

DB 14

山 西 省 地 方 标 准

DB 14/T 3242—2025

公路装配式钢筋混凝土箱涵施工技术规范

2025 - 01 - 23 发布

2025 - 04 - 22 实施

山西省市场监督管理局 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本规定 2

5 材料 2

6 预制 3

7 运输及安装 8

附录 A（资料性）整体式预制钢筋混凝土箱涵现场安装工艺 17

附录 B（资料性）构件式预制钢筋混凝土箱涵现场安装工艺 20

参考文献 23

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。

本文件由山西省交通运输厅提出、组织实施和监督检查。

山西省市场监督管理局对标准的组织实施情况进行监督检查。

本文件由山西省交通运输标准化技术委员会（SXS/TC37）归口。

本文件起草单位：山西路桥建设集团有限公司、山西昔榆高速公路有限公司、山西省交通规划勘察设计院有限公司、长安大学。

本文件主要起草人：温郁斌、魏杰、梁新春、冯忠居、许桂青、赵瑞欣、王静、王富春、尹晋相、王思琦、高建荣、武晓燕、张振宇、郭宏、张正峰、范珉珠、李东亮、李序、侯小宝、贺鸿利。

公路装配式钢筋混凝土箱涵施工技术规程

1 范围

本文件规定了公路装配式钢筋混凝土箱涵施工的基本规定、材料、预制、运输及安装。
本文件适用于公路装配式钢筋混凝土箱涵的施工。

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/T 1231 钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件
- GB/T 14370 预应力筋用锚具、夹具和连接器
- GB/T 50080 普通混凝土拌合物性能试验方法标准
- GB 50108 地下工程防水技术规范
- GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
- JC/T 949 混凝土制品用脱模剂
- JC/T 60019 预应力孔道压浆材料应用技术规程
- JTG/T 3310 公路工程混凝土结构耐久性设计规范
- JTG 3363 公路桥涵地基与基础设计规范
- JTG/T 3610 公路路基施工技术规范
- JTG/T 3650 公路桥涵施工技术规范
- JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程
- JTG F90 公路工程施工安全技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

装配式钢筋混凝土箱涵

采用工厂预制、现场安装工艺建造的钢筋混凝土箱型涵洞。按断面划分方式可分为整体式和构件式。

3.2

节段

装配式钢筋混凝土箱涵沿涵轴方向按设计长度划分的具有完整截面的结构区段。分为标准节段和非标准节段。

3.3

构件

在工厂预制的钢筋混凝土箱涵分块单元。

3.4

整体式预制

按设计长度采用节段整体断面预制的工艺。

3.5

构件式预制

按设计长度采用节段断面分块预制的工艺。

3.6

节段间连接

装配式钢筋混凝土箱涵相邻节段构件间湿接、螺栓连接、预应力筋连接及平缝连接等连接方式的统称。

3.7

节段内连接

钢筋混凝土箱涵节段内构件间的铰接、湿接等连接方式的统称。

4 基本规定

4.1 公路装配式钢筋混凝土箱涵的施工应符合设计文件及 JTG/T 3650 的施工、安全、环保、验收等的规定。

4.2 公路装配式钢筋混凝土箱涵宜采用工厂化集中预制，也可设厂分散预制，并积极推广使用可靠的新技术、新工艺、新材料、新设备。

4.3 宜采用信息化管理系统，构件上标明基本信息、编号后，分批次、分规格存放。

4.4 装配式钢筋混凝土箱涵施工除应符合本规程外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

5 材料

5.1 一般规定

5.1.1 水泥、集料、水、钢筋、外加剂等材料应符合设计要求和 JTG/T 3650 规定。

5.1.2 所有进场材料需遵循准入制度，除检查外观、标识、质量证书和试验报告外，还应经工地试验室抽样检验。材料需按程序报批，并经监理工程师抽检合格后，方可投入使用。

