

中华人民共和国国家标准

地下水封石洞油库设计规范

Code for design of underground oil storage
in rock caverns

GB 50455 - 2008

主编部门：中国石油化工集团公司
批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部
施行日期：2009年05月01日

中国计划出版社

2009 北 京

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 130 号

关于发布国家标准

《地下水封石洞油库设计规范》的公告

中华人民共和国国家标准 地下水封石洞油库设计规范

GB 50455-2008

☆

中国石油化工集团公司 主编
中国计划出版社出版

(地址:北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层)
(邮政编码:100038 电话:63906433 63906381)
新华书店北京发行所发行
世界知识印刷厂印刷

850×1168 毫米 1/32 3 印张 73 千字
2009 年 2 月第 1 版 2009 年 2 月第 1 次印刷
印数 1—10100 册

☆

统一书号:1580177·133
定价:15.00 元

现批准《地下水封石洞油库设计规范》为国家标准,编号为 GB 50455—2008,自 2009 年 5 月 1 日起实施。其中,第 3.0.3、3.0.7、4.0.4、4.0.5、6.2.1、6.2.2、6.3.1、6.3.2、7.2.7、7.2.8、7.2.9、8.8.1、9.1.2、9.1.3、9.1.4、10.2.1、10.3.6、12.0.6、13.2.2、13.2.3、13.2.4、13.2.5、14.1.3、14.1.4、14.2.1、14.2.2、14.2.3 条为强制性条文,必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部
二〇〇八年十月十五日

前 言

本规范是根据建设部建标函〔2005〕124号文件“关于印发《2005年工程建设标准规范制订、修订计划(第二批)》的通知”要求,在国家发展和改革委员会石油储备办公室和国家石油储备中心的积极推动下,由青岛英派尔化学工程有限公司会同有关单位共同编制完成的。

地下水封洞库的储油方式,自20世纪50年代在瑞典问世以来,因具有安全、对地面环境影响小、少占耕地、节省大量钢材、油品质量不受损害、油品损耗小等优点,在北欧、韩国、日本等国家和地区已建设若干座类似的油库,储存原油及其产品,有成熟的设计、建设及生产经验,并有相关的标准。我国早在20世纪70年代建成该种油库储存原油、柴油,在20世纪90年代又建成储存LPG的水封洞库。在设计、建设及生产中,积累了一定的经验。

本规范在编制过程中,规范编制组对全国现有的水封洞库展开了调研,总结了我国水封洞库设计、建设、管理的经验,并对韩国、北欧已建及在建的水封洞库进行考察,参考了国内外有关规定和标准。对本规范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、生产、消防监督等部门和单位的意见,对主要条文进行反复修改,最后经审查定稿。

本规范共分15章和3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,总体布置,储运,地下工程,消防设施,给排水及污水处理,电气,仪表及控制,采暖、通风和空气调节,环保及安全卫生,节能等。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解

释,由中国石化集团公司负责日常管理工作,由青岛英派尔化学工程有限公司负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中,如发现需要修改补充之处,请将意见和有关资料寄送至青岛英派尔化学工程有限公司(地址:山东省青岛市崂山区海口路 277 号,邮政编码:266061),以便在今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位和主要起草人:

主 编 单 位: 青岛英派尔化学工程有限公司

参 编 单 位: 中国地质大学(北京)

中铁隧道集团有限公司

中国石化洛阳石化工程公司

国家石油储备中心

主要起草人: 杨 森 何凤友 张杰坤 郑大榕 文科武

李佩文 李玉忠 李春燕 修志勇 刘秀琴

许 敏 王敬奎 邵国芬 宋广贞 孙承志

彭振华 李俊彦 王化远

目 次

1 总 则	(1)
2 术 语	(2)
3 一般规定	(4)
4 库址选择	(6)
5 工程勘察	(8)
5.1 一般规定	(8)
5.2 选址勘察	(8)
5.3 初步勘察	(8)
5.4 详细勘察	(9)
5.5 施工勘察	(10)
6 总体布置	(11)
6.1 一般规定	(11)
6.2 总平面布置	(11)
6.3 竖向布置	(13)
7 储 运	(14)
7.1 一般规定	(14)
7.2 洞罐	(14)
7.3 潜油泵、潜水泵	(15)
8 地下工程	(16)
8.1 一般规定	(16)
8.2 设计	(16)
8.3 支护	(18)
8.4 防水	(22)
8.5 密封塞	(22)

8.6 洞罐清理	(24)
8.7 罐容标定	(24)
8.8 安全监测	(24)
9 消防设施	(26)
9.1 一般规定	(26)
9.2 灭火器材配置	(26)
10 给排水及污水处理	(28)
10.1 给水	(28)
10.2 排水	(29)
10.3 污水处理	(29)
11 电 气	(30)
11.1 供电	(30)
11.2 防雷及防静电	(30)
11.3 监测及报警	(31)
12 仪表及控制	(32)
13 采暖、通风和空气调节	(33)
13.1 采暖	(33)
13.2 通风	(33)
13.3 空气调节	(34)
14 环保及安全卫生	(35)
14.1 环保	(35)
14.2 劳动安全卫生	(35)
15 节 能	(36)
附录 A 计算间距的起讫点	(37)
附录 B 锚喷支护类型及其参数	(38)
附录 C 竖井及操作巷道爆炸危险区域的等级范围划分	(40)
本规范用词说明	(43)
附:条文说明	(45)

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,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于储存具有储备性质的原油、汽油、柴油地下水封石洞油库的工程设计。

本规范不适用于人工洞内离(贴)壁钢罐、自然洞石油库、盐穴洞库的工程设计。

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

2 术 语

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

在稳定地下水位以下的岩体中开挖出的用来储存原油、汽油、柴油的地下空间系统。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及其产品的地下空间。

2.0.3 洞罐 cavern tank

由一个或几个相互连通的洞室组成,功能相当于地面的一座油罐。

2.0.4 连接巷道 connecting tunnel

洞室之间相互连接的通道,保证储存的原油及其产品在洞室间相互流通,并保持液位等同。

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

由洞室顶至地面或操作巷道的井。

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 水幕孔 water curtain hole

为保持地下水封条件,用于人工注水而钻的孔。

2.0.9 水幕巷道 water curtain tunnel

用于水幕孔施工的巷道,运营时储水,向水幕孔内补充水。

2.0.10 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。

2.0.11 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。

2.0.12 水垫层 water bed

在洞室的底部保持一定高度的用于沉淀原油及其产品内的杂质并汇集围岩渗出水的水层。

2.0.13 观测孔 logging hole

用于监测地下水位及水质的孔。

2.0.14 操作巷道 operation tunnel

由地面通向各竖井操作区的巷道。

2.0.15 建筑界限 storage perimeter

保持水封洞库结构稳定所需的建筑保护区域的边界线。

2.0.16 水力保护界限 hydrogeological perimeter

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。

2.0.17 油气回收装置 vapor recovery unit

回收地下洞罐呼出油气的装置。

3 一般规定

3.0.1 储存原油的水封洞库设计库容不宜小于 100 万 m³, 储存成品油的水封洞库设计库容不宜小于 50 万 m³。

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_1 (°C)
甲	A	$F_1 < 28$
	B	$28 \leq F_1 \leq 45$
乙	A	$45 < F_1 < 60$
	B	$60 \leq F_1 \leq 120$
丙	A	$60 \leq F_1 \leq 120$
	B	$F_1 > 120$

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 A 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 水封洞库储存原油时宜选择低凝原油。

3.0.5 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。

3.0.6 水封洞库及其外部连接的储运系统应具备应急投放能力。

3.0.7 水封洞库地面投影界限外 50m 内, 不得建设影响地下储油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。

