

佛山市南海区北村水（船）闸安全监 测项目实施方案

佛山市南海区北村水闸水利所

2026 年 5 月 20 日



一、项目概况及实施内容

1. 规范要求及实施方案编制原则

1.1 规范要求

- (1)《建筑变形测量规范》(中华人民共和国行业标准 JGJ8-2016);
- (2)《工程测量标准》(中华人民共和国国家标准 GB50026-2020);
- (3)《国家一、二等水准测量规范》(中华人民共和国国家标准 GB/T12897-2006);

- (4)《水闸安全监测技术规范》(中华人民共和国水利行业标准 SL768-2018);

1.2 实施方案编制原则

本方案依据有关文件、相关的规范,并结合安全监测需要按以下原则编写:

(1) 系统性原则

1)所设计的监测项目有机结合,并形成有效四维空间,测试的数据相互能进行校核;

2)运用、发挥系统功效对监测点进行全方位、立体监测,确保所测数据的准确、及时;

3)利用系统功效减少监测点布设,节约成本。(必须完成工程量清单观测点布设)

(2) 可靠性原则

1)项目设计中采用的监测手段是已基本成熟的方法;

2)监测中使用的监测仪器、元件均通过计量标定且在有效期内;

3) 在监测中对布设的测点须进行保护设计。

(3) 关键部位优先、兼顾全面的原则

1) 对敏感的区域加密测点数和项目，进行重点监测；

2) 对有异常的部位进行重点监测；

3) 除关键部位优先布设测点外，在系统性的基础上均匀布设监测点。

(4) 经济合理原则

1) 监测方法的选择，在安全、可靠的前提下结合工程经验尽可能采用直观、简单、有效的方法；

2) 监测元件的选择，在确保可靠的基础上择优选国产及进口之仪器设备；

3) 监测点的数量，在确保全面、安全的前提下，合理利用监测点之间联系，可适当减少测点数量，提高工作效率，降低成本。（必须完成工程量清单观测点测量）

2. 监测内容

根据华联世纪工程咨询股份有限公司建设工程预算确认书（编号：HLNH-Z-1014-25-001），确定本次安全监测内容如下：

表 1 安全监测项目表

序号	类别	项目	点数/工作量	次数	计量单位	总工作量	备注
1	水平位移监测	二等导线水平位移基准网测量	7	1	点·次	7	观测 1 次，每次观测 7 个点，共 7 点·次。

		水平位移变形监测点二等测量	231	4	点·次	924	日常观测 4 次，每次观测 231 个点(水船闸 156 个监测点，泵站 75 个监测点)，共 924 点·次。
2	垂直位移监测	垂直位移基准网二等水准高程测量	2	1	km	2	观测 1 次，每次观测 2km，共 2km。
		垂直位移变形监测点二等测量	231	4	点·次	924	日常观测 4 次，每次观测 231 个点(水船闸 156 个监测点，泵站 75 个监测点)，共 924 点·次。
3	自动化监测系统复核	测压管渗压计复核	8	1	点·次	8	
		上下游水位计复核	3	1	点·次	3	
		倒垂房倒垂线复核	2	1	点·次	2	
4	现场巡查	现场巡查	1	12	次	12	

3. 基准点的布设及观测

3.1 基准点的布设

基准点是监测工作的基准原点，用于建立监测控制网，传递坐标和高程，其布设需遵循稳定性、独立性、通视性和可保护性原则，确保基准点长期稳定、不受施工扰动，为监测点的观测提供可靠依据。基准点分为水平位移基准点和竖向位移基准点，条件允许时可采用共用基准点，减少布设数量，降低成本，布设过程严格遵循规范要求，完成选址、埋设、保护及稳定性校验等工作。

基准点埋设完成后，需采取严格的保护措施，划定半径不小于 2m 的保护范围，设置明显警示标志，禁止在保护范围内堆放材料、停放施工机械、挖掘土方、碾压碰撞；安排专人每天巡视检查，每周

