝土	120	1.740	17.200	1.00	0.069	1.186
各层之和 Σ					0.09	1.43
热阻 $R_g(m^2 \cdot K/W)$	0.09					
地面与土体接触面温度 $\theta_e(^{\circ}C)$	5.40					
内表面温度 $\theta_i(^{\circ}C)$	$\theta_i = (t_i \cdot R_g + \theta_e \cdot R_i) / (R_g + R_i)$					11.09

4.3.4 非周边地面

4.3.4.1 非周边地面构造一

材料名称 (由外到内)	厚度 δ	导热系数 λ	蓄热系数 S	修正系 数	热阻 R	热惰性指 标
	(mm)	W/(m.K)	W/(m ² .K)	α	(m ² K)/W	$D=R \cdot S$
水泥砂浆	20	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
钢筋混凝土	120	1.740	17.200	1.00	0.069	1.186
各层之和 Σ					0.09	1.43
热阻 $R_g(m^2 \cdot K/W)$	0.09					
地面与土体接触面温度 $\theta_e(^{\circ}C)$	5.40					
内表面温度 $\theta_i(^{\circ}C)$	$\theta_i = (t_i \cdot R_g + \theta_e \cdot R_i) / (R_g + R_i)$					11.09

5 结论

5.1 围护结构热桥结露验算

热桥部位	热桥类型	冬季室外计算温 度($^{\circ}C$)	内表面最低温度 ($^{\circ}C$)	露点温度($^{\circ}C$)	结论
外墙—屋顶	OW-R5	-1.28	14.16	10.12	不结露

外墙—窗左右口	OW-WR4	-1.28	15.25	10.12	不结露
外墙—窗上口	OW-WU4	-1.28	15.25	10.12	不结露
外墙—窗下口	OW-WB8	-1.28	15.25	10.12	不结露
外墙—凸墙角	OW-C1	-1.28	14.67	10.12	不结露
外墙—楼板	OW-F1	-1.28	16.41	10.12	不结露
外墙—挑空楼板	OW-FW2	-1.28	13.53	10.12	不结露
外墙—内隔墙	OW-P1	-1.28	15.93	10.12	不结露

5.2 围护结构内表面允许温差

主体部位	内表面温度 $\theta_i(^{\circ}\text{C})$	室内设计温度 $t_i(^{\circ}\text{C})$	露点温度 $(^{\circ}\text{C})$	设计温差 Δt	允许温差 $t_i - t_d$	结论
屋顶-屋顶构造（种植屋面）	17.32	18	10.12	0.68	7.88	不结露
外墙-外墙(砌体)构造	16.74	18	10.12	1.26	7.88	不结露
周边地面-周边地面构造一	11.09	18	10.12	6.91	7.88	不结露
非周边地面-非周边地面构造一	11.09	18	10.12	6.91	7.88	不结露

纯装饰性构件造价比例计算书

1、装饰性构件说明

装饰性构件是指包括不具备遮阳、导光、导风、载物、辅助绿化等作用的飘板、格栅和构架等；屋顶等处设立单纯为追求标志性效果的塔、球、曲面等异型构件。

本项目至善楼为框架结构，建筑立面造型简约，外立面均为砖墙，屋面设计为平屋面，女儿墙高度为 1.3m；建筑未设置纯装饰性构件。

本项目综合楼为框架结构，建筑立面造型简约，外立面均为砖墙。高出屋面部分仅钟塔与楼梯间，钟塔供全校师生时间校准、播报上下课铃使用；屋顶女儿墙高度为 1.55m，建筑未设置纯装饰性构件。

二、结论

项目建筑立面造型简约，未有装饰性构件设计；因此本项目满足绿色建筑规范规定的公共建筑的装饰性构件造价占建筑总造价的比例不大于 1%的要求。

绿色建材应用比例计算书

一、分析依据及标准

- 1、本项目的设计资料；
- 2、《绿色建筑评价标准》GB/T 50378—2019；
- 3、其他相关资料；

二、标准要求

《绿色建筑评价标准》GB/T50378—2019 中条文 7.2.18：选用绿色建材，评价总分为 12 分。绿色建材使用比例不低于 30%，得 4 分；不低于 50%，得 8 分；不低于 70%，得 12 分。

三、计算方法

本条所指的绿色建材需通过相关评价认证方能得分，主要是指依据住房城乡建设部、工业和信息化部《绿色建材评价标识管理办法》开展的绿色建材评价标识。绿色建材应用比例应根据按下式计算，并按下表确定得分。

$$P = (S1 + S2 + S3 + S4) / 100 \times 100\%$$

- 式中：P——绿色建材应用比例；
- S1——主体结构材料指标实际得分值； S2——围护墙和内隔墙指标实际得分值；
- S3——装修指标实际得分值； S4——其他指标实际得分值。

表 1 绿色建材使用比例计算表

计算项		计算要求	计算单位	计算得分
主体结构	预拌混凝土	80%≤比例≤100%	M³	10~20*
	预拌砂浆	50%≤比例≤100%	M³	5~10*
围护墙和 内隔墙	非承重围护 墙	比例≥80%	M³	10
	内隔墙	比例≥80%	M³	5
	外墙装饰面	比例≥80%	m²	5

装修	层涂料、面 砖、非玻璃幕 墙板等			
	内墙装饰面 层涂料、面 砖、壁纸等	比例 $\geq 80\%$	m ²	5
	室内顶棚装 饰面层涂料、 吊顶等	比例 $\geq 80\%$	m ²	5
	室内地面装 饰面层木地 板、面砖等	比例 $\geq 80\%$	m ²	5
	门窗、玻璃	比例 $\geq 80\%$	m ²	5
其他	保温材料	比例 $\geq 80\%$	m ²	5
	卫生洁具	比例 $\geq 80\%$	具	5
	防水材料	比例 $\geq 80\%$	m ²	5
	密封材料	比例 $\geq 80\%$	Kg	5
	其他	比例 $\geq 80\%$	—	5/10

注：1. 表中带“*”项的分支采用“内插法”计算，计算结果去小数点后一位。

2. 预拌混凝土应包含预制部品部件的混凝土用量；预拌砂浆应包含预制部品部件的砂浆用量；围护墙、内隔墙采用预制构件时，计入相应体积计算；结构保温装修等一体化构建分别计入相应的墙体、装修、保温、防水材料计算公式进行计算。

表中最后一项的“其他”包括管材管件、遮阳设施、光伏组件等产品，此处每使用一种符合要求的产品得 5 分，但累计不超过 10 分。所涉材料如尚未开展绿色建材评价标识，则在式中分母的“100%”中扣除相应的分值后计算。

本项目根据《绿色建筑评价标准》GB/T 50378—2019 中条文 7.2.18 得分

计算方法： $P = (S1+S2+S3+S4) / 100 * 100\% = 60\%$ ，则本条可得 8 分。

四、结论

本项目建筑施工过程中使用绿色建筑材料，项目使用绿色建筑材料的种类及用量比例详见“表 2 绿色建材使用比例得分表”，根据《绿色建筑评价标准》GB/T 50378—2019 中条文 7.2.18 得分计算方法，并项目后期建造选材中，绿色建材比例达到 50%以上，本条可得 8 分。

四、结论：

由上可知，本项目场地人行出入口 500m 内有 1 个公共交通站点，距离场地出入口的距离为 402 米，满足《绿色建筑评价标准》（GBT 50378-2019）中规定的“场地与公共交通站点应联系便捷”的要求。

水资源利用方案报告

一、项目概况

本项目位于湖南省岳阳市岳阳中学内，本工程为新建两栋建筑，新建综合楼位于校园东南角，至善楼位于校园北部。本项目为多层民用建筑（教育建筑），新建综合楼与东边与学校红线最近间距为 13.38 米，南边边与已建建筑间距为 13.91 米，北面与学校红线最近间距为 14.12 米。

至善楼东面与原有建筑间距为 35.35 米，北面边与原有建筑间距为 23.29 米，南面边与原有建筑间距为 26.74 米，西面与原有建筑间距为 27.51 米。

设计目标达到国家标准中规定的绿色建筑一星级要求。

二、项目用水量计算

根据《建筑给水排水设计标准》GB50015-2019 及《民用建筑节能设计标准》（GB50555-2010）对建筑用水定额的规定计算本项目用水量。本项目综合楼最高日用水量为 $244.40\text{m}^3/\text{d}$ ，最大时用水量为 $15.66\text{m}^3/\text{h}$ ，最高日生活用水量为 $40.4\text{m}^3/\text{d}$ ，最大时用水量为 $5.66\text{m}^3/\text{h}$ 。

至善楼最高日用水量为 $33.6\text{m}^3/\text{d}$ ，最大小时用水量为 $5.46\text{m}^3/\text{h}$ 。

三、生活给水系统设计

（1）水源：综合楼水源为城市自来水，拟从现状沿河引入 1 根 DN100 给水管，经倒流防止器进入建筑红线范围内，在小区内形成环状供水管网，市政供水压力为 0.15MPa。用水点处水压大于 0.2MPa 的配水支管应采取减压措施，并应满足用水器具工作压力的要求。

至善楼水源为城市自来水，拟从现状沿河引入 1 根 DN150 给水管，经倒流防止器进入建筑红线范围内，在小区内形成环状供水管网，市政供水压力为 0.30MPa。用水点处水压大于 0.2MPa 的配水支管应采取减压措施，并应满足用水器具工作压力的要求。

（2）供水方式：由市政给水管网直接供水；给水系统入户管水压大于 0.20MPa 时设置减压阀。

（3）室外生活给水管道采用钢丝网骨架塑料复合管，公称压力为 1.0MPa，热熔连接。给水立管和横干管采用外镀锌内衬塑钢塑复合管，管道、管件及阀门的公称压力 1.0MPa，管径小于 80mm 采用螺纹连接，管径大于等于 80mm 采用沟槽式机械接头连接。入户冷水支管采用 PP-R（S5）塑料给水管，管道公称压力为 0.60MPa，热熔连接。屋顶明露给水管采用泡

沫橡塑管壳保温。图中管径标注均为管道公称直径。

(4) 用水计量：本项目设置分级计量水表，且未出现无计量的支路；按使用用途分别设置用水表，或按付费或管理单元，分别设置水表。绿化灌溉单独设置水表计量，水表采用远传水表。

(5) 节水器具：本工程所用卫生洁具均采用陶瓷制品，颜色由业主和装修设计确定。卫生洁具采用下出水低水箱坐式大便器(水箱容积为 6L)、台(立)式洗脸盆、不带裙边搪瓷浴盆，延时自闭冲洗阀冲洗的蹲式大便器。卫生洁具给水及排水五金配件采用与卫生洁具配套的节水型。公共卫生间洗手盆水龙头采用光电感应水龙头，自动冲洗小便器，低水箱冲洗大便器。卫生器具的用水效率等级应达到二级。

