

# 跨座式单轨 PC 轨道梁架设工法

(TGJGF-03·04-17)

中铁十一局集团有限公司

## 一、前言

重庆市轻轨较新线总长 17.41km,其中一期工程共有 PC 轨道梁 1591 榀,采用跨座式单轨系统,单榀轨道梁在直线段和平曲线半径  $R > 700\text{m}$  地段梁长 22m,平曲线半径  $R \leq 700\text{m}$  地段梁长 20m,非标准轨道梁梁长 10~18m,梁高 1.5m,宽 0.85m,轨道梁最小曲线半径  $R = 75\text{m}$ 。线路最大纵坡 60‰,最大横坡 12%。

JQ60 型架桥机和 YL60 型运梁车是为了完成重庆市轻轨工程 PC 轨道梁的架设专门研制的,从 2002 年 9 月 28 日正式投入使用到 2004 年 2 月完成所有 PC 轨道梁的架设任务,创造了日架梁 8 榀的纪录,取得了显著的经济效益和社会效益,经总结形成本工法。

## 二、工法特点

1. JQ60 型架桥机为简支式架梁,受力明确,采用了计算机监控技术,采用了操控互锁措施,可防止误操作,作业安全可靠。

2. JQ60 型架桥机、YL60 型运梁车采用跨座式走行、液压驱动、三重制动、计算机横向调平、无级调速,启动平稳。

3. 机动灵活,不受地形、时间等环境因素影响,不侵占地面交通,施工效率高。

## 三、适用范围

本工法适用于架设直线跨度  $\leq 22\text{m}$ 、曲线半径  $\geq 75\text{m}$ 、纵坡  $\leq 60\text{‰}$ 、横坡  $\leq 12\%$  的跨座式单轨 PC 梁。

## 四、JQ60 型架桥机、YL60 型运梁车结构及技术参数

### (一)JQ60 型架桥机

JQ60 型架桥机主要由车体、转向架、支腿、0 号柱、1 号柱、2 号柱、机臂、吊梁小车、拖梁机构、电气系统和液压系统等组成。主要技术参数见表 1。

表 1 JQ60 型架桥机主要技术参数

序号	项 目	单位	参数	备注
1	额定起重量	kN	650	
2	架设 PC 梁跨度	m	$\leq 22$	
3	架设 PC 梁最小曲线半径	m	100	
4	主机通过的最小曲线半径	m	100	
5	架梁作业最大纵坡	‰	60	
6	架梁作业最大横坡	%	12	
7	架桥机自行速度	km/h	0~2	
8	机臂前端最大摆头量	mm	$\pm 4200$	
9	空中移梁最大横移量	mm	$\pm 200$	
10	吊梁小车吊梁起升速度	m/min	0.33	
11	吊梁小车吊梁走行速度	m/min	3	可调
12	吊梁小车吊梁横移速度	m/min	0.2	
13	拖梁速度	m/min	3	可调
14	液压系统工作压力	MPa	21/25	
15	整机功率	kW	106	
16	作业时最大轮廓尺寸(长×宽×高)	mm	46852×3200×6876	
17	架桥机主机自重	t	76	

## (二) YL60 型运梁车

运梁车为跨座式轮胎走行,它由车体、转向架、柴油机发动机组、液压和电气控制系统等部分组成。主要技术参数见表 2。

表 2 YL60 型运梁车的主要技术参数

序号	参数名称	单位	参数
1	额定载重量	kN	650
2	最大运梁长度	m	≤22
3	通过最小曲线半径	m	75
4	适应最大线路纵坡	‰	60
5	空载行走速度	km/h	0.3~7.5
6	负载行走速度	km/h	0.3~2.0
7	柴油机常用功率	kW	114
8	转向架最大轴重	t	11.7
9	车体左右调平量	度	±7
10	液压系统额定压力	MPa	21/25
11	运梁车外形尺寸(轨面以上部分)	mm	24665×2800×3400
12	运梁车自重	t	31

