

广东省标准

DBJ/T 15－XXX－2022

备案号 J XXXXX－2022

**装配式综合管廊施工及验收标准**

**Standard for construction and acceptance of assembly utility tunnel**

**（公开征求意见稿）**

202X-XX-XX 发布 202X-XX-XX 实施

广东省住房和城乡建设厅 发布

**（本标准不涉及专利）**

**广东省住房和城乡建设厅关于发布广东省标准《装配式综合管廊施工及验收标准》的公告**

粤建公告〔202X〕号

经组织专家委员会审查，现批准《装配式综合管廊施工及验收标准》为广东省地方标准，编号为DBJ/T 15-XXX-202X。本标准自202X年 月 日起实施。

本标准由广东省住房和城乡建设厅负责管理，由主编单位广州市市政集团有限公司、广州建筑股份有限公司和广州市市政工程机械施工有限公司负责具体技术内容的解释，并在广东省住房和城乡建设厅门户网站站（http://zfcxjst.gd.gov.cn）公开。

广东省住房和城乡建设厅

年 月 日

**前 言**

根据广东省住房和城乡建设厅《关于发布<2020年广东省工程建设标准制(修)订计划>的通知》（粤建科函〔2020〕397号）的要求，本标准由广州市市政集团有限公司、广州建筑股份有限公司和广州市市政工程机械施工有限公司会同有关单位经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国家标准和国内外先进经验，并在广泛征求意见的基础上制定本标准。

本标准的主要技术内容是：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.混凝土构件的预制、存放和运输；5.基坑（槽）与地基基础；6. 节段预制管廊的装配；7. 叠合预制管廊的装配；8. 分块预制管廊的装配；9. 节段预制管廊的顶进；10.防水工程施工；11.工程验收。

本标准由广东省住房和城乡建设厅负责管理，由广州市市政集团有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送广州市市政集团有限公司（地址：广州市环市东路338号银政大厦西座，邮编：510060）。

本标准主编单位：广州市市政集团有限公司

广州建筑股份有限公司

广州市市政工程机械施工有限公司

本标准参编单位：广州市道路扩建工程管理中心

北京市市政工程设计研究总院有限公司广东分院

明达地下空间科技发展有限公司

广州市第二市政工程有限公司

华南理工大学

深圳市市政工程总公司

广州市第三市政工程有限公司

建华建材销售（广东）有限公司

本标准主要起草人员：安关峰 唐孟雄 宋 琢 洪汉江 梁建光 吕艳波

郭 飞 袁立群 孙会峰 罗 毅 邵 泉 卢德辉

司海峰 张发科 蒋 晖 陆文胜 王贤鹏 谭 琳

朱兴龙 李 明 黄绍基 陈建宁 毛永平 李 波

王 谭 侯照保 凌 造 李建明 李远文 桑 弘

本标准主要审查人员：

**目 次**

[1 总则 8](#_Toc11468)

[2 术语 9](#_Toc21697)

[3 基本规定 11](#_Toc13972)

[4 混凝土构件的预制、存放和运输 12](#_Toc20790)

[4.1 一般规定 12](#_Toc6511)

[4.2 材料 12](#_Toc12059)

[4.3 模具安装 14](#_Toc16132)

[4.4 钢筋安装 15](#_Toc2223)

[4.5 混凝土浇筑 16](#_Toc15077)

[4.6 构件养护 17](#_Toc17484)

[4.7 构件预制质量检验 17](#_Toc7917)

[4.8 存放和运输 23](#_Toc26043)

[5 基坑（槽）与地基基础 24](#_Toc7086)

[5.1 一般规定 24](#_Toc28526)

[5.2 基坑（槽）工程 24](#_Toc5463)

[5.3 地基与基础工程 26](#_Toc31312)

[5.4 基坑回填 26](#_Toc22709)

[5.5 质量检验 27](#_Toc8521)

[6 节段预制管廊的装配 31](#_Toc14645)

[6.1 一般规定 31](#_Toc1449)

[6.2 节段管廊安装 31](#_Toc26650)

[6.3 节段管廊连接 34](#_Toc7183)

[6.4 质量检验 36](#_Toc5700)

[7 叠合预制管廊的装配 38](#_Toc11671)

[7.1 一般规定 38](#_Toc15668)

[7.2 叠合构件安装 38](#_Toc5962)

[7.3 钢筋和模板工程 39](#_Toc25116)

[7.4 混凝土浇筑 40](#_Toc28119)

[7.5 质量检验 41](#_Toc24594)

[8. 分块预制管廊的装配 43](#_Toc22288)

[8.1 一般规定 43](#_Toc7990)

[8.2 分块构件安装 43](#_Toc15570)

[8.3 分块构件连接 44](#_Toc18819)

[8.4 质量检验 45](#_Toc23505)

[9 节段预制管廊的顶进 47](#_Toc249)

[9.1 一般规定 47](#_Toc11708)

[9.2 顶管始发与接收 47](#_Toc366)

[9.3 顶管顶进 48](#_Toc11348)

[9.4 质量检验 53](#_Toc24032)

[10 防水工程施工 55](#_Toc1521)

[10.1 一般规定 55](#_Toc7503)

[10.2 防水施工 55](#_Toc6007)

[10.3 质量检验 58](#_Toc23397)

[11 工程验收 60](#_Toc24279)

[附录A 综合管廊分部、分项工程和检验批划分表 63](#_Toc29567)

[附录B 质量验收记录 64](#_Toc29309)

[本标准用词说明 67](#_Toc12495)

[引用标准名录 68](#_Toc11622)

**Contents**

[1 General provisions 8](#_Toc9811)

[2 Terms 9](#_Toc17044)

[3 Basic requirements 1](#_Toc22395)1

[4 Concrete](#_Toc13196) **[member](#_Toc13196)****[prefabricating、storage and transporting](#_Toc13196)** [1](#_Toc13196)2

[4.1 General requirements](#_Toc23322) 12

[4.2 Materials](#_Toc18594) 12

[4.3 Mold installation](#_Toc19746) 14

[4.4 Reinforcement installation](#_Toc11082) 15

[4.5 Concrete pouring 1](#_Toc5385)6

[4.6 Members Curing](#_Toc19746) 17

[4.7 Members prefabrication quality control check](#_Toc11082) 17

[4.8 Storage and transportation 2](#_Toc5385)3

[5 Trench and foundation 2](#_Toc13719)4

[5.1 General requirements](#_Toc15171) 24

[5.2 Excavation engineering 2](#_Toc12841)4

[5.3 Ground and foundation engineering 2](#_Toc15332)6

[5.4 Trench backfilling 2](#_Toc223)6

[5.5 Quality control 27](#_Toc19203)

[6 Segmental precast tunnel making](#_Toc32102) 31

[6.1 General requirements](#_Toc15253) 31

[6.2 Tunnel segmental installation 3](#_Toc21443)1

[6.3 Tunnel segmental connection 3](#_Toc12793)4

[6.4 Quality control 3](#_Toc1610)6

[7 Composite assembly tunnel making](#_Toc14330) 38

[7.1 General requirements 3](#_Toc6715)8

[7.2 Composite members installation](#_Toc15873) 38

[7.3 Steel and moulds engineering 3](#_Toc18172)9

[7.4 Concrete casting](#_Toc15873) 40

[7.5 Quality control](#_Toc15873) 41

[8 Segmental precast utility tunnel 4](#_Toc1339)3

[8.1 General requirements](#_Toc12445) 43

[8.2 Members installation 4](#_Toc26380)3

[8.3 Members connection 44](#_Toc6444)

[8.4 Quality control 45](#_Toc17651)

[9 Segmental precast tunnel jacking 4](#_Toc10280)7

[9.1 General requirements 4](#_Toc29481)7

[9.2 Pipe jacking starting and receiving 4](#_Toc20021)7

[9.3 Pipe jacking 4](#_Toc1239)8

[9.4 Quality control 53](#_Toc21969)

[10](#_Toc2496) **[Waterproof engineering construction](#_Toc2496)** [5](#_Toc2496)5

[10.1 General requirements 5](#_Toc29481)5

[10.2 Waterproof construction 5](#_Toc20021)5

[10.3 Quality control 5](#_Toc20021)8

[Appendix A Division, Sub-divisional and Inspection Batches Work Table of Utility Tunnel 6](#_Toc9713)0

[Appendix B Quality acceptance record 6](#_Toc9029)3

[Explanation of wording in this specification 6](#_Toc9713)4

[List of quoted standards 6](#_Toc9029)7

[Addition：Explanation of provisions](#_Toc8516) 68

# 1 总则

**1.0.1** 为加强装配式综合管廊工程施工管理，规范施工技术要求，统一施工质量检验及其验收标准，确保工程质量，制定本标准。

**1.0.2**  本标准适用于广东省采用装配式钢筋混凝土综合管廊结构的施工及验收。

**1.0.3** 装配式综合管廊工程的施工及验收，除应符合本标准外，尚应符合现行国家、行业和广东省有关标准的规定。

# 2 术语

**2.0.1** 装配式综合管廊 asembled utility tunnel

由预制节段、块件或构件叠合现浇混凝土拼装而成的综合管廊。

**2.0.2** 节段预制管廊 segmental precast utility tunnel

通过纵向可靠连接方式将若干个预制节段逐段装配而成的综合管廊。

**2.0.3**  叠合预制管廊 composite precast utility tunnel

预制构件通过可靠方式连接，并与现浇混凝土形成整体结构的综合管廊。

**2.0.4** 分块预制管廊 blocked precast utility tunnel

由若干个预制块件通过纵向、横向、竖向连接成的综合管廊。

**2.0.5** 节段 segment

一次制作而成的一段管廊，或预先制作的多个节段构件在横断面上组合而成的一段管廊。节段为节段预制管廊的基本装配单元。

**2.0.6** 构件component

节段管廊、分块管廊、叠合管廊的一次预制完成的基本单元。

**2.0.7**  预应力筋连接 prestressed tendon connection of segment

相组合的节段构件之间或相邻的节段之间采用预应力钢丝、预应力钢绞线、预应力螺纹钢筋或预应力钢棒组合成整体的连接方式。

**2.0.8** 螺栓连接 bolted connection of segment

相组合的节段构件之间或相邻的节段之间采用螺栓组合成整体的连接方式。

**2.0.9**  节段柔性承插口连接 flexible bell and spigot connection of segment

相邻的节段端部设置承口与插口，承口与插口采用橡胶圈等材料密封组合成能够承受一定量线变位、角变位的连接方式。

**2.0.10**  管廊安装车 utility tunnel installation vehicle

由行走装置、支撑装置、车体结构、导向装置及顶升装置等组成的用于节段安装的特殊安装设备。

**2.0.11** 细部防水构造 detail structural position waterproof

在结构物的变形缝、节段接缝、施工缝、穿墙管、预埋件、预留孔洞等较容易出现渗漏水的特殊部位防水的构造措施。

**2.0.12** 立式模具 vertical mould

构件混凝土浇筑成型时，节段长度方向垂直于水平面布置的模具。

**2.0.13**  卧式模具 horizontal mould

构件混凝土浇筑成型时，节段长度方向平行于水平面布置的模具。

**2.0.14** 过渡节段 transition segment

在节段预制管廊中，与现浇综合管廊或其它型式管廊相连接的预制管廊节段。

**2.0.15** 预拌流态固化土 fluid filling material

由各类土、固化剂、适量的水以及必要的掺合料和外加剂拌和而成，具有一定的流动性，浇筑施工凝固后能达到一定强度的工程回填材料。

# 3 基本规定

**3.0.1** 施工前，应编制施工组织设计，对危险性较大的分部分项工程应编制专项施工方案。施工组织设计和专项施工方案应按规定程序审批后执行。

**3.0.2** 施工前，应组织相关单位对设计文件进行会审和交底，并应对施工作业人员进行安全及技术交底。

**3.0.3** 主要原材料、半成品、成品、建筑构配件、器具和设备应具有相应的质量证明文件，并应进行现场检验。

**3.0.4** 装配式综合管廊施工前应按设计要求和施工方案进行施工验算。施工验算应包括下列内容:

1 构件运输、堆放及吊装过程中按吊装工况进行承载力验算；

2 构件安装过程中施工临时荷载作用下构件支架系统和临时固定装置的承载力验算。

**3.0.5** 装配式综合管廊安装前应复核构件装配连接构造，包括装配位置、节点连接构造及临时支撑等。

**3.0.6** 综合管廊的防水施工、质量检查验收除应满足本标准的相关要求外，尚应符合现行国家标准《地下防水工程质量验收规范》GB 50208和《地下工程防水技术规范》GB 50108的有关规定。

**3.0.7** 施工应遵守国家和地方政府有关环境保护的法律、法规，应控制施工现场的扬尘、废气、建筑垃圾、污水、光污染、噪声等对环境造成污染和危害。

**3.0.8** 施工应遵守国家有关劳动保护的法规，应采取通风、防尘、照明、防辐射等措施，并配备专业作业工具。

**3.0.9** 管廊构件预制、装配等施工过程宜采用建筑信息模型（BIM）等信息技术。

# 4 混凝土构件的预制、存放和运输

## 4.1 一般规定

**4.1.1** 预制构件制作前，应复核预制管廊的相关设计图纸，复核管廊预制构件的规格尺寸、数量及连接构造等。预制构件的规格应标准化、模数化。

**4.1.2** 预制构件制作前应进行深化设计，深化设计应包括下列内容：

**1** 复核预制管廊的设计方案，针对不同工程部位及现场条件，合理确定管廊构件的拆分方案，并对拆分构件进行编号。

**2** 绘制预埋件、预留孔洞和预埋吊件等的施工放样图；

**3** 深化预制构件的连接构造设计；

4 深化细部防水构造设计。

**4.1.3** 预制构件制作前应编制生产加工方案，内容应包括：

**1** 生产计划及生产工艺流程；

**2** 模具加工方案及模具安拆工艺；

**3** 技术质量控制措施；

**4** 成品保护及运输等内容。

**4.1.4**  装配式综合管廊工程应做好各种设备基础、预留孔洞、穿墙套管、缆线进出口、成品槽道、螺栓、预埋件等的预留预埋工作和各工序之间的衔接工作。预制构件的预埋件材料、尺寸、位置和数量应符合设计要求。

## 4.2 材料

I 混凝土

**4.2.1** 管廊主要材料采用钢筋混凝土时，应满足现行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476中对环境作用的要求。

**4.2.2** 装配式综合管廊结构的混凝土强度等级不应低于C40，抗渗等级不应低于P8。

**4.2.3** 用于混凝土的水泥应符合下列规定：

**1** 水泥应采用强度等级不低于42.5的硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥，也可采用抗硫酸盐硅酸盐水泥。水泥性能应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175、《抗硫酸盐硅酸盐水泥》GB 748的规定；

**2** 进场水泥应有水泥生产厂提供的标注有生产许可证编号的质量合格证书或质量检验报告。

**4.2.4** 用于混凝土的骨料应符合下列规定：

**1** 细骨料宜选用细度模量为2.3～3.3的中粗砂，含泥量不大于2%，其性能应符合现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684和现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的规定；砂的氯离子含量不应超过0.06%（以干砂的质量百分率计）；

**2** 粗骨料宜选用5mm～20mm连续粒级的碎石，最大粒径不应大于壁厚1/3和钢筋净间距的3/4；吸水率不应大于1.5%；不应使用碱活性骨料；其性能应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52的规定。

**4.2.5** 混凝土外加剂品种应通过试验室进行试配后确定，不应使用氯盐类或对钢筋有腐蚀作用的外加剂，外加剂进场应有质保书，质量应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076和《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119的规定。

**4.2.6** 在拌制混凝土时可掺入适量的粉煤灰、磨细矿渣粉等混凝土掺合料，粉煤灰和磨细矿渣粉应符合现行国家标准《矿物掺合料应用技术规范》GB/T 51003的规定。其他掺合料应符合相关标准要求。

**4.2.7** 混凝土拌合用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63的规定。

**4.2.8** 混凝土中碱含量不应超过3.0kg/m3。

II 钢材

**4.2.9** 选用钢筋的型号、级别和直径等指标应满足设计图纸及规范要求，并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的相关规定。

**4.2.10** 钢筋宜采用冷轧带肋钢筋、热轧带肋钢筋和热轧光圆钢筋，钢筋的性能应分别符合现行国家标准《冷轧带肋钢筋》GB 13788、《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》GB 1499和《钢筋混凝土用热轧光圆钢筋》GB 1499.1的规定。

**4.2.11** 纵向受力钢筋的强度应满足设计要求。当设计无具体要求时，对一、二级抗震等级，检验所得的强度实测值应符合下列规定：

**1** 钢筋的抗拉强度实测值与下屈服强度实测值的比值不应小于1.25；

**2** 钢筋的下屈服强度实测值与强度标准值的比值不应大于1.3；

**3** 钢筋的最大力下总伸长率不应小于9%。

**4.2.12** 预应力钢棒进厂时，应按批检查其直径、横截面积、每延米重量并抽取试件做拉伸试验、弯曲试验、应力松弛试验、疲劳试验，其质量应满足《预应力混凝土用钢棒》GBT 5223.3和设计要求。

**4.2.13** 预应力钢绞线进厂时，应按批抽取试件做破断负荷、屈服负荷、弹性模量、极限伸长率试验，其质量应满足现行国家标准《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224和设计要求。

**4.2.14** 采用顶进施工技术的构件钢承口环钢板应根据设计要求选用。钢板的性能和技术要求应符合现行国家标准《碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带》GB/T 3274和《碳素结构钢》GB/T 700的相关规定。

**4.2.15** 预制构件的吊环应采用未经冷加工的HPB300钢筋或Q235B圆钢制作，并应进行专项设计。吊装用内埋式螺母或吊杆的材料应符合现行国家相关标准的规定。

**4.2.16** 受力预埋件的锚板及锚筋材料应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定。预埋件表面应进行热浸镀锌或环氧富锌漆处理。

**4.2.17** 连接用焊接材料，螺栓、锚栓和铆钉等紧固件的材料应分别符合国家现行标准《钢结构焊接规范》GB 50661和《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18等的有关规定。

