

ICS 编号

CCS 编号

团体标准

T/CAQI

河流廊道构建指标体系确定技术导则

Technical guidelines for establishing index system and

determining index threshold of ecological corridor

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国质量检验协会 发布

目 次

前 言	1
河流廊道构建指标体系和指标阈值确定技术导则	2
1 范围	2
2 规范性引用文件	2
3 术语	2
4 基本资料	3
4.1 一般规定	3
4.2 基本资料	3
5 河流廊道构建指标体系	3
5.1 一般规定	3
5.2 河流廊道构建指标确定流程	3
5.3 河流廊道的构建指标体系	3
6 河流廊道构建指标的阈值确定方法	5
6.1 基本原则	5
6.2 廊道构建策略	5
6.3 河流廊道指标阈值确定	6
附录 A（资料性附录）	8
附录 B（资料性附录）	9
附录 C（资料性附录）	10

前 言

本文件按 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国质量检验协会提出并归口。

本文件起草单位：中国水利水电科学研究院、青岛中质脱盐质量监测有限公司

本文件起草人：

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国质量检验协会标准部。

本文件为首次发布。

河流廊道构建指标体系和指标阈值确定技术导则

1 范围

本标准规定了河流廊道构建指标及其阈值确定的方法。本标准针对天然禀赋稀缺与开发需求强烈河流的生态廊道构建问题，适用于我国高胁迫河流生态保护和修复工程的规划和设计。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 50286 《堤防工程设计规范》
- GB 3838 《地表水环境质量标准》
- GB/T 13923 《基础地理信息要素分类与代码》
- GB/T 25173 《水域纳污能力计算规程》
- SL/T 793 《河湖健康评估技术导则》
- SL/T 712-2021 《河湖生态环境需水计算规范》
- 《全国生态功能区划》

3 术语

3.0.1 流域 Watershed

地表水和地下水分水线所包括的集水区或汇水区。本标准指地表水的集水区。

3.0.2 流域生态安全格局 Basin ecological Security Pattern

基于流域景观过程和格局的关系，通过克服空间阻力来实现景观控制和覆盖，有效实现关键性景观元素、空间位置和联系所形成的格局。

3.0.3 水生态功能分区 Freshwater Ecosystem Function Region

淡水生态系统中水生生物要素及非生物要素（包括水文、气候、地形地貌、基质、植被等）和生态系统功能相似的区域。

3.0.4 河流廊道 River Corridor

以河流为核心的线性非匀质生态廊道，为沿河流水体及其两侧与基质有显著区别的植被带。在流域生态安全格局中，连接区间及区内生态源，实现流域内物质输送、能量传递、信息传导和生物迁移。河流廊道具有一定的宽度，包含河流及两岸的洪泛滩地，洪泛滩地范围往往与某一洪水频率的淹没线有关。高胁迫河流廊道宽度往往受两侧堤防的限制。

3.0.5 水质目标 Water Quality Target

根据水生态功能区资源及生态保护的水质保护要求设定的水质项目浓度限制值。

3.0.6 容量总量 Total Maximum Capacity Loads

满足水生态功能分区水质目标条件下，水体所能受纳污染物的最大负荷量。

4 基本资料

4.1 一般规定

4.1.1 应将基本资料的收集、整理与分析作河流廊道构建指标确定的基础工作。基本资料应包括自然地理资料、社会经济资料、水资源及其开发利用资料、土地利用情况、规划与成果资料。

4.1.2 收集、整理的基本资料应符合相应标准的规定，满足工作需要。如不符合规定和需要应进行基本资料的补充调查收集工作。

4.1.3 应全面收集已有的基本资料，包括文字和图表。对收集的基本资料应进行全面、系统的整理和分析。

4.2 基本资料

4.2.1 自然地理资料应包括：

- a) 评价范围与边界；
- b) 水文、气象资料；
- c) 土壤、植被资料。

4.2.2 社会经济资料应包括：

- a) 人口统计或普查资料、国民经济统计或普查资料；
- b) 耕地面积与灌溉面积统计资料或普查资料。

4.2.3 水资源及其开发利用资料应包括：

- a) 分区水资源调查评价成果资料；
- b) 水资源开发利用基础设施资料；
- c) 工程供水能力，供水量、用水量及耗水量调查统计资料。

5 河流廊道构建指标体系

5.1 一般规定

5.1.1 河流廊道是保障流域生态安全格局功能定位和河流服务功能的基石，受流域自然禀赋条件和产业空间布局双重约束，其生态功能完整性既是水-能-粮等流域水土资源协同配置的最终表象，也是反馈流域生态格局安全状况的指示器。

