

姜莹莹,李岩,赵润身,等. 世界级盐湖产业基地标准体系架构研究[J]. 盐湖研究,2024,32(4):73-81.

Jiang Y Y, Li Y, Zhao R S, et al. Research on the standard system architecture of world-class salt lake industrial base[J]. Journal of Salt Lake Research, 2024, 32(4): 73-81.

DOI: 10.3724/j.yhj.2024058

# 世界级盐湖产业基地标准体系架构研究

姜莹莹<sup>1</sup>, 李岩<sup>2\*</sup>, 赵润身<sup>3</sup>, 王士强<sup>4</sup>, 葛飞<sup>1,3</sup>, 魏明<sup>1,5</sup>, 王敏<sup>1</sup>,  
冯海涛<sup>1,5\*</sup>, 王建萍<sup>1</sup>, 吴志坚<sup>1</sup>

(1. 中国科学院青海盐湖研究所, 盐湖资源绿色高值利用重点实验室, 青海 西宁 810008; 2. 华东理工大学资源与环境学院, 上海 200237; 3. 青海中科盐湖科技创新有限公司, 青海 西宁 810008;  
4. 天津科技大学, 天津 300457; 5. 青海省盐湖资源综合利用技术研究开发中心, 青海 西宁 810008)

**摘要:** 盐湖资源是青海的第一大资源,也是国家战略性资源。盐湖产业在保障粮食安全、能源安全等方面至关重要。然而,目前国内外盐湖产业界尚无统一的标准体系,不利于推进“加快建设世界级盐湖产业基地”的顶层设计。论文归纳梳理了全球盐湖产业相关的现行标准,系统分析了青海盐湖产业相关标准的现状和地位,初步构思了世界级盐湖产业基地标准体系基本框架,提出了加快推进世界级盐湖产业基地标准体系建设的若干措施建议。研究工作切实发挥好标准化对建设世界级盐湖产业基地具有支撑和引领作用,规范和引导盐湖产业创新发展,深入落实国家标准化有关政策要求都具有参考意义。

**关键词:** 盐湖产业; 标准体系; 现状分析; 框架结构; 举措建议

**中图分类号:** F203; F426.7

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1008-858X(2024)04-0073-09

盐湖资源是一种多元素复合型矿产资源,因其特殊的资源类型,有重要的科学意义和经济价值,是重要矿产的宝库,其中蕴藏的锂、镁、钾、硼等资源对国家经济社会发展具有战略意义。世界盐湖资源的开发主要集中在南美“锂三角”、以色列死海、美国大盐湖、中国等地区和国家。我国盐湖资源的开发以青海、西藏、新疆和内蒙古四个地区为主,其中青海盐湖产业始于1958年,经过66年的积淀与淬炼,盐湖资源综合开发利用程度不断提高,现代化盐湖产业体系建设日趋成熟,盐湖产业高质量发展政策体系日趋完善,已突破一批具有国际先进水平的关键技术体系<sup>[1-3]</sup>,综合利用程度处于国际先进水平,为世界级盐湖产业基地的建设奠定了基础。

标准化是提升产业产品质量的重要基础和保障,标准化<sup>[4]</sup>工作关系到盐湖产业的每一个环节,是推进盐湖资源治理能力和治理体系现代化的重要手段,对盐湖产业高质量发展起着重要的基础性和引

领性作用。当前,盐湖产业发展进入振兴发展、转型升级、提质增效的关键阶段,绿色发展、生态优先成为工业发展的重点。在世界盐湖产业发展的进程中需要以解决实际问题为导向,以支撑盐湖资源开发利用事业高质量发展为目标,以标准化基本理论为指导,分类梳理盐湖资源开发利用标准需求,构建协调统一、系统完备、科学简明的盐湖资源开发利用标准体系,为全球盐湖产业发展贡献中国标准和方案。

本文通过对标准文献资源的调研,系统阐述了盐湖领域现行标准的制修订情况,分析了盐湖产业标准化现状,构思覆盖盐湖全产业链的盐湖产业标准体系。为世界级盐湖产业基地标准体系提供建制化、标准化架构,为制修订盐湖产业相关的国际标准、国家标准、行业标准和团体标准等提供参考和依据,助力盐湖科技创新发展,加快世界级盐湖产业基地建设进程。

收稿日期:2024-03-06;修回日期:2024-03-22

基金项目:青海省重点研发与转化计划项目(2023-GX-157)

作者简介:姜莹莹(1989-),女,硕士,工程师,主要从事盐湖科技战略情报研究工作。Email:jiangyy@isl.ac.cn。

通信作者:李岩(1979-),男,博士研究生,主要从事盐湖科技研究工作。Email:mzss1999@163.com;

冯海涛(1980-),男,博士,研究员,主要从事电化学相关工作。Email:fenght@isl.ac.cn。

## 1 盐湖产业标准现状与分析

通过全国标准信息公共服务平台、中国标准服务网、国家标准全文公开系统、青海省质量和标准研究院等平台,对盐湖产业相关现行标准进行检索、统计和梳理,设定关键词为“盐湖 or ‘salt lake’、卤水 or brine、地质、盐工业”等、“氯化钾、硫酸钾、硝酸钾、氢氧化钾、钾肥”等、“锂 or lithium、碳酸锂、氢氧化锂、氯化锂、锂电池”等、“氯化镁、(氢)氧化镁、硫酸镁、金属镁(合金)、镁质胶凝、镁水泥”等、“硼、硼砂、硼酸”等、“氯化钠、氯酸钠、硝酸钠、碳酸钠、食用盐”等,检索日期为2023年8月,检索时间范围为1946年1月至2023年8月,经过逐条信息的查看和筛选,共获得标准1277项,以现行标准为主。

