

UDC

中华人民共和国国家标准

GB

P

GB/T 50455—20XX

## 地下水封石洞油库技术标准

Technical standard of underground oil storage in rock caverns

(征求意见稿)

20XX—XX—XX 发布

20XX—XX—XX 实施

中华人民共和国建设部

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

地下水封石洞油库技术标准

Technical standard of underground oil storage in rock caverns

GB/T 50455—20XX

主编部门：中国石油化工集团公司

批准部门：中华人民共和国建设部

施行日期：20XX年XX月XX日

中国计划出版社

20XX 北京

## 前 言

本标准是根据住房城乡建设部《关于印发 2017 年工程建设规范制修订及相关工作计划的通知》（建标[2016]248 号）的要求，对原国家标准《地下水封石洞油库设计规范》GB50455-2008 进行修订。

本标准在修订过程中，标准编制组对国内外的水封洞库展开了调研，总结了我国水封洞库多年的设计、建设、管理经验，参考了国内外有关规定和标准。对本标准修订涉及的内容展开了必要的专题研究和技术研讨，广泛征求设计、施工、科研、生产、消防监督等部门和单位的意见，对主要问题进行多次讨论、反复修改，最后经审查定稿。

本标准共分 19 章和 4 个附录，主要内容包括：总则、术语、一般规定、库址选择、工程勘察、总平面布置、储运、地下工程、清理、标定及气密性试验、安全监测、消防设施、给排水及污水处理、电气、电信、仪表及自动控制、供暖、通风和空气调节、施工及验收、环境保护、安全及职业卫生、节能等。

与原国家标准《地下水封石洞油库设计规范》GB50455-2008 相比，本次修订主要内容是：

1. 扩大了适用范围，也适用于非储备性质的地下水封石洞油库；
2. 修订了地下水封石洞油库日渗水量、洞罐装量系数、不同期建设相邻地下水封石洞油库间距等主要参数；
3. 增加了有关竖井管道的规定；
4. 调整了地下工程章节顺序，增加了施工通风、动态设计的规定；
5. 增加了有关洞罐严密性试压、安全监测的规定；
6. 增加了有关地面设施漏油及事故污水收集的规定；
7. 增加了有关操作巷道消防、通风、安全设施设置的规定；
8. 增加了有关电信系统的规定；

9.增加了有关施工及验收的规定。

本标准由住房和城乡建设部负责管理，由中国石化集团公司负责日常管理工作，由海工英派尔工程有限公司负责具体技术内容的解释。本标准在执行过程中，如发现需要修改补充之处，请将意见和有关资料寄送至海工英派尔工程有限公司（地址：山东省青岛市崂山区松岭路 197 号，邮编 266101），以便在今后修订时参考。

本标准的主编单位、参编单位和主要起草人：

**主 编 单 位：**海工英派尔工程有限公司

**参 编 单 位：**中国地质大学（北京）

中铁隧道局集团有限公司

中石化广州工程有限公司

中石化上海工程有限公司

中国石化工程建设有限公司

中国国际工程咨询有限公司

**主要起草人：**

**主要审查人：**

# 目 次

1	总 则	1
2	术 语	2
3	一 般 规 定	5
4	库 址 选 择	7
5	工 程 勘 察	10
5.1	一 般 规 定	10
5.2	选 址 勘 察	10
5.3	初 步 勘 察	11
5.4	详 细 勘 察	12
5.5	施 工 勘 察	13
6	总 体 布 置	14
6.1	一 般 规 定	14
6.2	总 平 面 布 置	14
6.3	竖 向 布 置	16
7	储 运	18
7.1	一 般 规 定	18
7.2	洞 罐	18
7.3	潜 油 泵、潜 水 泵	21
7.4	竖 井 管 道	21
8	地 下 工 程	23
8.1	一 般 规 定	23
8.2	布 置	23
8.3	支 护	28
8.4	防 水	30
8.5	施 工 通 风	32
8.6	动 态 设 计	33
9	清 理、标 定 和 气 密 性 试 验	35
9.1	清 理	35
9.2	标 定	35
9.3	气 密 性 试 验	36
10	地 下 工 程 安 全 监 测	37
11	消 防 设 施	38
11.1	一 般 规 定	38
11.2	灭 火 器 材 配 置	39

12	给排水及污水处理 .....	40
12.1	给 水 .....	40
12.2	排 水 .....	40
12.3	污 水 处 理 .....	41
13	电 气 .....	43
13.1	供 配 电 .....	43
13.2	防 雷 及 防 静 电 .....	44
14	电 信 .....	46
14.1	一 般 规 定 .....	46
14.2	行政电话系统 .....	47
14.3	调度电话系统 .....	47
14.4	计算机局域网 .....	48
14.5	无线通信系统 .....	48
14.6	扩音对讲系统 .....	48
14.7	火灾自动报警系统 .....	49
14.8	电视监视系统 .....	50
14.9	周界报警系统 .....	51
14.10	智能卡系统 .....	51
15	仪表及自动控制 .....	52
15.1	仪表及控制系统 .....	52
15.2	控 制 室 .....	53
15.3	仪表接地及防雷 .....	53
15.4	仪表电缆敷设 .....	53
16	供暖、通风和空气调节 .....	55
16.1	供 暖 .....	55
16.2	通 风 .....	56
16.3	空 气 调 节 .....	58
17	施工及验收 .....	61
18	环境保护、安全及职业卫生 .....	62
18.1	环 境 保 护 .....	62
18.2	安全及职业卫生 .....	63
19	节 能 .....	65
附录 A	计算间距的起讫点 .....	66
附录 B	锚喷支护类型及其参数 .....	67
附录 C	锚杆对不稳定块体的抗力计算 .....	69
附录 D	竖井及操作巷道爆炸危险区域的等级范围划分 .....	71
	本标准用词说明 .....	74

## Contents

1	General provisions .....	错误！未定义书签。
2	Terms.....	错误！未定义书签。
3	General requirements .....	错误！未定义书签。
4	Site location.....	错误！未定义书签。
5	Engineering survey .....	错误！未定义书签。
5.1	General requirements .....	错误！未定义书签。
5.2	Site selection survey .....	错误！未定义书签。
5.3	Preliminary survey.....	错误！未定义书签。
5.4	Detailed survey.....	错误！未定义书签。
5.5	Construction survey .....	错误！未定义书签。
6	General layout.....	错误！未定义书签。
6.1	General requirements .....	错误！未定义书签。
6.2	General layout .....	错误！未定义书签。
6.3	Vertical arrangement .....	错误！未定义书签。
7	Storage and transportation .....	错误！未定义书签。
7.1	General requirements .....	错误！未定义书签。
7.2	Caverns tank.....	错误！未定义书签。
7.3	Submersible oil pump and submersible water pumps .....	错误！未定义书签。
7.4	Shaft pipeline .....	错误！未定义书签。
8	Underground works.....	错误！未定义书签。
8.1	General requirements .....	错误！未定义书签。
8.2	Layout.....	错误！未定义书签。
8.3	Support .....	错误！未定义书签。
8.4	Water resistance.....	错误！未定义书签。
8.5	Construction ventilating .....	错误！未定义书签。
8.6	Dynamic design .....	错误！未定义书签。
9	Cavern tank cleaning and capacity calibration and pressure test	错误！未定义书签。

9.1	Cleaning.....	错误！未定义书签。
9.2	Capacity calibration.....	错误！未定义书签。
9.3	Pressure test.....	错误！未定义书签。
10	Underground works safety monitoring.....	错误！未定义书签。
11	Fire-fighting facilities.....	错误！未定义书签。
11.1	General requirements.....	错误！未定义书签。
11.2	Fire-fighting equipment configuration.....	错误！未定义书签。
12	Water supply and drainage and sewage treatment.....	错误！未定义书签。
12.1	Water supply.....	错误！未定义书签。
12.2	Water drainage.....	错误！未定义书签。
12.3	Sewage treatment.....	错误！未定义书签。
13	Electric.....	错误！未定义书签。
13.1	Power supply and distribution.....	错误！未定义书签。
13.2	Lightning-proof and antistatic measures.....	错误！未定义书签。
14	Telecommunications.....	错误！未定义书签。
14.1	General requirements.....	错误！未定义书签。
14.2	Administrative telephone system.....	错误！未定义书签。
14.3	Dispatching telephone system.....	错误！未定义书签。
14.4	Local area network.....	错误！未定义书签。
14.5	Wireless communication system.....	错误！未定义书签。
14.6	Amplifying intrcom system.....	错误！未定义书签。
14.7	Automatic fire alarm system.....	错误！未定义书签。
14.8	CCTV surveillance system.....	错误！未定义书签。
14.9	Perimeter alarm system.....	错误！未定义书签。
14.10	Smart card control system.....	错误！未定义书签。
15	Instrumentation and autocontrol.....	错误！未定义书签。
15.1	Instrumentation and control system.....	错误！未定义书签。
15.2	Control room.....	错误！未定义书签。
15.3	Grounding and against lightning for instrument.....	错误！未定义书签。
15.4	Installation of instrument cable.....	错误！未定义书签。
16	Heating, ventilation and air conditioning.....	错误！未定义书签。



16.1 Heating .....	错误！未定义书签。
16.2 Ventilation .....	错误！未定义书签。
16.3 Air conditioning .....	错误！未定义书签。
17 Construction and acceptance .....	错误！未定义书签。
18 Environmental Protection, safety and health .....	错误！未定义书签。
18.1 Environmental protection .....	错误！未定义书签。
18.2 Safety and health .....	错误！未定义书签。
19 Energy saving .....	错误！未定义书签。
Appendix A Starting and end points of safety distances .....	错误！未定义书签。
Appendix B Bolt/shotcrete support types and their parameters .....	错误！未定义书签。
Appendix C Calculation for the resistance of a bolt to the unstable rock mass .....	错误！未定义书签。
Appendix D Classification of explosion risk areas in shafts and operation tunnel .....	71
Explanation of the wording in this standard .....	错误！未定义书签。

# 1 总 则

1.0.1 为在地下水封石洞油库设计中贯彻执行国家有关方针政策，统一技术要求，节约能源资源，保护环境，做到安全适用，技术先进，经济合理，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于储存原油、成品油地下水封石洞油库的新建、改建和扩建工程设计。

本标准不适用于人工洞内离（贴）壁钢罐、自然洞石油库、盐穴洞库及液化石油气（LPG）地下水封石洞库的工程设计。

1.0.3 地下水封石洞油库设计除执行本标准外，尚应符合国家现行有关标准规范的规定。



## 2 术 语

### 2.0.1 地下水封石洞油库 Underground oil storage in rock caverns

由位于地下水位以下一定深度岩体中开挖出的采用水封原理储存油品的地下空间系统，以及配套的辅助设施共同组成的油品存储库。简称水封洞库。

### 2.0.2 洞室 Cavern

在岩体内挖掘出的用于储存原油或成品油的地下空间。

### 2.0.3 洞罐 Caverns tank

由一个或几个相互连通的洞室组成的独立储油单元，功能相当地面的一座油罐。

### 2.0.4 连接巷道 Connecting tunnel

洞室之间相互连接以保证储存的原油或成品油在洞室间相互流通，并保持液位等同的通道。

### 2.0.5 施工巷道 Access tunnel

为洞室的施工掘进，满足施工期间设备通行、出渣、通风、给排水、供电、人员通行的需要，从地面通往洞室的通道。

### 2.0.6 竖井 Shaft

由洞室至地面或操作巷道的竖直通道。

### 2.0.7 竖井操作区 Shaft operation area

竖井口周围供油泵、水泵、仪表、电气等的维护、操作和管理的区域。

### 2.0.8 水幕系统 water curtain system

由水幕巷道、水幕孔和供水系统等组成的，用于满足洞罐水封条件的工程系统的总称。

### 2.0.9 水幕巷道 Water curtain tunnel

用于水幕孔施工，并向水幕孔供水的巷道。

#### 2.0.10 水幕孔 Water curtain hole

为满足洞罐水封条件，用于注水而钻的孔。

#### 2.0.11 密封塞 Concrete plug

设置在施工巷道或竖井内，用于封堵洞罐的钢筋混凝土结构。

#### 2.0.12 泵坑 Pump pit

在洞室底部，正对着竖井用于安放潜油泵、潜水泵及仪表的坑槽。

#### 2.0.13 水垫层 Water bed

在洞室底部保持一定高度，用于原油或成品油内杂质沉积并汇集裂隙水的水层。

#### 2.0.14 观测孔 Monitoring well

用于监测地下水位及水质的孔。

#### 2.0.15 操作巷道 Operation tunnel

由地面通向各竖井操作区的巷道。

#### 2.0.16 建筑界限 Storage boundary

保持水封洞库结构稳定所需的建筑保护区域的边界线。

#### 2.0.17 水力保护界限 Hydrogeological boundary

保持水封洞库稳定的设计地下水位所需的水力保护区域的边界线。

#### 2.0.18 油气回收装置 Vapor recovery unit

回收地下洞罐呼出油气的装置。

#### 2.0.19 渗水量 Seepage volume

单位时间内通过岩体裂隙渗入洞罐内的地下水的量。

#### 2.0.20 固定水位法 Fixed water level method

洞罐底部水垫层顶高程不随油品储量变化的储油方法。

#### 2.0.21 超前地质预报 Geologic prediction

运用地质测绘、物探和超前探孔等技术对开挖工作面前方一定范围内的地质情况进行预判的方法。

#### **2.0.22 动态设计 Dynamic design**

根据水封洞库施工揭露的地质情况以及监测到的围岩变形、受力与破坏情况，对地质结论、设计参数及地下结构设计方案进行动态调整的设计方法。

#### **2.0.23 岩土工程正演法反分析 Geotechnical engineering reverse analyze**

通过岩土工程实体试验或施工后实际表现性状监测数据，反算岩土工程关键技术参数，并据此验证设计方案、查验工程效果及分析事故技术原因的分析方法。

### 3 一般规定

3.0.1 水封洞库的设计库容应综合考虑储存介质的种类、年周转量、周转次数、地质水文条件及进出库运输条件等因素并经技术经济分析确定。

3.0.2 水封洞库储存油品的火灾危险性分类，应符合表 3.0.2 的规定。

表 3.0.2 水封洞库储存油品的火灾危险性分类

类别		油品闪点 $F_t$ (°C)
甲		$F_t < 28$
乙	A	$28 \leq F_t \leq 45$
	B	$45 < F_t < 60$
丙	A	$60 \leq F_t \leq 120$
	B	$F_t > 120$

注：闪点小于 60°C 且大于或等于 55°C 的轻柴油，如果操作温度小于或等于 40°C 时，其火灾危险性可视为丙<sub>A</sub>类。

3.0.3 水封洞库内地面生产性建筑物和构筑物的耐火等级不得低于表 3.0.3 的规定。

表 3.0.3 水封洞库内生产性建筑物和构筑物的耐火等级

序号	建筑物和构筑物	油品类型	耐火等级
1	油泵房、阀门室、竖井室	甲、乙	二级
		丙	三级
2	化验室、计量间、控制室、锅炉房、变配电间、空气压缩机房	—	二级
3	机修间、器材库、水泵房、油泵棚、阀门棚、竖井棚	—	三级

注：1 建筑物和构筑物构件的燃烧性能和耐火极限应符合现行国家标

准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

2 三级耐火等级的建筑物和构筑物的构件不得采用可燃材料建造。

3.0.4 储备性质的水封洞库储存原油时宜选择低凝低粘原油，储存成品油时宜选择常温储存油品。

3.0.5 水封洞库不应储存具有水溶性、毒性程度为 I、II 级、遇水易变质或储存温度接近或高于洞室裂隙水沸点的油品。

3.0.6 水封洞库中不可维修的材料和设备的设计寿命不宜小于 50 年。

3.0.7 储备性质的水封洞库及其外部连接的储运系统应具备应急投放能力。

3.0.8 水封洞库地面投影界限外 50m 内，不得建设影响地下储油洞罐稳定的建筑物和构筑物；不得从事危及地下洞库稳定和安全的活动。

3.0.9 水力保护界限应根据洞库区的水文地质条件确定，不宜小于地下储油洞罐地面投影外扩 200m。

3.0.10 水力保护界限内不应设置影响水封洞库水位变化的取水设施。

3.0.11 水封洞库预可行性研究、可行性研究、基础设计、详细设计应以相应阶段地质勘察成果为依据。



## 4 库址选择

4.0.1 水封洞库库址选择应符合城乡规划、环境保护、安全和卫生的要求，并应根据所在地区的气象、水文、交通、供水、供电、通信以及可用土地等条件确定。

4.0.2 库址宜选择靠近原油、成品油需求量大或消费集中的地区，且宜依托现有码头、油库、管道等储运设施。

4.0.3 库址的地质、水文条件应符合下列规定：

- 1 区域地质稳定，地质构造较简单；
- 2 围岩岩石坚硬程度为坚硬岩或较坚硬岩；
- 3 围岩岩石完整程度为完整、较完整，且稳定性良好；
- 4 岩体透水性弱、有稳定地下水位。

4.0.4 水封洞库不应在下列地区内选址：

- 1 环境敏感区；
- 2 抗震设防烈度为9度或9度以上区域，活动断裂构造部位或发震断裂带；
- 3 不良地质作用发育且对库址稳定性有直接危害或潜在威胁的区域；
- 4 含过量有害气体与放射性元素的岩体分布区域；
- 5 岩石矿物成分和地下水对储存原油或成品油质量有严重影响的区域。

4.0.5 水封洞库地上设施与周围居住区、工矿企业、交通线等的防火距离不得小于表4.0.5的规定，表中未列设施与周围建筑物和构筑物的防火距离应按现行国家标准《石油库设计规范》GB 50074以及《石油储备库设计规范》GB 50737的有关规定执行。

表 4.0.5 水封洞库地上设施与周围居住区、工矿企业、  
交通线等的防火距离 (m)

序号	名称		水封洞库地上设施	
			竖井	火炬
1	居住区及公共建筑		60	120
2	工矿企业		40	120
3	铁路	国家铁路	40	80
4		企业铁路	30	80
5	公路	高速公路和一级公路	30	80
6		二、三级公路	25	80
7		其他公路	15	60
8	国家一、二级架空通信线路		40	80
9	架空电力线路和不属于国家一、二级的架空通信线路		1.5 倍杆高	80

注：1 计算间距的起讫点见附录 A。

2 对于电压大于或等于 35KV 的架空电力线，序号 9 中竖井与电力线的安全距离除应满足本表要求外，还应大于 30m。

3 非水封洞库用的库外埋地电缆与水封洞库围墙的距离不应小于 3m。

4 表中的工矿企业为除石油化工企业、石油库、油气田的油品站场和长距离输油管道的站场、地下水封石洞油库、LPG 地下水封洞库以外的企业。

5 火炬为可能携带可燃液体的火炬，其他火炬应根据燃烧的辐射热计算确定与库外建筑物和构筑物的防火距离。

**4.0.6** 水封洞库地上设施与石油化工企业之间的距离，应符合《石油化工企业设计防火规范》GB 50160 的有关规定；水封洞库地上设施与石油库之间的距离，应符合现行国家标准《石油库设

计规范》GB 50074 的有关规定；水封洞库地上设施与石油储备库之间的距离，应符合现行国家标准《石油储备库设计规范》GB 50737 的有关规定；水封洞库地上设施与石油天然气站场、长距离输油管道站场之间的距离，应符合现行国家标准《石油天然气工程设计防火规范》GB 50183 的有关规定；水封洞库地上设施与相邻水封洞库地上设施之间的距离，应按本标准表 6.2.1 的规定增加 50%。

**4.0.7** 水封洞库的围墙与库外露天爆破作业场地的安全距离，不宜小于 300m，当安全距离不能满足时，应进行爆破安全性评价。

**4.0.8** 水封洞库洞室外壁地面投影与已建居住区、公共建筑、企业围墙、交通线的距离不应小于 50m。

**4.0.9** 两个水封洞库同期建设时，不同洞库的相邻洞室净间距应为洞室跨距两倍以上，两洞室间应设垂直水幕相隔；不同期建设时，后期建设的洞室与已建洞库洞室的距离不应小于 100m，两洞库之间垂直水幕的设置应根据水力分析确定。

## 5 工程勘察

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 工程地质勘察应与设计阶段相适应,预可行性研究阶段应进行选址勘察,可行性研究阶段应进行初步勘察,基础设计阶段应进行详细勘察,详细设计与施工阶段应进行施工勘察。

**5.1.2** 工程勘察应按设计要求提供各设计阶段所需的勘察成果,并在施工阶段对前期勘察数据进行验证、动态修正。

**5.1.3** 水封洞库地上设施的岩土工程勘察应符合《岩土工程勘察规范》GB 50021 的规定;配套输油管道的岩土工程勘察应符合《油气田及管道岩土工程勘察规范》GB 50568 的规定。

### 5.2 选址勘察

**5.2.1** 选址勘察应初步查明库址所在区域的区域地层岩性与区域构造稳定性,调查建库所需的工程地质条件和水文地质条件,并对库址的地质适宜性进行评价。

**5.2.2** 选址勘察比选库址不宜少于两处。

**5.2.3** 选址勘察应以地质调查和地质测绘为主,在此基础上辅以物探和少量钻探。

**5.2.4** 选址勘察报告应包括下列内容:

1 库址区域的地形、地质、水文、气象、地震、交通等基本情况;

2 库址选择方案比较,推荐库址方案;

3 推荐库址 1:10000 综合工程地质图;

- 4 推荐库址钻探、物探和试验成果；
- 5 可用岩体的范围、总面积、洞室轴线方向、洞罐埋深、洞室的高度与跨度；
- 6 存在问题及建议。

### 5.3 初步勘察

- 5.3.1 初步勘察应基本查明选定库址的工程地质和水文地质条件，建立地质模型。
- 5.3.2 初步勘察应在预可行性研究阶段确定的库址进行。
- 5.3.3 初步勘察应基本查明库址范围的地层、岩性和构造，优选建库范围，优化水封洞库布置建议洞室埋深和轴线方向。
- 5.3.4 初步勘察应初步建立地下水动态观测网并实施长期监测。
- 5.3.5 初步勘察报告应包括下列内容：
  - 1 库址的地形地貌条件和物理地质现象；
  - 2 库址 1:2000~1:5000 综合工程地质图；
  - 3 库址区的岩性（层）、构造，岩层的产状，主要断层、破碎带和节理裂隙密集带的位置、产状、规模及其组合关系；
  - 4 库址区的地下水位、渗透性和水化学成分等水文地质参数；
  - 5 库址区岩体质量预分级、地应力状态分布规律，提出洞室轴线方向、跨度、间距等有关地下工程布置的建议；
  - 6 初步确定稳定地下水位标高，提出洞罐埋深初步建议；
  - 7 岩（土）体的物理力学指标、放射性指标、岩石化学成分、岩体对油品影响评价；
  - 8 洞库渗水量的估算、地下水流场分析、洞室岩体稳定性分析；
  - 9 存在问题及建议。

## 5.4 详细勘察

5.4.1 详细勘察应进一步查明确定库址的工程地质和水文地质条件，重点查明地下工程关键部位的地质情况，完善地质模型。

5.4.2 详细勘察应基本查明库址范围的地层、岩性和构造，重点查明地下工程重要部位的地质情况。

5.4.3 详细勘察应完善地下水动态观测网。

5.4.4 详细勘察报告应包括下列内容：

- 1 库址区 1:2000 综合工程地质图；
- 2 主洞室、施工巷道、水幕巷道纵断面工程地质图；
- 3 施工巷道口边坡、仰坡的稳定性分析；
- 4 库址区的岩性（层）、构造，岩层的产状，主要断层、破碎带和节理裂隙密集带的位置、产状、规模及其组合关系；
- 5 地下水位、渗透性和水化学成分等水文地质参数，地下水监测成果，预测掘进时突然涌水的可能性，估算最大渗水量；
- 6 主要软弱结构面的分布和组合情况，并结合岩体应力评价洞顶、边墙和洞室交叉部位岩体的稳定性，提出处理建议；
- 7 竖井的岩体结构、节理性质、岩体（块）特性、岩（土）体的物理力学指标；
- 8 根据地下工程设计布置进行岩体质量分级统计，并给出支护建议；
- 9 按岩体质量分级结果确定建库岩体范围，提出洞室轴线方向、跨度、间距、巷道口位置等的建议；
- 10 确定稳定的地下水位标高，提出洞罐埋深建议；
- 11 库址岩体质量分段分级及范围、洞室稳定性分析评价；
- 12 存在问题及建议。

