

# 液压模板在 30 m T 形梁预制中的应用

杨超, 杨国泰

(中交一航局第二工程有限公司)

**摘要:** 为解决高速公路传统 T 形梁施工效率低、安全性差、外观质量差、施工周期长等问题, 文章结合平南高速公路项目 3 号预制场 30 m T 形梁预制, 详细介绍了液压模板系统组成、台座设置、模板安拆、模板行走、混凝土浇筑等施工工艺。通过液压模板的应用, 可提高 30 m T 形梁预制施工效率、降低安全风险、提升 T 形梁质量、降低施工成本, 取得了显著的经济效益及社会效益, 可为同类高速公路 30 m T 形梁预制项目提供参考。

**关键词:** 液压模板; T 形梁; 预制; 施工效率

## 1 工程概况

### 1.1 工程简介

平南高速公路 3 号预制场位于 K164+160—K164+600 段挖方段路基, 负责 K162+358—K167+870 段 T 形梁预制, 共预制 30 m T 形梁 882 榀。预制场地宽 32 m, 结合液压系统工效、总工期等规划 30 m T 形梁制梁台座 32 个, 罗西水库 1 号桥—2 号桥间路基设置存梁区, 预计存梁 200 榀。预

制场内规划 10 t 门机 3 台(跨径 25 m), 90 t 门机 2 台(跨径 32 m), 大小门机不共轨设置。

本工程共预制 30 m T 形梁 882 榀, 均采用液压模板, 共配置 4 套中梁模板、2 套边梁模板。

预制 T 形梁标准长度为 30 m, 分边梁、中梁 2 种类型, 梁中心高度均为 2 m, 底宽 0.6 m, 腹板 0.2 m, 边梁预制部分顶板宽 2.05 m, 中梁预制部分顶板宽 1.7 m, 30 m T 形梁跨中结构图见图 1。

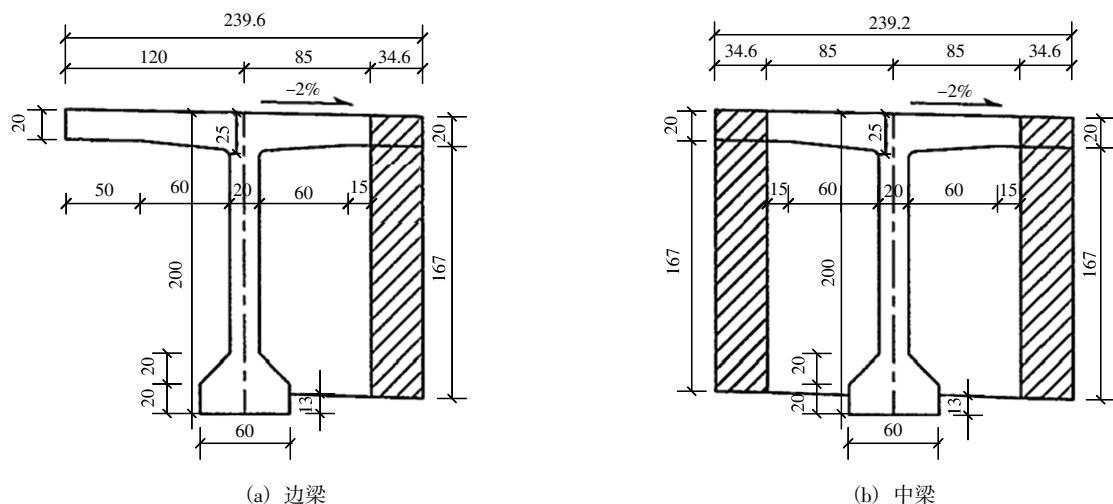


图 1 30 m T 形梁跨中结构图 (cm)

