

ICS 号 07.060

中国标准文献分类号 E16

团 体 标 准

T/GSC XXX—XXXX

盐穴储氢库选址技术规程

Technical Specifications for Site Selection of Salt Cavern

Hydrogen Storage

(征求意见稿)

XXXX-xx-xx 发布

XXXX-xx-xx 实施

中国地质学会 发布

中国地质学会（GSC）是组织开展国内、国际标准化活动的全国性社会团体。制定中国地质学会团体标准，满足市场需要，增加标准的有效供给，促进科技创新，是中国地质学会的工作内容之一。中国境内的团体和个人，均可提出制、修订中国地质学会团体标准的建议并参与有关工作。

中国地质学会团体标准按《中国地质学会团体标准管理办法》进行制定和管理。

中国地质学会团体标准草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议的 3/4 以上的专家、成员的投票赞同，方可作为中国地质学会团体标准予以发布。

在本文件实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料寄给中国地质学会团体标准秘书处，以便修订时参考。

本文件版权为中国地质学会所有，除了用于国家法律或事先得到中国地质学会的许可外，不得以任何形式或任何手段复制、再版或使用本文件及其章节，包括电子版、影印件，或发布在互联网及内部网络等。

中国地质学会地址：北京市西城区百万庄大街 26 号

邮政编码：100037 电话：010-68999019 传真：010-68995305

网址：www.geosociety.org.cn 电子信箱：zgdzxh@geosociety.org.cn

目次

前言	IV
引言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本规定	2
5 资料收集和分析	3
5.1 一般规定	3
5.2 基础资料收集	3
5.3 多尺度盐穴储氢库资料收集	3
5.4 资料分析及要求	3
6 工程地质勘察	4
6.1 一般规定	4
6.2 工程地质勘察内容	5
6.3 工程地质勘察方法和技术要求	6
7 盐穴储氢库选址评价指标	7
7.1 一般规定	7
7.2 区域尺度指标	8
7.3 盐盆尺度指标	8
7.4 场地尺度指标	8
7.5 盐穴尺度指标	8
8 盐穴储氢库选址方法	9
8.1 一般规定	9
8.2 盐穴储氢库适宜性评价方法	9
8.3 盐穴储氢库风险要素分析	9
8.4 盐穴储氢库选址成果	10
附录 A (资料性) 盐穴储氢库多尺度选址评价指标分级表	11
附录 B (资料性) 层次分析法模型	22

T/GSC XXX—XXXX

条文说明	25
参考文献	27

前言

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》、T/CAS1.1—2017 《团体标准的结构和编写指南》给出的规则起草。

本标准由中国地质学会提出并归口。

本标准主要起草单位：中国地质大学（北京）

清华大学

天津大学

中盐盐穴综合利用股份有限公司

中国矿业大学

.....

本标准主要起草人：

考虑到本文件中的某些条款可能涉及专利，中国地质学会不负责对其任何该类专利的鉴别。

本文件首次制定。

引言

盐穴储氢是指将利用化石燃料制取、工业副产提纯或电解水等技术方式获得的氢气注入地质结构稳定、密封性良好的盐穴中，实现规模化储存与安全隔离的过程。

盐穴储氢是支撑氢气大规模、长周期、低成本储存的关键环节，对优化能源供应体系、增强可再生能源消纳能力、保障国家能源安全具有重要作用，也是推动能源结构转型、实现“双碳”战略目标的重要途径。

为科学推动盐穴储氢行业发展，规范盐穴储氢库选址流程、工作内容及技术要求，为工程决策提供技术依据，制定本技术规程。

盐穴储氢库选址技术规程

1 范围

本文件规定了盐穴储氢库选址的基本原则、数据基础、技术要求、评价指标、评价方法和评价成果等指南。

本文件适用于盐穴储氢库适宜性评价及选址工作，也可供其他类似地质体储（封）存工程适宜性评价与选址参考。

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 50455—2020 地下水封石洞油库设计标准
- GB/T 42797—2023 二氧化碳捕集、输送和地质封存 管道输送系统
- SY/T 7643—2021 储气库选址评价推荐做法
- SY/T 7644—2021 盐穴型储气库井筒及盐穴密封性检测技术规范
- SY/T 6638—2012 天然气输送管道和地下储气库工程设计节能技术规范
- SY/T 7686—2023 储气库库存评价技术规范
- SY/T 0610—2023 地下水封洞库岩土工程勘察规范
- T/CI 218—2023 压缩空气储能电站选点规划技术规程
- T/GSC 006—2024 二氧化碳陆地封存工程选址指南
- T/CSES 71—2022 二氧化碳地质利用与封存项目泄漏风险评价规范
- Q/SY 01418—2021 盐穴型储气库声呐检测技术规范

3 术语和定义

3.1 盐矿 salt mine

天然形成的以钠盐类矿物为主、具有开采价值的地质集合体。

3.2 盐穴 salt cavern

盐岩中已有或用水溶方式新建的地下洞穴。

3.3 储氢库 hydrogen storage

密封性良好、可用于氢气注采和安全储存的洞库。

3.4 盐穴储氢库选址 site selection of salt cavern hydrogen storage

通过资料收集、工程地质勘察、适宜性评价，结合储氢库风险分析，选出满足稳定性、密封性、社会经济条件等要求的盐穴储氢库址的过程。

3.5 适宜性评价 geological suitability evaluation

综合分析储氢库的选址指标，评判其适宜性程度等级。

3.6 区域尺度 basin level

以单个含盐沉积盆地为研究对象和评价单元的选址尺度。

3.7 盐盆尺度 salt basin level

以含盐盆地的一或二级构造单元（小型盆地可以为二级构造单元）为研究对象和评价单元的选址尺度。

3.8 场地尺度 site level

以包括含盐矿段的建设场地为研究对象和评价单元的选址尺度。

3.9 盐穴尺度 salt cavern level

以特定盐矿矿段为研究对象和评价单元的选址尺度。

3.10 三维地质模型 three-dimensional geological model

综合各类地质数据，通过数字化建模技术构建，且能够表征地质体的三维空间形态、物理力学属性和内部结构关系的可视化数字模型。

3.11 储存潜力 storage potential

盐穴能够注入和储存氢气的能力。

3.12 盖层 caprock

盐层上覆的低渗透性岩层。

3.13 夹层 interlayer

指盐穴储氢库建设过程中，盐岩层内夹杂的相对于盐层不溶或难溶的岩层。

3.14 顶板 roof

经溶滴后盐腔顶界与盐层顶界之间保留的盐体。

3.15 底板 floor

经溶滴后盐腔底界与盐层底界之间保留的盐体。

3.16 稳定性 stability

盐穴储氢库在地下环境中长期保持既定形态和功能，不发生过度变形或力学破坏的能力。

3.17 密封性 sealability

盐岩（在储氢库建设中尤其考虑盖层和夹层）对氢气泄漏的阻碍性能。

4 基本规定

4.1 盐穴储氢库选址应选择在工程地质条件良好、有建库需求的区域开展，目标库址应避开自然保护区、军事管理区等政策法规禁止区域，且区域构造稳定，符合安全性和环保性要求。

4.2 盐穴储氢库选址应遵循资料充分、方法科学、成果真实、结论客观原则，遵循定性与定量、静态与动态相结合的原则，坚持指标科学合理、便于操作原则，坚持“由区域到局部”的原则。

4.3 盐穴储氢库选址应结合规划选址阶段和设计选址阶段的需要，通过不同尺度的资料收集、工程地质条件分析、盐穴储氢库适宜性评价等，开展不同尺度的选址工作。

4.4 依据空间范围、研究精度、核心目标和解决的关键问题不同，将评价尺度划分为区域尺度、盐盆尺度、场地尺度和盐穴尺度。

4.5 盐穴储氢库适宜性评价宜基于规划选址和工程选址，结合不同尺度的工程地质条件、储存潜力条件、社会经济条件等进行综合评价。

4.6 应根据盐穴储氢库适宜性评价结果，结合风险要素分析，划定盐穴储氢库选址，并整理相关成果。

5 资料收集和分析

5.1 一般规定

5.1.1 在预先圈定盐矿所在区域的前提下，应按照区域尺度、盐盆尺度、场地尺度和盐穴尺度，收集不同比例尺的基础资料。

5.1.2 在不同比例尺资料的基础上，系统分析已有调查程度，市场需求，建设必要性及可行性，为后续工程勘察提供依据。

5.2 基础资料收集

5.2.1 地质评价资料，宜收集但不限于地形地貌、工程地质、水文地质、地质灾害与环境地质、已有勘察成果、资源利用情况等相关资料。

5.2.2 市场需求资料，宜收集但不限于国土空间规划、储氢库功能定位、市场用气量、调峰需求量、调峰规律、应急需求量等有关资料。

5.2.3 安全环保资料，宜收集但不限于法律法规、国土空间规划、永久基本农田、生态保护红线、自然灾害记录、历史遗址、保护区和自然遗产、军事保护区等敏感区等相关资料。

5.2.4 地面现状资料，宜收集但不限于地理位置、自然环境、地方发展规划、地面已有建筑和设施、地表资源动用情况。

5.3 多尺度盐穴储氢库资料收集

5.3.1 区域尺度宜收集含盐盆地范围内、比例尺为 1:50-1:100 万的地质调查数据与研究资料，包括区域大地构造、地震烈度、地壳稳定性、地应力分布特征、区域水文地质资料、岩溶发育特征及邻近地区专项研究报告和综合研究报告等。

5.3.2 盐盆尺度宜收集盆地次级构造单元范围内、比例尺为 1:5-1:50 万的地质调查数据与研究资料，具体应包括钻孔（井）数据、地震勘探数据、水文地质等。

5.3.3 场地尺度数据宜在盐盆尺度数据的基础上，收集比例尺为 1:2000-1:5 万的地质调查数据与研究资料，具体应包括遥感、工程地质、水文地质、地球物理和地球化学勘探、钻探、生态环境、社会经济等。

