

既有工业建筑改造中的空间重构设计与功能适配性研究

张巨兆

中冶京诚工程技术有限公司, 中国·北京 100176

摘要: 在城市发展与产业升级的大背景下, 既有工业建筑改造成为优化城市空间、盘活存量资源的重要手段。本文聚焦于既有工业建筑改造中的空间重构设计与功能适配性展开深入研究。通过对既有工业建筑特点的分析, 探讨空间重构设计技术, 包括空间分割与整合、结构加固与改造技术以及建筑外观与立面改造技术, 并分析不同功能类型空间需求及相应的适配策略。结合实际案例, 剖析成功经验与失败教训。最后, 对智能化设计、绿色可持续改造等未来发展趋势进行展望, 以期对既有工业建筑改造实践提供理论支持与实践指导。

关键词: 既有工业建筑改造; 空间重构设计技术; 功能适配性; 结构加固与改造; 建筑外观与立面改造; 可持续发展; 智能化设计; 绿色可持续改造

Research on Spatial Reconstruction Design Technology and Functional Adaptability in the Renovation of Existing Industrial Buildings

Zhang Juzhao

China Metallurgical Jingcheng Engineering Technology Co., Ltd., China Beijing 100176

Abstract: Against the backdrop of urban development and industrial upgrading, the renovation of existing industrial buildings has become an important means of optimising urban space and revitalising existing resources. This paper focuses on an in-depth study of spatial restructuring design techniques and functional adaptability in the renovation of existing industrial buildings. By analysing the characteristics of existing industrial buildings, it explores spatial restructuring design techniques, including space partitioning and integration, structural reinforcement and renovation techniques, as well as building appearance and façade renovation techniques, and analyses the spatial requirements of different functional types and corresponding adaptation strategies. Combining practical cases, it examines successful experiences and lessons from failures. Finally, it looks forward to future development trends such as intelligent design and green sustainable renovation, with the aim of providing theoretical support and practical guidance for the renovation of existing industrial buildings.

Keywords: Renovation of existing industrial buildings; Spatial reconstruction design technology; Functional adaptability; Structural reinforcement and renovation; Building appearance and facade renovation; Sustainable development; Intelligent design; Green and sustainable renovation

0 引言

随着城市化进程的加速与产业结构的转型升级, 大量既有工业建筑面临闲置或废弃的命运。这些建筑不仅是城市空间的重要组成部分, 更承载着丰富的历史文化价值。因此, 对其进行科学合理的改造具有重要的现实意义。既有工业建筑改造能够有效盘活存量资源, 优化城市空间布局, 同时符合可持续发展的理念^[1]。在此背景下, 空间重构设计技术与功能适配性研究成为关键课题。通过对工业建筑内部空间的分割、整合及外观立面的改造, 可以使其

适应新的功能需求, 如办公、商业和文化创意等。此外, 如何保留并传承其历史文化符号, 也是改造过程中需要重点考虑的内容^[10]。本研究旨在探讨既有工业建筑改造中的空间重构设计技术及其功能适配性策略, 为相关实践提供理论支持与实践指导。

1 既有工业建筑改造的背景与意义

1.1 城市发展需求

随着城市化进程的加速, 城市规模不断扩张, 产业结构也随之升级。在这一过程中, 传统工业逐渐向新兴产业

转移,导致大量工业建筑闲置。例如,深圳自 2003 年实施“退二进三”产业政策以来,大批工业区人去楼空^[1]。与此同时,城市更新从早期的城中村改造逐步转向对既有工业建筑的再利用,这不仅是对存量资源的有效盘活,更是优化城市空间结构的重要举措^[9]。通过改造,这些闲置的工业建筑可以重新融入城市功能体系,避免了重拆重建,资源浪费。同时为城市发展提供新的空间载体,从而提升土地利用效率并缓解城市土地资源紧张的局面。

1.2 可持续发展意义

既有工业建筑改造在资源利用和环境保护方面具有显著的积极作用,高度契合国家可持续发展理念。一方面,改造能够最大限度地保留原有建筑结构材料,减少因拆除重建而产生的资源浪费与环境污染;另一方面,通过对既有建筑的再生设计,可赋予其新的功能,延长建筑生命周期,实现资源的高效利用^[2]。此外,旧工业建筑改造还体现了生态环保意识,通过适应性改造策略,如节能技术的应用,可以进一步降低建筑能耗,达到绿色建筑标准^[14]。这种改造方式不仅符合全球范围内倡导的可持续发展目标,也为城市更新提供了更加经济、环保的解决方案。

