

复杂条件下测站考证方法初探

赵邦栋

(江苏省水文水资源勘测局泰州分局, 江苏 泰州 225700)

摘要: 以测站考证相关概念和考证应遵循的基本原则为出发点, 揭示了测站考证核心工作内容即为基面改正数的复核或重算。围绕基面改正数计算, 分析了基面改正数组成和确定基本水准点冻结高程时可能遇到的四类情形及应对措施。面对复杂条件, 通过绝对基面间高程换算和灵活的误差处理等手段探索出了一套较为切合实际、合理可行的测站分类考证方法。

关键词: 基本水准点; 高程; 基面改正数; 换算; 误差

中图分类号: [TV123] **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839 (2016) 05-0039-04

Research on textual method of station in complex condition

ZHAO Bangdong

(Taizhou Hydrology and Water Resources Investigation Bureau of Jiangsu Province, Taizhou
225700, Jiangsu)

Abstract: Taking related concept and basic principle of station textual research as a starting point, the core content of the research is revealed, namely check and recalculation of the basal plane correction. Composition of basal plane correction is analyzed. And four situations and countermeasures which may be encountered in determining the freeze elevation of fundamental bench mark are analyzed. By elevation conversion of absolute basal plane and flexible error processing, a reasonable and feasible research method is explored.

Key words: fundamental bench mark; elevation; basal plane correction; conversion; error

0 引言

测站考证是水文测站为确保水位观测资料可靠性的一项基础性工作, 没有全面、正确的测站考证不仅无法保障水位资料的正确性, 同时也会直接影响到使用水位资料来推算的诸如流量、输沙率等项目的资料成果质量, 因此, 做好测站考证工作便成为水文资料整编时的首要任务。

在没有新的针对测站基本水准点水准测量情况下, 一般年份的测站考证没有多少新内容, 很多都是照搬上一年份的考证数据。随着水准复测成

果的加入, 不详细了解引据的国家水准点高程是否最新, 不顾表面上复测成果没有超限与实质上地面可能普遍存在沉降的现象之间有无掩盖基本水准点是否变动, 还是以简单、粗糙方式来处理问题, 往往会形成错误隐患。

实际上, 由于国民经济高速发展, 地下水开发利用日趋普遍, 受此影响, 一些地区地面沉降现象相当明显, 区域内水准点高程变动已在所难免。加上很多测站以往水准复测采用的引据点高程相对陈旧, 难以从复测成果中辨别基本水准点是否变动, 地面沉降影响不断累积, 包括水准复测年份

收稿日期: 2015-12-21

作者简介: 赵邦栋(1962-), 男, 本科, 工程师, 主要从事水文监测工作。

在内的年度测站考证流于形式,无法解决因地面不均匀沉降所导致的上下游关系错乱等现实问题,测站考证条件愈来愈复杂化。

当然,拥有最新的引据点高程数据以及可靠的水准测量成果才是开展测站考证工作的前提,如缺少这两项要素,正确考证就无从谈起。如何利用好目前已经具备的两要素面对上述复杂条件进行测站考证便是本文探讨的主要问题。

1 基本概念与考证原则

测站考证主要分水准点考证和基面考证。水准点考证就是要查清测站各水准点有无人为或自然因素影响而发生变动,如有变动,其高程应随之作相应改变。基面考证则是明确测站冻结基面与绝对基面间的关系,即明确基面改正数。

测站考证一般会牵涉到三个基本概念和两个基本原则。三个概念就是指冻结基面、绝对基面和基面改正数,两个原则是指单站水位资料序列的连续性原则和测站间统一采用绝对基面的一致性原则。弄清三个概念和两个原则,测站考证工作就易于上手,对此,笔者在《测站考证相关概念与基本原则》一文中已有详细阐述,此处再次引用以作为探寻考证方法的切入点。

