

绿色建筑节能计划——中新塘南部新城 社区文化中心

案例简介



自 2006 年起，为了引导、促进、规范绿色建筑的发展，中国政府陆续出台了关于绿色建筑的发展政策体系，促进了中国建筑行业绿色发展和城市住区环境的改良。积极开展绿色小城镇与绿色生态城区的发展，特别是在我国新区/新城和中心城区的建设，成为重要的建

筑形式。

为积极响应中国政府在绿色建筑方面的促进政策，南部新城社区文化中心采用了绿色建筑的设计及建造理念。建筑面积约 8677 平方米，于 2015 年建成，前期展示塘沽湾生态新城的规划及绿色建筑技术，后期转换为社区文化活动中心。本项目在设计方面采用了被动优先、主动优化的设计理念。创新性的使用了砂加气混凝土砌块外挂板，获得国家绿色建筑三星设计标识等多项认证和奖励、同时引入了地源热泵、光伏发电、中水回用、垂直绿化、能源监测管理平台、智慧大数据平台、海绵城市等系统及理念。项目完全由中新建塘操盘开发及运营，实现了从土地开发到房地产开发到城市运营的新型产业模式，建立了长期运营主体及相关运营规范。本项目积极响应国家关于建筑节能领域的相关政策，对于降低建筑能耗、降低能源强度具有积极意义。与此同时，本项目面向普通民众积极开展绿色建筑理念的宣传，实现了良好的社会效益。项目后期的施工运营，严格执行了前期规划设计，并在运营过程中实时监测能耗数据，制定了一系列量化指标优化建筑运行工况。本项目绿色建筑增量成本较低，静态投资回收期约 10 年，项目经验在 APEC 区域内处于温带寒冷地区的经济体具有很好的推广价值。

一、 策略规划

创新性

I 创新概念来源于本项目还是其他既有项目？

创新型节能表皮构造

中新建塘展示中心项目外墙采用装饰混凝土轻型挂板（如图 1-1 所示），该板材由废弃混凝土+石粉组成，属于“绿色环保建材”，有良好的可塑性，可根据业主，设计院的要求制作。可根据要求任意调配色彩直接加入制品中,通过独特的生产制作工艺，达到逼真的石材效果，没有石材的辐射性。在本项目中装饰混凝土轻型挂板除了用作表皮外，还将其设计为外墙保温体系的组成部分。

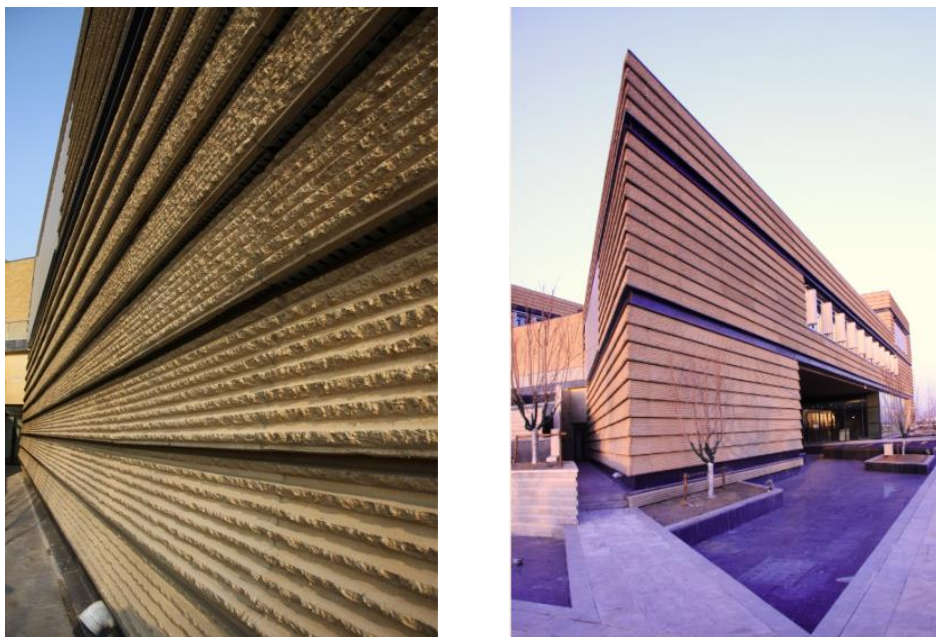


图 1-1 循环建材自节能建筑表皮系统外观

在设计草图阶段，墙体外的石材呈鱼鳞状敷设，下设有进风槽，每层分隔的黑色金属 U 型槽吸热产生层间的热压通风，带走墙体表面的热量。石材表面齿条的倾斜角则根据天津冬夏两季的太阳高度角设计而成，使其在夏季形成阴影，降低建筑表面温度；冬季则允许阳光照进深处，提高室内温度。（如图 1-2 所示）

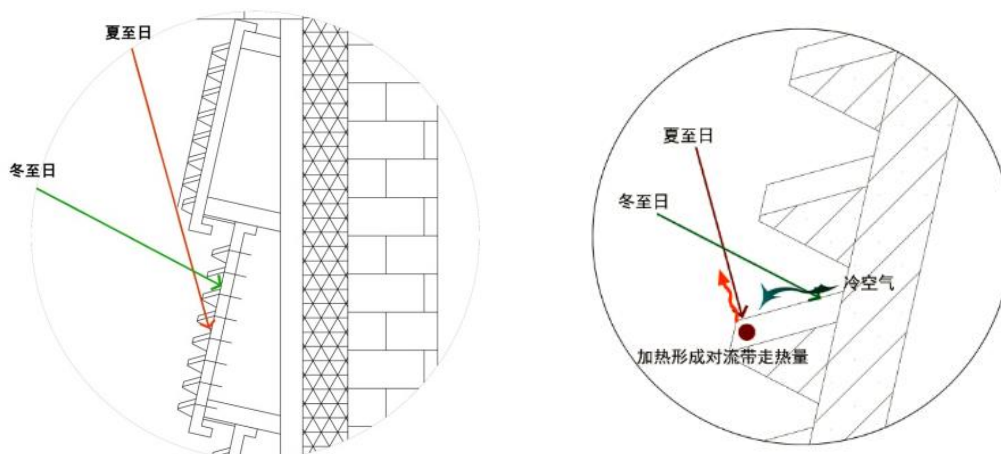


图 1-2 建筑外表皮细节示意

然后，采用计算机模拟辅助研究石材表面齿条的分布和形式细节，利用增强混凝土轻型挂板可塑性强的特点，将表面设计为 30° 倾角的锯齿状肌理，并根据冬夏两季的太阳高度角，形成蓄热（冬季）和遮阳（夏季）两种模式，从而使建筑围护结构的热工性能与季节相匹配，如同一件可以随季节调节温度的“外衣”。

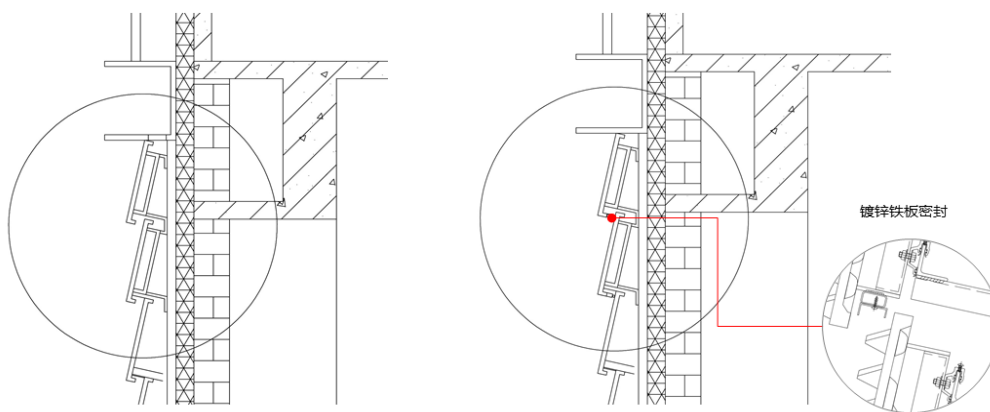


图 1-3 表皮系统通风隔热原理示意

安装方式上，采用了倾斜板呈鱼鳞状干挂的模式，其最佳倾角为 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 。在东、西、南 3 个立面，空气可以从墙体板间缝隙进入，经层间设置的深色金属吸热后，形成通风腔，通过热压通风带走热量，降低夏季建筑表面温度，从而降低空调能耗；北侧的墙体板间缝隙则用镀锌铁板密封，形成封闭空腔，大幅降低北侧建筑围护结构的传热系数，提高隔热性能，降低冬季采暖能耗。

借助计算流体力学（Computational Fluid Dynamic, CFD）模拟进行气流和冬夏季墙体温度的模拟实验，最终确定了鱼鳞状“循环建材自节能建筑表皮系统”。根据模拟结果，该系统较采用该系统的普通外檐做法可节约能耗达 20%。

