

DB63

青海省地方标准

DB 63/T 1979—2021

预制装配式涵洞工程施工技术规范

2021 - 12 - 01 发布

2022 - 01 - 01 实施

青海省市场监督管理局

发布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语与定义 1

4 一般规定 1

5 预制构件制作 2

6 吊装与运输 8

7 安装施工 8

8 安全与环保 12

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由青海省交通运输标准化专业技术委员会提出。

本文件由青海省交通运输厅归口。

本文件起草单位：中交二公局第三工程有限公司、青海省交通控股集团有限公司、青海省交通建设管理有限公司、青海交通投资有限公司、青海西互高速公路管理有限公司。

本文件主要起草人：蔡军、陈忠宇、李小斌、程永志、李金龙、孔令坤、李国全、张磊、马旭、胡少东、蒯生海、邓景辉、袁永顺、薛海方、沈玉、曾鹏、李凌云、黄红照、李潇、张建鹏、王楠、张金保、王海静、干求学、郑乐琴。

本文件由青海省交通运输厅监督实施。

预制装配式涵洞工程施工技术规范

1 范围

本文件规定了预制装配式涵洞的一般规定、预制构件制作、吊装与运输、安装施工、安全与环保等要求。

本文件适用于公路新建及改扩建工程预制装配式涵洞（通道）施工。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 12523 建筑施工场界环境噪声排放标准
GB/T 50214 组合钢模板技术规范
JGJ/T 10 混凝土泵送施工技术规范
JTG/T 3365-02 公路涵洞设计规范
JTG/T 3650 公路桥涵施工技术规范
JTG F90 公路工程施工安全技术规范
DB63/T 1978 公路预制装配式涵洞设计规范

