

ICS 13.110

C 68

备案号:

AQ

# 中华人民共和国安全生产行业标准

AQ/T 3042—2013

---

## 外浮顶原油储罐机械清洗安全作业要求

**Safety requirements for external floating roof oil tank mechanical cleaning**

2013-06-08 发布

2013-10-01 实施

---

国家安全生产监督管理总局 发布

# 前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由国家安全生产监督管理总局提出。

本标准由全国安全生产标准化技术委员会化学品安全分技术委员会（SAC/TC 288/SC 3）归口。

本标准起草单位：中国石油天然气管道局、中国石油天然气管道局维抢修分公司。

本标准主要起草人：戚建利、黄文、刘金宝、徐洪文、李德宝、郝新伟、马骏宏、张艺新、李慧。

# 外浮顶原油储罐机械清洗安全作业要求

## 1 范围

本标准规定了外浮顶原油储罐机械清洗安全作业的一般要求和工艺要求。

本标准适用于地面常压外浮顶原油储罐的机械清洗作业。内浮顶油罐、卧式油罐和拱顶油罐的机械清洗可参照使用。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 5082 起重吊运指挥信号

GB 8978 污水综合排放标准

GB 12158 防止静电事故通用导则

GB 50058-1992 爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范

GB 50194 建设工程施工现场供用电安全规范

GBZ 2 工业场所有害因素职业接触限值

SY/T 5858 石油工业动火作业安全规程

SY 5984 油（气）田容器、管道和装卸设施接地装置安全检查规范

SY/T 6696 储罐机械清洗作业规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**清洗机** jet cleaner

用于油罐内表面清洗，能在一定压力下喷射液态介质，并可在受限空间内旋转和射流的装置。

### 3.2

**竖管** vertical pipe

连接地面管路和罐顶管路并沿清洗罐罐壁敷设的临时竖直管道。

### 3.3

**沉积物** sludge

沉积在油罐底部失去流动性的物质。

### 3.4

**旁接罐** supply and receiving tank

为清洗系统提供循环清洗介质、接收移送的油品的储罐。

## 4 一般要求

### 4.1 作业人员和设备要求

作业人员和设备应具符合下基本要求：

- 作业人员应经过油罐机械清洗设备操作培训合格后上岗；
- 伤疮口尚未愈合者，油品过敏者，职业禁忌者，在经期、孕期、哺乳期的妇女，有聋、哑、呆傻等严重生理缺陷者，患有深度近视、癫痫、高血压、过敏性气管炎、哮喘、心脏病和其他严重慢性病以及年老体弱不适应清罐作业等人员，不应进入现场；
- 浮顶油罐机械清洗应具备对清洗介质的抽吸、升压、换热、喷射能力，用惰性气体对清洗罐内气体的置换能力，对清洗罐内的可燃气体、氧气、硫化氢气体浓度的监测能力，热水清洗过程中的回收油品能力，热水清洗结束后的污水处理能力；
- 其它可按照 SY/T6696 标准规定执行。

## 4.2 作业环境基本要求

4.2.1 作业现场应配备消防器材。

4.2.2 作业区域应设置警戒线和禁止烟火、禁止启动、禁止携带金属物或手表、禁止穿化纤服装、当心触电、当心落物、当心吊物、当心烫伤、当心坠落、当心障碍物、当心碰头等安全标识，并应有专人负责监护。

4.2.3 爆炸性气体环境危险区域划分应符合 GB 50058-1992 第 2.2.1 条规定的分区方法，在 0 区、1 区和 2 区作业应使用符合防爆要求的防爆电器和防爆通讯工具。在 0 区、1 区作业应使用符合防爆要求的防爆工具。

4.2.4 进入罐内作业应事先办理受限空间作业许可证，并按受限作业空间的有关规定制定方案，方案应明确在受限空间内的作业内容、作业方法和作业过程的安全控制方法。

4.2.5 作业人员进罐时，罐内应经过清洗或置换，并达到下列要求：

- 氧气体积浓度 19.5%~23.5%；
- 罐内苯、硫化氢、一氧化碳等有毒气体（物质）浓度应符合 GBZ 2 的规定；
- 可燃气体或蒸气体积浓度：不大于 10%爆炸下限（LEL）。

