

《水泥制品工艺技术规范
第8部分：预制混凝土箱涵》

JC/T 2126.8—××××

编制说明

（征求意见稿）

《水泥制品工艺技术规范 第8部分：预制混凝土箱涵》

行业标准制定工作小组

2024年8月

目 录

一、工作简况.....	1
（一）任务来源.....	1
（二）主要工作过程.....	2
（三）主要参加单位及分工.....	5
二、标准编制原则和依据.....	6
（一）标准编制原则.....	6
（二）标准条款介绍.....	7
三、主要试验（验证）情况.....	17
四、标准中所涉及的专利.....	21
五、产业化、推广应用论证和预期达到的经济效果等情况.....	21
六、采用国际标准和国外先进标准的情况.....	21
七、本标准与现行的相关法律、法规、规章及相关标准（包括强制性标准）协调性情况.....	21
八、重大分歧意见的处理经过和依据.....	22
九、标准性质的建议说明.....	22
十、贯彻标准的要求和措施建议.....	22
十一、废止现行相关标准的建议.....	22
十二、其他说明.....	22

一、工作简况

（一）任务来源

2023年8月，《水泥制品工艺技术规范第8部分：预制混凝土箱涵》行业标准的制定工作计划由中华人民共和国工业和信息化部在《关于印发2023年第二批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》（工信厅科函〔2023〕42号）和全国水泥制品标准化技术委员会在《关于下达2023年第二批行业标准制修订计划的通知》（水制标秘字〔2023〕13号）中下达，标准项目周期为24个月，计划号为2023-0945T-JC，主要起草单位为中国混凝土与水泥制品协会、扬州中意水泥制品有限公司等。

预制混凝土箱涵的制造与应用在国外发达国家已有100多年历史，采用预制混凝土箱涵建设城市地下综合管廊，成为衡量城市发达及文明程度的标志。我国预制混凝土箱涵发展较晚，直至2013年开始，国家连续颁布了多个文件，以加强城市地下基础设施建设和推广预制拼装构件的应用，方给混凝土水泥制品行业的预制混凝土箱涵研究及推广带来新的发展机遇。近十年来，预制混凝土箱涵作为预制装配化构件以其高效、优质、环保、施工环境好等优点开始在国内外地地下基础设施建设中得到广泛应用。

预制混凝土箱涵的独特优点：抗外压强度高、耐久性能好、使用寿命长，以及综合成本低、制作方便、建设速度快、良好的施工环境和综合效益等；

预制混凝土箱涵的应用范围：城市地下电力、电信、热力、天然气等综合管廊；大型排洪道、城市雨污水管道；大型蓄水槽；地铁车站、地下通道及小型车库等。

预制混凝土箱涵的行业规模：目前我国各种规模预制混凝土箱涵生产企业已超100家，年生产量8km~10km。据不完全统计，截至2023年：已用于工程的预制混凝土箱涵约为80km，占工程使用量的20%~30%；产品口径主要分布在1500mm×2000mm~7000mm×10000mm，多集中在2000mm×4000mm~5000mm×7000mm。

预制混凝土箱涵的技术水平：我国预制混凝土箱涵相对其他传统水泥制品，开发应用起步较晚，但发展速度较快，目前，我国预制混凝土箱涵在地下工程中的应用已从起步到逐渐成熟，有单仓和多仓，有立式成型和卧式成型，有开槽施工和顶进施工，预制混凝土箱涵的最大尺寸和部分技术已达到和赶上国外先进水平。



标准工作基础：由于我国预制混凝土箱涵研发应用晚，《预制混凝土箱涵》行业标准和《预制混凝土箱涵工艺技术规程》团体标准于 2017 年才先、后发布实施。

2017 年，《预制混凝土箱涵工艺技术规程》中国建筑材料协会标准制定发布，2018 年获得工信部团体标准应用示范项目。团体标准对规范预制混凝土箱涵的生产制作和产品质量和起到积极作用，促进混凝土预制应用技术在市政工程建设、城市基础建设中的推广应用。随着预制混凝土箱涵应用领域的不断扩大和创新技术的不断研发，预制混凝土箱涵工艺技术规程作为水泥制品工艺技术规程的一部分显得尤为重要。制定预制混凝土箱涵工艺技术规程行业标准势在必行，行业标准必将为规范控制预制混凝土箱涵制作技术和操作程序、保证产品质量和使用寿命、体现新装备和新工艺的自动化水平和技术先进性提高工艺技术和工厂化生产管理水平、满足绿色节能节水安全环保发展的需要起到积极作用。

《水泥制品工艺技术规程》（JC/T 2126-2012）部分：

- 第 1 部分：混凝土和钢筋混凝土排水管（2023 年修订已发布 JC/T 2126.1-2023）
- 第 2 部分：预应力混凝土管
- 第 3 部分：预应力钢筒混凝土管（已报批）
- 第 4 部分：自应力混凝土输水管
- 第 5 部分：环形混凝土电杆（已报批）
- 第 6 部分：先张法预应力混凝土管桩
- 第 7 部分：硅酸钙板/纤维水泥板
- 第 8 部分：预制混凝土箱涵（为新增部分）

本行业标准制定目标：以《预制混凝土箱涵》JC/T 2456 产品行业标准为依据，在《预制混凝土箱涵工艺技术规程》团体标准的基础上，结合国内预制混凝土箱涵最新生产技术和创新发展现状，在工艺方案、技术参数、管理控制等方面制定先进、合理、可操作性强的技术指标，达到箱涵制造应用有章可循。

