

# 对水位高程基准的探讨

宋政峰

(上海市水文总站,上海 200232)

**摘 要:**分析了目前水文测站在水位高程基准上所存在的主要问题,阐述了如何合理使用基面进行测站高程控制,以及有效实现水位的高程基准稳定控制的途径,并提出测站考证方面新的技术措施。

**关键词:**水位;高程基准;资用高程;冻结基面;基面换算;测站考证

**中图分类号:**P332      **文献标识码:**A      **文章编号:**1000-0852(2014)06-0040-05

## 1 水文站水位高程基准上存在的问题

自20世纪80年代起,我国平原地区地面沉降情况日渐普遍和严重,高程控制系统维护不及时、水准网复测平差期距普遍较长,经济开发难以避免地造成大量水准点的损坏和灭失,直接导致水准考证的证据链破断,加之一些考证技术应对措施的不当,使水位资料无论单站的序列一致性还是多站的高程基准一致性都受到了较大影响。

### 1.1 水位虚高并累积性偏离

沉降导致水准测量引据点含有较大的误差,测站自身也受不同程度的沉降影响,测站失去准确的高程基准,水准考证失去了应有的成效。持续不断的沉降影响直接导致水位出现虚高,测站水位出现累积性偏离。沉降不均匀的特点又使得不同测站水位失真程度不同,导致很多地区水位虚高同时还存在上下游水位关系矛盾。

### 1.2 冻结基面失去了使用价值

冻结基面是水文测站常用的基面采用方式<sup>[1]</sup>,其方法是:将基本水准点首次测量得到的绝对基面的高程值固定,之后冻结使用,以“表内水位(冻结基面以上米数) $\pm$ x.xxx米=绝对基面以上米数”的方式表示水位<sup>[2]</sup>。其中的差数是水位对绝对基面改正数,也就是冻结基面对绝对基面的差数,可以称之为“冻结差”,在没有任何测量误差情况下,“冻结差”为“0”。

正常情况下,“冻结差”仅仅是测量的合理误差,具有随机性且有收敛边界。当不发生地面沉降时,地面和水准点都基本稳定,“冻结差”通常接近于“0”且长期在其上下轻微波动。即使偶有水准点异常变动,可通过引测其它可靠的引据点进行水准考证,“冻结差”也依然可以正常维持在合理的幅度内。于是,当可以忽略水准测量的合理误差影响时,就可以直接使用“表内水位”进行水文分析计算,不需要进行水位基准订正。这种合理利用误差的基面表示方法,对水文分析计算起到水文资料使用便利的作用。

当出现持续的不均匀地面沉降时,测站基本水准点高程不断偏离,“冻结差”逐年变大,水文分析计算必须进行水位基准订正,冻结基面的使用就失去了原有的意义。当出现持续的区域性均匀地面沉降时,引据点同步沉降测站基本水准点其绝对基面的高程在悄然不断偏离,但“冻结差”却未明显变化,水位实际失真无法发现,或者在未来某次修正水准点绝对高程时一并对既往水位资料进行高程基准订正,冻结基面的使用也失去了原有的意义。

### 1.3 水位数据的修正难以实现

目前在水文测站考证中,受引据点变动、起算数值年代变化、不均匀沉降、均匀沉降等因素产生的持续性、跳跃性或综合影响,测站基本水准点高程失常的情况大量出现。甚至引据点未及水准网复测平差就灭失、基本水准点也变动且无备份点,造成测站基本水准点

收稿日期:2013-08-29

作者简介:宋政峰(1966-),男,上海人,高级工程师,上海师范大学、扬州大学兼职教授,主要从事水文、测绘、标准化的研究。

E-mail:peter\_song@126.com

高程难以有效得到考证。当无法及时和准确引用两次复测平差成果,无法正确反映测站水位高程基准实际受到的变动影响,水位资料阶段序列出现永久性的偏差且难以分析确定,也无法正确修正水位。这个情况在很多水准网维护不理想的沉降漏斗区普遍存在。

