

工业厂房工程中土建地基施工技术研究

王鹏欢 王会立

中建三局集团有限公司 湖北 武汉 430073

摘要：工业厂房土建地基作为建筑结构的基础，承载着整个厂房的重量与荷载，其施工质量直接影响厂房的安全性与耐久性。地基勘察、处理、基础施工及监测等关键技术，通过精准勘探地质条件、科学改良地基性能、规范基础建造及实时监测数据，保障施工质量。随着技术革新，智能化、绿色化、材料工艺创新及多学科融合成为未来发展方向，这些趋势对提升地基施工效率与质量、推动工业建筑可持续发展具有重要意义。

关键词：工业厂房工程；土建地基；施工技术

引言

在工业厂房工程建设中，土建地基施工是确保厂房结构稳定、安全运行的关键环节。地基作为建筑的根基，不仅需要承受上部结构的荷载，还需应对复杂地质条件带来的挑战。深入研究地基施工技术，对于保障工业厂房工程质量、延长使用寿命、降低维护成本具有重要意义。本文围绕工业厂房工程中土建地基施工的重要性，系统探讨关键施工技术，并对其未来发展趋势进行分析，以期对相关工程实践提供参考与借鉴。

1 工业厂房工程中土建地基施工的重要性

工业厂房作为工业生产的核心空间载体，其土建地基施工质量直接关乎整个建筑的稳定性与耐久性。地基作为厂房结构的基础部分，承担着上部建筑结构的全部荷载，并将其安全传递至地基持力层，若地基施工存在缺陷，即便上部结构设计精良、施工工艺先进，也难以保障厂房长期稳定运行，甚至会埋下严重的安全隐患。工业厂房内部往往配备大型机械设备，生产过程中会产生持续性动荷载、静荷载以及不均匀荷载。这些复杂荷载工况对地基的承载能力、均匀沉降控制提出极高要求。优质的地基施工能够通过合理的地基处理技术，如换填法、强夯法、深层搅拌法等，有效提高地基土的密实度与压缩模量，增强地基整体刚度，确保在各类荷载作用下地基沉降量处于可控范围，避免因沉降差过大导致厂房结构开裂、设备基础倾斜，进而影响生产设备的正常运行与产品质量稳定性。从厂房全生命周期成本角度来看，地基施工质量与后续运营维护成本紧密相关。可靠的地基处理可显著降低厂房在使用过程中因地基沉降、滑移等问题引发的结构加固、设备纠偏等维修费用。良好的地基质量能够有效抵御外部环境因素影响，如季节性冻融循环、地下水位变化等，防止地基土因环境作用产生物理化学性质改变，延长厂房使用寿命，减

少因地基问题导致的重建或大规模修缮需求，保障工业生产的连续性与稳定性，为企业带来显著的经济效益与生产效益。在工业厂房工程建设中，必须将土建地基施工置于关键位置，以专业、严谨的施工技术与管理手段确保地基质量，为整个工业厂房的安全稳定运行筑牢根基。

2 工业厂房工程中土建地基关键施工技术

2.1 地基勘察技术

地基勘察作为工业厂房工程建设的重要前置环节，是获取地基基础设计与施工所需地质资料的核心手段。通过综合运用钻探、坑探、地球物理勘探等多种勘察方法，可系统揭示地基岩土体的空间分布规律、物理力学性质及地下水赋存状态。钻探作业中，利用回转钻机或冲击钻机在预定点位形成勘探孔，提取岩土芯样进行室内试验分析，获取岩土体的密度、含水率、压缩性、抗剪强度等关键参数。地球物理勘探技术则通过探测岩土体的导电性、弹性波传播速度等物理特性，实现对大范围地质构造、不良地质体的快速识别与定位。在勘察过程中需精确测量勘探点位的坐标与高程，建立三维地质模型，为后续设计提供直观、准确的地质信息支撑。针对复杂地质条件，还需增加勘察点位与勘探深度，确保对地基土性质的全面掌握，为地基处理方案的科学制定和基础类型的合理选择提供可靠依据，避免因地质情况不明导致的工程事故与经济损失^[1]。

2.2 地基处理技术

地基处理旨在改善地基土的工程特性，满足工业厂房对地基承载力、变形及稳定性的严格要求。对于软弱地基，换填垫层法通过挖除浅层软弱土或不良土，换填砂石、灰土等强度较高的材料，并分层压实，有效提高地基承载力，减少沉降量。强夯法利用重锤从高处自由落下产生的巨大冲击能，使地基土颗粒重新排列、密实，显著增强地基土的密实度与强度，尤其适用于处理

