

滨海商业航天超级工厂建造综合施工技术

方超 崔世强 张杰 陈明明 欧阳志强
中国葛洲坝集团第一工程有限公司 湖北 宜昌 443000

摘要：滨海商业航天超级工厂建造项目针对滨海地区特有的地质与气候条件，综合运用了多项先进技术。项目通过详尽的地质勘探和有效的地基加固措施，确保了地基的稳定性。主体结构施工中，采用了高性能材料和预制构件装配技术，提高了施工效率和质量。同时，注重防水与防腐技术的应用，保障了建筑结构的耐久性。环保与节能施工技术的实施，降低了能耗和排放。该项目建造技术先进、科学合理，为滨海商业航天超级工厂的顺利建设奠定了坚实基础。

关键词：滨海商业航天超级工厂；建造需求；综合施工技术

引言：滨海商业航天超级工厂的建设，是一个融合了先进科技与复杂工程的壮举。该项目不仅需要应对滨海地区独特的地质与气候条件，还面临着确保生产效率与未来可扩展性的双重挑战。为此，综合施工技术的运用显得尤为重要。本文深入探讨了滨海商业航天超级工厂建造的综合施工技术，从地基处理、主体结构施工、防水与防腐处理到环保与节能措施，全面解析了各项关键技术的实施与应用。旨在通过这些分析，为同类大型、复杂工程项目的建设提供宝贵的经验和启示。

1 滨海商业航天超级工厂建设需求分析

1.1 工厂建设规模与功能定位

(1) 工厂总体布局与占地面积。滨海商业航天超级工厂的总体布局应兼顾生产效率与未来发展需求。考虑到航天器制造的特殊性，工厂占地面积需足够宽广，以便于设置大型生产车间、精密组装区、测试区以及仓储区等。预计工厂总占地面积可达数十万平米，确保各功能区有足够的空间进行高效运作。(2) 各功能区的划分与设置。工厂内部各功能区应划分明确，以提高生产效率和管理便利性。主要包括原材料接收与存储区、生产加工区、精密组装区、测试与调试区、成品存储与发货区以及技术研发与办公区。各功能区之间应有合理的物流通道和缓冲区，以减少物料搬运时间和成本。

1.2 技术指标与要求

(1) 结构安全稳定性要求。滨海商业航天超级工厂的建筑结构需满足高安全稳定性要求。考虑到航天器制造过程中的重型设备和精密仪器的使用，厂房结构应具有足够的承载能力和抗震性能。此外，对于存放关键零部件和成品的仓库，应采取额外的防护措施，以确保结构安全。(2) 耐候性与防腐蚀性能要求。滨海地区气候潮湿、盐雾腐蚀性强，对工厂的耐候性和防腐蚀性能提

出较高要求。工厂建筑应采用耐腐蚀材料，如不锈钢、镀锌钢板等，并对易受腐蚀部位进行特殊处理。同时，车间内部应设置除湿和通风系统，以保持适宜的湿度和温度。(3) 环保与节能指标。工厂建设应遵循绿色、环保、节能的原则。采用高效节能设备和技术，减少能源消耗和排放。同时，应建立完善的废弃物处理和回收系统，实现资源的循环利用^[1]。

1.3 施工环境分析

(1) 滨海地区特有的地质与气候条件。滨海地区地质条件复杂，土壤含水量高，对建筑施工提出了特殊要求。因此，在施工过程中将采取相应的地基加固和排水措施，以确保建筑的安全性和稳定性。同时，滨海地区的气候条件也对施工产生了一定影响。夏季高温多雨、冬季寒冷干燥，需要合理安排施工进度和采取有效的施工措施以适应气候条件的变化。(2) 施工过程中的环境影响与保护措施。在施工过程中，将严格按照国家相关环保法规进行作业，确保不对周边环境造成污染。同时，还将采取一系列环保措施，如设置隔音屏障、防尘设施等，以减少施工噪音和扬尘对周边居民的影响。此外，还将对施工废弃物进行分类处理和回收利用，以减少资源浪费和环境污染。

2 综合施工技术概述

2.1 总体施工技术方案

(1) 技术路线的选择依据。在滨海商业航天超级工厂的建设过程中，技术路线的选择主要基于以下几个方面的考虑：一是结合工厂的功能定位和生产需求，选择能够确保工程质量和技术水平的技术方案；二是充分考虑滨海地区特有的地质和气候条件，选择适应性强、施工难度低的技术方案；三是遵循绿色、环保、节能的原则，选择节能降耗、减少环境影响的技术方案。(2) 关

