

浅圆仓仓壁滑模施工工艺与实践

于意朝, 王长雷, 魏国梁

中国建筑第七工程局有限公司, 河南 郑州 450000

DOI:10.61369/ME.2026060005

摘 要 : 针对大直径浅圆仓密集布置、高空连续施工、气密性要求高及交叉作业风险大等施工难点, 本文以某仓储建筑群工程为依托, 开展仓壁液压滑模施工工艺研究。详细介绍滑模整套系统构造参数, 梳理组装、滑升、拆除全流程施工工艺, 从钢筋、混凝土、施工精度、安全风险四个维度制定专项管控措施。通过采用多套滑模设备流水施工、实时精度监测纠偏、强度动态把控等技术手段, 有效解决仓壁成型偏差、渗漏、外观不均等问题, 保障工程施工质量与安全, 可为同类浅圆仓滑模施工提供参考。

关 键 词 : 浅圆仓; 仓壁施工; 液压滑模; 施工工艺

The Sliding Formwork Construction Technology and Practice of the Shallow Circular Silo Wall

Yu Yichao, Wang Changlei, Wei Guoliang

China Construction Seventh Engineering Division Corp., Ltd. Zhengzhou, Henan 450000

Abstract : In response to the construction difficulties such as dense layout of large-diameter shallow round silos, continuous construction at high altitudes, high air-tightness requirements, and high risk of cross-operation, this paper conducts research on the hydraulic sliding formwork construction technology for silo walls based on a certain warehouse building complex project. It elaborates on the structural parameters of the entire sliding formwork system, summarizes the entire construction process including assembly, sliding up, and dismantling, and formulates special control measures from four dimensions: steel bars, concrete, construction accuracy, and safety risks. By adopting multiple sets of sliding formwork equipment for concurrent construction, real-time precision monitoring and correction, and dynamic control of strength, the problems of silo wall formation deviation, leakage, and uneven appearance are effectively solved, ensuring the construction quality and safety of the project. This can provide a reference for similar sliding formwork construction of shallow round silos.

Keywords : shallow round silo; silo wall construction; hydraulic sliding formwork; construction technology

引言

浅圆仓是粮食仓储工程的核心构筑物, 具有直径大、壁身高、结构整体性好、气密性要求高的特点, 传统的分段模板施工容易造成接缝多、渗漏、成型精度低等问题。液压滑模施工由于连续浇筑、无施工冷缝、成型质量好等特点, 成为浅圆仓仓壁施工的主要工艺^[1]。但是密集仓群施工存在作业空间狭小、多工序交叉、高空作业风险高等问题, 对滑模体系稳定性、施工同步性以及质量控制精度要求很高。因此, 本文结合实际工程实践, 对滑模施工工艺进行系统优化, 总结出关键控制技术, 提高浅圆仓施工的标准化程度。

一、工程概况

本文以某仓储建筑群为例, 其含多座圆形筒仓, 呈矩阵密集布置; 单仓内径25m, 仓壁厚度280mm, 滑模施工高度29.1m, 仓壁混凝土采用C35P8抗渗等级, 结构安全二级、抗震6度设防。仓基础为PHC管桩+CFG仓芯复合地基, 仓壁自基础环梁顶面到下环梁底部全部采用液压滑模一次浇筑成型。仓间净距小, 现场多工序交叉作业、高空连续施工风险大, 仓壁成品要符合氮气调储粮气密性专项标准。整体用9套独立滑模设备分成三组流水施工, 24小时两班连续作业, 配双塔吊垂直运输、成品笼梯专用上下通道、备用发电系统保证不间断滑升。

