

ICS 75.200

E 16

备案号: 33522—2011

SY

# 中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 5921—2011

代替 SY/T 5921—2000

## 立式圆筒形钢制焊接油罐 操作维护修理规程

Code of practice for operating, maintenance and repair  
of vertical cylindrical welded steel oil tank

2011-07-28 发布

2011-11-01 实施

国家能源局 发布

## 目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 操作	1
3.1 一般要求	1
3.2 油罐检查	2
3.3 油罐的操作	3
4 维护	5
4.1 一般要求	5
4.2 日常维护保养	5
4.3 季维护保养	5
4.4 年维护保养	6
5 修理	7
5.1 一般要求	7
5.2 油罐清洗	8
5.3 蒸罐	9
5.4 油罐的检测与评定	9
5.5 罐体修理	13
5.6 罐体防腐	17
5.7 罐壁保温	19
5.8 油罐基础	21
5.9 油罐修理的检验、试验与验收	23
附录 A (资料性附录) 油罐常见故障和事故及处理方法	26
附录 B (资料性附录) 油罐人工清洗作业安全规定	28
附录 C (规范性附录) 油罐罐底沉降的评定	40
附录 D (资料性附录) 油罐检验内容	44
参考文献	47

## 前　　言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 SY/T 5921—2000《立式圆筒形钢制焊接原油罐修理规程》，与 SY/T 5921—2000 相比，主要技术变化如下：

- 标准名称修订为“立式圆筒形钢制焊接油罐操作维护修理规程”；
- 标准章节内容重新进行了编排，增加了操作、维护的有关内容（见第 3 章，第 4 章）；
- 对规范性引用文件进行了甄别、梳理、更新、增删（见第 2 章）；
- 关于油罐修理周期的规定，增加了“经过可靠检测分析手段评价油罐状况，根据评价结果，经主管部门批准，油罐修理周期可适当延长或缩短。”（见 5.1.1）；
- 增加了“油罐的检测评价一般在修理周期到达前一年内进行；对于延长修理周期的油罐宜每年进行一次检测评价。”（见 5.1.2）；
- 增加了“接地点不少于 2 个”的要求，接地电阻由不应大于  $10\Omega$  修订为不大于  $4\Omega$ （见 2000 年版的 4.1.3，本版的 5.2.1.3）；
- 浮顶油罐浮船与罐壁连接的静电导出线，其截面积限值由不应小于  $25mm^2$  修订为不应小于  $50mm^2$ （见 2000 年版的 4.1.4，本版的 5.2.1.4）；
- 增加了机械清罐技术要求（见本版的 5.2.3.2）；
- 增加了人工清罐安全技术要求内容（见本版的 5.2.3.3）；
- 增加了蒸罐安全技术要求内容（见本版的 5.3）；
- 增加了“中幅板检测宜采用可靠技术手段进行全面扫描检测”的内容[见 5.4.3.2.5 a) ]；
- 罐体防腐的使用寿命，由“内防腐涂层应与油罐修理周期同步，外防腐涂层应不少于 3 年”修订为“内、外防腐涂层应与油罐修理周期同步”（见 2000 年版的 7.1.7，本版的 5.6.1.7）；
- 对油罐沉降差许可值进行了扩充与修订（见 5.8）。

本标准由石油工业油气储运专业标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：中国石油天然气股份有限公司管道分公司、中国石油天然气管道局设计院、中国石油化工股份有限公司管道储运分公司、中国石油独山子石化分公司。

