**[类 型]**技术工艺

**[关键词]**W型钢带，衬砌裂缝，中空注浆锚杆

既有隧道快速除险加固的W型钢带锚杆体系施工技术

JWC2021-167

核工业井巷建设集团有限公司

孙余好、邢鹏飞、吴亚华、周煌

**1.成果简介**

**1.1技术背景**

我国交通隧道修建历史已近百年，早期修建的隧道受当时环境、技术的限制再加上使用年限已久，很多都已进入高维修管理阶段。裂缝是早期修建隧道的主要病害之一，长期大量裂缝对隧道的使用性能产生直接影响，甚至影响隧道的结构性能，从而影响隧道安全，因此有必要对隧道的裂缝进行有效的加固处理。

**1.2解决的主要问题**

对于山体交通隧道，地质环境复杂、构造节理发育，易产生环向、斜向及纵向裂缝，甚至网状裂缝即龟裂，造成衬砌结构完整性差，结构安全问题突出。裂损严重的山体隧道，目前常用的加固方法为碳纤维加固、锚网喷加固、钢套拱加固、管棚（导管）注浆加固、重新施作衬砌层加固等，虽能取得一定加固效果，但在标本兼治耐久适用、保持隧道净空、作业安全便捷、环保职业健康、交通影响小、节省投资等方面表现差异较大。本技术为一次性快速解决既有隧道出现的上述问题而创建，性价比高、综合性能优，且满足核电隧道行业属性要求，达到快速除险加固目的。

**1.3适用范围**

本成果适用于地质环境比较复杂，存在环向、斜向以及纵向裂缝，尤其是局部裂缝呈网状分布，衬砌结构龟裂，结构整体性差安全风险较大的既有交通隧道的快速除险加固。

**1.4技术特点**

形成了环向W型钢带、纵向平钢带、注浆锚杆及锚栓相互作用的三维结构加固体系，整体性好，耐久性强。采用自进式中空注浆锚杆连接环向W型钢带固定在衬砌层上，环向W型钢带之间通过纵向平钢板用化学锚栓固定在衬砌层上，形成了一个环向与纵向交织的整体网架，既充分发挥其高强度、高抗弯截面模量，又对衬砌层后侧的岩块形成承载结构，增强了整体支护加固功能，加固效果好，耐久性强，外形美观。

**2.技术内容**

**2.1工作原理**

采用自进式中空注浆锚杆连接W型钢带与搭接钢板并固定在衬砌层上，在有效固定W型钢带以便充分发挥其高强度、高抗弯截面模量的同时，对衬砌后侧的岩块形成承载结构，增强支护效果。纵向平钢板与W型钢带连接并与搭接钢板通过化学锚栓固定在衬砌层上，有效对W型钢带纵向进行加固，形成了一个有效的网架整体加固结构。



**工艺原理图**

1——衬砌层；2——W型钢带；3——纵向平钢板；4——搭接钢板；5——自进式注浆锚杆；6——化学锚栓；7——胶黏剂层；11——衬砌层上开槽

**2.2操作要点**

W钢带及平钢板加工完成后进行镀锌防腐，编号运至现场，现场进行结构尺寸、平整度、镀锌质量等验收，并取样进行力学性能试验。环向W型镀锌钢带刷胶后，通过自进式中空注浆锚杆和化学锚栓与衬砌层应密贴，避免局部脱空。环向W型钢带分段处采用平口焊接方式连接，再用长60cm的W接头钢带进行搭接，接头钢带与原加固W型钢带之间用化学锚栓固定，并用粘钢胶粘结。环向采用幅宽25cm、厚5mm的W型镀锌钢带进行衬砌加固，环向间距100cm；纵向采用幅宽15cm、厚5mm的镀锌平钢带连接，环向间距200cm。W钢带锚杆体系加固如下图所示。



环向W型钢带加固示意图

2—环向W型钢带；5—自进式中空注浆锚杆；6—化学锚栓



W钢带纵向布置图

2—环形W型钢带；3—纵向平钢板；4—搭接钢板；5—自进式中空注浆锚杆；6—化学锚栓

锚杆采用Φ25的自进式中空注浆锚杆，长300cm，环向间距200cm；锚栓采用M16化学锚固螺栓，植入深度12cm。环向W钢带与纵向连接钢板连接大样如下图所示，环向W钢带、纵向平钢板锚固搭接如下图所示。



环向W钢带与纵向连接钢板连接大样图

2—环形W型钢带；3—纵向平钢板；4—搭接钢板；5—自进式中空注浆锚杆；6—化学锚栓

环向W钢带与纵向平钢板之间接缝采用平口焊接，并通过接头钢板采用化学锚栓连接，焊接时对周边采取湿布覆盖降温措施，防止影响粘钢胶的粘结结果。设置接头钢板时，将衬砌表面凿除7mm厚，将搭接钢板采用自进式中空注浆锚杆固定，粘钢胶粘结嵌入。

**3.应用效果**

我单位承建的核电秦山联营有限公司秦山隧道结构加固工程，施工过程中采用了研发出的新型加固支护体系。该方法与常规加固方法比较处于综合性能领先水平，加固结构稳定耐久性高、少侵占隧道净空利通行、施工便捷速度快、节约钢材成本低、外观平顺装饰美观，经济效益显著。

相比按照常规加固方法计划的工期（合同工期75天），实际完工提前9天即缩短工期12%；加固用W钢带重量仅为同加固效果工字钢的1/2，相比之下可节约成本约27万，约节约总造价的5%。



**实施效果照片**

**4.推广应用前景**

该微创新技术与国内同类技术相比处于综合性能领先水平，加固结构稳定耐久性高、少侵占隧道净空利于通行、施工便捷速度快、节约钢材成本低、外观平顺装饰美观，社会效益可观。该技术在既有隧道拱顶裂损存在掉块、塌落等险情快速处置方面表现优越，尤其对现役交通隧道除险加固具有广阔的推广应用前景。