

大型模块化项目吊装一体化实施因素分析

何斌斌, 焦艳莹, 郭少林
中海福陆重工有限公司, 广东 珠海 519050

摘要：大型模块化项目建造时，结构片吊装风险最高，实现吊装一体化、提升安全系数是项目建设重点。这一举措能提高效率、减少作业次数、降低成本。本文聚焦模块化项目，深入整合分析影响吊装一体化的资源配置、四大协调机制及其他风险因素，旨在为未来专业一体化吊装实施提供助力，推动大型模块化项目高质量、高效率发展。

关键词：大型模块化项目；吊装一体化；资源配置；协调机制

Analysis of Implementation Factors for Integrated Hoisting in Large-scale Modular Projects

He Binbin, Jiao Yanying, Guo Shaolin
COOEC-Fluor Heavy Industries Co., Ltd. Zhuhai, Guangdong 519050

Abstract: When constructing large-scale modular projects, the hoisting of structural panels poses the highest risk. Achieving integrated hoisting and enhancing the safety factor are the key points of the project construction. This measure can improve efficiency, reduce the number of operations and lower costs. This article focuses on modular projects, deeply integrating and analyzing the resource allocation, four major coordination mechanisms, and other risk factors that affect the integration of hoisting and lifting. The aim is to provide assistance for the future implementation of professional integrated hoisting and lifting, and promote the high-quality and efficient development of large-scale modular projects.

Keywords: large modular project; integrated lifting; resource allocation; coordination mechanism

引言

加拿大 LNGC 液化天然气建造项目是一项综合性的模块化工程，其范畴广泛，涵盖设计、结构搭建，以及一座液化操作工厂、各类工具、存储设施、港口，乃至海上卸载设备。中海福陆重工有限公司珠海场地承担了该项目 157 个模块的建设任务，其中包含 393 个需吊装的结构片。

在工程项目中，安全始终是首要基准。项目以打造全球最安全项目为目标，将最大限度提升安全系数、降低安全风险作为项目的第一要义。同时，降低吊装次数、削减施工成本也是项目成本控制的重要目标，而实现一体化作业、扩大一体化吊装的安装范围，则是推动项目进展的关键步骤。

一、项目特点

（一）分包商种类冗杂。模块建造分包商构成繁杂，给项目推进带来了诸多挑战

场地建造中，与项目对接的接口单位情况同样复杂。11 家预制单位各自承担着不同模块、不同部件的预制工作，另外有 4 家总装单位将预制部件进行最终的组装，因技术水平、资源投入的差异，施工进度层次不齐。加之各专业之间存在交叉作业，信息沟通与协调难度大，进一步加剧了进度差异。例如，结构专业若未能按时完成结构框架的搭建，会直接延误配管与电气专业后续的布线、管道铺设工作。这种差异，极大地影响了项目整体的建设节奏，增加了项目管理的难度与不确定性。

（二）模块种类多样

这些模块涵盖了工艺设备、管道、电缆、仪表、暖通设备，可细分为完全不同的四类，模块种类呈现出显著的多样性。尽管模块之间存在一定程度的相似性，但每一类模块在一体化实施过程中，其涵盖范围及实施方式都有各自特点，不过在某些方面仍具有相互参考的价值。

（三）总装区域分散

总装区域分散是项目建造面临的一个显著特点。根据出货条件、船期安排以及模块大小等多种因素综合权衡，对各项目的总装场地进行分配。以 LNGC 项目为例，其总装作业涉及三个不同区域。这些区域在安全位置、地面条件等方面均存在差异，导致吊机带车工作时长增加，对吊装一体化作业效率产生明显影响。

（四）施工周期拉长^[1]

格栅、扶手、管线以及电仪等附加结构，其到货时间深受建造工艺、质量检测流程以及运输时长等因素制约，存在较大不确定性。这种不确定性进一步导致安装时间难以精准把控。在吊装一体化作业中，各环节的紧密配合至关重要。如果附加结构不能按时到货，将直接影响到吊装作业的顺利进行，甚至可能导致整个项目的进度延误。

