

浅谈混凝土筒仓滑模施工的质量控制

孙多重

中煤建筑工程集团有限公司新疆分公司 新疆 乌鲁木齐 830011

摘要：混凝土筒仓滑模施工以“连续浇筑、整体成型”为原则，施工前需做好方案交底、材料设备及测量放线等质量控制；施工中要关注模板滑动、混凝土浇筑养护及钢筋绑扎等；针对常见几何尺寸偏差等问题，从技术上优化控制措施，同时强化管理，构建质量管理制度，加强监督检查，推行“样板引路”等。

关键词：混凝土筒仓；滑模施工；质量控制；优化策略

引言：混凝土筒仓滑模施工凭借“连续浇筑、整体成型”优势，在工程建设中广泛应用。然而，其工艺的连续性、结构对垂直度等要求，使施工质量控制特殊且复杂。从施工前方案制定、材料设备把控，到过程中的模板滑动、混凝土浇筑等，再到常见问题应对，各环节紧密关联，需精准把控以保障施工质量。

1 混凝土筒仓滑模施工的工艺特点与质量控制核心目标

混凝土筒仓滑模施工是一种高效且独特的建造技术，以“连续浇筑、整体成型”为原则，其工艺特点决定了质量控制的特殊性与复杂性。（1）从工艺流程看，需先搭建稳固操作平台与精准模板系统，为后续施工筑牢根基。借助液压千斤顶驱动，模板沿已浇筑混凝土表面平稳上滑，施工人员在滑动时同步开展钢筋绑扎与混凝土浇筑，形成紧密的“绑扎-浇筑-滑动”循环作业模式。这种连续性强的施工方式，各环节紧密相连，一旦钢筋绑扎不牢固、混凝土浇筑不均匀等环节出现偏差，就可能引发连锁质量风险，影响筒仓结构安全与使用性能。（2）从结构要求方面，筒仓属于竖向薄壁结构，对筒壁垂直度、壁厚均匀性以及混凝土强度有严格要求。结构变形或强度不足，都可能引发严重安全事故，造成不可挽回的损失。（3）基于上述特点与要求，滑模施工质量控制的核心目标明确且关键：保障结构几何尺寸精准，确保筒壁垂直度、圆度以及壁厚严格符合设计与规范；严格控制混凝土施工质量，通过优化配合比、加强振捣等措施，避免裂缝、蜂窝、麻面等缺陷，保证混凝土强度与耐久性；确保模板与操作平台系统稳定可靠，通过定期检查、维护设备等手段，防止模板倾斜、平台坍塌等安全事故，实现施工安全与质量的双重保障^[1]。

2 混凝土筒仓滑模施工前的质量控制要点

2.1 施工方案与技术交底控制

施工方案是滑模施工质量控制的“纲领性文件”，

对保障工程顺利推进与质量达标至关重要，必须于施工前严谨编制并完成论证。方案内容要全面精准，明确滑模系统的各项设计参数，涵盖模板高度、千斤顶数量及合理布置方式、平台所能承受的荷载等关键指标；科学规划混凝土配合比设计，确保混凝土性能满足施工要求；制定合理的施工进度计划，保障工程有序实施；明确严格的质量控制标准，为施工质量提供明确指引；同时制定完善的应急预案，以应对突发状况。特别是针对高筒仓或处于复杂地质条件下的筒仓，要组织结构、机械、混凝土等多专业专家进行方案论证，从专业角度评估技术可行性。此外，开展分层分级技术交底，向项目管理人员清晰传达方案核心要求与管理重点，向一线作业人员详细讲解具体操作流程与质量标准，确保全员精准掌握质量控制要点。

2.2 材料与设备质量控制

材料与设备是滑模施工质量的基础保障。（1）混凝土原材料需严格把控，水泥选用符合强度要求的普通硅酸盐水泥，砂石需符合级配要求，外加剂选用缓凝型减水剂以满足滑模连续施工需求，所有原材料需经进场检验合格后方可使用。同时，根据滑模施工特点优化混凝土配合比，控制坍落度与初凝时间，确保混凝土在滑动过程中既有良好和易性，又能及时达到脱模强度。（2）滑模设备需重点检查模板系统、液压系统与操作平台。模板采用定型钢模板，检查模板平整度、拼缝严密性，避免漏浆；液压千斤顶选用同步液压千斤顶，安装前需进行压力试验，确保同步性达标；操作平台需验算承载能力（考虑施工人员、材料、设备重量），平台护栏高度与脚手板铺设需符合安全规范，防止人员坠落或材料掉落。

