

# Analysis on the Design of GPS Network in Urban Survey

Jianmin Zhong Xiaoguang Yu Qiang Liu Liuyi Chen

## Abstract

This paper mainly discusses and discusses the basis, accuracy design, graphic design and several problems needing attention in GPS network design in urban surveying, hoping to have a reference role in the future work.

## Keywords

GPS; urban measurement; design

## 浅析 GPS 网在城市测量中的设计

仲健民 于晓光 刘强 陈六一

### 摘要

论文主要论述和探讨了城市测量中GPS网设计的依据、精度设计、图形设计以及基准设计中需要注意的几个问题，希望对今后的工作有借鉴作用。

### 关键词

GPS; 城市测量; 设计

## 1 引言

近年来, GPS 测量技术以其高效性、低误差、精度高、速度快、费用省以及测量无障碍、全天候、操作简单等特点, 极大地改变了传统测量模式, 大大提高了工作效率, 在各个领域的测量中得到广泛的应用。特别是在城市测量中, GPS 点间无需通视, 作用距离远, 克服了测绘工作中建筑物密集给测量带来的许多麻烦, 同时也解决了城市基础控制点受市政建设影响而时常被破坏的困难。论文根据现代城市测量 GPS 网设计的依据, 对测量中 GPS 网的精度要求、图形设计和基准设计的方法进行了简单的阐述。

## 2 测量中 GPS 网技术设计依据

GPS 网技术设计的主要依据是 GPS 测量规范和测量任务书。其中 GPS 测量规范是国家测绘管理部门或行业部门制定的技术法规, 目前 GPS 网设计依据的规范有 1992 年国家测绘局发布的测绘行业标准《全球定位系统 (GPS) 测量规范》; 1997 年中华人民共和国建设部发布的行业标准《全球定位系统城市测量规范》, 在建筑施工中 GPS 测量设计时, 一般首先依据测量任务书提出 GPS 网的精度、密度和经济指标, 再结合规范和现场踏勘具体确定各点间的连接方法、各点设站观测的次数、时间长短等布网观测方案<sup>[1]</sup>。

## 3 测量的精度设计

各类 GPS 网的精度设计主要取决于网的用途。城市或

工程 GPS 网按相邻两点的平均距离和精度划分为二、三、四等和一、二级。由于城市测量中相邻测点的距离大多小于 1km, 因此该测量大多属于二级, 其 GPS 相邻点间的弦长精度用下式表示:

$$\sigma = \sqrt{a^2 + (bd)^2}$$

其中,  $\sigma$  为 GPS 基线向量的弦长中误差 (mm), 亦即等效距离误差;  $a$  为 GPS 接收机标称精度中的固定误差  $\leq 15\text{mm}$ ;  $b$  为 GPS 接收机标称精度中的比例误差系数  $\leq 20(\text{ppm} \cdot \text{D})$ ;  $d$  为 GPS 网中相邻点间的距离 (km)  $< 1\text{km}$ 。

精度标准时 GPS 网设计的一个重要量, 其大小将直接影响 GPS 网的布设方案, 在城市建筑施工中, 精度标准的确定要根据用户的实际需要的人力、物力、财力的情况合理设计。

## 4 城市测量中 GPS 网的图形设计

GPS 网的图形设计虽然主要决定于用户的要求, 但是有关经费、时间和人力的消耗以及所要接收机设备的类型、数量和后勤保障条件等, 也都与网的设计有关。由于城市测量工作量往往十分巨大, 对此应当充分加以顾及, 以期在满足用户要求的条件下尽量减少消耗<sup>[2]</sup>。

