

关于轻轨铁路及城市高架桥建设的建议

刘利国 刘亚滨

一九九八年四月

关于轻轨铁路及城市高架桥建设的建议

1998 年 4 月

在我国一些市区建成的高架桥，已使城区的交通有所改观，而修建轻轨铁路高架桥，则更会使城区的交通呈现新的格调。但是，在人口稠密、道路及房屋密集、交通极为拥挤的大都市里，修建高架桥，而且修建以箱梁为主的长距离高架轻轨铁路桥，沿袭使用以往常规方法，则在经济效益、特别是社会效益上都难以令人满意。

以往的高架桥，对箱梁和中、大孔径梁多采用现浇法，使用T形梁也多是在现场制作后以吊车或龙门吊进行吊装，这样造成的结果是：

- 施工现场占地面积大，且占地时间长。
- 基本上整个施工期间封闭了道路交通。
- 施工期间污染环境，晴天尘土飞扬，雨天泥泞不堪，建筑垃圾很难控制。
- 噪音污染严重，施工效率低、时间长，扰民问题突出。
- 由于施工周期长，不但是上述问题更为严重，而且总的施工成本加大。
- 投资效益见效慢，直接涉及资金利用率和贷款利率损失。

近些年来，在桥梁设计与架设技术进步方面常常落入一种怪圈，桥梁设计部门在进行设计时，只考虑施工部门现有的机械设备和技术条件，而不能对桥梁设计采用更新更合乎发展和更合理的桥梁结构和施工方案。理由是，设计出来的桥，施工部门不能施工，施工技术跟不上。而反过来，施工部门谈起新技术和新的施工工艺时，又强调设计部门设计不出新桥来。因此，在施工上也用不着新技术新工艺，及新设备。这样两方面人都认为是对方的条件阻碍了现代桥梁施工技术的运用与发展，从而长期造成我国桥梁施工技术的发展缓慢。

在今天，世界上桥梁技术发展迅速，桥梁的结构也在多样化，特别是由于桥梁架施工技术的发展，促使各类桥梁的架设质量与进度不断提高。高速铁路桥梁和轻轨

交通高架桥梁发展的需要,也使架桥设备与技术日新月异。相比之下,则显示出我国都市内桥梁施工技术与设备的落伍和不适应。

某轻轨铁路线在市区内修建轻轨铁路高架桥,本应在设计、施工及控制施工对社会的负效应方面,吸取国外先进技术,结合我国国情,走出一条新路来,使之与都市相称。但是,由于其急促上马,且许多铁路工程设计施工者及工程组织者对国外先进方式了解不多,在急于短期内完成工程上马及施工的情况下而采用全线现浇法,(尽管我们后来曾提出不少建议),将20多公里轻轨线分成许多包段,横向分割成每个包段1.5公里。据分析采用此法总投资上至少要损失5000万人民币以上且不包括人力的浪费和时间工期的损失。一些外国桥梁咨询专家了解此事后都感到不可思议!

一个都市是最受关注的对外窗口,都市的建筑物和施工程将直接向世界展示着中国的风貌,因此,我们建议高架桥应更多地从都市整体规划、桥梁美化功能、施工环境控制和施工工期方面去权衡。

我们认为修建城市高架桥或轻轨,应采用预制箱梁吊装架设法,以流水作业方式进行建设施工。这种方法已在意大利、法国、南韩、墨西哥等国家被证明是保证桥梁外观质量、缩短工期、降低总成本,减少施工对社会的负效应的最佳方式。最近,台湾捷运轻轨高架桥设计方案中,也将此法作为主要方式。其主要特点为:

- 采用自动化预制梁模板和专用运梁机。
- 使用架桥机或一体式吊运架梁车。
- 采用流水化作业施工。

针对轻轨高架桥项目,采用上述方式可以勾勒出这样的施工场景:

- A. 整个高架桥设1个预制梁场,因为1个预制梁场供应最佳施工区段单向为5-10公里。在预制梁场内配自动化制梁模板,生产整孔箱型梁或分段式箱型梁。
- B. 桥梁上部结构的安装,由一个施工单位承担(设一个标段),并与预制梁场成为一个施工组织。
- C. 在全线建造桥墩的同时,开始建造预制梁场,一旦预制梁场附近的桥墩完工,则可以开始组织设备进入现场。

