

长节段大吨位预制拼装综合管廊设计

胡玉龙

[上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司,上海市 200092]

摘要: 预制拼装作为一种综合管廊施工工艺,具备质量稳定、工期短、综合成本低、节能环保等优势。以某四舱综合管廊工程为依托,介绍一种在管廊结构上方运输及安装预制节段的拼装工艺,该工艺能满足整节段预制拼装管廊节段在长节段、大吨位的条件下施工,现场反馈效果较好。同时对该工艺下管廊结构设计、防水设计、吊装设计等关键点进行研究,可为类似管廊工程设计提供参考。

关键词: 综合管廊;预制拼装;结构设计;防水设计

中图分类号: TU990.3

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)06-0238-04

0 引言

综合管廊是一种减少道路反复开挖、实现管线的集约化运营管理、提高城市韧性水平的新型市政基础设施^[1]。综合管廊的施工工艺一般分为现浇施工和预制拼装两大类,其中预制拼装工艺具备设计标准化、构件产品化、施工机械化、管理信息化的特征,是整合设计、施工、设备等全产业链,实现建筑产品节能、环保、全生命周期价值最大化的绿色建造方式^[2]。

1 拼装体系

结合已有的综合管廊工程案例,综合管廊预制拼装工艺主要分为整节段预制拼装、分块节段预制拼装、叠合预制拼装、多舱组合预制拼装等四类形式^[3],见图1。整节段预制拼装接缝少,整体性好,但构件尺寸及重量大,对运输及安装设备要求较高;分块节段预制拼装构件尺寸及重量小,安装方便,但接缝多,整体性差,渗漏点多;叠合预制拼装借鉴装配式建筑,构建重量小,但施工工序多,现浇工作量大;多舱组合预制拼装化整为零,构建尺寸及重量小,但纵横向预应力张拉复杂,相邻外壁板导致混凝土用量大。

综合比较四种工艺,整节段预制拼装在结构整体性、防水性能及工效方面优势明显,但受制于常用运输及安装设备的载重性能,该工艺主要应用在小断面、短节段管廊工程中,导致工程综合效益及工效



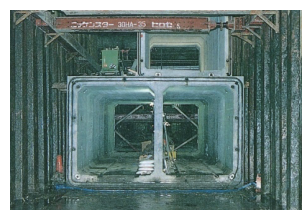
(a) 整节段预制拼装综合管廊



(b) 分块节段预制拼装综合管廊



(c) 叠合板预制拼装综合管廊



(d) 多舱组合预制拼装综合管廊

图1 预制拼装综合管廊分类

均较差,无法大范围推广使用。高铁工程中的分体式架桥装备利用提梁机、运梁车和架桥机分别完成大型预制件的吊装、运输及安装施工^[4]。考虑长节段大吨位预制管廊节段的尺寸及重量与高铁预制梁较接近,本工程借鉴高铁施工技术,提出一种在管廊结构上方运输及安装管廊的工艺,并研发配套的运廊车及架廊机等设备,满足长节段、大吨位预制拼装综合管廊的施工需求。

2 工程概况

综合管廊工程为四舱矩形断面,管廊容纳给水(DN500)、配水(DN200)、再生水(DN300)、220 kV 电力(2回)、110kV 电力(9回)、10 kV 电力(32回)、通信(32孔)、次高压燃气(DN400)、中压燃气(DN350)及自用管线。综合管廊舱室从左至右依次为燃气舱、水信舱、电力舱Ⅰ、电力舱Ⅱ,标准断面净尺寸为12.0 m × 3.2 m,管廊标准断面见图2。

收稿日期: 2021-12-01

作者简介: 胡玉龙(1988—),男,硕士,工程师,从事综合管廊及给水厂结构设计工作。

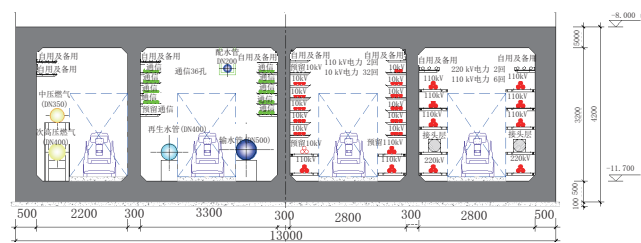


图2 综合管廊标准断面布置图(单位:mm)