## 五、施工工艺

### (一) 工艺流程

1. JQ60 型架桥机架梁工艺流程(见图 1)

2. YL60 型运梁车运梁工艺流程(见图 2)

### (二) 架桥机和运梁车的组装、调试

#### 1. 架桥机的组装、调试

架桥机在车辆段试车线上组装。组装前检查各联结处有无变形,所有零部件有无脱落、丢失、损坏,是否已在需要处加足润滑油脂等。组装顺序为:转向架→车体→1、2 号柱油缸→机臂→电气系统及液压系统→0 号柱→架桥机调试。调试有以下内容:0、1、2 号柱伸缩,大臂伸缩、摆头和点头,吊梁小车的起吊、走行、制动,托梁小车的运行,架桥机行走、制动、车体横向水平调整,机械、电气、液压设备、安全保护监控系统和仪表等工作情况检查。

调试运行后进行重载试验,利用预制的 PC 梁作荷重试验,各项技术参数符合设计要求后正式架梁。

#### 2. 运梁车组装、调试

运梁车在车辆段试车线上组装。组装前检查各联结处有无变形,所有零部件有无脱落、丢失、损坏,是否已在需要处加足润滑油脂等。组装顺序为:转向架→车体→电气系统及液压系统。

### (三) JQ60 型架桥机作业程序及施工要点

1. 运行 运行是将架桥机走行到架梁位置,步骤如下:将 1、2 号柱高度降到最低位置,1 号柱顶部到 PC 轨道梁走行面高度为 3500mm。将吊梁小车走行到 1、2 号柱之间,用定位销将 1、2 号吊梁小车与 2 号柱固定。收起前支腿,拆除走行轮止轮楔。调整运行速度(平直段和上坡段速度调为 5~7m/min,曲线和下坡段速度调为 3~4m/min),走行到架梁位置。走行时设专人观察运行情况,一有异常立即制动。