### 1.1 全球盐湖产业现行标准层级现状

对1277项标准按国际标准、国家标准、行业标准、团体标准、地方标准等不同层级进行统计,结果见图1。其中,国际标准41项,国家标准438项,涉及中国、俄罗斯、韩国、西班牙等国家,中国有257项,占59%,数量居首位;行业标准525项,主要分布在化工、轻工、石油天然气、有色金属、建材、能源、农业、地质、海洋、环保、航空、稀土等行业;团体标准198项,主要由中国石油和化学工业联合会、中国有色金属工业协会、中国无机盐工业协会、青海省标准化协会等社会团体归口管理;地方标准71项,主要由青海、辽宁、山东、四川等省份制定。

### 1.2 全球盐湖产业现行标准分布领域

根据标准的技术种类,现行的1277项标准分为基础通用标准、资源调查监测标准、生态保护标准、

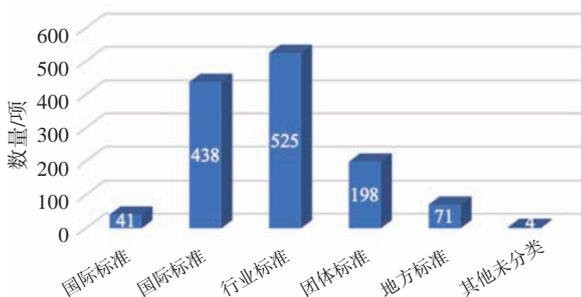


图1 全球盐湖产业标准层级分类图

Fig. 1 Standard hierarchical classification map related to global salt lake industry

资源综合利用标准和其他五类体系。对五类标准体系的分级梳理如表1所示,基础通用标准40项,资源调查监测标准45项,生态保护标准52项,资源综合利用标准1128项,其他标准12项,分别占总数的3%、4%、4%、88%和1%。

表1 全球盐湖产业标准分级分类表

Table 1 Standard grading classification table for global salt lake industry

	基础通用	资源调查监测	生态保护	资源综合利用	其他	合计
国际标准	0	0	2	39	0	41
国家标准	26	6	8	395	3	438
行业标准	11	19	20	471	4	525
团体标准	0	1	16	178	3	198
地方标准	1	18	6	44	2	71
其他未分类	2	1	0	1	0	4
合计	40	45	52	1128	12	1277

#### 1.2.1 基础通用标准

全球盐湖基础通用标准有40项,这类标准主要以国家标准名词术语为主,包括《地质矿产术语分类代码》<sup>[5,6]</sup>、制盐工业、勘查测绘、采矿、冶炼工程、水文、非金属矿产品等术语。在符号代码和图示图例中,仅有3项地理图件的标准,对特殊的自然资源—盐湖并未见具体标准。基础通用标准中中国标准有38项,占95%,其中在不同层级标准中,国家标准最多,共计26项,但国际标准及团体标准均未见报道。因此,需要加快制定盐湖定义、盐湖分类、盐湖生态等方面的基础通用标准和规范。

#### 1.2.2 资源调查监测标准

全球盐湖产业资源调查监测标准有45项,主要以行业标准和地方标准为主,其中行业标准19项包括地质、化工、轻工等方面,具有明显的行业和地域特点;地方标准18项全部为青海省地方标准。45项标准涉及勘查规范<sup>[7]</sup>、施工技术规范<sup>[8]</sup>、钻探规范、生态遥感、湿地监测等方面,但在资源调查与储量管理和调查监测成果及应用方面的国内外标准尚未制定。所以,亟须积极制定盐湖资源调查与储量管理、调查监测成果及应用方面的标准与规范,尤其是钾、锂资源的资源调查最为重要和紧迫。

#### 1.2.3 生态保护标准

全球盐湖产业生态保护方面现行标准有52项,以行业标准和团体标准为主,国际标准和国家标准均有相应的要求,主要对工作的场所环境<sup>[9]</sup>、建筑的技术规范<sup>[10]</sup>、能源消耗<sup>[11,12]</sup>、绿色工厂<sup>[13]</sup>和绿色设计

产品评价技术规范<sup>[14,15]</sup>、污染物排放等方面做了规定,但在盐湖资源开发规模和盐湖生态恢复方面的标准尚未制定。

#### 1.2.4 资源综合利用标准

全球盐湖产业资源综合利用现行标准有 1 128 项,占 88%,其中,中国标准有 661 项,占 59%。根据丰产元素分类,钾、锂、镁、硼、钠的生产与加工标准分别为 201、174、250、112、258 项,通用的分析测试相关标准有 133 项。

(1) 钾生产与加工标准 在钾生产与加工相关标准中,行业标准最多,88 项;其次为国家标准,84 项,其中中国标准 38 项,居于首位,美国标准 37 项,俄罗斯标准 24 项。各国标准的侧重点各有不同,中国和俄罗斯体现出了钾资源和钾肥生产大国、农业生产大国的特征,美国主攻在药物和医药的高端应用,欧洲国家侧重在传统领域,日本和韩国专注于精细化工方面。目前,盐湖中的钾生产与加工标准已涵盖了产品使用规程、产品工艺、产品分析方法、产品能耗等多方面,这些标准对于提高我国盐湖钾盐产业产品质量,促进盐湖钾盐产业经济发展发挥着重要作用。但同时随着现代工业及农业的发展升级,也暴露出一些不足之处,包括现行标准以资源型钾肥等标准为主,加工型钾肥较少,精细化工产品则更少。钾生产与加工相关标准虽然相对齐全,但存在现行标准相对滞后,团体标准较少且重要性没有凸显,资源保障部分标准严重不足等问题。