2 既有工业建筑特点分析

2.1 结构形式特点

既有工业建筑常见的结构形式包括框架结构和排架结构等,这些结构形式在承载能力和空间布局上具有显著优势。框架结构以其较强的抗震性能和灵活的空间划分能力,为工业建筑提供了较大的内部使用空间,便于满足多样化的生产需求^[4]。排架结构则通过柱与屋架的协同作用,形成跨度较大的空间,适用于需要大空间作业的工业场景。然而,这些结构形式在改造过程中也面临一定限制。例如,框架结构的梁柱体系在改造时需考虑其对空间分割的影响,而排架结构的横向刚度较弱,改造中需特别注意加强结构的整体稳定性^[9]。此外,工业建筑的结构改造还需兼顾原有结构的承载能力与安全性能,避免因过度改造导致结构安全隐患。

2.2 空间尺度特点

工业建筑通常具有大空间、高空间尺度的特点,这对空间重构设计提出了独特的挑战与机遇。大空间尺度使得工业建筑在功能转换时具备较高的灵活性,能够容纳多种类型的空间需求,如办公、商业或文化创意等功能^[7]。高空间尺度则为垂直方向的空间分割与整合提供了可能性,例如通过增设夹层或跃层的方式,可以在不改变原有结构的前提下增加使用面积并丰富空间层次^[8]。然而,这种大

空间和高空间尺度也带来了空间利用率低的问题,因此在空间重构中需要合理规划功能分区,确保空间的高效利用。同时,还需注意采光与通风的设计,以提升空间的舒适性与实用性。

2.3 历史文脉特点

既有工业建筑不仅是城市发展的物质载体,更是承载历史文化价值的重要符号。这些建筑见证了城市工业化进程中的辉煌与变迁,具有重要的历史纪念意义和文化遗产价值^[3]。在改造过程中,如何保留与传承这些历史文化元素成为关键问题。一方面,可以通过保护建筑外立面、标志性结构等方式,延续建筑的历史风貌;另一方面,在内部空间设计中融入现代元素的同时,应注重对原有历史痕迹的尊重与展现^[13]。例如,在旧工业建筑改造为文化创意空间时,可以通过保留原有的生产设备或历史标语等方式,唤起人们对工业时代的记忆,从而实现历史文脉的延续与新时代功能的融合。

3 空间重构设计技术

3.1 空间分割与整合

3.1.1 水平方向分割与整合

水平方向的空间分割与整合是既有工业建筑改造中实现功能分区与联系的重要手段。通过墙体、隔断等物理分隔方式,可以在不改变原有建筑结构的前提下,对大面积的工业空间进行重新划分,从而满足不同功能的需求。例如,在旧工业建筑改造为办公空间的过程中,采用轻质隔墙或透明玻璃隔断,既能够实现各部门之间的独立性,又保持了视觉上的连通性和交流便利性^[4]。此外,局部空间重构的方法也被广泛应用于室内空间的优化设计中,通过保留原有建筑外墙并增加新的功能区域,形成多层次的内部空间体系,这种设计手法具有灵活性高、施工周期短的特点,同时能够有效提升空间的使用效率^[7]。然而,在水平分割过程中,需注意避免过度分割导致空间碎片化,应注重功能区域之间的逻辑关系与流线组织,确保空间的整体性和协调性。

3.1.2 垂直方向分割与整合

垂直方向的空间分割与整合则是通过夹层、跃层等手段,充分利用工业建筑的大跨度和高空间尺度特征,以增加空间的层次感和功能性。例如,在一些层高较大的旧工业厂房中,通过增设夹层或跃层结构,可以将单一的大空间划分为多个小空间,从而实现多功能复合利用。这种方式不仅提高了空间利用率,还为使用者创造了更加丰富的空间体验^[6]。此外,垂直链接扩建也是一种有效的空间整

合策略,通过对旧工业建筑进行竖向加建或顶部扩建,使其适应新的功能需求。例如,在室内空间顶部增加活动区域或地下空间,可以进一步扩大使用面积并提升空间的整体价值^[7]。然而,在垂直分割与整合的过程中,必须充分考虑建筑结构的承载能力以及改造后的安全性,确保新增结构与原结构之间的兼容性与稳定性。

