

采用大型托模式移动脚手架的现场悬臂施工法

陈开利

(铁道部大桥局桥科院,湖北 武汉 430034)

摘 要:介绍的大型托模式移动脚手架施工法,是桥梁施工的新方法。这种方法特别适用于公铁两用双层结构或公路立交结构桥梁的施工,它具有不需预制场地、减少脚手架及模板安装与拆除、移动方便等优点,机械化程度也高。采用作者在施工现场拍摄的照片详细介绍了采用该方法施工的日本柜石岛高架桥的施工情况。

关键词:大型托模式移动脚手架;构造;纵梁;横梁;工作台车;设计;施工

中图分类号:U445.463

文献标识码:A

文章编号:1003-4714(2000)04-0005-05

1 前言

用移动式脚手架托住或吊住模板进行悬臂浇筑或逐孔整孔浇筑的方法是原西德在 60 年代发展起来的一种施工方法,多用于公路高架桥的施工。采用这种方法施工,可以不需要预制场地,并可省去吊运设备、减少现场脚手架的装拆作业,具有模板安装、拆除等作业的机械化程度高和缩短工期等特点。

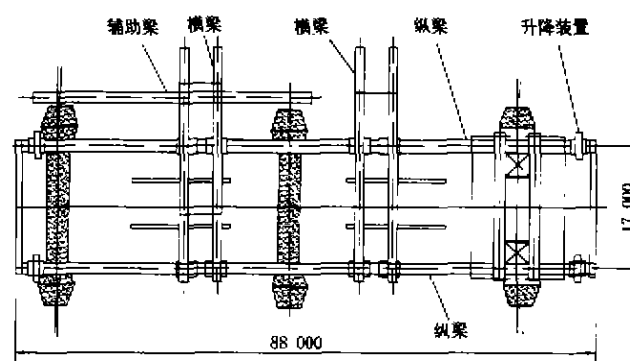
大型托模式移动脚手架法是在总结托模式和吊模(或挂模)式脚手架的基础上发展起来的一种新型施工方法,该方法由日本发明并首次应用在本州四国联络桥儿岛~坂出线的柜石岛高架桥工地预应力混凝土桥梁的施工。

2 大型托模式移动脚手架的构造及作用

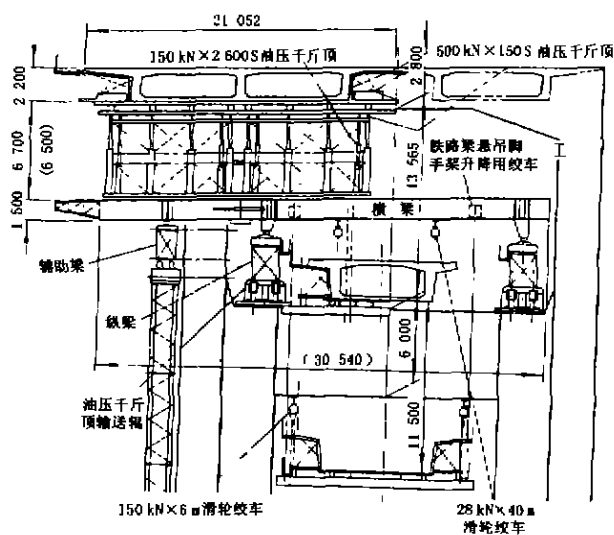
大型托模式移动脚手架的构造如图 1 所示,主要由纵梁、横梁、工作台车(公路梁脚手架、铁路梁悬吊脚手架、前方工作台)、辅助梁等组成,总重约 1 300 t,各部分的重量如表 1 所示。

表 1 大型托模式移动脚手架的重量

部件名称	组数	重量/t
公路梁模板脚手架	2	197
横梁	2	233
铁路梁模板脚手架	2	125
纵梁	2	419
纵梁的支承装置	6	91
纵梁的移动装置	2	4
前方工作台	1	81
辅助梁	1	39
铁路梁脚手架移动装置	2	13
临时立柱	1	118
油泵	1	1
合计		1 321