4.2.6 罐内经过清洗或置换达不到 4.2.5 的要求时，作业人员进罐应佩戴正压式呼吸器。

4.2.7 罐内可燃气体或蒸气体积浓度大于等于爆炸下限的 10%时，应停止罐内人员作业，并及时撤出罐外，然后对罐内强制通风，确认可燃气体或蒸气体积浓度达到 4.2.5 的要求后方可进罐继续作业。

4.2.8 向清洗罐内注入惰性气体的过程中，应对清洗罐内气体体积浓度进行监测，并按时做好记录参加附录 D。

## 4.3 作业防护的基本要求

4.3.1 现场作业人员应配备符合国家标准劳动防护用品和应急救援器具，如安全帽、作业手套、安全鞋（靴）、面罩、护目镜、安全带、担架、应急照明灯、过滤式和正压式呼吸器等。根据不同场所选择的防毒用具和防护用品，其规格尺寸应保证佩戴合适，性能良好。

4.3.2 呼吸器在使用前，应进行检查，使用中应严格遵守产品说明书中的事项，呼吸器软管内外表面不应被油污等污染。

4.3.3 在进入 0 区、1 区和 2 区作业之前，作业人员应穿戴符合国家标准的防静电鞋、防静电阻燃型服装和防静电手套。

4.3.4 现场安全监护人员应对作业人员穿戴劳动防护用品的正确性进行检查。

4.3.5 作业场所应备有人员抢救用急救箱（包括止血绷带、碘酒、创可贴、治疗中暑用药等），并由专人保管。

4.3.6 作业人员在清洗储罐前应进行安全教育。

## 4.4 作业人员上、下罐基本要求

4.4.1 作业人员上罐前应按照 GB 12158 的要求释放自身包括携带物品的静电。

- 4.4.2 同时在盘梯上人数不应超过 5 人。
- 4.4.3 夜间上罐应使用防爆照明器具。
- 4.4.4 不应穿带铁钉的鞋和非防静电服装上罐。
- 4.4.5 遇有雷雨或 5 级以上大风时，不应上罐。
- 4.4.6 雪天应先清扫扶梯上的积雪后再上罐。

#### 4.5 临时设施的接地要求

- 4.5.1 各电气设备均应独立或相互用接地线与接地体进行电气连接。
- 4.5.2 接地电阻值要求应符合 SY 5984 中的规定。
- 4.5.3 临时设置的输送清洗介质的管道，每隔 200m 至少应有一处与管道固定连接的接地线，且将接地线的端部与油罐接地体连接。
- 4.5.4 金属管道配管中的非导体管段，在两侧的金属管上应分别连接接地线，并将接地线的另一端与油罐接地体连接。
- 4.5.5 气体取样、惰性气体、废气等挠性非导体管路中的金属管段或金属接头处应与油罐接地装置电气连接。

#### 4.6 工艺切换、故障停机要求

- 4.6.1 将电源完全断开，在设备周围和停电线路上的配电箱上悬挂“禁止启动”和“禁止合闸”的警示牌。
- 4.6.2 应使用惰性气体、水或水蒸汽等吹扫管线。
- 4.6.3 应关闭进出设备的清洗介质、水蒸汽等进出口阀门。
- 4.6.4 清洗系统的工艺管道和阀门，不应发生压力急增、冻凝等情况。
- 4.6.5 切换流程时，应按照“先开后关”的原则开关阀门。
- 4.6.6 具有高低压衔接部位的流程切换，应先导通低压部位。切断流程时，应先切断高压部位。
- 4.6.7 泵出现异常震动或泵轴承温度超过 65℃时，应停止泵的运行。

