

高水报讯曲线毫米格数字化图绘制方法

杨 晋, 韩淑媛, 杨建忠, 郑 凯, 王 堃

(黄委会中游水文水资源局, 山西 晋中 030600)

摘 要:针对水文基层单位传统绘制高水报讯曲线图中存在的缺陷与不足,利用 CAD 强大的绘图功能和 EXCEL 海量的数据存储、计算功能,提出了制作水文高水报讯曲线毫米格数字化图采用的软件、方法、原理、技术、流程等内容,此方法的应用提高了水文高水报讯曲线的绘图精度和效率。

关键词:高水报讯曲线;数字化;毫米格;坐标转换

中图分类号:P333.2

文献标识码:A

文章编号:1000-0852(2016)02-0067-06

1 引言

高水报讯曲线图对暴涨暴落的山区性河流上的洪水预报将起到关键依据,绘制高水报讯曲线图是水文站汛前准备要做的一项很重要的工作,是制定测洪方案和突发洪水预报的重要依据。目前,水文基层单位绘制高水报讯曲线的方法,先在纸质米厘格图纸上按比例尺标注水位、流量、面积、流速的坐标,点绘实测点和关系线结点,然后采用曲线尺手工在图纸上用铅笔绘制,手工绘制高水报讯曲线的缺点是存在人工图形编绘、技术处理等人为误差,还存在纸质图纸易变形、不易携带和保存,已不适应水文办公自动化的发展。随着计算机的发展,可采用 EXCEL 绘制报讯曲线图,但 EXCEL 软件中“插入”图表菜单的“图表选项”中的网格线的纵横坐标子网格线最小单位是 5mm,在查线报讯时需要按比例尺人工换算,为此,本文针对传统绘制水文高水报讯曲线图存在的缺陷与不足,利用 EXCEL 海量的存储和程序计算功能及 CAD 强大的绘图功能,阐述制作高水报讯曲线毫米格图采用的软件、方法、原理、流程和关键技术,实现了高水报讯曲线的数字化,提高了制图的精度和效率,制作流程见图 1。此研发成果在 2012 年黄河中游测区 7.21 和 7.27 特大洪水报讯中发挥了重要的作用,成果在 2013 年黄委会水文局技术革新奖评选中获“浪花一等奖”及 2014 年黄委会三新“成果奖”。

本文以黄河中游干流吴堡水文站高水报讯曲线毫

米格数字化图研发为例,阐述曲线图的制作所采用的软件、方法、原理、技术与应用。

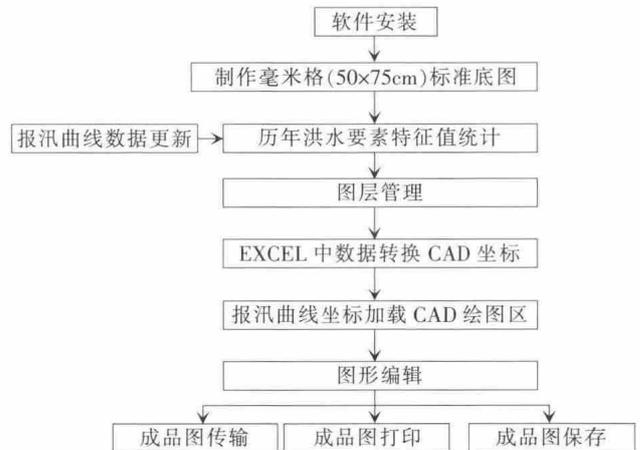


图 1 高水报讯曲线毫米格数字化图制作流程图

Fig.1 The production flow of curve millimeter grid digital chart for high flood reporting

2 高水报讯曲线毫米格数字化图制作方法与流程

2.1 绘图软件 autoCAD2004 安装

在 XP 或 Win7 系统下计算机都可以安装 CAD2004 及以上高版本绘图软件,先打开 autoCAD2004 软件包如图 2(a)所示,会出现 5 个图标,只点击其中如图 2 (b)autoCAD2004.exe 即可开始安装,出现图 2(c)后点击“下一步”,出现如图 2(d),安装位



