



Watershed ecosystem restoration and adaptive management

Prof. B. Larry Li

University of California, Riverside, USA



流域生态系统修复与适应性管理

Watershed Ecosystem Restoration and Adaptive Management

Prof. B. Larry Li, University of California-Riverside

(美国加利福尼亚大学河滨分校 李百炼)

Dr. Yegang Wu, U. S. Eco-Development Group

(美国伊科集团 伍业钢)

流域生态系统

流域 (watershed) , 指由分水线 (岭) 所包围的河流汇水区。

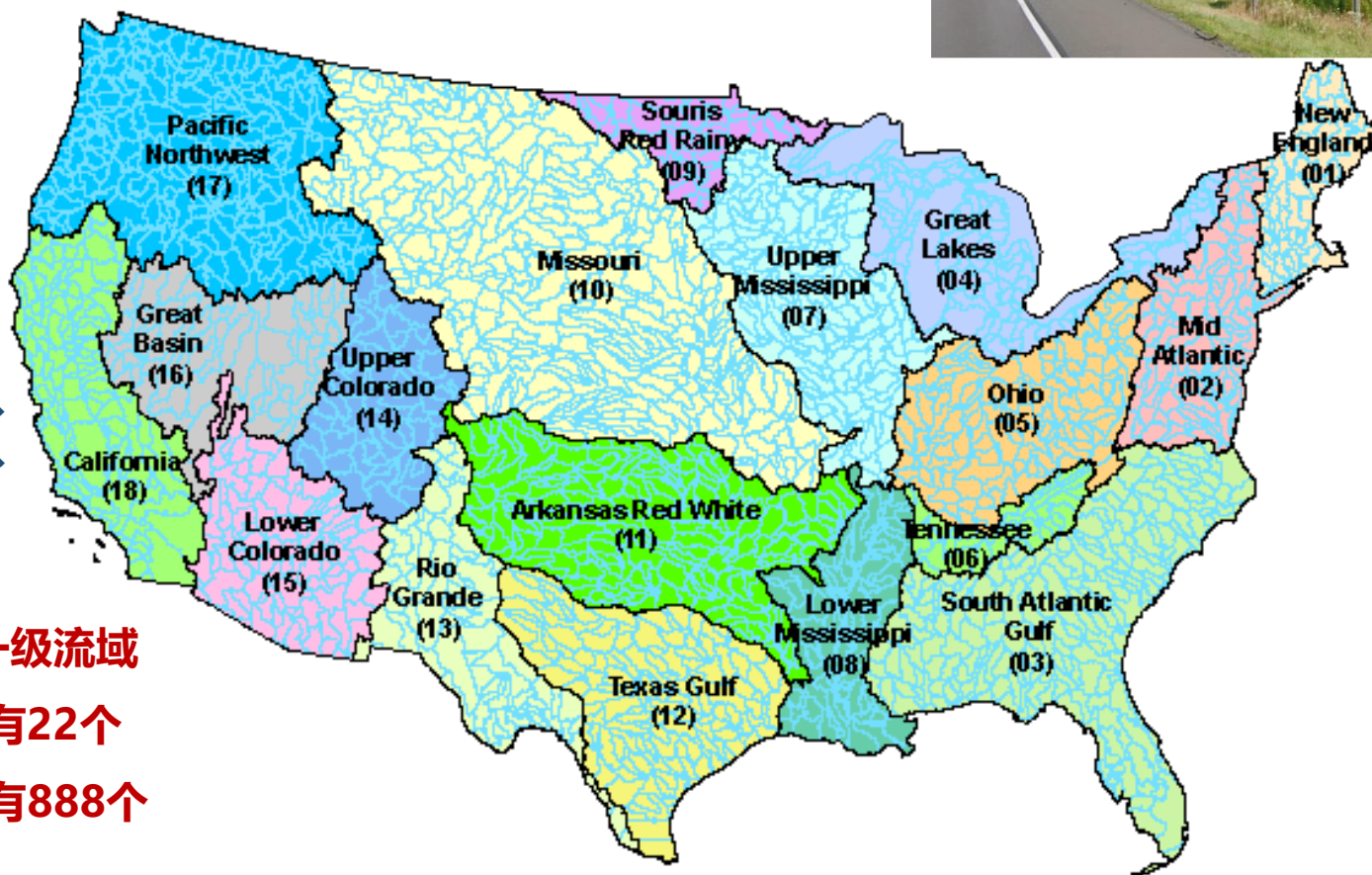
- 是一个有边界的水文单元。
- 是一个生态系统单元。
- 是一个社会—经济—政治单元。
- 是一个可以对自然资源进行综合管理的单元。
- 是一个生命系统。

包括流域边界、河川、湖泊、径流、湿地、森林、雪山、冰川、冻土、土壤与母质基岩、动植物、微生物以及人类城市社会经济成分。

以流域为尺度

- 流域管理是高于行政区域管理的机构
- 流域管理包括水资源、水质、湿地、森林、土地利用性质、城市开发等管理权

- 美国48个州划分出8个一级流域
- 美国48个州的二级流域有22个
- 美国48个州的三级流域有888个



生态学原则：

生态承载力： 可塑性、自净能力

生态系统关系： 功能、结构、空间格局、生态系统服务

生态可持续性： 最大的经济利益、长远生态效益

师法自然生态修复： 模拟自然,尤其是地形,地貌,水文,生态等,构建人与自然和谐,依靠自然,人工促进的生态修复过程

流域生态系统的生态承载力、生态关系、生态可持续性

流域水系环境容量决定，污水处理厂尾水必须优于四类水标准排放

中国全年雨季和旱季TN、TP排放量（包括城市和乡村）及
全国流域雨季和旱季总降雨地表径流量

总地表径流: 27,115 亿 m³

全年尾水TP排放量为 4,128 吨、TN为 82,560 吨

雨季地表径流: 22,505 亿 m³ (83%)

雨季地表水污染物含量: TP (0.1) , TN (1.8)

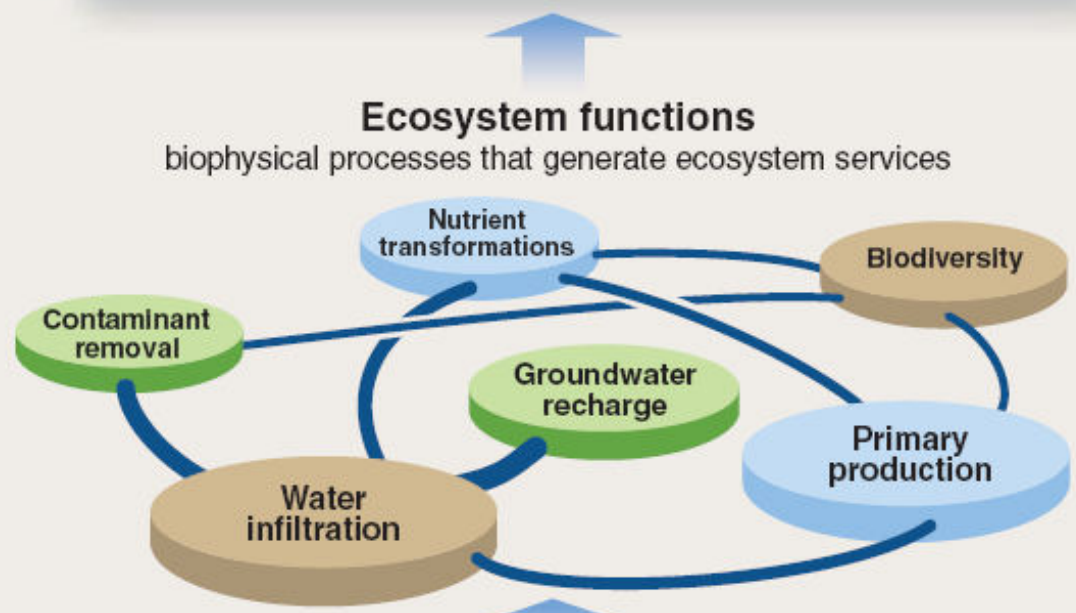
旱季地表径流: 4,610 亿 m³ (17%)

