

严寒地区预制拼装箱型涵洞
设计与施工技术规范

Design and construction technical specification for prefabricated
and assembled box culvert in severe cold area

2024-09-27发布

2024-10-27实施

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
5.1 混凝土	2
5.2 钢筋	2
5.3 密封材料	3
5.4 基础材料	3
5.5 回填材料	3
6 构造规定	3
6.1 洞身构造	3
6.2 洞口构造	3
6.3 连接构造	3
6.4 吊装构造	4
7 结构设计	4
7.1 一般规定	4
7.2 荷载效应分析	4
8 施工	5
8.1 构件预制	5
8.2 存放	6
8.3 构件吊装和运输	7
8.4 基础施工	7
8.5 安装	7
8.6 回填	7
8.7 防水	7
9 质量检验	8
9.1 一般规定	8
9.2 洞身节段预制	8
9.3 基础	8
9.4 洞口	8
9.5 箱涵安装	8
9.6 涵洞总体外观	9
附录 A (规范性) 土压力计算	10
附录 B (规范性) 箱涵开裂钢筋混凝土截面的等效截面抗弯刚度取值	15

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。

本文件由内蒙古交通设计研究院有限责任公司提出。

本文件由内蒙古自治区交通运输厅归口。

本文件起草单位：内蒙古交通设计研究院有限责任公司、内蒙古路桥集团有限责任公司、西南交通大学、内蒙古交通集团蒙通养护有限责任公司。

本文件主要起草人：张俊、沈永飞、杨万里、尚海龙、赵胜、杨远翔、龚占德、高延奎、宋国林、王雪枫、李喆、谢松芳、李勇、肖灵斌、王勇、刘炜、李海川、祁咏桂、王俊斌、赵学敏、刘宽河、乔素龙、栾传宝、党彦、樊日辉、宋幸芳、武艳花、周用山、吴群、苏光烈、郝德坤、马继成、郝俊杰、郑万成、王集忠、李哲、金浩然、方淑艳。

严寒地区预制拼装箱型涵洞设计与施工技术规范

1 范围

本文件规定了预制拼装箱型涵洞的基本规定、材料、结构设计、施工和质量检验。

本文件适用于严寒地区各等级公路工程预制拼装箱型涵洞的设计与施工，市政及其它工程可参照执行。

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 1499.1 钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋
GB/T 1499.2 钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋
GB/T 13788 冷轧带肋钢筋
GB/T 18173.2 高分子防水材料 第2部分：止水带
GB/T 18173.3 高分子防水材料 第3部分：遇水膨胀橡胶
GB/T 18173.4 高分子防水材料 第4部分：盾构法隧道管片用橡胶密封垫
GB 18242 弹性体改性沥青防水卷材
GB/T 21873 橡胶密封件给、排水管及污水管道用接口密封圈 材料规范
JTG/T 3310 公路工程混凝土结构耐久性设计规范
JTG 3362 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范
JTG 3363 公路桥涵地基与基础设计规范
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 B02 公路工程抗震规范
JTG D60 公路桥涵设计通用规范
JTG D61 公路圬工桥涵设计规范
JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

