

中国灌区协会灌区现代化建设管理技术交流会



生态型灌区评价导则

杨贵羽 正高级工程师

浙江·杭州

2024年11月28日

提 要/Contents



01

导则编制的背景

02

导则编制过程简要说明

03

生态型灌区评价导则内容介绍

01

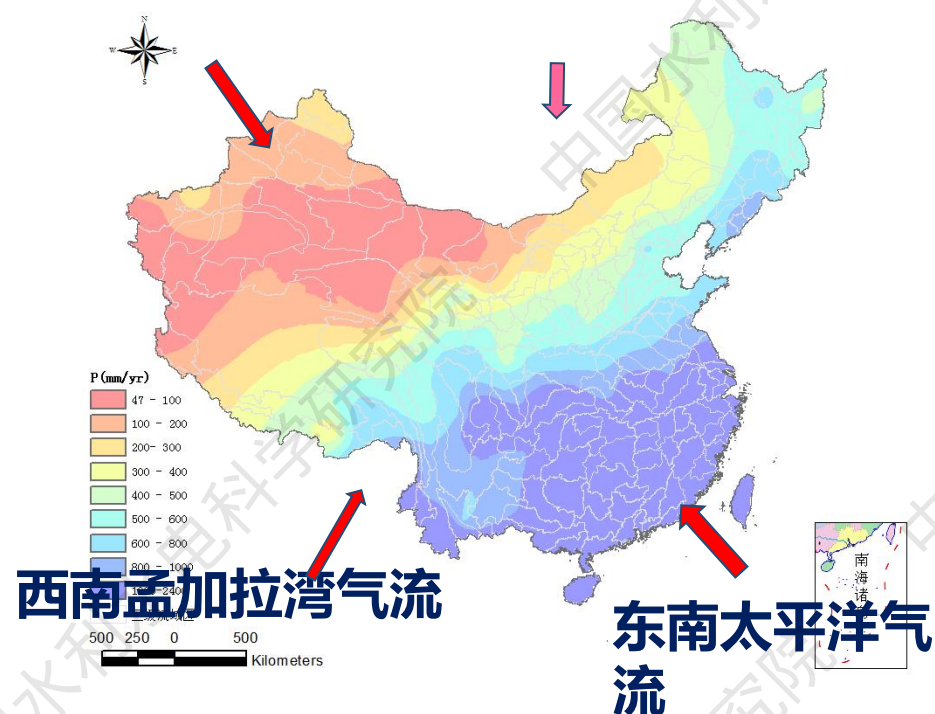
生态灌区导则编制的背景



一、生态灌区导则编制背景

1. 灌区在保障粮食安全中的作用

西北大西洋气流 北部北冰洋气流



幅员辽阔: 跨越近50个纬度带

气候特征: 湿润、半湿润、半干旱和干旱气候区

天然降水: 从东南向西北递减

常年灌溉区:

年降水及其季节分布不能满足作物需要, 没灌溉就没农业



水稻灌溉区:

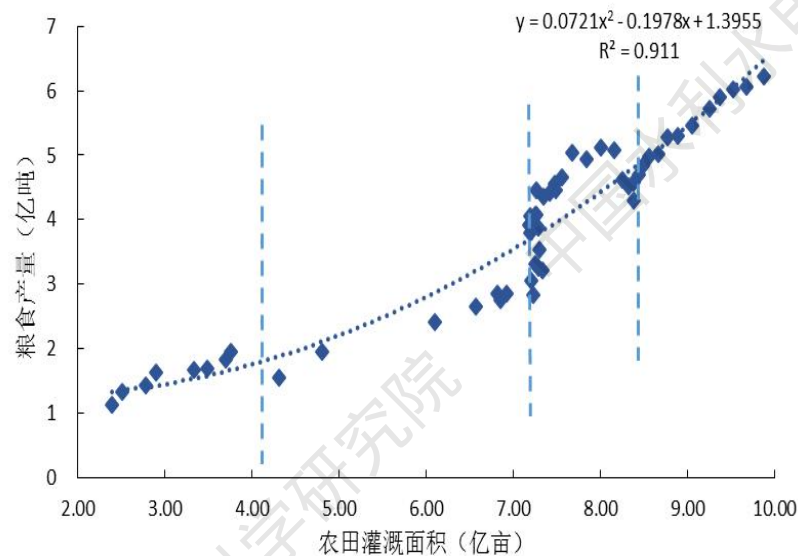
降水量高, 仍需对水稻进行灌溉, 干旱季节对旱作物补充灌溉。
排水是实现作物稳产的基本条件。

补充灌溉区:

