



让我们共同打造气候中和的未来  
Building a climate-neutral future together

# 中瑞零碳建筑项目

示范工程报告

## 北京市房山区拱辰社区中心

中文版



2024年7月



中华人民共和国  
住房和城乡建设部



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Swiss Agency for Development  
and Cooperation SDC



环能科技

intep

skat



让我们共同打造气候中和的未来  
Building a climate-neutral future together

本报告系在中瑞零碳建筑项目框架下编制。该项目由瑞士发展与合作署资助，并与中华人民共和国住房和城乡建设部合作实施，旨在推动国际合作与交流。

#### 作者:

路枫博士、Roland Stulz、朱继龙 | 瑞士茵态 (intep) 综合规划咨询有限公司

Wesley Wojtas | 瑞士Skat咨询公司

宋晔皓教授、孙菁芬 | 清华大学建筑设计研究院有限公司素朴工作室

#### 内容贡献与审阅人员:

张时聪博士、杨芯岩博士 | 中国建筑科学研究院

李寅、吴佳艳、胡亦奇 | 浙江大学建筑设计研究院

#### 设计与排版:

Intep-Skat 联合团队

**intep**  
**skat**

#### 引用格式:

路枫, Wesley Wojtas, Roland Stulz, 朱继龙. 北京市房山区拱辰社区中心:《中瑞零碳建筑项目示范工程项目报告》[R]. 苏黎世: Intep-Skat, 2024.

中瑞零碳建筑项目是由瑞士发展与合作署资助，并与中华人民共和国住房和城乡建设部合作开展的国际合作项目。该项目旨在通过分享瑞士在可持续及零碳建筑领域的先进经验，推动减少温室气体排放，助力中国建筑行业实现碳中和发展。

#### 项目实施团队:

瑞士茵态 (intep) 综合规划咨询有限公司

瑞士Skat咨询公司

中国建筑科学研究院

#### 微信公众号:

SinoSwissZEB



#### 网站:

zeb-china.org



封面图片: 北京市房山区拱辰社区中心 (图片来源: 清华大学建筑设计研究院有限公司素朴工作室)

# 目录

|    |            |    |
|----|------------|----|
| 1. | 中瑞零碳建筑项目背景 | 2  |
| 2. | 项目初始状态     | 4  |
| 3. | 中瑞合作       | 6  |
| 4. | 项目成果       | 14 |
| 5. | 经验总结       | 17 |

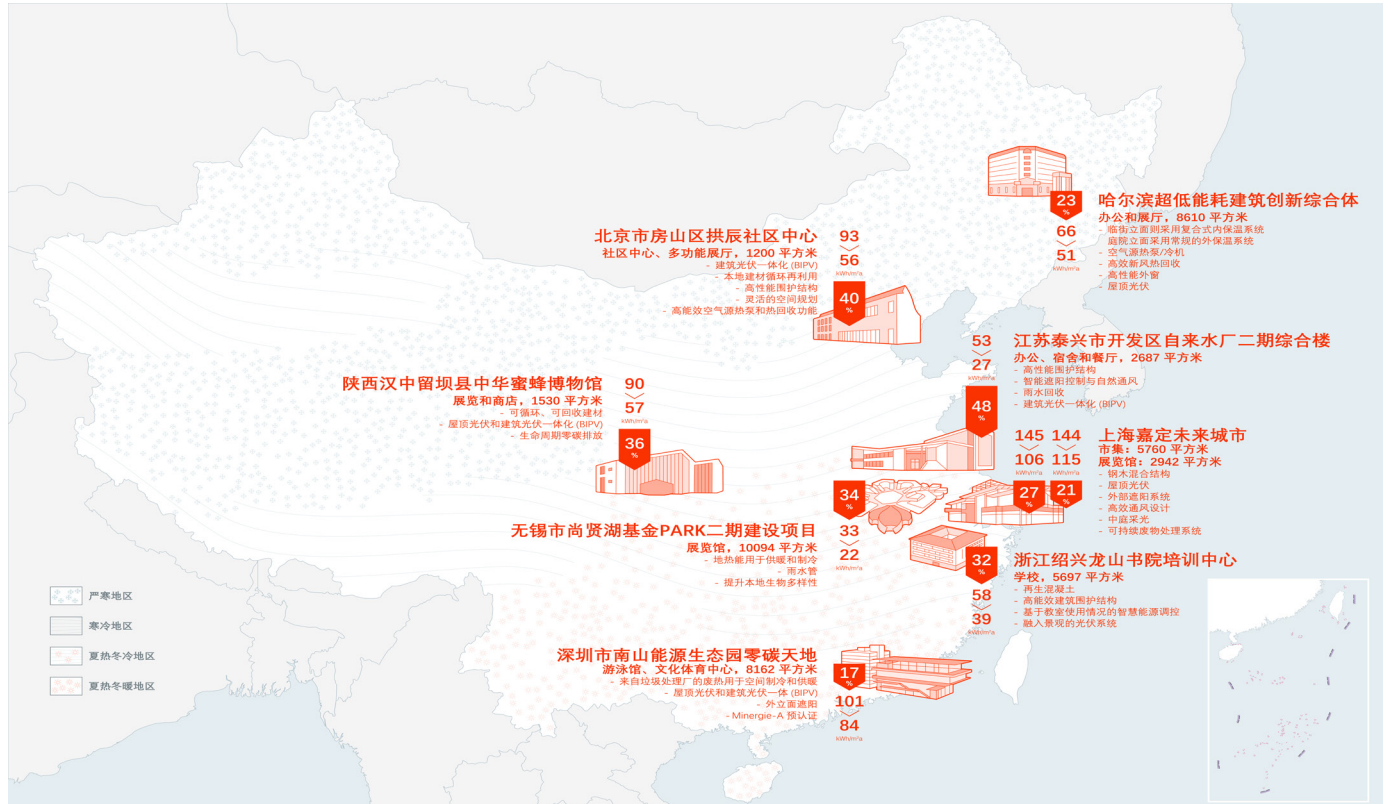


图 零碳建筑示范项目分布图。共八个项目，覆盖四个气候区 (图片来源:瑞士EBP咨询)



## 1. 中瑞零碳建筑项目背景

### 1.1. 中瑞零碳建筑项目简介

为了共同应对全球气候变化,加强中瑞两国在建筑行业减排领域的合作,2020年11月24日,中华人民共和国住房和城乡建设部与瑞士联邦外交事务部签署了在建筑节能领域发展合作的谅解备忘录。在此备忘录框架下,瑞士发展合作署(SDC)发起并资助了中瑞零碳建筑项目,旨在通过引入瑞士的经验和技术,支持中国制定零碳建筑技术标准和建筑行业中长期碳减排路线图,并在不同气候区建设零碳建筑示范工程,同时开展多种形式的能力建设活动,最终推动中国建筑行业的碳中和发展。

#### 项目目标

- 将现有建筑能效标准升级至零碳建筑技术标准
- 在中国四个典型气候区实施示范工程,以测试新的零碳建筑标准并寻找优化潜力
- 开展零碳建筑设计能力建设以及相关的知识传播

#### 项目起止时间

2021年3月15日至2025年11月30日

#### 项目对保护气候的影响

减少建筑领域二氧化碳排放

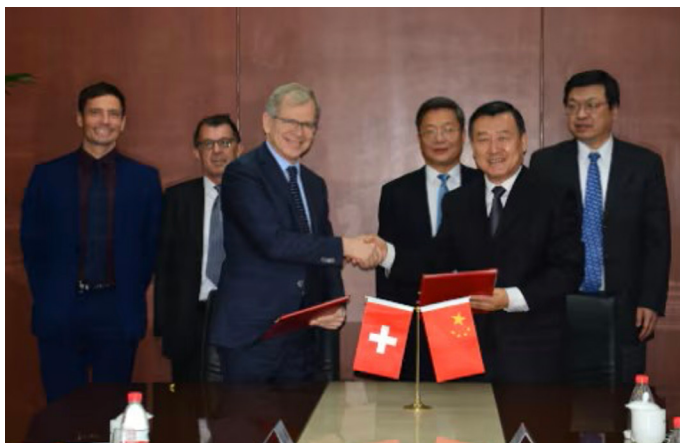


图1 瑞士驻华大使贝尔纳迪诺·雷加佐尼 (Bernardino Regazzoni) 于2020年11月24日会见中国住房和城乡建设部副部长倪虹并签署合作备忘录 (图片来源: 瑞士驻北京大使馆)。

### 1.2. 示范工程的筛选流程

#### 示范工程的目标与作用

- 达到中国国家零碳建筑技术标准的要求
- 示范工程作为案例研究,指导和教育更多项目实现零碳建筑目标

#### 评估委员会和遴选过程

- 中国建筑科学院团队负责公开征集示范工程申请文件
- 启动由中国和瑞士专家参加的项目介绍会,完成答疑以及评估环节
- 由中国和瑞士专家按照评选标准进行项目评审
- 基于中瑞专家联合反馈和推荐,由住建部公布选定的示范工程