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

3.0.9 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。

3.0.10 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产业规划、环境保护、安全和生活生的要求,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 库址选择应依托现有码头、油库、管道等储运设施,库址宜选择在油品需求量大、加工进口油较为集中的地区。

4.0.3 水封洞库的地质、水文条件应符合下列规定:

- 1 岩体的岩质应坚硬,完整性和稳定性应好,不应有张性断裂分布,岩石矿物成分不应影响储存油品质量;
- 2 应具有相对稳定的地下水位,地下岩体渗透系数应小于 10^{-5} m/d;

3 封堵后的洞库涌水量每 100 万 m³ 库容不宜大于 100 m³/d。

4.0.4 水封洞库不应在下列地区内选址:

- 1 发震断裂或地震基本烈度 9 度及以上的地震区;
- 2 水源保护区;
- 3 国家级自然保护区。

4.0.5 水封洞库地上设施与周围居住区、工矿企业、交通线等的安全距离不得小于表 4.0.5 的规定,表中未列设施与周围建筑物和构筑物的安全距离应按现行国家标准《石油库设计规范》GB 50074 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、交通线等的安全距离 (m)

序号	名 称	安全距离		
		竖井	油气回收装置	火炬
1	居住区及公共建筑	60	75	120
2	工矿企业	40	50	120

续表 4.0.5

序号	名 称	安全距离		
		竖井	油气回收装置	火炬
3	铁路	国家铁路	200	200
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	30
7		其他公路	15	20
8	国家一、二级架空通信线路	40	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
10	爆破作业场地	300		300

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 中竖井和油气回收装置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 工矿企业为非石油储存企业。若工矿企业为石油储存企业同期建设时,两洞库间距应为洞室跨距两倍以上,两洞库间应设垂直水幕相隔;不同期建设时,后期建设的施工巷道口与已建库的地下设施距离不应小于 300m,两洞库之间垂直水幕的设置应根据水力分析确定。与工矿企业地面油罐区相邻建设时,其相邻油罐之间的防火距离应取相邻油罐中较大罐直径的 1.5 倍,但不应小于 30m,其他建筑物和构筑物之间的防火距离应按本规范表 6.2.1 的规定增加 50%,火炬设施按本表执行。
- 5 与爆破作业场地的安全距离从油库围墙算起。
- 6 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安全距离。
- 7 在库区外进行爆破作业时,洞罐产生的地震效应,应按现行国家标准《爆破安全规程》GB 6722 的有关规定执行。

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 施工前各勘察阶段应对岩体质量进行分级,施工勘察阶段应验证所确定的岩体质量分级,并进行动态调整。

5.2 选址勘察

5.2.1 选址勘察应选择符合水封洞库工程地质、水文地质条件要求的库址,选址勘察库址不应少于两处。

5.2.2 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 推荐库址物探成果;
- 5 可用岩体的总面积、洞室轴线方向、洞室埋深、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 初步勘察应初步查明选定库址的工程地质和水文地质条件。

5.3.2 初步勘察报告应包括下列内容:

· 8 ·

- 1 库址的地形地貌条件和物理地质现象;
- 2 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;

- 3 库址区的地下水位、渗透系数和水化学成分等水文参数;
- 4 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;

- 5 初步确定稳定地下水位标高,提出洞室埋深建议;
- 6 岩(土)体的物理力学指标;
- 7 洞室涌水量的估算、地下水数值分析模拟、洞室岩体稳定性分析;
- 8 存在问题及建议。

5.4 详细勘察

5.4.1 详细勘察应基本查明确定库址的工程地质和水文地质条件。

5.4.2 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 施工巷道口边坡、仰坡的稳定性分析;
- 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 地下水位、渗透系数和水化学成分等水文参数、地下水监测成果,预测掘进时突然涌水的可能性,估算最大涌水量;
- 5 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;
- 6 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;
- 7 岩体质量分级并建立地质模型;
- 8 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;

· 9 ·

- 9 确定稳定的地下水位标高,提出洞罐埋深建议;
- 10 库址岩体质量分段分级及范围、洞室稳定性分析评价;
- 11 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。

5.5.2 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 进行超前地质预报;
- 4 实测洞库涌水量,预测洞库投产 after 地下水位恢复情况;
- 5 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;
- 6 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,分区内主要设施应按表 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	变配电所、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最小防火距离(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

续表 6.2.1

序号	名 称	竖井	油气回收装置	火炬
4	油品装卸车鹤管	20	30	90
5	隔油池	20	20	90
6	消防泵房、消防站	30	30	90
7	有明火及可散发火花的建筑物及场所	20	30	60
8	中心控制室、独立变配电室	20	25	90
9	其他建筑物	15	15	90
10	火炬	90	90	—
11	围墙	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燃的辐射热计算确定与建筑物和构筑物的防火间距;

3 围墙指水封洞库地上设施外边界围墙;

4 计算间距的起讫点见附录 A;

5 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 水封洞库的建筑面积应设置永久性标志。

6.2.3 水封洞库地上设施的外边界应设置高度不低于 2.5m 的非燃烧体实体围墙。洞库宜设置两个通向外部公路的出入口。行政管理区与其他分区之间宜设置围墙或围栅, 并应设置单独的出入口。

6.2.4 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, 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。

6.2.5 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。

6.2.6 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 地上设施防洪标准应按洪水重现期不小于 50 年设计。

6.3.2 靠近江河、湖泊等地段时, 场地的最低设计标高应高于计算洪水位 0.5m; 在海岛、沿海地段或潮汐作用明显的河口段时, 地上设施的最低设计标高应高于计算水位 1m; 在无掩护海岸, 尚应计入波浪超高。计算水位应采用高潮累积频率 10% 的潮位。

7 储运

7.1 一般规定

7.1.1 水封洞库储存每种油品的洞罐不宜少于2座。每座原油洞罐的容积不宜小于40万 m^3 ，每座成品油洞罐的容积不宜小于20万 m^3 。

7.1.2 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；
- 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。

7.1.3 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 洞罐应设置竖井，两个及两个以上洞室组成的洞罐的竖井不应少于两个。竖井宜直接通向地面，竖井口应根据环境条件设置，可设置成露天、棚或房等形式。受地形限制时可设置在巷道内。

7.2.2 洞罐竖井应满足管道、泵、仪表、电缆等安装及检修的要求。

7.2.3 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。

7.2.4 洞罐宜采用固定水位法储油。

7.2.5 洞室底部对应竖井处应设置泵坑，在泵坑四周应设置不低于0.5m高的混凝土围堰。

7.2.6 洞罐的装量系数不宜大于0.95。

7.2.7 洞罐呼出的油气应进行处理，处理后的排放气体应符合现行国家标准《储油库大气污染物排放标准》GB 20950的有关规定。洞罐发油时，应采取避免在洞罐内形成油气爆炸混合物的措施。

7.2.8 每个洞罐应设置通气管，通气管口应设置阻火器。

7.2.9 操作巷道应至少设置两个通向地面的出口。

7.2.10 操作巷道内的空间应满足操作和检修的需要。

7.2.11 巷道内的管道、设备应采取防潮措施。

7.3 潜油泵、潜水泵

7.3.1 洞罐应设置潜油泵、潜水泵。

7.3.2 潜油泵、潜水泵应符合下列规定：

- 1 潜油泵、潜水泵出口端应设置止回阀；
- 2 潜油泵、潜水泵应采取防振动的措施；
- 3 潜油泵可不设置备用泵；每座洞罐潜水泵不应少于两台；
- 4 潜油泵、潜水泵及其配套设施应设置泵的轴温、转子温度、定子温度、电机电流、电机冷却液温度等参数的检测及保护设施。

8 地下工程

8.1 一般规定

8.1.1 水封洞库地下工程设计中应利用围岩的自稳能力、承载能力和抗渗能力。

8.1.2 围岩应进行稳定性分析。洞室及其重要交叉点的围岩稳定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平衡法确定。

