

声学多普勒剖面流速仪 监测数据处理及资料整编

张泉荣¹, 谢运山^{1*}, 王 萍², 王聪聪²

(1. 江苏省水文水资源勘测局镇江分局, 江苏 镇江 212001; 2. 江苏省水文水资源勘测局, 江苏 南京 210029)

摘要: 主要介绍利用数据库编程语言进行编程, 将声学多普勒流速仪数据进行处理后生成流量数据并计算出当次开关闸期间的引排水量。数据文件包括声学多普勒流速仪的流速数据、闸上下游水位、大断面水位面积起点距对照表等。通过查找代表流速所在时间对应水位对应的面积计算出流量, 利用开关闸期间的各次流量计算出单次引排水量。再根据南方片资料整编软件的数据格式生成整编数据供南方片水文资料整编软件直接调用。

关键词: 声学多普勒流速仪; 流量; 遥测水位; 引排水量; 资料整编; 数据库; 编程

中图分类号: P333.9

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839(2019)12-0040-04

Data processing and data reorganization of ADCP

ZHANG Quanrong¹, XIE Yunshan^{1*}, WANG Ping², WANG Congcong²

(1. Zhenjiang Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Jiangsu Province, Zhenjiang 212001, Jiangsu;

2. Jiangsu Hydrology and Water Resources Survey Bureau, Nanjing 210029, Jiangsu)

Abstract: The programming using the database programming language was mainly introduced, processing the ADCP data to generate the flow data, and calculating the irrigation and drainage volume during the current switch gate. Data files included velocity data of ADCP, water level of upstream and downstream sluice, water level area control table of large section, etc. The discharge was calculated by looking up the area corresponding to the water level at the time of the representative velocity, and the irrigation and drainage volume was calculated by using the flow during the switch. Then the data format of the Southern Hydrological Data Compilation Software was used to generate the compilation data for direct invocation of the Southern Hydrological Data Compilation Software.

Key words: ADCP; flow; remote water level; irrigation and drainage volume; data reorganization; database; programming

1 概述

江苏省水文水资源勘测局从 2008 年起开展水文测报方式改革试点及推广工作, 2014 年 5 月开始部署实施“1021 工程”即江苏省水文测报技术与应用实施方案(水文[2014]37 号), 其主要目的之一就是在已经实现雨量、水位等水文要素自动测

报的基础上尽快实现流量测报自动化。2017 年, 镇江分局谏壁闸水文站利用流速仪与垂向式声学多普勒流速剖面仪进行流速比测率定, 得到相关系数及应用范围, 实现了流量在线自动测验。

为了能将在线监测的流速数据应用于水文资料整编, 镇江分局利用数据库编程语言进行编程, 基于声学多普勒流速剖面仪采集到的代表流速和

收稿日期: 2019-07-18

作者简介: 张泉荣(1963—), 男, 高级工程师, 主要从事水文管理等方面的研究工作。

通讯作者: 谢运山(1974—), 男, 高级工程师, 主要从事水文站网、基本建设及程序设计等方面的研究工作。

单断速关系,利用闸上下游水位、大断面水位面积对照表等资料计算得到开关闸期间引排水量、相应时间的闸上下游开闸稳定水位和最高最低水位。从而可以开展有关流量分析工作。

本文主要介绍如何利用垂向式声学多普勒流速剖面仪采集的代表流速计算生成符合水文资料整编软件数据格式的实测潮量成果表和引排水量统计表的数据文件。在进行流速数据处理时可以根据给定的时间间隔进行数据筛选^[1],从而达到精简数据计算的目的。在数据处理过程中各数值有效位数严格执行《水文年鉴汇编刊印规范》中的有关标准^[2]。本程序是可以通用于不同类型的声学多普勒流速仪的数据处理的,具有一定的推广应用价值。