#### 1.4 测站考证问题颇多

近20年来,有的地区变更所用基面,新基面开始使用暨原基面结束使用时的原基面水准网也都未同时复测平差,两基面的水准网各自建立以来的沉降因素也未消除,直接靠测量值作换算,变更后的新的水位高程基准既含有原基面水准点高程的失真度又含有新基面水准点高程的失真度,使得这些水位资料的还原改正可能无法实现;有的地区自建独立水准网进行考证,形成自用高程系统,基面换算值与标准值不一致,换算值中未分离沉降量;有的考证资料中对国家高程基准的关系表达不正确,未使用名义换算值而以不同基面的实测高程的差数作为换算值,将水准点正常误差和沉降量都直接计入了基面换算值;还有因为“85基准”局部的原始粗差历史问题而产生更复杂的问题。

## 2 水文测站的基面使用

### 2.1 基面及水准网维护

通过平均海平面的大地水准,就是绝对基面。在确定基面的验潮站的临近区域,建立稳固的高程控制点标志作为基面原点,其与验潮确定的平均海平面具有明确的高差常数。由于大地水准面表示的正高系统的使用不便,根据测量技术的需要,以通过该平均海平面的似大地水准面建立的正常高系统,建立全国性的高程基准。需要注意的是,同一大地水准面上的水面是静止的,而同一似大地水准面的水面是流动的。

随着时间的推移,验潮资料的序列长度的不断累积,必要时会根据最新的潮位分析结果调整平均海平面,相应修改原点的高程。例如“青岛原点”,其“1956黄海高程系统”与“1985国家高程基准”的数值只差 $0.029\text{m}^{[3]}$ 。需要说明的是,基面的微调与验潮资料观测周期有关,变动值往往很小。基面自身因平均海平面复算的调整对于绝大多数高程使用并无敏感影响。

整个水准网均以原点的高程值作为起算值。定期进行全网水准观测、原点联测、重力观测、平差计算等,进行水准网的复测,可以使全网水准点不断具有比较准确的高程,这就是水准网维护工作。由得到良好维护

的水准网的作引测,被测对象就可以获得较理想的基于该高程基准(基面)的高程,水准网各次复测平差之间的水准点高程变化也可以被准确掌握,被测对象的高程变化也就相应可以准确获知。

### 2.2 基面差与基面换算

由于各地重力分布的差异和验潮站实际观测的潮波受海洋地形的影响,且平均海平面的推算本身也受到资料序列周期的影响,故不同的地点的平均海平面,实际上不是同一个大水水准面,所以就出现了基面差。当需要对不同高程基准表示的资料进行综合利用时,就需要进行基面换算。我国历史上建有很多区域性高程控制系统,如大沽、废黄河、秀英、吴淞、珠江、坎门等等,有的自身含有系统问题、有的自身还有区域差异,而且各个基面相互之间缺乏系统联测、没有准确的转换关系,给防汛调度、水文资料分析利用带来影响。我国先后颁布使用“1956黄海高程系统”和“国家85高程基准”,作为其它高程控制系统相互换算的参照<sup>[4]</sup>。

理论上水准面的存在有无数个,两两之间存在着重力位差,对于不同的地点,不同水准面之间仅仅是重力位差相等而距离是不相等的,这就是水准面的几何不平行性<sup>[5]</sup>。虽然理论上不同地点两个水准面的距离不同,但是毕竟验潮及其分析结果的误差对于平均海平面的影响非常有限,不同基面之间的间距因而都不会很大,基面换算值作为一项高差值,在重力面上的分布差异可以忽略。在全国范围内,两个基面之间的高差,最远的两端也仅差 $3.4\text{cm}$ 。这就可以在基面换算时直接采用一个换算值。例如,“1956黄海高程系统”和“吴淞(余山)基面”,两者的基面换算值直接可以采用 $1.630\text{m}^{[6]}$ 。

由于测量观测误差和早期技术落后原因,局部地区的换算值与别处可能不同,但这并不是基面差的不同,而是区域水准网系统误差(单值或线性)所致,其换算值实际上为“基面差+系统差”。

