

国家标准
《盐碱地农业利用土壤分级分类》
(征求意见稿)

编制说明

国家标准《盐碱地农业利用土壤分级分类》标准编写组

二〇二二年一月

目 录

一、任务来源、起草单位、协作单位、主要起草人.....	3
1、任务来源.....	3
2. 起草单位、协作单位.....	4
3. 主要起草人.....	4
二、制定标准的必要性和意义.....	4
1.必要性.....	4
2.意义.....	5
三、主要工作过程.....	5
四、标准编制原则、依据及主要内容的说明.....	8
4.1 标准编制原则.....	8
4.2 标准编制依据.....	9
4.3 主要内容的说明.....	10
4.3.1 术语和定义.....	10
4.3.2 土壤样品检测.....	10
4.3.3 分类分级.....	12
4.3.4 农业利用.....	15
五、是否涉及专利.....	18
六、与现行法律、法规、标准的关系.....	18
七、标准作为推荐性标准的建议.....	18
九、废止现行有关标准的建议.....	19
十、其它应予说明的事项.....	19
主要参考资料.....	错误!未定义书签。

《盐碱地农业利用土壤分级分类》国家标准

编制说明

一、任务来源、起草单位、协作单位、主要起草人

1、任务来源

2018 年国家重点研发计划“国家质量基础的共性技术研究与应用”重大专项 NQI“农产品产地环境评价分级与保护改良共性标准研究（2018YFF0213400）”正式启动。该重大项目针对农产品产地标准体系不完善、适用性差、关键技术和方法缺失等难题，围绕农田、草原和盐碱地，从土壤、灌溉水、大气等角度，以“调查监测-评价分级-风险管控-污染防治-土壤改良-效果评价”为主线，构建形成农产品产地环境质量调查与监测、质量评价与分级、风险评价和管控、污染防治和土壤改良、草原生态保护与建设及盐碱地改良等共性技术标准。这一专项中的重点研究课题之一为“盐碱地改良关键技术及改良效果评价标准研究”（2018YFF0213406），其核心目标是兼顾农业可持续生产和生态环境保护，以改良利用盐碱地、提高农产品质量和产量为中心，研究盐碱地综合改良措施、效果评估，研制形成盐碱地改良关键技术及改良效果评价标准体系，凝练盐碱地改良利用中相关技术以及改良效果评价方法，制定盐碱地改良系列相关国家标准，顺应我国土地整治规划发展纲要以及农业可持续发展需求，以加速盐碱地改良利用，缓解我国土地压力。

本标准是基于重点研究课题“盐碱地改良关键技术及改良效果评价标准研究”（2018YFF0213406）的内容与任务需求而起草。根据《国家标准化管理委员会关于下达 2020 年第四批推荐性国家标准计划的通知》（国标委发【2020】53 号）文件中序号第 476 条推荐性国家标准的立项项目《土壤质量 盐碱地农业利用土壤分类分级》（计划号 20205107-T-326），由中国农业大学土地科学与技术学院李品芳主持负责进行编制工作。

根据科技部2018年“国家质量基础（NQI）的共性技术研究与应用”重点专项的立项目标，针对加强农产品产地环境评价分级与保护改良共性标准的要求，以及目前我国缺乏在盐碱地开发利用与改良中相应的规范性标准依据之现状。项目组基于长期从事该领域研究与教学工作的实践经验，参照、比对国内外相关标准

及文献，经过详细研讨、查询与分析，并在广泛征求同行意见的基础上，编制了本标准。

2. 起草单位、协作单位

起草单位：中国农业大学

协作单位：江苏省质量和标准化研究院、北京环境工程技术有限公司、山东大学、鞍钢集团矿业有限公司、浙江省农业科学院、国家知识产权局专利局专利审查协作江苏中心等。

3. 主要起草人

主要起草人：李品芳、郭世文、管旭琳、黄蓉、章夏夏、兰天、芦谅、公衍丽、樊子凤、崔兆杰、孙彩霞、柴青平，刘文胜等。

二、制定标准的必要性和意义

1. 必要性

我国盐碱土地面积大，分布范围广泛，农田中有盐碱土约 1 亿亩，受次生盐渍化威胁的潜在盐碱土约 1.5 亿亩，非农田中尚有盐碱土约 1.5 亿亩。这些盐碱地的合理开发、改良与利用不仅是土地资源的利用、保护，以及生态环境的保护问题，也是关系到农业发展及粮食安全的重要问题。

早在2008年10月，国务院印发的全国土地利用总体规划纲要（2006-2020年），就提出“在不破坏生态环境的前提下，优先开发缓坡丘陵地、盐碱地、荒草地、裸土地等未利用地和废弃地”，做出“综合运用水利、农业、生物以及化学措施，集中连片改良盐碱化土地”的部署，把积极推进盐碱地的治理工作摆上了更重要的位置。2014年5月国家发改委、科技部等10部门出台了《关于加强盐碱地治理的指导意见》（发改农经〔2014〕594号），提出了加大支持力度、协调整合资源等七项措施，进一步推进盐碱地治理工作。2017年1月，国家出台了《全国土地整治规划（2016~2020年）》（国土资发〔2017〕2号），提出了将土地整治与盐碱化改良相结合，更加强调了多途径改良盐碱地的要求。

我国盐碱土地资源丰富，尽管各地因地制宜形成了不少独具特色的盐碱地治理和利用的技术，但因不同地区盐碱地的成因、土壤盐分组成以及盐渍化程度等千差万别，盐碱土类型也复杂多样，一直缺乏一个能够便于评价、鉴别盐碱土类

型，特别是评价盐碱地土壤盐渍化程度及其改良效果的统一标准作为参照，严重影响对盐碱土资源进行恰当的开发利用和保护，对相关工作的监管和相应执法行为也缺乏依据。

为了在盐碱土地资源开发和利用的过程中规范相关人员对盐碱地土壤特性的认识，提升盐碱地农业利用和管理效率，促进农业发展和生态环境保护与建设的可持续性发展的需求，按照重点研发项目 NQI 的任务要求，通过该标准的制定与实施，规范和统一盐碱地土壤特性中的关键术语、定义以及盐碱地鉴别特征指标，明确盐碱地土壤的分类和分级以及农业利用的分等标准的成为十分必要和紧迫的工作。

该标准的制定，也将填补我国现有相关国家标准的一个空白。

2.意义

在我国经济高速发展和工业化、城市化得到前所未有迅猛推进的背景下，盐碱地作为重要的土地资源之一，其改良与利用成为确保我国 18 亿亩耕地红线的重要途径之一。

开发利用我国大面积的盐碱土地资源是挖掘耕地资源、促进农业发展的重要举措，但针对盐碱地盐渍化程度的不同，做到因地制宜有所选择有所放弃甚至保护，是开发利用的前提，也是保护自然生态环境必须兼顾的原则。因此，建立健全一个盐碱地农业利用土壤分类分级标准，对于规范相关规划、设计单位对盐碱地土壤的认识与甄别，提升盐碱地农业利用的效果和管理水平，促进农业发展和生态环境保护与建设的可持续性发展，具有重要的现实意义。

