

关于“三线一单”应用的思考

徐鹤 教授

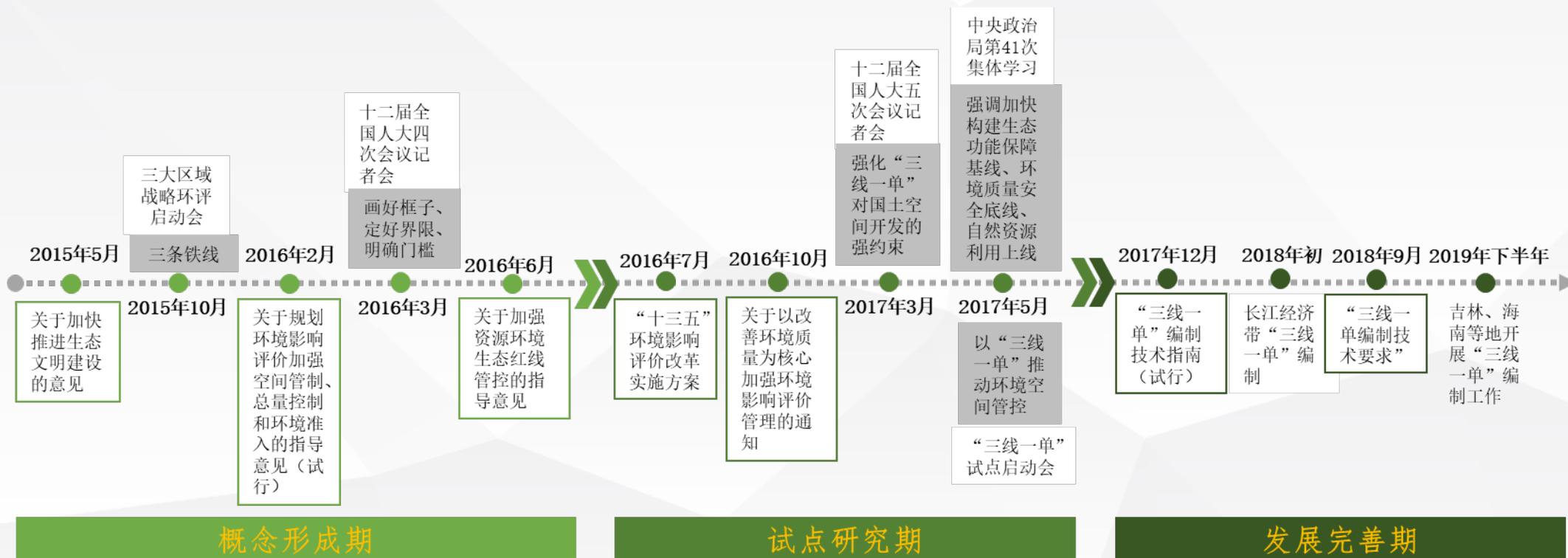
南开大学战略环境影响评价研究中心 主任
南开大学生态文明研究院 副院长

目 录

- 三线一单编制的技术方法
- 三线一单成果在环境评价体系的应用
- 三线一单成果与国土空间规划的衔接

三线一单发展历程

- 2015.05-2016.07 概念形成期
- 2016.07-2017.12 试点研究期
- 2017.12-至今 全面推进期



基本思路

- 以**改善环境质量**为核心，以生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线为基础；
- 将行政区域划分为若干环境管控单元，在**一张图上**落实生态保护、环境质量目标管理、资源利用管控要求；
- 从**空间布局约束、污染物排放管控、环境风险防控、资源利用效率**等方面编制环境准入负面清单，构建环境分区管控体系。

基本要求

- 生态红线：只能增加、不能减少（生态功能不降低、面积不减少、性质不改变）
- 质量底线：不断优化、稳定改善（达标区要维持稳定，未达标区要持续改善）
- 资源上线：只能增值、不能贬值（不替代“双管控”，增加生态环境保护要求）
- 管控单元：定位清晰、边界明确（以三条红线为依据，落实到行政单元）
- 负面清单：环境优先、分类管控（主动提出环境准入的限制性要求，规矩立在前面）

充分利用、衔接现有各项基础，系统构建“三大红线”，依据“三大红线”制定负面清单，形成生态环境“整装成套”的约束引导要求，提升生态环境保护系统化、科学化、精细化、信息化水平。

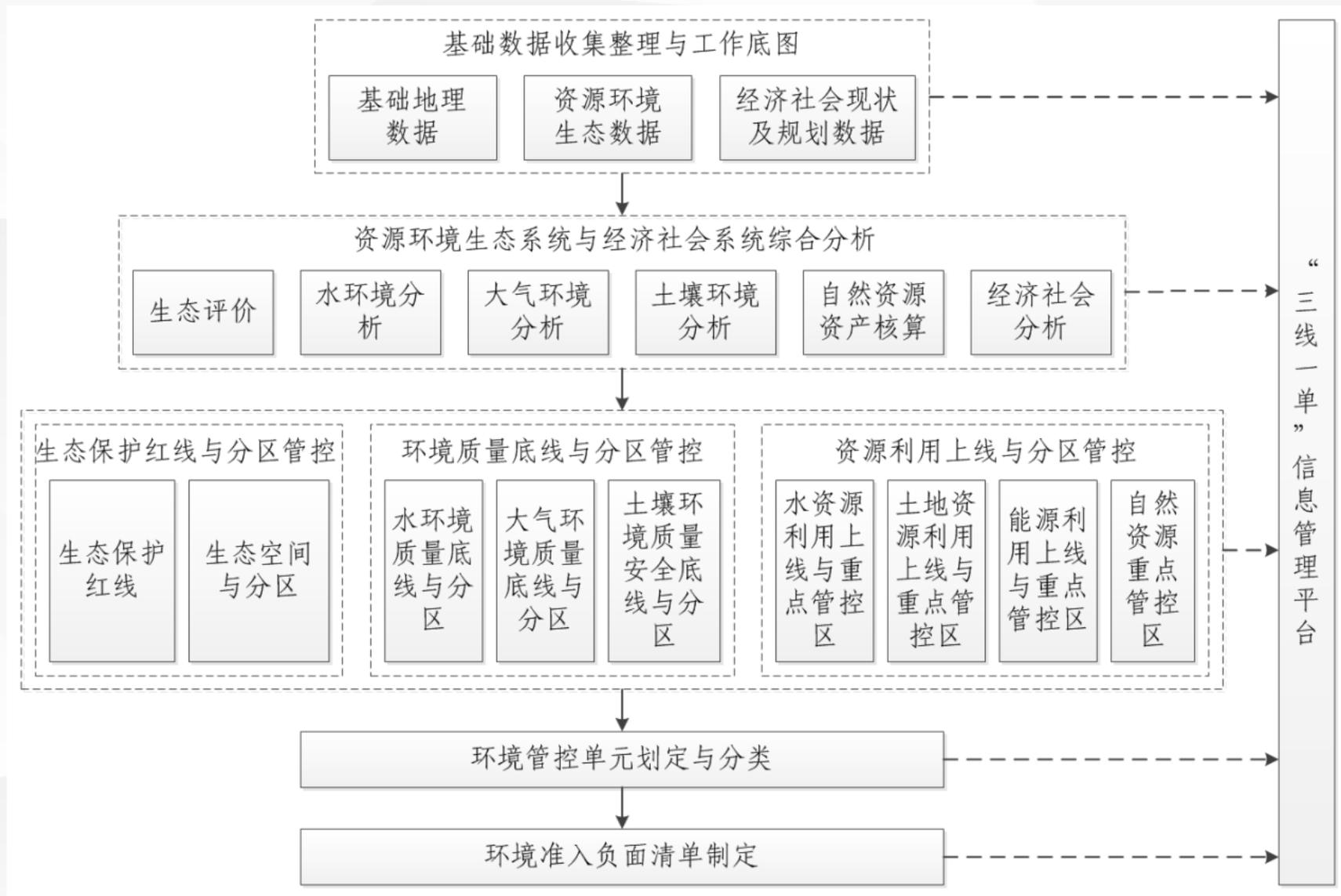
关键：整合、完善、延伸、加密、细化、落地

主要任务

1. 开展基础分析，建立工作底图
2. 明确生态保护红线，识别生态空间
3. 确立环境质量底线，测算污染物允许排放量
4. 划定资源利用上线，明确管控要求
5. 综合各类分区，确定环境管控单元
6. 统筹分区管控要求，建立环境准入负面清单
7. 集成“三线一单”成果，建设信息管理平台

