

# GPS 控制网的优化设计及应用

刘春贵

上海汇谷岩土工程技术有限公司云南分公司

DOI:10.32629/gmsm.v2i4.210

**[摘要]** 本文结合 GPS 控制网质量准则提出了 GPS 控制网优化设计的方法、步骤及其实际应用; 在限定精度、可靠性和费用等质量标准下, 寻求网设计的最佳极值; 考虑质量合格的前提下, 通过优化设计能使 GPS 控制测量达到减少工作量、提高经济效益的目的。

**[关键词]** GPS 控制网; 布设原则; 优化设计; 可靠性; 精度

## 引言

近年 GPS 控制测量在各类大工程中已广泛应用, GPS 控制网优化设计是控制测量基础性工作, 通常我们用三个准则来评价网的质量、精度、可靠性和经济, 也即对控制网的设计提出三个要求: ①网元素的精度要求是可以在实际中达到的; ②可靠性尽可能高, 即一方面能探测出观测值中的粗差, 另一方面对未被发现的粗差有较强的抵抗能力; ③点位的标定和观测的实施满足一定的经济准则。由于 GPS 网的精度与网的几何图形结构无关, 且与观测权相关甚小, 而影响精度的主要因素是网中各点发出基线的数目及基线的权阵, 所以, 我们提出 GPS 控制网优化设计的概念。

## 1 GPS 控制网的质量准则

### 1.1 精度准则

GPS 控制网的高精度性是工程测量的基石, 也是其最明显的优势之一。在布设时, 要做到高精度性原则: 先确定 GPS 网的网形, 再根据 GPS 网的网形, 得到 GPS 网的设计矩阵 B, 从而得到 GPS 网的协因数阵 Q=(BTPB), 由此做到 GPS 控制网的高精度性原则。

### 1.2 可靠性准则

为了得到高的实现质量, 一个办法是对网进行第二次独立观测(复测), 在某些情况下, 这是需要和可行的。

### 1.3 灵敏度准则

灵敏度是一个相对概念, 即对于不同的变形向量具有不同的下界值。一般将变形向量用表示其大小的模和表示其方向的单位向量来表示, 即

$$d = \|d\| \cdot g = ag \tag{1}$$

### 1.4 费用准则

$$\sum_{i=1}^n p_i = \min \tag{2}$$

## 2 GPS 控制网的优化设计措施

### 2.1 控制网优化思想

2.1.1 观测值的内部可靠性与观测值的精度、建网费用、

监测网的灵敏度和可区分性有密切的关系

2.1.2 必须要有一定的多余观测, 多余观测数 r 愈大, 则网的可靠性愈好, 但建网费用也愈高。

2.1.3 在多余观测数一定的情况下, 观测值之间的精度相差不要太大, 边角观测值之间的精度应基本匹配。

### 2.2 GPS 网的优化设计主要归结为两类内容的设计

#### 2.2.1 GPS 网基准的优化设计

(1) 若网中点具有较准确的国家坐标系或地方坐标系坐标, 可以通过它们所属坐标系与 WGS-84 坐标系的转换参数求得该点的 WGS-84 系坐标, 把它作为 GPS 网的固定位置基准。

