

Analysis of the Application of GPS in Tunnel Control Measurement

Kaihua Li

Shenzhen Aihua Survey and Engineering Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518001, China

Abstract

GPS technology is a very modern global positioning technology, and, due to its unique advantages, its efficient use in tunnel control measurements, greatly saves the human and material resources needed to build and ensure precision. This paper briefly describes the tunnel management method according to the technical specification of GPS control system measurement, the construction of GPS control network, and the measurement method based on the measurement theory of GPS control system. In addition, the application of GPS used to measure the tunnel control plane is described in the Small Baigou Tunnel, based on the GPS control theory. This shows that the GPS system has a huge application Potential and a huge space for development.

Keywords

GPS; tunnel; control measurement

浅析 GPS 在隧道控制测量中的应用

李开华

深圳市爱华勘测工程有限公司, 中国·广东 深圳 518001

摘要

GPS技术是一项非常现代的全球定位技术,由于其独特的优点,在隧道控制测量中的高效使用,大大节省了建造和确保精确所需的人力和物质资源。论文根据GPS控制系统测量的技术规范、GPS控制网络的建设以及基于GPS控制系统测量理论的测量方法,简要描述了隧道管理方法。此外,在小白沟隧道中使用GPS平面标识,基于GPS控制理论,描述了GPS用来测量隧道控制平面的应用。由此可见,GPS系统具有巨大的应用潜力和巨大的发展空间。

关键词

GPS; 隧道; 控制测量

1 引言

GPS在民用领域的应用最初主要是大地测量和控制策略。在经过20多年的改进后,GPS系统凭借其强大的优势,成为大气观测、地理拍摄、海上救援、自动导航等几乎所有领域的实用技术。目前,作为全球公认的八个无线产业之一,GPS技术在移动通信和互联网发展之后成为世界第三大经济增长点。

2 GPS在隧道施工测量中的应用

在修建隧道时使用GPS技术主要用于建造不同的隧道的管理网络,并测量空中监测的外部控制点。由于科学和技术的持续发展,高级别公路的建设与日俱增,这类公路对控制技术的要求也越来越高。另一方面,对于不是相互关联的

距离,如远程和很少已知的点的项目,利用传统收集方法收集控制网络很困难,即使在计算成功的时候,也很难掌握高精度要求。随着GPS技术的发展,对来自地下的高度精确的控制网络的设计越来越青睐,而后者则是实施卫星导航系统组合的传统方法。

有证据表明,在数英里范围内使用GPS来测量误差不超过2cm的点在传统测量方法是难以实现的,如果GPS误差减少,测量时间就会大大缩短。由于工作环境不需要一般的视野,GPS系统可能是一个更可靠的传输控制网络,这大大降低了常规方法的中间环节,提高精度点的精确度,也非常有效地检测传统的参考点测量。因此,在隧道拍摄中使用GPS是有希望的。

挖隧道是公路管理的重要部分。隧道的控制是高速公路、铁路和其他交通资源的重要组成部分。其中,大部分是用传统的测量方法建造和测试的,在它们被引入GPS系统之前,使用控制网络,主要是作为墙安装的。与此同时,传统的方法更持久,对建筑过程产生了深远的影响。GPS技

【作者简介】李开华(1973-),男,中国湖北浠水人,本科,工程师,从事控制测量、建筑工程测量、变形形变与精密测量、地下管线测量、房产面积测绘等研究。

术的引入大大提高了控制方面的效率和测量精度。

3 GPS 的原理

GPS 技术主要应用空间跟踪原则,接收卫星信号,然后通过卫星信号确定相对位置和 GPS 接收器,使系统能够精确定位。这个系统与现代通信技术相结合——从静态发展到动态测量地球表面的三维坐标。GPS 系统由三部分组成:空间、地面控制和用户。

3.1 GPS 的组成

3.1.1 空间部分

GPS 在太空中由 24 颗卫星组成,21 颗用于导航,另外 3 颗是备用的卫星。这些用于合作卫星工作的 GPS 构成了卫星定位,而这三颗待命卫星随时都能取代有缺陷的工作卫星。24 颗卫星平均分布在 6 个轨道上,倾斜度为 55° ,每个轨道与赤道之间的距离是 60~1726 次;4 颗卫星平均分配在每个轨道上,以确保卫星信号网平均覆盖世界。GPS 卫星定位的基本原则是,根据每个卫星工作伙伴的计算线索,发送导航和定位信号。图 1 显示了 GPS 定位系统的基本原则。

