

桥隧相连和两桥并行区段的整孔箱梁桥架设技术

刘亚滨

主题词：桥隧相连，隧道口，两桥并行，整孔箱梁，架桥运梁

摘 要

本文就解决高速铁路桥隧相连处和两桥并行区段的整孔箱梁桥架桥问题展开研究。

提出使用运架一体式架桥技术，并就穿隧道运架一体式架桥机功能、特点、工效等进行分析讨论。明确了在桥隧相连处和两桥并行区段，这种技术进行架桥施工比以往其它类型架桥方法具有优越的适应性和经济性。

一、问题的提出

随着国内高速铁路的迅猛发展，铁路桥梁施工工况越来越呈现出多样性。在多山地区，特别是在桥隧相连路段及在中心城市附近遇有双桥并行的整孔箱梁桥架设施工时，目前国内应用广泛的辅助导梁式架桥机、桁架式架桥机、双梁式架桥机等一系列运架分离式架设设备施工，或采用的现浇及移动模架方式进行的桥梁施工，面临多种来自施工及工程设计方面的困难及问题。

a)采用支架现浇及移动模架的方式进行桥梁施工

这种方式施工难度大是显而易见的，特别在峡谷、深沟等地处，安装支架和移动模架受许多因素影响，造成施工成本高，施工工期受限，箱梁生产质量也不易控制。

b).采用运架分离方式的架桥机运梁车进行桥梁施工。

这种方式由于其结构外形大而受到工程施工方面的极大限制。

在山区中的隧道口进行混凝土双线整孔箱梁桥的架设，采用常规箱梁桥运架施工中的运架分离方法，有如下问题：

- 1) 架桥机外形尺寸大，（见图 1 和 2），其被驮运通过隧道时需解体拆装一些部件，特别是其门式支腿。而且，设备还需设法降低高度；



图 1 门式支腿（o 型支腿）



图 2 门支式腿（o 型腿）拆解运输

- 2) 在隧道口地段架桥，需在桥台和洞口之间有至少大于 50 米距离，用于架桥机的进隧道前的解体，以便运梁车可以驮运架桥机

通过隧道,且在架桥机通过隧道后可以再被组装起来。

如果是在桥隧相连地段,进隧道口处至少一到两孔梁桥要实行现浇施工,而出隧道口处要现浇三到五孔梁,以便有足够的空间可以组拼架桥机;

3) 隧道口拆装部件难度较大,劳动强度高;架桥机通过隧道需要数天时间,甚至更长,因而将挤压工期。当通过隧道较多或桥隧相连,一旦施工中,架桥前方遇有受阻状况,架桥机不得不停下来等待,如果返回向另一方向架设,则又要拆解架桥机。

4) 原有广泛使用的运梁车因高度超过 3.4 米,所以需采用特殊低位运梁车运梁,运梁车本身高度低于 2.3 米。即使这样,隧道内的仰拱混凝土填充充分二次进行,第一次填充满足运梁车通过要求,第二次填充再达到线路实际要求。(见图 3)

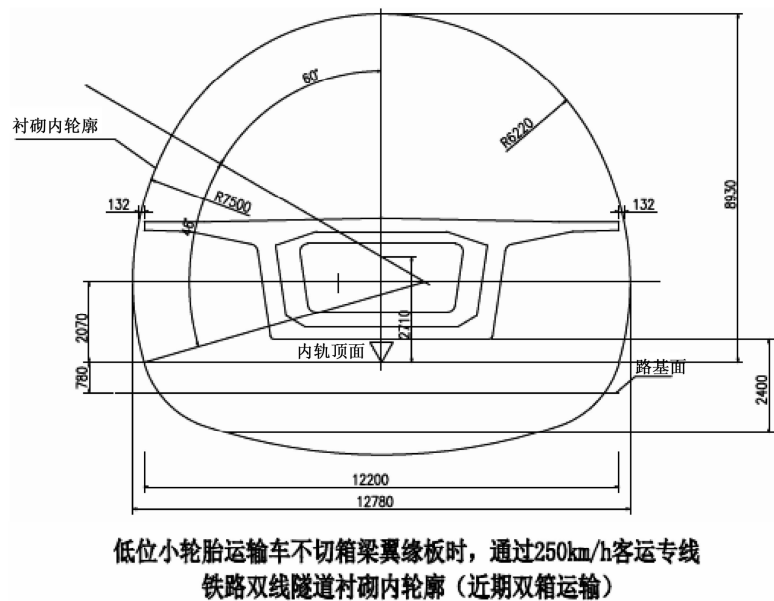


图 3 低位运梁车驮梁通过隧道需二次填充仰拱

5) 架设 250km/h 线路桥梁通过隧道时,箱梁必须要切翼缘板,或者增大隧道断面尺寸,否则运梁车驮运箱梁通不过隧道。而扩

大隧道断面尺寸不仅加大投资费用,而且将有施工安全风险

6) 每次架桥机设备解体拆装通过隧道, 需要辅助吊机具配合;

7) 由于架桥机拆解、部分现浇梁、隧道口特别处理、二次填充仰拱等, 使施工综合成本高。

当在中心城市附近的双桥并行箱梁桥区段时, 现行所有运架分离式架桥机运梁车都面临如下问题:

1. 两套设备不能同时同方向架设并行箱梁桥, 除非双桥并行的间距加大 2 米, 这样就增加了线路占地面积, 预制场几乎无法设在桥侧;

在架设两桥并行的整孔箱梁桥时, 两台运架分离式的运架设备在同方向同时施工时, 由于架桥机门式支腿的尺寸大, 必将相互干扰。则只能是完成对一个双线箱梁桥的架设施工后, 才能进行另一个双线箱梁桥的施工。见图 4。

