

约 70% - 80%，显著提高点云数据的质量。

3.3 多边形数据处理

在将点云数据转化为可用模型的过程中，多边形数据处理十分重要，尤其是封装后的多边形模型，必须进行一系列精细操作，以确保模型的准确性与完整性。

要将模型数据中的非流型三角形删除。非流型三角形会破坏模型的拓扑结构，导致后期在模型应用中产生错误。通过专业软件的拓扑分析功能，能精准识别这些非流型三角形。具体操作时，软件会根据三角形的连接关系和几何特征进行判断，操作人员只需在软件界面中执行删除指令，即可批量清除这些异常三角形。

接下来，根据模型情况选择创建打开流型或者封闭流型。如果模型是类似建筑外立面等具有开放结构的，选择创建打开流型；若是类似陶罐等封闭物体的模型，则选择封闭流型。选择合适的流型有助于更好地呈现模型的物理特性和外观形态，满足不同文化遗产保护与修复工作的需求。

在对象点云数据不完整的情况下，封装后多边形模型会不可避免地出现孔洞现象。为此，应根据孔洞的大小、形状以及所在位置，使用【多边形】-【填充单个孔】工具进行漏洞填补。对于较小的孔洞，可以直接使用该工具自动填充，软件会根据周边多边形的几何特征生成合适的填补面，确保在模型不失真的情况下完成孔洞修复。而对于较大的孔洞，则需要手动调整填补参数，如填补面的曲率、边界贴合度等，使填补后的部分与整体模型自然融合。

同时，对模型特征细节较为明显的区域，使用【多边形】-【细化】工具进一步优化。在操作过程中，可根据模型细节的复杂程度，逐步调整细化参数。例如，对于雕刻精美的文物模型，先将细化强度设置为较低值，如 20%，观察细化效果后，再根据实际情况适当增加强度，但一般不超过 50%，以防止过度细化导致模型失真。通过该方式，突出模型的细节特征，使模型更加逼真地还原文化遗产的原貌，为文化遗产的数字化存档、虚拟展示以及修复方案制定提供更精准的模型数据支持^[2]。

3.4 纹理映射

纹理映射是将现场获取的二维照片图像通过软件对三维模型进行纹理映射，还原对象本身的真实色彩和纹理特征，让虚拟模型最大程度接近文物原貌，为后续研究、展示等工作提供真实直观的素材。

在具体的修复与数字化重建工作中，可使用 3DSMAX 软件来完成纹理映射的关键步骤，将经过前期处理的三维模型导入 3DSMAX 软件，为纹理映射提供丰富工具与便捷操作环境。导入模型后，添加【UVW 展开】修改器工具，此工具能将三维模型表面展开为二维平面，方便后续映射纹理。

点击【边】在格网模型上选择要成为缝线的边。选择边时，需依据模型结构与纹理分布特点，尽量选取不影响模

型外观与纹理连续性的边。例如对于一件古代陶瓷器模型，可沿着其轮廓线、对称线等位置选择边，位置的缝线在后续纹理映射中不易产生明显接缝，选择边后，通过特定操作将其标记为缝线，为模型展开做准备。

标记完所有接缝后，选择特征区域使用“剥”面板中的【毛皮贴图】-【开始毛皮】工具将其二维展开。特征区域即模型上具有独特纹理或关键细节的部分，如陶瓷器上的图案、雕刻等部位。在展开过程中，软件会根据所选边的设定，将三维模型表面特定区域展开成二维平面，生成 UVW 贴图，需密切关注展开效果，确保纹理在二维平面上布局合理，不出现拉伸、扭曲等问题，保证纹理映射后能真实还原模型表面细节。

使用图像处理软件对精心布局的 UVW 贴图进行纹理理化，常见的图像处理软件如 Photoshop，具有强大的图像编辑功能。将生成的 UVW 贴图导入 Photoshop 后，可根据现场拍摄的二维照片，对贴图进行色彩调整、细节修复、瑕疵去除等操作。例如，若照片中文化遗产表面有污渍影响纹理呈现，可在贴图上使用修复工具去除污渍痕迹，使纹理更加清晰，并依据照片色彩信息，对贴图进行色彩校正，确保纹理色彩与文物实际颜色一致^[3]。

完成纹理化处理，通过 3dsmax 软件的材质功能将处理好的纹理应用到三维模型上。在 3DSMAX 中，设置材质参数，选择合适的材质类型，如标准材质或 V-Ray 材质等，将纹理文件加载到相应材质通道中。调整材质的反射、折射、光泽度等参数，模拟文物表面真实质感，如陶瓷的光泽、木质的纹理质感等。通过细致调整，使三维模型不仅具有逼真的纹理，并呈现出与文物相符的材质特性，完成纹理映射的最终步骤，实现文化遗产真实色彩与纹理特征在虚拟模型上的高度还原。

4 结语

综上所述，三维激光扫描技术在文化遗产保护与修复中优势显著，能精准采集数据、构建高精度模型。为实现文化遗产的长久存续与传承，文物保护人员需深入掌握该技术，合理运用其各个环节，从点云数据处理到纹理映射，让技术与文物保护深度融合，为文化遗产筑牢数字化保护屏障。

