

温州城市新高程基准建立的实践与思考

陈远新, 黄小明

(温州市勘察测绘研究院, 浙江 温州 325027)

摘要 本文针对原温州市区高程控制的现状, 提出建立城市新高程基准网的必要性; 结合温州市二等水准网建立的实践经验, 阐述了城市高程基准网的方案设计、组织实施和成果的分析与利用是建立城市高程基准网的关键; 从温州典型软土地基的实际出发, 介绍了如何确保水准点埋石质量, 以达到城市高精度的高程基准网建设; 通过对温州市二等水准网复测及成果分析, 建立水准点的沉降档案并提出周期性复测的要求。

关键词 城市高程基准 典型软土地基 打桩型混凝土普通水准点 精化大地水准 水准网复测

中图分类号: P224 **文献标识码**: A **文章编号**: 1672-4097(2007)01-0024-03

1 引言

城市高程基准作为三维空间坐标的参照基准之一, 与城市的建设及安全息息相关。温州作为沿海开放城市, 城市化进程不断加快, 城市规模已从80年代的不足20 km²建城区扩大到现在的近200 km²。随着城乡建设和基础建设突飞猛进, 原有温州市区内的三等水准网点及国家一等水准点均已出现严重破坏和沉降现象, 真正能满足规范要求的、保存完好的水准点几乎很难找到, 致使成果不可靠, 严重影响了重点工程项目和基础测绘项目的正常实施。为此温州市规划局、测绘局决定在市直辖的鹿城、瓯海、龙湾三区和瑞安市的部分发达地区建立二等水准网作为温州城市新高程基准网, 控制面积约1 200 km²里, 以此建立温州今后大都市区域高程控制基础框架。

2 确立高程基准网的设计思想与建网方案

2.1 保证足够密度

控制区内点位密度必须满足各种测量对高程基准点的需要, 对于平原地区任何地方到基准点的距离不超过3 km。

2.2 重视点位的选埋

充分利用温州特定的地形、地质条件, 尽可能把点位设置在基岩上及不易被破坏且便于使用的地方, 尽量防止或减少点位沉降, 最大程度地确保成果的可靠性。

2.3 要有坚强的网形结构强度

对于面状的高程控制网, 在考虑密度的前提下, 网的优化任务主要在于点的位置选择和网形的组合结构上, 点位的确立必须符合长效性和可靠性, 这也是城市高程基准网建立的根本原则。网形

的组合首先要注意到观测路线的优化, 应选择干扰少, 连接距离短的观测路线, 以确保相邻点间的相邻精度。

2.4 要确保外业数据采集精度

保证外业数据的采集精度, 严格执行二等水准的技术标准。

2.5 数据处理要科学、严密、合理

作为高精度的高程控制网, 要严格按照规范要求对影响到高差精度的各项改正数进行彻底的改正后进行平差计算。

遵照布网的几项原则, 考虑到布网的区域范围及顾着将来的发展和水准路线的联结要求, 经过反复研究, 决定在控制面积约为1 200 km²的范围内共设置二等水准点新点107座, 其中设基岩水准标石7座, 岩层基本水准点标石63座, 打桩型混凝土普通水准标石29座, 混凝土普通水准标石7座, 深层双金属管水准标石1座。联测本区域内一等水准11点, 原二等水准1点。温州市二等水准网共由119点组成, 根据温州的地形特征和水准路线的优化组合, 整个网构成26个闭合环, 路线总长为476 km。整个水准网按相对均匀分布的原则在不同类型的埋石点上选择了8个水准点, 建立GPS观测墩。在观测墩上埋设不锈钢制成的强制对中螺旋, 把GPS定位技术同高精度水准测量技术有机地结合起来, 通过建立定期的高精度GPS定位测量, 可对温州地区的城市地面沉降进行长期监测和研究, 同时也为大地水准面的精化和研究提供可靠的基础性资料。

3 高程基准网组织实施

3.1 选点、埋石

除山边岩石标志外, 平原地区的点位一般选在

学校、医院、公园、机关、寺庙等便于保管和使用的地方。

根据温州市区范围内特有的山水地质条件,以不同的方式在控制区域内埋设7座基岩水准标石和63座岩层水准标石,对于基岩和岩层点严格执行国家规范要求,这些点为水准网的可靠性构成了最基本的框架,对于地质条件较差的平原地区,在尽量保证点位密度的条件下为减少点位的沉降,经反复讨论比较后决定埋设打桩型水准点29座