技术路线

“三线一单”编制技术路线图



“三线一单”编制的技术方法

生态保护红线划定技术方法

- **方法：**利用《生态保护红线划定指南》的技术方法，开展区域生态评价，对全域生态保护的重要区域、生态保护区系统落地，识别生态空间。

区域生态评价：

- 模型评估法
- 净初级生产力（NPP）定量指标评估法
- 其他数学模型法

识别生态空间：

- 空间模型法（最小累积阻力模型）
- 景观生态模型法

- 水源涵养功能重要性评估
- 水土保持功能重要性评估
- 防风固沙功能重要性评估
- 生物多样性维护功能重要性评估
- 水土流失敏感性评估
- 土地沙化敏感性评估
- 石漠化敏感性评估
- 盐渍化敏感性评估

生态保护红线划定技术方法

- **方法：**利用《生态保护红线划定指南》的技术方法，开展区域生态评价，对全域生态保护的重要区域、生态保护区系统落地，识别生态空间。

区域生态评价：

- 模型评估法
- 净初级生产力（NPP）定量指标评估法
- 其他数学模型法

分析空间的阻力属性和成本属性，以识别生态源地、生态廊道、辐射道和节点这些影响特定景观水平生态过程的关键区域

识别生态空间：

- 空间模型法
 - 最小累积阻力模型
 - 成本路径模型
- 景观生态学方法

分析区域景观结构和功能等指标来衡量土地生态状况的稳定性和健康性，以建立生态安全格局

水环境质量底线与分区管控

控制单元细化

- 目的：将国家、省级“水十条”确定的控制单元细化到乡镇尺度，有条件的地区可细化到村级边界，西部地区可以适当方法尺度

水环境现状分析

- 目的：分析水质现状和变化趋势，构建全口径的污染源清单

水环境质量目标确定

- 目的：确定全流域、各控制断面及控制单元的分阶段水质目标

允许排放量测算

- 目的：核算环境容量，分析改善潜力，确定主要污染物允许排放量

管控分区划定

- 目的：识别水环境优先保护区、重点管控区和一般管控区

水环境质量底线划分技术方法

■ 水环境质量控制控制单元细化步骤:

1. 水系概化
2. 控制断面选取
3. 陆域范围确定
4. 控制单元命名

■ 水环境现状分析:

- 水质相关法
- 数学模型法

■ 非点源污染负荷估算:

- 经验统计法
- 模型估算法

■ 点源排放总量限制确定: 指数法

将污染物浓度与主要影响因子建立相关关系的半定量方法。
适用于水文地形数据缺乏或难以建立定量化数学模型的地区

模型应用对象	模型名称
河流水质	零维水质模型
	一维水质模型
	二维水质模型
河口水质	非感潮河口模型
	感潮河口模型
湖泊 (水库) 水质	零维模型
	二维模型
近岸海域水质	海湾数学模型
地下水水质	地下水水质模型
河流海岸水动力水质	Delft SOBEK、Delft3D 和DHI Mike系列模型
	流域面源

水环境质量底线划分技术方法

■ 水环境质量控制控制单元细化步骤:

1. 水系概化
2. 控制断面选取
3. 陆域范围确定
4. 控制单元命名

■ 水环境现状分析:

- 水质相关法
- 数学模型法

■ 非点源污染负荷估算:

- 经验统计法
- 模型估算法

■ 点源排放总量限制确定: 指数法

统计数据+实地调研+各类型面源污染的经验系数和修正系数
计算目标区域面源污染负荷

模型名称	应用尺度	主要研究对象
DR3M	城市	氮、磷、COD等污染物
STORM	城市	总氮、总磷、BOD和大肠杆菌等
SWMM	城市	总氮、总磷、COD和BOD等
CREAMS	农田小区	氮、磷和农药等
EPIC	农田小区	氮、磷和农药等
ANSWERS	流域	氮、磷
AGNPS	流域	农药、氮、磷和COD等
HSPF	流域	氮、磷、COD和BOD、农药等
SWAT	流域	氮、磷和农药等
PLOAD	流域	总氮、总磷、BOD、COD等
LS-NPS	城市与流域	氮、磷、COD

水环境质量底线划分技术方法

■ 水环境质量控制控制单元细化步骤:

1. 水系概化
2. 控制断面选取
3. 陆域范围确定
4. 控制单元命名

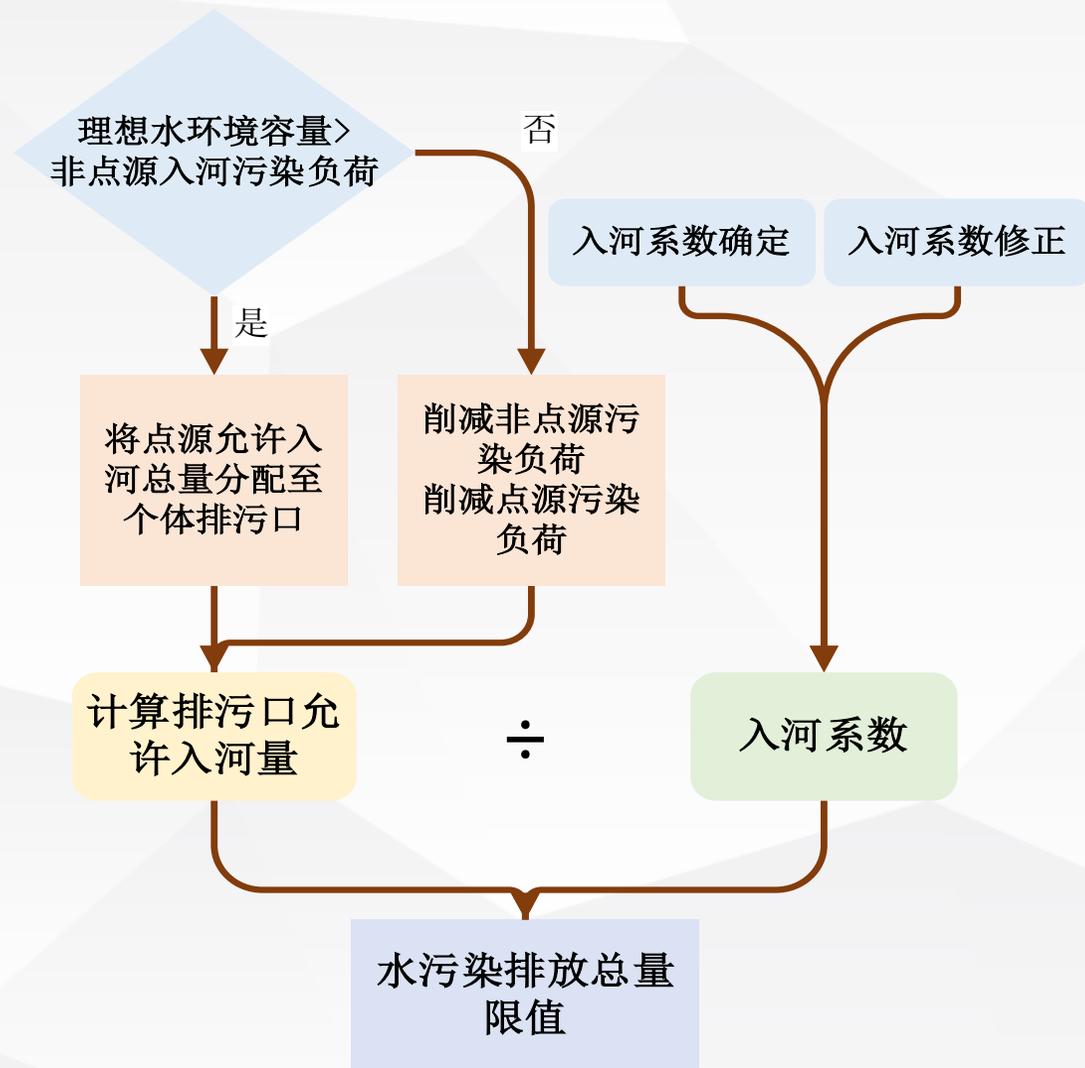
■ 水环境现状分析:

- 水质相关法
- 数学模型法

■ 非点源污染负荷估算:

- 经验统计法
- 模型估算法

■ 点源排放总量限制确定: 指数法



大气环境质量底线与分区管控

大气环境 现状分析

- 目的：评估区域大气环境质量的总体水平和变化趋势，辨析关键环境制约因素

大气环境 质量目标 确定

- 确定分阶段分区域环境空气质量改善目标，作为后续评价的约束条件

大气污染 允许排放 量测算

- 目的：测算污染物允许排放量，核算污染源减排潜力，测算新增源准入条件

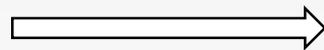
大气环境 管控分区

- 目的：识别优先保护区、重点管控区、明确不同区域大气环境管控和准入要求

大气环境质量底线与分区管控

■ 大气环境现状分析：

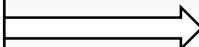
- 指数法
- 对比、类比分析法
- 模型法



- 对比、类比分析法
 - “前—后”对比分析法
 - “有—无”对比分析法
 - 趋势类推法
 - 对照实验法

■ 大气污染排放量测算：

- 对比、类比分析法
- A-P值法
- 情景分析法
- 模型法



- A-P值法
 - 利用A值法计算出控制区的理想环境容量，再利用P值法确定各个点源允许排放量，将A值法得到的容量值作为目标的约束值，反推污染源的允许排放量
- 情景分析法
 - 通过对不同时间和资源环境条件下的相关因素进行分析，设计出多种可能的情景，并评价每一情景下可能产生的资源环境、生态影响的方法

