

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2021.08.060

预制构件一体化拆模起吊工艺的研究

王一峰

(上海隧道工程有限公司构件分公司, 上海市 200127)

摘 要: 预制构件一体化拆模起吊工艺可满足从浇筑、拆模、翻身到起吊的工艺要求, 整合工序, 实现一体化应用, 提升生产与物流效率。为实现预制构件的翻转, 避免传统形式下构件易碰损情况的发生, 设计研究了一种便于拆模起吊的模具, 该模具带有的定位销能确保浇筑时模具相对固定, 限位装置则能保护模具, 防止构件过度翻转与碰撞。

关键词: 预制构件模具; 一体化应用; 翻转碰撞限位

中图分类号: U415.5 **文献标志码:** B **文章编号:** 1009-7716(2021)08-0230-04

1 概 述

钢筋混凝土预制构件在拆模后, 通常由起重机起吊至翻转工位, 配合专用翻转机进行翻转后再起吊^[1]。专用设备通常含有油缸顶推机构(见图 1), 造价高, 同时由于设备的增加, 需额外进行一次起吊与放置, 从而带来了更多的产品质量风险。因此, 本着节约成本、提高生产运输效率、保护产品、提升质量的目的, 本文以上海市武宁路快速化改建工程中设计的尺寸为 5 000 mm × 2 500 mm × 200 mm 的预制构件为样本对象, 设计研究了一种便于拆模起吊的模具, 并形成相应的施工方法。

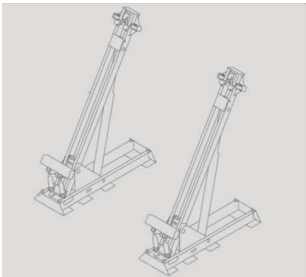


图 1 传统油缸顶推翻转机构

2 便于预制构件拆模起吊的模具

本模具设计主要解决的问题是将原有工序“拆模→起吊→放置翻身架上→翻转→起吊”的步骤合并为“拆模→翻转→起吊”, 并通过整体质心变化, 配合旋转机构, 除去油缸顶推装置, 将整体模具简化为简单机械结构。

收稿日期: 2021-01-06
作者简介: 王一峰(1996—), 男, 本科, 助理工程师, 从事混凝土预制构件生产设备管理工作。

1.1 模具主体组成部件

模具最大尺寸为: L 7 500 mm × W 2 880 mm × H 1 750 mm, 如图 2 所示。

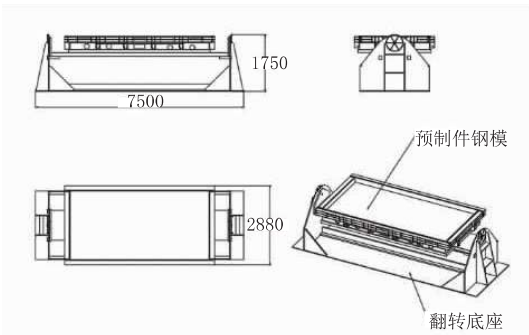


图 2 便于预制构件拆模起吊的模具(单位:mm)

主体组成部件为预制件钢模与翻转底座, 两者通过调节件铰接连接。如图 3 所示, 钢模部分由底模、端模及侧模组成, 配套旋转底座与翻转架连接。如图 4 所示, 翻转架主要由底座、翻转限位器、手摇辅助转盘、调节阻尼、定位销等组成。

