

（施工图设计阶段）

南湖新区八仙台消防救援站建设项目

绿色建筑配套证明材料

建设单位：岳阳市消防救援支队

设计单位：岳阳市规划勘测设计院有限公司

2025 年 8 月

绿色建筑施工图审查配套文件清单

序号	文件名称
一	项目概况
二	设计依据
三	设计目标
四	技术体系及方案
五	绿色建筑预评价表
六	绿色建筑配套证明材料
附件 1	室外风环境模拟分析报告
附件 2	环境噪声模拟分析报告
附件 3	污染物浓度预评估分析报告
附件 4	结露验算计算书-执勤楼
附件 5	结露验算计算书-附属用房
附件 6	结露验算计算书-值班室
附件 7	隔热检查计算书-执勤楼
附件 8	隔热检查计算书-附属用房
附件 9	隔热检查计算书-值班室
附件 10	冷凝防潮验算分析报告-执勤楼
附件 11	冷凝防潮验算分析报告-附属用房
附件 12	冷凝防潮验算分析报告-值班室
附件 13	室内声环境分析报告-执勤楼
附件 14	室内声环境分析报告-附属用房
附件 15	纯装饰性构件比例计算书
附件 16	不规则形体判定报告
附件 17	高强度钢使用比例计算报告
附件 18	可再利用和可再循环材料使用比例计算书
附件 19	照明计算书
附件 20	水资源利用报告

一、项目概况

工程名称：南湖新区八仙台消防救援站建设项目

建设单位：岳阳市消防救援支队

建设地点：湖南省岳阳市南湖新区

建设规模：本次新建**执勤楼、附属用房、值班室及训练塔**按一星级绿色建筑
设计，具体信息如下表所示：

建筑名称	建筑性质	建筑面积 (m ²)	建筑层数	建筑高度 (m)	结构形式
执勤楼	公共建筑	2549.10	3F	16.40	框架结构
附属用房	公共建筑	445.89	2F	6.70	框架结构
值班室	公共建筑	48.24	1F	3.90	框架结构
训练塔	多层公共构筑物	/	6F	21.60	框架结构

二、设计目标

根据《湖南省绿色建筑工程设计要点》、《湖南省绿色建筑发展条例》（湖南人大 2021 第 77 号）文件规定：

- (1)国土空间规划确定的城镇开发边界范围内新建民用建筑，应当按照基本级以上标准建设；
- (2)建筑面积三千平方米以上的政府投资或者以政府投资为主的公共建筑以及其他建筑面积二万平方米以上的公共建筑，应当采用装配式建筑方式或者其他绿色建造方式，并按照一星级以上标准建设；
- (3)鼓励其他公共建筑和居住建筑按照一星级以上标准建设。

综上，本项目**执勤楼、附属用房、值班室及训练塔**为建筑面积三千平方米以上的政府投资公共建筑，按《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2019（2024 版）规定的“**一星级**”**绿色建筑**要求进行设计，并满足《湖南省绿色建筑工程设计要点》、《湖南省绿色建筑发展条例》文件的规定要求。

三、设计依据

《绿色建筑评价标准》（GB/T50378-2019）（2024 版）；

《绿色建筑评价技术细则》;

《湖南省绿色建筑工程设计要点》;(2023 版)

《湖南省绿色建筑工程审查要点》;(2023 版)

《房屋建筑工程施工图设计文件审查要点》;(2023 版)

《建筑节能与可再生能源利用通用规范》(GB55015-2021);

《民用建筑热工设计规范》(GB50176-2016);

《建筑采光设计标准》(GB50033-2013);

《建筑环境通用规范》(GB55016-2021);

《民用建筑隔声设计规范》(GB50118-2010);

《民用建筑节能设计标准》(GB50555-2010);

《建筑与市政工程无障碍通用规范》(GB55019-2021);

《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能检测方法》(GB/T7106-2019);

《湖南省绿色建筑发展条例》(湖南人大 2021 第 77 号);

其它国家、地方相关规范标准等;

本工程其他专业提供的设计资料。

四、主要绿色建筑设计策略及技术

本项目绿色设计原则贯穿于设计各阶段,涵盖规划、建筑、结构、给排水、电气及暖通空调等各专业,综合考虑建筑全寿命周期的技术与经济特性,采用有利于促进建筑与环境可持续发展的建筑技术、设备和材料,具体措施如下:

(一) 建筑设计

1. 场地安全

项目选用场地范围内无洪涝、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、含氡土壤等危害,场地的电磁辐射应符合现行国家标准《电磁环境控制限值》GB 8702 的有关规定。

2. 环境保护

项目场地内污染源根据环评报告要求合理规划和处理,无超标排放污染源。

3. 建筑结构安全、耐久

结构设计满足承载能力极限状态计算和正常使用极限状态验算的要求,建筑外墙、屋面、门窗、幕墙及外保温等围护结构应满足安全、耐久和防护要求,与

建筑主体结构连接可靠，且能适合主体结构在多遇地震及各种荷载作用下的变形。

4. 建筑内部的非结构构件、设备及附属设施等连接牢固

建筑内部非结构构件、设备及附属设施等满足建筑使用的安全性，建筑部品、非结构构件及附属设备等采用机械固定、焊接、预埋等牢固性构件连接方式或一体化建造方式与建筑主体结构可靠连接。

5. 外门窗抗风压性能和水密性能

建筑外门窗必须安装牢固，其抗风压性能和水密性能应符合国家现行有关标准的规定。

6. 防水和防潮措施

卫生间、浴室的地面应设置防水层，墙面、顶棚应设置防潮层。

7. 紧急疏散、应急救护

走廊、疏散通道等通行空间应满足紧急疏散、应急救护等要求，且应保持畅通。

8. 安全防护的警示和引导标识系统

在场地及建筑公共场所和其他有必要提醒人们注意安全的场所显著位置上设置具有警示和引导功能的安全标志。

9. 保障人员安全的防护措施

利用场地或景观形成可降低坠物风险的缓冲区、隔离带。

10. 具有安全防护功能的产品或配件

分隔建筑室内外的玻璃门窗、幕墙、防护栏杆等采用安全玻璃，室内玻璃隔断、玻璃护栏等采用夹胶钢化玻璃以防止自爆伤人，并对关键场所的安全玻璃制品设置容易识别的标识；采用具备防夹功能的门窗。

11. 室外吸烟区布局合理

室外吸烟区与绿植结合布置，并合理配置座椅和带烟头收集的垃圾筒，从建筑主出入口至室外吸烟区的导向标识完整、定位标识醒目，吸烟区设置吸烟有害健康的警示标识。

12. 室内外地面或路面设置防滑措施

建筑出入口及平台、公共走廊、电梯门厅、厨房、浴室、卫生间，建筑坡道、

楼梯踏步等场所设置防滑地面，且潮湿地面防滑安全程度、干态地面防滑安全程度分别满足 Bd、Bw 级，Ad、Aw 级。

13. 控制室内主要空气污染物的浓度

项目氨、甲醛、苯、总挥发性有机物、氡等污染物浓度低于现行国家标准《室内空气质量标准》GB/T18883-2002 规定限值的 10%。

14. 室内噪声控制

项目建筑平面、空间布局合理，主要功能房间的室内噪声级满足《民用建筑隔声设计规范》GB 50118-2010 中低限标准限值和高要求标准限值的平均值要求。

15. 构件隔声性能

项目主要功能房间的外墙、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 50118-2010 中低限标准限值和高要求标准限值的平均值。

16. 空调机位布置

项目室内外空调机位布置合理、方便，并不影响外立面整体效果。

17. 结露验算

项目在室内设计温度、湿度条件下，建筑围护结构内表面不得结露。

18. 内表面最高温度验算

项目屋顶和东、西外墙隔热性能应满足现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 的要求。

19. 场地无障碍设计

项目室外场地道路广场平整、防滑，满足无障碍设计要求，并与城市道路无障碍设施相连接。场地内人行通道采用无障碍设计，场地内无障碍设施完善，满足《无障碍设计规范》GB 50763-2012 的相关要求。

20. 交通便利

场地人行出入口 500m 内应设有公共交通站点或配备联系公共交通站点的专用接驳车。场地出入口到达公共交通站点的步行距离不超过 500m。

21. 合理设置电动汽车和无障碍汽车停车位

项目按照不低于车位数量 30%的比例配建充电设施或预留建设安装条件，基地内总停车数在 100 辆以下时应设置不少于 1 个无障碍机动车停车位，100 辆以

上时应设置不少于总停车数 1% 的无障碍机动车停车位。

22. 合理设置停车场所

自行车停车场所应位置合理、方便出入，且设置遮阳防雨措施。

23. 提供便利的公共服务。

建筑内兼容 2 种面向社会的公共服务功能，并向社会公众提供开放的公共活动空间。

24. 满足国家有关节能设计要求

对建筑的体形、平面布局、空间尺度、围护结构等进行节能设计，且应符合国家有关节能设计的要求。

25. 围护结构热工性能

围护结构热工性能比《建筑节能与可再生能源利用通用规范》（GB55015-2021）规定提高 5%。

26. 设置便于识别和使用的标识系统

项目标识系统应当执行现行国家标准《公共建筑标识系统技术规范》GB/T 51223，在场地内显著位置上设置便于识别和使用的标识系统。

27. 生活垃圾分类收集

项目应根据垃圾产生量和种类合理规划和设置垃圾分类收集设施，其中有害垃圾必须单独收集、单独清运。垃圾收集设施规格和位置应符合国家有关标准的规定，其数量、外观色彩及标志应符合垃圾分类收集的要求，并置于隐蔽、避风处，与周围景观相协调。

28. 绿化用地

充分利用场地空间设置绿化用地，并且绿地向公众开放。

29. 低影响开发设施

项目合理设置下凹式绿地、雨水花园等有调蓄雨水功能的绿地和水体；项目合理衔接和引导屋面雨水、道路雨水进入地面生态设施，并采取相应的径流污染控制措施。

30. 环境噪声

场地内的环境噪声优于现行国家标准《声环境质量标准》GB3096 的要求，小于或等于 2 类声环境功能区标准限值。

31. 场地风环境

项目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。

（二）结构设计

1. 建筑结构安全、耐久

结构设计满足承载能力极限状态计算和正常使用极限状态验算的要求，建筑外墙、屋面、门窗、幕墙及外保温等围护结构应满足安全、耐久和防护要求，与建筑主体结构连接可靠，且能适合主体结构在多遇地震及各种荷载作用下的变形。

2. 建筑形体

项目建筑形体未选用《建筑抗震设计规范》GB50011-2010 中规定的特别不规则和严重不规则形体。

3. 土建工程与装修工程一体化设计

采用土建与装修一体化设计。

4. 建筑材料

项目不采用国家、湖南省和禁止或限制使用的建筑材料及制品。优先选用新型墙体材料，并且选用本地生产的建筑材料，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不小于 60%。

5. 装饰性构件控制

项目建筑造型简约，避免装饰性构件的应用，控制建筑装饰性构件造价不超过建筑造价的 1%。

6. 高强度钢利用

项目梁、柱纵向受力钢筋均采用强度不低于 400MPa 级的热轧带肋钢筋。400MPa 级及以上高强度钢占全部受力钢筋总量的比例达 85%以上。

7. 可再循环与可再利用材料

项目在保证安全的情况下，合理选用可再利用和可再循环材料，其质量之和占建筑材料总重量的比例达到 10%以上。

8. 预拌混凝土

项目现浇混凝土全部采用预拌混凝土。

9. 预拌砂浆

项目建筑砂浆全部采用预拌砂浆。

（三）给排水设计

1. 给排水系统设计

项目给排水系统设置合理、完善、安全：给排水系统设计符合现行规范要求；充分利用市政余压供水，合理设计供水压力，避免水压持续高压或压力骤变；实施雨污分流、减少污水受污染几率，合理利用雨水资源。

2. 避免管网漏损

项目采取有效措施避免管网漏损：给水系统中使用的管材、管件质量应满足相关行业标准的要求；给水系统应选用高性能阀门、零泄漏阀门等；检修阀门的位置和数量应有利于降低检修时的泄水量；对室外埋地管道应采取保护措施，提出室外管道基础处理方案，控制管道埋深，并对埋深不够的管道提出保护措施；设置水箱、水池溢流报警和进水阀门自动联动关闭装置；安装防水锤的装置；使用成品水箱 使用符合国家现行有关标准要求的成品水箱。

3. 用水计量

项目设置用水量远传计量系统，按使用用途，对室外绿化、地库冲洗等用水分别设置用水计量装置，统计用水量。并且按付费或者管理单元，分别设置用水计量装置，统计用水量。

设计阶段根据水平衡测试的要求安装分级计量水表，给水系统应设置全覆盖分级计量水表，下级水表的设置应覆盖上一级水表的所有出流量，不出现无计量支路。

4. 水泵节能

水泵效率 $>75\%$ ，满足《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB19762-2007的节能评价值要求。

5. 节水器具

项目采用节水器具，用水效率等级达到 2 级。

6. 供水压力控制

建筑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。如用水点压力大于 0.20MPa，需增加减压限流措施降低其压力。

7. 节水灌溉

项目绿色植物尽量选择耐干旱植物，同时绿化灌溉采用节水灌溉系统（喷灌、微喷灌等）。

8. 给水排水管道、设备、设施标识

所有给水排水管道、设备、设施设置明确、清晰的永久性标识。

9. 管材、管线、管件

室内给水系统采用耐腐蚀、抗老化、耐久等综合性能好的铜管、不锈钢管、塑料管道。

（四）电气专业

1. 建筑设备管理系统

项目设置的建筑设备管理系统，需具有自动监控管理功能。

2. 建筑信息网络系统

项目设置建筑信息网络系统，且符合现行国家标准《智能建筑设计标准》GB 50314-2015 要求。

3. 能耗分项计量

项目采用能耗检测系统，对空调、输配、照明、热水系统能耗实现分项计量，且能将监测数据上传到上级能耗检测中心。

4. 步行和自行车交通系统照明

项目步行和自行车交通系统设置充足照明。

5. 照明设计参数

项目建筑照明数量和质量符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034-2013 的相关规定。项目对于室内全部区域场所照明功率密度值不高于《建筑节能与可再生能源利用通用规范》（GB55015-2021）规定的限值。

6. 照明节能控制

灯具选用 LED 灯、T5 节能灯及高效电子镇流器，走廊、楼梯间、门厅、大堂、大空间等场所的照明系统采取分区、定时、感应等节能控制措施。

7. 管材、管线、管件

电气系统采用低烟低毒阻燃型线缆、矿物绝缘类不燃性电缆、耐火电缆等，且导体材料采用铜芯。

8. 电梯节能

合理选用电梯，并采取电梯群控、变频等节能控制措施。

9. 充电桩停车位

项目按照不低于车位数量 30%的比例配建充电设施或预留建设安装条件。

10. 节能电气设备

项目电力变压器的型号和参数满足现行国家标准《三相配电变压器能效限定值及节能评价》GB 20052-2013 的节能评价要求。项目空调水泵、风机等设备的能源效率等级满足国家相关标准规定的能效等级 2 级要求。

11. 可再生能源的利用

设置太阳能光伏系统，提供的发电量比例大于 1%。

（五）暖通空调专业

1. 空调机组节能

预留分体空调安装条件，要求能效等级满足现行有关国家标准规定的 2 级要求。

2. 空调机组位置

预留分体机空调的安装位置，分体空调的内、外机连接管长度要求小于 5 m。

3. 风机、水泵节能

项目水泵、风机等设备的能源效率等级满足国家相关标准规定的节能评价要求。

4. 室内气流组织

通风设计避免卫生间等区域的空气和污染物串通到其他空间或室外活动场所。

（六）景观专业

1. 标识系统

建筑场地设置具有警示、引导功能的标识系统。

2. 室外吸烟区布局合理

室外吸烟区与绿植结合布置，并合理配置座椅和带烟头收集的垃圾筒，从建筑主出入口至室外吸烟区的导向标识完整、定位标识醒目，吸烟区设置吸烟有害健康的警示标识。

3. 低影响开发设施

项目合理设置下凹式绿地、雨水花园等有调蓄雨水功能的绿地和水体；项目合理衔接和引导屋面雨水、道路雨水进入地面生态设施，并采取相应的径流污染控制措施。

4. 节水灌溉

绿化灌溉采用节水灌溉系统（喷灌、微喷灌等）。

5. 室外热环境

采取措施降低热岛强度 场地中处于建筑阴影区外的步道、游憩场、庭院、广场等室外活动场地设有乔木、花架等遮阴措施，红线范围内户外活动场地有乔木、构筑物等遮荫措施的面积达到 10%。

6. 乡土植物及复层绿化

项目场地景观植物采用本土植物比例不小于 70%，采用乔、灌、草结合的复层绿化，种植区域覆土深度和排水能力满足植物生长需求，并不低于 1.5m。

五、绿色建筑预评价情况

（一）一星级技术条件达标分析

条款要求	技术要求（一星级）	项目达标情况
全装修	工程质量、选用材料及产品质量应符合国家现行有关标准的规定	本项目公共区域进行全装修设计，且符合标准规定要求
节水器具用水效率等级	3 级	2 级
室内主要空气污染物浓度降低比例	10%	室内主要空气污染物浓度降低比例达到 10%
绿色建材应用比例	10%	采用绿色建材应用比例不低于 50%
碳排放	明确全寿命期间建筑碳排放强度，并明确减低碳排放强度的技术措施	根据《建筑节能与可再生能源利用通用规范》（GB55015-2021）确定全寿命期间建筑碳排放强度
外窗气密性能	符合国家现行相关节能设计标准的规定，且外窗洞口与外窗本体的结合部位应严密。	外窗气密性达到 6 级

（二）项目预评价阶段得分情况

根据实际特点，因地制宜地采取适宜的绿色建筑设计策略及技术措施，根据

《绿色建筑评价标准》(GB/T50378-2019)，对项目进行分析，项目预评价阶段达标/得分情况如下表：

表 A-1 安全耐久

条文类别	条文号	条文内容	达标/分值	达标/得分情况
控制项	4.1.1	场地应避开滑坡、泥石流等地质危险地段，易发生洪涝地区应有可靠的防洪涝基础设施；场地应无危险化学品、易燃易爆危险源的威胁，应无电磁辐射、含氡土壤的危害。	<input type="checkbox"/>	√
	4.1.2	建筑结构应满足承载力和建筑使用功能要求。建筑外墙、屋面、门窗、幕墙及外保温等围护结构应满足安全、耐久和防护的要求。	<input type="checkbox"/>	√
	4.1.3	外遮阳、太阳能设施、空调室外机位、外墙花池等外部设施应与建筑主体结构统一设计、施工，并应具备安装、检修与维护条件。	<input type="checkbox"/>	√
	4.1.4	建筑内部的非结构构件、设备及附属设施等应连接牢固并能适应主体结构变形。	<input type="checkbox"/>	√
	4.1.5	建筑外门窗必须安装牢固，其抗风压性能和水密性能应符合国家现行有关标准的规定。	<input type="checkbox"/>	√
	4.1.6	卫生间、浴室的地面应设置防水层，墙面、顶棚应设置防潮层。	<input type="checkbox"/>	√
	4.1.7	走廊、疏散通道等通行空间应满足紧急疏散、应急救护等要求，且应保持畅通。	<input type="checkbox"/>	√
	4.1.8	应具有安全防护的警示和引导标识系统。	<input type="checkbox"/>	√
	4.1.9	安全耐久相关技术要求应符合现行强制性工程建设规范的规定。	<input type="checkbox"/>	√
得分项	4.2.1	用基于性能的抗震设计并合理提高建筑的抗震性能。	10	0
	4.2.2	采取保障人员安全的防护措施。 (得分措施：建筑物出入口均设外墙饰面、门窗玻璃意外脱落的防护措施，并与人员通行区域的遮阳、遮风或挡雨措施结合)	15	5
	4.2.3	采用具有安全防护功能的产品或配件。 (得分措施：1 采用具有安全防护功能的玻璃；2 采用具备防夹功能的门窗。)	10	10
	4.2.4	室内外地面或路面设置防滑措施。 (得分措施：建筑出入口及平台、公共走廊、电梯门厅、厨房、浴室、卫生间等设置防滑措施，防滑等级不低于现行行业标准《建筑地面工程防滑技术规程》JGJ/T331 规定的 Ba、Bw 级。)	10	3
	4.2.5	采取人车分流措施，且步行和自行车交通系统有充足照明。	8	0

	4.2.6	采取提升建筑适变性的措施。	18	0	
	4.2.7	采取提升建筑部品部件耐久性的措施。 （得分措施：使用耐腐蚀、抗老化、耐久性能好的管材、 管线、管件）	10	5	
	4.2.8	提高建筑结构材料的耐久性。	10	0	
	4.2.9	合理采用耐久性好、易维护的装饰装修建筑材料。 （得分措施：1 采用耐久性好的外饰面材料；2 采用耐久 性好的防水和密封材料；3 采用耐久性好、易维护的室内 装饰装修材料。）	9	9	
安全耐久得分情况			得分项实际得分	100	32

表 A-2 健康舒适

条文类别	编号	标准条文	达标/分值	达标/得分情况
控制项	5.1.1	室内空气中的氨、甲醛、苯、总挥发性有机物、氡等污染物浓度应符合现行国家标准《室内空气质量标准》GB/T18883 的有关规定。建筑室内和建筑主出入口处应禁止吸烟, 并应在醒目位置设置禁烟标志。	<input type="checkbox"/>	√
	5.1.2	应采取措施避免厨房、餐厅、打印复印室、卫生间、地下车库等区域的空气和污染物串通到其他空间; 应防止厨房、卫生间的排气倒灌。	<input type="checkbox"/>	√
	5.1.3	给水排水系统的设置应符合下列规定: 1 生活饮用水水质应满足现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB5749 的要求; 2 应制定水池、水箱等储水设施定期清洗消毒计划并实施, 且生活饮用水储水设施每半年清洗消毒不应少于 1 次; 3 应使用构造内自带水封的便器, 且其水封深度不应小于 50mm; 非传统水源管道和设备应设置明确、清晰的永久性标识。	<input type="checkbox"/>	√
	5.1.4	建筑声环境设计应符合下列规定: 1 场地规划布局 and 建筑平面设计时应合理规划噪声源区域和噪声敏感区域, 并应进行识别和标注; 2 外墙、隔墙、楼板和门窗等主要建筑构件的隔声性能指标不应低于现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB50118 的规定, 并应根据隔声性能指标明确主要建筑构件的构造做法。	<input type="checkbox"/>	√
	5.1.5	建筑照明应符合下列规定: 1 各场所的照度、照度均匀度、显色指数、统一眩光值应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB/T50034 的规定;	<input type="checkbox"/>	√

		2 人员长期停留的房间或场所采用的照明光源和灯具,其频闪效应可视度(SVM)不应大于 1.3。		
	5.1.6	应采取措施保障室内热环境。采用集中供暖空调系统的建筑,房间内的温度、湿度、新风量等设计参数应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的有关规定;采用非集中供暖空调系统的建筑,应具有保障室内热环境的措施或预留条件。	<input type="checkbox"/>	√
	5.1.7	围护结构热工性能应符合下列规定: 1 在室内设计温度、湿度条件下,建筑非透光围护结构内表面不得结露; 2 供暖建筑的屋面、外墙内部不应产生冷凝; 3 屋顶和外墙隔热性能应满足现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB50176 的要求应进行隔热性能计算,透光围护结构太阳得热系数与夏季建筑遮阳系数的乘积还应满足现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB50176 的要求。	<input type="checkbox"/>	√
	5.1.8	主要功能房间应具有现场独立控制的热环境调节装置。	<input type="checkbox"/>	√
	5.1.9	地下车库应设置与排风设备联动的一氧化碳浓度监测装置。	<input type="checkbox"/>	√
	5.1.10	健康舒适相关技术要求应符合现行强制性工程建设规范《建筑环境通用规范》GB55016、《建筑给水排水与节水通用规范》GB 55020、《民用建筑通用规范》GB55031 等的规定。	<input type="checkbox"/>	√
得分项	5.2.1	控制室内主要空气污染物的浓度。 (得分措施:氨、甲醛、苯、总挥发性有机物、氡等污染物浓度比现行国家标准《室内空气质量标准》GB/T 18883 规定的限值降低 10%。)	12	3
	5.2.2	选用的装饰装修材料满足国家现行绿色产品评价标准中对有害物质限量的要求。	8	0
	5.2.3	直饮水、集中生活热水、游泳池水、采暖空调系统用水、景观水体等的水质满足国家现行有关标准的要求。 (得分措施:当项目中除生活饮用水供水系统外,未设置其他供水系统时,本条直接得 8 分。)	8	8
	5.2.4	生活饮用水水池、水箱等储水设施采取措施满足卫生要求。 (得分措施:未设置生活饮用水储水设施,该条直接得分。)	9	9
	5.2.5	所有给水排水管道、设备、设施设置明确、清晰的永久性标识。 (得分措施:所有给水排水管道、设备、设施设置明确、清晰的永久性标识。)	8	8
	5.2.6	采取措施优化主要功能房间的室内声环境。 (详室内声环境分析报告)	8	8

	5.2.7	主要功能房间的隔声性能良好。 (详室内声环境分析报告)	10	6
	5.2.8	充分利用天然光。	12	0
	5.2.9	具有良好的室内热湿环境。	8	0
	5.2.10	优化建筑空间和平面布局,改善自然通风效果。	8	0
	5.2.11	设置可调节遮阳设施,改善室内热舒适。	9	0
小计			100	42

表 A-3 生活便利

条文类别	编号	标准条文	达标/分值	达标/得分情况
控制项	6.1.1	建筑、室外场地、公共绿地、城市道路相互之间应设置连贯的无障碍步行系统。	<input type="checkbox"/>	√
	6.1.2	场地人行出入口 500m 内应设有公共交通站点或配备联系公共交通站点的专用接驳车。	<input type="checkbox"/>	√
	6.1.3	停车场应具有电动汽车充电设施或具备充电设施的安装条件,并应合理设置电动汽车和无障碍汽车停车位。	<input type="checkbox"/>	√
	6.1.4	自行车停车场所应位置合理、方便出入。	<input type="checkbox"/>	√
	6.1.5	建筑设备管理系统应具有自动监控管理功能。	<input type="checkbox"/>	√
	6.1.6	建筑应设置信息网络系统。	<input type="checkbox"/>	√
	6.1.7	生活便利相关技术要求应符合现行强制性工程建设规范《建筑与市政工程无障碍通用规范》GB55019、建筑电气与智能化通用规范》GB55024、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 等的规定。	<input type="checkbox"/>	√
得分项	6.2.1	场地与公共交通站点联系便捷。 (得分措施:1 场地出入口到达公共交通站点的步行距离不超过 300 m 或者达到轨道交通站的步行距离不大于 500m。2 场地出入口步行距离 800m 范围内设有不少于 2 条线路的公共交通站点。)	8	8
	6.2.2	建筑室内公共区域满足全龄化设计要求。	8	3
	6.2.3	提供便利的公共服务。 (得分措施:1 建筑内至少兼容 2 种面向社会的公共服务功能;2 建筑向社会公众提高开放的公共活动空间;3 场地不封闭或场地内步行公共通道向社会开放。)	10	5
	6.2.4	城市绿地、广场及公共运动场地等开敞空间,步行可达。 (得分措施:到达中型多功能运动场地的步行距离不大于 500m)	5	3
	6.2.5	合理设置健身场地和空间。 (得分措施:楼梯间具有天然采光,且距离主入口的距离不大于 15m)	10	2
	6.2.6	设置分类、分级用能自动远传计量系统,且设置能源管	8	0

		理系统实现对建筑能耗的监测、数据分析和管理。 (得分措施: 电气设计说明提出建筑内各类能耗分项计量的措施。)		
	6.2.7	设置 PM10、PM2.5、CO ₂ 浓度的空气质量监测系统, 且具有存储至少一年的监测数据和实时显示等功能。	5	0
	6.2.8	设置用水远传计量系统、水质在线监测系统。	7	0
	6.2.9	具有智能化服务系统。	9	0
	6.2.10	制定完善的节能、节水的操作规程、实施能源资源管理激励机制, 且有效实施。	5	预评价阶段不参评
	6.2.11	建筑平均日用水量满足现行国家标准《民用建筑节能设计标准》GB 50555 中节水用水定额的要求。	5	预评价阶段不参评
	6.2.12	定期对建筑运营效果进行评估, 并根据结果进行运行优化。	10	预评价阶段不参评
	6.2.13	建立绿色低碳教育宣传和实践机制, 形成良好的绿色氛围, 并定期开展使用者满意度调查。	10	预评价阶段不参评
小计			预评价总分	得分
			70	21

表 A-4 资源节约

条文类别	编号	标准条文	达标/分值	达标/得分情况
控制项	7.1.1	应结合场地自然条件和建筑功能需求, 对建筑的体形、平面布局、空间尺度、围护结构等进行节能设计, 且应符合国家有关节能设计的要求。	<input type="checkbox"/>	√
	7.1.2	应采取措施降低部分负荷、部分空间使用下的供暖、空调系统能耗, 并应符合下列规定: 1、应区分房间的朝向细分供暖、空调区域, 并应对系统进行分区控制; 2、空调系统的电冷源综合制冷性能系数应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的规定。	<input type="checkbox"/>	√
	7.1.3	应根据建筑空间功能设置分区温度, 合理降低室内过渡区空间的温度设定标准。	<input type="checkbox"/>	√
	7.1.4	公共区域的照明系统应采用分区、定时、感应等节能控制; 采光区域的照明控制应独立于其他区域的照明控制。	<input type="checkbox"/>	√
	7.1.5	冷热源、输配系统和照明等各部分能耗应进行独立分项计量。	<input type="checkbox"/>	√
	7.1.6	垂直电梯应采取群控、变频调速或能量反馈等节能措施;	<input type="checkbox"/>	√

		自动扶梯应采用变频感应启动等节能控制措施。		
	7.1.7	应制定水资源利用方案，统筹利用各种水资源，并应符合下列规定： 1 应按使用用途、付费或管理单元，分别设置用水计量装置； 2 用水点处水压大于 0.2MPa 的配水支管应设置减压设施，并应满足用水器具最低工作压力的要求； 3 用水器具和设备应满足现行国家标准《节水型产品通用技术条件》GB/T18870 的要求。	<input type="checkbox"/>	√
	7.1.8	不应采用建筑形体和布置严重不规则的建筑结构。	<input type="checkbox"/>	√
	7.1.9	建筑造型要素应简约，应无大量装饰性构件，并应符合下列规定： 1 居建建筑的装饰性构件造价占建筑总造价的比例不应大于 2%； 2 公共建筑的装饰性构件造价占建筑总造价的比例不应大于 1%。	<input type="checkbox"/>	√
	7.1.10	选用的建筑材料应符合下列规定： 1 500km 以内生产的建筑材料重量占建筑材料总重量的比例应大于 60%； 2 现浇混凝土应采用预拌混凝土，建筑砂浆应采用预拌砂浆。	<input type="checkbox"/>	√
	7.1.11	资源节约相关技术要求应符合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、《建筑给水排水与节水通用规范》GB55020 等的规定。	<input type="checkbox"/>	√
得分项	7.2.1	节约集约利用土地。	20	0
	7.2.2	合理开发利用地下空间。	12	0
	7.2.3	采用机械式停车设施、地下停车库或地面停车楼等方式。	8	0
	7.2.4	优化建筑围护结构的热工性能。	10	0
	7.2.5	供暖空调系统的冷、热源机组能效均优于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》GB 55015 的规定以及国家现行有关标准能效限定值的要求。	10	0
	7.2.6	采取有效措施降低供暖空调系统的末端系统及输配系统的能耗。 (得分措施：本项目采用分体空调。)	5	5
	7.2.7	采用节能型电气设备及节能控制措施。 (得分措施：1 主要功能房间的照明功率密度值达到现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》(GB55015-2021)规定的限值；2 照明产品、电力变压器、水泵、风机等设备满足国家现行有关标准的节能评价值的要求。)	10	8
	7.2.8	采取措施降低建筑能耗。	10	0
	7.2.9	结合当地气候和自然资源条件合理利用可再生能源。	15	1.5

		(得分措施:由光伏发电系统提供电量比例达到1%以上。)		
7.2.10		使用较高用水效率等级的卫生器具。 (得分措施:全部卫生器具的用水效率等级达到2级。)	15	8
7.2.11		绿化灌溉及空调冷却水系统采用节水设备或技术。 (得分措施:采用节水灌溉系统,采用节水灌溉系统,50%以上绿地种植无须永久灌溉植物;采用无蒸发耗水量的冷却技术。)	12	12
7.2.12		结合雨水综合利用设施营造室外景观水体,室外景观水体利用雨水的补水量大于水体蒸发量的60%,且采用保障水体水质的生态水处理技术。 (得分措施:无室外景观水体,该项直接得分。)	8	8
7.2.13		使用非传统水源。	15	0
7.2.14		建筑所有区域实施土建工程与装修工程一体化设计及施工。	8	0
7.2.15		合理选用建筑结构材料与构件。 (得分措施:400MPa级及以上强度等级钢筋应用比例达到85%。)	10	5
7.2.16		建筑装修选用工业化内装部品。	8	0
7.2.17		选用可再循环材料、可再利用材料及利废建材。 (得分措施:可再循环材料、可再利用材料的使用比例达到10%以上。)	12	3
7.2.18		选用绿色建材。 (得分措施:采用绿色建材应用比例不低于70%。)	12	12
小计			200	62.5

表 A-5 环境宜居

条文类别	编号	标准条文	达标/分值	达标/得分情况
控制项	8.1.1	建筑规划布局应满足日照标准,且不得降低周边建筑的日照标准。	<input type="checkbox"/>	√
	8.1.2	室外热环境应满足国家现行有关标准的要求。	<input type="checkbox"/>	√
	8.1.3	配建的绿地应符合所在地城乡规划的要求,并满足下列要求: 1 应种植适应当地气候和生态环境条件,且应无毒害、易维护,体现地方特色的乡土植物,其占场地全部植物种类的比例不小于70%; 2 应合理选择绿化方式,采用乔木、灌木、草等复层绿化方式,种植区域覆土深度不应小于1.2m,排水能力应满足植物生长需求。	<input type="checkbox"/>	√
	8.1.4	场地的竖向设计应有利于雨水的收集或排放,应有效组织	<input type="checkbox"/>	√

		雨水的下渗、滞蓄或再利用；对大于 10h m ² 的场地应进行雨水控制利用专项设计。		
	8.1.5	建筑内外均应设置便于识别和使用的标识系统。	<input type="checkbox"/>	√
	8.1.6	场地内不应有排放超标的污染源。	<input type="checkbox"/>	√
	8.1.7	生活垃圾应分类收集，垃圾容器和收集点的设置应合理并应与周围景观协调。	<input type="checkbox"/>	√
	8.1.8	环境宜居相关技术要求应符合现行强制性工程建设规范《建筑环境通用规范》GB55016、《市容环卫工程项目规范》GB55013、《园林绿化工程项目规范》GB55014、《建筑给水排水与节水通用规范》GB55020 等的规定。	<input type="checkbox"/>	√
得分项	8.2.1	充分保护或修复场地生态环境，合理布局建筑及景观。	10	0
	8.2.2	规划场地地表和屋面雨水径流，对场地雨水实施外排总量控制。 (得分措施：场地年径流量总量控制率达到 70%以上。)	10	10
	8.2.3	充分利用场地空间设置绿化用地。 (得分措施：公共建筑绿地向公众开放，得 6 分。)	16	6
	8.2.4	结合景观布局合理布置室外吸烟区。 (得分措施：本项目为学校建筑，未设置吸烟区，得 9 分。)	9	9
	8.2.5	利用场地空间设置绿色雨水基础设施。	15	0
	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》GB3096 的要求。	10	0
	8.2.7	建筑室外照明及室外显示屏避免产生光污染。 (得分措施：1 未采用玻璃幕墙；2 未设置夜景照明。)	10	10
	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。 (得分措施：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。)	10	7
	8.2.9	采取措施降低热岛强度。	10	0
小计			100	42

表 A-6 提高与创新

条文类别	编号	标准条文	达标/分值	达标/得分情况
加分项	9.2.1	采取措施进一步降低建筑供暖空调系统的能耗。	30	0
	9.2.2	因地制宜建设绿色建筑。	30	0
	9.2.3	采用蓄冷蓄热蓄电、建筑设备智能调节等技术实现建筑电力交互	20	0
	9.2.4	采用措施提升场地绿容率。	5	0
	9.2.5	采用符合工业化建造要求的结构体系与建筑构件。	10	0
	9.2.6	应用建筑信息模型(BIM) 技术。	15	0

	9.2.7	采取措施降低建筑全寿命期碳排放强度。 (得分措施: 建筑碳排放强度降低达到 30%以上。详见绿色建筑降碳措施报告书)	30	30	
	9.2.8	按照绿色施工的要求进行施工和管理。	20	0	
	9.2.9	采用建设工程质量潜在缺陷保险产品或绿色建筑性能保险产品。	30	0	
	9.2.10	采取节约能源资源、保护生态环境、降低碳排放、保障安全健康、智慧友好运行、传承历史文化等其他创新, 并有明显效益。	40	0	
提高与创新得分情况			得分项实际得分	100	30

(三) 项目预评价阶段得分汇总表

通过进行绿色建筑措施分析, 设计阶段依据《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019 (2024 版本), 项目得分情况如下表:

绿色建筑预评价表

类型	控制项基础分值 Q0	预评价指标分值					创新项加分值 QA
		安全耐久 Q1	健康舒适 Q2	生活便利 Q3	资源节约 Q4	环境宜居 Q5	
控制项达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	
预评价总分值	400	100	100	70	200	100	100
最低得分	400	30	30	21	60	30	/
实际得分	400	32	42	21	62.5	42	30
总体达标情况	基本级	控制项达标			项目总得分	62.95	
	★	前置技术条件、控制项均达标		≥60			
	★★	前置技术条件、控制项均达标		≥70			
	★★★	前置技术条件、控制项均达标		≥85			

经预评价设计阶段自评估, 项目前置技术条件、控制项均达标, 每类预评价指标的评分项得分不小于评分项满分值的 30%, 总得分达到 60 分, 本项目满足《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019 (2024 版本) 绿色建筑一星级要求, 并满足《湖南省绿色建筑工程设计要点》、《湖南省绿色建筑发展条例》文件规定要求。

六、相关证明材料 (详见附件)

室外风环境模拟分析报告

1 项目概况

1.1 总平面图

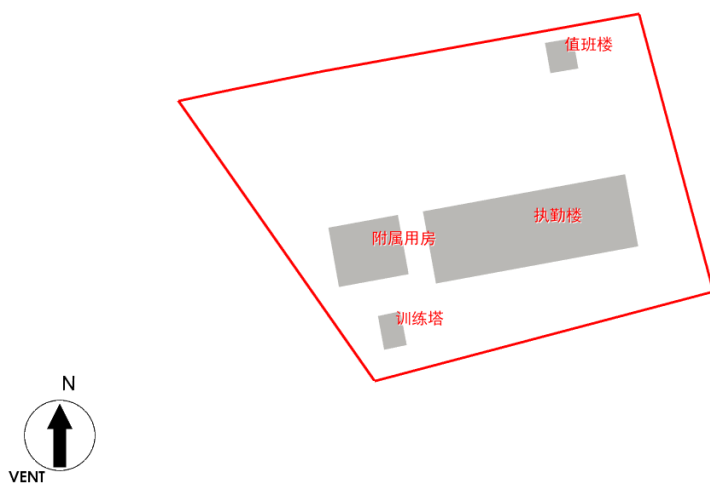


图 1.1-1 总平面图

1.2 三维视图

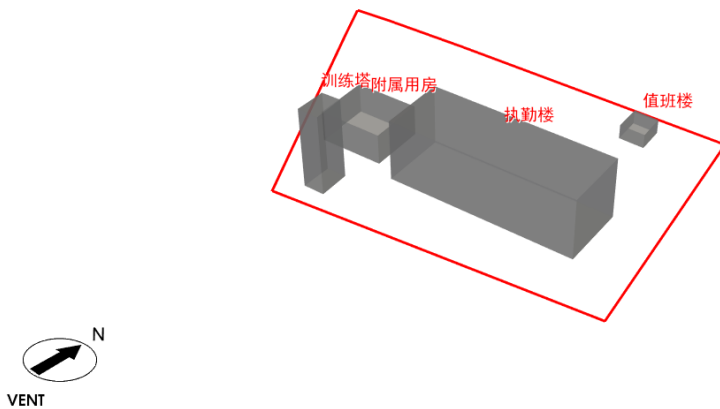


图 1.2-1 三维视图

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/T 50378-2019 (2024 年版)
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/T 50378-2019 (2024 年版) 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，评价总分为 10 分，并按下列规则分别评分并累计：

1 在冬季典型风速和风向条件下，按下列规则分别评分并累计：

1) 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；

2) 除迎风第一排建筑外，建筑迎风面与背风面表面风压差不大于 5Pa，得 2 分。

2 过渡季、夏季典型风速和风向条件下，按下列规则分别评分并累计：

1) 场地内人活动区不出现涡旋或无风区，得 3 分；

2) 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：

◆ 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)	宽度方向尺寸 (m)	高度方向尺寸 (m)
301	135	98

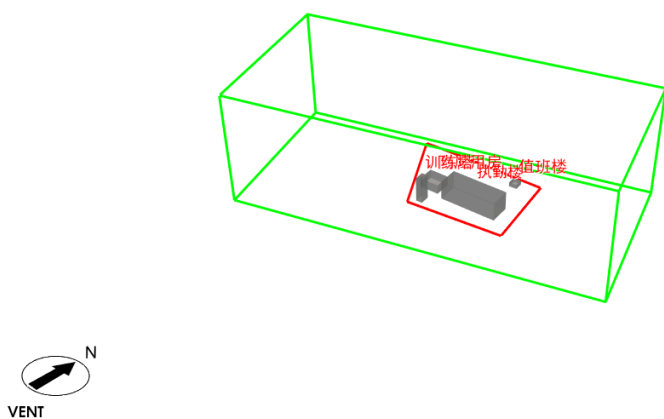


图 4.1-1 冬季工况风场计算域图示

◆ 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)	宽度方向尺寸 (m)	高度方向尺寸 (m)
278	251	116

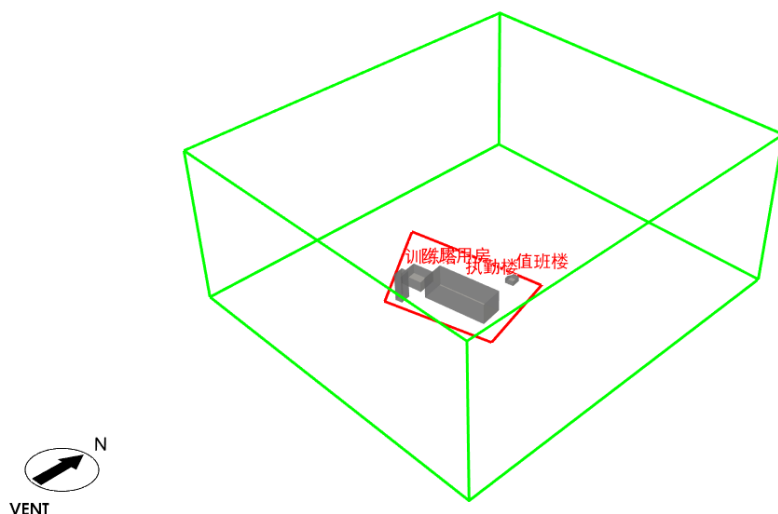


图 4.1-2 夏季工况风场计算域图示

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，均需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	
65508	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

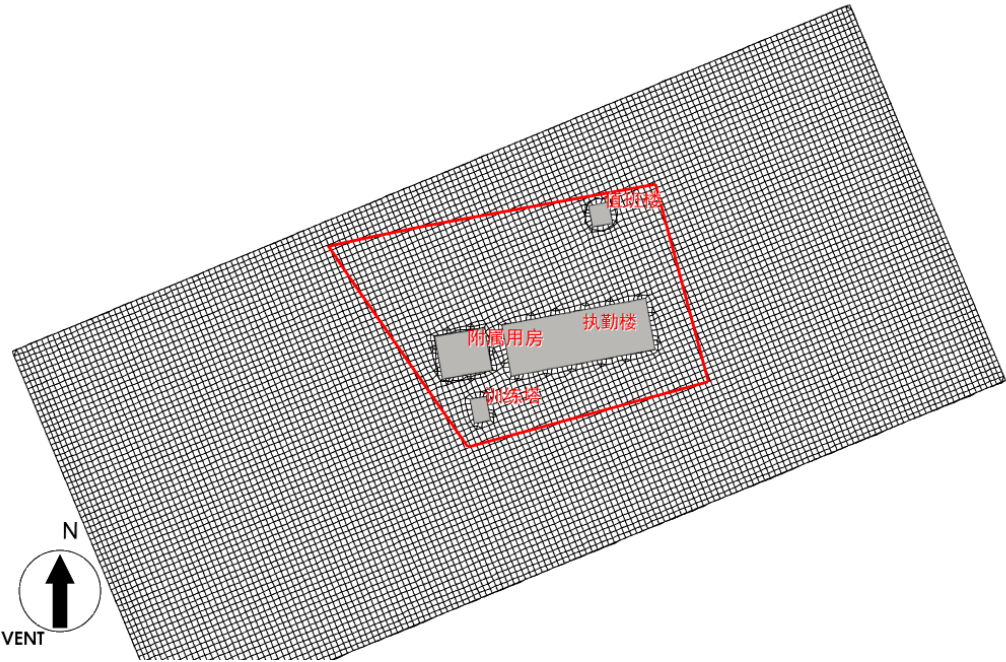


图 4.2-1 网格图-冬季

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	
125247	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

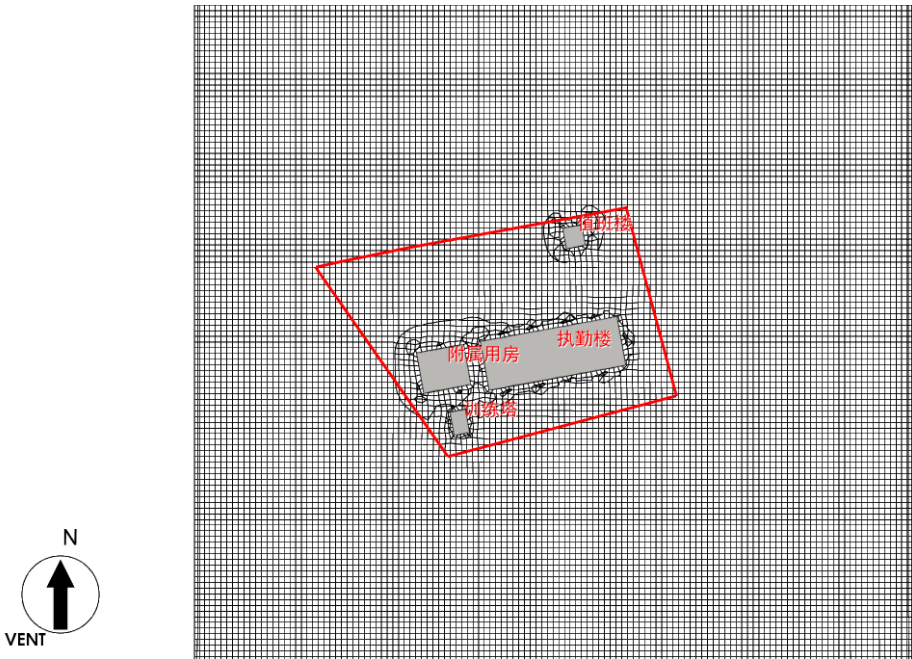


图 4.2-2 网格图-夏季

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

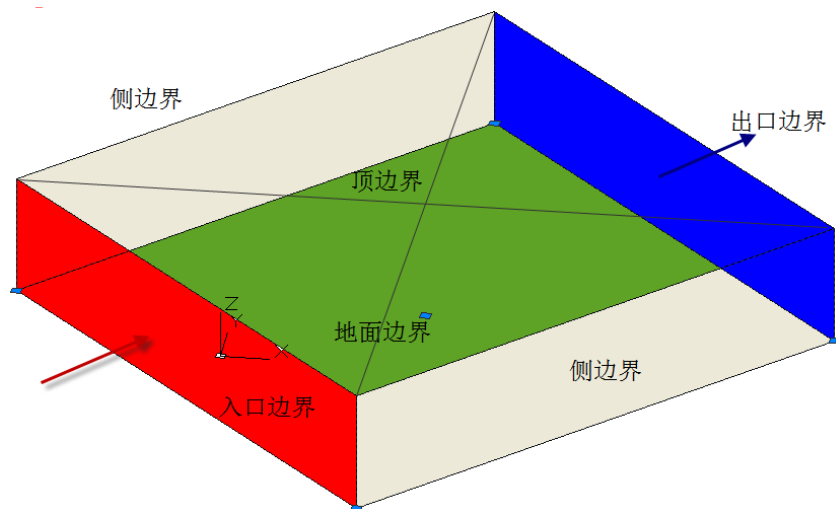


图 4.3-1 风场边界类型示意图

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：

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

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；

a ——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-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 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
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、局部转换流如边界层分离、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