#### 评选标准

- 资格标准: 获选项目应具有一定的政治承诺性、资金承诺性、可干预性、可支付性和可复制可推广潜力、可见性和可及性、多样性
- 评级标准 (评估权重): 二氧化碳减排潜力和其他环境效益 (40%)、受益人数 (20%)、示范潜力 (20%)、地方政府的激励政策 (20%)
- 示范工程适用性 (第一批): 是否可快速启动、与零碳建筑技术标准草案的兼容性、示范特性、工程与技术数据的是否容易获取

#### 甄选时间

2022年3月

### 1.3. 工作流程

#### 中瑞联合团队

中瑞专家团队由中国和瑞士两国的专家共同组成。中国项目设计团队首先提出设计原型和零碳设计方案,在了解了项目的设计特点后,中瑞专家团队为设计团队针对设计原型和设计理念进行反馈,并进一步根据项目的特点提出了更多的建议,以便设计团队后期根据项目的实际情况进行调整和采纳。瑞士团队还根据项目设计团队提出的问题,安排了一系列具体有关零碳设计的网络研讨会进行交流。瑞士专家提供的所有建议和思路均基于他们过去的相关项目经验,这

些宝贵的经验不仅来自瑞士和欧洲,而且还来自世界上其他类似气候区。

## 中瑞合作的目标

- 此次中瑞合作的目标是共同把控和提高项目质量,推动项目达到零碳建筑标准。通过此次合作,瑞士专家团队不仅将瑞士的经验和专业知识带到中国,同时也从中国同行获得更多信息并学习相关经验,两方互惠合作,寻求在全世界范围内成功建造零碳建筑的最佳解决方案。

## 工作流程

中瑞两方通过网络研讨会、在线研讨会、快速技术反馈、专家研讨会、微信讨论和实地考察等各种线上线下工作方式,将初期想法转化为建设性建议与措施,在沟通过程中,开诚公布的信息交流对于测试想法的可实施性非常有帮助。

## 项目持续时间

2021年5月 - 2023年9月

### 为什么该项目被选为示范工程以及它能为零碳建筑的潜力

中瑞专家在评选该项目成为中瑞零碳建筑示范工程时一致认为:

- 该项目位于北京,当地政府可提供良好的支持和参与。
- 投资者不仅致力于从建筑运营的角度设计规划零碳建筑项目,同时还在设计过程中考虑建筑隐含碳排放,这表明项目方有意愿将零碳建筑的目标提升至建筑全生命周期。
- 该项目仍处于方案设计阶段,便于开展全过程中瑞协作。
- 作为中型建筑体量的社区中心和养老公寓,该项目具有中等尺度住宅建筑的许多共同特征。因此,该项目的实施便于未来同类型项目吸取相关经验,从而更好的推广零碳建筑。
- 此外,该项目在清华大学宋晔皓教授的领导下,采用先进的整体思维下零碳建筑技术方案光伏建筑一体化作为设计亮点,因而具有较强的传播效应,特别是在创新性的零碳建筑领域内颇具吸引力。

- 该建筑将来可作为零碳建筑展示平台和可持续发展交流中心。
- 该项目不仅地理位置优越,其形体简洁的建筑设计更使其具有成为小型地标建筑的巨大潜力。
- 精心选择的建筑材料和丰富细腻的设计细节,可让该项目将来发表在专业建筑杂志上,从而获得更多关注。
- 项目处于中国典型的气候区:夏热冬冷地区。
- 该项目运营阶段二氧化碳减排潜力巨大,同时还需要考虑建筑全生命周期隐含碳排放。
- 预估该项目直接受益人数相对较多。
- 通过该项目可以更直接的了解相关减碳激励措施的落地情况。
- 该项目极有可能满足零碳建筑标准。
- 该项目未来可作为真正实现“零”碳排放的零碳建筑(ZEB)设计样板。
- 项目设计团队提供资料详实,数据严谨,体现出该团队完全有能力设计建成一座优秀的零碳建筑示范工程。
- 总体而言,该项目非常适合作为示范工程,它能极具吸引力地向大众传播零碳建筑的信息。此外,与清华大学的合作将为中瑞零碳建筑项目的发展与交流带来极佳的契机。



## 2. 项目初始状态

### 2.1. 项目组织规划

2022 年 3 月,北京市房山区拱辰社区中心项目入选首批“中瑞零碳建筑项目示范工程”。该项目是由中国住房和城乡建设部和瑞士发展合作署发起的部级国际合作项目。项目于 2021 年 5 月启动,经过中瑞团队两年多的共同努力,于 2023 年 9 月 27 日正式落成,标志着北京项目成为中瑞零碳建筑项目首个竣工的示范工程,并实现零碳建筑目标。

#### 业主

中建智地

#### 主导设计团队

清华大学建筑设计研究院有限公司素朴工作室

#### 中瑞零碳建筑咨询团队

intep, Skat, CABR, Low-Tech, UAD, HSLU, EMPA, Willers 等。

### 2.2. 项目初始数据

#### 地点

中国北京市房山区(寒冷气候区;太阳能资源区 II)

#### 区域

- 总建筑面积 1557 m<sup>2</sup>(最终减至 1200 m<sup>2</sup>),地上 3 层,地下 1 层。
- 能源参考面积 1262 m<sup>2</sup>(最终减至 838 m<sup>2</sup>)

#### 建筑设计亮点

(见附件 A.1 平面图)

该建筑作为社区中心,设有多功能展览厅和养老居所及其配套设施。

#### 能源方案亮点

(原理图见附件 A.2)

- 立面光伏建筑一体化 (BIPV) 和屋顶光伏发电
- 空气源热泵/制冷机用于室内供暖和制冷
- 带热回收的机械通风装置(此外也可通过屋顶天窗进行自然通风)

- 高性能门窗系统

#### 其他可持续设计亮点

- 建筑采用自然通风,以降低制冷能耗
- 采用可循环再利用的建筑材料

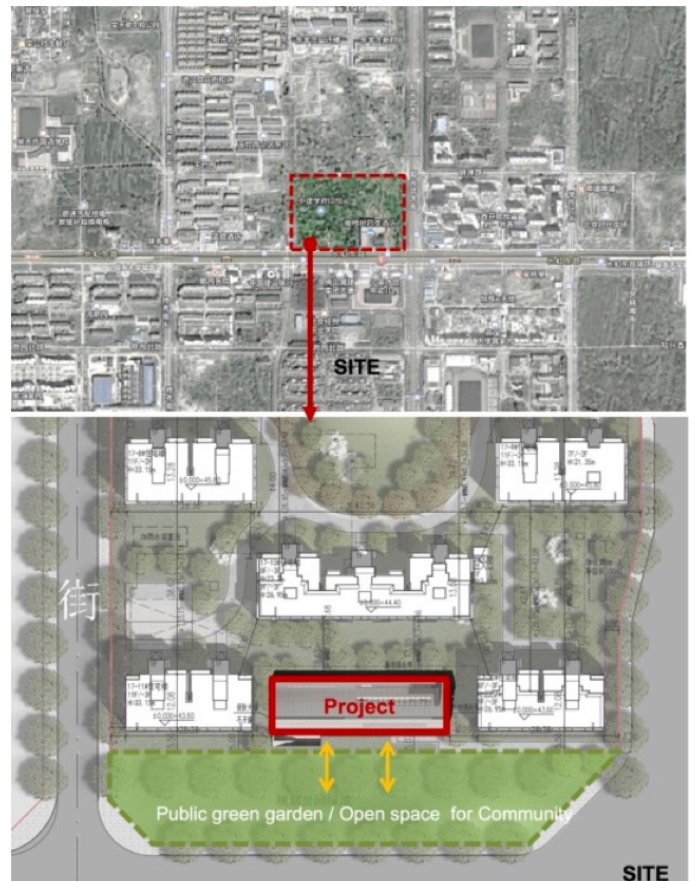


图2 项目位于高层住宅小区南侧沿街面(图片来源:素朴工作室)



图3 项目早期设计阶段的效果图和剖面图 (图片来源:项目汇报文本 2022 年 6 月 22日, 素朴工作室)

