

旧馆新厅——基于低碳共生改造的公共图书馆设计

河南工业大学建筑学院

二星级绿色建筑

2026.3.16

项目简介

本项目为河南工业大学嵩山路校区图书馆绿色建筑改造设计方案，位于河南省郑州市，用地面积 9900 平方米，地上建筑面积 5268 平方米。设计以“知识绿洲·智慧生态”为主题，融合被动式节能，自然采光通风，雨水回收利用，绿色屋顶与光伏一体化等绿色技术。严格按照《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2024 进行策划，目标二星级绿色建筑。项目强调人文关怀与低碳创新，打造舒适，健康，智能的学习空间，充分体现河南工业大学建筑学院设计水平。

设计图纸



设计说明 Design Description

本项目以原有建筑为基础进行改造提升，在保留原有建筑体系的基础上，通过建筑生长与空间重组，形成一种既尊重原有建筑肌理，又体现现代建筑理念的复合建筑形式。新建建筑与原有建筑有机融合，通过多组中庭与原有建筑形成良好的空间联系。建筑立面采用玻璃幕墙，体现建筑现代化与开放性，改变建筑传统形象。主动节能方面，引入太阳能光伏技术并采用被动式太阳能采暖，提高建筑能效，降低运行能耗；同时建立雨水收集与再利用系统，实现建筑绿色节能。建筑内部采用绿色生态材料，营造自然、健康、舒适的室内环境，为市民提供优质的公共空间。建筑内部采用绿色生态材料，营造自然、健康、舒适的室内环境，为市民提供优质的公共空间。

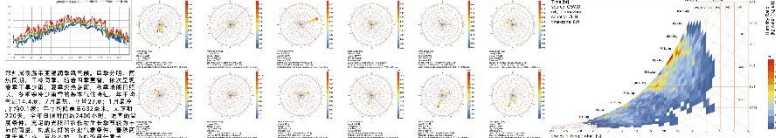
建筑概况 Building Overview

名称	公共图书馆
地址	北京市朝阳区
建设单位	北京XX集团
设计单位	绿建斯维尔
设计日期	2023.01-2023.06
建筑层数	地上10层，地下2层
建筑面积	15000.00 m²
结构形式	钢筋混凝土框架-剪力墙
抗震等级	二级
设计使用年限	50年
节能等级	绿色建筑二星级

改造前分析 Pre-Renovation Analysis



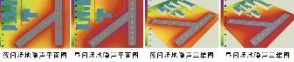
前期调研 Preliminary Research



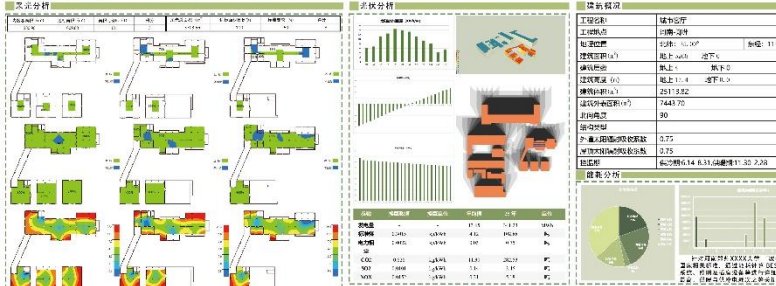
体块分析 Massing Analysis



人群分析



改造后分析 Post-Renovation Analysis



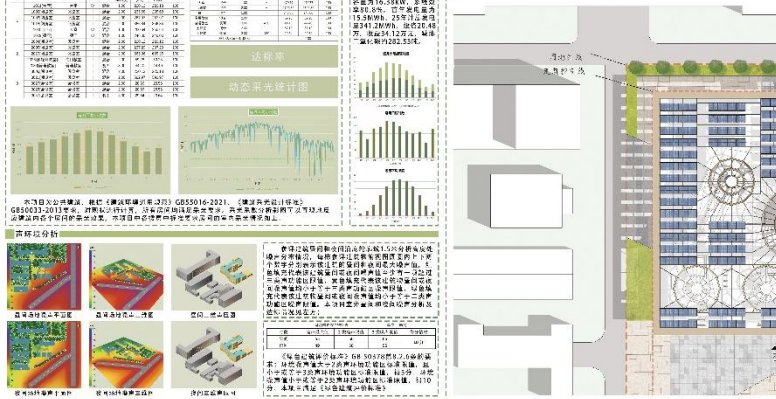
建筑概况

项目名称	公共图书馆
建设单位	北京XX集团
设计单位	绿建斯维尔
设计日期	2023.01-2023.06
建筑层数	地上10层，地下2层
建筑面积	15000.00 m²
结构形式	钢筋混凝土框架-剪力墙
抗震等级	二级
设计使用年限	50年
节能等级	绿色建筑二星级

日照分析



总平面 Site Plan

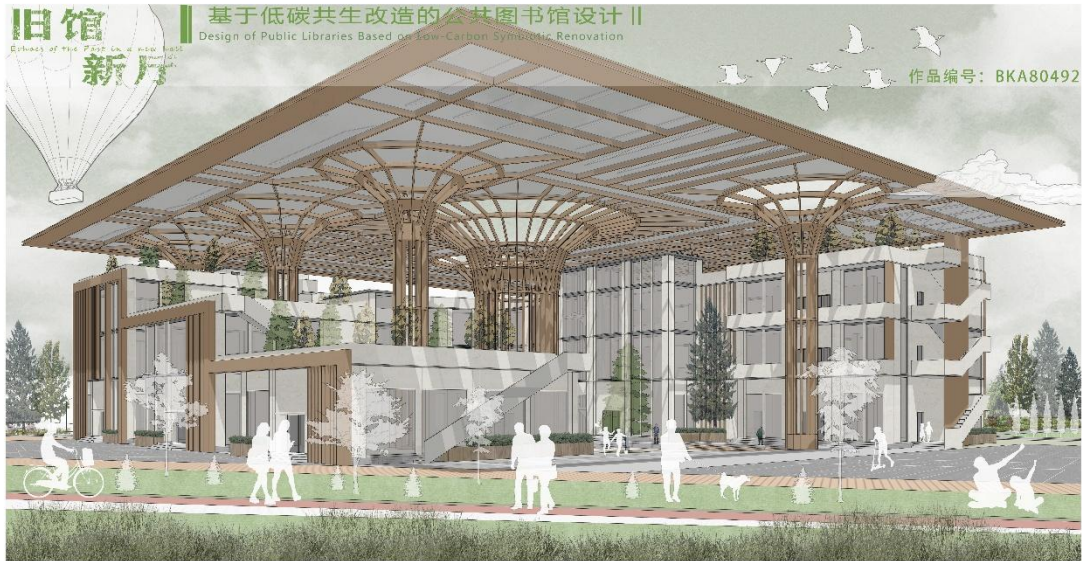


能耗分析

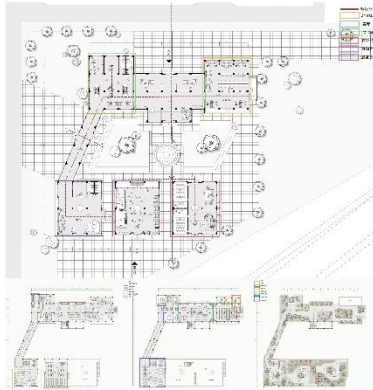


日照分析





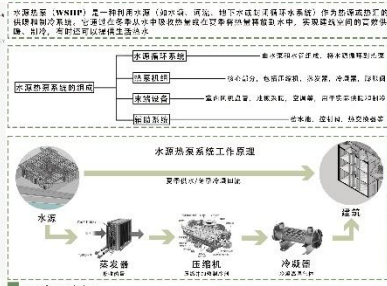
主要建筑平面图 Architectural Plan



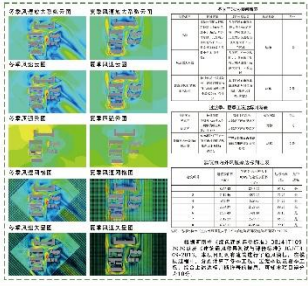
节点分析 Architectural Detail Analysis



WSHP的应用 Water Source Heat Pump



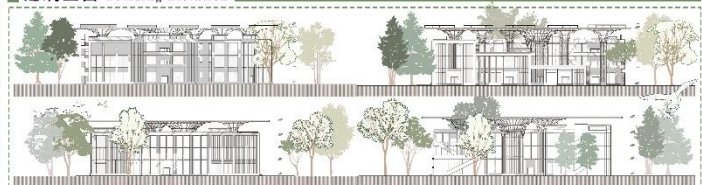
通风分析 Natural Ventilation Analysis



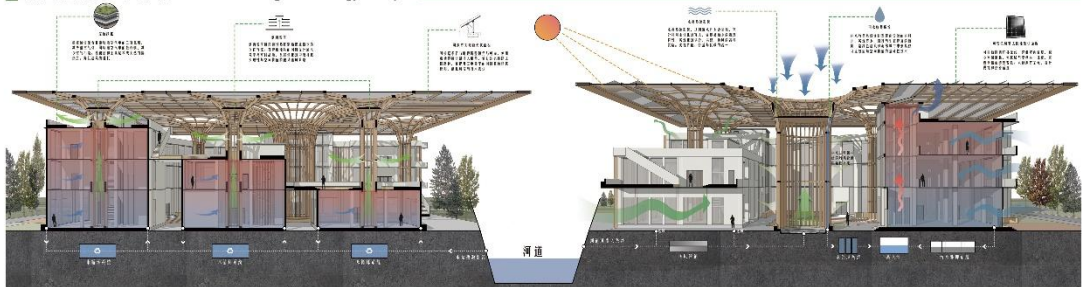
局部透视 Local Advantages



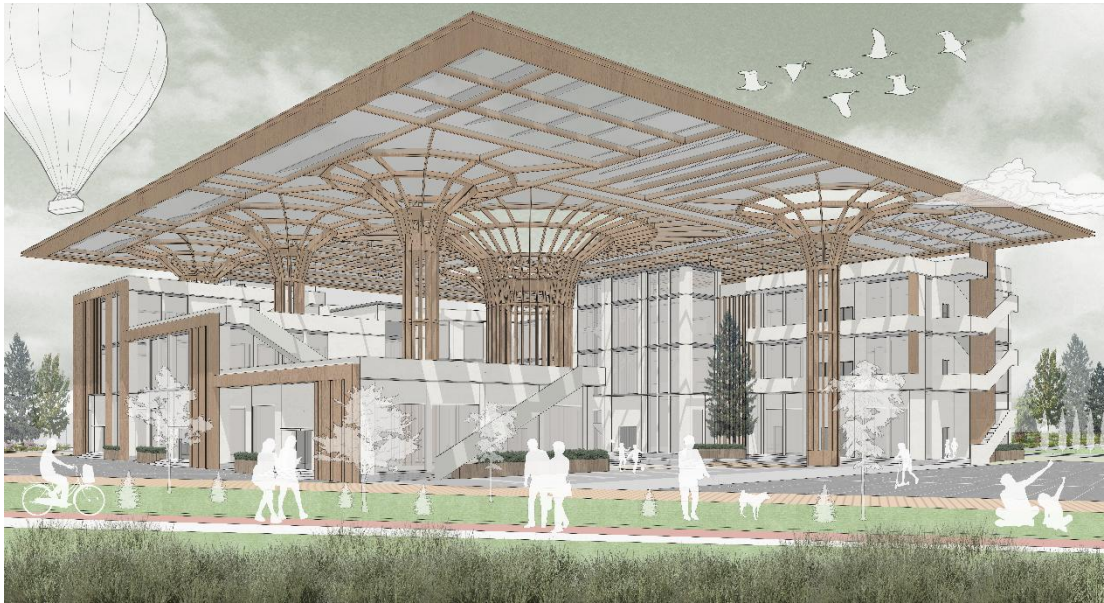
建筑立面 Building Elevation



绿色建筑技术分析 Green Building Technology Analysis



效果图



模拟计算报

动态采光报告书

公共建筑

工程名称	城市客厅通风分析
设计编号	BKA80492
建设单位	河南工业大学
设计单位	河南工业大学
审核人	
审定人	
计算日期	2025年12月23日



采用软件	采光分析 DALI2024
软件版本	20240430(SP1)
研发单位	北京绿建软件有限公司
正版授权码	T15136653815
服务热线	400-094-1228

目 录

1. 建筑概况	8
2. 计算目的	8
3. 分析依据	8
3.1 标准依据.....	8
3.2 标准要求.....	8
4. 动态采光概述	10
4.1 计算方法.....	10
4.2 软件选用.....	11
5. 采光计算参数取值	11
5.1 模拟分析条件说明.....	11
5.2 建筑饰面材料参数.....	11
5.3 门窗类型参数.....	12
5.3.1 普通窗.....	12
5.3.2 玻璃幕墙.....	13
6. 动态采光达标统计	13
7. 动态采光统计图	14
8. 动态采光彩图	15
9. 评价结论	17

建筑概况

项目所在地	郑州		
光气候分区	III	光气候系数 K	1.00
建筑面积	地上 5268.25 m ² 地下 0.00 m ²		
建筑层数	地上 4 地下 0		
建筑高度	地上 17.44 m 地下 0.00m		
备注			

计算目的

天然光营造的光环境以经济、自然、宜人、不可替代等特性为人们所习惯和喜爱。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。天然采光不仅有利于照明节能，而且有利于增加室内外的自然信息交流，改善空间卫生环境，调节空间使用者的心情。在建筑中充分利用天然光，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意义。

分析依据

标准依据

1. 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019
2. 《建筑采光设计标准》GB 50033-2013
3. 《绿色建筑评价标准技术细则 2019》
4. 《民用建筑绿色性能计算标准》JGJT_449-2018
5. 《采光测量方法》GB/T 5699-2017

标准要求

■ 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019

条文 5.2.8 对建筑光环境提出明确要求：

公共建筑：室内主要功能空间至少 60%面积比例区域的采光照度值不低于采光要求的小时数平均不少于 4h/d，得 3 分。

■ 《建筑采光设计标准》GB 50033

采光要求需要根据场所的视觉活动特点及现行国家标准《建筑采光设计标准》GB 50033 对于不同场所的采光照度标准值的规定来确定。本项目为办公建筑、图书馆建筑、学校建筑，根据标准要求的采光照度值根据对应房间类型确定。

4.0.8 办公建筑的采光标准值不应低于表 4.0.8 的规定。

表 4.0.8 办公建筑的采光标准值

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)
II	设计室、绘图室	4.0	600
III	办公室、会议室	3.0	450
IV	复印室、档案室	2.0	300
V	走道、楼梯间、卫生间	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

4.0.9 图书馆建筑的采光标准值不应低于表 4.0.9 的规定。

表 4.0.9 图书馆建筑的采光标准值

采光等级	场所名称	侧面采光		顶部采光	
		采光系数标准值 (%)	室内天然光照度标准值 (lx)	采光系数标准值 (%)	室内天然光照度标准值 (lx)
III	阅览室、开架书库	3.0	450	2.0	300
IV	目录室	2.0	300	1.0	150
V	书库、走道、楼梯间、卫生间	1.0	150	0.5	75

《建筑环境通用规范》GB 55016-2021 采光照度要求一般病房的采光等级不应低于IV级的要求；普通教室的采光等级不应低于III级的要求。

■ 《绿色建筑评价标准技术细则 2019》

公共建筑动态采光要求：

- 1.公共建筑主要功能房间采用全年中建筑空间各位置**满足采光照度的时长**进行采光效果评价；
- 2.满足要求的采光照度值为**平均值**，即照度平均值需超过《建筑采光设计标准》GB50033 中室内照度标准值。
- 3.主要功能空间为《建筑采光设计标准》GB50033 中II~IV级有采光标准值要求的场所。

《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019 条文 5.2.8 要求采光模拟应符合《民用建筑绿色性能计算标准》JGJ/T449-2018 第 6.4.4 条要求：**地上建筑模型应包括周边建筑物。**

动态采光概述

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，有利于工作、生活、保护视力和提高劳动生产率。采光系数指标以其简单易用的特点得到了广泛的使用，但采光系数未考虑建筑与房间的朝向、未考虑采光系数随天空状况改变的情况、无法预测建筑各朝向的遮阳措施、无法预测眩光。

动态采光评价指标与传统的静态评价指标的先进之处在于将建筑周围随着天气状况发生变化的天然光的不同时节、不同日期的变化与特征进行考虑。动态采光将立面朝向和使用用户对天然采光的舒适性纳入计算范围，基于典型年气象数据来对建筑物进行天然采光动态模拟，并且考虑了全年的天空类型，因此对于描述工作区域天然采光全年有效性来说是一个整体性的评价。

基于天然光气候数据的建筑采光全年动态分析，考虑了天空类型多样化、建筑朝向、地理位置以及遮阳、采光辅助系统的应用，能更真实全面的反映室内天然采光状况。

计算方法

对动态采光指标进行解读可知，只有同时满足照度要求、时长要求、达标面积比例要求才可得分。《绿色建筑评价标准技术细则 2019》中明确了动态采光计算参数、计算条件细节：计算时采用标准年的光气候数据；公共建筑主要功能房间采用全年中建筑空间各位置满足采光照度的时长进行采光效果评价；采光照度要求值为平均值，即照度平均值需超过《建筑采光设计标准》GB 50033 中室内照度标准值。综上所述，动态采光的计算和统计基于平均照度进行逐时分析统计。

软件选用

《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019 指出：“建筑及采光设计时，可通过软件对建筑的动态采光效果进行计算分析，根据计算结构合理进行采光系统设计。”本报告采用绿建斯维尔采光分析软件 Dali 建模，利用 Daysim 内核进行动态采光模拟。

Dali 是国内首款与国标《建筑采光设计标准》GB50033 配套的软件，支持《绿色建筑评价标准》GB/T50378 的采光指标要求，并支持动态采光指标计算。软件基于 Daysim 进行计算，支持多核并行计算，对多个房间进行批处理计算。Daysim 是一款以蒙特卡罗反向光线跟踪算法为基础的天然采光分析工具，由加拿大国家研究委员会和德国弗劳恩霍夫太阳能系统研究所共同开发，能够综合计算全年各种天空条件下直射光、漫射光及地面反射光对室内采光的影响，精确计算全年不同时刻室外天然光对室内采光的影响。

Dali 已通过了《建筑采光设计标准》GB50033-2013 标准编制组的鉴定，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。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。

采光计算参数取值

模拟分析条件说明

光气候数据来源：《中国建筑热环境分析专用气象数据集》

计算光线反射次数：3 次；

分析参考平面：功能房间取距地面 0.75 米；

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。

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

。根据《绿色建筑评价标准技术细则 2019》中对采光计算参数的要求，反射比数据参照现行行业标准《民用建筑绿色性能计算标准》JGJ/T449 执行，具体参数情况见下表：

位置	顶棚	地面	墙面	外表面
反射比材料设计取值	0.75	0.30	0.60	0.30

门窗类型参数

采光口决定了建筑内部的采光水平。工程中最为常见也最广为使用的一种采光途径就是在建筑侧墙上安装窗户或者在建筑顶部安装天窗等采光构件。窗的位置、尺寸、形态等都会对室内采光带来不同程度的影响。建筑中的常用的透光门也会对自然光的传播提供便利。这些透光构件的性能参数与采光系数的计算息息相关。

本项目中透光门、窗户的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，参数具体数值情况详见下文。

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
C0910	900	1000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C0925	900	2500	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C0940	900	4000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1030	1000	3000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1040	1000	4000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1225	1200	2500	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1230	1200	3000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1240	1200	4000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1530	1500	3000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1540	1500	4000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1825	1800	2500	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1830	1800	3000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1840	1800	4000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C2140	2100	4000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C2440	2400	4000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C3040	3000	4000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C3325	3300	2500	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C3340	3600	4000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C3625	3600	2500	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C3630	3600	3000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C3640	3600	4000	双层塑料窗	透明亚克力	0.92	0.08
C3730	3600	3000	双层塑料窗	透明亚克力	0.92	0.08
C3740	3700	4000	双层塑料窗	透明亚克力	0.92	0.08

C4640	3600	4000	双层塑料窗	透明亚克力	0.92	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。

玻璃幕墙

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
	5200	3000	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。

动态采光达标统计

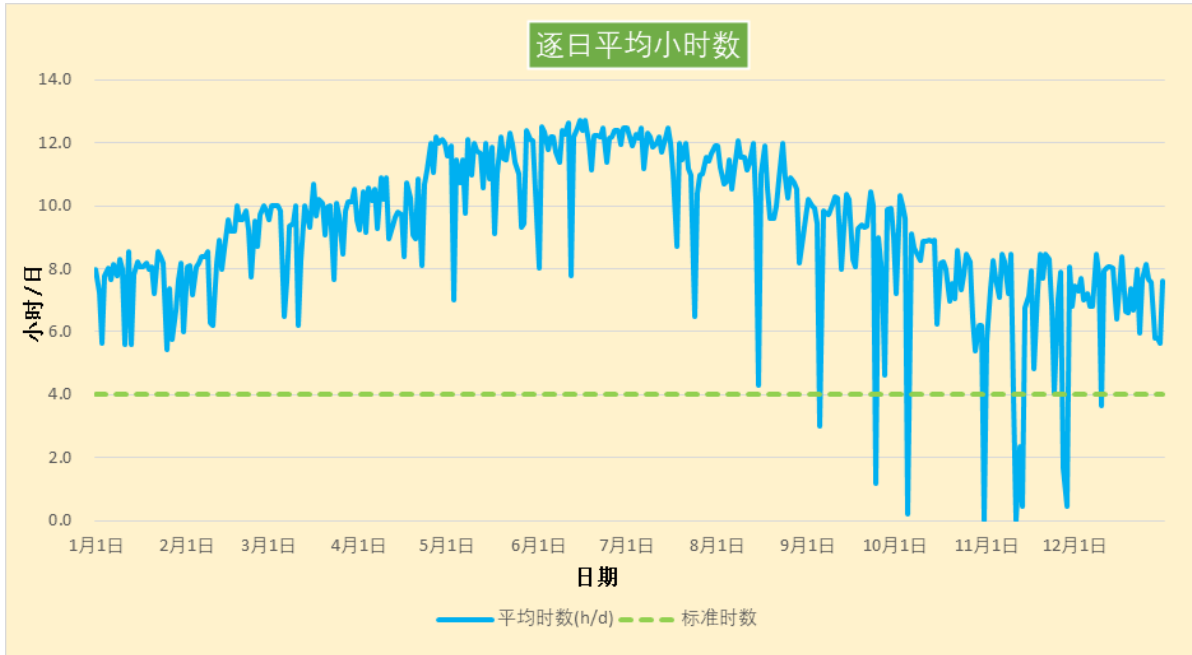
项目中主要功能房间内逐时照度计算，统计全年照度达标的时间，满足时长要求的区域即可参与达标统计，如下表所示：

楼层	房间	对标功能	采光等级	采光类型	设计照度要求(Lx)	房间面积(m ²)	达标面积比例(%)	结论
1	1001[大厅]	大堂	Ⅳ	混合	150	220.13	100	满足
	1002[阅览室]	阅览室	Ⅲ	混合	300	235.68	100	满足
	1003[阅览室]	阅览室	Ⅲ	混合	300	267.97	100	满足
	1018[阅览室]	阅览室	Ⅲ	混合	300	356.84	100	满足
	1025[大厅]	大堂	Ⅳ	混合	150	250.64	100	满足
	1029[餐厅]	餐厅	Ⅳ	混合	150	246.00	100	满足
2	2004[阅览室]	阅览室	Ⅲ	混合	300	220.12	100	满足
	2005[阅览室]	阅览室	Ⅲ	混合	300	237.29	100	满足
	2019[阅览室]	阅览室	Ⅲ	混合	300	665.36	100	满足
	2026[多媒体教室]	专用教室	Ⅲ	混合	300	59.28	100	满足
	2033[普通教室]	普通教室	Ⅲ	侧面	450	44.40	100	满足
3	3006[阅览室]	阅览室	Ⅲ	混合	300	220.13	100	满足
	3021[阅览室]	阅览室	Ⅲ	混合	300	592.97	100	满足
	3027[会议室]	会议室	Ⅲ	混合	300	28.56	100	满足
	3028[会议室]	会议室	Ⅲ	混合	300	28.56	100	满足
	3037[会议室]	会议室	Ⅲ	侧面	450	29.64	100	满足
房间类型		采光类型	设计照度(Lx)	总面积(m ²)	达标面积比例(%)	结论		
大堂		混合	150	470.77	100	满足		
阅览室		混合	300	2796.36	100	满足		
餐厅		混合	150	246.00	100	满足		
专用教室		混合	300	59.28	100	满足		
普通教室		侧面	450	44.40	100	满足		
会议室		混合	300	57.12	100	满足		