2. 定位 定位是将架桥机准确停止到架梁位置并固定。定位前根据待架梁片长短、曲线情况计算架桥机最前方走行轮与已架梁片前端的距离,

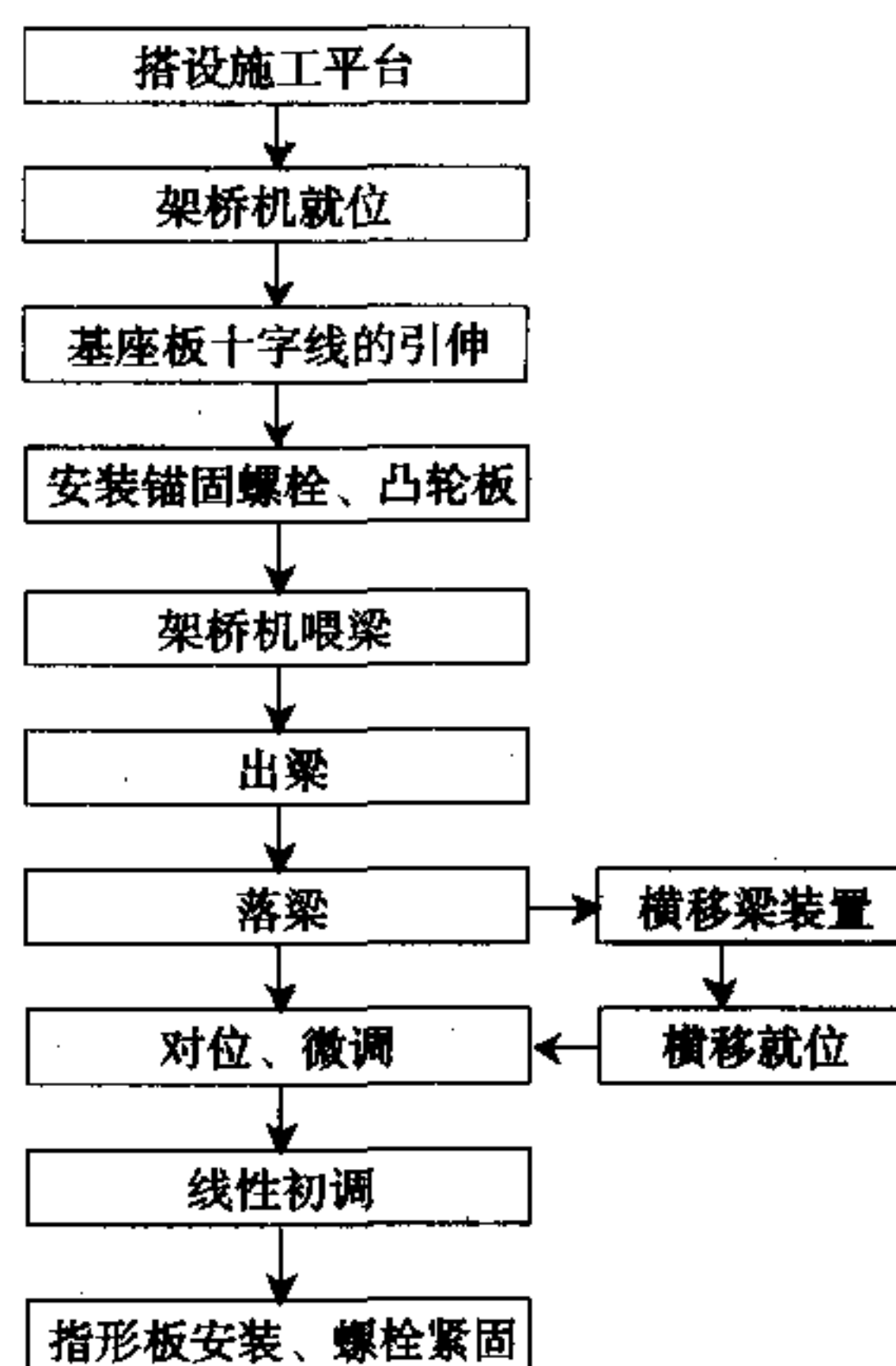


图 1 JQ60 型架桥机架梁工艺流程

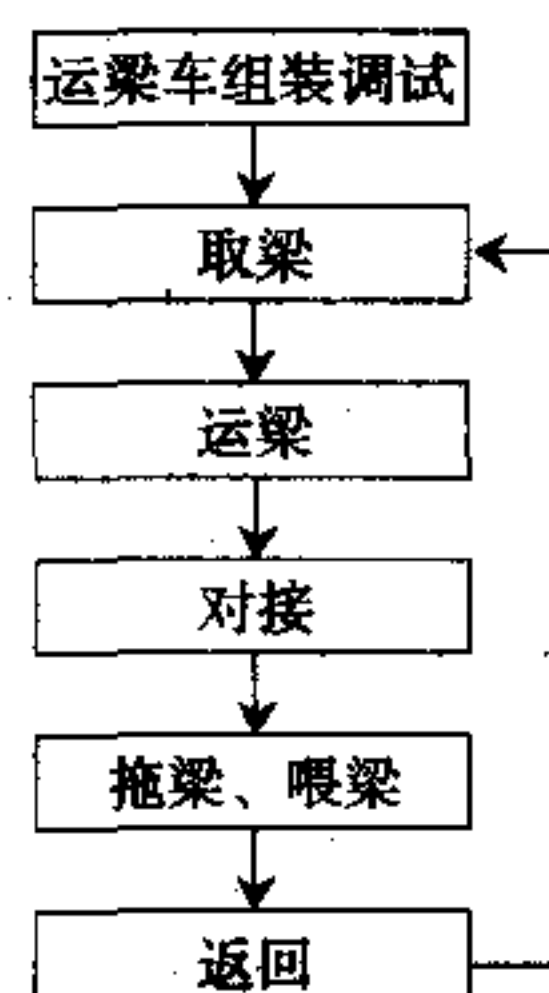


图 2 YL60 型运梁车作业流程



在梁面上画出停车标记,派专人观察安放止轮楔。架桥机前轮距停车线1~2m时将速度调低到2~3m/min。运行到位后将前后走行轮用止轮楔锁死,支起前支腿(支腿起升到架桥机第一组走行轮离地10mm左右即可)。支腿下方需用木板垫平。

3. 机臂前伸 机臂前伸是将机臂向前拖行,使0号柱支撑到前方墩台相应位置。前伸前拆除临时支撑和1、2号柱上与机臂固定的楔块。调整机臂,利用1、2号柱油缸将机臂顶起调到架梁的合适高度后机臂前伸,机臂一般在水平状态下前伸,伸臂时,机臂与机身应成一条线。架设上坡段梁片时,先伸大臂,待0号柱接近墩台时再翘头。架设曲线段梁片时,伸臂完了,插上固定销后再摆头。

机臂前伸到位后,通过0号柱丝杠将0号柱支撑到前方盖梁上,调平机臂。0号柱快到位时,前方墩台设专人指挥,限定机臂前伸位置。因架梁采用单机单线架设和单机双线架设两种形式,故0号柱的支撑位置有两种,一种是撑在盖梁上,一种是撑在已架梁片上。架桥机过孔见图3。

