



T/CECS ×××：-20××

中国工程建设标准化协会标准

Standard of China Association for Engineering Construction Standardization

公路混凝土箱涵上下分块装配化施工标准

Construction standard for the upper and lower block assembly of highway

concrete box culvert

(征求意见稿)

中国工程建设标准化协会 发布

Issued by China Association for Engineering Construction Standardization

中国工程建设标准化协会标准

公路混凝土箱涵上下分块预制装配施工及验收规程
**Construction and Acceptance Rules of Prefabricated Assembly in Upper and
Lower Block of Highway Concrete Box Culvert**

主编单位：苏交科集团股份有限公司

发布机构：中国工程建设规程化协会

施行日期：2022 年 XX 月 XX 日

人民交通出版社股份有限公司

北京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2019 年第二批协会规程制订、修订计划>的通知》（建标协字〔2019〕22 号）的要求，苏交科集团股份有限公司主编单位承担《公路混凝土箱涵上下分块预制装配施工及验收规程》（以下简称“本规程”）的制订工作。

本规程的主要内容是：

本规程是基于通用的工程建设理论及原则编制，适用于本规程提出的应用条件。对于某些特定专项应用条件，使用本规程相关条文时，应对适用性及有效性进行验证。

请注意本规程的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会公路分会负责归口管理，由苏交科集团股份有限公司主编单位负责具体技术内容的解释，在执行过程中如有意见或建议，请函告本规程日常管理组，中国工程建设标准化协会公路分会（地址：北京市海淀区西土城路 8 号；邮编：100088；电话：010-62079839；传真：010-62079983；电子邮箱：shc@rioh.cn），或苏交科集团股份有限公司主编单位（地址：南京市江宁区科学园诚信大道 2200 号，邮编：211112，电子邮箱：fxn299@jsti.com），以便修订时参考。

主 编 单 位：苏交科集团股份有限公司

参 编 单 位：南通绕城高速公路有限公司

南通路桥工程有限公司

中建拼装集团有限公司

中建三局集团有限公司

南京工业大学

河南省公路工程局集团有限公司

主 编：张建东

主要参编人员：

主 审：汪 晶

参与审查人员：

目 次

目 次..... I

1 总则..... 1

2 术语..... 2

3 基本规定..... 4

4 材料..... 5

 4.1 一般规定 5

 4.2 混凝土 5

 4.3 钢筋 5

 4.4 连接件 6

 4.5 接缝密封材料 6

 4.6 止水条 6

5 预制..... 8

 5.1 一般规定 8

 5.2 预制场地 10

 5.3 模板工程 11

 5.4 钢筋工程 12

 5.5 混凝土工程 13

 5.6 养护与拆模 15

 5.7 标识、转运、贮存与出厂 16

6 运输与吊装..... 18

 6.1 一般规定 18

 6.2 吊装 18

 6.3 运输 18

7 施工..... 20

 7.1 一般规定 20

 7.2 基槽开挖与地基处理 20

 7.3 箱涵拼装 22

 7.4 预应力施工 23

 7.5 接缝施工 24

 7.6 磨耗层现浇 25

 7.7 土工回填 26

8 质量控制..... 28

 8.1 一般规定 28

 8.2 预制 28

 8.3 现场拼装 31

 8.4 成涵 31

附录 A 预制箱涵主要规格尺寸..... 33

附录 B：箱涵质量验收表格	34
附录 C 预制箱涵（涵）现场防水试验方法	35
本规程用词用语说明	37

征求意见稿

1 总则

1.0.1 为规范公路上下分块预制装配混凝土箱涵的预制、吊装、运输、拼装及质量控制，保障工程质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于软土、湿陷性地质条件的上下分块预制式装配混凝土箱涵工程施工及质量控制，具有抗震、抗冻、抗腐蚀等级特殊要求的预制箱涵工程可参考执行。

1.0.3 在上下分块预制装配混凝土箱涵工程施工及质量控制过程中，应遵循安全、耐久、环保、经济的原则。

1.0.4 公路上下分块预制装配混凝土箱涵的施工及质量控制除应符合本规程外，尚应符合国家和行业现行有关标准及规范的规定。

征求意见稿

2 术语

下列术语和定义适用于本文件。

2.0.1 箱涵 Box Culvert

洞身为箱型截面的涵洞，且具有保障人员和小型车辆通行的功能。

【条文说明】根据行业标准《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60-215）中第1.0.5条桥梁涵洞分类规定“管涵及箱涵不论管径或跨径大小、孔数多少，均称为涵洞”。在实际工程中箱涵既可以作为横穿公路的排水构筑物，也可以作为保障人员和小型车辆通行的构筑物，即可作为涵洞和通道的统称，在本标准中不再进行细分。

2.0.2 卧式钢模 Horizontal Steel Die

卧式是指成型时箱涵的内孔轴线与地面平行的生产方法，而箱涵采用此生产方法所用的钢模板为卧式钢模。

【条文说明】卧式钢模和立式钢模详见图2.0.2。



(a) 卧式钢模板



(b) 立式钢模板

图2.0.2 预制箱涵用钢模板

2.0.3 立式钢模 Vertical Steel Die

立式是指成型时箱涵的内孔轴线与地面垂直的生产方法，而箱涵采用此生产方法所用的钢模板为立式钢模。

2.0.4 节段 Segment

箱涵沿纵向按规定长度划分的具有完整截面形状的结构分段。

【条文说明】预制箱涵沿纵向按规定长度切割形成一个完整结构物，称为“箱涵节段”；此种预制箱涵生产工艺称为“整体式预制箱涵”，如图2.0.4（a）所示。“箱涵节段”沿其横截面进行上下分割，此分割方式称为“上下分块”，分割之后的结构物称为“箱涵块件”；此种预制箱涵生产工艺称为“上下分块式预制箱涵”如图2.0.4（b）所示。

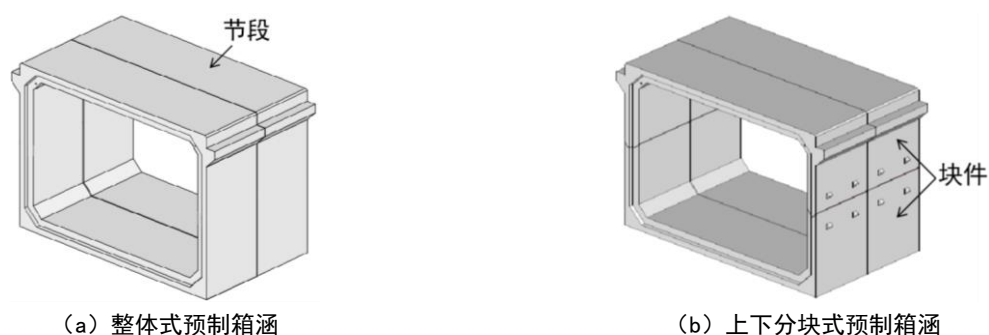


图2.0.4 箱涵构造

2.0.5 上下分块 Upper and Lower Blocks

箱涵沿横截面进行上下分割,且分割之后可以拼装成完整箱涵截面形状,这种分割形式叫上下分块。

2.0.6 块件 Block

箱涵节段采用上下分块的方式进行分割之后的构件,该构件可以通过一定的连接型式拼装成预制箱涵节段。

2.0.7 精轧螺纹钢棒 Fine rolled thread steel rod

预制箱涵现场拼装过程中的接缝处采用预应力混凝土用螺纹钢筋作为钢构件实现连接,此预应力混凝土用螺纹钢筋称为精轧螺纹钢棒。

2.0.8 弯螺栓 Curved bolt

预制箱涵现场拼装过程中的接缝处采用弧形螺栓组件作为钢构件实现连接,此弧形螺栓组件称为弯螺栓。

3 基本规定

- 3.1.1 施工单位应根据现行规范标准要求，组织有关施工技术及管理人员学习工程相关技术文件，掌握工程情况，对工程施工现场环境进行详细了解，并对施工图纸进行认真审查，发现问题应及时与设计人员联系进行变更，并形成文件。
- 3.1.2 施工单位应根据合同、设计文件和现场环境条件编制施工组织设计。施工组织设计应包括施工部署、计划安排、施工方法、保证质量和安全的技术措施，以及必要的专项施工方案与施工计划等。当跨冬、雨期和高温期施工时，施工组织设计中应包含冬、雨期施工方案和高温期施工安全技术措施。
- 3.1.3 施工单位应建立健全质量保证体系和施工安全管理及应急制度。施工过程应加强各项管理工作，符合合理部署、周密计划、精心组织、文明施工、安全生产、节约资源、绿色环保的原则。
- 3.1.4 施工单位应对全体施工人员进行安全教育，组织学习安全管理规定，并结合工程特点对现场作业人员进行安全技术培训，对特殊工种应进行资格培训。
- 3.1.5 施工单位应按合同规定的或经审批的设计文件进行施工。发生设计变更及工程洽商应按国家现行有关规定程序办理设计变更与工程洽商手续，并形成文件。
- 3.1.6 施工单位应根据当地政府的有关规定结合工程特点、施工部署及计划安排，支搭施工围挡、搭建现场临时生产和生活设施，并应制定文明施工管理措施，搞好环境保护工作。
- 3.1.7 开工前，施工单位应将工程划分为分部(子分部)、分项工程和检验批，作为施工控制的基础。
- 3.1.8 施工单位应根据施工文件的要求，依据国家现行标准的有关规定，做好原材料的检验、水泥混凝土的试配与有关量具、器具的检定工作。
- 3.1.9 施工中应加强施工测量与试验工作，按规定作业，内业资料完整，经常复核，确保准确。
- 3.1.10 箱涵工程施工过程中质量控制指标及标准应符合本标准第9章及线形行业标准中相关规定，其质量检验与评定方法应符合现行行业标准 JTG F80/1。
- 3.1.11 箱涵工程应结构坚固、表面平整，色泽均匀、棱角分明、线条直顺、轮廓清晰，满足外观质量要求。

【条文说明】为保证预制箱涵工程顺利施工及施工质量满足工程要求，参考《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650-2020)、《公路涵洞设计规范》(JTG/T 3365-02-2020)以及《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》(JTG F80/1-2017)等相关规范，结合预制箱涵工程施工特点，对其施工准备工作、质量检验与验收、施工质量控制提出了基本要求。

4 材料

4.1 一般规定

4.1.1 箱涵在预制及施工过程中所采用的原材料应符合设计及现行相关规范标准要求。

4.2 混凝土

4.2.1 箱涵采用的混凝土强度标准值 (f_{ck} 、 f_{tk})、强度设计值 (f_{cd} 、 f_{td}) 和弹性模量 (E_c) 应符合现行 JTG 3362 的有关规定。

4.2.2 箱涵节段及块件所使用的混凝土强度等级不应小于 C40；洞口及其他构件采用预制形式时，其混凝土强度等级不应小于 C40；采用现浇形式时，其混凝土强度等级不应小于 C30。

4.2.3 箱涵用混凝土、水泥及砂浆等应符合 JTG 3362 的有关规定；箱涵拼装用水泥砂浆的强度等级应不低于 M15；箱涵拼装用粗砂、砂砾、碎石、沥青、防水材料等应符合现行规范的有关规定。

4.2.4 预制混凝土箱涵拌合用水应符合 JGJ 63 的有关规定。

4.2.5 预制混凝土箱涵外加剂应满足以下要求：

- 1 根据需要选用合适的混凝土外加剂，其性能应符合 GB 8076 的规定，外加剂不应应对钢筋有腐蚀，当采用蒸汽养护时，外加剂应适用于蒸汽养护。
- 2 混凝土外加剂使用前，应按 GB 50119 的要求进行混凝土配合比试配试验，符合要求方可使用，外加剂的掺量由试验确定。混凝土外加剂宜采用水剂。

【条文说明】混凝土箱涵预制过程中所用的水泥、骨料、拌合用水、外加剂及掺合料等原材料的规定参考了中国建筑材料协会标准《预制混凝土箱涵工艺规程》(CBMF 18-2017)、四川省地方标准《预制混凝土箱涵》(DB510100/T 204-2016)，各种原材料的质量应满足现有规范中的要求，保障混凝土的强度等级及预制构件的外观质量要求。混凝土强度等级的限制综合参考了安徽省地方标准《装配式钢筋混凝土通道设计规程》(DB 34/T 2833—2017)、湖南省地方标准《预制装配式钢筋混凝土涵洞》(DB43/T 907-2013)、《城市综合管廊工程技术规范》(GB50838-2015)以及《预制混凝土箱涵》(JC/T 2456-2018)。总体上预制混凝土构件限制最低强度等级为 C40，现浇混凝土构件限制最低强度等级为 C30。对于部分现浇箱涵，为保障洞身结构材料属性均匀，其现浇部分要求与预制部分混凝土强度等级保持一致。

