

斜拉桥主梁活动支架施工工法

(TGJGF-03·04-10)

中铁大桥局集团有限公司

一、前言

沈阳富民斜拉桥为折线型塔柱双塔单索面预应力混凝土斜拉桥,设计新颖,结构独特,主梁截面近似三角形,横向刚度小,我们认真研究分析,合理组织设计,组织专家评审,最终确定除主梁根部块段及边跨牛腿段采用满铺式支架法施工外,其余主梁块段均采用活动支架法施工,活动支架系统主要由贝雷梁和万能杆件及少量新制的型钢焊接件组拼而成,如图1所示,安全优质按期完成富民桥建设,取得了较好的经济效益,将其主要施工方法总结形成本工法。

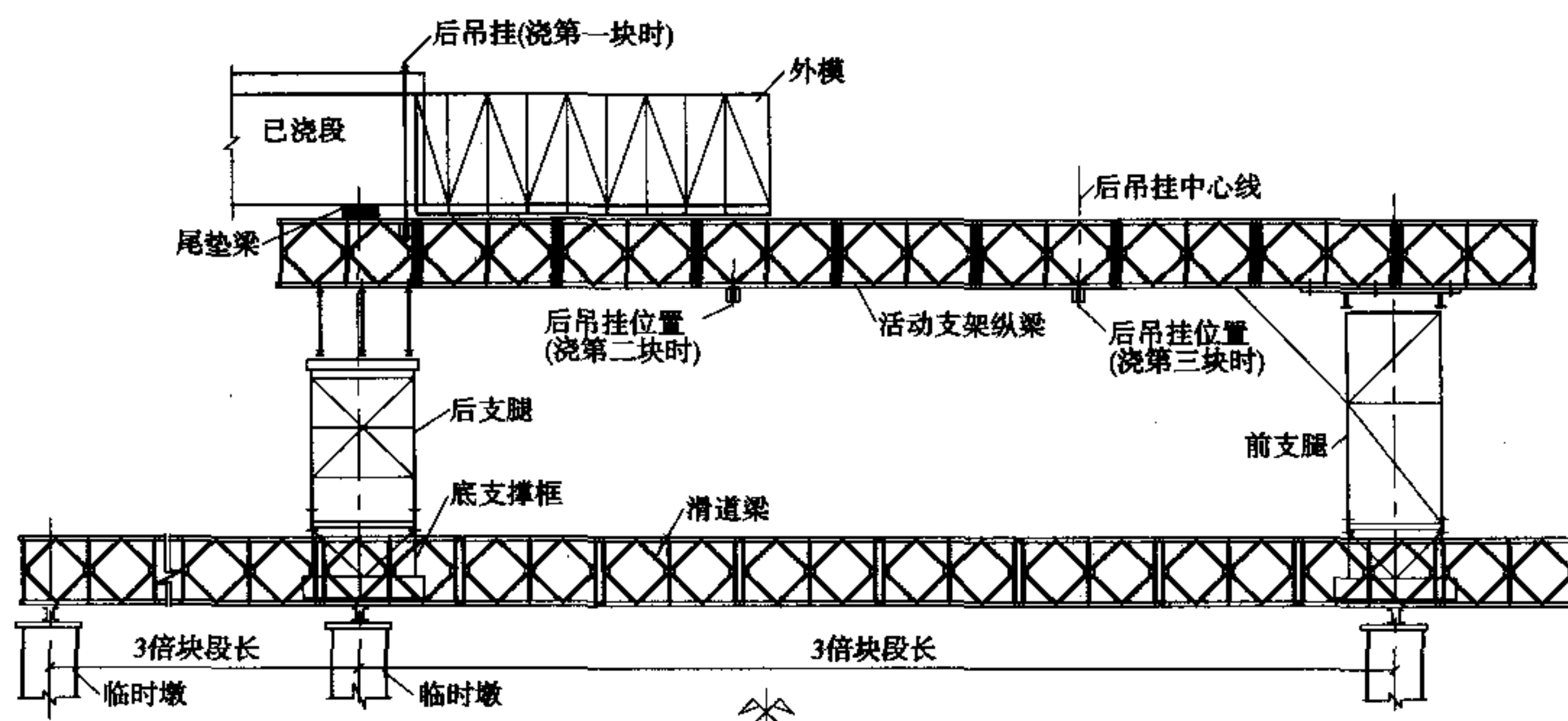


图1 活动支架

二、工法特点

1. 采用前支后吊受力体系,部分荷载传至已浇梁段,部分荷载由支腿和临时支墩承受,受力明确,计算简便,工况统一,便于主梁线形调整控制。
2. 活动支架作为主梁分段现浇的移动式平台支架,主要由贝雷梁和万能杆件组拼而成,新制构件少,一次性损耗料少,支架安装、拆卸方便,可重复使用,可形成标准化施工,每走行一次可连续浇筑三个块段,大大节省了人力、物力、财力,缩短了工期,一般每个块段只需7d。
3. 控制混凝土浇筑时间,适时抄紧后支腿,限制梁体竖向位移,克服了斜拉桥温度效应对梁体结构的不利影响。
4. 前移时滑道梁在临时墩上滑移到位后,门字型承重支架在滑道梁上前移,系统走行时稳定性好,安全可靠。
5. 整体式长平台,作业面开阔,施工方便快捷,可进行多点连续、流水式作业。

三、适用范围

本工法吸取了挂篮与满堂支架两者的优点,适用范围广,不仅适用于混凝土连续梁及T构施工,亦适用于各种截面形式的混凝土斜拉桥施工。对单索面、横向刚度小、宽翼板断面主梁全断面整体浇筑施工,

采用本工法更为方便。下述特殊条件下选用优势更明显:

1. 桥下净空受到限制(如跨线桥),不适宜或无法采用挂篮施工时,活动支架法可最大限度地压缩施工空间。
2. 对于主梁梁体横向刚度小,单索面或主梁翼缘宽的斜拉桥,本工法与挂篮(或牵索挂篮)相比具有一定的优越性。
3. 桥下适宜插打钢管桩或浇筑扩大基础搭建临时支墩的,或工期有特别要求,其它工法无法保证工期或经济性能较差时。

四、工艺原理

活动支架作为主梁分段现浇的移动式平台支架,由临时墩、滑道梁、门字型承重支架(包括承重纵梁及前后支腿)、后吊挂系统及模板系统组成。其传力机理为:新浇筑的主梁混凝土重量通过模板系统及门字型承重支架前端作用于临时墩上,后端通过吊挂系统吊挂在已挂索的主梁梁段上,可移动的门字型承重支架通过滑道梁支承在临时墩上。

临时墩的布置间距为3倍块段长度,滑道梁的长度保证跨越三排临时墩且满足走行时稳定性控制要求及门字型承重支架的长度满足三个块段主梁施工要求。

每个块段施工时,受力模式均为前支后吊,第一块段主梁施工完毕,即前移后吊挂及模板系统,施工第二块段主梁,同理施工第三个块段主梁。每施工完毕三个块段主梁即前移一次滑道梁和门字型承重支架,浇筑后三个块段。每个块段混凝土浇筑完毕适时抄紧后支腿,以限制梁体在温度效应作用下起落,保证结构的安全性。

其关键技术为:体系温度效应分析和温度效应防范技术(混凝土浇筑时间选择、适时尾部抄顶、合理选用混凝土配合比保证初凝时间、梁面降温措施等);门架变形控制和底模标高调整,保证斜拉桥主梁的线形技术。

五、施工工艺

主梁施工顺序:0[#]段→标准段→边孔直线段→边跨合龙→中跨合龙。

(一)0[#]段施工

主梁0[#]段采用满堂支架现浇施工。用万能杆件或钢管柱作支架立柱,上部顺桥向铺设贝雷架纵梁,以施工荷载确定纵梁横向间距,保证横向变形协调一致。通过预压和预抬标高消除支架系统的非弹性变形和弹性变形。