(2) 锂生产与加工标准 在锂生产与加工相关标准中,国家标准最多为 71 项,其中,中国最多为 59 项,但中国国家标准中 42 项均为分析测试方法,有《锂化学分析方法》<sup>[16]</sup>《碳酸锂、单水氢氧化锂、氯化锂化学分析方法》<sup>[17]</sup>和《无水高氯酸锂》<sup>[18]</sup>3 个系列。其他中国标准涉及化工、能源、电子等行业中碳酸锂、合金和储能材料等锂产业链的上、中、下游产品。中国作为锂资源和锂化工产品大国,虽然有数量优势,但与锂产业中高端环节的需求不完全匹配。美国在高端锂盐产品有更多优势,包括弹药用锂盐、合金以及电池等方面。俄罗斯侧重于锂盐和合金等的分析测试方法。

在锂产业链端,针对产业链上游不同的盐湖卤水提锂技术,包括膜法<sup>[19,20]</sup>、吸附法<sup>[21]</sup>、萃取法<sup>[22]</sup>、电化法<sup>[23-25]</sup>等提取方法在标准上均未体现。初级产品包括《卤水碳酸锂》<sup>[26]</sup>《碳酸锂》<sup>[27]</sup>《单水氢氧化锂》<sup>[28]</sup>等国家标准,适用于下游锂产业的锂精细化学

品的标准偏少。终端产品中以锂合金和锂电池材料<sup>[29,30]</sup>为主,其中锂合金方面的标准主要涉及航空航天结构材料,但制定时间较早,亟须修订和替代。锂电池方面的标准主要涉及锂离子电池正极材料、电池电解液、铜箔等方面,但都以团体标准为主,行业标准和国家标准均较少。在储能材料方面,已经有锂离子电池正极材料、电池电解液等相关标准,也是以团体标准为主,行业标准和国家标准均较少。

(3) 镁生产与加工标准 在镁生产与加工相关标准中,行业标准最多为 120 项。在各国标准中,中国国家标准最多为 62 项,以镁合金的分析测试方法为主的有 28 项,镁合金的有 22 项,镁系添加剂的有 5 项。可见,中国在镁合金领域的标准数量最多,具有优势,但核心竞争力集中于传统合金和分析测试领域。俄罗斯侧重于矿物镁盐的分析测试方法和化学试剂的规格规定,美国则侧重于药物镁的规定和要求,欧美等发达国家在镁系的药物领域、新材料和高端应用方面具有优势。

镁生产与加工相关标准按照产业链分为镁合金、镁质耐火材料、镁质建筑材料和高端镁基材料四类<sup>[31]</sup>。在镁合金领域,特殊领域专用的镁及镁合金产品不能及时满足供需双方的标准需求,无法标准化,细分领域产品标准欠缺。另外,镁合金材料的耐腐蚀性能相对较低,解决办法有提高镁合金材料纯度或进行适当的表面处理,后者在航空行业的行业标准中有所体现,在其他行业标准中未涉及。镁系耐火材料领域中,已制定了包含《镁碳质耐火材料中总碳的测定方法》《镁质耐火原料及制品单位产品能源消耗限额》等基础标准,但国内以行业标准和团体标准为主,数量偏少。镁质建筑材料和高端镁基材料领域中,国内以建材行业标准和团体标准为主,基础标准较少,未形成统一的国家标准。

(4) 硼生产与加工标准 在硼生产与加工相关标准中,行业标准最多为 71 项。在各国标准中,英国国家标准最多为 33 项,中国 17 项,美国 10 项。英国国家标准在肥料和工业用硼酸盐的分析测试方法以及摄影用硼等方面具有优势。中国在肥料、硼酸、工业硼酸的分析测试方法方面均有涉及,化学试剂、硼酸盐、肥料和摄影用硼酸盐也有相应的规范,涉及面比较宽。

硼生产与加工相关标准按照产业链分为初级硼产品和硼精细化学品两类。初级硼产品标准主要涉及硼酸和硼砂;硼精细化学品标准主要涉及硼肥、含

硼新材料、含硼化工产品以及硼同位素等。在全球硼生产与加工标准中,测试方法占比最大,达53.6%,其中硼酸和硼砂占比最大,达38%。初级硼产品的标准占比较高,占25.9%,硼精细化学品现行标准以硼肥为主,其他标准较少。

(5) 钠生产与加工标准 钠生产与加工标准有258项,其中国家标准有113项,中国国家标准有35项,美国和英国共32项。中国国家标准中工业用氢氧化钠的分析测试方法、试剂、双碱、食品添加剂和工业用钠盐均有体现。美国在钠盐溶液方面规范和测试方法较多,工业钠盐在军事、材料、给水领域也有规定和要求。

在钠生产与加工相关标准中基础钠盐产品现行标准主要涉及纯碱和烧碱。钠精细化学品现行标准主要涉及钠离子电池和在纯碱、烧碱基础上形成的精细化工产品。金属钠及合金产品现行标准主要涉及金属钠、钠合金等。钠生产与加工相关标准在国际标准、国家标准、区域标准、行业标准、地方标准和团体标准中均有布局,产品端的标准较为齐全,但配套的基础标准布局还需加强。

(6) 通用分析方法标准 分析方法现行标准有543项,主要涉及水质分析、矿物分析两个方面。在盐湖产业相关标准中占比最大,按照使用范围分为专用分析方法和通用分析方法,专用分析方法现行标准已经列入对应的产业链中,通用分析方法现行标准有133项。通用分析测试方法中检索到的标准为1983年国际标准化组织发布的2项标准,而在中国,最早发布的标准是在1993年颁布地质领域的《地下水水质检验方法》4项。2021年实施的通用分析方法最多,达51项,其中青海省标准化协会发布的有关卤水体系的分析测试标准有47项,地质行业标准—地下水分析方法有4项。