4.3 钢筋

4.3.1 箱涵工厂预制时应根据设计要求，选用相应类型、级别、直径的钢筋，其性能应分别符合 GB/T 1499.2、GB/T 1499.1、GB/T 13788 的规定。

4.3.2 箱涵主体结构配筋宜选用 HPB300、HRB400 及 HRB500；吊环钢筋宜选用 HPB300 的普通钢筋制作，严禁以冷加工钢筋代替。

4.3.3 钢筋进厂的检验项目包括屈服强度、抗拉强度、伸长率、弯曲性能。如采用闪光对焊焊接钢筋，应按照 JGJ 18 的规定进行验收。

【条文说明】预制混凝土箱涵主体结构钢筋的规定参考了中国建筑材料协会标准《预制混凝土箱涵工艺技术规程》(CBMF 18-2017)、四川省地方标准《预制混凝土箱涵》(DB510100/T 204-2016)等标准中相关规定。

4.4 连接件

4.4.1 箱涵节段及块件之间的连接件宜采用精轧螺纹钢棒或弯螺栓。

4.4.2 弯螺栓宜采用 HPB 300 的钢筋制作,螺栓组件应进行防腐处理。

4.4.3 精轧螺纹钢棒直径不宜低于 18 mm,且应进行防腐处理。

【条文说明】目前混凝土箱涵上下分块装配化施工一般采用钢材连接件实现块件或节段之间的拼接,而常采用的钢材包含精轧螺纹钢板和弯螺栓两种型号,本节针对这两种材料提出了最低要求,即万罗双宜采用 HPB 300 钢筋制作,且其组件应进行防腐处理;精轧螺纹钢棒直径不宜低于 18 mm,也应进行防腐处理。

4.5 接缝密封材料

4.5.1 箱涵密封材料应具有弹性和防渗透性。低温条件下密封材料应具有良好的抗冻、耐寒、耐腐蚀性能。

4.5.2 丁基橡胶防水密封胶带的性能指标应符合现行 JC/T 942 的有关规定。

4.5.3 密封胶宜采用混凝土接缝用建筑密封胶,性能指标应符合设计和现行 JC/T 881 的有关规定

4.5.4 接缝处采用的防水卷材应满足现有规范标准要求。

【条文说明】混凝土箱涵工程属于是地下结构物,接缝防水控制是其施工质量控制的关键,尤其对于上下分块装配施工。因此,本节针对接缝密封材料要求提出了基本性要求。

4.6 止水条

4.6.1 箱涵接缝处止水条应采用制品型遇水膨胀橡胶止水条,其性能指标应满足表 1 中的相关要求。

表1 止水条性能指标要求

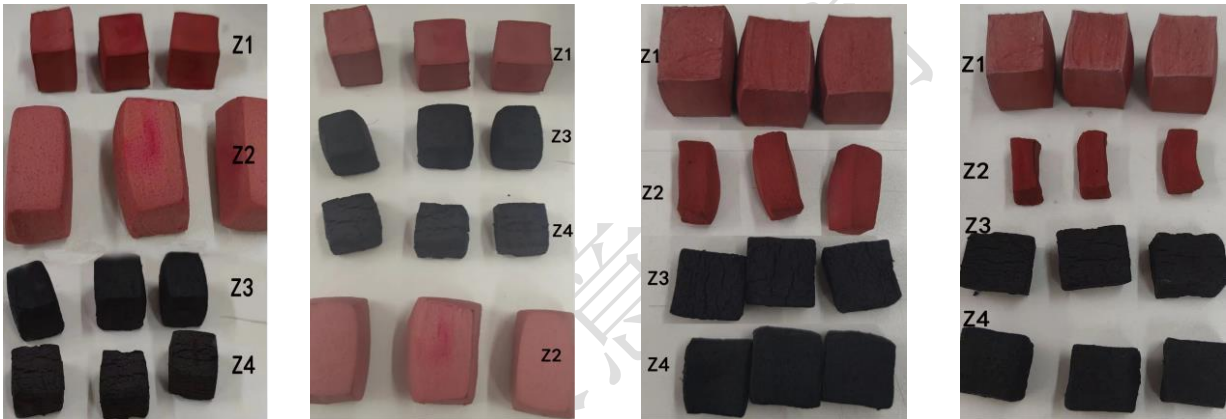
项 目		指 标			
		PZ-150	PZ-250	PZ-400	PZ-600
硬度(邵尔 A)/度		42±10		45±10	48±10
拉伸强度/MPa	≥	3.5		3	
拉断伸长率/%	≥	450		350	
体积膨胀倍率/%	≥	150	250	400	600
反复浸水试验	拉伸强度/MPa	3		2	
	拉断伸长率/%	350		250	
	体积膨胀倍率/%	150	250	300	500
低温弯折(—20℃×2h)		无裂纹			

注:成品切片测试拉伸强度、拉断伸长率应达到本标准的 80%;接头部位的拉伸强度、拉断伸长率应达到本标准的 50%。

【条文说明】目前工程中常用的止水条种类主要有遇水膨胀止水条及腻子复合型止水条，其中遇水膨胀止水条又分为腻子型止水条和制品型止水条。通过调研总结发现各种止水条的性能特点见表 4.6.1，可知制品型遇水膨胀止水条总体性能比较好，相对而言腻子复合型止水条在膨胀率、耐酸耐碱性及反复膨胀性比较差。编制组又针对制品型和腻子型遇水膨胀橡胶止水条进行膨胀性能试验发现，腻子型的止水条遇水膨胀后进行风干，表面会出现较多裂缝和孔洞，并且硬度变大，失去了止水效果；而制品型止水条脱水风干后表面较为平整，重新置入水中数天，依旧能够正常膨胀，如图 4.6.1 所示。

表4. 6. 1 各种止水条性能特点对比分析

序号	种类	特点					
		膨胀率	柔性	耐酸耐碱性	反复膨胀性	填充性	单位体积重量
1	制品型遇水膨胀止水条	√	√	√	√	√	—
2	腻子型遇水膨胀止水条	√	—	√	—	√	—
3	腻子复合型止水条		√	—		√	√



(a) 风干第一天 (b) 风干第二天 (c) 风干第四天 (d) 风干第七天

Z1 为 2.5 倍膨胀率制品型遇水膨胀橡胶条（PZ-250）；Z2 为 4 倍膨胀率制品型遇水膨胀橡胶条（PZ-400）；
Z3 为 2.2 倍膨胀率腻子型遇水膨胀橡胶条（PN-220）；Z4 为 3 倍膨胀率腻子型遇水膨胀橡胶条（PN-300）

图4. 6. 1 止水条遇水膨胀之后风干结果

5 预制

5.1 一般规定

5.1.1 箱涵节段或块件的制作主要包括原材料合理选择、预制场地（或工厂）规划及建设、模板工程、钢筋工程、混凝土工程、养护与拆模以及标识、转运、贮存与出厂。

5.1.2 箱涵节段或块件预制工艺流程见图 1。

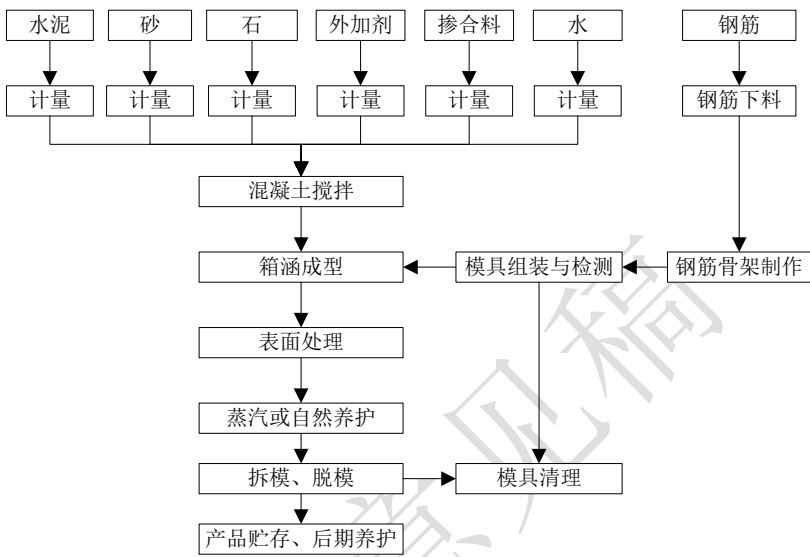


图1 预制混凝土箱涵预制工艺流程图

5.1.3 箱涵根据其预制工艺分为整体式预制箱涵和上下分块式预制箱涵，箱涵节段或块件预制成型工艺包括卧式成型工艺和立式成型工艺。

【条文说明】传统箱涵工程基本采用整体预制工艺，近几年随着装配式箱涵工程的推广应用，其截面尺寸越来越大，一般为内径控制在6m×4m以内，为便于工程施工，多数工程将其预制工艺修改为上下分块预制。

5.1.4 箱涵制作的规格尺寸应符合设计文件要求，否则宜按下列要求对预制箱涵结构进行合理划分或参考本标准附录 A：

- 1 箱涵节段或块件的划分在满足受力要求条件下，应简化制造品种，形成标准化模块；
- 2 箱涵节段或块件重量应控制在 20t~25t 范围内；
- 3 箱涵节段长度宜设置为 1m、1.5m、2m、3m 或 6m；
- 4 宜将标准节段 3m 作为箱涵的基本节段，在最大范围内使用；标准节段 1m 作为箱涵的调整节段，一般设于箱涵端部。

【条文说明】现有规范标准中针对混凝土涵洞或预制箱涵标准跨径及内高的规定见表1，针对预制箱涵的标准规格尺寸不统一，无法明确指导工程施工预制箱涵结构选型。预制箱涵即用于排水需求，又用于人员或汽车通行，为便于预制箱涵实现工业化生产，其规格尺寸不宜过多。同时，当用于通道作用时也应满足规范中关于桥涵净空的规定。因此，综合考虑现有规范中相关规定，预制箱涵跨径及净高小

于4.0m时，应以0.3m为1个模数增长；在大于等于4.0m时，应以0.5m为1个模数进行增长。预制箱涵的壁厚及腋角尺寸应按现有规范中相关规定进行设置。

表5.1.4 现有规范中预制箱涵标准跨径及净高

规范	(JTG/T 3365-02-2020)	(JC/T 2456-2018)	(DB43/T 907-2013)	(DB5101/T 44-2019)	(JTG D60-2015)
标准跨径	1.50m、 2.00m、 2.50m、 3.00m、 4.00m、5.00m	1.2m、1.5m、1.8m、2m、2.2m、 2.3m、2.4m、2.5m、2.6m、2.8m、 3.0m、3.2m、3.5m、4.0m、4.5m、 5.0m、5.5m、6.0m	2.0m、2.5m、3.0m、 4.0m、5.0m、6.0m	0.6m、0.9m、1.2m、1.5m、0.90m、1.0m、 1.8m、2.0m、2.4m、2.5m、1.25m、2.0m、 2.7m、3.0m、3.5m、3.6m、2.5m、3.0m、 4.0m、4.2m、4.8m、5.4m、4.0m、5.0m、 6.0m、6.6m、7.2m	6.0m
标准净高	/	1.2m、1.5m、1.8m、2m、2.2m、2.0m、2.5m、3.0m、 2.3m、2.4m、2.5m、2.6m、2.8m、3.5m、4.0m、4.5m、 3.0m、3.5m、4.0m	5.0m、5.5m、6.0m;	/	/

根据市场调研，发现除挂车之外的其他载重汽车最大载荷在20t之内，针对10t~20t的预制箱涵每次只能运输一个构件或节段，且对20t以上的预制箱涵节段无法运输。因此，预制箱涵构件或节段最好采用挂车进行道路运输工作；并考虑到一般挂车的载重一般不超过50t，为保证预制箱涵的运输效率，每个预制箱涵构件或节段可控制在20t~25t范围内。现有规范规定现浇混凝土涵洞每单位长度为6m时应设置一道沉降缝，以防止其不均匀沉降。因此，预制箱涵节段最长尺寸宜为6m，节段划分长度宜为1m、1.5m、2m、3m、6m。

