

公路工程中的桥梁施工技术与案例分析

凌超利

台州市椒江区交通建设有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v6i7.8188

[摘要] 桥梁作为公路工程的重要组成部分，其施工质量直接关系到公路的整体性能和行车安全。本文深入探讨了公路工程中桥梁施工的关键技术，包括基础施工技术、下部结构施工技术、上部结构施工技术等，并对每个技术环节进行了详细阐述。同时，结合实际工程案例，分析了桥梁施工过程中遇到的问题及采取的解决方案，总结了施工经验。通过本文的研究，旨在为公路工程桥梁施工提供技术支持和实践参考，提高桥梁施工质量和效率。

[关键词] 公路工程；桥梁施工技术；案例分析

Bridge construction technology and case analysis in highway engineering

Ling Chaoli

Taizhou Jiaojiang District Transportation Construction Co., Ltd.

[Abstract] As an important component of highway engineering, the construction quality of bridges directly affects the overall performance and driving safety of highways. This article deeply explores the key technologies of bridge construction in highway engineering, including foundation construction technology, substructure construction technology, superstructure construction technology, etc., and elaborates on each technical link in detail. At the same time, based on actual engineering cases, the problems encountered during bridge construction and the solutions adopted were analyzed, and construction experience was summarized. The purpose of this study is to provide technical support and practical reference for highway engineering bridge construction, and to improve the quality and efficiency of bridge construction.

[Key words] highway engineering; Bridge construction technology; case analysis

一、引言

(一) 研究背景与意义

随着我国经济的快速发展和城市化进程的加速，公路交通建设规模不断扩大。桥梁作为公路跨越河流、山谷、道路等障碍物的重要结构物，在公路工程中占据着至关重要的地位。桥梁的施工质量不仅影响公路的使用寿命和行车舒适性，还关系到人民群众的生命财产安全。因此，研究公路工程中的桥梁施工技术，提高桥梁施工水平，具有重要的现实意义。

一方面，先进的桥梁施工技术可以提高施工效率，缩短工期，降低工程成本。通过采用新型的施工工艺和设备，能够优化施工流程，减少人力和物力的投入，提高工程的经济效益。另一方面，科学的施工技术可以保证桥梁的结构安全和使用性能。严格遵循施工规范和技术标准，加强施工过程中的质量控制，能够有效避免桥梁出现裂缝、变形等质量问题，延长桥梁的使用寿命。

(二) 国内外研究现状

国外在桥梁施工技术方面起步较早，经过多年的发展，已经取得了显著的成果。在基础施工方面，国外广泛采用先进的桩基施工技术，如旋挖钻机成孔、液压冲击锤成孔等，提高了桩基的施工质量和效率。在下部结构施工中，国外注重采用预制装配式技术，将墩柱、盖梁等构件在工厂预制，然后运输到现场进行安装，大大缩短了施工周期。在上部结构施工中，国外不断探索和应用新型的桥梁结构形式和施工方法，如斜拉桥、悬索桥的施工技术日益成熟。

国内在桥梁施工技术方面也取得了长足的进步。近年来，我国在大型桥梁建设方面积累了丰富的经验，如港珠澳大桥、杭州湾跨海大桥等工程的成功建设，展示了我国在桥梁施工技术领域的强大实力。同时，国内科研机构和企业不断加大研发投入，推动了桥梁施工技术的创新和发展。例如，在桥梁施工监测技术、智能施工技术等方面取得了一系列成果。然而，与国外先进水平相比，我国在桥梁施工技术的精细化、智能化等方面还存在一定差距，需要进一步加强研究和应用。

(三) 研究内容与方法

本文旨在全面研究公路工程中的桥梁施工技术，并结合实际案例进行分析。研究内容包括桥梁基础施工技术、下部结构施工技术、上部结构施工技术等关键技术环节，以及施工过程中遇到的问题和解决方案。

研究方法主要包括文献研究法、实地调研法和案例分析法。通过查阅国内外相关文献，了解桥梁施工技术的研究现状和发展趋势；对不同地区的桥梁施工现场进行实地调研，掌握施工过程中的实际情况和技术应用；选取具有代表性的实际案例进行深入分析，总结施工经验和教训。