### 2.3 冻结基面方式

即使不计基面重力场的变化,各次水准网复测平差也因正常的测量误差而使得水准网中水准点的高程数值发生微小的变化。同样由于正常的测量误差,也可造成测站基本水准点的引测结果发生微小的变化。这种变动实际上是围绕真值、在误差范围内的波动,即使每次对这样的波动值进行更新,所得到的依然不是高程真值。

20世纪50年代初期,淮河流域曾出现过水准考

证后因高程值的变化而修改已往水位数据的情况,引起了广泛的技术讨论。为此,我国水文部门引进苏联规范“测站基面”概念,后来提出了“冻结基面”的方法并加以应用。每次复测平差和考证测量后,记载并刊布“冻结差”,不再更改已往的水位数据。“冻结基面”即水准点首次高程数据所对应的基面,实为每站所独有的基面,与绝对基面非常接近,但其差值自然每站略有不同。

需要说明的是,冻结基面与绝对基面的差值,本质上不是基面差,它仅仅是合理误差表现出的一个值。不能看作一个变换参量,不可定义为一个变换常数。虽然表现与“基面差”相似,但不可称为 $\times\times$ 基面与冻结基面的“ $\times$ 冻差”。

在沉降影响显著而普遍的情况下,“冻结差”实际上反映了引据点与测站基本水准点的综合沉降量,冻结差成了沉降量,其数学表象与其物理意义不符。当水准网复测平差期距超过考证期距时,这一沉降量随着每一考证期不断累积,冻结差无法回到接近“0”的数值状态,采用冻结基面方法的已经失去了它固有的应用条件。对于采用“85基准”这样几十年得不到复测平差的水准网,冻结基面方法并未实现在测站类似存在一个接近绝对基面的测站基面的物理形态初衷,而是形成了不断偏离的一个接着一个的测站基面。

#### 2.4 绝对基面方式

某些地区因较多测站历史久远,高程控制系统又定期进行水准网复测平差、更新水准点高程值,使得包括水文测站在内的所有高程基准应用,都能定期获得精确的更新效果。例如上海最早的测站1860年开始观测水位并据此建立吴淞高程系统,且长期进行区域高程控制测量,我国1955年推出冻结基面方法时,在黄浦江水系中已经有很多测站以绝对基面方式使用吴淞基面多年,1962年起上海又开始设立基岩标进行地面沉降观测,目前每5年定期进行“吴淞基面”水准网维护并公布水准点成果,已经能够有效应对沉降,水文站网具有良好的绝对基面的利用条件,水文测站采用绝对基面就不会出现因沉降产生“虽冻结却偏移”的问题。

当不受地面沉降和水准点频繁变动影响时,采用绝对基面,每次测站考证依复测平差而统一刷新高程值,高程的相应变动幅度也仅仅是测量的合理误差。受到地面沉降和水准点频繁变动影响时,高程的相应变动幅度主要是相应的变动量,也包含了正常的测量

误差。

采用绝对基面方式,刊印的水位表上“表内水位(冻结基面以上米数) $\pm x.x\times\times$ 米=绝对基面以上米数”的差值,其数值始终为“0”,该项也不是“冻结差”的意义。每一次测站考证后,测站基本水准点均统一变更为最新的高程,但不需要对每一考证期距内(5年或10年)的水位资料作修改,而是在每年的水准考证和逢5年(或逢0年)一次的测站考证统计表中,注明引据水准点、测站基本水准点等的高程变化情况,以便使用水位数据资料时,可以通过考证成果了解变化幅度,决定是否需要对历次考证期内的水位进行修正。还可以根据考证测量结果,编制“逐年水位改正数”随水文统计资料公布。如果各次考证期距前后的水准点高程变动很小,则可以忽略变动量,不再对每一年水位作改正;反之,则进行逐年或逐月改正后供计算分析使用。

