

DOI: 10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2017.02.014

各型式预制综合管廊的特点与关注问题探讨

白帆, 张世浪

(中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广州 510663)

摘要: 搜集列举了当今主要的预制综合管廊的型式与各自技术特点, 并针对关注问题进行相关介绍与探讨。通过对当前国内工程实例与厂家资料的收集, 对预制综合管廊的主要型式——预制拼装式与预制叠合装配式进行相关介绍, 并针对重点关注的防水、运输吊装等事项进行进一步的阐述。相关资料表明, 虽然现有工程实例中, 现浇结构仍占绝大多数, 但预制综合管廊凭借其自身特有的优势与潜力, 可在今后的工程应用中有更广阔的前景。

关键词: 综合管廊; 预制; 装配式; 防水

中图分类号: TU378

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2017)02-0081-05

Technical Characteristics and Related Discussion of Different Precast Utility Tunnel Types

BAI Fan, ZHANG Shilang

(China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, China)

Abstract: Different types of precast tunnel and their characteristics are collected, and the related discussion is made in this thesis. Through the collection of engineering examples and manufacture information, we give the related introduction about the main types of precast tunnel: assembled precast municipal tunnel and composite precast tunnel. Meanwhile, waterproof, transport and hoisting are especially focused on as the main problems. The relevant data show that although the cast-in-place structure still account for the vast majority of the existing engineering, precast tunnel with its own unique advantages and potential has a wide prospect in engineering application

Key words: utility tunnel; precast; fabricated; waterproof

目前, 我国的市政管线大多采用直埋方式在地下铺设, 缺乏地下空间管理的理念, 也导致城市道路浅层地下空间拥挤而混乱^[1]。而地下管线的检修也常常需要对路面进行频繁地挖掘与重复建设, 带来了严重的交通拥堵、安全隐患和经济浪费。地下综合管廊, 是建设在城市地下, 用于集中敷设电力、通信、广播电视、给水等市政管线的公共隧道。地下综合管廊的推进及投运, 可以改善“马路拉链”问题, 明显提升管线安全水平和防灾抗灾能

力, 并逐步消除主要街道蜘蛛网式架空线, 优化城市地面景观。近年来, 国务院相继出台了《关于加强地下管线建设指导意见》、《关于推进综合管廊建设指导意见》、《关于加强城市基础设施建设的意见》、《关于推进海绵城市建设的指导意见》, 把综合管廊的建设提升到国家的战略层面^[2-4]。

根据调研, 我国多地已经完成或正在开展的综合管廊建设项目, 大多数采用传统常用的现浇钢筋混凝土形式。而预制综合管廊因为具有建设周期短、环境污染小、施工易控制、适合在城市建成区、交通出行较发达、环境敏感、自然条件复杂区域采用等特点, 正在被逐渐重视并推广, 在今后全国庞大可观的地下综合管廊产业上有着广阔的市场

收稿日期: 2017-06-06

作者简介: 白帆(1987), 男, 山东东营人, 工程师, 硕士, 主要从事发电厂结构设计的工作(e-mail)baifan@gedi.com.cn。

与前景。本文通过对当前国内工程实例与预制厂家的调研,对预制综合管廊的主要型式进行相关介绍,并针对重点关注的防水、运输吊装等事项进行进一步的阐述。

1 预制综合管廊的应用优势

预制技术的应用主要具有以下方面的优势:

- 1) 工厂化生产, 固体废弃物少, 更加环保。
- 2) 机械化生产, 成品质量保证。
- 3) 生产与安装季节、天气限制性小, 可涉水作业。
- 4) 工期较短, 降低对社会经济、交通的影响。
- 5) 现场无需模板工作与支模空间, 场貌整洁, 土方量减少, 安全性提高。
- 6) 可结合顶进施工作业, 具有更多可能性。

