

基于双碳目标的某市政项目改造设计研究

文 / 秦士凤 济宁市规划设计研究院

摘要：随着我国提出“碳达峰、碳中和”的双碳战略目标，我国近年来开始加强了各类项目中对节水节能等绿色施工技术的应用，能够有效减少建筑能耗，并保证建筑的舒适性。本文结合某废旧工厂改造工程进行分析，探讨在这类市政项目中如何基于双碳要求有效利用节水节能技术，通过科学设计、规划改善建筑在运营阶段的绿色化水平，满足我国可持续发展的长期要求。

关键词：双碳；市政项目；节水节能

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.09.089

引言

人类的施工、生产等活动都会产生大量碳排放，不仅直接造成能源消耗，也会由于大量二氧化碳的排放导致气温上升，影响气候的稳定性，影响人类的长远发展。为了应对气候变化，保证气候稳定，碳中和、碳达峰的双碳目标已经成为很多高耗能行业技术革新的关键驱动要素，而市政工程建设作为高耗能、高排放的活动，近年来在双碳目标下也发生着重大的改变^[1]。本文针对某废弃厂房改造项目进行研究，以双碳为基本目标和改造要求，对如何开展改造工作进行分析。

一、工程介绍

（一）废弃厂区主题公园绿化改造项目

某大型厂房区域，原为一家历史悠久的磷肥厂，占地面积广阔，达到了7.4平方千米。在这片土地上，建筑面积占据了1.68平方千米，曾是省内生产硫酸与磷肥的重点骨干企业。该厂区在鼎盛时期，具备年产4万吨硫酸和8万吨磷肥的生产能力，为当地经济发展做出了重要贡献。

然而，随着国家产业结构的调整和升级，这家企业也面临着搬迁的命运。搬迁之后，原厂区留下了大量的厂房建筑，由于缺乏有效的管理和维护，这些建筑逐渐荒废，甚至面临被拆迁的境地。这不仅是对土地资源的极大浪费，也与城市发展的需求背道而驰。

为了有效利用这片宝贵的场地空间，计划根据该厂区的独特特点，开展一次全面的绿化改造工作。改造的目标是将其打造成为一个兼具工业记忆与现代休闲功能的工业主题公园。其中，主厂房将被重点改造为展览区，通过展示磷肥厂的历史沿革、生产工艺等，让游客在休闲娱乐的同时，也能感受到工业文化的独特魅力。这一改造项目将极大地满足周围居民对于休闲娱乐场所的需求，同时也为城市的绿色发展贡献力量。

（二）厂房发展定位

目前在磷肥厂中保留了大量建筑物和构筑物，而且建筑物根据生产流水线进行设计，具有十分规整的空间

布局，同时其内部结构完整，外立面有着丰富的历史元素，具有一定的历史文化价值。因此对厂区的规划需要保留工业遗产整体价值，以厂房为基础开展活动中心、工业展览馆、休闲商业区、文创产品区等功能分区和设计。并且，通过基于原有建筑对厂房进行改造，可以避免由于拆迁所导致的碳排放和能耗，可以较好地满足双碳目标。

二、现场条件和问题分析

（一）场地条件概述

厂区内保留了大量厂房，包括原有的磷肥车间、氟利昂车间、宿舍楼等，建筑周围还是设置了包括球磨机、反应罐、管道、水塔等大型设施，已经丧失了原本的功能，但是比较完整。场地周边主要为住宅区，其中多数住户为磷肥厂的员工和家属，通过调查发现，这些人需要一定的休闲、娱乐资源。因此通过开展对磷肥厂的改造，将其建设为拥有休闲、娱乐功能的公园，以及具有商业、健身、科普展览的活动中心，可以满足周边周围的需求，具有较好的改造前景和改造意义。

（二）现场主要问题

由于厂房长期缺少维护，导致厂房长期处于闲置状态，已经彻底丧失了原有的功能，因此现场成了工业废地。同时，由于磷肥厂在建设过程中存在技术条件、技术指标的限制，因此缺少绿色节能方面的考虑，导致厂房存在空间利用、能源利用方面的问题。

1. 外部空间环境比较差

厂区原有的道路空间比较狭窄，土地利用率比较低，导致历史建筑的环境氛围受到了比较大的破坏，也影响周边居民的舒适程度。产区还留下大量棕地，不仅破坏周边的生态环境，还造成了土地浪费。

2. 内部空间问题

由于原有厂房所具有连续空间没有得到有效利用，导致了厂房空间的浪费问题。由于工厂长期处于无人管理的状态，厂房的外墙、屋顶等都已经出现了一定的破损，并且内部还存在大量建筑垃圾和坑洞。由于技术、经济

条件的限制，厂房的围护结构热工性能很差，给内部空间的舒适性也产生了一定影响。

三、厂房改造模式

(一) 维护结构更新

1. 墙体

磷肥厂原有外墙为 240mm 的页岩砖墙，年久失修加上缺少有效的保温措施，导致砖墙缺少足够的热工性能。在改造过程中，一方面继续保留砖墙里面的质感，同时也需要提升墙体保温性能，因此使用 110mm 厚聚苯板加上涂抹防护涂料实现内墙保温（结构如图 1 所示）。经过改造后墙体的传热系数降低到 $0.35\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ ，有效改善了热工性能。