#### 2.5 基面的变更

基面的选用是有条件的,首先必须采用当地社会生活和城市建设普遍使用的基面,以满足应用的需要,也方便水文测报和避免差错。其次,所采用基面在该地区有完善的水准网可供引测,水准网应定期得到维护。第三,变更基面必须具备对两个高程控制系统的水准网同时复测平差或者两个水准网都长期稳定不变的条件。由此可见,基面的变更,不是简单的更换水准点,需要解决如何满足准确完备的考证需要。要充分考虑数据换算工作的繁杂、与历史资料的衔接、今后都有相当的管理难度。所以,对基面变更的考虑,应当非常慎重。

### 3 建立专用水准网需要考虑的问题

针对不同地区采用基面的不同,为了获得系统一致的站际水位关系,尤其是各地区沉降情况不同、水准网维护状况不同时,能否建立专用水准网来解决问题,也是备选方案之一。表面看来,建立专用水准网并不复杂,仅需进行水准测量,但是实际上却必须考虑很多因素。

#### 3.1 水准点起算的可靠性

绝大部分的水准点都埋设于地表表层,虽然水准点都经过选位,但仍然容易受到环境的影响或人为因素而发生变动。相对而言,具有较高稳定性的是基岩标,但是随地壳板块运动也存在渐变,在遇到地震时也会发生瞬变,基岩标自身的施工质量也有关系。

一个高程控制系统,水准网由各等级的水准路线



组成,逐级测量,经计算而得到水准点的高程。除了行进路线海拔变化、水准面几何不平行等影响水准测量结果的因素,因方法差异、仪器等级、折光影响、观测误差等,也使得水准点高程本身会含有一定的误差。

因此,理论上和实践中,水准测量所用的引据点高程,都存在一定的系统误差、随机误差和可能的变动影响。当建立专用网进行高程控制测量时,起算资料的可靠度,直接影响整个测量结果的准确性。

### 3.2 资用系统与起算数据

进行全网联测是一件浩大的工程,全国性的高程系统建成之后定期进行全网测量维护的可操作性是不大的,因此实际上往往以地市范围为单位进行区域测量,在沉降地区其可以利用的起算点往往很少。而这种没有联入原点进行全网水准联测和相关要素测量(重力观测、天文观测等)而局部观测平差所形成的资用测量成果,与全网测量成果存在一致性的问题。

资用测量成果接近全网测量的成果,但存在差异。例如:长江沿线所用的“资用吴淞高程系统”(又叫“镇江吴淞”高程),因当时测量时没有联入“佘山基点”,而是用“镇江 308”作起算点推算<sup>[7]</sup>,与真正的吴淞高程存在 26.4cm 的系统差,而其“七环平差”等历次成果所使用的起算点主要是原网中的几个固定点。

如果所用的起算点,在原高程控制系统中,因等级不同、网环结构、精度问题而相对存在系统偏离或较大误差,那么对专用网成果的影响就非常大。导致测量结果表现出区域性的偏离、整体倾斜或兼而有之,成果的可靠性往往存在问题。例如:太湖流域东南地区,以“85 二期成果资料”和“原 85 成果”起算,就出现了与正常的基面换算值不一致的问题,从起算资料看,发现起算点高程对嘉兴方向呈现 3~15cm 的倾斜变化,在佘山基点上出现 8.6cm 的基面换算值差,远远超过两大地水准面的正常平行差,显然不合理。而直接采用 1.610m 的原标准基面换算值,却很好地适用于海门与崇明之间的“85 基准”与“吴淞基面”的水准点所构建的长江北支测量高程控制网,未发现异常。显然两个不同时期的起算资料形成了不同的结果,并带来基面换算的差异和水准网成果的系统差异。

### 3.3 不能单纯依靠几何水准

正常高可由测量高差、正常位水准面不平行改正和重力异常改正三项组成。正高与正常高的差,在青藏高原可达 3m,在东部平原为几个厘米,在海面上似大

地水准面和大地水准面重合。所有测量显然不可能都在平均海平面上进行,所以水准测量需要对实测高差进行大地水准面几何不平行和重力异常的改正,才能得到正常高。大范围的专用网建设,并非仅仅依靠几何水准。