(a) 平面图



(b) 横截面图

单位: mm

图 1 大型托模式移动脚手架构造图

2.1 纵梁

纵梁是主要的受力构件,是配置在左右两侧的钢梁,其截面形状为箱形。纵梁全长 88 m(包括导梁),跨过两跨。

2.2 横梁

收稿日期:2000-08-18

作者简介:陈开利(1955-),男,高级工程师,1978年毕业于西南交通大学桥梁工程专业,1985~1986年赴日本研修桥梁工程。

横梁支承在左右两侧的2根纵梁上,其截面形状为箱形,全长约30 m,它承受公路梁的脚手架台车及铁路梁的悬吊脚手架。横梁可以沿桥的纵向移动,移动作业利用电动机进行。

2.3 工作台车

工作台车包括公路梁脚手架、铁路梁的悬吊脚手架、前方工作台车等。公路梁的脚手架是一种可以伸降的活动装置(伸降作业利用油压千斤顶进行,千斤顶的行程为2 600 mm),同时还可以沿桥轴横向移动。铁路梁的脚手架是从横梁用预应力粗钢筋悬吊着的悬吊装置,当调整高度时,用安装在横梁内的穿心式千斤顶进行。移动纵梁时,用安装在横梁内的滑轮绞车把脚手架下降约10 m,使其能顺利通过桥墩。前方工作台是为了使公路梁桥墩0号块能先行施工的施工台,它可以沿桥的纵向移动。

2.4 辅助梁

当公路梁的桥面加宽时,在桥墩外侧与纵梁并行配置一根长约40 m的辅助梁,以分担纵梁承受的一部分荷载。辅助梁支承在临时立柱上。

大型托模式移动脚手架与普通的托模式移动脚手架的区别在于:前者的受力纵梁跨过两跨、纵梁的上方安装公路梁的脚手架,而铁路梁脚手架在纵梁下方悬吊着;后者的受力纵梁只跨过一跨,然后在纵梁上安装模板,浇筑混凝土,一跨一跨地进行施工。

大型托模式移动脚手架的特点:①能适应截面形状及桥面宽度的变化;②仅通过移动横梁,公路、铁路梁二者能同时施工;③由于采用了大量的油压装置,达到了各部件工作省力化的目的。

3 大型托模式移动脚手架的设计

3.1 纵梁、辅助梁

纵梁的设计条件如表2所示。

由于公路梁的桥面宽度变化较大,与之相应的荷载状态也发生变化,所以,在浇筑边跨梁段时设置临时立柱,在浇筑加宽部分混凝土时设置辅助梁,使一部分荷载由辅助梁负担,从而减小纵梁的截面尺寸。进行纵梁设计时,按悬臂浇筑梁段的荷载,一半由已浇筑梁段承受,另一半由纵梁承受。此时,尽管预应力梁自身的预应力钢筋略有增加,但与把悬臂浇筑的全部荷载由纵梁承受相比,纵梁截面尺寸减小,达到了经济的目的。

纵梁挠度的容许值 $\delta = 20 \text{ mm}$ 。

表2 纵梁的设计条件

项 目	设计条件	备注
纵梁最大跨度/m	35	
每 m^3 混凝土的重量/t	2.5	
工作荷载/ $\text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$	1.5	
设计地震系数	0.10	
验算水平荷载	竖直荷载 $\times 0.05$	
风荷载/ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	30	
冲击系数	1.1	相应于混凝土重量
冲击系数	1.2	相应于起重设备等
容许拉应力/MPa	175	根据钢结构施工规范
容许弯曲应力/MPa	175	根据钢结构施工规范
容许剪应力/MPa	100	根据钢结构施工规范
材料品种	SS41	

3.2 横梁

横梁的截面形状是箱形,所承受的荷载:在横梁的上面有公路梁脚手架等、下面有铁路梁的脚手架。加之公路梁桥面宽度是变化的,所以,横梁还应该能够适应公路梁桥面加宽的需要。

进行横梁设计时,由于荷载位置是变化的,所以就不同荷载位置分别进行了验算。验算结果,最大应力发生的位置在11P~12P桥墩^[1]之间,铁路梁边跨施工时,最大拉应力 $\sigma_s = 150 \text{ MPa}$,剪应力 $\tau_s = 50 \text{ MPa}$,挠度 $\delta = 15 \text{ mm}$ 。还有,在横梁的上面,公路梁的脚手架是移动式的,所以,铁路梁的吊杆设计成锚固在横梁的箱梁内的形式。

