

# 探析燃气管道工程施工中GPS测量技术的应用

刘中立

山东港华燃气集团有限公司 山东济南 250000

**【摘要】**在社会经济、科技发展的支持下，GPS测量技术已经在诸多工程领域得到运用，且呈现出非常可观的应用效果。对于燃气管道工程施工而言，GPS测量技术的运用对增强测量精准性、全面性、灵活性等方面都具有重要价值，让测量效率、质量都得到提升，为燃气管道工程的现代化转型提供了更充足的条件。基于此，本文首先阐述了GPS测量技术的概念及工作原理，随后就其在燃气管道工程施工中的应用优势及具体策略进行了简要分析，以期提升GPS测量技术应用效果，促进燃气管道工程长远发展提供一定帮助。

**【关键词】**燃气管道；工程施工；GPS测量技术

## 引言

近年来，社会燃气需求量持续呈现上升趋势，燃气管道工程也在这一环境下得到了更加广阔的发展空间，并紧跟时代发展步伐、结合时代发展特点，引进了诸多先进技术，为提升燃气管道工程质量而服务，致力于为群众提供更完善、安全的燃气服务。GPS测量技术就是其中非常有代表性的技术之一，其与RTK实时动态定位技术相结合，彰显高精度、高效率、全天候、载具灵活等优势，为燃气管道测量工程提供诸多便利条件，让测量工作更精准、更便捷、更安全，为后续各个施工环节奠定坚实基础。因此，相关工程单位及施工企业应进一步加强对GPS测量技术的重视，在加大技术研究力度的同时，促进其与燃气管道工程测量的深度融合。

## 1 GPS测量技术的概念及工作原理

### 1.1 概念

GPS即全球定位系统，而GPS测量技术指的是以全球定位系统为依托，完成定位、测量工作的一种现代化测量技术。具体测量期间，由GPS测量设备接收来自GPS卫星的信号，通过计算信号达到接收机的时间差，来分析测量对象的精准位置，目前GPS技术已经实现了全球覆盖，即在地球上的任何地区，都可以运用GPS技术来进行定位测量，且其精准性已经达到厘米级别，可以在诸多工程中适用。在燃气管道工程施工中，GPS测量技术主要用于测绘工作，能提升管道施工精准性与安全性。

### 1.2 工作原理

GPS测量技术在燃气管道工程中的运用，通常需要与RTK实时动态定位技术相结合，建立实时动态测量系统，其工

作原理如下：GPS测量技术可借助数据传输技术的力量，在测量过程中实时向接收器传输测量对象的三维坐标信息。RTK实时动态定位技术能以载波相位测量为基础对GPS测量技术进行实时差分，最终得出测量对象的精准定位。而RTK实时动态定位技术构成的测量系统主要由两种接收机及一个数据链组成，其中两种接收机主要为基准站接收机与移动接收机，这两种接收机会同时接收来自GPS卫星的信号，基准站接收机需要固定在一个已知点上（已知点为坐标明确的位置点），移动接收机则需要与未知点相匹配，随后由已知点向未知点发送距离改正数，未知点可根据这个改正数明确自己的坐标，进而完成定位、测量流程。

## 2 GPS测量技术在燃气管道工程施工中的应用优势

在燃气管道工程施工中，有关测量部分的内容主要由定线测量、竣工测量两个方面组成，主要测量的对象是铺设在地下的燃气管道。其中定线测量指的是技术人员以设计、施工图纸为基础，在现场完成测量放线工作，以此标记出管道的平面位置、埋设深度等，确保管道位置与设计、施工图纸相一致；而竣工测量指的是在燃气管道铺设完成以后、回填以前，对管道的各个位置进行重新测量，如起始点、转折点、直线点、角度、坡度、构件位置、设备位置等等，更倾向于对管道施工位置的测量与符合，确保工程建设成果与工程质量标准相符，并生成测量成果报告，为后续相关工作提供数据支撑。

那么在这个过程中，GPS测量技术的优势主要体现在以下几个方面：

首先，GPS测量技术具有高精度特点，其与RTK实时动态定位技术相结合能达到厘米级别的定位精度，可以对天然

气管道的位置进行精准定位。技术人员只需要操作GPS接收机就可以自动生成燃气管道的三维坐标图，且不存在累积误差，整体测量精度得到明显提升。大部分情况下都不会受到周围环境的影响，能在相关软件上呈现出直观的位置关系，包括管道与管道之间的关系、管道与周围环境的关系、其他地下管线的排布等等，能在精度上满足燃气管道工程施工需求；