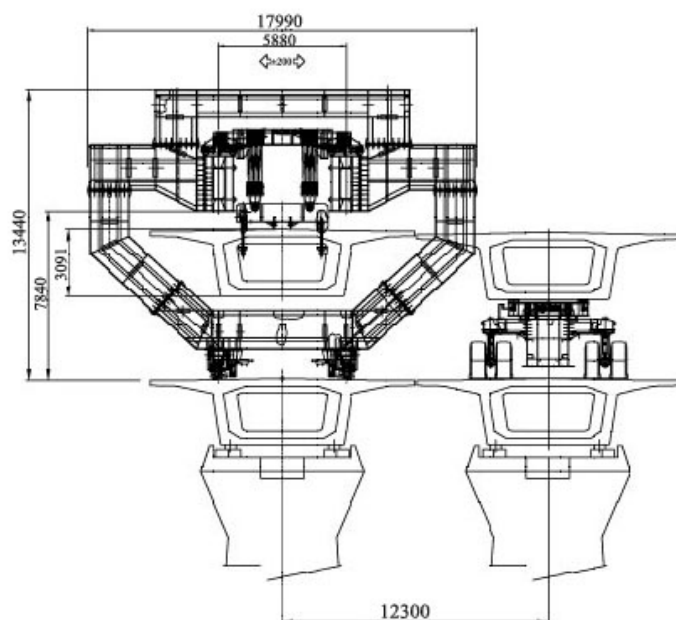


图 4 运架分离式架桥设备架设双桥并行桥相互干涉

2. 预制梁场选择受到更多限制。因为要挑选施工时通过隧道较少

的地方建梁场；

- 3.使用提梁机在桥侧为运梁车装车困难极大，除非设置开启式平台，但这样最后一孔梁又几乎无法架设。

二、穿隧道吊运架一体式运架方式

这种运架方式是解决上述其它架桥方式的困难及问题的最佳运架方式，是集自身吊取箱梁或下导梁机、运梁、架桥三项功能于一体一种优化的技术方式，其运用工况区别于运架分离方式的提梁机吊装梁、运梁车运送梁、架桥机架设梁的各自单一功能的情况。

这种运架一体式运架设备在国内已使用的数量不多。最早于 2000 年用于秦沈客运专线。2007 年世界上第一台穿隧道运架一体式架桥机用于吴广客运专线施工。见图 5。



图 5：900 吨穿隧道运架一体式架桥机

截止到 2008 年 11 月 3 日，该设备共完成了 380 片双线混凝土箱梁的架设,穿越 6 座隧道施工。其中 32 米跨箱梁 364 片，24 米跨箱梁 16 片。施工最大运距约 15.4km。在 380 片混凝土箱梁架设区间，共有连续梁五座、路基六段、隧道六座。其间由于连续梁、桥墩和隧道

施工影响,架桥机先后七次进行 180 度调头转移工地,非常充分显示了其穿越隧道架桥、调头转场等方面灵活机动的优越性（见图 6）。



图 6 运架梁机通过隧道运梁

与这种运架方式配套的设备是穿隧道吊运架一体机。设备本身也是特别针对于山区桥隧相连和桥隧交错地段整孔预制箱梁桥运架施工而设计的。

a)穿隧道吊运架一体机基本功能：

- 1 梁场吊取箱梁或下导梁机；
2. 沿线路及桥梁运送箱梁或下导梁机；
3. 现场架桥；
4. 携带下导梁自行转移工地；
5. 可实现桥隧相连的隧道口零距离架桥；
6. 吊运箱梁通过隧道,使箱梁翼缘板部位处于隧道内最宽处；
7. 在山区穿越隧道口架桥无需拆解任何部件。

穿隧道吊运架一体机主要由吊运梁机和下导梁机两部分组成。设备主要参数如下：

吊运架箱梁最大重量:	900 吨
吊运架箱梁最大长度	32.6m
吊运架箱梁最大高度	3.05m
工作时最大纵向坡度	±3%（架桥工况）
运行时最大横坡	±4%
工作时最小水平曲线半径	2000m
架设跨度	32m、24m、20m
运行速度 空载	0~7 公里/小时，满载 0~3.5 公里/小时
最快架设速度（5 公里运距）	4--5 孔/天

其自身有如下特点：

1)采用吊梁运输,可实现最低位吊运梁,吊梁通过隧道时可以将箱梁翼缘板位置调整到隧道最宽的位置处。最大限度利用隧道空间。

2)载荷分配均匀合理

运架梁机在桥上行驶时，其前后轮组的载荷总是分配在相邻的 2 孔梁上，最大限度降低了轮组作用在 1 孔梁体上的载荷；

3)紧凑型结构设计限制运架梁机总高度和总宽度，所有吊梁机构、绞车、动力组和控制柜等安装位置都在主梁顶面以下。

①吊梁机构安装在主梁的两侧；

②绞车安装在主梁的前后端下部；

③动力组和控制柜安装在走行轮组车架上。

4)转向系统灵活、转向模式多样使其机动性强,调头方便灵活。

5)转换工地迅捷方便（见图 7）。

运架梁机可以自行吊起下导梁机行走，不需要借助任何辅助机具可以迅速转换到下一个工地，将下导梁机就位下导梁机的前端部有一个鹅头状吊架，可以将几个下导梁机支腿在前端吊起，一同转移至工