3 术语与定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 一般规定

4.1 开工前应组织技术人员熟悉设计文件、领会设计意图，全面核查设计文件与现场实际的相符性，核对预制构件的关键构造尺寸，并应及时上报设计文件中存在的问题及建议。

4.2 施工前应绘制定位详图，再进行放样施工。

4.3 施工方应校核预制构件设计图，并对预制构件施工预埋件进行技术交底。

4.4 施工方应根据工程特点和施工规定，进行结构施工复核及验算，编制专项施工方案和施工组织设计。

4.5 装配式涵洞工程施工应符合设计文件要求，并制定环境保护、节能减排和文明施工的实施方案。

4.6 涵洞进出水口与沟谷应顺直，与上下游导流、排水设施的连接应平顺、稳固，并应保证流水顺畅。

4.7 模板工程、钢筋工程、混凝土工程及装配式结构工程施工应符合 JTG/T 3650 规定。

4.8 施工方应对施工作业过程实施全面和有效的控制与管理；工程质量验收应在施工单位自检的基础上，按照分项工程、分部工程、单位工程进行。

4.9 装配式混凝土结构施工应有完整的质量控制及验收资料。

4.10 装配式涵洞施工与质量管理宜采用信息化系统。

5 预制构件制作

5.1 工艺流程

预制构件制作工艺流程如图1所示。

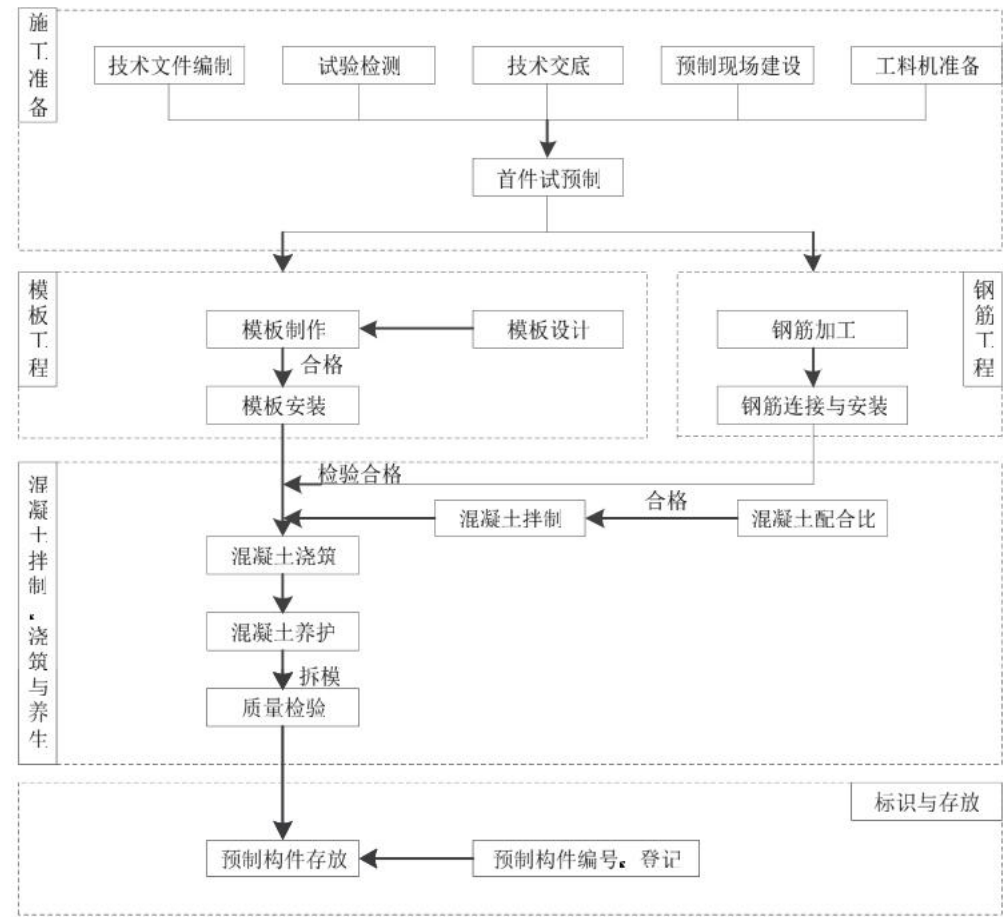


图1 构件预制工艺流程

5.2 施工准备

5.2.1 文件编制

施工方应编制施工组织设计，并建立质量保证体系文件，主要包含但不限于以下内容：

- a) 预制场规划设计；
- b) 混凝土耐久性的施工工艺及控制措施；
- c) 混凝土原材料的质量要求及检测方法；
- d) 混凝土配合比设计要求及保障措施；
- e) 混凝土施工质量检验标准；
- f) 按照设计文件和混凝土验收标准要求，对预制构件所做的具体规定；
- g) 混凝土拌和、运输、浇筑、振捣、养生等工序的施工质量控制措施，以及质量检验和评定方法；
- h) 预制构件施工的专项操作细则和质量检验方法。

5.2.2 技术交底

5.2.2.1 各分项工程施工前，应根据施工内容和批复的施工技术方案，由施工方组织编制各项技术交底文件，主要包括但不限于以下内容：

- a) 分项工程的施工方案；
- b) 施工工艺流程和要求；
- c) 质量、安全、环保保证措施及安全应急预案；
- d) 施工中采用的新技术、新工艺、新材料、新设备等的要求。

5.2.2.2 各分项工程施工前，应按要求完成技术交底，交底过程应形成书面记录。技术交底主要包括但不限于以下内容：

- a) 各分项工程的首件试预制施工方法、施工工序与工艺管理以及注意事项、安全防控措施等；
- b) 关键工程的具体部位、构造尺寸、预埋件、接缝构造、预留孔洞的位置和规格；
- c) 流水和交叉作业施工阶段划分或施工界面划分；
- d) 钢筋的规格、品种、数量、焊接程序和施工要求；
- e) 混凝土配合比及拌和；
- f) 支模方法及拆模时间；
- g) 构件浇筑及养护方法；
- h) 质量控制标准。