三、主要工作过程

2018年国家重点研发计划“质量基础的共性技术研究与应用”重大专项“农产品产地环境评价分级与保护改良共性标准研究”正式启动。该项目的目的在于针对农产品产地标准体系不完善、适用性差、关键技术和方法缺失等难题，围绕农田、草原和盐碱地，以“调查监测-评价分级-风险管控-污染防治-土壤改良-效果评价”为主线，形成农产品产地环境质量调查与监测、质量评价与分级、风险评价和管控、污染防治和土壤改良、草原生态保护与建设及盐碱地改良等共性技术标准，构建产地环境标准体系。专项中重点研究课题之一为《盐碱地改良关键技术及改良效果评价标准研究》（2018YFF0213406）。由于盐碱地是一个功能复杂

的实体，本身具有类型多样、区域差异大等特点，现实中相应的改良措施、技术手段又种类繁多，制定怎样的标准可以对种类繁多的改良技术进行科学的效果评价是异常艰难的任务。

标准编制团队针对盐碱地差异性显著、改良效果难以评判的特点，放弃土壤成因视角，从盐碱地农业利用的角度，围绕土壤的基本性质，制定该盐碱地农业利用土壤的分类分级标准。制定过程中，充分考虑盐碱地土壤类型多样、测定分析方法不统一而导致的不易把握评价分寸的困惑，融入了国际上土壤学界普遍认可的一些理念和内容，如采用饱和泥浆提取液 EC_e 这一指标作为该标准中的重要指标，并给出其制备与测定分析方法进行规范。主要工作过程如下：

2018 年 5 月-7 月，确定阶段性工作内容和目标。编制组根据重点研发项目申报时对人员组成的要求，明确了标准编制组成员和任务分工，启动标准的研究与制定工作。

2018 年 8 月-2019 年 3 月，进行资料的收集与分析，搭建标准的初稿框架。查阅国内外相关的各类标准、文献，国家相关政策文件，科研报告、调查数据等资料，包括有关盐碱地土壤类型、成因、盐渍化程度等文献，进行梳理。结合日常相关工作开展必要的实地考察、调研，结合已有研究基础，初步拟定了标准的框架。

2019 年 3 月 30 日，参加了由鞍钢集团在鞍山组织召开的国家重点研发计划 NQI 专项“盐碱地改良关键技术及改良效果评价标准研究”课题研讨会。会议邀请了 10 名具有丰富研究经验的专家，听取各单位关于标准框架结构、研究内容以及整体思路的汇报，以及项目主席专家崔兆杰教授和其它相关专家、课题牵头单位鞍钢集团等各方提出了宝贵意见，对本课题组的前期工作给予充分肯定并进一步明确了盐碱地的分级分类标准是非常重要的适用性强的基础性标准。会后编制组根据会议意见进行了反复讨论与分析，对最初的框架结构以及术语条款等进行了大幅度的修改。

2019 年 4 月-7 月，确立了标准的基本框架。在前期工作的基础上，根据鞍山会议上专家和项目组的意见，继续大量查阅和收集相关文献资料，对农用盐碱地土壤质量的关键指标进行筛选，对盐碱地分类与分级的指标与阈值等内容反复修改，调整思路和框架。初步确立了标准的框架结构及其条款下各内容的大纲。

2019 年 8 月-2020 年 4 月，编制标准的初稿。根据收集到的国内外相关标准、文献资料以及科研报告、政策文件、调查数据等相关信息，以及 NQI 项目任务，在前期工作的基础上，经过反复修改、论证、意见听取，形成了标准的初稿。此阶段，标准的内容和质量都有所提升。

2020 年 5 月，咨询专家意见形成标准草案。标准草案完成后，多方面咨询听取相关专家意见，根据专家们的宝贵意见，进一步修改、凝练重点内容，形成了报送全国土壤质量委员会申请立项的《盐碱地农业利用土壤分类分级》国家推荐性标准草案。

2020 年 6 月-8 月，向 SAC/TC404 标委会申请立项。向全国土壤质量标准化技术委员会 SAC/TC404 提交了推荐性国家标准项目立项建议书以及拟立项的《盐碱地农业利用土壤分类分级》国家推荐性标准草案。在标委会进行的全体委员会投票表决中，获得大多数委员与专家的认可，上报主管部门农业农村部相关部门，经历了专家研讨、意见征询等多个环节的工作后通过了审核。

2020 年 6 月-12 月，国家标准委员会的立项答辩以及农业农村部审核通过后上报到国标委会申请立项。10 月得到 SAC/TC404 的通知，参加 11 月 3 日国标委会的标准立项答辩。编制组在等待结果中，根据农业农村部相关环节中的意见继续修改完善标准稿。在国家标准委员会组织的全国国家标准 2020 年立项答辩视频会议上进行了汇报演讲及答辩。

2020 年 12 月，获批国家标准会 2020 年第四批推荐性国家标准计划立项。在历经国标委会答辩以及专家投票等环节后，本标准项目获批立项，立项号为 20205107-T-326（国标委发【2020】53 号）。

2021 年 1 月-2022 年 3 月，进行标准的修改与编制说明的编写。进一步修改标准稿，同时撰写编制说明。期间历经了（1）2021 年 1 月项目组的中期检查。

（2）2021 年 9 月项目组的进展汇报与研讨。（3）2021 年 11 月 21 世纪中心要求的 2021 年度总结汇报。（4）2022 年 2 月项目组的工作会议。（5）2022 年 3 月项目组内各标准的研讨会；（6）专家意见征求等环节。

经过反复修改完善，形成了现在的《盐碱地农业利用土壤分级分类（征求意见稿）》。由于该标准是此类标准的首次编制，虽经千锤百炼反复修改仍尚有许多可斟酌推敲之处，作为抛砖引玉的首发基础性推荐性标准，希望在历经实践

应用检验以及修订中不断的改进。

四、标准编制原则、依据及主要内容的说明

4.1 标准编制原则

主要依据《标准化法》等法律法规，按照 GB/T1.1-2020 给出的规则起草。由于此标准是首次编制，编制中积极遵循以下几个原则：

（1）科学性原则

在充分整理、分析、总结相关研究成果以及专业资料的基础上，参考国际上通识的相关概念和分级分类的方法，主要从盐碱地农业利用角度，以土壤基本性质为基础进行分类分级，而非从盐碱地成因和土壤发生学角度进行归纳。

技术指标的选择和测定方法充分考虑了土壤盐分积聚机制与土壤基本理化特性之间的关系。本标准中采用土壤饱和泥浆提取液电导率 EC_e （25℃电导仪测定值）作为表征土壤盐度的量度指标。因饱和泥浆提取液的电导率 EC_e 可以直接用来衡量土壤盐度对植物生长的影响，且具有检测简单方便外，相比于固定的水土比提取，饱和泥浆方法与土壤持水能力关系更为密切，可以规避因不同的土壤水土比和土壤质地条件下测定的 EC 值和土壤含盐量（或盐浓度）结果不同而带来难以比较的困惑。尊重土壤科学基础原理，具有技术先进性和前瞻性。

