

黔南州不同雨量观测精度与降水特征值的对比分析

马 辉¹, 舒栋才², 李 薇¹

(1.水利部水文局, 北京 100053; 2.贵州省水文水资源局, 贵州 贵阳 550002)

摘要:将水文站的虹吸式雨量计全部替换为无人值守的翻斗式遥测雨量计,极大地缩短了降水信息传播时间,但由于翻斗式遥测雨量计分辨率(0.5mm)与虹吸式雨量计分辨率(0.1mm)不同,其观测资料的一致性将受到影响。通过对贵州省黔南州三个水文站各种时段不同观测精度降水特征值的对比,定量分析了其误差范围,可为水文资料的一致性分析提供参考。

关键词:降水量;分辨率;特征值;一致性

中图分类号:P332.1

文献标识码:A

文章编号:1000-0852(2016)04-0076-04

1 引言

降水量是气象和水文部门重要的观测要素之一,随着通信技术和水文仪器设备的发展,同时也为了兼顾水资源和防汛信息收集的需要,将虹吸式雨量计全部替换为无人值守的翻斗式遥测雨量计,极大地缩短了降水信息传播时间,提高了洪水预报的预见期,也为水资源监测现代化奠定了基础。

对于降水量的观测,由于所采用仪器的结构和分辨率不同,对降水特征值的观测亦有差异。余敏^[1]对云南旧州水文站2009年人工观测雨量与自动测报雨量进行对比,年降水量相差0.4%,月降水量相差在0%~58.3%之间,日降水量相差最高达100%,年最大日雨量相差2.3%。赵洪岩等^[2]利用0.5mm翻斗式遥测雨量计、称重式雨量计与虹吸式自记雨量计对北京市10个雨量站3年资料中不同时间段的降水量数值和误差进行对比分析,认为翻斗式雨量计、称重式雨量计汛期降水量一般均少于虹吸式自记雨量计降水量值,翻斗式雨量计、称重式雨量计日降水量绝对误差均值随着降水量级的增大而增加,相对误差均值则无明显增长趋势。冯智学等^[3]利用普通雨量筒和日计型虹吸式雨量计观测结果对邢台市石河水库小流域暴雨设计结果的分析显示,两种方法计算结果的最大误差为25.53%。

对于降水量的观测精度,《降水量观测规范》第4.3

条第二款“多年平均降水量400~800mm的地区可记至0.5mm,多年平均降水量大于800mm的地区可记至1mm”^[4]。贵州处于多年平均降水量大于800mm的地区,从水资源监测角度来讲,希望所采用的降水量观测仪器的分辨率越小越好,但是从防汛的角度讲,采用0.5mm分辨率即可满足要求。为了解不同分辨率的观测方式对降水特征值的影响,本文通过贵州省黔南片区3个水文站虹吸式雨量计和翻斗式遥测雨量计对比监测数据,按照水文资料整编规范^[5]的要求,从年、月、日、小时和分钟等各种时段分析其对降水特征值的影响,定量分析其误差范围,为水文资料的一致性分析提供参考。

2 站点与资料情况

本次分析选用了贵州省黔南州3个水文站,其站点信息如表1所示。上述水文站采用的0.1mm分辨率的日记型虹吸式雨量计(以下简称“虹吸雨量计”)和0.5mm分辨率的翻斗式遥测雨量计(以下简称“翻斗雨量计”)均安装于同一个观测场内。在虹吸雨量计观测

表1 水文站信息表

Table1 The information of the hydrometry stations

站名	地址	经度	纬度	建站时间
福泉	福泉市城厢镇小西门外	107°30'	26°43'	1979
平湖	平塘县平湖镇北街村	107°19'	25°50'	1960
平里河	平塘县通州镇平里村	107°03'	25°50'	2003

收稿日期:2015-07-08

基金项目:贵州省科学技术基金项目(黔科合J字[2007]2163号);贵州省水利厅科研项目(KT200701)