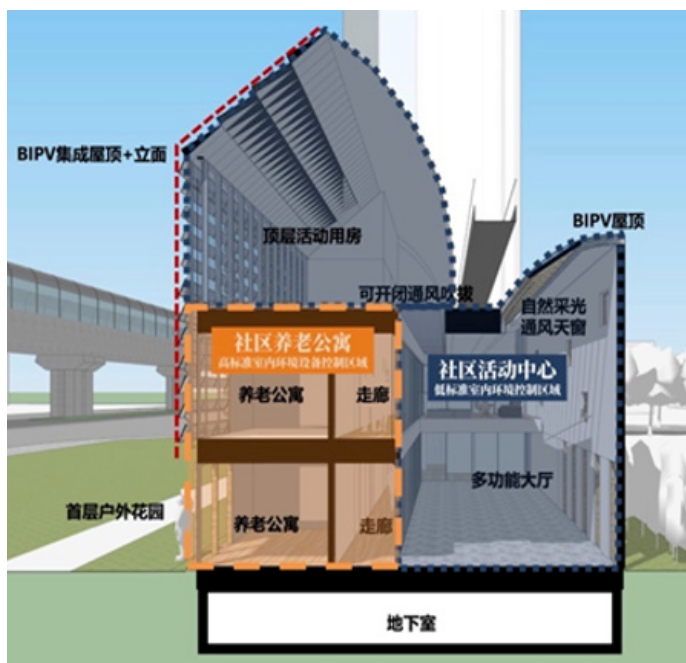


图4 项目早期设计阶段的效果图和剖面图 (图片来源:项目汇报文本 2022 年 6 月 22日, 素朴工作室)

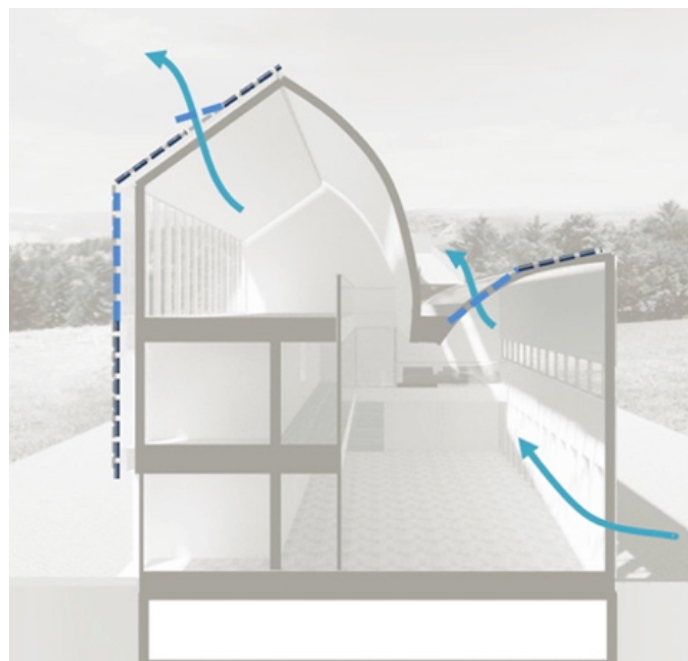


图5 自然通风作为降低能耗的被动措施 (图片来源:项目汇报文本 2022 年 6 月 22日, 素朴工作室)



## 3. 中瑞合作

### 3.1. 示范项目设计团队简介

北京示范工程的主导设计团队是素朴工作室 (SUP Atelier), 该工作室由中国知名的绿色建筑先锋建筑师宋晔皓教授于2011年前后在北京创立。素朴工作室坚持依托自然原理和本土材料及建构研究的建筑设计, 科学性地实证建筑碳中和的中国智慧, 创造性地处理人与自然环境的关系, 全面性地实现建筑与自然、人文同步的可持续, 以科学研究支撑建筑创新灵感源泉, 设计出面向碳中和可持续的国际领先的中国范例。因此, 设计方案融合了当前最新的技术措施和传统的气候适应设计策略。在整体可持续性范围内, 各种计算机模拟软件的应用和高端建筑技术的采用可以极大地协助基于上述设计策略的决策, 并实现最终的目标。

景观设计由城市空间艺术设计公司实施。

能源方案则由中国建筑科学研究院超低能耗业务部完成并负责零碳报告和认证。这支团队有超过三分之一的成员具有海外学习背景, 专门负责为建筑提供低碳概念的咨询。他们致力于研究和推广先进的节能和低碳技术和解决方案, 为项目提供创新的设计优化、成本分析和现场指导。

### 3.2. 项目总体初评

#### 总体印象

该项目以其独特的建筑设计和精致巧妙的材料选择给人留下了深刻的印象。建筑师选择富有表现力的木结构作为承重结构, 构成优美舒适的建筑空间, 充分展示了在零碳建筑设计中如何使用木结构来设计建造高质量的建筑空间。木结构的使用可帮助建筑实现建筑构件的重复利用; 作为零碳建筑的示范工程, 对于建筑材料的全生命周期的考虑至关重要, 例如, 当建筑物达到使用寿命且面临拆除时, 确保建筑构件可被拆卸, 并将这些构件重新用于其他建筑物或者回收利用。这一措施可向人们展示如何通过重复使用或回收旧建筑构件来减少建筑材料生产和使用过程中的碳排放。

### 3.3. 初步讨论与优化方案

在启动会议和跟进会议期间, 中国项目设计团队和瑞士专家就各种主题进行了全面的交流和讨论。考虑到社区的多功能需求以及所有权方面的要求, 设计团队对初始方案进行了重大调整, 将零碳建筑设计的重点放在了建筑的剖面设计上和充分利用自然采光通风上。由于中国的零碳标准很少讨论自然通风和建筑剖面设计等策略, 尤其是这些策略在降碳方面的计算

Curved ceiling → inclined ceiling



图6 应投资者要求, 设计团队将之前曲线形状的建筑简化为多边形, 经瑞士专家确认, 这种结构的自然通风效果更为有效, 并能为零能耗建筑项目的碳减排提供高质量的贡献 (图片来源: 项目汇报文本 2022 年 11 月 17 日, 素朴工作室)。



图7 北立面计划使用回收木材,但遗憾的是由于建筑材料质量控制法规方面的限制,没有得以实施。最后选用了普通的新木材作为建筑外立面(图片来源:项目汇报文本 2022 年 11 月 17 日,素朴工作室)。

和模拟,于是中国团队与瑞士专家团队就这一创新点进行了深入交流,并详细讨论了这一建筑剖面原型中自然采光通风的模拟计算以及其对减碳方面的贡献。这种以建筑师主导的设计原则得到了瑞士专家团队的支持和认可。为了在多个方面提高建筑的整体性能,设计团队提出了多种潜在策略和改进措施,并在这些主题上得到瑞士团队的技术支持和经验分享。瑞士团队提供了一系列技术引进和咨询活动,包括快速技术反馈报告、网络研讨会、线下研讨会以及设计协调会等。中国设计团队仔细研究了瑞士专家提供的信息,并评估了它们在预算条件和施工进度等中国国情条件下的可行性。最终,通过充分论证和各方努力,实现了以下改进:

- 设计团队与瑞士专家通过对该项目碳排放的量化计算,以证明和展示建筑设计确实能够带来显著的减排效果,而不仅仅依赖高性能的建筑设备和建筑产品。
- 经过双方充分讨论和优化,提高了暖通设备、照明设备(智能控制)和用电设备的能源使用效率。
- 通过双方充分讨论和优化,设计团队根据瑞方建议进一步细化能耗模拟计算方法,根据建筑物的实际运营时间来进行计算。
- 经过双方讨论,建筑采用带热回收装置的机械通风设备与中国光伏制造商合作开发定制光伏立面一体化产品,进一步提高光伏产量的同时,保证建筑物美观、经济、实用的基本要求。
- 取消养老公寓玻璃窗外侧的光伏板,降低遮挡率,更有利于室内自然采光。
- 进一步考虑电力储能的可行性和使用效率:如果按逐时计算,须考虑储能系统的电池容量和设备大小,保证其可落地性。
- 由于在中国现行建筑规范中与现代木结构相关的条文体系尚不完善,而且养老公寓部分对于建材防火方面的要求极高,因此不得不将该项目的主体结构从木结构变更为钢结构。为减少施工阶段的碳排放,中国团队积极与瑞士专家团队就如何更好地回收和重复使用建筑材料进行了咨询和交流。瑞士专家在低碳水泥、低碳混凝土以及可拆卸回收的建筑构件和材料等方面提供建议。最终,中国团队在中国建筑法规允许的范围内找到了使用可回收建筑材料的方法,从而进一步降低碳排放,用于抵消主体结构从木结构变更为钢结构所导致的碳排放增量。
- 建筑平面布局的灵活性是保证该项目能成为社区中心的核心特征,应确保建筑功能在未来能够根据实际使用需求便捷的变更建筑功能。最终,项目设计团队成功说服业主将社区中心打造为零碳建筑展厅。
- 建筑北侧立面的外立面建筑材料原本设计为回收木材(建材生产阶段碳排放更低),但由于相关建筑法规的规定必须使用经过质量检测的建筑材料,而目前中国尚未对回收类建材建立可靠完备的检测体系,因此建筑师不得不选用常规生产的全新木制外立面材料。
- 建筑东侧立面采用邻近建筑工地建筑废弃的排水管道作为建筑材料,并重新设计为通风透光的建筑表皮。由于该建材原本是建筑垃圾废弃物,因此



