

市政工程装配化产业发展存在的问题与展望

马强

青岛交运市政工程有限公司, 山东 青岛 266000

[摘要] 市政工程装配化已经成为智能建筑的发展方向。在国内建筑工业化推动下, 市政工程装配化获得长足发展且潜力巨大。但是在市政工程装配化实际发展中有很多问题亟待解决, 为市政工程装配化平稳发展带来很多阻碍。首先, 文中将详细阐述市政工程装配化现状和前景, 重点分析市政工程装配化在当前遇到的发展难题, 最后针对难题提出解决思路, 为同行业人员解决问题提供意见参考, 推动市政工程装配化产业持续发展。

[关键词] 市政工程; 装配化产业发展; 问题与展望

DOI: 10.33142/ec.v6i3.8003

中图分类号: F279

文献标识码: A

Problems and Prospect in the Development of Municipal Engineering Assembly Industry

MA Qiang

Qingdao Jiaoyun Municipal Engineering Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266000, China

Abstract: The assembly of municipal engineering has become the development direction of intelligent buildings. Driven by domestic construction industrialization, municipal engineering assembly has achieved significant development and great potential. However, there are many problems that need to be solved in the actual development of municipal engineering assembly, which has brought many obstacles to the smooth development of municipal engineering assembly. First of all, the article will elaborate on the current situation and prospects of municipal engineering assembly, focusing on analyzing the current development challenges encountered in municipal engineering assembly, and finally propose solutions to these challenges, so as to provide suggestions and references for personnel in the same industry to solve problems, and promote the sustainable development of the municipal engineering assembly industry.

Keywords: municipal engineering; development of assembly industry; problems and prospect

引言

市政工程作为建筑工程中重要内容, 装配式市政工程已经发展成为建筑工程的前进方向之一。分析市政工程整体特征发现, 装配式市政工程构件主要分为预制节段、预制构件两部分。两个构件都可以在预制厂内完成, 然后在施工现场完成拼装。下文将细致剖析市政工程装配化当前亟待解决的问题, 提出针对性解决措施, 助力装配化产业平稳发展。

1 市政工程装配化发展现状

市政行业在居民旺盛需求刺激下快速发展, 装配式市政工程国内应用案例同样有所增加。主要出现在隧道、桥梁、综合管廊等工程类型中, 其他工程类型中应用较少。

1.1 桥梁工程

现阶段, 国内桥梁建筑领域内开始广泛应用全预制装配式技术, 施工经验较丰富。在部分桥梁工程中, 承台以上结构中全预制装配式技术应用最广。分析其装配式技术国内外发展经验发现, 桥梁上部结构式应用预制技术时间较长, 预制小箱梁、空心板、T梁等工程构件被广泛应用。节段预制拼装梁多出现在悬臂拼装工法中且技术相对成熟, 在桥梁工业化中作用显著。预制梁间接缝通常利用现浇湿接缝。不过我们也应该看到在墩柱、盖梁等下部结构中国内并没有过多使用预制技术。2016年最早出现在上

海市, 后开始在长春市、呼和浩特市、成都市、长春市等地陆续出现。因为桥梁下部结构使用预制构件时, 其连接方式直接决定桥梁结构稳定性, 因此在此方面研究较多。当前主流连接方式有两种: 灌浆金属波纹管连接、灌浆套筒连接。广州市芳村大道南快捷化改造工程中的墩柱、盖梁均使用预制构件, 在墩柱和盖梁之间使用灌浆金属波纹管连接, 在承台和墩柱之间使用灌浆套筒连接。国内建筑工程中对承插式连接应用较少, 安徽中派河大桥中的承台和墩柱间便使用这种连接方式。另外, 很多国际上新型连接方式目前仍在研究中。装配式桥梁发展已经处在关键期, 对其设计质量要求也在提升。设计技术、设计理念的改变也在推动装配式桥梁走向更高层次。

1.2 综合管廊工程

预制综合管廊按照构筑方法不同可以分为叠合、节段和分块三类。节段预制综合管廊主要是在多个预制阶段上利用纵向连接方式逐段装配形成的综合管廊。这种管廊重点工作在于纵向切分管廊线性, 通常每个2—3m切分节段。如果工程需要时可以考虑再进行水平切分, 进而建设上下分体节段预制综合管廊; 分块预制综合管廊需要将多个预制块件以竖向、横向和纵向三种方式连接成综合管廊, 主要切分对象为管廊侧板、底板和顶板, 切分后再拼装每个板块。同节段预制综合管廊相比, 分块预制综合管廊显著