图2 绘图软件 autoCAD2004 安装步骤

Fig.2 The installation steps of the drawing software autoCAD2004

置默认为 C:\program Files\AutoCAD2004, 安装到 C 盘会占用内存空间使计算机运行变慢, 需要把安装位置变为 D:\program Files\AutoCAD2004 后点击“下一步”, 即可开始安装如图 2(e)所示, 安装完成后在桌面会显示如图 2(f)所示的图标, 双击此图标后即可打开绘图界面如图 2(g)所示。

2.2 制作毫米格(50×75cm)标准底图

利用软件 autoCAD2004 绘图区最下面的正交功能画出长 75cm、宽 50cm 的矩形图廓线如图 3(a)所示, 在图框内用正交功能画出长 7 根(垂直横坐标线)分米线、宽为 4 根(垂直纵坐标线)分米线如图 3(b)所示, 在图框分米线内用正交功能内插画出长 7 根(垂直横坐标线)宽为 5 根(垂直纵坐标线)的 5 分米线如图 3(c)所示。

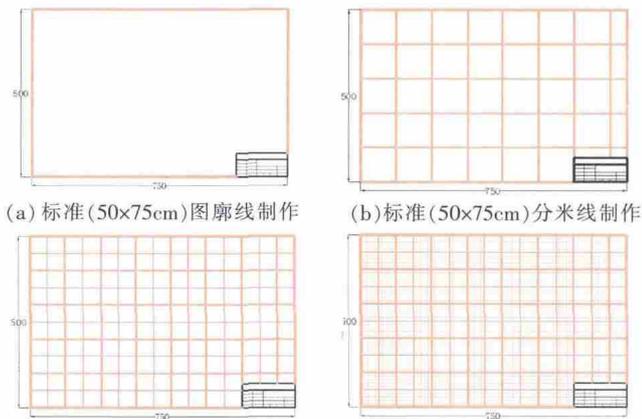


图3 制作毫米格(50×75cm)标准底图步骤

Fig.3 The steps of making millimeter grid (50 x 75 cm) standard base

利用正交功能和复制功能在每 5 分米线内画出纵横各 4 根相交图廓线的厘米线如图 3(d)所示, 同法在各厘米线内画出纵横各 9 根相交图廓线的毫米线(受篇幅所限由于整幅毫米线看不清故关闭了毫米线图层), 制作好的标准(50×75cm)电子版底图作为水文站高水报讯曲线的底图模板统一套用。

2.3 历年洪水要素特征值统计(以吴堡水文站为例)

根据水文年鉴统计吴堡站 1964 年、1976 年、1995 年、1996 年、2010 年、2011 年综合实测水位、流量、面积、流速点洪水要素特征值及水位(Z)~流量(Q)线、水位(Z)~面积(A)线、水位(Z)~流速(V)线控制结点数据。受篇幅所限, 本文只对吴堡站 1996 年水位(Z)~流量(Q)线、水位(Z)~面积(A)线、水位(Z)~流速(V)线控制结点数据进行摘录统计如表 1 所示, 表中 B 列、C 列分别为 1996 年 Z~Q 关系线结点数据, 表中 F 列、G 列分别为 1996 年 Z~A 关系线结点数据, 表中 J 列、K 列分别为 1996 年 Z~V 关系线结点数据。

2.4 图层管理

对绘图区域里的不同属性名称如图廓线、分米线、5 分米线、厘米线、毫米线、图名、坐标、说明、实测点、关系线、高水报讯曲线等进行图层、线宽、线型、颜色、颜色值进行设计, 分层进行管理, 便于数据更新、图形编辑、复制、打印等功能, 吴堡水文站高水报讯曲线图层管理见表 2。

2.5 EXCEL 表中水文特征值数据转换成 AutoCAD2004 坐标对

按照水文资料整编规范规定, 水位(Z)、流量(Q)、

表1 吴堡水文站1996年高水报讯曲线控制结点数据

Table1 The control node data of the high flood reporting curve of the Wubao station

