

# 预制装配式混凝土箱涵设计与施工

郑爽<sup>1</sup> 裴钰新<sup>2</sup> 孙立洲<sup>3</sup>

1. 吉林省公路测设技术服务中心 吉林长春 130000
2. 吉林省公路测设技术服务中心 吉林长春 130000
3. 吉林省交通规划设计院 吉林长春 130000

**摘要:** 本文在对预制装配式箱涵的设计、施工进行调查和分析的基础上,从技术特征出发,阐述了箱涵的预制节段和断面划分原则、主要连接构造和防水设计,并对其工厂化、现场组装的技术要点进行了阐述,并对其技术优势进行了总结,为箱涵工程逐步发展为模数化,标准化和工业化的生产模式提供技术支持。

**关键词:** 预制装配式; 混凝土箱涵; 设计与施工

## Design and construction of precast concrete box culvert

Shuang Zheng<sup>1</sup>, Yuxin Pei<sup>2</sup>, Lizhou Sun<sup>3</sup>

1. Jilin Province Highway Testing and Installation Technical Service Center, Changchun, Jilin 130000
2. Jilin Province Highway Testing and Installation Technical Service Center, Changchun, Jilin 130000
3. Jilin Provincial Institute of Transportation Planning and Design, Changchun 130000

**Abstract:** This paper on the design and construction of prefabricated box culvert design and analysis, from the technical characteristics, expounds the prefabricated section and section division principle, main connection structure and waterproof design, and the factory, field assembly of technical points, and summarizes the technical advantages, for box culvert engineering gradually developed to digital, standardization and industrial production mode to provide technical support.

**Keywords:** Prefabricated; Concrete box culvert; Design and construction

### 引言:

长期以来,国内的涵洞工程大多是以现场施工为主的传统生产方式,由于其工业化水平较低,设计和建设效率低,资源和能源消耗严重,难以适应建筑节能和环境保护的需要。与此相比,装配式装配与工业化生产可以整合设计、生产、施工等一系列的生产链条,极大地提升了工人的工作效率,减少了对人力的要求,同时也能保证工人的人身安全。目前国内常用的涵洞有四种:圆管涵、拱涵、盖板涵、箱涵。其中,箱涵结构整体性强,承载能力强,适应性强。因此,本论文的研究重点是预制装配式混凝土箱涵。

### 一、装配式箱涵的设计

预制拼装箱涵的制造方法是工厂分段预制,现场拼装。在满足一定的施工规模后,预制拼装箱涵具有显著的经济效益。为了使预制装配式箱涵能够大规模地进行工业化生产,必须尽可能地使其规范化、模数化。从箱

涵的受力特性、吊装运输条件、安装位置的方便、基础条件的适应性等方面,对其进行了深入的探讨<sup>[1]</sup>。

#### 1. 预制分段及分段原理

在设计时,要充分考虑到箱涵的作用,在满足排水和通行需要的情况下,尽量使其断面尺寸尽量一致,而在相同的工程中,尽量减小箱涵的断面尺寸。按设计规范和防渗要求,每6m应设一条伸缩缝,故预制装配式箱涵节段的长度应为2m、3m或6m。

(1) 箱涵节段长、不均匀沉降引起的拼缝张开较大,更易导致拼缝渗漏。因此,在确定箱涵断面长度时,必须根据基础的不均匀沉降及箱涵所处的水压来确定。

(2) 箱涵分段的划分与其断面大小和方便的安装密切相关。节段长度越长,施工速度越快,但节段质量随长度的增大而增大,对机械设备的要求也随之提高;节段越短,施工速度越慢,但节段质量越轻,对机械设备的要求也就越低。所以,在考虑断面尺寸的同时,还要

考虑到目前的机械设备状况, 选择最佳断面长度。

(3) 对具有大断面的箱涵, 若采用整体预制, 由于单节箱体重量太大, 会造成运输和安装位置的难度。所以, 必须考虑到箱涵的受力特性, 对其进行分段。

## 2. 联结结构

箱涵节段的整体预制中, 节段的衔接是结构中最重要结构, 而箱涵断面的上下组合组合结构, 除节段的连接外, 还应考虑上部和下部的连接。前者被称作“箱涵分段的联结”, 后者被称作“涵板之间的联结”。