二、桥梁基础施工技术

(一) 明挖基础施工

1. 施工流程

明挖基础施工主要包括测量放线、基坑开挖、基底处理、钢筋绑扎、模板安装、混凝土浇筑等工序。首先，根据设计图纸进行测量放线，确定基础的位置和尺寸。然后，采用机械或

人工方式进行基坑开挖，开挖过程中要注意控制基坑的深度和坡度，防止塌方。基坑开挖完成后，对基底进行清理和处理，如夯实、换填等，确保基底的承载力满足设计要求。接着进行钢筋绑扎和模板安装，钢筋的规格、数量和间距要符合设计要求，模板要具有足够的强度和稳定性。最后进行混凝土浇筑，混凝土要搅拌均匀，浇筑过程中要振捣密实，确保基础的质量。

2. 质量控制要点

基坑尺寸和坡度：基坑的尺寸和坡度要严格按照设计要求进行控制，避免出现超挖或欠挖现象。同时，要做好基坑的排水工作，防止基坑积水影响基础质量。

基底承载力：基底承载力是明挖基础施工的关键质量控制点。在基底处理完成后，要进行承载力检测，如采用平板载荷试验等方法，确保基底承载力满足设计要求。

混凝土质量：混凝土的质量直接影响基础的使用寿命。要严格控制混凝土的配合比、原材料质量和浇筑工艺，确保混凝土的强度、耐久性等性能指标符合设计要求。

(二) 桩基础施工

1. 钻孔灌注桩施工

施工设备选择：根据地质条件和桩径、桩长等因素，选择合适的钻孔设备，如旋挖钻机、冲击钻机等。旋挖钻机具有施工效率高、成孔质量好等优点，适用于一般地质条件；冲击钻机适用于硬质岩层等复杂地质条件。

成孔工艺：在钻孔过程中，要控制好钻进速度、泥浆比重等参数。钻进速度不宜过快，以免造成孔壁坍塌；泥浆比重要根据地质情况进行调整，起到护壁和排渣的作用。成孔完成后，要进行清孔，清除孔底的沉渣，确保桩底承载力。

钢筋笼制作与安装：钢筋笼的制作要符合设计要求，钢筋的连接方式要牢固可靠。钢筋笼安装时要保证其垂直度和位置准确，避免在混凝土浇筑过程中发生偏移。

混凝土浇筑：混凝土浇筑是钻孔灌注桩施工的关键环节。要采用导管法进行水下混凝土浇筑，确保混凝土连续、均匀地浇筑到桩孔内。浇筑过程中要控制好导管的埋深，防止出现断桩等质量问题。

2. 预制桩施工

预制桩制作：预制桩可以在工厂或现场预制。预制桩的混凝土强度、钢筋配置等要符合设计要求。预制桩的表面要平整、光滑，不得有裂缝、蜂窝等缺陷。

沉桩方法：常用的沉桩方法有锤击法、静压法等。锤击法施工效率高，但噪音较大；静压法噪音小，对周围环境影响较小，但设备成本较高。沉桩过程中要控制好沉桩速度和垂直度，避免桩身损坏或偏位。

(三) 沉井基础施工

1. 沉井制作与下沉

沉井制作：沉井可以在现场分节制作或整体制作。制作时要保证沉井的尺寸准确、结构牢固。沉井的刃脚要锋利，以便于下沉。

下沉方法：沉井下沉可以采用排水下沉或不排水下沉方法。排水下沉适用于地下水位较低、地质条件较好的情况；不排水下沉适用于地下水位较高、地质条件复杂的情况。下沉过程中要控制好下沉速度和倾斜度，及时进行纠偏。

2. 封底与填充

沉井下沉到设计标高后，要进行封底和填充。封底混凝土要浇筑密实，防止渗水。填充材料要根据设计要求选择，如砂

石、混凝土等，填充过程中要分层夯实，确保沉井的稳定性。

三、桥梁下部结构施工技术

(一) 墩柱施工

1. 模板施工

墩柱模板一般采用钢模板，具有强度高、刚度大、周转次数多等优点。模板安装时要保证其垂直度和表面平整度，接缝要严密，防止漏浆。模板的支撑系统要牢固可靠，能够承受混凝土浇筑时的侧压力。