在碳排放计算中, 该材料生产过程中的碳排放为零。

- 瑞士团队建议将大厅的室内墙壁改为白色, 以增加反射率, 更有效的利用天窗自然光。
- 在窗户的双层玻璃之间增加了手动百叶遮阳板, 以减少夏季阳光辐射, 避免室内眩光, 优化室内光环境, 提升养老公寓的舒适度。
- 利用计算流体力学 (CFD) 软件模拟验证了不同场景下自然通风的实际效果, 进一步降低夏季制冷需求。
- 利用相关计算机软件进行光环境模拟分析, 以获得更好的自然光, 减少人工照明需求和能耗。
- 针对外立面的保温层材料和厚度, 以及立面窗墙

比进行了优化, 以获得最佳的建筑外围护结构保温隔热性能, 降低运营阶段的能耗和碳排放。

### 3.4. 瑞方补充建议

- 采用具有更好 K 值 (包括玻璃、窗框和门框) 的高性能门窗产品。
- 激励中国相关建筑法规制定部门针对建筑设计中废弃建筑材料的回收利用给予进一步的支持, 包括提供瑞士和欧洲在这方面的成功经验和实际案例。
- 建议项目团队放弃利用地热通风系统 (Earth Tube System) 作为热冷源的技术方案。

### 3.5. 基于中瑞交流的深化改进

- BIPV建筑光伏幕墙 (光伏建筑一体化): 中国项目



图8 南立面 BIPV 最终效果图 (图片来源:项目汇报文本 2022 年 11 月 17 日, 素朴工作室)。



图9 回收废弃的排水管作为东立面材料 (图片来源:项目汇报文本 2022 年 11 月 17 日, 素朴工作室)

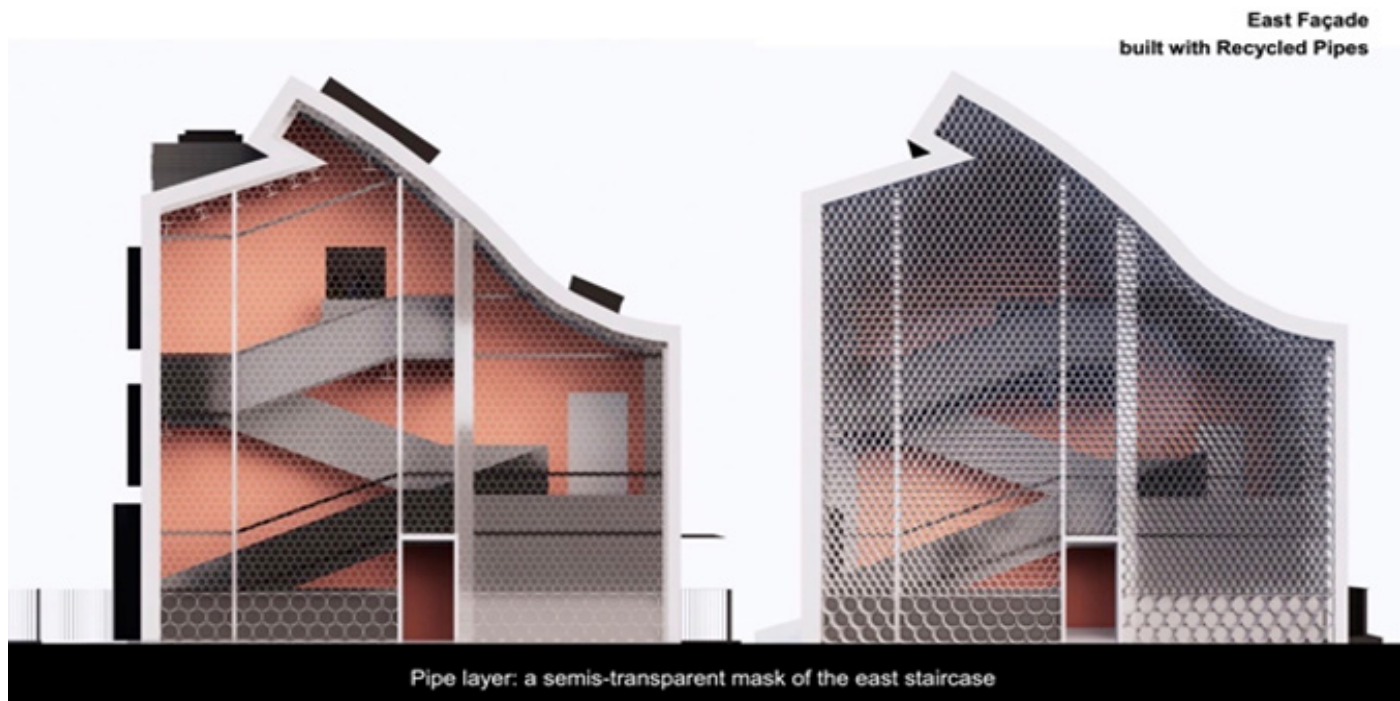


图10 回收废弃的排水管作为东立面材料（图片来源：项目汇报文本 2022 年 11 月 17 日，素朴工作室）。

团队与中国光伏制造商密切合作，针对该项目共同开发建筑一体化光伏外立面系统。该产品不仅适合本项目，同时也适用于未来中国其他项目乃至世界其他地区的建筑项目。在这次重要的合作中，双方开发并测试了多个光伏样品，以满足技术性能和美学质量之间的微妙平衡。

- 将建筑垃圾（废弃管道，废弃砖墙砌块）回收并重新设计为室外楼梯的外幕墙和室外桌椅。将周边工地尚废弃的水管回收用于项目的东立面。
- 利用社区中心提高民众对零碳建筑的认知度（这一建议在第一次项目启动会上由瑞士专家提出，经过中方团队与项目业主的讨论得以最终落实，将设计方案阶段的社区多功能厅改为面向公众开放的零碳建筑展览厅）。
- 采用直流照明，减少光伏发电产生的直流电转换为交流电时所产生的能源损耗。
- 在建筑运营阶段通过可靠的实际能耗监控系统 and 碳排放监控系统，及时采集关键数据进行分析，优化建筑物在运营使用阶段的能耗和碳排放。
- 馆内设置以可持续发展和低碳建材为主题的展览，面向公众开放，提高舆论对零碳建筑和低碳生活方式的敏感度。设计团队强烈建议业主采用低能耗的展览方式，这一建议最终被成功采纳。
- 因为电力部门的相关规定，该建筑光伏系统产生的多余电量不接入城市电网，因此将这部分多余电



图11 双层玻璃之间的手动遮阳百叶（图片来源：项目实地考察 17.11.2022，瑞士专家考察代表团）

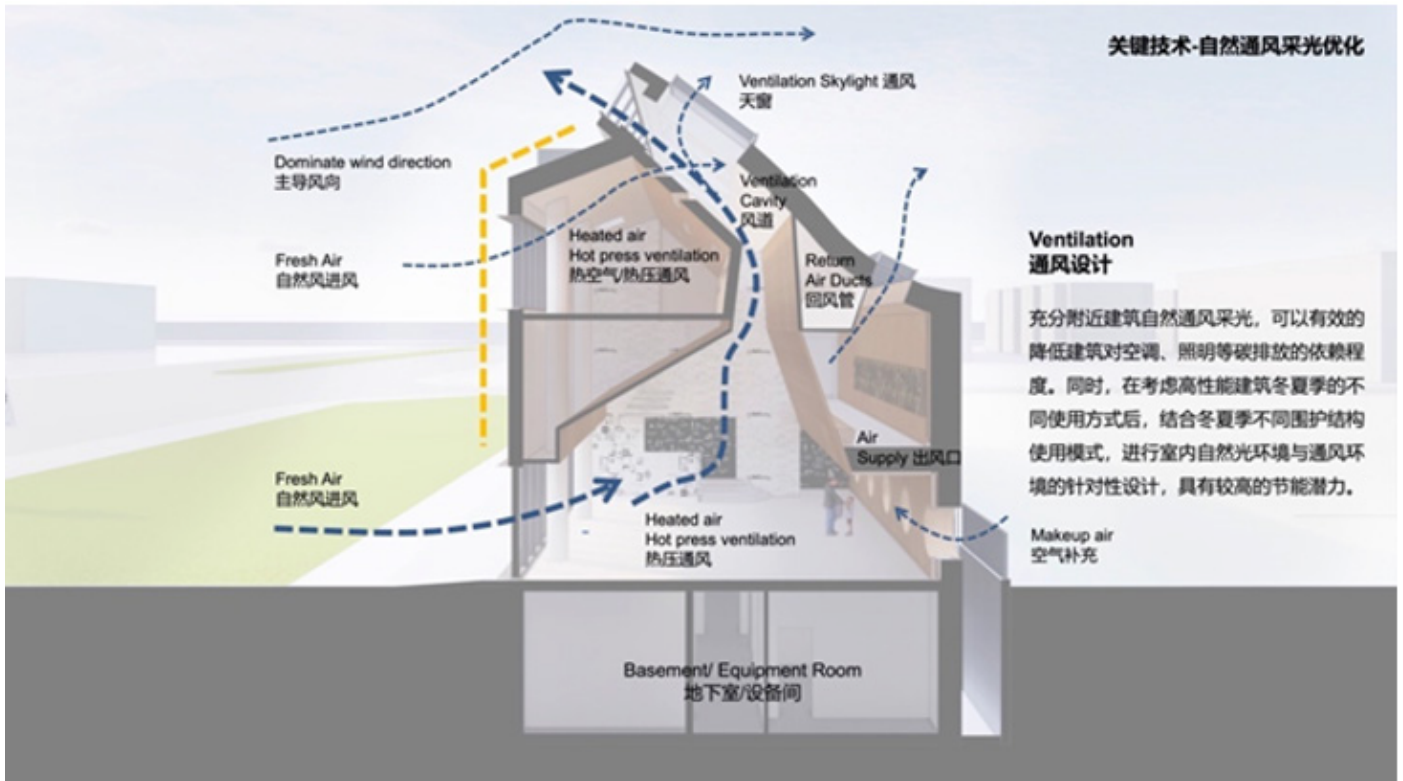


图12 不同场景下的气流模拟 (图片来源:项目汇报文本 2022 年 11 月 17 日, 素朴工作室)

