

《高韧性混凝土井盖技术规程》（征求意见稿）

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

本规程由四川省公路规划勘察设计研究院有限公司、四川省公路院宏途新材科技有限公司提出，邀请四川省川交公路工程咨询公司、四川交通职业技术学院等单位参加，经中国技术市场协会（中技协字【2024】23号）批准，正式列入2024年团体规程计划，规程名称为《高韧性混凝土井盖技术规程》。

（二）项目背景

本规程是积极落实党中央、国务院、国家发改委、市场监管总局产业发展相关要求，推动经济体系优化升级，更好的规范和指导产业集成和技术服务现代化水平，完善产业质量体系而特别提出。

我国城市道路气体、液体、电缆等管网密布，高速公路服务区、城镇建筑群等地下管网、排水管线、液气体输送管网纵横交错。传统钢质、钢筋混凝土等井盖，存在重量大、检修翻转难度大、容易损坏，材料消耗大、造价高，碳排放量高、环境污染严重等问题，与路基地面衔接不顺畅、不密贴，导致井盖无中生有错位、翻开、断裂、隆起等病害，威胁行车、行人安全，且不适用低碳节约集约要求，不满足易检查易维修的长寿命需要。

（三）目的意义

制定本规程目的是为顺应市场需求，维护市场秩序，促进先进材料科技成果集成与技术服务不断提高，助推交通强国、支撑土木行业转型发展，帮助企业根据商业目标和实际需求，实现生产力、

建造质量等相关商业目标的改善，从而提供高质量的产品，增强企业的竞争能力。

十余年来，根据四川省交通运输科技项目及企业自主开发项目——高韧性混凝土材料与结构的研究成果，提出采用高韧性混凝土制备行车道预制井盖和人行道、服务区、建筑群等部位预制盖板。根据取得的研究成果和依托工程试验制作的产品，高韧性混凝土预制井盖，井盖的最大厚度 50mm，与钢质井盖比较，造价更低、且无噪声、延性更好；与钢筋混凝土井盖比较，造价相当，使用寿命提升至 100 年以上，重量减轻 55%以上，且高韧性预制混凝土井盖的色彩可以根据用户需求和环境景观需要而设计。相同技术要求的产品，可节约砂石资源约 30%，利用废固材料生产的制品，更是解决了废固材料严重污染和工程建设资源缺乏的双向难题，既保护了环境、又降低了碳排放量。

2021 年以来，四川省公路规划勘察设计研究院有限公司组织开展了混凝土韧性材料与结构技术开发和井盖制造技术和工艺开发研究，取得了大量成果；实现了井盖弯拉强度高、韧性好（不缺边掉角），抗疲劳寿命长、厚度小于 50mm、重量轻的目标要求，该产品从材料、结构和生产、安装等全产业链，均是低碳、环保、可持续发展的新型产品。四川省公路院宏途新材科技有限公司等企业进行了数据验证，并经过自动化生产流水线建设，目前已经正式生产，获得市场广泛认同，积累了成熟的工艺、工法技术。因此，制订该规范，将极大促进城市道路、城市建筑和公路工程高质量的发展。

（四）起草单位及起草人名单

本规程起草单位：四川省公路院宏途新材科技有限公司和四川省公路规划勘察设计研究院有限公司、XXXXXX、XXXXXX、XXXXXX、

XXXXXX、XXXXXX、XXXXXX、XXXXXX、XXXXXX、XXXXXX。

本规程主要起草人：XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX。

（五）主要起草过程

1. 规程调研

《高韧性混凝土井盖技术规程》编制工作于 2023 年 10 月启动了规范文本的调研工作，并于 2023 年 12 月完成了相关资料的收集、分析和整理工作，提出了制订《高韧性混凝土井盖技术规程》的计划。

2. 规程立项

经过调查研究，总结相关科研成果，提炼工业生产工艺、技术特点和未来发展前景，四川省公路院宏途新材科技有限公司、四川省公路规划勘察设计研究院有限公司向中国技术市场协会提出了制订《高韧性混凝土井盖技术规程》的申请，经过审查和论证，2024 年 3 月 28 日，中国技术市场协会（批准文函，中技协字【2024】23 号）批准立项，项目承担单位赓即开展了相关编制工作。