5.1.3 混凝土耐久性设计的环境类别和作用等级、原材料的选用、配合比设计等均应符合 JTG/T 3310 规定。

5.1.4 当采购工厂化集中预制构件产品时，应对产品合格证明书、混凝土强度检验报告、外观质量、结构尺寸、预埋件和预留孔洞等进行复核。

5.2 连接件

5.2.1 螺栓连接副材料的质量及检验应符合设计要求和 GB/T 1231 规定。

5.2.2 经检验合格的螺栓连接副进场后，按包装箱上注明的批号、规格分类，在室内应架空存放保管，不得混淆，且螺栓连接副在安装使用前不得任意开箱。

5.2.3 预应力筋进场时，应按国家现行标准的规定抽取试件作抗拉强度、伸长率检验，其检验结果应符合 GB 50204 的规定。

5.2.4 预应力筋的锚具、夹具的基本性能应符合 GB/T 14370 的规定。

5.3 密封、防水材料

5.3.1 密封、防水材料应根据环境条件和设计要求选用并符合 GB 50108 规定。

5.3.2 密封防水材料应具有弹性、抗渗性、抗腐蚀性和耐久性，在低温条件下应具有良好的抵抗冻融

循环作用的能力。

5.3.3 密封材料可采用沥青麻絮、水泥砂浆、弹性橡胶、遇水膨胀橡胶、接缝密封胶等材料。

5.3.4 防水卷材宜采用高聚物改性沥青防水卷材、合成高分子类等；采用橡胶止水带等其他防水卷材时，其性能应不低于同等要求。

6 预制

6.1 一般规定

6.1.1 应结合工程建设区域的自然条件、构件生产数量、经济效益、运输条件等因素综合确定预制厂选址。

6.1.2 浇筑工艺方案应根据待浇筑结构物的情况、环境条件及浇筑量等因素制定，包括混凝土浇筑、振捣、养生等。

6.1.3 应实行首件试预制且数量至少为 3 个，并由监理单位构件进行专项评定，后经监理单位批准后方可进行批量生产。

6.1.4 构件在吊放、运输后应对结构的完整性进行检验。

6.2 预制工艺流程

公路装配式钢筋混凝土箱涵的预制工艺流程如图 1 所示。

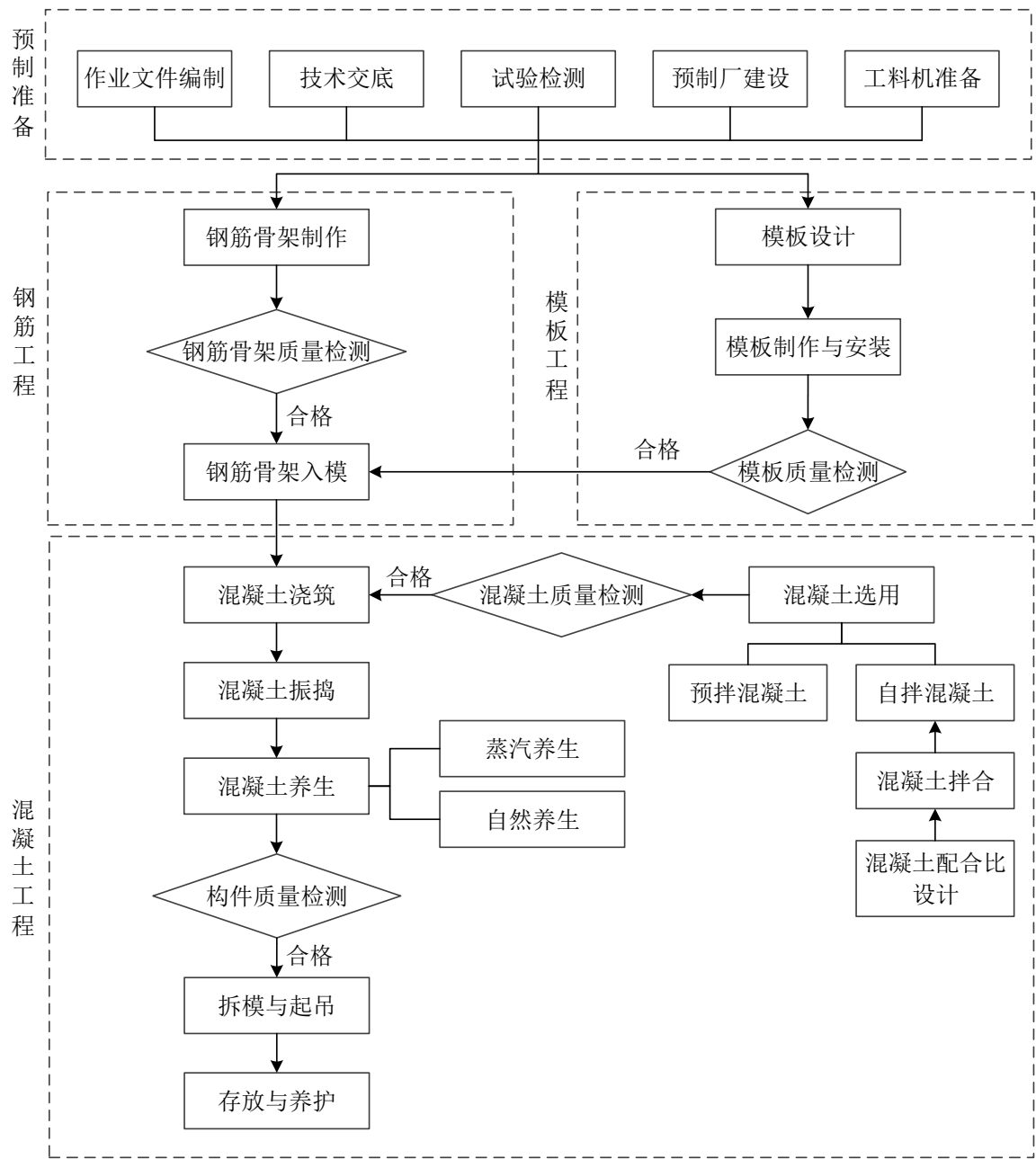


图1 公路装配式钢筋混凝土箱涵预制工艺流程图

6.3 预制准备

6.3.1 作业文件编制

施工单位应编制施工组织设计，作业文件主要包含但不限于以下内容：

- 预制场地的规划设计；
- 根据设计文件和混凝土验收标准，对预制构件所做的具体规定；
- 混凝土拌合、浇筑、振捣、养生、运输等工序的施工质量控制措施，以及质量检验和评定方法；
- 预制构件施工的专项操作细则和质量检验方法。

6.3.2 技术交底

构件预制前，应根据施工内容和施工技术方案，由施工单位组织编制各项技术交底文件，并由施工单位主管技术人员进行技术交底。技术交底主要包括但不限于以下内容：

- a) 首件试预制的施工方法、施工工序与工艺管理、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) 混凝土配合比设计及要求；
- f) 支模方法及拆模时间；
- g) 构件浇筑、振捣及养护方法；
- h) 质量控制标准。

6.3.3 试验检测

- 6.3.3.1 应对预制构件所需的材料进行批次检测和审核，确保原材料符合设计要求及国家标准。
- 6.3.3.2 应对混凝土的配合比设计、力学性能、耐久性试验等进行试验验证，确保其符合设计要求。
- 6.3.3.3 混凝土的试验方法应符合 GB/T 50080 规定。

6.3.4 预制厂建设

- 6.3.4.1 预制厂选址应综合考虑工程建设区域的现场环境、交通条件、建设规模、施工计划、人员及设备投入等情况，合理规划、精心组织、科学施工、确保质量。
- 6.3.4.2 各个功能区应划分明确，主要出入口须悬挂标识牌，其设计应符合以下规定：
 - a) 标识牌应明确显示功能分区的名称、主要功能、操作流程及安全规程，并放置在功能区入口或显眼位置，定期检查更新；
 - b) 使用高对比度的颜色和清晰易读的字体，确保标识在不同光线和距离下均能被迅速识别；
 - c) 安全注意事项应包括个人防护、设备操作和紧急疏散等关键信息。

6.3.5 工料机准备

- 6.3.5.1 进场人员应满足生产需要和专业技术要求，特殊工种人员应持证上岗，操作人员应进行技术培训。
- 6.3.5.2 材料进场应进行质量检验、分区存放。注意材料的保存要求，以确保材料品质。
- 6.3.5.3 设备应悬挂操作规程标识牌，定期进行检查、维修和保养，建立使用和维护台账，以确保设备性能可靠、运转正常、使用安全。

6.4 模板工程

6.4.1 模板设计

模板应进行工艺设计，应符合 JTG/T 3650 规定。

6.4.2 模板制作与安装

- 6.4.2.1 模板底座宜设置在混凝土底座或混凝土场坪上，应保证模板基座水平，底座平整度不应大于 2 mm。
- 6.4.2.2 模板的制作应符合下列规定：
 - a) 钢模板及其配件应按设计图加工，成品经检验合格后方可使用；

- b) 大块钢模板组装前，应对零部件的几何尺寸进行全面检查，合格后方可进行组装，零部件的各种连接形式的焊缝应符合外观质量标准；
- c) 模板制作应对槽口、铰接缝曲面和预留孔洞进行准确定位。

6.4.2.3 模板的安装应符合下列规定：

- a) 模板各构件尺寸和位置准确，模板组件连接紧密，模板拼缝应严密，不得发生漏浆现象，并保证接缝平整度；
- b) 应防止侧模板移位和凸出，可在模板外设支撑固定；
- c) 模板在安装过程中应设置防倾覆设施；
- d) 模板安装完毕后，应对构件拼缝间隙、模板偏斜、模板相邻两板错位、面板平整度、整体稳定性进行检查，经监理单位签认后方可浇筑混凝土。

6.4.3 模板质量验收标准

模板表面应平整、光滑，不得有裂缝、孔洞、毛刺等缺陷，以保证混凝土的表观质量。模板制作及安装除应符合 JTG/T 3650 的相关规定外，尚应符合表 1 规定。

表1 模板质量验收标准

项次	项目	允许偏差/ mm	检查方法和频率
1	面板平整度	1	2m直尺：每面板测一处，每处测两个方向
2	模板的长度、宽度、高度	0, -1	尺量：每条边长和中线
3	面板端对角线长度	±0.5	尺量：各对角线长度
4	预留孔洞位置	±0.3	尺量：每件
5	模板组件间拼缝间隙	0, +1.5	尺量：每拼缝测两处

6.5 钢筋工程

6.5.1 钢筋骨架制作

- 6.5.1.1 钢筋骨架的加工、连接、绑扎、安装应符合 JTG/T 3650 规定。
- 6.5.1.2 钢筋的骨架制作应在胎架上进行，胎架宜增加固定钢筋的定位桩或定位槽，便于精度控制。
- 6.5.1.3 应注意吊环与受力钢筋的搭接长度及位置符合结构设计要求。