5.1.2 缺水地区河流廊道空间结构确定，实质上是寻求河流生态系统功能和河流廊道结构上对水资源限制的一种协调，构建适度的功能结构复合关系。

5.1.3 基于河流生态系统四大过程，通过明确河流廊道的服务功能与其结构和过程，提出满足服务功能的河流廊道指标体系，确定符合廊道结构和过程的指标要素。

5.2 河流廊道构建指标确定流程

通过河流廊道结构功能与社会服务功能的符合性和敏感性分析，建立适度生态恢复的不同区域河流廊道的构建目标（贯通、安全、清洁和美丽），确定河流廊道的服务功能；结合河流地貌过程、水文过程、物化过程和生物过程，确定河流廊道构建的宽度、曲度、连通性和内环境指标及相应的指标要素。

5.3 河流廊道的构建指标体系

5.3.1 构建指标体系包括目标层、功能层、过程层、指标要素层以及指标层。

5.3.2 目标层。缺水地区河流廊道构建，河流廊道功能目标为“贯通、安全、清洁、美丽”。

5.3.3 功能层。

a) “贯通”目标要求河段发挥水量保障、纵向连续、横向拓展等最基础的生态服务功能，只有满足基础功能的稳定发挥，廊道系统基于此功能才能贯通流域生态安全格局中的生态分区，流域内的物质输送、能量传递、信息传导以及生物迁徙等过程才能不被阻隔正常交流进行。

b) “安全”目标要求保障防洪功能，是河流廊道的核心功能，流域水系复杂，区域洼地、淀区繁多，随着人工化进程和城镇规划建设，必然会影响原有防洪体系，势必要服务整个流域，提高自身的防洪功能。

c) “清洁”目标为水功能区水质目标达标，流域内生活点源和农业面源污染负荷较重，提升河流水质。河段下游的

d) “美丽”的服务功能目标要求廊道系统建成后，提供城市段休闲娱乐的空间，维持涉水的生态环境重点保护对象健康，提高文化休闲及生境维持功能

5.3.4 过程层。通过河流廊道的结构构建，支撑河流水文、地貌、化学、生物过程等四大过程的进行，满足适度的河流廊道服务功能，从而实现“贯通、安全、清洁、美丽”的目标。

a) 结合水文、地貌、化学、生物过程为发挥河流纵向横向连通性、缓冲带纵向纵向连通性功能，实现“贯通”的目标，应对河流宽度、缓冲带宽度做出一定要求；

b) 结合水文、地貌过程为发挥行洪调蓄，维持河岸稳定等功能，实现“安全”的目标，应对河流弯曲率提出要求；

c) 结合水文过程、化学过程为发挥污染负荷满足容量、水功能区水质达标以及水质维持和改善功能，实现“清洁”的目标，应对保障生态水量、打通河流阻隔节点等提出要求；

d) 结合水文、地貌、化学、生物过程为发挥休闲娱乐、维持涉水的生态环境重点保护对象健康，提高文化休闲及生境维持功能，实现“美丽”的目标，应对河流污染负荷和污染物浓度提出要求。

5.3.5 指标层。本标准参考景观生态学中对廊道结构特征的描述，将河流廊道建构的结构特征归纳为宽度、曲度、连通性和内环境4个指标。

a) 宽度。河流廊道的宽度是指与廊道走向垂直的横断面的长度。是河流宽度（水域带和岸线带）和缓冲带宽度两者的总和。

b) 曲度。河流廊道在空间上的弯曲程度。河流廊道的中心是河流，可以用河流的曲度来表征河流廊道的曲度。

c) 连通性。河流廊道空间连续程度的表征。在河流廊道水流动方向的纵向连续，维持上、中、下游生态系统间紧密的联系；沿河流廊道宽度方向的横向连通，保证两侧的河漫滩地、甚至湖泊、洼地相互贯通。

d) 内环境。河流廊道不同空间区位上分布存在很明显的不均匀性，即存在环境梯度，这种梯度会造就了河流廊道内环境的丰富程度。本标准选取水质状况描述河流廊道构建的内环境指标。