## 4.3 模具安装

**4.3.1** 模具宜采用钢模。模具表面应光滑，不能有划痕、生锈、氧化层脱落等现象。

**4.3.2** 模具构造应满足混凝土浇筑、脱模、翻转、起吊时的刚度和稳定性要求。

**4.3.3** 模具应规格化、标准化、定型化，便于组装成多种尺寸形状。

**4.3.4** 预制构件模具安装前应做好下列准备工作：

1 安装前应进行清理，模具内表面清理时不应使用铁器清刮，清理后的模具内表面的任何部位不应有残留杂物；

2脱模剂应选用质量稳定、适于喷涂、脱模效果好的水性脱模剂，并应具有改善混凝土构件表观质量效果的功能；

3 模具验收合格后，模具表面应均匀涂刷脱模剂，不应有漏涂、积聚、流淌的现象；钢筋、预埋件不应沾有脱模剂；

4 固定在模具上的预埋件、预留孔应位置准确、安装牢固，不应遗漏。

**4.3.5**  预制构件模具安装应符合下列规定：

1 应按模具安装方案要求的顺序进行；

2 模具安装时应旋紧螺栓，并拧紧至牢固，避免在浇筑过程中产生弯曲、歪斜；

3 模具安装后，相关人员应进行质量检验。

## 4.4 钢筋安装

**4.4.1** 钢筋加工应采用自动化钢筋加工设备，钢筋加工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定。

**4.4.2** 钢筋加工前应将表面清理干净，表面有颗粒状、片状老锈或有损伤的钢筋不得使用；钢筋进入弯箍机时应保持平衡、匀速，防止平面翘曲，成型后表面应无裂纹。

**4.4.3** 钢筋骨架制作应符合下列规定：

1 钢筋的品种、等级、规格等应符合设计规定；

2 钢筋骨架制作宜在符合要求的胎膜上进行；

3 钢筋骨架制作应进行试生产，检验合格后方可批量制作；

4 钢筋连接应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定；

5 当骨架采用绑扎连接时应选用不锈钢丝并绑扎牢固，并应采取可靠措施避免扎丝在混凝土浇筑成型后外露。

**4.4.4** 钢筋骨架安装应符合下列规定：

1 钢筋锚固长度应符合设计规定；

2 钢筋保护层厚度应符合设计规定；

3 钢筋骨架应有足够的刚度，节点牢固，不松散、下塌、倾斜，无明显的扭曲变形和大小头现象，在骨架运输、装模及成型过程中应保持其整体性。

**4.4.5** 焊缝不应出现过火烧伤、咬肉、气孔及夹渣现象；不应有漏焊、脱焊；焊缝高度应符合规范要求；焊接后焊丝及焊渣应及时清除干净。

## 4.5 混凝土浇筑

**4.5.1** 混凝土浇筑前应检查辅助振动器及送料系统是否正常，并对钢筋骨架、模具、预埋件等的安装进行检查，合格后方能进行混凝土浇筑。

**4.5.2** 混凝土浇筑、振捣应符合下列规定：

1 混凝土应分层加料，分层振捣密实。每层加料厚度应控制在250mm～400mm，上端面最后一层料厚度应不少于250mm。加料时应使送料斗出口处于加料中心位置，以使加料均匀；

2 采用插入式振捣时，振捣棒应快插慢拔，先大面后小面；每次插入深度控制在进入下层50mm～100mm；振点间距不超过300mm，振点应按一定方向移动，不应漏振；混凝土浇筑应连续完成，每层振捣时间间隔不宜大于30min；

3 振捣过程中振捣棒不应碰撞模具、吊装口、注浆孔和其他预埋件；

4 振捣时长应随气候和混凝土拌合物性能而变化。一般以混凝土与侧板接触处不再有喷射状气、水泡，表面浮浆不再下沉为止；

5 混凝土不应过振。当混凝土内已无气泡冒出，应立即停振该位置的混凝土；

6 振捣混凝土时，应避免钢筋、模板等振松。

**4.5.3** 混凝土浇注全部完成后，应及时清除上端面余料，抹平上部混凝土，进行一次抹面。根据气温和混凝土凝结硬化情况，在混凝土终凝前，上端面宜进行不少于二次的收水抹面，应使上端面与钢模上端基准面平齐，且端面光洁、平整。

**4.5.4** 脱模应符合下列规定：

1 模具拆除时混凝土强度应符合设计要求；当设计无要求时，模具拆除应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的相关规定；

2 脱模时，应能保证混凝土预制构件表面及棱角不受损伤；

3 模具吊离模位时，模板和混凝土结构之间的连接应全部拆除，移动模板时不应碰撞构件；

4 模板的拆除顺序应按模板拆除方案进行；

5 模板拆除后，应及时清理板面，并涂刷脱模剂；对变形部位，应及时修复。

## 4.6 构件养护

**4.6.1** 构件养护宜采用蒸汽养护方法。

**4.6.2** 当采用蒸汽养护时，应符合下列规定：

1 静停时间：当环境温度大于 20℃时，静停时间不宜少于1h；当环境温度处于5℃~ 20℃时，静停时间不宜少于2h；当环境温度低于5℃时，静停时间不宜少于5h。混凝土表面收水结束后，可放微量蒸汽进行预养，预养升温速度不宜大于5℃/h；

2 养护升温速度不宜大于20℃/h；

3 恒温最高温度宜为（60±5）℃；恒温时间以保证构件达到脱摸、起吊强度为原则，不宜少于 3h；恒温温度达不到要求时，应按度×小时（即度时积）折算，延长恒温时间；

4 养护降温速度不宜大于20℃/h；

5蒸汽养护应定时测量温度，并做好记录。

**4.6.3** 构件脱模后堆放期间，白天宜每隔两小时淋水养护一次，淋水时间不宜少于7d；如天气炎热或冬季干燥时，适当增加淋水次数或覆盖麻袋保湿。

## 4.7 构件预制质量检验

**Ⅰ 模具安装**

**主控项目**

**4.7.1** 模具及所用材料、配件的品种、规格等应符合设计的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，尺量，检查质量证明文件。

**4.7.2** 模具的部件与部件之间应连接牢固；安装在模具上的预埋件应有可靠固定措施。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，摇动检查。

**4.7.3** 模具接缝应紧密，清水混凝土构件的模具不应漏浆、漏水。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，盛水试验检查。

**一般项目**

**4.7.4** 内表面的脱模剂应涂刷均匀、无堆积，且不应沾污钢筋；在浇筑混凝土前，模具内应无杂物。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

**4.7.5** 构件模具尺寸的允许偏差和检验方法应满足表4.7.5的要求。

检查数量：全数检查。

**表4.7.5 预制构件模具尺寸的允许偏差及检验方法**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 检验项目 | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
| 1 | 构件长度 | 0，-2 | 用钢尺量四角部分，取其中偏差绝对值较大处 |
| 2 | 截面尺寸 | ±2 | 用钢尺量两侧或端部 |
| 3 | 对角线差 | 3 | 用钢尺量纵、横两个方向对角线 |
| 4 | 侧向弯曲 | L/1500且≤3 | 拉线，用钢尺量侧向弯曲最大处 |
| 5 | 翘曲 | L/1500且≤3 | 调平尺在两端量测 |
| 6 | 模板表面平整度 | 2 | 用2m靠尺和塞尺量 |
| 7 | 组装缝隙 | 1 | 用塞片或塞尺量 |
| 8 | 相邻模板表面高差 | 1 | 用钢尺量 |
| 9 | 承插口尺寸 | ±2 | 用钢尺量 |

注：L为模具与混凝土接触面中最长边的尺寸（mm）。

**Ⅱ 钢材安装**

**主控项目**

**4.7.6** 钢筋的屈服强度、抗拉强度、伸长率、弯曲性能和重量偏差等物理力学性能应符合设计的规定。

检查数量：按批检验。

检验方法：检查出厂合格证和进厂复验报告。

**4.7.7** 预应力筋应进行抗拉强度、伸长率检验等，其检验结果应符合设计和标准规定。

检查数量：按批检验。

检验方法：检查出厂合格证和进厂复验报告。

**4.7.8** 预应力筋用锚具、夹具和连接器应进行检验，其性能应符合设计规定。

检查数量：按批检验。

检验方法：检查出厂合格证和进厂复验报告。

**4.7.9** 预埋件用钢材及焊条的性能应满足设计要求，永久受力预埋件用钢板应做原材抽样复检，焊缝施工质量应符合设计及现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的规定。

检查数量：按批检验。

检验方法：观察检查；检查出厂合格证和进厂复验报告。

**4.7.10** 钢筋焊接接头及钢筋制品的焊接性能应进行抽样检验，检验结果应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18的规定。

检查数量：按批检验。

检验方法：检查焊接试件检验报告。

**4.7.11** 钢筋采用机械连接时，应进行检验，其接头质量应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107的规定。

检查数量：按批检验。

检验方法：检查质量证明文件、施工记录及平行加工试件的检验报告。

**4.7.12** 钢筋接头的方式、位置、同一截面受力钢筋的接头面积百分率、钢筋的搭接长度及锚固长度等应符合设计的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察和量测。

**一般项目**

**4.7.13** 钢筋、预应力筋表面应无损伤、裂纹、油污、颗粒状或片状老锈。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

**4.7.14** 锚具、夹具、连接器、预埋件等配件的外观应无污物、锈蚀、机械损伤和裂纹。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

**4.7.15** 钢筋半成品的尺寸偏差及检验方法应满足表4.7.15的要求。

检查数量：每一工作班检验次数不少于一次，以同一设备加工的同一类型的钢筋半成品为一批，每批随机抽件数量不少于3件。

**表4.7.15 钢筋半成品尺寸允许偏差和检验方法**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 检验项目 | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
| 1 | 受力钢筋沿长度方向的尺寸 | ±5 | 用钢尺量测 |
| 2 | 弯起钢筋的弯折位置 | 10 |
| 3 | 箍筋外廓尺寸 | ±5 |

**4.7.16** 预制构件上的预埋件和预留孔洞宜通过模具进行定位，并安装牢固，其安装偏差应满足表4.7.16的要求。

检查数量：按部位、类型抽检10%。

**表4.7.16 模具上预埋件、预留孔洞安装允许偏差**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 检验项目 | | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
| 1 | 预埋槽 | 中心线位置 | 3 | 用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值 |
| 平面高差 | ±2 | 钢直尺和塞尺检查 |
| 2 | 预埋钢板 | 中心线位置 | 3 | 用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值 |
| 与混凝土表面高差 | ±2 | 钢直尺和塞尺检查 |
| 扭转角度 | 10° | 用直角尺和钢尺量测 |
| 3 | 预埋钢筋 | 中心线位置 | 3 | 用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值 |
| 外露长度 | 0，+10 | 用尺量测 |
| 4 | 预埋吊件 | 中心线位置 | 3 | 用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值 |
| 外露长度 | 0，-5 | 用尺量测 |
| 5 | 预埋螺栓 | 中心线位置 | 2 | 用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值 |
| 外露长度 | 0，2 | 用尺量测 |
| 6 | 预埋螺母 | 中心线位置 | 2 | 用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值 |
| 平面高差 | 0，-2 | 钢直尺和塞尺检查 |
| 7 | 预留孔洞 | 中心线位置 | 3 | 用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值 |
| 尺寸 | 0，+3 | 用尺量测纵横两个方向尺寸，取其中较大值 |

**4.7.17** 焊接成型的钢筋骨架应牢固、无变形。钢筋骨架漏焊、开焊的焊点数量不应超过焊点总数的4%，且不应有相邻两点漏焊或开焊。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，摇动检查。

**4.7.18** 钢筋安装应保证整体尺寸准确，并应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定。预制构件钢筋安装尺寸允许偏差应符合表4.7.18的规定。

**表4.7.18 钢筋安装的允许偏差**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | | 允许偏差（mm） |
| 绑扎钢筋网 | 长、宽 | ±10 |
| 网眼尺寸 | ±20 |
| 绑扎钢筋骨架 | 长 | ±5 |
| 宽、高 | ±5 |
| 受力钢筋 | 间距 | ±10 |
| 排距 | ±5 |
| 保护层厚度 | ±5 |
| 绑扎箍筋、横向钢筋间距 | | ±5 |
| 钢筋弯起点位置 | | 10 |

**Ⅲ 混凝土浇筑**

**主控项目**

**4.7.19** 混凝土用的水泥、外加剂、掺合料等应有产品合格证，并应按有关标准的规定进行复验检测；骨料（砂、石）应按批次复检，并定期送第三方检测单位检测。检测质量应符合国家现行有关标准的规定。

检查数量：按批检验。

检验方法：检查出厂合格证和进厂复验报告。

**4.7.20** 采用预拌混凝土时，其质量应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902的规定。

**4.7.21** 混凝土的强度等级应满足设计要求。用于检验混凝土强度的试件应在浇筑地点随机抽取。

检查数量：对同一配合比混凝土，取样与试件留置应符合下列规定：

1 每拌制不超过100m3时，取样不应少于1次；

2 连续浇筑超过1000m3时，每200m3取样不应少于1次；

3 每次取样应至少留置一组试件；

检验方法：检查施工记录及混凝土强度试验报告。

**4.7.22** 混凝土的抗渗性能应满足设计要求。

检查数量：按现行国家标准《地下防水工程施工质量验收规范》GB 50208的规定。

检验方法：检查抗渗性能检验报告。

**一般项目**

**4.7.23** 混凝土拌合物坍落度应满足设计及施工工艺的要求。

检查数量：每工作班不少于一次。

检验方法：检查坍落度检验记录。

**4.7.24** 混凝土浇筑后应按设计要求和施工方案规定的养护方法和时间进行养护；当采用蒸汽养护时，升温速度、降温速度等不应超过设计和方案规定的数值。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查养护及测温记录。

**4.7.25** 构件的外观质量不宜有一般缺陷。

检查数量：全数检查

检验方法：观察，检查技术处理方案

**4.7.26**  预制构件位置、尺寸偏差及检验方法应满足设计要求；当设计无具体要求时，应符合表4.7.26的规定。

**表4.7.26 预制节段构件尺寸的允许偏差及检验方法**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 检验项目 | | 允许偏差（mm） | 检查数量 | | 检验方法 |
| 范围 | 点数 |
| 1 | 长度 | | ±5 | 每构件 | 2 | 用钢直尺量测 |
| 2 | 横截面尺寸 | 宽 | 0，±3 | 2 | 用钢直尺量测 |
| 高 | ±5 | 2 | 用钢直尺量测 |
| 厚 | ±3 | 2 | 用钢直尺量测 |
| 3 | 对角线差 | | 5 | 2 | 用钢直尺量测 |
| 4 | 表面平整度 | | 3 | 2 | 用 2m 直尺、塞尺量测 |
| 5 | 侧向弯曲 | | L/1000，且≤3 | 2 | 拉线，用钢尺量侧向弯曲最大处 |
| 6 | 翘曲 | | L/1000，且≤3 | 2 | 调平尺在两端量测 |
| 7 | 承插口尺寸 | | ±2 | 2 | 用钢直尺量测 |

注：L为构件最长边的尺寸（mm）。

## 4.8 存放和运输

**4.8.1** 构件运输时应制订运输计划及方案，包括运输时间、次序、存放场地、运输线路、码放支垫及成品保护措施等内容。对于超高、超宽、形状特殊的大型构件的运输和存放应采取专门措施。

**4.8.2** 混凝土构件厂内起吊、运输时，应计算满足混凝土强度要求和设计要求；当设计无要求时，不应低于混凝土设计强度等级值的75%。

**4.8.3** 构件存放应符合下列规定：

1 存放场地应平整、坚实，并应有排水措施；堆放构件的支垫应坚实；

2 预制构件的堆放应预埋吊件向上，标志向外；垫木或垫块在构件下的位置宜与脱模、吊装时的起吊位置一致；

3 重叠存放构件时，每层构件间的垫木或垫块应在同一垂直线上；

4 堆垛层数应根据构件、垫木或垫块的承载能力及堆垛的稳定性确定。

**4.8.4** 预制构件的运输车辆应满足构件尺寸和载重的要求，装车运输时应满足下列要求：

1 运输宜选用底平板车，车上应设有专用架，且有可靠的稳定措施；

2 预制混凝土管廊构件支承的位置和方法，应根据其受力情况设计确定，不应引起混凝土的超应力或损伤；

3预制混凝土管廊构件装运时应连接牢固，防止移动或倾倒；对部品边缘或与链索接触处应采用衬垫加以保护；

4 预制构件边角等容易碰撞部位应采用柔性衬垫材料进行保护。

# 5 基坑（槽）与地基基础

## 5.1 一般规定

* + 1. 施工前，应取得施工区域的管线等周边环境资料，应测量和复核地基平面位置与标高，必要时进行复勘，并应采取措施保护地下及周边管线、建（构）筑物安全。
    2. 施工过程中，发现地质情况或环境条件与原设计不符，或环境条件发生变化时，应暂停施工，及时会同设计、勘察单位经过补充勘察、设计验算或设计修改后方可恢复施工。
    3. 综合管廊地基基础施工时，应按设计要求采取防止管廊上浮的措施。
    4. 土石方爆破应由具有相应资质的单位进行施工，并应符合国家现行标准《土方与爆破工程施工及验收规范》GB 50201和《建筑施工土石方工程安全技术规范》JGJ 180的相关规定。
    5. 综合管廊基坑（槽）施工应进行基坑监测，并应符合国家现行标准《建筑基坑工程监测技术规范》GB50497和《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120的相关规定。
    6. 综合管廊地基基础施工及验收除应符合本标准的规定外，尚应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202、广东省标准《建筑地基基础检测规范》DBJ 15-60等相关标准及规范的规定。

## 5.2 基坑（槽）工程

* + 1. 基坑（槽）工程施工前，应根据支护结构的类型、工程水文地质条件、周边环境、施工工艺等因素编制基坑（槽）工程专项施工方案，经审批后方可施工。
    2. 基坑支护结构施工前应进行试验性施工，评估施工工艺和各项参数对基坑及周边环境的影响程度，并应根据试验结果调整参数、工法或反馈修改设计方案。
    3. 钢板桩的施工应符合现行广东省标准《深基坑钢板桩支护技术规程》DBJ/T 15-214的相关规定，并应符合下列规定：

1 钢板桩的平面布置宜平直，转角宜为直角；

2 钢板桩的沉桩及拔桩方法应根据岩土工程条件、现场作业环境、噪声及振动控制要求、钢板桩类型、沉桩深度等因素确定，一般可采用振动打拔法和静力压拔法；

3 钢板桩沉桩及拔桩施工可能影响邻近建筑物正常使用和安全时，应采取减少振动和挤土影响的措施；必要时，应采取隔离措施或对邻近建筑物进行加固处理；

4 钢板桩拔出后，应按设计要求对桩孔填充处理。桩孔填充材料可采用砂土，也可采用水泥与水玻璃双液浆、水泥浆或水泥砂浆。填充方法可采用振动法、挤密填入法及注入法等，应填充密实。

