

公路桥梁桩基施工关键技术及质量控制研究

王维忠

新疆北新岩土工程勘察设计有限公司 新疆 乌鲁木齐 831400

摘要：公路桥梁作为交通基础设施的重要组成部分，其桩基施工质量直接关系到整个桥梁结构的安全性与稳定性。本文深入探讨了公路桥梁桩基施工中的关键技术，包括钻孔灌注桩技术、人工挖孔桩技术等，并详细分析了影响桩基施工质量的因素，如地质条件、施工工艺、人员素质等。在此基础上，提出了加强桩基施工质量控制的措施，涵盖施工前的准备工作、施工过程中的质量控制要点以及施工后的质量检测与评估。通过研究，旨在为提高公路桥梁桩基施工质量提供理论依据和实践指导，确保公路桥梁工程的安全可靠运行。

关键词：公路桥梁；桩基施工；关键技术；质量控制

1 引言

随着我国经济的快速发展，交通基础设施建设规模不断扩大，公路桥梁作为连接各地的重要通道，其建设数量和质量都得到了显著提升。桩基作为公路桥梁的基础结构，承受着桥梁上部结构的全部荷载，并将荷载传递到深层土体或岩层中，其施工质量的好坏直接影响到桥梁的使用寿命和安全性。然而，在实际施工过程中，由于地质条件复杂、施工工艺不当、人员素质参差不齐等因素的影响，桩基施工质量问题时有发生，如桩身缺陷、承载力不足等，给桥梁工程带来了严重的安全隐患。因此，深入研究公路桥梁桩基施工关键技术及质量控制措施，具有重要的现实意义。

2 公路桥梁桩基施工关键技术

2.1 钻孔灌注桩技术

钻孔灌注桩是目前公路桥梁桩基施工中应用最为广泛的一种桩型，具有适应性强、施工工艺成熟等优点。其施工过程主要包括以下几个关键环节：

场地准备与测量放样：施工前需对场地进行平整和压实处理，确保施工机械能够顺利进场和作业。同时，根据设计图纸进行精确的测量放样，确定桩位中心点，并设置明显的标志。

护筒埋设：护筒的作用是固定桩位、保护孔口、防止孔壁坍塌等。护筒一般采用钢板制作，其直径应比桩径大20-40cm，埋设深度根据地质条件确定，一般不小于1m。护筒埋设应准确、稳固，其中心与桩位中心的偏差不得大于50mm。

泥浆制备与循环：泥浆在钻孔过程中起到悬浮钻渣、冷却钻头、润滑钻具和保护孔壁的作用。应根据地质情况选择合适的泥浆材料，如膨润土、黏土等，并按照一定的比例进行配制。泥浆的比重、粘度、含砂率等

指标应符合规范要求。在钻孔过程中，应建立泥浆循环系统，及时将钻渣排出孔外，保持孔内泥浆的清洁和性能稳定。

钻孔施工：钻孔是钻孔灌注桩施工的关键工序，应根据地质条件和桩径选择合适的钻机，如回转钻机、冲击钻机等。钻孔过程中，应严格控制钻进速度和压力，避免孔壁坍塌和钻头损坏。同时，要经常检查孔深、孔径和孔斜等参数，确保符合设计要求。

清孔：钻孔达到设计深度后，应及时进行清孔，以清除孔底沉渣和孔壁泥皮，保证桩基的承载力。清孔方法主要有换浆法、掏渣法、抽浆法等，应根据具体情况选择合适的清孔方法。清孔后，孔底沉渣厚度应符合设计要求，一般不得大于50mm。

钢筋笼制作与安装：钢筋笼应按照设计图纸的要求进行制作，其钢筋规格、数量、间距和焊接质量等应符合规范要求^[1]。钢筋笼安装时，应采用吊车或钻机自身的起吊设备进行吊装，确保钢筋笼的垂直度和位置准确。钢筋笼安装到位后，应采取固定措施，防止其在混凝土浇筑过程中上浮或下沉。

混凝土浇筑：混凝土浇筑是钻孔灌注桩施工的最后道工序，也是保证桩基质量的关键环节。混凝土应采用导管法进行水下浇筑，导管应具有足够的强度和刚度，其内径应根据桩径和混凝土浇筑量确定，一般为200-300mm。混凝土浇筑过程中，应严格控制导管的埋深，一般保持在2-6m，避免导管拔空或埋深过大造成混凝土离析。同时，要保证混凝土浇筑的连续性，不得中断，以确保桩身混凝土的密实性和完整性。

2.2 人工挖孔桩技术

人工挖孔桩适用于地下水位较低、土质条件较好的地区，具有施工设备简单、成本较低、质量容易控制等

优点。其施工过程主要包括以下几个关键环节:

场地平整与测量放样:与钻孔灌注桩相同,施工前需对场地进行平整和压实处理,并进行精确的测量放样,确定桩位中心点。

第一节桩孔开挖与护壁施工:桩孔开挖应从上到下逐层进行,先挖中间部分的土方,然后向周边扩挖。每层开挖深度一般不超过1m,开挖完成后应及时进行护壁施工。护壁一般采用钢筋混凝土结构,其厚度和强度应根据地质条件和桩径确定。护壁施工应保证与土体紧密结合,防止孔壁坍塌。

通风与照明:由于人工挖孔桩施工环境相对封闭,随着桩孔深度的增加,孔内空气质量会逐渐变差,因此必须设置通风设备,保证孔内空气流通。同时,要设置良好的照明设施,确保施工人员能够看清孔内情况,保证施工安全。

钢筋笼制作与安装:钢筋笼的制作和安装要求与钻孔灌注桩相同,应严格按照设计图纸和规范要求进行施工。

混凝土浇筑:人工挖孔桩混凝土浇筑一般采用干浇法,即先将孔内积水抽干,然后分层浇筑混凝土,每层浇筑厚度不宜大于300mm,并用插入式振捣器振捣密实^[2]。混凝土浇筑应连续进行,不得中断,直至桩顶设计标高。

2.3 其他桩基施工技术

除了钻孔灌注桩和人工挖孔桩外,还有一些其他的桩基施工技术,如沉管灌注桩、预制桩等。沉管灌注桩是利用锤击或振动将带有桩尖的钢管沉入土中,然后在管内灌注混凝土,边拔管边振捣,使混凝土密实成桩。预制桩则是在工厂或施工现场预先制作好钢筋混凝土桩或钢桩,然后通过打桩机将其打入土中。这些桩基施工技术各有其特点和适用范围,在实际工程中应根据具体情况选择合适的施工方法。

3 影响公路桥梁桩基施工质量的因素

3.1 地质条件

地质条件是影响桩基施工质量的重要因素之一。不同的地质条件,如土层的性质、地下水位的高低、岩层的分布等,都会对桩基的施工工艺和质量产生不同的影响。例如,在软土地基中施工桩基,容易出现孔壁坍塌、桩身沉降过大等问题;在地下水位较高的地区,需要采取有效的降水措施,否则会影响桩基的施工质量和进度。

3.2 施工工艺

施工工艺的合理性和规范性直接关系到桩基施工质量。如果在钻孔灌注桩施工中,钻孔速度过快、泥浆性

能不符合要求、清孔不彻底等,都可能导致桩身出现缺陷,如缩颈、夹泥、断桩等。在人工挖孔桩施工中,护壁施工质量差、通风照明不良、混凝土浇筑不密实等,也会影响桩基的质量。

3.3 人员素质

施工人员的技术水平和责任心对桩基施工质量起着关键作用。如果施工人员缺乏专业的培训和实践经验,不熟悉施工工艺和规范要求,就容易出现操作失误,影响桩基施工质量。此外,施工人员的责任心不强,不严格按照施工方案和质量标准进行施工,也会导致质量问题。

3.4 材料质量

桩基施工所使用的材料,如钢筋、水泥、砂石等,其质量必须符合设计要求和规范标准。如果材料质量不合格,如钢筋强度不足、水泥安定性不良、砂石含泥量过大等,都会影响桩基的强度和耐久性。

3.5 机械设备

施工机械设备的性能和状态也会对桩基施工质量产生影响。例如,钻机的钻进速度、扭矩等参数不符合要求,会影响钻孔的质量;混凝土搅拌机的搅拌不均匀,会导致混凝土强度不一致。因此,在施工过程中,应选择性能良好、状态正常的机械设备,并定期进行维护和保养。

4 公路桥梁桩基施工质量控制措施

4.1 施工前的准备工作

在施工前,应进行详细的地质勘察,了解施工区域的地质情况,包括土层的分布、性质、地下水位等,为桩基设计和施工提供准确的地质资料。根据地质勘察结果,选择合适的桩型和施工工艺。编制科学合理的施工组织设计,明确施工工艺、施工顺序、质量标准、安全措施等内容。施工组织设计应具有针对性和可操作性,能够指导施工全过程。对施工人员进行专业的培训,使其熟悉桩基施工的工艺流程、操作规范和质量标准^[3]。在施工前,组织技术人员对施工人员进行详细的技术交底,确保施工人员了解施工要求和注意事项。对进场的施工材料进行严格的检验,检查其质量证明文件、规格型号等是否符合要求,并按规定进行抽样检验,合格后方可使用。对施工机械设备进行检查和调试,确保其性能良好、运行正常。