5.1.1 预制箱涵接缝按接头型式分为平口式与承插式，其中承插式又分为凹槽式和正压式；按提供接头界面应力方式分为弯螺栓连接接头、预应力精轧螺纹钢棒连接接头、无预应力精轧螺纹钢棒连接接头。

【条文说明】根据综合管廊接头型式的分类方法，预制箱涵接缝按接头型式可分为平口式与承插式。相比承插式，平口式制作简单，接头精度要求低，顶管施工能承受的应力大，适用于顶管施工，但是接缝上下通透，防渗效果差；承插式接头精度要求高，防渗效果好，是GB50838—2015《城市综合管廊工程技术规程》推荐的接头型式。张迎新等根据接头型式将承插式接口分为凹槽式、台阶式、正压式，并给出了凹槽式与正压式示意图，如图5.1.4-1所示。

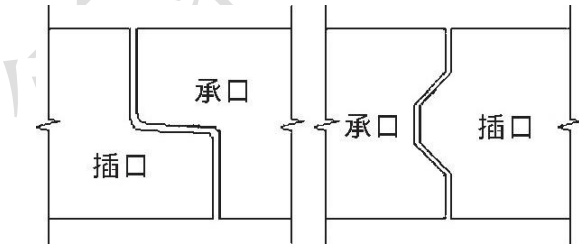


图5.1.4-1 凹槽式（左）和正压式（右）承插口示意图

凹槽式承插头也称为企口接头，是目前比较常用的承插口接头型式。建材行业标准《预制混凝土箱涵》（JC/T 2456-2018）根据企口接头细节的差别将其分为A型、B型、C型企口式预制箱涵接头，如图5.1.4-2所示。企口的水平面称为工作面，竖直面称为端面，其中，A型企口工作面无止胶台，承口端面预留凹槽，密封胶圈拼装在端面，施工对接阻力小，防渗能力不高，可应用于防水要求较低的工程；B型企口承、插口工面均有止胶台，端面无凹槽，密封胶圈拼装在工作面，施工对接阻力较大，防渗性能优于A型；C型插口工作面有止胶台，承口端面预留凹槽，可在工作面与端面拼装两道密封胶圈，防水效果好。

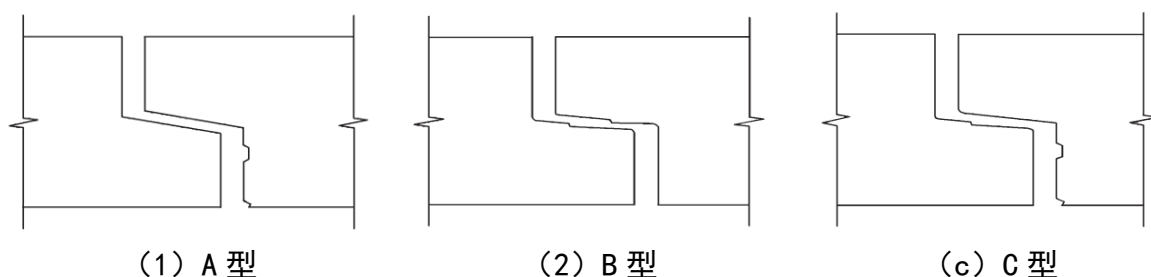


图5.1.4-2 三种企口式预制箱涵接头

根据综合管廊接头型式的分类方法, 预制箱涵按提供接头界面应力方式可分为弯螺栓连接接头、预应力筋连接接头、无连接钢筋接头。图5.1.4-3为湖南省工程建设标准设计图集《城市综合管廊》给出的弧形弯螺栓连接图。预应力筋连接分为两种形式: 相邻式连接与贯穿式连接分别如图5.1.4-4、图5.1.4-5所示。

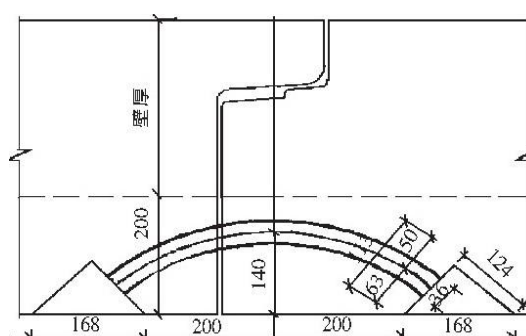


图 5.1.4-3 弧形弯螺栓连接 (单位:mm)

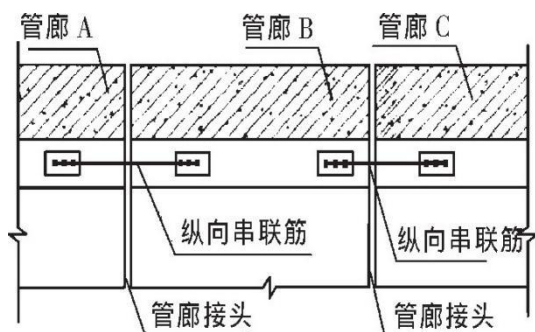


图 5.1.4-4 预制管廊相邻式预应力连接

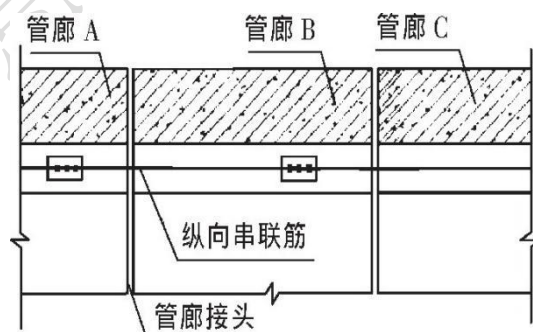


图 5.1.4-5 预制管廊贯穿式预应力连接

5.2 预制场地

5.2.1 宜根据建设工程中箱涵工程体量, 建设箱涵制作的场地或者工厂, 预制工厂的建设应符合现有规范标准的规定。

【条文说明】编制组根据两个预制箱涵工程施工总成本分析发现, 建立一个标准化预制工厂, 其设备合理搭配, 满负荷工作5年时间, 采用预制拼装工艺将比现场现浇工艺节约施工成本约10%左右。因此, 建议当一个或多个箱涵工程体量比较大, 工期比较长, 可以根据《“两区三厂”建设安全标准化指南》及相关规范标准建立标准化预制工厂; 但建设体量比较小, 工期比较紧, 为节约施工成本可建立临时预制场地或者采用混凝土现浇工艺。

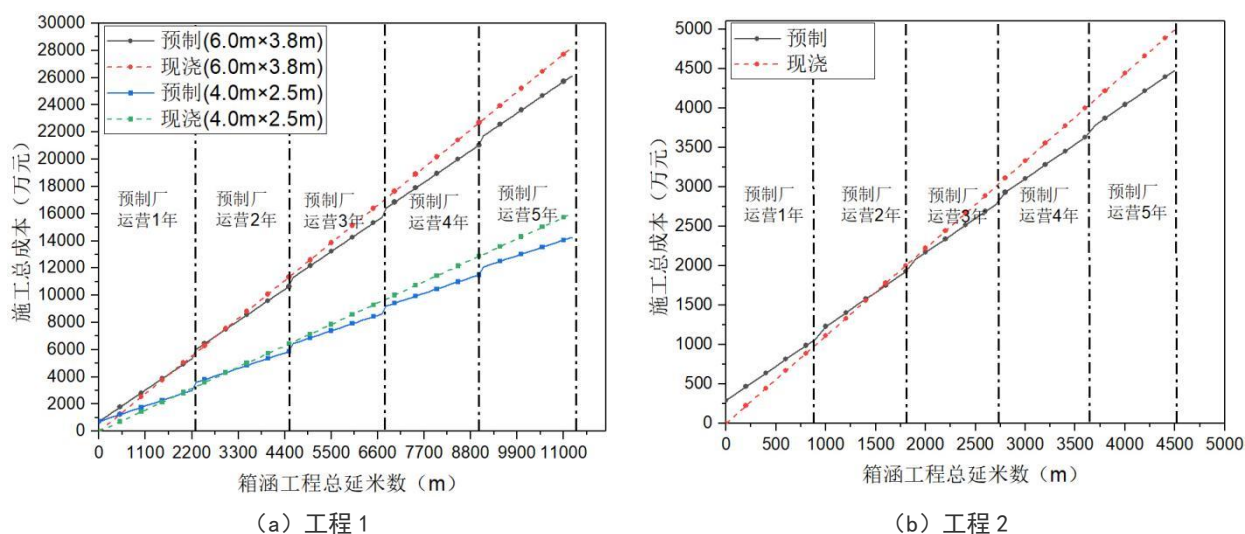


图 5.2.1 预制与现浇箱涵经济性对比分析

5.2.2 预制场位置的选定应根据工程建设的自然和社会环境、预制构件的数量和结构物的分布情况等因素综合确定。

5.2.3 预制场地的规划设计应充分考虑原材料堆放、钢筋加工、模板数量、构件预制、存放、养生及储存周期、吊装与运输等因素，进行统筹规划；应设置原材料储存区、钢筋加工区、半成品存放区、钢筋模架区、构件浇筑区、养生区、翻转区、存放区等功能区域，场地内应规划龙门吊及其轨道、交通运输通道，设置完善的排水系统。

5.2.4 预制场地建设应严格按标准厂、职业健康安全和环境管理体系、HSE 作业指导书等的要求配备各种安全环境防护设施，满足安全文明生产要求，且污水排放及垃圾处理严格按地方政府部门相关规定执行。

5.2.5 预制场地选定后，应根据地质条件进行软弱地基处理，保证场地地基稳定，具有足够的强度和承载能力，承载力应能满足节段重量、施工机械和其他施工机具等施工荷载的要求。

5.2.6 在龙门吊轨道架设位置开挖深度为 60cm 基槽，浇筑混凝土并设轨道铺设沟槽，还应满足以下要求：

- 1 现场需要清理平整范围包括预制场地、连接施工作业带与现有运输道路、预制场地内的通道。
- 2 预制场地内对于影响施工机具通行或施工作业的石块、杂草、树林、构筑物等要清理干净，沟、坎要予平整，有积水的地势低洼地段排水填平，必要时换填，充分保证地面的平整度和承重抗压能力。
- 3 预制场地清理、平整遵循以节约征用或少占用土地、不阻碍交通、不破坏建筑物、设施、古迹等，防止环境污染、水土流失。

5.2.7 办公区、生活区根据实际情况设置，预制场出入口设门卫房。

5.2.8 预制场地宜采用信息化及智能化系统设备，实现对预制场地的施工质量及安全管理。

5.3 模板工程

5.3.1 箱涵制作模板应采用钢模板，根据节段或块件制作工艺的不同，钢模板分为卧式钢模与立式钢模。

【条文说明】预制箱涵所采用的钢模板应根据其预制工艺进行合理选择，且宜采用液压式自动控制钢模板，经过相应的设计验算，满足施工质量控制要求。

5.3.2 钢模板主要由底模（底板）、内膜、外模、承口模、插口模、调整螺杆（液压伸缩链杆）及锁紧配件等组成。

5.3.3 卧式钢模应符合下列要求：

- 1 外模由液压伸缩链杆操控，向内或向外使外模两侧模绕着上端支轴旋转，完成拆模或支模。
- 2 内膜用叉车移动，端模绕着外模转轴转动。

5.3.4 立式钢模应符合下列要求：

- 1 内膜装拆由液压伸缩链杆控制，应定位准确，满足尺寸精度要求。
- 2 外模装拆由调整螺杆（或液压伸缩链杆）控制装拆。

5.3.5 钢模板各组成部分应在工厂加工而成，运输至预制场地进行组装，钢板与支撑应满足刚度、承载能力、稳定性和循环使用的要求。钢板外观质量应满足平直、转角光滑、焊缝平顺等要求。

5.3.6 钢模板组装应按钢模板构造要求顺序进行，并按预制构件设计要求拼装骨架及预埋配件；组装过程中应与钢筋绑扎配合进行，妨碍绑扎钢筋的钢模板部件应待钢筋绑扎完毕后拼装；一般是先拼装底模，再安放钢筋骨架，最后拼装内膜和外模。

5.3.7 钢模板清理应满足以下要求：

- 1 钢模板组装前，应清理钢板表面及各部件结合面混凝土残留物，保证表面光洁。
- 2 检查各部件结合部位密封胶条完好状况，按要求更换、补齐。
- 3 钢模板所有表面均匀喷涂脱模剂，不得漏涂或积聚、流淌，脱模剂应满足 JC/T949 的要求。

