

港航工程基础施工中的工程测量技术要点

张心泽 周春晖

中交水利水电建设有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v6i2.7667

[摘要] 港航工程作为国家基础设施建设的重要组成部分, 对于国家经济发展和交通运输具有重要意义。工程测量作为港航工程施工中的关键环节, 其准确性和精度直接关系到工程的质量和安全。本文旨在探讨港航工程基础施工中的工程测量技术要点, 为工程施工提供技术参考和指导。

[关键词] 港航工程基础施工; 工程测量; 技术要点

Key points of engineering surveying technology in the foundation construction of port and shipping projects

Zhang Xinze Zhou Chunhui

CCCC Water Conservancy and Hydropower Construction Co., Ltd.

[Abstract] As an important part of national infrastructure construction, port and shipping engineering is of great significance to national economic development and transportation. As a key link in the construction of port and shipping projects, the accuracy and precision of engineering surveying are directly related to the quality and safety of the project. The purpose of this paper is to discuss the key points of engineering surveying technology in the foundation construction of port and shipping projects, and to provide technical reference and guidance for engineering construction.

[Key words] port and shipping engineering foundation construction; engineering surveying; Technical points

引言

港航工程通常包括港口、航道、船坞、船闸等基础设施的建设, 这些工程具有工程量大、技术复杂、精度要求高等特点。工程测量作为工程施工的重要一环, 对于工程的规划、设计、施工和验收都具有至关重要的作用。本文将从施工平面控制测量、施工高程控制测量、水深测量、施工放样以及变形观测等方面, 详细探讨港航工程基础施工中的工程测量技术要点。

1 施工平面控制测量

1.1 一般规定

在港航工程基础施工中, 施工平面控制测量是确保工程平面位置准确性的重要手段。根据工程需要, 应在施工前及施工过程中测设一定数量的永久变形测量基准点或工作基点和变形观测点, 并定期进行观测。

1.2 施工平面控制网的布设

在工程项目的规划与实施阶段, 建立一个精确且可靠的施工平面控制网是至关重要的基础工作之一。它不仅关系到整个项目的位置准确性, 还直接影响着后续各项工作的质量和效率。因此, 遵循一套科学合理的布设原则和方法, 确保施工平面控制网达到预期精度要求, 对工程项目而言意义重大。施工平面控制网主要服务于建筑工程中的定位、放样等环节, 其核心目标是在实地建立一个三维坐标系统, 用以确定建筑物各部分的空间位置。通过这个网络, 可以准确地将设计图纸上的理论数据转换为现实世界中的实体结构, 保证建筑的尺寸、形状和空间关系严格符合设计要求。此外, 它还是施工过程中质量检查、变形监测以及后期维护的重要依据。最弱点位精度: 施工平面控制网中最薄弱的部分, 即任意两点间的相对位置精度(例如, 点位中误差), 是衡量整体网可靠性的关键指标。通常情况下, 这一标准设定为不大于 50 毫米, 这意味着无论控制网如何复杂或者延伸多远, 任何两个点之间的相对位置偏差都应保持在这个阈值以内, 从而保障了整个工程的精准度。利用已有资源: 为了提高效率并降低成本, 布设新控制网时, 应优先考虑整合利用区域内现有的平面控制网点。这包括国家大

地测量基准站、城市测绘成果以及其他项目的控制点。这样做不仅可以节省时间与成本, 还能增强控制网的稳定性和可靠性。形式多样化: 施工平面控制网的形式并不固定, 可根据具体条件和需求灵活选择。常见的几种类型包括: 三角形网: 基于三角几何原理构建, 适用于较开阔区域, 稳定性好, 但操作较为复杂。导线: 适合地形复杂或多障碍物环境, 灵活性高, 易于扩展。导线网: 结合了多个导线的优点, 形成更为复杂的网络结构, 适应性更强。GNSS 网: 利用全球导航卫星系统(如 GPS) 信号接收设备, 在较大范围内实现快速而精确的点位测定, 特别适合大范围、高精度的要求。施工平面控制网的布设需综合考虑精度要求、现场条件及资源利用等因素, 合理选择控制网类型, 并严格执行相关规范和技术要求, 以确保整个工程项目从设计到竣工全过程的质量控制。随着科技的发展, 未来控制网的技术手段还将不断进步, 为建设工程提供更加高效、精准的支持。

1.3 建立矩形施工控制网

建立矩形施工控制网时, 应遵循以下规定:

矩形施工控制网边应根据建筑物的规模而定, 宜为 100~200m。

矩形施工控制网的轴线方向宜与施工坐标系的坐标轴方向一致。矩形施工控制网的原点及轴线方位应与整个平面坐标系联测, 其轴线点点位中误差不应大于 50mm。

矩形施工控制网角度闭合差不应大于测角中误差的 4 倍。

1.4 施工基线的设置

施工基线的设置应遵循以下规定:

基线应与建筑物主轴、前沿线平行或垂直, 其长度不应小于放样视线长度的 0.7 倍。

2 施工高程控制测量

2.1 一般规定

施工高程控制测量是确保工程高程位置准确性的重要手段。在港航工程基础施工中, 应根据工程需要布设一定数量的施工水准点, 并进行定期观测。

2.2 施工水准点的布设

施工水准点应布设在受施工影响小、不易发生沉降和位移的地点，数量不应少于2个。施工水准点的布设应遵循以下原则：

施工水准点应便于观测和保存。

施工水准点应远离施工区域，避免受到施工干扰。

施工水准点应定期进行复测，确保高程的准确性。

2.3 施工高程控制点的引测

施工高程控制点的引测精度不应低于四等水准精度要求。

其中，码头、船坞、船闸和滑道等关键部位的施工高程控制应按三等水准测量进行。

3 水深测量

3.1 水下地形测量的目的

水下地形测量，作为海洋科学研究和海洋工程领域不可或缺的一部分，旨在精细描绘水域底部的地貌特征，为各类涉海活动提供详实的基础信息。这项技术的应用广泛，涉及国民经济的诸多方面：

航运与航道管理：通过准确掌握航道深度和宽度，制定安全的航行路线，避免触礁或搁浅风险，确保船只顺利通行。

港口及基础设施建设：港口选址、码头扩建和维护都需要详细的水下地形资料，以便于合理规划布局和施工设计。

海洋资源勘探与开发：对于石油、天然气、矿产等海底资源的开采，了解海底地质构造至关重要，可指导钻探作业的安全与效率。

生态环境保护：评估海洋生态系统的健康状况，监控珊瑚礁、海草床等敏感区域的变化，支持可持续渔业管理和海洋保护区划定。

国防安全与边界界定：海洋领土争端往往需要精确的海底地形图来作为法律依据，同时，军用潜艇作战也依赖于这些数据。

海底设施部署：无论是铺设海底光缆还是架设风电场，前期的地形分析都是决定安装位置的关键因素。

3.2 水深测量的分类

水深测量技术经历了从传统的人工测深向现代化声呐探测的转变，后者显著提升了工作效率与数据精度。

人工测深

早期使用测深锤、测深杆等工具，依靠物理接触来判断水深，虽然直观简单，但在大面积海域应用受限，且耗时费力。

声呐测深

现代声学技术的应用，尤其是单波束与多波束测深仪，极大地提高了效率与精确度：

单波束测深：发射单一脉冲声波，接收回波计算距离，适用于特定点的测量，精度较高但扫描速度慢。

多波束测深：一次发射多个声波束，形成扇面覆盖，能够同时获得一条路径上的连续测深数据，大幅加快了测绘速度，是目前主流的大面积水深调查方式。

3.3 测深线的布设

正确布设测深线是确保数据采集全面性与代表性的关键步骤：

单波束测深时，主测深线应尽量垂直于假设的等深线方向或重要地理要素走向，如河口、海峡等，以捕捉地形变化特征。

多波束或侧扫声呐作业，则倾向于沿测区长边或挖槽轴线平行布设，便于高效覆盖大片区域，同时保持与河流或航道的方向一致，有利于数据分析的一致性。

针对疏浚施工区，还需额外增设垂直于主测线的横向测线，间隔不超过主测线间距的四倍，用于详细验证施工效果。

3.4 测深检查线的作用

设置测深检查线的主要目的是校验已测数据的准确性和一致性，防止遗漏或异常情况。对于单波束测深，检查线长度至少占总长的5%，而多波束则不低于1%，确保数据的有效性和完整性。

