中山市平原河网区水土流失易发区划分研究

姚成平，郑国权，张晓远，杨宪杰，邓飞
（广东省水利电力勘测设计研究院，广东 广州 510635）

摘　要：[目的] 开展中山市境内平原河网区水土流失易发区的划分工作，为更好地贯彻落实《水土保持法》，保护宝贵的水土资源，为政府依法行政、实施生产建设项目水土保持管理提供科学依据。[方法] 通过分析区域内土壤抗蚀性弱，母岩易风化，降水多，强度大且年内分布不均，水热条件充裕等自然特点，以及人类社会经济活动较强等社会经济特点，基于 GIS，RS 技术开展研究。[结果] 通过划分水土保持分区，明确了需界定水土流失易发区的平原河网区范围，也探明了研究区地形地貌、降雨、土壤、植被及河网区水土流失易发敏感因子，合理选取定量和定性指标，构建了水土流失易发区划分指标体系，划分出中山市平原河网区水土流失易发区。[结论] 中山市平原河网区水土流失易发区主要有小榄镇、黄圃镇等 9 个镇区，土地面积约 666.92 km^2，占该市土地总面积的 37.39%。易发区划分成果完善了中山市水土保持规划体系，同时也可为编制地市级水土保持规划或制定规章制度提供依据。

关键词：平原河网区；水土流失易发区；水土保持；潜在危险度

文献标识码：B　　**文章编号**：1000-288X(2018)06-0212-05　　**中图分类号**：S157

文献参数：姚成平，郑国权，张晓远，等. 中山市平原河网区水土流失易发区划分研究[J]. 水土保持通报，2018，38(6)：212-216. DOI：10.13961/j.cnki.stbctb.2018.06.033. Yao Chengping，Zheng Guoquan，Zhang Xiaoyuan，et al. Division of soil erosion prone area in plain river network area of Zhongshan City[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation，2018，38(6)：212-216.

Division of Soil Erosion Prone Area in Plain River Network Area of Zhongshan City

YAO Chengping，ZHENG Guoquan，ZHANG Xiaoyuan，YANG Xianjie，DENG Fei
（*Guandong Hydropower Planning & Design Institute*，*Guangzhou*，*Guangdong* 510635，*China*）

Abstract：[Objective] The soil erosion prone area in the plain river network region of Zhongshan City was dividedfor the implementation of soil and water conservation law and the protection of precious soil and water resources in order to provide the scientific basis for the government to administrator according to law and implementation of the water and soil conservation management of production construction projects. [Methods] Through the analysis of natural characteristics of the region，such as weak soil erosion resistance，easy weathering of parent rocks，heavy rainfall with uneven distribution during the year，abundant water and heat conditions，and social and economic characteristics such as strong social and economic activities of human beings，GIS & RS technology is used. [Results] By dividing soil and water conservation zones，the range of plain river network areas，where soil and water was easy to lose，was defined. The sensitive factors of soil and water loss such as landform，rainfall，soil，vegetation are determined in Zhongshan plain river network area. Also，the index system of soil erosion prone area division is constructed by selecting quantitative and qualitative indexes，and the soil-erosion-prone area in the plain river network area of Zhongshan City is divided. [Conclusion] The soil erosion prone area in the plain river network area of Zhongshan City which includes Xiaolan town，Huangpu town and other 9 townships，whose land area is about 666.92 km^2，accounting for 37.39% of the total land zone of the city. The achievements in the division of soil erosion

收稿日期：2018-06-28　　**修回日期**：2018-08-12
资助项目：广东省水利科技创新项目“基于 GIS 的广东省水土流失潜在危险区域研究”(2017-01)
第一作者：姚成平(1974—)男(汉族)，江西省上饶市人，本科，高级工程师，主要从事区域水土保持生态规划与评价研究工作。E-mail：yao.cp@gpdiwe.com。

prone area can improve the planning system of soil and water conservation in Zhongshan City, and also can provide a scientific basis for the compilation of soil and water conservation planning at the prefectural level or for the formulation of rules and regulations.