3. 组建规程起草工作组

2024 年 4 月 14~16 日，经过初步协商，编制单位确定了编制组各单位牵头负责人和编制组组成人员名单。本规程编制工作的牵头人为四川省公路规划勘察设计研究院有限公司正高级工程师牟廷敏，各单位负责人为：四川省公路规划勘察设计研究院有限公司高级工程师康玲、范碧琨，四川省公路院宏途新材科技有限公司高级工程师徐屹，四川省川交公路工程咨询公司高级工程师汪洋，四川交通职业技术学院讲师倪春梅，代表单位负责规程起草工作组的技术资源、人力资源、设备资源等工作，并召开项目启动会。

2024年5月12~13日,编制组根据近30天的反复磋商和思考,再次论证了规程调研工作成果和编制大纲,反复论证了制订规程的思路。

2024年6月20~13日,编制组论证了编制大纲和提交中国技术市场协会咨询的规程草案。

2024年7月25日,中国技术市场协会主持,对本规程启动工作及相關准备工作进行了审查,提出了相关指导意见。

4. 形成规程草案

2024年8月5~8日,编制组对资料收集情况进行汇报,共同进行了座谈讨论交流,项目组根据座谈交流意见,进一步分析整理了调研成果。

2024年8月22~24日,编制组开展组内讨论,确定了规程框架和主要内容,形成了规程讨论稿。

2024年10月12~13日,编制组对起草的规程初稿进行集中逐条讨论、修改完善,形成了规程草案初稿。

2024年12月20~24日,编制组对承担的中国技术市场协会四本规程的内容进行了梳理、论证和调整,确保本次制订的规程与相关标准、规范、规程和指南的融合互补,修改完善后形成了规程草案。

5. 形成征求意见稿

2025年1月8~12日,编制组集中对规程草案进行讨论,对规程草案内容进行了再次修改完善,形成了规程征求意见稿。

二、确定规程主要内容的论据

(一) 编制原则

本规程按照 GB/T 1.1—2020《规程化工作导则 第1部分:规程

化规程的结构和起草规则》以及《中国技术市场协会团体规程工作程序》的规定起草。

（二）规程主要内容及适用范围

本规范规定了高韧性混凝土预制井盖技术范围、规范性引用文件、术语和定义、总则、材料、极限状态计算、构造、制造与安装、质量检查与验收等内容。

本规范适用范围（包括但不限于）：城市人行道、城市车行道、生活区、体育场和服务区等地下管网设置的井盖、井座、连接路基过渡段。

（三）确定规程主要内容的论据

1、依据的工作基础

完成了四川交通运输科技项目和企业自筹科研项目高韧性混凝土制备技术研究、高韧性混凝土井盖结构与制造研究等科研项目，形成了高韧性混凝土材料、结构和工艺专题研究成果。开展了城市道路井盖国内外使用现状调查、技术指南使用调查和科研成果调查，形成了专题研究报告。开展了井盖使用现状调查、技术指南使用调查和科研成果调查，形成了专题研究报告。开展了井盖及井座的试生产与正式生产，开展了构件力学行为与力学机理研究，建立了高韧性预制井盖及井座构件极限承载能力和正常使用计算方法，开展了高韧性预制构件疲劳、收缩徐变等试验研究，揭示了构件力学行为，建立了计算方法，通过疲劳试验，评估了高韧性混凝土井盖使用寿命大于 100 年的试验依据。建立了高韧性混凝土预制井盖与井座构件的专用生产线，形成了生产流程和工法，建立了质量检查验收的技术指标。

2、攻克的关键技术

为科学制定本规范，需要追踪国内城市道路、城市建筑和公路工程建造实际，结合低碳可持续发展趋势，总结既有成果，广泛开展调查总结和提升，建立高韧性混凝土预制井盖、井座构件的术语、材料性能指标、板件结构构造、承载能力计算方法、工艺工法流程、质量保证与评估指标，形成一套完成的技术体系，同时，确保技术规范的安全性、适用性、先进性，为城市道路和高速公路建造现代化提供支撑。

