

中国灌区协会团体标准

《全渠宽电磁流量计》

编制说明

标准编制组

2023年10月

目 录

一、 工作简况	1
二、 标准编制原则	3
三、 标准主要条文或技术内容的依据；专利情况说明；修订标准应说明新旧标准水平的对比情况	3
四、 主要试验、验证及试行结果	8
五、 与相关标准的关系分析	12
六、 采用国际标准的程度及水平说明	16
七、 重大分歧或重难点的处理经过和依据	16
八、 贯彻措施及预期效果	16
九、 其他应说明的事项	16

一、工作简况

1 任务来源

根据 2022 年 3 月 15 日中国灌区协会发布的“关于批准《全渠宽电磁流量计》标准编制立项的通知”（中灌协【2022】06 号函），编制本标准。

本标准立项批复的标准名称为《全渠宽电磁流量计》。

本标准由中国水利水电科学研究院提出。

本标准归口单位为中国灌区协会。

本标准由中国水利水电科学研究院负责起草。

2 主要工作过程

（1）标准编制工作启动

2022 年 4 月 14 日，中国水利水电科学研究院和中国灌区协会签订了《全渠宽电磁流量计》团体标准编制项目协议书，确定本标准的主要技术内容为：全渠宽电磁流量计的产品结构和分类、基本参数、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装和贮存等要求。

协议书中明确了标准参编单位为河南省计量科学研究所和开封开流仪表有限公司，根据参编单位情况进行了标准编写任务分工。

随即，启动了团体标准编制工作。

（2）标准资料收集

标准编制工作启动后，编写组人员对有关资料如：国内外有关标准、全渠宽电磁流量计的试验资料、有关论文、有关生产厂家的产品情况等进行了收集和整理。

（3）2022 年 4 月 31 日编写组第一次工作会议

为促进标准编写工作，2022 年 4 月 31 日，标准编写组在线上召开了标准编写工作会议，进一步明确了各单位标准编写工作分工。

（4）流量计室内测试

2022 年 5 月-2023 年 8 月，编写组成员在开封开流仪表有限公司的“全渠宽明渠流量计检测装置”上对抽取的流量计样机进行了测试。该装置有 3 套 4 台，主要用于明渠流量计的检测和校准工作，并可以提供多种明渠流量计的实验（见表 1）。该装置可对量水堰槽（薄壁堰、宽顶堰、三角形剖面堰、平坦 V 形堰、长喉道量水槽、短喉道量水槽和无喉道量水槽

等)及其他类型不同原理(超声波、电磁)的明渠流量计进行检定;检定过程可自动进行单点及多点的自动检定,可实现数据自动存储、自动查询、自动打印检定结果和检定证书等功能。该装置以工业控制计算机为核心,配以大量的 PLC 数据采集控制模块,在应用软件的基础上完成系统的自动控制;装置能贮存并出具符合相关规程和标准的电子版原始记录;数据自动处理及能随时调用相关数据并自动汇总生成报表。系统的流量调节采用电动调节阀控制,可更好地满足各流量点的调节需求。

表 1 开封开流仪表有限公司明渠流速流量标准装置

项目	参数			
	明渠流速流量标准装置	明渠流速流量标准装置	明渠流速流量标准装置	明渠流速流量标准装置
计量器具名称	明渠流速流量标准装置	明渠流速流量标准装置	明渠流速流量标准装置	明渠流速流量标准装置
型号规格 (宽*深*长)mm	800*800*30000	1000*1000*30000	1600*1600*40000	2400*2400*40000
出厂编号	KL/MB-20011	KL/MB-20012	KL/MB-20013	KL/MB-20014
流量范围	1800m ³ /h	2400m ³ /h	9000m ³ /h	

通过在以上装置上进行明渠电磁流量计的性能测试,对本标准有关技术要求及其限值的确定提供了依据。

(5) 标准条文起草

在收集资料,对电磁流量计进行实测的基础上,对标准主要技术指标进行了分析确定,并于 2022 年 7 月起草了标准草案,同步进行了测试验证。2023 年 3 月在河南开封召开了编写组工作会议,又进行了进一步的复核测试,在对关键技术指标反复测试验证的基础上,经过编写组多次修改讨论,于 2023 年 10 月形成征求意见稿。

3 主要起草人及其所做的工作

主要起草人及其所做的工作如下:

高本虎,本标准主要技术内容的确定,各章节内容的编写。

栗岩峰,标准主要技术内容的确定。

张柯,标准主要技术内容的确定。

马腾蛟,标准部分内容整理编写及测试。

赵志伟,标准内容整理编写及测试。

二、 标准编制原则

按照 GB/T 1.1-2020 标准的要求和规定，确定标准的组成要素，标准编制过程中遵循了以下几个原则：

- a) 科学性和规范性；
- b) 保证标准的先进性和实用性；
- c) 与国家节水和灌区量测水政策等相符合；
- d) 尽量与相关的标准、法规接轨；

e) 评价指标设置适合灌区量水实际，指标值的设置即不过低，也不宜太高，以生产厂家经过努力方能达到为宜，通过标准的持续修订完善，从而促进灌区量水技术水平的持续提高。

三、 标准主要条文或技术内容的依据；专利情况说明；修订标准应说明新旧标准水平的对比情况

标准主要技术要求确定依据：

- a) 区分主次，将测控系统的要求分为水量计量要求、影响量要求、防护要求和智能型流量计的基本功能要求。
- b) 性能指标在实验室或工作现场可测得或易获得，试验方法无歧义。
- c) 性能指标明确且定量化，尽量减少定性指标随个人不同而给出不同的评价结果。
- d) 对于通用性的要求，或在其他相关标准里面已经明确的内容，只作为技术要求提出。

本标准为首次制定，具体处理如下：

设置外观尺寸的规定，作为流量计的常规要求。

设置水量计量一节，作为流量计的基本性能要求。内容包括测量误差要求（最大允许误差、重复性、准确度等级）、水位变幅误差、扰动和稳定性（长期飘移）。

设置与影响量有关的要求一节，考虑到渠道量水的特性，与管道流量计相比，选取了环境温度变化、环境相对湿度、直流电源反向、电源变化、电源瞬时过压等影响量对流量计性能的影响，

设置防护要求一节，内容包括流量计的外壳防护、密封性能、绝缘强度和绝缘电阻的要求。

针对智能型流量计，规定了其基本功能要求，内容包括流量计的显示功能、组态功能、通信功能、自诊断功能、流量正反测流功能、断电保护功能、密码锁功能等。

1 箱体规格尺寸

目前，各厂家的箱体规格尺寸基本上是自 400mm 起，以 100mm 的级差进行制定。显然，此种划分方法没有考虑到优先数系的问题。按《优先数和优先数系》（GB/T 321--2005）（等同采用《优先数和优先数系》ISO 3:1973）要求，当对各种量值进行分级，特别是在确定产品的参数或参数系列时，应按 GB/T 321 定的基本系列值选用。

考虑到箱体要与闸门配套使用，在确定箱体尺寸时应考虑到闸门的尺寸系列。《水利水电工程钢闸门设计规范》（SL 74-2013）附录 A “闸门孔口尺寸和设计水头系列标准”给出了露顶式闸门、潜孔式闸门以及其它闸门（尾水闸门除外）的孔口宽高尺寸的组合系列。SL 74-2013 附录 A 统计了截至 1997 年的闸门数据，按照 0.5m 级差开始进行化整晋级。露顶式闸门、潜孔式闸门的孔口宽度和高度均以 1.0m 起步，孔口尺寸超过 5 米的按 1.0m 或 2.0m 级差晋级；其它闸门的孔口宽度和高度均以 0.6m 起步，孔口尺寸超过 8 米的按 1.0m 或 2.0m 级差晋级。

与闸门配套使用启闭机，其设计遵循《水利水电工程启闭机设计规范》（SL 41-2018）的规定。SL 41 规定了液压式、螺杆式和卷扬式启闭机的规格系列，其中卷扬式和液压式启闭机的启闭力系列按照 GB/T 321 的 R10 基本系列确定，螺杆式启闭机的启门力和闭门力也均是按照 GB/T 321 的 R10 基本系列确定。

目前，国内厂家基本按孔口宽度和孔口高度为等值的正方形生产箱体。对于孔口尺寸大于 1m 的，箱体尺寸还应该有不同的孔口宽度和孔口高度的组合方式，以适应不同规格渠道的测控需要。

SL 74-2013 主要规定了闸门孔口尺寸大于 1.0m 的孔口宽高尺寸的组合系列，本标准规定的测控系统主要应用于灌区干斗渠以下的渠道水流量测，结合与闸门制造、安装和运行的具体条件，考虑到箱体尺寸系列的标准化，本标准根据目前我国厂家箱体生产的实际，在考虑 GB/T 321 系列优先数的基础上，以箱体为据给出箱体孔口尺寸的组合系列，以期达到以最少的箱体规格尺寸满足灌区渠道的基本计量要求。

