

# 基于BIM粮食筒仓滑模施工实践

周 健<sup>1</sup> 赵明晓<sup>2</sup> 高腾飞<sup>3</sup>

1. 中央储备粮唐山直属库有限公司 河北唐山 063000

2. 深圳市明咨工程顾问有限公司 广东深圳 518000

3. 中新创达咨询有限公司 河南郑州 450001

**摘要:** 通过BIM在粮食筒仓项目实施,对仓体滑模施工和仓顶钢结构支撑体系结构组装有很大的指导意义。本文利用BIM管理工具,从模型搭建到各专业图纸问题的提前发现,到用于项目协同管理的平台建设,都在行业内进行了一个新的尝试。整体看来,实施BIM技术对滑模和仓顶施工均有很大的指导和借鉴意义。

**关键词:** BIM粮食筒;滑模施工;控制系统设计

## Construction practice of grain silo slip form based on BIM

Zhou Jian<sup>1</sup>, Zhao Mingxiao<sup>2</sup>, Gao Tengfei<sup>3</sup>

1. Tangshan warehouse directly under the Central Grain Reserve Co., Ltd. (1) Tangshan 063000, Hebei Province

2. Shenzhen Mingzi Engineering Consulting Co., Ltd. (2) Shenzhen 518000, Guangdong Province

3. Zhongxin Chuangda Consulting Co., Ltd. (3) Zhengzhou 450001, Henan Province

**Abstract:** The implementation of BIM in the grain silo project has great guiding significance for the construction of silo slide form and the silo steel structure. Using BIM management tools, this paper has made a new attempt in the industry from model building to the early discovery of drawing problems in various disciplines to the construction of a platform for project collaborative management. On the whole, the implementation of BIM technology has great guiding and reference significance for the construction of slip form and silo top.

**Keywords:** BIM grain silo, slip-form construction, control system design

### 1 工程概况

河北某粮食物流项目建设粮食筒仓30座,仓容30万吨,筒仓直径28.0m,仓顶屋檐高度29.2m,并配套提升塔及栈桥等设施。包括土建工程,钢结构、筒仓(进仓、出仓、倒仓)的输送工艺系统,供电系统、自动控制及管理系统、给排水、消防、配套道路、工业监控系统等配套设备的采购、机电设备安装等。

### 2 BIM实施概述

BIM指建筑信息模型,融合了与建筑相关的所有信息数据,在数字信息属性的环境中,做为检验和指导施工在建筑行业已经得到广泛应用<sup>[1]</sup>。

在本项目施工应用的BIM技术,价值明显,主要分为三项阶段。第一阶段是搭建BIM模型,结合了粮食筒仓的物理与功能信息,运用数字化的方式,表达出BIM技术对各专业的理解;第二阶段是为项目管理提供了共

享的平台,随时分享在施工周期内的信息,促进各方交流,利用BIM技术实现建筑工程的科学化管理<sup>[2]</sup>;第三阶段是BIM技术的协同运用,采用方圆-BIM云平台,协同管理,有利于项目各方参与管控。

### 3 滑模施工工艺

本滑模系统由液压提升系统、模板系统和操作平台系统组成。滑模施工工艺关键就是滑模系统设计,主要从平台系统设计、提升系统设计、模板系统设计、电气、油路系统设计、运输体系设计、测量、监视体系设计进行控制。

工程结构滑模主要包括支撑筒体滑模、库顶板翻模、上部仓体滑模以及仓顶板翻模等四个主要施工工序。其施工工艺流程为:滑模组装→仓底板以下滑模→仓底板施工→仓底板以上滑模→仓顶支撑钢结构安装→仓顶支撑结构→仓顶结构施工→养护→支撑系统拆除。

### 3.1 滑模组装

滑模过程中千斤顶爬升的轨道，也是整个滑模装置及施工荷载的支撑杆件，模板的滑空或由于支撑杆穿过门窗孔洞等原因使支撑杆脱空长度过大，在这种情况下，支撑杆容易失稳而弯曲，因此采取加固措施。

### 3.2 滑模平台

主要包括上承式钢桁架，内、外操作平台（外平台宽1.5m，内平台根据主副桁架确定），操作平台是滑模施工的操作场地，是绑扎钢筋、浇筑砼的工作场所，其所承载的荷载较大，必须有足够的强度和刚度。如图3-1。



图3-1 滑模BIM建模平面示意图

### 3.3 提升钢结构

采用双横梁“开”字形架，横梁将达到与立柱刚性连接，两者的轴线将在同一平面内，在使用荷载作用下，立柱的侧向变形小于2mm。模板顶部至提升架横梁的净高度将大于500mm。

### 3.4 钢筋绑扎

在外模安装前进行，钢筋则需随模板的提升穿插进行（即浇筑砼时不绑扎钢筋，绑扎钢筋时不浇筑砼）。浇筑砼前，升起的滑动模板表面应彻底清理，筒壁要连续浇筑，不允许留施工缝。

### 3.5 混凝土浇筑

砼主要利用地泵输送，先将砼泵送到内操作平台上，再用人工均匀分送入模内。砼入仓后，用插入式振捣器振实。浇注混凝土应按照严格的顺时针和逆时针交替顺序进行，保证每模内的荷载均匀并且保证模板不发生扭转。

## 4 仓顶伞形支撑系统

4.1 “伞形钢支架”作为高支模支撑骨架进行仓顶盖混凝土浇筑施工，伞形钢支撑桁架在工厂提前预制成部件，待筒仓壁的滑模结束后运至现场开始安装。钢架系统安装完毕，在桁架系统的下弦铺设强度足够的（大块）木板，作为支模工人的操作面。筒仓混凝土顶盖浇筑施工完毕，混凝土强度达到拆模的要求后，将实施钢支架系统卸载的施工。