#### 4.7 其它要求

- 4.7.1 设备运行期间，每班值班人数应不少于 4 人，其中 2 人操作设备，2 人巡检和切换流程。
- 4.7.2 对作业区域进行巡检时，每次巡检人数不应少于 2 人，且应携带无线防爆通讯工具，巡检应有记录。
- 4.7.3 所使用的仪器仪表、安全阀、计量器具应在校验有效期内，使用前应保证其处于正常工作状态。
- 4.7.4 凡在走台上和其它高处作业的人员均应系安全带。
- 4.7.5 作业前后应清点作业人员和作业工器具。作业人员出罐时应带出作业工器具。
- 4.7.6 从油罐的排污阀排放油罐内积水时，应有专人在排污口监护并收集水样。
- 4.7.7 作业中不得抛掷材料、工器具等物品。
- 4.7.8 不应在 0 区和 1 区穿脱、拍打衣物，并应避免剧烈的身体运动。
- 4.7.9 不应使用易燃、易爆、腐蚀性溶剂及化纤抹布等易产生静电物品擦拭设备、服装和地面。
- 4.7.10 罐内作业照明应符合 GB 50194 标准中的规定。

### 5 工艺要求

#### 5.1 准备作业

- 5.1.1 作业前施工方应编制施工组织设计、HSE 作业计划书、应急预案文件。且应经业主、监理方及施工方三方安全、生产、技术部门审批。
- 5.1.2 清洗过程中如使用清洗剂，应出具其对环境、人员等影响的安全评估报告，评估其风险性。

5.1.3 应按照操作规程对设备机具、配套管件等进行检查。

## 5.2 清洗系统的吊装及现场布置作业

5.2.1 清洗系统安装前，应停止清洗罐的运行，宜隔离清洗罐。

5.2.2 起重人员应经专业培训，持证上岗。

5.2.3 起重机司机和指挥人员的操作应符合 GB 5082 的规定。

5.2.4 竖管作业过程应保证起重机司机、地面、罐顶走台和罐内浮顶上四点作业人员的通讯畅通。

5.2.5 吊装过程中，设备和材料应避免与罐体磕碰。

5.2.6 清洗系统现场应满足下述要求：

- 放置设备的地面应平整；
- 避开罐区的消防通道，同时应选择有利于安全撤离的区域；
- 避开低洼、沼泽和下雨后可能存在塌陷风险的区域；
- 安装设备周围的管线时，应考虑避免巡检和操作时造成绊倒、烫伤和污染；
- 非防爆设备均应设置在防火堤以外。

5.2.7 装卸时，车辆及设备不应长时间占用消防通道。

5.2.8 罐顶的设备、器材应分散放置。

5.2.9 清洗系统的现场布置参照附录A。

## 5.3 清洗系统的安装作业

5.3.1 与道路交叉的临时管线的设置应不妨碍消防车或其它车辆通行。

5.3.2 准备安装的管路内应无异物，软管应无损伤。

5.3.3 对输送清洗介质的管线应进行严密性试验，试验压力不低于清洗系统工作压力，稳压不少于 30 分钟参见附录 C。

5.3.4 与清洗设备相连的管线应采用挠性软管。

5.3.5 清洗机的安装位置及插入深度应考虑清洗机运行时避开罐内附件。

5.3.6 对于插入临时连接套管的清洗机，应采取措施将清洗机固定。

5.3.7 惰性气体、气体取样和废气管线的安装设置应符合以下要求：

- 应将惰性气体、气体取样和废气管线通过浮顶上的支柱套管、人孔、量油口等处插入清洗罐内，插入罐内的部分应与清洗罐内油品液面保持 200mm 以上的距离；
- 安装的气体取样管应在浮顶上均布；
- 安装的每根气体取样管，应保证畅通，抽出的样气应在浮顶上经过脱水装置脱水；
- 应将收集的废气通过废气管线导回罐内；
- 废气管线内若有液体出现，应及时放空；
- 废气管线应连接牢靠，不应有泄漏和堵塞现象；
- 临时用水管线宜采用无缝钢管或金属软管。采用消防水带加水时，应对出水口进行固定。