本标准主要起草人：王广辉、刘泽年、刘志海、李广良、张吉泉、陈显飞、郑娟、杨晓峰、何平、傅伟庆、王更武、王夫安、姜钊、李世森。

本标准代替 SY/T 5921—2000。

SY/T 5921—2000 的历次版本发布情况为：

- SY/T 5921—1994。

# 立式圆筒形钢制焊接油罐操作维护修理规程

## 1 范围

本标准规定了立式圆筒形钢制焊接油罐的操作、维护和修理的技术要求。

本标准适用于  $15 \times 10^4 \text{m}^3$  及以下立式圆筒形钢制焊接油罐。其他储存介质和容量的储罐可参照执行。

## 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/T 1720 漆膜附着力测定法

GB 3095 环境空气质量标准

GB/T 3186 色漆、清漆和色漆与清漆用原材料取样

GB/T 8923 涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级

GB 14554 恶臭污染物排放标准

GB 20425 皂素工业水污染物排放标准

GB 20426 煤炭工业污染物排放标准

GB 50128 立式圆筒形钢制焊接储罐施工及验收规范

GB 50204 混凝土工程施工质量验收规范

GB 50341 立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范

SY/T 0407 涂装前钢材表面预处理规范

SY/T 5225 石油天然气钻井、开发、储运防火防爆安全生产技术规程

SY/T 6620 油罐检验、修理、改建和翻建

SY/T 6696 储罐机械清洗技术规范

SY/T 6820 石油储罐的安全进入和清洗

JB/T 4730 承压设备无损检测

## 3 操作

### 3.1 一般要求

**3.1.1** 油罐投用前，运行管理单位应根据本标准和有关工艺要求，建立相应的巡回检查制度和所管辖油罐的运行工艺参数表，并建立油罐的技术档案。

**3.1.2** 新建或修理后的油罐，应按照设计文件和相应标准要求进行验收，验收检查出的问题整改完毕后方可投用。

### 3.2 油罐检查

#### 3.2.1 运行油罐的检查

3.2.1.1 工艺管线和加热系统的阀门应完好，各阀门及管路连接牢固、密封可靠，设置状态应符合工艺要求。

3.2.1.2 排污阀应完好，处于关闭状态。

3.2.1.3 搅拌器应完好，启停灵活。

3.2.1.4 各人孔、清扫孔、透光孔等应封闭严密。

3.2.1.5 呼吸阀、透气阀等应完好。

3.2.1.6 浮顶罐应检查：

a) 紧急排水装置的水封槽水位应达到设计要求。

b) 导向装置无卡阻现象。

c) 浮梯导轨上无杂物，浮梯转动灵活。

d) 浮顶集水坑内无杂物，浮球阀（单向阀）无卡阻。浮顶排水管出口阀完好，处于开启状态。

e) 密封装置严密、无失效现象。

f) 定期检查外浮顶船舱无渗漏现象。

g) 二次密封或挡雨板与罐壁之间无杂物，排污口畅通无阻。

h) 内浮顶罐的内浮顶、密封装置、内导向钢索牢固可靠，无卡阻。

i) 浮顶与固定顶或罐壁之间的静电导出装置牢固可靠、完好。

j) 自动通气阀运行正常。

3.2.1.7 液压安全阀油位正常，油品符合要求。

3.2.1.8 油罐上的检测仪器、仪表系统、工业电视监视系统应齐全完好。

3.2.1.9 油罐消防系统、防静电设施、防雷装置应符合 SY/T 5225 的规定。

3.2.1.10 罐前防震金属软管应连接可靠；波纹补偿器的辅助拉杆调整应符合有关规定，留有合理的余量。

#### 3.2.2 新建或修理后的油罐进油前检查

除进行 3.2.1 的各项检查并按 GB 50128 有关要求进行复查外，还应进行以下试运及检查：

a) 罐底加热盘管及浮顶罐加热除蜡装置应在工作压力、温度下进行热试运。进罐检查盘管支撑应完好，焊口及管路、连接件无渗漏。

b) 将搅拌器与电机联轴器脱开，盘车检查搅拌器转动灵活，无卡阻；对电机进行空运，调试转向，然后联接备用。

c) 浮顶罐检查刮蜡机构应安装牢固，刮蜡板应紧贴罐壁，且相邻两板无重叠现象。

d) 浮顶罐应在罐内检查密封装置，无透光现象。

e) 检查液位计等罐内仪表元件安装完好，校验合格。

f) 清除罐内杂物。

g) 封闭所有人孔、清扫孔、透光孔等工艺孔。

h) 检查与油罐有关的所有阀门应完好，符合工艺要求并且开关状态正确。

i) 对消防系统进行试运行。

j) 检查结束后应按以上内容做好检查记录，并归入油罐技术档案。

### 3.3 油罐的操作

#### 3.3.1 进出油操作

3.3.1.1 按要求切换工艺流程。

3.3.1.2 进油时应缓慢开启进罐阀，在进出油管未浸没前，进油管流速应控制在1m/s以下，浸没后管线油流速度应控制在3m/s以下，以防止静电荷积聚。

3.3.1.3 浮顶油罐进出油开始时，应检查浮顶有无卡阻、倾斜及冒油现象，查看浮梯有无卡阻和脱轨现象。如有异常，应采取紧急措施予以处理。

3.3.1.4 固定顶油罐每次进出油开始时，应上罐检查呼吸阀和安全阀是否运行正常；雷雨天气不宜大量收油作业。

3.3.1.5 油罐在进出油的过程中，应密切观测液位的变化，液位的升降速度不应超过0.6m/h，新建或修理后首次进油时，液位升降速度减半。油罐应在安全罐位范围内运行，特殊情况需在极限罐位范围内运行时，应经上级调度主管部门批准并采取降低进出油速度、严密监视液位等措施。

3.3.1.6 搅拌器的运行操作应按工艺要求而定。

#### 3.3.2 罐内原油加热操作

3.3.2.1 用蒸汽或热水加热时，先开启加热系统出口阀，再缓慢开启进口阀，避免发生水击。其工作压力应控制在设计值内。停止加热时，先关闭进口阀，后关闭出口阀。

3.3.2.2 用热油加热时，先开启罐前进油阀和泵入口阀，然后启动泵，再开启泵的出口阀。停止加热时，先关闭泵的出口阀，然后停泵，再关闭泵的入口阀和罐前进油阀。

3.3.2.3 浮顶油罐的浮顶加热除蜡装置启动时，应先开启出口阀，后开启入口阀，其工作压力应控制在设计值内；停用时应先关闭入口阀，后关闭出口阀，然后在加热系统的最低位打开放空阀放空积水，以免冻裂管线。

3.3.2.4 原油加热温度应符合工艺规程的要求，但最高不应超过初馏点，最低应高于凝固点3℃。

#### 3.3.3 量油取样测温操作

3.3.3.1 用自动化仪表量油、测温时，按仪表使用规程操作。

3.3.3.2 手工检尺和取样时，量油、取样孔要轻开轻关，量具和取样应符合有关安全规定；量油和取样时，尽量避免将油滴洒到量油口外、平台及盘梯上，如有滴洒应立即擦拭干净；量油取样后应将孔盖盖好。禁止在孔盖上放置杂物。

3.3.3.3 当遇雷电以及六级以上大风（风速大于10.8m/s）时，禁止在储油罐上手工检尺和取样。

3.3.3.4 手工取样时，应使用柔软的不会产生火花的金属线绳；若使用不导电材料做成的绳子时，应将绳子通过金属导静电线与油罐可靠连接。

3.3.3.5 当在夜间人工取样或者测量液位时，应使用隔爆型便携照明灯具，便携照明灯具的开、关操作应在防火堤外进行。

#### 3.3.4 浮顶罐排水操作

##### 3.3.4.1 浮顶排水

3.3.4.1.1 检查浮顶集水坑、水道，应无杂物堵塞；检查排水浮球阀或单向阀应灵活无卡阻；检查浮顶排水管放水阀应处于开启状态。

3.3.4.1.2 雨雪后应及时将单盘残留的积水扫至浮顶集水坑排出；易堵塞的杂物和泥砂不应扫入集水

坑内。

### 3.3.4.2 罐内排水

**3.3.4.2.1** 油罐使用单位应根据油品性质和含水情况确定排水周期。排水前检查污水排放及污水处理系统应完好投用。

**3.3.4.2.2** 排水操作时，应缓慢开启排污阀并随时调节阀门开度。排水期间，操作人员应坚守岗位，当发现油花时立即关闭排污阀，避免排出油品。

**3.3.4.2.3** 排放污水后，应立即清理罐区内污水通道和污水池。

## 3.4 油罐的使用管理

**3.4.1** 上罐前应通过人体静电导出装置消除静电；上罐时不应穿化纤服装和带铁钉的鞋；罐顶不应使用非防爆的照明及其他通信、照像设备。

**3.4.2** 固定顶油罐同时上罐不应超过 5 人，且不应集中在一起；浮顶油罐的浮梯不应超过 3 人且不应同一步调行走。

**3.4.3** 油罐使用的其他安全事项按 SY/T 5225 执行。

**3.4.4** 油罐操作人员应定期进行液位计与人工检尺数据的对比，发现问题及时处理并报告。

**3.4.5** 油罐的液位低于 4m 时不宜使用搅拌器；浮顶油罐在运行过程中最低液位应高于浮顶或浮盘的支撑高度 0.5m 以上。

**3.4.6** 浮顶油罐在运行过程中，浮顶排水管的放水阀应处于常开状态，浮顶集水坑应加盖金属网罩。

**3.4.7** 浮顶罐浮顶或罐壁的脏物应定期清除。

**3.4.8** 浮顶罐在运行过程中应将浮盘支柱与支柱套管及定位销孔间的缝隙密封，以减少油气挥发。

**3.4.9** 浮顶罐因油罐或其他原因需将液面降到低于浮盘的支撑高度之下，为确保不发生支柱垫板压裂、单盘板顶裂等事故，应作以下检查：

- 检查浮盘支柱的垂直度和单盘的水平度，如遇盘面严重变形影响支柱垂直度时，应采取相应的防护措施。
- 适当调整支柱，使得每个支柱都能均匀受力。
- 将检查及处理结果报告有关部门，经审查无误后，应在严密监视下进行抽油操作。

