

公路桥梁涵洞隧道工程施工技术应用研究

刘庆民

济南铭仁人力资源有限公司 山东 济南 250000

摘要：本文围绕公路桥梁、涵洞、隧道工程施工技术展开论述。先是分别阐述公路桥梁中钢筋混凝土、预应力混凝土施工技术要点；接着介绍涵洞基础与结构施工技术关键环节；随后讲述隧道开挖与支护施工技术及其注意事项。此外，还分析了施工技术面临的挑战，如地质复杂、环境恶劣、技术要求提高等。同时指出发展趋势，智能化施工技术可实现实时监控等，绿色施工技术能减少能源消耗与环境污染，二者将助力工程施工高质量发展。

关键词：公路桥梁；涵洞隧道；工程施工技术；应用研究

引言：公路、桥梁、涵洞与隧道作为交通基础设施的核心组成部分，其建设质量和安全性能对于国家经济发展和人民生活运转至关重要。随着工程规模的扩大和复杂性的增加，施工技术的先进性与合理性面临着前所未有的挑战。钢筋混凝土、预应力混凝土等核心施工技术的应用为桥梁的稳固和安全提供了有力保障。同时，涵洞与隧道的施工技术也需不断创新以应对地质条件复杂、施工环境恶劣等难题。未来，智能化与绿色施工技术将成为重要发展方向，推动交通基础设施建设的可持续发展。

1 公路桥梁施工技术应用

公路桥梁作为交通基础设施的重要组成部分，其建设质量和安全性能直接关系到国家经济的快速发展和人民生活的正常运转^[1]。在公路桥梁的建设过程中，施工技术的先进性与合理性起着至关重要的作用。钢筋混凝土施工技术和预应力混凝土施工技术作为两种核心的施工技术，为桥梁的稳固和安全提供了有力保障。

1.1 钢筋混凝土施工技术

钢筋混凝土施工技术在公路桥梁建设中占据着举足轻重的地位。这种技术是通过在混凝土中加入钢筋，利用钢筋与混凝土之间的粘结力和摩擦力，共同承担荷载，从而增强桥梁的整体承载能力和耐久性。（1）优化配筋设计。筋设计是钢筋混凝土结构设计中的关键环节。通过精确计算桥梁的荷载、考虑不同部位的受力情况，设计师可以优化钢筋的布置和规格，以达到最佳的受力效果。合理的配筋不仅可以提高桥梁的承载能力，还可以有效避免裂缝的产生和扩展，延长桥梁的使用寿命。（2）改进混凝土配合比。混凝土的配合比对桥梁的质量有着直接影响。通过选用优质的水泥、骨料和水，以及合理的配合比设计，可以生产出具有高强度、良好耐久性和工作性能的混凝土。此外，现代混凝土技术还引入了各种外加剂，如减水剂、引气剂等，进一步改善

混凝土的性能。（3）施工工艺的改进。着科技的进步，钢筋混凝土施工工艺也在不断改进。例如，采用自动化钢筋加工设备可以提高钢筋加工的精度和效率；采用高性能混凝土泵送设备可以确保混凝土的均匀浇筑；采用先进的养护设备和技术可以加速混凝土的硬化过程，提高其强度。

1.2 预应力混凝土施工技术

预应力混凝土技术是一种先进的桥梁施工技术，它通过在混凝土构件中预先施加压应力，从而在荷载作用下产生预压应力，以抵消部分或全部拉应力，达到提高结构抗裂性和刚度的目的。（1）预应力筋的张拉。预应力筋的张拉是预应力混凝土施工中的关键步骤。张拉过程中需要严格控制张拉力和伸长值，以确保预应力的有效施加。现代预应力施工技术通常采用高精度张拉设备和先进的张拉控制系统，以确保张拉精度和施工质量。（2）锚固系统的选择。锚固系统是预应力混凝土结构中的重要组成部分，它决定了预应力筋与混凝土之间的连接性能。选择合适的锚固系统可以确保预应力筋的长期稳定性和耐久性^[2]。目前，常用的锚固系统包括夹片式锚具、支承式锚具等。（3）预应力混凝土的特殊施工工艺。预应力混凝土施工还需要掌握一些特殊的施工工艺，如孔道留设、压浆等。孔道留设的质量直接影响到预应力筋的张拉效果，因此需要采用高精度的测量设备和严格的施工工艺。压浆则是为了填充孔道与预应力筋之间的空隙，确保预应力筋与混凝土之间的有效粘结。

2 涵洞工程施工技术应用

涵洞，作为公路排水系统的重要组成部分，其施工质量不仅关系到道路的畅通，更直接关系到行车安全。涵洞的施工技术涵盖了基础施工与结构施工两大关键环节，每一步都需要精确计算与严格执行，以确保涵洞的稳固与长期性能。以下将对涵洞的基础施工技术与