受季风气候影响, 降水分布极不均匀
作物灌溉需水量年际变化很大。
灌溉和排水是实现稳产高产的必需措施。

一、生态灌区导则编制背景

1. 灌区在保障粮食安全中的作用



特殊的地理位置，灌溉农业发挥了极为重要的作用，创造了：我国以世界6.6%的可更新水资源和9%的耕地养活了世界近20%人口



有效灌面(2022年)： 10.55亿亩，占耕地55%，
粮食产量占全国77%

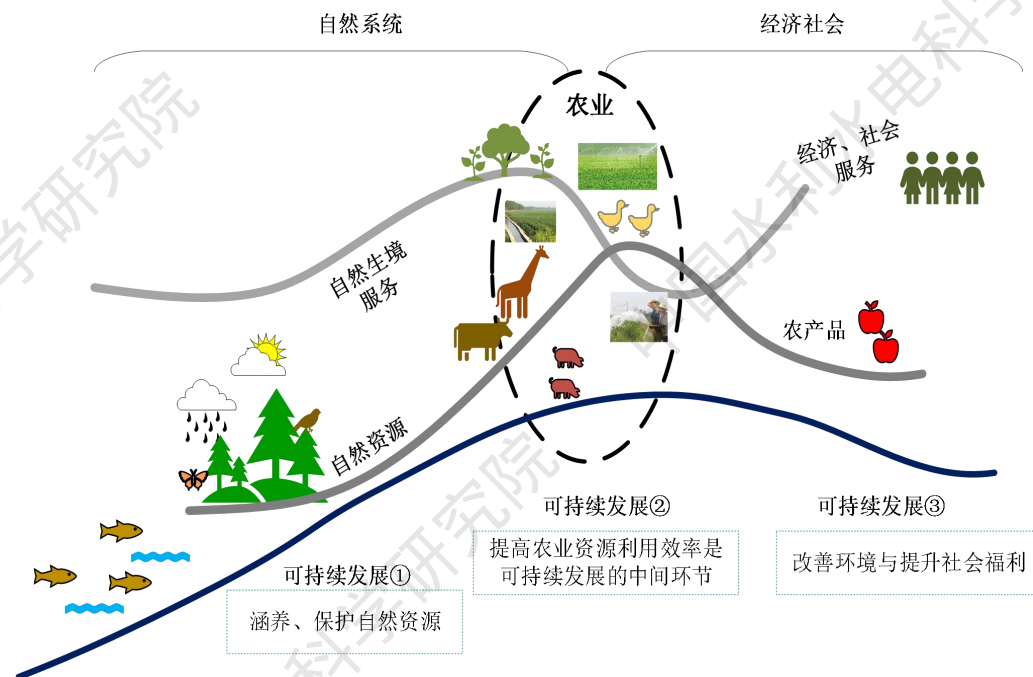
大中型灌区(2021年)： 5.33 亿亩，占全国耕地24.8%，
粮食产量占全国50%左右

(from:韩振中：新时期大中型灌区高质量发展策略)

一、生态灌区导则编制背景

2. 灌区的维持生态环境的作用

灌区是水土资源开发利用强度最大的区域，是一个“**自然-人工-社会**”复合的**生态系统**，作为“**山-水-林-田-湖-草**”生态系统的有机**组成**，是自然生态系统和经济社会系统的**纽带**。**灌区生态状况**与区域生态**密切相关**



灌区是国家粮食安全的基石，也肩负着生态安全、美丽乡村建设的重任

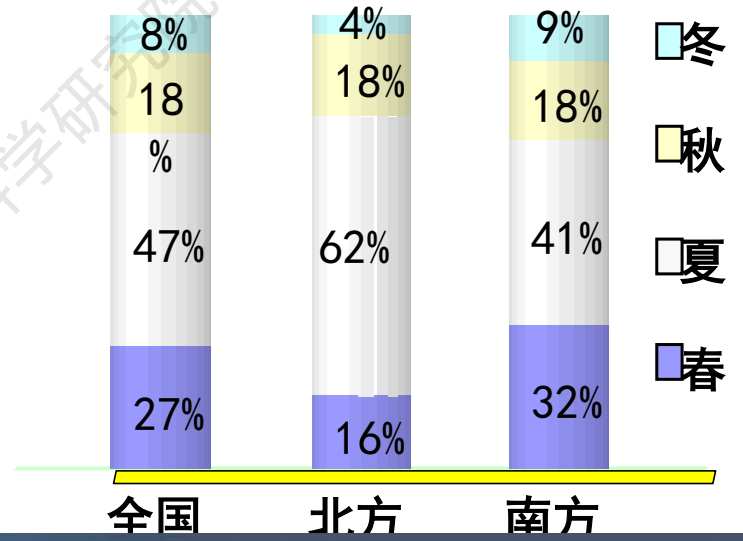
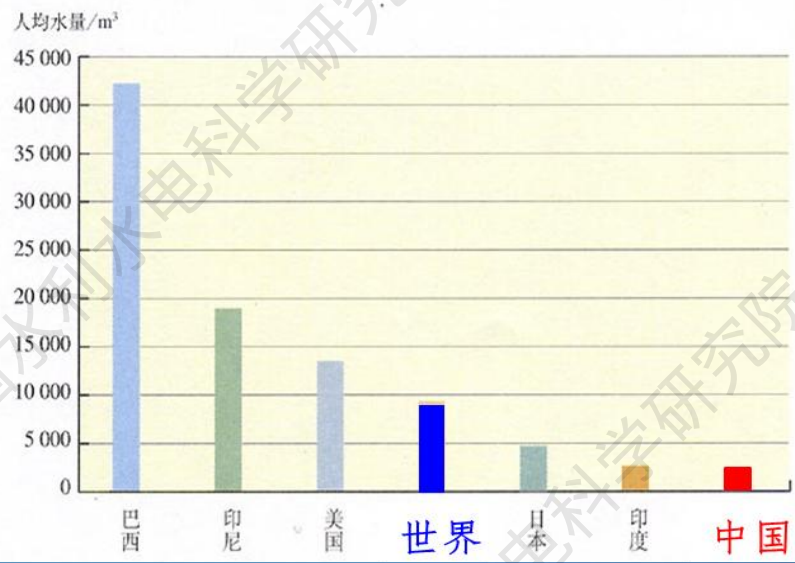
一、生态灌区导则编制背景