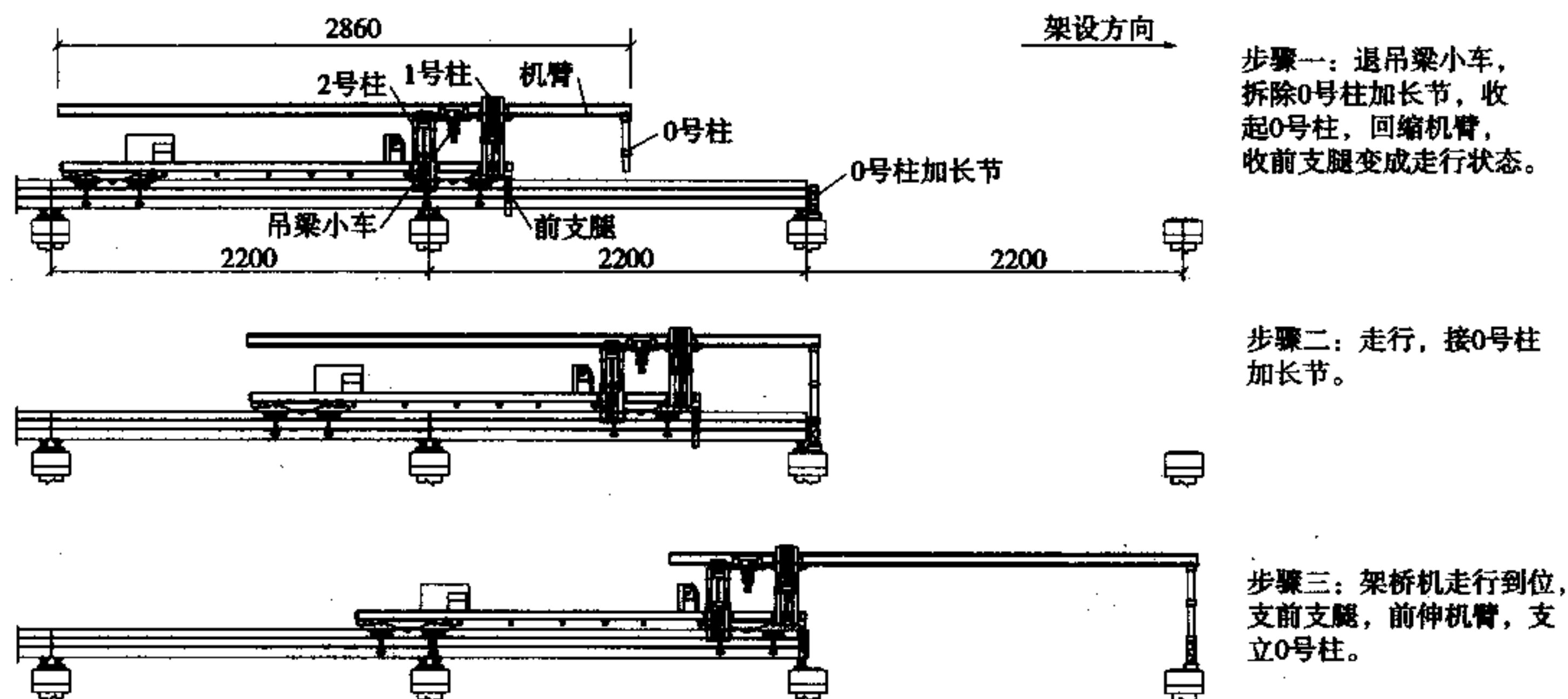


图3 架桥机过孔(单位:cm)

4. 喂梁 喂梁是将运梁车上的梁片拖拉到架桥机上,并用吊梁小车吊起梁片。架桥机定位后,先利用架桥机、运梁车上的拖梁机构,将梁片前端拖拉到架桥机1号吊梁小车的取梁位置。再将1号吊梁小车的吊具正对PC梁前端吊点,落下吊具捆梁,拆除梁片与拖梁小车的固定装置。吊起PC梁前端,吊起2~3cm时停止,观察钢丝绳有无乱绳、下滑及其它异常情况,无异常后提升至适当高度缓缓前行,1号吊梁小车前行时的速度应与托梁小车的速度一致。直到2号吊梁小车吊具正对PC梁后端吊点时停止,落下2号吊梁小车吊具捆梁;2号吊梁小车吊起PC梁后端。调平并稳定梁体。

5. 出梁 出梁指吊梁小车吊梁前行到达架设位置。喂梁结束,1、2号吊梁小车缓慢( $v=4\sim5\text{m/min}$ )同步前行,距架设位置0.5m左右时将前行速度调慢( $v=0.4\sim0.6\text{m/min}$ ),在前方墩台专人监控下梁片到达架设位置后停止。

6. 落梁 落梁即吊梁小车将梁片下落到盖梁垫石上。落梁时1、2号吊梁小车同步下降( $v=0.3\sim0.4\text{m/min}$ ),距离梁片固定螺栓顶面或横移装置2cm左右时停止,调整梁片纵、横向位置准确后落梁。在纵坡上落梁时,要调整梁片斜度与纵坡斜度一致,再同步下落。

7. 微调、对位 微调、对位指将梁片上的支座准确落在支承垫石上并紧固。吊梁小车将梁片落到适当高度后,通过架桥机对位再落梁。落梁后支座对位,取出吊梁扁担。支座螺栓用扭矩扳手紧固。

#### (四) YL60型运梁车作业程序及施工要点

1. 取梁 取梁即将梁片吊放到运梁车上并固定。运梁车返回存梁场,用止轮楔把运梁车走行轮双向楔住,利用存梁场龙门吊把梁吊放到运梁车上的托梁小车上固定。

2. 运梁 运梁指运梁车将梁片运送到架桥机尾部。检查梁片以及托梁小车的固定情况,达到要求后,装好梁片的运梁车取掉止轮楔起动运梁。运梁车行驶路段视不同情况在醒目位置标明行驶速度。在纵坡 $\geq 3\%$ 段、曲线( $R\leq 200\text{m}$ )段运行速度为0.5km/h,其它路段运行速度为2~2.5km/h。