5.3.6 指标要素层。根据河流廊道的结构特点，遵循河流廊道指标筛选的准则和方法，从河流廊道的4个指标层面出发，确定河流宽度、缓冲带宽度、河流弯曲率、生态水量、河流阻隔节点、生态扩展区、污染负荷量以及水质目标8个指标要素。

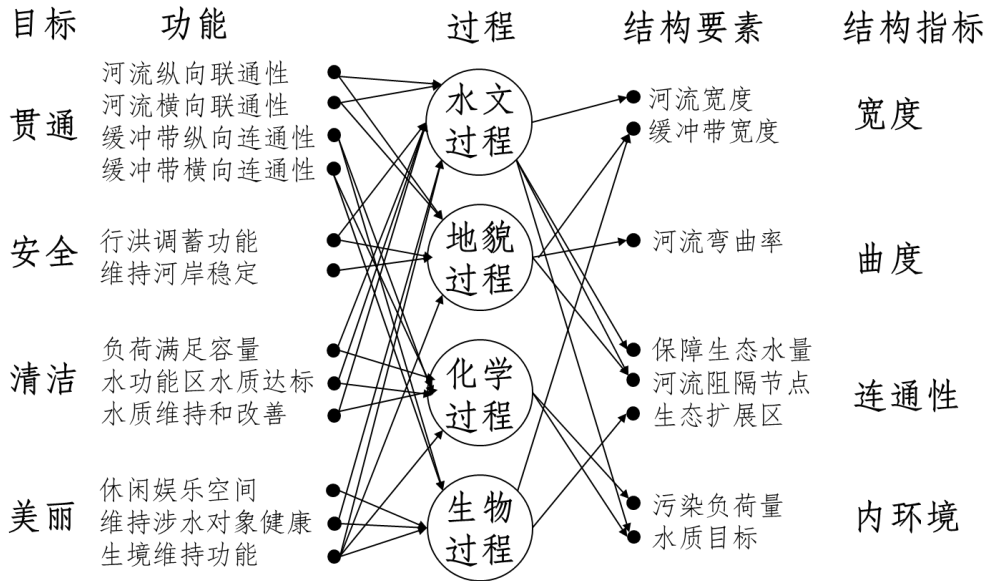


图1 河流廊道构建指标体系各层之间关系

6 河流廊道构建指标的阈值确定方法

6.1 基本原则

针对城乡河流特征、河流廊道横向三带（水域带、岸边带和缓冲带）特性，结合保护、修复和重建的策略，从河流水文、地貌、化学、生物过程着手，发挥河流纵向横向连通性、缓冲带纵向连通性功能，实现“贯通”的目标，对河流宽度、缓冲带宽度做出一定要求；从河流水文、地貌过程着手，发挥行洪调蓄，维持河岸稳定等功能，实现“安全”的目标，对河流弯曲率提出要求；从河流水文、地貌、化学、生物过程着手，发挥休闲娱乐、维持涉水的生态环境重点保护对象健康，提高文化休闲及生境维持功能，实现“美丽”的目标，对生态水量、河流阻隔节点等结构提出要求；从河流水文过程、化学过程着手，发挥污染负荷满足容量、水功能区水质达标以及水质维持和改善功能，实现“清洁”的目标，对河流污染物量与质提出要求。

6.3 廊道构建策略

6.3.1 城市和农村河流的修复不能一概而论，污染类型、建设景观、防洪要求等均不一致。城市人居和乡村人居环境对河道要求不同，将河流分为城市和乡村河段，其中乡村河段为流经乡（镇）级别行政区域内的河段，其余为城市河段。无论是乡村河段还是城市河段，在能满足防洪要求的前提下，应尽量维持原状，保持合理的植被搭配，既能提供栖息地又能发挥河流的自净功能。

6.3.2 河流廊道横向空间可划分为水域带、岸线带、缓冲带3个部分，生态修复时应先分开后结合考虑。水域带重点考虑水质状况、贯通性等；缓冲带为位于高地植被带与河水域间的生态过渡带，多由植被带构成；岸线带的功能主要是自然保护、社会保护和休闲娱乐功能。拥有独特地理位置和水动力条件的河岸带潜流层是生物繁殖、栖息以及避难等的场所。