3、依据的技术特色

本规程主要技术特色为：（1）提出了高韧性混凝土井盖的总体布置设计技术，包括井盖、井座和路基连接过渡构造等；（2）开发了高韧性混凝土预制人行道、行车道井盖结构构造，产品使用材料和构件韧性好，无缺边掉角和裂纹等病害；（3）提出了高韧性混凝土井盖的过渡段的构造体系，确保连接顺适、平整；（4）建立了井盖、井座预制工艺及质量保证体系；（5）提出了井盖安装与开启的工艺，开发了井盖安装与开启的装备；（6）提出井盖设计文化与环境文化融合的原则要求。

本规程的关键核心技术为：提出了高韧性混凝土实现的技术途径，通过聚合物韧性、纤维和混杂纤维增韧、保湿养护增韧等技术，实现不同结构需求的韧性指数要求。根据高韧性混凝土井盖试验力学行为对比分析，结合弹性力学、断裂力学基本概念，韧性指数的试验和计算方法，建立了高韧性混凝土韧性指数的计算方法为：

（1）以相同配合比的普通混凝土作为基准组，进行抗折试验，记录其极限荷载作为混凝土材料的开裂荷载 F_{cr} ；

（2）对采用增韧技术的混凝土进行抗折试验，记录加载过程的完整“荷载-位移”曲线 $f(w)$ ；

(3) 在“荷载-位移”曲线中标记出 F_{cr} 对应的位移 δ ，求得由坐标零点至点 (δ, F_{cr}) 对应的面积 S_0 ，即达初裂条件时混凝土试件吸收的能量。

(4) 在“荷载-位移”曲线中标记 3δ 、 5.5δ 、 10.5δ 对应的荷载 F_5 、 F_{10} 、 F_{20} ，并求得由坐标零点至 $(3\delta, F_5)$ 、 $(5.5\delta, F_{10})$ 、 $(10.5\delta, F_{20})$ 对应的曲线下覆面积 S_5 、 S_{10} 、 S_{20} ，即混凝土试件达初裂条件后继续承载、变形过程中吸收的能量。

(5) 采用 S_5 、 S_{10} 、 S_{20} 分别除以 S_0 得到 I_5 、 I_{10} 、 I_{20} 。

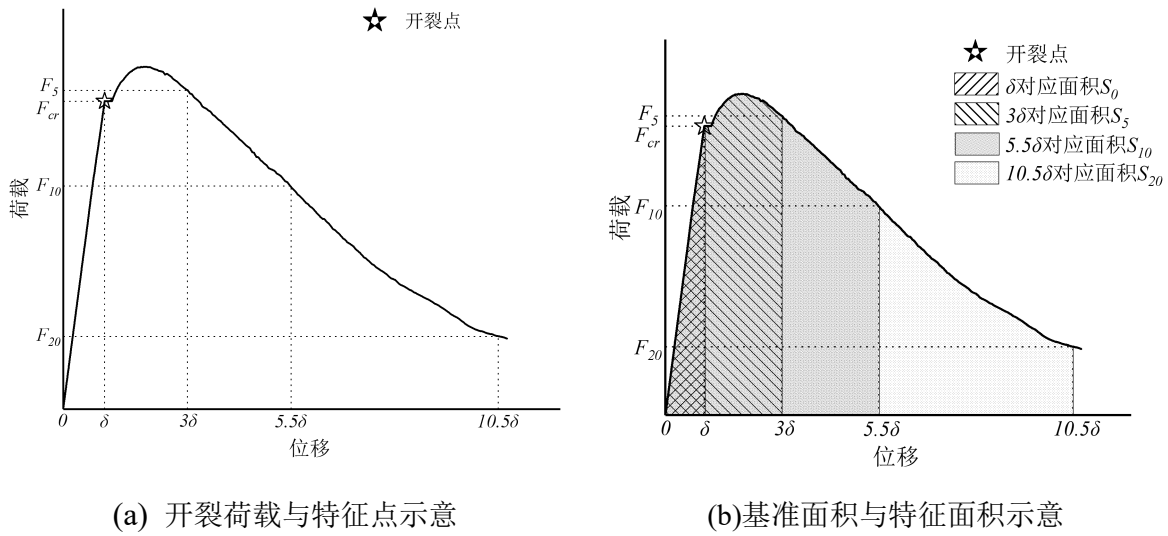


图 1 韧性指数计算图示

高韧性混凝土韧性级别标准定义为：混凝土 28 天龄期时，韧性指数 $I_{20} \geq 3.0$ 时，统称为高韧性混凝土。高韧性混凝土制备设计时，采用不同程度的增韧技术，其韧性指数不同，并呈现不同抗弯荷载-位移曲线，据此将高韧性混凝土划分为 T3、T8、T20 三类，其主要力学特征符合下列要求：

