

中国农业绿色发展研究会团体标准 编制说明

《盐碱地农业综合开发利用区划技术指南》

（征求意见稿）

《盐碱地农业综合开发利用区划技术指南》编制组

二〇二六年九月

目 录

一、团体标准制修订背景、目的和意义	1
二、工作简况.....	3
三、标准编制原则和依据	7
四、标准主要条文或技术内容及其确定依据	11
五、主要试验、验证及试行结果	35
六、采用国际标准的程度及水平说明	45
七、与现行法律法规、强制性标准和其他有关标准的关系	47
八、重大分歧或重难点的处理经过和依据	51
九、贯彻该标准的要求、措施建议及预期效果	51
十、其他应说明的事项	52
参考文献.....	53

盐碱地农业综合开发利用区划技术指南

技术规范

一、团体标准制修订背景、目的和意义

1. 制订背景

盐碱地是受土壤盐化和（或）碱化影响形成的一类土地，其土壤理化性质和土地生产能力受到不同程度影响，是土地退化的重要表现形式之一。我国盐碱地面积大、分布广，既有沿海地区受海水影响形成的盐碱地，也有西北内陆、黄河流域、东北平原等地区因干旱少雨、地下水位高、排水不畅等原因形成的盐碱地。这类土地在自然条件、土壤类型、盐分组成、水资源条件和农业利用基础方面差异明显，不能简单采用同一种治理方式。

随着国家对耕地保护、粮食安全和后备耕地资源开发利用的重视，盐碱地治理与农业综合开发的地位不断提高。盐碱地并不是完全不能利用的土地，其中相当一部分经过合理改良、科学管理和适宜作物选择后，可以转化为可利用的农业资源。但是，不同地区盐碱地形成原因不同，治理难度不同，开发方向也不同。如果前期区划不清楚，就容易出现治理措施不匹配、资金投入效率低、工程建设重复、改良效果不稳定等问题。

目前，盐碱地相关工作中已经有土壤调查、土壤检测、土地利用分类、盐碱地改良等方面的标准或技术规范，但针对“盐碱地农业综合开发利用区划”的专门技术规范仍不够完善。实际工作中，不同地区在数据来源、指标选择、权重确定、分区方法和成果表达方面存在

一定差异。有的区划主要依赖专家经验，有的偏重单一指标，有的虽然使用了空间数据和聚类方法，但缺少统一流程和验证要求，导致区划成果之间难以比较，也不利于后续推广应用。

因此，有必要制订《盐碱地农业综合开发利用区划技术指南》，把盐碱地农业区划工作中需要做什么、按什么步骤做、用哪些数据、如何划分区域、如何检验结果等内容统一起来，使区划工作更加规范、清楚、可操作，为盐碱地分类治理和合理利用提供技术支撑。

2. 制订目的

本标准制订的主要目的，是建立适用于盐碱地农业综合开发利用区划的统一技术方法。针对全国及典型盐碱区域中具有农业利用潜力的盐碱地，在识别盐碱属性、成盐环境、水土资源条件、农业利用基础和生态环境约束的基础上开展分区，并进一步明确各区划单元的农业开发利用方向，重点服务于种植业利用布局 and 分类施策。

本标准重点解决以下实际问题：一是统一区划技术流程，明确基础资料收集与数据预处理、指标体系构建与权重确定、空间聚类与初步分区、分区优化与结果验证、区划命名与开发利用方向确定以及成果制图与报告编写等环节；二是规范指标体系构建，根据区划层级、区划尺度和区域特点，从气候、地形、水文、土壤及农业利用条件等方面合理选取关键指标，避免单一指标主导；三是规范聚类分区与空间优化，在兼顾属性相似性的同时考虑空间连续性和重要自然地理边界；四是建立定量评价、实际符合度验证和专家验证相结合的结果检验机制；五是区划结果与农业开发利用方向衔接，使成果能够服务

于盐碱地分类治理、种植业合理布局和资源环境约束下的合理利用。

3. 制订意义

标准的制订具有较强的现实意义和应用价值。对于国家和区域层面，可通过统一的区划技术规范识别不同盐碱区域的类型、程度、主要限制因素和农业利用条件，为耕地保护、盐碱地综合利用、农业生产布局及相关管理决策提供基础支撑。

对于地方层面，标准有助于将盐碱地治理和利用由单纯按面积、项目或行政边界推进，转向综合考虑盐碱化程度、水资源、地下水、土壤、地形、灌排基础和生态约束等条件的分类施策，减少不合理开发和重复投入，提高区划成果对治理利用工作的支撑能力。

对于技术应用，本标准将多源数据处理、指标筛选与赋权、聚类分区、空间优化、结果验证以及区划命名与开发利用方向确定等方法形成可执行的标准化流程，有利于提高不同地区区划成果的一致性、可比较性、可复核性和可更新性。

对于农业生产和生态保护，标准强调因地制宜、以水定地、适度利用和保护优先。对具备农业利用条件的区域，可根据盐碱属性和限制因素采取改良提升或适应利用；对水资源约束较强、生态环境敏感或不具备持续农业利用条件的区域，应控制开发强度，以保护和生态保育为主要方向，从而实现农业利用与资源环境承载能力相协调。

二、工作简况

1. 任务来源

为贯彻党中央、国务院关于推进农业绿色发展的决策部署，落实

好《国家标准化发展纲要》《关于促进团体标准规范优质发展的意见》等文件精神，进一步促进农业绿色发展标准体系建设，充分发挥团体标准在服务农业绿色发展中的示范带动作用，加速科技成果转化，推动产业高质量发展，中国农业绿色发展研究会征集团体标准。标准制定计划项目名称为《盐碱地农业综合开发利用区划技术指南》。本标准属于新制定标准。

2. 主要工作过程

2.1 预研阶段

近年来，在中国农科院科技创新工程“盐碱地产能提升关键技术与集成示范”，国家农业重大科技项目课题“北方次生盐渍化耕地监测和智能决策治理”，国家重点研发计划项目“盐碱地智慧生态农业关键技术研发与集成应用”，中国科学院盐碱地项目“盐碱地农业综合开发分区方案设计”等项目的支持下，围绕盐碱地监测评价、区域差异识别与综合开发利用开展了系列研究工作。依托卫星遥感、无人机监测、地面调查与环境数据，形成了天空地一体化的盐碱地监测技术体系，积累了土壤盐碱属性、土地利用、地形地貌、水文气候及农业利用等多源数据，为盐碱地区划指标体系构建和基础数据获取提供了技术基础。在黄河三角洲、内蒙古沿黄灌区、新疆渭干河流域等典型盐碱地区域，开展了盐碱地空间分布、区域差异及影响因素研究，并结合不同盐碱地改良利用模式开展监测与示范，形成了不同区域盐碱地自然条件、盐碱特征和农业利用条件的研究基础，为区划指标筛选、分区特征识别、区划结果验证及开发利用方向确定提供了实践支

撑。

2.2 起草阶段

2026 年 1 月，中国农业科学院农业资源与农业区划研究所成立标准起草小组，开展资料收集、技术调研、标准研究及相关技术验证等工作。基于前期盐碱地监测评价、区域差异分析、综合开发利用及典型区域应用等研究基础，结合我国不同类型盐碱地农业综合开发利用与分区管理的实际需求，提出《盐碱地农业综合开发利用区划技术指南》团体标准制定方案，并向中国农业绿色发展研究会提交标准立项申请。

标准编制过程中，起草小组系统开展了盐碱地区划、农业资源区划、土地评价及盐碱地综合开发利用等相关技术的国内外调研，并对相关国家标准、行业标准、地方标准、团体标准及国内外相关技术资料进行了检索与分析。结合盐碱地自然条件、盐碱属性、农业利用条件及区域差异，对基础资料获取与预处理、区划指标体系构建、指标权重计算、空间聚类分区、分区优化与结果验证、成果制图以及分区开发利用方向等关键技术内容进行了梳理与研究。

在区划技术方法研究方面，起草小组结合前期典型盐碱地区域研究与应用实践，对不同空间尺度下区划单元确定、指标筛选与标准化、客观赋权及组合赋权、空间聚类与空间约束等方法进行了分析比较，并重点研究了区划结果的空间连续性、区内一致性和区间差异性，以及零散单元、孤立单元和重要自然地理边界等情况下的分区优化方法。在此基础上，进一步明确了区划结果验证、分区特征识别及农业综合

开发利用方向确定的基本要求。

同时，起草小组认真学习标准化文件编制相关要求，参加标准化培训，深入研究标准结构、术语及文本编写规则，严格按照 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》的要求开展标准编写工作。在充分参考相关标准规范、已有研究成果和典型区域实践经验的基础上，形成了标准框架结构及主要技术内容。

标准技术内容主要依据现行国家标准、行业标准、相关技术规范以及盐碱地农业综合开发利用区划的实际需求确定。期间，起草小组多次对标准草案进行讨论、修改和完善，于 2026 年 3 月形成《盐碱地农业综合开发利用区划技术指南》标准草案初稿。

2.3 立项阶段

2026 年 3 月，我单位向中国农业绿色发展研究会提交了《盐碱地农业综合开发利用区划技术指南》团体标准立项申请及标准草案。

2026 年 6 月，中国农业绿色发展研究会组织召开相关领域团体标准立项论证会。会上，标准编制单位对标准制定背景、制定目的、适用范围、主要技术内容及标准草案进行了汇报与说明。专家委员会经质询与讨论后，同意该标准立项，认为标准制定能够满足盐碱地农业综合开发利用过程中科学区划、分类指导和差异化利用的实际需求，对规范盐碱地区划技术流程、提高区划成果的科学性和可操作性具有重要意义。

在充分吸收专家意见和建议的基础上，标准起草组进一步对标准适用范围、总体原则、区划流程、指标体系、空间聚类方法、分区优

化与结果验证、成果制图及开发利用方向等内容进行了修改与完善，形成了《盐碱地农业综合开发利用区划技术指南》标准文本及编制说明征求意见稿。

3. 主要起草人及其分工

标准起草团队分为总体设计组、标准调研组、实验验证组和标准撰写组。陆苗、吴文斌、王介勇负责标准总体设计与组织协调，统筹标准制定方案、技术路线和框架结构，组织开展资料调研、技术研究、标准编写及修改完善等工作。何英彬、张轩畅负责相关标准、技术规范及盐碱地农业综合开发利用区划研究成果的调研与分析，重点对农业资源区划、土地评价、盐碱地分类与利用等相关技术要求进行梳理，为标准技术内容确定提供依据。朴艺璇、李一帆、焦宜帆、常慧杰负责区划技术与方法研究，重点围绕基础数据获取与预处理、区划指标体系构建、指标权重计算、空间聚类分区及区划结果评价等内容开展技术与验证。许尔琪、鞠正山、范金梅、王娇、马蓉蓉负责典型区域资料整理与区划应用分析，结合不同类型盐碱地区域的自然条件、盐碱属性及农业利用特征，对分区优化、结果验证、分区特征识别及农业综合开发利用方向等技术内容进行分析与完善。陆苗、吴文斌、王介勇牵头制定标准编写框架并组织标准文本起草，各起草人根据任务分工参与相关章节的编写、讨论和修改，共同完成《盐碱地农业综合开发利用区划技术指南》标准文本及编制说明的起草工作。