键施工技术的确定。基于技术路线的选择依据，确定了几个关键施工技术：一是地基处理技术，采用先进的桩基和地下连续墙技术，确保厂房结构的稳定性；二是主体结构施工技术，采用预制构件和模块化装配技术，提高施工效率和工程质量；三是防水与防腐技术，选用高性能的防水材料和防腐涂料，确保建筑结构的耐久性；四是环保与节能技术，采用高效节能的施工设备和工艺，减少能源消耗和排放。

2.2 施工流程安排

(1) 施工阶段划分与节点控制。为确保滨海商业航天超级工厂的建设进度和质量，将整个施工过程划分为若干阶段，并设定关键节点进行控制。主要包括基础施工阶段、主体结构施工阶段、装饰装修施工阶段和竣工验收阶段。每个阶段都有明确的时间节点和质量控制标准，以确保各阶段任务按时完成，并达到既定的质量标准。(2) 各阶段施工任务与责任分配。在每个施工阶段，都明确了具体的施工任务和责任分配。基础施工阶段主要负责地基处理和基础施工，由专业的地基处理团队和基础施工队伍负责；主体结构施工阶段主要负责预制构件的生产和装配，由预制构件生产厂家和装配队伍负责；装饰装修施工阶段主要负责室内外的装饰和装修工作，由装饰装修公司负责；竣工验收阶段则负责整个工程的验收和交付工作，由项目管理部门和监理单位共同负责。通过明确的责任分配和任务划分，确保各阶段施工任务的顺利完成。

3 滨海商业航天超级工厂建造综合施工技术分析

3.1 地基处理技术

(1) 滨海地区软土地基处理技术。滨海商业航天超级工厂的建设面临的首要挑战便是滨海地区的软土地基问题。软土地基因其承载力低、易压缩变形、透水性差等特点，对建筑物的稳定性和安全性构成威胁。因此，必须采取有效的软土地基处理技术。首先，进行了详尽的地质勘探，掌握软土层的分布、厚度、性质等基本信息。根据勘探结果，选择了针对性的软土地基处理方法，主要包括堆载预压法、真空预压法以及强夯置换法等。这些方法通过施加外部荷载或利用真空负压，加速软土层的排水固结，从而提高地基的承载力和稳定性。同时，还结合地基处理技术中的桩基和地下连续墙技术。桩基通过将预制桩或灌注桩深入地下，将建筑物的荷载传递到更稳定的土层或岩层中。地下连续墙则通过挖掘和浇筑混凝土墙，形成一道连续的地下屏障，防止地下水的渗漏和地基的侧向变形^[2]。(2) 地基加固与稳定措施。为确保地基的长期稳定性和安全性，还采取了

一系列地基加固与稳定措施。在地基处理完成后，进行了地基承载力的检测和评估，确保地基的承载力满足设计要求。对于承载力不足或存在软弱夹层的区域，采用了注浆加固或深层搅拌桩等方法进行局部加固。此外，还注重地基的稳定性和抗侧移能力。在建筑物的转角和边缘地带，设置了抗拔桩和斜支撑等稳定结构，以提高地基的抗侧移能力。同时，还加强了地基的排水设施，确保在雨水季节或洪水来临时，能够及时排除积水，防止地基因长期浸泡而软化。

3.2 主体结构施工技术

(1) 高性能材料的选用与加工技术。主体结构是滨海商业航天超级工厂的核心部分，其材料的选择和加工技术对建筑的安全性和耐久性至关重要。选用了高性能的钢材、铝合金和复合材料等作为主要结构材料。这些材料具有高强度、高韧性、耐腐蚀和轻量化等特点，能够满足航天器制造对结构强度和精度的高要求。在材料的加工过程中，采用了先进的数控加工技术和自动化生产线。通过精确的切割、成型和焊接等工艺，确保了结构件的尺寸精度和形状精度。同时，还采用了无损检测技术对结构件进行质量检测，确保结构件无缺陷、无裂纹等安全隐患。(2) 预制构件的生产与装配技术。为提高施工效率和保证工程质量，采用了预制构件的生产与装配技术。预制构件在工厂内进行精确加工和制作，然后通过运输到施工现场进行组装。这种生产方式不仅减少了施工现场的湿作业量，降低了施工难度和成本，还提高了施工效率和质量。在预制构件的生产过程中，注重质量控制和检测。每个构件都经过严格的质量检验和性能测试，确保其满足设计要求。在装配过程中，采用了先进的定位技术和连接技术，确保了构件之间的精确对接和牢固连接^[3]。(3) 焊接与连接技术。焊接是主体结构施工中不可或缺的一环。采用了先进的焊接技术和设备，如自动化焊接机器人和激光焊接等。这些焊接技术具有焊接速度快、焊接质量高、焊缝强度高等优点，能够满足主体结构对焊接质量的高要求。除了焊接连接外，还采用了螺栓连接、铆接等连接方式。这些连接方式具有施工简便、拆卸方便等优点，能够满足不同构件之间的连接需求。同时，还注重连接点的防腐处理，确保连接点在长期使用中不会因腐蚀而失效。