(6) 阀门：给水管上采用不锈钢闸阀,工作压力市政、一区为 1.0MPa。消防水泵吸水管上采用球墨铸铁闸阀，工作压力 1.0MPa，其余部位采用球墨铸铁闸阀或双向型蝶阀，工作压力为 1.6MPa。阀门均采用优质闸阀、蝶阀、截止阀等产品，保证阀门件水流量零泄漏。

四、排水系统设计

1、污水设计

(1) 室外采用雨污分流制，地上部分排水采用污、废合流制。采用重力流排水方式，生活污水经化粪池处理后排入市政污水管网。生活污水排水量按生活用水量的 90%计算。

(2) 污水管道采用硬聚氯乙烯排水管 (UPVC)。其中，卫生间排水立管及支管采用 UPVC 塑料排水管，粘接；屋面雨水排水立管采用 UPVC 排水塑料管；废水管，冷凝水排水立管及支管采用 UPVC 塑料排水管；排水管道及管件的材质应耐腐蚀，应具有承受不低于 40℃排水温度且连续排水的耐温能力。

(3) 车行道上的检查井井盖采用重型铸铁井盖，非车行道上的检查井井盖采用轻型铸铁井盖。

2、雨水设计

(1) 本项目屋面雨水均采用重力排水方式。屋面雨水采用 87 型雨水斗，设置溢流措施。项目屋面雨水管道设计重现期选 5 年，集水时间 T 取 5min。场地雨水均按 3 年重现期考虑，车道入口处按 50 年重现期考虑。

(2) 暴雨强度公式

$$q=1215.289 \times (1+0.711\lg T) / (t+6.397)^{0.981} \quad (L/S10^4m^2)$$

各屋面雨水排水系统排水能力大于屋面雨水设计流量。屋面均设置溢流口，雨水排水工程与溢流设施的总排水能力大于屋面 50 年重现期的雨水量。

(3) 室内雨水立管及悬吊管，阳台排水管采用排水 UPVC 管，收集壁挂空调机凝结水的空调冷凝水水管采用排水 UPVC 管，胶粘连接。

(4) 车行道上的检查井井盖采用重型铸铁井盖，非车行道上的检查井井盖采用轻型铸铁井盖。

可再生能源运行维护管理措施专项分析报告

一、项目概况

本项目位于湖南省岳阳市岳阳中学内，本工程为新建两栋建筑，新建综合楼位于校园东南角，至善楼位于校园北部。本项目为多层民用建筑（教育建筑），新建综合楼与东边与学校红线最近间距为 13.38 米，南边边与已建建筑间距为 13.91 米，北面与学校红线最近间距为 14.12 米。

至善楼东面与原有建筑间距为 35.35 米，北面边与原有建筑间距为 23.29 米，南面边与原有建筑间距为 26.74 米，西面与原有建筑间距为 27.51 米。

本项目按照《绿色建筑评价标准》（GB/T 50378-2019）进行绿色建筑设计，参评建筑为两栋多层民用建筑（教育建筑）及地下停车库，总建筑面积 11301.46 平方米，计容面积 10991.43 平方米，地下建筑面积为 227.81 平方米。

二、设计依据

《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021

三、项目运营与维护措施

（1）建筑的运行与维护应建立节能管理制度及设备系统节能运行操作规程。

运行维护管理单位在制定相关管理制度时，可参照 ISO 9001 质量管理体系、ISO 14001 环境管理体系、OHSAS 18001 职业健康安全管理体系及现行国家标准《能源管理体系要求及使用指南》GB/T 23331 等相关标准管理体系。

（2）对供冷供热系统，应根据实际冷热负荷变化制定调节供冷供热量的运行方案及操作规程。对可再生能源与常规能源结合的复合式能源系统，应根据实际运行状况制定实现全年可再生能源优先利用的运行方案及操作规程。

通常 60%~100% 负荷率为冷水机组的高效率区，故应根据系统负荷变化，合理地控制机组的开启台数，使得各机组的负荷率经常保持在 50% 以上，有利于冷水机组节能运行。

根据《中华人民共和国节约能源法》第四十条“国家鼓励在新建建筑和既有建筑节能改造中使用新型墙体材料等节能建筑材料和节能设备，安装和使用太阳能等可再生能源利用系统。”可再生能源利用，是我国建筑节能的重要发展方向，因此对于可再生能源与常规能源

结合的复合式能源系统，应该优先使用可再生能源系统。根据实际负荷情况，以及太阳能、地热能等资源参数变化情况，优化运行方案并落实在操作规程中，实现全年可再生能源优先利用。

(3) 太阳能集热系统停止运行时，应采取有效措施防止太阳能集热系统过热。

太阳能集热器是太阳能集热系统最主要的部件。太阳能集热器运行管理的要点是避免集热器的空晒运行，尤其是对于真空管型集热器；同时，也要避免因集热工质不流动而引起的闷晒。处于闷晒条件下的集热器，由于吸热板温度过高会损坏吸热涂层，并且由于箱体温度过高而发生变形会造成玻璃破裂，以及损坏密封材料和保温层等。因此，系统运行维护人员应在日常的工作中经常监视太阳能集热系统的温度变化，采取相应措施，如在集热器上加盖遮挡物，排除故障后再移去等，以避免太阳能集热系统因过热而发生空晒和闷晒现象。

(4) 建筑节能及相关设备与系统维护应符合下列规定：

- 1、应对设备及管道绝热设施定期进行维护和检查；**
- 2、应对自动控制系统的传感器、变送器、调节器和执行器等基本元件进行日常维护保养，并按工况变化调整控制模式和设定参数。**

制冷机组、空调机组、风机、水泵和冷却塔等设备的过滤装置，如制冷机组的水过滤器、油过滤器、冷媒过滤器及干燥过滤器，空调机组或风机系统的初、中、高效空气过滤器，水泵前端的除污器，冷却塔的过滤装置或布水器等，应定期清洗，必要时更换过滤材料。减少过滤装置前后压差值可有效降低系统能源消耗。

设备及管道绝热设施是减少能量浪费的重要保障，如保温破损或隔汽层不严会严重影响保温性能，造成系统热量损失增大，能耗增加。应定期检查、检测，确保绝热设施完好、性能正常。有破损或失效的绝热设施应及时进行修补或更换。

对自控设备和控制系统的定期维护，目的在于保障节能控制系统正常工作，达到节能运行的目标。

(5) 太阳能集热系统检查和维护，应符合下列规定：

- 1、太阳能集热系统冬季运行前，应检查防冻措施；并应在暴雨，台风等灾害性气候到来之前进行防护检查及过后的检查维修；**
- 2、雷雨季节到来之前应对太阳能集热系统防雷设施的安全性进行检查；**
- 3、每年应对集热器检查至少一次，集热器及光伏组件表面应保持清洁。**

强调进入冬季之前，应进行防冻系统的检查，保证系统安全运行。需要强调的是，防冻检查既包括太阳能集热系统的防冻措施检查，也包括对太阳能热水、供暖、空调系统的其他

部件以及管路的检查。具体做法可参照现行国家标准《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364 相关要求。

强调了在雷雨季节到来之前，应对太阳能集热系统防雷设施进行检查，具体检查内容应按《建筑电气与智能化通用规范》的相关要求执行。

考虑到空气污染等问题影响太阳能集热器的高效运行，应每年检查集热器表面，定期进行清洗。太阳能集热器和光伏组件的表面积灰等因素会导致系统集热量或发电量减低，保持表面清洁是系统效率的重要保证。

(6) 建筑外围护结构应定期进行检查。当外墙外保温系统出现渗涌、破损、脱落现象时，应进行修复。

外围护结构的热工性能将直接影响建筑的冷热负荷，对节约能源起到至关重要的作用。屋面、外墙内表面不结露，门窗可正常开启且关闭严密等都是对外围护结构的基本要求。对外保温系统，当出现渗漏、破损、脱落现象时，必须及时修复，避免损毁现象进一步恶化，甚至引发安全风险。

四、项目节能管理措施

(1) 建筑能源系统应按分类、分区、分项计量数据进行管理；可再生能源系统应进行单独统计。建筑能耗应以一个完整的日历年统计。能耗数据应纳入能耗监督管理系统平台管理。

对电、水、气、冷/热量等分类、分区、分项计量，是进行节能潜力分析和能源系统优化管理的前提，对收集的数据进行分析总结，能够摸清建筑能耗特点及运行特点，可实现节能潜力挖掘，提高设备用能效率。

可再生能源系统单独计量可为指导项目运行管理提供较为详细、准确的基础数据。

建筑能耗按年统计，通常包括全年 12 个月的数据；有能耗监测平台时，能耗数据需纳入能耗监测平台统一管理。

(2) 建筑能耗统计应包括下列内容：

- 1、建筑耗电量；**
- 2、耗煤量、耗气量或耗油量；**
- 3、集中供热耗热量；**
- 4、集中供冷耗冷量；**
- 5、可再生能源利用量。**

(3) 公共建筑运行管理应如实记录能源消费计量原始数据，并建立统计台账。能源计量器具应在校准有效期内，保证统计数据的真实性和准确性。

定期进行计量器具校准是保证数据质量的必要条件，建筑能源管理系统运行维护过程中应对计量器具进行定期检定，保证计量数据的准确性。能源计量器具宜根据相关标准要求定期检定（校准），具体要求如下：1）应使用经核定（校准）符合要求的或不超过检定周期的计量器具；2）属强制检定的计量器具，其检定周期、检定当时应遵守有关计量法律法规的规定；3）非强制检定的计量器具，其检定周期可根据不同建筑用能情况自行安排，但不宜超过5年。

(4) 建筑能效标识，应以单栋建筑为对象。标识应包括下列内容：

- 1、建筑基本信息；**
- 2、建筑能效标识等级及相对节能率；**
- 3、新技术应用情况；**
- 4、建筑能效实测评估结果。**

能效标识是附在产品或产品包装物上的一种信息标签，用来表示用能产品的能源性能，通常以能耗量、能源效率和/或能源成本的形式给出，以便在消费者购买产品时，向消费者提供必要的信息，属于产品符合性标志的范畴。建筑能效标识是指将反映建筑物能源消耗量及其用能系统效率等性能指标以信息标识的形式进行明示。实行建筑能效标识认证制度，向房屋消费者提供有关建筑物能源利用效率和能耗量指标信息，既可解决目前政府管理部门、购房者，或是建设单位本身对于建筑能效实际情况的了解信息不对称的问题，又可为各级政府和建设行政主管部门加强对新建建筑的市场准入管理提供有效手段。