## 5.4 开孔作业

5.4.1 作业前应进行健康安全环境（HSE）条件确认，HSE 条件参照附录 B。

5.4.2 在浮顶上开孔应在清洗罐浮顶完全与油品接触的条件下进行。

5.4.3 在浮顶上开孔，开孔接合器应采取不动火方式与浮顶粘接。

5.4.4 在壁板上开孔时，开孔位置应选择在清扫口上，且开孔接合器应采用焊接方式与清扫口联接。

## 5.5 竖管安装作业

5.5.1 沿清洗罐罐壁架设的内外竖管应相互平行。

5.5.2 清洗罐内侧竖管下端部，应安装不小于 6m 长的挠性软管。

- 5.5.3 竖管严禁直接搭在罐体上。
- 5.5.4 清洗罐内侧竖管的连接和安装应避免磕碰、坠落和划伤罐体。
- 5.5.5 外部竖管的底部应固定牢靠。

## 5.6 提拔支柱作业

- 5.6.1 提拔支柱作业应使用防爆工具。如需敲击，应加垫木。
- 5.6.2 提拔支柱之前应将浮顶上有可能会泄漏油蒸气的地方用密封材料密封。
- 5.6.3 往上提拔支柱过程中，支柱与支柱套管之间不宜发生摩擦和碰撞，并应同时用纯棉抹布清理支柱上的油污。
- 5.6.4 支柱拔出后，应及时用密封材料封住支柱下端管口和支柱套管管口。
- 5.6.5 拔出支柱数量应控制在支柱总数的 20% 以下。

## 5.7 设置电缆作业

- 5.7.1 清洗设备设置区域的电缆应敷设或架设。
- 5.7.2 电缆与接线端子连接好后，余下的电缆应呈 S 形放置。
- 5.7.3 电缆布置应避开可能存在碰砸、车辆碾压等危险区域。

## 5.8 检尺作业

- 5.8.1 检尺作业宜使用绝缘检尺杆，其任何部位不宜存在金属。若使用金属检尺杆，则检尺杆应与罐体作电气连接。
- 5.8.2 以支柱套管、量油口、人孔做为检尺口，检尺前、后检尺口都应处在密封状态。
- 5.8.3 检尺前，检尺人员应释放自身及所有携带物的静电。
- 5.8.4 作业时，作业人员的身上不应有金属存在。
- 5.8.5 作业应至少 2 人进行，且作业人员应站在上风向进行检尺。

## 5.9 油品移送作业

- 5.9.1 移送作业期间应在罐顶设专人监视浮顶的升降过程，若有不均匀升降或卡死现象发生，则应立即通知地面操作人员停止作业。
- 5.9.2 降罐位之前应确定清洗罐内沉积物最高点距浮顶内顶板的距离，降罐位期间应将该距离控制在 500mm 以上。
- 5.9.3 降罐位期间，当罐内油品表面与浮顶内顶板之间出现 200mm 的气相空间距离之前，应开始向清洗罐内注入惰性气体。
- 5.9.4 清洗罐内的氧气体积浓度应控制在 8% 以内。

## 5.10 油中搅拌作业

- 5.10.1 更换清洗机的安装位置时，应先最大限度地将与清洗机相连接的挠性软管内的油污倒入清洗罐内，将挠性软管拆下后再进行下一步作业。
- 5.10.2 从清洗机上拆下的挠性软管自由端的敞口处应用盲板封住。
- 5.10.3 清洗机在清洗罐内喷射搅拌时，清洗罐内的氧气体积浓度应控制在 8% 以下。
- 5.10.4 如需给清洗罐内的油加热，加热前应对该油品进行分析，并结合对该油品的分析结果制定油品升温方案。

## 5.11 残油移送作业

- 5.11.1 残油移送过程中，安排人员定时对移送管线进行巡检，确保移送管线无泄漏。
- 5.11.2 残油移送结束后，清洗罐侧壁人孔附近的残油深度不应高于人孔的下缘。

5.11.3 残油移送过程，在残油油位不低于罐内加热盘管高度时，可不关闭清洗罐内加热盘管，应确保清洗罐内的环境温度高于该油品凝固点 10℃ 以上。

5.11.4 清洗罐内的氧气体积浓度应控制在 8% 以下。

## 5.12 热水清洗作业

5.12.1 安装清底管嘴时，应按以下要求进行：

——拆卸人孔螺栓前，事先在人孔附近准备好下列工具、用具；

表 1 拆卸人孔所需工具、用具

名称	数量	名称	数量	名称	数量
呼吸器	3 副	防爆扳手	3 套	油盘	1 个
气体检测仪	2 台	防爆锤子	2 把	干粉灭火器	2 支
防爆凿子	2 把	纯棉抹布	5 kg	毛毡	2 张