D2												
f _x =C2/100&" , "&INT(((B2-637)*50)*100+0.5)/100												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	年份	水位	流量	坐标	年份	水位	面积	坐标	年份	水位	流速	坐标
2	1996年	638.41	1470	14.7,70.5	1996年	638.41	535	276.75,70.5	1996年	638.41	2.75	554.95,70.5
3		641.48	9110	91.1,224		641.48	1840	342,224		641.48	4.95	599.02,224
4		640.83	8380	83.8,191.5		640.83	1570	328.5,191.5		640.83	5.34	606.75,191.5
5		640.98	8510	85.1,199		640.98	1630	331.5,199		640.98	5.22	604.42,199
6		640.20	7680	76.8,160		640.20	1320	316,160		640.2	5.82	616.36,160
7		640.34	7630	76.3,167		640.34	1370	318.5,167		640.34	5.57	611.39,167
8		639.58	4060	40.6,129		639.58	1040	302,129		639.58	3.90	578.08,129
9		638.88	2380	23.8,94		638.88	713	285.65,94		638.88	3.34	566.76,94
10		638.74	2170	21.7,87		638.74	581	279.05,87		638.74	3.73	574.7,87
11		638.46	1730	17.3,73		638.46	559	277.95,73		638.46	3.09	561.9,73
12	单位	m	m ³ /s			m	m ²			m	m/s	

表2 吴堡水文站高水报讯曲线图层管理

Table2 The layer management of the high flood reporting curve of the Wubao station

序号	名称	线型	图层	线宽	颜色	颜色值
1	图廓线	CONTINUOUS	17	0.80	橘黄	30
2	分米线	CONTINUOUS	18	0.60	橘黄	30
3	5分米线	CONTINUOUS	19	0.40	橘黄	30
4	厘米线	CONTINUOUS	20	0.20	橘黄	30
5	毫米线	CONTINUOUS	21	0.05	橘黄	30
6	图名	CONTINUOUS	22	0.40	白色	
7	说明	CONTINUOUS	23	默认	白色	
8	坐标标注	CONTINUOUS	24	0.05	橘黄	30
9	标题	CONTINUOUS	25	0.40	白色	
10	图例	CONTINUOUS	26	0.40	白色	
11	分米标注	CONTINUOUS	5	0.05	橘黄	30
12	厘米标注	CONTINUOUS	6	0.05	品红	
13	1964年	CONTINUOUS	7	0.40	绿色	
14	1976年	CONTINUOUS	8	0.40	品红	6
15	1995年	CONTINUOUS	9	0.40	褐色	227
16	1996年	CONTINUOUS	10	0.40	紫色	5
17	2010年	CONTINUOUS	11	0.40	红色	1
18	2011综合	CONTINUOUS	12	0.40	黑色	

点(左下角)坐标为(0,637.0)。

在 CAD 绘图中的坐标系规定向上是北坐标 X 的正方向,向右是东坐标 Y 的正方向,鼠标放在 CAD 绘图区里任何一个位置,左下角会显示此位置的三维坐标 y,x,h ,坐标之间用逗号分隔,如图 4 中点位坐标为 ($y=203.9617,x=105.0762,h=0.0000$),而在 EXCEL 表中如表 1 里,B 列、F 列、J 列(水位结点数据)为北坐标 X,C 列(流量结点数据)、G 列(面积结点数据)、K 列(流速结点数据)都为东坐标 Y,以表 1 中 EXCEL 表中第二行为例,要想把第二行的数据($Z\sim Q,Z\sim A,Z\sim V$)转换为坐标对(y,x),根据电子表格的特性,坐标中间必须用半角状态的逗号分隔,即(C2,B2),(G2,F2),(K2,J2),而 EXCEL 表中的逗号用("&","&")来表示,以下为表 1 第二行数据的转换方法。



图 4 AotuCAD2004 绘图区任一点坐标

Fig.4 AotuCAD2004 plot point coordinate display

面积(A)、流速(V)在图上的比例尺为 1、2、5 的倍数,水位(Z)~流量(Q)线的倾角 $>65^\circ$,水位(Z)~面积(A)线的倾角 $>45^\circ$,水位(Z)~流速(V)线的倾角 $>45^\circ$,据此推出吴堡站高水报讯曲线图水位(Z)比例尺为 1:20,流量(Q)比例尺为 1:10 万,面积(A)比例尺为 1:20000,流速(V)比例尺为 1:50,吴堡水文站高水报讯曲线最低水位为 638.41m、最小流量为 1470m³/s,确定图幅原