地，并将支腿布置在下一座桥的桥墩上。

6)托梁小车与架梁机为球面绞盘连接，可适应较小曲线半径的架设。



图 7 运架一体机自行转移工地

7)采用特殊专有技术装置可以使运架一体式架桥机在架梁及走行时各滚轮支腿不需要与桥墩实行预埋件锚固。

三、穿隧道运梁和隧道口架设箱梁

现根据已有隧道断面图，可以确认运架一体式架桥机在吊箱梁通过双线隧道时的情况如下：

由于穿隧道运架一体式架桥机吊箱梁通过隧道，箱梁可以处于低位，即箱梁底面可以离地面仅 10cm，箱梁翼缘板能处于隧道最宽处位置，所以箱梁翼缘板可以不用截短，隧道断面也无需扩大。因此，其通过 350km/h 和 250km/h 客运专线铁路双线隧道成为一件很容易的事。

1.对于 350km/h 客运专线铁路隧道，其最宽处为 13.3 米，此处离地面 3.21 米。因此，吊梁通过 350km/h 铁路隧道，运送 12.6 米及 12.0 米宽箱梁时，两侧分别有 0.35 米和 0.65 米以上空隙。在这种情况下，隧道内仰拱回填混凝土可以一次到位，运架设备直接在路基面上行

走,无需下沉路基面,就可以实现不切短翼缘板,无需扩大隧道断面情况下,吊运箱梁通过隧道,并在隧道口实现零距离架桥。(见图 8)

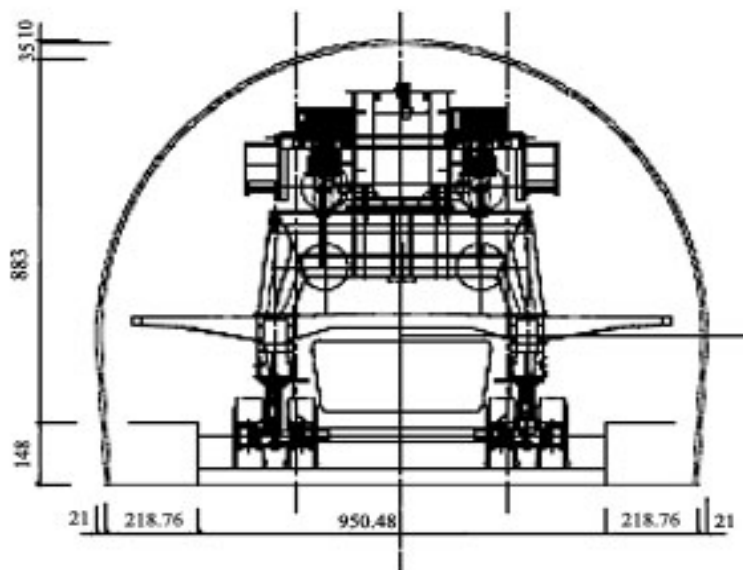


图 8 在 350km/h 隧道内运梁及工作

如实际施工过程中需要在隧道内或者隧道口零距离（0 米）进行架梁作业时，架梁机可直接将混凝土箱梁提升到指定高度架梁，仍无需进行箱梁翼缘板的切除或扩大隧道断面。

2. 对于通过 250km/h 客运专线铁路隧道(通隧 20080201-12)在无需下沉路基面（即不用二次填充混凝土办法）时，隧道最宽处约为 12.8 米，有两种情况（见图 9）：

第一种、运送 12.2 米宽（有碴梁）箱梁时，两侧各有大于 307mm 空隙。

第二种、运送 11.6 米宽（无碴梁）箱梁时，两侧各有大于 0.6 米空隙。

如果将路基面下沉 30 厘米，上述情况下箱梁与隧道内衬砌间距会更大些。

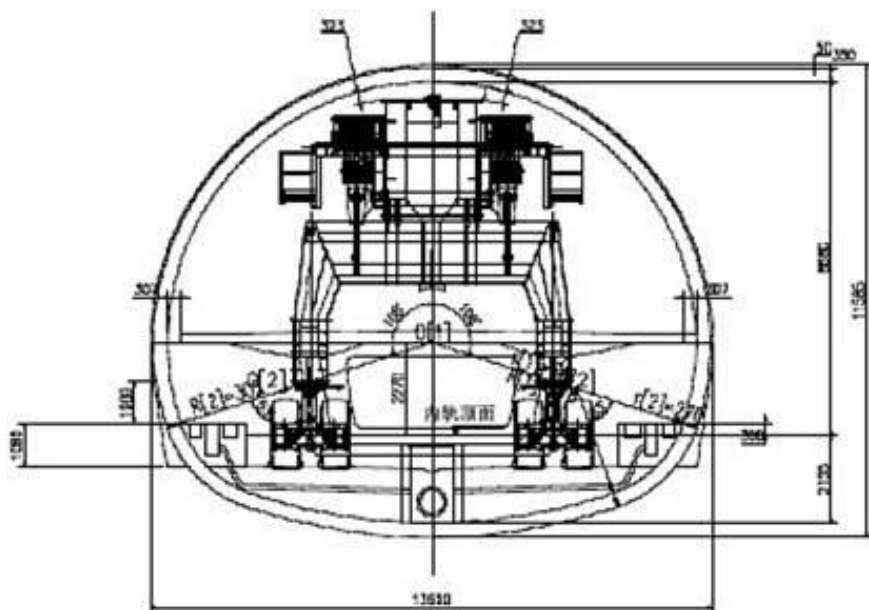


图 9 运架一体机通过 250km/h 客运专线铁路双线隧道衬砌内轨轮廓

3、对于通过 250km/h 客运专线铁路隧道(通隧 20080201-11) 隧道最宽处约为 12.8 米有两种情况（见图 10）

第一种、运送 11.6 米宽（无碴梁）箱梁时，无需下沉路基面（即不），两侧各有大于 0.3 米空隙。如果将路基面下沉 30 厘米，上述情况下箱梁与隧道内衬砌间距离会更大些。