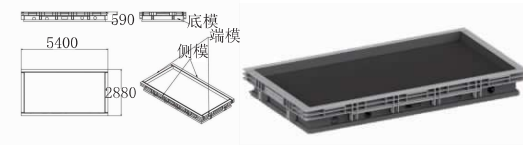


图 3 装置组成部件——钢模部分

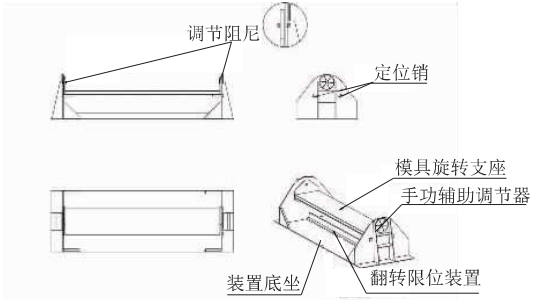


图 4 装置组成部件——旋转架与翻转架

1.2 模具结构分析

1.2.1 钢模结构

钢模主要采用 Q235B 材料,结构尺寸可根据不同预制构件而变化,预制件长度最长可至 5 500 mm,高度最高可至 300 mm。本次结合项目预制构件,钢模本体外形尺寸为 5 400 mm × 2 880 mm × 590 mm。为满足拆模后起吊工序中吊具的使用,其侧模打开形式为铰链式,可满足 85°开启;端模打开形式采用平移机构,可移出距离为 200 mm 以上。通过设计模拟,如图 5 所示,可以得出结论,该拆模形式能满足脱模条件,确保不拉边,同时能预留足够的距离便于预制构件吊具的进入与抓取。



图 5 模具拆模起吊状态示意图

设计的同时,需要对钢模的力学性能进行分析,确保浇筑时及翻转后钢模的稳定性。钢模处于平衡状态,浇筑混凝土时,选取《混凝土结构工程施工及验收规范》(GB 50204—2015)^[2]中提到的新浇注混凝土作用在模板上的最大侧压力计算公式(1)、(2),取两者中较小值:

$$F_1 = 0.22\gamma_c t_0 \beta_1 \beta_2 v^{1/2} \quad (1)$$

$$F_2 = \gamma_c H \quad (2)$$

以本装置试验对象为例,式中: F 为新浇筑混凝土对模板的最大侧压力, kN/m^2 ; γ_c 为混凝土重度,取 24 kN/m^3 ; t_0 为新浇混凝土初凝时间,按公式 $\frac{200}{T+15}$ (T 为混凝土温度,取 28°C),取 5 h ; β_1 为外加剂修正系数,不参加时取 1.0 ,参加具有缓凝作用的外加剂时取 1.2 ; β_2 为混凝土坍落度影响修正系数,坍落度小于 100 mm 时取 1.0 ,大于 100 mm 时取 1.15 ; v 为混凝土浇筑速度,取 5 m/h ; H 为混凝土底部与浇筑顶部总高度差,取 0.2 m 。

经计算可得: $F_1 = 97.7 \text{ kN/m}^2$, $F_2 = 5 \text{ kN/m}^2$,取两者较小值 $F_2 = 5 \text{ kN/m}^2 = 4.9 \text{ MPa}$,远小于 Q235B 最大屈服应力 235 MPa 。同时,通过专业有限元分析软件,对侧板进行应力分析,如图 6 所示,发现其最大应力不足 1 MPa ,最大形变量为微米级别 (10^{-3} mm),满足强度要求。

当模具处于翻转后起吊工位时,需要对底部侧

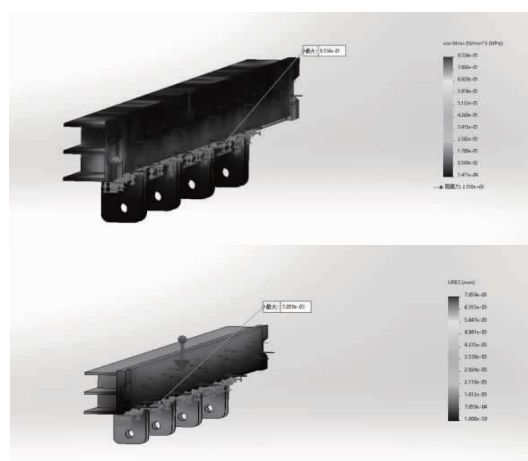


图 6 平衡状态下侧板应力和形变有限元分析(单位:MPa)