(二)标准段施工

0[#]段施工完毕,在前排临时墩上拼装滑道梁,在滑道梁上拼装前后支腿,接长0[#]段施工贝雷架纵梁与前后支腿刚性连接形成门字型承重支架,完成标准段活动支架拼装。

1. 活动支架的临时支墩由横桥向两组管桩组成,分别布置在桥轴线两侧,桩顶安装分配梁。桩入土深度须满足承载力和抗拔力要求;滑道梁作为门字型承重支架前移的轨道由5组贝雷梁用支撑架拼接成整体,全长48m,跨越3个支墩;前后支腿主体结构包括万能杆件横梁及底支撑框,底支撑框为 π 字型结构,以方便滑道梁在其空档内滑移前行,主梁施工时支撑框直接支承于桩顶分配梁上,将施工时前端荷载传至临时墩。后支腿与前支腿结构相似,但受力较小;承重纵梁由横桥向布置的34组贝雷梁组成,梁片之间通过底平联和竖向支撑架连接成整体,满足承重和变形要求;尾垫梁由型钢焊接而成,放置于平台与梁底之间对应于后支腿位置,在混凝土最低温浇筑完毕即行抄紧,阻止梁体下挠,防止混凝土表面开裂;后吊挂系统由下吊挂梁、吊杆、上分配梁组成,下吊挂梁横向通长设置在贝雷梁下弦杆底部,上分配梁置于梁面以上;模板系统由底模、侧模及内模组成。

2. 活动支架法施工主梁工艺流程(见图2)

3. 施工要点

(1)安装后吊挂前先起顶后支腿使之贴紧梁底,以减小安装吊挂横向不对称荷载引起的结构偏载,吊挂安装完毕脱空后支腿,使后支腿与滑道梁之间有足够间隙,以保证混凝土浇筑过程中主梁自由下挠。混凝土浇筑完毕最低温度时起顶抄垫后支腿(即抄垫尾垫梁)限制梁体在温度效应作用下发生竖向位移避

免新老混凝土界面开裂。斜拉索张拉前松开吊挂,使梁体自由。

(2)活动支架法施工受力模式与斜拉桥结构体系对温度十分敏感,必须保证混凝土于当天最低温度时浇筑完毕,适时抄紧尾垫梁保证梁体升温时不再下挠,确保新浇混凝土不开裂受损。

(3)为保证活动支架随梁体纵向自由,在前支腿支撑框与桩顶分配梁间加垫四氟板保证支架纵向自由,在活动支架尾部与已浇段梁端设抗剪装置及预张拉后吊杆,使模架与已浇梁段形成整体,防止新浇块段混凝土出现受拉区,引起梁体开裂;每一节段施工调整底模标高时均须考虑施工预拱度,并与实际校核调整。

(4)混凝土浇筑必须由前至后,在已浇段梁端合拢。保证混凝土在浇筑完毕之前,不发生初凝。坍落度 16~18cm,和易性及流动性均应良好。

(5)减少温差效应对结构的不利影响。梁体顶面与底面温差对位移的影响最大,据分析,在各块段施工时温差效应的影响主要集中在前 4 个块段,因此在新浇节段混凝土施工时,要在其后方 4 个块段箱梁顶面覆盖潮湿草袋,不间断浇冷水,降低梁体顶面与底面温差。

(6)为避免施工过程中产生不利偏载,施工作业要对称进行,如安装后吊挂、节段混凝土浇筑、梁面荷载分布等。

(三)边跨牛腿段施工

牛腿段在满堂支架上施工,并设置临时支点。

(四)边跨中跨合龙段施工

边跨中跨合龙均采用支撑方案。现浇主梁施工完毕将活动支架拖拉至合龙段位置,改制模板和支架。适时起顶支架及模板,反拉钢绞线,限制两侧梁体发生竖向位移,完成对梁体限位后安装合龙劲性支撑,张拉临时预应力束,绑扎钢筋,完成合龙段混凝土浇筑。

六、劳动组织

一个主墩作为一个独立分部,主塔、主梁、斜拉索并行施工,劳动组织见表 1。

表 1 劳动组织

序号	分 工	人 数	工 作 内 容
1	管理、技术	6	负责本墩生产、管理、组织、技术指导、经济核算
2	装吊工	20	支架拼装、滑移、挂索、张拉、压浆、混凝土浇筑
3	木工	30	主塔、主梁模板制、安、拆
4	钢筋工	30	主塔、主梁钢筋制、安
5	普工	20	配合装吊工
6	机电	4	墩上小型机器具维修保养、供电等

