

隧道工程初期支护施工技术研究

——以龙海市塔石岭后区块基础设施配套工程—隧道工程为例

甘家萌

广州市第三市政工程有限公司

摘要：现阶段的隧道工程数量、规模不断增加，施工单位在支护作业时，不仅要把握好支护的科学性、合理性，还要在长期支护的过程中进行系统化的调整，减少传统支护的矛盾，加强支护方式方法的创新。初期支护施工技术应用前，施工单位要加强隧道工程的勘察、调研，充分了解隧道工程的特殊情况，既要选择匹配的技术方法，也要在工程建设中做好风险防范，这样才能在隧道工程的整体建设中得到较高的质量。另外，关于初期支护施工技术的应用，还要加强隧道工程的检测分析，观察阶段性的工程建设成果是否符合要求，找出不合理的地方，根据国家的相关规范及时纠正。

关键词：隧道工程；初期支护；技术应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.24.038

相对而言，隧道工程的建设体系不断完善，初期支护施工技术的应用虽然具有非常好的效果，但是在技术实施的过程中应做好多方面的准备，总是按照陈旧的经验操作，不仅无法得到显著的成绩，还会导致工程发展陷入到较大的困境，最终造成的经济损失、社会损失非常多。初期支护施工技术的运用时，施工单位要加强施工优势、施工劣势的有效分析，坚持在施工技术的综合作业力度上不断的加强，确保各项施工手段的操作保持较高的可行性。另外，初期支护施工技术的各类材料、理念、设备等，都要考虑到隧道工程的实际变化情况，要加强隧道工程的安全性、稳定性，确保隧道在长期应用中可以取得较好的效果，将一系列的隐藏问题快速解决，加强隧道的综合创新。

一、隧道工程的初期支护施工技术要求

近几年的隧道工程建设得到了社会各界的广泛关注，该类工程不仅可以推动地方交通产业的发展，还可以加强资源的综合利用，对区域的联系有效增加，改善经济发展模式，完善国家的基础设施建设，对很多地方的综合进步具有显著的促进作用。但是，初期支护施工技术的应用难度并不低，施工单位要提前对隧道工程进行勘察调研，分析技术操作的规范性、合理性，结合地方工况信息进行全面的优化，避免在技术作业的过程中造成较多的隐患^[1]。初期支护施工技术的应用，还要把握好隧道工程的形象建设和参数建设，比如延长隧道工程的服务年限，做好支护的质量评估，加强支护材料的

绿色应用，只有对每一个技术环节充分的调整、优化，才能在未来的隧道工程建设中得到更好的效果。

二、隧道工程的初期支护施工技术方案

(一) 工程概况

龙海市塔石岭后区块基础设施配套工程-金岗隧道工程位于塔石岭后区块，隧道类型为单洞式、一般跨径的短隧道，起终点桩号为K0+040-K0+485，隧道长度445米，隧道标准横断面布置为：3m人行道+0.5m排水沟+3.5*2m车道+0.5m排水沟+3m人行道。车道结构为：4cmAC-13细粒式沥青砼+6cmAC-20中粒式沥青砼+24cm厚C40连续配筋砼路面层。隧道衬砌结构为：22cm~26cm厚C25喷砼+400g/m²土工布+EVA防水板厚1.2mm+45~60cm厚C40模筑钢筋砼二次衬砌。配套实施的还包括机电安装、交通安全设施、给排水、智能交通等配套设施。