3. 灌区发展面临问题

● **水资源本地差，安全状况不容乐观，灌溉可用水资源量受到约束**

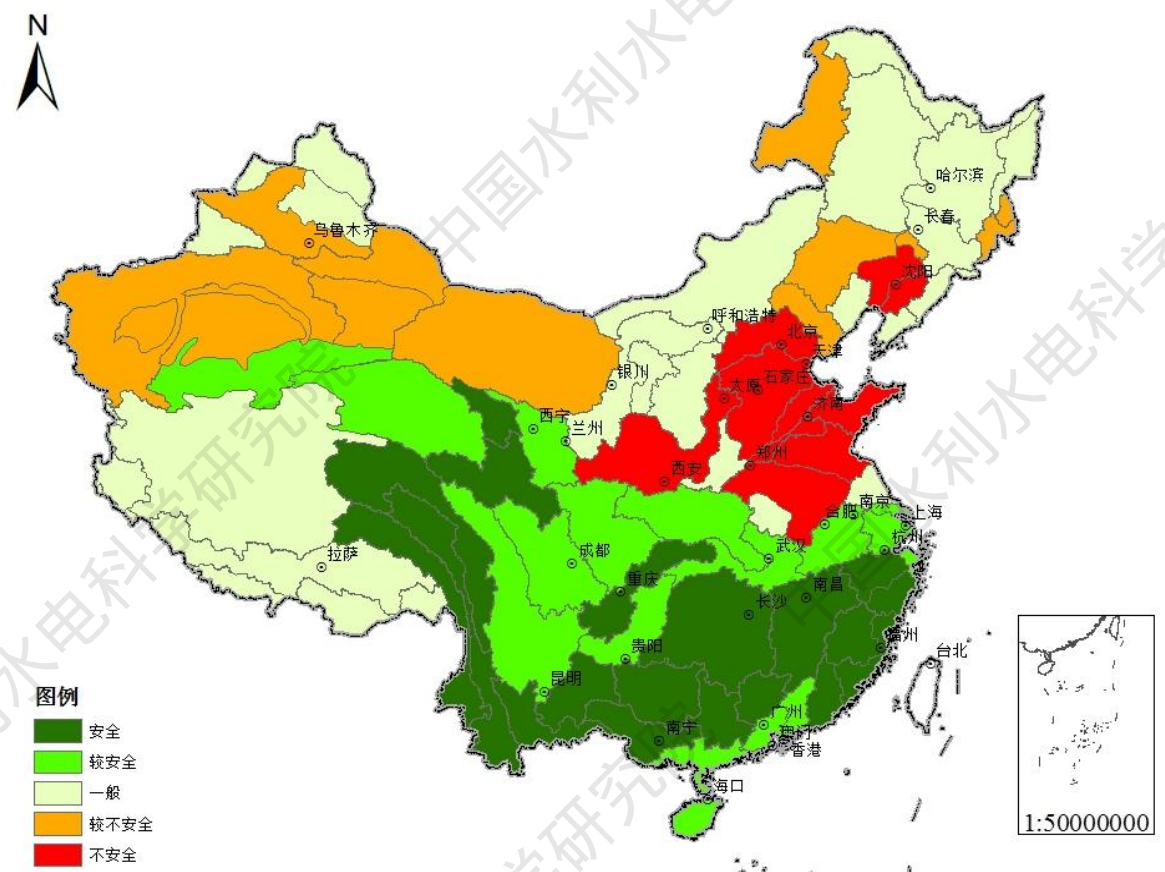
总量少：多年平均降水6.18万亿 m^3 ，水资源量2.8亿 m^3 ，
人均和亩均耕地占有量：2200 m^3 和1440 m^3 ，是世界平均水平的**1/4**，
位列世界**第121位**，是世界**13个**贫水国之一

分布不均匀：**空间上**：径流量—南方**81%**，北方占**19%**；**时间上**：夏季降水占全年**47%**；



一、生态灌区导则编制背景

- 水资源本地差，安全状况不容乐观，灌溉可用水资源量受到约束



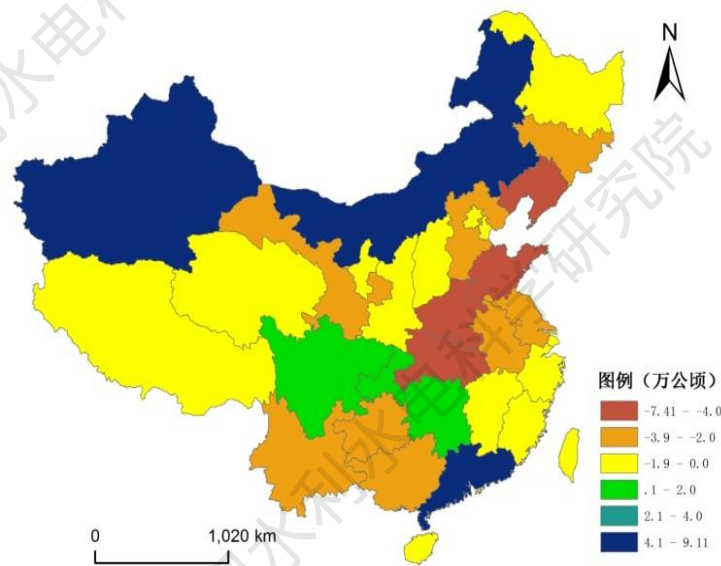
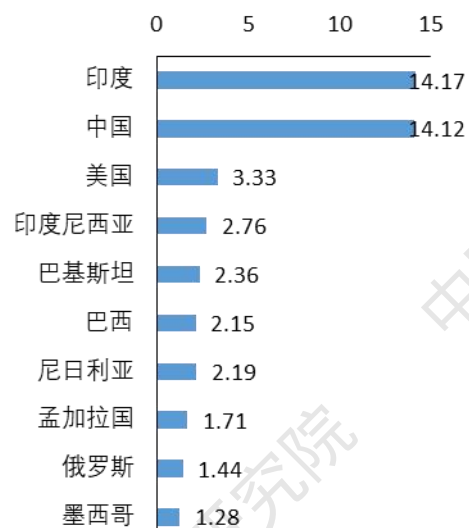
海河区、黄河中下游、淮河中游及沂沭泗和山东半岛、辽河流域	不安全
河西内陆河、吐哈盆地、天山北麓、塔里木河	较不安全
松花江流域、淮河上游及下游，内蒙古高原及青藏高原内陆河、东北和西北跨界河流	安全状况一般
长江下游及岷沱江、嘉陵江、汉江等支流、珠江南北盘江、东江、珠江三角洲及粤西桂南诸河、海南岛、浙东沿海诸河	较安全
长江上中游（除岷沱江、嘉陵江、汉江外），珠江西江、北江、东南诸河（除浙东外）、西南诸河	安全