旱季地表水污染物含量: TP (0.44) , TN (9.17)

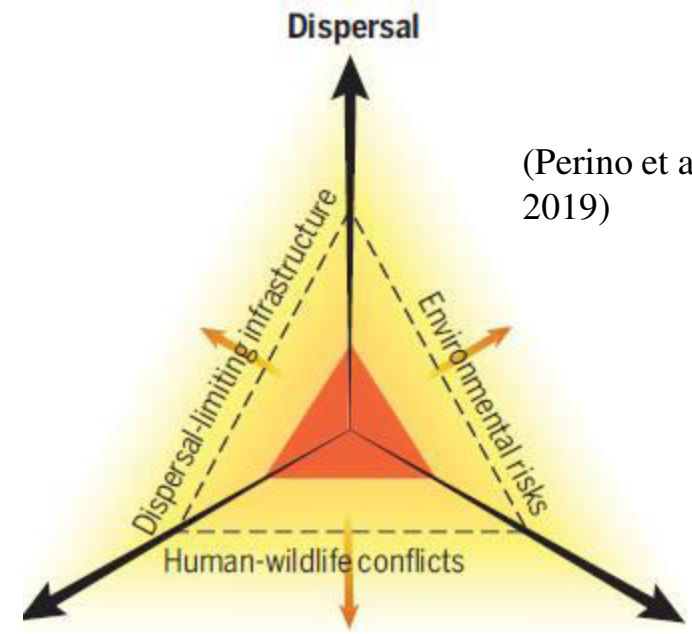
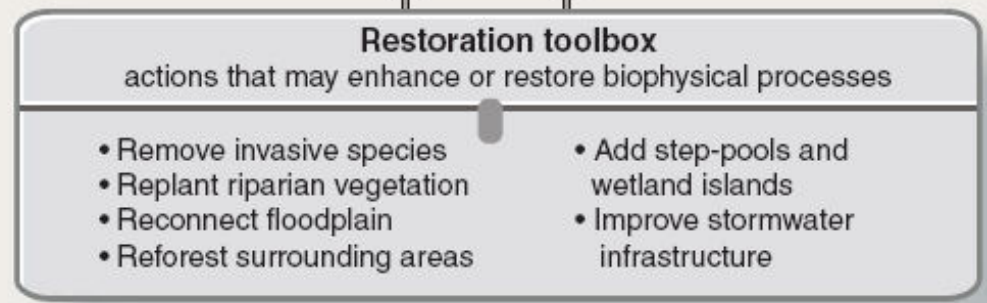
Water Quality	I	II	III	IV	V	WasteWater Treatment A	WasteWater Treatment B
COD	5	10	20	30	40	50	60
TN	0.2	0.5	1	1.5	2	15	20
TP	0.02	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1

水生态治理工程的三个层面

污染治理：劣5类到5类， 1:1
自净化能力恢复：5类到3类， 2:2
生态系统修复：3类到1类， 4:4

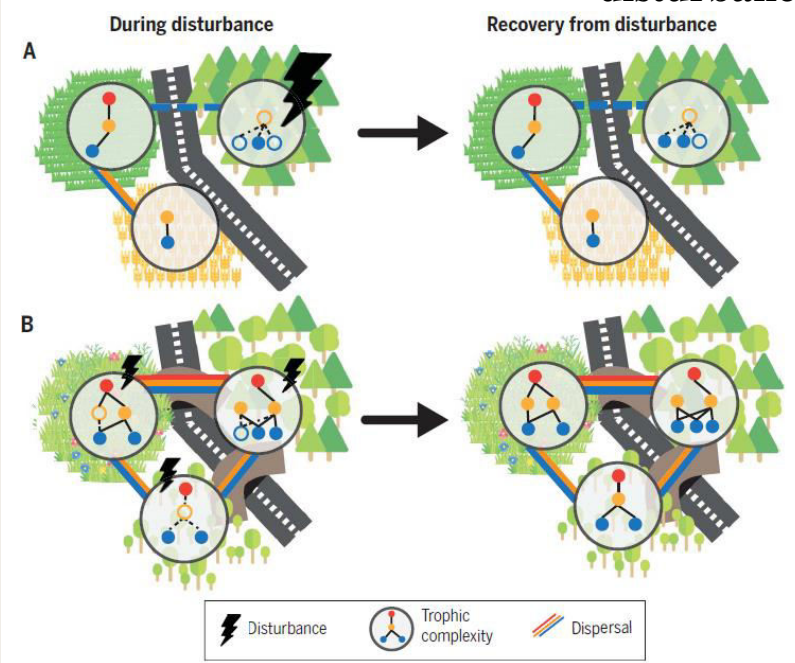


(Palmer 2009)



Trophic complexity

Stochastic disturbance



师法自然生态修复

**模拟自然,尤其是地形,地貌,水文,
生态等,构建人与自然和谐,依靠
自然,人工促进的生态修复过程**

(Li, 2000; Bugosh, 2009; Zhang and Li, 2011)



“师法自然生态修复方法” 发明专利



发明“师法自然生态修复方法”专利，通过水系、植被、地形和表土等自然要素独特属性，利用生态系统自我恢复能力并适当辅以人工措施，使遭到破坏的生态系统逐步恢复并向良性循环方向发展。

流域生态系统的整体健康决定水生态安全

生态学家和政府管理者共同创建了有效的流域生态修复解决方案，由于综合考虑了整个流域不同的生态系统和许多利益相关者的诉求，最终该生态修复工程仅用了14亿美元实现了流域水系一类水水质，事实证明这些生态修复的方案是成功的。流域内经过逐级自然净化的水直接进入了城市供水管道，在进入千家万户前只需加氯消毒后便可直接使用。政府节省了开支，城市居民喝上了流域生态安全水，实现了共赢。