（2）适应性原则

本标准充分考虑了盐碱地的农业利用，主要采用了土壤饱和泥浆提取液为各评价指标测定前处理方法的基本技术要求，以电导率 EC_e 为表征全盐量的评价指标。标准中采用的包括电导率 EC_e （表征全盐量）、交换性钠百分比 ESP 、钠吸附比 SAR 等关键指标，适应各种盐碱地土壤质量的评价与管理。这样的标准化规范，可以在不同的土壤类型、地区以及成因、盐组分差异性下得到一致的解释。适应我国盐渍土分布区域广，面积大，土壤盐分组分类型及土壤类别差异大的复杂情况。

（3）可操作性原则

标准中评价指标的分析测定，在一般实验室条件下即可完成，通用性、可操作性强。从实际出发，既考虑检测指标的可靠性也考虑其简单易操作性，兼顾了科学性和可行性。

4.2 标准编制依据

- (1) 李保国, 徐建明等译自[美]雷·韦尔(Ray R.Weil), 尼尔·布雷迪(Nyle C.Brady) 著 (The Nature and Properties of Soils), 土壤学与生活, 科学出版社, 2019; ISBN978-7-03-060490-3.
- (2) Ray R.Weil, Nyle C.Brady. The Nature and Properties of Soils(Fifteenth Edition), Library of Congress Cataloging-in-Publication, 2016, ISBN 9780133254488.
- (3) USDA(), Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, Agric. Handbook 1954, No. 60. USSSL, Riverside, CA, USA.
- (4) L.A.理查兹主编, 厉兵译(Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils), 盐碱土的鉴别和改良, 科学出版社, 1965.
- (5) Wicke B , Smeets E , Dornburg V , et al. The global technical and economic potential of bioenergy from salt-affected soils[J]. Energy & Environmental Science, 2011, 4(8):2669-2681.
- (6) Hopmans Jan , Qureshi Asad et al. Critical knowledge gaps and research priorities in global soil salinity. *Advances in Agronomy*. 10.1016/bs.agron.2021.03.001.
Jan W. Hopmansa, A.S. Qureshib et al.
- (7) R. E. Lamond and D. A. Whitney, Management of Saline and Sodic Soils, 1992.
- (8) 《土壤质量 词汇》(GB/T 18834-2002) .
- (9) 《土壤学词汇》(谢建昌, 曹升赓, 陈际型主编, 科学出版社, 1988);
- (10) 《土壤质量 土壤采样技术指南》(GB/T 36197-2018);
- (11) 《土壤质量样品长期和短期保存指南》(GB/T32722-2016);
- (12) 《土壤检测 第 1 部分: 土壤样品的采集、处理和贮存》(NY/T 1121.1-2006)
- (13) 《土壤检测 第 2 部分: 土壤 pH 的测定》(NY/T 1121.2-2006)
- (14) 《碱化土壤交换性钠的测定》(LY/T 1248)
- (15) 《土壤检测 第 13 部分: 土壤交换性钙和镁的测定》(NY/T 1121.13-2006)
- (16) 《碱化土壤交换性钠的测定》(LY/T 1248-1999)
- (17) 《土壤检测 第 5 部分: 石灰性土壤阳离子交换量的测定》(NY/T1121.5-

2006)

(18)《中性土壤阳离子交换量和交换性盐基的测定》(NY/T 295-1995)

(19)《土壤检测 第 16 部分：土壤水溶性盐总量的测定》(NY/T 1121.16-2006)

(20)《土壤 电导率的测定 电极法》(HJ 802-2016)

(21)《土壤采样与分析方法》(上册)[加] M.R. Carter (M.R.卡特) E.G. Gregorich (E.G. 格雷戈里奇) 主编 李保国 等译, 电子工业出版社, 2022

(22)《美国国家灌溉工程手册》(水利部国际合作司等编译, 中国水利水电出版社, 1998)

4.3 主要内容的说明

4.3.1 术语和定义

本标准对 3 个关键术语的定义以及英文表达进行了规范和标准化。编制组人员检索查阅了大量国外、国内土壤学界的经典书籍和资料, 也听取了相关专家的意见。经认真细心阅读、比对分析, 核对英文表达与单位等各相关内容后, 剔除一些表达不完整以及容易产生歧义的表达之类的内容, 反复推敲斟酌确定了这些术语的定义以及英文表达。

4.3.2 土壤样品检测

土壤样品的采集、处理与贮存、样品检测分析与结果计算这部分内容中, 样品的采集、处理与贮存、检测指标的分析等直接参照采用国内的相关标准, 并以资料性附录 B 给出了土壤样品监测分析方法, 便于使用。其中土壤样品检测的结果计算, 参考了国际上富有权威和认可度的加拿大土壤科学学会出版的《Soil sampling and methods of analysis》第二版原文 (M.R. Carter and E.G. Gregorich.2007) 及其中译本《土壤采样与分析方法》第 15 章 电导率和可溶性离子中相关定义与计算公式 (李保国等主译, 土壤采样与分析方法, 2022), 以及美国土壤学经典专著《The Nature and Properties of Soils》(Daniels, Lee W. et al, 2016) 等。

参考资料《土壤采样与分析方法》中的计算公式如下：

► 土壤采样与分析方法（上册）

15.4.4 钠吸附比

SAR，一个土壤溶液碱度或相对钠含量、水提取物或水土平衡的有效指数，计算如下：

$$SAR = \frac{[Na^+]}{[Ca^{2+} + Mg^{2+}]^{0.5}} \quad (15.2)$$

式中，阳离子浓度用 mmol/L 表示。

尽管有报道提出了其他的临界值（Bennett, 1988; Sumner 等, 1998），但通常 SAR 值大于 13 被认为是碱化土壤（Soil Science Society of America, 2001），式 15.2 常被称为实际 SAR 值（ SAR_p ），理论 SAR（ SAR_t ）值用相同的公式计算，但用自由离子活度代替离子浓度（Kohut 和 Dudas, 1994）。因为阴离子排斥或可溶性矿物质的轻微沉淀产生的误差，可交换的阳离子很难在盐碱土壤中测量，土壤水提取液的 SAR 值已经成为判断碱化土壤的主要工具（Bohn 等, 1979; Jurinak, 1990）。

15.4.5 可交换性钠百分比

ESP 可由基于线性方程的 SAR 计算：

$$\frac{ESP}{[100 - ESP]} = K_g SAR \quad (15.3)$$

式中， K_g 是 Gapon 选择系数。 K_g 会随土壤有机质含量和 pH 值变化（Curtin 等, 1995），但一般取值为 $0.015 \text{ (mmol/L)}^{-0.5}$ （U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954）。一般情况下，随着有机质导致的阳离子交换能力增强，土壤对 Na 的亲合力降低。

《Soil sampling and methods of analysis》中：

15.4.4 SODIUM ADSORPTION RATIO

The SAR, a useful index of the sodicity or relative sodium status of soil solutions, and aqueous extracts, or water in equilibrium with soil, is calculated as follows:

$$SAR = \frac{[Na^+]}{[Ca^{2+} + Mg^{2+}]^{0.5}} \quad (15.2)$$

where cation concentrations are in mmol L^{-1} .