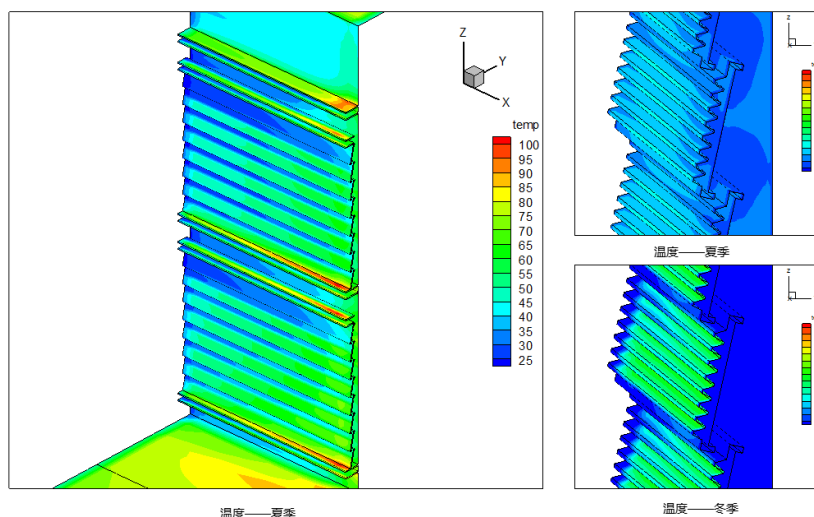


图 1-4 CFD 模拟结果示意

“循环建材自节能建筑表皮系统”作为节能围护体系的核心，将项目所在地的气候参数纳入墙体材料选择与形式设计的过程中，通过对表面材料精确设计，利用墙体蓄热、自遮阳和间层通风等手段，以被动式的方法灵活地应对了天津独特的气候条件。该系统对超低能耗

的绿色建筑研究颇具贡献，已获得国家实用新型专利的授权。本项目取得的成果包括：2015 年获得三星级绿色建筑设计标识，2016 年获得天津市海河杯优秀勘察设计一等奖，获得“一种被动式节能的外墙保温隔热结构”的实用新型专利授权（CN2014204718670）。

超高热性能围护结构

天津市属于寒冷气候区，建筑主要能耗自于空调、采暖，因此外围护结构的设计至关重要。本项目在确定围护结构构造前，依据被动式建筑设计原理，建筑在外墙设计上采用了增强不利朝向墙体保温性能的策略。

地源热泵耦合应用空调系统

项目共设置两台地源热泵机组，制冷量为 520kW，制热量为 584W，可实现冷量 25%-100% 无级调速。地源热泵系统为≥80%的房间提供空调用水，该系统夏季将室内余热排至土壤，冬季再从土壤中将热量取出，以达到节约能源的目的。

薄膜光伏发电系统

本项目在展厅采光顶处，设置了光伏发电系统。天窗安装了 231 块 BIPV（Building-integrated photovoltaic，光伏建筑一体化）构件，安装功率 12.705kW，年均发电功率为 16102kWh，所提供的能源达到总能耗的 3%。

此外，本项目还集成了能源管理系统、再生水回用系统、垂直绿化等。

II 是否具有足够的创新性，可吸引资金支持或公私伙伴关系的投资？

中建新塘坚持“政府主导，企业参与，市场化运作”的原则，通过打通土地三级开发流程，实现了设计、开发、施工、运营的一体化新型模式，被评为生态示范城区获得了政府相关资助超过 1100 万元人民币。

塘沽湾项目是中建操盘实施的包含土地一级开发全过程的城镇综合建设项目，在探索实践的过程中，始终坚持“政府主导，企业参与，市场化运作”原则，由滨海新区政府提供土地整理授权及相关优惠政策支持，由中建新塘负责土地一级开发，完成从规划设计提升到土地征转、安置房建设、基础设施建设等土地一级开发全过程具体工作。中建新塘由此成为天津市极少数拥有土地一级开发资质的企业。中建新塘站在全产业链视角，采用城市综合开发模式运营，通过推动向上游和下游产业链发展，实现纵向一体化，打破了传统的一级土地整理、二级房地产开发、三级城市运营彼此分割状态，从全产业链角度进行城市开发建设，开创性

地实现了“微城市”一二三级联动的开发运营。

为开展塘沽湾项目资产管理和产业导入，着力打造专业的“城市运营服务商”，中建方程还注册成立了旗下第一家以城市运营为主业的专业公司。通过城市的管理和运营，延伸了产业链和价值链，提升了城市服务水平，为探索政府主导、社会参与的公共服务和社会管理体系夯实了基础。

塘沽湾项目实践集中体现了中建规划设计、地产开发、基础设施建设、房屋建筑工程施工“四位一体”协同优势，形成了多种分享土地增值收益的合作方式，有效拉动了主营业务的产能，还打通了企业融资渠道，实现了滚动开发，降低了运营风险和成本，保障了发展战略落地。

III 该创新概念如何把握未来发展趋势？

当今世界正在向着多极化发展，APEC 各个经济体发出各自不同的声音，只要坚持包容性的发展，开拓数字化发展理念才有可能将成果不断推进。本项目在降低能源强度、推广可再生能源方面，与 APEC 能源工作组重要工作任务相契合。通过不断的对外宣传推广自身建设经验，对于促进 APEC 区域绿色建筑的发展、提高区域互联互通水平将会发生更大的成效。

启发性：

I 项计划是否对后续计划有所启发？

本项目所采用的节能技术具有如下优势：

（1）本项目所采用的节能技术严格遵照国家相关标准所进行，所有指标在满足国家要求的同时实现了更高的水准，本项目已经成功申请为三星级绿色建筑，所采用的节能技术已获得国家认可，具有较高的参考价值。

（2）本项目的设计充分考虑了天津当地的特点：建筑形体的设计充分考虑了天津地区的季风特点和光照特点，实现建筑内部良好的采光通风效果；地源热泵系统在天津地区使用能够充分发挥其节能效果，并满足室内舒适度；天津太阳能资源属于二级地区，具有丰富的太阳能资源，因此项目因地制宜地采用了太阳能光伏发电并取得了预期效果；在屋顶绿化方面，绝大部分植物来自于天津本地，降低了运输成本，实现了绿色环保；雨水系统则充分利

用了项目毗邻的湿地公园来获取雨水，在保证雨水来源的同时也减少了城市内涝的风险；

由于充分利用了天津地区的本土优势，本项目所采用的节能技术能够很好的在天津地区使用并起到实际有效的节能作用，具有很强的推广性和示范性。

(3) 本项目所采用的技术均是在国内已经发展成熟的技术基础上改进而来，施工难度、建造成本均不高，经过计算可得，建筑所采用的节能技术投资回收期不到建筑使用年限的一半，可见本项目所采用的建筑节能技术在天津地区及气候环境相似地区具有良好的可推广性和可复制性。着力构建节约资源和保护环境的空间格局、产业结构、生产方式、生活方式，保护和建设天蓝、地绿、水净的美好家园，为国家新型城镇化建设闯出一条新路子。

II 相关政策已在什么实际领域产生启发作用？

本项目契合了中国、天津市、滨海新区关于高新技术企业、可再生能源的开发利用、绿色建筑、新型建材等多项政策并获得资助，极大的激励和促进了国内同类项目的落地。此外，本项目还获得了中国政府专项贷款贴息及绿色能源、低碳技术产业投资基金的鼓励及资助。

明确性：

I 是否有透明公开的互动渠道以帮助民众了解政策内容，并提出建议？

本项目是天津市滨海新区塘沽湾新城的第一座建筑，其主要功能是展示塘沽湾生态新城的规划及绿色建筑技术，并需要在新城建成后（约 10 年后）转换为社区文化活动中心。因此，本项目具有很好的建筑标志性和示范性。另一方面，基地向西与景观公园、城市公共绿地连通形成直通海河滨河景观的景观生态廊道。与西侧的大桥隔河相望，拥有良好的景观视野，所以项目定位为“超低能耗的城市规划以及绿色节能技术的展品”，为实现项目超低能耗的设计理念，主要通过“形式的技术化”和“技术的可视化”两种手段来实现，同时该项目通过引入“生态系统”和“景观界面”两种元素，以满足区域标志性和绿色建筑示范性的两大要求。

本项目作为整个区域的形象代表，体现中新建塘的风貌和品质。通过自身的节能减排效果，引领后期建筑的发展方向，作为中建企业在绿色探索的里程碑，代表绿色建筑的先锋理念和先进技术，是中建企业对外展示的窗口。

为了拓展公众参与度，提高居民的使用体验，本项目引入手机 APP 智慧平台，手机居民的意见，实现居民自我管理，并通过人脸识别系统提高了社区的安全性。

II 与其他类似政策/规划的区别是什么？

本项目由中建集团实施，项目包括土地开发、项目建设、后期运营维护及使用。最终实现向政府完成“中建微城市”整体交钥匙工程。“中建微城市”涵盖着从初步改善到规模成型再最终形成产业循环、生态循环的城市完整生命周期。