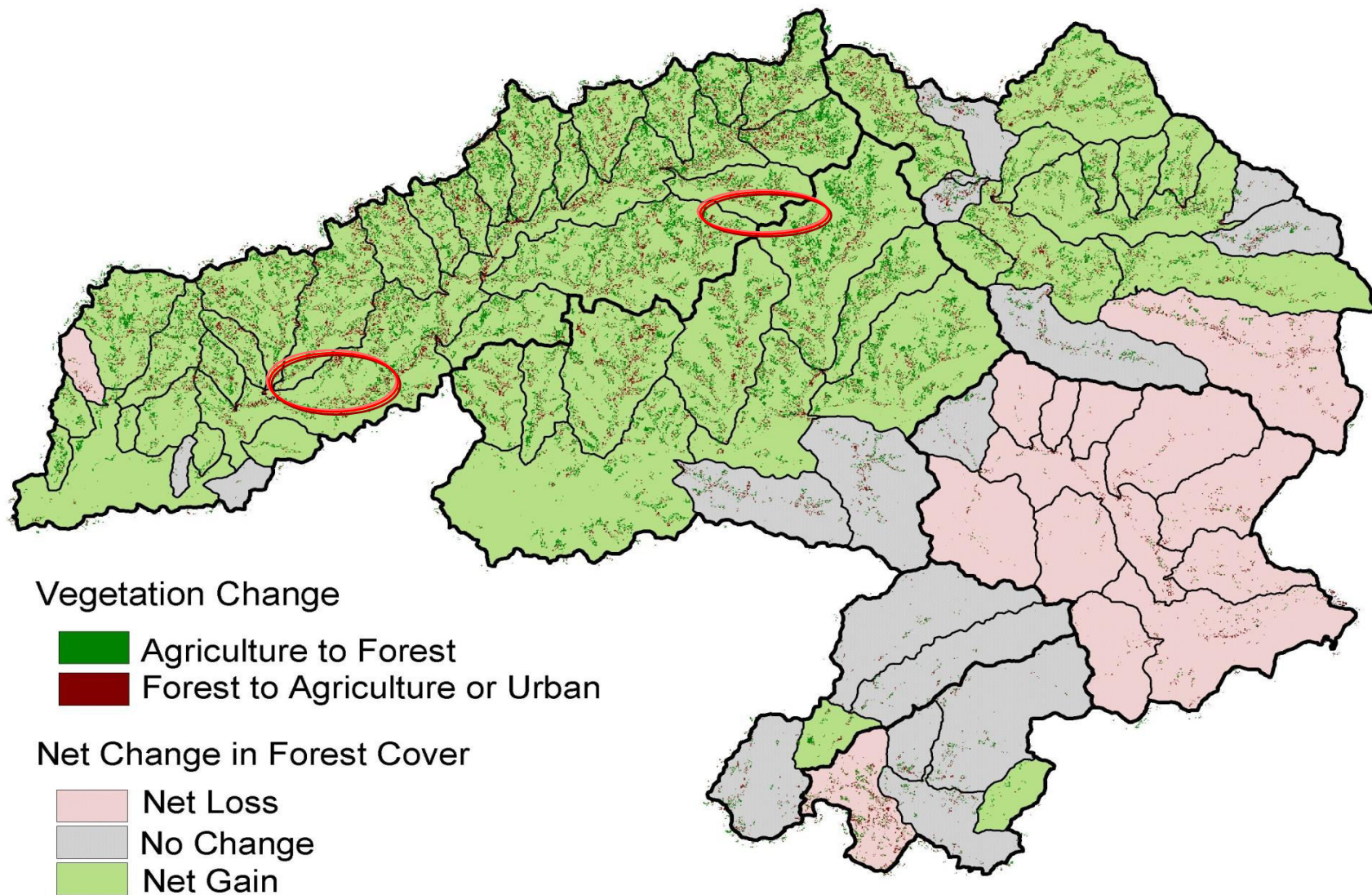
政府与流域生态学家经过反复研究和论证，决定通过流域生态修复的具体举措，保证流域内水系湖泊的水质达到一类水的水质标准生态修复目标。具体工程包括以下几个方面：

- (1) 上游河流水系的生态修复、水岸林和湿地的保护、河流自然形态的保护。
- (2) 流域内饲养业污染的控制、畜牧场排泄物的利用及有机肥的生产，畜牧场周边植被的保护，全面防止面源污染。
- (3) 流域植被的恢复，森林、草地、湿地的恢复，实现对农业污染的削减与断绝。
- (4) 消除各种工业和城镇的点源污染。
- (5) 教育公众，提高保护水资源安全，保护水质人人有责。

流域生态系统是一个整体

治水先治坡、修复水生态系统关键在修复陆地生态系统



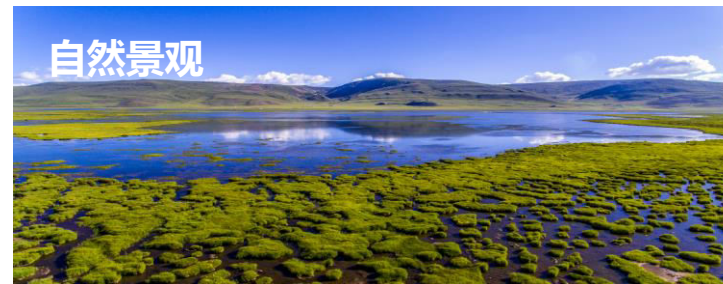


Landscape trends information helped save NY several billion dollars through a strategic land purchase rather than man-made filtration

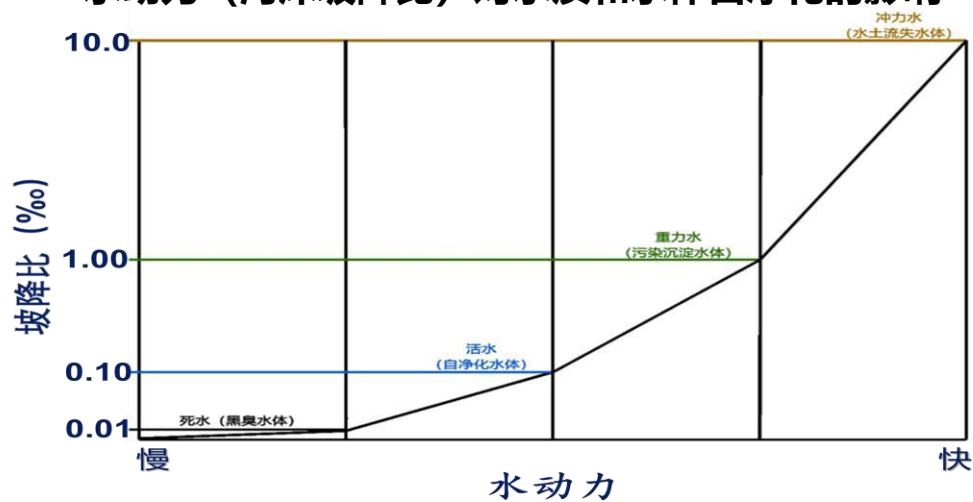
绿水青山的生态技术



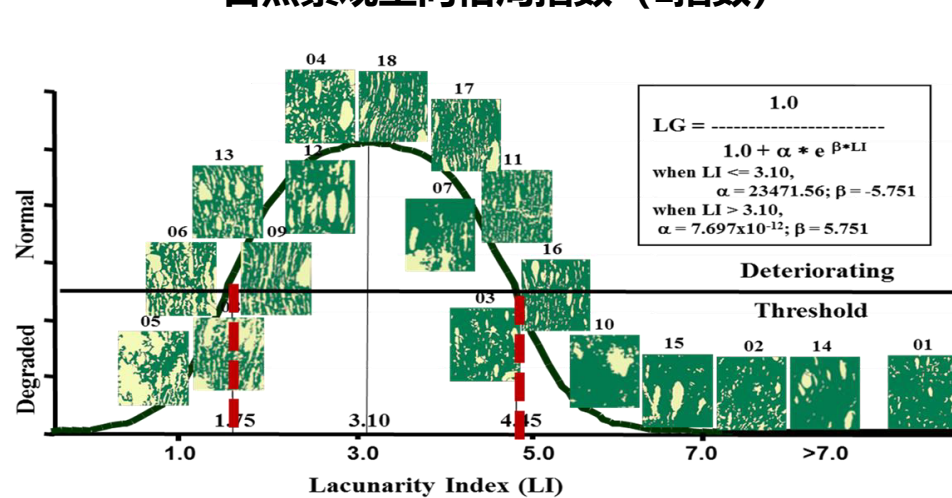
3. 流域生态系统修复必须效法自然



水动力（河床坡降比）对水质和水体自净化的影响



自然景观空间格局指数 (L指数)



水系生态治理技术路线：以水动力为基础 (河流弯曲度、坡降比、水流速度、自净化功能)

