

《超高压水射流混凝土破拆技术规程》 团体标准编制说明

一、背景、目的意义和作用

1. 编制背景

随着交通经济快速发展和出行人数激增对于公路需求量增大,我国目前正稳步推进公路建设进程。截至2024年末,全国高速公路通车里程已经达到19.07万公里,高速公路网规划已基本完善。但因桥梁使用年限的增加,部分桥梁病害问题逐渐显露,存在质量安全隐患,需对混凝土结构物进行翻新。据《江苏省高速公路网规划(2017—2035年)》统计,到2035年江苏省高速公路扩建里程约1580公里,混凝土破拆量大,面对此种情况,亟须引入新型高效的智能设备,在完成大量混凝土破拆作业的同时缩短工期,保障交通基础设施建设健康发展。

混凝土构筑物由水泥、骨料等原材料经过混合、硬化而成,内部结构紧密,能够抵御多种自然和化学侵蚀,具有较长的使用寿命、强耐久性、高强度性、耐火性等特点,广泛应用于桥梁、公路、房屋等构造物。但经过长期服役部分钢筋混凝土结构因老化或损毁从而提前退出使用,需要对混凝土结构物进行局部拆除。目前,我国的机器人技术已得到了飞跃式的发展,达到了国际先进水平。在机器人快速发展的背景下,越来越多的建筑机器人被投入使用,江苏省发布了《江苏省“十四五”智慧交通发展规划》规划要求大力推进智慧交通基础设施建设、改造和维护过程中,运用智能机械设施。超高压水射流机器人作为建筑机器人的一种,凭借高效、节能、清洁、灵活的特点,正在逐渐应用于桥梁、水坝、隧道等重要建筑物的维修、加固和改造工程,为现代化交通基础设施建设提供重要的技术支撑。

2. 编制意义

通过编制《超高压水射流混凝土破拆技术规程》助力高速公路改扩建工程,不仅可以提升公路修建通行效率,也为江苏省经济发展注入了新的动力,具有重要的编制和实施意义:

(1) 满足现有高速公路发展和改扩建需求

现有高速公路改扩建工程量多,工期短,受诸多施工环境因素叠加,工程推进难度较大。本技术规程通过采用内置机器人破拆设备搭载高能束加工新技术,每分钟破拆混凝土量达到 20m^3 远超常规混凝土破拆设备,且能保持长时间不间断作业,确保施工按期完成。

(2) 满足多种混凝土结构

传统混凝土构筑物拆除面临结构复杂、设备适配性要求高等问题。本技术所用设备通过智能系统,可完成路面、墩柱等多种结构的破拆作业,基本覆盖大部分施工需求。超高压水射流的水压力稳定在 100MPa 以上,高速水流能对混凝土材质形成高效冲蚀作用。当前市场主流混凝土强度等级为C20~C80,对应抗压能力 $25\sim 50\text{MPa}$,技术的射流压力可有效匹配抗压范围,适用于多种强度混凝土的破拆作业。此外设备喷嘴更换便捷,能实现多角度作业,精准定位钢筋混凝土的破碎范围与深度。

(3) 提升混凝土破拆施工质量

常规的机械拆除和爆破拆除对周边环境和结构内部影响极大,与传统液压锤击的应力传递相比,超高压水射流设备在作业中无振动,当射流压力大于混凝土

抗压强度时，水射流会冲蚀混凝土表面组织结构，形成冲蚀孔洞，不会使周围钢筋混凝土结构产生裂纹，也不会对钢筋外表造成损伤。破碎后的混凝土界面呈坚硬不均匀的整齐麻面，混凝土表面积比风镐和喷砂机清理的表面积大 50%以上，使新旧混凝土接触面更多，增强了原有结构与新混凝土的接触面积与粘结力，易于敷设新混凝土，为一体化施工提供了有利条件，大幅度提升了混凝土破拆施工质量。

(4) 智能化施工设备

超高压水射流混凝土破拆技术以机器人为执行机构，通过智能化系统远程控制取代传统人工手持喷枪。通过数据设定与传输，可精准控制水射流压力参数及作业路径，灵活调节压力与水量，实现局部混凝土的选择性破碎，且作业过程安全可靠、噪声低、脉冲小，适配多功能动力源需求。作业时，系统自动计算拆除面积与速度，并依据实际数据实时修正、自动补偿，使钢筋混凝土表面切口微小整齐，在保障破除精度的同时节省标定时间，兼具高自动化程度与快作业速度，既能有效减少传统机械破碎产生的振动损伤，又能确保拆除效率。