(1)Z~Q 关系线结点数据转换为 CAD2004 坐标的转换公式为:

$Q/100 \&" , "&INT(((Z-637.0)\times 50)\times 100+0.5)/100$ (1)
 式中:Y 坐标= $Q/100$, 流量 Q 比例尺为 1:10 万,即 1mm=100m³/s;X 坐标= $INT(((Z-637.0)\times 50)\times 100+0.5)/100$ 即原点水位北坐标 $Z=637.0m$,水位比例尺为 1:20 即 1mm=2cm 取整后保留两位小数。根据此公式计算

出 D 列第二行 Z~Q 关系线结点的坐标为 (14.7, 70.5), 左键点击此坐标所在单元格 D2, 单元格 D2 右下角出现十字图标, 鼠标拖动十字图标至最后一行 D11, 吴堡水文站 1996 年 Z~Q 关系线结点的坐标全部转换完成。

(2) Z~A 关系线结点数据转换为 CAD2004 坐标的转换公式为:

$$(25000/100+A/20) \& \text{“,”} \& \text{INT} (((Z-637.0) \times 50) \times 100 + 0.5) / 100 \quad (2)$$

式中: Y 坐标 = $25000/100 + A/20$, 其中 $A/20$ 为面积比例尺为 1:20000, 即 $1\text{mm} = 20\text{m}^2$, $25000/100$ 为面积 A 在 Y 轴上的截距; X 坐标 = $\text{INT}(((Z-637.0) \times 50) \times 100 + 0.5) / 100$ 即原点水位北坐标 $Z = 637.0\text{m}$, 水位比例尺为 1:20, 即 $1\text{mm} = 2\text{cm}$ 取整后保留两位小数, 根据此公式计算出 H 列第 2 行 Z~A 关系线结点的坐标为 (276.75, 70.5), 左键点击此坐标所在单元格 H2, 单元格 H2 右下角出现十字图标, 鼠标拖动十字图标至最后一行 H11, 吴堡水文站 1996 年 Z~A 关系线结点的坐标全部转换完成。

(3) Z~V 关系线结点数据转换为 CAD2004 坐标的转换公式为:

$$(50000/100+V \times 20) \& \text{“,”} \& \text{INT} (((Z-637.0) \times 50) \times 100 + 0.5) / 100 \quad (3)$$

式中: Y 坐标 = $(50000/100 + V \times 20)$, 其中 $V \times 20$ 为流速比例尺为 1:50, 即 $1\text{mm} = 5\text{cm/s}$, $50000/100$ 为流速 V 在 Y 轴上的截距; X 坐标 = $\text{INT}(((Z-637.0) \times 50) \times 100 + 0.5) / 100$ 即原点水位北坐标 $Z = 637.0\text{m}$, 水位比例尺为 1:20 即 $1\text{mm} = 2\text{cm}$ 取整后保留两位小数, 根据此公式计算出 L 列第二行 Z~V 关系线结点的坐标为 (554.95, 70.5), 左键点击此坐标所在单元格 L2, 单元格 L2 右下角出现十字图标, 鼠标拖动十字图标至最

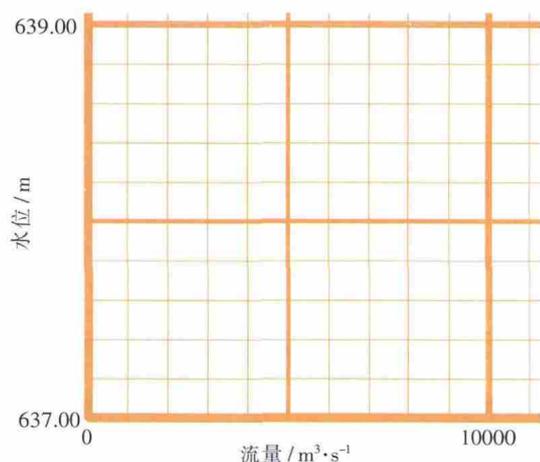


图5 毫米格(50×75cm)标准底图坐标标注

Fig.5 The coordinate of the millimeter grid (50×75cm) standard base

后一行 L11, 吴堡水文站 1996 年 Z~V 关系线结点的坐标全部转换完成。

2.6 报讯曲线坐标加载 CAD2004 绘图区

(1) 吴堡水文站毫米格(50×75cm)标准底图纵横坐标标注。在标准底图如图 4 上按照吴堡水文站水位、流量、面积、流速比例尺标注坐标值, 毫米格(50×75cm)标准底图原点坐标值为(0, 637.0), 在图框的纵横坐标的分米线上标注完坐标后如图 5 (为了突出重点只显示了图幅原点以上纵横各 1 分米的范围并关闭了毫米线),