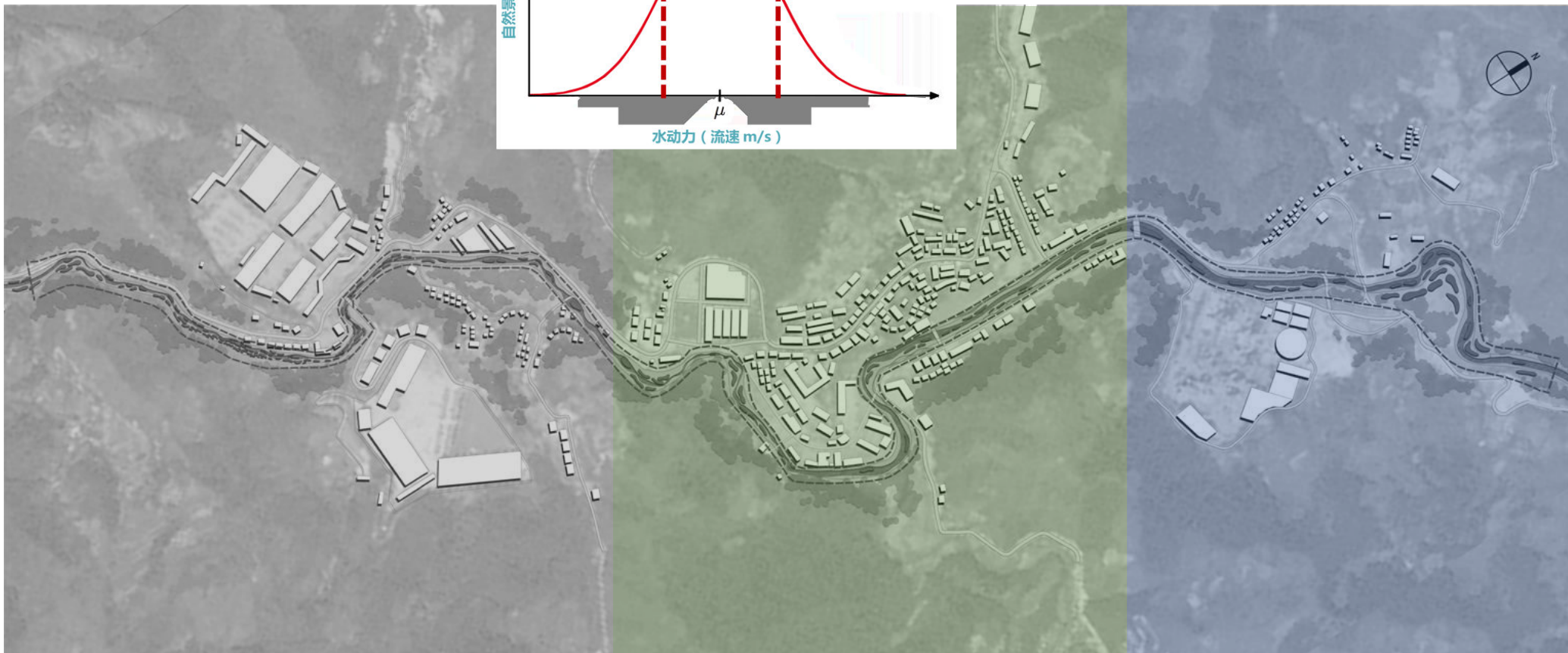
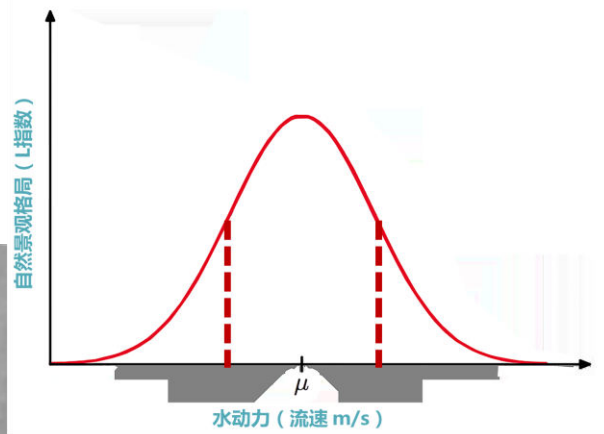
峦山拥翠，曲水汇江——一条山环水绕的生态廊道



将山川汇水灵动自由的曲线提炼出来，强化山、水、河滩的自然景观结构，打造山水环抱、生机盎然的自然景观空间，营造一个生动的自然山林、郊野体验生态廊道。



水系生态治理技术路线：以水动力为基础 (河流弯曲度、坡降比、水流速度、自净化功能)