2 预制综合管廊的主要型式

根据全国各地各综合管廊项目与各预制厂家调研结果, 我国的预制综合管廊型式主要可以分为预制拼装式与预制叠合装配式两种。

2.1 预制拼装式

预制拼装式是指采用预制拼装施工工艺将工厂或现场生产区域预制的分段构件在现场拼装成型的综合管廊, 可分为整体预制拼装式(如图1所示)和构件预制拼装式(如图2所示)两种。二者的区别是前者的预制产品为一段段的管节, 而后者则将其离散成预制的底板、侧墙、隔墙与顶板等构件。

2.1.1 整体预制拼装式综合管廊技术特点

- 1) 预制拼装管节由专业混凝土预制构件厂, 采

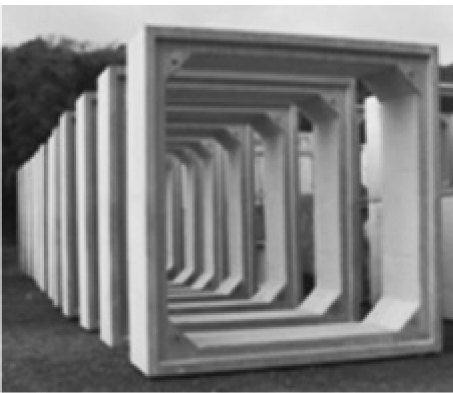


图1 整体预制拼装式综合管廊

Fig. 1 Integral assembled precast municipal tunnel

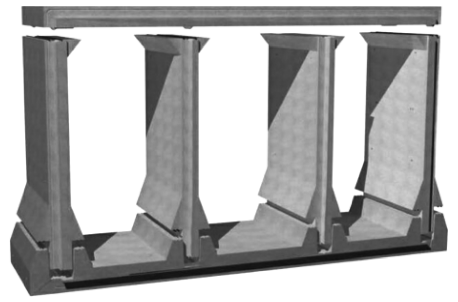


图2 构件预制拼装式综合管廊

Fig. 2 Disassembled precast municipal tunnel

用高精度钢模成型制作, 可更好的保证产品的强度、耐久性。

- 2) 施工速度快, 可以降低基坑支护的费用, 对周边环境影响小。

3) 拼装接头有预应力筋连接接头、螺栓连接接头以及承插式接头, 拼装接头防水做法有着较多的研究。

- 4) 受制于吊装设备、城市运输等条件, 预制管廊断面不宜过大, 多为单舱或双舱。

2.1.2 构件预制拼装式技术特点

- 1) 构件更加轻量化, 对运输及吊装的要求低, 常用于多舱管廊。

2) 在现场需进行定位、垂直校正等工序, 装配工期慢于整体拼装式, 但快过现浇式。

3) 横向、纵向节点较多, 防水工作量大, 整体性较差, 较少采用。

2.2 预制叠合装配式

预制叠合装配式管廊类似于构件预制拼装式, 但又与之有着本质的区别。预制叠合装配式是由在工厂预制加工的叠合底板、叠合墙板及叠合顶板在现场定位、拼装并进一步现浇而成。叠合侧壁板与隔墙板均为中空, 叠合顶板与底板仅预制下表面板层, 且这些叠合构件已包含了断面的主要受力钢筋和预留好的插筋, 可以在现场作为模板, 进而通过中空夹心等部位的混凝土浇筑组合在一起。