### 1.3 青海省盐湖产业标准化地位分析

据青海省工业和信息化厅统计,截至2022年,青海盐湖资源综合利用已建成“钾、钠、镁、锂、氯”五大产业集群,基本形成了具有盐湖特色的循环经济产业体系。青海作为世界盐湖产业发展的几大核心区之一,对青海省相关单位主导或参与的盐湖产业相关标准进行梳理,对加快建设世界级盐湖产业基地具有指导意义。青海省相关单位主导或参与的盐湖产业相关标准有195项,占全球盐湖相关标准总数

的15%,包含现行标准175项、正在批准标准2项、正在起草标准1项、未生效标准2项和废止标准15项。青海盐湖产业起步较早,但相应的标准起步较晚。对青海省盐湖产业标准的分级和分布梳理如表2所示,其中国家标准22项,行业标准11项,团体标准109项,地方标准53项。按技术分类:基础通用标准1项、资源调查监测标准22项、生态保护标准13项、资源综合利用标准150项、其他标准9项。

表2 青海省盐湖产业标准分级表  
Table 2 Standard classification table of salt lake industry in Qinghai province

	基础通用	资源调查监测	生态保护	资源综合利用	其他	总计
国际标准	0	0	0	0	0	0
国家标准	0	2	2	16	2	22
行业标准	0	1	2	5	3	11
团体标准	0	1	8	97	3	109
地方标准	1	18	1	32	1	53
合计	1	22	13	150	9	195

以青海省盐湖产业标准与全球和中国的相关标准作对比,结果如图2。由图可知,青海省在资源调查和资源综合利用中的分析方法方面占有优势,分别为49%和73%。基础通用标准占比最少,应加快制定相应的标准和规范。在资源调查监测标准中国国家标准有2项,分别是GB/T18341-2021《地质矿产勘查测量规范》<sup>[32]</sup>和GB/T25283-2023《矿产资源综合勘查评价规范》<sup>[33]</sup>,行业标准有1项,是DZ/T0313-2018《化工行业绿色矿山建设规范》,地方标准18项,团体标准1项,为T/QAS019-2020《察尔汗盐湖卤水光卤石矿早采工艺技术规范》。盐湖地区的生态环境保护是今后盐湖产业可持续发展的重要内容,现行标准主要涉及能源消耗、绿色工厂、绿色设计产品评价规范等,且布局少,不具备前瞻性。所以,需要加快制修订盐湖区的生态环境、污染物排放、建筑的技术规范、资源开发规模、生态修复等方面的标准和规范,引导盐湖产业基地向绿色、高质量、可持续发展方向。在盐湖产业链中,按照稳定钾、扩大锂、突破镁、开发钠、培育硼<sup>[34,35]</sup>的产业发展要求,现行的盐湖产业相关标准有一定的基础,但产品的品种、技术水平、综合收率等方面距离世界级的要求仍有差距。

同时,在195项标准中,青海省内参与标准制定的单位较为集中,主要有青海盐湖工业股份有限公

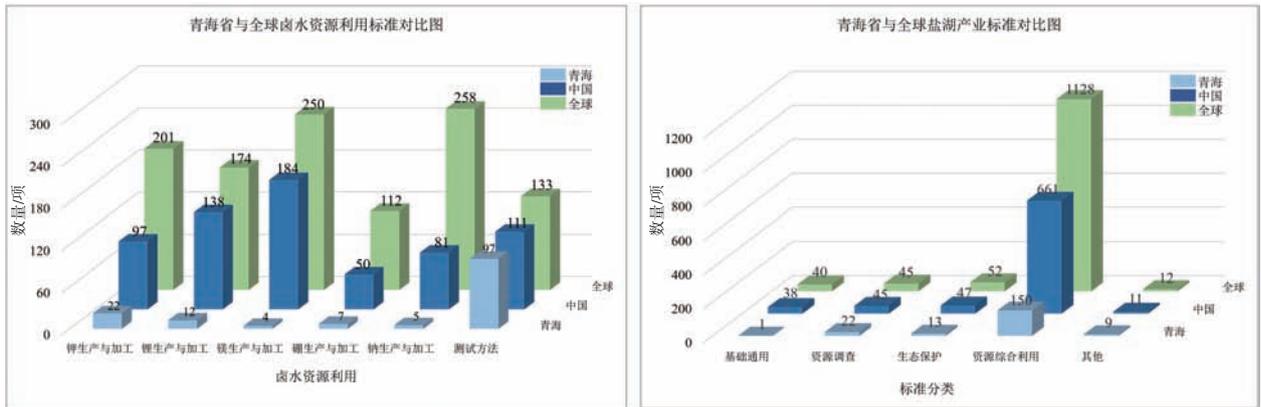


图2 青海省与全球盐湖产业相关标准对照图

Fig. 2 Comparison between Qinghai province and global salt lake industry related standards

司、中国科学院青海盐湖研究所、青海盐化工产品质量监督检验中心、青海省地质矿产测试应用中心、海西州盐化工产品质量检验检测中心、青海民族大学等单位。参与单位少、制定的标准以团体标准和地方标准为主,使得省内企业缺乏行业的主导权和话语权,这与青海省创建世界级盐湖产业基地的全国地位不相称<sup>[36]</sup>。

## 2 盐湖产业标准化存在的问题

盐湖资源的开发和综合利用,是一个庞大的系统工程。盐湖产业在保障粮食安全、能源安全等国家重大战略方面至关重要。然而,国内外盐湖产业发展存在引导作用滞后、无统一的标准体系、部分重要标准缺失、推广力度不够等问题。具体体现在以下四个方面。

(1) 现行标准引导作用滞后 标准规范的制定往往需要时间和资源的投入,而且必须根据科技的发展和产业的需求进行及时的更新和修订,现行标准规范往往不能及时反映盐湖产业的最新研究成果和产业趋势,导致其对盐湖产业发展的引导作用滞后。

