

中华人民共和国水利行业标准

泵站现场测试与安全检测规程

SL 548—2012

条 文 说 明

目 次

1	总则	69
2	基本规定	70
3	流量测定	71
4	扬程测定	73
5	转速与功率测定	75
6	其他参数测量	76
7	建筑物安全检测	77
8	电气设备安全检测	79
9	机械设备与金属结构安全检测	80

1 总 则

1.0.1 规范泵站现场性能测试和安全检测的内容与方法，目的是准确测算泵站技术经济指标、为泵站安全鉴定提供依据、制定泵站经济运行方案、监视设备运行状况、检查和评定设备性能、实现泵站自动化监控等，以满足泵站安全运行和节能的需要。

1.0.2 本条所指的泵站主要包括灌溉、排水、调（引）水及工业、城镇供排水泵站。

2 基本规定

2.0.1 各泵站的规模、结构形式等千差万别，检测的目的、性质也各不相同，例如有的是为泵站工程建设或更新改造验收进行泵站装置效率测试，而有的只是为进行局部技术改造进行部分设备或建筑物安全检测，还有的则是为大规模的全面更新改造或拆除重建进行泵站工程全面安全检测，故本条未规定检测单位的具体资质等级。执行时，应根据检测内容、检测目的、检测性质和重要性等确定检测单位的资质等级。泵站规模大、结构复杂、检测目的的重要性高的，应选资质等级较高的检测单位；反之，可选资质等级较低的检测单位。

2.0.3 根据国家有关安全生产属地管理的原则，本条主要强调了泵站管理单位的安全责任。

2.0.4 泵站现场情况较为复杂，本条主要强调了检测人员的安全责任。

2.0.8 即使是经过标定并在有效期内的测试用仪器、仪表和设备，也可因现场条件变化而影响其测量不确定度，故作本条规定。

3 流量测定

3.1.1 泵站流量测量除可用本条提到的测量方法外，也可考虑采用本标准 3.6 节中提到的测量方法。对于进出水流道较短的泵站，可借助内部流场数值模拟结果来帮助确定测量断面。

3.1.2 泵站现场条件、检测成本及不确定度要求等对选择测量方法影响很大。因此，应在满足测量不确定度要求的前提下，根据现场条件选择成本较低的测量方法。

3.1.4 测量流量大多是为计算泵站装置效率。因此，测量流量时，与计算流量和效率相关的泵站进出口水位或压力、水泵轴功率或主电动机功率等参数要同时测量，才能保证泵站装置效率测定的准确性。

3.1.5 不同类型泵站装置在调节工况后，需要持续一段时间，流量才能基本稳定。大多数泵站在调节工况后，从流量变化到稳定的时间通常需要 15min。

3.1.7 限于目前流量测量仪器、仪表和设备的精度，以及泵站现场测试条件和经费等原因，流量测量的不确定度难以达到很小。经对多家泵站现场测试单位的调查，流量测量的不确定度一般能控制在 3.5% 以内，因此本条对流量测量的不确定度的上限进行了规定。

3.2.1~3.2.3 流速仪使用条件得不到满足时，难以保证测试不确定度要求。

3.2.4~3.2.6 测点数量过少不利于流速分布测量，过多则会使阻塞率增大。阻塞率是指同一测量断面的流速仪迎流面面积之和与测量断面面积的比值。流速仪的阻塞会破坏原有水流的流动状态。式 (3.2.4) 和式 (3.2.5) 引自原标准。

3.2.11 有压测流断面面积可在测试前进行测量；对自由水面的测流断面面积应和流速测量同步进行。

3.2.14 少量流速仪在测量过程中难免失灵，现场修复难度大，故允许剔除少量无效数据。

3.3.1 测量条件得不到满足时，难以保证测试不确定度要求。

3.3.2 外夹式超声流量计便于安装，以声速比较为基础对流量计进行在线检验也比较容易。

3.3.4~3.3.6 换能器应按产品说明书的要求进行安装和使用。

3.4.1 现行的泵站流量测量方法，大多需要测量泵站流道（管道）的尺寸，并对顺直段的长度有较严格的要求。而食盐浓度法采用测定盐溶液稀释倍数的方式测定水泵流量，不需要量测测量断面的几何尺寸，对泵站流道（管道）顺直段的长度也没有要求；另外，弯管、异径管等复杂管路更有利于注入的盐水溶液与原水的均匀混合。

3.4.3 试验表明，同一喷射栅上的喷射口朝向一致，且正对水流方向时，盐水溶液与原水的混合效果最好。

3.4.6 维持注入盐水的浓度和流量稳定，是保证食盐浓度法测流精度的前提。通常采用设置溢流箱和机械搅拌装置等手段，保证盐水溶液的注入流量和浓度稳定。

3.4.7 为防止混合前水体，即原水中氯离子浓度变化对测量不确定度造成影响，应在盐水溶液注入的同时对原水进行取样，取样点应位于喷射栅之前一定的距离。

3.4.8 取样断面氯离子浓度随时间的变化过程可分为3个阶段，即浓度上升阶段、稳定阶段和下降阶段。当连续3次取样的浓度都维持不变时，即可判断氯离子浓度已处于稳定阶段。