第二种、运送 12.2 米宽（有碴梁）箱梁时，路基面下沉 23 厘米(需要用二次填充混凝土办法)，则两侧各有大于 0.3 米空隙。

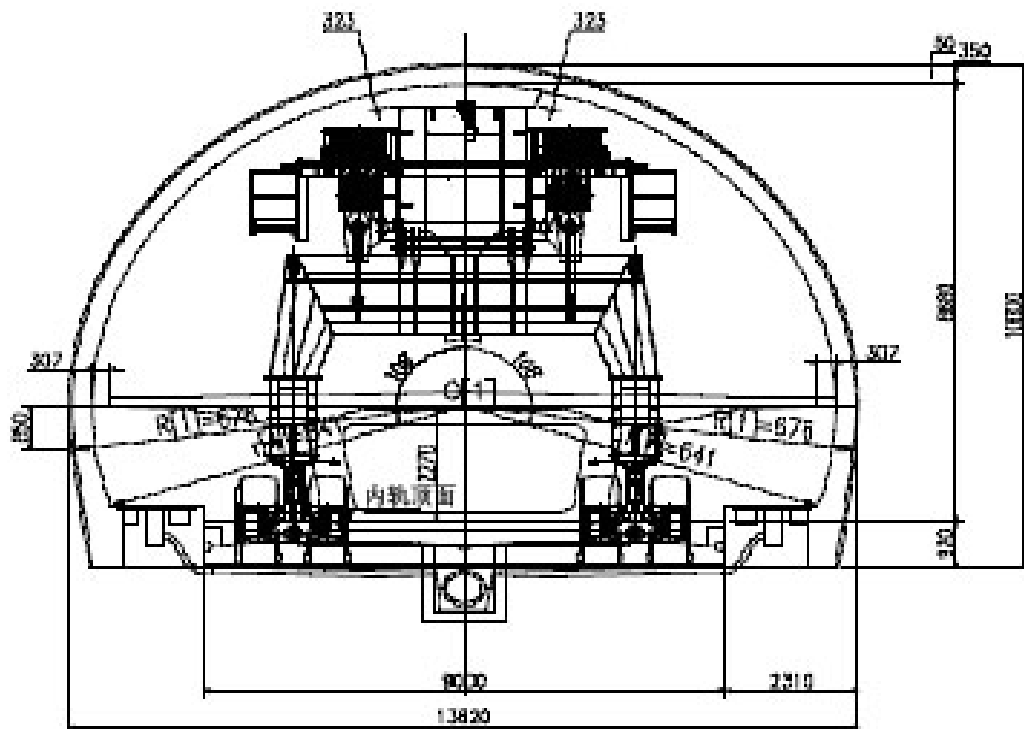


图10 运架一体机通过250km/h客运专线铁路双线隧道衬砌内轮廓（通隧（2008）0201-11）

上述情况无疑是对桥隧相连和桥隧交错地段预制混凝土箱梁桥施工最利好,这可以最大限度在这些地段采用预制架设方法架设双线简支梁桥:

- 1)所有隧道可以不扩孔,免除扩孔的施工风险,节省投资。
- 2)可以取消所有双线简支箱梁现浇施工而取代于预制箱梁。一些孤桥和野桥也可以实现架设，而不必现浇。
- 3)没有或减少抑拱二次填充问题，减少现浇梁,最大限度减少施工成本。
- 4)减少施工单位工程量和工作量，最大限度保证工期的实现
- 5)可减少预制梁场集中制梁且减少设备投入,如提梁机、移动模架、运梁车、吊机等
- 6)由于使用穿隧道运架一体式架桥机免除了通过隧道解体拆装

架桥机的工作量和劳动强度,缩短了工期(见图 11)。



图 11 不拆解部件携带导梁机通过隧道

这种运架方式不仅施工时吊运箱梁和携带导梁转场通过隧道快捷，而且可以实现隧道口架桥(见图 12 和 13)。

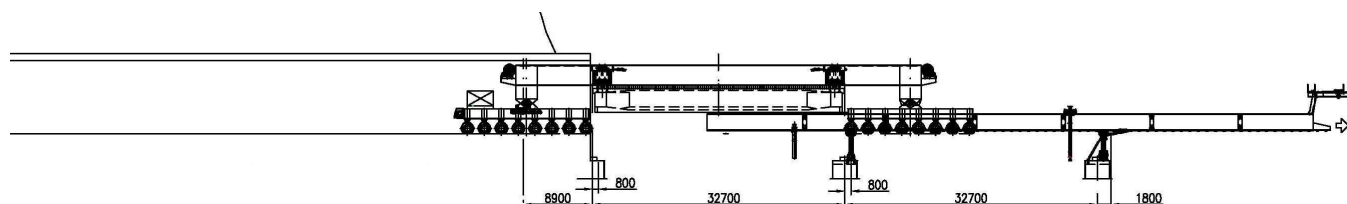


图 12 出隧道口后架桥

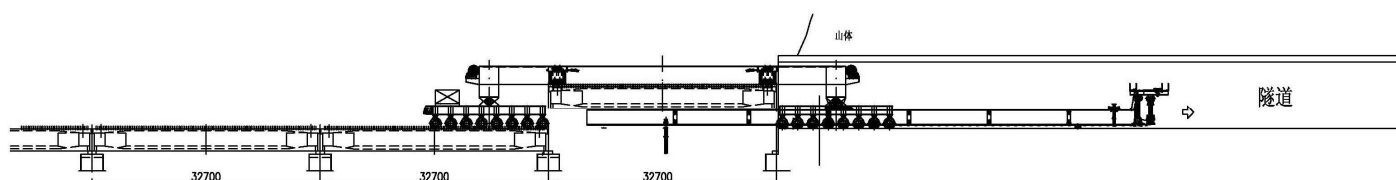


图 13 进隧道口前架桥

运架一体架桥设备的紧凑结构，使得其无论是否进行隧道口架桥时，其架桥作业流程不需做任何改变：

- ①不需要为适应隧道口架桥而进行任何拆卸或组装；
- ②不需对隧道口的桥梁、桥台及隧道断面设计任何额外要求；
- ③不需要对隧道口桥台周边作任何工程改造或预留架桥机解体拆装工作空间。
- ④不需要在桥隧相连的隧道口现浇 2 到 5 孔箱梁，用于架桥设备解体拆装留出位置。