6.3.3 河流廊道所受胁迫不同，山区整体生态状况较城市群好，城市群之间的胁迫也各不相同。四大过程不同修复策略对应了廊道生态服务功能保障程度，即保护、修复和重建策略分别对应了最大程度保留现状服务功能、有条件修复主要服务功能和按资

源下限重新确定最低服务功能要求；体现在空间结构尺度上分别为最大程度保留现状廊道空间结构、按主要服务功能确定空间结构和按资源下限重新确定最低服务功能要求。

6.3.4 确定贯通、安全、清洁和美丽的服务功能目标，以及二元（乡村与城市河段）三带（水域带、岸线带、缓冲带）三策略（保护、修复、重建）的空间结构要求按照定位保护和胁迫程度进行服务生态功能保障程度确定，详见附件 A。

6.3 河流廊道指标阈值确定

6.4.1 河流宽度。指河流廊道中水域部分的宽度。河流廊道同一横断面中水域的宽度会随着断面流量大小的变化而改变，同时河流水文过程存在周期变化的特性，会使得河流廊道流量大小不断变化并具有周期性，因此河流宽度不是固定的，也是周期性变化的。

a) 在河流廊道的构建中，河流常态状态下的宽度与洪水状态下的宽度具有很重要的指导作用。前者反映了河流廊道水域景观的规模，可以分析出河流廊道的现状特征；后者体现了河流廊道中洪水作用的强度，是河流廊道防洪功能设计的重要依据。

b) 天然河流或乡村河段。河流较为健康，常态河流宽度可取河道主河槽的宽度，洪水状态下河流宽度可取河流防洪要求下的河面宽度。

c) 人工河流或城市河段，河道断面往往渠道化，河道流量过程基本上完全受到人为控制，常态水域宽度可取渠道槽宽或者某一非洪水期的河流宽度，洪水宽度可取设计流量下的水面宽度。

6.4.2 缓冲带宽度。缓冲带是指位于高地植被带与河流水域间的生态过渡带，多是由植被带构成，也叫做河岸植被缓冲带，其外边界也是河流廊道的外边界。

a) 根据河流廊道的横向描述，缓冲带一般位于河漫滩和高地过渡带组成的区域，其外边界衔接高地过渡带的外边界，但内边界不一定会达到河漫滩的内边界，也可位于河漫滩内部。

b) 影响发挥缓冲带生态服务功能的因素有很多，如缓冲带植被搭配类型等，缓冲带生态功能的正常发挥与宽度密切相关，适宜的宽度直接影响其功能的有效性。推荐的不同生态功能对应的缓冲带宽度阈值范围见附件 B 所示。

6.4.3 曲度。河流廊道的曲度是指河流的弯曲程度。

a) 河流弯曲度的衡量方法有很多，如河流河湾的数目、弯道的中心角度以及河道弯曲率等，本标准以河道弯曲率计算曲度，计算公式如下：

$$R=S/L$$

式中：R-河流的弯曲率，无量纲；S-河道上下断面间的河流距离，m；L-上下断面间的直线空间距离，m。

b) 当弯曲率值在 1.0~1.05 时，河流属于顺直型河道；当弯曲率值 1.06 至 1.29 时，河流属于微弯型河道；当弯曲率值在 1.3~3.0 时属于蜿蜒型河道。而弯曲大于 3.0 的河道，基本上是在河道中存在多组滩地或河道分叉。弯曲率在 1.3~3.0 的蜿蜒型河道是上分布最广的河道形态。

c) 天然河流或乡村河段的防洪要求相对较低，河流廊道尽量保持或修复为微弯型河道和蜿蜒型河道；人工河流或城市河段防洪要求相对较高，顺直型河道形态保障过流能力，发挥防洪功能。

6.4.4 生态水量。生态水量指维系某一水域生态系统的基本生态功能所需的水资源量，确保生态水量是保护河流廊道生态系统功能的有效措施。生态水量阈值的确定参考执行河湖生态环境需水计算规范或选择相应的技术规范。