三、标准编制原则和依据

1. 编制原则

本标准编制坚持以规范盐碱地农业综合开发利用区划工作为核心，围绕“数据可靠、方法科学、流程清晰、成果可用”的要求，系统确定区划原则、技术流程和成果表达方式。考虑我国盐碱地成因类型、盐碱程度、水土资源条件、农业利用基础和生态环境约束差异显著，本标准不以单一指标或经验判断作为区划依据，而是强调根据区划层级和空间尺度综合选取关键指标，并将区划结果进一步落实到农业开发利用方向。

一是坚持科学性与系统性相结合。区划应遵循盐碱地形成、演化及空间分异规律，系统考虑水热、成土、盐碱属性、水文、地形、土壤性质及农业利用等因素，在充分认识区域盐碱地形成环境和空间分异特征的基础上构建层次清晰、相互协调的指标体系。

二是坚持综合性与主导因素相结合。区划既要反映盐碱地本身的盐碱属性，也要考虑水热、成土、水文、地形、土壤性质及农业利用条件等影响因素，并根据区划尺度和区域特点突出具有主导作用的关键因子。区域特征指标可根据主要成盐环境和数据可获得性合理选取。

三是坚持空间连续性与区内一致性。区划应兼顾属性相似性和空间连续性，区划单元内部在盐碱属性、自然环境及农业利用条件等方面保持较高一致性，不同区划单元之间具有较明显差异。区划单元原则上空间连续、边界相对完整，减少孤立、零散和过度破碎现象；不以绝对消除所有非连续单元为目标，对具有明确自然地理成因或特殊盐碱属性的单元允许保留。

四是坚持实用性与可持续性。区划成果不仅应反映盐碱属性和区域资源环境条件，还应识别各分区主要限制因素和农业利用条件，明确适宜的农业开发利用方向，并与耕地保护、高标准农田建设、农业生产布局、水资源管理和生态保护等相关规划相衔接，坚持以水定地、因地制宜，避免超出资源环境承载能力的过度开发。

五是坚持规范性与可复核性。标准将基础资料收集与数据预处理、指标体系构建与权重确定、空间聚类与初步分区、分区优化与结果验证、区划命名与开发利用方向确定、成果制图与报告编写等环节纳入统一技术流程，并对数据质量、空间基准、指标筛选、权重方法选择、聚类数量确定、验证方法及成果表达提出要求，以提高区划工作的可比性、可复核性和推广应用能力。

2. 编制依据

2.1 以国家标准和管理要求为依据规范制订。

本标准按照 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》的规定起草，在文件结构、术语表述、条款设置、引用文件、附录编排等方面遵循标准化文件编写要求，保证标准文本形式规范、层次清晰、表述准确。

在技术内容上，本标准充分衔接现行国家标准、行业标准和相关技术规程。现行标准文本主要引用 GB/T 13989—2012、GB/T 17798—2007、GB/T 18190—2017、GB/T 20257、GB/T 28407—2012、GB/T 42828.1—2023、GB/T 45298—2025、GB/T 47213—2026、NY/T 1121.2—2006、NY/T 1615—2008、HJ 802—2016、TD/T 1043.1—2013 等文

件，分别为地理空间数据、基础地理表达、土壤盐碱属性测定、数字土壤制图、盐碱地调查和成果制图提供规范基础。

本标准定位为区划技术规范，重点解决“如何根据多源数据、综合指标和空间分析方法开展盐碱地农业综合开发利用分区，并据此确定开发利用方向”的问题，不替代土壤检测、盐碱地改良、具体工程设计或单项农艺技术标准。相关标准为本标准提供数据、检测、制图和管理衔接依据，本标准在此基础上明确从区划数据到分区结果、命名和开发利用方向的完整技术链条。

2.2 以研究成果与实践经验为主要依据制订。

本标准的技术内容主要建立在盐碱地综合区划研究成果和长期治理利用实践基础上。现有研究与实践表明，我国盐碱地在气候、水文地质、地形地貌、土壤盐分组成、碱化程度、灌排条件和农业利用基础等方面具有显著区域差异。因此，区划既应反映自然分异和盐碱属性，也应考虑农业利用条件和生态环境约束，为分类施策和种植业合理布局提供基础。

在方法依据方面，本标准吸收了多源空间数据处理、指标体系构建、客观赋权、聚类分析和空间约束区域化等研究方法。区划数据调整为土壤、地形、水文、气候、土地利用与农业利用以及基础地理等类型；对多源数据提出质量检查、空间基准统一、异常值与缺失值处理、连续变量标准化和分类变量数值化等要求；指标体系则根据区划层级、区划尺度和区域主要成盐过程差异化构建，并通过相关性分析、共线性检验等方式减少信息冗余。

在权重确定方面，标准允许根据数据特征和区划目标选择熵权法、主成分分析法或组合赋权方法，并要求通过区划结果评价、专家咨询或典型区域验证检验权重合理性。在空间分区方面，标准既允许采用 K-Means、K-Prototypes 等非空间约束聚类方法，也允许采用 SKATER 等空间约束聚类方法；SKATER 作为典型空间约束方法在附录中给出原理和步骤，而非规定为唯一方法。

四、标准主要条文或技术内容及其确定依据

1. 范围

本标准范围根据盐碱地农业综合开发利用的实际应用对象进行了进一步明确。标准规定的技术内容包括区划原则、区划流程、数据获取与预处理、指标体系构建与权重计算、空间聚类分区、分区优化与结果验证、区划命名与开发利用方向确定以及成果制图与报告编写。适用对象限定为全国及典型盐碱区域中具有农业利用潜力的盐碱地，包括盐土、碱土及复合盐碱土，农业利用方向以种植业为重点；其他类盐渍土地地区的相关区划工作可参照执行。

该范围设置旨在明确标准服务对象，避免将一般自然盐渍土分区与农业综合开发利用区划混同。

2. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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/T 18190 海洋学术语 海洋地质学

GB/T 20257（所有部分） 国家基本比例尺地图图式

GB/T 42828.13 盐碱地改良通用技术 第1部分：铁尾砂改良

GB/T 45298 土壤制图 1:25000~1:500000 土壤质地、酸碱度、盐渍化图的图式、用色及图例规范

NY/T 1121.2 土壤检测 第2部分：土壤pH的测定

NY/T 1615 石灰性土壤交换性盐基及盐基总量的测定

3. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 盐碱地 **saline-alkali land**

受土壤盐化和（或）碱化影响，对植物生长或土地利用产生不利影响的土地。

[来源：GB/T 42828.1—2023，3.2，有修改]

3.2 盐碱地农业综合开发利用区划 **zoning for comprehensive agricultural development and utilization of saline-alkali land**

以盐碱地自然属性为基础，综合考虑农业生产潜力、改良利用方向和限制因素，将特定区域划分为若干内部特征相对一致、单元间差异明显的空间单元的过程。

3.3 最小生成树 **Minimum Spanning Tree, MST**

在图论中，指在一个加权连通图中，连接所有顶点且边的总权重最小的树状子图。在 SKATER 算法中，用于在保证空间连通的前提下连接所有空间单元。

3.4 土壤 pH soil pH

表征土壤酸碱程度的指标，以土壤水浸出液或电解质溶液中氢离子活度的负对数表示，测定方法按 NY/T 1121.2 的规定执行。

3.5 碱化度 exchangeable sodium percentage, ESP

土壤交换性钠占阳离子交换量的百分比，是判定土壤碱化程度的核心指标，交换性钠测定方法按 NY/T 1615 的规定执行。

3.6 海岸线 coastline

多年大潮平均高潮位时海陆分界的痕迹线。

[来源：GB/T 18190—2017，2.1.1]

4. 区划原则

4.1 科学性与系统性相结合原则

区划遵循盐碱地形成、演化及空间分异规律，系统考虑气候、地形、水文、土壤及人类活动等因素对盐碱地形成与利用的影响。在充分认识不同区域盐碱地成因、类型及空间分异特征的基础上，科学选取区划指标，构建结构合理、相互协调的区划指标体系。

4.2 综合性与主导因素相结合原则

区划综合考虑盐碱地形成、分异及农业利用的主要影响因素，在兼顾水热条件、成土条件、盐碱属性、水文条件等因素的基础上，突出不同尺度和区域盐碱地空间分异的主导因素，并根据区划尺度、区域特征和数据可获得性合理选取区划指标。

4.3 空间连续性与区内一致性原则

区划兼顾属性相似性与空间连续性。区划单元内部在盐碱属性、自然环境及农业利用条件等方面保持较高一致性，不同区划单元之间具有较明显差异。

区划单元原则上保持空间连续、边界相对完整，减少孤立、零散和过度破碎的区划单元。

4.4 实用性及可持续性原则

区划面向盐碱地农业综合开发利用和分类施策需求，在反映盐碱地类型、程度及区域资源环境条件的基础上，统筹考虑水土资源条件、农业利用基础和生态环境约束，明确不同区划单元的农业开发利用方向，为盐碱地保护、改良和合理利用提供依据。

区划结果与耕地保护、高标准农田建设、农业生产布局、水资源管理和生态保护等相关规划及管理要求相协调，坚持以水定地、因地制宜，统筹资源利用、农业生产和生态保护。

4.5 空间基准

平面坐标系应采用 2000 国家大地坐标系（CGCS2000）。省级及以上尺度宜采用阿尔伯斯等积圆锥投影或其他适宜的等积投影；省级以下尺度宜根据区划范围和成果应用要求采用高斯-克吕格投影或其他适宜的投影方式。

5. 区划流程

盐碱地农业综合开发利用区划包括：

- a) 数据获取与预处理
- b) 区划指标体系构建与权重计算

- c) 空间聚类分区
- d) 分区优化与结果验证
- e) 区划命名与开发利用方向确定
- f) 成果制图与报告编写。

6 数据获取与预处理

6.1 数据内容及要求

盐碱地农业综合开发利用区划属于典型的多要素综合区划，区划对象不仅具有盐渍化、碱化等土壤属性差异，还受到区域气候水热条件、成土背景、地形地貌、水文过程、土地利用方式和农业生产基础等多方面因素影响。盐碱地的形成、发育和空间分异具有明显的地域性，同一盐碱程度在不同地区可能对应不同的成盐环境和农业利用条件，仅依靠盐分、电导率或 pH 等单项指标难以支撑农业综合开发利用分区。