6.5.2 钢筋骨架质量验收标准

- 6.5.2.1 钢筋安装质量验收标准应符合表 2 规定。

表2 钢筋安装质量验收标准

项次	检查项目		允许偏差/ mm	检查方法和频率
1	受力钢筋间距		±5	尺量：长度≤20m时，每构件检查2个断面：长度>20m时，每构件检查3个断面
2	箍筋、构造钢筋、螺旋筋间距		±10	尺量：每构件测10个间距
3	钢筋骨架尺寸	长度	±10	尺量：按骨架总数30%抽查
		宽度、高度或直径	±5	
4	弯起钢筋位置		±20	尺量：每骨架抽查30%
5	保护层厚度（mm）		±5	尺量：每构件各立模板面每3m检查1处，且每侧面不少于5处

- 6.5.2.2 预埋钢筋质量验收应符合表 3 规定。

表3 预埋钢筋质量验收标准

项次	钢筋及其位置		允许偏差/mm	检查方法和频率
1	插筋	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
2	吊环	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
3	湿接缝连接钢筋	中心线位置	1	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

6.6 混凝土工程

6.6.1 混凝土使用与检测

- 6.6.1.1 混凝土宜采用预拌混凝土，当条件受限时可采用自拌混凝土。
- 6.6.1.2 混凝土性能及检测方法应满足应符合 JTG/T 3650 规定。

6.6.2 混凝土浇筑、振捣

- 6.6.2.1 混凝土浇筑、振捣应符合 JTG/T 3650 规定。
- 6.6.2.2 脱模剂的使用应符合 JC/T 949 规定。
- 6.6.2.3 混凝土浇筑后应采用二次收面工艺且为光面。
- 6.6.2.4 构件的底面混凝土宜采用附着式振捣器振动；其余部位的混凝土宜采用插入式振捣器、附着式振捣器辅助振捣。

6.6.3 混凝土养生

- 6.6.3.1 混凝土浇筑完成后，宜采用蒸汽养生。
- 6.6.3.2 当采用自然养生时，对暴露于大气环境中的混凝土表面应采用适宜的材料进行覆盖，并洒水养生。
- 6.6.3.3 当采用蒸汽养生时，应符合下列规定：
 - a) 宜采用蒸汽养生棚带模养生，并符合 JTG/T 3650 的规定；
 - b) 蒸汽养生应控制静停、升温、恒温、降温、拆模速度应符合表 4 规定。

表4 蒸汽养护温度控制标准

阶段	静停	升温	恒温	降温	拆模
养护要求	静停期间应保持蒸汽棚内的温度不低于5℃	升温的速度应不大于10℃/h	恒温时应将温度控制在50℃以下，恒温时间宜由试验确定	降温的速度应不大于5℃/h	拆除保温设施及模板时，构件混凝土表层的温度与环境温度之差应不大于15℃。

6.6.4 拆模与起吊

- 6.6.4.1 脱模时间应符合设计规定，设计未规定时，应在混凝土强度达到设计强度的 75 %后方可脱模。待混凝土强度达到设计强度的 85 %时，方可吊出模板。
- 6.6.4.2 构件的吊放为预制厂内构件吊放。
- 6.6.4.3 预制厂内构件吊放应采用龙门吊，现场拼装构件吊放宜采用汽车起重机或履带式起重机，除应符合 JTG F90 外，尚应符合下列规定：
 - a) 吊点的合力作用点（或称绑扎中心）应确保与构件重心在同一铅垂线上；

- b) 起吊时，吊索与构件的水平夹角不宜小于 60° 且不应小于 45° ；
 - c) 遇到雨、雪、雾天气，或者风力大于 5 级时，不应进行吊装作业。
- 6.6.4.4 当采用吊装孔时，孔的位置和形式应符合设计规定。
- 6.6.4.5 构件吊装起落时，应注意对构件边角的保护。如构件预留外漏钢筋，吊放期间应防止钢筋弯折。
- 6.6.5 存放与养护
- 6.6.5.1 构件应按结构成型时姿态存放在预制厂指定区域，确保放置平稳，避免受力不均、偏斜、倾倒等问题，存放时间应符合设计要求。
- 6.6.5.2 构件在预制厂的叠放层数应不超过两层，并需对存放台座及其地基的承载力进行验算。构件支点位置应符合设计规定，并应使用垫木或胶板等弹性支撑物进行支撑保护。
- 6.6.5.3 构件的养护应符合本文件 6.6.3 规定。
- 6.6.6 构件质量检验
- 6.6.6.1 应严格控制构件表面、连接面、预埋件、边角等部位的浇筑质量。
- 6.6.6.2 构件质量应符合表 5 规定。

表5 构件质量验收标准

项次	检测项目	规定值或偏差	检查方法
1	混凝土强度/MPa	在合格范围内	按JTG F80/1附录D检查
2	构件尺寸/mm	0, +5	尺量：检测2处
3	构件厚度/mm	± 0.5	尺量：检测2处
4	构件表面平整度/mm	5	2m直尺：检测2处
5	构件竖直度/mm	$0.3\%H$ (H 为涵洞净高)	铅锤法：测3个断面
6	节段间连接断面竖直度/mm	$0.3\%H$ (H 为涵洞净高)	铅锤法：测2个断面

7 运输及安装

7.1 一般规定

- 7.1.1 现场安装施工前，施工单位应准确理解设计文件和相关规范的要求，制定施工方案。
- 7.1.2 现场施工应进行构件试安装且安装数量至少为相邻的 2 个完整节段，应验证安装工艺和操作方法的可靠性、合理性，经监理单位批准后方可进行批量安装。
- 7.1.3 整体式预制钢筋混凝土箱涵的现场安装主体工程是节段吊装与连接；构件式预制钢筋混凝土箱涵的现场安装主体工程是构件吊装与连接。
- 7.1.4 采用构件式预制时，其安装应从下往上进行，且应注意构件吊放的稳定性。
- 7.1.5 现场作业应按照 JTG F90 的规定采取相应安全保护措施。
- 7.1.6 构件吊装前应对现场垫层或基础的平整度进行检验，构件进场后应进行质量复核。
- 7.1.7 施工期间应设置临时排水设施，防止周围地面水流入。雨季应采取防水措施对涵洞地基进行保护。

7.2 构件运输

- 7.2.1 构件的运输应满足运输安全的要求。应采取相应措施防止构件在运输过程中磕碰、滑移、倾覆，

并符合下列规定：

- a) 运输构件过程中，应采取防止构件移动或倾倒的绑扎固定措施。高宽较大的构件运输，应采用支承框架、固定架、支撑或用倒链等予以固定，不得悬吊或堆放运输。支承架应进行设计计算，保证稳定、可靠和装卸方便；
- b) 运输时，各构件之间应用隔板或垫木隔开，上、下垫木应在同一垂线上，垫木应填塞紧密，且应用钢丝绳及花篮螺栓将其连成一体拴牢于车箱上。构件边角部或绳索接触处的混凝土，应采取垫衬加以保护。

7.2.2 采用汽车运输在装载构件时，其支承应牢固，起步和运行应缓慢，应平稳前进，严禁突然加速或紧急制动；接近涵址时，应减速徐停；构件运输速度应符合 JTG/T 3650 的规定。