参考文献

- [1] 胡本刚,应国伟,张金花,等. 三维激光扫描技术在物质文化遗产保护中的应用[J]. 科技展望, 2016, 26 (18): 125-126.
- [2] 高利峰,李滨,廖子敬. 三维激光扫描技术在文化遗产保护中的应用[J]. 山西科技, 2015, 30 (02): 113-115.
- [3] 李滨,胡占芳. 三维激光扫描技术在建筑文化遗产保护中的应用——以广东开平碉楼为例[C]// 全国高等学校建筑学学科专业指导委员会. 建筑数字流: 从创作到建造——2010年全国高等学校建筑院系建筑数字技术教学研讨会论文集. 徕卡测量系统贸易(北京)有限公司;东南大学建筑学院, 2010: 6.

Research on the application countermeasures of GPS mapping technology in road engineering survey

Yang Qin

Jiangsu Jinling Construction Development Co., Ltd., Taizhou, Jiangsu, 225300, China

Abstract

With the gradual expansion of the road engineering construction scale and the continuous improvement of the measurement accuracy requirements, GPS mapping technology has been widely used in the field of road engineering surveying due to its high degree of accuracy, efficiency and real-time. This paper briefly describes the core concept and characteristics of GPS mapping technology, and then discusses its many advantages in road engineering survey, such as high measurement accuracy, excellent anti-interference, and simple operation. In view of the various technical problems faced in practical application, such as signal occlusion, error source and equipment maintenance, this paper proposes a comprehensive optimization scheme. These schemes cover the technology integration, the optimization of error correction means, as well as the upgrading and updating of surveying and mapping equipment, hoping to lay a solid technical foundation for the modern road engineering construction.

Keywords

GPS surveying and mapping technology; road engineering; survey and application countermeasures

GPS 测绘技术在道路工程测量中的应用对策研究

秦阳

江苏金领建设发展有限公司, 中国·江苏 泰州 225300

摘要

随着道路工程建设规模的逐步扩大和对测量精度要求的持续提高, GPS测绘技术因其高度的精确性、效率和实时性, 已经在道路工程测量领域得到了广泛的应用。本文对GPS测绘技术的核心理念和特点进行了简要描述, 接着探讨了其在道路工程测量中的多种优点, 如高度的测量准确性、出色的抗干扰性以及简单的操作性。鉴于实际应用中所面临的各种技术问题, 如信号遮挡、误差来源和设备维护等, 本文提出了一套全面的优化方案。这些方案涵盖了技术整合、误差修正手段的优化, 以及测绘设备的升级和更新, 希望能为现代道路工程建设奠定了稳固的技术基石。

关键词

GPS测绘技术; 道路工程; 测量; 应用对策

1 引言

近几年来, GPS 测绘技术的应用范围已经从基础地形测量扩展到了包括路线规划、施工监控和竣工验收在内的多个关键环节, 其重要性逐渐得到了凸显。然而, 在实际应用过程中, GPS 技术也面临着多种挑战, 因此, 寻找解决问题的方法已经变成了目前道路工程测量任务中的一个关键环节。希望本文能为道路工程测量技术的进一步创新提供坚实的理论基础和实践指导。

2 多技术融合提升测量精度与稳定性

随着 GPS 技术在多个行业得到广泛应用, 它在道路建设项目中的核心作用日益凸显, 尤其是在工程的规划、设计

和施工管理的关键环节。这项技术因其极高的精确度, 在诸如城市设计、道路勘查、桥梁勘查以及地形规划等多个方面都获得了广泛的应用。在公路勘查和建设的全过程中, 有大量实际应用的案例。当我们在公路建设项目中采用这种技术时, 工程的执行效率会得到显著提升。除了之前提及的那些技术, 这种技术在城市的建设过程中也呈现出了极大的潜在应用价值, 能够被运用在各种不同的环境中。智能手机, 作为当前最受欢迎的移动设备之一, 不仅具备许多强大的功能, 还能通过多种方式与外界建立有效的交流。由于其小巧的尺寸、低的能源消耗以及经济实惠的价格, 智能手机已经开始逐渐受到人们的关注, 成为现代用户获取地理信息的首选工具。在如此复杂的环境状况中, GPS 信号可能会受到如遮挡、反射和衍射等多重因素的干扰, 这些都有可能对 GPS 的定位准确性带来不良影响。除了上述因素外, 如噪音、光线状况和移动物体的固有属性等外部因子, 也可能在