本项目引入了海绵城市技术，让城市像海绵一样适应环境变化和应对自然灾害等，实现雨水资源的良性循环和利用，有效发挥雨洪调蓄功能，解决内涝灾害问题；借鉴吸收智慧城市理念，建设智慧社区综合信息服务平台，运用互联网+、大数据、云端等信息化新技术以及生态农业新业态、便捷交通设施，实现社区治理和小区管理现代化，促进便民利民服务智能化，创造更安全、便捷、健康、智能、幸福的智慧城市生活，进而提升微城市的运营效率和品质。

通过实践，中新建塘积极探索绿色环保、生态宜居、产城融合的新型城镇化道路，凸显了中建从事城镇综合建设的巨大优势。在城乡公共资源均衡配置方面，发展同步，服务同质，管理同化。使统筹城乡发展、统筹经济社会发展、统筹物质文明和精神文明发展，实现中国城镇化、现代化的这“三大难”得到迎刃而解，为推动国家城镇化建设提供了实践样板。

二、措施应用

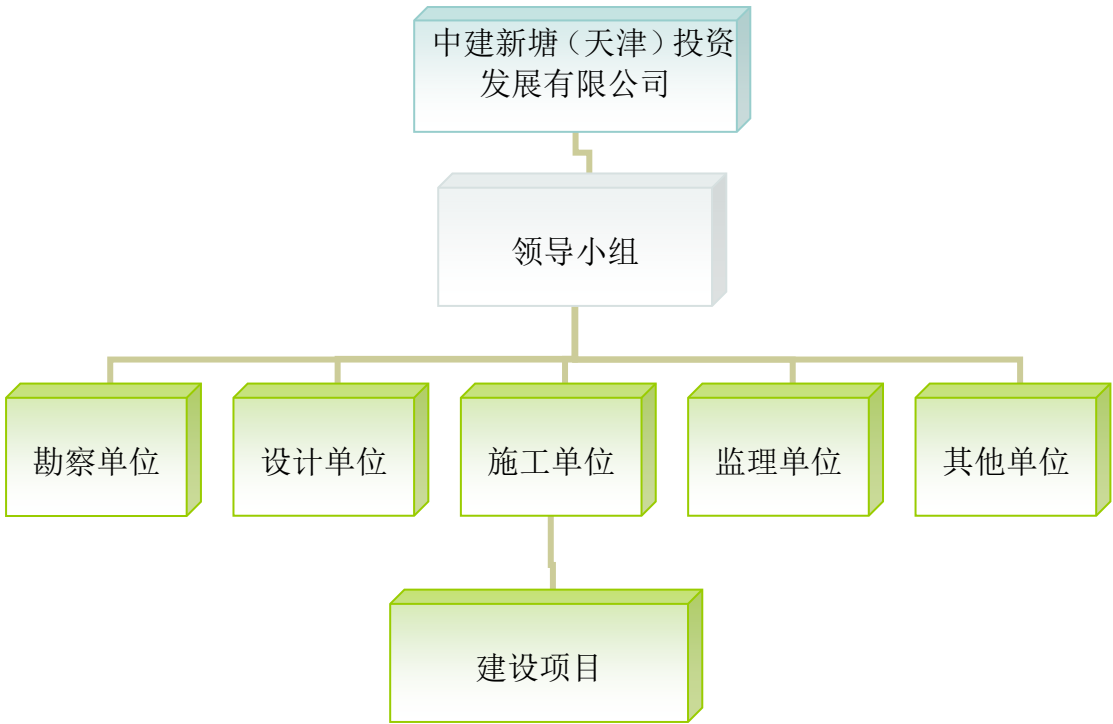
可行性：

I 该项计划是否有明确的执行策略与措施规划？

本项目总体规划原则按照国家相关标准，结合使用功能，以及规划管理部门对建设项目的具体要求进行规划设计。总体规划线路清晰明确，交通流畅，满足不同功能区的要求。考虑经济合理性和适用性相结合，强调“以人为本”的理念，提倡绿色建筑、生态建筑和节能建筑的理念，突出智能、人性、个性、自由、效率，追求优化经济设计。建筑空间功能分区合理，引入功能模块理念，强调功能分区的可复制性；内部功能区规划布局合理，交通流线组织高效便捷。并在满足使用功能的前提下，合理控制工程造价。通过尽可能多的被动手段，

实现超低能耗的绿色公共建筑，形成示范性；并通过建筑形体等自身设计特点，使之成为该区域的地标型建筑。

为保证项目能够按计划执行，成立建设项目的管理机构，主要由中新塘（天津）投资发展有限公司现有管理人员建立领导小组，并结合外部的勘察、设计、施工、项目管理、监理等服务单位实现项目的建设管理，劳动力由施工单位解决。管理机构体系图如下所示：



项目按照工程建设各种手续的办理时间安排，统筹计划，合理安排工作，从而保证建设项目的各项工程进度与整个工程进度协调完成，为下一阶段工程实施提供可靠的保证。同时优化施工组织，设计科学的施工方案，使工程施工做到点线明确、轻重分明、计划可靠、资源配置合理。抓好人员设备和资金保障措施，对关键工序、关键项目强化跟踪，实时监控施工进度，保证按时、高质量完成各项工程任务。

项目作为南部新城第一个建造的项目，建设发展目标是成为整个区域的形象代表，体现南部新城的风貌和品质，对整个区域意义重大；同时作为社区文化活动中心，在未来本项目也将成为周边居民活动、集聚的重要场所，目标建设成为一个区域性的地标建筑。中新塘定位为绿色生态社区，社区文化活动中心应成为该区域绿色低碳科技的先锋建筑，通过自身的节能减排效果，引领后期建筑的发展方向，为绿色生态城区的建设奠定坚实的基调。通过采用新技术、新材料和新施工建造等多种绿色技术集成打造超低能耗建筑。以先进的示范性和良好的体验性在超低能耗建筑领域成为示范性项目，并通过后期项目成果整理和经验总结

分享，带动建筑行业更加节能、绿色、智慧发展并辐射全国，将项目经验在全球范围内广泛推广应用，增强项目影响力。

II 是否制订量化的整体目标及个别目标用以评判？

参考《绿色建筑评价标准》（GB/T 50378-2014）、《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）、《民用建筑能耗标准》（GB51161-2016）等标准中的相关条文规定，对中建新塘运行能耗和主要绿色建筑技术进行分析评价总结，本项目外墙外窗传热系数较国标提高约 20%、制冷机组效率提高 11%，再生水利用率 58%，项目年平均能耗 60W/m²，可再生能源利用率 24.81%

经过对中建新塘能耗和主要绿色建筑技术的分析获知该建筑围护结构的热工性能、机组 COP 值、可再生能源利用率、室内环境均满足相关标准要求，建筑总能耗不仅满足国家标准要求，同时处于国家同类建筑中的领先水平。中建新塘运行能耗和主要绿色建筑技术分析总结表见附件 1。

可复制性：

I 该项措施是否可以被其他经济体运用？

从全球范围内看，绿色建筑的研究已成为了国际关注的建筑议题及必然趋势，各经济体纷纷提出了绿色建筑、可持续建筑、生态建筑等概念，寻求可以降低环境负荷且有利于使用者健康的建筑。中建新塘社区文化中心项目，从规划设计的初期就强调可复制可推广的绿色设计理念，建筑设计根据当地的气候情况合理布局，通过节能的体型设计、高热性能的围护结构，节能的建筑材料，专业的施工技术，最大程度地减少建筑物的耗能量，该绿色设计理念，在其他地区均适用。

在技术体系方面，本项目不仅仅是单一技术的堆砌，而是将多种适宜性技术进行有机整合与集成。中建新塘社区文化中心项目中，最具特色的技术是超低能耗节能表皮，该技术具有可塑性好、成本低、热维护性能好的特点，特别适用于广大冬冷夏热的 APEC 区域。同时，项目采用的地源热泵耦合应用空调系统与薄膜光伏发电系统是利用可再生能源解决建筑能源需求的绿色技术方案。地源热泵技术利用了地球表面浅层地热资源作为冷热源进行能量转换，适用于大部分温带地区，在 APEC 区域推广潜力巨大。薄膜光伏发电系统利用适

用于太阳能资源较为充足的区域，，光伏建筑一体化之中应用潜力巨大。随着在世界各地的广泛应用，技术成本不断降低，技术效率与成熟度不断提高，不同经济发达水平的经济体中都可进行推广应用。

成本效益:

I 该项措施是否具有成本效益？是否节省成本？请阐述测算方式。

本项目的增量成本、节能效益、环境效益在国内同类项目中处于先进水平。
增量成本分析

中建新塘社区文化中心为实现绿色建筑而增加的初投资成本 1248.11 万元，经计算，投资回收期约 10 年。相关数据详见表 2-1。

表 2-1 中建新塘特色技术增量成本分析

编号	实现绿建采取的措施	单价（元/m²）	增量成本（万元）	平均增量成本（万元/m²）
1	节能外墙	1540.59	626.47075	0.072
2	节能外窗	1077.141721	70.142919	0.008
3	节能屋面	166.627311	13.733163	0.002
4	地源热泵耦合系统	293.3111266	111.78018	0.013
5	薄膜光伏发电	6730.678221	131.61168	0.015
6	屋顶绿化	707.733695	110.8339	0.013
7	自然通风采光优化	0	0	0.000
8	综合遮阳系统	2062.15531	123.93406	0.014
9	生态水池系统	47.46	46.8146	0.005
10	智能光控	27.97	12.793048	0.001
	总计		1248.11	0.144