3.4.9 本条是对混合不均匀度进行控制。当取样断面各取样点的水样浓度差异较大，不满足本条规定时，应增加喷射口的数量、改进喷射口的布置方案或向出水方向重新确定取样断面的位置。

4 扬程测定

4.1.1 如果泵站兴建时在进出水池附近设有固定的水准点，可直接利用；如果没有水准点，可选定一个参考点。进水池和出水池均按参考点作相对校核，施测时应按四等水准测量要求进行。

4.1.2 对于水面较宽的进出水池，应在两边分别设置测点，取两测点读数的平均值作为水池的水位。

4.1.3 测压井的面积宜为 0.1m^2 ；测压井与水池之间设连通管，连通管与测量断面联接处应垂直于池壁，其截面积不应小于测井面积的 10%。当水面较宽或水流不对称时，应在两边各设一测井。

4.1.4 本条所涉及的部分水位测量仪器适用范围及特点、技术要求如下：

(1) 测针、钩形水位计和浮子水位尺用于在测压井中测量水位，适用于水位变化小的场合。

(2) 在设测压井的地方，可采用浮子水位指示器测量测压井中的水位。这种水位指示器分远传和现场记录两类。直接读数时，其灵敏度在 5mm 范围内。

(3) 当用固定水位尺测量进出水池水位时，所用水位尺必须经过校正。水位尺应紧靠池壁垂直安装，并用水准仪测量水位尺零点高程。

(4) 当直接观测进出水池水位有困难或不方便时，可借助于参比水位筒测量，利用水柱差压计测量水位。

4.2.1 压力是指测点处的静压力，是相对于大气压的数值，不包括速度头在内；如果为负值，说明低于大气压。对于离心泵和涡壳式混流泵，进口压力测量断面，若现场条件确不能满足本条要求，取压孔位置也可选择在水泵进出口法兰处，但会增大压力测量的不确定度。

4.3.1 对于离心泵和蜗壳式混流泵，水泵进口是指水泵进口法兰处，水泵出口是指水泵出口法兰处；对于轴流泵和导叶式混流泵，水泵进口是指吸入喇叭管的进口，或进水流道与泵段相交位置。

4.3.3 对于不设进水池或出水池的加压泵站，可不计算装置扬程。

5 转速与功率测定

5.1.1 除本条规定的转速测量仪表外，还可采用具有同时测量转速功能的扭矩仪测量转速，但其不确定度应符合 5.1.2 条的要求。

5.2.1 瓦特表法测定电动机输入功率包括双瓦特表法和三瓦特表法。当负载的 $\cos\varphi$ 低于 0.85（滞后）时，由于采用双瓦特表法会使瓦特表附加误差增大，故宜采用三瓦特表法。

(1) 采用功率变送器法测定电动机输入功率时，包括采用电量综合测试仪测量。

(2) 采用电能表法测定电动机输入功率适用于中小型泵站。

5.2.3 测量同步电动机的励磁功率时，励磁电流和励磁电压宜直接取自励磁母线。励磁电流宜在直流分流器的二次侧，采用直流毫伏表（我国生产的直流分流器二次侧电压一般为 75mV）测量；励磁电压采用直流电压表测量。

当采用计算机采集、处理测试数据时，应使用直流电流和电压变送器测量励磁功率。由于励磁电流中的交流成分较大，应注意选择适宜的电流和电压变送器。

5.2.5 测量同步电动机输入功率时，整个测试过程中同步电动机的功率因数应保持同一数值。因此，当测试工况改变时，应及时调整同步电动机励磁电压，以满足功率因数保持稳定值的测试条件。

5.3.1 扭矩测功法指采用扭矩仪、钢弦测功仪等仪器直接测量泵轴扭矩，进而计算水泵输入轴功率的测量方法。采用上述仪器测量泵轴扭矩时，现场条件应满足仪器的安装布置。测量用的扭矩仪、钢弦测功仪的不确定度应符合 5.3.2 条的规定。当采用拉线式集流环或遥测法采集扭矩时，应采取相应技术措施，保证测试数据不失真。