4.5.1 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 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	$\mu_{eff} = \mu + \mu_t$	$-\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x}(\mu_{eff} \frac{\partial u}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(\mu_{eff} \frac{\partial v}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial z}(\mu_{eff} \frac{\partial w}{\partial x})$
y 速度	V	$\mu_{eff} = \mu + \mu_t$	$-\frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x}(\mu_{eff} \frac{\partial u}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial y}(\mu_{eff} \frac{\partial v}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z}(\mu_{eff} \frac{\partial w}{\partial y})$
z 速度	w	$\mu_{eff} = \mu + \mu_t$	$-\frac{\partial P}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial x}(\mu_{eff} \frac{\partial u}{\partial z}) + \frac{\partial}{\partial y}(\mu_{eff} \frac{\partial v}{\partial z}) + \frac{\partial}{\partial z}(\mu_{eff} \frac{\partial w}{\partial z}) - \rho g$
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:

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

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

$$\sigma_T = 0.85 \quad \sigma_C = 0.7$$

$$\alpha_k = \alpha_{\varepsilon} \text{ 由 } \left| \frac{\alpha - 1.3929}{\alpha_0 - 1.3929} \right|^{0.6321} \left| \frac{\alpha + 2.3929}{\alpha_0 + 2.3929} \right|^{0.3679} = \frac{\mu}{\mu_{eff}} \text{ 计算。其中 } \alpha_0 = 1.0$$

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

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

4.5.2 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	3.30	ENE	22.5
2	夏季	3.20	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：

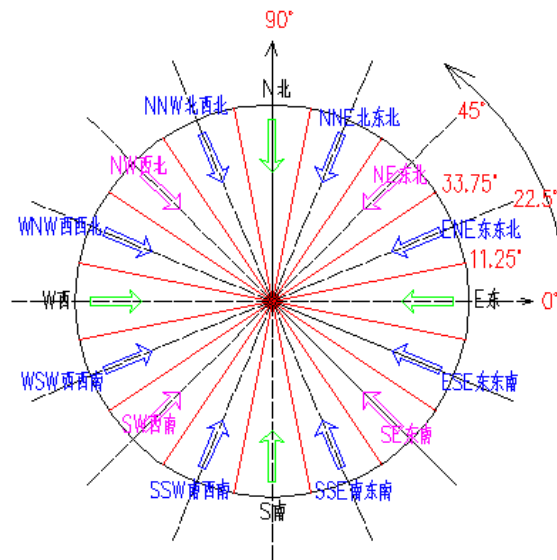


图 5.1-1 风向示意图

5.2 冬季工况

本项目冬季工况的入口边界风速为 3.30m/s ，风向为 ENE。

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 2.41m/s ，小于 5m/s ，满足绿标要求。

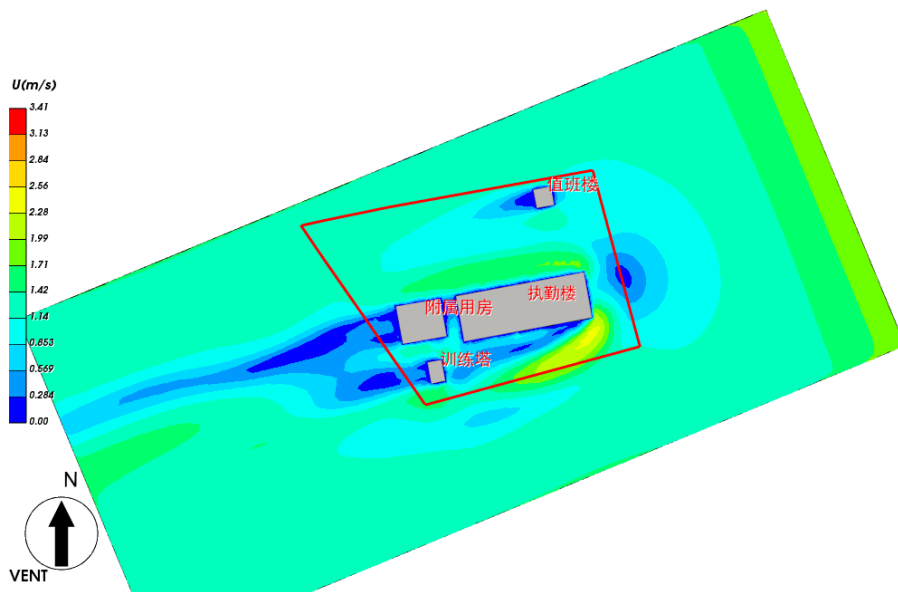


图 5.2-1 计算域内-1.5 米高度水平面风速云图-冬季

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 1.24，小于 2，满足绿标要求

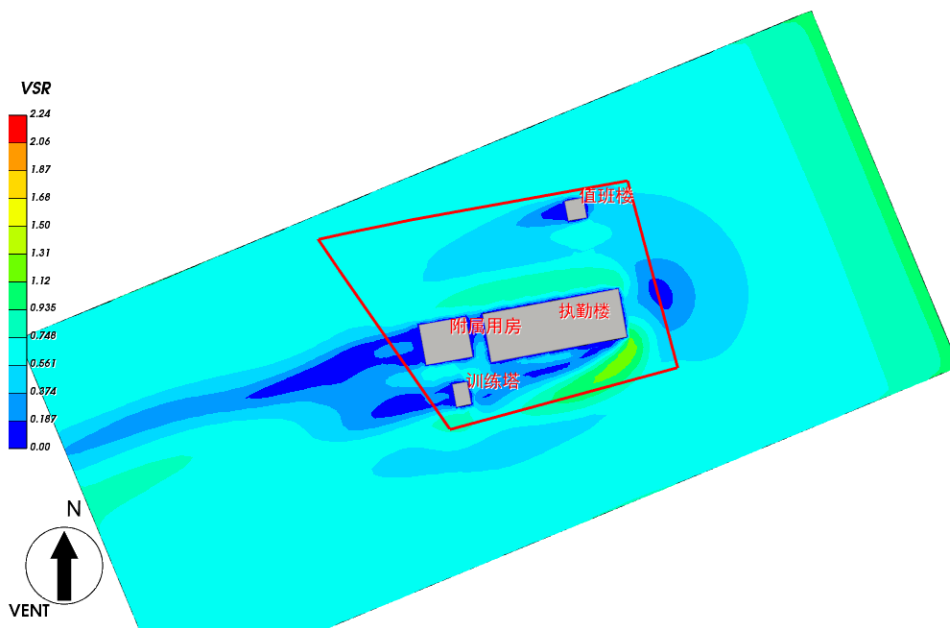


图 5.2-2 计算域内-1.5 米高处风速放大系数云图

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	$< 5\text{m/s}$	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。

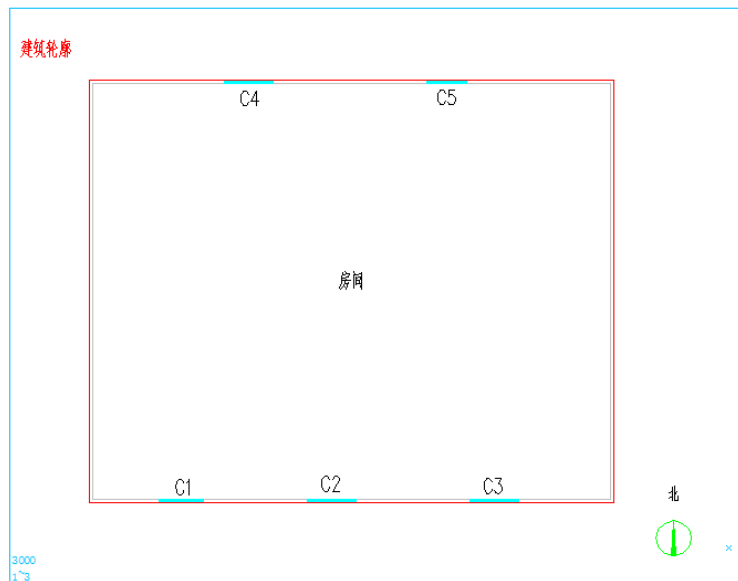


图 5.2-3 示意建筑平面图

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

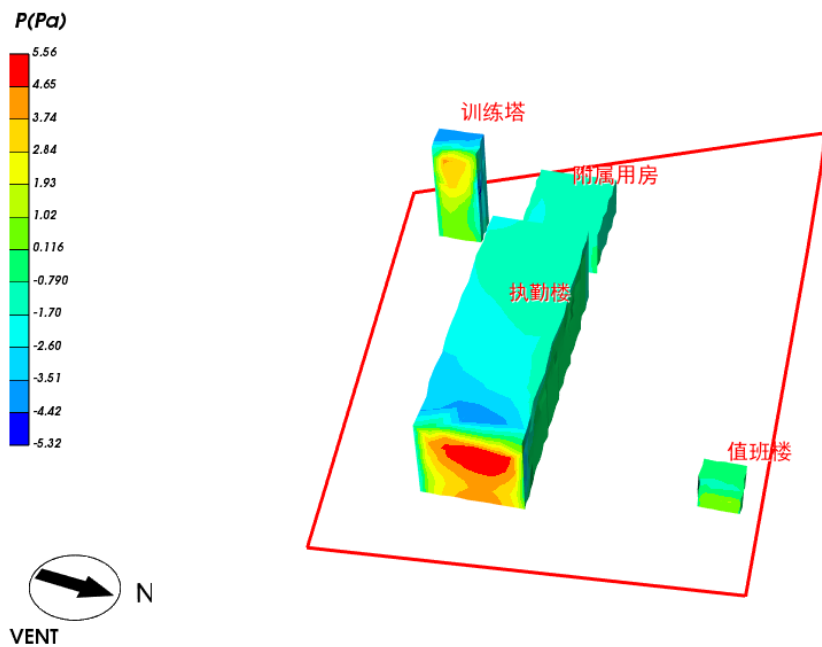


图 5.2-4 建筑迎风面风压云图

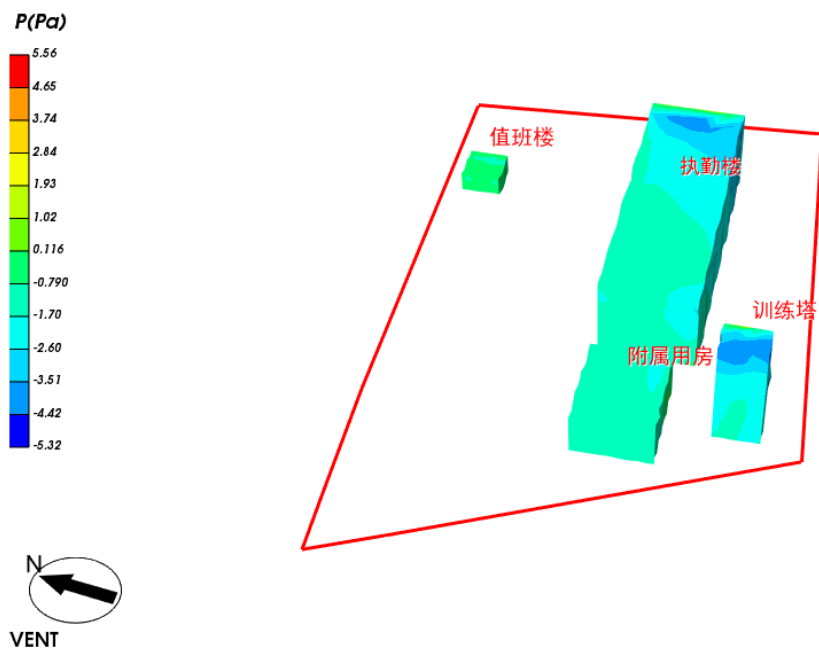


图 5.2-5 建筑背风面风压云图

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
附属用房	-1.00	-0.95	-0.05	是
训练塔	-0.11	-2.01	1.90	是
执勤楼	0.48	-1.99	2.47	是
值班楼	0.12	-0.62	0.74	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录。

5.3 夏季工况

本项目夏季工况的入口边界风速为 3.20m/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。

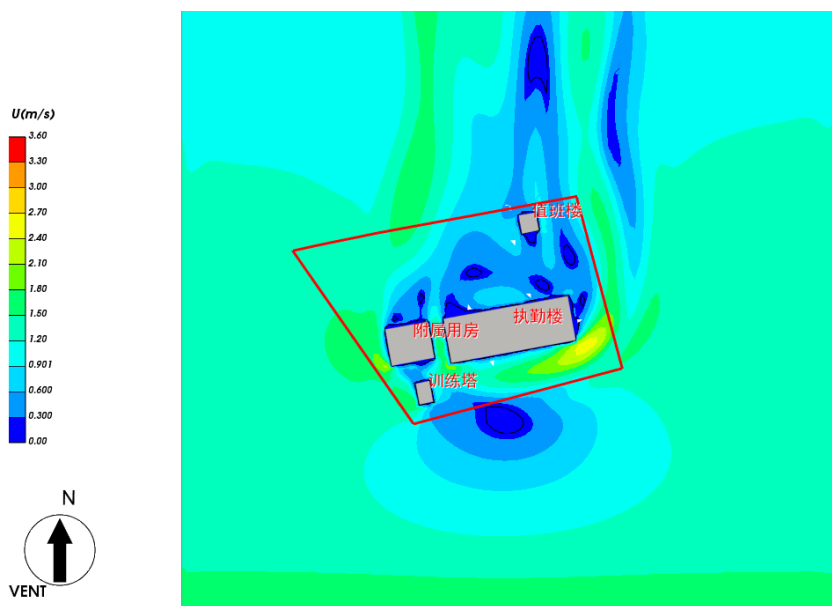


图 5.3-1 计算域内-1.5 米高度水平面风速云图-夏季

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。

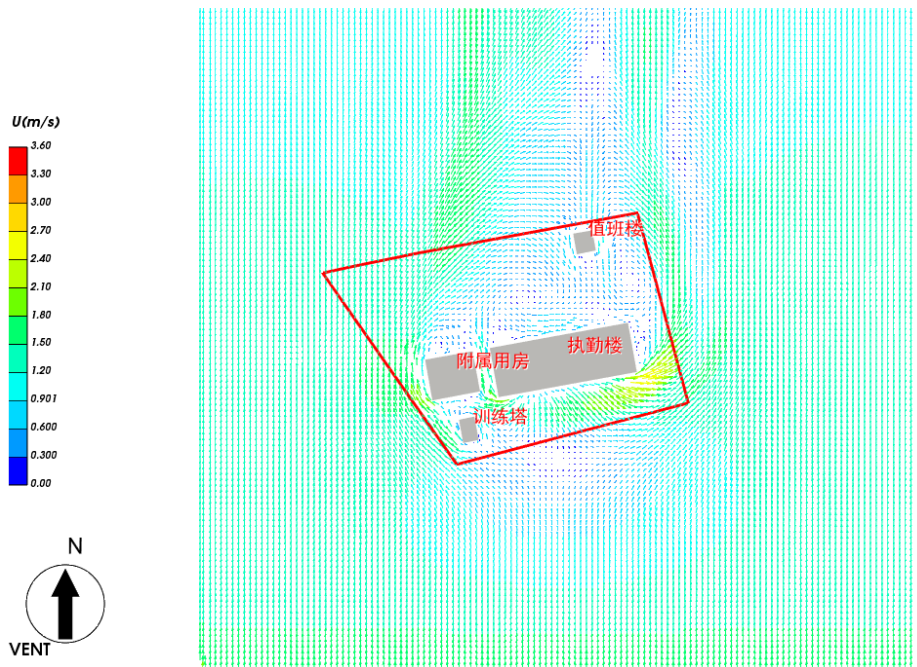


图 5.3-2 计算域内-1.5 米高度水平面风速矢量图

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。

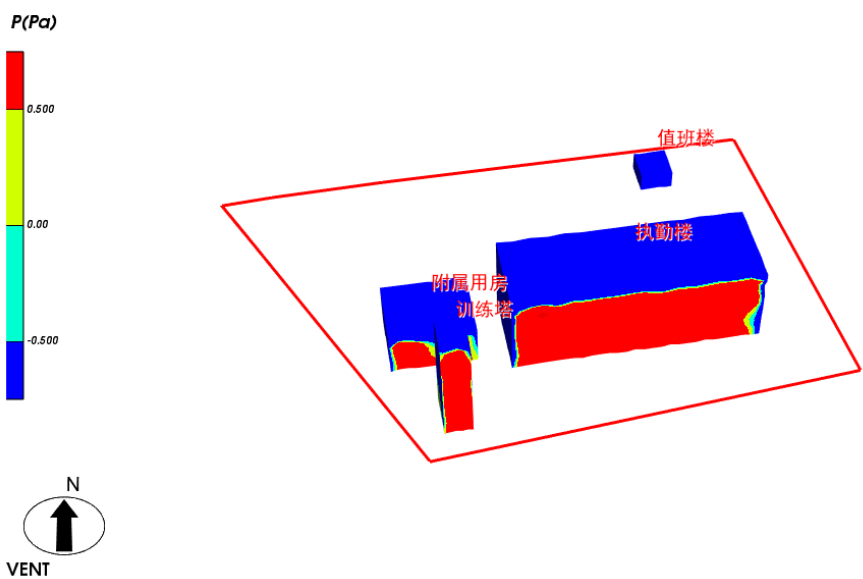


图 5.3-3 建筑迎风面外窗表面风压云图-夏季

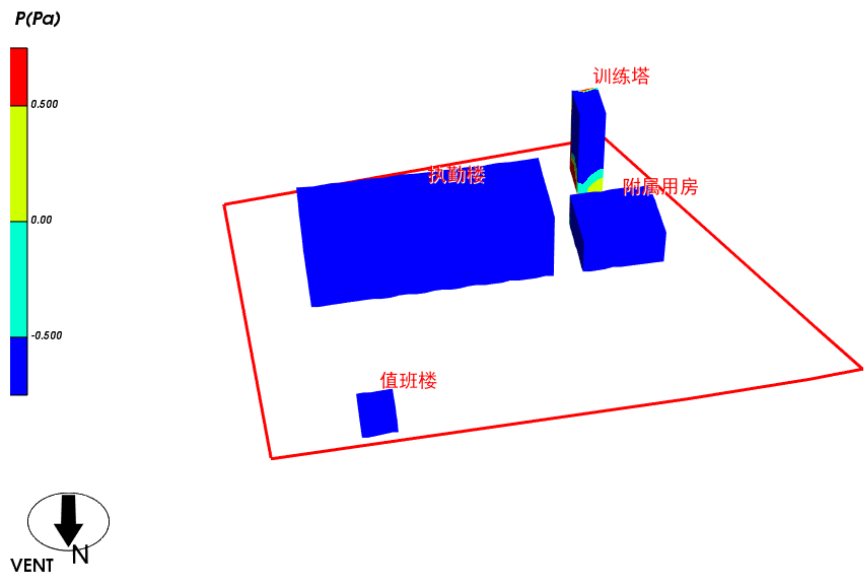


图 5.3-4 建筑背风面外窗表面风压云图-夏季

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 (㎡)	室内外风压差大于 0.5Pa 的建筑表面积 (㎡)	达标比例 (%)	是否达标
附属用房	743.20	701.73	94.42	是
训练塔	630.30	517.54	82.11	是
执勤楼	2994.86	2965.65	99.02	是
值班楼	156.75	156.75	100.00	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。

6 结论

6.1 冬季工况达标判断

表 6.1-1 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;	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		
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

6.2 过渡季、夏季工况达标判断

表 6.2-1 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。

室外噪声模拟分析报告

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)
值班楼	3.90
执勤楼	16.40
训练塔	21.60
附属用房	8.20

2.评价标准

2.1 评价依据

1. 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019（2024 年版）
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》HJ2.4-2021
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/T 50378-2019（2024 年版）中规定：
 - 5.1.4 场地规划布局 and 建筑平面设计时应合理规划噪声源区域和噪声敏感区域，并进行识别和标注；
 - 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 类声环境功能区噪声等效声级限值，且小于等于 3 类声环境功能区噪声等效声级限值，得 5 分。
 2. 环境噪声值小于等于 2 类声环境功能区噪声等效声级限值，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 2.2-1 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》HJ2.4-2021、《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：

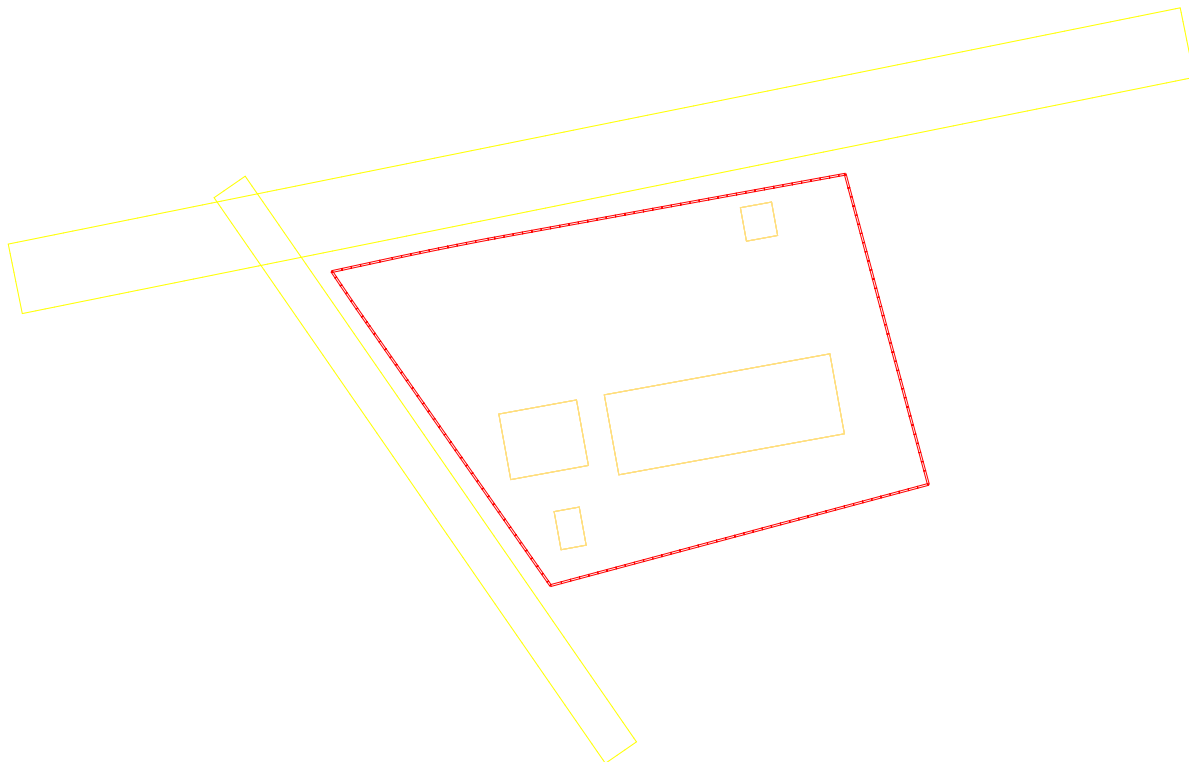


图 3.2-1 模型平面图

场地规划布局 and 建筑平面设计时应合理规划噪声源区域和噪声敏感区域，并进行识别和标注。噪声源（如交通干线、换热站等）、噪声敏感建筑物（如住宅楼、病房楼、客房楼等）、噪声不敏感建筑物（如食堂、商业建筑）、降噪措施（如绿化带、隔声屏障）；应在建筑总平面图中用不同颜色色块进行声学分区标注，噪声源用红色色块标注、噪声不敏感建筑物用黄色色块标注、降噪措施用蓝色色块标注、噪声敏感建筑物用绿色色块标注。

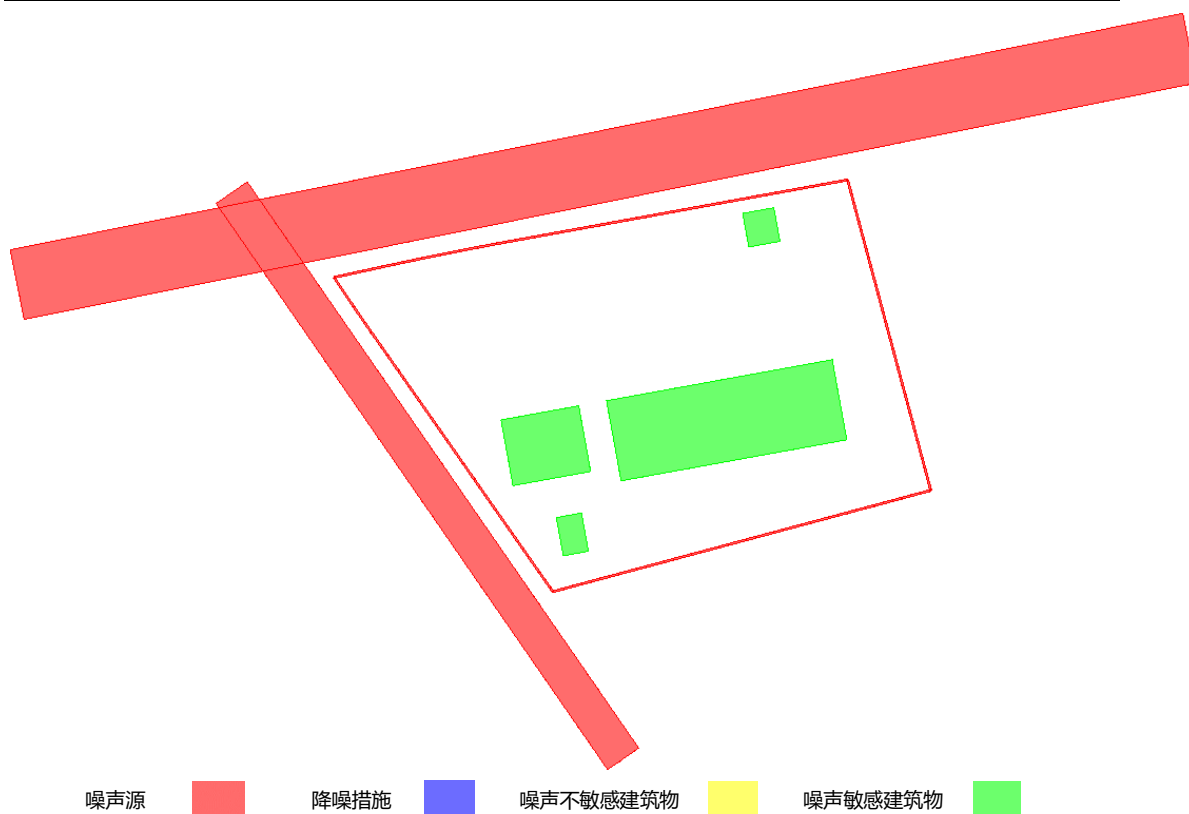


图 3.2-2 室外声区标注图

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

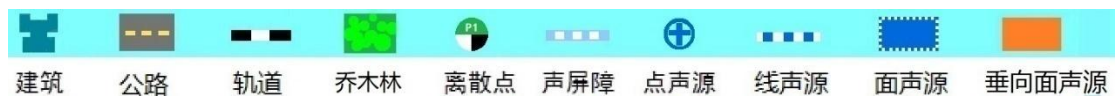
单位：dB(A)

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
公路	沥青 混凝土	2	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



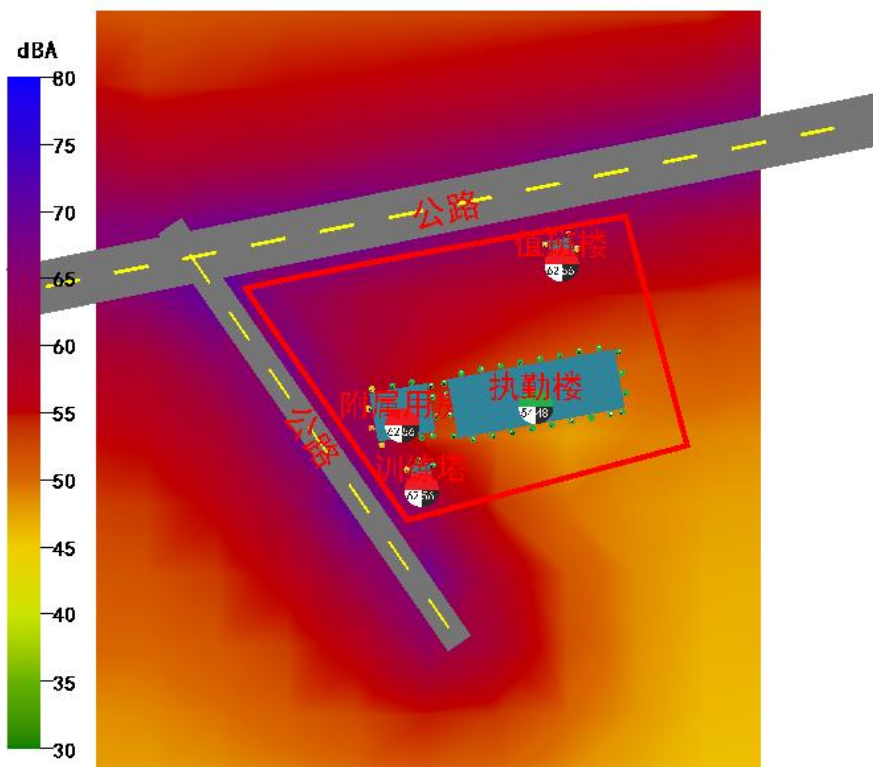


图 4.1-1 场地 1.5m 高度处声压级分布图 (昼间)

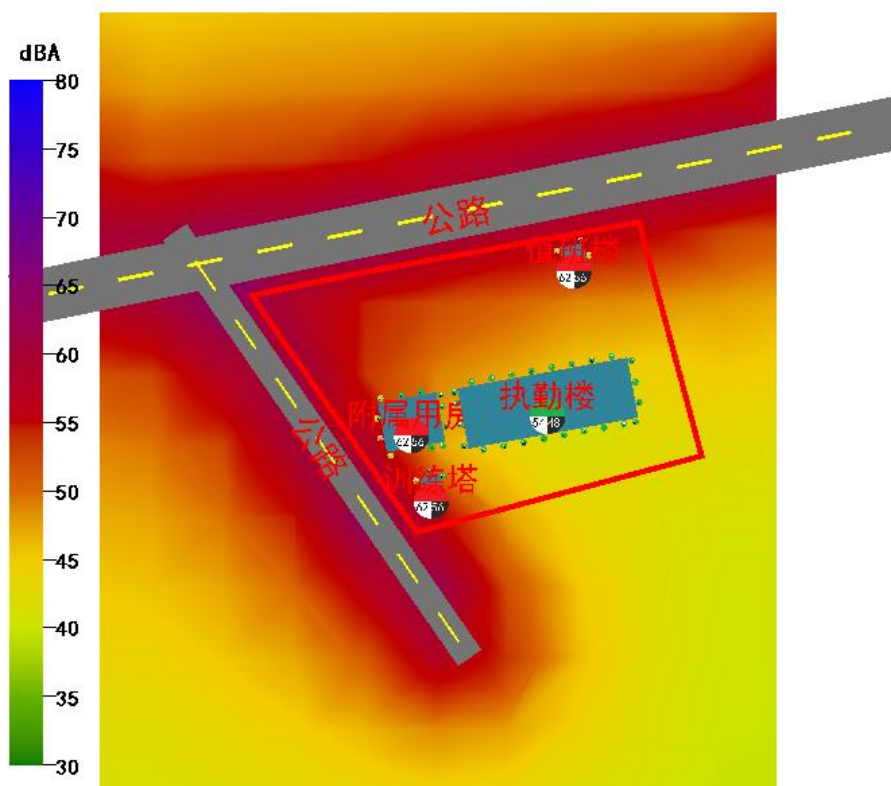


图 4.1-2 场地 1.5m 高度处声压级分布图 (夜间)

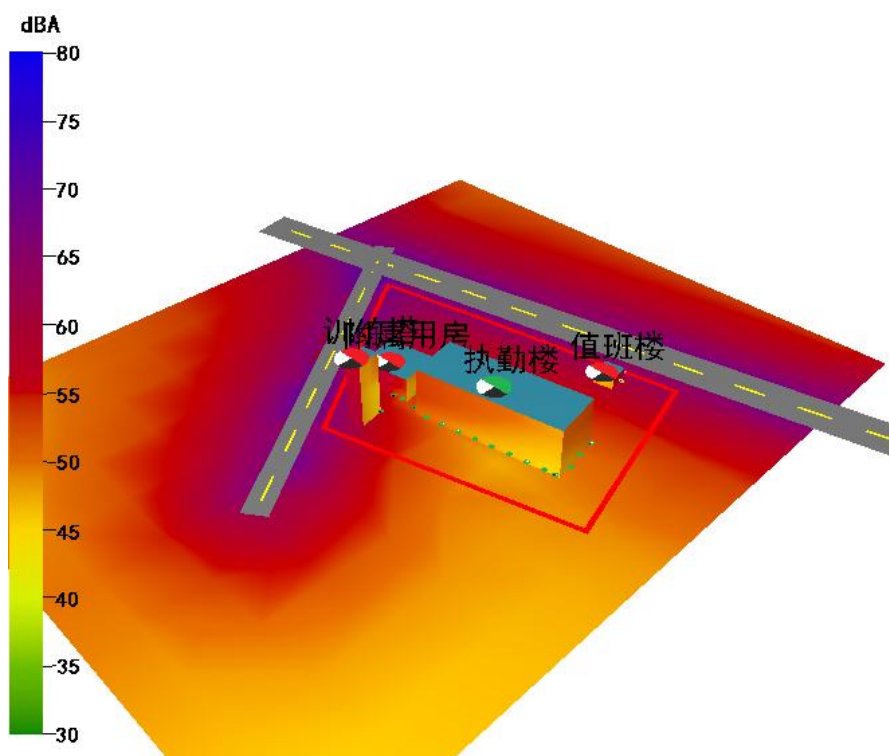


图 4.1-3 场地噪声分布俯瞰图（昼间）

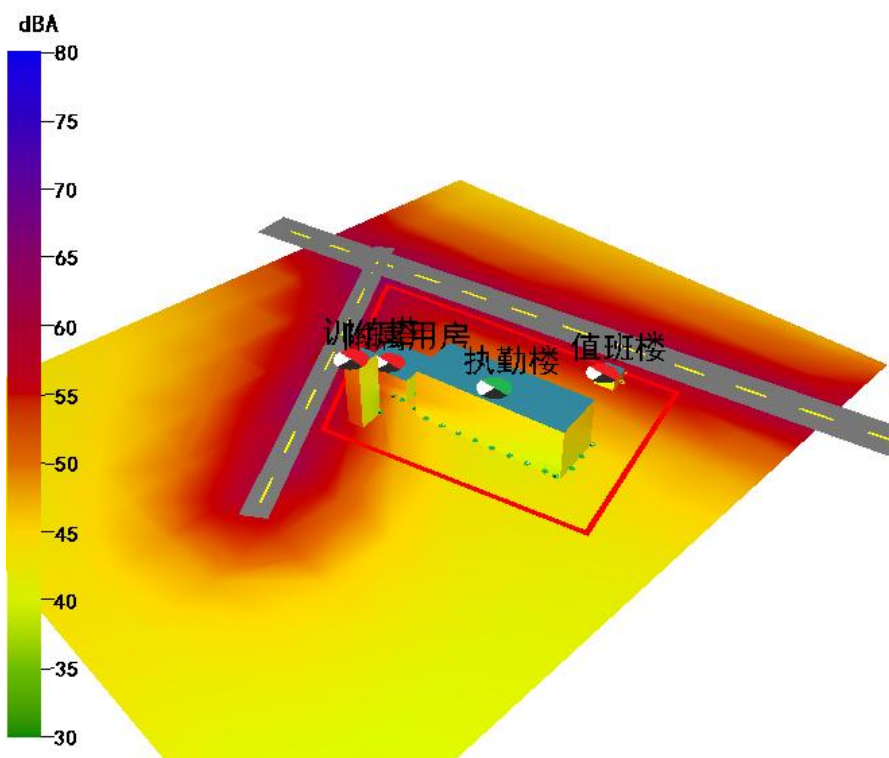


图 4.1-4 场地噪声分布俯瞰图（夜间）

4.2 建筑噪声

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：

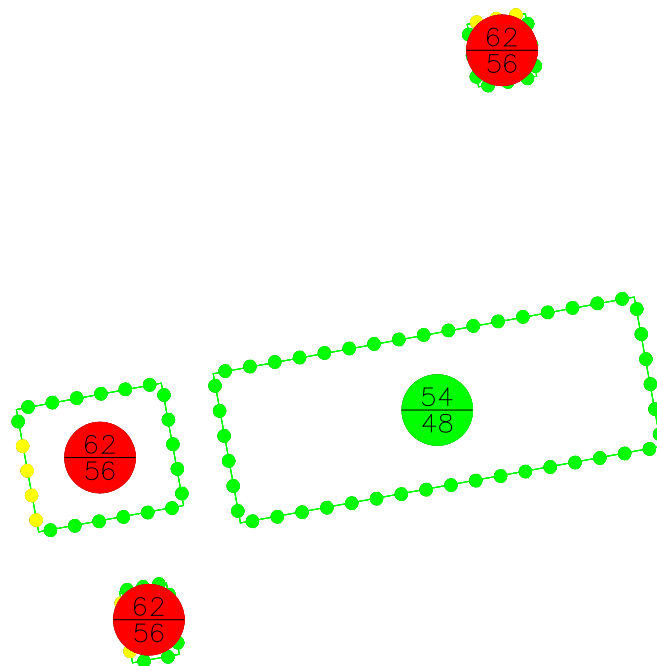


图 4.2-1 参评建筑附近区域 1.5m 高度处声压级平面分布图（昼间）

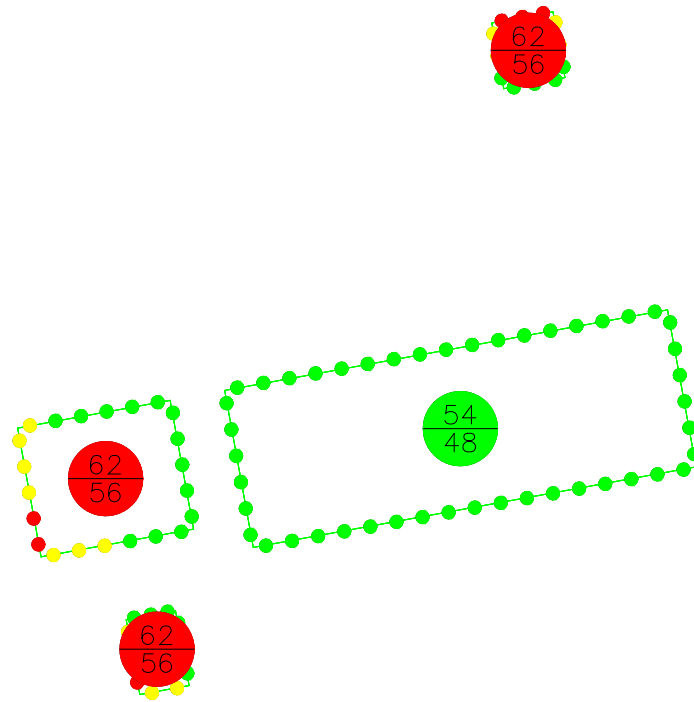


图 4.2-2 参评建筑附近区域 1.5m 高度处声压级平面分布图（夜间）

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：

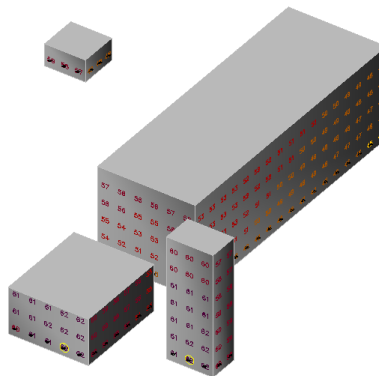
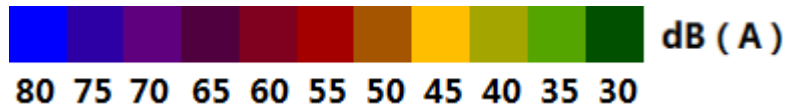


图 4.2-3 参评建筑附近区域声压级鸟瞰分布图（昼间）

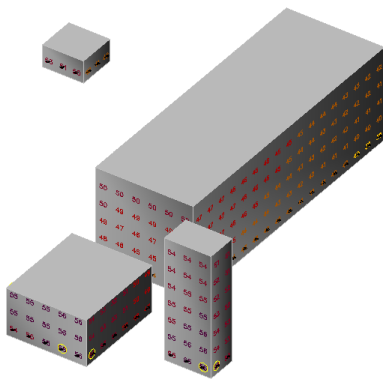


图 4.2-4 参评建筑附近区域声压级鸟瞰分布图（夜间）

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
值班楼	昼间	62	60	65	0
	夜间	56	50	55	
执勤楼	昼间	54	60	65	10
	夜间	48	50	55	
训练塔	昼间	62	60	65	0
	夜间	56	50	55	
附属用房	昼间	62	60	65	0
	夜间	56	50	55	

5.结论

- 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019（2024 年版）第 8.2.6 条的要求：
- 1. 环境噪声值大于 2 类声环境功能区噪声等效声级限值，且小于等于 3 类声环境功能区噪声等效声级限值，得 5 分。
 - 2. 环境噪声值小于等于 2 类声环境功能区噪声等效声级限值，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	62	60	65	0 分

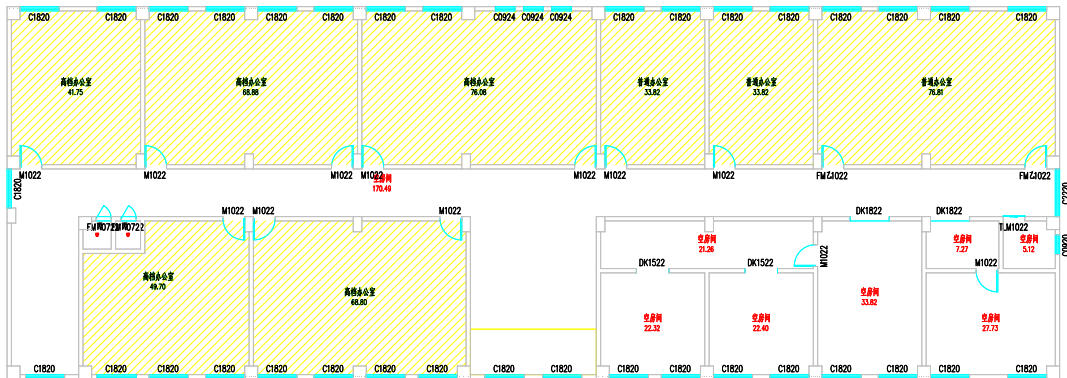
夜间	56	50	55	
----	----	----	----	--

综上所述:

- 1) 本项目满足《绿色建筑评价标准》GB 50378-2019 (2024 年版) 控制项第 5.1.4 条场地规划布局合理规划噪声源区域和噪声敏感区域, 并进行识别和标注的要求。
- 2) 经过软件模拟和结果统计分析, 最终判定本项目**不满足** 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019 (2024 年版) 第 8.2.6 条, **不得分**。

1. 项目概况

工程名称	执勤楼	
建筑类型	办公楼	
地理位置	岳阳	
建筑面积	地上 2549.10m ²	地下 0.00m ²
建筑层数	地上 3 层	地下 0 层
建筑高度	16.40m	
北向角度	1.4°	



2~3 层平面

2. 评价依据

- 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019 (2024 年版)
《公共建筑室内空气质量控制设计标准》JGJ/T 461
《住宅建筑室内装修污染控制技术标准》JGJ/T 436
《室内空气质量标准》GB/T 18883
《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106
《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325
《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736
《环境空气质量指数 (AQI) 技术规定》HJ 633

3. 标准要求

《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019（2024 年版）对室内空气提出明确要求。

■ 星级评价

3.2.8 绿色建筑星级等级应按下列规定确定：

3) 当总分分别达到 60 分、70 分、85 分且满足表 3.2.8 的要求时，绿色建筑等级分别为一星级、二星级、三星级。

表 3.2.8 一星级、二星级、三星级绿色建筑的技术要求

	一星级	二星级	三星级
室内主要空气污染物浓度降低比例	10%	20%	

注：2 室内氨、总挥发性有机物、PM_{2.5} 等室内空气污染物，其浓度降低基准为现行国家标准《室内空气质量标准》GB/T 18883 的有关要求。

■ 控制项

5.1.1 室内空气中的氨、甲醛、苯、总挥发性有机物、氡等污染物浓度应符合现行国家标准《室内空气质量》GB/T 18883 的有关规定。建筑室内和建筑主出入口处应禁止吸烟，并应在醒目位置设置经验标志。

■ 评分项

5.2.1 控制室内主要空气污染物的浓度，评价总分为 12 分，并按下列规定分别评分并累计：

- 1) 氨¹、甲醛、苯、总挥发性有机物、氡¹等污染物浓度比现行国家标准《室内空气质量标准》GB/T 18883 规定限值降低 10%，得 3 分；降低 20%，得 6 分；
- 2) 室内 PM_{2.5} 年均浓度不高于 25μg/m³，且室内 PM₁₀ 年均浓度不高于 50μg/m³，得 6 分。

《室内空气质量标准》GB/T 18883 中对于室内空气质量指标的要求如下：

指标分类	指标	计量单位	要求	备注
化学性	甲醛(HCHO)	mg/m ³	≤ 0.08	1 小时平均
	苯(C ₆ H ₆)	mg/m ³	≤ 0.03	1 小时平均
	甲苯(C ₇ H ₈)	mg/m ³	≤ 0.20	1 小时平均
	二甲苯(C ₈ H ₁₀)	mg/m ³	≤ 0.20	1 小时平均
	总挥发性有机化合物(TVOC)	mg/m ³	≤ 0.60	8 小时平均
	可吸入颗粒物(PM ₁₀)	mg/m ³	≤ 0.10	24 小时平均
	细颗粒物(PM _{2.5})	mg/m ³	≤ 0.05	24 小时平均

4. 计算原理

室内空气质量 (IAQ, Indoor Air Quality) 评价是一个综合多种因素的过程，需综合考虑建筑设计因素（门窗渗透风量、新风量、净化设备效率、室内源等）、室外污染物水平（建筑所在地近 3 年的环境大气监测数据），建筑的运行方式（如：单体净化器夏季与过渡季通常不开启、新风系统仅用于制冷的项目冬季不应考虑新风净化等）。

¹ 依据绿标条文说明，预评价阶段仅对室内空气中的甲醛、苯和 TVOC 浓度进行评估。

4.1 有机物

建筑材料和家具制品的使用会向室内空气释放甲醛、挥发性有机物 VOCs 等污染物。影响其浓度的因素有：室内装修涉及方案和装修材料的种类、使用量、辅助材料、室内新风量等。

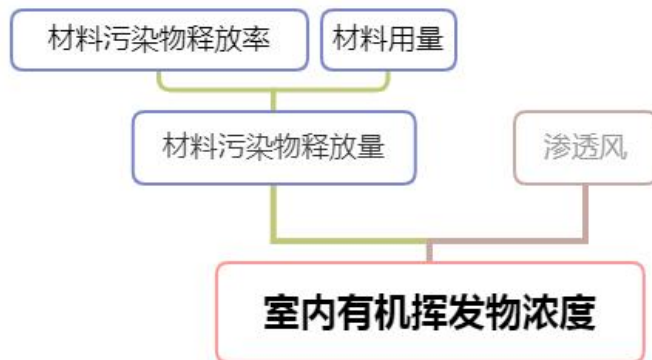


图 4- 1 室内有机物挥发浓度影响因素

室内挥发性有机物评价模型遵循材料表面污染物与室内空气之间的质量平衡方程：

$$V \frac{dC_a}{dt} = \sum AE - QC_a$$

其中：

- V — 房间体积，m³
- C_a — 房间空气中污染物浓度，mg/ m³
- A — 材料与室内空气接触的面积，m²
- Q — 房间内渗风量，m³/h
- E — 材料污染物释放率，mg/m²·h

4.2 颗粒物

室内颗粒物主要源于室外颗粒物的进入以及室内人员的日常活动。因此室内颗粒物浓度的评价主要考虑两方面的因素，室外颗粒物进入室内的颗粒物浓度，以及各种净化措施对颗粒物的稀释。