* + 1. 基坑开挖时，应采取有效的地下水控制措施；基坑内地下水位应降至拟开挖面以下不小于0.5m。
    2. 基坑土方开挖应遵循“对称平衡、分层分段（块）、限时挖土、限时支撑”的原则；设有支撑的基坑，应遵循“开槽支撑、先撑后挖、分层开挖、不应超挖”的原则开挖；基坑边堆载不应超过设计值。
    3. 基坑的支撑结构、支撑构件的施工应符合下列规定：

1 支撑系统的施工顺序应与支护结构的设计工况一致；

2 内支撑的施工应符合《建筑地基基础施工规范》DBJT 15-152的相关规定，钢支撑的安装应符合《钢结构工程施工质量验收规》GB50205的规定；

3 开挖至围檩及支撑位置后，安装围檩，然后施工安装内支撑；

4 支撑体系上不应存放材料或运行施工机械，不应碰撞支撑。

* + 1. 基坑土方开挖应符合下列规定：

1 当发现支护结构、周边建（构）筑物、地下管线、道路、地面的变形和位移超过控制值或发生异常情况时，应立即停止开挖，采取控制或加固措施；

2 不得超挖；

3 应采取措施对支护结构、工程桩和基坑（槽）底进行防护，不应扰动基坑底原状土。当采用机械开挖土方时，宜在基坑底预留150mm～300mm厚的土层，由人工挖掘修整；

4 基坑开挖至设计标高，各相关方应进行验槽并及时施工垫层。

* + 1. 基坑内支撑的水平间距应大于预制构件长度；构件安装时，构件顶部至内支撑的净空不应小于0.5m。
    2. 应根据吊装工况对基坑安全进行验算。
    3. 支撑拆除应符合下列规定：

1 支撑的拆除过程中，须遵循“先换撑、后拆除”的原则进行施工；当换撑及永久结构达到设计强度的90%后，并且对应部位基坑两侧回填完毕后，可拆除钢支撑；

2 支撑的拆除应根据支撑材料、型式、尺寸等具体情况采用人工、机械和爆破等方法；

3 钢支撑拆除应先释放预应力，再拧卸螺栓或切割拆除；

4 混凝土支撑爆破拆除时，应先切断支撑与围檩的连接，设置安全可靠的防护措施和作业空间，并对永久结构及周边环境采取保护措施；

5 基坑回填完成，且管廊采取抗浮措施后，钢板桩方可进行拔桩施工。

**5.2.11** 雨季和冬季施工应符合现行国家有关标准的规定。

## 5.3 地基与基础工程

* + 1. 管廊地基与基础应按设计要求进行施工。天然地基的强度或变形不能满足工程要求时，应按设计要求进行地基处理。
    2. 排水不良造成地基土扰动时，应进行地基处理，并应满足国家有关规范规定和设计要求。
    3. 管廊建设范围内地基遇到不良地层，设计未做处理时，应进行设计变更，并制定专项施工方案。
    4. 垫层施工应符合下列规定：

1 垫层应采用分段施工，在主体结构施工节段长度两端各增加100mm；

2 碎石填料及施工质量应满足设计要求，并符合本标准第5.5.5条的相关规定；

3 混凝土垫层的强度及厚度应符合设计规定，混凝土强度不宜低于C20，厚度不宜小于150mm；当采用管廊安装车时，垫层混凝土强度及厚度应根据计算确定；

* + 1. 垫层两侧应设置排水沟，局部设置集水井，安装时地下水位应控制在混凝土垫层底面以下0.5m。

## 5.4 基坑回填

* + 1. 基坑回填应在管廊结构混凝土强度达到100%设计强度，且管廊结构及防水工程验收合格后及时进行。回填前应清除槽内杂物，排除坑内积水。
    2. 基坑回填前，应根据工程特点、土料性质、设计压实系数、施工条件等，经过现场试验确定每层回填厚度、压实遍数等施工参数。
    3. 当管廊位于道路或其他建（构）筑物下方时，回填料宜采用预拌流态固化土，流态固化土的施工应符合下列规定：

1 土料宜采用现场开挖的土料，有机质含量不应超过5%，所含粗粒最大粒径不宜超过50mm，未经处理的污染土不应作为固化土的原材料；

2 固化土的水灰比应根据现场施工条件确定；固化土施工配合比，固化剂类型，固化土渗透指标、塌落度、扩展度等指标应满足设计要求；

3 流态固化土的混合料应按配合比拌制，应使用专门机械设备搅拌，搅拌时间不少于2min，以搅拌均匀、和易性、流动性满足要求为准；

4 固化土立方体抗压强度应满足设计要求，当没有明确设计要求时，固化土立方体抗压强度不宜小于0.4MPa；

5 固化土搅拌至浇筑完成的时间不宜超过3h，应根据施工现场条件采用泵送或溜槽浇筑方式；

6 固化土宜采用分层进行浇筑，首次浇筑厚度不宜超过0.5m，每次浇筑厚度不宜大于2m。模板和支撑的强度、刚度及稳定性应满足要求；

7 浇筑完成后，应对填筑体表面覆盖薄膜或土工布进行保湿养护，养护时间不少于7d。

* + 1. 基坑回填前，应按设计要求施工管廊外防水层的保护层，并在施工时采取保护措施，回填夯实机具不应直接碰撞防水保护层。
    2. 综合管廊两侧回填应对称、分层、均匀。管廊顶板上部500mm范围内回填材料应采用人工或小型机具分层夯实，大型碾压机不应直接在管廊顶板上部施工。
    3. 基坑回填土表面应略高于地面，应整平，并利于排水。

## 5.5 质量检验

**Ⅰ 主控项目**

* + 1. 基坑工程的质量检验应符合设计、现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202及广东省标准《建筑地基基础检测规范》DBJ 15-60的相关规定，并应满足下列要求：

1 基坑支护方式、基坑支护材料应满足设计要求；

检测数量：每个施工段（≤200m）。

检查方法：观察，检查施工方案。

2 基坑支护结构稳定性、安全性应满足要求；

检测数量：每个施工段（≤200m）。

检查方法：观察，检查施工方案、施工记录、监测记录。

3 基底无受水浸泡，基底无隆起、沉陷、涌水（砂）等现象。

检测数量：每个施工段（≤200m）。

检查方法：观察，检查施工记录。

* + 1. 地基基础工程的质量检验应符合设计、现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202及广东省标准《建筑地基基础检测规范》DBJ 15-60的规定，并应满足下列要求：

1 地基承载力应满足设计要求，检测数量及检验方法应符合表5.5.2-1的规定；

**表5.5.2-1 地基承载力检测要求**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 地基类型及检查项目 | 检测方法 | 检测数量 |
| 天然土地基承载力与变形参数 | 平板载荷试验 | 每 500 延米不应少于1个点，且总数不少于3点 |
| 处理土地基承载力与变形参数 | 平板载荷试验 | 每 500 延米不应少于1个点，且总数不少于3点 |
| 散体材料增强体复合地基承载力与变形参数 | 平板载荷试验 | 总桩数的1%，且不少于3点 |
| 有黏结强度的增强体复合地基承载力与变形参数 | 平板载荷试验 | 总桩数的0.5%，且不少于3点 |
| 单桩载荷试验 | 总桩数的0.5%，且不少于3根 |
| 岩石地基承载力与变形参数 | 岩石地基载荷试验 | 每 500 延米不应少于1个点，且不少于3点 |

2 桩身完整性应满足设计要求，检测数量及检验方法应符合表5.5.2-2的规定；

**表5.5.2-2 桩身完整性检测要求**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 地基类型及检查项目 | 检测方法 | 检测数量 |
| 检测散体材料复合地基增强体密实度 | 标准贯入试验、圆锥动力触探试验 | 总桩（墩）数的2%，且不应少于6根 |
| 检测水泥搅拌桩、旋喷桩的桩身均匀性或完整性 | 钻芯法、标准贯入试验、圆锥动力触探试验 | 当采用钻芯法时，抽检数量不应少于总桩数的0.5%，且不应少于3根。当采用标准贯入试验、圆锥动力触探试验时，总桩数的2%，且不应少于6根 |
| 检测水泥粉煤灰碎石桩、素混凝土桩的桩身完整性 | 低应变法、钻芯法 | 当采用低应变法检测时，检测桩数不应少于总桩数的10%，且不应少于10根；当采用钻芯法时，抽检数量不应少于总桩数的0.5%，且不应少于3根。 |
| 检测强夯置换处理地基的墩体质量和着底情况 | 超重型或重型圆锥动力触探试验 | 不应少于总墩数的3%，且不少于3点 |
| 检测复合地基中的混凝土灌注桩、预制桩的桩身完整性 | 低应变法、高应变法、声波透射法、钻芯法、孔内摄像法 | 按广东省标准《建筑地基基础检测规范》DBJ 15-60第3.3 节的有关规定执行 |

3 换填垫层或压实填土地基的压实系数、垫层厚度应满足要求。

检测数量：每 100 延米不少于 1个点。

检查方法：环刀法，灌砂(水)法，击实试验，按现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123的有关规定执行。

* + 1. 基坑回填的质量检验应符合设计、现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202及广东省标准《建筑地基基础检测规范》DBJ 15-60的规定，并应符合下列规定：

1 回填材料应符合设计要求；回填土中不应含有淤泥、腐殖土、有机物、砖、石、木块等杂物；

检验方法：观察，检查施工记录、检测报告。

2 预拌流态固化土中的固化剂应满足要求；

检测数量：同一生产厂家、同一批号且连续进场的固化剂，每500t为一批进行抽样，当不足上述数量时，按一批进行抽样。每批抽样不少于1次；平行检验或见证取样检测，抽检次数为施工单位抽检次数的20%，但不少于1次。

检验方法：应进行强度、凝结时间试验；对强度、凝结时间进行平行检验或见证取样检测。

3 回填土的标高、边坡坡度、表面平整度等应满足设计要求；

检验方法：观察，检查施工记录。

4 回填土压实系数应满足设计要求，检测数量及检验方法应符合表5.5.3的规定。

**表5.5.3 综合管廊回填土压实系数**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 检查项目 | | 压实系数 | 检查频率 | | 检验方法 |
| 范围 | 组数 |
| 1 | 非道路或其他构筑物下 | ≥0.90 | 管廊两侧回填土  按50延米/层 | 1（三点） | 环刀法 |
| 2 | 道路或其他构筑物下 | ≥0.95 | 1（三点） | 环刀法 |

II **一般项目**

* + 1. 开挖后的基坑允许偏差应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202的规定。
    2. 碎石垫层的允许偏差应满足表5.5.5的要求。

**表5.5.5 碎石垫层允许偏差**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 检查项目 | | 允许偏差 | 检查数量 | | 检验方法 |
| 范围 | 点数 |
| 主控项目 | 1 | 粒径级配 | 满足设计要求 | 每100 延米 | 不少于1点 | 筛分法 |
| 2 | 压实系数 | 不低于设计规定 | 每100 延米 | 不少于1点 | 《土工试验方法标准》GB/T 50123 |
| 一般项目 | 3 | 平整度 | 20 | 每100m | 1 | 用2m靠尺；用楔形塞尺量 |
| 4 | 分层厚度 | ±50mm | 每100m | 1 | 水准仪测量 |
| 5 | 标高 | ±10mm | 每100m | 1 | 水准仪测量 |

* + 1. 混凝土垫层的允许偏差应满足表5.5.6的要求。

**表5.5.6 混凝土垫层允许偏差**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 检查项目 | | 允许偏差（mm） | 检查数量 | | 检验方法 |
| 范围 | 点数 |
| 主控项目 | 1 | 强度 | 不低于设计要求 | 按《混凝土结构工程施工质量验收规范》  GB 50204 | | |
| 2 | 厚度 | 不小于设计要求 | 每20m | 1 | 用钢尺量 |
| 一般项目 | 3 | 平整度 | 3 | 每20m | 1 | 用2m靠尺；用楔形塞尺量 |
| 4 | 宽度 | 不小于设计要求 | 每20m | 1 | 用钢尺量 |
| 5 | 标高 | ±10 | 每20m | 1 | 水准仪测量 |

# 6 节段预制管廊的装配

## 6.1 一般规定

**6.1.1** 对于超高、超宽、超重、形状特殊的大型管廊预制构件的运输应取得道路交通管理部门的审批，并采取相应的安全保证措施。

**6.1.2** 预制构件进场后，应检查其质量证明文件及合格证，并应对预制构件的外观质量、尺寸、预埋件及预留孔洞数量、位置等进行检查。

**6.1.3** 正式吊装构件前，应进行试吊，对吊具、吊环等的安全性进行确认。

## 6.2 节段管廊安装

**6.2.1** 应根据构件尺寸重量、起重设备条件、现场周边环境等情况，选择合适的管廊节段安装方案，编制构件安装专项施工方案。

**6.2.2** 管廊节段安装施工前，应做好下列准备工作：

1 应对构件规格尺寸、外观、裂缝等情况进行检查，规格尺寸应满足设计要求，外观和裂缝情况应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的规定；

2 预制节段构件吊装时，混凝土强度不应低于设计所要求的吊装强度，且不应低于设计强度的75％；

3 当管廊构件混凝土出现裂缝，且裂缝宽度大于0.05mm时，应进行质量鉴定。预制构件在制作、运输过程造成刮擦、碰撞掉角等质量缺陷的，在安装前应进行修补；

4 应复核构件安装位置、预埋吊件、预留孔洞、连接构造等是否满足要求；

5 应进行测量放线，在构件上设置安装定位标志，并在垫层上应标出构件安装控制线、轮廓线、高程控制点；

6 应检查吊装设备、吊具、索具等处于安全操作状态；

7 现场环境、天气、道路状况等应满足安装施工要求；

8 连接面应清理干净，应按设计要求安装橡胶密封垫及涂抹密封胶等，涂抹密封胶的时机应满足产品性能要求。

**6.2.3** 在管廊节段大面积安装施工前，宜选择有代表性的预制构件进行试安装，并根据试安装结果及时调整安装施工方案。

**6.2.4** 采用起重机直接安装法进行管廊节段安装施工，应符合下列规定：

1 起重机的种类和型号应根据工程现场条件选用；

2 起重机的支腿或行走轨道设置在基坑外侧时，应验算基坑支护体系在各吊装工况下的安全性；

3 起重机规格型号应满足构件吊装安全要求，起重机应处于良好工作状态；

4 管廊构件不宜采用捆绑吊装，宜采用预埋吊件（吊孔、吊钉、吊环等）吊装。构件吊点设置应满足设计图纸和施工方案要求；

5 吊索具的规格型号应满足构件吊装要求，尺寸和重量较大的构件宜采用有分配梁或分配桁架的吊具；

6 吊装绳缆宜采用钢丝绳。吊装时，绳缆与水平线的夹角不宜小于60°，且不应小于45°；

7 起重机起吊构件离开运输车高度200mm~300mm时，应稍作停顿，确认安全后，方可变幅、转向、行走或继续提升；

8 起重机起吊、转向速度应缓慢均匀，应保持构件平稳，构件下落时应慢速轻放，禁止或快或慢和突然制动，不应磕碰已安装管廊或其他物体；

9 管廊安装过程中，应保护节段拼缝处的橡胶密封垫、密封胶等防水材料；

10 根据测量控制线和轮廓线控制管廊构件安装位置，拟安装节段与已安装的管廊宜先进行竖向、横向对齐，然后纵向对齐拼合，最后按本标准第5.6节的规定进行管廊节段的纵向连接。

**6.2.5** 采用管廊安装车进行管廊节段安装施工，应符合下列规定：

1 节段的安装宜按图6.2.5的流程实施：

台车载运节段至拟安装位置

节段接缝处的防水工程施工（连接前）

节段运输至现场

节段吊放至基坑内的水平运输台车上

管廊安装车将节段精确就位

节段接缝处的防水工程施工（连接后）

管廊节段的连接

完成管廊节段安装

**图6.2.5 节段的安装流程示意图**

2 起重机吊运管廊节段至水平运输台车上的起重吊装作业应符合本标准第6.2.4条的相关规定；

3 水平运输台车应满足承载管廊重量的要求，台车行驶应均速，行驶速度不宜大于3m/min；

4 在混凝土垫层上应设置控制台车运输方向和轨迹的轨道限位系统；

5 管廊节段精确就位前，应按照设计要求施工接缝处的防水；密封胶的制备和涂抹应控制好时间节奏；

6 管廊节段精确就位后的水平、竖向位置偏差应符合本标准第6.4节的规定，节段纵向连接之前的节段间接缝宽度宜为30mm~50mm；

7 管廊安装车应通过三向调节系统，将管廊节段精确就位。

**6.2.6** 当管廊节段在预制厂内分成上、下两部分进行预制时，在管廊安装过程中，应先将上、下两个节段构件拼装为一个完整的管廊节段，然后再将整个管廊节段与已安装的管廊进行纵向连接。

**6.2.7** 管廊节段构件安装过程中标高需调整时，不应撬动，应采用支撑调节器进行调整。

**6.2.8** 当管廊节段底部采用水泥砂浆等座浆材料时，其厚度不宜大于20mm。

**6.2.9** 当管廊纵坡较大时，管廊节段的安装方向宜从低处向高处进行，同一节段管廊的承口侧宜在高处，插口侧宜在低处。安装时，管廊节段插口可顺势插入已安装管廊的承口内。

**6.2.10** 装配式综合管廊安装过程中，待装构件应缓慢平稳移动，对口时应使插口和承口端保持平行，使各部间隙大致相等，以便装配式综合管廊准确就位。

## 6.3 节段管廊连接

**6.3.1** 管廊节段安装精确就位后，应及时按设计要求的方法和顺序进行管廊节段的连接。

**6.3.2** 当管廊节段分成上、下两部分进行预制时，管廊连接应符合下列规定：

1 在管廊节段纵向连接之前，应按设计要求先进行上、下两部分构件的竖向连接；

2 当采用PC钢棒竖向连接时，PC钢棒张拉按设计张拉顺序依次张拉完成；

3 当采用预应力筋竖向连接时，应按照设计要求采用张拉应力和构件接缝宽度双控法。张拉应以张拉应力控制为主、接缝宽度控制为辅；张拉后，上下两部分的接缝宽度应符合设计规定，设计未规定时，实测接缝宜控制在5mm左右；当采用钢绞线竖向连接时，宜采用对角线同时对称张拉。

