

# 浅析大跨度框架桥顶进施工安全监控

宋洋

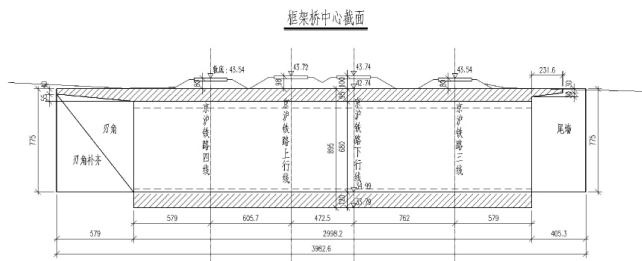
中铁二十四局集团有限公司北京分公司

**摘要:** 本文以大兴新城芦东路(金星路-南六环)道路工程下穿京沪铁路工程施工为背景,介绍了关于大跨度框架桥顶进施工重要技术,结合实际,通过对工作坑施工、框架桥顶进等施工要点的把控,分析施工过程中重点分部工程存在的主要安全风险,提出有效的防控措施,为今后下穿既有线大跨度框架桥顶进施工提供一定的参考。

**关键词:** 大跨度框架桥顶进; 安全风险; 控制措施  
【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2022.14.060

## 一、工程概况

规划芦东路在道路里程K6+964.72处与既有京沪铁路相交,交叉处铁路里程为K30+511,与铁路交角为59.7°;芦东路下穿既有铁路采用顶进框架桥形式,框架桥孔径为(4.8-11-13-13-11)m五孔连体式结构。框架桥主体全长39.83m,结构总高8.95m,结构净高6.8m,在京沪铁路北侧预制,向南顶进,总顶进行程64.151m。



框架桥中心截面图

## 二、大跨度框架桥顶进施工工艺技术

**施工步骤:** 施工准备→后背桩施工→工作坑开挖→锚梁、滑板施工→框架桥底板钢筋、混凝土施工→框架桥墙身及顶板钢筋、混凝土施工→养护、拆模、防水及其保护层施工→顶进设备安装及调试→线路加固→顶进施工→拆除线路加固、刃脚补齐施工→框架桥附属工程施工→现场清理、竣工验收。

### (一) 工作坑施工

基坑深度已超5米,采取分层开挖,2米作为每次开挖深度,开挖一步之后进行基坑挂网锚喷施工。对深基坑施工存在的危险源分析,可能导致:坍塌、物体打击、高处坠落等事故。

### (二) 框架桥预制

桥体混凝土分两次浇筑,框构桥主体钢筋的绑扎及安装相应地分两次施工。框架桥采用P9015大块钢模板,P9015钢模板单块平面面积达1.35m<sup>2</sup>,模板内侧长短方向每250mm设一条横、纵肋,以确保模板应有的刚度。模板支架采用盘扣式支架。对框架桥预制施工存在的危险源分析,可能导致:坍塌、物体打击、高处坠落、触电、起重伤害等事故。

### (三) 线路加固施工

线路加固采用扣轨纵横梁加固方法。加固地段枕间加设I类长木枕,间距以0.6m、1.2m循环穿插于既有轨枕间,扣轨采用P43轨,3-5-3扣。纵横梁工字钢通过防护桩作为硬支点将线路架空,保证正常行车安全。

本工程采用人工挖孔桩方法进行桩基施工。对人工挖孔桩施工存在的危险源分析,可能导致:坍塌、物体打击、高处坠落、中毒和窒息等事故。

### (四) 顶进施工

#### 1. 顶力计算

根据《铁路桥涵混凝土结构设计规范》(TB10092-2017)<sup>[1]</sup>计算出框架桥的最大顶力。顶力的计算应根据工程、土体性质、桥涵外形及施工方法等因素按下式计算:

$$P=K[N_1u_1+(N_1+N_2)u_2+2Eu_3+RA]$$

经计算框架桥最大顶力为17619t<22175t(设计顶力)。

#### 2. 顶进作业

本桥采用的是GDDJ-I型智能箱涵顶进控制系统,本系统是在箱涵顶进过程中对顶进时的偏差、高程、压力、顶进距离等进行监控的自动化设备,替代了传统人工监测和手动控制的方式,减轻了劳动强度、节省了人工。对顶进存在的危险源分析,可能导致:机械伤害、坍塌、铁路交通等事故。