### 1.2 自然条件

#### 1.2.1 地形地质情况

3 号预制场地处低山地貌, 位于挖方路基, 表层覆盖薄层第四系全新统坡积土, 下伏为寒武系强、中风化砂岩, 两侧边坡稳定。

#### 1.2.2 水文情况

本工程水源充足, 东北侧 1 km 处建有罗西水

库, 该水库枢纽由 1 座主坝、溢洪道、放水闸等主要建筑组成, 水库等级为 IV 等。集雨面积 1.5 km<sup>2</sup>, 总库容 74.9 万 m<sup>3</sup>, 坝型为均质土坝, 坝基防渗形式为黏土截水槽, 放水洞形式为箱涵, 放水洞最大泄量为 1.6 m<sup>3</sup>/s。

#### 1.2.3 气象情况

项目位于低纬度地区, 太阳终年辐射强, 气

温高,降水丰富。夏长高温多雨,冬短温暖干燥,无霜期长,属亚热带季风气候区域。受南北季风影响,年、月降雨量不同年份间有明显差异,在春、夏和秋、冬南北季风交替时期尤为显著。因此,少雨的年份常发生干旱;盛夏降雨集中、多雨年份常发生洪涝。

#### 1.2.4 周边环境

3号预制场四面环山,距预制场东侧0.8 km处建有地方砖厂,西南侧1.8 km处有村庄,项目距村庄总体较远,对当地村民影响较小;南侧约2 km处为G324国道,是本工程主要运输通道。

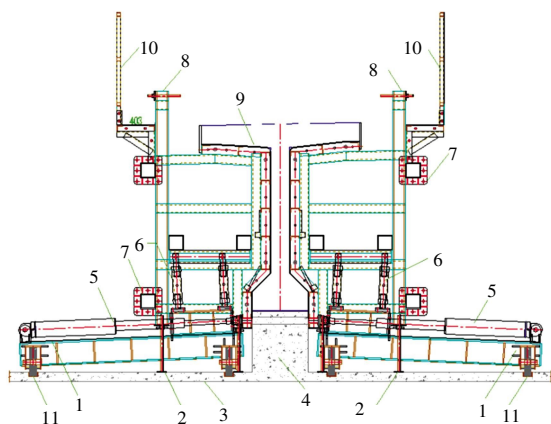
### 2 方案比选

传统T形梁模板采用人工配合门机分块安装、拆卸,施工效率低;人工拆模存在混凝土缺棱掉角情况,严重影响T形梁外观质量;且传统模板无法加工大块模板,模板间拼缝多。

平南高速项目工期紧,标准化要求严格,对文明施工及混凝土质量要求高,传统T形梁模板无法满足施工要求。新工艺采用液压模板,只需首次人工安装,后期装模、拆模全部采用液压控制系统整体装拆实现,有效解决模板间拼缝多,漏浆、错台问题。且利用液压系统整体拆卸模板,极大程度减少人工安拆时间,提高施工效率,缩短施工时间<sup>[1]</sup>。

### 3 液压模板组成

T形梁液压模板主要由模板系统、支撑及加固系统、液压系统、场坪和台座5大部分组成<sup>[2]</sup>,液压模板结构图见图2。



1—平车; 2—可调底托; 3—场坪; 4—台座基础; 5—水平油缸; 6—竖向油缸; 7—横梁; 8—支架纵梁; 9—T形梁钢模板; 10—护栏; 11—轨道

图2 液压模板结构图

1) 模板系统: 为提高混凝土外观质量, T形

梁模板采用6 mm + 2 mm 不锈钢复合模板, 模板分为中梁模板、内边梁高低边模板、外边梁高低边模板、梳齿板、负弯矩模板、封端模板、堵头板, 台座顶铺设8 mm 不锈钢面板作为底模。由专业厂家加工, 验收合格后运输至现场安装。