5.3.4 盐穴尺度数据应收集比例尺大于 1:2000 的钻孔岩心及野外地质调查样品的测试数据与研究资料，具体应包括物质成分、岩石物理、力学等信息。

5.3.5 对于场地尺度数据量较少或数据缺失的区域，可参照 DZ/T 0475-2024、DD 2019-06、DZ/T 0437-2023、DB37/T 4514-2022 进行补充调查。

5.4 资料分析及要求

5.4.1 地质资料分析应包括：对大地构造背景、地应力分布特征、岩溶发育特征及邻近区域地质条件进行综合解析，重点研究地层岩性、构造形迹（如断层、褶皱）、沉积环境、盐穴矿化特征等专项研究成果，以及盐矿层平面与垂向分布规律、夹层特征等矿产勘查资料。

5.4.2 水文资料分析，应包括以下内容：

a) 整合区域水文地质资料、分析化验资料及监测试验资料，重点解析含水层与隔水层的空间分布结构、地下水分类特征，以及地下水压力、温度、水质（如矿化度、酸碱度）、同位素组成、埋藏年龄等物理化学特征。

b) 分析地下水流特征参数、补径排条件及水文地质综合评价结论，评估地下水活动对盐穴围岩稳定性、盐岩溶解性及储氢库密封性的影响。

5.4.3 建设必要性分析，应包括以下内容：

a) 根据氢能产业发展规划，从市场需求、安全稳定及经济运行、合理布局、环境保护、节能减排和促进地区经济发展等方面阐述盐穴储氢库建设的必要性。

b) 对于有风能与太阳能等再生能源、区外能源系统的区域，应根据这些能源的规模及运行特性，分析其对能源系统运行的影响及建设盐穴储氢库的必要性。

6 工程地质勘察

6.1 一般规定

6.1.1 根据盐穴储氢库选址工作阶段需要，通过布设各类勘察工程，采用多种勘察手段，按 4.4 所述四个尺度分别进行工程地质勘察，查明各尺度基本地质条件，分析潜在工程地质问题，并提供有关的工程地质资料。各尺度勘察目标、勘察技术及精度要求如图 6.1 所示。

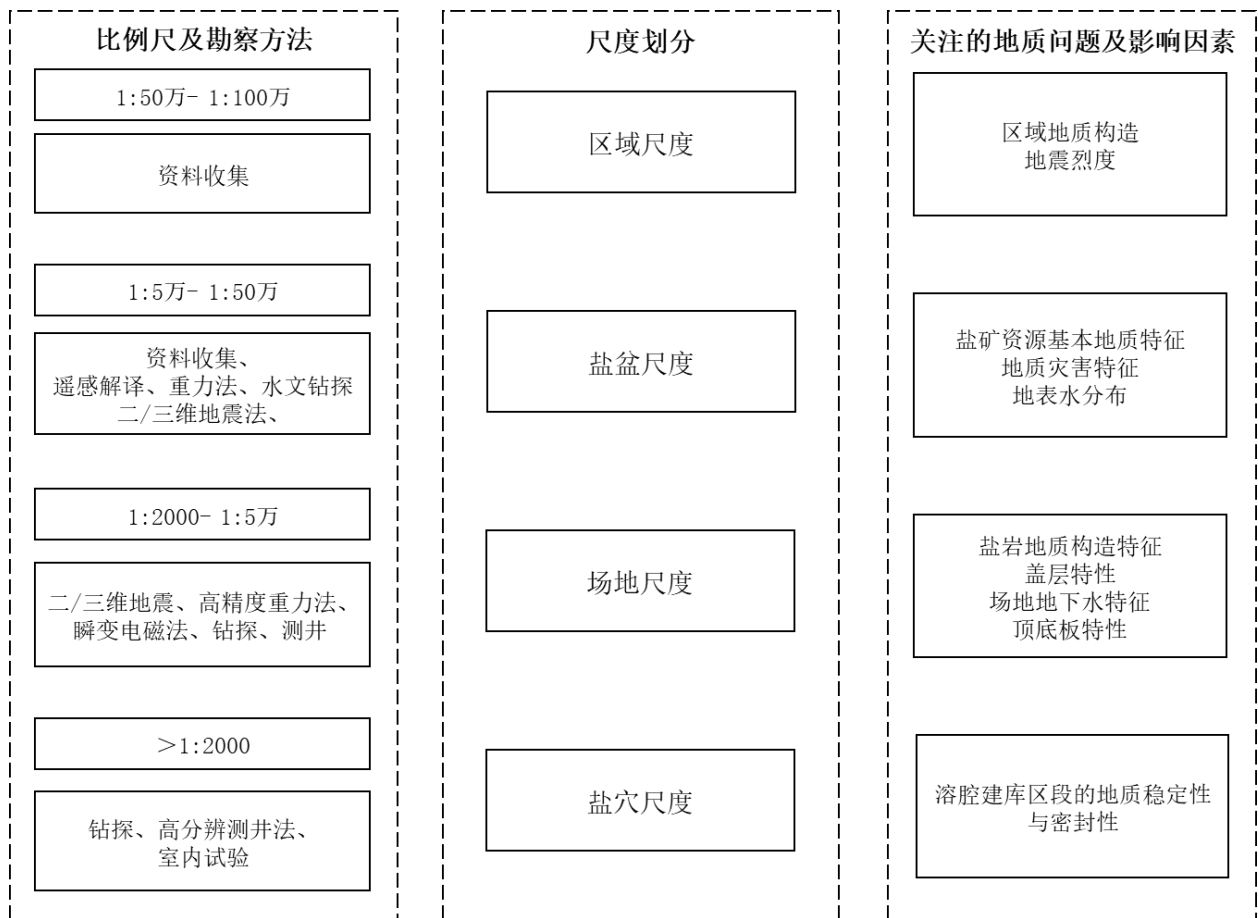


图 6.1 各尺度勘察目标、勘察技术及精度要求

6.1.2 勘察任务

- 查明区域地质构造条件和区域稳定条件。
- 查明盐盆地质条件和盐矿资源基本地质特征，初步分析含盐盆地一或二级构造单元（小型盆地可以为二级构造单元）的稳定性。
- 查明盐岩地质构造特征、盖层和顶底板特性、场地水文地质特征，探明场地潜在工程地质问题，初步分析盐穴储氢库的建库可行性。
- 查明盐矿矿段的地质稳定性和密封性，查明储氢库地面设施建设场地施工条件。

6.2 工程地质勘察内容

6.2.1 区域/盐盆尺度勘察

- 区域尺度勘察和盐盆尺度勘察宜采用基础地质调查为主，遥感、物探、水文地质钻探等为辅助的勘察方法。
- 区域尺度勘察宜调查区域地形地貌、地层岩性、地质构造、地震、水文地质特征等区域地质情况，收集区域岩体地应力量级、方向、地温梯度和岩石热物理指标等相关资料。
- 盐盆尺度勘察在区域尺度勘察的基础上，宜收集盐矿的平面和垂向分布特征、盐矿厚度、品位、含矿率、盖层特征、夹层特征等资料，初步分析盐矿的密封性。

6.2.2 场地尺度勘察

- a) 场地尺度勘察宜以资料收集、地面调查和工程物探为主。
- b) 场地尺度勘察宜包括地形地貌、地层岩性、盐层沉积特征、地质构造、不良地质现象、地质灾害、水文地质特征等。
- c) 结合地表水的分布情况和氢气管网密度，明确含盐盆地的经济性。

6.2.3 盐穴尺度勘察

- a) 盐穴尺度勘察宜采用地面调查、钻探、原位测试、室内试验等方法。
- b) 盐穴尺度勘察宜包括盐矿矿段/已有采卤老腔。探明盐矿矿段埋深、厚度、顶底板岩性等特征，分析已有采卤老腔基本特性和注采设备安全性，综合分析盐矿矿段/已有采卤老腔的建库可行性。
- c) 调查天然建筑材料和人工骨料的料源，弃渣场地及其容量，施工和生活用水水源及水质等基本施工条件。

6.3 工程地质勘察方法和技术要求

6.3.1 在收集区域地质、地震、矿产、相关工程建设资料的基础上，宜采用工程地质测绘、工程物探、钻探、原位测试和室内试验等方法，开展盐穴储氢库工程地质勘察。

6.3.2 工程地质测绘

- a) 工程地质测绘应在收集已有地形地质资料的基础上进行，包含无人机倾斜摄影、三维激光扫描、航卫片遥感解译等方式。
- b) 测绘范围应包括比选方案相关地段，测绘比例尺宜根据区域尺度、盐盆尺度、场地尺度、盐穴尺度分别确定，遇可能影响建库的工程地质问题时，应扩大测绘范围。
- c) 盐穴储氢地质体结构及表征宜收集不同尺度的地质数据，对于数据量较少、数据精度较差或数据缺失的区域，宜进行补测，构建多尺度精细化三维地质模型。

6.3.3 工程物探

- a) 根据地形地质条件、岩土体的地球物理特性和探测目的，应选择适当的物探方法，可用于探测覆盖层厚度、下伏基岩的完整性、隐伏断层、岩溶洞穴等。
- b) 地球物理勘探成果判释应考虑其多解性，区分有效信息与干扰信号。必要时采用多种方法探测并综合判释，且应结合已有物探参数或一定数量的钻孔验证。

6.3.4 钻探

- a) 勘探钻孔一般在地面测绘和物探的基础上进行布置，地面测绘与物探工作未结束之前，原则上不得进行全面钻探施工。
- b) 应从严掌握钻探工作量，充分利用已有的物探、勘探钻孔和机井资料，根据需要补充布置勘探钻孔。对以往有勘探钻孔控制的地段，原则上不再布置或布置少数验证性钻孔。
- c) 应对包括含盐矿段的建设场地进行勘探，应布置至少纵、横 2 条勘探剖面，勘探线应覆盖盐矿矿段。宜布置勘探孔，并取代表性岩心进行物理力学试验。
- d) 勘探宜优先采用钻探方法，地形地质条件复杂时可辅以洞探手段。根据地质条件、勘察阶段、设计方案以及工程布置等条件综合确定钻孔布置方案。
- e) 水文地质钻孔一般要求揭露具有供水意义的主要含水层（组）或含水构造带，并对主要含水层以下的含水层做一般了解，设计钻孔应考虑抽水试验和计算参数的要求。
- f) 规划阶段可进行适量的工程地质钻探工作，重点盐矿矿段宜布置 1~2 个勘探点，勘探深度

