

工程测量

永定河滞洪区GPS高程拟合技术的探讨

崔志成

(河北省水利水电勘测设计研究院, 石家庄 050081)

摘要: 通过廊坊市永定河滞洪区GPS高程拟合网的建立, 阐述了布设原则, 对高程拟合的方法进行了探讨, 分析了布设大区域高程拟合控制网应注意的问题。

关键词: 高程控制网; 大地高; 正常高; 高程异常; 高程拟

中图分类号: TV222.2

文献标识码: A

文章编号: 1672-9900(2010)05-0073-02

1 工程概况

为了保证永定河滞洪区的安全, 需要对区域内的防洪堤进行加固。该工程位于廊坊市西南, 跨越永清县、广阳区、安次区的3条河流和7条防洪堤, 东西长50km, 南北长40km, 堤防总长150km。如果按常规测量方法布设高程控制网, 需要施测四等水准约200km, 远不能满足工程工期的要求。

2 高程拟合技术

大多数的平面控制网均采用GPS测量, 而建立高程控制网主要采用传统的几何水准测量方法, GPS高程拟合测量常常被忽视, 很少被采用。高程拟合技术虽然处于起步阶段, 但由于其具备完善的理论基础, 只要关键措施到位, 施测精度能够达到四等水准的精度, 甚至可以满足三等水准的要求。工程项目要求紧、覆盖面积大而且交通不便, 针对本工程的特点, 决定结合曲面拟合的原理对高程控制网的布设方法进行探讨。

2.1 概念分析

高程拟合涉及3个主要概念: 大地高 H 、正常高 H_s 和高程异常 ζ 。

(1) 大地高 H : 由地面点沿通过该点的椭球面法线, 到椭球面的距离。GPS测定的高程是WGS84坐标系参考椭球面上的大地高。

(2) 正常高 H_s : 指地面点沿铅垂线至似大地水准面的距离。实际工作中采用的高程系统是以似大地水准面为基准的正常高高程系统, 几何水准、三角高程测量获得的高程就是以似大地水准面为基准的正常高。目前采用的1985国家高程基准测定的高程就是正常高。

(3) 高程异常 ζ : 地面点的似大地水准面至椭球面间的高差 $\zeta = H_s - H$ 。高程异常是由地下物质构造不同及其密度分布不均匀产生的重力异常导致的。

三者的关系如图1。

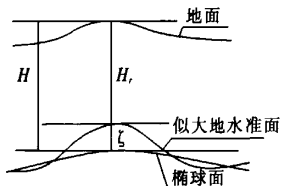


图1 H 、 H_s 、 ζ 三者关系

在不同的地区似大地水准面与GPS参考椭球面的差距不同 (也就是高程异常值不同), 高程拟合的关键是求定高程异常值 ζ , 求得 ζ 后, 可以根据GPS大地高换算为工程所需要的正常高。

2.2 技术手段分析

GPS高程拟合的方法主要有绘等值线图解法、解析内插法和曲面拟合法3种。针对几种方法的特点进行具体分析, 找出适合本工程项目的方案。

(1) 绘等值线图解法。用几何水准联测区内几个有代表性的GPS点的正常高, 根据GPS观测的大地高求出其高程异常, 选定合适比例尺按坐标展绘到图纸上, 标上求得的高程异常值, 用5cm等高距绘出高程异常图, 再求解出其他点的高程异常。此种方法的特点是简单实用, 但需联测几个GPS点的正常高, 所以适合小范围作业。

(2) 解析内插法。当GPS点布设成线状时, 根据测线上已知点的平面坐标和高程异常, 用数值拟合的方法, 拟合出线路方向的似大地水准面曲线, 再内插求取各未知点的高程异常, 根据各点的大地高求出正常高。此种方法的特点是只适合线状路线作业, 不适合片状区域作业。

(3) 曲面拟合法。当GPS点布设范围较大或地面起伏较大时, 应用数学曲面拟合法求待定点的正常高。一般采用曲面拟合法, 根据测区中已知点的平面坐标 (或大地坐标) 和 ζ 值, 用数值拟合的方法, 拟合出测区似大地水准面, 再内插出待定点的 ζ 值, 进而求出待定点的正常高。此种方法的特点是适合大区域作业, 同时符合本项目的要求。

2.3 曲面拟合法的原理分析

GPS高程曲面拟合首先要通过数学方法根据已知的坐标和高程拟合出一种曲面逼近该区域的似大地水准面, 再利用区域似大地水准面模型根据地面点的坐标确定该点的高程异常。多项式曲面拟合法采用最小二乘原理确定拟合面的系数, 能较精确的求定待定点的高程异常, 实现测区似大地水准面的最佳拟合, 实现GPS三维测量的目的。每个点的 ζ 与坐标 x, y 建立以下关系: $\zeta = f(x, y) + \varepsilon$, 首先根据已知点解求出待定点的各关系向量, 再求出各待定点的高程异常值 ζ , 进而求出各点的正常高。

2.4 影响高程拟合精度的因素及应对措施

影响GPS高程拟合精度的因素主要有高程联测误差、GPS大地高测量误差、已知高程点的分布是否均匀和似大地水准面模型误差。

[收稿日期] 2010-09-06

[作者简介] 崔志成 (1965-), 男 (汉族), 河北衡水人, 高级工程师, 主要从事测绘技术研究工作, (Tel) 15832101518。

南水北调京石段施工控制网复测精度分析

崔志成

(河北省水利水电勘测设计研究院, 石家庄 050081)