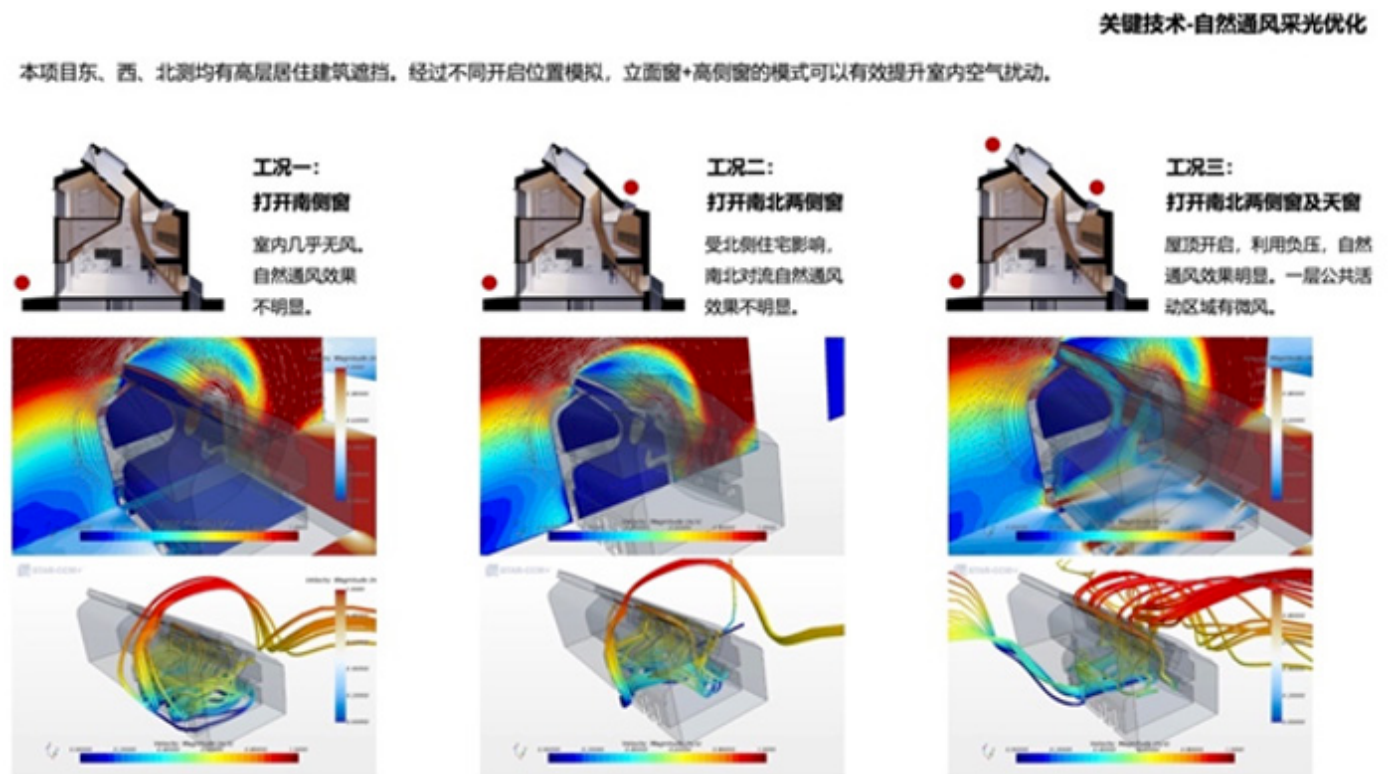
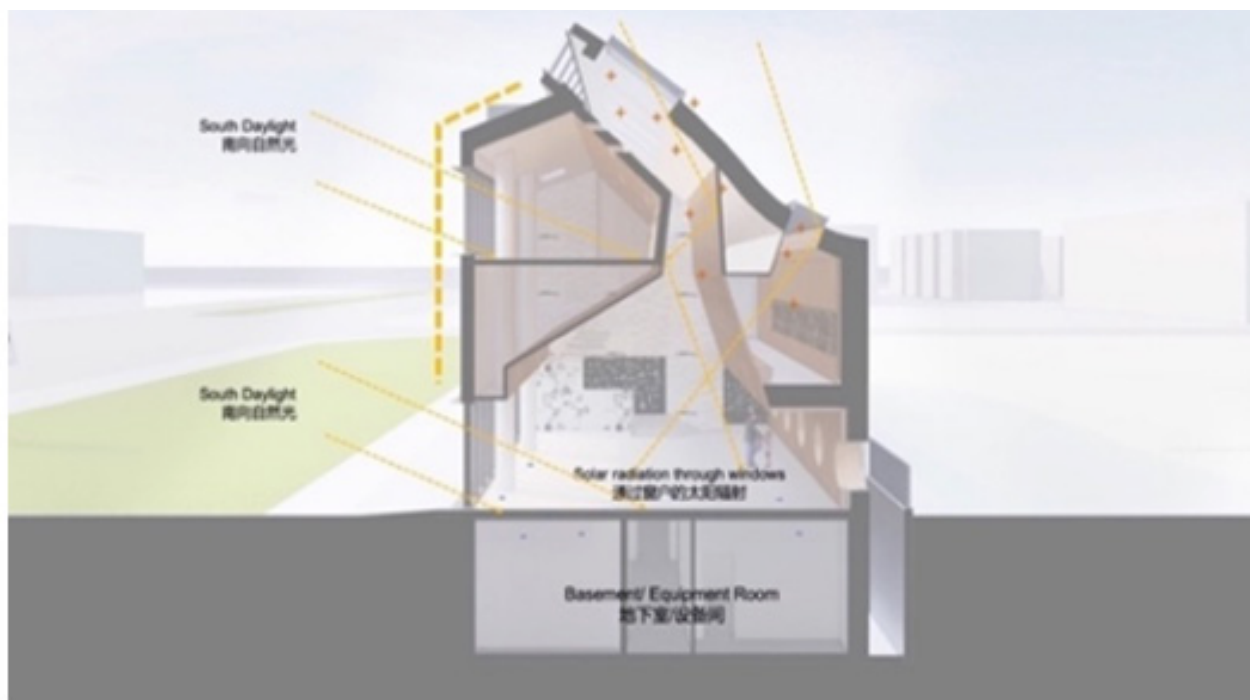
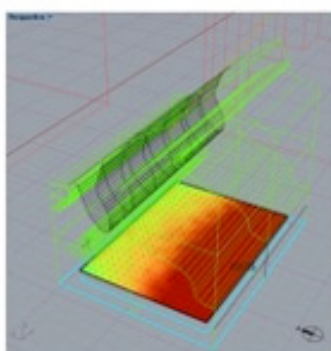


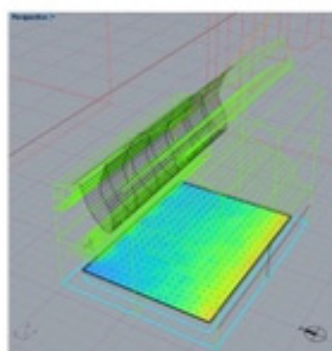
图13 不同场景下的气流模拟 (图片来源:项目汇报文本 2022 年 11 月 17 日, 素朴工作室)



