

《隧道衬砌脱空治理技术规程》编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

根据中国科技产业化促进会 2020 年第三批团体标准制修订计划（中科促字〔2020〕25 号），由铁正检测科技有限公司提出，联合中铁工程设计咨询集团有限公司、广东水电二局股份有限公司、中铁十四局集团第三工程有限公司等行业内企业共同起草的《隧道衬砌脱空治理技术规程》（计划编号 T/CSPSTC-JH202023）团体标准。

（二）目的和意义

隧道修建过程中，往往存在二次衬砌背后脱空的质量缺陷，在目前相对成熟的衬砌无损检测技术下，基本实现测线范围内的缺陷全覆盖，为确定衬砌病害治理提供了技术支撑。并且在实际检测过程中，相当一部分隧道均存在局部不同范围、不同规模的脱空，该脱空特性对衬砌后期的质量和安全隐患也不同，若对检测出的缺陷进行全覆盖整治，则耗费相当人力、物力和财力，故当下亟需确定待整治缺陷的指标。注浆作为脱空缺陷整治的良策，长期以来得到广泛的普及和应用，但基本都是施工单位自行制定作业方案，并组织实施，缺乏统一的技术标准。当下，亟需相关的注浆整治技术标准和整治后的评定标准以规范缺陷整治具体过程。本项目以九绵高速公路隧道衬砌脱空病害治理为背景，针对过程凸显的问题，参考现行技术标准，旨在划分隧道衬砌空洞缺陷的严重程度，确定缺陷整治范围，规范缺陷整治流程，完善注浆填充的技术措施和复检评定的合格标准，确保隧道衬砌施工质量。本项目所涉及的隧道衬砌缺陷注

浆整治及评定技术，可为当前在建隧道衬砌检测中发现的脱空及空洞缺陷整治提供技术指导，有广泛的市场需求和工程应用前景。

（三）主要工作过程

1) 2019 年 10 月—2020 年 5 月，公司对在建九绵高速公路隧道衬砌脱空病害进行注浆整治。

2) 2020 年 6 月，公司结合衬砌检测、病害注浆整治以及衬砌复检过程中存在的问题进行了梳理，并初步提出制定《隧道衬砌脱空注浆整治及评定技术标准》团体标准建议。

3) 2020 年 8 月，公司技术部组织起草编制标准大纲。

4) 2020 年 9 月，完成标准编制大纲，并向中国科技产业促进会提出团体标准立项申请

5) 2021 年 4 月 24 日，召开了标准草案稿的工作组研讨会，广泛邀请行业代表、专家、学者对标准进行研讨、交流，标准编制组针对研讨会上的相关问题进行梳理和修改；

6) 2021 年 6 月，明确标准的各模块内容，对草案完善并形成征求意见稿；

三、项目社会意义和经济性：

本项目所涉及的隧道衬砌缺陷注浆整治及评定技术，可为当前在建隧道衬砌检测中发现的脱空及空洞缺陷整治提供技术指导，有广泛的市场需求和工程应用前景。

目前针对隧道衬砌质量检测技术种类繁多、各有优势，隧道衬砌表面病害的检测结果比较可靠，编制单位作为行业甲级检测单位，在攀大高速、九绵高速、成兰铁路、成昆铁路、赣深铁路、蒙华铁路、渝黔高速及高铁等项目建设的隧道检测中积累丰富的现场检测经验，并对脱空常见的位置、规模、严重程度进行了数据总结

和分析，通过不断的现场破检验证，极大提升了检测技术水平。

编制单位作为集团公司打造“工程医院”的牵头单位，参与了多项在建及运营隧道病害探查及整治业务，尤其对衬砌脱空及不密实的现场注浆充填整治及效果评定做了大量的理论研究和实践工作。

编制单位自立项以来，积极组织技术人员研究本规程的起草工作，并向行业内的专家及高校学者进行技术咨询，编制工作取得积极进展。

四、标准编制原则

1. 严谨性

本标准严格按照 GB/T 1.1-2020 的规定编写，且确保与国家标准、行业标准中的术语和词汇保持一致，采用国家标准中规定的术语和广大用户熟悉的词汇。

2. 合理性

本标准是建立在国家、行业关于隧道衬砌脱空治理相关规范及标准的通用规则上，对充填注浆、安全施工与环境保护、注浆效果评价与整治等方面进行了规定。

3. 可扩充性

本标准的内容并非一成不变，随着社会经济条件的发展和相关国际标准、国家标准、行业标准的不断完善而进行充实和更新。

五、标准主要内容和相关依据

适用范围：

本文件描述了隧道衬砌脱空缺陷分级、充填注浆的一般规定、注浆设计、注浆材料的应用、注浆设备的选用、注浆施工、注浆安全施工与环境保护、注浆整治效果评价的方法。本文件适用于矿山法施工的二次衬砌背后存在脱空病害的公路隧道、铁路隧道及城市道路隧道。