大气环境质量底线与分区管控

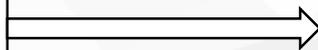
各大气模型的适用尺度、应用领域

■ 大气环境现状分析：

- 指数法
- 类比法
- 模型法

■ 大气污染排放量测算：

- 类比法
- A-P值法
- 情景分析法
- 模型法



模型类型	适用尺度	应用领域
GEOS - CHEM	全球尺度	大气污染物的长距离传输及化学反应过程
MM5/WRF	多尺度嵌套	分析大气污染物传输路径
NAQPMS CMAQ、 CAMx、 WRF-CHEM	多尺度嵌套	模拟多种尺度、多种大气污染问题 特别适用于光化学污染过程的模拟
IIASA-RAINS	几百到几千公里	模拟二氧化硫、氮氧化物及颗粒物的浓度及沉降过程，主要侧重于酸沉降模拟
CALPUFF	几十到几百公里	可模拟多种大气污染问题 适用于京津冀等区域性大气环境模拟
AERMOD ADMS	几公里到几十公里	可模拟多种大气污染问题 适用于城市尺度大气污染问题的模拟
ISC3	小于50km	输出多种污染物浓度 输出颗粒物的沉积和干、湿沉降量等计算结果

土壤环境风险管控底线与分区管控

□ 技术思路：

- 目的：落实土壤环境安全利用目标，明确土壤污染耕地和地块空间分布、风险防控要求、解决土壤环境安全利用目标落实到不同单元，确立土壤环境准入条件的问题。

土壤环境 现状分析

- 开展土壤环境质量及风险评价，确定土壤污染的潜在风险和严重风险区域

土壤环境 风险防控 底线确定

- 衔接“土十条”，以受污染耕地及污染地块安全利用为重点，确定土壤环境风险管理目标

土壤污染 风险防控 分区

- 识别农用地及建设用地污染风险重点防控区，对优质农用地优先保护

土壤环境质量评价技术方法

1. 定性评价方法

- 马里兰州土壤质量卡设计指南
- “直观土壤评价”方法

美国农业部自然资源保护中心 (USDA-NRCS) 设计的马里兰州土壤质量卡, 将土壤动物、有机质颜色、土壤耕性、侵蚀状况、持水性、渗透性、作物长势、pH 状况和保肥性等指标分为差、中、好3个等级, 在对这些项目等级评定的基础上得到土壤质量的定性状况。

2. 定量评价方法

- 多变量指标克里格法
- “3S” 及时自动化评价法
- 土壤质量动力学法
- 土壤质量综合评分法
- 土壤相对质量评价法

新西兰“直观土壤评价”(visual soil assessment, VSA) 方法总共有11项土壤指标和14项作物指标, 对于不同的土地利用, 选择不同的指标组合进行1~10的数值序列评价, 使用者根据被调查土壤对各项描述的符合状况给土壤评分, 最后对土壤提出综合的评价结果和评价意见。

土壤环境质量评价技术方法

1. 定性评价方法

- 马里兰州土壤质量卡设计指南
- “直观土壤评价”方法

2. 定量评价方法

- 多变量指标克里格法
- “3S”及时自动化评价法
- 土壤质量动力学法
- 土壤质量综合评分法
- 土壤相对质量评价法

将单个土壤质量指标综合成一个总体的土壤质量指数，根据特定的标准将测定值转换为土壤质量指数。通过MVIT的转换数据统计未采样地区的土壤质量指数值，测定不同地区土壤质量达到优良的概率，利用GIS技术绘出建立在景观基础上的土壤质量达标概率图。

利用“3S”强大的空间分析和数据管理功能，在空间数据库的基础上进行有效科学地数据处理以及决策分析

土壤环境质量评价技术方法

1. 定性评价方法

- 马里兰州土壤质量卡设计指南
- “直观土壤评价”方法

2. 定量评价方法

- 多变量指标克里格法
- “3S”及时自动化评价法
- 土壤质量动力学法
- 土壤质量综合评分法
- 土壤相对质量评价法

建立土壤质量(Q)与土壤属性(q_i)的函数, 通过土壤质量动态变化(dQ/dt) 的计算结果作为土壤质量动力学方法的评价结果

将土壤质量评价细分为作物产量、抗侵蚀能力、地下水质量、地表水质量、大气质量和食物质量6个特定的土壤质量元素的评价, 根据不同地区的特定农田系统、地理位置和气候条件, 建立数学表达式, 说明土壤功能与土壤性质的关系, 通过对土壤性质的最小数据集评价土壤质量。

假定研究区存在理想土壤(土壤所具备的指标都能支持作物正常生长的需要), 以这种土壤的质量指标为标准, 对比土壤现状质量, 得到土壤相对质量评价结果。

河段生态需水量计算技术方法

◆水文学法

- **Tennant法**：将年天然径流量的百分比流量作为河流生态环境需水量，不同的百分比代表可以达到不同的河道生态系统状态，主要适用于北温带较大的、常年性河流。
- **7Q10法**：采用90%保证率最枯连续7d的平均水量作为河道生态需水最小流量值
- **Texas法**：取50%保证率的月流量的特定百分率作为河道生态所需最小流量

◆水力学法

- **湿周法**：利用湿周作为水生生物栖息地指标，建立湿周与流量的关系曲线，将曲线中拐点流量作为最小生态环境流量
- **R2CROSS法**：基于曼宁公式，根据河道浅滩断面的平均水深、河宽、湿周百分比和平均流速等指示因子计算出河流生态环境需水量

河段生态需水量计算技术方法

➤ 以水质目标为约束的计算方法：

以水质目标为约束的生态环境需水量计算方法，计算污染水质稀释自净的需水量

$$C_s \left[Q_i + \sum q(1 - K_2) \right] = (1 - k) [Q_i C_i + W (1 - K_1) (1 - K_2)]$$