4 节段上、下构件经竖向连接形成一个完整的管廊节段后，管廊节段的纵向连接应符合本标准第6.3.3条~第6.37条的规定。

**6.3.3**  管廊节段之间的纵向连接接头可采用预应力筋连接接头、螺栓连接接头、柔性承插口接头等。

**6.3.4** 采用预应力筋连接接头的管廊节段纵向连接施工应符合下列规定：

1 连接用的预应力钢绞线、预应力混凝土用钢棒、预应力混凝土用螺纹钢筋应符合设计及相关标准的规定；

2 连接用的预应力钢绞线、钢棒、螺纹钢筋、锚夹具等应妥善存放，不能有腐蚀、损伤；预应力筋不应长期露天存放，应存放库房内；当预应力筋置于室外时，应采取下垫上盖等防护措施；

3 预应力筋张拉设备及压力表应定期维护和标定；

4 预应力筋应根据设计要求采用单端或两端张拉。多点预应力筋同时张拉时，宜采用同步千斤顶张拉；

5 预应力钢绞线、预应力混凝土用钢棒的接长应采用专用连接器或专用套筒进行连接；

6 同一断面的多束预应力筋张拉程序应符合设计规定。设计无规定时，同一断面的预应力筋宜同步、分级施加预应力；

7 纵向预应力筋张拉时，应按照设计要求采用节段接缝宽度和张拉应力双控法；应以接缝宽度控制为主、张拉应力控制为辅。当接缝宽度达到设计要求时，应停止张拉。当此时张拉应力与设计值相差超过10%时，应与设计单位进行沟通，分析原因并制定措施；

8 当若干管廊节段为一组进行永久预应力张拉时，宜在同一组的每个相邻节段之间先用预应力筋临时张拉，控制节段接缝宽度在合理范围，然后再按设计要求整体张拉预应力筋。一次张拉连接管廊节段的节数宜根据实际张拉监控数据分析结果综合确定，且不宜超过4节；

9 张拉完成后的节段接缝宽度应符合设计规定。张拉至设计接缝宽度时应停止张拉，在确认承插口插入状况正常、密封材料被充分压缩后，锚固预应力筋；

10 预应力筋锚固后，应采用砂轮锯切割多余的预应力筋，切割后预应力筋的外露长度不应小于30mm；

11 有粘结预应力筋张拉完成后，应尽早进行孔道压浆，孔道内水泥浆应饱满、密实；

12 锚具的封闭保护应符合设计要求。锚具和预应力筋的保护层厚度不应小于50mm；封锚混凝土强度不应低于结构混凝土强度，且不应低于C40；

13 预应力工程施工除应符合本条规定外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的规定。

**6.3.5** 采用螺栓连接接头的管廊节段纵向连接施工应符合下列规定：

1 螺栓的类型、规格、尺寸等应符合设计规定；

2 连接时应先对角线连接，然后再全面连接。每只螺栓应先初拧到位，然后退拧几丝，再用扭力扳手拧紧；

3 螺栓终拧力矩应满足设计要求，终拧后螺母外露丝扣不应少于2扣；

4 在安装过程中发现有不平整现象而导致接缝不密合的，可采用千斤顶、撬棍、手拉葫芦等进行调平，然后垫铁片嵌实、微调；

5 螺栓连接后，管廊接缝宽度应满足设计要求；

6 螺栓连接施工除应符合本条规定外，尚应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的规定。

**6.3.6**  管廊节段采用柔性连接方式时，承口内工作面、插口外工作面应清洗干净；胶圈应平直、 无扭曲，应正确就位；橡胶圈表面宜涂刷无腐蚀性润滑剂；节段安装就位后，宜采用回弹位移限制措施， 控制接缝宽度及防止预制节段回弹；预制管廊结构与现浇结构整体连接完毕后再撤去临时固定措施。

**6.3.7** 预制节段采用预应力筋或螺栓连接后，应按设计要求进行封锚。设计无要求时，可用比管廊高一等级的微膨胀混凝土填满预留手孔。

## 6.4 质量检验

I **主控项目**

**6.4.1** 管廊节段采用预应力筋纵向连接时，预应力钢筋规格、数量及接缝宽度应符合设计规定。接缝宽度允许偏差±1mm。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录。

**6.4.2** 管廊节段采用螺栓纵向连接时，螺栓规格、数量及接缝宽度应符合设计规定。接缝宽度允许偏差±1mm。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录。

**6.4.3** 管廊节段采用柔性承插口纵向连接时，橡胶圈的规格、接缝宽度应符合设计规定。接缝宽度允许偏差，接缝宽度允许偏差±1mm。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录。

**6.4.4** 当管廊节段分上、下两部分进行预制时，上、下预制构件竖向连接的预应力筋规格、数量、接缝宽度及张拉应力应符合设计规定。接缝宽度允许偏差±1mm，锚固时张拉应力允许偏差值±5%。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录。

II **一般项目**

**6.4.5** 节段纵向预应力筋锚固时的张拉应力应满足设计要求，允许偏差值为±10%时。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录。

**6.4.6** 螺栓连接的螺栓紧固扭矩应满足设计要求。

检查数量：抽检10%螺栓。

检验方法：增拧法。

**6.4.7** 柔性承插口连接的橡胶圈位置准确，未出现裂缝、破损。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录。

**6.4.8** 管廊节段纵向连接装配后，其质量应满足表6.4.8的要求。

表6.4.8 节段管廊装配后的允许偏差及检验方法

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 检验项目 | | 允许偏差（mm） | 检查数量 | | 检验方法 |
| 范围 | 点数 |
| 1 | 管廊中心线对轴线的位置 | | 5 | 每节段 | 2 | 钢尺量 |
| 2 | 标高 | 顶板顶面 | ±10 | 2 | 水准仪测量 |
| 底板顶面 | ±10 |
| 3 | 构件垂直度 | | H/400，且≤10 | 2 | 挂垂线，钢尺量测 |
| 4 | 相邻构件平整度 | 顶板下表面、底板上表面 | 3 | 2 | 2m钢尺、塞尺量测 |
| 侧板侧表面 | 5 |

注：H为管廊结构的总高度。

# 7 叠合预制管廊的装配

## [7.1 一般规定](file:///C:\\Users\\xy155\\Desktop\\矩形顶管工程技术规程2019.3.22.docx" \l "_Toc23090)

**7.1.1** 施工单位应根据叠合预制管廊工程特点，配置组织机构和人员。施工作业人员应具备岗位需要的基础知识和技能。施工单位应对管理人员、施工作业人员进行质量、安全和技术交底。

**7.1.2** 叠合预制管廊的施工顺序可按如下步骤进行：

1 混凝土垫层施工后，按设计施工底板防水层及防水保护层；

2 当管廊底板采用叠合板形式时，先安装预制底板叠合板，再安装管廊底板钢筋；当管廊底板采用现浇混凝土形式时，直接安装管廊底板钢筋；

3 预制叠合墙板安装，并对叠合墙板进行支撑；

4 墙板纵向连接部位的暗柱钢筋安装；

5 浇筑底板混凝土及侧墙底部（离底板顶面30cm高度以下）的混凝土；

6 预制叠合顶板安装；

7 叠合顶板上的现浇层钢筋安装；

8 现浇剩余侧墙、内墙及顶板混凝土。

**7.1.3** 未经设计允许，不应对叠合板进行切割、开洞。

**7.1.4** 叠合预制管廊各构件结构形式宜符合表7.1.4的规定。

**表7.1.4 叠合预制管廊各构件结构形式**

|  |  |
| --- | --- |
| 名称 | 构件类型 |
| 顶板 | 单面板叠合 |
| 侧墙 | 双面板叠合 |
| 底板 | 单面板叠合或现浇 |

## 7.2 叠合构件安装

**7.2.1** 预制叠合构件安装时，混凝土强度不应低于设计所要求的安装强度，设计未规定时，不应低于设计强度的75％。

**7.2.2** 管廊底板施工前，应按设计要求施工混凝土垫层、底板防水层及防水保护层；施工时应根据叠合装配要求，严格控制叠合板安装基面平整度在5mm范围内。

**7.2.3** 管廊底板施工应满足下列要求：

1 当底板采用现浇混凝土时，底板钢筋按照设计进行安装，侧墙伸入底板内的钢筋同步安装；

2 当底板采用叠合板施工时，先安装预制底板，再安装底板上现浇层钢筋；底板与墙体钢筋连接满足设计要求，当设计无要求时，应采用相关措施保证底板与墙体的可靠连接；

3 侧墙上水平施工缝宜设置在离底板面以上30cm高度处，水平施工缝应设置止水钢板，止水钢板的安装应与底板钢筋安装同步进行。

**7.2.4** 叠合墙安装应符合下列规定：

1 预制构件从车上起吊时，应对墙板上角和下角进行保护；

2 吊装叠合式双面墙时，应采用两点起吊，吊具绳与水平面夹角不应小于45°；

3 每块叠合式双面墙应采用不少于两个斜支撑来固定，斜支撑上部可通过专用螺栓与叠合式双面墙上部2/3高度处预埋的连接件连接，斜支撑底部与底板可用膨胀螺栓进行锚固，支撑与底板的夹角宜在40︒~50︒之间；

4 叠合式双面墙拼缝处连接钢筋宜先安放在侧壁中，待相邻叠合式双面墙安装就位后调整连接钢筋位置并绑扎；

5 叠合式双面墙各部位施工质量应进行全面检查，满足设计或规范要求后，方可进行下道工序施工。

**7.2.5** 叠合顶板安装应符合下列规定：

1 叠合顶板应采用工具式吊架进行吊装；

2 叠合顶板安装前，应根据工程需要在板底设置临时支撑，临时支撑应满足顶板混凝土浇筑时的承载力及稳定性要求；

3 叠合顶板上层配筋宜现场绑扎，钢筋锚固长度、腋角处附加钢筋应满足设计及规范要求。

## 7.3 钢筋和模板工程

**7.3.1** 钢材的力学性能指标应符合本标准4.2节的相关规定。

**7.3.2** 钢筋网片、钢筋骨架等钢筋半成品应检查合格后方可进行安装，并应符合本标准4.4节的相关规定。

**7.3.3** 现浇混凝土的模板与支撑应根据施工过程中的各种工况进行设计，应具有足够的承载力、刚度和稳定性。

**7.3.4** 现浇混凝土模板与支撑安装应保证工程结构和构件各部分形状、尺寸和位置的准确，模板安装应牢固、严密、不漏浆，且应便于钢筋安装和混凝土浇筑、养护。

**7.3.5** 模板宜采用水性脱模剂。脱模剂应能有效减小混凝土与模板间的吸附力，并应有一定的成膜强度，且不应影响脱模后混凝土表面的后期装饰。

**7.3.6** 安置预制墙板构件时，应采用可调式斜支撑临时固定；斜支撑的位置应避免与模板支架、相邻支撑冲突。

**7.3.7** 预制墙板斜支撑和限位装置应在连接节点后浇混凝土或灌浆料强度达到设计要求强度后拆除；当设计无要求时，后浇混凝土或灌浆料应达到设计强度的75%以上方可拆除。

**7.3.8** 拆除的模板和支撑应分散堆放并及时清运，并应采取措施避免施工集中堆载。

## [7.4](file:///C:\\Users\\xy155\\Desktop\\矩形顶管工程技术规程2019.3.22.docx" \l "_Toc17680) 混凝土浇筑

**7.4.1** 叠合构件混凝土浇筑前，应符合下列规定：

1 清除叠合面上的杂物、浮浆及松散骨料，表面干燥时应洒水润湿，洒水后不应留有积水；

2 应检查并校正预制构件的外露钢筋；

3 叠合墙内部空腔应清理干净，叠合式预制构件内表面应用水充分湿润。

**7.4.2** 叠合管廊混凝土浇筑应符合下列规定：

1 管廊混凝土宜分两次进行浇筑。第一次浇筑底板混凝土及侧墙底部（离底板顶面30cm高度以下）的混凝土；第二次现浇剩余侧墙、内墙及顶板混凝土；

2 底板及顶板混凝土浇筑应采取中间向两边推进的方式；侧墙、内墙混凝土浇筑应分层连续浇筑，每层浇筑高度不宜超过600mm；

3 不宜移动预埋件的位置，且不应污染预埋件外露连接部位；

4 叠合构件与现浇混凝土结构连接处应加密振捣点，当采取延长振捣时间措施时，应符合相关标准和施工作业要求。

**7.4.3** 当墙体厚度小于250mm时，墙体内现浇混凝土宜采用细石自密实混凝土施工，同时宜掺入膨胀剂，膨胀剂应符合《混凝土膨胀剂》GB/T 23439的相关规定。

**7.4.4**  当墙体厚度小于250mm时，混凝土振捣应选用不大于φ30mm混凝土微型振捣棒。

**7.4.5** 现浇混凝土强度达到设计要求强度后，方可拆除侧墙、内墙及顶板的支撑。

## 7.5 质量检验

**Ⅰ 主控项目**

**7.5.1** 预制叠合板的质量检验与控制应符合本标准第4.7节的相关规定。

**7.5.2**  现浇混凝土强度应满足设计要求。

检查数量：按批检验，检验批应满足现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范 》GB 50204相关要求。

检查方法：按现行国家标准《混凝土强度检测评定标准》GB/T 50107的要求进行。

**7.5.3**  现浇混凝土结构的钢筋种类、规格应符合设计规定。

**Ⅱ 一般项目**

**7.5.4** 预制叠合构件安装允许偏差和检查方法应符合表7.5.4的规定：

表7.5.4 叠合构件安装允许偏差和检查方法（mm）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | 允许偏差 | 检查方法 |
| 叠合墙 | 构件中心线与定位轴线的位置偏差 | 5 | 钢尺检查 |
| 垂直度 | H/400，且≤10 | 全站仪或吊线、钢尺检查 |
|  |  |
| 拼缝处错台 | 2 | 钢尺检查 |
| 叠合顶板、叠合底板 | 构件中心线与定位轴线的位置偏差 | 5 | 钢尺测量 |
| 拼缝处错台 | 3 | 靠尺和塞尺 |
| 标高 | ±10 | 水准仪 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |

**7.5.5** 叠合构件与现浇混凝土形成整体式管廊结构，其整体质量检验允许偏差应符合表7.5.5的规定。

**表7.5.5 叠合管廊装配后的允许偏差及检验方法**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 检验项目 | | 允许偏差（mm） | 检查数量 | | 检验方法 |
| 范围 | 点数 |
| 1 | 管廊中心线对轴线的位置 | | 5 | 每节段 | 2 | 钢尺量 |
| 2 | 标高 | 顶板顶面 | ±10 | 2 | 水准仪测量 |
| 底板顶面 | ±10 |
| 3 | 构件垂直度 | | H/300，且≤15 | 2 | 挂垂线，钢尺量测 |
| 4 | 相邻构件平整度 | 顶板下表面、底板上表面 | 3 | 2 | 2m钢尺、塞尺量测 |
| 侧板侧表面 | 5 |

注：H为管廊结构的总高度。

# 8. 分块预制管廊的装配

## 8.1 一般规定

**8.1.1** 分块预制管廊施工前应对管廊分块、构件连接的设计进行复核，并进行深化设计。底板、外墙、内墙、顶板的拆分设计应标准化、模块化。

**8.1.2**  预制构件应由专业厂家在预制厂内生产，应采用定制模板进行分块批量预制。

**8.1.3**  预制构件运输至现场后，应由预制厂家、施工单位及监理单位组织验收，并应符合下列规定：

1 混凝土外观应无蜂窝、麻面、缺棱、掉角等现象存在。

2 不应有影响结构性能、安装和使用功能的尺寸偏差。

3 预埋件及预留孔洞的数量、位置等应符合设计及规范要求。

4 应有质量证明文件和合格证。

5 验收合格后构件进行统一编码和存放。

**8.1.4** 分块预制管廊的构件预制、存放和运输应符合本标准第4章的相关规定。

## 8.2 分块构件安装

**8.2.1** 分块构件安装前应完成垫层和防水层施工并验收合格。

**8.2.2**  分块构件吊装前应完成下列准备工作：

1 吊装前，应组织相关单位对基坑和吊装工况进行验收；

2 正式吊装前，应检查吊车及吊具性能，吊车按照吊装区域顺序要求就位；

3 完成吊装前检查后，应进行试吊。

**8.2.3** 构件就位后管廊底部应与调平层贴紧，有空隙应填充密实。

**8.2.4**  底板、侧墙安装应符合下列规定：

1 预制构件从车上起吊时，应对墙板上角和下角进行保护；

2 吊装分块构件时，应采用两点起吊，吊具绳与水平面夹角不应小于45°；

3 每块构件应有支撑来固定，支撑上部可通过专用螺栓与构件预埋的连接件连接，支撑底部与底板可用膨胀螺栓进行锚固；

4 分块构件各部位施工质量应进行全面检查，符合设计或规范要求后，方可进行下道工序施工。

**8.2.5** 顶板安装应满足下列要求：

1 顶板应采用工具式吊架进行吊装；

2 除可直接支承在已安装的侧墙、内墙的顶板构件外，其余顶板预制构件安装前，应在板底设置临时支撑，宜用支撑上的调节器调整预制顶板标高。

## 8.3 分块构件连接

**8.3.1** 分块管廊由各分块构件组成，可采用起重机吊装或专用机械拼装。分块安装顺序应满足设计要求，宜按先下后上的顺序进行拼装，完成环向拼缝连接后，再进行纵向拼缝连接。

**8.3.2** 分块构件的连接可分为现浇混凝土湿接缝、承插式、插孔式、预应力筋连接和螺栓连接等连接方式。

**8.3.3** 分块构件采用现浇混凝土湿接缝连接时，湿接缝处预制构件表面应作成粗糙面，湿接缝钢筋宜采用环形扣合锚接钢筋；湿接缝混凝土宜采用比预制构件高一个等级的微膨胀混凝土；湿接缝混凝土应振捣密实，与两侧预制构件结合紧密。

**8.3.4** 预制内墙与底板采用承插式连接时，应预先在底板设置插槽及齿键槽，预制内墙的底部应按设计要求设置齿键。预制内墙插入底板插槽前，应先在插槽底部用座浆料进行座浆，浆厚约2cm；预制内墙插入底板后，用灌浆料填实内墙与插槽壁的空隙。

**8.3.5** 预制内墙与预制顶板采用插孔式连接时，应预先在预制顶板上预留比内墙顶插筋稍大的孔洞，预制内墙制作时在顶部按设计要求预留插筋。预制顶板安装前应在预制内墙顶部用座浆料进行座浆，浆厚约2cm；预制顶板安装时，内墙预留插筋应对准顶板的预留孔洞插入，应轻提慢放，避免大力碰撞插筋；预制顶板安装后，应用灌浆料将插筋与预留孔洞的空隙填实。