5.2.3 试验检测

5.2.3.1 根据设计文件要求，应进行原材料的调查和复检。

5.2.3.2 对混凝土配合比设计以及混凝土工作性能、力学性能、耐久性能等进行试验和验证。

5.2.4 预制场建设

5.2.4.1 选址应结合工程建设区域的自然条件和社会环境、预制构件生产数量、施工标段分布情况、运输条件等因素综合确定。

5.2.4.2 规模应结合预制构件的数量、养生方式、预制工期及存储周期，并综合考虑生产、办公、生活的需求，合理确定用地规模。

5.2.4.3 布局应根据构件浇筑、养生、存放及运输等因素统筹规划，并根据场地条件、工艺流程以及生活办公合理布局。

5.2.4.4 预制场地基应根据地质条件和使用分区进行硬化处理，构件浇筑区和存放区台座下地基应满足存放要求。

5.2.4.5 预制台座应采用强度等级不低于C 30的钢筋混凝土结构，表面应光滑、平整，平整度的允许偏差每2.0 m应不超过2 mm。

5.2.4.6 预制台座基础应具有足够的承载能力，场地基础平整、坚实，并采取排水措施；对于软弱地基的台座，应对地基进行加固处理。

5.2.4.7 钢模板应具有足够的强度、刚度和稳定性，数量应按预制总量、预制工期、养生方式及存储周期、模板效率等因素确定。

5.2.4.8 养生及存放面积应按养生方式及存放周期、模板效率、模板数量、用地效率等因素确定。

5.2.5 设备

5.2.5.1 各类机械设备数量、型号规格应满足工程质量和工期进度的要求，同时应保证外观整洁、性能良好。

5.2.5.2 设备安装调试和使用应符合以下规定：

- a) 自动喷淋装置、蒸养棚、起重机械等特种设备应具有检验合格证明及计量检定，其安装、调试、拆卸应由具备相应资质的专业技术人员操作；
- b) 机械设备应在显著位置悬挂操作规程标识牌，标明设备名称、型号、操作方法、保养要求、安全注意事项等；
- c) 施工方应定期对设备进行检查维修和保养清洗，并建立特种设备使用、检修、维护台账，保证设备安全可靠、运转正常。

5.2.6 材料

5.2.6.1 水泥、砂石料、水、钢筋等原材料应符合设计要求和JTG/T 3365-02规定。

5.2.6.2 根据施工计划合理安排原材料进场，对进场材料应采取有效保护措施，防止损坏、变质，存储数量应满足生产需求。

5.2.6.3 进场原材料应执行材料准入制度，除应检查其外观、标志、出厂质量证书和试验报告单外，还应由工地试验室进行抽样检验，合格的原材料应按报验程序完成报批手续，经监理工程师抽检合格后，方可使用。

5.2.6.4 各类原材料进场后应按材料性能和用途合理选择存放场地，堆放整齐，并设立标识牌，标明规格、产地、数量和检验状态等信息。

5.3 首件试预制

5.3.1 装配式涵洞预制应实行首件试预制。

5.3.2 首件试预制前，应完成相应的技术方案审批程序和所有施工准备工作，并进行施工前各项准备工作的验收，验收合格后，方可开始试预制。

5.3.3 首件试预制数量应不少于3件（包括各结构型式和尺寸型号），应验证施工工艺和操作方法的可靠性、合理性，主要包括以下内容：

- a) 混凝土配合比；
- b) 钢筋加工和钢筋骨架绑扎；
- c) 模板安装及拆除；
- d) 混凝土拌和、运输、浇筑和振捣、养生；
- e) 预制构件的养生、吊装、运输；
- f) 工料机的最佳组合参数与相关工艺参数。

5.3.4 监理工程师应组织对影响安装质量的平接缝、铰接缝构造进行专项评定，评定内容包括：接缝尺寸和外观质量。施工方应详细记录评定过程的操作程序和相关数据；监理工程师应全程监督操作过程，并进行抽检。

5.3.5 首件试预制构件完成后7 d内，施工方应进行书面总结，经监理工程师批复后，方可正式生产。

5.4 钢筋工程

5.4.1 钢筋加工

5.4.1.1 钢筋及半成品应分类、集中存放和保护，并采取防雨、防锈措施。钢筋表面应洁净、无损伤，使用前应调直、无局部弯折。

5.4.1.2 预制构件钢筋宜采用数控化机械设备在专用厂房集中下料和加工，其形状、尺寸应符合设计规定；加工后的钢筋表面不应有削弱钢筋截面的伤痕。

5.4.1.3 预制构件吊环应采用未经冷拉的热轧光圆钢筋制作，且计算拉应力应不小于65 MPa。

5.4.1.4 钢筋的形状、尺寸应按设计图进行加工，钢筋加工及质量应符合JTG/T 3650规定。

5.4.2 钢筋连接与安装

- 5.4.2.1 钢筋材质、级别、直径、根数、间距等应符合设计文件要求。
- 5.4.2.2 各预制构件的主要钢筋骨架加工要求，主要包括以下内容：
 - a) 全部采用胎架法批量加工；
 - b) 钢筋加工尺寸应根据设计图进行配料和下料；
 - c) 钢筋加工应采用在台架底座上绑扎成型后，再整体吊装就位的工艺；
 - d) 钢筋骨架胎膜的结构尺寸与预制构件模板相同，胎膜面板应采用厚度不小于 3 mm 的钢板焊接拼装而成，底座应采用钢筋和角铁焊接而成，再形成定型的钢筋骨架加工模型；
 - e) 胎膜面板应根据设计的钢筋数量和间距，宜采用高度为 2 cm 的定位桩依次将纵横向钢筋安装就位；
 - f) 骨架的纵横向钢筋、箍筋、架立筋之间的焊接拼装应采用二氧化碳气体保护焊进行点焊。
- 5.4.2.3 预留孔洞位置和直径、成型方式均应规范统一。
- 5.4.2.4 钢筋混凝土保护层垫块应采用专业化压制设备或标准模具生产，垫块厚度正偏差应不大于 1 mm，且不应出现负偏差；垫块应分散布设、安放牢固，且每平方米应不少于 6 块；构件拐角处的垫块应适当加密；混凝土浇筑前应检查垫块的位置、数量和紧密程度。
- 5.4.2.5 钢筋骨架吊点布设应配合骨架入模方式，以防吊装变形。
- 5.4.2.6 焊缝宜采用双面焊缝，且钢筋的绑扎和焊接应符合 JTG/T 3650 规定。
- 5.4.2.7 对集中加工、整体安装的半成品钢筋和钢筋骨架，应采用适宜的装载工具，并采取相应措施，防止其扭曲变形。

