

粮库改扩建工程中高空作业安全风险识别与管控措施研究

牛登志

上海建工一建集团有限公司 上海 200120

【摘要】：粮库改扩建工程中浅圆仓施工一般使用液压滑模工艺，高空作业多、风险大，为项目安全控制的重点部位。本文以粮库改扩建的施工场景为背景，从滑模操作平台的组装、人员上下通道、滑升过程中控制、警戒区防护、现场人员管理以及智慧监控等方面出发，对高空作业的主要安全风险进行了系统的识别，并明确了工程实施过程中存在的主要问题，提出了具有针对性、可行性、可操作性的工程安全管控措施。研究成果可以为粮库建设领域高空作业安全管理提供技术支持，也可以给同类型的仓储工程滑模施工安全控制提供借鉴。

【关键词】：粮库改扩建；浅圆仓；滑模施工；高空作业；风险识别；安全管控

DOI:10.12417/2705-0998.26.07.030

1 引言

随着粮食仓储设施的不断升级，浅圆仓由于储粮量大、占地少、机械化程度高而被广泛应用到粮库改扩建工程中。浅圆仓主体施工大多使用液压滑模工艺，作业高度高、时间长、立体交叉作业集中，存在平台组装、钢筋绑扎、混凝土浇筑、模板滑升、设备安装等多项高空作业，高空坠落、物体打击、平台失稳、滑升失控、触电等事故风险较大。目前部分项目的安全管理还停留在制度层面，措施粗放、缺乏针对性、现场落实不到位，不能很好地解决滑模高空作业的安全隐患。根据施工现场实际情况，重点针对能够解决和验证的安全隐患，开展安全风险识别与控制工作，为保证施工人员的安全、提高工程建设质量提供实际意义。

2 工程高空作业特点与主要内容

2.1 工程概况

鄂桥粮库改扩建项目东毗巨潮港（闵浦三桥西侧）、南临北横路、西侧为大寨河、北邻黄浦江。主要包括 56 座 4.5m 结构层以上浅圆仓，仓体高度为 32.3m，主体结构使用液压滑模施工，高空作业在仓壁施工的全部过程中都存在。主要高空作业有滑模操作平台的组装和拆除、钢筋施工、混凝土浇筑和滑升、预埋件埋设、上人通道搭设及维护、临边防护设置等。



2.2 高空作业特点

作业高度高，临边与悬空作业多，人员长期处于坠落危险环境。平台荷载大、设备集中，液压、电气、垂直运输系统同

步运行，系统协同要求高。工序交叉多，上下同时作业，物体打击风险叠加。滑升过程连续动态，平台姿态、混凝土状态、支撑杆受力实时变化。人员上下频繁，通道安全性直接影响作业安全。

3 高空作业安全风险识别

3.1 滑模操作平台失稳风险

双仓连接刚度不够，桁架间距太大，扣件紧固不牢会造成平台整体变形。平台面板铺设不严密、有探头板、间隙大，人员踩踏容易失稳。平台物料集中堆放、荷载超标造成局部下沉或者倾覆。平台临边缺少防护、踢脚板安装不牢固，存在人员和物料坠落的风险。

3.2 高空坠落风险

上人爬梯、马道、梯笼安装不规范，防护不到位、防滑设施缺少，人员攀爬容易滑落。临边护栏高度不足、封闭不严，安全网挂设不到位。作业人员安全带佩戴不规范、低挂高用，未做到高挂低用。平台板面湿滑无防滑设施，人行移动易滑到。

3.3 物体打击风险

高空工具、混凝土碎块、小型材料坠落致人。垂直运输设备、吊具破损失效，物料吊运时坠落。危险警戒区位置未设防滑垫等防护设备，下方安全通道及出入口也没有安装安全围栏等防范措施。

3.4 滑升系统失控风险

千斤顶不均匀放置，支撑腿弯曲产生倾斜、扭转。液压系统存在渗漏或者压力不稳定等问题时会造成滑升速度不能被稳定控制。混凝土出模强度不够，造成混凝土浇筑后发生流动、坍塌，不能正常滑行而导致二次伤害事故。滑升过程中没有统一的指挥，操作无序造成平台偏移。

3.5 人员上下通道失效风险

钢结马道基础承载力不够，压实不均造成不均匀沉降。连墙件和仓壁连接不牢固，焊接质量不好，架体摇摆。梯笼构件

规格不符合要求,螺栓松动,安全网缺失,通道整体稳定性差。

3.6 现场管理与环境风险

由于交底不到位造成人员违章作业。电气线路破损、接地不好,高空触电。大风、大雨、雷击等恶劣天气对平台稳定有影响。危险警戒区管理松懈,无关人员进入施工区。

4 高空作业安全管控重难点及解决措施

4.1 滑模操作平台组装与稳定管控重难点

滑模操作平台是高空作业的主要设备,其稳定与否直接影响到作业安全,主要的重难点有四个部分,分别是双仓连接处结构不牢固、钢管桁架连接不规范、间距太大,使平台整体刚度不够,在滑升过程中容易产生变形、扭转;二是平台面板铺设不规范,存在探头板、缝隙过大等情况,人员踩踏时容易造成失稳坠落;三是临边防护设施缺失或者不符合标准,护栏高度不够,踢脚板设置不规范,不能有效阻挡人员和物料坠落;四是平台荷载管理混乱,物料乱堆乱放,集中堆载现象严重,容易造成平台局部超载、下沉甚至倾覆,给高空作业人员造成严重安全隐患。