(1) T3 高韧性混凝土，通过合理的增韧技术，使混凝土 28 天龄期韧性指数 $I_{20} \geq 3.0$ ；抗弯荷载-位移曲线具有明显的弹性阶段、屈服阶段和至少二阶破坏阶段等三个阶段。

(2) T8 高韧性混凝土，通过合理的增韧技术，使混凝土 28 天龄期韧性指数 $I_{20} \geq 8.0$ ；抗弯荷载-位移曲线具有明显的弹性阶段、屈服阶段、强化阶段和二阶破坏阶段等四个阶段。

(3) T20 高韧性混凝土，通过综合增韧技术，使混凝土 28 天龄期韧性指数 $I_{20} \geq 20.0$ ；抗弯荷载-位移曲线具有明显的弹性阶段、屈服阶段、强化阶段和接近线形破坏阶段等四个阶段。

T3 高韧性混凝土开裂后存在明显下降段，并在下降段后仍表现出部分承载力，破坏阶段表现为快速降低、缓慢降低和彻底丧失承载力三阶段，而不会出现脆性断裂。

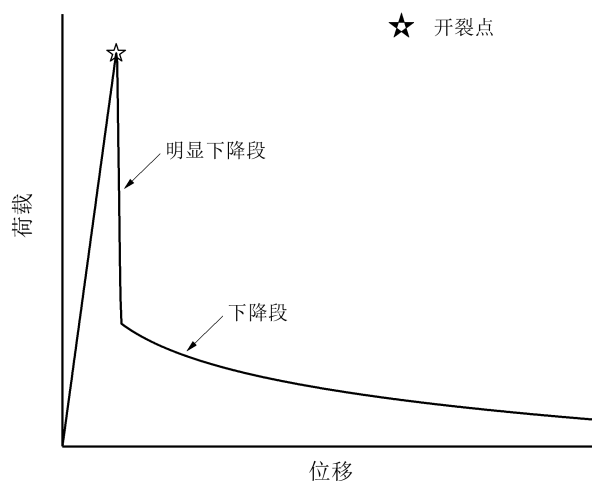


图2 T₃高韧性混凝土荷载-位移曲线示意

T8 高韧性混凝土开裂后，其荷载会短暂下降，而后荷载上升，呈现出一定的“强化”特征，荷载第二次达峰值后才开始出现下降段，下降破坏阶段表现为快速降低、平缓降低和彻底丧失承载力三阶段，而不会出现脆性断裂。