## 5.5 施 工 勘 察

5.5.1 施工勘察应在详细勘察的基础上,结合施工开挖所暴露的实际地质情况进行实时勘察,必要时进行专项地质勘察。

5.5.2 施工勘察应建立地下水动态观测网。

5.5.3 施工勘察应包括下列内容:

1 编制巷道、竖井、洞室的地质展示图和洞室顶、壁、底板基岩地质图以及洞室围岩含水实况展示图等;

2 测定岩体爆破松动圈及岩体应力;

3 提出进一步超前地质预报的建议;

4 实测洞库渗水量,预测洞库投产后地下水位恢复情况;

5 对地下水动态进行观测;

6 对复杂地质问题应进行工程地质论证,提出施工方案建议,必要时进行补充勘察;

7 编写施工勘察报告。

## 6 总体布置

### 6.1 一般规定

6.1.1 水封洞库内的设施宜分区布置，分区内主要设施宜按表 6.1.1 划分。

表 6.1.1 水封洞库分区及主要设施划分

序号	分区	分区内主要设施
1	地下生产区	洞罐、施工巷道、操作巷道、竖井、水幕巷道等
2	地上生产区	油泵站、计量标定区、阀组区、竖井操作区、油气回收装置、火炬、通气管、地上油罐区、油品装卸设施等
3	辅助生产区	变电配所、消防设施、器材库、机修间、锅炉房、化验室、污水处理设施、气体补偿设施、中心控制室等
4	行政管理区	办公室、守卫室、汽车库等

注：竖井操作区位于操作巷道内时，划为地下生产区。

6.1.2 水封洞库的地上设施宜布置在地下生产区的上方。

6.1.3 水封洞库地上设施使用性质相近的建筑物和构筑物，在符合生产使用和安全防火的要求下，宜合并设置。

### 6.2 总平面布置

6.2.1 水封洞库地上设施之间的最小防火距离应符合表 6.2.1 的规定。



表 6.2.1 水封洞库地上设施之间的防火距离 (m)

序号	名称	竖井	油气回收装置	火炬
1	油罐 (地面)	40	25	90
2	油泵站	20	15	90
3	油气回收装置	25	—	90
4	油品装卸车鹤管	20	30	90
5	隔油池	20	20	90
6	消防泵房	30	30	90
7	办公楼、中心控制室、专用消防站、宿舍、食堂等人员集中的场所	40	40	90
8	有明火及可散发火花的建筑物及场所	20	30	60
9	现场机柜室、独立变配电室	20	25	90
0	其他建筑物	15	15	90
11	火炬	90	90	—
12	围墙或围栅	10	10	10

注：1 油泵房从建筑物外墙算起，露天泵和泵棚从泵算起。

2 火炬为可能携带可燃液体的火炬，其他火炬应按根据燃烧的辐射热计算确定与建筑物和构筑物的防火间距。

3 围墙或围栅指水封洞库地上设施外边界围墙或围栅。

4 若有焚烧炉，按明火场所考虑防火距离。

5 计算间距的起讫点见附录 A。

6 表中未列出的，最小防火距离应符合现行国家标准《石油库设计规范》GB 50074 的有关规定。

6.2.2 水封洞库的建筑界限应设置永久性标志。

6.2.3 水封洞库设有地面储罐且总容量达到三级及以上石油库标准时，通向外部公路的车辆出入口不应少于两处，并宜位于不同方

位；当水封洞库没有地面储罐或者地面储罐总容量只达到四、五级石油库标准，且受地域、地形等条件限制时，应至少设置一处通向外部公路的车辆出入口和一处人员逃生出入口，并宜位于不同方位。

**6.2.4** 办公室、中心控制室、食堂、宿舍、消防车库等人员集中的场所，宜布置在地上生产区全年最小频率风向的下风侧。

**6.2.5** 道路的设置应符合下列规定：

1 水封洞库地面上的主要道路宜为郊区型，路面宽度不应小于 7m；

2 地上油罐组的道路设置应符合现行国家标准《石油库设计规范》GB 50074 的有关规定；

3 地上竖井操作区之间应设置道路；道路的宽度不应小于 7m，转弯半径不应小于 12m，并应与其他道路相通。受地形限制时可设置有回车场的尽头式道路；

4 应设置通向地下水监测孔的人行通道。

**6.2.6** 竖井口周围应设置满足操作维修的场地。

**6.2.7** 地上设施区宜进行绿化，地上生产区不宜种植含油脂较多的树木，宜选择含水分较多的树种。

**6.2.8** 库区排洪及截洪设施不应与库区污水排放管连通。

### 6.3 竖向布置

**6.3.1** 水封洞库地上设施防洪标准应按洪水重现期不小于 100 年设计；

**6.3.2** 水封洞库地上设施场地设计标高，应符合下列规定：

1 地上设施所处场地应避免洪水、潮水及内涝水的淹没；

2 对于受洪水、潮水及内涝水威胁的场地，当靠近江河、湖泊等地段时，场地的最低设计标高，应比设计频率计算水位高 0.5m 及

以上；当在海岛、沿海地段或潮汐作用明显的河口段时，场地的最低设计标高，应比设计频率计算水位高 1.0m 及以上。当有波浪侵袭或有壅水现象时，尚应加上最大波浪或壅水高度。

**6.3.3** 行政管理区、中心控制室、消防泵房、专用消防站、总变电所宜位于相对于地上生产区地势较高的场地处，或有防止事故状态下流淌火流向该场地的措施。

**6.3.4** 水封洞库的围墙设置，应符合下列规定：

1 水封洞库地面设置有油罐时，其地上设施的外边界应设置高度不小于 2.5m 的非燃烧体实体围墙；

2 水封洞库地面无油罐时，其地上设施的外边界宜设置高度不小于 2.5m 的非燃烧体实体围墙，当受地形等条件限制时，可只在漏油可能流经的低洼处设置，在地势较高处可设置非实体围墙或围栅；

3 水封洞库临海、邻水侧的围墙，其 1m 高度以上可为铁栅栏围墙。

4 行政管理区与地上生产区之间宜设置围墙或围栅。当采用非实体围墙时，围墙下部 0.5m 高度以下范围内应为实体墙；当行政管理区位于比地上生产区高 0.5m 以上处时，二者之间的围墙或围栅可为任意形式。

5 围墙实体部分的下部不应留有孔洞（集中排水口除外）。

## 7 储 运

### 7.1 一 般 规 定

7.1.1 水封洞库工艺流程应满足下列要求：

- 1 接收外部来油；
- 2 按品种分洞罐储存；
- 3 油品外输或外运；
- 4 进出库油品计量；
- 5 油品倒罐；
- 6 洞罐内裂隙水提升处理；
- 7 油气处理。

7.1.2 采用保护性气体密封保护的洞罐应设置惰性气体置换设施。

7.1.3 洞罐的设计储存压力应根据水文地质、工程地质条件及油品饱和蒸气压等因素经综合分析确定。

7.1.4 洞罐的设计储存温度应根据储存油品物性确定，不加热储存的洞罐设计储存温度宜取洞罐所在位置的地温和进油温度两者较高值。

7.1.5 水封洞库油泵站、油品装卸设施及管道设计应按现行国家标准《石油库设计规范》GB 50074 的有关规定执行，库外输油管道设计应按现行国家标准《输油管道工程设计规范》GB 50253 的有关规定执行。

### 7.2 洞 罐

### 7.2.1 洞罐设置应符合下列规定：

- 1 储存每种油品的洞罐不宜少于 2 座；
- 2 洞罐的装量系数应根据水垫层高度、洞罐容积、进油速度及油品温度变化范围等因素确定；
- 3 洞罐宜采用固定水位法储油，储存原油时，水垫层高度不宜低于 0.5m；储存成品油时，不宜高于 0.2m。

### 7.2.2 竖井设置应符合下列规定：

1 每座洞罐宜设置 2 个竖井，洞罐的进油竖井和出油竖井宜设置在不同的洞室，竖井应满足管道、泵、仪表、电缆等安装及检修的要求。

2 竖井宜直接通向地面，竖井口宜设置在操作便利、地面标高较低的位置，根据环境条件可设置成露天、棚或房等形式；

3 受条件限制时，竖井口可设置在操作巷道内。

### 7.2.3 操作巷道的设置应符合下列规定：

1 操作巷道内的空间应满足设备、管道安装、操作和检修的需要。

2 操作巷道宜设不少于 2 个不同方向通向地面的安全出口。当受地形条件限制设置 2 个安全出口困难时，可设 1 个安全出口，但应按本标准第 8.2.5 条的规定设置紧急避难设施。

### 7.2.4 泵坑设置应符合下列规定：

1 洞室底部对应出油竖井中心处应设置泵坑，在泵坑周围根据水垫层要求设置混凝土围堰。

2 泵坑的有效容积不应小于单座洞罐 12h 的设计最大渗水量；

3 泵坑的尺寸应满足设备、管道安装要求。

### 7.2.5 洞罐液位联锁控制应符合下列规定：

1 洞罐液位应设高高、高、低、低低液位报警及联锁；

2 高高液位报警联锁关闭竖井进口管道切断阀，联锁报警液位的高度应为洞罐装量系数的折算高度减去关阀时间内的进油量的折算高度；

3 高液位报警高度应低于高高液位 10min~15min 最大进油量的折算高度；

4 低液位报警高度应高于低低液位 10min~15min 的最大发油量的折算高度；

5 低低液位报警联锁潜油泵停泵，同时联锁关闭竖井口出油管道切断阀，联锁报警高度应为洞罐底部水垫层的高度，无水垫层时，为泵坑处洞罐底板高度。

#### 7.2.6 洞罐油水界面联锁控制应符合下列规定：

1 洞罐油水界面应设超高、高高、高、低、低低界面报警及联锁；

2 油水超高界面应报警并联锁停潜油泵，报警联锁的高度不应高于潜油泵吸入口高度以下 0.3m；

3 高高界面应联锁启动潜水泵，报警联锁高度宜低于超高界面 0.5m。高界面报警高度应低于高高界面 10min~15min 的单座洞罐最大渗水量的折算高度；

4 低低界面应联锁停潜水泵，报警联锁高度宜高于潜水泵吸入口高度 0.5m。低界面报警高度应高于低低液位 10min~15min 潜水泵总流量的折算高度。

#### 7.2.7 洞罐油气收集应符合下列规定：

1 洞罐宜设置气相平衡线；

2 储存不同油品的洞罐气相不应直接连通；

3 储存可能产生爆炸性气体的油品洞罐应设置保护性气体保护；

4 洞罐油气管道、废气处理装置入口管道应设置阻爆轰型阻

火器；

5 阻爆轰型阻火器两端应设置切断阀。

7.2.8 洞罐排出的油气应进行处理，处理后的废气排放浓度应符合现行国家标准的规定。

7.2.9 油气处理装置进、出口应设置永久性采样口和采样测试平台。

### 7.3 潜油泵、潜水泵

7.3.1 每座洞罐内均应设置潜油泵、潜水泵。潜油泵可不设置备用泵；每座洞罐设置的潜水泵数量不应少于2台，其中一台为备用泵。

7.3.2 潜油泵及其配套设施应设置泵的轴温、转子温度、电机电流、电机冷却液温度等参数的检测及保护设施。

7.3.3 潜油泵、潜水泵出口端应设置止回阀。

7.3.4 潜油泵、潜水泵应安装在泵坑内，安装深度应满足泵不发生汽蚀的要求。

7.3.5 潜油泵、潜水泵的选用和安装应便于维修。

7.3.6 潜油泵、潜水泵安装应采取防振动的措施。

### 7.4 竖井管道

7.4.1 竖井内的管道及管道附件、套管应能承受作用在其上的内压、外压、内压与外压之间的最大压差。

7.4.2 竖井内的管道和套管应采取固定和消除液体冲击力的措施。

7.4.3 竖井内的管道或套管应进行振动分析计算，并采取相应地防振动措施。

7.4.4 竖井内的管道或套管及管道支撑件应采取防腐层与阴极保护联合腐蚀控制措施。



## 8 地下工程

### 8.1 一般规定

8.1.1 水封洞库地下工程设计应利用围岩的自稳能力、承载能力和抗渗能力。

8.1.2 应进行围岩稳定性分析。洞室及其重要交叉点的围岩稳定性宜采用经验类比法和数值模拟法验证确定，其他地下工程可根据地质条件采用经验类比法和块体极限平衡法确定。

8.1.3 水封洞库宜设置水幕系统。

8.1.4 地下工程掘进应采用控制爆破，爆破质量应符合现行国家标准《地下水封石洞油库施工及验收规范》GB 50996 的有关规定。

8.1.5 地下工程施工过程中应采用动态设计。

### 8.2 布置

8.2.1 洞室设计应符合下列规定：

1 当库区处于低地应力区时，洞室的轴线方向应主要考虑结构面的影响；当库区处于高地应力区时，洞室的轴线方向与水平最大主应力方向宜平行或小角度相交；

2 洞室断面形状应根据岩体质量、地应力大小及施工方法确定。岩体自稳能力强时宜采用直墙圆拱式断面，岩体自稳能力差或地应力值较高时宜选用曲墙断面；

3 洞室的断面宽度宜为 15m~25m，高度不宜大于 35m，相邻洞室的净间距宜为洞室宽度的 1~2 倍；

4 洞室拱顶距微风化层顶面垂直距离不应小于 20m；

5 洞室拱顶距设计稳定地下水位垂直距离应按下列公式计算：

$$H_w=100P+20 \quad (8.2.1)$$

式中  $H_w$ —设计稳定地下水位至洞室拱顶的垂直距离 (m)；

$P$ —洞室内的气相设计压力 (MPa)。

6 洞室分层掘进高度应根据施工机具等条件确定。

#### 8.2.2 施工巷道设计应符合下列规定：

1 施工巷道洞口应设置在标高低、明挖方量少、岩体完整性好、便于排水、便于石渣运出的位置；

2 施工巷道的数量应根据洞罐的总容量和施工工期要求确定；

3 巷道的断面应满足施工机具双向通行、施工人员单侧通行，以及通风、给排水、电力和其它设施所占用的空间的要求。断面形状宜采用直墙拱形断面，底板宜铺设混凝土路面；

4 施工巷道的转弯半径和纵向坡度应满足施工机具工作的要求。综合坡度宜为 6%~10%，最大坡度不应大于 13%；

5 巷道口附近宜设置施工需要的场地；

6 地下库区施工完成后，施工巷道口应封闭。

#### 8.2.3 连接巷道设计应符合下列规定：

1 连接巷道应保证相邻洞室内油品的流动通畅，最上方连接巷道的顶面标高应与洞室顶面标高一致；

2 连接巷道和施工巷道宜合并设置；

3 连接巷道断面形状宜采用直墙拱形，断面大小及数量可根据实际需要确定；连接巷道用作施工巷道时，应满足施工巷道的要求。

#### 8.2.4 竖井设计应符合下列规定：

1 竖井宜靠近洞室的端头或边墙布置，地面竖井口宜设置在操作便利、地面标高较低的位置，竖井断面宜取圆形，直径应满

足管道安装及施工方便的要求；

2 竖井开挖尺寸设计应包括支护所占用的空间。

8.2.5 操作巷道设计应符合下列规定：

1 操作巷道底板标高宜设置在设计稳定地下水位上方；

2 操作巷道纵向宜设坡度，坡度应向外，坡度不宜小于 5‰；

3 操作巷道净宽不应小于 5m，净高不应小于 7m；

4 操作巷道内沿纵向方向应进行防火分区，间距不宜大于 250m，应采用防火墙、甲级防火门、防火卷帘进行分隔，管道穿防火墙处应采用防火封堵材料封堵。每个防火分区的安全出口不应少于两个，当末端防火分区只能设置一个安全出口时，应在该防火分区内靠近不能设置安全出口的一端设置紧急避难硐室或移动式避难舱。

5 操作巷道口应设置密封防护门；

6 操作巷道内应采取防水和通风等措施；

7 操作巷道内竖井的上方应设置固定的起吊设施。

8.2.6 洞罐上方宜设置水平水幕系统，必要时，可在相邻洞罐之间或洞罐外侧设置垂直水幕系统。水幕系统设置及试验应符合下列规定：

1 应满足洞库设计稳定地下水位的要求；

2 水平水幕系统不宜设置在中风化及风化程度更严重的岩层内；

3 水平水幕系统中，水幕巷道尽端超出洞室外壁不应小于 20m，水幕孔超出洞室外壁不应小于 10m。垂直水幕系统中，水幕孔的孔深应超出洞室底面 5m；

4 水幕巷道底板至洞室顶的垂直距离不宜小于 20m；

5 水幕巷道断面形状宜采用直墙拱形，断面大小应满足施工要求，跨度及高度不宜小于 4m；

6 水幕孔的间距宜为 10m~20m，水幕孔直径宜为 76mm~120mm；

7 水幕系统应进行水幕有效性试验，水幕有效性试验和补充水幕孔施工宜在主洞室第二层开挖前完成；

8 水幕系统应进行封闭式的全面水力试验。

9 水幕系统设计尚应满足《地下水封洞库水幕系统设计规范》SH/T XXXX 的要求。

8.2.7 竖井与洞罐之间应设置竖井密封塞，施工巷道与洞罐之间应设置施工巷道密封塞。

8.2.8 竖井密封塞的结构计算应包括下列荷载：

- 1 大气压力；
- 2 充水压力；
- 3 防渗层压力；
- 4 管道、套管及设备重量；
- 5 密封塞自重；
- 6 地震荷载；
- 7 内部可能产生的最大荷载，取值为1MPa。

8.2.9 施工巷道密封塞的结构计算应包括下列荷载：

- 1 充水压力；
- 2 大气压力；
- 3 地震荷载；
- 4 内部可能产生的最大荷载，取值为1MPa。

8.2.10 密封塞厚度的设计，应符合下列规定：

1 密封塞在荷载组合作用下不应产生与围岩之间的相对滑移和泄漏；

2 密封塞厚度设计值应满足混凝土与围岩界面处的剪切应力和混凝土抗压承载力验算、泄漏阻抗路径、容许的压力梯度变

化值的要求；

3 有条件时，宜根据现场试验数据设计。

8.2.11 密封塞的构造设计应符合下列规定：

1 密封塞的定位应根据当地的地质和水文条件确定，不应布置在风化、断层、强渗透和不利节理倾向的地带上，密封塞键槽处应选取减小对岩体的扰动的爆破技术；

2 密封塞宜采用混凝土结构，并宜在上下表面对称配置双层双向限裂钢筋；

3 密封塞所用混凝土强度等级宜为 C20~C35。表面的钢筋直径不应小于 14mm，间距不宜大于 200mm，混凝土保护层厚度不宜小于 50mm；

4 管道和套管穿过密封塞时，应靠近密封塞中心，穿过部位应增加补强钢筋，配筋应结构计算确定；

5 密封塞混凝土内部宜埋设水冷散热管道；

6 密封塞键槽嵌入围岩的深度不宜小于 1000mm；

7 密封塞键槽的围岩应进行锚杆支护及注浆密封。

8.2.12 竖井密封塞应与穿过的管道或套管进行稳固、密封连接。

8.2.13 紧急避难硐室的设计应符合下列要求：

1 避难硐室应布置在稳定的岩层中，避开地质构造带、应力异常区以及渗水量较大区域。

2 避难硐室应采用向外开启的两道门结构。外侧第一道门采用既能抵挡一定强度的冲击波，又能阻挡有毒有害气体的防护密闭门；第二道门采用能阻挡有毒有害气体的密闭门。两道门之间为过渡室，密闭门之内为避险生存室。

3 防护密闭门上设观察窗，门墙设单向排水管和单向排气管，排水管和排气管应加装手动阀门。过渡室内应设压缩空气幕和压气喷淋装置。避难硐室过渡室的净面积应不小于  $3.0\text{m}^2$ 。

4 生存室的宽度不得小于 2.0m，长度根据设计的额定避险人数以及内配装备情况确定。生存室内设置不少于两趟单向排气管和一趟单向排水管，排水管和排气管应加装手动阀门。生存室的净高不低于 2.0m，每人应有不低于 1.0m<sup>2</sup>的有效使用面积，设计额定避险人数不少于 10 人，不宜多于 20 人。

5 避难硐室防护密闭门抗冲击压力不低于 0.3MPa，应有足够的气密性，密封可靠、开闭灵活。门墙周边掏槽，深度不小于 0.2m，墙体用强度不低于 C30 的混凝土浇筑，并与岩体接实，保证足够的气密性。

6 采用锚喷、砌碇等方式支护，支护材料应阻燃、抗静电、耐高温、耐腐蚀，顶板和墙壁的颜色宜为浅色。硐室地面高于巷道底板不小于 0.2m。

## 8.3 支 护

8.3.1 支护应符合下列规定：

1 I级围岩，洞室的跨度不大于 10m 时可不支护，大于 10m 时，在不危及施工安全的情况下可不支护，遇有局部不稳定块体时，应采用喷射混凝土及锚杆加固；II级围岩，洞室的跨度不大于 5m 时可不支护，大于 5m 时宜采用喷混凝土支护，遇有局部不稳定块体时，应采用锚杆加固；

2 III、IV 级围岩，可采用锚喷、挂网或钢架等联合支护，对 V、VI 级围岩的支护应根据围岩的具体情况确定；

3 锚喷支护宜按工程类比法设计，并应根据监控量测的结果修正；

4 预可行性研究阶段的锚喷支护设计，可按附录 B 选择支护类

型及其参数。其他阶段的支护设计，应根据各阶段的地质勘察结果修正围岩级别、调整支护类型和参数；

5 施工巷道口应根据地质情况采取加固措施；

6 竖井的井壁在中风化围岩以上部分应采用钢筋混凝土及锚杆支护；在中风化围岩及以下部分应采用加强锚杆喷射混凝土支护；

7 密封塞中心起每侧 10m 范围内的施工巷道或竖井应支护；

8 竖井外侧壁沿洞室轴线不小于 5m 范围内的洞室拱顶应支护；

9 操作巷道顶、壁应采用喷射混凝土及锚杆支护，在操作巷道口围岩风化的部位，应加强支护。

8.3.2 喷射混凝土支护应符合下列规定：

1 喷射混凝土的强度等级不应低于 C20。喷层与围岩的粘结强度，I、II 级围岩不宜低于 1.0MPa，III 级围岩不宜低于 0.8MPa；

2 喷射混凝土的抗渗等级不应小于 P6。喷射混凝土宜掺入速凝剂、减水剂、膨胀剂或复合型外加剂、钢纤维与合成纤维等材料，其品种及掺量应通过试验确定；

3 喷射混凝土的厚度可按附录 B 初选，并按监控量测结果修正，厚度不应小于 50mm，最大厚度不宜大于 200mm；

4 腐蚀环境下的支护应采用耐蚀材料。

8.3.3 掘进时，塑性变形较大及高地应力的围岩和产生岩爆的围岩，宜采用喷钢纤维混凝土支护，支护应符合下列规定：

1 普通碳素钢纤维材料的抗拉强度设计值不宜低于 1GPa；

2 喷钢纤维混凝土 28d 龄期力学性能指标，宜符合下列规定：

1) 重度宜为 23kN/m<sup>3</sup>；

2) 抗压强度设计值不宜小于 32MPa；

3) 抗折强度设计值不宜小于 3MPa；

4) 抗拉强度设计值不宜小于 2MPa;

