

中华人民共和国国家标准

GB/T 18522.3—2001

前 言

本标准是对 GB/T 9359.3—1988《水文仪器总技术条件 基本性能表示方法》进行修订,其主要修订内容如下:

a) 根据水文仪器自身的特点,本标准对水文仪器的静态特性参数和动态特性参数重新进行了选择和描述;

b) 静态特性中增加了“测量范围和量程”这一重要特征参数;

c) 采用分辨力来反映仪器能否精密测量这一性能指标,而不再使用分辨率概念;

d) 本标准采用“准确度”概念来代替和表示原标准中的“精度”和“基本误差”的概念;

e) 本标准选择增加了“温漂”、“计时误差”、“记录周期”、“工作寿命”、“时间寿命”、“仪器使用寿命”、“响应时间”等特征参数并加以描述。

本标准与 GB/T 15966—1995《水文仪器基本参数及通用技术条件》相协调一致。

本标准从实施之日起代替 GB/T 9359.3—1988。

本标准由水利部提出。

本标准由全国水文标准化技术委员会水文仪器分技术委员会归口。

本标准由南京水利水文自动化研究所负责起草。

本标准主要起草人:冯讷敏、张玉成、姚永熙、王志毅。

本标准于 1988 年 12 月首次发布,2001 年 11 月首次修订。

本标准委托南京水利水文自动化研究所负责解释。

中华人民共和国国家标准

水文仪器通则 第3部分： 基本性能及其表示方法

GB/T 18522.3—2001

General specification for hydrologic instruments—
Part 3: Basic performance and description method

代替 GB/T 9359.3—1988

1 范围

本标准是对水文仪器基本性能及其表示方法的原则性规定,用以指导各类产品标准在确定其性能指标时,取得统一的概念与表示方法,获得同类型仪器各项性能指标的可比性。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 18185—2000 水文仪器可靠性技术要求(idt ISO 376:1999)

JJG 1001—1998 通用计量术语及定义

SL 10—1989 水文仪器术语

3 定义

本标准中的术语、符号、代号与 JJG 1001 和 SL 10 中的规定同义。

4 要求

水文仪器的测量过程有静态和动态之分,在静态和动态的测量过程中,输入量与输出量之间的关系,分别用仪器的静态特性和动态特性来描述。

4.1 静态特性

水文仪器的静态特性系指仪器的输入量恒定或缓慢变化,而输出量也达到相应的稳定值时的输入输出特性,输出量应为输入量的确定函数。

当被测水文参数随时间变化很缓慢时,可称其为准静态过程,也可用仪器的静态特性来表示其相关定量关系。

根据不同类型的水文仪器,可选用以下主要静态性能指标来描述该仪器的基本性能。

4.1.1 测量范围和量程

水文仪器所能测量的最大被测量(即输入量)称为测量上限,最小被测量称为测量下限,用测量下限和测量上限表示的测量区间称为测量范围,测量上限和测量下限的代数差即为量程。

测量范围决定了水文仪器有效工作的区间,针对被测水文参数不同的变化范围,应根据测量范围,正确、合理、有效地选用不同类型的仪器。

4.1.2 分辨力

水文仪器的分辨力以输入分辨力来表示。即在仪器的测量范围内,能导致可观测到的输出量变化的

最小输入量变化值。

对具有数字输出的水文仪器,分辨力即是引起数字输出变化的输入量的最小变化。即输出数字指示值最后一位有效数字理论上所代表的输入量。

分辨力是反映仪器能否精密测量的性能指标。

4.1.3 灵敏阈

灵敏阈又可称为阈值。当输入量由零变化到使输出量开始发生可观测变化且具有稳定的相关定量关系的输入量值即为灵敏阈。输入量由零到灵敏阈所表示的区间称为失灵区或钝感区。灵敏阈在一般情况下,决定于仪器的测量下限,当灵敏阈为零时,该水文仪器无失灵区。

4.1.4 准确度

准确度反映了仪器实际输出在一定的置信概率下,测量结果与被测量的真值之间的一致程度。在仪器的测量范围和量程内,仪器的测量准确度应在规定的极限之内。

水文仪器的准确度可划分为一个或若干个等级,并以约定的数字或符号表示,每一等级可用一定测量范围内的绝对误差、相对误差或两者的综合误差来表示。对于某些水文仪器,也可以沿用习惯的表示方法。