2) 支撑及加固系统: 主要由上下拉杆、螺栓、可调底托组成。

3) 液压系统: 主要用于模板安拆及走位, 由油箱、电机、竖向油缸、水平油缸、脱模油缸、软管、行走小车、齿轮组成。

4) 场坪: 采用混凝土硬化, 设置0.5%的排水坡, 场坪浇筑平整, 并根据行走小车位置安装轨道。

5) 台座: 采用混凝土台座, 两端张拉位置设置扩大基础, 严格控制台座宽度和顶面平整度。

### 4 施工方法

#### 4.1 工艺流程

30 m T形梁预制施工流程为: 施工准备→制梁台座施工→模板加工及进场→模板拼装→配重块安装→液压系统加工及安装→钢筋安装→混凝土浇筑→拆模→模板撤离→T形梁养护。

#### 4.2 施工工艺

##### 4.2.1 施工准备

结合工期要求、T形梁数量及场地规模等因素确定台座数量, 间距及场地布置, 完成预制场场地建设。同时预制场建设及T形梁预制前编制施工方案, 审批完成后方可进行施工。

##### 4.2.2 制梁台座施工

制梁台座每排设置4个, 台座中心间距5.8 m, 外侧台座与门机相距3.8 m, 纵向每列台座间距3 m。台座采用混凝土浇筑, 宽0.6 m, 高0.6 m, 张拉端设置扩大基础, 顶面四周预埋槽口朝外的5 cm 槽钢, 以便T形梁底模钢板与槽钢焊接固定及底模侧面止浆橡胶条的固定。台座施工前预埋嵌入式电箱、喷淋管, 并根据模板设计拉杆间距预埋PVC管, 台座顶面根据设计图纸设置预拱度, 两端设置吊装孔。

##### 4.2.3 模板加工及进场

根据T形梁图纸确定模板图, 采用大块模板, 自横隔板处分段以减少错台; 面板采用6 mm + 2 mm 不锈钢复合模板, 以提升混凝土外观质量; 翼板两侧设置操作平台及护栏, 确保安全作业。模板图纸确认后由专业厂家加工完成后进行场内

验收,对不满足要求的模板进行返修,验收合格后运输至现场。

#### 4.2.4 模板拼装

模板进场后对板面进行清理,并按图纸拼装,采用螺栓连接,模板接缝粘贴双重胶条并用螺栓压紧,保证接缝平整不漏浆。拼装完成后对节段间错台进行打磨,保证模板平整度。安装侧模顶面两侧平台及护栏,为负弯矩模板安装及混凝土浇筑提供操作平台,提高施工安全性。

#### 4.2.5 配重块安装

为增加模板稳定性,需在侧模上安装配重块,配重块为 $1\text{ m} \times 0.5\text{ m} \times 0.5\text{ m}$ 预制混凝土块,共设置14块,四周用黑黄相间油漆涂刷。

#### 4.2.6 液压系统加工及安装

30 m T形梁模板液压系统由8个行走小车、10个顶升液压油缸(缸径 $\phi 90\text{ mm}$ 、杆径 $\phi 50\text{ mm}$ )、

8个横移液压油缸(缸径 $\phi 80\text{ mm}$ 、杆径 $\phi 45\text{ mm}$ )、2个液压站及连接管组成。液压系统由专业厂家加工,并进行现场拼装,轨道采用8号槽钢与地基固定。

#### 4.2.7 钢筋加工及安装

##### 1) 钢筋绑扎

腹板及顶板钢筋均采用标准化胎架绑扎,可有效提高施工效率及钢筋安装质量。预制梁钢筋、钢绞线和波纹管均在胎架处施工,待绑扎完成后统一吊装至预制台座,钢筋四周根据保护层厚度设置对应的混凝土垫块,垫块数量满足规范要求<sup>[9]</sup>。

##### 2) 钢筋吊装

钢筋吊装采用标准化胎具:主桁架采用 $\phi 100\text{ mm} \times 8\text{ mm}$ 无缝钢管,两侧采用5号槽钢固定,其他桁架采用 $\phi 100\text{ mm} \times 8\text{ mm}$ 无缝钢管,吊具布置图见图3。