预制拼装箱型涵洞 **prefabricated and assembled box culvert**

一种采用工厂化预制和现场拼装施工方式建造，保证通行或过水而设置的钢筋混凝土箱型截面的构造物。以下简称预制箱涵。

3.2

节段 segments

沿涵洞纵向按一定长度划分的具有完整截面形状，设有涵件安装的预制结构段。

3.3

企口缝 tongueandgroove seams

涵洞节段各预制构件间的铰接连接的接缝。

3.4

沉降缝 settlement joints

为防止预制拼装箱型涵洞由于地基不均匀沉降引起结构破坏所设置的垂直于涵洞纵坡线的平接缝。

4 基本规定

4.1 水文、水力计算按照 JTG/T 3365-02进行。

4.2 预制箱涵构件应采用工厂化制作。

4.3 预制箱涵宜采用标准跨径，标准跨径为 1.5 m、2.0 m、2.5 m、3.0 m、4.0 m、5.0 m。

4.4 预制箱涵的设计基准期为 100年；设计使用年限应符合以下规定：高速公路和一级公路不应低于 50年；二级公路、三级公路和四级公路不应低于 30年。

4.5 预制箱涵的耐久性应满足 JTG 3362和 JTG/T 3310的相关要求。

4.6 预制箱涵应采用无压力式。

4.7 预制箱涵进出洞口以及洞外进水、排水工程的形式与尺寸应使水流能顺畅通过，并满足两侧路堤稳定性的要求，且不应应对附近环境造成不利影响。

4.8 预制箱涵工程施工应符合设计文件的相关规定，并应满足安全、耐久、环保和节能减排的要求。

4.9 预制箱涵构件生产前应建立完善的质量管理体系，宜采用数字信息化系统。

4.10 预制箱涵施工应遵循国家安全生产的有关法律法规，建立健全安全生产管理系统，明确安全责任，严格执行安全操作规程，保障施工人员的职业健康，确保施工安全。

5 材料

5.1 混凝土

5.1.1 预制箱涵洞身采用的混凝土强度等级不应低于 C40，且抗冻等级不低于 F250。

5.1.2 基础上层采用强度不低于 C25的混凝土。

5.1.3 预制混凝土箱涵采用的水泥、骨料应符合 JTG/T 3650的要求。

5.1.4 预制混凝土箱涵拌合用水应符合 JGJ 63的规定。

5.1.5 预制混凝土箱涵外加剂应符合 GB 8076的规定，外加剂不应应对钢筋有腐蚀，

5.2 钢筋

钢筋宜采用热轧带肋钢筋、热轧光圆钢筋、冷轧带肋钢筋，其性能应符合 GB/T 1499.1、GB/T 1499.2、GB/T 13788的规定。

5.3 密封材料

5.3.1 弹性橡胶密封圈材质宜采用遇水膨胀橡胶或丁基腻子橡胶。弹性橡胶密封圈的硬度、拉伸强度、拉断伸长率、压缩永久变形等性能指标应符合设计和 GB/T 21873 的相关规定。

5.3.2 橡胶止水带、橡胶密封垫和遇水膨胀橡胶制品，其性能应符合设计和 GB/T 18173.2、GB/T 18173.3 和 GB/T 18173.4 的相关规定。

5.3.3 SBS 改性沥青防水卷材应满足 GB 18242 的相关规定。

5.4 基础材料

5.4.1 基础下层采用强度不低于 M10 的浆砌片石，片石强度不低于 MU40。

5.4.2 基础下垫层采用砂砾、碎石等透水性好的材料。

5.5 回填材料

基坑、箱涵两侧及顶部回填材料采用不含淤泥、腐殖土、有机物、砖、石、木块等杂物的透水性材料。

6 构造规定

6.1 洞身构造

6.1.1 预制节段长度的确定应兼顾经济性、运输尺寸限制以及安装设备的起重能力。节段长度宜采用 2 m~3 m。

6.1.2 洞身宜采用钢筋混凝土整体闭合式框架结构，其横截面可为长方形或正方形。内壁在角隅处宜设倒角并配防劈裂钢筋。

6.1.3 钢筋构造应符合 JTG 3362 的相关要求。

6.1.4 洞身底部基础混凝土厚度不应小于 0.1 m，浆砌片石厚度不应小于 0.4 m，垫层厚度不应小于 0.8 m。

6.1.5 洞口两端洞身 2 m 范围内应将砂砾垫层埋入冰冻线以下不小于 0.25 m。

6.1.6 两端翼墙采用一字式钢筋混凝土薄壁结构时，应与洞身连成整体；采用八字式翼墙时，翼墙与洞身间应设置沉降缝。

6.1.7 预制箱涵基底纵坡不应大于 5%。

6.2 洞口构造

6.2.1 预制箱涵洞口应与洞身、路基衔接平顺。

6.2.2 八字式洞口适用于河沟平坦顺直，无明显沟槽，且沟底与涵底高差变化不大的情况；一字式洞口适用于河床稳定、土质坚实的河沟以及流速较小的人工渠道或不易受冲刷的岩石河沟。

6.2.3 预制箱涵进出口一定范围内的沟床、路基坡面均应铺砌加固，加固方式符合以下要求：

- a) 当河沟纵坡小于或等于 15% 时，可铺砌到上、下游翼墙端部，并应在上、下游铺砌端部设置隔水墙，其埋置深度不小于翼墙基础深度；
- b) 当河沟纵坡大于 15% 时，洞口末端应视河沟的地质、地形和水力条件，可采用出口阶梯、急流槽、导流槽、跌水、消力池、消力槛、加糙等特殊加固消能设施。

6.3 连接构造

6.3.1 预制箱涵洞身节段间应采用凹槽式企口连接，如图 1 所示。

6.3.2 预制箱涵企口缝宽度不应大于 10 mm，不应加大企口缝宽度来满足涵长的要求，并用具有弹性的不透水材料填塞企口缝的内、外侧，以形成柔性密封层，其外采用两层不小于 150 mm 宽的防水卷材密封企口缝部位，如图 2 所示。