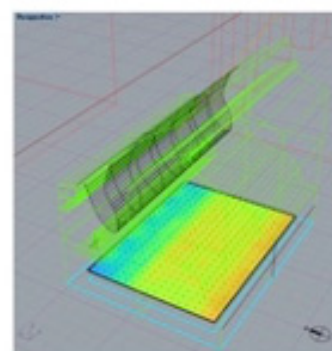
### 全年平均照度模拟



南北开窗  
avg UDIa=54.4%  
ASE1000,250=36.0%  
avg lux = 4287 lux

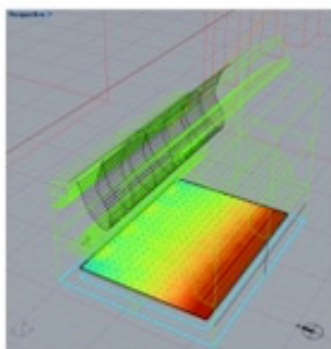


引入遮阳  
avg UDIa=85.6%  
ASE1000,250=0.0%  
avg lux = 1024 lux

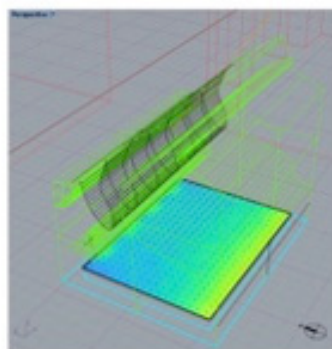


天窗辅助遮阳  
avg UDIa=86.2%  
ASE1000,250=0.0%  
avg lux = 1505 lux

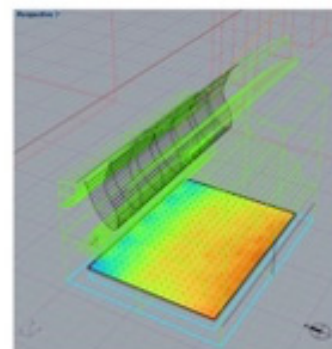
### 单日照度模拟（7月31日中午12点）



Mean = 1971  
Median = 1718  
SD = 710.9



Mean = 915  
Median = 814  
SD = 262.4



Mean = 1738  
Median = 1835  
SD = 327.8

图14 不同情况下的日光模拟 (图片来源:项目汇报文本 2022 年 11 月 17 日, 素朴工作室)



图15 不同区域的实际日光情况 (图片来源:素朴工作室)

量用于附近地下停车场照明。

### 3.6. 能耗计算

#### 中方团队首次计算结果(2022 年 11 月)

- 能源消耗总量:  $64.9 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
- 光伏发电量:  $59.0 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

#### 瑞方核算反馈(2022 年 11 月)

- 能源消耗总量:  $82.9 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
- 光伏发电量:  $84.8 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

#### 方案改进后计算结果

- 基准建筑:  $93.1 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
- 优化前  $64.9 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
- 优化后  $55.8 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$  (基准建筑的 60%)
- 能源需求总量: 46,752 kWh
- 光伏系统发电量: 63,000 kWh (包括景观建筑中的

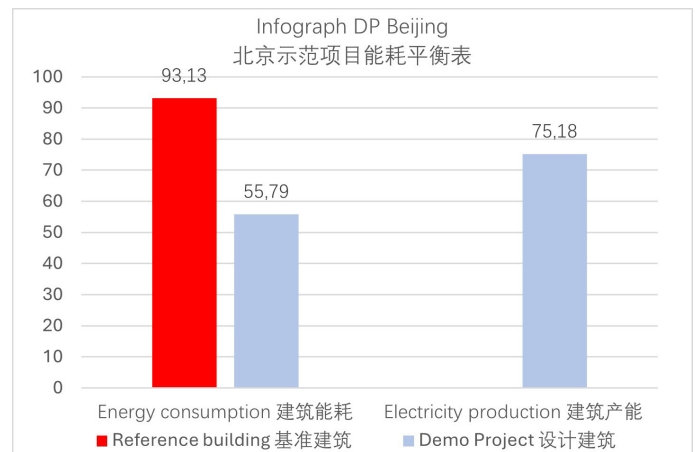
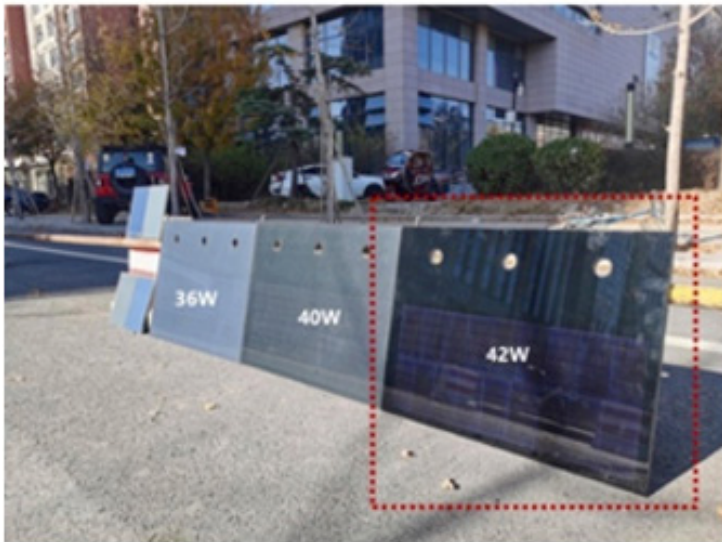


图18 北京示范工程项目能耗平衡表 (图片来源:中瑞零碳建筑项目)

#### Photovoltaic materials comparison



#### Parameters

|                           |      |      |      |
|---------------------------|------|------|------|
| Colour index              | 1262 | 555  | 1261 |
| Power (W)                 | 40   | 36   | 42   |
| Peak voltage (V)          | 10.1 | 9.91 | 10.1 |
| Peak current (A)          | 3.96 | 3.63 | 4.16 |
| Open circuit voltage (V)  | 11.9 | 11.7 | 11.9 |
| Short circuit current (A) | 4.18 | 3.83 | 4.37 |

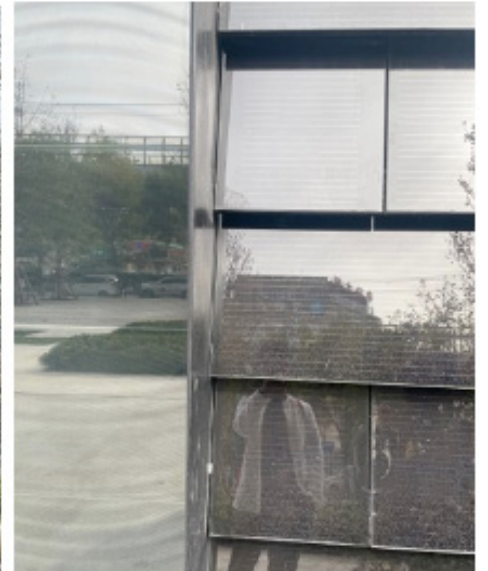


图16 BIPV 样品和已建成的 BIPV (图片来源:项目演示 2022 年 11 月 17 日和现场考察 2023 年 10 月 19 日,素朴工作室)。

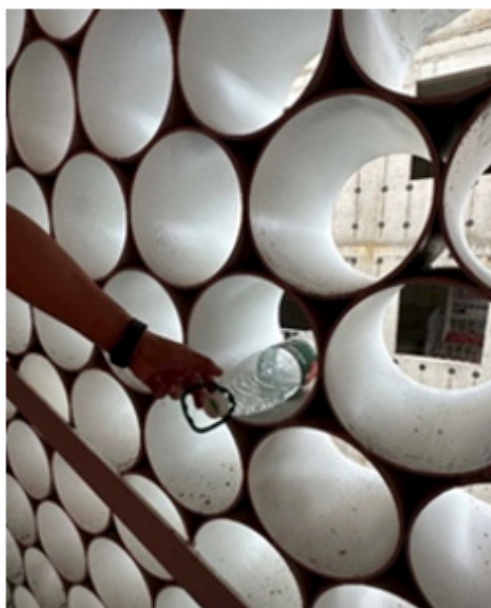


图17 素朴工作室和景观规划团队构思的立面废水管和废砖作为桌椅的照片 (图片来源:项目演示现场考察 2023 年 10 月 19 日,素朴工作室)



光伏凉亭等)

- 碳强度指标:  $0 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$  (运营阶段)

## 4. 项目成果

### 4.1. 中瑞零碳建筑项目首个示范工程——中建·学府印悦零碳建筑落成

经过中瑞团队两年多的共同努力,中瑞零碳建筑项目北京示范工程于2023年9月27日正式落成,并在当日举办了庆祝仪式,这标志着北京示范工程成为中瑞零碳建筑项目首个竣工落地的里程碑。

瑞士驻华大使白瑞谊,参赞毕雅楠,住建部计划财务与外事司李喆副司长,房山区副区长周同伟,中建一局科技与设计管理部总经理李浩,以及中建智地党委书记和董事长樊飞军到项目现场参加落成仪式。白瑞谊先生在致辞中表示,中国城市建设发展迅速,建筑设计及绿色技术的发展尤为突出。瑞士在可持续建筑领域拥有领先技术,与中国的建筑减排领域的合作具有极其广阔的前景。为了落实瑞士联邦外交部与中国住房和城乡建设部签署的谅解备忘录,中瑞双方专家同心协力,成功推动第一个示范工程竣工落成,是中瑞在