Soils with SAR values greater than 13 are considered to be sodic (Soil Science Society of America 2001), although other critical values have been proposed (Bennett 1988; Sumner et al. 1998). Equation 15.2 is often referred to as the practical SAR (SAR_p), whereas theoretical SAR (SAR_t) values are calculated using the same equation but with free ion activities instead of concentrations (Kohut and Dudas 1994). Since exchangeable cations are difficult to measure in saline soils because of errors arising from anion exclusion or dissolution of slightly soluble minerals, the SAR of soil aqueous extracts has become the principal tool for diagnosing sodic soils (Bohn et al. 1979; Jurinak 1990).

15.4.5 EXCHANGEABLE SODIUM PERCENTAGE

ESP can be estimated from SAR based on the linear equation:

$$\frac{ESP}{[100 - ESP]} = K_g SAR \quad (15.3)$$

where K_g is the Gapon selectivity coefficient. The value of K_g has traditionally been taken as $0.015 \text{ (mmol L}^{-1}\text{)}^{-0.5}$ (U.S. Salinity Laboratory Staff 1954), though K_g can vary depending on soil organic matter content and pH (Curtin et al. 1995). In general, the affinity of soils for Na decreases as the contribution of organic matter to the cation-exchange capacity increases.

《The Nature and Properties of Soils》中：

Two expressions are commonly used to characterize the sodium status of soils. The exchangeable sodium percentage (ESP) identifies the degree to which the exchange complex is saturated with sodium:

$$ESP = \frac{\text{Exchangeable sodium, cmol}_e/\text{kg}}{\text{Cation exchange capacity, cmol}_e/\text{kg}} \times 100 \quad (10.6)$$

ESP levels greater than 15 are associated with severely deteriorated soil physical properties and pH values of 8.5 and above. Figure 10.21 provides two example calculations of ESP.

The sodium adsorption ratio (SAR) is a second, more easily measured property that is becoming even more widely used than ESP. The SAR gives information on the comparative concentrations of Na^+ , Ca^{2+} , and Mg^{2+} in soil solutions. It is calculated as follows:

$$SAR = \frac{[\text{Na}^+]}{(0.5[\text{Ca}^{2+}] + 0.5[\text{Mg}^{2+}])^{1/2}} \quad (10.7)$$

where $[\text{Na}^+]$, $[\text{Ca}^{2+}]$, and $[\text{Mg}^{2+}]$ are the concentrations (in mmol of charge per liter) of the sodium, calcium, and magnesium ions in the soil solution. An SAR value of 13 for the solution extracted from a saturated soil paste is approximately equivalent to an ESP value of 15. The SAR of a soil extract takes into consideration that the adverse effect of sodium is moderated by the presence of calcium and magnesium ions. The SAR also is used to characterize irrigation water applied to soils (see Section 10.8).

对于土壤样品的处理，主要是土壤饱和泥浆提取液的制备。饱和泥浆提取液的制备虽比一定的水土比（如 5：1）浸提液较为费时费事，但饱和泥浆提取法是目前其他方法做参照的标准，可规避因土壤水分状况不同、土壤质地不同而造成的测定方法不同导致结果存在差异带来的困惑（USDA, 1954）。同时，也可避免即使土壤含盐量相同但盐分组成不同、各组分含量不同的土壤盐渍化类型不同所引起检测差异。另外，电导率的检测既经济又快速。

为便于推广使用，将饱和泥浆提取液的制备方法在本标准中以规范性附录给出。该制备方法是引自于中译本《土壤采样与分析方法》（上册）第 15 章电导率和可溶性离子中相关内容（[加] M.R. Carter（M.R.卡特）等主编，2022）。

4.3.3 分类分级

盐碱土类型的鉴别以及土壤盐渍化程度的诊断是一个复杂的问题，因土壤采样时间、采样点、采样深度以及样品数量的不同而有所差异。

我国盐碱地从分布区域、成因以及盐分类型等角度分类分级的话，复杂多样。编制组在充分整理、分析、总结相关研究成果以及专业文献的基础上，参考国际上通识的相关概念和分类分级方法，主要以土壤基本性质为基础进行分类分级，而非从盐碱地成因和土壤发生学角度进行归纳。

关于评判指标的确定，参考了大量相关资料与该领域内公认的重要文献(Ray R.Weil 和 Nyle C.Brady, 2016；李保国和徐建明等译，2019；USDA, 1954；L.A.Richards et al.(USDA), 1954；Wicke B , Smeets 和 E , Dornburg V 等，2011，鲍士旦，2020；TD/T1043.1-2013)等，采用的表征土壤盐度的电导率 ECe （全盐量）和表征土壤碱化程度的交换性钠百分比 ESP 这两个指标，都是国内外常用的

反映盐渍化程度及盐碱土类型的重要指标，在此标准中给予标准化。

最关键的参考依据是国际上高度认可的美国盐土实验室出台的分类分级方法（参见表 S-1）和国际上著名经典土壤学著作《The Nature and Properties of Soils》（参见图 S-1）。即，盐碱土分为盐质土、盐化-钠质土和钠质土（图 S-1）（Ray R.Weil 和 Nyle C.Brady，2016；李保国和徐建明等译，2019）。这既区别于现在使用的盐土、碱土分类概念，又符合土壤性质的表征。

实践中，这样的分类分级方法在国内已有引入和应用，只是缺乏标准化的规范而未得到更广泛的认识和统一。在我国面向 21 世纪课程教材《土壤农化分析》中有关水溶性盐的分析一章，已经引用了这样的分类分级方法，以盐碱土（盐土、盐碱土和碱土）几项分析指标的形式呈现(书中表 9-1，表 9-4)（鲍士旦主编，2020）。

表 S-1 不同类型盐渍土壤盐渍化程度分级

Table 1 Characterization of different types of salt-affected land and their severity levels (average for 1 m soil depth)

Type of salt-affected land	Indicator	Severity level			
		Slight	Moderate	High	Extreme
Sodic	ESP (%)	15–20	20–30	30–40	>40
	ECe/dS m ⁻¹	<4	<4	<4	<4
Saline	ECe/dS m ⁻¹	2–4	4–8	8–16	>16
	ESP (%)	<15	<15	<15	<15
Saline-sodic	ESP (%), ECe/dS m ⁻¹	15–20, 4–8	15–20, 8–25;	15–20, >25;	20–30, >25;
			20–30, 4–16;	20–30, 16–25;	30–40, >16;
			30–40, 4–8	30–40, 8–16;	40–50, >8;
				40–50, 4–8	>50, >4

This journal is © The Royal Society of Chemistry 2011 *Energy Environ. Sci.*, 2011, 4, 2669–2681 | 2671

10.5 盐渍化土壤的分类

基于 EC、ESP（或 SAR）以及土壤 pH，盐渍化土壤可以分为盐质土、盐化 - 钠质土和钠质土。受盐渍化影响不大的土壤称为正常土。

图 S-1 盐渍化土壤的分类

（资料来源：Brady N C, Weil R R,李保国,徐建明等译,2019）

土壤饱和泥浆提取液电导率 ECe 作为关键指标，在此做一下重点说明。国内传统做法是较多采用 1：5 土水比浸提液测定其电导率 EC，也有采用 1：2.5 土水比浸提液测定电导率 EC 的。水土比越高，含水量越高越容易提取浸提盐，土壤电导率和溶质浓度受土水比的影响（Reitemeier，1946），但这样的提取液对于代表植物根部实际所接触的土壤溶液来说，其代表性较低(USDA,1954; S. Sonmez et al, 2008)。