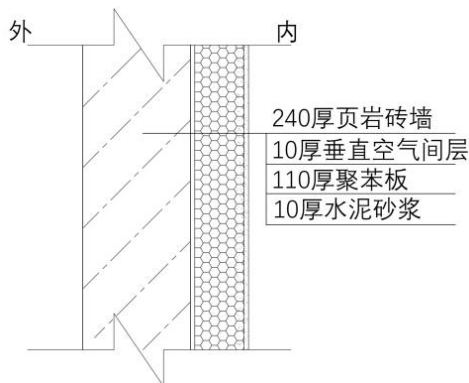


图 1 改造后的墙体结构

2. 外门窗改造

废弃磷肥厂的门窗存在严重的老化和破损，很难满足节能和景观需求，为此在改造工作中使用双层 Low-E 中空玻璃窗，有效提升门窗的气密性，也将窗墙比控制在 0.7 以下。经过改造后建筑对太阳能的综合利用系数达到 0.43，外窗的可开启面积也达到外窗总面积的 70%，让建筑可以具备非常好的通风效果。

(二) 物理环境优化

1. 自然通风

当地气候受到夏季季风主导，因此通过合理设置建筑的门窗、功能房间位置、优化开窗的布置方式，可以实现建筑内部的自然通风，减少空调的使用，并且保证建筑内部的舒适度^[2]。比如在篮球馆的改造中，就采用夏季西侧窗敞开式布置的方式，能够保证篮球场内的自然通风（如图 2 所示）。并且，还使用光伏玻璃吸收太阳能，在篮球场顶部设置光伏天窗，经过改造之后场地的建筑内部通风条件和节能水平都明显提升。

优化过程中，对建筑室内外的风环境进行模拟分析计算，结合当地的气象资料分析冬季、夏季两个典型季节的风向和风速状况，用 Vent 软件模拟厂房周围的风场。通过模拟确定经过改造后冬季的室内外风场能够满足要求，夏季室外出现无风区，因此对邻近的废弃厂房进行拆除进行夏季风流的引导，让厂房周围的风场满足规范需求。

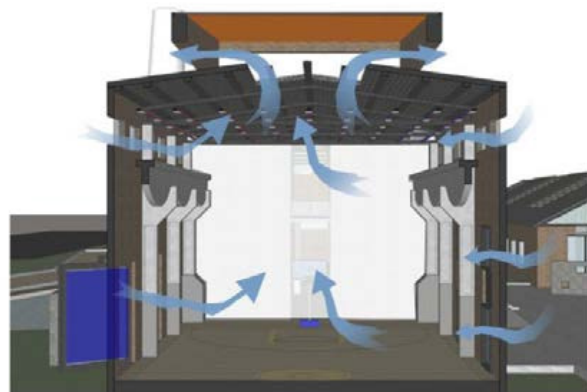


图 2 篮球馆自然通风示意图

2. 自然采光

为了解决建筑的自然采光问题，专门设置中庭解决大型厂房内部缺少自然采光的问题。比如在局部增加侧窗、厂房间位置设置天窗，让厂房内部可以获得均匀的光线。同时，在侧窗的上方还增加了反光板，利用二次光线的反射提升内部的自然采光，有效提升了建筑的采光效果和照度。

3. 太阳能利用策略

当地太阳总辐射量可以达到 $280\text{W}/\text{m}^2$ ，因此在对工业建筑的改造中使用了太阳能技术进行被动采暖。为了将太阳能系统结构作为建筑构成元素和建筑统一，专门采用了一体化设计，对坡屋顶进行扩建，设置向南朝向的太阳能板。屋顶具有排水功能，光伏组件用于发电，二者并不影响。并且，墙面也利用不同的光伏电板和透明玻璃相结合构成光伏幕墙，在建筑屋顶设置了可以开启的天窗，用于改善通风和遮阳条件。

四、基于海绵城市的节水改造

(一) 改造思路

为了能够有效利用当地的水资源，采用基于海绵城市理念的节水改造方法，将工业区视为一个整体，划分为不同的汇水区域，利用渗透技术、调蓄技术、传输技术、净化技术、传输技术，通过设置透水地面铺装、雨水花园、下凹绿地等进行建筑绿色屋顶改造，实现地表径流流速控制，让地表水能够反哺地下水层。

(二) 改造方法

1. 竖向布置设计

竖向设计会利用地形展开设计，充分利用现场高程变化、方位、坡度等因素进行调节，利用重力实现排水单元之间的高程衔接。可以结合场地的自然高度差，建立现场的雨水径流路径，保证雨水的汇集净化管理，还能给厂区增加景观元素^[3]。

竖向设计主要考虑坡地和平地两种形式，对坡地进行竖向设计时，主要利用当地高低起伏的地势，建立具有层次感的景观排水设施，实现对地表径流的引导。比如在现场建立了雨水花园，通过设置低影响开发设施，在周围使用缓坡进行设计，避免雨水径流通过雨水花园