2 软件界面

本程序主要利用 Visual FoxPro 数据库编程语言进行编程^[3],根据要实现的功能目的来确定程序架构和编程思路。具体程序界面如图 1 所示。

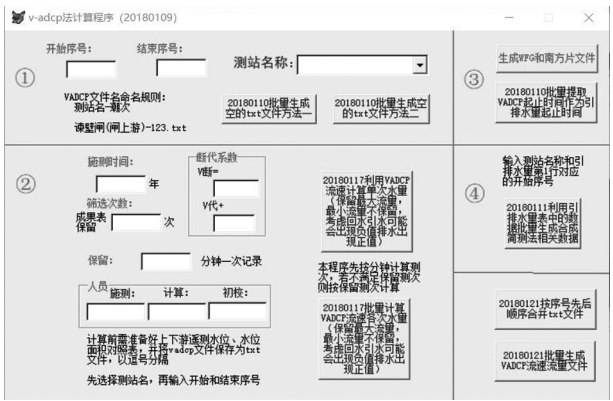


图 1 软件界面

3 数据处理情况

根据需要的数据文件内容,本程序主要分为 3 个部分,一是将采集到的断面平均流速数据导出保存为 txt 文件,二是利用率定的单断速关系和闸上下游水位、大断面水位面积对照表等资料计算得到各次开关闸期间的引排水量,三是利用 txt 文件和引排水量生成符合水文资料整编软件格式的实测潮量成果统计表和引排水量统计表的数据文件。

3.1 将导出的 XLS 文件保存成 txt 文件

目前导出来的垂向式声学多普勒流速仪采集的断面流速数据自动保存为 excel 文件格式,考虑到 txt 文件的通用性,在将垂向式声学多普勒流速

仪采集的断面流速有关数据导出后,可以通过另存为 csv 格式的方式进行保存,再将文件名的后缀修改为 txt。然后再进行相关数据处理。

在保存为 txt 文件时按照测站名和潮次顺序号来进行处理,保存后各潮次或者开关闸期间的流量数据文件如下图 2 所示,转换成 txt 文件中的数据格式见下表 1。

名称	大小	类型
津壁闸(闸上游)-1.txt	0 KB	文本文档
津壁闸(闸上游)-2.txt	0 KB	文本文档
津壁闸(闸上游)-3.txt	0 KB	文本文档
津壁闸(闸上游)-4.txt	0 KB	文本文档
津壁闸(闸上游)-5.txt	0 KB	文本文档

图 2 保存后的各潮次 txt 文件

表 1 保存后的各潮次流量数据

时间	水位	过水面积	流量 代表流速	断面 平均流速
2017-8-21 02:50	4.67	457,73.1	0.19	0.16
2017-8-21 02:51	4.66	456,73	0.19	0.16
2017-8-21 02:52	4.66	456,68.4	0.18	0.15
2017-8-21 02:53	4.66	456,68.4	0.18	0.15
2017-8-21 02:54	4.66	456,68.4	0.18	0.15
2017-8-21 02:55	4.65	455,72.8	0.19	0.16
2017-8-21 02:56	4.66	456,73	0.19	0.16

3.2 计算并生成水位面积起点距检数表

本单位流速仪和声学多普勒流速仪自动监测系统流量测验断面均在闸上游,测验数据采用上游水位和断面数据,一潮推流水位则采用闸下游的数据,因此在进行一潮水量计算前需先进行水位面积起点距检数表的计算。在计算水位面积起点距检数表的时候需要注意水位取用的区间范围,防止在进行水量计算时开关闸期间的水位对应的面积检索不到而不能正确计算,一般取值范围较大一些较好。计算并生成水位面积检数表的程序界面如图 3 所示,生成的水位面积起点距检数表内容见表 2。

3.3 计算并生成单次引排水量成果表格

根据水量计算所需的文件,需要准备好上下游水位数据文件、水位面积起点距检数表、垂向式声学多普勒流速仪采集并保存的各潮次 txt 文件、相关计算参数等,其中上下游水位和水位面积

生成面积起点距检数表

测站名称:

起始水位: 20190309
生成断面图

结束水位:

20101116: 四舍六入——左右起点距面积表 (面积大于100无小数, 起点距大于100无小数, 南京葛塘用)

20130509生成断面图及测深测速线、水位面积图、面积表.csv (面积3位有效数字、起点距大于100有一位小数) 2003版本EXCEL

20121017生成断面图及测深测速线、水位面积图、面积表.csv (面积两位小数)

20130509生成断面图及测深测速线、水位面积图、面积表.csv (面积3位有效数字、起点距大于100有一位小数) 2010版本EXCEL

20150603只生成断面起点距面积表. dbf

图 3 水位面积检数计算程序界面

表 2 生成的水位面积起点距检数表

水位	面积	左起点距	右起点距
1.00	111	14.7	87.8
1.01	111	14.6	87.8
1.02	112	14.6	87.8
1.03	113	14.6	87.8
1.04	114	14.5	87.9
1.05	114	14.5	87.9
1.06	115	14.5	87.9