4.2 人员上下通道安全管控重难点

人员上下通道属于高空作业人员上下作业面的必经之路,也是高空坠落事故高发区,主要问题有三个,通道基础处理不够,钢结马道地基承载能力欠缺,沉降不均,造成通道倾斜,失稳;连墙件锚固不可靠,仓壁连接不牢,焊缝不合格,架体摇晃剧烈,影响攀爬安全;梯笼配置不合理,构件不符合标准,螺栓松动,安全网缺失,防护效果差;通道验收不严,缺少专项验收程序,部分存在安全隐患的通道私自使用,大大增加了坠落风险。

5 高空作业安全管控专项策略

5.1 滑模操作平台组装与稳定管控策略

按照施工方案进行平台的组装,两仓之间用钢管桁架双向连接,间距不大于1.0m,高度0.90m,形成整体受力体系,提高平台的整体刚度;内外平台用木工板满铺,铺设后逐层检查固定情况,保证无空隙、无探头板,木工板与支架连接牢固,防止人员踩踏时松动。平台外侧设1.8m高护栏,分设0.6m、1.2m、1.8m三道水平栏杆,栏杆间用钢篱网封闭,防护不留死角;临空处设180mm高连续封闭踢脚板,踢脚板与平台面板紧密贴合,防物料滑下、防人员坠落。确定平台堆料位置和最大堆放量,制定物料堆放清单,零散物料集中到专用料箱中存放,不得随意堆积;安排专人每天清理平台,把不用的材料、机具运到地面,不能集中堆载,保证平台荷载不超过设计标准,保持平台整洁有序。

浅圆仓滑模平台组装图(2座仓):

两仓连接处采用钢管连接钢管桁架、双向,间距1.0m左右、高度0.90m;

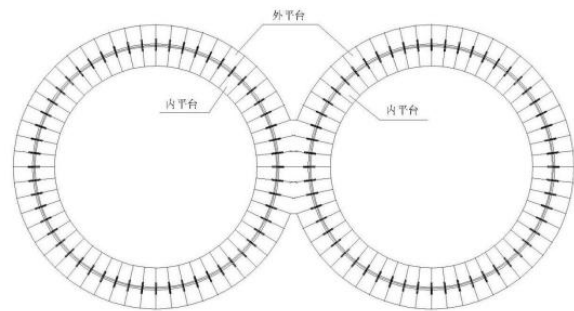


图1 浅圆仓滑模平台装配图

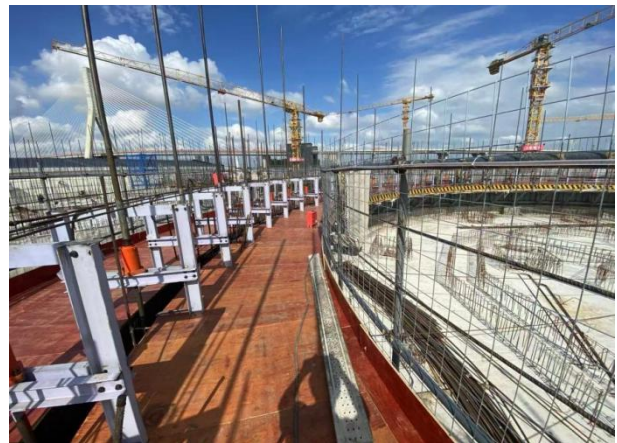


图2 滑模操作平台实景图

5.2 人员上下通道安全管控策略

优先使用符合标准的定型化上人梯笼,梯笼立柱用Q235材质 $80\times 80\times 3.0\text{mm}$ 方管制作,框架、平台、踏步、网片、安全框、扶手等均按规范标准制作,螺栓紧固可靠,进场前核出厂合格证及检测报告,不合格产品不得进场。成品钢结马道基础施工前对地基进行夯实处理,地基承载力不小于 80kPa ,在立杆处打入 $1.0\sim 1.5\text{m}$ 长的短钢管,外露 $400\sim 500\text{mm}$,加强地基承载力并便于立杆连接;基础用C25混凝土浇筑,厚 200mm ,尺寸 $5.0\text{m}\times 3.0\text{m}$,内设双层双向钢筋,基础四周边设排水沟,防止积水造成基础不均匀沉降。连墙杆与仓壁预埋件做可靠的焊接,预埋件提前按设计位置埋设,焊接完成后检查焊接质量,保证无夹渣、虚焊等缺陷;连墙杆用 $\phi 48$ 钢管,与架体用扣件连接,形成刚性固定,减小架体晃动,提高通道稳定性。梯笼、马道搭设完毕后进行专项验收,主要检查基础承载力、连墙件连接、防护设施、踏步防滑等,验收合格后挂牌使用;安排专人定期对通道进行维护检查,及时紧固松动的螺栓、更换破损的安全网,保证通道一直处于安全状态。