D. 此后架设施工开始，所有工作均可在墩上作业，而不需各处桥下的施工作业配合。从钢筋成型、编制骨架、浇铸成型、施加预应力、蒸汽养护、脱模、沿桥上运梁，到架设完毕，各工序连续进行，完全成为一个半空中的不停顿的流水作业工场。

F. 正常运转下，其施工速度极快，平均每1-2天可完成一孔双箱梁桥的全部施工工作，则20公里的高架桥可望在6-8个月内完成全部上部结构施工。

上述这种方式，将为都市和项目本身带来诸多好处：

1. 施工速度比以往的方式如现浇法、顶推法、活动模板法等快2倍以上，大大加快了投资效益的实现和减少贷款利率损失。
2. 由于采用墩上作业架设梁体，施工现场占地面积，除了一两处的预制场外，其它地方在桥墩建成后则基本上不占地。
3. 同样由于墩上作业，梁体运输是在桥上进行，明显降低施工对交通构成的压力，减少了建设全线各处的原材料运输量和材料转运堆放量，这对大都市来讲则是尤为重要的。
4. 工程综合造价比其它施工方法（如现浇法、顶推法、滑模法等）略低，尽管设备一次性投入较大，但显然可以从其它方面得到补偿。
5. 减少对居民的干扰，环境污染范围降至最低。桥墩修造完后，则可清理施工沿线，不必在施工沿线到处是工地、搅拌机、泵车等。
6. 由于采用自动化模板预制梁，桥梁的制造架设质量可得到严格控制，比起其它方法要可靠的多。而且在外观质量、设计美学方面可以达到更高标准，对都市百年大计，这一点更为突出。
7. 采用这种先进的技术与设备，架设都市高架桥，将体现现代技术风范，为今后其它城市或类似项目的开展做为铺垫，从而可获得更多的优势。

总而言之，采用整孔预制箱梁吊运架设方式来完成轻轨高架桥上部结构的施工，对一个城市和设计施工单位可以说是百利而无一害。不但社会效益最为明显，而且经济效益及远期效益也相当可观。

作为关注桥梁建设的技术服务者，我们真诚希望城市轻轨铁路能加速建设。无论在引进技术设备、结合我国国情及特定条件开展技术合作方面，还是在今后现场施工服务方面，我们都愿鼎力相助。为加快我国现代化建设，为我国城市经济的腾飞尽我们一些力量。

参考附件：

方案1：整孔箱梁

方案2：分段箱梁

方案1：整箱梁

适用于高速铁路桥，轻轨高架桥和高速公路桥的整体箱梁架设，梁型32~50米、9~16米宽的整体箱梁（无需横移），纵合工作坡度可达0.15%~3%，梁吨位200~900吨，喂梁方式为后部（液压控制前、后支腿），操控系统为电气与液压。

1. 预制

在桥梁施工现场预制梁体，使用大型自动化预制梁设备。钢筋骨架制作完后，吊运至制梁模内，箱梁内模板采用一套可移动的液压模板。内模板由动力装置拉进箱梁骨架内腔，然后各活动模板件由液压系统操控就位，此后浇注、加预应力、蒸汽养护等依次进行。梁被运走后，可将另一个已制好的钢梁骨架吊运入制梁模内，接着制作下一个梁。

2. 运梁

采用轮胎或轨道式大型运梁设备可将梁从预制梁场运至架桥设备下。

3. 架梁

方式1：桁架式架桥机

架梁设备主梁的后支架均是液压操控，可向后上方或两侧上方提起，使运梁设备进入架梁的主桁架下。两个吊梁小车将箱梁从运梁设备上吊起，然后向前运行至前一孔落梁位置后，准确落梁。

方工2：导梁式架桥设备

运梁设备行驶到导梁上，吊梁装置将梁吊起，运梁设备退回，导梁向前运动，让出桥孔落位置后，准确落梁。

方式3：运制梁一体化运架梁设备

运架梁设备行驶到导梁上，运梁设备本身又是架桥机的一部分，导梁向前运动，让出桥孔落位置后，准确落梁，运架梁设备驶回。

按此施工方式可以达到一至两天完成一个桥跨的施工。按40米梁计，平均总的施工速度为30米/天，则有可能在三个月内完成一座三公里高架桥的架设任务。

方案2：分段箱梁

梁段为30吨~300吨，每段梁桥面尺寸可达6~24米；喂梁在后部或桥下，架设桥梁孔径可为30米~150米，操控系统为电气与液压。

1. 预制

在桥梁施工现场预制梁体，使用自动化预制梁设备。钢筋骨架制作完后，吊运至制梁模内，箱梁内模板采用一套可移动的液压模板。内模板由动力装置拉进箱梁骨架内腔，然后各活动模板件由液压系统操控就位，此后浇注、加预应力、蒸汽养护等依次进行。梁被运走后，可将另一个已制好的钢梁骨架吊运入制梁模内，接着制作下一个梁。这种预制设备相对于整箱梁设备简单，预制场地小，生产率高。

2. 运梁

采用跨式轮胎搬机（后喂梁，桥下喂梁）或普通运输卡车（桥下喂梁）设备可将梁从预制梁厂运至架桥设备处。

3. 架桥

方式1:

架桥机的主桁架长于两个桥孔的长，在施工中其支腿总是支撑在桥墩的位置。

方式2:

架桥机主桁架仅长于一个桥孔的长度，在施工中只保持有一个支腿支撑在桥上，其它支腿可架在已架好的梁段上，或悬臂梁段上，并可将主桁架一分为二，中间铰接，可架曲线半径很小的桥。

方式3:

变截面大跨径单拼架桥方式

以上三种皆为单拼架桥方式，即将单个梁块安装就位，进行一次张拉预紧后，再进行下一梁块的拼装工作。依次逐个安装就位至全孔径。然后再进行全孔径二次张拉。

方式4:

悬吊整体拼装架桥方式

将全孔径的预制梁块逐个拼装，并悬吊在主梁上，整跨进行30%~50%张拉预紧，调整后整体就位到桥墩支座上，再完成剩余张拉力。此后，进行下一孔的架设。