(2) 标准体系缺失 盐湖产业标准体系是运用系统论指导标准化工作的一种方法,是开展盐湖标准建设的基础和前提,也是编制标准、修订规划和计划的依据。长期以来,盐湖产业并未形成标准体系,不利于体系内产业的基础建设,产业产品质量的提升和产业的绿色发展。

(3) 生态环保与产业评价方面的标准严重缺失 目前我国盐湖相关标准基本以资源综合利用标准为主,其他部分标准严重缺乏,造成盐湖资源及关联行业缺乏必要的参考依据。现行标准未涉及盐湖

生态保护(能够作为标准缺乏的一个特例)。盐湖产业的发展需要考虑其对环境的影响,以及如何通过节约资源、减少废物排放等方式来实现可持续发展。现行标准规范侧重于产品的质量和生产过程的安全性,忽视了对环境影响和可持续性的考量。

(4) 现行标准规范执行力度不够 虽然有一些强制性的标准规范,但是这些规范的执行往往缺乏有效的监督和管理,这也会影响到盐湖产业的可持续发展。因此,需要加强对标准规范的制定和更新,增加对可持续发展的考量,并加大执行力度,从而更好地引导盐湖产业基地的发展。

## 3 世界级盐湖产业基地标准体系框架构建

### 3.1 盐湖产业标准体系框架

针对盐湖产业链的全部活动,在产业链的上下游现有科研成果、技术规范及生产实践的基础上,以《“十四五”推动高质量发展的国家标准体系建设规划》<sup>[37]</sup>为指导,依据《自然资源标准体系》<sup>[38]</sup>和《标准体系构建原则和要求》<sup>[39]</sup>,设计构建世界级盐湖产业基地标准体系框架。盐湖产业标准体系分为3个层次,第一层级概括为“1+4”5个子体系,1是指基础通用标准子体系,4是指资源调查监测、生态保护、资源综合利用和评价改进标准子体系,见图3。

基础通用标准子体系是盐湖产业标准体系在编制和实施标准体系时应遵循的通用或基础标准,对盐湖标准体系的建立和制定起保障和支撑作用。它包含盐湖资源名词术语、盐湖资源分类、符号、代码、图示、图例等在盐湖资源领域作为基础内容需要统

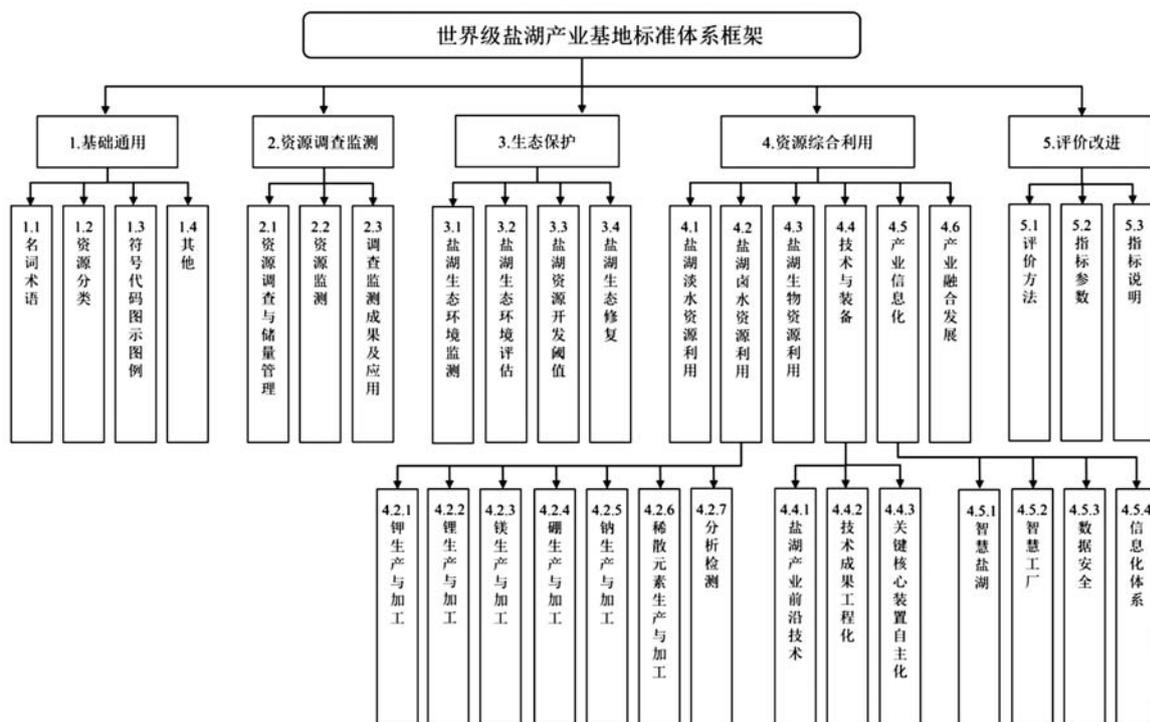


图3 世界级盐湖产业基地标准体系框架

Fig. 3 Framework of standard system for world-class salt lake industrial base

一规范的标准。

盐湖资源调查监测标准子体系的建立是在摸清盐湖资源类型和储量的基础上,完善盐湖资源调查评价监测制度,保障资源的高效、可持续利用,履行盐湖资源统一调查职责。该子体系包括盐湖资源调查与储量管理、盐湖资源监测、调查监测成果及应用等细分体系。

盐湖生态保护标准子体系的建立是针对盐湖资源生态保护的标准、规范和文件等,目的是加强盐湖资源的保护和管理,维护生态环境安全,促进盐湖资源的可持续利用和发展。该子体系包括盐湖生态环境监测、盐湖生态环境评价、盐湖资源开发规模、盐湖生态环境修复等细分体系。