设仪器测量绝对误差为 Δ 、相对误差为 γ ,则

$$\Delta = A - A_0$$

$$\gamma = \frac{\Delta}{A_0} = \frac{A - A_0}{A_0} \times 100\%$$

式中: A ——仪器的记录值(指示值);

A_0 ——约定真值。

某一准确度等级的表示方法为: $\pm\Delta$ 或 $\pm\gamma$ 或 $\pm\gamma\pm\Delta$ 。即根据仪器的不同特点,其值可由绝对误差与相对误差之和组成,亦可由绝对误差或相对误差单独组成。

当仪器的相对误差受多项因素综合影响时,且它们之间的相关系数为零,则仪器的相对误差可用下式表示:

$$\gamma = \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \dots\delta_i^2 + \dots\delta_n^2}$$

式中: γ ——相对误差;

δ_i ——第 i 项相对误差。

例:某仪器测量误差中,相对误差包括回差(见 4.1.5)、线性误差(见 4.1.6)和重复性误差(见 4.1.4.2a)),则该仪器的相对误差用公式表示如下:

$$\gamma = \sqrt{\delta_H^2 + \delta_L^2 + \delta_R^2}$$

式中: δ_H ——回差;

δ_L ——线性误差;

δ_R ——重复性误差。

4.1.4.1 系统误差

在重复性条件下,对同一被测量进行无限多次测量所得结果的平均值与被测量真值之差,即为仪器的系统误差。系统误差的大小反映了测量结果的正确度,即系统误差越大,正确度越低。

某一测点仪器系统误差的计算公式为:

$$\Delta(x_i) = \bar{Y}(x_i) - A_{0i}$$

式中: $\Delta(x_i)$ ——第 i 测点的系统误差;

$\bar{Y}(x_i)$ ——第 i 测点 n 次测量的算术平均值;

A_{0i} ——第 i 测点的约定真值。

系统误差是对同一被测量的多次测量过程中保持恒定或以可预知方式变化的测量误差,当仪器受

到数个因素影响,产生不同系统误差时,则总系统误差为各影响因素导致的分系统误差的代数和。

水文仪器测量结果若存在系统误差,应根据不同水文仪器,在其相应产品标准中规定是否允许其测量结果进行修正。

4.1.4.2 随机误差

测量结果与在重复性条件下对同一被测量进行无限多次测量所得结果的平均值之差即为仪器的随机误差,随机误差的大小反映了测量结果的精密度,即随机误差越大,精密度越低。

a) 重复性误差

在相同的工作条件下,输入量以同一方向满量程变化时,同一输入量所对应的连续先后多次测量所得的输出量之间相互偏离程度,即为重复性误差。

水文仪器的随机误差也可由仪器的重复性误差来表示。重复性误差通常用随机效应导致的不确定度来估计,随机效应导致的不确定度可用标准偏差来表示:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}}$$

式中: σ ——标准偏差;

Y_i ——实测值;

\bar{Y} ——实测值 n 次的算术平均值;

n ——测量次数 ($n \geq 6$)。

则重复性误差可用随机效应导致的不确定度来估计,并可用下式表示:

$$\delta_R = \frac{(2 \sim 3)\sigma}{Y_{F.S}} \times 100\%$$

式中: δ_R ——重复性误差;

σ ——标准偏差;

$Y_{F.S}$ ——仪器全量程。

b) 粗大误差剔除

随机误差的最大可能出现的误差界限称为随机误差的极限误差,用 δ_{Lim} 表示,一般:

$$\delta_{Lim} = \pm 3\sigma$$

式中: δ_{Lim} ——随机误差的极限误差;

σ ——标准偏差。

当随机误差大于其极限误差,并能明确判断出误差发生的原因时,应判其随机误差为粗大误差,并在数据处理时加以剔除。

4.1.5 回差(迟滞误差)