3.2 外业数据采集

为保证观测成果的质量,选择了目前较先进的两套国产蔡司 Dini12 数字水准配铟瓦条码尺同时进行观测,按规范要求仪器在使用前后都经过权威部门进行严格检验。外业观测数据自动记录在随机 PC 卡上,通过笔记本电脑将野外采集的数据采用 Length500 数据处理软件进行传输,保存原始数据后经过适当编辑后转换生成 Excel 格式手簿,成果输出准确无误,作业执行的技术规范为《国家一、二等水准测量规范》和及国家测绘局制定的《数字水准仪监控及一、二等水准测量规程(试行)》。整个水准网共划分成26个区段,从观测时间和观测路线的安排上都严格执行规范的要求。观测是在埋石结束8个多月时间后进行,大部分点已经超过1年多时间,已顾及点位自然沉降期。

3.3 数据处理

本次测量的高程控制网基本上沿平地进行布设,测段最大高差不足10m,大部分都在3m之内,日月引力、重力异常以及正常水准面不平行的改正数都很小,最大的只有0.05mm,大部分在0.01mm之内,舍去这三项改正,只对尺长和温度进行改正,实际影响也很小,改正之后的往返测高差平均数为最后高差组成高程水准网进行严密平差。

考虑到国家一等普通水准点成果的可靠性,本次二等水准网不作附合网约束平差,以松台山基岩点为起始点,其他原有水准点都作为未知点(包括国家一等点),采用清华山维 NASEV3.0 平差软件进行二等水准网无约束平差。平差后的高程成果为温州城市高程基准网最后成果,为了检验平差结果的正确性,利用武汉大学的科傻软件进行平差校对,结果一致。国家水准点经联测并参与平差后,可对其成果进行分析、对比,其可靠性高的点也可作为城市高程基准点向社会提供使用。

3.4 精度统计分析

高程网共由145个测段,26个闭合环组成,在作业过程中非常重视观测条件和观测质量,整个高

程网没有出现重测、返工现象,一次性完成外业数据的采集。根据所有测段往返高差较差统计与其高差限差比较,小于限差1/3的占76.60%,大于1/3小于1/2的占16.60%;环闭合差小于1/3限差的占100%,按往返测高差较差和环闭合差计算的每公里水准测量偶然中误差 $M = \pm 0.54 \text{ mm}$,每公里水准测量全中误差 $M_N = \pm 0.40 \text{ mm}$,平差后单位权中误差 $M_0 = \pm 0.43 \text{ mm/km}$,最弱点 II 温高程中误差为 $\pm 1.94 \text{ mm}$,各项精度指标均符合规范要求。

4 高程基准网成果的分析与利用

从二等水准网平差结果的精度统计表明,各项精度指标已大大超过二等水准并优于一等水准的精度指标,达到了计划的目标要求。由于国家一等水准80年代和90年代施测的(85二期国家高程基准)新、老数据在温州地区存在一定的差距,以021基岩点为参考其差为-0.079m,其他一等水准点(普通标志)差值也不同,参加比较的8点最大差值为-0.176m,最小为-0.055m。以I杭温021基岩点国家二期老成果作起算点计算二等水准网中的各点高程,测区内其它国家一等点按未知点处理,其成果与一等水准点国家二期新、老成果进行分别比较,发现均有不同程度的不均匀沉降现象,通过数据分析,可总结得出以下几点结论和建议:

4.1 从中可以看出沉降量不一致,且从区域分布情况分析也是无区域规律,不同时期各点的沉降速度也是不同的,比较稳定的点有125、125-1、134、和001四点,其他水准点沉降值较大主要原因是点位位置选择和埋设质量欠佳,由于国家一等水准点除基岩点外都是按规范要求埋设普通水准点,很少有岩层点,且大多沿公路布设。

4.2 另外可说明,国家一等水准路线十几年才复测一次,周期较长,新的成果又没有及时向社会发布,导致启用的新成果通常滞后观测时间好几年,对于温州软土地基地区来说,其成果的可靠性较差。