本标准箱体规格尺寸确定为自 200mm 至 3000mm，可基本满足支渠、斗渠、农渠对计量控制的需要。

关于流量范围：《灌溉与排水工程设计标准》（GB 50288-2018）规定，渠道在正常工作条件下，其平均流速应满足不冲不淤的要求。GB 50288 给出的最小泥沙粒径为 0.001mm 时，止动么速为 0.11m/s；土渠设计平均流速宜控制在 0.6 m/s~1.0 m/s，但不应小于 0.3 m/s。根

据灌溉渠道设计与运行管理实际，考虑到渠道运行期流量变化幅度，本标准推荐箱体过流的平均流速范围为 0.1 m/s~1.5 m/s，由平均流速推算箱体全断面过流的流量范围。

2 水量计量

2.1 测量误差要求

水量计量是流量计的基本功能，测量准确度是其关键指标，其值的高低取决于流量计的造价、适用性以及生产需求等方面。一味追求高准确度，有可能导致测控装置造价过高，以致建设和运行维护成本过高，农民难以承受。开展量水的目的—是节水，二是公平公正地分配水量。有鉴于此，需制定既符合目前技术发展水平又符合灌溉用水测控实际的量水准确度指标。

《取水计量技术导则》(GB/T 28714-2023)的 7.2 中关于农业用现场计量数据最大允许误差的规定为： $\pm 10\%$ 范围内。

《灌溉渠道系统量水规范》(GB/T 21303-2017)规定：应选用满量程输出时允许误差于 $\pm 2.5\%$ 的流量计。对于可变量程的流量计，在可变换的任一量程上，基本误差均应不大于相应的基本误差限。仪表的重复性误差应不大于其基本误差限绝对值的三分之一。

根据对电磁流量计的实验室测试和田间应用测试表明，在水流充满箱体、且通过箱体的水流为恒定流的工况下，在生产厂声称的最小和最大流量范围内，多数厂家的产品流量测量的最大允许误差为 $\pm 5\%$ ，重复性为 $\pm 1.5\%$ 。在扰动与阻尼的条件下，流量测量的最大允许误差也为 $\pm 5\%$ ，重复性为 $\pm 1.5\%$ 。在非满箱流情况下，流量测量的最大允许误差为 $\pm 7\%$ ，重复性为 $\pm 2.5\%$ 。

分析 GB/T 28714-2023 和 GB/T 21303-2017 有关测量误差的规定，GB/T 21303-2017 的要求要高很多，GB/T 21303-2017 对测量误差的要求更适用于给水用管道式电磁流量计。本标准规定的用于灌溉渠道的电磁流量计的测量误差达不到 GB/T 21303-2017 的要求但满足 GB/T 28714-2023 的要求。

2.2 非设计工况时的测量误差要求

灌溉渠道尤其是在斗农级的渠道中，经常遇到非满渠及杂物堵塞或泥沙淤积的过流情况，针对此种情况下的水量计量，本标准提出了水位变幅测量误差和扰动测量误差的要求。

2.3 稳定性（长期漂移）

《计量标准考核规范》(JJF 1033-2023)中关于计量标准的稳定性的定义是：计量标准保持其计量特性随时间恒定的能力。计量标准的稳定性用计量特性在规定时间间隔内发生的变化量表示。若计量标准在使用中采用标称值或示值，则计量标准的稳定性应当小于计量标

准的最大允许误差的绝对值；若计量标准需要加修正值使用，则计量标准的稳定性应当小于修正值的扩展不确定度（ U_{95} 或 $U, k=2$ ）。

《通用计量术语及定义》（JJF 100-2011）对仪器漂移的定义是：由于测量仪器计量特性的变化引起的示值在一段时间内的连续或增量变化。仪器漂移既与被测量的变化无关，也与任何认识到的影响量的变化无关。

《电磁流量计》（JB/T 9248-2015）提出了稳定性（长期飘移）要求，即：电磁流量计经连续 30 天的稳定性试验后，其零点漂移应不超过基本误差限的绝对值。

《灌溉渠道系统量水规范》（GB/T 21303-2017）对电磁流量计的有关稳定性要求是：仪表应能经受 30 d 稳定性试验，其零点漂移应不大于基本误差限绝对值的二分之一。