资源综合利用标准子体系的建立是为了支撑和引领盐湖资源绿色可持续高质量发展,推动先进生产技术,提升资源利用效率,促进产业融合发展,实现循环综合利用。该子体系包括盐湖淡水资源利用、盐湖卤水资源利用、盐湖生物资源利用、技术与装备、产业信息化和产业融合发展6个二级子体系。盐湖卤水资源利用包含钾、锂、镁、硼、钠、稀散元素的生产与加工以及分析检测7个三级子体系。技术与装备包含盐湖产业前沿技术、技术成果工程化和关键核心装置自主化3个三级子体系。产业信息化

包含智慧盐湖、智慧工厂、数据安全、信息化体系4个三级子体系。

盐湖产业基地评价改进标准子体系的建立是为了评估和衡量盐湖产业发展状况和趋势,引领盐湖产业绿色可持续高质量发展。该体系内容包括评价方法、指标参数、指标说明等内容。

### 3.2 盐湖产业标准体系的主要特点

(1) 突出引领性 通过专题研究和对标全球盐湖产业先进标准,制订出能够引领我国乃至全球的盐湖产业绿色、高质量、可持续发展的标准体系架构,推动盐湖产业在基础通用、资源调查监测、生态保护、资源综合利用和评价方法等方面形成世界级的标准和规范,促进产业技术创新和研发能力提升,推动盐湖产业向高端化、智能化、绿色化转型升级,提高盐湖产业基地的整体水平和竞争力。这有利于盐湖产业的全球化发展,为世界盐湖资源的开发和利用提供有益的借鉴和参考。

(2) 突出科学性 基于深入研究和调查,充分掌握盐湖产业基地的实际情况和市场需求,以客观、独立和公开的原则为基础,遵循科学方法和原理,考虑标准体系的长远影响和可持续性,确保标准体系符合实际情况,并且具备可靠性和可操作性。标准体

系是科技创新的成果,科学的标准体系不断鼓励企业加强技术研发和创新。此外,标准体系也需要不断地进行修订和完善,以适应产业和市场的发展变化。

(3) 突出协同性 为了实现整体发展和高效协作,标准体系的建设需要注重不同领域和环节之间的协同性。首先,标准体系的制定需要广泛征求各方意见,充分考虑各方的利益和需求,以实现协同合作和共识,同时,标准体系也需要具备灵活性和可调整性,以适应不同领域和环节的变化和发展。其次,标准体系需要明确不同领域和环节的职责和分工,以避免标准交叉重复和矛盾冲突,同时,标准体系也需要注重不同领域和环节之间的衔接和协调,以确保整个盐湖产业链的顺畅运行。最后,标准的实施涉及到多个方面和环节,需要各方协同合作和配合。政府、企业和社会各方都需要加强监督,确保标准的执行和落实,并针对出现的问题及时进行调整和完善。

## 4 盐湖产业标准化体系实施建议

### 4.1 建立健全盐湖产业评价体系

构建科学、客观、公开的评价流程和评价方法。充分考虑定性和定量相结合,确保评价结果的客观性和公正性,推动盐湖产业基地的优化发展。将评价结果应用与推进举措相结合。评价结果定期公布,将结果应用于下一步工作计划中,并采取相应的推进措施,提高盐湖产业基地的核心竞争力,推动产业基地的技术创新和升级。评价体系也将支撑政府决策与规划,帮助企业 and 政府部门了解产业现状和发展趋势,以便更好地进行决策和规划。

### 4.2 积极推进关键核心标准的制定

针对钾产业、锂产业标准,制修订相关国家强制标准,加大国际标准制修订力度,加快制定紧缺标准。在基础通用标准子体系中,加快制订盐湖资源分类等相关标准;在资源调查监测标准子体系中,加快制定资源调查与储量管理、调查监测成果及应用方面强制性标准;在生态保护标准子体系中,加快制定盐湖资源开发规模和盐湖生态修复方面强制性标准;在资源综合利用标准子体系中,加快制定盐湖淡

水资源利用、盐湖生物资源利用、技术与装备、产业信息化和产业融合发展方面的标准,及时补充盐湖化工产品的强制标准;在评价改进标准子体系中,加快推进评价指标的标准化工作,注重评价结果的运用,规范、引领盐湖产业基地绿色、高质量、可持续发展。加快布局盐湖生态保护、产业融合、产业数字化、降碳技术规范 and 标准。

### 4.3 加强国际标准化合作与交流

健全国际化标准工作的创新合作机制。建立与国际标准对接的体系和机制,保持行业领先水平<sup>[40]</sup>。积极推动标准化工作纳入到与美洲、欧洲、大洋洲、“一带一路”等区域国家的盐湖产业双边/多边合作机制中,促进标准化政策、措施和项目的全方位对接。积极发挥国有企业的主导作用。加快组建中国盐湖集团,鼓励和支持优势企业牵头制定国际标准,提升国际话语权,以标准带动中国盐湖产业走出去。同时也应该建立奖励机制<sup>[41]</sup>,将国际标准的提案数量作为国有企业年度绩效考核指标,对标准化工作取得重要成绩的企业,在年度考核中予以加分。对标准化工作中的先进单位和个人给予奖励,对积极开展基础标准、应用标准研制并取得优秀成绩的企业,对国际标准召集者和引领行业技术发展的企业,应予以一定经费支持、财税减免和其他奖励措施。