**8.3.6**  采用预应力筋连接接头的分块构件连接施工应符合本标准第6.3.4条的相关规定。

**8.3.7** 采用螺栓连接接头的分块构件连接施工应符合本标准第6.3.5条的相关规定。

**8.3.8** 采用起重机械设备安装分块构件时，应符合起重吊装的相关安全技术标准，并符合本标准第6.2.4条的相关规定。

## 8.4 质量检验

I **主控项目**

**8.4.1** 分块构件连接使用的连接材料（钢筋、钢绞线、螺栓等）应符合设计文件和相关规范的规定。

**8.4.2** 分块构件采用现浇混凝土湿接缝连接方式时，后浇混凝土的强度等级应符合设计规定。

检查数量：按批检验，检验批应满足《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204-2015相关要求。

检验方法：按现行国家标准《混凝土强度检测评定标准》GB/T 50107的要求进行。

**8.4.3** 分块构件采用承插式连接方式时，预制构件端头插入插槽的深度应满足设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录。

**8.4.4** 分块构件采用插孔式连接方式时，构件预留插筋插入预留孔洞的深度应满足设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录。

**8.4.5** 分块构件采用预应力筋纵向连接时，预应力筋规格、数量、张拉应力应符合设计规定。锚固时张拉应力允许偏差值±5%。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录。

**8.4.6**  分块构件采用螺栓纵向连接时，螺栓规格、数量应符合设计规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录。

II **一般项目**

**8.4.7** 预制分块构件安装允许偏差和检查方法应符合表8.4.7的规定：

表8.4.7 分块构件安装允许偏差和检查方法（mm）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 检查项目 | | 允许偏差 | 检查方法 |
| 预制外墙、内墙 | 构件中心线与定位轴线的位置偏差 | 5 | 钢尺检查 |
| 垂直度 | H/400，且≤10 | 全站仪或吊线、钢尺检查 |
| 拼缝处错台 | 3 | 靠尺和塞尺 |
| 预制顶板、底板 | 构件中心线与定位轴线的位置偏差 | 5 | 钢尺检查 |
| 拼缝处错台 | 3 | 靠尺和塞尺 |
| 标高 | ±10 | 水准仪 |

**8.4.8**  分块构件经连接装配形成整体式管廊结构，其整体质量检验允许偏差应符合表8.4.8的规定。

**表8.4.8 分块管廊装配后的允许偏差及检验方法**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 检验项目 | | 允许偏差（mm） | 检查数量 | | 检验方法 |
| 范围 | 点数 |
| 1 | 管廊中心线对轴线的位置 | | 5 | 相邻沉降缝之间的管段，≤30m | 2 | 钢尺量 |
| 2 | 标高 | 顶板顶面 | ±10 | 2 | 水准仪测量 |
| 底板顶面 | ±10 |
| 3 | 构件垂直度 | | H/400，且≤10 | 2 | 挂垂线，钢尺量测 |
| 4 | 相邻构件平整度 | 顶板下表面、底板上表面 | 3 | 2 | 2m长钢尺、塞尺量测 |
| 侧板侧表面 | 5 |

注：H为管廊结构的总高度。

# 9 节段预制管廊的顶进

**9.1 一般规定**

**9.1.1** 施工前应对界域内工程地质、水文地质和周围管线、建(构)筑物等进行复核确认。

**9.1.2** 节段预制管廊顶进施工组织设计的编制，应根据实际情况选用合适的设备和施工工艺，并应随着工程进展根据实际情况的变化调整施工参数。

**9.1.3** 施工临时设施应根据工程特点总体布局、合理设置，应有备用动力和设备。

**9.1.4** 顶管工作井和接收井的净尺寸应满足顶管施工要求，同时应满足管廊内管线安装、附属设施安装、检修、维护等需要的空间要求。

**9.1.5** 顶管管节采用起重机吊装施工时应符合本标准第6.2.4条的相关规定。

**9.1.6** 顶管施工中应合理配置管廊内临时通风、供电、照明等装置。

**9.1.7** 顶管施工应对管廊节段结构、工作井结构和顶管沿线影响范围内的地表、邻近建筑物或构筑物及地下管线设置观测点进行监测。施工监测应符合设计要求和现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8的有关规定。

**9.1.8** 顶管机顶进过程中，应进行实施监测和信息化施工，监测信息实时反馈，发现问题应立即处理。

**9.2 顶管始发与接收**

**9.2.1** 顶管洞口的施工应符合下列规定：

1 顶管始发和接收预留洞口的位置、几何尺寸、封堵方式应符合设计文件和施工方案的规定；

2 顶管工作井洞口施工影响范围内的土层应按设计要求进行预加固处理，始发和接收前应检查加固处理后的土体强度和渗漏水情况；

3 洞门凿除后应及时将顶管机推入洞门，刀盘抵住掌子面，并设置止退装置；

4 洞口应设置止水装置，止水装置应与工作井壁内的预埋件焊接牢固，宜用膨胀材料填充间隙；顶管结束后，管节与洞口的间隙应立即封堵。

**9.2.2** 洞口始发时，顶管机与后续2节～3节管之间应进行有效连接。

**9.2.3** 接收井内宜设置略低于管节底的导轨。当地下水位高、可能发生管涌或流砂时，应采用水下接收方式。

**9.2.4** 顶管始发应符合下列规定：

1 顶管机穿越始发洞口加固区时，始发洞口内应注满浓泥浆，顶进速度宜控制在2mm/min～3mm/min；

2 顶管机穿越始发洞口加固区之前应在机外壳两边焊接支座，并应保持与导轨面齐平；

3 顶管始发出洞时应均匀增加顶推力；

4 初始顶进时应有防止顶管机后退措施；

5初始顶进时宜使用下层千斤顶液压油缸顶进。

**9.2.5** 顶管接收应符合下列规定：

1 顶管机接近接收井洞口加固区前，应加强测量顶进长度和管位偏差；

2顶管机进入接收井洞口加固区时，应控制顶进速度在2mm/min～3mm/min，接近接收井洞口时，应拆除洞口支护结构并清除洞口障碍物。

**9.3 顶管顶进**

**9.3.1** 施工作业前应针对下列风险因素制定应急预案：

1 顶管机穿越管线与地面复杂环境引起管线或地表发生沉降、隆起偏大的风险；

2 施工期间存在突然停电、停水等影响工程质量或安全的风险；

3 施工期间存在不可预见恶劣水文气候条件对工程产生不利影响的风险；

4 施工现场机械设备产生故障的风险；

5 施工现场的不良地质风险；

6 施工过程中可能对周边环境造成的其他风险。

**9.3.2** 顶管施工测量应建立地面与地下测量控制系统，并应符合下列规定：

1 控制点应设置在不易扰动、视线清楚、方便校核的位置，并应采取保护措施；

2 测量使用的仪器应检查校正，精度应符合现行国家标准《工程测量规范》GB 50026的有关规定；

3施工中应对顶进方向的高程偏差、轴线偏差、顶管顶进的姿态和顶进长度等参数进行测量。

**9.3.3** 土压平衡矩形顶管顶进施工应符合下列规定：

1 顶进前，应根据顶进管廊覆土厚度、土体性质、地下水埋深等因素确定土舱压力控制值；

2 顶进中，应根据土舱压力的变化，调节排土速度与顶进速度，使土舱压力始终保持在预设范围内；

3 应根据不同的土质采取不同的渣土改良方法；

4 开顶时，应先启动刀盘转动，再启动油缸推进；停顶时，应先停止油缸推进，再停止刀盘转动；

5 顶进中，应同步向管外壁注入触变泥浆，并应根据泥浆的损失适当补充注浆；

6 顶进过程中，应随时对顶进机位置进行测量定位，及时纠偏；

7 土压平衡顶管机在遇到中粗砂、砂卵石层等地层时，应通过设在顶管机刀盘和胸板上的注浆孔向土舱内注入改良用的黏土等作泥材料制成的浆液，并应符合下列规定：

1）土质的渗透系数较大时，配置的泥浆应具有较大的粘度，C型粘度计值宜为8000cp～10000cp，比重宜为1.30～1.50；

2）泥浆的注入量宜为渣土体积15%～30%，应根据螺旋出土机所排渣土的状况确定，改良后的土体应具有良好的塑性、流动性以及止水性；

3）对不同的土质应选用不同的泥浆配比、注入不同的泥浆量；

4）泥浆注入应有专人负责，注入压力、注入量、泥浆配比等数据应有详细的记录，并通过初始推进阶段试验以后确定注入压力、注入量、泥浆配比等施工参数。

8 渣土改良后的效果及作用应符合下列规定：

1）渣土改良后的渣土应呈流塑状或膏状，并应平稳控制土压，开挖面地表不应出现大的隆起或沉降；

2）渣土改良后应降低土体的内摩擦角，增加土体的流动性，减小土体对刀具、面板、土仓、螺旋出土机的磨损；

3）改良剂应加注到刀盘前方，切削土体应经过刀盘及搅拌棒的搅拌，土仓内的土体通过刀盘充分搅拌后应达到较好的流塑性，并可从螺旋机口顺利排出。

9 矩形土压平衡顶管机掌子面防结泥饼应采取下列措施：

1）应在顶管机刀盘和胸板上加强高压喷嘴注浆；

2）应在顶管机掌子面前方注入具有减粘性和强润滑性的改良浆液；

3）应在机头前方适当加大渣土改良剂的用量；

4）可适当调高刀盘转速。

10 顶管贯通后，应向管外壁注入土体固结浆置换触变泥浆；

11 距离地下管线、建筑物或构筑物基础较近时，应适当降低顶进速度；

12 当周边环境对土体变形有要求严格时，应进行土体变形监测，并应根据监测数据实时调整顶进参数。

**9.3.4** 泥水平衡矩形顶管顶进施工应符合下列规定：

1 顶进前，应根据顶管覆土厚度、土体性质、地下水埋深等因素确定泥水舱压力控制值；

2 顶进中，应根据泥水舱压力的变化调节进水速度、排泥速度与顶进速度，泥水舱压力应保持在预设值以内；

3 开顶时，应先启动进、排泥泵，进行机内循环，然后进行机外循环，再启动刀盘转动，最后启动油缸推进；停顶时，应先停止油缸推进，然后进行机外循环，再停止刀盘转动，转到机内循环，最后关闭进、排泥泵；

4 对顶管机内进水阀、排泥阀、旁通阀操作时，不应将所有的阀同时处于“关”的状态，并应符合下列规定：

1）从机内循环转换到机外循环时，应先打开进水、排泥直通阀，然后再关闭转换阀；

2）从机外循环状态转换到机内循环状态时，应先打开转换阀，再关闭进水、排泥阀。

5 顶进中，应同步向管外壁注入触变泥浆，并应根据泥浆的损失适当补充注浆；

6 顶进过程中，应随时对顶管机位置进行测量定位，及时纠偏；

7 矩形泥水平衡顶管机排渣应符合下列规定：

1）泥水循环排土时，宜采用泥水分离器分离混合泥浆中的渣土；

2）每段管节正常顶进完成后，在停机前宜对进排浆管内的泥浆进行内循环，管内泥渣应全部排出；

3）拆卸泥浆管时，应关闭顶管机泥水循环截止阀；

4）应根据进排浆泵的泵送能力设置中继泵；

5）在粉细砂层顶进时，应增加循环泥浆的浓度，并应过滤掉粒径大于20mm的砂砾。

8 顶管贯通后，应向管外壁注入土体固结浆、置换触变泥浆；

9 距离地下管线、地下和地上建筑物或构筑物较近时，应适当降低顶进速度；

10当周边环境对土体变形有要求严格时，应进行土体变形监测，并应根据监测数据随时调整顶进参数。

**9.3.5** 顶管顶进时应符合下列规定：

1 初始顶进速度宜控制在5mm/min～10mm/min；

2 正常顶进时，顶进速度宜控制在10mm/min～20mm/min；顶进时应不断调整顶进速度，优选顶进速度、正面土压力、出渣量的最佳匹配值；

3土压平衡式顶管机土舱内的土压力值应控制在顶管机所处土层的主动土压力值与被动土压力值之间；

4 顶进时，对土舱内的控制土压力应将实测值与计算值做比较，修正计算值；

5 泥水平衡式顶管机正面泥水压力宜比水土压力高出0.01MPa～0.03MPa；

6应统计每节管节的出渣量，实际出渣量应与理论出渣量保持一致。

**9.3.6** 顶管始发通过始发井加固区后应进行试验段顶进，试验段宜取距离始发井始发加固区不小于1倍顶管机长度，并通过现场实测数据调整施工参数和匹配关系。

**9.3.7** 顶管顶进过程中，应遵循“勤测量、勤纠偏、微纠偏”的原则，控制矩形顶管机前进方向和姿态，并应根据测量结果分析偏差产生的原因和发展趋势，确定纠偏的措施。顶管顶进姿态控制应符合下列规定：

1 顶进施工过程中应对顶管水平轴线、高程、偏转、顶管机姿态等进行测量，并应对测量控制基准点进行复核，发生偏差时应立即纠正；

2顶进结束后应全线复测、绘制管节顶进轨迹图，并应由施工技术人员检查复核。

3 通过主刀盘的正反转来调整机身扭转的姿态；

4 通过顶管机壳顶底板的预留孔向机壳外侧高压压注复合胶泥，提供反转力矩来调整机身扭转的姿态。

**9.3.8** 施工参数记录应符合下列规定：

1 顶管始发前应测量顶管机头的轴线和标高，并应将测量数据及时反馈进行调整；

2 顶进施工中的原始数据记录应连续、真实、完整；

3原始记录和测量分析资料应完整存档。

**9.3.9** 顶管顶进过程中应采取减小管壁摩擦阻力的措施，宜采用向管外壁与土体间注入润滑泥浆的方式减阻。注浆减阻应符合下列规定：

**1** 注浆应选择优质的触变泥浆材料；

**2** 矩形顶管管节上应合理布置注浆系统，确保顶进时管外壁和土体之间的间隙能形成稳定、连续的泥浆套，施工期间泥浆应保持不失水、不沉淀、不固结；

**3** 触变泥浆的配合比，应结合顶管穿越地层的特性、地下水条件、触变泥浆的技术指标等因素确定，并应符合表9.3.9的要求；

**表9.3.9 触变泥浆技术指标**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 指标 | 单位 | 技术要求 | 测试方法 |
| 动力粘度 | Pa•s | ＞30 | 旋转式粘度计测定 |
| 滤失量 | cm3/30min | ＜25 | 滤失量测定仪测定 |
| 比重 | g/cm3 | 1.1～1.15 | 泥浆比重计测定 |
| pH值 | — | 8～10 | pH试纸直接测定或取滤液用pH计测定 |
| 含砂量 | % | ＜3 | 含砂率计测定 |
| 稳定性 | — | 静止24h无析水 | 稳定性测定仪测定 |
| 静切力 | Pa | 100左右 | 浮筒切力计测定 |

4 注浆应遵循“同步注浆与补浆相结合”和“先注后顶、随顶随注、及时补浆”的原则。在注浆过程中，应根据减阻效果和控制地面变形的实际监测数据调整注浆流量和注浆压力等工艺参数；

5 注浆设备和管路应可靠，应具有足够的耐压和良好的密封性能；

6 长距离顶管注浆时宜使用低压力、大流量，补浆时可使用高压力、小流量；

7 注浆管出口应设单向阀，出口压力应大于地下水压力，在砂性土中顶进时，单向阀宜加装在注浆孔的管道外侧。

**9.3.10** 安装管节时，主推油缸在缩回前应对已顶进的管节采取止退措施。

**9.3.11** 顶进过程应连续进行，遇下列情况之一时，应暂停顶进、分析处理，并应采取防止顶管机前方塌方的措施：

1 顶管机前方遇到不明障碍物；

2 后背墙变形严重；

3 顶铁发生扭曲现象；

4 管位偏差过大且纠偏无效；

5 顶推力超过管材的允许推力；

6 油泵、油路发生异常现象；

7 管节接缝、中继间出现渗漏；

8 地层、邻近建筑物或构筑物、管线等周围环境的变形量超出允许控制值。

**9.3.12** 当顶管施工穿跨建筑物、构筑物、轨道交通、铁路、公路、堤岸、重要地下管线及遇到地下障碍物等时，应进行安全评估并采取措施。

**9.4 质量检验**

**Ⅰ 主控项目**

**9.4.1** 管节及附件等工程材料的产品质量应符合设计文件和本标准第4章的有关规定。

检验方法：检查产品质量合格证明书、各项性能的检验报告，检查产品制造原材料质量保证资料；检查产品进场验收记录。

检查数量：全数检查。

**9.4.2** 接口橡胶圈安装位置应正确，不应有位移、脱落现象；

检验方法：逐个接口观察。

检查数量：全数检查。

**9.4.3** 管节及接口应无破损、无裂缝；

检验方法：逐节观察。

检查数量：全数检查。

**Ⅱ 一般项目**

**9.4.4** 顶管管廊应无水珠、滴漏、线流等明显渗水现象。

检验方法：逐节观察。

检查数量：全数检查。

**9.4.5** 管节接口允许偏差应符合表9.4.5的规定。

检验方法：钢尺量测。

检查数量：全数检查。

**表9.4.5 管节接口允许偏差（mm）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | | 允许偏差 |
| 相邻管间错口 | 上下错口 | 0.5%H，且≤10 |
| 左右错口 | 0.5%B，且≤20 |

注：H为管节高度（mm），B为管节宽度（mm）。

**9.4.6** 管节接口嵌缝的质量除应符合现行国家标准《地下防水工程质量验收规范》GB 50208的有关规定外，管节接口嵌缝的厚度和表面粘结力的允许偏差尚应符合表9.4.6的规定。

检验方法：量测。

检查数量：全数检查。

**表9.4.6 管节接口嵌缝的厚度和表面粘结力的允许偏差**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 允许偏差 |
| 1 | 厚度 | 0，+3mm |
| 2 | 与砼表面粘结力 | 将嵌缝密封胶在缝中切断，用手以90°从一端拉起，胶条断裂或粘结剥离有效面积比≥60%为合格 |