## 三、安全监控

开展危险源辨识、风险评价的目的是以最经济合理的方式消除风险导致的各种事故。对加强施工安全管理,减少生产安全事故起到了重要的作用。

### (一) 危险源辨识和评估

危险源辨识就是识别危害存在并确定其性质的过程;依据《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》(2018)37号文等相关规定及工程类比法和施工经验,结合本工程施工工艺,对重点分部工程开展危险源辨识工作,详见表一。同时,对重点分部工程施工,可能存在的危险源采用LEC法进行风险评估,详见表二。

### (二) 风险控制

通过对重点分部工程可能存在的危险源,开展辨识与评估工作,深基坑、模板支撑、人工挖孔桩、框架桥顶进施工前编制专项施工方案,监理审批,专家评审后实施,过程开展隐患排查,落实风险分级管控;施工过程中,针对可能存在的危险因素,制订相应安全控制措施,确保施工安全。

#### 1. 深基坑安全控制措施

(1) 基坑内土方机械、施工人员的安全距离应符合规范要求。

(2) 开挖深度2m及以上的基坑周边按规范要求设置防护栏杆;基坑内设置供施工人员上下专用梯道。

(3) 焊机外壳有可靠的接地保护导体,移动式配电箱及各种保护装置齐全。

(4) 堆土或材料距基坑边距离满足设计要求。

#### 2. 混凝土模板安全控制措施

(1) 按操作规程作业,做到“十不吊”。

(2) 荷载堆放均匀;施工荷载不准超过设计规定;浇筑混凝土时应应对混凝土堆积高度进行控制。

(3) 立杆纵、横间距符合设计和规范要求;水平杆步距不大于设计和规范要求;剪刀撑或斜杆设置应符合规范要求。

(4) 支架拆除前应确认混凝土强度达到设计要求;按规定设置警戒区或设置专人监护。

(5) 按标准佩戴安全帽;高处作业人员按规定系

表一 危险源辨识一览表

序号	调查区域	危险源、危险因素	可能造成事故	备注
1	深基坑工程	基坑内土方机械、施工人员的安全距离不符合规范要求，其他人员违规进入挖土机作业区域	机械伤害 物体打击	
		基坑周边防护栏杆设置不符合规范要求，供施工人员上下的专用梯道设置不符合规范要求	物体打击 高处坠落	
		电气设备违章操作（电焊等）	触电	
		基坑边堆置土、料具等荷载超过设计限值	坍塌	
2	混凝土模板支撑工程	模板吊装违章作业	起重伤害	
		荷载堆放不均匀；施工荷载超过设计规定	坍塌	
		立杆纵、横间距大于设计和规范要求	坍塌	
		支架拆除前未确认混凝土强度达到设计要求；未按规定设置警戒区或未设置专人监护	坍塌 物体打击	
		个别人员未按标准佩戴安全帽、高处作业人员安全带系挂不符合要求	高处坠落 物体打击	
3	挖孔桩作业	锁口上防护围栏不符合要求，护壁混凝土厚度、强度小于设计要求	坍塌	
		井深超过2m时，上下梯不符合要求	高处坠落	
		孔内作业人员未戴好安全帽；夜间作业时照明亮度不够，未悬挂示警红灯；井上无人配合并作警戒	物体打击 高处坠落	
		作业前，未及时进行井下气体检测，无气体检测记录 未对所有挖孔桩作业人员进行安全技术交底	中毒、窒息 高处坠落	
4	框架桥下穿铁路营业线	挖掘机司机违章作业	机械伤害	
		挖掘机司机不按要求进尺挖土，超挖、乱挖土	坍塌	
		挖掘机挖土时碰撞加固线路的纵横梁或桥主体结构	铁路交通事故	
		顶进挖土时，发现异常情况时，作业人员及机械未立即撤离危险区域	铁路交通事故	
		施工前未按规定办理相关手续	铁路交通事故	
		未对施工人员进行教育培训及安全技术交底	铁路交通事故	
		上道作业时无专人防护；来车时不按规定下道避车	铁路交通事故	
		机械设备、材料等侵入限界 抬运钢轨时担在两股轨道上，发生联电现象	铁路交通事故 铁路交通事故	