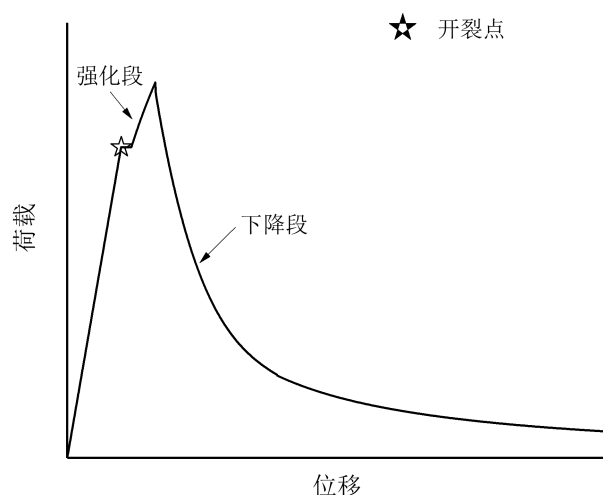


图3 T₈高韧性混凝土荷载-位移曲线示意

T20 高韧性混凝土开裂后，荷载持续上升，并且强化段至峰值荷载段相对平滑，破坏下降段平滑、缓慢，接近线形丧失承载能的趋势，为接近线形的破坏阶段。

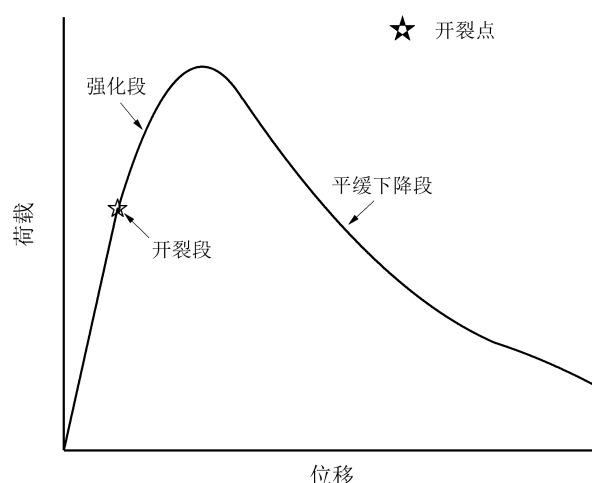


图4 T₂₀高韧性混凝土荷载-位移曲线示意

4、关键用词定义

- (1) 检查井盖：检查井口可开启的封闭物，由井盖和井座组成。
- (2) 井盖：检查井盖中可开启的部分，用于封闭井口。
- (3) 井座：检查井盖中固定于检查井口的部分，用于支承井盖。
- (4) 韧性指数：韧性指数用于评价混凝土在裂缝出现后继续承受荷载的能力，通常用试件继续承受载荷时所能吸收的能量与试件达初裂条件时的能量之比。

(5) 高韧性混凝土井盖：采用混凝土韧性指数 $I_{20} \geq 8.0$ 预制生产的超高性能混凝土构件。

(6) 高韧性混凝土井座：采用混凝土韧性指数 $I_{20} \geq 3.0$ 预制生产的超高性能混凝土构件。

(7) 附属构件：配套井盖、井座所设置的防坠落网、防气掀起装置、排水装置等构件，统称附属构件。

(8) 连接路基过渡段：检查井盖的井座与周边连接路基的强度、刚度均匀过渡的结构段。

三、主要试验[或验证]情况分析、技术经济论证、预期经济效果

为了高质量制订该规程，2021 年来，四川省公路规划勘察设计院有限公司设立专项科研资金，经过三年研究，形成了专题研究报告。同时，公司成立专门生产工艺研究组，利用研究成果，开展相关井盖产品的生产试验，并与室内试验生产构件进行对比分析研究，制定了稳定的生产工艺和质量保证体系，形成了专题研究报告，四川省公路院宏途新材科技有限等企业进行了数据验证。

该规程征求意见需要的主要试验情况分析、技术论证、预期经济效果等内容，详见《高韧性混凝土井盖技术研究报告》的相关内容，该报告已经邀请国内专家验收通过。

四、采用国际规程和国内外先进规程的程度

本规程为首次自主制定，参考了 GB/T23858 检查井盖、CJJ193 城市道路设计规范、GB50010 混凝土结构设计规范、GB 50763 无障碍设计规范、CJJ221 城市地下道路工程设计规范、CJJ 69 城市人行天桥与人行地道技术规范、GB 50108 地下工程防水技术规范、GB/T50805 城市防洪工程设计规范、JTG/T3310

公路工程混凝土结构耐久性设计规范、JTG472 钢纤维混凝土、CECS 38 纤维混凝土结构技术规程、SCGF51 桥梁高性能混凝土制备与应用技术指南、DB51/T1995 机制砂桥梁高性能混凝土技术规程、T/TMACXX 高韧性预制混凝土薄构件技术标准、T/TMACXX 高品质再生集料规程等国家、行业、团体规程相关内容要求。

本规程不涉及国际国外规程的采标情况。

五、重大分歧意见处理经过及依据

本规程在制定过程中未出现重大分歧意见。

六、与现行相关法律、法规及相关规程的协调性

本规程符合国家现行法律、法规和强制性国家规程的要求，本规程内容相对独立，未见与本规程内容相同的技术规程、规程、指南等，与国内相关规程的内容不重复、不矛盾。

七、知识产权情况说明

本规程不涉及必要专利等知识产权问题。

八、其他应予说明的事项

无。

《高韧性混凝土井盖技术规程》

团体规程起草组

2025 年 2 月 12 日