

## 整孔箱梁架桥机穿越隧道及隧道口架梁技术方案

本文就在隧道先期完工后，采用运架一体式架桥机吊梁穿越隧道，并进行隧道口 32 米、900 吨预制混凝土箱梁的架设技术方案进行研讨。

关键词：整孔箱梁、架桥机、隧道口、运架一体式、架设技术

### 一. 施工工况及问题的提出

根据铁道部的新线规划，武广客运专线、郑西客运专线、石太客运专线等在近期将陆续开始施工。在这几条客运专线山区中，存在着大量隧道口进行 32 米，900 吨混凝土双线整孔箱梁桥的架设工况，由于在上述客运专线上，有着大量隧道群，如果采用现浇的方式进行桥梁施工将大大增加施工工期和施工成本。

铁三院 2003 年 2 月《京沪高速铁路设计暂行规定》中所述，预制 32 米双线简支箱梁的结构参数如下：

预制梁长 32.6 米，梁全高 3.091 米，顶宽 13.4 米，底宽 5.74 米，最大理论重量 899 吨。

双线隧道的断面尺寸基本如下：

轨顶距隧道顶部的高度为 8780mm，轨顶距运梁设备走行基面的尺寸为 740 mm，隧道底宽为 13200 mm。

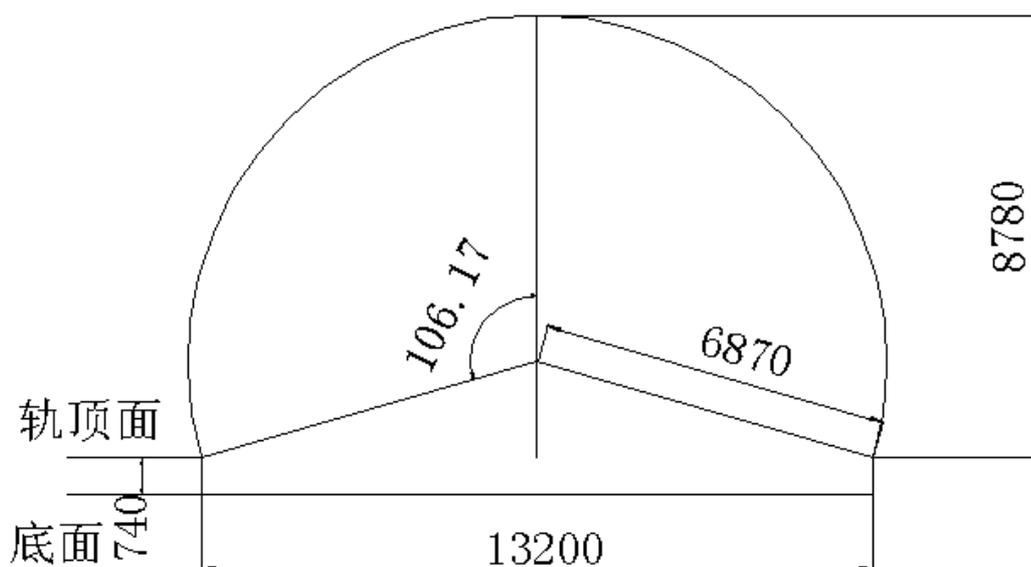


图 1

在常规的桥梁运架施工中，通常采用运架分离方法，即单独的运输设备----运梁车和单独的架桥设备----架桥机。目前，在进行 900 吨混凝土整孔箱梁架设时，通常采用如同台湾高速铁路施工中的运梁和架桥设备的结构形式，见下图 2、3。



图 2



图 3

运梁车通常选用轮胎式，运梁车要将混凝土梁喂送到架桥机下，出于结构上的支撑考虑，这类架桥机总有一个大的门式（有称钳式）支腿，这样双线混凝土箱梁可以通过门式支腿进入架桥机下的落梁位置。

以上方案中，架桥机最高点距桥面的高度包括运梁车高度加托梁小车高度、混凝土箱梁高度、架桥机主钢梁高度、吊梁小车高度、门式支腿顶部连接横梁的高度以及运动部件之间的安全距离。采用此方式，以架设 32 米，900 吨混凝土箱梁为例，架桥机的总高必须在 12 米以上。横向最大尺寸包括箱梁的总宽度、门式支腿梁侧钢立柱的宽度及混凝土箱梁翼缘与钢立柱之间的安全距离，总宽度在 15 米以上。

在铁路新线两隧道间进行 32 米 900 吨双线整孔箱梁桥的架设工况时，如采用上述运架分离的方案，将遇到一系列问题：架桥机在高度和宽度方面都远远大于隧道的断面尺寸，进行架桥工地转场以及进行隧道口的 32 米双线混凝土箱梁的架设便成为一个难题。

在不考虑施工进度和施工成本前提下或许可以采用以下措施：

1. 架桥机的门式支腿进行拆卸分解，并降低架桥机的总高度，在宽度和高度都满足隧道的断面尺寸后，由运梁车驮运通过隧道。
2. 在出隧道口和进隧道口沿纵向一定长度将隧道断面的尺寸增大，或在隧道口延长一段路基，以使高度和宽度方向上满足架桥机的架设要求。