冻结基面是指测站将第一次观测所使用的基面固定下来作为以后观测长期使用的基面。这里强调“固定”和“长期使用”,唯一性是其主要特点。

绝对基面指的是以某一海滨地点平均海水面为准并将其高程规定为零的水准基面。绝对基面是由流域机构或国家建立的基面,具有一定的权威性和普遍适用性。

基面改正数是测站基本水准点绝对高程与冻结高程的差值,它客观反映冻结基面与绝对基面间距离,由其可实现冻结高程与绝对高程的换算。

连续性原则要求考证测站基本水准点的高程变化有无影响到冻结基面的位置稳定从而影响水位序列的连续。一致性原则要求考证基面改正数是否正确以免影响统一使用绝对基面。

显然,计算基面改正数依据的必须是基本水准点正确的绝对高程和冻结高程,其前提应是水准复测引据的国家点和被测的基本点的位置均未发生变化。如果国家点变动且缺少变动后的更新高程,那么引测的基本点绝对高程就会错误;而如果采用变动的基本点旧冻结高程计算的基面改

正数就会包含基本点高程的变化量,其后果会影响到冻结基面的稳定,这与水位序列连续性原则相冲突。因为采用了错误的基面改正数难以从冻结高程换算到正确的绝对高程,这也会影响统一采用绝对基面的一致性原则。可见,只有同时正确确定基本水准点的绝对高程和冻结高程,准确地计算出基面改正数才能保证两个考证基本原则的实现,所以围绕基面改正数的计算或复核将是测站考证工作的核心内容。

2 确立绝对基面间换算关系

设立时间比较久远的水准点依附的绝对基面有废黄河口基面和56黄海基面等,建立在这些绝对基面以上的高程系统已相对陈旧,目前使用这些基面的国家水准点高程数据几无更新,特别是地面发生沉降以后,由于缺少更新的高程数据,使得某一水准点前、后期高程无法比对,难以在同一个绝对基面上定量说明水准点的高程变化。

而目前测站水准复测新用引据点普遍采用85基准基面,在复测成果形成后考察基本点高程变化,就会牵涉到前后期分别使用的新旧绝对基面,为便于计算基本点高程变化量,新旧绝对基面间的高程换算在所难免。因此,获取或分析确定绝对基面间换算关系便成了测站考证工作的重要一环。

由大地测量学可知,绝对基面是流域机构或国家根据验潮站相关潮水位观测资料确定的似大地椭圆水准面。不同地点、不同时间确定的绝对基面是不同的,但均为相似形体,且两两间的距离应该是一个常量。如从85基准基面到56黄海基面的换算,只要在85基准基面的高程上加上0.029 m就能得到56黄海基面上的高程。不过,56黄海基面与85基准基面都是采用同一个验潮站不同时期的观测资料分别确定的,且高程标注均用同一个水准原点,两者换算关系自然产生,而其它滨海验潮站确定的绝对基面与上述两个绝对基面之间或者说其所依附的水准原点之间还缺乏权威性的统一联测,换算时因受水准网测量误差的影响难有定值。

为获取绝对基面间的换算值,一方面可从有关技术机构咨询,另一方面也可以根据测绘部门同时公布的同一组水准点的多种绝对基面上的高程数据进行分析,取两两不同基面间的平均高程差值作为换算值。例如,根据1990年江苏省测绘

部门公布的里下河地区部分Ⅲ等水准成果可以近似计算出废黄河口基面与56黄海基面间的平均换算关系如式(1), 如果再结合已知的56黄海基面与85基准基面换算关系式(2), 就能实现从废黄河口基面到85基准基面的换算, 如式(3)所示。

$$\text{废黄河口基面} = 56 \text{ 黄海基面} + 0.143 \text{ m} \quad (1)$$

$$56 \text{ 黄海基面} = 85 \text{ 基准基面} + 0.029 \text{ m} \quad (2)$$

$$\text{废黄河口基面} = 85 \text{ 基准基面} + 0.172 \text{ m} \quad (3)$$

综上所述, 新旧绝对基面间就已实现了联系, 使用新旧基面表示的绝对高程就能实现换算。

3 原用基面改正数的验证

基面改正数与绝对基面是一一对应的。一般来说, 一个测站会使用多个绝对基面, 那么便具有多个基面改正数。由于同一测站各基面改正数都是针对同一冻结基面, 所以在掌握了绝对基面间换算关系以后便能通过基面改正数间的差值与绝对高程换算值的比较来验证各基面改正数是否符合绝对基面间的变换规律, 即验证测站原用基面改正数是否计算正确, 另外从中也可以发现冻结基面在测站换用绝对基面时其稳定性是否受到影响。