板进行受力分析,其受到的压力 F 为预制构件重力与钢筋重力之和,按公式 $F = m_1 g + m_2 g = \rho v g + m_2 g = 2\,400 \times 2.5 \times 9.8 + 400 \times 9.8 \approx 6\,300 \text{ kN}$,正应力公式 $\sigma_1 = F/S = 6\,300 / (0.2 \times 5) = 6.3 \text{ kN/m}^2 = 6.2 \text{ MPa}$,远小于材料最大屈服应力^[3]。通过有限元分析,如图 7 所示,侧板最大应力 30.1 MPa ,位于铰链铰接处,最大形变量为 0.1 mm ,均符合强度要求。

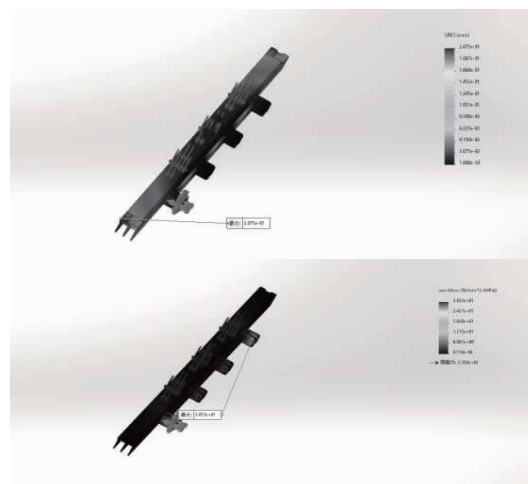


图 7 拆模起吊状态下侧板应力和形变有限元分析(单位:mm)

1.2.2 模具翻转机构

模具的翻转主要通过质心变化支撑其翻转。翻转前整体质心与起吊预制件后模具质心位置不同,其质心的先后变化与旋转轴相对位置的不同,可实现其自动双向翻转^[4]。

具体说明如下:浇筑完成后,钢模横向处于稳定状态时,整体质心位于调节件上方 50 mm 处,如图 8 所示。当模具盒向旋转侧稍许移动后,钢模机构质心偏移,使得钢模具有继续围绕调节件一侧翻转的趋势。当翻转到位,拆模起吊后,质心突然发生变化,配合调节件处阻尼层及手动辅助操作,可将钢模机构缓慢复原成初始状态^[5]。

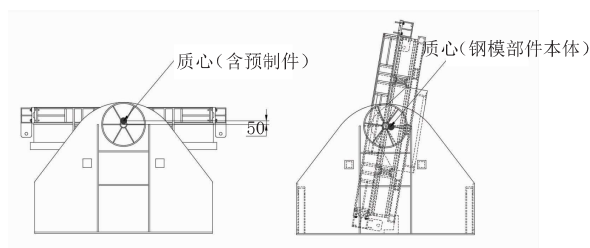


图8 模具翻转机构基本原理示意

同时,为了确保钢模浇筑时平衡稳定性,在翻转底座设置了多对平衡定位销,用于防止人员误操作及浇捣时受力不均导致的钢模翻转。

在起吊之前,对翻转角度有一定要求,角度过小可能导致起吊后预制件自转复位,产生安全隐患及产品碰损,而角度过大,又易造成倾翻,故本装置通过设置翻转限位条,如图9所示,在保证翻转角度足够的同时(针对本文研究对象,翻转角度为 82°),避免脱模起吊后预制件的状态不稳定。