基于这一特点，标准将区划所需数据划分为土壤、地形、水文、气候、土地利用与农业利用以及基础地理六类。土壤数据主要反映盐碱属性、成土条件和土壤利用基础；地形和水文数据主要反映水盐迁移、汇流排水、地下水补给及区域水资源条件；气候数据用于表征区域水热背景；土地利用与农业利用数据反映现有农业生产基础和开发利用条件；基础地理数据用于确定空间分析框架并补充区域位置及自然地理特征。

数据内容的设置同时兼顾不同区划尺度的适用性。全国及较大区域尺度的数据重点强调空间覆盖完整和区域可比性，省域、流域及其

他区域尺度可以结合主要成盐过程增加更具区域特征的数据，较精细尺度则可使用高分辨率调查监测成果。标准未固定唯一的数据产品和空间分辨率，主要考虑不同地区的数据基础、更新频率和区划目的存在差异，通过规定数据精度、时间尺度和基本区划单元之间的匹配关系，提高标准在不同地区应用时的灵活性。

6.1.1 土壤数据

土壤是盐碱地形成和农业利用的直接载体，土壤数据在区划指标体系中具有基础作用。标准选取成土母质、电导率（EC/ECe）、pH、交换性钠百分比（ESP）、土壤质地和容重等作为主要土壤数据内容，分别从成土背景、盐渍化程度、碱化程度、酸碱环境和土壤物理性质等方面反映区域差异。

其中，EC 或 ECe 用于表征土壤可溶性盐分状况，是识别盐渍化程度的重要指标；ESP 主要用于反映土壤交换性钠水平，对识别碱化特征具有较强代表性；pH 能够辅助反映土壤酸碱环境；土壤质地和容重与土壤持水、入渗、排水和盐分迁移密切相关；成土母质则反映土壤形成的物质基础，对识别原生盐碱化背景和不同区域成盐类型具有重要意义。

不同地区的盐碱类型和主导成盐过程不同，标准没有要求上述指标全部作为必选项，而是根据区划尺度、区域特点和数据可获得性进行组合。考虑到土壤调查资料来源较多，不同数据可能在采样深度、调查时间和测定方法上存在差异，标准同时设置了相关一致性检查要求，以减少不同来源数据直接拼接对区划结果产生的影响。

6.1.2 地形数据

地形条件决定地表径流和局部水分汇集格局，并影响地下水补排和盐分迁移过程，是盐碱地空间分异的重要环境背景。高程反映区域整体地势和垂直地带差异，坡度影响水分径流速度和农业利用方式，地表起伏度则能够反映区域地貌复杂程度及局部汇流排水条件。

将高程、坡度、地表起伏度及其他能够反映地形地貌和水盐迁移条件的数据作为地形数据的主要内容。相关指标可以通过数字高程模型进行派生，也可以结合地形图、地貌类型图等资料进行补充。对于不同尺度的区划，地形数据精度需要与基本区划单元保持匹配，避免使用过粗的数据掩盖区划单元之间的真实地形差异。

6.1.3 水文数据

水文条件是盐碱地形成和次生盐渍化发生的重要控制因素。地下水位较浅时，在较强蒸发作用下，地下水中的盐分容易通过毛细作用向表层迁移；地下水矿化度较高时，这种盐分输入作用更加明显。地表水系、灌排水系和流域分区则影响区域水资源配置、灌溉补水、盐分排泄和水盐迁移路径。

地下水位、地下水矿化度、地表水系、灌排水系和流域分区等水文数据，主要用于反映不同地区水盐迁移环境和水资源利用条件。在内陆灌溉区，地下水和灌排条件往往是影响次生盐渍化的重要因素；在滨海地区，地表水系、地下水和海洋影响共同作用更明显。不同区域可围绕其主要成盐过程选择代表性水文数据。

6.1.4 气候数据

气候条件决定区域水热平衡,是盐碱地形成和空间分异的宏观背景。降水影响土壤水分补给和盐分淋洗,蒸发反映区域水分消耗和盐分向表层迁移的动力,干旱指数能够综合表征区域干湿状况, $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 年积温则反映农业生产所需热量条件。

多年平均降水量、蒸发量、干旱指数和 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 年积温等气候数据,既考虑盐碱地形成过程,也兼顾农业生产条件。气候数据具有明显年际波动,采用较长时间序列和多年平均统计值,可以减少单一年份异常气候对区划结果的影响。多源气候数据联合使用时,统一统计时段和空间尺度,有利于保持不同指标之间的可比性。

6.1.5 土地利用与农业利用数据

盐碱地农业综合开发利用区划不仅关注自然属性,还需要反映现有农业利用基础。相同盐碱条件下,已有稳定耕地、完善灌排设施和较好农业基础的区域,与水资源紧张、农业基础薄弱或生态约束明显的区域,其开发利用方向存在明显差异。

将土地利用现状、耕地分布、灌溉与排水条件等作为土地利用与农业利用数据的重要组成部分。这类数据既可以直接参与区划指标体系构建,也可以用于分区结果解释和开发利用方向确定。对于有条件的地区,还可以补充农业基础设施、灌溉保证程度、土地整治基础等相关资料,使区划结果与实际农业生产和管理需求更好衔接。

6.1.6 基础地理数据

基础地理数据主要承担区划单元确定、空间关系建立和成果表达

等功能，包括行政区划、道路、居民点、河流、湖泊等。行政区划边界和代码与基本区划单元建立对应关系，有利于后续成果统计、管理和应用。

不同类型盐碱地区还具有一些典型的区域特征变量。滨海盐碱地受海洋影响明显，距海岸线距离能够辅助表征海洋作用范围；内陆盐碱地与流域水文格局关系密切，流域分区能够反映水盐迁移和区域水文联系。标准保留这类区域特征数据的选取空间，主要是为了增强指标体系对不同盐碱地类型的适应性。

6.2 数据预处理

6.2.1 数据质量检查

数据质量直接影响指标计算和区划结果。考虑到土壤盐碱指标具有一定的时间和季节变化特征，而气候、水文等数据又可能来自不同调查或监测时期，本标准将完整性、准确性、时效性和空间匹配性作为数据质量检查的主要内容。对于不同来源数据，重点比较调查或监测时间、测定方法、空间分辨率和统计口径；对于具有明显季节变化特征的土壤盐碱指标，重点控制数据代表时期的一致性，降低时间差异对区划单元之间比较的影响。

6.2.2 空间基准与尺寸统一

多源空间数据只有建立在统一的空间基准和分析尺度上，才能进行空间叠加、指标统计和聚类分析。本标准要求统一坐标参考系统和投影方式，并根据区划尺度和基本区划单元对不同来源数据进行空间匹配。对于栅格数据，通过重采样等方式协调空间分辨率；对于矢量

和栅格数据，通过空间叠加、分区统计等方式将指标归集到基本区划单元，使最终参与区划的各类指标具有统一的空间对应关系。

6.2.3 异常值与缺失值处理

土壤调查、遥感反演、气候水文监测以及空间统计过程中均可能出现异常值和缺失值。异常数据如果直接参与标准化和距离计算，可能放大基本区划单元之间的属性差异；缺失数据较多则会影响指标体系的完整性。本标准根据指标合理取值范围、数据属性和空间分布特征进行异常值识别，对确认属于数据错误的记录进行修正或删除；对于少量缺失数据，可结合数据类型和空间特征进行补充，对于缺失比例较高且无法可靠补充的指标，不再纳入后续区划分析。

6.2.4 数据标准化

参与区划的指标具有不同量纲和数量级，例如高程、降水量、土壤电导率和 pH 等指标的数值范围差异较大。若直接采用原始数值进行属性距离计算，数值范围较大的指标可能对聚类结果产生过强影响。本标准在聚类分析前对连续型数值指标进行标准化处理，使不同指标能够在统一尺度下参与属性相似性计算。

6.2.5 分类变量处理

成土母质、流域分区和土地利用类型等分类变量与连续型数值指标的数据结构不同，不能简单通过整数编码后直接参与距离计算，否则可能人为引入原类别不存在的顺序关系。对于以行政区等面状单元为基本区划单元的情况，可利用各类别面积占比表征其组成特征；对于需要数值型输入的分析方法，可根据变量性质转换为虚拟变量等形

式，使分类信息能够合理进入后续指标分析和聚类过程。

7 指标体系构建与权重计算

7.1 指标体系构建

盐碱地农业综合开发利用区划指标体系围绕盐碱地形成环境、空间分异特征和农业利用条件构建。推荐指标体系主要包括水热条件、成土条件、盐碱属性、土壤条件、地形条件、水文条件、区域特征和农业利用条件等八类属性指标，并根据空间聚类需要建立基本区划单元邻接关系等空间约束信息，以较为完整地反映不同区域盐碱地形成、分布及农业利用条件之间的差异（表 1）。

不同尺度和不同类型盐碱地区在成盐过程、资源环境条件和农业利用基础方面存在明显差异，指标体系不采用固定的单一组合，而是根据区划尺度、区划范围、主要成盐过程、基本区划单元和数据条件进行选择。全国及较大区域尺度侧重空间覆盖完整、区域可比性较好的宏观指标；省域、流域及其他区域尺度进一步结合区域主要成盐过程增加地下水、流域、地形及农业利用等特征；较精细尺度可以采用更高精度的土壤、水文和农业调查监测数据。

表1 盐碱地农业综合开发利用区划推荐指标体系

指标类别	参考指标	指标说明
水热条件	干旱指数、年降水量、蒸发量、 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 年积温	表征区域水分供给、干湿状况及热量条件，反映水热平衡对盐分积累、迁移及农业生产条件的影响
成土条件	成土母质	表征土壤形成的物质基础及区域成土环境差异，反映母质条件对土

		壤盐碱属性和土壤性质的影响
盐碱属性	电导率 (EC/ECe)、交换性钠百分比 (ESP)、pH	表征土壤盐渍化、碱化及酸碱特征, 反映盐碱程度及其对农业利用的限制
土壤条件	土壤质地、容重等	表征土壤物理性质及其对水分入渗、盐分迁移和农业利用条件的影响
地形条件	高程、坡度、地表起伏度等	表征区域地形地貌差异, 反映地形对径流汇集、水盐迁移及盐分空间分异的影响
水文条件	地下水位、地下水矿化度、地表水系、灌排水系等	表征地下水及地表水条件, 反映地下水参与土壤水盐迁移、盐分积累及灌排条件的影响
区域特征	海岸线距离、流域分区等	表征不同成盐环境下具有区域代表性的自然地理特征, 用于辅助识别滨海、内陆等不同类型盐碱地的空间差异
农业利用条件	土地利用现状、耕地分布、灌溉条件、排水条件等	表征区域农业开发利用基础、土地利用状况及灌排条件, 反映盐碱地农业利用潜力和限制因素
空间约束	基本区划单元邻接关系或空间位置关系	表征基本区划单元之间的空间邻接和位置关系, 用于空间约束聚类及区划结果空间连续性控制

