

# 基于小流域单元的山地小城镇规划策略探讨 ——以福建省安溪县感德镇为例

## A RESEARCH ON MOUNTAIN-SMALL-TOWN PLANNING STRATEGY BASED ON THE SUB-WATERSHED UNITS: A CASE STUDY OF GANDE TOWN OF ANXI COUNTY IN FUJIAN

刘健泉 文超祥 | Liu Jianxiao Wen Chaoxiang

厦门大学田野调查基金“基于生态—经济协调发展的小城镇土地利用空间优化配置研究”（编号：2017GF032）

**摘要** 流域作为一种重要的自然地理单元，在人类社会发展中发挥了特殊的作用。与大、中型城市相比，山地小城镇受自然条件约束较大，受其他社会经济因素影响的复杂程度较低，其规划建设应充分结合自然流域因素。而在快速的规划建设中，这一点往往被忽视。本文以福建省安溪县感德镇为例，采用流域生态评价方法，分析小流域生态建设与山地小城镇空间规划的关系，提出以小流域生态价值为导向的空间规划策略，并引导小城镇土地利用和各项建设。

**关键词** 小流域单元；小流域；山地小城镇；生态保护

**Abstract** As an important physical geography unit, watershed plays a very special role during the development of human society. During the planning and construction, small towns which are restricted by the nature should particularly address the influence of watershed. In reality, however, planners always ignore it. Combine with the master plan of Gande Town, this paper provides an idea in rural planning, which is based on the sub-watershed units. And through discussing the relationship between ecological construction of watershed and urban spatial planning, this paper presents a spatial planning strategy that stresses the ecological value of sub-watershed, which can also guide the land use and the construction of small towns.

**Keywords** sub-watershed units; sub-watershed; mountain-small-town; ecological protection

1980年以来，我国确定了以小流域为单元实施水土保持和生态建设的基本策略<sup>[1]</sup>。然而，这项策略在山地城乡规划实践中并未引起足够的重视。数量众多并受自然条件约束较大的山地小城镇，如何走一条生态的发展道路成了迫切需要解决的问题。本文以福建省安溪县感德镇为例，就山地小城镇如何结合小流域单元特征进行规划展开探讨，试图为生态型山地小城镇的建设提供指导。提出基于小流域单元的规划思路，主要出于三点考虑：①山地小城镇的自然生态状况较大、中型城市而言受到破坏少，有深入研究的意义；②小流域作为基本的自然地理单元广泛存在，并切实影响着山地小城镇的规划和建设；③山地小城镇受其他社会经济因素影响的复杂程度远不如大、中型城市，小流域的规划思路具有较大可行性。

### 一、小流域管理与山地小城镇

#### 1. 山地小城镇的生态特征

山地小城镇的核心内容是山水环境为人的生活提供的宜居环境<sup>[2]</sup>，生态体系是其最本质的支撑内容。山地小城镇因其区别于平原的地形地貌，在生态结构、气候类型、聚居形态、地域文化和空间利用等方面与平原城镇有极大不同。相对于平原地区的小城镇而言，山地小城镇的生态系统主要有三个特征。①环境多样性与地域性：不同的山脉、水系流向、地理区位、竖向要素组合、气候环境、生物构成等形成了一个复杂并多样的山地生态系统；②系统敏感性与整体性：作为整体的系统，其内部不断地进行物质与能量的交换，城镇越大对周围环境的依赖性也越大，随之带来的生

态环境问题也越敏感、越复杂<sup>[3]</sup>；③功能协同性与复合性：城市生态系统包含生态环境子系统和人工环境子系统，当两者实现协同时，城市生态系统才能达到最健康的状态。

#### 2. 山地小城镇规划的生态矛盾

我国的山地建制镇超过1万个，占全国城镇总量的2/3以上。山地是生态过程中物质循环和能量转换的重要载体，其城乡建设也涉及更大区域或流域地区的生态平衡、经济建设、人工和自然协调的综合发展<sup>[2]</sup>。而我国近几十年的快速城镇化造成了生态环境的迅速恶化，城市的快速扩张和高强度的人类活动介入，使得原本属于自然状态的山地、土地、流域、湖泊等被大量占用，山地地形、水循环和水生态、自然生态环境受到严重破坏。其中，流域作为一个因子，串联起了山地小城镇规划中存在的主要生态问题，它们都与流域管理或多或少地存在关联性：