（二）主要工作过程

项目下达后，中国混凝土与水泥制品协会牵头组建了《水泥制品工艺技术规程 第 8

部分：《预制混凝土箱涵》行业标准制定项目筹备小组，启动了 JC/T 2126.8《水泥制品工艺技术规程 第 8 部分：预制混凝土箱涵》行业标准制定工作。

1、2023 年 9 月 21~22 日，标准制定启动会暨第一次工作会在河北省秦皇岛市召开，会上成立了标准编制组。中国混凝土与水泥制品协会、中国混凝土与水泥制品协会水泥混凝土管涵分会、国家水泥混凝土制品质量监督检验中心、北京市市政工程研究院、苏州混凝土与水泥制品研究院、辽宁省水泥制品工业协会及来自代表性预制混凝土箱涵制造企业的 41 个单位 53 名专家和代表参加了会议，参会代表来自设计院所、质检机构、行业协会、生产制造及设备配套企业。与会代表听取了标准修订技术背景、前期调研及准备工作、标准修订主要内容及修订依据等情况汇报，对预制混凝土箱涵的主要生产工艺方式、工艺流程、各工序技术要求、材料及过程质量控制等多方面进行了充分交流，明确了参编单位的分工及标准编制进度，并针对标准框架、重要性能指标、必要试验验证项目等关键问题提出了意见和建议。会议对《水泥制品工艺技术规程第 8 部分：预制混凝土箱涵》（讨论稿）进行了逐条讨论，对关键性能指标和关键技术要求进行了详细分析。



2、从 2023 年 9 月开始，标准编制起草小组对北京、山东、辽宁、浙江、江苏、陕西、河南、大连、贵州、沈阳等省市 18 个企业的预制混凝土箱涵生产工艺、装备条件和使用情况进行了实地考察和书面调研，收到《预制混凝土箱涵工艺技术情况调研表》15 份。

3、2023 年 12 月至 2024 年 5 月，标准编制组在企业自行验证的基础上，对各种生产工艺方式的代表性企业进行了预制混凝土箱涵工艺流程、质量控制、关键技术参数的现场试验验证工作。在试验验证和意见汇总的基础上标准编制组提出了标准征求意见初稿。

4、2024 年 6 月 16 日至 18 日在吉林延吉召开《水泥制品工艺技术规程 第 8 部分：预制混凝土箱涵》行业标准第二次工作会议，全国水泥制品标准化技术委员会、中国混凝土与水泥制品协会、CCPA 水泥混凝土管涵分会、扬州中意水泥制品有限公司、延边恒源管业科技有限公司、苏州混凝土水泥制品研究院有限公司、国家水泥混凝土制品质量检验检测中心、北京市市政工程研究院以及省市行业协会、工程应用单位、设计院所、质检机构、箱涵生产制造及设备配套企业等 61 家单位的 76 位专家和代表参加了本次会议。会议由中国混凝土与水泥制品协会副秘书长张庆欢主持。与会代表听取了标准编制组对《水泥制品工艺技术规程 第 8 部分：预制混凝土箱涵》（讨论稿）意见的汇总处理汇报和《水泥制品工艺技术规程 第 8 部分：预制混凝土箱涵》（征求意见稿）的修改情况介绍。会议对《水泥制品工艺技术规程 第 8 部分：预制混凝土箱涵》（征求意见稿）进行了逐条讨论，并提出了意见和建议。全体参会代表参观考察并验证了预制混凝土箱涵生产工艺过程。





5、2024年6月-7月，通过对会议意见再次汇总分析，并补充了相应芯模振动成型工艺生产箱涵的试验验证后，对征求意见初稿进行了修改，提出了《水泥制品工艺技术规程第8部分：预制混凝土箱涵》行业标准征求意见稿。

（三）主要参加单位及分工

本文件负责起草单位：中国混凝土与水泥制品协会、扬州中意水泥制品有限公司、中铁十四局集团房桥有限公司，本文件参加起草单位：江苏华光双顺机械制造有限公司、广州市市政集团有限公司、陕西东泽高科实业有限公司、北京韩建河山管业股份有限公司、山东龙泉管业股份有限公司、北京远通水泥制品有限公司、辽宁恒锦建材有限公司、保定市水泥制管有限公司、上海隧道股份构件分公司、苏州混凝土水泥制品研究院有限公司、北京市市政工程研究院、苏州混凝土水泥制品研究院检测中心有限公司、苏州科星混凝土

水泥制品装备有限公司、宁夏青龙管业股份有限公司、中国电建集团山东电力管道工程有限公司、青岛环球重工科技有限公司、中交中南工程局、中建三局集团有限公司、湖北昌耀管廊建设有限公司、贵州富仁建材有限公司。

单 位	主要工作分工
中国混凝土与水泥制品协会	在标准编制过程中，统筹、协调及组织各阶段任务的实施，线上及线下调研组织，工作会议组织，编写、汇总整理各章节内容。
扬州中意水泥制品有限公司、北京韩建河山管业股份有限公司、宁夏青龙管业股份有限公司、北京远通水泥制品有限公司、保定市水泥制管有限公司、山东龙泉管业股份有限公司、苏州混凝土水泥制品研究院有限公司、北京市市政工程研究院、山西鑫联智慧科技股份有限公司、中铁十四局集团房桥有限公司、广州市市政集团有限公司、	负责部分章节的编写、参加调研验证工作。
江苏华光双顺机械制造有限公司、陕西东泽高科实业有限公司辽宁恒锦建材有限公司、上海隧道股份构件分公司、扬州中意水泥制品有限公司	协助组织标准工作会议，配合调研及试验验证工作。
扬州中意水泥制品有限公司、苏州科星混凝土水泥制品装备有限公司、北京韩建河山管业股份有限公司、宁夏青龙管业股份有限公司、北京远通水泥制品有限公司	负责部分技术指标的试验验证工作
陕西东泽高科实业有限公司、山东龙泉管业股份有限公司、北京远通水泥制品有限公司、辽宁恒锦建材有限公司、保定市水泥制管有限公司、山西鑫联智慧科技股份有限公司、中交中南工程局、中国电建集团山东电力管道工程有限公司、青岛环球重工科技有限公司、中建三局集团有限公司、湖北昌耀管廊建设有限公司、贵州富仁建材有限公司	配合调研及试验验证工作。