3 钢纤维直径宜为 0.4mm~0.8mm, 长度宜为 25mm~35mm, 掺量宜为混合料重的 1%~3%;

4 喷钢纤维混凝土厚度应按喷射混凝土厚度选取。

8.3.4 锚杆设计应符合下列规定:

1 对存在局部掉块的情况, 锚杆的承载能力极限状态设计时, 锚杆对不稳定块体的抗力应按本标准附录 C 进行计算;

2 拱腰以上锚杆的布置方向宜有利于锚杆的受力, 拱腰以下的锚杆宜逆着不稳定块体滑动方向布置;

3 对于裂隙较发育的围岩, 锚杆在横断面上应垂直于主结构面布置, 当主结构面不明显时, 可与洞周边轮廓线垂直; 在围岩表面上宜按梅花形布置; 锚杆间距不宜大于锚杆长度的 1/2, IV、V 级围岩中的锚杆间距宜为 0.5m ~1m, 并不得大于 1.25m;

8.3.5 特殊地段, 可采用预应力锚杆或低应力锚杆, 其设计应符合《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》GB 50086 的有关规定。

8.3.6 岩体破碎、裂隙发育的围岩, 宜采用锚喷挂网支护, 锚喷挂网支护应符合下列规定:

1 钢筋网的布置宜符合下列规定:

1) 钢筋网的纵、环向钢筋直径宜为 6mm~12mm, 间距宜为 150mm~200mm;

2) 钢筋网与锚杆的连接宜采用焊接法, 钢筋网的交叉点应连接牢固, 宜采用隔点焊接, 隔点应绑扎。

2 钢筋网喷混凝土保护层厚度不宜小于 20mm。

## 8.4 防 水

8.4.1 防水应符合下列规定:



- 1 渗水部位应采用喷射混凝土或注浆进行处理；
- 2 处理后的渗水量，每 100 万  $\text{m}^3$  库容不宜大于  $200 \text{ m}^3/\text{d}$ ；
- 3 应选择抗地下水及储存油品侵蚀的注浆材料。

8.4.2 超前钻孔揭示的渗水量大的地段和断层破碎带，应采用预注浆；掘进后有较大渗漏水时，应采用后注浆；注浆应符合下列规定：

- 1 预注浆钻孔，应根据掘进面前方岩层裂隙状态、地下水情况、设备能力、浆液有效扩散半径、钻孔偏斜率和对注浆效果的要求等，综合分析后确定注浆孔数、布孔方式及钻孔角度；

- 2 预注浆的段长，应根据工程地质、水文地质条件、钻孔设备及工期要求确定，宜为  $10\text{m}\sim 50\text{m}$ ，但掘进时应保留止水岩垫的厚度；

- 3 后注浆应在断层破碎带、裂隙密集带、围岩与岩脉接触带或水量较大处布孔，注浆加固深度宜为  $3\text{m}\sim 5\text{m}$ ；大面积渗漏，布孔宜密，钻孔宜浅；裂隙渗漏，布孔宜疏，钻孔宜深；

- 4 后注浆钻孔深入围岩不应小于  $1\text{m}$ ，孔径不宜小于  $40\text{mm}$ ，孔距可根据渗漏水的情况确定；

- 5 预注浆或后注浆的压力，应大于静水压力  $0.5\text{MPa}\sim 1.5\text{MPa}$ 。

8.4.3 密封塞浇筑后边缘的混凝土应进行后注浆密封。

8.4.4 竖井密封塞上部应设置不小于  $10\text{m}$  的防渗填层。

8.4.5 洞罐与施工巷道之间的密封塞应设置人孔，在施工巷道充水前应将人孔封闭。

8.4.6 密封塞以外的施工巷道和竖井施工、安装完成后，宜用淡水充注至不低于设计稳定地下水位标高。

8.4.7 强渗流带防水宜采用预注浆，开挖后有较大渗漏水时，宜采用后注浆。强渗流带防水注浆除满足本标准 8.4.2 条的规定外还应符合下列规定：

- 1 强渗流带注浆材料应具有良好的可注性，凝胶时间可根据需要调节，固化时无收缩，与围岩、混凝土、砂土等有一定的粘结力，

强度应满足开挖和堵水要求，且应选择抗地下水及储存油品侵蚀的注浆材料；

2 预注浆结束前，应在分析资料的基础上，采取钻孔取芯法对注浆效果进行检查，必要时应进行压(抽)水试验。当检查孔的吸水量大  $1.0\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}$  时，应进行补充注浆；

3 注浆结束后，应将注浆孔及检查孔封填密实。

## 8.5 施 工 通 风

8.5.1 水封洞库地下工程的通风设计应满足人员、施工机械的需氧量以及安全卫生要求，按施工阶段可采用不同的通风方式。

8.5.2 水封洞库地下工程的通风设计应满足如下要求：

1 一氧化碳最高允许浓度  $30\text{mg}/\text{m}^3$ ；

2 二氧化碳不得大于 0.5%（按体积计）；

3 氮氧化物为  $5\text{mg}/\text{m}^3$  以下；

4 洞内最小排尘风速不得小于  $0.2\text{m}/\text{s}$ ；

5 粉尘浓度小于  $2\text{mg}/\text{m}^3$ （含有 10% 以上游离  $\text{SiO}_2$  的粉尘），水泥尘埃小于  $6\text{mg}/\text{m}^3$ （含有 10% 以下游离  $\text{SiO}_2$  水泥粉尘）；

6 瓦斯浓度小于 1%。

8.5.3 水封洞库施工期的通风量，应根据断面尺寸、开挖总长度、一次爆破作业的炸药当量、装载机的装配功率、运渣车的装配功率、巷道内有害气体的最高允许浓度等因素分析和计算确定。同时，不应小于第 8.5.4~8.5.8 条所规定的通风量。

8.5.4 水封洞库施工巷道内通风设计应采用压入式通风，其通风量的确定宜按巷道断面回流风速不小于  $0.25\text{m}/\text{s}$  进行计算。

8.5.5 水封洞库主洞室内通风设计应宜用压入式通风。如条件许可，也可采用压入式和抽出式共用的联合通风方式。其通风量的确定宜按

巷道断面回流风速不小于 0.2m/s 进行计算。

8.5.6 水封洞库水幕巷道内通风设计应采用压入式通风，其通风量的确定宜按巷道断面回流风速不小于 0.35m/s 进行计算。

8.5.7 水封洞库操作巷道内通风设计应采用压入式通风，其通风量的确定宜按巷道断面回流风速不小于 0.3m/s 进行计算。

8.5.8 水封洞库主洞室通风竖井的确定，应根据洞库所在区域的地形、地势、运输难易程度、工艺竖井的布置状况等因素综合考虑。如技术经济条件许可，可设置适当的通风巷道。

8.5.9 通风系统各部分送风管道的管径应经技术经济分析确定。

8.5.10 水封洞库施工巷道、水幕巷道、主洞室（洞罐）内通风系统的管道，宜采用非金属材料制做。

## 8.6 动态设计

8.6.1 水封洞库地下工程的布置、开挖、支护和注浆方案应根据施工勘察成果和监测数据动态调整。

8.6.2 水封洞库动态设计应以详细工程设计方案为基础，在施工期作出动态调整，可采取以下两种分析方法：

- 1 地质资料与监测数据分析；
- 2 岩土工程正演法反分析。

8.6.3 水封洞库动态设计应实时输入以下地质资料及相关监测量：

- 1 地质资料：地质素描、钻孔资料、地质预报成果、现场试验数据；
- 2 围岩稳定监测量：围岩变形、支护受力。
- 3 地下水流场监测量：地下水位/水压、渗透参数。

8.6.4 水封洞库洞室穿越不良地质段的部位，可采用岩土工程正演法反分析校核、调整具体施工方案。

**8.6.5** 水封洞库动态设计宜对工程当前围岩力学状态作出评价，并对后期施工作业作出指导和预测。

## 9 清理、标定和气密性试验

### 9.1 清 理

- 9.1.1 在浇筑密封塞前，应清洗洞罐、水幕巷道、施工巷道。
- 9.1.2 洞罐的清理应符合下列要求：
- 1 洞罐底板基岩上的浮渣应清理干净，并将底板基岩冲洗干净；
  - 2 洞罐底板宜铺设厚度不小于 100mm 的素混凝土层；
  - 3 洞罐封闭前应将拱顶、边墙和底板清洗干净。
- 9.1.3 水幕巷道的清理应符合下列要求：
- 1 宜将底板上残留的杂物、石渣等清除，在影响通行的地段，可采用铺设干净碎石等方法找平处理；
  - 2 水幕巷道充水前应对拱顶、边墙和底板进行冲水清洗。
- 9.1.4 施工巷道密封塞至洞室之间的施工巷道应在密封塞施工前将拱顶、边墙和底板冲洗干净。

### 9.2 标 定

- 9.2.1 洞罐清理完成后，应对洞罐的容积进行测量标定。
- 9.2.2 标定成果应包括洞罐总容积、沿竖向每厘米对应的容积及罐容—高度曲线。
- 9.2.3 测量误差不应大于 0.5%。
- 9.2.4 洞罐进油时应利用液位计和流量计校核标定成果。

### 9.3 气密性试验

9.3.1 洞罐气密性试验应在洞罐水垫层、巷道、竖井等部位蓄水水位达到设计要求后进行。

9.3.2 洞罐气密性试验应符合下列要求：

- 1 试验压力不应小于洞罐设计压力的 1.05 倍；
- 2 有效试验时间不应小于 72h。

9.3.3 气密性试验介质宜采用空气或惰性气体。

9.3.4 经修正的有效试验时间内的压力变化值达到设计要求时，即认定为气密性试验合格。

9.3.5 气密性试验合格后，应对洞罐进行泄压，降压速度不应超过 100kPa/d。

## 10 地下工程安全监测

10.0.1 施工期和运营期均应对洞室围岩稳定性和地下水的水位、水质进行监测。

10.0.2 洞室围岩稳定性监测应符合下列规定：

1 在施工中应对围岩变形及支护应力进行监测，在生产中宜继续监测围岩稳定性；

2 监测布点应根据洞室断面、特殊部位及围岩质量情况确定。

10.0.3 地下水监测应符合下列规定：

1 地下水位及水质监测孔应根据水文地质条件和地下工程布局设置，洞库每边不宜少于 2 个，地下水异常变化的部位应加密；

2 地下水位监测孔孔底不应低于水幕巷道底板高程；

3 地下水水质监测孔孔底应低于洞室底板；

4 当设置有水幕时应对水幕的压力或水位进行监测。

10.0.4 运营期应对竖井密封水位进行监测。

# 11 消防设施

## 11.1 一般规定

11.1.1 水封洞库应设置消防设施，消防设施的设置应根据洞库的洞罐数量、设施、油品火灾危险性和邻近单位的消防协作条件等因素确定。

11.1.2 水封洞库应设置独立消防给水系统。

1 消防给水系统应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的有关规定；

2 水封洞库同一时间内的火灾处数应按一处考虑；消防用水量应经计算确定，且不应小于 45L/s，火灾延续供水时间不应小于 3h；

3 消防水泵应采用双动力源，当采用柴油机作为动力源时，柴油机的油料储备时间应能满足机组连续运转 6h 的要求。

4 库区内地面竖井口、油品管廊、辅助生产区应在其道路边布置消火栓，消火栓之间的距离不应大于 60m。

11.1.3 操作巷道消防设施设置应满足下列要求：

1 沿操作巷道应设置消火栓，间距不应大于 30m；

2 沿操作巷道宜设置泡沫栓，间距不应大于 60m；

3 在操作巷道出入口处应设置消防水泵接合器和室外消防栓；

4 操作巷道内竖井口区宜设置泡沫-水雨淋系统，并应符合现行国家标准《泡沫灭火系统设计规范》GB 50151 的规定。

11.1.4 水封洞库设置的地面油罐总容积大于 4000m<sup>3</sup> 时，应按《石油天然气工程设计防火规范》GB 50183 相关要求设置消防站或消



防车。当水封洞库无地面油罐或地面油罐总容积不大于  $4000\text{m}^3$  时，可不设消防站和消防车。

11.1.5 消防给水和消防设施的设计，除应符合本标准的规定外，尚应符合现行国家标准《石油库设计规范》GB 50074 的有关规定。

## 11.2 灭火器材配置

11.2.1 灭火器材配置应符合下列规定：

1 控制室、化验室等应选用二氧化碳灭火器，其它场所宜选用干粉型或泡沫型灭火器；

2 每座竖井口应设置 2 具 8kg 手提式干粉灭火器和 1 具 50kg 推车式干粉灭火器；

3 竖井操作区应配备灭火毯 6 块，灭火砂应为  $2\text{m}^3$ 。

4 操作巷道内，应沿操作巷道每隔 30m 设置 2 具 8kg 手提式干粉灭火器。

5 输油泵房处除应设置灭火器和  $0.5\text{m}^3$  的灭火砂外，尚宜设置移动式泡沫灭火装置，其额定流量不小于  $8\text{L/s}$ ，有效喷射时间不小于 30min。

11.2.2 灭火器材配置除应符合本标准的规定外，尚应符合现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 的有关规定。

## 12 给排水及污水处理

### 12.1 给 水

12.1.1 水封洞库用水应包括生活用水、消防用水和生产用水（含水幕系统用水）。

12.1.2 水封洞库给水设计应符合下列规定：

1 水源应就近选用城镇自来水、地下水或地表水，供水水质水压应分别满足生活饮用水、生产给水水质及压力的要求；

2 当生活给水、生产给水与消防补充水采用同一水源时，水源的供水能力应按生活给水、生产给水及消防补充水量总和的 1.2 倍计算；

3 生活给水与生产给水系统宜分开设置；

4 生活给水量宜按人员数量和用水定额确定；

5 生产给水量宜按工艺（单元）连续小时给水量与间断小时给水量综合确定；

6 生产给水和生活给水的总入口处应设置水量计量设施。

7 给水系统设计应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的有关规定。

12.1.3 施工期给水应结合库区周边的水源情况、用水水质等因素确定，且应满足施工用水量及水质要求。

12.1.4 运营期和施工期用水方案应综合考虑，宜合并设置。

### 12.2 排 水

12.2.1 水封洞库运营期应采用清污分流排水系统，污水与未污

染雨水分别排放，含油污水与不含油污水应分别收集处理并采用管道排放。

12.2.2 排水系统可采用重力流或压力输送的排水系统，当采用压力输送时，污水提升泵站宜按区域集中设置。

12.2.3 重力流含油污水管道在下列位置应设置水封井：

- 1 阀组区、竖井区、油气回收区围堰的排水管出口处；
- 2 隔油池、污水调节罐的构筑物的排水管出口处；
- 3 支管与干管连接处；
- 4 干管上每隔 300m 处。

12.2.4 水封井的水封高度不应小于 0.25m。水封井应设置沉泥段，沉泥段自最低的管底算起，其深度不应小于 0.25m。

12.2.5 操作巷道内应设置排水设施。排水设施应考虑排除渗水、清洗水、消防废水等水量，并应防止事故时可燃液体沿巷道漫流的设施。

12.2.6 水封洞库处理后的污水自流排放管道在通过水封洞库围墙处应设置水封井。

12.2.7 雨水排放宜采用明沟系统。

12.2.8 地面设施漏油及事故污水收集设计应符合下列规定：

- 1 库区内应设置漏油及事故污水收集系统，收集系统可由雨水收集系统或事故污水收集系统与事故漏油及事故污水池组成；
- 2 漏油及事故收集池容积不宜小于 500m<sup>3</sup>；
- 3 漏油及事故污水收集池宜布置在库区较低处；
- 4 单元内的事故排水接入系统干管处，应设置水封。

### 12.3 污 水 处 理

12.3.1 水封洞库施工期废水应经收集处理后排放或回用，处理

宜采用沉降过滤工艺。

12.3.2 含油污水处理设施应设置污水调节池，其容积可按洞库裂隙水 5d 的排出量进行设置。

12.3.3 含油污水的构筑物和设备宜封闭设置。

12.3.4 污水处理宜依托邻近污水处理设施。

12.3.5 污水经处理后应满足相关排放标准及项目环境影响报告书批复的要求，污水处理后宜回用。

12.3.6 污水排放口应设置取样点和水质水量检测设施。

## 13 电 气

### 13.1 供 配 电

13.1.1 水封洞库生产用电负荷应为二级负荷；消防系统用电负荷为一级负荷；仪表及自动控制系统用电负荷为特别重要负荷。

13.1.2 库区仪表及控制系统应采用不间断电源装置供电，其蓄电池的后备供电时间不应小于 30 min。

13.1.3 水封洞库的供电宜采用外接电源，双回路电源供电。外部供电电源电压应根据库区用电容量、当地供电条件等因素确定。

13.1.4 变（配）电所的一级配电电压应根据潜油泵电动机的额定电压确定，宜采用 6kV 或 10kV；爆炸危险场所的低压（380/220V）配电应采用 TN-S 系统。

13.1.5 35~110kV 变电站和 6~10kV 变配电所的继电保护和监控系统，宜采用变电站微机综合自动化系统，该系统应同时备有相应的手动操作系统。

13.1.6 10kV 以上的变配电所应独立设置，并应设置于爆炸危险区域以外。10kV 及以下的变配电间与易燃易爆品泵房（棚）相毗邻时，应符合下列规定：

1 隔墙应为防火墙，与配电间无关的管道不得穿过隔墙，所有穿墙的孔洞应用不燃烧材料严密填实。

2 变配电间的门窗应向外开，其门应设在泵房的爆炸危险区域以外。变配电间的窗宜设在泵房的爆炸危险区域以外；如窗设在爆炸危险区域以内，应设密闭固定窗和警示标志。

3 变配电间的地坪应高于泵房室外地坪 0.6m。

13.1.7 生产作业场所的配电电缆应采用铜芯电缆，地面上敷设的电

缆应采用阻燃电缆。消防设备的配电电缆宜采用耐火电缆。

13.1.8 库区设有地面油罐区时，油罐区内配电电缆敷设执行《石油库设计规范》GB 50074 的相关规定。

13.1.9 电缆不得与油品管道、热力管道同沟敷设。

13.1.10 除消防水泵房、泡沫站、消防配电室、消防控制室应急（事故）照明后备电源的持续供电时间不应低于 3h 外，其他场所应急（事故）照明后备电源的持续供电时间不应低于 30min。

13.1.11 库区道路宜采用路灯照明。

13.1.12 建筑物和构筑物爆炸危险区域的等级范围划分及电气设备选型应按现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 和《石油库设计规范》GB 50074 的有关规定执行。竖井及操作巷道爆炸危险区域的等级范围划分应符合本标准附录 D 的规定。

13.1.13 库区宜设置应急柴油发电机。

## 13.2 防雷及防静电

13.2.1 输油管道的防雷应符合下列规定：

1 平行敷设于地上或非充沙管沟内的金属管道，其净距小于 100mm 时，应用金属线跨接，跨接点的间距不应大于 30m；管道交叉点净距小于 100mm 时，其交叉点应用金属线跨接。

2 地上或非充沙管沟内敷设的输油管道的始端、末端、分支处以及直线段每间隔 200m~300m 处，应设置防感应雷的接地装置。

3 管道的防感应雷接地装置可兼做防静电接地装置，其接地电阻不宜大于 30Ω，接地点宜设置在固定管架（墩）处。

4 输油管道的金属法兰连接处应跨接，但当不少于 5 根螺栓连接时，在非腐蚀环境下可不跨接。

5 防静电接地装置的接地电阻，不宜大于  $100\Omega$ 。

13.2.2 进入竖井的金属管道、套管在入口附近应分别设置两处接地点，接地电阻不宜大于  $10\Omega$ 。

13.2.3 采用外加电流阴极保护的金属管道在进行接地时，应采取防止外加电流泄漏的措施。

13.2.4 水封洞库地上设施的防雷和防静电设计，应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 和《石油库设计规范》GB 50074 的有关规定。

13.2.5 水封洞库的电气和信息系统的防雷击电磁脉冲设计，应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的相关规定。

13.2.6 水封洞库防雷接地、防静电接地、电气设备的工作接地、保护接地及信息系统的接地等，宜采用共用接地系统，其接地电阻应按其中要求最小的电阻值确定。

## 14 电 信

### 14.1 一 般 规 定

14.1.1 电信系统的设计应满足水封洞库内部及与外界之间的语音、数据、图像等各种类型信息通信的需要。

14.1.2 电信系统应设置火灾报警电话、行政电话系统、无线通信系统、计算机局域网、电视监视系统、火灾自动报警系统、周界报警系统等。可根据需要设置调度电话系统、扩音对讲系统、智能卡系统(包括门禁系统、电子巡更系统)。

14.1.3 电信系统与当地电信公司的接口和信号制式,应符合当地电信公网的技术要求。

14.1.4 电信系统应采用 AC380/220V 作为主电源,在主电源中断的情况下,应有保证电信系统供电的措施。当采用直流供电方式时,应配备直流备用电源;当采用交流供电方式时,应配备不间断电源装置供电。在已配备直流备用电源的情况下,小容量交流用电设备,也可采用直流逆变器作为保障供电的措施。

14.1.5 室内电信线路,非防爆场所宜暗敷设,防爆场所应明敷设。

14.1.6 室外电信线路的敷设应符合下列规定:

1 在生产区敷设的电信线路宜采用电缆沟、电缆管道埋地、直埋等地下敷设方式。采用电缆沟时,电缆沟应充沙填实;当采用以上敷设方式有困难时,可采用保护管或带顶盖板的电缆桥架架空敷设,但应采取相应的防火措施。

2 非生产区的电信线路可采用带盖板的电缆桥架在地面以上敷设。

3 库区设有地面油罐区时,油罐区内电信线路敷设执行《石



油库设计规范》GB 50074 的相关规定。

## 14.2 行政电话系统

14.2.1 库区应自建行政电话站，并应符合下列规定：

- 1 行政电话站宜设在库区行政管理区；
- 2 电话交换机应选用数字程控交换机等采用数字技术的交换系统；
- 3 行政电话交换机应采用全浮充式直流供电方式，直流供电设备宜采用高频开关整流稳压电源，直流备用电源宜采用免维护密闭蓄电池；
- 4 行政电话交换机应与当地电信公网建立中继联系；
- 5 库区重要岗位的行政电话分机，应满足与电信公网相互直拨的要求。

14.2.2 行政电话分机宜设置在办公室、控制室、值班室及其他需要的地方。行政电话分机宜根据工作需要，设置为不同的呼叫等级。

14.2.3 当不单独设置调度电话系统时，行政电话系统应兼具调度电话系统功能。

## 14.3 调度电话系统

14.3.1 库区设置的调度电话系统，应符合下列规定：

- 1 调度电话站宜与行政电话站合建，合用电源、配线等设备；
- 2 调度电话交换机宜单独设置；
- 3 调度电话交换机应选用数字程控交换机等采用数字技术的交换系统；
- 4 调度台宜设在中心控制室；

- 5 调度电话交换机应与行政电话交换机建立中继联系；
  - 6 根据生产管理的需要，调度电话交换机可与无线通信系统、扩音对讲系统联网；
- 14.3.2 调度电话分机宜设在控制室、值班室等处。

#### 14.4 计算机局域网

- 14.4.1 计算机局域网应满足库区数据通信和信息管理系统建设的要求；
- 14.4.2 计算机局域网骨干网络传输带宽应达到 1000Mb/s 以上；
- 14.4.3 信息插座宜设在办公楼、控制室、化验室等场所；
- 14.4.4 计算机局域网应通过数据专线接入公网数据网。

#### 14.5 无线通信系统

- 14.5.1 库区流动作业的岗位，应配置无线电通信设备。宜采用无线对讲系统或集群通信系统。
- 14.5.2 无线通信手持机应采用防爆型。
- 14.5.3 无线对讲电话应配置成多个对讲组。
- 14.5.4 无线通信系统宜与调度电话系统联网。