- 1) 叠合底板、墙板及顶板工厂预制, 现场装配, 模板大幅减少, 但需进行较多的混凝土现场浇筑工作。

2) 预制构件轻量化, 便于吊装及运输。

3) 不用抹灰, 达到清水混凝土水平。

- 4) 各叠合板通过现浇混凝土连接贯通, 利用现浇混凝土设置防水构造, 防水性能较好。

2.3 预制拼装式与预制叠合装配式主要特点对比

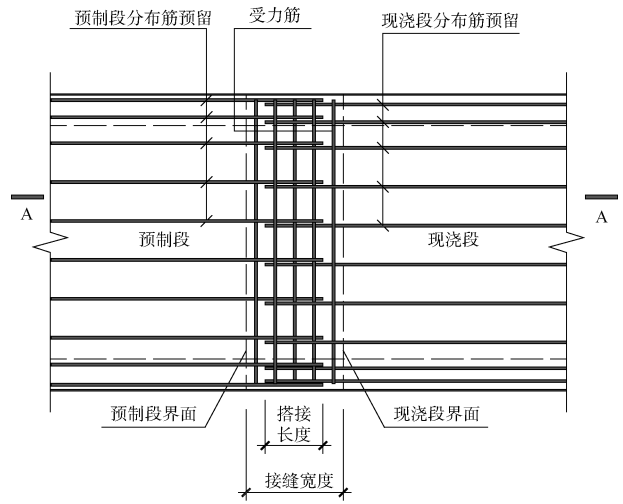
将上述三种预制综合管廊各方面的特点对比如表 1 所示。

表 1 各类型预制综合管廊特点对比

Tab. 1 Performance comparison of different types of precast utility tunnel

类型	整体预制拼装式	构件预制拼装式	预制叠合装配式
成品质量	好	好	好
施工速度	快	较快	较快
现场模板量	无	无	基本无
拼装接头	少	多	通过现浇解决
防水性能	较好	较差	好
吊装与运输要求	高	低	低
适用情况	单舱、双舱	多舱	多舱

到的主要节点构造做法, 包括预制段与现浇段的连接、预制叠合构件相互连接等大样图罗列如下:



(a) 预制管廊与现浇管廊连接大样

(a) Connection detail for precast utility tunnel and cast in place utility tunnel

3 预制综合管廊主要技术问题探讨

3.1 防水问题

地下工程一旦建成, 其维修成本和难度都远远高于建设时期。所以, 使用寿命是地下综合管廊的核心课题。而核心中的重点, 便是综合管廊的防水。与现浇管廊不大于 30 m 一条变形缝相比, 预制管廊具有更多的接头, 于是, 预制管廊的防水做法一直是业界最为关注的重点, 也是各个厂家、各种型式的研究论证重点。

3.1.1 整体预制拼装式

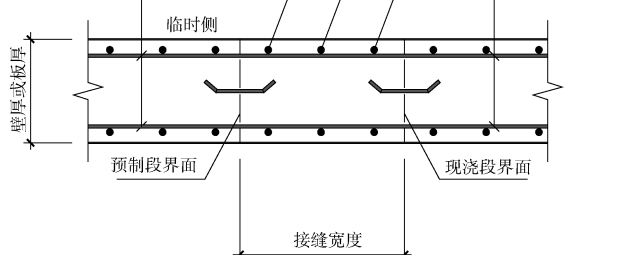
整体预制拼装式作为目前采用较多的预制管廊型式, 在拼装接头和防水做法上已经有了较多的研究。其中采用较多的为柔性连接(双橡胶密封圈 + 双组份密封胶)承插口接头型式, 能较好的分散地基沉降的影响, 在发生位移时必然有一道胶圈保证紧密压缩。并采用预应力钢绞线张拉并满足规范 GB 50838 第 8.5.7 条“预制拼装综合管廊拼缝防水应采用预制成型弹性密封垫为主要防水措施, 弹性密封垫的界面应力不应低于 1.5 MPa”达到防水目的^[5]。

