

ICS 17.120.01
CCS N 01

DB11

北京市地方标准

DB11/T 1061—2024

代替 DB11/T 1061—2014

电波水流量测验规程

Code of waterflow measurement for electric wave current-meter

2024 - 09 - 23 发布

2025 - 01 - 01 实施

北京市市场监督管理局 发布

目 次

目 次.....	1
前 言.....	11
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 总体要求.....	2
4.1 测验断面.....	2
4.2 水位观测.....	2
4.3 测速点布设.....	2
4.4 仪器使用.....	2
5 流速测验.....	2
5.1 测验方法.....	3
5.2 电波流速系数.....	3
6 流量计算.....	3
6.1 部分面积计算.....	4
6.2 部分平均虚流速计算.....	4
6.3 虚流量计算.....	5
6.4 测验断面流量.....	5
7 误差来源与控制要求.....	6
7.1 误差来源.....	6
7.2 控制要求.....	6

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替DB11/T 1061—2014《电波水流量测验规程》。与DB11/T 1061-2014相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加规范性引用文件GB/T 50138、SL/T 247（见2）；
- b) 更改虚流速定义，增加虚流量定义（见3.4、3.5，2014年版3.4）；
- c) 更改测验断面、测次、测验仪器检查设置等规范内容（见4.1.1、4.1.2、4.2.2、4.4.2、4.4.3，2014年版4.1.1、4.1.2、4.1.3、4.2.2、4.4.2、4.4.3）；
- d) 增加流量测验与水位观测测验方式、测验条件、观测点控制数目、定线精度等规范内容（见4.2.3、4.2.4、4.3.4、4.3.5、4.4.1、4.4.4）；
- e) 更改测验方法、电波流速系数选取等相关规范内容（见5.1、5.1.2、5.2.1、5.2.2、5.2.5，2014年版5.1、5.1.1、5.1.2、5.2.1、5.2.2、5.2.3）；
- f) 增加测验规范、电波流速系数计算、比测率定等规范内容（见5.1.1、5.1.3、5.2.3、5.2.4）；
- g) 更改参数解释说明（见6.1.2，2014年版的6.1.2）；
- h) 更改误差来源、精度控制规范内容（见7、7.1.1、7.1.2、7.2、7.2.1、7.2.4、7.2.6，2014年版的7、7.1.1、7.1.2、7.2、7.2.1、7.2.2、7.2.3）；
- i) 增加误差来源与控制要求规范内容（见7.1.5、7.1.6、7.1.7、7.1.8、7.2.2、7.2.3、7.2.5）。

本文件由北京市水务局提出并归口。

本文件由北京市水务局组织实施。

本文件主要起草单位：北京市水文总站。

本文件主要起草人：王伟、王亚娟、程震、王材源、王阳、王瑾妍、刘中甲、季明锋、龚义新、刘鑫杨、刘晏涛、郭新、常广悦、唐东升、赵小伟、林宥、田宇、范强、陈科、韩艺伟、金永亮、连玉柱、白赞豪、于海柱、朱长明、屈东东、李庭逸、范庆莲、王玉雪、薛栋元、宋长春、赵皆兵、席梓轩、熊凤翔、吴子峰、杨凌、胡佳悦、董志东、朱雨芑、唐磊、杨晨宇、吴熠伟、崔寅鹤、曹海龙、焦振寰、刘英超、刘艳、刘晨阳、贾祯辉、李洪博、王巍皓、李佳兵、温子希、杨国军、郭硕、杨帆。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 2014年首次发布为DB11/T 1061—2014；
- 本次为第一次修订。

电波水流量测验规程

1 范围

本文件规定了电波水流量测验的总体要求、流速测验、流量计算、误差来源与控制要求。
本文件适用于无压流态下水流量测验。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改版）适用于本文件。