二、标准编制原则和依据

（一）标准编制原则

《水泥制品工艺技术规程 第8部分：预制混凝土箱涵》制定主要根据 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》以及 GB/T 20001.6—2017《标准编写规则 第6部分：规程标准》，依据 JC/T 2456《预制混凝土箱涵》、GB/T 38112《管廊工程用预制混凝土制品试验方法》等相关技术标准和规范，结合目前我国预制混凝土箱涵生产企业的产品生产过程和工程应用的实际现状，参照对预制混凝土箱涵生产工艺技术参数的试验验证，考虑到行业发展趋势，力求做到标准技术指标先进合理，可操作强，适合行业和企业生产实际，并具有一定的前瞻性。

（二）标准条款介绍

本标准共分 7 章及 1 个附录，分别是：1 范围；2 规范性引用文件；3 术语和定义；4 生产工艺流程；5 原材料及配套材料选用；6 生产工艺要求；7 生产过程质量控制；附录 A（规范性）。标准有关条文说明如下：

1 范围

规定了本标准内容和适用范围。本标准规定了预制混凝土箱涵（以下简称“箱涵”）的生产工艺流程、原材料及配套材料选用、生产工艺要求、生产过程质量控制。

本标准明确了适合箱涵制作的成型工艺有：浇注振动成型工艺、芯模振动成型工艺，当采用其他工艺生产箱涵时可参照本文件执行。

2 规范性引用文件

根据 GB/T1.1-2020 第 8.6.3.2 条规定，本章列出了标准正文中所引用的全部标准文件。标准编号中明确了年代号的，引用了标准文件的具体条款内容。

3 术语和定义

本标准没有新的需要界定的术语和定义，JC/T 2456 中所界定的术语和定义适用于本标准。

4 生产工艺流程

由于不同箱涵成型工艺所对应的生产流程有所区别，用同一生产流程不能够很好地体现各成型工艺特点及关键技术控制点，因此在本章给出简单的箱涵生产工艺总体流程图，并明确对应的技术要求章节号，并在本文件 6.4 箱涵成型一节中，根据不同成型工艺给出对应的成型工艺流程图。

5 原材料及配套材料选用

本标准将原材料及配套材料单列一章，规定了箱涵生产所用的全部原材料及配套材料的质量要求，包括水泥、骨料（细、粗）、水、外加剂、掺合料、钢筋、钢板、纤维、接头密封材料。所有原材料应符合相关现行国家标准或行业标准的技术要求。

5.1 水泥

本标准规定箱涵生产用水泥宜采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥。水泥性能应符合 GB 175、GB/T 748 的规定。水泥强度等级不宜低于 42.5 级。并提出对采用蒸汽养护方式时用水泥的终凝时间不宜长于 6h，这是因为水泥终凝时间过长会影响蒸汽养护的箱涵早期脱模强度。

本条规定了企业应对进厂水泥的胶砂强度、凝结时间和体积安定性、细度等主要性能

指标进行检验。

5.2 骨料

5.2.1 细骨料

本标准规定：细骨料宜采用细度模数为 3.3~2.3 的中粗砂。含泥量不宜大于 2%，细骨料性能指标应符合 GB/T 14684 的要求。规定了细骨料进厂应对天然砂的含泥量及泥块含量、机制砂的亚甲蓝值、石粉含量及泥块含量和砂子颗粒级配等主要性能指标进行检验。

5.2.2 粗骨料

本标准规定：粗骨料宜采用公称粒径 5mm~31.5mm 的碎石，其性能指标应符合 GB/T 14685 的规定。粗骨料的最大粒径不应大于管壁厚的 1/3 和环向钢筋净距的 3/4。和 JC/T 2456 标准相比，删除了卵石的选用，其目的为提高胶凝材料和骨料的握缠力，确保混凝土强度。

本条规定了粗骨料进厂应对含泥量、泥块含量、压碎指标、针片状颗粒含量和颗粒级配等主要性能指标进行检验。

5.3 水

本标准规定：混凝土拌合用水应符合 JGJ 63 的规定，和其他同类水泥制品标准相同。

5.4 混凝土外加剂

本标准规定：根据需要可选用合适的混凝土外加剂，其性能应符合 GB 8076 的规定，不得使用氯盐类或其他对钢筋有腐蚀作用的外加剂。外加剂的选择应与制管生产工艺相适应，并经试验确定。外加剂的使用应符合 GB 50119 的要求。

5.5 混凝土掺合料

本标准规定：拌制混凝土时可掺入适量的粉煤灰、矿渣粉、硅灰等混凝土掺合料。掺量应经过试验后确定。各种掺合料的质量和应应用应符合相应的产品标准和应用规程。

5.6 钢材

对于钢材，本节分别对钢筋和钢板作出了规定。

5.6.1 钢筋

本标准规定：钢筋的选用应符合设计要求，宜采用热轧带肋钢筋、热轧光圆钢筋或冷轧带肋钢筋，钢筋性能应符合 GB/T 1499.2、GB/T 1499.1、GB/T 13788 的规定，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。

本标准规定：箱涵之间的连接钢筋宜采用预应力混凝土用钢绞线或无粘结预应力钢绞线、预应力混凝土用钢棒、预应力混凝土用螺纹钢筋。其性能应分别符合 GB/T 5224、JG/T

161、GB/T 5223.3 和 GB/T 20065 的要求。当采用钢筋网片时，其性能应符合 GB/T 1499.3 的规定。

5.6.2 钢板

钢板质量在顶进箱涵生产中十分重要，本标准规定：在顶进箱涵的承、插口钢环用钢板应符合设计要求，钢板级别不宜低于 Q235，其性能应符合 GB/T 3274 或 GB/T 1591 的规定。