Keywords: plain river network area; soil erosion prone area; soil and water conservation; potential danger degree

新修订的《中华人民共和国水土保持法》要求:“在山区、丘陵区、风沙区以及水土保持规划确定的容易发生水土流失的其他区域开办可能造成水土流失的生产建设项目,生产建设单位应当编制水土保持方案,报县级以上人民政府水行政主管部门审批,并按照经批准的水土保持方案,采取水土流失预防和治理措施”[1-3]。上述要求阐明了水土保持规划在水土流失和水土保持工作中起着统局、长远预谋的先导作用[4],同时明确了水土保持规划须对山区、丘陵区和风沙区以外容易发生水土流失的其他区域予以确定[5-7]。中山市平原区河网密布、水系发达,降水多、强度大且年内分布不均,特殊的自然地理条件加上人类高强度的经济活动影响,造成了区内水土流失易发、面广的特点[8]。近年来尽管中山市的水土保持工作取得了一定的成果,但水土流失问题依然突出,全市范围内特别是平原河网区各种成因的水土流失危害依然普遍存在。在此背景下,为更好地贯彻《水土保持法》,落实中山市水土保持规划确定的防治任务和措施,保护宝贵的水土资源,亟需开展境内平原河网区水土流失易发区的划分研究工作。本次划分研究以 GIS 和 RS 技术为支撑,在分析平原河网区水土流失易发区特征的基础上,根据确定的划分原则,制定了相对完善的水土流失易发区划分指标体系,划分出了容易发生水土流失的其他区域,一方面可为水行政主管部门依法行政和实施生产建设项目水土保持管理提供依据,另一方面可为编制市县级水土保规划提供科学依据。

1　研究区概况

中山市位于广东省中南部,地处东经 113°09′21″—113°35′43″,北纬 22°11′26″—22°46′35″之间,陆地总面积约 1 783.67 km^2,地形以平原为主,境内河网区水系发达,平均河网密度达 1.22 km/km^2,陆域斑块破碎不规整[9]。截止 2017 年末,中山市共有 24 个镇级行政区,常住人口 323 万人。区域属亚热带季风气候,地带性森林植被类型为季风常绿阔叶林,森林覆盖率 28.86%;土壤类型以红壤、赤红壤为主;年平均气温 22.5 ℃,年均降雨量为 1 886.1 mm,降雨主要集中在每年 4—9 月,占全年降水量的 85%左右。

2　研究方法

2.1　技术路线

首先,搜集与水土流失易发区划分相关的自然、社会经济、水土流失等基础资料;其次,根据广东省和中山市水土保持区划情况,界定待划分易发区范围。再次,建立易发区划分的定量和定性技术指标体系;最后,按照划分指标体系,以镇级行政区为划分单元,根据平原河网区易发区特性及区域水土流失防治需求,确定划分标准,由此划定中山市平原河网区水土流失易发区。划定技术路线如图 1 所示。

2.2　划分方法

2.2.1　划分原则　水土流失易发区的划分既要考虑划分方法的科学性、合理性,又要考虑实际的可操作性[10]。结合中山市平原河网区的社会、自然特征,水土流失易发区划分应遵循以下原则。第一,定性分析与定量分析相结合原则,通过定量分析确定区域范围和边界,通过定性分析协调,把握全局,对定量结果进行增删[11];第二,自然因素和人为因素兼顾[12]原则,以平原河网区自然、社会情况为基础,立足于技术经济的合理性和可行性,兼顾社会经济、自然特点,统筹考虑区域内水土流失潜在危险程度,划分容易发生水土流失区域;第三,与区域生态格局和功能定位相适应原则,充分借鉴全国及广东省水土保持规划等成果,在遵循国家国土空间开发格局和功能定位的基础上,确定划分的方向;第四,集中连片原则,水土流失易发区划分应集中连片,具有与对应防治区级别相适应的规模[13]。

2.2.2　划分范围界定　以镇级行政区为划分单元,划分中山市水土保持分区。根据《中山市水土保持规划》,中山市被划分为两个水土保持区,分别为北部平原水质维护和人居环境维护区以及南部低山丘陵水源涵养和生态维护区,其中前者属于山地丘陵区,不在本次易发区划分范围内;北部平原水质维护和人居环境维护区属平原区,将其界定为中山市平原河网区的范围,包括石岐区街道、西区街道等 15 个镇区,土地面积 951.56 km^2,占全市土地总面积的 53.34%。