效益分析

中建新塘社区活动中心在规划阶段、建筑设计、建筑选材、施工等过程始终贯彻可持续发展的绿色理念，达到绿色建筑三星要求。

（1）经济效益

通过采用有效的节能措施，中建新塘社区活动中心在运营中，可大幅度降低建筑能耗，节

约了大量资金和能源。

①本项目采用地源热泵供冷供热，且采用槽式集热器的太阳能供暖系统作为辅助并同时提供生活热水。

②本项目采用地源热泵能源方式，提供的冷负荷为 445.31kW，热负荷为 281.50kW。能满足本建筑冬季供热和夏季制冷的需求。

③本项目使用高效节能光源灯具，开敞式灯具的效率不小于 75%，格栅灯具的效率不小于 60%，透明保护罩灯具效率不小于 65%。

④关于太阳能采暖

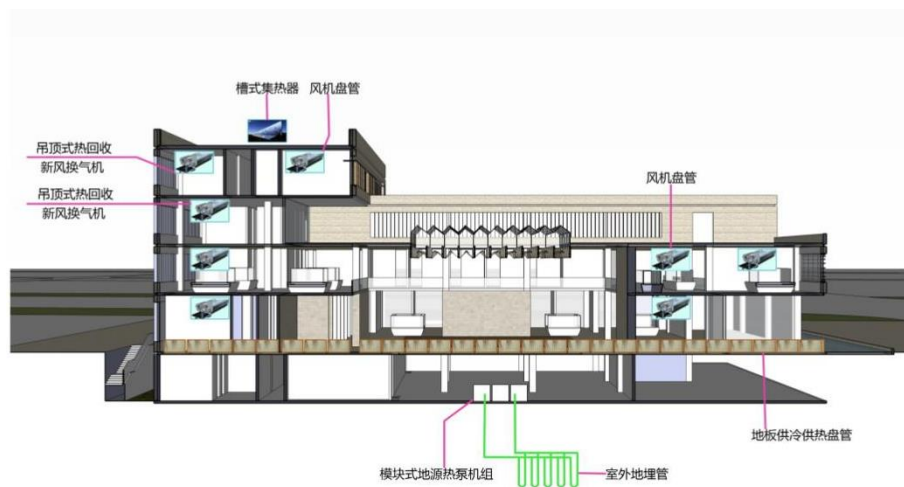


图 2-1 太阳能采暖系统

能量提供

生活热水部分：23081kWh/年。

采暖全部耗热量：212829kWh。

采暖部分：提供 61485kWh 热量，占采暖耗热量的 28%。

节约费用

生活热水节约费用：19141 元。采暖节约费用： $61485/4 \times 0.8293 = 12747$ 元，年节约费用：31888 元。系统静态回收期 10.35 年。

⑤关于薄膜光伏系统——项目应用

展厅采光顶安装约 200 平米铜铟镓硒薄膜光伏组件，安装功率 20KWp，年发电量约 21600kWh。总投资额约 30 万元，所提供的能源将达到总能耗 5%，可有效提高项目可再生能源数量，发电率可达 11%，是目前最先进的薄膜光伏系统。

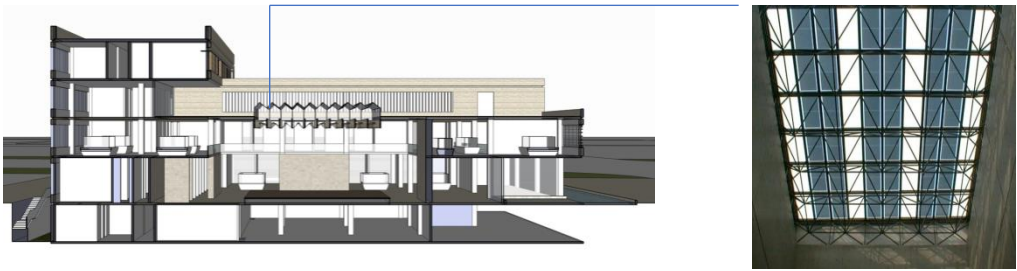


图 2-2 建筑薄膜光伏

⑥关于屋顶绿化

模块化组合花箱：该产品自带灌溉系统、施肥系统、排水系统、无缝拼接组合为一体的功能。

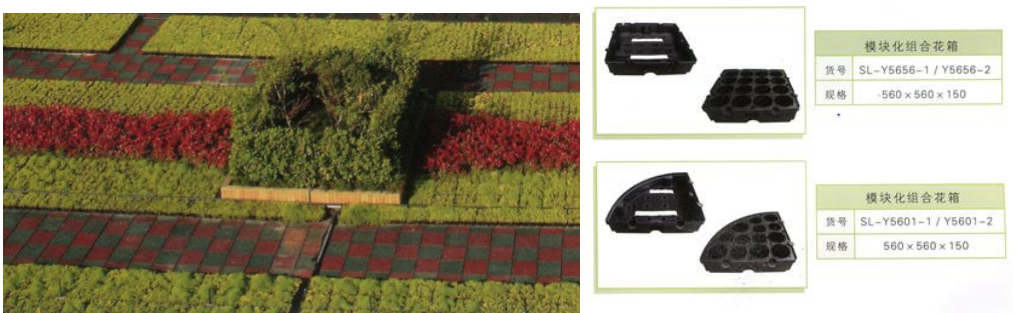


图 2-3.a 实物图

图 2-3.b 模型图

⑦关于生态水池中水雨水综合利用

本项目生活用水完全来自采用雨水、中水，节约的自来水用量可观。

表 2-2 绿色建筑非传统水源利用率

类别	使用功能	用水量标准		用水单位	使用数	用水量 (m³)	利用率 (%)
生活给水	办公	10	L/人·天	100	300	300	23.53
	未预见水量	10%				30	
	合计					330	
室内中水	办公	15	L/人·天	100	300	450	
	未预见水量	10%				78	
	合计					528	
室外中水	室外绿化	120	L/m²·a	3000	1	360	38.82
	室外景观	3	L/m²·a	300	150	135	
	未预见水量	10%				49.5	
	合计					544.5	
中水需求						1072.5	76.47
中水产量						772.5	55.06
总计用水						1402.5	100

⑧关于能源监测控制系统

对能源的使用进行强有力的自动化控制和监测，能够节约多达 30%的能源。

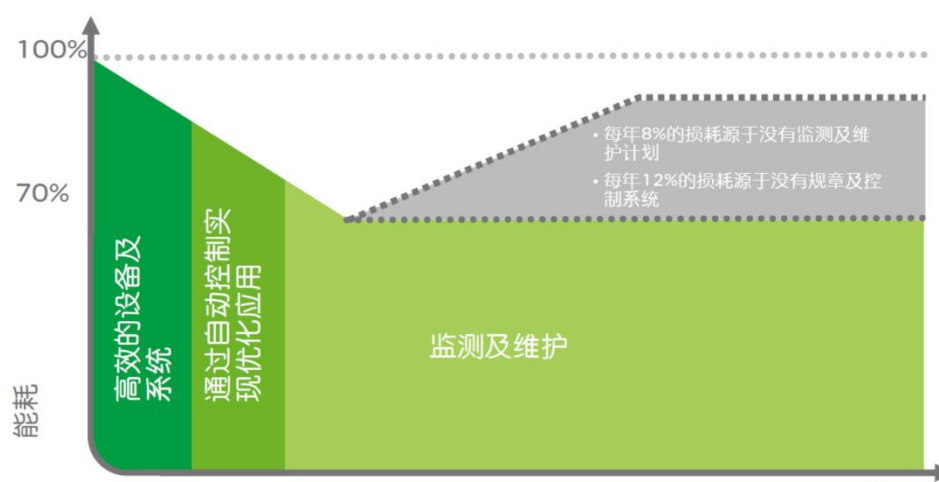


图 2-4 能耗监测效果图

（2）环境效益

从宏观角度看，降低建筑能耗不仅可以减缓当前能源紧张的局势，同时还可以减排粉尘、灰渣、二氧化硫等有害气体、减少环境污染、改善大气环境，保护和净化环境。

II 是否有可测量的排放量及能源节约量？

本项目采用了能源监测管理平台、水耗管理平台以及空调控制平台。各平台安装了实施计量设备，对电力、照明、空调等设备的能耗进行连续监测，有监测记录并上传至上级系统，并可根据结果分析及优化能源使用状况。