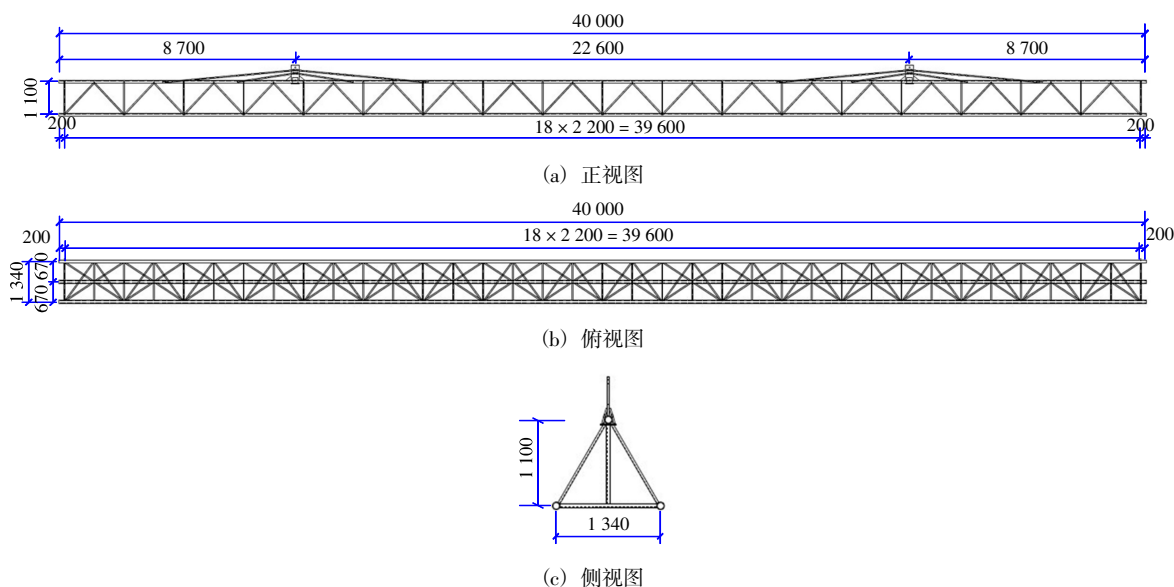


图3 吊具布置图

#### 4.2.8 混凝土浇筑

混凝土浇筑前安装附着式振捣器,振捣器频率为150 Hz,高频振捣器在马蹄位置与腹板位置交错布置,间距1.1 m,单侧布置22个振捣器,两侧共44个。检查拉杆、螺丝,确保安装牢固,钢筋保护层验收合格后方可浇筑混凝土。

采用门机吊送料斗的方式灌注混凝土,由4号拌合站加工运输至现场并严格控制混凝土坍落度和和易性。混凝土灌注从一端开始,分层布料,每层浇筑厚度不超过30 cm;采用插入式振捣棒为主,两侧高频振捣器为辅的联合振捣成型的方法。

料斗放料高度不大于2 m,放料应缓慢均匀,防止混凝土离析。第1层布料不超过马蹄高度,振捣密实后,再进行后续布料<sup>[9]</sup>。

振捣混凝土时,应符合下列规定:

1) 插入式振捣器以直径50 mm为主,直径30 mm为辅。振捣混凝土时,振捣器的移动间距不宜大于其作用半径的1.5倍,且插入下层混凝土内的深度宜为50~100 mm,与侧模保持50 mm以上的距离,快插慢拔不少于30 s。当振捣完毕需变换振捣器在混凝土拌和物中的水平位置时,应边振捣边竖向缓慢提出振捣器,不得将振捣器放