5.4 钢筋工程

【条文说明】预制箱涵结构相对简单，为框架模型，比较容易采用数控加工工艺实现智能化自动施工，且钢筋拼装过程中宜采用标准化的钢筋骨架进行加工，保障钢筋绑扎质量。

5.4.1 钢筋的进场验收、加工及制作应严格按照设计图纸及 JTG/T 3650 的要求。

5.4.2 钢筋骨架宜采用数控加工工艺，自动焊接或人工焊接成型。

5.4.3 钢筋骨架制作顺序为：内层环筋→内层纵筋→承口、插口端加强筋→外层纵筋→外层环筋→内外层支撑筋。

5.4.4 钢筋骨架采用钢筋网片制作方式时，制作顺序为：焊制网片→网片折弯→拼装焊接。钢筋网片应符合 GB/T 1499.3 的要求。

5.4.5 钢筋骨架应拼装保护层支撑，其材质可采用塑料或水泥砂浆垫块。

5.4.6 钢筋弯曲应符合设计要求，钢筋进入弯弧机时应保持平衡、匀速，防止平面翘曲，成型后表面无裂纹。对弯弧精度要求较高时，宜在模压弯弧机上进行。

5.4.7 钢筋焊接成型应满足以下要求：

- 1 钢筋骨架焊接成型宜在符合设计要求的靠模上制作。

- 2 首件钢筋骨架焊接成型后应进行自检，自检内容为钢筋骨架尺寸、环筋和箍筋间距、钢筋搭接长度、钢筋焊接质量，检验合格后方可批量加工生产。
- 3 内外层环筋的连接接头应相互错开，所有钢筋的交叉点可全焊或梅花点焊，焊接应牢固。网片搭接应在最小受力处进行。

5.4.8 钢筋骨架质量控制应满足以下要求：

- 1 钢筋骨架的加工与制作宜在稳固的工作台上进行，受力筋节点部位全部用铅丝绑扎牢固，非受力筋可采用间断绑扎，必要时，采用点焊加固钢筋骨架。
- 2 焊缝不得出现过火烧伤、咬肉、气孔及夹渣现象，不得有漏焊、脱焊之处，焊缝厚度符合 JGJ 18 的要求，焊接后焊丝及焊渣清除干净。
- 3 内、外层环筋的连接应符合设计要求，内外层环筋采用焊接连接时，漏出钢筋内外侧的长度不应超过 15mm。
- 4 绑扎或焊接的钢筋网或钢筋骨架不得有变形、松脱和开焊。

5.4.9 辅助配件应满足以下要求：

- 1 箱涵的辅助配件有吊装孔、注浆孔、预埋钢板、箱涵连接穿筋孔道及各种锚固钢筋。所有辅助配件均应按设计要求加工和定位。
- 2 吊装孔处应按设计要求配置钢筋，以保证吊装孔周边涵体混凝土不被损伤。
- 3 预埋钢板上的预埋筋宜采用穿孔塞焊，填焊饱满，磨平钢板表面。
- 4 螺栓孔应保证孔道畅通、内圆面平整。

5.5 混凝土工程

【条文说明】混凝土工程的规定主要参考了中国建筑材料协会标准《预制混凝土箱涵工艺技术要求》（CBMF 18-2017）、四川省地方标准《预制混凝土箱涵》（DB510100/T 204-2016）等规范中相关规定，并结合预制箱涵施工经验进行了相应的规定。

5.5.1 制作箱涵用混凝土抗渗等级应符合设计要求，当设计无要求时，混凝土抗渗等级不应低于 P8。

5.5.2 有特殊要求的混凝土应进行特殊设计。

5.5.3 混凝土配合比应按照 JGJ 55 的规定进行设计，并在材料试验的基础上经过计算、试配、调整后确定。

5.5.4 采用插入振捣成型时，混凝土拌合物的坍落度宜控制在 160mm~200mm；采用附壁振动成型时，混凝土拌合物的坍落度宜控制在 120mm~200mm；采用不加辅助振动成型时，混凝土拌合物的坍落扩展指标宜控制在 550mm~650mm；采用芯模振动成型时，混凝土拌合物的维勃稠度宜控制在 20s~60s。

5.5.5 混凝土的制备应满足以下要求：

- 1 混凝土拌合前，根据当日环境温湿度和骨料含水率出具“混凝土配合比通知单”。
- 2 混凝土制备宜采用自动计量系统的搅拌设备，所用计量器应在有效期内使用，并定期校准。
- 3 严格按混凝土配合比配料，各种原材料称量允许偏差：水泥、水、外加剂、掺合料为±1%；粗、细骨料为±2%。
- 4 搅拌第一盘混凝土时，搅拌机应先充分润湿，并按配合比增加水泥用量 10%。
- 5 混凝土宜采用强制式搅拌机搅拌，净搅拌时间：塑性混凝土不少于 90s，混凝土料拌合均匀，当添加粉状外加剂或掺合料时，搅拌时间应适当延长。

- 6 冬季生产,当环境温度低于 5°C 时,应对骨料和水进行预热,搅拌的混凝土拌合物温度不宜低于 10°C ,夏季生产,搅拌的混凝土拌合物温度不宜高于 30°C 。
- 7 混凝土拌合物应随拌随用,在初凝前使用完毕;环境温度高于 25°C ,混凝土拌合物停放时间不宜超过 45min;环境温度低于 25°C 时,停放时间不宜超过 60min。

5.5.6 浇筑振动成型工艺应满足以下要求:

- 1 混凝土浇筑前,应对钢筋、预埋件、钢筋保护层厚度等隐蔽项目进行检查。
- 2 混凝土浇筑前,应对模板的高程、位置及截面尺寸和钢筋骨架的位置加以检查,发现问题应及时处理,并作记录。
- 3 应检查钢筋骨架、预埋件及止水胶条的拼装,合格后方可进行混凝土浇筑。
- 4 根据混凝土拌合物特性、骨料粒径大小、钢筋骨架的疏密程度选择合适的辅助振动器,其技术参数包括:功率、激振力、振动频率、振幅、插入式振动棒直径和软轴长度等。
- 5 混凝土浇筑时宜采用一次性浇筑,当浇筑混凝土体积较大时,应采用分层浇筑,混凝土应随分层浇筑的次数分段搅拌。
- 6 混凝土分层加料时,应分层振捣密实;每层加料厚度为 $300\text{mm}\sim 400\text{mm}$,送料斗出口应处于加料中心位置,确保加料均匀。
- 7 混凝土浇筑过程中应采用振捣棒振捣,必须振捣均匀、密实,每一振点延续时间宜为 $20\sim 30\text{s}$ 。
- 8 采用插入式振捣成型时,振捣棒快插慢提,插入深度控制在进入下层 $50\text{mm}\sim 100\text{mm}$,插入点间距应小于振捣器有效作用半径的 1.5 倍,并按一定方向移动,不应漏振。振捣过程中振捣棒不得碰撞钢模和预埋件。
- 9 采用附着式振动器成型时,加料高度达 500mm 左右时开始起振,边振动边加料,保持到混凝土浇筑完毕。
- 10 混凝土浇筑应连续进行,层间振捣时间间隔不宜大于 30min 。振捣时间长短应随气候和混凝土拌合物性能而变化,以混凝土表面液化为准。
- 11 混凝土浇筑时,应设专人观察,密切注意钢筋位移和模板走样,如发现模板走样,应立即停止浇灌,采取措施加固模板再浇灌;当混凝土表面出现析水时,采取措施予以消除,但不得扰动已浇筑的混凝土,并作好混凝土浇筑记录。
- 12 混凝土浇筑完成后,及时清除上端面余料,进行初步抹面。在混凝土终凝前,完成上端面处理,使端面光洁、平整并与钢模上端基准面平齐。
- 13 在初凝 30min 内表面用平板振捣器振捣 $1\sim 2$ 遍保证混凝土表面密实。补偿收缩混凝土无泌水现象,要注意早期养护,采取挡风、遮阳、喷雾等措施。
- 14 及时罩上养护罩,进入静停阶段。

5.5.7 芯模振动成型工艺应满足以下要求:

- 1 成型主要工艺参数见表 3。

表2 芯模振动成型主要工艺参数

矩形箱涵最大边长 (mm)	下料时间 (min)	开始振动时间 (min)	振动器工作转速 (r/min)
≤ 2000	10~20	加料后 2~3	3600~4200
2000~2500	20~30	加料后 2~3	3600~4200

- 2 喂料振动成型应满足以下要求:

- ①空模时不应启动振动器，模内混凝土料未加到规定高度时不宜启动振动器；
 - ②调整混凝土喂料装置，确保混凝土均匀喂入内、外模间空腔内；
 - ③启动喂料机，将下料口对准注料位置连续均匀喂料；待混凝土料喂至 300mm~500mm 高度时开启振动器，并由低向高逐步增大振动频率；当喂至箱涵模上端时，应及时成型端口；
 - ④移动插口加压装置与箱涵上方，落下插口成型模，向下施加压力，适当加大振动频率，继续振动值插口成型到位为准；
 - ⑤关闭芯模振动器，待完全停振后，退回加压装置。
- 3 对成型后的箱涵上不进行表面修整。
 - 4 先慢后快地脱出内模，采用专用吊具将外模与箱涵一起平稳吊离工作坑，放至养护区平整的地面上，松开外模与底盘的锁紧装置，垂直、平稳地吊起外模，箱涵连同底盘一起进入养护工序。

5.6 养护与拆模

【条文说明】预制箱涵块件或节段的养护与拆模规定主要参考了《公路桥涵施工技术规范》(JTG/3650-2020)中的相关规定，并结合预制箱涵施工特点提出了其翻转要求。

- 5.6.1 在混凝土浇筑完毕后的 12h 内应对混凝土覆盖土工布并保湿养护，养护时间不少于 14d，浇水次数应保持混凝土处于湿润状态。
- 5.6.2 混凝土表面养护采用涂刷养护剂时，首先在构件终凝后即对构件顶面裸面进行喷涂，其次在拆除侧模后，对构件各侧面进行喷涂养护。
- 5.6.3 混凝土养护应制定专人按时进行，养护前须对养护液进行质量检测，并报监理审批后方可使用。
- 5.6.4 箱涵养护分自然养护和蒸汽养护，除芯模振动成型的箱涵可采用自然养护方式外，其他工艺成型的箱涵宜采用蒸汽养护。
- 5.6.5 蒸汽养护制度应符合现行 JTG/T 3650 标准中相关规定。
- 5.6.6 养护过程中，应严格控制蒸养温度，每小时测温一次，根据测温结果调整供气量并做好记录。
- 5.6.7 箱涵脱模时，混凝土强度不宜低于设计强度的 65%（立即脱模成型工艺除外）。脱模时的箱涵表面温度与环境温度之差不宜大于 20℃。
- 5.6.8 脱模时，应按模板设计要求顺序拆模。应注意对成品的保护，防止成品缺棱掉角。
- 5.6.9 钢模板拆除前，先拆卸预埋件、调整螺杆及锁紧配件。拆除过程中将钢模板与箱涵平稳顶拨松开，移出模板，不得强行撬动和锤击。钢模板拆除后，将钢模板放置平稳，并及时清理钢模板面上的灰渍，涂刷脱模剂，放置钢模板生锈。
- 5.6.10 拆除钢模板后，应采用土工布等及时覆盖箱涵。在天气温暖时，可采用洒水养护，保持土工布表面湿润，做好养护记录，避免制品干缩开裂，影响涵洞的耐久性。
- 5.6.11 箱涵起吊时混凝土强度应符合设计要求，当设计无要求时，不宜低于设计强度的 90%。
- 5.6.12 箱涵起吊采用专用吊具进行，起吊应缓慢、平稳，不宜紧急制动。
- 5.6.13 箱涵需翻转时，预制场内宜采用专用吊具或整体翻转台架翻转；转运时可采用垫废旧轮胎或者枕木方式翻转；施工现场采用沙坑翻转翻转时应保持吊装平稳。

【条文说明】预制箱涵节段或块件采用立式预制工艺制作，当预制完成时应对其进行翻转便于现场吊装，根据现有工程应用调研发现，采用订制的专用翻转架将方便操作与节省工程成本。某工程中大截面尺寸箱涵采用上下分块预制，其中下部块件采用箱涵卧式预制，因此在现场拼装中需要将其进行翻转180°，该工程施工单位自己订制了翻转机具，并在预制厂进行了翻转操作，其翻转过程详见图5.6.13。