3.2 结构加固与改造技术

3.2.1 结构加固方法

结构加固是既有工业建筑改造中不可或缺的技术环节,其目的是确保改造后的建筑能够满足新的功能需求并具备足够的安全性。常见的结构加固方法包括加大截面法、粘贴钢板法以及增设支撑体系等。加大截面法通过在原有结构构件外部包裹混凝土或增加钢筋,以提高其承载能力和抗震性能;粘贴钢板法则利用高强度胶粘剂将钢板固定于结构表面,从而增强构件的抗拉和抗剪能力^[9]。此外,对于部分老化严重的结构构件,还可以采用更换或局部修补的方式进行处理。这些加固方法的选择应根据具体建筑的结构特点和使用要求综合确定,同时需遵循“最小干预度”原则,即在满足功能需求的前提下,尽量减少对原有结构的破坏,以保留其历史价值和文化意义^[11]。

3.2.2 结构改造要点

在进行结构改造时,如何兼顾功能需求与结构合理性是一个关键问题。首先,需要对新功能的空间布局进行详细分析,明确荷载分布和传力路径,以确保改造后的结构体系能够承受预期荷载。其次,在改变结构布局时,应充分利用原有结构的优势,避免盲目拆除或重建。例如,在将旧工业建筑改造为居住建筑的过程中,可以通过调整内部空间划分来适应居住功能的需求,同时保留原有的主体结构框架,以减少施工难度和成本^[9]。此外,还需特别注意新旧结构之间的连接问题,确保二者之间具有良好的协同工作能力。例如,在增设夹层或跃层时,应通过合理的构造设计保证新增结构与原结构之间的可靠连接,从而避免因应力集中而导致的安全隐患^[11]。

3.3 建筑外观与立面改造技术

3.3.1 与周边环境融合

建筑外观与立面改造是既有工业建筑改造中体现与周边环境协调性的重要手段。通过选择合适的立面材质和色彩,可以使改造后的建筑更好地融入周边环境,融入城市街景,从而提升整体城市风貌。例如,在绿色改造设计中,可以通过在建筑外部空间栽植绿化植物或采用可循环利用的环保材料,来改善局部生态环境并增强建筑与自然的亲

和力^[5]。此外,结合当地区域文化特色进行立面设计也是一种有效的策略。例如,在某些具有深厚历史文化底蕴的城市中,可以通过提取传统建筑元素并将其融入现代立面设计中,使改造后的建筑既体现时代特色又传承地方文化^[11]。然而,在与周边环境融合的过程中,需注意避免过度装饰或盲目模仿,应保持建筑自身的独特性和辨识度。

3.3.2 展现新风貌

除了与周边环境融合外,建筑外观与立面改造还应注重展现新时代的设计理念和水平。通过运用现代设计手法,如简洁的线条、流畅的曲面以及先进的外墙材料,可以赋予旧工业建筑全新的形象,使其成为城市更新的标志性建筑。例如,在北京 798 艺术区等成功案例中,设计师通过保留原有工业建筑的轮廓和结构特征,并在此基础上加入现代元素,创造了一种兼具历史感与未来感的独特视觉效果^[11]。此外,立面改造还可以结合智能化技术,如动态遮阳系统或互动式幕墙,以提升建筑的功能性和科技感^[11]。然而,在展现新风貌的同时,也需注意平衡美观性与实用性,确保改造后的建筑不仅外观吸引人,而且在实际使用中具有较高的舒适性和节能性能。

4 功能适配性分析

4.1 不同功能类型空间需求

既有工业建筑改造中,不同功能类型对空间的需求呈现出显著差异。办公空间作为现代城市更新中的重要功能载体,其设计需充分考虑采光、通风及交流空间的合理布局。良好的自然采光不仅能提升员工的工作舒适度,还能显著降低能源消耗;而有效的通风系统则有助于改善室内空气质量,从而提高工作效率^[11]。此外,开放式的交流空间逐渐成为办公环境设计的关键要素,其能够促进团队协作与信息共享,同时增强空间的灵活性与适应性^[12]。商业空间则更加注重展示效果、流线设计以及空间氛围的营造。展示区域需要足够的开敞度以吸引顾客注意,并通过合理的动线规划引导人流,确保顾客在空间中的流动顺畅且高效^[8]。与此同时,商业空间的氛围营造往往依赖于灯光设计、材料选择及色彩搭配,这些元素共同作用以塑造独特的消费体验^[12]。文化创意空间则强调个性化、灵活性以及对文化氛围的重视。这类空间通常需要具备多样化的功能分区,以满足不同创意活动的需求,如独立工作室、共享工作区及展示区域等。此外,文化创意空间还需通过保留工业建筑的历史痕迹或引入艺术装置等方式,营造出激发灵感与创造力的环境^[1]。这种空间设计不仅能够满足功能需求,还能传递特定的文化价值与历史记忆^[10]。