7.3 现场施工工艺流程

公路装配式钢筋混凝土箱涵的现场施工工艺流程如图2所示。

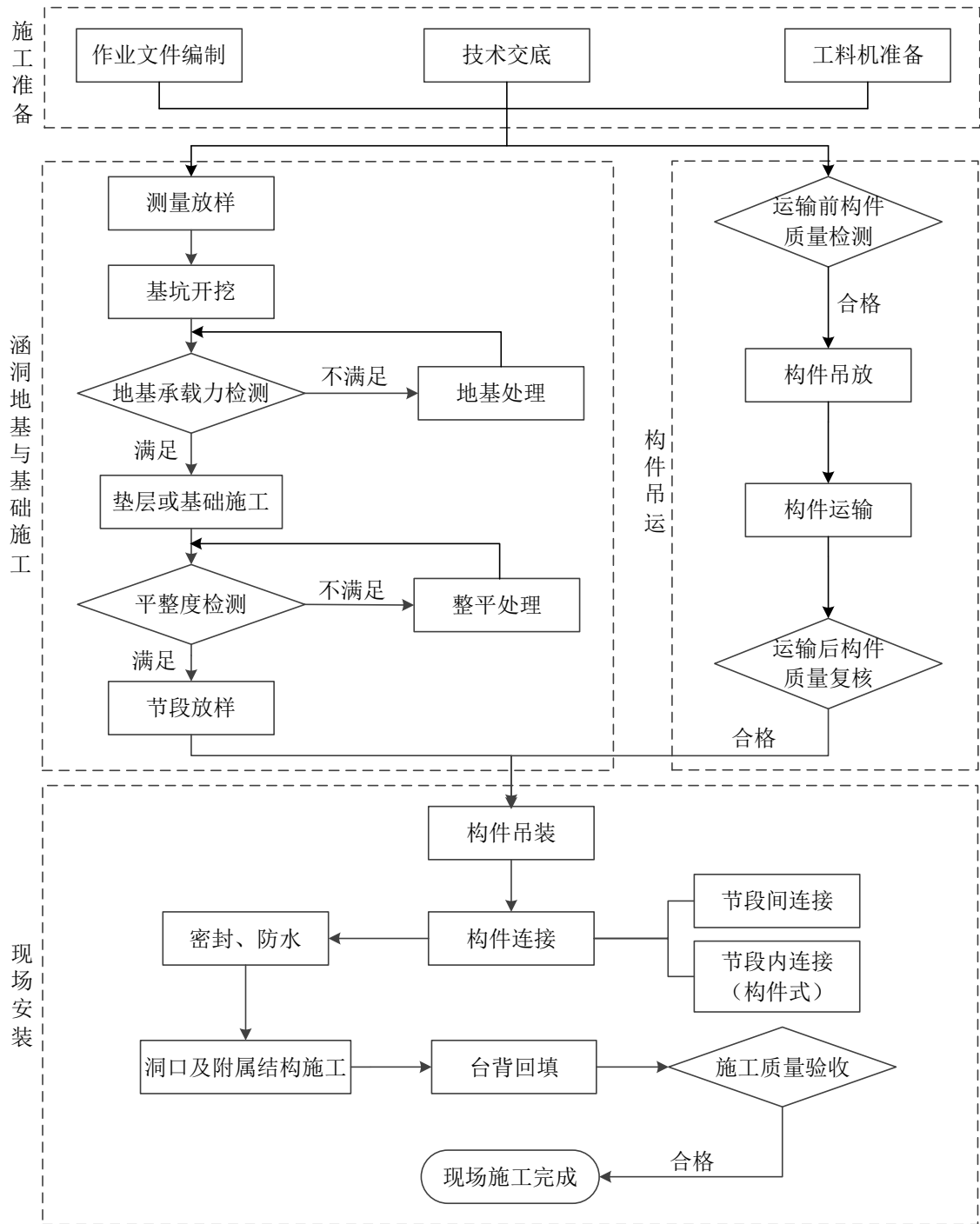


图2 公路装配式钢筋混凝土箱涵现场施工工艺流程图

7.4 施工准备

7.4.1 作业文件编制

施工单位应根据构件安装的施工组织设计，作业文件主要包含但不限于以下内容：

- 构件安装工作内容。包括构件吊装、连接、密封防水、洞口及附属结构施工、台背回填等；

- b) 构件吊装方案和质量控制标准。包括吊装流程、设备选型、人员配置、质量验收标准、控制措施等；
- c) 构件连接、密封防水、其他附属结构（洞门、台帽）、台背回填的施工方案和质量控制标准；
- d) 施工安全管理体系。包括人员安全教育与培训、安全责任制度、现场安全警示、应急预案等；
- e) 施工文明环保措施。包括粉尘控制、噪音控制、垃圾处理等。

7.4.2 技术交底

7.4.2.1 现场安装前，应根据施工内容和施工技术方案，由施工单位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) 现场安装的施工方案、施工工艺流程和质量要求；
- b) 安全、环保、文明施工等技术措施及应急预案；
- c) 施工中采用的新技术、新工艺、新材料、新设备等的要求。

7.4.2.2 构件安装前，班组施工人员应由施工单位主管技术人员进行技术交底。技术交底主要包括但不限于以下内容：

- a) 安装施工方法、施工工序与工艺管理以及注意事项、安全防控措施等；
- b) 流水顺序作业施工阶段划分；
- c) 起重和吊装机械选用要求；
- d) 密封防水材料和洞口及附属结构施工技术要求；
- e) 台背回填质量验收标准；
- f) 施工安全注意事项。

7.4.3 工料机准备

7.4.3.1 应根据现场吊装计划配备相应技术人员、操作人员和安全员。

7.4.3.2 根据现场施工进度情况制定施工设备的进场计划、构件和材料的供应计划以及运输计划。

7.4.3.3 吊装设备应结合场地条件、构件尺寸与重量、吊装方案等因素综合确定。

7.5 涵洞地基与基础施工

7.5.1 涵洞地基与基础施工包括涵洞测量放样、基坑开挖、地基处理、垫层与基础施工。

7.5.2 测量放样应符合以下规定：

- a) 涵洞测量放样时，应注意涵洞轴线，边线、长度、涵底标高的正确性；
- b) 现场安装前应进行节段放样，标记出各节段的分界线及各节段放置的方向；
- c) 节段放样应对轴线和外侧边缘线精确放样，确保吊装精确定位；
- d) 应明确沉降缝位置并做标记，防止涵洞节段接缝与设计不一致。

7.5.3 基坑开挖应满足安装施工及台背回填的空间要求，开挖坡面应做成台阶型坡面。

7.5.4 地基承载力容许值应满足设计文件要求，如不满足则应进行地基处理。地基处理应符合以下规定：

- a) 综合考虑涵址区地质条件合理选用地基处理方法，应符合 JTG 3363 规定；
- b) 当处理湿陷性黄土时，可选用垫层法，强夯法，挤密法，预浸水法等方法；
- c) 对于涵轴方向地质变化较大的地基，应采用费标准节段调节沉降缝位置。

7.5.5 垫层与基础施工应符合以下规定：

- a) 混凝土垫层、基础施工前，地基承载力应符合设计要求；
- b) 若设置基础，则基础埋置深度应满足设计要求，且基础沉降缝应与涵洞沉降缝位置一致；
- c) 垫层或基础质量验收标准应符合表 6 规定。

表6 垫层、基础质量验收标准

项次	检查项目	允许偏差	检查方法和频率
1	轴线偏位/ mm	0, +20	全站仪：每道涵洞2个点
2	混凝土强度/ MPa	在合格标准内	按JTGF80/1附录D检查
3	混凝土厚度/ mm	>设计值	尺量：抽查3个断面
4	顶面平整度/ mm	3	3米直尺：抽查3~5处