(a) 节段吊入翻转机



(b) 节段开始翻转



(c) 节段翻转 90°



(d) 节段翻转 180°

图5.6.13 节段翻转示例

5.6.14 在干燥气候条件下，应加强对箱涵脱模后的后期养护，使箱涵始终保持湿润。洒水时间不宜少于3d，且（2~3）次/d。气温较低时，应覆盖保温。

5.7 标识、转运、贮存与出厂

5.7.1 经检验合格的箱涵，应根据工程要求进行标识，在箱涵表面表明企业名称、商标、产品标记、生产日期、工程名称和“严禁碰撞”等字样。

5.7.2 箱涵堆放场地应坚实平整，排水流畅。

5.7.3 箱涵采用立式堆放时，底部与地面间、箱涵与箱涵间应支设柔性衬垫；采用卧式堆放时，不应有倾斜。

5.7.4 当采用卧式堆放时，内高不大于2000mm的箱涵，堆放层数不易超过2层；内高大于2000mm的箱涵，堆放层数宜为1层。当采用立式堆放时，堆放层数不宜超过3层。

5.7.5 箱涵出厂时应随带企业或施工单位统一编号的产品合格证，其内容包括：工程名称、制造单位名称、商标、规格型号、生产日期、出厂日期、混凝土强度等级、混凝土抗渗级别、检验部门签章等。

5.7.6 箱涵出厂时，混凝土抗压强度不应低于混凝土设计强度等级值。

5.7.7 箱涵在转运过程中应轻起轻落，防止碰撞；箱涵与车厢绑扎牢固，底部宜支设垫木，防止窜动与滑移。

征求意见稿

6 运输与吊装

6.1 一般规定

6.1.1 施工单位应根据预制构件大小、重量选择合理的吊装设备及运输车辆，运输前应对路线实地勘察并优选运输路线。

6.1.2 施工单位编制上报的吊装运输方案应符合国家现行标准 JGJ 33 的要求，方案经相关单位批复后方可实施作业。

6.1.3 预制构件运输及吊装时，混凝土强度应符合设计要求。当设计无要求时，不应低于设计强度的 90%。

6.2 吊装

【条文说明】预制箱涵块件及节段的吊装工作是其施工过程中的重要环节之一，应充分考虑其所有吊装过程，对其进行吊点专项设计。预制箱涵构件的吊点设计不应影响其结构受力，且吊装转移宜采用新型智能的装置，方便安装与拆卸。预制箱涵构件统一平面吊点数量宜设置为 4 个。

6.2.1 箱涵节段或块件吊点设计应充分考虑混凝土预制、厂内转运、构件翻转、现场拼装等影响因素，且吊点的设置不应使箱涵节段或块件主体受力性能造成损伤，同一平面吊点数量宜设置为 4 个。

6.2.2 龙门吊、吊车等大型吊装设备应进行专项检测并出具有效安全检验合格证书。

6.2.3 各类钢筋笼、各类构件（吊具、吊架、吊点等）的吊装方案应进行专项设计。

6.2.4 吊具、吊架应定期进行探伤检查和维护。

6.2.5 吊装设备应符合使用要求，使用前应检查机具的维修、使用、检验记录。

6.2.6 运输与吊装设备必须根据单节预制箱涵的重量经过设计验算确定，且在工作过程中不应超载、超负荷工作。

6.2.7 采用吊车对箱涵吊装时，吊带或钢丝绳与竖向夹角不宜大于 45° ，且应经过吊带或钢丝绳承载力计算确定。

6.3 运输

6.3.1 运输前应进行试吊装。运输车辆宜采用挂车运输，且应根据运输车辆所载货物尺寸限值及公路运输条件进行预制箱涵运输方式的选择。

【条文说明】预制箱涵属于大型预制构件，其运输车辆宜采用挂车进行运输，且运输过程中应对预制构件采取保护措施，避免预制箱涵发生磕碰等损伤破坏。同时，运输方式应满足我国大型预制构件道路运输管理规定。

6.3.2 在运输预制箱涵构件时一共有 3 种运输方式，包含横向卧式摆放、横向立式摆放以及纵向卧式摆放，详见图 2。

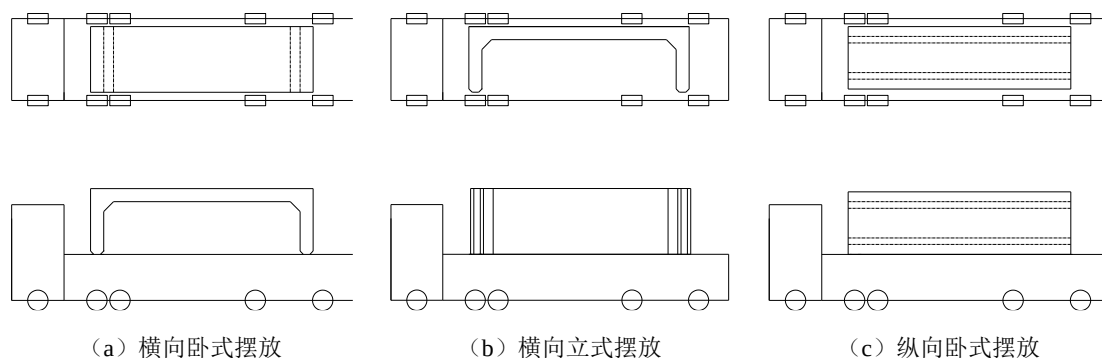


图2 预制箱涵挂车运输过程中摆放方式

6.3.3 运输路线应平坦，地基应有足够的承载能力，纵向坡度应不大于 3%，横向坡度（人字坡）应不大于 4%，最小曲率半径应不小于运输车的允许转弯半径，同时在运输车通过的界限内，不得有任何障碍物。

6.3.4 运输车转载构件时，应编制支撑方案，并报送相关单位批复后方可运输；支撑方案内容包括构件运输方向、支撑点设置、外露钢筋等；运输前应按支撑方案检查，确保构件运输方向准确及支撑措施牢固可靠。

6.3.5 应在箱涵节段或块件运输车辆上采用必要的固定、缓冲措施以防止运输过程中损伤构件。

6.3.6 箱涵节段或块件运输前应根据其外形尺寸，在拖车车上弹出中轴线，吊装时应放置在车的中间位置。

6.3.7 箱涵节段或块件在吊装过程中应轻起轻落，听从拼装班组长的指挥，且确保施工人员在一定的安全范围之内。

6.3.8 运输车起步和运行应缓慢，平稳前进，严禁突然加速或紧急制动；当运输车接近目的地时应减速徐停。

6.3.9 构件运输时，均不得使其在装卸和运输过程中产生任何形式的损伤和变形。

6.3.10 箱涵节段或构件在运输吊装过程中应保护好箱涵构件的棱角（尤其是非标准预制节段）部位，以免碰撞产生任何形式的损伤和变形。。

6.3.11 为了配合吊车拼装，预制构件的顺序应按照拼装的顺序；运输至现场后，卸货的位置要便于吊车拼装。

6.3.12 构件运输至现场后，应直接吊装至拼装位置，减少二次搬运；需要堆放现场，应注意场地平整、严禁碰撞。

7 施工

7.1 一般规定

7.1.1 箱涵现场拼装前，施工、监理单位应对拼装方案中的材料及设备到场情况、吊装区域地基处理情况进行严格复查，且应按管理规定对各级人员进行施工工艺和安全风险交底。

7.1.2 整体式预制箱涵拼装流程一般为：地基处理→在混凝土垫层上放样（控制线：中心线和边线）→吊装箱涵节段→定位，对准控制线→箱涵节段拼装就位→箱涵纵向接缝防水处理→检查箱涵整体平整度和垂直度→检查合格后进行下一节段的拼装→张拉预应力→循环拼装步骤，直至全部拼装完成→接缝处涂抹防水密封膏→铺设防水卷材→磨耗层现浇→箱涵表面处理→土工回填。

7.1.3 上下分块式预制箱涵拼装流程一般为：地基处理→在混凝土垫层上放样（控制线：中心线和边线）→吊装下块件→定位，对准控制线→下块件拼装就位→箱涵横向接缝防水处理→吊装上块件→上下块件拼装成整体→检查箱涵整体平整度和垂直度→箱涵纵向接缝防水处理→检查合格后进行下一节段的拼装→张拉预应力→循环拼装步骤，直至全部拼装完成→接缝处涂抹防水密封膏→铺设防水卷材→磨耗层现浇→箱涵表面处理→土工回填。

【条文说明】上下分块预制箱涵相比于整体式预制箱涵的拼装流程在于块件的拼装，其拼装方式主要有两种：先把块件拼装形成整体之后再进行节段的拼装；或将下部预制箱涵块件进行纵向拼装完成之后再行上部预制箱涵块件的横向及纵向拼装工作。根据实际工程应用发现，第一种拼装方式存在的问题是当下部块件与基础之间摩擦力较大时，在预制箱涵张拉过程中，下部块件张拉比较困难，上部块件张拉比较容易，因此导致上下块件存在一定的错缝，影响最终拼装质量，而第二种拼装方式是，当完成下部块件所有的拼装工作，上部块件的对中工作存在一定的困难，同时上部块件拼装过程中，由于预应力的张拉，产生横向接缝之间的摩擦力，对箱涵的横向接缝的防水构造措施造成一定的损伤，致使其防水功能失效。综上所述，上下分块预制箱涵现场拼装顺序宜将块件拼装形成整体之后再进行预制箱涵节段之间的拼装，此时需要保证箱涵与基础之间的摩擦力最小。

7.1.4 现场箱涵拼装过程中箱涵节段或块件拼装后线路要顺畅平直，不应存在明显折线、凹凸等现象。

7.1.5 箱涵块件与块件、块件与节段、节段与节段、节段与现浇结构等之间的连接型式应按设计要求施工。

7.1.6 箱涵节段或块件采用弯螺栓连接时，螺栓的材质、规格、拧紧力矩应符合设计要求及现行国家标准 GB 50017 和 GB 50202 的有关规定。

7.2 基槽开挖与地基处理

7.2.1 基槽开挖与地基处理施工前应根据工程需要进行下列调查：

- 1 现场地形、地貌、地下管线、地下构筑物、其他设施和障碍物情况；
- 2 工程用地、交通运输、施工便道及其他环境条件；
- 3 施工给水、雨水、污水、动力及其他条件；
- 4 工程材料、施工机械、主要设备和特种物资情况；
- 5 地表水水文资料，在寒冷地区施工时尚应掌握地表水的冻结和土层冰冻资料；
- 6 与施工有关的其他情况和资料。

7.2.1 箱涵工程基槽开挖前，应根据围护结构的类型、工程水文地质条件、施工工艺和地面荷载等因素制定施工方案。

7.2.2 按照设计图纸和基槽开挖面放坡要求，开挖至砂砾垫层的底标高，不得超挖；且根据开挖坡度和深度，确定开挖面的外控制线与通道的中轴线。

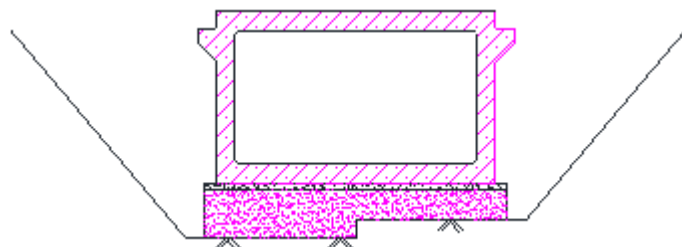


图3 基坑开挖断面图

7.2.3 将地表的杂物清除干净并做初步整平。

7.2.4 现场采用触探、钻探方式与地勘资料进行比对，并做地基承载力试验，对下卧软土地基以及地基承载力试验不满足要求，需对地基进行处理。

7.2.5 会同设计、监理确定地基处理方案。

7.2.6 箱涵基底土质为软土地基时可采用砂砾垫层或者水泥搅拌桩等方法加固地基，应符合 JTG 3363 的相关规定。箱涵基底土质为其他条件时，应满足现行相关国家规范要求。