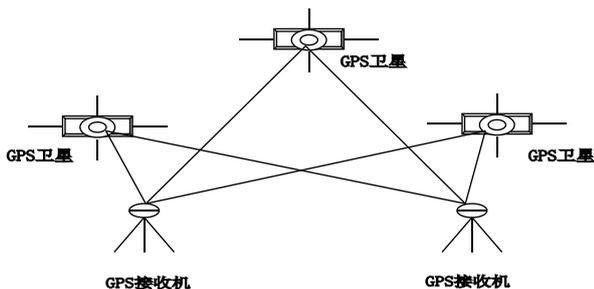


图 1 GPS 定位基本原理

3.1.2 地面控制部分

地面管制组负责监测全球定位系统的运作,这一系统由一个控制中心、五个监测站和三个嵌入站组成。地球的基本任务是把每一颗卫星维持在相同的水平。监控站负责卫星时间错误数据记录和向总部传输。最重要的发射站负责跟踪每个监控站传送的跟踪信息。喷油站的主要任务是每天把来自总部的信息传送到卫星内存。

3.1.3 用户部分

GPS 是许多用户可以使用的信息资源。GPS 接收器的任务是接收卫星接收到的信号,根据卫星特定高度的角度从卫星接收到的信号,跟踪它们的实时功能,转换和放大 GPS 信号,分析 GPS 卫星接收到的导航信息,通过测量卫星信号从卫星到接收器中继线的时间,实时计算空间站的速度、时间和位置。

3.2 GPS 系统的特点

GPS 具有高精度、监视范围、可视范围、操作方便等,已经进行的测试证实了 GPS 定位的相对精度小时监控一般

静态定位需要 15~20min,当每个手机站点之间的距离和基站 15km,当时车站监控手机只需要 1~2min,然后每个监测站点只需要几秒钟,以做好准备本地化;对每一站进行定位检查仅剩几秒,可以随时完成定位;其他训练技术的绝对优势在于,该站无法访谈用于 GPS 定位。只要空间站上方的天空打开,那就不会影响测量数据,因此对 GPS 测量点的选择就变得非常灵活,传统测量点和传递点的测量节省了。

GPS 也可以在覆盖站的三维坐标时准确定位;GPS 具有高度的自动化水平,这能使它的作业更方便,提高工作效率,降低劳动强度。目前,全球定位系统可以整天进行监控,而不会受到气候和其他限制。它拥有很多功能和广泛的应用。

使用 GPS 来创建一个测量网,结合使用 GPS 测量技术的好处和实际经验,在很大程度上降低了使用测量的成本。不断增长的技术创新在测量等经济效益方面越来越明显。

3.3 GPS 测量的相关规范

根据国家标准,“全球定位系统测量规则(GPS)”可以分为五个级别:A、B、C、D、E等,其中A层用于建立国家一级地球控制网络;B层、C层和D层分别符合建造第二层、第三层和第四层土地管理网络的标准;E层符合小城市、建筑设施等的控制测量标准。

4 GPS 在小白沟隧道控制测量中的应用

隧道管理的主要目标是确保在逆向工程中有两个或两个以上的工作面,在这条隧道中,这条线路能够满足不规则环境中平面和纵向截面的要求,以确保隧道正常运行。隧道管理测量精度直接影响隧道的安全,以及隧道的通过和质量,因此测量精度控制要求对于隧道的建造至关重要。

4.1 准备工作

最重要的是,收集有关在铁旗下修建小白沟渠的地区、环境和周围地区的数据,并按照相应的标准设计垫圈。然后熟悉相关的规章制度和建筑要求,以确保工作顺利进行。由于隧道的实际需要,开发了一个初步的建筑项目。

4.2 实例分析

4.2.1 工程概况

呼张高铁旗下的小白沟隧道长 3528m,进出口直通。入口和出口各有三个检查站,其中地形位于山区,植被一般生长。结果进行常规测量劳动强度和资源耗竭、网络配置困难、效率低下,以及难以确保测量精度是决定,鉴于 GPS 具有特性,高于一般测量法进行对照衡量小型白色隧道将采用 GPS 技术。