JB/T 9248-2015 主要应用于工业管道系统流量测量，GB/T 21303-2017 针对的是渠道。显然，在渠道中应用的电磁流量计的零点漂移限值不应大于管道系统的，故本标准采用 JB/T 9248-2015 的零点漂移限值规定。另外，GB/T 21303-2017 只提出了稳定性要求，又没有规定试验方法，这也是该标准其它技术要求的通病。

3 影响量

电磁式流量计是利用法拉第电磁感应定律制成的，当水流沿流速传感器的交变磁场中做与磁力线垂直方向运动时，导电水流切割磁力线产生感应电势，在与水流轴线和磁力线相互垂直的流速传感器侧壁上安装了一对信号电极，该电极把产生的感应电势检出。此感应电势与流速成正比，测出该感应电势就可导出流过流速传感器侧面的水流流速。此流速信号（感应电势）输入流量显示仪经放大转换成与流速信号成正比的数字量信号，由此实现流速的测量。

从电磁流量计的传感器和转换器两大组成部分看，传感器感应的流量信号是电极间的电位差，一种与流速成正比的弱电压信号，此信号包含各种干扰成分；同时，电磁转换器也程度不同地存在着拾信号弱小、噪声干扰大、信号易被噪声淹没等问题。显然，决定电磁流量计性能优劣的不仅仅是传感器和转换器这些核心部件，和电磁流量计配套的设备以及在测量过程中还不可避免地会受到其他因素的影响。目前，已认识到的可对电磁流量计性能产生影响的量主要有：环境温度变化、环境相对湿度、机械振动、直流电源反向、接地、输出负载、电源变化、电源电压短时中断、电源瞬时过压、静电放电抗扰度、射频电磁场辐射抗扰度、电快速瞬变和脉冲群抗扰度、浪涌抗扰度、工频磁场抗扰度等。

全渠宽箱式电磁明渠流量计的核心部件由电磁流速传感器、水位传感器和流量显示仪组成（见图1），配置 RTU 遥测终端、智能供电系统以及防雷接地系统，采用 4G 无线方式进行数据传输，实现明渠流量信息的自动采集并传输至云端智慧灌区平台，通过在云服务器上设置信息接收软件，完成明渠流量监测数据接收和整编处理后存入平台数据库，以便分析用水情况。

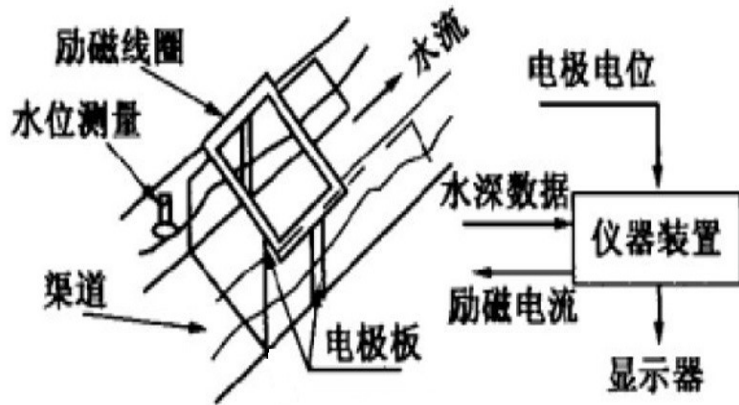


图1 电磁流速传感器示意图

与工业用电磁流量计相比，用在灌溉明渠上的电磁流量计，渠道中的水流具有自由水面，田间少见电磁辐射干扰、电脉冲及浪涌干扰等，能对电磁流量计性能产生影响的主要有环境条件及电源状况，故在影响量方面，本标准主要考虑：环境温度变化、环境相对湿度、直流电源反向、电源变化、电源瞬时过压等影响量。

另外，电磁式流量计的性能不受渠道中漂浮物、泥沙、气泡和水位大幅度变化的影响，流速传感器结构合理、体积小、安装方便对水流不产生阻力。

4 防护要求

为适应流量计在野外无人看管的工作环境以及用电安全，本标准设置了外壳防护、密封性能、绝缘强度、绝缘电阻等保护方面的要求。

5 智能型流量计的基本功能要求

随着微处理器的发展，电磁流量计也在朝着智能化方向发展。其智能化内容包括信号处理智能化、控制智能化以及测量电极与流体接触后发生磨损、腐蚀、结垢等现象从而影响电磁流量计的测量准确度的自诊断功能等。