**3.4.10** 应根据工艺要求，定期运行油罐搅拌器并确认其状况良好。

**3.4.11** 油罐消防系统应定期试运，电气、仪表检测控制系统应定期检测。

**3.4.12** 油罐工业电视监视系统应定期检测维护，保证图像清晰、状态完好。

**3.4.13** 对于汛期可能存在被洪水淹没而产生漂浮的油罐，为了防止油罐水淹漂浮，在发生洪水时，应保证油罐液位不低于计算高度（不使油罐漂浮的液位高度）；当无法填充石油产品时，应考虑填充水来保证其不产生漂浮。

**3.4.14** 油罐在使用过程中若发现以下情况，操作人员应按照有关规程和应急预案采取紧急措施，并及时报告有关部门。

- 浮顶罐转动浮梯脱轨或浮顶倾斜、沉没。
- 浮顶罐浮顶排水管漏油。
- 浮顶罐单盘或浮舱、浮筒渗、漏油。
- 油罐基础信号孔发现渗油、渗水。
- 油罐罐底翘起或基础环墙有裂纹危及安全生产。
- 油罐突沸、溢罐。
- 罐体发生裂纹、泄漏、鼓包、凹陷等异常情况危及安全生产。

- h) 管线焊缝出现裂纹或阀门、紧固件损坏，难以保证安全生产。
- i) 油罐发生火灾。

**3.4.15** 油罐常见故障和事故及处理方法参见附录 A。

## 4 维护

### 4.1 一般要求

**4.1.1** 维护保养分为日常维护保养、季维护保养和年维护保养。

**4.1.2** 凡进行各种维护保养均应有记录，并存档。

### 4.2 日常维护保养

**4.2.1** 罐体无渗漏，与油罐相连阀门应完好，各人孔、阀门及管路连接处应牢固、密封可靠，开关状态符合工艺要求。

**4.2.2** 检查维护好盘梯、平台、仪表接头、量油孔、取样孔、浮梯等处清洁卫生，做到无油污、鸟巢等杂物，罐壁通气孔防护网无脱落、无锈蚀。

**4.2.3** 浮梯运行正常，滚轮无损坏，静电导出线连接完好。

**4.2.4** 浮顶集水坑应无油污、污泥、树叶等杂物，单向阀灵活好用，排水管口盖活动灵活。及时清理局部堵塞杂物。

**4.2.5** 紧急排水管内水封水位、空高区范围值达到设计要求。

**4.2.6** 一、二次密封完好，无较大变形，挡雨板或二次密封与罐壁板间应无杂物及油蜡。

**4.2.7** 浮顶盘板表面不存雨（雪）水，无油污、无漏油现象。

**4.2.8** 检查搅拌器齿轮箱内润滑油液位应在满刻度  $1/3 \sim 2/3$  之间，运行时无异常声响。

**4.2.9** 冬季应定期检查清除呼吸阀瓣上的水珠、霜和冰，以防与其阀座间冻结。不应出现阀门卡住、结冻、安全网结冰、堵住呼吸阀的外部孔等情况。

**4.2.10** 固定顶油罐应检查液压安全阀油位正常、液压油指标合格，检查呼吸阀进出口应无堵塞，安全阀、呼吸阀法兰与阻火器法兰连接完好。寒冷地区，冬季应及时清除外罩内外表面的霜和冰。

**4.2.11** 内浮盘、浮舱盖板活动灵活，舱内、浮筒无渗油现象，密封良好。顺序检查浮舱内状况，在进出油一个周期内完成对运行油罐所有浮舱的检查。

**4.2.12** 罐顶感温电缆或光纤光栅等传感器完好，无异物覆盖。

**4.2.13** 液位计及高低位报警等完好，无异常。

**4.2.14** 检查消防系统泡沫发生器内无杂物。

**4.2.15** 检查测试油罐工业电视监视系统运行良好。

**4.2.16** 检查浮顶导向柱活动顺畅无卡阻。

**4.2.17** 检查油罐保温、伴热系统完好。

**4.2.18** 在特殊天气如雪、雨、风沙天之后，应及时进行 4.2.1 ~ 4.2.17 维护保养内容。

**4.2.19** 检查情况及时记录，发现的问题汇总上报，对影响安全运行的问题及时安排处理，其他问题安排保养或专项维修。

### 4.3 季维护保养

**4.3.1** 包括日常维护保养的全部内容。

**4.3.2** 进出罐阀、排水阀、蒸汽阀、消防管线阀门等阀体漆面、保温壳体应无脱落；填料函处应无渗漏，做好阀杆的防腐润滑和防尘。

4.3.3 加热盘管、罐外阀门冬季无冻裂现象，加热盘管停用时应排净管内的积水。

4.3.4 搅拌器球面组件压盖填料处不应有渗漏现象。

4.3.5 检查罐顶表面和罐底部边缘板的腐蚀情况，局部腐蚀部位重新防腐。

4.3.6 消防泡沫发生器装置完整、无锈蚀、无杂物。

4.3.7 浮顶密封装置与罐壁间应接触严密，密封件无翻边、撕裂等损坏现象。

4.3.8 浮顶加热除蜡装置金属软管接口无漏汽；软管无裂纹。

4.3.9 挡雨板或二次密封应无变形、损坏现象，装置完整。

4.3.10 呼吸阀、安全阀、阻火器、排水阀维护保养内容如下：

a) 检查呼吸阀的阀盘等部件状况，呼吸阀动作正常，确保安全。

b) 清理阻火器的杂物，清洗防火网（罩）。

c) 清理排水阀中杂物，保持畅通。

d) 对锈蚀的螺丝、螺栓进行保养或更换。

e) 必要时更换安全阀的密封油（推荐使用变压器油），并保持正常液位。

4.3.11 油罐防雷接地设施完好。

4.3.12 填写季维护保养记录，并归入油罐技术档案。

#### 4.4 年维护保养

##### 4.4.1 保养内容

保养内容包括季维护保养的全部内容。

##### 4.4.2 基础与罐底

4.4.2.1 维护修补基础外缘顶面的散水坡，采取相应措施，该顶面不应积水。

4.4.2.2 基础沉降的测量规定如下：

a) 基础外缘顶面上任意直径方向最终沉降的测量方法应符合 5.8.2.1 的要求。