至少进行 1 次全面检查,查看基准点标识、防护围栏、桩体是否完好,发现损坏、倾斜及时修复加固。基准点埋设完成,需静置 7-10 天后,开展初始观测,连续观测 3 次(每次间隔 24 小时),若 3 次观测数据偏差不超过规范允许范围(水平位移偏差 $\leq 1\text{m}$,竖向位移偏差 $\leq 0.3\text{m}$),判定基准点稳定,可投入使用:若偏差超标,需重新选址、埋设,直至满足要求。同时,定期对基准点进行联测校验,每 15 天联测 1 次,确保基准点自身稳定,若出现异常,及时分析原因并处理。

3.2 基准点的观测

(1) 水平位移基准网测量

基准点的观测核心是校验其自身稳定性,分为水平位移观测和竖向位移观测,观测工作严格遵循相关规范要求,使用高精度观测仪器,按规定流程开展,确保观测数据精准,及时发现基准点的异常变形,保障监测工作的可靠性。观测工作需由具备相应资质的专业人员操作,使用经检定合格、在有效期内的仪器,做好观测记录 and 数据处理,确保观测成果符合精度要求。

水平位移基准点观测采用全站仪闭合导线法,以独立坐标系统为基础,组成闭合控制网,严格按照《工程测量标准》(GB50026-2020)中水平位移监测基准网技术要求进行联测。观测前,对全站仪(精度不低于 $\pm 1''$)及配套棱镜进行全面自检和校准,确保仪器正常运行,记录观测时的温度、气压,用于后期数据修正:将全站仪安置在基准点上,进行对中、整平,按闭合导线观测流程,依次观测各个基准点:观测数据由全站仪自动记录,完成后传输至计算机,进行温度、气压

修正和闭合差调整，计算各基准点的坐标值，对比每次观测坐标值与初始坐标值，得出位移量和位移速率，判断基准点是否稳定。

等级	相邻基准点的 点位中误差(mm)	平均边长 L(m)	测角 中误差(″)	测边相对 中误差	水平角观测测回数	
					1″级仪器	2″级仪器
一等	1.5	≤300	0.7	≤1/300000	12	—
		≤200	1.0	≤1/200000	9	—
二等	3.0	≤400	1.0	≤1/200000	9	—
		≤200	1.8	≤1/100000	6	9
三等	6.0	≤450	1.8	≤1/100000	6	9
		≤350	2.5	≤1/80000	4	6
四等	12.0	≤600	2.5	≤1/80000	4	6

(2) 垂直位移基准网

竖向位移基准点观测采用二等水准测量方法，严格遵循《国家一、二等水准测量规范》(GB/T12897-2006)要求，组成闭合水准路线进行联测。观测前，对电子水准仪(精度不低于 0.1m/k)及配套钢瓦尺进行 i 角校正，选择清晨或傍晚无强光、无大风的最佳观测时段，减少环境因素对观测精度的影响:以其中一个基准点为起点，依次观测其他基准点，最后回到起点，形成闭合环，观测路线尽量短而直，避免迂回和障碍物遮挡:观测时采用“后一前一前一后”(奇数站)、“前一后一前一后”(偶数站)的观测顺序，每个测站观测完成后，及时记录读数，核对基辅分划读数之差、高差之差，确保符合规范限差要求:观测数据实时记录、严禁涂改，完成后进行整理、平差计算，得出各基准点的高程值，对比每次观测高程值与初始高程值，计算沉降量和沉降速率，判断基准点是否稳定。

基准点观测精度需严格控制,按照二等水准观测要求观测观测数据的技术限差。

等级	相邻基准点 高差中误差(mm)	每站高差中误差 (mm)	往返较差或环线 闭合差(mm)	检测已测 高差较差(mm)
一等	0.3	0.07	$0.15\sqrt{n}$	$0.2\sqrt{n}$
二等	0.5	0.15	$0.30\sqrt{n}$	$0.4\sqrt{n}$
三等	1.0	0.30	$0.60\sqrt{n}$	$0.8\sqrt{n}$
四等	2.0	0.70	$1.40\sqrt{n}$	$2.0\sqrt{n}$

注:表中 n 为测站数。

4. 监测点的布设与观测

4.1 监测点布设原则

- (1) 监测点应充分结合工程安全等级、设计参数特性进行合理布置。
- (2) 不同监测项目的监测点宜布置在同一断面上,便于数据比对。
- (3) 监测点间距布置应满足规范要求。