7.6 现场安装

7.6.1 构件吊装

7.6.1.1 构件吊装应根据设计文件制定吊装方案，首先确定首节吊装的构件位置及吊装顺序，其余构件顺次吊装。

7.6.1.2 采用整体式预制或构件式预制时，构件的吊装除应符合本文件 6.6.4 规定外，尚应符合以下规定：

- 宜制定辅助定位措施，提高构件的安装精度；
- 吊装与垫层基础相接触的构件时，应使构件下部密贴，保持相邻节段纵向平顺；
- 应通过保护措施防止构件预留外露钢筋弯折；
- 吊装速度应缓慢而稳定，避免因快速移动导致构件偏移；
- 构件就位后，进行多点校验，确保其位置准确无误。

7.6.1.3 采用构件式预制时，构件的吊装除应符合本文件 7.6.1.2 规定外，尚应符合以下规定：

- 应使用导向绳控制侧墙摆动，确保在吊装过程中侧墙保持稳定，避免晃动或旋转；
- 在顶板吊装就位前，应对侧墙位置和相对距离进行复核，必要时进行调整；
- 在顶板安装时，应安排工人配合吊机对预制顶板的吊装姿态进行微调，使顶板处于水平姿态，确保顶板平稳安装；
- 吊装期间应确保顶板与侧墙两侧连接处同时接触，避免下落时单侧接触对侧墙产生水平推力；
- 应严格控制顶板吊装期间结构的整体安全性和稳定性，必要时可采取辅助斜撑或在吊装顶板前进行底板浇筑。

7.6.1.4 构件安装质量验收应符合表 7 规定。

表7 构件安装质量验收标准

项次	检查项目	允许偏差/ mm	检查方法和频率
1	相邻涵洞节段轴线偏位	0, +5	尺量：测各相邻节段端面，检查 3 处
2	节段间间距	≤ 20	尺量：检查 3~5 处
3	相邻节段内轮廓线错台	0, +5	尺量：每接缝 5 处，取最大值
4	洞顶高程	± 10	水准仪：沿轴线方向测 5 处
5	构件竖直度	$\leq 1/1000 H$ (H 为涵洞净高)	铅垂法：测 3 个断面

7.6.2 构件连接

7.6.2.1 构件连接方式及材料选取应满足设计要求。整体式预制时，构件连接涉及节段间连接；构件式预制时，构件连接涉及节段间连接和节段内连接。

7.6.2.2 采用整体式预制时，节段间采用直螺栓或预应力筋连接应符合下列规定：

- 节段间的接口形式可采用企口承插式，相邻节段吊装前应在承口粘贴遇水膨胀胶条；

- b) 节段吊放后，根据设计文件在预留孔中安插直螺栓或预应力筋并按照操作要求进行拧紧或张拉锚固；
- c) 预应力筋的张拉应对称、分阶段进行，防止涵洞因张拉产生偏斜，预应力值并应满足设计要求；
- d) 体外预应力筋用锚具和拉索用锚具应有防腐蚀措施，且应符合结构的耐久性规定；
- e) 预应力张拉的验收应符合 JTG/T 3650 的规定；
- f) 预应力筋张拉完成后，应在 48 h 内对装配式箱涵的张拉孔道进行压浆；
- g) 预应力孔道压浆施工验收应包括压浆记录验收和压浆过程制作的试块强度验收，验收标准应满足 JC/T 60019 的规定。

7.6.2.3 采用构件式预制，节段间或节段内采用螺栓连接时，螺栓安装除符合 GB/T 1231 规定外，尚应符合下列规定：

- a) 螺母带圆台面的一侧应朝向垫圈有倒角的一侧，对于大六角头螺栓，螺栓头下垫圈有倒角的一侧应朝向螺栓头；
- b) 严禁强行穿入螺栓（如用锤敲打），如不能自由穿入时，严禁气割扩孔；
- c) 螺栓紧固方式和紧固力应符合设计要求；
- d) 构件的摩擦面应保持干燥，不得在雨中作业并应对外露铁件采取防腐措施。

7.6.2.4 采用构件式预制，节段间或节段内采用湿接缝连接时，应符合下列规定：

- a) 外露接头钢筋应平直，无局部弯折，弯曲的钢筋均应调直；
- b) 应将构件连接面凿毛，凿毛的深度宜为 5 mm~8 mm，且应使粗集料出露；
- c) 应对结合面进行充分湿润，保证湿接缝混凝土与构件混凝土的接缝严密；
- d) 浇筑混凝土除应保证其振捣密实外，应对表面进行严格整平并采取相关措施防止混凝土开裂；
- e) 浇筑应采用地泵浇筑并振捣密实，等初凝后宜采用塑料薄膜、土工布等材料及时覆盖进行保温、保湿养护，养护的时间应不少于 7 d；
- f) 对钢筋密布区域的混凝土，应按一定间距设置混凝土溜槽等辅助导向装置，保证该区域的混凝土填充密实。

7.6.2.5 构件式预制钢筋混凝土箱涵现浇底板施工时，应符合下列规定：

- a) 现浇底板两端应与沉降缝位置对应，保证沉降缝在断面内通缝；
- b) 严格控制模板支撑的稳定性和刚度以防止浇筑过程中的变形；
- c) 现浇底板的混凝土养护时间不宜少于 7 天；
- d) 底板施工完后，不得出现露筋和空洞现象。

7.6.2.6 现浇底板质量验收标准应符合表 8 规定。

表8 现浇底板质量验收标准

项次	检查项目	允许偏差	检查方法和频率
1	现浇底板混凝土强度/ MPa	在合格标准内	按 JTGF80/1-2017 附录 D 检查
2	底板高程/ mm	±5	水准仪：每 5m 一个断面，每个断面不少于 2 个测点
3	现浇底板厚度/ mm	≥设计值	尺量：抽查 3 个断面
4	现浇底板宽度/ mm	±10	尺量：抽查 3 个断面
5	底板钢筋间距/ mm	±5	尺量：抽查 2 个断面
6	钢筋搭接长度	≥设计值	尺量：抽查 3~5 处
7	底板保护层厚度/ mm	0, +10	钢筋扫描仪：抽检 30%

7.6.3 密封、防水

7.6.3.1 密封、防水施工应在装配式钢筋混凝土箱涵结构验收合格后方可施工，包括节段内接缝、节段间接缝和沉降缝的密封、防水。

7.6.3.2 当对涵洞结构外侧面密封防水时，防水宜在涵洞外侧全包防水卷材。应注意接缝处密封防水，应保证在接缝两侧 30 cm 范围内密贴防水材料。

7.6.3.3 密封施工除应满足 JTG/T 3650 规定及设计要求外，尚应符合以下规定：

- a) 节段内接缝密封应在空隙处采用水泥砂浆填塞、修平处理；
- b) 当采用泡沫塑料板、沥青麻絮填塞节段间接缝及沉降缝时，塞缝后用钢丝刷、抹布将缝内、缝边清理干净，拉毛处理；洒水湿润接缝，待晾干后再填塞水泥砂浆、环氧砂浆；填塞完毕后，将接缝处砂浆搓刮、修平、收光，检查平整度并洒水养生；
- c) 当采用弹性橡胶作为接缝密封材料时，接头部位应对接紧密，一环接头不宜超过两处；
- d) 当采用遇水膨胀橡胶作为接缝密封材料时，表面不应有开裂、缺胶等影响使用的缺陷；施工前应清除施工面上的水渍、灰尘、油污和铁锈，必要时可加涂粘着剂；应确保其完全嵌入接缝中，并在干燥条件下进行安装，以防止提前膨胀；
- e) 当采用接缝密封胶作为接缝密封材料时，应保证基面清洁、干燥并均匀涂抹；宜使用气动挤出枪或工业胶水枪并搭配合适口径挤出嘴填充密封胶，确保密封胶从底部逐渐充满整个接缝并完成固化。