上述指标并非全部同时进入每一次区划分析。实际选取时主要考虑指标对区域空间差异的代表能力, 同时对相关性较强或信息重复程度较高的指标进行筛选。对于同一环境过程存在多个高度相关指标的情况, 通过相关性分析、共线性检验并结合其地理意义确定保留指标, 避免简单增加指标数量导致信息冗余。

空间邻接关系与一般环境指标有所区别, 其主要作用不是表征盐

碱属性大小,而是在空间约束聚类过程中表达基本区划单元之间的地理连接关系,使属性相似性分析与空间连续性要求能够同时进入区划过程。

7.2 指标权重计算

不同区划指标对区域空间分异的表征能力存在差异,在需要进行加权分析时,通过权重调整各指标在属性距离和聚类过程中的相对作用。权重计算主要采用熵权法、主成分分析法和组合赋权法等客观方法,降低完全依赖主观判断确定指标重要程度所带来的不确定性。

权重计算前,对参与分析的连续型指标进行同向化、无量纲化和必要的非负化处理。权重结果不是独立于最终区划的固定参数,而是与聚类方法和区划结果共同评价。不同权重方案可从区内一致性、区间差异性、空间连续性以及与区域实际特征的符合程度等方面进行比较。

7.2.1 熵权法

熵权法根据指标在不同基本区划单元之间的离散程度确定其权重。某一指标在各空间单元之间差异越大,所包含的区分信息越多,其权重相对越高;各单元数值越接近,指标提供的区分信息越少,权重相对越低。

设有 n 个基本区划单元、 m 个区划指标,处理后的第 i 个基本区划单元第 j 个指标值为 x_{ij} 。第 j 个指标在第 i 个基本区划单元中的比重按式 (1) 计算:

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}} \quad (1)$$

第 j 个指标的信息熵按式 (2) 计算:

$$e_j = -k \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln(p_{ij}) \quad (2)$$

式中, $k=1/\ln(n)$ 。当 $p_{ij}=0$ 时, 规定 $p_{ij}\ln(p_{ij})=0$ 。第 j 个指标的
差异系数按式 (3) 计算:

$$g_j = 1 - e_j \quad (3)$$

第 j 个指标的熵权按式 (4) 计算:

$$w_j = \frac{g_j}{\sum_{j=1}^m g_j} \quad (4)$$

式中: p_{ij} 为第 j 个指标在第 i 个基本区划单元中的比重; e_j 为第 j 个指标的信息熵; g_j 为差异系数; w_j 为第 j 个指标的熵权。

7.2.2 主成分分析法

当指标数量较多, 且指标之间存在较明显相关性或信息重叠时, 采用主成分分析提取主要综合信息, 并据此计算指标权重。

设相关系数矩阵的第 k 个特征值为 λ_k , 第 k 个主成分的方差贡献率按式 (5) 计算:

$$r_k = \frac{\lambda_k}{\sum_{h=1}^m \lambda_h} \quad (5)$$

选取累计方差贡献率达到预定要求的前 q 个主成分。设 a_{jk} 为第 j 个原始指标在第 k 个主成分上的载荷, 则第 j 个指标的综合贡献值按式 (6) 计算:

$$s_j = \sum_{k=1}^q r_k a_{jk}^2 \quad (6)$$

根据综合贡献值归一化得到第 j 个指标的主成分分析权重, 按

式 (7) 计算：

$$w_j = \frac{s_j}{\sum_{j=1}^m s_j} \quad (7)$$

式中： m 为参与主成分分析的指标数量； λ_k 为第 k 个主成分的特征值； r_k 为第 k 个主成分的方差贡献率； q 为保留的主成分数量； a_{jk} 为第 j 个指标在第 k 个主成分上的载荷； s_j 为第 j 个指标的综合贡献值； w_j 为第 j 个指标的主成分分析权重。

7.2.3 组合赋权法

熵权法主要反映指标自身的离散程度，主成分分析法更多反映指标对整体数据结构的综合贡献，两种方法关注的信息存在差异。当单一方法所得权重稳定性不足，或者不同方法所得权重差异较大时，可对两类权重进行组合。

设熵权法所得权重向量为 W^E ，主成分分析法所得权重向量为 W^P ，组合权重按式 (8) 计算：

$$W = \alpha W^E + (1 - \alpha) W^P \quad (8)$$

式中： W 为组合权重向量； W^E 为熵权法权重向量； W^P 为主成分分析法权重向量； α 为组合系数，且 $0 \leq \alpha \leq 1$ 。

组合系数可设置多个候选值，对相应权重方案形成的区划结果进行比较，重点分析区内一致性、区间差异性、空间连续性以及与实际盐碱地空间格局的符合程度，并结合典型区域试验和专家意见确定较为合理的组合方案。

对于标准化后的指标已经能够稳定反映区域差异，且所采用聚类方法不需要额外加权的情况，也可直接采用等权或标准化指标进行聚

类。这样可以避免为了赋权而赋权，使权重处理与实际数据结构和聚类方法保持一致。

8 空间聚类与初步分区

8.1 基本区划单元

基本区划单元是指标统计、属性比较和空间聚类的基本载体，其尺度直接影响区划结果的空间精细程度和区域代表性。基本区划单元过大时，可能掩盖内部盐碱属性和自然环境差异；过小时，则可能受到数据精度限制，并增加区划结果的空间破碎程度。基于区划尺度、数据精度和成果应用需求，本标准采用分尺度确定基本区划单元的方式，而不规定全国统一的固定空间单元。

全国及较大区域尺度可采用县级行政单元或其他具有稳定边界的空间单元，省域、流域等区域尺度可进一步采用县级、乡镇级或其他适宜单元，较精细尺度则根据数据条件进一步细化。对于内部自然环境、盐碱属性或农业利用条件差异明显的空间单元，可结合流域、地貌等具有明确地理意义的边界进行细分。该设置兼顾数据可获取性、区域内部差异表达和成果实际应用三个方面，使基本区划单元与指标数据尺度和区划目标保持一致。

8.2 空间聚类方法

聚类方法根据区划指标的数据类型、空间特征和区划目标确定，用于识别基本区划单元之间的属性相似性，并满足区内相对一致、区间差异明显的区划要求。

主要依据基本区划单元属性相似性进行分类时，可采用非空间约

束聚类方法；区划结果同时要求属性相似性和空间连续性时，采用空间约束聚类方法。

8.2.1 非空间约束聚类方法

区划指标主要为连续型数值变量时，可采用 K-Means 等聚类方法；区划指标同时包含连续型变量和分类型变量时，可采用适用于混合数据类型的聚类方法。

非空间约束聚类不直接考虑基本区划单元之间的空间邻接关系。采用该类方法时，对聚类结果的空间连续性和完整性进行检查；存在明显空间离散或破碎现象时，可进行空间优化或采用空间约束聚类方法。

8.2.1.1 K-Means 聚类

K-Means 聚类适用于连续型数值指标的聚类分析，通过迭代优化降低类内单元与聚类中心之间的距离，实现具有相似属性特征的基本区划单元分组。

8.2.1.2 K-Prototypes 聚类

K-Prototypes 聚类适用于同时包含连续型和分类型指标的聚类分析，通过综合连续变量的距离和分类变量的匹配差异实现混合属性数据的分类。

8.2.2 空间约束聚类方法

空间约束聚类在属性相似性基础上进一步加入基本区划单元之间的空间邻接关系，使同一分区尽量由空间相邻、属性相近的单元组成。SKATER（Spatial 'K'luster Analysis by Tree Edge Removal）是本

标准采用的代表性空间约束聚类方法之一，其核心是利用空间邻接图和最小生成树进行区域划分。

SKATER 的主要技术过程包括空间邻接关系构建、属性距离计算、最小生成树构建、树剪枝以及结果检查几个步骤。

首先，根据基本区划单元之间的空间拓扑关系建立邻接矩阵。对于县域、乡镇等面状单元，可以采用 **Rook** 邻接，即两个单元共享一段边界时判定为相邻。对于具有其他几何特点的空间单元，也可以采用与其空间结构相适应的邻接方式。

其次，在空间相邻单元之间计算属性距离。参与距离计算的指标先进行标准化，需要考虑指标权重时采用加权距离。基本区划单元 i 和 j 之间的加权属性距离可表示为：

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{l=1}^p w_l \cdot (x_{il} - x_{jl})^2} \quad (9)$$

式中： d_{ij} 为相邻基本区划单元 i 和 j 之间的属性距离； p 为参与聚类的指标数量； w_l 为第 l 个指标的权重； x_{il} 和 x_{jl} 分别为基本区划单元 i 和 j 在第 l 个指标上的标准化值。

在空间邻接关系和属性距离基础上构建加权空间图，以基本区划单元作为节点，以相邻关系作为边，以属性距离作为边权值，再利用 **Prim**、**Kruskal** 等算法构建最小生成树。最小生成树在连接全部空间单元的同时，使所有连接边的权值总和最小，从而保留空间邻接结构中属性差异相对较小的主要连接关系。

形成最小生成树后，根据预定聚类数量和区划目标逐步剪除树上的连接边。每删除一条边，原有树结构被分成两个相互独立但内部保

持连通的子树，分别对应两个空间连续的区域。通过迭代剪枝，逐步得到预定数量的初步分区。剪枝过程中同时考察区内属性一致性和分区区间差异，并可根据实际应用需要设置最小单元数量、最小面积等规模约束。

SKATER 与普通属性聚类的主要区别在于，空间邻接关系在聚类开始时即进入算法，而不是在聚类结束后再进行空间修补。这样能够从算法结构上降低飞地和孤立单元的产生概率，同时保留不同区域之间真实的属性差异。

8.3 聚类数量确定

聚类数量决定区划结果的总体空间层级和分区细化程度。分区数量过少可能将自然环境、盐碱属性和农业利用条件差异较大的区域归入同一区域，削弱区间差异；分区数量过多则容易形成较多面积较小或空间零散的分区，降低成果的整体性和实际应用价值。因此，本标准不预先规定固定的分区数量，而是采用定量评价与区域实际判断相结合的方式确定。

定量评价主要通过设置不同候选聚类数量，比较轮廓系数（Silhouette Coefficient）、Calinski-Harabasz 指数（CHI）、Davies-Bouldin 指数（DBI）等聚类有效性指标，分析不同方案的区内紧凑程度和区间分离程度。对于空间约束聚类，还需要同时考察分区的空间连续性、完整性和零散程度，避免仅依据属性聚类指标选择分区数量。