测深检查线的设计不仅要覆盖关键区域，还要兼顾不同水

深条件，通过对比分析，及时发现可能存在的误差源，修正原始记录，提升最终成果的可信度。

4 施工放样

4.1 疏浚和航道整治施工放样

在疏浚和航道整治施工中，施工放样是确保工程按照设计要求进行的重要手段。施工放样应遵循以下规定：

疏浚施工采用导标放样的测站点应满足仪器对中允许误差为 $\pm 5\text{mm}$ 。

选择目标清晰的较远已知点作为零方向，并有一个检查方向。

采用极坐标法和前方交会法放样时，应采用正倒镜测设。

距离测量相对误差不大于 $1/5000$ 。

测站点相对于控制点的允许点位中误差为 $\pm 50\text{mm}$ 。

4.2 疏浚施工导标放样精度

疏浚施工导标放样精度应满足以下要求：

陆地导标相对其设计轴线的横向偏差不大于 0.1m 。

浅滩上的导标相对其设计轴线的横向偏差不大于 0.3m 。

导标放样的方向校核误差不大于 $12''$ 。

4.3 炸礁施工放样

炸礁施工放样应符合以下规定：

对钻孔位置定位偏差，内河不得大于 0.2m ，沿海不得大于 0.4m 。

5 变形观测

5.1 监测网布设

变形观测是确保工程安全稳定的重要手段。变形观测网的布设应遵循以下规定：

平面控制可采用边角网、三角网和GNSS网等形式。

导线网中相邻结点间的导线点数不得多于2个。

高程控制应采用闭合水准网形式。

5.2 垂直位移观测

垂直位移观测可分为表层垂直位移观测和内部垂直位移观测。

表层垂直位移观测点应结合工程特点布设在沉降或伸缩缝两侧、不同结构分界处、不同基础或地基交界处等位置。

内部垂直位移观测数量：每个观测断面不得少于2个观测点。观测点的设置应沿铅垂线方向，每一土层不得少于1点。

内部垂直位移观测应每个观测点平行测定2次，读数差不大于 $\pm 2\text{mm}$ 。

5.3 水平位移观测

水平位移观测是监测工程水平位移变化的重要手段。当采用交会法进行水平位移观测时，交会方向不宜少于3个。

6 工程测量技术的发展与应用

6.1 现代测量技术的发展

随着“3S”技术（全球定位系统GPS技术、地理信息系统GIS技术、摄影测量与遥感RS技术）的广泛应用，工程测量技术也发生了实质性的变化。现代测量技术具有高精度、高效率、自动化和智能化等特点，为港航工程基础施工提供了有力的技术支持。

6.2 全站仪的应用

全站仪，作为一种集光电、电子和微处理技术于一体的精密测量设备，自诞生以来便迅速成为土木工程、港口建设、航道整治等领域不可或缺的工具。它的出现标志着地面测量技术迈入了一个全新的时代——测量精度更高、操作更便捷、数据处理更快捷，尤其在港航工程基础施工中，全站仪的应用极大地推动了行业效率与工程质量的双提升。

测量精度卓越：全站仪能够进行高精度的角度测量和距离测定，即便是在复杂的施工现场或是恶劣的天气条件下，也能保持极高的测量精度，这对于要求严苛的港航工程建设尤为重要。

集成化功能：集成了经纬仪、水准仪和激光测距仪的功能于一体，全站仪能够同时完成水平角、竖直角、斜距、平距和高差等多种参数的测量，大大简化了操作流程，减少了工作人

下转第35页

重要的进度管理策略。这一策略着眼于在项目的施工阶段中，通过精细的技术规划和科学的管理手段，提高施工的效率、质量，从而确保项目按时完成。

首先，强化施工技术管理的关键在于制定全面而可行的施工计划。这不仅是简单地罗列施工任务和时间要求，更是通过深入的技术分析，确保每个施工环节都能得到优化后的安排。通过科学合理的施工计划，避免施工中的重复工作、交叉工作，提高资源的利用效率。这种全面的施工计划不仅是项目进度的把控工具，更是施工过程中问题预防和解决的依据。

其次，强化施工技术管理要注重施工过程中的技术创新和优化。随着科技的不断进步，建筑工程的施工技术也在不断演进。通过引入新的技术手段，如建筑信息模型（BIM）、先进的建筑材料和施工方法等，在施工中实现更高效的工作流程。技术的创新和优化不仅能够提高工作效率，还有助于降低施工成本，提高项目的竞争力。

强化施工技术管理要注重施工团队的技术培训和专业素养提升。施工团队是项目推进的核心力量，其技术水平和协作能力直接关系到项目的进展。通过定期的培训和技术交流，施工团队不断提升技术水平，了解最新的施工方法和技术标准。

上接第 32 页

员的工作量。

自动化与智能化程度高：内置的微处理器使得全站仪具备了自动搜索和跟踪目标的能力，能够实时显示测量结果，甚至完成初步的数据处理，降低了人为误差的可能性，提高了测量效率。

远程无线通信能力：借助蓝牙、Wi-Fi 等无线技术，全站仪可以与外部设备如平板电脑、笔记本电脑无缝连接，实现了远程数据传输和即时沟通，使现场测量人员能快速将数据发送至后方团队进行进一步分析或存档，增强了团队协作效率。

