

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2020.10.027

基于 Global Mapper 的中小流域暴雨洪水分析

卿前志, 徐青松

(上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092)

摘要:近年来,随着城市化的发展,基础设施的建设规模日益扩大。道路设计过程中的桥梁和涵洞布设需要满足防洪要求,构筑物设计前必须经过桥涵水文计算,其是确定桥梁跨径、涵洞孔径的基本参数之一。桥涵水文计算前的重要基础工作是进行现场洪水调查,获得流域的汇水面积。汇水面积一般在实测地形图上根据分水岭勾勒,但项目推进过程中尤其是前期方案阶段,很难获得大比例的地形图。网上的卫星地图是可以参考的资源之一,利用 Global Mapper 软件,结合某市政道路工程,进行流域汇水面积计算,利用《四川省中小流域暴雨洪水计算手册》中的暴雨推理法,计算暴雨流量,并以某桥跨布设进行过流断面复核。

关键词:暴雨洪水;汇水面积;Global Mapper;中小流域

中图分类号:TV122.41

文献标志码:B

文章编号:1009-7716(2020)10-0097-03

1 项目概况

某道路工程位于规划定位为某科技园“两横一纵”骨架中的一纵,其建成后将串联南北两个功能区块,如图1所示。该拟建市政道路场地地形起伏较大,地貌属浅丘地貌,场地内植物生长茂盛,属岷江水系I级阶地,场地处于稳定状态。根据水系规划的要求,北区1号泄洪渠沿山反坡向北排,其余4个泄洪通道进入区域景观河道,并结合现状洪水和山体汇水,规划设置桥涵。



图1 某项目区位图

项目方案阶段,由于地区防洪规划尚在编制中,故道路工程中需要先行根据防洪需要合理布置桥梁和涵洞的位置并明确规模。

2 基于 Global Mapper 的汇水面积计算

Global Mapper 是一款功能强大的栅格影像、矢量数据处理、加工的小型化 GIS 软件。几乎具备了 GIS 软件产品的所有特性,且功能强大,操作简便,用户上手快,能够顺利完成数据加工任务。

收稿日期:2020-03-24

作者简介:卿前志(1985—),男,硕士,高级工程师,从事道桥设计工作。

该软件具备影像数据镶嵌、智能栅格影像切割、专题图绘制、矢量信息绘制、标注、正射影像生成、GPS 定位、坐标转换、投影转换、卫星地图纠正、地形(DEM)高程数据处理、文件格式的相互转换等功能^[1]。

中小流域暴雨洪水分析时,首先需要获得计算位置的流域特征参数,如汇水面积 F 及河道的比降 J 。

利用 Global Mapper 获得工程区域的地形图,首先要下载相应地形图数据,结合 Google Earth 软件,得到项目所在区域的经纬度坐标,如图2所示。然后利用坐标数据在 Global Mapper 中控制下载的地形区域,如图3所示。

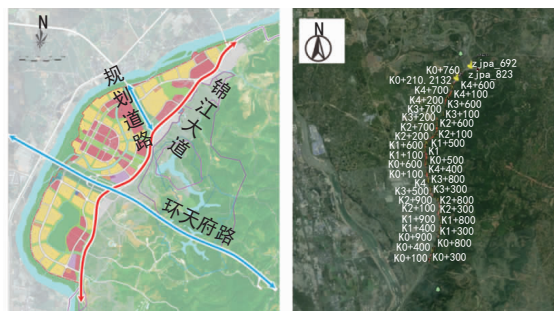


图2 google earth 软件道路线形图

值得一提的是,Global Mapper 软件中下载的地形数据可方便地进行坐标系的转换,如常用的坐标系统(西安 80 坐标、北京 54 坐标、大地 2000 坐标),方便在 dwg 格式地形图中进行复核对比。

如图3所示,有了地形数据文件,利用软件的生成分水岭功能,可以方便地生成各个流域及径流路径。同时可在 Global Mapper 中加载 Google Earth 软件导出的道路路线数据,方便地查看汇水流域径

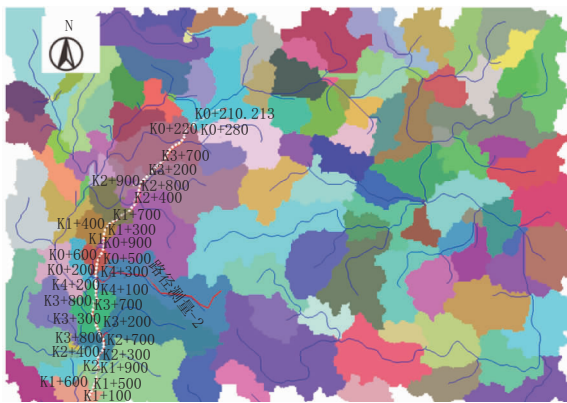


图3 Global Mapper 软件生成汇水流域

流路径与道路交叉位置,评估设置桥涵选址。得到各流域的区域后,可以直接在 Global Mapper 中计算汇水面积,也可以导出 CAD 文件,利用 CAD 软件计算相应的汇水面积。图4为软件计算的汇水面积。

