 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v8i1.8971

Design Research on the Renovation and Functional Enhancement of the Facade of Existing Campus Buildings

Zhiqin Li

Gansu Provincial Architectural Design & Research Institute Co., Ltd., Lanzhou, Gansu, 730000, China

Abstract

The facade of existing campus buildings, as the core carrier of the campus spatial style, not only affects the aesthetics and recognicability of the buildings, but also directly influences the energy-saving performance, usage safety and educational function adaptability of the buildings. This paper takes the renovation and upgrading project of Chengguan Primary School in Yongdeng County, Lanzhou City, Gansu Province as the research object. Combined with the arid and cold climate conditions where the project is located and the actual needs of the campus, it systematically discusses the design basis, core principles, technical paths and implementation strategies for the renovation and upgrading of the facade of existing campus buildings. Through in-depth analysis of key links such as material selection for building facades, energy-saving construction, color planning, and functional adaptation, this paper provides practical references for the renovation of the facades of existing campus buildings in similar climate zones and with similar educational conditions, achieving the renovation goal of "doing a big thing with a small amount of money", and promoting the upgrading of campus Spaces towards energy conservation, humanization, and characteristic features.

Keywords

Existing campus buildings Facade renovation; Energy-saving design Regional adaptability Campus landscape

既有校园建筑外立面更新与功能提升改造工程设计研究

李志勤

甘肃省建筑设计研究院有限公司，中国·甘肃 兰州 730000

摘　要

既有校园建筑外立面作为校园空间风貌的核心载体，不仅关系到建筑的美观性与识别性，更直接影响建筑节能性能、使用安全性及教育功能适配性。本文以甘肃省兰州市永登县城关小学提升改造项目为研究对象，结合项目所处的干旱寒冷气候条件与校园实际需求，系统探讨既有校园建筑外立面更新改造的设计依据、核心原则、技术路径与实施策略。通过对建筑外立面材料选型、节能构造、色彩规划、功能适配等关键环节的深入分析，为同类气候区域及相似办学条件的既有校园建筑外立面改造提供实践参考，实现"花小钱办大事"的改造目标，推动校园空间向节能化、人性化、特色化方向升级。

关键词

既有校园建筑；外立面改造；节能设计；地域适应性；校园风貌

1 引言

永登县城关小学位于甘肃省兰州市永登县县城核心区域，承担着周边多个小区的小学教育任务。该校既有建筑包括始建于 1992 年的北侧教学楼、2005 年的东侧教学楼及办公楼等，均存在外立面陈旧、保温缺失、门窗老化等问题，与现代教育发展需求不相适应。本项目以该小学提升改造工程为依托，在严格遵循国家及地方相关规范标准的基础上，结合永登县干旱寒冷的气候特点与校园用地紧张的现实条件，开展外立面更新改造设计研究，旨在通过科学合理的设计策略，实现建筑风貌统一、节能性能提升、使用功能优化的多重目标。

【作者简介】李志勤（1993–），男，中国甘肃会宁人，本科，工程师，从事建筑设计研究。

2 既有校园建筑外立面现状与问题分析

2.1 项目基础条件

永登县位于北纬 39°52′~41°53′，东经 102°36′~103°45′之间，属大陆性中温干旱气候，年平均气温 5.9℃，极端最高温度 40℃，极端最低温度 -20℃，年平均降水量仅 49.2mm，蒸发量达 2577.4mm，平均冻土深度 1.35m。这种气候特征对建筑外立面的保温隔热、防水抗风、耐久性提出了严苛要求。

项目用地位于永登县县城区域，周边紧邻市政道路，交通通达性良好，市政供水、排水、供电、供暖等基础设施完善，为改造工程提供了良好的实施条件。但校园用地整体紧张，建筑密度较高，周边住宅楼分布密集，对改造过程中

的日照影响控制、施工组织提出了较高要求 [1]。

2.2 外立面核心问题诊断

2.2.1 风貌杂乱缺乏统一性

项目涉及的北侧教学楼、东侧教学楼、办公楼、实训楼等建筑建成年代跨度较大，外立面材料涵盖涂料、瓷砖、水刷石等多种类型，色彩无统一规划，导致校园整体风貌参差不齐，缺乏教育建筑应有的文化氛围与识别性。部分建筑外墙面层出现脱落、空鼓现象，不仅影响美观，更存在安全隐患。

2.2.2 节能性能严重不足

经现场勘查与节能诊断，既有建筑外墙均为 300 厚粘土砖墙，未设置保温层，传热系数达 1.84W/(㎡·K)，远高于现行规范要求；外窗采用单层铝合金型材，传热系数 6.40W/(㎡·K)，气密性仅 3 级，导致建筑冬季热损失严重，能耗居高不下。这与永登县寒冷干燥的气候特征极不适应，既影响室内热舒适环境，又造成能源浪费。

