

### 山区高填方装配式管型通道设计与施工 技术规程

Standard for design and construction of prefabricated arched channel with high fill  
embankment in mountain area

2025 - 05 - 06 发布

2025 - 06 - 06 实施

## 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。

本文件由安徽省交通控股集团有限公司提出。

本文件由安徽省交通运输厅归口。

本文件起草单位：安徽省交通控股集团有限公司、同济大学。

本文件主要起草人：孙磊、胡可、包叶波、刘欣、周云、陈发根、郑建中、曹光伦、刘志权、刁凯、黄昕、马祖桥、吴建民、石雪飞、李润清、姚春江、王胜斌、孙海鹏、方圆、曹皓、杨大海、段书龙。

# 山区高填方装配式管型通道设计与施工技术规范

## 1 范围

本文件规定了山区公路高填方装配式管型通道的设计、施工、养护。

本文件适用于山区公路通道顶填方高度在 10 m~20 m 的装配式管型通道。

## 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。

- 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 5120 公路桥涵养护规范
- JTG B01 公路工程技术标准
- JTG B02 公路工程抗震规范
- JTG D60 公路桥涵设计通用规范
- JTG D61 公路圪工桥涵设计规范
- JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程
- DB34/T 2833 装配式钢筋混凝土通道设计规程
- DB34/T 2834 装配式钢筋混凝土通道施工规程

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**高填方装配式管型通道** prefabricated arched channel with high fill embankment

一种通道顶填方高度在 10 m~20 m 的装配式钢筋混凝土管型通道，由基础、通道顶板、通道侧墙、通道底板、洞口组成。（以下简称通道）

### 3.2

**顶板** top slab

通道截面上按整体受力特征划分的独立顶部构件。

### 3.3

**侧墙** side wall

通道截面上按支挡两用，装配自稳要求设置的两侧构件。

### 3.4

**底板** bottom slab

通道截面上连接侧墙，兼做基础的底部构件。

### 3.5

削竹式洞口 channel entrance with conical profile

设置于通道两端，顶部与边坡坡率基本一致的支挡构造物，由侧墙和底板组成。

### 3.6

洞口底板 portal base plate

通道洞口底部的现浇混凝土板。

### 3.7

平接缝 flat joint

通道节段与节段之间的垂直于洞身方向的接缝。

### 3.8

铰接缝 hinged joint

顶板与侧墙之间的凸凹形连接接缝。

### 3.9

沉降缝 settlement joint

为防止通道由于地基不均匀沉降引起结构破坏所设置的竖直缝。

### 3.10

通道顶填方高度 filling height up of the top slab

管型通道弧形顶板顶点上方填筑高度。

## 4 符号

下列符号适用于本文件。

$B_k$ : 管型通道通行标准宽;

$H_k$ : 管型通道通行标准高;

$f_a$ : 地基容许承载力特征值;

$\gamma_0$ : 结构重要性系数;

$S$ : 作用效应组合设计值;

$R(\cdot)$ : 构件承载力设计值函数;

$f_d$ : 构件承载力设计值函数;

$a_d$ : 几何参数设计值;

$m_0$ : 填方土体的抗力系数。

## 5 设计

### 5.1 一般规定

5.1.1 通道设计应符合安全、适用、经济、耐久、环保和美观的要求。

5.1.2 通道的设计基准期为 100 年；通道主体的设计使用年限在高速公路和一级公路上不应低于 50 年，在二级及以下公路上不应低于 30 年。

5.1.3 高速公路、一级公路及二级公路的通道设计安全等级不应低于二级，其他等级公路的通道设计安全等级可为三级，结构重要性系数按照 JTG D60 取用。

5.1.4 通道的标准净空应符合 JTG B01、JTG D60 和 JTG/T 3365-02 的规定。

5.1.5 通道设计应进行预制、运输和拼装的技术可行性论证。

5.1.6 通道的预制构件混凝土强度等级不应低于 C50，现浇底板混凝土强度等级不应低于 C40。普通钢筋宜选用热轧 HPB300、HRB400、HRB500、HRBF400 和 RRB400 钢筋。