b) 沉降差许可值见表 1。

c) 经测量不符合表 1 许可值时，应及时上报修理。

d) 测量点应设置固定标志，以备日后检测对比。

4.4.2.3 修补或修理、更换边缘板与基础顶面间密封胶或防水裙等密封，做到无裂缝、脱胶或损坏。

4.4.2.4 罐底应无渗漏。

##### 4.4.3 罐壁、罐顶

4.4.3.1 罐壁保温层及外护板：对罐壁保温层及外护板进行全面检查，破损、漏雨处应进行修补。

4.4.3.2 固定顶：

a) 顶板间焊缝及罐顶附件焊缝不应有裂纹、开焊和穿孔。

b) 对中心板、每块瓜皮板及其肋板处进行坚固性检查。

c) 目测检查防腐涂层，对腐蚀严重部位进行测厚，必要时进行修补。

4.4.3.3 浮顶：

a) 单盘板、船舱顶板和底板及舱壁、浮筒、蒙皮、框架结构等焊缝和连接处不应有裂纹、开焊、穿孔和不紧固现象。

b) 目测逐个检查浮舱的腐蚀及渗漏情况。

c) 检查浮舱盖板的严密性。

d) 目测检查浮顶防腐涂层，对点蚀和凹面积水腐蚀部分进行测厚，必要时进行修补。

**4.4.3.4** 罐壁板的几何形状和尺寸应符合 GB 50128 的要求，浮顶的局部凹凸变形应符合 GB 50128 的要求。

**4.4.3.5** 罐壁、罐顶及浮舱板材减薄量应符合第 5 章的要求。

#### 4.4.4 附件

##### 4.4.4.1 呼吸阀、安全阀、阻火器：

- a) 按说明书要求校验呼吸阀压力，呼吸阀应开启灵活。
- b) 根据不同季节、地区定期换油（一般推荐变压器油）。
- c) 阻火器无杂物阻塞。

##### 4.4.4.2 自动通气阀：

- a) 阀盖顶杆上下滑动灵活无卡阻。
- b) 阀盖顶杆与固定橡胶密封垫无硬化开裂现象。

**4.4.4.3** 浮顶密封装置：浮顶与罐壁的密封性能良好，密封损坏严重时应及时更换。

**4.4.4.4** 搅拌器：润滑油（脂）每年更换一次，注油时应全部排出旧的润滑油（脂）。

##### 4.4.4.5 浮顶立柱：

- a) 密封严密。
- b) 定位销应调整到规定位置，开口销安装完好。
- c) 加强套管与浮顶间的焊缝无撕裂、裂纹等现象。

##### 4.4.4.6 量油导向管：

- a) 装置牢固，表面无明显变形和严重的磨损。
- b) 导向管无卡阻现象，对相关偏差进行测量并记录归档。

##### 4.4.4.7 浮梯、盘梯及防护栏杆：

- a) 浮梯轮无卡阻和脱轨现象。
- b) 对浮梯轮与轨道行程偏差进行检测；在两条轨道上均匀涂一层润滑油脂后，保持浮顶匀速升降，并记录轨道直线上的浮梯轮偏差轨迹，当偏差大于 10mm 时，应适当调整浮船导向装置或浮梯、轨道，以满足偏差许可值。
- c) 盘梯、走台、防护栏杆应牢固、完整、无腐蚀；安全可靠。

**4.4.4.8** 液位及温度检测仪表等附件完好。

#### 4.4.5 防雷接地

**4.4.5.1** 浮顶与罐体静电导出线连接完好，无腐蚀现象。

**4.4.5.2** 春秋两季检测接地电阻，电阻值宜小于  $4\Omega$ ，特殊地区电阻值应小于  $10\Omega$ 。

#### 4.4.6 记录

填写年维护保养记录，并归入油罐技术档案。

### 5 修理

#### 5.1 一般要求

**5.1.1** 油罐的修理周期一般为 5 年～7 年，新建油罐第一次修理周期不宜超过 10 年；经过可靠检测分析手段评价油罐状况，根据评价结果，经主管部门批准，油罐修理周期可适当延长或缩短。

**5.1.2** 油罐的检测评价一般在修理周期到达前一年内进行；对于延长修理周期的油罐宜每年进行一次

检测评价。

- 5.1.3 油罐修理之前，应由有资质的检测单位进行现场检测，做出规范的检测评定报告。
- 5.1.4 油罐修理的设计，应委托有相应油罐设计资质和经验的单位进行。
- 5.1.5 油罐修理的技术方案，应报设备主管部门批准。
- 5.1.6 油罐修理应在保证安全生产的前提下进行。
- 5.1.7 油罐修理应由具备油罐修理资质的单位承担。
- 5.1.8 处于抗震烈度为 6 度及其以上地震区、未做抗震验算的油罐应按有关标准进行抗震验算。
- 5.1.9 罐体上的消防、电气、仪表及附属设施的修理应按规定与油罐修理同步进行。
- 5.1.10 油罐修理完毕后，应按要求进行容积标定。

## 5.2 油罐清洗

### 5.2.1 准备工作

- 5.2.1.1 对拟清洗油罐的竣工图、技术档案、事故记录及使用情况进行调查，制定清罐的施工方案和安全技术措施。
- 5.2.1.2 对从事清罐的工作人员应进行技术和安全培训，包括熟悉施工方案和安全技术措施，学习安全规则和防火、防爆、防毒的安全常识，并进行实际考核合格。
- 5.2.1.3 检查油罐防雷、防静电接地装置，沿罐周长的间距不应大于 30m，接地点不少于 2 个，接地电阻不宜大于 4Ω。
- 5.2.1.4 检查浮顶油罐浮船与罐壁连接的静电导出线，其截面积不应小于 50mm<sup>2</sup>，数量不应少于两根，连接牢固可靠。
- 5.2.1.5 按照清罐施工方案和技术措施要求，对与油罐相关的工艺管线、阀门、法兰、液位计、感温电缆、光纤光栅等采取必要的安全保护措施。
- 5.2.1.6 备齐清罐所需的符合防火、防爆安全要求的动力源、设备、工具、检测仪器等。