3. 规程作用

(1) 促进高压水射流破拆作业的绿色应用

传统的混凝土破拆方法主要采用爆破法或机械破拆，如若拆除方法不当，极易引发安全事故，并产生大量粉尘与噪声污染，严重影响周边环境。超高压水射流技术作为近二十年发展的新型绿色施工工艺，以水为作业介质，全程无粉尘，已在混凝土建筑物清拆领域得到有效应用。当前，国家正大力推动建筑行业向绿色、高效、安全方向发展，编制《超高压水射流混凝土破拆技术规程》，既是贯彻国家绿色与环保生产政策、促进工程建设与环境保护协同发展的有效措施，也为混凝土（构）筑物拆除提供无尘、绿色、可行的技术保障，能够为施工单位提供明确的操作指引，使其在运用该技术进行清拆作业时，最大程度地减少对环境的负面影响。进一步助力《交通强国建设纲要》落地，推动绿色公路转型，实现交通基础设施网络强化与运输服务质量提升的目标。

(2) 填补标准空缺，保障施工安全、规范施工管理

目前暂未有关于超高压水射流混凝土破拆技术的相关标准。超高压水射流混凝土破拆技术作为一种创新方法，凭借远程操控、精准破拆的核心优势，有效解决了传统人工机械清拆“安全风险高、质量难控”的问题。然而，由于缺乏统一的标准规范，不同施工单位在应用该技术时，因操作水平参差不齐，参数设定及设备选型等方面导致破拆效果和工程质量难以保障。在实际施工中通过作业人员远程遥控自动成套设备代替人工手持机械作业，提高整体项目运行效率的同时也提升了施工安全系数。

本规程对高压水射流混凝土破拆技术施工工艺进行总结分析，聚焦施工技术基本要求、设备要求、施工要求等关键技术要素，明确要求技术人员做好安全防护并在作业区域设置防护设施，形成具有推广应用价值的施工技术规程。通过制定标准技术规程，遵循国家对工程质量、安全以及技术创新的要求，对推广超高压水射流技术在混凝土破拆中的落地应用，具有重要实施价值。

二、编制过程

1. 任务来源

沪武高速公路于 2000 年开工建设，2004 年全线建成通车，本次扩建段路线起自浏河大桥苏沪界，向西经太仓、常熟、张家港、江阴、惠山、武进，全长

134.865km。该项目在扩建过程中创造性地采用了超高压水射流混凝土破拆技术对高架两侧边缘进行混凝土拆除，提高了施工效率。基于此，对超高压水射流技术进行分析总结，形成具有推广应用价值的先进性技术规程。

2. 主要起草单位（人）

本标准起草单位：南通路桥工程有限公司、江苏东南工程咨询有限公司、华设设计集团股份有限公司、无锡交通建设工程集团有限公司、江苏久兴建设工程有限公司、连云港市铁路事业发展中心、连云港市交通运输综合行政执法支队。

本标准主要起草人：查伟、王书栋、陆海波、马云龙、顾雯、瞿晓聪、易慈辉、毛观青、张文金、张瞿、夏明楼、杨震、马勇强、董犇宇、杨建伟、唐小军、辛佳禹、陈豪亮、郑煜阳、韩侃侃、颜杨、戴海文、李国辉、王健强、孟义东、李方、程永伟、张成功、陈壮壮、朱正艳、赵炜。

3. 编制组目前开展的阶段性工作

编制组目前主要开展了立项申请、工作大纲编制、标准调研、标准编制等工作，现处在标准征求意见阶段。具体时间及工作内容如下：

（1）2025年4月：由南通路桥工程有限公司作为编制组代表向学会提交《超高压水射流混凝土破拆技术规程》标准立项申请，经学会批准后编写大纲及工作任务，并制定详细工作计划；

（2）2025年5月：学会下发立项公告，编制组在学会的指导下开始本项团体标准的调研和编制工作。并由学会组织召开标准立项及工作大纲评审会议；

（3）2025年6月—2025年7月：针对大纲重点，编制团队组织进行补充调研，与相关人员交流收集数据及相关资料，根据专家意见补充编制团标的必要性，补充部分技术内容。同步递交专家组组长进行标准预审；