6.4.5 河流阻隔节点。目前河流干支流内存在大量闸、坝等建筑物或设施，形成河流阻隔节点，改变了河流的纵向连续度。

a) 建筑物下游形成减水段或断流，闸坝拦蓄不但阻断了河流中生物通道，同时也影响了上游营养物质的向下输移，增加了河流生境的破碎化程度，造成河流生态系统组成、结构和功能的改变。

b) 本标准以河流廊道单位距离内建筑物或设施数量表征河流廊道纵向连通性，反映河流阻隔节点状况，计算公式如下：

$$Con=Hs/L$$

式中： Con -河流廊道纵向连通度，无量纲； Hs -河流廊道内建筑物或设施数量，个； L -河流廊道沿线距离，100 km。

c) 天然河流或乡村河段的人工干扰相对较低，河流廊道尽量保持或修复为纵向连通度 $Con < 1$ ，河流阻隔节点数 < 1 个/100km；人工河流或城市河段的人工干扰相对较高，河流廊道尽量保持或修复为纵向连通度 $Con < 1.2$ ，河流阻隔节点数 < 1.2 个/100km。

6.4.6 生态扩展区。河流廊道沿线未开发利用或耕地、地势相对低洼和补给渠系完善的区域（包括蓄滞洪区），是河流廊道生态扩展区。

a) 土地利用情况按照中科院土地利用覆盖分类体系分为耕地，林地，草地，水域，城乡、工矿、居民用地和未利用土地六大类，其中将河流廊道两岸 5km 内未利用土地和耕地作为潜在生态扩展区进行识别。

b) 采用 RS 技术，通过高精度遥感影像，结合未利用土地水系连通及耕地灌排体系情况，精确定位耕地、洼地、沟渠、河道的位置、长度、面积，结合渠系布置和洼地分布的相对关系，识别出距离渠系较近且能够实现顺向补给的洼地位置。

c) 基于数字高程模型（DEM）自动提取包括计算流向、累积流向、水系分级以及汇水网络，基于水流方向识别洼地区域，识别方法见附件 C，

d) 为有力支撑河流廊道构建和生态空间拓展，推荐的生态扩展区面积应占识别出的潜在生态扩展区 60%以上。

6.4.7 水质目标。我国对境内的绝大多数河流都进行了水功能区划分，明确了各条河流、不同河段的水质等级要求。河流廊道分段水质目标的确定可参考执行水功能区划、水环境功能区划或选择相应的技术规范确定。

6.4.8 污染负荷消减量。实地采样调查流域现状污染负荷，通过水量计算，了解现状水平年流域内的污染负荷；通过全国水功能区划，确定未来状态下的水质状况，并模拟出设计水平年的水量，计算环境容量，进而得到河流廊道的污染负荷消减量。污染负荷消减量的确定参考执行水域纳污能力计算规程或选择相应的技术规范。

附录 A
(资料性附录)

为实现贯通、安全、清洁和美丽的服务功能目标，各结构要素相应二元（乡村与城市河段）三带（水域带、岸线带、缓冲带）三策略（保护、修复、重建）的指标阈值范围统计如表 1 所示。

表 1 河流廊道构建指标体系及阈值表

目标	指标	指标要素	二元	三带	三策略	指标阈值范围
贯通、安全、清洁、美丽	宽度	河流宽度	不区分城乡河段	水域带	现状水量能够满足设计的目标，则实行“保护”策略，否则重新计算水量与河流宽度之间的关系	随断面流量周期性变化
		缓冲带宽度	乡村河段较城市河段较宽	缓冲带	现状缓冲带能够满足功能要求，实行“保护”策略；现状缓冲带受到破坏而无法满足全部功能，实行“修复”策略；现状缓冲带受到严重破坏，实行“重建”策略。	不同生态功能对应的缓冲带宽度阈值不同，见附件 B
	曲度	河流弯曲率	区分城乡河段	岸线带	当流域防洪任务较重，曲度在河道堤防未进行加固或扩建的情境下，不做改变，实行“保护”策略	乡村河流保持或修复为微弯型河道和蜿蜒型河道；城市河可保持顺直型河道形态保障防洪功能
	连通性	生态水量	不区分城乡河段	水域带	根据河流现状及廊道构建策略进行河流管理等级分类，未经改造且基本上是自然的条件，对应策略中的“保护”策略，人为活动对河流的中度影响，对应策略中的“修复”策略，重度影响，对应策略中的“重建”策略	生态水量阈值的确定参考执行河湖生态环境需水计算规范或选择相应的技术规范
		河流阻隔节点	区分城乡河段	水域带	打通阻隔节点，保障河流廊道贯通	乡村河流阻隔节点数<1个/100km；城市河流阻隔节点数<1.2个/100km。
		生态扩展区	大部分属于乡村河段	缓冲带	修复和重建，针对未开发利用或耕地、相对低洼和渠系能够补给作为识别潜在生态扩展区域	应占识别出的潜在生态扩展区 60%以上
	内环境	水质目标	不区分城乡河段	水域带	现状状况达到设计目标的实行“保护”策略，现状状况劣于设计目标的进行污染负荷消减核算，严格控制排入各河段的点源面源污染负荷。	可参考执行水功能区划、水环境功能区划或选择相应的技术规范确定
		污染负荷量	城市河段往往污染较重	水域带	将现状水质与目标水质状况作比较，现状满足水质目标，实施“保护”策略；现状劣于水质目标，需要对点源面源污染负荷进行消减	污染负荷消减量的确定参考执行水域纳污能力计算规程或选择相应的技术规范