7.2.7 地基处理后应对地基承载能力进行检验。基底填料厚度、粒径级配、压实度等应满足现行 JTG 3363 的相关要求。

7.2.8 基础垫层处理应满足以下要求：

- 1 基坑开挖完成后复测基础标高，经监理工程师检验合格后，基坑摊铺天然级配砂砾，厚度不宜低于 30 cm；用压路机进行碾压，压路机的碾压速度头两遍控制在 1.5~1.7 km/h，以后为 2.0~2.5 km/h 进行压实。
- 2 如发现砂窝或梅花现象时将多余的砂或砾石挖出，分别掺入适量的碎砾或砂，彻底翻拌均匀，并补充碾压。待碾压完成后经试验室进行检测，报监理工程师进行检验合格后进行下一道工序施工。
- 3 基底验收合格后，采用竹胶板立模浇注 C20 素混凝土垫层，素混凝土厚度一般为 15cm~20cm，高程控制预留 5mm~10mm。素混凝土采用 50 振捣棒振捣密实，刮尺刮平，人工配合磨光机进行收光，表面要求平整度不大于 5mm。混凝土由搅拌站集中搅拌供应，混凝土罐车运送至浇筑现场，采用汽泵或吊车浇筑。其配合比由实验室严格控制，每一个台班作好砼试块。
- 4 必需保证垫层素混凝土的养生期间，并做洒水养护。整体面层施工后，养护时间不应少于 7d；抗压强度达到 5MPa 后方准上人行走；抗压强度达应达到设计要求后，方可正常使用。

7.2.9 预制装配式基础施工及质量验收除符合本节规定外，尚应符合现行国家标准 GB 50202 的有关规定。

7.2.10 地基经过验收合格后，方可投入使用。

7.3 箱涵拼装

7.3.1 箱涵现场拼装前应进行匹配拼装。

7.3.2 箱涵节段或块件拼装前，应复验合格。当块件上有裂缝且宽度超过 0.2mm 时，应由相关技术人员进行质量鉴定。

7.3.3 箱涵节段或块件拼装之前应打磨剖光其端部、连接部位，不应存在小碎片、棱角或凹陷凸出等缺陷，防止箱涵节段或块件在精轧螺纹钢棒预应力张拉时发生挤压变形，且造成箱涵节段或块件之间存在不均匀缝隙，影响箱涵整体防水效果。

7.3.4 箱涵现场拼装之前，应对每个箱涵节段或块件进行编号，且进行匹配节段或块件的截面内径宽、高、垂直度测量，以及箱涵 4 个内侧面长度的测量，进行误差统计分析，合理预估调整箱涵拼装时误差的存在，防止误差集中，如图 4。

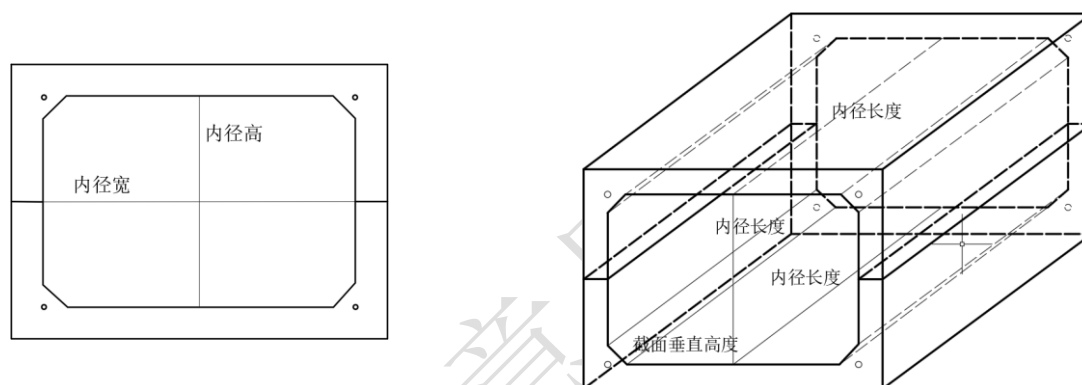


图4 箱涵截面尺寸误差测量示意图

7.3.5 根据箱涵拼装位置与基础外边线尺寸，弹出每节箱涵节段或块件的拼装控制线（外边线及通道轴线），经验收合格后方可进行箱涵拼装，如图 5。

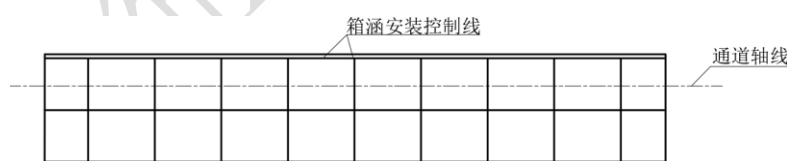


图5 箱涵拼装控制线示意图

7.3.6 拼装每节预制箱涵之前应在基础拼装控制线内进行水泥黄沙混合物找平，其厚度一般为 5 mm~10 mm；水泥黄沙为干燥物，比例为 1:3，黄砂为经过筛选的细沙。

【条文说明】预制箱涵拼装之前在基础表面的拼装控制线内进行水泥黄沙混合物找平，其厚度一般为 5 mm~10 mm。水泥黄沙为干燥物，比例为 1:3，黄砂为经过筛选的细沙。在预制箱涵拼装过程中这一条应严格执行，此做法主要有两个目的：减少预制箱涵拼装过程中与基础之间的摩擦力，使纵向精轧螺纹钢棒张拉比较容易控制；同时拼装完成之后，在运行过程中一旦箱涵底部有水灌入，黄砂水泥混合物会进行凝结，形成一层防水构造，避免箱涵进水。

7.3.7 箱涵现场拼装顺序宜从箱涵中间向两边依次拼装，上下分块式预制箱涵宜将箱涵块件拼装形成箱涵节段后，依次进行箱涵节段拼装。

7.3.8 箱涵块件拼装后，上下块件错台不应大于 5 mm；横向接缝宽度不应大于 5 mm。

7.3.9 箱涵节段拼装后，纵向接缝宽度不应大于 5 mm，错台高度不应大于 5 mm。

【条文说明】预制箱涵在拼装过程中其接缝宽度需要严格控制，一方面保证止水到挤压到位，保障其防水效果，另一方面可以保障局部过载挤压，造成局部应力过大对结构产生损伤。

7.3.10 箱涵节段或块件拼装后，吊装孔宜采用 C45 膨胀混凝土密封。

7.4 预应力施工

7.4.1 箱涵块件或节段拼装完成之后，应对其进行预应力张拉施工，张拉应力控制应符合设计要求，当设计没要求时，应符合下列规定：

- 1 箱涵块件采用无预应力精轧螺纹钢棒连接时，只需进行灌浆封锚处理即可；
- 2 箱涵块件采用有预应力精轧螺纹钢棒连接时，精轧螺纹钢棒张拉力宜不少于其抗拉强度的 50%；
- 3 箱涵块件采用弯螺栓连接时，弯螺栓不宜进行预应力张拉，只需进行螺栓紧固；
- 4 箱涵节段之间 4 个腋角处宜采用有预应力精轧螺纹钢棒连接，张拉力不低于 200KMPa。

7.4.2 箱涵节段预应力张拉应满足以下要求：

- 1 在箱涵节段预留孔内插入精轧螺纹钢后，一端锚固，另一端张拉。
- 2 在进行张拉连接前，应仔细检查密封胶条是否放全，检查张拉器材，锚具是否恰当。
- 3 箱涵节段预应力张拉时，宜采用 4 个张拉设备同时张拉精轧螺纹钢棒使预应力至 σ_{con} ，减少箱涵节段之间连接误差的存在；否则先张拉底部精轧螺纹钢棒预应力至 $0.9\sigma_{con}$ ，后张拉上部精轧螺纹钢棒预应力至 σ_{con} ，最后再次张拉底部精轧螺纹钢棒预应力至 σ_{con} ，在连接箱内用锚具把钢线锁牢。
- 4 为了保证预应力有效的施加到遇水膨胀止水条的界面上，考虑到箱涵节段受拉后需要产生一定的位移（遇水膨胀止水条压缩量约为 70%），要求每拼装 2~3 个节段（即每间隔 6m），在箱涵的端部张拉一次预应力，在连接箱内进行锚固如图 6 所示。

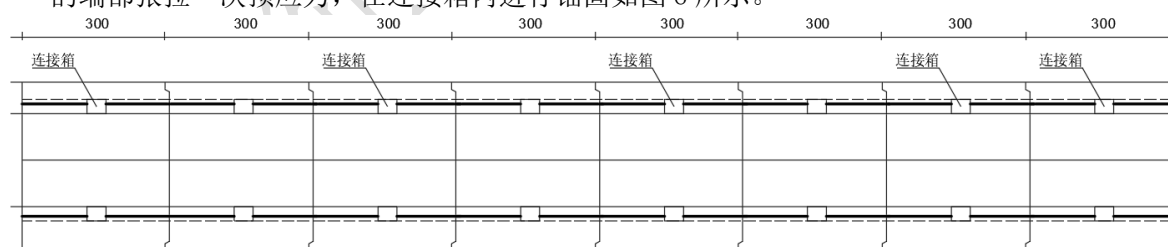


图6 纵向预应力张拉长度控制图

7.4.3 张拉完成后，预应力精轧螺纹钢棒锚固后的外露部分宜采用机械方法切割，其外露部分不宜小于预应力精轧螺纹钢棒直径的 1.5 倍，且不应小于 30mm。

7.4.4 根据需要对连接处孔隙进行灌浆处理，灌浆应饱和、密实。

7.4.5 灌浆处理完后，对连接箱部用砂浆进行填充抹平。

7.4.6 外露预应力筋保护层厚度不应小于 50mm。

7.4.7 预应力精轧螺纹钢棒张拉锚固后，实际建立的预应力值与工程设计规定检验值得相对允许偏差应为 $\pm 5\%$

7.4.8 后张法有粘结预应力精轧螺纹钢棒张拉后应尽早进行孔道灌浆，孔道内泥浆应饱满、密实。

7.4.9 锚具的封闭保护应符合设计要求。当设计无要求时，应符合现行国家标准 GB 50204 的有关规定。

7.5 接缝施工

7.5.1 箱涵节段或块件接缝应满足下列要求：

- 1 箱涵节段或块件接缝宜设计为无间隙密贴型式；
- 2 箱涵节段或块件与现浇混凝土结构接缝中的受力缝应设置连接钢筋，构造缝可不设连接钢筋。

7.5.2 箱涵节段或块件接缝可采用精轧螺纹钢棒或弯螺栓连接，并应进行防腐处理。

7.5.3 箱涵节段间不宜设置沉降缝，但在下列情况下应设置沉降缝：

- 1 高路堤下，箱涵宜在高路堤路基边缘按适当距离设置沉降缝；
- 2 复杂地基，箱涵基础不均匀沉降变化多，箱涵宜按 6m 距离设置沉降缝。

7.5.4 箱涵拼装接缝、沉降缝两侧应设计扩缝倒角以利于防渗漏处治。

7.5.5 箱涵节段或块件在拼装时，应在其接缝张贴止水条作为主要防水功能，止水条的设置应满足以下要求：

- 1 箱涵节段或块件接缝处的止水槽平整度不应大于 2mm；
- 2 箱涵节段或块件接缝处的止水条张贴之前，应将止水槽清理干净，采用环氧类粘结剂将止水条粘贴到的止水槽内，防止在拼装式时止水条发生错位变形；
- 3 止水条应具有一定的弹性，并可吸水膨胀，起到防水的效果；
- 4 箱涵节段或块件接缝处的止水条宜采用制品型 PZ250，遇水膨胀橡胶条压缩量应大于 25%，止水槽深度计算应满足公式（1）；

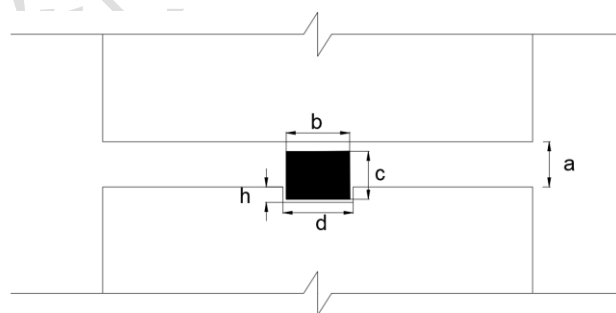


图 4.4.8 止水槽深度优化

$$h' \leq c - d_{\max} - f_{\max} - \Delta c \quad (1)$$

式中： h' ——止水槽高度

c ——止水条高度；

d ——表示拼缝施工误差（0~5mm）；

$f_{\max}$ ——表示止水槽施工误差（ $\pm 2\text{mm}$ ）；

Δc ——遇水膨胀橡胶条允许压缩量。

- 5 箱涵节段或块件采用其他型号止水条时,应开展对应止水条的压缩水密性能试验求得该型号满足止水需求的最小压缩量。保证遇水膨胀橡胶止水条压力满足接头防水要求,以及实现在预应力作用下预制装配式箱涵接头紧密贴合。
- 6 接缝止水条应沿箱涵节段或块件接缝表面闭合形成环状,环、纵面兜绕成框型。
- 7 接缝处应至少设置一道止水槽,止水条及止水槽的横截面尺寸应符合下式要求:

$$A=1.0A_0\sim 1.5A_0 \quad (2)$$

式中: A ——止水槽面积;