回差是指在相同工作条件下,对应同一输入量的正行程和反行程,其输出值间的最大偏差。其值可用最大偏差与满量程输出值的百分比表示。

若
$$\Delta H(x_i) = \bar{Y}_d(x_i) - \bar{Y}_u(x_i)$$

式中: $\Delta H(x_i)$ ——输出值在正反行程间最大偏差;

$\bar{Y}_d(x_i)$ ——测点反行程 n 个测量输出量的算术平均值;

$\bar{Y}_u(x_i)$ ——测点正行程 n 个测量输出量的算术平均值。

则
$$\delta_H = \pm \frac{\Delta H(x_i)}{Y_{F.S}} \times 100\%$$

式中: δ_H ——仪器回差;

$Y_{F.S}$ ——仪器全量程。

4.1.6 线性误差

当水文仪器采用线性传感器时,衡量线性传感器线性特征的指标为线性度,本标准采用独立线性度来衡量仪器的线性误差。

独立线性度为传感器实际平均输出特性曲线相对于最佳直线的最大偏差,以仪器满量程输出的百分比来表示。所谓最佳直线,即为在仪器量程内位于既相互最靠近,又能包容所有试验点的两条平行线中间位置的一条直线。见图 1。

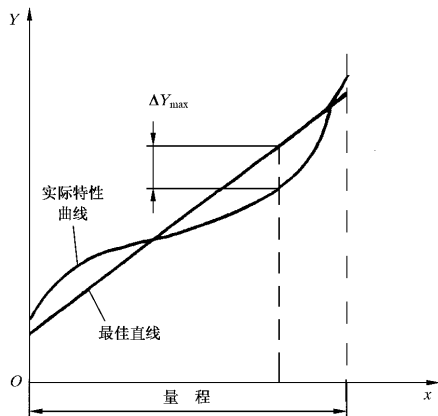


图 1 独立线性度

第 i 测点仪器独立线性度计算公式如下:

$$\delta_L = \frac{\bar{Y}(x_i) - Y'(x_i)}{Y_{F.S}} \times 100\%$$

式中: δ_L ——第 i 测点实测独立线性度;

$\bar{Y}(x_i)$ ——第 i 测点测量输出值的算术平均值;

$Y'(x_i)$ ——第 i 测点最佳直线输出值;

$Y_{F.S}$ ——仪器全量程。

对具有非线性特征的水文仪器,应采用符合度来衡量其输入输出特性符合或接近某一参考曲线的性能。

4.1.7 再现性误差

再现性误差用全量程内同一输入量间断重复的多次正反行程的实测输出量的离散程度来表示。在每次测量之间,水文仪器的环境条件可在规定范围内变化,也可在切断电源或仪器在非工作状态下闲置一定时间之后重新开始测试。再现性误差的容许极限误差,通常为重复性误差与回差等其他误差之和,其值应小于仪器测量准确度等级规定的误差范围。

4.1.8 温漂

由温度变化引起的仪器输出值的偏离,称为温漂。一般以温度变化 1°C ,输出最大偏差与仪器满量程输出的百分比来表示。即:

$$\beta = \frac{\Delta Y_{\max}}{Y_{F.S} \cdot \Delta T} \times 100\%$$

式中: β ——温漂;

ΔY_{\max} ——输出最大偏差;

ΔT ——温度变化范围;