8.1.3 地下工程掘进应采用光面爆破,爆破质量应符合现行国家标准《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086 的有关规定。

8.1.4 水封洞库地下工程应采用动态设计。

8.2 设计

8.2.1 洞室设计应符合下列规定:

1 当岩体处于低地应力区时,洞室的设计轴线方向应与岩体主要结构面走向成大角度相交;当岩体处于高地应力区时,洞轴线与近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马蹄形或椭圆形断面。

3 洞室的断面宽度宜为 15~25m,高度不宜大于 30m,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式计算且不宜小于 20m:

$$H_w = 100P + 15 \quad (8.2.1)$$

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、岩体完整性好的位置。

2 施工巷道的数量应根据洞罐的数量和施工工期确定。

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、电力和其他设施占用空间的要求。断面形状宜采用直墙拱形断面,底板宜铺设钢筋混凝土路面。

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。最大纵坡不宜大于 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 洞罐上方宜设置水平水幕系统,必要时,在相邻洞罐之间或洞罐外侧应设置垂直水幕系统。水幕系统布置应符合下列规定:

1 应满足洞库设计稳定地下水位的要求。

2 水平水幕系统中,水幕巷道尽头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 10m。

3 水幕巷道底面至洞室顶面的垂直距离不宜小于 20m。

4 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。

5 水幕孔的间距宜为10~20m,水幕孔直径宜为76~100mm。

8.2.5 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,直径应满足所安装的管道及施工的要求;

2 竖井毛洞的尺寸设计应包括支护所占用的空间。

8.2.6 泵坑设计应符合下列规定:

1 泵坑应设置在竖井正下方洞室的底板上;

2 泵坑的尺寸应满足设备安装及操作的要求;

3 泵坑应分成两个槽,应分别设置潜油泵和潜水泵;

4 泵坑四周应设计高度不小于0.5m的挡水墙。

8.2.7 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 操作巷道口应设置密封防护门;

5 操作巷道内应采取防水和通风等措施;

6 操作巷道内竖井的上方应设置固定的起吊设施。

8.3 支护

8.3.1 支护设计应符合下列规定:

1 I级围岩,洞室的跨度不大于10m时不宜支护,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时不宜支护,大于5m时宜采用喷射混凝土支护,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,对于洞室应辅助以理论计算。

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用加固措施。

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重点支护;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 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 喷射混凝土支护设计应符合下列规定:

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S6。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。

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,宜采用喷射纤维混凝土支护,喷射纤维混凝土支护应符合下列规定:

1 普通碳素钢材纤维材料的抗拉强度设计值不宜低于380MPa。

2 喷射纤维混凝土28d龄期力学性能指标,应符合下列规定:

1) 重度宜为23kN/m³;

2) 抗压强度设计不宜小于 32MPa;

3) 抗折强度设计不宜小于 3MPa;

4) 抗拉强度设计不宜小于 2MPa。

3 钢纤维直径宜为 0.3~0.5mm, 长度宜为 20~25mm, 掺量宜为混合料重的 3%~6%。

4 喷射纤维混凝土厚度应按喷射混凝土厚度选取, 纤维混凝土表面应喷普通混凝土, 普通混凝土厚度不宜小于 30mm。

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, 锚杆的承载力极限状态设计应符合下列规定:

1) 拱腰以上的锚杆对不稳定块体的抗力, 按下列公式计算:

$$S \leq R \quad (8.3.4-1)$$

$$S = r_0 G_k \quad (8.3.4-2)$$

水泥砂浆锚杆:

$$R = n A_s f_y \quad (8.3.4-3)$$

预应力锚杆:

$$R = n A_x \sigma_{con} \quad (8.3.4-4)$$

式中 S ——荷载效应组合的设计值;

R ——锚杆抗力的设计值;

r_0 ——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_s ——单根锚杆的截面积(mm²);

f_y ——单根锚杆的抗拉强度设计值(MPa);

σ_{con} ——预应力锚杆的设计控制抗拉力设计值(MPa)。

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:

$$S \leq R \quad (8.3.4-5)$$

$$S = r_{01} G_{rk} \quad (8.3.4-6)$$

水泥砂浆锚杆:

$$R = fr_{02} G_{rk} + n A_s f_{sv} + CA \quad (8.3.4-7)$$

预应力锚杆:

$$R = fr_{02} G_{rk} + P_t + f P_n + CA \quad (8.3.4-8)$$

式中 G_{rk} 、 G_{rk} ——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(mm²);

A ——岩块滑动面的面积(mm²);

n ——锚杆根数;

C ——岩块滑动面上的粘结强度(MPa);

f_{sv} ——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_{01} 、 r_{02} ——不稳定块体的作用分项系数, 分别取 1.2。

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 0.5~1m, 并不得大于 1.25m。

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

1 钢筋网的布置应符合下列规定:

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

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 50mm。

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 处理后的日涌水量,每 100 万 m^3 库容不宜大于 100 m^3 ;
 - 3 应选择抗地下水及储存油品侵蚀的注浆材料。
- 8.4.2 在工程掘进前,预计涌水量大的地段和断层破碎带,宜采用预注浆;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 10~50m,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 3~5m;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 1m,孔径不宜小于 40mm,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 0.5~1.5 MPa 。

8.5 密封塞

8.5.1 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。

8.5.2 密封塞在荷载作用下不应产生移动和泄漏。

8.5.3 竖井密封塞的结构计算应包括下列内容:

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) 地震荷载和内部爆炸荷载。

8.5.4 施工巷道密封塞的结构计算应包括下列内容:

1) 充水压力;

2) 大气压力;

3) 地震荷载和内部爆炸荷载。

8.5.5 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移动和泄漏;

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。

8.5.6 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。密封塞键槽处应合理选取爆破技术,并应减小对岩体的扰动。

2 密封塞宜采用素混凝土结构,并宜在上下表面对称配置双层双向限裂钢筋,裂缝宽度不宜大于 0.2mm。

3 密封塞所用混凝土强度等级宜为 C20~C35。上下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大于 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,配筋应采用有限元数值模型进行应力验算。

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 密封塞键槽的周边围岩应进行锚杆支护及注浆密封。

8.5.7 竖井密封塞应与穿过的管道或套管进行稳固、密封连接。

8.5.8 下列部位应支护：

1 密封塞周边的键槽；

2 密封塞中心起每侧 10m 范围内的施工巷道或竖井；

3 竖井外侧面沿洞室轴线不小于 5m 范围内的洞室拱顶。

8.5.9 密封塞浇筑后边缘的混凝土应进行后注浆密封。

8.5.10 竖井密封塞上部应设置不小于 10m 的防渗填层。

8.5.11 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把人孔封闭。

8.5.12 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。

8.6 洞罐清理

8.6.1 在浇注密封塞前，应将洞罐和水幕巷道清洗干净。

8.6.2 洞罐底板上宜铺设不小于 80mm 的素混凝土层。

8.7 罐容标定

8.7.1 洞罐清理完成后，应对洞罐的容积进行标定。

8.7.2 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。

8.7.3 测量误差不应大于 0.5%。

8.7.4 进油时应利用液位计和流量计校核标定成果。

8.8 安全监测

8.8.1 地下水监测应符合下列规定：

1 地下洞罐的四周应设置地下水位及水质监测孔，每边不应少于 2 个，地下水异常变化的部位应加密；

2 地下水监测孔深度应低于洞室底面 10m。

8.8.2 其他监测应符合下列规定：

1 在施工中应对围岩变形及围岩应力进行监测，在生产中宜对围岩稳定继续监测；

2 当设置有水幕时应在水幕的压力或水位进行监测。

9 消防设施

式干粉灭火器。

9.2.2 灭火器配置除应符合本规范的规定外,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。

9.1 一般规定

9.1.1 水封洞库应设置消防设施。水封洞库消防设施的设置,应根据洞库的容量、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。