➤ 水量平衡法：

通过计算维持一定水面面积的沼泽蓄水量来计算沼泽基本生态环境需水量

$$W_z = F \times (E_z - P) + T + W_0$$

➤ 生境模拟法：IFIM/PHABSIM法和CASIMIR模型

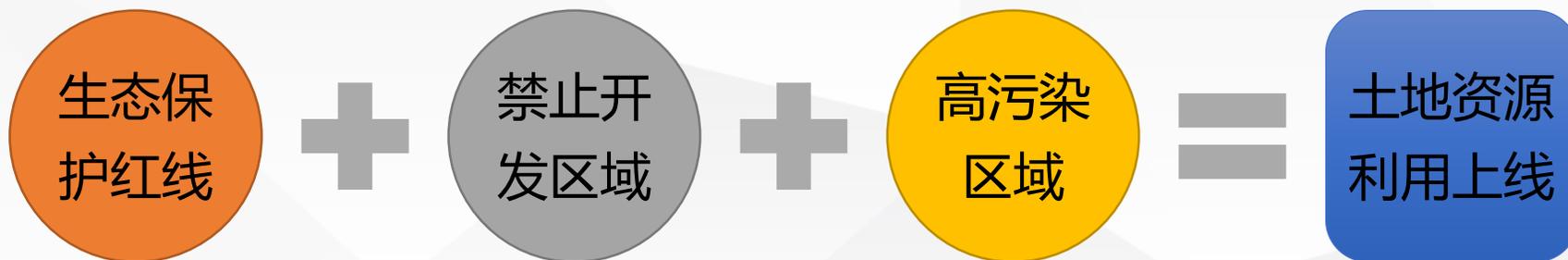
➤ 河流基本生态环境需水量算法：

以河流最小月平均实测径流量的多年平均值作为河流的基本生态环境需水量

$$w_b = \frac{T}{n} \sum_{i=1}^n Q_{i_{min}}$$

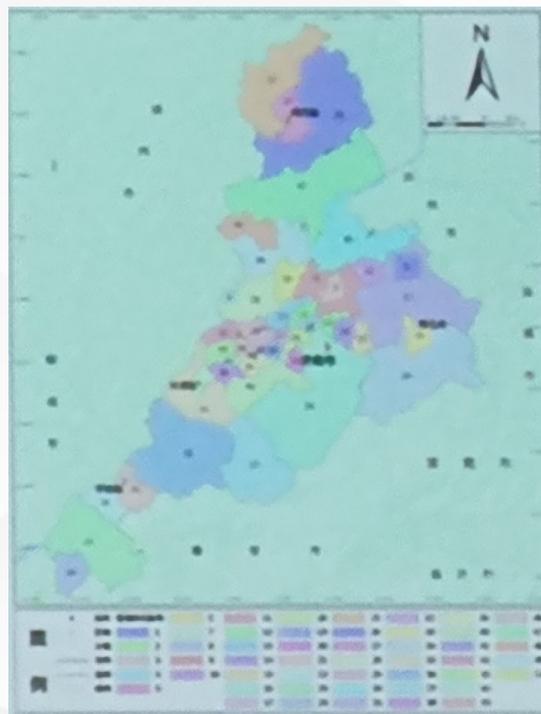
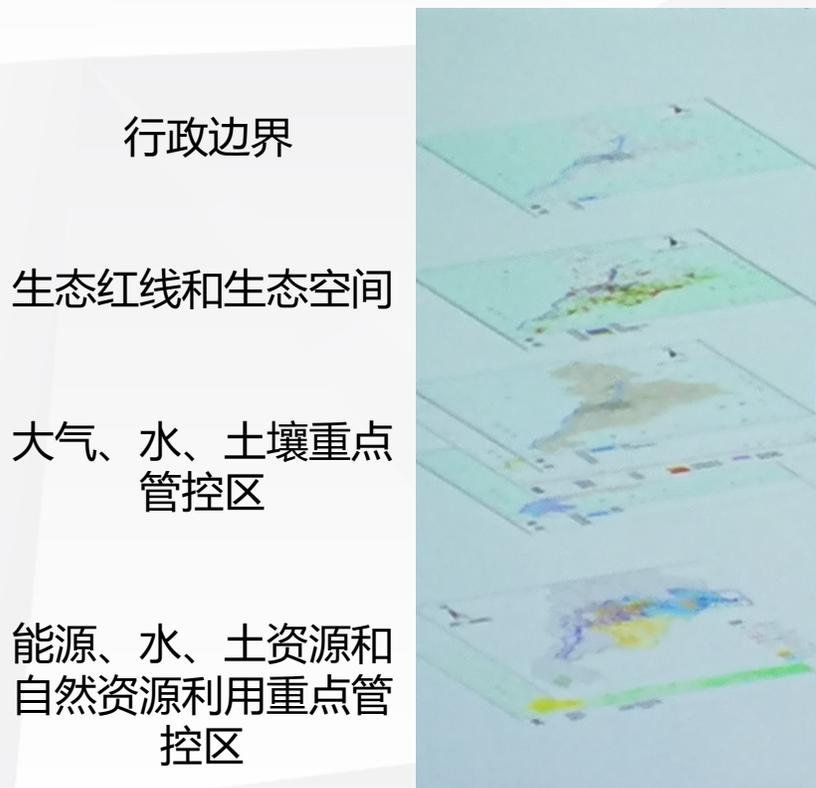
土地资源利用上线

- 基于保障人群及生态安全要求，扣除不适宜开发建设的区域，确立最大限度的土地资源的土地资源利用上线，实际的土地资源利用上线应低于本方案。
- 重点管控区：考虑生态环境安全，将生态保护红线集中、重点污染农用地或污染地块集中的区域确定为土地资源重点管控区。

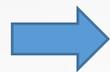


环境管控单元

根据生态保护红线、生态空间、环境质量底线、资源利用上线的分区管控要求，衔接乡镇和区县行政边界，综合划定环境管控单元，实施分类管控。



管控单元识别



优先保护区	重点管控区	一般管控区
生态保护红线	其他生态空间	其他区域
水环境优先保护区	水环境工业污染重点管控区	
	水环境城镇生活污染重点管控区	
	水环境农业污染重点管控区	
大气环境优先保护区	大气环境布局敏感重点管控区	
	大气环境弱扩散重点管控区	
	大气环境高排放重点管控区	
	大气环境受体敏感重点管控区	
农用地优先保护区	建设用地污染风险重点防控区	
	农业用地污染风险重点防控区	
	生态用水补给区	
	地下水开采重点管控区	
	禁煤区	
	自然资源重点管控区	

逐级聚类划定环境管控单元

- **叠图**：将规划城镇建设区、乡镇街道、工业集聚区等边界与生态保护红线、生态空间、水环境重点管控区、大气环境重点管控区、土壤污染风险重点防控区、资源利用上线的空间管控要求等要求进行叠加。
- **聚类**：采用逐级聚类的方法，确定管控单元。
- 由于生态保护红线、土壤污染风险管控区等边界比较破碎，划分环境管控单元时，可以以**水环境控制单元和行政边界为主**，拟合其他要素的管控区域和斑块。大气环境的控制单元在网络模拟的基础上，尽可能**衔接行政边界、规划区边界**。
- 东中西部地区，可以根据**当地实际情况**，合理确定环境管控单元的空间大小。

战略环评-规划环评-项目环评与“三线一单”

基于环评改革的“三线一单”工作定位研究

环评现状

■ 现行环评体系：

我国现行的环评体系中，分为战略环评、规划环评、项目环评等主要内容。其中，战略环评主要包括了政策环评及大区域环评，而规划环评与项目环评是我国发展较为完善，实施最多的两类环评。

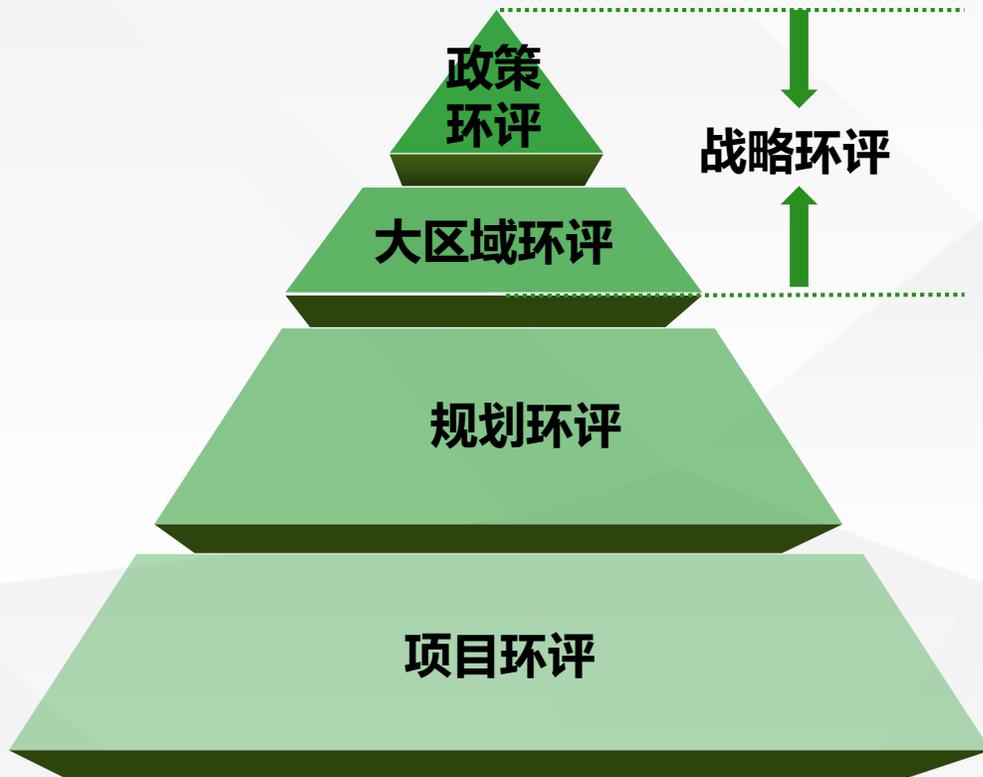


图1 我国现行环评体系示意图

- 战略环评重在协调区域或跨区域发展环境问题，划定红线，为“多规合一”和规划环评提供基础。
- 规划环评重在优化行业的布局、规模、结构，拟定负面清单，指导项目环境准入。
- 项目环评重在落实环境质量目标管理要求，优化环保措施，强化环境风险防控，做好与排污许可的衔接。

基于环评改革的“三线一单”工作定位研究

环评现状

■ 存在问题：

- 规划环评在贯彻实施方面，存在规划落地难、参与宏观决策能力不强、难以充分发挥优化空间布局和严格区域环境准入等问题，尤其是规划环评落地难已成为环评源头预防作用发挥的“拦路虎”。
- 项目环评跟着项目走，以项目需求为导向，而不是以环境质量目标为导向，容易导致资源环境利用与经济发展不平衡。