表二 风险评价一览表

序号	调查区域	存在的危险源、危险因素可能导致事故类别	风险评价				备注	
			发生事故的可能性大小 (L)	人体暴露于危险环境中的频繁程度 (E)	一旦发生事故造成的后果 (C)	危险源带来的风险值 D=L×E×C		
1	深基坑工程	机械伤害、物体打击 高处坠落、触电、坍塌	1	6	40	240	4	重点控制
2	混凝土模板支撑工程	物体打击、起重伤害 高处坠落 坍塌	1	6	40	240	4	重点控制
3	挖孔桩作业	物体打击、高处坠落 坍塌、中毒和窒息	3	6	15	270	4	重点控制
4	框架桥下穿铁路营业线	机械伤害、坍塌 铁路交通事故	3	6	15	270	4	重点控制

挂安全带，质量符合现行国家相关标准。

### 3. 挖孔桩作业安全控制措施

(1) 锁口上设置围栏围护，有安全警示标志。护壁混凝土厚度、强度不小于设计要求。

(2) 井深超过2m时，应设置爬梯；上下梯的设置应符合要求；严禁人员乘坐吊桶或抓住吊绳上下。

(3) 作业人员必须戴好安全帽；夜间作业时按规定设置照明灯具，悬挂警示红灯；井上要有专人配合并作警戒。

(4) 施工前，严格落实有限空间“先通风、再检测、后作业”的原则。

(5) 加强安全培训；安全技术交底落实到每位作业人员。

### 4. 框架桥下穿铁路营业线安全控制措施

(1) 司机应培训合格，取得资格证书后方可上岗，加强安全教育培训。

(2) 加强操作人员技能培训，严格按施工方案施工。

(3) 挖掘机铲斗不得碰撞线路加固设施和框架桥主体结构。

(4) 设置机械作业区域，严禁人员进入。

(5) 列车通过时，作业人员要提前离开作业面，保证安全距离。

(6) 营业线施工方案经铁路相关部门审批，施工单位与设备管理单位和行车组织部门签订施工安全协议和配合协议，铁路运输部门纳入月度施工计划后，方可组织施工。

(7) 加强安全培训；安全技术交底落实到每位作业人员。

(8) 线上作业应派现场防护员监护，来车前及时通知作业人员按规定下道避车。

(9) 机械设备、材料严禁侵入施工临时限界。

(10) 现场人员必须使用带绝缘套的撬棍，在钢轨与木板的接触面上垫一层橡胶绝缘，防止联电。

(11) 顶进挖土时，应派专人监护，发现异常情况时，作业人员及机械立即撤离危险区域。

## 四、全过程安全监控

为切实保证施工安全，有效防范各类事故的发生，开展全过程安全监控。

### (一) 完善制度建设，严格管理考评

一是建立健全安全组织保证体系，贯彻国家有关安全生产和劳动保护方面的法律、法规。二是全员签订安全包保责任书，全面落实安全生产责任体系，提升基层员工的责任心、职业素养和安全生产能力。三是严格按照考核评价内容对全员进行评价考核，努力实现安全包保责任目标。