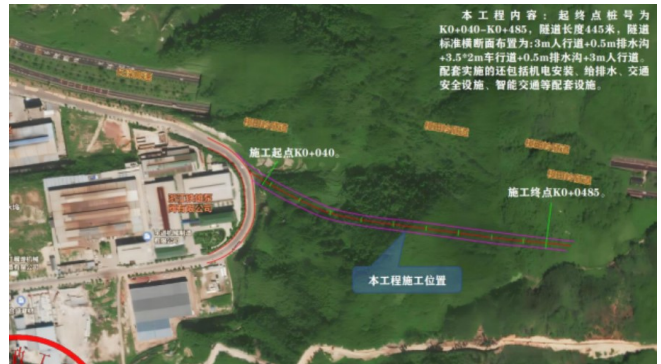


图1：工程项目地理位置图

(二) 超前小导管施工方法

现如今的隧道工程建设与以往表现出很大的差异性，对于初期支护施工技术的应用，不仅要从可持续发展的角度思考，还要在技术的操作规范上进一步提升。以往的技术应用表现出较高的局限性，而且技术经验不够完善，遇到特殊情况时并不能快速的处理，直接导致隧道工程的整体支护质量下降，最终产生的质量风险、安全事故非常严重^[2]。超前小导管施工技术的应用，是初期支护施工技术的代表方法，不仅可以减少隧道支护的风险，还可以在技术作业的过程中保持灵活调整，各项问题的整体解决效果较好。但是，超前小导管施工方法的运用，要进一步把握好作业的机制，结合本工程项目的具体情况，按照个性化理念施工。

本工程在测量放样阶段，通过在设计孔位上进行有效的标记操作，利用风钻钻孔后，将小导管沿着孔洞打入处理，如果地层表现出松软的问题，可通过手持风钻的方法，将小导管直接打入处理。多数情况下，围岩低段施工按照设计方案的要求，利用单液进行注浆处理，注浆之前，施工单位要先进行混凝土的喷射施工，避免出现漏浆的问题，而后将钢管内部进行有效的清理操作，接下来再进行注浆施工，本工程注浆的顺序，按照由下向上的模式开展。注浆过程中，如果压力表现出突然升高的问题，要求施工人员快速的关停水玻璃泵，并开展单液注浆操作，或者是开展清水注入操作，等待泵压表现出正常状态后，再进行双液注浆操作。

（三）中空注浆锚杆施工方法

隧道工程应用初期支护施工技术时，应考虑到不同技术方法产生的效果差异，以往按照单一的技术模式操作时，看起来能够达到统一、协调的效果，实际上并不能加强技术的科学转变，各项技术的长期应用遇到了较多的问题，产生的损失也比较大。为此，施工单位要加强初期支护施工技术的科学创新，最大监督减少技术的前后矛盾问题，针对隧道工程的不同位置，按照差异性的技术方法作业，找出支护施工的隐患，坚持在隧道工程的建设过程中达到可持续发展的目标，为地方的交通产业进步奠定坚实的基础。

本工程中空锚杆参数： $\Phi 25$ ，长度设计为3.5m，注液为纯水泥浆或1：1水泥浆。 $\Phi 25$ 中空注浆锚杆的施工在初喷砼后按设计间距和长度及时施作，其施工流程为：钻孔→清孔→插入杆体→封钻孔口→注浆施工。施工单位严格按照设计要求，对钻锚杆孔眼按照国家标准进行操作，通过高压风的合理应用，针对孔内的岩屑进行快速的清理，避免对后续施工造成不利影响，接下来要将事前加工好的杆体，快速的插入到孔内，并结合设计方案的流程开展注浆施工，要求将锚杆与钢筋网进行有效的焊接施工，达到一个整体。浆体达到设计强度后，应严格按照设计规范的要求进行抽样实验分析，避免在工程建设中于晓较多的问题。本工程对于锚杆的制作，主要是选择厂家生产的特定产品，提高锚杆的安全性、稳定性。施工过程中利用液压凿岩台车进行施工作业，施工过程中要严格安装止浆塞等零部件，开启注浆机械设备的时候，对于注浆的压力要严格的控制在0.5-1.0MPa之间。一般情况下，应根据设计注浆的具体数量，作为结束注浆的具体标准，注浆压力达到设计终压的时候，应维持在20分钟左右，保持较高的稳定性。