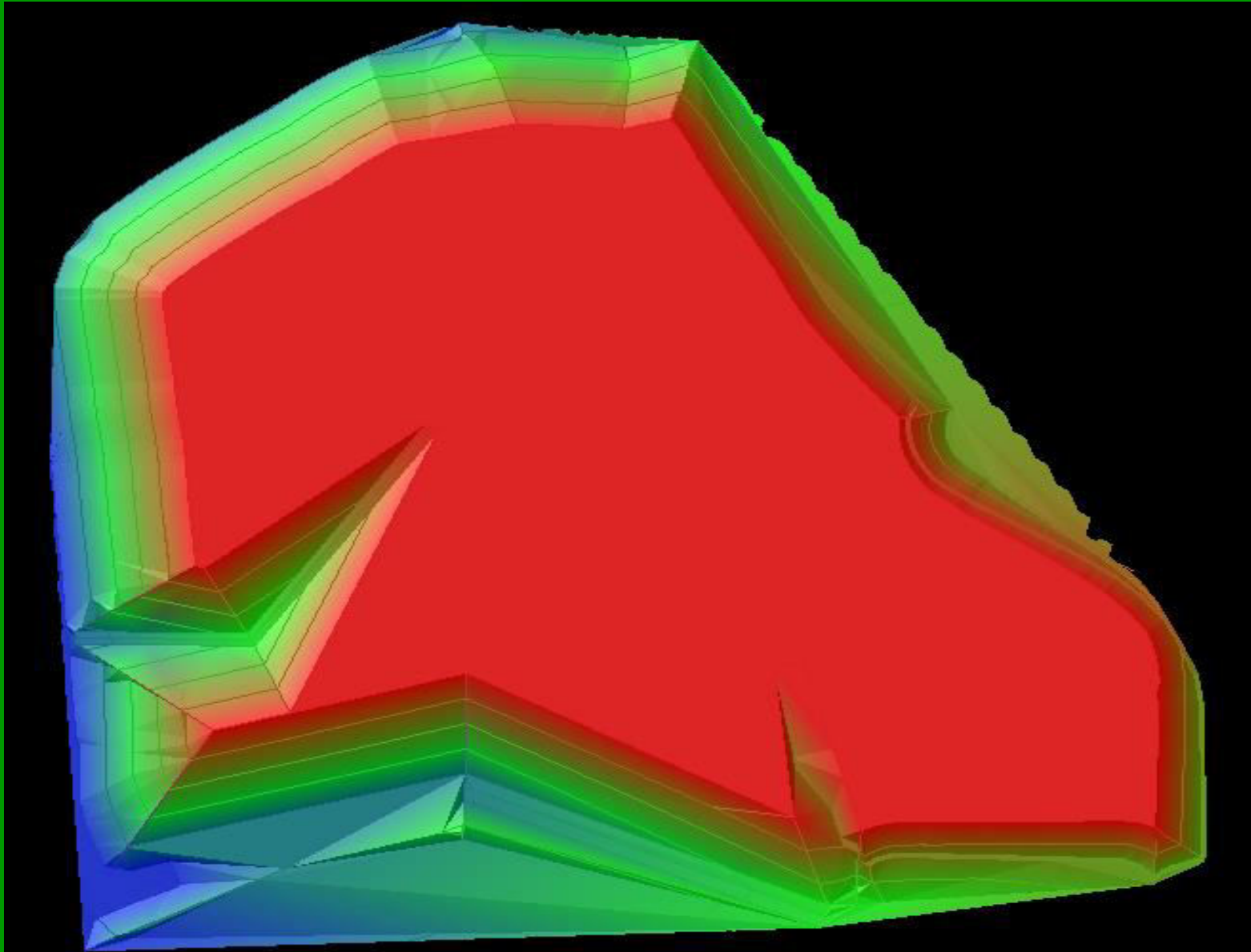
郊野段

城镇段

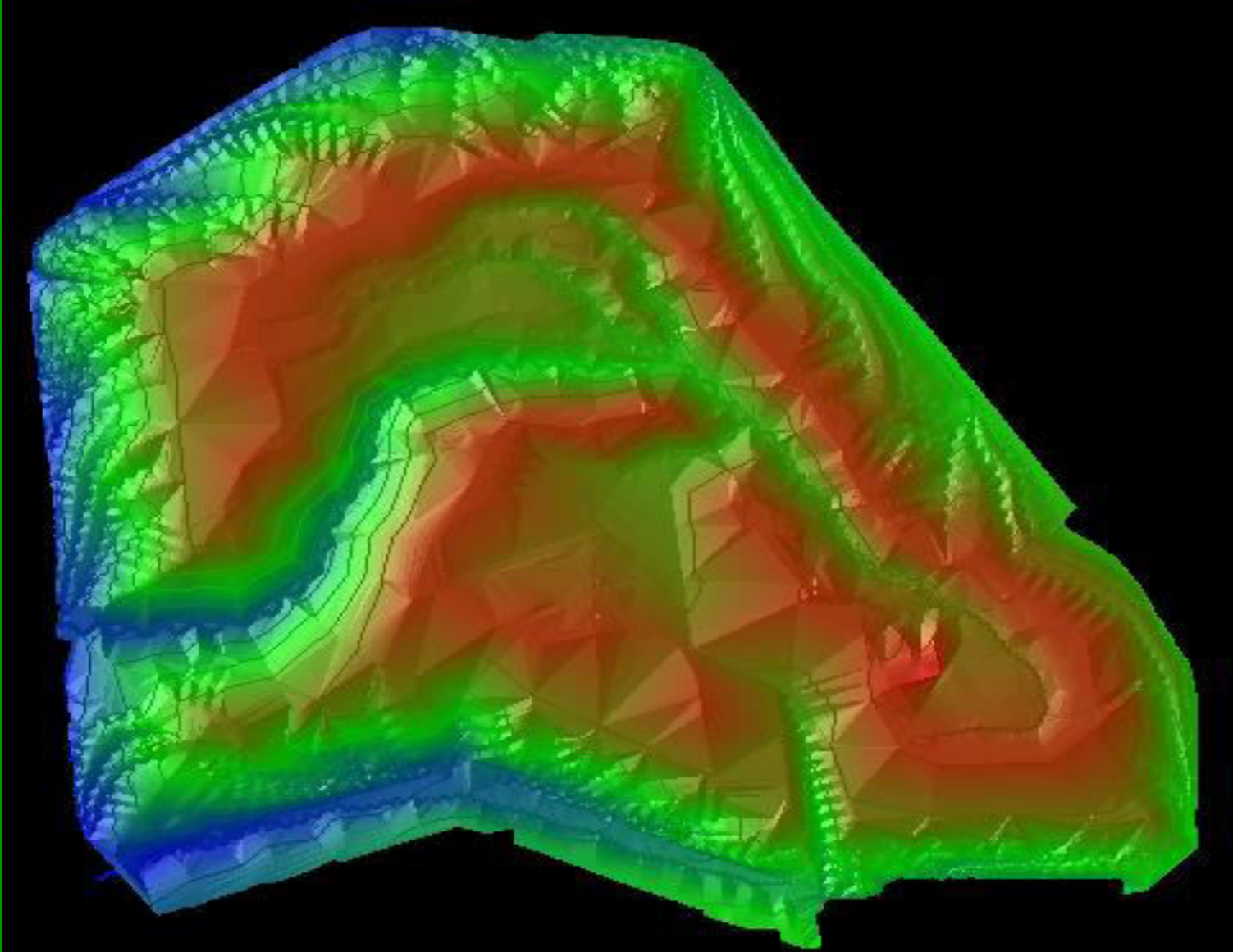
入库湿地

Satisfy desires for natural appearance?

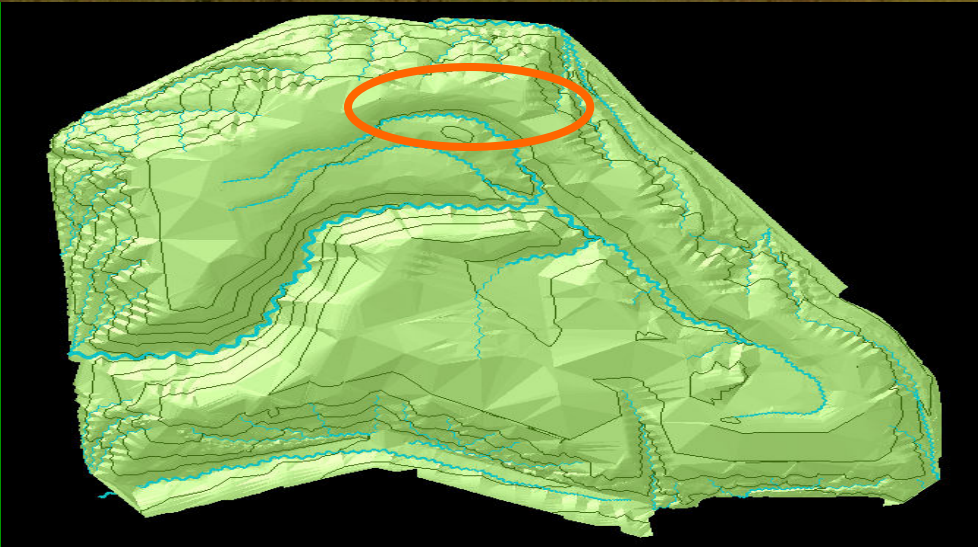
传统方式



Satisfy desires for natural appearance? 师法自然的韧性设计

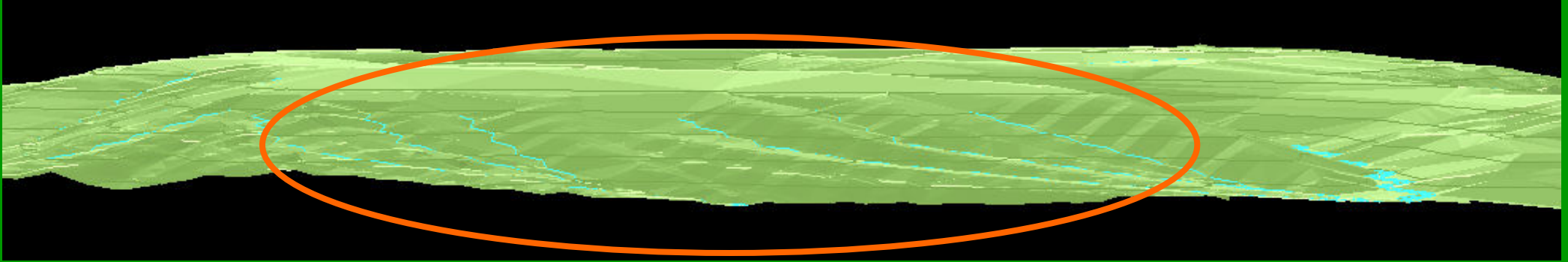


Satisfy desires for natural appearance? Low-gradient channel, buses for scale



a constructed example
with very similar
dimensions to circled
area

**Satisfy desires for natural appearance?
师法自然的韧性设计 steep slope channels**



**Constructed example with a design very similar to
circled area**



神定河示范段治理前后对比

■ 驻场施工

2014年在李百炼院士、王浩院士的指导和伍业钢博士的带领下，针对国家南水北调中线工程：十堰市五河流域综合治理项目中，团队从前期策划、规划、设计到施工一直跟进，施工期间团队驻场一个月，保证了南水北调中线工程水源地“一泓清水永续北送”的伟大使命。