（五）气候因素制约

珠海市位于珠江口西岸，毗邻广袤的南海，属于典型的南亚热带季风海洋性气候。在这样的气候条件下，连续高温的室外作业环境在很大程度上限制了施工人员的工作效率，进而影响操作的精准度与连贯性，增加施工失误风险；同时，雷雨天气不仅会造成施工中断，还可能对吊装设备及未完成安装的模块造成损害，延误施工进度，给吊装一体化作业的有序开展带来诸多挑战。

二、资源配置

在吊装一体化实施进程中，吊装方案设计至关重要。方案需全面兼顾各个专业以及脚手架等辅助施工的附加结构重量。这些结构重量的累加，对吊索具的承载能力、履带吊的型号提出了更为严苛的要求。因此，在方案设计阶段，要精准核算各类附加结构重量，据此筛选适配的吊索具与履带吊。

现场施工环境复杂多变，不同区域、不同时段对车辆、索具的需求各异，最大限度地合理调配车辆、索具资源，是保障吊装一体化方案在现场施工得以有效执行的关键环节。通过科学规划资源调配，能够避免资源闲置浪费，提高资源利用效率，确保各施工环节紧密衔接，推动吊装一体化作业有条不紊地开展，为项目按时完工提供坚实支撑。

（一）车辆资源配置

在大型生产制造企业中，车辆资源是项目施工不可或缺的重要组成部分，它们在物料运输、设备吊装、现场施工等方面发挥着关键作用。然而，车辆的购置、租赁及维护成本高昂，这使得车辆资源的合理安排成为影响工程效率与项目效益的关键因素。在激烈的市场竞争中，合理安排车辆资源不仅能够保障项目的顺利实施，还能为企业带来显著的经济效益。

以履带吊为例，大型履带吊移动速度缓慢，在吊装作业前期，必须充分考虑其带车时间。在吊机行进路线上，需提前完成路面清理工作，确保吊机能够快速通行，降低待机风险，避免因时间浪费导致租赁成本增加。此外，若遇地面状况不佳，应提前组织现场工人铺设铁皮，防止路面被压坏，从而减少场地维修费用。鉴于此，针对大型吊装作业，在同一建造区域内，应尽可能考虑相邻、相近模块同时的吊装作业，并利用该区域内现有的履带吊资源完成模块结构片的吊装任务，尽量避免跨区域调配吊机车辆，以此缩短吊机带车时长，降低车辆台时。

（二）索具资源配置

吊装索具的准备工作需紧密贴合实际吊装方案，吊装索具的

准备工作是确保吊装作业顺利进行的基础，特别是在场地内多个项目同时进行的情况下，提前筹备并完成挂扣操作显得尤为重要。通过详细解读吊装方案、提前筹备索具资源、完成挂扣操作以及定期检查与维护，可以有效提高索具资源的利用效率，确保吊装作业的安全性和高效性。

为保障总装计划顺利推进，不仅要早下达供施工使用的吊装方案，更要提前细致检查方案中索具的相关情况，检查吊索配有第三方相关认证的证书并查看检验标签，以及平衡梁和吊耳需要100%进行无损检测等举措，及时协调索具资源的倒运工作。这些细致的准备是确保索具资源充分发挥效能的核心要点，也是总装计划得以顺利完成的基础支撑。

（三）人力资源配置

人力资源堪称各类资源中最为关键的部分，在项目中具有举足轻重的地位。项目施工过程中，完备的施工资源固然重要，但人力资源更是不可或缺的核心要素，也是项目运转的有力支撑^[2]。

项目对人力资源的管理模式以及职能划分是否科学合理，直接左右着项目的施工效率。在项目推进过程中，随着不同阶段任务的变化，对人员工作能力的要求也存在显著差异。这就要求项目负责人时刻紧密跟进项目施工进度，依据实际情况灵活、及时地调整人员工作职能，确保人力资源得到精准匹配与高效利用，从而保障项目各环节有序衔接，施工效率稳步提升。

