

# Key points of shaft sliding mode installation and lifting demoulding Technology

hongwei Wang wenmin Zhu changli Liu

China Railway Tunnel Group No.1 Co., Ltd. Chongqing 401100

## Abstract

the shaft slip form is an advanced construction technology for the secondary lining concrete pouring of the vertical shaft and the continuous and efficient concrete pouring. Through the hydraulic system, it drives the integral formwork system to pour and slide at the same time, so as to realize the shaft forming at one time. It has the advantages of fast construction speed, good integrity, high safety and low cost. In the process of technology application, it is particularly important to strictly control the two key links of sliding mode installation and lifting demoulding, which is the key measure to ensure the construction quality of shaft sliding mode. In view of this, this paper first briefly describes the advantages of shaft sliding mode construction technology, and then combined with specific engineering cases, summarizes and expounds the construction technology points of shaft sliding mode installation and hoisting demoulding, in order to help the construction unit improve the professionalism and standardization of shaft sliding mode construction, and better carry out relevant technical management work.

## Keywords

shaft construction; Sliding mode technology; Sliding mode installation; Lifting demoulding

## 竖井滑模安装与吊装脱模技术要点

王宏伟 朱文民 刘常利

中铁隧道集团一处有限公司, 中国 · 重庆 401100

## 摘 要

竖井滑模是用于垂直井筒二衬混凝土浇筑, 连续高效浇筑混凝土的先进施工技术。它通过液压提升系统带动整体模板系统边浇筑、边滑升, 实现井筒一次成型, 具有施工速度快、整体性好、安全性高、成本低等显著优势。在技术应用过程中, 对滑模安装与吊装脱模两个关键环节进行严格的技术把控尤为重要, 是保障竖井滑模施工质量的关键举措。鉴于此, 文章先简要阐述了竖井滑模施工技术的有点, 然后结合具体工程案例, 对竖井滑模安装与吊装脱模两个环节的施工技术要点进行总结和阐述, 旨在帮助施工单位提升竖井滑模施工的专业性和规范性, 更好地开展相关的技术管理工作。

## 关键词

竖井施工; 滑模技术; 滑模安装; 吊装脱模

## 1 引言

井施工素有“咽喉工程”“死亡之谷”之称, 具有工作面窄小、通风困难、高空作业量大等施工特点, 施工过程中会面临落石、淋水、炮烟、粉尘等多种危险因素, 因此具有较大的施工难度。随着施工技术的进步发展, 现阶段在进行竖井施工时会广泛采用竖井滑模技术进行垂直井筒二衬混凝土的连续高效施工, 该施工技术的应用可显著提升竖井施工的安全性、高效性和质量性。为保证竖井滑模技术的应用效果和后续施工质量, 施工单位应注重滑模安装与吊装脱模两大环节施工技术要点的探索和把控。

## 2 滑模施工的应用优势

滑模施工作为一种先进的施工技术, 其在竖井施工中的应用具有以下优势: (1) 施工效率高。滑模施工过程中, 会借助油泵的压力, 使卡在支承杆上的液压千斤顶带动整个操作平台及模板向上缓慢、匀速提升。无需重复支模、无需搭建额外脚手架, 且可以按照每天滑升 2.5m ~ 3.5m 的速度, 进行 24h 不间断作业。因此, 相较于其他施工技术, 其施工速度更快、效率更高<sup>[1]</sup>; (2) 应用成本低。首先, 滑模固定采用爬杆及液压千斤顶, 工作盘安装完成后可形成较大的工作空间, 各项安装材料(拉杆、垫板及临时预埋件等材料)的使用量相对较少, 且滑模本身质量较轻, 易于安装操作, 以上特征可一定程度减少技术应用的材料成本和人工成本。其次, 滑模施工受环境因素的影响较小, 且可以 24h 不间断地持续施工作业, 从而能够有效减少施工管理成本和进度成