在港航道建设中，全站仪发挥了无可替代的作用：

港池开挖：通过对港池边缘和底部进行高密度的点位测量，确保挖掘深度和轮廓准确无误，满足大型船舶停靠的需求。

码头堆场布置：在码头建设和改造过程中，全站仪被用来精确定位各种设施的位置，如泊位、装卸设备基座、道路、管线等，确保物流通道顺畅无阻。

航道标定：在航道拓宽和维护工作中，使用全站仪精确测量航道中心线、边坡和水下地貌，辅助航道工程师优化航道设计方案，提高通航安全性。

土壤沉降监测：定期对港区周边土壤进行沉降观测，检测潜在的土地变动，预防因土地下沉造成的安全隐患，保护设施安全。

全站仪以其独特的优势，已经成为现代港航工程测量的标准配置，不仅缩短了工期，降低了人力成本，更重要的是，它为港航工程的高质量建设提供了坚实的技术支撑。随着科技进步，未来的全站仪还将融入更多高新技术，如人工智能、物联网等，实现更智能、更高效的测量体验，助力港航业持续稳健发展。

6. 3GPS 技术的应用

GPS 技术的出现和不断发展完善，使测绘定位技术发生了革命性的变革。在港航工程基础施工中，GPS 接收机已逐渐成为一种通用的定位仪器，为施工测量提供了高精度、高效率的定位服务。

6. 4 数字化成图技术的应用

数字化成图技术是现代工程测量中的重要技术之一。在港航工程基础施工中，数字化成图技术可以大大提高工作效率，

这有助于团队更好地适应项目的特点，提高对施工技术的理解 and 应用能力。

结束语

进度管理是建筑工程管理不可或缺的部分，它不仅有助于缩短工期、控制成本，还能提升项目的整体质量。通过有效的规划、资源配置和资金管理，项目管理者可以确保建筑工程顺利完成，满足既定目标。在未来的建筑实践中，进度管理将继续发挥至关重要的作用，推动行业的高效发展。

[参考文献]

- [1]梁会贤.分析建筑工程的安全管理与进度控制[J].居舍, 2020, (20): 163-164.
- [2]刘鑫强.建筑工程安全管理与进度控制分析[J].决策探索(中), 2020, (04): 11.
- [3]王晓杰.分析建筑工程的安全管理与进度控制[J].地产, 2019, (24): 109.
- [4]高龙.分析建筑工程的安全管理与进度控制[J].建材与装饰, 2019, (35): 171-172.
- [5]梁栋.建筑工程的施工管理与进度控制研究[J].河南建材, 2019, (05): 187-188.

确保成图质量，为工程施工提供准确的基础数据和图件。

结语

在港航工程的基础施工中，工程测量技术发挥着至关重要的作用，它是确保工程质量、安全与进度的关键环节。随着科技的进步和测量设备的更新换代，现代工程测量技术已从传统的手工操作向数字化、智能化转变，大大提高了工作效率和精度。工程测量是港航工程设计与施工的基础，它不仅涉及平面控制网布设、高程控制网建立等基本工作，还包括对水下地形地貌探测、泥沙淤积动态监测以及施工过程中的变形观测等一系列复杂而精细的操作。准确无误的数据采集与分析对于指导后续工序至关重要。在具体应用过程中，我们需注重技术创新与实践结合。通过引入全站仪、GPS 全球定位系统、遥感影像处理软件等先进工具，并配合无人机航拍测绘新技术，实现水上及陆地全方位立体覆盖式信息获取；同时采用 BIM 建筑信息模型集成化管理方式整合多源异构数据资源，提升整个项目协同效率。针对特殊环境条件下的挑战如潮汐影响大、地质结构复杂等情况时，则更需灵活运用传统方法与新型手段相结合策略以克服困难；尤其要重视质量控制标准制定与执行监督机制建设，确保每一项测量结果都能够达到预期目标要求且具有可追溯性可靠性。但同样重要的是人才队伍建设——培养具备扎实理论知识与丰富实践经验的专业人才已成为当务之急；只有不断推动行业内外交流合作、加强技能培训力度才能保证长期稳定发展动力源泉得到满足。在未来的发展道路上，我们将继续探索更加高效精准的测量技术方案，以适应不断变化的需求，为我国港航事业的繁荣做出更大贡献。同时也要积极倡导绿色低碳理念，在保护生态环境前提下促进经济持续增长。相信只要我们共同努力，定能开创出一个充满机遇与希望的新时代！

[参考文献]

- [1]港航工程施工中基槽开挖施工技术[J].张寒春.中国水运(下半月), 2020(02)
- [2]港航工程建设中的基槽开挖施工技术[J].欧阳欣.中国水运(下半月), 2019(08)
- [3]港航工程施工中基槽开挖和港池疏浚施工技术[J].张洪友.中国水运(下半月), 2019(04)