基于环评改革的“三线一单”工作定位研究

政策梳理



大区域战略环评、规划环评、项目环评与“三线一单”

表23 环评对比表

	大区域战略环评	规划环评	项目环评
对象	全国地域	一地三域十专项	建设项目
特征	宏观	中观	微观
评价目的	区域社会经济环境基础与形式分析	规划环境影响评价	对建设项目提出约束性措施
不确定性	大	中	小
评价结论	“三线一单”	指导性意见	约束性意见
侧重点	空间管制、总量管控、环境准入	环境合理性、政策相符性	建设项目对环境的影响
作用	为规划、项目环评以及生态环境保护管理提供支撑	优布局，调结构，控规模	减缓建设项目环境影响

- “三线一单”包含了以改善环境质量为核心的污染物管控要求、生态红线强制约束和资源“天花板”以及准入要求，积极推动“三线一单”成果融入到环境管理进程中，将环境质量底线目标、允许排放量等要求应用到环境系统管理进程中，需要建立“三线一单”成果与区域环评、规划环评和项目环评的联动机制

4. 区域环评、规划环评、项目环评与“三线一单”

4.1 大区域战略环评

区域环评作为形成以“三线一单”为核心的生态环境分区管控体系的战略性工作，包括四部分内容：

- 区域发展战略和环境保护战略分析
- 生态资源环境现状评估
- 区域生态环境影响预测
- 区域环境评价结论

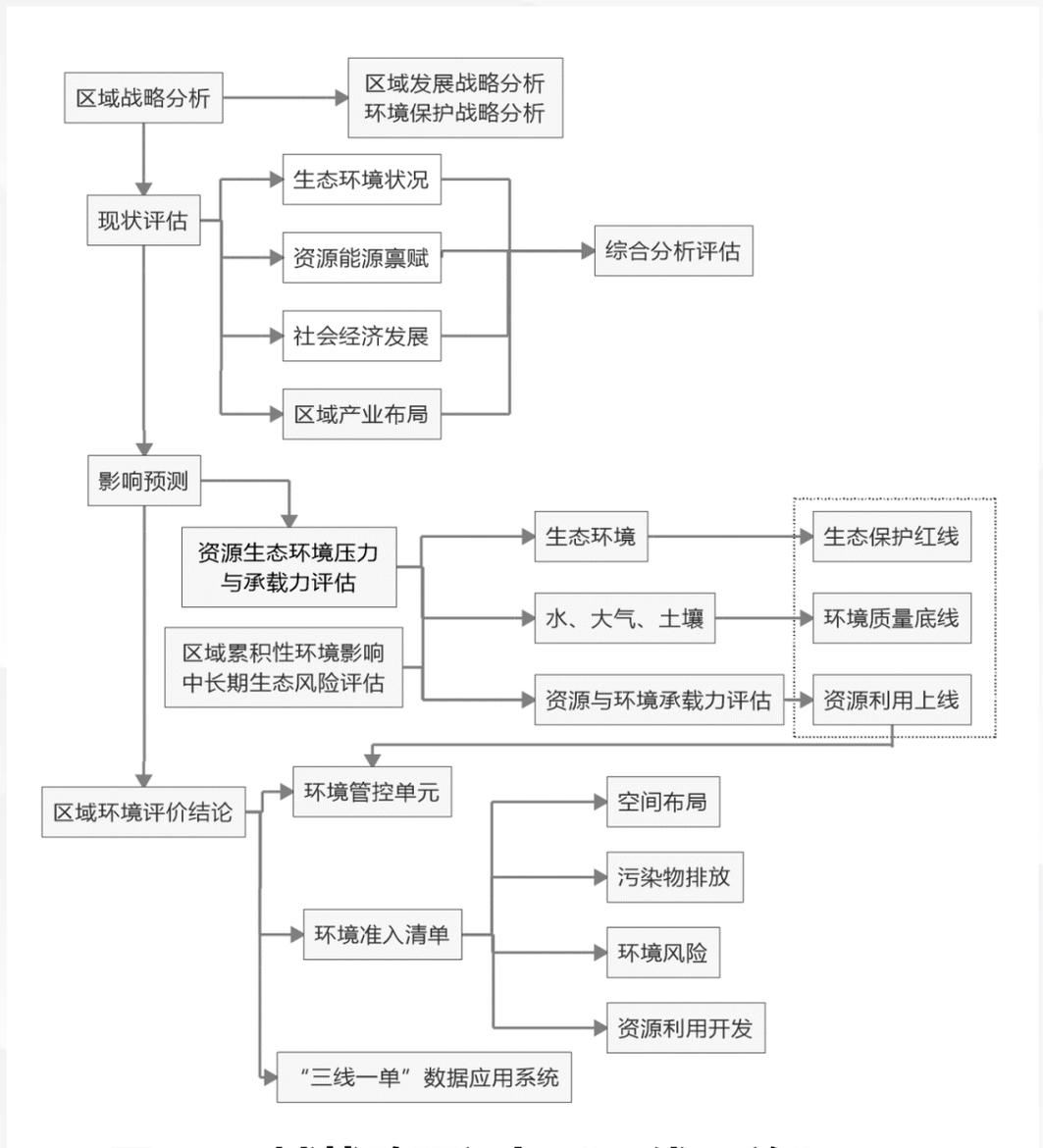


图13 区域战略环评与“三线一单”

4. 区域环评、规划环评、项目环评与“三线一单”

4.2 规划环评

规划环评作为从决策源头预防环境污染和生态破坏的重要手段，从八个方面与“三线一单”进行衔接，分别是：

- 规划协调性分析
- 环境现状调查与评价
- 评价指标确定
- 环境影响预测与评价
- 资源与环境承载力评估
- 规划方案综合论证
- 环境影响减缓措施
- 跟踪评价

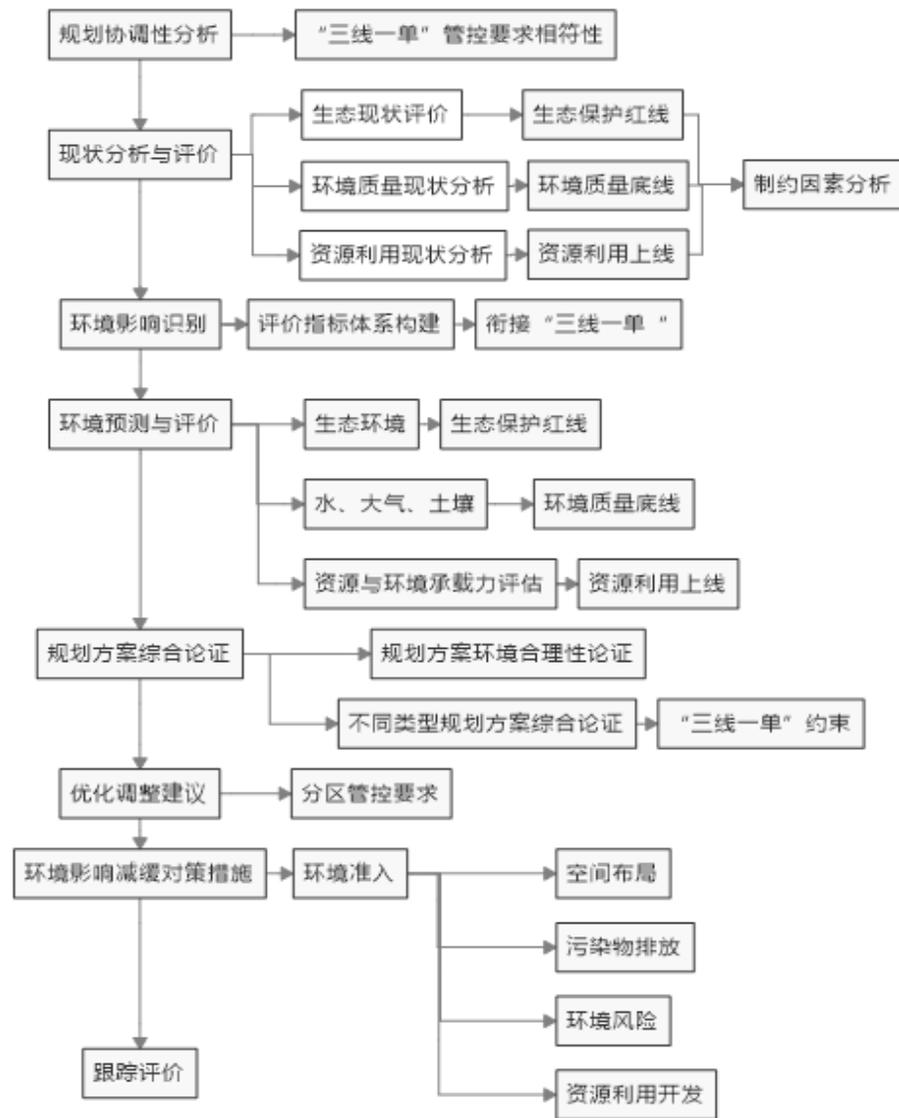


图14 规划环评与“三线一单”