5.5 模板工程

- 5.5.1 涵洞预制构件应实行模板准入制。
- 5.5.2 模板的设计、制作、安装和拆除应符合 JTG/T 3650 规定。模板应采用定型组合钢模板，并保证其强度、刚度和稳定性，便于安装和拆卸。
- 5.5.3 模板设计应结合工程项目的特点，满足各类型预制构件尺寸规格的要求，考虑模板重复使用的通用性和耐久性；除应执行 GB/T 50214 和 JTG/T 3650 规定外，还应满足以下要求：
 - a) 应考虑模板拼装、钢筋安装、混凝土浇筑及模板拆除的便利性，且方便整修。采取“卧式”组合模块。顶板构件采用固定大型底模+两侧铰接缝端模+环向两端侧模+顶部外侧模板组合；侧墙采用固定大型底模+单侧铰接缝端模+撑角模板+环向两端侧模+顶部外侧模板组合；
 - b) 模板设计和制作时应结合施工工艺和底模配套，并验算其受力强度、刚度和稳定性；
 - c) 铰接缝处的端模板及侧墙底模与底座的连接设计采用铰链式，接缝处的侧模采用整体式可水平移动（水平移动幅度为 5 cm）式组合模板，模板间采用螺栓连接；
 - d) 模板底座采用型钢焊接，应安装在平整的预制台座上，并保证稳固；
 - e) 模板使用前，应进行荷载试验验证，其强度与刚度应符合 GB/T 50214 规定和设计文件要求。
- 5.5.4 模板制作应满足以下要求：
 - a) 模板及其配件应按设计图进行加工，成品经检验合格后，方可使用；
 - b) 模板组装前应全面检查各零部件的几何尺寸，合格后方可组装，零部件各种连接形式的焊缝应符合外观质量要求；
 - c) 模板制作应采用三维空间体系对槽口和铰接缝曲面进行定位；
 - d) 模板进场时应逐一进行检验。
- 5.5.5 模板安装应满足以下要求：
 - a) 使用前应清除模板表面的灰尘、锈迹及水泥浆等杂物；

- b) 保证模板各构件尺寸和位置准确，模板与构件连接紧密，模板拼缝严密；
 - c) 模板在安装过程中应设置防倾覆设施；
 - d) 侧模板应防止移位和凸出，基础侧模可在模板外设支撑进行固定；
 - e) 模板安装完毕后，应对其平面位置、顶部标高、节点联系及纵横向稳定性进行检查，经监理工程师签认后，方可浇筑混凝土；
 - f) 若浇筑过程中发现模板变形超过允许偏差值时，应及时进行纠正。
- 5.5.6 模板吊环应采用HPB300钢筋，不准许采用冷加工钢筋制作。每个吊环应按两肢截面计算，在模板自重标准值作用下，吊环拉应力应不小于65 MPa。
- 5.5.7 模板首次使用前和完成预制后，均应检查其刚度和平整度。
- 5.5.8 模板的拆除时间和拆除程序等应根据结构物特点、模板部位和混凝土强度要求确定，并应严格按照设计图要求进行。非承重侧模板拆除时，混凝土抗压强度应不小于 2.5 MPa，且保证其表面及棱角不受损坏。

混凝土工程

5.6.1 基本要求

混凝土的配合比、拌和、运输、浇筑与振捣、养生均应符合JTG/T 3650规定。

5.6.2 配合比

- 5.6.2.1 预制构件混凝土施工时，应按首件试预制确定的标准配合比和工艺流程进行。
- 5.6.2.2 施工时应根据预制场地环境温度变化和预制周期，及时调整混凝土配合比；当混凝土原材料发生变化时，应通过试配，重新确定配合比。