注：粘结剥离有效面积比是指密封胶从槽中拉起时，两侧胶面扯裂面积加砼剥离附着面积之和与两侧总面积之比。

**9.4.7** 矩形顶管管廊轴线允许偏差应符合表9.4.7的规定。

检验方法：量测。

检查数量：全数检查，每节1点。

**表9.4.7 矩形顶管管廊轴线允许偏差（mm）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 顶进长度L  （m） | 顶管底面高程 | 平面 | 矩形管节旋转 |
| <100 | ±50 | ±80 | ±80 |
| 100≤*L*≤*200* | ±80 | ±100 | ±80 |
| >200 | ±80 | ±150 | ±80 |

注：管节旋转指截面底板顶面中线高程与单侧角点底板顶面高程差。

# 10 防水工程施工

## 10.1 一般规定

**10.1.1** 管廊防水工程所用防水材料及配套材料的品种、规格、性能及进厂检验应符合相关现行国家、行业标准的规定及设计要求。

**10.1.2** 防水材料的施工环境条件应符合下列规定：

1 极端天气不得进行露天施工。

2 密封胶施工温度宜为10℃~35℃。

**10.1.3** 管廊各类孔口、防水保护层、阴阳角处的构造措施及施工要求应符合现行国家标准《地下防水工程质量验收规范》GB 50208的有关规定。

**10.1.4** 管廊防水工程的施工应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108的规定，施工质量应符合现行国家标准《地下防水工程施工质量验收规范》GB 50208的规定。

**10.1.5** 竣工验收前应进行全面检查，并应对渗漏水缺陷部位进行治理，治理后的防水效果应符合工程设计防水等级的要求。

**10.1.6** 构件之间、构件与现浇结构之间的接缝应满足密封防水、适应变形、施工方便、检修容易等要求，接缝的防水构造应满足设计要求。

## 10.2 防水施工

**10.2.1** 管廊外设卷材防水层的施工应符合下列规定：

1 侧墙及顶板部位的外设防水层的施工宜在节段拼接缝检漏合格后进行；

2 底板防水层的甩槎宜设置在混凝土垫层上，甩槎部位的防水层表面应设置隔离层及临时保护措施，保护措施宽度不应小于350mm。底板与侧墙部位防水层的搭接宽度不应小于150mm；

3 拼接缝、变形缝处的加强层应满足设计要求；

4 防水层的基层应坚实、平整、清洁，无孔洞、无裂缝、无灰尘、无油脂，阴角处宜做成圆弧或45°坡角，干燥程度应符合所选择材料的施工要求；

5 侧墙及顶板防水层施工后，应及时施工保护层。侧墙外防外贴防水层宜采用砌体保护，也可采用软质材料保护；顶板防水层应设置细石混凝土保护层。

**10.2.2** 管廊外设涂料防水层的施工应符合下列规定：

1 防水涂料的施工应先做细部构造处理，再进行大面积施工；

2 防水涂料宜多遍均匀涂布，立面施工时宜采用抗流坠措施，两次作业的接槎宽度不应小于100mm；

3 涂膜厚度应满足设计要求，外观应均匀，不应有起鼓、针孔、漏涂；

4 涂层内铺设胎体增强材料应符合下列规定：

1）宜选用强度高且对涂料浸润性较好的胎体增强材料。

2）铺贴应平整，不应起泡、皱折。

3）涂料应浸透胎体，不应有胎体外露现象。

4）同层相邻的胎体增强材料搭接宽度不应小于100mm，上下层接缝应错开1/3幅宽。

**10.2.3** 预制管廊承插式接口的密封应符合下列规定：

1 承口及插口尺寸应满足设计要求；

2 当采用柔性矩形（弧形）承插接头时，宜在插口工作面上设置两道弹性橡胶密封圈，并应在其间预留检测孔；

3 当采用纵向锁紧承插接头时，可在插口工作面上设置两道弹性橡胶密封圈，或在承口端面上设置一道遇水膨胀橡胶复合密封条（或自粘丁基橡胶复合密封条），同时在插口工作面上设置一道弹性橡胶密封圈，两道密封措施之间应预留检测孔；

4 当采用钢承插口接头时，承口钢环和插口钢环所用钢板厚度不宜小于10mm，材质应符合现行国家标准《碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带》GB/T 3274的规定，并应采取防腐蚀措施。承口钢套环与混凝土之间宜设置遇水膨胀止水条/止水胶等防水措施，插口部位宜设置双道弹性橡胶密封圈，并宜在其间预留检测孔；

5 插口端面宜按设计要求设置聚乙烯泡沫嵌缝板衬垫，其性能应符合现行行业标准《混凝土接缝密封嵌缝板》JC/T 2255的规定。衬垫的厚度、铺设面积、压缩率等应符合设计要求；

6 弹性橡胶密封圈、遇水膨胀橡胶复合密封条、自粘丁基橡胶复合密封条等应预先安装在承口预留的沟槽中，并应环向闭合；

7 预制构件表面沟槽的形式、截面尺寸应与密封条的形式和尺寸相匹配；

8 接缝迎水面可嵌填低模量建筑密封胶，背水面宜嵌填高模量建筑密封胶；

9 预制合管廊拼装前，密封圈（条）和聚乙烯泡沫嵌缝板等应安装完毕；密封胶宜在接缝密闭性检测合格后再施工。

**10.2.4**  橡胶密封垫的施工应符合下列规定：

1 密封垫基面的混凝土应坚实，表面应平整、密实、干燥，不应有疏松、起皮、起砂；

2 预留凹槽宽度及深度应满足设计要求；

3 密封垫应紧贴混凝土表面，不得有空鼓、脱离现象；

4 密封垫接头部位应采用对接，接口应紧密，一环接头不宜超过2处。

**10.2.5** 密封胶的施工应符合下列规定：

1 接缝处密封胶的背衬材料宜选用聚乙烯泡沫塑料棒或发泡氯丁橡胶，直径不应小于缝宽的1.5倍；

2 应采用注胶器挤出并粘结在节段构件接缝表面，胶体应连续、均匀、饱满、无气泡和孔洞；

3 打胶后固化期内应采取临时保护措施；

4 当胶体出现破损、脱开或提前膨胀时，应割除损坏的胶体并重新打胶；

5 纵向缝的密封胶与横向缝的密封胶间的搭接应满足设计要求。

**10.2.6** 管廊预制构件与现浇混凝土管廊之间设置的止水带施工应符合下列规定：

1 止水带应与混凝土表面垂直设置，固定应牢固，偏差角度不应大于10°；

2 止水带在转弯处应做成转角半径不小于200mm的圆弧形；

3 橡胶止水带应采用热熔法连接，搭接宽度不应小于200 mm，搭接部位两侧止水带的纵向轴线偏差不应大于10mm；

4 止水带表面一侧的隔离膜应在浇筑混凝土前撕掉，不应过早除掉止水带表面的隔离膜。

**10.2.7** 节段预制顶进管廊的防水施工应符合下列规定：

1 顶管接头应设置密封圈。密封圈在施工和运营中，应保持在设计水压作用下不渗漏；

2 混凝土顶管接头宜采用钢承口接头和双插口接头，钢承口和双插口的套环宜采用Q235B材质，钢承口接头等钢构件的防腐要求应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》GB50046的规定；

3 钢承口接头的钢套环一端与混凝土管节的结合面应设置遇水膨胀止水条（胶），钢套环的另一端与后续管节外弧面的槽口内应设置密封圈，止水条与密封圈的安装位置应准确；

4 钢筋混凝土管插口橡胶密封圈槽口处的混凝土表面应平整、密实。当槽口处混凝土有气孔、裂纹和合缝漏浆缺陷时，应进行修补。

## 10.3 质量检验

I **主控项目**

**10.3.1** 防水卷材、防水涂料、橡胶密封垫、密封胶、止水带等材料规格及质量应满足设计要求；

检查数量：按现行国家标准《地下防水工程施工质量验收规范》GB 50208的规定。

检验方法：检查产品合格证、产品性能检测报告和材料进场检验报告。

**10.3.2** 涂料防水层的平均厚度应满足设计要求，最小厚度不得小于设计厚度的90%。

检查数量：每100m2抽查l处。

检验方法：用针测法检查。

**10.3.3**  卷材防水层、涂料防水层在转角处、变形缝、接缝、施工缝、穿墙管等部位做法应满足设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录。

II **一般项目**

**10.3.4** 卷材防水层的搭接应粘贴牢固，密封严密，不得有扭曲、皱折、翘边和起泡等缺陷；搭接宽度和长度满足要求。

检查数量：每100m2抽查l处，每处10m2，且不得少于3点。

检验方法：观察；尺量。

**103.5** 涂料防水层应与基层粘结牢固，涂刷均匀，不应流淌、鼓泡、露槎；涂层间夹铺胎体增强材料时，防水涂料胎体应充分浸透，不应露胎体、翘边和皱折。

检查数量：每100m2抽查l处。

检验方法：观察。

**10.3.6** 卷材防水层、涂料防水层的保护层应与防水层结合紧密，保护层材料及厚度应满足设计要求。

检查数量：每100m2抽查l处。

检验方法：观察，检查施工记录，尺量。

**10.3.7** 橡胶密封垫应与基层密贴，不得出现空鼓、翘边等现象。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录。

**10.3.8** 密封胶应连续、均匀、饱满，无气泡和孔洞，密封胶的宽度及厚度应满足设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录。

**10.3.9** 嵌填密封材料的缝内两侧基面应平整、洁净、干燥，并应涂刷基层处理剂；嵌缝底部应设置背衬材料；密封材料嵌填应严密、连续、饱满，粘结牢固。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录。

# 11 工程验收

**11.0.1** 施工前，施工单位应会同建设、质监和监理等单位确认构成建设项目的单位（子单位）工程、分部（子分部）工程、分项工程和检验批，作为施工质量检验、验收的基础。

**11.0.2** 单位(子单位)工程、分部(子分部)工程、分项工程和验收批的划分可按本标准附录A执行。

**11.0.3**  工程施工质量验收应在施工单位自检基础上，按验收批、分项工程、分部(子分部)工程、单位(子单位)工程的顺序分别填写附录B记录表进行，并应符合下列规定：

1 工程施工质量应符合本标准和相关专业验收标准的规定；

2 工程施工质量应满足工程勘察、设计文件的要求；

3 参加工程施工质量验收的各方人员应具备相应的资格；

4 工程施工质量的验收应在施工单位自行检查，评定合格的基础上进行；

5 隐蔽工程在隐蔽前应由施工单位通知监理等单位进行验收，并形成验收文件；

6 涉及结构安全和使用功能的试块、试件和现场检测项目，应按规定进行平行检测或见证取样检测；

7 验收批的质量应按主控项目和一般项目进行验收；每个检查项目的检查数量，除本标准有关条款有明确规定外，应全数检查；

8 对涉及结构安全和使用功能的分部工程应进行试验或检测；

9 承担检测的单位应具有相应资质；

10 外观质量应由质量验收人员通过现场检查共同确认。

**11.0.4** 验收批质量验收合格应符合下列规定：

1 主控项目的质量经抽样应全部检验合格；

2 一般项目中的实测(允许偏差)项目抽样检验的合格率应达到80％，且超差点的最大偏差值应在允许偏差值的1.5倍范围内；

3 主要工程材料的进场验收和复验合格，试块、试件检验合格；

4 主要工程材料的质量保证资料以及相关试验检测资料齐全、正确；具有完整的施工操作依据和质量检查记录。

**11.0.5** 分项工程质量验收合格应符合下列规定：

1 分项工程所含的验收批质量验收应全部合格；

2 分项工程所含的验收批的质量验收记录应完整、正确；有关质量保证资料和试验检测资料应齐全、正确。

**11.0.6** 分部(子分部)工程质量验收合格应符合下列规定：

1 分部(子分部)工程所含分项工程的质量验收全部合格；

2 质量控制资料应完整；

3 分部(子分部)工程中，有关安全、节能、环境保护和主要使用功能的检验和抽样检测结果应符合本标准的有关规定；

4 外观质量验收应满足要求。

**11.0.7** 单位(子单位)工程质量验收合格应符合下列规定：

1 单位(子单位)工程所含分部(子分部)工程的质量验收全部合格；

2 质量控制资料应完整；

3 单位(子单位)工程所含分部(子分部)工程有关安全及主要使用功能的检测资料应完整；

4 涉及主要使用功能试验应符合相关规定；

5 外观质量验收应符合要求。

**11.0.8** 工程质量验收不合格时，应按下列规定处理：

1 经返工重做的验收批，应重新进行验收；

2 经有相应资质的检测单位检测鉴定能够达到设计要求的验收批，应予以验收；

3 经有相应资质的检测单位检测鉴定达不到设计要求，但经原设计单位验算认可，能够满足结构安全和使用功能要求的验收批，可予以验收；

4 经返修或加固处理的分项工程、分部(子分部)工程，改变外形尺寸但仍能满足结构安全和使用功能要求，可按技术处理方案文件和协商文件进行验收。

**11.0.9** 通过返修或加固处理仍不能满足结构安全或使用功能要求的分部(子分部)工程、单位(子单位)工程，不得验收。

**11.0.10** 验收批及分项工程应由专业监理工程师组织施工项目的技术负责人(专业质量检查员)等进行验收。

**11.0.11** 分部（子分部）工程应由总监理工程师组织施工单位项目负责人和项目技术负责人等进行验收。

**11.0.12**  单位工程完工后，施工单位应组织有关人员进行自检。总监理工程师应组织各专业监理工程师对工程质量进行竣工预验收。存在施工质量问题时，应由施工单位整改。整改完毕后，由施工单位向建设单位提交工程竣工报告，申请工程竣工验收。

**11.0.13**  单位工程有分包单位施工时，分包单位对所承包的工程应按本标准的规定进行验收，验收时总承包单位应派人参加；分包工程完成后，应及时地将有关资料移交总承包单位。

**11.0.14**  对符合竣工验收条件的单位工程，应由建设单位按规定组织验收。施工、勘察、设计、监理等单位等有关负责人以及该工程的管理或使用单位有关人员应参加验收。

**11.0.15**  参加验收各方对工程质量验收意见不一致时，可由工程所在地建设行政主管部门或工程质量监督机构协调解决。

**11.0.16** 单位工程质量验收合格后，建设单位应按规定将竣工验收报告和有关文件，报工程所在地建设行政主管部门备案。

**11.0.17** 工程竣工验收后，建设单位应将有关文件和技术资料归档。

**11.0.18** 工程应经过竣工验收合格后，方可投入使用。

# 附录A 综合管廊分部、分项工程和检验批划分表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单位工程 | 子单位工程 | 分部工程 | 子分部工程 | 分项工程 | 检验批 |
| 综合管廊工程 | 土建结构 | 地基与基础 | 基坑支护 | 灌注桩排桩围护墙，板桩围护墙，咬合桩围护墙，型钢水泥土搅拌墙，土钉墙，水泥土重力式挡墙，内支撑，锚杆（索） | 按施工段  （≤200m） |
| 土方工程 | 土方开挖、土方回填 |
| 地基处理 | 砂和砂石地基，水泥土搅拌桩地基，注浆地基，水泥粉煤灰碎石桩地基 |
| 节段预制管廊  主体结构 | 预制 | 模具制作安装，钢筋加工安装，混凝土浇筑 | 每构件 |
| 装配 | 预制构件安装、预制构件连接 | 相邻沉降缝之间的管段，且≤10个节段 |
| 叠合预制管廊  主体结构 | 预制 | 模具制作安装，钢筋加工安装，混凝土浇筑 | 同工班、同类型每10个构件 |
| 装配 | 预制构件安装、钢筋制安、模板安装、混凝土浇筑、预制构件连接 | 相邻沉降缝之间的管段，且≤30m |
| 分块预制管廊  主体结构 | 预制 | 模具制作安装，钢筋及预埋件加工安装，混凝土浇筑，开模起吊存放 | 同工班、同类型每10个构件 |
| 装配 | 预制构件安装、预制构件连接、钢筋制安、模板安装、混凝土浇筑 | 相邻沉降缝之间的管段，且≤30m |
| 防水工程 | 防水工程 | 卷材防水层，涂料防水层，细部防水构造，水泥砂浆防水层，防水保护层 | 每100m |
| 附属构筑物 | 附属构筑物 | 检查井，人员出入口，逃生口，吊装口，进风口，排风口 | 每类构筑物（不多于10个） |

**注：本标准不涉及综合管廊的消防、通风、供电、照明等附属设施的施工及验收**

# 附录B 质量验收记录

**B.0.1** 检验批的质量验收记录由施工项目专业质量检查员填写，专业监理工程师（建设项目专业技术负责人）组织施工项目专业质量检查员、工长等进行验收，并按表B.0.1记录。

表B.0.1 检验批质量验收记录表

编号:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | |  | | | | | | | | 分部工程名称 | | | | |  | | | | 分项工程名称 | | | |  |
| 施工单位 | |  | | | | | | | | 项目经理 | | | | |  | | | | 专业工长 | | | |  |
| 检验批名称、部位 | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 专业分包单位 | |  | | | | | | | | 专业分包项目经理 | | | | |  | | | | 施工班组长 | | | |  |
| 主  控  项  目 | 质量验收规范规定的检查项目及验收标准 | | | 施工单位检查评定记录 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 监理(建设)  单位验收记录 | |
| 1 |  | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | |  | |
| 2 |  | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 |  | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 |  | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 |  | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  | |  |  | 合格率 | |
| 6 |  | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  | |  |  | 合格率 | |
|  |  | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | |  | |
| 一般项目 | 1 |  | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | |  | |
| 2 |  | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 |  | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 |  | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  | |  |  | 合格率 | |
| 5 |  | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  | |  |  | 合格率 | |
| 6 |  | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  | |  |  | 合格率 | |
|  |  | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | |  | |
| 施工单位  检查评定  结果 | | 工长（施工员）：  项目专业质量检查员：　　　　　　　　　　　年　　　月　　日 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 监理(建设)  单位验收  结论 | | 专业监理工程师  （建设单位项目专业技术负责人）　　　　　　　年　　　月　　日 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**B.0.2** 分项工程质量应由专业监理工程师（建设项目专业技术负责人）组织施工项目专业技术负责人等进行验收，并按表B.0.2记录。