6.3.3 沉降缝的设置应符合以下要求：

- a) 除置于岩石地基上可不设沉降缝外，其余沿洞身长度方向每隔 4 m~6 m 应设置一道沉降缝，应与基础沉降缝对应设置；
- b) 洞身与进出水口、急流槽交接处应设置沉降缝；
- c) 中央分隔带及路肩附近宜设置沉降缝；
- d) 地基土质发生变化、基础埋深不同以及填挖交界处均应设置沉降缝。

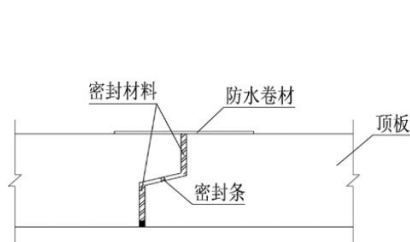


图1 企口缝

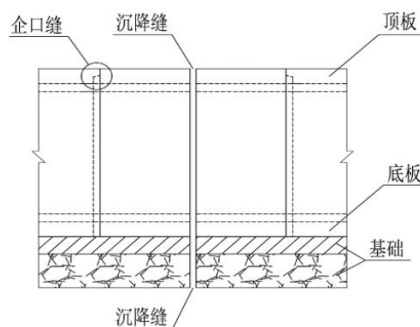


图2 沉降缝

6.4 吊装构造

6.4.1 构件吊装可采用吊环、钢吊耳等。

6.4.2 吊环应采用 HPB300 钢筋制作，严禁使用冷加工钢筋。每个吊环按两肢截面计算，在构件自重标准值作用下，吊环的拉应力不应大于 65MPa。当一个构件设有 4 个吊环时，设计时仅考虑 3 个吊环同时发挥作用。吊环埋入混凝土的深度不应小于 35 倍吊环直径，端部应做成 180° 弯钩，且应与构件内钢筋焊接或绑扎。吊环内直径不应小于 3 倍钢筋直径，且不应小于 60 mm。

6.4.3 钢吊耳应选用 Q235，其质量等级不应低于 B 级。

7 结构设计

7.1 一般规定

7.1.1 预制箱涵的结构设计作用及其组合应符合 JTG D60 的相关规定，持久状况承载能力极限状态计算、持久状况正常使用极限状态计算及持久状况和短暂状况构件的应力计算应符合 JTG 3362 中的相关规定。

7.1.2 按正常使用极限状态设计时，应对构件的裂缝宽度及挠度进行验算，裂缝宽度不大于 0.15 mm。

7.1.3 地基承载力验算应符合 JTG B02、JTG D61 与 JTG 3363 的相关规定。

7.1.4 土的重力及土压力计算按照附录 A 的规定。

7.2 荷载效应分析

7.2.1 预制箱涵可按矩形框架设计、计算，框架的轴线以构件混凝土断面的重心轴线为准。进行超静定结构内力效应分析时，按全截面计算。

7.2.2 预制箱涵的顶板、底板和侧墙可按偏心受压构件设计、配筋，其中顶板和底板也可按受弯构件

设计、配筋（不计轴向力的影响），二者取最不利工况控制设计。

7.2.3 预制箱涵结构的顶板、底板和侧板应进行承载能力极限状态的承载能力（正截面强度和斜截面强度）和正常使用极限状态下的裂缝宽度、刚度（挠度）的验算。箱涵开裂钢筋混凝土截面的等效截面抗弯刚度取值按照附录 B 的规定。