4.2 监测点的布设

根据《水闸安全监测技术规范》要求及场地实际情况,水平位移和垂直位移采用共用同监测点连续布设,形成闭合监测环线,直线段测点间距控制在15~20m,每边布设数量不少于3个;所有测点按顺时针顺序统一编号,并设置明显标识及保护措施,同时确保位移观测基准准确可靠。

4.3 观测方法

(1) 水平位移观测方法

采用全站仪极坐标法,首先确定测量区域和位置,并设置全站仪

的工作站，选择地势平坦、能看见测量目标的场地，并将全站仪水平放置，测量基准点，测量时，需要确定测量方向和距离，在全站仪中输入角度和距离等参数，完成以上步骤后方可一次测量各监测点，观测不少于 1 个测回。基准点与通视的监测点在同一测站进行观测，测出各点的相对坐标，利用基准点相对坐标与其真值进行坐标转换，统一监测点与基准点坐标系。根据各期坐标值与初始值比较，计算出监测点变形量。

观测中应注意以下事项：

1) 对使用的全站仪、棱镜应在项目开始前和结束后进行检验，项目进行中也应定期进行检验，尤其是照准部水准管及电子气泡补偿的检验与校正；

2) 观测宜做到三固定，即固定人员、固定仪器、固定测站；

3) 仪器应安置稳固严格整平；

4) 在目标成像清晰稳定的条件下进行观测；

5) 仪器温度与外界温度一致时才能开始观测；

6) 应尽量避免受外界干扰影响观测精度，严格按精度要求控制各项限差。

(2) 竖向位移观测方法

竖向位移监测采用水准仪及配套铟钢尺，测量精度为 0.3mm/km。测量采用独立高程系统，以基准点为起算点，严格按照二级水准测量要求采用环形闭合路线进行观测。测量所用水准仪及水准尺定期在国家授权计量检定站进行检定。作业中应经常对水准仪 i 角进行检查，

当发现观测成果出现异常与仪器有关时,及时进行检验与校正。竖向位移监测点的首次(即零周期)观测按往返观测,从第二次观测开始按单程观测,支线点按双测站观测。作业过程中采用相同的观测路线,并固定观测人员和仪器,选择最佳观测时段在基本相同的环境和条件下观测(如遇特殊情况除外)。每次观测结束后,核对和复查观测结果,验算各项限差,确认全部符合规定要求后,对观测数据进行平差计算。计算得出本次观测高程值减去上次观测高程值,得出观测点在这一时段的变形量。

5. 自动化监测系统复核

5.1 测压管渗压计复核

通过人工精密比测来校准自动化监测系统,确保扬压力数据的准确。监测工作开始前,技术人员需首先核对图纸,对所有测压管的管口高程进行复核,计算渗透压力基础。随后进入现场实施阶段,首先要进行测压管的灵敏度校核。采用注水与抽水相结合的物理试验方法,向管内注入清水或抽出部分水体,使管内水位人为偏离稳定水位,随后记录其恢复过程。若水位能在规定时间内(通常为两小时)迅速回归至与管外地下水位一致的水平,且恢复速率大于规范要求的临界值,则判定该管道畅通;反之,若水位长期停滞或恢复极其缓慢,则表明管道存在淤堵,需立即进行洗孔处理,以确保监测通道的物理通畅。

在完成物理通畅性检查后,随即开展数据层面的复核。利用经过计量检定的数字水位计,精确测量管口至水面的深度,结合管口高程换算出实际水压水位。与此同时,读取自动化采集终端的实时数据。

两者需进行同频对比，其差值即为系统的综合误差。对于埋设在混凝土内部或基岩中的渗压计，除进行数据比对外，还需检查传感器的频率模数值与温度值，分析其是否存在漂移或失效。若发现实测值与设计值出现系统性偏差，或相邻测点水位呈现不合理的突变，将立即启动异常诊断程序，分析是否由防渗帷幕失效或排水系统堵塞引起，并形成专项分析报告。