5.1.7 通道总体设计、排水设计应按照 DB34/T 2833 的规定执行。

## 5.2 洞身设计

5.2.1 通道一般包括 3 m 标准节段和 1 m 调节节段，节段的设计与使用应按照 DB34/T 2833 的规定执行。

5.2.2 通道截面净空设计应按照 DB34/T 2833 的规定执行，截面设计宜采用四构件内缘轮廓线 3R(R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub>) 断面形式，见图 1，内缘轮廓线的确定方法可按下列规定执行：

- a) 以截面标准宽  $B_k$ 、标准高  $H_k$ 、顶板半径  $R_1$ 、顶板半圆心角  $\alpha_1$ 、侧墙圆弧半径  $R_2$ 、 $R_3$ 、侧墙圆弧圆心角  $\alpha_2$ 、 $\alpha_3$ 、底板顶面横坡  $i$  为设计参数；
- b) 顶板与侧墙、侧墙与底板连接点分别为标准净空  $B_k \times H_k$  的上、下角点；
- c) 截面内轮廓线除在底板中点设折点外，其余均为连续的圆弧线或弧切线；
- d) 根据通行需求确定通道标准宽  $B_k$ 、标准高  $H_k$ ，根据底板横坡需求确定  $i$ ， $\alpha_1$  宜取值为  $30^\circ \sim 60^\circ$ ，按照式 (1) 计算其他设计参数。

$$\begin{cases} \alpha_1 + \alpha_2 = \pi / 2 \\ \alpha_3 = \pi / 2 - \arctg(i) \\ R_1 = B_k / [2 \times \sin(\alpha_1)] \\ R_2 = H_k \times [1 - \cos(\alpha_3)] / [\sin(\alpha_2) + \sin(\alpha_3) - \sin(\alpha_2 + \alpha_3)] \\ R_3 = H_k \times [1 - \cos(\alpha_2)] / [\sin(\alpha_2) + \sin(\alpha_3) - \sin(\alpha_2 + \alpha_3)] \end{cases} \dots\dots\dots (1)$$

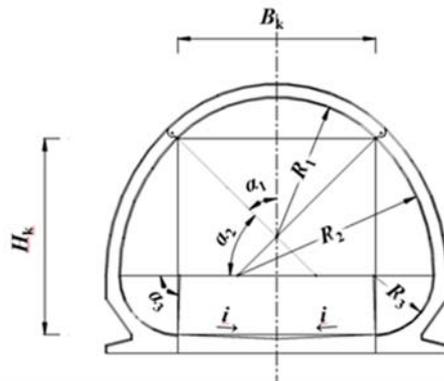


图1 断面 3R 设计示意图

5.2.3 不同通道顶填方高度下的通道壁厚可参照表 1 取用。

表1 不同通道顶填方高度对应的通道最小壁厚 (m)

通道型号 $B_k \times H_k$	通道顶填方高度 $h$		
	$h \leq 10$ m	$10 < h \leq 15$ m	$15 < h \leq 20$ m
3×2.5 m	0.24	0.24	0.26
4×3.2 m	0.25	0.28	0.30
4×4 m	0.25	0.30	0.35
6×3.5 m	0.30	0.35	0.35

