

《地下水封洞库地下结构设计规范》 (征求意见稿) 编制说明

一、工作简况

1. 重要意义

自 1993 年我国由石油出口国迈入石油进口国行列以来，伴随着国民经济的快速发展，我国石油对外依存度越来越高，预计 2022 年我国对进口石油的依存度将超过 70%，这对我国的能源安全带来了巨大的潜在威胁，建立稳定的国家石油供给及石油战略储备体系是保障国民经济安全与健康运行的重要前提。根据国际能源组织的建议，石油输入国应保有 90 天石油战略储备，但目前我国石油战略储备量仅有约 30 天的储备量，难以满足国民经济发展的需求，差距巨大。修建更多的大型石油战略储备基地是提升我国石油战略储备能力、保障国家能源安全的迫切需求和重大举措。

当前国际石油储备库一般分为地上油库和地下油库两种，而作为大规模的石油战略储备库多以地下油库为主。与地上储备库相比，地下储备库具有安全性高、不占或少占耕地、投资省、污染小、保护环境、节省钢材、使用寿命长等优点。地上石油储备库单罐容量较小（一般为 $10 \times 10^4 \text{m}^3$ ，最大为 $15 \times 10^4 \text{m}^3$ ），储罐数量多，占地面积大（一至数百公顷），而我国土地资源十分紧张，难以满足建库需求；特别是地上石油库油罐一旦发生火灾，消防扑救困难，安全隐患大，对民生和环境影响大。经过专家论证，在条件允许的情况下，建议我国今后的石油储备库建设尽量采用地下石油储库的形式。

地下油库分为两种，一种是水封石洞油库（简称“水封洞库”），另一种是盐岩洞库。水封洞库的储油原理是在稳定的地下水位线以下一定深度，通过人工在地下岩石中开挖出一定容积的洞室，利用稳定地下水的水封作用密封储存在洞室内的石油；而盐岩洞库则是利用埋藏在一定深度的盐岩具有较好的气密性和液密性，且与各种油品接触时不发生化学变化，不溶解，不影响油品质量的特性，在冲刷出来的盐岩洞穴中储存油品。鉴于地下水封洞库具有安全性高、容量大、经济环保、占用土地资源少、运行管理费用低、使用寿命长、装卸速度快的优点，越来越被广泛应用，我国国家石油战略储备库将以地下水封洞库为主。

从国内外地下洞库的建设实践而言，我国也非常适合建设地下水封洞库。在国外已建设的地下库中，地下多为花岗岩体的北欧地区常采用水封洞库油库，而具有厚盐岩层的美国、加拿大等国家多建设盐溶洞库油库；我国的广东、福建、山东、浙江等沿海地区，广泛分布着花岗岩等地质构造，岩石坚硬，非常适合建设地下水封洞库。早在上世纪七十年代，我国在山东黄岛和浙江象山自行设计和建造了地下水封洞库，分别储存原油和柴油；近年来，国外公司先后在汕头、宁波和珠海建造了三座地下 LPG 水封洞库，施工均由中国公司承担，积累了丰富的建造地下水封洞库的经验。

地下水封洞库的地下结构主要包括洞口及洞门、主洞室与巷道结构、竖井、密封塞、操作巷道等，这些结构的断面尺寸、断面形状、埋深、设置结构的数量、结构的轴向、结构之间相互的间距等设计参数是地下水封洞库项目最关键核心的部分，直接关系到洞库项目建设

的好坏与成败，例如施工巷道的尺寸，如果设计的断面尺寸较大，则开挖施工工程量较大，同时对围岩破坏较大，会导致后期的涌水量增加，直接导致洞库的补水和污水量增加，运营成本会大大增加。如果设计断面尺寸较小，则存在影响施工工期，影响建设效率。

从目前的国内地下水封洞库建设实施情况来看，现行的地下水封洞库设计规范不够科学系统详细，个别已建地下水封洞库存在着地下水封洞库结构设置不合理的情况，从而导致了建设成本增加、运营成本增加和洞室结构稳定性风险加大的情况。