会议室	侧面	450	29.64	100	满足
多区域面积加权平均				100	3分

动态采光统计图

动态分析统计图可以直观地反应建筑在一年中逐日、逐月采光效果和达标情况，本项目采光满足标准要求照度的平均时长如图所示：



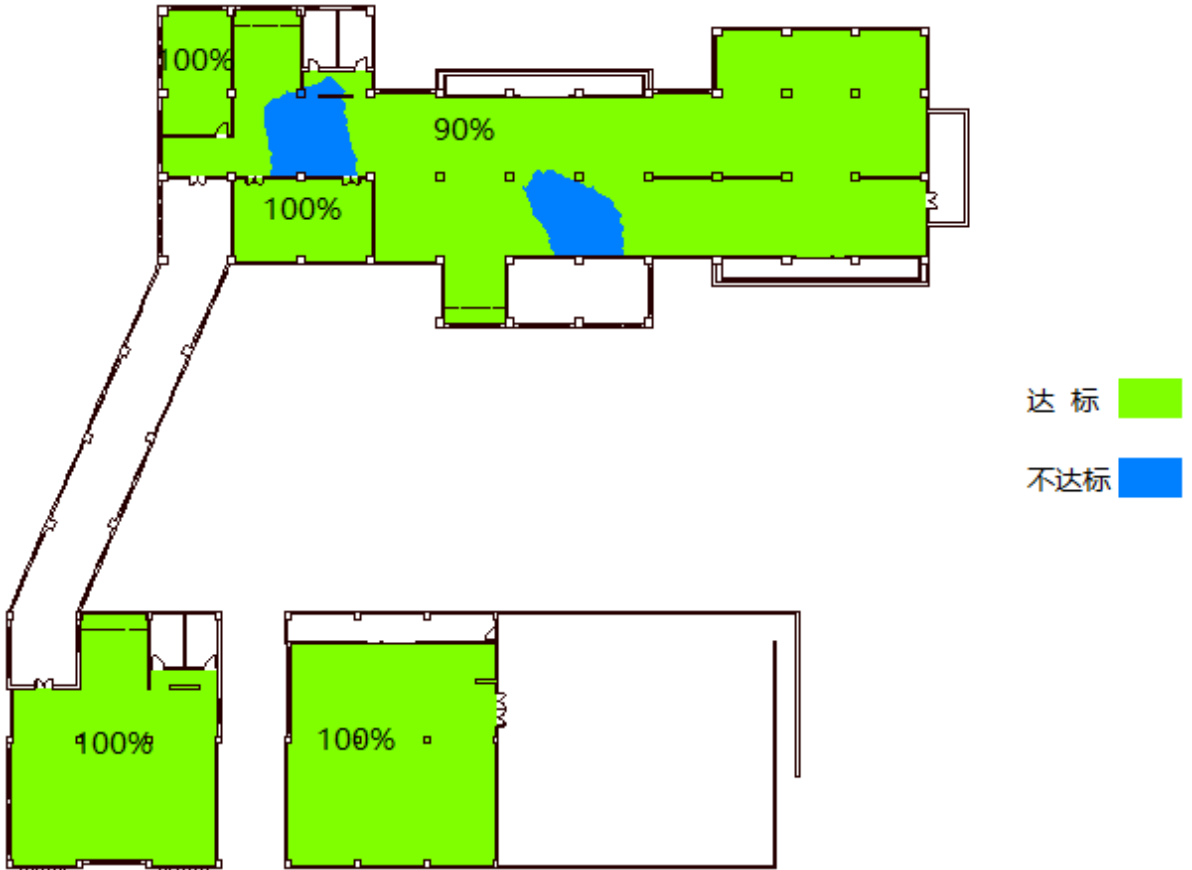
动态采光逐日统计图



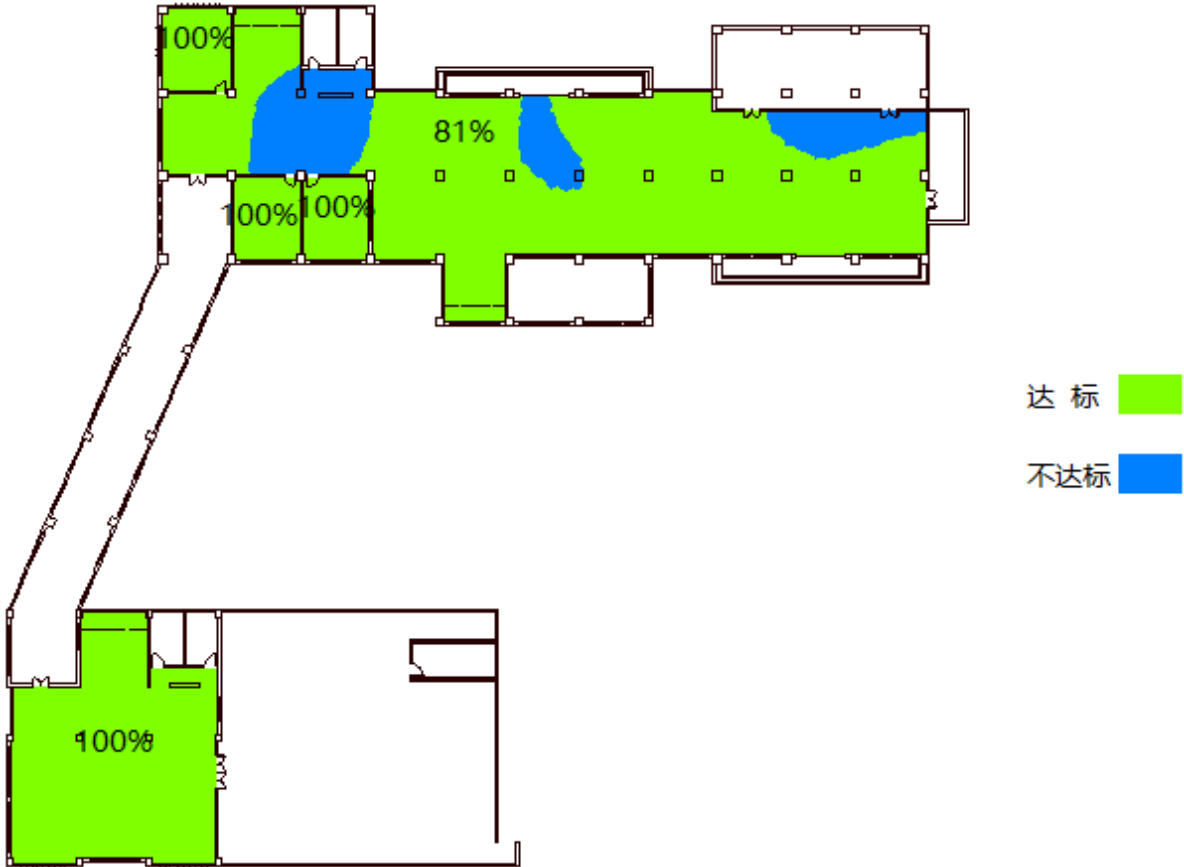
动态采光逐月统计图

动态采光彩图





2层



3层

评价结论

《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019 的 5.2.8 条对公共建筑主要功能房间的动态采光作出要求。本项目通过对建筑室内空间进行全年动态采光分析，可知此项得分情况，如下表所示：

采光总面积 (m ²)	达标面积比例(%)	标准要求 (%)	得分
3703.56	100	60	3

建筑采光分析报告书

(公建内区采光)

工程名称	城市客厅通风分析
设计编号	BKA80492
建设单位	河南工业大学
设计单位	河南工业大学
审核人	
审定人	
计算日期	2025年12月23日



采用软件	采光分析 DALI2024
软件版本	20240430(SP1)
研发单位	北京绿建软件股份有限公司
正版授权码	T15136653815
服务热线	400-094-1228

建筑概况

项目所在地	郑州		
光气候分区	III	光气候系数 K	1.00
建筑面积	地上 5268.25 m ²	地下 0.00 m ²	
建筑层数	地上 4	地下 0	
建筑高度	地上 17.44 m	地下 0.00m	
备注			

设计依据

1. 《绿色建筑评价标准》 GB50378-2019
2. 《建筑采光设计标准》 GB50033-2013
3. 《绿色建筑评价标准技术细则 2019》
4. 《采光测量方法》 GB/T5699-2017

分析目的

天然光营造的光环境以经济、自然、宜人、不可替代等特性为人们所习惯和喜爱。天然采光有利于照明节能，在建筑中充分利用天然光，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意义。本项目利用通过采光分析计算，分析内区空间的采光状况并给出绿色建筑评估所需要的评价分值。

标准要求

■ 《绿色建筑评价标准》 GB/T 50378-2019

5.2.8 充分利用天然光，评价总分值为 12 分，并按下列规则分别评分并累计：

2 公共建筑按下列规则分别评分并累计：

- 1) 内区采光系数满足采光要求的面积比例达到 60%，得 3 分；
- 2) 地下空间平均采光系数不小于 0.5% 的面积与地下室首层面积的比例达到 10% 以上，得 3 分；
- 3) 室内主要功能空间至少 60% 面积比例区域的采光照度值不低于采光要求的小时数平均不少于 4h/d，得 3 分。

注：《绿色建筑评价标准技术细则 2019》5.2.8 条文说明指出：公共建筑主要功能空间为现行国家标准《建筑采光设计标准》GB50033 中 II ~V 级有采光标准值要求的场所。

《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019 条文 5.2.8 要求采光模拟应符合《民用建筑绿色性能计算标准》JGJ/T449-2018 第 6.4.4 条要求：地上建筑模型应包括周边建筑物。

■ 《建筑采光设计标准》GB50033-2013

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

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。

计算原理

根据《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019 的要求，为了求得满足采光要求的面积比例，首先要进行建筑内采光系数的计算，然后统计内区轮廓中满足采光要求的面积比例（内区采光达标率统计方法与采光系数达标率原则一致）。本节依次对采光系数、采光系数标准值、采光系数达标率计算原则进行介绍。

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. 采光系数标准值

分析报告书

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。

3.采光系数达标率

如果房间的平均采光系数达到采光系数标准值，则达标率 100%，全部计入达标面积；否则对网格点采光系数由高到低进行排序，前 n 个点的算术平均值刚好达到采光系数标准值时，那么达标率 $f=n/Z$ ，Z 为网格点总数，房间的达标面积 = $A \times f$ ；各个主要功能房间的达标面积之和除以建筑主要功能房间的总面积，就是单体建筑的达标率。

分析软件

本报告采用绿建斯维尔采光分析软件 Dali 建模，利用 Radiance 程序内核进行模拟计算，最后将计算结果返回到 Dali 进行处理分析。Dali 是国内首款与国标《建筑采光设计标准》GB50033-2013 配套的软件，支持《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019 的采光指标要求，软件以 Radiance 为计算核心。Radiance 采用蒙特卡洛算法优化的反向光线追踪算法，可以在保持高精度计算的条件下取得更快的计算效率，国际上采光标准制定与论文大都采用 Radiance 进行模拟，国际上大部分商用采光分析软件都是基于 Radiance 程序内核进行开发。Dali 可对内区采光、达标率、地下采光、视野率、眩光指数等进行快速分析，并根据不同需求生成《公共建筑内区采光分析报告书》等一系列采光分析报告书。

Dali 已通过了《建筑采光设计标准》GB50033-2013 标准编制组的鉴定，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。

采光计算参数取值

模拟分析条件说明

天空模型：CIE 全阴天天空。

分析参考平面：功能房间取距地面 0.75m。

分析计算网格划分的间距：

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。

建筑饰面材料参数

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;

门窗类型参数

窗户决定了建筑内部的采光水平。工程中最为常见也最广为使用的一种采光途径就是在建筑侧墙上安装窗户或者在建筑顶部安装天窗等采光构件。窗的位置、尺寸、形态等都会对室内采光带来不同程度的影响。建筑中的常用的透光门也会对自然光的传播提供便利。这些透光构件的性能参数与采光系数的计算息息相关。

本项目中透光门、窗户的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，参数具体数值情况详见下文。

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
C0910	900	1000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C0925	900	2500	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C0940	900	4000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1030	1000	3000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1040	1000	4000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1225	1200	2500	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1230	1200	3000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1240	1200	4000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1530	1500	3000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1540	1500	4000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1825	1800	2500	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1830	1800	3000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1840	1800	4000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C2140	2100	4000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C2440	2400	4000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C3040	3000	4000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C3325	3300	2500	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C3340	3600	4000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08

分析报告书

C3625	3600	2500	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C3630	3600	3000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C3640	3600	4000	双层塑料窗	透明亚克力	0.92	0.08
C3730	3600	3000	双层塑料窗	透明亚克力	0.92	0.08
C3740	3700	4000	双层塑料窗	透明亚克力	0.92	0.08
C4640	3600	4000	双层塑料窗	透明亚克力	0.92	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。

玻璃幕墙

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
	5200	3000	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。

分析统计结果

通过对项目中内区主要功能房间采光系数的计算，求得内区中各个主要功能房间的达标面积，统计全部达标面积除以建筑内区主要功能房间的总面积，最终得到建筑内区采光面积达标比例，如下表所示：

楼层	房间	对标功能	采光等级	采光类型	采光系数要求(%)	内区面积(m ²)	达标面积(m ²)	达标率(%)
1	1001[大厅]	大堂	Ⅳ	混合	1.00	41.00	41.00	100
	1002[阅览室]	阅览室	Ⅲ	混合	2.00	31.20	31.20	100
	1003[阅览室]	阅览室	Ⅲ	混合	2.00	42.39	42.39	100
	1018[阅览室]	阅览室	Ⅲ	混合	2.00	75.08	54.27	72
	1025[大厅]	大堂	Ⅳ	混合	1.00	60.40	60.40	100
	1029[餐厅]	餐厅	Ⅳ	混合	1.00	47.84	47.84	100
2	2004[阅览室]	阅览室	Ⅲ	混合	2.00	41.00	41.00	100
	2005[阅览室]	阅览室	Ⅲ	混合	2.00	44.46	44.46	100
	2019[阅览室]	阅览室	Ⅲ	混合	2.00	194.19	141.95	73
	2026[多媒体教室]	专用教室	Ⅲ	混合	2.00	11.76	9.52	81
3	3006[阅览室]	阅览室	Ⅲ	混合	2.00	41.00	41.00	100
	3021[阅览室]	阅览室	Ⅲ	混合	2.00	189.23	103.22	55
	3027[会议室]	会议室	Ⅲ	混合	2.00	5.68	5.68	100
	3028[会议室]	会议室	Ⅲ	混合	2.00	5.68	5.68	100
房间类型	采光类型	标准值		面积(m ²)		达标率(%)		
		平均采光	室内天然光	总面积	达标面积			

分析报告书

		系数(%)	设计照度(Lx)			
大堂	混合	1.00	-	101.40	101.40	100
阅览室	混合	2.00	-	658.55	499.49	76
餐厅	混合	1.00	-	47.84	47.84	100
专用教室	混合	2.00	-	11.76	9.52	81
会议室	混合	2.00	-	11.35	11.35	100
总计达标面积比例(%)				81		

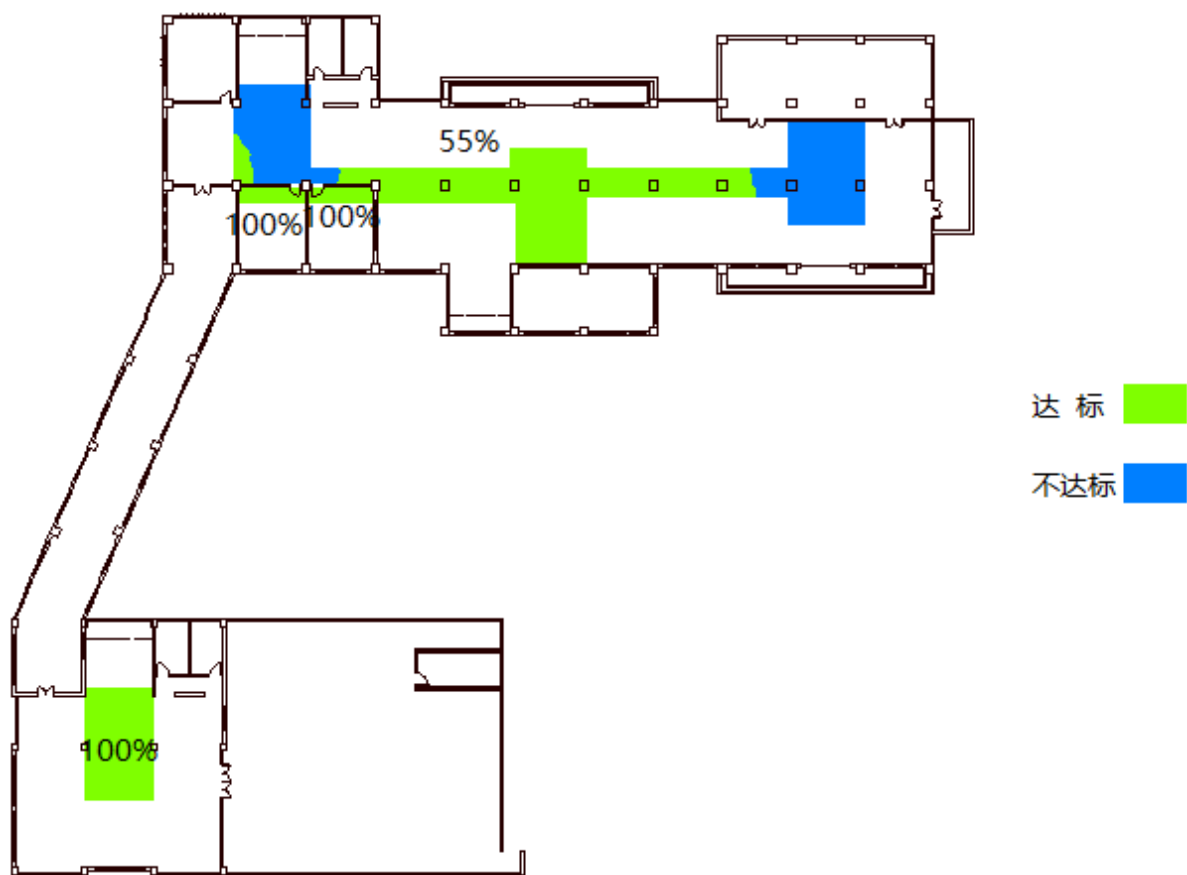
达标率彩图

内区采光达标率分析彩图可以直观地反应出建筑内各个主要功能房间的采光达标情况。





2层



3层

评价结论

根据《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019 要求，需统计公共建筑内区采光达标面积比例作为得分依据，本项目中建筑内区采光情况统计如下：

内区总面积 (m ²)	达标面积 (m ²)	面积比例 R _A (%)	得分
830.90	669.60	81	3

建筑采光分析报告书

工程名称	城市客厅通风分析
设计编号	BKA80492
建设单位	河南工业大学
设计单位	河南工业大学
审核人	
审定人	
计算日期	2025年12月23日



采用软件	采光分析 DALI2024
软件版本	20240430(SP1)
研发单位	北京绿建软件股份有限公司
正版授权码	T15136653815
服务热线	400-094-1228

目录

1. 建筑概况	29
2. 设计依据	29
3. 标准要求	29
4. 采光分析概述	31
4.1 基本原理	31
4.2 分析软件	31
4.3 计算方法	32
5. 采光计算参数取值	32
5.1 模拟分析条件说明	32
5.2 建筑饰面材料参数	33
5.3 门窗类型参数	33
5.3.1 普通窗	33
5.3.2 玻璃幕墙	34
6. 房间模拟结果	34
7. 采光效果分析彩图	35
8. 结论	37

建筑概况

项目所在地	郑州		
光气候分区	III	光气候系数 K	1.00
建筑面积	地上 5268.25 m ² 地下 0.00 m ²		
建筑层数	地上 4 地下 0		
建筑高度	地上 17.44 m 地下 0.00m		
备注			

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

标准要求

本项目为办公建筑、图书馆建筑、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 E_s 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

分析报告书

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

4.0.8 办公建筑的采光标准值不应低于表 4.0.8 的规定。

表 4.0.8 办公建筑的采光标准值

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)
II	设计室、绘图室	4.0	600
III	办公室、会议室	3.0	450
IV	复印室、档案室	2.0	300
V	走道、楼梯间、卫生间	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

4.0.9 图书馆建筑的采光标准值不应低于表 4.0.9 的规定。

表 4.0.9 图书馆建筑的采光标准值

采光等级	场所名称	侧面采光		顶部采光	
		采光系数标准值 (%)	室内天然光照度标准值 (lx)	采光系数标准值 (%)	室内天然光照度标准值 (lx)
III	阅览室、开架书库	3.0	450	2.0	300
IV	目录室	2.0	300	1.0	150
V	书库、走道、楼梯间、卫生间	1.0	150	0.5	75

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。

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。

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。

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。

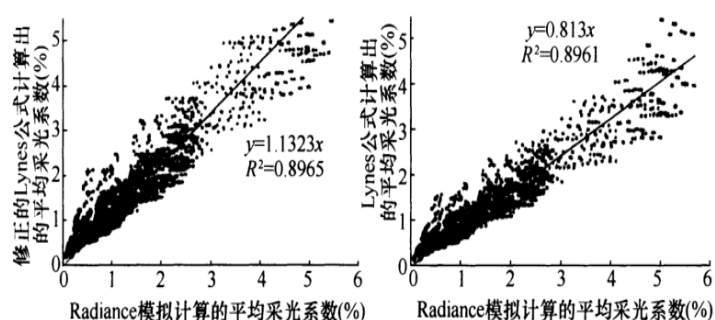


图 5.3 模拟值与理论计算的关系

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。

采光计算参数取值

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

分析报告书

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。

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；

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。

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
C0910	900	1000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C0925	900	2500	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C0940	900	4000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1030	1000	3000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1040	1000	4000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1225	1200	2500	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1230	1200	3000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1240	1200	4000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1530	1500	3000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08

分析报告书

C1540	1500	4000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1825	1800	2500	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1830	1800	3000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C1840	1800	4000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C2140	2100	4000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C2440	2400	4000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C3040	3000	4000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C3325	3300	2500	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C3340	3600	4000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C3625	3600	2500	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C3630	3600	3000	单层铝窗	普通玻璃	0.89	0.08
C3640	3600	4000	双层塑料窗	透明亚克力	0.92	0.08
C3730	3600	3000	双层塑料窗	透明亚克力	0.92	0.08
C3740	3700	4000	双层塑料窗	透明亚克力	0.92	0.08
C4640	3600	4000	双层塑料窗	透明亚克力	0.92	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。

玻璃幕墙

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
	5200	3000	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。

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：

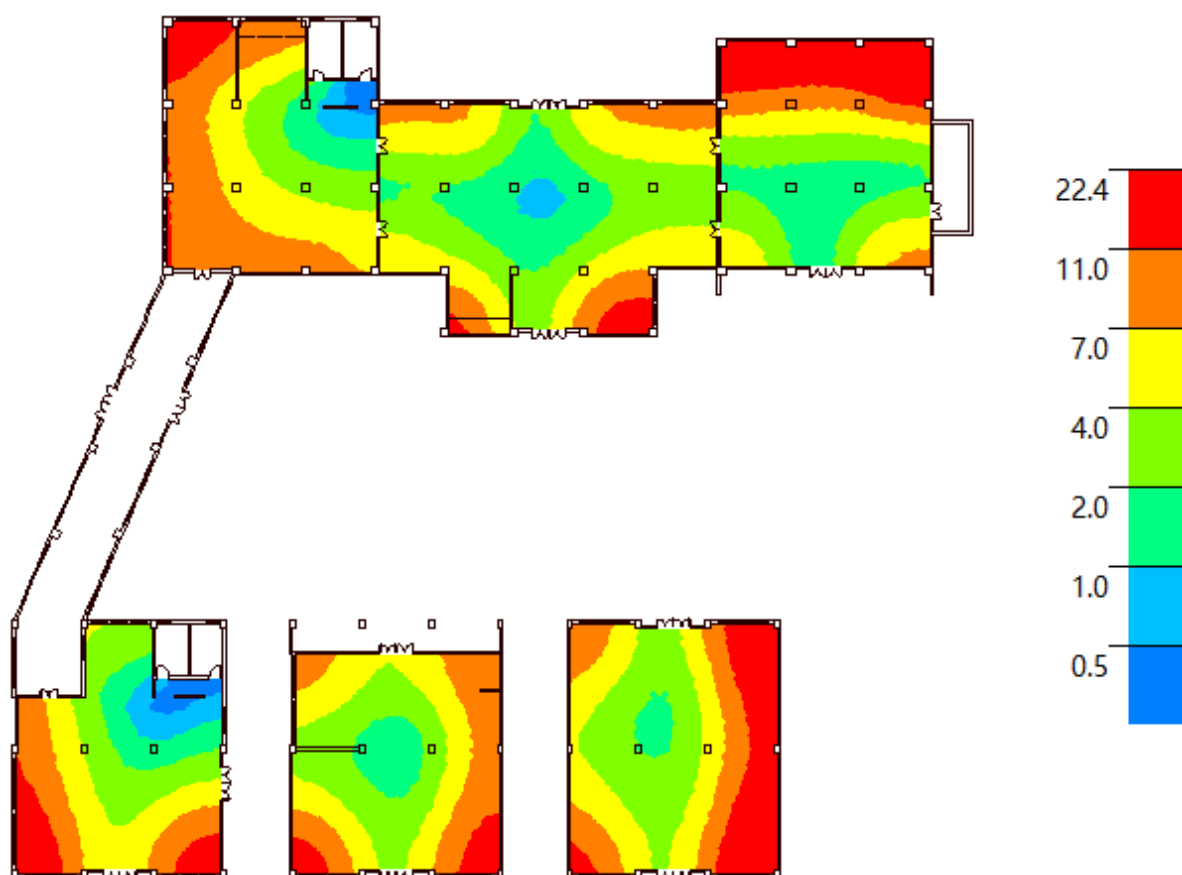
楼层	房间	对标功能	采光等级	采光类型	房间面积	采光系数 C(%)	采光系数标准值 (%)	结论
1	1001[大厅]	大堂	IV	混合	220.13	5.31	1.00	满足
	1002[阅览室]	阅览室	III	混合	235.68	5.11	2.00	满足
	1003[阅览室]	阅览室	III	混合	267.97	5.98	2.00	满足
	1018[阅览室]	阅览室	III	混合	356.84	3.76	2.00	满足
	1025[大厅]	大堂	IV	混合	250.64	5.03	1.00	满足

分析报告书

	1029[餐厅]	餐厅	IV	混合	246.00	6.10	1.00	满足
2	2004[阅览室]	阅览室	III	混合	220.12	5.46	2.00	满足
	2005[阅览室]	阅览室	III	混合	237.29	6.30	2.00	满足
	2019[阅览室]	阅览室	III	混合	665.36	4.11	2.00	满足
	2026[多媒体教室]	专用教室	III	混合	59.28	4.62	2.00	满足
	2033[普通教室]	普通教室	III	侧面	44.40	5.93	3.00	满足
3	3006[阅览室]	阅览室	III	混合	220.13	5.53	2.00	满足
	3021[阅览室]	阅览室	III	混合	592.97	3.25	2.00	满足
	3027[会议室]	会议室	III	混合	28.56	5.08	2.00	满足
	3028[会议室]	会议室	III	混合	28.56	5.21	2.00	满足
	3037[会议室]	会议室	III	侧面	29.64	4.76	3.00	满足