4.2 空间重构与功能适配策略

针对上述不同功能类型的需求,空间重构设计需采取相应的适配策略以实现功能最大化。对于办公功能而言,空间重构的核心在于通过水平方向与垂直方向的分割与整合,打造高效且灵活的工作环境。例如,在水平方向上,可通过设置可移动隔断墙来划分不同的办公区域,既保证了各部门的相对独立性,又便于根据需求调整空间布局^[1]。而在垂直方向上,利用夹层或跃层设计可以增加使用面积并丰富空间层次,从而提升空间利用率^[7]。此外,结合智能化技术,如智能照明与温控系统,可进一步提升办公空间的舒适性与节能效果。商业功能的适配策略则侧重于打造符合商业运营逻辑的空间布局与氛围。具体而言,可通过优化展示区域的开放性与人流动线设计,增强顾客的参与感与购物体验^[8]。同时,运用现代设计手法,如大面积玻璃幕墙与金属材质的结合,赋予建筑时尚感与吸引力,使其更好地融入城市商业生态系统^[12]。文化创意功能的适配策略则强调空间的多义性与文化内涵的表达。一方面,可通过局部空间重构与新旧空间衔接的方式,保留工业建筑原有的结构特征与历史风貌,为创意活动提供独特的空间背景^[1]。另一方面,通过引入灵活可变的功能模块,如可移动家具与多功能设备,使空间能够适应不同类型的创意活动需求,从而激发使用者的创造力与想象力^[10]。

5 实际案例分析

5.1 成功案例分析

5.1.1 案例介绍

在深圳城市更新的背景下,南头古城 if 创意工厂作为既有工业建筑改造的成功案例之一,展现了空间重构设计技术与功能适配性的高度结合。该项目前身为废弃的工业厂房,位于深圳市南山区南头古城附近,占地面积约 5000 平方米。通过对原有工业建筑的空间重塑和结构加固,项目将其转变为集办公、展览和文化创意为一体的多功能复合型空间^[1]。此外,西安市大华 1935 项目同样是一个值得关注的成功案例。该项目以原大华纺纱厂为基础,通过空间重组法对旧工业建筑内部进行功能分区,将其改造为包含文化展览、商业零售及休闲娱乐等多种功能的综合性文化园区^[4]。这些案例不仅体现了既有工业建筑改造的潜力,也为其他类似项目提供了宝贵的实践经验。

5.1.2 设计技术与功能适配分析

南头古城 if 创意工厂在空间重构设计技术上采用了水平方向分割与整合的方式,通过增设轻质隔墙和灵活隔断,

将大空间划分为多个独立的功能区域,同时保留了开放式交流空间,满足了办公与文化创意活动对灵活性的需求^[1]。此外,项目还利用垂直方向分割与整合技术,在原有单层工业建筑中增设夹层,增加了空间的层次感与使用效率。在功能适配方面,项目充分考虑了文化创意产业对个性化与灵活性的需求,通过保留原有建筑的历史痕迹并结合现代设计元素,营造出兼具历史感与时代特色的空间氛围,极大地提升了空间的吸引力与实用性^[4]。大华 1935 项目则通过空间重组法,对旧工业建筑内部进行功能分区,将原本封闭的生产空间改造为开放的文化展览空间,并通过局部扩建与结构加固,实现了新旧功能的无缝衔接。这些成功案例表明,科学合理的空间重构设计技术与精准的功能适配策略是既有工业建筑改造成功的关键。

5.2 失败案例分析

5.2.1 案例介绍

尽管既有工业建筑改造在实践中取得了诸多成功,但也存在一些因空间重构设计技术与功能适配不当而导致失败的案例。例如,某位于东北地区的老工业改造区改造项目,由于未能充分尊重原有建筑结构特点,在改造过程中过度拆除原有墙体与梁柱,导致建筑整体稳定性下降,最终不得不进行大规模重建,造成了资源浪费与成本增加^[3]。此外,另一个失败案例是某沿海城市的旧工业建筑改造为商业综合体的项目。该项目在空间重构过程中忽视了商业功能对展示空间与流线设计的需求,导致改造后的空间布局混乱,消费者体验感较差,最终未能吸引足够的客流,经营陷入困境^[6]。这些失败案例反映了在既有工业建筑改造中,空间重构设计技术与功能适配的重要性。