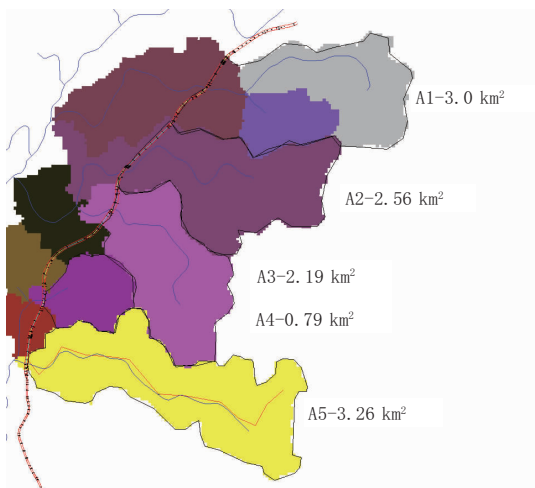


图4 Global Mapper 软件计算汇水面积

另一方面,也可以利用 Global Mapper 软件计算河道的比降,在桥位或涵洞设置位置需要根据现场实测的河道比降进行复核,如图5所示。

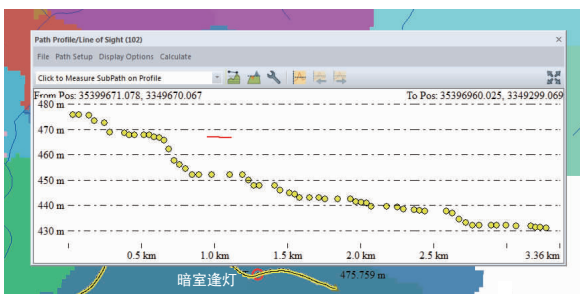


图5 Global Mapper 软件计算河道比降

图6给出了利用 Global Mapper 软件计算汇水面积及河道比降的流程。

3 暴雨洪水分析

暴雨洪水分析常用的方法有^[2]: (1)暴雨推理

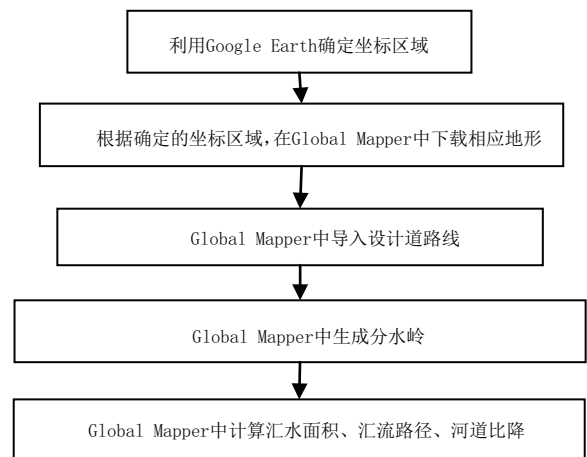


图6 Global Mapper 软件计算汇水面积和河道比降流程

法;(2)径流形成法;(3)形态调查法;(4)直接类比法。

根据《四川省中小流域暴雨洪水计算手册》^[3],本文采用暴雨推理法计算暴雨洪水,并结合《四川省暴雨统计参数等值线图册》^[4],计算步骤如下^[3]:

(1)确定设计流域的特征参数: F 为流域面积,单位 km^2 ; L 为河道长度,单位 km ; J 为河道比降。

(2)计算流域特征系数 θ ,并根据 θ 、地区地貌类别,查表^[3]确定汇流参数 m ,河道比降 J 以绝对数值输入, θ 计算公式如下:

$$\theta = \frac{L}{F^{1/4} J^{1/3}} \quad (1)$$

式中: L 为河道长度, km ; F 为流域面积, km^2 ; J 为河道比降。

(3)由暴雨等值线图或直接根据历年暴雨量统计分析值,确定设计流域的暴雨特征值:

$$\bar{H}_{1/6}, \bar{H}_1, \bar{H}_6, \bar{H}_{24}, \bar{H}_{1/6}, C_v, C_s, n_1, n_2, n_3$$

其中: $\bar{H}_{1/6}$ 为年最大1/6小时暴雨均值; \bar{H}_1 为年最大1h暴雨均值; \bar{H}_6 为年最大6h暴雨均值; \bar{H}_{24} 为年最大24h暴雨均值。 C_v 为偏差系数; C_s 为变差系数,当采用皮尔逊Ⅲ型曲线时, $C_s=3.5 C_v$ 。

根据 C_v 和 $C_s=3.5 C_v$ 查《手册》^[3]表,可以得到各历时下模比系数 K_p ,从而计算设计频率下各时间历时的最大暴雨量:

$$H_{tp} = \bar{H}_t \times K_p \quad (2)$$

式中: H_{tp} 为代表历时为 t 、设计频率为 P 的暴雨量, mm ; \bar{H}_t 为历时 t 下的暴雨量, mm ; K_p 为对应历时下的模比系数。

