

摘自：《中国铁路》 1998 年第 11 期

# 浅谈架设高速铁路预制箱梁桥施工技术

刘亚滨 刘利国

一九九八年八月

## 浅谈架设高速铁路预制箱梁桥施工技术

刘亚滨 刘利国

提要：介绍了在高速铁路上架设大型预制箱梁体的施工设备及技术特点、流水作业施工方式，以及施工组织与施工设备、施工成本间的关系。

关键词：预制箱梁桥 架桥 施工设备 施工组织 施工技术 高速铁路

在我国兴建高速铁路是一个崭新的课题，而其中高速铁路混凝土箱梁高架桥的架设，即桥梁的上部施工，又是一个极为重要的环节。这不仅要求对当今世界先进架桥技术的深入理解，而且还需重新审视以往我国铁路桥梁架设施工的传统观念。对高速铁路箱梁桥架桥设备与施工技术本身该从更广泛的意义上进行讨论。

### 1 大型预制箱梁桥架设施工设备及技术特点

使用大型预制箱梁架设高速铁路桥有两个重要原因：

- (1)可以获得适应高速列车运行的高质量的箱梁；
- (2)架设施工周期大大缩短，施工成本明显降低。

为此，相应的施工设备必须围绕这两点体现其技术性能。目前，意大利 DENICOLA 公司的预制箱梁架桥设备是唯一成功用于架设高速铁路桥的设计制造商。分析其设备技术特点，可归纳如下。

#### 1.1 制梁、运梁和架设设备的独立统一性

首先，将大型预制箱梁架设施工看成一个系统，制梁、运梁、架梁是架设桥梁施工的几个环节。各环节的施工设备本身是相互独立工作的，但实际上又是相互不可分割的。一套制梁设备、运梁车、架桥机在同一项目中只完成一项工作，即架设该项目的预制箱梁，可暂时完全忽视此项目本身以外的要求。换句话说，这 3 套设备尽管各自独立，但互为依托，而成为一个工作系统。

#### 1.2 简洁化、高效性

架桥施工设备具有强针对性的目的，就是力求设备本身的简洁化和高效性。设备结构尽量简单可靠，符合架设具体桥型、承重和跨径的预制梁，从而可使设备起到高效使用的目的。这犹如制造工业的专业化生产，专用设备生产效率将是最高的。因此，简单的去评论单一桥梁架设的技术指标和功能，没有太大的实际意义。

#### 1.3 合理性及功能人性化

在简洁化和高效性的基础上，设备本身与施工工艺密切配合，特别强调结构与功能的合理性，以及人员安全快捷操作设备的方便性。由于设备结构庞大，设备本身的任何移动及转向功能都是从人的要求去考虑，即从施工者的角度去考虑，而不是片面追求吨位等级的大小和所谓的“一机多用”。

#### 1.4 解决施工中的具体特殊问题

在我国几乎所有施工单位都习惯收集样本目录。我国的制造厂也习惯于提供例如某某型号架桥机或运梁设备的样本名册，然后由施工单位向有关供应商征询

所选定型号的架桥设备的报价和订货。这种方式对架桥施工设备显然是十分不适宜的。

在国外最流行也是最佳的做法,是由施工单位向设备供应商提出具体的桥梁结构与技术要求,然后由供应商提供实现施工目标的解决方案,其中包括施工工艺方案、设备配置方案和其它针对预制梁桥的施工设备。强调针对特定施工用户的特定要求而专门设计制造,量体裁衣式的流水作业化施工设备系统。流水作业化的程度和系统的范围是根据架桥施工设计指标的不同而不同,但这个系统所强调的是尽量把构成施工过程的有关的要素(如预制梁、吊运梁、架梁等),作为实现预定目标的整体来考虑。这种系统是追求生产高质量和高效率的施工设备,也是经济效益最合理的投资,同时它也是设备供应商与施工用户密切合作的成果。

## 2 关于流水作业施工方式

按照我国传统的施工组织原则,甲方可以将一段桥梁沿桥长分成若干标段,由不同的施工单位完成一段桥梁的从基础到架设的所有工序。从宏观讲,显然这将造成设备与人员的重复投入,资金不能有效利用,材料也容易造成浪费,最终是效益与施工周期都不尽人意。

如果把大型预制箱梁桥桥梁上部施工,即把架设桥梁作为讨论对象,那么对流水作业施工法有一个区别于前述情况的新解释,即在同一时间内,各专业队按工艺的先后顺序沿着桥梁施工段排定。各专业队在排定的位置上,连续不间断地完成各自应完成的工序。专业队和设备固定不动,而产品,即梁体则按一定顺序流动。这同工业生产中、人、机床、设备固定不动,加工件则按工艺流程从一处流向另一处的情况相同。

架设施工中采用现场制梁。预制场的位置根据现场周围地理条件安排在桥头或桥中部的紧临桥址部位,这样便于组织生产和运输架设。一套预制梁运架及架梁设备的合理工作半径应不大于 10km。

预制生产线按流水线方向布置:

准备区→储存区→钢筋编制区→内模搁置区→浇注混凝土区(蒸汽养护区)

在编制区布置有钢筋焊接、绑扎机具。在储存区,有钢筋、钢绞线、波纹管,以及各种材料加工机具。内模搁置区放有自动化箱梁内模。浇注区放有箱梁外模,外侧设有混凝土搅拌站(实际施工亦可采用商品混凝土)。整个流水线上可布置 2 台辅助天车(门吊)。