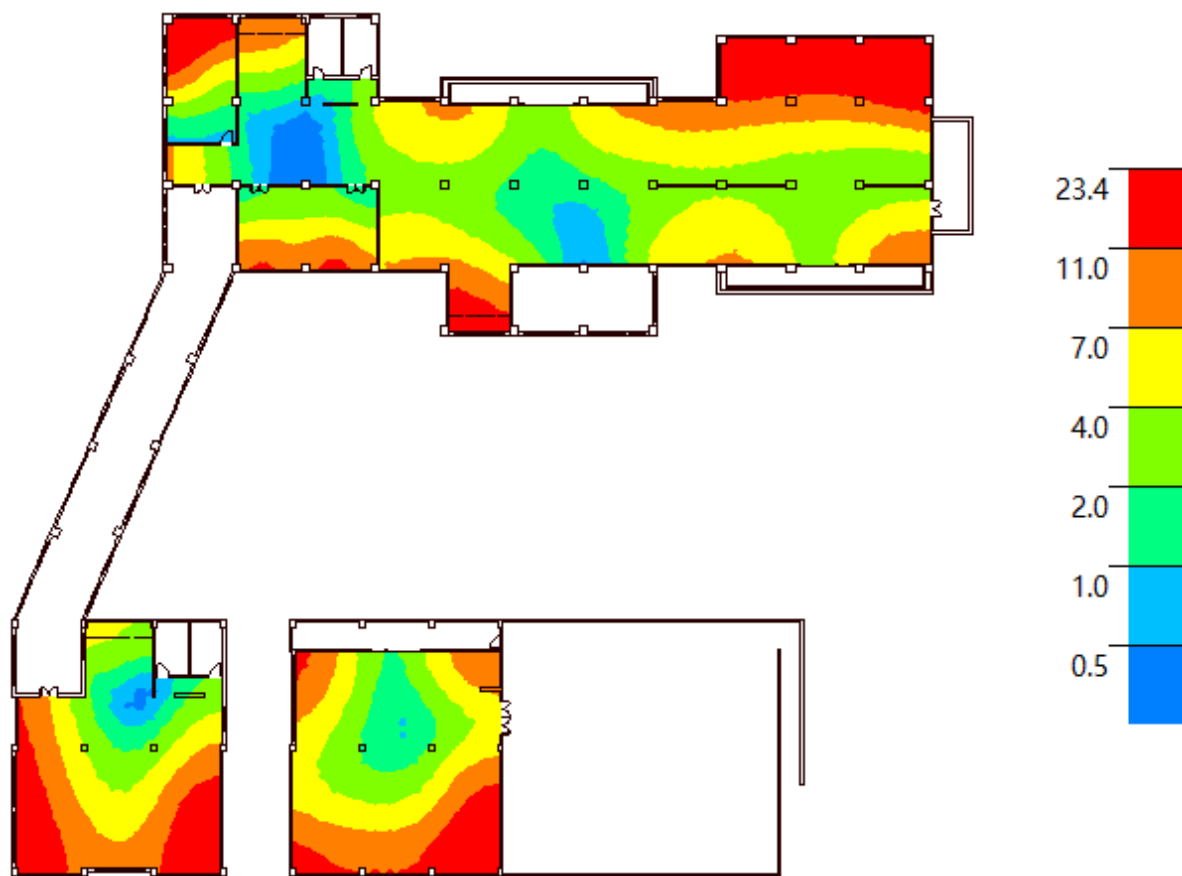
采光效果分析彩图

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：

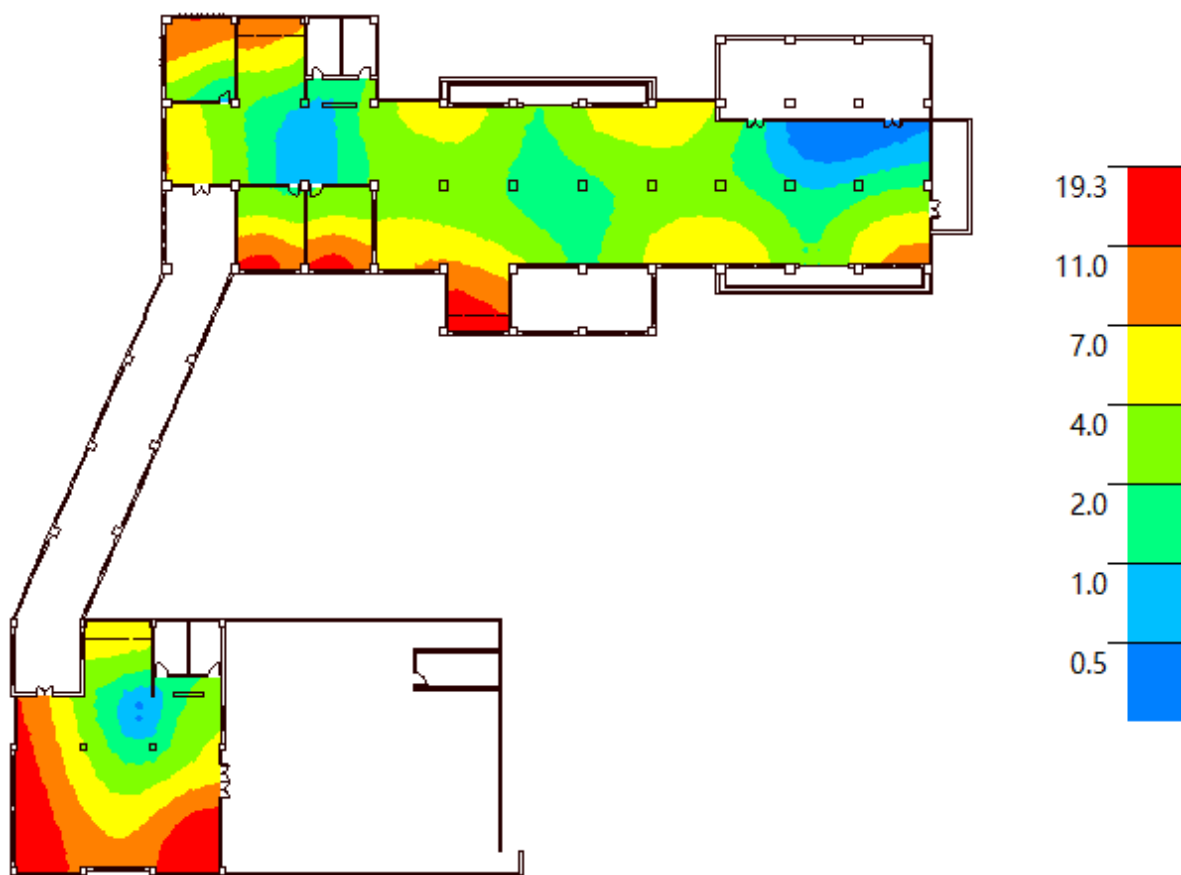


分析报告书

1 层



2 层



3层

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)	16	16	100.00		
采光面积(m ²)	3703.56	3703.56	100.00	--	--

附：周边遮挡总平面图

楼层	房间	对标功能	采光等级	采光类型	最大值	平均值	采光均匀度	结论
1	1001[大厅]	大堂	Ⅳ	侧面	19.96	5.31	3.76	满足
	1002[阅览室]	阅览室	Ⅲ	侧面	17.20	5.11	3.37	满足
	1003[阅览室]	阅览室	Ⅲ	侧面	19.80	5.98	3.31	满足
	1018[阅览室]	阅览室	Ⅲ	侧面	15.79	3.76	4.20	满足
	1025[大厅]	大堂	Ⅳ	侧面	17.36	5.03	3.45	满足
	1029[餐厅]	餐厅	Ⅳ	侧面	22.41	6.10	3.67	满足
2	2004[阅览室]	阅览室	Ⅲ	侧面	20.00	5.46	3.67	满足
	2005[阅览室]	阅览室	Ⅲ	侧面	20.76	6.30	3.30	满足
	2019[阅览室]	阅览室	Ⅲ	侧面	23.45	4.11	5.70	满足
	2026[多媒体教室]	专用教室	Ⅲ	侧面	12.51	4.62	2.70	满足
	2033[普通教室]	普通教室	Ⅲ	侧面	19.74	5.93	3.33	满足
3	3006[阅览室]	阅览室	Ⅲ	侧面	19.27	5.53	3.48	满足
	3021[阅览室]	阅览室	Ⅲ	侧面	17.56	3.25	5.40	满足
	3027[会议室]	会议室	Ⅲ	侧面	13.26	5.08	2.61	满足
	3028[会议室]	会议室	Ⅲ	侧面	13.50	5.21	2.59	满足
	3037[会议室]	会议室	Ⅲ	侧面	11.32	4.76	2.38	满足

楼层	房间	对标功能	采光等级	采光类型	采光系数要求(%)	房间面积(m ²)	达标面积(m ²)	达标率(%)
1	1001[大厅]	大堂	Ⅳ	混合	1.00	220.13	220.13	100
	1002[阅览室]	阅览室	Ⅲ	混合	2.00	235.68	235.68	100
	1003[阅览室]	阅览室	Ⅲ	混合	2.00	267.97	267.97	100
	1018[阅览室]	阅览室	Ⅲ	混合	2.00	356.84	356.84	100
	1025[大厅]	大堂	Ⅳ	混合	1.00	250.64	250.64	100
	1029[餐厅]	餐厅	Ⅳ	混合	1.00	246.00	246.00	100
2	2004[阅览室]	阅览室	Ⅲ	混合	2.00	220.12	220.12	100
	2005[阅览室]	阅览室	Ⅲ	混合	2.00	237.29	237.29	100
	2019[阅览室]	阅览室	Ⅲ	混合	2.00	665.36	665.36	100
	2026[多媒体教室]	专用教室	Ⅲ	混合	2.00	59.28	59.28	100
	2033[普通教室]	普通教室	Ⅲ	侧面	3.00	44.40	44.40	100
3	3006[阅览室]	阅览室	Ⅲ	混合	2.00	220.13	220.13	100
	3021[阅览室]	阅览室	Ⅲ	混合	2.00	592.97	592.97	100
	3027[会议室]	会议室	Ⅲ	混合	2.00	28.56	28.56	100
	3028[会议室]	会议室	Ⅲ	混合	2.00	28.56	28.56	100
	3037[会议室]	会议室	Ⅲ	侧面	3.00	29.64	29.64	100
房间类型	采光类型	标准值		面积(m ²)		达标率(%)		
		平均采光	室内天然光	总面积	达标面积			

		系数(%)	设计照度(Lx)			
大堂	混合	1.00	-	470.77	470.77	100
阅览室	混合	2.00	-	2796.36	2796.36	100
餐厅	混合	1.00	-	246.00	246.00	100
专用教室	混合	2.00	-	59.28	59.28	100
普通教室	侧面	3.00	450	44.40	44.40	100
会议室	混合	2.00	-	57.12	57.12	100
会议室	侧面	3.00	450	29.64	29.64	100
总计达标面积比例(%)					100	

可再生能源利用分析报告

光伏发电

项目名称	城市客厅光伏分析
设计编号	BKA80492
建设单位	河南工业大学
设计单位	河南工业大学
设计人	
审核人	
审定人	
计算日期	2025年12月23日



采用软件	绿建斯维尔建筑光伏 BPV
软件版本	20240430(SP1)
研发单位	北京绿建软件股份有限公司
正版授权码	T15136653815
服务热线	400-094-1228

目 录

1. 项目概况	1
2. 标准依据	1
3. 太阳能资源分析	1
3.1 太阳能资源概况.....	1
3.2 太阳能综合评价.....	4
4. 软件选用	6
5. 光伏系统设计	6
5.1 阴影遮挡分析.....	6
5.2 辐照分析.....	7
5.3 光伏方阵设计.....	8
5.3.1 安装倾角.....	8
5.3.2 方阵设计.....	8
5.4 光伏组件和逆变器的选择.....	9
6. 光伏发电产量	10
6.1 发电量算法.....	10
6.2 系统效率和损失.....	10
6.3 发电量计算.....	11
6.3.1 首年发电量.....	11
6.3.2 全周期发电量.....	12
7. 经济效益分析	14
8. 减排效益分析	16
9. 综述	17
附录	18

项目概况

工程名称	城市客厅光伏分析	
工程地点	郑州	
地理位置	东经: 113°40'	北纬: 34°46'

标准依据

1. 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015—2021
2. 《光伏电站设计规范》GB 50797—2012
3. 《可再生能源建筑应用工程评价标准》GBT 50801—2013
4. 《建筑太阳能光伏系统设计规范》DB11/T 881—2012
5. 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378—2019
6. 《绿色建筑评价技术细则》2019

太阳能资源分析

太阳能资源概况

太阳能是一种重要的可再生能源，我国属世界上太阳能资源丰富的国家之一，全国总面积 2/3 以上地区年日照小时数大于 2000 小时。为了按照各地不同条件更好地利用太阳能，根据太阳年总辐射量的大小划分为四个太阳能资源带。

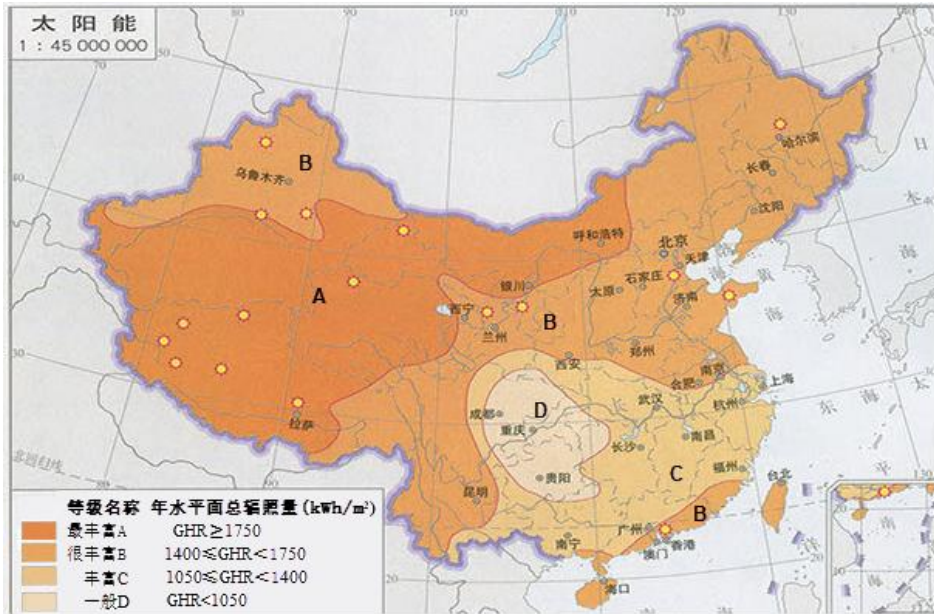


图 1 太阳能总辐射量分布图

光伏发电量与当地太阳能资源关系紧密，光伏系统在太阳能资源丰富的区域可以获得更高的发电量。本项目所在地的太阳能资源情况，如下所示：

表 1 当地太阳能资源

地点	水平面年总辐照量 MJ/(m²·a)	水平面年平均日辐照量 KJ/(m²·day)	日照时数 h	峰值日照时数 h
郑州	4603.4	12612.0	2875	3.83

数据来源：中国气象局

逐月太阳能辐射量

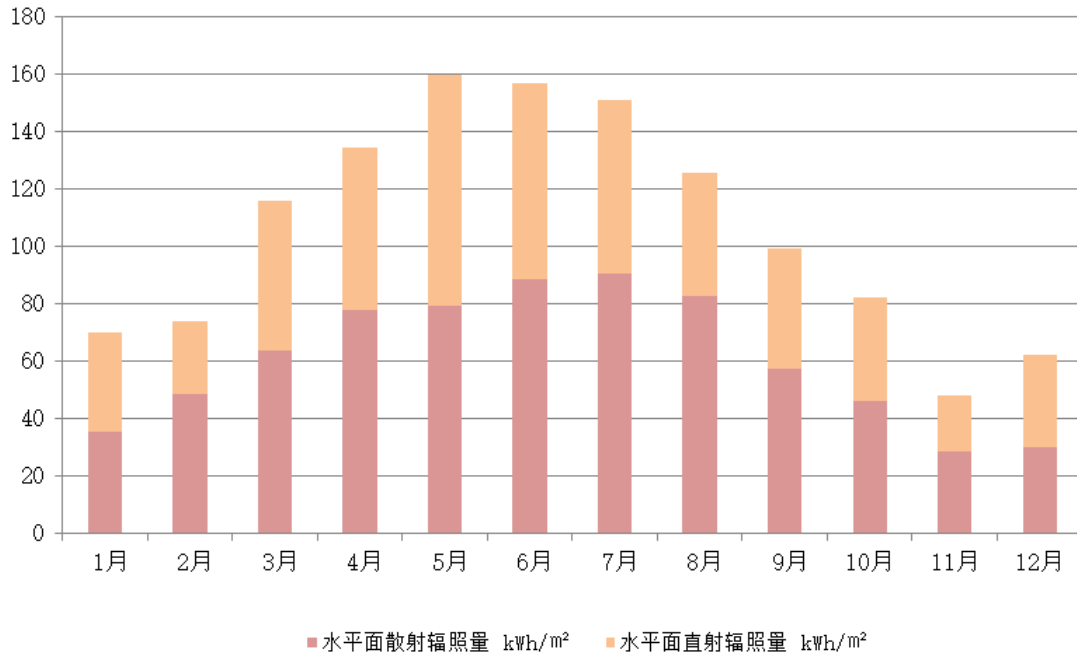


图 2 水平面总辐照量

逐月日照时数

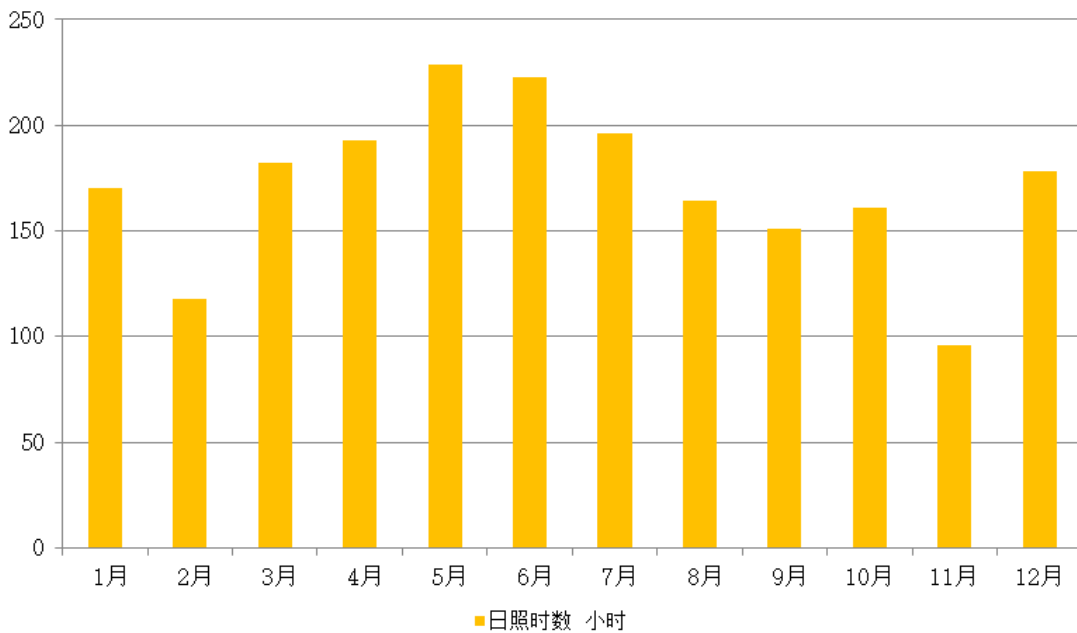


图 3 逐月日照时数

逐月平均温度

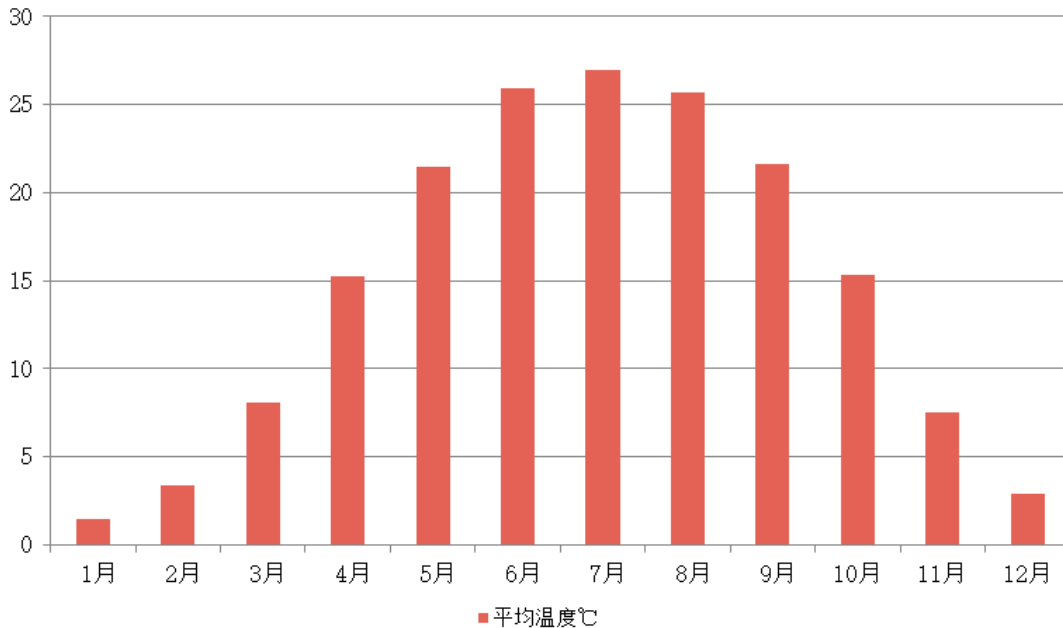


图 4 逐月平均温度

太阳能综合评价

■ 辐照量等级分析

根据《太阳能资源评估方法》(GB/T37526—2019) 的分类方法, 太阳总辐射年辐照量 (GHR) 划分为四个等级: 最丰富 (A)、很丰富 (B)、丰富 (C)、一般 (D)。

表 2 年水平面总辐照量 (GHR) 等级

等级名称	年总量(MJ/m ²)	年总量(kWh/m ²)	等级符号
最丰富	GHR≥6 300	GHR≥1750	A
很丰富	5040≤GHR<6300	1400≤GHR<1750	B
丰富	3780≤GHR<5040	1050≤GHR<1400	C
一般	GHR<3780	GHR<1050	D

本项目区域水平面年总辐照量为 4603.4MJ/m², 属于 C 级太阳能资源丰富区域。

■ 直射比等级分析

直射比是水平面直接辐照量在水平面总辐照量中所占的比例。根据《太阳能资源等级总辐射》(GB/T31155—2014) 的分类方法, 直射比划分为四个等级: 很高 (A)、高

(B)、中 (C)、低 (D)。

表 3 太阳能资源直射比 (DHRR) 等级

等级名称	分级阈值	等级符号	等级说明
很高	$DHRR \geq 0.6$	A	直接辐射主导
高	$0.5 \leq DHRR < 0.6$	B	直接辐射较多
中	$0.35 \leq DHRR < 0.5$	C	散射辐射较多
低	$DHRR < 0.35$	D	散射辐射主导

逐月太阳能辐射量

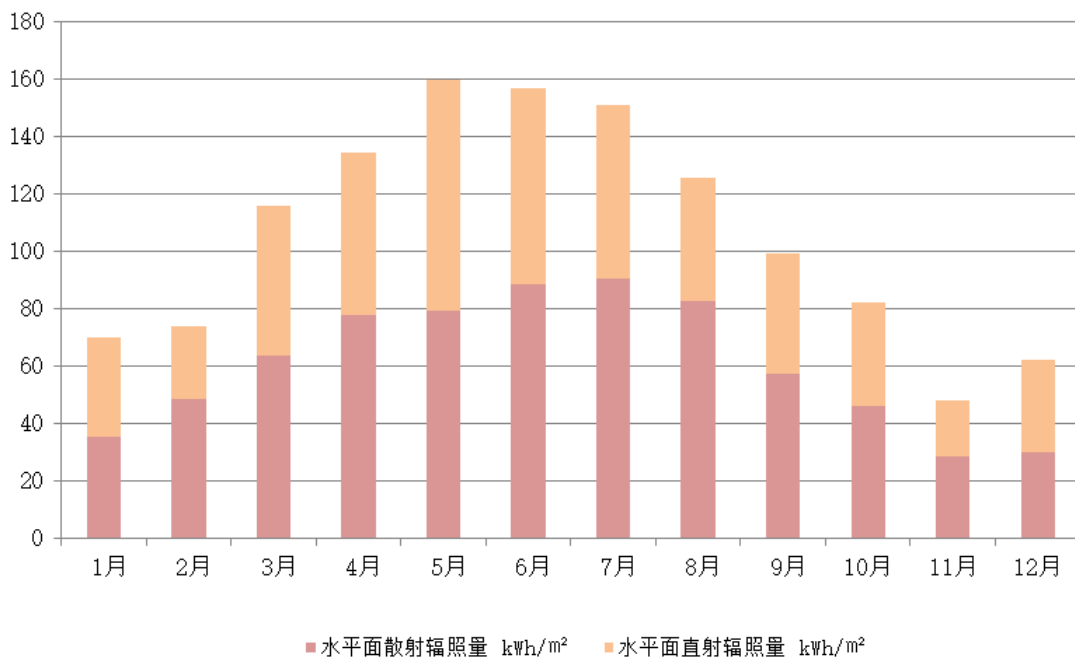


图 5 各月水平面总辐射和直接辐射数据图

本项目全年总辐照量数据直射比为 0.43, 散射辐射较多, 直射比等级属于 C 级等级中地区。

■ 太阳能资源稳定度分析

太阳能资源稳定度是太阳能资源年内变化的状态和幅度的体现, 用全年中各月平均日水平面总辐照量的最小值与最大值之比表示。

根据《太阳能资源等级总辐射》(GB/T31155—2014) 的分类方法, 稳定度划分为四个等级: 很稳定 (A)、稳定 (B)、一般 (C)、欠稳定 (D)。

表 4 水平面总辐射稳定度 (GHRs) 等级

等级名称	分级阈值	等级符号
很稳定	$GHRs \geq 0.47$	A

稳定	$0.36 \leq \text{GHRS} < 0.47$	B
一般	$0.28 \leq \text{GHRS} < 0.36$	C
欠稳定	$\text{GHRS} < 0.28$	D

本项目所在地的 GHRS (表示水平面总辐射稳定度) 为 0.31, 等级 B 稳定地区。

软件选用

绿建斯维尔建筑光伏软件 BPV 可对全国太阳能资源数据进行合理分析, 获得最佳倾角、最佳位置、集热需求量等数据, 协助用户完成项目规划, 并对光伏板进行发电量计算。日照分析为建筑规划提供日照分析工具、绿色建筑指标及太阳能利用模块, 包含丰富的定量分析手段、直观的可视化阴影仿真及多种彩图展示。软件计算快速、结果准确。

光伏系统设计

太阳能作为一种辐射能, 清洁并取之不尽, 是极佳的可再生能源。然而太阳能受天气的影响和周边环境的遮挡, 很不稳定, 必须即时转换成其他形式的能量才能利用和储存。光伏发电近年来发展迅速, 是一种利用半导体界面的光生伏特效应而将光能直接转变为电能的技术。光伏发电无枯竭危险、无需消耗燃料、无污染排放外, 在中国碳中和目标实现过程中起重要作用。

阴影遮挡分析

遮挡及阴影是影响发电量的常见因素。周边建筑、地形、光伏方阵之间的遮挡都会对发电量产生显著的影响。据测算显示, 光伏系统中微乎其微的树荫及电线阴影, 可能导致发电量降低大约 20—30%。《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015—2021、《光伏发电站设计规范》GB50797—2012 等规范均提出: 建筑物上安装的光伏发电系统, 不应降低相邻建筑物的日照标准。《光伏发电站设计规范》GB50797—2012 还提出光伏方阵各排、列的布置间距应保持冬至日 9:00~15:00 时段内前后左右互不遮挡。在指定地点和特定节气下, 阴影仿真可以真实模拟建筑场景中的日照阴影投影情况, 用于检查不同日期不同时刻遮挡情况。