三、四大协调

协调，堪称项目的核心要义，是项目达成生产目标的根本所在^[3]。通过明确项目目标与计划、建立有效的沟通机制、强化团队协作能力和动态调整与优化，项目经理可以实现高效的协调，确保项目顺利推进。高效的协调不仅能够帮助项目达成预期目标，还能助力公司实现最终的盈利目的，为企业的可持续发展提供有力支持。

（一）总装单位内部协调

在大型结构片吊装实施中，总装单位扮演着至关重要的角色。建立健全总装单位内部协调机制^[4]，乃是实现其内部高效协调的基石。通过这一机制，推动总装单位内部结构、配管、电仪、机械等专业的管理工作实现统筹运作与协同联动，确保总装单位能够顺利完成承建项目的施工作业任务。

具体而言，各总装单位首先需全面评估承建项目的施工周期及施工难度，并依据既定施工顺序，安排专人负责全程追踪管理。在此过程中，要对项目的关键时间节点做到了如指掌，并由总装单位内部需进行充分商议，对各节点施工的可行性展开严谨评估，对于存在争议的时间节点，详细记录争议原因，进而逐步制定出完善且合理的施工作业时间节点表。

与此同时，针对已下达的一体化建造清单，总装单位需要反馈无法实施一体化安装的施工项，记录影响因素，逐步形成可追溯性的施工作业状态清单，助力总装单位内部协调工作更加科学、高效地开展。

（二）总装单位与项目组协调

在项目实施进程中，密切沟通始终是关键且不可或缺的核心要素^[6]。项目组职责范畴不仅包含项目的各类安全事务，更为关键的是，要切实承担起项目运转的中心纽带职能。

总装单位作为项目施工的直接执行主体，应依据内部协调整理形成的施工作业时间节点表以及施工作业状态清单，定期且及时地向项目组开展工作汇报，紧密结合实际工作进度以及当下工作需求，实时反馈至项目组指定的对接负责人。项目组在收到反馈信息后，需充分发挥牵头引领作用，针对影响模块施工的各类复杂因素进行系统梳理与分类汇总，并与总装单位及相关各方逐一进行深入沟通，共同研讨解决方案，全力避免因问题堆积而对后续总装施工计划造成不利影响，切实保障项目能够按照既定规划顺利推进。

总装单位与项目组之间应构建常态化的沟通协调机制，定期召开协调会议。由总装单位就施工过程中遇到的资源调配难题、技术瓶颈等问题进行集中反馈，项目组则依据项目整体目标与资源状况，当场给予明确指导意见或协调各方资源予以支持。同时，项目组也要及时向总装单位传达项目的最新要求、变更信息，确保总装单位施工始终与项目整体方向保持一致，双方携手共进，为项目的成功交付奠定坚实基础。

（三）项目组与设计部协调

设计部业务范畴贯穿项目建造的全生命周期。然而，鉴于场地内同时开展四个项目的施工作业，人力资源难以集中全力服务于单个项目。

面对这一局面，项目组首先要充分认识并明确人力资源紧张的现实状况。在此前提下，将简化一体化清单梳理流程^[6]、规避重复作业作为工作的基础，把提升分包商信息反馈的精准度作为关键抓手，及时组织专项会议，精确界定一体化施工的范围，严谨核实分包商反馈施工进度准确性，并将最终确定的一体化清单及时反馈给设计部。同时，为设计部的工程师预留足够时间，以便其对方案进行优化升版，并完成向业主的提交审批流程，从而提升总装吊装作业的安全系数，有效降低现场作业延误的风险。通过项目组与设计部的密切协同和高效沟通，确保项目设计方案与现场施工实际紧密贴合，为项目的顺利推进提供坚实保障。