#### 14.6 扩音对讲系统

- 14.6.1 扩音对讲系统分为分散式和集中式，应具有全呼、组呼和点间通话功能，两个用户通话时，其对应的扬声器应有禁声功能。
- 14.6.2 扩音对讲系统的扬声器与火灾自动报警系统应急广播合用时，应设置火警优先级功能。

**14.6.3** 通话站的设置应根据工艺要求,临近操作岗位,方便使用和维护,宜设置在操作区内的道路边、人员出入口、控制室、变配电所等处。应根据不同的安装场所选择桌式通话站、普通型墙挂式通话站和防爆型墙挂式通话站。墙挂式通话站的安装高度为中心距地面1.3m~1.5m,并面向操作通道。

**14.6.4** 应根据不同的场所选择不同类型的扬声器。在控制室、变配电所等场所宜选用音箱;在生产操作区和辅助生产区等场所宜选用号角式扬声器。扬声器的安装高度,视具体环境条件确定,不宜低于2.5m。

## 14.7 火灾自动报警系统

**14.7.1** 火灾自动报警系统的设置,除应符合《火灾自动报警系统设计规范》GB 50016的规定外,尚应符合下列规定:

- 1 库区火灾自动报警系统应具有向所属消防站报火警的功能;
- 2 火灾自动报警系统应设有自动和手动两种报警触发装置;
- 3 应根据不同单元建筑的特点,火灾初期的燃烧特性等因素,选择使用点型或线型火灾自动探测器。

**14.7.2** 操作巷道火灾自动报警系统的设置应符合下列规定:

- 1 操作巷道应采用线型光纤感温探测器或点型红外火焰探测器(或图像型火灾探测器),或同时采用上述两种火灾探测器。
- 2 线型感温火灾探测器应设置在操作巷道顶部距顶棚100mm~200mm位置。光栅光纤感温火灾探测器的光栅间距不应大于10m。
- 3 点型红外火焰探测器或图像型火灾探测器应设置在操作巷道侧面墙上,高度2.7m~3.5m,并应保证无探测盲区;探测器在两侧墙面上设置时应交错布置。

4 操作巷道出入口及巷道内每隔不大于 50m 处应设置手动报警按钮。

5 操作巷道入口前方 50m 处应设置指示巷道内发生火灾的声光警报装置；巷道内应每个 50m 设置闪烁红光的火灾声光警报器。巷道内的声光警报器宜和手动报警按钮一起布置。

14.7.3 库区内设有扩音对讲系统时，其火灾自动报警系统的警报器和应急电话可利用扩音对讲系统的相关功能实现。

14.7.4 火灾自动报警系统控制器应设置在库区消防控制室内或 24h 有人值班的房间或场所。当库区不设专用的消防控制室时，宜设置在库区中心控制室。

## 14.8 电视监视系统

14.8.1 库区电视监视系统的设置应符合下列规定：

1 电视监视系统宜采用网络数字化系统方案；

2 电视监视操作站宜分别设置在生产控制室、消防控制室、消防值班室和保卫值班室等地点。视频信号的传送范围和系统控制的优先等级，应根据电视监视操作站管理的范围和职责确定；

3 电视监视系统的监视范围应覆盖生产操作区、辅助生产操作区、围墙、大门、主要路口和主要设施出入口等处。具有联动控制要求的摄像机应具有预置位功能；

4 室外安装的摄像机应置于接闪器的有效保护范围之内；

5 室外电视监视系统的视频信号和控制信号，宜采用光缆传输。

14.8.2 电视监视系统应与火灾自动报警系统、周界报警系统联动。当报警发生时，应能自动联动控制相关的摄像机，按预先设置的参数转向报警区域。

14.8.3 电视监控系统应具有视频资料自动存储功能，一般场所的视

频资料储存期限不得低于 7 天，重要场所的视频资料储存时间不得低于 30 天。

## 14.9 周界报警系统

- 14.9.1 周界报警系统宜沿库区围墙（围栏）布设。
- 14.9.2 周界报警系统主机宜设在保卫办公室或门卫值班室内。
- 14.9.3 周界报警系统的信号宜采用总线控制形式，采用光缆或电缆传输。

## 14.10 智能卡系统

- 14.10.1 在库区大门、重要设施出入口和重要房间，应设置门禁管理系统，系统主机应设在库区办公室；
- 14.10.2 电子巡更定位器应沿生产巡检人员和保安人员巡查点布设，系统主机应分别设在库区控制室、门卫值班室或保卫办公室内。

## 15 仪表及自动控制

### 15.1 仪表及控制系统

15.1.1 水封洞库应设置计算机监控管理系统，对整个库区的生产进行集中操作、控制和管理。计算机监控管理系统应具备与上级管理系统联网的功能。

15.1.2 计算机监控管理系统主要包括基本过程控制系统（BPCS）、安全仪表系统（SIS）、可燃（有毒）气体检测报警系统（GDS）和地下工程安全监测系统。

15.1.3 水封洞库的安全仪表系统（SIS）、可燃（有毒）气体检测报警系统（GDS）和地下工程安全监测系统均应独立设置。

15.1.4 每座洞罐仪表的设置，应符合下列规定：

- 1 应设置多点平均温度计；
- 2 应设置就地压力表和压力变送器；
- 3 应设置两套独立的液位变送器；
- 4 应设置两套独立的油水界面变送器；
- 5 液位变送器和界面变送器宜具有输出报警和联锁信号的功能。

15.1.5 仪表的测量元件需在洞罐内安装时，应分别设置安装套管，其变送单元宜安装在竖井操作区内。变送单元与安装法兰之间宜安装维修切断球阀。

15.1.6 油品进出库应设置计量设施，当采用流量计交接计量时，可设置在线流量标定系统。

15.1.7 库区内易泄漏或聚积可燃（有毒）气体的场所，应设置可燃（有毒）气体浓度检测报警器。库区内各报警分区宜分别设置

可燃（有毒）气体区域报警器。

15.1.8 地下工程安全监测设施应适应工作环境的要求，能够长周期安全稳定地运行。

## 15.2 控制室

15.2.1 水封洞库应设置中心控制室。中心控制室与综合办公楼合并设置时应位于综合办公楼的一层。

15.2.2 水封洞库宜在竖井操作区附近设置现场机柜室，且现场机柜室应位于爆炸危险区域外。

15.2.3 水封洞库设有计量站时，应设置计量标定间。

15.2.4 水封洞库宜设置地下工程安全监测仪表监测站。监测站宜设置在安全监测仪表的附近，或便于安全监测仪表信号电缆集中敷设的区域，且应位于爆炸危险区域外。当监测站露天设置时，应设置适当的防护措施。

## 15.3 仪表接地及防雷

15.3.1 仪表及控制系统的工作接地、保护接地、防静电接地和防雷接地应采用等电位连接方式，并应接入共用接地系统。

15.3.2 仪表及控制系统的防雷设计应符合《石油化工仪表系统防雷设计规范》SH/T 3164 的有关规定。

## 15.4 仪表电缆敷设

**15.4.1 室外仪表电缆的敷设应符合下列规定：**

1 在生产区敷设的仪表电缆宜采用充沙电缆沟、电缆管道、直埋等地面下敷设方式。当采用以上敷设方式有困难时，可采用保护管或带顶盖板的电缆桥架架空敷设，但应采取相应的防火措施；

2 在非生产区敷设的仪表电缆可采用带顶盖板的电缆桥架架空敷设；

3 库区设有地面油罐区时，油罐区内电缆敷设按《石油库设计规范》GB 50074 的相关规定执行。



## 16 供暖、通风和空气调节

### 16.1 供暖

16.1.1 水封洞库区域内建筑物供暖方式的选择应根据建筑物的功能及规模，所在地区气象条件、能源状况、能源政策、环保政策等要求，通过技术经济比较确定。

16.1.2 水封洞库位于累年日平均温度低于或等于  $5^{\circ}\text{C}$  的日数大于或等于 90d 的地区，应设置供暖设施。

16.1.3 符合下列条件之一的地区，有余热可供利用或经济条件许可时，可采用集中供暖：

- 1 累年日平均温度稳定低于或等于  $5^{\circ}\text{C}$  的日数为 60d~89d；
- 2 累年日平均温度稳定低于或等于  $5^{\circ}\text{C}$  的日数不足 60d，但是累年日平均温度稳定低于或等于  $8^{\circ}\text{C}$  的日数大于或等于 75d；
- 3 严寒地区和寒冷地区的工业建筑，在非工作时间或中断使用的时间内，当室内温度需要保持在  $0^{\circ}\text{C}$  以上，应按  $5^{\circ}\text{C}$  的室内温度设置值班供暖。当生产工艺有特殊要求时，可根据需要另行确定室内供暖温度。

16.1.4 水封洞库无可依托外来热源时，可考虑自建热源，热源方式要经技术经济分析比较，且征得当地环保部门许可。

16.1.5 水封洞库区域内建筑物供暖，宜采用质调节方式的连续性供暖系统。

16.1.6 集中供暖系统宜采用低温热水做热媒，供水温度宜为  $75/50^{\circ}\text{C}$ 。对采用钢制散热器和钢制供水管道的供暖系统，其供水温度最高不宜超过  $85^{\circ}\text{C}$ 。

16.1.7 热水供暖系统中的供水水质，应满足现行国家标准《工业锅

炉水质》GB/T 1576 的有关规定。

16.1.8 热水供暖系统的定压，宜在热源处采用囊式膨胀补水罐进行定压，或采用补水箱加变频补水泵的组合定压方式。

16.1.9 建筑物供暖室内设计温度宜符合表 16.1.9 的规定，表中未列项目应按国家标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的有关规定执行。

表 16.1.9 供暖室内设计温度

序号	房间名称	设计温度 °C
1	水泵房、消防泵房、柴油发电机间、空气压缩机间、汽车库、污水污泥处理间、药剂间等	5
2	油泵房	10
3	机修间、加工间	14~16
4	计量间、化验室、值班室	18
5	办公室、休息室	18~20
6	更衣室、淋浴间	23

## 16.2 通 风

16.2.1 厂房内放散热、蒸气、粉尘和有害气体的生产设备应设置局部排风装置。当局部排风装置不能保证室内工作环境满足卫生要求时，应辅以全面通风系统。

16.2.2 厂房内设计局部排风或全面排风时，宜采用自然通风。当自然通风不能满足卫生、环保或生产工艺要求时，应采用机械通风方式，或采用机械与自然的联合通风方式。

16.2.3 控制室、电子设备机房等工艺设备有防尘、防腐蚀要求的房间，其新风系统应设置净化设施。

16.2.4 建筑物的防烟、排烟设计应按现行国家标准《建筑设计防火

规范》GB 50016 的有关规定执行。

**16.2.5** 对可能突然放散大量有毒气体、有爆炸危险气体或粉尘的厂房、站房、泵房等场所，应根据工艺设计要求设置事故通风系统。事故通风机应与可燃气体、有毒气体浓度报警装置联动。事故通风机应分别在室内及靠近外门的外墙上设置手动开关。

**16.2.6** 对可能放散爆炸危险气体的厂房、站房、泵房等场所，其通风系统的风机应选用防爆型，并应采用直接传动或联轴器传动。上述场所的排风系统，其风机、风管、风阀等应用不燃烧材料制作。风机、风管、风阀等安装应考虑静电接地措施。

**16.2.7** 竖井操作区通风设计应符合下列规定：

1 当竖井上部为封闭建筑物时，除应采用有组织自然通风外，尚应设置机械通风，换气次数不得小于 12 次/h。计算换气量时，房间高度小于 6m 时应按实际高度计算，房间高度大于 6m 时应按 6m 计算；

2 竖井上方建筑物通风应按下部区域排出总排风量的 2/3、上部区域排出总排风量的 1/3 设计，机械通风装置的吸风口应靠近漏气设备或设置在窝气地面 0.3m 以下。

**16.2.8** 操作巷道内通风设计应符合下列规定：

1 操作巷道内竖井操作区，应根据工艺设备、管道的布置情况，布置适宜的局部排风系统，其排风机应选用防爆型，该排风系统的风量宜按事故排风系统考虑；

2 操作巷道内通风系统，其排风机的风量应取以下两种情况排风（烟）量的较大值：

1) 巷道内发生火灾时，能及时排除火灾初期的烟气量（操作巷道发生火灾时按一个防火分区计算的排烟量）。排烟量的确定应按现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定执行。

2) 操作巷道内平时通风换气量。宜根据巡检人员的工作流程,采用定期通风换气,其排风量可按整个巷道全面通风考虑,其换气次数宜为2~3次/h。

3 操作巷道内通风管道的布置,不应妨碍工艺设备、管道的布置,不应妨碍巷道内巡检车辆的通行。

**16.2.9** 当操作巷道内设置紧急避难硐室时,其通风设计应符合下列规定:

1 紧急避难室内应设置空气处理设备,该设备应能够过滤CO、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S、有害烃类气体等。经处理的空气应能满足避难室内人员卫生环境要求;

2 紧急避难室内新风系统宜采用净化后压缩空气供应,压缩空气在避难室内应设有减压阀和切断阀。

3 紧急避难室内应设置相互独立的2个排风系统,其排风管道上应设有单向阀和密闭阀。

1 紧急避难室内应有压差指示仪表,以确定新风系统和排风系统的运行状态。压差指示仪表宜与排风系统联动。当避难室内没有设置压差指示仪表时,在避难室的外墙上应设置余压阀。

### 16.3 空气调节

**16.3.1** 工艺性空气调节应满足生产工艺对空气环境参数的要求,舒适性空气调节应满足人体舒适、健康对空气环境参数的要求。

**16.3.2** 符合下列条件之一时,应设置空气调节系统:

1 采用供暖通风达不到生产工艺对室内温度、湿度、洁净度等要求时;

2 有利于提高劳动生产率、降低设备的使用寿命费用、增加经济效益时;

- 3 有利于保护工作人员身体健康时；
- 4 采用空气调节系统相比采用供暖通风系统更经济合理时。

16.3.3 选择空气调节系统时，应根据建筑物的用途、构造形式、规模、使用特点、负荷变化情况与参数要求、所在地区气象条件与能源状况等，通过技术经济比较确定。

16.3.4 建筑物室内空调设计温度宜符合表 16.3.4 的规定，表中未列项目，应按现行国家标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的有关规定执行。

表 16.3.4 室内空调设计温度

房间名称	夏季		冬季		新风量	正压	备注
	干球温度	相对湿度	干球温度	相对湿度			
中心控制室	(26±2)°C	(60±5)%	(20±2)°C	(50±5)%	30m <sup>3</sup> /h·per	30Pa	
计算机房	(26±2)°C	(60±5)%	(20±2)°C	(50±5)%	30m <sup>3</sup> /h·per	30Pa	
通讯室	(26±2)°C	(60±5)%	(20±2)°C	(50±5)%	30m <sup>3</sup> /h·per	30Pa	
仪表维修间	26°C~28°C	~70%	16°C~18°C	~60%	3次/h	10Pa	
UPS间	~30°C	~65%	不控制	~60%	2次/h	10Pa	
办公室	26°C~28°C	~75%	18°C~20°C	~65%	30m <sup>3</sup> /h·per	不控制	
会议室	26°C~28°C	~75%	18°C~20°C	~65%	30m <sup>3</sup> /h·per	不控制	
化验室	26°C~28°C	~70%	18°C~20°C	~60%	12次/h(排风)	-15Pa	
更衣室	26°C~28°C	~75%	22°C	不控制	3次/h	不控制	
高低压配电室	≤35°C	~70%	不控制	不控制	8次/h(排风)	不控制	

16.3.5 建筑物内空调系统的夏季冷负荷计算，应按各项逐时冷负荷的综合最大值确定。对于库区内中心控制室、机柜室、变电站主控制

室等重要房间，其空调机设置时应设置 1 台备用机组，其空调负荷计算时，应留出不小于 20% 的负荷裕量。

**16.3.6** 库区内中心控制室、机柜室、变电站主控制室等重要房间，其空调系统应设独立的送新风系统，且应配置化学过滤器等多级净化处理设备。

**16.3.7** 新风量的确定应取下列三项中的较大值：

- 1 保证人员所需的最小新风量，按每人不小于  $30\text{m}^3/\text{h}$  计算；
- 2 补偿排风和保证室内正压所需的新风量之和；
- 3 对于无窗的抗爆控制室和无窗建筑物，人员所需的新风量按空调总送风量的 5%~10% 计取，且应保证每人不小于  $50\text{m}^3/\text{h}$  计算。

## 17 施工及验收

17.0.1 水封洞库地上设施的施工及验收应符合设计文件的要求及国家现行有关标准的规定。

17.0.2 水封洞库地下设施的施工及验收应符合现行国家标准《地下水封石洞油库施工及验收规范》GB 50996 的有关规定及设计技术要求。

## 18 环境保护、安全及职业卫生

### 18.1 环境保护

18.1.1 应对水封洞库进油过程中排出的油气进行处理。采用油气回收处理时，处理后排放尾气中的非甲烷总烃应满足《储油库大气污染物排放标准》GB 20950 的相关要求。储存原油的水封洞库应考虑对油气中硫化氢的处理，处理后排气中的硫化物应满足《恶臭污染物排放标准》GB 14554 的相关要求。

18.1.2 水封洞库洞内渗水，以及库区生活污水、生产污水和事故废水等，应收集后进行处理，处理后的水质指标应符合受纳地表水体的排放标准或城镇集中污水处理厂的接管指标。

18.1.3 水封洞库厂界噪声值应满足《工业企业厂界噪声排放标准》GB 12348 的要求。

18.1.4 水封洞库厂界非甲烷总烃、苯、甲苯、二甲苯、酚类浓度应满足《大气污染物综合排放标准》GB 16297 中的无组织排放监控浓度限值要求；厂界硫化氢、甲硫醇、甲硫醚浓度应满足《恶臭污染物排放标准》GB 14554 中的厂界标准值。

18.1.5 水封洞库在运行过程中产生的油气回收废吸附剂、废碱液、污水处理油泥等固体废物应作为危险废物进行无害化处理处置。

18.1.6 水封洞库施工过程中，应检测施工现场的空气质量，检测爆破振动，控制粉尘、废气、废弃物以及噪声、振动对环境造成的污染及危害，并使其满足国家现行有关标准的规定。

18.1.7 水封洞库地上生产区设计施工应按《石油化工工程防渗技术规范》GB/T 50934 的相关要求执行。

18.1.8 水封洞库应配备便携式 VOC 检测仪，并进行日常巡检。



## 18.2 安全及职业卫生

18.2.1 水封洞库的安全设施和职业卫生设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。

18.2.2 水封洞库的设计与建设应满足安全评价报告及审查意见书、职业病危害预评价报告的要求。

18.2.3 库区的作业环境设计应符合现行国家标准《工业企业设计卫生标准》GBZ 1 和《工业场所有害因素职业接触限值》GBZ 2 的有关规定。

18.2.4 库区应配备正压式空气呼吸器、便携式气体检测仪和便携式氧气检测仪等防护用具。

18.2.5 库区内易发生事故危及人员安全的场所和设备应按现行国家标准《安全标志及其使用导则》GB 2894 的有关规定设置标志。

18.2.6 需要迅速发现并引起注意以防发生事故的场所、部位应按现行国家标准《安全色》GB 2893 的有关规定涂安全色。

18.2.7 操作巷道内设置的各类消防设施均应采取与巷道内环境条件相适应的保护设施，并应设置明显的发光指示标识。

18.2.8 对产生职业病危害的作业岗位，应按现行国家标准《工作场所职业病危害警示标识》GBZ 158 的有关规定设置职业病危害警示标识。

18.2.9 水封洞库应设置应急疏散通道及风向标。

18.2.10 水封洞库应按现行国家标准《个体防护装备选用规范》GB/T 11651 的有关规定配备个体防护装备。

18.2.11 水封洞库可根据储存介质种类设置气防站或气防点。

18.2.12 操作巷道内设置的紧急避难硐室或可移动式避难舱的安全设计应符合下列要求：

1 应具备安全防护、氧气供给保障、有害气体去除、环境监测、通讯、照明、人员生存保障等基本功能，在无任何外界支持的情况下额定防护时间不低于 24h。

2 具备自备氧供氧系统和有害气体去除设施。供氧量不低于  $0.5\text{L}/\text{min}\cdot\text{人}$ ，处理二氧化碳的能力不低于  $0.5\text{L}/\text{min}\cdot\text{人}$ ，处理一氧化碳的能力应能保证在 20min 内将一氧化碳浓度由 0.04%降到 0.0024%以下。在整个额定防护时间内，紧急避险设施内部环境中氧气含量应在 18.5%~23.0%之间，二氧化碳浓度不大于 1.0%，一氧化碳浓度不大于 0.0024%，温度不高于  $35^{\circ}\text{C}$ ，湿度不大于 85%，并保证紧急避险设施内始终处于不低于 100Pa 的正压状态。采用高压气瓶供气系统的应有减压措施，以保证安全使用。

3 配备独立的内外环境参数检测或监测仪器，在突发紧急情况下人员避险时，能够对避险设施过渡室内的氧气、一氧化碳，生存室内的氧气、二氧化碳、一氧化碳、温度、湿度和避险设施外的氧气、二氧化碳、一氧化碳进行检测或监测。

4 按额定避险人数配备食品、饮用水、自救器、人体排泄物收集处理装置及急救箱、照明设施、工具箱、灭火器等辅助设施。配备的食品发热量不少于  $5000\text{kJ}/\text{d}\cdot\text{人}$ ，饮用水不少于  $1.5\text{L}/\text{d}\cdot\text{人}$ 。配备的自救器应为隔绝式，有效防护时间应不低于 45min。

## 19 节 能

19.0.1 水封洞库设计应进行综合能耗分析。

19.0.2 水封洞库设计应采用节能设备，严禁使用国家明令淘汰的高能耗设备，宜利用清洁能源。

19.0.3 水封洞库储满油后，待洞罐内油品的温度、压力恒定时，应关闭通气管的阀门密闭储存。

19.0.4 在技术经济合理的情况下应采取减少裂隙水渗出的措施。含油污水经处理达标后宜回用。

## 附录 A 计算间距的起讫点

表 A 计算间距的起讫点

序号	建（构）筑物、设施和设备	计算间距的起讫点
1	公路	路边
2	铁路	铁路中心线
3	工矿企业、居住区	建筑物或构筑物外墙轴线
4	公共建筑	围墙轴线；无围墙者为建（构） 筑物外墙轴线
5	架空电力和通信线路	线路中心
6	埋地电力和通信线路	电缆中心
7	地上油罐	罐外壁
8	竖井	竖井边缘
9	管道	管子中心（指明者除外）
10	设在露天（包括棚下）的 各种设备	最突出外缘
11	建筑物或构筑物	外墙轴线
12	油品汽车装卸鹤管	鹤管中心
13	油品铁路装卸鹤管	铁路中心线
14	火炬（高架）	火炬筒中心
15	油气回收装置	最外侧的设备外缘
16	洞罐（或洞室）	洞罐（或洞室）的内壁