节能数据

（1）暖通空调系统用能定额指标分析

建筑总能耗和建筑分项能耗分别依据《民用建筑能耗标准》和清华大学建筑节能中心编制的《公共建筑用能定额指标研究》，对中新建塘暖通空调系统定额指标进行分析。将 2015 年 7 月-2016 年 7 月空调系统的能耗拆分为冷水机组、冷却水泵、冷冻水泵、空调末端和其他用电量，分析结果如表 2-3 所示。

表 2-3 暖通空调系统各项耗电量定额指标分析

暖通空调系统拆分	耗电量 (kWh)	耗电量占比	单耗 (kWh/(m ² ·a))	同类地区指标定额 (kWh/(m ² ·a))	指标对比结果
冷水机组	181501	55%	21	16—19	高
冷却泵	64446	19%	7	3—5	高

冷冻泵	64388	19%	7	4—6	高
空调末端	19974	7%	2	4—10	低
其他电耗	1429	0%	0	2.5—5.4	低
总电耗	331738	100%	38	30—45	正常（低于 引导值）

（2）中水系统

本项目非传统水源利用包括：室内冲厕、室外绿化灌溉、浇洒道路及景观用水均采用中水。中建新塘非传统水源利用率达到 58%。

分析中建新塘中水与传统用水逐月耗水量，如图 2-5 所示：

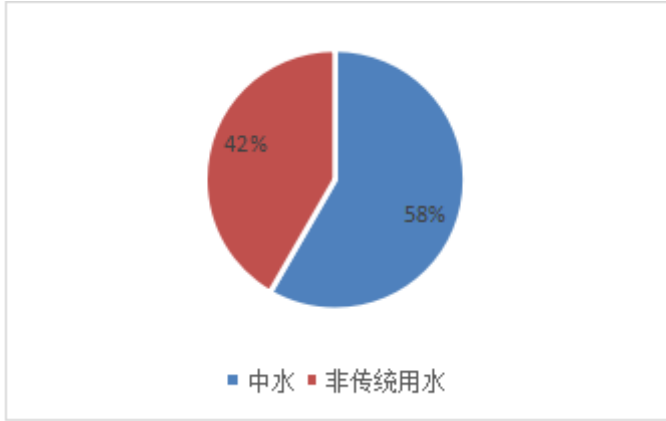


图 2-5 中建新塘中水与传统用水占比分析

（3）光伏发电系统

中建新塘光伏板安装在二层采光顶，光伏组件装机量共计 231 块，光伏组件的连接采用抗紫外线老化的光伏专用电缆，系统采用一台逆变器，功率为 12000W，三相逆变输出电压 380V。光伏直流电缆采用独立的金属线槽内敷设。光伏系统配置环境监测仪一套，监控设备一套。

一致性：

Ⅰ 该项措施是否与本经济体能源政策相符？

中建新塘社区活动中心在规划阶段、建筑设计、建筑选材、施工等过程始终贯彻可持续发展的绿色理念。在保证健康、舒适的室内外环境、节约能源和资源，减少对自然环境影响的条件下，从节地、节能、节水、节材等多个方面进行研究和应用，营造出人与自然、人与

室内环境和谐发展、达到绿色建筑三星要求。项目严格按照初始设计方案和项目实施进度安排进行，并如期完成了各项施工项目，完成交付并投入运营。

参考《绿色建筑评价标准》（GB/T 50378-2014）、《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）、《民用建筑能耗标准》（GB51161-2016）等标准中的相关政策规定，对中建新塘运行能耗和主要绿色建筑技术进行分析评价总结，结果见附件 2。

II 计划本身是否有长期施行的措施或执行单位？

为开展塘沽湾项目资产管理和产业导入，着力打造专业的“城市运营服务商”，注册成立了以城市运营为主业的专业公司。通过城市的管理和运营，延伸了产业链和价值链，提升了城市服务水平，为探索政府主导、社会参与的公共服务和社会管理体系夯实了基础。

着力构建节约资源和保护环境的空间格局、产业结构、生产方式、生活方式，保护和建设天蓝、地绿、水净的美好家园，为国家新型城镇化建设闯出一条新路子。

三、成果展现

完成度：

I 成果的规模是否可衡量？

效益分析

本项目于 2015 年竣工并投入运营，各项设备运转良好，项目采用的新技术运行效果良好。中建新塘社区活动中心在规划阶段、建筑设计、建筑选材、施工等过程始终贯彻可持续发展的绿色理念，达到绿色建筑三星要求。年平均能耗 60W/m²，可再生能源利用率约 25%。年减少 CO₂ 排放 268.18t。

（1）经济效益

通过采用有效的节能措施，中建新塘社区活动中心在运营中，可大幅度降低建筑能耗，节约了大量资金和能源。

（2）社会效益

促进绿色建筑理念的传播，践行中国政府在绿色建筑方面的支持政策。

II 设定的目标是否取得了显著的成功？

通过采用有效的节能措施，中建新塘社区活动中心在运营中，可大幅度降低建筑能耗，节约了大量资金和能源。从宏观角度看，降低建筑能耗不仅可以减缓当前能源紧张的局势，同时还可以减排粉尘、灰渣、二氧化硫等有害气体、减少环境污染、改善大气环境，保护和净化了环境。

可验证性：

I 是否有数据作为支撑？

暖通空调系统用能定额指标分析

建筑总能耗和建筑分项能耗分别依据《民用建筑能耗标准》和清华大学建筑节能中心编制的《公共建筑用能定额指标研究》，对中建新塘暖通空调系统定额指标进行分析。将 2015 年 7 月-2016 年 7 月空调系统的能耗拆分为冷水机组、冷却水泵、冷冻水泵、空调末端和其他用电量，分析结果如表 3-1 所示。

表 3-1 暖通空调系统各项耗电量定额指标分析

暖通空调系统拆分	耗电量 (kWh)	耗电量占比	单耗 (kWh/(m ² ·a))
冷水机组	181501	55%	21
冷却泵	64446	19%	7
冷冻泵	64388	19%	7
空调末端	19974	7%	2
其他电耗	1429	0%	0
总电耗	331738	100%	38

中建新塘中水系统

本建筑非传统水源利用包括：室内冲厕、室外绿化灌溉、浇洒道路及景观用水均采用中水。分析中建新塘中水与传统用水逐月耗水量，本项目非传统水源利用率达到 58%。

光伏发电系统

中建新塘光伏板安装在二层采光顶，光伏组件装机量共计 231 块，功率为 12kW。本项

目各月光伏发电量如图 3-1 所示。

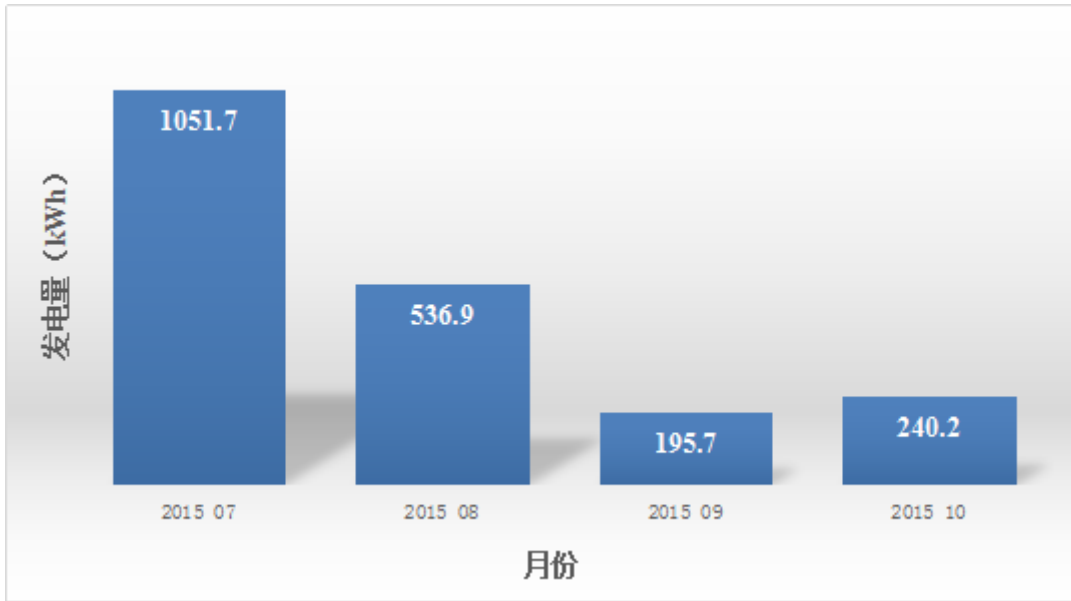


图 3-1 中建新塘各月光伏板发电量

以 2015 年 7 月-2015 年 10 月运行数据为例，光伏板月均发电量约为 506kWh。

总结

参考《绿色建筑评价标准》（GB/T 50378-2014）、《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）、《民用建筑能耗标准》（GB51161-2016）等标准中的相关条文规定，对中建新塘运行能耗和主要绿色建筑技术进行分析评价总结，结果见附件 3。