3.3 公路梁的模板脚手架

公路梁的模板脚手架(如图2)是一种可以伸降的结构形式,升降量约2.5 m。这主要考虑了以下两方面的因素:(1)从上行线往下行线移动时,模板脚手架必须降下梁高的高度,从而才可以横移。(2)通过桥墩时,移动脚手架的高度受到限制(约13.5 m)。

模板脚手架的升降机构,完全可以把升降装置和承受混凝土荷载的装置设计成一个整体,但考虑经济性、施工性以后,把升降装置和受荷装置设计成分离式的结构形式。即升降装置,使用一种节段式的油压千斤顶,这种千斤顶仅仅升降并承受模板脚手架的重量。承受混凝土荷载的脚手架是一种方形钢管式的二重结构,可以伸缩,把脚手架立柱的上半部分插入下半部分中。

3.4 铁路梁的模板脚手架

铁路梁的模板脚手架是用预应力粗钢筋从横梁悬吊着的形式。预应力粗钢筋的直径为32 mm,在前、后方各使用了6根,每根粗钢筋所承受的拉力约380 kN。

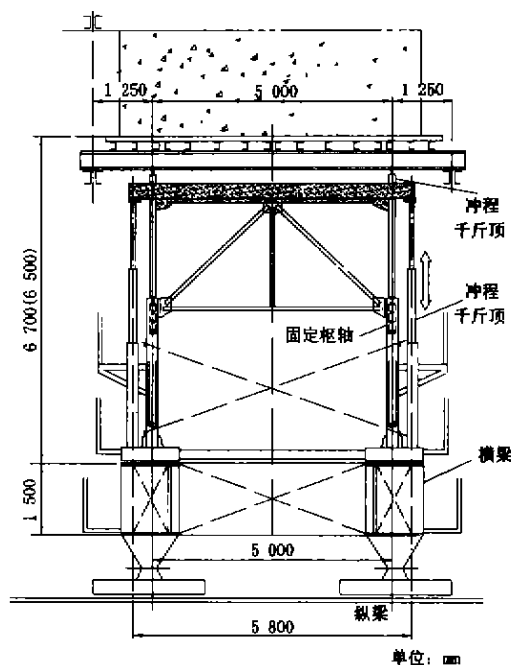


图2 公路梁的模板脚手架

由于铁路梁是等截面梁,所以模板的形状固定不变。当模板脚手架向下一跨度移动时,由于铁路梁的支座高度只有0.5 m左右,所以要想使它通过铁路梁较为困难。为此,设法使整个模板脚手架从铁路梁的下面通过(如图3),把脚手架设计成可升降的构造形式,升降量约10 m。升降操作通过安装在横梁内的滑轮绞车进行。

3.5 前方工作台

在先行浇筑的桥墩刚结水平梁上,在纵梁的前方安装承受脚手架的工作台,工作台由两根箱形梁组成,在其上组装脚手架,它所承受的荷载按1 800 kN/m计算。

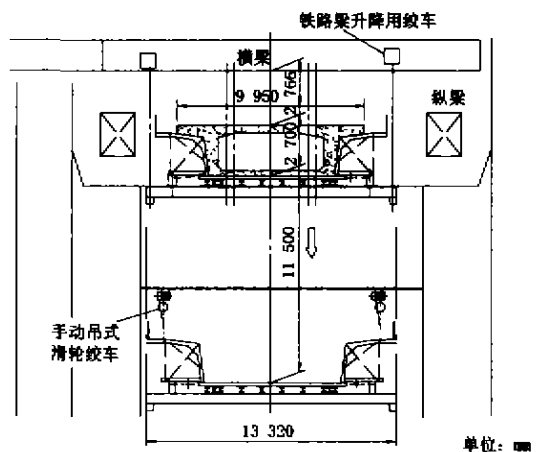


图3 铁路梁的模板脚手架移动时的截面形状

4 施工

如前所述,大型托模式移动脚手架在日本是头一次使用,用此方法施工的桥梁是柜石岛高架桥的9P~16P。柜石岛高架桥是一座公铁两用双层预应力混凝土桥,其上层为公路,下层为铁路,采用大型托模式移动脚手架法,成功地把公路梁(上、下行线)、铁路梁用一台模板脚手架进行施工。