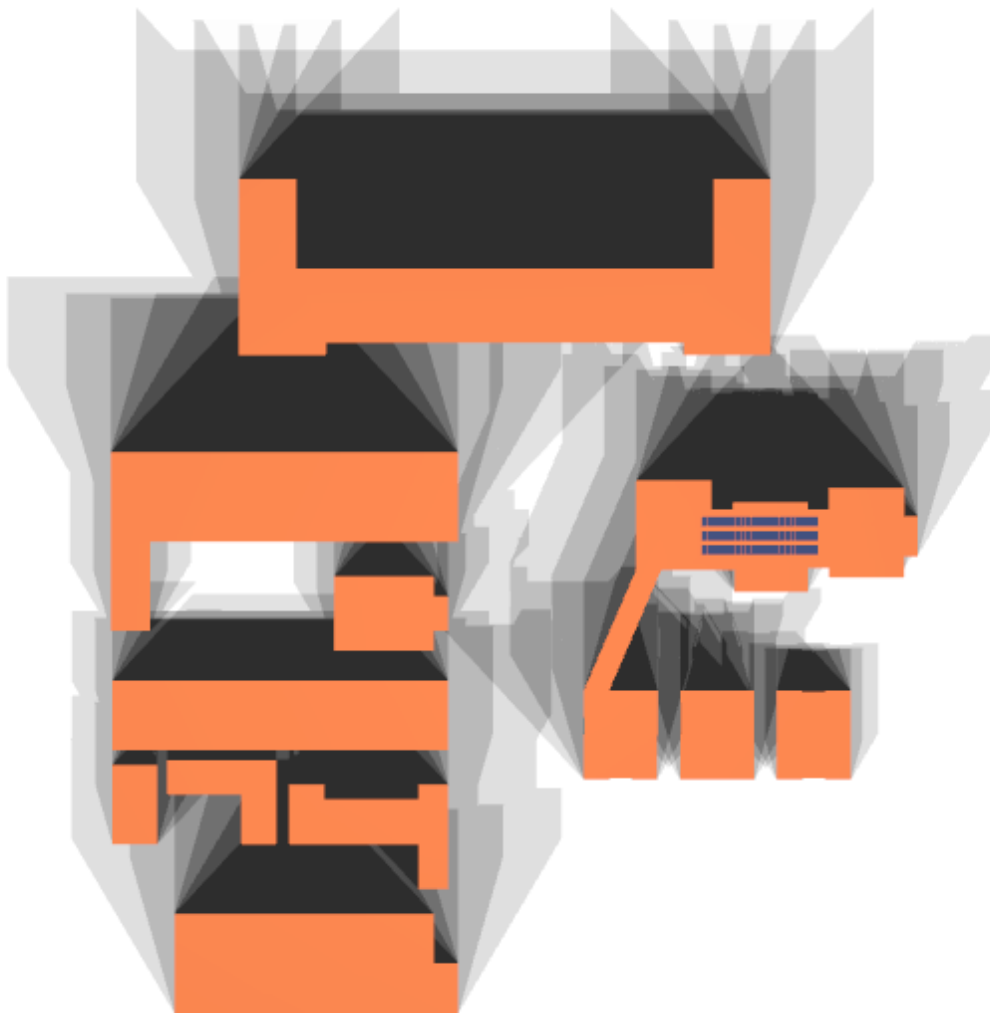


图 6 遮挡分析图

辐照分析

对地面和建筑物表面进行太阳辐照分析，可以观察建筑物表面太阳辐照水平的分布情况，评估光伏板在建筑屋顶和外立面安装的最佳区域。

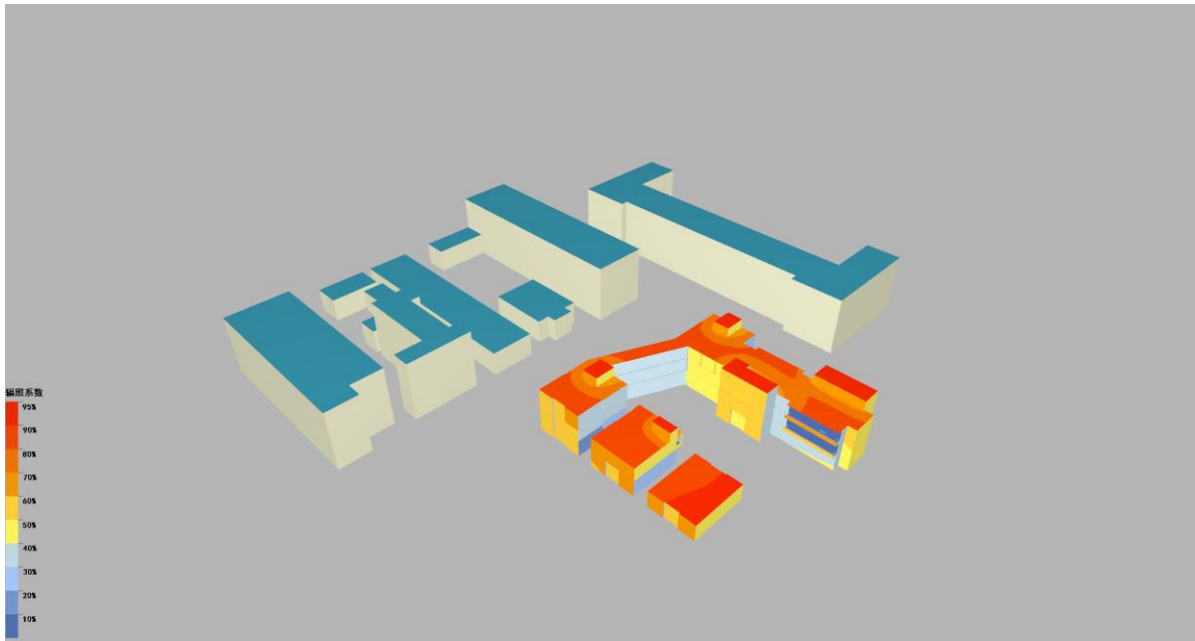


图 7 辐照分析图

光伏方阵设计

通过对郑州太阳能资源、气象条件进行科学分析，结合现有建筑物并充分考虑周边建筑遮挡、光伏组件遮挡的影响，对光伏板的布置位置、角度等进行优化设计，以实现最大化的电能收集效益。

安装倾角

光伏方阵的安装倾角、朝向对光伏发电系统的效率影响很大，固定式安装的倾角一般采用全年接收太阳能辐射量最大的角度。《光伏电站设计规范》GB50797 中独立系统推荐倾角为：**41.7°**；并网系统推荐倾角为 **31.7°**。建筑光伏一体化一般将安装在建筑表面，如屋顶、外墙、幕墙等，倾角设置还需考虑建筑自身情况。

方阵设计

本项目光伏方阵的安装方案如下：

表 5 光伏组件布置统计表

尺寸/面积	朝向角	倾角	数量
2.46(2.24X1.10)	正南	30	63

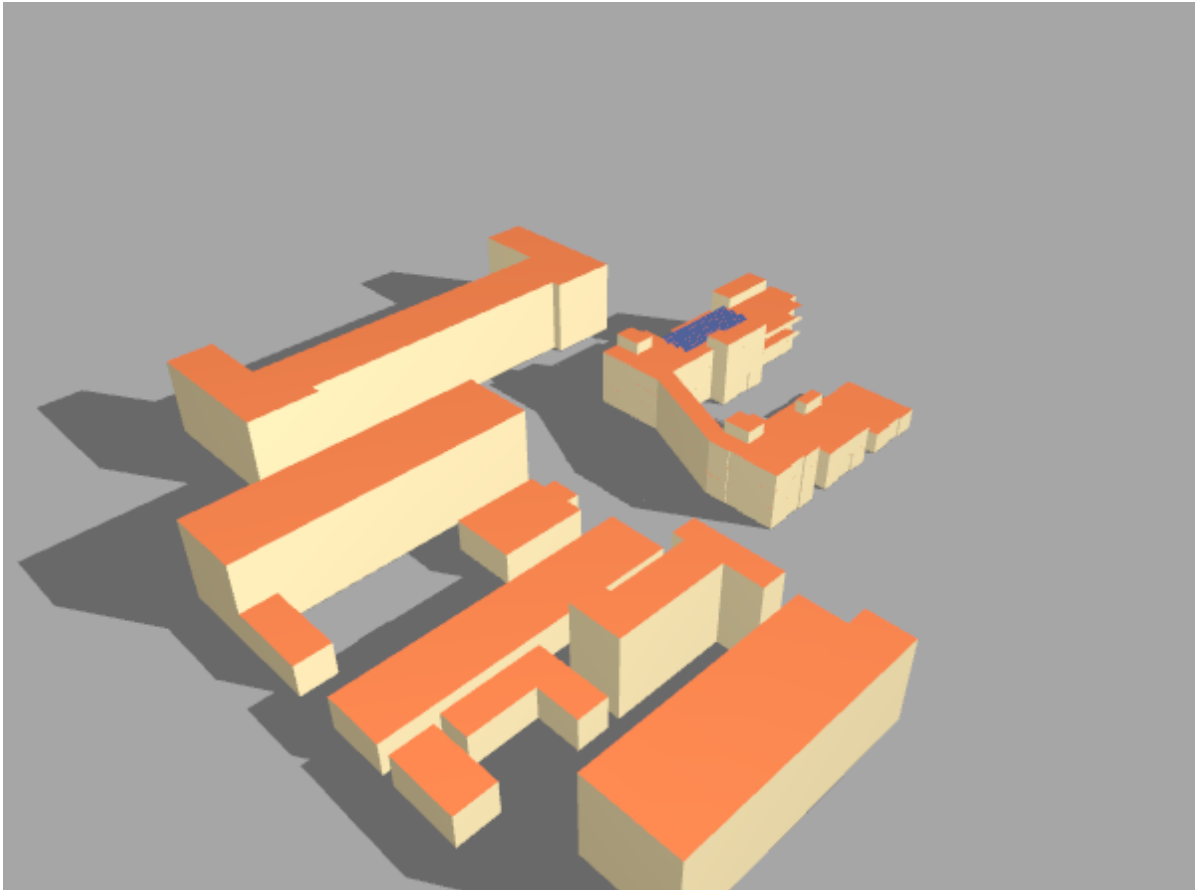


图 8 光伏板布置效果图

光伏组件和逆变器的选择

光伏组件是光伏发电系统的核心部件，其光电转换效率、各项参数指标直接影响光伏发电系统的发电性能。光伏产业的太阳能电池分为晶体硅太阳能电池和非晶硅太阳能电池，常见的有单晶硅、多晶硅、薄膜、铜铟硒太阳能电池等。不同类型的光伏组件转换效率、衰减率、成本、应用范围均有差异。晶硅类主要有单晶硅和多晶组件，采用刚性结构；薄膜类主要以非晶薄膜组件为主，即可采用刚性结构，也可采用柔性结构。对于轻型结构屋顶，承载能力有限时，可以选用柔性结构薄膜组件。

组件选型和当地气象条件相关，太阳辐射量较高、直射分量较大的地区宜选用晶体硅光伏组件或聚光光伏组件。太阳辐射量较低、散射分量较大、环境温度较高的地区宜选用薄膜光伏组件。

表 6 光伏组件参数

序号	尺寸 mm	类型	数 量	峰值 功率 Wp	每瓦 成本 元	温度 系数	标准 工作 温度	首年 衰减	其它 年 衰减
1	2240×1100	单晶硅	63	260	5	0.5	25℃	5%	0.7%

光伏发电产量

发电量算法

建筑光伏系统的发电量应根据所在地的太阳能资源情况、光伏系统的设计、光伏方阵的布置和环境条件等因素计算确定。根据《光伏电站设计规范》GB 50797 等标准，可求得光伏系统的发电量值。

$$E_p = \frac{H_A}{E_S} \times P \times K$$

式中 E_p ——发电量 (kWh) ;

H_A ——水平面太阳总辐照量 (kWh/m²) ;

E_S ——标准条件下的辐照度 (常数) , 其值为 1kW/m²;

P ——装机容量 (kW_p) ;

K ——综合效率系数, 受逆变器效率、集电线路损耗系数、光伏组件表面污染系数、修正系数等参数影响。

系统效率和损失

光伏系统的发电效率受多方面的影响, 总效率应包含光伏组件效率、逆变器效率、交流并网效率等。根据国内外已建光伏发电工程的运行经验, 系统总效率约在 75%~82%之间。

逆变器作为光伏发电系统中将直流电转换为交流电的关键设备之一, 其选型对于发电系统的转换效率和可靠性具有重要作用。逆变器转换效率越高, 则光伏发电系统的转换效率越高, 系统总发电量损失越小, 系统经济性也越高。

各影响因素参考值如下表所示:

表 7 光伏系统计算参数表

光伏系统信息			
组件类型	单晶硅	组件数量	63
总装机量	16.38kW	组件安装方式	固定集成
组件面积	155 m ²	逆变器效率	96%
逆变器功率	6.75kW	线路损耗效率	1%
材料表面污染效率	1%	修正系数	1%
系统综合效率	80.8%		

发电量计算

本项目在确定光伏系统计算参数取值后，考虑周围建筑物遮挡遮挡等影响进行全年逐时计算，可求得光伏系统首年发电量以及生命周期内发电量总值。

首年发电量

表 8 首年发电量

月份	太阳能总辐照量 kWh/m ²	交流发电量 MWh	占全年百分比%
1月	62.6	0.91	5.9
2月	67.6	0.96	6.2
3月	113.1	1.57	10.1
4月	125.0	1.68	10.8
5月	144.6	1.87	12.1
6月	137.5	1.73	11.2
7月	132.7	1.66	10.8
8月	112.1	1.42	9.2
9月	94.1	1.21	7.8
10月	81.5	1.08	7.0
11月	42.2	0.59	3.8
12月	55.5	0.80	5.1
全年	1168.5	15.4716	100

年总发电量 **15.5MWh**

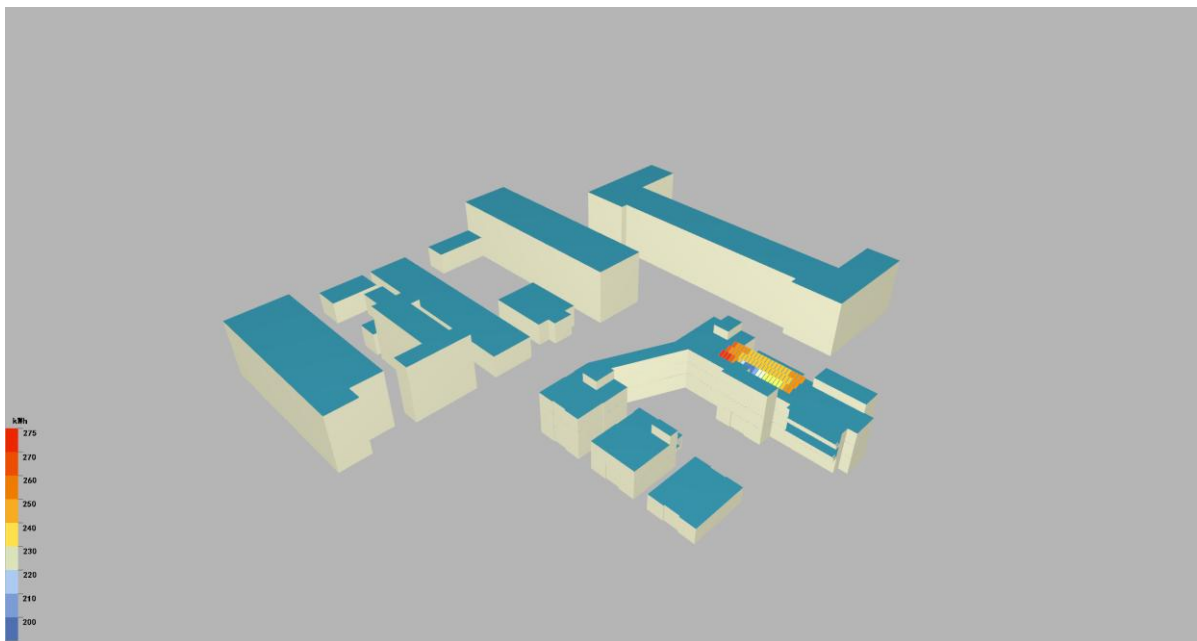


图 9 光伏发电彩图

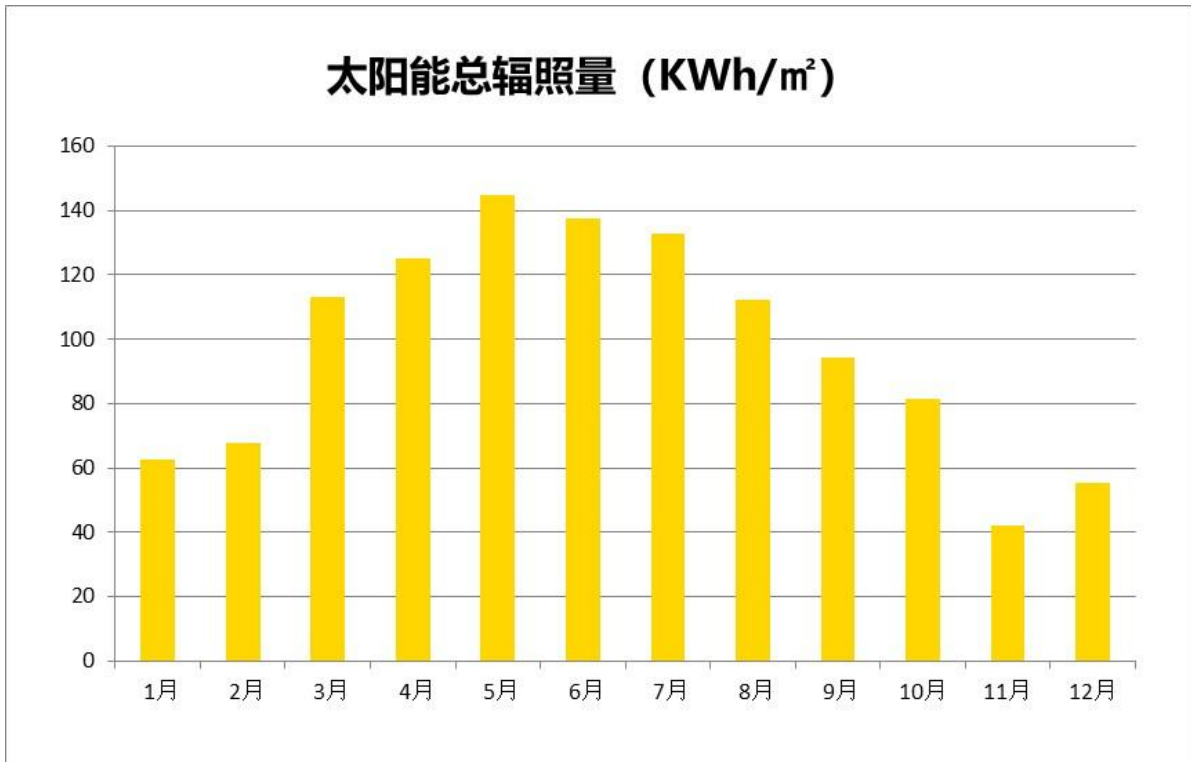


图 10 光伏板接收太阳能总辐照量图

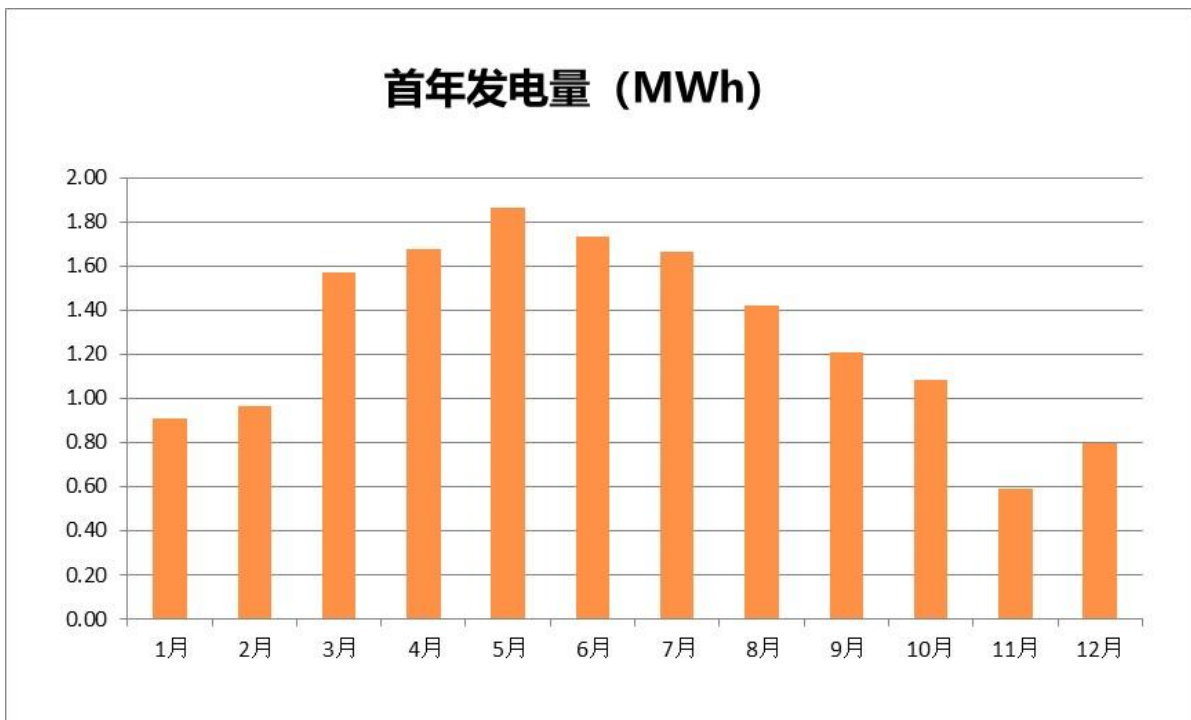


图 11 首年交流发电量图

全周期发电量

表 9 年发电量

年	组件衰减率 (%)	年发电量 (MWh)	发电利用小时数 (h)
第 1 年	5	15.47	945
第 2 年	0.7	14.70	897
第 3 年	0.7	14.60	891
第 4 年	0.7	14.49	885
第 5 年	0.7	14.39	879
第 6 年	0.7	14.29	872
第 7 年	0.7	14.19	866
第 8 年	0.7	14.09	860
第 9 年	0.7	13.99	854
第 10 年	0.7	13.89	848
第 11 年	0.7	13.80	842
第 12 年	0.7	13.70	836
第 13 年	0.7	13.61	831
第 14 年	0.7	13.51	825
第 15 年	0.7	13.42	819
第 16 年	0.7	13.32	813
第 17 年	0.7	13.23	808
第 18 年	0.7	13.14	802
第 19 年	0.7	13.04	796
第 20 年	0.7	12.95	791
第 21 年	0.7	12.86	785
第 22 年	0.7	12.77	780
第 23 年	0.7	12.68	774
第 24 年	0.7	12.59	769
第 25 年	0.7	12.51	763
总计	-	341MWh	20832.4h

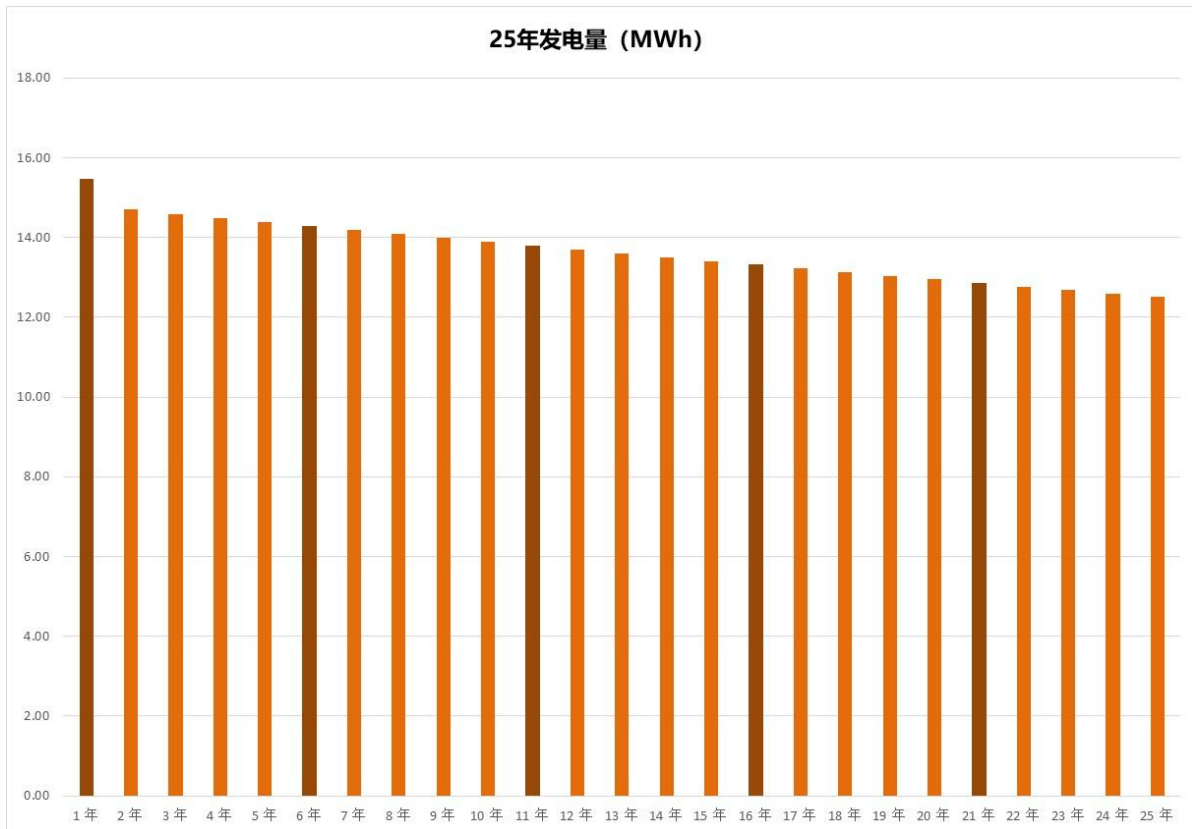


图 12 全周期年发电量

经济效益分析

光伏发电的经济性分析是指对太阳能光伏发电系统的成本和效益进行定量或定性的评价。光伏发电的经济性受到多种因素的影响，如系统本身的投资、技术、可靠性，以及应用地区的环境、资源、需求等。一般来说，要全面反映光伏发电的经济性，需要考虑其静态和动态效益，并与其他能源形式如进行比较。

表 10 经济效益分析表

成本		收益	
总装机量 (kW)	16.38	首年发电量 (MWh)	15.47
每瓦成本 (元)	5	25 年发电量 (MWh)	341.2
组件占总投资比例(%)	40	电价 (元/度)	1
总投资 (万元)	20.48	总收益 (万元)	34.12