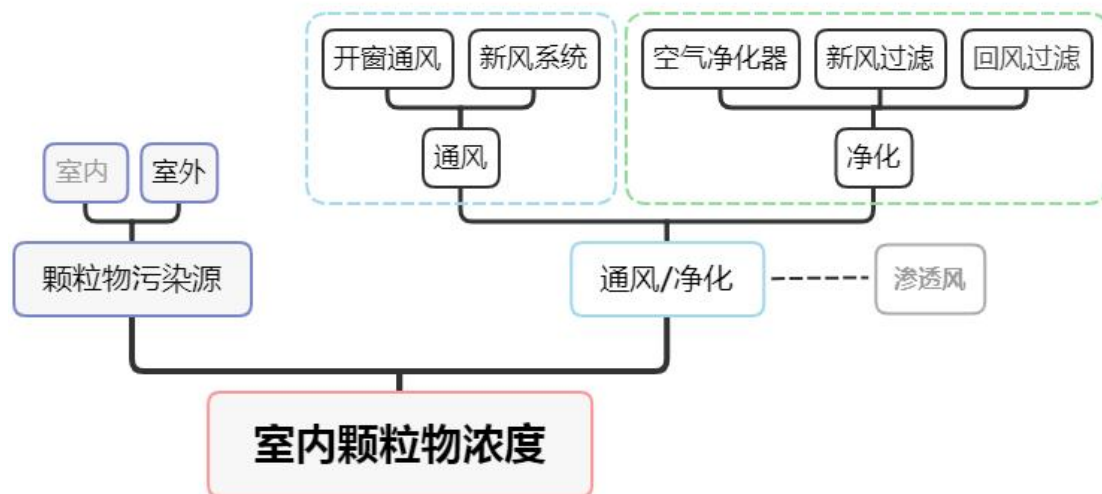


图 4- 2 室内颗粒物浓度影响因素

通过输入室外大气颗粒物信息，通风净化措施，房间渗透风量，对室内颗粒物的浓度进行评估，其计算公式如下：

$$V \frac{dC_a}{dt} = Q_{m,1} C_{out} (1 - \eta_{m,1}) + Q_{m,2} C_a (1 - \eta_{m,2}) + Q_n C_{out} + p Q_i C_{out} + R - C_a k V - Q_{total} C_a - CADR C_a$$

其中：

- C_a — 室内颗粒物浓度，单位为 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- C_{out} — 室外颗粒物浓度，单位为 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；
- $Q_{m,1}$ — 机械通风新风量，单位为 m^3/h ；
- $Q_{m,2}$ — 机械通风回风量，单位为 m^3/h ；
- $\eta_{m,1}$ — 新风一次通过净化效率，无量纲；
- $\eta_{m,2}$ — 回风一次通过净化效率，无量纲；
- Q_n — 房间开窗通风量渗风量，单位为 m^3/h ；
- Q_i — 渗风量，单位为 m^3/h ；
- CADR — 为净化器洁净空气量，单位为 m^3/h ；
- p — 室外颗粒物渗透系数，即室外颗粒物通过围护结构后的浓度与其室外浓度的比值，无量纲；
- R — 室内颗粒物源强度，单位为 $\mu\text{g}/\text{h}$ ；
- k — 沉降速率 $1/\text{h}$ ；
- V — 房间体积 m^3 ；

5. 室内空气质量评估

本项目会议室、普通办公室、档案室、阅览室、高档办公室设定为主要功能房间。空气质量仅针对主要功能房间进行评估。

5.1 有机物浓度

5.1.1 计算参数

室内空气中有有机物浓度的计算，输入参数主要为装修材料污染物释放特性、材料用量以及房间渗透风量。

5.1.1.1 装修方案及装修材料污染物释放特性

本项目主要功能房间采用的装修设计方案²以及装修材料及污染物释放特性，总结如下：

表 5.1 本项目采用的装修方案及装修材料污染物释放率

装修方案	装修材料		污染物释放率 (单位: $\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$)		
	名称	类别	甲醛	苯	TVOC
(公建) 休息室	饰面板	板材	0.0023 (F1)	0 (F1)	0.0043 (F1)
	椅子	家具	0.0081 (F1)	0.0015 (F1)	0.0233 (F2)
	石塑地板	地板	0.0012 (F1)	0 (F1)	0.0355 (F3)
	桌子	家具	0.0023 (F1)	0 (F1)	0.0312 (F3)
(公建) 办公室 1	面漆	涂料	0.0045	0	0.0062

² 本项目所有主要功能房间的装修方案参见附录 2。

			(F1)	(F1)	(F1)
	石塑地板	地板	0.0012 (F1)	0 (F1)	0.0355 (F3)
	饰面板	板材	0.0023 (F1)	0 (F1)	0.0043 (F1)
(公建) 阅览室	桌子	家具	0.0023 (F1)	0 (F1)	0.0312 (F3)
	书柜	家具	0.008 (F1)	0 (F1)	0.04 (F3)
	椅子	家具	0.0081 (F1)	0.0015 (F1)	0.0233 (F2)
(公建) 会议室 1	面漆	涂料	0.0045 (F1)	0 (F1)	0.0062 (F1)
	桌子	家具	0.0023 (F1)	0 (F1)	0.0312 (F3)
	石塑地板	地板	0.0012 (F1)	0 (F1)	0.0355 (F3)

5.1.1.2 渗透风量

渗透风量可通过门窗气密性或者换气次数计算。门窗气密性等级参考《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433 中 1~8 级进行设置；换气次数选取可参考建筑节能标准中的相关规定。

本项目忽略渗透风量的影响。

表 5.2 标准层房间渗透风量表

标准层	房间编号	房间名称	房间体积 (m ³)	换气次数 (次/h)	门窗气密性 等级	缝隙长度 (m)
2 层	—	—	—	—	—	—

5.1.2 计算结果

本项目所有主要功能房间有机物污染浓度最不利结果如下。其中甲醛、苯为 1 小时均值, 单位 mg/m³; TVOC 为 8 小时均值, 单位 mg/m³。所有主要功能房间详细结果参见附录 2。

表 5.3 主要功能房挥发性有机物浓度最不利结果及达标判定

有机物	浓度	浓度 降幅 ³	控制项		得分项		星级评价	
			限值	判定	标准要求	分值	标准要求	星级
甲醛	0.015	81.7%	0.08	达标	0.072 (3 分) 0.064 (6 分)	6	降 10%(一星级) 降 20%(二、三星级)	二、三 星级
苯	0.001	97.4%	0.03	达标	0.027 (3 分) 0.024 (6 分)	6	降 10%(一星级) 降 20%(二、三星级)	二、三 星级
TVOC	0.181	69.9%	0.6	达标	0.54 (3 分) 0.48 (6 分)	6	降 10%(一星级) 降 20%(二、三星级)	二、三 星级

³ 室内主要空气污染物浓度与《室内空气质量标准》GB/T18883 基准值相比的降低比例。

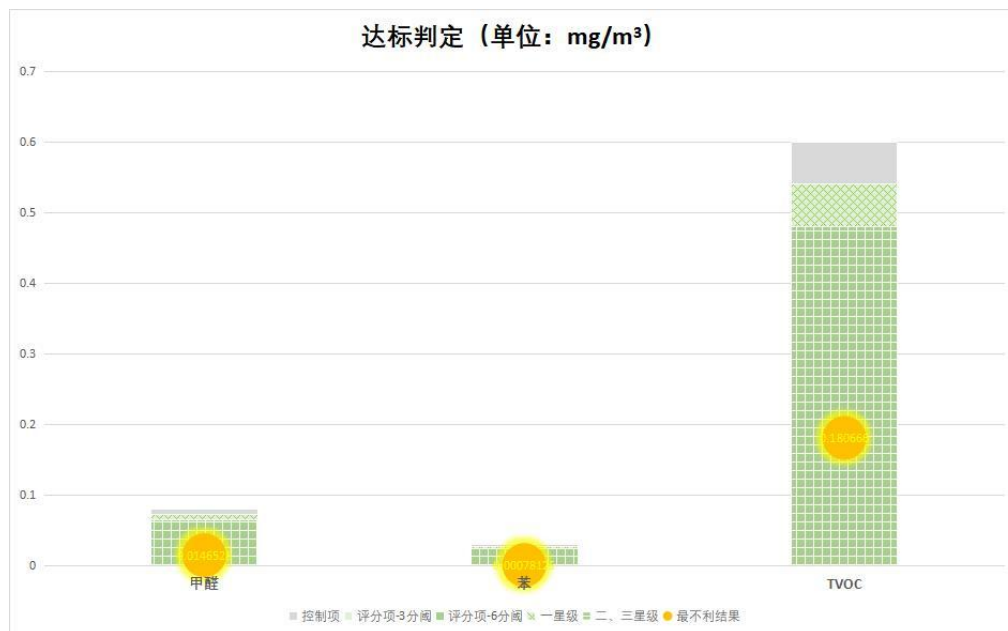


图 5-1 主要功能房间挥发性有机物浓度最不利结果统计图

5.2 颗粒物浓度

5.2.1 计算参数

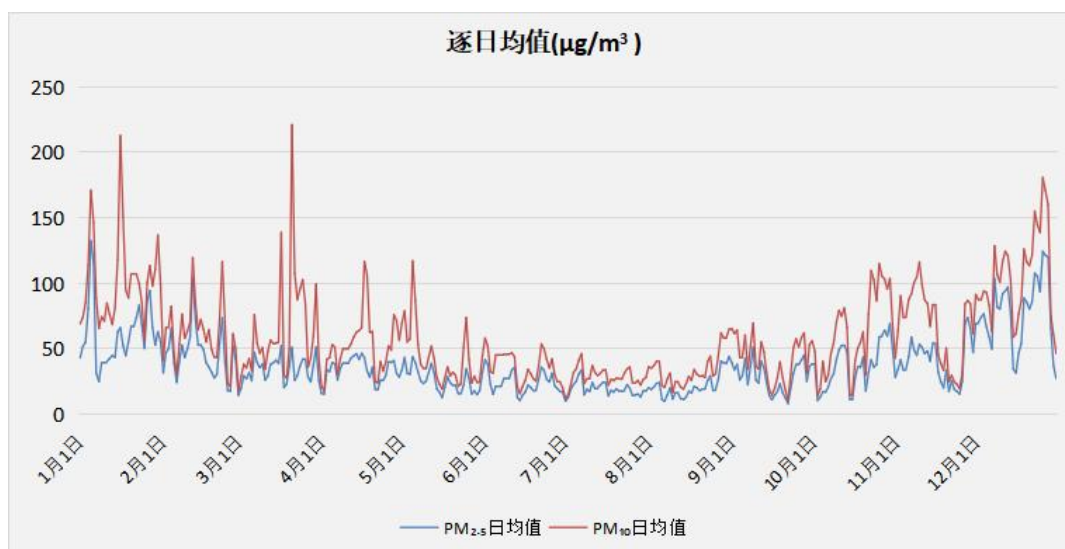
室内颗粒物浓度的计算，输入参数主要为室内外污染源强及通风净化措施。以下 5.2.1.1 至 5.2.1.4 节将对颗粒物浓度的计算与评估进行逐步说明。

5.2.1.1 室内颗粒物源强

室内颗粒物主要源自于人员活动。本项目主要功能房间人员密度小于 0.4^4 (人/m²)，因此其室内颗粒物源强忽略不计。

5.2.1.2 室外颗粒物污染源浓度

室外颗粒物浓度源于本项目所在地气象数据。PM_{2.5} 和 PM₁₀ 全年室外浓度日均值见下图：



⁴ 数值来源：《公共建筑室内空气质量控制设计标准》表 3.4.1

图 5- 2 室外颗粒物 PM_{2.5} 和 PM₁₀ 浓度日均值

5.2.1.3 渗透风量

本项目标准层渗透风量内容已于第 5.1.1.2 条阐述。

5.2.1.4 房间通风净化

本项目标准层各主要功能房间采取的通风净化方案及效率如下。所有主要功能房间的通风净化方案及对应参数参见附录 3。

表 5.4 标准层通风净化方案及对应参数

主要功能 房间	通风净化方案		通风净化方案对应参数					
	通风方案	净化器	通风量 (m ³ /h)	净化量 (m ³ /h)	新风量 (m ³ /h)	净化率 (%)	回风量 (m ³ /h)	净化率 (%)
X010 普通办公 室	开窗	有	73.05	270.56	—	—	—	—
X009 普通办公 室	开窗	有	73.05	270.56	—	—	—	—
X007 高档办公 室	开窗	有	90.17	333.96	—	—	—	—
X006 高档办公 室	开窗	有	107.35	397.60	—	—	—	—
X005 高档办公 室	开窗	有	148.61	550.40	—	—	—	—
X004 高档办公 室	开窗	有	148.78	551.04	—	—	—	—
X003 高档办公 室	开窗	有	164.33	608.64	—	—	—	—
X002 普通办公 室	开窗	有	165.90	614.44	—	—	—	—

5.2.2 计算结果

本项目所有主要功能房间颗粒物浓度最不利结果如下。其中控制项对年均浓度进行达标判定，得分项及对日均浓度进行评分。所有主要功能房间详细结果参见附录 4。

表 5.5 室内颗粒物最不利结果及达标判定（单位：μg/m³）

颗粒物	浓度	浓度降幅 ⁵	得分项	星级评价
-----	----	-------------------	-----	------

⁵ 室内主要空气污染物浓度与《室内空气质量标准》GB/T18883 基准值相比的降低比例，基准值为 24 小

			标准要求	分值	标准要求	评级
PM _{2.5}	7.5 (年均) 0.017 (日均)	66.6%	≤25(年均)	6	降 10%(一星级) 降 20%(二、三星级)	二、三星级
PM ₁₀	11.2 (年均) 0.023 (日均)	—	≤50(年均)		—	—

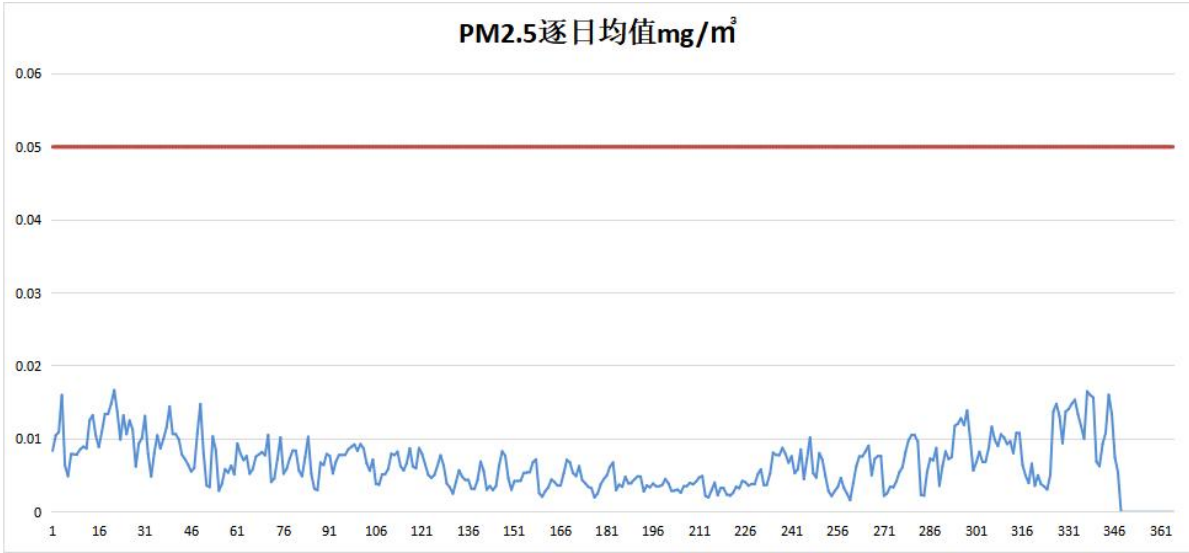
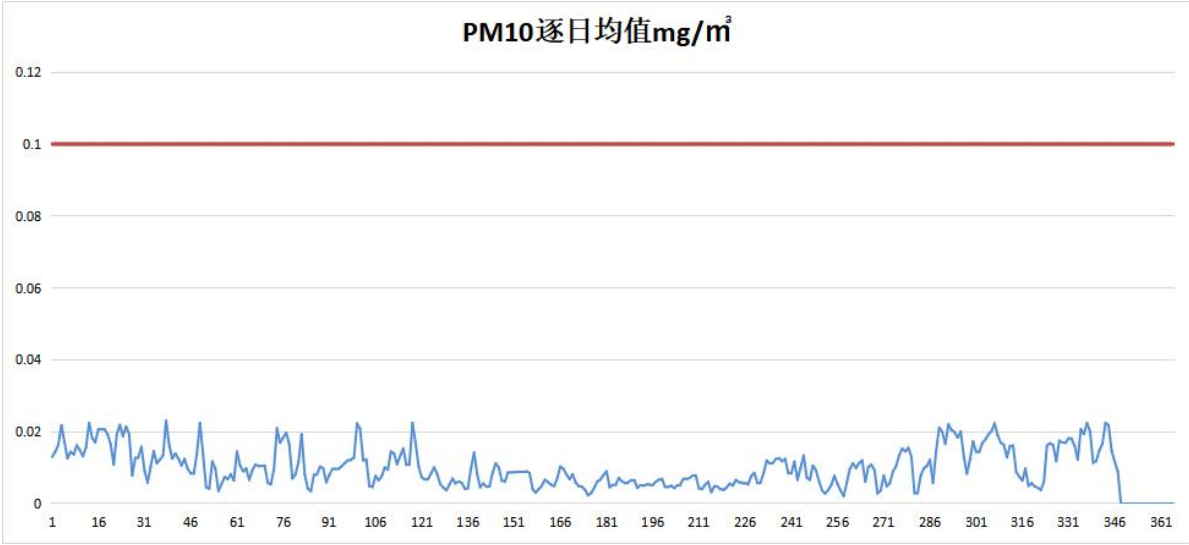


图 5- 3 PM_{2.5} 日均值图（最不利结果）



时平均值。

图 5- 4 PM₁₀ 日均值图 (最不利结果)

6. 结论

本项目按照标准要求对所有主要功能房间进行了室内空气质量评价指标的计算，结果如下：

表 6.1 室内空气质量评价

检查项	评价依据	结论/得分								
星级评价	<p>3.2.8 绿色建筑星级等级应按下列规定确定：</p> <p>3) 当总分分别达到 60 分、70 分、85 分且满足表 3.2.8 的要求时，绿色建筑等级分别为一星级、二星级、三星级。</p> <div> <p>表 3.2.8 一星级、二星级、三星级绿色建筑的技术要求</p> <table> <tr> <th></th> <th>一星级</th> <th>二星级</th> <th>三星级</th> </tr> <tr> <td>室内主要空气污染物浓度降低比例</td> <td>10%</td> <td colspan="2">20%</td> </tr> </table> <p>注：3 室内主要空气污染物包括氨、甲醛、苯、总挥发性有机物、氡、可吸入颗粒物等，其浓度降低基准为现行国家标准《室内空气质量标准》GB/T 18883 的有关要求</p> </div>		一星级	二星级	三星级	室内主要空气污染物浓度降低比例	10%	20%		二、三星级
	一星级	二星级	三星级							
室内主要空气污染物浓度降低比例	10%	20%								
控制项	<p>5.1.1 室内空气中的氨、甲醛、苯、总挥发性有机物、氡等污染物浓度应符合现行国家标准《室内空气质量》GB/T 18883 的有关规定。</p>	满足								
评分项	<p>5.2.1 控制室内主要空气污染物的浓度，评价总分值为 12 分，并按下列规定分别评分并累计：</p> <p>1) 氨、甲醛、苯、总挥发性有机物、氡等污染物浓度低于现行国家标准《室内空气质量标准》GB/T 18883 规定限值的 10%，得 3 分；低于 20%，得 6 分；</p> <p>2) 室内 PM_{2.5} 年均浓度不高于 25μg/m³，且室内 PM₁₀ 年均浓度不高于 50μg/m³，得 6 分。</p>	12 分								

附录 1 主要功能房间有机物浓度计算结果

楼层	房间编号	房间名称	装修方案	材料名称	面积 (m ²)	计算结果						控制项	评分项	星级评价
						甲醛		苯		TVOC		甲醛≤0.08 苯≤0.03 TVOC≤0.6	甲醛、苯、TVOC 降 10%(3 分) 降 20%(6 分)	甲醛、苯、TVOC 降 10%(一星级) 降 20%(二、三星级)
						数值	降幅	数值	降幅	数值	降幅			
2层	X010	普通办公室	(公建)休息室	饰面板	12	0.012	84.8%	0.001	97.4%	0.181	69.9%	达标	6	二、三星级
				椅子	5									
				石塑地板	25									
				桌子	8									
2层	X009	普通办公室	(公建)休息室	饰面板	12	0.012	84.8%	0.001	97.4%	0.181	69.9%	达标	6	二、三星级
				椅子	5									
				石塑地板	25									

				板										
				桌子	8									
2 层	X00 7	高档办 公室	(公建) 休 息室	饰面板	15	0.012	84.8 %	0.001	97.4 %	0.181	69.9 %	达标	6	二、星级
				椅子	6									
				石塑地 板	31									
				桌子	10									
2 层	X00 6	高档办 公室	(公建) 休 息室	饰面板	17	0.012	84.8 %	0.001	97.4 %	0.181	69.9 %	达标	6	二、星级
				椅子	7									
				石塑地 板	37									
				桌子	12									
2	X00	高档办	(公建) 休	饰面板	24	0.012	84.8	0.001	97.4	0.181	69.9	达标	6	二、星级

层	5	公室	息室	椅子	10		%		%		%			
				石塑地 板	52									
				桌子	17									
2 层	X00 4	高档办 公室	(公建) 休 息室	饰面板	24	0.012	84.8 %	0.001	97.4 %	0.181	69.9 %	达标	6	二、五星级
				椅子	10									
				石塑地 板	52									
				桌子	17									
2 层	X00 3	高档办 公室	(公建) 休 息室	饰面板	27	0.012	84.8 %	0.001	97.4 %	0.181	69.9 %	达标	6	二、五星级
				椅子	11									
				石塑地 板	57									

				桌子	19									
2 层	X00 2	普通办 公室	(公建) 办 公室 1	面漆	50	0.015	81.7 %	0.000	100.0 %	0.121	79.8 %	达标	6	二、五星级
				石塑地 板	46									
				饰面板	19									
3 层	300 1	普通办 公室	(公建) 办 公室 1	面漆	22	0.015	81.7 %	0.000	100.0 %	0.121	79.8 %	达标	6	二、五星级
				石塑地 板	20									
				饰面板	8									
3 层	X00 7	档案室	(公建) 阅 览室	桌子	27	0.012	84.8 %	0.001	97.4 %	0.181	69.9 %	达标	6	二、五星级
				书柜	17									
				椅子	10									
3	X00	普通办	(公建) 办	面漆	43	0.012	84.8	0.001	97.4	0.181	69.9	达标	6	二、五星级

层	6	公室	公室 1	石塑地 板	40		%		%		%			
				饰面板	17									
3 层	X00 5	阅览室	(公建) 阅 览室	桌子	41	0.012	84.8 %	0.001	97.4 %	0.181	69.9 %	达标	6	二、星级
				书柜	26									
				椅子	15									
3 层	X00 4	普通办 公室	(公建) 办 公室 1	面漆	49	0.012	84.8 %	0.001	97.4 %	0.181	69.9 %	达标	6	二、星级
				石塑地 板	46									
				饰面板	19									
3 层	X00 2	会议室	(公建) 会 议室 1	面漆	39	0.015	81.7 %	0.000	100.0 %	0.121	79.8 %	达标	6	二、星级
				桌子	34									
				石塑地	62									

				板										
--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

附录 2 主要功能房间通风净化方案及对应参数

楼层	房间编号	房间名称	通风净化方案			通风净化参数					
			开窗/关窗 通风	新风设备	空气净化器	开窗通风量 (m³/h)	空气净化量 (m³/h)	新风量 (m³/h)	新风净化效率 (%)	回风量 (m³/h)	回风净化效率 (%)
2 层	X010	普通办公室	开窗	—	有	73.05	270.56	—	—	—	—
	X009	普通办公室	开窗	—	有	73.05	270.56	—	—	—	—
	X007	高档办公室	开窗	—	有	90.17	333.96	—	—	—	—
	X006	高档办公室	开窗	—	有	107.35	397.60	—	—	—	—
	X005	高档办公室	开窗	—	有	148.61	550.40	—	—	—	—

	X004	高档办公室	开窗	—	有	148.78	551.04	—	—	—	—
	X003	高档办公室	开窗	—	有	164.33	608.64	—	—	—	—
	X002	普通办公室	开窗	—	有	165.90	614.44	—	—	—	—
3 层	3001	普通办公室	开窗	—	有	73.05	270.56	—	—	—	—
	X007	档案室	关窗	新风加回风	无	—	—	536.76	0.90	2147.04	0.90
	X006	普通办公室	开窗	—	有	142.78	528.80	—	—	—	—
	X005	阅览室	关窗	新风加回	无	—	—	801.52	0.90	3206.09	0.90

				风							
	X004	普通办公室	开窗	—	有	164.33	608.64	—	—	—	—
	X002	会议室	开窗	—	有	241.63	894.92	—	—	—	—

附录 4 主要功能房间颗粒物浓度计算结果

楼层	房间编号	房间名称	PM2.5			PM10			评分项	星级评价
			年均值	日均值	降幅	年均值	日均值	降幅	年均值: PM2.5≤25 & PM10≤50(6分)	PM2.5 & PM10 日均 值 降 10% (一星级) 降 20% (二、三星级)
2 层	X010	普通办公室	7.5	0.017	66.6%	11.2	0.023	77.0%	6	二、三星级
	X009	普通办公室	7.5	0.017	66.6%	11.2	0.023	77.0%	6	二、三星级
	X007	高档办公室	7.5	0.017	66.6%	11.2	0.023	77.0%	6	二、三星级
	X006	高档办公	7.5	0.017	66.6%	11.2	0.023	77.0%	6	二、三星级

		室								
	X005	高档办公室	7.5	0.017	66.6%	11.2	0.023	77.0%	6	二、五星级
	X004	高档办公室	7.5	0.017	66.6%	11.2	0.023	77.0%	6	二、五星级
	X003	高档办公室	7.5	0.017	66.6%	11.2	0.023	77.0%	6	二、五星级
	X002	普通办公室	7.5	0.017	66.6%	11.2	0.023	77.0%	6	二、五星级
3 层	3001	普通办公室	7.5	0.017	66.6%	11.2	0.023	77.0%	6	二、五星级
	X007	档案室	7.5	0.017	66.6%	11.2	0.023	77.0%	6	二、五星级
	X006	普通办公	7.5	0.017	66.6%	11.2	0.023	77.0%	6	二、五星级

		室								
	X005	阅览室	7.5	0.017	66.6%	11.2	0.023	77.0%	6	二、星级
	X004	普通办公 室	7.5	0.017	66.6%	11.2	0.023	77.0%	6	二、星级
	X002	会议室	7.5	0.017	66.6%	11.2	0.023	77.0%	6	二、星级

结露检查计算书

1 建筑概况

工程名称	南湖新区八仙台消防救援站建设项目-执勤楼
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 2549.10 m ² 地下 0 m ²
建筑层数	地上 3 地下 0
建筑高度	16.40m
结构类型	框架结构
$t_{e \cdot \min}$ 累年最低日平均温度(°C)	-2.3
t_w 采暖室外计算温度(°C)	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°C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 (m²*k/W)
 R_0 ——主体传热阻 (m²*k/W)

- 2) 地面、地下室内表面温度计算：

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

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(IW-R7)节点

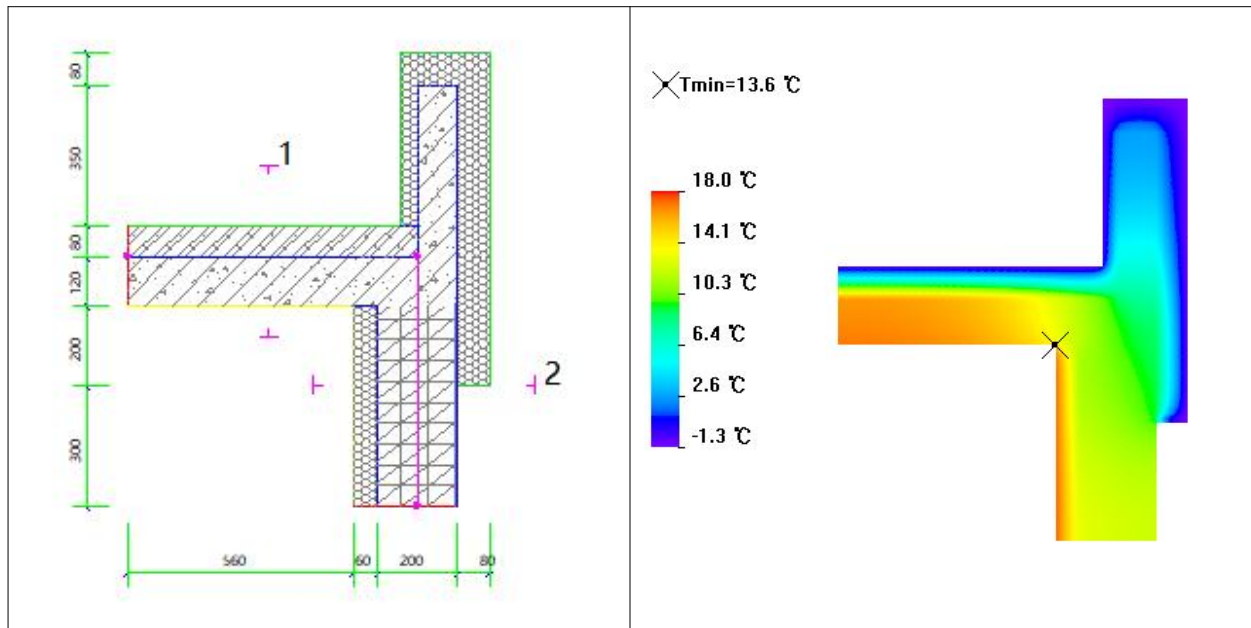
4.2.1.1 平壁构造做法

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	难燃型挤塑聚苯板	80	0.030	0.540	2.667	1.440
	钢筋混凝土	120	1.740	17.200	0.069	1.186
	各层之和 Σ					2.63
	室外热工计算温度 t_e	$t_e = 0.3t_w + 0.7t_{e.min}$				-1.28
2	热固复合聚苯板 G 型 05 级 (1)	80	0.050	0.850	1.600	1.360
	重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.580	7.920	0.345	2.731
	热固复合聚苯板 G 型 05 级 (1)	60	0.050	0.850	1.200	1.020
	各层之和 Σ					5.11
	室外热工计算温度 t_e	$t_e = 0.6t_w + 0.4t_{e.min}$				-0.26

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

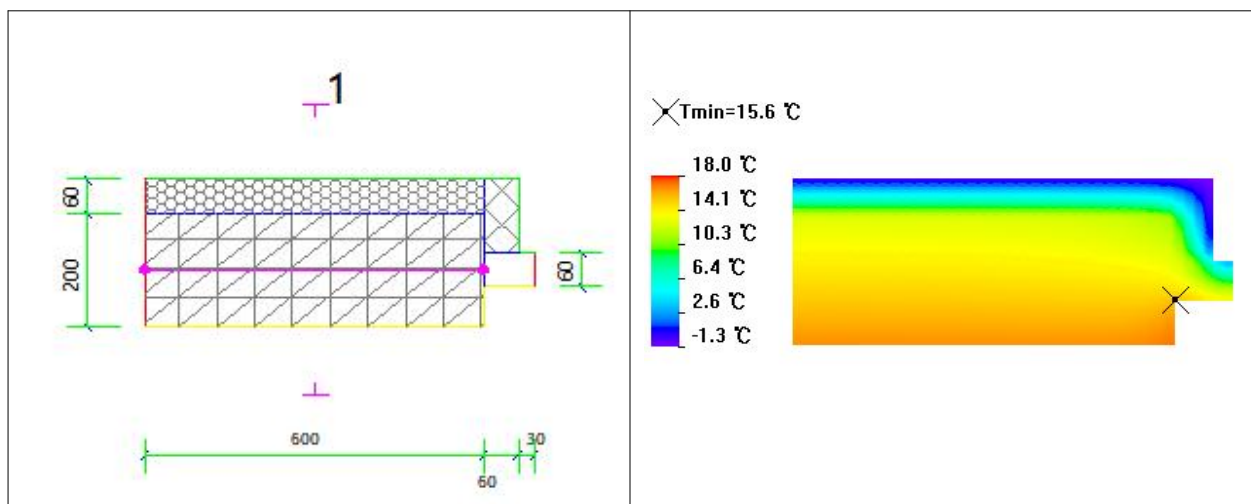


4.2.2 外墙一窗左右口(IW-WR4)节点

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	热固复合聚苯板 G 型 05 级 (1)	60	0.050	0.850	1.200	1.020
	重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/ 空心砖墙	200	0.580	7.920	0.345	2.731
	各层之和 Σ					3.75
	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

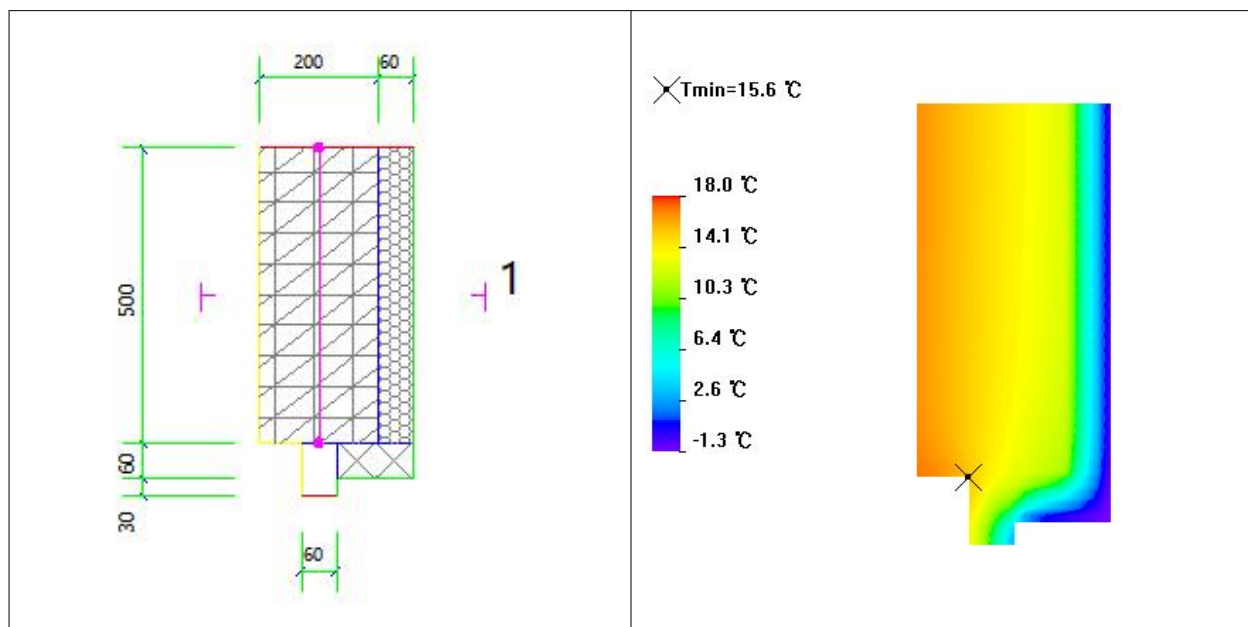


4.2.3 外墙一窗上口(IW-WU4)节点

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	热固复合聚苯板 G 型 05 级 (1)	60	0.050	0.850	1.200	1.020
	重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/ 空心砖墙	200	0.580	7.920	0.345	2.731
	各层之和 Σ					3.75
	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

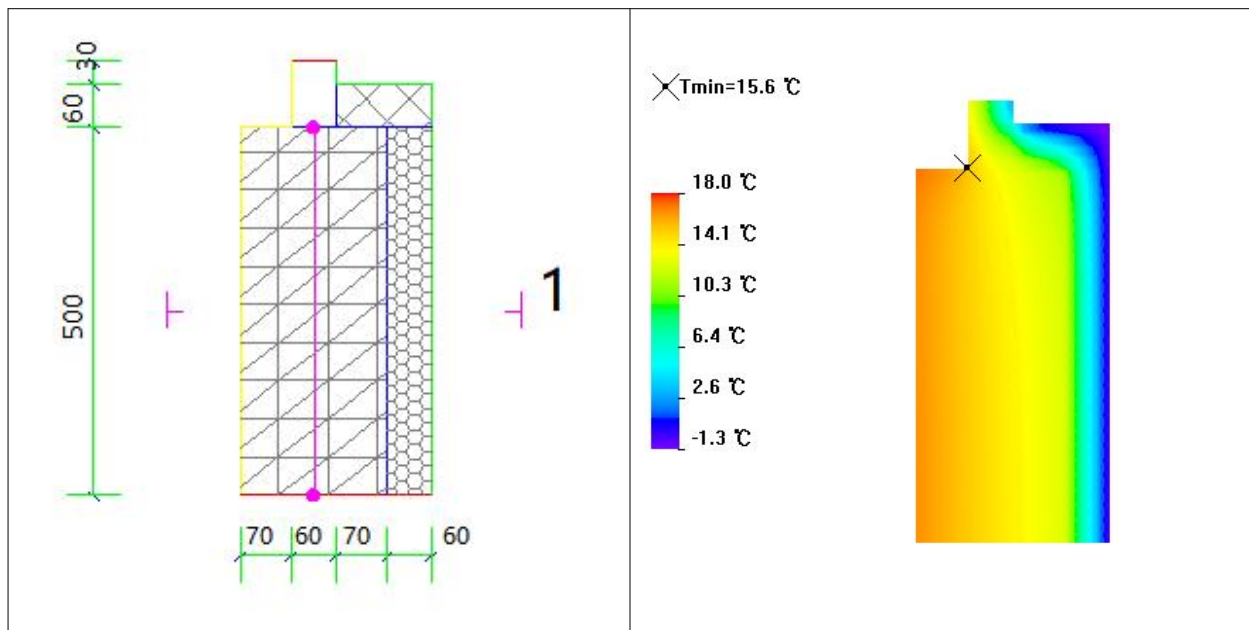


4.2.4 外墙一窗下口(IW-WB8)节点

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	热固复合聚苯板 G 型 05 级 (1)	60	0.050	0.850	1.200	1.020
	重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/ 空心砖墙	200	0.580	7.920	0.345	2.731
	各层之和 Σ					3.75
	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(IW-C1)节点

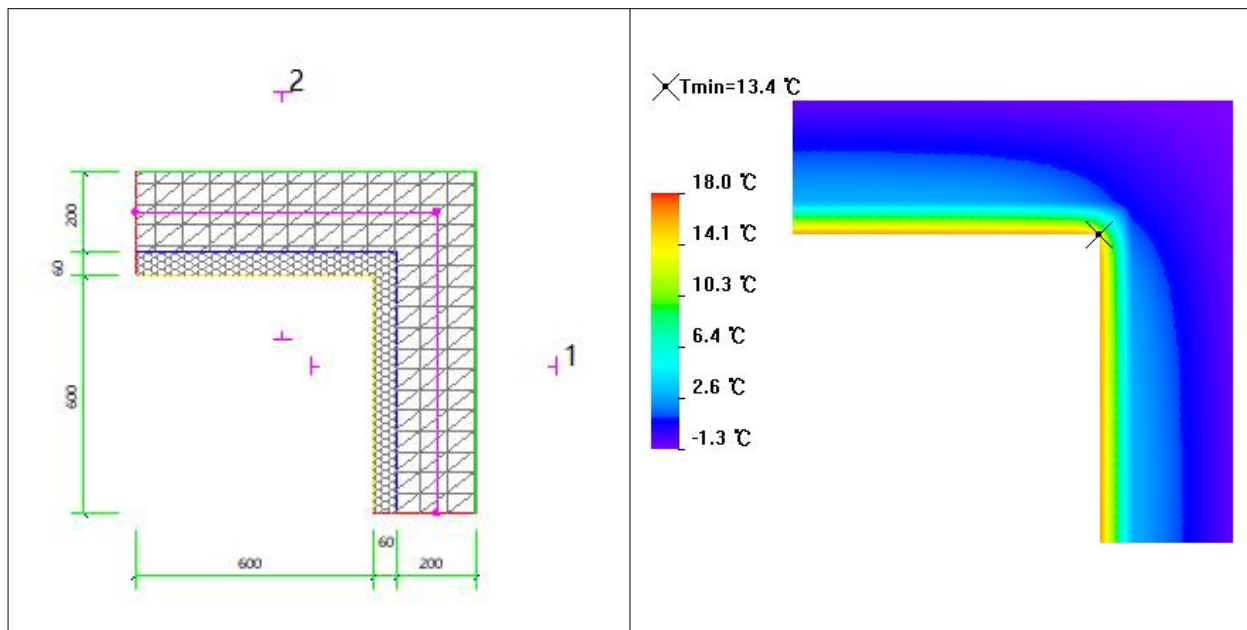
4.2.5.1 平壁构造做法

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	热固复合聚苯板 G 型 05 级 (1)	60	0.050	0.850	1.200	1.020
	重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.580	7.920	0.345	2.731
	各层之和 Σ					3.75
	室外热工计算温度 t_e	$t_e=0.3t_w+0.7t_{e.min}$				-1.28
2	重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.580	7.920	0.345	2.731
	热固复合聚苯板 G 型 05 级 (1)	60	0.050	0.850	1.200	1.020
	各层之和 Σ					3.75
	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(IW-F1)节点

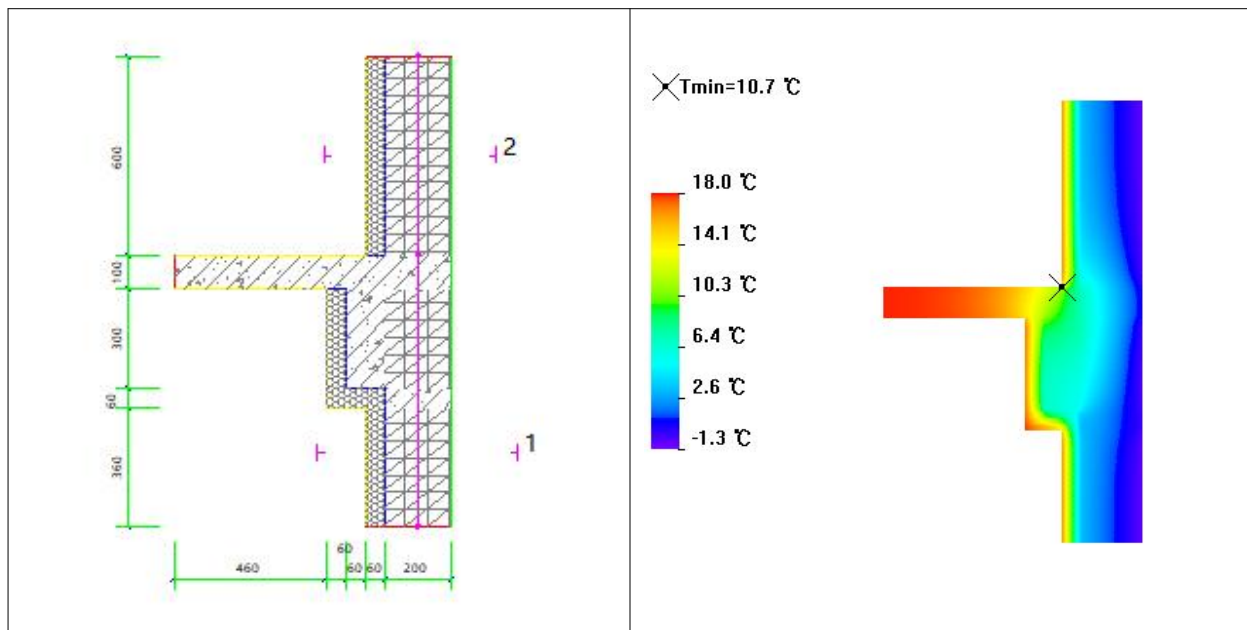
4.2.6.1 平壁构造做法

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	热固复合聚苯板 G 型 05 级 (1)	60	0.050	0.850	1.200	1.020
	重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.580	7.920	0.345	2.731
	各层之和 Σ					3.75
	室外热工计算温度 t_e	$t_e=0.3t_w+0.7t_{e.min}$				-1.28
2	重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.580	7.920	0.345	2.731
	热固复合聚苯板 G 型 05 级 (1)	60	0.050	0.850	1.200	1.020
	各层之和 Σ					3.75
	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—内隔墙(IW-P2)节点

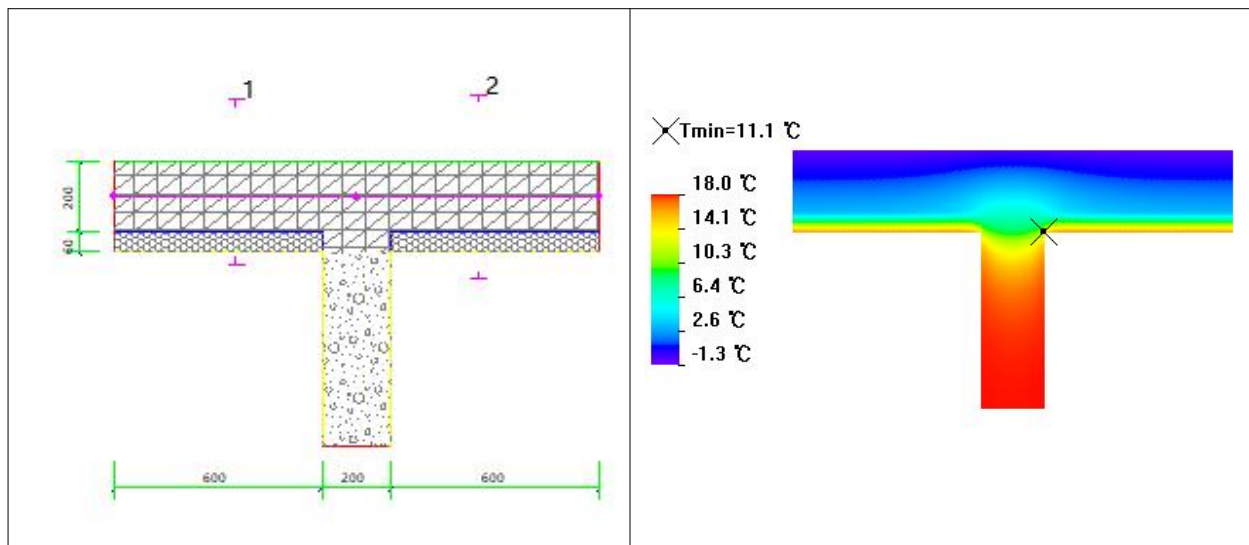
4.2.7.1 平壁构造做法

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	重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/ 空心砖墙	200	0.580	7.920	0.345	2.731
	热固复合聚苯板 G 型 05 级 (1)	60	0.050	0.850	1.200	1.020
	各层之和 Σ					3.75
	室外热工计算温度 t_e	$t_e = 0.3t_w + 0.7t_{e.min}$				-1.28
2	重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/ 空心砖墙	200	0.580	7.920	0.345	2.731
	热固复合聚苯板 G 型 05 级 (1)	60	0.050	0.850	1.200	1.020
	各层之和 Σ					3.75
	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



4.3 主体结构做法及内表面温度计算

4.3.1 屋顶

4.3.1.1 上人屋面构造

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	$D=R*S$
C20 细石混凝土($\rho=2300$)	40	1.510	15.360	1.00	0.026	0.407
水泥砂浆	10	0.930	11.370	1.00	0.011	0.122
难燃型挤塑聚苯板	80	0.030	0.540	1.25	2.133	1.440
水泥砂浆	20	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
自粘聚合物改性沥青防水卷材两道	6	0.230	9.370	1.20	0.022	0.244
聚氨酯防水涂料	1.5	0.150	6.070	1.20	0.008	0.061
水泥砂浆	20	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
页岩陶粒混凝土	30	0.500	6.700	1.20	0.040	0.402
钢筋混凝土	120	1.740	17.200	1.00	0.069	1.186
各层之和 Σ					2.35	4.35
传热阻 R_o (m ² .K/W)	2.51					
室外热工计算温度 t_e (°C)	$t_e=0.6t_w+0.4t_{e.min}$					-0.26
内表面温度 θ_i (°C)	$\theta_i=t_i-(t_i-t_e)*R_i/R_o$					17.20

4.3.1.2 不上人屋面构造

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	$D=R*S$
水泥砂浆	30	0.930	11.370	1.00	0.032	0.367
难燃型挤塑聚苯板	80	0.030	0.540	1.25	2.133	1.440