蒸汽养护后,脱模设备将箱梁顶起并吊住。运梁车可进入外模内,对位准确后,箱梁被放在运梁车上。运梁车直接将箱梁运送至架桥机处,架桥机将箱梁架设到桥墩上。

在各工序完成各自生产工作后,则立即开始本工序的新一轮生产工作,中间不得停歇。

在上述施工作业描述中,钢筋骨架成型和编制工作面、箱梁预制工作面(包浇注、加预应力、内外模设置、蒸汽养护)固定不动;架桥机设在架梁施工面(包括架梁,架桥机向前行走及临时锚固),运梁设备负责将制梁工作面同架梁施工面连接起来(包括往返运梁、燃料补充保养);在各设备上的工作人员将不变动,各工序工作也是连续不断地进行。当组织得当,设备配置合理,流水节拍就会均匀而迅速,进而达到资金、材料设备和人员投入上的最佳点。

架设预制箱梁桥采用这种新流水作业施工法时,甲方应将一座桥的上部结构施工,即梁的架设定为 1 个或 2 个标段(当桥长大于 10km 时)。这样从编制钢筋开始到架梁完毕,形成了流水作业施工系统,进而追求最佳设备使用状态和最短

流水施工节拍，达到降低桥梁施工总成本的目的。

### 3 施工组织与施工设备系统关联

为了形成流水作业施工系统架设预制梁，施工组织的关键是充分发挥施工设备的潜能。在架设施工的多个环节中，预制梁是制约施工进度的关键环节。在预制设备、运梁设备和架桥机 3 者之间，从施工角度出发，显然有一个相互匹配的问题：

(1) 架设箱梁的速度与预制一个箱梁的速度基本相等则可，不需要一味追求架梁的高进度；

(2) 运梁车的速度按  $3\text{km/h}$  计，在  $10\text{km}$  工作半径内尚可运用，超过  $10\text{km}$  半径，则施工速度将受到运梁工序的制约，而且也不经济；

(3) 运梁是预制箱梁与架桥机之间的连接环节，所以运梁车应保证在用最简单可靠的吊梁方法下，使如此重大的梁体准确装在其车体上；

(4) 预制梁模板具有承受运梁车的负荷能力，运梁车既能准确进入模板又能准确进入架机主桁架下，并能在架桥机后支腿不动的情况下从架桥机中退出。

施工组织方面必须注重设备变换施工现场问题。预制梁架设设备在设计之初充分考虑方便装配拆卸和运梁的特点。因此，设备转换工地的时间，被确定为最小。

当一个施工标段完成后，相关设备将运至另一个场地进行施工。

实际施工生产中，施工组织以工厂化方式管理，各工序工作不停顿进行。在整个架梁施工过程中，制约工期的关键是制梁。为保证 1.5 天出一孔成本梁，混凝土的外掺剂和蒸汽养护成为重点。以国外现成经验，混凝土应掺有细石英粉和塑化剂，这能大大提高混凝土的品质。在强度提高的前提下，混凝土的比例可降低，且箱梁截面积也缩小，进而大大降低预制梁的成本。如果预制箱梁采用先张法，桥梁为简支梁桥，则成本降低和工效更为可观。

采用成套设备系统进行预制箱梁架设流水作业施工，减少或可控制成本要素可归结如下。

- (1) 减少施工用辅助设施。如：大型吊车、现场张拉模具、混凝土运梁车等。
- (2) 提高混凝土品质，降低箱梁截面面积。
- (3) 预制场内混凝土定点浇注，尽量不用现场灌浆及后张拉用的波纹管。
- (4) 一次采用永久桥支座，避免临时支座使用。
- (5) 提高制梁精度。强度计算直接以图纸尺寸为准，不必留过大安全余量。
- (6) 减少施工人员数量及工时配备。
- (7) 缩短施工周期预算，减少贷款利息预算。

试比较几种施工方式，也可从另一角度反映施工组织、施工设备及施工成本之间一些关联(见表1)。表中价格为建筑安装工程费。

桥梁	梁型	施工方式	工期(天 / 孔)	造价(元 / m <sup>2</sup> )
现场支架 现浇箱梁	跨度 30~40m 梁高 2~3m 跨重 600~900t	现场顶撑支架, 现浇混凝土 后张拉	12—15	3 800~4 300
预制整箱梁 (简支先张拉)	跨度 30~40m 梁高 2~3m 跨重 600~900t	预制场预制, 先张拉, 简支梁 整孔架设	1. 5~3	3 500~3 900
预制整箱梁 (后张拉连续)	跨度 30~40m 梁高 2~3m 跨重 600~900t	预制场预制, 简支梁, 整孔架设 后拉张, 2~6 孔连续	3~6	3 700~4 200
顶推法施工整箱梁 (连续)	跨度 30~40m 梁高 2~3m 跨重 600~900t	在桥梁两端或 一端顶推作业, 布置顶推设备	22~27	4 000~4 500
预制 T 梁架设 横向进行张拉	跨度 16~14m 梁高 1~2m 单片梁重 50—150t	预制场预制 T 梁, 架设后进行横向 张拉, 浇注联接	11~14	3 600~4 100

表

**表 1 不同箱梁桥的施工方式、工期和造价**

#### 4. 结束语

(1) 高速铁路预制箱梁桥的架设应力求高质量、高效益, 采用针对性强的流水作业施工设备系统, 可以获得最佳结果。

(2) 孤立地讨论个别架桥施工设备是不合适的。架梁施工各个环节相应设备之间的相互匹配不能忽视。

(3) 架桥施工设备的运用, 施工组织管理模式及施工工艺的新要求是相互关联的。

(4) 在充分考虑架桥设备最佳配置的施工组织与工艺的前提下, 高速铁路预制箱梁架设施工工期和成本控制能够达到令人满意的效果。

刘亚滨: 北京市万桥机电设备公司, 高级工程师, 电话 66077638(北京)

刘利国: 北京市万桥机电设备公司, 工程师, 电话 66079988-5301(北京)

(收稿日期 1998·08)