第一，水土流失：受山地地形条件的限制，山地（小）城镇适宜进行开发建设的用地少，加之水土流失使耕地面积减少、土壤肥力下降、农作物产量降低，人地矛盾更为突出。2004年，山城重庆中度以上水土流失面积为39 021.97 km<sup>2</sup>，占全市总面积的47.36%，占水土流失面积的75%<sup>[4]</sup>。

第二，森林面积减少：森林和土表植被的减少不但会导致耕地退化和气候变化，而且将对整个山地的生态平衡造成严重影响。乌江上游的毕节地区、织金县和威宁县森林覆盖率分别从17.1%，16.8%，36%下降为5.8%，2.6%，6%<sup>[5]</sup>；由于盲目地毁林开荒，秦岭山地的森林面积下降到24 715×104 hm<sup>2</sup>，与新中国成立初期相比，减少了1 213×104 hm<sup>2</sup>，森

林覆盖率由64%下降到46%<sup>[6]</sup>。

第三,地质灾害:山地(小)城镇规划和建设违反自然规律,安全避让不够,灾害应急体系脆弱。重庆因城镇建设引发的地质灾害在全部地质灾害中的比例,由20世纪80年代的20.7%上升至2010年前后的50.5%<sup>[2]</sup>。

### 3. 山地小城镇规划中的小流域管理

#### (1) 小流域管理成为必要的规划内容

小流域是城市水文研究的最佳集水单元,它能将地表径流汇集到一个点,并且具有完整且相对独立封闭的自然集雨面或集流区域,对乡镇层面的空间规划布局和生态保护具有重要的意义。小流域管理在山地小城镇规划工作中的必要性主要体现在3个方面。①自然水系格局的重要性。在山地小城镇中,暴雨径流管理,防灾、减灾,绿地格局和排水排污等都依托水系格局构建。而山地小城镇生态问题的核心正是构建遵循自然生态过程的水系格局,这种水系格局由众多的小流域组成。②生态安全与空间规划缺乏统筹。目前,生态学领域对小流域的相关研究成果较多,但主要关注小流域对单要素的影响和作用机制,缺乏对统筹生态安全和资源配置进行合理的空间规划考虑。而城乡规划领域针对流域或小流域的研究相对较少,主要是通过低影响开发(LID)、海绵城市、城市水系统等研究来反映,并且具有明显的关注城市化地区的特点。③小城镇的其他影响要素较少。山地小城镇受其他社会经济因素影响的复杂程度远不如大、中型城市,且小流域广泛存在于山地区域中,因此,小流域管理的规划策略在山地城乡规划中具有较大的可行性。

#### (2) 小流域管理在规划中的工作重点

作为一种广泛存在于山地区域的基本地理单元,小流域在很大程度上对山地小城镇的发展和空间布局具有内在决定作用。以小流域为空间单元,作为山地小城镇规划的基础,通过对自然环境和人类活动进行分析与评估,可以提供更合理、可持续的规划方案。在规划中,小流域管理应该注重四方面的内容:第一,小流域的划分——厘清水文过程和评价流域健康状态的基础与前提;第二,小流域生态健康状况评价——通过借鉴生态学领域的相关研究成果,对山地规划区内的小流域进行健康评价,作为山地规划中小流域管理的基本内容,为生态系统的保护和综合管理提供参考依据;第三,选取小流域生态影响因子——影响小流域的生态要素众多,如植被、气候、土壤、生物、地形、水文等,并且这些生态要素在不同的地方作用不同,因此在规划工作中不能将所有相关的因素都考虑进去,必须根据特定的对象,在摸清小流域水文信息的前提下,选取最重要的影响因子;第四,与其他发展要素结合——将以小流域为生态导向的空间布局理念与地方发展的实际情况相结合,进行规划目标和方案的制定。