（四）项目组与现场部门协调

项目组作为项目的核心管理中枢，肩负着管控项目结构预制、油漆喷涂、脚手架搭建等环节的施工进度，制定科学合理总装时间计划表的重任。同时，需构建动态管理机制，以此保障项目施工能够连贯有序地推进，各环节无缝衔接^[7]。

项目组与现场部门之间的高效协调，是吊装一体化安全实施的重要保障。这就意味着项目组需要主动担责。主动与舾装部对接沟通，精准确定油漆作业的完成时间，为后续工序开展提供明确时间节点。主动联系生产运营部，提前申请调配履带吊、汽车吊、叉车等车辆资源，确保在总装作业当日，现场有充足且适配的车辆资源可供调用，避免因车辆短缺延误工期。主动与结构产品部的现场监督人员碰面交流，提前对结构片的现场准备状况进行细致检查，严格对照吊装方案，确保各项准备工作符合方案要

求，杜绝因准备偏差引发安全事故或施工阻碍。主动与起重作业部进行深入沟通，建议对方提前安排起重指挥人员勘察总装场地的施工条件，使其充分熟悉吊装方案，并做好吊装索具的准备工作，确保起重作业安全、高效进行。

一旦在上述任一环节发现实际情况与计划出现偏差，项目组应立即启动处理机制^[8]，调配资源，及时纠正偏差，全力推动项目按照既定计划稳步执行，保障吊装一体化作业顺利开展，助力项目早日圆满完成。

四、吊装一体化实施进步与创新

大型结构片吊装作为项目的核心关键环节，安全始终是重中之重，必须时刻将安全守则铭记于心^[9]。在项目实施过程中，应以严格贯彻公司安全规章制度与一体化策略为根本出发点，在确保吊装能力完全符合技术规范及安全规范要求的基础上，积极响应公司降本增效的号召。通过不断优化吊装方案设计，尽可能提高地面预装配程度，这是贯穿吊装方案设计全过程、始终不渝追求的目标。

吊装一体化成果的达成，高度依赖于项目强大的协调能力。其实施不能单纯凭借设计理论验算来推进，更需要充分激发施工参与各方的积极性与主观能动性。在此过程中，应切实发挥“共同反馈、共同商议、共同评判、共同制定”的四同效用^[10]，全方位降低各方因素对吊装一体化实施的不利影响。以此为项目建设高效推进创造有利条件，为加快施工进度、缩短建造周期增添更多可能，助力项目早日达成预期目标，实现经济效益与社会效益的双丰收。

参考文献

- [1] 何建波. 大型设备吊装一体化总承包管理模式研究[J]. 石油工程建设, 2010, 36(02): 131-134+16
- [2] 艾海玲. 浅析基于组织内部平衡的企业内部高效协调管理机制建设[J]. 焦作大学学报, 2013, 27(01).
- [3] 张瑞华. 企业内部协调的平衡杠杆策略研究[J]. 价值工程, 2013, 32(23): 171-172.
- [4] 濮洪九. 构建企业内部协调有效的运行机制[C]//. 构建新型煤炭工业体系文集. 2007: 688-692.
- [5] 刘军岐, 王俊杰. 浅谈“吊装一体化”中的协调[J]. 安装, 2012(10): 58+64.
- [6] 王利金, 张宗峰. 海洋平台上部组块海上吊装优化分析[J]. 中国造船, 2009, 50(A11): 397-402
- [7] 张耀辉, 尹一军. 企业内、外部能力平衡与公司治理效率研究[J]. 暨南学报(哲学社会科学版), 2020, 42(1): 1-18
- [8] 于洋. 浅谈基于一体化的LNG模块建造管理[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(12): 60-62.
- [9] 温承革, 王勇, 杨晓燕. 组织内部协调机制研究[J]. 山西财经学院学报, 2004, 26(6): 85-90
- [10] 李学栋, 何海燕. 企业管理中的协调问题与管理规范化[J]. 邮政研究, 1999, 15(5): 31-32.