【作者简介】秦阳(1991-), 男, 中国江苏泰州人, 本科, 助理工程师, 从事路桥研究。

某种程度上对定位的精确度产生影响。为了提高定位的准确性，我们必须深入探讨各种外部环境因子可能对定位成果产生的隐患。这项研究主要聚焦于多传感器信息融合技术在定位系统中的具体应用，并通过一系列实验性的研究，证明了该技术在提高定位精度方面具有有效性。除了先前提到的主题，我们还需深入探讨多个目标位置之间的交互如何影响定位的准确性。另外，由于各种设备之间有着明显的差异，一个设备在相同区域的其他目标上也起到了关键作用，这不可避免地会导致定位结果的偏差。因此，为了保证定位结果的高度精确性，有必要对系统内可能产生的各种误差和相关参数进行深入的分析 and 优化。定位系统是一个庞大而高度复杂的工程系统，主要包括测量子系统、通信网络和控制子系统这三个核心部分。在某些特定的环境条件下，系统可能会受到多个复杂因素的影响，这些外部条件可能会导致系统无法正常运行，甚至可能导致整个项目的失败。因此，为了保证定位系统能够持续稳定地运行，我们有必要对外界环境作出迅速的反应。另外，在特定的环境条件下，例如水下操作或完成特定任务时，使用高度精确的定位工具是必要的。

差分 GPS (DGPS) 技术和 GLONASS (俄罗斯全球导航卫星系统) 作为辅助 GPS 技术，在提升测量精度方面起到了极其关键的作用。鉴于这两种技术都展现出了卓越的稳定性和信赖度，因此在实际的工程项目中，它们得到了众多工程师的认可和好评。差分 GPS 系统的主要工作原理是通过创建基准站来获取精确的位置和误差信息，然后将这些误差数据实时反馈给移动站，以便对移动站的定位数据进行即时的修正和调整。当我们利用这一系统对目标地点进行精确的单点定位操作时，我们有能力根据已有的坐标系统来确定相应的修正数值。为了进一步增强定位的准确性，我们需要对可能导致误差的各种元素进行详尽的研究，并采纳恰当的措施进行修正。该技术不仅有助于提升定位的准确性，还能有效地减少由环境波动导致的系统误差，进而达到更高级别的动态跟踪和控制精度^[1]。



图 1 GPS 差分定位原理

整合 RTK、GIS、差分 GPS 和 GLONASS 等众多尖端技术，充分发挥这些技术的优势，克服单一 GPS 技术在复杂环境中可能带来的局限性。在深入分析传统的测量技术后，我们提出了一种融合多种信息来源的策略来创建高精度

的定位控制网络，并在某个工程项目中实施了这一创新成果。这种结合了多种技术的测量方法，不仅提高了 GPS 测量的精确度和稳定性，还对测量流程进行了优化，减少了由于环境干扰和信号遮挡带来的负面效果。

以一个大型城市道路建设项目为例，该项目团队采用了 RTK、差分 GPS 和 GLONASS 等尖端技术手段，以确保道路的全程监控和数据的有效收集。为了解决项目路段因多种因素而无法进行有效监控的问题，项目组也提出了一系列的解决方案。通过综合运用这些尖端技术，项目组成功地克服了在跨越桥梁、隧道和山地等复杂地形时，由于信号干扰导致的各种问题。本研究还探讨了如何运用前述技术来对整个项目进行全面监控，这包括了施工过程的控制、实时监测数据的分析以及事故应急响应等多个方面。实验数据显示，在信号较为微弱的区域，如桥梁和隧道，采用 RTK 和差分 GPS 技术后，测量误差仅为 1-2 厘米，同时信号的稳定性也得到了显著的提升。

3 精度提升与误差校正方法的优化

大气中各种形式的干扰，尤其是电离层和对流层的影响，也是影响 GPS 测量精度的核心因素。伴随着科技的持续进步，卫星导航和定位技术已经崭露头角，成为现代社会中不可或缺的一项工具。然而，由于这些技术所处的工作环境相当恶劣，对操作人员的技能和能力有较高的要求。电离层发生的电离事件和对流层气候的变化，可能会导致 GPS 信号传播速度的变化，进而可能引发测量误差。当卫星的轨道高度与地球赤道上方保持一致时，它的速度会经历一种跳跃式的波动，这种现象被称作“多普勒频率偏移”。在恶劣的气候状况中，GPS 的测量精度可能会受到严重的干扰。为了提高 GPS 的测量精度并减少误差带来的负面效果，采纳一系列的误差修正技巧和策略显得尤为重要。在所有的误差修正技术中，差分 GPS 技术和高精度的数据处理方法被普遍看作是最为高效且成果显著的工具。

以一个具体的高速公路建设项目为例，项目团队根据该工程的地理特性，选定了多个基站进行布局设计，以确保能够全面覆盖项目所覆盖的区域。鉴于每一个基站都是单独建立和运营的，为了确保其运行的稳定性和准确性，对基站间的距离进行精确的计算是必要的，但传统的计算方法不仅效率不高，而且误差也相当大。实验结果表明，在使用多个基站的情况下，测量精度从最初的 3-5 厘米提升到了 1-2 厘米，这一进步明显地提高了测量结果的准确性和稳定性^[2]。

为了降低设备的长期运营成本，减少其更新的次数是至关重要的。在现有的状况中，绝大多数的设备都能满足或趋近于预定的使用寿命。虽然 GPS 设备会随着技术的不断进步而进行快速的更新，但这并不意味着每一台 GPS 设备都需要定期更换。虽然高级设备拥有卓越的性能表现，但其制造成本相对偏高，并且更新速度也相当迅速。对大多数用