## 二、小流域的内涵及单元划分

### 1. 小流域的内涵

目前,国内外关于小流域的概念还没有统一的标准,不同学科之间的理解也存在较大差异。从水资源规划角度来看,王立良认为小流域不仅是水土流失的单元,也是发展农、林、牧各行业的经济单元<sup>[7]</sup>。从生态环境保护角度而言,郭廷辅等认为面积为5~30 km<sup>2</sup>的闭合集水区为小流域,它是降雨径流汇集的最小单元,也是水土流失发生和治理的基本单元<sup>[8]</sup>。夏军等认为小流域是一个最佳的地域尺度,不仅可以完善地获取其包含的生态水文信息,摸清其内在的生态水文过程情势,更可以在流域等高层次上进行综合分析,从而实现对整个流域生态水文过程及环境的可持续调控<sup>[9]</sup>。根据上述定义,结合规划学科资源综合配置的特点,本文将小流域定义为:河道基本在县属范围内<sup>[10]</sup>,以小溪为地貌特征的一个集水区域<sup>[11]</sup>,是一个水文单元、又是一个自然生物单元、同时还是一个社会经济单元,是资源管理与规划的综合单元<sup>[12]</sup>。

### 2. 小流域单元的划分

生态水文过程是具有尺度的,可以分为大尺度、中尺度和小尺度<sup>[13]</sup>。大尺度是指流域(basin),包括大流域、流域和次流域3个尺度层次;中尺度是指小流域(watershed),包括小流域和次小流域2个尺度层次;小尺度是指集水区(catchment),包括集水区和集水单元2个尺度层次<sup>[14]</sup>。因不同学科研究的尺度不同,所以小流域单元的含义和划分方法有所不同。刘高焕等基于DEM数据提出了小流域地块单元的生态环境建设与管理空间尺度,小流域地块单元内的地理环境特征和地学特性具有一致性或相近性<sup>[15]</sup>。王晓朋等根据水文学D8方法,基于DEM数据分7个步骤对流域单元进行了划分,用于泥石流区域的危险性评价<sup>[16]</sup>。张水龙等在河流级别及流域级别划分原则的基础上,根据汇水范围进行了流域单元的划分,用于管理农业非点源污染<sup>[17]</sup>。李兆富等利用ArcGIS的空间分析和水文分析功能进行了小流域单元的划分,用于分析景观多样性指数与营养盐输出之间的关系<sup>[18]</sup>。对于城乡规划领域而言,大尺度的流域是开展山地区域规划的基础,小尺度的集水区可以作为排水工程规划的依据。本文的研究对象主要受到中、小尺度小流域的影响,利用ArcGIS平台对流域进行小流域单元和次小流域单元2个层级的单元划分。然后根据山地小城镇发展的具体情况选择生态影响因素,结合行政边界、流域空间分布对每个次小流域单元进行因素叠加分析评价生态状况。最后,利用次小流域生态评价指导镇域和镇区2个层面的空间布局规划。

## 三、感德镇小流域单元划分及生态评价

### 1. 感德镇小流域概况

感德镇是典型的山地小城镇,地处安溪县的西北部,地势中部突起,以石门堪山为分水岭。距安溪县城68 km,面积为221.78 km<sup>2</sup>,下辖22个行政村,2013年底全镇总人口数为63 804人,其茶种历史悠久,有“中国茶叶第一镇”之称。感德镇属亚热带气候,年平均降雨量为1 800 mm,镇内主要有晋江西溪支流剑斗溪和福美溪。剑斗溪为西溪在境内的第四大支流,发源于感德镇石门堪山南麓,在四霞村汇入支流岐阳溪,并流入西溪干流。福美溪属九龙江北溪在境内的最大支流,在福田乡与祥华溪汇合后,汇入漳平市,并于涵口注入九龙江北溪(图1)。

### 2. 感德镇小流域单元划分

本文采用ArcGIS的空间分析及水文分析功能对小流域单元进行划分,基础数据是带有等高线、高程点的CAD数据;划分过程见图2。依据大汇水区的分析结果,结合山脉分布、流域内水流方向和村落分布进行小流域单元的划分。需要说明的是,感德镇镇域北部的山地本属同一大集水区,但由于行政边界的原因,在图面上得不到体现。镇东南部为镇中心所在区域,山地坡度较小,社会经济发展程度较高,岐阳溪虽然是剑斗溪的支流,但从水流量、流域面积等要素来看,与干流剑斗溪的差距均不大,因此将岐阳溪流域和剑斗溪流域划分为两个独立的小流域单元(图3)。①剑斗溪小流域单元:境内最大的水域,包含人口较多的几个村落,也是茶叶交易的重要地点。由于潘田铁矿等污染性产业布局在上游位置,属敏感小流域单元。②岐阳溪小流域单元:剑斗溪在境内的最大支流。人口较多,茶叶种植及交易活动频繁,属次敏感小流域单元。③福美溪小流域单元:地势起伏较大,水系分支丰富,包含白云山自然保护区,林业资源丰富,属生态小流域单元。④尾溪小流域单元:村落数量较少,包含历史文化村落,自然环境较好,林业及文化资源较丰富,属自然小流域单元。