当前我国水资源安全状况可以归为五大分区

一、生态灌区导则编制背景

● 耕地资源禀赋差、城镇化工业化进程中，灌溉可利用土地资源趋紧

耕地总面积（2023年）：19.29亿亩，人均：**1.37亩**，仅为世界人均耕地面积的平均数的**27.7%（40%）**，为美国**12.8%**、印度**45.5%**



耕地减少:

2009-2019年，全国耕地面积减少**1.13亿亩**，**每年平均减少100万亩左右**，

相当于一个产粮大县全部耕地

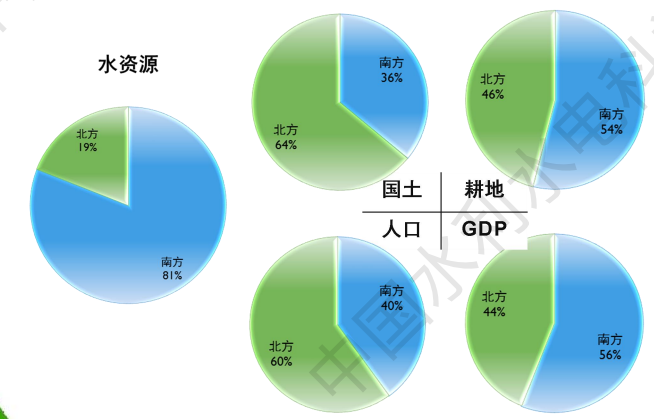
2022年全球耕地、人口分布

一、生态灌区导则编制背景

● 水土资源匹配失衡加剧、在追求产出中，生态环境问题日益凸显

北方地区：土地资源占全国64%，水资源占19%；

南方地区：土地资源占全国36%，水资源占81%。



耕地面积重心：
向北转移，
向种植制度一年一熟区

占优补劣的普遍存在



地区变化：南方10省占全国比例
粮食播种面积:27% (1980年)
19% (2021年)
粮食产量:31.9% (1980年)
17.2% (2021年)

随着耕地向被转移，粮食主产区发展与水资源逆向分布，加剧了区域水土失衡

一、生态灌区导则编制背景

化肥农药的过量不合理施用，土壤酸化严重

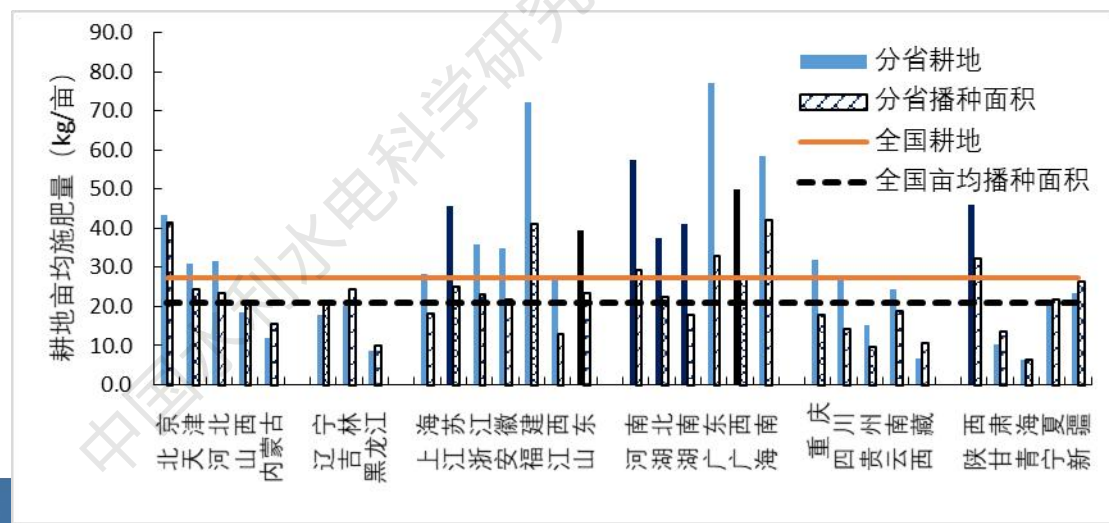
我国耕层土壤有机质含量平均为1.86%，远低于美洲、欧洲2.5%-4.0%水平。

近年来秸秆直接还田、作物根茬等耕地土壤有机质总体呈稳中微升态势。东北、西南和华南的土壤有机质仍呈下降趋势



化肥施用量(2023年)：占世界总量的35%；平均单位耕地面积上施用量达到434.3kg/hm²，是美国等发达国家认定安全上限225kg/hm²的近2倍，成为世界最大的化肥施用国。

化肥利用率:占施用量的33%，三大粮食作物利用率我国(37.8%) 美国(50%左右) 欧洲(65%左右)