5.2.2 问题与教训总结

上述失败案例暴露了在空间重构设计技术与功能适配方面存在的诸多问题。首先,在结构改造过程中,未能充分考虑原有工业建筑的结构特点与承载能力,盲目追求功能变化而导致安全性隐患。其次,在功能适配方面,未能深入分析目标功能类型的具体需求,导致改造后的空间无法满足实际使用要求。例如,商业功能需要清晰的展示空间与合理的流线设计,而文化创意功能则更注重个性化与灵活性的营造^[3]。最后,部分项目在改造过程中缺乏对周边环境综合分析,导致改造后的建筑与周边环境格格不入,进一步削弱了项目的整体竞争力^[6]。这些教训提醒我们,在既有工业建筑改造中,必须综合考虑空间重构设计技术与功能适配策略,避免因技术失误或功能匹配不当而导致项目失败。

6 未来发展趋势展望

6.1 智能化设计

随着科技的迅猛发展,智能化技术在建筑领域的应用日益广泛,为既有工业建筑的空间重构与功能适配提供了全新的解决方案。智能化设计不仅能够提升建筑的使用效率,还可以实现空间布局的动态调整,从而更好地满足多样化功能需求。例如,通过引入智能传感器和自动化控制系统,可以实现对建筑内部环境的实时监测与调节,确保不同功能空间的光照、温度、通风等条件始终处于最佳状态[2]。此外,基于人工智能的空间规划算法能够根据用户需求自动生成最优的空间分割方案,显著提高空间利用率与功能性。在既有工业建筑改造中,智能化技术的应用还可以体现在结构健康监测系统中,通过对建筑关键部位的持续监控,及时发现潜在安全隐患并采取相应措施,从而保障改造后建筑的安全性与耐久性^[11]。由此可见,智能化设计不仅是对传统改造技术的重要补充,更是未来既有工业建筑改造的重要发展方向。

6.2 绿色可持续改造

在未来的既有工业建筑改造中,绿色可持续理念将贯穿始终,成为设计与施工的核心指导原则。一方面,绿色材料的应用将成为改造项目的重点之一。例如,采用高性能隔热材料、可再生资源制成的建筑板材以及透水性铺装材料,不仅可以有效降低建筑能耗,还能显著减少对环境的影响^[5]。另一方面,节能技术的集成应用也将是绿色改造的关键环节。通过引入光伏发电系统、地源热泵技术以及雨水回收利用装置,可以实现建筑能源的自给自足与水资源的循环利用,从而最大限度地减少对自然资源的依赖^[2]。此外,在建筑外观设计中,应注重与周边生态环境的协调,通过增加绿化覆盖率、设置垂直绿化墙等方式,进一步提升建筑的生态价值与美观性。值得注意的是,绿色改造还需兼顾经济效益与社会效益,通过科学合理的规划设计,使改造后的建筑不仅能够服务于当代社会,还能够为未来的可持续发展奠定基础^[5]。因此,绿色可持续改

造不仅是技术层面的创新,更是对城市发展模式的一种深刻变革。

参考文献:

- [1] 钟中,李红飞.城市更新视角下既有工业建筑空间改造设计研究——以深圳近12年为例[J].建筑技艺,2023,29(1):98-103.
- [2] 杜书波,杨丽,赵庆双等.既有工业建筑适应性再生及节能后评价研究[J].建筑节能,2020,48(12):10-14.
- [3] 李旭龙,苏晓明.管勃勃.既有工业建筑保护更新案例思考[J].城市建筑空间,2022,29(12):39-41.
- [4] 张天宇.浅析旧工业建筑改造的方法——以西安市大华1935为例[J].中国民族博览,2021,(16):178-180.
- [5] 林晓燕.旧工业建筑绿色改造设计要点研究[J].中国高新科技,2023,(18):66-68.
- [6] 荆爱仙.既有产业建筑的改造与再生设计[J].建筑科技,2018,2(5):46-47.
- [7] 姚英乔.旧工业建筑室内空间改造设计与再利用研究[J].进展,2023,(9):152-154.
- [8] 沈世豪,张鹏,彭林涛等.城市更新背景下的旧工业建筑空间重构研究[J].居业,2022,(11):100-102.
- [9] 王建璞,徐波,王林.基于空间句法的既有工业建筑改造空间形态分析[J].城市住宅,2017,24(4):31-34.
- [10] 李彦瑾,曾雨静.旧工业建筑改造设计研究——以创意产业园为例[J].美与时代(城市),2019,0(11):20-21.
- [11] 季荣华.既有工业建筑的改造策略论析[J].工程抗震与加固改造,2021,43(1):169-169.
- [12] 隗抒悦.基于旧工业建筑改造的展览空间设计研究[J].合肥学院学报(综合版),2024,41(1):112-119.
- [13] 耿雪.老旧工业建筑的适应性改造[J].四川水泥,2023,(8):49-51.
- [14] 梁佳纯.旧工业建筑的改造与再利用研究[J].工业设计,2021,(5):86-87.