9.1.2 水封洞库库区应设置独立消防给水系统。消防给水系统应符合现行国家标准《石油库设计规范》GB 50074 的有关规定。消防用水量应经计算确定,且不应小于 45L/s。火灾延续供水时间应按 3h 计算。

9.1.3 操作巷道内和每座竖井口附近应布置消火栓,消火栓之间的距离不应大于 60m。

9.1.4 消防水泵应采用双动力源。

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

9.2 灭火器配置

9.2.1 灭火器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,其他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,每块灭火毯应为 1.5m × 1m,灭火毯应为 2m²。输油泵房除应设置灭火器外,尚应配置 0.5m³的灭火砂。

4 操作巷道内,应沿操作巷道每隔 30m 设置 2 具 8kg 手提

10 给排水及污水处理

10.1 给 水

10.1.1 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)。

10.1.2 水封洞库所用水水源应就近选用地表水或城镇自来水。水源应满足各项用水对水质、水压、水量和水温等的要求。

10.1.3 水封洞库水源供水量的确定,应符合下列规定:

1 洞库的生产用水量和生活用水量应按最大的小时用水量计算。

2 洞库的生产用水量应根据生产过程和用水设备确定。

3 洞库的生活用水量宜按 25~35 升/人·班、8h 用水时间和 2.5~3.0 的时间变化系数计算。洗浴用水量宜按 40~60 升/人·班和 1h 用水时间计算。

4 消防、生产及生活用水采用同一水源时,水源工程的供水量应按最大消防用水量的 1.2 倍计算确定。采用消防水池时,应按消防水池的补充水量、生产用水量及生活用水量总和的 1.2 倍计算确定。

5 消防与生产采用同一水源、生活用水采用另一水源时,消防与生产用水的水源工程的用水量应按最大消防用水量的 1.2 倍计算确定。采用消防水池时,应按消防水池的补充水量与生产用水量总和的 1.2 倍计算确定。生活用水水源工程的供水量应按生活用水量的 1.2 倍计算确定。

6 消防用水采用单独水源、生产和生活用水合用另一水源时,消防用水水源工程的供水量应按最大消防用水量的 1.2 倍计算确定。设消防水池时消防用水水源工程的供水量应按消防水池

补充水量的 1.2 倍计算确定。生产与生活用水水源工程的供水量,应按生产用水量和生活用水量之和的 1.2 倍计算确定。

10.1.4 水封洞库给水系统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。

10.2 排 水

10.2.1 水封洞库的含油与不含油污水,应采用分流制排放。含油污水应采用管道排放。未被油品污染的地面雨水和生产废水应在排出水封洞库围墙前设置水封装置。

10.2.2 含油污水管道应在下列位置设置水封井:

- 1 建筑物、构筑物的排水管出口处;
- 2 支管与干管连接处;
- 3 干管上每隔 300m 处。

10.2.3 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。

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

10.2.5 雨水排放宜采用明沟系统。

10.3 污 水 处 理

10.3.1 污水处理宜依托邻近污水处理设施。

10.3.2 污水应经处理达到排放标准。

10.3.3 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 的排出量进行计算。

10.3.4 污水处理后宜回用。

10.3.5 含油污水的构筑物和设备宜封闭设置。

10.3.6 污水排放口应设置取样点和检测水质、测量水量的设施。

11 电 气

11.1 供 配 电

11.1.1 水封洞库生产用电负荷应为二级负荷。

11.1.2 自动化控制系统及通信系统应采用不间断电源装置供电,蓄电池的后备供电时间不应小于30min。

11.1.3 变(配)电所的配电电压应符合下列规定:

1 变(配)电所的电源电压应根据用电容量、供电距离、当地公共电网现状等因素确定;

2 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;

3 低压配电电压应采用380/220V。

11.1.4 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,变电站微机综合自动化系统应同时备有相应的手动操作系统。

11.1.5 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《爆炸和火灾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规范附录C的规定。

11.2 防雷及防静电

11.2.1 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,接地电阻不宜大于10 Ω 。

11.2.2 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。

11.2.3 水封洞库的控制、通信等电子信息系统的防雷击电磁脉冲设计,应符合下列规定:

1 信息系统设备所在的建筑物应按第三类防雷建筑物进行防直击雷设计;

2 进入建筑物和进入信息设备安装房间的所有金属导电物,在各防雷区界面处应做等电位连接,并宜采取屏蔽措施;

3 低压配电母线和不间断电源装置电源进线侧,应分别安装电涌保护器;

4 当通信线、数据线、控制电缆等采用屏蔽电缆时,其屏蔽层应做等电位连接;

5 在多雷区,仪表及控制系统应设置防雷保护设施。

11.2.4 防静电接地装置的接地电阻,不宜大于100 Ω 。

11.2.5 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,其接地电阻不应大于4 Ω 。

11.3 监测及报警

11.3.1 库区内应设置电视监视系统,监视系统应能覆盖竖井操作区、操作巷道及地上生产区。

11.3.2 库区内应设置火灾报警系统。地上生产区及操作巷道内应设置火灾报警设施。

12 仪表及控制

- 12.0.1 水封洞库应设置中心控制室,并应采用微机监控系统对整个库区的生产进行集中操作、控制和管理。
- 12.0.2 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 应设置高、低液位和界面报警及自动联锁装置。
- 12.0.3 洞罐仪表应分别安装在不同的套管内,洞罐仪表变送单元宜安装在竖井操作区内。
- 12.0.4 洞库在掘进及生产过程中宜设置围岩稳定性监测设施。
- 12.0.5 洞库在掘进生产过程中宜设置地下水压力监测设施。
- 12.0.6 库区内易泄漏或聚积可燃气体的场所,应设置可燃气体浓度检测报警装置。
- 12.0.7 安全检测与控制系统应独立设置。

13 采暖、通风和空气调节

13.1 采 暖

- 13.1.1 水封洞库位于累年日平均温度低于或等于 5℃的天数大于或等于 90d 的地区,生产厂房及辅助建筑物,当室内经常有人停留或生产对室内有一定要求时,宜设置集中采暖。
- 13.1.2 无可依托外来热源和可利用的生产余热时,宜自建供热锅炉房。
- 13.1.3 采暖供热介质宜为热水,供水温度宜为 95℃,回水温度宜为 70℃。
- 13.1.4 锅炉房设计应符合现行国家标准《锅炉房设计规范》GB 50041 的有关规定。
- 13.1.5 室内采暖计算温度应符合表 13.1.5 的规定,表中未列项目应按现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的有关规定执行。

表 13.1.5 室内采暖计算温度

序号	房 间 名 称	采暖计算温度 (℃)
1	水泵房、消防泵房、柴油发电机间、空气压缩机间、汽车库	5
2	油泵房	>8
3	机修间	14
4	计量间、化验室、办公室、值班室、休息室	18

13.2 通 风

- 13.2.1 工作区的劳动卫生条件应利用有组织的自然通风改善。当自然通风不能满足要求时,应采用机械通风。

13.2.2 竖井操作区通风应符合下列规定:

1 当竖井上部为封闭建筑物时,除应采用有组织的自然通风外,尚应设置机械通风,换气次数不得小于10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 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离气地面0.3m以下。

13.2.3 在爆炸危险区域内,风机应选用防爆型,并应采用直接传动或联轴传动。机械通风系统应采用不燃烧材料制作。风管、风机及其安装方式应采取防静电措施。

13.2.4 在设置有可燃气体浓度自动检测报警装置的房间内,其报警装置应与机械通风设备联动,并应设置手动开启装置。

13.2.5 操作巷道内,每座竖井口处应设置固定式通风设施,换气次数不应小于10次/h,出风管口应设置在操作巷道外,出风管口与洞口水平距离不应小于20m,且应高出洞口,并采取防止油气倒灌的措施。