规范性引用文件

术语和定义；衬砌脱空、充填注浆、黏度、凝胶时间、渗透系数、超细水泥浆、水泥基浆、注浆流量。

基本规定；规定了衬砌注浆施工前的准备工作，首先对衬砌缺陷情况进行验证、查明，掌握详细的衬砌结构及缺陷情况并对衬砌脱空情况进行评定，根据缺陷的长度、面积、体积对衬砌缺陷进行分级，根据脱空性质，确定缺陷的量化指标，根据不同的分级制定不同的处治方案；规定了隧道衬砌脱空治理目的和隧道衬砌脱空治理方案的施作前提，以及隧道衬砌脱空整治施工前的准备工作和隧道衬砌脱空整治完成后的跟踪工作；规定了隧道衬砌脱空整治原则。隧道衬砌脱空治理目的在于缺陷经注浆整治后二衬结构密实，内部饱满，无安全隐患，满足运营标准。

充填注浆；规定了充填注浆的主要工序、注浆顺序、注浆成孔要求、注浆压力和注浆施作过程中的注意事项和不同原因导致的事故处理方案；规定了注浆设计的基本内容，注浆孔的布置位置和数量的确定原则，注浆材料配合比以及注浆压力的取值范围，并给出了单孔注浆量的计算方法；规定了适用注浆材料的要求、分类及性能指标，浆液选择、制备和配置的要求；规定了注浆设备的选型和性能，以及七步法的施工流程。

安全施工与环境保护；规定了现场施工的原则和环保要求，具体从施工作业人员从业要求的合法性、施工现场布置的合理性、作业平台搭设的有效性、作业工器具性能的良好性，工程废料处理的规范性等方面进行综合考虑；规定了设备安装的要求和注浆过程中用水、用电、通风和除尘、噪声污染等具体安全措施。

注浆整治效果评价；规定了效果评价的一般方法和检测频率，规定了包括锤击、钻孔取芯、物探等不同的验证方法的优势，规定了不同验证方法的和判

别标准，规定了充填注浆效果验证对于龄期的要求，规定了衬砌脱空后期的维修治理过程中防水设防层质量的后评价体系，规定了对于钻孔验证等方法可能对防水结构造成破坏的预防方法，规定了验证结果统计结合施工记录，通过不同验证方法进行比较的综合分析体系。

相关依据：《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》GB/T 1.1-2020、《标准编写规则 第 5 部分：规范标准》GB/T 20001.5-2017 等。

六、采标及与相关标准之间的关系

衬砌脱空缺陷整治，可供参考的现行规范普遍集中在施工技术和质量评定方面，注浆类标准可供参照施工的针对性也不强，施工单位主要是凭借技术经验和已有的工程案例进行，极大程度上难以有效达到整改效果。

交通行业标准中《公路隧道养护技术规范》和《地下工程渗漏治理技术规程》，铁路行业标准中编《铁路隧道衬砌质量无损检测规程》和《铁路隧道工程施工质量验收标准》以及国标《建筑结构加固工程施工质量验收规范》和《注浆技术规程》，对于衬砌检验标准及注浆均有规定，其中注浆主要针对地层和围岩加固，未涉及隧道脱空充填注浆。

北京市发布的《地铁暗挖隧道注浆施工技术规程》（DB J01-96-2004），对初支和二次衬砌间的充填注浆做了规定，但对二衬内的脱空规定并不具体，除此以外，其他地方尚无隧道回填注浆方面的技术标准。

表 1 隧道衬砌脱空治理技术相关规范、规程和标准

序 号	名 称	编 号
1	公路隧道养护技术规范	JTG H12-2015
2	地下工程渗漏治理技术规程	JGT/T 212-2010
3	铁路隧道衬砌质量无损检测规程	TB10223-2004
4	铁路隧道工程施工质量验收标准	TB 10417-2018

5	建筑结构加固工程施工质量验收规范	GB50550-2010
6	注浆技术规程	YS/T5211-2018
7	地铁暗挖隧道注浆施工技术规程	DB J01-96-2004

七、贯标的措施和建议

本标准团体标准，建议按照国家有关团体标准管理规定和中国科技产业促进会团体标准管理要求，在协会会员中推广采用本标准，鼓励社会各有关方面企业自愿采用该标准。