### 5.2.2 一般要求

- 5.2.2.1 清洗部位包括罐内所有金属结构部分的表面、焊缝、罐顶（浮顶）内外表面和油罐的附件。
- 5.2.2.2 清洗后应达到动火要求，表面无污油、积水及其他杂物。
- 5.2.2.3 清罐过程中应采取措施，减少油品损失。

### 5.2.3 安全技术规定

- 5.2.3.1 油罐清洗和修理的安全管理应符合 SY 6820 的规定。
- 5.2.3.2 机械清罐应符合 SY/T 6696 的规定。
- 5.2.3.3 人工清罐参见附录 B。
- 5.2.3.4 清罐施工全过程的安全生产管理应符合 SY/T 5225 的规定。
- 5.2.3.5 清罐过程的施工动火管理应按有关规定进行。
- 5.2.3.6 清罐过程的消防措施应符合 SY/T 5225 的规定。
- 5.2.3.7 蒸罐作业的安全技术要求按 5.3 的规定进行。
- 5.2.3.8 作业区周围 30m 以内严禁动火。
- 5.2.3.9 清罐人员进罐作业时，应对罐内进行强制通风，并定时对罐内气体取样分析（一般含氧量不小于 18%，可燃气体含量低于爆炸下限的 10%），并进行测爆实验，落实防护措施和办理特种作业工作票，保证安全用电和充足照明，一般作业每 30min 更换人员一次。
- 5.2.3.10 清洗污油时，应使用防爆工具作业。

**5.2.3.11** 清罐过程中不应使用轻质油或溶剂擦洗油罐罐体和附件。

**5.2.3.12** 清罐排出的油污应及时处理；不应污染罐体外部和周围的场地。

#### 5.2.4 环境保护标准

油罐清洗和修理过程中的环境保护有关要求，执行 GB 3095，GB 14554，GB 20425 和 GB 20426。

### 5.3 蒸罐

#### 5.3.1 准备工作

**5.3.1.1** 进行蒸罐作业前，可将油罐呼吸阀、安全阀及其配套的阻火器拆下；将透光孔、人孔盲板拆下，可用毛毡等进行封闭，用弹性绳索捆扎，确保在异常情况下能迅速打开，相关工艺孔径不应用重物压盖。

**5.3.1.2** 切断电源，拆除被蒸油罐上电气仪表等附属设备。

**5.3.1.3** 蒸罐前应检查被蒸油罐罐前流程，确认罐前阀门处于关闭状态并上锁挂牌。

**5.3.1.4** 蒸罐前应将油罐内加热盘管断开，使蒸汽沿伴热盘管进入罐内进行蒸罐作业。

#### 5.3.2 技术要求

**5.3.2.1** 蒸罐时间一般为 72h，如在蒸罐过程中有天气或设备等因素影响，则可适当延长蒸罐时间。

**5.3.2.2** 蒸罐作业期间，罐区值班人员应每小时巡回检查一次，巡检内容应至少包括：天气情况、锅炉设备运行状况、人罐蒸汽温度、罐内蒸汽温度、油罐排污口冷凝水排污等，并做好巡检记录。

**5.3.2.3** 蒸罐期间如突遇雷电、暴雨、六级以上大风（风速大于 10.8m/s）天气时，严禁人员上罐操作。

**5.3.2.4** 蒸罐期间如突遇降雨，应继续向罐内输送蒸汽，并立即打开油罐下部的人孔，待罐内外压力平衡后，可逐步减少蒸汽供应直至停止，停止蒸罐作业。

**5.3.2.5** 蒸罐时，罐内温度测量可采用双金属温度计。

**5.3.2.6** 蒸罐过程中，宜采用 U 型管压力计监测罐内正、负压不超过储油罐原设计规定。

### 5.4 油罐的检测与评定

#### 5.4.1 基础的检测与评定

罐基础的检测与评定见 5.8，油罐罐底沉降的评定见附录 C。

#### 5.4.2 油罐检测的必要条件

- a) 油罐清罐结束，验收合格，具备动火条件，照明、通风状况良好。
- b) 油罐的罐壁和罐顶的人孔、清扫孔应全部打开，浮顶油罐还应拆除挡雨板、一次二次密封装置；拱顶油罐应打开罐顶全部透光孔、呼吸阀、液压安全阀、阻火器等附件。
- c) 罐内、外表面无油污及其他杂物，根据检测需要对相关部位或焊缝进行喷砂除锈，达到清扫级（Sa 2.5 级）的要求。

#### 5.4.3 油罐罐体的检测

##### 5.4.3.1 检测的一般要求和主要内容

**5.4.3.1.1** 油罐检测应由具备相应资质和具有一定检测经验的部门及技术人员负责实施，要对所做油

罐检测结果的真实性、可靠性负责。

**5.4.3.1.2** 油罐检测部门应编制全面可行的检测实施方案，方案应根据油罐修理标准和设计文件要求进行编写，经使用部门审查同意后方可实施。

**5.4.3.1.3** 油罐检测部门在检测工作结束后应提交完整详尽的油罐检测评定报告，该报告是确定油罐补充修理项目的依据之一，报告应对油罐的状况描述说明，对主要缺陷应采用文字、图示、照片说明。

**5.4.3.1.4** 检测的主要内容如下：

- a) 罐体的腐蚀。
- b) 罐体的几何尺寸及变形。
- c) 油罐附件。
- d) 防腐和保温。

#### **5.4.3.2 罐体的腐蚀检测**

**5.4.3.2.1** 检测点的布置一般应按以下三种情况布点：

- a) 按排板的每块板布点。
- b) 按每块板上的局部腐蚀的深度布点。
- c) 点蚀布点。

前两种情况检测每一块钢板和每一块钢板上一个腐蚀区的平均减薄量，后一种情况检测较严重的点腐蚀的深度。

**5.4.3.2.2** 检测点的数量规定如下：

检测点的数量，在设备和人力可能的条件下，以能较准确的反映被测板的实际平均厚度为原则，根据油罐不同部位的腐蚀情况确定。

一般情况下，一个检测区（一块板或一块板上的一个局部腐蚀区）用超声波测厚仪检测，检测点数不应少于 5 个。当平均减薄量大于设计厚度的 10% 时，应加倍增加检测点。

**5.4.3.2.3** 罐壁板重点检测区一般在底板向上 1m 范围内，且宜分内外两面检查。

**5.4.3.2.4** 边缘板的腐蚀检测应包括罐壁外侧延伸部分的边缘板，并测量边缘板外露宽度尺寸。

**5.4.3.2.5** 中幅板检测要求如下：

- a) 中幅板检测宜采用可靠技术手段进行全面扫描检测。
- b) 应特别注意采取措施检测由下而上的点蚀，在喷砂过程中，应边喷砂边检查是否有由下而上的腐蚀穿孔出现。经喷砂表面处理合格后，目测和使用金属测厚仪检测中幅板腐蚀状况，确定是否存在腐蚀穿孔现象。
- c) 必要时，经使用单位主管部门同意，罐底中幅板允许少量的开孔检查，但一个开孔的面积不宜大于  $0.5\text{m}^2$ ，且应远离焊缝 200mm 以上。检查完毕后，应按 5.5.6.1.3 要求补板并做真空试漏。