【作者简介】王宏伟(1983-), 男, 中国河北涿源人, 本科, 从事公路隧道、施工技术研究。

本；（3）施工安全性好。滑模施工作业期间，施工人员会在封闭固定、牢固可靠、空间充裕的工作盘上进行施工操作，能够实现多类型危险因素的有效防控，最大限度保证施工人员的作业安全性，从根源上降低安全事故风险；（4）施工质量佳。得益于可连续不间断施工的优势，滑模施工技术的应用可显著降低施工缝的数量，使浇筑结构更具整体性，获得更好的结构性能。同时，滑模的体积形态具有可调性，施工期间可有效避免跑模、形体偏差等情况的发生，确保结构混凝土浇筑表面的平整性，杜绝“错台”“麻面”等质量问题出现<sup>[2]</sup>。

### 3 竖井滑模安装与吊装脱模技术的要点分析

#### 3.1 项目概述

某工程项目由“竖井+平洞”组成，出线竖井高约272.5m，横截面采用圆形。基于对设计方案、现场环境条件、施工组织设计等多方因素的综合考虑，拟采用滑模施工技术进行出线竖井施工。鉴于工程对施工质量要求较高，模板采用液压同步提升方式。提升系统建立在井口，采用钢绞线与模板连接，控制系统采用PLC智能控制系统，以便可以实时检测各提升点的行程和受力状态，动态调整各个油缸速度，使施工更安全、高效。为最大限度保证出现竖井的施工质量性和安全性，施工单位着重加强了滑模安装和吊装脱模两个关键环节的技术管理力度，并提出了具体的技术控制要点。

#### 3.2 滑模安装环节技术要点

滑模安装环节主要包含辅助天车安装、贝雷梁提升门架安装、贝雷梁提升、环梁安装、模板桁架安装、模板安装，六个关键工序<sup>[3]</sup>。本次工程项目出线竖井滑模施工期间，施工单位在滑模安装环节针对以上关键工序提出了如下技术要点：

##### 3.2.1 辅助天车安装

首先采用稳车将需要材料从井底吊运至井口，然后采用人工搬运方式在现有贝雷梁上弦安装垫板，垫板采用U型螺栓与上弦连接，垫板安装完成后进一步铺设轨道，轨道固定采用焊接压板方式，两侧轨道中心距2800mm控制误差 $\pm 5\text{mm}$ ，轨道中线应与贝雷梁中线重合，铺设完成后轨道两端需焊接车档，防止小车脱轨。轨道铺设完成后，进一步拼装天车。天车采用稳车吊装，先在井底预拼装，然后采用稳车吊运至井口，放置在轨道上。进一步安装吊架和斜撑，此时吊架和斜撑处于水平状态，天车做为平台，为下一步拼装提供支撑。

##### 3.2.2 贝雷梁提升门架安装

天车安装完成后，在天车上面预拼装贝雷梁提升门架。采用稳车从井底吊运至拼装小车上，依次吊运上横梁---两侧立柱---下横梁。预拼装完成后采用稳车将门架从水平状态转换成垂直状态，然后将天车斜撑和吊架连接到一起(图

1)，采用天车做为吊点，采用两个3t手拉葫芦起吊贝雷梁提升门架，采用小车将门架纵向移动至指定位置。移动到位后调整门架位置与水平高度，调整完成后与预埋板焊接。采用相同方法安装另一侧门架。