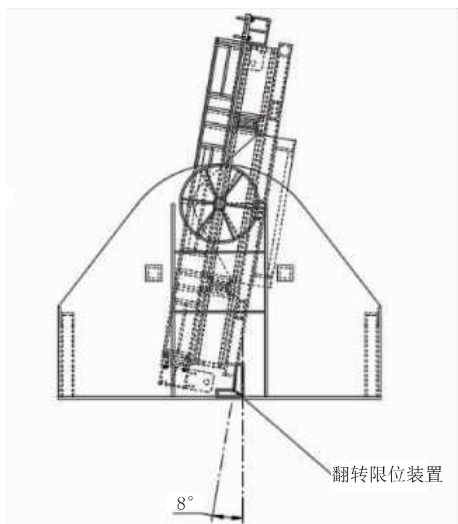


图9 翻转限位装置与翻转到位角度示意

2 模具的应用及施工方法

2.1 使用步骤

图10为预制构件生产工艺流程。本文针对构件吊离模具环节进行优化,具体流程如下:

(1)模具水平时,将多个定位平衡销置于底座相对两端对应支撑处,对模具进行浇筑。

(2)浇筑养护完成后,打开一端侧模并拔出定位销,留出空间供钢筋出模即可,不需要全部将端模打开转动至水平。调节手动辅助轮,模具在质心变化与调节阻尼限制下翻转。

(3)模具翻转抵靠至限位杆时自然停止,平移出两侧端模。

(4)预制件直接起吊后堆放。

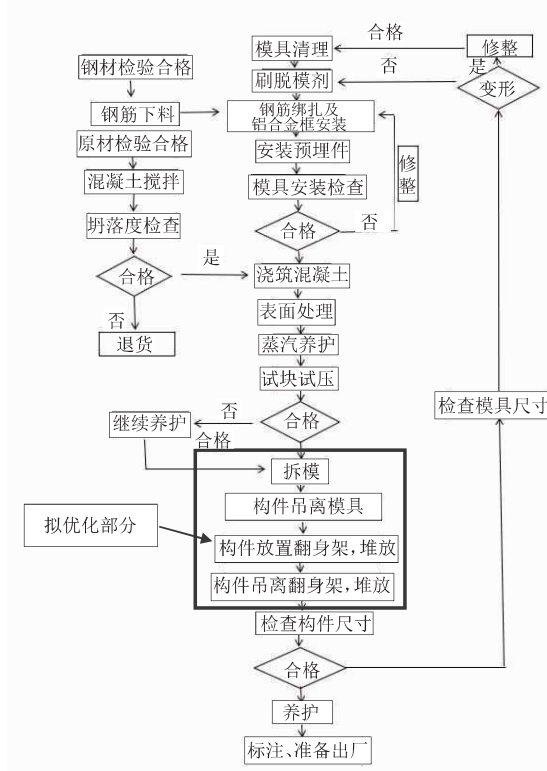


图10 预制构件生产工艺流程

模具翻转机施工步骤见图11。

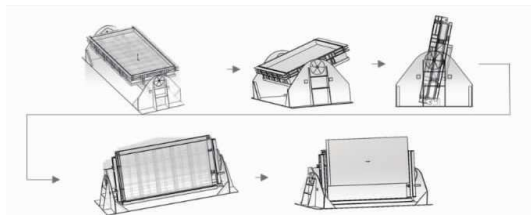


图11 施工步骤

施工过程中,贯彻“安全第一、预防为主”的方针,将《企业安全生产标准化基本规范》(GB/T 33 000—2016)作为操作工规范要求^[6]。针对本设备,需对如下安全事项特别注意:

(1)翻转角度应为 $0^\circ \sim 87^\circ$,翻转方式应控制在“慢—快—慢”的速率。

(2)人工辅助速率调节处采用耐磨阻尼材料,控制回转速率不超过 1.5 r/min 。

(3)拆模时需按照侧模铰链打开,拔出定位销,翻转到位后,平移打开端模的顺序进行开模,拆模时应尽可能避免对钢模及构件造成损伤。

(4)预制构件浇筑及设备翻转过程中,两侧严禁站人,设备应有专用区域与护栏分隔,避免人员受到机械伤害。

(5)构件起吊必须使用专用吊具,平稳起吊,不允许单侧或强行起吊,起吊时吊具和钢丝绳必须垂直。起吊过程中由专门人员进行指挥,保证构件吊孔

螺栓锁紧到位,并确保整个吊运过程的安全。

2.3 装置优势

2.3.1 生产效率

针对养护后脱模起吊到堆放环节,采用本装置及施工方法可提升效率 40%,且减少起重机使用频率,降低起重设备频繁使用导致故障带来的停工风险。传统施工方法与新施工方法效率比对见表 1。