A_0 ——止水条截面积。

【条文说明】预制箱涵接缝处止水条的选择是其接缝防水设置的关键,编制通过对目前工程中常用的4种止水条类型进行了膨胀性能及压缩水密性能试验发现,制品型PZ250遇水膨胀止水条具有反复遇水膨胀、且硬度性能折减比较少,相对比较适合预制箱涵工程的应用。当工程选择其他止水条型号时,宜对其反复膨胀性能、压缩水密性能等进行试验,并根据试验结果对其防水构造进行精细化设计。

7.5.6 箱涵拼装接缝、沉降缝除应设置止水条外,尚应按下列规定进行防渗漏处治:

- 1 拼装接缝、沉降缝出现的间隙内部应采用弹性防水材料进行密实填塞;
- 2 拼装接缝、沉降缝宜采用防水密封膏在箱涵内表面勾浅凹缝,宜采用水泥砂浆在箱涵外表面勾平缝;
- 3 箱涵外侧拼装接缝、沉降缝处应涂覆热沥青并密贴 SBS 改性沥青卷材,或密贴 PE 高强抗裂贴等防水材料。

7.5.7 用密封胶等防水填料,对箱涵连接内部间的嵌槽缝进行防水处理,使用专用工具把接缝抹平、压实。

7.5.8 箱涵连接处防水卷材铺设时,应进行基层处理,且应满足以下要求:

- 1 基层上的灰尘、油污、碎屑等杂物清理干净。
- 2 表面干燥,无空鼓、起沙松动等现象,表面平整度用 2m 直尺检查,不超过 5mm。
- 3 阴角抹圆弧 $R=100\text{mm}$,防水卷材铺贴前垫层必须经过自检、报验、监理检查验收后方可进行下一道工序。

7.5.9 箱涵连接处防水卷材铺设时,应满足以下要求:

- 1 铺贴方向:根据各区域的几何形状确定卷材的长向和短向布置,但要求做到,上下层铺贴方向一致,在做双层防水时,严禁相互垂直铺贴。
- 2 铺贴顺序:先做阴阳角细部及后浇带处附加层,后铺底板和相连部分边墙。
- 3 搭接要求:长边搭接 100mm,短边搭接 100mm。操作时要仔细,粘结剂涂刷要均匀,不得漏涂,上下卷材搭接均匀,错开 $1/3\sim 1/2$ 幅宽。

7.6 磨耗层现浇

7.6.1 箱涵作为排水功能构筑物时,可不设置磨耗层。

【条文说明】预制箱涵作为通车通人等构筑物时,应当设置磨耗层,加快箱室内排水;而作为排水构筑物时,可不设置磨耗层。

7.6.2 箱涵拼装完成之后，应在箱涵底板内侧铺设一层磨耗层，磨耗层的铺设依据通道的放坡类型，采用不同的铺设要求。

7.6.3 通道做纵向单向放坡排水（如图 7 所示），磨耗层铺设可以沿纵向随着箱涵底板保持厚度不变的铺设，沿横向放坡。

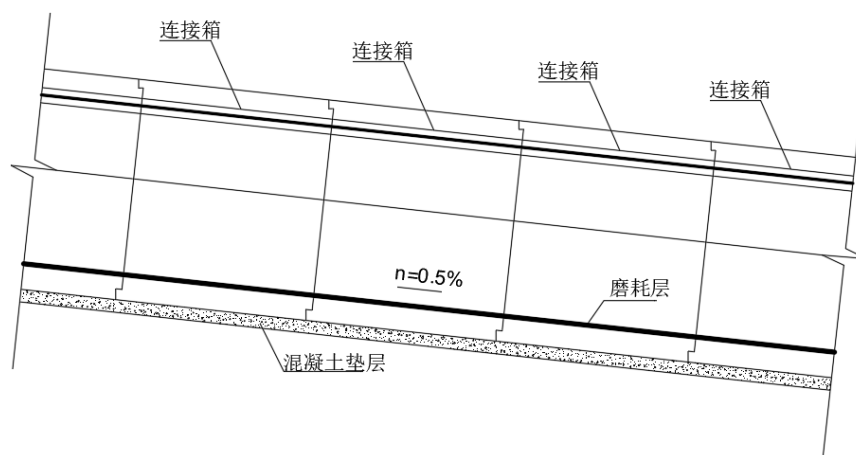


图7 单向放坡箱涵布置图

7.6.4 当通道内做纵向双向放坡排水时（如图 8 所示），可以通过调整磨耗层沿纵向的坡度，实现涵洞的排水功能，磨耗层铺设应仅沿纵向双向放坡。

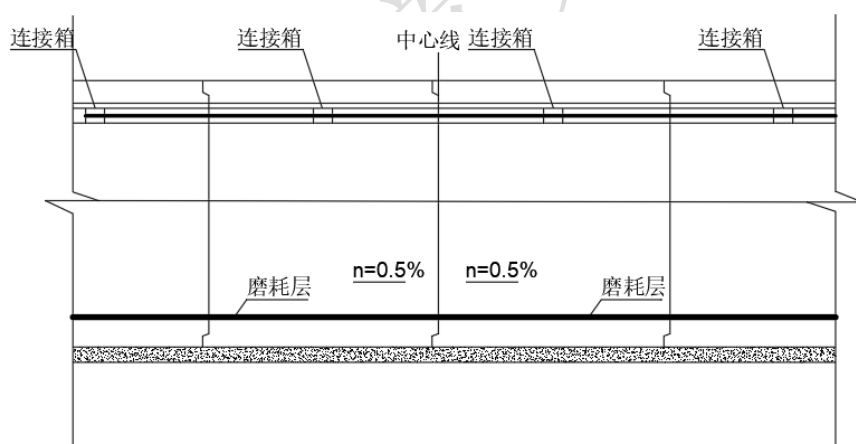


图8 双向放坡箱涵布置图

7.6.5 磨耗层铺设前应将箱涵板底拉毛处理。

7.7 土工回填

7.7.1 基坑回填应在箱涵主体结构和防水工程验收合格后进行。回填材料应符合设计要求及国家现行规程的有关规定。

7.7.2 箱涵两侧回填应对称、分层、均匀。分层厚度不宜大于 150 mm；当采用小型夯实机具时，分层压实（夯）厚度不宜大于 150 mm。

7.7.3 箱涵回填度压实度应符合设计要求。

7.7.4 箱涵台背回填过渡段长度大于 2~3 倍箱涵高度，且开挖宽度大于 2m 的台阶确保路基填筑与台背回填有效搭接。

7.7.5 回填材料采用合格天然砂砾等透水性材料。

7.7.6 台背回填按分层对称填筑、压路机分层压实，为准确控制回填层厚度，在涵洞墙身上用红油漆标识出每层的填筑位置，并写上层数。

7.7.7 大型施工机械在回填土作业时，对箱涵造成的荷载可能会大于箱涵设计荷载，会造成箱涵的破损，箱涵顶部回填土层厚度小于 0.5m 时，禁止采用机械压实，靠近箱涵回填的压实应采用人工压实的方法。

7.7.8 箱涵回填后夯实时，应严禁使用太大力量，且直接碰撞到箱涵上；其他施工机械也严禁碰到箱涵。

征求意见稿

8 质量控制

8.1 一般规定

8.1.1 应严格按照设计图纸、施工技术规范和本技术规程要求进行施工。

8.1.2 箱涵采用的材料质量应满足本标准第 4 章及现行行业标准 JTG F80/1 中的相关要求。

8.1.3 箱涵每个工序完成后, 应根据本标准及现行行业标准 JTG F80/1 对其施工质量进行检验及质量等级评定。

【条文说明】预制箱涵在施工过程中应根据现行行业标准 JTG F80/1 对其进行分部分项工程划分和施工质量检验与评定, 其中检验指标应符合本标准的规定。

8.2 预制

8.2.1 钢模板进场及组装之后质量检验应符合下列要求:

- 1 钢模板制作及组装应符合施工设计图(施工方案)的规定, 且稳固牢靠, 接缝严密; 钢模板检查数量为全数检查, 检验方法主要是观察和钢尺量。
- 2 钢模板进场之后应按钢模板设计或表 3 的要求检查外观质量和尺寸偏差。

表3 模板进场验收指标及标准

序号	名称	项目	允许偏差 (mm)	检验方法及频率
1	通用检测	底模(底板)内、外模板平整度	(+0.0, -1.5)	用 2m 直尺和塞尺量: 每个构件测 4 点
2		底模(底板)内、外模板边长尺寸	(+0.0, -2.0)	用钢板尺量: 每个构件测 4 点
3		底模(底板)内、外模板对角线	≤5.0	
4		底模(底板)拼装定位水平度	±1.0	用 2m 直尺和塞尺量: 每个构件测 4 点
5		模具连接部位合缝间隙	(+0.3, -0.0)	用钢板尺量: 每个构件测 4 点
6	卧式钢模	两外模与底板垂直偏差	±1.5 (外模高 2000)	用 2m 直尺和钢板尺量: 每个构件测 2 点
7		外模两斜截立面对角线差	≤5.0	用钢板尺量: 每个构件测 4 点
8		承口模工作细部尺寸	±1.0	
9		插口模工作细部尺寸	±1.0	
10		外模上边框长、宽尺寸	(+0.0, -2.0)	
11		外模板上边框对角线差	≤5.0	
12		外模两端面对角线差	≤5.0	
13	立式钢模	底模工作细部尺寸	±1.0	用钢板尺量: 每个构件测 4 点
14		内模板与底模工作面垂直偏差	±1.5 (内模高 2000)	

15	内、外模上边框长、宽尺寸	(+0.0, -2.0)	
16	内、外模上边框对角线差	≤5.0	
17	内、外模上边框平行间距	±1.5	

3 钢模板组装后应按表 7 的要求检测的其尺寸偏差和拼装质量。

表4 模板组装验收指标及标准

序号	名称	项目	允许偏差 (mm)	检验方法及频率
1	卧式钢模	外模上边框长	(+0.0, -2.0)	用钢板尺量: 每个构件测4点
		外模上边框对角线差	≤5	
		外模两端面对角线差	≤5	
2	立式钢模	内模板与底模工作面垂直偏差	±1.5 (内模高2000)	用2m直尺和钢板尺量: 每个构件测2点
		内、外模上边框长、宽尺寸	(+0.0, -2.0)	用钢板尺量: 每个构件测4点
		内、外模上边框对角线	≤5	
		内、外模上边框平行间距	±1.5	

【条文说明】预制箱涵块件或节段的制作质量好坏是其施工质量控制的关键, 而其制作质量的好坏决定于钢模板的拼装质量及其结构的稳定性, 因此需要将钢模板的制作及拼装质量纳入预制箱涵施工质量控制范畴之内。

8.2.2 钢筋加工及绑扎完成之后应对其进行检查, 检查数量、检测方法以及检查项目和尺寸偏差应满足现行行业标准 JTG F80/1 中的相关要求。

【条文说明】预制箱涵的钢筋加工及绑扎工序和现浇混凝土箱涵的工序一样, 因此只需要满足现有行业标准 JTG F80/1 中相关规定即可。

8.2.3 混凝土质量检验与控制应满足以下要求:

- 1 混凝土拌合物坍落度、维勃稠度或坍落扩展度应控制在要求范围内, 每班至少测定一次。测定方法应符合 GB/T 50080 的要求。
- 2 在混凝土浇筑地点, 随机抽取混凝土试样制作抗压强度, 每班或每 100m³ 至少抽样一次, 每次 3 组。其中 1 组与箱涵同条件养护后再进行规程养护, 用于检验评定 28d 强度, 另 2 组与箱涵同条件养护, 测定脱模强度和出厂强度。试块制作应符合 GB/T 50081 的要求。
- 3 在混凝土浇筑地点, 随机抽取混凝土试样制作抗渗试件, 配合比发生变化或同一配合比每 500m³ 混凝土制作抗渗试件一组。试块制作应符合 GB/T 50082 的要求。
- 4 混凝土质量控制应符合 GB 50164 的规定。