这一点对施工工期也有极大好处。如果当架桥方向上前方出现情况，比如，隧道或连续梁施工受阻，没有按施工进度按期完成，此时，运架一体架桥设备可以先考虑调头向反方向架桥施工，使施工工期不受大影响。而采用运架分离设备就要遇到极大困难，因为，它涉及花费十几天时间进行过隧道解体再安装问题。这种情况下，运架分离设备明显要对施工受阻而造成的工期延长问题无能为力。

四、有效解决两桥并行的整孔箱梁桥的架设问题

在中心城市附近遇有双桥并行时，如果采用整孔箱梁桥架设施工，应是最佳的选择。但是，双桥并行整孔箱梁桥架设施工一直困扰着桥梁施工设计者。图 14 表示架设并行箱梁时，采用运架一体式架桥设备则可解决桥梁施工设计者的问题。

因为运架一体式架桥设备外形宽度小于整孔箱梁宽度，两台设备并行工作，设备本身互不干扰，两台运架设备可任意方向进行同时施工。这样并行的两个桥间隙可以设计小于 5cm。此时,即使担心由于吊运梁时设备走行发生偏离,但只要两个吊梁的高度不同,就可以错开碰触位置,绝不会发生碰撞。

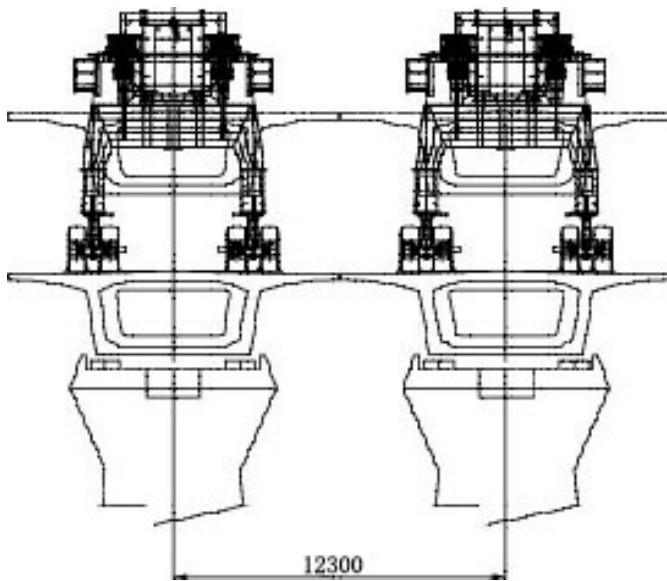


图 14 两台运架一体机同在双桥并行桥上施工

如果一套其他类型运架设备已经开始施工，运架一体机仍可投入施工而不影响前者的施工。见图 15。但此时,先投入施工的运架分离式的架桥机运梁车只能一直保持在运架一体式架桥设备的前方架桥施工。如果运架分离式的架桥机运梁车要调头返回，此时运架一体式架桥设备将不得不暂停工作,等待运架分离式的架桥机运梁车离开运架一体式架桥设备工作区段。

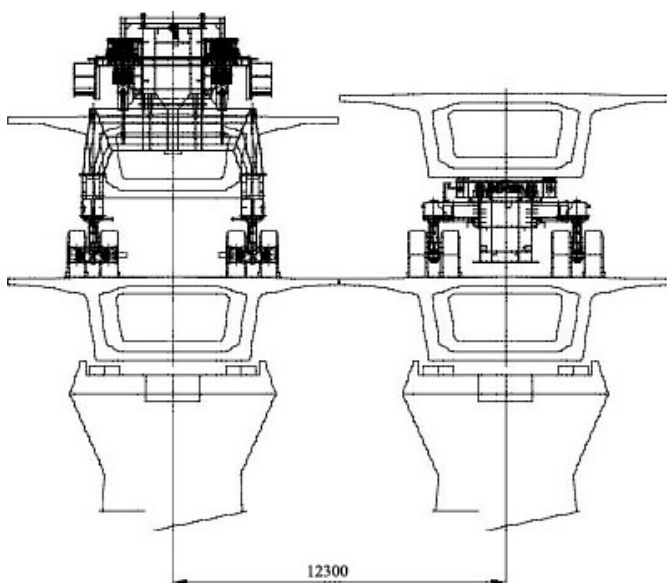


图 15 一套运架分离式架桥设备与一台运架一体机在双桥并行桥上施工

五、施工工效问题

关于运架一体式架桥机施工工效问题一直众说纷纭，甚至延伸到对该设备持否定态度。因此，科学地、客观地分析这种设备的实用性和工效很有必要。

1. 正常架桥状况

与运架分离架桥方式相比，在正常架桥状况下，进入架桥状态之前，即梁场取梁时间和运输时间，两类架桥机工效差异没有区别，但一旦进入架桥现场，两类架桥机工效上有所差异：

	运架分离架桥方式	运架梁一体架桥方式
运梁设备与架桥机对位	10 分钟	10 分钟，对位的同时与下导梁机联接动力。
吊具安装	分一次安装（4 人同时装两个吊具，需 20 分钟，） 或二次安装（两个吊具先后装，需 $2 \times 20 = 40$ 分钟，需 4 人）	无吊具安装时间
喂梁	15 分钟	15 分钟
移动调整后支腿	无此时间	需 15 分钟
运梁车退回梁场	喂梁后，即刻返回	落梁需 35 分钟，回抽导梁需 10 分钟