建筑能效标识作为一种新的管理机制和技术手段，目前广泛被国外采用，如美国能源之星（Energy Star）建筑标识、欧盟的能源书——“建筑物能源合格证明”等。国际经验证明，建筑能效标识是从节能的角度控制设计、施工质量的主要手段，是保证建筑节能闭环管理的重要步骤，也是建筑节能的助推剂和政策激励。

建筑能效测评与标识方法可按现行行业标准《建筑能效标识技术标准》JGJ/T 288 执行。

(5) 实施合同能源管理的项目，应在合同中明确节能量和室内环境参数的量化目标和验证方法。

合同能源管理是在市场经济条件下的一种节能新机制、新模式，可以解决耗能企业开展节能项目缺乏资金、技术、人员、管理经验等问题，实现节能零投资、零风险、持久受益，提高企业节能积极性，并使企业有更多精力发展主营业务。本条针对目前合同能源管理项目

实施过程中，合同双方容易对节能量存在异议的问题，对合同能源管理的合同签订内容提出了要求。

合同能源管理应通过合同约定节能指标和服务以及投融资和技术保障，使整个节能改造过程如项目审计、设计、融资、施工、管理等由节能服务公司统一完成；在合同期内，节能服务公司的投资回收和合理利润由产生的明确量化的节能效益来支付；在合同期内项目的所有权归节能服务公司所有，并负责管理整个项目工程，如设备保养、维护及节能检测等；合同结束后，节能服务公司应将全部节能设备无偿移交给耗能企业并培养管理人员、编制管理手册等，此后由耗能企业自己负责经营管理；节能服务公司应承担节能改造的全部技术风险和投资风险。对有争议的项目应委托第三方进行检测，确保合同的执行。

照度及照明功率密度计算书

1、参考标准

《建筑照明设计标准》GB 50034-2020

《照明设计手册》第二版

《湖南省绿色建筑评价标准》(DBJ43/T357-2020)

《绿色建筑评价标准》(GB/T50378-2019)2024 年版

2、计算依据

根据《湖南省绿色建筑设计基本规定》第 4.5.1 条“各类照明场所的照明功率密度值不高于现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 规定的现行值。”

2.1 计算公式

利用系数平均照度法计算公式计算室内平均照度：

$$E_{av}=N \Phi UK/A$$

E_{av} ——平均照度 lx

Φ ——光通量 lm

N ——光源数量

U ——利用系数

A ——工作面面积 m^2

K ——灯具维护系数

利用照明功率密度计算公式计算室内照明功率密度：

$$LPD=P/A= \sum (PL+PB)/A$$

P ——单个光源的输入功率 (w)

PL ——单个光源额定功率 (w)

PB ——配套镇流器或变压器的功耗 (w)

A ——房间或场所面积 (m^2)

3、计算结果

本项目各类照明场所照度及照明功率密度计算结果如下所示：

表 1 至善楼

场所	设计照度 (lx)		设计功率密度值 (w/m ²)		灯具数	灯具效率	功率因数补偿情况	显色指数
	标准值	计算值	现行值	计算值				
走道、楼梯	50	54	1.5	1.2		≥80%	≥0.90	80
卫生间	75	73	2	1.5		≥80%	≥0.90	80
教室	300	280	6.5	5.0		≥80%	≥0.90	80
会议室	300	280	6.5	5.8		≥80%	≥0.90	80

表 2 综合楼

场所	设计照度 (lx)		设计功率密度值 (w/m ²)		灯具数	维护系数	功率因数补偿情况	显色指数
	标准值	计算值	现行值	计算值				
办公室	300	284	6.5	5.80	9	80%	≥0.90	80
门厅	100	90	3.5	2	6	80%		
报告厅	300	288.7	8.0	5.9	24	80%	≥0.90	80
走道	100	102.2	2.5	2.4	8	80%	≥0.90	80
消控室	300	283.6	6.5	5.6	6	80%	≥0.90	80
风机房	100	90	≤6	4	2	80%	≥0.90	80

4、结论

从上表中的计算结果可以看出，本项目设计照明功率密度值满足规范《建筑照明设计标准》GB 50034 中的目标值要求，符合《湖南省绿色建筑设计基本规定》的相关要求。

建筑形体规则性判定报告

1. 项目名称：岳阳中学新建教学楼项目
2. 对应条文：7.2.1条 择优选用建筑形体。1) 建筑形体不规则，得3分；2) 建筑形体规则，得6分。

3. 形体判定

依据《建筑抗震设计规范》GB50011-2010 中第3.4.3 条规定，项目建筑形体及其构件布置的平面、竖向不规则性，按下附表要求划分和判定（详见附表）

4. 结论

项目经过计算判定，至善楼、新建综合楼教学单元建筑形体及其构件布置的平面存在 1 项不规则，建筑形体判定结论为一般不规则；新建综合楼礼堂单元建筑形体及其构件布置的平面存在 2 项不规则，建筑形体判定结论为一般不规则。

附表：

本项目属于混凝土框架结构房屋，依据《建筑抗震设计规范》GB50011-2010 中第3.4.3 条规定，项目建筑形体及其构件布置的平面、竖向不规则性，按下列要求划分和判定：

1、平面不规则

平面不规则的主要类型

不规则类型	定义和参考指标	项目计算结果			判定结论
		至善楼	新建综合楼教学单元	新建综合楼礼堂单元	
扭转不规则	在规定的水平力作用下，楼层的最大弹性水平位移或（层间位移）大于该楼层两端弹性水平位移或（层间位移）平均值的 1.2 倍	位移比： Max(X 向)= 1.03 (6层1塔) Max(Y 向)=1.26 (2层1塔) 层间位移比： Max(X 向)=1.03 (6层1塔) Max(Y 向)=1.26 (2层1塔)	位移比： Max(X 向)= 1.05 (2层1塔) Max(Y 向)=1.20 (6层1塔) 层间位移比： Max(X 向)=1.04 (3层1塔) Max(Y 向)=1.23 (7层1塔)	位移比： Max(X 向)= 1.533 (1层1塔) Max(Y 向)=1.254 (1层1塔) 层间位移比： Max(X 向)=1.767 (4层1塔) Max(Y 向)=1.697 (4层1塔)	各栋均不规则

凹凸不规则	平面凹进的尺寸,大于相应投影方向总尺寸的30%	无	无	无	各栋均规则
楼板局部不连续	楼板的尺寸和平面刚度急剧变化,例如有效楼板宽度小于该层楼板典型宽度的50%,或开洞面积大于该层楼面面积的30%,或较大的楼层错层。	无	无	礼堂单元存在平面大开洞	礼堂单元不规则

2、竖向不规则

竖向不规则的主要类型

不规则类型	定义和参考指标	项目计算结果			判定结论
		至善楼	新建综合楼教学单元	新建综合楼礼堂单元	
侧向刚度不规则	该层的侧向刚度小于相邻上一层的70%,或小于其上相邻三个楼层侧向刚度平均值的80%;处顶层或出屋面小建筑外,局部收进的水平向尺寸大于相邻下一层的25%	X方向最小刚度比: 1.0 (5层1塔) Y方向最小刚度比: 1.0 (5层1塔)	X方向最小刚度比: 1.0 (7层1塔) Y方向最小刚度比: 1.0 (7层1塔)	X方向最小刚度比: 1.0 (3层1塔) Y方向最小刚度比: 1.0 (3层1塔)	各栋均规则
竖向抗侧力构件不连续	竖向抗侧力构件(柱、抗震墙、抗震支撑)的内力由水平转换构件(梁、桁架等)向下传递	无	无	无	各栋均规则

楼层承载力突变	抗侧力结构的层间受剪承载力小于相邻上一层的 80%	X方向最小楼层抗剪承载力之比: 1.0(5层1塔) Y方向最小楼层抗剪承载力之比: 1.0 (5层1塔)	X方向最小楼层抗剪承载力之比: 1.0(7层1塔) Y方向最小楼层抗剪承载力之比: 0.97 (2层1塔)	X方向最小楼层抗剪承载力之比: 1.0(3层1塔) Y方向最小楼层抗剪承载力之比: 1.0 (3层1塔)	各栋均规则
---------	---------------------------	---	--	---	-------

项目经过计算判定，至善楼、新建综合楼教学单元建筑形体及其构件布置的平面存在 1项不规则，建筑形体判定结论为一般不规则；新建综合楼礼堂单元建筑形体及其构件布置的平面、平面存在 2项不规则，建筑形体判定结论为一般不规则。

绿色建筑降碳措施报告书

公共建筑

岳阳中学新建教学楼项目-新建综合楼

设计编号：2024-2071



工程地点：湖南-岳阳

建设单位：岳阳市教育事务中心

设计单位：长沙市规划设计院有限责任公司

设计人：

校对人：

审定人：

报告日期：2025年3月4日

采用软件：建筑碳排放 CEEB2025
软件版本：20250101(SP1)
正版授权码：N0b283a6c3ea9d982
研发单位：北京绿建软件股份有限公司



绿建斯维尔

绿色建筑专家

目 录

1 建筑概况	4
2 标准依据	4
3 软件介绍	4
4 气象数据	5
4.1 逐日干球温度表	5
4.2 逐月辐照量表	5
4.3 峰值工况	5
5 建筑大样	6
6 围护结构	8
6.1 工程材料	8
6.1.1 普通材料	8
6.1.2 其他材料	9
6.2 围护结构作法简要说明	10
7 围护结构概况	10
8 设计建筑	11
8.1 房间类型	11
8.1.1 房间参数表	11
8.1.2 作息时间表	12
8.2 系统类型	12
8.2.1 系统分区	12
8.2.2 热回收参数	12
8.3 制冷系统	12
8.3.1 默认冷源	12
8.4 供暖系统	13
8.4.1 默认热源	13
8.5 空调风机	14
8.6 照明	14
8.7 光伏发电	14
9 参照建筑	14
9.1 房间类型	14
9.1.1 房间参数表	14
9.1.2 作息时间表	15
9.2 系统类型	15
9.3 制冷系统	15
9.3.1 默认冷源	15
9.4 供暖系统	16
9.4.1 默认热源	16
9.5 空调风机	16
9.6 照明	16
10 计算结果	17