经过对中建新塘能耗和主要绿色建筑技术的分析获知该建筑围护结构的热工性能、机组 COP 值、可再生能源利用率、室内环境均满足相关标准要求，建筑总能耗不仅满足国家标准要求，同时处于国家同类建筑中的领先水平。

II 支撑数据的计算方法及引用出处。

中建新塘展示中心项通过高热性能建筑围护结构的设计；太阳能、地热能等可再生能源的利用；高效节能光源灯具和节水器具等最大程度节约能源，并设置实现冷热源、输配系统、照明等电力系统和水系统能耗单独分项计量的设施和能耗监测系统进行实时监测。

参考《绿色建筑评价标准》（GB/T 50378-2014）、《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）等标准中的相关条文规定，对中建新塘展示中心项目运行能耗和主要绿色建筑技术进行分析评价，获知该建筑围护结构的热工性能、机组 COP 值、可再生能源利用率、室内环境基本可以满足相关标准要求。

指标性

I 是否就提升能效或节约能源有根本性的变革？

中建新塘能耗和主要绿色建筑技术指标处于国家同类建筑中的领先水平。太阳能、地热能利用率超过 30%，热水全部由太阳能提供。可再生能源总利用率超过 40%，取得能效标识、取得绿色建筑设计三星标识。

II 该计划对区域影响广泛还是仅对特定区域有影响？

中建新塘社区文化中心项目，从规划设计的初期就强调可复制可推广的绿色设计理念，建筑设计根据当地的气候情况合理布局，通过节能的体型设计、高热性能的围护结构，节能的建筑材料，专业的施工技术，最大程度地减少建筑物的耗能量，该绿色设计理念，不仅可运用于天津地区，在全国其他地区乃至 APEC 区域内均适用。

在技术体系方面，本项目不仅仅是单一技术的堆砌，而是将多种适宜性技术进行有机整合与集成，随着在世界各地的广泛应用，技术成本不断降低，技术效率与成熟度不断提高，不同经济发达水平的经济体中都可进行推广应用。

在行业范围内，项目定位为“超低能耗的城市规划以及绿色节能技术的展品”，为实现项目超低能耗的设计理念，主要通过“形式的技术化”和“技术的可视化”两种手段来实现，同时该项目通过引入“生态系统”和“景观界面”两种元素，以满足区域标志性和绿色建筑示范性的两大要求。中建新塘社区文化中心项目为建筑行业绿色建筑设计、建造及运营起到了良好的示范作用，对于促进建筑行业的绿色发展具有重要的作用。相关技术可行性分析见附件 4。

附件 1 中建新塘运行能耗和主要绿色建筑技术分析总结表

序号	标准相关条文规定	中建新塘运行状况调研测试结果	对比结果
1	参考《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378-2014) 中条款 5.2.3, 围护结构热工性能指标优于国家现行相关建筑节能设计标准的规定, 评价总分为 10 分, 并按下列规则评分: 围护结构热工性能比国家现行相关建筑节能设计标准规定的提高幅度达到 5%, 得 5 分; 达到 10%, 得 10 分。	外墙和外窗的传热系数分别为 0.367W/(m ² ·K) 和 1.606 W/(m ² ·K), 较《公共建筑节能设计标准》(GB50189-2015) 中相关规定分别提高 26.6% 和 19.7%。	依据标准, 得 10 分
2	参考《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378-2014) 中条款 5.2.4, 供暖空调系统的冷、热源机组能效均优于现行国家标准《公共建筑节能设计标准》(GB/T50189) 的规定以及现行有关国家标准能效限定值的要求, 评价分值为 6 分。 其中电机驱动的蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组的 COP 要比现行国家标准《公共建筑节能设计标准》(GB/T50189) 提高 6%。	供冷季测试期间机组 COP 的平均值为 5.22, 较《公共建筑节能设计标准》(GB50189-2015) 中规定的 COP 值高 11%。	依据标准, 得 6 分
	参照《空气调节系统经济运行》(GB/T17981-2007) 中条款 5.7, 累计工况下机组 COP 的限值为 4.2。	供冷季测试期间累计工况下的 COP 值为 5.22。	满足标准要求
3	参考《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378-2014) 中条款 5.2.16, 根据当地气候和自然资源条件, 合理利用可再生能源, 评价总分为 10 分。 其中由可再生能源提供的电量比例为 2.0%-2.5%, 可得 6 分。	本建筑光伏发电量占总耗电量的 2.0%	依据标准, 得 6 分
	参考《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378-2014) 中条款 6.2.10, 对于办公建筑且有市政再生水供	非传统水源利用包括: 室内冲厕、室外绿化灌溉、浇洒道路及	依据标准, 得 15 分

	应时，非传统水资源利用在室内冲厕、室外绿化灌溉、浇洒道路等场合时，利用率要达到 50%，得 15 分。	景观用水均采用中水，且非传统水资源利用率达到 58%。	
4	参考《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378-2014) 中条款 8.1.3，建筑照明数量和质量应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》(GB/T 50034)的规定。《建筑照明设计标准》(GB/T 50034-2013) 中规定办公室工作面照度平均值不得低于 300lux。	办公室全天使用人工照明，工作位全天大部分时间照度平均值均在 300lux 以上。	满足标准要求
5	参考《室内空气质量标准》(GB/T 18883-2002) 中相关规定，室内 CO ₂ 浓度值的限值为 1000ppm。	逐时 CO ₂ 浓度平均值为 400-800ppm 之间。	满足标准要求
6	参考《室内空气质量标准》(GB/T 18883-2002) 和《居室空气中甲醛的卫生标准》(GB/T 16127-1995)中相关规定，甲醛的限值为 0.08-0.1 mg/m ³ 。	办公区各点甲醛浓度的平均值为 0.06 mg/m ³ ，其中有 3 点浓度已经达到限值。	满足标准要求
7	参考《室内空气质量标准》(GB/T 18883-2002) 中相关规定，室内 TVOC 浓度的限值为 0.6 mg/m ³ 。	办公区室内各点 TVOC 浓度的平均值为 0.22 mg/m ³ 。	满足标准要求
8	参考《民用建筑能耗标准》(GB51161-2016) 中相关规定，A 类商业办公建筑的非供暖能耗指标引导值为 55 kWh/(m ² .a)	建筑非供暖能耗指标为 38 kWh/(m ² .a)	处于国家领先水平

附件 2 中建新塘运行能耗和主要绿色建筑技术分析总结表

序号	标准相关条文规定	中建新塘运行状况调研测试结果	对比结果
1	参考《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378-2014) 中条款 5.2.3, 围护结构热工性能指标优于国家现行相关建筑节能设计标准的规定, 评价总分为 10 分, 并按下列规则评分: 围护结构热工性能比国家现行相关建筑节能设计标准规定的提高幅度达到 5%, 得 5 分; 达到 10%, 得 10 分。	外墙和外窗的传热系数分别为 0.367W/(m ² ·K) 和 1.606 W/(m ² ·K), 较《公共建筑节能设计标准》(GB50189-2015) 中相关规定分别提高 26.6% 和 19.7%。	依据标准, 得 10 分
2	参考《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378-2014) 中条款 5.2.4, 供暖空调系统的冷、热源机组能效均优于现行国家标准《公共建筑节能设计标准》(GB/T50189) 的规定以及现行有关国家标准能效限定值的要求, 评价分值为 6 分。 其中电机驱动的蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组的 COP 要比现行国家标准《公共建筑节能设计标准》(GB/T50189) 提高 6%。	供冷季测试期间机组 COP 的平均值为 5.22, 较《公共建筑节能设计标准》(GB50189-2015) 中规定的 COP 值高 11%。	依据标准, 得 6 分
	参照《空气调节系统经济运行》(GB/T17981-2007) 中条款 5.7, 累计工况下机组 COP 的限值为 4.2。	供冷季测试期间累计工况下的 COP 值为 5.22。	满足标准要求
3	参考《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378-2014) 中条款 5.2.16, 根据当地气候和自然资源条件, 合理利用可再生能源, 评价总分为 10 分。 其中由可再生能源提供的电量比例为 2.0%-2.5%, 可得 6 分。	本建筑光伏发电量占总耗电量的 2.0%	依据标准, 得 6 分
	参考《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378-2014) 中条款 6.2.10, 对于办公建筑且有市政再生水供应时, 非传统水资源利用在室内冲厕、室外绿化	非传统水源利用包括: 室内冲厕、室外绿化灌溉、浇洒道路及景观用水均采用中水, 且非传统水资源利	依据标准, 得 15 分