7.6.3.4 防水选材及施工应按设计规定，并应符合以下规定：

- a) 防水层材料应在进场时进行检测，在符合产品的相应标准后方可使用；
- b) 铺设防水材料前应清除混凝土结构表面各类杂物，确保表面清洁；
- c) 铺贴卷材严禁在雨天、雪天、五级及以上大风中施工；冷粘法、自粘法施工的环境气温不宜低于 5℃，热熔法、焊接法施工的环境气温不宜低于 -10℃。施工过程中下雨或下雪时，应做好已铺卷材的防护工作；
- d) 卷材防水层的基面应坚实、平整、清洁，阴阳角处应做圆弧或折角，并应符合所用卷材的施工要求；
- e) 防水层施工完成后，在未达到规定的时间内，不得进行下一道工序。

7.6.3.5 采用高聚物改性沥青或合成高分子类防水卷材时，应符合以下规定：

- a) 涵身及涵顶须整洁、无杂物，需用底子油均匀涂刷基层表面，待其干燥后方可施工；
- b) 热熔法施工：用火焰枪或其他加热工具对卷材底面与基层面均匀加热，待表面沥青开始熔化并呈黑色光亮状态时，边烘烤边铺贴卷材，并用压辊压实。施工完毕后，应采用冷粘剂对搭接边缘进行密封处理；
- c) 冷粘法施工：采用橡皮刮板将高聚物改性沥青胶粘剂或冷玛脂等冷粘剂均匀涂刷在基层表面，边铺卷材边用橡皮辊子推展，排除空气至压实，当环境温度低于 15℃时，应采用热熔法处理搭接部位与卷材收头部位；
- d) 搭接要求：长边搭接宽度 ≥ 100 mm，短边搭接宽度 ≥ 150 mm；
- e) 施工完毕后进行全面检查，确保卷材铺设无鼓包、皱折、脱落等现象，做到平整、美观。

7.6.3.6 采用橡胶止水带时，应符合以下规定：

- a) 止水带粘附的混凝土基面应平整、洁净、干燥、无裂缝，其平整度允许偏差为 3 mm；
- b) 为使止水带固定牢固，可每隔 1 m 用高强钢钉固定；
- c) 止水带与节段接缝界面粘贴要紧密，沿接缝方向不得留断点，不能被浮渣尘土等阻隔；
- d) 防水工程完成前，应避免止水带被雨水或施工用水浸泡；
- e) 在涵洞外侧进行回填施工时应注意对背贴式橡胶止水带的保护。

7.6.3.7 密封防水质量验收标准应符合以下规定：

- a) 接缝施工完成后，应对各接缝进行核验，检查填缝是否存在空鼓、开裂、漏水等问题，并确保沉降缝与构件节段间的节段间接缝在同一平面内；
- b) 施工时应控制节段间接缝的宽度。沉降缝宽度应在 10 mm~20 mm，节段间接缝宽度应控制在 5 mm 以内；
- c) 密封防水的质量验收应符合表 9、表 10 规定。

表9 防水卷材质量验收标准

项次	检查项目		允许偏差/ mm	检查方法和频率
1	搭接长度		≥100	尺量：每5环搭接抽查3处
2	缝宽	焊接	焊缝宽≥10	尺量：每5环搭接抽查3处
		粘接	粘缝宽≥50	
3	固定点间距		满足设计要求	尺量：每20m检查3处

表10 止水带质量验收标准

项次	检查项目	允许偏差/ mm	检查方法和频率
1	纵向偏离	±50	尺量：每环测3点
2	偏离中线	≤30	尺量：每环测3点
3	固定点间距	±50	尺量：每环止水带检查3点

7.6.4 洞口及附属结构施工

- 7.6.4.1 洞口基础、翼墙、端墙、台帽的施工可采用现浇或预制构件方法施工。当采用预制施工时，应符合本文件 6 规定。
- 7.6.4.2 翼墙、端墙的地基承载力、基础埋置深度应满足设计要求。当地基承载力不满足设计要求时，应采取相应地基处理方式，经验收合格后方可施工。
- 7.6.4.3 翼墙、端墙与构件之间应连接平顺，无错位现象。墙体与涵洞结构的接缝应按沉降缝的施作。
- 7.6.4.4 洞口及附属结构施工质量验收标准应符合 JTG F80/1 规定。

7.6.5 台背回填

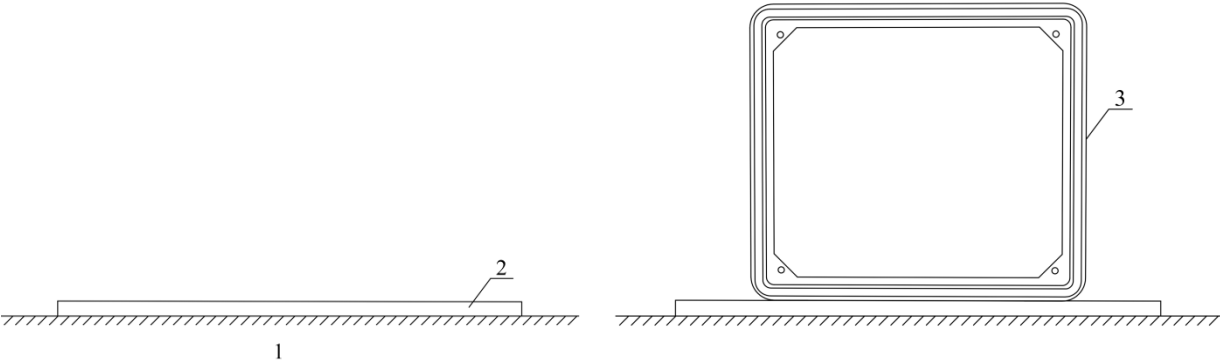
- 7.6.5.1 台背回填填料应符合 JTG/T 3610 规定。
- 7.6.5.2 对构件式预制钢筋混凝土箱涵，应规定底板混凝土的强度达到设计强度 75 %以上时，方可进行两侧回填。
- 7.6.5.3 台背回填施工应符合下列规定：
 - a) 涵洞两侧应对称填筑，禁止单边填筑；
 - b) 在对涵洞两侧的回填土进行压实时，台背填料应严格分层碾压，碾压时宜先轻后重，压实作业应从涵洞最外侧开始，逐步碾压至靠近涵洞一侧；
 - c) 压实遍数应根据填土特性进行试压确定；
 - d) 在装配式钢筋混凝土箱涵结构附近填筑时，应采用机械和人工配合完成压实并及时观测涵洞结构的变化；
 - e) 在涵洞外侧进行回填施工时应注意对防水层的保护；
 - f) 对于湿陷性黄土地区，可采用石灰土、水泥土等填料回填，不应采用砂土等透水性填料。
- 7.6.5.4 台背回填的施工质量验收标准应符合以下规定：
 - a) 后背回填应严格控制土的分层厚度和压实度，应设专人负责监督检查，台背填土的压实度应不小于 96 %

- b) 台背回填验收应对每层压实后的填土进行检验，检查频率应每 50 m^2 检验一点，不足 50 m^2 时应至少检验一点，每点均应合格，且宜采用小型机械压实。

附 录 A
(资料性)