特点为零碎的预制构件需要更多接缝；叠合预制综合管廊是利用合理方式将预制构件连接，然后利用现浇混凝土的方式形成综合管廊，是现浇技术和预制技术的叠合。综合来看，叠合预制综合管廊应用范围较广，有更强适用性且应用经验较为丰富，国内很多综合管廊项目都会选择这种方法。国内工程建筑中并没有太多利用分块和节段预制综合管廊技术，仅有几个综合管廊中应用的全预制技术。比如，成都北改线 B 标段中建设的首环地下综合管廊就是国内第一个掘进机装配和分块预制的综合管廊，此项目建设中真正实现了主体结构全预制。分析多种综合管廊建设发现，建设中应该考虑防水问题。如果节段切分偏少，构件整体重量增加，运输难度大；节段划分偏少时，增加接缝数量，接缝防水难度增加，为综合管理构件连接技术和防水技术带来更大考验。建筑行业对防水效果可靠性研究和实践经验已经有所积累，而且进展喜人，但是这些研究结果仍然需要经过工程检验。在划分管廊预制构件过程中，装配式基地更应该提升预制构件生产的智能化、自动化和标准化，结合构件种类，合理规划自动化生产线。

1.3 隧道工程

隧道工程类型主要有顶管隧道、盾构隧道、明挖或暗挖施工隧道等。应用较多的暗挖施工隧道中，并没有大范围应用预制隧道管片标准件；现阶段，盾构施工隧道拼装中主要使用预制管片，这也是盾构施工隧道最常见方法；顶管施工隧道同盾构施工隧道方式大致相同，都是装配式隧道工程，现阶段国内很多工程中都使用此方法，但是两者需要投入大量资源，还需要规模效应，因此在长距离隧道施工中应用较多。上海市诸光路通道新建工程是国内比较典型的预制装配化程度较高的隧道，该工程是全世界第一个“全预制拼装型”隧道，于 2018 年完工验收。

诸光路隧道内部结构中上层预制车道板两侧后浇梁、“II”型预制构件两侧、下层基座两侧填充时都使用现浇施工，其他结构都使用预制装配式施工技术，整个工程 PC 率超过 90%^[2]。很多城市内地铁隧道都属于盾构施工隧道或顶管施工隧道，除了这两个隧道外，其他隧道类型并没有过多利用装配式技术，因此还需要克服技术缺陷。

1.4 其他市政工程领域

预制装配式技术不仅在上述工程中有所体现，而且在城市给排水系统、地铁车站等领域同样有所应用。地铁车站建设中并没有太多应用预制装配技术的案例，其中原因与地下空间防潮和防水因素有关。地下建筑建设中利用预制装配式技术经验较少，该领域的预制装配化还需要长久发展。

2 市政工程装配化发展中遇到的现实问题

从上文预制装配式技术发展看，虽然市政工程中应用预制装配式技术范围日渐扩大，且案例较多，但是在整体发展中，预制装配式技术在很多市政工程中仍存在推广问题。

2.1 构件质量问题

装配式市政工程同其他装配式建筑工程相比有着显著特点，即中小型预制构件较多，同样有部分大型或重型预制构件。上海市 S7 公路新建工程（S7—I—4 标）中的桥台便使用装配式预制结构，整个桥台重达 200 多吨；广州市芳村大道南快捷化改造工程最终的盖梁重量为 270 多吨，后期建设中使用分段预制技术，建设中预留湿接缝，即使采取这些措施，划分后盖梁仍然有 130 多吨。如果预制构件质量较大时，构件安装和运输需要面临很大难题，运输成本随之提升。很多预制构件在生产时大多采取施工现场周边预制方式，短距离运输能很好解决运输难问题。但是大型预制构件仍然无法实现固定预制厂预制，为桥梁工业化带来很大阻碍。另外，大型构件运输手续需要很长时间审批，需要对沿途桥梁承载力、道路承载力等严格审查和论证，拖慢施工进度，如果质量过重还会损害沿途桥梁和道路。所以，市政工程建设过程中应用预制装配式技术，业内对此有很多看法：部分人认为“修一座桥，毁一条路”，所以在发展市政工程预制装配式技术前，必须要对预制构件减重，在此期间重点钻研可靠的构件连接措施，预制装配未来应该走向轻量化方向。