我们的治理理念：以水动力为基础，以水质为目标，以工程技术还原自然生态系统，以模拟模型量化工程措施。经过科学的规划设计和高效合理的施工落地，项目完工后历经1-2年的生态修复，如今项目地已经恢复了生机，水变清了（从黑臭水体治理为三类水），环境变美了，深受当地居民好评，由于项目的成功落地，因此吸引各地领导来此考察学习。

神定河段经过综合治理后水质从原先劣五类达到如今三类水质



2017年12月9日荆门漳河新区领导来此考察学习



驻场现状



2014年10月央视对伍业钢博士进行现场采访



2014年10月河道生态治理施工现场

■ 改造前后对比（修复河道河床的自然形态，效法自然的生态治理工程）



■ 改造前后对比 (以水动力为基础、以水质为目标的生态治理)

改造前



改造后



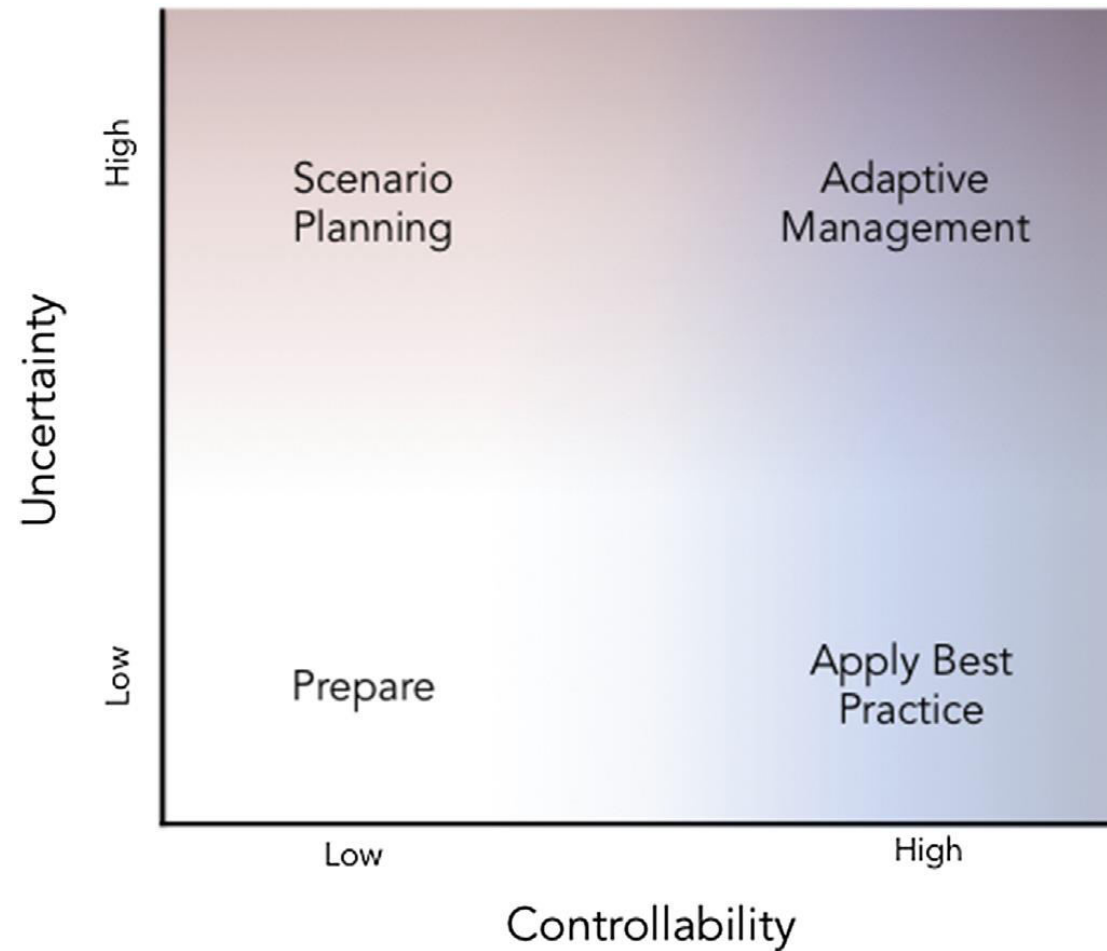
改造前



改造后



Adaptive management should be invoked when controllability and uncertainty are both high (modified from [Peterson et al. \(2003\)](#)).



ADAPTIVE MANAGEMENT

- Adaptive management is the process of incorporating new scientific and programmatic information into the implementation of a project or plan to ensure that the goals of the activity are being reached efficiently.
- Adaptive management promotes flexible decision-making to modify existing activities or create new activities if existing programs are not meeting set goals, or if new circumstances arise (e.g., new scientific information).