表 11 系统 25 年经济性分析

年	组件衰减率 (%)	年发电量	收益 (元)	收益平衡 (万元)	发电利用小时数 (h)
-	-	-	-	-20.48	-
第 1 年	5	15.47	15472	-18.93	945

第 2 年	0.7	14.70	14698	-17.46	897
第 3 年	0.7	14.60	14595	-16	891
第 4 年	0.7	14.49	14493	-14.55	885
第 5 年	0.7	14.39	14392	-13.11	879
第 6 年	0.7	14.29	14291	-11.68	872
第 7 年	0.7	14.19	14191	-10.26	866
第 8 年	0.7	14.09	14091	-8.85	860
第 9 年	0.7	13.99	13993	-7.45	854
第 10 年	0.7	13.89	13895	-6.06	848
第 11 年	0.7	13.80	13798	-4.68	842
第 12 年	0.7	13.70	13701	-3.31	836
第 13 年	0.7	13.61	13605	-1.95	831
第 14 年	0.7	13.51	13510	-0.6	825
第 15 年	0.7	13.42	13415	0.74	819
第 16 年	0.7	13.32	13321	2.07	813
第 17 年	0.7	13.23	13228	3.39	808
第 18 年	0.7	13.14	13136	4.7	802
第 19 年	0.7	13.04	13044	6	796
第 20 年	0.7	12.95	12952	7.3	791
第 21 年	0.7	12.86	12862	8.59	785
第 22 年	0.7	12.77	12772	9.87	780
第 23 年	0.7	12.68	12682	11.14	774
第 24 年	0.7	12.59	12593	12.4	769
第 25 年	0.7	12.51	12505	13.65	763
25 年总计				341 MWh	34 万元

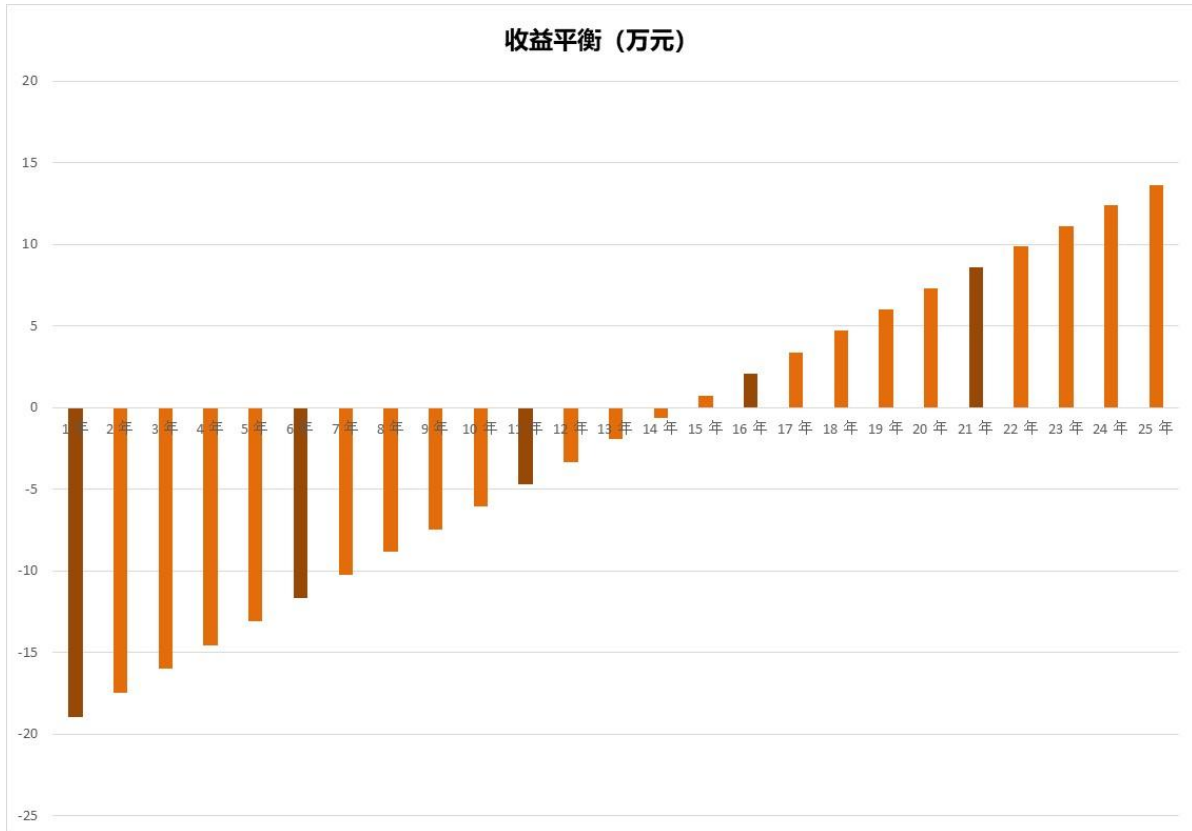


图 13 收益平衡图

减排效益分析

光伏发电的节能减排计算对太阳能光伏发电系统的环境影响和节约能源的效果进行评价。项目建成后，根据光伏发电工程发电量，与传统火电项目相比，可计算出节约化石能源总量，及对应减排温室气体和其他污染物总量。根据《中国电力行业年度发展报告 2022》中统计的单位火电发电量 CO₂、SO₂、氮氧化物等排放量进行计算，计算结果如下表所示：

表 12 减排效益分析

参数	换算数值	换算单位	年均值	25年	单位
发电量	-	-	13.65	341.23	MWh
标准煤	0.3015	kg/kWh	4.12	102.88	吨
电力烟尘	0.0022	kg/kWh	0.03	0.75	吨
CO ₂	0.828	kg/kWh	11.30	282.53	吨
SO ₂	0.0101	kg/kWh	0.14	3.45	吨
NO _x	0.0152	kg/kWh	0.21	5.18	吨

综述

综上所述，本项目光伏组件安装面积为 155m²，总装机容量为 16.38kW，系统效率 80.8%，首年发电量为 15.5MWh。25 年预计总发电量 341.2MWh，投资 20.48 万，收益 34.12 万元，减排二氧化碳约 282.53 吨。

附录

名词	解释
峰值功率	组件在标准测试条件下提供的功率 (Wp 为单位)
装机容量	光伏发电系统采用的光伏组件的标称功率之和, 单位是峰瓦 (Wp)
日照时数	太阳直接照射地面的时数, 地面受到太阳直接辐射辐照度大于等于 $120\text{W}/\text{m}^2$ 的累计时间, 以小时为单位。
峰值日照时数	一段时间内辐照度积分总量相当于辐照度 $1\text{kW}/\text{m}^2$ 的光源所持续照射的时间, 以小时为单位。
逆变器效率	在规定的工作条件下输出功率与输入功率之比。例如一台逆变器输入了 1000W 的直流电, 输出了 900W 的交流电流, 那样它的效率便是 90% 。最大效率是指逆变器在实验室环境下, 测得的效率最高值。
MPPT 数量	最大功率点跟踪 (Maximum Power Point Tracking, 简称 MPPT) 根据外界不同的环境温度、光照强度等特性来调节光伏阵列的输出功率, 使得光伏阵列始终输出最大功率。 通过增加 MPPT 数量, 对光伏阵列进行并联解耦甚至串联解耦, 一定程度上可以解决组件失配导致的发电量降低。
线路损耗效率	光伏方阵到逆变器。应尽量减小这种损耗
光伏组件表面污染率	光伏组件表面由于受到灰尘或者其他污垢蒙蔽而产生的遮光影响。取值与环境清洁度和组件清洗方案有关。
组件衰减率	光伏组件运行一段时间后, 在标准测试环境下最大输出功率和投产运行初始最大输出功率的比值。多晶硅、单晶硅、薄膜电池, 首年衰减不超过 2.5% 、 3% 、 5% , 之后每年衰减不超过 0.7%
温度修正系数	光伏组件工作温度对其输出功率具有很大的影响, 高工作温度会导致功率损耗。

室外噪声报告书

工程名称	城市客厅声环境分析
设计编号	BKA80492
建设单位	河南工业大学
设计单位	河南工业大学
设计人	
审核人	
审定人	
设计日期	



采用软件	建筑声环境 SEDU2024
软件版本	20240430(SP1)
研发单位	北京绿建软件股份有限公司
正版授权码	T15136653815

目 录

1.项目概况	21
2.评价标准	21
2.1 评价依据.....	21
2.2 标准要求.....	21
3.模拟方法	22
3.1 模拟软件.....	22
3.2 分析模型.....	22
3.3 计算条件.....	23
3.4 参数设置.....	24
4.模拟结果及分析	24
4.1 场地噪声分布	24
4.2 噪声敏感建筑噪声分布情况	28
5.结论	32

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	20.00	0.00
3	20.00	0.00
4	8.00	0.00
5	8.00	0.00
6	8.00	0.00
7	20.00	0.00
8	20.00	0.00
城市客厅	17.44	0.00

2.评价标准

2.1 评价依据

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

2.2 标准要求

- 《绿色建筑评价标准》GB 50378 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 10 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，且小于或等于 3 类声环境功能区标准限值，得 5 分。
 2. 环境噪声值小于或等于 2 类声环境功能区标准限值，得 10 分。
- 《声环境质量标准》GB 3096 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》ISO 9613-2: 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/T 17247.2-1998 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/T 15190，判断场地内环境噪声模拟结果是否满足《声环境质量标准》GB 3096 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：

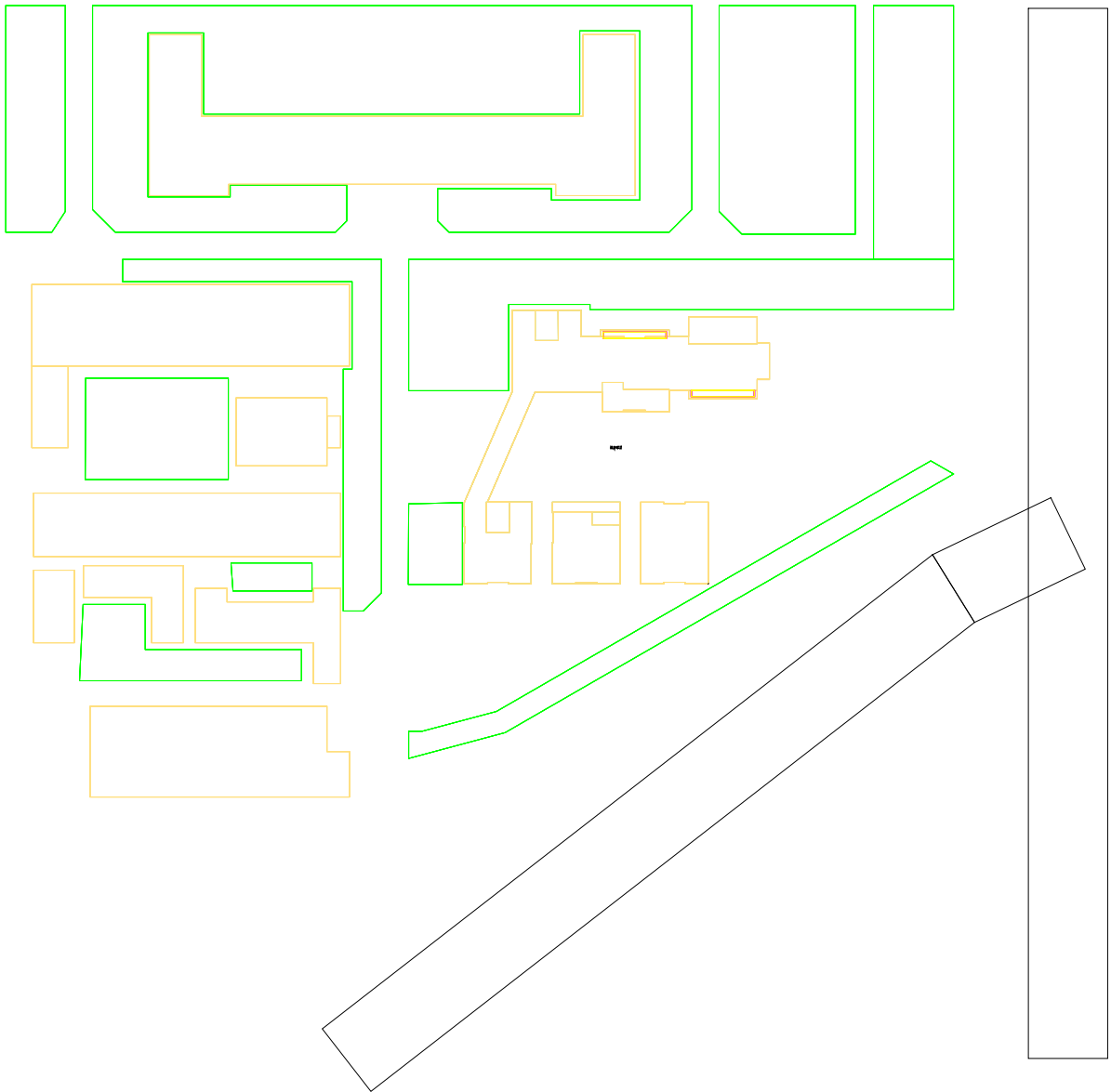


图 3.2-1 模型平面图

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：3

■ 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。

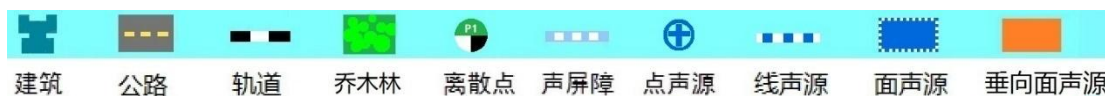
表 3.4-1 公路噪声源

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	60	500	50	0
			夜间	60	100	20	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



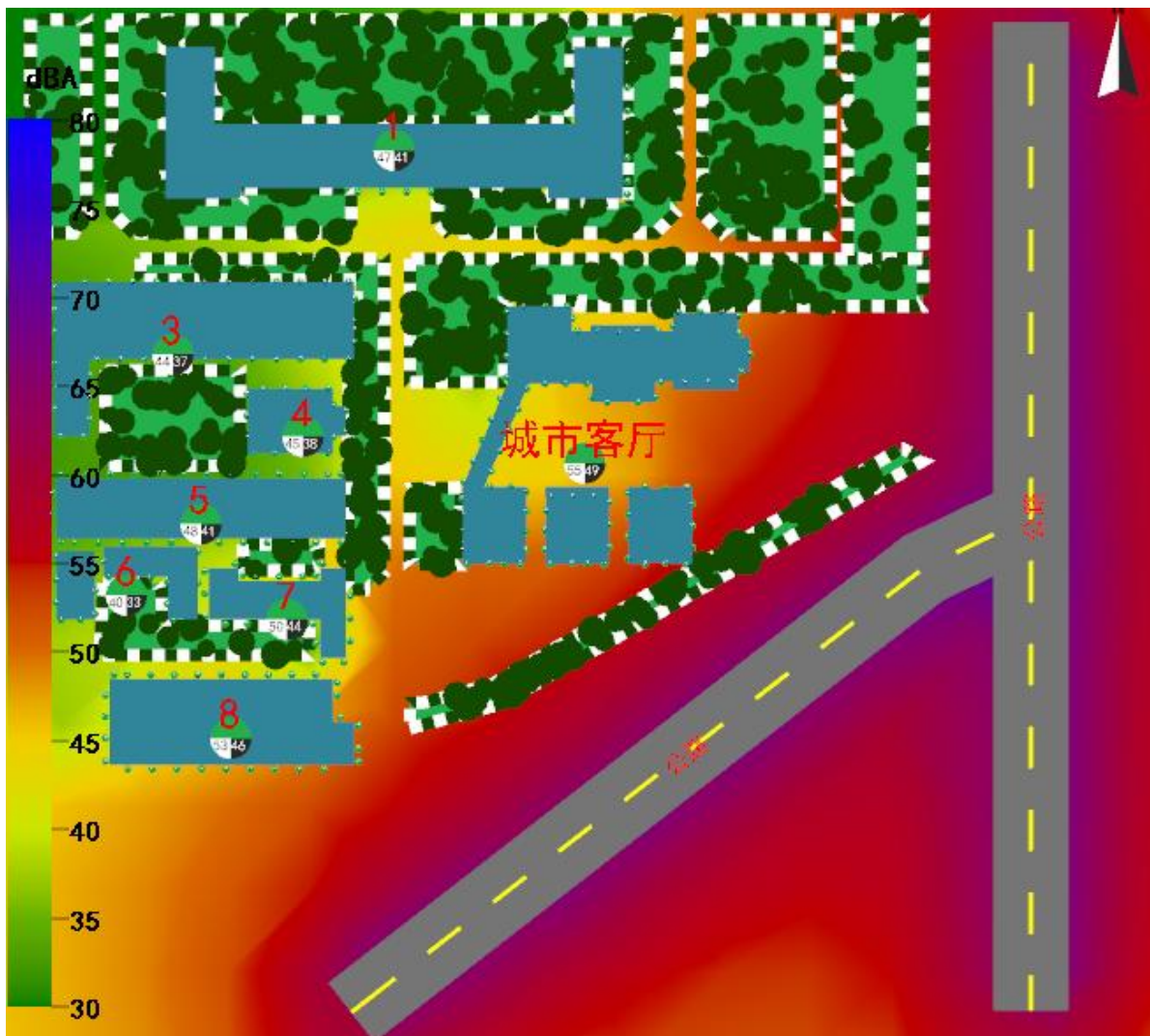


图 4.1-1 场地 1.5m 高度处声压级分布图 (昼间)

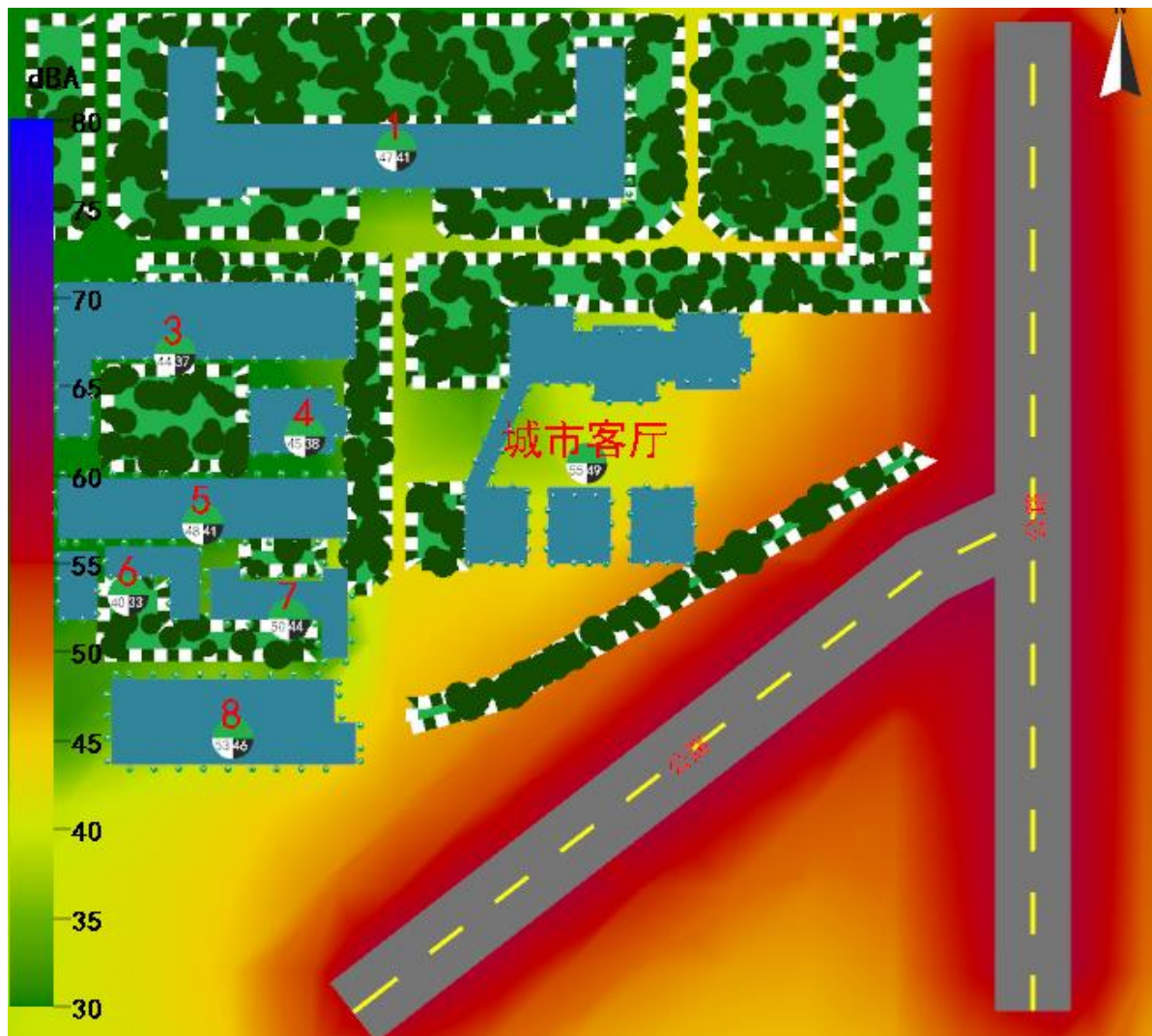


图 4.1-2 场地 1.5m 高度处声压级分布图 (夜间)

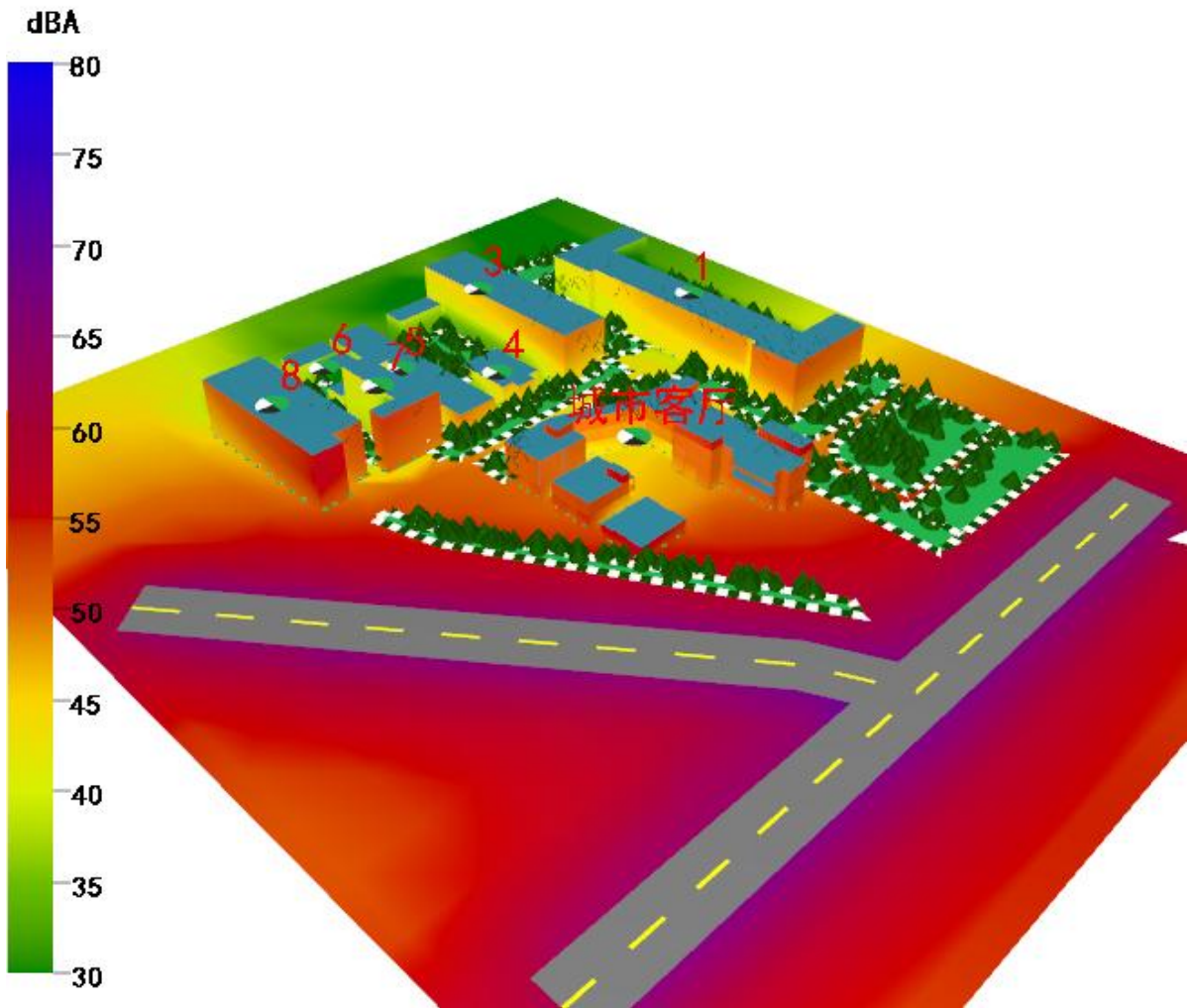


图 4.1-3 场地噪声分布俯瞰图（昼间）

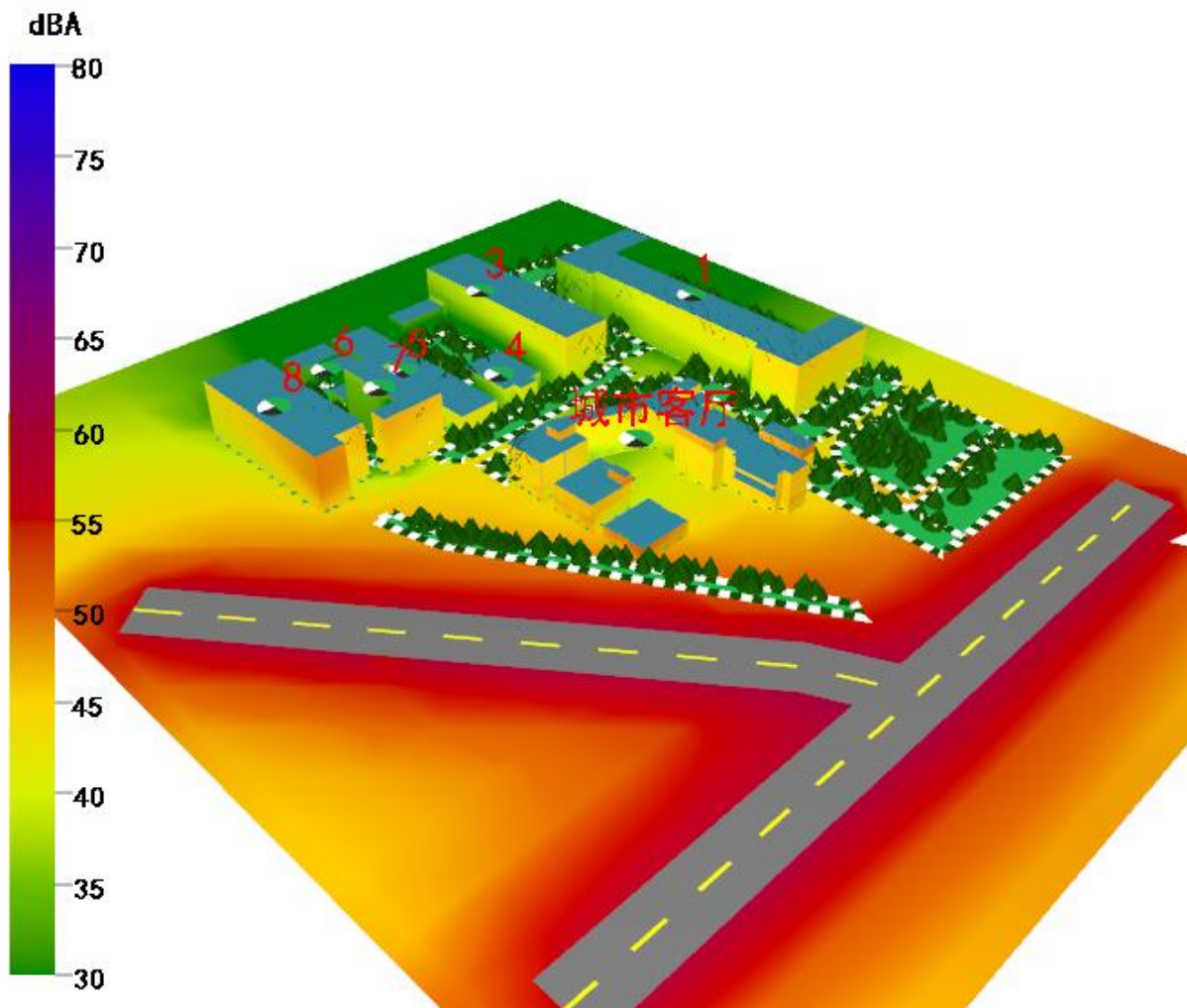


图 4.1-4 场地噪声分布俯瞰图（夜间）

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内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：