4.3 本网以I杭温021基岩点一点做为起算数据,并以其国家新、老的成果(差值为-0.079m)分别为起算点,进行统一平差计算,产生-0.079m的系统差,从数值上看,老成果各点高程值比新成果大0.079m。国家已经启用了85二期高程基准的新成果,对于温州地区85二期高程基准新成果与56黄海高程系统接近,但温州的整个基础测绘和工程测量都一直采用85二期国家高程基准的老成果,如果启用新成果与原来的系统比较会产生-0.079m系统差,而沿用老成果与目前的城市高程

系统一致,作为城市网应保持相同的高程系统才有利于高程基准的长期性和稳定性,有利于各项工程的规划、设计和建设,不要随便变更为好,否则就会造成系统上的摆动,决定沿用85二期国家高程基准的老成果高程系统为新温州高程基准的高程系统。

5 温州市城市高程基准网复测及分析

温州地区是典型的软土地基,地质条件比较差,由于受桩位自重的影响,打桩型混凝土普通水准点可能会出现不同程度的沉降,为了确保成果的可靠性,2005年3月至7月对温州市二等水准网中打桩型混凝土普通水准点(28个)进行复测,并测基岩点5个、岩层水准点6个,混凝土普通水准点3个,共观测长度287.30 km,以便通过复测后对各类水准标石的稳定性进行分析研究。经对温州市二等水准网的复测成果进行比较分析,归纳总结以下几点:

5.1 岩层水准点、混凝土普通水准点两次成果较差最大值仅3.5 mm,属测量正常误差,同时也证明温州市二等水准网的施测精度是可靠的。

5.2 打桩型混凝土普通水准点两次成果较差在一41.5~0.0 mm之间,说明打桩型混凝土普通水准点大多数都存在有不同程度的沉降情况。经分析,沉降值大于20 mm的有10个点,其所在位置主要集中在瓯江或沿海等地质条件差,且地下水位较高的地区,由于桩还没有打到基岩,受桩位自重的影响出现较大沉降。位于温州火车站广场的水准点受汽车、火车行驶对地面振动导致桩位沉降也较大。其余16个打桩型混凝土普通水准点点位集中于老市区、城市西片等地质条件较好的区域,

两次成果较差较小,均在20 mm以内,点位基本稳定。

从以上分析可见,打桩型混凝土普通水准点随其点位地质条件不同而沉降速度也不同,可概括为:城市东面沿海地区大于城市西面老城区,沿海或河流区域大于非沿海或河流区域。建议应定期对温州市二等水准网打桩型混凝土普通水准点进行周期性复测,确保其成果可靠性。

6 温州市城市高程基准网的建立值得思考和研究的几个问题

6.1 方案要从长远考虑,应根据地区特性选择合理、科学的选埋方案,以高标准、高起点、高质量建立城市高程基准网。尤其软土地基地区在水准点选埋方案上要突破规范,注重选埋质量

6.2 城市高程基准网今后需要再扩大,发展到一定程度时应进行优化设计,应与国家一等网点衔接,以便消除误差的积累;

6.3 如何建立高程基准网的复测,应选择怎样的观测周期和观测方案,尤其对各种类型水准点应建立不同的数据分析,这些都需要根据当地实际情况做出科学、合理的研究和判断,制定长期、有效的方案;

6.4 考虑到精化大地水准面要求基准点高程的精度较高,而可能由于水准点沉降的原因,作为似大地水准面精化时测量点的三维坐标和水准高程已发生一定的变化,会导致在某一小区域用似大地水准面精化求出的高程和水准高存在系统性的差异,对于可能会发生沉降的点作精化时的高程基准点时,应注意GPS和水准高程观测时时间上的同步性。

The Practice and Consideration to Construct the new Height Datum of Wenzhou

Chen Yuanxin, Huang Xiaoming

(Institute of prospect and survey of Wenzhou, Wenzhou 325027)

Abstract This paper puts forward the necessity of construct city's new Geodetic datum network according to the current height control situation of Wenzhou. Combined the practical experience of second-class leveling network of Wenzhou, we expound that the plan design, practice arrange, results' analysis and use are the keys to construct city's Geodetic datum network. In order to construct a high precise Geodetic datum network for city, we introduce how to ensure quality of burying the level points considering the typical soft foundation of Wenzhou. Through the resurvey of Wenzhou's second-class leveling network and analysis the results, we set up level points' subsiding files and bring up the requirement of periodical resurvey.

Key words City geodetic datum; Typical soft foundation; Normal concrete level point of piling; Refine geoid; Leveling network resurvey