其次，GPS测量技术具有高效性特点。GPS测量技术在运行期间需要经过数据采集与处理、智能分析、校准等多个环节，但其运行流程非常快，定位响应速度可以达到秒级别，如数据采集的时间最快可达到30秒，且其与5G通信技术的结合，可以更进一步提升信息传输速度，让定位信息更快速地传输到技术人员手中。另外，其定位转换也非常灵活、高效，在RTK实时动态定位技术的支持下，当管道位置发生变更，GPS测量技术也能快速调整，在测量区域面积不变的情况下，GPS及RTK技术的测量速度只占传统测量方法的1/3以下，测量效率非常高。

再次，GPS测量技术能够全天候工作，任何时间、地点（只要在GPS卫星覆盖的区域中），技术人员可随时调取相关位置信息，即使在阴天、雨天、雷暴天等恶劣天气中，也能体现出较高适应能力。

最后，GPS测量技术具有载具灵活的特点。一般情况下GPS测量技术不会对载具提出特殊要求，且可以在不同载具之上任意切换，如车载、船载等等，甚至必要时可以不搭载任何载具独立运行，该特点大幅提升了GPS测量技术在燃气管道工程中的适应性，在不同类型管道工程中都可完美适配。同时，GPS技术还可与常规测量技术联合使用，如在卫星信号被建筑物遮挡或被其他信号干扰时，技术人员可先在信号良好的位置构建地形控制点，后续再运用常规测量工具到现场完成测量工作，也可保证高精测量效果。

### 3 GPS测量技术在燃气管道工程施工中的具体应用

#### 3.1 GPS测量的前期准备

燃气管道工程施工中，GPS测量技术应用的前期准备工作主要包括以下两个方面：

其一，做好设备与人员的准备。对于设备而言，GPS测量技术所用设备主要包括但不限于GPS接收机、移动式地面测量系统、GPS设备等。其中，GPS接收机指的是用于接收GPS卫星信号的所有机器，如基准站接收机、移动接收机等，其主要作用是确定燃气管道的地面空间位置，其能对GPS信号进行接收、变换、跟踪等操作，以此辅助测量

目标的完成；移动式地面测量系统从本质上将是一个负责定位测量的仪器，其具有定位、测量、采集数据等功能，具有移动测量的特性，即在技术人员移动的过程中也能对燃气管道的位置、长度进行测量，且能达到实时测量的效果；GPS设备指的是负责接收、解析燃气管道位置信息及测量信息的微型电脑。其能通过对卫星回传点播的解析来掌握位置、时刻等信息，以此推算出燃气管道所处位置的三维坐标。对于人员而言，是完成燃气管道测量施工的重要主体，其技术水平将直接影响GPS测量技术的应用效果，间接影响工程测量质量。因此，在正式开始测量之前，需构建一个高素质技术团队，确保团队中全体人员都能在理论、实践上符合GPS测量技术应用标准，能具备有效运用各个GPS测量设备的能力，具备精准分析、推算管道位置、距离的能力，具有解决测量过程中技术问题的能力等，为燃气管道的测量工作奠定人才基础。

其二，做好技术设计。燃气管道工程的GPS测量技术设计包括精度设计、网形设计、观测计划设计三个方面。技术人员需要按照相关测量规范与制度完善上述技术设计，为测量工作的有效实施做好准备。其中，精度设计指的是技术人员按照燃气管道工程的相关信息及测区的具体情况，对GPS接收机的精度进行调整，主要目的是减小GPS测量精度差。以某城市太阳宫燃气热电厂为例，综合分析后考虑采用静态GPS测量技术完成管道测量工作，该工程全长20km，沿途地理环境较为复杂，需要穿过林地、河道、高速等地段，因此对GPS测量精度的要求非常高。在精度设计上，技术人员将GPS网的级别确定在D级，GPS的平均边长尽可能控制在 $5\text{km} \leq X \leq 10\text{km}$ ，要求接收机精度误差控制在1cm以下；网形设计指的是技术人员以已经布设的GPS网络为基础，以燃气管道工程实际布设情况为导向，设计出一个独立的GPS多边形网。通常情况下，GPS网形设计主要包括点连式、边连式、网连式、边点混合连接式、三角锁连接式、导线网形连接式以及星形布设几种方法，技术人员需要结合燃气管道工程的实际情况，选择合适的网形，需要在符合燃气管道工程结构特点的基础上，满足经济性、精准性等需求。如在上述工程中，技术人员按照高速公路的两侧进行网形布设，选择边连式布设法，每个控制点之间建立两个以上的连接点，连接点之间建立测量基线；观测计划设计指的是对整个观测流程的设计，包括观测时间、作业时间表等，保证测量工作有序进行。