施工顺序如图4所示。①施工公路梁的一侧;②横向移动工作台车;③施工铁路梁;④施工公路梁的另一侧;⑤移动纵梁。以上一个周期约需30 d,施工时,从桥墩处开始,向两侧对称悬出浇筑施工,图5所示为9P~12P的施工顺序。

如图4所示,浇筑节段划分为:桥墩0号块长度为8 m,悬臂浇筑节段为6.25 m,边跨施工把两台工作台车合并在一起,施工节段长度为18.5 m,此时,纵梁的边

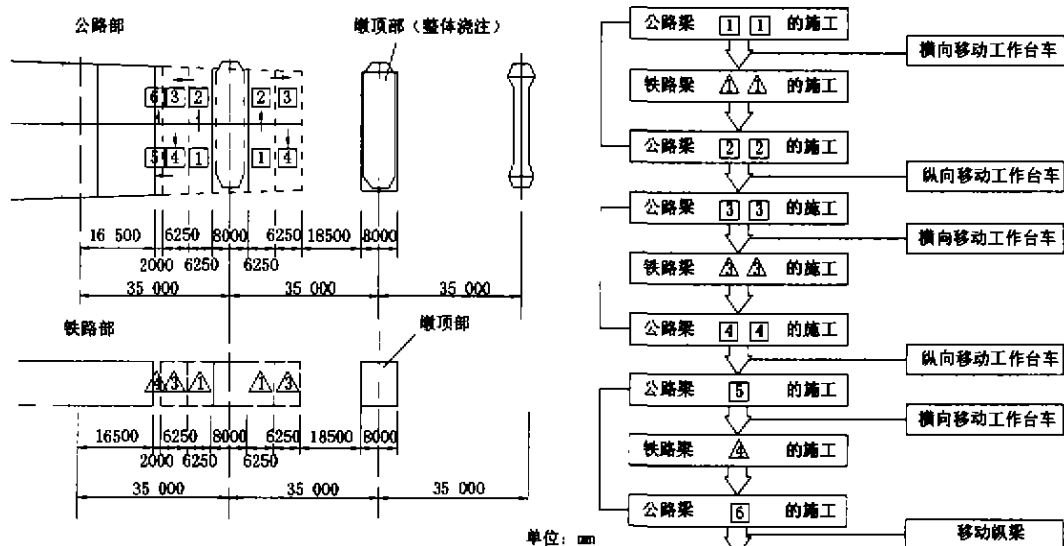


图4 施工顺序说明图

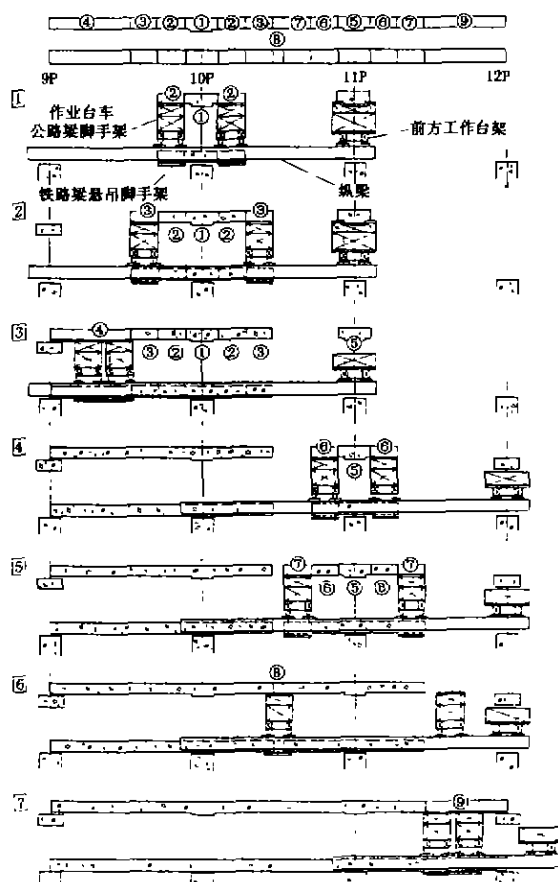


图5 9P~12P的施工顺序示意图

跨中间设立临时立柱。在施工该区间时,利用前方工作台面进行下一跨桥墩0号块的施工。

施工外貌如图6所示。

为了适应公路桥梁面宽度的变化,公路梁的侧模板设计成一种可以沿横向移动的构造形式(图7),当需要加宽桥面时,利用侧模移动车轮使侧模在底模上移动。模板尺寸的微调全部靠小型千斤顶和松紧螺丝扣完成。

该区间公路梁、铁路梁均为三向预应力,公路梁的



a)从桥墩0号块向两侧对称悬臂施工



b)施工边跨台龙段

图6 施工外貌

预应力为:纵向为弗来西奈式预应力钢绞线束(12T15.2 mm),竖向为迪维达克式预应力粗钢筋($\phi 32$),横向为SEEE式预应力钢绞线束(7T12.7);铁路梁的预应力为:纵向和竖向均与公路梁相同,横向预应力为弗来西奈式单根钢绞线(1T21.8)。

此外,考虑到支座处的反力很大。对此截面及其附近二区域将产生很大的剪力,为了提高此区间的承载能力,在支座截面附近梁体下方沿横向还布置了 $\phi 32$ 预应力粗钢筋。

大型托模式移动脚手架的移动有纵梁的移动及工作台车的纵、横向移动。纵梁的移动即从已经完成的桥跨向待施工桥跨移动,移动重量约1 000 t,考虑滚筒转动的摩擦系数(0.05)后,为了移动的推力(或拉力)约需50 t。若采用一般的电动(或液动)移动设备,将需要很