宜达到预估底板标高以下 50m。

- g) 可行性研究阶段应在盐矿矿段以及浅埋、傍山、跨沟等可能存在工程地质问题的地段针对性布置勘探点,勘探点间距宜为 20~50m,工程地质钻孔勘探深度应深入设计底板以下 30m,控制性钻孔应同时满足深入设计底板以下 3~5 倍洞径的要求。

6.3.5 原位测试

- a) 应对采卤老腔进行测井、测腔、水密封和气密性测试。采卤井测井宜包括声波幅度测井、井径测井、井斜测井和电磁探伤测井等。
- b) 新建井测井宜包括自然电位测井、自然伽马测井、普通电阻率测井、声波幅度测井、井径测井、井斜测井等。
- c) 在测井内通过在纵向上布设地温仪等测量地温,可利用不同时间、不同高程测量的温度恢复曲线来确定地温梯度。
- d) 测腔应采用声呐测量技术进行腔体形态、容积和连通性检测,可通过地面物探手段探测腔体形态。
- e) 水密封和气密性测试时,测试压力应能保证腔体和井筒的稳定性和安全性。

6.3.6 室内试验

- a) 应进行矿物和化学成分分析、密度试验、含水率试验、渗透性测试、抗压试验、抗剪试验、抗拉试验、变形试验等物理力学试验。
- b) 应测定岩石热物理指标。
- c) 宜进行温度和压力循环荷载试验,试验需根据储氢压力和温度等参数进行专门设计。
- d) 各类岩石的物理力学试验均不应少于 6 组。
- e) 应进行盖层、夹层密封性评价试验,包括矿物成分、孔隙度、孔隙分布特征、比表面积、渗透率、突破压力等,可进行覆压条件下的孔隙度和渗透率测定,可进行扩散系数测试。
- f) 应进行盐岩蠕变试验,试验方法宜采用分级加载条件下的单轴或三轴试验。
- g) 应对地表水和地下水分别进行水质分析。

6.3.7 观测、监测

- a) 在水文条件复杂区域可开展地下水动态长期观测。
- b) 宜对近期开发利用的盐穴进行围岩变形监测。
- c) 对盐穴储氢库测井内安装温度传感器进行持续地温监测,长期、实时监控地下实际温度状况。

7 盐穴储氢库选址评价指标

7.1 一般规定

7.1.1 根据选址尺度和研究区的具体情况,从工程地质条件、储存潜力条件、社会经济条件等三个方面,对可能影响选址的主要因素进行逐项分析,遴选不同尺度的适宜性评价指标并确定指标分级。

7.1.2 评价指标的遴选应按先考虑选址尺度、再考虑库址要素的原则进行。

7.1.3 评价指标及其分级可按附录 A 执行。

7.1.4 区域尺度评价指标应聚焦于潜力盐岩盆地的构造稳定性和地质适宜性。

7.1.5 盐盆尺度评价指标应针对地质构造相对简单的盐盆，考虑盖层稳定性和密封性。

7.1.6 场地尺度评价指标应侧重盖层稳定性和密封性，考虑夹层稳定性和密封性。

7.1.7 盐穴尺度评价指标应着重考虑盐穴的稳定性和密封性。

7.2 区域尺度指标

7.2.1 工程地质条件评价指标，宜包括区域构造特征，区域水文特征，区域沉积特征，历史地震，气候条件等指标。

7.2.2 储存潜力条件评价指标，宜包括盐矿分布面积，盐层平均厚度，矿体平均品位等指标。

7.3 盐盆尺度指标

7.3.1 工程地质条件评价指标，宜包括沉积盆地性质，断层发育程度，断层活动时期，历史地震，百年来地震次数，地震震级趋势，地震动峰值加速度，距地震区距离等指标。

7.3.2 储存潜力条件评价指标，宜包括盐层平均厚度，盐矿平均品位，盖层分布，夹层分布特征，盖层岩性，盖层连续性，主力盖层的单层厚度，盖层渗透率，盖层孔隙度，盖层突破压力，盖层中值半径，盖层优势孔隙范围，盖层扩散系数，工作气量，数据支持情况，使用年限，该区域接气管道情况等指标。

7.3.3 社会经济条件评价指标，宜包括该化石燃料蕴藏量，土地利用现状，典型矿区数量，该区域氢气需求量等指标。

7.4 场地尺度指标

7.4.1 工程地质条件评价指标，宜包括地温梯度，地形坡度，历史地震，断层发育特征，地质灾害易发性等指标。

7.4.2 储存潜力条件评价指标，宜包括盖层的特性，夹层的特性，顶底板的特性，盐岩品位，盐层厚度，盐层埋深，盐岩矿体厚度，目的层不溶物含量，工作气量，有效储存系数，使用年限，围岩蠕变与损伤，围岩侧压力系数，围岩塑性区发展情况，围岩初始地应力等指标。

7.4.3 社会经济条件评价指标，宜包括人口密度，地表建筑物密度，周边现有储气库数量，与居民点的距离，生物因素，基础设施，成本，地下水补给区，未来发展水平，废弃污水是否容易处理，距接气管道距离，对注采设备可能产生的腐蚀情况，是否在保护区，重点保护动植物等指标。

7.5 盐穴尺度指标

7.5.1 工程地质条件评价指标，宜包括历史地震，断层发育特征，地下水系发育情况，不良地质作用，地质灾害易发性(崩塌、滑坡、泥石流等)，是否在采矿塌陷区、岩溶塌陷区、地面沉降区、沙漠活动区、火山活动区，是否低于江、河、湖泊、水库最高水位线或洪泛区等，是否存在活动褶皱、断层封启性变化等指标。

7.5.2 储存潜力条件评价指标，宜包括盖层特性，夹层特性，盐岩顶底板特性，盐层不溶物含量，夹层盐层厚度比，矿体平均品位，工作气量，使用年限，勘探程度，数据支持情况等指标。

7.5.3 社会经济条件评价指标，宜包括人口密度，周边现有储气库数量，与居民点的距离，公众认可程度与法规，土地利用现状，是否符合城市发展规划，是否在保护区，重点保护动植物，运输方式，蕴矿状况，距用户集中地，接气管道分布情况，水源的距离，地表水源分布等指标。

8 盐穴储氢库选址方法

8.1 一般规定

8.1.1 应遵循尺度从大到小开展盐穴储氢库适宜性评价，结合风险要素分析，得出适宜性评价等级和库址等级，整理选址成果。

8.1.2 对于适宜性评价工作，各尺度适宜性评价指标宜分别参照本文件 7.2-7.5，具体指标分级条件可参照附录 A。

8.1.3 对于风险要素分析以定性为主，宜在场地尺度、盐穴尺度开展。

8.2 盐穴储氢库适宜性评价方法

8.2.1 对于区域尺度适宜性评价，宜对单个含盐沉积盆地，开展工程地质条件、储存潜力条件、社会经济条件等选址指标的综合评价，获得比选盐盆。

8.2.2 对于盐盆尺度适宜性评价，宜对盆地内一或二级构造单元（小型盆地可以以二级构造单元为单元）开展工程地质条件、储存潜力条件、社会经济条件等选址指标的综合评价，获得比选场地。

8.2.3 对于场地尺度适宜性评价，宜对包括含盐矿段的建设场地开展工程地质条件、储存潜力条件、社会经济条件等选址指标的综合评价，获得比选盐矿矿段。

8.2.4 对于盐穴尺度适宜性评价，宜对特定盐矿矿段开展工程地质条件、储存潜力条件、社会经济条件等选址指标的综合评价，获得优选盐矿矿段。

8.2.5 如果本级尺度适宜性评价无法比选出下一级尺度分区，应返回上一级尺度重新比选。

8.2.6 适宜性评价方法应首先确定各评价指标的分值和权重。

8.2.7 根据评价指标分级结果，对指标进行打分赋值，得到指标分值 V ，具体评价指标分级结果可参照附录 A。

8.2.8 指标权重 P 可采用专家打分法、层次分析法、综合模糊评价法等方法确定，层次分析法模型介绍见附录 B。

8.2.9 根据指标分值 V 和指标权重 P ，利用 GIS 软件平台进行多因子空间叠加，得到综合分值 Q ；利用专家经验或自然间断点分级方法，将适宜性评价结果划分为“适宜”、“基本适宜”和“不适宜”3个等级。

8.2.10 评价单元可采用栅格单元，区域尺度评价精度（栅格分辨率）应优于 $250\text{m} \times 250\text{m}$ ，盐盆尺度评价精度应优于 $50\text{m} \times 50\text{m}$ ，场地尺度精度应优于 $12.5\text{m} \times 12.5\text{m}$ ，盐穴尺度精度应优于 $5\text{m} \times 5\text{m}$ 。

8.2.11 各级尺度适宜性评价结果为“适宜”与“基本适宜”的分区可作为下一级尺度的比选分区。

8.3 盐穴储氢库风险要素分析

8.3.1 盐穴储氢库风险要素应考虑地面变形风险、氢气泄露风险、盐穴自身失稳风险等要素。

8.3.2 地面变形风险以工程地质条件为基础，宜考虑氢气注采过程诱发地表隆起与沉降。

8.3.3 氢气泄露风险以盐层（包括盖层和夹层）密封性和注采井筒为基础，宜考虑盖层失效概率、夹层渗透特性、井筒完整性、储库周围断层发育程度等方面。

8.3.4 盐穴自身失稳风险应考虑顶板下沉破坏、底板隆起破坏、片帮破坏和蠕变破坏等方面。

8.4 盐穴储氢库选址成果

8.4.1 根据盐穴尺度适宜性评价结果，结合风险要素分析，将库址划分为“优良库址”、“中等库址”、“劣等库址”3个等级，其中“优良库址”和“中等库址”为潜在储氢库址。