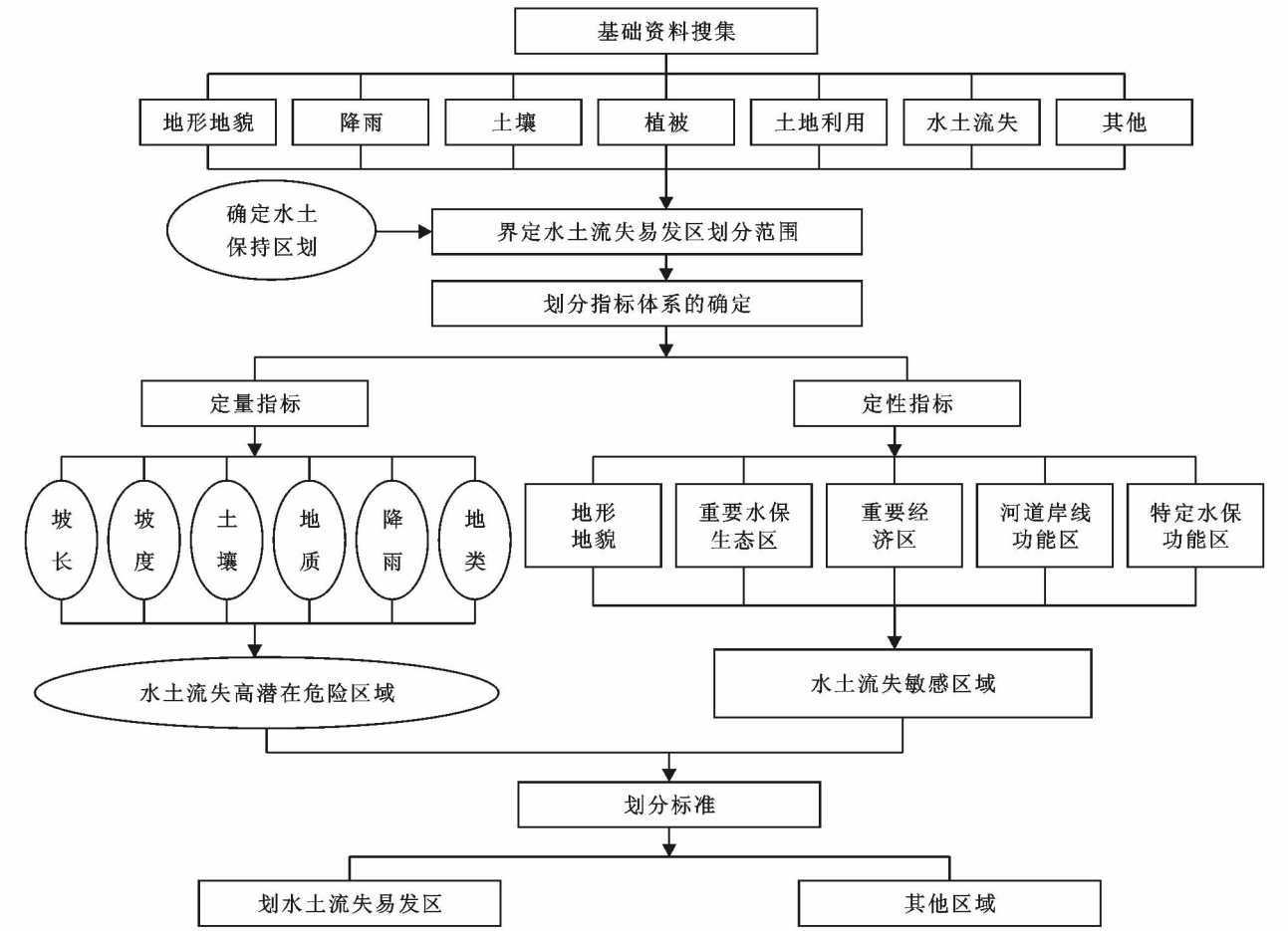


图1 中山市平原河网区水土流失易发区界定技术路线图

2.2.3 划分指标体系建立 本次研究水土流失易发区划分指标包括定量指标和定性指标。

(1) 定量指标。水土流失潜在危险度是在各种人为不可控制的自然因素的驱动下,水土流失发展可能达到的程度,其大小取决于驱动力的大小[14-15],其大小及分布特点反应出区域水土流失易发程度,因此本研究将其作为平原河网区水土流失易发区划分的定量分析指标。

通常情况下,其主要由地形地貌、土壤、地质、降雨4个指标组成,但考虑到区域河网密集、水系发达,不同地类水土流失潜在易发程度差异较大等独特的地域特点,本研究新增土地利用因子作为判断水土流失潜在危险度的指标之一。各指标权重主要参照《广东省水土保持规划》中水土流失潜在危险度各因子权重,并依据专家打分法确定,构成及权重如表1所示。

$$E=\sum_{i=1}^{n}\omega_i p_i \quad (1)$$

式中:E——侵蚀潜在危险性指数(0~1);ω_i——潜在危险因子权重值;p_i——水土流失潜在危险因子。

根据公式(1)计算,在ArcGIS中对各图层依据权重进行叠加分析,得出平原河网区水土流失潜在危险度分级图。分析结果显示,区域内E值在0~0.389 3之间,参照《中国水土流失防治与生态安全—南方红壤区卷》中水土流失潜在危险区域分级标准[16],结合E值在研究区域占的比例,将其分为两级,即$E<0.20$,为低水土流失潜在危险性区;$E\geqslant 0.20$,为高水土流失潜在危险性区。参照上位规划分级标准,结合中山市划分易发区的行政需求,将镇街区内高水土流失潜在危险度面积占比大于50%的区域,划定为重险型水土流失潜在危险区域,反之则划定为轻险型水土流失潜在危险区域。

表1 中山市水土流失潜在危险因子构成