注：本标准中的安全距离和防火距离未特殊说明的，均指平面投影距离。

## 附录 B 锚喷支护类型及其参数

表 B.0.1 锚喷支护类型及其参数

围岩级别		I	II	III	IV
洞室	拱部	1)50~80 喷射 混凝土 2)布置 局部锚杆 L=3.0m~6m	1)50~100 喷射 混凝土 2)布置 L=3.0m~6m@2. 5m 锚杆	1)50~100 喷射 钢纤维混凝土 2)布置 L=3.0m~6m@ 2.0m 锚杆	1)140 钢筋网 喷射混凝土 2)布置 L=3.0m~6m@ 1m~2.0m 锚杆
	边墙	1)局部锚杆 L=3.0m~6m	1)50~100 喷射 混凝土 2) 布置 L =3.0m~6m@ 2.5m 锚杆	1)50~100 喷射 钢纤维混凝土 2)布置 L=3.0m~6m@ 2.0m 锚杆	1)50~120 钢筋 网喷射混凝土 2)布置 L=3.0m~6m@ 2.0m 锚杆
连接巷道	拱部	1)局部 50~80 喷射混凝土 2)局部锚杆 L =4m	1)50~80 喷射混 凝土 2)局部锚杆 L =4m	1)50~80 喷射 钢纤维混凝土 2)布置 L=4m@2.0m 锚杆	1)50~100 钢筋 网喷射混凝土 2)布置 L=4m@1.5m 锚杆
	边墙	1) 局 部 锚 杆 L=4m	1)局部锚杆 L =4m	1)局部锚杆 L =4m	1)50~80 喷射 混凝土 2)布置 L=4m@2.0m 锚杆
洞室与连 接巷道交 叉口	主	1)50~100 喷射 混凝土 2)布置 L=3.0m~6m@ 2.5m 锚杆	1)50~100 喷射 混凝土 2)布置 L=3.0m~6m@ 2.0m 锚杆	1)50~100 喷射 钢纤维混凝土 2)布置 L=3.0m~6m@ 1.5m 锚杆	1)140 钢筋网 喷射混凝土 2)布置 L=3.0m~6m@ 1.5m 锚杆
	连接 巷道	1)50~80 喷射 混凝土 2)布置 L=4m@2.5m 锚杆	1)50~80 喷射混 凝土 2)布置 L=4m@2.0m 锚杆	1)50~80 喷射 钢纤维混凝土 2)布置 L=4m@1.5m 锚杆	1)140 钢筋网 喷射混凝土 2)布置 L=4m@1.5m 锚杆

续表 B. 0. 1

围岩级别		I	II	III	IV
水幕巷道	拱部	1)50~80 喷射 混凝土 2)布置 L=2.5m@2.0m 锚杆	1)50~80 喷射 混凝土 2)布置 L=2.5m@2.0m 锚杆	1)50~100 喷射 钢纤维混凝土 2)布置 L=2.5m@2.0m 锚杆	1)50~100 喷射 钢纤维混凝土 2)布置 L=2.5m@2.0m 锚杆
	边墙	1)50~80 喷射 混凝土 2)局部锚杆 L =2.5m	1)50~80 喷射 混凝土 2)局部锚杆 L =2.5m	1)50~100 喷射 钢纤维混凝土 2)布置 L=2.5m@2.0m 锚杆	1)50~100 喷射 钢纤维混凝土 2)布置 L=2.5m@2.0m 锚杆
施工巷道	拱部	1) 50~80 喷射 混凝土 2) 局部锚杆 L =4.5m	1)50~80 喷射 混凝土 2)局部锚杆 L =4.5m	1)50~100 喷射 钢纤维混凝土 2)布置 L=4.5m@2.0m 锚杆	1)140 钢筋网 喷射混凝土 2)布置 L=4.5m@1.5m 锚杆
	边墙	1)局部锚杆 L=4.5m	1)局部锚杆 L=4.5m	1)布置 L=4.5m@2.5m 锚杆	1)50~80 喷射 混凝土 2)布置 L=4.5m@2.0m 锚杆
水幕巷道	拱部	1)局部锚杆 L =3.0m	1)局部锚杆 L=3.0m	1)局部锚杆 L=3.0m	1)50~80 喷射 混凝土 2)局部锚杆 L=4.5m
	边墙	1)局部锚杆 L=3.0m	1)局部锚杆 L=3.0m	1)局部锚杆 L=3.0m	1)局部锚杆 L=4.5m
竖井	—	1)50~80 钢筋 网喷射混凝土 2) 布置 L =4.5m@2.0m 锚杆	1)50~80 钢筋 网喷射混凝土 2)布置 L =4.5m@2.0m 锚杆	1)50~80 钢筋网 喷射混凝土 2) 布置 L =4.5m@2.0m 锚杆	1)50~80 钢筋 网喷射混凝土 2)布置 L=4.5m@2.0m 锚杆
泵坑	—	1)50~80 钢筋 网喷射混凝土 2)布置 L=3.0m@1.5m 锚杆	1)50~80 钢筋 网喷射混凝土 2) 布 置 L=3.0m@1.5m 锚杆	1)50~80 钢筋网 喷射混凝土 2) 布 置 L=3.0m@1.5m 锚杆	1)50~80 钢筋 网喷射混凝土 2) 布 置 L=3.0m@1.5m 锚杆

注：1 表中@后数值为锚杆间距，锚杆直径均为 25mm。

2 表中单位除标明 m 外，其他为 mm。

## 附录 C 锚杆对不稳定块体的抗力计算

C.0.1 拱腰以上的锚杆对不稳定块体的抗力，按下列公式计算：

$$S \leq R \quad (\text{C.0.1-1})$$

$$S = r_G G_k \quad (\text{C.0.1-2})$$

水泥砂浆锚杆：

$$R = n A_x f_y \quad (\text{C.0.1-3})$$

预应力锚杆：

$$R = n A_x \sigma_{\text{con}} \quad (\text{C.0.1-4})$$

- 式中： S —— 荷载效应组合的设计值；  
R —— 锚杆抗力的设计值；  
 $r_G$  —— 不稳定块体的作用分项系数，取 1.2；  
 $G_k$  —— 不稳定块体自重标准值，N；  
n —— 锚杆根数；  
 $A_x$  —— 单根锚杆的截面积， $\text{mm}^2$ ；  
 $f_y$  —— 单根锚杆的抗拉强度设计值，MPa；  
 $\sigma_{\text{con}}$  —— 预应力锚杆的设计控制抗拉力设计值，MPa。

C.0.2 拱腰以下边墙上的锚杆对不稳定块体的抗力，按下列公式计算：

$$S \leq R \quad (\text{C.0.2-1})$$

$$S = r_{G1} G_{1k} \quad (\text{C.0.2-2})$$

水泥砂浆锚杆：

$$R = f r_{G2} G_{2k} + n A_s f_{gv} + CA \quad (\text{C.0.2-3})$$

预应力锚杆：

$$R = f r_{G2} G_{2k} + P_t + f P_n + CA \quad (\text{C.0.2-4})$$

- 式中：  $G_{1k}$ 、 $G_{2k}$  —— 分别为不稳定块体平行、垂直作用滑动面的

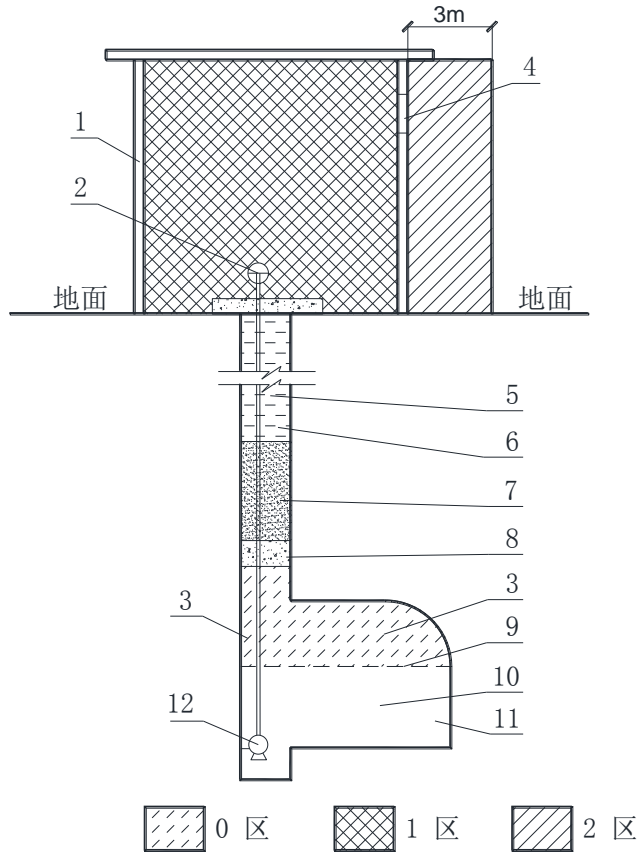
- 分力的标准值, N;
- $A_s$  —— 单根锚杆的截面积,  $\text{mm}^2$ ;
- $A$  —— 岩块滑动面的面积,  $\text{mm}^2$ ;
- $n$  —— 锚杆根数;
- $C$  —— 岩块滑动面上的粘结强度, MPa;
- $f_{gv}$  —— 锚杆的设计抗剪强度, MPa;
- $f$  —— 滑动面上的摩擦系数;
- $P_t$ 、 $P_n$  —— 分别为预应力锚束或锚杆作用于不稳定块体上的总压力在抗滑动方向及垂直于滑动方向上的分力, N;
- $r_{G1}$ 、 $r_{G2}$  —— 不稳定块体的作用分项系数, 分别取 1.2。



## 附录 D 竖井及操作巷道爆炸危险区域的等级范围划分

D.0.1 爆炸危险区域的等级定义应符合现行国家标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的有关规定。

D.0.2 竖井室爆炸危险区域划分（图 D.0.2），应符合下列规定：



图D.0.2 竖井室爆炸危险区域划分

1-封闭墙 2-释放源 3-油气 4-有孔墙或开式墙 5-水 6-竖井  
7-防渗填层 8-混凝土塞子 9-液体表面 10-地下洞罐 11-油 12-泵

1 竖井室内部空间应划分为 1 区；

2 有孔墙或开式墙外与墙等高，且不小于 3m 的空间范围应划分为 2 区。

D.0.3 竖井口露天布置时，爆炸危险区域划分应以释放源为中心，半径为 1m 的球形空间和自地面算起高 0.6m、半径为 3m 的圆柱体内空间应划分为 2 区（图 D.0.3）：

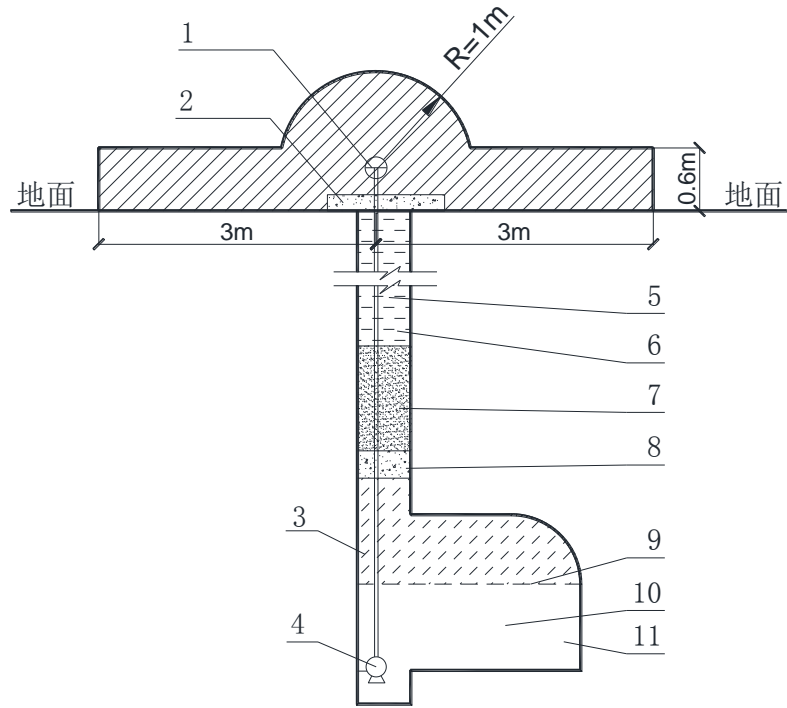


图 D.0.3 竖井口露天布置时爆炸危险区域划分

1-释放源 2-上盖板 3-油气 4-泵 5-水 6-竖井  
7-防渗填层 8-混凝土塞子 9-液体表面 10-地下洞罐 11-油

D.0.4 操作巷道爆炸危险区域划分（图 D.0.4），应符合下列规定：

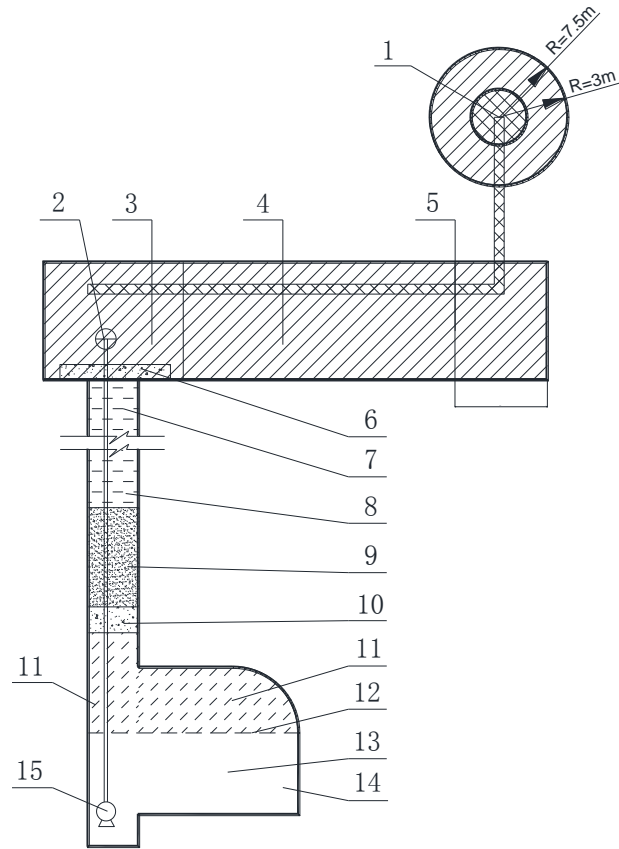


图 D.0.4 操作巷道爆炸危险区域划分

1-通风管口 2-释放源 3-竖井室 4-巷道 5-洞口  
6-上盖板 7-水 8-竖井 9-防渗填层 10-混凝土塞子  
11-油气 12-液体表面 13-地下洞罐 14-油 15-泵

- 1 洞罐内液体表面以上的空间划分为 0 区；当采用惰性气体密封时，为非爆炸危险环境；
- 2 以通气口为中心、半径为 3m 的球形空间应划分为 1 区；
- 3 通风良好的操作巷道内的竖井操作区、操作巷道洞口外 3m 范围内空间应划分为 2 区。

## 本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的用词:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”。

2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的用词:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的用词:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

表示有选择,在一定条件下可以这样做的用词,采用“可”。

2 本标准中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

中华人民共和国国家标准

地下水封石洞油库技术标准

**GB 50455 – 20XX**

条文说明

## 目次

1 总 则 .....	78
2 术 语 .....	80
3 一 般 规 定 .....	81
4 库 址 选 择 .....	82
5 工 程 勘 察 .....	86
5.1 一 般 规 定 .....	86
5.2 选 址 勘 察 .....	86
5.3 初 步 勘 察 .....	87
5.4 详 细 勘 察 .....	88
5.5 施 工 勘 察 .....	89
6 总 体 布 置 .....	91
6.1 一 般 规 定 .....	91
6.2 总 平 面 布 置 .....	91
6.3 竖 向 布 置 .....	93
7 储 运 .....	95
7.1 一 般 规 定 .....	95
7.2 洞 罐 .....	96
7.3 潜 油 泵、潜 水 泵 .....	98
7.4 竖 井 管 道 .....	98
8 地 下 工 程 .....	99
8.1 一 般 规 定 .....	99
8.2 布 置 .....	100
8.3 支 护 .....	103
8.4 防 水 .....	108
8.5 施 工 通 风 .....	109
8.6 动 态 设 计 .....	110
9 清 理、标 定 和 气 密 性 试 验 .....	116
9.1 清 理 .....	116
9.2 标 定 .....	116
9.3 气 密 性 试 验 .....	116
10 地 下 工 程 安 全 监 测 .....	118
11 消 防 设 施 .....	119

11.1	一般规定 .....	119
11.2	灭火器材配置 .....	120
12	给排水及污水处理 .....	121
12.1	给 水 .....	121
12.2	排 水 .....	121
12.3	污 水 处 理 .....	121
13	电 气 .....	123
13.1	供 配 电 .....	123
15	仪表及自动控制 .....	124
15.1	仪表及控制系统 .....	124
16	供暖、通风和空气调节 .....	126
16.1	供 暖 .....	126
16.2	通 风 .....	127
16.3	空 气 调 节 .....	128
18	环境保护、安全及职业卫生 .....	131
18.1	环 境 保 护 .....	131
18.2	安 全 及 职 业 卫 生 .....	131
19	节 能 .....	133

# 1 总 则

1.0.1 本条规定了设计水封洞库应遵循的原则要求。

水封洞库属爆炸和火灾危险性设施，所以必须做到安全可靠。技术先进是安全的有效保证，在保证安全的前提下，也要兼顾经济效益。本条提出的各项要求是对水封洞库设计提出的原则要求，设计单位和具体设计人员在设计水封洞库时应严格执行本规范的具体规定，采取各种有效措施，达到条文中提出的要求。

1.0.2 本条规定了本标准的适用范围和不适用范围。

本标准适用于新建、改建和扩建的原油、成品油水封洞库的设计。相比本标准 2008 年版，适用范围扩充包括了非储备性质的水封洞库。

由于水封洞库储油原理与人工洞内离壁钢罐、贴壁钢罐、自然洞石油库、盐穴洞库完全不同，故本标准不适用于上述储存类型的油库，LPG 水封洞库由于储存压力高，储存介质的特殊性，应针对 LPG 水封洞库储存的特点，专门编制 LPG 地下水封石洞油库规范。

1.0.3 本条有两方面含义：

1 《地下水封石洞油库技术标准》是专业性技术标准，其适用范围和规定的技术内容，就是针对水封洞库设计而制定的。因此设计水封洞库应该执行《地下水封石洞油库技术标准》的规定。在设计水封洞库时，如遇到其他标准与本技术标准在同一问题上作出的规定不一致的情况，执行本技术标准的规定。

2 水封洞库设计涉及的专业较多，接触的面也广，本技术标准只能规定水封洞库特有的问题，对于其他专业性较强，且已有国家或行业标准作出规定的问题，本技术标准不便再做规定，以免产生矛盾，造成混乱。本技术标准明确规定者，按本技术标准执行；本



技术标准未作规定者，可执行国家现行有关标准的规定。

## 2 术 语

2.0.1 修订了地下水封石洞油库的定义，使定义更准确、内涵更全面。

### 3 一般规定

3.0.1 本条规定了水封洞库设计库容的确定应综合考虑的因素及应经技术经济分析确定的要求。由于水封洞库的功能性质各有不同，建设地点、建设条件及不同时期建设成本各不相同，用统一的最小规模经济库容量来限制不利于水封洞库的发展。

3.0.4 本条规定从节能的角度考虑，储备性质的水封洞库由于储存周期相对较长，应储备低粘低凝原油或常温储存的成品油比较经济。

3.0.5 本条规定是从地下水和储存油品互相不产生影响的角度进行考虑的，同时，也规定了加热油品的加热温度不能接近或达到水封水汽化而使水封失效的温度。

3.0.6 水封洞库地下部分主要为洞罐，是开挖岩体形成的，使用年限较长，只要与其相连的不可维修的材料、设备设计时适当考虑其余量，用较少的投资就能使洞库的使用年限延长很多年。所以确定地下部分设计基准期 50 年，与同类工程相比较是适宜的。

3.0.7 国家石油储备库的主要作用之一就是为应急供应市场，水封洞库及其外部相连接的储运系统必须具备应急投放能力，与储备库相配套，方能发挥储备库的功能。

3.0.8~3.0.10 根据国内外地下洞库的经验，距离洞罐地面投影 50m 以外建一般建筑物对洞罐不产生影响，200m 以外打井取水对洞罐不产生影响。水封洞库的地面建筑物和构筑物，一般基础较浅，建成后又没有什么振动，对储油洞室不会造成什么影响，可以建在水封洞库的上方地面。但不可控的外单位的建筑物和构筑物不能建在水封洞库的上方地面。经专题论证对水封洞库的稳定地下水位影响半径一般不超过 200m，所以在水封洞库地面投影 200m 以内不能设置影响地下水位变化的取水设施。

## 4 库址选择

**4.0.1** 本条原则性规定了水封洞库库址选择的要求。由于大部分水封洞库靠近码头或靠近城镇，所以水封洞库的建设应符合当地城乡的总体规划，包括地区交通运输规划及公用工程设施的规划等要求。

考虑到水封洞库进油时大呼吸排出的油气回收后的尾气对大气的环境有一定影响、排出的污水对地下水源有污染，所以本条规定了水封洞库应符合环境保护、安全、卫生的要求。

**4.0.3** 本条原则性规定了水封洞库库址选择应具备地质及水文地质条件。

为了保证水封洞库在宏观地质环境中的整体安全性，水封洞库库址所在的区域的区域应是区域地质稳定的区域，且其区域地质构造应相对简单。

为了保证水封洞库的洞室稳定和安全，应对水封洞库建库岩体的坚硬程度、完整性、稳定性以及渗透性等提出一定的要求。

为了保证洞库运营经济、安全，保证水封效果，不致油气逸出，水封洞库必须设置在稳定的地下水位以下的低渗透性岩体中。

**4.0.4** 水封洞库为重要的大型储油库，在选址时不应在限定的地区选址，一方面为了水封洞库本身的安全，另一方面也为了保护特定的地区及设施不受水封洞库施工及运营的干扰或影响。

地质灾害对水封洞库的建设与运营安全有直接的影响，因此，应对不良地质作用的发育程度有所限定，以避免地质灾害对工程造成严重的不良后果。

地下环境的有害气体和放射性元素对水封洞库施工人员的健康有严重的威胁，因此，应避免在还有过量有害气体或放射性元素的

岩体区域建设水封洞库。

由于油品直接与岩石、地下水等介质接触，如果这些介质中含有较多的有害元素，则可能会影响油品的质量，岩体的矿物成分常见的达 50 多种，造岩矿物又是由不同的化学元素组成的，其中一些元素如硫、铜、铅等对油品质量有一定的影响，所以对岩石矿物成分提出了原则性要求。

**4.0.5** 为了减少水封洞库及地面设施与周围居住区、工矿企业和交通线在火灾事故中相互影响，防止油品污染环境，节约用地等，表 4.0.5 中所列防火距离相对本规范 2008 年版的有关规定基本相同，仅有部分修订。对表 4.0.5 说明如下：

**1** 水封洞库由于洞罐深埋地下，正常储油时，进、出油管及通风管的阀门全部关闭，洞罐内油品封闭储存，没有油气散发，人为造成不安全因素很小，对环境影响很小。

水封洞库进、出油通过洞罐竖井，与油田采油井相似，所以本条文参考现行国家标准《石油天然气工程设计防火规范》**GB 50183** 表 4.0.7 中油气井与周围建筑物和构筑物，设施的防火间距中的自喷油井与各项的安全距离，并结合水封洞库的特点，对竖井与居住区，工矿企业和交通线的安全距离做了规定。这样既节省了土地又保证了安全性。

**2** 由于水封洞库与普通石油库不同，故本条给出了竖井、火炬这两类特殊设施与外界设施的防火距离。油气回收装置在《石油库设计规范》**GB50074** 中已有规定，故本次修订不再对其要求。

**3** 由于水封洞库储存的油品时间长，正常储存时没有油气排出，油泵站及火炬均不运转，在进油时呼出的油气经油气回收后，有少量的尾气排出。条文中规定竖井与居住区及公共建筑安全距离为 60m。

**4** 水封洞库的竖井、火炬与工矿企业的防火距离，因各企业生

产特点和火灾危险性千差万别，不可能分别规定，本条所规定的内容与国家同级标准对比，大致相同或相近。

5 2008年版中，水封洞库的竖井与国家铁路线200m的安全距离，是根据国务院2004年发布的国务院令430号《铁路运输安全保护条例》第十七条规定的要求制定的。2013年8月17日中华人民共和国国务院令639号公布的《铁路安全管理条例》自2014年1月1日起施行。2004年12月27日国务院公布的《铁路运输安全保护条例》予以废止。《铁路运输安全保护条例》中第十七条已经修改为：“第九十条 在铁路线路安全保护区及其邻近区域建造或者设置的建筑物、构筑物、设备等进入国家规定的铁路建筑限界，或者在铁路线路两侧建造、设立生产、加工、储存或者销售易燃、易爆或者放射性物品等危险物品的场所、仓库不符合国家标准、行业标准规定的安全防护距离的，由铁路监督管理机构责令改正，对单位处5万元以上20万元以下的罚款，对个人处1万元以上5万元以下的罚款。”参照有关规范，本条中原200m修改为40m。