10.1 建材生产运输碳排放	17
10.1.1 建材生产阶段	17
10.1.2 建材运输阶段	17
10.2 建筑建造拆除碳排放	17
10.2.1 建筑建造	17
10.2.2 建筑拆除	17
10.3 碳汇	18
10.4 建筑运行碳排放	18
10.5 全生命周期碳排放	18
11 降碳措施	19
12 结论	19
13 附录	22
13.1 工作日/节假日人员逐时在室率(%)	22
13.2 工作日/节假日照明开关时间表(%)	22
13.3 工作日/节假日设备逐时使用率(%)	23
13.4 工作日/节假日空调系统运行时间表(1:开,0:关)	24
13.5 工作日/节假日新风运行时间表(%)	24

1 建筑概况

工程名称	岳阳中学新建教学楼项目-新建综合楼	
工程地点	湖南-岳阳	
地理位置	北纬：29.00°	东经：113.08°
建筑寿命(年)	50	
计算建筑面积(m ²)	地上 7583	地下 0
建筑层数	地上 6	地下 0
建筑高度 (m)	地上 22.7	地下 0.0
计算建筑体积(m ³)	38477.83	
计算建筑外表面积(m ²)	8073.24	
北向角度	74.2	
结构类型		
外墙太阳辐射吸收系数	0.75	
屋顶太阳辐射吸收系数	0.61	
控温期	供冷期:6.14-8.31,供暖期:11.30-2.28	

2 标准依据

1. 《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378-2019)局部修订(2024 年版)
2. 《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366-2019
3. 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021
4. 《民用建筑绿色性能计算标准》JGJ/T 449-2018

3 软件介绍

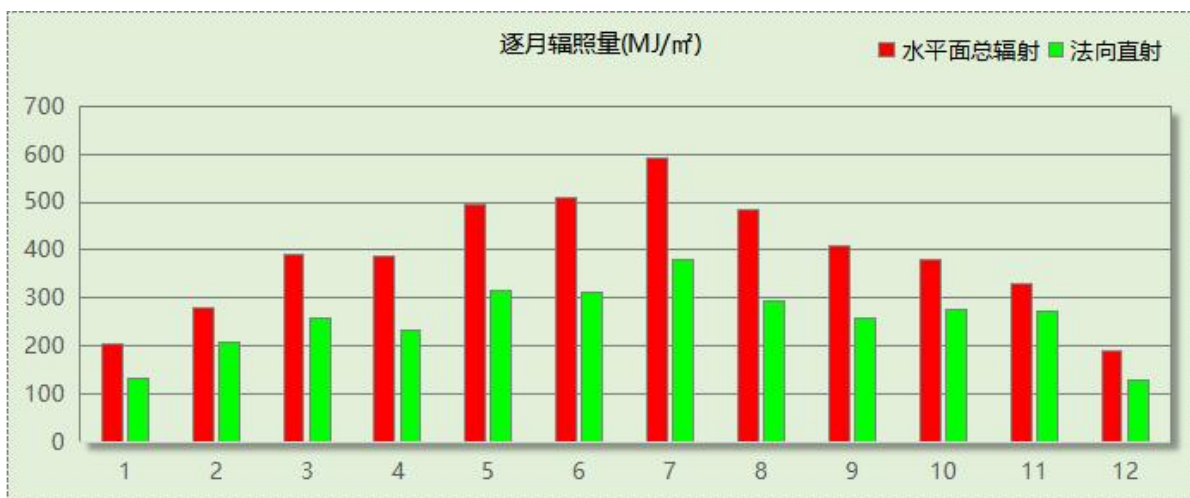
本报告内容由建筑碳排放 CEEB2025 计算并输出，建筑碳排放 CEEB 以 CAD 为平台，与建筑节能模型无缝对接，支持《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019 (2024 年版)第 3.2.8 条绿色建筑星级的技术要求及 9.2.7 条设计建筑采取相应措施后减碳量的对比计算（其中建筑运行碳降低的比较基准是现行强制性工程建设规范《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015）。

4 气象数据

4.1 逐日干球温度表



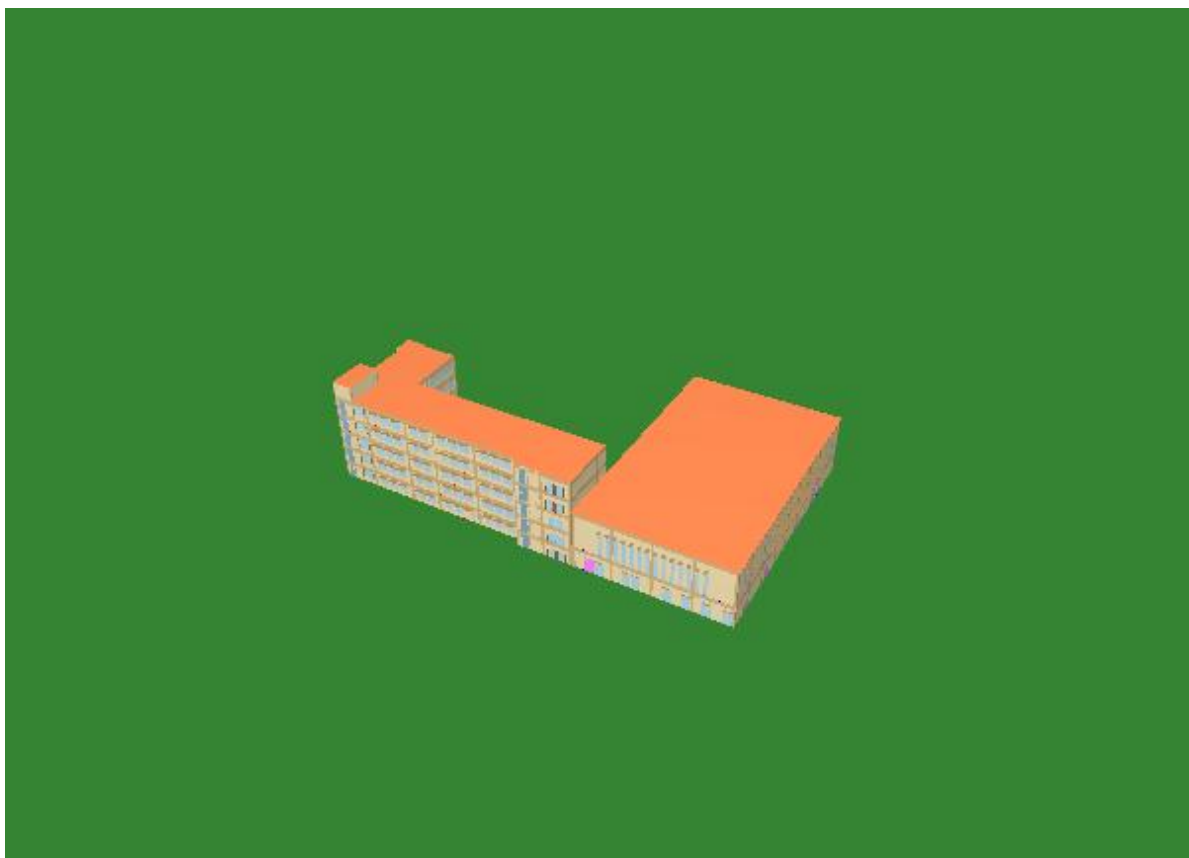
4.2 逐月辐照量表



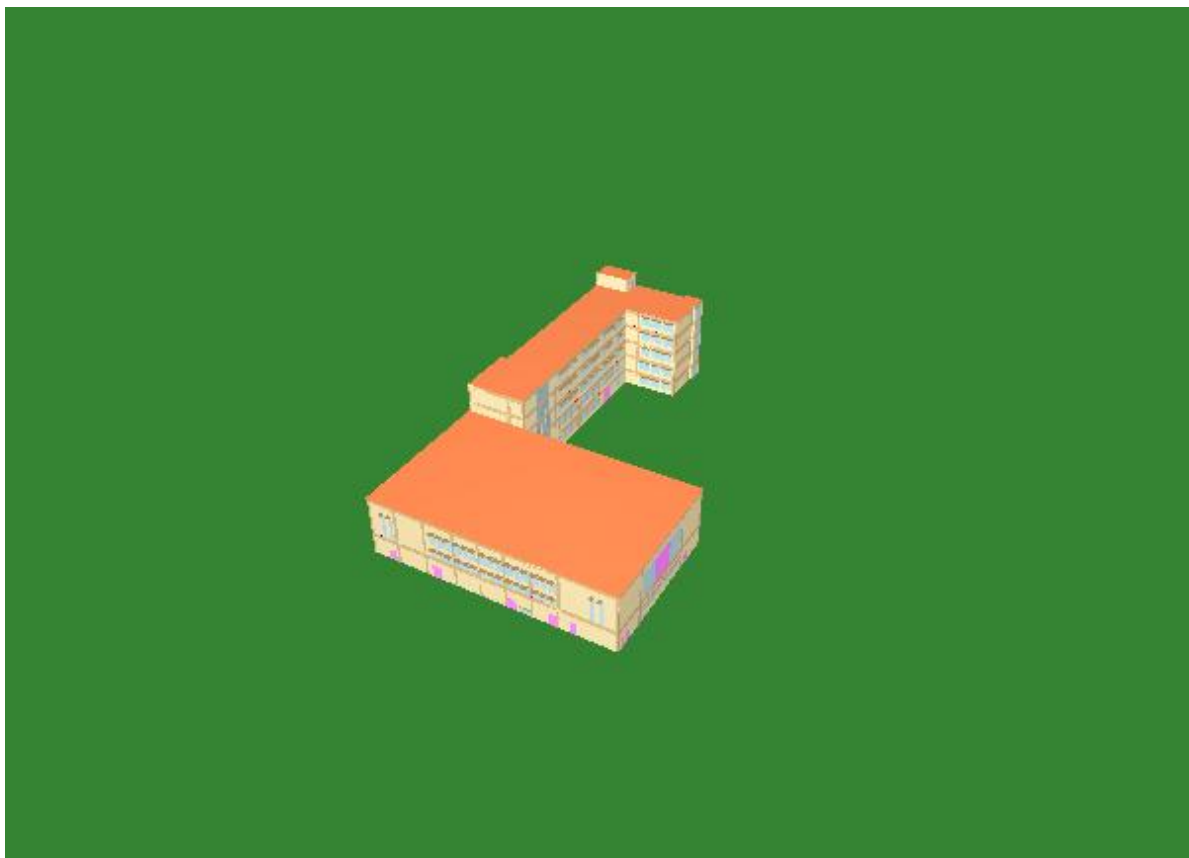
4.3 峰值工况

气象数据	时刻	干球温度(°C)	湿球温度(°C)	含湿量(g/kg)	焓值(kj/kg)
最热	07月11日17时	38.3	26.7	18.2	85.3
最冷	01月12日07时	-2.2	-2.2	2.9	5.0