早在上个世纪 40 年代，美国盐土实验室经过大量的试验研究后，就推荐采用土壤饱和泥浆提取液的电导率作为衡量植物生长与土壤盐度关系的一般方法 (USDA，1954)。因为土壤水提取液必须在高于正常含水量下获取，饱和土壤泥浆

近似于满足条件的最低土水比，在此比例条件下，可通过常规方法得到足够的提取液用于主要的盐分组成分析。相比于在固定土水比下提取，饱和土壤泥浆方法与土壤持水能力关系更为密切。大多数土壤的饱和土壤泥浆含水量约为田间持水量的两倍(Robbins 和 Wiegand, 1990)。并且作物的耐盐性一般也用 EC_e 表示(USDA, 1954; 水利部编译, 1998; Weil R R, Brady N C., 2016; 李保国等译, 2022)。由于饱和泥浆方法需要一定的时间和实验技巧，在测定土壤 EC 和溶质浓度时，有许多实验室简单地使用固定的土水比（如 1:1、1:2、1:5）。可当土水比放宽时，阳离子交换和矿物质溶解可能会导致电导率过高和溶质成分的改变，尤其是在样品含有石灰的情况下， Ca^{2+} 和 SO_4^{2-} 浓度在一定土水比范围内保持不变，其他离子浓度均随着稀释作用而下降(Robbins 和 Wiegand, 1990)。在美国的 87 个实验室可溶性盐数据分析中，土壤饱和泥浆提取液（13.4%）的平均剩余标准差(RSD)最低，随后是 1:1 的提取液(24.2%)，之后是 1:2 的提取液(32.5%) (Wolf 等, 1996)。

土壤饱和泥浆提取液电导率(EC_e)是国际上通用的表征土壤盐度的方法，它的主要优势是可以直接用来衡量土壤盐度对植物生长的影响。将其作为本标准的分类与分级指标，能够更好地与农业利用联系起来。尽管土壤饱和泥浆提取液的制备比起一定的水土比（如 5:1）有些费时费事，但饱和泥浆提取法是目前其他方法做参照的标准，可规避因土壤水分状况不同、土壤质地不同而造成的测定方法不同导致结果存在差异所带来的困惑（USDA, 1954）。并且，电导率的检测远比检测土壤中各种盐分离子含量要省时省事、经济快速。

土壤含盐量（土壤中盐分含量）对植物生长的影响会因土壤含水率差异而不同，如砂土和粘土以干土重百分率计算所得可溶性含盐量相同情况下，接近土壤凋萎系数时的土壤溶液浓度砂土有可能是粘土的 10 倍以上(USDA,1954)。并且，即使在同一土壤含盐量值时而其盐分组成不同、各组分的含量不同的话，土壤盐渍化类型以及其对作物的影响也不同。

采用土壤饱和泥浆提取液测电导率 EC_e 作为评估盐碱地种植利用或了解对农作物的影响程度，国内也早有应用，如《土壤溶质运移》（李韵珠等, 1998），《土壤农化分析》（鲍士旦, 2020）等书中都有关于土壤饱和泥浆浸提液的电导率 EC_e 和作物生长关系（见表 S-4）(Richards L A., 1965)，以及《美国国家灌溉工程手册》中有关作物耐盐性的内容（水利部编译, 美国国家灌溉工程手册, 1998）。

综上，用土壤饱和泥浆提取液电导率(EC_e)来衡量土壤盐度对植物生长的影响所具备的诸多优点是显而易见的。将其作为本标准农业利用盐碱土的分类与分级指标能够更直接地与农业利用联系起来，其优势特点是无可替代的。

4.3.4 农业利用

我国盐碱地资源丰富，具有较大的粮食生产潜力和较好的农业开发价值。目前具备农业改良利用潜力的盐碱地面积约为 1 亿亩，其中盐碱障碍耕地总面积约 3500 万亩，许多地区的盐碱地在农业利用中产量较低且效益不稳定，尚未进行农业利用的约 6500 万亩盐碱地主要分布在西北和东北盐碱区，开发利用潜力较大。在人多地少资源短缺的现实条件下，盐碱地利用好了会是一种土地资源，利用不好严重的会进一步荒漠化从而导致生态环境的恶化。

盐碱地中作物根区盐度水平会影响作物的生长和产量，随着根区盐度水平的不断提高会逐渐加重对作物生长和产量的抑制作用，甚至造成作物死亡。不同植物对盐分的敏感性或耐盐性不同，美国学者根据土壤饱和泥浆提取液电导率 EC_e 值将常见作物耐盐性进行了敏感、中度敏感、中度耐盐和耐盐的定性等级划分，（参见图 S-2）。这些等级是通过图 S-2 所示的边界限定的（水利部编译，美国国家灌溉工程手册，1998）。

美国盐渍土实验室（USDA，1954）和印度的研究人员（Maas，1990）用土壤饱和泥浆提取液测电导率 EC_e 值所表示的土壤盐度对作物的影响情况进行了不同标度的等级划分（参见表 S-2，表 S-3）（USDA，1954；Carter M R, Gregorich E G. 2007；Carter M R, Gregorich E G. 李保国等译，2022）。鉴于国际上对该标度分级划分的广泛、高度的认可，本标准将其作为重点参考的同时，结合其它资料如经典的土壤学专著《The Nature and Properties of Soils》（Daniels, Lee W. et al, 2016）（见图 S-3）及其中译本《土壤学与生活》（李保国等译，2019）（见图 S-4）等，将盐碱土不同类型和等级对作物的影响程度在标准中列表给出（表 2 不同等级的盐碱土农业利用）。

由于不同农作物具有不同的耐盐性，当盐碱地中可溶性盐分在根区积聚过量时，不同农作物受到的盐害程度、症状及反应存在较大差异，所以选择适宜的农作物是从盐碱地中获得收益的必要条件。因此，本标准针对不同等级的盐碱地，根据已有的资料（水利部编译，美国国家灌溉工程手册，1998）将具有代表性的部分大田农作物、饲用作物、林木及果蔬作物的相对耐盐性整理汇总列为资料性附录 C（见附表 C.1、C.2、C.3、和 C.4），以便于参考选择。