### 3. 感德镇次小流域单元划分

#### (1) 次小流域单元生态影响因素的综合分析

在4个小流域单元的基础上,根据小集水区分析结果,结合人为影响、地理环境和流域状态,划分次小流域单元。首先,根据土地利用类型

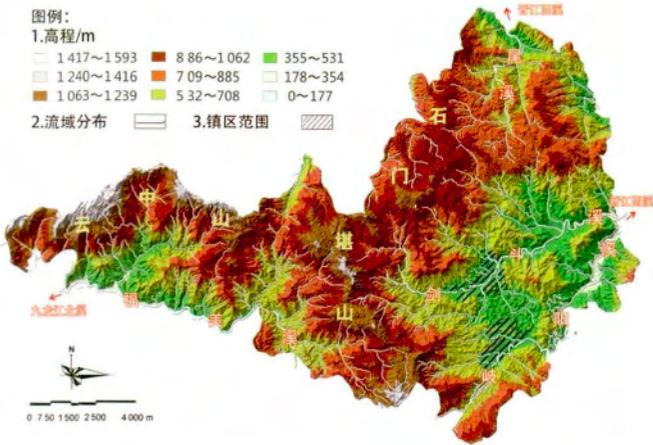


图1 感德镇地形与流域分布 (图片来源: 作者绘制)

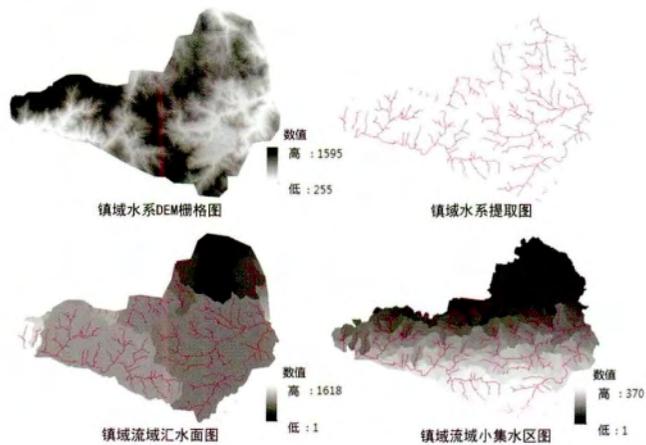


图2 感德镇流域单元划分过程 (图片来源: 作者绘制)

及社会经济因素与水体污染物浓度之间存在的相关关系<sup>[19]</sup>,选择影响山地流域生态环境的10个因素:高程、坡度、流段、分支级别、行政村数、人口数、交通状况、污染源、产业活动、发展定位。其次,结合行政村边界、流域空间分布和10个影响因素,对每个小流域单元进行因素叠加分析。根据分析结果将4个小流域单元按照小集水区,分别划分出若干个次小流域单元。次小流域单元划分及次小流域单元生态状况以剑斗溪小流域单元为例(表1)。剑斗溪小流域单元的次小流域单元呈现葡萄串干流式的结构类型<sup>[20]</sup>,即小流域单元的衔接方式主要由整个流域内的一条干流串联起来,一般只有一个流域出口(图3)。

(2) 次小流域单元生态评价

河流水质是流域内土地利用的函数,因此考察各单元土地利用的综合情况,就可以进行各单元产污能力的比较<sup>[17]</sup>,对后期规划的决策进行指导。根据以上分析结果对所有生态单元属性进行总结。按照生态敏感性将4个小流域单元分为两类,即生态破坏严重区(Severe)和生态破坏一般区(Normal)。根据上述选择的10个流域生态影响要素的叠加分析,对每个小流域单元内的次小流域单元进行生态状况分析,得到具体的次小流域单元生态属性评价(图4)。