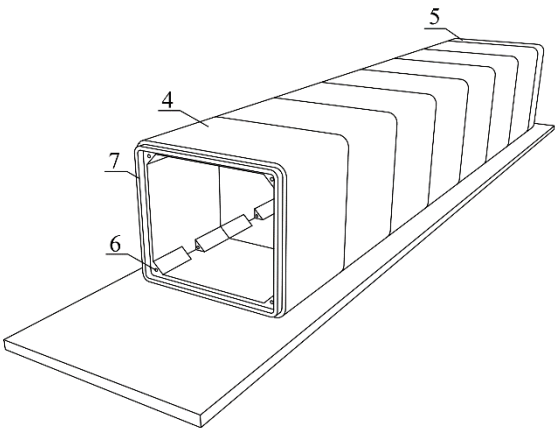
整体式预制钢筋混凝土箱涵现场安装工艺

A.1 整体式预制钢筋混凝土箱涵现场安装示意图见图 A.1。现场放样后，首先开始涵洞地基与基础施工，并判别地基承载力是否满足要求，根据设计要求和地质条件变化设置沉降缝位置。垫层施工应满足平整度、强度等基本要求，并在垫层上放样涵洞节段位置及方向。根据节段的安装顺序将各节段吊装至预定位置。吊放期间，可在相邻节段对接前，在节段间安装防水密封条以提高节段间防水效果。通过吊装机具与人工配合将各节段间对接完成并进行连接。当所有节段吊装、节段间连接完成后，对节段间接缝进行密封防水处理。沉降缝可在接缝内填充沥青麻絮或其他新型密封材料。涵洞外侧接缝可采用全包防水卷材或在接缝处进行防水处理。洞门施工与台背回填的先后次序应根据现场施工方案选取。台背回填应逐层填筑、碾压、检测压实度，直至填筑到设计填土高度。

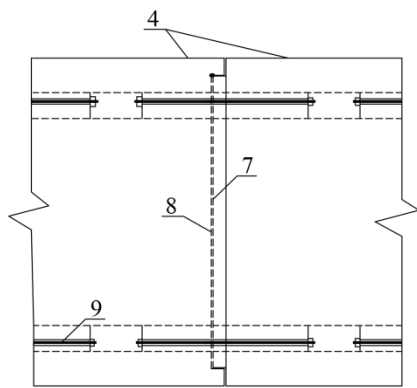


(a) 垫层施工

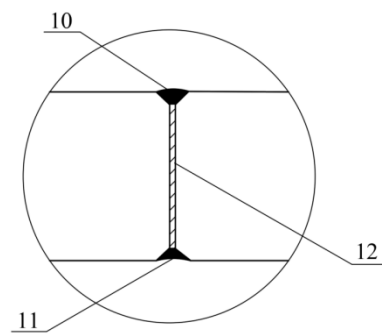
(b) 整体式预制节段安装



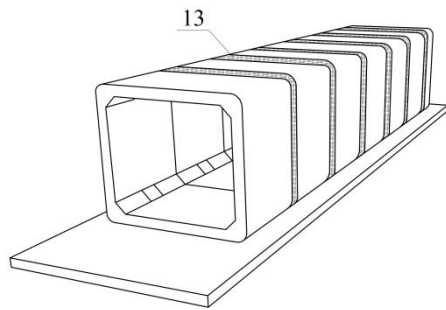
(c) 整体式预制节段连接



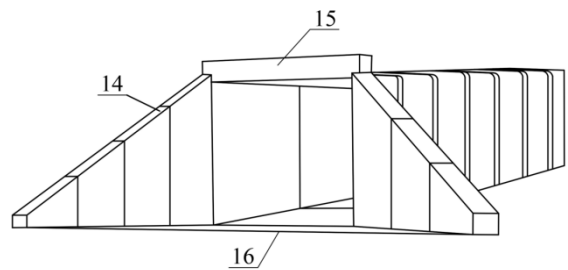
(d) 节段间连接



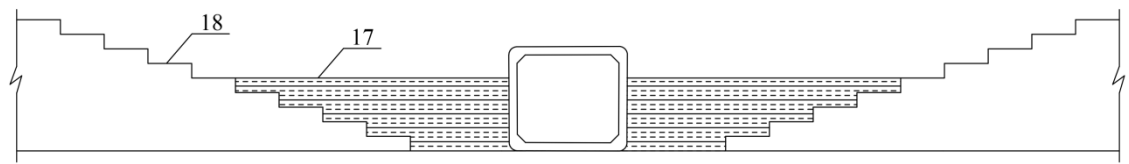
(e) 沉降缝处理



(f) 防水处理



(g) 洞口施工



(h) 台背回填

标引序号说明：

- 1——地基；
- 2——垫层；
- 3——整体式预制钢筋混凝土箱涵；
- 4——整体式预制钢筋混凝土箱涵标准节段；
- 5——整体式预制钢筋混凝土箱涵非标准节段；
- 6——预留连接孔道；
- 7——企口；
- 8——承口；
- 9——节段间连接；
- 10——外接缝水泥砂浆抹缝；
- 11——内接缝水泥砂浆抹缝；
- 12——沥青麻絮；
- 13——橡胶止水带；