GB/T 50095 水文基本术语和符号标准

GB/T 50138 水位观测标准

GB 50179 河流流量测验规范

SL 195 水文巡测规范

SL/T 247 水文资料整编规范

SL 338 水文测船测验规范

SL 443 水文缆道测验规范

3 术语和定义

GB/T 50095 界定的以及下列术语定义适用于本文件。

3.1

电波流速仪 electric wave current-meter

向水面发射与接收无线电波，利用其频率变化与水流速度成正比的关系而制成的非接触式流速仪。

3.2

垂向角 vertical angle

仪器至观测目标点的方向线与水平面之间所构成的锐角。

3.3

水平角 horizontal angle

仪器至观测目标点的连线在水平面上的投影与垂直于测验断面的直线之间所构成的锐角。

3.4

虚流速 virtual velocity

水体表面流速。

3.5

虚流量 virtual discharge

虚流速或其它简测方法测得的流速与断面面积乘积求得的未加改正的流量。

3.6

电波流速系数 velocity coefficient of electric wave current-meter

实际测验断面平均流速与用电波流速仪测得的测验断面平均虚流速的比值。

4 总体要求

4.1 测验断面

4.1.1 测验断面宜与基本水尺断面重合，当不能重合时，应对测验断面进行大断面测量，并符合 GB 50179 相关要求。

4.1.2 无法靠近的测验断面可采用测距仪结合估测的方法计算测验断面面积或采用地形测量设备进行断面测量。

4.2 水位观测

4.2.1 水位平稳或变化缓慢，可在流速测验起止时间各观测一次，取平均值作为水位值。

4.2.2 水位变化急剧，在测验过程中可能引起水道断面面积变化较大时，平均水深大于 1m，断面面积变化超过 5%，或平均水深小于 1m，断面面积变化超过 10%时，应按能控制水位过程且满足相应水位计算的要求，增加观测水位的次数。

4.2.3 当测流过程可能跨越水位过程线的峰顶或谷底时，应增加观测次数。

4.2.4 水位观测应符合 GB/T 50138 相关要求。

4.3 测速点布设

4.3.1 测速点应大致均匀分布，并能基本控制测验断面地形和流速沿河宽分布的主要转折点。

4.3.2 流量测验断面内的独股分流、串沟，应布设测速点。

4.3.3 测速点起点距位置宜固定，并进行标记或记录。

4.3.4 有条件进行精简分析的测验断面，应收集多线法实测资料，进行精简分析，确定测速点数目。

4.3.5 测速点间距与低、中、高水位总水面宽的比例，精度应符合 GB 50179 相关要求。

4.3.6 采用单点测验宜选在中泓位置。

4.4 仪器使用

4.4.1 根据安装型式和使用方式，电波流速仪可分为固定式自动测量和便携式人工测量。固定式自动测量指采用立杆、龙门架、桥梁等方式安装电波流速仪或利用缆道行走、无人机搭载电波流速仪在河道上横向移动，经停既定位置并施测水面流速；便携式人工测量指人工携带至桥上或岸边，用手持电波流速仪施测水体表面流速。

4.4.2 测验前应检查仪器能否正常开机使用并设置相应参数。

4.4.3 采用固定式自动测量方式时，应根据测验断面情况和测站精度要求确定仪器组数，并与水位计联合使用。

4.4.4 无波浪水体需人工提前投掷漂浮物，以满足雷达波测验条件。

5 流速测验

5.1 测验方法

- 5.1.1 在测验过程中应固定设备位置，水平角度应小于 45° ，垂直角度不低于 $30^\circ - 60^\circ$ 。
- 5.1.2 单点单次流速测验时间宜不少于 30 秒。
- 5.1.3 单条垂线测验次数应不少于 3 次并取平均值。
- 5.1.4 降雨过程中施测宜垂直指向测验断面上游方向。
- 5.1.5 采用桥测应符合 SL 195 的相关规定；采用船测应符合 SL 338 的相关规定；采用缆道式应符合 SL 443 的相关规定。