- ① 农林潜力区(深绿色):山地区域,生态敏感性低,农林资源、旅游资源丰富,适宜加快农林产业发展,并适当进行文化、自然旅游开发。
- ② 水源潜力区(蓝色):山地区域,水资源丰富。区域内部水系流量大,水质尚可。须对其继续加以保护,并适当利用。
- ③ 污染聚集区(灰色):坡度渐缓,内部人口聚集度高、开采矿产、交通等原因导致污染程度较高,生态环境较差。
- ④ 生态潜力区(浅绿色):多为坡度适中区域,内部生态敏感性相对较低,资源含量一般,污染程度适中,在发展过程中须加以注意和保护。

四、基于小流域单元的山地小城镇规划策略

山地城镇化的生态效应不仅与城镇建设用地的数量相关,而且与建设用地的空间分布相关<sup>[21]</sup>。为了尽可能实现人与自然的和谐,在山地小城镇规划中,可从流域生态的角度基于不同的空间尺度提出规划策略,包括小流域尺度和次小流域尺度;前者主要反映在镇域层面,作为中心村选择、产业布局、生态功能区划分等的依据。后者主要反映在镇区层面,作为空间布局、项目选址、线性空间控制等的指导。

1. 镇域层面

(1) 中心村选择

在山地镇域规划中,以科学合理的要素选择中心村具有较为重要的意

表1 剑斗溪小流域单元生态状况

影响因素	次小流域单元							
	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18
产业活动	—	矿产	山林	矿产	山林、矿产	山林	山林	矿产
流段	上、下游	下游	下游	下游	上游	上游	上游	上游
分支级别	一、二、三	二、三	二、三	二、三	一、二	二、三	二、三	二、三
高程	低	中	低	中	高	高	中	低
坡度	缓	缓	缓	陡	陡	陡	缓	缓
行政村数	4	2	—	2	2	1	1	1
人口数量	15 205	7 334	—	2 009	5 271	3 027	3 816	1 396
污染源	生活、生产	铁、石 灰石	—	铁、稀 土	煤、铁、石 灰石	—	—	矿业
交通	铁路	县道	乡道	火车站	县道	县道	乡道	高速公路
发展定位	镇中心	—	—	—	—	—	—	文化旅游

义。感德镇原镇区包括洪佑村和五甲村,属于镇东部的污染聚集区,S11次小流域单元。随着感德镇产业和经济的发展,镇区的负荷逐渐加重,亟须扩大镇区范围。在次小流域单元生态评价中,考虑纳入镇区的四槐村(S22)和四霞村(S18)均位于人口聚集度较高的区域,从小流域单元角度分析,四霞村(S18)位于剑斗溪小流域单元,属于敏感小流域单元;四槐村(S22)位于岐阳溪小流域单元,属于次敏感小流域单元。流经四槐村(S22)的支流与流经原镇区(S11)的支流相交较少,可各自形成相对独立的流域环境,有利于整个镇区的生态弹性。同时,四槐村(S22)所在的次小流域单元更具生态发展潜力,可以成为镇区的生态后援。所以四槐村(S22)与四霞村(S18)相比,更适合被纳入镇区范围。另外,在上一轮总体规划中,位于剑斗溪上游的中心村——潘田村(S15),由于矿产资源过度开采造成了严重的水土流失和水质污染,山地地形被严重破坏,地质灾害频发,人口数量逐年减少,无法继续承担中心村的职能,因此考虑将其调整为一般村。

(2) 产业布局

充分结合山地小流域的生态特色,因地制宜地进行产业布局。在山地小流域的上游及坡度较大的坡面(如S14,S15,S16,S17次小流域单元),应以水土保持为主,发展林业,通过人工管理、植树造林、封山育林等措施增加植被覆盖度,以形成森林斑块,为小流域中、下部和山地坡度较小的区域创造有利的生态和经济建设条件。潘田村(S15)、霞春村(S11)和炉地村(N35)等矿产开采工业应避免布置在水源及流域上游,可适当选取生态弹性较强的地区,提高资源及环保设施的利用率,同时应严格控制开采强度,以保护山地的生态环境。针对岐阳村(S23,S24)和



图3 感德镇流域单元划分结果 (图片来源: 作者绘制)