上述可以看出，运架一体机在架桥过程中较运架分离方式在正常架桥时多使用 30 至 50 分钟，但问题是这 30-50 分钟是否对架桥工效构成实质影响。

2. 限制因素对架桥工效的影响

1) 运距

假定两类架桥方式的运梁行走速度相同，平均重载运行时 3.5km/h，平均空载运行时 8km/h（注意，桥上和路基上运梁车运行速度不宜太快，重大物品运输运行速度太快，不仅对操作者心理构成较大压力，也实际对运行安全有直接影响。例如，紧急制动时的惯性力。）

在隧道交错地段,由于通过隧道时,隧道内第一次仰拱填充量很小，运梁车在隧道内有进出隧道 3%过渡坡道问题,其速度受到极大限制。而运架一体机吊梁行走，隧道内仰拱填充量达到路基平面水平，没有在隧道内有进出隧道 3%过渡坡道问题。

因此，两类运架方式的运梁行走速度会有差异，实际施工中，运架一体机吊梁行走速度可能会大于运梁车驮梁行走速度。

3.5 公里运距，不通过隧道时：

- 运架分离式架桥方式：

架桥工序需平均约 2 小时 30 分钟。

所以，此时如果运梁车运送预制梁能满足需要，每班最多架设 3 孔梁。

- 运架一体式架桥方式：

架桥工序约需 3 小时。

所以，每班最多架设 2.5 孔梁。

5 公里运距，不通过隧道时：

- 运架分离式架桥方式：

架桥工序需平均约 3 小时 20 分钟。

所以，每班最多架设 2 孔梁。

- 运架一体式架桥方式：

架桥工序约需 4 小时。

所以，每班最多架设 2 孔梁。

10 公里运距，不通过隧道时：

- 运架分离式架桥方式：

架桥工序需平均约 5 小时 35 分钟。

所以，此时如果预制梁能满足需要，每班架设 1 孔梁。

- 运架一体式架桥方式：

架桥工序需 6 小时 30 分钟。

所以，每班架设 1 孔梁。

15 公里运距，不通过隧道时：

- 运架分离式架桥方式：

架桥工序需平均约 6 小时 50 分钟。

所以，此时如果预制梁能满足需要，每班架设 1 孔梁。

- 运架一体式架桥方式：

架桥工序需 7 小时 50 分钟。

所以，每班架设 1 孔梁。

由上面的情况分析，不通过隧道，当运距超过 5 公里后，两类架桥方式的架桥工效已趋于一致，差别很小。

如果考虑在隧道内两类架桥方式运梁走行速度的差异,运架一体式架桥机工效就会同运架分离式架桥方式拉平。当通过的隧道次数越多,隧道越长,运架一体式架桥机就越显出其优越性,甚至其工效优于运架分离架桥方式。

2) 短距离工地转移状况

运架分离式架桥方式：

运梁车驮运架桥机需安装辅助设施，甚至拆解架桥机个别部件。
因此，转移前准备工作需 8 小时至 16 小时（1 天至 2 天）

转移后准备工作需 8 小时至 16 小时（2 天至 3 天）

运架一体式架桥方式：

转移前吊运准备工作需 6 小时，

转移后安放准备工作需 5 小时。

一次短距离工地转移，运架一体式架桥方式比运架分离式架桥方式节省 1 天至 3 天时间。

对于运架一体式架桥方式，当短距离工地转移并需要进行设备调头时，从导梁机开始后退至吊运梁机主梁下开始算起，设备运行回到梁场进行调头，到设备运行到待架梁处，并摆设好导梁，总体约 1 天时间即可完成。如果考虑在桥上进行调头，使用回转装置，总体上约 1 天时间也可完成整个过程。

3) 通过隧道状况

运架分离式架桥方式：

---架桥机分解拆卸装车，通过隧道需 3 天~6 天。

---架桥机通过隧道后重新安装调试，通过隧道需 7 天~9 天。

运架一体式架桥方式：

无需分解拆卸和安装调试。通过隧道仅需一天时间。

一次通过隧道转移工地，运架一体式架桥方式比运架分离架桥方式节省 9 天至 14 天时间。

吴广线使用的穿隧道迁架一体式设备在约 6 公里的运距处，曾经一天架设过四片梁。正常情况下，在 12km 运距间，14 个工作日内可轻松实现二片箱梁的架设。

4. 制梁和存梁场问题

一片 900 吨箱梁，采用后张法制梁，从预制到成品需用 35 天。若保证每天提供两孔箱梁，则需要 6 套模板和能够存放约 70 片箱梁的存梁场。这对制梁而言，压力已相当大。考虑运距问题，存梁场大小应合理设置。因此，一味追求架桥机较高的架桥工效，并不是现实和合理的。

根据上述情况，如果考虑在 15 公里范围内架桥，每天架设 2--4 孔梁，对两种类型架桥机而言，是同样可以完成任务的。两种类型架桥方式在工效上没有什么大区别，距离越长，差别越小。