(2) 在 CAD2004 绘图区左侧工具栏鼠标左键点击图形移动功能键如图 6 红箭头所指的图标后, 鼠标变成方框后, 框选经过标注坐标的整幅毫米格(50×75cm)标准底图, 点击鼠标右键, 鼠标变成十字, 把十字准确与图幅左下角重合后点击鼠标左键, CAD2004 绘图区命令行左下角出现: 指定基点或位移, 如图 7 所示, 在冒号后输入坐标 0, 0 后回车, 经过标注坐标的毫米格(50×75cm)标准底图左下角(图幅原点)就被移动到 CAD2004 绘图区原点坐标(0, 0)。

(3) 如表 1 所示, 用鼠标拖动的方法选取表中 D 列进行复制, 1996 年 Z~Q 关系线坐标数据就复制到剪贴板中。

(4) 打开 CAD2004 软件, 在左下角命令行里输入 spline(样条曲线)命令, 回车后出现提示: “指定第一个点或【对象(O)】:”如图 8 所示, 在此处点击鼠标右键, 弹出菜单选择“粘贴”命令, 就将 EXCEL 表中 1996 年 Z~Q 关系线坐标数据装载到 CAD2004 绘图区里, 左下角命令行出现“指定下一点或【闭合(C)/拟合公差(F)]<起点切向>:”如图 9 所示, 输入 F 回车(说明: 拟

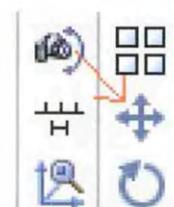


图6 图形整体移动功能键

Fig.6 The movement function keys of the whole graphic

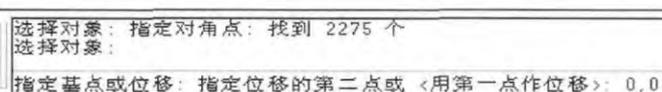


图7 整体图形左下角(图幅原点)将移动的坐标输入

Fig.7 The coordinate input of left bottom of the whole graphic (sheet origin)

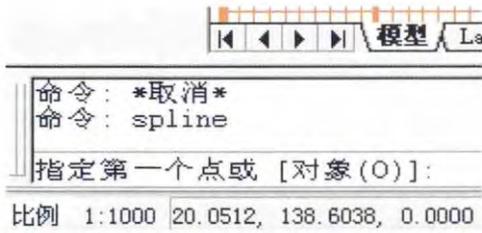


图8 曲线坐标装载

Fig.8 Load of the curve coordinate

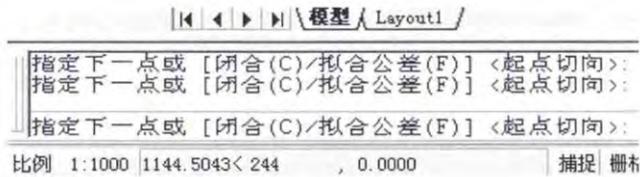


图9 拟合公差(F)输入

Fig.9 The input of the fitting tolerance (F)

合公差 F 用以设置装载的坐标点和拟合生成的高水报讯曲线之间的逼近程度,一般为正值,其值越小,曲线越接近于坐标点,如果为 0,则报讯曲线穿过每一坐标点,笔者经验拟合公差 F 输入 1 最合适,命令行提示:指定拟合公差<0.0000>;输入“1”回车,命令行出现如图 9 所示,直接回车,命令行提示“指定起点切向:”回车,命令行提示“指定端点切向:”回车,此时 CAD2004 软件自动根据吴堡站 1996 年 $Z\sim Q$ 关系线坐标数据绘制成所需的 $Z\sim Q$ 高水报讯曲线如图 10 左侧曲线,用此方法加载吴堡水文站 1996 年 $Z\sim A$ 、 $Z\sim V$ 关系线坐标数据,如图 10 中间曲线和右侧曲线。