	灌溉、浇洒道路等场合时，利用率要达到 50%， 得 15 分。	用率达到 58%。	
4	参考《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378-2014) 中条款 8.1.3，建筑照明数量和质量应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》(GB/T 50034)的规定。《建筑照明设计标准》(GB/T 50034-2013) 中规定办公室工作面照度平均值不得低于 300lux。	办公室全天使用人工照明，工作位全天大部分时间照度平均值均在 300lux 以上。	满足标准要求
5	参考《室内空气质量标准》(GB/T 18883-2002) 中相关规定，室内 CO ₂ 浓度值的限值为 1000ppm。	逐时 CO ₂ 浓度平均值为 400-800ppm 之间。	满足标准要求
6	参考《室内空气质量标准》(GB/T 18883-2002) 和《居室空气中甲醛的卫生标准》(GB/T 16127-1995)中相关规定，甲醛的限值为 0.08-0.1 mg/m ³ 。	办公区各点甲醛浓度的平均值为 0.06 mg/m ³ ，其中有 3 点浓度已经达到限值。	满足标准要求
7	参考《室内空气质量标准》(GB/T 18883-2002) 中相关规定，室内 TVOC 浓度的限值为 0.6 mg/m ³ 。	办公区室内各点 TVOC 浓度的平均值为 0.22 mg/m ³ 。	满足标准要求
8	参考《民用建筑能耗标准》(GB51161-2016) 中相关规定，A 类商业办公建筑的非供暖能耗指标引导值为 55 kWh/(m ² .a)	建筑非供暖能耗指标为 38 kWh/(m ² .a)	处于国家领先水平

附件 3 中建新塘运行能耗和主要绿色建筑技术分析总结表

序号	标准相关条文规定	中建新塘运行状况调研测试结果	对比结果
1	参考《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378-2014) 中条款 5.2.3, 围护结构热工性能指标优于国家现行相关建筑节能设计标准的规定, 评价总分为 10 分, 并按下列规则评分: 围护结构热工性能比国家现行相关建筑节能设计标准规定的提高幅度达到 5%, 得 5 分; 达到 10%, 得 10 分。	外墙和外窗的传热系数分别为 0.367W/(m ² ·K) 和 1.606 W/(m ² ·K), 较《公共建筑节能设计标准》(GB50189-2015) 中相关规定分别提高 26.6% 和 19.7%。	依据标准, 得 10 分
2	参考《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378-2014) 中条款 5.2.4, 供暖空调系统的冷、热源机组能效均优于现行国家标准《公共建筑节能设计标准》(GB/T50189) 的规定以及现行有关国家标准能效限定值的要求, 评价分值为 6 分。 其中电机驱动的蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组的 COP 要比现行国家标准《公共建筑节能设计标准》(GB/T50189) 提高 6%。	供冷季测试期间机组 COP 的平均值为 5.22, 较《公共建筑节能设计标准》(GB50189-2015) 中规定的 COP 值高 11%。	依据标准, 得 6 分
	参照《空气调节系统经济运行》(GB/T17981-2007) 中条款 5.7, 累计工况下机组 COP 的限值为 4.2。	供冷季测试期间累计工况下的 COP 值为 5.22。	满足标准要求
3	参考《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378-2014) 中条款 5.2.16, 根据当地气候和自然资源条件, 合理利用可再生能源, 评价总分为 10 分。 其中由可再生能源提供的电量比例为 2.0%-2.5%, 可得 6 分。	本建筑光伏发电量占总耗电量的 2.0%	依据标准, 得 6 分
	参考《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378-2014) 中条款 6.2.10, 对于办公建筑且有市政再生水供	非传统水源利用包括: 室内冲厕、室外绿化灌溉、浇洒道路及	依据标准, 得 15 分

	应时，非传统水资源利用在室内冲厕、室外绿化灌溉、浇洒道路等场合时，利用率要达到 50%，得 15 分。	景观用水均采用中水，且非传统水资源利用率达到 58%。	
4	参考《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378-2014) 中条款 8.1.3，建筑照明数量和质量应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》(GB/T 50034)的规定。《建筑照明设计标准》(GB/T 50034-2013) 中规定办公室工作面照度平均值不得低于 300lux。	办公室全天使用人工照明，工作位全天大部分时间照度平均值均在 300lux 以上。	满足标准要求
5	参考《室内空气质量标准》(GB/T 18883-2002) 中相关规定，室内 CO ₂ 浓度值的限值为 1000ppm。	逐时 CO ₂ 浓度平均值为 400-800ppm 之间。	满足标准要求
6	参考《室内空气质量标准》(GB/T 18883-2002) 和《居室空气中甲醛的卫生标准》(GB/T 16127-1995) 中相关规定，甲醛的限值为 0.08-0.1 mg/m ³ 。	办公区各点甲醛浓度的平均值为 0.06 mg/m ³ ，其中有 3 点浓度已经达到限值。	满足标准要求
7	参考《室内空气质量标准》(GB/T 18883-2002) 中相关规定，室内 TVOC 浓度的限值为 0.6 mg/m ³ 。	办公区室内各点 TVOC 浓度的平均值为 0.22 mg/m ³ 。	满足标准要求
8	参考《民用建筑能耗标准》(GB51161-2016) 中相关规定，A 类商业办公建筑的非供暖能耗指标引导值为 55 kWh/(m ² .a)	建筑非供暖能耗指标为 38 kWh/(m ² .a)	处于国家领先水平

附件 4 关于本项目技术推广的可行性分析

（1）外墙外保温节能技术

在建筑围护结构总耗能组成中，外墙耗能量约占到 25%~30%。改善外墙的传热系数可明显提升建筑的整体节能效果。外墙外保温系统是指在外墙的外侧涂抹、喷涂、粘贴或（和）锚固保温材料的墙体保温形式。外保温基本可消除热桥，整体保温性能好，墙体内表面不产生结露，施工时不影响室内正常使用，因此，节能设计时常常优先采用。

本项目建筑属于办公建筑。随着经济的发展，办公建筑的外装饰装修也越来越高档化、多样化，由通常的面砖、普通涂料饰面为主发展了石材、铝塑板幕墙、氟碳漆、真石漆饰面等不同形式。外保温系统的选择要根据建筑物的特点及装饰情况来定，按系统照外饰面的不同分为薄抹灰外保温系统、保温装饰一体化板保温系统及不透明幕墙外保温系统。

本项目所采用的创新型节能表皮构造属于保温装饰一体化板保温系统，保温装饰板将常规外墙建造的工地现场作业大部分变为工厂化流水线作业，从而使系统质量更加稳定和可靠，现场工作量大大减少，施工方便快捷。

（2）高性能围护结构节能技术

目前天津市既有建筑状况令人堪忧，无论是设计施工方法还是选材用料方面，都无法满足新的能耗要求。据不完全统计，天津市内建筑总热量损失的 65%是通过围护结构向室外传递的。建筑围护结构能耗在能耗总量占比过大，大量资源浪费的同时建筑内部却并未获得更多温暖的现状，给天津能源用量和自然环境带来沉重的负担。在天津，建筑能耗浪费主要体现在冬季采暖期建筑热量散失方面，这种现状下如何选择适宜的技术手段来降低建筑围护结构热传递成为当务之急。

近年来，随着我国住宅建设节能工作的不断深入，以及节能标准的不断提高，引进开发了许多新型的节能技术和材料，在住宅建筑中大力推广使用。其中应用于外墙保温的各种泡沫塑料保温材料，其中有机保温材料应用较广。

有机保温材料主要包括模塑聚苯乙烯泡沫板（EPS）、挤塑聚苯乙烯泡沫板（XPS）、聚氨酯硬泡保温板（PU）、酚醛树脂板（PF）等。有机材料质量轻，保温性能好，价格较低廉，在外墙外保温工程中广为应用。其中 EPS 板外保温系统最先从欧洲兴起，再传入我国，发展时间长，技术最为成熟，应用最广；XPS 板与 EPS 板相似，但成型工艺不同，性能也有所不同；PU 板保温性能优异，属于热固性材料，遇火碳化，离火自熄，近年来相关技术已

趋于成熟；PF 板较前几种相比防火性能更好，但尺寸稳定性稍差，易粉化，使用应慎重。

在外墙方面，项目采用了目前比较成熟的 EPS 保温板；在外窗方面，项目采用了断桥铝隔热窗框和三玻双银 LOW-E 充氩气玻璃外窗。最终实现了外墙传热系数 $0.37 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ，外窗传热系数 $1.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 的高水准。

（3）地源热泵技术

地源热泵技术是一种利用浅层地热能，通过热泵技术将低温位能向高温位能转移，以实现供热、制冷的高效节能的供热空调技术。冬季，浅层地热能的热量被提取出来，通过热泵提升温度后，给室内供暖。夏季，通过制冷循环将室内的热量取出来，释放到地下，同时对建筑物进行供冷。

近年来，地源热泵技术已经成为国内建筑节能及暖通空调界的热门研究课题，并规模化应用于工程实践，逐渐向市场化、产业化发展。截至 2016 年底，我国以地源热泵相关设备产品制造、工程设计与施工、系统集成与调试管理维护的相关企业已经达到 3 450 余家，从全国范围看来，现有工程数量已经达到 5 000 多个，总面积达 2.4 亿 m^2 。项目比较集中的地区有北京、河北、河南、山东、辽宁和天津，80% 的项目集中在我国华北和东北南部地区。