在拌和物内平拖,不得用振捣器驱赶混凝土。插入式振捣棒应尽量避免碰撞模板、钢筋及其它预埋部件。

2) 附着式振捣器的设置间距和振捣能量应通过试验确定,并应与模板紧密连接。

3) 每一振点的振捣延续时间宜为 10~20 s,以混凝土不再沉落,不出现气泡,表面呈现浮浆为度,防止过振、漏振<sup>[4]</sup>。

4) 腹板、底板、顶板及预应力筋锚固区等钢筋密集部位,应特别注意振捣质量。

5) 混凝土振捣完成后,应及时修整、抹平混凝土裸露面。抹面时严禁洒水,并应防止过度操作影响表层混凝土质量。

#### 4.2.9 拆模

##### 1) 模板拆除

拆模前拆除所有上下对拉杆,支撑丝杆收到距地面不小于 100 mm 位置,拆除横隔板盖板、负弯矩锚盒,确保混凝土强度达到设计强度的 80% 以上,将每个横隔板位置的脱模油缸翻转方向指向横隔板,同时启动脱模油缸操纵阀,通过脱模油缸顶动横隔板将模板与混凝土脱离,并保证高低边同时进行,时刻观察每个横隔板位置的脱模情况,模板与混凝土间脱离 20~30 mm 即可停止脱模油缸受力,避免由于脱模油缸数量较多,远近分布差异较大且每个横隔板位置阻力大小不一而出现先脱模和后脱模的现象。当脱模量达到要求,关闭球阀使脱模油缸与横隔板间不再受力,直至所有横隔板位置的脱模量达到要求后停止所有脱模油缸的受力操作,启动平移油缸操纵阀和竖向油缸操纵阀(单侧 12 个竖向油缸由 2 个阀控制,同时启动 2 个阀),使模板与混凝土彻底脱离,观察模板的脱模情况,平移油缸和竖向油缸可交替操作,需保证模板最内侧位置与横隔板外漏钢筋端部有 50~100 mm 的间隙,以方便行走。

##### 2) 模板行走

模板行走前须确保拆除所有支撑系统,同时派专人观察前方是否有障碍物。后期模板无需拆解,可直接启动行走电机使模板整体行走至下一工作台座,待钢筋绑扎到位后的模板安装可重复上面的安装步骤。模板利用自重及配置块保持稳定,确保行走安全。

##### 3) 梁体支撑

模板拆除后 T 形梁两侧采用定型钢管支撑架

进行斜撑,并在横隔板下方支垫方木,防止倾覆。

#### 4.2.10 模板撤离

模板脱离后利用行走小车将模板移动到下一台座,进行下一榀 T 形梁施工。模板移动前注意清理轨道杂物,避免损坏行走系统,模板移除后及时清除场地内混凝土块、水泥浆等杂物,做到场地干净整洁。

#### 4.2.11 T 形梁养护

梁体混凝土浇筑完成后,静养 2~4 h,待表面收浆后尽快对混凝土进行土工布覆盖洒水养护,防止表面水分蒸发。采用自动喷淋养护设施,养护用水来自地下水,并设增压系统,每 2 个台位间设置主水管,每隔 2 m 设置 1 个喷淋养护接头。待梁体拆模后,开启喷淋养护设施,方便、快捷养护梁体混凝土。顶板用土工布覆盖并洒水养护,根据天气气温情况增加洒水次数,确保 T 形梁顶板混凝土表面保持湿润,养护时间不少于 7 d。

#### 4.3 质量控制要点

##### 4.3.1 模板

1) 模板设计时按大块模板考虑以减少拼缝及错台,面板采用不锈钢复合模板,保证面板质量及厚度,提升混凝土外观质量。

2) 模板进场前,须检查长度、宽度、表面平整度,模板试拼装后检查拼缝,保证各拼缝严密,防止漏浆。模板安装时,检查拉杆、螺栓加固情况,避免胀模。

3) 为防止漏浆,模板各节段拼接缝应使用双面胶带(或其他止浆材料)止缝,止浆材料安装后与模板面修平,不得深入到混凝土层内,加强端模与侧模的接缝处理,保证模板接头平顺及混凝土浇筑时不漏浆。