序号	组成要素	指 标	权重
1	地形地貌	坡度(C)	0.18
		坡长(L)	0.16
2	土壤	土壤可侵蚀性(K值)	0.14
3	地质	土壤岩性(D)	0.10
4	降雨	年均降雨量(N)	0.20
5		暴雨频次(P)	0.12
6	土地利用	水土保持措施因子(B)	0.10

(2) 定性指标。定性指标主要依据全国水土保持规划中界定水土流失易发区的特征来选取,主要为是否涉及水土流失敏感、潜在危险较大区域。

水土流失易发区定性指标为:①地形地貌,主要判断所属镇级区内是否涉及地形高差大于 50 m 且具有一定规模的区域;②重要水土保持生态区,主要判定是否涉及湿地保护区、风景名胜区、自然保护区、饮用水源保护区及其他生态红线区等[3],将其界定为具备容易发生水土流失的生态敏感性条件;③重要经济区域,将是否存在一定规模的矿产资源集中开发区和经济开发区作为界定易发区的社会经济条件[3]。④河道岸线功能区,主要为河流两侧一定范围,具有岸线保护功能的区域[3],判定是否涉及主要河道两侧 100 m 范围内具有岸线保护功能的区域;⑤特定水土保持功能区,本研究将境内是否存在水质维护或人居环境维护功能的重要区域作为判断水土流失易发区的水土保持功能条件。划分技术指标体系详见表 2。

表 2　容易发生水土流失的其他区域划分指标体系

判定指标		指标条件	标准
定量指标	水土潜在危险区域	区域内重险型水土流失潜在危险区域面积比例	≥50%
定性指标	地形地貌	是否存在地形高差大于 50m 且具有一定规模的区域	是
	重要水土保持生态区	是否存在重要水土保持生态功能区	是
	重要经济区域	是否存在一定规模的矿产资源集中开发区和经济开发区	是
	河道岸线功能区	是否存在河流两侧一定范围,具有岸线保护功能的区域	是
	特定水保功能区	是否存在水质维护或人居环境维护功能的重要区域	是