零碳领域开展国际合作的关键一步。他希望中瑞双方在绿色建筑、零碳建筑领域持续深化合作,结出更多的硕果。

住建部的李喆副司长则表示,住房和城乡建设部以“2030年前城乡建设领域碳排放达到峰值”为目标,积极推进建设绿色低碳城市。中瑞零碳建筑项目是住房和城乡建设部重点工作之一,项目成果对零碳建筑在中国的推广具有重要意义。中建·学府印悦零碳建筑作为首个零碳示范建筑成功落地,是双方合作的良好开端。他希望以此次示范工程竣工为契机,共同打造中瑞城市可持续发展合作的样板。

北京示范工程的落成,标志着中瑞在零碳建筑领域的国际合作迈出了关键的一步,是首个已建成的技术示范项目的重要里程碑。瑞方将继续加强沟通,在绿色建筑、零碳建设等方面向中方提供支持。双方旨在深化合作,共同打造中瑞城市可持续发展合作典范。此次合作将为中国零碳建筑的推广做出重大贡献。

为了感谢北京示范项目团队在整个项目过程中的辛勤付出和专业贡献,2024年4月29日,中瑞零碳项目赠与北京示范工程一件由satellite of Art艺术总监徐莺和katrin Imhof女士协调组织,项目特邀艺术家绿野(Krata)制作的艺术品,以表示衷心感谢北京示范

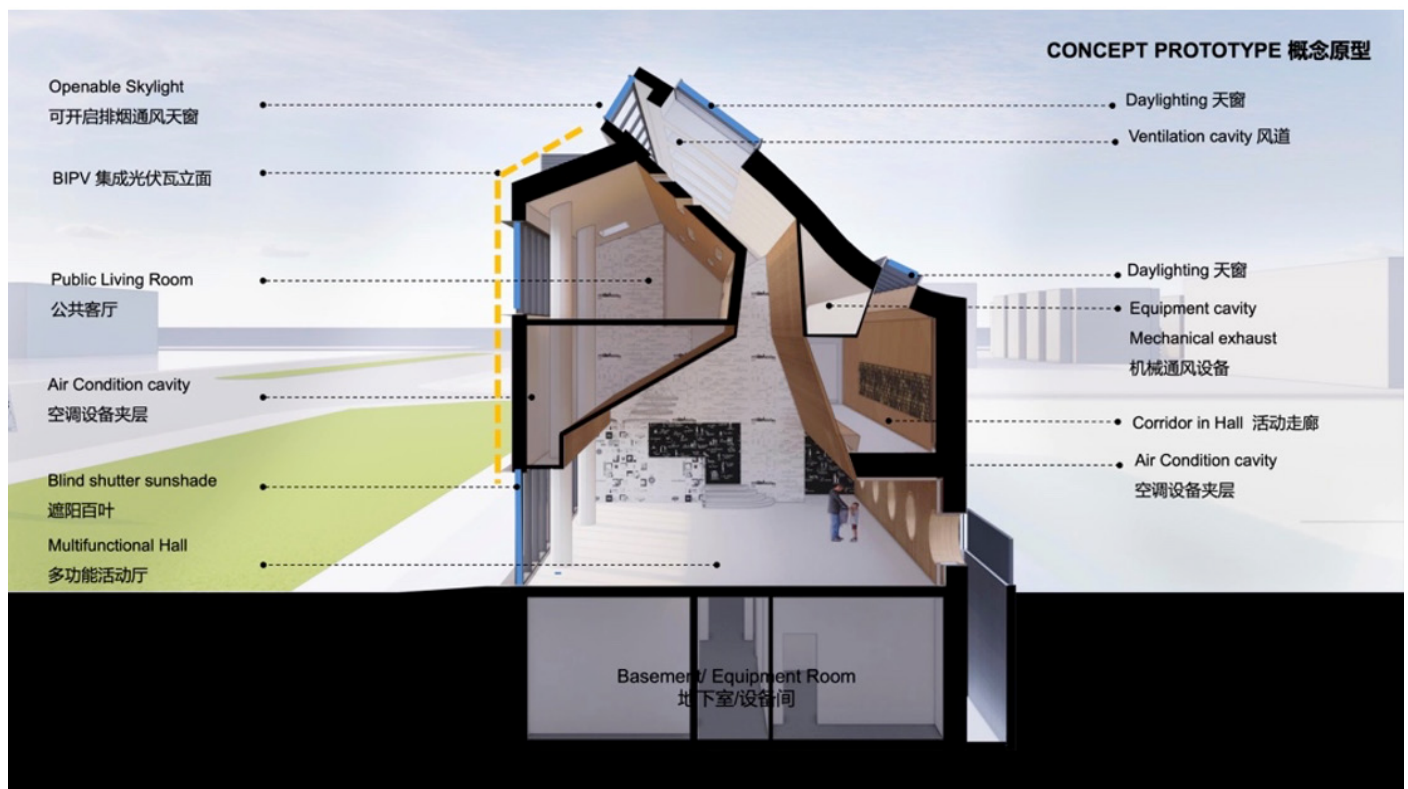


图19 能源方案示意图 (图片来源:素朴工作室)

工程在零碳建筑实施上的诚挚合作和其在应对全球气候变化以及减少建筑领域碳排方面所展现的卓越贡献。作品材料为木材，画框内部内容为天空，与北京示范工程中“圆”和“木”以及天窗元素呼应。而画面中的云既是云纹也是中国传统艺术中代表着如意吉祥的纹样。放在这种居住生活场所尤为合适。同时艺术品展示了东西方思想文化和科学和艺术的结合，也展望着中瑞共筑美好的绿色未来的伟大前景。

## 4.2. 项目成果总体评价

北京零碳示范工程是中瑞零碳建筑项目合作框架下首个达到零碳建筑要求的试点示范工程。根据规划阶段的计算和模拟，该项目不仅保证了运营阶段的零排放，还通过回收利用临近工地的材料进一步减少了隐含碳排放。

该项目取得了非常可观和积极的成果，甚至超过了零碳建筑标准的相关要求。本案堪称中国寒冷地区（太阳辐射二级地区）乃至世界范围内的零碳建筑设计典范。该建筑在 50 年的使用寿命内可实现约-85 吨二氧化碳排放当量的降碳指标。

## 4.3. 示范工程方评语

**项目主创建筑师 清华大学建筑设计研究院有限公司和素朴工作室 宋晔皓教授**

建筑学在未来可持续建筑设计中的作用会日益重要，即便是以零能零碳为目标的建筑，其设计的作用在熟练掌握各种技术原理的基础上，可以发挥巨大的作用。

**项目建筑师 清华大学建筑设计研究院有限公司的素朴工作室 孙菁芬女士**

感谢中瑞零碳建筑团队搭建的桥梁，组织不同领域多样性的交流打破专业之间的壁垒。希望有一天，零碳不再被认为是某项特殊的技术，而是大家对待自然资源和与社会相处的一种方式，融入我们的生活态度和思维模式中。

**项目能源顾问 中国建筑科学研究院建筑环境与能源研究院 杨佳鑫博士**

整个项目我们遵循“优先减少能源需求，再提高能源效率，同时保障室内舒适度”的设计原则。在小项目

中，每一个瑕疵的影响将被放大，做到小而精并集成众多低碳关键技术具有非常大的挑战，克服困难的过程中与瑞士团队的技术交流让人印象深刻！

**中建置地置业有限公司 毛鹏飞先生**

这个项目虽然规模小，但对我们未来立足低碳的可持续项目的示范意义巨大。从未来项目的策划，到设计，到施工过程，以及后续运营，每个环节都需要综合和统筹考虑。

## 4.4. 确认该项目成为零碳建筑示范工程

我们确认该项目达到零碳建筑标准中对于「零碳建筑」的相关规定和目标，特别是在运营阶段能实现碳排放为零的目标。



让我们共同打造气候中和的未来  
Building a climate-neutral future together



图20 中瑞零碳建筑项目首个示范工程 - 中建·学府印悦零碳建筑落成仪式现场 (图片来源:零能耗建筑学术委微信稿)



图21 中瑞零碳建筑项目向北京示范工程赠与艺术品 (图片来源:瑞士专家考察代表团)

同时,我们认可该项目在设计和施工过程中充分考虑了建筑全生命周期的碳排放,能做到尽力减少建筑全生命周期中的隐含碳排放。

## 5. 经验总结

### 5.1. 管理与组织

中国建筑项目短暂的设计周期对于瑞士专家团队来说是非常具有挑战性的,因此,瑞士专家团队与中国示范建筑项目团队之间密切、持续的沟通在项目设计和施工过程中至关重要。在合作过程中,瑞方团队需要在极短的时间内回应中国团队的诉求,并快速投入相关技术支持,以便在短时间内将想法与概念迅速融入到项目中。

能耗和碳排放模拟计算的设计参数和模拟能耗数据比任何文字或理论都更有说服力。例如,利用瑞士专家开发的计算工具得出的数据与中方团队提供的数据进行比较和分析,瑞士团队可以与中国团队进行更有建设性的沟通并顺利推进项目实施。由此可见,该项目的成功得益于中瑞双方团队密切合作。