### (二) 强化安全教育培训，提高全员安全意识

项目负责人组织制定并实施安全生产教育和培训计划：一是对新进场人员进行安全教育培训，考核合格后方可上岗；开展应知应会培训，掌握必要的安全技能。二是通过宣传教育真正达到提高安全意识、自觉遵章守纪、掌握安全知识、增强防范能力、消灭习惯性违章的目的。三是强化对班组的安全培训工作，定期组织学习本工种岗位安全操作规程及班组安全制度、纪律教育，分析本岗位安全生产风险和预防措施，观看事故警示片等，保持基层班组的安全文化形式。

### (三) 提升风险管控意识，加强对危险源的管控

加强现场的管理和监控是规避风险的重中之重；树立强烈的风险意识，将危大工程等作为重点管控对象，做好防范。每月对风险因素进行全面分析，辨别其不确定性，并评价其风险等级及影响程度，建立危险源管理

制度和台账，采取书面交底和现场告示的方式，将风险信息、防范措施、监测监控责任人等应急措施通告全体人员。

### (四) 全面开展安全排查，及时消除安全隐患

安全检查工作是项目安全生产管理的重要工作，其工作重点是辨识安全生产管理工作存在的漏洞和死角<sup>[2]</sup>；通过开展定期、经常性、专项等隐患排查，针对检查的问题、隐患，制定整改措施、预防措施，堵塞安全漏洞，斩断事故链条，严防各类事故发生。

### (五) 做好谋划，周密部署。确保重点施工阶段的安全保障

根据施工特点、施工进度、危险因素、季节性因素等，统筹部署，分阶段落实各项安全生产管理工作，领导干部执行带班制度，所有员工全面落实责任清单措施，全面做好安全管控工作，在框架桥顶进、深基坑、挖孔桩等危大工程施工前，制定行之有效的安全管控措施，事先做好预防工作，达到提前管控效果，消除安全隐患，确保危大工程平稳有序施工。

### (六) 强化相关方安全管理

对相关方安全管理是提升安全管理的重要环节<sup>[3]</sup>；安全生产工作涉及项目所有参与方的，对相关方安全管理主要措施：

(1) 严格审查相关方有效的“三证一书”，从资质、能力、业绩、信誉等方面全方位做好分包队伍的审查工作，对不具备安全生产条件的队伍禁止进入我们的施工领域。

(2) 明确相关方责任，及时与进场的每一个劳务、专业分包单位签订安全生产管理协议，要求其履行责任书条款规定的权利和义务；

(3) 做好分包队伍进场人员的教育工作，内容要有针对性，严格执行技术交底，双方签字资料存档。

(4) 机械设备和劳保用品的管理至关重要

① 严格对分包单位的机械设备和防护用品的投入与使用情况进行实时监督检查；

② 严格执行验收工作，分包队伍进场前，要对其设备、器材等进行安全验收，合格方可投入使用。

### (七) 加强机械设备安全管理工作

设备进场前要按照要求验收；做好对司作人员教育培训；严格执行操作规程，杜绝野蛮操作和违章操作；把好设备维修保养关。

### (八) 抓好应急管理，提升处置能力

加强应急救援预案的演练是检验、评价和保持应急处置能力的重要手段<sup>[4]</sup>。通过有针对性地开展防汛、消防、防暑、防触电等演练工作，进一步地提高员工应急处置能力。

## 五、结束语

综上所述，本文通过对大跨度框架桥顶进施工技术及安全监控，对重点分部工程开展的危险源辨识、评价，采取系列切实可行的安全管控措施，项目全过程施工中，无各类安全事故（件）的发生，有效保证项目安全目标得以实现。

### 参考文献

[1] TB10092-2017. 铁路桥涵混凝土结构设计规范[S]. 北京：中国铁道出版社，2017.  
[2] 张育敏，游永红. 论安全生产检查工作的精细化管理[J]. 管理观察，2013（6）：88-88.  
[3] 刘丹丹. 建筑施工中分包安全管理[J]. 城市建设理论研究：电子版，2016，6（7）.  
[4] 付金岐，牛跃林，朱宏洲. 浅谈郑州地铁首次基坑坍塌事故应急救援预案演练的体会[J]. 建筑安全，2011，26（1）：21-23.