4. 区域环评、规划环评、项目环评与“三线一单”

4.3 项目环评

项目环评从五个方面衔接“三线一单”，分别是：

- 建设项目工程分析
- 环境现状调查与评价
- 环境影响评价与预测
- 环境保护措施及其可行性论证
- 环境管理与监测计划

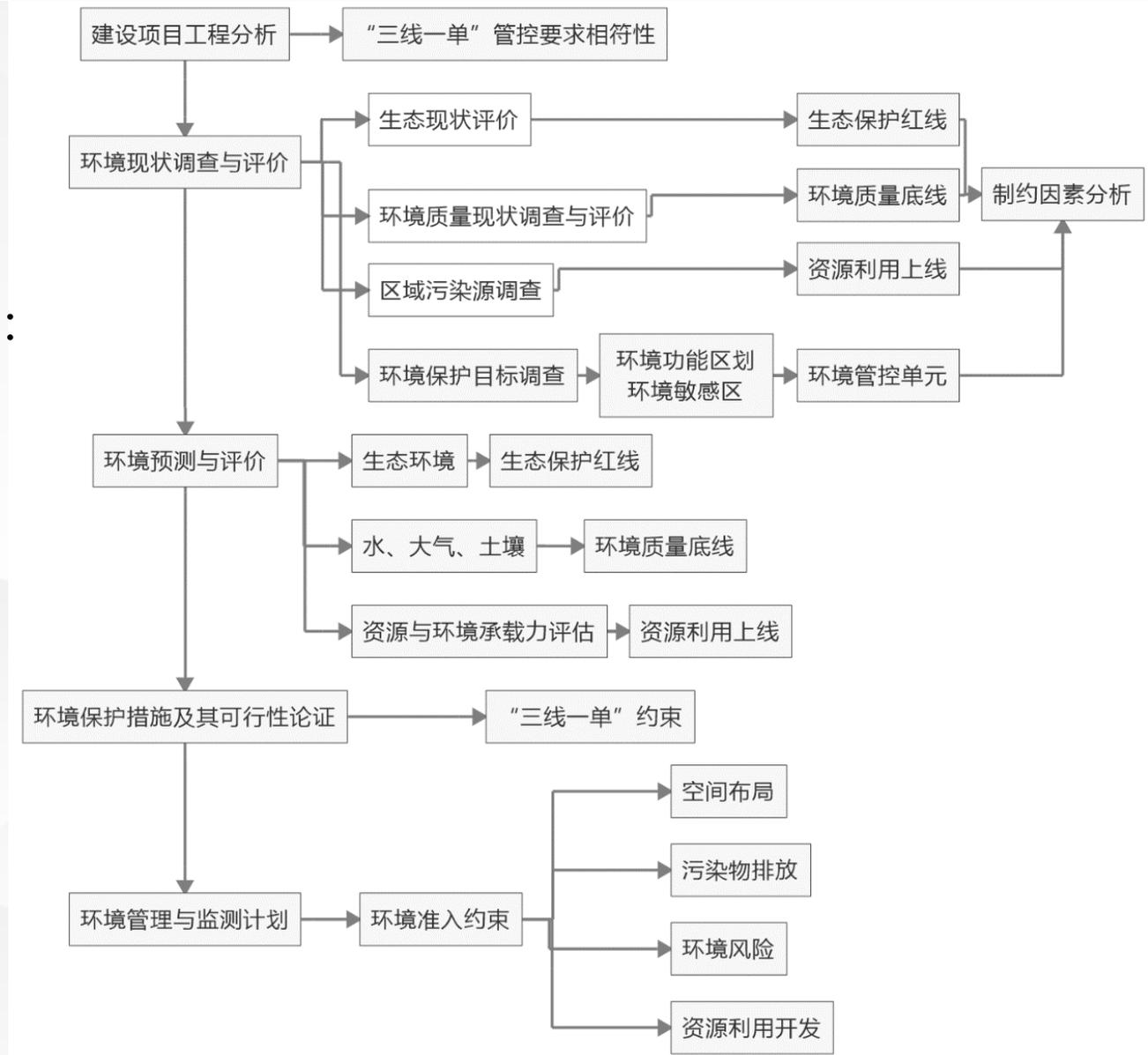
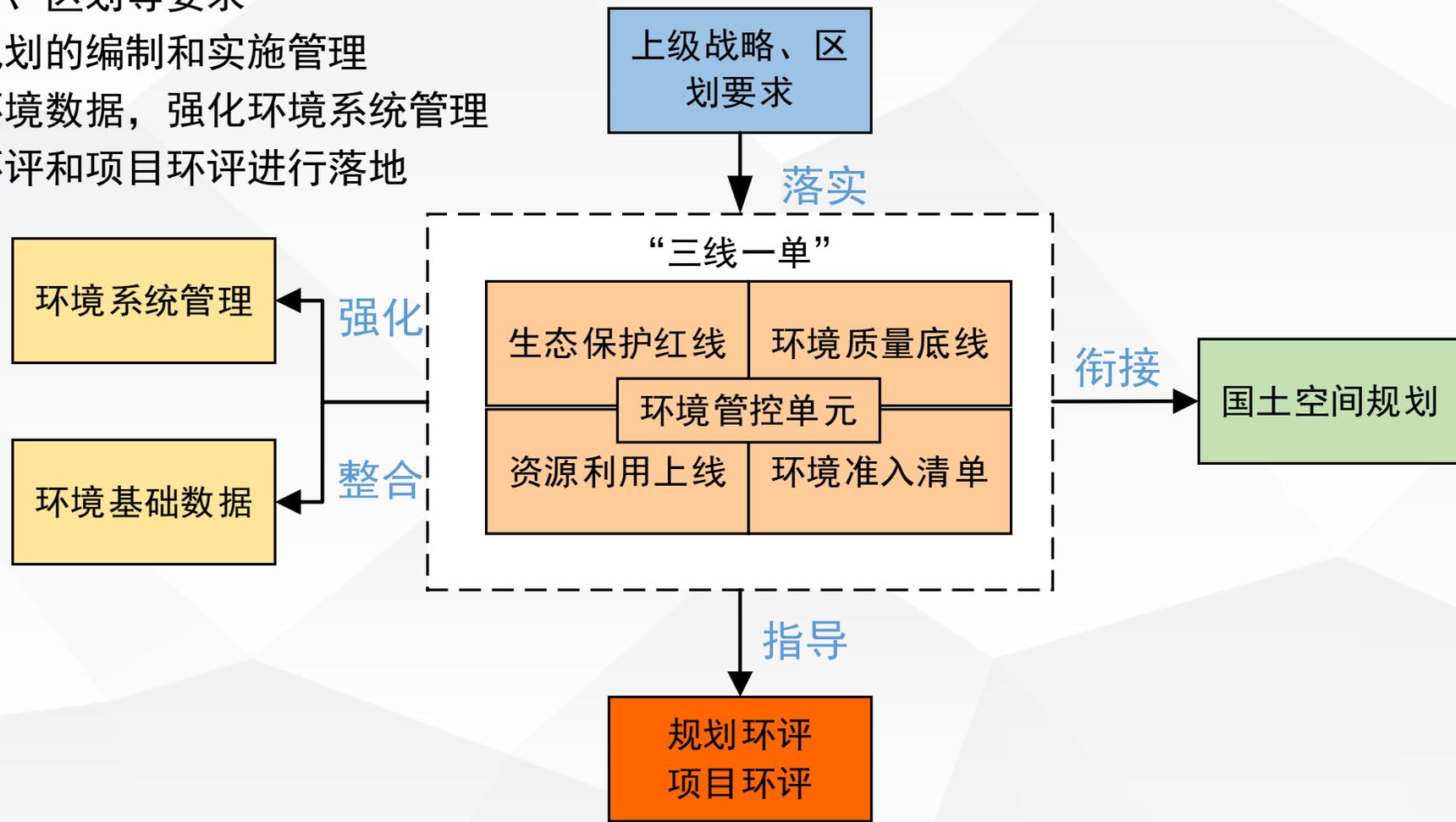


图15 项目环评与“三线一单”

“三线一单”与国土空间规划的衔接

“三线一单”工作定位

- 落实国家级战略、区划等要求
- 衔接国土空间规划的编制和实施管理
- 通过规范整合环境数据，强化环境系统管理
- 指导促进规划环评和项目环评进行落地



新时代国土空间规划

- 走向生态文明新时代
- 国土空间规划顶层设计
- 空间V4.0时代
(原始→农耕→工业→生态)