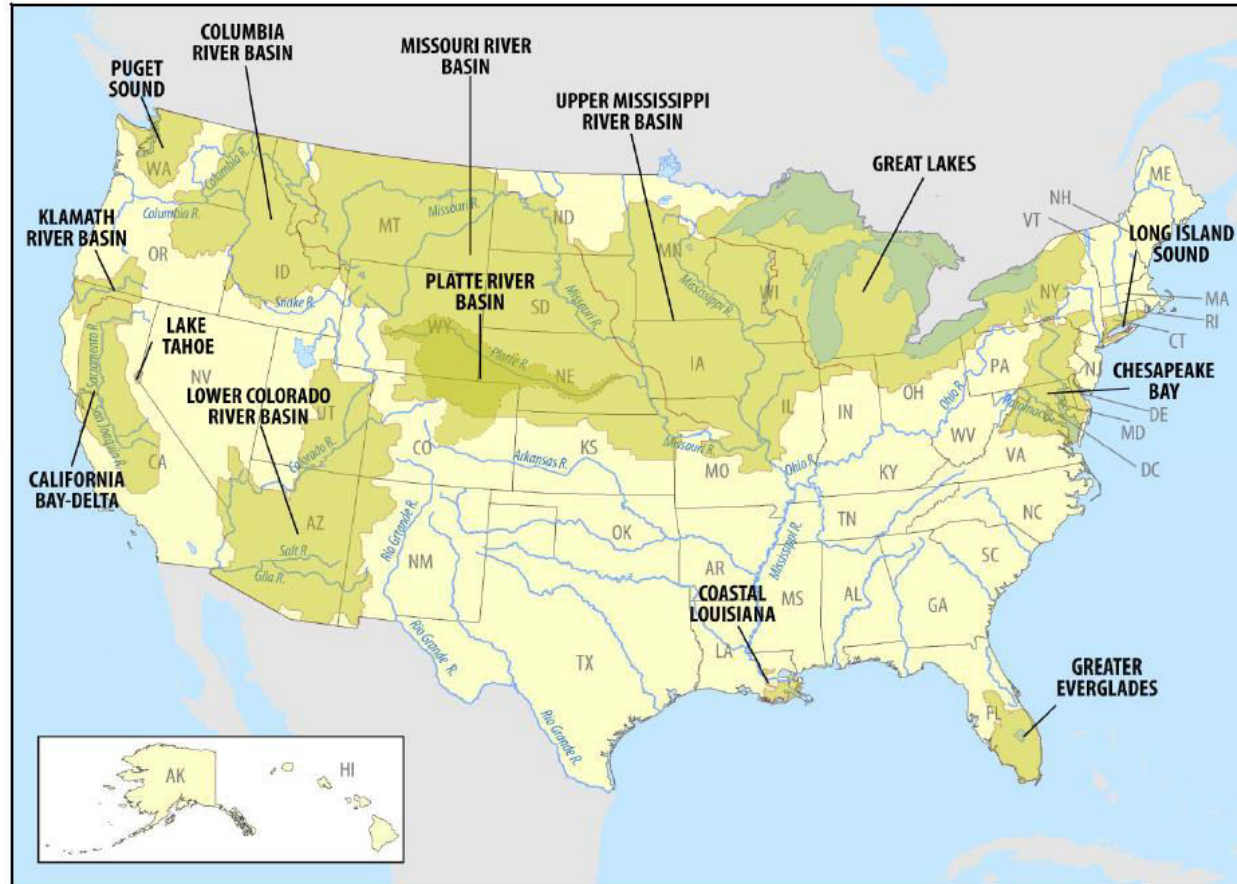
The adaptive management cycle



- **Objectives for restoration.** A program or project needs targets or goals to be adaptively managed. For some initiatives, this may simply be a broad desired outcome, while others may utilize quantitative goals or objectives set for intervals (e.g., two-year intervals) or as a final objective.
- **Model(s) of the system being managed.** One or more models may offer insight into fundamental processes. These models may in turn be informed by additional monitoring or experimentation and inform project or management regimes (see below).
- **Scientific experimentation and monitoring.** Experiments test a range of approaches to achieving goals periodically during the implementation of the program or project. Monitoring is used to measure the effectiveness of individual projects as well as overall progress toward achieving goals.

- **Management options.** A range of management options that achieve or contribute to achieving objectives is necessary to conduct adaptive management. These options may be complimentary or in competition with one another, and provide an outlet for experimentation and monitoring.
- **Stakeholder input.** Many adaptive management programs incorporate some level of stakeholder input into their processes. For example, stakeholders can serve on committees that identify projects and programs that are to be adaptively managed and on committees that evaluate the results of adaptive management and make recommendations to decision-makers.
- **Mechanism to incorporate change.** Once adaptive management has produced results or preliminary recommendations, a policy or mechanism for implementing changes is necessary. This can be in several forms, including unilateral decision-making, committee votes, or authorizing legislation.

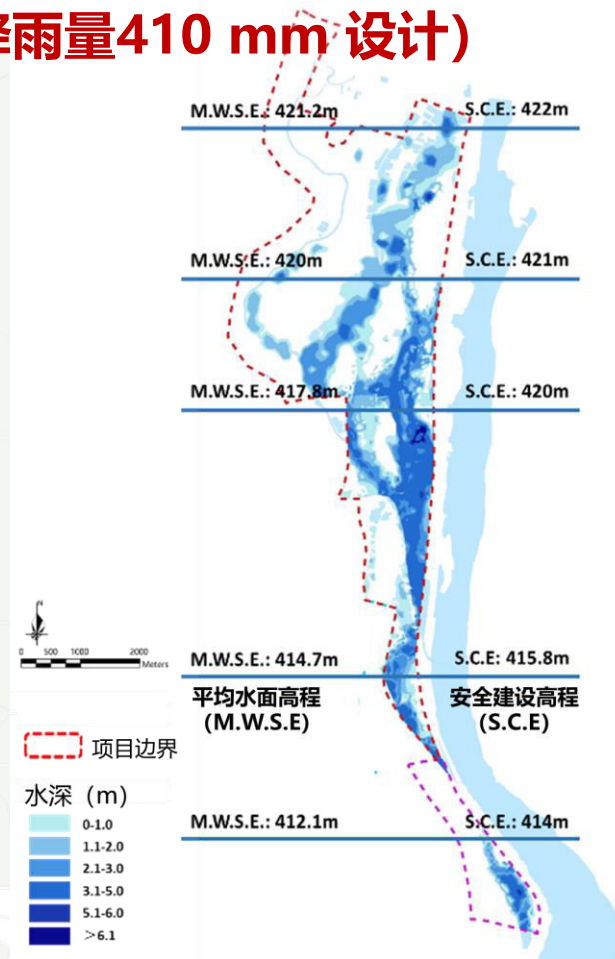
Major Ecosystem Restoration Initiatives Utilizing Adaptive Management



全球气候变化将是未来流域生态系统治理, 城市发展最重要的挑战

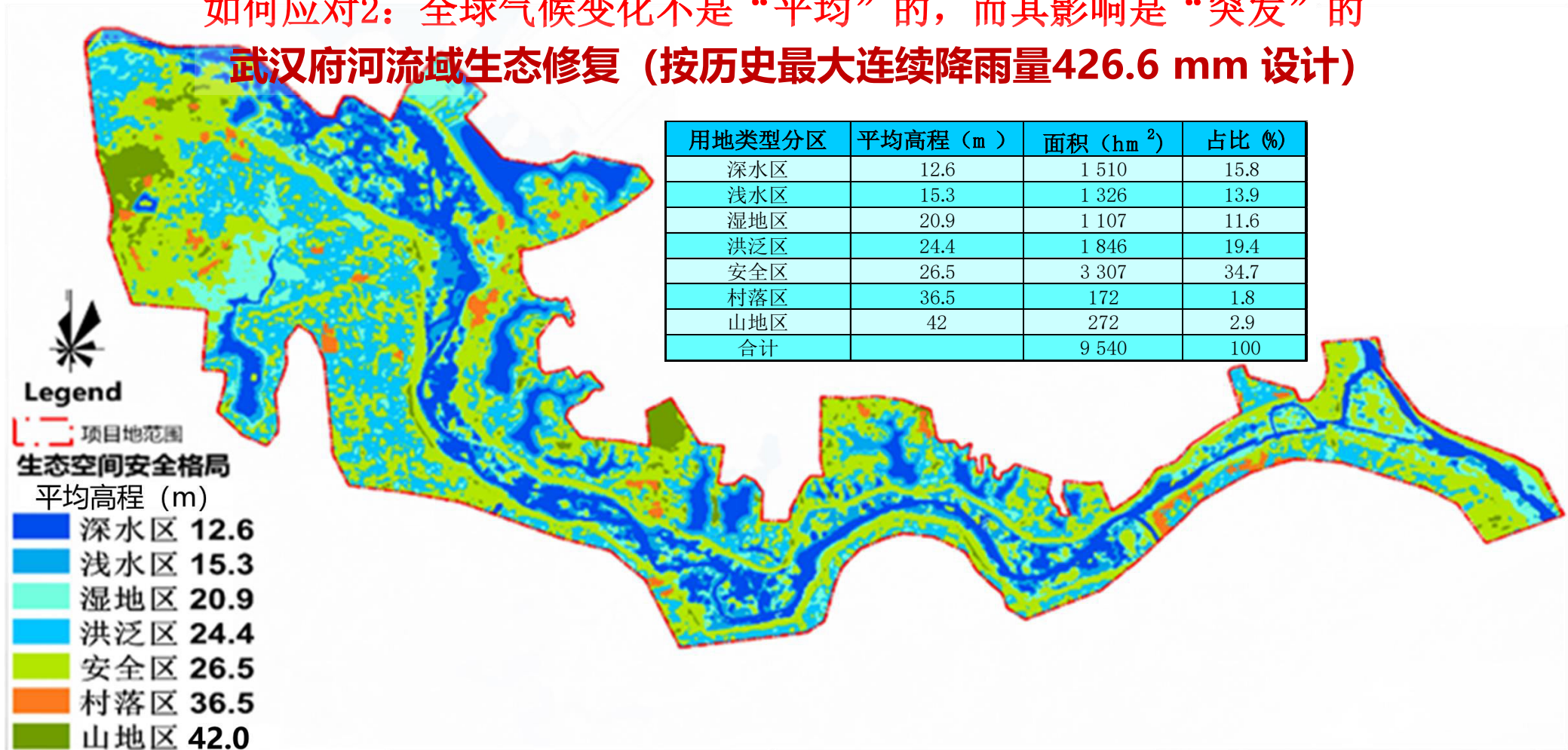
如何应对1: 全球气候变化是“全球性”的, 而其影响是“局部性”的
眉山市东坡区北湖流域生态修复 (按历史最大连续降雨量410 mm 设计)