本标准设定的智能型流量计的基本功能要求包括显示功能、组态功能、通信功能、自诊断功能、流量正反测流功能、断电保护功能、密码锁功能等。

四、主要试验、验证及试行结果

在明渠电磁流量计性能指标的试验验证方面，主要进行了实验室条件下的测试、第三方检测以及田间现场测试等工作。

1 实验室条件下的测试

测试在开封开流仪表有限公司明的明渠流速流量标准装置上进行，试验测试所用仪器设备见表 2，测试项目有外观、最大允许误差试验、重复性试验、水位变幅误差试验、扰动实验、水位、零点漂移等，测试依据为本标准草案，测试结果见表 3。

表 2 试验测试所用仪器设备一览表

序号	仪器设备名称	编号	证书有效期
01	水流量标准装置	2020003	2020-06-24 至 2024-06-23
02	压力表	20004179	2022-05-02 至 2024-05-01
03	耐压测试表（水深）	099	2022-06-12 至 2024-06-11
04	绝缘电阻测试仪	2910418	2022-03-05 至 2024-03-04
05	台式数字万用表	20200215	2022-03-02 至 2024-03-01
06	恒温箱		

表 3 试验测试项目及评价结果一览表

序号	测试项目	通过	不通过	备注
01	外观	√		/
02	最大允许误差试验	√		/
03	重复性试验	√		/
04	水位变幅误差试验	√		/
05	扰动实验	√		
06	水位	√		
07	零点漂移	√		

具体测试内容如下：

1.1 最大允许误差及重复性试验

测试样机：CF—400×470×400—0.072~0.540—2.0 的明渠电磁流量计。设定流量 900 m³/h，在设定流量的 100%、50%和 20%的流量点，环境室温下，被测流量计与标准表的最大误差分别为 0.182%、-0.589%和-0.794%，重复性误差分别为 0.0341%、0.0455%和 0.1082%，符合本标准规定的最大允许误差的高等级要求（±2%）。

测试样机：CF—600×670×600—0.072~0.540—2.0 的明渠电磁流量计。设定流量 2000 m³/h，在设定流量的 100%、50%和 20%的流量点，环境室温下，被测流量计与标准表的最大误差分别为 0.962%、-0.980%和-0.796%，重复性误差分别为 0.0918%、0.3468%和 0.0962%，符

合本标准规定的最大允许误差的高等级要求（±2%）。

1.2 水位变幅误差试验

测试样机：CF—600×670×600—0.072~0.540—2.0 的明渠电磁流量计。

第一次设定流量 2000 m³/h, 在设定流量的 45%、30%和 15%的流量点, 环境室温下, 被测流量计与标准表的最大误差分别为 0.689%、-0.591%和-0.698%, 重复性误差分别为 0.0899%、0.0474%和 0.0481%, 符合本标准规定的最大允许误差的高等级要求（±2%）。

第二次设定流量 900 m³/h, 在设定流量的 45%、30%和 15%的流量点, 环境室温下, 被测流量计与标准表的最大误差分别为 0.186%、-0.596%和-0.715%, 重复性误差分别为 0.0349%、0.0463%和 0.0502%, 符合本标准规定的最大允许误差的高等级要求（±2%）。

1.3 扰动误差试验

1.3.1 顶部堵塞 25%试验

测试样机：CF—600×670×600—0.072~0.540—2.0 的明渠电磁流量计。

设定流量 900 m³/h, 在设定流量的 100%、50%和 10%的流量点, 环境室温下, 被测流量计与标准表的最大误差分别为 1.299%、-0.688%和 0.700%, 重复性误差分别为 0.0348%、0.2147%和 0.0583%, 符合本标准规定的最大允许误差的高等级要求（±2%）。

1.3.2 左部堵塞 25%试验

测试样机：CF—600×670×600—0.072~0.540—2.0 的明渠电磁流量计。

设定流量 900 m³/h, 在设定流量的 100%、50%和 10%的流量点, 环境室温下, 被测流量计与标准表的最大误差分别为 1.920%、-1.664%和-1.666%, 重复性误差分别为 0.3585%、0.3657%和 0.4406%, 符合本标准规定的最大允许误差的高等级要求（±2%）。

1.3.3 右部堵塞 25%试验

测试样机：CF—600×670×600—0.072~0.540—2.0 的明渠电磁流量计。

设定流量 900 m³/h, 在设定流量的 100%、50%和 10%的流量点, 环境室温下, 被测流量计与标准表的最大误差分别为 1.814%、-1.929%和-2.050%, 重复性误差分别为 0.4472%、0.0808%和 0.0910%, 基本符合本标准规定的最大允许误差的高等级要求（±2%）。