——拆卸人孔螺栓时，留下均布的 6 个螺栓，卸掉其余螺栓；

——拆卸人孔螺栓作业在安全员监护下，作业人员应佩戴呼吸器进行；

——卸松预留的 6 个螺栓，确认无漏油后，再将螺栓卸掉；

——打开人孔后，在进行下一步作业之前，先用湿毛毡密封人孔；

——向清洗罐内运送清底管嘴之前，先用毛毡将人孔下部边缘盖上；

——安装清底管嘴的作业人员应使用防爆工具缓慢操作，身上不应有任何金属或导体，打开人孔之后，严禁穿脱所穿服装；

——安装清底管嘴时避免金属与油罐剧烈碰撞；

——清底管嘴上的金属部分以及与清底管嘴相连的挠性软管均与清洗罐做电气连接。

5.12.2 热水清洗期间，作业人员不应进入清洗罐内。

5.12.3 油水分离工作平台距水槽上沿的垂直距离不应小于 1500mm，平台上不应有影响作业人员走动的障碍物。

5.12.4 清洗产生的含油污水应经处理后使用管道排放，排放水标准应符合 GB 8978 中的有关规定。

5.12.5 清洗罐内的氧气浓度应控制在 8% 以下。

## 5.13 进罐作业

5.13.1 排水结束后，应关闭清洗罐内的所有热源，再打开人孔。

5.13.2 应隔断（拆断或加盲板）与清洗罐相连的所有管路和阴极保护系统。

5.13.3 应在清洗罐壁人孔处安装气动或防爆轴流风机，进行机械通风。

5.13.4 轴流风机风量宜按每小时最少换 5 次气计算选配。

5.13.5 每次通风（包括间隙通风后的再通风）前都应认真进行油气浓度和有毒气体浓度的测试，并应做好详细记录。

5.13.6 检测人员应在进罐作业前进行油气和有毒气体浓度检测，浓度符合规定的允许值方可进入，并做好记录。

5.13.7 作业期间，应定时进行清洗罐内油气和有毒气体浓度的测试，并做好记录。