二、滑模体系核心构造参数表

为保障浅圆仓仓壁滑模施工的稳定性与规范性, 需明确整套滑模施工体系的组成构件、规格参数及布设方案。下文详细罗列各系统核心技术参数, 为后续施工提供数据依据。

作者简介: 于意朝 (1988.07-), 男, 汉族, 河南开封人, 大学本科, 高级工程师, 研究方向为工程管理与技术。

表 1：滑模施工系统组成及技术参数明细表				
系统分类	构件名称	规格参数	布置 / 数量	核心作用
模板系统	提升架	立柱 [14 槽钢，横梁双拼 [12，高 1.8m	单仓 56 幅，环向间距 1417mm	承载全套滑模荷载，固定千斤顶、围圈
	内组合钢模	P6012、P1012 定型钢模	140 块 + 备用 10 块	仓内壁成型，拼缝贴止浆海绵防漏浆
	外大模板	4mm 花纹钢板，尺寸 5260×1200mm	18 块 / 仓	仓外壁成型，刚度大减少表面凹凸
	上下围圈	10 槽钢，上下两道，间距 620mm	环向通长 320m / 仓	固定模板，传递混凝土侧压力
液压提升系统	GYD-60 千斤顶	额定顶升 60kN，有效行程 20~30mm	60 台 / 仓，配套 4 台备用	沿支承杆爬升带动整体滑升
	支承杆	Φ48.3×3.2 焊接钢管，端头缩径 Φ38	1800m / 仓，接头错开布置	竖向承重骨架，千斤顶爬升轨道
操作平台系统	液压控制台	YKT-56，工作压力 12MPa	2 台 / 仓含 1 台备用	统一分配油压，控制同步提升
	内外桁架	Φ48.3×3.0 钢管桁架，单幅宽 1.8m	内外各 56 幅	人员作业、材料堆放承载
	吊架系统	Φ12 圆钢吊杆，650mm 宽操作面	56 套 / 仓	仓壁出模收光、养护作业
	防护设施	1.5m 高钢管护栏 + 密目 / 大眼安全网	全周闭合	临边高空防坠落防护
精度测控设备	激光垂准仪、全站仪、贯入阻力仪	垂直度、半径、混凝土强度监测	各 2 台 / 施工组	实时纠偏，把控出模时机

三、核心施工工艺流程

结合前面滑模体系构造参数和设备布置标准，本章对浅圆仓仓壁滑模全过程进行梳理，分为组装、滑升、收尾拆除三个主要部分，明确各个阶段的施工要点和控制标准，保证滑升作业连续规范进行。

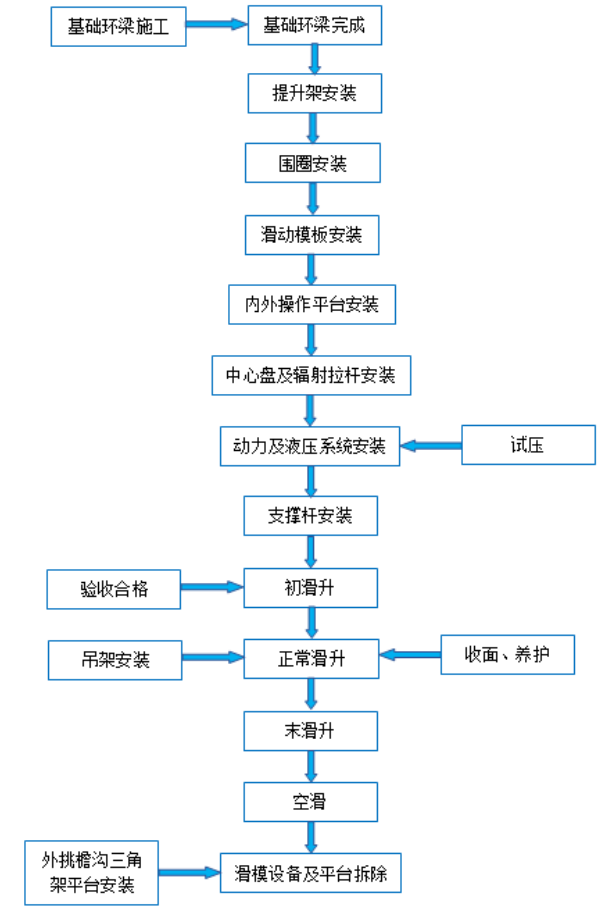


图 1：浅圆仓仓身滑模施工工艺流程图

（一）组装阶段

组装前精准放出仓中心与提升定位轴线，依次安装 56 幅门型提升架，架设 10# 槽钢上下围圈，拼装内外钢模并贴止浆海绵，模板设置 0.1% ~ 0.3% 向内收分锥度。同步搭设桁架操作平台和 Φ12 圆钢吊架，铺上等长的液压管线，长短支承杆相交处排列，同一截面试接头不超过 25%。安装中心辐射拉杆、全套液压设备并加压试压检漏，全部逐项验收合格后才能进行混凝土浇筑和初滑作业。