作者简介:马辉(1974-),男,山西芮城人,高级工程师,理学硕士,研究方向为水文水资源与水信息。E-mail:mahui@mwr.gov.cn

过程中,非汛期(1月1日~3月31日、11月1日~12月31日)采用20cmJQR01人工雨量器观测。所选资料年份为2014年的整编资料。

3 不同时段降水量特征值对比分析

3.1 年降水量特征值统计分析

3.1.1 年降水量统计分析

对3个水文站年雨量统计结果如表2所示。以虹吸雨量计观测降水量为标准(下同),将翻斗雨量计降水量与之计算的相对误差进行比较,其年降水量最大误差为7.14%(平湖站),最小误差为2.52%(平里河站),最大相对误差均小于10%。降水日数统计中,福泉站虹吸雨量计降水日数为192d,翻斗雨量计降水日数为158d,因为翻斗雨量计式分辨率为0.5mm,而该站共有46d降水量小于0.5mm,降水日数合理。

表2 年降水量对比成果表

Table2 The comparative results of the annual precipitation

站名	虹吸雨量计			翻斗雨量计		年降水量相对误差/%
	年降水量/mm	降水日数/d	<0.5mm降水日数/d	年降水量/mm	降水日数/d	
福泉	1215.3	192	46	1153.5	158	5.09
平湖	1485.0	198	31	1591	165	-7.14
平里河	1594.8	185	28	1635	153	-2.52

3.1.2 年最大日降水量统计分析

在年最大日降水量特征值比较分析中,本次选择水文分析计算中常用的年最小1d和3d降水量进行比较(见表3)。从表中可以看出,年最大1d降水量最大误差为6.70%,最小相对误差为0.21%;年最大3d降水量最大相对误差为6.60%,最小相对误差为0.81%。以上两项误差均小于10%。

3.2 月降水量特征值统计分析

在水文站降水项目观测中,当观测方式为非遥测方式时,汛期(4~9月)采用虹吸雨量计,非汛期(1~3月、11~12月)采用人工雨量器观测。为了分析虹吸雨量计和翻斗雨量计月雨量观测情况,本次针对汛期月降水特征值进行统计分析。

3.2.1 月降水总量

3个水文站汛期降水量成果比较见表4。从表中可以看出,在汛期各月降水总量中,除了平湖站8月

表3 年最大1日、3日降水量成果比较表

Table3 The comparative results of the annual maximum 1-day and 3-day precipitation

站名	虹吸雨量计				翻斗雨量计				年最大1d降水量相对误差/%	年最大3d降水量相对误差/%
	年最大1d降水量/mm	开始日期	年最大3d降水量/mm	开始日期	年最大1d降水量/mm	开始日期	年最大3d降水量/mm	开始日期		
福泉	76.1	7.16	142.4	7.15	71	7.16	133	7.15	6.70	6.60
平湖	148.0	5.25	148.3	5.25	143.5	5.25	149.5	5.25	3.04	-0.81
平里河	95.7	7.12	146.2	7.15	95.5	7.12	148.5	7.15	0.21	-1.57

表4 月降水量对比统计表

Table4 The comparative results of the month precipitation

项目		4月	5月	6月	7月	8月	9月
福泉	虹吸雨量计/mm	53.1	124.2	215.9	274.3	103.2	136.4
	翻斗雨量计/mm	51.5	124.5	202	257.5	98.5	128
	绝对误差/mm	1.6	-0.3	13.9	16.8	4.7	8.4
	相对误差/%	3.01	-0.24	6.44	6.12	4.55	6.16
平湖	虹吸雨量计/mm	66.7	272.8	297.8	283.9	137.2	116.6
	翻斗雨量计/mm	67	276	311	305.5	158	126
	绝对误差/mm	-0.3	-3.2	-13.2	-21.6	-20.8	-9.4
	相对误差/%	-0.45	-1.17	-4.43	-7.61	-15.16	-8.06
平里河	虹吸雨量计/mm	43.6	144.6	311.2	367.3	255.6	156
	翻斗雨量计/mm	44	144.5	321	374	265.5	163
	绝对误差/mm	-0.4	0.1	-9.8	-6.7	-9.9	-7
	相对误差/%	-0.92	0.07	-3.15	-1.82	-3.87	-4.49

的相对误差为 15.16%以外,其它月份相对误差都小于 10%,最小相对误差为 0.07%(平里河站 5 月)。上述 3 站的相对误差频次情况统计如表 5 所示。从表 5 看出,相对误差小于 5%的有 12 次,占 66.67%;在 5%~10%的有 5 次,占 27.78%;在 15%~20%仅有一次,占 5.56%。