结构施工技术进行详细的阐述。

2.1 涵洞基础施工技术

涵洞的基础是其稳定运行的基石，因此，确保基础的稳定性和承载力至关重要。根据不同的地质条件和设计要求，常用的涵洞基础施工技术主要包括明挖基础和桩基础。明挖基础是一种传统的基础施工方法，适用于地质条件较好、地下水位较低的路段。在这种方法中，施工人员首先开挖出一定深度的基坑，然后进行地基处理，如压实、换填等，以确保地基的稳定性。接着，浇筑混凝土垫层和基础，形成一个坚固的支撑平台。在施工过程中，需要特别注意基坑的排水和支护，以防止坍塌^[3]。桩基础则适用于地质条件较差、地下水位较高的地区。这种方法通过在地基中打入钢筋混凝土桩或预制桩，利用桩的侧摩阻力和端阻力来承担涵洞的上部荷载。桩基础的施工需要专业的设备和技术支持，如桩基检测设备、成孔设备等，以确保桩的垂直度、长度和承载力满足设计要求。在选择涵洞基础施工技术时，需要综合考虑地质勘探报告、设计图纸、施工条件等多种因素。同时，还需要根据实际情况调整施工方案，如采用地基加固技术、排水技术等，以确保涵的基础稳定与安全。

2.2 涵洞结构施工技术

涵洞结构的施工质量直接影响其使用寿命和功能性，特别是在密封性和防水性能方面。采用先进的模板支撑系统和混凝土浇筑工艺，可以有效提高涵洞结构的整体性和稳定性。（1）在模板支撑系统的选择上，应考虑其刚度、稳定性、易拆卸性等因素。先进的模板支撑系统不仅可以保证涵洞结构的尺寸精度，还可以减少施工过程中的安全隐患。同时，模板材料的选择也至关重要，应选用优质、耐用的材料，以确保多次使用。（2）混凝土浇筑工艺是涵洞结构施工中的另一关键环节。为了保证混凝土的质量，需要选用优质的水泥、骨料和水，严格按照设计要求的配合比进行拌制。浇筑过程中，要注意控制混凝土的坍落度和浇筑速度，确保混凝土能够充分填满模板空间，形成均匀密实的结构。（3）涵洞结构的防水性能也是施工中的重点。在混凝土浇筑前，可以在模板内侧涂抹防水涂料或铺设防水卷材，以防止水分渗透。在混凝土浇筑完成后，还需要进行养护工作，保持混凝土表面湿润，防止因干燥过快而导致裂缝的产生。涵洞结构施工还需与周边排水系统紧密结合，确保排水畅通。这包括设置合理的排水坡度、清理排水口处的杂物、定期检查排水设施等。

3 隧道工程施工技术应用

隧道作为现代交通网络的重要组成部分，其施工技

术的先进性与合理性直接关系到隧道的建设质量、施工安全以及后期运营效率。

3.1 隧道开挖施工技术

隧道开挖是隧道施工的首要环节，也是最为关键的环节之一。隧道开挖的质量直接影响到隧道的稳定性和施工安全。目前，常用的隧道开挖方法主要包括钻爆法、掘进机等。这些方法各有优缺点，适用于不同的地质条件和施工要求。（1）钻爆法。钻爆法是传统的隧道开挖方法，适用于各种地质条件，尤其是硬岩地区。该方法通过钻孔、装药、爆破等步骤，将岩石破碎并清除，形成隧道轮廓。钻爆法的优点是设备简单、成本较低，但缺点是施工噪音大、粉尘多，且爆破过程存在一定的安全风险。在钻爆法施工中，钻孔的精度和爆破的设计是关键。钻孔时需要确保孔位准确、孔深足够，以保证爆破效果。爆破设计则需要根据岩石的性质和隧道的断面形状，合理选择炸药量和爆破参数，以减少对周边岩体的扰动。（2）掘进机法。掘进机法是一种现代化的隧道开挖方法，适用于软岩和硬岩地区。该方法利用掘进机切割岩石，形成隧道轮廓。掘进机法的优点是施工速度快、噪音小、粉尘少，且施工过程安全可靠。但缺点是设备投资大、维护成本高。在掘进机法施工中，掘进机的选型和操作是关键。需要根据隧道的地质条件和断面形状，选择合适的掘进机型号和刀具配置。操作时需要严格控制掘进速度和切削深度，以保证施工质量和安全。（3）隧道开挖施工中的注意事项：无论采用哪种开挖方法，都需要严格控制开挖参数，如开挖速度、开挖断面尺寸等。开挖速度过快或开挖断面尺寸不合理，都可能导致围岩失稳，增加施工风险。同时，还需要加强地质监测和预报，及时发现和处理不良地质情况。