#### 3.2 选点与观测

对于选点而言,指的是GPS测量站点的选择,点与点之间的距离并无特殊要求,且不必一定在同一平视平面上,各个点之间组成的图形结构也可以非常灵活,但为更好的满足燃气管道的测量需求,技术人员在选点期间需要对以下几个问题进行严格考量:首先,GPS测量点位应尽可能与水平面隔离,尤其在经过大面积河道或水利工程时,需要做好有效避让,否则可能导致GPS定位出现多路径效应;其次,尽可能避免不良型号或大型建筑物对GPS信号的干扰。如GPS测量点位尽可能设置在较为空旷的位置,若必须有障碍物,也尽可能保持在点位的 $15^{\circ}$ 以下,否则GPS信号可能被遮挡,导致接收器无法准确接收或接收不到卫星信号,测量数值也可能出现偏差。同时要远离无线电、高压电的发射源,这些发射源发出的电磁波会对GPS卫星信号造成干扰,导致信号无法正常传递给接收器;最后,GPS测量点位应为燃气管道后续施工提供更多便利,如交通要便利、要易于扩展、便于观测等等。

对于观测而言,指的是技术人员按照事先设计好的观测计划,按部就班完成GPS测量观测工作。观测过程中,应注意查看、记录接收到的卫星数量、编号、相位测量残差以及实时定位结果等数据,可能会出现数据异常情况,应详细记录下来并上报给相关部门进行处理;每个观测人员都需要按照观测计划表严格执行观测作业,每一观测时段中必须在观测前、后各记录一次气象情况,一般观测时长为45分钟,若观测时长加长则需要增加记录次数;严格关注卫星高度角的观测与记录, $15^{\circ}$ 左右为正常,采样的时间间隔可保持在15秒取样一次,量取仪器高度,需要选择至少三个方向分别测量,每次测量数值差应少于3mm,取平均值进行记录。当各项准备就绪以后,打开GPS信号接收器,按下记录键后信号接收器可以自动记录接收到的信号信息。

### 3.3 数据处理

数据处理需要在观测结束以后进行,运用Pinnacle等解算软件对收集到的数据进行计算。相关人员需要先根据观测到的信息对每个观测点的属性进行标注,解算软件中有很多解算功能,将观测点数据拖动到相应区域就可完成自动解算流程,进而得出对应解算数据。如将观测点属性数据拖动到基线解算区域,该软件可自动得出基线解算结果,根据该结果可以分析出基线数据粗差。随后,检查控制网是否存在连接边,若存在则需要对控制网进行进一步调整,便于后续对重复基线进行测量。在测量重复基线的

同时,还要推算异步环闭合差,及时纠正测量过程中产生的误差,提升GPS测量精度。当经过上述调整与验证后,各个数值都满足要求,此时可将解算结果拖到网平差区域,对自由网平差进行解算,随后输入已知点的坐标,解算出约束平差,最终将GPS测量成果转换到与燃气管道工程所在地区的坐标系统中,这些数据都能为后续地形测绘、定线测量、竣工测量等提供诸多支持。

### 3.4 RTK实时动态定位技术的应用

经过数据分析环节以后,可以运用RTK实时动态定位技术以GPS测量数据为基础,构建燃气管道工程地形控制点,为加密测绘地形图做好准备。在该技术的支持下,得出的测绘图纸精度更高、作业时间更短,可直接在图上完成定线,全面掌握燃气管道的排布、走向,以及地下管线的交叉位置、高度等,各个点都能拥有属于自己的三维坐标,能供测量人员随时调取、调整,最终形成与燃气管道工程适配的定线表。

## 4 结束语

总之,在新时代背景下,先进技术的应用已经成为各个行业实现长远发展的重要途径。GPS测量技术在燃气管道工程施工中的应用,有助于提升燃气管道工程测量的精准性、全面性与灵活性,在高效率、全天候、高精度等优势的支持下,其已经在相关领域中得到了深度融合。未来,燃气管道工程的需求量还会持续增长,GPS测量技术的重要性也会随之更加凸显出来。相关单位及人员应进一步加大对该技术的重视,严格落实选点、观测、数据分析以及加密测绘等作业,借助技术的力量不断完善定线测量、竣工测量等工作,为提升燃气管道工程施工质量奠定坚实基础。

### 参考文献:

- [1] 吴康炜. GPS测量技术及其在工程测量中的应用分析[J]. 中国设备工程, 2024, (07): 192-194.
- [2] 王海哲. 基于GIS和GPS的城市燃气管道风险动态预警系统探讨[J]. 化工管理, 2024, (06): 95-98.
- [3] 萧钊炜. GPS-RTK测量技术在工程测绘中的应用[J]. 中国金属通报, 2022, (01): 190-192.
- [4] 韦伟松. GPS测量技术在工程测量中的实践研究[J]. 工程技术研究, 2021, 6 (06): 106-107.
- [5] 宋圳飞. GPS测量技术在工程测量中的应用分析[J]. 建材与装饰, 2020, (18): 247+250.