8.4.2 应充分运用选址过程中的基础资料和研究结果，按照本文件的要求对不同尺度下对应精度的数据、图件、报告等成果进行整理。

8.4.3 数据应符合国家基本比例尺、国家坐标系统等基本要求，符合地理、地质、工程勘察等要求，涵盖不同尺度的适宜性评价指标、各指标参数、数据来源等。

8.4.4 图件应在深入分析和综合研究的基础上进行绘制，包括不同尺度下工程地质条件分区图、储存潜力条件分区图、社会经济条件分区图、适宜性评价分区图等，并编写图件说明。

8.4.5 应在综合分析研究区数据、图件、适宜性评价结果、储氢库选址结果的基础上，编制盐穴储氢库选址报告。

- a) 内容宜包括：概述、基础资料与多尺度盐穴储氢库资料、工程地质条件、选址适宜性评价、风险要素分析、储氢库选址结果与建议等。
- b) 选址报告应确保内容完整、信息真实、方法合理、数据准确、图表清晰，且结论有据、建议合理、突出重点，为储氢库设计和建设工作提供决策依据。

附录 A

(资料性)

盐穴储氢库多尺度选址评价指标分级表

表 A.1 给出了盐穴储氢库区域尺度选址评价指标

表 A.2 给出了盐穴储氢库盐盆尺度选址评价指标

表 A.3 给出了盐穴储氢库场地尺度选址评价指标

表 A.4 给出了盐穴储氢库盐穴尺度选址评价指标

表 A.5 给出了库址综合适宜度等级评价表

注：M 为历史地震震级

表 A.1 盐穴储氢库区域尺度选址评价指标分级表

	一级指标	二级指标	适宜	基本适宜	不适宜
	区域 尺度	工程地质条件	区域构造特征	10km 内有活动断层,但未通过库区	5km 内有活动断层,但未通过库区
区域水文特征			地表淡水充足且距库址近	地表淡水基本充足,且距库址有一定距离	地表淡水匮乏,或盐矿层与地下水系连通
区域沉积特征			盐丘状海相沉积	少量夹层陆相沉积	大量夹层陆相沉积
历史地震			历史无地震记录	M≤6	M>6
气候条件			历史无极端气候记录	历史极少极端气候条件	经常出现极端天气
储存潜力条件		盐矿分布面积 (km ²)	>100	[20,100]	<20
		盐层平均厚度 (m)	>150	[100,150]	<100
		矿体平均品位 (%)	>85	[50,85)	<50

表 A.2 盐穴储氢库盐盆尺度选址评价指标分级表

一级指标	二级指标	适宜	基本适宜	不适宜	
盐盆 尺度	工程地质条件	断层发育程度	10km 内有活动断层, 但未通过库区	5km 内有活动断层, 但未通过库区	有活动断层通过库区
		断层活动时期	圈闭形成后断层不再活动	圈闭形成后断层活动较弱	圈闭形成后断层活动较强
		历史地震	历史无地震记录	$M \leq 6$	$M > 6$
		百年来地震次数	历史无地震记录	< 20	> 20
		地震震级趋势	100 年来逐步变弱	100 年内动态起伏, 且近 30 无增强趋势	近 30 无增强趋势
		地震动峰值加速度(g)	< 0.1	[0.1,0.2]	> 0.2
		距地震区距离(km)	> 250	[25,250]	< 25
	储存潜力条件	盐层平均厚度(m)	> 150	[100,150]	< 100
		盐矿平均品位(%)	> 85	[50,85]	< 50
		盖层分布	厚度大, 且分布稳定	厚度较大, 且分布较稳定	厚度小, 或分布不稳定
		夹层分布特征	层数少, 且最大厚度 $< 1\text{m}$	层数较少, 且最大厚度 $\leq 5\text{m}$	层数较多, 或最大厚度 $> 5\text{m}$
		盖层岩性	膏岩、泥岩	含砂泥岩、粉砂质泥岩、砂质泥岩	泥质粉砂岩、泥质砂岩、裂缝发育的灰岩、粗碎屑砂岩
		盖层连续性	连续、稳定	较为连续	连续性较差
		主力盖层的单层厚度(m)	> 100	[30,100]	< 30
盖层渗透率	< 0.01	[0.01,1]	> 1		

		($10^{-3}\mu\text{m}^2$)			
		盖层孔隙度(%)	<2.5	[2.5,10]	>10
		盖层突破压力(MPa)	>10	[10,5]	<5
		盖层中值半径(mm)	<20	[20,60]	[60,300)
		盖层优势孔隙范围(nm)	(5,25)	[25,100]	[100,700)
		盖层扩散系数(cm^2/s)	< 10^{-9}	[10^{-9} , 10^{-7}]	> 10^{-7}
		工作气量(10^8m^3)	>10	[1,10]	<1
		数据支持情况	数据充分, 可靠	数据较充分, 较可靠	数据较缺乏
		使用年限(a)	>30	30	<30
		该区域接气管道情况	库区 30km 内有接气管道	库区 30-50km 内有接气管道	库区 50km 内无接气管道
社会经济条件		化石燃料蕴藏情况	化石燃料蕴藏极少, 对工程无影响	化石燃料蕴藏很少	化石燃料蕴藏丰富
		土地利用现状	未开发土地	牧草地、林地	耕地、园地、居民点及工矿用地、交通过地、水域、自然保护区
		典型矿区数量	多个	一个	无
		该区域氢气需求量	很多	较多	很少

表 A.3 盐穴储氢库场地尺度选址评价指标分级表

	一级指标	二级指标	适宜	基本适宜	不适宜	
场地尺度	工程地质条件	地温梯度 (°C/100m)	<3	[3,4]	>4	
		地形坡度 (°)	<10	[10,25]	>25	
		历史地震	历史无地震记录	M≤6	M>6	
		断层发育特征	10km 内无活动断层	5-10km 内无活动断层	5km 内有活动断层	
		地质灾害易发性	不易发	中低易发	高易发区	
	储存潜力条件	盖层	盐岩品位(NaCl 含量%)	>85	[50,85]	<50
			盐层厚度(m)	>150	[100,150]	<100
			盐层埋深(m)	(800,1500)	[500,800] [1200,1500]	<500 或>1500
		盖层	埋深(主力盖层)(m)	(800,1200)	[1200,1700]	>1700
			厚度(主力盖层的单层厚度)(m)	>100	[50,100]	<50
			渗透率 ($\times 10^{-3} \mu\text{m}^2$)	<0.01	[0.01,1]	>1
			岩性	蒸发岩类	泥质岩类	页岩和致密灰岩
			断裂发育	有限的断层和裂缝-大的泥岩	中等断层中等裂缝	大断层大裂缝
			力学稳定性	稳定	较稳定	不稳定
			分布连续性	分布连续-具区域性	分布基本连续	分布不连续-局限
			孔隙度	<10	[10,15]	>15

			中值半径 (mm)	<20	[20,100]	(100,300)
			优势孔隙 范围(nm)	(5,25)	[25,100]	(100,700)
			扩散系数 (cm ² /s)	<A10 ⁻⁹	[A10 ⁻⁹ ,A10 ⁻⁷]	>A10 ⁻⁷
			封闭效果	高效	有效	低效
			突破压力/ (MPa)	>15	[5,15]	<5
			数量	多层-质量 好	多层-质量一 般	一层
		夹层	厚度	<3	[3,5]	>5
			孔隙度(%)	<10	[10,15]	>15
			渗透率 (×10 ⁻³ μm ²)	<0.01	[0.01,0.1]	>0.1
			数量	极少	较少	多
			频度	极小	较小	大
			特性	可溶物含 量在 15% 以上-且孔 隙度很小	可溶物含量介 于 5%-15%之 间且孔隙度较 小	可溶物含量小于 5%- 且孔隙度很大
			蠕变变形	变形速率 极低	变形速率较低	变形速率大
		强度	高	较高	较低	
		顶 - 底 板	盐岩顶板 埋深(m)	[800,1200]	(500,800) 或(1200,2000)	≦500 ≥2000
			坚硬程度	坚硬	中坚硬	软弱
			稳定性	当埋藏深 度(H)>1.5 临界深度 (Ho)时-顶	当 Ho<H<1.5Ho 时-顶板稳定 差	当顶板埋藏深度(H) 小于临界深度(Ho) 时-顶板不稳定

			板稳定		
		抗压强度	大于取值 最小主应 力的 80%	—	小于取值最小主应 力的 80%
		顶板下沉 破坏	顶板无下 沉情况	下沉微小对工 程无影响	顶板产生较大下沉 造成下沉破坏
		底板隆起 破坏	底板无隆 起情况	隆起微小对工 程无影响	底板产生较大隆起 造成隆起破坏
		曲折变形	顶底板无 曲折变形 情况或	曲折变形微小 对工程无影响	顶板产生较大曲折 变形造成变形破坏
		顶板渗透 率(mD)	$<10^{-20}$	—	$\geq 10^{-20}$
		孔隙度%	(1,3)	[3,5]	>5
		厚度	>100	[30,100]	<30
		盐岩矿体厚度 (m)	>400	[100,400]	<100
		目的层不溶物含 量(%)	<25	[25,40]	>40
		工作气量 (10^8m^3)	>10	[1,10]	<1
		有效储存系数 (%)	>8	[2,8]	<2
		使用年限(a)	>30	[10,30]	<10
		围岩蠕变与损伤	无蠕变	有很微小的损 伤	具有很大损伤且易 发生蠕变
		围岩侧压力系数	(1/3,2/3)	[2/3,2]	>2
		围岩塑性区发展 情况腔体(某处 的塑性区边缘至 强体内壁的距离 与强体直径的比	<0.2	[0.2,0.4]	>0.4