（四）钢筋网施工方法

由于隧道工程的建设难度比较高，因此在初期支护施工技术的操作过程中要考虑到每一个环节产生的影

响，各个环节的作业机制要不断的创新。钢筋网施工对于初期支护施工技术的质量存在巨大的影响，不仅要把握好施工的合理性，还要在长期施工的过程中减少错漏问题^[4]。钢筋网施工时，应选择先进的技术材料，并对施工现场进行全面的勘察调研，坚持在钢筋网的施工效率、施工质量上同步提升，施工单位要严格遵守国家的相关规范、标准，对钢筋网做出良好的加工，避免在未来的工程建设中造成新的隐患。

本工程施工时，针对钢筋的长度进行严格控制，针对钢筋网的间距按照15×15cm标准进行施工。所有已经制作成型的钢筋网片，一定要轻拿轻放，避免因为粗暴的手段造成严重的变形问题。施工单位要将钢筋网片的成品，堆放在指定的地点上，无论是存放过程，还是运输过程，都要减少潮湿环境的影响，提高钢筋网片的性能。本工程对钢筋焊接施工时，要按照预制焊接的方法，提前焊接成网片，施工人员根据设计图纸的要求，在指定的位置上应用钢筋网片。网片的搭接长度，应控制在1-2个网格之间。本工程对于钢筋网片的安装作业阶段，要求在岩面初喷以及锚杆施工后进行铺设施工，对于双层钢筋网的应用，要求第二层钢筋网在第一层钢筋网被混凝土覆盖以后再进行铺设施工。

（五）喷锚支护施工方法

从初期支护施工技术的角度分析，很多隧道施工单位在技术操作时正不断的调整方式方法，无论是创新技术，还是陈旧技术，都要根据隧道工程的客观条件进行有效的更新。锚喷支护方法的应用，虽然比较简单，但是完善了初期支护施工技术体系，并且在施工过程中具有简便高效的特点。钢筋网在锚杆施作后安设，钢筋类型及网格间距按设计要求施作。喷射砼骨料用拌和机分次拌和。喷射砼采用湿喷工艺，应分段、分片由下而上顺序进行，每段长度不超过6m，一次喷射厚度控制在6cm以下，新喷射砼按规定洒水养护。

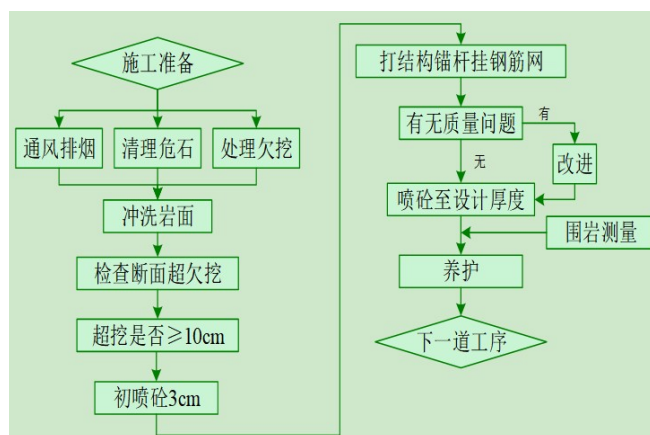


图 2：锚喷支护工艺

（六）工字钢和格栅拱架

现代化的隧道工程建设内容逐步丰富，对于初期支护施工技术的应用表现出熟练的特点，但是在技术的基础设施打造上依然要不断的优化，避免在工程的综合发展中遇到新的问题。比如，工字钢和格栅拱架施工时，虽然是比较常见的设施，但是施工影响因素并不少，各方面的因素在控制、解决的过程中要做好充分的准备。施工单位要根据初期支护施工技术的设计方案和作业标准，加强工字钢和格栅拱架的合理安装，避免在工程建设中遇到较多的问题，同时还要仔细的检查施工质量，发现任何不合理的地方都要及时的纠正^[5]。