（4）2025年7月—2025年9月：标准编制组组织召开内部研讨会，就标准的作用定位、主要技术内容等关键问题进行研讨，并完善标准征求意见稿及说明初稿。

三、与现有相关标准的关系

目前，相关国家标准化技术委员会仅发布了有关高压水射流设备的相关规范或指导性文件以及安全施工要求，但关于超高压水射流混凝土破拆技术暂无有关国家、行业及地方标准。

1. 国家、行业政策

《交通强国建设纲要》《关于推动交通运输领域新型基础设施建设的指导意见》明确要求推进装备技术升级。推广成套设备提升本质安全水平，加大基础设施安全防护投入，提升关键基础设施安全防护能力。超高压水射流技术作为《国家中长期科技发展规划纲要（2021—2035年）》重点攻关领域，同时配备废水收集系统，符合《中华人民共和国环境保护法》的相关要求。

2. 标准规范

本标准在现行国内相关标准的基础上进行制定，参考、借鉴并吸纳相关专业标准的内容，本标准与现行标准并无矛盾。

目前关于混凝土破拆相关行业标准 JGJ 147《建筑拆除工程安全技术规范》从工业与民用建筑工程、市政基础设施等整体或局部拆除工程的施工及安全管理角度规定了人工拆除、机械拆除、爆破拆除、静力破碎拆除等要求。CJJ 248《城市梁桥拆除工程安全技术规范》针对桥梁拆除工程特点规定了桥面及附属结构拆除基本要求、上部结构拆除、下部结构拆除以及安全管理等要求，保证了城

市桥梁拆除工程的施工安全。此外，我国各省市结合区域特点也制定了的混凝土破拆地方标准，江苏省地方标准 DB32/T 2883《旧水泥混凝土路面碎石化施工技术规范》，规定了旧水泥混凝土路面状况调查与检测、碎石化技术适宜性评价、碎石化后加铺及排水设计、碎石化施工要求。推动了混凝土破拆技术的规范化发展，为超高压水射流等新技术的规模化应用提供了制度保障。从整体情况来看，现有标准对于混凝土路面的拆除、铣刨等施工环节已作出明确规范形成了覆盖预处理、施工工艺、废弃物处置的全范围技术体系。但均未就超高水射流破拆设备的使用作出具体规定，本标准在现有标准基础上，针对超高压设备参数、结构应用空白进行补充，与现有标准形成互补。

本文件编制前，水射流破拆作业均参照标准 GB/T 26148《高压水射流清洗作业安全规范》中对高压水射流清洗作业的要求进行作业准备、作业规程和设备维护。在此基础之上，本文件结合水射流标准以及混凝土破拆标准要求，全方面考虑超高压水射流混凝土破拆技术，对于混凝土破拆水压在 100 Mpa 以上水力破拆智能设备做出更全面的要求，针对桥梁拆除、路面凿毛、桥墩拆除等多种混凝土破拆场景进行了统一规范，对设备参数选择、辅助设备选择、设备操作实施等流程进行规范要求，旨在填补现有规范适用性不足的问题。未来，随着本标准的深入推进，将进一步推进混凝土水力破拆技术向智能化、绿色化方向升级，实现工艺参数自适应加工处理，为混凝土破拆技术标准体系添砖加瓦。

四、标准主要内容的创新先进

1. 国外技术发展情况说明

近十几年，水力破拆技术的研究与工程应用逐渐成为欧、美等发达国家的重点研究项目，水力破拆技术在全球范围内得到了广泛的应用。如 2016 年俄罗斯圣彼得堡 ICA 建筑公司就使用两台机器人式水力清拆设备清除了 120 米高的塔桥顶部上的混凝土等均有广泛运用。德国交通部成立了德国混凝土委员会和德国水力破碎标准委员会、瑞典国家道路管理局依据《桥梁法典》，明确指出应当采用高压水射流技术进行混凝土表面处理和破损混凝土的修复工作。随着水力破碎技术的深入研究，水力破碎工程装备已成为全球范围内先进的混凝土破拆装备之一。

2. 国内技术情况说明

我国从 20 世纪 70 年代末起开启高压水射流领域的研究与工程应用，已成功将其用于切割、物体表面清洗、除漆除锈、管道疏通等场景。在混凝土破拆和修复领域，国内从 20 世纪末才开始引入自动化破拆设备，因其高效的作业能力，可替代施工人员在施工环境中工作，极大地降低了安全隐患，保障了施工人员的安全，推动了我国混凝土构造物拆除和修复方式的巨大变革。目前该技术已成功应用于京澳高速公路桥梁拓宽改造工程，确保了工程质量与安全，取得了良好的经济效益与社会效益。上海市同济路高架大修项目也成功将高压水射流技术应用于桥面铺装结构层维修，为高架桥梁道路结构的维修提供了新方法与新思路。