		例			
		围岩初始地应力	无拉应力 对后续工程无影响	无拉应力对后续工程较小影响	对后续工程有较大影响
社会经济条件	人口密度 (人/km ²)	<25	[25,100]	>100	
	地表建筑物密度 /%	<5	[5,30]	>30	
	周边现有储气库 数量	多套	一套	无	
	与居民点的距离 (km)	>5	[1,5]	<1	
	生物因素(是否有影响氢气的微生物或细菌)	数量极少,没有与氢气发生反应	数量较少,很少与氢气反应	大量	
	基础设施	完善	基本完善	不完善	
	成本	低	中	高	
	地下水补给区	不在	距离较近	在	
	未来发展水平	高	中	低	
	废弃污水是否容易处理	废水极少且容易处理	废水排放量较大但容易处理	废水排放量大且无法处理	
	距接气管道距离	距离很近 运输成本低	运输成本较低	距离很远运输成本很高	
对注采设备可能产生的腐蚀情况	无腐蚀情况或产生对工程影响不大的微小腐蚀	对工程影响不大的微小腐蚀	腐蚀严重		

		是否在保护区	不在,且无影响	不在,但可能存在影响	在
		重点保护动植物	无、低	少、一般	多、高

表 A.4 盐穴储氢库盐穴尺度选址评价指标分级表

	一级指标	二级指标	适宜	基本适宜	不适宜	
	盐穴尺度	工程地质条件	历史地震	历史无地震记录	M≤6	M>6
断层发育特征			10km内无活动断层	5-10km内无活动断层	5km内有活动断层	
地下水系发育情况			盐矿层与地下水系完全隔绝	盐矿层与地下水系有岩层隔绝	盐矿层与地下水系连通	
不良地质作用			地质灾害易发性(崩塌、滑坡、泥石流等)	无	低易发	中—高易发
			是否在采矿塌陷区、岩溶塌陷区、地面沉降区、沙漠活动区、火山活动区	否	—	是
			是否低于江、河、湖泊、水库最高水位线或洪泛区等	否	—	是
			是否存在活动褶皱、断层封启	否	—	是

储存潜力条件			性变化				
			埋深(主力盖层)(m)	(800,1200)	[1200,1700]	>1700	
			厚度(主力盖层的单层厚度)(m)	>100	[50,100]	<50	
			渗透率($\times 10^{-3} \mu\text{m}^2$)	<0.01	[0.01,1]	>1	
			孔隙度	<10	[10,15]	>15	
			力学稳定性	稳定	较稳定	不稳定	
			分布连续性	分布连续-区域性	分布基本连续	分布不连续-局限	
			数量	多层-质量好	多层-质量一般	一层	
			夹层	数量	极少	较少	很多
				厚度(m)	<3	[3,5]	>5
				频度	极小	较小	大
				孔隙度(%)	<10	[10,15]	>15
				渗透率($\times 10^{-3} \mu\text{m}^2$)	<0.01	[0.01,1]	>1
				特性	可溶物含量在 15%以上-且孔隙度很小	可溶物含量在 5%~15%之间-且孔隙度较小	可溶物含量小于 5%-或孔隙度很大
			顶底板	盐岩顶板埋深(m)	800-1200	(500-800) (1200-1500)	<500 >1500
				厚度(m)	>100	[30,100]	<30
				坚硬程度	坚硬	中坚硬	软弱

		稳定性	当埋藏深度(H)>1.5 临界深度(H ₀)时-顶板稳定	当 H ₀ <H<1.5H ₀ 时-顶板稳定差	当顶板埋藏深度(H)小于临界深度(H ₀)时-顶板不稳定
		裂隙发育特征	完整性好, 裂隙不发育	裂隙有发育, 但未形成贯通性裂隙	有大量贯通性裂隙
		孔渗特性	孔隙度<5%, 渗透率<10 ⁻³ mD	孔隙度10%-20%, 渗透率<10 ⁻¹ mD	孔隙度>20%, 渗透率>10mD
		抗压强度	大于取值最小主应力的80%	-	小于取值最小主应力的80%
	盐层不溶物含量	盐层不溶物含量<5%	盐层不溶物含量5-15%	盐层不溶物含量>15%	
	夹层盐层厚度比(%)	<5	[5,40]	>40	
	矿体平均品位(%)	>85	[50,85]	<50%	
	工作气量(10 ⁸ m ³)	>10	[1,10]	<1	
	使用年限(a)	>30	[10,30]	<10	
	勘探程度	开发中	勘探程度一般	勘探程度低或未勘探过	
	数据支持情况	数据充分-可靠	数据一般充分-一般可靠	数据不充分	
	社会经济条件	人口密度(人/km ²)	<25	[25,100]	<100
		周边现有储气库数量	多套	一套	无
		与居民点的距离(m)	>1200	[800,1200]	<800

	公众认可程度与法规	公众认可度高-法规完善	公众认可度一般-法规需修改	公众排斥
	土地利用现状	沙漠等未利用土地	牧草地、林地、耕地、园地	居民点及工矿用地
	是否符合城市发展规划	符合	符合	不符合
	是否在保护区	不在-且>10 km	不在-但可能存在影响	在
	重点保护动植物	无、低	少、一般	多、高
	运输方式	管道	公路、铁路	船舶
	蕴矿状况	不压覆矿产	有矿产-无影响	压覆矿产
	距用户集中地	30	[30,100]	100
	接气管道分布情况	接气管道分布很多-运输成本低	接起管道分布较多-运输成本较低	接气管道数量少-运输成本高
	水源的距离(m)	>150	150	<150
	地表水源分布	淡水源充足-且距库址近	淡水源基本充足-距库址有一定距离	淡水源不足-或距库址很远

表 A.5 盐穴储氢库场地尺度选址评价指标分级表

库址适宜度	指标综合值(百分制)	应对措施建议
适宜	(80,100)	指标完全契合盐穴储氢库选址核心要求，无需额外工程干预或强化监管，可作为同类指标参考基准。
基本适宜	(60,80)	指标基本满足储氢库选址需求，但需结合场景补充专项勘察或动态监测，以规避潜在风险。
不适宜	(0,60)	指标难以支撑储氢库安全性与密封性要求，需调整指标参数或替换备选方案以保障建库可行性。

附录 B
(资料性)
层次分析法模型

层次分析法是一种广泛应用于多准则决策问题的系统性方法。该方法通过构建层次化的结构模型，将复杂的决策问题分解为多个相互关联的要素层次，专家对各备选方案进行优先性排序。它的突出优势在于能够协同处理定量与定性评价指标，具备操作便捷、逻辑严谨等特征，是系统决策研究的有效工具。

层次分析法首先全面识别影响决策目标的关键要素，再依据要素间的逻辑关联构建层次化模型，然后采用定量方法表征各要素的相对重要性，接着通过矩阵运算确定各层次要素的权重分配，最后通过层级递推分析，确定底层要素对总体目标的贡献度权重。层次分析法分析通常包含以下步骤。

(1) 层次结构模型的建立

如图所示，层次分析结构模型图清晰地展现了各个要素之间的关系。构建层次结构之前，要深入理解与全面认知问题，确保在后续的分析阶段能够系统地纳入所有可能影响目标实现的关键因素，从而实现更为精准和全面的问题解析与解决方案构建。

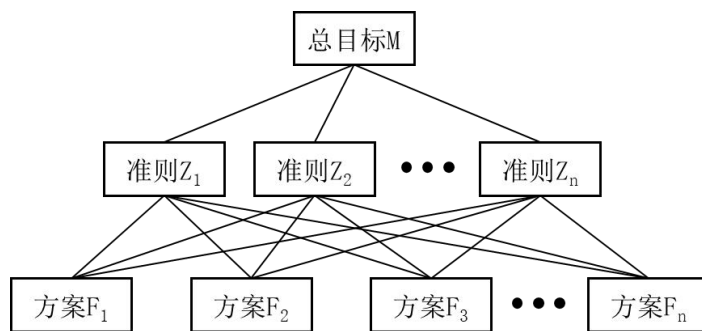


图 B.1 层次分析结构模型图

(2) 判别矩阵的构造

在层次分析法中，各下层元素相对于目标的重要性存在差异，为量化这一关系并进行比较，构建了判断矩阵，假设目标元素为 M ，而下一层的各项元素分别与之构成支配关系，为 Z_1, Z_2, \dots, Z_n ，判断矩阵如表 3-3 所示。

表 B.1 判断矩阵

M	Z_1	Z_2	...	Z_n
Z_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}
Z_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}
...
Z_n	a_{n1}	a_{n2}	...	a_{nn}

判断矩阵中 a_{ij} 表示, 对 M 来说, Z_i 对 Z_j 的相对重要性量化值, 且 $a_{ij} > 0$, $a_{ij} \cdot a_{ji} = 1$, $a_{ij} = 1 (i = j)$ 。

在进行决策时, 要反复回答问题: 在给定准则 M 的背景下, 两个元素 Z_i 和 Z_j 哪一者更为重要, 重要多少。为了量化其重要性程度, 应对其进行赋值处理。对于单一准则下的重要度问题, 采用 1-9 的比例标度, 其具体含义见表 B.2。

表 B.2 1~9 标度法

比例	重要程度
1	表示两个元素相比, 具有同样重要性
3	表示两个元素相比, 一个元素比另外一个元素稍微重要
5	表示两个元素相比, 一个元素比另外一个元素明显重要
7	表示两个元素相比, 一个元素比另外一个元素强烈重要
9	表示两个元素相比, 一个元素比另外一个元素极端重要

如果认为断层和节理破碎带等比蚀变带和岩脉等明显重要, 它们的比例标度取 5。而蚀变带和岩脉等对于断层和节理破碎带等的比例标度则取为 1/5。

(3) 判断矩阵的权重向量

在准则 Z_k 下, 计算 n 个元素 a_1, a_2, \dots, a_n 的排序权重, 并进行一致性检验。对于 a_1, a_2, \dots, a_n 通过两两比较得到判断矩阵 A , 解特征根问题 $Aw = \lambda_{\max} w$, λ_{\max} 为判断矩阵 A 的最大特征根, w 为特征向量, 通常使用幂法来求解 λ_{\max} 和 w , 步骤如下:

1) 设初始值向量 w_0 , 例如 $w_0 = (\frac{1}{n}, \frac{1}{n}, \dots, \frac{1}{n})^T$;

2) 对于 $k = 1, 2, 3, \dots$ 计算

$$\bar{w}_k = Cw_{k-1} \quad (1.1)$$

式中, w_{k-1} 为经过归一化所得到的向量;

3) 对于事先给定的计算精度, 如果

$$\max |w_{ki} - w_{(k-1)i}| < \varepsilon \quad (1.2)$$

则计算停止, 否则继续 2), 式中 w_{ki} 表示 w_k 的第 i 个分量;

4) 计算 λ_{\max} 和 w_{ki} 。

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\bar{w}_{ki}}{w_{(k-1)i}} \quad (1.3)$$

$$w_{ki} = \frac{\bar{w}_{ki}}{\sum_{j=1}^n \bar{w}_{kj}} \quad (1.4)$$

(4) 判断矩阵一致性检验

由于模糊元素的存在，要判断矩阵的所有特征根满足要求，就是检验矩阵一致性问题。

1) 计算一致性指标 CI

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) \quad (1.5)$$

式中，CI 为一致性指标； n 为判断矩阵的阶数。

2) 计算平均随机一致性指标 RI

平均随机一致性指数是在反复执行超过一千次随机判断矩阵特征值运算的基础上，通过计算其算术平均值得出的。

3) 计算一致性比例 CR

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (1.6)$$

式中，CI 为一致性指标；RI 为平均随机一致性指标；当 $CR < 0.1$ 时，认为判断矩阵的一致性是可接受的。

(5) 计算各层元素的组合权重

若已计算出第 $k-1$ 层元素相对于总目标的组合排序权重向量 $a^{k-1} = (a_1^{k-1}, a_2^{k-1}, \dots, a_m^{k-1})^T$ ，第 k 层在第 $k-1$ 层第 j 个元素作为准则下元素的排序权重向量为 $z_j^k = (z_{1j}^k, z_{2j}^k, \dots, z_{nj}^k)^T$ ，其中不受支配的元素权重为零。令 $Z^k = (z_1^k, \dots, z_m^k)$ ，则第 k 层 n 个元素相对于总目标的组合排序权重向量由下式给出

$$a^k = Z^k a^{k-1} \quad (1.7)$$

更一般的，有排序的组合权重公式

$$a^k = Z^k \dots Z^3 a^2 \quad (1.8)$$

式中， a^2 为第 2 层元素的排序向量； $3 \leq k \leq h$ ， h 为层次数。

AHP 的结果是得到相对于总的目标各决策方案的优先顺序权重以及总的一致性指标，是基于多因素考量的综合决定。

条文说明

为了便于理解本文件的有关条文，避免不同行业技术人员使用时引起歧义，特对有关条文内容进行简要说明。

6.2.2 场地尺度勘察宜包括地形地貌、地层岩性、盐层分布、地质构造、不良地质现象、地质灾害、水文地质特征等。

场地地形地貌类型、特征，重点是沟谷分布、切割深度及地形完整程度等，并应分析其与岩性、构造的关系。场地地层岩性、盐层分布、岩体结构、岩相特征、矿物和化学特征，特别是松散、软弱、膨胀、易溶和岩溶化岩层等特殊性及软弱岩土体的发育和分布情况。场地各类构造的分布位置、产状、规模、性状及其组合关系。场地岩体风化、卸荷特征以及其他各类不良地质现象及大型滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害的成因、分布、规模、发育特征和发展趋势。场地地表水体的分布及其与地下水的关系，地下水类型、埋藏条件、补给、径流与排泄条件、动态变化特征、水化学成分和岩体渗透性。

可收集盐矿区已有物探、化探、钻井、测井、录井等资料，了解盐层的沉积特征、构造特征、盖层裂隙的发育特征。

6.2.3 盐穴尺度勘察

对采卤老腔进行条文说明：已有采卤老腔基本特性包含平面布置、腔体埋深、腔体容积、腔体形态、矿柱间距、腔体顶底板岩性和厚度，以及邻近采卤区闭坑情况等现状特征，采卤井井口装置、井身结构、固井质量、井眼轨迹等现状特征。在已有采卤井井身结构、套管结构、井眼轨迹、固井质量检测成果等资料的基础上，可分析已有注采设备安全性。并收集老腔历次施工记录资料，查明盐矿开采历史、开采方式、开采能力。

7.3.2 盖层特性宜包括：盖层的盖层数量，盖层岩性，盖层连续性，主力盖层的单层厚度，盖层渗透率，盖层孔隙度，盖层突破压力，盖层中值半径，盖层优势孔隙范围，盖层扩散系数，盖层封闭效果，盖层韧性等指标。

7.4.2 盖层特性宜包括：盖层埋深(主力盖层)，盖层厚度(主力盖层的单层厚度)，盖层渗透率，盖层岩性，盖层断裂发育，盖层力学稳定性，盖层分布连续性，盖层孔隙度，盖层中值半径，盖层优势孔隙范围，盖层扩散系数，盖层封闭效果，盖层突破压力，盖层数量等指标。

7.4.2 夹层特性宜包括：厚度，孔隙度，渗透率，数量，频度，夹层特性，夹层蠕变变形，夹层强度等指标。

7.4.2 顶底板特性宜包括：盐岩顶板埋深，顶底板坚硬程度，顶底板稳定性，顶底板抗压强度，顶板下沉破坏，底板隆起破坏，顶底板曲折变形，顶板渗透率，顶底板孔隙率，顶板厚度等指标

7.5.2 盖层特性宜包括：盖层埋深(主力盖层)，盖层厚度(主力盖层的单层厚度)，盖层渗透率，盖层孔隙度，盖层力学稳定性，盖层分布连续性，盖层数量等指标。

7.5.2 夹层特性宜包括：夹层数量，夹层厚度，夹层频度，夹层孔隙度，夹层渗透率，夹层特性。

7.5.2 顶底板特性宜包括：盐岩顶板埋深，顶底板厚度，顶底板坚硬程度，顶底板稳定性，顶底板裂隙发育特征，孔渗特性，顶底板抗压强度等指标

8.3.2 地面变形风应考虑氢气注入诱发地面变形、地表沉陷：

氢气注入诱发地面变形的空间范围应考虑可能受到注入活动影响的地表，地下空间横向范围宜为氢气注入后可能导致储层压力变化的区域边界，纵向范围宜为盖层上部地层。地表沉陷应考虑盐腔收敛、围岩失稳等现场实际情况。

8.3.3 氢气泄露风险要素：

氢气泄露风险的空间范围应考虑氢气泄漏后可能产生影响的区域，地表范围宜为氢气在大气中扩散的最大影响区域，地下空间横向范围宜为氢气泄漏后可能迁移扩散的地层边界，纵向范围宜涵盖从储层至地表的整个泄漏路径涉及的地层。

在相邻盐腔储气压力差过大、矿柱中间应力超过盐岩长期强度、盐腔设计间距过小、注采气压变化频繁、井口压力控制不当、储气压力过低等情况下，易导致腔体破损。评价时应综合考虑盐腔实际情况。储库裂缝影响应从盐岩与泥岩交接面损伤、泥岩夹层内部孔缝、盐岩与夹层交界面滑动等方面综合考虑。阀门超过使用年限、注采阀门损坏、套管鞋破损、注采设备疲劳受损、注采设备腐蚀受损、套管鞋高度不足、人为操作不当等可能导致注采设备失效。

8.3.4 盐腔自身失稳风险要素：

注采气压变化频繁、低压运行时间过长、高压运行时间过长、盐腔与围岩局部温度差过大、夹层层数太多、夹层蠕变变形、夹层层厚小、夹层强度较低、泥岩蠕变变形、盐岩蠕变变形、盐岩强度较低等。曲折破坏风险因子包含顶板下沉破坏、底板隆起破坏等。片帮破坏风险因子包含侧壁存在裂隙、宏观裂缝扩展等。

8.3.5 库群相互影响：

库群破坏风险因子包括相邻盐腔储气压力差过大、矿柱中间应力超过盐岩长期强度、盐腔设计间距过小。

参考文献

- [1] 国家发展改革委, 国家能源局, 氢能产业发展中长期规划(2021-2035年)[R]. 北京: 国家发展改革委, 国家能源局, 2022.
- [2] GB/T 50455—2020, 地下水封石洞油库设计标准[S]. 北京: 中华人民共和国住房和城乡建设部, 国家市场监督管理总局/中国标准出版社, 2020.
- [3] GB/T 42797—2023, 二氧化碳捕集、输送和地质封存 管道输送系统[S]. 北京: 中华人民共和国国家市场监督管理总局, 中国国家标准化管理委员会/中国标准出版社, 2023.
- [4] SY/T 7643—2021, 储气库选址评价推荐做法[S]. 北京: 全国石油天然气标准化技术委员会/石油工业出版社, 2021.
- [5] SY/T 7644—2021, 盐穴型储气库井筒及盐穴密封性检测技术规范[S]. 北京: 全国石油天然气标准化技术委员会/石油工业出版社, 2021.
- [6] SY/T 6638—2012, 天然气输送管道和地下储气库工程设计节能技术规范[S]. 北京: 全国石油天然气标准化技术委员会/石油工业出版社, 2012.
- [7] SY/T 7686—2023, 储气库库存评价技术规范[S]. 北京: 全国石油天然气标准化技术委员会/石油工业出版社, 2023.
- [8] SY/T 0610—2023, 地下水封洞库岩土工程勘察规范[S]. 北京: 全国石油天然气标准化技术委员会/石油工业出版社, 2023.
- [9] T/CI 218—2023, 压缩空气储能电站选点规划技术规程[S]. 北京: 中国国际科技促进会/中国标准出版社, 2023.
- [10] T/GSC 006—2024, 二氧化碳陆地封存工程选址指南[S]. 北京: 中国地质学会/地质出版社, 2024.
- [11] T/CSES 71—2022, 二氧化碳地质利用与封存项目泄漏风险评价规范[S]. 北京: 中国环境科学学会/中国环境科学出版社, 2022.
- [12] Q/SY 01418—2021, 盐穴型储气库声呐检测技术规范[S]. 北京: 中国石油天然气集团公司/石油工业出版社, 2021.
- [13] Yang C, Wang T, Chen H. Theoretical and Technological Challenges of Deep Underground Energy Storage in China[J]. *Engineering*, 2023, 25:168-181.
- [14] Mohammad Z, Behnam S. Underground hydrogen storage in a partially depleted gas condensate reservoir: Influence of cushion gas[J]. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 2022, 212:110304.
- [15] Deveci M. Site selection for hydrogen underground storage using interval type-2 hesitant fuzzy sets[J]. *International Journal of Hydrogen Energy*, 2018, 43(19):9353-9368.
- [16] Hao X, Zhao H, Ge Y. Selection decision of optimal hydrogen storage salt cavern based on combination weight and cumulative prospect theory[J]. *International Journal of Hydrogen Energy*, 2024, 90:447-459.
- [17] Grgic, D., Sahyouni F. A., Golfier F., et al. Evolution of Gas Permeability of Rock Salt Under Different Loading Conditions and Implications on the Underground Hydrogen Storage in Salt Caverns[J]. *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 2021, 55(2):1-24.
- [18] Zhu S, Shi X, Yang C, et al. Site selection evaluation for salt cavern hydrogen storage in China[J]. *Renewable Energy*, 2024, 224:120143.
- [19] Zhang H, Li Q, Yue X, et al. Study on the deformation and failure laws of surrounding rock under reduced roof thickness in Salt Cavern Gas Storage[J]. *Scientific reports*, 2024, 14:22529.
- [20] Zhixin Z, Wei L, Qiang G, et al. Tightness evaluation and countermeasures for hydrogen storage salt