3.1.2 预制叠合装配式

叠合装配式目前的防水做法主要是利用各叠合板中间的贯通的现浇部分解决, 利用现浇混凝土可以设置止水钢板、橡胶止水带等防水构造, 防水性能较好。

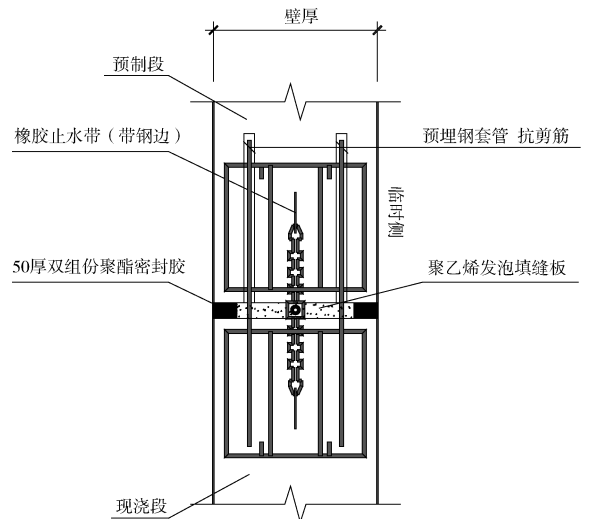
通过对现有预制叠合装配式技术调研, 将涉及

(a) Connection detail for precast utility tunnel and cast in place utility tunnel



(b) A - A 剖面大样

(b) Section A - A

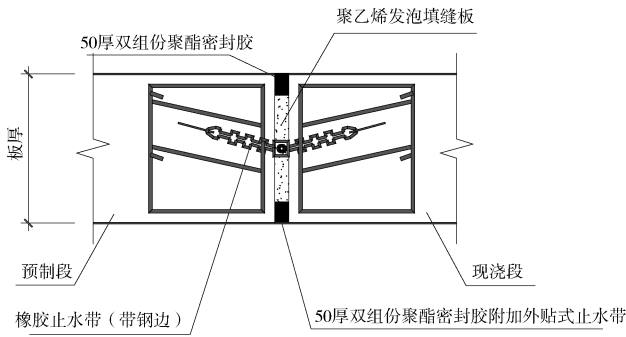


(c) 预制管廊与现浇管廊侧壁连接变形缝大样

(c) Deformation joint for the side wall between precast utility tunnel and cast in place utility tunnel

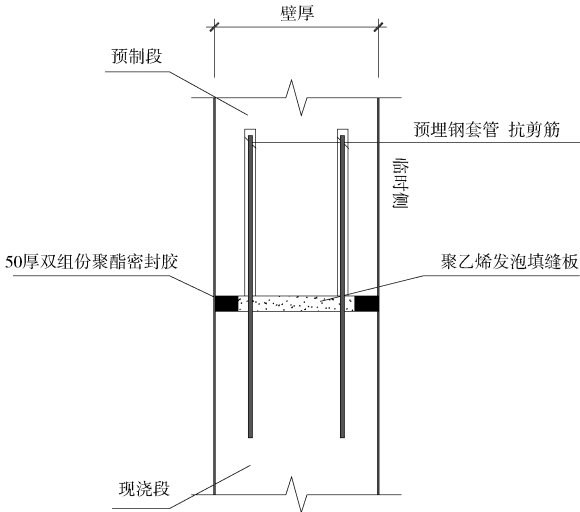
图 3 预制叠合装配式各类节点详图

Fig. 3 Detail drawings of connection for composite precast tunnel



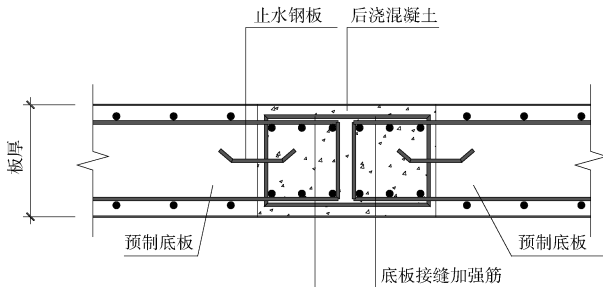
(d) 预制管廊与现浇管廊顶板连接变形缝大样

(d) Deformation joint for the top slab between precast utility tunnel and cast in place utility tunnel