注：表中  $h \leq 10$  m 的壁厚尺寸与标准 DB34/T 2833 的要求相同。

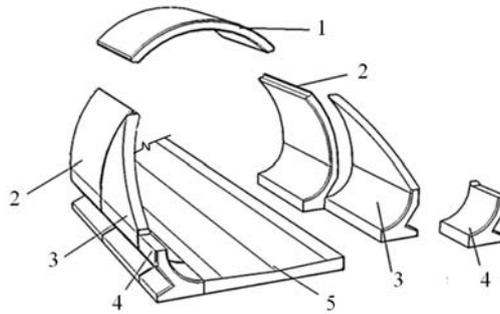
5.2.4 通道的外缘轮廓线应根据计算得到的通道内轮廓线及壁厚确定。

5.2.5 通道底板宜采用现浇形式，底板钢筋应与侧墙预留钢筋可靠连接。

### 5.3 洞口设计

5.3.1 通道洞口面板应按排水方向设置不小于 2% 的单向纵坡。

5.3.2 削竹式洞口内侧墙的上边缘应与路基边坡坡率基本一致，端侧墙端部 1 m 范围上缘宜设为水平，见图 2。



标引序号说明：

- 1——通道节段顶板；
- 2——通道节段侧墙；
- 3——洞口内侧墙节段；
- 4——洞口端侧墙节段；
- 5——通道底板；

图2 削竹式洞口示意图

5.3.3 削竹式通道洞口侧墙内轮廓线应与通道侧墙内轮廓线保持一致。

### 5.4 地基与基础设计

5.4.1 通道地基与基础设计除应满足 JTG 3363 的规定外，尚应满足本文件规定，不同通道顶填方高度地基容许承载力特征值应符合表 2 的规定。

表2 不同通道顶填方高度对应的地基容许承载力特征值

通道顶填方高度 $h$	$h \leq 10$ m	$10 < h \leq 15$ m	$15 < h \leq 20$ m
最小地基容许承载力特征值 $f_a$ (kPa)	200	275	350

5.4.2 地基承载能力不满足要求时应按照以下规定进行处理:

- 软弱土地基按设计要求处理后,应以厚度不小于 50 cm 的碎石置换,夯实;
- 不均匀地基应在开挖后根据现场不均匀情况针对性处理后,以厚度不小于 30 cm 的优质砂石或砾石等置换,夯实;
- 岩石类地基应在开挖后以厚度不小于 300 mm 的级配良好砂石及砾石等置换,夯实。

5.4.3 通道基础宜采用 20 cm 厚 C25 素混凝土上垫层及 40 cm 厚碎石下垫层。

## 5.5 回填设计

5.5.1 通道管周回填包括侧墙撑脚区填方、侧墙背填方及管顶以上填方,见图 3。

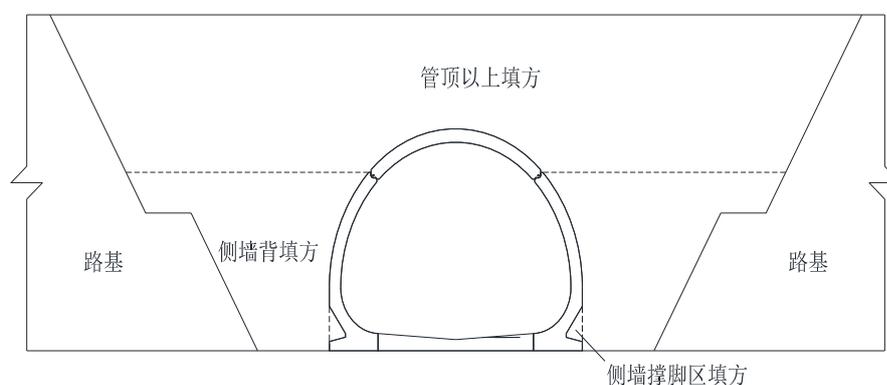


图3 填方分区示意图

5.5.2 通道周边填料应选用级配良好的粗砂、砂砾等透水性材料。

5.5.3 通道周边填料采用石灰土、水泥稳定土等材料时,压实度不应小于 96%,填筑体抗力系数  $m_0$  应大于 25000  $\text{kN/m}^4$ 。

5.5.4 侧墙撑脚区宜采用低标号混凝土或低剂量水泥稳定土进行填筑,采用低剂量水泥稳定土时应符合下列规定:

- 采用复合硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥,终凝时间不应小于 6 h;
- 水泥强度等级不高于 32.5 MPa,水泥剂量为 2~3%;
- 低剂量水泥稳定级配碎石 7 天抗压强度宜为 1.5~2.5 MPa,压实度不应小于 96%;
- 碎石中不应有粘土块、植物等有害杂质。

5.5.5 侧墙背填筑应符合下列规定:

- 通道底两侧填筑底宽不宜小于 3 m;
- 填筑外侧按 1:1 进行放坡,以台阶衔接;
- 应对称分层填筑,每层厚度不得超过 20 cm;两侧的回填高差不得大于 20 cm;压实设备的运行方向应与通道轴线平行;
- 侧墙附近 50 cm 范围内应使用液压振动夯实。

5.5.6 顶板以上填筑应符合下列规定:

- a) 侧墙顶至拱顶以上 50 cm 范围，填筑按路床技术要求执行；
- b) 顶板 50 cm 以上高度，填筑同路基设计。

## 5.6 设计计算

- 5.6.1 通道的结构设计应符合 JTG D60 中的作用及其组合、JTG 3362 中的承载能力极限状态和正常使用极限状态设计、JTG 3363 中的地基承载力验算，以及 JTG D61 与 JTG B02 中的规定。
- 5.6.2 通道计算应考虑通道和填土的联合作用，宜按下列规定进行：
- a) 宜通过试验确定山区典型填料的土力学参数；
  - b) 应采用有限元模型进行计算，并模拟填土的填筑过程；
  - c) 土体对通道的支撑效应应随填筑过程进行动态调整。
- 5.6.3 填料的重力及土压力的静土压力、主动土压力及重力对通道的竖向和水平压力强度标准值计算应参照 JTG/T 3365-02 的规定执行。
- 5.6.4 通道设计应采用车辆荷载计算汽车效应，冲击系数的计算与选取应符合相关规范规定。
- 5.6.5 通道设计应考虑骑车、结构重力和填土重力产生的等效荷载的作用组合，根据结构形式的不同，进行承载能力极限状态和正常使用极限状态下相应的结构计算。
- 5.6.6 按承载能力极限状态设计时，应对构件进行承载能力验算，并应进行结构的抗倾覆和抗滑移验算，见式（2）：

$$\gamma_0 S \leq R(f_d, a_d) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- $\gamma_0$  —— 结构重要性系数，对应于设计安全等级二级和三级分别取1.0和0.9；
- $S$  —— 作用效应组合设计值，宜按《公路桥涵通用设计规范》（JTG D60）的规定计算；
- $R(\cdot)$  —— 构件承载力设计值函数；
- $f_d$  —— 材料强度设计值；
- $a_d$  —— 几何参数设计值，当无可靠数据时，可采用几何参数标准值 $a_s$ ，即设计文件规定值。

- 5.6.7 钢筋混凝土构件按正常使用极限状态设计时，应根据结构的具体使用要求对构件的裂缝宽度及变形进行验算。

## 6 施工

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 应根据总体工期计划合理安排施工顺序，可采用先施工通道后填筑路基，也可先施工路基后反开挖施工通道。
- 6.1.2 构件的预制、拼装应按照 DB34/T 2834 的规定执行。
- 6.1.3 通道的防水、防渗漏施工应按照 DB34/T 2834 的规定执行。

### 6.2 基础施工

- 6.2.1 通道采用反开挖施工时，开挖底宽应满足通道安装与回填施工的空间要求，开挖坡度宜为 1:1~1:1.5。
- 6.2.2 通道基坑开挖后，应对地基承载力进行现场测试，测试点应在通道范围均匀布置，根据测试结果对地基承载力、均匀性进行评估。

6.2.3 对于软弱土地基、岩石类地基、不均匀地基等，应按设计要求进行地基处理。

### 6.3 洞口施工

6.3.1 洞口拼装前，应清理垫层顶面，设置拼装基准线、起始点。

6.3.2 洞口拼装应在主体拼装、底板浇筑后进行；应按先施工侧墙再浇筑底板的顺序进行拼装。

6.3.3 洞口拼装时，作业应由主体端部向外进行，洞口侧墙应保持顺直。

6.3.4 洞口施工应加强对纵坡控制，满足过水和冲刷要求。

### 6.4 回填施工

6.4.1 土体回填应在通道底板施工完成后进行，应分层对称填筑。

6.4.2 当填土高度接近顶面时，填土摊铺厚度应严格控制，夯实仔细，且填土连续，应采用轻型夯实设备，夯实时平行洞身方向碾压。

6.4.3 侧墙底部楔形区域回填施工应采用人工填筑，并确保填筑密实。回填应选择受力性能好且与管壁接触紧密的材料，避免出现空洞或不密实现象。

6.4.4 管侧回填施工可采用机械摊铺、机械夯实工艺，回填分层夯实厚度为 15~20 cm，具体厚度可根据回填材料、夯实设备或夯实方法确定。

6.4.5 根据确定的填筑分层，在通道侧墙和顶板外表面进行分层划线标记，填筑过程中应严格按照标记严格控制分层厚度。

6.4.6 管侧回填施工应保持两侧高度基本一致，对称夯实，最大高差不得大于 1 倍夯实厚度，回填材料不宜选用黏土等塑性土。

6.4.7 通道回填施工应满足下列要求：

- a) 侧面 50 cm 范围内应使用小型压实设备压实；
- b) 通道顶板以上 50 cm 以内范围填筑应采用静压设备压实；
- c) 拱顶以上 50 cm~200 cm 高度范围内，可采用振动碾压或静压，振动碾压设备不应大于 15 t，静压设备不应大于 20 t；
- d) 拱顶以上 200 cm~500 cm 高度范围，禁止采用冲击碾压；
- e) 回填高度达到顶板以上 3/4 倍通道高度之前，压实设备的运行方向应与通道轴线平行。