2.3 测量放线与基准控制

精准的测量放线是保障筒仓几何尺寸符合设计要求的关键前提。（1）在施工准备阶段，需精心构建现场测量控制网，运用高精度的全站仪，科学合理地布设平面

控制点与高程控制点。平面控制点应选在不受施工活动干扰、地质条件稳定的区域,以确保其位置长期准确可靠;高程控制点则要与国家高程基准紧密衔接,保证测量数据的权威性和通用性。(2)待筒仓基础施工完毕,要立即开展筒壁定位放线工作。再次借助全站仪,精确放出筒仓的圆心以及外圆轮廓线,并用清晰醒目的墨线做好标注。与此同时,在基础顶面合理规划并设置垂直度监测点,为滑模施工过程中持续、准确地监测垂直度提供坚实基准。另外,还需仔细检查基础顶面的平整度,一旦发现存在明显偏差,要及时采用水泥砂浆进行找平处理,避免因基础不平导致模板安装倾斜,进而对后续滑模施工的垂直度产生不利影响^[2]。

3 混凝土筒仓滑模施工过程中的质量控制要点

3.1 模板滑动与垂直度控制

模板滑动控制是滑模施工的核心关键环节,其操作精准度直接关乎筒壁垂直度以及表面质量的高低。(1)模板的滑动速度必须依据混凝土的初凝时间和强度发展状况科学确定。在滑动操作前,要严格检查混凝土强度,若过早滑动,混凝土尚未具备足够强度,极易引发筒壁坍塌;而过晚滑动则会导致模板与混凝土粘结,增加施工难度。滑动过程中,需运用全站仪或激光垂准仪对筒壁垂直度进行实时、定期监测。一旦发现垂直度偏差超出允许范围,要精准调整对应位置千斤顶的顶升速度来实施纠偏,且要注意避免一次性纠偏幅度过大,防止混凝土因应力集中而开裂。(2)要严格把控模板拼缝质量。滑动前,仔细检查模板拼缝处是否存在漏浆情况,若有缝隙,及时采用海绵条或密封胶进行封堵;滑动后,迅速清理模板表面残留的混凝土,并均匀涂刷专用混凝土脱模剂,严禁使用废机油,以此确保下次浇筑时混凝土表面光滑平整,无粘模缺陷。(3)亮点项目:采用智能监测与纠偏系统。在模板上安装高精度传感器,实时监测模板的垂直度、位移等参数,并将数据传输至控制中心。控制中心根据预设的阈值,自动分析数据并发出纠偏指令,通过智能液压系统精确调整千斤顶的顶升速度,实现自动纠偏。该系统不仅提高了垂直度监测的精度和及时性,还减少了人工操作的误差和劳动强度,大大提升了施工效率和质量。

3.2 混凝土浇筑与养护控制

混凝土浇筑质量对于筒仓的结构强度与耐久性起着决定性作用。(1)在浇筑前,必须严格检查钢筋绑扎质量,仔细核对钢筋间距、保护层厚度是否精准符合设计要求,同时确保钢筋接头位置合理错开,为后续浇筑奠定坚实基础。(2)浇筑过程中,采用分层浇筑、对称布

料的方式,精准控制每层浇筑厚度,布料点要沿着筒仓圆周均匀分布,如此可有效避免因布料不均而造成筒壁厚度偏差或模板倾斜等问题。振捣作业选用插入式振捣器,严格控制振捣间距与时间,以混凝土表面泛浆、无气泡逸出作为判断标准,防止漏振引发蜂窝、麻面等缺陷,或过振导致混凝土离析。(3)混凝土养护工作需及时且到位。滑模施工每完成一段,应立即采用喷水养护或覆盖保湿模的方式进行养护,保证养护时间充足。若在冬季施工,还需采取有效的保温措施,确保混凝土养护温度符合标准,防止冻害对混凝土强度发展产生不利影响,保障筒仓整体质量。(4)亮点项目:采用智能养护系统。在混凝土表面安装温湿度传感器,实时监测混凝土的养护温度和湿度,并将数据传输至智能控制系统。控制系统根据监测数据自动调节喷水装置的喷水量和频率,或者控制加热设备的功率,确保混凝土始终处于适宜的养护环境中。该系统实现了混凝土养护的智能化和精准化,有效提高了混凝土的强度和耐久性。

3.3 钢筋绑扎与预埋件控制

钢筋与预埋件作为筒仓结构受力传递和功能正常实现的关键要素,其施工质量必须严格把控。(1)钢筋绑扎工作要与滑模滑动紧密配合、同步推进,绑扎高度应超前于混凝土浇筑高度,以此保证钢筋始终处于领先浇筑的状态,有效避免因钢筋滞后而造成浇筑作业中断,影响施工进度与质量。在钢筋连接方面,优先选用机械连接或焊接的方式,确保连接接头完全符合相关规范要求,对于大直径钢筋,严禁采用绑扎搭接,以保证钢筋连接的牢固性和可靠性。(2)预埋件(像爬梯、通风孔、测温元件等)的安装位置务必精准无误。安装前,要在模板上清晰标记出预埋件的位置,然后使用螺栓或铁丝将预埋件牢固固定在钢筋上,防止在滑动过程中出现移位。滑动结束后,及时检查预埋件的位置偏差,一旦发现偏差,需在混凝土初凝前将其调整到位。同时,要加强对预埋件周边混凝土的振捣,确保预埋件与混凝土紧密结合,避免出现空鼓现象。(3)亮点项目:采用三维定位技术。利用三维激光扫描仪对预埋件的位置进行精确测量和定位,将测量数据导入三维建模软件中,生成预埋件的三维模型。在施工过程中,通过对比实际位置和三维模型,实时调整预埋件的安装位置,确保预埋件的安装精度达到毫米级。该技术大大提高了预埋件的安装质量和效率,减少了因预埋件位置偏差而导致的返工和质量问题^[3]。