3. 对接 对接指将运梁车前端与架桥机尾部联接。对接前在梁片上标出运梁车的停车位置,放上止

轮楔。运梁车距离架桥机约 10m 左右时,减速运行(3m/min),缓慢靠近架桥机,严禁运梁车碰撞架桥机。运梁车到达停车位置与架桥机对接时,根据曲线半径选择相应的过渡轨进行联接。

4. 拖梁、喂梁 拖梁、喂梁指将梁片从运梁车上拖拉到架桥机上。对接后,用架桥机上的拖梁设备挂住前托梁小车的前端,用运梁车拖拉设备挂住后托梁小车的后端。取掉托梁小车的止轮楔,两拖拉设备同时同向同步启动,把梁片拖到架桥机车体上。

5. 返回 架桥机吊梁小车将梁片吊起后,把两台托梁小车拖回到运梁车上,用止轮楔楔住车轮,拆除过渡导轨,返回梁场。

(五)小半径曲线、大横坡段 PC 轨道梁运架技术

重庆轻轨线路设计的 PC 轨道梁最小曲线半径为  $R = 100\text{m}$ ,梁片跨度为 20m。采用 JQ60 型架桥机和 YL60 型运梁车架运施工时,须注意以下几个问题:

1. 梁片在运梁车上的安放位置必须保证梁片重心和车体中心线重合 装运曲线梁前,根据梁片参数计算梁片重心位置,并在梁片上标记。安放时,派两人用尼龙线拉出运梁车的中心线,使梁片理论计算重心与尼龙线重合,重合误差控制在 10mm 以内。同时根据车体旁承油缸的压力数据显示,通过托梁小车的横移丝杆调整梁片,使油缸的压力显示数据相同,保证梁片重心与运梁车车体中线重合。

2. 架桥机 0# 柱的支撑 机臂前伸到位后,通过 2 号柱横移马达使机臂摆头,0 号柱到位支撑,支撑 0 号柱时,须把底座旋转到位。

3. PC 轨道梁从运梁车拖送到 JQ60 型架桥机上、JQ60 型架桥机出梁 在出梁和拖梁过程中派专人观察梁片和车体有无干涉现象,发现干涉现象立即停止,用两台拖梁小车上的横移装置调整梁片位置。

4. 落梁 梁片被 1#、2#吊梁小车带起时,为防止梁片重心偏移发生倾翻,用 30kN 手拉葫芦将梁片与吊梁扁担固定起来,钢丝绳和梁片接触地方用护铁护住。安装曲线梁时,一般存在着横向超高,PC 轨道梁的横向超高是通过盖梁上的支撑垫石来调整。曲线梁在落梁对位时,采用方法是水平落梁,用锚固螺栓的倾斜来满足梁片支座。但在对位过程中,由于安放锚固螺栓的锚箱尺寸较大,锚栓仍可垂直放置,方便对位、落梁。梁片落到位后,单台吊梁小车两侧吊钩同时点动起升,以调整该端梁片的横向位置。

5. 大横坡段梁片的运架 虽然 JQ60 型架桥机、YL60 型运梁车通过了小曲线和横坡试验,为了更安全地架设和通过 12% 的横坡,通过计算分析,采取逐渐调整梁片横坡值的方式,从 12% 横坡值的附近 8 榀梁开始调整,每榀梁调整 0.5%,累计调整 4%,把 12% 变为 8%。

六、机具设备(见表 3)

表 3 机具设备

序号	机具名称	规格	单位	数量	用途
1	JQ60 架桥机	650kN	台	1	架梁
2	YL60 运梁车	650kN	台	1	运梁
3	QMD35 龙门吊	350kN	台	4	组装架桥机、运梁车和取梁
4	经纬仪	ZH-ET-1	台	1	线形调整
5	水准仪	AL32X	台	1	线形调整
6	电焊机	BX1-500	台	4	楔块焊接
7	水平尺	1m	个	4	梁片顶面抄平
8	千斤顶	350kN	个	8	梁片微调
9	汽车	1.2t	辆	1	倒运材料、设备

