

摘文 《桥梁建设》1996年第一期

意大利多功能步进式架桥机在徐浦大桥工程中的应用及性能分析

刘亚滨 周兴华 张洪宇

一九九五年十二月

意大利多功能步进式架桥机在徐浦大桥工程中的应用及性能分析

刘亚滨 周兴华 张洪宇

上海徐浦大桥是继南浦大桥、杨浦大桥后在黄浦江上的第三座斜拉索大桥，是外环高速路上联接浦东、浦西的第一个跨江建设工程。该桥无论从技术上和结构上都与前两座桥有不同。该桥全长5520m。其中主桥长994m，桥面宽48m为八车道。主桥岸跨桥面高为52m，主桥岸跨梁长分别为39m、40m，最大重量150T，工字型混凝土梁。桥梁纵向坡度为 $\pm 3.5\%$ 。

对于岸跨梁的架设，基于现场工况的约束，要求架设设备只能从边梁起吊，并通过横移设备架设该跨梁，施工安排要求从主跨开始架桥，引桥尚未开始施工，后部喂梁方式被排除，同时第一跨（即主塔与第一墩之间）由于主塔结构形式的限制，梁无法从一边起吊；只能从第三跨纵向移到第一跨。

对于上述要求，国内的现有技术及设备尚不能满足其要求。为此采用了意大利PAOLO DE NICOLA公司的架桥机。使用该公司的架桥机进行架设岸跨梁完全达到了施工设计要求，并且安全可靠，施工进度也相对较快。

该架桥机的基本参数：

-- 最大起升能力	160 T
-- 最大起吊梁长	45m
-- 最大起吊高度	50m
-- 起升速度（满载）	0.6 or 1.2m/min
起升速度（空载）	1.2 or 4m/min
-- 吊梁小车在桁架中走行速度（满载）	3 or 6m/min
吊梁小车在桁架中走行速度（空载）	3 or 10m/min
-- 主桁架行进速度	3 ~ 6m/min
-- 操控系统	电气与液压
-- 满载时运行最大坡道	5%

一、该架桥机基本组成：

意大利PAOLO DE NICOLA 用于上海徐浦大桥的架桥机主要由以下部分组成：

- 1、两个主桁架。每个主桁架分别由七节桁架结构用螺栓联结构成，总长为95m。
桁架的上部和下部有矩形轨道，分别用于吊梁小车的行走和整个桁架纵向移动。在桁架的两端装有两个液压支腿。
- 2、两个吊梁小车。由液压马达驱动的卷扬机（吊装能力为75Ton/台），和纵向走行机构组。
- 3、横移机构是由横移轨道、轨道支撑及电动横移小车组成。
- 4、液压及电气控制系统。
- 5、锚固及锁定系统。是通过用螺纹钢杆将横移轨道的支撑同桥墩上的预埋件联结起来，并将其张紧，以达到横移轨道的锚固。桁架及吊梁小车的锚固与锁定是通过钢丝绳锁定系统实现的。
- 6、桁架纵向移动系统。

二、架桥机的基本性能分析

这台架桥机可采用两种喂梁方式。后部喂梁和侧悬吊喂梁。所谓后部喂梁，即梁体从主桁架后部进入主桁架内腹，先由一个吊梁小车在运梁车配合下将梁体引入主桁架内腹，然后再由两个吊梁小车吊起梁体向前运送梁或横向移梁。这种后部喂梁和方式比较常用。我国绝大多数架桥机均采用这种方式。

而侧悬吊喂梁的情形要比后部喂梁复杂些。架桥机主桁架必须横移出桥顶部外侧，横移轨道要伸出桥墩外侧，梁体直接从桥下由两个吊梁小车将其吊起至主桁架内腹，然后横移到桥墩顶部上，或在该孔横移落梁，或吊梁小车再吊梁往前行至下一桥孔墩间横移落梁，侧悬吊喂梁的特点是梁体可以在桥下转运。

当桥的一跨已完成，架桥机可通过自身的走行机构将桁架移至桥的下一个桥墩。

就上海徐浦大桥应用的这类架桥机而言，早些年已在国外广泛使用此类架桥机。国内也有一两家单位仿效制造，但在基本性能上还是有极大差距。

在起吊能力方面，这台架桥机最初设计方案是按吊250Ton梁考虑，后因桥梁设计更改，而降为吊150Ton，额定起重为160Ton。由于吊梁绞车的动力为液压系统，使得吊装150Ton梁体时起升与停止瞬间没有冲动。系统有一套重量限速器，保证在空载时（20吨以下）起升速度可以为1.2及4米/分，而当重量超过20吨时系统保证仅以0.6或1.2米/分速度起升。