5 建筑大样



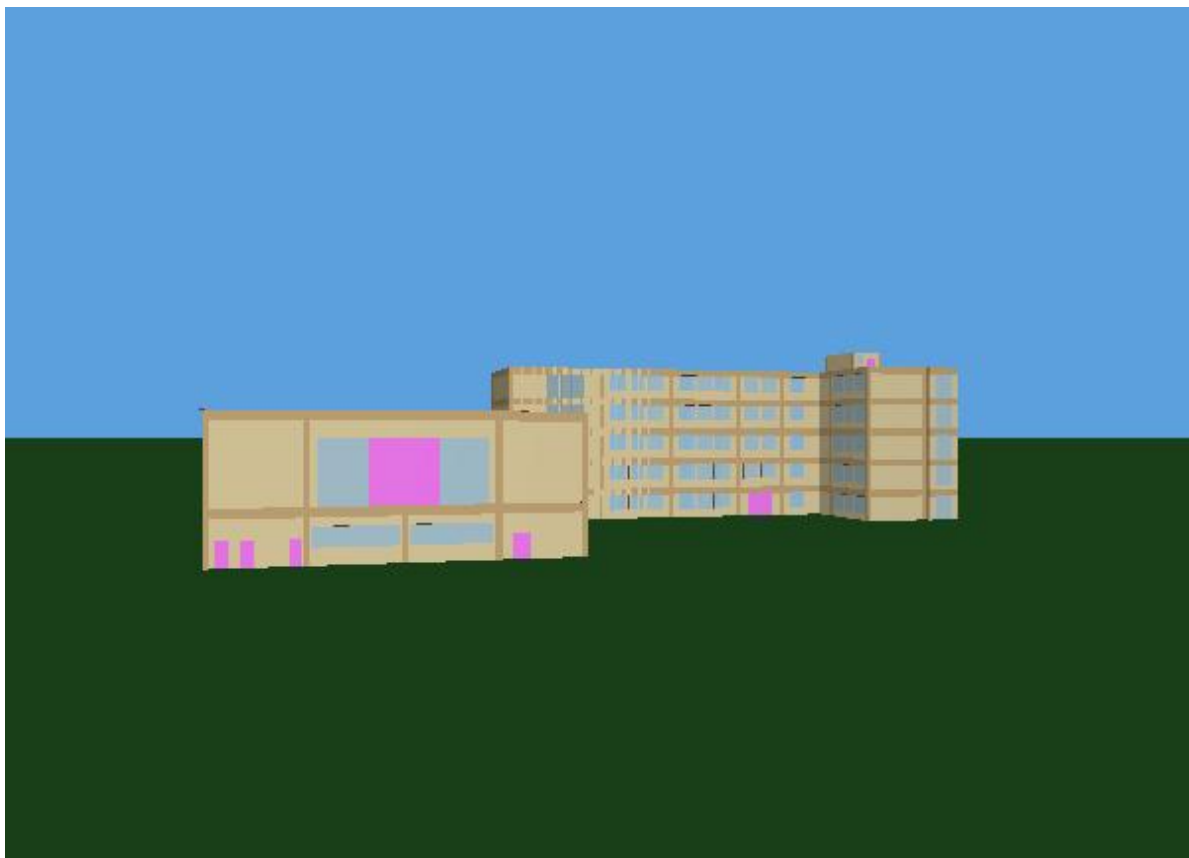
西南轴侧图



东北轴侧图



前视图



后视图

6 围护结构

6.1 工程材料

6.1.1 普通材料

材料名称	导热系数 λ	蓄热系数 S	密度 ρ	比热容 C_p	蒸汽渗透系数 u	数据来源
	W/(m.K)	W/(m ² .K)	kg/m ³	J/(kg.K)	g/(m.h.kPa)	
水泥砂浆	0.930	11.370	1800.0	1050.0	0.0210	
钢筋混凝土	1.740	17.200	2500.0	920.0	0.0158	
烧结页岩多孔砖/空心砖墙	0.580	7.920	1400.0	1062.3	0.0158	
C20 细石混凝土保护层, 内配 $\Phi 4@150$ 双向钢筋网片	1.510	15.360	2300.0	920.0	0.0173	
1: 2.5 水泥砂浆	0.930	11.370	1800.0	1000.0	0.0210	
1: 2.5 水泥砂浆找平	0.930	11.370	1800.0	1050.0	0.0210	
石灰水泥砂浆(1)	0.810	10.070	1600.0	1050.0	0.0443	

加气混凝土砌体	0.220	3.601	700.0	1158.0	0.0000	
C30 细石混凝土保护层	1.510	15.360	2300.0	920.0	0.0173	
弹性体改性沥青防水卷材（耐根穿刺防水层）	0.230	9.370	900.0	5832.3	0.0075	
自粘聚合物改性沥青防水卷材	0.230	9.370	900.0	5832.3	0.0075	
聚合物水泥防水涂料（I 型）	0.087	1.635	330.0	1280.4	0.0000	
干粉类聚合物水泥防水砂浆	0.930	11.370	1800.0	1050.0	0.0210	
难燃型挤塑聚苯板(1)	0.030	0.540	25.0	5346.4	0.0000	
LC5.0 轻骨料混凝土	0.230	6.810	1150.0	2411.0	0.0000	湖南省公/居建筑节能设计标准常用材料-2022
M15 砂浆（1：3 水泥砂浆）	0.930	11.370	1800.0	1000.0	0.0210	
种植土	0.300	4.420	550.0	1628.2	0.0000	湖南省公/居建筑节能设计标准常用材料-2022
岩棉复合保温装饰一体板	0.045	0.750	100.0	1718.9	0.0000	湖南公建 2017，计算值为芯材厚度
玻璃棉板	0.040	0.590	32.0	3739.6	0.0000	湖南省超低能耗居住建筑设计标准 DBJ43/T 017-2021
1.0 厚直立式锰镁铝金属屋面（不计入计算）	—	191.000	—	—	—	湖南省公/居建筑节能设计标准常用材料-2022
0.7 厚穿孔压型彩钢板（不计入计算）（1）	—	191.000	—	—	—	湖南省公/居建筑节能设计标准常用材料-2022

6.1.2 其他材料

材料名称	厚度	热阻 R	太阳辐射吸收系数	备注
	mm	(m ² K)/W		
非固化橡胶沥青防水涂料(1)	—	—	—	防火等级 A 级
聚氨酯防水涂料(1)	—	—	—	
干铺聚酯无纺布一层（不计）	—	—	—	
0.5 厚防水透气膜（不	—	—	—	

参与计算)				
2厚PVC防水卷材(不参与计算)	—	—	—	修正系数 1.20
除尘无纺布(不参与计算)	—	—	—	修正系数 1.20
粘接砂浆	—	—	—	

6.2 围护结构作法简要说明

1. 屋顶:

(1) 屋顶构造二(金属屋面) ($K=0.446, D=1.475$): (由上到下)

1.0厚直立式锰镁铝金属屋面(不计入计算) 1mm+2厚PVC防水卷材(不参与计算) 2mm+0.5厚防水透气膜(不参与计算) 0.5mm+玻璃棉板 100mm+除尘无纺布(不参与计算) 0mm+0.7厚穿孔压型彩钢板(不计入计算) (1) 0mm

(2) 屋顶构造(种植屋面) ($K=0.295, D=8.252$): (由上到下)

种植土 300mm+干铺聚酯无纺布一层(不计) 0mm+弹性体改性沥青防水卷材(耐根穿刺防水层) 4mm+非固化橡胶沥青防水涂料(1) 2mm+M15砂浆(1:3水泥砂浆) 20mm+LC5.0轻骨料混凝土 30mm+难燃型挤塑聚苯板(1) 75mm+聚氨酯防水涂料(1) 1.5mm+钢筋混凝土 120mm

(3) 屋顶构造一(不上人屋面) ($K=0.468, D=4.122$): (由上到下)

C20细石混凝土保护层,内配 $\Phi 4@150$ 双向钢筋网片 40mm+干铺聚酯无纺布一层(不计) 0mm+难燃型挤塑聚苯板(1) 64mm+自粘聚合物改性沥青防水卷材 3mm+自粘聚合物改性沥青防水卷材 3mm+非固化橡胶沥青防水涂料(1) 2mm+1:2.5水泥砂浆 20mm+LC5.0轻骨料混凝土 30mm+钢筋混凝土 120mm

2. 外墙(填充墙): 外墙(砌体)构造 ($K=0.713, D=4.002$): (由外到内)

岩棉复合保温装饰一体板 45mm+粘接砂浆 0mm+干粉类聚合物水泥防水砂浆 5mm+聚合物水泥防水涂料(I型) 1.5mm+1:2.5水泥砂浆找平 15mm+烧结页岩多孔砖/空心砖墙 200mm+石灰水泥砂浆(1) 20mm

3. 热桥梁: 热桥梁构造 ($K=0.853, D=3.248$): (由外到内)

岩棉复合保温装饰一体板 45mm+粘接砂浆 0mm+干粉类聚合物水泥防水砂浆 5mm+聚合物水泥防水涂料(I型) 1.5mm+1:2.5水泥砂浆找平 15mm+钢筋混凝土 200mm+石灰水泥砂浆(1) 20mm

4. 热桥柱: 热桥柱构造 ($K=0.853, D=3.248$): (由外到内)

岩棉复合保温装饰一体板 45mm+粘接砂浆 0mm+干粉类聚合物水泥防水砂浆 5mm+聚合物水泥防水涂料(I型) 1.5mm+1:2.5水泥砂浆找平 15mm+钢筋混凝土 200mm+石灰水泥砂浆(1) 20mm

5. 热桥板: 热桥板构造 ($K=0.863, D=3.197$): (由外到内)

岩棉复合保温装饰一体板 45mm+粘接砂浆 0mm+干粉类聚合物水泥防水砂浆 5mm+聚合物水泥防水涂料(I型) 1.5mm+1:2.5水泥砂浆找平 15mm+钢筋混凝土 220mm

6. 外窗构造: 断桥铝合金型材 14.8mm 6 高透光单银 Low-E+12A+6 透明 ($K=2.650$):