表B.0.2 分项工程质量验收记录表

编号：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | |  | 分项工程名称 | | |  | 检验批数 |  |
| 施工单位 | |  | 项目经理 | | |  | 项目技术负责人 |  |
| 专业分包单位 | |  | 专业分包单位负责人 | | |  | 施工班组长 |  |
| 序号 | 检验批名称、部  位 | 施工单位检查  评定结果 | | 监理(建设)单位验收结论 | | | | |
| 1 |  |  | |  | | | | |
| 2 |  |  | |  | | | | |
| 3 |  |  | |  | | | | |
| 4 |  |  | |  | | | | |
| 5 |  |  | |  | | | | |
| 6 |  |  | |  | | | | |
| 7 |  |  | |  | | | | |
| 8 |  |  | |  | | | | |
| 9 |  |  | |  | | | | |
| 10 |  |  | |  | | | | |
| 11 |  |  | |  | | | | |
| 12 |  |  | |  | | | | |
|  |  |  | |  | | | | |
|  |  |  | |  | | | | |
| 检  查  结  论 | 施工员：  项目专业质量员：  年　 月　 日 | | | 验  收  结  论 | 专业监理工程师  （建设项目专业技术负责人）  年　　月　　日 | | | | |

**B.0.3** 分部（子分部）工程质量应由总监理工程师组织施工单位项目负责人和项目技术负责人以及有关单位的项目负责人进行验收，并按表B.0.3记录。

表B.0.3 分部（子分部）工程质量验收记录表

编号:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | |  | | | 分部（子分部）工程名称 |  |
| 施工单位 | |  | 技术部门负责人 |  | 质量部门负责人 |  |
| 专业分包单位 | |  | 专业分包单位负责人 |  | 专业分包技术负责人 |  |
| 序号 | 分项工程名称 | | 检验批数 | 施工单位检查评定 | 验　收　意　见 | |
| 1 |  | |  |  |  | |
| 2 |  | |  |  |
| 3 |  | |  |  |
| 4 |  | |  |  |
| 5 |  | |  |  |
| 质量控制资料 | | |  | |  | |
| 安全和功能检验  （检测）报告 | | |  | |  | |
| 观感质量验收 | | |  | |  | |
| 验  收  单  位 | 专业分包单位 | | 项目经理　　　　 年　　月　　日 | | | |
| 施工单位 | | 项目经理　　　　 年　　月　　日 | | | |
|  | |  | | | |
|  | |  | | | |
| 监理（建设）单位 | | 总监理工程师（项目负责人专业技术负责人）　　　 年　　月　　日 | | | |

# 本标准用词说明

**1**为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

**1)**表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

**2)**表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

**3)**表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”或“可“，反面词采用“不宜”；

**4)**表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

**2**条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

# 引用标准名录

1. 《钢结构设计标准》GB 50017
2. 《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205
3. 《钢结构焊接规范》GB 50661
4. 《碳素结构钢》GB/T 700
5. 《热轧型钢》GB/T 706
6. 《热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 709
7. 《低合金高强度结构钢》GB/T 1591
8. 《冷弯波纹钢管》GB/T 34567
9. 《公路桥涵用波形钢板》JT/T 710
10. 《公路涵洞通道用波纹钢管（板）》JT/T 791
11. 《地下工程防水技术规范》GB 50108
12. 《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202
13. 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
14. 《地下防水工程施工质量验收规范》GB 50208
15. 《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476
16. 《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666
17. 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
18. 《预拌混凝土》GB/T 14902
19. 《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18
20. 《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55
21. 《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107
22. 《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120
23. 《混凝土结构用钢筋间隔件应用技术规程》JGJ/ T 219
24. 《城市综合管廊工程施工及质量验收规范》DB11/T 1630
25. 《装配式混凝土综合管廊工程技术规程》DB22/JT 158
26. 《青海省波纹钢综合管廊施工技术规范》DB63T 1845

**广东省标准**

**装配式综合管廊施工及验收标准**

**DBJ XXXX-202X**

**条文说明**

# 制 定 说 明

《装配式综合管廊施工及验收标准》经广东省住房和城乡建设厅2022 年 月 日以公告批准、发布。

本标准制定过程中，编制组进行了认真细致的调查研究，总结了我国预制装配综合管廊工程施工的实践经验，同时参考了现行国家标准及行业标准，为我省装配式综合管廊工程施工提供依据。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《装配式综合管廊施工及验收标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明供使用者参考，但是本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

**目 次**

[1 总则 74](#_Toc4597)

[2 术语 75](#_Toc18051)

[3 基本规定 76](#_Toc23384)

[4 混凝土构件的预制、存放和运输 77](#_Toc23433)

[4.1 一般规定 77](#_Toc23638)

[4.2 材料 77](#_Toc23941)

[4.4 钢筋工程 77](#_Toc30757)

[4.5 混凝土浇筑、脱模 78](#_Toc4838)

[4.6 构件养护 78](#_Toc29487)

[4.7 构件质量检验 78](#_Toc12129)

[4.8 存放及运输 79](#_Toc22424)

[5 基坑（槽）与地基基础 80](#_Toc11456)

[5.1 一般规定 80](#_Toc22351)

[5.2 基坑（槽）工程 80](#_Toc24385)

[5.3 地基与基础工程 80](#_Toc24446)

[5.4 基坑回填 81](#_Toc18877)

[5.5 质量检验与控制 81](#_Toc28811)

[6 节段预制管廊的装配 82](#_Toc6191)

[6.2 节段管廊安装 82](#_Toc9993)

[6.3 节段管廊连接 83](#_Toc6999)

[7 叠合预制管廊的装配 86](#_Toc1355)

[7.1 一般规定 86](#_Toc13960)

[7.2 叠合构件安装 86](#_Toc19062)

[8 分块预制管廊的装配 87](#_Toc30954)

[8.1 一般规定 87](#_Toc19272)

[8.2 分块构件安装 88](#_Toc9646)

[8.3 分块构件连接 88](#_Toc8684)

[9 节段预制管廊的顶进 90](#_Toc30099)

[9.1 一般规定 90](#_Toc17918)

[9.2 顶管始发与接收 91](#_Toc24488)

[9.3 顶管顶进 91](#_Toc16668)

# 1 总则

**1.0.2** 本标准适用于装配式钢筋混凝土综合管廊，不涉及装配式钢结构综合管廊。装配式钢筋混凝土管廊分为明挖法和顶管法两种工法，其中明挖法装配式式管廊包括节段预制管廊、叠合预制管廊和分块预制管廊等。本标准主要的内容包括管廊结构的土建工程施工及质量验收，本标准不涉及综合管廊的消防、通风、供电、照明、监控、排水等附属设施的施工及验收，附属设施的施工及验收可参照现行国家标准《城市综合管廊工程技术规范》GB 50838的相关规定执行。

**1.0.3** 主要涉及下列规范：《城市综合管廊工程技术规范》GB 50838、《地下工程防水技术规范》GB 50108、《城市综合管廊运营服务规范》GB∕T 38550、《城市地下综合管廊运行维护及安全技术标准》GB 51354、广东省标准《城市综合管廊工程技术规程》DBJ/T15-188等。

# 2 术语

**2.0.5** 节段预制管廊的节段包括两种情况，第一种是管廊节段全断面预制，每一节管廊就是一个预制构件；第二种是管廊节段在横断面分上、下两部分进行预制，每部分叫做节段构件，这样每节段管廊由两个节段构件组合而成。考虑到运输和起吊条件，每个管廊节段的长度一般为2.0m~3.0m。

对于分上、下两部分进行预制的节段管廊，在预制厂内，先制作节段构件，节段构件为预制管廊的基本制作单元；上节段构件和下节段构件在现场组合成一个完整的节段后，就可与已完成安装的管廊进行纵向装配，节段为节段预制管廊的基本装配单元。

**2.0.12、2.0.13** 按构件混凝土浇筑成型时，其节长方向与水平方向关系的不同，可分为卧式模具和立式模具。本两条规定了立式模具和卧式模具的定义，模具主要由底座（兼作底模）、侧模、承插口端模、内模及其他辅助系统组成。

**2.0.15** 预拌流态固化土的主要成分是土、固化剂和水，可根据土质和设计要求加入掺合料和外加剂。填筑料中的土，也可采用建筑垃圾等进行替代。预拌流态固化土的流动性是其最重要的一个特点，特别是对于狭窄基槽，为方便浇筑施工，需考虑采用大流动性的填筑拌合料。

# 3 基本规定

**3.0.1**  依据《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住建部37号令）、《住房城乡建设部办公厅关于实施<危险性较大的分部分项工程安全管理规定>有关问题的通知》（建办质〔2018〕31号文）、《广东省住房和城乡建设厅关于印发房屋市政工程危险性较大的分部分项工程安全管理实施细则的通知》（粤建规范〔2019〕2号），对于超过一定规模的危大工程，施工单位应当组织召开专家论证会对专项施工方案进行论证。

# 4 混凝土构件的预制、存放和运输

## 4.1 一般规定

**4.1.1~4.1.2** 预制构件制作前，建设单位应组织设计、生产、施工单位进行技术交底。如预制构件技术详图无法满足制作要求，应进行深化设计和施工验算，完善预制构件制作详图和施工装配详图，避免在构件加工和施工过程中，出现错、漏、碰、缺等问题。对应预留的孔洞及预埋部件，应在构件加工前进行认真核对，以免现场剔凿，造成损失。

进行构件预制时，既要遵循设计图纸，又要充分考虑施工方法及综合管廊的功能之后再进行预制。预制过程中需要注意构件的连接面，其平面度和直角度的精度下降会造成漏水和构件顶端的破损，同时在预制时要特别注意模具的管理。

## 4.2 材料

**4.2.3** 实际生产过程中用于混凝土的水泥不应有风化、结块现象，水泥贮存期在3个月以内，且做到先到先用。对过期或对水泥质量有怀疑时，可复验其强度等级、标准稠度用水量、凝结时间和体积安定性。

综合管廊结构长期受地下水，地表水的作用，为改善结构的耐久性，避免碱骨料反应，具体给出混凝土中的氯离子含量和含碱量的控制量。现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 5010和《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476中，对防水混凝土总碱含量予以限制。若混凝土中水泥和外加剂中含碱量高，遇到混凝土中的集料具有碱活性时，即有引起碱骨料反应的危险，因此在地下工程中应对所用的水泥和外加剂的含碱量有所控制。

**4.2.17**  预制构件起吊用预埋件，需要同时考虑脱模、翻转等各个环节的工况。吊环的选取需经过专门设计，并满足此条规定，当采用其他材质的吊环时，须提供可靠依据。

## 4.4 钢筋工程

**4.4.1** 使用自动化机械设备进行钢筋加工与制作，可减少钢筋损耗且有利于质量控制，有条件时应尽量采用。自动化机械设备进行钢筋调直、切割和弯折，其性能应符合现行行业标准《混凝土结构用成型钢筋》JG/T 226的有关规定。

**4.4.3** 钢筋骨架的加工和安装是保证构件性能的关键环节，一般需要通过试生产来验证生产工艺，故对第一个钢筋骨架应进行首件检查，检查内容为钢筋骨架尺寸、环筋、箍筋的平均间距、钢筋搭接、钢筋焊接质量是否符合规范和设计要求，检验合格后方可批量加工生产。

**4.4.4** 钢筋骨架的保护层垫块要求采用专业化压制设备或标准模具生产，与钢筋骨架或网片绑扎牢固；垫块按梅花状布置，间距满足钢筋限位及控制变形要求。

## 4.5 混凝土浇筑、脱模

**4.5.1** 混凝土浇筑前，对混凝土质量、钢筋骨架、模具、预埋件、止水胶条的安装进行检查，这是保证预制构件结构性能的关键质量环节。检查项目包括下列内容： 钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距等；预埋件、吊环、插筋的规格、数量、位置等；灌浆套筒、预留孔洞的规格、数量、位置等；钢筋的混凝土保护层厚度。

## 4.6 构件养护

**4.6.2** 预制构件的蒸汽养护主要是为了加速混凝土凝结硬化，缩短脱模时间，加快模板的周转，提高生产效率，蒸汽养护分为：静停、升温、恒温和降温四个阶段。养护时应按照养护制度的规定进行控制，这对于有效避免构件的温差收缩裂缝，保证产品质量非常重要。确认混凝土已达到规定的脱模强度后方可脱模。脱模强度的确定以构件在脱模中不会发生结构和外观损坏并满足吊运强度要求为准。

## 4.7 构件质量检验

**4.7.25** 构件的外观质量缺陷可划分为严重缺陷和一般缺陷，参照国家相关标准，严重缺陷和一般缺陷的划分见表1。构件不宜有一般缺陷，对出现的一般缺陷应进行修整并重新检验。

**表1 构件外观质量缺陷划分**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 现象 | 严重缺陷 | 一般缺陷 |
| 露筋 | 构件内钢筋未被混凝土包裹而外露 | 主要受力钢筋有露筋 | 其他钢筋有少量露筋 |
| 蜂窝 | 混凝土表面缺少水泥浆而形成石子外露 | 构件主要受力部位有蜂窝 | 其他部位有少量蜂窝 |
| 孔洞 | 混凝土中空穴深度和长度均超过保护层厚度 | 构件主要受力部位有孔洞 | 其他部位有少量孔洞 |
| 夹渣 | 混凝土中夹有杂物且深度超过保护层厚度 | 构件主要受力部位有夹渣 | 其他部位有少量夹渣 |
| 疏松 | 混凝土中局部不密实 | 构件主要受力部位有疏松 | 其他部位有少量疏松 |
| 裂缝 | 缝隙从混凝土表面延伸至混凝土内部 | 构件出现深层或贯穿性裂缝，可能影响结构性能或使用功能；裂缝宽度大于0.05mm。 | 构件出现表层裂缝或裂缝宽度小于0.05mm，基本不影响结构性能或使用功能 |
| 连接部位缺陷 | 构件连接处混凝土缺陷及连接钢筋、连接件松动 | 连接部位有影响结构传力性能的缺陷 | 连接部位有基本不影响结构传力性能的缺陷 |
| 外形缺陷 | 缺棱掉角、棱角不宜、翘曲不平、飞出凸肋等 | 清水混凝土构件内有影响使用功能或装饰效果的外形缺陷 | 其他混凝土构件有不影响使用功能的外形缺陷 |
| 外表缺陷 | 构件表面麻面、掉皮、起砂、玷污等 | 具有重要装饰效果的清水混凝土构件有外表缺陷 | 其他混凝土构件有不影响使用功能的外表缺陷 |

## 4.8 存放及运输

**4.8.1** 预制构件的运输和堆放涉及质量和安全要求，应按工程或产品特点制定运输堆放方案，策划重点控制环节，对于特殊构件还要制定专门质量安全保证措施。构件临时码放场地可合理布置在吊装机械可覆盖范围内，避免二次搬运。

# 5 基坑（槽）与地基基础

## 5.1 一般规定

**5.1.1** 综合管廊一般建设在城市的中心地区，同时涉及的线长面广，施工组织和管理的难度大。为了保证施工的顺利，应当对施工现场、地下管线和建（构）筑物等进行详细的调查。

**5.1.3** 综合管廊施工期间未达到设计要求的抗浮条件时，应采取防止管廊上浮的临时措施。

**5.1.6** 其他现行行业标准主要有：《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120、《建筑地基处理技术规范》JGJ 79等；其他现行广东省相关标准主要有《建筑地基基础施工规范》DBJT 15-152、《建筑地基基础设计规范》DBJ 15-31、《建筑基坑工程技术规程》DBJ/T 15-20等。

## 5.2 基坑（槽）工程

**5.2.2** 一般需进行试验性施工的基坑支护项目见表2。

**表2 一般需进行试验性施工的基坑支护工程项目表**

|  |  |
| --- | --- |
| 支护结构 | 试验项目及条件 |
| 地下连续墙 | 成槽试验 |
| 排桩 | 工艺性试桩 |
| 锚杆及土钉墙 | 复杂地质条件下工艺性试验，如有地下水时，对易产生流砂或塌孔的砂土、粉土、碎石土等土层 |
| 水泥土搅拌桩、旋喷桩等止水桩 | 工艺性试桩 |
| 钢板桩 | 沉桩、拔桩试验 |

## 5.3 地基与基础工程

**5.3.5** 垫层应满足不同构件安装施工要求，如果采用专用安装设备在垫层上进行预制构件运输及安装时，垫层要满足安装设备和预制构件对垫层承载力的要求；如果混凝土垫层平整度达不到要求时，宜采用铺设1:3灰砂找平层找平；或座浆处理措施；但其厚度不宜大于20mm。

## 5.4 基坑回填

**5.4.1** 综合管廊基坑的回填应尽快进行，以免长期暴露导致地下水和地表水侵入基坑。根据地下工程的验收要求，应当首先通过结构和防水工程验收，合格后方能进行下道工序施工。

**5.4.4** 预拌流态固化土是近几年研究应用的一种新型建筑回填材料，是在土中加入一定量的固化剂、外加剂和水拌合均匀，形成具有一定流动性，且凝固后能达到一定强度的混合物。预拌流态固化土的材料要求及其填筑工程的设计、施工及验收要求可参考现行相关标准的规定。扩展度是流态填筑料流动性的重要控制指标，是指将固化土拌合物注入混凝土塌落度筒，测试拌合物在自重作用下的扩展宽度。

**5.4.6** 综合管廊属于狭长形结构，两侧回填土的高度较高，如果两侧回填土不对称均匀回填，会产生较大的侧向压力差，严重时导致综合管廊的侧向滑动。

## 5.5 质量检验与控制

**5.5.2 第4款** 经查阅相关文献及咨询相关检测单位意见，原位试验测试手段严重依赖于地区工程经验，目前，原位测试手段尚未有足够的理论及经验支撑，尚未查阅到国内规程中利用原位测试填土压实系数的相关条款，因此本标准的填土压实系数检测仍采用环刀法、灌砂法等试验方法。

**5.5.5**  参考《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202中砂石地基质量检测标准，结合综合管廊工程实际，提出碎石垫层的质量检测要求。

# 6 节段预制管廊的装配

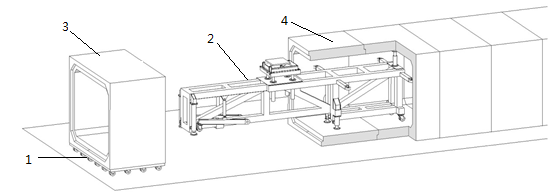
## 6.2 节段管廊安装

**6.2.1** 现场周边环境包括交通状况、作业空间、周边建筑物、空中缆线等情况。管廊节段安装方法包括：起重机直接安装法、坑内管廊安装车安装法等。

**6.2.4 第1款** 对于基坑内部不设内支撑体系、管廊节段可直接吊装就位的，可根据现场情况采用起重机直接安装法。

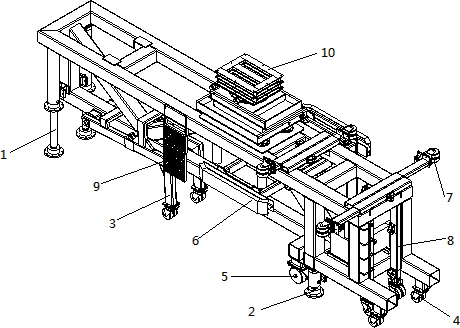
**6.2.5 第1款** 国内有部分管廊工程案例是采用坑内管廊安装车进行节段预制管廊的安装，其优点是：预制管廊节段可在某个合适的位置由起重机吊装入基坑，基坑内可用水平运输台车纵向运输管廊节段至管廊安装车位置，管廊安装车再独立完成管廊节段的安装，这样可避开基坑支护内支撑的影响，也可解决拟安装位置起重机无法设置的困难。