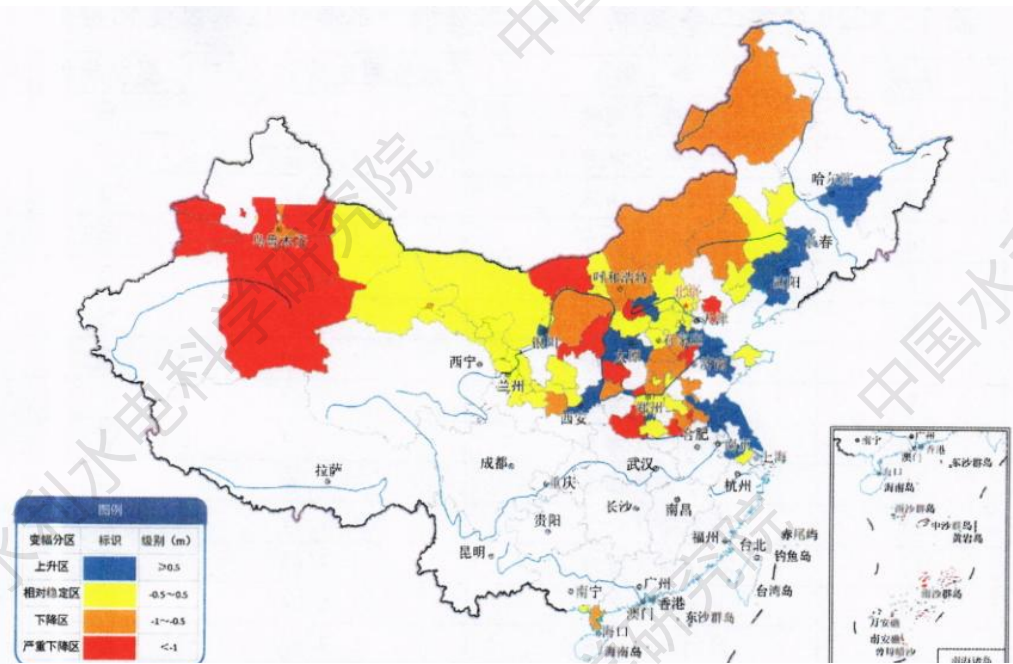


一、生态灌区导则编制背景

地下水开采与管控，地下水位处于不合理范围

农业用水持续向北方转移的基本形势，
地下水成了弥补地表水不足的主要水源

严格地下水管控，加大节水力度，地下水
超采与盐碱化并存



2020年第二季度浅层地下水超采区水位变化

五大盐碱地集中分布区



一、生态灌区导则编制背景

2021年全球粮食安全指数分布



根据英国经济学人智库发布的
2021年全球粮食安全指数报告，
113个纳入评价的国家

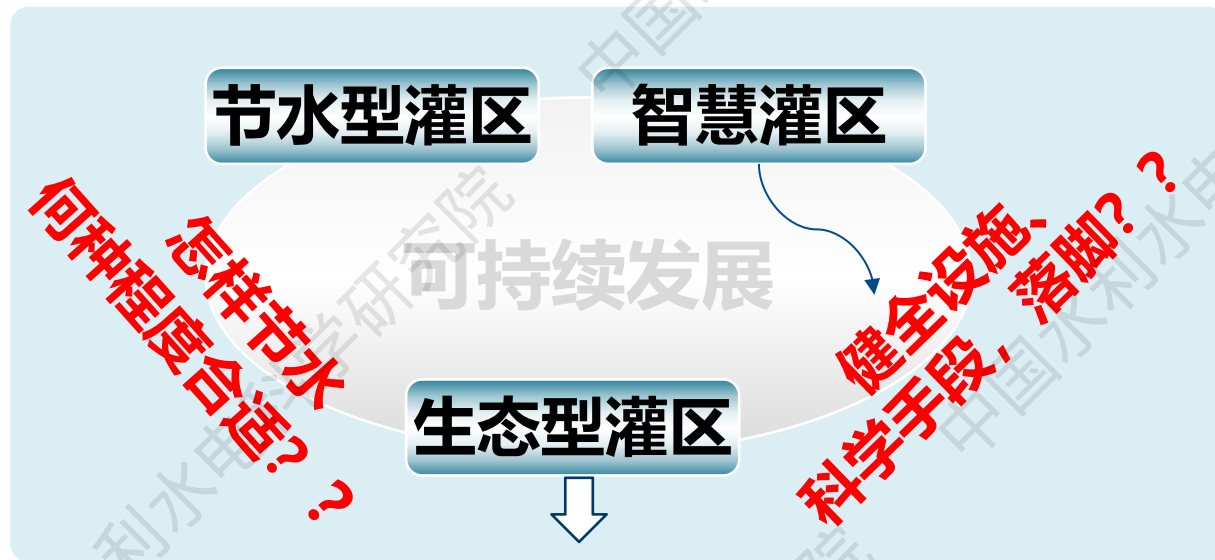
中国综合排名第34位，

- 购买力：第49位
- 供应力：第2位
- 品质与安全：第56位
- 自然资源与韧性：第64位

一、生态灌区导则编制背景

现代化灌区**总目标**：设施完善、节水高效、管理科学、**生态良好**

通过现代化技术手段、科学管理方式，支撑水资源高效利用，保障灌区**生态良性发展**的**根本目标**。



2024年6月18日国务院新闻办举行“推动高质量发展”系列主题发布会（水利部）：

陈明忠司长：表示大中型灌区是保障国家粮食安全的主战场。……下一步谋划，建设改造一批**节水型、生态型灌区**，继续为保障国家粮食安全提供有力的水利支撑。

目的

准确把握灌区生态状况、识别灌区发展障碍因子、促进灌区生态良性发展，服务生态文明建设和乡村振兴。

02

导则编制过程说明



二、导则编制过程简要说明

2022年1月：《现代化生态灌区健康评价导则》中国灌区协会批复团体标准

中国灌区协会文件

中灌协〔2021〕01号

关于印发《中国灌区协会团体标准管理办法》的通知

各会员单位：

依据国家标准化管理委员会、民政部联合印发的《团体标准管理规定》（国标委联〔2019〕1号）有关规定修订的《中国灌区协会团体标准管理办法》，经过中国灌区协会六届理事会第七次会议审议通过。现印发给你们，请结合实际认真贯彻落实。

中国灌区协会
2021年1月11日

抄送：
灌区协会 2021年1月11日印发

中国灌区协会文件

中灌协〔2022〕02号

关于批准《现代化生态灌区健康评价导则》标准编制立项的通知

中国水利水电科学研究院：

你院联合有关单位提出的编制《现代化生态灌区健康评价导则》标准立项申请，经过我协会组织的专家评审，同意立项编制。根据《中国灌区协会团体标准管理办法》相关规定，请抓紧签订《中国灌区协会团体标准编制项目协议书》，并按计划进度做好标准编制工作。