起点距检数表的范围需要满足计算水量的各潮次 txt 文件里的相关范围,否则可能会导致计算成果不正确。

同时考虑到根据声学多普勒流速仪自动监测系统的在线流速数据较多,目前参数设置上是按 1 分钟 1 个数据进行保存并导出,但在具体水量计算时不需要如此密度的数据。因此考虑 2 个方面,一是按时间间隔进行数据筛选,二是按保留计算的最少次数进行筛选。具体来说成果表保留最少次数和间隔分钟是筛选声学多普勒流速仪采集的数据用的,筛选数据的原则是当数据较多时则按间隔分钟来筛选数据,当数据较少时按保留最少次数来筛选。确保计算水量的流量数据保留最少次数。同

时筛选的数据中保留参与本次计算的全部数据中的最大流量,主要是作为特征值进行统计时用。

程序可以计算单次开关闸的引排水量,也可以批量计算多次开关闸的引排水量。

在输入测站名称、施测时间、单断关系系数、成果表保留最少次数、间隔分钟、施测人员、计算人员、初校人员等相关信息即可进行水量的计算。

计算生成引排水量表分单次和批量计算两种情况。当选择单次计算时不用输入开始序号和结束序号。选择批量计算前要输入开始序号和结束序号。

具体计算时,根据这个文件里声学多普勒流速剖面仪自动监测系统的在线流速数据的时间查找闸上游对应的遥测水位,根据遥测水位查找水位面积起点距检数表里对应的断面面积,将各次流速和对应的面积相乘得到各次流量,根据筛选条件保留最大流量和其他各次流量数据,根据开始时间和结束时间计算本次开关闸或者一个潮次期间的引排水量。并根据开始时间和结束时间查找闸下游遥测水位的开始水位和期间的最高或者最低水位。从而形成一个完整的单次引排水量成果表,成果表现形式为 Excel 表格^[4]。

3.4 生成实测潮量成果表和引排水量统计表中的时间数据

在完成每次或者各月或者全年的一潮水量计算后,就可以生成堰闸实测潮量成果统计表和引排水量统计表的加工数据文件了。

一是根据资料整编要求将各次引排水量成果合并成一个文件,文件格式符合堰闸实测潮量成果统计表的格式要求。二是将各次引排水量成果中的相关数据提取出来生成符合南方片资料整编软件中引排水量数据加工文件格式的文件。

2 个数据加工文件的格式均为 csv 格式,这样可以直接打开以 Excel 表格的形式呈现,将里面的数据直接复制粘贴到南方片水文资料整编程序的引排水量统计表或者堰闸实测潮量成果统计表的加工区域内即可进行整编生成整编成果。

4 结语

通过对谏壁闸水文站垂向式声学多普勒流速仪采集的流速测验数据进行分析研究,利用相关数据文件计算生成单次引排水量统计表和堰闸实测潮量成果统计表,并生成符合南方片资料整编软件格式的数据文件。经检查验证后认为所计算的结