（二）滑升阶段

初滑分层浇筑 500~700mm 仓壁混凝土，当混凝土强度达到 0.2MPa ~ 0.4MPa 时进行小幅试升，全面排查模架、油路隐患。正常滑升单次浇筑厚度为 300mm，沿仓圆周正反交替对称下料，防止筒身扭转；每提升 300mm 复测半径、垂直度、平台水平度。偏差超标的采用平台倾斜、环向手拉葫芦反向牵拉小幅纠偏，在纠偏作业的同时，同步推进其他工序，包括按设计要求完成钢筋的绑扎固定、及时清理附着在模板上的预埋件以确保其位置准确、对已脱模的仓壁混凝土表面进行原浆压光收面以提升外观质量，并立即覆盖保湿材料进行持续养护，防止混凝土表面出现干缩裂缝。

（三）收尾与拆除阶段

仓壁浇筑至 27.3m 设计标高停止布料，设 800mm 高度空滑，门洞处加三角钢管加固防止失稳变形。拆除前将平台上的所有物料全部清除，按照先拆吊架铺板、后拆分模架的原则进行，每个 4 幅提升架为一个吊装单元，依托塔吊分段吊至地面进行解体。五级以上大风、雨雪天气不得进行高空拆除作业，作业地面设置 10m 警戒区并安排专人值守，所有构件统一转运分类堆放，严禁高空抛掷材料配件。

四、关键施工操作控制要点

为了保证浅圆仓滑模施工质量、精度和施工安全，结合工程

重难点和滑模施工全过程，从多个施工核心方面细化操作标准，明确关键控制要点，规范现场施工细节。

（一）钢筋工程

本工程浅圆仓仓壁钢筋全部采用 HRB400E 螺纹钢，环向筋、竖向筋提前在场外钢筋加工场统一弯制匹配仓 25m 内径的圆弧构件，分类捆扎、挂牌标识，由塔吊对称吊运至滑模操作平台，防止单侧堆载造成平台偏移。滑模采用“边浇筑、边绑扎”流水作业，每浇筑 300mm 高仓壁混凝土的同时完成上层钢筋绑扎。竖向钢筋搭接长度取 40d，环向水平筋搭接长度取 50d，同一竖向截面钢筋接头数量不超过总根数的 25%，相邻接头水平错开距离不小于 1m。为了准确控制 30mm 的保护层，体系设置了双重定位措施，沿环向每 2m 焊接梯子筋骨架固定水平筋，提高架立柱内侧焊接 L 型定位筋约束竖向钢筋，防止钢筋贴模露筋。仓壁挡粮门、通风口、高低卸料洞等预留洞口主筋严禁截断，洞口四周加设附加加强筋形成补强框架；所有预埋件锚固钢筋与仓壁主筋错开布置，不得焊接主筋，只用绑扎固定，保证钢筋结构完整，满足粮仓密闭抗渗受力要求。

（二）混凝土管控

仓壁采用 C35P8 抗渗商品混凝土，提前与搅拌站定制适配滑升的专用配合比，控制混凝土缓凝时间 8h，入模坍落度控制在 180mm 到 200mm 之间，同一批次水泥、砂石、外加剂统一进料，保证仓壁外观无色差。混凝土用两台 63m 汽车泵沿仓壁圆周对称、正反交替分层布料，单次浇筑厚度严格控制在 300mm 以内，浇筑间隔不超过混凝土初凝时间。插入式振捣器振捣间距 500mm，振捣深度深入下层混凝土 50mm，不得碰触支承杆、模板和钢筋骨架，防止构件变形。使用 HG-80 贯入阻力仪实时监测出模强度，脱模标准为 0.2 ~ 0.4MPa，强度不足立即停止滑动等待硬化。混凝土出模后在原浆提浆、铁抹压光、清水刷水三道收面工序同步开展外侧吊架。滑升全过程设置循环供水系统，吊架内侧缠绕养护水管，终凝后保持保湿养护时间不小于 14 天；现场预留备用搅拌站，防止混凝土供应中断造成冷缝。若出现冷缝，施工前必须凿毛、涂刷界面粘结剂后再续浇^[2]。