- 14——洞门；
- 15——台帽；
- 16——洞口铺砌；
- 17——台背填土；
- 18——台阶放坡。

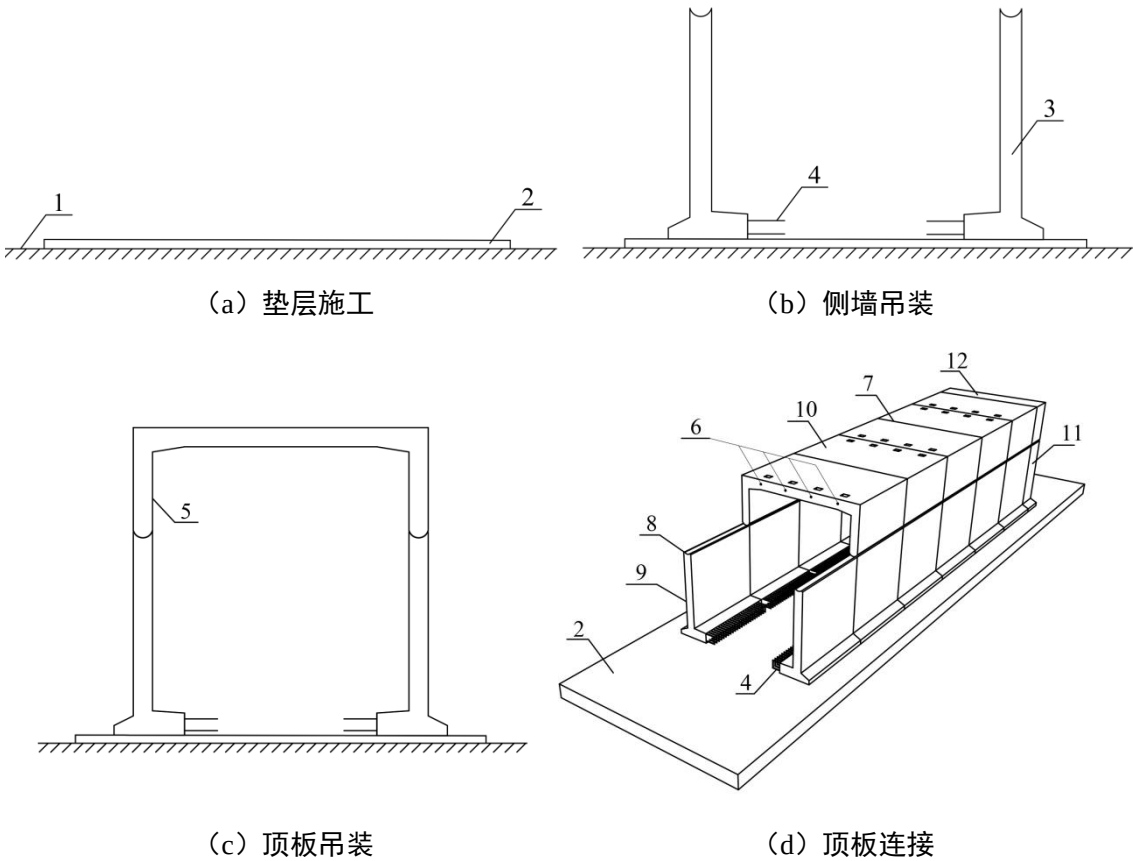
图A. 1 整体式预制钢筋混凝土箱涵现场安装示意图

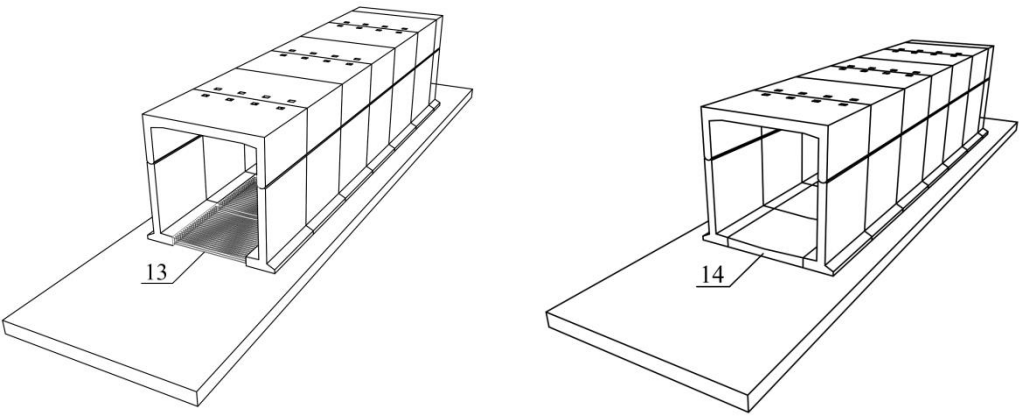
A. 2 本施工示意图仅为整体式预制钢筋混凝土箱涵施工提供指导，实际施工方案应根据具体工程制定。

附录 B
(资料性)

构件式预制钢筋混凝土箱涵现场安装工艺

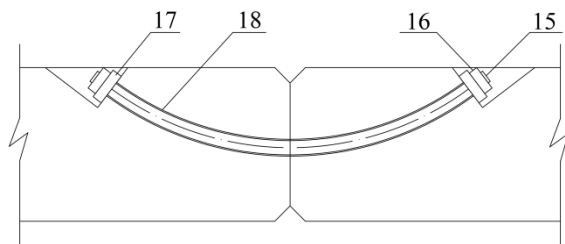
B.1 构件式预制钢筋混凝土箱涵现场安装示意图见图 B.1。现场放样后，首先开始涵洞地基与基础施工，并判别地基承载力是否满足要求，根据设计要求和地质条件变化设置沉降缝位置。垫层施工应满足平整度、强度等基本要求，并在垫层上放样涵洞节段位置及方向。根据安装顺序将预制侧墙、预制顶板分别吊装至预定位置。吊装期间按照设计要求进行节段内连接、节段间连接。当所有构件吊装并连接完成后，对节段间接缝进行密封防水处理。沉降缝可在接缝内填充沥青麻絮或其他新型密封材料。涵洞外侧接缝可采用全包防水卷材或在接缝处进行防水处理。洞门施工与台背回填的先后次序应根据现场施工方案选取。台背回填应逐层填筑、碾压、检测压实度，直至填筑到设计填土高度。



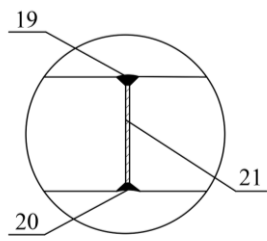


(e) 底板钢筋焊接

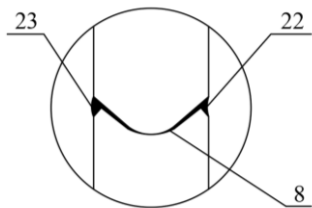
(f) 底板现浇



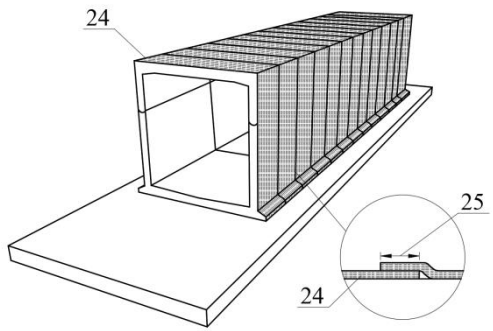
(g) 弯曲螺栓连接



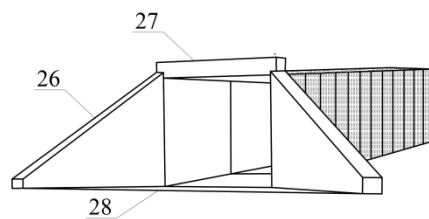
(h) 沉降缝密封处理



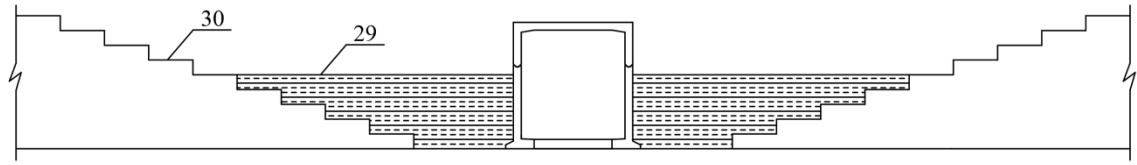
(i) 节段内密封处理



(j) 密封防水（以防水卷材包裹涵身为例）



(k) 洞口施工



(1) 台背回填

标引序号说明：

- 1——地基；
- 2——垫层；
- 3——预制侧墙；
- 4——湿接缝外漏钢筋；
- 5——预制顶板；
- 6——节段间连接（弯曲螺栓）；
- 7——节段间连接（平缝连接）；
- 8——节段内连接（铰接）；
- 9——预制侧墙标准节段；
- 10——预制顶板标准节段；
- 11——预制侧墙非标准节段；
- 12——预制顶板非标准节段；
- 13——底板受力钢筋；
- 14——现浇底板；
- 15——弯曲螺栓；
- 16——螺母；
- 17——钢垫板；
- 18——PVC套管；
- 19、23——外接缝水泥砂浆抹缝；
- 20、22——内接缝水泥砂浆抹缝；
- 21——沥青麻絮；
- 24——防水卷材；
- 25——防水卷材搭接段；
- 26——洞门；
- 27——台帽；
- 28——洞口铺砌；
- 29——台背填土；
- 30——台阶放坡。

图B.1 构件式预制钢筋混凝土箱涵现场安装示意图

B.2 本施工示意图仅为构件式预制钢筋混凝土箱涵提供指导，实际施工方案应根据具体工程制定。

参 考 文 献

- [1] ZJZN 2019-11 装配式钢筋混凝土涵洞施工技术指南
 - [2] DB43/T 757-2022 预制装配式钢筋混凝土涵洞
 - [3] DB63/T 1979-2021 预制装配式涵洞工程施工技术规范
 - [4] DB41/T 2279-2022 公路全断面装配式钢筋混凝土箱涵设计与施工技术规范
-