2.2.4　易发区划分标准　水土流失易发区划分以镇区为划分单元,根据中山市平原河网区易发区特性及水土流失防治需求,其划分标准为:①定量指标符合,定性指标满足其中之一的镇区;②定量指标基本符合(定量指标标准控制在 10%以内),满足两项以上定性指标的区域。符合上述条件之一者,即可划定为中山市平原河网区容易发生水土流失的其他区域。

3　结果及分析

3.1　划分结果

根据水土流失易发区划分指标体系及划分标准,将小榄、黄圃、民众、东升、古镇、港口、三角、横栏和大涌镇等 9 个镇街划定为中山市平原河网区容易发生水土流失的其他区域,划定区域位于中山市东北部和西北部,土地面积 666.92 km^2,占全市土地总面积的 37.39%,划分成果如附图 3 所示。

3.2　结果分析

从划分的结果来看,所划定平原河网区水土流失易发区在社会经济、自然特性、水土流失及其特征等方面存在较明显的易发区应具有的特性,具体表现为:

(1) 社会经济方面。区内经济发达,人口密度高达 1 575 人/km^2,人类社会活动强,土地开发程度高,开发区建设、架桥修路等城市化建设活动十分频繁,此类生产建设活动形成局部微地貌,使得施工扰动区域仍然具备发生较大水土流失的地形条件,极易造成较大水土流失。

(2) 自然条件方面。一是区内降水充沛、雨量集中,暴雨频次多,降雨强度大,侵蚀自然驱动力强,水土流失强度大;二是区内河网密布、河流纵横交错,区域内地势虽平坦,但境内河网众多,陆地分割,土壤一旦发生侵蚀,将直接影响河道,水土流失危害极大;三是区域总体地形平坦,但仍存在高低起伏的微地貌,仍然具备发生水土流失的地形条件。四是林草植被覆盖率相对较大,但土壤抗蚀性弱、易风化。

(3) 水土流失及其特性上。区域内中度以上水土流失面积 12.13 km^2,占全市水土流失面积的 13.83%,总体上水土流失面积相对较小,但侵蚀类型以人为流失为主,且基本都在中度以上;划定区域内水土流失潜在危险程度较高,集中在 0.10～0.30 之间,其中小榄、黄圃等镇区属重险型水土流失潜在危险区域;区域内河网密集,约有 70%的区域在重要水土保持生态功能区、河流岸线保护区及水质维护或人居环境维护功能的范围内,一旦发生水土流失,造成影响极大。

(4) 划分区域分布上。划分区域主要分布在北部平原河网区,划分成果明确了中山市水土保持规划中的水土流失潜在危险区域,可作为规划的重要构成部分,对各类生产建设项目实行分区防治战略和分类指导,为生产建设项目水土保持管理提供依据。

4　结 论

(1) 提出了合理的技术路线,明确了划分原则。

提出了合理的划分思路和技术路线，同时明确了水土流失易发区划分应采用定性分析与定量技术结合、自然及人为因素兼顾以及与区域生态格局和功能定位相适应等原则。

(2) 对影响水土流失易发构成的各要素进行了分析评估。通过对平原河网区水土流失易发区的深入分析，可对动态变化的容易发生水土流失的各要素进行评估分析，研究其动态变化特点，为水土流失易发区指标选取提供理论支撑。

(3) 确立了完善的水土流失易发区划分指标体系。以GIS和RS技术为基础，根据划分原则，在分析平原河网区社会经济、自然条件等特点基础上，提出了相对完善的水土流失易发区划分指标体系。

(4) 明确了划分成果的应用价值。划分成果是构建以及完善中山市水土保持规划体系的需要，可为编制地市级水土保规划和制定规章制度提供科学依据，同时能够很有效地规范各类生产建设项目的行为，为中山市人民政府依法行政、实施生产建设项目水土保持管理提供依据。

[参 考 文 献]

[1] 江影，李世锋，王安明，等. 浙江省容易发生水土流失的其他区域探讨[J]. 中国水土保持，2013(5)：19-21.