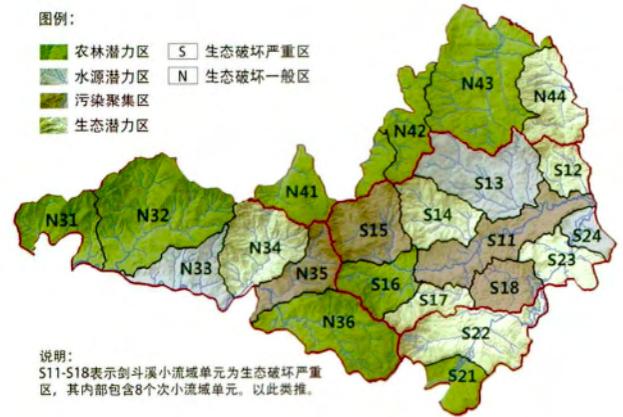


图4 感德镇次小流域单元生态属性评价 (图片来源: 作者绘制)

福德村(N33)等小流域的中部过渡性地带,根据土地资源、水资源等优势条件和约束条件及发展经济与保护山地生态的要求,重新评估农业用地,将特色农产资源利用率最大化,结合自然环境和山地地形发展特色农业,形成一个农业生态经济复合系统。小流域下游除了作为农耕用地和居住用地之外,可以结合小流域等生态资源,选取合适的次小流域单元,如尾厝村(N31, N32)发挥云中山自然生态保护区的山地生态特色,发展山地旅游等第三产业。

(3) 生态功能区划分

在感德镇次小流域单元分析的基础上进行山地生态功能区划,可为山地水生态系统特征的分析,山地水环境保护目标的制定及区域控制措施的制定提供依据<sup>[22]</sup>。自然生态区的分区边界主要利用山脉、河流等自然边界和行政区边界,根据生态敏感性、脆弱性评价确定主导和辅助的生态服务功能区。结合社会经济和未来发展方向,在自然区划和生态服务功能分区的基础上展开山地流域生态建设区划。

根据山地生态系统的自然属性和其所具有的主导服务功能类型,结合流域主导的产业布局,将感德镇划分为生态调节、产品提供与人居保障三类生态功能一级区。在生态功能一级区的基础上,依据生态功能重要性,划分生态功能二级区。生态调节功能包括水源涵养、水土保持、污染治理;产品提供功能包括农产品和矿产;人居保障功能包括人口和经济密集的城镇群等。生态功能三级区是在二级区的基础上,按照山地生态系统与生态功能的空间分异特征、地形差异、土地利用的组合来划分的(图5、表2)。

2. 镇区层面

在空间规划与流域的关系上,一些学者认为城镇建设用地面积比例与水质之间具有很强的相关性,流域内城镇建设用地达到一定比例后,流域生态系统功能的丧失将是不可逆转的<sup>[23]</sup>。而在研究山地小城镇土地利用与小流域的相关性时,需要同时考虑用地类型的空间格局特征。通过深入研究小流域单元,可以为空间布局和项目选址提供依据。

(1) 空间布局

老镇区洪佑村和五甲村所在的S11次小流域单元生活污染严重、S18次小流域单元水土流失严重、S15次小流域单元工业污染严重,这3个次小流域单元均属于污染聚集区。并且S11和S15两个次小流域单元坡度较大,位于剑斗溪流上游,对老镇区流域生态状况影响巨大。在规划中建议划定S18次小流域单元为山地水土流失治理区,退耕退茶,进行经济林木种植,恢复山地生态能力。S15次小流域单元山体地质灾害频发,工业污染严重。县政府已决定对该单元内的潘田村的2400多人实行整体搬迁;规划

表2 感德镇生态功能区划分表

一级生态功能区	二级生态功能区	三级生态功能区
I 生态调节功能区	I-1 水源涵养功能区	I-1-1 云中山自然生态三级功能区 I-1-2 水源保护三级功能区
	I-2 水土保持功能区	I-2-1 感德镇西南部水土保持三级功能区
	I-3 污染治理功能区	I-3-1 潘田铁矿污染区三级功能区
II 产品提供功能区	II-1 农产品提供功能区	II-1-1 东部农产品提供功能区
		II-1-2 南部农产品提供功能区
		II-1-3 西部农林产品提供功能区
		II-1-4 北部农林产品提供功能区
III 人居保障功能区	III-1 感德镇人居保障功能区	III-1-1 感德镇镇区人口经济密集区