### 4.4 统筹部署协同推进标准化建设

贯彻落实盐湖产业基地全产业链协同发展理念。运用战略思维和系统思想做好标准体系的顶层设计,加强各层面标准的统筹协调,形成以国家标准为主体、行业标准为补充的相互衔接配套的标准体系,做到结构科学,布局合理,重点突出<sup>[41]</sup>。建立健全盐湖产业基地全产业链标准体系组织实施管理机制。制定配套的标准体系建设和标准制修订管理规章制度,加强标准立项、标准研究和标准论证制度的建设,发挥标准化建设主管部门对盐湖产业的引导作用,推动盐湖产业绿色、高质量、可持续发展。强化盐湖产业标准体系实施监督机制,明确产业标准化主管部门以及专业协会等组织的监督职责,不同主体之间相互配合,完善标准评价与反馈制度,多维度多角度收集全产业链条中对产业相关标准和标准体系的意见和建议。

#### 4.5 培育标准化复合人才

人才是保障盐湖产业标准化工作顺利开展的关键,根据盐湖产业技术标准体系顶层设计规划,分批次、循序渐进地通过多渠道、多方式开展标准化人才培养,形成体系化、梯次化、高素质、复合型的盐湖产业标准化研究和管理人员队伍<sup>[42]</sup>。同时,在相关专业中安排标准化课程或教学内容,推进学历证书+职业技能等级证书(1+X证书)制度实施,推广标准化领域职业技能等级证书应用<sup>[43]</sup>。全面提高标准化从业者的专业水平,在住房、教育、医疗等方面给予一定政策扶持,完善人才保障制度。

## 5 结 论

本文通过广泛调研世界各地盐湖产业的标准规范,系统梳理归纳现有盐湖产业相关的政策规划和1277项标准规范,指出了全球盐湖产业标准的现状,分析了青海省在盐湖产业标准体系建设上的优势和不足,设计构建了世界级盐湖产业基地标准体系框架,包括基础通用、资源调查监测、生态环保、资源综合利用和评价改进标准5个子体系,提出标准体系的引领性、科学性和协同性的要求和青海加快建设世界级盐湖产业基地标准体系实施的五条举措建议。下一步,我们将对标世界先进盐湖产业水平,进一步优化和完善世界级盐湖产业基地标准体系构架,积极推进关键核心标准的制修订工作,加快盐湖生态保护、产业融合、产业数字化、降碳技术等前瞻性标准布局研究,高质量推进世界级盐湖产业基地建设。

#### 参考文献:

- [1] 李燕,王敏,赵有璟,等.盐湖卤水锂资源提取技术及开发现状[J].盐湖研究,2023,31(2):71-80.
- [2] 高丹丹,李东东,樊燕飞,等.察尔汗盐湖铷资源利用——从基础认知到技术创新[J].盐湖研究,2022,30(3):1-11,41.
- [3] Zhang J, Li J W, Wang H Y, et al. Research progress of organic liquid electrolyte for sodium ion battery[J]. *Frontiers in Chemistry*, 2023, 11: 1253959.
- [4] 全国标准化原理与方法标准化技术委员会. 标准化工作指南第1部分: 标准化和相关活动的通用术语: GB/T20000.1-2014[S]. 北京: 中国标准出版社, 2015.
- [5] 中国标准化研究院. 地质矿产术语分类代码第29部分: 地球化学勘查: GB/T 9649.29-2009[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [6] 中国标准化研究院. 地质矿产术语分类代码第16部分: 矿床学: GB/T 9649.216-2009[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [7] 全国自然资源与国土规划标准化技术委员会. 矿产资源综合勘查评价规范: GB/T 25283-2023[S]. 北京: 中国标准出版社, 2023.
- [8] 青海省工业和信息化厅. 盐湖卤水矿堤坝工程施工技术规范: DB63/T 1800-2020[S], 2020.
- [9] Iso. Workplace air—Determination of lithium hydroxide, sodium hydroxide, potassium hydroxide and calcium dihydroxide—Method by measurement of corresponding cations by suppressed ion chromatography: ISO 17091-2013[S], 2013.
- [10] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 盐渍土地区建筑技术规范: GB/T 50942-2014[S]. 北京: 中国计划出版社, 2014.
- [11] 全国能源基础与管理标准化技术委员会 中国石油和化学工业联合会. 硫酸钾单位产品能源消耗限额: GB 29439-2012[S]. 北京: 中国质检出版社, 2012.
- [12] 国家标准化管理委员会. 化肥行业单位产品能源消耗限额: GB21344-2023[S]. 北京: 中国质检出版社, 2023.
- [13] 中国国际经济技术合作促进会. 氯化钾行业绿色工厂评价要求: T/CIET 052-2023[S], 2023.
- [14] 中国石油和化学工业联合会. 绿色设计产品评价技术规范 硝酸钾: HG/T 5980-2021[S], 2021.
- [15] 中国有色金属工业协会. 绿色设计产品评价技术规范 锂: T/CNIA 0089-2021[S], 2021.
- [16] 全国金属标准化技术委员会. 锂化学分析方法 镁量的测定 火焰原子吸收光谱法: GB/T 29931.11-2007[S], 2007.
- [17] 全国有色金属标准化技术委员会. 碳酸锂、单水氢氧化锂、氯化锂化学分析方法 第2部分: 氢氧化锂含量的测定 酸碱滴定法: GB/T 11064.2-2023[S]. 北京: 中国质检出版社, 2023.
- [18] 全国化学标准化技术委员会无机化工分会. 无水高氯酸锂 第8部分: 钾和钠含量的测定: GB/T 23835.8-2009[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [19] 余嘉俊, 赵爽, 冯霄. 膜分离技术在盐湖提锂应用中的研究进展[J]. 辽宁石油化工大学学报, 2023, 43(4): 30-35.
- [20] 林钰青, 张以任, 邱宇隆, 等. 膜技术在盐湖提锂中的进展和展望[J]. 无机盐工业, 2023, 55(1): 33-45.
- [21] 靳佳奇, 李岩, 林森. 盐湖卤水吸附提锂技术研究进展[J]. 化学工程, 2023, 51(5): 20-25.
- [22] 罗超, 时东, 李丽娟, 等. 皂化二-(2-乙基己基)磷酸萃取锂的动力学研究[J]. 盐湖研究, 2023, 31(2): 45-54.
- [23] 张俊义, 董生德, 贺欣, 等. 电化学法提锂技术的研究进展[J]. 化学通报, 2023, 86(9): 1044-1052.
- [24] 郭志远, 纪志永, 陈华艳, 等. 电化学提锂技术中电极材料和电极体系的研究进展[J]. 化工进展, 2020, 39(6): 2294-2303.
- [25] 徐文华, 刘冬福, 何利华, 等. 电化学脱嵌法盐湖提锂电极反应动力学研究[J]. 化工学报, 2021, 72(6): 3105-3115.
- [26] 全国化学标准化技术委员会无机化工分技术委员会. 卤水碳酸锂: GB/T 23853-2022[S]. 北京: 中国标准出版社, 2022.
- [27] 全国有色金属标准化委员会. 碳酸锂: GB/T 11075-2013[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [28] 全国有色金属标准化技术委员会. 单水氢氧化锂: GB/T 8766-2013[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013.
- [29] 全国有色金属标准化技术委员会. 电池级碳酸锂: YS/T 582-2013[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013.
- [30] 全国有色金属标准化技术委员会. 电池级单水氢氧化锂: GB/T 26008-2020[S]. 北京: 中国标准出版社, 2020.
- [31] Yang Y, Xiong X M, Chen J, et al. Research advances of magne-