摘要:南水北调中线工程京石段开工前,通过对复测控制网本身的精度指标是否满足要求及位移量大小两方面进行精度分析,判断控制点的稳定性和可利用的程度。文中对控制网精度进行了全面分析,对位移量限差的计算提出了可行的新方法。

关键词:施工控制网;复测;GPS控制网;水准;高程控制网

中图分类号:TV222.2

文献标识码:A

文章编号:1672-9900(2010)05-0074-02

1 项目概况

南水北调中线京石应急段开工前,需要完成对河北省水利水电勘测设计研究院施测的渠线加密施工控制网和长江水

利委员会勘测设计研究院施测的建筑物施工控制网的复测,利用复测结果与原成果进行分析比较,以检验原有控制点的稳定性,判定是否能够满足施工要求。工程覆盖区域包括石家庄市和保定市198.8km。

[收稿日期]2010-09-06

[作者简介]崔志成(1965-),男(汉族),河北衡水人,高级工程师,主要从事测绘技术研究工作,(Tel)15832101518。

(1)消除GPS大地高测量误差的影响:选用双频GPS接收机,可以消除电离层的影响;点位选择应合理,避免多路径效应的影响;选择最佳卫星分布时段观测,在星历预报中卫星数少的时段进行观测时,应适当延长观测时间,增加观测次数,提高观测精度。

(2)消除高程联测误差的影响:联测使用水准仪应为S3级以上,并进行I角检测,保证仪器的精度指标;观测严格执行规范要求,做到尺台稳固、执尺竖直、视距不超限。

(3)已知高程点的分布是否均匀和似大地水准面模型误差:已知高程点的分布决定了拟合测区似大地水准面模型的精度,是主要的影响因素。已知高程点布控时,既要保证一定数量,又要均匀控制整个GPS网。

3 高程拟合的关键技术措施

根据曲面拟合的原理和影响高程拟合精度的因素,布设GPS高程拟合控制网必须解决以下关键技术问题,最大限度地削弱各方因素对似大地水准面模型误差的影响,最终保证高程拟合网的精度。

测区中联测几何水准点的数量,个数视测区大小、测区地形变化情况确定。平原地区可以少一些,山区应多一些,但至少不能少于计算模型中未知参数的个数;对地形突变部位的GPS点,必须联测几何水准;联测几何水准点应均匀地布设于测区和中央。由测区周围联测的已知点连成的多边形,应包围整个测区,增加整体拟合网的图形强度,避免外围点发生震荡偏差;在测区中间选用适当的GPS控制点联测几何水准并参与高程拟合;GPS点位选择在对卫星接收信号不会产生干扰的地方;量测仪高、编辑仪高必须严格进行校核检查。

高程拟合控制网的成果必须经过几何水准检验,以确定成果的可靠性及精度。

4 实例运用

利用双频GPS接收机在永定河滞洪区布设了GPS点12个,

控制点均匀覆盖了整个测区。控制点均选择在周围空旷、不受任何干扰的地方;每台仪器量取仪高由两人进行互检;导入观测数据进行基线解算时应仔细检查输入的仪器高,并剔除精度低的基线,避免其对测定GPS大地高的影响;在测区周围选取了7个二等水准成果的已知点,因7个已知高程点主要分布在测区的西部和北部,东南方向只有1个,因此利用四等水准联测了中部的H003和东部的H010两个GPS点,解算时也作为已知高程点。经过基线检核、闭合环精度检验,最终采用曲面拟合的方法进行高程拟合计算。

为了评定高程拟合的高程成果,采用了2种检验方法,几何水准检测结果满足四等水准测量的要求。①把测区西部的D649、北部的D001和中部的H003分别作为未知点对控制网重新进行高程拟合计算,检验结果是D001相差21mm, D651相差18mm, H003相差0mm。按《水利水电工程测量规范》规定进行推算,当 $h=0.5\text{m}$,路线长度为20km时,四等水准路线的最弱点高程中误差为 $\pm 22\text{mm}$,取2倍的中误差作为限差,限差值为 $\pm 44\text{mm}$,检测结果满足限差要求。②利用四等水准对测区外围的H001进行了检测,距离6km,结果相差12mm。根据检验点至已知点的距离 L ,按 $\pm 20\sqrt{L}$ 计算出四等水准测量拟合残差的限差值为 $\pm 44\text{mm}$,检测结果满足限差要求。

5 结语

通过对布设高程拟合网关键技术的阐述和运用,在地势平坦、工程区域大、任务要求紧的情况下利用高程拟合有其独特的优越性,具有降低劳动强度、提高工作效率、高程误差不累积等优点。只要控制好关键措施,施测精度能够满足四等水准测量的要求,高程拟合可以推广使用。

参考文献:

- [1]许绍铨,张中海,杨志强,等.GPS测量原理及应用[M].武汉:武汉大学出版社,2007.
- [2]GB/T 18314—2009,全球定位系统(GPS)测量规范[S].
- [3]李青岳.工程测量学[M].北京:测绘出版社,1984.