经过实测分析，本项目所采用的地源热泵系统平均 COP 夏季达到 4.5，冬季达到 5.22；空调系统年平均耗电量为 $38 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ，远低于该地区 $45 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 的规定值，可见地源热泵技术在天津地区具有良好的推广价值，其相关产业也较为成熟。

（4）光伏发电技术

太阳能光伏发电具有许多独有的优点：

1) 太阳能是取之不尽、用之不竭的洁净能源，而且太阳能光伏发电是安全可靠的，不会受到能源危机和燃料市场不稳定因素的影响；

2) 太阳光普照大地，太阳能是随处可得的，太阳能光伏发电对于偏远无电地区尤其适用，而且会降低长距离电网的建设和输电线路上的电能损失；

3) 太阳能的产生不需要燃料，使得运行成本大大降低；

4) 除了跟踪式外，太阳能光伏发电没有运动部件，因此不易损毁，安装相对容易，维护简单；

5) 太阳能光伏发电不会产生任何废弃物，并且不会产生噪音、温室及有毒气体，是很理想的洁净能源。安装 1 kW 光伏发电系统，每年可少排放 $\text{CO}_2 600 \sim 3000 \text{ kg}$ ， $\text{NO}_x 16 \text{ kg}$ ， $\text{SO}_x 9 \text{ kg}$ 及其他微粒 0.6 kg ；

6) 可以有效利用建筑物的屋顶和墙壁, 不需要占用大量土地, 而且太阳能发电板可以直接吸收太阳能, 进而降低墙壁和屋顶的温度, 减少室内空调的负荷;

7) 太阳能光伏发电系统的建设周期短, 而且发电组件的使用寿命长、发电方式比较灵活, 发电系统的能量回收周期短。

我国对光伏发电起步较晚, 但发展很快, 2011 年中国国内新增光伏装机容量 2.7GW, 占到 2011 年全球新增光伏装机容量的 10%左右。但是最重要的还是集中在西部地区。中国 19 个省(区)共核准了 484 个大型并网光伏发电项目, 核准容量是 11543.9MW; 中国 15 个主要省(区)已累计建成 233 个大型并网光伏发电项目, 总的建设容量为 4193.6MW, 2012 年兴建 98 个。2013 年 5 月, 中国 26 个省(区)市共上报了 140 个示范区, 每一个示范区项目不是一个独立项目, 可能涵盖了若干个市、县或者是镇, 它的总容量是 16529.6MW。根据 OFweek 行业研究中心的最新数据显示, 2013 年上半年中国新增光伏装机 2.8GW, 其中 1.3GW 为大型光伏电站。截至 2013 年上半年, 中国光伏发电累计建设容量已经达到 10.77GW, 其中大型光伏电站 5.49GW, 分布式光伏发电系统 5.28GW。

项目在展厅采光顶处, 设置了光伏发电系统。选用了技术成熟、效率较高且适合建筑一体化的 CIS(铜铟硒, CuInSe_2 , 简称 CIS)透光薄膜电池组件, 预计总发电量能够达到总发电量的 3%, 能够实现有效的节能。

(5)建筑屋面绿化技术

绿化屋面是指不与地面自然土壤相联接的各类建筑物屋顶绿化, 即采用堆土屋面, 进行种植绿化。绿化屋面利用植物培植基质材料的热阻与热惰性, 不仅可以避免太阳光直接照射屋面, 起到隔热效果, 而且由于植物本身对太阳光的吸收利用、转化和蒸腾作用, 大大降低了屋顶的温度, 降低内表面温度与温度振幅, 从而减轻对顶楼的热传导, 起到隔热保温作用。资料显示, 种植屋面的内表面温度比其他屋面低 $2.8\sim 7.7^{\circ}\text{C}$, 温度振幅仅为无隔热层刚性防水屋顶的 $1/4$ 。

绿化屋面还可增加城市绿地面积, 改善城市热环境, 降低热岛效应。绿化屋面有利于吸收有害物质, 减轻大气污染, 增加城市大气中的氧气含量, 有利于改善居住生态环境, 美化城市景观, 达到与环境协调、共存、发展的目的。

根据屋顶绿化选用的植物类型和景观特点, 可将屋顶绿化分为草地式和群落式两大类。草地式屋顶绿化是以种植低矮草本植物为主, 形成贴近屋顶表面植被层的屋顶绿化形式。群落式屋顶绿化指选用乔木、灌木、藤本、草本等多种或至少两种以上的植物类型, 通过一定的组织, 形成层次丰富的屋顶植物群落。

在德国、日本、美国等发达国家，屋面绿化已很普遍。我国的屋面绿化经过近几年的研究实践,已在北京、上海、广州、深圳、天津、厦门、广州、杭州、南京、武汉等城市成功开展，并取得了一定的景观和生态效果

本项目所采用的屋顶农业、屋顶花园、屋顶草坪、生态草坡等多种景观绿化形式，是对现有屋顶绿化形式的补充和创新，通过采用模块化、智能化、无土栽培等技术相结合，最终实现了良好的节能效果。

(6)遮阳技术

建筑遮阳始终贯穿于我国建筑历史长河中，从木结构、砖石结构时代的挑檐，到钢筋混凝土时代的遮阳板，遮阳无处不在。现代建筑遮阳行业始于 20 世纪 80 年代，塑料百叶窗帘和铝合金百叶窗帘相继出现在我国市场，但当时遮阳生产主要以手工作坊的形式。20 世纪 90 年代初，上海联谊大厦率先采用了进口垂直百叶窗，成为中国建筑遮阳行业的里程碑，以此为标志，在上海、在全国，遮阳企业、商店数量呈井喷式增长。垂直百叶帘、卷帘、木百叶帘等遮阳产品相继出现。至 20 世纪末，中国遮阳技术逐渐成熟，整个行业处于快速发展阶段。

进入 21 世纪，随着民众对生活品质要求的进一步提高，大型公共建筑的大量建造，新一代工程建筑遮阳开始发展，遮阳也逐步向电动化、智能化方向发展，本项目所采用的综合遮阳系统大量应用了电动装置和智能控制系统，使用了折叠式活动外遮阳、垂直式机翼型电动外遮阳、屋顶天窗轨道式内遮阳等多种遮阳形式，通过采用 design builder 软件对建筑能耗进行模拟后发现采用外遮阳理论上可以实现全年节能 2382kWh，可见在天津地区采用遮阳措施是具有实际意义的。

(7) 能耗监测技术

能耗监测是指依据国家有关节约能源的法规（或行业、地方规定）和能源标准，对用能单位的能源利用状况所进行的监督检查、测试和评价工作，它与能耗统计、能耗考核构成节能管理链上的 3 个主要环节。比较而言，能耗监测是核心环节，因为它不仅决定了能耗统计的质量（统计数据的准确性、统计结果的及时性），而且也能为用能单位实施公平合理的节能绩效考核提供了科学依据。本项目能耗检测系统能够实现数据采集整理

我国于上世纪 90 年代初就出台了关于能耗监测的有关规定,2007 年颁布的《单位 GDP 能耗监测体系实施方案》规定了能耗监测的主体、主要内容和指标。工业、交通运输和建筑是我国三大“耗能大户”，因此能耗监测研究和管理实践也主要集中在这三个领域。信息技术的发展为工业企业的能耗监测提供了基础平台,运用计算机信息技术对能耗实行现代化管

理，成为企业实现信息化管理、降低成本的一种重要手段。

本项目所采用的能耗监测系统具有建筑各类主要能耗数据采集和整理、分项能耗数据分析、统计与汇总、能耗数据分析、分类分项能耗对比、能耗数据公示、数据远传等多种功能，能够很好的满足标准要求，具有非常好的参考价值。

（8）节水技术

建筑收集并利用来自屋顶或其他集水区域的降水是利用自然资源的出色方法。雨水利用技术在干旱地区已有很悠久的历史，特别人口分散地区，雨水收集提供了一种廉价的集中管道供水方式。在气候湿润地区，雨水收集也是对水源的极好补充。这项技术可以产生多种效益，如节约用水，减轻城市排水和处理负荷，改善生态环境等，这也是本项目采用此技术的目的所在。值得注意的是，雨水利用虽然减少了雨水排放，但并不能减少污水排放，这和中水回用技术措施是有本质区别。

中水回用技术减少了为满足用水要求而必须从环境中取水的数量，于水量有益;同时也减少了排放环境的污染物，于水质有益。这项技术还可以减少排放水体中氮磷总量，比新建污水处理工程易上马，对生态环境几乎不产生遗留隐患，而且减少对区域的水环境造成的污染影响。因此，在建筑开发中推行中水回用技术与污水资源化利用战略，有利于建筑水环境的良性循环，比传统意义的开源更有意义。鉴于这项技术在开源和节流两方面的特点，可以作为建筑重要的一项节水与水资源利用技术。

项目在设计时充分考虑了雨水和中水的利用，通过因地制宜的利用周围环境和开发生态水池中水系统，最终实现了非传统水源利用率达到 58%的高水准，实现了有效的节水。