13.3 空气调节

13.3.1 操作室、机柜室、计算机室、工程师站室等,冬天室温宜为 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$,夏天室温宜为 $26\pm 2^{\circ}\text{C}$,温度变化率宜小于 $5^{\circ}\text{C}/\text{h}$;相对湿度宜为 $50\%\pm 10\%$,湿度变化率宜小于 $6\%/\text{h}$ 。

13.3.2 中央控制室内的空气应洁净,并应符合下列要求:

- 1 尘埃小于 $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ 或粒径小于 $10\mu\text{m}$;
- 2 硫化氢小于 10ppb ;
- 3 二氧化硫小于 50ppb ;
- 4 氯气小于 1ppb 。

14 环保及安全卫生

14.1 环 保

14.1.1 水封洞库排放的大气污染物无组织排放的烃类应符合现行国家标准《储油库大气污染物排放标准》GB 20950的有关规定;锅炉烟气污染物的排放应符合现行国家标准《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271的有关规定。

14.1.2 水封洞库设计应符合现行国家标准《工业企业噪声控制设计规范》GBJ 87的有关规定,噪声辐射源到达库区界墙外的噪声应符合现行国家标准《工业企业厂界噪声标准》GB 12348的有关规定。

14.1.3 水封洞库生活污水、生产污水及事故废水在排放前应经过处理,污水排放应符合现行国家标准《污水综合排放标准》GB 8978的有关规定。

14.1.4 水封洞库产生的各种固体废物应进行无害化处理。

14.1.5 水封洞库建设应对影响到的自然保护区、文物保护单位采取预防和保护措施。

14.1.6 水封洞库进油时排出的油气应进行处理。

14.2 劳动安全卫生

14.2.1 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《工作场所有害因素职业接触限值》GBZ 2的有关规定。

14.2.2 在操作巷道及中心控制室应配备便携式有毒有害气体检测仪和空气呼吸器等防护用具。

14.2.3 库区内易发生事故的区域和部位应设置安全标志,安全标志应符合现行国家标准《安全标志》GB 2894的有关规定。

15 节 能

附录 A 计算间距的起讫点

15.0.1 水封洞库设计应进行综合能耗分析。

15.0.2 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,宜利用太阳能、风能及水能。

15.0.3 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。

15.0.4 在技术经济合理的情况下应采取减少裂隙水的渗出量的措施。含油裂隙水经处理达标后宜回用。

A.0.1 水封洞库地上设施的安全距离及防火距离计算起讫点,应符合下列规定:

- 1 道路——路边;
- 2 竖井——竖井边缘;
- 3 管道——管子中心(指明者除外);
- 4 洞罐——洞罐外壁;
- 5 各种设备——最突出的外缘;
- 6 架空电力和通信线路——线路中心线;
- 7 埋地电力和通信电缆——电缆中心;
- 8 建筑物或构筑物——外墙凸出部位。

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

围岩类别	I	II	III	IV
洞室	拱部 1) 局部 50~80 喷射混凝土 2) 局部锚杆 $L=2.5\sim4m$	1) 50~80 喷射混凝土 2) 布置 $L=2.5\sim4m$ @2.5m 锚杆	1) 50~80 喷射混凝土 2) 布置 $L=2.5\sim4m$ @2.0m 锚杆	1) 140 钢筋网喷射混凝土 2) 布置 $L=2.5\sim4m$ @2.0m 锚杆
	边墙 局部锚杆 $L=2.5\sim4m$	局部锚杆 $L=2.5\sim4m$	1) 50~80 喷射混凝土 2) 布置 $L=2.5\sim4m$ @2.5m 锚杆	1) 50~80 钢筋网喷射混凝土 2) 布置 $L=2.5\sim4m$ @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 $L=2.5m$	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) 布置 $L=2.5m$ @2.0m 锚杆	1) 50~80 钢筋网喷射混凝土 2) 布置 $L=2.5m$ @1.5m 锚杆
	边墙 局部锚杆 $L=2.5m$	局部锚杆 $L=2.5m$	局部锚杆 $L=2.5m$	1) 50~80 喷射混凝土 2) 布置 $L=2.5m$ @2.0m 锚杆
主洞室与连接巷道交叉口	主洞 1) 50~80 喷射混凝土 2) 布置 $L=2.5\sim4m$ @2.5m 锚杆	1) 50~80 喷射混凝土 2) 布置 $L=2.5\sim4m$ @2.0m 锚杆	1) 50~80 喷射混凝土 2) 布置 $L=2.5\sim4m$ @1.5m 锚杆	1) 140 钢筋网喷射混凝土 2) 布置 $L=2.5\sim4m$ @2.0m 锚杆
	连接巷道 1) 50~80 喷射混凝土 2) 布置 $L=2.5m$ @2.5m 锚杆	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 $L=2.5m$ @1.5m 锚杆	1) 140 钢筋网喷射混凝土 2) 布置 $L=2.5m$ @1.5m 锚杆

续表 B.0.1

围岩类别	I	II	III	IV
水幕巷道交叉口	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) 50~80 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
	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) 50~80 喷射混凝土 2) 布置 $L=2.5m$ @2.0m 锚杆	1) 140 钢筋网喷射混凝土 2) 布置 $L=2.5m$ @2.0m 锚杆
施工巷道	拱部 局部锚杆 $L=2.5m$	局部锚杆 $L=2.5m$	布置 $L=2.5m$ @2.5m 锚杆	1) 50~80 喷射混凝土 2) 布置 $L=2.5m$ @2.0m 锚杆
	边墙 局部锚杆 $L=2.5m$	局部锚杆 $L=2.5m$	局部锚杆 $L=2.5m$	局部锚杆 $L=2.5m$
水幕巷道	拱部 局部锚杆 $L=2.0m$	局部锚杆 $L=2.0m$	局部锚杆 $L=2.0m$	1) 50~80 喷射混凝土 2) 局部锚杆 $L=2.0m$
	边墙 局部锚杆 $L=2.0m$	局部锚杆 $L=2.0m$	局部锚杆 $L=2.0m$	局部锚杆 $L=2.0m$
竖井	—	—	—	—
	1) 50~80 钢筋网喷射混凝土 2) 局部锚杆 $L=2.0m$	1) 50~80 钢筋网喷射混凝土 2) 局部锚杆 $L=2.0m$	1) 50~80 钢筋网喷射混凝土 2) 局部锚杆 $L=2.0m$	1) 50~80 钢筋网喷射混凝土 2) 布置 $L=2.0m$ @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②后数值为锚杆间距。

2. 表中单位除标明 m 外, 其他为 mm。

附录 C 竖井及操作巷道爆炸危险区域的等级范围划分

C.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。

C.0.2 竖井室爆炸危险区域划分(图 C.0.2),应符合下列规定:

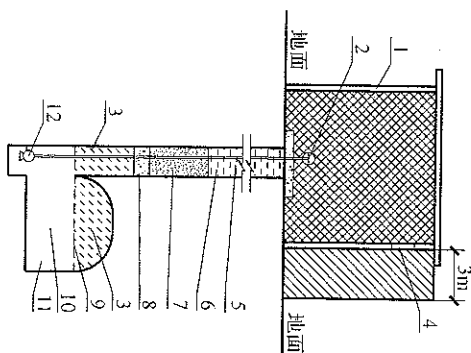


图 C.0.2 竖井室爆炸危险区域划分

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。

C.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 C.0.3)。

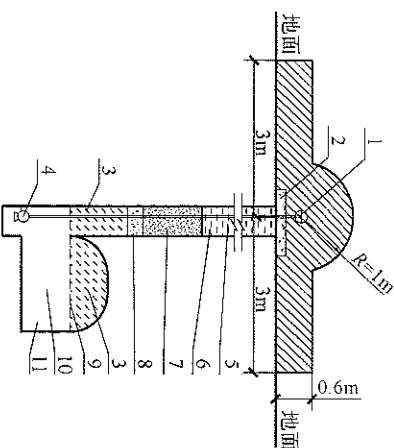


图 C.0.3 竖井口露天布置时爆炸危险区域划分

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

C.0.4 操作巷道爆炸危险区域划分(图 C.0.4),应符合下列规定:

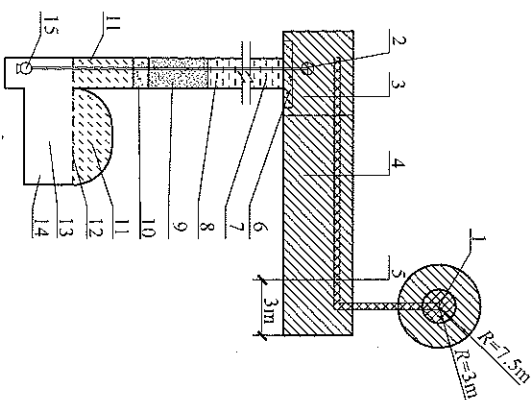


图 C.0.4 操作巷道爆炸危险区域划分

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应划分为0区；
- 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。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,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 本规范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

地下水封石洞油库设计规范

GB 50455 - 2008

条文说明

目 次

1 总 则	(49)
3 一般规定	(51)
4 库址选择	(53)
5 工程勘察	(57)
5.1 一般规定	(57)
5.2 选址勘察	(57)
5.3 初步勘察	(58)
5.4 详细勘察	(58)
5.5 施工勘察	(58)
6 总体布置	(60)
6.1 一般规定	(60)
6.2 总平面布置	(60)
6.3 竖向布置	(62)
7 储 运	(63)
7.1 一般规定	(63)
7.2 洞罐	(63)
8 地下工程	(65)
8.1 一般规定	(65)
8.2 设计	(66)
8.3 支护	(67)
8.4 防水	(71)
8.5 密封塞	(72)
8.6 洞罐清理	(73)
8.7 罐容标定	(74)
8.8 安全监测	(74)
9 消防设施	(76)

9.1 一般规定	(76)
9.2 灭火器配置	(77)
10 给排水及污水处理	(78)
10.1 给水	(78)
10.3 污水处理	(78)
11 电 气	(79)
11.1 供电	(79)
11.2 防雷及防静电	(79)
11.3 监测及报警	(79)
12 仪表及控制	(81)
13 采暖、通风和空气调节	(82)
13.1 采暖	(82)
13.2 通风	(82)
13.3 空气调节	(82)
14 环保及安全卫生	(83)
14.1 环保	(83)
14.2 劳动安全卫生	(83)
15 节 能	(85)

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 本条规定了本规范的适用范围和不适用范围。

本规范适用于新建、改建和扩建储备原油、汽油、柴油水封洞库的设计。

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,故本规范不适用于上述储存类型的储备库,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地下水封石油库规范。

1.0.3 本条有两方面含义:

1 《地下水封石油库设计规范》是专业性技术规范,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《地下水封石油库设计规范》的规定。在设计水封洞库时,如遇到其他标准与本规范在同一问题上作出的规定不一致的情况,执行本规范的规定。

2 水封洞库设计涉及的专业较多,接触的面也广,本规范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,本规范不便再做规定,以免产生矛盾,造成混乱。本规范明确规定者,按本规范执行;本规范未作规定者,可执行国家现行有关标准的规定。

3 一般规定

3.0.1 经过技术经济对比分析,100万 m^3 水封洞库和地面钢罐油库投资基本相当,库容小于100万 m^3 时,地面钢罐油库投资较为节省。所以采用水封洞库储油,其总库容设计储量不宜小于100万 m^3 。专门做技术经济分析专题研究,当水封洞库库容120万 m^3 时,单位造价656元/ m^3 ,地面钢罐库容120万 m^3 时,单位造价697元/ m^3 ,所以本条限定水封洞库的规模不宜小于100万 m^3 。当储存成品油时,储存容积为50万 m^3 水封洞库与地面钢罐投资基本相当,每立方米库容投资均在800~1000元,所以本条规定水封洞库储存成品油时库容不宜小于50万 m^3 。

3.0.4 本条规定从节能的角度考虑,储备库应储备进口低凝原油或成品油,设计时不考虑加热设施。

3.0.5 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。

3.0.6 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。

3.0.7~3.0.9 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镇的总体规划,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选择的库址应具备的条件,水封洞库对工程地质及水文地质要求具备建库的条件,本条中的 1、2、3 款是决定水封洞库库址的关键条件。

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、矿物成分以及断裂性质提出较高的要求。

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。

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水位以下的低渗透性岩体中。

水封洞库建在完整、坚硬、弱透水性的结晶岩体内,洞库涌水量一般很小。如果涌水量过大,则表明该库址岩体的裂隙较发育,岩体完整性较差,这将对洞室的稳定性带来不良影响,因此,洞库的涌水量可以作为评价库址优劣的一个重要参数,也是排水设计

的重要参数。为了对库址岩体渗透性有定量的描述,参照国内外同类地下工程的经验,本规范规定封堵后每 100 万 m^3 库容每天的涌水量不大于 100 m^3 ,以保证水封和洞室稳定,并减小洞库运营成本。

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。

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 对水封洞库及地面设施与周围居住区、工矿企业、交通线等处的安全距离作了规定。

现对表 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、出油管及通气管的阀门全部关闭,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、油气回收装置、火炬这三类特殊设施与外界设施的安全距离。

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,有较少量的尾气排出。条文中规定竖井与居住区及公共建筑安全距离为 60m。而油气回收装置安全距离为 75m,火炬安全距离 120m,与同级国家标准比较大致相同。

4 水封洞库的竖井、油气回收装置、火炬与工矿企业的安全

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 水封洞库与国家铁路线及工业企业铁路线的安全距离,由于国家铁路线的重要性、行驶速度和运输量等远大于工业企业铁路线,因此其安全距离也较大。本条规定竖井、油气回收装置及火炬与国家铁路线的限定安全距离为 200m,与工业企业铁路线的安全距离为 30m,火炬的限定安全距离均为 80m。

6 水封洞库洞罐竖井及油气回收装置与公路的安全距离,由于各种公路车辆可能产生明火,为避免相互影响,规定:高速公路和一级公路,距离竖井、油气回收装置安全距离均为 30m,二、三级公路距离竖井为 25m,其他公路距离竖井为 15m;油气回收装置距离高速公路及一、二、三级公路 30m,距离其他公路为 20m;火炬距离高速公路和一、二、三级公路安全距离为 80m,距离其他公路为 60m。

7 水封洞库与国家一、二级架空通信线路的安全距离,参照有关标准规定,竖井及油气回收装置安全距离不小于 40m,火炬为 80m。

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。

10 水封洞库与爆破作业场地安全距离,主要考虑爆破石块飞行的距离。

11 水封洞库地下部分与地上部分,由于地形的影响,分成两部分的较多,所以在表 4.0.5 分项列出与周围居住区、工矿企业、

交通线等的安全距离。

12 两座地下水封洞库相毗邻建设时,后期建设的洞库施工巷道口距已建库的地下设施不应小于300m,两洞库之间是否设置垂直水幕应根据水力分析确定。同期建设时两洞罐间距宜为洞室跨距2倍以上,两洞罐应设垂直水幕相隔。地下水封洞库与其他油库地面油罐区或工矿企业地面油罐区相毗邻建设时,其相邻油罐之间的防火距离可取相邻油罐中较大罐直径的1.5倍,但不应小于30m,其他建筑物、构筑物之间的防火距离应按本规范表6.2.1的规定增加50%,火炬设施按表4.0.5执行。