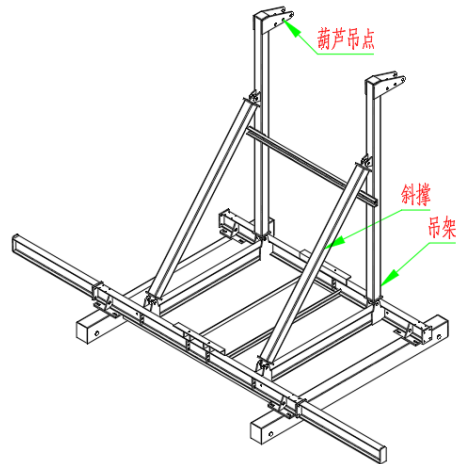


图1 天车斜撑与吊架连接示意图

##### 3.2.3 贝雷梁提升

提升门架安装完成后，将天车上吊架和斜撑拆除，然后安装点动葫芦。贝雷梁提升前需安装平台、防护栏杆、环梁提升油缸。油缸安装前先将钢绞线穿入油缸，单个吊点采用两根钢绞线。环梁自重23t，采用四个吊点，单个吊点受力约6t，单根钢绞线受力不超过3t，满足规范要求。

##### 3.2.4 贝雷梁吊装前准备

准备工作完成后，开始提升贝雷梁。在此状态下贝雷梁总重约15t，采用4个5t手拉葫芦提升，提升高度4.1m。提升时先脱离地面10cm，然后观察各部位受力状态，没有异常的情况下才能进行下一步提升，提升时应确保4个吊点同步提升，采用红外线水平仪辅助卷尺测量各吊点水平状态，同步误差不得超过50mm，提升时贝雷梁下面严禁站人，操作人员严格佩戴安全带，安全带系在安全绳上面。贝雷梁提升到位后放置在垫板上，垫板与横梁焊接，垫板与贝雷梁用夹板连接(见图2)

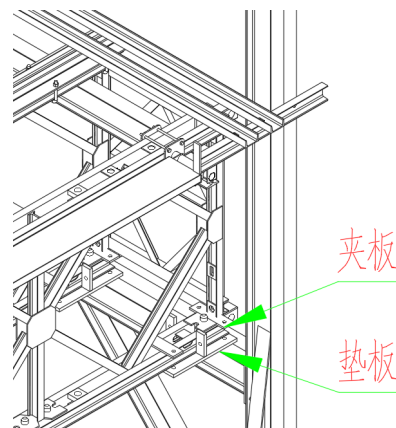


图2 贝雷梁与垫板连接示意图

### 3.2.5 环梁安装

环梁安装前先将吊装横梁放至井底，环梁在横梁上安装，环梁安装时应将吊点位置与放样位置对齐，误差控制在 $\pm 10\text{mm}$ 。环梁在井底预拼装，提升油缸安装在环梁上，油缸安装前先将钢绞线穿入油缸，单个吊点安装三根钢绞线，中心对称安装。环梁拼装完成后整体提升至井口。提升采用安装在贝雷梁上的提升油缸，将安装好的钢绞线下端与吊装横梁连接，采用锚具固定。提升时先应逐步加载，同时测量贝雷梁挠度与理论值偏差是否相符，提升离地后观察各部位受力状态，没有异常的情况下才能进行下一步提升。提升速度约6米/小时。提升到位后将支腿展开。支腿展开后采用机械千斤顶调整环梁水平尺寸，然后采用手拉葫芦调整吊点位置与井底放样位置对其，调整完成后与预埋板焊接。进一步将斜撑铰耳座与立柱焊接，焊接后在立柱外侧支模，浇筑 $800*800*500$ (长\*宽\*高)的混凝土墩，使立柱与井口固结。

### 3.2.6 模板桁架安装

采用随车吊在井底进行桁架的拼装。考虑到随车吊的起吊距离限制，模板桁架安装前，应先安装内侧桁架，桁架安装时将吊点位置与放样点对其，控制误差 $\pm 10\text{mm}$ ，放置时采用桁架上的支撑丝杆同时调整桁架水平尺寸。进一步安装调节桁架 $\rightarrow$ 三脚架 $\rightarrow$ 端连接板 $\rightarrow$ 平台 $\rightarrow$ 踢脚板。桁架共8组，圆周均布。桁架安装完成后，将钢绞线下端与桁架吊点位置连接，采用锚板固定。完成以上安装工序后即可进行钢筋绑扎。