中建议划定S15次小流域单元为生态修复区,尽可能减少人为活动影响。在老镇区中的干流沿线,主要安排居住区和商业区,通过控制居民生活污水的排放,实现全线流域的生态控制。新镇区所在的S22次小流域单元属于生态潜力区,可分担老镇区建设压力和环境压力(图6)。

(2) 项目选址

在山地小城镇规划中充分考虑小流域单元的因素,使重要项目的选址更加科学合理。老镇区的五甲村和洪佑村(S11)属于污染聚集次小流域单元,流域生态状况较差。在该单元内,关停位于五甲村剑斗溪上游的非法采矿点,将其改造成矿山公园,同时移走五甲村临溪的石矿加工点,将其改造成滨水公园。纳入镇区范围的四槐村(S22)属于生态潜力次小流域单元,山地坡度较小,流域生态状况较好。在该单元内,岐阳溪上游增设水厂,作为优质水源的供给点。将污染严重的工厂迁至距流域较远的区域,避免水体污染。在岐阳溪下游处,对该单元内的茶叶加工厂进行污水排放管控,增设污水处理厂,在水系汇入剑斗溪干流前进行污水处理。此外,在四槐村(S22)保留一定的农业生产用地,便于流域顺山地地形直接灌溉农作物,加强溪流两岸绿带公园的建设,形成剑斗溪滨水绿带和四槐村滨河农田生态廊道,与农田形成流域的第一层生态屏障。

五、结语

生态环境是山地(小)城镇可持续发展的核心问题,其中山与水的共生关系决定了流域对山地的重要影响,可以说流域人居环境建设与山地人居环境建设密不可分。小流域作为一种重要的山地自然地理单元,是大流域水环境改善的前提,大流域的生态治理必须落实到小流域单元上来组织实施。目前,虽然生态学关于小流域的自然特征研究已经较为深入,包括水土保持、水环境规划、流域综合治理等,但如何将这种自然地域特征与

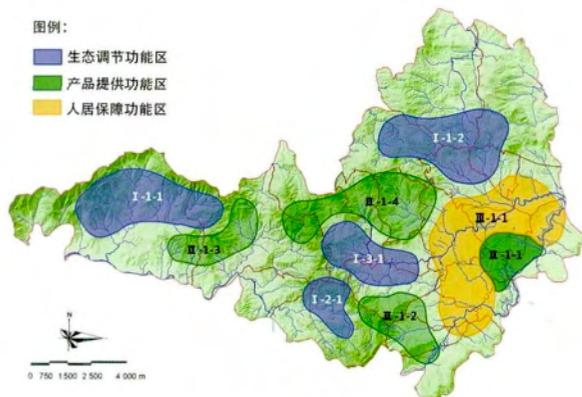


图5 感德镇生态功能区划 (图片来源: 作者绘制)

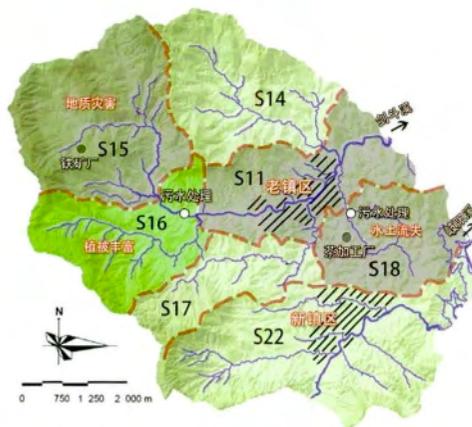


图6 感德镇镇区周边空间布局 (图片来源: 作者绘制)

山地城乡规划结合,并没有引起足够重视。规划师在进行规划时常常忽视小流域的重要影响和作用,特别是在受自然条件约束较大的山地小城镇,一般仍沿用大、中型城市的做法。小流域范围内的生态要素众多,只有通过摸清以小流域为单元的山地生态系统的规律,找出主导要素并从主导要素入手,才能制定符合自然生态规律的山地建设用地规划。面对我国数量众多的山地小城镇,在生态文明建设深入人心的背景下,本文的探讨能够为更好地建设和发展山地小城镇提供一些新思路。■