七、劳动组织(见表 4)

八、质量要求

施工中严格执行《重庆轻轨 PC 轨道梁架设工程质量检验评定办法》的规定,主要项目见表 5。

九、安全措施

1. 建立强有力的安全保证体系,项目部设安全部,各级生产机构配齐专(兼)职安全员,实行岗位责任制,逐级签订包保责任状。



表4 劳动组织

序号	项目	工种	人数	序号	项目	工种	人数	
1	架桥	架运队队长	1	3	维修	维修工	2	
		架桥工班长	1	4	取梁	工班长	2	
		架桥机司机	1			龙门吊司机	4	
		电工	1	5	其他	汽车司机	2	
		起重工	4			协调调度	1	
2	运梁	运梁车司机	1			架子工	6	
		配合人员	2			技术人员	2	
				合计				30

表5 质量标准

序号	项 目	允许误差	备注	序号	项 目	允许误差	备注
1	固定块方向	$\pm 2\text{mm}$		10	稳定面指形板间高低差	2mm	
2	楔形块高出抗剪棒	$+5 \sim +30\text{mm}$		11	左右线轨道梁线间距	$0 \sim +25\text{mm}$	
3	横向调整	$< 30\text{mm}$		12	轨道梁连接处轨面高程	$-15 \sim +30\text{mm}$	
4	纵向调整	$< 15\text{mm}$		13	轨面超高横坡	$6/1000\text{rad}$	
5	抗剪棒高出下摆面	$> 15\text{mm}$		14	曲线水平线形(弦长 20m)	$\pm 20\text{mm}$	
6	抗剪棒与支座下摆间隙	$> 15\text{mm}$		15	直线水平线形(弦长 4m)	$\pm 5\text{mm}$	
7	轨道梁缝间隙	$30 \pm 10\text{mm}$		16	轨道梁接处直曲线竖向线形(弦长 4m)	$< +5\text{mm}$	
8	走行面指形板间高低差	1mm		17	轨道梁接处变坡点竖向线形(弦长 4m)	$< +5\text{mm} \pm H$	H 值为增减量
9	导向面指形板间高低差	2mm					

2. 实行全日值班制度,保证不间断指挥,确保安全,每日交班时,对架设过程的不安全因素及时指出,限期消除。

3. 架梁作业人员必须经过专门培训、考核,经体检合格后上岗。

4. 架梁作业人员均须戴安全帽,0、1号柱作业人员必须系安全带。架梁时桥下禁止行人、车辆通过。

5. 每班架设前对架桥机和运梁车的起吊、液压系统、电气系统、转向架等重要部位进行检查、保养,使设备处于良好的工作状态。

6. 架梁作业应统一信号统一指挥。建立工作日志制度,规定纪录内容,由工班长填写。

7. 大雨天或六级以上大风天禁止架梁作业。

#### 十、效益分析

1. 本工法的应用填补了国内外利用架桥机、运梁车运架 PC 轨道梁施工技术的空白,社会效益良好。

2. 采用机械架运,提高了作业机械化水平,创日架最高 8 榀的成绩,比合同工期提前 63d 完成任务。

3. 降低作业人员劳动强度,提高梁的架设安全度。

#### 十一、工程实例

重庆市轻轨较新线自重庆市渝中区较场口至大渡口区新山村,总长 17.41km,其中一期工程(较场口—大堰村)长 14.288km,共有 PC 轨道梁 1591 榀,中铁十一局在施工中采用 JQ60 型架桥机和 YL60 型运梁车安全、优质、快速地完成了架设任务,日架梁最高 8 榀,比合同工期提前 63d。PC 轨道梁架设安装工程质量一次创优,合格率 100%,优良率 95%,受到了业主的好评。

执笔:李 青