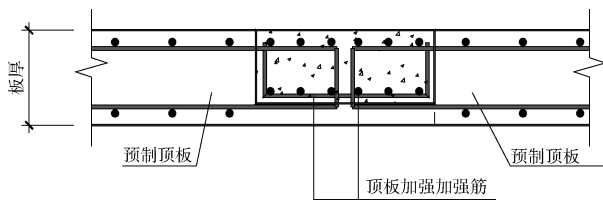
(e) 预制管廊与现浇管廊中隔墙连接变形缝大样

(e) Deformation joint for the inner separating wall between precast utility tunnel and cast in place utility tunnel



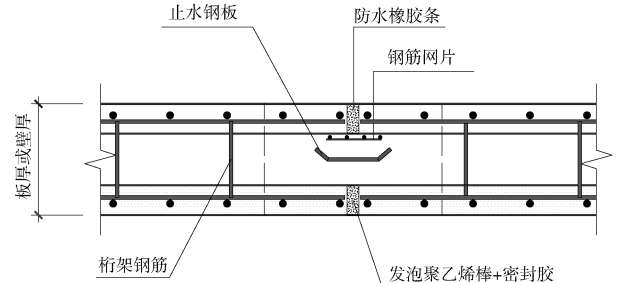
(f) 预制底板纵向拼接节点图

(f) Longitudinal connection joint for the precast bottom slab



(g) 预制顶板纵向拼接节点图

(g) Longitudinal connection joint for the precast top slab



(h) 预制侧墙板纵向拼接节点图

(h) Longitudinal connection joint for the side wall

续图3 预制叠合装配式各类节点详图

Fig. 3 Detail drawings of connection for composite precast tunnel

3.2 运输与吊装

受制于吊装设备、城市运输等条件, 预制管廊断面不宜过大, 多为单舱或双舱。这一特点也是目前制约预制拼装式在三舱及以上的综合管廊中使用的最大因素。为此, 各种型式的预制管廊也在不断开发解决办法和技术措施。

3.2.1 整体预制拼装式—— $2+1=3$ 或 $2+2=4$ 组合

当整体预制拼装式管廊的舱数超过两舱时, 城市运输与施工吊装能力的问题变得尤为突出。根据预制综合管廊的常用设计断面, 即使 2 m 长的三舱预制管廊自重也达到 50 t 左右, 而相应吊车则会用到将近 200 t 的型号, 对运输车辆与吊装机具等要求非常高。这对于常常位于市政道路且空间非常有限的综合管廊项目, 基本上是难以实现。作为解决策略, 通常可采用 $2+1=3$ 或 $2+2=4$ 的组合拼装型式, 即分别吊装多个单舱或两舱的预制管廊并排组合, 从而达到设计舱数的要求。

这种做法在材料方面稍有浪费。不过对于有燃气管道布置的情况, 这样的布置便于做到更好的安全性。燃气管道是一种安全性要求较高的压力管道, 容易受外界因素干扰和破坏造成泄露, 引发安全事故。需从舱体设计、报警及监控系统、通风、供电、照明、消防和排水均满足安全要求。根据《城市综合管廊工程技术规范》4.3.4 条: 天然气管道应在独立舱室内敷设。对于预制综合管廊, 将燃气舱拼装的接缝也与其他功能舱错开可以保证更好的安全性能, 那么这种 $2+1$ 组装的布置形式则更容易做到。