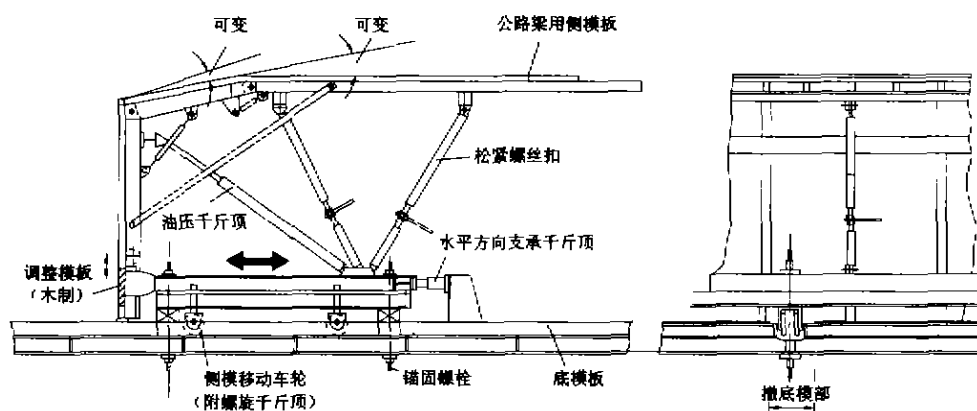


图7 公路梁的侧模板

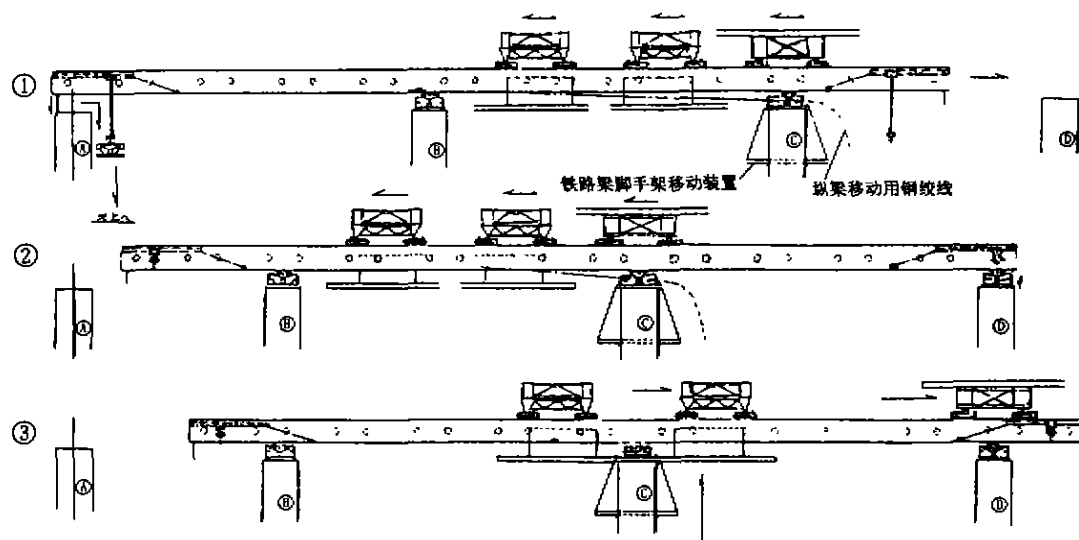


图9 纵梁移动要领

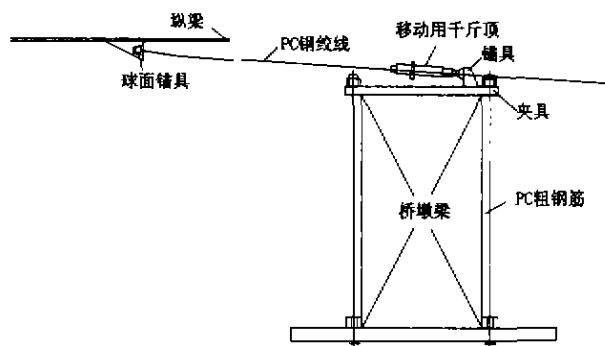


图8 纵梁移动示意

大的移动设备。为此,采用了如图8所示的移动方法,即在移动前方桥墩处铁路梁的两侧安装2台油压千斤顶,在纵梁后方两侧各安装1根预应力钢绞线(φ21.8),把千斤顶与预应力钢绞线联在一起,通过连续张拉千斤顶使纵梁不断向前移动。

纵梁移动时的最不利情况是前方将要到达桥墩和后方离开桥墩时,这时纵梁将产生很大的挠度。为了减小挠度,在纵梁的前、后方各安装了8 m长的导梁。同时,还安装了用来调整挠度的千斤顶。

纵梁移动按如下要领进行(图9):

①移动之前的准备工作

- 铁路梁模板脚手架的移动装置向下一桥墩移动;
- 把公路梁、铁路梁的模板脚手架向图9所示的B~C跨移动,前方工作台仍保持原位置不动;
- 把纵梁搁在带油压千斤顶移动滚轴上(桥墩B、C的支承台架处)。

②纵梁的前进以及修正方向