水泥砂浆	20	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
自粘聚合物改性沥青防水卷材两道	6	0.230	9.370	1.20	0.022	0.244
聚氨酯防水涂料	1.5	0.150	6.070	1.20	0.008	0.061
水泥砂浆	20	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
页岩陶粒混凝土	30	0.500	6.700	1.20	0.040	0.402
钢筋混凝土	120	1.740	17.200	1.00	0.069	1.186
各层之和 Σ					2.35	4.19
传热阻 $R_o(m^2 \cdot K/W)$	2.51					
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 $\theta_i(^{\circ}C)$	$\theta_i=t_i-(t_i-t_e)*R_i/R_o$					17.20

4.3.2 外墙

4.3.2.1 外墙构造

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	$D=R*S$
水泥砂浆	20	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.580	7.920	1.00	0.345	2.731
界面砂浆(1)	15	0.930	11.370	1.00	0.016	0.183
热固复合聚苯板 G 型 05 级(1)	60	0.050	0.850	1.20	1.000	1.020
耐碱玻纤网格布, 抗裂砂浆(1)	5	0.930	10.000	1.00	0.005	0.054
各层之和 Σ					1.39	4.23
传热阻 $R_o(m^2 \cdot K/W)$	1.55					
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 $\theta_i(^{\circ}C)$	$\theta_i=t_i-(t_i-t_e)*R_i/R_o$					16.70

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 $R_g(m^2 \cdot K/W)$	0.09					
地面与土体接触面温度 $\theta_e(^{\circ}C)$	5.40					
内表面温度 $\theta_i(^{\circ}C)$	$\theta_i=(t_i*R_g+\theta_e*R_i)/(R_g+R_i)$					11.09

4.3.4 非周边地面

4.3.4.1 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	IW-R7	-1.28	13.63	10.12	不结露
外墙—窗左右口	IW-WR4	-1.28	15.57	10.12	不结露
外墙—窗上口	IW-WU4	-1.28	15.57	10.12	不结露
外墙—窗下口	IW-WB8	-1.28	15.57	10.12	不结露
外墙—凸墙角	IW-C1	-1.28	13.43	10.12	不结露
外墙—楼板	IW-F1	-1.28	10.65	10.12	不结露
外墙—内隔墙	IW-P2	-1.28	11.13	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 θ_i (°C)	室内设计温 度 t_i (°C)	露点温度 (°C)	设计温差 Δt	允许温差 $t_i - t_d$	结论
屋顶-上人屋面构造	17.20	18	10.12	0.80	7.88	不结露
屋顶-不上人屋面构造	17.20	18	10.12	0.80	7.88	不结露
外墙-外墙构造	16.70	18	10.12	1.30	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-地面构造一	11.09	18	10.12	6.91	7.88	不结露

结露检查计算书

1 建筑概况

工程名称	南湖新区八仙台消防救援站建设项目-附属用房
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 445.89 m ² 地下 0 m ²
建筑层数	地上 2 地下 0
建筑高度	6.70m
结构类型	框架结构
$t_{e \cdot \min}$ 累年最低日平均温度(°C)	-2.3
t_w 采暖室外计算温度(°C)	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°C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 (°C) , 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
ai 内表面换热系数 $W/(m^2 \cdot K)$	8.7
ae 外表面换热系数 $W/(m^2 \cdot K)$	23.0
ti 室内计算温度(°C)	18
te.min 累年最低日平均温度(°C)	-2.30
tw 采暖室外计算温度(°C)	1.10
室内相对湿度 (%)	60
室内露点温度(°C)	10.12

4.2 热桥节点图和内表面温度计算

4.2.1 外墙—屋顶(IW-R7)节点

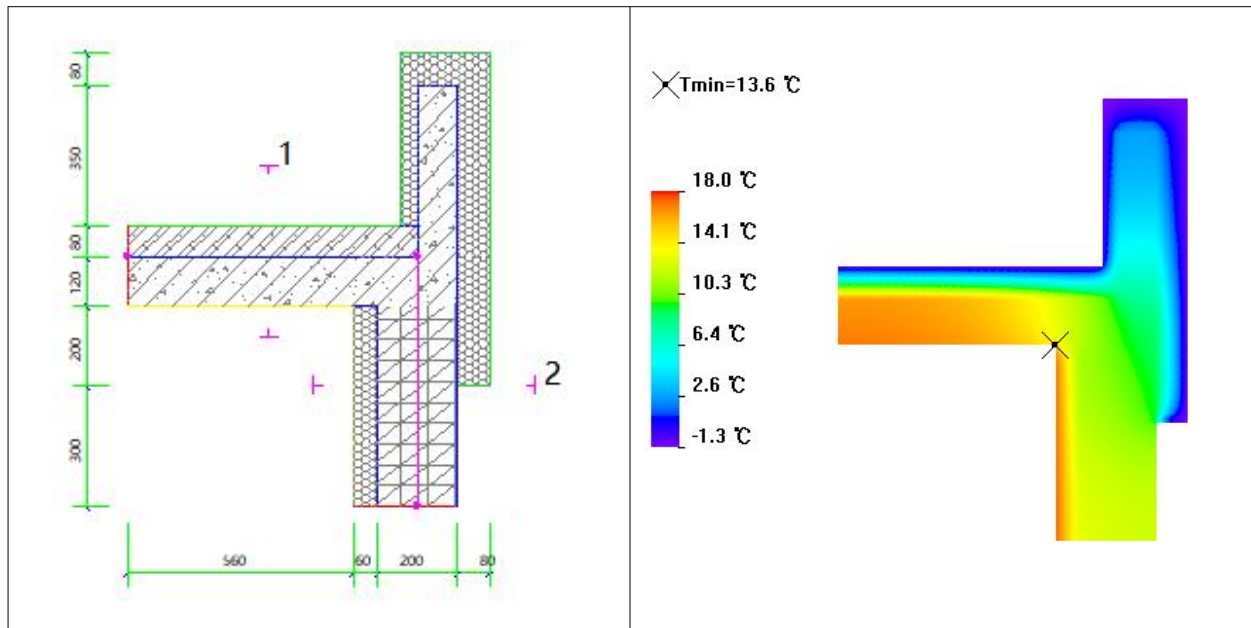
4.2.1.1 平壁构造做法

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	难燃型挤塑聚苯板	80	0.030	0.540	2.667	1.440
	钢筋混凝土	120	1.740	17.200	0.069	1.186
	各层之和 Σ					2.63
	室外热工计算温度 t_e	$t_e = 0.3t_w + 0.7t_{e.min}$				-1.28
2	热固复合聚苯板 G 型 05 级 (1)	80	0.050	0.850	1.600	1.360
	重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.580	7.920	0.345	2.731
	热固复合聚苯板 G 型 05 级 (1)	60	0.050	0.850	1.200	1.020
	各层之和 Σ					5.11
	室外热工计算温度 t_e	$t_e = 0.6t_w + 0.4t_{e.min}$				-0.26

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

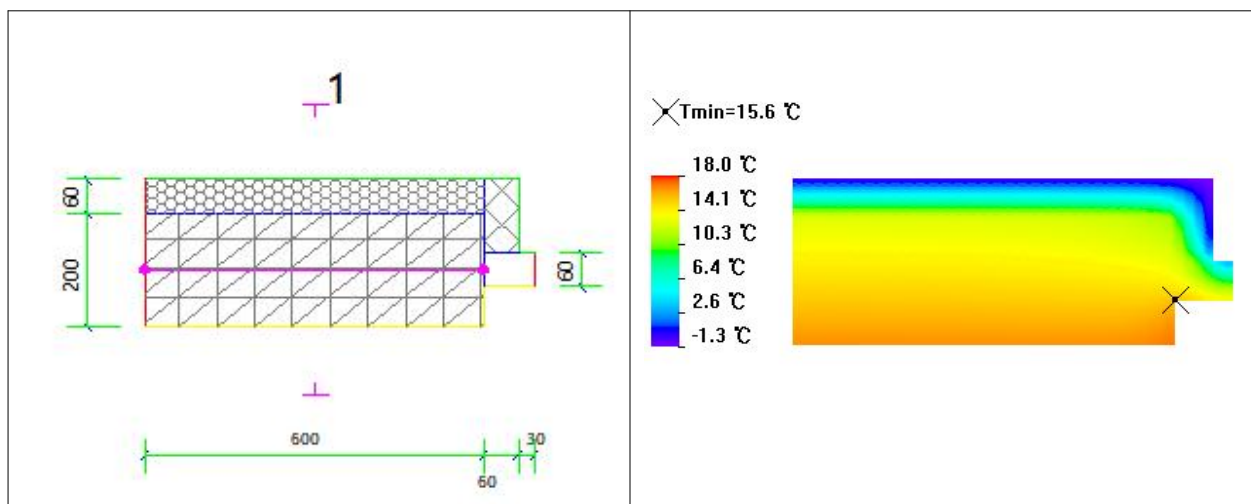


4.2.2 外墙一窗左右口(IW-WR4)节点

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	热固复合聚苯板 G 型 05 级 (1)	60	0.050	0.850	1.200	1.020
	重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/ 空心砖墙	200	0.580	7.920	0.345	2.731
	各层之和 Σ					3.75
	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

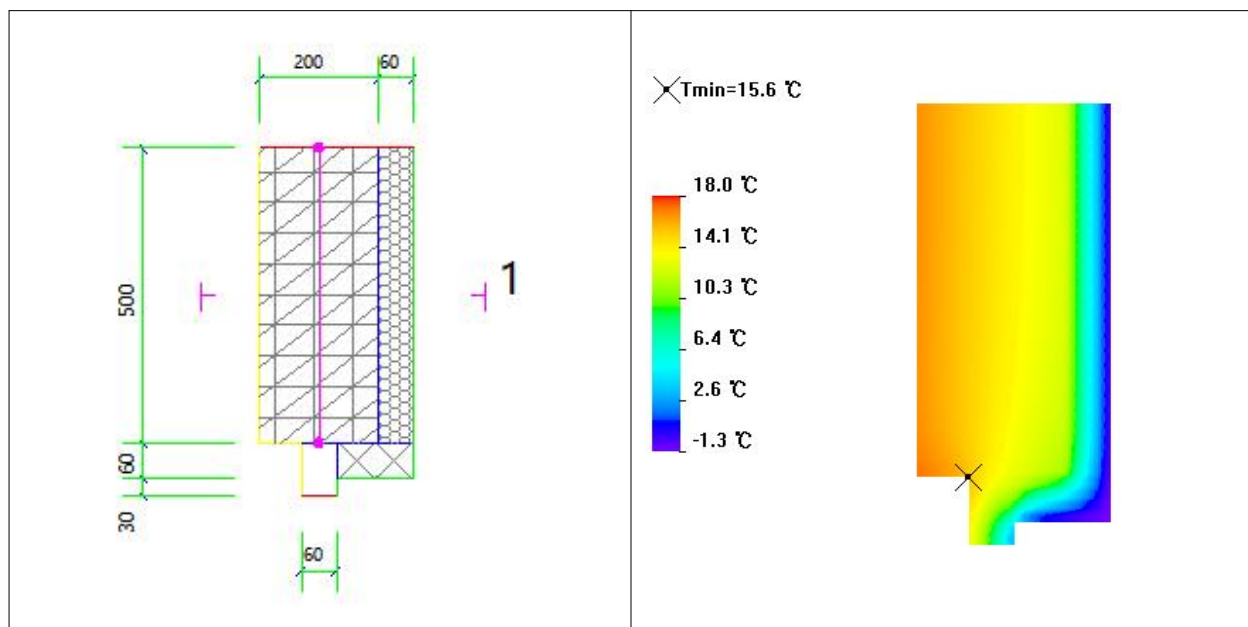


4.2.3 外墙一窗上口(IW-WU4)节点

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	热固复合聚苯板 G 型 05 级 (1)	60	0.050	0.850	1.200	1.020
	重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/ 空心砖墙	200	0.580	7.920	0.345	2.731
	各层之和 Σ					3.75
	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

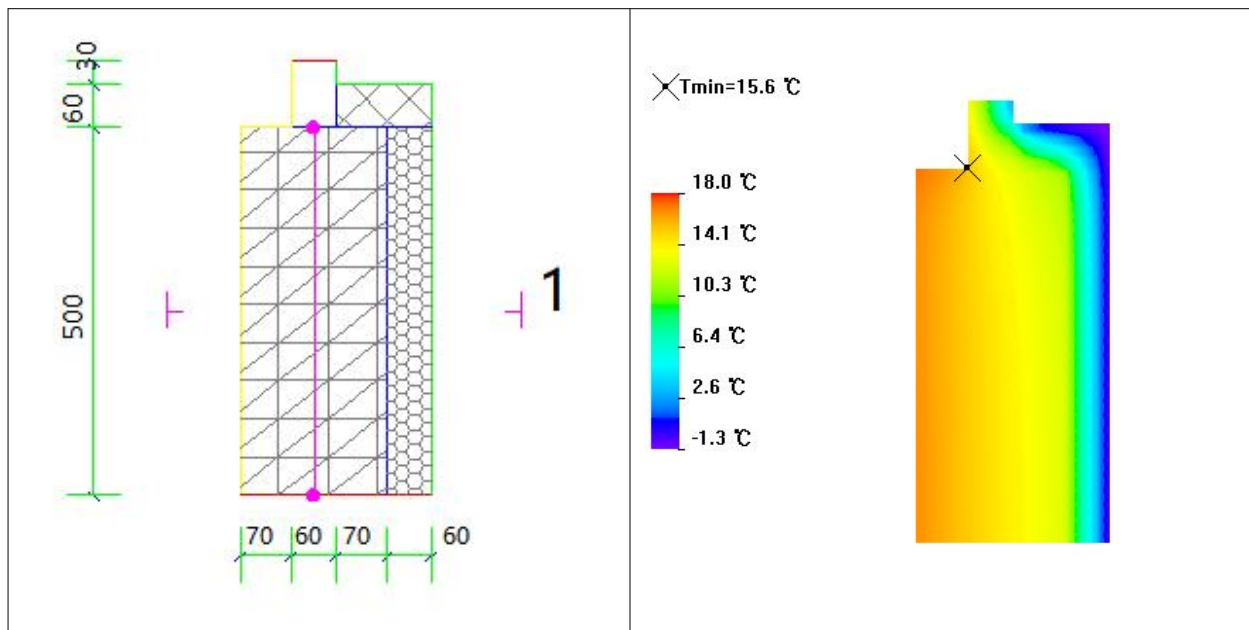


4.2.4 外墙一窗下口(IW-WB8)节点

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	热固复合聚苯板 G 型 05 级 (1)	60	0.050	0.850	1.200	1.020
	重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/ 空心砖墙	200	0.580	7.920	0.345	2.731
	各层之和 Σ					3.75
	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(IW-C1)节点

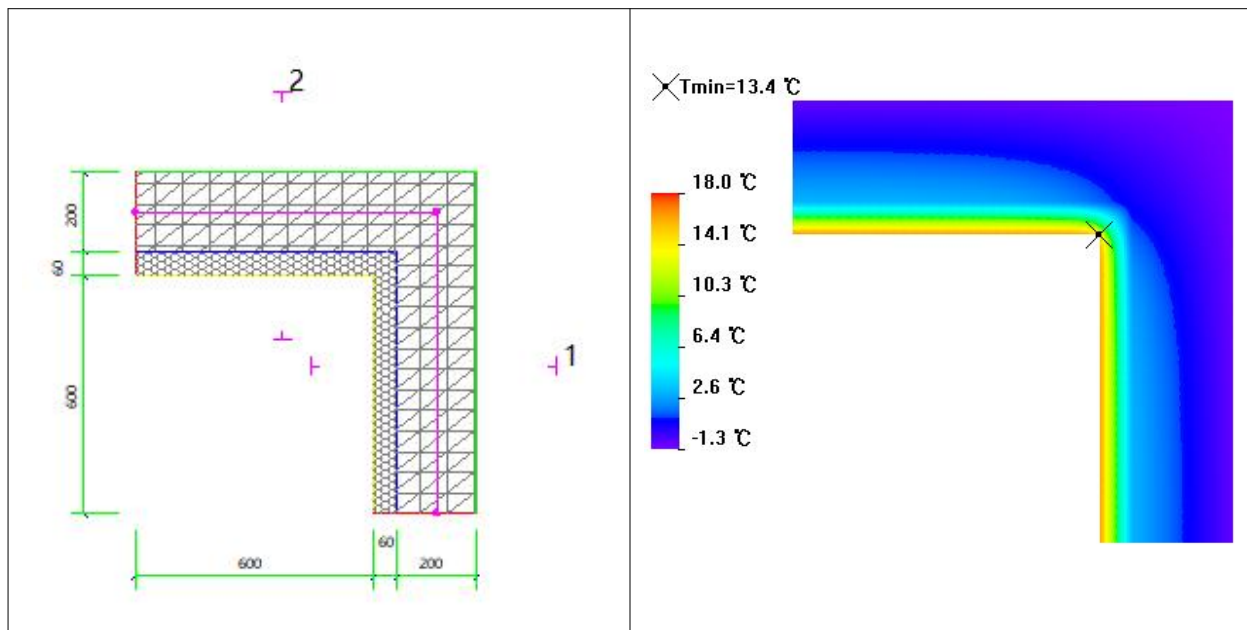
4.2.5.1 平壁构造做法

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/(m².K)	(m².K)/W	D=R*S
1	热固复合聚苯板 G 型 05 级 (1)	60	0.050	0.850	1.200	1.020
	重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.580	7.920	0.345	2.731
	各层之和 Σ					3.75
	室外热工计算温度 t_e	$t_e = 0.3t_w + 0.7t_{e.min}$				-1.28
2	重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.580	7.920	0.345	2.731
	热固复合聚苯板 G 型 05 级 (1)	60	0.050	0.850	1.200	1.020
	各层之和 Σ					3.75
	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(IW-F1)节点

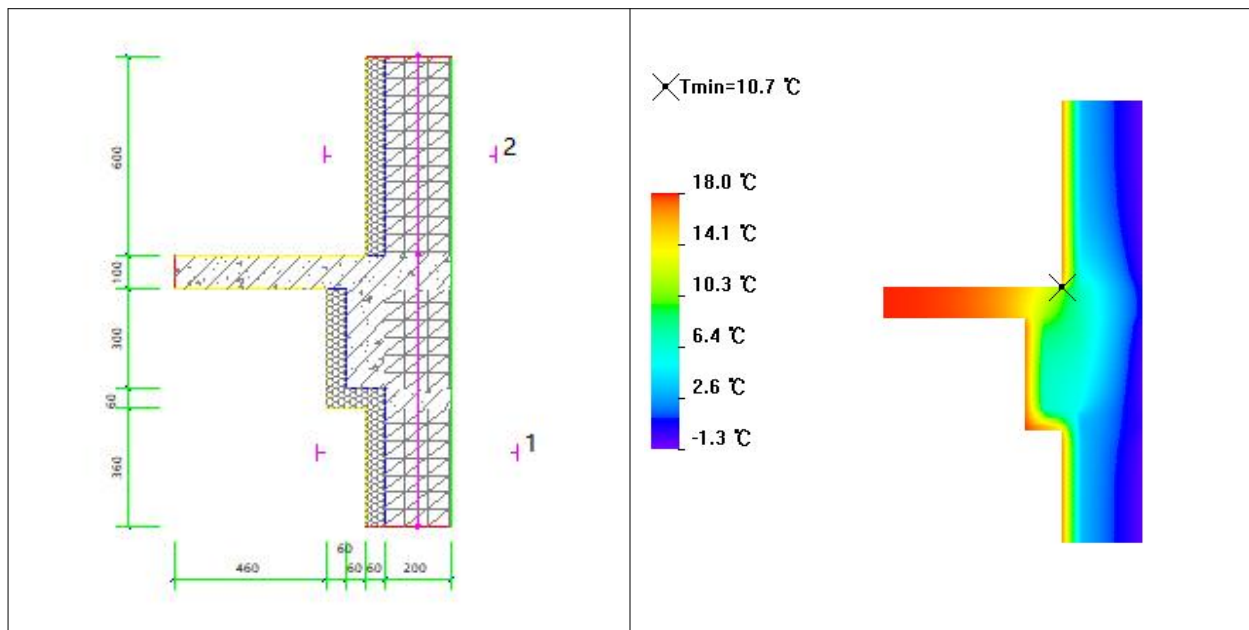
4.2.6.1 平壁构造做法

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/(m².K)	(m².K)/W	D=R*S
1	热固复合聚苯板 G 型 05 级 (1)	60	0.050	0.850	1.200	1.020
	重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.580	7.920	0.345	2.731
	各层之和 Σ					3.75
	室外热工计算温度 t_e	$t_e=0.3t_w+0.7t_{e.min}$				-1.28
2	重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.580	7.920	0.345	2.731
	热固复合聚苯板 G 型 05 级 (1)	60	0.050	0.850	1.200	1.020
	各层之和 Σ					3.75
	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—内隔墙(IW-P2)节点

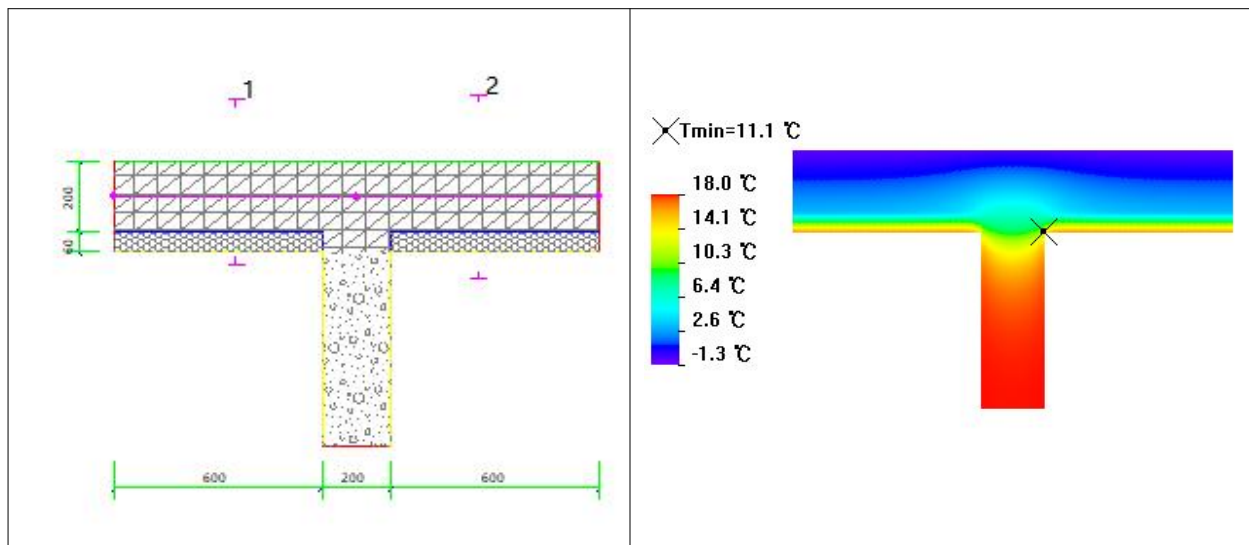
4.2.7.1 平壁构造做法

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	重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/ 空心砖墙	200	0.580	7.920	0.345	2.731
	热固复合聚苯板 G 型 05 级 (1)	60	0.050	0.850	1.200	1.020
	各层之和 Σ					3.75
	室外热工计算温度 t_e	$t_e = 0.3t_w + 0.7t_{e.min}$				-1.28
2	重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/ 空心砖墙	200	0.580	7.920	0.345	2.731
	热固复合聚苯板 G 型 05 级 (1)	60	0.050	0.850	1.200	1.020
	各层之和 Σ					3.75
	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



4.3 主体结构做法及内表面温度计算

4.3.1 屋顶

4.3.1.1 上人屋面构造

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
C20 细石混凝土($\rho=2300$)	40	1.510	15.360	1.00	0.026	0.407
水泥砂浆	10	0.930	11.370	1.00	0.011	0.122
难燃型挤塑聚苯板	80	0.030	0.540	1.25	2.133	1.440
水泥砂浆	20	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
自粘聚合物改性沥青防水卷材两道	6	0.230	9.370	1.20	0.022	0.244
聚氨酯防水涂料	1.5	0.150	6.070	1.20	0.008	0.061
水泥砂浆	20	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
页岩陶粒混凝土	30	0.500	6.700	1.20	0.040	0.402
钢筋混凝土	120	1.740	17.200	1.00	0.069	1.186
各层之和 Σ					2.35	4.35
传热阻 R_o (m ² .K/W)	2.51					
室外热工计算温度 t_e (°C)	$t_e=0.6t_w+0.4t_{e.min}$					-0.26
内表面温度 θ_i (°C)	$\theta_i=t_i-(t_i-t_e)*R_i/R_o$					17.20

4.3.1.2 不上人屋面构造

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
水泥砂浆	30	0.930	11.370	1.00	0.032	0.367
难燃型挤塑聚苯板	80	0.030	0.540	1.25	2.133	1.440

水泥砂浆	20	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
自粘聚合物改性沥青防水卷材两道	6	0.230	9.370	1.20	0.022	0.244
聚氨酯防水涂料	1.5	0.150	6.070	1.20	0.008	0.061
水泥砂浆	20	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
页岩陶粒混凝土	30	0.500	6.700	1.20	0.040	0.402
钢筋混凝土	120	1.740	17.200	1.00	0.069	1.186
各层之和 Σ					2.35	4.19
传热阻 $R_o(m^2 \cdot K/W)$	2.51					
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 $\theta_i(^{\circ}C)$	$\theta_i=t_i-(t_i-t_e)*R_i/R_o$					17.20

4.3.2 外墙

4.3.2.1 外墙构造

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	$D=R*S$
水泥砂浆	20	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.580	7.920	1.00	0.345	2.731
界面砂浆(1)	15	0.930	11.370	1.00	0.016	0.183
热固复合聚苯板 G 型 05 级(1)	60	0.050	0.850	1.20	1.000	1.020
耐碱玻纤网格布, 抗裂砂浆(1)	5	0.930	10.000	1.00	0.005	0.054
各层之和 Σ					1.39	4.23
传热阻 $R_o(m^2 \cdot K/W)$	1.55					
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 $\theta_i(^{\circ}C)$	$\theta_i=t_i-(t_i-t_e)*R_i/R_o$					16.70

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 $R_g(m^2 \cdot K/W)$	0.09					
地面与土体接触面温度 $\theta_e(^{\circ}C)$	5.40					
内表面温度 $\theta_i(^{\circ}C)$	$\theta_i=(t_i*R_g+\theta_e*R_i)/(R_g+R_i)$					11.09

4.3.4 非周边地面

4.3.4.1 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	IW-R7	-1.28	13.63	10.12	不结露
外墙—窗左右口	IW-WR4	-1.28	15.57	10.12	不结露
外墙—窗上口	IW-WU4	-1.28	15.57	10.12	不结露
外墙—窗下口	IW-WB8	-1.28	15.57	10.12	不结露
外墙—凸墙角	IW-C1	-1.28	13.43	10.12	不结露
外墙—楼板	IW-F1	-1.28	10.65	10.12	不结露
外墙—内隔墙	IW-P2	-1.28	11.13	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 θ_i (°C)	室内设计温 度 t_i (°C)	露点温度 (°C)	设计温差 Δt	允许温差 $t_i - t_d$	结论
屋顶-上人屋面构造	17.20	18	10.12	0.80	7.88	不结露
屋顶-不上人屋面构造	17.20	18	10.12	0.80	7.88	不结露
外墙-外墙构造	16.70	18	10.12	1.30	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-地面构造一	11.09	18	10.12	6.91	7.88	不结露

结露检查计算书

1 建筑概况

工程名称	南湖新区八仙台消防救援站建设项目-值班室	
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 48.24 m ²	地下 0 m ²
建筑层数	地上 1	地下 0
建筑高度	3.6m	
结构类型	框架结构	
$t_{e \cdot \min}$ 累年最低日平均温度(°C)	-2.3	
t_w 采暖室外计算温度(°C)	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°C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 (°C) , 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 ($\text{m}^2\cdot\text{k}/\text{W}$)
 R ——主体传热阻 ($\text{m}^2\cdot\text{k}/\text{W}$)

4 评价内容

4.1 基础计算条件和露点温度

地点	湖南-岳阳
ai 内表面换热系数 $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	8.7
ae 外表面换热系数 $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	23.0
ti 室内计算温度(°C)	18
te.min 累年最低日平均温度(°C)	-2.30
tw 采暖室外计算温度(°C)	1.10
室内相对湿度 (%)	60
室内露点温度(°C)	10.12

4.2 热桥节点图和内表面温度计算

4.2.1 外墙—屋顶(IW-R7)节点

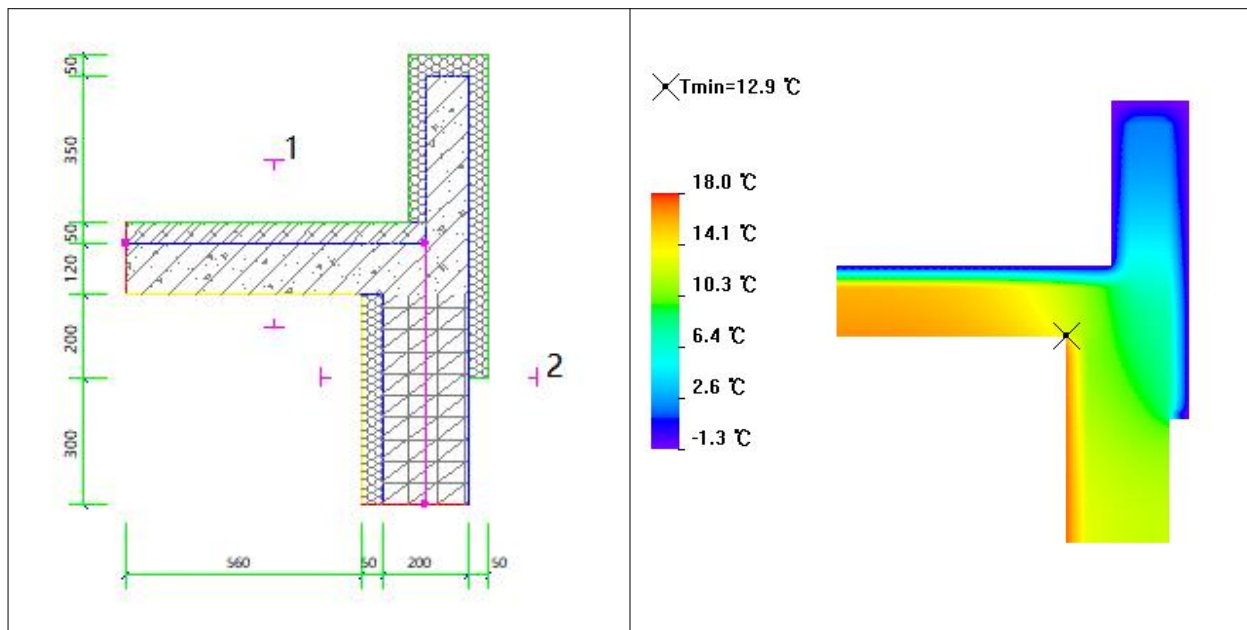
4.2.1.1 平壁构造做法

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)	$\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	$(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$	$D=R\cdot S$
1	难燃型挤塑聚苯板	50	0.030	0.540	1.667	0.900
	钢筋混凝土	120	1.740	17.200	0.069	1.186
	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	热固复合聚苯板 G 型 05 级 (1)	50	0.050	0.850	1.000	0.850
	重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.580	7.920	0.345	2.731
	热固复合聚苯板 G 型 05 级 (1)	50	0.050	0.850	1.000	0.850
	各层之和 Σ					4.43
	室外热工计算温度 t_e	$t_e=0.6t_w+0.4t_{e.min}$				-0.26

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

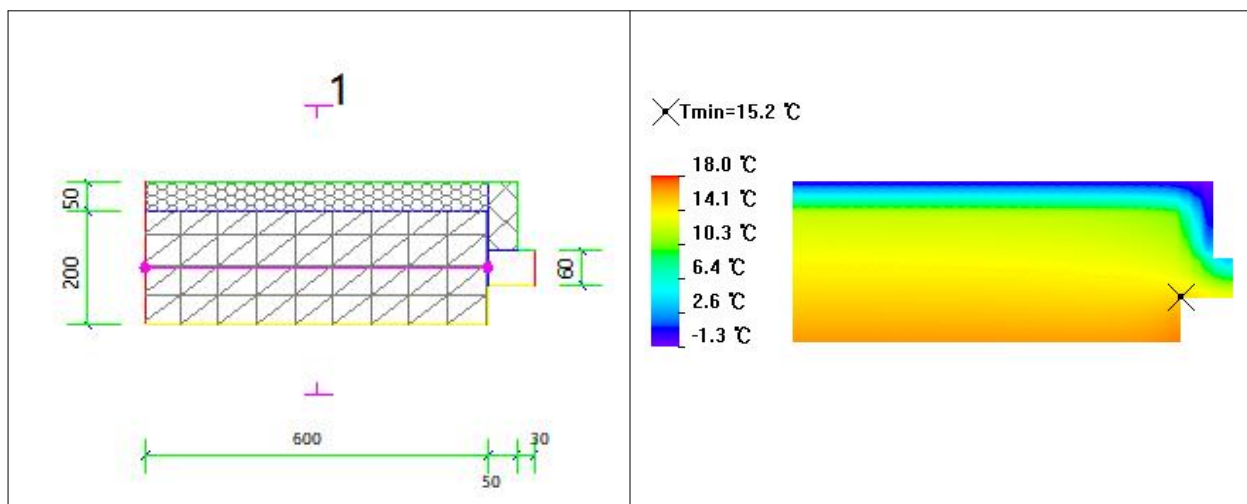


4.2.2 外墙一窗左右口(IW-WR4)节点

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/(m ² .K)	(m ² .K)/W	D=R*S
1	热固复合聚苯板 G 型 05 级 (1)	50	0.050	0.850	1.000	0.850
	重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/ 空心砖墙	200	0.580	7.920	0.345	2.731
	各层之和 Σ					3.58
	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

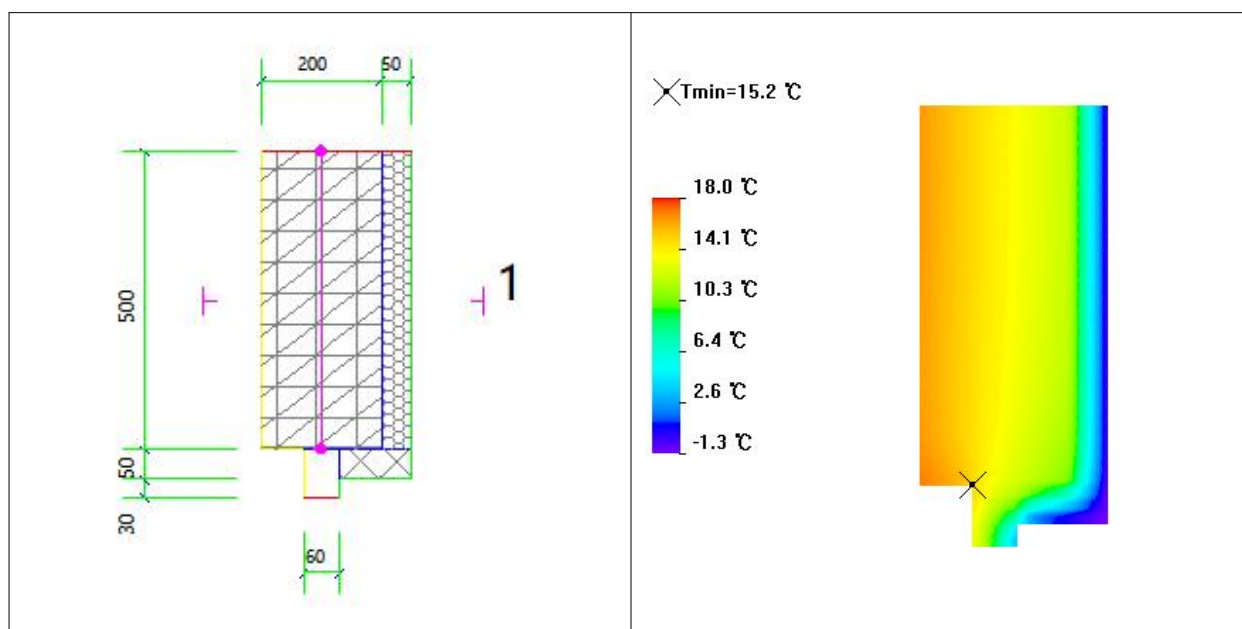


4.2.3 外墙一窗上口(IW-WU4)节点

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	热固复合聚苯板 G 型 05 级 (1)	50	0.050	0.850	1.000	0.850
	重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/ 空心砖墙	200	0.580	7.920	0.345	2.731
	各层之和 Σ					3.58
	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

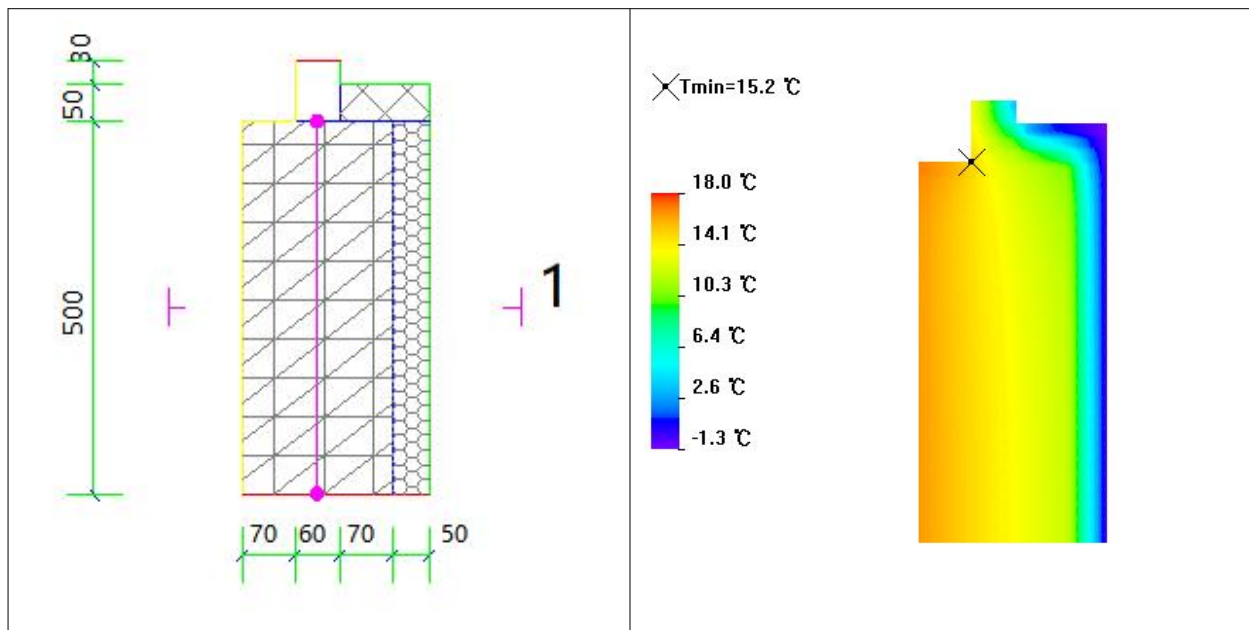


4.2.4 外墙一窗下口(IW-WB8)节点

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	热固复合聚苯板 G 型 05 级 (1)	50	0.050	0.850	1.000	0.850
	重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/ 空心砖墙	200	0.580	7.920	0.345	2.731
	各层之和 Σ					3.58
	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(IW-C1)节点

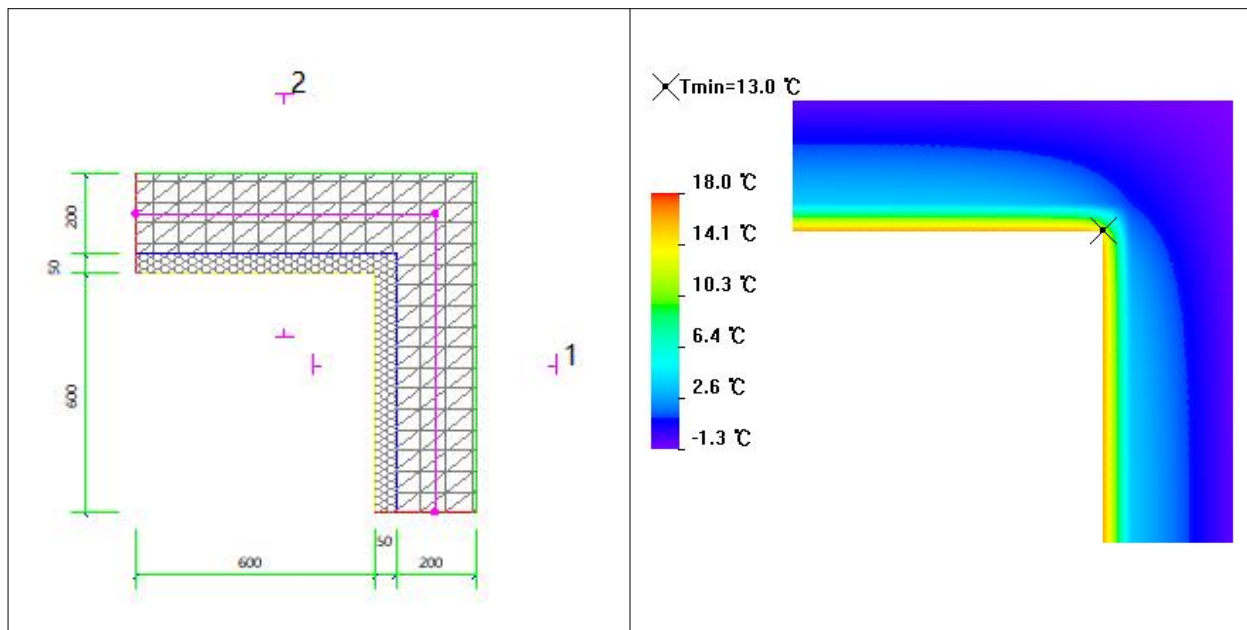
4.2.5.1 平壁构造做法

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/(m².K)	(m².K)/W	D=R*S
1	热固复合聚苯板 G 型 05 级 (1)	50	0.050	0.850	1.000	0.850
	重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.580	7.920	0.345	2.731
	各层之和 Σ					3.58
	室外热工计算温度 t_e	$t_e=0.3t_w+0.7t_{e.min}$				-1.28
2	重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.580	7.920	0.345	2.731
	热固复合聚苯板 G 型 05 级 (1)	50	0.050	0.850	1.000	0.850
	各层之和 Σ					3.58
	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—内隔墙(IW-P2)节点

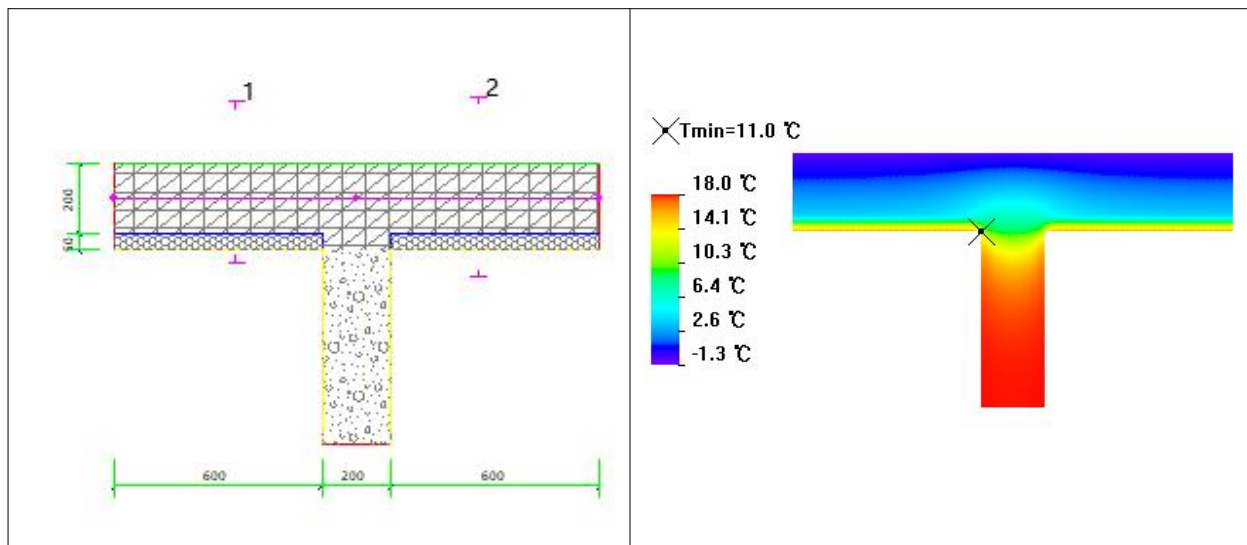
4.2.6.1 平壁构造做法

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	重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/ 空心砖墙	200	0.580	7.920	0.345	2.731
	热固复合聚苯板 G 型 05 级 (1)	50	0.050	0.850	1.000	0.850
	各层之和 Σ					3.58
	室外热工计算温度 t_e	$t_e = 0.3t_w + 0.7t_{e.min}$				-1.28
2	重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/ 空心砖墙	200	0.580	7.920	0.345	2.731
	热固复合聚苯板 G 型 05 级 (1)	50	0.050	0.850	1.000	0.850
	各层之和 Σ					3.58
	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



4.3 主体结构做法及内表面温度计算

4.3.1 屋顶

4.3.1.1 不上人屋面构造

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	$D=R*S$
水泥砂浆	30	0.930	11.370	1.00	0.032	0.367
难燃型挤塑聚苯板	50	0.030	0.540	1.25	1.333	0.900
水泥砂浆	20	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
自粘聚合物改性沥青防水卷材两道	6	0.230	9.370	1.20	0.022	0.244
聚氨酯防水涂料	1.5	0.150	6.070	1.20	0.008	0.061
水泥砂浆	20	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
页岩陶粒混凝土	30	0.500	6.700	1.20	0.040	0.402
钢筋混凝土	120	1.740	17.200	1.00	0.069	1.186
各层之和 Σ					1.55	3.65
传热阻 R_o (m ² .K/W)	1.71					
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)	$\theta_i=t_i-(t_i-t_e)*R_i/R_o$					16.76

4.3.2 外墙

4.3.2.1 外墙构造

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	$D=R*S$
水泥砂浆	20	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245

重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.580	7.920	1.00	0.345	2.731
界面砂浆(1)	15	0.930	11.370	1.00	0.016	0.183
热固复合聚苯板 G 型 05 级(1)	50	0.050	0.850	1.20	0.833	0.850
耐碱玻纤网格布, 抗裂砂浆(1)	5	0.930	10.000	1.00	0.005	0.054
各层之和 Σ					1.22	4.06
传热阻 $R_o(m^2.K/W)$	1.38					
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 $\theta_i(^{\circ}C)$	$\theta_i=t_i-(t_i-t_e)*R_i/R_o$					16.46

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 $\theta_e(^{\circ}C)$	5.40					
内表面温度 $\theta_i(^{\circ}C)$	$\theta_i=(t_i*R_g+\theta_e*R_i)/(R_g+R_i)$					11.09

4.3.4 非周边地面

4.3.4.1 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 $\theta_e(^{\circ}C)$	5.40					
内表面温度 $\theta_i(^{\circ}C)$	$\theta_i=(t_i*R_g+\theta_e*R_i)/(R_g+R_i)$					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($^{\circ}C$)	内表面最低温度 ($^{\circ}C$)	露点温度($^{\circ}C$)	结论
外墙—屋顶	IW-R7	-1.28	12.88	10.12	不结露
外墙—窗左右口	IW-WR4	-1.28	15.15	10.12	不结露
外墙—窗上口	IW-WU4	-1.28	15.15	10.12	不结露

外墙—窗下口	IW-WB8	-1.28	15.15	10.12	不结露
外墙—凸墙角	IW-C1	-1.28	13.02	10.12	不结露
外墙—内隔墙	IW-P2	-1.28	10.97	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-不上人屋面构造	16.76	18	10.12	1.24	7.88	不结露
外墙-外墙构造	16.46	18	10.12	1.54	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-地面构造一	11.09	18	10.12	6.91	7.88	不结露

隔热检查计算书

1 建筑概况

工程名称	南湖新区八仙台消防救援站建设项目-执勤楼		
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 2549.10 m²	地下 0 m²	
建筑层数	地上 3	地下 0	
建筑高度	16.40m		
结构类型	框架结构		

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 55016-2021
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》GB50176-2016
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，℃。