- sium and magnesium alloys worldwide in 2022[J]. *Journal of Magnesium and Alloys*, 2023, 11(08):2611-2654.
- [32] 全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会. 地质矿产勘查测量规范:GB/T 18341-2021[S]. 北京:中国标准出版社, 2021.
- [33] 全国自然资源与国土空间规划标准化委员会. 矿产资源综合勘查评价规范:GB/T 25283-2023[S]. 北京:中国标准出版社, 2023.
- [34] 青海省人民政府,工业和信息化部. 青海建设世界级盐湖产业基地行动方案[Z]. 2021
- [35] 青海省人民政府办公厅. 青海省加快推进世界级盐湖产业基地建设若干措施[Z]. 2022
- [36] 王兴权,程金莲,赵枝刚,等. 青海盐湖化工领域标准化建设现状及对策[J]. *中国标准化*, 2023, (23):146-151.
- [37] 国家标准化管理委员会. 《“十四五”推动高质量发展的国家标准体系建设规划》[Z]. 2021.
- [38] 自然资源部. 自然资源标准体系[Z]. 2022.
- [39] 中国标准化研究院. 标准体系构建原则和要求:GB/T 13016-2018[S]. 北京:中国质检出版社, 2018.
- [40] 程彦,潘鑫峰,陈岳飞. 构建国家质量基础设施(NQI)协同服务平台的路径研究[J]. *中国检验检测*, 2020, 28(1):3-5.
- [41] 王矛,王洋,刘晶,等. 制造业重点领域标准体系建设研究[J]. *中国工程科学*, 2021, 23(3):16-24.
- [42] 尹翠云,牟燕,唐德英,等. 砂仁产业标准化现状分析及标准体系构建[J]. *中药材*, 2024, (1):1-6.
- [43] 标准技术管理司. 贯彻实施《国家标准化发展纲要》行动计划[Z]. 2022.

## Research on the Standard System Architecture of World-Class Salt Lake Industrial Base

JIANG Yingying<sup>1</sup>, LI Yan<sup>2\*</sup>, ZHAO Runshen<sup>3</sup>, WANG Shiqiang<sup>4</sup>, GE Fei<sup>1,3</sup>, WEI Ming<sup>1,5</sup>,  
WANG Min<sup>1</sup>, FENG Haitao<sup>1,5\*</sup>, WANG Jianping<sup>1</sup>, WU Zhijian<sup>1</sup>

(1. *Key Laboratory of Green and High-end Utilization of Salt Lake Resources, Qinghai Institute of Salt Lakes, Chinese Academy of Sciences, Xining, 810008, China*; 2. *School of Resource and Environmental Engineering, East China University of Science and Technology, Shanghai, 200237, China*; 3. *Chinese Academy of Sciences Qinghai Casisl S&T Innovation Co., Ltd(CASISL), Xining, 810008, China*; 4. *Tianjin University of Science and Technology, Tianjin, 300457, China*; 5. *Qinghai Engineering and Technology Research Center of Comprehensive Utilization of Salt Lake Resources, Xining, 810008, China*)

**Abstract:** Salt lake resources constitute the largest resource in Qinghai and are recognized as a national strategic asset. The salt lake industry plays a pivotal role in major national strategies, including food security, energy security, and dual-carbon goals. However, there is currently no unified standard system for the salt lake industry at both domestic and international levels, which is not conducive to promoting the top-level design of “accelerating the construction of a world-class salt lake industrial base”. This paper provides a comprehensive review of existing global standards related to the salt lake industry, assesses the current status and position of these standards in Qinghai, preliminarily conceptualized the basic framework of the standard system of world-class salt lake industrial base, it proposes several measures to expedite the development of this standard system. Through the combing of the world salt lake industry standards and the research work of system architecture, it is of referential significance to effectively play a good role in standardization on the construction of a world-class salt lake industry base with support and leading role, standardize and guide the innovative development of the salt lake industry, and deeply implement the relevant policy requirements of national standardization.

**Key words:** Salt lake industry; Standard system; Status analysis; Frame construction; Initiatives