本工程施工作业阶段，针对钢架外侧进行混凝土的喷射，喷射不能少于5cm的厚度，安装拱脚或者是安装墙脚之前，要针对垫板下部的松碴进行有效的清除处理，确保安置在原有的岩石之上。施工过程中遇到软弱地段的影响时，可通过拱脚垫混凝土预制块的方法，避免在拱脚施工中出现下沉的情况，拱脚应保持在水准的状态。施工单位对于钢架的安装施工，要求严格遵守安装位置的要求，钢架要与封闭混凝土之间保持较高的协调性，并保持良好的贴合状态。如果钢架与围岩之间表现出比较大的间隙问题，要求设置垫板进行施工，且垫板的数量应控制在10个以内。两排钢架施工时，应沿着周边情况，每间隔1m时，通过纵向钢筋进行联接处理，由此能够形成纵向连接体系，对受力状态产生较好的改善效果。

（七）喷射混凝土施工方法

隧道工程的建设难题在于安全性、稳定性的要求较高，还会受到很多自然因素的作用，更加要面对极端环境的影响。为此，关于混凝土的喷射方法应做出有效的调整，最大限度减少混凝土喷射的隐患，保持混凝土的高性能、高质量，确保在隧道工程的长期规划上得到更好的成绩^[6]。本工程开展混凝土喷射的时候，按照分段施工方法操作，主要是通过自下而上的模式施工作业，分段的长度应控制在6m的范围内。喷射混凝土的过程中，上一次的混凝土应提前预留出斜面，斜面的宽度应严格控制在200-300mm之间，并且对斜面要采用压力水冲洗作业，保持较好的湿润状态，而后再进行混凝土的喷射施工。施工过程中要加强风压的控制，如果风压比较小，那么喷射速度也比较小，压实度会比较低，这对于混凝土的强度构成了严重的影响。一般情况下，起始

风压应达到0.5MPa以后，才能进行施工作业，还要结合喷嘴的具体出料情况，灵活的调整风压。

三、隧道工程初期支护施工技术的发展趋势

通过初期支护施工技术的合理应用，隧道工程的建设质量较高，各类问题的解决比较彻底，未来，施工单位要继续完善技术方案，加强初期支护施工技术的全面优化，打造专业化的技术平台，针对不同的隧道工程案例进行深度分析，逐步提高隧道工程的建设水平。另外，初期支护施工技术的运用，要加强技术创新设计，与BIM技术联合应用，观察隧道支护的具体效果，坚持在隧道工程的整体发展方面得到全新的转变，杜绝同类问题的反复出现。施工单位还要结合初期支护施工技术的要求，加强技术培训指导，分析技术应用的不足，逐步减少技术操作的矛盾，建议对初期支护施工技术的风险提前做好识别、防范，加强各类风险触发因素的有效解决，为隧道工程的发展做出更多的保障。

总结：

我国的隧道工程发展建设正处于非常重要的阶段，初期支护施工技术的运用，不仅告别了陈旧的理念、方法，还可以在工程项目的建设机制上不断的完善，施工单位能够及时的发现问题、解决问题，对于隧道工程的可持续发展进步产生了显著的促进作用。但是，隧道工程运用初期支护施工技术时，应做好多方面的准备，加强突发问题的科学处理，最大限度减少工程项目的隐藏问题，施工单位要对隧道工程的各个建设环节做出科学的衔接，避免在隧道工程的整体规划上造成较多的漏洞。

参考文献

- [1] 陈胜利. 矿山小断面隧道洞口开挖初期支护施工技术[J]. 四川建材, 2024, 50(05): 104-106.
- [2] 曾念贵. 小净距浅埋隧道施工技术研究[J]. 工程技术研究, 2022, 7(03): 45-47.
- [3] 曹然. 公路隧道工程的复合型支护施工技术的研究[J]. 交通科技与管理, 2024, 5(09): 65-67.
- [4] 崔敬龙. 隧道工程初期支护施工技术探究[J]. 太原城市职业技术学院学报, 2018, (05): 165-167.
- [5] 王辛堂, 许庆斌. 大断面隧道开挖及支护施工技术分析[J]. 交通节能与环保, 2023, 19(S1): 76-80.
- [6] 官则淞. 隧道初期支护工程的施工技术探讨[J]. 广东建材, 2024, 40(02): 138-140.