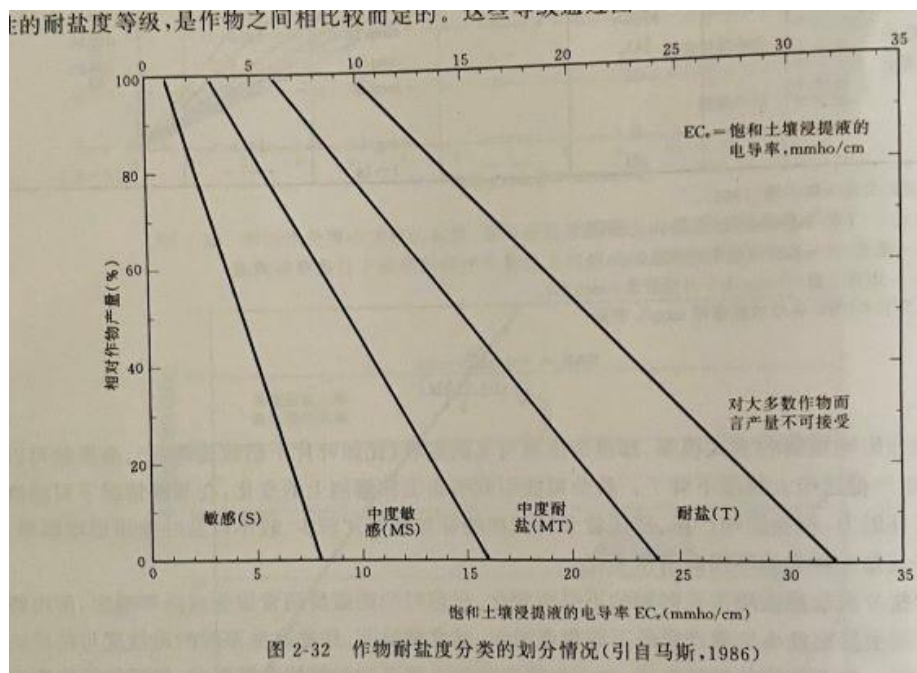


图 S-2 作物耐盐性分类划分
(水利部编译, 美国国家灌溉工程手册, 1998)

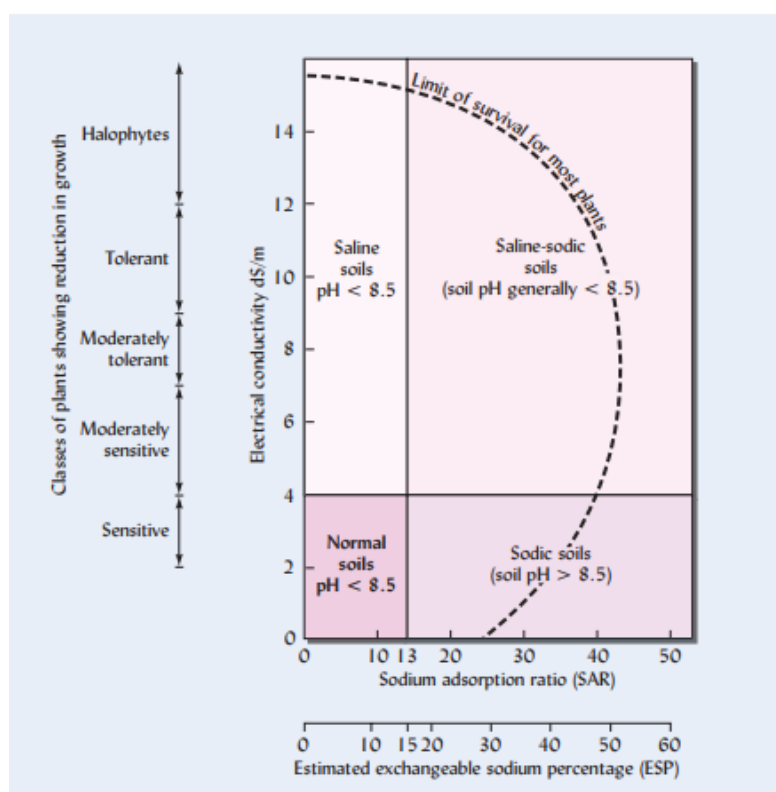


Figure 10.22 Diagram illustrating the classification of normal, saline, saline-sodic, and sodic soils in relation to soil pH, electrical conductivity, sodium adsorption ratio (SAR), and exchangeable sodium percentage (ESP). Also shown are the ranges for different degrees of sensitivity of plants to salinity.

图 S-3 不同盐碱土类型范围内植物的敏感性
(资料来源: Brady N C, Weil R R, 2016)

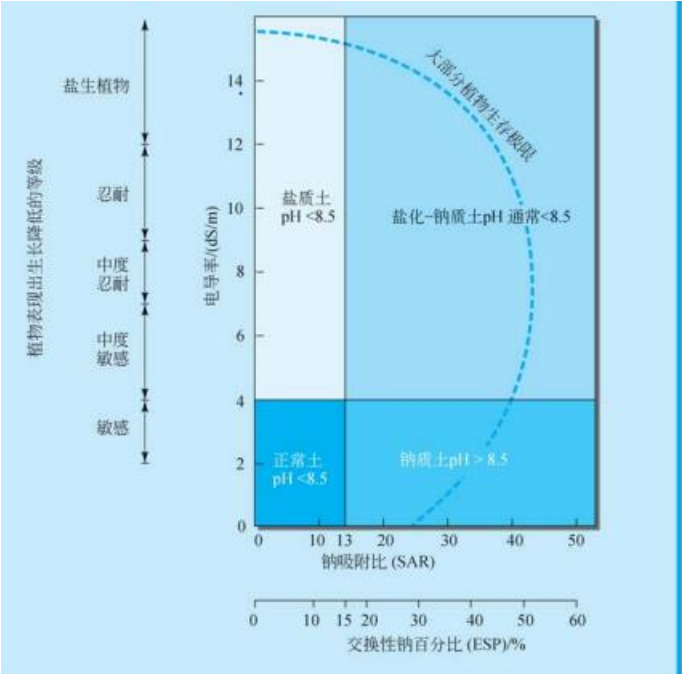


图 10.17 该图展示了根据土壤 pH、电导率、钠吸附比（SAR）和交换性钠百分数（ESP）划分的正常土、盐质土、盐化-钠质土和钠质土。同时给出了植物对盐分不同敏感度的范围

图 S-4 不同盐碱土范围内植物对土壤盐度（ECe）的敏感性
(李保国等译，2019)

表 S-2 土壤饱和泥浆提取液电导率 ECe 对作物生长的影响

Salinity effects mostly negligible	Yields of very sensitive crops may be restricted	Yields of many crops restricted	Only tolerant crops yield satisfactorily	Only a few very tolerant crops yield satisfactorily
0	2	4	8	16
Scale of conductivity (millimhos per centimeter at 25°C.)				

259525 O - 54 - 2

表 S-3 作物对饱和泥浆提取液不同电导率的响应

Electrical Conductivity and Soluble Ions

167

TABLE 15.2 Crop Response to Salinity Measured as Electrical Conductivity (EC) of the Saturation Extract	
EC (dS m ⁻¹ at 25°C)	Crop response
0-2	Almost negligible effects
2-4	Yields of very sensitive crops restricted
4-8	Yields of most crops restricted
8-16	Only tolerant crops yield satisfactorily
>16	Only very tolerant crops yield satisfactorily

Source: Adapted from Bernstein, L., *Ann. Rev. Phytopathol.*, 13, 295, 1975.