2.2.3 构造老化存在安全隐患

北侧教学楼外立面已使用近 30 年，墙面涂料大面积粉化、开裂；瓷砖墙面部分饰面砖粘结松动，存在脱落风险；水刷石墙面出现空鼓、破损现象。同时，门窗密封性能下降，存在漏风渗水问题，不仅影响建筑正常使用，更对师生人身安全构成威胁。

2.2.4 功能适配性不足

既有建筑外立面设计仅满足基本围护功能，未考虑现代教育对建筑界面的多元需求。如缺乏必要的遮阳构造、展示空间，门窗开启方式与教室通风需求不匹配，外立面未能有效呼应素质教育所倡导的开放化、互动化教学模式 [2]。

3 外立面更新改造设计原则

3.1 合规性原则

改造设计严格遵循《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021、《中小学校设计规范》GB50099-2011 等国家及地方相关规范标准，确保改造后的建筑在防火安全、节能性能、无障碍设计等方面均达到现行要求。特别注重建筑间距与防火间距控制，新建地下多功能室与北侧教学楼间距 36.05m，与东侧教学楼间距 17.82m，均满足规范要求。

3.2 经济性与可行性原则

秉持 " 花小钱办大事 " 的设计理念，优先选择投入少、效益明显的改造项目。针对不同建筑的破损程度采取差异化改造策略，对主体结构完好的建筑以局部更新为主，避免过度改造造成浪费。选用成熟可靠的材料与工艺，如真石漆、劈离砖等经济耐用的饰面材料，确保改造方案在资金预算内可落地实施。

3.3 风貌统一性与特色性原则

整合校园建筑风貌，确定砖红色、灰色为主色调，以乳胶漆涂料与劈离砖为主要饰面材料，形成统一协调的校园风格。同时，结合教育建筑特性，通过立面分格、材质对比等设计手法，突出校园文化特色，避免千篇一律的改造效果，增强校园空间的识别性与归属感。

3.4 功能适配性原则

改造不仅关注外立面的美观与节能，更注重与教育功能的适配。通过门窗选型优化室内采光通风条件，结合教学活动需求设置展示界面与互动空间，将外立面改造与校园教育氛围营造相结合，实现 " 建筑即教育载体 " 的设计目标。

4 外立面更新改造设计技术路径

4.1 材料选型与构造设计

4.1.1 外墙保温与饰面系统

针对不同类型的原有外立面，采用差异化的基层处理方式：涂料墙面清除不稳定面层后用 1:2.5 水泥砂浆补平；瓷砖墙面清理松动饰面砖后进行找平层扫毛处理；水刷石墙面修补破损部位后清除灰尘。在此基础上，构建 " 基层清理 +70 厚岩棉保温层 + 聚氨酯防水涂料 + 抗碱封闭底漆 + 主层涂料 + 面层涂料 " 的复合构造体系，其中保温层燃烧性能为 A 级，满足消防要求，传热系数达到现行规范限值。

饰面材料选用合成树脂乳液外墙涂料与劈离砖组合使用，外墙主体采用灰色涂料，局部点缀砖红色劈离砖，既保证了整体风貌的统一性，又通过材质对比增强了立面层次感。涂料选用耐候性强、易维护的产品，适应本地干燥多风的气候条件；劈离砖则以其古朴厚重的质感，彰显校园的文化底蕴 [3]。

4.1.2 门窗更新改造

教室门选用防盗门，卫生间及附属用房采用 60 系列断桥铝合金门，既保证了使用安全性，又提升了保温密封性能。门窗洞口尺寸根据原有结构进行优化调整，确保与立面整体比例协调。

4.1.3 细节构造处理

外墙上下开口之间设置高度≥ 1.2m 的窗槛墙，满足防火规范要求；靠近防火墙两侧的门窗洞口最近边缘水平距离≥ 2.0m，楼梯间外窗与其他外窗最近边缘水平距离≥ 1.0m，保障消防安全。外墙变形缝、穿墙管道等节点采用防水加强措施，卷材附加层满粘宽度不小于 150mm，并用密封材料密封收头，防止雨水渗透。

4.2 色彩与风貌规划

4.2.1 色彩体系构建

结合教育建筑的属性与地域文化特色，确立 " 砖红色 + 灰色 " 的主色彩体系。砖红色象征活力与热情，契合小学生的心理特征，同时彰显教育建筑的人文气息；灰色则体现沉稳与理性，与砖红色形成冷暖平衡，营造庄重而不失活泼的校园氛围。

色彩应用采用 " 主体统一、局部点缀 " 的原则：教学楼、办公楼等主要建筑的外墙主体采用浅灰色涂料，底层墙面及局部装饰线条采用砖红色劈离砖，形成清晰的视觉层次；卫

生间、实训楼等附属建筑外立面与主体建筑色彩保持协调，确保校园风貌的整体性。

4.2.2 风貌统一策略

针对不同建成年代建筑的风格差异，通过外立面材料、色彩、分格方式的统一化处理，消除风貌杂乱的问题。北侧教学楼作为建校时间最长的建筑，改造后在保持其原有建筑形态的基础上，通过新材料应用与色彩更新，使其融入校园整体风貌；东侧教学楼及办公楼则重点优化外立面材质与色彩，与北侧教学楼形成呼应。