- cavern contains various lithological interlayers[J]. Journal of Energy Storage, 2022, 50:104454
- [21] 杨春和,王贵宾,施锡林,等.中国大规模盐穴储氢需求与挑战[J]. 岩土力学,2024,45(01):1-19.
- [22] 纪文栋,万继方,贺育贤,等.中国盐穴储氢关键技术现状及展望[J]. 石油钻探技术,2024,52(04):158-166.
- [23] 井文君,杨春和,李银平,等.基于层次分析法的盐穴储气库选址评价方法研究[J]. 岩土力学,2012,33(09):2683-2690.
- [24] 王浩,徐俊辉,陆佳敏,等.大规模地质储氢工程现状及应用展望[J]. 中国地质,2025,52(01):180-204.
- [25] 李银平,马洪岭,施锡林,等.我国盐穴地下储库建设的挑战与对策研究——从“金坛模式”到“XX模式”[J]. 岩土力学,2024,45(10):2859-2869.
- [26] 祁生文,郑博文,路伟,等.二氧化碳地质封存选址指标体系及适宜性评价研究[J]. 第四纪研究,2023,43(02):523-550.
- [27] 武志德,刘冰冰,冉莉娜,等.盐穴储气库运行参数设计及稳定性评价研究[J]. 盐科学与化工,2024,53(12):1-5+10.
- [28] 完颜祺琪,冉莉娜,韩冰洁,等.盐穴地下储气库库址地质评价与建库区优选[J]. 西南石油大学学报(自然科学版),2015,37(01):57-64.
- [29] 郑雅丽,完颜祺琪,邱小松,等.盐穴地下储气库选址与评价新技术[J]. 天然气工业,2019,39(06):123-130.
- [30] 刘冰冰,冯进千,武志德,等.盐穴地下储氢库稳定性研究[J]. 盐科学与化工,2023,52(07):8-12+17.
- [31] 完颜祺琪,丁国生,赵岩,等.盐穴型地下储气库建库评价关键技术及其应用[J]. 天然气工业,2018,38(05):111-117.
- [32] 常小娜.中国地下盐矿特征及盐穴建库地质评价[D]. 中国地质大学(北京),2014.
- [33] 周照恒,周冬林,王建夫,等.中国盐穴氦气储库建设可行性与关键技术[J]. 油气储运,2024,43(03):272-280+288.
- [34] 袁光杰,夏焱,金根泰,等.国内外地下储库现状及工程技术发展趋势[J]. 石油钻探技术,2017,45(04):8-14.
-

ICS号 07.060

中国标准文献分类号 E16

关键词: 盐穴储氢库、选址、适宜性评价、多尺度

中国地质学会
团体标准编制说明

《盐穴储氢库选址技术规程》

**Technical Specifications for Site Selection of Salt Cavern
Hydrogen Storage**

《盐穴储氢库选址技术规程》标准编制组

中国地质学会团体标准编制说明

一、标准背景与目的意义

（一）标准背景

当前全球能源结构加速向低碳转型，氢气作为清洁、高效的二次能源，是实现“双碳”战略目标的核心载体之一。然而，氢气的大规模、长周期、低成本储存是制约氢能产业落地的关键瓶颈。盐穴因地质结构稳定、密封性优良、建库成本较低（相较于高压气态、液态储氢），成为规模化储氢的优选方案。深部盐穴储氢作为一种安全、高效的储氢方式，正逐渐受到关注。

我国拥有丰富的地下盐矿资源，如江苏金坛、河南平顶山等盐盆，具备开展深部盐穴储氢工程的良好条件，但盐穴储氢产业尚处于起步阶段。现有行业标准多聚焦于盐穴储气（一般指天然气）、压缩空气储能或二氧化碳地质封存等，缺乏针对氢气特性（如小分子、易泄漏、对材料相容性要求高、有爆炸风险等）的盐穴储氢库选址技术规范。

在此背景下，中国地质学会牵头启动本标准编制，旨在填补国内盐穴储氢库选址技术空白，为行业提供统一的技术框架。

（二）目的意义

氢气具有体积密度低、不易储存和运输的特点，是氢能产业发展的主要瓶颈之一。深部盐穴储氢技术利用地下盐穴

的巨大存储空间，实现了氢能的大规模、长期储存，为氢能产业提供了一种可靠的能源存储方式。

通过科学的地质适宜性评价与选址工作，可以确保盐穴储氢库选址的合理性、可行性和安全性，为深部盐穴储氢工程的建设和运行提供科学依据，保障国家能源供应的安全稳定。盐穴储氢库适宜性评价及选址工作在突破氢能存储瓶颈、提升储氢效率、扩大氢能应用、保障能源安全、优化能源结构、预防地质灾害、降低建设与运营成本等方面具有重要意义，有助于推动氢能产业在交通、电力、工业等领域的广泛应用，加速氢能经济的形成和发展。

依托于国家重点研发计划“氢能技术”专项项目课题“不同地质条件地下空间储氢适用性与优选方法”（课题编号：2023YFB4005501），建立符合我国国情与地质背景的盐穴储氢库选址技术规程，规范和指导深部盐穴大规模储氢适用性评价及选址工作，将为我国氢能产业的可持续发展奠定坚实基础。

二、工作简况

（一）任务来源

本标准由中国地质学会提出并归口，根据《中国地质学会团体标准管理办法》，于2025年3月正式立项（立项编号：CAGHP-2024-021），任务是制定盐穴储氢库选址的技术规程，满足市场对规模化储氢工程的技术需求。

（二）协作单位

本标准编制的协作单位包括：中国地质大学（北京）、清华大学、天津大学、中盐盐穴综合利用股份有限公司、中国矿业大学。

（三）主要工作过程

1. 立项准备阶段（2024年3-4月）：成立标准编制组，收集国内外盐穴储氢、储气库、压缩空气储能库及CO₂封存相关标准（共23项，如SY/T6638-2012、T/CI218-2023）。

2. 实地调研阶段（2024年4月-2024年9月）：文献调研及实地调研，查阅国内外文献、现有规程及相关技术报告，调查全国已有盐穴。调研江苏金坛、山东肥城等盐穴储库，明确标准编制重点。

3. 规程大纲编制阶段（2024年9月-2024年12月）：召开编写工作会议，完成编制规程大纲，确定“四尺度选址”核心逻辑，细化资料收集清单（如区域尺度需1:20-1:100万地质图）、勘察技术（如盐穴尺度需声呐测腔）等具体要求。

4. 形成工作大纲（送审稿）（2024年12月底），按照编制组讨论意见对编制工作大纲进行修改，形成工作大纲（送审稿），同立项申请书提交至中国地质学会。

5. 草案编制阶段（2025年1月-2025年3月）：进一步进行国内外相关资料搜集整理工作。

6. 完成立项（2025年3月19日），中国地质学会通过

视频方式召开了《盐穴储氢库选址技术规程》立项评审会。经专家评审，《盐穴储氢库选址技术规程》符合中国地质学会团体标准立项要求，准予立项。

7. 规范初稿的形成（2025年4月-2025年8月），进一步采用文献收集、现场调研和信函调研等方式，广泛征求和收集各方意见，针对技术规范编制涉及的难点问题展开研究，按分工完成专题研究报告。期间各编制单位按分工完成各自的编制任务，形成规范初稿。

8. 规范初稿咨询阶段（2025年8月-2025年9月），组织召开规范编制工作会议，邀请专家咨询指导组对规范初稿进行咨询。由来自中国地质调查局等单位的多名长期从事基础地质、构造地质、地质灾害、工程地质、岩石力学、岩土工程研究的专家参加了会议，并形成规范初稿咨询意见。

9. 征求意见阶段（2025年9月）：按照内部讨论和专家咨询意见，进一步完善标准规范，形成征求意见稿。由中国地质学会秘书处发函，征求有关单位和业内有关专家意见。

（四）主要起草人及其所做工作

为保障项目顺利实施，组织具有盐穴储氢库适宜性评价和选址研究经验的单位及相关人员，成立了编写小组。本标准编制牵头人为徐能雄、张彬，主要起草人员为徐能雄、张彬、梅生伟、雷华阳、陈留平、李树忱等15人，具体分工见表1。