综合管廊布置在道路中央隔离带及东侧机动车道下方,标准断面覆土深度为8 m,管廊横断面见图3。

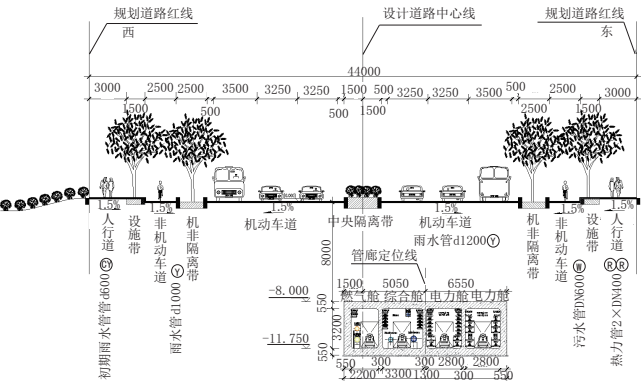


图3 综合管廊横断面(单位:mm)

3 施工工艺

本工程为整节段预制拼装工艺在长节段、大吨位应用场景中配套研发了运廊车及架廊机。综合管廊运输设备为运廊车,运廊车额定装载质量500 t,车辆自身质量约132 t;车辆共计20轴,单轴最大荷载为 $(500+132)/20=31.6$ t。管廊安装设备为TLJ600 t架廊机,架廊机实际吊重500 t(管廊+吊具),架廊机自身质量约384 t;架廊机主要包含起重天车、主梁、前中后支腿和电液控制系统,可通过调节支腿间距适应于3~5舱管廊结构。设备见图4。

预制拼装试验段长度约816 m,管廊外包尺寸为13.0 m×4.2 m,节段长度为8 m,单节段重约402 t,构件尺寸及重量均较大。运廊车和架廊机施工工序如下:

工序一:利用轮轨门式龙门吊安装始发段综合管廊(8节段),在管廊顶板上完成运廊车和架廊机的拼装;

工序二:轮胎式运廊车在管廊顶板上运送管廊节段,调整管廊后支腿,使运廊车通过后支腿,达到中支腿和后支腿之间;

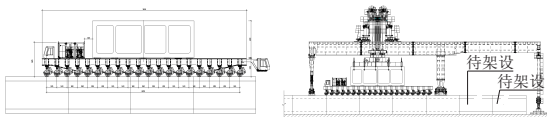
工序三:架廊机天车吊起管廊节段,穿过中支腿,然后利用天车旋转系统,将管廊旋转90°,随后进行落廊操作;

工序四:两个管廊节段张拉完成后,铺设架廊机



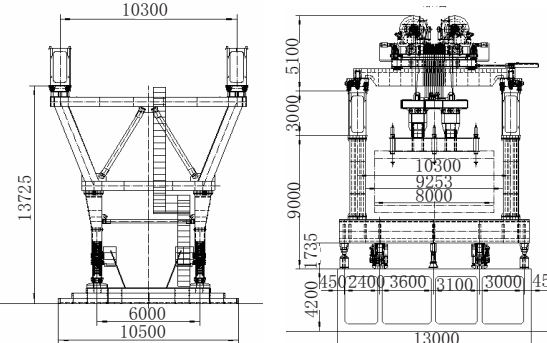
(a)运廊车

(b)架廊机



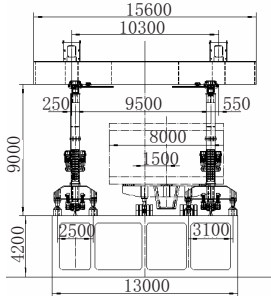
(c)运廊车整体布置图

(d)架廊机整体布置图



(e)架廊机前支腿

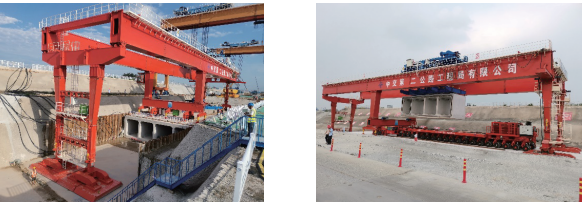
(f)架廊机中支腿



(g)架廊机后支腿

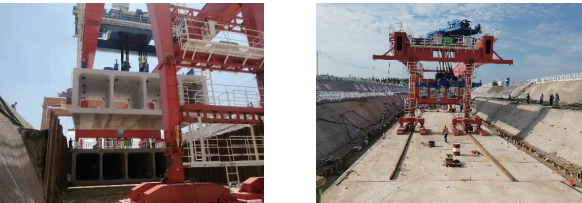
图4 设备示意图(单位:mm)

滑移轨道,基坑中前支腿悬起,架廊机前移16 m(2节段)。重复上述流程,往复施工。施工流程见图5。



(a)运廊车和架廊机安装就位

(b)运廊车驶入架廊机下方



(c)管廊节段旋转落廊

(d)架廊机前进

图5 运廊车和架廊机施工流程

4 结构设计

综合管廊标准断面为四舱,外包尺寸为13.0 m×

4.2 m,管廊顶板覆土为8.0 m。管廊顶底板及外壁板厚度均为500 mm,中隔墙厚度为300 mm,板厚及配筋见图6。

综合管廊标准断面的计算分为静力工况和施工

工况。经验算,设备及预制管廊节段重量均较大,对标准断面的荷载作用较静力工况大,故施工工况为控制工况。考虑管廊静力计算较常规,且不是控制工况,故后续仅介绍施工工况的验算。