附录 B
(资料性附录)

河流廊道缓冲带宽度的影响效应的研究成果很多，推荐的河流廊道缓冲带宽度和功能间的关系如表 1。此外，研究也表明，当缓冲带宽度低于 12m 时，内部植被多样性很低；为 10m~20m 时，能够加固土质堤岸；当宽度为 45m 时，植被带的湿度与温度影响最为显著；当宽度为 20m~150m 时，能够改善河漫滩地的蓄水能力，截留地表径流，降低洪峰流量；当缓冲带宽度为 600m~1200m 时，能够形成丰富的、自然的景观；当缓冲带宽度大于 1200m，才能在植被带中才能形成真正意义上的内部生境。

表 1 缓冲带宽度阈值范围

功能	说明	宽度 (m)
水土保持	截获 88% 的从农田流失的土壤	18.28
	防止水土流失	30
	减少 50%-70% 的沉积物	80-100
	减少 50%-70% 的沉积物	80
	控制沉积物	23-183.6
防治污染	控制养分流失	30
	过滤硝酸盐	16
	过滤污染物	30
	控制 P 流失	30
	控制 N	30
其他	降低环境温度 5-10°C	11-24.3
	增强低级河岸稳定性	30
	降低环境温度 5-10°C	23-38
	产生较多碎屑，为鱼类提供多样的繁衍场所	31
	为鱼类提供有机碎屑	11-200
	控制水体浑浊度	15

附录 C
(资料性附录)

洼地地形及区位识别可基于数字高程模型 (DEM) 自动提取包括计算流向、累积流向、水系分级以及汇水网络等在内的流域数字水系信息是实现水系制图和分布式水文模型数值模拟的前提。基于水流方向的洼地区域识别方法可借助 D8 算法。在 3×3 的窗口中, 对中心栅格与周围栅格高程差值进行对比, 利用最大坡降的方法来判断中心栅格的水流方向, 也就是常用的 D8 算法。该算法是根据栅格 DEM 单元格和周围相邻 8 个单元格之间的最大坡度方向来确定水流方向。D8 算法具有简单、易于实现、算法执行效率高的优点。具体操作过程为: 首先比较窗口中心网格与周围 8 个网格之间的高程值, 如果中心网格的高程值均小于或等于周围 8 个网格的高程值, 则该中心网格将被标识为洼地, 移动窗口对下一个网格进行同样的判断。这样连续扫描整个 DEM 后, 就完成了对洼地的识别。

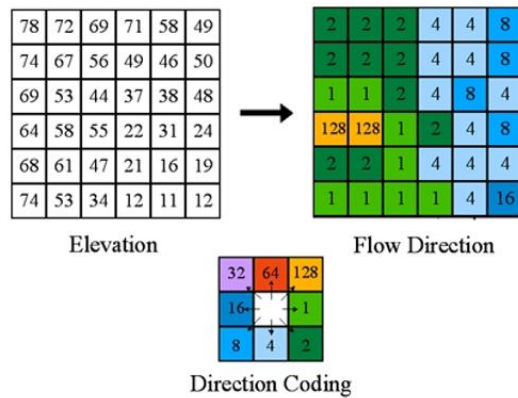


图 1 D8 算法示意图