表5 三站月降水量相对误差频次统计表

Table5 The frequency statistics of the relative errors of the month precipitation

项目	相对误差/%				合计
	<5	5~10	10~15	15~20	
次数	12	5		1	18
百分比/%	66.67	27.78	0	5.56	100

3.2.2 月最大 1d 降水量

3 个水文站汛期各月最大 1d 降水量比较成果见表 6。从表中可以看出,汛期最大相对误差为 8.25%(平里河站 4 月),最小相对误差为 0.17%(平里河站 5 月),在发生日期上,除了平湖站 9 月最大 1d 降水量因

降水量级别相近而发生日期有所差别外,其它所有月份的发生日期均相同。

3.3 小时时段降水量统计分析

在小时时段降水量中,本次选取水文分析计算常用的 1h、3h、6h 和 24h 时段进行比较,其比较成果见表 7。从表中可以看出,1h 的最大相对误差为 2.54%,最小为 1.44%;3h 的最大相对误差为 5.26%,最小相对误差为 4.06%;6h 的最大相对误差为 5.64%,最小为 0;24h 最大相对误差为 6.93%,最小为 2.96%。以上各时段降水相对误差随着时段长度增加有逐渐增加的趋势,但均没有超过 7.0%。在对应的“开始月日”上,除了福泉站 1h 因雨量相近而有所差别外,其余时段均相同。

3.4 分钟时段降水量统计分析

在分钟时段降水量统计中,本次选择水文分析计算常用的 10、30 和 60 分钟时段进行比较,其统计表见表 8。从表中可以看出,各时段中最大相对误差为 9.30%,最小相对误差为 0.49%。在对应的“开始月日”

表6 汛期月最大 1d 降水量比较成果表

Table6 The comparative results of the monthly maximum 1-day precipitation in the flood period

站名	项目	4 月		5 月		6 月		7 月		8 月		9 月	
		降水量	日期	降水量	日期	降水量	日期	降水量	日期	降水量	日期	降水量	日期
福泉	虹吸雨量计 / mm	9.2	5	36.5	9	40	30	76.1	16	25.9	27	50	17
	翻斗雨量计 / mm	9	5	35	9	37	30	71	16	24	27	47	17
	绝对误差 / mm	0.2		1.5		3		5.1		1.9		3	
	相对误差 / %	2.17		4.11		7.5		6.7		7.34		6	
平湖	虹吸雨量计 / mm	13.4	2	148	25	66	26	42.7	6	37.9	11	39.3	29
	翻斗雨量计 / mm	13.5	2	143.5	25	66.5	26	43.5	6	40	11	36.5	17
	绝对误差 / mm	-0.1		4.5		-0.5		-0.8		-2.1		2.8	
	相对误差 / %	-0.75		3.04		-0.76		-1.87		-5.54		7.12	
平里河	虹吸雨量计 / mm	9.7	5	58.1	25	88.7	3	95.7	12	69.4	17	49.5	28
	翻斗雨量计 / mm	10.5	5	58	25	91	3	95.5	12	71.5	17	50.5	28
	绝对误差 / mm	-0.8		0.1		-2.3		0.2		-2.1		-1	
	相对误差 / %	-8.25		0.17		-2.59		0.21		-3.03		-2.02	

表7 小时各时段降水量比较统计表

Table7 The comparative results of precipitation in the various hour durations

站名	项目	虹吸雨量计				翻斗雨量计				相对误差 / %			
		1h	3h	6h	10h	1h	3h	6h	10h	1h	3h	6h	10h
福泉	降水量 / mm	23.6	41.5	56.7	77.9	23	39.5	53.5	72.5	2.54	4.82	5.64	6.93
	开始月日	7.17	7.4	7.4	7.16	8.27	7.4	7.4	7.16				
平湖	降水量 / mm	48.7	101.1	125.9	148	48	97	121.5	143.5	1.44	4.06	3.49	3.04
	开始月日	6.29	5.25	5.25	5.25	6.29	5.25	5.25	5.25				
平里河	降水量 / mm	50.2	81.8	94.5	101.5	51	77.5	94.5	104.5	-1.59	5.26	0	-2.96
	开始月日	8.18	7.13	7.13	6.26	8.18	7.13	7.13	6.26				