5.6.3 拌和

- 5.6.3.1 混凝土拌合物配料采用自动计量装置，应及时测定粗、细集料中的含水量，并按实际测定值调整粗、细集料和用水量，出料后的拌合物不准许再加水。
- 5.6.3.2 混凝土拌和时间应不少于2.5 min，确保拌合物拌和均匀、颜色一致，不应有离析和泌水现象。
- 5.6.3.3 混凝土拌合物入模坍落度应符合JTG/T 3650规定。
- 5.6.3.4 应对拌和后的混凝土性能和质量进行检验。

5.6.4 运输

- 5.6.4.1 混凝土运输宜选用搅拌运输车，其运输能力应与混凝土搅拌机的搅拌能力相匹配，且运输应符合JGJ/T 10、JTG/T 3650规定。
- 5.6.4.2 混凝土运输过程中不宜倒运。工作停顿、结束或恢复运输时，宜采用不小于40 ℃的水将混凝土搅拌车、搅拌罐内壁冲洗干净。
- 5.6.4.3 混凝土罐车运输抗冻水泥混凝土时，应保持含气量均匀一致，运输车辆不应漏浆，并用篷布遮盖。
- 5.6.4.4 寒冷、严寒或炎热的天气情况下，搅拌运输车的搅拌罐和泵送管应有保温或隔热措施；采用吊斗或其他方式运输时，混凝土不应产生离析现象。

5.6.5 浇筑

- 5.6.5.1 混凝土浇筑时，入模温度应高于5 ℃；混凝土应从下往上分层、均匀浇筑，厚度应小于30 cm；混凝土浇筑应连续，并同步安装活动封堵构件。

5.6.5.2 因故中断时，间歇时间应小于前层混凝土的初凝时间或能重塑时间；超出时应按浇筑中断处理，并应预留施工缝，同时做好记录。

5.6.5.3 当日平均气温连续5 d稳定在5℃以下或最低气温连续5 d稳定在-3℃以下时，应采取冬季保温施工措施。

5.6.5.4 气温高于30℃时，混凝土的入模温度应不高于30℃，可对拌和水加冰屑或骨料堆进行洒水方式。

5.6.5.5 混凝土宜采用二次振捣工艺，振捣应密实。采用插入式振捣器振捣时，与侧模间距应保持50 mm ~ 100 mm，插入深度宜为50 mm ~ 100 mm，不应漏振和过振。若钢筋较密时可采用附着式振捣器。

5.6.5.6 混凝土浇筑过程中表面和内部的温差应不大于25℃，升温、恒温和降温过程温度变化应控制在15℃以内。

5.6.6 养生

5.6.6.1 预制构件浇筑后初期养生应采用封闭养生棚进行蒸汽养生，养生时间宜不小于10 h，应按首件试预制批准的蒸汽养生升温、降温速度严格进行控制。

5.6.6.2 预制构件浇筑后，养生应符合以下规定：

- a) 养生棚内应配备自动喷淋设备，养生时间应不小于6 d；
- b) 露天养生时，应使用土工布、水凝膜等包裹，并洒水养生，保持表面湿润，养生时间应不少于7 d~14 d；
- c) 养生用水应符合 JTG/T 3650 规定。

5.6.7 脱模

5.6.7.1 混凝土脱模应符合以下规定：

- a) 脱模时混凝土强度应符合设计规定，当设计未规定时应不低于设计强度等级值的75%；
- b) 脱模剂应采用模板专用脱模剂或模板漆；
- c) 脱模后应对混凝土及时进行检查验收。

5.6.7.2 脱模顺序应符合 JTG/T 3650 规定。

5.7 标识与存放

5.7.1 预制构件应在明显部位进行标识，标识的基本信息应包括以下内容：

- a) 预制构件编号；
- b) 工程项目名称；
- c) 建设方、施工方、监理方名称；
- d) 施工班组信息；
- e) 工厂定制时还应包括厂名、批号、生产日期；
- f) 检验状态标识。