### 5.2. 技术解决方案

目前建筑光伏一体化的趋势正在不断发展,该技术非常适合于未来的零碳建筑。北京示范工程通过与当地光伏生产商合作,开发出产品性能和美学品质兼顾的建筑一体化光伏产品,应该在中国和全世界广泛传播这一创新产品。

根据该项目的设计条件和功能布局,以及中国对木结构建筑的严格防火规范限制,不能采用建筑师原本设计的木结构作为主体结构。目前,在中国建造木结构建筑非常困难,目前防火规范方面的掣肘以及未来建筑业减碳目标之间存在矛盾,亟需相关部门调整相应规范限制,在满足防火安全的前提下,鼓励低碳木结构建筑的推广和建设,共同打造低碳社会。从国家资源的角度来看,中国普遍缺乏建筑木材的现状可能是未来木结构建筑在中国发展所面临的一大困难。

### 5.3. 交流合作

项目推进过程中,中瑞两方积极使用了以下沟通方式:

#### 设计工作坊及技术反馈:

- 专家启动研讨会

- 专家项目更新研讨会
- 线下研讨会及现场参观
- 楼宇自动化/智能控制启动会议

#### 中瑞零碳建筑项目首批示范工程联合专家研讨会

- 零碳建筑责任手册
- 循环建造
- 木结构建筑的消防安全
- 设施管理和零碳建筑运营
- 零碳社区
- 流体动力学 (CFD) 模拟计算
- 绿化与光伏
- 瑞士技术和产品

#### 有关以下内容的快速技术反馈:

- BIPV 建筑光伏一体化解决方案,包括外墙光伏和光伏瓦,本地产品制造商推荐
- KBOB 瑞士建材隐含碳数据库介绍
- 低碳水泥 LC3
- 高性能门窗
- 设施管理
- 遮阳系统和产品
- 绿化和光伏

#### 问答表和进一步的相关主题支持:

- ISO 规范和 瑞士工程师建筑师协会标准 SIA2040
- U 值/可见光透射率 (VLT)
- 热回收/空气处理机组/AC
- 地热通风系统 Earth Tube System

#### 其他更多合作:

- 制定、共享和展示零碳建筑责任手册
- 通过微信、电话、邮件定期交流讨论
- 施工现场实地考察及技术交流
- 关于各种零碳建筑主题的公开和内部讲座
- 有关零碳建筑政策、法规、标准、概念和技术等的宣传册



让我们共同打造气候中和的未来  
Building a climate-neutral future together

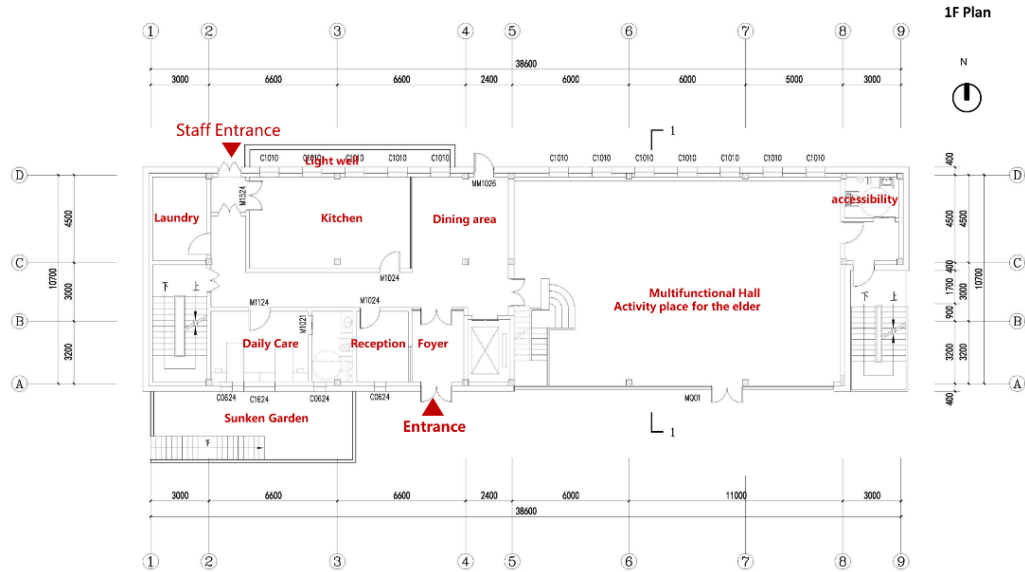


图21 A1. 北京市房山区拱辰社区中心建筑平面图 - 一楼 (图片来源: 素朴工作室)

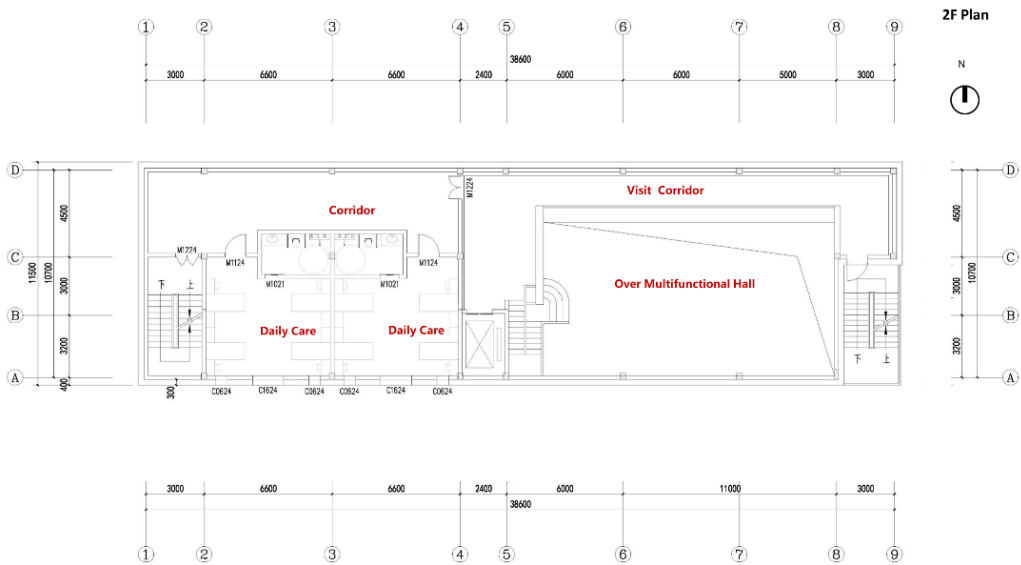


图22 A1. 北京市房山区拱辰社区中心建筑平面图 - 二楼 (图片来源: 素朴工作室)

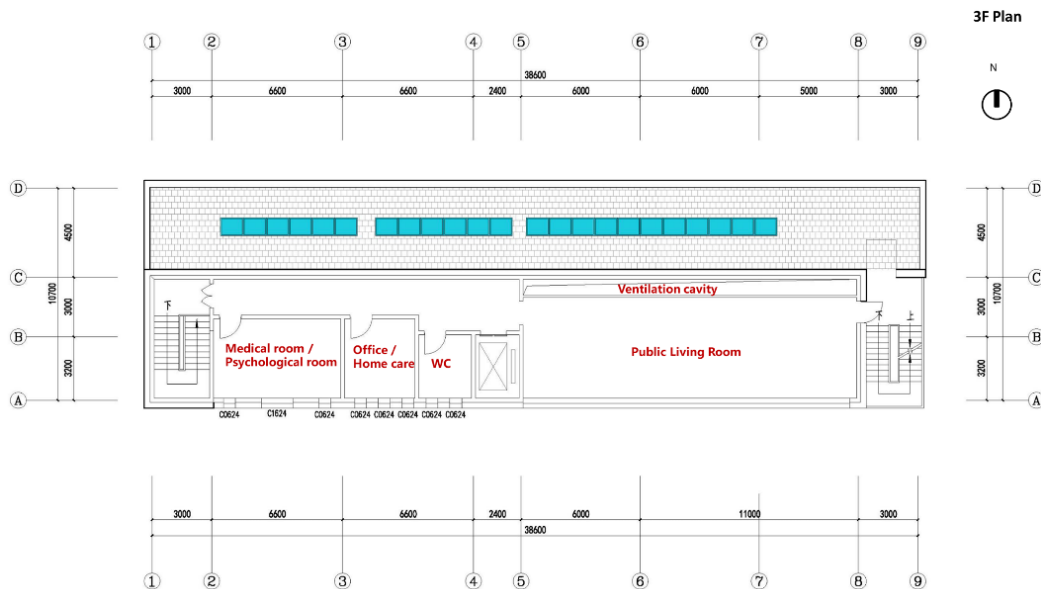


图23 A1. 北京市房山区拱辰社区中心建筑平面图 - 三楼 (图片来源: 素朴工作室)



让我们共同打造气候中和的未来  
Building a climate-neutral future together



中华人民共和国  
住房和城乡建设部



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra  
  
Swiss Agency for Development  
and Cooperation SDC

IBEE 环能科技

intep

skat