具体验证过程可列表进行, 列出各基面改正数后计算两两间差值作为对应绝对基面间的距离, 逐个与所涉两基面间换算值比较, 如果两值相近说明基面改正数计算正确, 否则所涉基面改正数就可能有错, 还要再比较其它绝对基面间计算比对结果认定, 最终可在重新计算基面改正数后得到确认。

通过简单计算完成原基面改正数的验证, 不仅有助于更深刻了解测站以往的考证情况, 同时也可用绝对基面据以计算基本点高程变化量。

4 基面改正数计算与分析

准确计算或复核基面改正数, 实际上就是准确敲定基本水准点的绝对高程和冻结高程。

基本水准点的绝对高程无疑可以利用最新的国家水准点高程数据及最新的水准测量成果来重新确定, 这些在考证工作开展前通过必要的前期工作时已经具备。

但基本水准点冻结高程在地面普遍下沉失去原有参照系后已无法通过测量确定, 它只能借助新旧高程系统相互关系(即新旧绝对基面换算关

系)和高程变化量等来进行分析确定。在分析确定基本点冻结高程时会遇到基本点的上下变化幅度与水准网复测平差影响值或测量误差孰轻熟重的矛盾问题, 因此应分清主次, 注意区别, 抓住主要矛盾, 其间技术处理应能允许一定误差限的存在。

当初使用冻结基面主要是考虑到两个主要现实问题: 一是由于全国各河流应用高程基面不统一, 若干水文测站尚未接测国家水准点而仍采用假定基面; 二是各站水准点高程数据经检查复测后又往往需要变动, 致使前后水位不相连。这样就赋予了绝对基面与冻结基面间的差值即基面改正数两个性质不同的内容, 对应于第一项的是绝对基面与冻结基面的初始距离, 它标定了冻结基面位置之所在, 这一项可称为“面差”项; 对应于第二项的是国家高程系统更新而引起的绝对高程微调, 它是基于偶然误差而出现的, 此项为“误差”项。用公式表示为: 基面改正数=面差+误差。

通过对基面改正数的分项, 考证时就可以加深对基面改正数的理解, 有利于分清基本水准点位置发生变动和水准网复测平差即绝对高程系统更新这两种情形所造成的影响。

确定基本水准点冻结高程可能会遭遇到的情形可分为以下四类:

(1) 基本水准点未变动且高程系统未更新, 此时基本点高程及基面改正数均不作改动。

(2) 仅是基本水准点发生变动。此时, “面差”项没变, “误差”也没变, 所以应保持基面改正数不动, 根据新测得的绝对高程重新计算冻结高程, 即对基本水准点冻结高程进行订正。

(3) 仅是高程系统更新。此时, 虽然“面差”未变, 但“误差”项面临调整, 所以应保持冻结高程不变, 根据新接测到的绝对高程重新计算基面改正数, 即对基面改正数进行调整, 其实这种调整毕竟是针对国家水准网复测平差后的新高程进行的, 其幅度应该有限, 如有基面改正数大幅度调整可能意味着第一类情况即基本水准点变动已经发生, 可见在这里通过基面改正数调整幅度的大小即能判别基本水准点有无明显变动, 具体幅度可用水准复测是否超限控制。此外, 如果是高程系统变更, 那应该重算基面改正数, 此时仍是保持冻结高程不变, 根据新测绝对高程计算与此高程所系的绝对基面相应的基面改正数。