（三）精度与同步控制

单仓配置激光垂准仪、全站仪两套测控设备，形成环形四个垂直观测点和四个水平观测点，每滑升 300mm 进行一轮全维度复测。水平度控制采用激光扫平仪配合限位卡统一千斤顶行程，相邻千斤顶高差 $\leq 20\text{mm}$ ，整仓全部千斤顶最大相对高差 $\leq 40\text{mm}$ ；仓壁全高总垂直度偏差 $\leq 24\text{mm}$ ，任意 3m 高度筒身扭转量

$\leq 30\text{mm}$ ，仓内径半径实测误差 $\leq 10\text{mm}$ 。多仓同步滑升执行统一指挥制度，两台对讲机全域通讯，三仓标高预警差值为 30mm，大于预警值时采用“损高助低”微调法，单独提高偏低仓千斤顶小幅度纠偏，禁止大幅度倾斜平台。仓体偏移用平台倾斜法缓慢校正，扭转问题沿环向均匀布置手拉葫芦反向牵拉纠偏，遵循小幅度、勤修正的原则，单次纠偏倾斜度不大于 1%。每天早晚用水准仪对各个仓的标高进行全检，同时记录沉降、偏移数据，形成测控台账，所有的偏差数据都及时反馈为液压操作班，随时调整滑升参数，保证 9 座浅圆仓成型尺寸、密闭精度符合储粮规范^[3]。

（四）安全与风险管控

采用 LECD 风险评价法提前识别滑模组装、连续滑升、设备拆除三大阶段重大危险源，支撑体系失稳、临边防护缺失、超限堆载、违章机械操作等都属于重大危险源，结合危险源的等级制定相应的专项防控措施^[4]。滑模内外操作平台设 1.5m 高的全封闭防护栏杆，满挂密目安全网，平台活荷载严格控制在 $2.5\text{kN}/\text{m}^2$ 以内，钢筋、机具对称均匀堆放，不得集中堆料。现场配有 200kW 柴油备用发电机，停电 10 分钟内可以启动保证液压、照明系统正常工作，平台分区域布置干粉灭火器，液压控制台、电焊作业点设独立消防设施。六级以上大风、雷雨、大雾时停止所有高空滑升作业，平台物料全部固定、断电。作业人员全部完成高空专项体检，高血压、癫痫等病症人员不得上岗，上下统一使用独立成品笼梯通道，严禁攀爬滑模支架。滑模作业区地面划定 10m 红色警戒区，设置硬质围挡与警示标识，安排专人 24 小时值守；所有高空作业人员佩戴五点式安全带，高挂低固定于专用安全绳，每班班前开展高空、液压设备操作安全交底，每日开展平台、油路、支承杆隐患巡检，发现弯曲、渗漏、防护破损立即停工整改^[5]。

五、总结

本次浅圆仓仓壁液压滑模施工通过优化模板、液压、操作平台整套体系参数，对全过程的施工工序进行规范，落实质量、安全管控措施，实现仓壁一次连续浇筑成型。施工过程中有效控制了仓体垂直度、半径偏差、结构扭转等问题，混凝土外观质量、抗渗性能、仓储气密性均满足设计和储粮专项标准。流水施工模式提高了施工效率，完善的防高空施工安全措施避免了高空作业风险。通过实践证明该工艺适合于密集型浅圆仓施工，技术成熟可靠，有较好的推广应用价值。

参考文献

- [1] 叶文宾, 姜晓斌, 张亦江. 浅圆仓超高仓顶结构支模体系施工技术 [J]. 施工技术 (中英文), 2024, 53 (2): 98-102.
- [2] 姜晓斌, 张亦江, 陈申钢, 等. 浅圆仓施工综合技术改进的研究与设计 [J]. 施工技术 (中英文), 2023, 52 (8): 108-112.
- [3] 郑伟山. 基于液压滑模技术的浅圆仓施工技术分析 [J]. 砖瓦, 2026, (4): 174-177.
- [4] 王小弟. 75m 大直径浅圆仓仓壁液压滑模施工技术 [J]. 中国建筑金属结构, 2025, 24 (4): 91-93.
- [5] 黄晓露. 仓壁液压滑模施工技术在大直径浅圆仓中的应用 [J]. 中国建筑金属结构, 2025, 24 (22): 40-42.