3.2.2 整体预制拼装式——创新生产与施工工艺

传统的生产工艺需要产生较大的运输和吊装成

本,对于大型项目还会产生较大的建厂成本。同时,安装工法绝大部分为吊机+人工的方式进行安装,对接精度等也难以提高。

为改进传统预制拼装式的不足,在工业化飞速发展的环境下,业内在生产与施工工艺设备方面进行创新与改进,提出了更新更好的解决措施。

1) 模具模数化组合,快速适应任何箱涵断面尺寸。

2) 模块加入自带蒸养设备,可将预制地点从专业的工厂转移至施工现场,结合配套的脱模装置及场内周转工法,减少运输与吊装成本。

3) 通过专门的安装小车及升降装置,实现坑道内直接生产与安装。

3.2.3 预制叠合装配式

预制叠合装配式的研发本身就是为了解决这一问题。预制叠合装配式管廊由在工厂预制加工的叠合底板、叠合墙板及叠合顶板在现场拼装并进一步现浇而成。各叠合墙板预制构件均为中空,叠合顶板和底板混凝土部分只在工厂预制一半,预制以外的主受力筋与中间拉筋也基本在工厂完成机械化绑扎,其余需要的混凝土部分和少量钢筋工作则在现场进行。这种形式将各预制构件的重量限制在较小的吨位,并通过插筋、接口组装就位后在现场进行剩余的混凝土浇筑工作。

3.2.4 新材料

近年来也有企业选用新型材料替代钢筋混凝土作为制造预制拼装式管廊的材料,例如无机高性能纤维复合材料,这类材料具有高承载、高弹模、韧性好、耐久性好等特点,在同等受荷条件下相较于钢筋混凝土可以做到更小的壁厚(1/2~1/3),从而减轻自重,适应吊装与城市运输的要求。但此类材料较为新颖,目前暂无实施案例。

4 前景与展望

中国城市地下综合管廊建设起步比较晚,全国大多数城市地下管线没有基础性城建档案资料,因

而,建设城市综合地下管廊的需求已经处于紧迫形势。而近几年在国家政策推动之下,国内掀起发展预制混凝土箱涵、预制综合管廊的浪潮,这些产品的出现又积极推动着全国城市综合管廊技术的发展。笔者认为,随着创新、优质、绿色理念在相关研发上的不断推进,预制混凝土综合管廊在今后的城市建设发展中将占有着不可小视的前景。

参考文献:

- [1] 杨超. 我国综合管廊的发展现状研究 [J]. 技术与市场, 2016, 23(8): 214-215.
YANG C. Research on the development status of utility tunnel in China [J]. Technology and Market, 2016, 23(8): 214-215.
- [2] 张红. 综合管廊在市政工程建设中的应用探讨 [J]. 施工技术, 2016(增刊1): 536-538.
ZHANG H. Discussion for the application of utility tunnel in municipal engineering construction [J]. Construction Technology, 2016(Supp. 1): 536-538.
- [3] 梁蓉, 郝志成. 浅议城市地下综合管廊发展现状及应对措施 [J]. 城市建筑, 2013(14): 286-287.
LIANG J, HAO Z C. Discussion for the development status and solutions of utility tunnel [J]. Urbanism and Architecture, 2013(14): 286-287.
- [4] 中国混凝土与水泥制品协会排水管工作部. 积极推进城市综合管廊在市政基础设施建设中的推广与应用——现阶段我国地下综合管廊发展应用现状调查 [J]. 混凝土世界, 2014(7): 22-27.
China Concrete and Cement-based Products Association. The promotion and application of urban utility tunnel in municipal infrastructure construction——present situation investigation of the development of utility tunnel in China [J]. China Concrete, 2014(7): 22-27.
- [5] 中国工程建设标准化协会. 城市综合管廊工程技术规范: GB 50838-2015 [S]. 北京: 中国计划出版社出版, 2015.
China Association for Engineering Construction Standardization. Technical code for urban utility tunnel engineering: GB 50838-2015 [S]. Beijing: China Planning Press, 2015.
- [6] 王恒栋, 薛伟辰. 综合管廊工程理论与实践 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013.
WANG H D, XUE W C. Theory and practice of utility tunnel engineering [M]. Beijing: China Building Industry Press, 2013.

(责任编辑 高春萌)

广 告

- 深圳龙岗河流域花鼓坪水黑臭水体整治工程、北港河堤马望段示范工程 封二
- 广东科诺勘测工程有限公司无人机电力巡视业务 封三
- 中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司 封四