5.7 纤维

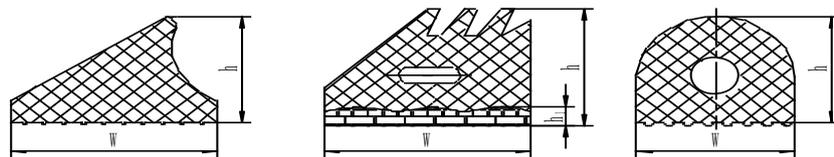
目前，箱涵的生产制作中极少有采用纤维的设计要求，但从高质量创新发展趋势分析，在混凝土中掺加纤维材料能提高混凝土性能，因此本标准加入了对纤维材料的采用要求，具有一定的技术前瞻性，纤维材料的主要品种有：合成纤维、耐碱纤维、钢纤维，其性能应符合 GB/T 21120、GB/T 38143、GB/T 39147 的规定。

5.8 接口密封材料

箱涵接口密封材料按使用部位分为用于接口环向工作面的弹性橡胶密封圈、用于接口端面工作面的止水胶条和用于接口内壁和外壁的接缝密封胶。随着我国地下基础建设和防污环保要求的提高，对接口密封性能的要求也更加严格。密封材料是确保箱涵工程接口密封性和使用寿命的关键配套材料，本节对接头密封材料做出了具体的技术规定

5.8.1 工作面弹性橡胶密封圈

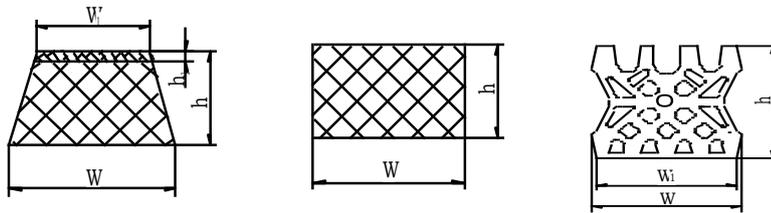
弹性橡胶密封圈的材质宜采用三元乙丙橡胶、氯丁橡胶、天然橡胶；主要性能指标有弹性橡胶密封圈的硬度、拉伸强度、拉断伸长率、压缩永久变形等，性能指标应符合设计和 T/CBMF46/T/CCPA/8 的有关规定，防霉等级优于二级，抗老化性能应符合箱涵使用寿命要求；压缩率应根据设计要求选用，常用截面形状有楔形、齿形、馒头形。



5.8.2 端面止水胶条

端面工作面的止水胶条的材质有遇水膨胀胶条、三元乙丙弹性橡胶密封垫、氯丁复合橡胶止水条。遇水膨胀胶圈（条）的体积膨胀倍率、硬度、拉伸强度、拉断伸长率等性能

指标应符合设计和 T/CBMF46/T/CCPA/8 的有关规定；三元乙丙橡胶弹性密封垫的性能指标应符合设计要求和 GB18173.4 的有关规定，氯丁复合橡胶止水条的性能指标应符合设计要求和 T/CBMF46/T/CCPA/8 的有关规定；防霉等级优于二级，常用截面形状有梯形、矩形、蜂窝形。



5.8.3 密封胶（膏）

密封胶（膏）宜采用混凝土接缝用建筑密封胶，性能指标应符合设计和 JC/T 881 的有关规定，防霉等级优于二级。

5.9 衬垫板

衬垫板是顶进箱涵在顶进施工过程中减少端面轴向顶力集中的重要材料。本标准规定，顶进箱涵用衬垫板材质及厚度应符合设计要求，宜采用质地均匀、富有弹性的多层胶合板、天然木板、丁晴软木橡胶板，衬垫板厚度允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$ ，衬垫板压缩后，应符合设计的压缩模量要求。

5.1.10 原材料质量控制

本标准规定了对进厂原材料的质量控制，以表（标准中表 1）的形式对进厂水泥、骨料、外加剂、掺合料、钢筋、钢板、橡胶密封圈、衬垫板的检验或验证项目进行了规定，此条内容对严格涵箱生产过程的原材料质量控制发挥标准引导作用。

6 生产工艺要求

6.1 钢筋骨架制作

6.1.1 一般规定

钢筋骨架质量直接影响箱涵外压承载能力，是箱涵生产的一个重要环节，钢筋骨架制作是关键质量控制点。

标准规定，钢筋骨架应按工程设计图纸要求或按结构设计计算确定，钢筋骨架保护层厚度应符合设计要求。其中环向筋间距不应大于 200mm，纵向筋间距不应大于 300mm；钢

筋骨架可采用自动焊接或人工焊接成型。当采用人工焊接成型时，焊点数量应大于总连接点数量的 50%，且均匀分布。

6.1.2 钢筋加工

标准规定，钢筋下料应符合设计要求，下料尺寸允许偏差以表 2 明确。表 2 中的允许误差取值是通过国内二十多家箱涵生产企业的实际控制参数并现场验证后确定。

6.1.3 钢筋焊接成型

箱涵钢筋骨架焊接成型宜在符合设计要求的靠模上制作，内外层环向钢筋的连接接头应相互错开，钢筋的交叉点可全焊或梅花点焊，焊接应牢固。当采用钢筋网片制作钢筋骨架时，网片搭接不宜设置在应力集中处。

6.1.4 钢筋骨架质量控制

本条规定了钢筋骨架质量控制的要求：对于焊接质量，提出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 JGJ18 规范要求；焊接后焊丝及焊渣清理干净；内外层环筋露出钢筋内外侧的长度不应超过 15mm。