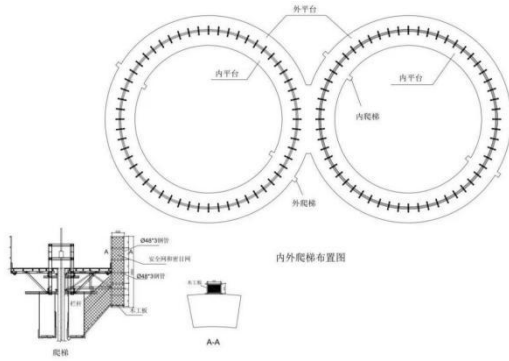


图3 内外爬梯布置图

5.3 滑升过程动态管控策略

滑升前对操作平台、模板系统、液压系统、垂直运输设备、电气线路、通讯信号、防火避雷设施进行全面检查，逐一排除隐患；千斤顶使用前进行全面检查保养，调试合格后投入使用，保证设备正常运转。每班设专人负责检测混凝土出模强度，采用回弹法实时检测，保证出模强度不小于0.2MPa，混凝土出现流淌、坍落时，停止滑升，采取加固、清理等措施，排除隐患后方可继续滑升；滑升过程中设专人统一指挥，液压操作台设专业人员操作，按施工方案控制滑升速度，禁止超速滑升。专人全程观测支撑杆受力状况，以肉眼观察为主、仪器检测为辅的方式，对支撑杆发生弯曲、倾斜等失稳现象时立即停止作业，并查清原因后再做加固、更换等工作，保证支撑杆受力均衡、稳固可靠。

5.4 危险警戒区与交叉作业防护策略

根据施工对象坠落半径，在建构筑物周边划定危险警戒区，警戒区距离不小于坠落半径且不小于10m，用红白警戒旗封闭围挡，在围挡周围设置明显的警戒标志，注明“高空作业、禁止入内”等警告语，保证警示明显。建筑物出入口、地面通道、机械操作场所等重要部位，搭设高度不小于2.5m的安全防护棚，防护棚为双层，上层铺脚手板，下层设防护网，可以防止高空坠落物。立体交叉作业时上下工作面之间搭设隔离防护棚，分隔作业区域，防止交叉作业造成干扰。施工现场的供电、办公和生活临时建筑及大宗材料的堆存区，都布置于危险警戒区之外，防止高空坠物对它们造成威胁，同时危险警戒区内不允许有非工作人员进入，并且外单位参观人员须获得项目单位许可并由专人陪同才能进入，全程做好防护。

参考文献：

- [1] 马海燕.高层建筑施工中的安全风险识别、评估与控制方法研究[J].城市开发,2026,(03):140-142.
- [2] 岳媛.建筑工程高空作业安全防护技术研究[J].陶瓷,2025,(08):192-194.
- [3] 寇文圆.建筑施工现场智能化安全风险管控[J].城市开发,2025,(08):48-50.
- [4] 闫瑾.高层建筑施工中的高空作业安全风险控制[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(10):55-57.
- [5] 仇冬.高层建筑施工现场高空作业安全防护及防腐控制探讨[J].全面腐蚀控制,2024,38(09):70-72.

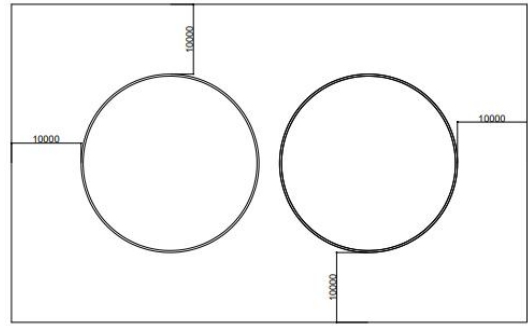


图4 滑模警戒线

建立项目智慧建造平台，通过集成建筑信息模型（BIM）、AI智能摄像头等设备，实时采集现场环境、设备运行状态及人员安全行为数据，进行安全风险检测和大数据分析，例如，AI智能摄像头能自动识别未佩戴安全帽、违规动火等安全隐患并及时发出预警，使隐患发现及时率大幅提升，确保施工人员的人身安全与施工安全，从而达成全方位的安全监控。



图5 智慧化展示平台

6 结论

粮库改扩建工程浅圆仓滑模高空作业安全管控，要从现场实际问题出发，以平台稳定、人员通道、滑升控制、警戒防护、人员行为、智慧监控六大方面为重心，使风险识别具体化、管控措施具象化、现场执行标准化。通过采取定型化通道、标准化平台组装、动态滑升控制、封闭式警戒防护、分级交底、智慧监控等相应的措施可以有效地减少高空坠落、物体打击、平台失稳、滑升失控等安全事故的发生来保证施工人员的安全和工程的顺利实施。本文提出的方法可以直接应用到同类型粮库改扩建工程中，给高空作业安全提供可行的技术参照。