附件：中国灌区协会团体标准编制项目协议书

中国灌区协会
2022年1月19日

抄送：各参编单位
灌区协会 2022年1月19日印发

附件二
中国灌区协会团体标准编制项目协议书

编号：

标准名称	现代化生态灌区健康评价导则			
标准类别	☐ A类 ☐ B类 ☐ C类 ☒ D类			
标准类型	☒ 制订 ☐ 修订			
主编单位	中国水利水电科学研究院			
通讯地址	北京市海淀区玉渊潭南路1号中国水利院A座			
参编单位	1. 宁夏大学 2. 浙江杭灌区			
项目负责人	姓名	杨贵羽	电话	13691535750
	电子邮箱	guiyuy@iwhr.com	传真	68781316
项目时间	2022年1月20日～2023年1月20日			
主要技术内容、阶段性工作安排以及预期目标和技术指标：				
见附录1				
项目申报人标准化工作经历：				
见附录2				
编制单位、人员及任务、分工：				
单位	姓名	职务/职称	专业特长	任务分工
中国水利水电科学研究院	杨贵羽	正高级	水文水资源	技术总负责
中国水利水电科学研究院	王浩	正高级	水文水资源	技术顾问
宁夏大学	田军会	正高级	农田水利	技术顾问
中国水利水电科学研究院	彭致功	正高级	农田水利	指标筛选与阈值研究
山东农业大学	张倩	副高级	农业水土工程	评价方法研究
中国水利水电科学研究院	杨朝晖	正高级	水文水资源	评价指标体系
中国水利水电科学研究院	张安民	正高级	农田水利	灌区区域分析
主编单位意见：		中国灌区协会意见：		
负责人：王浩		秘书长：张安民		
2022年1月19日		2022年1月19日		
(单位公章)		(单位公章)		

符合《中国灌区协会》团体标准范围D类：
促进灌排行业自律管理、评价、服务类
标准

二、导则编制过程简要说明

生态型灌区理念

国际

1990年Brookers正式提出，认为：**生态灌区**：应该是可以长期保持周围环境的稳定性，同时具有较高的生产能力灌溉系统。

国内

2004年茆智院士（最早）：围绕农业节水和污染治理，提倡**节水型、生态型灌区**，拟通过构建“排灌沟渠-小型湿地”组成农田生态系统,实现工程与自然结合，达到节水、防污效果。

2009年杨培岭教授（相对系统）：综合灌区生境和农业生产等环节，认为：在人与自然和谐理念指导下，**通过**水土资源高效利用、环境保护与治理、生态恢复与重构、水景观与水文化建设、灌区生态环境建设基准及监测管理方法等多方面的**调控技术措施**，**修复**脆弱的灌区生态系统并维持系统稳定良好运转，**最终形成**的经济社会效益高、灌区功能完善、水资源配置科学有效、单位水量生态效益高的节水型灌区；此为灌区发展的最高境界，即生态灌区

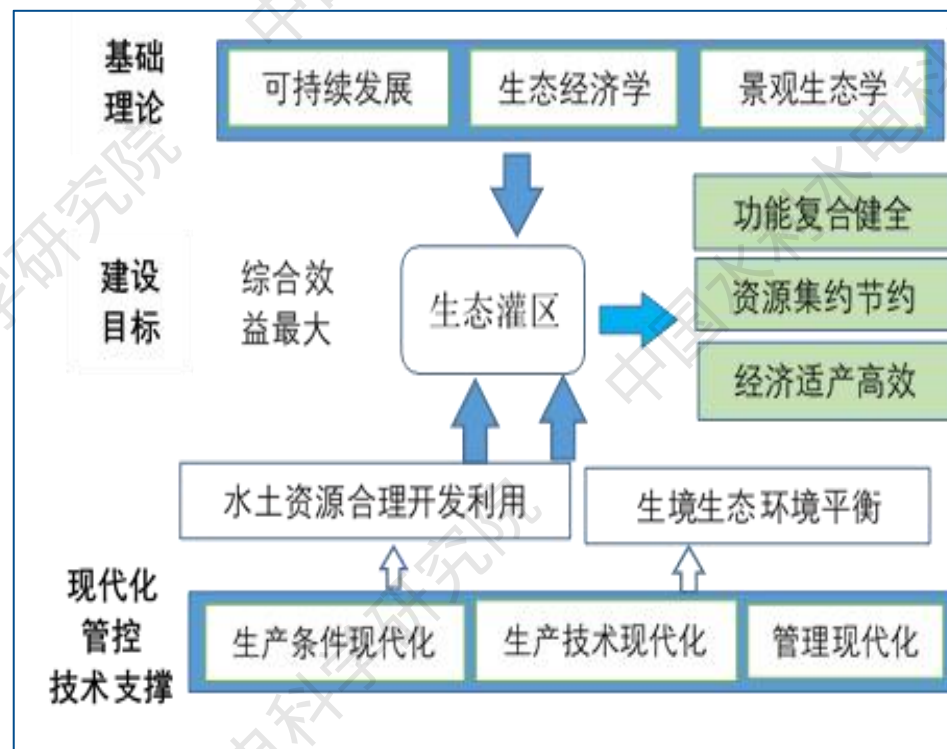
二、导则编制过程简要说明

生态型灌区的基本认识

基础理论：可持续发展理论、生态经济学理论
景观生态学

支撑手段：现代化、智能化等先进生产技术和工程管理手段

围绕“水土”两大关键因素，全面协调
其中“水、肥、气、热、盐、光、药”基本
生产要素



目标：维持灌区生态系统良性运转且不对外界生态环境造成负面影响的功能复合健全、资源集约节约、经济适产高效的生态系统。

二、导则编制过程简要说明

生态型灌区评价方面

权威机构

国际灌排组织 (ICID)

四方面

水平衡
环境
经济
效益

77个指标

联合国粮农组织 (FAO)

四方面

运行情况
环境性能
生产效率
财政状况

国际水资源管理研究所 (IWMI)