• 张拉千斤顶,使纵梁向前移动(千斤顶布置在图中桥墩C上);

• 在移动纵梁时,为了配合纵梁的移动,公路、铁路梁的模板脚手架有时须在跨度范围内稍微后退;

• 利用桥墩B、C上移动滚轴的横向移动装置,调整纵梁移动时的方向,使其与下一施工区间的方向一致;

• 纵梁前方的导梁到达桥墩D时,操作调整挠度的千斤顶,调整纵梁前方的挠度。

③移动结束

• 纵梁到达计划位置后,放下移动滚轴,使纵梁支承在台架上;

• 把前方工作台向下一施工跨度的桥墩0号块处移动(图中桥墩D的0号块)。

• 前方的公路、铁路梁模板脚手架向C~D跨移动。同时,把前方工作台移动到桥墩D上。

铁路梁模板脚手架利用专用的移动装置进行移动。

采用大型托模式移动脚手架法施工时值得注意的方面如下:

①进行边跨施工时,由于长度较大,自重也很大。所以,临时立柱的变形控制很重要,特别当地基基础松软时尤应注意,应经常量测临时立柱的变形。其变形主要包括两部分:即地基沉降和临时立柱自身的变形。据所测得的变形值,用临时立柱顶端的千斤顶进行调整。

②纵梁、横梁、工作台车的变形控制。

参考文献:

采用挂篮的现场悬臂浇筑施工法. 国外桥梁, 1987, (1): 63~78.