5.2 电波流速系数

- 5.2.1 施测前，应进行比测试验，确定电波流速系数。比测试验应使用转子式流速仪或走航式 ADCP。
- 5.2.2 测验断面无电波流速系数时，可借用浮标系数或测验断面形状和水流条件相似测验断面的电波流速系数，并通过实测进行系数修正。
- 5.2.3 电波流速系数计算方法。
- a) 有条件时，电波流速系数应采用转子式流速仪精测或走航式 ADCP 实测断面流量除以断面虚流量，或断面平均流速除以中泓虚流速。
- b) 无条件时，根据实际情况采用水力学公式或借用经验系数求得，流速系数可按照表 1 中选取。
- 5.2.4 有条件进行比测率定试验的测验断面，在电波流速系数选取时可根据率定成果选取，试验中应建立包含低、中、高不同水位级与系数关系曲线，率定次数应不小于 20 次，且关系线应通过符号检验、适线检验、偏离值检验。
- 5.2.5 无条件进行比测率定的测验断面，在选取电波流速系数时可根据实际情况参照表 1 中选用，其中垂线流速梯度较小或水深较大的测验河段应取较大值，垂线流速梯度较大或水深较小的应取较小值。

表1 电波流速系数参考表

项目	河渠		排水口		
	梯形	矩形	圆形	矩形	梯形
系数	0.70~0.90	0.80~0.90	0.80~0.90	0.75~0.80	0.60~0.75
注：垂线流速梯度较小或水深较大的测验河段应取较大值；垂线流速梯度较大或水深较小的应取较小值。					

6 流量计算

6.1 部分面积计算

6.1.1 以测速点水深垂线为分界将过水测验断面划分为若干部分面积，部分面积计算划分见图 1。

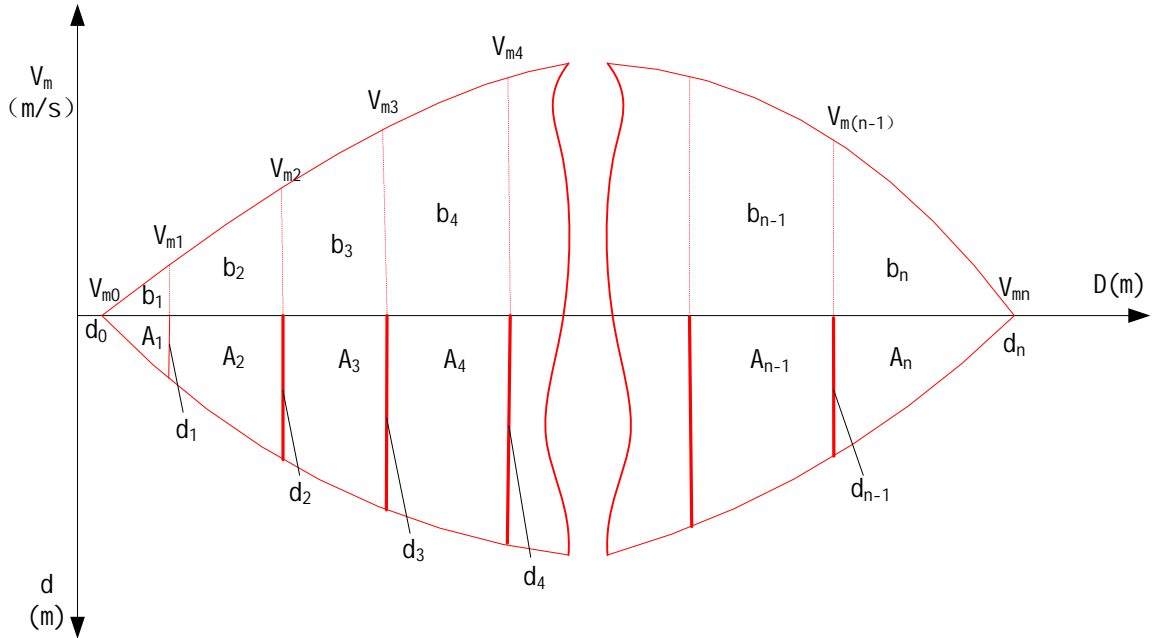


图 1 部分面积计算划分

6.1.2 部分面积可按公式 (1) 计算：

$$A_i = \frac{d_{i-1} + d_i}{2} b_i \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- i —— 测速垂线或测深垂线序号, $i=1, 2, \dots, n$;
- A_i —— 第 i 部分的面积, 单位为平方米 (m^2);
- d_i —— 第 i 条垂线的实际水深, 单位为米 (m);
- b_i —— 第 i 部分的测验断面宽, 单位为米 (m)。