四方面

供水状况
用水效率
生产效能
投资回报

9个指标

研究者

考虑领域：灌区节水、灌区可持续发展、生态环境质量、运行管理方面
指标数量：差异较大

总结

水资源供用

粮食产能

生态环境

灌区运行

二、 导则编制过程简要说明

总体定位	以现代化灌区为总目标，按照以水土资源节约集约利用、生态环境良性健康发展为核心，遵循以生态优先、绿色发展、以水定地、量水而行、统筹兼顾、协调发展基本原则
指标体系构建	指标体系：遵循 科学合理、客观公正的基本原则； 指标间关系：具有 系统性和 层次性； 各指标定位：具有 方向性、普适性、独立性，实用性和可操作性
指标与阈值确定	《中共中央 国务院关于加快推进生态文明建设的意见》《乡村建设行动实施方案》 《生态环境状况评价技术规范》《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国水污染防治法》等，具体参考规范性引用文件

经过近3年 6次近60位专家咨询，在农水司灌溉节水处领导指导下完成导则

03

导则编制内容介绍



三、生态型灌区评价导则内容

主要内容

综合全国灌区特点，围绕**水土生态环境、工程保障、生产效率效益** 3 方面，凝练具有普适性最终**14个指标**，构建形成**评价指标体系**，提出**定量评价方法**；

以“**水—土—粮(食)—生(态)**”协调有序发展为目标，**确定了灌区生态健康状况计分细则**；

综合考虑各指标数据获取方法，辅以**典型调研和关键指标测试**和**灌区试评价**，形成生态型灌区评价导则。

章节构成（6章+1个附录）

- 1、范围
- 2、规范性引用文件
- 3、术语和定义
- 4、基本要求
- 5、评价指标体系
- 6、评价方法
- 7、附录：评价指标体系计分细则和计分说明

三、生态型灌区评价导则内容

1 范围 适用于灌区生态状况技术评价工作

水

GB 3838	地表水环境质量标准
GB 5084	农田灌溉水质标准
GB/T 14848	地下水质量标准
GB/T 34968	地下水超采区评价导则

土

GB 50434	水土保持技术标准
GB /T 30600	高标准农田建设通则
NY/T 1121.16	土壤分析技术规范： 土壤水溶性盐总量测定

生态

HJ192 生态环境状况评价技术规范

综合类

GB 50201	防洪标准
SL56	农村水利技术术语

3 术语与定义

6个

灌区生态系统

有可靠水源和引、输、配水系统以及相应排水设施的灌溉区域，通过灌排工程调控和农业种植结构管理等人类活动与自然界共同作用形成的生物与环境相互影响、互相作用的“人工—自然—社会”复合系统

灌区生态状况评价

选择具有代表性、可比性、可操作性的评价指标和方法，对灌区生态系统发展状态的优劣程度进行定量分析和判别

盐碱化土壤

土壤中可溶性盐含量在1g/kg以上，或者土壤胶体吸附的交换性钠离子占交换性阳离子总量的百分比（即碱化度）在5%以。盐化土/碱化土：轻、中、重度

涝渍土壤

因地势低洼或雨涝，排水不畅，造成土壤含水量达到或接近饱和，危害作物正常生长的土壤

化肥(农药)施用强度

指单位播种面积上化肥（农药）施用量

灌区工程完好率

取-用-耗-排水工程保障程度的指标

2 规范性引用文件

10项

三、生态型灌区评价导则内容

4 基 本 要 求 5条

4.1 规定被评价灌区应具备以下基本条件：

- (1) 满足用水总量控制红线、水功能区限制纳污红线、灌区取水许可量要求；
- (2) 位于地下水严重超采区或水土流失重点防治区、中重度盐渍化面积占比**超过20%以上地区**，原则上不应参与生态型灌区评价。具体超采区域和水土流失程度可根据GB/T 34968和GB 50434判定。

4.2 灌排工程设施改造与建设，

- 应优先采用生态友好的**新材料、新技术、新工艺**，体现人与自然和谐发展的生态理念；
- 通过采取**灌排工程优化和管理水平提升**等措施推进灌区绿色低碳和节能高效发展。

三、生态型灌区评价导则内容

4 基本要求

5条

4.3 实施评价组织

- 应通过查阅被评价灌区的报告、统计报表、分析测试报告、第三方认证监测报告等支持性文件，获取评价需要的基础资料；
- 根据需要，通过访问座谈、实地调查、抽样调查等方式对参评灌区提供材料的真实性和有效性进行核实或补充评价所需资料。

4.4 资料

- 应以监测统计资料、实地调查资料和政府主管部门发布的公报、灌溉试验数据等为评价所需基础资料的主要来源；
- 当基础资料不满足评价要求时，应开展补充性调查和监测，可通过遥感、无人机等新技术手段开展有关数据的调查或监测。

4.5 评价数据采用不少于3年连续资料序列。

三、生态型灌区评价导则内容

5 评价指标体系 (14个指标)

生态环境指标

(8个)

- **灌溉水源水质达标率**：**概念**—正常来水年份，灌区灌溉水源（地表水、地下水）的物理、化学和生物学特征和性质，达到灌溉水质标准要求的比例；**计算**—采用灌溉供水水源中水质达标的水源供水量占总灌溉水源供水量的百分比。水质级别宜采用COD、氨氮、总磷、总氮等化学特征值确定。
- **排（退）水质达标率**：**概念**—灌区排水设施排出水的化学、物理和生物学等方面的特征和性质，达到排水功能区水质要求比例；**计算**—采用达到排水功能区域要求的排（退）水量占总排水量的百分比。排（退）水质应由田间农沟到干支排沟监测综合获得。无排（退）水沟按照最大值赋分。
- **生态需水量（水位）满足程度**：**概念**—灌区内天然河流、湖泊等典型水域断面最小生态水量的满足程度或灌区范围地下水处于防止土壤盐渍化最小埋深值与土地退化最大埋深值间的满足程度；**计算**—采用区域内不同控制断面实际生态环境用水量与其最小生态环境需水量的百分数的算术评价值，或评价范围内地下水监测点地下水埋深监测平均值超出地下水埋深最小值或最大值的百分数计算盐碱化面积占比