由于主桁架可侧悬吊梁，因此横移轨道在墩上的悬臂部分需能确保支撑强度。为了侧悬吊梁主桁架中心线需移出墩头约1.6米。因而整个横移轨道的不同支架点处，支点反力大小、方向不一，所以锚固点的设置数量要求应极其严格的。然而在48米长轨道上锚固点仅为6个，而且可以有一定变动范围，可谓独具匠心。据测试结果，当吊重150吨后，横移轨道侧悬吊端点的挠度变化为最大34mm，主桁架两点中心部位挠度变化为45mm。架桥机在携载150吨向前纵向运动过程中，当一端载荷（75吨）进入架桥机跨中时，主桁架实测下挠变形为60mm，完全符合安全规范。

横移轨道内2.8米高的支架支撑主桁架底面至横移轨道的距离仅为0.5米。主要是出于加强主桁架的纵向与横向运动的稳定性考虑。当横移轨道被锚固在墩上以后，主桁架运动的重心相对变低，这一点是同国内架桥机较高运动重心有着明显区别，加之主桁架运动的驱动系统为液压的，则更保证主桁架即使在吊重150吨情况下仍运动十分平稳。事实也证明如此，在主桁架吊梁向前运动这种难度最大的主桁架的运动中，也很安全平稳。

这个运动稳定的性能还反映在运动坡度上。国内架桥机架设桥梁的最大纵向坡度仅为6%，而这台架桥机的纵向架设坡度可达5%，这主要归功于主桁架运动重心相对较低，运动重量也较小的优点。

吊梁小车上装有液压微调定位装置，可以保证在最后落梁阶段时，准确落梁，易于控制误差。

三、多功能性

这台架桥机从基本原理到总体结构似乎与大多数公路架桥机没有多少差别。但实际上，为使这台架桥机能适应更多的桥型架设要求和更便利的工作环境，架桥机被设计成了更具人性化的机械，强化了本身的多功能性。

1、两种喂梁方式

由于这台架桥机能采用两种喂梁方式，则使其即可以从桥的一端开始架设桥。也可以从桥的中部任一位置开始架桥，这一点尤适合于陆地桥。架设施工可以不局限从桥的一端开始，而可分段作业，并且制梁的地点位置可有很大的选择余地（桥的两侧空地或桥头空地等处）。

2、主桁架携梁前行

架桥机主桁架上的吊梁小车在满负荷时即吊着150吨重梁体时，主桁架能自行向前运动至下一桥墩，架支在新桥墩横移轨道上。在确认主桁架稳固住后，吊梁小车可吊梁运行至下桥孔位置，这一功能也是为配合侧悬吊喂梁方式去架设那些后部喂梁和侧悬吊喂梁都不能解决的情况，如架设徐浦大桥河岸的第一跨。

3、主桁架水平摆转

在每个横移小车上的主桁架基座下有一活动铰接机构，这可以使主桁架能进行水平摆转。当一个横移轨道上的小车运动，而另一个横移轨道小车不运动，则在两个墩顶上横移轨道的主桁架基座纵向连线发生偏移，与桥的纵轴线形成一个夹角，最大可达 7° ，因而可满足曲线半径800米的桥梁架设要求。利用水平摆转和前后液压支腿，架桥机的横移轨道可以被架桥机自己的吊梁小车吊运到所需要的墩顶位置，而不必使用其它辅助吊车。

4、单侧桁架起落梁功能

架桥机配备了在特殊情况下单侧桁架起落梁装置。徐浦大桥第一跨上，由于桥主塔呈A字型，架桥机在架设第一跨边梁时，主桁架的中心线不能横移到边梁落梁位置。单侧桁架起落梁装置是在主桁架的单侧桁架上装两个液压缸，能吊起梁体150吨，这样则可避免主桁架与桥主塔相碰，而不能起落边梁。

5、横移轨道支架和前后液压支腿可折叠

横移轨道的支架高2.8米，用以支撑横移轨道使其底面高于梁体与梁体墩顶底座高度之和。但为了适应吊运横移轨道能在架好的桥孔上面越

过，以保证架桥机可向桥的两个方向进行架设施工，则横移轨道的支架均设计成可折叠，或在吊运横移轨道时，支架被折叠成水平位置。

前后液压支腿也可收起，使其位置与主桁架平行，使主桁架可从已架好的桥孔上越过。

6、横移轨道支架可沿轨道调整

横移轨道支架可沿横移轨道调整，调整幅度为800毫米。这可以保证支架各锚固位置可以调整，以适应其它一些桥梁设计的锚固位置。

上述诸多的特点构成的多功能性，多数在徐浦大桥的主桥岸跨和引桥上体现出来。

就我国目前设计的绝大多数混凝土桥梁，无论简支梁还是连续梁，基本上采用的都是T型、工字梁和箱梁。徐浦大桥所用的这台架桥机基本上可以满足这些桥梁的所有施工方案，而使用配套设备最少。

1995年12月28日截稿