### 3.4 不宜采用大一统的高程控制模式

区域的高程基准的控制相对容易,而大流域统一基面,则是一件非常困难和难以有效实施的事项。对于不同区域之间的水位基准的使用处理,宜各自完善区域内的高程基准控制、边界上有效建立基准差换算值。大流域中尤其应该采用“块”的处理方法,而不宜试图直接靠一个“面”解决问题。

## 4 如何有效控制测站高程基准

有效获得测站高程基准,是一个系统性的问题;需要可靠的测站水准点标石群,有准确可靠的起算点可以引测,在复测平差的相同时刻有较高精度的水准测量成果以及避免不当的技术措施。

### 4.1 创建完备的测站水准点系统

测站基本水准点长期的安全稳定是有效控制测站高程基准的关键。即使引据点损坏了、其他引据点位置过于遥远、不同引据点之间变动无法厘清等不利情况,只要测站基本水准点自校系统完好,就可以在基面水准网重新维护后具备可靠的考证条件,就能够准确获知测站受沉降影响的程度和确定正确的水位的改正数。埋设 3 个以上测站基本水准点,定期进行校测,可使测站具备可被有效考证的良好条件。

### 4.2 可靠的引据点

水文站通常比较注重测站水准点自校系统的布设,却往往忽略对引据水准点的保护。在沉降严重的情况下,引据水准点的损毁,往往会因变动时间、变动幅度的误差综合在一起,造成在下次考证时,原引据点、测站基本点的沉降情况不准确。如果发生地面沉降和水准点频繁变动情况时,再发生引据点灭失或下一次复测平差时被废除点位,水位改正计算将成为考证的难题,变得复杂与艰难。不均匀沉降影响既隐含在每次水准考证成果中,失去原引据点高程变动量的衡量,则考证期内的基准情况就难以明确,可能带来无法准确考证的后果。

因此,要尽可能直接将测站基本水准点纳入绝对基面的水准网,统一复测平差。既减少自行引测的误差,又方便在测站直接获得准确的高程基准,还可以充

分利用测站在标志保管上的有利条件。

#### 4.3 合理的考证时间

水准网仅仅在复测平差完成的时刻才具有最精确的高程基准传递作用。沉降严重的地区,一个考证期距的时段,引据水准点的高程变动,普遍都在几厘米以上,幅度大的可达到十几厘米以上。如果在复测平差的当年即进行测站考证,则可以减少因考证时间晚于复测平差时间带来的继发沉降量影响,这样就可以确保考证时得到准确的高程。

如果测站考证时间距复测平差时间相距较长,那么,考证时引据点高程已经含有继发沉降造成的误差,导致水位相应虚高。如果水准网维护不及时,复测平差周期较长,继发沉降量比较大,则影响就比较大。

合理的方法是调整测站考证的时间,将原有的逢5或0年份考证,改为按基面水准网复测平差年份进行,将考证周期与水准网的维护周期一致。

#### 4.4 保证水准测量的精度

随着量测技术的发展,测量仪器操作更便利,但在实际应用中,也存在以往所不同的误差来源。例如:光学仪器可以透过网格栅栏进行读数,电子水准仪目镜中虽然呈现一样情景,但测量结果却是错的;光学仪器在视轴上可以出现光源闪动,但电子水准仪却会因红绿灯闪烁等带来干扰等等,因而需要注意避免这些误差诱因。

长距离的水准路线,需要作分测段中误差统计;高差较大的水准路线,需要进行正常位水准面改正进行概略高差计算等措施。

#### 4.5 使用合适的基面采用方式

不发生地面沉降和水准点频繁变动情况时,绝对基面和冻结基面对于水位表的表示,形式不同但最终的效果实质一样。只不过绝对基面是水位基准5年(或10年)一变、基面差数为零不变,而冻结基面则是水位基准永远不变、冻结差数5年(或10年)一变。前者为依次更新,后者为守常备考。水准网复测平差和水准引测的合理误差均包含在应用中。冻结基面方式下表头的“冻结差”一个考证期内为常数和绝对基面方式下每一次考证直接调整水位高程基准,应用上并无二致。