8.2.4 预制构件浇筑成型之后质量检验应符合下列要求:

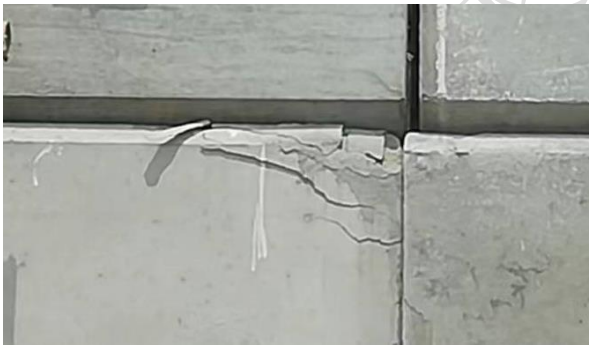
- 1 预制构件应在明显的部位清晰的标注生产单位、型号、生产日期等信息, 应对预制构件的缺陷类型进行说明, 并提出对应缺陷的处理方案; 预制构件检查数量为 30%, 检验方法主要是观察和钢尺量。
- 2 预制构件应按表 5 的要求检测的其尺寸偏差和浇筑质量。

表5 预制构件制作验收指标及标准

序号	项目	允许偏差 (mm)	检验方法及频率
1	混凝土强度	在合格标准内	按JTG F80/1相应检查方法检查
2	构件长度	(-10, +5)	用钢板尺量：每个构件测4点
3	构件标准宽度、高度	±10	
4	平整度	≤3	
5	壁厚	(0, +10)	
6	块件开口宽度	±3	
7	预留弯螺栓或精轧螺纹钢棒孔位置	≤5	
8	预留钢筋或精轧螺纹钢棒间距	≤5	
9	预留钢筋或精轧螺纹钢棒长度	≥设计值	用钢板尺量：每个接缝表面测3点
10	接缝尺寸	±5	

3 箱涵在预制场内以及运输至施工现场后，应对预制件的外观进行检查，箱涵内、外表面应保持平整，不应有明显的粘皮、塌落、露筋、空鼓、端面碰伤等，局部蜂窝麻面面积不应超过表面面积的 1%，局部凹坑深度不应大于 5 mm。

【条文说明】预制箱涵块件或节段的制作质量直接决定了现场的拼装质量,根据实际工程应用发现,在箱涵块件或节段预制过程中其块件开口宽度及接缝尺寸需要严格控制,否则很容易出现接缝处一端分析较大,另一端挤压破坏,或者局部应力过大产生较大的破损破坏,见图8.2.4。



(a) 局部应力过大挤压碎裂



(b) 块件之间错位明显



(c) 接缝缝隙较大°

图8.2.4 块件制作质量不佳导致的拼装质量问题

8.3 现场拼装

8.3.1 箱涵现场拼装过程中质量检验应符合下列要求:

- 1 箱涵现场拼装应符合施工方案的规定,每箱涵节段拼装完成之后进行检查,检验方法主要是观察、钢尺量或全站仪、水平仪。
- 2 箱涵现场拼装应按表6的要求检查尺寸偏差和拼装质量。

表6 预制构件现场拼装验收指标及标准

序号	项目	规定值或允许偏差 (mm)	检验方法及频率
1	轴线偏位	± 10	全站仪: 每个构件测 2 点
2	流水面高程	± 10	
3	相邻节段错位	≤ 5	用钢板尺量: 每个构件测 4 点
4	拼装缝宽度	≤ 5	

【条文说明】预制箱涵块件或节段之间的错位及拼缝宽度需要严格控制,否则后期一方面箱涵整体外观质量不佳,需要特殊处理;再有遇水膨胀止水橡胶条挤压不到位,无法实现其遇水膨胀和防水效果。

8.3.2 土工回填压实度施工质量应按表7的要求检查尺寸偏差和回填质量。

表7 回填土压实度验收指标及标准

序号	项目	压实度 (%)	检查频率		检查方法
			范围	组数	
1	绿化带	≥ 90	箱涵两侧回填土按 50 延米/层	1 (三点)	环刀法
2	人行道、机动车道下	≥ 95		1 (三点)	环刀法

8.4 成涵

上下分块预制混凝土箱涵成涵应按表12的要求检查尺寸偏差和整体拼装质量。

表8 预制装配化箱涵成涵验收规程

序号	检查项目	规定值或允许偏差 (mm)	检验方法及频率
1	轴线偏位	≤ 20	全站仪: 每个通道测2点
2	流水面高程	± 20	
3	长度	+ 50, -30	用钢板尺量: 每个通道测4点
4	内宽	± 10	
5	净高	$\geq$ 设计值	
6	防水压强	$\leq 0.2\text{MPa}$	制作防水试验: 每个通道不少于3处。试验方法见附录C。

【条文说明】预制箱涵接缝部位防水效果是其施工质量控制的关键，因此需要对其防水能力进行检测，防水试验方法详见附录C。

征求意见稿

附录 A 预制箱涵主要规格尺寸

附录 A.0.1 预制箱涵主要规格尺寸详见附表 A.1。

附表 A.1 预制箱涵主要规格尺寸

序号	规格(m)		壁厚(mm)	腋脚(mm)		节段长度(m)	是否采用上下分块
	标准跨径	净高		宽	高		
1	0.6	0.6/0.9	125	100	100	6	否
2	0.9	0.6/0.9/1.2	125	100	100	6	否
3	1.2	0.9/1.2/1.5	140	150	150	6	否
4	1.5	1.2/1.5/1.8	150/160	150	150	6	否
5	1.8	1.5/1.8/2.1	160/180	150	150	6	否
6	2.1	1.8/2.1/2.4	180/200	200	200	3	否
7	2.4	2.1	220	200	200	2	否
8		2.4/2.7	220/240	200	200	1.5 (2)	否
9	2.7	2.4/2.7/2.8	220/250	200	200	1.5 (2)	否
10	3.0	2.1/2.4/2.7/3.0	280/300	300	300	1.5 (2)	否
11		3.3	300	300	300	2	是
12	3.3	2.4/2.7/3.0	300/320	300	300	1.5 (2)	否
13		3.3	320	300	300	2	是
14			300	300	300	1.5 (2)	是 (否)
15		3.6	320	300	300	1.5 (2)	是 (否)
16	3.6	2.7/3.0	300/320	300	300	1.5 (2)	否
17		3.3/3.6	300/320	300	300	1.5 (2)	是 (否)
18	4.0	2.7/3.0	300/350	300	300	1.5 (2)	否
19		3.3/3.6/4.0	320/350	300	300	1.5 (2)	是 (否)
20	4.5	3.0/3.3/3.6/4.0	350/400	300	300	1.5 (2)	是
21	5.0	3.0/3.3/3.6/4.0	400/450	300	300	2	是
22	5.5	3.0/3.3/3.6	450/500	300	300	2	是
23		4.0	450/500	300	300	1.5	是
24	6.0	3.0/3.3/3.6/4.0	450/500	300	300	1.5	是

注：1、“()”中数据为当预制箱涵节段运输过程中没有高要求时的节段尺寸要求；

2、本表格中预制箱涵的规格为建议标准值，也可据预制箱涵工程具体施工条件设计为最合适的尺寸，当设计为其他尺寸时，其预制节段划分应满足其运输及吊装条件。

【条文说明】通过对现有预制箱涵规范标准、超限运输车辆管理以及公路运输条件分析，以预制构件运输尺寸及重量限值为主要依据，制定预制箱涵节段划分原则。主要包含预制箱涵净高宜控制在 4m 以内；预制箱涵构件重量宜控制在 20t~25t；预制箱涵构件应满足运输尺寸限值要求；预制箱涵节段划分长度宜为 1m、1.5m、2m、3m、6m。

表9 传统及改进载重车辆预制箱涵构件尺寸限值

运输车辆类型	运输方式	预制箱涵构件或节段尺寸限值
传统载重车辆	横向卧式摆放	长度≤2.5m，高度≤2.8
	横向立式摆放	长度≤2.8，高度≤2.5m
	纵向卧式摆放	(宽度≤2.5m，高度≤2.8)或(宽度≤2.8，高度≤2.5m)
改进载重车辆	横向卧式摆放	长度≤1.5m，高度≤3.7
	横向立式摆放	长度≤3.7，高度≤1.5m
	纵向卧式摆放	(宽度≤1.5m，高度≤3.7)或(宽度≤3.7，高度≤1.5m)

附录 B：箱涵涵质量验收表格

附录 B.0.1 箱涵涵施工质量检查与验收表格详见附表 B.1。

附表 B.1 施工质量检查验收表

分项工程名称：工程部位（里程号）所属建设检查项目（合同段）：

所属分部工程名称：所属单位工程：分项工程编号：

施工单位：

基本要求																
实 测 项 目	项次	检查项目	规定值或 规定值或 允许偏差	实测值或实测偏差值										质 量 评 定		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均值、代表值	合格率(%)	合格判定
	合 计															
外观质量										质量保证资料						
工程质量等级评定																

检测负责人：检测：记录：复核：年 月

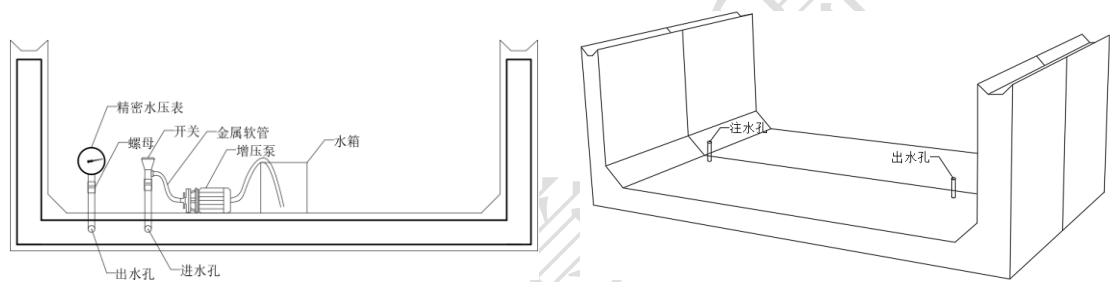
附录 C 预制箱通（涵）现场防水试验方法

附录 C.0.1 箱涵现场拼装完成之后应对其接缝防水性能进行现场检查，使其在 0.2MPa 水压作用下不发生渗水或者半小时之内掉压的现象。

附录 C.0.2 箱涵箱涵防水试验设备一般包含精密水压表、增压泵、金属软管、水箱、扳手、螺母，设备布置图如附图 C.1、附图 C.2 所示。



附图 C.1 箱涵接缝防水试验设备图



附图 C.2 箱涵接缝现场防水试验示意图

附录 C.0.3 箱涵接缝防水试验方法如下：

- 1 将箱涵接缝处提前布置好的进水口连接增压设备以及水压表，从注水口注水，待排水口出水后，堵住排水口；
- 2 初步加 0.05MPa 水压，恒压 30 分钟后，若无渗水现象或水压降低小于 10%，则将水压增加 0.02MPa，每级恒压 30 分钟，直至渗水或水压降低大于 10%；
- 3 得出所能承受的最大抗水压力值，记录最大抗水压力值。现场试验布置如附图 B.3-1 所示。



附图 C.3 箱涵接缝现场压防水试验过程示例

附录 C. 0. 4 箱涵接缝防水试验过程中记录各个阶段抗水压力值，具体见附表 C. 1。

附表 C. 1 现场压防水试验记录表

工况	压缩率 (%)	加载水压 P_1 (Mpa)	持荷水压 P_2 (Mpa)	损失水压率 $I = (P_1 - P_2) / P_1$ (%)
1				
2				
3				
4				
5				

本规程用词用语说明

1 本规程执行严格程度的用词，采用下列写法：

- 1) 表示很严格，非这样做不可的用词，正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
- 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词，正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
- 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 引用标准的用语采用下列写法：

1) 在标准总则中表述与相关标准的关系时，采用“除应符合本规程的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定”。

2) 在标准条文及其他规定中，当引用的标准为国家标准和行业标准时，表述为“应符合《××××××》（×××）的有关规定”。

3) 当引用本标准中的其他规定时，表述为“应符合本规程第×章的有关规定”、“应符合本规程第×.×节的有关规定”、“应符合本规程第×.×.×条的有关规定”或“应按本规程第×.×.×条的有关规定执行”。