表 S-4 土壤饱和泥浆提取液电导率 EC_e 与盐分和作物生长的关系

第九章 土壤水溶性盐的分析

表 9-4 土壤饱和浸出液的电导率与盐分和作物生长关系

饱和浸出液 $EC_{25}(dS \cdot m^{-1})$	盐分 ($g \cdot kg^{-1}$)	盐渍化程度	植物反应
0~2	<1.0	非盐渍化土壤	对作物不产生盐害
2~4	1.0~3.0	盐渍化土	对盐分极敏感的作物产量可能受到影响
4~8	3.0~5.0	中度盐土	对盐分敏感作物产量受到影响, 但对耐盐作物(苜蓿、棉花、甜菜、高粱、谷子)无多大影响
8~16	5.0~10.0	重盐土	只有耐盐作物有收成, 但影响种子发芽, 而且出现缺苗, 严重影响产量
>16	>10.0	极重盐土	只有极少数耐盐植物能生长, 如耐盐的牧草、灌木、树木等

(资料来源: 鲍士旦等. 土壤农化分析[M]. 中国农业出版社, 2000)

五、是否涉及专利

否

六、与现行法律、法规、标准的关系

本标准为首次制定, 无 ISO 和国外先进标准, 与国家现行法律、法规和强制性标准没有冲突。

七、标准作为推荐性标准的建议

建议本标准作为推荐性国家标准发布。

我国一直缺乏一个能够便于评价、评判盐碱土类型和盐渍化程度的规范和标准, 随着盐碱土地利用、农业的发展以及生态环境保护的需求, 统一规范评判指标和方法, 有利于相关人员的工作而不至产生歧义, 顺应我国土地整治规划发展纲要以及农业可持续发展需求。由于该标准是此类标准的首次编制, 主要采用国际上公认的相关指标与分类分级方法, 虽经反复修改仍尚有许多可斟酌推敲之处, 建议本标准作为推荐性国家标准, 作为抛砖引玉之作, 希望在历经实践应用检验以及修订中不断的改进。逐渐促进盐碱地相关工作的规范化和标准化, 为资源、环境与粮食问题中的盐碱地相关工作以及农业发展等现实需求提供技术支撑。

八、实施标准的措施建议

由于我国目前尚未出台过盐碱地分类分级相关的国家标准，建议该标准作为推荐性试行标准，在实际应用中再不断修订、补充和完善。

九、废止现行有关标准的建议

本标准为首次制定，不存在废止现行标准的问题。

十、其它应予说明的事项

感谢标准编制中相关部门和人员的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

主要参考资料

- [1] Brady N C, Weil R R,. 土壤学与生活[M]: 李保国, 徐建明等译, 北京, 科学出版社, 2019,: 393-413
- [2] Carter M R, Gregorich E G. 土壤采样与分析方法 (上册) [M]. 李保国等译, 电子工业出版社, 2022, 119-127
- [3] Carter M R, Gregorich E G. Soil sampling and methods of analysis[M]. Canadian Society of Soil Science, 2007, 161-171
- [4] Daniels, Lee W. The Nature and Properties of Soils[M]. 15th Edition. Soil Science Society of America Journal, 2016, 80(5): 1428
- [5] Hogg T J, Henry J L. Comparison of 1-1 and 1-2 Suspensions and Extracts with the Saturation Extract in Estimating Salinity in Saskatchewan Soils. Canadian Journal of Soil Science, 1984, 64(4): 699-704
- [6] Hopmans J W, Qureshi AS, Kisekka I, Munns R, Grattan S R, Rengasamy P, et al. Critical knowledge gaps and research priorities in global soil salinity [M]. Advances in Agronomy, 2021, 169: 1-191
- [7] Lamond, David A, Whitney. Management of Saline and Sodic Soils[J], Kansas State University, 1992
- [8] Maas, E.V. Crop salttolerances. In K.K.Tanji, Ed. Agricultural Salinity Assessment and Management. ASCE, New York, NY, 1990, 262–304.
- [9] Reitemeier R F. Effect of Moisture Content on the Dissolved and Exchangeable Ions of Soils of Arid Regions[J]. Soil Science, 1946, 61(3): 195-214
- [10] Rhoades J D, Manteghi N A, Shouse P J, et al. Estimating soil salinity from saturated soil-paste electrical conductivity[J]. Soil Science Society of America Journal, 1989, 53(2): 428-433
- [11] Richards L A, Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils[J]. Soil Science, 1954, 64: 290
- [12] Richards L A, Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils[M]. Soil Science, 1954, 78(2): 154
- [13] Richards L A. 盐碱土的鉴别和改良[M]. 厉兵译, 北京: 科学出版社: 1965
- [14] Richards L A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils[M]. LWW, 1954
- [15] Richter U, Krengel-Rothensee K, Heitland P. New applications for non metals determination by ICP-AES[J]. American laboratory (Fairfield), 1999, 31(5): 170-171
- [16] Robbins C W, Wiegand C L. Field and laboratory measurements[C]. ASCE, 1990
- [17] Sonmez S, Buyuktas D, Okturen F, et al. Assessment of different soil to water ratios (1: 1, 1: 2.5, 1: 5) in soil salinity studies[J]. Geoderma, 2008, 144(1-2): 361-369
- [18] Sonneveld C, Ende J. Soil analysis by means of a 1: 2 volume extract[J]. Plant and Soil, 1971, 35(1): 505-516

- [19] Tanji K K. Agricultural salinity assessment and management[M]. Scientific Publishers, 2012
- [20] USDA(Richards L A et al), Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, Agric. Handbook 1954, No. 60. USSS, Riverside, CA, USA. 60: 159
- [21] US Salinity Laboratory, Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, United States Department of Agriculture, Washington, DC, 1954
- [22] Weil R R, Brady N C. The nature and properties of soils[M]. 15th edition. Journal of Range Management, 2016, 5(6): 333-465
- [23] Wicke B, Smeets E, Dornburg V, et al. The global technical and economic potential of bioenergy from salt-affected soils[J]. Energy & Environmental Science, 2011, 4(8): 2669-2681
- [24] Wolf A M, Jones J B, Hood T. Proficiency testing for improving analytical performance in soil testing laboratories: A summary of results from the council's soil and plant analysis proficiency testing programs[J]. Communications in soil science and plant analysis, 1996, 27(5-8): 1611-1622
- [25] GB/T 18834-2002, 土壤质量词汇[S]. 中国环境监测总站, 2002
- [26] GB/T 32722-2016, 土壤质量 土壤样品长期和短期保存指南[S]. 2016
- [27] GB/T 36197-2018, 土壤质量 土壤采样技术指南[S]. 2018
- [28] TD/T1043.1-2013, 暗管改良盐碱地技术规程 第 1 部分: 土壤调查, 2013
- [29] LY/T 1248-1999, 碱化土壤交换性钠的测定[S]. 1999
- [30] 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[S]. 2006
- [31] NY/T 1121.13-2006, 土壤检测. 第 13 部分: 土壤交换性钙和镁的测定[S]. 2006
- [32] NY/T 1121.16-2006, 土壤检测. 第 16 部分: 土壤水溶性盐总量的测定[S]. 2006
- [33] NY/T 1121.2-2006, 土壤检测. 第 2 部分: 土壤 pH 的测定[S]. 2006
- [34] NY/T 1121.5-2006, 土壤检测. 第 5 部分: 石灰性土壤阳离子交换量的测定[S]. 2006
- [35] NY/T 295-1995, 中性土壤阳离子交换量和交换性盐基的测定[S]. 1995
- [36] 鲍士旦等. 土壤农化分析[M]. 第三版. 北京: 中国农业出版社, 2000: 184-187
- [37] 蔡阿兴, 陈章英, 蒋正琦, 宋荣华. 我国不同盐渍地区盐分含量与电导率的关[J]. 土壤, 1997(01): 54-57
- [38] 刘梅先, 杨劲松. 土壤盐分的原位测定方法[J]. 土壤, 2011, 43(05): 688-697
- [39] 吕贻忠, 李保国. 土壤学, 第一版, 北京: 中国农业出版社, 2006: 88-126
- [40] 吕贻忠, 李保国. 土壤学实验, 第一版, 北京: 中国农业出版社, 2010: 127-132
- [41] 李韵珠, 李保国. 土壤溶质运移, 第一版, 北京: 科学出版社, 1998: 14-37
- [42] 毛任钊, 田魁祥, 松本聪, 山崎, 素直. 盐渍土盐分指标及其与化学组成的关系[J]. 土壤, 1997(06): 326-330
- [43] 水利部国际合作司, 水利部农村水利司, 中国灌排技术开发公司, 水利部农田灌溉研究所编译, 美国国家灌溉工程手册, 中国水利水电出版社, 1998
- [44] 谢建昌, 曹升康, 陈际型. 英汉, 汉英土壤学词汇[M]: 北京, 科学出版社, 1988