当不同评价指标指向相同的聚类数量时，可将其作为重点候选方

案；当评价结果不一致或不存在明显最优值时，则进一步结合盐碱地形成与空间分异规律、自然地理格局、农业利用条件、区划尺度和成果应用需求进行比较。该方法能够避免单纯依据某一统计指标机械确定分区数量，使最终分区数量同时具有统计依据和实际地理意义。

9 分区优化与结果验证

9.1 分区优化

空间聚类形成的结果属于基于指标属性和空间约束得到的初步分区。受基本区划单元形态、数据精度、空间邻接关系以及聚类算法本身的影响，初步结果仍可能存在零散单元、孤立单元以及局部边界与实际自然地理格局不协调等情况。区划成果又需要兼顾属性一致性、空间完整性和实际地理意义，因此在初步聚类基础上设置分区优化环节。

分区优化主要从零散单元、空间连续性和边界三个方面开展。优化过程不是简单追求分区形态完整，而是在保持区内相对一致性和区间差异性的基础上，对明显影响区划整体性的局部问题进行调整。对于具有特殊盐碱属性、成盐环境或农业利用条件的单元，即使其空间上相对孤立，也不因追求连续性而直接并入相邻分区。

9.1.1 零散单元优化

零散单元的处理重点比较其与相邻分区在盐碱属性、自然环境和农业利用条件等方面的相似程度。对于属性与相邻分区接近、调整后能够明显改善空间完整性的单元，可重新确定其区划归属；对于具有明显不同属性或特殊区域背景的单元，则保留其实际差异。该处理方

式主要用于协调属性相似性与空间完整性之间的关系。

9.1.2 空间连续性优化

空间连续性优化主要针对同一分区中与主体区域不连续的孤立单元。通过比较孤立单元与周边分区的空间邻接关系和属性相似性，判断其是否需要调整。空间连续性在此作为区划合理性的重要判断因素之一，而不是唯一标准，以避免为了形成连续区域而掩盖真实的区域差异。

9.1.3 边界优化

结合区域主要自然地理边界、盐碱地分布特征及基本区划单元边界，对初步区划边界进行检查和优化。

初步区划边界与山脉、流域、河流、地貌单元等具有明确地理意义的边界存在明显不协调时，可结合相关专题数据、遥感影像、实地调查资料及专家知识进行调整。边界调整具有明确依据，并与基本区划单元及成果应用尺度相协调。

9.2 结果验证

区划结果同时涉及多维属性差异、空间关系和实际区域特征，单一统计指标难以完整评价区划方案的合理性。基于这一特点，本标准采用定量评价、实际符合度验证和专家验证相结合的方式，从统计特征、实际地理符合程度和专业判断三个方面对结果进行检验，并将验证作为区划方案调整和完善的重要依据。

9.2.1 定量评价

定量评价主要用于检验区划结果的区内一致性和区间差异性。

DBI、CHI 和轮廓系数分别从不同角度反映聚类结构，DBI 值越小、CHI 值越大、轮廓系数越接近 1，一般说明聚类结构越清晰。由于不同指标评价侧重点不同，本标准不以某一个指标作为最终区划方案的唯一判断依据，而是结合空间连续性、完整性和零散程度进行综合分析。

9.2.2 实际符合度验证

统计意义上的较优聚类结果不一定完全对应实际盐碱地空间格局，因此还需要利用已有盐碱地调查成果、土壤调查资料、典型区域实地调查等资料进行实际符合度验证。验证重点放在盐碱属性、主要成盐环境、自然地理特征和农业利用条件等方面，并可选取典型区域进行重点比较。当区划结果与实际情况存在明显差异时，进一步追溯指标、权重、聚类数量或边界处理等环节。

9.2.3 专家验证

盐碱地农业综合开发利用区划具有较强的区域综合性，一些自然地理边界、区域成盐过程和农业利用限制难以完全通过统计指标表达，因此设置专家验证作为定量评价和实际符合度验证的补充。专家验证重点关注区划边界、区内一致性、区间差异、区域代表性及农业开发利用方向等内容。对于专家判断与定量评价存在明显差异的情况，重点分析差异来源，而不是直接以专家意见替代定量结果。

10 区划命名、开发利用方向与成果编制

10.1 区划命名与编码

区划命名是将聚类形成的空间单元转化为具有明确地理和农业

利用含义的区划成果。单纯采用聚类编号难以反映各分区之间的实质差异，也不利于成果解释和实际应用。因此，区划名称综合考虑地域特征、盐碱属性、主要成盐环境和农业开发利用特征，使名称能够概括分区最具代表性的区域特征。

编码主要用于建立区划图件、属性数据和基本区划单元之间的对应关系。采用统一且具有唯一性的编码，可以保证不同成果之间能够准确关联，也便于后续数据库建设、成果更新和业务应用。

10.2 分区特征识别

空间聚类的作用是根据多维指标将属性相似的基本区划单元划入同一分区，但聚类编号本身不能直接说明各分区“为什么不同”。为增强区划结果的可解释性，本标准在聚类和优化之后设置分区特征识别，对各分区的盐碱属性、成盐环境、水土资源条件、农业利用条件和生态环境约束进行综合分析。

特征识别不仅可以利用直接参与聚类的指标，也可以结合未进入聚类但具有较强解释意义的调查监测和农业利用资料。通过比较不同分区的指标水平和区域背景，识别各分区主要盐碱特征、主导限制因素和农业利用条件，为后续区划命名和农业开发利用方向确定建立联系。

10.3 农业开发利用方向确定

本标准的目标不是停留在盐碱地空间分类，而是将区划结果与农业综合开发利用相衔接。不同分区即使盐碱程度相近，也可能由于水资源保障、土壤条件、灌排基础和生态环境约束不同而具有不同的农

业利用方式。因此，农业开发利用方向不是单独依据盐碱程度划分，而是在分区特征识别基础上综合确定。

开发利用方向主要考虑盐碱属性、水资源及灌排条件、土壤和地形条件、农业利用基础以及生态环境约束。根据主要限制因素和利用条件，将农业开发利用方向概括为改良提升、适应利用和保护保育等类型：资源条件和农业基础较好的区域重点提高和稳定农业利用水平；具有一定改良条件但盐碱限制较强的区域重点开展水盐调控、土壤改良和适应性利用；水资源约束突出、生态环境敏感或持续农业利用条件不足的区域，则以控制开发强度和保护保育为主。

这种分类不是固定的土地用途划分，而是区划尺度下的总体农业利用方向，需要与耕地保护、高标准农田建设、水资源管理、农业生产布局和生态保护等相关规划相协调。

10.4 成果制图

区划成果最终需要通过图件表达空间格局，因此成果制图既要表现分区范围，又要能够反映分区名称、编码及主要农业开发利用方向。本标准将地理基础要素、区划专题要素、开发利用专题要素和地图整饰要素作为区划图的主要内容，使区划成果在空间位置、专题信息和图面表达方面保持完整。

成果以区划总图为基础图件，并可根据应用需求增加盐碱属性、主要成盐环境和农业开发利用方向等专题图。图件符号、颜色、注记等表达与现行相关制图标准相衔接，避免不同地区形成的区划成果在图面表达和成果质量方面存在较大差异。

10.5 区划报告编写

区划图主要表达空间格局,但无法完整记录数据来源、指标体系、权重设置、聚类参数、结果验证及开发利用方向的确定过程,因此需要通过区划报告形成完整的成果说明和技术记录。

区划报告的内容与整个技术流程相对应,主要包括区划概况、数据与方法、区划结果、开发利用方向、结果验证、结论和附件。数据与方法部分记录数据来源、预处理、指标筛选、权重、聚类方法及参数等关键技术信息;区划结果部分说明各分区的空间分布、面积和主要特征;开发利用方向和验证部分分别说明成果应用指向及结果可靠性。附件中保留区划图、专题图、指标权重表、区划单元属性统计表和验证材料等,使区划过程具有较好的可追溯性和成果复核基础。

五、主要试验、验证及试行结果

1. 研究区

研究区选择黄河中上游盐碱地典型区域开展盐碱地农业综合开发利用区划技术验证。研究区位于中国北方内陆,地理范围约为 $90^{\circ}\sim 120^{\circ}\text{E}$ 、 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}\text{N}$,涉及内蒙古、宁夏、陕西、山西、甘肃、青海等省(自治区)。区域地貌类型复杂,涵盖高原、平原、河谷等多种地貌单元,阿拉善高原、河套平原、汾渭河谷等构成其主要地形骨架。

研究区总体具有降水较少、蒸发较强、水热条件空间差异显著等特征,黄河干流及湟水、洮河、渭河、汾河等主要支流贯穿区域,对沿岸平原和灌区农业生产及水盐迁移过程具有重要影响。河套平原、银川平原等典型灌区地下水埋深相对较浅,区域内部在气候条件、地

形地貌、水文条件、土壤属性、盐碱化成因及农业开发利用条件等方面具有明显差异,能够较好地满足盐碱地农业综合开发利用区划技术方法的试验与验证需求。

2. 区划指标体系构建

合理构建区划指标体系是开展盐碱地农业综合开发利用区划的基础。根据研究区盐碱地形成演化特征及空间分异规律,按照科学性、代表性、主导性和数据可获取性原则,综合考虑地形、水文、气候和土壤等影响盐碱地形成、分布及农业开发利用的主要因素,构建区域盐碱地农业综合开发利用区划指标体系。

研究以县级行政区为基本分析单元,共涉及 339 个县级行政区。针对连续型指标,计算各指标在县域范围内的中位数;针对流域分区、土壤质地等分类变量,计算不同类别在县域范围内的面积比例,形成组成型特征。最终由 8 个连续型特征以及二级流域和土壤质地组成型特征共同构成 31 维县域特征向量(表 2)。

本次技术验证主要用于检验多源指标构建、空间约束聚类及分区优化方法的可行性,受研究区尺度和数据完整性限制,未将推荐指标体系中的全部指标纳入试验。标准中的推荐指标体系是在典型区域验证基础上,结合不同类型盐碱地成盐环境和农业综合开发利用需求进一步归纳形成。

表2 黄河中上游盐碱地农业综合开发利用区划主要指标

类别	具体指标	数据来源
地形	高程、坡度、坡向、地表起伏	汤国安. (2019). 中国数字高程图(1KM). 国家青藏高原数据中心.

	度	
水文	二级流域	国家科技基础条件平台—国家地球系统科学数据中心-湖泊-流域分中心
	地下水位数据	王梦然，么嘉棋，常奂宇，刘蓉，曹永强，赵勇. (2024). 中国区域每月地下水水位栅格数据集 (2005-2022) .
气候	干燥指数	彭守璋. (2023). 中国 1km 逐年干燥度数据集 (1901-2022)
	降水量	彭守璋. (2023). 中国 1km 逐年降水量数据集 (1901-2022)
	$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年积温	ERA5-Land 每日聚合数据集 (https://developers.google.cn/earth-engine/datasets/catalog/ECMWF_ERA5_LAND_DAILY_AGGR)
土壤	土壤碱化度、表层土壤质地、土壤容重	Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2019). 基于世界土壤数据库 (HWSD) 的中国土壤数据集(v1.1) (2009) . 国家青藏高原科学数据中心.