6 水封洞库的竖井与公路的安全距离，由于各种公路车辆可能产生明火，为避免相互影响，参照有关规范，制定防火距离。

7 水封洞库的竖井与国家一、二级架空通信线路的防火距离是参照有关标准制定的。

8 水封洞库与架空电力线路和不属于国家一、二级的架空通信线路的安全距离，主要考虑倒杆事故。据15次倒杆事故统计，倒杆后偏移距离在1m以内的6起，偏移距离2~3m的4起，偏移距离为半杆高的2起，偏移距离为1杆高的2起，偏移距离大于1.5倍杆高的1起，本条限定安全距离1.5倍杆高。

9 火炬与居住区、工矿企业、交通线和国家一、二级架空通信线路等安全距离规定为80~120m（其他公路60m），本条规定与同级国家标准比较大致相同。

4.0.8 本条是根据建筑界限确定的。

4.0.9 本条是根据《惠州国家石油储备地下水封洞库扩建项目对二期洞库项目影响分析》专题研究报告的研究结论进行修订的，将两个水封洞库不同期建设时，由“后期建设的施工巷道口与已建库的地下设施距离不小于 300m”修改为“后期建设的洞室与已建洞库洞室的距离不应小于 100m”。

## 5 工程勘察

### 5.1 一般规定

5.1.1 水封洞库的勘察应遵循由表及里、由整体到局部、由定性到半定量或定量的规律进行，还要与设计阶段相适应，水封洞库勘察阶段的划分是在认识规律和与设计阶段相适应的基础上做出的。

5.1.2 水封洞库勘察的详细程度是递进式的，也是与各个设计阶段所需的地质资料相协调的。

5.1.3 一般意义上，水封洞库的勘察主要指的是地下工程的勘察，但是水封洞库不可避免的有地面建筑、库外管线以及其他一些附属设施，对这些建构物的勘察均有详细的勘察标准，因此本标准对此不再做详细规定，仅规定执行相关标准即可。

### 5.2 选址勘察

5.2.1 选址勘察就是要选择出符合水封洞库对岩性、工程地质和水文地质要求的库址场地，其重点工作是在已有资料的基础上，通过踏勘、线路地质调查、地质测绘、物探等手段，对各比选库址进行整体性把握，比选出拟选库址和备选库址，为工程预可行性研究提供依据。关于地震安全性评价与山体稳定性评价，由于现在国家要求重点工程必须做地震安全性评价和建设用地地质灾害危险性评价，因此，本规范对地震安全性评价与山体稳定性评价不做规定，仅提供工程场地的基本设防烈度即可。

5.2.2 原则上，该阶段选择的库址应不少于两处，但受地域或其



他条件限制时，仅有一个库址可供研究选择，或者目标库址已经确定，则允许少于两个库址。

**5.2.3** 该阶段的勘察主要是从宏观地质层面来选择库址，因此，不宜投入过大，而地质调查和地质测绘是最为有效的宏观上认识区域地质条件的方法，在此基础上，辅以少量必要的物探和钻探，对深部底层和有疑问的个别地段进行探测，即可达到本阶段的目的。

**5.2.4** 为了设计的需要，选址勘察报告应为设计方提供必要的参数和建议。如比选库址的地形、岩性、地址构造、岩体完整性等，都是设计不可缺少的依据。在重点库址场地进行 1:10000 综合工程地质绘测，可以减少后续工作的盲目性，为合理布置勘察工作量，取得良好的勘察效果等提供依据。物探成果、可用岩体的总面积、洞室轴线方向、洞库埋深、洞室高度与跨度是洞室布置与设计的重要依据，因此选址勘察报告也应给出这些成果和建议。

### 5.3 初步勘察

**5.3.1** 初步勘察的对象从宏观地质向库址范围过渡，将勘察的范围进一步缩小，其目的是初步查明库址的工程地质和水文地质条件。

**5.3.2** 除非出现颠覆性的状况，一般情况下，初步勘察硬在选址勘察阶段确定的库址上进行。

**5.3.3** 初步勘察的重点是查明库址范围的地层、岩性和构造，并优选建库范围，优化水封洞库布置，进一步给出洞室埋深和轴线方向等参数的建议。

**5.3.4** 为了获取库址区地下水位资料，为后期的水位监测以及水封评价提供依据，该阶段应利用勘察钻孔，或勘察钻孔综合考

考虑地下水监测的目的，初步建立地下水监测网，进行长期的地下水监测。

5.3.5 初步勘察着重查明库区内的岩性、构造、岩体渗透性、地应力状态、岩土体物理力学性质、稳定地下水位等，为初步确定洞库轴线方向、洞跨、洞间距和埋深等整体布置提供依据，该阶段勘察还要为库区岩体进行初步分级，进一步划分出适宜建库岩体的范围，并要对库区岩体渗透性有初步的掌握，估算洞库的涌水量，对地下水和洞室稳定性进行数值模拟分析。

## 5.4 详细勘察

5.4.1 详细勘察的目标从库址转向工程的具体结构和关键部位，但基本任务仍是查明库址的工程地质和水文地质条件。

5.4.2 详细勘察的基本任务是查明库址范围的地层、岩性和构造，但在精度上应有所提高，此外，工程重点部位的地质情况是决定工程布置的关键，应予以基本查明。

5.4.3 该阶段地质钻探孔布置应尽可能综合进一步考虑地下水监测，必要时可专门布置地下水监测孔，完善地下水监测网，并继续对地下水进行监测。

5.4.4 1:2000 综合工程地质图是库址地质情况的综合反映，是后续工作的依据和重要参考，因此，详细勘察阶段填绘 1:2000 综合工程地质图是必须的。详细勘察应着重解决工程重点部位的工程地质问题，因此，详细勘察报告除了对库址区的岩性（层）、构造，岩层产状，主要断层、破碎带和节理裂隙密集带的位置、产状、规模及其组合关系进行分析外，还应对主要软弱结构面的分布和组合情况，施工巷道口边坡、仰坡、竖井等的稳定性，以

及突水的可能性进行分析，并给出合理的应对措施和建议。

## 5.5 施工勘察

5.5.1 地下工程具有很大的不可预见性，施工勘察主要是在详细勘察资料的基础上，结合施工开挖所获得的地下岩体构造实际情况，对前期的勘察成果进行验证和校正，根据前期勘察资料 and 实际地质规律，研究和论证对施工安全、工程质量有影响的水文地质、工程地质问题，进行超前地质预报，为优化设计提供依据，并为施工安全和工程质量提供保证。

5.5.2 该阶段应针对库区地质情况，在库区范围内专门布置地下水监测孔，遇异常情况可动态布置加密监测孔，建立完善的地下水监测网，对地下水进行持续监测。

5.5.3 编制巷道、竖井、洞库的地质展示图和洞库顶、壁、底板基岩地质图以及洞库围岩含水性展示图等是进行地质超前预报的依据。

测定岩体爆破松动圈及围岩应力是为优化支护设计提供依据。

超前地质预报是施工安全的保证，同时也为施工设计优化提供依据，因此必须高度重视超前地质预报，应根据前期勘察资料 and 施工开挖时所掌握的地质规律及时准确地预测工作面前方一定距离内的地质情况，并及时处理施工中的问题，确保施工安全，保证工程质量。

对洞库涌水量进行实测可以获取洞库的实际涌水量，洞库实测动态涌水量也是预测洞库投产后地下水位恢复的重要依据。在开挖过程遇到复杂的地质情况时，为保证施工安全，应补充一定的勘察工作量。

施工勘察报告应对施工方案和施工注意事项提出建议和总结，

结合工程地质条件对地下工程部署提出处理或调整建议，并做出评价。施工勘察报告也是对工程施工中出现的问题和经验的总结。报告中应分析施工中出现的岩体失稳原因、处理措施与效果，还要对各类围岩的支护措施、喷锚质量、注浆封堵措施和效果进行总结。

## 6 总体布置

### 6.1 一般规定

6.1.1 水封洞库的地下生产区与地上设施自然分开。本条主要是针对地上设施的布置。由于地上设施所包含的各种建筑物和构筑物的火灾危险程度、散发油气量的多少、生产操作的方式等差别较大，有必要按生产操作、火灾危险程度、经营管理等特点进行分区布置。把特殊的区域加以隔离，限制一定人员的出入，有利于安全管理，并便于采取有效的消防措施。

6.1.2 水封洞库位于稳定地下水位以下的岩洞内，距地面设施距离很大，比较安全。为节省占地，如果地面地形条件允许，宜将地上设施布置在地下生产区上方，形成立体布置以节省占地。

6.1.3 水封洞库地上设施所包含的建筑物和构筑物面积都不大，为减少占地、节约投资、便于生产操作和管理，在符合生产使用和满足安全的条件下，将性质相同或相近的建筑物和构筑物合并设置。如办公楼可与控制室合建；消防泵房可与消防器材间、值班室合建；油泵站与计量间合建等。

### 6.2 总平面布置

6.2.1 水封洞库地上设施与地面油库相比较增加了竖井、油气回收装置和火炬。因此，表 6.2.1 规定了这三部分设施与其他设施之间的间距，其余的应符合现行国家标准《石油库设计规范》GB 50074 的规定。

1 竖井与其他设施之间的防火距离的说明。

由于竖井类似于油田采油井，又比油井安全。到目前为止国内外类似油库尚无发生火灾的先例。防火距离参考了《石油天然气工程设计防火规范》GB 50183 中自喷油井与其他设施的安全间距。消防泵站为洞库中的主要消防设施，一旦竖井发生火灾，消防泵站应立即发挥作用且不受火灾威胁，它们与竖井的距离应保证竖井发生火灾时不影响其运转，且竖井散发的油气不致蔓延到消防泵房和消防设施，距离要适当增大，本条竖井与消防泵房的防火距离规定为 30m；为更好地体现以人为本的原则，规定竖井与办公楼、中心控制室、专用消防站、宿舍、食堂等人员集中场所的防火距离为 40m；竖井与有明火或散发火花地点的距离主要考虑油气不致蔓延到有明火或散发火花的地点引起爆炸或燃烧，也考虑到明火设施产生的飞火不会落到竖井附近，本条规定为 20m。以上竖井与各设施的防火距离与同级现行国家有关规范比较是可行的。

2 油气回收装置与各设施之间的防火距离，与国家现行同级规范比较是适宜的。

3 火炬与各设施之间的防火距离，主要是参照现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160 确定的。

6.2.2 水封洞库的建筑界限设置永久性标志，主要是避免外部建筑物和构筑物影响洞库的稳定性。

6.2.3 水封洞库出入口的设置与地面油库结合，更方便实施。考虑到人员安全逃生，规定当水封洞库没有设置地面油罐时而设置两处车辆出入口有困难时，必须在不同方位分别设置车辆出入口和人行出入口。

6.2.5 在水封洞库竖井操作区之间设置道路并与其他道路相通便于生产管理、消防以及维修车辆的通行和调度。考虑到水封洞库一般建在山区，受地形限制时，可设有回车场的尽头式道路。

6.2.7 洞库地上设施区宜进行绿化，可以美化和改善库内环境。油性大的树种易燃烧，不应在地面生产区内栽植。

6.2.8 本条规定是为确保雨水与污水分流。

### 6.3 竖向布置

6.3.1 现行国家标准《防洪标准》GB 50201 中第 4.0.1 条，关于工矿企业的等级和防洪标准是这样规定的：大型规模工矿企业的防洪标准（重现期）为 50~100 年，中型规模工矿企业的防洪标准为 20~50 年，因此本条规定水封洞库防洪标准应按洪水重现期不小于 100 年设计。

6.3.2 本条规定了沿海等地段，水封洞库地上设施最低设计标准。因为我国沿海各港因潮型和潮差特点不同，南北方港口遭受台风涌水程度差异较大，南方港口特别是汕头、珠江、湛江和海南岛地区直接遭受台风，涌水增高显著，涌水高度在设计水位以上约 1.5~2.0m；而北方沿海港口受台风风力影响较弱，涌水高度较小，一般涌水高度在设计水位以上 1.0m 左右，不超过 1.3m。所以，地上设施的最低设计标高要结合当地情况确定。

6.3.3 行政管理区、中心控制室、消防泵房、总变电所是保证水封洞库安全运营的重要设施，规定其位于相对较高的场地处，是为保证地上生产设施发生火灾时能够自保并具备扑救的能力和条件，避免可能发生的流淌火灾的威胁。

6.3.4 本条说明如下：

1 当设置地面油罐时，与《石油库设计规范》GB 50074 的要求一致。

2 当不设置地面油罐时，为尽可能隔绝一般火种，禁止无关人员进入地面操作区，考虑到安全管理及防火，设置一定高度的

实体围墙。由于水封洞库大多建在山区或者丘陵地区，地形比较复杂，四周都建设实体围墙的难度较大，也没必要，故允许“只在漏油可能流经的低洼处设置，在地势较高处可设置非实体围墙或围栅”。

4 规定“围墙下部 0.5m 高度以下范围内应为实体围墙”是为阻止漏油漫延到行政管理区，故当“行政管理区位于比地上生产区高 0.5m 以上处时，二者之间的围墙或围栅可为任何形式”。



## 7 储 运

### 7.1 一 般 规 定

7.1.1 本次修订增加了油品外运工艺流程要求。考虑到商业水封洞库油品出库方式的多样性，可能是管道外输、也可能是公路、铁路、水路外运，修订对工艺流程的要求更加全面。

7.1.2 对于火灾危险性为甲 B、乙类的油品洞罐，为提高储存安全性，应采用烃类气体或惰性气体密封保护，防止空气进入形成爆炸性气体。对于这种洞罐进油前应进行惰性气体置换，使洞内气体含氧量满足要求后才能进油，所以规定这种洞罐设置惰性气体置换设施。

7.1.3 地下水封洞罐储油类似于拱顶油罐储油，可以常压储存，但结合洞室顶距设计稳定地下水位线的垂直距离不小于 20m 及洞室顶距微风化层顶面垂直距离不小于 20m 的要求，考虑尽量减小油品大呼吸呼出的油气量及油气处理设施的规模等因素，洞罐的设计储存压力可适当提高。是否提高或提高多少设计压力应结合储存油品储存温度下的饱和蒸汽压及地下水文地质、工程地质条件确定比较合理。

7.1.4 洞罐设计储存温度的确定，首先根据油品物性确定是否需加热储存，加热储存的洞罐设计储存温度应不低于油品进洞罐的最高温度；不加热储存的洞罐设计储存温度一般按进入油品温度（与气温相关）和洞罐围岩温度（即洞罐所在位置的地温）两者较大值取值。洞罐设计储存温度的确定主要用于确定油品储存温度下的饱和蒸汽压取值。

## 7.2 洞 罐

7.2.1 本次修订对洞罐章节进行了条款的重新归纳及增加了部分条款内容。本条是对洞罐的设置进行规定，说明如下：

1 水封洞库洞罐的数量由洞库规模、储存油品的品种、储存方案（油品单品种储存还是混合储存）及地质条件等因素综合考虑确定，一般每个品种不少于 2 座，主要从经济性和倒罐工艺两方面考虑。本次修订去掉了对单罐罐容限制的规定，主要是考虑标准不能限制洞库的建设及发展。

2 洞罐的装量系数主要考虑罐底部存在的“水垫层”高度、罐内原油的膨胀量及罐内液位报警后 10~15min 的最大进油量。本次修订去掉了装量系数的数值规定，主要是考虑不同大小的洞罐、不同的进油速度、储存不同的油品，其装量系数计算值是不同的，不做统一规定，由设计人员计算确定。

3 地下洞罐的储油方式有两种，一种是固定水位法储油，另一种是变动水位法储油。由于水封石洞油库库容较大，采用变动水位法储油，洞罐出油时将需要大量的水进洞罐以填补油的空间；进油时又要排出大量的含油污水需要处理或储存，不但运行费用高，而且洞库所在地是否有能满足供水的水源也是很大的问题。所以，宜采用固定水位法储油。

潜油泵、潜水泵需设置在泵坑内，在泵坑四周设一定高度的混凝土围堰是确保洞罐底部有一定高度的水垫层，设置水垫层的主要目的是作为油泥的沉淀空间，防止油泥及其他杂质进入泵坑，堵塞潜水泵；水垫层的水也可作为加热储存油品的传热热媒。对于原油洞库，油泥沉积量相对较多，一般 0.5m 高的水垫层就能满足要求。对于成品油洞库，油泥沉积量相对较少，一般 0.2m 高的

水垫层就能满足要求。

7.2.2 对洞罐竖井的设置说明如下：

1 洞罐通常由 2 个以上洞室构成，设置 2 个竖井，有利于施工时通风和进油前的惰性气体置换操作。当洞罐仅有 1 个洞室构成时，也可只设 1 个竖井。洞罐竖井的直径设计主要考虑满足在其内安装的管道、泵、仪表、电缆等所占用空间的要求，同时也要考虑开挖竖井设备所需的最小尺寸。

3 地下洞罐的进油管道、出油管道、油气管道、裂隙水排出管道、潜油泵、潜水泵、各种测量仪表和电缆等必须通过竖井与地面设施相连；一般在地形条件允许的情况下，竖井直接通向地面较经济、安全，又便于竖井内的设备检修，只有在地形条件受限制，比如竖井上面的山体较高，直接通向地面竖井较深，经技术经济比较不经济的情况下可设操作巷道。

7.2.3 对操作巷道的设置说明如下：

2 洞库设有操作巷道时，为了便于事故时操作人员的疏散和撤离，宜设 2 个出口通向地面，是为安全考虑。在设置 2 个安全出口有困难时，可在一端设置一个安全出口，另一端通过在操作航道内设置紧急避难设施，也能解决操作人员的逃生问题。

7.2.4 对泵坑的设置说明如下：

2 本款规定是从裂隙水泵工作频次和地上污水处理缓冲设施规模综合考虑的，每天启动裂隙水泵不超过 2 次，利于裂隙水泵的使用寿命。

7.2.7 对本条说明如下：

3 本款规定主要从洞罐操作的安全角度考虑，采用惰性气体或烃类气体补偿，可防止空气进入洞罐内，产生爆炸性气体。

7.2.8 洞罐进油时呼出的油气是通过油气回收装置回收还是通过火炬排放燃烧，可通过技术经济比较分析确定，但油气不允许直

接排大气。无论采用哪种方法均应符合环保标准的要求。

### 7.3 潜油泵、潜水泵

7.3.1 潜油泵的设置一般也不少于 2 台, 设不设置备用泵应根据泵是否要求长周期运行来确定; 潜水泵必须设置备用泵, 由于裂隙水是在不停的流进洞罐, 裂隙水泵一旦有问题, 泵坑内的水位就可能高于油泵的入口, 影响潜油泵的运行, 会影响生产。

### 7.4 竖井管道

7.4.2、7.4.3 竖井内的管道(套管)比较长, 应在适当的位置设置支架, 防止轴向失稳; 另外, 洞罐进油时或出油时这些管道如没有固定措施, 易产生振动而使管道失稳而破坏, 同时也破坏管道与竖井封堵处的密封, 也可能会导致与其相连的竖井口设备(如潜油泵液压循环设施等)振动, 影响正常的安全生产。

7.4.4 竖井内的管道、套管及管道支撑件长期处在地下竖井内的水、水气、膨润土中, 外部条件比较恶劣, 如不采取措施容易发生腐蚀。本标准中第 3.0.6 条规定, “水封洞库中不可维修的材料和设备的设计寿命不宜小于 50 年”, 竖井内的管道(进油管道、油气管道等)、套管及管道支撑件属于不可维修的材料, 在合理增加管道、套管、管道支撑件厚度的同时, 应采取防腐层与阴极保护联合腐蚀控制措, 阴极保护措施可采用外加电流阴极保护或牺牲阳极阴极保护措施。

## 8 地下工程

### 8.1 一般规定

8.1.1 本条主要从节约投资和缩短施工周期方面考虑。

8.1.2 对围岩进行稳定分析是目前围岩加固设计中的一种方法，通常采用工程类比法和块体平衡法。洞室跨度较大，还需采用数值模拟法验证确定。

8.1.3 本条为新增条文，在对国内外所建洞库的大量工程实例进行经验总结以及理论验证的基础上，认为水幕系统是确保地下洞库水封性能、保护场地环境最为直接有效的措施。

8.1.4 光面爆破可保证洞成型好，减轻爆破震动引起围岩松动。光面爆破的具体施工要求在现行国家标准《地下水封石洞油库施工及验收规范》GB 50996 有关规定，故本条文不再规定。

8.1.5 动态设计是本规范围岩支护设计的基本原则。当地质勘察参数难以确定、设计理论和方法带有经验性和类比性时，根据施工中反馈的信息和监控资料完善设计，是一种客观求实、准确安全的设计方法，可以达到以下效果：

1 避免勘察结论失误。地质情况复杂、多变，受多种因素制约，地质勘察资料准确性的保证率较低，因勘察主要结论失误导致工程失败的现象不乏其例。因此，规定在施工开挖中补充“施工勘察”，收集地质资料，查对核实原地质勘察结论。这样可有效避免勘察结论失误而造成工程事故。

2 设计掌握施工开挖反映的真实地质特征、围岩变形量、应力测定值等，对原设计作校对和补充、完善设计，确保工程安全，设计合理。

3 围岩变形量、应力监测资料是加快施工速度或排危应急抢险，确保工程安全施工的重要依据。

4 有利于积累工程经验，总结和发展水封洞库工程支护技术。

## 8.2 布 置

### 8.2.1 洞室设计说明如下：

1 本款主要考虑保证洞室的稳定性和减少支护的工程量。应综合考虑结构面的影响，因为围岩中结构面分布一般比较复杂，不可能同时与所有结构面都成大角度相交。

3 本款主要是参照国内外已建的工程经验提出的。新建的几座洞库截面高度均为 30m，效果良好，因此将高度限值提高到 35m。

4 本款规定洞室顶距岩体微风化层顶面垂直距离不小于 20m，主要是考虑保证洞室顶面的围岩稳定，减少流向洞室的地下水量。

5 本款对安全储油的水封高度的规定，是根据洞室储油气相压力加上安全裕量决定的。参考国内外洞库相关案例以及国外的相关设计规范，之前公式中的裕值取 15m 较宽松，故将裕值调整至 20m，取消不宜小于 20m 的条文规定。

### 8.2.2 施工巷道设计说明：

1 合理选择施工巷道口是缩短工期，降低工程造价的重要前提。要综合考虑条文中所列各因素的影响进行综合判定。

3 施工巷道底面一般设计成厚度不小于 150mm 混凝土路面，必要时可配置构造钢筋。其目的是为减少运输洞室石渣大型翻斗车的轮胎磨损，路况好，有利运输。

4 本款主要根据一般施工机具和运输设备的爬坡能力确定。根据工程经验，本条文增加了比较合适的综合坡度值范围，以作参考用。

6 封闭施工巷道口是为了防止发生意外人身安全事故。

8.2.3 本条第 1 款规定连接巷道和洞室顶面标高一致是为了保证一个洞罐内的油面标高一致。

8.2.4 竖井设计说明：

1 规定竖井宜靠端头或边墙是为了固定工艺管道，竖井口设在地面较低的位置是为了缩短竖井长度。

2 原规范条文用词为“毛洞尺寸”不够准确，改为“开挖尺寸”。

8.2.5 操作巷道设计要求说明如下：

1 主要考虑减少渗水量。

2 为了自流排水。

4 本条为新增条文。由于操作巷道火灾危险性高，故加入操作巷道防火的相关规定。

8.2.6 水幕系统的设置是为了确保水封洞库的水封压力长期稳定。关于水幕系统的设置，目前学术上还存在争论，早期的水封油库一般都没有设水幕系统，但随着规模的扩大和可靠性要求的提高，近期的大型水封洞库及 LPG 洞库都设置了水幕系统。垂直水幕系统主要是为了防止储存不同油品间的油品互相运移。但目前的研究还给不出一个确切的是否一定要设置的结论。如果设计单位有把握不设水幕系统也能保证水封效果，也可不设。水幕系统的具体做法是根据经验提出的。