国土空间规划体系——全国统一、责权清晰、科学高效

- 注重落实发展理念促进高质量发展——生态优先，绿色发展
- 坚持以人民为中心——高品质生活
- 致力于空间治理体系和治理能力现代化——能用、管用、好用



国土空间规划的定位和作用

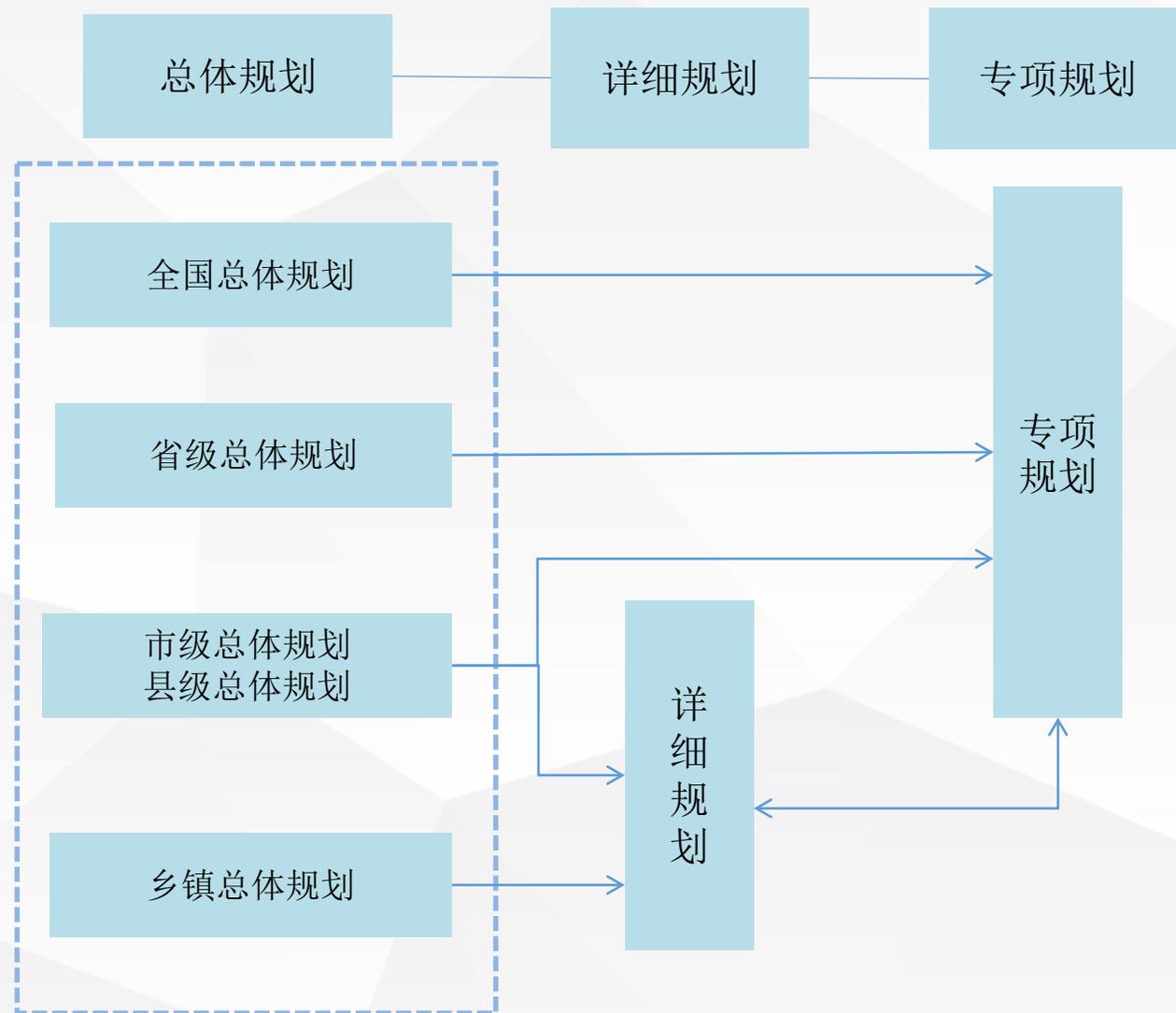
- 国土空间规划是国家发展的指南，可持续发展的空间蓝图，是各类开发保护建设活动的基本依据。
- 国土空间规划落实发展规划提出的国土空间开发保护要求，统领各类空间利用，发挥国土空间规划体系在国土空间开发保护中的战略引领和刚性管控作用。
- 立足资源环境承载力和国土开发适宜性评价，构建生态功能保障基线、环境质量底线、自然资源利用上线，实现人与自然和谐相处。



国土空间规划内容及内涵

- 国土空间规划：对一定区域国土空间开发保护在空间和时间上做出的安排，包括总体、详细和相关专项规划。
- 国家、省、市县编制国土空间总体规划，各地结合实际编制乡镇国土空间规划
- 相关专项规划是涉及空间规划的专项规划。国土空间总体规划是详细规划的依据，相关专项规划的基础；相关专项规划要相互协同，并与详细规划做好衔接。
- 自上而下编制，下级规划要服从上级规划，专项规划和详细规划要落实总体规划

目的是要把党中央、国务院的重大决策部署，把国家安全战略、区域发展战略、主体功能区战略等国家战略，通过约束性指标和管控边界逐级落实到最终的详细规划等实施性规划上，保障国家重大战略落实和落地



科学编制国土空间规划

□ 开展“双评价”——资源环境承载力+国土空间开发适宜性评价

（资源约束引导科学发展，落实发展理念）

□ 统筹布局生态、农业、城镇空间，优化国土空间结构布局

□ 划定生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界

□ 保护生态屏障、开展生态保护和修复

□ 完善基础设施和公共服务设施

□ 延续历史文脉，突出地域特色

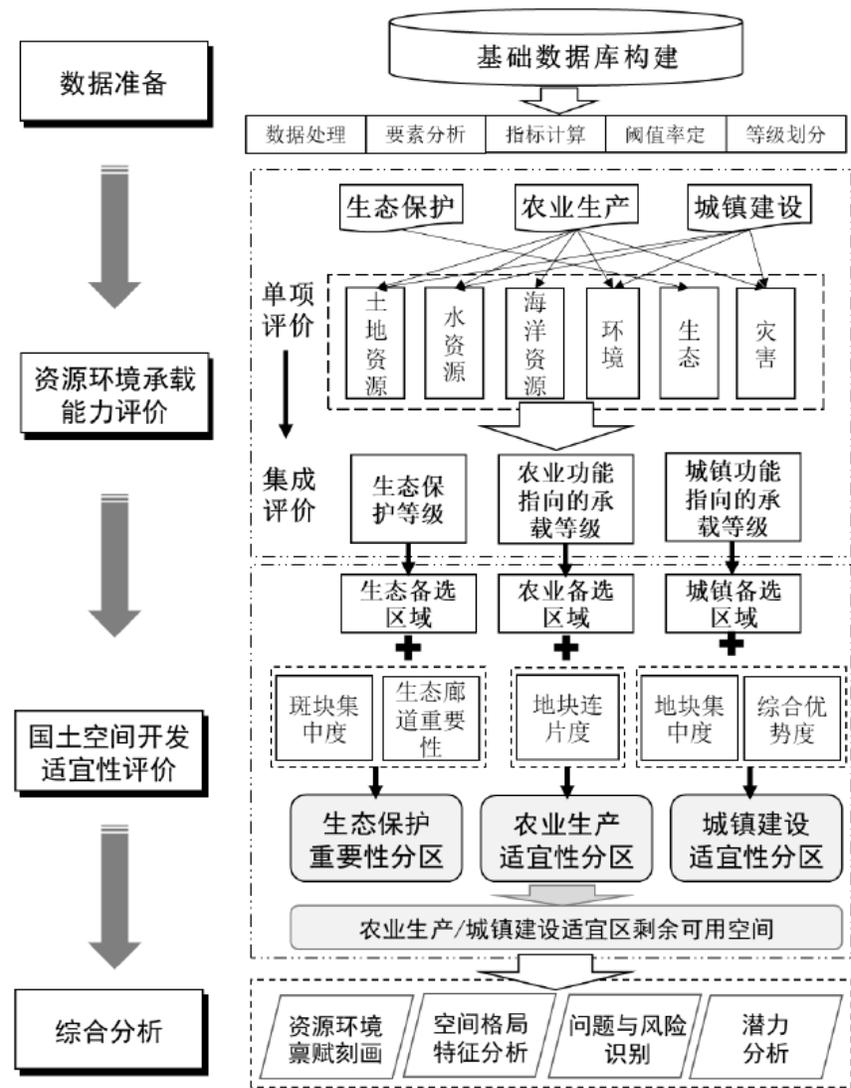
“双评价”