当发生地面沉降和水准点频繁变动情况时,绝对基面和冻结基面对于水位表的表示,则出现不同的表象。前者直接与沉降影响关联,后者则出现了物理意义上的问题,出现了并未得到冻结的实际状况。因此,对于沉降影响明显的,不能采用冻结基面的表示

方法。

#### 4.6 避免不当的技术措施

(1)不能以测量值代替基面换算值。即使两个基面都同时进行了全网的复测平差,分别来自不同基面不同的点,则依然不能以测量值代替基面换算值。对于基面换算,应该始终采用其固有的换算值。

(2)不能将资用高程系统等同于源高程系统。以资用成果作为起算点,尤其是起算资料分别来源于不同资用高程系统,往往含有较大的误差风险。

(3)采用专用水准网时,应该把对于沉降等水准点的变动所产生的变化量和基面换算值完全分离。

(4)应明确将各自的误差留在自身环节中解决。应避免把不同途径的误差如不同基面的高程值误差,综合到基本水准点上。

## 5 应用实例

上海市的地面沉降现象对水位资料的影响比较典型,通过对黄浦江全线水位站1980、1985、1990、1995、1997(增加)、2001、2006、2011年的测站水准考证资料和1980、1995(局部)、2001、2006、2011年水准网复测平差后水准点高程的分析,结果表明在水准点变动较严重、复测平差不及时的90年代期间,因持续不断的沉降对水位高程基准的影响无法消除,站际比降不合理、潮位虚高不断累进,出现了“超历史记录”多发的情况,至2001年起吴淞基面水准网恢复正常的定期维护并采取测站基本水准点纳入水准网一并联测平差措施后,再未见测站高程基准异常而导致的潮位虚高现象发生,站际水位比降呈现合理的状态。

致谢:中国南北极测绘研究中心刘国辉、扬州大学杨诚芳对本文作了审阅和修改。

参考文献:

- [1] GB50138-2010, 水位观测标准 [S]. (GB50138-2009, Standard for Stage Observation [S]. (in Chinese))
- [2] SL247-1999, 水文资料整编规范 [S]. (SL247-1999, Code for Hydrologic Data Compilation [S]. (in Chinese))
- [3] 国家测绘地理信息局. 国家高程系统 [EB/OL]. <http://www.sbsm.gov.cn/article/zszygx/chzs/chkp/ddcl/201001/20100100062364.shtml>. (National Administration of Surveying Mapping and Geoinformation. National elevation system [EB/OL]. <http://www.sbsm.gov.cn/article/zszygx/chzs/chkp/ddcl/201001/20100100062364.shtml>. (in Chinese))
- [4] 徐绍铨, 吴祖仰. 大地测量学 [M]. 武汉: 武汉测绘科技大学出版社, 1996. (XU Shaoquan, WU Zuyang. Geodesy [M]. Wuhan: Surveying and Mapping Press of Technical University, 1996. (in Chinese))

(下转第54页)