$Y_{F.S}$ ——仪器全量程。

4.1.9 时漂

水文仪器在参比工作条件下,对一个恒定不变的输入值,在规定时间内输出变化值,称为时漂,用

下式表示：

$$D = \frac{\Delta Y_D}{Y_{F.S}} \times 100\%$$

式中： D ——时漂；

ΔY_D ——最大漂移量；

$Y_{F.S}$ ——仪器全量程。

本标准推荐连续观察时间最短为 24 h，输入值为某一恒定值。

4.1.10 误码率

误码率是评定数据传输质量的技术指标，以错误接收码元数与应传输码元总数之比表示。

4.1.11 计时误差

带有计时装置的仪器，在规定的记录周期或工作周期内，计时的最大允许误差，通常用秒或分即 $\pm(\)s$ 或 $\pm(\)min$ 来表示。

4.1.12 记录周期

具有记录装置的仪器，在该时间范围内，应能自动记录（存贮）被测水文要素随时间的变化，通常用天即 $(\)d$ 来表示。

4.1.13 工作寿命

水文仪器中，某关键执行部件正确动作（感应）的平均极限次数，即为工作寿命。通常用 $k \times 10^n$ 次表示。

4.1.14 时间寿命

水文仪器中，某关键执行部件的平均无故障工作时间，即为时间寿命。通常用小时 h 表示。

4.1.15 仪器使用寿命

水文仪器应规定在正常使用及维护条件下仪器的最长使用期限，对连续性工作的水文仪器，通常用年即 $(\)a$ 来表示，对间歇性工作的水文仪器通常用小时即 $(\)h$ 表示。

4.2 动态特性

水文仪器的动态特性是指仪器对随时间变化的输入量的响应特性。

本标准采用阶跃输入进行动态响应的特性测试，动态过程呈非周期类型。

4.2.1 响应时间

如图 2 所示，当输入产生阶跃变化时，输出由初始值第一次到达最终与初始稳态值之差的 90% 时的时间间隔，即为响应时间。

4.2.2 上升时间

当由零开始的输出信号从到达稳态值的 10% 处的瞬间起，到第一次到达（或越过）该稳态值的 90% 处的瞬间为止的时间间隔，即为上升时间。

4.2.3 超调量

为输入产生阶跃变化时，输出量超出其最终稳态值的最大瞬态偏差，即为超调量。用下式表示：

$$\sigma_p = \frac{Y(t_p) - Y(\infty)}{Y(\infty)} \times 100\%$$

式中： σ_p ——超调量；

$Y(t_p)$ ——输出量；

$Y(\infty)$ ——最终稳态值。

4.2.4 稳定时间

从输入信号阶跃变化起，输出信号进入并不再超过偏离其最终稳态值 $\pm 5\%$ 时的时间间隔，即为稳定时间。

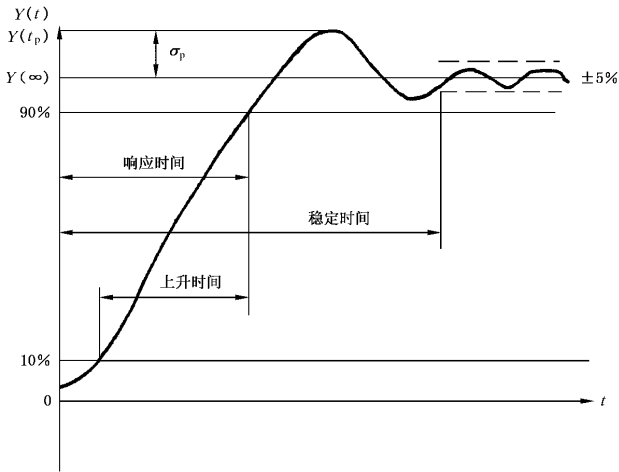


图 2 响应时间、上升时间、稳定时间示意图

4.2.5 输入量速率

仪器被测参数输入量变化速率极限值,即为输入量速率。

4.3 可靠性

水文仪器属可修复产品,对连续性工作的水文仪器其可靠性指标用平均无故障工作时间 $MTBF$ 来表示;对间歇性工作的水文仪器其可靠性指标用可靠度 $R(t)$ 来表示。

各类水文仪器的产品标准中,应根据 GB/T 18185 的规定,明确规定其可靠性指标、可靠性试验考核方法、结果分析及故障判定方法。

4.4 现场试验

各类水文仪器在新产品鉴定或小批量试生产前,一般应经过一个汛期或工作期(汛期或工作期至少三个月)的现场考核试验。

试验应明确规定汛期或工作期的水文参数上限值、环境条件、期限以及水文仪器被考核的技术指标及考核方法。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
水文仪器通则 第3部分：
基本性能及其表示方法

GB/T 18522.3—2001

*

中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街16号

邮政编码：100045

电话：68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

开本 880×1230 1/16 印张 3/4 字数 15 千字

2002年5月第一版 2002年5月第一次印刷

印数 1—1 000

*

书号：155066·1-18369 定价 10.00 元

网址 www.bzchs.com

版权专有 侵权必究
举报电话：(010)68533533



GB/T 18522.3-2001