表 1 的人员组织不包括钢结构制造及大型设备维修,在高峰期施工时,装吊、钢筋、木工三班人员配置由主墩施工负责人根据现场需要进行调整。

七、机具设备

每个主墩中跨、边跨两个作业面同时展开,所需的主要机具设备见表 2。

表 2 所列设备未包含试验测量和加工制造及主塔施工、斜拉索挂设张拉所需的其它机具设备。

八、质量标准

(一)主梁施工执行《公路桥涵施工技术规范》(JTJ041—2000)和《公路工程质量检验评定标准》(JTJ071—98),活动支架制造执行《钢结构工程施工及验收规范》(GB50205—95)。

(二)临时墩钢管桩制造时外周长偏差小于 ±10mm,插打垂直度偏差小于 1%,桩顶标高误差小于 ±15mm。

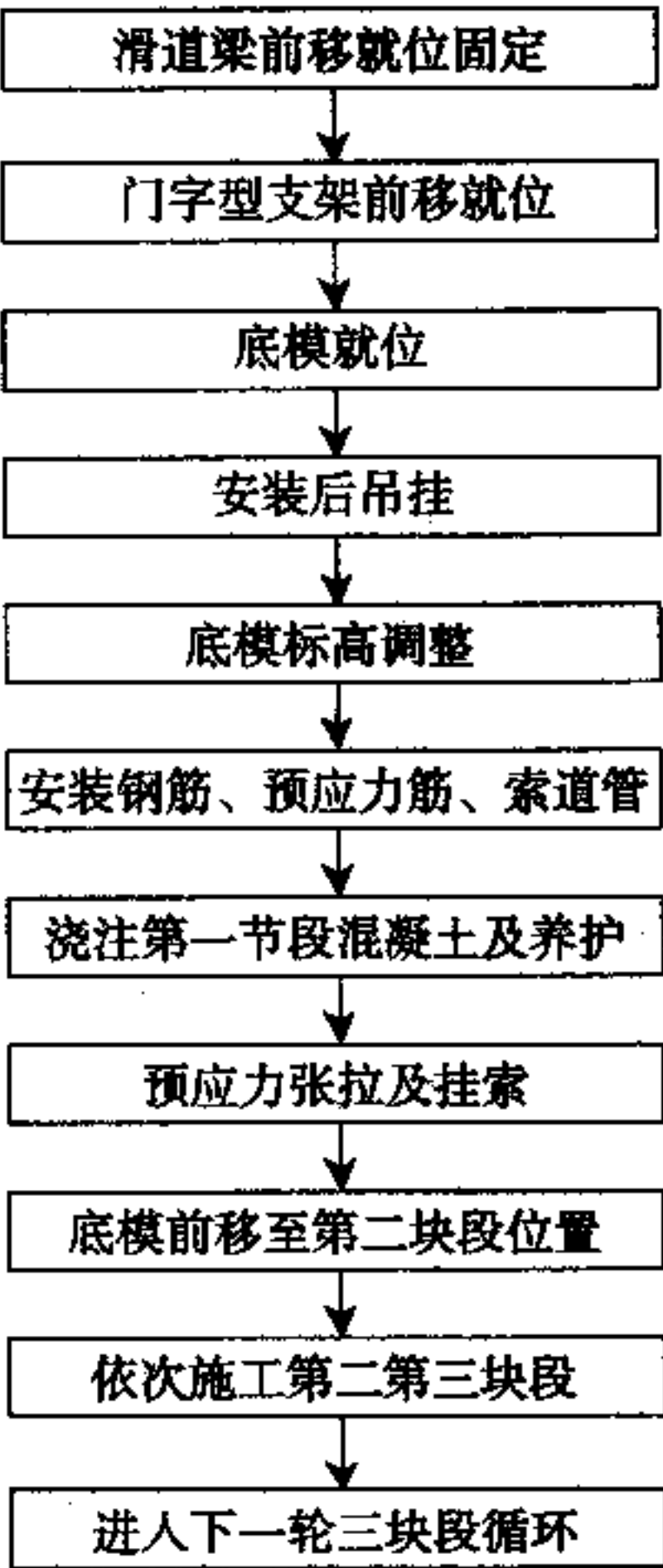


图 2 标准段施工工艺流程

表2 机具设备

序号	名 称	规格	单位	数量	备 注
1	塔吊	F0/23BPA664	台	1	
2	汽车吊	120kN	台	1	桥面
3	活动支架		套	2	边跨、中跨各1套
4	闪光对焊机	U-100	台	1	
5	钢筋切断机		台	1	
6	钢筋弯曲机		台	1	
7	千斤顶	YCJ250	台	5	
8	千斤顶	YC-60B	台	4	配套张拉杆及撑脚
9	千斤顶	YCW3500	台	2	
10	千斤顶	YCW2500	台	2	
11	千斤顶	YCW1500	台	2	配套张拉杆及撑脚
12	墩头锚	LD10	台	1	
13	挤压器	GYJA	台	1	
14	压浆机	0.6~0.7MPa	台	1	
15	油泵	2B10/49	台	4	
16	油泵	2B4-500	台	4	
17	油泵	2B10/320-4/800E	台	4	
18	木工机械		套	1	
19	钢管	φ48	t	30	
20	螺旋千斤顶	320kN	台	8	
21	卷扬机	50kN	台	2	
22	电焊机	BX500	台	8	

(三)滑道梁前移到位后,必须固定牢靠,两侧滑道对应位置高差不得超过20mm。

(四)门字型承重支架滑移时,桥轴线两侧滑移速度应相同。

九、安全措施

(一)贯彻安全第一,预防为主方针,成立安全领导小组,建立健全各级安全岗位责任制,加强安全监督,进行安全技术交底和安全培训,提高施工人员安全意识和防范能力。