**5.4.3.2.6** 罐顶要求如下：

- a) 固定顶：首先进行外观检查，然后对腐蚀严重处采用测厚检测。应检测顶板内侧腐蚀状况，并记录说明。
- b) 浮顶：首先进行外观检查，明显腐蚀的部位应测厚检测。重点检测单盘与浮仓连接部位腐蚀状况，并记录说明。
  - 1) 对单盘上表面应逐块进行测厚检测，单盘下表面采用目测检查。
  - 2) 浮舱应逐个检测内外表面的腐蚀情况，必要时应测厚。
  - 3) 浮顶集水坑、辅助集水坑、辅助浮筒应逐个检测腐蚀情况，必要时应测厚，并记录说明。

### 5.4.3.3 罐体变形检测

罐体变形检测按 GB 50128 的要求进行。

### 5.4.3.4 附件检测

附件检测按 GB 50128 的要求进行。

### 5.4.3.5 焊缝检测

- a) 罐底板、浮顶单盘板、浮舱底板的焊缝 100% 真空试漏，试验负压值不应低于 53kPa。
- b) 罐底板与壁板、单盘板与浮舱的内角焊缝按 JB/T 4730 进行渗透检测或磁粉检测。
- c) 浮顶船舱应逐舱通入 785Pa 压力的空气进行气密性检测。
- d) 罐下部壁板纵焊缝应进行超声波探伤检测，容积小于  $2 \times 10^4\text{m}^3$  的只检查下部一圈，容积大于或等于  $2 \times 10^4\text{m}^3$  的检查下部两圈，容积大于或等于  $10 \times 10^4\text{m}^3$  的检查下部三圈，检查焊缝的长度，纵焊缝不小于该部分焊缝总长的 10%，丁字焊缝 100% 检查。

### 5.4.3.6 防腐层检测

防腐层的检测应在目测检查基础上，应用测厚仪检测涂层厚度，用“划格法”检查涂层附着力。

### 5.4.3.7 保温层检测

保温层采用目测检查或选点取样检查。主要检测保温结构、材料破损情况、保护板变形和固定情况，并记录说明。

## 5.4.4 油罐的评定

### 5.4.4.1 罐底板评定

要求如下：

- a) 边缘板腐蚀平均减薄量不大于原设计板厚度的 15%。
- b) 中幅板的平均减薄量不大于原设计厚度的 20%。
- c) 点蚀的最大深度不大于原设计厚度的 40%。
- d) 当腐蚀深度超过以上规定的、腐蚀面积大于一块被检测板的 50%，且在整块板上呈现分散分布时，宜更换整块钢板；面积小于 50% 时，应考虑补板或局部更换新板。
- e) 当罐壁板根部沿圆周方向存在带状严重腐蚀时，应考虑切除严重腐蚀部分并更换边缘板。
- f) 罐底的局部凹凸度按 GB 50128 的要求进行评定，但当不影响安全使用时，允许适当放宽要求。
- g) 罐底钢板应无折角、撕裂。

### 5.4.4.2 罐壁板评定

要求如下：

- a) 各圈壁板的最小平均厚度不应小于该圈壁板的计算厚度加腐蚀裕量。
- b) 各圈壁板上局部腐蚀区的最小平均厚度不应小于该区底部边缘处的计算厚度加腐蚀裕量；局部腐蚀区的平均厚度计算方法按 SY/T 6620 的规定执行。
- c) 分散点蚀的最大深度不应大于原设计壁板厚度的 20%，且不应大于 3mm；密集的点蚀最大深度不应大于原设计壁板厚度的 10%。点蚀数大于 3 个，且任意两点间最大距离小于 50mm

时，可视为密集点蚀。

- d) 罐壁的几何形状和尺寸应符合 GB 50128 的要求，但当不影响安全使用时，允许适当放宽要求。

#### 5.4.4.3 固定顶评定

要求如下：

- a) 根据检测结果应进行整体强度和稳定性计算并据此做出评定。
- b) 对腐蚀严重的构件应单独进行评定。
- c) 顶板及其焊缝不应有任何裂纹和穿孔。
- d) 局部凹凸变形应符合 GB 50128 的规定，在不影响安全使用时，允许适当放宽要求。

#### 5.4.4.4 浮顶评定

要求如下：

- a) 单盘板、船舱顶板和底板的平均减薄量不应大于原设计厚度的 20%。
- b) 点蚀的最大深度不应大于原设计厚度的 30%。
- c) 浮顶的局部凹凸变形应符合 GB 50128 的规定，在不影响安全使用时，允许放宽要求。
- d) 内浮顶评定按设计要求进行。

#### 5.4.4.5 附件评定

应依据检测结果并结合油罐运行时的使用状况进行评定。

- a) 浮顶排水管应灵活好用，无堵塞、泄漏现象。
- b) 量油管、导向管的不直度和垂直度偏差均不应大于 15mm，附件应转动灵活，浮船升降无卡阻。
- c) 浮顶支柱无偏斜和损坏，并能起到支撑作用。
- d) 转动浮梯中心线水平投影与转动浮梯轨道中心线偏差不大于 10mm。
- e) 浮顶密封装置无损坏并能起到密封作用。
- f) 挡雨板和泡沫板完好无损。
- g) 刮蜡板与罐壁贴合紧密，无翘曲、损坏。
- h) 紧急排水装置无堵塞、渗漏现象。
- i) 罐顶安全阀、呼吸阀、通气阀完好无损，开关正常，阻火器清洁无堵塞。
- j) 搅拌器性能良好，运转灵活。
- k) 罐前阀灵活好用，密封部位无泄漏，电动阀门的执行机构应完好。
- l) 防静电、防雷设施齐全安全好，导电性能符合安全技术要求。
- m) 消防设施、喷淋装置完好，无腐蚀，无泄漏。
- n) 油罐加热器、蒸汽除蜡装置等应无泄漏、堵塞、变形损坏等现象，进出口阀门及保温完好。
- o) 油罐上液位计、温度计、压力表等各种检测仪表工作正常。