[2] 李飞，郜风涛，周英，等. 中华人民共和国水土保持法释义[M]. 北京：法律出版社，2011：19-20.

[3] 张超，王治国，纪强，等. 其他水土流失易发区划分条件研究[C]. 中国水土保持学会预防监督专业委员会第九次会议暨学术研讨会论文集，2015：55-56.

[4] 毛兴华. 新《水土保持法》特点的分析[J]. 中国水土保持科学，2011，9(2)：38-40.

[5] 姜德文. 城市水土保持立法的必要性与重点[J]. 中国水土保持科学，2014，12(5)：110-113.

[6] 姜德文. 解读新《中华人民共和国水土保持法》的法条体系[J]. 中国水土保持科学 2011，9(5)：26-30.

[7] 张小林. 对水土保持规划中划分水土流失易发区的初步思考[J]. 中国水土保持，2013(1)：9-11.

[8] 赵志强. 广东省中山市生产建设项目水土保持方案审查及其市场化探讨[J]. 亚热带水土保持，2017(6)：53-56.

[9] 陈国轩，梁海涛，黄兆玮，等. 中山市水资源配置研究[J]. 广东水利水电，2014(7)：87-90.

[10] 陆欢欢，汤建熙，樊峻江，等. 江苏省水土流失成因及易发区划分方法研究[J]. 中国水土保持，2013(1)：57-59.

[11] 刘四中，方增强. 安徽省容易发生水土流失的其他区域分析[J]. 安徽科技，2017(6)：34-35.

[12] 张永健. 太湖流域平原河网区水土流失“易发区”划分研究[J]. 中国水土保持，2015，12(2)：35-37.

[13] 张利超，喻荣岗，陈浩，等. 江西省水土流失易发区划分研究[J]. 水土保持应用技术，2017(6)：39-42.

[14] 郑国权，张晓远，刘协亭，等. 广东省水土流失潜在危险度研究[J]. 水土保持通报，2014，34(2)：139-140.

[15] 周红艺，李辉霞，陈学华，等. 西藏日喀则地区水土流失危险度评价[J]. 佛山科学技术学院学报：自然科学版，2009，27(1)：73-77.

[16] 水利部，中国科学院，中国工程院. 中国水土流失防治与生态安全(南方红壤卷)[M]. 北京：科学出版社，2010.

(上接第211页)

[19] 林枫. 抚顺市森林碳储量评估[J]. 辽宁林业科技，2012(4)：23-24.

[20] 王文权. 辽宁森林资源[M]. 北京：中国林业出版社，2008.

[21] 白杨，欧阳志云，郑华，等. 海河流域森林生态系统服务功能评估[J]. 生态学报，2011，31(7)：2029-2039.

[22] 张志旭. 河北雾灵山自然保护区森林生态系统服务功能价值评估[D]. 北京：北京林业大学，2013.

[23] 方精云，刘国华，徐嵩龄. 我国森林植被的生物量和净生产量[J]. 生态学报，1996，16(5)：497-508.

[24] 李晓赛，朱永明，赵丽，等. 基于价值系数动态调整的青龙县生态系统服务价值变化研究[D]. 中国生态农业学报，2015，23(3)：373-381.

[25] 许学强，周一星，宁越敏. 城市地理学[M]. 北京：高等教育出版社，1998：128-129.

[26] 谷景祎，周廷刚，郭丽敏. 基于断裂点理论与加权Voronoi图的京津冀地区城市影响范围研究[J]. 地理与地理信息科学，2014，30(1)：65-69.

[27] 栾金昶. 城市经济社会发展评价体系研究[D]. 辽宁 大连：大连理工大学，2009.

[28] 欧名豪，宗臻铃，董元华，等. 区域生态重建的经济补偿办法探讨：以长江上游地区为例[J]. 南京农业大学学报，2000，23(4)：109-112.

[29] 李芬，李文华，甄霖，等. 森林生态系统补偿标准的方法探讨：以海南省为例[J]. 自然资源学报，2010，25(5)：735-745.

[30] 高彤，杨姝影. 国际生态补偿政策对中国的借鉴意义[J]. 环境保护，2006(10)：71-76.