3.2 隧道支护施工技术

隧道支护是确保隧道稳定性的关键措施。通过合理的支护设计和施工，可以有效防止围岩坍塌，保证隧道的正常使用。目前，常用的隧道支护方式包括喷锚支护、钢架支护等。（1）喷锚支护。喷锚支护是一种常用的隧道支护方式，适用于各种地质条件。该方法通过在隧道围岩表面喷射混凝土，并安装锚杆，形成一个整体的支护结构。喷锚支护的优点是施工速度快、成本低，且能充分利用围岩的自稳能力。（2）钢架支护。钢架支护是一种适用于软弱围岩的支护方式。该方法通过在隧道围岩内部安装钢架，形成一个稳定的支撑结构。钢架支护的优点是支护效果好、变形控制能力强，但缺点是成本较高、施工复杂。（3）隧道支护施工中的注意事项：在选择支护方式时，需要综合考虑隧道的地质条

件、施工方法和进度要求等因素。不同的地质条件和施工方法，需要采用不同的支护方式和参数。同时，还需要加强施工监测，及时调整支护参数和施工方案，以保证施工质量和安全。此外，隧道支护施工还需要注意与开挖施工的协调配合。支护施工应紧跟开挖施工进行，及时封闭围岩，防止围岩失稳。在支护施工过程中，还需要加强质量控制，确保支护结构的稳定性和可靠性。

4 施工技术面临的挑战与发展趋势

在现代化建设的浪潮中，公路、桥梁、涵洞、隧道等基础设施的建设日益成为国家发展的重要支撑。然而，随着工程规模的扩大和复杂性的增加，施工技术面临着前所未有的挑战，同时也孕育着新的发展机遇。

4.1 施工技术面临的挑战

当前，公路桥梁涵洞隧道工程的施工面临着诸多挑战，这些挑战主要源自地质条件的复杂多变、施工环境的恶劣以及技术要求的不断提高。（1）地质条件的复杂多变是施工中的一大难题。不同地区的地质构造、岩层分布、地下水情况等各不相同，给施工带来了极大的不确定性。特别是在山区、丘陵地带以及河流湖泊附近进行建设时，地质问题尤为突出，如滑坡、泥石流、岩溶等自然灾害频繁发生，给施工质量和安全带来了严重威胁。（2）施工环境的恶劣也是不可忽视的挑战。许多工程项目位于偏远地区，交通不便，物资供应困难，加之气候条件恶劣，如高温、严寒、强风、暴雨等，都给施工带来了极大的困难。此外，施工过程中的噪音、粉尘、废水等污染问题也日益突出，对周边环境和居民生活造成了严重影响。（3）技术要求的不断提高是施工中的又一重要挑战。随着科技的进步和人们对工程质量要求的提升，施工技术也在不断更新换代。新型建筑材料、先进施工设备、智能化管理系统等不断涌现，要求施工人员必须不断学习新知识、掌握新技术，以适应市场需求。

4.2 施工技术发展趋势

面对这些挑战，施工技术也在不断创新和发展。未

来，智能化施工技术和绿色施工技术将成为公路桥梁涵洞隧道工程施工的重要发展方向。（1）智能化施工技术将广泛应用于工程施工中。通过引入物联网、大数据、人工智能等先进技术，实现施工过程的实时监控、智能预警和精准控制。例如，利用无人机进行地形测绘、利用智能机器人进行危险作业、利用大数据分析优化施工方案等，都将大大提高施工效率和质量，降低安全风险。（2）绿色施工技术也将成为未来发展的重要趋势。随着环保意识的增强和可持续发展理念的深入人心，绿色施工已成为必然趋势。通过采用环保材料、节能设备、循环利用等措施，减少施工过程中的能源消耗和环境污染，实现经济效益、社会效益和环境效益的协调统一。

结束语

综上所述，公路桥梁、涵洞与隧道工程的施工技术在确保交通基础设施的安全与质量方面发挥着举足轻重的作用。面对复杂多变的地质条件、恶劣的施工环境以及不断提高的技术要求，施工技术的创新与进步显得尤为重要。智能化施工技术和绿色施工技术的引入，不仅将提升施工效率与质量，降低安全风险，还将促进工程建设的可持续发展。未来，随着科技的不断进步和人们环保意识的增强，我们有理由相信，施工技术将迎来更加广阔的发展前景。在此过程中，施工企业和人员应不断学习新知识、掌握新技术，以适应市场需求，为构建更加安全、高效、环保的交通网络贡献力量。只有这样，我们才能确保交通基础设施的建设质量与安全，为国家的快速发展和社会的正常运转提供有力支撑。

参考文献

- [1]方鹏,曹帅,李欣.公路隧道施工关键技术及质量控制要点[J].公路交通科技(应用技术版),2019,15(12):51-52.
- [2]衣承昕.公路桥梁隧道工程施工中灌浆法加固技术的有效应用研究[J].四川水泥,2019(11):82.
- [3]尧战华,余建华.关于公路隧道施工中存在的问题及对策分析[J].黑龙江交通科技,2019,42(11):175+177.