(5)用(4)步骤加载吴堡水文站 1996 年 $Z\sim Q$ 、 $Z\sim A$ 、 $Z\sim V$ 关系线实测点,按照水文资料整编规范规定浮标实测法用边长为 2mm 的实心三角形表示,流速仪实

测法用直径为 2mm 的小圆圈表示。

(6)用(4)和(5)步骤再绘制出吴堡水文站 1964 年、1976 年、1995 年、2010 年、2011 年的高水报讯 $Z\sim Q$ 、 $Z\sim A$ 、 $Z\sim V$ 关系曲线及实测点如图 11 (为了使图形清晰,在此关闭了 5 分米线、厘米线和毫米线图层,由于各年曲线图层的颜色不同,即使曲线叠加在一起,都互不干扰和影响,根据需要关闭不需要的图层以方便查询)。

2.7 图形编辑、更新、保存和打印

高水报讯曲线和实测点绘制完成后,需要编辑图名、纵横坐标字体、说明、图列线型、颜色、文字标注,纵横坐标比例尺、制图、校核、审查及绘图日期。

2.8 图形更新、保存和打印

高水报讯曲线图制作完成后,根据需要及时更新高水报讯曲线数据保持现实性,可以分层保存,图形保存为图片格式(GIF、JPEG、TIFF、PNG)和 DWG 图形格式,根据需要给防汛指挥部及上级有关部门网络传输或用存储设备携带高水报讯曲线图,连接宽幅绘图仪打印标准(50×70cm)彩色图。

3 结语

本文从目前水文单位绘制高水报讯曲线图的实际出发,利用了 EXCEL 海量的数据存储与计算功能和 CAD 强大的绘图功能,通过 EXCEL 软件实现了电子表格中水文要素的坐标转换、数据连接、坐标装载以及报讯曲线的自动拟合等功能,减少了人工干预,实现了水文高水报讯曲线毫米格图的数字化,该研发成果在 2012 年黄河中游测区干流 7.27 吴堡水文站特大洪水报讯中发挥了重要的作用,充分发挥了水文防

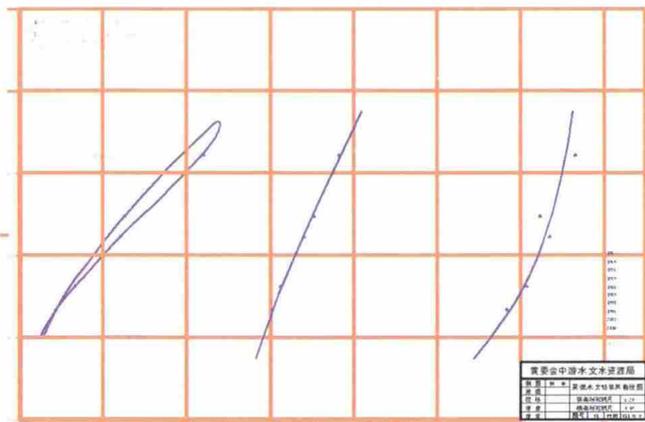


图10 吴堡水文站1996年高水报讯曲线图

Fig.10 The curve of the high flood reporting at the Wubao station in 1996

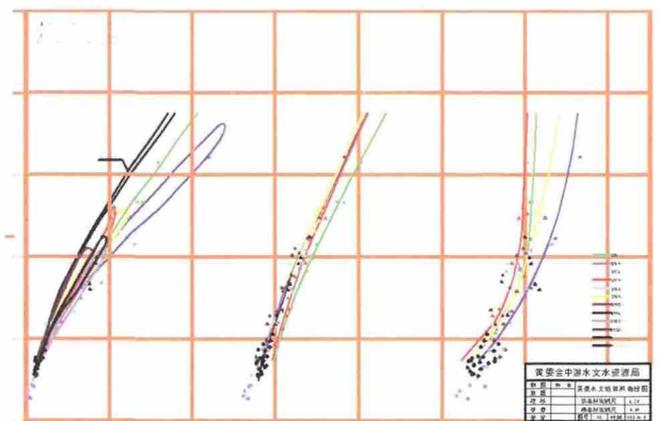


图11 吴堡水文站高水报讯曲线图

Fig.11 The curve of the high flood reporting at the Wubao station

汛的尖兵和耳目的作用,对报讯曲线的制作精度和效率有较大的提高。

致谢:项目从立项、研究到应用,经过一年多的努力终于达到了预期的效果,黄委中游水文水资源局技术科的张玉胜、董福新、马志刚、王秀兰一年来的参与和帮助,给予了很大的支持,在此,表示衷心的感谢。