• 资源环境承载能力评价

- 土地资源
- 水资源
- 海洋资源
- 环境
- 生态
- 灾害

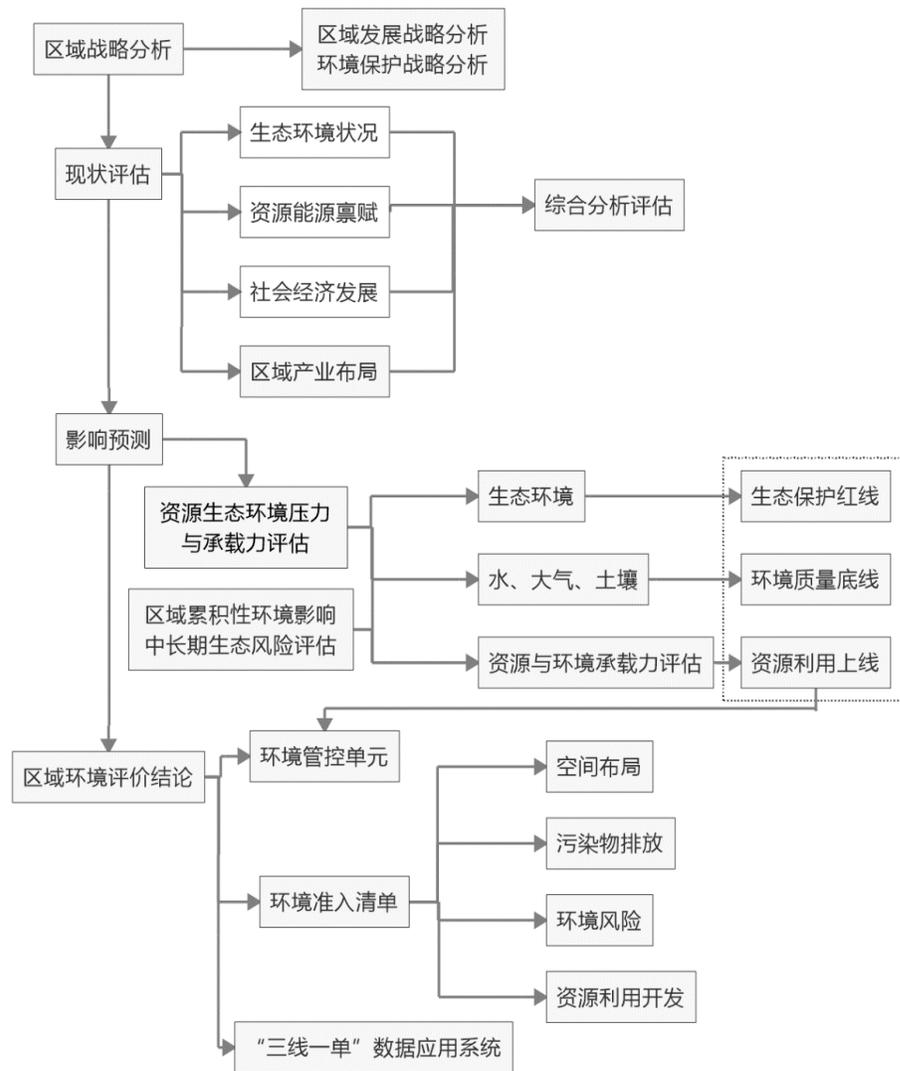
• 国土空间开发适宜性评价

- 生态保护
- 农业生产
- 城镇建设



区域空间生态环境影响评价

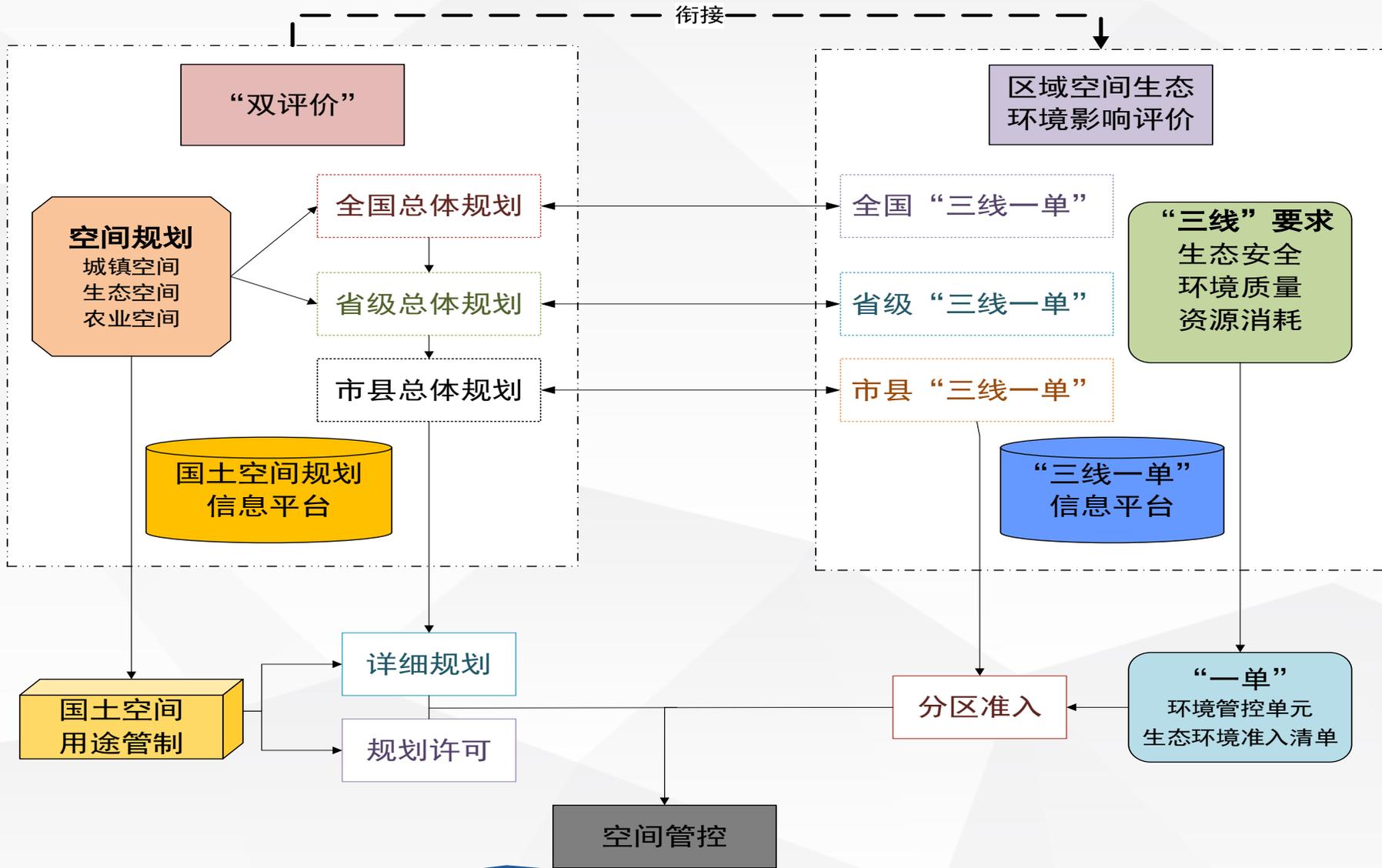
- 对区域空间生态环境基础状况、结构功能属性进行系统评价
- 衔接经济社会发展战略和生态环境保护管理的制度要求，
- 形成以“三线一单”为核心的生态环境分区管控体系
- 为规划、项目环评以及生态环境保护管理提供支撑，提高生态环境参与综合决策，促进高质量发展的能力



“三线一单”信息平台与国土空间信息平台

- “三线一单”管控要求与环保日常工作结合，纳入生态环境大数据平台，集成数据与成果管理、实时业务数据对接、数据综合查询及展示、智能分析与应用服务、成果更新等功能，实现“三线一单”信息共享与动态管理。
- 统一底图数据的坐标投影，建立规范的数据图层编码，预留应用接口，衔接生态环境大数据平台、生态保护红线平台等
- 国土空间规划要建立全国统一的先进技术支撑规划体系的基础信息平台，并形成全国国土规划的“一张图”。信息平台建设也有明确的要求，就是要利用最新的自然资源调查数据，应用全国统一的测绘基准和测绘系统，整合各类空间数据，利用先进的信息化手段来构建全国统一的空間基础信息平台

“三线一单”衔接国土空间规划



谢谢