在数据预处理过程中，对多源空间数据进行统一投影、空间配准和空间尺度统一，以保证不同数据之间的空间一致性与可比性；对参与聚类分析的连续型指标进行 **Z-score** 标准化，以消除不同指标量纲和数值范围差异对聚类结果的影响。

3. 空间聚类分区

在完成区划单元确定和指标数据预处理的基础上，采用 **SKATER** (Spatial 'K'luster Analysis by Tree Edge Removal) 空间约束聚类方法开展盐碱地农业综合开发利用分区。

以县级行政区作为基本空间单元，根据县域之间的空间拓扑关系，采用 **Rook** 邻接规则建立空间邻接关系，即两个县域具有公共边界时判定为空间相邻。在此基础上，以各县域的 31 维特征向量作为属性数据，将县域空间邻接关系作为约束条件构建最小生成树，通过递归

移除属性差异较大的连接边，在保证各分区空间连续性的同时，提高区内属性相似性和区间差异性。

为合理确定分区数量，对不同聚类数量下的结果进行聚类有效性评价。设置聚类数量 K 为 2~15，采用 Calinski-Harabasz 指数和轮廓系数（Silhouette Coefficient）综合评价不同分区方案的类内紧凑程度和类间分离程度。不同聚类数量下的评价结果见图 2。

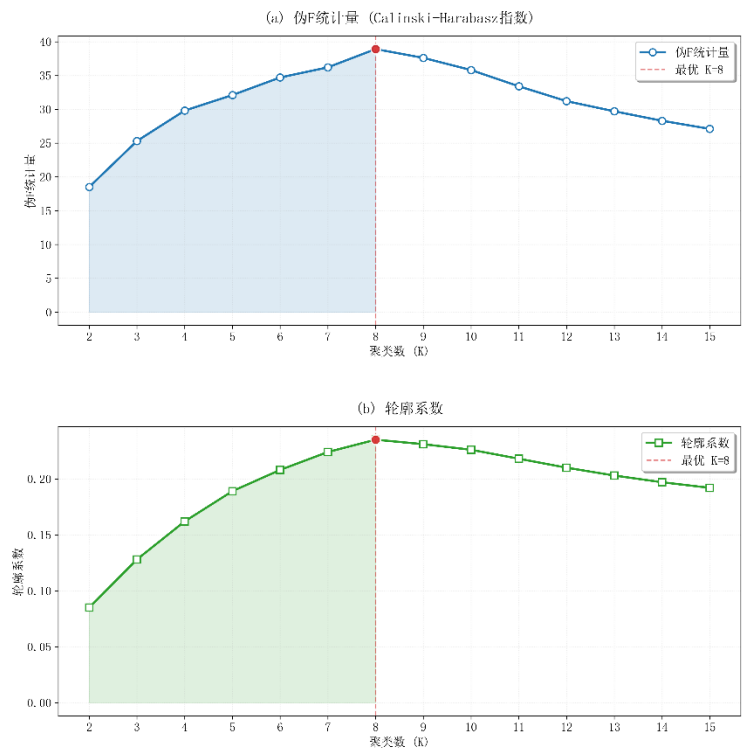


图 2 不同聚类数量下 SKATER 聚类有效性评价结果

评价结果表明，Calinski-Harabasz 指数和轮廓系数均在 $K=8$ 时达到峰值，分别为 38.90 和 0.24，说明 $K=8$ 时能够较好兼顾分区内部属性相似性和分区之间的差异性。因此，以 $K=8$ 作为初始聚类数量，获得 8 个初步分区。

4. 分区优化与结果验证

4.1 分区优化

基于 SKATER 空间约束聚类得到的 8 个初步分区，其空间分布见图 3。各初步分区总体保持较好的空间连续性，但部分分区在盐碱地分布、自然地理完整性及农业开发利用条件等方面仍存在进一步优化整合的空间。

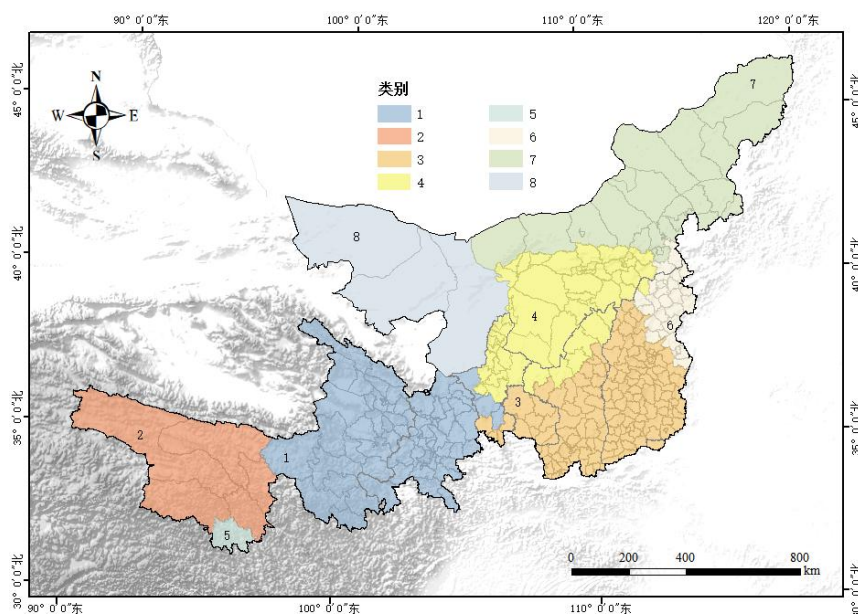


图 3 SKATER 空间约束聚类结果(K=8)

在初步分区基础上，结合盐碱地空间分布、区域自然地理条件和农业开发利用需求进一步进行分区优化。优化过程中重点比较相邻分区的成盐环境、盐碱化特征、资源条件及农业利用基础，并结合实地调研和专家意见，对属性相近、空间相邻且农业开发利用方向基本一致的初步分区进行调整和整合。

部分初步分区盐碱地分布相对零散，且同处高寒生态脆弱区域，农业利用受生态环境约束明显，对相关分区进行整合；汾河、渭河流域部分初步分区空间连续，在自然环境、盐碱化成因、耕作条件和灌

排基础等方面较为相近，对相关分区进行合并。经优化，8 个初步分区最终形成 5 个具有较明确地域特征和农业综合开发利用指向的分区。

聚类有效性指标主要用于评价属性空间中的候选分区数量，并不直接等同于最终农业综合开发利用分区数量。最终区划在聚类结果基础上进一步考虑自然地理完整性、盐碱地实际分布、农业利用条件和成果应用需求，使区划结果兼顾属性差异、空间连续性和实际应用需求。

4.2 结果验证

为验证区划方法的适用性和空间合理性，在相同聚类数量(K=8)条件下，将 SKATER 与 K-Means 和 K-Prototypes 两种聚类方法进行比较。不同方法的空间聚类结果见图 4。

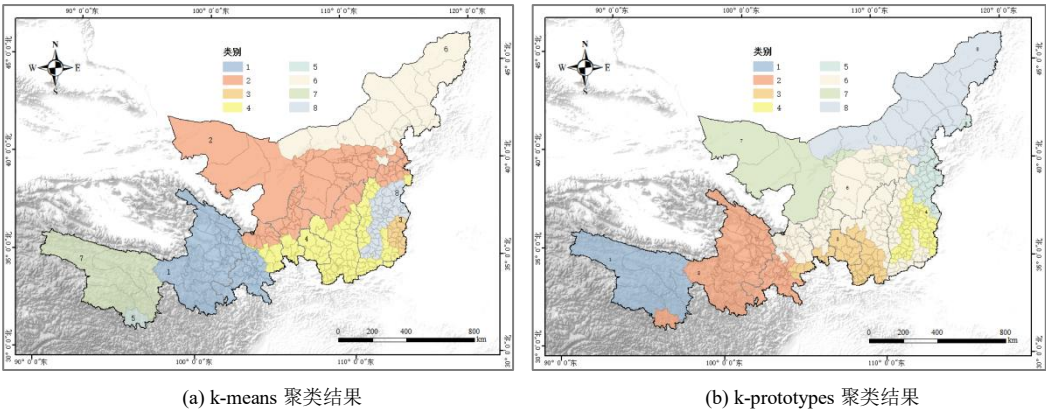


图 4 K-means 与 K-prototypes 聚类结果 (K=8)

从空间分布结果看，K-Means 和 K-Prototypes 主要依据区划单元的属性特征进行聚类，部分同类单元在空间上呈离散分布，存在飞地和孤立单元。相比之下，SKATER 将县域空间邻接关系纳入聚类过程，在保持区划单元属性相似性的同时，对分区空间连续性进行了约束，

形成的初步分区在空间完整性和地域连续性方面表现较好，更符合农业综合区划对空间连续性的要求。

在空间比较基础上，结合 Calinski-Harabasz 指数、轮廓系数等聚类有效性指标，以及区域自然地理格局、盐碱地空间分布、实地调研和专家意见，对区划结果进行综合验证。结果表明，SKATER 能够兼顾区内属性相似性、区间差异性和空间连续性，可作为本次典型区域区划试验的空间聚类方法。

5. 区划结果

经过空间聚类、分区优化和结果验证，将黄河中上游研究区划分为黄河中上游灌区盐碱耕地改良利用区、三江源地区生态保育区、汾渭河谷盐碱耕地改良利用区、内蒙古内流区盐碱地综合利用区和阿拉善内流区盐碱地综合利用区 5 个盐碱地农业综合开发利用分区，分区方案见图 5。

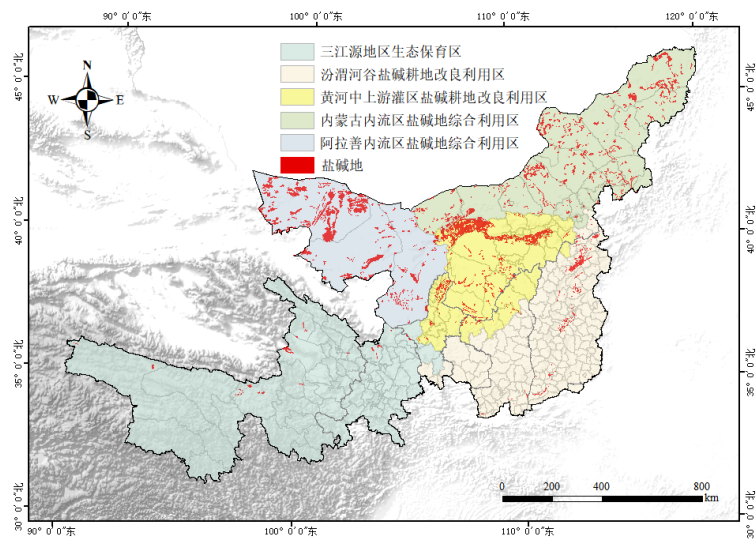


图 5 黄河中上游盐碱地农业综合开发利用分区方案

从空间分布看，5 个分区与研究区主要自然地理单元、水文格局及盐碱地分布具有较好的对应关系。内蒙古内流区和阿拉善内流区主

要分布于研究区北部和西北部，受干旱气候和内流水文条件影响明显；黄河中上游灌区主要沿黄河干流及河套平原、银川平原等典型灌区分布；汾渭河谷区主要分布于汾河、渭河河谷和平原地区；三江源地区主要位于研究区西南部高海拔区域。