(1) 箱涵节段的联结: 为了改善预制装配式箱涵的纵向完整性和界面的密封, 可以使用预应力钢筋(钢筋)或螺栓进行纵向锚固。在箱涵中, 通常采用的是贯穿式和邻近的箱型结构, 见图1。

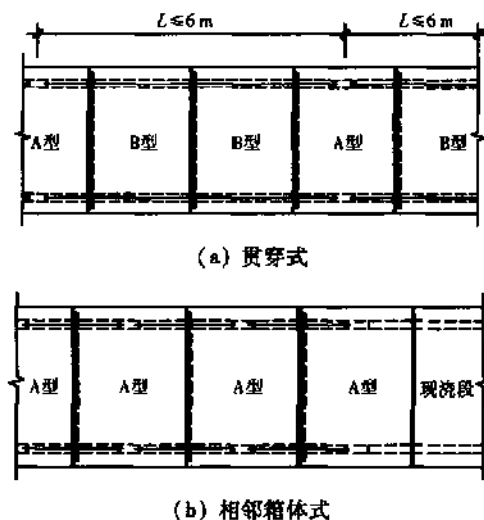


图1 箱涵预应力纵向连接构造形式

(2) 涵管之间的联结: 根据受力方式的不同, 将箱涵接头结构划分为有预应力接头和无预应力接头; 根据结构的不同, 可以分为插头连接、弯曲螺栓连接和预应力连接。

由于承插型接头结构简单, 施工迅速, 但由于其端部接头与理想接头相似, 且不能承受弯矩, 因此在梁柱上存在着很大的跨中弯矩, 因此必须加大构件的截面尺寸和配筋。同时, 它在横向上的连接处比较薄弱, 抗剪切性能也比较差, 而且在高水平力的作用下, 容易发生断裂。弯头螺栓与预应力钢筋接头具有相似的作用, 其接头位置与弹簧接头相似, 能够承受一定的弯矩, 从而降低跨中弯矩, 从而达到与原来的整体箱涵相似的受力结构。但是, 由于弯头与混凝土之间的接触面积比较小, 所以在节点处受到很大的应力作用, 容易产生裂缝, 从而导致连接处的损坏, 从而影响到箱涵的使用寿命。在场地条件不佳或易出现不均匀沉降的情况下, 应考虑采

用预应力连接结构。

## 3. 防渗设计

预制装配式箱涵的防水设计主要由箱涵自身与箱涵节段的拼接缝组成。箱涵自身应选用自防水混凝土, 其混凝土强度不得小于C30, 预应力混凝土不得小于C40。防渗层设计值必须满足表1中的要求。

表1 防水混凝土设计抗渗等级

涵洞埋置深度 H/m	设计抗渗等级
$H < 10$	P6
$10 \leq H < 20$	P8
$20 \leq H < 30$	P10
$H \geq 30$	P12

在预制装配式箱涵节段的拼接缝中, 渗漏是最常见的问题。根据防渗要求, 预制拼合式箱涵的界面可划分为三类: ①不严密的渗漏, 通常应用在排水管; ②不容易渗漏的界面, 通常应用在排水、下水道、行人通道等; ③不漏水, 一般在输水管中使用。箱涵为二级防渗层。

在安装式涵洞中, 有两种方法可以进行防水。第一, 涵洞节段接头采用平缝结构, 接头部位用热沥青棉布填充, 再在外壁粘贴0.3m厚的SBS改性沥青防水卷材。该方法结构简单, 但施工过程复杂, 适合于有良好基础的工程。第二, 在涵洞节段的连接部设有承插式连接结构, 采用预应力钢筋挤压遇水膨胀止水条, 在遇到水膨胀止水条上的压力不低于1.5MPa, 胶条挤压变形超过50%时, 可实现防水, 适合于软弱地基中出现不均匀沉降的情况。