地下水封洞库工程的地下结构部分不同于其他一般地下工程项目，本身有较大的设计风险，同时也有较强的动态特性，对地下结构的形态有较高的要求，有较强的特殊性。因此，为有效保证地下水封洞库的设计科学合理，为项目的实施提供准确的设计文件，避免设计风险，亟需制定一项先进科学的地下水封洞库地下结构设计规范。

2. 任务来源

本标准依据《国家粮食和物资储备局办公室关于下达第二批物资储备行业标准制修订计划的通知》（国粮办发〔2021〕68号），计划完成时间是2022年。

本标准起草单位有招商局重庆交通科研设计院有限公司、国家石油储备中心、中海油石化工程有限公司、中铁隧道局集团有限公司、北京麦斯达夫科技股份有限公司、中国地质大学（北京）。

3. 主要编制过程

起草阶段：

（1）2021年7月6日，《海岛地下水封洞库勘察规范》《地下水

《封洞库地下结构设计规范》两项行业标准研讨会在浙江省杭州市召开。来自国家粮食和物资储备局标准质量管理办公室、国家石油储备中心、军事科学院防化研究院、中海油石化工程有限公司、浙江省工程物探勘察设计院有限公司、招商局重庆交通科研设计院有限公司、中铁隧道集团二处有限公司、中国地质大学（北京）、北京麦斯达夫科技股份有限公司等单位的专家共二十余人参加会议。

招商局重庆交通科研设计院副院长肖博做行业标准《地下水封洞库地下结构设计规范》项目汇报；与会专家对标准的大纲进行了认真研讨，一致认为该行业标准将填补地下水封洞库领域的标准空白，为规范“地下水封洞库”的勘察、设计、施工提供技术依据和理论支撑。会上，与会专家认为标准的大纲内容完整、结构合理，将对下一步的标准编制起到指引作用，并对下阶段的标准编制具体工作提出了意见和建议。

(2) 根据标准工作组内任务分工，各起草单位结合工作实际进行了深入的研究和论证。2022年5月8日，召开了第一次工作组研讨会，共同研究确定了标准框架内容和进一步的分工安排。5月22日，召开了第二次工作组研讨会，共同研究确定了首次合稿的标准文本，并提出进一步的修改意见和分工安排。5月29日，召开了第三次工作组研讨会，重点就各章节表述重复、矛盾之处进行了统一协调，并提出进一步的修改意见和分工安排。6月5日，经过标准工作组的统稿并分别确认，形成了征求意见稿。

二、标准编制原则和主要内容

《地下水封洞库地下结构设计规范》行业标准主要遵循以下原则：

1. 科学实用原则

依据我国地下结构设计的技术现状，系统分析了国家对地下水封洞库的建设需求，针对工程实践中的技术难题，编制兼具科学性与实用性的相关标准。

2. 参考国家标准

依据国家已发布的地下水封洞库设计相关标准，充分研究地下水封洞库工程中的地下结构设计需求，编制本标准。

3. 与国内现行做法及标准相协调

充分考虑我国石油战略储备工作实际，突出体现标准的科学性、前瞻性和适用性，考虑技术水平和工程能力编制相关标准，与现行相关标准保持协调一致。

4. 主要内容的确定及依据

1) 标准名称：《地下水封洞库地下结构设计规范》。

2) 范围：本文件规定了地下水封洞库地下结构设计的基本规定、工程勘察、总体设计、建筑材料、结构稳定性分析、衬砌结构通用设计、洞口及洞门、主洞室与巷道结构设计、竖井、密封塞、操作巷道及信息化施工与监测。