为进一步分析各分区的属性特征，对主要区划指标进行归一化统计，各分区在干旱指数、年降水量、高程、 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温、土壤 ESP 和土壤电导率等指标上的相对特征见图 6。

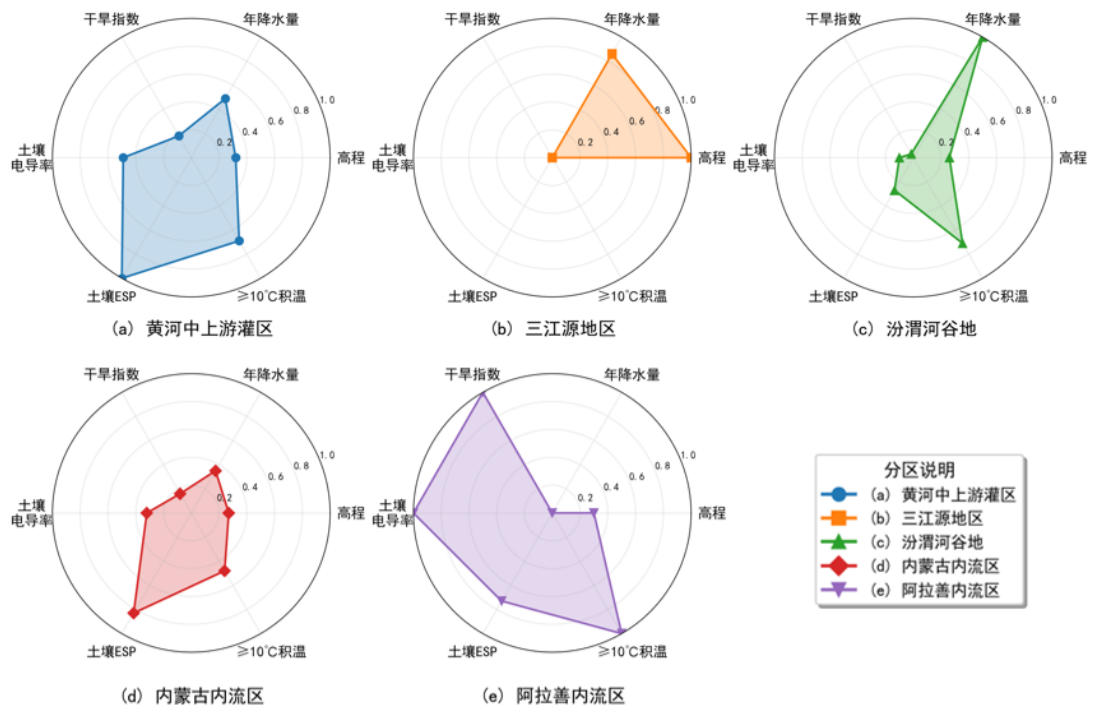


图 6 黄河中上游盐碱地农业分区关键特征雷达图

各分区主要指标表现出较明显的差异。黄河中上游灌区土壤 ESP 和电导率相对较高，同时具有一定的水热条件，体现出典型灌溉农业区的盐碱地特征；三江源地区年降水量和高程相对较高，而 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温较低，反映出高海拔、低热量的区域特征；汾渭河谷水热条件相对较好，年降水量和 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温较高，土壤盐碱属性相对较弱；内

蒙古内流区土壤 ESP 相对较高，水分条件较为受限；阿拉善内流区干旱指数较高、年降水量较低，表现出较强的干旱环境特征。不同分区在水热、地形和土壤盐碱属性等方面形成了较明显的特征组合，为分区特征识别和农业开发利用方向确定提供了依据。

6. 农业开发利用方向

在区划结果和分区特征分析基础上，综合考虑各区盐碱属性、水土资源条件、农业利用基础及生态环境约束，确定不同区划单元的农业开发利用方向。研究区不同分区的资源环境条件和主要限制因素差异明显，开发利用重点相应有所不同。

6.1 黄河中上游灌区盐碱耕地改良利用区

该区主要包括河套平原、银川平原等典型灌溉农业区域，农业生产基础较好，土壤盐碱属性较为突出。黄河灌溉为农业生产提供了重要水源，但部分区域地下水位较浅、排水条件不足，灌溉与强蒸发共同作用下存在次生盐渍化风险。

该区以盐碱耕地改良提升和稳定利用为主要方向，重点完善灌排体系，加强灌溉水、地下水和土壤盐分协同调控，结合土地平整、节水灌溉、排盐排碱和农艺改良等措施，提高盐碱耕地生产能力，同时加强次生盐渍化风险防控。

6.2 三江源地区生态保育区

该区海拔较高、热量条件不足，生态环境较为脆弱，农业开发利用受到自然条件和生态保护要求的明显限制。盐碱地分布相对零散，其利用方式与灌溉农业区存在较大差异。

该区以生态保育和保护优先为主要方向，农业利用服从区域水源涵养和生态保护要求，重点保护湿地、草地等生态系统，控制农业开发强度。在不影响区域生态功能和不突破资源环境承载能力的前提下，开展与当地自然条件相适应的适度利用。

6.3 汾渭河谷盐碱耕地改良利用区

该区水热条件相对较好，农业生产基础较强，土壤盐碱属性总体相对较弱。盐碱地主要分布于河谷低洼地、河流沿岸及局部排水不畅区域，局部地形、水盐汇集和排水条件是影响盐碱耕地利用的重要因素。

该区以盐碱耕地改良和盐碱化风险防控为主要方向，重点改善低洼区域排水条件，加强农田水盐调控，结合现有农业生产基础推广节水灌溉、耐盐品种和适宜的土壤改良措施，提高耕地稳定利用水平，防止局部盐碱化加重。

6.4 内蒙古内流区盐碱地综合利用区

该区总体呈干旱、半干旱特征，水资源相对紧张，部分区域土壤碱化特征较为明显，盐碱地与草地、耕地等土地利用类型交错分布，农业利用同时受到水资源条件和生态环境的约束。

该区以综合利用和适应性利用为主要方向，统筹盐碱地农业利用与草原生态保护，在水资源条件允许的区域合理发展耐盐碱作物和畜牧业，加强水资源节约利用和土壤盐碱化调控，避免高强度农业开发造成水资源压力和生态环境退化。

6.5 阿拉善内流区盐碱地综合利用区

该区干旱程度高、降水稀少、水资源短缺，盐碱地形成和利用受到干旱气候、封闭地形及区域水文条件的共同制约，农业开发利用的水资源和生态环境约束较强。

该区以生态保护和适度利用为主要方向，将水资源承载能力作为农业开发利用的重要约束，严格控制农业开发规模和用水强度。在具备水资源保障和农业利用基础的局部区域，可采用节水灌溉、耐盐耐旱作物等方式开展适应性利用；生态环境敏感和水资源保障不足区域以保护保育为主。

综合来看，黄河中上游盐碱地农业综合开发利用方向表现出明显的区域差异：黄河中上游灌区和汾渭河谷以盐碱耕地改良提升和稳定利用为重点，内蒙古内流区侧重农业与草牧业的适应性综合利用，阿拉善内流区突出水资源约束下的生态保护和适度利用，三江源地区以生态保育为主。上述开发利用方向与各分区的自然环境、盐碱属性、资源条件及农业利用基础相对应，体现了因地制宜、以水定地、适度利用和保护优先的区划思路。

六、采用国际标准的程度及水平说明

1. 采用国际标准的程度

我国盐碱地类型复杂、分布范围广，不同区域盐碱地形成机制、盐碱属性、土壤理化性质、水文条件、气候背景和农业利用方式差异明显。西北内陆、黄淮海平原、东北苏打盐碱区、滨海盐碱区以及青藏高原盐碱区等区域，在成盐环境、地下水作用、蒸发条件、地形地

貌和开发利用潜力方面均存在较大差异。国外相关技术体系多侧重于数字土壤制图、土地资源评价、土壤盐渍化监测或农业生态分区，难以直接适用于我国盐碱地农业综合开发利用区划的实际需求。因此，本标准未等同采用或修改采用国际标准，而是在参考国内外相关区划方法、数字土壤制图方法和空间聚类分析方法基础上，结合我国盐碱地资源分布特点和农业综合开发利用需求，制定形成适用于我国盐碱地农业综合开发利用区划工作的技术规范。

2. 国际同类标准水平对比情况

国外尚无与本标准完全对应的国际标准，但美国、欧盟等国家和地区已形成较完善的土壤资源调查、数字土壤制图、农业生态分区和地理空间数据分析技术体系。

美国在土壤调查、数字土壤制图和农业资源评价方面起步较早，已建立较为系统的土壤数据库和土地资源评价体系。相关技术路线注重土壤调查数据、气候数据、地形数据、遥感数据和地理信息系统的综合应用，强调利用数字土壤制图、空间分析和模型方法刻画土壤属性空间分布。在盐渍化相关研究中，美国通常结合土壤盐分指标、遥感信息和土地利用资料开展区域识别与评价，为农业生产、灌溉管理和土地利用决策提供支撑。

欧盟以土壤监测、土地资源数据库和数字土壤信息系统建设为基础，形成了较系统的土壤空间信息管理与评价体系。相关技术体系强调土壤属性数据、环境变量、遥感信息和 GIS 空间分析的融合应用，注重区域尺度土壤属性预测、土壤退化监测和土地资源可持续利用评

价。其特点在于数据标准化程度较高，重视空间数据库建设和跨区域数据共享，但针对盐碱地农业综合开发利用区划的专门标准仍较少。

国际相关技术体系总体呈现多源数据融合、数字土壤制图、空间统计分析和分区分类管理的发展趋势，但尚缺乏针对我国盐碱地类型复杂、区域差异显著、农业开发利用需求突出的综合区划技术标准。与国外相关技术体系相比，本标准更加突出我国盐碱地农业利用实际，围绕数据获取与预处理、指标体系构建、权重计算、空间聚类分区、分区优化、结果验证和成果表达等环节建立完整技术流程，既吸收了空间分析和数字化区划方法，又体现了我国盐碱地分区分类治理的现实需求，具有较强的区域适用性和工程应用价值。