砂土、粉土、碎石土及低饱和度的粘性土地基。深层搅拌法借助特制搅拌机械,将水泥、石灰等固化剂与地基土强制搅拌,使软土硬结成具有整体性、水稳定性和一定强度的水泥土桩体或墙体,形成复合地基,有效提升地基承载能力。预压法通过在地基表面堆载或真空预压,使地基土在荷载作用下排水固结,逐渐提高强度;振冲法利用振冲器的振动和水冲作用,在地基中形成碎石桩体,与原地基土共同组成复合地基,增强地基的抗液化能力和承载性能。不同地基处理方法各有其适用范围与技术特点,需依据工程地质条件、上部结构类型及荷载大小等因素综合比选,以实现技术可行、经济合理的地基处理效果。

2.3 基础施工技术

基础作为工业厂房与地基之间的连接结构,承担着将上部结构荷载安全、可靠地传递至地基的重要作用。条形基础施工时,需严格控制基槽开挖尺寸与深度,确保基底土层符合设计要求,在垫层施工完成后,进行钢筋绑扎与模板支设,精确控制钢筋的规格、间距及保护层厚度,混凝土浇筑过程中采用分层振捣工艺,保证基础结构的密实性与整体性。独立基础施工中,定位放线的准确性是关键,通过全站仪等测量仪器精确确定基础位置与轴线,基坑开挖完成后及时进行地基验槽,对持力层进行检验,合格后方可进行后续施工。筏板基础常用于地基承载力较低或上部荷载较大的工业厂房,其施工需合理组织大体积混凝土浇筑,通过优化混凝土配合比、设置冷却水管、控制浇筑温度与速度等措施,有效防止混凝土因水化热产生裂缝,确保基础结构的耐久性与稳定性。桩基础凭借其较高的承载能力和良好的适应性,在工业厂房建设中应用广泛,无论是预制桩的锤击、静压施工,还是灌注桩的成孔、钢筋笼下放与混凝土灌注,每个施工环节都需严格遵循操作规程,确保桩身质量与承载性能满足设计要求,为工业厂房的安全运行奠定坚实基础^[2]。

2.4 地基监测技术

地基监测是保障工业厂房地基基础工程施工与使用安全的重要手段,通过对地基土及基础结构的变形、应力等参数进行实时或定期监测,可及时掌握地基基础的工作状态,为工程决策提供数据支持。沉降监测采用水准测量或静力水准测量等方法,在基础关键部位设置沉降观测点,定期测量其高程变化,获取地基沉降数据,分析沉降发展趋势,判断地基是否处于稳定状态。位移监测利用全站仪、GPS等测量设备,对地基边坡、基础边缘等部位的水平位移进行监测,及时发现地基土体的

侧向变形情况,预防滑坡、坍塌等地质灾害的发生。应力监测则通过在地基土或基础结构中埋设应力传感器,实时监测土体应力、基础内力的变化,验证设计计算结果,评估地基基础的承载性能。孔隙水压力监测可掌握地基土中孔隙水压力的消散过程,为预压地基的卸载时机提供依据。地基监测需制定科学合理的监测方案,确定监测项目、监测频率与预警值,对监测数据进行及时分析处理,当监测数据出现异常时,迅速采取相应的处理措施,确保工业厂房地基基础工程的安全可靠运行。

3 工业厂房工程中土建地基施工技术的发展趋势

3.1 智能化与信息化发展

(1) 随着物联网与传感技术的深度嵌入,工业厂房地基施工正构建起全流程智能监测体系。高精度位移传感器与应力监测设备可实时采集地基沉降、土体应力等数据,通过边缘计算模块初步处理后,传输至云端数据中心进行深度分析。基于机器学习算法,系统能够自动识别地基异常变化趋势,预测潜在风险并触发预警,相较传统人工巡检,监测精度提升80%以上,大幅降低因地基失稳引发的安全隐患。(2) BIM(建筑信息模型)技术在地基施工中的应用突破传统二维设计局限,构建三维可视化施工模型。通过整合地质勘察数据、施工工艺参数及设备运行状态,实现施工过程的动态模拟与优化。例如,在深基坑支护设计中,BIM模型可直观呈现不同支护方案对周边土体的影响,辅助工程师快速确定最优施工路径,减少返工率,缩短工期约15%-20%。(3) 自动化施工设备与智能控制系统的协同应用,显著提升地基施工效率与质量。智能打桩机搭载GPS定位与自动垂直度调节系统,可精准控制桩位偏差在毫米级,配合施工机器人进行桩基检测,实现数据采集、分析、反馈的闭环管理。这种智能化施工模式有效规避人为操作误差,尤其适用于复杂地质条件下的高精度施工任务。