传热系数 2.650W/m².K, 窗太阳得热系数 0.480

7 围护结构概况

			设计建筑			参照建筑		
天窗屋顶比			—			—		
屋顶传热系数 K 和热惰性指标 D			K=0.40 D=4.24			K=0.40 D=7.65		
外墙传热系数 K 和热惰性指标 D			K=0.80 D=3.74			K=0.80 D=3.87		
挑空楼板传热系数 K 和热惰性指标 D			K=— D=—			K=— D=—		
天窗传热系数 K 和太阳得热系数 SHGC			K=— SHGC=—			K=— SHGC=—		
外窗(包 括透明 幕墙)	朝向	立面	窗墙比	传热 系数	太阳得热 系数	窗墙比	传热 系数	太阳得 热系数
	南向	南-默认立面	0.30	2.65	0.39	0.30	2.60	0.40
	北向	北-默认立面	0.24	2.65	0.42	0.24	2.60	0.45
	东向	东-默认立面	0.17	2.65	0.37	0.17	3.00	0.45
	西向	西-默认立面	0.19	2.65	0.41	0.19	3.00	0.45
室内参数和气象条件设置			按《公共建筑节能设计标准》附录 B 设置					

备注:

1. 传热系数的单位 $W/(m^2 \cdot K)$, 其他参数无量纲。
2. 屋顶和外墙的传热系数 K 和热惰性指标 D 指平均值。
3. 设计建筑: “—”代表本工程无对应项。

8 设计建筑

8.1 房间类型

8.1.1 房间参数表

房间类型	空调 温度 $^{\circ}C$	供暖 温度 $^{\circ}C$	新风量	渗透风 换气次数	人员密度	照明功率	插座设备 功率
卫生间	26	20	30($m^3/h \cdot$ 人)	0(次/h)	6(m^2 /人)	4(W/m^2)	5(W/m^2)
大厅	26	20	30($m^3/h \cdot$ 人)	0(次/h)	6(m^2 /人)	8(W/m^2)	5(W/m^2)
报告厅	26	20	30($m^3/h \cdot$ 人)	0(次/h)	6(m^2 /人)	8(W/m^2)	5(W/m^2)
普通办公室	26	20	30($m^3/h \cdot$ 人)	0(次/h)	6(m^2 /人)	8(W/m^2)	5(W/m^2)
普通办公室	26	20	30($m^3/h \cdot$ 人)	0(次/h)	10(m^2 /人)	8(W/m^2)	15(W/m^2)
普通教室	26	20	30($m^3/h \cdot$ 人)	0(次/h)	6(m^2 /人)	8(W/m^2)	5(W/m^2)
楼梯间	—	—	30($m^3/h \cdot$ 人)	0(次/h)	6(m^2 /人)	2(W/m^2)	5(W/m^2)
空房间	—	—	0($m^3/h \cdot$ 人)	0(次/h)	0(人)	0(W/m^2)	0(W/m^2)
设备间	—	—	30($m^3/h \cdot$ 人)	0(次/h)	0(人)	3.5(W/m^2)	15(W/m^2)
走廊	26	20	30($m^3/h \cdot$ 人)	0(次/h)	6(m^2 /人)	3(W/m^2)	5(W/m^2)

8.1.2 作息时间表

详见附录

8.2 系统类型

8.2.1 系统分区

系统编号	系统类型	面积 (m ²)	包含的房间
自动	中央空调-双管制 风机盘管	6178.85	所有房间

8.2.2 热回收参数

系统编号	热回收	供冷		供暖	
		回收效率(%)	启动温(焓)差	回收效率(%)	启动温(焓)差
自动	无	—	—	—	—

8.3 制冷系统

8.3.1 默认冷源

8.3.1.1 供应的系统

系统编号	自动
------	----

8.3.1.2 冷水机组

名称	类型	额定耗电量 (kW)	额定制冷量 (kW)	额定性能系数 (COP)	台数
机组 1	水冷-螺杆式冷水机组	100	500	5.00	1

8.3.1.3 水泵系统

机组名称	类型	调节	流量 (m ³ /h)	扬程 (m)	设计工作 效率(%)	输入功率 (kW)	冷却塔耗电 比(kWh/m ³)	台数
机组 1	冷却水泵	单速	320	25	80	31.3	0.03	1
	冷冻水泵	单速	320	30	80	37.6	—	1

8.3.1.4 运行工况

负载率 (%)	机组制冷量 (kW)	机组功率 (kW)	性能系数 (COP)	冷却水泵功率 (kW)	冷冻水泵功率 (kW)	冷却塔功率 (kW)
20	100	25	4.00	31.3	37.6	10
40	200	48	4.17	31.3	37.6	10
60	300	68	4.41	31.3	37.6	10
80	400	80	5.00	31.3	37.6	10
100	500	100	5.00	31.3	37.6	10

8.3.1.5 制冷能耗

负荷区间 (%)	区间负荷 (kWh)	运行时长 (h)	制冷机组 (kWh)	平均性能系数(COP)	冷却水泵 (kWh)	冷冻水泵 (kWh)	冷却塔 (kWh)
0~20	3020	65	755	4.00	2035	2444	650
20~40	1153	9	284	4.06	282	338	90
40~60	911	4	215	4.24	125	150	40
60~80	2912	8	607	4.79	250	301	80
80~100	16796	37	3359	5.00	1158	1391	370
>100	425359	551	55100	—	17246	20718	5510
合计	450151	674	60321		21096	25342	6740

类别	电耗(kWh/a)	碳排放因子 (kgCO ₂ /kWh)	碳排放量(tCO ₂ /a)
制冷机组	60321	0.5703	34.401
冷却水泵	21096		12.031
冷却塔	6740		3.844
冷冻水泵	25342		14.453
合计			64.729

8.4 供暖系统

8.4.1 默认热源

8.4.1.1 供应的系统

系统编号	自动
------	----

8.4.1.2 热水锅炉

燃料类型	容量 (MW)	台数	锅炉负荷 (kWh/a)	锅炉热效率	外网热输送效率	碳排放因子 (tCO ₂ /TJ)	碳排放量 (tCO ₂ /a)
烟煤 II	1.00	1	121251	0.78	0.92	89	54.137

8.4.1.3 热水循环泵

类型	调节	流量(m ³ /h)	扬程(m)	设计工作效率(%)	输入功率(kW)	台数
供暖水泵	单速	320	30	80	37.6	1

8.4.1.4 热水循环水泵能耗

负荷率 (%)	锅炉负荷 (kW)	供暖水泵功率 (kW)	热水输送能效比 EHR	区间负荷 (kWh)	区间时长 (h)	供暖水泵电耗 (kWh)
20	200	37.6	0.1880	50182	879	33050
40	400	37.6	0.0940	53402	196	7370
60	600	37.6	0.0627	15718	34	1278
80	800	37.6	0.0470	1948	3	113
100	1000	37.6	0.0376	0	0	0

综合	121251	1112	41811
----	--------	------	-------

供暖水泵电耗(kWh/a)	碳排放因子(kgCO ₂ /kWh)	碳排放量(tCO ₂ /a)
41811	0.5703	23.845

8.5 空调风机

类别	电耗(kWh/a)	碳排放因子(kgCO ₂ /kWh)	碳排放量(tCO ₂ /a)
独立新排风	19548	0.5703	11.148
风机盘管	555		0.316
全空气机组	0		0.0000
合计			11.465

8.6 照明

房间类型	单位面积电耗(kWh/m ² .a)	房间数量	房间合计面积(m ²)	合计电耗(kWh/a)	碳排放因子(kgCO ₂ /kWh)	碳排放量(tCO ₂ /a)
教育-卫生间	9.45	21	343	3244	0.5703	1.850
教育-大厅	18.90	4	393	7433		4.239
教育-报告厅	18.90	3	1891	35746		20.386
教育-普通办公室	18.90	14	736	13912		7.934
办公-普通办公室	18.90	17	180	3403		1.941
教育-普通教室	18.90	15	1182	22331		12.736
教育-楼梯间	4.73	4	83	394		0.225
教育-空房间	0.00	33	598	0		0.000
教育-设备间	8.27	5	249	2057		1.173
教育-走廊	7.09	6	1792	12703		7.244
总计						57.728

8.7 光伏发电

日照辐照量(kJ/m².天): 11589, 年运行天数: 365

光伏板面积(m ²)	光电转换效率(%)	光伏系统效率(%)	光伏电池性能衰减修正系数	全年供电(kWh/a)	碳排放因子(kgCO ₂ /kWh)	可减少碳排放量(tCO ₂ /a)
370	20	75	0.85	55430	0.5703	31.612
总计						31.612

9 参照建筑

9.1 房间类型

9.1.1 房间参数表

房间类型	空调	供暖	新风量	渗透风	人员密度	照明功率	插座设备
------	----	----	-----	-----	------	------	------

	温度℃	温度℃		换气次数			功率
卫生间	26	20	30(m³/h.人)	0(次/h)	6(m²/人)	8(W/m²)	5(W/m²)
大厅	26	20	30(m³/h.人)	0(次/h)	6(m²/人)	8(W/m²)	5(W/m²)
报告厅	26	20	30(m³/h.人)	0(次/h)	6(m²/人)	8(W/m²)	5(W/m²)
普通办公室	26	20	30(m³/h.人)	0(次/h)	6(m²/人)	8(W/m²)	5(W/m²)
普通办公室	26	20	30(m³/h.人)	0(次/h)	10(m²/人)	8(W/m²)	15(W/m²)
普通教室	26	20	30(m³/h.人)	0(次/h)	6(m²/人)	8(W/m²)	5(W/m²)
楼梯间	—	—	30(m³/h.人)	0(次/h)	6(m²/人)	8(W/m²)	5(W/m²)
空房间	—	—	0(m³/h.人)	0(次/h)	0(人)	0(W/m²)	0(W/m²)
设备间	—	—	30(m³/h.人)	0(次/h)	0(人)	8(W/m²)	15(W/m²)
走廊	26	20	30(m³/h.人)	0(次/h)	6(m²/人)	8(W/m²)	5(W/m²)

9.1.2 作息时间表

同设计建筑

9.2 系统类型

系统编号	系统类型	面积(m²)	包含的房间
自动	中央空调-双管制风机盘管	同设计建筑	同设计建筑

9.3 制冷系统

9.3.1 默认冷源

9.3.1.1 供应的系统

系统编号	自动
------	----

9.3.1.2 冷水机组

名称	类型	额定耗电量(kW)	额定制冷量(kW)	额定性能系数(COP)	台数	全年供冷量(kWh)	综合部分负荷性能系数(IPLV)	电耗(kWh)
机组 1	水冷-螺杆式冷水机组	208	1205	5.80	1	469204	6.30	74477
合计								74477

9.3.1.3 冷却水泵

机组名称	冷水机组制冷量(kW)	机组性能系数(COP)	冷凝负荷(kW)	输送能效比	运行时长(h)	水泵电耗(kWh)
机组 1	1205	5.80	1413	0.0214	678	20501
合计	1205		1413			20501