七、与现行法律法规、强制性标准和其他有关标准的关系

1. 与现行法律法规，强制性标准和其他有关标准的协调关系

《盐碱地农业综合开发利用区划技术指南》编制过程中，遵循了《中华人民共和国标准化法》《中华人民共和国土地管理法》《中华人民共和国农业法》《中华人民共和国土壤污染防治法》等相关法律法规以及耕地保护、盐碱地综合利用、高标准农田建设和生态保护等相关管理要求。标准内容主要针对盐碱地农业综合开发利用区划的数据获取与预处理、指标体系构建与权重确定、空间聚类与初步分区、分区优化与结果验证、区划命名与农业开发利用方向确定以及成果编制等环节进行规范，与现行法律法规及强制性国家标准不存在冲突。

（1）《中华人民共和国标准化法》提出，标准制定应以科学技术和实践经验为基础，做到技术先进、经济合理、协调配套。本标准

结合盐碱地农业综合开发利用区划需求，在盐碱地形成机制、空间分异规律、农业利用条件分析和空间聚类分区等研究基础上，综合已有科研成果、技术方法和实践经验形成，符合标准化工作的基本要求。

(2) 《中华人民共和国土地管理法》及耕地保护相关政策要求严格保护耕地，合理开发利用土地资源。本标准以盐碱地自然属性、资源环境条件和农业利用基础为依据开展分区分类，服务于盐碱地合理开发利用、耕地质量提升和农业空间布局优化，并强调与耕地保护、水资源管理和生态保护等要求相协调。

(3) 在推荐性国家标准方面，本标准与现行相关标准保持良好衔接。在标准文本编写方面，依据 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》；在地理空间数据处理、地形图分幅和成果制图方面，与 GB/T 17798—2007《地理空间数据交换格式》、GB/T 13989—2012《国家基本比例尺地形图分幅和编号》、GB/T 20257（所有部分）《国家基本比例尺地图图式》和 GB/T 45298—2025《土壤制图 1:25000~1:500000 土壤质地、酸碱度、盐渍化图的图式、用色及图例规范》等相衔接；在数字土壤数据表达和相关空间属性处理方面，参考 GB/T 47213—2026《数字土壤制图 土壤属性预测性制图规范》的有关技术要求。

(4) 在土壤调查与盐碱属性检测方面，本标准与 NY/T 1121.2—2006《土壤检测 第 2 部分：土壤 pH 的测定》、NY/T 1615—2008《石灰性土壤交换性盐基及盐基总量的测定》、HJ 802—2016《土壤电导率的测定 电极法》以及 TD/T 1043.1—2013《暗管改良盐碱地技

术规程 第 1 部分：土壤调查》等标准相衔接，为土壤 pH、电导率、交换性钠及其他相关盐碱属性的获取提供技术依据。

（5）在盐碱地改良利用方面，本标准参考 GB/T 42828.1—2023《盐碱地改良通用技术 第 1 部分：铁尾砂改良》等相关标准成果。上述标准主要针对盐碱地改良技术或具体调查检测环节，本标准则重点规范盐碱地农业综合开发利用区划的全过程技术要求，二者在技术内容上相互衔接、功能定位上各有侧重，不存在矛盾或冲突。

目前，国内尚无专门针对盐碱地农业综合开发利用区划全过程的完整技术标准。本标准在吸收土壤调查与检测、盐碱地改良、土壤制图、地理空间数据处理和农业区划等相关技术成果基础上，建立了涵盖数据、指标、分区、验证、开发利用方向和成果表达等内容的较为系统的技术规范体系，具有较好的协调性、适用性和可操作性。

2. 与国内外同类标准的对比情况

目前，国内外与本标准相关的技术标准和技术体系主要集中在土壤调查、数字土壤制图、农用地质量评价、盐碱地改良、地理空间数据处理和土地资源评价等方面。上述标准和技术体系能够为盐碱地农业综合开发利用区划提供基础数据、检测方法、制图规范和技术支撑，但尚未形成覆盖指标体系构建、权重确定、空间聚类分区、分区优化、结果验证、区划命名、农业开发利用方向确定及成果编制全过程的专门区划标准。

国外相关技术体系更加侧重于土壤资源调查、数字土壤信息管理、地理空间数据表达和土地资源评价，能够为土壤空间数据库建设、土

壤属性制图及区域资源管理提供支撑，但针对我国盐碱地类型复杂、区域差异显著、水土资源约束明显以及农业利用需求多样等特点，缺乏专门面向盐碱地农业综合开发利用区划的完整技术规范。

在国内，现有相关标准分别对土壤调查与检测、土壤电导率测定、盐碱地改良、土壤制图、农用地质量评价和地理空间数据处理等内容进行了规定，但多数侧重单一技术环节。本标准在此基础上，围绕盐碱地农业综合开发利用区划全过程，进一步明确了数据获取与预处理、指标体系构建与权重确定、空间聚类与初步分区、分区优化与结果验证、区划命名与农业开发利用方向确定、成果制图和报告编写等技术要求，强化了多源数据、空间分析、盐碱属性识别与农业利用需求之间的衔接。

与现有相关标准相比，本标准主要具有以下特点：一是面向盐碱地农业综合开发利用区划全过程，技术链条更加完整；二是构建了涵盖气候、地形地貌、水文、土壤与盐碱属性、农业利用及区域特征等内容的参考指标体系，能够综合反映盐碱地形成环境、盐碱属性、水土资源条件及农业利用限制因素；三是根据指标特征和区划目标，可采用熵权法、主成分分析法及组合赋权法等方法确定指标权重，提高权重设置的客观性和合理性；四是根据数据类型、空间特征和区划目标选择适宜的聚类方法，并可采用 **SKATER** 等空间约束聚类方法兼顾属性相似性和空间连续性，减少区划结果过度零散和破碎的问题；五是建立定量评价、实际符合度验证和专家验证相结合的结果检验机制，提高区划成果的科学性和可复核性；六是增加区划命名、分区特

征识别和农业开发利用方向确定等内容，使区划成果能够更好服务于盐碱地分类施策和农业生产布局。

八、重大分歧或重难点的处理经过和依据

无。

九、贯彻该标准的要求、措施建议及预期效果

1. 贯彻该标准的要求和措施建议

建议标准发布后，及时组织开展标准宣贯和技术培训。各级相关单位在开展盐碱地农业综合开发利用区划工作时，应按照本标准规定的获取与预处理、指标体系构建与权重确定、空间聚类与初步分区、分区优化与结果验证、区划命名与农业开发利用方向确定、成果制图和报告编写等技术流程开展作业，逐步规范不同区域在数据选取、指标设置、技术方法和成果表达等方面的要求，提高盐碱地农业综合开发利用区划成果的一致性、规范性和可比性。

应加强对从事盐碱地调查评价、农业资源区划、土地资源管理、盐碱地改良利用和空间数据分析等相关技术人员的培训，使其掌握土壤、地形、水文、气候、土地利用与农业利用以及基础地理等多源数据的获取与处理方法，熟悉区划指标选取与筛选、权重确定、聚类方法选择、空间约束聚类、分区优化与结果验证、开发利用方向确定、专题图制作和报告编写等关键技术流程，提高标准化作业能力和成果质量控制水平。

同时，建议选择具有代表性的盐碱地区域开展标准试点示范，结合西北内陆、黄淮海平原、东北苏打盐碱区、滨海盐碱区和青藏高原

等具有不同自然地理和成盐环境特征的区域,开展不同尺度的区划应用与技术验证。通过科研院所、农业技术推广部门、自然资源管理部门和农业农村部门等协同推进,及时总结标准应用过程中存在的问题和实践经验,不断提高标准的适用性和可操作性,逐步形成可复制、可推广的盐碱地农业综合开发利用区划工作模式。

2. 贯彻该标准的预期效果

本标准实施后,可进一步规范盐碱地农业综合开发利用区划的指标体系和技术流程,综合识别不同区域盐碱地的盐碱属性、主要成盐环境、水土资源条件、农业利用条件及主要限制因素,明确不同区划单元的农业开发利用方向,为因地制宜开展盐碱地保护、改良和合理利用提供技术依据。

标准的实施有助于推动盐碱地农业综合开发利用区划由经验判断向数据支撑、由单一因素分析向多要素综合分析、由单纯空间分区向分区与农业开发利用方向相衔接转变,提高区划成果的科学性、规范性和应用价值。

通过标准宣贯、技术培训、试点示范和成果交流,可进一步推动多源空间数据处理、数字土壤制图、空间聚类分析和农业资源区划等技术在盐碱地农业综合开发利用中的规范化应用,促进相关科研成果向业务化和标准化应用转化,提升我国盐碱地农业综合开发利用区划工作的技术水平和成果应用能力。

十、其他应说明的事项

无。

参 考 文 献

- [1] GB/T 14950—2009 摄影测量与遥感术语
- [2] GB/T 21010—2017 土地利用现状分类
- [3] GB/T 18190—2017 海洋学术语海洋地质学
- [4] GB/T 33469—2016 耕地质量等级
- [5] GB/T 45298—2025 土壤制图 1:25000~1:500000 土壤质地、酸碱度、盐渍化图的图式、用色及图例规范
- [6] NY/T 1121.1—2006 土壤检测 第1部分：土壤样品的采集、处理和贮存
- [7] NY/T 1749—2009 耕地地力调查与质量评价技术规程
- [8] NY/T 3527—2019 农作物种植面积遥感监测规范
- [9] NY/T 4065—2021 中高分辨率卫星主要农作物产量遥感监测技术规范
- [10] HJ 802—2016 土壤电导率的测定 电极法
- [11] 熊毅. 中国盐渍土分区[J]. 土壤学报, 1957(01): 50-60.
- [12] 王遵亲. 中国盐渍土[M]. 北京: 科学出版社, 1993.
- [13] 李玉义, 逢焕成, 张志忠, 等. 内蒙古河套平原盐碱化土壤改良分区特点与对策[J]. 中国农业资源与区划, 2020, 41(05): 115-121.
- [14] 杨劲松, 姚荣江, 王相平. 中国盐渍土研究: 历程、现状与展望[J]. 土壤学报, 2022, 59(01): 10-27.
- [15] Assunção R M, Neves M C, Câmara G, et al. Efficient regionalization techniques for socio-economic geographical units using

minimum spanning trees[J]. International Journal of Geographical Information Science, 2006, 20(7): 797-811.

[16] 唐华俊, 周清波, 姚艳敏. 农业空间信息标准与规范[M]. 北京: 中国农业出版社, 2016.

[17] 白由路. 盐碱地改良与利用[M]. 北京: 科学出版社, 2020