对于钢筋骨架尺寸允许偏差应符合表 3 规定。控制项目包括环向筋间距、纵向筋间距、骨架长、宽、高、预埋件中心线位置、保护层厚度。表 3 中的允许偏差取值是依据对国内二十多家箱涵生产企业的实际控制参数并现场验证后确定。

6.1.5 顶进箱涵用承插口钢环制作

承插口端口钢环的质量是顶进施工用箱涵重要的关键环节。

本标准规定钢环尺寸、钢板厚度和倒角应符合设计要求；钢板下料宜采用剪板机、激光切割机或自动气割裁剪，裁剪后的钢板应平整，无翘曲、变形，下料长度允许偏差 0~-3mm；承口钢环的倒角应打磨平整，钢板接缝边应与板长边垂直；承插口钢环接缝宜采用双面熔透焊接或坡口焊接，焊缝应连续、饱满；承口钢板圆弧部分可经卷板加工后模压定型，也可直接采用模压成型；钢环组焊成型应在专用靠模上完成，每边拼接焊缝不得超过三条等具体要求。

6.1.6 辅助配件

在箱涵制作中，有不少的辅助配件，如吊装孔、预埋钢板、箱涵连接穿筋孔道、顶进箱涵用注浆孔及各种锚固钢筋。本条对各种辅助配件提出了应按设计要求加工和定位。应符合相应的配件产品标准。

6.2 混凝土制备

本标准对混凝土制备的技术要求包括混凝土配合比设计、配料与搅拌、混凝土质量，并提出了相应控制指标。

6.2.1 混凝土配合比设计

本条规定，混凝土配合比应按照 JGJ 55 的规定进行设计，并提出“对有特殊耐久性要求的箱涵，应对其原材料和混凝土配合比采取相应的控制措施”，这是提高混凝土耐久性的需要。

6.2.2 混凝土配料与搅拌

本条是对混凝土配料与搅拌的要求。标准提出箱涵生产用混凝土搅拌设备宜采用具有自动计量系统的强制式搅拌机。

标准规定，应严格按混凝土配合比配料，规定了每盘混凝土原材料称量允许偏差，提出了混凝土净搅拌的时间要求，明确了混凝土须拌合均匀，搅拌第一盘混凝土时，按配合比适当增加水泥用量，混凝土拌合物应随拌随用，规定了不同环境温度下混凝土拌合物最长停放时间。

6.2.3 混凝土质量

混凝土强度等级是混凝土最重要的质量指标，标准规定：制作顶进箱涵用混凝土强度等级不应低于 C50，制作非顶进箱涵用混凝土强度等级不应低于 C40。

混凝土抗渗等级和抗冻等级是混凝土耐久性要求，标准规定：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。有抗冻要求的混凝土应符合抗冻设计等级的要求。

对于混凝土拌合物工作性，不同成型工艺有不同的适用要求。标准对采用浇注加插入振捣成型、浇注加附壁振动成型、采用泵送混凝土时的拌合物坍落度和采用芯模振动成型时的混凝土拌合物维勃稠度提出了相应的指标要求。

本节还对混凝土质量检验与控制提出了要求，包括混凝土拌合物坍落度、维勃稠度或坍落扩展度检测，混凝土抗压强度试块检测，混凝土抗渗试件检测。

6.3 模具要求及组装

6.3.1 一般要求

本条规定箱涵模具的技术指标应符合 JC/T 2712《预制混凝土箱涵成型模具》的规定。

6.3.2 模具清理

本条是对模具清理的要求，在模具组装前，清理模具表面及各部件结合面残留物，检查部件结合处密封胶条完好状况；模具与混凝土接触面应均匀喷、涂脱模剂，其余部位应均匀涂刷液体油剂。

6.3.3 模具组装

本条规定，模具组装应按模具构造设计要求顺序安装钢筋骨架及预埋配件；管模螺栓或锁紧机构应完整并紧固；钢筋骨架入模后，应保证保护层准确。

标准规定，预埋件和保护层衬垫在管体中的定位和允许偏差应符合设计要求；顶进箱涵的承口钢环安装时应确保承口钢环和承口模的安装间隙符合设计要求。

6.3.4 模具尺寸允许偏差

本条是对箱涵模具组装后尺寸偏差的要求，明确应符合 JC/T 2712 的相应规定。

6.3.5 模具检验

本条要求，模具在首次使用前，应进行检验。检验项目和检验方法按 JC/T 2712 的相关规定进行。

6.4 箱涵成型

箱涵成型方式有浇注振动成型和芯模振动成型两种。

6.4.1 浇注振动成型

浇注振动成型工艺可成型任意规格尺寸、单仓或多仓的箱涵，适用于立式成型方式和卧式成型方式。本条在列出了浇注振动成型工艺流程图的同时，对插入振捣成型和附着式振动成型方式的成型过程分别提出了具体的要求：浇注成型前应检查钢筋骨架、预埋件、保护层衬垫及钢承口处遇水膨胀胶条的安装；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；采用插入振捣成型时，混凝土应分层加料，分层振捣密实，振捣棒快插慢提，送料斗出口应处于加料中心位置，确保加料均匀，振捣棒插入深度控制在进入下层 50mm~100mm，插入点间距应小于振捣器有效作用半径，并按一定方向移动，不应漏振；采用附着式振动成型时，宜采用小气量启动振动，根据加料的进度逐步加大进气量，混凝土浇注完毕再振 3min~5min，确保充分排气密实。

本条还对浇注振动成型时，混凝土浇注完成后上端面处理提出了要求：应及时清除上端面余料，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。及时罩上养护罩，进入静停阶段。

6.4.2 芯模振动成型

本条在列出了芯模振动成型工艺流程图的同时，对整个芯模振动成型过程提出了具体的要求，明确芯模振动成型工艺适宜成型的箱涵规模范围是外边长不宜大于 2400mm 的单仓箱涵，这主要是根据目前芯模振动激振力能制作钢筋混凝土圆管最大为 4000mm 内径（4800mm 外径），经折算得出满足箱涵最大对角线激振力时的箱涵最大边长而得出，主要成型工艺参数以表格列出。