表8 分钟时段降水量比较统计表
Table8 The comparative results of the precipitation in the various minute durations

站名	项目	虹吸式			翻斗式			相对误差 / %		
		10min	30min	60min	10min	30min	60min	10min	30min	60min
福泉	降水量/mm	12.3	23.2	27.4	11.5	22	25.5	6.5	5.17	6.93
	开始月日	8.27	6.3	6.3	8.27	6.3	6.3			
平湖	降水量/mm	14.7	40.7	61.5	15.5	40.5	58.5	-5.44	0.49	4.88
	开始月日	6.29	6.29	5.25	6.29	6.29	5.25			
平里河	降水量/mm	21.5	40.3	50.7	19.5	43.5	53.5	9.3	-7.94	-5.52
	开始月日	7.16	8.18	8.18	8.18	8.18	8.18			

字段上,除了平里河站 10min 的开始月日不一致外,其余对应时段均相同。

4 结语

通过对贵州省黔南州三个水文站 2014 年两种不同观测精度降水量特征值统计比较,在统计的各个时段降水量中,除了平湖站 8 月月降水量的相对误差为 15.16% 以外,其它各时段的最大相对误差均不大于 10%,而且“开始月日”基本对应。遥测雨量计所测的降水日数小于虹吸雨量计。为了兼顾水资源和防汛监测需要,可考虑使用遥测雨量计代替虹吸雨量计。

采用水文资料进行水文分析或水资源调查评价时,应对水文资料的一致性进行评价,对于在不同时间使用不同仪器或分辨率观测的项目,应分析更换仪器后对资料一致性的影响。

在本次对比分析中,使用的站点数和资料年份较少,今后应扩大比较站点的数量和观测年份,同时应注意加强遥测雨量计的维护,保证设备运行正常。

参考文献:

- [1] 余敏. 旧州水文站自动测报与人工观测降水量对比分析[J]. 水利信息化, 2013,(3):62-64. (YU Min. A comparative analysis on precipitation data between automatic measurement & reporting and artificial observation of Jiuzhou hydrological stations [J]. Journal of Water Resources Informatization, 2013,(3):62-64. (in Chinese))
- [2] 赵洪岩, 白国营. 固态存储雨量计与虹吸式雨量计降水资料初步对比分析 [J]. 北京水务, 2013,(2):54-57. (ZHAO Hongyan, BAI Guoying. An elementary comparative analysis on precipitation data between solid state memory rainfall recorder and siphon rainfall recorder [J]. Journal of Beijing Water, 2013,(2):54-57. (in Chinese))
- [3] 冯智学, 杨晓红. 降水资料观测精度对小流域设计暴雨误差影响分析[J]. 南水北调与水利科技, 2012,(1):51-53. (FENG Zhixue, YANG Xiaohong. Precipitation observation precision error of the design storm watershed impact analysis [J]. Journal of South to North Water Transfers and Water Science & Technology, 2012,(1):51-53. (in Chinese))
- [4] SL21-2015, 降水量观测规范 [S]. (SL21-2015, Specification for Precipitation Observations [S]. (in Chinese))
- [5] SL247-2012, 水文资料整编规范 [S]. (SL247-2012, Code for Hydrologic Data Processing [S]. (in Chinese))

A Comparative Analysis of Different Precipitation Observation Precisions and Precipitation Characteristic Values in Qiannan, Guizhou Province

MA Hui¹, SHU Dongcai², LI Wei¹

(1. Bureau of Hydrology, Ministry of Water Resources, Beijing 100053, China;

2. Hydrology and Water Resources Bureau of Guizhou Province, Guiyang 550002, China)

Abstract: Analysis of uniformity for hydrological data is an important part of three characteristics (reliability, uniformity, representativeness) in hydrological analysis and water resources survey and assessment. For the need of both water resources monitoring and flood control, replacing siphon rainfall recorder with telemetering tipping-bucket rainfall recorder can shorten the travel time of precipitation information, increase forecast lead time of flood forecasting and establish foundation of modernization for water resources monitoring. The uniformity of observational data are impacted because of the different resolution between telemetering tipping-bucket rainfall recorder and siphon rainfall recorder. The error range was quantitatively analyzed by comparing the various observation precisions of different durations.

Key words: precipitation; resolution; characteristic value; uniformity