6.2 部分平均虚流速计算

6.2.1 两测速点水深垂线间部分面积的平均虚流速, 按公式 (2) 计算：

$$\bar{V}_i = \frac{V_{m(i-1)} + V_{mi}}{2} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- \bar{V}_i —— 第 i 部分面积的平均虚流速, 单位为每秒米 (m/s), $i=2, 3, \dots, n-1$;

V_{mi} —— 第 i 条垂线表面实测流速，单位为每秒米 (m/s)， $i=2, 3, \dots, n-1$ 。

6.2.2 岸边或死水边的部分平均虚流速，按公式 (3)、(4) 计算：

$$\bar{V}_1 = a' V_{m1} \dots \dots \dots (3)$$

$$\bar{V}_n = a' V_{m(n-1)} \dots \dots \dots (4)$$

式中：

a —— 岸边流速系数，可参照表 2 取值。

表2 岸边流速系数 a 值

岸边情况		a 值
水深均匀地变浅至零的斜坡岸边		0.67~0.75
陡岸边	不平整	0.8
	光滑	0.9
死水与流水交界处的死水边		0.6

6.3 虚流量计算

6.3.1 部分虚流量按公式 (5) 计算：

$$q_i = \bar{V}_i' A_i \dots \dots \dots (5)$$

式中：

q_i —— 第 i 部分面积虚流量，单位为立方米每秒 (m³/s)。

6.3.2 测验断面虚流量按公式 (6) 计算：

$$Q_f = \bar{a}_1^n q_i \dots \dots \dots (6)$$

式中：

Q_f —— 测验断面虚流量，单位为每秒立方米 (m³/s)。

6.4 测验断面流量

6.4.1 测验断面流量按公式 (7) 计算：

$$Q = K' Q_f \dots \dots \dots (7)$$

式中：

Q —— 测验断面流量，单位为每秒立方米 (m³/s)；

K —— 电波流速系数。

6.4.2 中泓测速测验断面流量按公式(8)计算:

$$Q = K' A' V_{mf} \dots\dots\dots (8)$$

式中:

A —— 过水测验断面面积, 单位为平方米 (m²);

V_{mf} —— 实测中泓虚流速, 单位为每秒米 (m/s)。

7 误差来源与控制要求

7.1 误差来源

- 7.1.1 断面借用或断面测量的误差, 水位观测、起点距定位误差。
- 7.1.2 电波流速系数取值误差。
- 7.1.3 水平角设置误差。
- 7.1.4 表面流速脉动引起的流速测验误差。
- 7.1.5 仪器晃动引起的误差。
- 7.1.6 固定式自动测量仪器组数不足, 或便携式人工测量垂线布设不足而产生的误差。
- 7.1.7 风向、风速对水体表面流速的影响而产生的误差。
- 7.1.8 仪器率定本身的误差。

7.2 控制要求

- 7.2.1 固定断面的流量测验精度应符合 GB 50179 的规定; 临时断面测验精度应符合 SL 195 的规定。
- 7.2.2 条件允许时尽量采用实测断面, 并按相关测量规范控制断面测量误差。
- 7.2.3 采取有效措施, 准确定位减小偏角。
- 7.2.4 单点测验受波浪影响时的流速测验时间应不少于 60 秒、测次应不少于 3 次, 并取平均值。
- 7.2.5 完善测验方案, 控制好测速点数量及分布位置, 使流速横向分布曲线具有较好的代表性。
- 7.2.6 电波流速仪应定期校准, 不得超过 2 年, 具体参考 GB 50179 相关规定。