表 4 芯模振动成型主要工艺参数

矩形箱涵最大边长 mm	振动喂料时间 min	振动器工作转速 rpm	激振力 kN
1200~2400	≤30	3600~4200	110~220

标准规定，喂料振动成型过程中应该执行的操作程序要求：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；喂料装置位置应确保混凝土均匀喂入内、外模间空腔内；下料口应对准注料位置连续均匀喂料；待混凝土料喂 300mm~500mm 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；通过插口加压装置对插口成型模向下施加压力，振动至插口成型到位。

标准还规定对成型后的箱涵上部应进行表面修整后脱模。

6.5 养护

6.5.1 基本要求

本条是对箱涵养护的基本要求。明确了养护分为自然养护和蒸汽养护两种方式，采用塑性混凝土制作的箱涵可采取蒸汽养护或自然养护；采用干硬性混凝土制作的箱涵宜采取自然养护。要求养护前，应对成型后的箱涵内外表面和端口外观质量进行检查，发现缺陷应立即修整。

6.5.2 蒸汽养护

本条提出了蒸汽养护制度分为静停、升温、恒温和降温 4 个阶段，应根据不同环境、不同材料、不同工艺，经试验确定。在养护过程中，应严格控制蒸养温度，每半小时测温

一次，根据测温结果调整供汽量并做好记录。

6.5.3 自然养护

本条提出，自然养护时应采取措施保持箱涵混凝土的温、湿度。对于立即脱模箱涵应及时采用养护罩、塑料薄膜包裹等措施。待箱体混凝土强度达到设计强度的 70%后，方能运至成品场区进行后期养护。

6.6 脱模、起吊与后期养护

6.6.1 脱模

本条对脱模时箱体混凝土强度和操作提出了控制要求，脱模强度的确定以箱体在脱模中不会发生结构和外观损坏，并满足吊运强度要求为准。脱模强度应不低于设计强度的 70%。（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℃，箱涵脱模应按模具使用规定顺序和箱涵工艺要求脱模，拆模时不得强行撬动和锤击。

6.6.2 起吊

本条对起吊时箱体混凝土强度和操作提出了控制要求，箱涵起吊时混凝土强度应符合设计要求，当设计无要求时，不应低于设计强度的 70%；箱涵起吊宜采用专用吊具进行，起吊应缓慢、平稳，不宜紧急制动；顶进箱涵起吊时，可先用千斤顶将钢承口脱离底模，后用吊具缓慢吊离。当起吊中箱涵需翻转时，宜采用专用吊具或翻转台座，保持吊装平稳。

6.6.3 后期养护

本条要求，当气温在 10℃以上时，脱模后的箱涵宜进行保湿养护，保持箱体湿润，在干燥气候条件下，保湿时间不宜少于 7d，每天洒水不宜少于 3 次；当气温在 10℃以下时，不宜洒水养护。

6.7 填充密封胶及防护处理

6.7.1 填充密封胶

本条是对顶进箱涵填充密封胶的要求，填充密封胶应在箱涵表面干燥状态时进行，填充密封胶前应将槽口和钢环表面附着物清理干净。

6.7.2 钢环防腐

本条是对顶进箱涵承插口钢环防腐的要求，涂刷防腐材料前应对承插口钢环表面进行除锈处理；防腐材料应根据设计要求选择；防腐方法有涂刷或喷涂；漆层的厚度应符合设

计规定。

6.8 成品检验

箱涵的成品检验应按 JC/T 2456 和 GB/T 38112 规定进行。箱涵成品检验项目分为 A 类指标和 B 类指标，检验项目有：混凝土抗压强度、混凝土抗渗等级、外观质量、尺寸偏差、保护层厚度、接头密封性能、外压荷载，以表格列出（表 6 检验项目及类别）。

6.9 标识、贮存、出厂与运输

本章节是对产品标志、贮存和运输过程的规定。

6.9.1 标识

根据箱涵工程应用要求，本标准将工程名称列入标识内容，规定：经检验合格的箱涵，应根据工程要求在出厂前进行标识，在箱涵表面标明企业名称、商标、产品标记、生产日期、工程名称和“严禁碰撞”等。

6.9.2 贮存

本条对箱涵贮存条件、箱涵堆放防护和堆放层数作出了规定，要求堆放场地坚实平整；箱涵堆放应有效安全保护措施；堆放层数应符合箱涵产品标准规定的要求。

6.9.3 出厂与运输

本标准规定箱涵出厂时应随带企业统一编号的产品合格证；箱涵出厂时，混凝土抗压强度不应低于混凝土设计强度值。

为防止箱涵在运输过程的损坏，标准明确规定了装卸搬运时，应轻起轻放，严禁碰撞；运输过程中，箱涵与车厢应绑扎牢固，底部宜支设垫木，防止窜动与滑移。

7 生产过程质量控制

本标准规定企业应建立完善的质量保证体系和满足生产要求的试验室，并配备相应的检验仪器、设备。明确了生产过程关键质量控制点和控制指标应符合附录 A 要求。提出了箱体混凝土强度回弹测试数据可作为生产过程混凝土强度控制参考，不应作为混凝土强度评定依据。

附录 A（规范性）生产过程关键质量控制点与控制指标

表 A.1 规定了预制混凝土箱涵生产过程关键质量控制点与控制指标，是生产制造应控制的重点工序和重要环节。

三、主要试验（验证）情况

根据本标准的工艺规程特点和制定内容，试验验证工作主要在企业自行验证的基础上，重点对混凝土质量（混凝土强度等级、混凝土抗渗级别、混凝土吸水率）、钢筋骨架（钢筋直径及骨架质量控制指标）、混凝土制备（混凝土搅拌时间、混凝土坍落度/工作度）、立式振动成型工艺参数和芯模振动成型工艺参数等项目进行了试验验证。参与试验验证企业 12 家，试验验证方式有企业自行验证反馈和编制组现场验证两个方面。