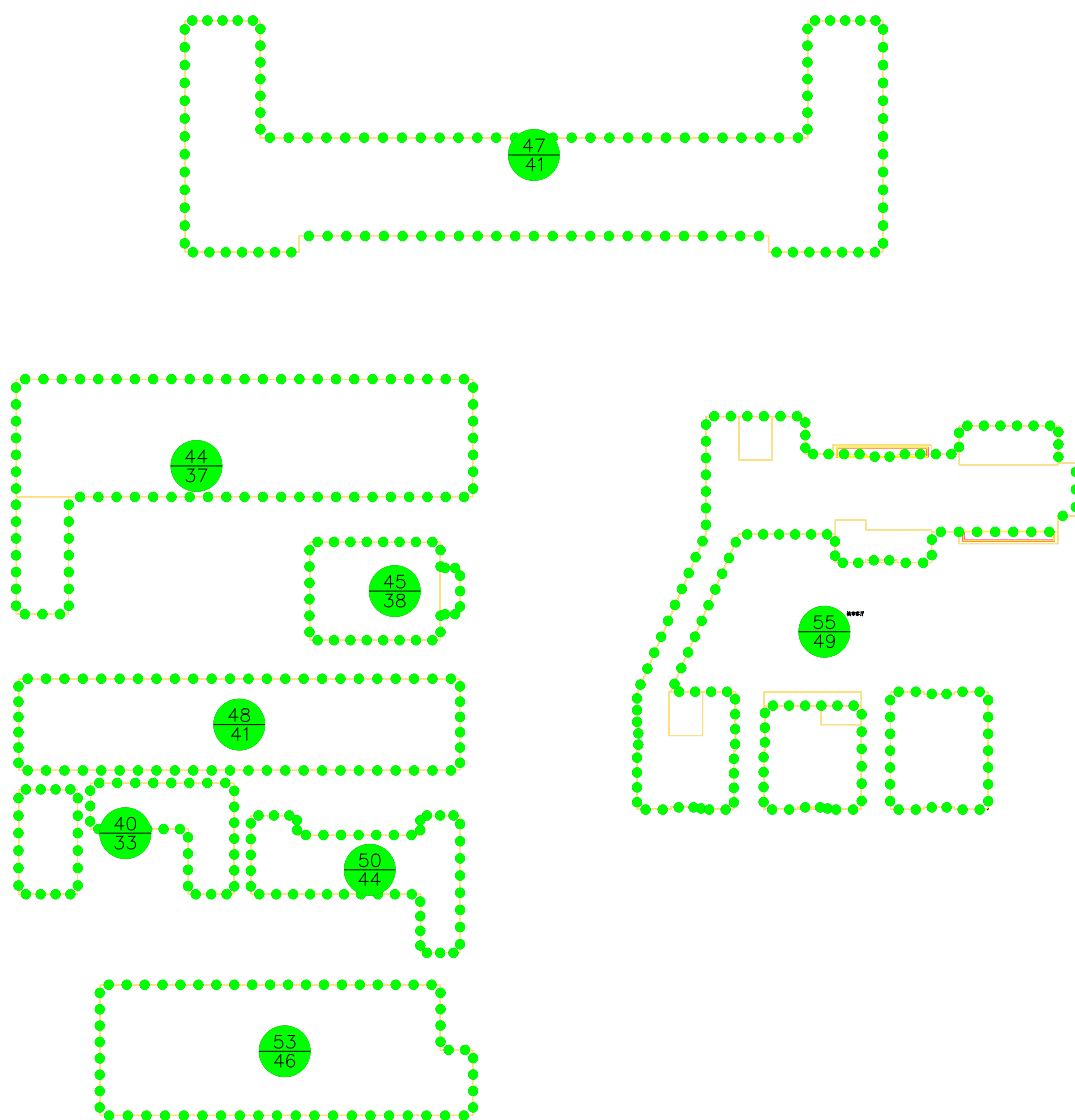


图 4.2-1 参评建筑附近区域 1.5m 高度处声压级平面分布图 (昼间)

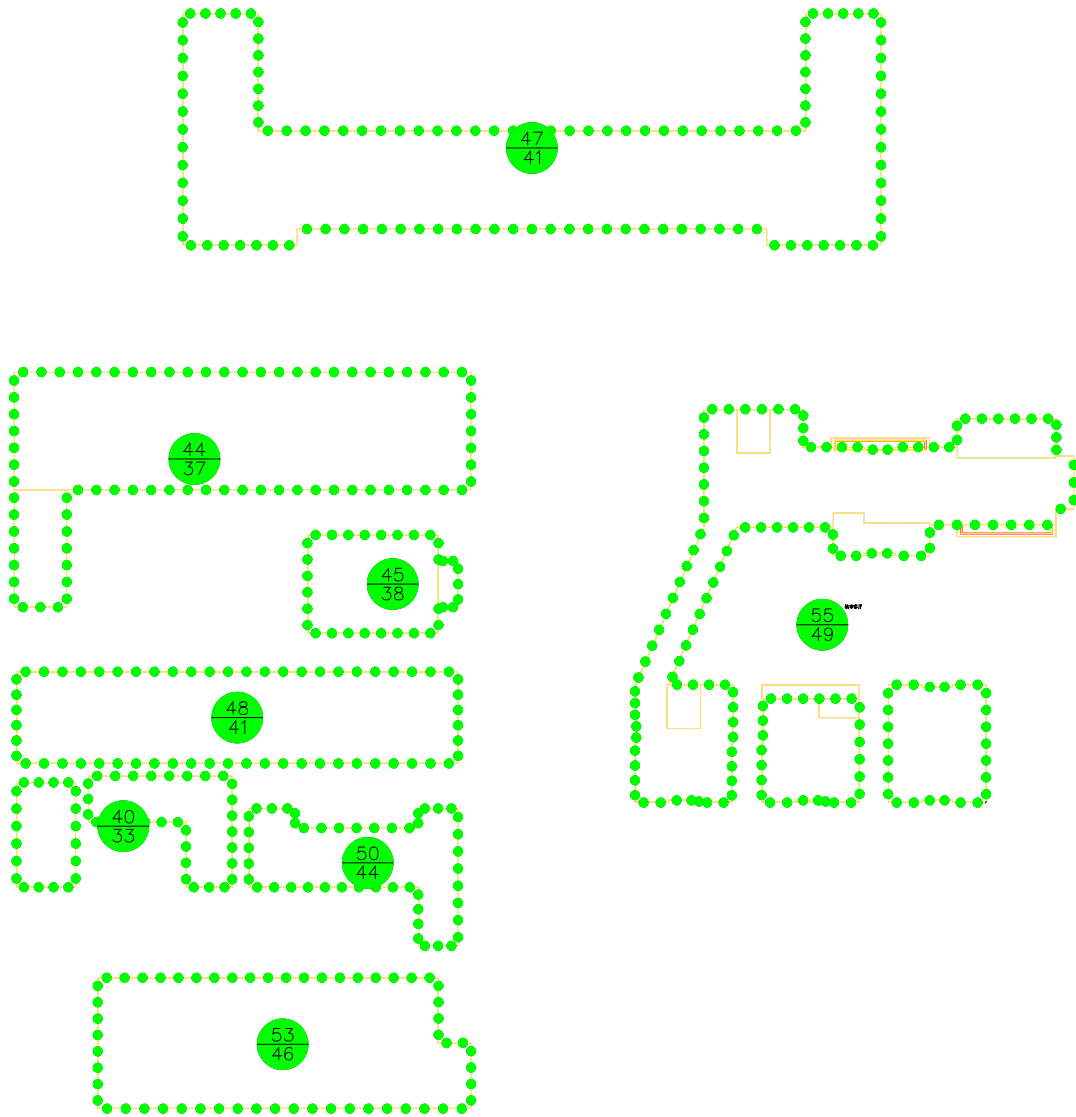
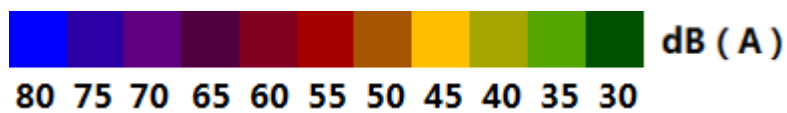


图 4.2-2 参评建筑附近区域 1.5m 高度处声压级平面分布图（夜间）

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：



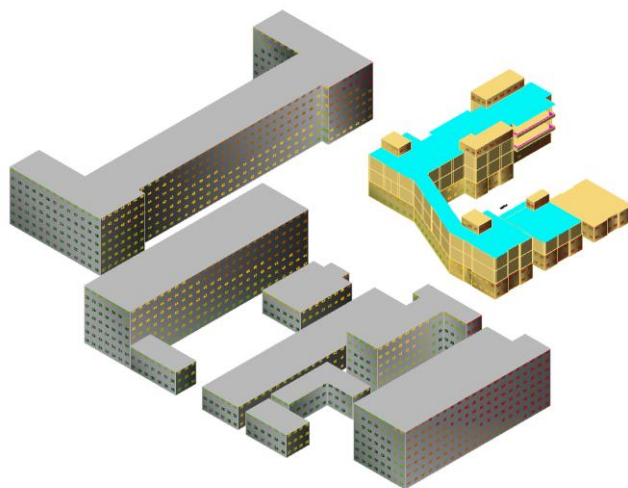


图 4.2-3 参评建筑附近区域声压级鸟瞰分布图（昼间）

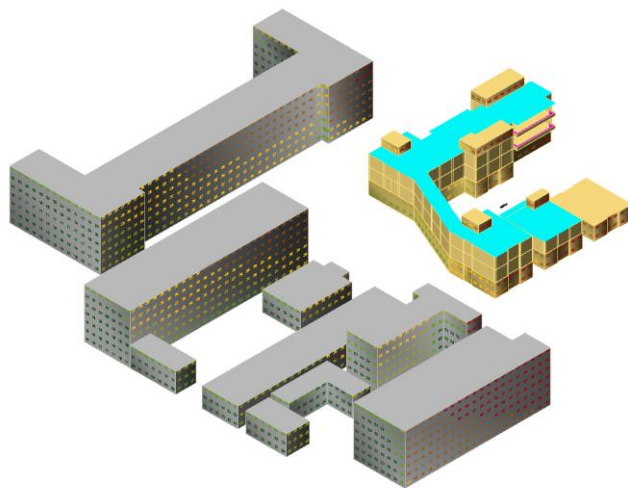


图 4.2-4 参评建筑附近区域声压级鸟瞰分布图（夜间）

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 噪声最大值	2类 噪声限值	3类 噪声限值	得分 情况
1	昼间	47	60	65	10
	夜间	41	50	55	
3	昼间	44	60	65	10
	夜间	37	50	55	
4	昼间	45	60	65	10

	夜间	38	50	55	
5	昼间	48	60	65	10
	夜间	41	50	55	
6	昼间	40	60	65	10
	夜间	33	50	55	
7	昼间	50	60	65	10
	夜间	44	50	55	
8	昼间	53	60	65	10
	夜间	46	50	55	
城市客厅	昼间	55	60	65	10
	夜间	49	50	55	

5.结论

《绿色建筑评价标准》GB 50378 第 8.2.6 条的要求：场地内环境噪声符合现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096 的有关规定，环境噪声值大于 2 类声环境功能区标准限值，且小于或等于 3 类声环境功能区标准限值，得 5 分。环境噪声值小于或等于 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	55	60	65	10 分
夜间	49	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**《绿色建筑评价标准》GB 50378-2019 第 8.2.6 条，**得 10 分**。

室外风环境模拟分析报告

项目名称	城市客厅同通风分析
工程地点	郑州
设计编号	BKA80492
建设单位	河南工业大学
设计单位	河南工业大学
设计人	
校对 人	
审核 人	
审定 人	
设计日期	2025 年 12 月 23 日



采用软件	建筑通风 Vent2024
软件版本	20240430(SP1)
研发单位	北京绿建软件股份有限公司
正版授权码	T15136653815

目 录

1 项目概况	36
1.1 总平面图.....	37
1.2 三维视图.....	38
2 计算依据	39
3 参考标准	39
4 计算原理	39
4.1 风场计算域.....	39
4.1.1 冬季工况风场计算域.....	39
4.1.2 夏季工况风场计算域.....	40
4.1.3 过渡季工况风场计算域.....	40
4.2 网格划分.....	41
4.3 边界条件.....	44
4.3.1 入口与出口边界条件.....	44
4.3.2 壁面边界条件.....	45
4.4 湍流模型.....	45
4.5 求解计算.....	45
4.6 风速放大系数计算.....	46
5 结果分析	48
5.1 工况表.....	48
5.2 冬季工况.....	48
5.2.1 人行区域风速达标分析.....	48
5.2.2 人行区域风速放大系数达标分析.....	49
5.2.3 户外休息区、儿童娱乐区域风速达标分析.....	50
5.2.4 户外休息区、儿童娱乐区风速放大系数达标分析.....	50
5.2.5 冬季工况风速/风速放大系数达标结果汇总.....	51
5.2.6 建筑迎风面和背风面风压分析.....	51
5.3 夏季工况.....	54
5.3.1 人活动区域无风区计算分析.....	54
5.3.2 人活动区域旋涡区分析.....	55
5.3.3 人活动区域旋涡区/无风区达标结果汇总.....	56
5.3.4 外窗内外表面风压差达标分析.....	56
5.4 过渡季工况.....	58
5.4.1 人活动区域无风区计算分析.....	58
5.4.2 人活动区域旋涡区分析.....	59
5.4.3 人活动区域旋涡区/无风区达标结果汇总.....	59
5.4.4 外窗内外表面风压差达标分析.....	59
5.5 结论.....	61

5.5.1 冬季工况达标判断	61
5.5.2 过渡季、夏季工况达标判断.....	62
5.6 附录	62
5.6.1 参评建筑迎背风面窗平均风压差表	62
5.6.2 不参评建筑迎背风面窗平均风压差表.....	62

项目概况

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

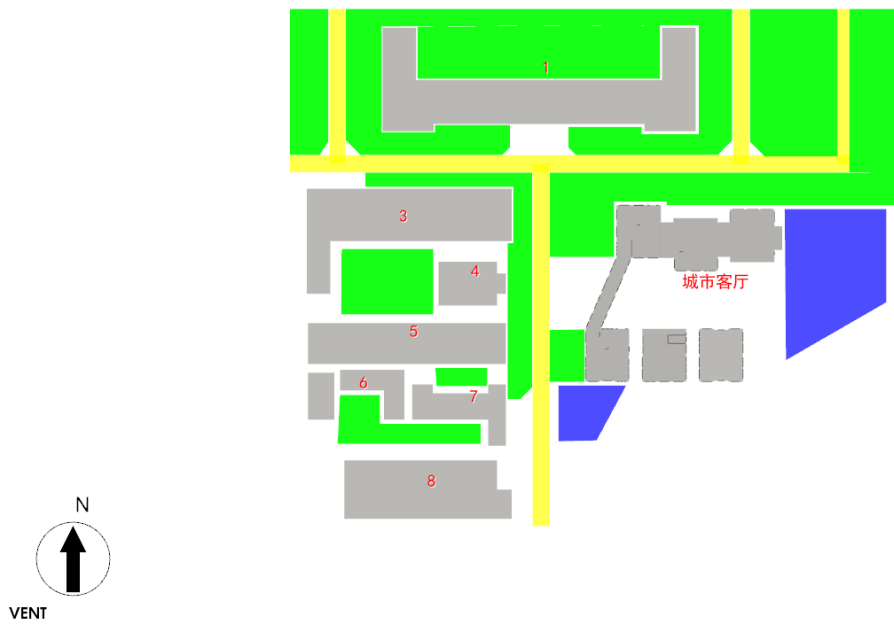


图 0-1 总平面图

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

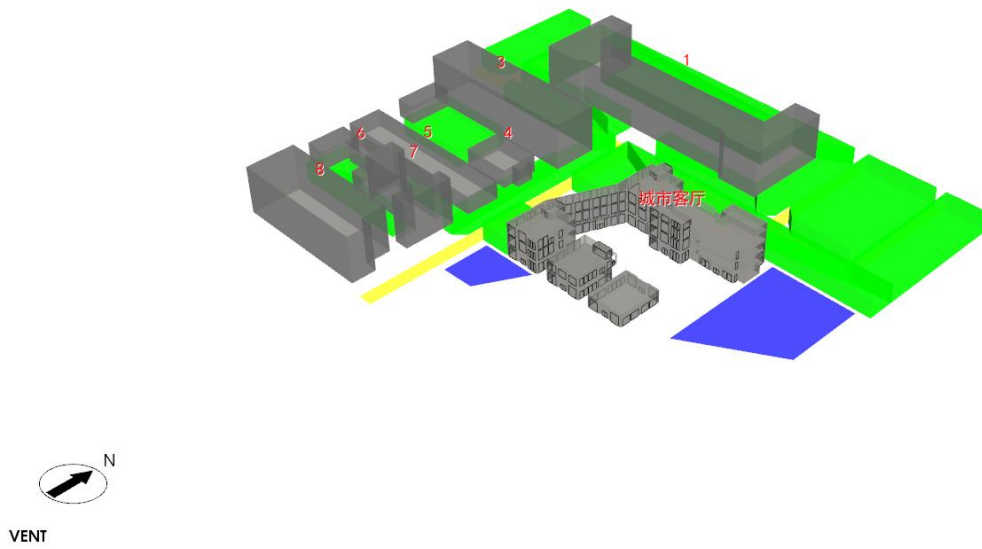


图 0-1 三维视图

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

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。

计算原理

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：

冬季工况风场计算域

表 0-1 冬季工况风场计算域信息

顺风方向尺寸 (m)	461
宽度方向尺寸 (m)	459
高度方向尺寸 (m)	120

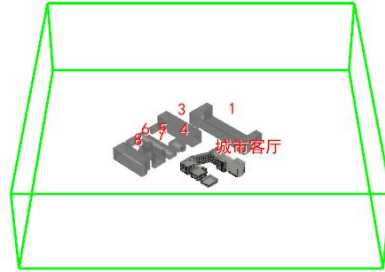


图 0-1 冬季工况风场计算域图示

夏季工况风场计算域

表 0-2 夏季工况风场计算域信息

顺风方向尺寸 (m)	432
宽度方向尺寸 (m)	414
高度方向尺寸 (m)	120

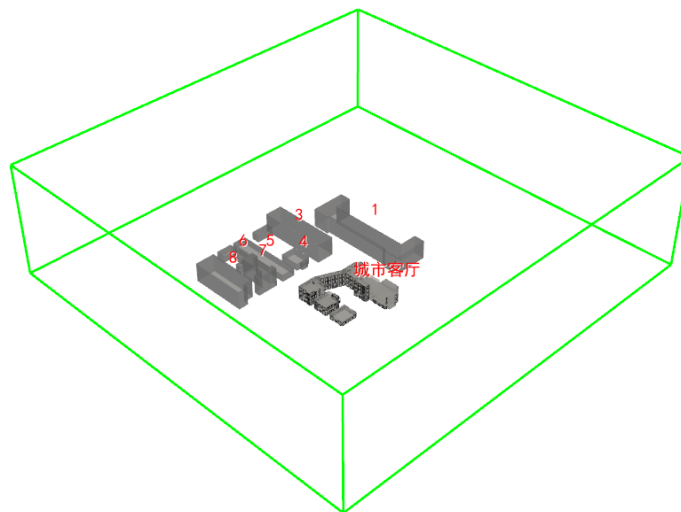


图 0-2 夏季工况风场计算域图示

过渡季工况风场计算域

表 0-3 过渡季工况风场计算域信息

顺风方向尺寸 (m)	432
宽度方向尺寸 (m)	414
高度方向尺寸 (m)	120

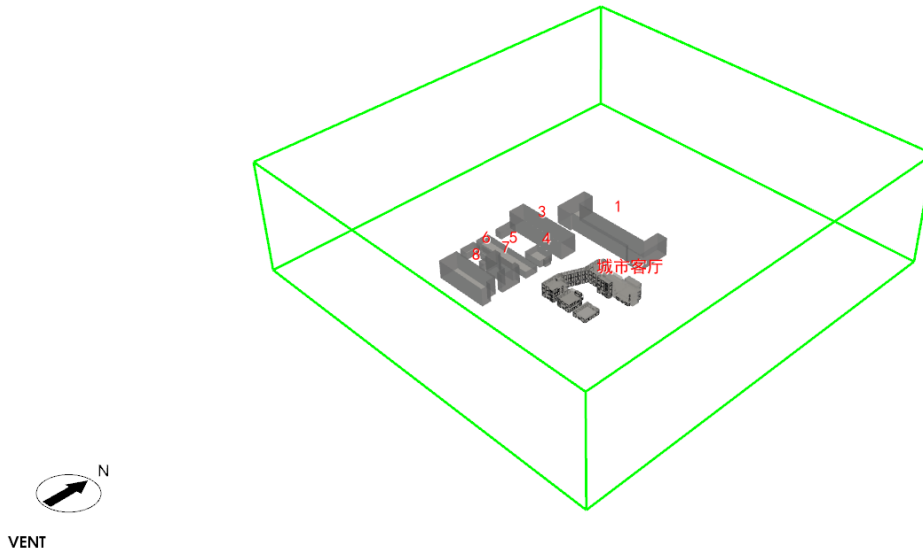


图 0-3 过渡季工况风场计算域图示

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。

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 0-1 冬季网格划分信息

网格总数 (个)	网格类型	网格尺寸	
		分弧精度(m)	0.18
977919	普通网格	最大网格尺寸(m)	16.0
		最小网格尺寸(m)	2.0
		建筑表面细分层厚度(m)	4.0
		远场网格尺寸(m)	4.0
地面网格	近场网格尺寸(m)	2.0	

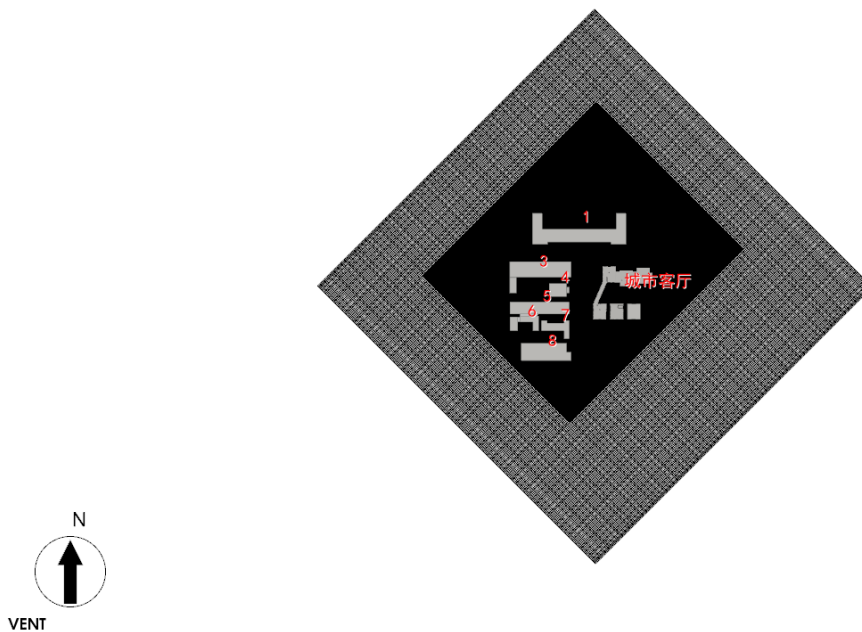


图 0-1 网格图-冬季

表 0-2 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)	0.18
710587	普通网格	最大网格尺寸(m)	16.0
		最小网格尺寸(m)	2.0
		建筑表面细分层厚度(m)	4.0
		远场网格尺寸(m)	4.0
地面网格	近场网格尺寸(m)	2.0	

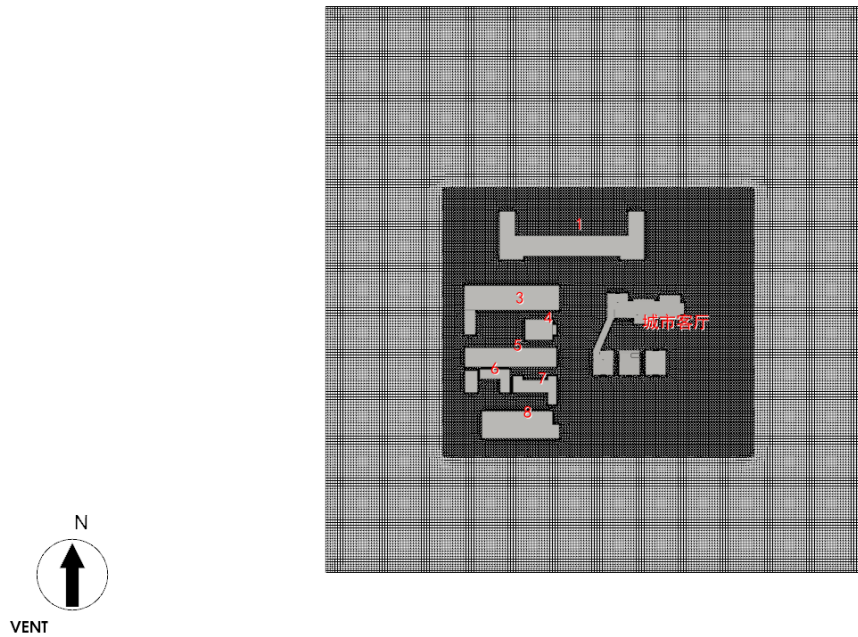


图 0-2 网格图-夏季

表 0-3 过渡季网格划分信息

网格总数 (个)	网格类型	网格尺寸	
		分弧精度(m)	0.18
710587	普通网格	最大网格尺寸(m)	16.0
		最小网格尺寸(m)	2.0
		建筑表面细分层厚度(m)	4.0
		远场网格尺寸(m)	4.0
	地面网格	近场网格尺寸(m)	2.0