9.3.1.4 冷冻水泵

机组名称	机组制冷量(kW)	输送能效比	运行时长(h)	水泵电耗(kWh)
机组 1	1205	0.0241	678	19692
合计	1205			19692

9.3.1.5 冷却塔

类型	机组制冷量(kW)	冷却塔风机单位电耗制冷量(kW/kW)	冷却塔风机功率(kW)	运行时长(h)	冷却塔电耗(kWh)
冷却塔	1205	170	7.09	678	4807

9.3.1.6 机组碳排

类别	电耗(kWh/a)	碳排放因子(kgCO ₂ /kWh)	碳排放量(tCO ₂ /a)
制冷机组	74477	0.5703	42.474
冷却水泵	20501		11.692
冷却塔	4807		2.741
冷冻水泵	19692		11.231
合计			68.138

9.4 供暖系统

9.4.1 默认热源

9.4.1.1 供应的系统

系统编号	自动
------	----

9.4.1.2 热水锅炉能耗

燃料类型	容量(MW)	台数	锅炉负荷(kWh/a)	锅炉热效率	外网热输送效率	碳排放因子(tCO ₂ /TJ)	碳排放量(tCO ₂ /a)
烟煤 II	0.81	1	121597	0.82	0.92	89	51.643

9.4.1.3 热水循环水泵能耗

锅炉制热量(kW)	输送能效比	运行时长(h)	供暖水泵电耗(kWh)
813	0.00433	1111	3910

供暖水泵电耗(kWh/a)	碳排放因子(kgCO ₂ /kWh)	碳排放量(tCO ₂ /a)
3910	0.5703	2.230

9.5 空调风机

类别	电耗(kWh/a)	碳排放因子(kgCO ₂ /kWh)	碳排放量(tCO ₂ /a)
独立新排风	24706	0.5703	14.090
风机盘管	32036		18.270
全空气机组	0		0.0000
合计			32.360

9.6 照明

房间类型	单位面积电耗	房间	房间合计	合计电耗	碳排放因子	碳排放量
------	--------	----	------	------	-------	------

	(kWh/m².a)	数量	面积(m²)	(kWh/a)	(kgCO2/kWh)	(tCO2/a)
教育-卫生间	18.90	21	343	6488	0.5703	3.700
教育-大厅	18.90	4	393	7433		4.239
教育-报告厅	18.90	3	1891	35746		20.386
教育-普通办公室	18.90	14	736	13912		7.934
办公-普通办公室	18.90	17	180	3403		1.941
教育-普通教室	18.90	15	1182	22331		12.736
教育-楼梯间	18.90	4	83	1577		0.899
教育-空房间	0.00	33	598	0		0.000
教育-设备间	18.90	5	249	4703		2.682
教育-走廊	18.90	6	1792	33874		19.318
总计						73.835

10 计算结果

10.1 建材生产运输碳排放

10.1.1 建材生产阶段

材料	单位	用量	拆除后回收比例	寿命(年)	碳排放因子 (kgCO ₂ e/单位)	碳排放量 (tCO ₂ e)
合计						0.000

10.1.2 建材运输阶段

材料	重量(t)	运输距离 (km)	寿命(年)	碳排放因子 (kgCO ₂ e/t·km)	碳排放量 (tCO ₂ e)
总计					0.000

10.2 建筑建造拆除碳排放

10.2.1 建筑建造

根据广东省《建筑碳排放计算导则（试行）》，采用经验公式法进行估算，公式如下：

$$Y = X + 1.99$$

其中 X 为地上层数，Y 为单位面积的碳排放量，单位为：kgCO₂/m²，

则建造阶段碳排放估算值 $C_{jz}=Y \times A$ ，其中 A——建筑总面积，m²。

建筑面积(m ²)	地上层数	单位面积碳排放量(kgCO ₂ /m ²)	建造碳排放量(tCO ₂)
7583.46	6	7.99	60.592

10.2.2 建筑拆除

根据广东省《建筑碳排放计算导则（试行）》，建议粗略估算拆除阶段的碳排放，计算方法与建造阶段公式一致即可，公式如下：

$$Y = X + 1.99$$

其中 X 为地上层数，Y 为单位面积的碳排放量，单位为：kgCO₂/m²，

则拆除阶段碳排放估算值 $C_{cc}=Y \times A$ ，其中 A——建筑总面积，m²。

建筑面积(m ²)	地上层数	单位面积碳排放量(kgCO ₂ /m ²)	拆除碳排放量(tCO ₂)
7583.46	6	7.99	60.592

10.3 碳汇

绿植	CO ₂ 固定量 kg/(m ² ·a)	面积(m ²)	年数	减碳量(tCO ₂)
合计				0.000

注：碳汇的计算考虑了植物生长期的影响。

10.4 建筑运行碳排放

电力	类别	设计建筑碳排放量 kgCO ₂ /(m ² ·a)	参照建筑碳排放量 kgCO ₂ /(m ² ·a)
	供冷(Ec)	8.54	8.99
	供暖(Eh)	3.14	0.29
	空调风机(Ef)	1.51	4.27
	照明	7.61	9.74
	电梯	0.00	0.00
	生活热水	0.00 (太阳能供大于需)	0.00
化石燃料	所属类别	设计建筑碳排放量 kgCO ₂ /(m ² ·a)	参照建筑碳排放量 kgCO ₂ /(m ² ·a)
烟煤 II	供暖：热源锅炉	7.14	6.81
无	生活热水(扣减了太阳能)	0.00 (太阳能供大于需)	0.00 (燃料：燃气)
可再生	类别	设计建筑碳减排量 kgCO ₂ /(m ² ·a)	参照建筑碳减排量 kgCO ₂ /(m ² ·a)
可再生能源(Er)	光伏(Ep)	4.17	-
	风力(Ew)	0.00	-
碳汇减碳量 kgCO ₂ /(m ² ·a)		0.00	-
碳排放合计 kgCO ₂ /(m ² ·a)		23.77	30.09
相对参照建筑降碳比例(%)		21.00	
相对参照建筑碳排放强度降低值 kgCO ₂ /(m ² ·a)		6.32	

10.5 全生命周期碳排放

类别	设计建筑年碳排放量 kgCO ₂ /(m ² ·a)	参照建筑碳排放量(kgCO ₂ /m ²)
建筑材料生产	0.00	0.00
建筑材料运输	0.00	0.00
建筑建造	0.16	0.16
建筑拆除	0.16	0.16
建筑运行	23.77	30.09
全生命周期	24.09	30.41
降碳比例(%)	20.78	

11 降碳措施

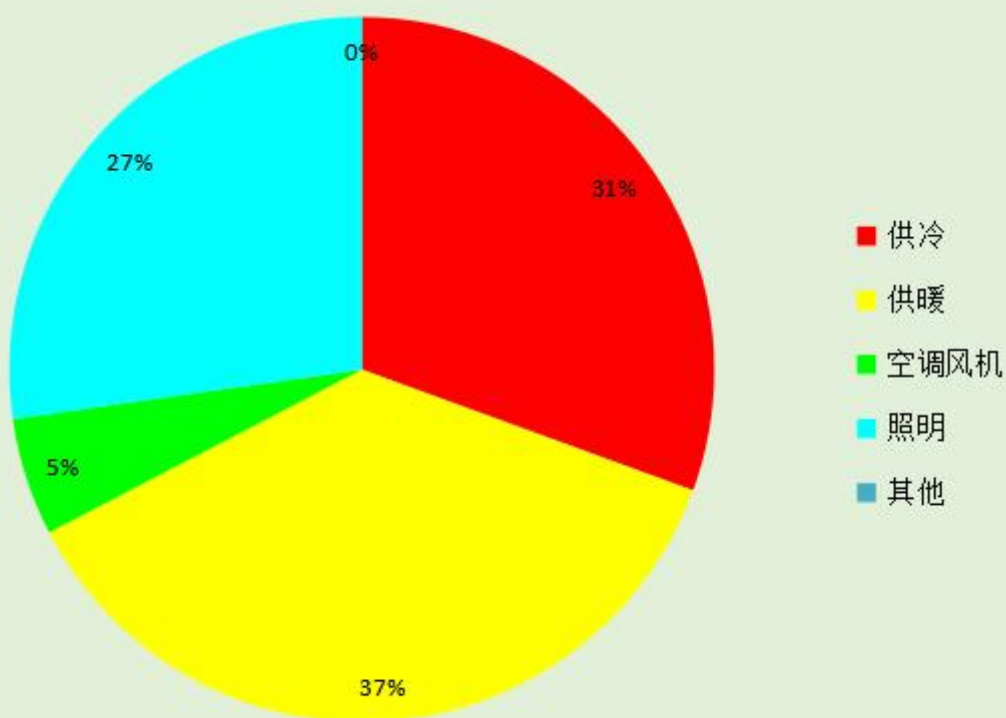
- 被动式设计：合理利用建筑朝向、自然通风系统和日照，减少了对机械通风和人工照明的依赖。
- 形式紧凑装饰简洁：建筑形体宜规整紧凑，无大量装饰性构件。
- 高效能建筑材料：使用具有高热阻、高保温性能的材料，减少了建筑物的冷热损失，降低能源消耗。
- 本地建材：优先采购本地材料，减少了建材运输碳排。
- 供暖空调系统：采用先进的 HVAC 系统，通过智能控制和优化运行策略，提高能源利用效率。
- 照明及控制策略：采用节能性电气设备及节能控制措施，其中可利用天然光的区域宜随天然光照度变化自动调节照度；门厅、大堂、电梯厅等公区范围采用夜间定时降低照度的自动控制装置；公共建筑楼梯间、走道等场所按使用需求自动开关灯或调光。
- 节能电梯：垂直电梯应采用群控、变频调速及能量反馈等节能措施，自动扶梯采用变频感应启动等节能措施。
- 太阳能：在建筑设计中集成太阳能光伏板，将太阳能转化为电能供建筑使用，减少对电网依赖。
- 场地绿化：根据本项目的地理位置、气候条件、土壤类型等因素，选择适宜的绿化植物和配置方式。