4.2 施工过程中的质量控制要点

4.2.1 钻孔灌注桩施工质量控制

严格控制钻进速度和压力,根据地质情况及时调整钻进参数。定期检查孔深、孔径和孔斜,发现偏差及时纠正。在钻进过程中,要密切观察泥浆性能的变化,及

时补充泥浆,保持孔内泥浆的液面高度。清孔结束后,应采用测绳测量孔底沉渣厚度,同时检查泥浆的比重、粘度等指标,确保符合设计要求。如沉渣厚度超标,应重新进行清孔。钢筋笼制作时,要严格按照设计图纸和规范要求进行下料、焊接和绑扎,保证钢筋的规格、数量、间距和焊接质量符合标准。钢筋笼安装时,要控制其垂直度和位置,采用定位钢筋或吊筋等措施固定钢筋笼,防止其在混凝土浇筑过程中上浮或下沉。混凝土浇筑前,要检查导管的密封性和连接情况,确保导管不漏水。混凝土浇筑过程中,要严格控制导管的埋深,避免导管拔空或埋深过大。同时,要保证混凝土浇筑的连续性,不得中断,如因特殊情况必须中断,中断时间不得超过混凝土的初凝时间。在混凝土浇筑过程中,要安排专人测量混凝土面的上升高度,计算导管埋深,并做好记录。

4.2.2 人工挖孔桩施工质量控制

桩孔开挖应严格按照设计尺寸和坡度进行,每层开挖深度不宜过大。护壁施工要保证其厚度、强度和垂直度,护壁混凝土应振捣密实,与土体紧密结合。在开挖过程中,要密切观察孔壁的情况,如发现孔壁有裂缝、渗水等现象,应及时采取措施进行处理。通风设备应安装合理,保证孔内空气流通,定期检测孔内空气质量,确保符合安全要求^[4]。照明设施应亮度足够,分布均匀,避免出现照明死角。混凝土浇筑前,要将孔内积水抽干,清理孔底杂物。混凝土浇筑应分层进行,每层浇筑厚度不宜过大,并用插入式振捣器振捣密实。混凝土浇筑过程中,要防止混凝土离析,如出现离析现象,应及时采取措施进行处理。

4.3 施工后的质量检测与评估

4.3.1 桩身完整性检测

桩身完整性是衡量桩基质量的重要指标之一。常用的桩身完整性检测方法有低应变动力检测法、声波透射法等。低应变动力检测法是通过在桩顶施加一个瞬态冲击力,使桩产生弹性振动,根据振动波在桩身中的传播特性来判断桩身的完整性。声波透射法是在桩内预埋声测管,通过发射和接收超声波,根据超声波在混凝土中的传播时间、波幅、频率等参数的变化来检测桩身的完整性。

4.3.2 单桩承载力检测

单桩承载力检测是确定桩基是否满足设计要求的重要手段。常用的单桩承载力检测方法有静载试验、高应变动力检测法等。静载试验是在桩顶逐级施加竖向荷

载,观测桩顶的沉降量,根据荷载-沉降曲线确定桩的单桩竖向极限承载力。高应变动力检测法是通过在桩顶施加一个高能量的冲击力,使桩产生瞬时的加速度和位移,根据实测的速度和力信号,运用波动理论分析桩身的完整性和单桩承载力。

4.3.3 质量评估与处理

根据桩身完整性检测和单桩承载力检测的结果,对桩基质量进行评估。如发现桩基存在质量问题,应根据问题的严重程度采取相应的处理措施,如补桩、加固等,确保桩基质量符合设计要求。

结语

公路桥梁桩基施工是一项复杂的系统工程,其施工质量直接关系到桥梁工程的安全性和可靠性。在施工过程中,应充分认识影响桩基施工质量的因素,掌握关键施工技术,并采取有效的质量控制措施。通过加强施工前的准备工作、严格控制施工过程中的质量要点以及做好施工后的质量检测与评估,能够有效地提高公路桥梁桩基施工质量,减少质量问题的发生,为公路桥梁工程的安全运行提供有力保障。同时,随着科技的不断进步和施工技术的不断发展,应不断探索和创新桩基施工技术和质量控制方法,以适应日益复杂的工程需求。

在未来的公路桥梁建设中,我们应进一步加强对桩基施工关键技术及质量控制的研究和实践,不断提高桩基施工水平,为我国交通基础设施的建设和发展做出更大的贡献。此外,还应加强对施工人员的培训和管理,提高其技术水平和质量意识,确保每一个施工环节都能严格按照规范要求进行操作。同时,要建立健全质量管理体系,加强对施工全过程的监督和检查,及时发现和解决质量问题,确保桩基施工质量始终处于受控状态。只有这样,才能建设出更多高质量的公路桥梁工程,满足经济社会发展的需求。

参考文献

- [1]杨波.浅析公路桥梁桩基施工技术及混凝土的质量控制[C]//《中国建筑金属结构》杂志社有限公司.2024新质生产力视域下智慧建筑与经济发展论坛论文集(一).江苏润扬交通工程集团有限公司,2024:184-185.
- [2]杜志峰.公路桥梁桩基施工技术及其质量控制分析[J].科技视界,2019,(28):201-202.
- [3]刘雄礼.浅析公路桥梁桩基施工技术及混凝土的质量控制[J].汽车周刊,2025,(04):217-219.
- [4]刘庆松.高速公路桥梁施工关键技术及质量控制措施[J].四川水泥,2025,(04):166-168.