专用管廊安装设备结构简单（参见图1和图2），可实现预制管廊在基坑内的运输及安装。长距离运输可采用水平运输台车，运送至待安装位置后，采用管廊安装车进行精准安装。管廊安装车的三向液压调节系统指的是可在横向、竖向和纵向进行精确调节，使得管廊可准确就位。



**图1 坑内安装系统**

**1-水平运输台车；2-管廊安装车；3-待安装管廊节段；4-安装完的管廊**

****

**图2 管廊安装车**

**1-前支腿；2-后支腿；3-前升降轮；4-尾轮; 5-驱动轮; 6-安装导向装置;**

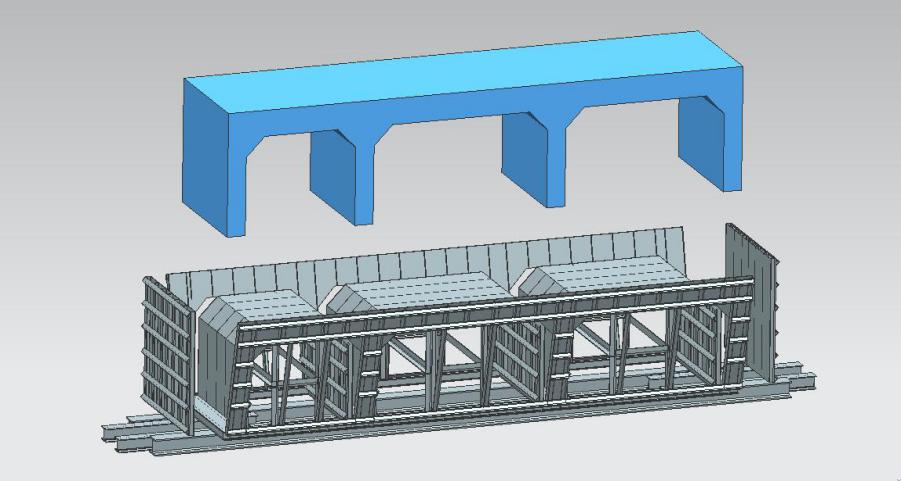
**7-行走导向装置; 8-后升降轮; 9-走台; 10-举升平台**

**6.2.7** 有时管廊的横截面积较大，为降低运输及吊装的难度，在管廊横断面上分成两部分来预制，通常是分成上、下两部分。上、下两部分可以完全对称（侧墙高度相等），此时只需一套模具即可，也可上半部分和下半部分的侧墙高度不同。

某综合管廊项目，三舱管廊外轮廓尺寸（宽度×高度）为10.9m×4.9m，管廊节段长度为2.4m，每节管廊重约86t，运输和吊装难度均较大。在预制厂采用上下相等尺寸的两部分进行预制（侧墙高度均为2.45m，见图3），上半部分构件（见图4）采用卧式模具浇筑混凝土，下半部分构件由上半部分构件尺寸翻转而成。上半部分外轮廓尺寸为10.9m×2.45m，重量约43t。



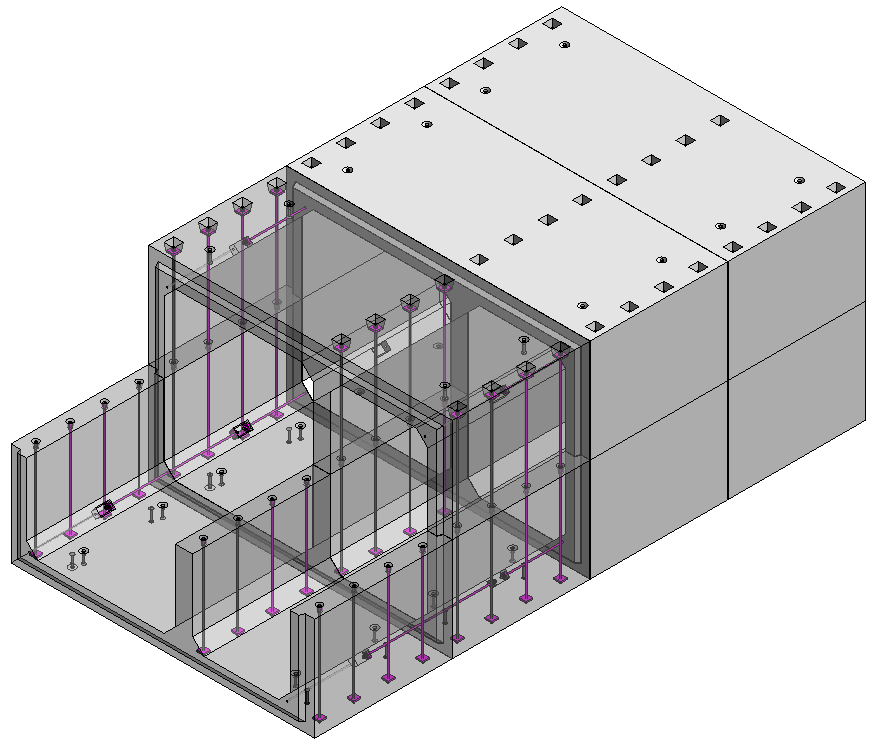
**图3 三舱管廊分上、下两部分预制**



**图4 上部分节段构件的预制**

## 6.3 节段管廊连接

**6.3.2** 如果节段整体当管廊节段分成上下两部分进行预制时，应按设计要求先进行上下两部分构件的竖向连接。上、下部分的连接通常为预应力筋连接。某工程的上、下两部分采用预应力混凝土用钢棒（简称PC钢棒）连接，直径Φ29mm，抗拉强度1570MPa，管廊节段长度2.4m，双舱管廊，每条侧墙上设置4根Φ29mm钢棒，如图5示。该工程竖向PC钢棒张拉时采用张拉力控制应力σcon控制及实测的横缝接缝宽度应≤5mm双控。



**图5 管廊节段安装预应力布置示意图**

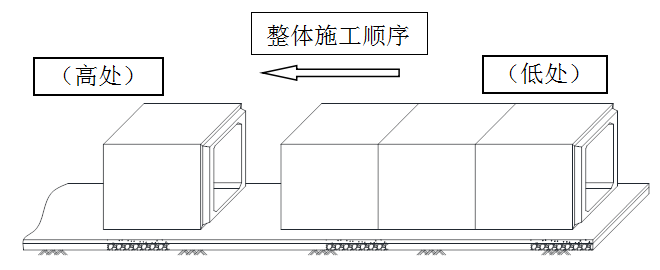
**6.3.3** 对于横断面尺寸较大的预制管廊通常采用预应力筋连接，包括预应力钢绞线、预应力钢棒、螺纹钢筋等；地基较好的综合管廊节段也可采用螺栓连接，通常为高强螺栓连接，包括直螺栓连接、弧形螺栓连接等；对于地下水位较低、地基条件较差、横断面尺寸较小（比如单舱管廊，特别时圆形单舱管廊）的预制管廊，可采用柔性承插口接头，通常在承插口位置设置两道橡胶密封垫，此时称为双胶圈柔性承插口接头。

**6.3.4 第6款** 同一断面的预应力筋宜同步、分级施加预应力。当无法全断面同步张拉时，可先同步张拉管廊四角部位预应力筋至50%~80%控制应力，再同步张拉剩余预应力筋至100%控制应力，然后再同步张拉四角部位预应力筋至100%控制应力。

**第7款** 预应力筋张拉时，应按照设计要求采用张拉应力和节段接缝宽度双控法。纵向预应力筋张拉以接缝宽度控制为主，张拉应力控制为辅。当接缝宽度达到设计要求时（一般实测的接缝宽度应≤5mm），应停止张拉。张拉过程中应观测接缝处钢筋砼，避免出现偏心张拉而导致砼破坏。节段接缝宽度设计值与节段之间橡胶密封垫的厚度及性能有关，接缝宽度一般在5mm之内，以橡胶密封垫挤密程度适中、能保证止水效果为宜。

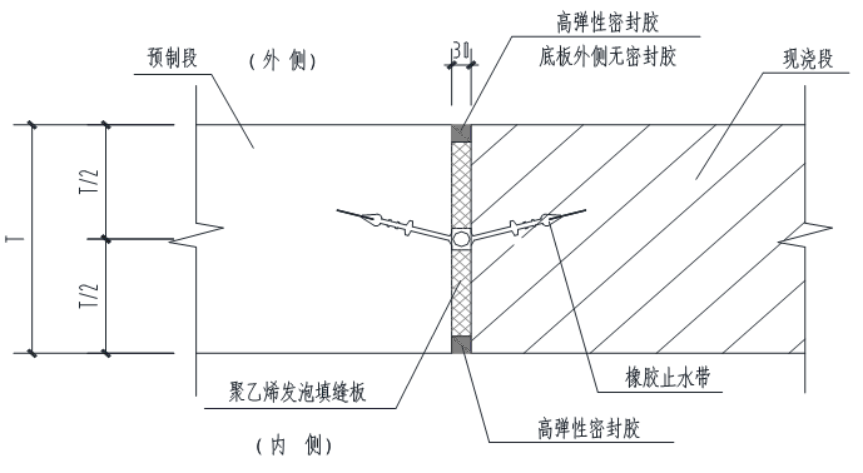
**6.3.5 第5款** 螺栓连接后的管廊节段接缝宽度设计值与本标准第6.3.4条第7款一样，也是与节段之间橡胶密封垫有关，接缝宽度一般在5mm之内。

**6.3.6** 当管廊纵坡较大时，管廊节段的安装方向宜从低处向高处进行（图6），同一节段管廊的承口侧宜在高处，插口侧宜在低处。



**图6 管廊节段安装方向示意图**

**6.3.15** 管廊预制段与现浇段通常采用湿接缝连接，过渡节段制作时已安装环向橡胶止水带，常见的连接构造见图7。



**图7 预制管廊与现浇管廊的连接大样图**

# 7 叠合预制管廊的装配

## [7.1 一般规定](file:///C:\\Users\\xy155\\Desktop\\矩形顶管工程技术规程2019.3.22.docx" \l "_Toc23090)

**7.1.1** 叠合预制管廊施工具有其固有特性，应设立与装配施工技术相匹配的项目部机构和人员。装配施工对不同岗位的技能和知识要求区别于以往的传统施工方式，需要配置满足装配施工要求的专业人员，且在施工前应对相关作业人员进行培训和技术、安全、质量交底。培训和交底对象包括一线管理人员和作业人员、监理人员等。

## 7.2 叠合构件安装

**7.2.4** 当顶板采用单层叠合板上部现浇混凝土施工时，为了防止单层叠合板混凝土浇筑阶段受力损坏，需要在单层叠合板底部设置临时支撑。

# 8 分块预制管廊的装配

## 8.1 一般规定

**8.1.1** 分块预制管廊的拆分设计非常重要，在施工前要对原设计拆分方案进行复核，并提出优化措施，使构件尺寸标准化、模块化，块件的规格尽量少，以多种块件组合的形式满足管廊结构尺寸要求。

国内的分块预制管廊的工程实例不多，下面以四川绵阳科技城的综合管廊PPP项目为例说明分块预制管廊的分块拆分。该管廊项目采取分块预制装配式管廊，其中四舱管廊的总宽×总高=10.95m×4.0m，主体结构为C40砼，抗渗等级P8，后浇混凝土采用C45微膨胀混凝土。该管廊底板采取现浇，纵向每30m设一道沉降缝；管廊外墙、内墙和顶板均采用分块预制方式，管廊标准单元纵向长度采用6m标准模数长度（3m为附加长度），组合成30m标准段。

该管廊在横断面上有7块预制分块构件组成，其中 包括2块预制外墙、3块预制内墙和2块预制顶板。管廊横断面图见图8。



**图8 四川绵阳科技城的综合管廊PPP项目某路段管廊横断面图（单位：cm）**

## 8.2 分块构件安装

**8.2.3** 当采用常规吊装工艺拼装时，管廊底部可采用座浆找平；当采用专用机械顶进拼装时，管廊底部可采用压浆工艺找平。

## 8.3 分块构件连接

**8.3.2** 分块构件的连接方式可以很多。由于目前国内的分块预制管廊的工程实例不多，下面介绍一下四川绵阳科技城的综合管廊PPP项目的分块构件的连接形式。该管廊分块构件的连接方式主要分以下几种：

1 相邻预制外墙之间的纵向连接采用现浇混凝土湿接缝（见图9）；预制内墙的纵向连接节点采用弹性砂浆勾缝做法。



**图9 预制外墙之间的纵向连接（单位：mm）**

2 预制外墙与预制顶板、预制顶板与预制顶板之间均采用现浇混凝土湿接缝连接（见图10和图11）。



**图10 预制外墙与顶板的连接（单位：mm） 图11 预制顶板之间的连接（单位：mm）**

3 预制内墙与现浇底板采用承插式（底板预留插槽）连接（见图12），预制内墙与预制顶板的连接采用插孔式（顶板预留孔洞插筋）连接（见图13）。



**图12 预制内墙与底板的连接（单位：mm） 图13 预制内墙与顶板的连接（单位：mm）**

# 9 节段预制管廊的顶进

本标准所述管廊顶进施工仅涉及矩形管廊顶管顶进施工及验收，其他管廊如圆形管廊等的顶进施工应参照其他相关规范标准执行。

**9.1 一般规定**

**9.1.2** 顶管施工属于地下工程，影响施工的因素很多，除了施工工艺方法多、技术要求差异大等特点外，工程地质条件、原有地下设施和地下障碍物情况以及施工现场环境等因素均可对施工进度、工程质量、施工安全和施工成本造成影响。为了保证顶管施工项目的顺利进行，取得良好的经济效益和社会效益，编写好顶管施工组织设计是十分关键的。节段预制管廊顶进施工组织设计应包括下列内容：

1 编制依据及采用标准；

2 工程概况，包括工程基本情况、施工场地特征、工程地质和水文地质、地面及地下建筑物或构筑物、地下管线及其他地下障碍物等内容；

3 施工现场总平面布置；

4 工程重难点分析及措施；

5 施工工作计划，包括施工进度计划、机械设备计划及劳动力安排计划等；

6 顶管设备选型与配置，包括顶管机、中继间、主顶液压缸等，注明主要设备性能参数；

7 施工准备工作；

8 主要施工技术方案；

9 顶管工程吊装方案；

10 施工安全和质量保证措施；

11 季节性施工技术措施；

12 施工文明和环境保护措施；

13 根据工程风险分析及风险源排查、评估、施工措施及风险控制等编制施工应急预案；

14 现场远程管理和视频监控。

## 9.2 顶管始发与接收

**9.2.4** 加固区顶进时，因刀盘转速一般宜为1—1.5r/min，为使刀盘转动有效切削加固土体和搅拌改良切削下来的土体，同时盲区位置的三角锥和齿刀切削加固土体时速度慢刀具不易损坏，根据施工经验顶进速度一般控制在2-3mm/min。

正常顶进时，应使刀盘转速、土体改良搅拌时间、螺旋出土器的出土速度三者相匹配，根据施工经验一般控制在10-20mm/min，实际顶进时还应根据顶管覆土深度，掌子面水土压力，地质变化，地面沉降变化等因素做适当的调整。

## 9.3 顶管顶进

**9.3.3 第6款**  顶管定向测量应采用激光指向法，当定向测量存在困难时，应在管内设置测站，采用导线法转站测量。

**9.3.3 第7款** 顶管机遇到不良土体时，由于土体流动性差，给出土造成很大困难，通过注浆对土体进行改良，可以控制开挖量与出渣量的平衡，加快顶进速度。

渣土改良作泥材料配比宜为：膨润土98kg、黏土392kg、水892kg。

**9.3.5 第3款** 土压平衡式顶管机土舱内的土压力值P应控制在顶管机所处土层的主动土压力值Pa与被动土压力值Pp之间：

 （1）

 （2）

 （3）

 （4）

 （5）

式中：—主动土压力（kPa）；

—控制土压力（kPa）；

—被动土压力（kPa）；

—静土压系数，砂性土取0.25～0.33，黏性土取0.33～0.7；

—静止土压力（kPa）；

—土的重度（kN/m³）；

—管顶至原状土地面的覆土深度（m）；

—土的内摩擦角（°）；

—土的黏聚力（kPa）。

**9.3.7 第2款** 顶管机的姿态包括顶管机轴线空间位置、垂直方向倾角、水平方向偏转角、机身自转的转角。纠偏基本纲领：及时纠偏和小角度纠偏；挖土纠偏和调整合力方向的纠偏；刀盘式矩形顶管机纠偏时，可采用调整挖土方法、调整顶进合力方向、改变切削刀盘的转动方向、在管内相对于机头旋转的方向增加配重等措施。

**9.3.7 第4款** 为防止顶管机头扭转可遵循下列原则：

1 在壳体两侧安装纠扭装置，根据需要将翼板伸出壳体插入土体内，在机头向前推进时，土体在翼板上产生一侧向分力，形成力偶使机头按所需的方向旋转，以达到纠扭目的；

2 在壳体上安装压浆管注浆，将浆液分隔成四个区域，根据纠转方向的要求，选择适当的压浆点，使压出的浆液在机头形成力偶，使机头按所需的方向旋转，以达到纠扭目的；

3 偏差较大时调整两个矩形刀盘同向旋转，并与机头的扭转方向一致，将产生反向力偶，以控制机头的姿态，达到纠转的目的。

**9.3.9 第3款** 一般情况下，在现场按配合比进行泥浆的配置，所用的主要材料包括：膨润土、水、Na2CO3和CMC，有时也可以加入其他掺和剂，如废机油、粉煤灰和其他高分子化合物等。材料的配比通常为：

水：土=（4～5）：1

土：掺和剂=（20～30）：1