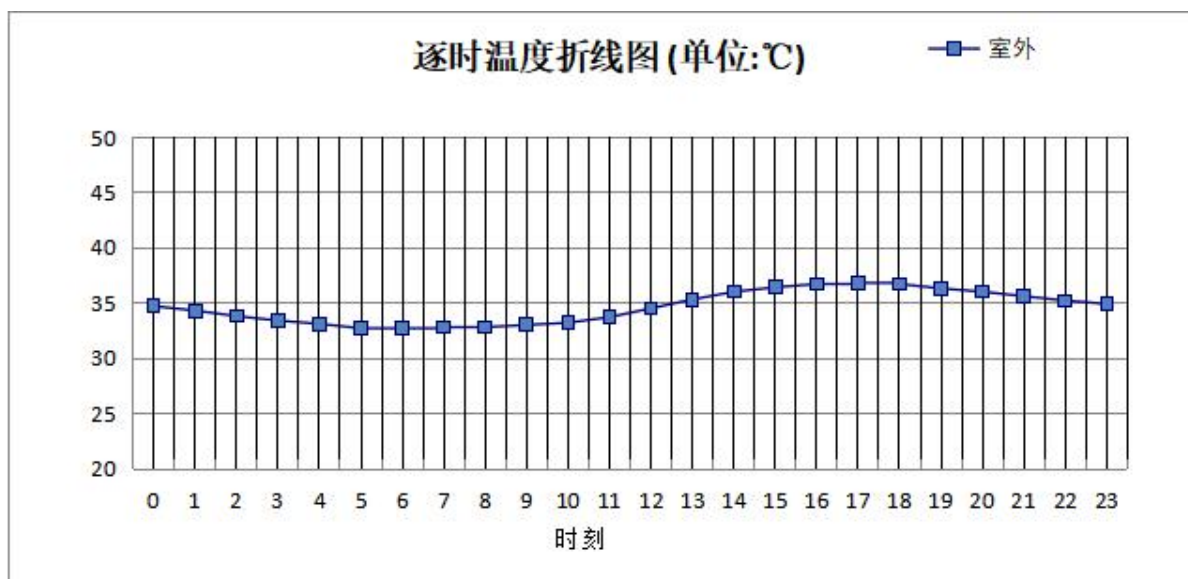
4 边界条件参数设置

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, °C		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	
石灰砂浆	0.810	10.070	1600.0	1050.0	0.0443	
钢筋混凝土	1.740	17.200	2500.0	920.0	0.0158	

难燃型挤塑聚苯板	0.030	0.540	25.0	5346.4	0.0162	
聚氨酯防水涂料	0.150	6.070	580.0	5823.6	0.0014	
重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/空心砖墙	0.580	7.920	1400.0	1062.3	0.0158	
C20 细石混凝土 ($\rho=2300$)	1.510	15.360	2300.0	920.0	0.0173	
自粘聚合物改性沥青防水卷材两道	0.230	9.370	900.0	5832.3	0.0014	
界面砂浆(1)	0.930	11.370	1800.0	1050.0	0.0210	
耐碱玻纤网格布, 抗裂砂浆(1)	0.930	10.000	1800.0	1000.0	0.0210	
热固复合聚苯板 G 型 05 级(1)	0.050	0.850	150.0	1324.7	0.0162	湖南省公/居建筑节能设计标准常用材料-2022
页岩陶粒混凝土	0.500	6.700	1100.0	1122.3	0.0040	湖南省公/居建筑节能设计标准常用材料-2022
宽灰缝(8~12mm)蒸压加气混凝土砌块墙	0.220	3.490	900.0	1087.6	0.0998	
陶粒混凝土保温层 (强度级别 LC15)(1)	0.230	5.200	1150.0	1050.0	0.0000	

6 屋顶外墙隔热计算

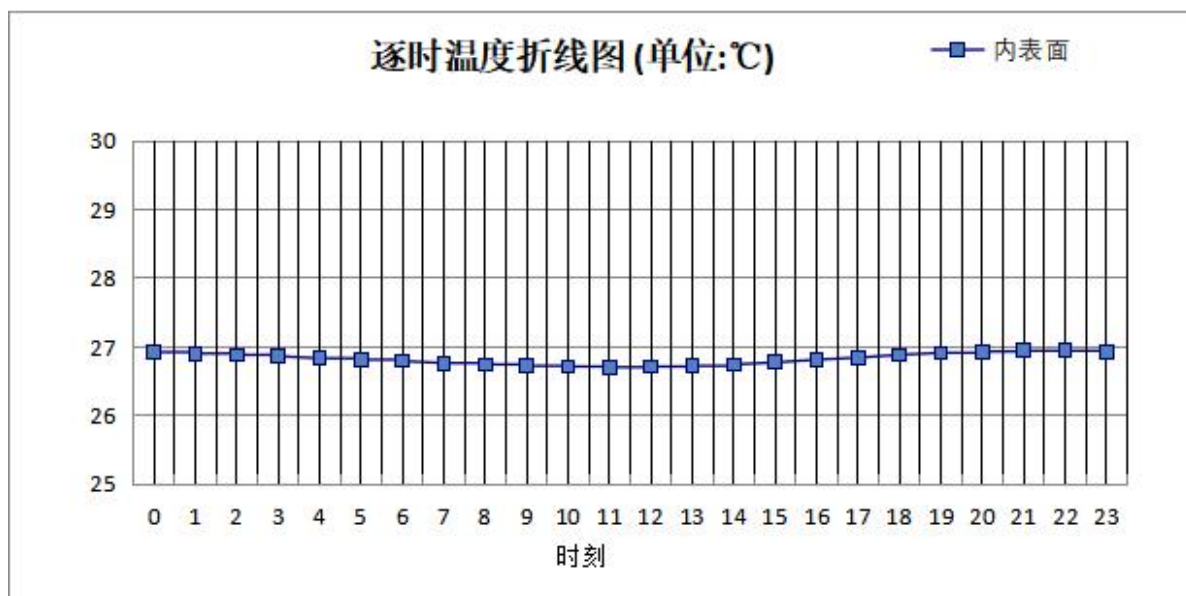
6.1 屋顶构造

6.1.1 不上人屋面构造

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
水泥砂浆	30	10.0	0.930	11.370	1.00	0.032	0.367
难燃型挤塑聚苯板	80	6.7	0.030	0.540	1.25	2.133	1.440
水泥砂浆	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
自粘聚合物改性沥青防水卷材两道	6	3.0	0.230	9.370	1.20	0.022	0.244
聚氨酯防水涂料	1.5	1.5	0.150	6.070	1.20	0.008	0.061
水泥砂浆	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
页岩陶粒混凝土	30	7.5	0.500	6.700	1.20	0.040	0.402
钢筋混凝土	120	12.0	1.740	17.200	1.00	0.069	1.186
各层之和 Σ	307.5	—	—	—	—	2.348	4.189
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 $K=1/(0.16+\Sigma R)$	0.40						

重质/轻质	重质围护结构
-------	--------

6.1.1.1 空调房间：逐时温度

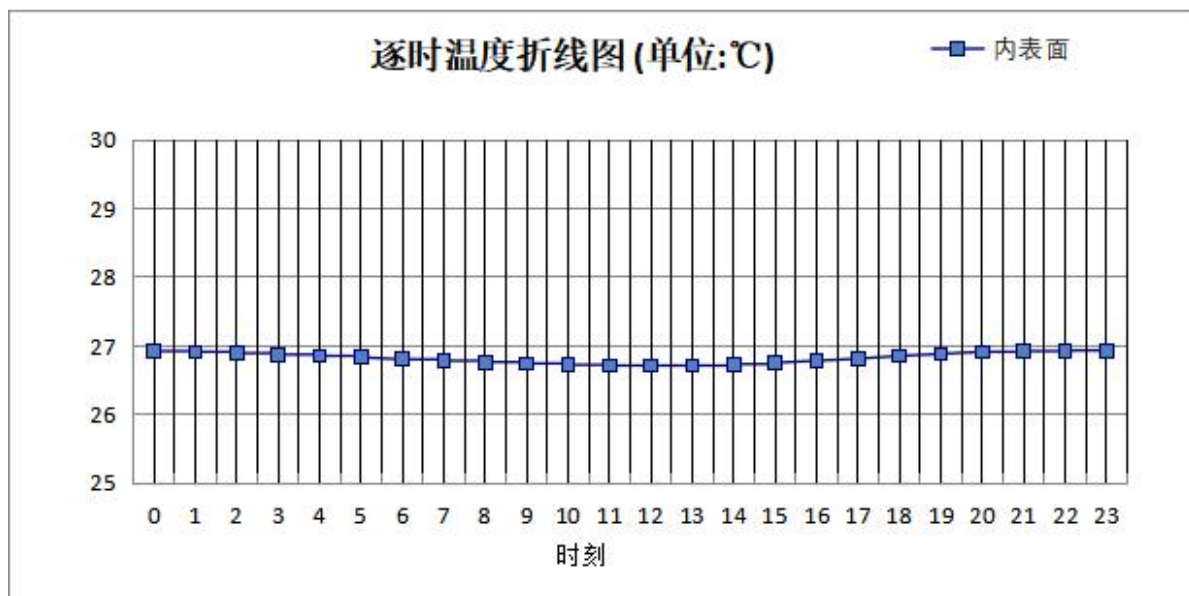


0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
26.92	26.90	26.88	26.86	26.83	26.81	26.79	26.76	26.74	26.72	26.71	26.70
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.71	26.72	26.74	26.77	26.81	26.84	26.88	26.91	26.93	26.94	26.94	26.93

6.1.2 上人屋面构造

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
C20 细石混凝土($\rho=2300$)	40	10.0	1.510	15.360	1.00	0.026	0.407
水泥砂浆	10	10.0	0.930	11.370	1.00	0.011	0.122
难燃型挤塑聚苯板	80	6.7	0.030	0.540	1.25	2.133	1.440
水泥砂浆	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
自粘聚合物改性沥青防水卷材 两道	6	3.0	0.230	9.370	1.20	0.022	0.244
聚氨酯防水涂料	1.5	1.5	0.150	6.070	1.20	0.008	0.061
水泥砂浆	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
页岩陶粒混凝土	30	7.5	0.500	6.700	1.20	0.040	0.402
钢筋混凝土	120	12.0	1.740	17.200	1.00	0.069	1.186
各层之和 Σ	327.5	—	—	—	—	2.353	4.352
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 $K=1/(0.16+\Sigma R)$	0.40						
重质/轻质	重质围护结构						

6.1.2.1 空调房间：逐时温度



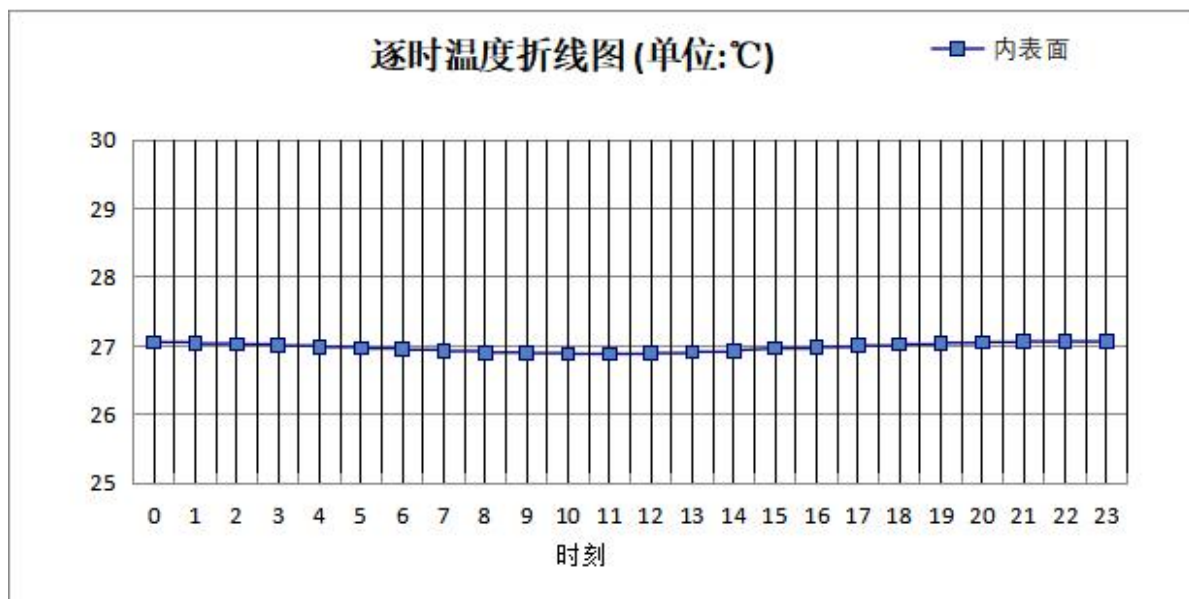
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
26.92	26.91	26.89	26.87	26.85	26.83	26.80	26.78	26.76	26.74	26.72	26.71
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.71	26.71	26.73	26.75	26.78	26.81	26.85	26.88	26.91	26.92	26.93	26.93

6.2 外墙（填充墙）构造

6.2.1 外墙构造

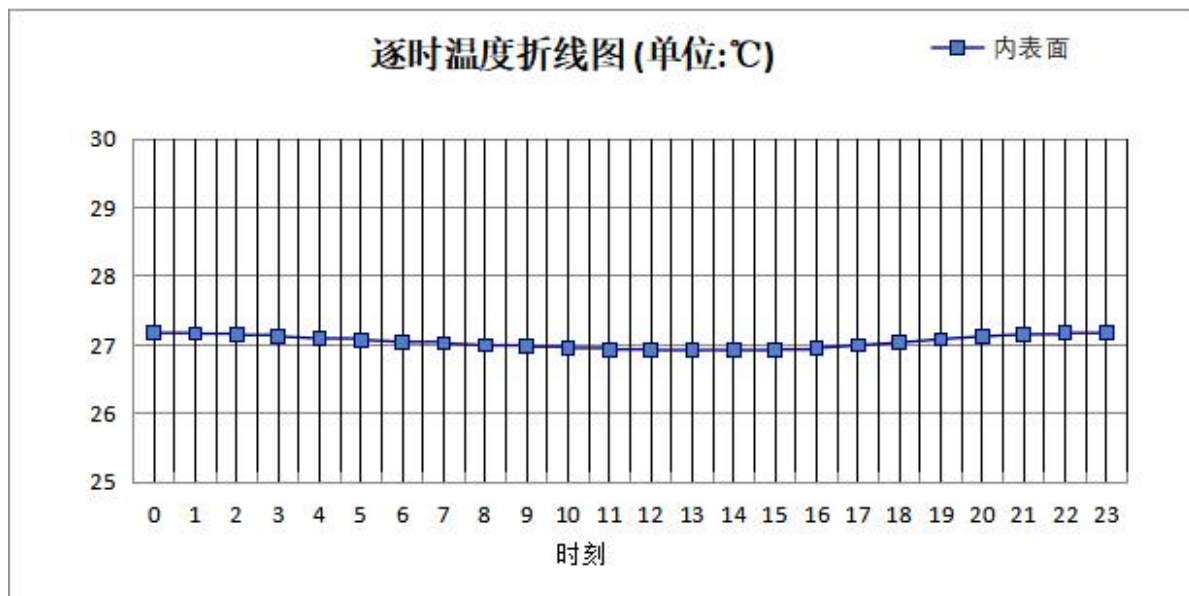
材料名称 由外到内	厚度	差分 步长	导热 系数	蓄热 系数	修正 系数	热阻	热惰性 指标
	(mm)	(mm)	W/(m.K)	W/(m².K)	α	(m² K)/W	D=R*S
水泥砂浆	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/ 空心砖墙	200	9.1	0.580	7.920	1.00	0.345	2.731
界面砂浆(1)	15	7.5	0.930	11.370	1.00	0.016	0.183
热固复合聚苯板 G 型 05 级(1)	60	7.5	0.050	0.850	1.20	1.000	1.020
耐碱玻纤网格布, 抗裂砂浆 (1)	5	5.0	0.930	10.000	1.00	0.005	0.054
各层之和Σ	300	—	—	—	—	1.388	4.233
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 $K=1/(0.16+\Sigma R)$	0.65						
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
27.05	27.03	27.02	27.00	26.98	26.96	26.94	26.92	26.90	26.89	26.88	26.88
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.89	26.91	26.93	26.96	26.98	27.00	27.02	27.04	27.05	27.06	27.06	27.06

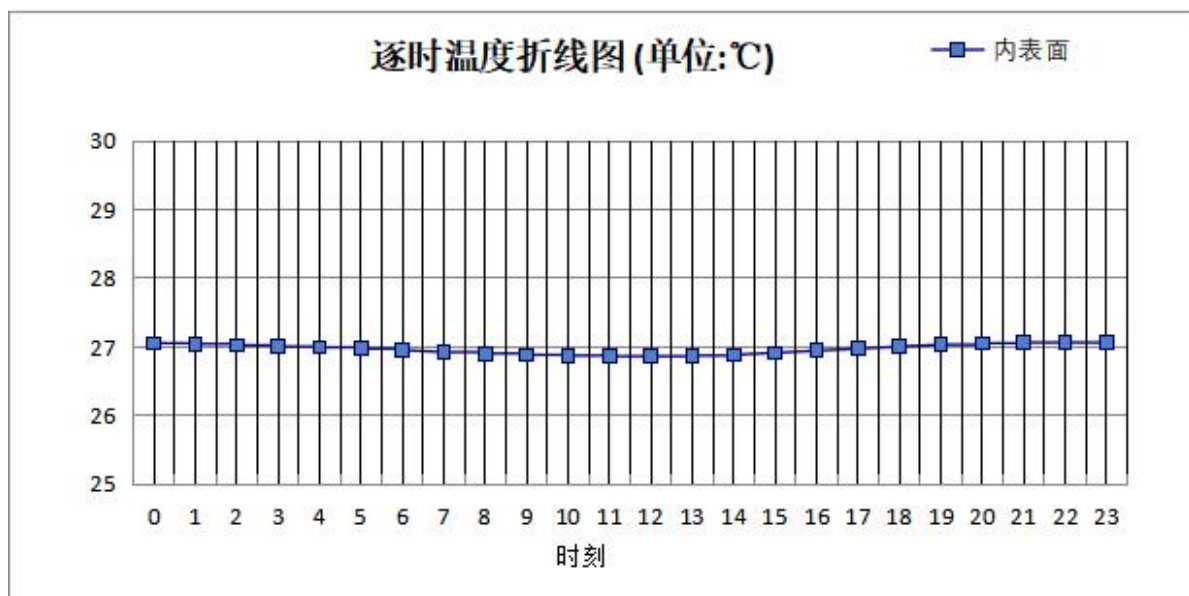
6.2.1.2 空调房间：西向逐时温度



0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
27.17	27.16	27.14	27.12	27.09	27.07	27.04	27.02	26.99	26.97	26.95	26.93
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.93	26.93	26.93	26.93	26.93	26.93	26.93	26.93	26.93	26.93	26.93	26.93

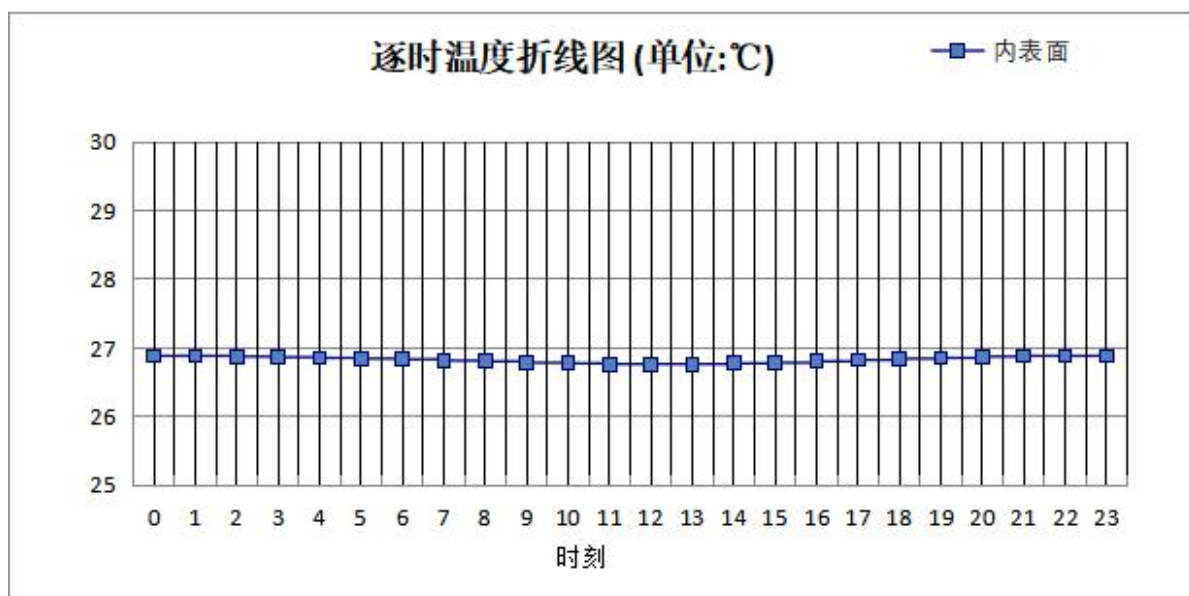
26.92	26.92	26.92	26.93	26.95	26.99	27.03	27.08	27.12	27.15	27.17	27.18
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

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
27.05	27.04	27.02	27.00	26.99	26.97	26.95	26.92	26.90	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	26.87	26.88	26.91	26.94	26.97	27.00	27.03	27.05	27.06	27.06	27.06

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
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------

26.88	26.88	26.87	26.86	26.85	26.84	26.83	26.81	26.80	26.78	26.77	26.76
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.76	26.76	26.77	26.78	26.80	26.82	26.84	26.85	26.87	26.88	26.88	26.88

6.3 屋顶外墙计算结论

类型	构造	时刻	最高温度(°C)	限值(°C)	结论
屋顶	上:不上人屋面构造	21:30	26.94	28.50	满足
	上:上人屋面构造	22:20	26.93	28.50	满足
外墙 (填充墙)	东:外墙构造	21:40	27.06	28.00	满足
	西:外墙构造	22:55	27.18	28.00	满足
	南:外墙构造	21:55	27.06	28.00	满足
	北:外墙构造	22:40	26.88	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	断桥铝合金型材断桥宽度14.8mm 6 高透光双银Low-E+12A+6 透明	13	2.50	0.36	0.680
		窗编号			
		C0920, C2220, C1820, C1808, C1819, C1829, C1830, JYC1820,, C0924, C1517			
	备注：湖南省居住建筑节能设计标准 DBJ43/T025-2022 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

本工程无外遮阳

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	233.37	2.50	0.36	0.38	夏季 SHGC \leq 0.55	满足
北向	153.90	2.50	0.36	0.25	夏季 SHGC(不要求)	满足
东向	12.40	2.50	0.36	0.05	夏季 SHGC \leq 0.50	满足
西向	7.20	2.50	0.36	0.03	夏季 SHGC \leq 0.50	满足
综合平均	406.87	2.50	0.36	0.24		

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

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

1 建筑概况

工程名称	南湖新区八仙台消防救援站建设项目-附属用房		
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 445.89 m²	地下 0 m²	
建筑层数	地上 2	地下 0	
建筑高度	6.70m		
结构类型	框架结构		

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， $\alpha = \frac{\lambda}{\rho c}$ ， m^2/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， $\alpha = \frac{\lambda}{\rho c}$ ， m^2/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，℃。

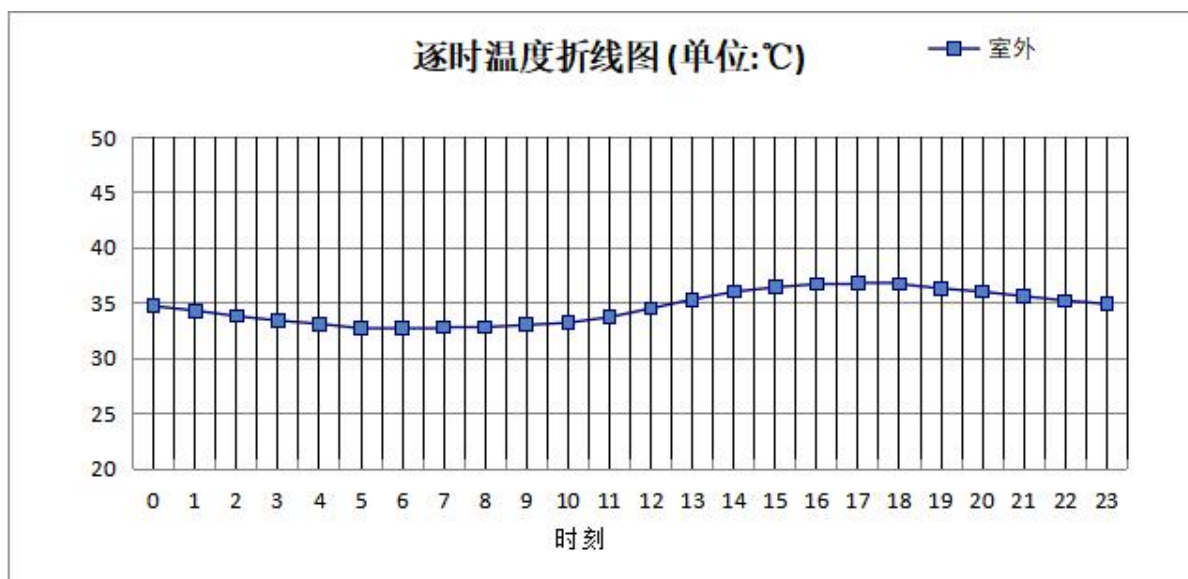
4 边界条件参数设置

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, °C		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	
石灰砂浆	0.810	10.070	1600.0	1050.0	0.0443	
钢筋混凝土	1.740	17.200	2500.0	920.0	0.0158	

难燃型挤塑聚苯板	0.030	0.540	25.0	5346.4	0.0162	
聚氨酯防水涂料	0.150	6.070	580.0	5823.6	0.0014	
重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/空心砖墙	0.580	7.920	1400.0	1062.3	0.0158	
C20 细石混凝土 ($\rho=2300$)	1.510	15.360	2300.0	920.0	0.0173	
自粘聚合物改性沥青防水卷材两道	0.230	9.370	900.0	5832.3	0.0014	
界面砂浆(1)	0.930	11.370	1800.0	1050.0	0.0210	
耐碱玻纤网格布, 抗裂砂浆(1)	0.930	10.000	1800.0	1000.0	0.0210	
热固复合聚苯板 G 型 05 级(1)	0.050	0.850	150.0	1324.7	0.0162	湖南省公/居建筑节能设计标准常用材料-2022
页岩陶粒混凝土	0.500	6.700	1100.0	1122.3	0.0040	湖南省公/居建筑节能设计标准常用材料-2022
宽灰缝(8~12mm)蒸压加气混凝土砌块墙	0.220	3.490	900.0	1087.6	0.0998	
陶粒混凝土保温层 (强度级别 LC15)(1)	0.230	5.200	1150.0	1050.0	0.0000	

6 屋顶外墙隔热计算

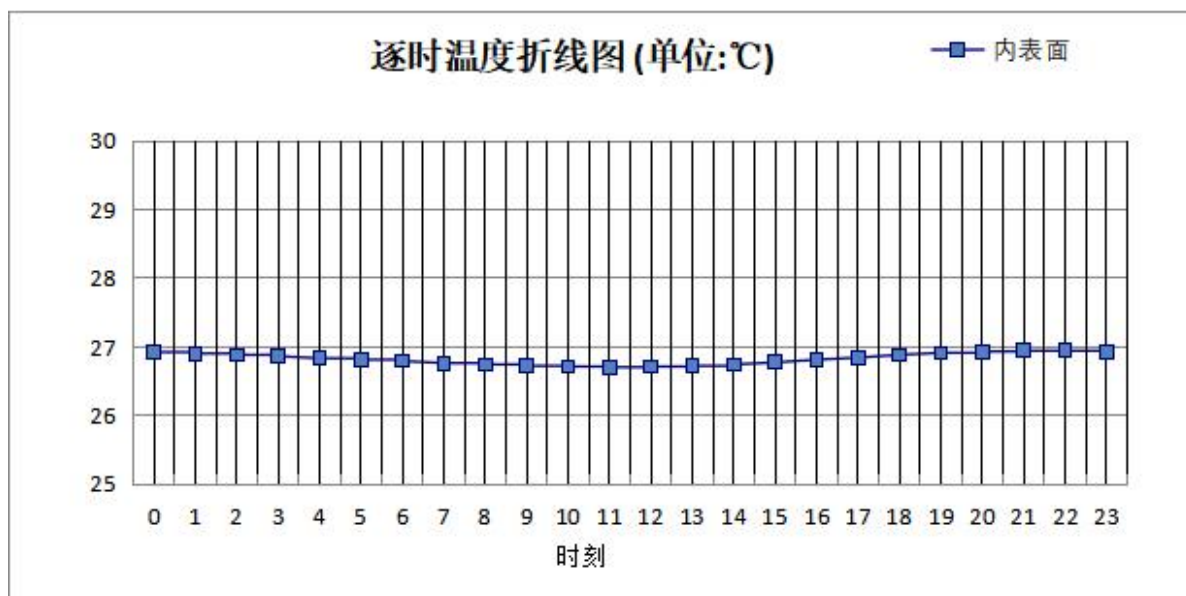
6.1 屋顶构造

6.1.1 不上人屋面构造

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
水泥砂浆	30	10.0	0.930	11.370	1.00	0.032	0.367
难燃型挤塑聚苯板	80	6.7	0.030	0.540	1.25	2.133	1.440
水泥砂浆	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
自粘聚合物改性沥青防水卷材两道	6	3.0	0.230	9.370	1.20	0.022	0.244
聚氨酯防水涂料	1.5	1.5	0.150	6.070	1.20	0.008	0.061
水泥砂浆	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
页岩陶粒混凝土	30	7.5	0.500	6.700	1.20	0.040	0.402
钢筋混凝土	120	12.0	1.740	17.200	1.00	0.069	1.186
各层之和 Σ	307.5	—	—	—	—	2.348	4.189
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 $K=1/(0.16+\Sigma R)$	0.40						

重质/轻质	重质围护结构
-------	--------

6.1.1.1 空调房间：逐时温度

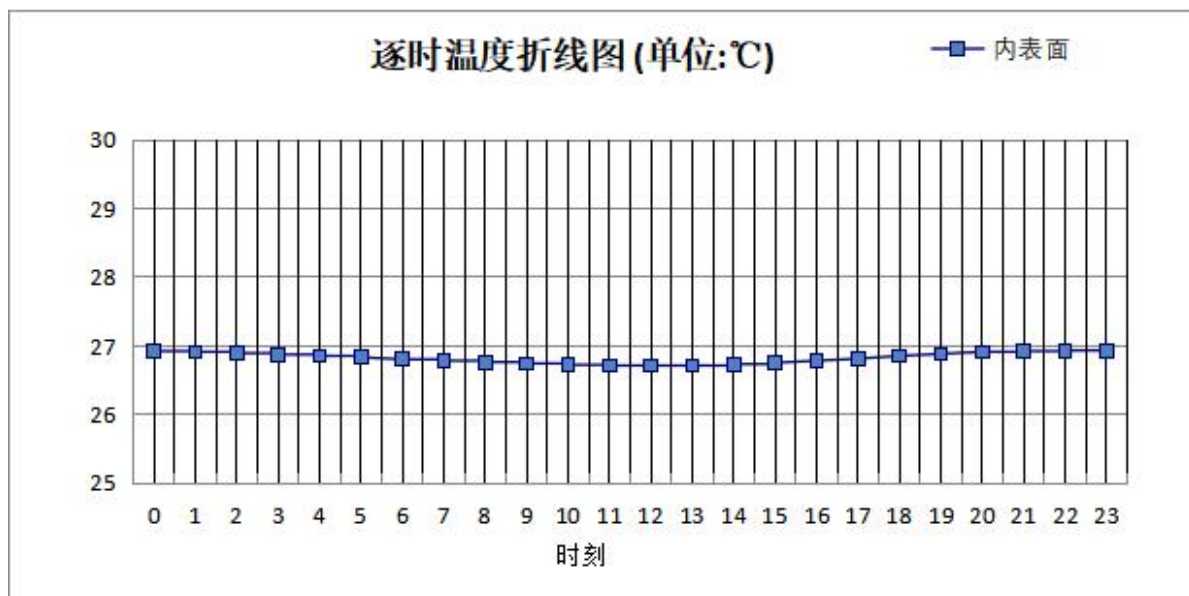


0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
26.92	26.90	26.88	26.86	26.83	26.81	26.79	26.76	26.74	26.72	26.71	26.70
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.71	26.72	26.74	26.77	26.81	26.84	26.88	26.91	26.93	26.94	26.94	26.93

6.1.2 上人屋面构造

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
C20 细石混凝土($\rho=2300$)	40	10.0	1.510	15.360	1.00	0.026	0.407
水泥砂浆	10	10.0	0.930	11.370	1.00	0.011	0.122
难燃型挤塑聚苯板	80	6.7	0.030	0.540	1.25	2.133	1.440
水泥砂浆	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
自粘聚合物改性沥青防水卷材 两道	6	3.0	0.230	9.370	1.20	0.022	0.244
聚氨酯防水涂料	1.5	1.5	0.150	6.070	1.20	0.008	0.061
水泥砂浆	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
页岩陶粒混凝土	30	7.5	0.500	6.700	1.20	0.040	0.402
钢筋混凝土	120	12.0	1.740	17.200	1.00	0.069	1.186
各层之和 Σ	327.5	—	—	—	—	2.353	4.352
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 $K=1/(0.16+\Sigma R)$	0.40						
重质/轻质	重质围护结构						

6.1.2.1 空调房间：逐时温度



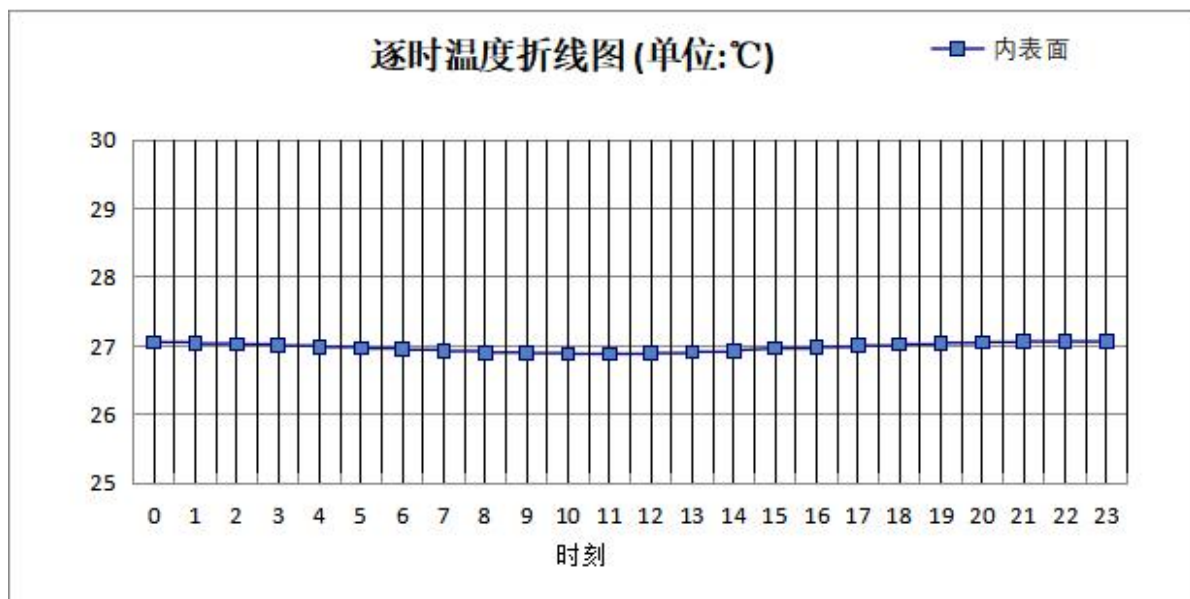
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
26.92	26.91	26.89	26.87	26.85	26.83	26.80	26.78	26.76	26.74	26.72	26.71
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.71	26.71	26.73	26.75	26.78	26.81	26.85	26.88	26.91	26.92	26.93	26.93

6.2 外墙（填充墙）构造

6.2.1 外墙构造

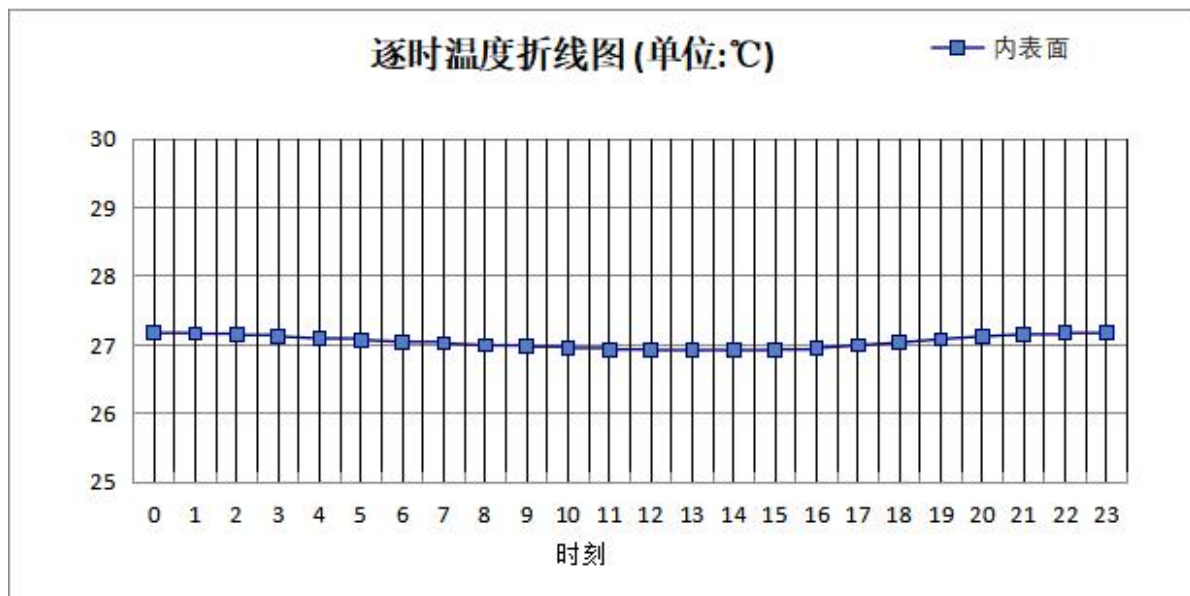
材料名称 由外到内	厚度 (mm)	差分 步长 (mm)	导热 系数 W/(m.K)	蓄热 系数 W/(m².K)	修正 系数 α	热阻 (m² K)/W	热惰性 指标 D=R*S
水泥砂浆	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/ 空心砖墙	200	9.1	0.580	7.920	1.00	0.345	2.731
界面砂浆(1)	15	7.5	0.930	11.370	1.00	0.016	0.183
热固复合聚苯板 G 型 05 级(1)	60	7.5	0.050	0.850	1.20	1.000	1.020
耐碱玻纤网格布, 抗裂砂浆 (1)	5	5.0	0.930	10.000	1.00	0.005	0.054
各层之和Σ	300	—	—	—	—	1.388	4.233
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 $K=1/(0.16+\Sigma R)$	0.65						
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
27.05	27.03	27.02	27.00	26.98	26.96	26.94	26.92	26.90	26.89	26.88	26.88
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.89	26.91	26.93	26.96	26.98	27.00	27.02	27.04	27.05	27.06	27.06	27.06

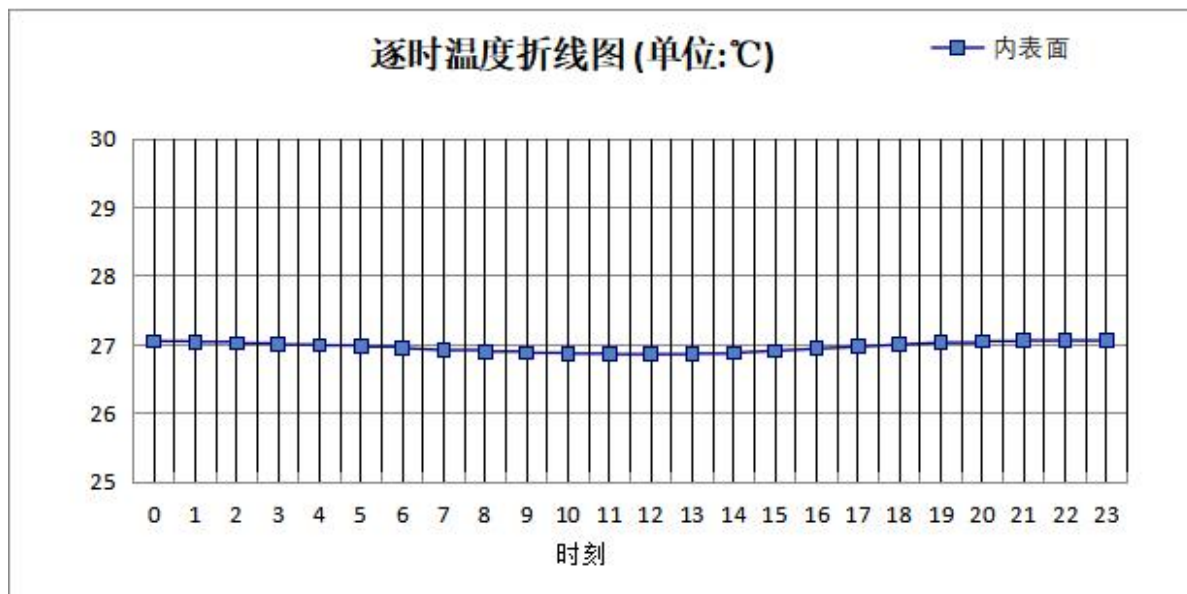
6.2.1.2 空调房间：西向逐时温度



0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
27.17	27.16	27.14	27.12	27.09	27.07	27.04	27.02	26.99	26.97	26.95	26.93
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.93	26.93	26.93	26.93	26.93	26.93	26.93	26.93	26.93	26.93	26.93	26.93

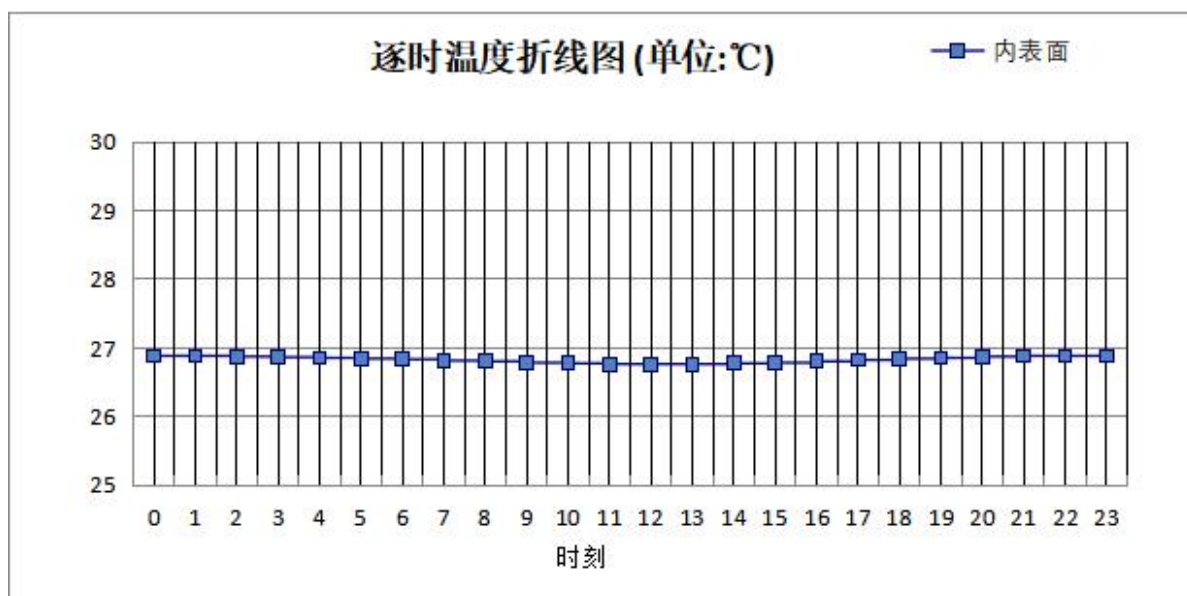
26.92	26.92	26.92	26.93	26.95	26.99	27.03	27.08	27.12	27.15	27.17	27.18
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

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
27.05	27.04	27.02	27.00	26.99	26.97	26.95	26.92	26.90	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	26.87	26.88	26.91	26.94	26.97	27.00	27.03	27.05	27.06	27.06	27.06

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
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------

26.88	26.88	26.87	26.86	26.85	26.84	26.83	26.81	26.80	26.78	26.77	26.76
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.76	26.76	26.77	26.78	26.80	26.82	26.84	26.85	26.87	26.88	26.88	26.88

6.3 屋顶外墙计算结论

类型	构造	时刻	最高温度(°C)	限值(°C)	结论
屋顶	上:不上人屋面构造	21:30	26.94	28.50	满足
	上:上人屋面构造	22:20	26.93	28.50	满足
外墙 (填充墙)	东:外墙构造	21:40	27.06	28.00	满足
	西:外墙构造	22:55	27.18	28.00	满足
	南:外墙构造	21:55	27.06	28.00	满足
	北:外墙构造	22:40	26.88	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	断桥铝合金型材断桥宽度14.8mm 6 高透光双银Low-E+12A+6 透明	13	2.50	0.36	0.680
		窗编号			
		C0920, C2220, C1820, C1808, C1819, C1829, C1830, JYC1820,, C0924, C1517			
	备注：湖南省居住建筑节能设计标准 DBJ43/T025-2022 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

本工程无外遮阳

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	233.37	2.50	0.36	0.38	夏季 SHGC \leq 0.55	满足
北向	153.90	2.50	0.36	0.25	夏季 SHGC(不要求)	满足
东向	12.40	2.50	0.36	0.05	夏季 SHGC \leq 0.50	满足
西向	7.20	2.50	0.36	0.03	夏季 SHGC \leq 0.50	满足
综合平均	406.87	2.50	0.36	0.24		

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

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

1 建筑概况

工程名称	南湖新区八仙台消防救援站建设项目-值班室		
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 48.24 m²	地下 0 m²	
建筑层数	地上 1	地下 0	
建筑高度	3.6m		
结构类型	框架结构		

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， $\alpha = \frac{\lambda}{\rho c}$ ， m^2/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， $\alpha = \frac{\lambda}{\rho c}$ ， m^2/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，℃。

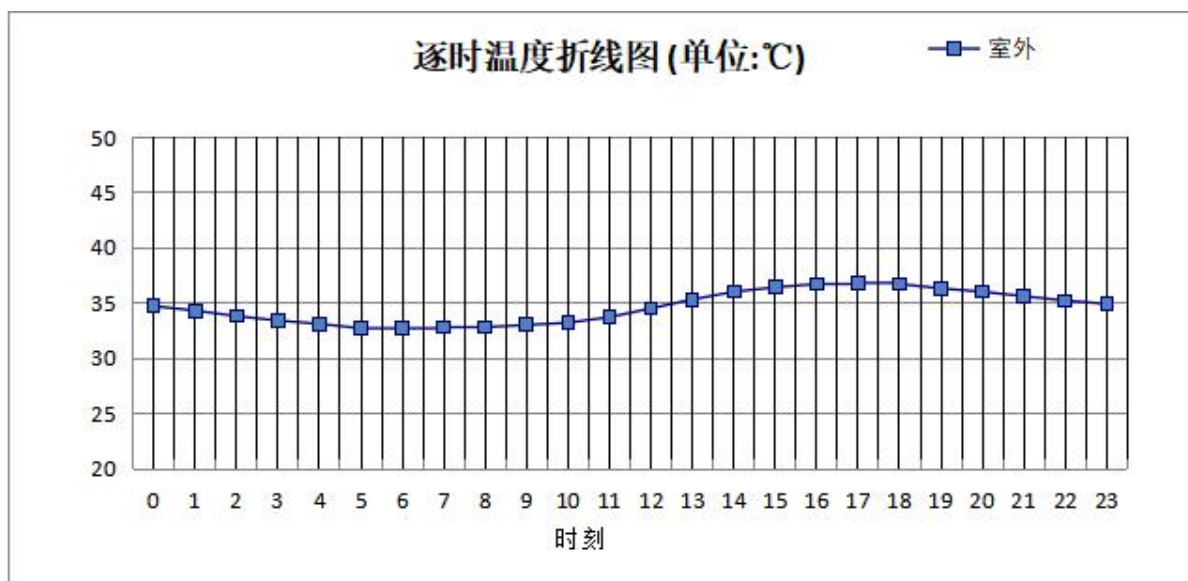
4 边界条件参数设置

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, °C		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	
石灰砂浆	0.810	10.070	1600.0	1050.0	0.0443	
钢筋混凝土	1.740	17.200	2500.0	920.0	0.0158	