3.2 绿色环保技术应用

(1) 工业厂房地基施工中,低噪音、低振动的环保型施工技术逐渐成为主流。液压静力压桩技术通过液压系统将预制桩缓慢压入地基,相比传统锤击法,噪音降低60%以上,且避免了因振动引发的周边建筑物沉降问题,特别适用于城市密集区域的厂房建设。全回转套管钻机在进行灌注桩施工时,通过套管隔离土体,减少泥浆排放,实现绿色成孔作业。(2) 施工废弃物资源化利用技术有效减少环境负荷。地基开挖产生的土方经过筛分、破碎、固化处理后,可制成再生骨料用于道路基层铺设或临时施工场地硬化;废弃混凝土桩体经破碎后作为地基处理的垫层材料,替代天然砂石资源。这些技术

不仅降低了废弃物处置成本，还减少了自然资源消耗，实现经济效益与环境效益的双赢。（3）新型节能型地基处理工艺不断涌现。真空预压联合电渗排水固结技术利用电场加速土体中水的迁移，显著缩短软土地基处理周期，降低能耗30%以上；地源热泵系统结合地基施工，通过埋设地下换热管，实现建筑物冬暖夏凉的节能目标，减少对传统空调系统的依赖，降低碳排放强度^[3]。

3.3 新型材料与工艺创新

（1）纳米改性复合材料在地基加固领域展现出优异性能。纳米二氧化硅改性水泥基材料通过填充水泥石孔隙、改善水化产物结构，使地基注浆材料的强度提升40%以上，耐久性延长2-3倍。自修复混凝土在地基结构中应用，当出现微裂缝时，内置的微生物胶囊或化学试剂释放，自动填充裂缝，增强结构整体性与抗渗性。（2）超高性能纤维增强混凝土（UHPC）在特殊地基工程中发挥关键作用。其超高的抗压强度（可达150MPa以上）与抗拉韧性，适用于重载工业厂房的桩基础与筏板基础，相比传统混凝土，可减少构件尺寸30%-40%，降低基础自重，优化上部结构受力。形状记忆合金（SMA）作为新型加筋材料，在地震作用下可通过自身变形耗能，提高地基抗震性能。（3）创新施工工艺推动地基处理技术革新。高压旋喷扩体锚索技术通过高压喷射水泥浆形成扩大头，增大锚索与土体的锚固力，相比传统锚索，承载力提升50%以上；3D打印地基技术利用特制的建筑油墨，按照设计模型逐层打印地基构件，实现复杂结构的快速成型，减少模板使用与人工成本，在应急厂房建设中优势显著。

3.4 多学科交叉融合

（1）岩土力学与计算机科学的融合为地基设计提供更精准的理论支撑。通过数值模拟软件将复杂地质条件下的土体力学行为进行量化分析，结合有限元与离散元方法，模拟不同施工工况下地基的应力应变响应。例如，在岩溶地区厂房地基设计中，运用地质统计学与数

值模拟技术，可准确预测溶洞发育规律，优化地基处理方案，降低设计风险。（2）材料科学与工程力学的协同创新催生新型地基加固技术。仿生材料学原理应用于地基处理，开发出类似生物骨骼结构的复合加筋材料，兼具高强度与柔韧性；流体力学与土力学的结合，创新出高压射流辅助成桩工艺，通过优化射流参数，改善桩周土体密实度，提升桩基承载力。这些跨学科成果推动地基施工技术向精细化、高效化方向发展。（3）机械工程和土木工程的深度融合提升施工装备性能。智能液压系统与自动化控制技术应用在地基施工机械，实现设备自适应调节。例如，智能振动压路机通过传感器实时感知土体压实度，自动调整振动频率与激振力，确保地基压实质量均匀可控；无人机与激光雷达技术结合，对大面积厂房地基进行快速地形测绘与变形监测，为施工决策提供及时准确的数据支持^[4]。

结语

综上所述，工业厂房工程中土建地基施工技术对工程质量和安全起着决定性作用。从地基勘察、处理到基础施工、监测，各项关键技术的合理应用有效保障了地基的稳定性与可靠性。随着智能化、绿色环保等理念的深入，地基施工技术正朝着更高效、环保、创新的方向发展。未来，需持续关注技术动态，加强技术创新与多学科融合，推动工业厂房土建地基施工技术不断进步，更好地服务于工业建筑领域。

参考文献

- [1]黄小星.工业厂房工程中土建地基施工技术研究[J].新城建科技,2025,34(1):147-149.
- [2]杨鹏.工业厂房工程中土建地基施工技术的应用[J].越野世界,2022,17(9):76-78.
- [3]杨瑶月.工业厂房工程中土建地基施工技术运用分析[J].居业,2023(1):10-12.
- [4]田洋.工业厂房工程中土建地基施工技术运用分析[J].数字化用户,2024(50):107-108.