### 4.1 GPS 网的图形设计原则

① GPS 网一般应通过非同步独立观测边构成若干闭合环或符合线路, 以增加检核条件, 提高网的可靠性。

② GPS 网点应尽量与原有地面控制点相结合。重合点一般不应少于 3 个且在网中应分布均匀, 以便可靠地确定 GPS 网与地面网之间的转换参数。

【作者简介】仲健民 (1973-), 男, 中国山东济宁人, 本科, 高级工程师, 从事大地测量和测绘工程研究。

③ GPS 网点应考虑与水准点相结合,而非重合点一般应根据要求以水准测量方法进行联测,或在网中设一定的水准联测点,以便为大地水准面的研究提供资料。

④为了便于观测和水准联测,GPS 网点一般应设在视野开阔和容易达到的地方。城市测量一般都在城市闹市区进行,建筑物密集,且市政设施众多,因此布设网点时要特别注意。

⑤为了便于用经典方法联测或扩展,可在网点附近布设一通视良好的方位点,以建立联测方向。方位点与观测站的距离,一般大于 300m。

⑥为了顾及原有城市测绘成果资料以及各种大比例尺地形图的沿用,应采用原有城市坐标系统,对凡符合 GPS 网点要求的旧点,应充分利用其标石。

## 4.2 GPS 网的图形形式

通常,GPS 网的独立观测边均应构成一定的几何图形。其图形形式主要有三角形图网、环行网和星形网三种。

三角形网由三角形边由非同步的独立观测边组成,具有图形的几何结构强、自检能力及可靠性好等优点。同时,经平差后网中相邻点间基线向量的精度分布均匀。三角形网的主要缺点是观测工作量大,尤其是当接收机的数量较少时,将使观测工作的总时间大大延长。因此,当网的可靠性和精度要求较高时,可采用这种图形。

环形网由若干含有多条独立观测边的闭合环所组成。环形网与经典大地测量中的导线网相似,其图形的结构强度比三角形差。环行网的优点是观测工作量较小,且具有较好的自检性和可靠性,其缺点是非直接观测的基线边(或间接边)精度较直接观测边低,相邻点间的基线精度分布不均匀。附和路线作为环行图的特例,其使用条件是,附和路线两端点间的已知向量必须具有较高的精度,同时,附和路线所包含的基线边数也不能超过一定的限制。

星形网的几何图形简单,其直接观测边之间不构成任何闭合图形,所以检验和发现粗差的能力差。但这种网只需两台仪器就可以作业;若用三台仪器,一台作为中心站,其他两台可流动作业,不受同步条件限制。测定点位坐标为 WGS84 坐标系,每点坐标还需要用坐标转换参数进行转换。

## 5 城市测量 GPS 网的基准设计

GPS 测量获得的是 GPS 基线向量,它属于 WGS84 坐

标系的三维坐标差,而城市测量施工需要的是国家坐标系或地方独立坐标系,所以在 GPS 网的技术设计时,必须明确 GPS 成果所采用的坐标系和起算数据,即明确 GPS 网所采用的基准。GPS 网的基准包括位置基准、方位基准和尺度基准。

城市测量 GPS 网的基准设计应注意以下几个方面:

①为求得 GPS 点在地面坐标系的坐标,应在地面坐标系中选定起算数据和联测原有地方控制点若干个,用以坐标转换。一般在 GPS 网中至少要重合观测 3 个以上的地面控制点。

②为了保证 GPS 网进行约束平差后坐标的均匀性以及减少尺度比误差影响,对 GPS 网内重合的高等级国家点或原城市等级控制点,除未知点连接图形外,对它们也要适当构成长边图形。

③ GPS 网经平差后,可以得到 GPS 点在地面参照坐标系中的大地高。为求得 GPS 点的正常高,可根据具体情况进行水准测量的高程联测。GPS 点高程只有经计算分析符合精度要求后,方可提供给测量使用<sup>[1]</sup>。

## 6 结语

用 GPS 布网具有速度快,精度高,不要求控制点间通视,对边长和图形结构没有限制,所获得的点位的精度均匀等优点,在城市建设中得到了快速的发展。论文只是对 GPS 网的精度设计、图形设计以及基准设计进行了简单的阐述,对 GPS 布网中几何精度衰减因子要小、点位要避开产生多路径效应的地区、防止信号受电磁波干扰和减弱大气折射的影响等方面还需要进一步的探讨。

## 参考文献

- [1] 张平波.数字化测绘技术及其在工程测量中的应用[J].工程建设与设计,2018,382(8):267-268.
- [2] 刘明萍.数字化测绘技术在水利工程测量中的应用研究[J].建材与装饰,2018(24):214.
- [3] 胡配配.浅析工程测量中数字化测绘技术的应用[J].中外企业家,2018,624(34):130.