### 3.2.7 模板安装

钢筋绑扎完成后，桁架下放至井底，进行模板安装作业。下放前采用随车吊先将模板放置在圆周，然后再下放桁架。下放时应安排专人整理钢绞线，防止钢绞线缠绕。下放到位后先将桁架调整到水平状态，然后采用模板撑杆将桁架与模板连接到一起，并逐步调整模板尺寸。调整到位后即可浇筑混凝土。模板滑至两米高时安装辅助盘，辅助盘采用吊杆与桁架连接。

## 3.3 吊装脱模环节技术要点

吊装脱模环节主要包含模板拆除、环梁拆除、辅助天车拆除、贝雷梁拆除、提升门架拆除，五个关键工序<sup>[4]</sup>。为保证吊装脱模施工的安全性，避免施工作业对结构造成破坏，施工单位针对以上关键工序提出了如下技术要点：

### 3.3.1 模板拆除

混凝土浇筑完成后，先将调节模拆除，然后采用桁架上的调节撑杆将标准模板脱离混凝土，脱模距离不小于30mm，所有模板面脱离混凝土后，采用井口提升系统将模板整体下放至井底，放置井底后，采用随车吊对模板进行拆解。

### 3.3.2 环梁拆除

模板拆解完成后，采用贝雷梁作为吊点，采用模板提升系统提升环梁，加载后将环梁立柱和斜撑埋入混凝土部分进行切除，切除完成后逐步加载提升力，将切断位置分离，然后拆除横梁螺栓并向内旋转，使横旋转至衬砌混凝土净空内，采用提升系统将环梁下放至井底，放至井底后，采用随车吊对环梁进行拆解。环梁拆除完成后利用天车将提升系统拆除。

### 3.3.3 辅助天车拆除

环梁拆除完成后，采用稳车将天车整体吊运至井底。放至井底后，采用随车吊对天车进行拆解。

### 3.3.4 贝雷梁拆除

贝雷梁左右两侧单边拆除完毕后，再拆除另一边。拆除时先采用两个稳车，将贝雷梁起吊至悬空状态，然后采用手拉葫芦挂在提升门架上辅助，将贝雷梁两端各拆除一榀，拆除后贝雷梁总长15.2m，然后采用两部稳车将贝雷梁吊运至井底，运至井底后，采用随车吊对贝雷梁进行拆解。

### 3.3.5 提升门架拆除

将稳车吊钩挂在提升门架横梁上，采用气割将提升门架埋在混凝土里面的部分切除，切割时从远离吊钩的位置向吊钩方向切除，立柱切割至2/3处，上下调整稳车，将门架拽至水平状态，然后再切割剩余部分。

## 4 结语

综上所述，滑模施工是现阶段进行竖井二衬混凝土浇筑施工的一项先进施工技术，具有施工效率高、应用成本低、施工安全性好、施工质量佳等突出的应用优势。在竖井滑模施工技术应用过程中，滑模安装与吊装脱模是两个关键的作业环节，其作业效果对于施工质量性和安全性具有决定性的影响。对此，施工单位在进行竖井滑模施工时，应重视和加强滑模安装与吊装脱模两个关键作业环节的技术管理，明确以上环节中主要作业工序的技术要点并进行有效管控，以此确保竖井滑模施工技术的应用效果，提升竖井施工的整体质量。

## 参考文献

- [1] 孙宏涛,刘国金. 基于特殊地质环境条件的竖井滑模安装与拆除技术[J].建设机械技术与管理,2025,38(01):94-97.
- [2] 孙壮. 公路隧道通风竖井二衬滑模施工技术[J].价值工程,2024,43(25):77-79.
- [3] 胡传安,何品杰. 以礼河四级电站重建工程出线竖井滑模施工技术[J].云南水力发电,2023,39(05):64-68.
- [4] 焦金军. 关山隧道通风竖井滑模施工技术[J].陕西煤炭,2022,41(04):126-129+137.