#### 5.4.4.6 焊缝评定

要求如下：

- a) 真空试漏和气密性检测均以无渗漏为合格。
- b) 渗透探伤及磁粉探伤按 JB/T 4730 评定。
- c) 超声探伤按 JB/T 4730 评定，II 级为合格，对于超标缺陷属于表面或内部活动缺陷的应立即返修，属于内部非活动缺陷的由设备主管部门核定后可继续监控使用。

#### 5.4.4.7 防腐层评定

防腐层目测检查无锈斑、粉化、脱落，涂层厚度和附着力检测达到原设计要求。

#### 5.4.4.8 保温层评定

保温层应无脱落、破损、开裂、渗水，保护板表面无严重锈蚀。

#### 5.4.4.9 脆性断裂评定

油罐的脆性断裂评定按 SY/T 6620 的要求进行。

#### 5.4.4.10 罐底沉降的评定

油罐罐底沉降的评定见附录 C，油罐检测清单参见附录 D。

### 5.5 罐体修理

#### 5.5.1 修理主要内容

主要内容如下：

- a) 材料的选用。
- b) 罐底、罐壁、罐顶及附件修理设计。
- c) 部件拆除。
- d) 部件预制。
- e) 组对安装。
- f) 焊接。

#### 5.5.2 工作程序

5.5.2.1 根据油罐检测与评定报告，在现场调研及理论分析的基础上，确定罐体修理方案。

5.5.2.2 根据罐体修理方案进行施工图设计。

5.5.2.3 根据罐体修理方案以及施工图制定出施工方案与技术措施。

5.5.2.4 技术措施的实施。

#### 5.5.3 材料

##### 5.5.3.1 一般规定：

- a) 所有新选用材料应符合 GB 50341 的规定。
- b) 选择材料应考虑油罐原来所用的材料、材料的焊接性能、使用条件、制造工艺以及经济合理性。
- c) 当对钢材有特殊要求时，设计单位应在图样或相应技术文件中注明。
- d) 所有原始罐壁板、底板、顶板等使用的材料如不清楚则应进行鉴别。
- e) 对于所使用的材料有疑问时，应对其性能进行复验，合格后，方可使用。

5.5.3.2 材料验收应符合 GB 50128 的规定。

#### 5.5.4 拆除

##### 5.5.4.1 底板拆除

- a) 全部或大面积更换中幅板、拆除龟甲缝时，不应损伤边缘板或非拆除部位的钢板。

- b) 全部或局部拆除边缘板，应用电弧气刨刨除大角焊缝的焊肉，不应咬伤壁板根部。
- c) 在全部或局部更换边缘板时，应采取措施防止壁板和边缘板的位移。

#### 5.5.4.2 壁板拆除

##### 5.5.4.2.1 整圈更换第一圈壁板：

- a) 环缝为对接结构时，切割线应在环缝以上不小于 10mm。
- b) 环缝为搭接结构时，清除搭接焊肉不应咬伤上层罐壁板。

##### 5.5.4.2.2 局部更换壁板：

- a) 更换整块壁板，环缝切割线不宜高于原环焊缝中线；立缝切割线距罐壁任一条非切除纵焊缝距离不应小于 500mm，距切除纵焊缝不应小于 30mm。
- b) 更换小块壁板的形式、尺寸及位置要求应符合图 1 的要求。

#### 5.5 预制

##### 5.5.5.1 构件预制

所有构件预制应符合 GB 50128 的规定。

##### 5.5.5.2 壁板预制

###### 5.5.5.2.1 整块更换壁板预制应符合 GB 50128 的规定。

###### 5.5.5.2.2 局部更换壁板要求如下：

- a) 按照设计图纸的要求，结合实际切割部位情况，认真确定更换壁板的几何尺寸，然后进行板材的预制加工。
- b) 焊接接头的坡口形式和尺寸，应按设计图纸要求进行加工。

5.5.5.2.3 对于板厚大于 12mm 且屈服点大于 390MPa 有开孔接管的壁板，在开口接管及补强板与相应的罐壁板组装焊接并检验合格后，应进行整体清除应力热处理。

##### 5.5.5.3 底板预制

###### 5.5.5.3.1 整块更换中幅板或边缘板，应符合 GB 50128 的规定。

###### 5.5.5.3.2 局部更换底板要求如下：

- a) 按照设计图纸的要求，认真确定更换底板的几何尺寸，然后进行板材的预制加工。
- b) 边缘板及采用对接接头的中幅板的坡口型式和尺寸，应按设计图纸要求进行加工。

##### 5.5.5.4 浮顶预制

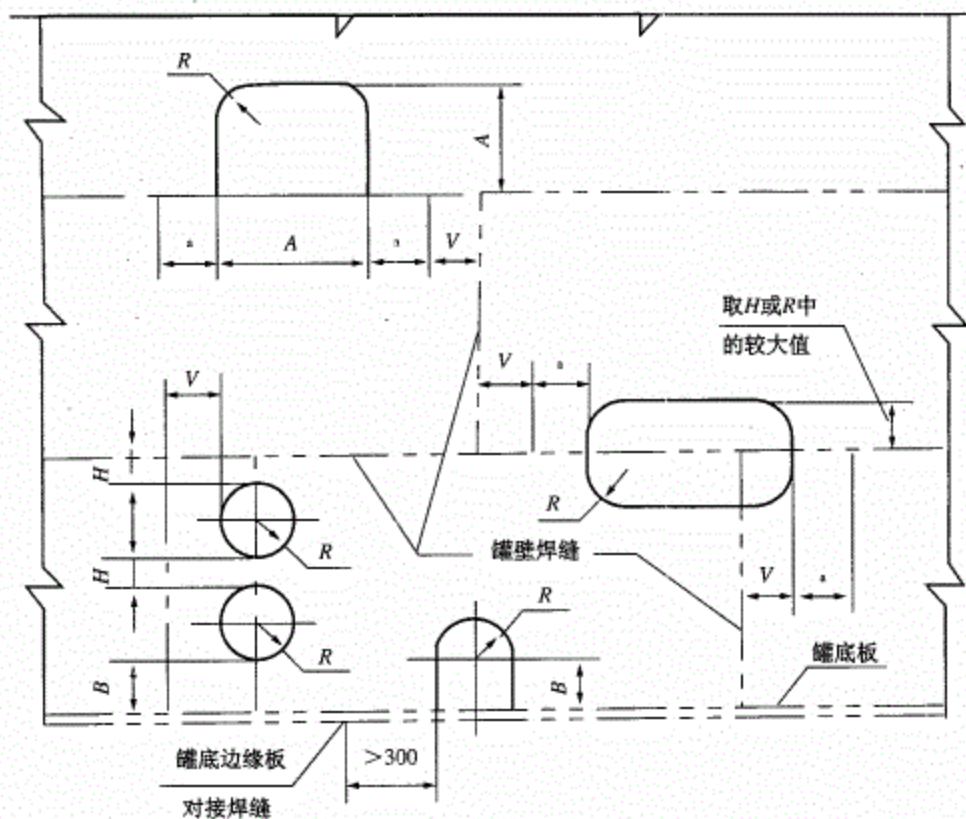
###### 5.5.5.4.1 整体更换浮顶应符合 GB 50128 的规定。整体更换内浮顶应符合设计要求。