附表 C.1 部分大田作物的耐盐性

耐盐	中度耐盐	中度敏感	敏感
大麦(Barley) 棉花(Cotton) 棉花(Cotton) 古尔豆(Guar) 甜菜(Sugar beet) 黑小麦(Triticale) 半矮生小麦(Wheat ,semidwarf) 硬粒小麦(Wheat ,durum)	豇豆(Cowpea) 燕麦(Oats) 红花(Safflower) 高粱(Sorghum) 大豆(Soybean) 小麦(Wheat)	蚕豆(Broad bean) 玉米(Corn) 亚麻(Flax) 谷子(Millet ,foxtail) 花生(Peanut) 甘蔗(Sugarcane) 向日葵 (Sunflower)	菜豆(Bean) 水稻(Rice ,paddy) 芝麻(Sesame)

附表 C.2 部分草和饲用作物的耐盐性

耐盐	中度耐盐	中度敏感	敏感
碱茅(Alkaligrass ,nuttall) 碱地鼠尾粟 (Alkali sacaton) 狗牙根(Bermudagrass) 双稃草(Kallar grass) 沙生盐草(Saltgrass , desert) 大麦草(Wheatgrass, fairway crested) 长穗偃麦草 (Wheatgrass ,tall) 窄叶赖草 (Wildrye ,Altai) 俄罗斯滨草 (Wildrye ,russian)	大麦(饲用)(Barley , forage) 边雀麦(Brome ,mountain) 鹌鹑草(Canarygrass , reed) 胡班三叶草(Clover,hubam) 草木樨(Clover, sweet) 巨狐茅(Fescue , tall) 草甸狐茅(Fescue, meadow) 块茎草(Hardinggrass) 兰稗草(Panicgrass ,blue) 芸苔(Rape) 扁穗雀麦(Rescuegrass) 无芒虎尾草(Rhodesgrass) 意大利黑麦草(Ryegrass . Italian) 多年生黑麦草(Ryegrass, perennial) 苏丹草(Sudangrass) 窄叶百脉根 (Trefoil, narrowleaf birdsfoot) 阔叶百脉根 (Trefoil, broadleaf birdsfoot) 小麦(饲用)[Wheat(forage)] 圆锥小麦(饲 用)[Wheat,durum(forage)] 西伯利亚冰草(Wheatgrass, Standard crested) 中间偃麦草(Wheatgrass, intermediate) 柔叶偃麦草(Wheatgrass, slender) 硬叶偃麦草(Wheatgrass, westen) 无芒披碱草(Wildrye,beardless) 加拿大披碱草(Wildrye,canadian)	苜蓿(Alfalfa) 剪股颖(Bentgrass) 毛梗双花草(Bluestem , angleton) 无芒雀麦(Brome ,smooth) 野牛草(Buffelgrass) 地榆(Burnet) 杂种三叶草(Clover ,alsike) 亚历山大三叶草 (Clover ,berseem) 兰谿诺三叶草(Clover, ladino) 红三叶草(Clover, red) 草莓三叶草(Clover,strawberry) 白三叶草(Clover, white Dutch) 玉米(饲用)[Corn(forage)] 豇豆(饲用)[Cowpea(forage)] 毛花雀稗(Dallisgrass) 草甸狐尾草(Foxtail , meadow) 兰垂穗草(Grame , blue) 画眉草(Lovegrass) 紫云英 (Kildvetch. cicer) 燕麦草(Oats , tall) 燕麦(饲用)[Oats(forage)] 鸭茅(Orchardgrass) 黑麦(饲用)[Rye(forage)] 田菁(Sesbania) 紫花大翼豆(Siratiro) 苦马(Sphaerophysa) 猫尾草(Timothy) 大车轴草(Trefoil, big) 普通野豌豆(Vetch, common)	

附表 C.3 部分木本作物的耐盐性

耐盐	中度耐盐	中度敏感	敏感
椰枣(Date palm) 银胶菊(Guayule) 希蒙得木(Jojoba)	无花果(Fig) 枣树(Jujube) 橄榄(Olive) 番木瓜(Papaya) 菠萝(pineapple) 石(Pomegranate)	蓖麻(Castor bean) 葡萄(Grape)	扁桃(Almond) 苹果(Apple) 杏(Apricot) 鳄梨(Avocado) 黑刺莓(Blackberry) 蔓生杂种黑莓(Boysenberry) 毛叶番荔枝(Cherimoya) 欧洲甜樱桃(Cherry, sweet) 砂樱桃(Cherry, sand) 茶鹿子(currant) 醋栗(Gooseberry) 葡萄柚(Grapefruit) 柠檬(Lemon) 酸橙(Lime) 枇杷(Loquat) 芒果(Mango) 柑橘(Orange) 西番莲果 (Passion fruit) 桃子(Peach) 梨(Pear) 柿(Persimmon) 做果脯用的李子(Plum; prune) 柚(Pummelo) 树莓(Raspberry) 蒲桃 (Rose apple) 白香肉果 (sapote, white) 红橘(Tangerine)

附表 C.4 部分蔬菜和水果作物的耐盐性

耐盐	中度耐盐	中度敏感	敏感
芦笋(Asparagus)	洋蓟(Artichoke) 红糖萝卜(Beet, red) 小西葫芦(Squash, zucchini)	花茎甘蓝(Broccoli) 抱子甘蓝(Brussels sprouts) 甘兰(Cabbage) 花椰菜(Cauliflower) 芹菜(Celery) 甜玉米(Corn, sweet) 黄瓜(Cucumber) 茄子(eggplant) 羽衣甘蓝(Kale) 球茎甘蓝(Kohlrabi) 莴苣(lettuce) 甜瓜(Muskmelon) 青椒(Pepper) 马铃薯(Potato) 西葫芦(Pumpkin) 萝卜(Radish) 菠菜(Spinach) 南瓜(Squash, scallop)	菜豆(Bean) 胡萝卜(Carrot) 秋葵(Okra) 洋葱(Onion) 欧洲防风(Parsnip) 豌豆(Pea) 草莓(Strawberry)

		甘薯(Sweet potato) 西红柿(Tomato) 芜菁(Turnip) 西瓜(Watermelon)	
--	--	---	--