- 总体规划
- 总平面图
- 北湖湿地东坡文化博览区
- 1 三苏亭
 - 2 慈母塔
 - 3 苏东坡十八城十八岛
 - 4 玉琢公园
 - 5 田园景观
 - 6 美丽乡村
- 圣寿后现代东坡文化商务区
- 1 竹坞松社
 - 2 江月华庭
 - 3 明月湖
 - 4 三苏酒店
 - 5 中央湿地
 - 6 眉州里
 - 7 眉山文创中心
 - 8 眉山演艺中心
 - 9 荷花湖
 - 10 悦府·境居
 - 11 桃雨别苑
 - 12 竹石雅苑
 - 13 康复护理中心
- 太和古镇东坡文化保护区
- 1 乐活水岸
 - 2 颐和眉城
 - 3 养生品韵
 - 4 文庭雅居
 - 5 盛世闲庭
 - 6 低碳绿园



全球气候变化将是未来流域生态系统治理, 城市发展最重要的挑战

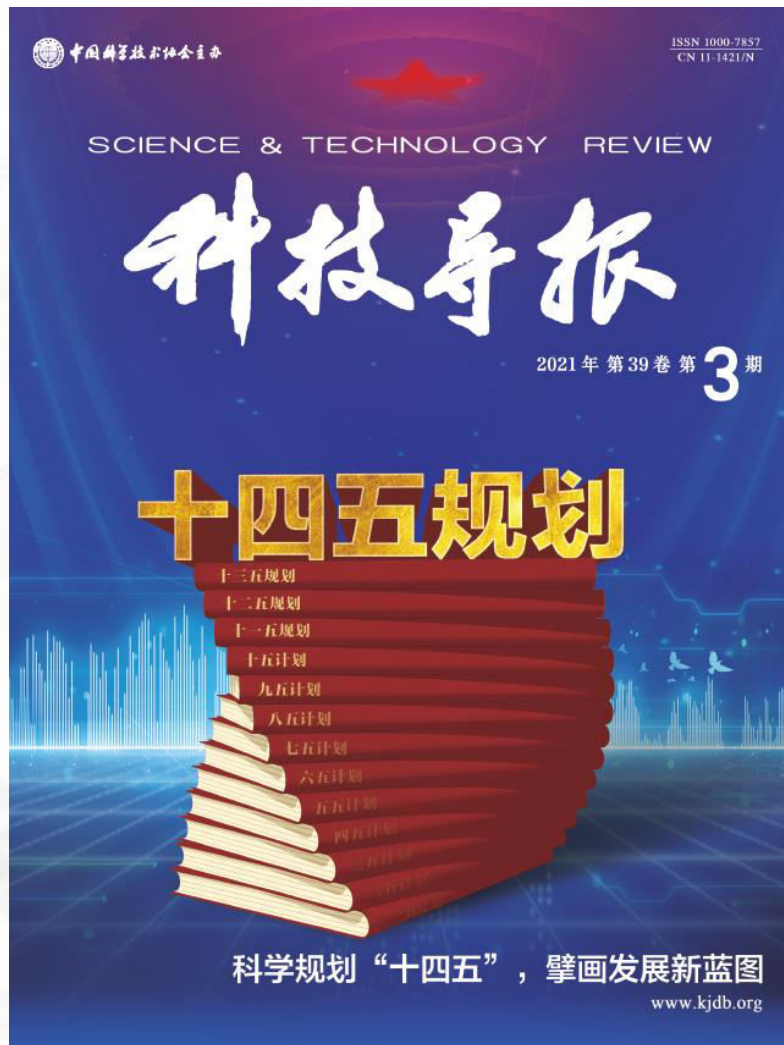
如何应对2: 全球气候变化不是“平均”的, 而其影响是“突发”的
武汉府河流域生态修复 (按历史最大连续降雨量426.6 mm 设计)



全球气候变化将是未来流域生态系统治理, 城市发展最重要的挑战

如何应对3: 全球气候变化是“不可预测”的, 而其影响是可以“降低”的
美国南佛罗里达流域 (年降雨量2200 mm、离海平面 > 2.0 m、水面面积 > 20%)





李百炼,美国加利福尼亚大学终身教授,美国科学促进会会士,美国人类生态科学院院士,俄罗斯科学院外籍院士,世界生态高峰论坛(EcoSummit)主席,2015普利高津金奖获得者。研究方向为理论生态学和生态复杂性建模。

谈“十四五”生态保护与绿色发展的生态关系

李百炼¹,伍业钢²

1. 美国加利福尼亚大学(河滨)生态复杂性及其建模实验室,河滨 92521-0124
2. 北京博大生态城市规划设计院,北京 100105

摘要 从“十四五”保护与发展的生态关系角度,探讨了生态保护与绿色发展的十大生态关系,阐述了生态保护和绿色发展中的一系列有关生态关系的生态智慧及生态技术,并对长江、黄河等流域的生态保护和修复提出了相关建议。

关键词 生态;生态经济;生态智慧;生态技术;生态城市

On the Ecological Relationship between Ecological Protection and Green Development during the 14th Five-Year Plan Period

李百炼、伍业钢 | 智慧生态城市：内涵、架构与运行机理

Original 李百炼、伍业钢 国家治理周刊 2023-01-10 19:08 Posted on 北京

“智慧生态城市”就是以人为本的城市、是创新型的城市、是与自然融合的城市、是生态可持续的城市，是以新一代信息技术支撑的可持续“智慧生态城市大脑”。美国加利福尼亚大学生态学教授、美国人类生态科学院院士、俄罗斯科学院外籍院士李百炼，美国伊科集团首席生态学家伍业钢在《国家治理》撰文指出，“智慧城市”必然、也只能是“生态城市”，这样才得以“可持续”，才得以提升“韧性”，智慧生态城市建设已成为应对快速城市化带来的可持续性问题的可能解决方案。通过四大智慧平台，即流域生态系统智慧平台、流域环境保护智慧平台、城市生态基础设施智慧平台和城市绿色低碳智慧平台，“智慧生态城市大脑”对城市的生态健康、环境质量、绿色低碳、资源利用效率，及城市的可持续发展给予系统的评估、预测，提出智慧管理最佳方案，并对城市应对突然灾害、生态修复、资源管理、生态安全制定应急措施和应对方案。





谢谢

THANK YOU

(特别感谢湖晨、孙雪峰、乔梦颖、史超及我们团队全体设计师的支持和贡献)