同时，结合校园 " 家园空间结构 " 设计理念，将外立面设计与庭院景观、地下空间出入口等元素统筹考虑，通过立面线条的延续性与材质的关联性，构建 " 建筑 - 环境 - 空间 " 一体化的校园风貌体系 [4]。

4.3 节能与绿色技术集成

4.3.1 被动式节能设计

除采用高效保温外墙与节能门窗外，充分利用永登县充足的日照资源，优化门窗洞口大小与朝向，北侧教学楼主要房间设置较大面积外窗，最大限度引入自然光，减少人工照明能耗。外墙保温层采用岩棉板，其导热系数低、保温性能优异，且具有良好的防火性能，适应寒冷地区建筑节能需求。

4.3.2 可再生能源利用

结合绿色建筑一星级标准要求，在校园内设置太阳能光伏一体灯，利用太阳能光伏发电系统为校园公共区域照明提供能源。光伏组件设计使用寿命不低于 25 年，安装过程中严格控制建筑间距，确保不降低相邻建筑的日照标准，实现可再生能源的高效利用与环境友好的平衡。

4.3.3 防水节能协同设计

外墙采用 " 保温 + 防水 " 复合构造，聚氨酯防水涂料与岩棉保温层协同作用，既解决了保温问题，又提高了建筑的防水性能。屋面工程采用≥ 3+3 厚弹性体（SBS）改性沥青防水卷材（PY）聚酯胎两道设防，防水等级为二级，使用年限不低于 20 年，同时满足节能规范对屋面保温的要求。

4.4 功能适配性优化

4.4.1 教学功能适配

观摩教室作为新增功能空间，其外立面设计充分考虑教学展示需求，设置大面积节能窗，保证室内充足采光，同时预留展示墙面位置，为教学互动提供条件。门窗开启方式采用平开窗，增强室内通风效果，改善教学环境质量。

4.4.2 地下空间衔接

新建地下多功能室建筑面积 1471.67 ㎡，主要功能为学生室内活动场所，其出入口外立面设计与地面建筑风貌保持一致，通过下沉庭院与地面景观的衔接，打造 " 立体校园 " 空间。下沉庭院周边墙面采用与主体建筑相同的色彩与材质，同时设置采光井，既保证地下空间的自然采光，又形成独特的景观节点。

4.4.3 无障碍设计整合

主体建筑出入口均保留平坡式设计，满足无障碍通行要求；外立面改造过程中，同步完善无障碍坡道扶手栏杆等设施，扶手采用防滑设计，符合《建筑与市政工程无障碍通用规范》GB55019-2021 要求，确保特殊群体的使用便利性。

5 改造实施效果与验证

5.1 节能性能提升

改造后，建筑外墙传热系数从原来的 1.84W/(m^2·K) 降至现行规范要求的限值以下，外窗传热系数从 6.40W/(m^2·K) 降至 2.00W/(m^2·K)，气密性提升至 6 级，建筑冬季耗热量指标显著降低，预计可节约能源消耗 30% 以上，有效缓解了原有建筑能耗过高的问题，符合《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 的要求。

5.2 经济效益显著

通过 " 局部改造、重点提升 " 的策略，避免了大规模拆除重建带来的资源浪费，实现了 " 花小钱办大事 " 的改造目标，为同类项目提供了经济可行的改造范例。

5.3 教育功能优化

改造后的外立面不仅满足了围护、节能等基本功能，更通过门窗优化、展示空间预留、地下空间衔接等设计，为教育教学活动提供了更好的支持条件。观摩教室、地下多功能厅等空间的外立面设计与功能需求高度适配，推动了校园教育模式从应试教育向素质教育的转型。

6 结论

既有校园建筑外立面更新改造是一项系统工程，需要统筹考虑风貌统一、节能性能、使用安全、功能适配与经济效益等多重目标。永登县城关小学提升改造项目的实践表明，在干旱寒冷气候区域及资金有限的条件下，通过科学的设计策略可以实现既有校园建筑外立面的高效更新。未来，既有校园建筑外立面改造应进一步强化绿色低碳理念，加大可再生能源与新型节能材料的应用力度，推动校园建筑向更高标准的节能化、智能化方向发展。

参考文献

[1] 曾南蓝.基于人工智能技术的深圳中小学立面更新研究[D].哈尔滨工业大学,2025.

[2] 李姝其,勾静姝,张东辉. 绿色策略下的校园废旧工业建筑更新改造研究——以郑州大学北校区厂房改造为例[J].建筑与文化,2023,(06):157-159.

[3] 李少轩.基于书院制空间需求的既有校园改造更新设计研究[D].青岛理工大学,2023.

[4] 许家铖.整体校园视角下的既有图书馆更新改造设计策略研究[D].华南理工大学,2022.