5.2 上下游水位计复核

监测严格规避泄水、充水及大船通过等引起的水面剧烈波动时段，选择在风浪较小、水流平稳的条件下进行，以保证比测基准的可靠性。

现场复核采用“双控对比法”。一方面，在水位计探头附近的岸坡或闸墙上，利用水尺进行直接目视读数，作为第一重基准；另一方面，利用精密全站仪，在稳固的岸基上设站，通过测量水面棱镜或特定观测靶标的三角高程，获取第二重独立基准。将这两组数据与自动化遥测终端采集的数据进行同步对比。若发现自动监测数据与人工实测数据存在超出允许范围的偏差，将深入分析原因：若是传感器零位漂移，则需重新设定基准值；若是安装高程发生变动，则需重新测量传感器的高程并进行软件修正。

5.3 倒垂房倒垂线复核

倒垂线作为船闸水平位移监测的绝对基准，其稳定性直接关系到整个变形监测网的可靠性。监测工作首先在严格的环境控制下进行，进入倒垂房后需关闭门窗，静置半小时以上，以消除人员走动和空气对流对垂线的扰动。

技术人员将对倒垂线的核心部件——浮体组进行细致检查，确保其处于自由漂浮状态，无任何部位触碰保护筒壁。随后进行零位稳定性观测，这通常是一个长周期的过程。采用精密全站仪或坐标仪，在早、中、晚等不同时间段进行多测回观测，记录垂线坐标的微小变化。若观测数据离散性极小（通常在亚毫米级），则说明基准点稳定；若发现持续的单方向漂移或大幅跳动，则需检查地下深处的锚块是否发生位移，或垂线是否存在扭动。同时，利用高精度全站仪测量倒垂线与周边工作基点之间的几何关系，通过严密平差计算，修正由于外界因素导致的基准坐标偏差，确保整个船闸变形监测体系的基准统一与精确。

6. 现场巡查技术方案

现场巡查过程中如发现船闸显性病害（混凝土裂缝、剥落、露筋、锈蚀、渗漏、变形、异响、破损等肉眼或简单工具可识别的病害）的第一道防线，采用日常巡查、定期巡查与专项巡查相结合的方式。巡查工作强调“由表及里、由整体到局部”的逻辑。

针对闸室结构，重点检查闸墙混凝土是否存在剥蚀、露筋及裂缝发育情况。对于发现的每一条裂缝，均需记录其位置、走向及宽度，特别是要关注宽度超过 0.2 毫米的结构性裂缝，以及伸缩缝止水带的渗漏情况。对于金属结构部分，巡查重点在于闸门的变形与磨损，特别是滚轮踏面的凹坑、轨道的啃边以及止水橡皮的老化开裂，这些都会直接影响闸门的水密性和安全性。在机电设备方面，除了检查异响、异味、过热等表象外，还需核对运行电流、电压等参数日志，判断启

闭机的机械性能是否衰减。此外，巡查范围还覆盖上下游引航道的岸坡稳定性。特别注意护坡是否存在塌陷、滑移迹象，以及河床淤积是否影响通航水深或掩埋水位监测设施。所有巡查结果均需通过文字描述配合影像资料进行记录，并根据病害的严重程度进行分级预警。对于轻微的表面缺陷，纳入常规保养；对于可能影响结构安全的严重病害，如基础淘空、止水失效导致的大量漏水等，将立即触发应急响应机制，建议停止通航并进行专项抢修。

7. 成果递交

7.1 编写《2026 年度佛山市南海区北村水(船)闸安全检测项目工作报告》(含数据分析与结论)，分别在 6 月、11 月各出两期工作报告。

7.2 项目在验收阶段，施工单位聘请三位本专业的专家对工作报告进行函审，并提出相关建议。

二、项目采购方式：

本项目采用“广东省网上中介服务超市”的“方案择优选取”方式拟定中标单位。

三、预计工期：

项目工期预计 2026 年 6 月至 12 月前。

四、其他：

(1) 在实际施工过程中发现新的问题，承揽方应及时告知委托方；

(2) 在报价中含本项目工程量清单内容的费用及税费等；

(3) 承揽方在现场施工过程中，必须严格执行《中华人民共和国安全生产法》及相关法律法规要求，做好安全措施购买相关保险等；

(4) 其他未尽事宜，由中标方与委托方友好协商后在签订合同时拟定。