2 水幕系统一旦处于破碎带，不但会增加水幕巷道的支护工程量，而且还会增加主洞室防渗堵漏的工程量，使工程造价大大增加，因此在项目前期一定要做好勘察工作，以免造成决策失误。

3 根据工程经验，垂直水幕超出主洞室底板深度 5m 已基本能满足水封要求，深度过大会给施工带来一定难度，且增加不必要的工程量。

6 水幕孔直径过小不利于施工，也会影响水幕孔的水平精度，故将水幕孔直径上限放宽至 120mm。

7 水幕系统的有效性试验关系到整个洞库运营期的涌水量及水封效果，也就关系到运营成本，因此应引起足够的重视。因此要在主洞室第二层开挖之前进行，及时发现洞室顶面的漏水区域并进行后注浆处理。

8 全面水利试验是对整个水幕系统水封效果的一个宏观性的检验，是十分必要的。

8.2.7 竖井的密封塞位置在保证安全的情况下宜靠近储油洞室顶面，有利于牢固的固定管道。

8.2.8、8.2.9 事故状态下密封塞应有一定的抗爆能力，国内外一般经验认为爆炸冲击压强不大于 1.0MPa，其他荷载大小相对于爆炸荷载可忽略不计。

8.2.10 对密封塞厚度的设计说明如下：

1 密封塞厚度应同时满足与围岩之间不产生位移和泄漏。

2 泄漏阻抗路径包括三个方面：穿过密封塞自身、密封塞混凝土与围岩接触面泄漏、通过周边岩石的泄漏。水压力梯度值为密封塞两边的压力差除密封塞厚度。

3 根据现场试验数据设计密封塞厚度更精确可靠。

8.2.11 密封塞的构造设计说明如下：

1 对密封塞处的围岩以及密封塞键槽的爆破技术应有一定的要求。

2 密封塞一般采用钢筋混凝土结构，最小跨厚比一般小于 4，结构可按纯受压构件计算，可不配受力钢筋，所配钢筋主要用于施工期间水化热导致的表层开裂。

3 密封塞采用的混凝土强度等级不宜太高，混凝土强度过高，产生大量水化热，使密封塞开裂。

4 竖井密封塞穿过的管道、套管较多且直径较大，密封塞的配筋应采用结构计算进行应力验算。



5 大体积混凝土凝固时产生大量的水化热，如不及时散发出去，会使密封塞开裂。浇筑密封塞混凝土时，冷水从散热管道中流过，可带走水化热，减少水化热造成的密封塞开裂。

6 国内外已建成的地下水封石油洞库中，密封塞键槽嵌入围岩的深度一般为 1m。密封塞厚度一般小于 10m，密封塞键槽嵌入围岩的深度大于密封塞厚度的 1/10，而混凝土轴心抗压强度设计值约为混凝土轴心抗拉强度设计值的 10 倍，故混凝土的抗压是安全的。

7 采用锚杆支护及注浆密封是为保证密封塞与围岩之间不移动，并增加密封塞的密封性能。

8.2.12 通过竖井密封塞的各种管道或套管的荷载主要传导到竖井密封塞上，故应与密封塞可靠、稳固地连接。

8.2.13 紧急避难硐的结构设计说明如下：

1 由于紧急避难硐段的截面为变截面，围岩容易产生应力集中，故选择在地质条件较好的硐段设置紧急避难硐。

6 选择浅色主要是减少顶板和墙壁吸收的热辐射量，硐室地面高于巷道底板主要是防止燃油流进紧急避难硐。

### 8.3 支 护

8.3.1 对支护设计要求说明如下：

1、2 在水封洞库的设计和施工中，为充分利用围岩的自稳能力、承载能力和抗渗能力，减少投资，目前国内外的成功经验是采用不衬砌只用锚喷的水封洞库。锚喷在处理不良围岩中发挥着巨大的作用。在 I、II 级围岩中，国内外已有许多工程利用锚喷作永久支护，这些工程运行均良好。不衬砌和锚喷洞在现在地下岩洞工程建设中已被广泛应用，故根据实践经验提出本条规定。

3 目前锚喷支护设计，主要有工程类比法、理论计算法和监控量测法三种，其中工程类比法是根据国内外大量的工程实践总结出来的，具有广泛的实用性，所以应用最普遍，在锚喷支护设计中占主导地位。因此，本规范规定“锚喷支护的设计，一般按工程类比法，对于洞室尚应辅助以理论计算和监控量测”。

由于岩体变化复杂，地质和岩体力学参数难以准确地确定，而且在计算模式方面还存在一些问题，因而计算通常只是工程设计的一种辅助手段。但对于洞室，为确保施工和运行安全，还要通过理论分析对围岩的稳定性进行验算。

监控量测法是近年发展起来的一种较为科学的设计方法。这种方法的核心是以综合反映各种地质因素和工程因素的围岩位移和位移速率作为围岩是否稳定的判断依据。该方法简单易行。对恶劣地质条件的工程更是不可缺少的设计方法。故在本条中列出，以引起设计者注意。

4 附录 B 表 B.0.1 是按不同地质条件给出的永久性工程的锚、喷支护参数。该表中规定的参数是通过许多工程的实践资料统计分析而获得的，并参考了现行国家标准《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086 的有关规定。根据预可行性研究阶段的设计深度要求，可依此表选用支护类型和支护参数。

地质环境复杂多变，人们对地质条件的认识需要逐步深化。在预可行性研究阶段很难查清所有的地质问题，以后可能会遇到更多的地质问题，所以根据出现的新问题修正围岩分级、调整支护参数，是锚喷设计中的重要工作，故在本条中也予以规定。

5 施工巷道口部位靠近地表，一般都已风化、围岩完整性差，故应采用加固措施。

7、8 由于密封塞处、竖井与主洞室相交处受力复杂，一旦出问题将引发严重后果，影响整个洞库的正常运营，故围岩条件好坏均应

进行支护。

### 8.3.2 对喷射混凝土支护设计要求说明如下：

1 喷射混凝土的设计强度是决定力学性质和耐久性的重要指标。目前随着喷射混凝土工艺水平的提高，新材料、高效减水剂、增粘剂、早强剂的引用，对喷射混凝土的力学性质有很大的改善，本规范规定其设计强度等级不应低于 C20。

喷射混凝土是依据同岩面的粘结强度传递应力，所以它同岩面的粘结力至关重要，也是喷层和围岩共同工作的保证。喷射混凝土与围岩的粘结强度不仅与喷层有关，还与围岩的强度有关，因此本规范规定：取 I、II 级围岩不宜低于 1.0MPa；III 级围岩不宜低于 0.8MPa。

2 因影响喷射混凝土的抗渗性能的因素多，均匀性质较差，故规定喷射混凝土的抗渗等级不应小于 S6。外掺料对喷射混凝土的抗渗性能影响较大，特别是对收缩开裂及后期强度下降有较大影响，本条规定选用前应通过试验确定。

3 工程实践证明，当喷层厚度在 50mm 以下时易收缩、开裂，从而降低喷层的整体性。据此，本规范规定喷层的最小厚度不应低于 50mm。由于适应围岩变形的需要，要求喷层应有一定的柔性，喷层过厚增加其刚度，适应变形能力小，而且一次喷层过厚，回弹量大，易于发生喷层脱落，经济上损失大，据此本规范规定喷层最大厚度不宜大于 200mm。

4 在腐蚀环境下，比如海水环境，普通锚杆、混凝土等材料无法满足耐久性要求，应该用耐腐蚀材料。

8.3.3 在流变性较大的岩石中，为适应较大变形的需要，在喷混凝土中掺入 1%~3% 的钢纤维是有效的措施。实测资料表明，在喷射中掺入适量直径（0.4~0.8 mm）、长度（25~35 mm），强度不低于 1GPa 的钢纤维，配制而成的喷射钢纤维混凝土具有不易结团，掺量少，技术性能高等优点，明显地优于由抗拉强度为 380MPa 的钢纤维配制的

喷射钢纤维混凝土。喷混凝土的抗拉强度可提高 30%~60%，抗弯强度可提高 30%~90%。

#### 8.3.4 对锚杆设计要求说明如下：

大量工程实例证明，局部松动岩石，或局部的软弱岩体，往往是围岩的薄弱环节，对围岩稳定性影响很大，围岩失稳多由这些部位发生破坏引起。因此，对于整体坚硬完整，但有局部松动块的围岩，宜采用锚杆加固，若松动范围较大且较深，可采用锚束加固；对于局部软弱的岩体（如断层、节理密集带等），可采用锚杆（锚束）加固，还可布设钢筋网，必要时还宜进行固结灌浆加固。

##### 1、2 在洞室围岩易于发生失稳的部位，可归纳为：

当结构面和洞壁切线方向平行或交角较小时，沿这一结构面容易发生剪切破坏；对于层面水平的岩体，顶拱易于失稳，边墙比较稳定；倾斜的岩层，层面与洞壁相贯的部位易于失稳；当夹角接近正交时，一般比较稳定。

洞室边墙与倾斜的结构面相交，若倾斜角大于结构面的摩擦角，结构面向洞室一侧倾斜的洞壁是很难自稳的，必须予以加固；另一侧洞壁，虽然也可能产生剪切破坏，但坍塌的危险要小些。对于拱座，结构面与拱座的斜切面平行的部位，剪切破坏范围很大，工程中遇有这种情况，围岩几乎都要失稳；结构面与拱座斜切面基本正交的一侧，剪切破坏区很小，只要下部边墙没有滑动破坏，则这一部位的拱顶一般较稳定。

对于倾斜产状的节理体系，浅洞室比中等埋深洞室的破坏范围要大。

当结构面有许多组并且都是倾斜产状时，拱顶及边墙都容易失稳破坏，拱顶易于塌落，两边墙易于滑动破坏。当两侧边墙滑动后，将使拱顶塌落破坏范围加大。

分析上列情况，易于破坏的位置不同，其锚杆对不稳定岩体的抗

力亦不同，故分为拱腰以上锚杆及拱腰以下边墙上的锚杆分别进行计算。

另外，采用的锚杆类型不同，其计算方法略有不同，在本条中亦单独列出。锚杆的布置方向与岩层走向、结构面的组合情况密切相关，在设置锚杆时应引起注意。

3 锚杆（锚束）是防止岩块塌落、滑动等不稳定岩体的加固措施。在设计时应根据结构面的位置、产状及其组合情况，确定塌落体范围和滑动力大小，计算锚杆的数量和长度，计算方法见本条第 1 款。锚杆长度宜不等长，但都应伸入到稳定的岩层中，锚杆在稳定岩层中的长度，应根据需要提供的阻滑力大小计算决定，计算时应充分考虑结构面的产状、结构面的力学性质、锚杆的受力特点，并充分考虑结构面的组合关系和阻滑作用，经济合理地确定其长度。锚杆的间距应根据滑动范围和需要提供的总锚固力大小确定。

系统锚杆的间距，除受围岩稳定条件及锚杆长度制约外，在稳定性较差的岩体中，为使支护紧跟掘进工作面，锚杆的纵向间距还受掘进尺寸的影响。所以，锚杆纵向间距的选定，还要与选定的施工方法相适应。系统锚杆主要对围岩起整体加固作用。根据工程经验，为使一定深度的围岩形成承载拱，锚杆长度必须大于锚杆间距的两倍。因此，规定系统锚杆的间距不宜大于锚杆长度的  $1/2$ 。但是，在 IV、V 级围岩中，当锚杆长度超过 2.5m 时，若仍按间距不大于  $1/2$  锚杆长度的规定，则锚杆间的岩块可能因咬合和连锁不良，而导致掉块或坠落。因此，还规定在 IV、V 级围岩中，锚杆间距不得大于 1.25m。

8.3.5 此条文为新增条文。特殊地段普通锚杆无法满足要求时，可参考相关规范运用预应力锚杆或低应力锚杆进行支护。

8.3.6 对岩体破碎，裂隙发育的围岩，宜采用喷锚挂网支护。喷锚挂网支护设计要求说明如下：

1 在喷混凝土层中布设钢筋网，可以提高喷混凝土的抗剪切能

力、支护抗力及增强支护的整体性。钢筋网与锚杆连接后还可以扩大支护范围，使锚杆、钢筋网、喷混凝土及一定深度的围岩形成范围较大的承载圈。钢筋网与锚杆的连接牢固。钢筋网如布置不当也会影响喷混凝土的质量，如钢筋网的直径过大，间距过小将影响喷混凝土与围岩的结合，甚至发生喷混凝土被钢筋网挡住，使喷层与岩层脱离的现象。据此提出本款规定。

2 本条参考《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》将保护层厚度修改为 20mm。

## 8.4 防 水

8.4.1 对防水说明如下：

2 经处理后的日涌水量每 100 万 m<sup>3</sup> 库容不宜大于 100m<sup>3</sup> 修改为 200 m<sup>3</sup>。洞库建设实践表明，原来的每天 100m<sup>3</sup> 很难实现，使注浆防水工程量大大增加。

3 目前广泛应用于注浆工程的材料是普通硅酸盐水泥。为了防止地下水的侵蚀，使用火山灰质硅酸盐水泥和矿渣硅酸盐水泥也不少。工程实践证明，后两种水泥的后加填料易分离，结石不具备强度，稀于 1：1 的浆液尤其如此。因此，建议当地下水具有侵蚀性时，可针对水的侵蚀性质，选用抗酸水泥等特种水泥，不得采用火山灰质硅酸盐水泥和矿渣硅酸盐水泥。

8.4.2 对注浆说明如下：

2 预注浆的段长，不仅要考虑工程地质和水文地质条件，主要是把相同孔隙率或裂隙宽度的岩层放在同一注浆段内，以便浆液均匀扩散，而且要考虑工作实际，不使成本增加过多，还需要考虑钻孔时间，充分发挥钻机效率，缩短工程建设工期。

注浆段长的选用，液压凿岩台车的最大凿岩能力（ $\phi 108$  孔）为

15m, 孔深 10m 内效率发挥最好, 因此, 注浆段长的规定为 10~50m, 由于开挖后要留 2~3m 止浆岩墙, 注浆段越长, 开挖也越长, 工期越短; 但钻孔越深, 钻孔速度低, 进度越慢。因此, 合理选择段长是加快注浆工期的关键。

5 注浆压力是浆液在裂隙中扩散、充填、压实、脱水的动力。注浆压力太小, 浆液就不能充填裂隙, 扩散范围也有限, 注浆质量也差。注浆压力太高, 会引起裂隙扩大, 岩层移动和抬升, 浆液易扩散到预定注浆范围之外, 造成浪费。特别在浅埋洞室, 会引起地表隆起, 破坏地面设施, 造成事故, 因此, 合理选择注浆压力, 是注浆成败的关键。

8.4.3 根据近几年的工程建设经验, 密封塞浇筑后, 由于混凝土收缩徐变的影响, 使密封塞体与围岩无法完全闭合导致漏水, 因此进行后注浆处理是十分必要且行之有效的方法。

8.4.4 采用膨润土回填的手段进行防渗处理。

8.4.5 设置人孔主要用于密封塞体主洞室一侧的模板施工, 待密封塞浇筑施工完毕后进行封闭处理, 并且采取防水措施, 以保证整个密封塞的防水性。

8.4.6 保证密封塞的气密性。

8.4.7 强渗流带是运营期涌水量的主要来源, 若涌水量大于规定要求, 会导致运营期成本大大增加, 因此必须采取有效措施进行防渗堵漏。

## 8.5 施 工 通 风

8.5.1 本条规定了水封洞库地下工程设置通风系统的目的、要求和常规的通风方式。

通风的目的、要求主要是从地下洞库施工人员对作业场所卫生环

境的要求，地下施工机械对新鲜空气的消耗等方面考虑。通风方式也是总结了国内外水封洞库地下工程施工经验后提出的。

8.5.2 本条主要参考了《水工建筑物地下工程开挖施工技术规范》（DLT 5099-2011）和《水利水电工程施工组织设计手册》（第二卷施工技术）的相关要求和参数。

8.5.3 本条规定了水封洞库地下工程施工通风量的确定原则和主要考虑因素。

8.5.4 ~8.5.7 条规定了水封洞库地下工程各部分的通风方式、最小通风量要求。

8.5.8 本条规定了水封洞库通风竖井的确定原则。

本条对通风竖井的设置提出了考虑的主要因素。通风竖井应在可研阶段和基础设计阶段，结合洞库所在区域的地形、地势、施工巷道的布置方式、工艺竖井的布置方式等因素综合考虑。其目的是在地下工程施工期，尽早与施工巷道贯通，以改善地下洞室的施工环境，减小作业难度。同时，本条也规定了在技术经济条件许可时，可以设置通风巷道，以减小施工开挖难度。

8.5.10 本条规定了水封洞库地下工程通风管道的材质要求。

通风管道的材质要求是根据地下洞库的施工特点、施工工艺、施工环境所提出的。同时也总结了目前国内地下洞库施工的经验 and 借鉴了国外地下洞库施工的经验。

## 8.6 动态设计

8.6.1 一般洞室与边坡工程受其使用功能限制，动态设计的主要范围为开挖、支护方案与参数。水封洞库地下工程的功能为存储油气介质，主要强调保持足够的容积，对洞形及具体尺寸和布置无明确要求。



因此，水封洞库地下工程施工过程中，可动态调整的参数范围更加广泛。除了常规的开挖、支护方案外，洞室布置方案、轴线方向与长短、断面形状等，都可以根据实际揭露的地质情况来调整。

此外，水封洞库地下工程基于水封性能的要求，十分强调洞库内涌水量控制和地下水位的保持，相比其他地下工程有着更加严格的要求。一般情况下主要依靠注浆止水的办法来控制，而在水封洞库的裂隙岩体中注浆施工，其施工过程更加复杂且常难以控制注浆效果。因此，注浆止水方案也应纳入洞库动态设计的范围。

洞库动态设计典型工程案例如下图 1~图 5，涵盖了洞室轴线与布置、洞室断面、支护参数以及注浆方案。如此，涉及地质、监测、施工进度等多方面的工程信息，且需要在相应的时间段内做出决策。因而，适宜采用信息化的方式展开动态设计与施工，以便充分优化洞库工程施工方案，到达更加安全、合理与经济目的。

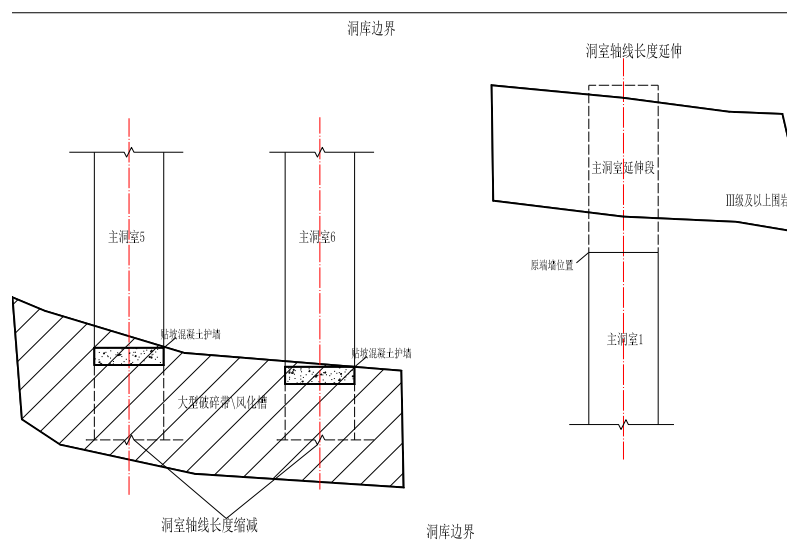


图 1 主洞室轴线长度调整案例

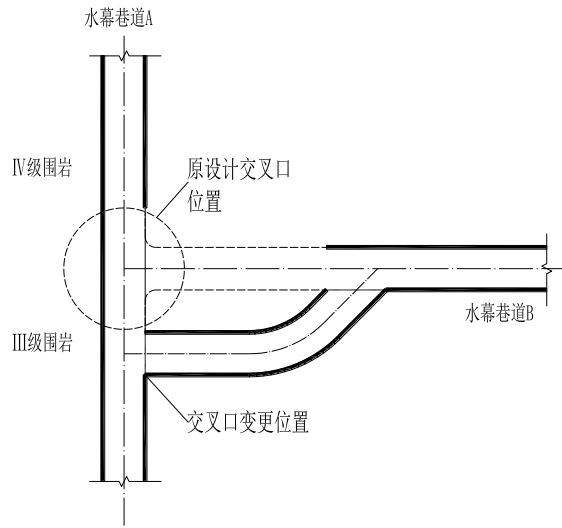


图2 水幕巷道交叉口位置调整案例

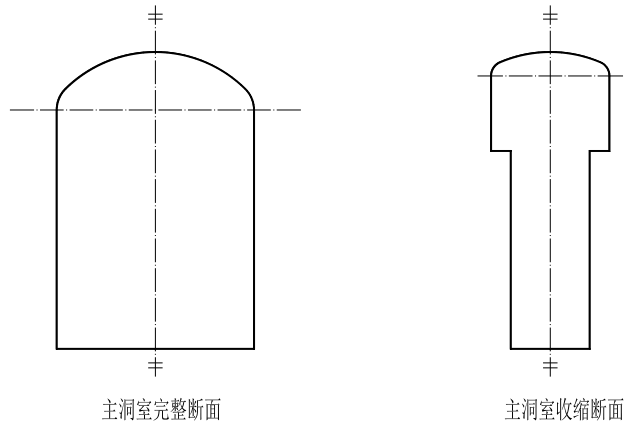


图3 不良地质洞段主洞室断面收缩案例

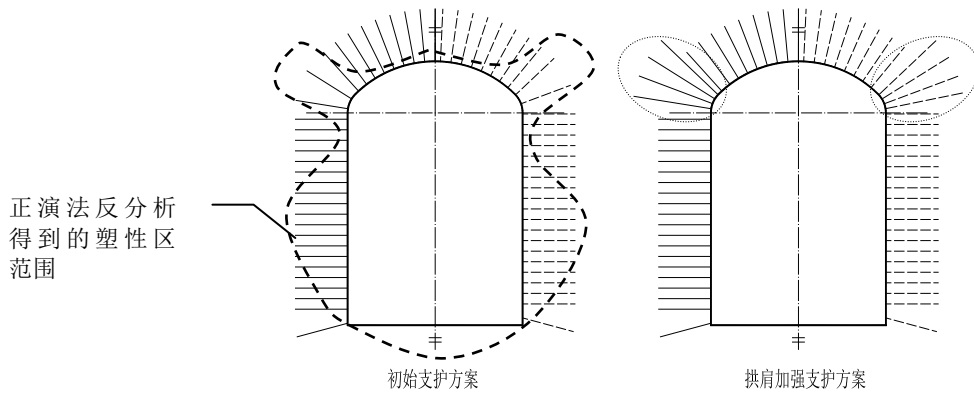


图4 IV级围岩段主洞室拱肩加强支护案例

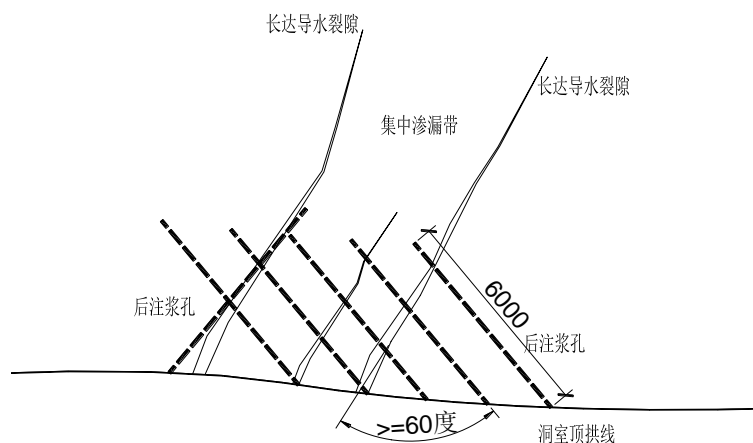


图 5 后注浆注浆孔参数确定

8.6.2 动态设计是随地下工程施工不断推进演化的过程，施工前的详细设计方案实质上只是预设计方案，需要根据实际施工揭露的地质情况，经过必要的调整才能确定最终方案，大致操作流程可总结如图 6。施工期设计如果仅限于地质条件或监测曲线趋势判定，而不能很好地结合反分析工作，容易使得方案调整实际上局限在定性的层面。水封洞库没有二次衬砌、主要依靠围岩自稳，如此做施工期设计显然是十分粗糙的，不利于保证地下工程安全及方案的经济性。