2. 钢筋施工

墩柱钢筋的加工和安装要符合设计要求。钢筋的连接方式可以采用焊接或机械连接，连接质量要满足规范要求。钢筋的保护层厚度要严格控制，采用垫块等措施进行保证。

3. 混凝土施工

混凝土浇筑前要对模板和钢筋进行检查，确保符合要求。混凝土要分层浇筑，每层厚度不宜过大，采用插入式振捣器进行振捣，振捣要密实，避免出现蜂窝、麻面等质量问题。混凝土浇筑完成后，要及时进行养护，养护时间不少于规定要求。

(二) 盖梁施工

1. 支架法施工

支架搭设：根据盖梁的高度和荷载情况，选择合适的支架类型，如碗扣式支架、门式支架等。支架搭设要牢固可靠，基础要夯实，防止支架下沉。

模板安装与钢筋绑扎：模板安装要保证其尺寸准确、表面平整，钢筋绑扎要符合设计要求。

混凝土浇筑：混凝土浇筑工艺与墩柱施工类似，要注意控制浇筑速度和振捣质量。

2. 抱箍法施工

抱箍法施工适用于墩柱较高的盖梁施工。抱箍要具有足够的强度和刚度，与墩柱的接触面要平整，摩擦力要满足要求。抱箍安装完成后，要进行预压试验，消除非弹性变形。然后安装模板和钢筋，进行混凝土浇筑。

四、桥梁上部结构施工技术

(一) 预制梁安装施工

1. 预制梁制作

预制梁一般在预制场集中制作。制作时要严格控制混凝土的配合比、浇筑工艺和养护条件，确保预制梁的质量。预制梁的尺寸、预应力筋的张拉等要符合设计要求。

2. 运输与架设

预制梁运输时要采用专门的运输车辆，确保运输过程中的安全。架设方法可以采用架桥机架设、吊车架设等。架桥机架设适用于大型桥梁的预制梁架设，具有效率高、安全性好等优点；吊车架设适用于小型桥梁或场地受限的情况。架设过程中要控制好预制梁的位置和标高，确保梁体的安装精度。

(二) 现浇梁施工

1. 支架搭设与预压

现浇梁施工一般采用支架法。支架搭设要满足强度、刚度和稳定性的要求。支架搭设完成后，要进行预压试验，消除支架的非弹性变形，确定弹性变形值，为梁体标高控制提供依据。

2. 模板安装与钢筋绑扎

模板安装要保证其平整度、垂直度和密封性。钢筋绑扎要符合设计要求，特别是预应力筋的布置要准确无误。

3. 混凝土浇筑与预应力张拉

混凝土浇筑要分层、分段进行，避免出现冷缝。预应力张

拉要在混凝土强度达到设计要求后进行，张拉顺序和张拉力要严格按照设计要求控制。张拉完成后，要及时进行孔道压浆和封锚。

(三) 悬臂浇筑施工

1. 挂篮设计与安装

挂篮是悬臂浇筑施工的关键设备，要具有足够的强度、刚度和稳定性。挂篮设计要根据梁体的重量、尺寸和施工荷载等因素进行。挂篮安装完成后，要进行预压试验，确保其安全性。

2. 悬臂浇筑工艺

悬臂浇筑一般采用对称浇筑的方式，从墩顶开始向两侧逐段浇筑。每段浇筑完成后，要进行预应力张拉和压浆。在浇筑过程中，要严格控制梁体的线形和高程，及时进行调整。

五、实际案例分析

(一) 案例一：某高速公路跨河大桥施工

1. 工程概况

该大桥全长 800 米，主桥为预应力混凝土连续刚构桥，跨径组合为 120 米 + 200 米 + 120 米。引桥为预制 T 梁桥，桥墩为双柱式墩，基础为钻孔灌注桩基础。

2. 施工技术应用

基础施工：采用旋挖钻机进行钻孔灌注桩施工。在施工过程中，遇到了地质复杂的问题，部分桩位存在溶洞。针对这一问题，采取了回填片石、粘土和水泥的方法进行处理，确保了桩基的施工质量。

下部结构施工：墩柱采用钢模板施工，通过精确的测量和调整，保证了墩柱的垂直度和外观质量。盖梁采用抱箍法施工，抱箍与墩柱之间涂抹黄油，增加了摩擦力，确保了施工安全。

上部结构施工：主桥采用悬臂浇筑施工，挂篮经过精心设计和计算，满足了施工要求。在悬臂浇筑过程中，通过实时监测梁体的应力和变形，及时调整施工参数，保证了梁体的线形和高程符合设计要求。引桥预制 T 梁采用架桥机架设，架设过程中严格控制了梁体的位置和标高。