表 1 传统施工方法与新施工方法效率比对

施工方法	开始工序	步骤 1	步骤 2	步骤 3	步骤 4	步骤 5	步骤 6	总耗时/min
传统施工方法	预制件达到起模强度	拆模(5 m)耗时 5 min	起吊运至翻转工位(5 m),耗时 5 min	翻转(5 m),耗时 5 min	起吊运至堆放区(10 m),耗时 10 min	修补量较大(10 m),耗时 10 min	静养待出厂	35
翻转设备下施工方法	预制件达到起模强度	翻转(5 m)耗时 5 min	拆模(5 m),耗时 5 min	起吊运至堆放区(5 m),耗时 5 min	修补量较少(5 m),耗时 5 min	静养待出厂		20



图 12 预制构件起吊损坏示意图

3 结 语

本课题的研究,是对预制件生产效率提升、产品质量提高以及节约成本的一次探索,并从人性化设计,软件模拟计算辅助等方面作进一步优化。目前,该方案已提交实用新型与发明专利 2 项申请,也将在今后的现场实践中不断改进。面对全国各地的基

2.3.2 产品质量

起吊时易发生碰撞,即构件缺边少角。以预制混凝土管片为例,由于起吊强度不足、放置速度过快等各类起吊不规范的野蛮操作,单次起吊碰撞率约为 10%;原施工方法起吊 2 次,其损坏率约为 19%。采用本装置可减少吊装次数,显著降低起吊带来的质量隐患。

础建设密度集中提升,配套产业预制件需求量随之不断增加的市场环境下,本装置的理念与设计可为其他类似相关工程提供借鉴与思考。

参考文献:

[1] 刘俊岩. 深基坑工程[M].北京:中国建筑工业出版社,2001.
[2] GB 50204—2015,混凝土结构工程施工及验收规范[S].
[3] 刘清泉. 空中翻转技术在仰拱预制块生产中的应用[J].隧道建设, 2011,31(5):629-633,642.
[4] 吴明留,孙宝寿,束学道,等.180°模具翻转机构的设计与仿真[J].宁波大学学报(理工版),2017,30(2):44-48.
[5] 张琦峰,刘学峰,钟波,等.方草捆捡拾码垛车翻转卸车机构的设计[J].山东农业大学学报(自然科学版),2019,50(6):967-970.
[6] GB/T 33000—2016,企业安全生产标准化基本规范[S].

(上接第 202 页)

过文中计算可以发现:

(1)闸室稳定计算依托于理正、excel 等软件,将省略较多手算步骤,大幅度提高工作效率,减少计算量。

(2)桩顶竖向荷载与水重、扬压力,以及上部弯矩有关,需对所有工况进行计算才能保证结果的准确性。

参考文献:

[1] 陈宝华,张世儒.水闸[M].北京:中国水利水电出版社,2003:191.
[2] 朱定国,周奕琪,朱柳峰. 复杂结构闸室稳定分析程序的研究与开发[J].上海水务,2016,32(2):53-55.
[3] 马飞,马兆会,李永春. 基于 ANSYS 的孟家闸闸室稳定有限元分析[J].水利规划与设计, 2013:54-55.
[4] 刘斌.水闸闸室稳定计算分析[J].中国水运,2010,10(8):179-180.
[5] 水闸设计规范[S].
[6] 建筑桩基技术规范[S].