三、生态型灌区评价导则基本内容

生态环境指标 (8个)

- **盐渍化面积占比:** **概念**—灌区内土壤盐碱化或涝渍面积所占比例, 反映灌区土壤盐渍化状况; **计算**—采用灌溉面积中发生中度及以上盐碱化或渍涝面积占评价区总有效灌溉面积的百分数。按照区域盐渍化问题的侧重, 北方宜采用盐碱化面积占比, 南方宜采用涝渍面积占比。
- **化肥施用强度:** **概念**—单位播种面积上化肥施用量; **计算**—采用单位作物播种面积化肥施用量确定, 按照农作物总播种面积上化肥施用总量的折纯量与农作物总播种面积之比, 单位为 $\text{kg}/\text{hm}^2\cdot\text{年}$
- **农药施用强度:** **概念**—单位播种面积上农药施用量; **计算**—采用单位作物播种面积农药施用量确定, 按照农作物总播种面积上农药施用总量与农作物总播种面积之比, 单位为 $\text{kg}/\text{hm}^2\cdot\text{年}$

三、生态型灌区评价导则内容

生态环境指标

(8个)

- **生物丰度指数:** **概念**—单位面积上不同生态系统类型在生物物种数量上的差异, 间接反映被评价区内生物多样性的丰贫程度。 **计算**—参见《生态环境状况评价技术规范》(HJ 192-2015)
- **植被覆盖度:** **概念**—灌区内植被冠层(包括叶、茎、枝)在地面的垂直投影面积占总面积的比例, 反映地表生态系统中植被状况的指标。 **计算**—采用5-9月植被冠层投影面积平均值占灌区地表面积的比例计算。

工程保障指标

(4个)

- **水网密度:** **概念**—灌区内单位面积上自然河流和人工渠沟等水系长度, 反映灌区水系通达程度和发育水平。 **计算**—采用水系长度与灌区面积之比计算。
- **灌溉保证率:** **概念**—灌区得到灌溉保障的实际灌溉面积占有效灌溉面积的比例, 反映农作物用水需求的可靠程度或概率; **计算**—采用近3年有供水保障的实际灌溉面积占有效灌溉面积的百分比计算。

三、生态型灌区评价导则基本内容

工程保障指标 (4个)

- **工程完好率：概念与计算**—灌区供水水源、渠系和田间工程及配套设施实际达标建设（安装）长度（数量）占设计建设（安装）长度（数量）的百分比。包括骨干渠（管）道（干、支渠）配套率、田间渠（管）道（斗、农渠道）配套率、建筑物工程配套率等。
- **高标准农田占比：概念与计算**—通过土地整治建设完成的集中连片、设施配套、高产稳产、生态良好，达到高标准农田要求的耕地面积占灌区耕地总面积的比例。

生产效率效益 (2个)

- **农田灌溉水有效利用系数：计算**—在某次或某一时间内灌入田间被农作物利用的净灌溉水量与水源渠首处总灌溉引水量的比值，反映灌区用水效率的综合指标，与灌区自然条件、工程状况、用水管理水平、灌水。
- **作物生产变化率**：按照作物种植面积由大到小选择合计灌溉面积占80%以上的具有代表性若干作物作为主要作物，以评价期前3年主要作物亩均产量为参考，分析各主要农作物亩均生产变化率，以各主要作物播种面积对其亩均生产变化率进行加权平均获得该灌区主要作物生产变化率，反映农业综合生产水平。

三、生态型灌区评价导则内容

6 评价方法

综合评分法：

指标综合赋分满分为100分

$$Z = \sum_{i=1}^n Z_i$$

式中：

Z 为综合赋分值；

Z_i 为第*i*个指标赋分值。

评价结果

根据综合评分结果，将灌区生态状况划分为三个等级

灌区生态状况评价等级标准

评分	$Z \geq 85$	$70 \leq Z < 85$	$60 \leq Z < 70$
等级	I	II	III

生态健康状况评价指标体系计分细则

序号	评价指标		指标性质	获取方法	取值范围	赋分范围	赋分值 (Z _i)
1	灌溉水源水质达标率		正向	调查、监测	[70%, 100%]	5-7	
2	排（退）水质达标率		正向	调查、监测	[70%, 100%]	6-8	
3	生态需水量(水位) 满足程度	北方干旱区：地下水合理埋深满足程度	正向	调查、监测	[60%, 100%]	6-10	
		其他区域：生态需水量满足程度	正向	调查、监测	[60%, 100%]		
4	盐渍化面积占比	北方：盐碱化面积占比	反向	调查、监测	[0, 20%]	6-10	
		南方：渍涝面积占比	反向	调查、监测	[0, 20%]		
5	化肥施用强度		反向	调查、统计	[100, 850] kg/hm²	3-5	
6	农药施用强度		反向	调查、统计	[0.5, 30] kg/hm²	3-5	
7	生物丰度指数		正向	调查、监测	[15, 80]	3-5	
8	植被覆盖度		正向	调查、监测	[45%, 75%]	3-5	
9	水网密度		正向	调查、监测、统计	[0.3, 2.0]	3-6	
10	灌溉保证程度		正向	监测、统计	[60%, 95%]	5-9	
11	工程完好率		正向	调查、监测	[60%, 95%]	3-6	
12	高标准农田占比		正向	调查、监测、统计	[30%, 80%]	5-7	
13	农田灌溉水有效利用系数	大型灌区	正向	调查、监测	[0.50, 0.70]	4-8	
		中型灌区	正向	调查、监测	[0.60, 0.80]		
		小型灌区	正向	调查、监测	[0.70, 0.85]		
		井灌区	正向	调查、监测	[0.80, 0.90]		
14	作物生产条件		正向	调查、统计	[5%, 100%]	5-9	

生态环境

工程保障

效率效益

汇报完毕

敬请批评指正！