1、企业自行验证

2023 年 9 月-2024 年 5 月，标准编制起草小组向山东、山西、辽宁、浙江、江苏、河南、河北、贵州、云南、广东、大连等省市的 16 个企业的预制混凝土箱涵生产工艺、装备条件和使用情况进行了书面调研验证，收到企业对技术参数自行验证后反馈资料 16 份。资料汇总附后。自行验证内容主要有：预制箱涵生产中的产品规格与类型；工艺制造方法与技术指标；箱涵模具结构形式；原材料技术要求；箱涵用混凝土等级、混凝土抗渗级别、混凝土脱模强度、混凝土起吊强度、混凝土出厂强度等技术参数；检验与试验方法；骨架的制作工艺方法等。重点调研验证内容有箱涵混凝土质量控制要求和箱涵预制成型工艺技术。

（1）箱涵混凝土质量控制要求调研汇总

调研验证单位	混凝土设计强度等级		脱模强度 (设计强度的%)	起吊强度 (设计强度的%)	出厂强度 (设计强度的%)	混凝土抗渗级别
	开施工箱涵	顶进施工箱涵				
郑州市汇通水泥预制品有限公司	C40	C50	60	70	100	P8-P10
扬州中意水泥制品有限公司	C40	C50	60	70	100	P8
大连明达混凝土制品有限公司	C40	/	60	60	100	P8
安徽砣宇特构科技有限公司	C40	C50	60	70	100	
山东龙泉管道工程股份有限公司	C40-C50	/	70	80	100	P8
营口海东水泥制品有限公司	C50	C50	70	70	100	P8
北京韩建河山管业股份有限公司	C50	C50	80	80	100	P8
青岛青新阳光集团有限公司	C40	/	75	75	100	P8

上海城建市政工程集团预制构件厂	C50	C50	70	70	100	P8
昆明顺弘水泥制管制品有限公司	C40	C50	65	80	100	P8
北票电力电杆制造有限公司	C50	/	80	80	100	P8
北京市政路桥集团北京港创瑞博混凝土有限公司	C50	C50	70	70	100	P8
山西鑫联智慧科技股份有限公司	C40	/	70	70	100	P6
河南鸿丰建筑科技有限公司	/	C50	70	70	100	P8
延边恒源管业科技有限公司	C40	/	70	70	100	P6
贵州富仁建材有限公司	C40	C50	60-70	60-70	100	P6-P8

根据验证统计，目前国内箱涵生产企业混凝土设计强度等级开挖施工管大多在 C40、顶进施工管为 C50。脱模强度基本控制在设计强度的 60%~70%，顶进施工大部分企业控制在 70%。从验证情况来看，当混凝土强度达到 24 MPa 时，能保障脱模产品的完好。本标准所提出的制作顶进箱涵用混凝土强度等级不应低于 C50；制作非顶进箱涵用混凝土强度等级不应低于 C40 是符合国内生产企业的现状，并能满足我国基础设施建设发展对预制混凝土箱涵混凝土性能要求的。

(2) 箱涵成型工艺和成型方法调研汇总：

箱涵成型过程是确保箱涵产品质量、制作成本、生产效率及箱涵使用寿命的关键环节。通过调研得知，目前国内、外预制混凝土箱涵的成型工艺有浇注加辅助振动成型工艺和以芯模振动成型工艺为代表的高频振动成型工艺；箱涵成型方法有卧式成型方式和立式成型方式，大型和多仓的几乎都采用立式成型方式和浇注加辅助振动成型工艺。

调研验证单位	箱涵成型工艺		箱涵成型方法		制造箱涵的规格尺寸
	浇注加辅助振动成型工艺	芯模振动成型工艺	卧式成型方式	立式成型方式	
郑州市汇通水泥制品有限公司		√		√	7500×5400 7700×5100 3000×2200
扬州中意水泥制品有限公司	√			√	7000×5000 双仓 3200×(3900+3000)

大连明达混凝土制品有限公司	√		√	√	2400×2600 3000×2400
山东临沂市政工程有限公司	√		√	√	6000×3500 2000×2000
内蒙古包头市青建水泥制品有限责任公司	√	√	√	√	4000×2000 2900×2600
山东龙泉管道工程股份有限公司	√		√		3000×2600
天津市泽宝水泥制品有限公司	√		√		2200×2000
中水六局华浙开原管业有限公司	√		√		7000×4300
青岛青新阳光集团有限公司	√		√		3000×3000 2600×2600
上海城建市政工程集团预制构件厂	√			√	7000×4300
昆明顺弘水泥制管制品有限公司	√		√	√	7000×5000
北票电力电杆制造有限公司	√			√	2400×2600
北京港创瑞博混凝土有限公司	√			√	5900×3900
山西鑫联智慧科技股份有限公司		√		√	2100×2000 1800×1500
河南鸿丰建筑科技有限公司	√			√	7700×5100
延边恒源管业科技有限公司	√		√		3600×1600
贵州富仁建材有限公司	√	√	√	√	4600×2900 2000×2000