5.13.8 凡有作业人员进罐检查或作业时，清洗罐人孔外均应设专职监护人员，且一名监护人员不应同时监护两个作业点。

5.13.9 如需作业人员进罐作业时，应佩戴呼吸器，应 30 分钟轮换一次人员。

5.13.10 应使用防爆工具清理和盛装罐底和罐壁的残留物。

5.13.11 所有包装封闭后运至罐外的残留物宜分类放置，并按预先制定好的方案进行处理。

5.13.12 人孔附近至少应配置 2 支干粉灭火器，现场监护人员应时刻做好灭火的准备。

5.13.13 伸入清洗罐内的空气、水及蒸汽管线的喷嘴或金属部分，均应与油罐做电气连接。



#### 5.14 清洗油罐后的作业

5.14.1 浮顶油罐机械清洗结束后，若需在罐内进行动火作业，应按照 SY/T5858 的要求落实安全措施。

5.14.2 清洗器材的解体和装运要求：

- 支柱复位应使用专用工具在浮顶上进行；
- 临时工艺管道拆除前，应将管道内的残留污物吹扫干净；
- 应将设备中可能留存的残液或气体放空。

附 录 A  
(资料性附录)  
机械清洗工艺流程图

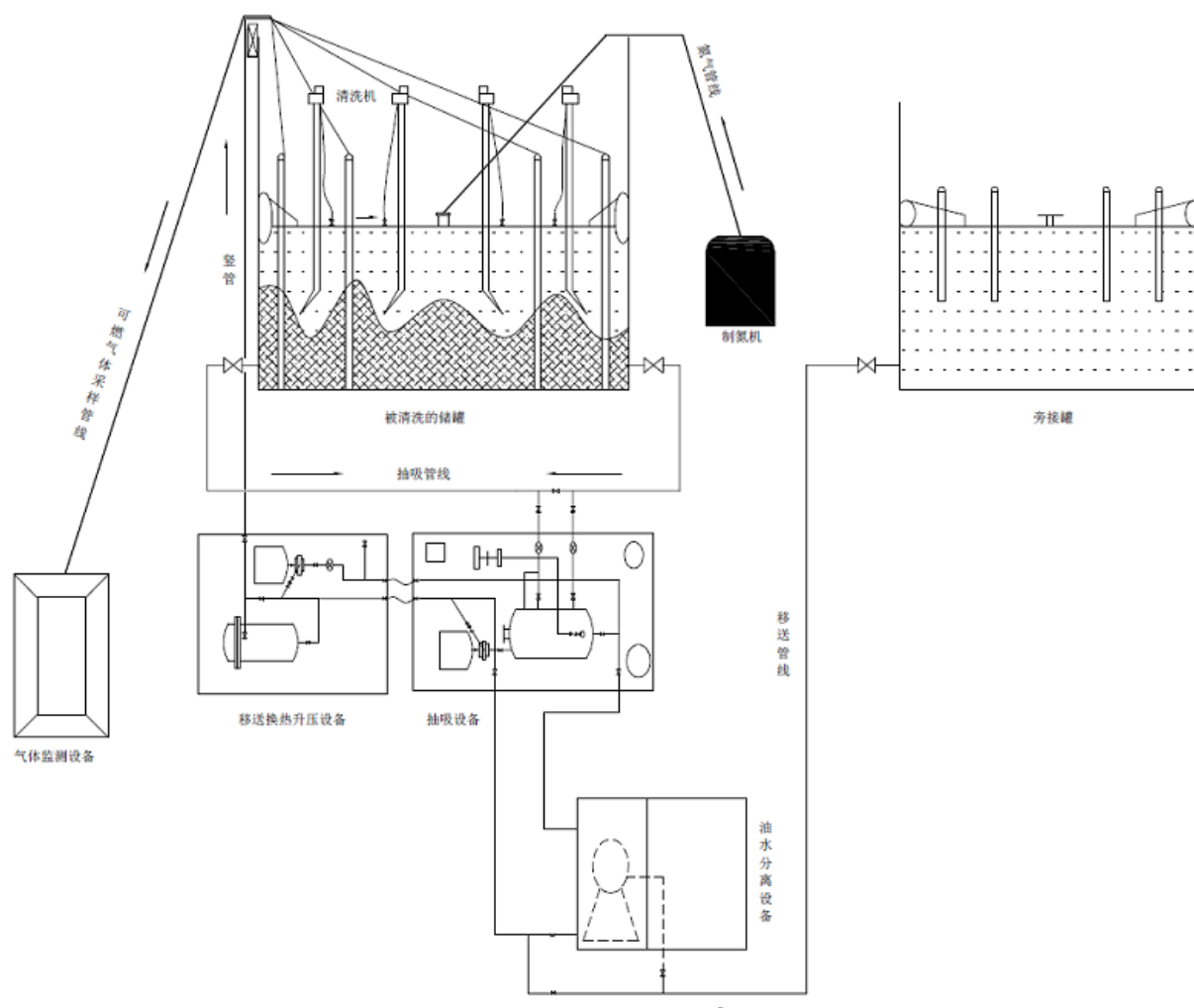


图 A.1 机械清洗工艺流程图

附 录 B  
(资料性附录)

开孔作业健康安全环境 (HSE) 条件

- B.1 对操作人员的健康状况进行确认。
- B.2 作业前应对操作人员进行技术交底和安全教育。
- B.3 检查操作人员劳动防护用品的穿戴。
- B.4 确认开孔位置能否满足作业要求。
- B.5 检查开孔机等设备的完好性。
- B.6 确认浮顶与罐内油面是否接触。
- B.7 检验连接的密封性，防止油品泄漏污染。
- B.8 检测作业点可燃气体浓度。
- B.9 确认作业点消防设施的完好性。
- B.10 准备废弃物回收容器。