7.2.4 预制箱涵应考虑内外温度变化值的影响；底板、侧板分期浇筑时，混凝土收缩的影响可按降温 10℃考虑。

8 施工

8.1 构件预制

8.1.1 构件预制施工工艺流程按照图 3。

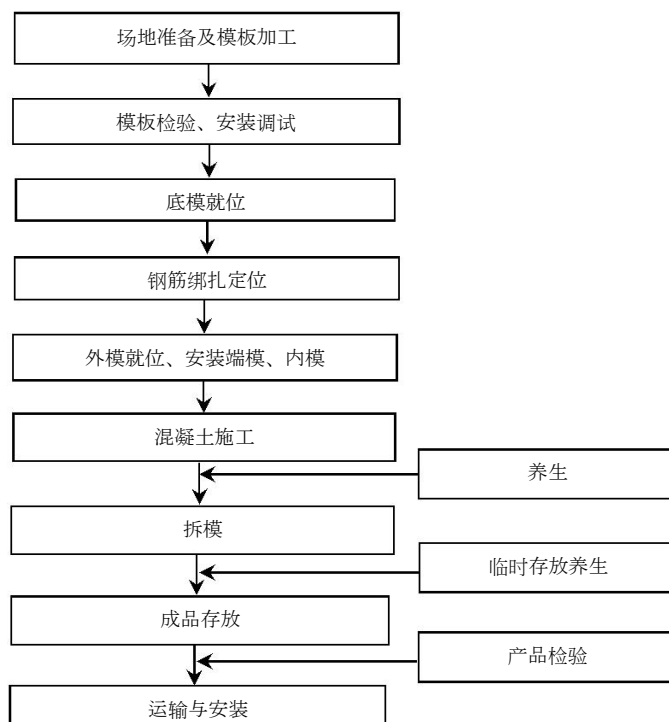


图3 施工工艺流程图

8.1.2 预制场地应符合以下规定：

- 工厂化预制选址应结合工程项目的地理位置、交通条件、构件使用的数量和分布情况等因素综合选定；
- 预制场地应平整、坚实、分区硬化，具备必要的防水排水设施。合理设置存料及配料区、混凝土拌合站、钢筋加工区、构件浇筑及养护区、构件存放区等功能分区，应使钢筋加工绑扎、混凝土浇筑、涵节脱模养生到成品检测和存放等工序互不干扰；
- 构件预制场应配备混凝土拌合设备、养生设备、吊装设备、运输设备、预制模板等。

8.1.3 钢筋加工、绑扎、就位应符合以下规定：

- 钢筋加工应采用数控机具；
- 胎架应具有信息化、数字化的功能，钢筋骨架应在胎架上制作加工成型；

- c) 钢筋的混凝土保护层垫块应采用同标号混凝土成品垫块，垫块的尺寸应能保证混凝土保护层厚度的准确性；
- d) 钢筋的交叉点采用绑丝绑扎或点焊焊接。绑扎用的丝头要向内侧弯，不应伸向混凝土保护层内；
- e) 钢筋骨架安装时应控制吊点位置，保证一次性吊装入模；
- f) 预埋件应定位准确。

8.1.4 构件预制模板应符合以下规定：

- a) 采用定型钢模板，具有足够和持续的刚度、精度、光洁度和平顺度。模板尺寸允许偏差应符合表 1 的要求；

表1 模板尺寸允许偏差

序号	项目	单位	允许偏差	检查方法
1	长度	mm	±2	尺量，每块模板不小于 3 处
2	宽度	mm	±2	尺量，每块模板不小于 3 处
3	表面平整度	mm	2	尺量
4	侧向弯曲	mm	L/1500，且 < 5	尺量
5	模板之间拼接缝隙	mm	1	尺量

- b) 模板使用前应进行现场预安装；
- c) 模板每次使用之前应打磨干净，均匀涂刷脱模剂；
- d) 模板安装应精确定位，接缝应密封严密；
- e) 模板安装节点应连接牢固；
- f) 固定在模板上的预埋件和预留孔洞安装应牢固；
- g) 非承重侧模板应在混凝土抗压强度大于 2.5 MPa，并不小于 18 h，且其表面及棱角不因拆模而损坏时，方可拆除。按照安装顺序逆向进行拆模；承重模板宜在混凝土抗压强度达到设计强度的 75%后拆模。

8.1.5 混凝土施工应符合以下规定：

- a) 混凝土应具有良好的和易性；
- b) 混凝土入模温度应不低于 5 ℃，且不高于 35 ℃。当日平均气温达到 30 ℃以上时，应按高温施工要求采取措施；
- c) 浇筑采用分层连续浇筑法，一次成型。浇注过程充分振捣，振捣时间以混凝土泛出浮浆、无明显气泡冒出为准；
- d) 在涵节浇筑完成顶部收面后，应覆盖和养生；
- e) 浇筑过程中制作混凝土试件，并取三组进行同步养生，确定拆模时间并测定该试件的强度。

8.1.6 混凝土养生应符合以下规定：

- a) 拆模前涵节宜采用蒸汽养生，应保证温度及湿度的要求；
- b) 侧模拆除后，将预制构件连同底模一起移动至临时存放区养生，可用蒸汽或蒸汽与喷淋结合养生；
- c) 混凝土的洒水保湿养生时间应不少于 7 d。

8.2 存放

- 8.2.1 预制件完成检验合格后，应在预制件表面标明预制件的生产日期、尺寸、重量、编号等信息，