岩土工程反分析即通过岩土体工程实体试验或施工后实际表现性状监测数据，反算关键岩土工程技术参数，并据此验证设计方案、查验工程效果及分析事故技术原因的方法。鉴于水封洞库地质条件及洞室构造上的复杂性，反分析中围岩稳定分析以数值计算为主，常采用经典连续介质弹塑性力学分析方法，必要时可考虑离散元为代表的非连续介质力学分析方法。岩土工程反分析以获取计算参数为主要过程，是为了让计算结果能加符合实际情况，进而结合正演计算对洞室围岩力学状态做出评价和预测，是而称之为岩土工程正演法反分析。

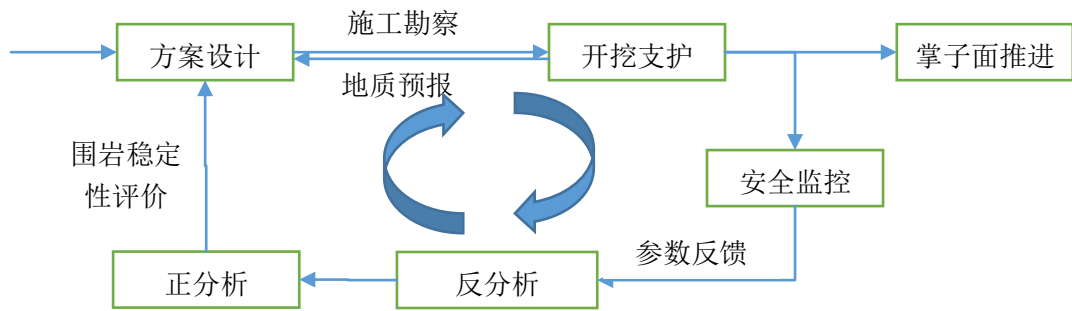


图 6 动态设计流程

**8.6.3 水封洞库设计**需要综合地质资料组建地质模型，并随着资料的更新逐步做出细化调整。前期设计以钻孔资料为主、物探和现场试验为辅助，施工期地质素描是揭露地质情况最直接的反映，超前地质预报对于复杂地质情况不可或缺，也可根据需要增加现场试验和水平钻探。随着设计工作尤其是施工作业的发展，相关资料需要及时更新并做出分析，调整地质和计算模型以便采取必要的工程措施。

监控量测是洞库施工期围岩和水力的稳定必要保障，必需及时实施并贯穿施工整个过程进而延伸到运营期。围岩稳定监测量中围岩变形以岩体的内部变形为主，也含洞室顶沉降和洞口处的地面沉降；支护受力中以锚杆应力为主，也含钢拱架的钢板应力以及岩土压力和混凝土喷层的接触应力。地下水流场监测量主要监控地下水的流场分布，防止裂隙水在洞壁处漏空暂时造成水封失效，岩体中地下水位或者水压是最主要的监控量，常结合水文孔和岩体内安装的渗压计观测。当监控到局部水位异常时，地下水的具体流向以及岩体渗透性质参数，也是需要通过水文试验调查监测的变量。

**8.6.4 诸如断层\破碎带\风化囊等的局部不良地质段**，其岩体风化破碎、承载能力差，处置不当会明显影响洞室的稳定性。如果还遭遇渗水容易延误施工工期，甚至造成质量安全事故。

对不良地质段的位置需要分析前期地质资料，在开挖前做出预测、制定支护方案。在掌子面通过前做好超前支护措施，掌子面揭露以后应及时封闭、加强支护，保持相应的变形与受力监测。由于岩体变形

量偏大、破损范围较深，具体设计方案的制定及参数选取，需要由相应的计算分析结果来确定。鉴于不良地质段力学问题的复杂性，推荐使用岩土工程正演法反分析法。由地质资料与监测数据反算关键力学参数，再用正演法计算围岩的受力状态，并作施工方案的对比分析。

**8.6.5** 动态设计首先需要判定现有洞室结构的状态，包括围岩的稳定性及渗流场稳定，满足施工阶段安全性和水封性能要求，进一步做出必要的方案优化。然后，还需对将来洞室结构开挖后的状态，如围岩稳定性及渗流场稳定作出预测，制定必要的预案以其规避施工风险。最后，随着主洞室分层、分段施工的不断进展，相关评价和预测可形成逐层递进的关系，具体可见图 7。

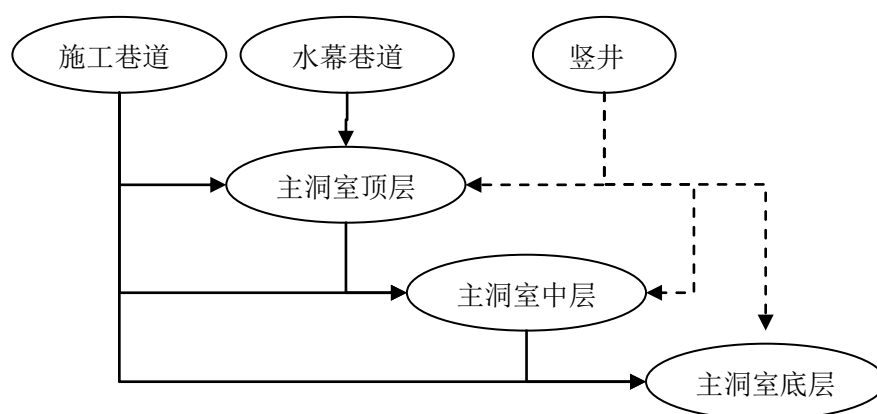


图 7 水封洞库动态设计递进关系

## 9 清理、标定和气密性试验

### 9.1 清 理

9.1.1 本条对清洗的时间和部位进行了原则性规定。

9.1.2 洞罐清理的目的是将主洞室内的浮渣和灰尘去除，本条规定的实施，一方面可以避免这些物质进入到储存介质中，对储存介质的品质产生不良影响，另一方面有利于底板的地质素描和渗水检查。

9.1.3 水幕巷道清理的目的是将水幕巷道内的垃圾、浮渣和灰尘去除，以免这些物质进入到水幕系统中，堵塞岩体裂隙，影响水封效果，或对水幕系统的水质产生不良影响。

9.1.4 施工巷道密封塞至洞室之间的施工巷道是储油的有效空间，因此有必要对期进行清理。

### 9.2 标 定

9.2.1 为了保证标定的准确性，本条对标定的时间进行了规定。

9.2.2 本条对标定的成果进行了规定。

9.2.3 在洞室内利用仪器标定误差较大。本条对测量误差进行了限定。

9.2.4 在洞室内直接测量的容积误差较大，在进油时利用液位计及流量计再次标定洞罐容积，校正洞罐直接测量的结果，用两种方法得出一个接近实际的罐容-高度曲线 ( $\text{m}^3/\text{cm}$ )。

### 9.3 气密性试验

- 9.3.1 本条对气密性试验的工程蓄水条件进行了规定。
- 9.3.2 为了保证气密性试验的有效性，本条对气密性试验的实验压力和有效时间进行了规定。
- 9.3.3 为节约成本，气密性试验介质可采用空气，但是，如果结合气体置换的工序，也可采用惰性气体或烃类气体。
- 9.3.4 本条对工程的气密性是否合格进行了规定。
- 9.3.5 为了使洞罐内的压力和温度平稳过渡，本条对气密性试验完成后的卸压速度进行了规定。

## 10 地下工程安全监测

10.0.1 本条规定了施工期和运营期地下工程需安全监测的内容。



# 11 消防设施

## 11.1 一般规定

11.1.1 水封洞库是用来储存石油及其产品的油库，具有一定的火灾危险性，所以在地面部分和操作巷道内应设消防设施。

11.1.2 水封洞库是在稳定地下水位以下的岩体中挖掘的洞室，用来储存石油及其产品，由洞室组成的储油洞罐上部空间一般充满惰性气体，不能形成燃烧和爆炸条件，故地下洞罐不考虑消防措施。地上部分火灾危险性较大的仅有泵棚（房）、计量棚（房）、竖井口、油气回收设施和污水处理场的调节罐、除油设施；地下部分火灾危险性较大的仅有操作巷道。

扑救一次火灾最大用水量不小于 45L/s，火灾延续供水时按 3h 计算，是参照现行国家标准《原油天然气工程设计防火规范》GB 50183 第 8.6.1 条的规定：“石油天然气生产装置区的消防水量应根据油气、站设计规模、火灾危险性类别及固定消防设施的设置情况等综合考虑确定。火灾延续时间按 3h 计算。”其中规定五级站场最大用水量 20L/s，四级站场 30L/s，三级站场 45L/s。石油洞库的地上部分和操作巷道的火灾危险远低于石油天然气生产的三级站场，但考虑水封洞库的储量一般高于 100 万 m<sup>3</sup>，且属于国家油品储备，提高消防能力，取石油天然气生产三级站场的数值。

辅助生产设施的消防水量同现行国家标准《石油化工企业防火设计规范》GB 50160 第 7.3.6 条。

11.1.3 操作巷道内管道、阀门、法兰等设备集中布置的地方可能泄漏物料而容易引发火灾，且操作巷道内不易施救，为了提高操作巷道内消防救援能力，除设置必要的消防器材外，沿操作巷道内

竖井口区宜设置自动控制的泡沫-水雨淋系统。

11.1.4 同地上油库相比，水封洞库火灾危险性小，非常安全，故可不配备专业消防车辆和专业消防人员。当有地上油罐总容积大于4000m<sup>3</sup>时，要求设置消防站或消防车，是参照《石油天然气工程设计防火规范》GB 50183 石油天然气生产三级站场相关要求确定的。

## 11.2 灭火器材配置

11.2.1 灭火器材对于扑救零星火灾是很有效的，干粉和泡沫能够导电，适用于油品火灾，不适合于控制室、电话间、化验室等场所的火灾。

油品通过竖井口进出水封洞库，竖井口和竖井操作区设置灭火器、灭火毯及灭火砂是为了扑救初期和零星火灾。

## 12 给排水及污水处理

### 12.1 给 水

12.1.2 水封洞库的用水主要是生活用水、生产用水、消防用水，生产用水主要是水幕系统的补水，水源优先选用城镇自来水、地表水，当采用地下水时，地下水取水不应影响水幕系统水位的稳定，补水水质应与当地地下水配伍性好，防止结垢堵塞岩石孔隙。

12.1.3 施工期的给水主要应考虑钻孔冷却用水、爆破降尘用水、水幕补水及施工期生活用水等。洞库给水方案一般结合施工期和运营期用水量水质综合考虑，分步实施。

### 12.2 排 水

12.2.1~12.2.4 本条主要参照石油库相关规范编写的。水封洞库的地面部分应采用清污分流排水系统，因水封洞库地面未被污染的雨水量较大，同时地面上的石油储存和生产设施也很少，在明沟在排出围墙前应设置水封井及截断装置意义不大。当地面设有储油罐时，则按照《石油库设计规范》（GB50074）执行。

12.2.8 本条规定是为了将事故漏油、被污染的雨水和火灾时消防用的冷却水收集起来，防止漏油和含油污水四处蔓延，流到库外，经测算漏油和事故水收集池不应小于 500m<sup>3</sup>，当洞库有地面储油罐时，则按照《石油库设计规范》（GB50074）执行。

### 12.3 污 水 处 理

10.3.3 水封洞库的含油裂隙污水量，可根据地质初步勘察和详细勘察报告的渗水量估算和地下封堵情况综合确定。为了稳定污水处理效果和便于操作，应设置调节池调节污水量 and 水质。调节池容积过大造成占地和投资增加，过小则不能满足调节污水处理的能力，综合考虑调节池容积按洞库裂隙水 5d 的排出量较适宜。

10.3.4 处理后的污水达标后宜回用主要是考虑节省能源和水资源，回注到水幕系统补水须符合项目环境影响报告批复的要求。

## 13 电 气

### 13.1 供 配 电

13.1.1 水封洞库的库容量一般都很大，电力负荷多为进出油作业用电和地下水封系统的用电，根据用电负荷分类标准将水封洞库的生产用电负荷等级定为二级。

13.1.6 10kV 以上变电站一般为库区接入变电站，应独立设置。洞罐竖井区潜油泵及外输油泵为主要的中压用电负荷，根据水封洞库的布置特点，一般情况下潜油泵的布置较为分散，洞罐区 6（10kV）变配电所宜靠近负荷中心独立设置。当 10kV 及以下的变配电间与易燃易爆品泵房毗邻设置时，应符合一定的要求。

13.1.10 为保证消防及与消防有关的设施在消防运行期间对照明的需求，故规定上述设施的事故（应急）照明系统后备电源的持续供电时间，与本规范 11.1.2 条规定的消防用水火灾延续供水时间 3h 保持一致。

## 15 仪表及自动控制

### 15.1 仪表及控制系统

15.1.3 本次修订取消原“12.0.7 安全检测与控制系统应独立设置”，新增本条。明确了安全仪表系统（SIS）的设置原则，增加了可燃（有毒）气体检测报警系统（GDS）和地下工程安全监测系统的设置要求。

15.1.4 本条中3、4这两款是根据欧洲标准 Gas supply systems-Underground gas storage-Part 4: Functional recommendations for storage in rock caverns SS -EN1918-4中的有关规定及欧洲已建成的水封洞库中液位和界面变送器的设置情况而提出的。

在水封洞库中，洞罐液位和界面是过程控制和安全连锁的重要参数，设置两套独立的液位变送器和界面变送器是为了保证液位和界面的可靠测量，提高过程控制系统的可靠性和安全性，满足生产过程自动控制和连锁的要求。

在地面罐设置高、低液位和界面报警装置（液位开关）非常容易实现，而在水封洞库洞罐内设置高、低液位和界面报警装置（液位开关）非常困难，考虑到每座洞罐已设置两套独立的液位、界面变送器，已经可以满足过程控制和安全连锁的要求，所以将原标准12.0.2中“5应设置高、低液位和界面报警及自动连锁装置”改为“5液位变送器和界面变送器宜具有输出报警和连锁信号的功能”。

15.1.5 本条中规定“其变送单元宜安装在竖井操作区内”是为了仪表安装、调试、维护和维修方便。

15.1.6 本条中“可设置在线流量标定系统”需根据新建水封洞库可依托的地面设施情况去理解。当新建水封洞库依托原有的计量站时，则不需设置在线流量标定系统，当新建水封洞库无可依托的计量站时，则需设置在线流量标定系统。

15.1.8 原标准 12.0.4 和 12.0.5 款的内容取消，详见“10 地下工程安全监测”部分。地下工程安全监测设施安装投用后无法维修和更换，设计中应选用技术成熟、质量可靠的产品，以保证其长期安全稳定地运行，所以增加本条。

## 16 供暖、通风和空气调节

### 16.1 供暖

16.1.1 本条规定了水封洞库区域建筑物选择供暖方式的原则。

水封洞库作为特殊的设施，其所建设地区比较偏僻，一般距离市政集中供热系统较远，不能利用当地的市政集中供热。此外，还要考虑区分北方严寒和寒冷地区、南方不供暖地区的特殊供暖建筑等情况。具体的供暖方式应具体分析确定。

16.1.2 本条规定了水封洞库区域建筑物需要设置供暖设施的地区。

16.1.3 本条规定了水封洞库区域建筑物需要设置集中供暖设施的地区。

16.1.4 本条规定是针对上一版规范所规定的“水封洞库无可依托外来热源时，可考虑自建锅炉房供暖”进行的修改，对水封洞库区域建筑物选择热源不再强调采用锅炉房，可由设计单位根据项目建设地区的外部条件自行确定供暖热源。

16.1.5 本条规定了水封洞库区域建筑物供暖系统的调节方式。

水封洞库的地面上需要设置采暖系统的建筑物较为集中，且一般都连续使用采暖系统。故建议采暖系统采用质调节方式的连续供暖系统。

16.1.6 本条规定了建筑物供暖系统的热媒介质和热媒温度。本条修改是为了与《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》所规定的供暖热媒温度相统一。

16.1.8 本条规定了建筑物供暖系统的定压方式。目前建筑物供暖系统的定压方式有很多，一般常用的是：定压补水罐方式或定



压水泵加补水箱方式。根据洞库区域建筑物的特点，推荐采用“在热源处采用囊式膨胀补水罐进行定压，或采用补水箱加变频水泵的组合定压方式”。

16.1.9 本条规定是根据《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》的规定，对原版规范的相应条款内容做了修订。

## 16.2 通 风

16.2.1 本条规定了全面通风与局部通风相配合的原则。

为了不使生产过程中产生的有害物在室内扩散，在工艺设备或有害物产生处设置局部排风，就地排出有害物是经济有效的措施。有时采用局部排风仍有部分有害物扩散在室内、有害物浓度有可能超过国家相关标准时，应辅助以自然或机械的全面排风系统。

16.2.2 本条规定了通风方式确立的原则。

在热加工车间，自然通风是最经济有效的通风方式。因此在有稳定热气流的车间，其车间有害物的排除优先考虑自然通风方式。当采用自然通风效果不好，有害物浓度有可能超过国家相关标准时，应辅助以机械通风方式或自然通风与机械通风的联合通风方式。

16.2.3 本条规定了控制室等特殊房间新风净化处理要求。

根据《石油化工控制室设计规范》等相关标准的要求，控制室、机柜室等特殊房间在设有新风系统时，其新风应进行净化处理（一般应设置化学过滤器），除去空气中的有害成分，以保护精密仪表设备。

16.2.4 本条规定了洞库区域地上建筑物的防火、排烟设计应遵照的规范。

16.2.5 本条规定了事故通风的设计方式。

对可能突然放散大量有毒气体、有爆炸危险气体或粉尘的厂房、站房、泵房等场所，设置事故通风系统是必要的，也是减少爆炸危险隐患的有效手段。事故通风机与可燃气体或有毒气体浓度报警器联锁控制，是增加通风安全性的措施。国内许多业内专家也提出这种要求。

16.2.6 本条规定了爆炸危险性场所通风机、通风管道、阀门的选型和材料的选择要求。

16.2.8 本条规定了地下操作巷道的通风设计方式。

1) 对于操作巷道竖井区的通风，应按事故通风设计。对于竖井区的通风面积，计算时不宜太大，净空高度计算不应超过 6m。应根据工艺操作的需求，合理部置局部排风罩，使挥发性油气就近排除，减少排风系统的计算风量。排风机应选用防爆型。

2) 对于整个操作巷道的全面通风，其风量计算应按平时的通风换气量和火灾时的排烟量两种情况考虑，并取两者的较大值作为排风机选型的计算风量。平时换气的通风按换气次数宜为 2~3 次/小时，这也是借鉴国内、国外的经验数据，同时考虑了国家卫生环境标准的要求。火灾时的排烟量计算应按《建筑设计防火规范》的要求执行。

16.2.9 本条规定了地下操作巷道内紧急避难室的通风设计方式。

对于操作巷道内设置紧急避难室，过去没有成熟经验。本条是借鉴国内煤炭采矿行业的紧急避难室设置方法而提出本规范的规定。

### 16.3 空气调节

16.3.1 本条规定了对空气调节的一般性要求。

以满足工业生产工艺或产品对室内空气环境参数要求为目的，

称为工艺性空气调节；以满足人体对室内空气热湿环境要求及健康要求为目的，称为舒适性空气调节。

16.3.2 本条规定了设置空气调节的条件。

1 对于工业建筑，生产工艺或产品对室内空气的温度、湿度、洁净度等条件，是必须满足的，当采用供暖通风达不到生产工艺对室内空气环境参数的要求时，应当设置空气调节系统。

2 适宜的温湿度环境，有利于提高人员的劳动生产率和工作效率，从而提高经济效益。

3 随着经济水平的提高，为了改善劳动条件，满足卫生要求，有益于人员的身体健康，条件许可时，应当设置空气调节。

4 在某些情况下，为了满足室内空气的温湿度参数要求，一味地采用供暖通风的方式，反而是不经济的。此时，就应当采用空气调节系统。

16.3.3 本条规定了选择空气调节系统的原则。

本条的目的是为了在满足使用要求的前提下，尽量做到节省一次投资、系统运行经济、减少能耗。

16.3.4 本条规定了洞库区域建筑物室内空气温湿度参数的设计要求。

本条要求参考了现行国家标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的有关内容。同时也借鉴了国内一些设计院的常规设计要求。

16.3.5 本条规定了洞库区域重要房间的空调系统设置要求。

库区内中心控制室、机柜室、变电站主控制室等重要房间是洞库区域的“神经中枢”，应当保证其中电气、仪表设备在任何情况下，都能正常运行。因此，为其服务的空调设备也应当有备用。同时考虑到这些房间内的电气、仪表设备等可能会有设备容量的调整，故空调负荷计算时，应留有不小于 20% 的富裕量。

16.3.6 本条规定了洞库区域重要房间的空调系统新风处理方式。

库区内中心控制室、机柜室、变电站主控制室等重要房间，除了对室内空气中灰尘过滤的要求提高外，还要求消除空气中的有害化学物质（如 H<sub>2</sub>S、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、Cl<sub>2</sub> 等），一般可采用空气过滤机组。这类机组应包括前置过滤段、化学过滤段、后置过滤段等。其中化学过滤段一般指经过浸渍处理过的活性炭吸附器。

16.3.7 本条规定了洞库区域建筑物室内设置空调系统时，其新风量的计算原则。

本条要求参考了现行国家标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 和《化工供暖通风与空气调节设计规范》HG/T20698 的有关内容。按人员计算的新风量限值，仅是下限值，设计时可根据实际情况灵活选取。

## 18 环境保护、安全及职业卫生

### 18.1 环境保护

18.1.1 明确水封洞库对进油过程中排出的油气必须进行油气回收，回收之后的尾气排放执行《储油库大气污染物排放标准》GB 20950 中的相关限值，另外由于储存原油中硫元素的存在，油气回收设施还需考虑设置必要的脱硫措施，确保尾气排放同时满足《恶臭污染物排放标准》GB 14554 的相关要求。

18.1.2 明确水封洞库应收集处理的污水种类，及处理后应达到的外排水质指标要求。本规范不建议将处理后的废水重新回注到地下水环境中。

18.1.3 根据国家相关标准，增加对水封洞库无组织排放特征污染物的厂界监控要求。

18.1.4 明确水封洞库在运行过程中产生的危废废物种类，要求全部进行无害化处理处置。

18.1.5 明确水封洞库地上生产区设计施工应按《石油化工工程防渗技术规范》GB/T 50934 的相关要求执行。

18.1.6 为随时检测水封洞库的气密有效性，增加使用便携式VOC检测仪对洞库重要密封部位进行日常巡检的要求。

### 18.2 安全及职业卫生

18.2.12 本条是参考《煤矿井下紧急避险系统建设管理暂行规定》

的要求进行制定的。

## 19 节 能

本章主要根据《中华人民共和国节约能源法》的相关条文，结合水封洞库工程的特点制定。