谏壁闸(闸上游) 站流速剖面仪简测(代表线)法流量计算表

流速仪型号及公式: FlowScout-2000 单速度ADCP (垂向)																			
代表垂线平均流速与断面平均流速关系公式: $V_{断}=0.827 V_{代}+$																			
施测 号数	起点 距 (m)	月	日	施测 时间 时 分	水位 (m)		河底 高程 (m)	水深或 应用水 深 (m)	流速 (m/s)		平均 施测 时间	相应 水位 (m)	水道断 面面积 (m²)	断面 流量 (m³/s)	时间 间隔 (分钟)	秒分 水量 (10³)	天气	风力风向	流向
					基本水尺	测流断面			各代表 线平均	断面 平均									
193-1		6	1	开			ADCP法			0.31	0.26	14:30	4.55	416	108	25	16.20		
193-2							ADCP法			0.40	0.33	14:55	4.68	430	142	55	46.96		△
193-3							ADCP法			0.49	0.41	15:25	4.89	451	185	60	66.60		
193-4							ADCP法			0.54	0.45	15:55	5.10	473	213	60	76.68		
193-5							ADCP法			0.57	0.47	16:25	5.23	487	229	60	82.44		
193-6							ADCP法			0.58	0.48	16:55	5.31	495	238	60	85.68		
193-6							ADCP法			0.56	0.46	17:25	5.35	499	230	50	69.00		
193-7							ADCP法			0.58	0.48	17:45	5.39	504	242	30	43.56		
193-8							ADCP法			0.55	0.45	17:55	5.38	503	226	40	54.24		
193-9							ADCP法			0.52	0.43	18:25	5.31	495	213	60	76.68		
193-10							ADCP法			0.51	0.42	18:55	5.27	491	206	60	74.16		
193-11							ADCP法			0.51	0.42	19:25	5.23	487	205	60	73.80		
193-12							ADCP法			0.47	0.39	19:55	5.18	481	188	60	67.68		
193-13							ADCP法			0.44	0.36	20:25	5.13	476	171	60	61.56		
193-14							ADCP法			0.43	0.36	20:55	5.05	468	168	60	60.48		
193-15							ADCP法			0.41	0.34	21:25	4.98	460	156	60	56.16		
193-16							ADCP法			0.39	0.32	21:55	4.92	454	145	60	52.20		
193-17							ADCP法			0.37	0.31	22:25	4.86	448	139	60	50.04		
193-18							ADCP法			0.36	0.30	22:55	4.82	444	133	60	47.88		
193-19							ADCP法			0.33	0.27	23:25	4.75	437	118	60	42.48		
193-20							ADCP法			0.33	0.27	23:55	4.71	433	117	60	42.12		
193-21			2				ADCP法			0.29	0.24	00:25	4.61	422	101	60	36.36		
193-22							ADCP法			0.33	0.27	00:55	4.66	428	116	60	41.76		
193-23							ADCP法			0.30	0.25	01:25	4.56	417	104	60	37.44		
193-24							ADCP法			0.29	0.24	01:55	4.52	413	99.1	60	35.68		
					类					0.30	0.25	02:25	4.51	412	103	30	18.54		
序号	月	日	开闸 时间	关闸 时间	2开 (m)	2关 (m)	△2涨落 (m)	一潮水量 (10⁴m³)	历时 (10⁴s)	平均流量 (m³/s)	最大流量 (m³/s)	相关因素							
193	6	1	14:30	02:25	4.41	4.79	0.38	708.1	4.290	165	242								
施测: 何芬 计算: 蒋明飞 (6 月 2 日) 初校: 汤建学 (月 日) 复核: (月 日)																			

图 4 生成的单次引排水量成果表

果可应用于本站的水文资料整编。

固定式声学多普勒流速仪采集的流速测验数据量较大,而且沿江谏壁闸水文站每年开关闸或者引排水次数较多,2018 年即达到 433 次,若采用手工计算,则是相当复杂且困难的事,而且计算成果还不能保证完全正确,在完成测站初步整编后送交分局审查以及省局复审,那个审查的工作量也是相当巨大的,但是在采用计算机编程解决一潮水量计算后,则相关工作就变得简单多了,给定流速数据筛选参数,程序自动进行筛选数据,再进行关联数据的提取和计算,效率提升得相当大,从在站整编到监测中心初审、分局审查、省局复审都大大地提高了效率。提交的水量计算成果也实现了计算机化。见图 4。

对于横向式声学多普勒流速剖面仪采集的数据来说,本程序一样适用,具有较大的适应性。

江苏省水文系统目前正在大力推进水文测报方式改革,镇江分局在谏壁闸水文站应用固定式垂向声学多普勒流速仪(即 V-ADCP)实现流量实时在线监测和报讯,但是在进行流量资料整编方面全省尚无现成的经验可供借鉴。文章作者在经过探索后编程解决了资料整编方面的难题,从而成功实现了固定式声学多普勒流速仪采集的数据既能用于报讯,也可以进行资料整编。镇江分局也是全省第一个将固定式声学多普勒流速仪采集的数据进行报讯及整编的单位,谏壁闸水文站的实时在线流量监测数据也是第一个应用本程序进行资料整编的测站。

参考文献:

[1] 中华人民共和国水利行业标准. SL247-2012.《水文资料整编规范》[S]. 北京:中国水利水电出版社出版. 2012:24-25.

[2] 中华人民共和国水利行业标准. SL460-2009.《水文年鉴汇编刊印规范》[S]. 北京:中国水利水电出版社出版. 2010:19-21.

[3] 谢运山, 谢海文, 赵德友, 等. 水文资料整编流量测验数据的检查[J]. 水文, 2015(02):61-64.

[4] 谢运山. 利用 VFP 编程实现 Excel 表数据转移[J]. 西北水电, 2008, 01:59-61.