难燃型挤塑聚苯板	0.030	0.540	25.0	5346.4	0.0162	
聚氨酯防水涂料	0.150	6.070	580.0	5823.6	0.0014	
重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/空心砖墙	0.580	7.920	1400.0	1062.3	0.0158	
自粘聚合物改性沥青防水卷材两道	0.230	9.370	900.0	5832.3	0.0014	
界面砂浆(1)	0.930	11.370	1800.0	1050.0	0.0210	
耐碱玻纤网格布, 抗裂砂浆(1)	0.930	10.000	1800.0	1000.0	0.0210	
热固复合聚苯板 G型 05 级(1)	0.050	0.850	150.0	1324.7	0.0162	湖南省公/建筑节能设计标准常用材料-2022
页岩陶粒混凝土	0.500	6.700	1100.0	1122.3	0.0040	湖南省公/建筑节能设计标准常用材料-2022
宽灰缝(8~12mm)蒸压加气混凝土砌块墙	0.220	3.490	900.0	1087.6	0.0998	

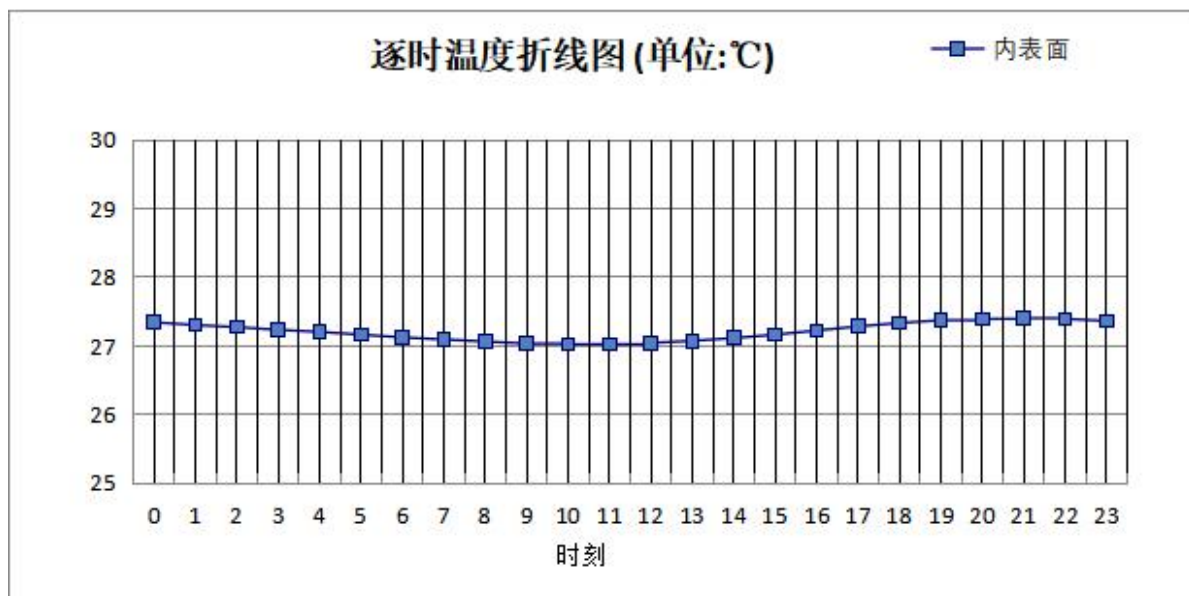
6 屋顶外墙隔热计算

6.1 屋顶构造

6.1.1 不上人屋面构造

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
水泥砂浆	30	10.0	0.930	11.370	1.00	0.032	0.367
难燃型挤塑聚苯板	50	6.3	0.030	0.540	1.25	1.333	0.900
水泥砂浆	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
自粘聚合物改性沥青防水卷材两道	6	3.0	0.230	9.370	1.20	0.022	0.244
聚氨酯防水涂料	1.5	1.5	0.150	6.070	1.20	0.008	0.061
水泥砂浆	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
页岩陶粒混凝土	30	7.5	0.500	6.700	1.20	0.040	0.402
钢筋混凝土	120	12.0	1.740	17.200	1.00	0.069	1.186
各层之和 Σ	277.5	—	—	—	—	1.548	3.649
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 $K=1/(0.16+\Sigma R)$	0.59						
重质/轻质	重质围护结构						

6.1.1.1 空调房间：逐时温度



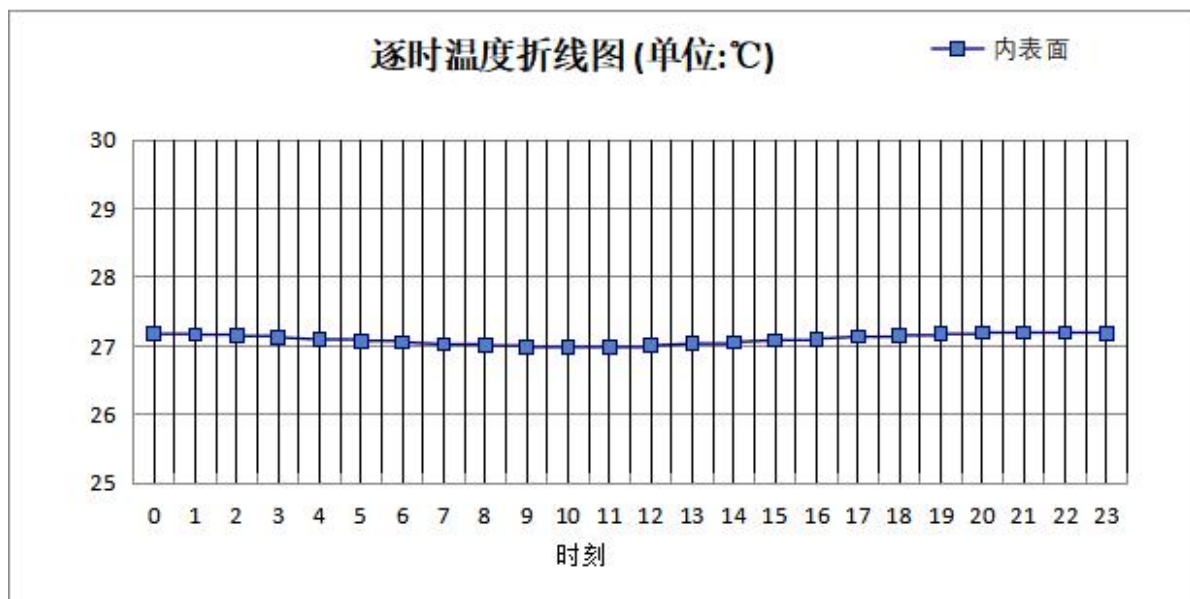
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
27.34	27.30	27.27	27.23	27.20	27.16	27.12	27.09	27.06	27.03	27.02	27.02
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
27.04	27.07	27.11	27.16	27.22	27.28	27.33	27.37	27.39	27.40	27.39	27.36

6.2 外墙（填充墙）构造

6.2.1 外墙构造

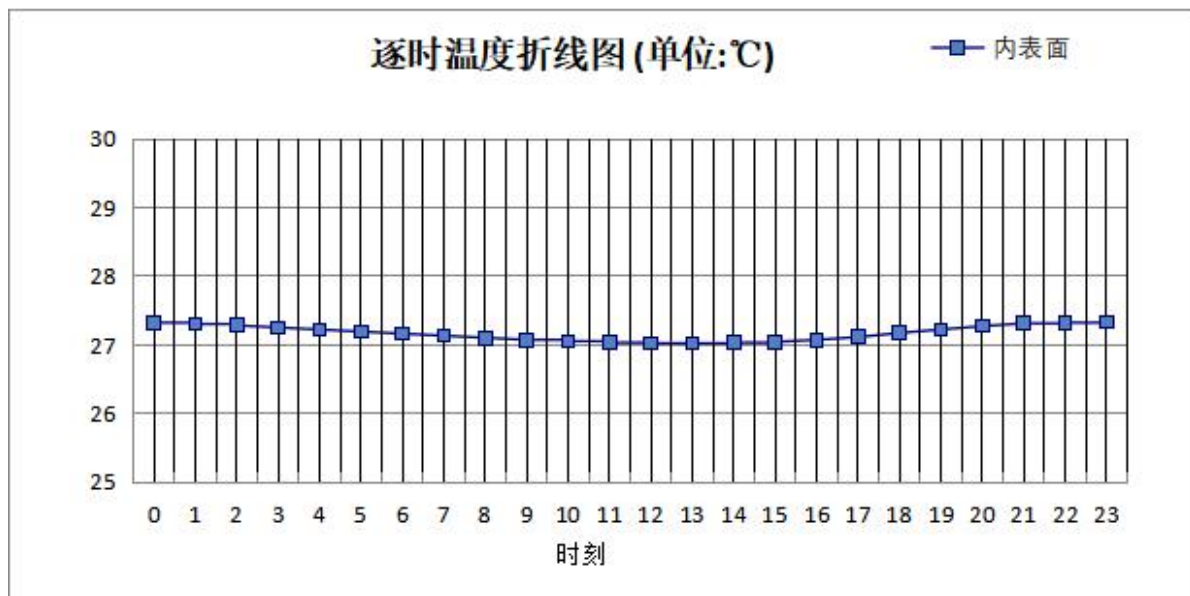
材料名称 由外到内	厚度	差分 步长	导热 系数	蓄热 系数	修正 系数	热阻	热惰性 指标
	(mm)	(mm)	W/(m.K)	W/(m².K)	α	(m² K)/W	D=R*S
水泥砂浆	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/ 空心砖墙	200	9.1	0.580	7.920	1.00	0.345	2.731
界面砂浆(1)	15	7.5	0.930	11.370	1.00	0.016	0.183
热固复合聚苯板 G 型 05 级(1)	50	7.1	0.050	0.850	1.20	0.833	0.850
耐碱玻纤网格布, 抗裂砂浆 (1)	5	5.0	0.930	10.000	1.00	0.005	0.054
各层之和Σ	290	—	—	—	—	1.221	4.063
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 $K=1/(0.16+\Sigma R)$	0.72						
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
27.17	27.16	27.14	27.12	27.09	27.07	27.05	27.02	27.00	26.98	26.98	26.98
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
27.00	27.03	27.05	27.08	27.10	27.13	27.15	27.17	27.19	27.19	27.19	27.18

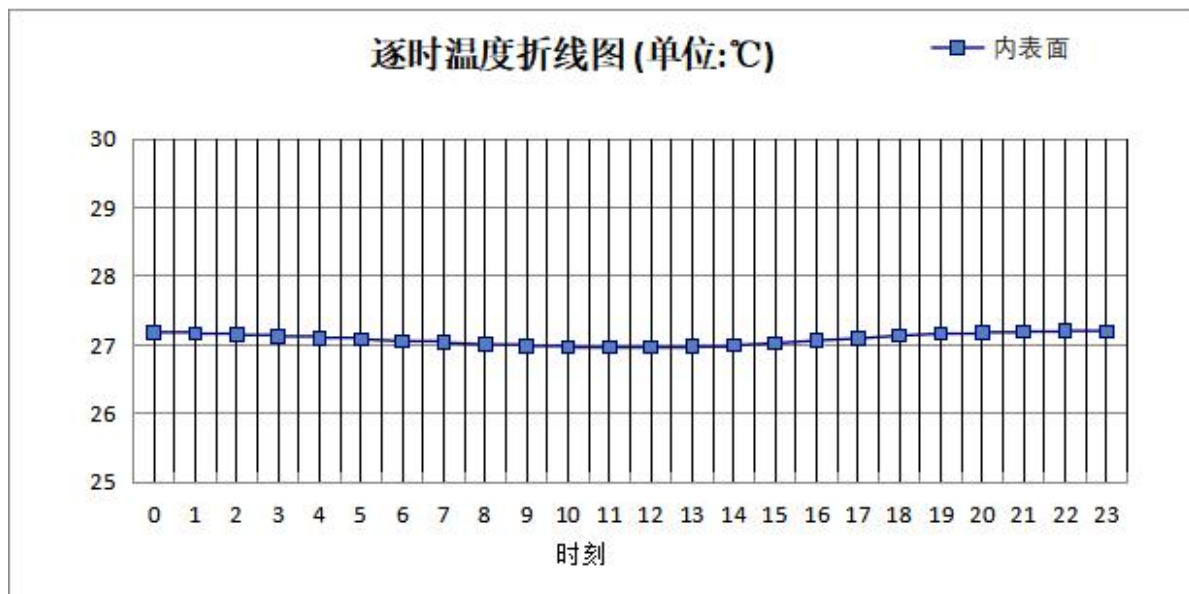
6.2.1.2 空调房间：西向逐时温度



0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
27.32	27.30	27.28	27.25	27.22	27.19	27.16	27.13	27.10	27.07	27.05	27.03
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	27.07	27.10	27.13	27.16	27.19	27.22	27.25	27.28	27.30	27.32	27.32

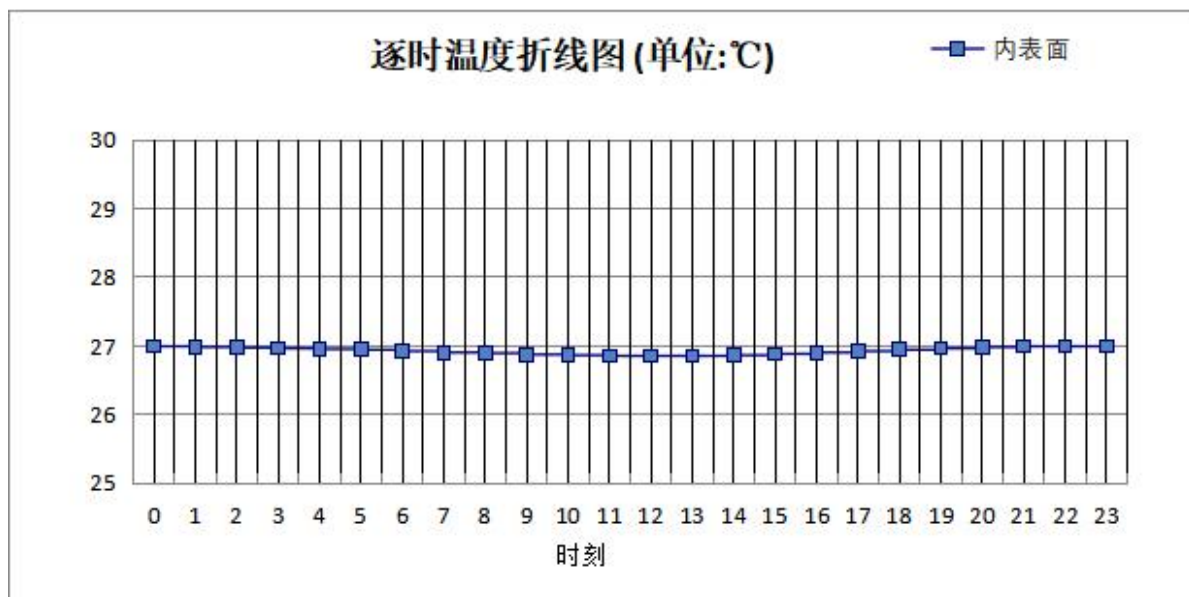
27.02	27.02	27.03	27.04	27.07	27.11	27.17	27.22	27.27	27.31	27.32	27.33
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

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
27.18	27.16	27.14	27.12	27.10	27.08	27.05	27.03	27.00	26.98	26.96	26.96
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.96	26.97	26.99	27.02	27.06	27.09	27.13	27.16	27.18	27.19	27.20	27.19

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
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------

26.99	26.98	26.97	26.96	26.95	26.94	26.92	26.90	26.89	26.87	26.86	26.85
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.85	26.85	26.86	26.88	26.90	26.92	26.94	26.96	26.98	26.99	26.99	26.99

6.3 屋顶外墙计算结论

类型	构造	时刻	最高温度(°C)	限值(°C)	结论
屋顶	上:不上人屋面构造	20:45	27.40	28.50	满足
外墙 (填充墙)	东:外墙构造	21:25	27.19	28.00	满足
	西:外墙构造	22:40	27.33	28.00	满足
	南:外墙构造	21:35	27.20	28.00	满足
	北:外墙构造	22:25	26.99	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	隔热金属型材 6mm 高透光 Low-E+12mm 空气+6 透明	20	2.68	0.43	0.720
		窗编号			
		, MLC2222, C1517, C0917			

7.2.2 外遮阳类型

本工程无外遮阳

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	2.55	2.68	0.43	0.12	夏季 SHGC \leq 0.55	满足
北向	4.08	2.68	0.43	0.19	夏季 SHGC(不要求)	满足
东向	5.85	2.68	0.43	0.25	夏季 SHGC \leq 0.50	满足
综合平均	12.48	2.68	0.43	0.14		
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					

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。

冷凝验算计算书

1 建筑概况

工程名称	南湖新区八仙台消防救援站建设项目-执勤楼
工程地点	湖南-岳阳
气候子区	夏热冬冷 A 区
建筑面积	地上 2549.10 m ² 地下 0 m ²
建筑层数	地上 3 地下 0
建筑高度	16.40m
结构类型	框架结构

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 55016-2021
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

2.1 评价目标

依据《建筑环境通用规范》GB 55016-2021 4.4.3 条：供暖期间，围护结构中保温材料因内部冷凝受潮而增加的重量湿度允许增量，应符合要求；相应冷凝计算界面内侧最小蒸汽渗透阻应大于按式（3.2-1）计算的蒸汽渗透阻。

2.2 评价方法

根据《建筑环境通用规范》GB 55016 第 4.4.3 条，当围护结构内部可能发生冷凝时，冷凝计算界面内侧所需的蒸汽渗透阻应按式（3.2-1）计算：

$$H_{o,i} = \frac{P_i - P_{s,c}}{\frac{10\rho_o\delta_i[\Delta\omega]}{24Z} + \frac{P_{s,c} - P_e}{H_{o,e}}} \quad (3.2-1)$$

则推导：

$$[\Delta\omega] = \frac{24Z \left(\frac{P_i - P_{s,c}}{H_{o,i}} - \frac{P_{s,c} - P_e}{H_{o,e}} \right)}{10\rho_o\delta_i} \quad (3.2-2)$$

式中：

$[\Delta\omega]$ —采暖期间保温材料重量湿度的允许增量限值(%)；

$H_{o,i}$ —冷凝计算界面内侧实际的蒸汽渗透阻(m²·h·Pa/g)；

$H_{o,e}$ —冷凝计算界面至围护结构外表面之间的蒸汽渗透阻(m²·h·Pa/g)；

- P_i —室内空气水蒸气分压力(Pa)，根据室内计算温度和相对湿度确定；
 P_e —室外空气水蒸气分压力(Pa)，根据本规范附录三附表3.1查得的采暖期室外平均温度和平均相对湿度确定；
 $P_{s.c}$ —冷凝计算界面处与界面温度 θ_c 对应的饱和水蒸气分压力(Pa)；
 Z —采暖期天数，应符合本规范附录三附表3.1的规定；
 ρ_0 —保温材料的干密度(kg/m³)；
 δ_i —保温材料厚度(m)；

冷凝计算界面温度可按下式计算：

$$\theta_c = t_i - \frac{t_i - \bar{t}_e}{R_o} (R_i + R_{o,i})$$

式中： θ_c —冷凝计算界面温度（℃）

t_i —室内计算温度（℃）

\bar{t}_e —采暖期室外平均温度（℃）

R_o —围护结构传热阻（m²·K/W）

R_i —内表面换热阻（m² K/W）

$R_{o,i}$ —冷凝计算界面至围护结构内表面之间的热阻（m²·K/W）

3 防潮验算计算过程

3.1 计算条件

R_i 内表面换热阻（m ² ·K/W）	0.11	按《民用建筑热工设计规范》GB50176附录 B.4 的规定采用。
t_i 室内计算温度(℃)	18	按《民用建筑热工设计规范》GB50176第 3.3.1 条规定采用。
室内相对湿度(%)	60	按《民用建筑热工设计规范》GB50176第 3.3.1 条规定采用。
\bar{t}_e 采暖期室外平均温度（℃）	4.80	按《民用建筑热工设计规范》GB50176附录表 A.0.1 确定。
室外相对湿度(%)	78.00	按《民用建筑热工设计规范》GB50176附录表 A.0.1 确定。
Z 采暖天数	17	按《民用建筑热工设计规范》GB50176附录 A 表 A.0.1 确定。

3.2 屋顶构造：不上人屋面构造

材料名称 (由上到下)	厚度 δ	导热系数 λ	修正 系数	密度	蒸汽渗透系数	热阻 R
	(mm)	W/(m.K)	α	Kg/m ³	g/(m.h.KPa)	(m ² K)/W
水泥砂浆	30	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.032
难燃型挤塑聚苯板	80	0.030	1.25	25.00	0.0162	2.133
水泥砂浆	20	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.022
自粘聚合物改性沥青防水卷材两道	6	0.230	1.20	900.00	0.0014	0.022
聚氨酯防水涂料	1.5	0.150	1.20	580.00	0.0014	0.008
水泥砂浆	20	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.022
页岩陶粒混凝土	30	0.500	1.20	1100.00	0.0040	0.040
钢筋混凝土	120	1.740	1.00	2500.00	0.0158	0.069

3.2.1 围护结构冷凝受潮计算表

序号	名称	δ 厚度 (mm)	ρ 密度 (kg/m ³)	θ_i 温度 (°C)	Pb 饱和水 蒸汽分 压力 (Pa)	Ps 水蒸汽 分压力 (Pa)	λ 导热 系数 W/(m.k)	α 修正 系数	R 热阻 (m ² .k/ W)	μ 蒸汽 渗透 系数 g/(m.h. kPa)	H 蒸汽渗 透阻 (m ² .h.Pa/ g)
1	室外			4.80	860.2	671.0					
2	室外换热层								0.05		2.6667
3	外表面			5.06	875.5	671.0					
4	水泥砂浆	30	1800				0.93	1.00	0.03	0.0210	1428.57
5	0~1			5.23	886.2	699.2					
6	难燃型挤塑 聚苯板	80	25				0.03	1.25	2.13	0.0162	4938.27
7	1~2			16.46	1872.0	796.5					
8	水泥砂浆	20	1800				0.93	1.00	0.02	0.0210	952.38
9	2~3			16.58	1885.4	815.2					
10	自粘聚合物 改性沥青防 水卷材两道	6	900				0.23	1.20	0.02	0.0014	4285.71
11	3~4			16.69	1899.1	899.7					
12	聚氨酯防水 涂料	1.5	580				0.15	1.20	0.01	0.0014	1071.43
13	4~5			16.73	1904.3	920.8					
14	水泥砂浆	20	1800				0.93	1.00	0.02	0.0210	952.38
15	5~6			16.85	1917.8	939.6					
16	页岩陶粒混 凝土	30	1100				0.50	1.20	0.04	0.0040	7500.00
17	6~7			17.06	1943.2	1087.4					

18	钢筋混凝土	120	2500				1.74	1.00	0.07	0.0158	7594.94
19	内表面			17.42	1989.0	1237.0					
20	室内换热层								0.11		7.9808
21	室内			18.00	2062.0	1237.2					

3.2.2 冷凝计算界面至围护结构内表面之间的热阻 $R_{o,i}$

围护结构冷凝计算界面的位置，应取保温层与外侧密实材料层的交界处。 $R_{o,i}=2.32$

3.2.3 冷凝计算界面温度 θ_c

$$\theta_c = t_i - \frac{t_i - t_e}{R_o} (R_i + R_{o,i})$$

将参数代入上式， $\theta_c=5.23$

3.2.4 围护结构冷凝受潮验算

$H_{o,i}$	$H_{o,i}$ —冷凝计算界面内侧实际的蒸汽渗透阻 ($\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa/g}$)	27295	应 \geq 限值(547)
$H_{o,e}$	$H_{o,e}$ —冷凝计算界面至围护结构外表面之间的蒸汽渗透阻 ($\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa/g}$)	1428.57	
P_i	P_i —室内空气水蒸气分压力 (Pa)	1237.20	根据室内计算温度和相对湿度确定。
P_e	P_e —室外空气水蒸气分压力 (Pa)	670.96	根据采暖期室外平均温度和平均相对湿度确定。
$P_{s,c}$	$P_{s,c}$ —冷凝计算界面处与界面温度 θ_c 对应的饱和水蒸气分压力 (Pa)	886.68	
ρ_0	ρ_0 —保温材料的干密度 (kg/m^3)	25.00	
δ_i	δ_i —保温材料厚度 (m)	0.08	
$[\Delta\omega] = \frac{24Z \left(\frac{P_i - P_{s,c}}{H_{o,i}} - \frac{P_{s,c} - P_e}{H_{o,e}} \right)}{10\rho_0\delta_i}$	$[\Delta\omega]$ —采暖期间保温材料重量湿度的增量 (%)	0.00	应 \leq 增量限值 (%)=10.00

3.3 屋顶构造：上人屋面构造

材料名称 (由上到下)	厚度 δ	导热系数 λ	修正 系数	密度	蒸汽渗透系数	热阻 R
	(mm)	W/(m.K)	α	Kg/m ³	g/(m.h.KPa)	(m ² K)/W
C20 细石混凝土($\rho=2300$)	40	1.510	1.00	2300.00	0.0173	0.026

水泥砂浆	10	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.011
难燃型挤塑聚苯板	80	0.030	1.25	25.00	0.0162	2.133
水泥砂浆	20	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.022
自粘聚合物改性沥青防水卷材两道	6	0.230	1.20	900.00	0.0014	0.022
聚氨酯防水涂料	1.5	0.150	1.20	580.00	0.0014	0.008
水泥砂浆	20	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.022
页岩陶粒混凝土	30	0.500	1.20	1100.00	0.0040	0.040
钢筋混凝土	120	1.740	1.00	2500.00	0.0158	0.069

3.3.1 围护结构冷凝受潮计算表

序号	名称	δ 厚度 (mm)	ρ 密度 (kg/m ³)	θ_i 温度 (°C)	Pb 饱和水 蒸汽分 压力 (Pa)	Ps 水蒸汽 分压力 (Pa)	λ 导热 系数 W/(m.k)	α 修正 系数	R 热阻 (m ² .k/ W)	μ 蒸汽 渗透 系数 g/(m.h. kPa)	H 蒸汽渗 透阻 (m ² .h.Pa/ g)
1	室外			4.80	860.2	671.0					
2	室外换热层								0.05		2.6667
3	外表面			5.06	875.9	671.0					
4	C20 细石混凝土 ($\rho=2300$)	40	2300				1.51	1.00	0.03	0.0173	2312.14
5	0~1			5.20	884.7	714.5					
6	水泥砂浆	10	1800				0.93	1.00	0.01	0.0210	476.19
7	1~2			5.26	888.3	723.5					
8	难燃型挤塑聚苯板	80	25				0.03	1.25	2.13	0.0162	4938.27
9	2~3			16.47	1872.4	816.4					
10	水泥砂浆	20	1800				0.93	1.00	0.02	0.0210	952.38
11	3~4			16.58	1885.9	834.3					
12	自粘聚合物改性沥青防水卷材两道	6	900				0.23	1.20	0.02	0.0014	4285.71
13	4~5			16.69	1899.5	914.9					
14	聚氨酯防水涂料	1.5	580				0.15	1.20	0.01	0.0014	1071.43
15	5~6			16.74	1904.7	935.1					
16	水泥砂浆	20	1800				0.93	1.00	0.02	0.0210	952.38
17	6~7			16.85	1918.1	953.0					
18	页岩陶粒混凝土	30	1100				0.50	1.20	0.04	0.0040	7500.00
19	7~8			17.06	1943.5	1094.1					
20	钢筋混凝土	120	2500				1.74	1.00	0.07	0.0158	7594.94

21	内表面			17.42	1989.2	1237.0				
22	室内换热层								0.11	7.9808
23	室内			18.00	2062.0	1237.2				

3.3.2 冷凝计算界面至围护结构内表面之间的热阻 $R_{o,i}$

围护结构冷凝计算界面的位置，应取保温层与外侧密实材料层的交界处。 $R_{o,i}=2.32$

3.3.3 冷凝计算界面温度 θ_c

$$\theta_c = t_i - \frac{t_i - t_e}{R_o} (R_i + R_{o,i})$$

将参数代入上式， $\theta_c=5.26$

3.3.4 围护结构冷凝受潮验算

$H_{o,i}$	$H_{o,i}$ — 冷凝计算界面内侧实际的蒸汽渗透阻 ($\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa/g}$)	27295	应 \geq 限值(614)
$H_{o,e}$	$H_{o,e}$ — 冷凝计算界面至围护结构外表面之间的蒸汽渗透阻 ($\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa/g}$)	2788.33	
P_i	P_i — 室内空气水蒸气分压力 (Pa)	1237.20	根据室内计算温度和相对湿度确定。
P_e	P_e — 室外空气水蒸气分压力 (Pa)	670.96	根据采暖期室外平均温度和平均相对湿度确定。
$P_{s,c}$	$P_{s,c}$ — 冷凝计算界面处与界面温度 θ_c 对应的饱和水蒸气分压力 (Pa)	888.27	
ρ_0	ρ_0 — 保温材料的干密度 (kg/m^3)	25.00	
δ_i	δ_i — 保温材料厚度 (m)	0.08	
$[\Delta w] = \frac{24Z \left(\frac{P_i - P_{s,c}}{H_{o,i}} - \frac{P_{s,c} - P_e}{H_{o,e}} \right)}{10\rho_0\delta_i}$	$[\Delta w]$ — 采暖期间保温材料重量湿度的增量 (%)	0.00	应 \leq 增量限值 (%) = 10.00

3.4 外墙（填充墙）构造：外墙构造

材料名称 (由上到下)	厚度 δ	导热系数 λ	修正 系数	密度	蒸汽渗透系数	热阻 R
	(mm)	W/(m.K)	α	Kg/m ³	g/(m.h.KPa)	(m ² K)/W
水泥砂浆	20	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.022
重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.580	1.00	1400.00	0.0158	0.345

界面砂浆(1)	15	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.016
热固复合聚苯板 G 型 05 级(1)	60	0.050	1.20	150.00	0.0162	1.000
耐碱玻纤网格布, 抗裂砂浆(1)	5	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.005

3.4.1 围护结构冷凝受潮计算表

序号	名称	δ 厚度 (mm)	ρ 密度 (kg/m ³)	θ_i 温度 (°C)	Pb 饱和水 蒸汽分 压力 (Pa)	Ps 水蒸汽 分压力 (Pa)	λ 导热 系数 W/(m.k)	α 修正 系数	R 热阻 (m ² .k/ W)	μ 蒸汽 渗透 系数 g/(m.h. kPa)	H 蒸汽渗 透阻 (m ² .h.Pa/ g)
1	室外			4.80	860.2	671.0					
2	室外换热层								0.05		2.6667
3	外表面			5.23	886.3	671.0					
4	水泥砂浆	20	1800				0.93	1.00	0.02	0.0210	952.38
5	0~1			5.41	897.9	700.5					
6	重砂浆砌筑 烧结页岩多 孔砖/空心砖 墙	200	1400				0.58	1.00	0.34	0.0158	12658.2 3
7	1~2			8.35	1098.4	1092.7					
8	界面砂浆(1)	15	1800				0.93	1.00	0.02	0.0210	714.29
9	2~3			8.49	1108.7	1114.8					
10	热固复合聚 苯板 G 型 05 级(1)	60	150				0.05	1.20	1.00	0.0162	3703.70
11	3~4			17.02	1938.0	1229.6					
12	耐碱玻纤网 格布, 抗裂砂 浆(1)	5	1800				0.93	1.00	0.01	0.0210	238.10
13	内表面			17.06	1943.8	1237.0					
14	室内换热层								0.11		7.9808
15	室内			18.00	2062.0	1237.2					

3.4.2 冷凝计算界面至围护结构内表面之间的热阻 $R_{o,i}$

围护结构冷凝计算界面的位置, 应取保温层与外侧密实材料层的交界处。 $R_{o,i}=1.01$

3.4.3 冷凝计算界面温度 θ_c

$$\theta_c = t_i - \frac{t_i - t_e}{R_o} (R_i + R_{o,i})$$

将参数代入上式, $\theta_c=8.49$

3.4.4 围护结构冷凝受潮验算

$H_{o,i}$	$H_{o,i}$ — 冷凝计算界面内侧实际的蒸汽渗透阻 ($\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa/g}$)	3942	应 \geq 限值(58)
$H_{o,e}$	$H_{o,e}$ — 冷凝计算界面至围护结构外表面之间的蒸汽渗透阻 ($\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa/g}$)	14324.90	
P_i	P_i — 室内空气水蒸气分压力 (Pa)	1237.20	根据室内计算温度和相对湿度确定。
P_e	P_e — 室外空气水蒸气分压力 (Pa)	670.96	根据采暖期室外平均温度和平均相对湿度确定。
$P_{s,c}$	$P_{s,c}$ — 冷凝计算界面处与界面温度 θ_c 对应的饱和水蒸气分压力 (Pa)	1108.60	
ρ_0	ρ_0 — 保温材料的干密度 (kg/m^3)	150.00	
δ_i	δ_i — 保温材料厚度 (m)	0.06	
$[\Delta\omega] = \frac{24Z \left(\frac{P_i - P_{s,c}}{H_{o,i}} - \frac{P_{s,c} - P_e}{H_{o,e}} \right)}{10\rho_0\delta_i}$	$[\Delta\omega]$ — 采暖期间保温材料重量湿度的增量 (%)	0.00	应 \leq 增量限值 (%)=10.00

4 验算结论

类型	构造	增量 限值 (%)	实际 增量 (%)	内侧蒸 汽渗透 阻限值	内侧蒸 汽渗透 阻	结论
屋顶	不上人屋面构造	10	0	547	27295	满足
	上人屋面构造	10	0	614	27295	满足
外墙 (填充墙)	外墙构造	10	0	58	3942	满足

冷凝验算计算书

1 建筑概况

工程名称	南湖新区八仙台消防救援站建设项目-附属用房
工程地点	湖南-岳阳
气候子区	夏热冬冷 A 区
建筑面积	地上 445.89 m ² 地下 0 m ²
建筑层数	地上 2 地下 0
建筑高度	6.70m
结构类型	框架结构

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 55016-2021
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

2.1 评价目标

依据《建筑环境通用规范》GB 55016-2021 4.4.3 条：供暖期间，围护结构中保温材料因内部冷凝受潮而增加的重量湿度允许增量，应符合要求；相应冷凝计算界面内侧最小蒸汽渗透阻应大于按式（3.2-1）计算的蒸汽渗透阻。

2.2 评价方法

根据《建筑环境通用规范》GB 55016 第 4.4.3 条，当围护结构内部可能发生冷凝时，冷凝计算界面内侧所需的蒸汽渗透阻应按式（3.2-1）计算：

$$H_{o,i} = \frac{P_i - P_{s,c}}{\frac{10\rho_o\delta_i[\Delta\omega]}{24Z} + \frac{P_{s,c} - P_e}{H_{o,e}}} \quad (3.2-1)$$

则推导：

$$[\Delta\omega] = \frac{24Z \left(\frac{P_i - P_{s,c}}{H_{o,i}} - \frac{P_{s,c} - P_e}{H_{o,e}} \right)}{10\rho_o\delta_i} \quad (3.2-2)$$

式中：

- $[\Delta\omega]$ — 采暖期间保温材料重量湿度的允许增量限值(%)；
 $H_{o,i}$ — 冷凝计算界面内侧实际的蒸汽渗透阻(m²·h·Pa/g)；
 $H_{o,e}$ — 冷凝计算界面至围护结构外表面之间的蒸汽渗透阻(m²·h·Pa/g)；
 P_i — 室内空气水蒸气分压力(Pa)，根据室内计算温度和相对湿度确定；

P_e —室外空气水蒸气分压力(Pa), 根据本规范附录三附表3.1查得的采暖期室外平均温度和平均相对湿度确定;

$P_{s,c}$ —冷凝计算界面处与界面温度 θ_c 对应的饱和水蒸气分压力(Pa);

Z—采暖期天数, 应符合本规范附录三附表3.1的规定;

ρ_0 —保温材料的干密度(kg/m³);

δ_i —保温材料厚度(m);

冷凝计算界面温度可按下式计算:

$$\theta_c = t_i - \frac{t_i - \bar{t}_e}{R_o} (R_i + R_{o,i})$$

式中: θ_c —冷凝计算界面温度(℃)

t_i —室内计算温度(℃)

\bar{t}_e —采暖期室外平均温度(℃)

R_o —围护结构传热阻(m²·K/W)

R_i —内表面换热阻(m² K/W)

$R_{o,i}$ —冷凝计算界面至围护结构内表面之间的热阻(m²·K/W)

3 防潮验算计算过程

3.1 计算条件

R_i 内表面换热阻 (m ² *K/W)	0.11	按《民用建筑热工设计规范》GB50176附录 B.4 的规定采用。
t_i 室内计算温度(℃)	18	按《民用建筑热工设计规范》GB50176第 3.3.1 条规定采用。
室内相对湿度(%)	60	按《民用建筑热工设计规范》GB50176第 3.3.1 条规定采用。
\bar{t}_e 采暖期室外平均温度 (℃)	4.80	按《民用建筑热工设计规范》GB50176附录表 A.0.1 确定。
室外相对湿度(%)	78.00	按《民用建筑热工设计规范》GB50176附录表 A.0.1 确定。
Z 采暖天数	17	按《民用建筑热工设计规范》GB50176附录 A 表 A.0.1 确定。

3.2 屋顶构造：不上人屋面构造

材料名称 (由上到下)	厚度 δ	导热系数 λ	修正 系数	密度	蒸汽渗透系数	热阻 R
	(mm)	W/(m.K)	α	Kg/m ³	g/(m.h.KPa)	(m ² K)/W
水泥砂浆	30	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.032
难燃型挤塑聚苯板	80	0.030	1.25	25.00	0.0162	2.133
水泥砂浆	20	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.022
自粘聚合物改性沥青防水卷材两道	6	0.230	1.20	900.00	0.0014	0.022
聚氨酯防水涂料	1.5	0.150	1.20	580.00	0.0014	0.008
水泥砂浆	20	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.022
页岩陶粒混凝土	30	0.500	1.20	1100.00	0.0040	0.040
钢筋混凝土	120	1.740	1.00	2500.00	0.0158	0.069

3.2.1 围护结构冷凝受潮计算表

序号	名称	δ 厚度 (mm)	ρ 密度 (kg/m ³)	θ_i 温度 (°C)	Pb 饱和水 蒸汽分 压力 (Pa)	Ps 水蒸汽 分压力 (Pa)	λ 导热 系数 W/(m.k)	α 修正 系数	R 热阻 (m ² .k/ W)	μ 蒸汽 渗透 系数 g/(m.h. kPa)	H 蒸汽渗 透阻 (m ² .h.Pa/ g)
1	室外			4.80	860.2	671.0					
2	室外换热层								0.05		2.6667
3	外表面			5.06	875.5	671.0					
4	水泥砂浆	30	1800				0.93	1.00	0.03	0.0210	1428.57
5	0~1			5.23	886.2	699.2					
6	难燃型挤塑 聚苯板	80	25				0.03	1.25	2.13	0.0162	4938.27
7	1~2			16.46	1872.0	796.5					
8	水泥砂浆	20	1800				0.93	1.00	0.02	0.0210	952.38
9	2~3			16.58	1885.4	815.2					
10	自粘聚合物 改性沥青防 水卷材两道	6	900				0.23	1.20	0.02	0.0014	4285.71
11	3~4			16.69	1899.1	899.7					
12	聚氨酯防水 涂料	1.5	580				0.15	1.20	0.01	0.0014	1071.43
13	4~5			16.73	1904.3	920.8					
14	水泥砂浆	20	1800				0.93	1.00	0.02	0.0210	952.38
15	5~6			16.85	1917.8	939.6					
16	页岩陶粒混 凝土	30	1100				0.50	1.20	0.04	0.0040	7500.00
17	6~7			17.06	1943.2	1087.4					

18	钢筋混凝土	120	2500				1.74	1.00	0.07	0.0158	7594.94
19	内表面			17.42	1989.0	1237.0					
20	室内换热层								0.11		7.9808
21	室内			18.00	2062.0	1237.2					

3.2.2 冷凝计算界面至围护结构内表面之间的热阻 $R_{o,i}$

围护结构冷凝计算界面的位置，应取保温层与外侧密实材料层的交界处。 $R_{o,i}=2.32$

3.2.3 冷凝计算界面温度 θ_c

$$\theta_c = t_i - \frac{t_i - t_e}{R_o} (R_i + R_{o,i})$$

将参数代入上式， $\theta_c=5.23$

3.2.4 围护结构冷凝受潮验算

$H_{o,i}$	$H_{o,i}$ — 冷凝计算界面内侧实际的蒸汽渗透阻 ($\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa/g}$)	27295	应 \geq 限值(547)
$H_{o,e}$	$H_{o,e}$ — 冷凝计算界面至围护结构外表面之间的蒸汽渗透阻 ($\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa/g}$)	1428.57	
P_i	P_i — 室内空气水蒸气分压力 (Pa)	1237.20	根据室内计算温度和相对湿度确定。
P_e	P_e — 室外空气水蒸气分压力 (Pa)	670.96	根据采暖期室外平均温度和平均相对湿度确定。
$P_{s,c}$	$P_{s,c}$ — 冷凝计算界面处与界面温度 θ_c 对应的饱和水蒸气分压力 (Pa)	886.68	
ρ_0	ρ_0 — 保温材料的干密度 (kg/m^3)	25.00	
δ_i	δ_i — 保温材料厚度 (m)	0.08	
$[\Delta\omega] = \frac{24Z \left(\frac{P_i - P_{s,c}}{H_{o,i}} - \frac{P_{s,c} - P_e}{H_{o,e}} \right)}{10\rho_0\delta_i}$	$[\Delta\omega]$ — 采暖期间保温材料重量湿度的增量 (%)	0.00	应 \leq 增量限值 (%)=10.00

3.3 屋顶构造：上人屋面构造

材料名称 (由上到下)	厚度 δ	导热系数 λ	修正 系数	密度	蒸汽渗透系数	热阻 R
	(mm)	W/(m.K)	α	Kg/m ³	g/(m.h.KPa)	(m ² K)/W
C20 细石混凝土($\rho=2300$)	40	1.510	1.00	2300.00	0.0173	0.026

水泥砂浆	10	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.011
难燃型挤塑聚苯板	80	0.030	1.25	25.00	0.0162	2.133
水泥砂浆	20	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.022
自粘聚合物改性沥青防水卷材两道	6	0.230	1.20	900.00	0.0014	0.022
聚氨酯防水涂料	1.5	0.150	1.20	580.00	0.0014	0.008
水泥砂浆	20	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.022
页岩陶粒混凝土	30	0.500	1.20	1100.00	0.0040	0.040
钢筋混凝土	120	1.740	1.00	2500.00	0.0158	0.069

3.3.1 围护结构冷凝受潮计算表

序号	名称	δ 厚度 (mm)	ρ 密度 (kg/m ³)	θ_i 温度 (°C)	Pb 饱和水 蒸汽分 压力 (Pa)	Ps 水蒸汽 分压力 (Pa)	λ 导热 系数 W/(m.k)	α 修正 系数	R 热阻 (m ² .k/ W)	μ 蒸汽 渗透 系数 g/(m.h. kPa)	H 蒸汽渗 透阻 (m ² .h.Pa/ g)
1	室外			4.80	860.2	671.0					
2	室外换热层								0.05		2.6667
3	外表面			5.06	875.9	671.0					
4	C20 细石混凝土 ($\rho=2300$)	40	2300				1.51	1.00	0.03	0.0173	2312.14
5	0~1			5.20	884.7	714.5					
6	水泥砂浆	10	1800				0.93	1.00	0.01	0.0210	476.19
7	1~2			5.26	888.3	723.5					
8	难燃型挤塑聚苯板	80	25				0.03	1.25	2.13	0.0162	4938.27
9	2~3			16.47	1872.4	816.4					
10	水泥砂浆	20	1800				0.93	1.00	0.02	0.0210	952.38
11	3~4			16.58	1885.9	834.3					
12	自粘聚合物改性沥青防水卷材两道	6	900				0.23	1.20	0.02	0.0014	4285.71
13	4~5			16.69	1899.5	914.9					
14	聚氨酯防水涂料	1.5	580				0.15	1.20	0.01	0.0014	1071.43
15	5~6			16.74	1904.7	935.1					
16	水泥砂浆	20	1800				0.93	1.00	0.02	0.0210	952.38
17	6~7			16.85	1918.1	953.0					
18	页岩陶粒混凝土	30	1100				0.50	1.20	0.04	0.0040	7500.00
19	7~8			17.06	1943.5	1094.1					
20	钢筋混凝土	120	2500				1.74	1.00	0.07	0.0158	7594.94

21	内表面			17.42	1989.2	1237.0					
22	室内换热层								0.11		7.9808
23	室内			18.00	2062.0	1237.2					

3.3.2 冷凝计算界面至围护结构内表面之间的热阻 $R_{o,i}$

围护结构冷凝计算界面的位置，应取保温层与外侧密实材料层的交界处。 $R_{o,i}=2.32$

3.3.3 冷凝计算界面温度 θ_c

$$\theta_c = t_i - \frac{t_i - t_e}{R_o} (R_i + R_{o,i})$$

将参数代入上式， $\theta_c=5.26$

3.3.4 围护结构冷凝受潮验算

$H_{o,i}$	$H_{o,i}$ — 冷凝计算界面内侧实际的蒸汽渗透阻 ($\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa/g}$)	27295	应 \geq 限值(614)
$H_{o,e}$	$H_{o,e}$ — 冷凝计算界面至围护结构外表面之间的蒸汽渗透阻 ($\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa/g}$)	2788.33	
P_i	P_i — 室内空气水蒸气分压力 (Pa)	1237.20	根据室内计算温度和相对湿度确定。
P_e	P_e — 室外空气水蒸气分压力 (Pa)	670.96	根据采暖期室外平均温度和平均相对湿度确定。
$P_{s,c}$	$P_{s,c}$ — 冷凝计算界面处与界面温度 θ_c 对应的饱和水蒸气分压力 (Pa)	888.27	
ρ_0	ρ_0 — 保温材料的干密度 (kg/m^3)	25.00	
δ_i	δ_i — 保温材料厚度 (m)	0.08	
$[\Delta w] = \frac{24Z \left(\frac{P_i - P_{s,c}}{H_{o,i}} - \frac{P_{s,c} - P_e}{H_{o,e}} \right)}{10\rho_0\delta_i}$	$[\Delta w]$ — 采暖期间保温材料重量湿度的增量 (%)	0.00	应 \leq 增量限值 (%)=10.00

3.4 外墙（填充墙）构造：外墙构造

材料名称 (由上到下)	厚度 δ	导热系数 λ	修正 系数	密度	蒸汽渗透系数	热阻 R
	(mm)	W/(m.K)	α	Kg/m ³	g/(m.h.KPa)	(m ² K)/W
水泥砂浆	20	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.022
重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.580	1.00	1400.00	0.0158	0.345

界面砂浆(1)	15	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.016
热固复合聚苯板 G 型 05 级(1)	60	0.050	1.20	150.00	0.0162	1.000
耐碱玻纤网格布, 抗裂砂浆(1)	5	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.005

3.4.1 围护结构冷凝受潮计算表

序号	名称	δ 厚度 (mm)	ρ 密度 (kg/m ³)	θ_i 温度 (°C)	Pb 饱和水 蒸汽分 压力 (Pa)	Ps 水蒸汽 分压力 (Pa)	λ 导热 系数 W/(m.k)	α 修正 系数	R 热阻 (m ² .k/ W)	μ 蒸汽 渗透 系数 g/(m.h. kPa)	H 蒸汽渗 透阻 (m ² .h.Pa/ g)
1	室外			4.80	860.2	671.0					
2	室外换热层								0.05		2.6667
3	外表面			5.23	886.3	671.0					
4	水泥砂浆	20	1800				0.93	1.00	0.02	0.0210	952.38
5	0~1			5.41	897.9	700.5					
6	重砂浆砌筑 烧结页岩多 孔砖/空心砖 墙	200	1400				0.58	1.00	0.34	0.0158	12658.2 3
7	1~2			8.35	1098.4	1092.7					
8	界面砂浆(1)	15	1800				0.93	1.00	0.02	0.0210	714.29
9	2~3			8.49	1108.7	1114.8					
10	热固复合聚 苯板 G 型 05 级(1)	60	150				0.05	1.20	1.00	0.0162	3703.70
11	3~4			17.02	1938.0	1229.6					
12	耐碱玻纤网 格布, 抗裂砂 浆(1)	5	1800				0.93	1.00	0.01	0.0210	238.10
13	内表面			17.06	1943.8	1237.0					
14	室内换热层								0.11		7.9808
15	室内			18.00	2062.0	1237.2					