2.2 装配式产业基地

国内装配式产业基地受限于装配式技术特点表现为游牧式发展，基本不会建设固定厂房，因此就出现生产工艺不完善、浇筑速度慢、养护周期长、全自动化程度低、送料慢、成本投入大、振捣不均匀等问题。另外，每次更换场地时产线模具拆卸麻烦，很多模具无法重复利用，可调节范围小。很多模具仅仅适用于一个市政工程，容易造成资源浪费：首先，设备全自动化不成熟。比如钢筋自动捆扎生产线徒有其表，其自动化仅停留在表面，对工程建设作用不大，实际生产中应用较少。虽然政府会给予装配式产业基地用地一定政策支持，但是部分专家或政府部门对装配式产业基地用地效益表示怀疑，进而在申请用地政府仍然抱有怀疑态度，在申请基地时不占优势，形成“地块难找，用地成本偏高”的不良局面。分析国家和地方关于装配式建筑政策文件发现，很多地区没有针对装配式市政工程示范基地评审缺乏科学流程。2017 年发布的《住房和城乡建设部办公厅关于组织申报装配式建筑示范城市和产业基地的通知》中虽然提到装配式建筑评审法，但是针对装配式市政工程却没有明确指示。

2.3 标准体系不完善

(1) 技术标准不完善

国内针对装配式建筑工程评价标准已经丰富完善，但是却并没有针对装配式市政工程设置评价标准。同其他建筑工程相比，装配式市政工程评价体系较为特殊，两者评价标准一旦混用，容易造成装配式市政工程认定混乱。涉及装配式桥梁规定较少，很多都是后补式地方标准，没有形

成统一完善的行业或国家标准体系。当前各地区或协会设立的建设标准并没有过多关注连接方式。装配式综合管廊等市政工程正面临此问题困扰，为装配式市政工程高水平发展带来很大阻碍。

(2) 定额缺失

现阶段，装配式市政工程业务来源不稳定且较少。因为大型预制构件成本较高，管廊、墩柱、盖梁等预制构件在项目建设中并没有明确定额，单纯套用其他定额无法准确计算成本投入。比如《装配式城市桥梁工程技术规程》中规定，盖梁与墩柱中使用的灌浆金属波纹管应该选择增强型金属波纹管，但是却缺少明确定额，定价时只可以参考预应力混凝土中使用的普通金属波纹管确定，但是一旦使用增强型金属波纹管，则代表建设方要承担材料亏损。装配式综合管廊工程同样缺少相应的定额，这也是装配式市政工程发展必须要解决的结算难问题。

2.4 技术难度尚未完全解决

装配式市政工程中要重点处理预制构件连接问题。连接可靠性直接影响市政工程最终结构稳定性。当前装配式市政工程中，构件连接应达到以下目标：造价合理、抗震性和静力同现浇结构基本一致、质量稳定可靠、耐久性强、施工便捷。但是市政工程建设中所使用的连接方法很难实现此目标。装配式桥梁中应用较多的连接方式为灌浆金属波纹管和灌浆套筒连接两种。两种连接方式相比，灌浆套筒连接可靠性强，但是该连接方式对施工精度要求较高，且很难拼装，罐装检测结果不理想，所以，非常有必要研究新型连接方式。

装配式综合管廊工程防水问题是行业发展中最关心问题。但是现阶段国内针对该项目防水研究仍有所不足，很多理论需要实践验证。装配式市政工程需要继续完善标准体系，相关部门需要收集资料形成装配式建筑 PC 构件图集和设计标准，通过分析实践经验和深入研究尽快建立装配式市政工程标准体系。

2.5 设计问题

(1) 协同设计有难度

合理应用预制装配技术对项目设计人员是一项巨大挑战。设计师需要计算预制结构并综合考量构件的生产、运输、安装等一系列工作。设计师设计预制构造时需要考虑传统构造参数，还要充分了解现阶段新型连接接缝技术，一切设计要为降成本、提高效率考虑。所设计的结构要确保受力安全，保证预制结构质量优质高效，安装科学可靠。总的来看，设计师需要综合考虑多种因素，但是预制装配式技术涉及面较广，对设计师提出较高要求。

(2) 标准化设计问题

构件涉及期间存在标准化、多样化间矛盾。因为工程自身特点以及地区建设需要，每个项目对预制构件的尺寸、形状等要求不一致，影响预制装配式技术在市政工程的广

泛应用。

3 市政工程装配化发展问题的解决思路

3.1 构件质量问题的解决思路

通常情况下，中小型梁桥所能承载的预制构件最大质量在 150 吨，所以，为了避免运输预制构件期间损害桥梁结构，预制构件重量最好在 150 吨以下。建议尽快开展预制构件轻量化研究，研究方向可以从以下两个方面入手：一个是预制构件材料研究；另一个是构件匹配连接可靠性和构件划分节段研究。