3) 规范性引用文件包括以下现行标准：

GB 175 通用硅酸盐水泥

GB/T 1499.1 钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋

GB/T 1499.2 钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋

GB/T 5117 非合金钢及细晶粒钢焊条

GB/T 5118 热强钢焊条

GB 6722 爆破安全规程

GB 50010 混凝土结构设计规范

GB 50011 建筑抗震设计规范

GB 50016 建筑设计防火规范

GB 50017 钢结构设计标准

GB 50086 岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范

GB 50218 工程岩体分级标准

GB/T 50455—2020 地下水封石洞油库设计标准

GB 50996 地下水封石洞油库施工及验收规范

JTG 3370.1—2018 公路隧道设计规范 第一册 土建工程

NB/T 35079 地下厂房岩壁吊车梁设计规范

4) 术语和定义：对地下水封洞库、动态设计、不良地质地段、锚喷衬砌、复合式衬砌等术语进行了定义。

5) 工程勘察：

明确了一般规定相关内容，从“选址勘察与初步勘察”、“详细勘察”、“施工勘察”、“补充勘察”四个阶段，明确了对应的工作规定，以及需向设计提供的内容。

6) 总体设计：

明确了一般规定、平面设计、纵断面设计、横断面设计的要求。

7) 建筑材料：

明确了一般规定相关内容，并对混凝土、喷射混凝土、注浆材料、钢材等建筑材料提出技术要求。

8) 结构稳定性分析：

明确了一般规定、围岩稳定性分析、复合式衬砌荷载计算的要求。

9) 衬砌结构通用设计:

明确了一般规定、锚喷衬砌、复合式衬砌、明洞衬砌、构造要求等内容。

10) 洞口及洞门:

明确了一般规定、洞口工程、洞门工程的技术要求。

11) 主洞室与巷道结构设计

明确了一般规定、施工巷道、水幕巷道、洞室、连接巷道、不良地质地段设计的技术要求。

12) 竖井:

明确了一般规定、工艺竖井、通风竖井、泵坑的技术要求。

13) 密封塞:

明确了一般规定、计算、布置位置、构造的技术要求。

14) 操作巷道:

明确了一般规定、布置、线形、断面、支护、竖井操作区洞室、紧急避难洞室、预留预埋的技术要求。

15) 信息化施工与监测:

明确了一般规定、施工方法、超前地质预报、施工监控量测、长期安全监测的技术要求。

三、主要试验分析、论证，预期经济效果

本标准坚持编制与实施相结合的方式，提升标准编制的质量、科学性和可行性。在多个国家石油战略储备地下水封洞库项目建设实施过程中，地下结构设计工作按照本规范的要求实施，指导了地下水封

洞库的设计和施工工作，取得了良好的效果。

四、采用国际标准和国外先进标准的程度

本标准未采用国际标准。

本标准在制定过程中未查到同类国际标准。

本标准主要参考了下列标准：

GB 50021 岩土工程勘察规范

GB/T 50123 土工试验方法标准

GB 50568 油气田及管道岩土工程勘察标准

CJJ 221 城市地下道路工程设计规范

JTG D70/2 公路隧道设计规范 第二册 交通工程与附属设施

NB/T 35090 水电站地下厂房设计规范

SL 377 水力水电工程锚喷支护技术规范

SY/T 7486 地下水封洞库工程物探规程

SY/T 7608 地下水封洞库水幕给水技术规范

本标准的总体技术水平属于国内领先水平。

五、与现行法律、法规和强标的关系

本标准与相关法律、法规及强制性标准协调一致，没有冲突。

目前国内地下水封洞库行业已经先后完成了《地下水封洞库岩土工程勘察规范》(SY/T 0610--2008)、《国家石油储备地下水封洞库工程项目初步设计编制规定》(NB/T 1004-2012)、《国家石油储备地下水封洞库工程项目建设标准》(NB/T 1003-2012)、《地下水封石洞油库施工及验收规范》(GB 50996-2014)、《地下水封石洞油库设计标准》(GB 50455-2020)、《地下水封洞库工程物探规程》(SY/T 7486-2020)、

《地下水封洞库水幕给水技术规范》（SY/T 7608-2020）等国家或行业标准。本规范完成后将与这些标准配套使用，从而逐步形成一个较为完整的地下水封洞库标准体系。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准在制定发布过程中无重大分歧意见。

七、标准作为强标或推标的建议

建议行业标准《地下水封洞库地下结构设计规范》作为推荐性标准发布实施。

八、贯彻标准的要求和措施建议

建议本标准在发布 1 个月后实施。

本标准发布后，应向国内地下水封洞库工程项目相关单位进行宣传、贯彻，重点对标准中涉及技术参数和性能要求等内容进行宣贯，并向所有从事地下水封洞库项目地下结构设计的相关人员推荐执行本标准。

九、废止现行有关标准的建议

无

十、其他应予以说明的事项

无

标准工作组

2022 年 6 月