3.4.2 冷凝计算界面至围护结构内表面之间的热阻 $R_{o,i}$

围护结构冷凝计算界面的位置, 应取保温层与外侧密实材料层的交界处。 $R_{o,i}=1.01$

3.4.3 冷凝计算界面温度 θ_c

$$\theta_c = t_i - \frac{t_i - t_e}{R_o} (R_i + R_{o,i})$$

将参数代入上式, $\theta_c=8.49$

3.4.4 围护结构冷凝受潮验算

$H_{o,i}$	$H_{o,i}$ — 冷凝计算界面内侧实际的蒸汽渗透阻 ($\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa/g}$)	3942	应 \geq 限值(58)
$H_{o,e}$	$H_{o,e}$ — 冷凝计算界面至围护结构外表面之间的蒸汽渗透阻 ($\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa/g}$)	14324.90	
P_i	P_i — 室内空气水蒸气分压力 (Pa)	1237.20	根据室内计算温度和相对湿度确定。
P_e	P_e — 室外空气水蒸气分压力 (Pa)	670.96	根据采暖期室外平均温度和平均相对湿度确定。
$P_{s,c}$	$P_{s,c}$ — 冷凝计算界面处与界面温度 θ_c 对应的饱和水蒸气分压力 (Pa)	1108.60	
ρ_0	ρ_0 — 保温材料的干密度 (kg/m^3)	150.00	
δ_i	δ_i — 保温材料厚度 (m)	0.06	
$[\Delta\omega] = \frac{24Z \left(\frac{P_i - P_{s,c}}{H_{o,i}} - \frac{P_{s,c} - P_e}{H_{o,e}} \right)}{10\rho_0\delta_i}$	$[\Delta\omega]$ — 采暖期间保温材料重量湿度的增量 (%)	0.00	应 \leq 增量限值 (%)=10.00

4 验算结论

类型	构造	增量 限值 (%)	实际 增量 (%)	内侧蒸 汽渗透 阻限值	内侧蒸 汽渗透 阻	结论
屋顶	不上人屋面构造	10	0	547	27295	满足
	上人屋面构造	10	0	614	27295	满足
外墙 (填充墙)	外墙构造	10	0	58	3942	满足

冷凝验算计算书

1 建筑概况

工程名称	南湖新区八仙台消防救援站建设项目-值班室	
工程地点	湖南-岳阳	
气候子区	夏热冬冷 A 区	
建筑面积	地上 48.24 m ²	地下 0 m ²
建筑层数	地上 1	地下 0
建筑高度	3.6m	
结构类型	框架结构	

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 55016-2021
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

2.1 评价目标

依据《建筑环境通用规范》GB 55016-2021 4.4.3 条：供暖期间，围护结构中保温材料因内部冷凝受潮而增加的重量湿度允许增量，应符合要求；相应冷凝计算界面内侧最小蒸汽渗透阻应大于按式（3.2-1）计算的蒸汽渗透阻。

2.2 评价方法

根据《建筑环境通用规范》GB 55016 第 4.4.3 条，当围护结构内部可能发生冷凝时，冷凝计算界面内侧所需的蒸汽渗透阻应按式（3.2-1）计算：

$$H_{o,i} = \frac{P_i - P_{s,c}}{\frac{10\rho_o\delta_i[\Delta\omega]}{24Z} + \frac{P_{s,c} - P_e}{H_{o,e}}} \quad (3.2-1)$$

则推导：

$$[\Delta\omega] = \frac{24Z \left(\frac{P_i - P_{s,c}}{H_{o,i}} - \frac{P_{s,c} - P_e}{H_{o,e}} \right)}{10\rho_o\delta_i} \quad (3.2-2)$$

式中：

- $[\Delta\omega]$ —采暖期间保温材料重量湿度的允许增量限值(%)；
 $H_{o,i}$ —冷凝计算界面内侧实际的蒸汽渗透阻(m²·h·Pa/g)；
 $H_{o,e}$ —冷凝计算界面至围护结构外表面之间的蒸汽渗透阻(m²·h·Pa/g)；
 P_i —室内空气水蒸气分压力(Pa)，根据室内计算温度和相对湿度确定；

P_e —室外空气水蒸气分压力(Pa)，根据本规范附录三附表3.1查得的采暖期室外平均温度和平均相对湿度确定；

$P_{s,c}$ —冷凝计算界面处与界面温度 θ_c 对应的饱和水蒸气分压力(Pa)；

Z—采暖期天数，应符合本规范附录三附表3.1的规定；

ρ_0 —保温材料的干密度(kg/m³)；

δ_i —保温材料厚度(m)；

冷凝计算界面温度可按下式计算：

$$\theta_c = t_i - \frac{t_i - \bar{t}_e}{R_o} (R_i + R_{o,i})$$

式中： θ_c —冷凝计算界面温度(℃)

t_i —室内计算温度(℃)

\bar{t}_e —采暖期室外平均温度(℃)

R_o —围护结构传热阻(m²·K/W)

R_i —内表面换热阻(m² K/W)

$R_{o,i}$ —冷凝计算界面至围护结构内表面之间的热阻(m²·K/W)

3 防潮验算计算过程

3.1 计算条件

R_i 内表面换热阻 (m ² *K/W)	0.11	按《民用建筑热工设计规范》GB50176附录 B.4 的规定采用。
t_i 室内计算温度(℃)	18	按《民用建筑热工设计规范》GB50176第 3.3.1 条规定采用。
室内相对湿度(%)	60	按《民用建筑热工设计规范》GB50176第 3.3.1 条规定采用。
\bar{t}_e 采暖期室外平均温度 (℃)	4.80	按《民用建筑热工设计规范》GB50176附录表 A.0.1 确定。
室外相对湿度(%)	78.00	按《民用建筑热工设计规范》GB50176附录表 A.0.1 确定。
Z 采暖天数	17	按《民用建筑热工设计规范》GB50176附录 A 表 A.0.1 确定。

3.2 屋顶构造：不上人屋面构造

材料名称 (由上到下)	厚度 δ	导热系数 λ	修正 系数	密度	蒸汽渗透系数	热阻 R
	(mm)	W/(m.K)	α	Kg/m ³	g/(m.h.KPa)	(m ² K)/W
水泥砂浆	30	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.032
难燃型挤塑聚苯板	50	0.030	1.25	25.00	0.0162	1.333
水泥砂浆	20	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.022
自粘聚合物改性沥青防水卷材两道	6	0.230	1.20	900.00	0.0014	0.022
聚氨酯防水涂料	1.5	0.150	1.20	580.00	0.0014	0.008
水泥砂浆	20	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.022
页岩陶粒混凝土	30	0.500	1.20	1100.00	0.0040	0.040
钢筋混凝土	120	1.740	1.00	2500.00	0.0158	0.069

3.2.1 围护结构冷凝受潮计算表

序号	名称	δ 厚度 (mm)	ρ 密度 (kg/m ³)	θ_i 温度 (℃)	Pb 饱和水 蒸汽分 压力 (Pa)	Ps 水蒸汽 分压力 (Pa)	λ 导热 系数 W/(m.k)	α 修正 系数	R 热阻 (m ² .k/ W)	μ 蒸汽 渗透 系数 g/(m.h. kPa)	H 蒸汽渗 透阻 (m ² .h.Pa/ g)
1	室外			4.80	860.2	671.0					
2	室外换热层								0.05		2.6667
3	外表面			5.18	883.2	671.0					
4	水泥砂浆	30	1800				0.93	1.00	0.03	0.0210	1428.57
5	0~1			5.43	898.9	701.1					
6	难燃型挤塑 聚苯板	50	25				0.03	1.25	1.33	0.0162	3086.42
7	1~2			15.74	1787.7	766.1					
8	水泥砂浆	20	1800				0.93	1.00	0.02	0.0210	952.38
9	2~3			15.91	1806.5	786.2					
10	自粘聚合物 改性沥青防 水卷材两道	6	900				0.23	1.20	0.02	0.0014	4285.71
11	3~4			16.08	1826.0	876.4					
12	聚氨酯防水 涂料	1.5	580				0.15	1.20	0.01	0.0014	1071.43
13	4~5			16.14	1833.6	899.0					
14	水泥砂浆	20	1800				0.93	1.00	0.02	0.0210	952.38
15	5~6			16.31	1853.4	919.1					
16	页岩陶粒混 凝土	30	1100				0.50	1.20	0.04	0.0040	7500.00
17	6~7			16.62	1890.3	1077.1					

18	钢筋混凝土	120	2500				1.74	1.00	0.07	0.0158	7594.94
19	内表面			17.15	1954.8	1237.0					
20	室内换热层								0.11		7.9808
21	室内			18.00	2062.0	1237.2					

3.2.2 冷凝计算界面至围护结构内表面之间的热阻 $R_{o,i}$

围护结构冷凝计算界面的位置，应取保温层与外侧密实材料层的交界处。 $R_{o,i}=1.52$

3.2.3 冷凝计算界面温度 θ_c

$$\theta_c = t_i - \frac{t_i - t_e}{R_o} (R_i + R_{o,i})$$

将参数代入上式， $\theta_c=5.44$

3.2.4 围护结构冷凝受潮验算

$H_{o,i}$	$H_{o,i}$ — 冷凝计算界面内侧实际的蒸汽渗透阻 ($\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa/g}$)	25443	应 \geq 限值(724)
$H_{o,e}$	$H_{o,e}$ — 冷凝计算界面至围护结构外表面之间的蒸汽渗透阻 ($\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa/g}$)	1428.57	
P_i	P_i — 室内空气水蒸气分压力 (Pa)	1237.20	根据室内计算温度和相对湿度确定。
P_e	P_e — 室外空气水蒸气分压力 (Pa)	670.96	根据采暖期室外平均温度和平均相对湿度确定。
$P_{s,c}$	$P_{s,c}$ — 冷凝计算界面处与界面温度 θ_c 对应的饱和水蒸气分压力 (Pa)	899.46	
ρ_0	ρ_0 — 保温材料的干密度 (kg/m^3)	25.00	
δ_i	δ_i — 保温材料厚度 (m)	0.05	
$[\Delta\omega] = \frac{24Z \left(\frac{P_i - P_{s,c}}{H_{o,i}} - \frac{P_{s,c} - P_e}{H_{o,e}} \right)}{10\rho_0\delta_i}$	$[\Delta\omega]$ — 采暖期间保温材料重量湿度的增量 (%)	0.00	应 \leq 增量限值 (%)=10.00

3.3 外墙（填充墙）构造：外墙构造

材料名称 (由上到下)	厚度 δ	导热系数 λ	修正 系数	密度	蒸汽渗透系数	热阻 R
	(mm)	W/(m.K)	α	Kg/m ³	g/(m.h.KPa)	(m ² K)/W
水泥砂浆	20	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.022

重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	0.580	1.00	1400.00	0.0158	0.345
界面砂浆(1)	15	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.016
热固复合聚苯板 G 型 05 级(1)	50	0.050	1.20	150.00	0.0162	0.833
耐碱玻纤网格布, 抗裂砂浆(1)	5	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.005

3.3.1 围护结构冷凝受潮计算表

序号	名称	δ 厚度 (mm)	ρ 密度 (kg/m ³)	θ_i 温度 (°C)	Pb 饱和水 蒸汽分 压力 (Pa)	Ps 水蒸汽 分压力 (Pa)	λ 导热 系数 W/(m.k)	α 修正 系数	R 热阻 (m ² .k/ W)	μ 蒸汽 渗透 系数 g/(m.h. kPa)	H 蒸汽渗 透阻 (m ² .h.Pa/ g)
1	室外			4.80	860.2	671.0					
2	室外换热层								0.05		2.6667
3	外表面			5.28	889.5	671.0					
4	水泥砂浆	20	1800				0.93	1.00	0.02	0.0210	952.38
5	0~1			5.48	902.5	701.6					
6	重砂浆砌筑 烧结页岩多 孔砖/空心砖 墙	200	1400				0.58	1.00	0.34	0.0158	12658.2 3
7	1~2			8.78	1130.4	1107.4					
8	界面砂浆(1)	15	1800				0.93	1.00	0.02	0.0210	714.29
9	2~3			8.93	1142.0	1130.3					
10	热固复合聚 苯板 G 型 05 级(1)	50	150				0.05	1.20	0.83	0.0162	3086.42
11	3~4			16.90	1923.8	1229.3					
12	耐碱玻纤网 格布, 抗裂砂 浆(1)	5	1800				0.93	1.00	0.01	0.0210	238.10
13	内表面			16.95	1929.9	1236.9					
14	室内换热层								0.11		7.9808
15	室内			18.00	2062.0	1237.2					

3.3.2 冷凝计算界面至围护结构内表面之间的热阻 $R_{o,i}$

围护结构冷凝计算界面的位置, 应取保温层与外侧密实材料层的交界处。 $R_{o,i}=0.84$

3.3.3 冷凝计算界面温度 θ_c

$$\theta_c = t_i - \frac{t_i - t_e}{R_0} (R_i + R_{o,i})$$

将参数代入上式， $\theta_c = 8.93$

3.3.4 围护结构冷凝受潮验算

$H_{o,i}$	$H_{o,i}$ — 冷凝计算界面内侧实际的蒸汽渗透阻 ($\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa/g}$)	3325	应 \geq 限值(51)
$H_{o,e}$	$H_{o,e}$ — 冷凝计算界面至围护结构外表面之间的蒸汽渗透阻 ($\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa/g}$)	14324.90	
P_i	P_i — 室内空气水蒸气分压力 (Pa)	1237.20	根据室内计算温度和相对湿度确定。
P_e	P_e — 室外空气水蒸气分压力 (Pa)	670.96	根据采暖期室外平均温度和平均相对湿度确定。
$P_{s,c}$	$P_{s,c}$ — 冷凝计算界面处与界面温度 θ_c 对应的饱和水蒸气分压力 (Pa)	1141.98	
ρ_0	ρ_0 — 保温材料的干密度 (kg/m^3)	150.00	
δ_i	δ_i — 保温材料厚度 (m)	0.05	
$[\Delta\omega] = \frac{24Z \left(\frac{P_i - P_{s,c}}{H_{o,i}} - \frac{P_{s,c} - P_e}{H_{o,e}} \right)}{10\rho_0\delta_i}$	$[\Delta\omega]$ — 采暖期间保温材料重量湿度的增量 (%)	0.00	应 \leq 增量限值 (%) = 10.00

4 验算结论

类型	构造	增量 限值 (%)	实际 增量 (%)	内侧蒸 汽渗透 阻限值	内侧蒸 汽渗透 阻	结论
屋顶	不上人屋面构造	10	0	724	25443	满足
外墙 (填充墙)	外墙构造	10	0	51	3325	满足

室内声环境分析报告

1 项目概况

工程名称	南湖新区八仙台消防救援站建设项目-执勤楼
建筑面积 (m ²)	地上 2549.10 地下 0
建筑层数	地上 3 地下 0
建筑高度 (m)	地上 16.40
北向角度 (°)	80

2 评价依据

《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019 (2024 年版)

《民用建筑隔声设计规范》GB 50118-2010

《建筑隔声评价标准》GB/T 50121-2005

《建筑声学设计手册》

《建筑隔声设计—空气声隔声技术》

《声学手册》

《噪声与振动控制工程手册》

《建筑声学设计原理》

《民用建筑绿色性能计算标准》JGJ/T 449-2018

《建筑设计资料集 (2) 第二版》

3 标准要求

■ 控制项要求：

5.1.4 建筑声环境设计应符合下列要求：

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

2 外墙、隔墙、楼板和门窗等主要建筑构件的隔声性能指标不应低于现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 的规定，并应根据隔声性能指标明确主要建筑构件的构造做法。

■ 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，并按下列规则分别评分并累计：

1 建筑物外部噪声源传播至主要功能房间的噪声比现行强制性工程建设规范《建筑环境通用规范》GB 55016 限值低 3dB 及以上，得 4 分；

2 建筑物内部设备传播至主要功能房间的噪声比现行强制性工程建设规范《建筑环境通用规范》GB 55016 限值低 3dB 及以上，得 4 分。

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

表 5.2.7 主要功能房间隔声性能评分规则

建筑类别	构件或房间名称		评价指标	得分
住宅建筑	卧室含窗外墙		计权标准化声压级差+交通噪声频谱修正量之和 $D_{2mnT,w} + C_{tr} \geq 35\text{dB}$	2
	相邻两户 房间之间 隔声	隔墙两侧房间之间	计权标准化声压级差与交通噪声频谱修正量之和 $D_{nT,w} + C_{tr} \geq 50\text{dB}$ (卧室与邻户房间之间)	2
		楼板两侧房间之间	且计权标准化声压级差与粉红噪声频谱修正量之和 $D_{nT,w} + C \geq 50\text{dB}$ (其他相邻两户房间之间)	2
	卧室、起居室楼板撞击声隔声		计权标准化撞击声压级 $L'_{nT,w} \leq 60\text{dB}(55\text{dB})$	2(4)
公共建筑	外围护结构		计权标准化声压级差+交通噪声频谱修正量之和 $D_{2mnT,w} + C_{tr} \geq 30\text{dB}$	2
	房间之间 隔声	隔墙两侧房间之间	比《民用建筑隔声设计标准》GB 50118 规定限值高	2
		楼板两侧房间之间	3dB 及以上	2
	楼板撞击声隔声		比《民用建筑隔声设计标准》GB 50118 规定限值高 5dB (10) dB 及以上	2(4)

4 声学原理及计算方法

4.1 原理概要

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。

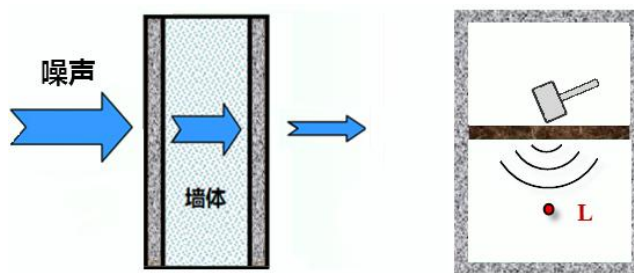


图 4-1 空气声和撞击声

在建筑声学中，这两种声音有时也会相互关联。例如，脚步声既是空气声（直接传播到空气中）又是撞击声（通过楼板结构传递）。以下将分别阐述空气声、撞击声的隔声原理。

4.1.1 空气声隔声

墙、板、门、窗和屏障等构件，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。

$$R = 10 \lg \frac{1}{\tau} \dots\dots\dots \text{公式 4-1}$$

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体的边界条件等因素。现在的节能建筑一般采取多层复合墙板达到节能保温的效果，也可以增加墙体的隔声性能。

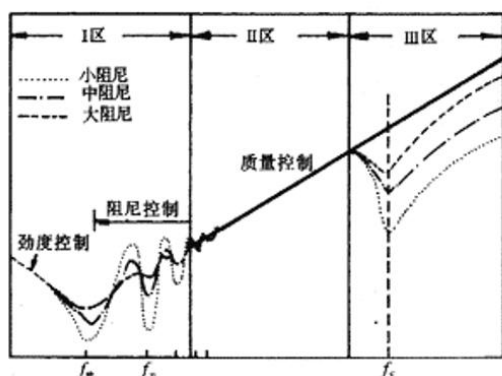


图 4-2 单层匀质墙典型隔声频率特性曲线

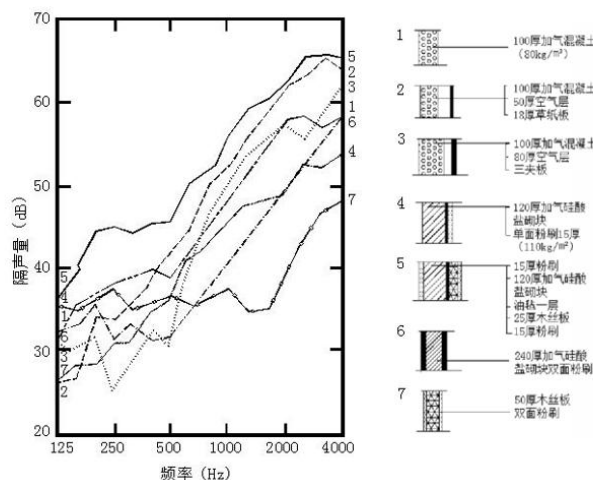


图 4-3 改善多孔材料的隔声特性实例

4.1.2 撞击声隔声

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。

4.2 计算方法

4.2.1 均质构件的空气声隔声量

一般由混凝土材料组成的单一构造做法的构件，其空气声隔声量按照经验公式进行计算分析¹。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。

隔声量经验公式，以质量定律²为基本理论，虽然不完全符合质量定律中的假定条件，但经验公式充分考虑了实践的因素（包括实验室测定、现场测定等研究成果）。并且其基本变量还是质量 m ，而质量大小控制隔声量。因此，经验公式是理论向实践的延伸，其结果更接近实际。

¹ 《建筑隔声设计——空气声隔声技术》中推荐经验公式计算混凝土材料组成的建筑构件的空气声隔声量。

² 质量定律是指在声学隔声中，使用质量定律来描述材料对声波的隔离效果。该定律表明，隔声材料的质量密度与其隔声性能有关。其公式为： $R_o = 10 \lg \left[1 + \left(\frac{\pi m f}{\rho_0 c} \right)^2 \right]$ （式中： m 为面密度，单位 kg/m^2 ； ρ_0 为空气密度，单位 kg/m^3 ； c 为声音在空气中的传播速度，一般取 344m/s ； f 为入射声波的频率）。上述公式表明，单位面积质量每增加一倍，隔声量可增加 6dB 。入射声波的频率每增加一倍，隔声量也可增加 6dB 。

$$\begin{aligned} R &= 23 \lg m + 11 \lg f - 41 \quad (m \geq 200 \text{kg/m}^2) \\ R &= 13 \lg m + 11 \lg f - 18 \quad (m \leq 200 \text{kg/m}^2) \end{aligned} \quad \text{公式 4-2}$$

4.2.2 组合墙的空气声有效隔声量

组合墙是指含门窗的墙体，其总隔声表现与每个构件的隔声性能有关。组合墙中，单一均质构件，例如墙体，其隔声量依隔声量经验公式计算获得。但组合墙的整体隔声表现需要考虑门窗缝隙、房间吸声量等因素的影响。在等传声度的原则下，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：

$$\tau_{kj} = 10^{-0.1R_{kj}} \quad \text{公式 4-3}$$

组合墙的平均透射系数：

$$\bar{\tau}_j = \sum_{k=1}^n \tau_{kj} S_k / \sum_{k=1}^n S_k \quad \text{公式 4-4}$$

实际隔声量：

$$R_{jS} = 10 \lg \frac{1}{\bar{\tau}_j} \quad \text{公式 4-5}$$

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。

$$R_{jY} = R_{jS} + 10 \lg \frac{A_j}{\sum_{k=1}^n S_k} \quad \text{公式 4-6}$$

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，m²，如外墙、外窗、外门；
 A_j — 房间在中心频率为 j 时的总吸声量，m²。

4.2.3 房间的总吸声量

各中心频率下的总吸声量，按照下面的公式计算：

$$A_j = \sum_{i=1}^n \alpha_{ij} S_i \quad \text{公式 4-7}$$

式中：
 A_j — 房间在中心频率为 j 时的总吸声量，m²；
 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，m²，这里包括内墙、内窗、地板和天花板。

4.2.4 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³，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：

³ 一般的门/窗与墙之间的缝隙为 0.5cm（装配式）和 1cm（非装配式）。

$$\Delta R = 10 \lg \frac{S_C + S_0 \cdot 10^{0.1 R_0}}{S_C + S_0} \dots\dots\dots \text{公式 4-8}$$

式中: R_0 — 隔声结构的隔声量;
 S_0 — 缝隙的面积;
 S_C — 组合墙的面积。

4.2.5 撞击声隔声量

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。

4.2.6 单值评价量

单值评价量是表征隔声性能的单值, 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:

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

$$P_i = \begin{cases} X_W + K_i - X_i & X_W + K_i - X_i > 0 \\ 0 & X_W + K_i - X_i \leq 0 \end{cases} \dots\dots\dots \text{公式 4-9}$$

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:

$$P_i = \begin{cases} X_t - K_t - X_W - 5 & X_t - K_t - X_W - 5 > 0 \\ 0 & X_t - K_t - X_W - 5 \leq 0 \end{cases} \dots\dots\dots \text{公式 4-10}$$

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

4.2.7 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：

$$C_j = -10 \lg \sum 10^{(L_{ij}-X_i)/10} - X_W \quad \text{公式 4-11}$$

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 — $100\sim 3150\text{Hz}$ 的 $1/3$ 倍频程或 $125\sim 2000\text{Hz}$ 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

4.2.8 声压级叠加

确定了声源噪声级、构件隔声量、频谱修正量后，即可算得噪声通过围护结构传到室内的噪声级。

$$L_{mW-N} = L_{mW} - R_{mW} \quad \text{公式 4-12}$$

$$L_{W-N} = 10 \lg \sum_{m=1}^n 10^{0.1L_{mW-N}} \quad \text{公式 4-13}$$

式中： L_{mW-N} — 噪声源通过围护结构 m 传到室内的噪声级，dB (A)；

L_{mW} — 围护结构 m 对应的噪声源噪声级，dB (A)；

R_{mW} — 围护结构 m 隔声量，dB；

L_{W-N} — 噪声源通过多面围护结构传到室内的总噪声级，dB (A)。

4.2.9 声功率级与声压级

室内设备噪声可视为一个室内点声源，假定声场充分扩散，可利用下述公式计算声源至不同距离的声压级 L_p ，再将多个声源产生的噪声叠加，从而获得房间内部噪声源对室内声环境的影响值。计算结果见下表：

$$L_p = L_w + 10 \lg \left(\frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{4}{R} \right) \quad \text{公式 4-14}$$

$$R = \frac{S \times \bar{\alpha}}{1 - \bar{\alpha}} \quad \text{公式 4-15}$$

式中: L_W — 声源的声功率级, dB;
 r — 离开声源的距离, m;
 Q — 声源指向性因数;
 R — 房间常数;
 S — 平均室内总表面面积, m^2 ;
 $\bar{\alpha}$ — 吸声系数。

5 声环境影响评价

5.1 声学分区

本项目中,产生噪声的区域、混合区域、交通区域、噪声敏感区域识别及分区标注参见附录 1。

5.2 主要构件隔声性能

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)	水泥砂浆	20	1800	36	361
	重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/空心砖墙	200	1400	280	
	界面砂浆(1)	15	1800	27	
	热固复合聚苯板 G 型 05 级(1)	60	150	9	
	耐碱玻纤网格布, 抗裂砂浆(1)	5	1800	9	
隔墙	水泥砂浆	20	1800	36	248
	宽灰缝(8~12mm)蒸压加气混凝土砌块墙	200	900	180	
	石灰砂浆	20	1600	32	
屋顶 1	水泥砂浆	30	1800	54	467
	难燃型挤塑聚苯板	80	25	2	
	水泥砂浆	20	1800	36	
	自粘聚合物改性沥青防水卷材两道	6	900	5	
	聚氨酯防水涂料	1.5	580	1	
	水泥砂浆	20	1800	36	
	轻骨料混凝土找坡(1)	30	1100	33	
	钢筋混凝土	120	2500	300	
屋顶 2	C20 细石混凝土($\rho=2300$)	40	2300	92	523
	水泥砂浆	10	1800	18	
	难燃型挤塑聚苯板	80	25	2	
	水泥砂浆	20	1800	36	
	自粘聚合物改性沥青防水卷材两道	6	900	5	
	聚氨酯防水涂料	1.5	580	1	
	水泥砂浆	20	1800	36	
	轻骨料混凝土找坡(1)	30	1100	33	
	钢筋混凝土	120	2500	300	

楼板	陶粒混凝土保温层 (强度级别 LC15) (1)	60	1150	69	351
	钢筋混凝土	100	2500	250	
	石灰砂浆	20	1600	32	
地面	水泥砂浆	20	1800	36	336
	钢筋混凝土	120	2500	300	

5.2.1 墙、板空气声隔声量⁴

 表 5.2 墙板空气声隔声性能计算详表⁵

单位: dB

构件	计算过程参数					
办公室(办公建筑)外墙	构造做法	水泥砂浆 20mm + 重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/空心砖墙 200mm + 界面砂浆(1) 15mm + 热固复合聚苯板 G 型 05 级(1) 60mm + 耐碱玻纤网格布, 抗裂砂浆(1) 5mm				
	参照构造	--				
	面密度(kg/m ²)	361				
	隔声量来源	通过经验公式计算				
	倍频程频率	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
	分频隔声量	40.9	44.2	47.5	50.8	54.1
	不利偏差	0.0	0.0	3.5	3.2	0.9
	计权隔声量	51				
	频谱修正量	-3.0				
	隔声性能	48				
	限值	低限: ≥45, 高要求: ≥50				
	结论	满足平均要求				
办公室(办公建筑)与普通房间之间隔墙	构造做法	水泥砂浆 20mm + 宽灰缝(8 ~ 12mm)蒸压加气混凝土砌块墙 200mm + 石灰砂浆 20mm				
	参照构造	--				
	面密度(kg/m ²)	248				
	隔声量来源	通过经验公式计算				
	倍频程频率	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
	分频隔声量	37.1	40.4	43.8	47.1	50.4
	不利偏差	0.0	0.0	3.2	2.9	0.6
	计权隔声量	47				
	频谱修正量	0.0				
	隔声性能	47				
	限值	低限: >45, 高要求: >50				
	结论	满足低限要求				
会议室(办公建筑)与普通房间之间隔墙	构造做法	水泥砂浆 20mm + 宽灰缝(8 ~ 12mm)蒸压加气混凝土砌块墙 200mm + 石灰砂浆 20mm				

⁴ 外墙、隔墙、楼板和门窗等主要建筑构件的隔声性能指标限值参考现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB50118 的规定。

⁵ 表中【隔声量来源】指明了计算采用的方法。“通过经验公式计算”指根据公式 4-2 计算而得。无法通过公式直接进行计算, 采用与典型构造的现场检测值进行对比的形式来确定, 即“参照相近构造的隔声量数据”。

	参照构造	--				
	面密度(kg/m ²)	248				
	隔声量来源	通过经验公式计算				
	倍频程频率	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
	分频隔声量	37.1	40.4	43.8	47.1	50.4
	不利偏差	0.0	0.0	3.2	2.9	0.6
	计权隔声量	47				
	频谱修正量	0.0				
	隔声性能	47				
	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	水泥砂浆 20mm + 重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/空心砖墙 200mm + 界面砂浆(1) 15mm + 热固复合聚苯板 G 型 05 级(1) 60mm + 耐碱玻纤网格布, 抗裂砂浆(1) 5mm				
	参照构造	--				
	面密度(kg/m ²)	361				
	隔声量来源	通过经验公式计算				
	倍频程频率	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
	分频隔声量	40.9	44.2	47.5	50.8	54.1
	不利偏差	0.0	0.0	3.5	3.2	0.9
	计权隔声量	51				
	频谱修正量	-3.0				
	隔声性能	48				
	限值	低限:≥45,高要求:≥50				
	结论	满足平均要求				
办公室(办公建筑)与普通房间之间楼板	构造做法	陶粒混凝土保温层(强度级别 LC15) (1) 60mm + 钢筋混凝土 100mm + 石灰砂浆 20mm				
	参照构造	70 厚混凝土板 + 20 厚实贴木地面				
	面密度(kg/m ²)	351				
	隔声量来源	《建筑声学设计手册》				
	倍频程频率	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
	分频隔声量	72.1	74.4	76.5	71.3	62.5
	不利偏差	0.0	0.0	0.0	0.0	9.5
	计权隔声量	68				
	频谱修正量	-2.0				
	隔声性能	66				
	限值	低限:>45,高要求:>50				
	结论	满足高要求				

5.2.2 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。门窗的隔声性能指标限值参考现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB50118 的规定。

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					
办公室(办公建筑)的门	构造名称	内门				
	参照构造	木门 [示例]60 厚木门				
	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	24.0	24.0	31.0	35.0	39.0
	不利偏差	0.0	3.0	3.0	2.0	0.0
	计权隔声量	34				
	频谱修正量	-1.0				
	隔声性能	33				
	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	内门				
	参照构造	木门 [示例]60 厚木门				
	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	24.0	24.0	31.0	35.0	39.0
	不利偏差	0.0	3.0	3.0	2.0	0.0
	计权隔声量	34				
	频谱修正量	-1.0				
	隔声性能	33				
	限值	低限: ≥ 20 , 高要求: ≥ 25				
	结论	满足高要求				
办公室(办公建筑)外窗	构造名称	断桥铝合金型材断桥宽度 14.8mm 6 高透光双银 Low-E+12A+6 透明				
	参照构造	双层玻璃窗 6+10A+6				
	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	22.0	21.0	28.0	36.0	30.0
	不利偏差	0.0	2.0	2.0	0.0	4.0
	计权隔声量	30				
	频谱修正量	-2.0				
	隔声性能	28				
	限值	低限: ≥ 25 , 高要求: ≥ 30				

	结论	满足平均要求				
会议室(办公建筑)外窗	构造名称	断桥铝合金型材断桥宽度 14.8mm 6 高透光双银 Low-E+12A+6 透明				
	参照构造	双层玻璃窗 6+10A+6				
	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	22.0	21.0	28.0	36.0	30.0
	不利偏差	0.0	2.0	2.0	0.0	4.0
	计权隔声量	30				
	频谱修正量	-2.0				
	隔声性能	28				
	限值	低限:≥25,高要求:≥30				
	结论	满足平均要求				

5.2.3 楼板的撞击声隔声量⁶

参照相近楼板构造的撞击声计权隔声量,求得计权规范化撞击声压级。楼板的隔声性能指标限值参考现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB50118 的规定。

表 5.4 楼板撞击声隔声性能详表

单位: dB

构件	构造参数					
办公室(办公建筑)顶板	构造做法	陶粒混凝土保温层(强度级别 LC15) (1) 60mm + 钢筋混凝土 100mm + 石灰砂浆 20mm				
	参照构造做法	70 厚混凝土板+20 厚实贴木地面				
	倍频程频率	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz
	分频隔声量	72.1	74.4	76.5	71.3	62.5
	不利偏差	0.0	0.0	2.5	0.3	4.5
	数据来源	《建筑声学设计手册》				
	计权规范化撞击声压级	69				
	标准限值	低限:<75,高要求:<65				
	结论	满足平均要求				

5.2.4 小结—构件隔声

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 5.5 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
----	-------------	------	----

⁶ 外墙、隔墙、楼板和门窗等主要建筑构件的隔声性能指标限值参考现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB50118 的规定。

办公室(办公建筑)外墙	48	≥45	满足
办公室(办公建筑)与普通房间之间隔墙	47	>45	满足
会议室(办公建筑)与普通房间之间隔墙	47	>45	满足
会议室(办公建筑)外墙	48	≥45	满足
办公室(办公建筑)与普通房间之间楼板	66	>45	满足
办公室(办公建筑)的门	33	≥20	满足
会议室(办公建筑)的门	33	≥20	满足
办公室(办公建筑)外窗	28	≥25	满足
会议室(办公建筑)外窗	28	≥25	满足

表 5.6 楼板撞击声隔声性能结果统计

单位: dB

构件	计权规范化撞击声压级	标准限值	结论
办公室(办公建筑)顶板	69	<75	满足

5.3 建筑物外部噪声源对主要功能房间的影响评估

建筑外部噪声传到室内的噪声级计算,以典型房间 X005 房间,房间类型[阅览室]为例,进行逐步计算说明。典型房间所处位置如下图 5-1 所示。

本项目其他主要功能房间建筑外部噪声对室内的影响评估结果参见附录 2。

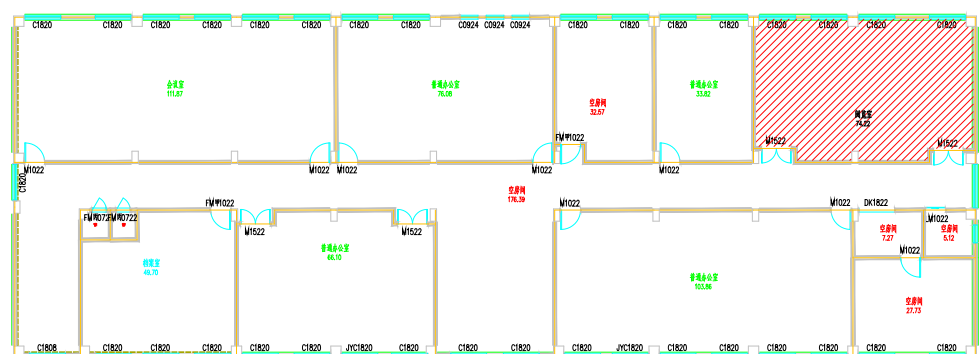


图 5-1 受建筑外部噪声影响的典型房间楼层平面图

5.3.1 典型房间总吸声量

表 5.7 典型房间总吸声量

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	64.1	0.10	0.05	0.06	0.07	0.09	《声学手册》
外墙(填充墙)	47.7	0.10	0.05	0.06	0.07	0.09	《声学手册》
内门(M1522)	6.6	0.16	0.15	0.10	0.10	0.10	《噪声与振动控制工程手册》
外窗(C1820)	14.4	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	《声学手册》
楼板	78.5	0.10	0.05	0.06	0.07	0.09	《声学手册》
屋顶	78.5	0.10	0.05	0.06	0.07	0.09	《声学手册》

总吸声量(m²)	33.0	18.0	19.4	21.2	25.9	
----------	------	------	------	------	------	--

5.3.2 典型房间室外噪声级

建筑外部噪声即环境噪声，一般指交通运输、社会生活、工业生产中所产生的干扰周围生活环境的声音。室外环境噪声多来自于交通噪声，通过环境影响评价分析可知外部噪声声压级为：**昼间 55dB(A)，夜间 45dB(A)**。

5.3.3 典型房间外围护结构隔声量

典型房间外围护结构如下图所示。

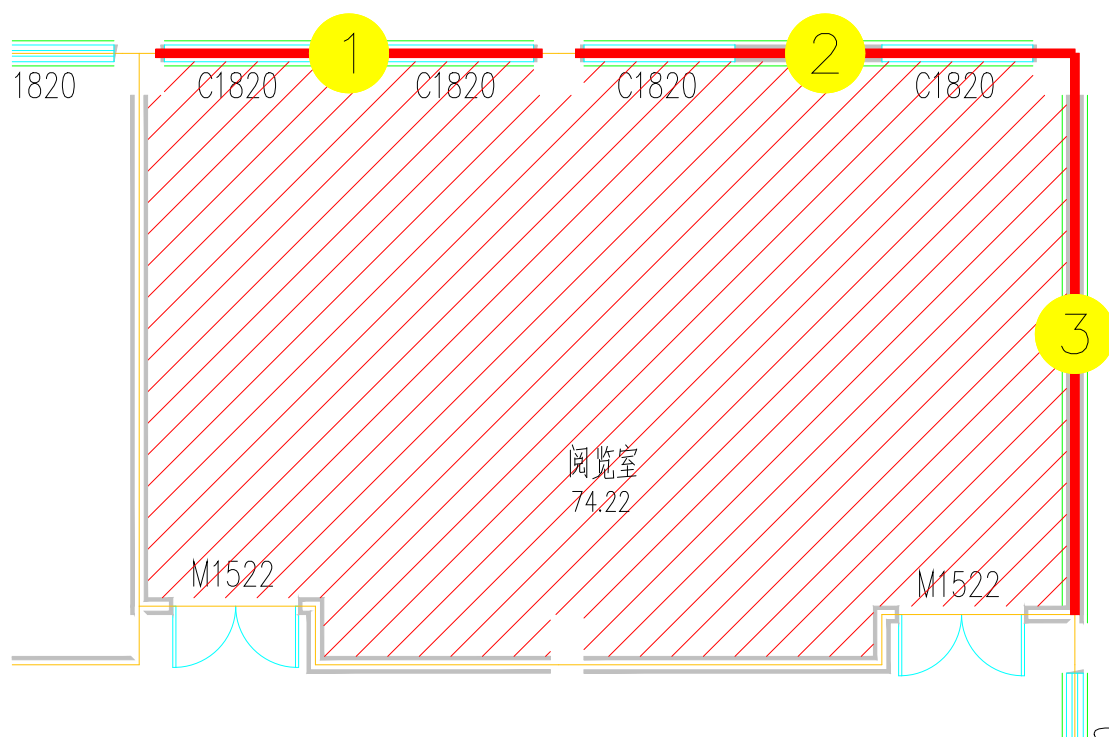


图 5-2 典型房间外围护结构

如果外围护结构为组合墙，其隔声量根据公式 4-4、公式 4-5 计算。在考虑了缝隙的影响以及频谱修正量之后，典型房间的外围护结构隔声量结果如下：

表 5.8 典型房间组合墙隔声量计算表

外墙 1+外窗(C1820)+外窗(C1820)					
倍频程中心频率(Hz)	125	250	500	1000	2000
外墙隔声量(dB)	40.9	44.2	47.5	50.8	54.1
外窗(C1820)隔声量(dB)	22.0	21.0	28.0	36.0	30.0
外窗(C1820)隔声量(dB)	22.0	21.0	28.0	36.0	30.0
组合墙实际隔声量(dB)	25.5	24.6	31.6	39.4	33.6
组合墙有效隔声量(dB)	28.5	25.0	32.2	40.5	35.5

组合墙计权隔声量(dB)	35				
组合墙频谱修正量(dB)	-3				
组合墙隔声量(dB)	32				
组合墙面积(m²)	16.6				
门/窗与墙缝隙面积(m²)	0.152				
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)	20				
外墙 2+外窗(C1820)+外窗(C1820)					
倍频程中心频率(Hz)	125	250	500	1000	2000
外墙隔声量(dB)	40.9	44.2	47.5	50.8	54.1
外窗(C1820)隔声量(dB)	22.0	21.0	28.0	36.0	30.0
外窗(C1820)隔声量(dB)	22.0	21.0	28.0	36.0	30.0
组合墙实际隔声量(dB)	26.6	25.7	32.6	40.5	34.7
组合墙有效隔声量(dB)	28.5	24.9	32.2	40.4	35.5
组合墙计权隔声量(dB)	35				
组合墙频谱修正量(dB)	-3				
组合墙隔声量(dB)	32				
组合墙面积(m²)	21.4				
门/窗与墙缝隙面积(m²)	0.152				
门/窗与墙缝隙对隔声量影响(dB)	11				
计算缝隙后组合墙隔声量(dB)	21				
外墙 3					
倍频程中心频率(Hz)	125	250	500	1000	2000
外墙隔声量(dB)	40.9	44.2	47.5	50.8	54.1
组合墙实际隔声量(dB)	40.9	44.2	47.5	50.8	54.1
组合墙有效隔声量(dB)	42.2	42.9	46.6	50.3	54.4
组合墙计权隔声量(dB)	51				
组合墙频谱修正量(dB)	-3				
组合墙隔声量(dB)	48				
组合墙面积(m²)	24.1				
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)	48				

5.3.4 典型房间建筑外部噪声传播至室内的噪声级

通过多面组合墙传到室内的噪声进行叠加⁷，可得出建筑外部噪声源传播到本房间的噪声影响：

- 昼间为 **37 dB (A)**
- 夜间为 **27 dB (A)**

表 5.9 室外环境噪声通过组合墙传到室内的噪声级

外围护结构	室外噪声级(dBA)	隔声量(dB)	传到室内噪声级(dBA)
-------	------------	---------	--------------

⁷ 根据公式 4-12，公式 4-13 计算。

5.3.5 小结—建筑外部噪声影响

表 5.10 本项目主要功能房间受建筑外部噪声影响

单位: dB

5.4 建筑物内部设备噪声对主要功能房间的影响评估

本项目中，以典型房间 **X005 房间,房间类型[阅览室]**为例，依照计算流程，逐步进行计算说明。本项目其他主要功能房间建筑内部设备噪声对室内的影响评估结果参见附录 3。

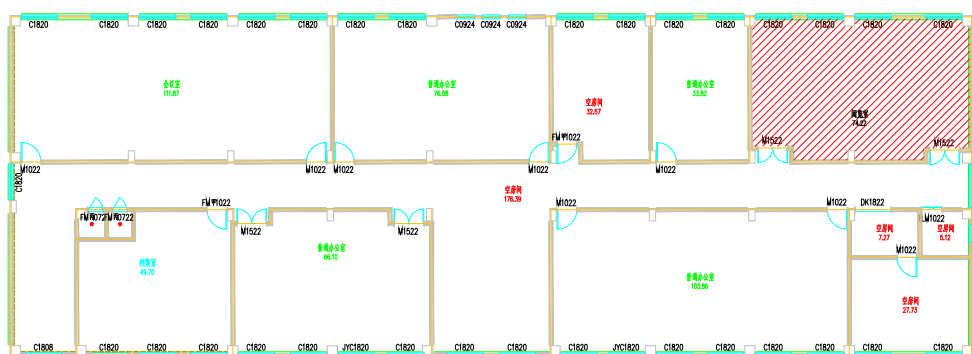


图 5-3 受建筑内设备噪声影响的典型房间楼层平面图

5.4.1 典型房间总吸声量

表 5.11 典型房间总吸声量

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	64.1	0.10	0.05	0.06	0.07	0.09	《声学手册》
外墙 (填充墙)	47.7	0.10	0.05	0.06	0.07	0.09	《声学手册》
内门(M1522)	6.6	0.16	0.15	0.10	0.10	0.10	《噪声与振动控制工程手册》
外窗(C1820)	14.4	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	《声学手册》
楼板	78.5	0.10	0.05	0.06	0.07	0.09	《声学手册》
屋顶	78.5	0.10	0.05	0.06	0.07	0.09	《声学手册》
总吸声量(m ²)		33.0	18.0	19.4	21.2	25.9	

5.4.2 典型房间内部设备影响

设备噪声通常使用声功率进行衡量, 而声功率描述整个声源系统产生的总声能量, 以瓦特 (W) 为单位。而声压级反映在特定位置上的声音强度, 以分贝 (dB) 为单位。在实际应用中, 不同的环境接收点位置不同, 所以需将声功率级转换为声压级。

根据公式 4-14, 典型房间所受的设备噪声噪声级结果如下:

表 5.12 典型房间内部设备噪声噪声级
参评房间无内部建筑设备

5.4.3 典型房间受相邻房间设备影响

典型房间分隔结构如下图所示。

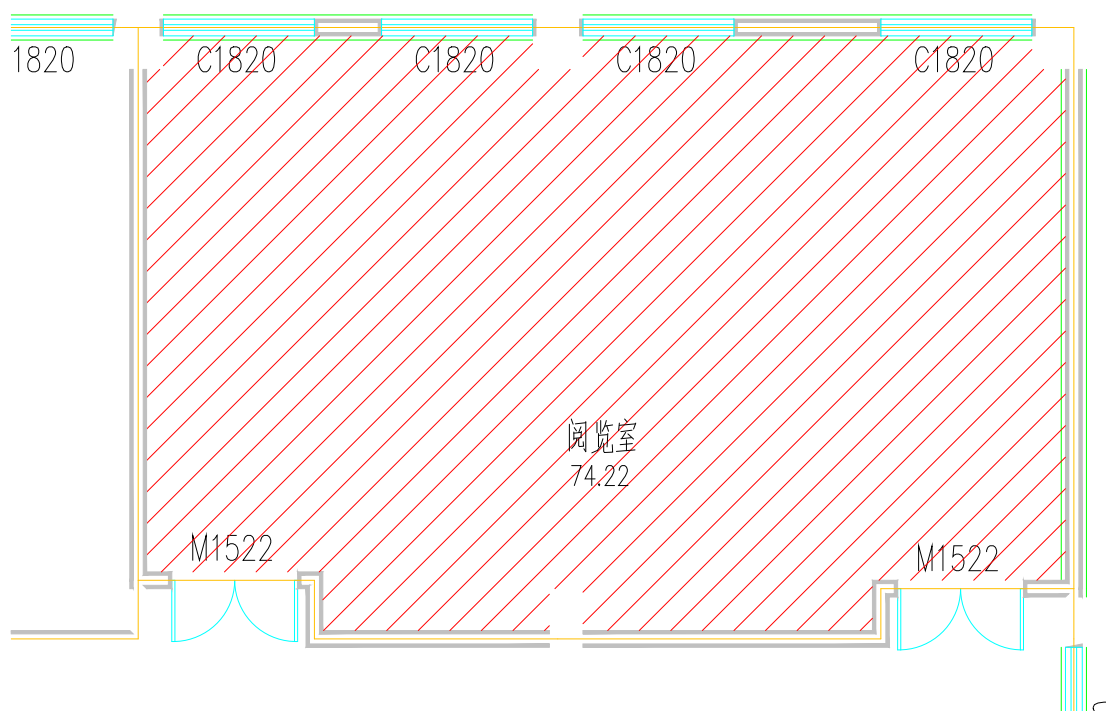


图 5-4 典型房间分隔结构

如果分隔结构为组合墙，其隔声量根据公式 4-4，公式 4-5 获得。在考虑了缝隙的影响以及频谱修正量之后，典型房间的分隔结构隔声量结果如下：

表 5.13 分隔构件做法和隔声量

单位：dB

相邻房间设备噪声经过分隔结构，对典型房间室内噪声级的影响结果如下：

表 5.14 相邻房间建筑设备噪声影响

单位：dB

5.4.4 典型房间室内噪声级受建筑设备噪声的影响

将通过分隔构件到达典型房间的设备噪声，根据公式 4-12、公式 4-13 进行噪声级的叠加，即可得出建筑内部设备对本房间的影响：

- 设备噪声影响：<5 dB(A)。

5.4.5 小结—建筑内设备噪声影响

按照 5.4.1 节至 5.4.4 节的评估步骤，本项目主要功能房间受建筑内噪声影响的情况，小结如下：

表 5.15 本项目主要功能房间受建筑内设备噪声影响

单位：dB(A)