附 录 C  
(资料性附录)  
油品及可燃物的部分性质及其危险性

表 C.1 部分液体的闪点

液体名称	闪点 ℃	液体名称	闪点 ℃
汽油	-58—10	苯	-12
煤油	28—55	润滑油	180—210
柴油	55—120		

表 C.2 部分可燃物的自燃点

可燃物名称	自燃温度 ℃	可燃物名称	自燃温度 ℃
汽油	515—530	柴油	350—380
煤油	380—525		

表 C.3 常见石油化工产品爆炸极限

单位为体积分数%

物质名称	爆炸极限	物质名称	爆炸极限	物质名称	爆炸极限
汽油	1.4—7.6	丙烷	2.1—9.5	硫化氢	4.0—46
煤油	0.7—5.0	丙烯	2.0—11.1	氢气	4.0—75
轻柴油	1.5—6.0	丁烷	1.9—8.5	乙炔	2.5—100
苯	1.3—7.1	戊烷	1.4—7.8	天然气	3.8—13
甲苯	1.2—7.1	乙烯	2.7—36	甲烷	5.0—15.0
二甲苯	1.1—7.0	乙烷	3.0—15.5		

注：该数据引用自SH3063-1999、API2016-2001中的数据。

表 C.4 油库储存油品的火灾危险性分类表

类别	油品闪点 F	分类
甲	$F < 28^{\circ}\text{C}$	易燃油品
乙	A $28^{\circ}\text{C} \leq F \leq 45^{\circ}\text{C}$	
	B $45^{\circ}\text{C} < F < 60^{\circ}\text{C}$	可燃油品
丙	A $60^{\circ}\text{C} \leq F \leq 120^{\circ}\text{C}$	
	B $F > 120$	

注：该数据引用自GB 50074-2002中的数据。

附 录 D  
(资料性附录)  
作业安全控制表格

表 D.1 油罐清洗临时管道严密性试验记录

单位工程名称		管材规格	
区间		管线长度	
设计压力		施工单位	
试压介质		试压介质温度	
试压起止时间		月    日    时    分至    月    日    时    分	
严密性试验	压力 $p/\text{MPa}$	稳压时间	压降 $\Delta p/\text{MPa}$
试验情况概述：			
结论：			
施工技术负责人：  试压负责人：  记录人：   年    月    日		监理单位代表：  安全监督代表：  质量监督代表：   年    月    日	

班次:

班次:

班长：

表 D.3 进入受限空间许可证

编号：

受限空间名称			所属单位				
作业单位			作业监护人				
作业人员							
作业时间	年 月 日 时起至 年 月 日 时止						
作业内容描述：							
主要危险因素							
采样分析	分析项目	可燃气体	硫化氢	氧气	取样 时间	取样 部位	分析 人
	分析标准						
	分析数据						
序号	主 要 安 全 措 施					确 认 人	
1	作业前对进入受限空间危险性进行分析。						
2	设备隔离：（ ）停止传送 （ ）断开或盲板隔离 （ ）设置警戒 （ ）张贴警告标志						
3	设备清理：（ ）蒸煮 （ ）吹扫置换 （ ）清污 （ ）泄漏检测						
4	用电：（ ）断开电路 （ ）防爆设备、工具 （ ）工具、照明的安全电压 （ ）接地和漏电保护 （ ）绝缘工具						
5	防火：（ ）泡沫灭火器 （ ）干粉灭火器 （ ）防火服 （ ）消防车						
6	通风：（ ）强制 （ ）自然						
7	个人防护：（ ）安全帽 （ ）耐油靴子 （ ）耐油手套 （ ）呼吸器 （ ）安全带 （ ）防化服 （ ）通讯						
8	其它补充措施						
9							
10							
兹证明本人在工作开始前，对工作内容进行了检查，该工作许可证的安全措施已落实。							
许可证申请人签字		作业单位负责人签字			生产单位负责人/监理签字		

表 D.4 进罐人员/监护人员责任日志

[illegible]

记录人:

安全员：