#### 参考文献

- [1] 党小虎, 刘国彬, 李小利, 等. 黄土丘陵区小流域系统生态经济要素分析——以宁夏隆德县李太平小流域为例[J]. 生态学报, 2006, 26(10): 3516-3525.
- [2] 赵万民. 论山地城乡规划研究的科学内涵——中国城市规划学会“山地城乡规划学术委员会”启动会学术呈述[J]. 西部人居环境学刊, 2014, 29(4): 4-9.
- [3] 黄光宇. 山地城市学原理[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006.
- [4] 吴佩林, 鲁奇, 甘红. 重庆市水土流失的影响因素及防治对策[J]. 长江科学院院报, 2005, 22(1): 21-24.
- [5] 赵万民, 赵炜. 山地流域人居环境建设的景观生态研究——以乌江流域为例[J]. 城市规划, 2005(1): 64-67.
- [6] 刘康, 马乃喜, 胥艳玲, 等. 秦岭山地生态环境保护与建设[J]. 生态学杂志, 2004, 23(3): 157-160.
- [7] 王立良. 发展小流域经济大有可为[J]. 华东森林经理, 2001, 15(1): 60-62.
- [8] 郭廷辅, 段巧甫. 径流调控理论是水土保持的精髓——四论水土保持的特殊性[J]. 中国水土保持, 2001(11): 1-5.
- [9] 夏军, 丰华丽, 谈戈, 等. 生态水文学——概念、框架和体系[J]. 灌溉排水学报, 2003, 22(1): 4-10.
- [10] 王忠法. 对小流域规划的几点认识[J]. 水利规划, 1994(2): 35-38.
- [11] 卢剑波, 王兆骞. GIS支持下的青石山小流域农业生态信息系统(QWAEIS)及其应用研究[J]. 应用生态学报, 2000, 11(5): 703-706.
- [12] 付丛生, 陈建耀, 曾松青, 等. 国内外实验小流域水科学研究综述[J]. 地理科学进展, 2011, 30(3): 259-267.
- [13] 龚清宇, 王林超, 唐运平. 中小流域尺度内雨水湿地规模模拟与设计引导[J]. 建筑学报, 2009(2): 48-51.
- [14] 赵珂, 夏清清. 以小流域为单元的城市水空间体系生态规划方法——以州河小流域内的达州市经开区为例[J]. 中国园林, 2015, 31(1): 41-45.
- [15] 刘高焕, 刘俊卫, 朱会义. 基于GIS的小流域地块单元划分与汇流网络计算[J]. 地理科学进展, 2002, 21(2): 139-145.
- [16] 王晓朋, 潘懋, 徐岳仁. 基于流域单元的泥石流区域危险性评价[J]. 山地学报, 2006, 24(2): 177-180.
- [17] 张水龙, 庄季屏. 农业非点源污染的流域单元划分方法[J]. 农业环境保护, 2001, 20(1): 34-37.
- [18] 李兆富, 刘红玉, 李恒鹏, 等. 基于流域单元的营养盐输出与景观异质性影响研究[J]. 环境科学, 2010, 31(9): 2029-2035.
- [19] 王娇, 马克明, 张育新, 等. 土地利用类型及其社会经济特征对河流水质的影响[J]. 环境科学学报, 2012, 32(1): 57-65.
- [20] 谢映, 许乙青, 江叶帆. 基于小流域单元的南方丘陵城市结构模式研究[C]//中国城市规划学会. 城市时代, 协同规划——2013中国城市规划年会论文集. 青岛: 青岛出版社, 2013: 26-38.
- [21] 陈利顶, 傅伯杰, 赵文武. “源”“汇”景观理论及其生态学意义[J]. 生态学报, 2006, 26(5): 1444-1449.
- [22] 蔡佳亮, 殷贺, 黄艺. 生态功能区划理论研究进展[J]. 生态学报, 2010, 30(11): 3018-3027.
- [23] 孙芹芹, 黄金良, 洪华生, 等. 九龙江流域城镇建设用地与河流水质关系研究[J]. 环境科学, 2011, 32(10): 2849-2854.

作者简介: 刘健泉 厦门大学建筑与土木工程学院硕士研究生  
文超祥 厦门大学建筑与土木工程学院副院长,  
城市规划系主任, 教授

收稿日期: 2017 - 07 - 25