1.3.4 底部堵塞 25%试验

测试样机：CF—600×670×600—0.072~0.540—2.0 的明渠电磁流量计。

设定流量 900 m³/h, 在设定流量的 100%、50%和 10%的流量点, 环境室温下, 被测流量计与标准表的最大误差分别为 1.814%、-2.876%和-2.617%, 重复性误差分别为 0.4448%、0.5808%和 0.3560%, 超过本标准规定的最大允许误差的高等级要求（±2%），但符合基本误差要求

($\pm 5\%$)。

1.4 水位误差试验

测试样机：液位计。

在水深为 0.25、0.50、0.75、0.90m 的 4 个测点，液位计显示值和实测值二者偏差均为 -0.001m ，液位计满足流量计对水深的计量要求。

1.5 稳定性（长期飘移）试验

测试方法：在水流量标准校验装置上，使流量计的测量管内充满水并保持水静止状态，在试验环境条件下（环境温度： $(26.1\sim 27.2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度： $(50\sim 55)\%$ ）存放不少于 48h 后接通电源，预热 15min 后仔细调整零点，然后切断电源 24h 后再接通电源，经预热后，记录零输出信号的变化，经过 30 天连续试验，试验期间每天记录检验一次零点。试验满 30 天后，其零点输出信号变化即为长期漂移。流量计零点长期漂移应不超过基本误差限的绝对值。

试验结论：经过 30 天的连续试验，三台测试设备所记录的误差值，均在 $\pm 0.2\%$ 以内，符合本标准要求。

1.6 环境温度影响变化试验

测试方法：转换器置于恒温试验箱内（见图 2），调节箱内温度： $+20^\circ\text{C}$ ， $+40^\circ\text{C}$ ， $+20^\circ\text{C}$ ， 0°C ， -10°C ， -20°C 。每级温度允差 $\pm 2^\circ\text{C}$ ，保温时间不少于 2h，连续进行两次循环，期间不作任何调整。温度每变化 10°C ，通过导线测量其输出信号的下限值 and 量程的变化，应不大于仪表最大允许误差绝对值的 $1/2$ 。



图 2 步入式高低温交变湿热试验箱布置图

试验结论：将三台转换器置入高低温交变湿热试验箱内进行测试，按照设定的温度变化，

三台转换器所记录的输出信号的下限值和量程变化，均不大于最大允许误差绝对值的 1/2，符合本标准要求。

1.7 外观

测试流量计样机完整良好，各项标记正确、齐全、清晰；对外连接的结合面无划痕等损伤；紧固件结合牢固；涂、镀层无起皮、脱落等外观缺陷。

1.8 智能型流量计的基本功能要求测试

智能型流量计基本功能的测试方法均为通过实际操作检查各功能是否正常，经开机运行测试，被测智能型流量计的显示功能、组态功能、通信功能、自诊断功能、流量正反测流功能、断电保护功能、密码锁功能等均正常。

2 第三方检测

检测机构：国家水表质量监督检验中心

检测项目：外观、基本误差试验、重复性试验

规格型号为 CF—600×670×600—0.072~0.540—2.0 的明渠电磁流量计样机，依据本标准检测的结果为：最大允许误差 1.72%，重复性误差 0.16%，外观符合要求。

规格型号为 CF—800×870×800—0.128~0.960—2.0 的明渠电磁流量计样机，依据本标准检测的结果为：最大允许误差 1.68%，重复性误差 0.16%，外观符合要求。

3 现场测试

在宁夏镇北堡实验基地选取超声水位电磁测箱、明渠 A 型电磁流量计、压力水位电磁测箱三种情况进行加沙条件下的测试，测试结果表明，三种测流方式偏差均在±5%范围内，且数据稳定性均较好。