5.3.6 传感器的“零点”是指钢弦测功仪的钢弦未受力时仪器刻度盘上的读数。

6 其他参数测量

6.1.3 采用专门支架安装传感器时，应保证支架有足够的刚度，使传感器安装后支架的固有频率远大于被测频率的最高值。

6.1.4 测量主轴的径向振动时，应优先选用非接触式传感器，如涡流传感器。

6.2.1 当环境条件对测量传声器有影响时（例如强电、磁场、风、被测设备空气放电的冲击、高温或低温等），应适当选择或定位传声器加以避免。

6.3.2 按测量方式，温度测量仪表可分为接触式和非接触式两大类。接触式温度测量仪表有热电偶、热电阻、双金属温度计等，非接触式有远红外测温仪等。

6.4.2 安装于管道或流道上的传感器应能承受最高水头和最大水锤压力之和而不改变其灵敏度及固有频率，且应保证在负压状态下正常工作。

6.4.3 注意避免连接管的共振及阻尼的影响，减小传感器对机械冲击的灵敏度，避免连接管的次生振荡。测量时注意排空管路中的空气。

7 建筑物安全检测

7.1.1 《泵站安全鉴定规程》(SL 316)对泵站建筑物安全检测内容做出了相关规定,故本章规定检测内容应符合 SL 316 的规定。

7.1.3 采用非破损或半破损检测法进行检测,其检测仪器设备应具有制造厂的产品合格证及检定合格证书,并在有效期内使用。混凝土内部缺陷的检测,可采用超声法、冲击反射法等非破损方法,必要时可采用局部破损检测方法对非破损检测结果进行验证。采用超声法检测时,可按《超声法检测混凝土缺陷技术规程》(CECS 21)的有关规定执行。

7.1.4 检测点应布置在具有代表性的部位,是指能代表泵站建筑物结构安全的部位,例如水泵梁、电机梁、压力水箱、闸墩、吊车梁及立柱等构件。

7.2.5 钢筋的锈蚀检测包括保护层厚度、钢筋锈蚀程度等。宜采用非破损的钢筋位置测定仪、混凝土保护层厚度测定仪进行检测,必要时可凿开混凝土进行钢筋直径或保护层厚度的验证。钢筋锈蚀情况检测可按《建筑结构检测技术标准》(GB/T 50344—2004)附录 D 的有关规定进行。

7.2.7 检测裂缝深度时应注意裂缝是否贯通。对于大体积混凝土,当裂缝深度不明确时,可用超声波进行检测,必要时可钻芯样予以验证。检测裂缝形状时,应注意观测裂缝上宽下窄或下宽上窄、中间宽两端窄、八字形、网状形等。检测裂缝走向时,应注意观测裂缝方向是斜向、纵向或沿钢筋方向等。对仍在发展中的裂缝,应设置专门的裂缝观测装置,由管理单位进行定期观测及记录数据,以供测算裂缝发展的速度。

7.2.8 当泵站地基及进出水池流态异常时,应检测水下部位有无止水失效、结构断裂、基土流失、冲坑和塌陷等异常现象。缺

陷的评定方法可按《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB 50204—2002）的有关规定执行。

7.3.3 砌体缺陷主要是指砌体的沉陷、坍落、滑坡、错位、破损、松动、空鼓、表面风化和渗水等，可直接采用目测法。对沉陷的深度、坍落的高度、破损的面积等，可采用度量法。

8 电气设备安全检测

8.1.1 本条仅列出了泵站的主要电气设备，其他电气设备可根据实际情况及需要进行安全检测。

8.2.1 本条适用于各种类型的泵站，执行时应根据泵站的设备状况、检测目的等具体调整。

8.2.2 本条第1款参照《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》(GB 50150)制定。GB 50150规定检测电压应为定子绕组额定电压的3倍。考虑到本标准现场安全检测主要适用于已经运行了一段时期的泵站，为技术改造、更新改建等目的进行的测试和检测，另外泵站的环境条件一般也较差，故适当放宽，规定为2.5倍。

8.2.3 虽然额定电压为3kV和6kV的电动机正逐步被淘汰，但目前泵站中仍有一批正在应用，故本条保留了这2个电压等级。

9 机械设备与金属结构安全检测

9.2.2 实际检测中，根据主水泵性能参数的下降程度以及运行中的振动、噪声、轴承发热等情况确定检测项目。

9.2.4 实际检测中，根据主电动机运行中的振动、噪声、温升等情况，以及主要部件的磨损、变形、锈蚀、破损程度等确定检测项目。

9.2.5 实际检测中，根据传动装置传动设备运行中有否异常声音，以及主要部件的锈蚀、缺损程度等确定检测项目。

9.3.1 本条列出了不同类型泵站金属结构的安全检测对象。实际检测中，根据泵站金属结构的设置情况确定检测对象。

9.3.2~9.3.8 实际检测中，分别根据闸门、拍门、启闭机、拦污栅、清污机、压力管道、阀门、水锤消除器等的主要部件的变形、裂纹、折断、锈蚀、磨损、漏水程度等确定检测项目。

9.3.2 止水装置效果不好，不仅会严重漏水，还可能引起闸门的振动，引起汽蚀等。

9.3.9 目前，我国还没有关于清污机检测的相关标准，但清污机的结构与启闭机相似，因此本条规定清污机的检测按《水工钢闸门和启闭机安全检测技术规程》(DL/T 835)的规定执行。

9.3.11 目前，我国还没有关于水锤消除器检测的相关标准，但水锤消除器的结构与阀门相似，因此本条规定水锤消除器的无损检测按《阀门铸钢件液体渗透检查方法》(JB/T 6902)和《承压设备无损检测 第5部分 渗透检测》(JB/T 4730.5)的规定执行。