模板拆除期间，操作人员仍然站立于钢架系统的下弦平面作业。如模板系统拆除完毕后，利用在筒仓顶盖的径向梁上预留的小孔，放下由小型卷扬机驱动的钢绳，吊住欲拆除的桁架单榀，割除该单榀后，由此钢绳将被拆除的单榀桁架放至仓内地面。表4-1。

表4-1 支模参数一览表

名称	轴线尺寸	部位名称	截面尺寸 (mm)	模板架子高度 (m)	中心钢筒	钢桁架辐射大梁	下弦拉杆	斜撑	钢桁架重量
粮食筒仓伞状支撑	内直径28.0米	仓顶盖结构	180/200	1.8/3.0	钢板焊接	36根 HN250×125	D32mmHRB400	D159×6	30.6吨

## 5 仓顶支撑操作要点

### 5.1 施工准备

根据现场要求，找出需要解决的技术难点，制定锥壳体空间桁架专项方案。根据工程进度，合理采购工程所需原材料，并附有出厂合格证及检测报告，经复检合格后方可使用。

### 5.2 预埋抗剪螺栓钢套管

预埋抗剪螺栓套管为M24，螺栓预埋件施工之前，对预埋件竖向和水平方向严格控制，并在预埋件的位置设置标志牌。

### 5.3 安装牛腿

在筒仓壁上安装挂篮，作业人员利用挂篮，安装通过设计计算的型钢牛腿及M24螺栓，用60N·m力矩扳手检查螺栓的拧紧情况。

### 5.4 钢桁架组装

(1) 采用AutoCAD、Revit放样技术，根据测量定位平面图，对现场的桁架中心位置、主梁位置等进行放样控制，数据准确可靠，现场定位点位置，直接在图中量取，减少计算工作量，保证测量定位精度。如图5-2。

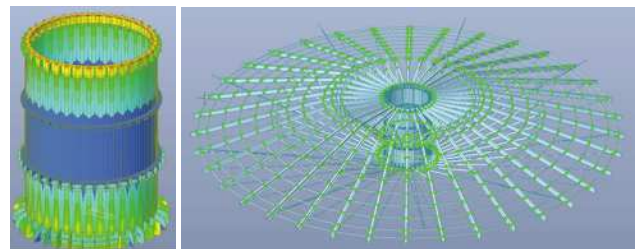


图5-2 中心钢筒构造立体图及伞状支撑

(2) 在筒仓底板上找中心点，组装好后检查空间桁架杆件、螺栓、螺母规格及螺栓外露丝口长度，用

40N·m力矩扳手检查螺母的拧紧情况。

(3) 在空间桁架型钢主梁上HN250×125×6×9mm(上弦杆件)焊接100mm长,再在空间桁架型钢主梁上焊接150mm长Φ48竖向钢管,用于支模架竖杆的连接,安装Φ48环形钢管与短节Φ48竖向钢管连接,在空间桁架上弦杆、下弦杆挂安全兜网。

## 6 本工程的重点难点

### 6.1 操作平台

采用独库平台,平台与相邻筒仓滑模平台完全断开,空隙间距200mm沿筒仓圆周方向在提升架立柱上支出内、外悬挑平台,平台采用钢管搭设格构式桁架宽度1.5m,上铺5cm脚手板,用弧形钢管在三脚架外侧连接成围圈。外平台设1.2m高栏杆,栏杆外挂安全网。

### 6.2 提升系统设计

提升系统设计是整个滑模系统设计的关键,其中提升架的布置是重中之重,应以分布均匀、荷载均衡、避开库壁预留洞口、预埋件为原则。滑模提升的主要设备——千斤顶,受提升架受结构尺寸、库壁结构特征、库顶钢结构支点位置等因素的影响,应作为设计的重点。

### 6.3 模板系统设计

内、外模板均采用1200mm×100/200/300/600mm的组合钢模板,用螺栓固定在内、外围圈上,通过用模板与围圈间的2.5mm厚薄铁垫片调整成上口小、下口大的倾角,上下开口差为5mm,内外模板中部间距尺寸为

250mm,以便混凝土顺利出模。

### 6.4 液压控制系统

由液压控制台、油管、阀门、千斤顶组成,经试验合格的起重量6.0t的GYD-60型液压千斤顶,在水平尺和线坠的检测下,用垫片找正,使其固定在提升架下横梁上。

### 6.5 仓顶伞形钢支架系统

作为高支模必须进行专家论证。支撑骨架桁架耗用材料减少且桁架规格单一,便于成批制作。材料回收利用率,避免了传统钢管脚手架的大量投入。伞形体系受力明确、下挠度小,安装和拆卸速度快,安全可靠<sup>[1]</sup>。大大节省施工总工期。

## 7 结束语

基于BIM粮食筒仓滑模施工内容很多,篇幅有限我们仅仅就滑模和伞形支撑进行了建模和施工指导,基于BIM的协同管理我们在此项目进行了尝试,就参建各个单位进行信息化协同应用,对粮食筒仓项目管理开辟了一条新的路径。

### 参考文献:

- [1]《BIM第一维度》——不同阶段的BIM应用,葛清主编,中国建筑工业出版社,P12.
- [2]中国建筑施工行业信息化发展报告(2015)《BIM深度应用与发展》中国城市出版社,P20.
- [3]滑模变结构控制MATLAB仿真(第3版)-先进控制系统设计方法.