4 试行结果

根据本标准拟定的明渠电磁流量计性能指标对有关厂家的设备进行了试运用，试行结果基本满足本标准的要求。

在外观和尺寸方面，试运用厂家的箱体覆板满足本标准要求；测箱尺寸误差也在标准指标范围内，测箱内侧板平面度也符合标准要求。

在水量计量方面，在实验室测试的条件下，试运用厂家的流量计的基本误差和重复性均符合标准规定的各工况下的指标要求。

在流量计的水位监测方面，闸水位测量误差均在限值以内。

五、与相关标准的关系分析

1 国际标准

针对明渠测流，国际标准化组织（ISO）推荐了 28 种测试方法（见下表），表中第 9 种方法为电磁法测流（ISO 9213），和本标准相关。

ISO 推荐的明渠测流方法

序号	内容	国际标准代号
1	涉水测流的流速面积法	ISO 748
2	桥上测流的流速面积法	ISO 748
3	使用缆道测流的流速面积法	ISO 748
4	测船定点测流的流速面积法	ISO 748
5	动船测流的流速面积法	ISO 4369
6	浮标测流的流速面积法	ISO 748
7	比降面积法	ISO 1070
8	超声波测流	ISO 6416
9	电磁法	ISO 9213
10	使用化学示踪剂的稀释法	ISO 9555-1 和 ISO 9555-3
11	使用放射性示踪剂的稀释法	ISO 9555-1 和 ISO 9555-2
12	使用荧光示踪剂的稀释法	ISO 9555-1 和 ISO 9555-4
13	容积法	ISO 2425
14	薄壁堰（锐缘堰顶、V 形缺口）	ISO 1438-1
15	薄壁堰（锐缘堰顶、矩形、无侧向收缩）	ISO 1438-1
16	薄壁堰（锐缘堰顶、矩形、有侧向收缩）	ISO 1438-1
17	量水堰（上游呈锐缘的宽顶堰）	ISO 3846
18	量水堰（上游呈圆缘的宽顶堰）	ISO 4374
19	量水堰（三角形剖面堰）	ISO 4360
20	量水堰（流线型三角形剖面堰）	ISO 9827
21	量水堰（三角形剖面、平坦 V 型堰）	ISO 4377

22	量水堰（V形缺口、宽顶堰）	ISO 8333
23	量水堰（梯形剖面堰）	ISO 4362
24	测流槽（矩形喉道）	ISO 4359
25	测流槽（梯形喉道）	ISO 4359
26	测流槽（U形喉道）	ISO 4359
27	测流槽（巴歇尔水槽和孙奈力水槽）	ISO 9826
28	自由溢流、末端深度法（矩形和非矩形河道）	ISO 9555-1 和 ISO 9555-3

ISO 9213 规定了在具有自由水面的明渠或封闭管道中电磁流量计测站的建立和运行程序，其第一版是 1992 年发布的，第二版于 2004 年发布，其过程见下：

ISO 9213:1992 Measurement of total discharge in open channels — Electromagnetic method using a full-channel-width coil

ISO 9213:2004 Measurement of total discharge in open channels — Electromagnetic method using a full-channel-width coil

ISO 9213:2004 的各章节内容如下：

1 Scope

2 Normative references

3 Terms and definitions

4 Principles of operation and practice

5 Applications

6 Selection of site

7 Design and construction

8 Uncertainties in flow measurement

9 Gauge calibration and verification

Annex A (informative) Site survey for electrical interference

Annex B (informative) Design aspects of the electromagnetic coil

Annex C (informative) Numerical example of the calculation of uncertainty

Annex D (normative) Gauge calibration procedure

Bibliography

2 我国标准

(1) 《取水计量技术导则》(GB/T 28714-2023)

该标准由水利部水资源司提出，水利部国科司归口。标准中有关电磁测流的规定有：

4.5 取水单位宜 配备具有在线监测功能、实时采集、流量累计、数据传输、现场校准条件等功能的智能计量器具。

7.2 关于农业用现场计量数据最大允许误差的规定为： $\pm 10\%$ 范围内。

本标准确定的在宽限要求条件下的最大允许误差为 $\pm 7\%$ ，严于 GB/T 28714-2023。

(2) 《灌溉渠道系统量水规范》(GB/T 21303-2017)

GB/T 21303 经历了 2 个版本，第一版为《灌溉渠道系统量水规范》GB/T 21303-2007，第二版为《灌溉渠道系统量水规范》GB/T 21303-2017。

GB/T 21303-2007 由中国水科院提出，水利部归口，标准主编单位为中国水科院。标准中有关电磁流量计测流的规定是：

9.4.2.1 精度等级：宜选用满量程输出误差小于（ $\pm 1.5\% \sim \pm 2.5\%$ ）流量计。用于有电源的管道灌溉系统的量水。

GB/T 21303-2017 由水利部提出并归口，标准主编单位为中国灌溉排水发展中心，中国水科院不在标准起草单位之列。标准中有关电磁流量计测流的规定是：

12.8.3 应选用满量程输出时允许误差 $\pm 2.5\%$ 的流量计，宜选用满量程输出时允许误差 $\pm 1.5\%$ 的流量计。传感器最大潜水深度应为 10m（相当于耐 0.1Mpa 水密封能力）。