(2) 若网中某点是 Doppler 点或 SLR 站, 由于其定位精度较 GPS 伪距单点定位高得多, 可将其联至 GPS 网中作为一点或多点基准。

(3) 若网中无任何其他类已知起算数据时, 可将网中一点多次 GPS 观测的伪距坐标作为网的位置基准。

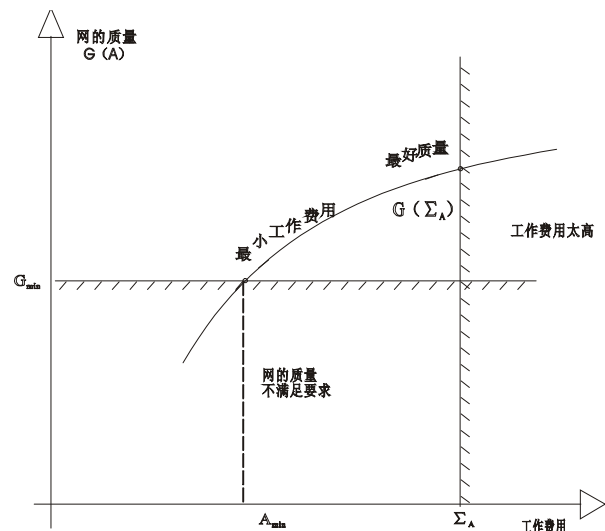


图1 网的质量 G(A) 为工作费用 A 的函数

2.3 GPS 网图形结构强度的优化设计, 包括: 网的精度设计, 网的抗粗差能力的可靠性设计, 网发现系统差能力的强度设计。

## 3 GPS 控制网优化设计实例及步骤

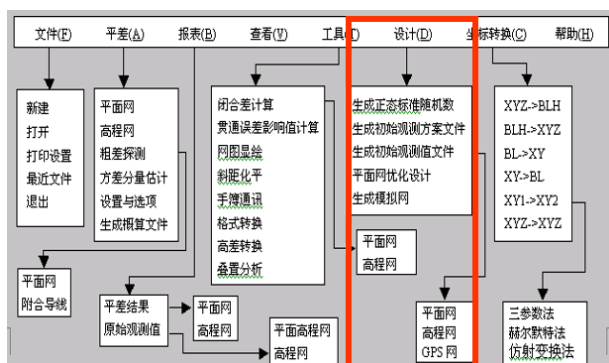


图2 软件实施步骤

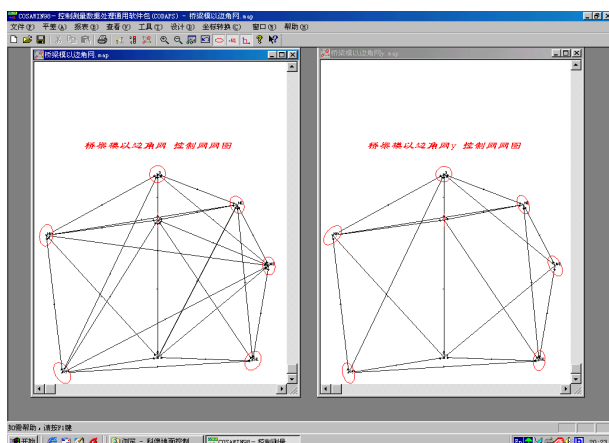


图3 优化前后对比

本次以一座桥梁 GPS 控制网的优化过程为例,网由 8 个 GPS 控制点组成的,通过优化步骤介绍及优化前后对比,使 GPS 控制网满足预期目的。

步骤如下:

(1) 确定观测精度和初始观测方案,获取满足网形要求的基准。

确定观测精度: 取仪器所能达到的最高精度。

初始观测方案: 所有可能观测的边和方向,“肥网”或“密网”。

(2) 模拟初始观测方案进行网形布置。

(3) 进行平差计算。

(4) 调整: 精度、可靠性乃至灵敏度计算结果进行分析,首先确定观测精度的确定是否合理,作适当调整。

## 4 结论

通过优化理论研究及实践应用,在 GPS 控制网布网时,考虑 GPS 网的布设原则及优化设计,弄清楚 GPS 网基准化的优化设计和图形结构强度的优化设计, GPS 控制网的布设和优化设计就有了明确的方向和切实可行的措施。考虑质量合格的前提下,通过优化设计能使 GPS 控制测量达到减少工作量、提高经济效益的目的。

## [参考文献]

[1]李德仁.误差处理和可靠性理论:摄影测量平差的近代发展[M].测绘出版社,1988:6.

[2]赵长胜.GPS 控制网优化设计与数据处理[J].现代测绘,2003(1):12-19.

[3]周秋生.测量控制网优化设计[M].北京:测绘出版社,1992:63.

[4]刘基余.全球定位系统原理及其应用[M].测绘出版社,1993:17.

[5]李征航.GPS 测量与数据处理[M].武汉大学出版社,2013:3.

## 作者简介:

刘春贵(1984--),男,云南镇雄人,汉族,本科学历,研究方向:工程测量,从事工程测量工作。