4 混凝土筒仓滑模施工常见质量问题与优化策略

4.1 常见质量问题分析

当前混凝土筒仓滑模施工中，常见质量问题主要集中在三方面：一是几何尺寸偏差，如筒壁垂直度超标、壁厚不均匀，多因测量监测不及时、模板滑动速度控制不当或千斤顶同步性差导致；二是混凝土表面缺陷，如蜂窝、麻面、露筋，主要源于混凝土和易性差、振捣不规范、模板拼缝漏浆或脱模剂使用不当；三是混凝土裂缝，包括竖向裂缝、水平裂缝，多因混凝土配合比不合理（水泥用量过高、水化热大）、滑动速度过快、养护不及时或温差过大引发。此外，部分工程存在预埋件移位、操作平台变形等问题，影响筒仓功能与施工安全。

4.2 技术优化策略

针对滑模施工中存在的各类问题，需从技术层面精心制定全面且有效的优化措施。（1）在几何尺寸控制方面，引入“双监测+双纠偏”模式。除常规使用全站仪进行监测外，额外增设激光垂准仪开展辅助监测，通过两种先进仪器的相互配合与数据比对，显著提高垂直度监测的精度，为精准施工提供可靠依据。同时，选用智能同步液压系统，该系统能够实时、精准地调节千斤顶的顶升速度，确保各个千斤顶的同步性达到最佳状态，有效避免因顶升不同步而导致的模板倾斜问题，保障筒仓几何尺寸的准确性。（2）对于混凝土表面缺陷控制，优化混凝土配合比，科学掺入适量的掺合料，以此改善混凝土的和易性，使其在浇筑过程中更易于操作和成型。采用“二次振捣”工艺，在混凝土初凝前进行再次振捣，减少混凝土内部的孔隙和气泡，从而降低蜂窝、麻面等缺陷的出现概率。模板拼缝采用企口式设计，这种设计能够增强拼缝处的密封性，有效杜绝漏浆现象的发生。（3）在混凝土裂缝控制方面，通过预埋冷却水管、选用低热水泥等温控措施，降低混凝土水化热，减少温度裂缝的产生。同时，延长混凝土的养护时间，高温季节在模板外侧设置遮阳棚，降低混凝土内外温差，减少温差应力，防止裂缝的出现。

4.3 管理优化策略

强化管理是保障质量控制措施切实落地、达成预期施工效果的关键所在。

（1）构建一套“全员参与、全程管控”的精细化质

量管理制度，清晰明确项目经理、技术负责人、质量员以及作业人员各自的质量职责，将质量控制指标全面纳入绩效考核体系，严格执行“质量一票否决制”，让质量意识深入人心，形成人人重视质量、人人参与质量管理的良好氛围。（2）加强施工现场的监督检查力度，质量员需全程跟班作业，对混凝土浇筑厚度、振捣质量、模板滑动速度等关键环节进行重点检查，确保每一道工序都符合质量标准。同时，定期开展隐蔽工程验收工作，针对钢筋、预埋件等隐蔽部位，严格验收程序，只有验收合格后，方可允许继续进行后续施工。（3）推行“样板引路”制度，在正式大规模施工前，先浇筑筒壁样板段，通过样板段来验证施工方案与质量控制措施的有效性，从中总结成功经验，发现潜在问题并及时解决，为全面展开施工提供可靠依据。此外，还应加强作业人员的培训工作，通过实操演练等方式，切实提升作业人员的技能水平，最大限度减少因人为操作失误而引发的质量问题，确保滑模施工质量稳步提升^[4]。

结束语

混凝土筒仓滑模施工，工艺独特且要求严苛，质量控制贯穿施工全过程。从施工前的方案、材料设备把控，到过程中的模板、混凝土、钢筋等关键环节控制，再到针对常见质量问题的技术与管理的双重优化，每一步都紧密相连。唯有严格遵循规范，运用先进技术，强化管理措施，构建全方位、多层次的质量控制体系，才能切实保障混凝土筒仓滑模施工质量，打造出安全可靠、性能优良的筒仓工程。

参考文献

- [1]黄亮,黄亚杰.筒仓滑模技术在实际施工中的应用研究[J].现代交通与冶金材料,2023,3(S1):1-5+9.
- [2]钱凯.筒仓施工中滑模技术的应用实践探讨[J].工程建设与设计,2021(14):125-127.
- [3]周杨,许丹.筒仓滑模施工支撑钢管回收工艺及成本分析[J].山西建筑,2022,48(12):90-92+105.
- [4]费鸣.筒仓滑模施工砼质量控制及常见问题的处理[J].新世纪水泥导报,2020,26(02):69-70.