5.7.2 预制构件在预制场内移运、存放和吊装时，预制构件混凝土强度应符合设计规定；当设计未规定时，应不低于设计强度等级值的85%。

5.7.3 预制构件在预制场内移运、吊装时，宜采用跨式搬运机、龙门起重机等移动专用起吊装置。

5.7.4 预制构件存放层数应符合设计要求。设计未规定时，宜采用单层存放；多层叠放时，应对预制构件受力及地基承载力进行验算，叠放宜不超过2层。

5.7.5 预制构件存放时，支撑垫块宜选用枕木、橡胶板等对预制构件无损伤的弹性支撑物，支撑应稳定、可靠。

6 吊装与运输

6.1 吊装

- 6.1.1 吊装施工前，应确认预制构件型号、尺寸、数量，验收合格后，方可吊装。
- 6.1.2 应采用首件验证批准的起重设备及吊具，并严格按验证的吊装工艺进行。
- 6.1.3 预制构件吊装时，应采取措施保证起重设备的主钩位置、吊具及构件重心在竖直方向上重合，吊索与构件水平夹角应不小于 45° 。
- 6.1.4 预制构件起吊应满足以下要求：
 - a) 吊装前应全面检查运输车辆和吊装设备；
 - b) 吊装作业应有专人指挥；
 - c) 吊装时吊车作业半径内及待安装的管节内部，不应有作业人员逗留。

6.2 运输

- 6.2.1 预制构件运输时，混凝土强度应符合设计规定；当设计未规定时，应不低于设计强度等级值的85%；
- 6.2.2 预制构件运输应满足以下要求：
 - a) 装运时支撑垫块宜选用枕木、橡胶板等对预制构件无损伤的弹性支撑物，运输车上预制构件支撑垫块的位置及方法应符合设计要求，应对外露面进行遮挡；
 - b) 运输过程中应采取固定、缓冲措施。

8 安装施工

7.1 基本要求

- 7.1.1 安装施工流程见图2。
- 7.1.2 施工场地的地基承载力应满足设计要求。
- 7.1.3 基础采用现浇方式，并进行平整度检验，平整度不合格时应调整找平。
- 7.1.4 洞身安装应符合JTG/T 3650规定。按照预制构件编号顺序依次安装，所有涵洞主体构件安装完成后，应进行质量检查，确保涵洞的设计线形和安装质量，最后进行接缝连接处理。
- 7.1.5 洞口可采用预制洞口安装和现浇洞口两种方式。
- 7.1.6 预制洞口安装时应先将预制洞口的翼墙构件与基座连接，并安装端墙预制构件，安装完成后对连接部位进行检查，对于不符合要求的进行调整，再浇筑洞口接缝混凝土与洞身形成整体，最后进行回填土分层填筑。
- 7.1.7 现浇洞口施工应依次进行钢筋绑扎及模板安装、分层浇筑、振捣、拆模，最后进行回填土分层填筑。

7.2 施工准备

- 7.2.1 主要包括：技术准备、测量放样和首件施工认可等，均应经监理工程师验收认可后，方可进行正式安装施工。
- 7.2.2 每道涵洞工程的附近埋设平面控制点和水准控制点数量应不少于2个，直线距离应不超过200 m。
- 7.2.3 施工前应对涵洞平面轴线进行放样，并提交监理工程师进行复核，确定开挖边线和开挖深度。
- 7.2.4 涵洞基础开挖完成后，应再次进行测量放样，精确确定涵洞的平面轴线。

7.3 基础施工

7.3.1 基坑开挖

基坑开挖时，顺路线方向的底宽应满足安装施工及台背回填的空间要求，开挖坡面应做成阶梯形坡面，坡度宜为1:1 ~ 1:1.5。

7.3.2 地基承载力检验

7.3.2.1 地基承载力容许值应满足设计文件要求。

7.3.2.2 地基应对整个结构保持均匀的承载力，沉降量应不大于5 mm，不满足设计要求时应对地基进行加固处理，处理范围应宽出基础不小于0.5 m。

7.3.3 地基处理

7.3.3.1 对于复杂地质路段，地基应采用特殊处理方法，并应制定相应的施工工艺和质量控制标准。且在有代表性的场地进行现场试验或试验性施工，并进行地基承载力检验，以满足设计要求。