12.8.4 对于可变量程的流量计，在可变换的任一量程上，基本误差均应不大于相应的基本误差限。仪表的重复性误差应不大于其基本误差限绝对值的三分之一。仪表应能经受 30 d 稳定性试验，其零点漂移应不大于基本误差限绝对值的二分之一。

GB/T 21303-2007 明确提出电磁流量计适用于管道灌溉系统， GB/T 21303-2017 虽没有明确电磁流量计的适用场所，但从 GB/T 21303-2007 中 12.8.5 描述可知，变送器是针对管道上安装的，即：GB/T 21303-2017（GB/T 21303-2007）中关于电磁流量计的有关规定，不适用于渠道上的电磁流量计。

(3) 《不可压缩流体流量计性能评定方法》(GB/T 9248-2008)

GB/T 9248-2008 由中国机械工业联合会提出，全国工业过程测量和控制标准会技术委员会第一分技术委员会归口。标准规定需进行基本性能试验、影响量试验和其他试验。其中：

基本性能试验项目为：基本误差和重复性试验。

影响量试验项目为：流体黏度、流体温度、流体密度、雷诺数、速度分布、静压、过范围、电源电压和频率变化、电源短时中断、气源压力变化、直流电源反向保护、共模干扰、串模干扰、接地、电输出流量计负载阻抗、气输出流量计负载、外界磁场、安装位置、环境温度、机械振动、湿度等 21 项。

其他试验内容包括：压力损失、始动流量、绝缘电阻、绝缘强度、能源消耗（耗电量或耗气量）、加速寿命试验、阶跃响应等 8 项。

本标准规定的测控系统用于灌区渠道的水流测量，采纳 GB/T 9248-2008 关于基本误差和重复性试验项目以及影响量和其他试验的有关内容。

（4）有关行业标准

① 《JBT 9248-2015 电磁流量计》（JB/T9248-2015）

该标准由机械工业联合会提出，标准规定了电磁流量计（以下简称流量计）的产品结构和分类、基本参数、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装和贮存等要求。该标准适用于测量封闭管道内导电液体流量的电磁流量计，不适用于插入式电磁流量计和用于明渠流量测量的电磁流量计。

该标准规定的电磁流量计的准确度等级为 0.2，（0.25），（0.3），0.5，1.0，1.5，2.5，其中带括号的不优先推荐使用。显然，该规定不适用于明渠流量测量。

② 《超声流量计检定规程》（JJG 1030-2007）。

该标准主要起草单位是中国计量科学研究院。该规程适用于封闭管道安装的电磁流量计（以下简称流量计）的型式评价、首次检定、后续检定和使用中的检验。不适用于测量血液、液态金属和铁矿浆和明渠流量测量的流量计，亦不适用于插入式电磁流量仪表和电磁式水表的检定。

该规程规定的电磁流量计型式评价、检定及检验方法不适用于明渠用电磁流量计。

④ 《水利水电工程钢闸门设计规范》（SL/T 74-2019）等

电磁流量计的箱体和闸门设计与制造等按 SL/T 74-2019 和《水利水电工程钢闸门制造、安全及验收规范》（GB/T 14173-2008）的有关规定执行。

⑤ 《水工建筑物与堰槽测流规范》（SL 537-2011）

目前灌区主要采用 SL 537-2011 进行测流。SL 537-2011 合并修订了《比降-面积法测流规范》（SD174-86）、《水力学法测流规范》（SD185-86）、《水工建筑物测流规范》（SL20-92）、《堰槽测流规范》（SL24-91），另外，中国水科院主编制定了《明渠堰槽流量计计量检定规程》（JJG 004-2015 [水利]）。这些测流标准的测流结果可与本标准进行比对验证测试。

六、 采用国际标准的程度及水平说明

没有采用国际标准。

七、 重大分歧或重难点的处理经过和依据

无。

八、 贯彻措施及预期效果

建议在行业有关主管部门等有关会议或论坛上介绍该标准的内容，使各方熟悉该标准。建议有关主管部门采信和宣贯本标准。

九、 其他应说明的事项

无。

标准编制组

2023 年 10 月