各个历时范围内的参数 n_1, n_2, n_3 计算如下:

$$n_1 = 1 + 1.285 \lg \left(\frac{H_{1/6p}}{H_{1p}} \right) \quad (3)$$

为在历时1/6~1h范围内参数 n 的值;

$$n_2 = 1 + 1.285 \lg \left(\frac{H_{1p}}{H_{6p}} \right) \quad (4)$$

为在历时 1~6 h 范围内参数 n 的值;

$$n_3 = 1 + 1.285 \lg \left(\frac{H_{6p}}{H_{24p}} \right) \quad (5)$$

为在历时 6~24 h 范围内参数 n 的值。

并得到各频率 p 下的最大暴雨量, 即暴雨雨力 S_p , mm/h: 当历时在 6~24 h 范围内时, $S_p = H_{24p} \cdot 24^{n_3-1} = H_{6p} \cdot 6^{n_3-1}$; 当历时在 1~6 h 范围内时, $S_p = H_{6p} \cdot 6^{n_2-1} = H_{1p} \cdot 1^{n_2-1} = H_{1p}$; 当历时 t 在 1/6~1 h 范围内时, $S_p = H_{1p} \cdot 1^{n_1-1} = H_{1p} = H_{1/6p} \cdot \left(\frac{1}{6} \right)^{n_1-1}$ 。

(4) 计算出最大暴雨量后, 可根据流域大小, 假定采用 n_2 试算 τ_0 , 当径流系数 $\Psi=1$ 流域汇流时间, 单位小时(当时间汇流历时很短时, 也可采用 n_1 进行):

$$\tau_0 = \left(\frac{0.383}{\frac{m}{\theta} S^{1/4}} \right)^{\frac{4}{4-n}} \quad (6)$$

(5) 根据地区类别^[3]计算小流域产流参数, 并计算 $\frac{\mu}{s} \tau^n$, 查手册^[3], 得到洪峰径流系数 Ψ 。当流域面积较小, 全面汇流时, $\Psi=1-1.1 \frac{\mu}{s} \tau^n$ 。

(6) 由 $\tau = \tau_0 \Psi^{-\frac{1}{4-n}}$ 计算流域汇流时间 τ , 当 τ 大于 6 h 或小于 1 h, 则应改用 n_3 或 n_1 , 重新计算相应暴雨雨力 S_p , 并重复步骤(4)~(6)。

(7) 由式(4)计算设计最大流量。

$$Q = 0.278 \Psi \frac{S}{\tau^n} F \quad (7)$$

式中: Q 为流量, m^3/s ; Ψ 为洪峰径流系数; S 为暴雨雨力, 即最大 1 小时暴雨量, mm/h; τ 为流域汇流时间, h; F 为汇水面积, km^2 。

(8) 得到最大流量后, 反算汇流参数 m' , 流域汇流时间 τ , h, 校核其取用参数值是否一致。

$$m' = \frac{0.278L}{\tau J^{1/3} Q^{1/4}} \quad (8)$$

$$\tau = \frac{0.278L}{m' J^{1/3} Q^{1/4}} \quad (9)$$

至此, 可得到中小流域的暴雨洪峰流量 Q 。

4 过流断面分析

根据河道断面形式、河道比降 J 、河道糙率 n , 计算河道或涵洞断面的过流能力^[5]:

$$Q = A \times v \quad (10)$$

式中: Q 为流量, m^3/s ; A 为过水面积, m^2 ; v 为流速, m/s 。

以该工程 A3 处设置桥梁位置为例, 简要说明计算过程:

(1) 利用 Global Mapper 软件, 得到桥位处汇水面积为 2.19 km^2 ;

(2) 结合《手册》^[3], 计算 $p=1/100$ 暴雨洪水流量为 48.5 m^3/s ;

(3) 采用梯形河床断面, 河道底宽 8 m, 边坡 1:1, 水深 2.0 m, 边坡糙率 $n=0.024$, 河道比降 $J=0.003$, 计算洪水流量 $v=2.94 m^3/s$, 洪峰流量为 $Q=58.86 m^3/s$, 大于洪峰流量, 满足要求。

5 结论

桥涵水文计算是确定桥梁跨径、涵洞孔径的基本参数之一。桥涵水文计算前的重要基础资料是进行现场洪水调查, 获得流域的汇水面积。汇水面积一般在实测地形图上根据分水岭勾勒, 但项目过程中尤其是前期方案阶段, 很难获得大比例的地形图。利用 Global Mapper 软件, 在项目过程中结合现场踏勘, 可以方便地进行流域汇水面积计算, 并结合暴雨推理法, 得到暴雨洪水流量, 复核构造物的设置是否合理, 方法可供类似工程项目参考使用。

参考文献:

- [1] 王小刚. GlobalMapper 软件在新建铁路预可研阶段选线中的应用[J]. 高速铁路技术, 2017, 8(4).
- [2] JTG C30-2015, 公路工程水文勘测设计规范[S].
- [3] 四川省水利厅. 四川省中小流域暴雨洪水计算手册[Z]. 成都: 四川省水利厅编, 1984.
- [4] 四川省水利厅. 四川省暴雨统计参数等值线图册[Z]. 成都: 四川省水利厅编, 2006.
- [5] 赵振兴, 何建京. 水力学[M]. 北京: 清华大学出版社, 2013.