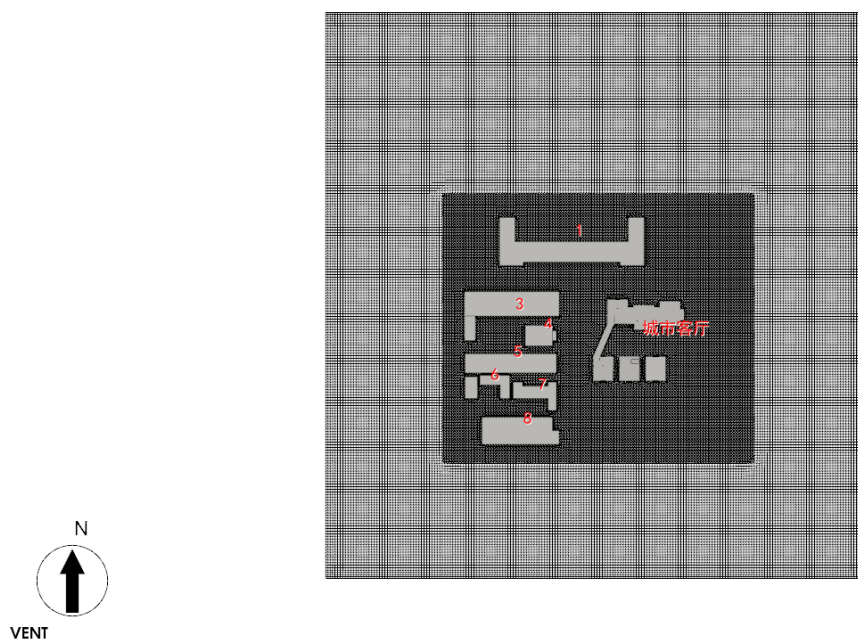


图 0-3 网格图-过渡季

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。

边界条件

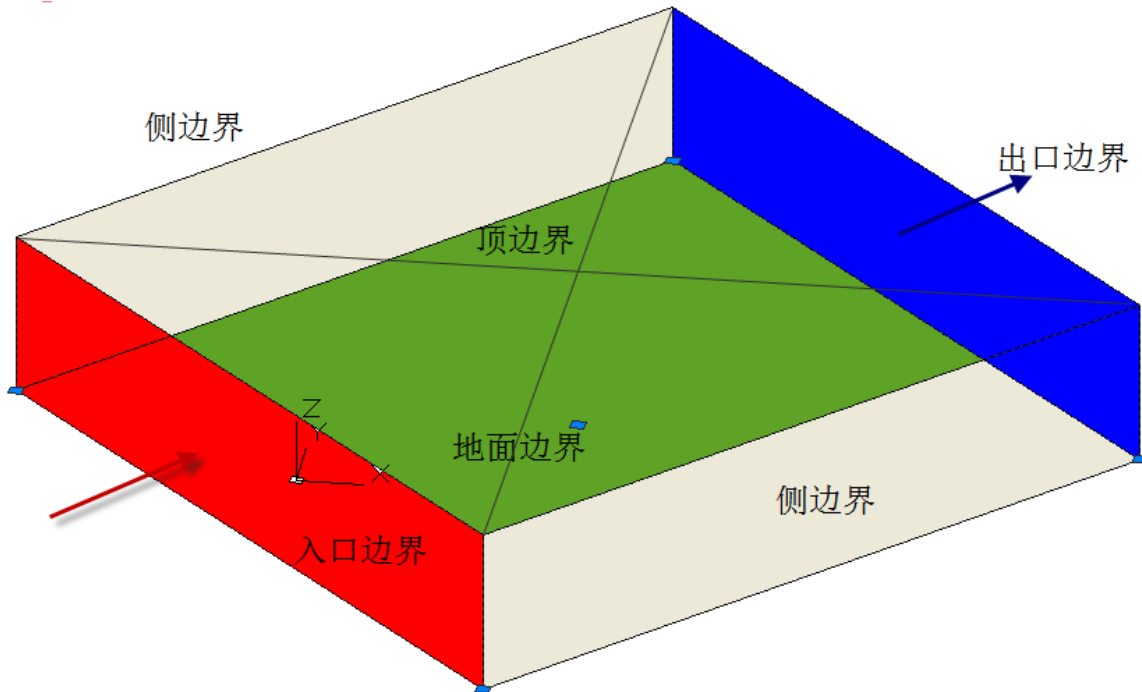


图 0-1 风场边界类型示意图

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。

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：

$$v = v_R \left(\frac{z}{z_R} \right)^a \quad (0-1)$$

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；

a ——地面粗糙度指数，本项目为 0.28；

表 0-1 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。

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。

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-ε 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 0-1 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。

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：

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

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 0-1 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

名称	变量	Γ_ϕ	S_ϕ
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：

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

$$\mu_t = \rho C_\mu \frac{k^2}{\varepsilon}, \quad C_\mu = 0.0845, \quad C_{1\varepsilon} = 1.42, \quad C_{2\varepsilon} = 1.68, \quad C_{3\varepsilon} = \tanh \left| \frac{v}{\sqrt{u^2 + w^2}} \right|$$

$$\sigma_T = 0.85, \quad \sigma_C = 0.7, \quad \alpha_k = \alpha_\varepsilon \text{ 由 } \left| \frac{\alpha - 1.3929}{\alpha_0 - 1.3929} \right|^{0.6321} \left| \frac{\alpha + 2.3929}{\alpha_0 + 2.3929} \right|^{0.3679} = \frac{\mu}{\mu_{eff}} \text{ 计算}$$

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

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

2. 算法说明

本项目采用 SIMPLE 算法求解上述方程组。

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：

$$\begin{cases} v' = \frac{v_{1.5B}}{v_{1.5f}} & (0-1) \\ v_{1.5f} = v_{10f} \left(\frac{1.5}{10} \right)^\alpha & (0-2) \end{cases}$$

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；

结果分析

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	4.90	NW	135.0
2	夏季	3.00	S	270.0
3	过渡季	3.00	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：

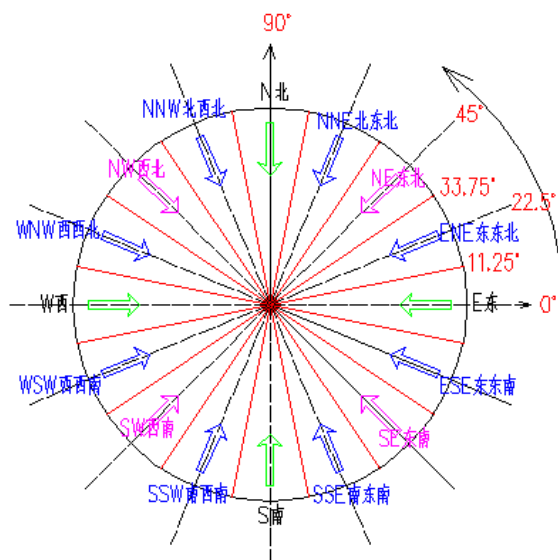


图 0-1 风向示意图

冬季工况

本项目冬季工况的入口边界风速为 4.90m/s，风向为 NW。

人行区域风速达标分析

下图为本项目划定的人行区域风速分布云图，依据《绿色建筑评价标准》要求，重点关注人行区域风场，如果有风速超标区域，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 4.51m/s，小于 5m/s，满足绿标要求。

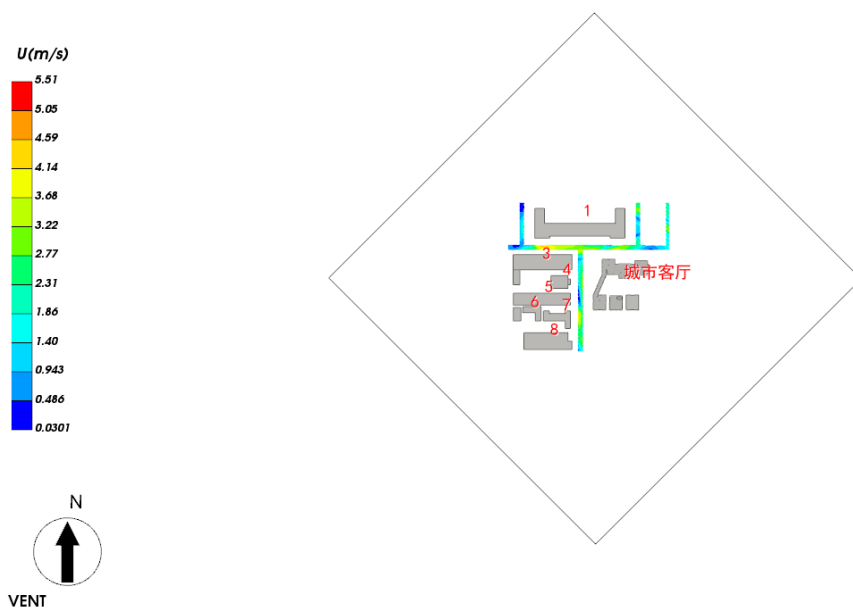


图 0-1 人行区域-1.5 米高度水平面风速云图-冬季

人行区域风速放大系数达标分析

下图为本项目划定的人行区域风速放大系数分布云图，依据《绿色建筑评价标准》要求，重点关注人行走区域风场，如果有风速放大系数超标区域，图中会用风速放大系数上限值为 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 1.56，小于 2，满足绿标要求。

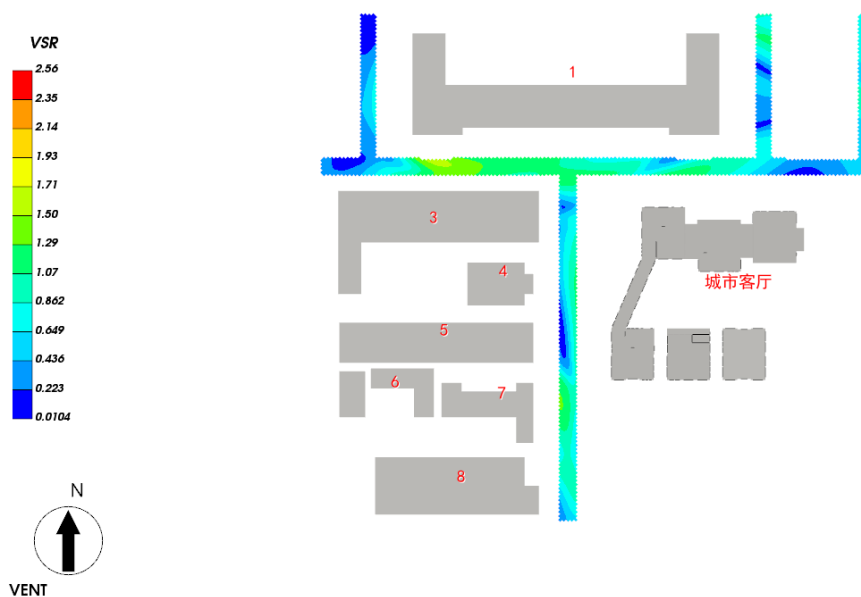


图 0-2 人行区域-1.5 米高度水平面风速放大系数云图-冬季

户外休息区、儿童娱乐区域风速达标分析

下图为本项目划定的**户外休息区、儿童娱乐区**风速分布云图，依据《绿色建筑评价标准》要求，需特别关注户外休息区、儿童娱乐区风场，如果有风速超标区域，图中会用速度上限值为 2m/s 的黑色等值线标示。

分析下列图数据，未标示出超标区域，可知户外休息区、儿童娱乐区风速最大值为 1.85m/s，小于 2m/s，**满足**绿标要求。

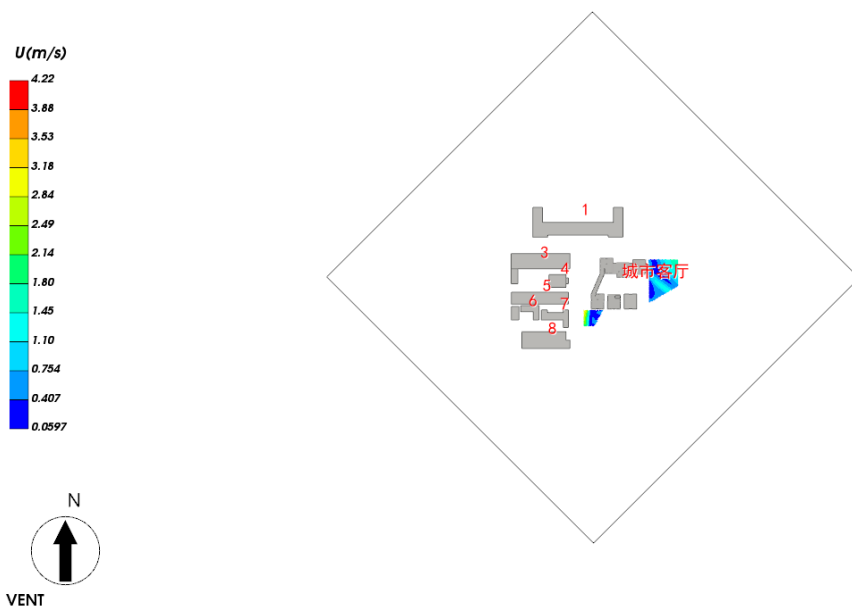


图 0-3 户外休息区、儿童娱乐区-1.5 米高度水平面风速云图-冬季

户外休息区、儿童娱乐区风速放大系数达标分析

下图为本项目划定的户外休息区、儿童娱乐区风速放大系数分布云图，依据《绿色建筑评价标准》要求，如果有风速放大系数超标区域，图中会用风速放大系数上限值为 2 的黑色等值线标示。分析下列云图数据，区域内风速放大系数最大值为 1.12，**没有**风速放大系数超限区域，**满足**标准要求。

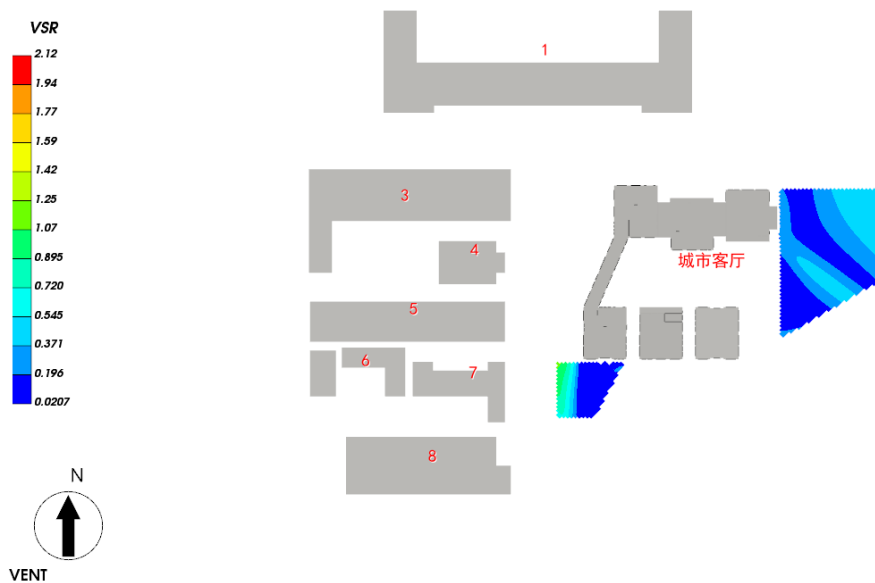


图 0-4 户外休息区、儿童娱乐区-1.5 米高度水平面风速放大系数云图-冬季

注：

1) 人行道及停车场等短暂停留区域定义为人行区，评价目标为避免人行走艰难；儿童娱乐区、以及庭院、游憩广场、户外休息区为较长时间停留的人活动区域，重点考察区域内的舒适性。

2) 计算域内风速分布云图中图例上限均为计算域内实际风速最大值，图例上限也可按需求在软件中调整。

3) 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。

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 0-1 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
人行区域风速	< 5m/s	否	是
人行区域风速放大系数	< 2	否	是
户外休息区、儿童娱乐区风速	< 2	否	是
户外休息区、儿童娱乐区风速放大系数	< 2	否	是

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。

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，以下图为例说明具体计算过程。

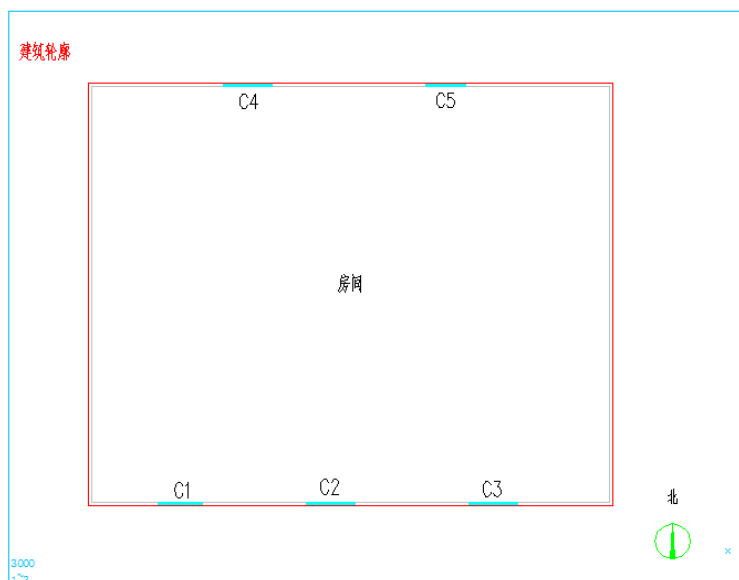


图 0-5 建筑平面图

上图中，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：

$$P_{Up} = \frac{P_{C1} \times A_{C1} + P_{C2} \times A_{C2} + P_{C3} \times A_{C3}}{A_{C1} + A_{C2} + A_{C3}} \quad (0-1)$$

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。

建筑迎风面和背风面风压云图

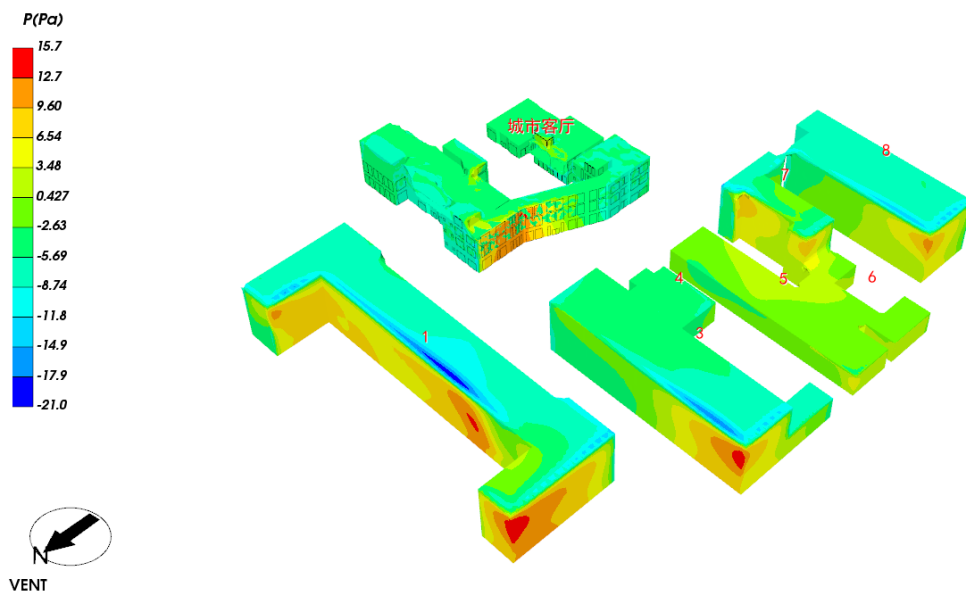


图 0-6 建筑迎风面风压云图

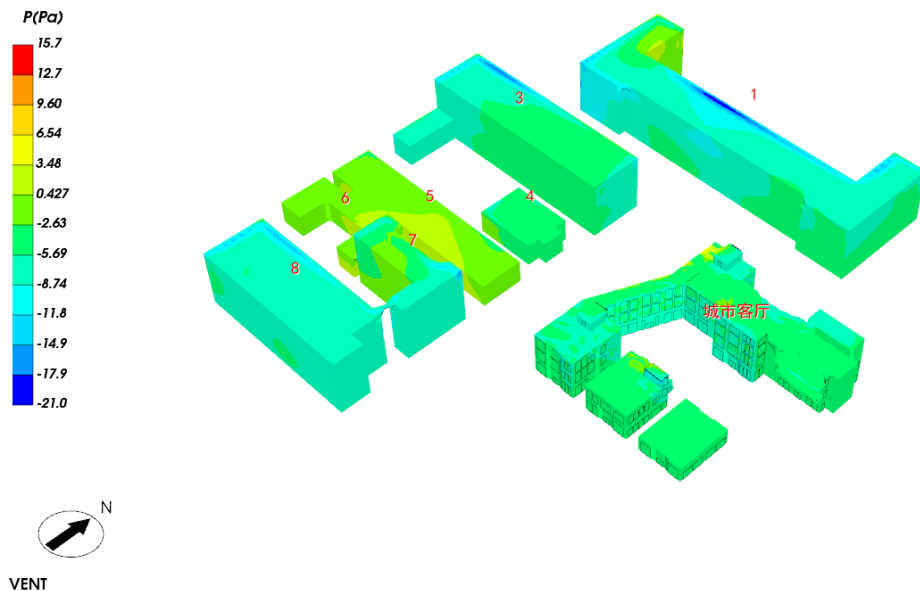


图 0-7 建筑背风面风压云图

建筑迎风面和背风面风压差结论汇总

表 0-2 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	背风面平均	建筑迎风和背风	是否达
------	-------	-------	---------	-----

	风压(Pa)	风压(Pa)	面风压差(Pa)	标
1	5.78	-5.78	11.56	不参评
3	1.74	-5.43	7.16	不参评
4	-4.23	-3.10	-1.13	不参评
5	-1.12	0.86	-1.98	不参评
6	1.22	0.45	0.77	不参评
7	1.94	-4.30	6.24	不参评
8	0.67	-6.24	6.91	不参评
城市客厅	-4.58	-4.72	0.14	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和背风面风压差信息详见附录。

夏季工况

本项目夏季工况的入口边界风速为 3.00m/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。

人活动区域无风区计算分析

本项目通过 CFD 计算获取整个计算域内以及人活动区的风速分布，并通过速度下限为 0.2m/s 的速度等值线标示出超限区域。结合下列图和表中数据，人活动区内未标示出风速小于 0.2m/s 的超限区域，因此人活动区风速**满足**绿标要求，项目可采用现有建筑布局。

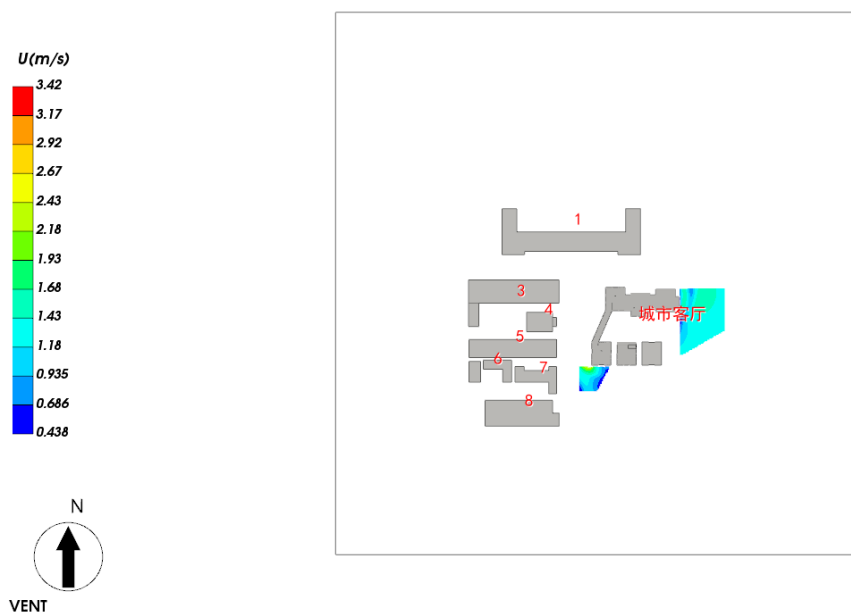


图 0-1 人活动区域-1.5 米高度水平面风速云图-夏季

人活动区域旋涡区分析

旋涡区的空气流运动体现在风速矢量图中，即若干矢量箭头以某位置为中心顺时针或者逆时针旋转呈螺旋状分布。分析下图可知，人活动区没有明显的旋涡产生，因此满足绿标要求。

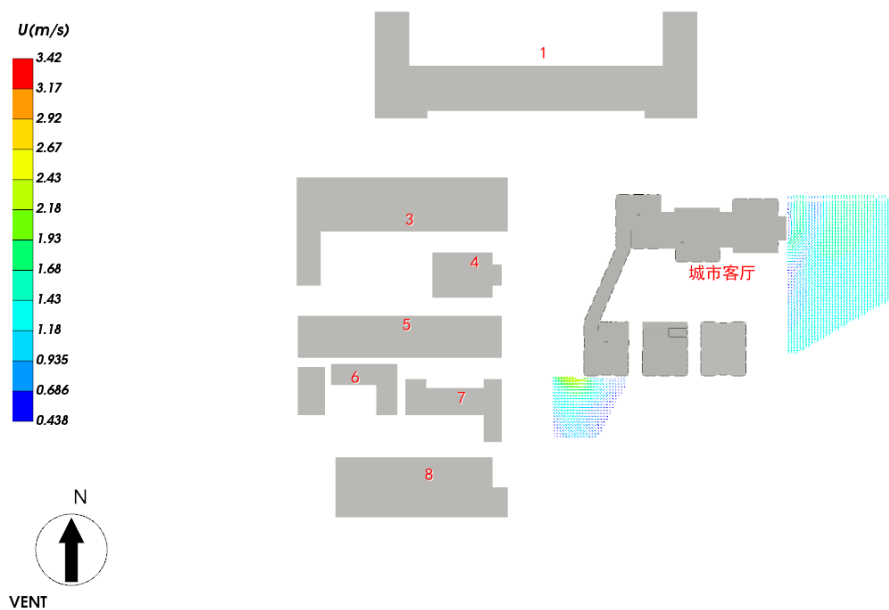


图 0-2 人活动区-1.5 米高度水平面风速矢量图

人活动区域旋涡区/无风区达标结果汇总

表 0-1 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	否	是
旋涡区	旋涡区面积为 0	否	是

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**关闭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。