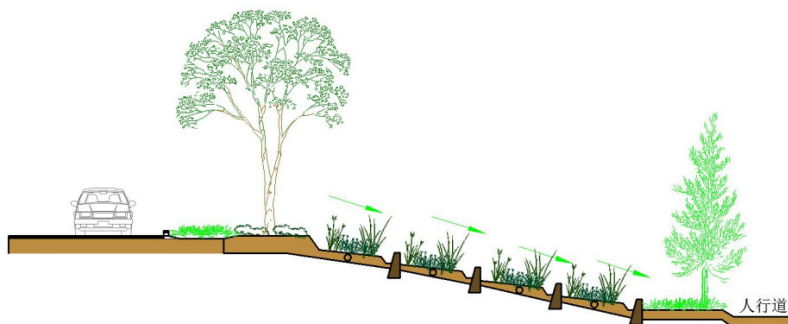


图3 雨水花园设计图

对于现场坡度在2%以下的平地进行竖向设计时，主要利用透水铺装和雨水渗井设置。充分利用旧工业区占地面积大的特点，对周围建筑物、门前广场、步道等活动场地进行雨水下渗和引流的控制。

2. 平面布置设计

平面设计使用现场原有的湿地、土壤、洼地进行设计，维持磷肥厂原有的环境秩序。例如在对大面积广场空间进行设计时，尽量保留现场的土壤，并确保景观和周围空间的协调性^[4]。比如保持保留球磨机构筑物，并更换周围土体，提升土体的下渗能力，确保现场的协调性。

磷肥厂周边拥有城市绿化空地，厂区西侧为生态植物园，在进行平面布置时，可以加强厂区和周围环境的衔接。可以在改造过程中，通过场地雨水引导将雨水引入植物园进行末端处理，同时在厂区内部分布草沟、旱溪等引导雨水，完成对水体的初级净化。

针对厂区内部的硬质路面，同样采用海绵化改造，例如人行道采用透水性铺装，让雨水可以快速进入地下，参与地下水循环，也为地下土壤微生物提供水分。针对车道使用不透水封顶，并在建造时保留一定坡度，让雨水能够流入周围绿地。

（三）水资源再利用

为了有效利用水资源，确保经过改造后的工程具有比较强的节水属性，改建过程中建立了屋面集水收集系统，利用屋面收集雨水污染较低的特性，将收集到的水用于绿地灌溉、洗车等环节。在屋顶建立花园，作为集水系统，通过绿植土壤保水，有效减少径流，建立良好的微环境；在地下建立渗水系统，利用透水性铺装设备储存水资源，同时保证土壤环境的平衡。同时，太阳能系统发电也能对水系统进行调节和调度，净化处理生活污水、优质杂排水，并将其用于绿化、冲厕等方面^[5]。

时对花园中的植物造成破坏，还能利用雨水净化土壤和微生物。由于现场以粘土、壤土为主，渗透能力比较差，因此雨水花园的深度控制在7.5cm左右，坡度控制在3%。现场使用阶梯型草沟，以砾石作为台阶的梯形墙，台阶间距为5m，减缓径流的流速。

同时，改造项目大量使用节水设备，例如绿化灌溉采用节水灌溉方式，卫生间、盥洗室使用节水器具^[6]。

结语

近年来随着大量工厂搬迁、遗弃，对旧厂房的改造建设也成了市政建设项目的的主要内容之一。在改造过程中，需要有效利用各类节水节能技术，通过分析模拟进行合理地优化配置，在原有厂房结构的基础上，合理改造建立良好的内外部环境，满足周边居民休闲娱乐的需求，也减少项目运营期间的能耗，有效利用雨水等水资源，满足碳达峰、碳中和的发展目标。

参考文献

- [1] 杨洋. “双碳”目标下电力工程项目风险管理研究[D]. 安徽理工大学, 2023.
 - [2] 路林海, 韩帅, 孙捷城, 等. 双碳目标下城市轨道交通绿色建造实施路径探究[J]. 都市轨道交通, 2023, 36(02): 141-150.
 - [3] 赵馨飞. “双碳”驱动背景下某大跨度钢结构工程施工方案数字化优选与仿真研究[D]. 天津理工大学, 2022.
 - [4] 石雯, 张宁洁, 杜婷. 双碳背景下市政工程拆除混凝土循环再生利用探讨[J]. 建材世界, 2023, 44(04): 46-50.
 - [5] 黄艳琴, 甄宇航, 王晨州, 宁晓阳, 刘兰岭, 李凯, 赵莉, 陆强. “双碳”背景下市政污泥热解资源化利用研究进展[J]. 材料导报, 2023, 37(10): 29-34.
 - [6] 张婧, 罗文静. 国土空间规划市政基础设施“双碳”仿真模拟研究[A]. 人民城市, 规划赋能——2023中国城市规划年会论文集(08城市生态规划)[C]. 中国城市规划学会, 中国城市规划学会, 2023: 9.
- 作者简介：秦士凤，1983年1月，女，民族：汉，籍贯：山东省邹城市，本科，职称：工程师，研究方向：建筑给排水工程、市政给排水工程。