7.3.3.2 软弱地基处理应满足设计要求，设计文件无规定时，可采用级配砂砾或级配碎石等材料进行换填。

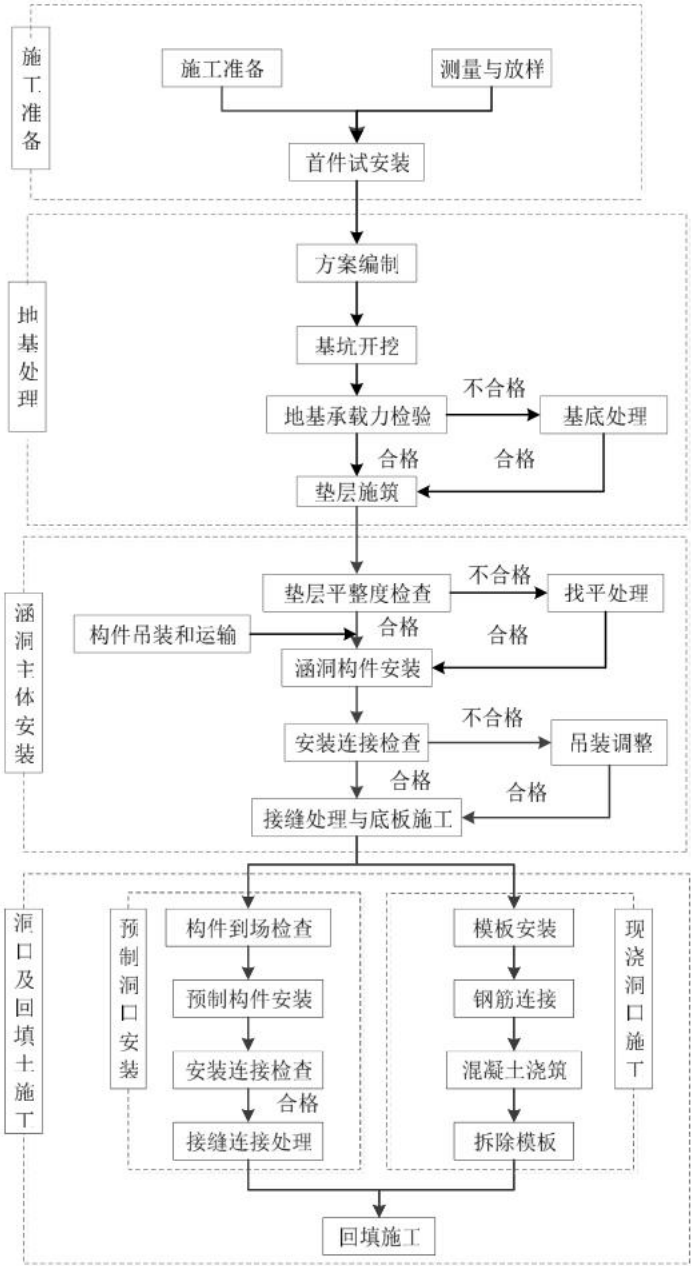


图2 装配式涵洞现场安装施工流程

7.3.4 垫层施工

- 7.3.4.1 垫层、截水墙及翼墙基座应同时施工。
- 7.3.4.2 垫层混凝土施工时，应注意纵向线形的平顺和构件就位点高程的准确。混凝土垫层厚度应不小于设计厚度；平整度应符合设计要求，若设计无要求时，平整度允许偏差应不大于 3 mm。

洞身安装

7.4.1 首件预制件试安装

- 7.4.1.1 试安装实行认可制，工程范围包括：涵洞安装施工中的地基处理、涵洞主体安装、洞口施工、填土施工等分项工程。

7.4.1.2 试安装工程开始前，应完成相应技术方案的审批程序，监理工程师应对工程的全过程进行监督。

7.4.1.3 试安装工程完成后，应提交首件工程工作总结，内容包括首件工程概况、施工组织、安装技术方案、吊装工艺、操作方法、施工质量和安全保证措施、缺陷分析及整改措施、调整的工艺流程、检测数据、遇到的突发情况和解决方案、主要的施工管理人员和质量责任人等。经监理工程师认可后，方可进行施工。

7.4.1.4 监理工程师应对试安装工程进行质量验收与评定。

7.4.2 基础平整度检查

7.4.2.1 洞身安装前，应清理垫层表面杂物，检查垫层平整度，并设置基准线和起始点。

7.4.2.2 平整度不符合要求的部位，应采用与垫层等强度的砂浆进行找平处理。

7.4.3 涵洞节段安装

7.4.3.1 洞身安装时，应沿同一方向依次安装；纵坡大于2%时，应按高程由低向高依次安装。

7.4.3.2 斜交时，安装应注意斜交角的方向，避免发生反向错误。

7.4.4 安装连接检查

7.4.4.1 接缝处理前，应对安装预制构件的各类接缝连接进行检查，纵向相邻节段安装环间隙规定值应不大于20 mm，涵节间轮廓线错台应不大于5 mm。

7.4.4.2 各类接缝不满足要求的构件应进行调整。

7.4.5 接缝处理

涵洞预制构件安装的接缝施工应满足设计要求，设计文件无规定时，应满足以下要求：

- a) 平接缝和沉降缝宜采用沥青麻絮等密封材料填塞；
- b) 平接缝和沉降缝应按涵洞内勾浅凹缝、涵洞外勾平缝的方式，采用水泥砂浆或环氧砂浆等进行填塞；
- c) 铰接缝内部应进行检查，出现空隙应采用水泥砂浆或沥青麻絮等进行填塞；
- d) 采用防水卷材对各类接缝进行防水处理时，应沿各类接缝先涂刷一层热沥青，宽度不小于 25 cm，再粘贴防水卷材，宽度不小于 20 cm。