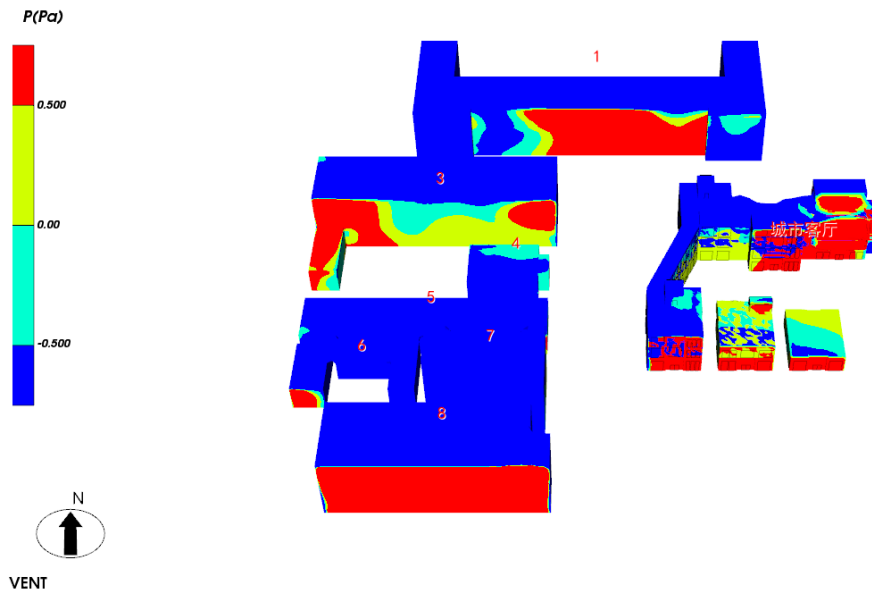


图 0-3 建筑迎风面外窗表面风压云图-夏季

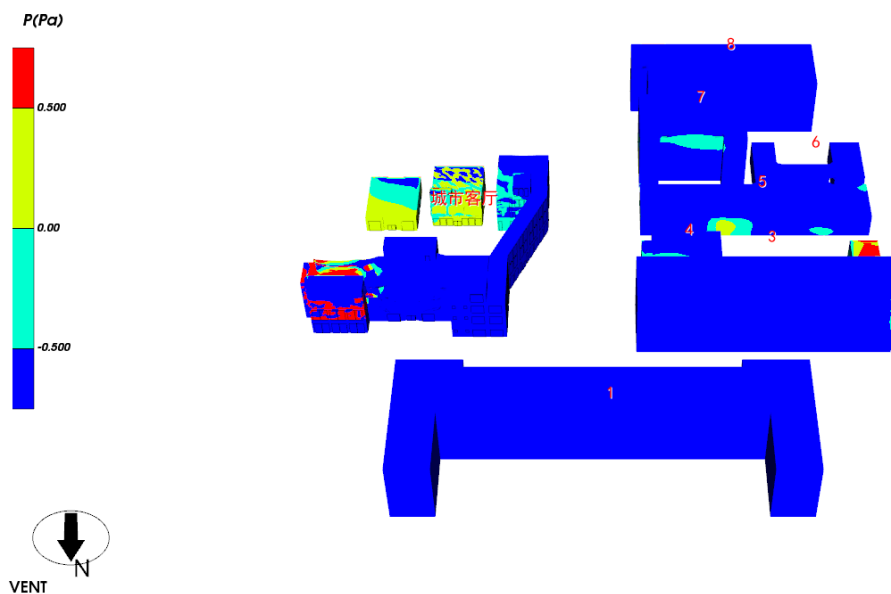


图 0-4 建筑背风面外窗表面风压云图-夏季

下表为依据上图提取的外窗外表面平均风压数据，相当于外窗室内外表面风压差数据，并依据标准做出达标判断：

表 0-2 建筑外窗室内外风压差达标判定表

建筑编号	可开启外窗总数	室内外风压差大于 0.5Pa 的外窗总数	达标比例 (%)	是否达标
城市客厅	289	182	62.98	是

说明：达标比例 = (室内外风压差大于 0.5Pa 的总数/可开启外窗总数) *100%

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 0-3 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
1	8956.42	8546.60	95.42	是
3	5415.46	4077.61	75.30	是
4	967.49	532.88	55.08	是
5	2384.37	2130.82	89.37	是
6	1509.43	1481.14	98.13	是
7	2710.66	2328.61	85.91	是
8	4343.11	4305.44	99.13	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。

过渡季工况

本项目过渡季工况的入口边界风速为 3.00m/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，过渡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，在过渡季形成有效的巷道风，优化街区自然通风环境，避免过渡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。

人活动区域无风区计算分析

本项目通过 CFD 计算获取整个计算域内以及人活动区的风速分布，并通过速度下限为 0.2m/s 的速度等值线标示出超限区域。结合下列图和表中数据，人活动区内未标示出风速小于 0.2m/s 的超限区域，因此人活动区风速满足绿标要求，项目可采用现有建筑布局。

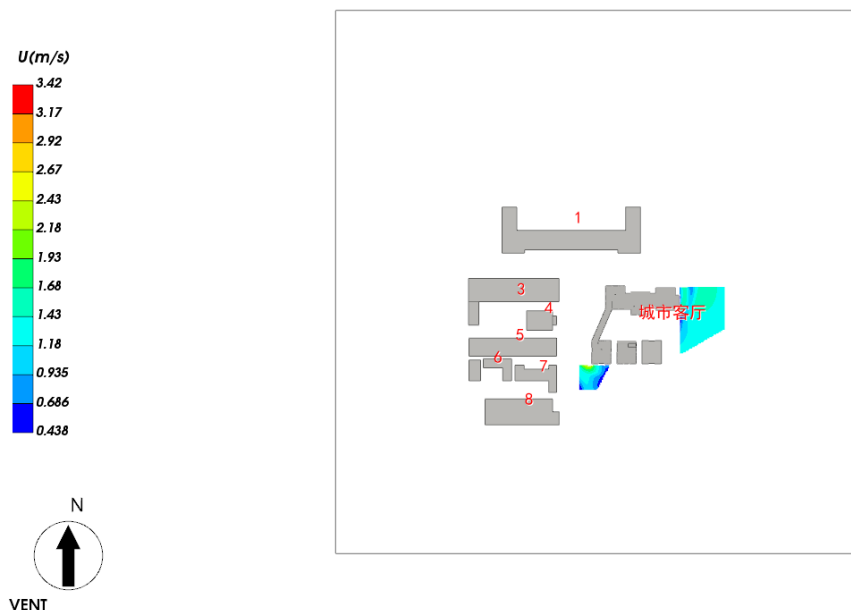


图 0-1 人活动区域-1.5 米高度水平面风速云图-过渡季

人活动区域旋涡区分析

旋涡区的空气流运动体现在风速矢量图中，即若干矢量箭头以某位置为中心顺时针或者逆时针旋转呈螺旋状分布。分析下图可知，人活动区没有明显的旋涡产生，因此满足绿标要求。

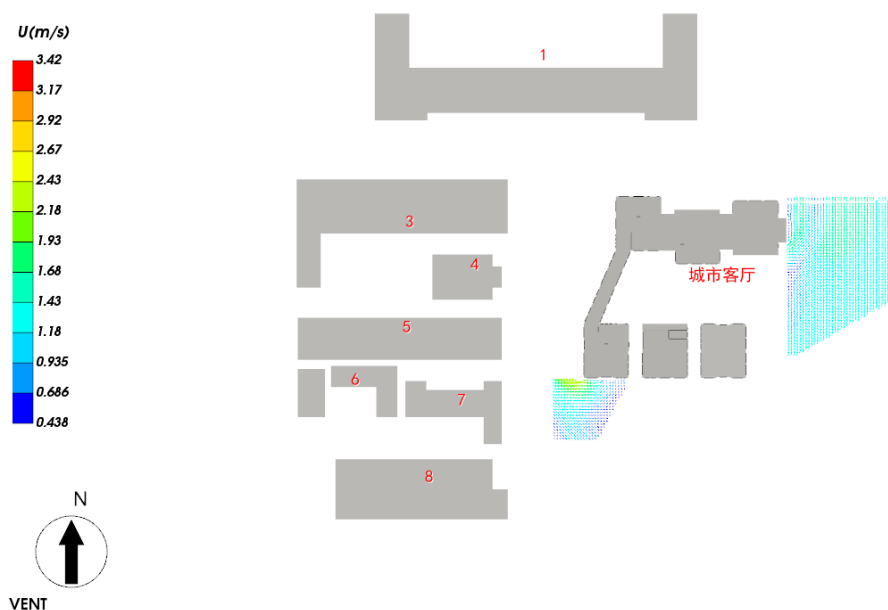


图 0-2 人活动区-1.5 米高度水平面风速矢量图

人活动区域旋涡区/无风区达标结果汇总

表 0-1 过渡季无风区/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	否	是
旋涡区	旋涡区面积为 0	否	是

外窗内外表面风压差达标分析

分析《绿色建筑评价标准》，过渡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**内表面**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。

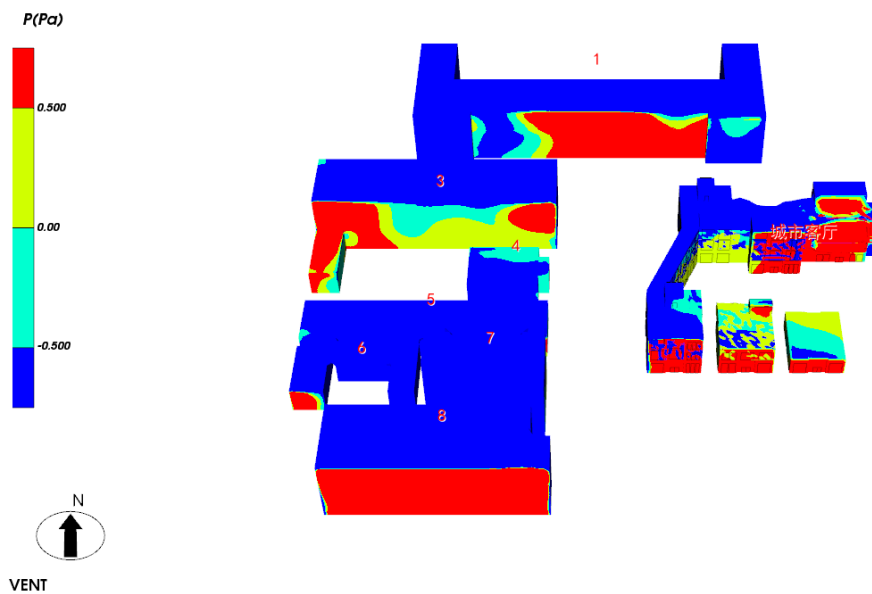


图 0-3 建筑迎风面外窗表面风压云图-过渡季

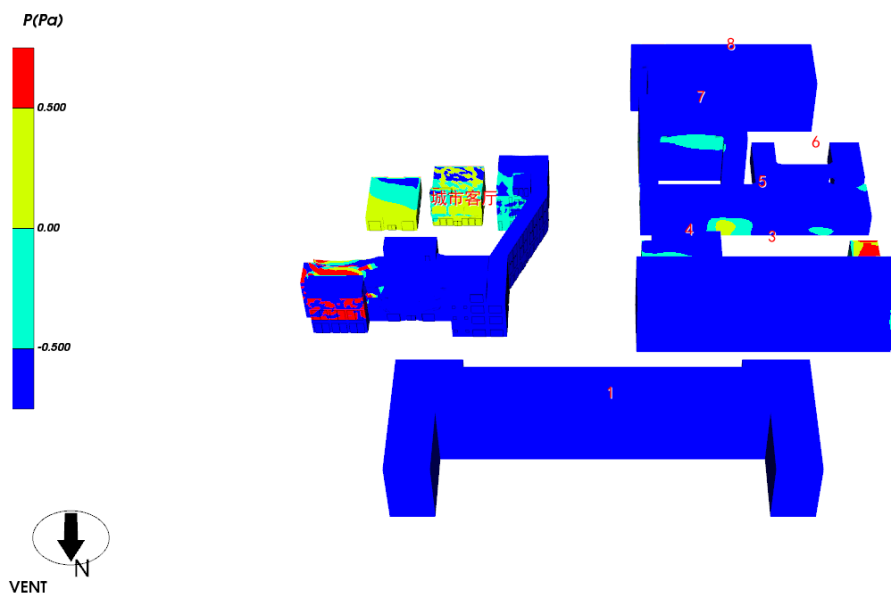


图 0-4 建筑背风面外窗表面风压云图-过渡季

下表为依据上图提取的外窗外表面平均风压数据，相当于外窗室内外表面风压差数据，并依据标准做出达标判断：

表 0-2 建筑外窗室内外风压差达标判定表

建筑编号	可开启外窗总数	室内外风压差大于 0.5Pa 的外窗总数	达标比例 (%)	是否达标
城市客厅	289	181	62.63	是

说明：达标比例 = (室内外风压差大于 0.5Pa 的总数/可开启外窗总数) *100%

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 0-3 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
1	8956.42	8543.22	95.39	是
3	5415.46	4075.56	75.26	是
4	967.49	529.89	54.77	是
5	2384.37	2128.27	89.26	是
6	1509.43	1481.14	98.13	是
7	2712.27	2329.93	85.90	是
8	4343.11	4305.44	99.13	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。

结论

冬季工况达标判断

表 0-1 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, 且室外风速放大系数小于 2, 得 3 分;	人行区没有出现风速大于 5m/s 的区域, 户外休息区、儿童娱乐区没有出现风速大于 2m/s 的区域	达标	3 分
风速放大系数		人行区、户外休息区、儿童娱乐区没有出现风速放大系数大于等于 2 的区域		
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	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

过渡季、夏季工况达标判断

表 0-2 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	人活动区没有无风区	达标	3 分
旋涡区		人活动区没有旋涡区		
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 10 分。

附录

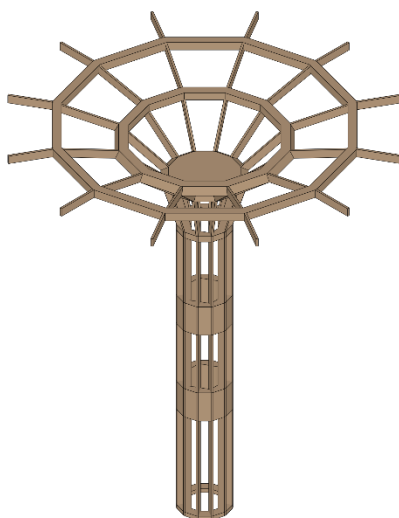
参评建筑迎背风面窗平均风压差表

表 0-1 建筑-城市客厅迎背风面窗平均风压差表

区域	迎风面窗平均风压(Pa)	背风面窗平均风压(Pa)	迎背风面窗平均风压差(Pa)
1 层	-4.05	-5.70	1.65
2 层	-5.58	-4.49	-1.09
3 层	-4.48	-4.00	-0.48
4 层	-4.27	-5.19	0.92
整楼	-4.58	-4.72	0.14

不参评建筑迎背风面窗平均风压差表

绿色技术专项工程说明：基于烟囱效应的竖向拔风构件设计



1. 技术应用概述与多专业适配性

技术名称： 竖向热压拔风构件

核心原理： 烟囱效应

技术可行性与多专业适配逻辑：

该构件不仅仅是一个设备管道，而是将建筑结构、暖通设备与空间形态进行了高度融合的复合型构件，解决了单一功能构件在空间上的浪费问题。

暖通与建筑的适配：

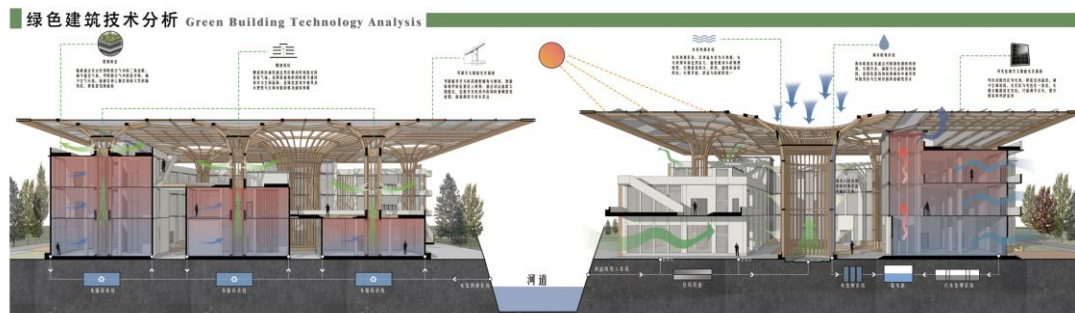
原理： 利用热空气密度小自然上升的原理。构件顶部受太阳辐射升温，内部形成“热压差”，将室内污浊热空气向上抽吸并排出，无需机械动力即可实现自然通风。

可行性： 展板显示该构件贯穿建筑中庭及多层空间，利用了建筑的高度差，极大增强了拔风效果，在过渡季节可有效降低空调负荷。

结构与功能的复合：

结构整合： 该构件同时作为“承重构件”，利用其钢结构骨架支撑屋顶荷载，实现了结构柱与通风井的合二为一，避免了为了通风单独开井而破坏结构网格。

管线集成： 该构件内部中空，作为连接地下管网（如地源/水源热泵管道）与上部空间的竖向通道，隐藏了复杂的设备管线，保证了室内空间的整洁美观。



2. 关键节点深度解析

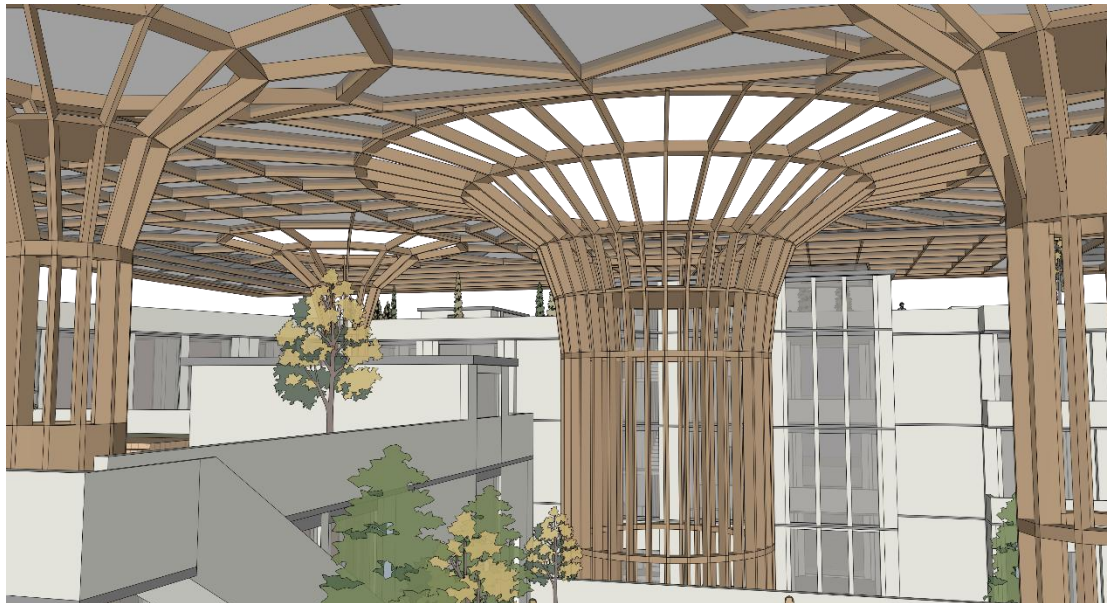
选取节点： 竖向拔风构件顶部排风与结构连接节点

融入措施与详细构造设计：

顶部蓄热与排风构造：

构造描述： 构件顶部设计为扩大的喇叭口形态，表面覆盖透光材料。

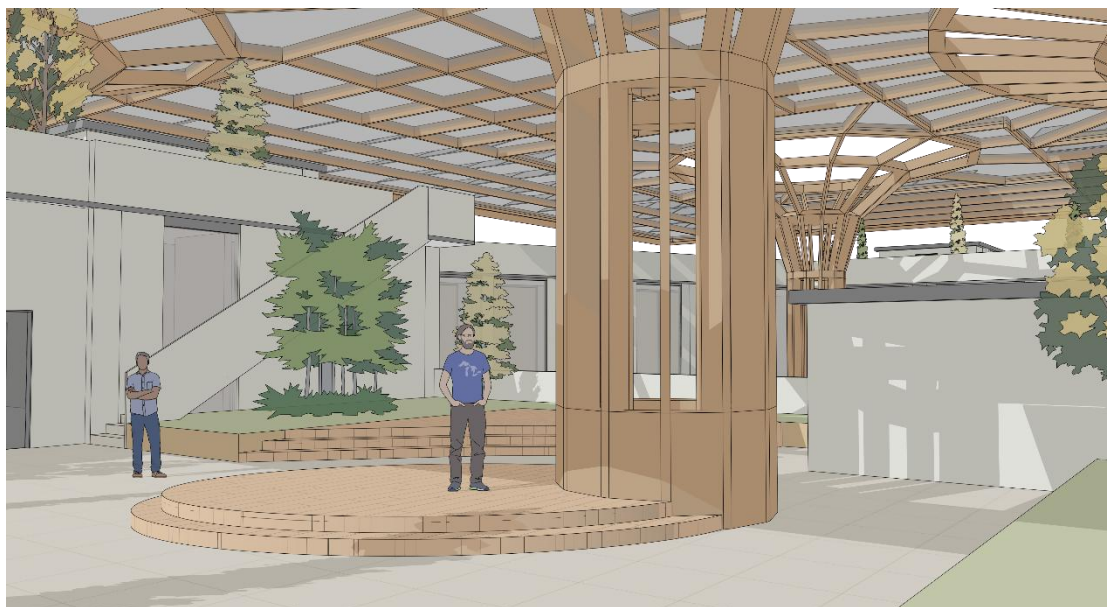
技术逻辑： 这种形态能最大化接收太阳辐射，加热腔体内上部空气，增强浮力驱动。顶部侧边设有温控百叶，当室内外温差达到预设值时自动开启，热空气排出，带走室内余热。



中部支撑与隔热：

构造描述： 构件主体采用钢骨架作为承重核心。

技术逻辑： 为防止“冷桥”效应影响拔风效率，钢结构外包裹保温装饰一体板。图注提到的“抗侧力性能”表明该节点在结构计算中考虑了水平荷载，保证了高耸构件的稳定性。



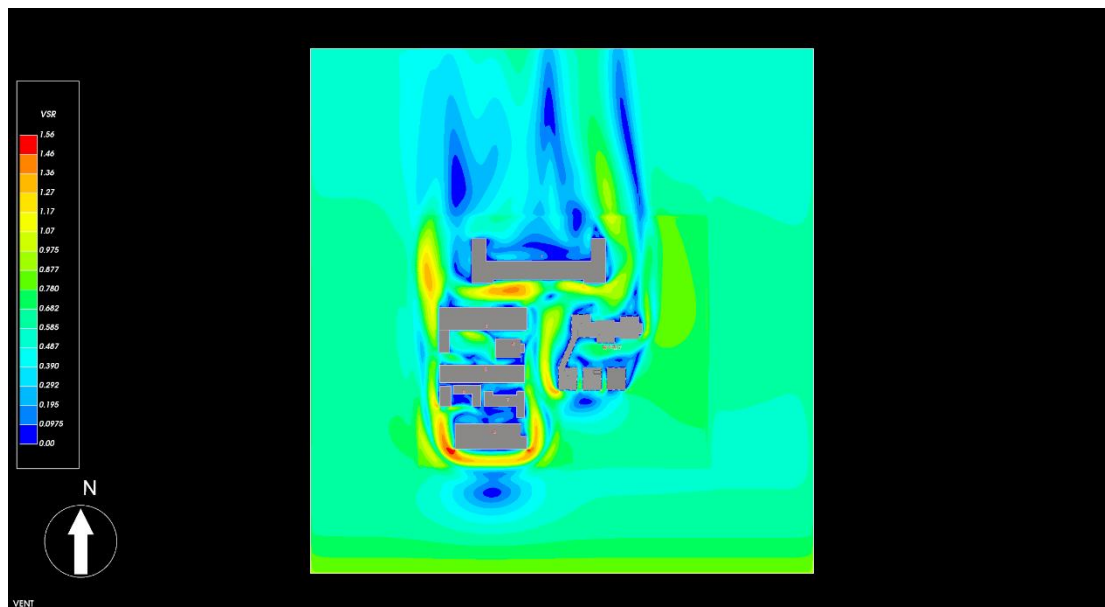
底部进风与连通：

构造描述： 构件底部与地下空间或首层架空层相连。

技术逻辑： 形成“地冷风”引入通道。利用地下相对恒定的低温，预冷进入拔风井的补充空气，进一步辅助室内降温。

3. 性能仿真验证

为验证该“烟囱效应构件”的实际物理性能，设计采用了 CFD（计算流体动力学）软件进行模拟验证：



A. CFD 风环境数值模拟

模拟工况： 夏季典型气象日，室外静风或微风环境。

验证结果：

速度场分布： 模拟云图显示，在拔风构件内部呈现明显的红色/黄色高速上升气流，证明热压驱动力形成。

室内流线： 蓝色流线显示，外部冷空气由建筑底部及侧窗被吸入，经过室内功能区后，汇聚至拔风构件排出。

换气效率： 依靠该构件的拔风作用，室内平均风速提升至 0.2-0.4 m/s，有效改善了深进深空间的空气流通问题。

B. 热工性能与节能指标

降温效果： 热空气顺利通过构件排出，冷空气下沉。模拟显示，该被动式通风策略可使过渡季节室内体感温度降低约 2-3℃。

能耗贡献： 由于减少了机械排风扇的使用频率，预计该单项技术可为建筑降低约 10-15% 的通风能耗。

总结：

该方案中的“竖向拔风构件”是一个成功的结构-设备一体化案例。它没有孤立地作为装饰品存在，而是通过严格的“烟囱效应”物理逻辑，将承重结构转化为建筑的“呼吸器官”，在技术逻辑上成立（有 CFD 支持），在工程落地上可行（兼顾结构与管井），完全符合绿色建筑低碳共生的设计初衷。

本方案符合 GB/T 50378-2024 二星级要求