2、编制组现场验证

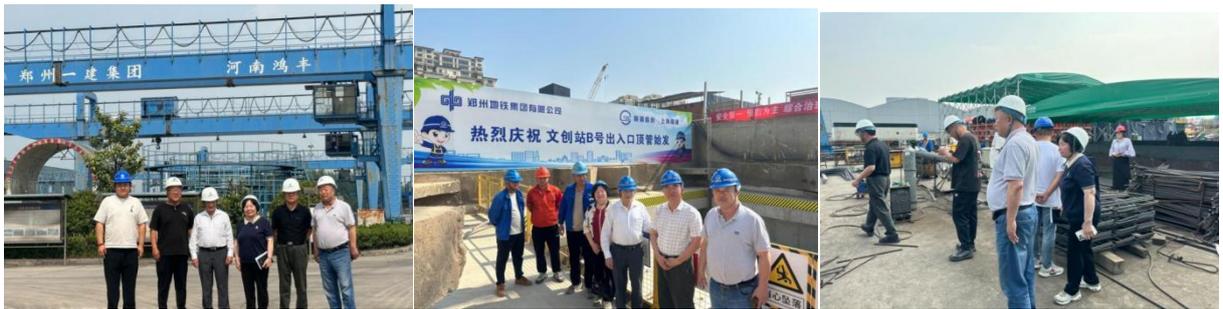
(1) 2024年4月1日，编制组一行8人前往北京市政路桥集团北京港创瑞博混凝土有限公司，对应公司为北京地铁17号线工程用顶进式预制混凝土箱涵的生产工艺进行了现场试验验证。

本次试验验证的预制混凝土箱涵规格尺寸为5900×3900×500×1500（内宽×内高×壁厚×长度），箱涵接口形式为钢承口式，立式浇注（插入式振捣棒）成型，箱涵混凝土强度等级C50、混凝土抗渗级别P10，产品采用蒸汽养护，钢筋骨架采用手工焊接，最大钢筋直径28mm。验证工作按生产工序：钢筋加工制作、钢环加工成型、装模浇注成型、

养护及贮存进行。



(2) 2024年5月7日~8日,《水泥制品工艺技术规范 第8部分:预制混凝土箱涵》编制组一行4人前往河南鸿丰建筑科技有限公司和郑州市轨道交通8号线文创站B号出入口顶管始发现场,本次试验验证的预制混凝土箱涵规格尺寸为7700×5100×550×1500(内宽×内高×壁厚×长度),箱涵接口形式为钢承口式,立式浇注(插入式振捣棒)成型,箱涵混凝土强度等级C50、混凝土抗渗级别P8,产品采用蒸汽养护,钢筋骨架采用手工焊接,最大钢筋直径28mm。验证工作包括:钢筋骨架加工制作、装模浇注成型、养护及贮存、箱涵运输及施工顶进现场等。



(3) 2024年6月18日标准编制组在吉林延吉第二次工作会期间,对延边恒源管业科技有限公司预制混凝土箱涵的整个生产工艺流程和箱涵用原材料、装备等进行了现场验证。



(4) 2024年7月8日,标准编制组一行3人前往山西鑫联智慧科技股份有限公司,对《水泥制品工艺技术规范 第8部分:预制混凝土箱涵》行业标准的制定进行了现场试验验证工作。本次试验验证的预制混凝土箱涵规格尺寸为2100*2000*2500(内宽*内高*壁厚*长度)用于临汾市中央大道排水工程和1800*1500*2500(内宽*内高*壁厚*长度),用于临汾

市规划三街高架桥工程及道路工程。箱涵接口形式为企口式，采用芯模振动工艺成型，箱涵混凝土设计强度等级 C40、混凝土抗渗级别 P6，产品采用蒸汽养护，钢筋骨架采用手工焊接，最大钢筋直径 12mm。



经过企业自行验证和编制组现场验证得出，本标准所制订的技术要求和质量控制指标符合行业生产现状和装备技术水平，具有可操作性和先进性。

四、标准中所涉及的专利

本标准中不涉及专利与相关的知识产权。

五、产业化、推广应用论证和预期达到的经济效果等情况

预制混凝土箱涵是一种广泛应用于城市综合管廊、电力管廊、大型蓄水槽；大型排洪道、城市雨污水管道、地下人行通道的预制混凝土构件。近几年来，国家持续加强基础设施建设，给混凝土箱涵行业带来了前所未有的发展和机遇。预制混凝土箱涵以其生产效率高、产品质量好、节省资源、安装方便、施工环境好、有利于城市交通畅通等优点快速得到重视和推广。当前混凝土箱涵企业面临和思考的问题是如何进一步提高混凝土箱涵的工艺技术和工厂化生产管理水平，如何确保预制箱涵的产品质量和使用性能，以提高拓宽混凝土箱涵的应用优势、应用领域和市场空间，从而实现混凝土箱涵企业的持续和健康发展。

本标准是根据目前我国预制混凝土箱涵的实际工艺技术和装备水平及生产现状，结合预制混凝土箱涵产品标准，并考虑行业的发展趋势制定的。标准发布实施后，必将对提高预制混凝土箱涵的产品质量和使用性能、拓宽预制混凝土箱涵的市场空间和应用领域、实现预制混凝土箱涵企业的持续和健康发展、促进箱涵行业的技术进步等起到积极的作用。

六、采用国际标准和国外先进标准的情况

经检索，目前国外尚无同类相关标准。

七、本标准与现行的相关法律、法规、规章及相关标准（包括强制性标准）

协调性情况

本标准符合现行的相关法律、法规、规章及相关标准（包括强制性标准）的要求，具有一致性。

与本标准直接相关的现行行业标准是 JC/T2456《预制混凝土箱涵》，本标准是为保证生产制造符合 JC/T2456《预制混凝土箱涵》产品标准要求的产品而必须执行的工艺技术规范行业标准，本标准与其具有完全一致性。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准在编制过程中，未产生重大分歧意见。

九、标准性质的建议说明

建议将本标准作为推荐性标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

本标准发布实施后，相关部门应督促检查本标准的实施情况，并制定相应的实施方法，使本标准得到认真执行，真正起到指导生产、保证质量、促进产品质量提高的作用。

十一、废止现行相关标准的建议

无。

十二、其他说明

无其他说明事项。