3.3 防水与防腐技术

(1) 特殊环境下防水材料的选用。滨海商业航天超级工厂位于海洋性气候区域，其高湿度、盐雾腐蚀等环境因素对建筑物的防水性能提出了极高的要求。因此，在防水材料的选择上，特别注重材料的耐久性、耐腐蚀

性和环保性。针对屋顶、墙面等易受雨水侵蚀的部位，选用了高性能的防水卷材，如改性沥青防水卷材、自粘防水卷材等。这些卷材具有优异的防水性能和耐候性，能够有效抵御雨水的渗透。同时，还采用了防水涂料和密封材料，如聚氨酯防水涂料、丙烯酸酯防水涂料等，对细部构造和接缝部位进行密封处理，确保防水层的完整性。（2）防腐涂层与防护措施。在滨海地区，盐雾腐蚀是建筑物面临的主要威胁之一。因此，特别注重建筑物表面的防腐处理。在钢结构等易受腐蚀的部位，采用了热浸镀锌、喷涂锌铝合金等防腐涂层技术。这些涂层能够在金属表面形成一层致密的金属保护层，有效隔绝盐雾等腐蚀介质的侵蚀。除了涂层保护外，还采取了一系列物理和化学防护措施。例如，在建筑物周围设置了排水沟和挡土墙，防止雨水和潮水对建筑物的直接侵蚀。同时，还定期对建筑物进行清洗和维护，及时清除附着在建筑物表面的盐渍和污垢，减少腐蚀的发生^[4]。

3.4 环保与节能施工技术

（1）绿色建筑材料的应用。在滨海商业航天超级工厂的建设过程中，积极推广和应用绿色建筑材料。这些材料具有可再生、可回收、低能耗、低排放等特点，能够显著降低建筑物的环境负荷。例如，在墙体和屋顶的保温隔热方面，采用了岩棉、玻璃棉等无机纤维保温材料，以及聚氨酯泡沫等有机保温材料。这些材料不仅具有良好的保温隔热性能，还能够减少能源消耗和碳排放。同时，还选用了环保型的涂料和胶粘剂，以减少有害物质的释放和环境污染。（2）施工过程中的节能措施。在施工过程中，采取了一系列节能措施以降低能耗和排放。首先，优化了施工机械的选择和使用，优先选用能效高、排放低的机械设备。同时，还加强了施工机械的维护和保养，确保其处于良好的工作状态，减少能耗和排放。其次，注重施工过程中的能源管理。建立了能源消耗监测系统，实时监测施工现场的能耗情况，并

根据监测结果进行及时调整和优化。此外，还鼓励施工人员养成良好的节能习惯，如随手关灯、节约用水等。

（3）废弃物处理与环保管理。在施工过程中，注重废弃物的分类、收集和处理。设置了专门的废弃物收集点，将废弃物分为可回收物、有害垃圾、湿垃圾和干垃圾四类进行收集。对于可回收物，积极联系回收公司进行回收处理；对于有害垃圾，严格按照相关规定进行安全处置；对于湿垃圾和干垃圾，则委托专业的垃圾处理公司进行无害化处理。同时，还加强了施工现场的环保管理。建立了环保管理制度，明确了施工人员的环保责任和义务。在施工过程中，加强了对施工人员的环保教育和培训，提高他们的环保意识。此外，还定期对施工现场进行环保检查和评估，确保各项环保措施得到有效落实。

结束语

综上所述，滨海商业航天超级工厂的建造综合施工技术涵盖了从地基加固到环保节能的多方面创新实践。通过采用高性能材料、预制构件装配、先进焊接技术和绿色施工策略，确保了工厂的高效、安全与可持续运营。这些综合施工技术的应用不仅满足了航天器制造的严苛要求，也为滨海地区乃至全国的类似工程项目提供了宝贵的经验和示范。展望未来，随着技术的不断进步，滨海商业航天超级工厂的建设将开启更多可能。

参考文献

- [1]王明远.滨海地区商业航天发射场大型钢结构施工技术研究[J].建筑施工,2022,(05):78-79.
- [2]周建华.滨海航天设施抗腐蚀混凝土施工技术研究与应用[J].混凝土,2022,(15):150-151.
- [3]陈刚,刘洋.商业航天超级工厂模块化建造技术研究与应用[J].建筑技术,2023,(03):32-33.
- [4]李建军.滨海复杂环境下航天特种厂房钢结构施工技术[J].钢结构,2023,(10):92-93.