7.5 洞口施工

7.5.1 预制洞口安装

7.5.1.1 构件到场检查

安装前应根据设计图核对洞口构件编号、外形尺寸（型号）、数量和安装方向。

7.5.1.2 预制构件安装

洞口预制构件的安装应满足以下要求：

- a) 洞身完成后再进行洞口安装，安装前应清理垫层表面，设置安装基准线和起始点；
- b) 洞口安装应由洞身端部向外依次进行，预制构件间应密贴。

7.5.1.3 安装连接检查

各类接缝处理前，应对各安装预制构件的连接缝进行检查，各检查项目应符合本文件7.4.4规定，不满足要求的预制构件应进行调整。

7.5.1.4 接缝处理

洞口安装的各类接缝施工应符合本文件7.4.5规定。

7.5.2 现浇洞口施工

7.5.2.1 模板安装

现浇洞口模板安装除应符合本文件5.5和JTG/T 3650规定外，还应满足以下要求：

- a) 宜采用定型钢模板；
- b) 模板安装时，应检查其平面位置和竖直度。

7.5.2.2 钢筋连接

现浇洞口钢筋连接应符合本文件5.4和JTG/T 3650规定。

7.5.2.3 混凝土浇筑

混凝土浇筑除应符合JTG/T 3650规定外，还应满足以下要求：

- a) 混凝土应分层、均匀浇筑，分层厚度应不大于30 cm；
- b) 混凝土浇筑和振捣要求应按本文件5.6规定；
- c) 模板拆除时，混凝土强度应不小于设计强度等级值的75 %。

7.6 回填土施工

7.6.1 回填土施工应在洞口施工完成，且混凝土及勾缝砂浆强度达到设计强度等级值的85 %后进行。

7.6.2 洞身周边回填材料应符合设计要求。洞身两侧应分层对称回填、均衡碾压，各层压实厚度应不大于20 cm，压实度应符合JTG/T 3650规定。

7.6.3 侧墙撑脚区回填时，可采用高密度砂用水压实或采用混凝土浇筑。

7.6.4 侧墙区回填时，侧面50 cm范围内应采用小型压实设备，其运行方向应与结构轴线平行。

7.6.5 涵洞顶板上方回填时，厚度小于50 cm范围应采用静压设备压实，碾压方向应与结构轴线垂直。

8 安全与环保

8.1 安全

8.1.1 施工方应对相关人员进行安全培训与交底，明确预制构件进场、卸车、存放、吊装、就位各环节的施工作业风险，制定订风险防控措施。

8.1.2 预制构件装卸时，应按规定的装卸顺序进行，并确保车辆平衡。

8.1.3 预制构件卸车后，应将构件按编号或使用顺序，依次存放于构件堆放场地，构件堆放场地应设置临时固定措施。

8.1.4 安装前应对安装作业区进行围挡，设置明显的标识和警戒线，并设专职安全员，闲杂人员不应进入。

8.1.5 应定期对预制构件吊装作业所用的工具、吊具、锁具进行检查。

8.1.6 吊机吊装区域内，非操作人员禁止进入。吊运预制构件时，构件下方禁止站人，应待吊装物降落至离地面1.0 m以内时，方可靠近，就位固定后方可脱钩。

8.1.7 装配式结构在绑扎柱和墙的钢筋时，应采用专用高凳作业，当高于围挡时，作业人员应佩戴穿芯自锁保险带。

8.1.8 遇到雨、雪、雾天气，或者风力大于5级时，不应进行吊装作业。

8.1.9 安全施工还应符合JTG/T 3650和JTG F90规定。

8.2 环保

8.2.1 运输过程中，应保持车辆整洁，防止对场内道路造成污染，并减少扬尘。

8.2.2 预制构件应分别集中堆放整齐，并悬挂标识牌，不应占用施工临时道路，并做好防护隔离。

8.2.3 现场应设置污水池和排水沟，应加强对废水和污水的管理。废水和废弃胶料应统一处理。

8.2.4 预制构件施工中产生的粘接剂、稀释剂等易燃、易爆化学制品的废弃物应及时收集，送至指定储存器内，并按规定回收。

8.2.5 施工期间环境噪声应符合GB 12523规定。

8.2.6 夜间施工时，应防止光污染对周边居民造成不利影响。