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 岩体质量分级是地下洞室部署和施工组织的基本依据,初步勘察和详细勘察阶段要提供不同详细程度的岩体质量分级,但由于地下工程地质问题的不可预见性,应以施工勘察阶段所最终确定的岩体质量分级作为动态设计的依据。为保证洞室的稳定性和洞库的水封性及经济性,地下水封石洞油库划定以Ⅰ、Ⅱ级为主体的岩体为适宜建库岩体,以Ⅲ级为主体的岩体为不适宜建库岩体,以Ⅳ、Ⅴ级为主体的岩体为不可建库岩体。

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、工程地质和人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,对备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 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、地质构造、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 综合工程地质测绘,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、洞室的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 初步勘察是对选址勘察阶段确定的库址进行的初步勘察,初步勘察的目的是初步查明库址的工程地质和水文地质条件。

5.3.2 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

5.4.2 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,还应针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

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 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和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,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。竖井与地面油罐的安全距离定为 40m;竖井与油泵站的安全距离定为 20m;竖井与油气回收装置的安全距离定为 25m;竖井与隔油池的安全距离定为 20m;消防泵房和消防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、消防站的安全距离规定为 30m;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安全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安全距离,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安全距离,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 水封洞库的建筑物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 地上设施中散发油气、危险性大的设施应尽可能与一般火灾种隔离,禁止无关人员入内,建造围墙有利于防火和安全,也便于管理。洞库的出入口如果只有一个,在发生事故或维修时有可能导致交通不畅,特别是发生火灾时,由于进入的消防车、救护车、消防器材以及进出的人员较多,故规定设两个出入口。

6.2.4 水封洞库地面主要道路宜为郊区型,宽度不应小于 7m,在竖井操作区之间设置道路便于生产管理、消防以及维修车辆的通行和调度,并与其他道路相通。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。

6.2.5 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。

6.2.6 本条规定一方面是为确保雨水与污水分流,另一方面是为避免库外洪水过大影响库区。

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 100~50 年,中型规模工矿企业的防洪标准为 50~20 年,因此本条规定石油洞库的洪水重现期为 50 年。

6.3.2 参照交通部行业标准《海港总平面设计规范》JTJ 211—99 中第 4.3.3 条,本条增加了沿海等地段,水封洞库地上设施最低设计标准的规定:“地上设施的最低设计标高,应高于计算水位 1m 及以上。在无掩护海岸,还应考虑波浪超高。计算水位应采用高潮累积频率 10% 的潮位。”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。

7 储运

7.1 一般规定

7.1.1 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。经测算成品油 1 座 20 万 m^3 洞罐和 2 座 10 万 m^3 钢罐工程投资基本相当,储存原油的水封洞库洞罐,还应考虑单罐容积满足一次单品种原油最大卸船量的要求,本条限定每座原油洞罐的容积不宜小于 40 万 m^3 ,与地面钢罐比较,经济上是合理的。

7.2 洞罐

7.2.1 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。

7.2.2 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、电缆等所占空间的要求,同时也要考虑开挖竖井设备所需的最小尺寸。

7.2.3 竖井内的管道(套管)较长,洞罐进油时或出油时这些管道如不采取固定措施,将产生较大振动,使管道失稳而破坏,同时也破坏管道与竖井封堵处的密封。

7.2.4 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。由于储备库库容较大(一般都大于 100

万 m^3), 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。

7.2.5 潜油泵、潜水泵需设置在泵坑内, 在泵坑四周设 0.5m 高的混凝土围堰是确保洞罐底部有 0.5m 厚的水垫层, 设置水垫层的主要目的是防止油泥及其他杂质进入泵坑, 堵塞潜水泵。由于储备库周转次数较少, 油泥沉积的量相对较少, 一般 0.5m 高的水垫层就能满足要求。

7.2.6 洞罐的装量系数主要考虑罐底部存在的“水垫层”高度(洞罐可按 0.5m 考虑)和罐内原油的膨胀量(按最冷月和最热月埋设深度地温最大温差 $10^{\circ}C$ 考虑, 由于洞罐埋设深, 实际温差很小)及罐内液位报警后 10~15min 的最大进油量。通过计算对于 100 万 m^3 洞罐上述三部分的量之和占洞罐容积的 3% 左右, 即装量系数为 0.97。为安全起见, 规定装量系数不宜大于 0.95。

7.2.7 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入大气。无论采用哪种方法均应符合环保标准的要求。

本条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 洞罐设置通气管主要是进油时油气从通气管向外排出, 其直径大小应根据洞罐进油速度、通气管长度及背压等条件计算确定。

7.2.9 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, 至少应有两个出口通向地面, 是为安全考虑。

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 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《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086 第 6 节有详细规定, 故本条文不再规定。

8.1.4 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进度或排危应急抢险, 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 设计

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。
- 3 本款主要是参照国内外已建的工程经验提出的。
- 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。

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。

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。

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室内的油面标高一致。

8.2.4 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。

8.2.5 本条第1款规定竖井靠端头或边墙是为了固定管子,竖

井口设在地面较低的位置是为了缩短竖井长度。

8.2.7 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。

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。这种方法的核心理念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。

6、7 竖井、操作巷道较为重要,应采用加固措施。

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。

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3%~6%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(0.3~0.5mm)、长度(20~25mm)、强度不低于380MPa的钢纤维,喷混凝土的抗拉强度可提高30%~60%,抗弯强度可提高30%~90%。

但由于钢纤维的加入,在喷层中往往有部分垂直层面的钢纤维露出层面,平行于层面的钢纤维也有部分附于喷层表面,易于锈蚀,因此需要在其喷层表面再喷30~50mm混凝土加以保护。

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,两边墙易于滑移破坏。当两侧边墙滑移后,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 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 为了保证钢筋网不锈蚀,钢筋网应有一定的保护层厚度,本规范按照混凝土构件的要求,规定不宜小于 50mm 。

8.4 防 水

8.4.1 对防水说明如下:

2 根据国内外的防水经验处理后的日涌水量每 100万 m^3 库容不宜大于 100m^3 。

3 目前广泛应用于注浆工程的材料是普通硅酸盐水泥。为防止地下水的侵蚀,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 $10\sim$

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。

8.5 密封塞

8.5.1 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。

8.5.3、8.5.4 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,故密封塞应能承受作用在其上的所有的荷载基本组合效应,同时应能承受不小于1.0MPa的洞室内压。

8.5.5 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。

8.5.6 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 密封塞一般采用素混凝土结构,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,若密封塞由于设备安装需要较多空洞,可以采用数值模型进行计算配筋。

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有限元数值模型进行应力验算。

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。

8.5.7 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。

8.5.8 本条主要目的是增加密封塞的安全储备。

8.5.9、8.5.10 这两条主要目的是增加密封塞的密封性能。

8.5.11 施工巷道的密封塞留设的人孔,是最后洞罐内设备安装和调试的唯一进出口。

8.5.12 一般情况下施工巷道与水幕巷道是相通的,为保证水幕巷道有足够的水,故施工巷道应用洁净自来水充注至不低于水幕巷道水位标高。若施工巷道与水幕巷道不相通,为保证密封塞的安全储油及保持稳定的地下水位,施工巷道也应充水至稳定地下水位。

8.6 洞罐清理

8.6.1 洞罐、水幕巷道内,储油的施工巷道段等由于施工中顶、壁有很多粉尘,底面有很多碎石渣及喷射混凝土回弹的水泥浆、粉末

等杂质。本条规定在上述空间施工后,应用高压水冲洗干净,避免这些粉尘等投产后落入油中,水幕巷道的粉尘流入注水孔中,堵塞岩石的渗水缝隙。

8.6.2 由于洞室内的杂质、粉尘、回弹的混凝土粉末不易用水清洗干净,同时长时间冲洗费水、费工。本条规定宜在洞罐底板上设置不小于80mm的素混凝土层,这样使洞罐储油环境改善。