参考文献:

[1] 宋俊峰. 山区性河流水文站高洪流量报讯方法探讨 [J]. 陕西水利, 2010,6(3):125-126. (SONG Junfeng. Discussion on high flood infor-

mation method for hydrology stations on rivers in mountain areas[J]. Shaanxi Water Resources, 2010,6(3):125-126. (in Chinese))

[2] 方晨. AutoCAD2006 中文版建筑制图实例教程[M]. 上海: 科学普及出版社,2006. (FANG Chen. Instance Tutorial of AutoCAD2006 Chinese Architectural Drawing[M]. Shanghai: Popular Science Press, 2006. (in Chinese))

[3] SL 247-2012, 水文资料整编规范[S]. (SL 247-2012, Code for Hydrologic Data Proceeding [S]. (in Chinese))

[4] SL 58-2014, 水文测量规范 [S].(SL 58-2014, Specification for Geodesic Survey in Hydrology [S]. (in Chinese))

How to Draw Millimeter Grid Digital Map of High Flood Reporting Curve

YANG Jin, HAN Shuyuan, YANG Jianzhong, ZHENG Kai, WANG Kun

(Middle Stream Bureau of Hydrology and Water Resources, Yellow River Conservancy Commission, Jinzhong 030600, China)

Abstract: This paper gave the software, method, principle, technology and process to make high flood reporting curve millimeter grid digital maps using the CAD drawing function and EXCEL data storage and computing function. Application of this method can improve the precision and efficiency of drawing high flood reporting curves.

Key words: high flood reporting curve; digitization; millimeter grid; coordinate conversion

(上接第 34 页)

Evaluation of Lake Eutrophication Based on Hyperspectral Technology: A Study Case of Baihua Lake in Guiyang City

WU Tingkuan¹, HE Zhonghua¹, LIANG Hong¹, YANG Zhaohui², ZENG Xinbo², LIU Suihua¹, CHEN Dongwei³,
JIAO Shulin¹, LI Qiuhua⁴

(1. School of Geographic and Environmental Science, Guizhou Normal University, Guiyang 550001, China; 2. Water Resources Department of Guizhou Province, Guiyang 550002, China; 3. Guiyang Investigation and Design Institute of Power Construction Corporation of China, Guiyang 550000, China; 4. Key Laboratory for Information System of Mountainous Area and Protection of Ecological Environment of Guizhou Province, Guizhou Normal University, Guiyang 550001, China)

Abstract: In order to improve the accuracy and speed and make large range monitoring and evaluation of lake eutrophication, this paper measured the spectrum and analyzed the water samples in the Baihua Lake of Guiyang City. By studying the normalization of water spectral reflectance, the first and second order differential spectrum processing, a diagnosis was made on the sensitive bands of the various water quality parameters to establish the hyperspectral quantitative model. This paper also discussed the quantitative relationship between the spectral reflectance and concentration of water quality parameter, evaluated the eutrophication of water with comprehensive nutrition state index method (TLI). The results show that (1) it's suitable to use hyperspectral remote sensing to monitor water quality, and the sensitive bands of the water quality parameters (Chl-a, TP, TN, SD and COD_{Mn}) are respectively 699nm, 823nm, 399nm, 563nm, 504nm; (2) The effect of the model with sensitive brand is very good, the various estimated models R^2 are respectively 0.8276, 0.7711, 0.7917, 0.9213 and 0.8328; (3) The water quality is in moderate eutrophic state from the evaluation of eutrophication in the Baiha Lake based on the measured and estimated data.

Key words: hyperspectrum; water quality parameter; eutrophication; comprehensive assessment; Baihua Lake