12 结论

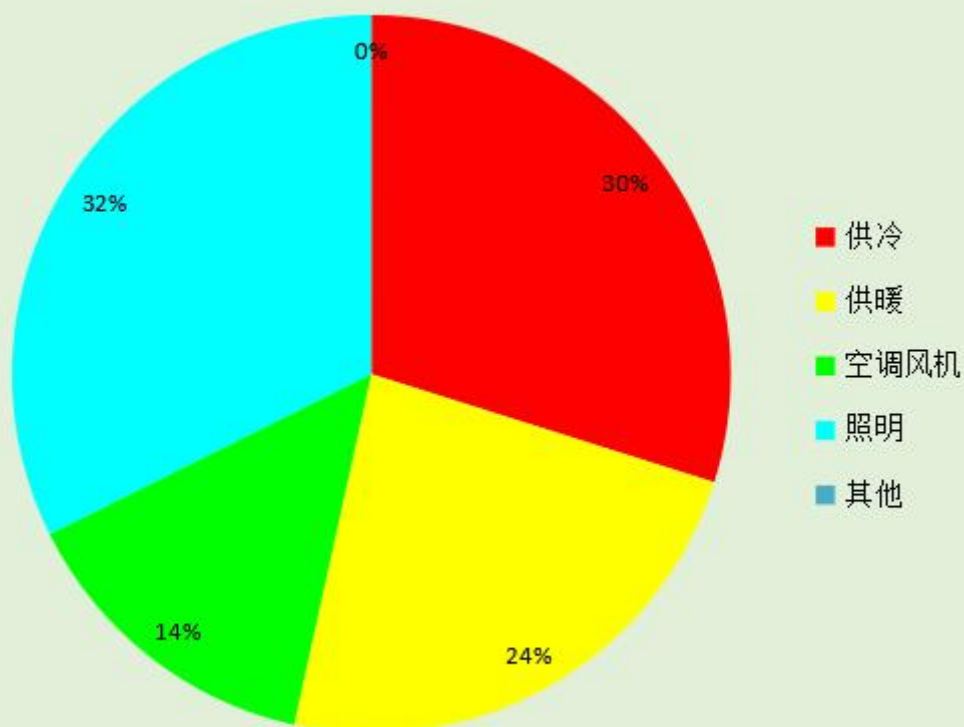
本项目满足《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378-2019)局部修订(2024 年版)3.2.8 条中碳减排的要求。

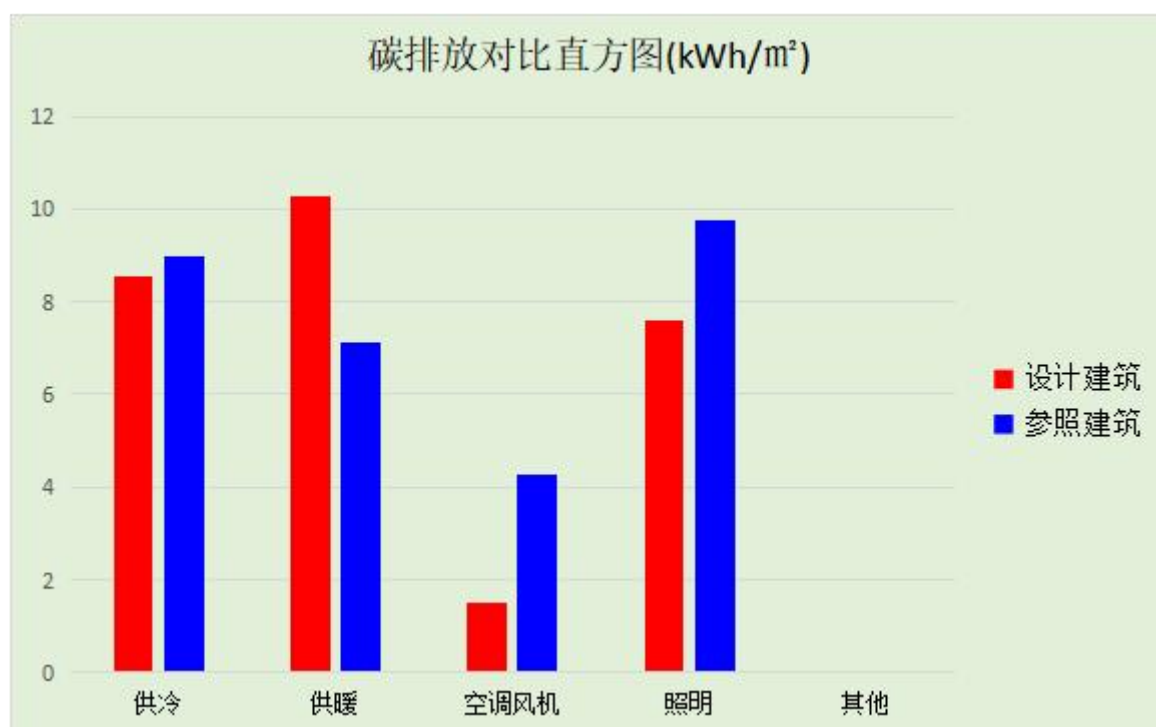
根据《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378-2019)局部修订(2024 年版)9.2.7 条，可得 20 分。

设计建筑运行碳排放构成



参照建筑运行碳排放构成





教育-大厅	0	0	0	0	0	0	10	50	95	95	95	80	80	95	95	95	95	30	30	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
教育-报告厅	0	0	0	0	0	0	10	50	95	95	95	80	80	95	95	95	95	30	30	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
教育-普通办公室	0	0	0	0	0	0	10	50	95	95	95	80	80	95	95	95	95	30	30	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
办公-普通办公室	0	0	0	0	0	0	10	50	95	95	95	80	80	95	95	95	95	30	30	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
教育-普通教室	0	0	0	0	0	0	10	50	95	95	95	80	80	95	95	95	95	30	30	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
教育-楼梯间	0	0	0	0	0	0	10	50	95	95	95	80	80	95	95	95	95	30	30	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
教育-空房间	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
教育-设备间	0	0	0	0	0	0	10	50	95	95	95	80	80	95	95	95	95	30	30	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
教育-走廊	0	0	0	0	0	0	10	50	95	95	95	80	80	95	95	95	95	30	30	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

注：上行：工作日；下行：节假日

13.3 工作日/节假日设备逐时使用率(%)

房间类型	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
教育-卫生间	0	0	0	0	0	0	10	50	95	95	95	50	50	95	95	95	95	30	30	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
教育-大厅	0	0	0	0	0	0	10	50	95	95	95	50	50	95	95	95	95	30	30	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
教育-报告厅	0	0	0	0	0	0	10	50	95	95	95	50	50	95	95	95	95	30	30	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
教育-普通办公室	0	0	0	0	0	0	10	50	95	95	95	50	50	95	95	95	95	30	30	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
办公-普通办公室	0	0	0	0	0	0	10	50	95	95	95	50	50	95	95	95	95	30	30	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

教育-普通教室	0	0	0	0	0	0	10	50	95	95	95	50	50	95	95	95	95	30	30	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
教育-楼梯间	0	0	0	0	0	0	10	50	95	95	95	50	50	95	95	95	95	30	30	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
教育-空房间	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
教育-设备间	0	0	0	0	0	0	10	50	95	95	95	50	50	95	95	95	95	30	30	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
教育-走廊	0	0	0	0	0	0	10	50	95	95	95	50	50	95	95	95	95	30	30	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

注：上行：工作日；下行：节假日

13.4 工作日/节假日空调系统运行时间表(1:开, 0:关)

采暖期：

系统编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
自动	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

供冷期：

系统编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
自动	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

注：上行：工作日；下行：节假日

13.5 工作日/节假日新风运行时间表(%)

采暖期：

系统编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
自动	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

供冷期：

系统编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
自动	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

注：上行：工作日；下行：节假日

高强度钢筋比例计算书

工程名称	岳阳中学新建教学楼项目
建设单位	岳阳市教育事务中心
设计单位	长沙市规划设计院有限责任公司
计算日期	2025 年 3 月 25 日

一、计算依据

- 1、项目结构施工图纸、预算工程量清单统计表
- 2、《湖南省绿色建筑工程设计要点》（2023年版）
- 3、《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019

二、计算分析表

根据项目预算书中对各单位工程钢筋用量的统计，得出项目各单位工程钢筋比例计算表如下表所示：

项目	单位	数量	是否为高强度钢筋
HPB300 直径6.5mm	kg	9658.30	否
HPB300 直径8mm	kg	17665.24	否
HRB400 直径10mm	kg	39675.15	是
HRB400 直径8mm	kg	46784.67	是
HRB400 直径6.5mm	kg	31617.54	是
HRB400 直径12mm	kg	23879.12	是
HRB400 直径14mm	kg	21647.56	是
HRB400 直径16mm	kg	24212.24	是
HRB400 直径18mm	kg	41437.88	是
HRB400 直径20mm	kg	43965.10	是
HRB400 直径22mm	kg	67184.45	是
HRB400 直径25mm	kg	8896.50	是
总重量		376623.75	
高强度钢筋总重量		349300.21	
高强度钢筋比例		92.75%	

表2.1 新建综合楼高强度钢比例计算表

项目	单位	数量	是否为高强度钢筋
HPB300 直径6.5mm	kg	4856.10	否
HPB300 直径8mm	kg	9638.44	否
HRB400 直径10mm	kg	19673.32	是
HRB400 直径8mm	kg	23797.65	是
HRB400 直径6.5mm	kg	15617.34	是
HRB400 直径12mm	kg	11879.92	是
HRB400 直径14mm	kg	10747.85	是
HRB400 直径16mm	kg	12207.24	是
HRB400 直径18mm	kg	20537.30	是
HRB400 直径20mm	kg	21065.65	是
HRB400 直径22mm	kg	34188.60	是
HRB400 直径25mm	kg	4459.83	是
总重量		188669.24	
高强度钢筋总重量		174174.7	
高强度钢筋比例		92.32%	

表2.2 至善楼高强度钢比例计算表

三、结论

根据以上结论可知本项目高强度钢筋比例为大于85%，满足相关标准要求。

可再利用和可再循环建筑材料使用
比例计算书

工程名称	
建设单位	
设计单位	
计算日期	

一、项目概况

本项目位于湖南省长沙市。



新建综合楼效果图



至善楼效果图

二、参考标准

《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019

《绿色建筑评价技术细则》2019

《湖南省绿色建筑工程设计要点》（2023年版）

三、可再循环材料比例计算

建筑材料种类		重量 (kg)	可再循环材料 总重量 (kg)	建筑材料总 重量 (kg)	可再循环材 料重量比例
可再循环 材料	普通钢材	173842.31	646942.85	5934724.96	10.90%
	钢筋	376623.75			
	玻璃	61365.76			
	铝合金	29623.19			
	铝板	5487.84			
不可循环 材料	砌体砖	593097.37			
	商品砼	4272394.32			
	砂浆	976332.13			
	防水材料	33235.79			
	保温材料	59664.35			

四、结论

由上述可知本项目可再循环材料使用重量占所用建筑材料总重量的比例为10.90%，大于10%，满足相关标准要求。