(4) 既有基本水准点位置发生变动又有高程

系统产生更新,即二、三类情况同时出现。这时应权衡基本水准点变动幅度与复测平差误差限度,如基本水准点变动幅度较大,则归于二类情形处理,此时忽略了复测平差精度的提高。如基本水准点变动幅度较小,如在1~2cm左右,与测量误差相当,此时从国家水准点到基本水准点的水准复测超限的可能性已很小,无法与误差甄别,则归于三类情形处理,仅作基面改正数的微调,基本水准点冻结高程保持不动,这里冻结高程已忽略了下沉量,但因其小而不致影响冻结高程的应用。再复杂一点的情况是如果伴随基本水准点变动的为绝对基面变更,则应借助于绝对基面间的变换关系,归化为旧绝对基面的更新再作处理。

在处理第四类情形时主动忽略次要因素,允许一定误差限存在的方法应在处理复杂考证问题时得到灵活运用。拘泥于“数据精确”,忽视误差的现实存在,面对复杂的考证工作将会一筹莫展。

5 基本水准点水准复测成果应用实例

如某测站基本水准点已确认因地面沉降而发生明显变动,并且采用最新高程系统的国家水准点作为当前水准复测引据点,那么根据上述分析可将此种情形归为第四类中较复杂的类型,应属于典型的复杂条件下的考证范围,运用绝对基面间的换算关系进行归化处理,忽略高程系统更新引起基面改正数的微小变化便是该站考证工作的主要手段。大致可按如下程序操作:

整理完水准复测成果后,需列表分别计算基本水准点各基面绝对高程、冻结高程和各基面改正数。首先计算测站基本水准点与引据水准点同一绝对基面即新基面的高程,然后根据绝对基面的换算关系推算旧绝对基面高程并与相应基面的旧高程相减得各基面基本点高程变化量,排除异常数值,出于点位高程唯一性的考虑,取均值作为重新计算基本水准点冻结高程的订正量。以此订正量加上基本点旧冻结高程求得其新冻结高程。用基本水准点各基面的新绝对高程逐一减去这一新冻结高程便能重新计算出该测站各基面改正数。结合基面改正数验证结果,比较新旧各基面

改正数,据以计算基本点订正量的新旧相差应很小,旧基面改正数可继续使用,而相差较大的应当及时予以更新、改正。不过若要在各基面改正数间准确隐含绝对基面的换算关系,不分是否参与基本点订正量的确定,亦不论各基面改正数前后相差有多大,不妨考虑统一更新。

6 建议和结论

测站考证涉及的工作是多方面的,为能使考证工作得以顺利实施且在保障和提高水文资料质量中发挥应有的作用,笔者提出以下几点建议:

(1)在水准复测和测站考证时少不了国家水准点的最新高程数据,所以水文部门应与测绘部门建立常态化、日常性的工作联系,在国家水准网的建设中融入水文站网布局元素,以便缩短水准复测线路,提高复测精度,及时获取国家水准网的更新数据,对于数据的更新应及时组织水准复测。

(2)水准点遭到破坏的现象已较普遍,越是发达地区水准点越难得到有效保护,有必要与测绘部门在完善选址设点方式方法同时,会同公安等机构制定一套保护国家测量标志的长效机制,加大对破坏者的追责和处罚力度,以减少水准复测时难寻可靠水准点的窘境。

(3)收集、归纳各站区以前针对自身特点而采取的合理、可行的考证方法,形成一套完整的考证流程和应对措施,并将其纳入整编规范或规范补充规定,便于各站在整编时有据可查、统一使用。

测站考证一般面临的情况总是错综复杂,搞清楚测站考证所涉及的相关概念,掌握基面变换规律,认准基面改正数为开展考证工作的主要抓手,灵活运用误差处理方法,测站考证时才能更合理、更精确。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国水利部.SL247—2012 水文资料整编规范[S].北京:中国水利水电出版社,2012.
- [2] 吕志平,乔书波.大地测量学基础[M].北京:测绘出版社,2010.
- [3] 刘琦.国冻差变化分析处理[J].水文,2010(4):6-7.

(责任编辑:徐丽娜)