但如果考虑从一个制梁场取梁，架设一个短桥群（若干个几百米或几公里长的短桥），架桥设备需要转移几次工地，运架一体式架桥机的优势则优于运架分离架桥方式。

如果考虑在桥群中有穿越隧道，甚至在隧道口架桥，则运架一体式架桥方式的优势明显优于运架分离架桥方式。

六、取梁和喂梁问题

采用运架一体式运架设备的一个特点是设备自身主动取梁后吊运行走。当预制梁场与桥台相连,或基本在一个平面上,吊运梁机可以从预制梁场直接吊取箱梁,即其轮组进行 90 度转向后横向走行跨到箱梁的纵向轴线上吊取,再利用自身的多种转向功能,行走到桥台或路基上。见图 16 和 17。



图 16 在梁场取梁

这种取梁方式即方便又简单,吊运梁机随来随取,不受用于存放箱梁的轮轨或轮胎式提梁机制约。也大大减轻预制梁场里用于存放箱梁的轮轨或轮胎式提梁机的工作强度,便于合理组织梁场内的施工。这与运梁车不同,运梁车回到梁场,一定需要利用存放箱梁的轮轨或轮胎式提梁机为它装车。



图 17 从路基面上行走到架桥位置

当预制梁场位于桥梁中部,吊运梁机不能直接取梁,这需要轮轨或轮胎式提梁机协助,利用平台和箱梁横移轨道来为吊运梁机喂梁。当桥墩低于 10 米时,利用梁场的轮轨或轮胎式提梁机将箱梁吊放到箱梁横移轨道上,由轨道上移动小车将箱梁喂送到吊运梁机下方供其吊取。见图 18 和 19。

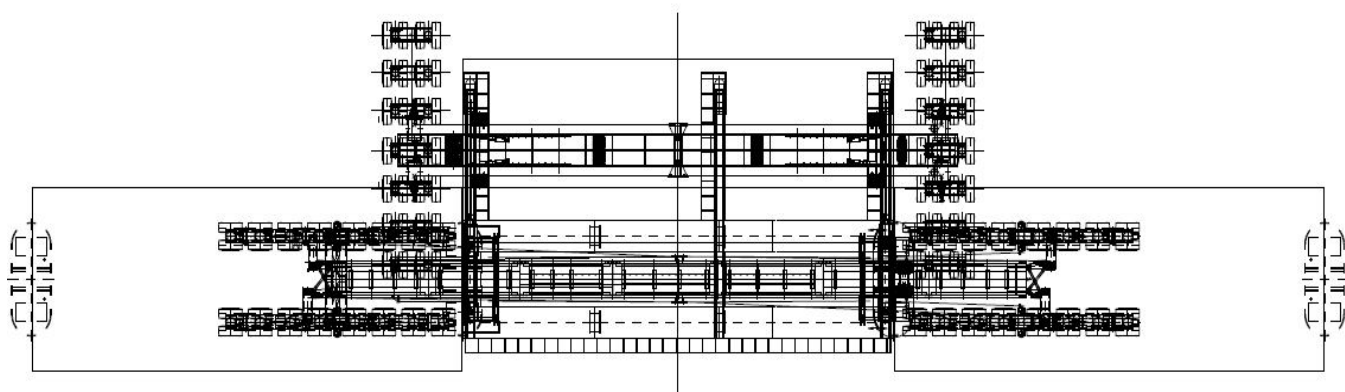


图 18 从桥梁一侧取喂梁俯视图

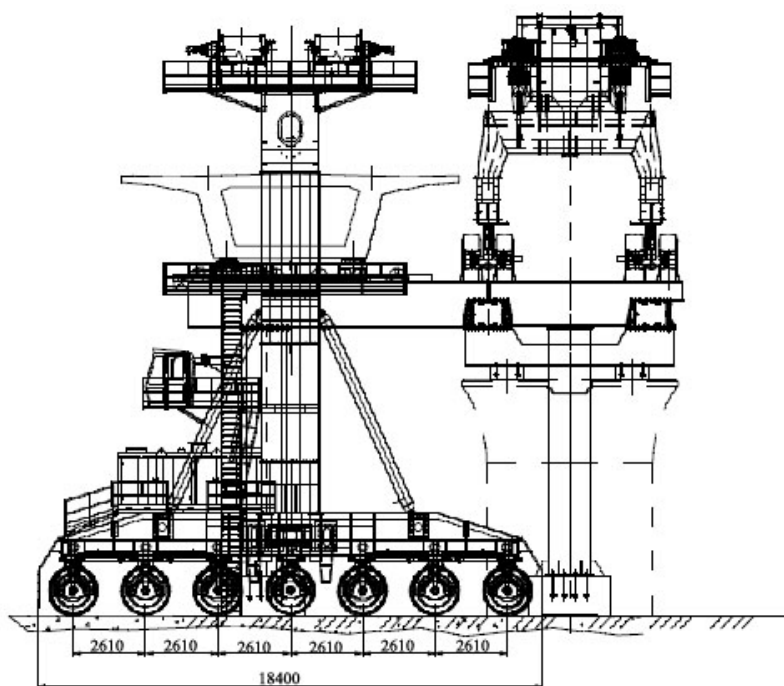


图 19 从桥梁一侧取喂梁方案侧视图

利用梁场的轮轨或轮胎式提梁机将箱梁直接吊放到第一孔和第三孔位置,架设箱梁到位。在第一孔和第三孔之间搭建纵向行走平台和横移轨道。见图 20。

这种方式可以有效解决两桥并行的箱梁桥施工问题,预制梁场可以设在桥梁两侧,用轮轨或轮胎式提梁机位运架一体机进行喂送箱梁。而采用运架分离方式的运架设备,为在桥梁上运行的运梁车装梁,使用大型提梁机要跨过桥梁,从桥梁两侧吊梁后横移,这要面临施工和设备方面的巨大投入和困难。