3. 本文件技术先进性说明

通过现有施工情况进行技术分析、超高压水射流装备调查以及水力破拆实际施工等阶段性工作的有序开展，进而围绕技术设备的参数要求、施工情况对超高压水射流混凝土破拆全过程进行探索并应用到了实际施工中。

(1) 智能施工赋能

本技术规程采用了自动化机器人，根据具体工程需求更改作业参数，达到系统简化和高效控制双重效果。可选择性清除混凝土破损或分层部分，完整保留了

结构密实区域，避免传统工艺“过度破碎”造成的材料浪费。此外，其采用的水力粉碎性破碎方式，对钢筋骨架无损伤，不会产生微裂纹，可最大限度保障建筑结构的力学性能。

（2）绿色施工保障

本技术以水为作业介质，全程无粉尘产生，从根源上杜绝了粉尘对作业人员呼吸道、肺部等造成的职业健康危害，大幅度减少了建筑垃圾和二氧化硅粉尘的排放。在环保性能上，超高压水射流破拆产生的渣料粒径大部分在 10cm 以内，相较于传统破碎工艺产生的废渣，更易加工为再生骨料，提升 30%~50%的利用率，有效推动了资源的循环利用。

（3）施工质量保障

采用应力传递、通透破碎技术，作业全程无振动，在道路桥梁、建筑结构修复工程中，传统工艺易因振动引发结构损伤，导致后续加固作业量增加，水射流机器人通过逐层破碎，延长了道路桥梁或建筑结构的使用寿命，最大限度地保障了修复工作质量和修复后结构的安全性。

五、标准主要内容的可行依据

1. 遵循法律规范

标准制定时，严格遵循新修订的《中华人民共和国公路法》《公路建设监督管理办法》等相关法律法规作为编制依据，同时搜集相关标准，确保标准的合规性与适用性。

2. 水射流技术前沿研究成果调研

通过资料收集、专家座谈会等形式，系统开展全国范围内水射流技术的调研工作，重点聚焦超高压水射流混凝土破拆设备的现场应用与管理。在此过程中，与设备生产厂家深入沟通，一方面详细掌握设备性能参数，另一方面全面收集超高压纯水射流机器人的实际施工数据参数等关键信息，为后续技术规程制定提供技术支撑。

3. 项目应用经验总结

深入沪武高速公路改扩建项目现场，实地勘察施工工艺运用情况，全面收集施工资料，重点调查超高压水射流破拆技术所采用的拆除方法及操作流程。该项目在扩建过程中创新性地应用超高压水射流混凝土破拆技术对高架两侧边缘进行混凝土拆除，显著提升了施工效率。通过现场调研，详细掌握实际施工情况、混凝土破拆效率、设备参数选择等信息，全面了解超高压水射流机器人混凝土破碎设备的使用方法及应用效果，广泛查阅公路改扩建工程中混凝土破拆的相关施工信息，为规程制定提供坚实的实际依据。

六、标准宣贯和推广应用的实施计划与措施

当前，江苏省内多条高速公路正处于规划改扩建阶段。在此背景下，推广宣贯本技术规程，不仅能有效规范混凝土水力破拆施工工艺，确保在实际运用中得到统一遵循，更能为超高压水射流技术广泛应用奠定坚实基础。未来随着技术的成熟与普及，将为促进省内公路桥梁工程的交通基础设施升级、推动国家公路网“八纵八横”战略实施贡献力量。

本规程适用于高速公路修建管理人员以及公路修建施工人员。为确保规程落地见效，本单位计划在规程发布实施后，按以下安排推进宣贯实施工作。

（1）组织标准宣贯学习

充分利用会议、论坛、新媒体等多种形式，开展规程宣传、解读、培训等工作，让更多的公路交通相关管理和技术人员了解《超高压水射流混凝土破拆技术规程》团体标准，不断提高行业内对团体标准的认知，促进超高压水射流混凝土破拆技术的推广和实施。

(2) 加大标准宣贯力度

对标准宣贯情况进行动态管理，交流规程运用经验。对存在的问题和不足，认真研究，及时采取有效措施逐一解决，进一步加强公路交通相关管理人员和技术人员对标准的理解运用。

七、编制过程发生的重大分歧意见及处理情况

本文件编制过程中暂未出现重大分歧意见。

八、其他予说明的事项，包括涉及专利的处理、修订（废止）现行有关标准的建议等

本标准不涉及专利，暂无修订（废止）现行有关标准的建议。