4.2.2 布网设计

为了确保隧道网络管理 GPS 测量精度不够白沟里混合动力侧安装 GPS 网络构成的三角形空间混合组成的四边形网络三分数:KZ1, KZ2 KZ3 KZ4 KZ5 和 KZ6,其中 KZ1 电线杆 KZ2 代表以及相应的入口和出口;控制栏是 KZ3、

KZ4、KZ5 和 KZ6。

4.2.3 选点

根据网络管理网络设计,根据相关条款选择一个网站,以确保 GPS 监控的质量,提高效率,促进建筑测量。

4.2.4 测量方法及使用仪器

小白沟隧道的管理是建立在静态相对位置的基础上的,这是目前 GPS 测量最精确的方法之一。根据监测计划,广州忠黑德生产的三种双频率 H32 接收器被放置在同步点接收卫星信号,并按顺序对所有环路进行监测。然后根据观察数据进行基准向量计算和网络对齐。在监测和测量工作中,3 个接收器的静态位置是 $5\text{mm} + 2 \cdot 10^{-6}\text{D}$ 的名义控制错误。

通过 GPS 监测,应考虑到以前已知的环境条件和卫星能见度预测,观察最佳时间。在近距离观察天线时,禁止使用手机、收音机和其他传输工具,以避免测量结果时出现干扰。

4.2.5 数据处理及精度分析

小白沟渠隧道管理数据处理使用 NGS200 南方测绘公司软件,串行端口连接 GPS 接收器,端口速度为 19200。

4.2.6 基线向量处理

首先初始化基线向量,然后设置条件来解决基线向量,设置角度,选择类型。通过处理,基线向量计算的精度增加了。

由于 GPS 和外部干扰本身可以产生数周的波动,改变不同元素之间的间隔可以提高基准向量的精度;当然,我们可以通过增加下降角度来降低相应的噪声。

4.2.7 同步环检验

根据基线向量处理的结果,总共有 11 个同步环。

4.2.8 独立异步环检验

异步环测量的结果反映了 GPS 测量的总体精度,是评估现场观测结果和 GPS 内部结构质量的重要指标。总共有 22 个异步环。

4.2.9 网平差及成果评价

南方测绘公司开发的 NGS200 软件套件用于验证和提高本文件的准确性,使用二维限制落差的方法来调整网格,在设置网格落差时输入受控点坐标,以确定坐标系统的参数。

小白沟隧道网络检查点 -KZ3 和 KZ4,由坐标系选择,坐标系为 63781377m 长半轴,平均值为 $1/298.257$,建筑平面平均高度为 510m,中心比例系数为 1。当网络对齐时,GPS 网络的坐标平面在一条白色的小隧道外得到了结果。

偏离边缘 4mm,最小控制 2mm,相对最大误差 $1/69156$,最小误差 $1/1066569$;平均角度 908.904m,相对精度 $1/35433$,弱端 137.788,最大误差值 137.788,最小值 2mm,最脆弱点 5mm,平均准确度 3.4mm。

经过调整后,准确性的最弱和最弱完全符合 TB10101—2009《新铁路工程测量规则》中规定的所有限制,

点的准确性相对均匀,较短的边更容易形成弱点。

控制网络是隧道建设所有维度的基础,允许控制和限制测量误差的累积后果,包括平面控制和高空控制。目前 GPS 技术用于选择性控制测量,但由于地球外部特征影响,低精度高,不可能满足工程精度,如 GPS 变形监测路堤和桥梁,需要更高的精度,所以 GPS 少用于高空参考维度。如果合理地消除一些干扰因素和实时数据处理,大型 GPS 应用也将逐步扩展。

建立管理网络是由外部条件和工程条件决定的,在建设初期,工程规划需要建立一个地形测绘控制网络来控制整个区域;在工程建设中,需要建立一个建筑管理网络来控制建筑的总体位置和每个建筑轴的相对位置,以满足建筑广场的需要。由于管理网络不同阶段的不同作用,每个阶段都需要精确地管理网络等。因此,他们中的大多数都是在最初的网络基础上重建的。

在隧道的控制过程中,以往各项隧道的测量准确度随着隧道的扩大而逐渐下降。与此同时,测量时间长了,负荷度又上升了。GPS 技术并不需要对测试仪进行交互见证,因此这些都不受影响。此外,全球定位系统的配置和控制要求应该更灵活,这是对不同级别控制网络的极好的选择。