(1) 深入开展预制构件轻量化研究，根据工程项目调节构件节段数量，提升施工技术水平减轻构件重量。装配式桥梁中应用节段预制桥梁，减少整体预制梁应用；墩柱选择空心结构；盖梁上下分层或者分段预制方法，或者是采用空心结构；高立柱使用竖向分段。预制综合管廊可以沿着线路纵向划分，设计成纵向预制节段。如果切分后重量仍然超出标准时，还可以选择纵向基础上进行竖向划分，进而建设成上下分体节段预制管廊。如果划分数量较少时，一次性拼装容易完成，但是单体重过大，运输难度大；如果划分数量较多，拼装和运输较为简单，但是会削弱装配化快速施工优势，而且在划分构件过程中还需要配套的可靠连接方法，因此，设计者可以根据工程特点做好权衡。

(2) 研究轻质高强材料。超高性能混凝土相比传统混凝土优势在于超长耐久性、高强度、适配性以及超高韧性，这种新型高强度材料可以广泛应用于装配式桥梁结构以及接缝处。国外建筑行业已经有很大轻质高强混凝土应用案例，但是国内数量较少，我国建筑业应及时引入新材料，并积极钻研轻质高强混凝土，以此来满足国内装配式市政工程发展需求，解决装配式市政工程发展难题

3.2 装配式产业基地问题的解决思路

合理规划建设全自动化装配式产业基地。比如引入智能钢筋加工设备、混凝土适应性强摊铺式布料机、智能开合模具，排阵设备等自动化设备，尽快实现构件制作自动化。分析装配式建筑相关文件后，笔者希望政府有关部门能够装配式市政工程发展需要，加大政策扶持，比如必要的税收减免政策。建设单位结合区域内市政工程案例，分析各个工程对预制装配式技术需求，共同推动预制装配式技术广泛应用。未来，建设预制构件厂时，政府适当给予财政补贴、减免税收等政策支持，结合本地发展状况，以鼓励性政策措施吸引市政工程装配产业化发展。如果条件允许，可优先考虑装配式产业用地审批。基于高自动化基地建设，为市政工程装配产业化发展注入动力，持续提升预制装配技术综合实力。

3.3 标准体系问题的解决思路

任何技术的广泛应用和革新都需要技术标准的支持和助力。所以，相关部门应基于预制装配技术当前状况以

及市政工程独特性,持续完善技术标准,明确相关资源定额,尽快完善标准体系,推动装配技术、预制技术快速发展,提升市政工程装配化产业层次。

3.4 技术问题的解决思路

市政工程装配化连接方式发展不仅要优化当前应用的连接方法,而且还要根据市政工程发展需求探索新模式,协同多部门联合研究,综合考虑多项因素,开展顶层设计,彻底解决构件连接、构件划分、构件选型等核心问题。绍兴二环南路智慧快速路工程便开展新型连接方式实践,承台与墩柱间选择“半灌浆套筒+承插式”进行连接,在预制立柱顶部提前埋置半灌浆套筒,将立柱钢筋同螺纹段连接,承台外伸钢筋同灌浆端连接。然后将预制立柱安装到承台预留凹槽内,然后浇筑混凝土,在承台内完成接缝,提升构件耐久性。因为套筒保护层体积偏小,立柱主筋受力性能会有所改善。

3.5 设计问题的解决思路

建立实施 EPC 工程总承包管理模式,为后期开展协同设计提供便利。做好工程信息化管理,提升设计标准,以 BIM 正向设计为基础,推动建立标准化图集,实现参数化

设计目标,合理控制工程成本,完善装配式市政工程标准体系。

4 结束语

市政工程装配化是推动城市化水平的主要趋势,虽然现阶段装配式市政工程建设还有很多问题,但是在笔者看来,未来市政工程建设中必然会广泛应用装配式技术。而且随着市政工程建设质量不断提升,预制装配式技术、装配式产业基地、标准体系、构件质量、新型材料等问题均会得到解决。受此影响,市政工程建设也将拥有广阔前景。

[参考文献]

[1]项贻强,郭树海,陈政阳,等.快速施工桥梁技术及其研究[J].中国市政工程,2019(9):67.

[2]王殿高.关于预制装配式技术在市政工程的应用现状[J].交通建设,2020(7):56.

[3]王文亮,车伍,等.美国合流制溢流控制标准分析及对我国的启示[J].中国给水排水,2019(4):154.

作者简介:马强(1977.4-),男,中国石油大学(华东)学院,建筑工程技术,交运市政工程有限公司,工程二处主管,助理工程师。