3. 施工问题与解决方案

问题：在主桥悬臂浇筑过程中，发现部分节段混凝土出现裂缝。

解决方案：经过分析，裂缝产生的原因主要是混凝土配合比不合理、养护不到位和温度应力过大。针对这些问题，采取了优化混凝土配合比、加强养护和采取温控措施等解决方案，有效控制了裂缝的发展。

4. 经验总结

施工前要充分了解地质情况，制定合理的施工方案和应急预案。

加强施工过程中的质量控制和监测，及时发现和解决问题。注重施工技术的创新和应用，提高施工效率和质量。

(二) 案例二：某城市立交桥梁施工

1. 工程概况

该立交桥为多层互通式立交，桥梁全长 1500 米，采用现浇预应力混凝土箱梁结构。桥墩为花瓶式墩，基础为扩大基础。

2. 施工技术应用

基础施工：采用明挖基础施工，由于施工现场地下水位较高，采取了井点降水的方法降低地下水位，确保了基坑开挖和基础施工的安全。

下部结构施工：花瓶式墩采用定型钢模板施工，模板的曲面造型精确，保证了墩柱的外观质量。在钢筋绑扎过程中，采

用了定位卡具，确保了钢筋的位置准确。

上部结构施工：现浇箱梁采用满堂支架法施工，支架经过详细的计算和设计，确保了其承载能力和稳定性。在混凝土浇筑过程中，采用了分层浇筑和振捣的方法，避免了混凝土出现离析和蜂窝现象。

3. 施工问题与解决方案

问题：在箱梁混凝土浇筑过程中，出现了支架沉降不均匀的问题，导致梁体局部出现裂缝。

解决方案：立即停止浇筑，对支架进行检查和加固。同时，对裂缝进行了处理，采用压力灌浆的方法填充裂缝，提高了梁体的整体性。

4. 经验总结

在支架搭设和预压过程中，要严格按照设计要求进行操作，确保支架的稳定性和安全性。

加强混凝土浇筑过程中的监测，及时发现和处理支架沉降等问题。

对施工过程中出现的质量问题要及时进行处理，避免问题扩大化。

六、桥梁施工技术发展趋势

(一) 智能化施工技术

随着信息技术的不断发展，桥梁施工将越来越智能化。例如，采用智能传感器对桥梁施工过程中的应力、变形、温度等参数进行实时监测，通过数据分析及时调整施工参数，确保施工质量和安全。同时，利用机器人和自动化设备进行施工，提高施工效率和精度。

(二) 绿色施工技术

在环保意识日益增强的今天，桥梁施工将更加注重绿色环保。采用新型的环保材料，减少对环境的污染。优化施工工艺，降低能源消耗和废弃物排放。例如，在混凝土施工中，采用高性能混凝土和再生骨料混凝土，减少水泥和天然骨料的使用量。

(三) 装配式施工技术

装配式施工技术具有施工速度快、质量可控、对环境影响小等优点，将在桥梁施工中得到更广泛的应用。通过在工厂预制桥梁构件，然后运输到现场进行组装，能够大大缩短施工周期，提高工程质量。

结语

公路工程桥梁施工技术将朝着智能化、绿色化和装配化的方向发展。随着科技的不断进步，新的施工技术和材料将不断涌现，为桥梁施工带来更多的机遇和挑战。同时，随着人们对桥梁质量和安全的要求不断提高，桥梁施工技术也将不断创新和完善。在今后的研究和实践中，应进一步加强桥梁施工技术的研究和应用，推动我国公路工程桥梁建设事业的发展。总之，公路工程中的桥梁施工技术是一个不断发展和完善的领域。通过不断探索和创新，提高桥梁施工技术水平，将为我国公路交通事业的发展做出更大的贡献。

[参考文献]

- [1] 公路桥梁施工技术中存在的问题及对策[J].倪翼鹏.时代汽车, 2024(19)
- [2] 公路工程中道路桥梁的桩基施工检测技术[J].高阳.江苏建材, 2024(04)
- [3] 公路桥梁大直径桩基加固补强施工技术研究[J].范睿博.智能城市, 2024(08)