此外，在出隧道口因需要组装架桥机的门式支腿，需考虑组装机具的站位与安排。

如上所述，若采用运架分离的方案进行隧道间双线整孔箱梁架设将带来诸多问题，大大增加施工工作量、施工成本和施工时间。显然，这种方案不是安全有效经济的解决办法。

## 二. 运架一体式架桥机基本技术特点的应用情况

目前，在高速铁路施工中，区别于运架分离的另一种施工设备就是运架一体式架桥机。在秦沈客运专线施工时，国内从意大利引进了两套这种设备。架桥机由两部分组成，即运架梁机和下导梁机。运架梁机承担从制梁场取梁，并吊运至架桥工地与下导梁机配合，将混凝土箱梁落放在桥墩上。下导梁机为承载梁，与运架梁机配合，进行架桥作业。当架桥作业完成后，下导梁机自行将其支腿变换位置，以便进行下一个架桥循环作业。



图 4



图 5



图 6

运架一体式架桥机运架施工流程充分体现了一套设备一并完成了制梁场吊梁、工地运梁和现场架桥三个职能的特点。其在结构和运行机理上与运架分离的架桥施工设备有明显差异，这就是在高度和宽度的外形尺寸上远小于运架分离的架桥施工设备。

这主要取决于这种方式将设备吊运架的功能汇集在一套设备上，使得架桥机在现场架桥这个环节上，设备没有功能重复结构，如支撑结构。因而，这也就确定了运架一体式架桥机可以完全解决架桥设备穿越隧道及隧道口架梁的问题。

运架一体式架桥机其它基本技术特点如下：

- 运架梁机在桥上或路基上行驶时，其前后轮组总是分配在轴距 33 米以上的路面上，最大限度降低了轮组作用在 1 孔梁体上或一段路基上的载荷。
- 运架梁机轮对可以原地 90°转向，使运架梁机在制梁场可以灵活地横向、纵向移动，吊取箱梁。
- 升吊系统采用三点吊装平衡系统，保证箱梁在各种使用工况下（提升、运输和架梁）不会受到扭曲。
- 设备启动制动时，纵向水平力不超过载荷的 5%，各轮负荷偏差不得超过 2%。
- 下导梁各支腿可自行换位，不需使用辅助机械。

运架一体式架桥机在秦沈客运专线上的应用时，充分展现了其灵活、可靠、快捷的优点。

中铁五局集团六公司 2001 年 5 月 8 日开始采用一台 550T 运架梁一体架桥机进行架梁作业。2001 年 11 月 20 日圆满完成了全部的架梁任务。其间，运架一体架桥机进行了三次调头作业，一次整体转移，创下单日架设 4 孔梁，单月架设 55 孔梁的架桥新纪录。

中铁十五局集团公司应用该设备也创下当日最大运梁距离 25KM，完成架设 1 孔 550T 箱梁的架桥记录。

### 三. 穿越隧道运梁及隧道口架梁施工

运架梁机在穿越隧道运梁时，必须要使其整机在隧道的有效截面内有一定的运行空间。

根据目前铁三院出版的《京沪高速铁路设计暂行规定》中的隧道和箱梁尺寸情况，运架梁机总高度不超过 8.9 米即可。因为，在运送箱梁时，隧道内实际的净空高度为 9.523 米。考虑到隧道圆弧的尺寸，运架梁主钢梁的两侧最高点离隧道顶壁应有大于 500mm 的安全距离。事实上，尽管运架梁机主梁的全长大约 48 米，但隧道内的曲线半径尺寸对运行影响几乎可以忽略不计。

运架梁机在隧道内运行时，在宽度方面主要受混凝土箱梁宽度的影响。无论如何，混凝土箱梁的宽度需从施工设计上采取裁短措

施，待架设完毕后，再二次成型箱梁翼板。对运架梁机而言，实际运行时，运架梁机可以按一条直线追踪运行，最大偏差可以控制在 $\pm 200\text{mm}$ 以内，考虑到设备安全运行距离，箱梁截短翼板（包括预埋钢筋）与隧道侧壁之间距离应大于 $500\text{mm}$ 。

这样，运架梁机在隧道内吊梁运行时，司机可以很自如地操控设备，并以较高速度运行。

运架一体式架桥机在隧道口架梁的关键是下导梁机的各支腿准确就位、下导梁机的就位以及各支腿的吊取转移。下导梁机高度的确定取决于几个因素：

1. 下导梁机要摆放在高于桥面的位置，但其总高度必须限制，因为这直接影响运架梁机的总高度。
2. 下导梁机必须要有足够的强度和刚度，以便吊梁的运架梁机能在其上运行。
3. 下导梁机的宽度应位于控制在运架梁机中下部的有限空间内。