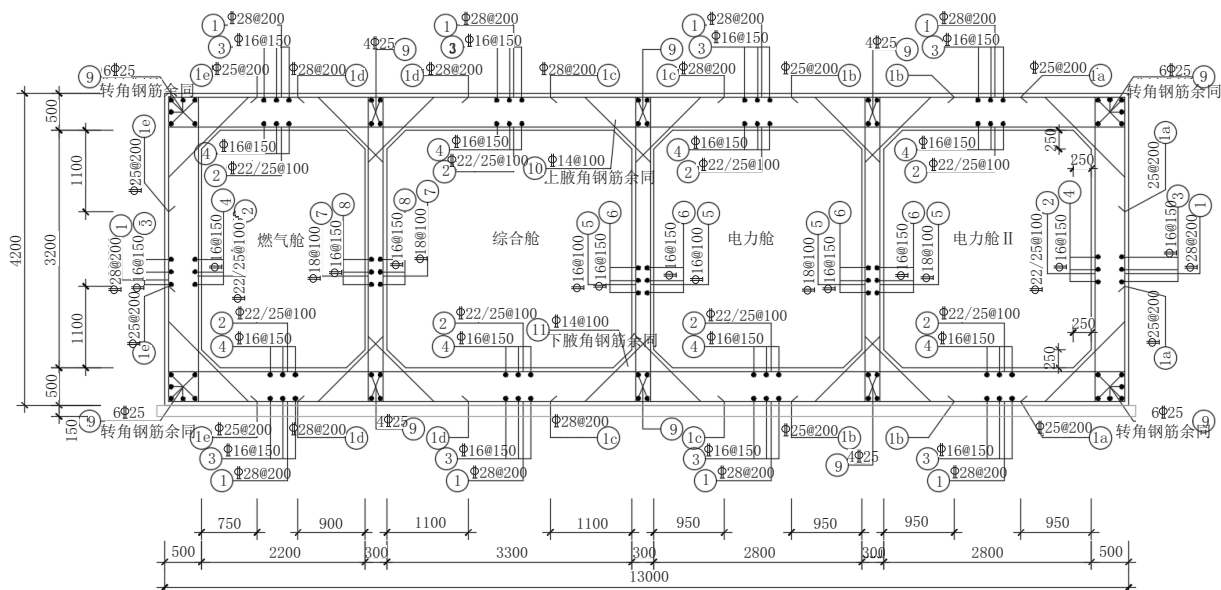


图6 标准断面配筋图(单位:mm)

施工工况主要是分析运廊车和架廊机作用在标准断面顶板时的结构受力,分为运廊车工况、架廊机后支腿工况和架廊机中支腿工况等。考虑本工程为国内首个采用运廊车及架廊机运输安装工艺的管廊项目,为确保管廊结构安全及后期防水效果,施工工况同时验算承载能力极限状态和正常使用极限状态,其中要求裂缝宽度不大于0.2 mm的正常使用极限状态起控制作用。施工工况的荷载主要包括节段自重、运廊车或架廊机设备重量及顶板上施工活荷载。其中设备重量需考虑1.5荷载冲击系数。下面详细介绍各施工工况验算过程。

4.1 运廊车工况

运廊车工况是运廊车装载8 m预制节段后行驶在电力舱两侧中隔墙上方时不利状况,运廊车额定装载质量500 t,车辆自身重量约132 t。考虑车辆为20轴,且胎压较小,接触面积较大,故车辆荷载可简化为沿中隔墙分布的均布荷载,荷载标准值为115.2 kPa。经计算,结构强度满足要求,裂缝也在规范限值0.2 mm内。计算结果见图7。

4.2 架廊机后支腿工况

后支腿荷载最大出现在架廊机将管廊节段从运廊车上提起时,此时预制节段重量主要集中在后支腿,后支腿四个荷载标准值分别为62.0 t、62.0 t、104.5 t、104.5 t,合计约333 t。单个支腿的作用面积