8.7 罐容标定

8.7.3 在洞室内利用仪器标定误差较大。本条限定保证测量误差不应大于0.5%。

8.7.4 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(m^3/cm)。

8.8 安全监测

8.8.1 在施工及生产运行期,长期通过地下水监测孔对水封洞库顶上的地下水位进行观测,观察地下水位的变化,通过取监测孔水样进行分析,看地下水水质有无变化。通过这些观察,可以了解水封洞罐储油的安全性、密封性等。

本条规定关键监测孔孔深在洞室底面以下10m,主要通过该孔监测洞罐的油品是否向外渗漏,可以监测洞罐的全高度。

8.8.2 对其他监测说明如下:

1 在施工及投产后,应长期观测围岩变形及围岩应力变化,在洞室上方施工巷道及水幕巷道中,宜长期安装监测围岩稳定性的监测仪。

2 对地下水压力进行监测,这条主要用于施工及生产过程中。在水幕孔中充满水,进行洞室施工掘进时封堵裂隙水,在水幕巷道及施工巷道中在洞室顶上钻孔。孔深距洞室顶不同的标高,测量每个测孔内地下水的压力,可以掌握地下水在距洞室顶不同

高度时地下水的压力,并根据洞室施工及对地下水封堵的情况,测点压力变化情况,来判断地下水在洞室顶覆盖情况。投产后可以直接观测洞罐上方地下水压力变化,掌握地下水位的变动情况。

9 消防设施

9.1 一般规定

9.1.1 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。

9.1.2 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氮气,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。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。当地上部分有地上油罐时,应符合现行国家标准《石油库设计规范》GB 50074 的规定。

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^3 ,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。

9.1.3 当水封洞库设操作巷道时,应考虑操作巷道内管道、阀门、法兰等可能泄漏物料发生火灾时的消防。所以,除设置必要的消防器材外,沿操作巷道距离不大于60m及每座竖井口附近布置消防栓是合理的。

9.2 灭火器配置

9.2.1 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,不适用于控制室、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。

10 给排水及污水处理

10.1 给水

10.1.1 库区水源供水能力,是参照现行国家标准《石油库设计规范》GB 50074 制定的。

10.3 污水处理

10.3.1 水封洞库的含油裂隙污水量,可根据水文地质勘察报告和工程实际情况确定。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和水质。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。

10.3.2 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。

11 电气

11.1 供配电

11.1.1 水封洞库的库容量一般都很大,电力负荷多为装卸油作业用电和地下水封系统的用电,根据电力负荷分类标准将水封洞库的生产用电定为二级负荷。

11.1.2 自动控制、通信及事故照明等要求不允许中断供电的负荷,所以采用不间断电源装置(UPS)供电,根据需要,蓄电池的后备供电时间一般为 30min。

11.1.3 本条为库区变(配)电所的供电电压的选择原则。

11.1.4 为安全操作与管理,对洞库的关键设备如潜油(水)泵、输油泵等考虑设置紧急手动操作系统是必要的。

11.2 防雷及防静电

11.2.1 此条是为防止高电位传入的措施。

11.2.2 因静电的电位较高,电流较小,其接地装置的接地电阻一般不大于 100Ω 即可,国外也有资料介绍不大于 1000Ω ,目前国内一般采用不大于 100Ω 。

11.2.3 不同用途的接地可共用一个总的接地装置,其接地电阻应符合其中最小值的要求,在一些行业的规范、设计手册均有这一规定数值,这一数值在过去的设计中均已采用,未发现为题。

11.3 监测及报警

11.3.1 地下水封洞库储量比较大,生产人员较少,一般库址多在临海山区,为便于在中心控制室监视库区各个地方,应设置电视监

控系统,便于安全生产管理。

11.3.2 在库区易发生火灾的部位,均应设置火灾报警设施,便于及时发现火灾,将火灾消灭在萌芽中。

12 仪表及控制

12.0.2 对洞罐仪表设置的说明如下:

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联锁的重要参数,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安全联锁的要求。

12.0.3 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。

12.0.4 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,参考欧洲及国内近几年已建成的水封洞库中地震监测仪的设置情况提出本条。

该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。

12.0.5 本条是参考欧洲及国内近几年已建成的水封洞库中地下水压力监测设施的设置情况而提出的。

设置地下水压力监测设施的目的是对地下水压力进行长期监测。该设施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的运行。

12.0.7 为保证洞库安全生产,独立设置安全监测与控制系统,对全库运转设备的各种参数做到随时掌握控制。

13 采暖、通风和空气调节

13.1 采 暖

13.1.1 规定按气象指标划分集中采暖区,是根据国家对设置集中采暖的条件所规定的统一气象指标。

13.1.3 根据国务院 1986 年发布的《节约能源管理暂行条例》规定:“建筑物的采暖设施,应当根据经济合理的原则,采用或者改为热水采暖”。实践证明,热水采暖较蒸汽采暖具有明显的经济效益,因此规定了采暖供热介质宜为热水。

13.1.5 表 13.1.5 中规定的冬季室内采暖计算温度,均为以往设计中采用的数据。

13.2 通 风

13.2.1 本条规定了水封洞库内建筑物通风换气的基本原则。这些建筑一般为两面开窗开门,具有良好的自然通风条件,自然通风可有效地消除余热和冲淡油气浓度,因此强调充分利用自然通风。

13.2.2 对竖井操作区通风设计要求说明如下:

1 水封洞库竖井上部有封闭建筑物时,内设有输油管线及阀门仪表,为了防止油气在建筑物内的上部空间聚集,特别装有吊车时,油气的聚集会影响操作人员的健康和造成安全事故,故规定应设置机械通风,其换气次数不得小于 10 次/h。这一规定与同类规范比较是适宜的。

13.3 空气调节

13.3.2 该条文依据现行国家标准《电子电子产品应用环境条件》GB 4798.1 和有关规定,对氯气含量一项加以严格限制。

14 环保及安全卫生

14.1 环 保

14.1.1 国家标准是我国境内项目应遵守执行的基本标准,故项目大气污染物排放执行国家标准是必要的。

14.1.4 对库区内生产及维修过程中产生的各种固体废物废弃物进行无害化处理是环境保护的基本要求。固体废物无害化处理的途径很多,应根据废弃物的特性,按照国家有关规定以及规范的要求,首先考虑固体废物资源化处理。

14.1.5 在工程建设过程中产生的废渣、废水、振动、废气等危害因素对自然保护区、文物保护单位以及其他环境敏感区等周边环境可能造成不良影响时,应按国家相关规范,采取有效的预防、保护及恢复等措施。

水封洞库的工程建设、运行与维护等各个过程,不应対自然环境及周边社会环境造成不良影响。因此,应根据项目具体情况,按国家相关规范的规定,对项目潜在的危害因素进行辨识和评估,针对存在的主要环境问题,提出解决的对策,采取有效的预防、保护及恢复等措施。

14.1.6 水封洞库进油时,可以排出与进油量体积相当的可燃性的油气,为了保护环境,消除火灾爆炸安全隐患,对洞库进油时排出的油气应采取回收或其他安全方式进行处理。

14.2 劳动安全卫生

14.2.2 为了保证劳动过程和事故救援过程中工作人员的安全,应根据水封洞库生产运行和生产维护过程中使用的生产介质的特

性,结合实际生产工艺方案和维护方案,分析评估各种可能发生的生产事故,从而提出便携式有毒有害气体检测仪和空气呼吸器等劳动及安全防护用具的配备要求。

15 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。