参评房间无内部建筑设备

5.5 主要功能房间隔声性能

根据《民用建筑隔声设计规范》GB50118 的要求，本项目作为办公建筑，多人办公室、普通会议室识别为主要功能房间。对于主要功能房间的隔声性能，评价标准要求以 $D_{nT,w}$ 为指标进行评价。但是由于 $D_{nT,w}$ 是实际测量结果，在设计阶段，本报告书采用隔声量 R_w 进行隔声性能评估⁸。

本项目所有主要功能房间的外围护结构、隔墙、楼板的隔声性能评估结果，分别总结于表 5.16，表 5.17，表 5.18，表 5.19。其中，“结果”栏只显示该类房间（即对标功能相同的房间）的最不利结果，并且只有当最不利结果符合评价标准中的要求时，方能得分。所有主要功能房间的详细结果参见附录 4。

5.5.1 外围护结构的空气声隔声性能

本项目主要功能房间外围护结构的空气声隔声性能结果小结如下：

表 5.16 主要功能房间外围护结构的空气声隔声性能 单位：dB

房间	对标功能	结果	标准要求	得分	同类型房间
普通办公室[X006]	多人办公室	31	≥ 30 得 2 分	2	X006,X005,X004 等 9 个房间
会议室[X002]	普通会议室	31	≥ 30 得 2 分	2	X002

5.5.2 房间之间隔墙的空气声隔声性能

表 5.17 主要功能房间之间隔墙的空气声隔声性能⁹ 单位：dB

房间	对标功能	结果	标准要求	得分	同类型房间
普通办公室[X002]	多人办公室	47	≥ 48 得 2 分	0	X002,X003,X004 等 9 个房间
会议室[X002]	普通会议室	47	≥ 48 得 2 分	0	X002

5.5.3 房间之间楼板的空气声隔声性能

表 5.18 主要功能房间之间楼板的空气声隔声性能 单位：dB

房间	对标功能	结果	标准要求	得分	同类型房间
普通办公室[X002]	多人办公室	66	≥ 48 得 2 分	2	X002,X003,X004 等 8 个房间

5.5.4 楼板的撞击声隔声性能

表 5.19 主要功能房间之间楼板的撞击声隔声性能¹⁰ 单位：dB

房间	对标功能	结果	标准要求	得分	同类型房间
普通办公室[X002]	多人办公室	69	< 70 得 2 分 < 65 得 4 分	2	X002,X003,X004 等 8 个房间

⁸ R_w 作为实验室检测结果，与实际测量结果 $D_{nT,w}$ 存在数值上的差异。若想精确评估可采用根据 ISO 12354 系列标准的方法。

⁹ 此处若无表格，代表本项目中不存在两户卧室相邻的情况，无需对此项进行评价。

¹⁰ 相同房间使用功能（即对标功能）的主要功能房间，表格中只显示该类房间中隔声量结果最小值。

6 结论

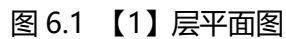
本项目作为办公建筑，根据《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2024 和《民用建筑隔声设计规范》GB 50118-2010 评价要求，本项目声环境评价结果及得分如下：

表 6.1 声环境评价结果

检查项	评价依据			结论/得分																		
控制项	5.1.4 建筑声环境设计应符合下列要求： 1 场地规划布局 and 建筑平面设计时应合理规划噪声源区域和噪声敏感区域，并进行识别和标注			——																		
	2 外墙、隔墙、楼板和门窗等主要建筑构件的隔声性能指标不应低于现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 的规定，并应根据隔声性能指标明确主要建筑构件的构造做法。	空气声		满足																		
		撞击声		满足																		
评分项	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，并按下列规则分别评分并累计： 1 建筑物外部噪声源传播至主要功能房间的噪声比现行强制性工程建设规范《建筑环境通用规范》GB 55016 限值低 3dB 及以上，得 4 分；			4 分																		
	<table><tr><th rowspan="2">评价内容</th><th rowspan="2">房间的使用功能</th><th colspan="2">噪声限值（dB）</th></tr><tr><th>0、1 类 声功能区</th><th>2、3、4 类 声功能区</th></tr><tr><td rowspan="4">2.1.3-1 建筑物外部噪声源传播至主要功能房间室内的噪声限值应符合噪声限值的规定。</td><td>睡眠</td><td>40(昼) 30(夜)</td><td>45(昼) 35(夜)</td></tr><tr><td>日常生活</td><td>40</td><td>45</td></tr><tr><td>阅读、自学、思考</td><td>35</td><td>40</td></tr><tr><td>教学、医疗、办公、会议</td><td>40</td><td>45</td></tr></table>				评价内容	房间的使用功能	噪声限值（dB）		0、1 类 声功能区	2、3、4 类 声功能区	2.1.3-1 建筑物外部噪声源传播至主要功能房间室内的噪声限值应符合噪声限值的规定。	睡眠	40(昼) 30(夜)	45(昼) 35(夜)	日常生活	40	45	阅读、自学、思考	35	40	教学、医疗、办公、会议	40
评价内容	房间的使用功能	噪声限值（dB）																				
		0、1 类 声功能区	2、3、4 类 声功能区																			
2.1.3-1 建筑物外部噪声源传播至主要功能房间室内的噪声限值应符合噪声限值的规定。	睡眠	40(昼) 30(夜)	45(昼) 35(夜)																			
	日常生活	40	45																			
	阅读、自学、思考	35	40																			
	教学、医疗、办公、会议	40	45																			
2 建筑物内部设备传播至主要功能房间的噪声比现行强制性工程建设规范《建筑环境通用规范》GB 55016 限值低 3dB 及以上，得 4 分。			4 分																			
<table><tr><th>评价内容</th><th>房间的使用功能</th><th>噪声限值（dB）</th></tr><tr><td rowspan="5">2.1.4 建筑物内部建筑设备传播至主要功能房间室内的噪声应符合噪声限值的规定。</td><td>睡眠</td><td>33</td></tr><tr><td>日常生活</td><td>40</td></tr><tr><td>阅读、自学、思考</td><td>40</td></tr><tr><td>教学、医疗、办公、会议</td><td>45</td></tr><tr><td>人员密集的公共空间</td><td>55</td></tr></table>				评价内容	房间的使用功能	噪声限值（dB）	2.1.4 建筑物内部建筑设备传播至主要功能房间室内的噪声应符合噪声限值的规定。	睡眠	33	日常生活	40	阅读、自学、思考	40	教学、医疗、办公、会议	45	人员密集的公共空间	55					
评价内容	房间的使用功能	噪声限值（dB）																				
2.1.4 建筑物内部建筑设备传播至主要功能房间室内的噪声应符合噪声限值的规定。	睡眠	33																				
	日常生活	40																				
	阅读、自学、思考	40																				
	教学、医疗、办公、会议	45																				
	人员密集的公共空间	55																				

检查项	评价依据				结论/得分
	5.2.7 主要功能房间的隔声性能良好, 评价总分为 10 分, 按表 5.2.7 的规则分别评分并累计:				6 分
	建筑类别	构件或房间名称		评价指标	得分
	公共建筑	外围护结构		计权标准化声压级差+交通噪声频谱修正量之和 $D_{2mnT,w} + C_{tr} \geq 30\text{dB}$	2
		房间之间隔声	隔墙两侧房间之间	比《民用建筑隔声设计标准》GB 50118 规定限值高 3dB 及以上	2
			楼板两侧房间之间		2
		楼板撞击声隔声		比《民用建筑隔声设计标准》GB 50118 规定限值低 5dB (10dB) 及以上	2(4)

■ 红色——产生噪声区域 ■ 黄色——混合区域，如开放办公室、会议区等 ■ 蓝色——交通区域，如大堂、走廊等 ■ 绿色——噪声敏感区域，如卧室、病房等



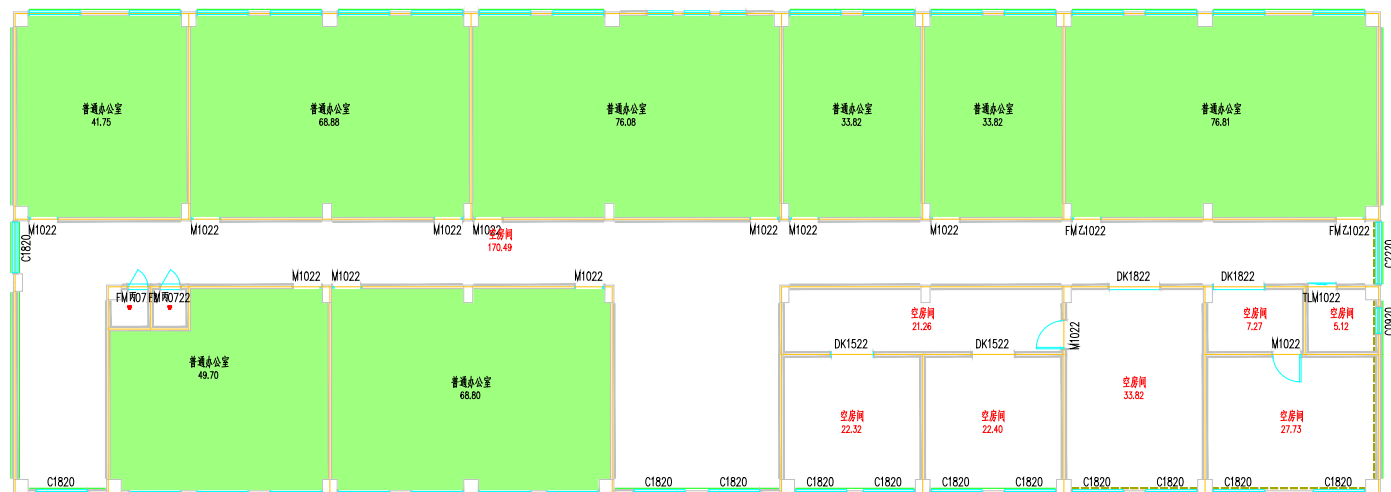


图 6.2 【2】层平面图

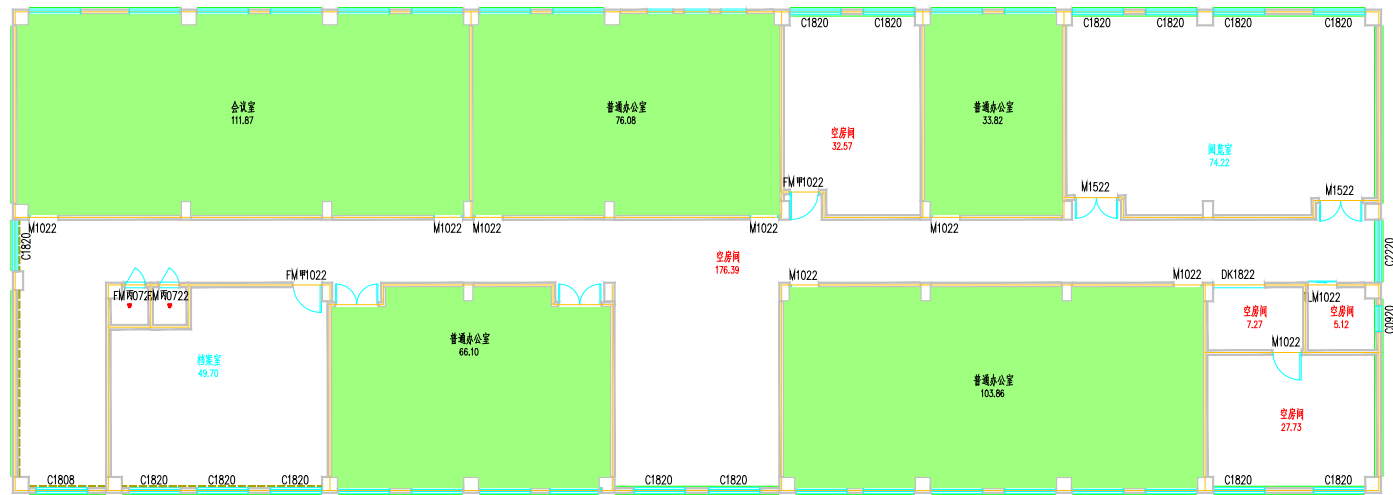


图 6.3 【3】层平面图

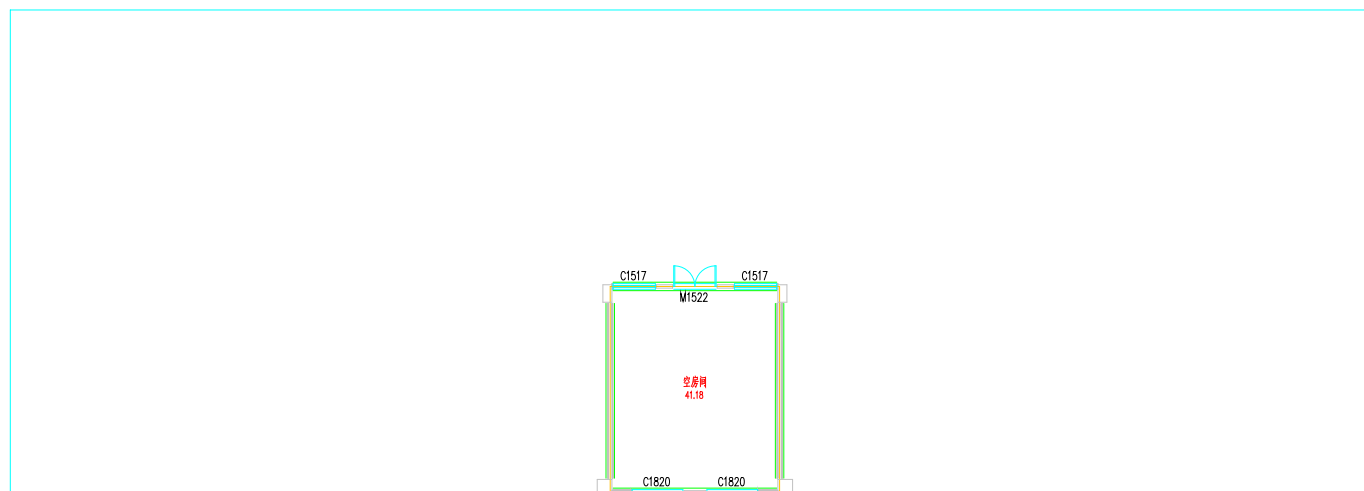


图 6.4 【4】层平面图

附录 2 建筑外部噪声对主要功能房间噪声影响分析表

楼层	房间类型	对标功能	噪声值		限值		达标判定
			昼	夜	昼	夜	
2	普通办公室[X002]	教学医疗办公会议	37	27	42	42	达标
	普通办公室[X003]	教学医疗办公会议	35	25	42	42	达标
	普通办公室[X004]	教学医疗办公会议	38	28	42	42	达标
	普通办公室[X005]	教学医疗办公会议	38	28	42	42	达标
	普通办公室[X006]	教学医疗办公会议	35	25	42	42	达标
	普通办公室[X007]	教学医疗办公会议	34	24	42	42	达标
	普通办公室[X009]	教学医疗办公会议	35	25	42	42	达标
	普通办公室[X010]	教学医疗办公会议	35	25	42	42	达标
3	会议室[X002]	教学医疗办公会议	39	29	42	42	达标
	普通办公室[3001]	教学医疗办公会议	35	25	42	42	达标
	普通办公室[X003]	教学医疗办公会议	40	30	42	42	达标
	普通办公室[X004]	教学医疗办公会议	35	25	42	42	达标
	普通办公室[X006]	教学医疗办公会议	38	28	42	42	达标
	阅览室[X005]	阅读自学思考	37	27	37	37	达标

注：本建筑位于 2 类、3 类、4 类声环境功能区，噪声限值可放宽 5dB。位于 0 类、1 类声环境功能区

附录 3 建筑内部设备对主要功能房间噪声影响分析表

楼层	房间类型	对标功能	噪声源	噪声值	限值	达标判定
1	大厅[X003]	人员密集的公共空间	--	--	52	达标
2	普通办公室[X002]	教学医疗办公会议	--	--	42	达标
	普通办公室[X003]	教学医疗办公会议	--	--	42	达标
	普通办公室[X004]	教学医疗办公会议	--	--	42	达标
	普通办公室[X005]	教学医疗办公会议	--	--	42	达标
	普通办公室[X006]	教学医疗办公会议	--	--	42	达标
	普通办公室[X007]	教学医疗办公会议	--	--	42	达标
	普通办公室[X009]	教学医疗办公会议	--	--	42	达标
	普通办公室[X010]	教学医疗办公会议	--	--	42	达标
3	会议室[X002]	教学医疗办公会议	--	--	42	达标
	普通办公室[3001]	教学医疗办公会议	--	--	42	达标
	普通办公室[X003]	教学医疗办公会议	--	--	42	达标
	普通办公室[X004]	教学医疗办公会议	--	--	42	达标
	普通办公室[X006]	教学医疗办公会议	--	--	42	达标
	阅览室[X005]	阅读自学思考	--	--	37	达标

注：仅输出受建筑物内部设备噪声影响的房间。

附录 4 主要功能房间构件隔声性能表

楼层	房间类型	对标功能	构件	计权标准化 声压级差(dB)	频谱修正量 (dB)	空气声隔声性能 (dB)	得分	撞击声隔声性能 (dB)	得分
2	普通办公室[X002]	多人办公室	外墙	D2mntw= 34	Ctr= -3	31 (≥30)	2	--	--
			隔墙	Dntw= 47	C= 0	47 (≥48)	0	--	--
			顶板	Dntw= 68	C= -2	66 (≥48)	2	69 (<70(65))	2
	普通办公室[X003]	多人办公室	外墙	D2mntw= 34	Ctr= -3	31 (≥30)	2	--	--
			隔墙	Dntw= 47	C= 0	47 (≥48)	0	--	--
			顶板	Dntw= 68	C= -2	66 (≥48)	2	69 (<70(65))	2
	普通办公室[X004]	多人办公室	外墙	D2mntw= 34	Ctr= -3	31 (≥30)	2	--	--
			隔墙	Dntw= 47	C= 0	47 (≥48)	0	--	--
			顶板	Dntw= 68	C= -2	66 (≥48)	2	69 (<70(65))	2
	普通办公室[X005]	多人办公室	外墙	D2mntw= 34	Ctr= -3	31 (≥30)	2	--	--
			隔墙	Dntw= 47	C= 0	47 (≥48)	0	--	--
			顶板	Dntw= 68	C= -2	66 (≥48)	2	69 (<70(65))	2
	普通办公室[X006]	多人办公室	外墙	D2mntw= 34	Ctr= -2	32 (≥30)	2	--	--
			隔墙	Dntw= 47	C= 0	47 (≥48)	0	--	--
			顶板	Dntw= 68	C= -2	66 (≥48)	2	69 (<70(65))	2
	普通办公室[X007]	多人办公室	外墙	D2mntw= 35	Ctr= -3	32 (≥30)	2	--	--
			隔墙	Dntw= 47	C= 0	47 (≥48)	0	--	--
			顶板	Dntw= 68	C= -2	66 (≥48)	2	69 (<70(65))	2
	普通办公室[X009]	多人办公室	外墙	D2mntw= 34	Ctr= -3	31 (≥30)	2	--	--
			隔墙	Dntw= 47	C= 0	47 (≥48)	0	--	--
			顶板	Dntw= 68	C= -2	66 (≥48)	2	69 (<70(65))	2
	普通办公室[X010]	多人办公室	外墙	D2mntw= 34	Ctr= -3	31 (≥30)	2	--	--
			隔墙	Dntw= 47	C= 0	47 (≥48)	0	--	--
			顶板	Dntw= 68	C= -2	66 (≥48)	2	69 (<70(65))	2
3	会议室[X002]	普通会议室	外墙	D2mntw= 34	Ctr= -3	31 (≥30)	2	--	--

	普通办公室[3001]	多人办公室	隔墙	Dntw= 47	C= 0	47 (≥48)	0	--	--
			外墙	D2mntw= 34	Ctr= -3	31 (≥30)	2	--	--
	普通办公室[X003]	多人办公室	隔墙	Dntw= 47	C= 0	47 (≥48)	0	--	--
			外墙	D2mntw= 34	Ctr= -3	31 (≥30)	2	--	--
	普通办公室[X004]	多人办公室	隔墙	Dntw= 47	C= 0	47 (≥48)	0	--	--
			外墙	D2mntw= 34	Ctr= -3	31 (≥30)	2	--	--
	普通办公室[X006]	多人办公室	隔墙	Dntw= 47	C= 0	47 (≥48)	0	--	--
			外墙	D2mntw= 34	Ctr= -3	31 (≥30)	2	--	--

纯装饰性构件造价比例计算书

1.条文依据

根据《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2019（2024 版）中 7.1.9 条、《湖南省绿色建筑工程设计要点》4.2.2/4.3.7 条规定：建筑造型要素简约，应无大量装饰性构件。

没有功能的纯装饰性构件主要包括：

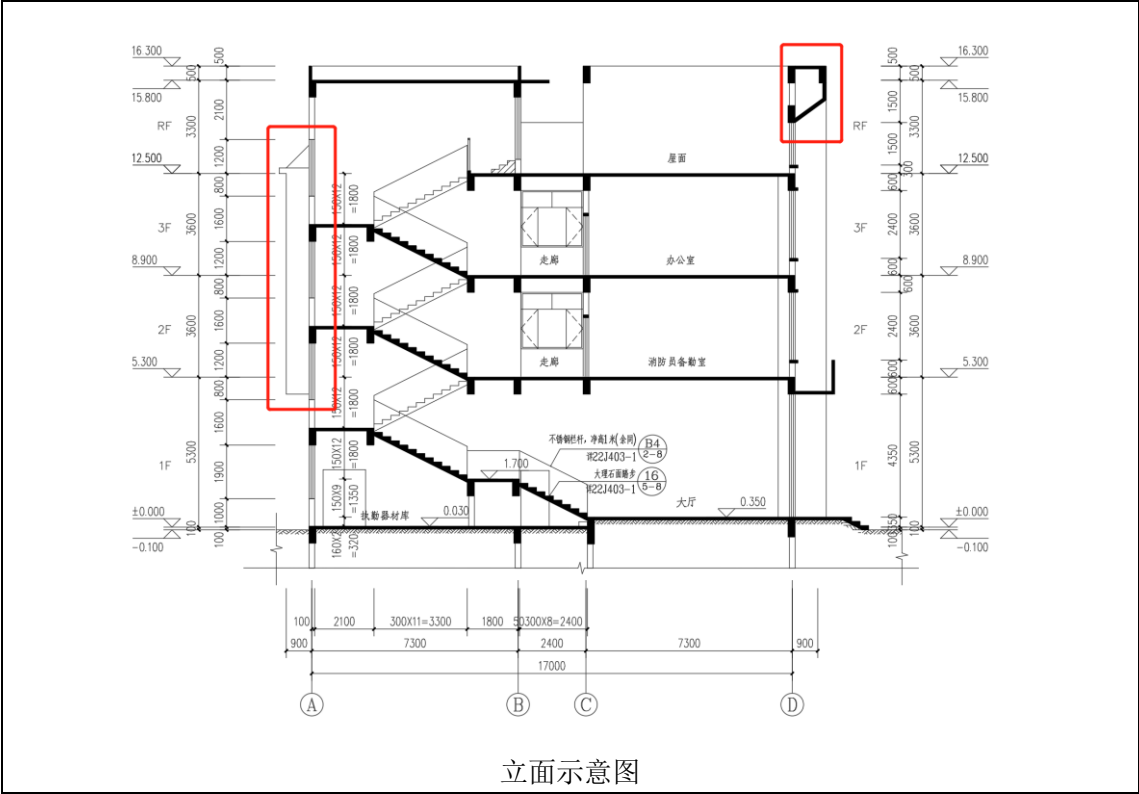
- (1)不具备遮阳、导光、导风、载物、辅助绿化等作用的飘板、格栅和构架；
- (2)单纯为追求标志性效果的塔、球、曲面等异型构件；
- (3)高度超过标准要求 2 倍以上的女儿墙。

2.装饰性构件判定

纯装饰性构件判定（执勤楼）

序号	构件名称	主要功能说明	是否为纯装饰性构件
1	女儿墙	女儿墙高度 3.3 米，未超过标准要求 2 倍以上	是
2	塔、球、曲面等异型构件	无	/
3	飘板、格栅和构架	遮雨、空调机位	否

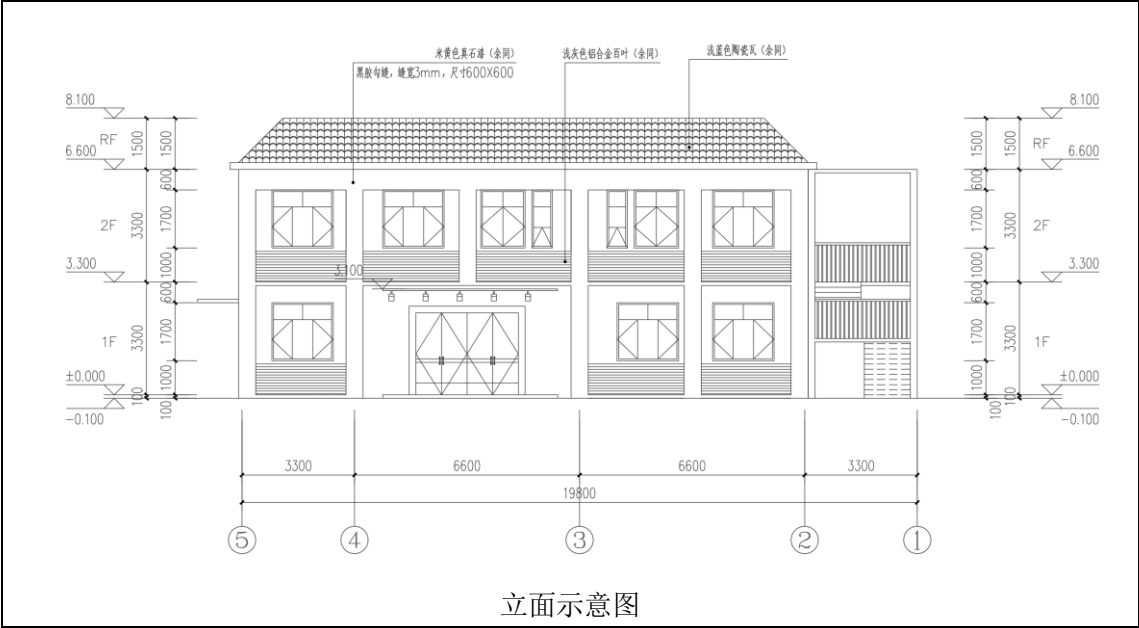
①-①立面图 1:100



立面示意图

纯装饰性构件判定（附属用房）

序号	构件名称	主要功能说明	是否为纯装饰性构件
1	女儿墙	女儿墙高度1.5米，未超过标准要求2倍以上	否
2	塔、球、曲面等异型构件	无	/
3	飘板、格栅和构架	遮雨、空调机位	否
4	屋面构架	装饰	是



立面示意图

纯装饰性构件判定（值班室）

序号	构件名称	主要功能说明	是否为纯装饰性构件
1	女儿墙	女儿墙高度 0.5 米，未超过标准要求 2 倍以上	否
2	塔、球、曲面等异型构件	无	/
3	飘板、格栅和构架	遮雨、空调机位	否

纯装饰性构件判定（训练塔）

序号	构件名称	主要功能说明	是否为纯装饰性构件
1	女儿墙	女儿墙高度 1.6 米，未超过标准要求 2 倍以上	否
2	塔、球、曲面等异型构件	无	/
3	飘板、格栅和构架	遮雨、空调机位	否

3.纯装饰性构件造价比例计算

纯装饰性构件造价比例计算（执勤楼）

纯装饰性构件名称	工程量	单位	综合单价 (元/米)	综合合价 (万元)
立面装饰线脚(钢筋混凝土)	41.00	立方米	350	1.44
纯装饰性构件综合合价（万元）				1.44
工程总造价（万元）				713.72
纯装饰性构件造价比例（%）				0.2%

4.结论

综上，本项目建筑造型要素简约，无大量纯装饰性构件，满足《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2019（2024 版）和《湖南省绿色建筑工程设计要点》相关规定要求。

建筑形体规则性判定报告

1.标准规定

根据《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2019（2024 版）中 7.1.8 条、《湖南省绿色建筑工程设计要点》4.3.6 条规定：不应采用建筑形体和布置严重不规则的建筑结构。

除砌体房屋、地下建筑和木结构建筑外，其他类型建筑均不得选用国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010（2024 修订版）第 3.4 节中规定的特别不规则和严重不规则的建筑形体。

《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010（2024 修订版）第 3.4.3 条：建筑形体及其构件布置的平面、竖向不规则性，应按下列要求划分：

1.混凝土房屋、钢结构房屋和钢-混凝土混合结构房屋存在表 3.4.3-1 所列举的某项平面不规则类型或表 3.4.3-2 所列举的某项竖向不规则类型以及类似的不规则类型，应属于不规则的建筑。

2.当存在多项不规则或某项不规则超过规定的参考指标较多时，应属于特别不规则的建筑。

表 3.4.3-1 平面不规则的主要类型

不规则类型	定义和参考指标
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
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%
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

表 3.4. 3-2 竖向不规则的主要类型

不规则类型	定义和参考指标
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%；除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%
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
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楼层的 80%

2.判定过程

食堂项目的结构类型：☒混凝土结构、☐钢结构、☐混合结构、☐砌体结构、
☐其他，建筑形体判定具体如下表所示：

（1）平面不规则类型判定

不规则类型	定义和参考指标	楼栋	计算结果	判定结论
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	执勤楼	大于 1.2	不满足
		附属用房	大于 1.2	不满足
		值班室	大于 1.2	不满足
		训练塔	大于 1.2	不满足
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%	执勤楼	小于 30%	满足
		附属用房	小于 30%	满足
		值班室	小于 30%	满足
		训练塔	小于 30%	满足
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	执勤楼	无	满足
		附属用房	无	满足
		值班室	无	满足
		训练塔	无	满足

（2）竖向不规则类型判定

不规则类型	定义和参考指标	楼栋	计算结果	判定结论
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%；除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%	执勤楼	大于 0.8	满足
		附属用房	大于 0.8	满足
		值班室	大于 0.8	满足
		训练塔	大于 0.8	满足
竖向抗侧力	竖向抗侧力构件（柱、抗震墙、抗	执勤楼	无	满足

构件不连续	震支撑)的内力由水平转换构件(梁、桁架等)向下传递	附属用房	无	满足
		值班室	无	满足
		训练塔	无	满足
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楼层的 80%	执勤楼	X: 大于 0.8 Y: 大于 0.8	满足
		附属用房	X: 大于 0.8 Y: 大于 0.8	满足
		值班室	X: 大于 0.8 Y: 大于 0.8	满足
		训练塔	X: 大于 0.8 Y: 大于 0.8	满足

3.结论

 综上，根据国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010（2024 修订版）中规定，本项目未采用特别不规则或严重不规则的建筑形体。

高强钢筋使用比例计算书

1.条文依据

根据《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2019（2024 版）中 7.2.15 条：混凝土结构中，400MPa 级及以上强度等级的钢筋应用比例达到 85%，得 5 分。

2.计算过程

根据项目工程量清单，计算结果如下：

高强度钢筋用量比例计算表（执勤楼）

序号	材料名称	用量（t）
1	400MPa 级及以上受力普通钢筋用量	97.85
2	钢筋总用量	114.71
3	400MPa 级及以上受力普通钢筋用量占总量的比例	85.31%

高强度钢筋用量比例计算表（附属用房）

序号	材料名称	用量（t）
1	400MPa 级及以上受力普通钢筋用量	17.11
2	钢筋总用量	20.07
3	400MPa 级及以上受力普通钢筋用量占总量的比例	85.25%

高强度钢筋用量比例计算表（值班室）

序号	材料名称	用量（t）
1	400MPa 级及以上受力普通钢筋用量	1.88
2	钢筋总用量	2.21
3	400MPa 级及以上受力普通钢筋用量占总量的比例	85.22%

高强度钢筋用量比例计算表（训练塔）

序号	材料名称	用量（t）
1	400MPa 级及以上受力普通钢筋用量	9.21
2	钢筋总用量	10.80

3	400MPa 级及以上受力普通钢筋用量占总量的比例	85.27%
---	---------------------------	--------

3.结论

综上，本项目为钢筋混凝土结构，其中 HRB400 级受力普通钢筋的用量占总钢筋用量的比例为 85%以上，可得 5 分。

可再利用和可再循环材料使用比例计算书

1. 条文依据

根据《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2019（2024 版）中 7.2.17 条：对于公共建筑，当使用可再利用材料和可再循环材料时，其重量占建筑材料总重量的比例达到 10%，得 3 分；达到 15%，得 6 分。

2. 计算过程

本项目根据概算表，计算结果如下：

可再利用和可再循环材料使用比例计算表（执勤楼）

建筑材料		数量（m³）	密度（kg/m³）	质量（t）
不可再利用和再循环材料	混凝土	933.58	2300	2147.24
	建筑砂浆	28.05	1800	50.49
	乳胶漆	1.20	1200	1.44
	卷材	14.21	2000	28.43
	石材	11.46	2000	22.93
	砌块	318.64	1200	382.36
可再利用和可再循环材料	钢材	14.71	7800	114.71
	铜	5.10	8900	45.37
	木材	40.78	600	24.47
	铝合金	25.49	2700	68.82
	石膏	15.04	900	13.53
	玻璃	20.91	2500	52.27
可再利用和可再循环材料总质量		319.17		
建筑材料总质量		2952.06		
可再利用和可再循环材料使用比例（%）		10.81%		

可再利用和可再循环材料使用比例计算表（附属用房）

建筑材料		数量（m³）	密度（kg/m³）	质量（t）
不可再利用和再循环材料	混凝土	162.06	2300	372.75
	建筑砂浆	4.91	1800	8.83

	乳胶漆	0.21	1200	0.25
	卷材	2.49	2000	4.97
	石材	2.01	2000	4.01
	砌块	55.75	1200	66.90
可再利用和可再循环材料	钢材	2.57	7800	20.07
	铜	0.89	8900	7.94
	木材	7.14	600	4.28
	铝合金	4.46	2700	12.04
	石膏	2.63	900	2.37
	玻璃	3.66	2500	9.15
可再利用和可再循环材料总质量		55.85		
建筑材料总质量		513.57		
可再利用和可再循环材料使用比例(%)		10.87%		

可再利用和可再循环材料使用比例计算表（值班室）

建筑材料		数量（m ³ ）	密度（kg/m ³ ）	质量（t）
不可再利用和再循环材料	混凝土	17.73	2300	40.79
	建筑砂浆	0.54	1800	0.97
	乳胶漆	0.02	1200	0.03
	卷材	0.27	2000	0.55
	石材	0.22	2000	0.44
	砌块	6.13	1200	7.35
可再利用和可再循环材料	钢材	0.28	7800	2.21
	铜	0.10	8900	0.87
	木材	0.78	600	0.47
	铝合金	0.49	2700	1.32
	石膏	0.29	900	0.26
	玻璃	0.40	2500	1.00
可再利用和可再循环材料总质量		6.14		
建筑材料总质量		56.26		
可再利用和可再循环材料使用比例(%)		10.91%		

可再利用和可再循环材料使用比例计算表（训练塔）

建筑材料		数量（m ³ ）	密度（kg/m ³ ）	质量（t）
不可再利用和再循环材料	混凝土	86.75	2300	199.52
	建筑砂浆	2.64	1800	4.75
	乳胶漆	0.11	1200	0.14
	卷材	1.34	2000	2.68
	石材	1.08	2000	2.16
	砌块	30.00	1200	36.00
可再利用和可再循环材料	钢材	1.38	7800	10.80
	铜	0.48	8900	4.27
	木材	3.84	600	2.30
	铝合金	2.40	2700	6.48
	石膏	1.42	900	1.27
	玻璃	1.97	2500	4.92
可再利用和可再循环材料总质量		30.05		
建筑材料总质量		275.30		
可再利用和可再循环材料使用比例（%）		10.92%		

3.结论

综上，本项目可再利用材料和可再循环材料重量占建筑材料总重量的比例不低于 10%，可得 3 分。

功率密度及照度值计算书

1.条文依据

根据《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2019（2024 版）中 7.1.4 条、《湖南省绿色建筑工程设计要点》4.6.5 条规定：主要功能房间的照明功率密度值不应高于现行国家标准《建筑照明设计标准》GB/T50034-2024 规定的照明功率密度限值。

2.计算过程

功率密度及照度计算表（执勤楼）

房间参数						利用系数查表参数		其他计算参数										计算结果			
房间名称	房间长 (m)	房间宽 (m)	面积 (m²)	灯安装高度 (m)	工作面高度 (m)	数据来源	利用系数值	光源种类	单灯光源数	光源功率 (W)	光通量 (lm)	总光通量 (lm)	镇流器功率 (W)	房间类别	维护系数	要求照度值 (lx)	功率密度规范值 (W/m²)	灯具数	总功率 (W)	计算照度值 (lx)	功率密度计算值 (W/m²)
消防车库	16.80	14.80	248.64	3.00	0.75	《照明设计手册(第三版)》	0.78	T8 高光效荧光灯管	1	23	2300	2300	0	普通办公室	0.80	50.00	1.90	9	207	52.02	0.83
走廊	48.10	2.20	105.82	3.00	0.75	《照明设计手册(第三版)》	0.55	小3U 电子节能灯	2	22	700	1400	0	普通办公室	0.80	50.00	2.00	9	198	52.11	1.87
消防队员备勤室兼学习室	7.10	5.95	42.24	3.00	0.75	《照明设计手册(第三版)》	0.62	T8 高光效荧光灯管	2	46	2200	4400	0	普通办公室	0.80	300.00	8.00	6	276	312.00	6.53
消防队员备勤室兼学习室	9.80	7.10	69.58	3.00	0.75	《照明设计手册(第三版)》	0.66	T8 高光效荧光灯管	2	64	3300	6600	0	普通办公室	0.80	300.00	8.00	6	384	300.04	5.52
干部备勤室	7.10	4.80	34.08	3.00	0.75	《照明设计手册(第三版)》	0.71	T8 高光效荧光灯管	2	64	3130	6260	0	普通办公室	0.80	300.00	8.00	3	192	313.00	5.63
男厕	5.95	4.70	27.96	3.00	0.75	《照明设计手册(第三版)》	0.57	小3U 电子节能灯	2	20	600	1200	0	普通办公室	0.80	75.00	3.00	4	80	78.28	2.86
女厕	5.95	4.70	27.97	3.00	0.75	《照明设计手册(第三版)》	0.57	小3U 电子节能灯	2	20	600	1200	0	普通办公室	0.80	75.00	3.00	4	80	78.26	2.86
淋浴室	4.80	4.70	22.56	3.00	0.75	《照明设计手册(第三版)》	0.57	小3U 电子节能灯	2	16	500	1000	0	普通办公室	0.80	75.00	3.00	4	64	80.99	2.84
会议室	15.95	7.10	113.24	3.00	0.75	《照明设计手册(第三版)》	0.79	T8 高光效荧光灯管	2	64	3130	6260	0	普通办公室	0.80	300.00	8.00	9	576	314.44	5.09
大办公室	14.80	7.10	105.08	3.00	0.75	《照明设计手册(第三版)》	0.68	T8 高光效荧光灯管	2	64	3130	6400	0	普通办公室	0.80	300.00	8.00	9	576	300.44	5.48

功率密度及照度计算表（附属用房）

房间参数						利用系数查表参数		其他计算参数										计算结果			
房间名称	房间长 (m)	房间宽 (m)	面积 (m²)	灯安装高度 (m)	工作面高度 (m)	数据来源	利用系数值	光源种类	单灯光源数	光源功率 (W)	光通量(lm)	总光通量 (lm)	镇流器功率 (W)	房间类别	维护系数	要求照度值 (lx)	功率密度规范值 (W/m²)	灯具数	总功率 (W)	计算照度值 (lx)	功率密度计算值 (W/m²)
厨房	31.60 (周长)	45.64	3.00	0.75	《照明设计手册》(第三版)	0.60	T8 高光效荧光灯具	2	46	2000	4000	0	普通办公室	0.80	200.00	7.00	5	230	210.34	5.04	
家属探亲室	3.90	3.10	12.09	3.00	0.75	《照明设计手册》(第三版)	0.50	T8 高光效荧光灯具	1	23	2300	2300	0	普通办公室	0.80	150.00	4.50	2	46	152.50	3.80
走廊	16.30	2.00	32.60	3.00	0.75	《照明设计手册》(第三版)	0.51	2U 电子节能灯	2	16	520	1040	0	普通办公室	0.80	50.00	2.00	4	64	51.76	1.86
强电	13.00	5.90	76.70	3.00	0.75	《照明设计手册》(第三版)	0.51	T8 高光效荧光灯具	2	46	2400	4800	0	普通办公室	0.80	200.00	6.00	8	368	203.06	4.80

功率密度及照度计算表（值班室）

房间参数						利用系数查表参数		其他计算参数								计算结果				
房间名称	房间长 (m)	房间宽 (m)	面积 (m²)	灯安装高度 (m)	工作面高度 (m)	数据来源	利用系数值	光源种类	单灯光源数	光源功率 (W)	光通量(lm)	总光通量 (lm)	镇流器功率 (W)	维护系数	要求照度值 (lx)	照明功率密度现行 值/限值 (W/m²)	灯具数	总功率 (W)	计算照度值 (lx)	功率密度计算值 (W/m²)
值班室	6.30	4.00	25.20	3.00	0.75	《照明设计手册(第三版)》	0.71	T8高光效荧光灯具	2	64	3400	6800	0	0.80	300.00	8.00	2	128	308.70	5.08

3.结论

综上，本项目室内照明的功率密度（LPD）值符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB/T50034-2024 规定的照明功率密度限值。

水资源利用报告

1.编制依据

- (1)《建筑给水排水设计标准》GB50015-2019;
- (2)《城市给水工程项目规范》GB55026-2022;
- (3)《城乡排水工程项目规范》GB55027-2022;
- (4)《室外给水设计标准》GB50013-2018;
- (5)《室外排水设计标准》GB50014-2021;
- (6)《民用建筑节能设计标准》GB50555-2010;
- (7)《建筑给水排水与节水通用规范》GB55020-2021;
- (8)《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2019（2024 版）;
- (9)《湖南省绿色建筑工程设计要点》;
- (10)相关专业提供技术资料、设计图纸。

2.水资源状况概述

岳阳市境内水系复杂，江河纵横，湖泊密布，共有大小湖泊 165 处，280 多条大小河流流入长江和洞庭湖。其中长度在 5 千米以上河流 273 条，流域面积 100 平方千米以上的河流 27 条。境内有两大河流：汨罗江 253 千米，流域面积 5543 平方千米，年径流量 37 亿立方米；新墙河 108 千米，流域面积 2370 平方千米，年径流量 16 亿立方米。

岳阳市雨季明显，降水集中，水资源丰沛，降水年径流总量 95.2 亿立方米，多年平均过境水量 6381.8 亿立方米，地下水可采量 131.6 亿立方米，全市可利用水资源总量 6608.6 亿立方米。过境水：长江干流、洞庭湖水系过境水量以城陵矶下游的螺山为控制点，多年平均过境水量 2881.14 亿立方米，其中洞庭湖占 99.6%。过境水量为本境水量的 27 倍，人均约 5.0 万立方米；地表水：多年平均降水总量为 1439.1 毫米，年径流总量 103.9 亿立方米。据勘测，地下补给水量年平均为 20.05 亿立方米，为地表水资源数量的 21%。岳阳市多年平均径流量加地下水年平均水量，水资源年平均储量为 115.27 亿立方米。主要分布于洞庭湖平原及山丘岗地的溪流河畔，水资源丰富。

3.生活给水系统

(1) 本项目采用城市自来水作为水源，双水源引入，拟由市政道路接入一路市政供水主干 DN150，进入项目红线成环状布置，为本工程提供生活、消防用水。参考同地区项目及甲方提资料，市政高峰期供水压力 0.60MPa。供水水质符合国家现行《生活饮用水卫生标准》GB5749-2022 相关要求。

(2) 本项目整个供水分区为 1 个区，由市政水压直接供给。在各层水表前设可调式减压阀，阀后压力不大于 0.20MPa，且保证用水点压力不小于额定工作压力。

4.生活排水系统

(1) 室外市政为雨污分流，本项目共设 1 个 DN400 污水排出口，排至周边主要市政道路上的污水管网。

(2) 排放体制：地块内采用雨、污分流，污废水合流制排水系统，室内±0.00 以上污水重力自流排入室外排水管网，±0.00 以下污水通过潜污泵提升排入小市政排水管道。

(3) 污、废水经化粪池处理后，排入室外市政污水排水管网，再通过周边城市道路污水管接入污水处理厂处理达标后排入河体。。

(4) 餐饮排水隔油：餐厅厨房及备餐间含油废水先经地上式隔油器一次隔油后，再经地下隔油处理间的隔油器二次隔油处理后方可排入市政污水管网。

5.屋面雨水系统

(1) 本项目共设 1 个 DN500 的雨水排出口，场地内雨水就近排至主要市政雨水管道。

(2) 室外雨水设计重现期为 3 年，室外地面雨水经雨水收集设施，由室外雨水管汇集，排至雨水控制设施；室外地面及渗水砖、地面及绿植区雨水，通过土壤下渗补充涵养地下水源,溢流雨水排至雨水收集池和市政雨水管网。

(3) 屋面雨水采用重力排放，屋面雨水的设计重现期取 50 年，设计降雨历时 5min，屋面雨水排水工程与溢流设施的总排水能力为重现期 50 年的雨水量。

(4) 屋面雨水汇集至屋面天沟经雨水斗和室内雨水管间接排至室外雨水控

制设施。

6.卫生器具

本工程所用卫生洁具及给水、排水配件均应符合现行建设行业标准《节水型产品通用技术条件》GB/T 18870-2011 的规定。卫生器具的用水效率达到用水效率标准的 2 级指标。具体参数如下表所示：

节水器具名称	流量或用水量	用水效率等级
√水嘴	0.100L/s≤流量 Q≤0.125L/s	<input type="checkbox"/> 1 级√2 级 <input type="checkbox"/> 3 级
√小便器	一次出水量不大于 3.0L	<input type="checkbox"/> 1 级√2 级 <input type="checkbox"/> 3 级
√大便器	冲洗阀一次出水量不大于 5.0L	<input type="checkbox"/> 1 级√2 级 <input type="checkbox"/> 3 级

7.用水分级计量

本项目分级计量水表达到二级，安装率达到 100%，下级水表的设置覆盖上一级水表的所有出流量。本项目采用三级计量方式：第一级，市政进水管；第二级，各使用用途；第三级，各用水点根据需要设置计量水表。下级水表的设置应覆盖上一级水表的所有出流量，水表采用远传水表。

- （1）市政给水引入管上（室外绿化带处）设置总水表，水表后设置低阻力倒流防止器，室外地面明装。
- （2）绿化浇洒各设置独立水表计量，水表前设置压力型真空破坏器。
- （3）各用水点设置独立水表计量。

8.避免管网漏损措施措施

- （1）给水系统中使用的管材、管件质量应满足相关行业标准的要求，新型管材和管件质量应满足企业标准的要求，企业标准应由有关行政主管部门组织专家评估、鉴定并备案。
- （2）给水系统应选用高性能阀门、零泄漏阀门等。
- （3）检修阀门的位置和数量应有利于降低检修时的泄水量。
- （4）合理设计供水压力，避免水压持续高压或压力骤变。
- （5）对室外埋地管道应采取保护措施，提出室外管道基础处理方案，控制管道埋深，并对埋深不够的管道提出保护措施。

(6) 设置水箱、水池溢流报警和进水阀门自动联动关闭装置。

(7) 安装防水锤的装置。

(8) 根据水平衡测试要求安装分级计量水表，分级计量水表安装率应达到100%，下级水表的设置应覆盖上一级水表的所有出流量，不得出现无计量支路。