6.4.8 在回填施工过程中应加强对防水结构的保护，在通道接缝防水材料两侧 0.2~0.3 m 处设置移动式挡板，防止碾压设备直接刚蹭防水结构。

### 6.5 质量检验

6.5.1 各种材料、各工序应进行检验，检查的项目、方法与频率按照 JTG/T 3650、JTG F80/1 的规定执行。

6.5.2 质量标准除应该符合 JTG/T 3650、JTG F80/1 的规定，尚应符合本文件规定。通道拼装应符合表 3 的规定。

表3 通道拼装质量标准

项次	检查项目	允许偏差
1	轴线偏位 (mm)	275
2	总长度 (mm)	0, 100
3	相邻节段错台 (mm)	5
4	平接缝宽度 (mm)	0, +15
5	地基承载能力 (kPa)	≥设计值

项次	检查项目	允许偏差
6	填方压实度 (%)	≥设计值

## 7 养护

### 7.1 一般规定

通道的养护除应符合 JTG 5120 的规定外，尚应符合本文件的有关规定。

### 7.2 检查

#### 7.2.1 通道检查应分为经常检查、定期检查。

#### 7.2.2 经常检查应符合下列规定：

- a) 经常检查每季度不应少于 1 次，在汛期及冰雪前后应加大检查频率，发生地震等自然灾害后应进行定期检查；
- b) 现场应填写经常检查记录表，记录项目的缺损类型，估计缺损范围及养护工作量，提出相应的小修保养措施；
- c) 经常检查内容除应满足 JTG 5120 的规定外，尚应包括下列内容：
  - 1) 节段之间是否平顺，有无错台；
  - 2) 底板是否平整，通行顺畅；
  - 3) 拼缝砂浆是否脱落，接缝是否出现渗漏水；
  - 4) 洞口底板及两侧填土是否掏空；
  - 5) 构件混凝土是否出现明显破损、开裂；
  - 6) 铺装是否平顺，有无出现破损；
  - 7) 通道内是否存在积水。
- d) 经常检查中发现有排水不畅、接缝渗漏水或有构件明显损坏需要进行维修时，应做好记录并及时报告。

#### 7.2.3 定期检查应符合下列规定：

- a) 定期检查周期不得超过 3 年，特殊结构及特别重要的通道每年检查不少于 1 次；
- b) 定期检查以目测观察结合仪器观测进行，应接近各部件仔细检查其缺损情况；
- c) 定期检查内容除应满足 JTG 5120 的规定外，尚应包括下列内容：
  - 1) 通道各构件是否漏水、开裂、变形或倾斜，基础是否冲刷掏空；
  - 2) 两侧侧墙间距是否发生变化；
  - 3) 顶板是否开裂、漏水、变形下挠；
  - 4) 侧墙内壁是否发生局部破损、开裂；
  - 5) 拼缝混凝土是否发生破损、掉落；
  - 6) 底板混凝土是否出现渗水、开裂、隆起或缺损；
  - 7) 洞口基础是否出现掏空、截水墙是否发生破损。

### 7.3 养护与维修

#### 7.3.1 山区高填方装配式管型通道的养护除应满足 JTG 5120 的规定外，尚应符合下列规定：

- a) 拼缝砂浆脱落时应及时修补；
- b) 接缝防水失效应及时修补；
- c) 通道内积淤应及时清扫；

- d) 洞口排水不顺畅时应及时清理；
  - e) 洞口通道顶面有路基碎石堆积时应及时清理。
- 7.3.2 通道的维修除应满足 JTG 5120 的规定外，尚应符合下列规定：
- a) 接缝渗水时应及时维修，渗水携带泥沙时应进行压浆修复，不得出现填土与通道脱空；
  - b) 节段之间出现不均匀沉降导致明显错台时，应及时进行维修；
  - c) 顶板开裂明显，裂缝超限时应进行加固维修；
  - d) 侧墙受压区混凝土碎裂，应进行加固维修；
  - e) 铰接缝破损严重，应进行加固维修。
-