4) 模板须打磨清理干净,并涂刷脱模剂,放置时间不宜过长,避免模板污染,并应采取保护措施。

##### 4.3.2 液压系统

液压系统拆除前应逐一检查端模、负弯矩模板、拉杆等,确保拆除完成,避免损坏液压系统。液压系统中油缸种类和数量较多,油管长短不一,且不同位置处油缸所受阻力不一样,拆模时设专人盯控,确保两侧同时拆除。

##### 4.3.3 养护

顶板及端头采用土工布覆盖及人工洒水方式养护,设专人负责;侧模及时拆除,并及时移除。

启动自动喷淋养护系统,设置喷淋时间,采用自动养护,确保混凝土养护到位。

## 5 工艺实施效果

### 5.1 应用效果

#### 1) 施工效率高

3号预制场共预制30 m T形梁882榀,预制量大,工期紧。通过采用液压模板技术,施工时仅需首次人工安装模板,后期的装模、拆模全部依靠液压系统整体装拆完成,并利用行走系统移动至下一台座位置,整个过程只需1人操作1人观察即可,从拆模到模板安装就位只需2 h。全过程操作简单、准确,既减少了人工和吊装,又缩短了装模拆模的时间,比传统的人工装模提高了至少1倍的工作效率。

#### 2) 外观质量好

液压T形梁模板运至现场后单侧拼装为整块模板,完全避免了模板使用过程中的拼缝和错台现象,梁体外观平整光亮,极大提升了外观质量。

#### 3) 安全风险低

通过采用液压系统自动行走,相比普通模板减少了模板吊装环节,有效避免了吊装作业造成的安全事故,降低了施工风险。

#### 4) 重复利用率高

全自动操作施工过程模板磨损较小,每套液压T形梁模板使用寿命可达到200次,而普通T形梁模板人工施工过程中由于装拆频繁磨损较大,极易造成模板变形,不仅影响外观质量,还影响模板使用时间。

#### 5) 标准化程度高

液压T形梁模板与混凝土完全脱离后启动电机使模板整体行走至下一台座,无需拆装,不占用地,且避免了因人工拆模造成部分梁体缺棱掉角的情况,减少了杂物,可持续保持施工现场的整洁度。

#### 6) 缩短施工工期

液压模板施工效率及标准化程度高,可有效缩短施工工期。

### 5.2 存在的问题及改进措施

#### 1) 存在问题

模板通过液压系统行走小车移动到另一台座前需人工排查障碍物,避免液压系统受损,但实际施工中人工排查存在局限性,无法保证障碍物清除干净。

#### 2) 改进措施

行走小车两侧增加红外限位开关,通过红外开关感应对面物体反射回来的红外线,当与对面物体的距离达到限定距离时,红外感应开关断开与控制器的连接,使控制器断电,从而达到限位的目的。通过保持安全距离,既保护了液压系统,又提高了行走安全性。

## 6 结语

平南项目3号预制场30 m预制T形梁通过液压模板的应用,极大提高了施工效率、并有效缩短施工工期,有效降低了人员管理、机械设备投入的施工成本;通过液压系统拆模,减少了拆模过程中缺棱掉角问题,提升了梁体施工质量;通过行走系统进行模板转移,替代门机吊装模板,有效降低了安全风险。但在现场应用中也存在液压系统极易损坏的问题,仍需进一步改进。

### 参考文献:

- [1] 尤耀斌. 整体式液压模板在预制T形梁中的应用[J]. 山西建筑, 2018(24): 177-179.
- [2] 杨明波, 荣祥峰, 梁海斌. 自动行走式液压T形梁模板体系研发应用[J]. 山西建筑, 2017, 43(12): 180-182.
- [3] 郭勇. 桥梁中预制T形梁的施工技术探讨[J]. 路桥工程, 2015(33): 185-187.
- [4] 杨勇. 浅谈T形梁预制液压模板新工艺[J]. 铁道建筑技术, 2013(S1): 44-47.
- [5] 赵奎, 张建宁. 浅谈高速公路桥梁预制T梁施工技术[J]. 四川建材, 2017(12): 151-152.