- basin [J]. *Progress in Geography*, 2006,5(9):105-111. (in Chinese)
- [4] 张雪松,郝芳华,杨志峰,等. 基于 SWAT 模型的中尺度流域产流产沙模拟研究[J]. *水土保持研究*, 2003,(12):38-42. (ZHANG Xuesong, HAO Fanghua, YANG Zhifeng, et al. Runoff and sediment yield modeling in meso-scale watershed based on SWAT model [J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2003,(12):38-42. (in Chinese))
- [5] 刘薇. 基于 SWAT 模型的非点源污染模拟研究及应用 [D]. 河海大学, 2008:46-53. (LIU Wei. Non-point Source Pollution Simulation Research and Application Based on SWAT [D]. Hohai University, 2008:46-53. (in Chinese))
- [6] 田彦杰. 基于 SWAT 的流域下垫面变化的水文响应研究 [D]. 天津理工大学, 2012:53-79. (TIAN Jie. Study on Hydrological Response to Basin Underlying Surface Change Based on SWAT [D]. Tianjin University of Technology, 2012:53-79. (in Chinese))
- [7] 王中根,刘昌明. SWAT 模型的原理、结构及应用研究[J]. *地理科学进展*, 2003,22 (1):79-86. (WANG Zhonggen, LIU Changming. The theory of SWAT model and its application in Heihe basin [J]. *Progress in Geography*, 2003,22(1):79-86. (in Chinese))
- [8] 包为民. 水文预报(第四版)[M]. 中国水利水电出版社, 2009. (BAO Weimin. *Hydrology Forecast (the fourth version)* [M]. China WaterPower Press, 2009. (in Chinese))
- [9] UMD 1km global land cover [EB/OL]. <http://www.geog.umd.edu/landcover/1km-map.html>
- [10] GLDAS globe soils dataset of reynolds [EB/OL]. <http://www.ngdc.noaa.gov/seg/cdroms/reynolds/reynolds/reynolds.htm>, 2005
- [11] 闻新宇,王绍武,朱锦红,等. 英国 CRU 高分辨率格点资料揭示的 20 世纪中国气候变化[J]. *大气科学*, 2006,30(5):854-904. (WEN Xinyu, WANG Shaowu, ZHU Jinhong, et al. An overview of China climate change over the 20th century using UK UEA/ CRU high resolution grid data [J]. *Chinese Journal of Atmospheric Sciences*, 2006,30(5):854-904. (in Chinese))
- [12] Nash J E, Suttcliffe J V. River flow forecasting through conceptual models. Part 1: A discussion of principle [J]. *Journal of Hydrology*, 1970,10(3):282-290
- [13] S.L. Neilsch, J.G. Arnold, J.R.Kiniry, et al. Soil and Water Assessment Tool Theoretical Documentation, Version 2000:93-94 [EB/OL].

### Application of SWAT Model in Misai Basin

LIU Jin<sup>1</sup>, WEI Xiping<sup>1</sup>, WANG Jun<sup>2</sup>

(1. Bureau of Hydrology, MWR, Beijing 100053, China;

2. College of Hydrology and Water Resources, Hohai University, Nanjing 210098, China)

**Abstract:** For making comparison between SWAT model and XAJ model, this paper built two type models, which adopted daily or monthly scale, respectively. Taking Misai Basin as example, SWAT model was calibrated and validated according to CRU data while XAJ model was calibrated and validated according to the observed data. The results indicate that SWAT model has advantage in monthly runoff simulation, and suit to simulate runoff in China.

**Key words:** SWAT model; XAJ model; CRU data

—————  
(上接第 44 页)

- [5] 孔祥元,郭际明,刘宗泉.大地测量学基础(第二版)[M]. 武汉:武汉大学出版社,2010. (KONG Xiangyuan, GUO Jiming, LIU Zongquan. *Foundation of Geodesy* [M]. Wuhan: Wuhan University Press, 2010. (in Chinese))
- [6] 中国水利百科全书编委会. 中国水利百科全书[M]. 北京:中国水利水电出版社,2006. (Editorial Board of China's Water Conservancy Encyclopedia. *China's Water Conservancy Encyclopedia* [M]. Beijing: China WaterPower Press, 2006. (in Chinese))
- [7] 徐菊华,姜本海,姚楚光. 长江中下游干流吴淞高程系统概论[J]. 人民长江, 2007,(10):86-88. (XU Juhua, JIANG Benhai, YAO Chuguang. Introduction to Wusong elevation system in middle and lower reaches of the Yangtze River [J]. *Yangtze River*, 2007,(10):86-88. (in Chinese))

### Discussion on Height Datum of Water Level

SONG Zhengfeng

(Shanghai Hydrology Bureau, Shanghai 200232, China)

**Abstract:** This paper analyzed the current major problems in the water level height datum of hydrometric stations, explained how to use the base surface and control hydrometric station altitude, and effective way to achieve stability control water level height datum. It also gave the new technical measures in station examination.

**Key words:** water level; height datum; approximate elevation; stationary datum; base conversion; station examination