工厂化预制装配式箱涵节段在工厂化预制中, 必须针对结构、尺寸、结构等的差异, 设计出相应的钢模。钢模具有很高的刚性, 既能保证混凝土的外观质量, 又能满足箱涵节段孔口平整度的精度要求。钢筋在预理场底部轮胎上进行绑扎和焊接, 形成钢筋骨架, 安装成型钢模板, 并对其定位进行调整, 从而达到对钢筋保护层厚度的有效控制。

## 二、现场拼装施工

### 1. 节段安装

在预制装配式箱涵分段安装之前, 必须先将10mm厚的黄沙铺在混凝土垫层上, 以减小摩擦, 再用环氧树脂将制品型遇水膨胀止水带(2cm厚)粘贴到预制节段的沟槽中。当混凝土垫层达到规定的强度后, 按装配式箱涵结构的要求, 由下游(低端)至上游(高处)依次进行。安装时, 要注意插座和套筒的位置要错开。利用锚杆等装置对箱涵节段进行定位, 并将其中轴与混凝

土垫层轴线对齐。

## 2. 预应力张拉

为了避免因地基不均匀沉降而导致的箱涵节段间的位移,同时,考虑到防水要求,在箱涵四角预留的孔洞内插入钢绞丝,按设计要求进行拉制,具体的过程是这样的:

(1) 将钢绞线插入预制装配式箱涵节段预留孔,钢绞线两端均装有紧固工具。

(2) 张拉接头时,要认真地检查止水膨胀止水条的位置。

(3) 安装张拉装置,将下部钢索按要求的张拉力张拉到 $0.90\text{con}$ ,再将上部钢索张拉到 $\text{con}$ ,再将下部钢索张拉到 $\text{con}$ ,再用锚杆将其固定在连接箱中。

(4) 在拉紧工作结束后,对张拉油缸进行松开,将预应力筋锚固后的裸露部位以机械方式进行切断,其裸露部位不得少于预应力筋的1.5倍,不得少于30mm。按要求对钢丝绳接头处的孔隙进行注浆,注浆应达到饱和、致密的目的。注浆完毕后,将粘合剂用灰浆填满并抹平。外露预应力钢筋防护层的厚度不得低于50mm。

为使预应力能够有效地作用于膨胀止水带的接触面,由于预应力的存在(遇水膨胀止水条的压缩变形在50%左右),因此,每两个或三个箱涵节段,必须在箱涵节段末端处张拉一次预应力,每6m处固定一次,内收缩限值为1mm。

## 3. 防水施工

在高水位区域,为了实现双重防水,可以在箱涵节段接头的接口外侧粘贴止水胶带。并采用水泥砂浆等防水材料,对预制装配式箱涵节段的嵌槽缝进行了防水处理,并采用专用工具将其平整、压实<sup>[2]</sup>。

## 三、结语

与现浇混凝土箱涵相比,预制装配式箱涵施工速度快,对环境的影响小,耐久性能好,满足了公路建设节能、环保、高效、耐久及安全的要求,是箱涵工程的发展方向。本文从箱涵设计、工厂化、现场安装等方面进行了深入的探讨,为箱涵施工向模数化、标准化、工业化方向发展提供了技术支持。

## 参考文献:

[1] 陈志明,刘朵,张建东,孔维良.预制装配式混凝土箱涵设计与施工[J].现代交通技术,2019,16(1):49-5160.

[2] 汲广成,王家琪,梁潇,尤菊,李厚芳.预制装配式混凝土箱涵设计与施工研究[J].建筑技术开发,2020,47(3):35-37.

[3] 张文京.装配式混凝土建筑成本影响因素与控制研究[J].现代商贸工业,2022,43(19):147-149.

[4] 张磊,吴杨.装配式混凝土住宅建筑预制墙板对拉螺栓孔设置和封堵探析[J].安徽建筑,2022,29(09):29-30.