运架一体式架桥机在隧道出口的架桥作业流程见图 7-1 至 7-8。

运架一体式架桥机进隧道口前的架桥作业流程见图 8-1 至 8-4。

下导梁机后支腿的最后取出，也采用一个辅助吊取装置。这个辅助吊取装置安放在下导梁机的尾部即可。

由流程可看出，运架梁一体式架桥机在进行隧道口架桥时，设备本身不需要进行任何拆卸或组装，也不需对隧道口的桥梁、桥台及隧道设计与工程提出任何额外要求，其架桥作业流程可以完全等同于常规的架桥作业流程。实际上，隧道口已不对其架桥作业构成任何影响。

#### 四、运架一体式架桥机的适应性设计

根据上面的表述，采用运架一体式架桥机这种架桥方式，只要在设计上，针对穿越隧道和进行隧道口架桥情况采取适应性措施，就可以完全彻底地解决问题。

为降低运架一体式架桥机整体高度，采取了如下措施：

1. 优化设计运架梁一体式架桥机主梁和下导梁机主梁的高度，并提高动力学性能。

2. 合理布置各发动机组和主电控柜，将其安装在后走行轮组的下横梁上。
3. 改变提升装置的结构，并将绞车安装在主钢梁端部突出的支撑平台上，提升小车安装在主梁侧面的机座上。

采取了以上措施，可以将运架一体式架桥机的高度控制在 8.9 米以下。这样，该运架一体式架桥机无论是吊梁时，或是吊起下导梁机转移架设场地时都可以安全通过隧道。

横向截面尺寸主要是控制主梁顶端两侧的宽度和形状即可。运架一体式架桥机通过隧道断面图，见图 8：

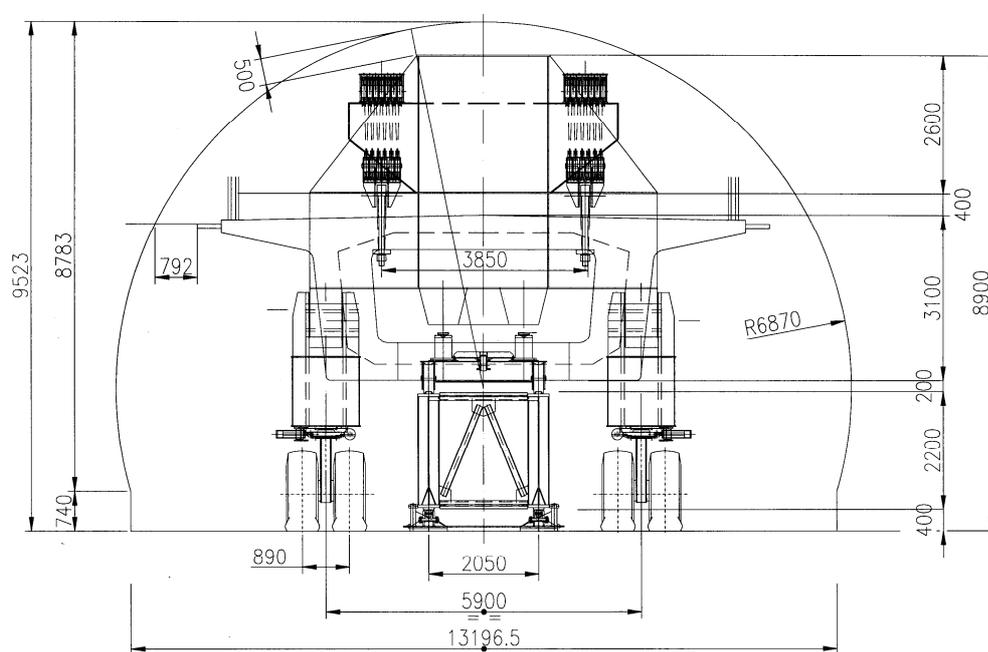


图 8

下导梁机宽度可以取 2.5 米，高度不超过 2.6 米。为适应轮组构架的长度，下导梁机总长度需 82 米。轮组轴数拟为 16 轴，可以适应路基和桥面的承载能力。

## 五. 结语

1. 运架一体式架桥机架桥方式，同运架分离的架桥方式相比具有十分突出的优势，即，运架一体式架桥机整机结构最大宽度和高度小，因而可以有效地适应吊梁穿越隧道和进行隧道口架桥工况。
2. 使用运架一体式架桥机吊梁穿越隧道具有足够的安全运行空间。

3. 使用运架一体式架桥机完成隧道的架桥，同正常架桥情况相比不需要拆卸组装或调整架桥机自身的任何部件，也不需对隧道口提出特殊要求或作任何工程改造。
4. 运架一体式架桥机的适应性设计是可以实现的。

总之，相对其它形式的架桥方案，使用运架一体式架桥机吊梁穿越隧道和在隧道口架桥的技术方案，作业简单、施工安全，可顺利解决隧道口进行架桥的困难工况，具有可靠的实际应用优势。

刘亚滨 刘利国

北京万桥兴业机械有限公司

2004年10月