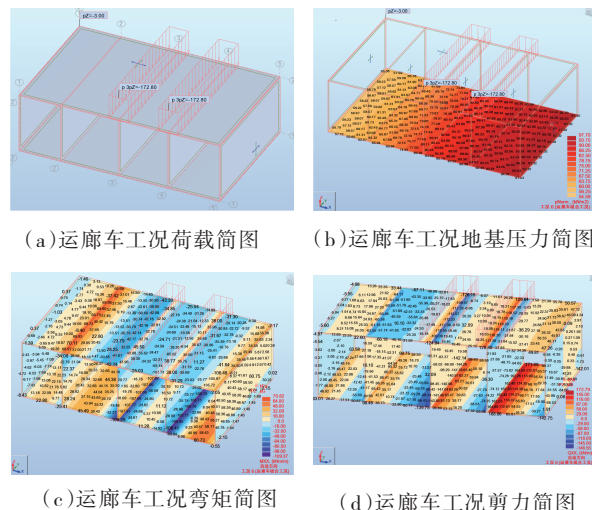


图7 运廊车工况计算简图

约600 mm×1 700 mm,支腿下最大局部压强约1 024.5 kPa。经计算,结构强度满足要求,裂缝也在规范限值0.2 mm内。计算结果见图8。

4.3 架廊机中支腿工况

中支腿荷载最大出现在架廊机天车吊起管廊穿过中支腿时,此时预制节段重量主要集中在中支腿,中支腿五个荷载标准值分别为154.0 t、140.0 t、140.0 t、140.0 t、170.0 t,合计约744 t。单个支腿的作用面积分为600 mm×1 700 mm及600 mm×2 500 mm,支腿下最大局部压强约1 372.5 kPa。经计算,结构强度满足要求,裂缝也在规范限值0.2 mm内。该工况为

碰撞、检查井定位合理精确,切实将“节地、节能、节材”落到实处。施工交底阶段,以一张图 BIM 模型视窗同时向各专业施工单位介绍设计方案,强调施工关键节点,明确各专业相对关系,对复杂部位进行充分强调说明和施工建议,有利于施工计划组织。

3.5 构建了智慧校园能源综合管理体系

在信息楼馆设置智慧校园能源综合管理中心,以云计算、物联网、大数据、移动互联网、人工智能等最新的信息技术为依托,在各市政管道关键节点设置远传控制器,通过对校园内雨污水、给水消防、供暖供电、新风空调等系统运行的实时监测、分析,优化管控,创建新型的低碳、绿色、智慧校园。

校园网总体方案图见图 4。

4 结 语

本文以山东农业工程学院市政设计为例,阐述

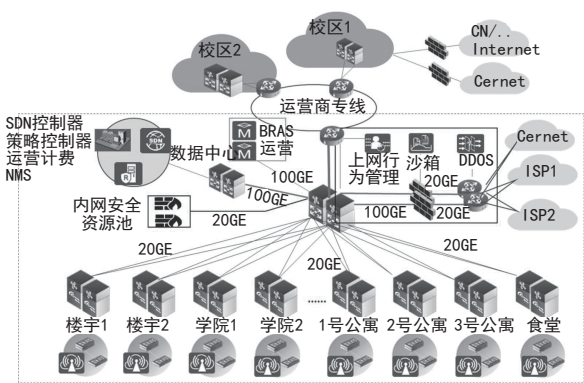


图 4 校园网总体方案图

了新型大学校园市政设计要点,对大学校园的道路系统设计、雨污水设计等均做了较为详细的介绍。整个设计周期内采用 BIM 正向协同,发现设计中的缺点和不足,及时加以纠正。整个项目设计、施工同步进行,为项目争取了大量的施工时间。项目投入使用后,得到了校方和甲方的一致好评。

（上接第 241 页）

程可对吊装孔数量及位置进行优化。

7 结 语

运廊车及架廊机安装工艺能满足整节段预制拼装管廊在长节段、大吨位的条件下施工,实现了管廊工厂化生产、装配化施工的建造模式。但作为该工艺的首次应用,为确保工程安全,设计过程中对设备荷载大小、分布及冲击系数等留有安全储备。后期结合施工过程中的监测数据,进一步分析荷载作用,降低结构的板厚及配筋,优化防水做法,简化吊装形式,提高施工工效,降低费用,便于综合管廊预制拼装工

艺的推广。

参考文献:

[1] 王利平.三舱大断面预制综合管廊施工关键技术[J].山西建筑,2012(4):78-80.
[2] 戴磊,滕岩,王艳艳,等.预制城市综合管廊的关键技术研究[J].建筑技术,2017(48):1082-1085.
[3] 张晓曦,丁思盼,夏樟华,等.基于整体模型的预制拼装综合管廊节段接头抗弯性能分析[J].水利与建筑工程学报,2012(6):135-139.
[4] 郑国,李珍西.高铁 1 000 t/40 m 上导梁式昆仑号运架一体机总体设计与实现[J].工程机械,2021(4):23-34.
[5] 胡翔,薛伟辰,王恒栋.上海世博园区预制预应力综合管廊接头防水性能试验研究[J].特种结构,2009(1):109-113.