表 1 主要起草人员及其工作

姓名	单位	主要工作
徐能雄	中国地质大学 (北京)	标准主编, 标准框架及术语定义编写
张 彬	中国地质大学 (北京)	标准副主编, 标准框架及适宜性评价指标体系
梅生伟	清华大学	风险要素分析章节编写, 氢气泄漏模型构建
雷华阳	天津大学	工程地质勘察方法及仪器设备要求编写
陈留平	中盐盐穴综合利用股份有限公司	提供工程案例数据, 验证储存潜力指标
李树忱	中国矿业大学	适宜性评价方法(层次分析、GIS 叠加)编写

三、标准编制原则和确定主要内容的论据

(一) 标准编制原则

本文件是规范盐穴储氢库选址方法的重要依据, 也是科学推动氢能发展的指导性文件。

编制原则:

(1) 系统性、完整性原则。内容全面、翔实, 涵盖盐穴储氢库评价指标选取、评价方法制定和选址工作等各个阶段。

(2) 符合法规、标准要求。吸收、采纳盐穴储气、压缩空气储能及二氧化碳封存等相关领域现有标准成果。

(3) 先进性原则。吸收国内外盐穴储气库及相关储气

工程封存潜力评价相关的新技术、新方法、新成果，体现先进性。

（4）实用性、可操作性原则。吸收国内外技术知名专家、科研院所、地勘单位的意见和建议，充分体现标准的代表性和广泛基础，使标准更具可操作性。

为使本文件内容全面、翔实、合理实用，达到先进性、权威性，项目组成员在充分调研、论证的基础上，采用资料收集与分析、国内研究团队调研、专家咨询等方式，为本文件编写提供基础。

参考了《GB/T 50455—2020 地下水封石洞油库设计标准》、《SY/T 7643—2021 储气库选址评价推荐做法》、《SY/T 0610—2023 地下水封洞库岩土工程勘察规范》、《T/CI 218—2023 压缩空气储能电站选点规划技术规程》、《T/GSC 006—2024 二氧化碳陆地封存工程选址指南》等有关技术标准，以及国际能源署（IEA）、美国能源部（U.S.DOE）等国内外权威报告及论文。

标准在文字表达上力求准确简明、通俗易懂、逻辑严谨。按国家《GB/T1.1—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》的规定作为本文件的编写制式和印制格式。

（二）确定标准主要内容

《盐穴储氢库选址技术规程》除前言、引言、范围、规

范性引用文件、术语和定义外，主体技术内容包括：第四章基本规定、第五章资料收集和分析、第六章工程地质勘察，第七章盐穴储氢库选址评价指标，第八章盐穴储氢库选址方法以及附录内容。

本标准正文共计 8 章，全文近 1 万 7 千字。标准的技术内容力求全面、合理、实用，《盐穴储氢库选址技术规程》各章节内容提要如下所述。

1.第四章 基本规定

本章明确盐穴储氢库选址的核心准则与技术框架，规定了选址区域的选择，提出了应遵循“资料充分、方法科学、成果真实、结论客观”及“由区域到局部”的原则。将评价尺度从开局上划分为区域、盐盆、场地、盐穴四个尺度，强调适宜性评价需综合工程地质条件、储存潜力条件与社会经济条件，最终结合风险要素分析划定选址，为后续资料收集、勘察及评价工作提供基本规定。

2.第五章 资料收集和分析

本章系统规定盐穴储氢库选址的资料收集与分析要求，明确四个尺度需按照不同比例尺收集资料，且针对每个尺度特点采用不同的搜集方式，并聚焦于各尺度的针对性资料搜集。基础资料需包含地质评价、市场需求、安全环保及地面现状四类，分析阶段需重点解析地层岩性、构造特征、地下水补径排条件及建设必要性，为后续勘察提供数据支撑。

3.第六章 工程地质勘察

本章按四个尺度匹配勘察技术，构建多尺度、多方法的工程地质勘察体系，探明矿段稳定性与密封性。同时明确勘察任务需查明区域稳定性、盐矿资源特征、场地潜在工程地质问题及施工条件等因素，并对物探、钻探、原位测试、室内试验、观测监测等勘察方法进行了较为详细的规定，保障勘察数据可靠。

4.第七章 盐穴储氢库选址评价指标

本章建立多尺度、多层级的选址评价指标体系，规定了先考虑选址尺度、再考虑库址要素的原则遴选指标，明确了各尺度指标侧重有所不同，且所有指标均从工程地质、储存潜力、社会经济三个维度分类，附录 A 明确了具体的选址指标及“适宜-基本适宜-不适宜”三级分级标准，确保评价可量化、可对比。

5.第八章 盐穴储氢库选址方法

本章提出应结合风险要素并遵循尺度从大到小开展盐穴储氢库适宜性评价的规定，提出采用层次分析法、综合模糊评价法等方法确定指标权重和指标分值，结合地面变形风险、氢气泄露风险、盐穴自身失稳风险等几类核心风险，最终将库址划分为“优良-中等-劣等”三级，并规定对评定结果的后续资料整理的相关规定，最终为工程决策提供完整技术依据。

（三）确定主要内容的论据

本文件是在广泛收集国内外盐穴储气库研究成果基础上，结合我国目前工作现状和需求编制完成。内容力求满足系统性、完整性、实用性的要求。为使本文件既简明扼要、预留未来潜力评价方法的进步空间，又避免规程内容冗长，部分计算参数的获取方式或计算公式没有编入，可查阅相关标准、文献等计算确定。

1.文献调研

为保证本标准的科学严谨，编制组进行了大量相关文献调研，其中《基于层次分析法的盐穴储气库选址评价方法研究》通过层次分析法构建盐穴储气库选址评价体系，确定 18 项指标权重并提出适宜度等级标准，为标准选址指标设计提供核心理论参考；《二氧化碳地质封存选址指标体系及适宜性评价研究》提出的多级别选址与风险监测框架，虽聚焦 CO₂ 封存，但其多尺度评估逻辑为标准盐穴储氢全流程风险管控提供借鉴；《中国大规模盐穴储氢需求与挑战》明确未来我国盐穴储氢库容需求，提出层状盐岩氢气渗透等不同科技挑战，为标准技术攻关方向提供依据；《中国盐穴储氢选址评价》为标准选址评价与容量测算提供量化支撑，上述文献共同为标准编制奠定理论与实践基础。

2.现场调研

为强化标准编制的实践支撑，编制组组织相关人员对盐

穴储氢库、地下水封油库、压缩空气储能库等工程现场开展调研（如图 1~图 4 所示）。在江苏金坛盐穴储库基地，围绕自然地理条件、区域地质概况以及拟建库区的工程地质条件与水文地质条件等方面，同步获取了地层岩性，地层构造，盐岩物理化学特征等关键工程数据，并进一步对金坛盐矿储氢库工程地质密封性进行调研，搜集顶底板的分布及岩性物性特征，顶底板的含盐性及可溶性，盐岩体的封闭性，断层的封闭性，各矿层间标志层分布特征，各矿层内夹层特征，夹层平面分布特征等关键信息，为标准内容的优化完善提供实践依据。



图 1 盐穴储氢库工程发展历程介绍现场



图 2 盐穴储氢库工程现场调研



图 3 地下水封油库工程现场调研



图 4 压缩空气储能库工程现场调研

3. 专家审查

对于没有参考资料的标准内容条款，由项目组提出条款内容草案，再通过专家会议研讨确定条款最终内容。草案初稿完成后，内部组织盐穴地质、储氢工程等相关领域专家，开展专业评审，从整体内容的逻辑性，协调性，完整性，实用性等维度提出修改意见，项目组通过进一步修改优化形成修订稿。

四、主要试验（验证）的准确度、可靠性、稳定性分析

本文件提出的多尺度评价方法和选址流程，融合了地质、技术、经济和工程实施条件，为盐穴储氢库选址提供了技术规程。本文件的制定能够科学推动相关工作，为后期的盐穴

储氢库场址筛选、工程地质勘察等提供较好的数据基础及依据。

五、与国内同类标准、国际标准和国外先进标准情况及水平对比

（一）国内同类标准对比

国内尚无盐穴储氢库选址专项标准，本标准填补了该空白，技术指标更贴合氢储存需求。与相关领域类似标准对比见表 2。

表 2 国内标准对比表

标准名称	适用范围	与本标准差异点	本标准优势
SY/T7644-2021	盐穴型储气库密封性检测	仅针对天然气，未考虑氢气小分子泄漏特性	新增氢气泄漏风险指标（如扩散系数）
T/GSC006-2024	二氧化碳陆地封存选址	侧重 CO ₂ 封存，盐穴评价指标较粗	细化盐穴尺度指标（如夹层厚度、盐岩纯度）
T/CI218-2023	压缩空气储能电站选点	针对储能电站，无储氢特异性要求	结合氢的腐蚀性、相容性要求

（二）国际标准及国外先进标准对比

国际上暂无盐穴储氢库选址专用标准。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准在起草过程中，组织盐穴储氢相关领域专家对标准初稿进行审查并提出修改建议，经过梳理论证、修改完善，最终编制各方及审查专家达成共识，未出现重大分歧意见。

七、贯彻团体标准的要求和措施建议

为贯彻标准，建议标准发布后，由中国地质学会团体标准专业技术委员会适时发布贯标的通知，并委托起草单位组织培训，切实推动这项团体标准的贯彻实施。

八、标准涉及的相关知识产权说明

本标准版权为中国地质学会所有，除了用于国家法律或事先得到中国地质学会的许可外，不得以任何形式或任何手段复制、再版或使用文本及其章节，包括电子版、影印件，或者发布在互联网及内部网络等。

九、其它应予说明的事项

本编制说明与《盐穴储氢库选址技术规程》（征求意见稿）配套使用，解释权归中国地质学会所有。

附件 3

中国地质学会团体标准征求意见表

标准项目名称： 盐穴储氢库选址技术规程

意见提出人：

所在单位：

联系电话：

邮 箱：

序号	标准章条编号	意见内容及理由	修改建议
1			
2			
3			
.....			

联系人： 张彬

联系电话： 02082323392

邮 箱： zhb@cugb.edu.cn

意见提出人（签名）：

年 月 日