4.3 GPS 隧道控制网选点

在选择 GPS 点之前,首先必须处理所有网络布局任务和覆盖范围数据,以提高施工检查的作业效率和观察质量。在部署和选择 GPS 控制网络的隧道时,必须满足以下要求:

①装置和操作必须处于一个方便的位置,远离了高压输送源,视野很广阔远离了高压输送管和无线电信号传输通道,并且距离不得超过 200m。

②基座是稳固的,容易辨认,以便长期维持,并充分利用原来的控制点。

③点位必须与环境尽可能兼容,以减少气象和其他因素对计量的影响。

④在选择点数时,尽量避免在大楼外碰出反射信号的对象。

4.4 GPS 网形分类

GPS 网络结构可以分成点连、端连、交汇点连和网络连线。主要通过基地控制在衡量、时间、资源和手段方面的具体要求也不同。

4.5 隧道控制测量坐标系统

GPS 检测的直接观察值是 WGS84 系统中的坐标值。在观察过程中,需要把全球定位系统的坐标转化为本地坐标系的坐标,该系统可以是坐标系统或任何长度的中央高能坐标系统。现在大多数使用者都采用了一个独立坐标系。在隧道调查中,隧道中关键的临界点,也就是从出口到入口的方向,x 轴正向方向,以及隧道中可用来观察的点,是 x 轴坐标的来源,用来设定 y 轴坐标。坐标可能是 0 或者其他数值,而隧道街道表面的平均高度则是坐标系统的投影高度。

4.6 隧道控制网布设过程

4.6.1 准备工作

GPS 网络管理之前需要技术设计以保留最大的收集系统。控制客观因素,如地理位置、位置和范围,发展空间满意度,对准确计量、测量密度、测量时间和其他要求,因此都对控制网络的设计产生了影响。理解并全面分析特定的配比方案,根据以上的控制因素和原则确定具体方案,并准备后续操作和测量。

4.6.2 布网方案的实施

草案的格式应根据现有的数据制定,控制网络应与现有资源结合,按照草案指示建立,以准备随后的提交工作。在网络布局过程中,您负责设计告示和严格控制关键过程。

4.7 结论

验证表明,全球定位系统获取方法所建立的 GPS 比实际作业中传统的方法要方便得多。同时,它也可以节省精巧的资源。利用 GPS 来计算的小路隧道路由的精确度相对稳定,完全符合行业标准 TB10101—2009《新铁路工程规格》。

因为在普通的侧角网络中,边角和角线主要扮演原始线的角色,网络的边界长度必须尽可能的一致。在最小侧向平面下测量的参数中相对平均误差被认为是衡量准确性的重要指标。在 GPS 技术中,机载长度的主要影响不是传递的,但在较短的一端,更容易记录接收器本身的错误,导致短边相对较长,不那么精确。在客观地形条件下,实际的建筑往

往会产生显著的边界差异和狭窄的网络。由于 GPS 技术本身是复杂和关联的,应全面考虑到相对较弱的平均误差和较低的邻近点来测量 GPS 工程控制网络的精度。

5 结语

在隧道通行过程中测量工作是建立道路和铁路等运输资源的重要任务。随着社会中人类发展需求越来越明显,传统的控制方法和约束工程测量对于现代建设越来越明显,以及在安装网络和控制错误方面都存在诸多问题。GPS 测量成功地克服了这个障碍,在没有视觉监督的情况下实现了三维坐标的远距离传输,同时确保了它们的位置的准确性。此外,即使在城市进行测量时,GPS 也比传统测量方法更容易、更精确,从而有效地弥补城市发展所造成的低层多边形破坏造成的损害,从而大大减轻了城市快速发展所造成的图解压力。GPS 定位技术的引入、管道勘探和直通隧道对该地区的传统测地线操作造成了巨大打击,大大提高了野外测量水平。因此,GPS 测量方法将逐步取代传统的线性控制测量方法,并最终确定和测量更大的隧道控制网络。

参考文献

- [1] 窦航.GPS控制网的优化设计[J].科技创业家,2013(7):34-35.
- [2] 高立友.GPS控制网的优化设计及高程异常拟合的应用研究[D].四川:西南交通大学测绘工程,2014.
- [3] 何丹亮.基于GPS的控制测量技术研究[J].科技资讯,2013(12):21-22.