(二)承重纵梁底部满布安全网,四周设置护栏。横梁的顶面设置可滑移式脚手平台,作为振捣及预应力张拉作业平台,所有脚手板均应固定牢靠。

(三)滑道梁及门字型梁前移时,派人对各控制点进行检查、测量控制。

(四)混凝土浇筑完毕,应派专人对尾垫梁处各抄垫点进行反复检查,避免遗漏。

(五)活动支架施工时前后、上下相互照应,施工机具及物件摆放稳妥。

十、技术经济分析

与常规施工方法相比,本工法施工周期短,对称浇筑一个梁段平均周期7d,最快时6d;耗材率低,新制件少,一次性损耗较小,可重复周转使用万能杆件及贝雷梁;技术易推广,支架可根据各种梁形布置贝雷梁或其它拼装式杆件。

本工法在富民斜拉桥和老道口斜拉桥建设中均创造了良好的社会效益和经济效益,节省投资80万元。

十一、工程实例

(一)沈阳富民斜拉桥

富民斜拉桥为89m+242m+89m折线型双塔独柱式单索面预应力混凝土斜拉桥。桥面宽32.5m,主梁为单箱三室近似三角形结构,梁高3.414m,底宽4m,大悬臂板宽5m,板厚16~50cm。主塔为折线型混凝土斜塔,桥面以上高67.5m,上部倾角为7.1208°,下部倾角为14.6209°,采用空腔矩形截面。

该桥横跨浑河,南接浑河大道,北连富民街,是沈阳市标志性工程。2002年2月21日开工,2003年8月25日合龙,2003年11月2日通车。

(二)沈阳老道口斜拉桥

老道口斜拉桥为 114m + 120m 独塔单索面预应力(后期施加)混凝土斜拉桥,横跨密集的西货场铁路线和哈大电气化铁路高压线,是沈阳快速干道最重要的控制工程。主梁为单箱五室结构,桥面上、下层宽度均为 32.0m,下层 5.0m 大悬臂自行车道。“1”型主塔为 H 型实心截面,桥面以上塔高 77.037m,上下悬臂采用二次浇筑。

该桥 2000 年 11 月开工,2002 年 6 月合龙。

(三)抚顺万新大桥

万新大桥全长 476.15m。主桥为双索面自锚式混凝土悬索桥,主跨 160m,两侧边跨各为 70m,两侧锚固跨各为 15m,全长 330m;主梁为单箱五室钢筋混凝土箱梁,梁宽 41m,梁中心高 2.5m。2003 年 5 月开工,2004 年 7 月竣工。

执笔:许佳平 汪志榜 农代培