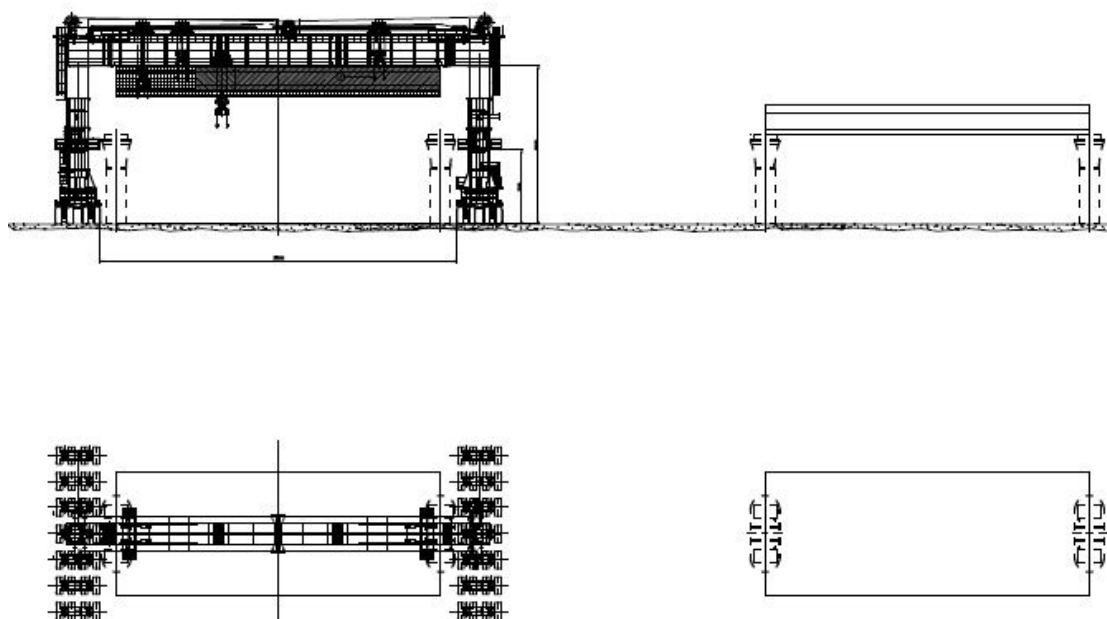


图 20 使用轮轨或轮胎式提梁机架设第一及第三孔梁

如果条件允许,对于单座桥,沿桥梁纵向排布两台 450 吨门吊,借助两个可以回转 75 度的横移轨道,不用纵向行走平台,也能轻易实现为运架一体式运架设备的吊运梁机进行喂梁的目的。

七、经济性

运架一体式架桥机包括穿隧道运架一体式架桥机是一种集吊、运、架功能为一体的设备。使用穿隧道运架一体式架桥机在经济上极有优势:

- ① 一台穿隧道运架一体式架桥机比运架分离方式采用架桥机、运梁车和装车用提梁机三台设备总造价低;
- ② 省去隧道口架桥机拆装的工作量和施工成本费用;
- ③ 节省隧道口施工工程成本。隧道口无需预留给架桥机解体安装的辅助设备工作面。
- ④ 在桥梁运架施工中,由于无需扩大隧道断面,且免去隧道内二次抑拱混凝土填充工作和过渡坡道工作,投资费用相应节省。

- ⑤实现无障碍通过隧道和隧道口架桥,可以最大限度减少现浇梁,进而降低箱梁桥的成本。
- ⑥最大限度集中预制梁,进而减少征地和相应制梁场设施的投入。
- ⑦ 当架设并行箱梁桥时,可最大限度减少并行梁间的距离(小于10厘米),进而减少占地面积和征地费用。同时,由于取消组合梁或现浇梁,而采用更多预制箱梁,则可降低总投资。

结语

综上所述,采用穿隧道运架一体式架桥技术,可以有效地全面地解决桥隧相连和两桥并行区段的整孔箱梁桥架设施工的难点和问题。相比使用这种技术比使用运架分离的运梁架桥技术具有明显优势,这包括:

- 1)吊运梁通过隧道无需增大隧道断面
- 2)桥隧相连的隧道口零距离架桥;
- 3) 设备不需拆卸任何部件实现穿越隧道转场快捷,可以大幅降低工作强度节约施工成本可缩短施工时间
- 4) 有效解决了双桥并行架设箱梁的问题
- 5)在取梁和喂梁方面为预制梁场内的设备和施工组织给予更大的自由度
- 6)其经济优势体现在综合效应上,且十分明显。
- 7)关于架设工效问题可以归结为,在桥隧相连及桥隧交错地段,运架梁一体式运架技术最大限度地得以发挥,而其它运架方式的综合工效明显偏低。

鉴于这种技术的优势和特点,在未来的多山地区和中心城市地区

架设整孔箱梁桥，广泛应用这种技术和设备，具有不可估量的价值和前景。

2009 年 4 月

参考文献

1. 刘亚滨、刘利国
整孔箱梁架桥机穿越隧道及隧道口架设技术方案（J）
《铁道标准设计》2004 年 12 月
2. 高白茂、张志华
客运专线桥隧相连运架装备方案研究（J）
《铁道标准设计》2005 年 6 月
3. 侯建军
时速 250km 客运专线铁路桥隧相连组合箱梁的设计。
《铁道标准设计》2008 年 6 月
4. 余定军、任军
超高钢管桩支架在山区桥梁施工的应用
《铁道标准设计》2008 年 6 月
5. TZ213-2005 客运专线铁路桥梁工程施工技术指南(S)
6. Speed Is Of The Essence
《Bridge Design & Engineering》
“Lifting , Launching & Accelerated Bridge Construction” .
2008 Special Supplement.
7. Yabin Liu
THREE IN ONE
《Bridge Design & Engineering》 Issue 48,2007.