###### 5.5.5.4.2 局部修理浮顶要求如下：

- a) 按照设计图纸的要求，认真确定更换部分的几何尺寸，然后进行板材的预制加工。
- b) 船舱底板及顶板预制后，其平面度用 1m 长直线样板检查，间隙不应大于 4mm。

##### 5.5.5.5 固定顶预制

整块更换固定顶顶板预制，应符合 GB 50128 的规定。



尺寸名称	局部更换罐壁板（厚度为 $t$ ）的边缘焊缝与罐壁所有新旧焊缝的最小间距, mm	
$T$	$t \leq 12$	$t > 12$
$R$	150	取 150 与 $6t$ 中的较大值
$B$	150	取 250 与 $8t$ 中的较大值
$H$	100	取 250 与 $8t$ 中的较大值
$V$	150	取 250 与 $8t$ 中的较大值
$A$	300	取 300 与 $12t$ 中的较大值

注：所有焊续交点应近似为  $90^\circ$ 。

<sup>a</sup> 焊接新垂直焊缝以前，切除现有水平焊缝至少要离开垂直焊缝 300mm 以上，最后焊接水平焊缝。

图 1 局部更换小块壁板详图

## 5.5.6 组装

### 5.5.6.1 罐底组装

5.5.6.1.1 罐基础修理验收合格后，方可铺设罐底板。

5.5.6.1.2 全部更换中幅板，中幅板的铺设符合 GB 50128 的规定。

5.5.6.1.3 局部更换中幅板或补板要求如下：

- 确定更换中幅板或补板部位时，应尽量避开原有焊缝 200mm 以上。
- 如果更换中幅板的面积较大，应注意先把新换的钢板连成大片，最后施焊新板与原底板间的焊缝。
- 在焊接过程中，应采取有效的防变形措施，以保证原有中幅板和新更换中幅板施工完成后符合 GB 50128 的要求。

#### 5.5.6.1.4 更换边缘或补板要求如下：

- a) 认真确定更换部位的几何尺寸，边缘板下料时应考虑对接焊缝收缩量。
- b) 更换边缘板施焊前，应采取必要的防变形措施，边缘板如采用搭接结构，要处理好压马腿部位，以保证两板间错边量不大于1mm。
- c) 距离大角焊缝300mm范围内不应有补板焊接，但允许进行点蚀的补焊。

#### 5.5.6.2 罐壁组装

##### 5.5.6.2.1 整圈或局部更换罐壁板应符合GB 50128的有关规定。

##### 5.5.6.2.2 严格按设计要求确定更换部位，局部更换壁板应采取防变形措施，确保更换部分几何尺寸与原罐体一致。

#### 5.5.6.3 固定顶组装

##### 5.5.6.3.1 整体组装固定顶，固定顶的组装应符合GB 50128的有关规定。

##### 5.5.6.3.2 局部更换固定顶，局部更换固定顶板应采取防变形技术措施，确保更换部分几何尺寸与原固定顶一致。

#### 5.5.6.4 浮顶组装

##### 5.5.6.4.1 浮顶整体组装应符合GB 50128的规定。内浮顶整体组装应符合设计要求。

##### 5.5.6.4.2 浮顶局部整修要求如下：

- a) 应确保修理部位与原浮顶的一致性。
- b) 单盘整修应采取防变形技术措施，尽可能减少变形。
- c) 内浮顶局部整修应符合设计要求。

#### 5.5.6.5 附件安装

附件安装应符合GB 50128的规定。

#### 5.5.7 焊接

##### 5.5.7.1 焊接工艺评定、焊工考核、焊前准备以及焊接施工，应符合GB 50128的规定。

##### 5.5.7.2 罐底板的焊接，应采取收缩变形最小的焊接工艺和焊接顺序。罐底板的焊接宜按下列顺序进行：

- a) 中幅板焊接时，应先焊短焊缝，后焊长焊缝，初层焊道应采用分段退焊或跳焊法。对于局部换板或补板，应采用使应力集中最小的方法。
- b) 边缘板的焊接应符合下列规定：
  - 1) 首先施焊靠外缘300mm部位的焊缝；在罐底与罐壁连接的角焊缝（即大角焊缝）焊完后，边缘板与中幅板之间的收缩缝施焊前，应完成剩余的边缘板对接焊缝的焊接。
  - 2) 边缘板对接焊缝的初层焊，应采用焊工均匀分布，对称施焊方法。
  - 3) 收缩缝的初层焊接，应采用分段退焊或跳焊法。
- c) 罐底与罐壁连接的大角焊缝的焊接，应在底圈壁板纵焊缝焊完后施焊，并由数对焊工从罐内、外沿同一方向进行分段焊接。初层焊道，应采用分段退焊或跳焊法。

##### 5.5.7.3 壁板的焊接宜按顺序为：罐壁的焊接工艺程序为先施焊纵向焊缝，然后施焊环向焊缝。

##### 5.5.7.4 固定顶顶板的焊接宜按下列顺序进行：

- a) 先焊内侧焊缝，后焊外侧焊缝。径向的长焊缝宜采用隔缝对称施焊方法，并由中心向外分段

退焊。

- b) 顶板与包边角钢焊接时，焊工应对称均匀分布，并沿同一方向分段退焊。

**5.5.7.5 局部更换浮顶板或补板，浮顶焊接应注意采用收缩变形最小的焊接工艺和焊接顺序。**

**5.5.7.6 焊缝缺陷的修补应符合 GB 50128 的规定。**

### 5.5.8 铆接和螺栓连接

内浮顶等处的铆接和螺栓连接应符合设计要求。

## 5.6 罐体防腐

### 5.6.1 一般规定

**5.6.1.1 罐体防腐应在油罐金属安装、焊接、试漏、试压合格后进行。**

**5.6.1.2 罐体的防腐应由具备油罐防腐资质的专业队伍施工。**

**5.6.1.3 防腐前应将罐体表面的焊疤、焊瘤、毛刺清理干净，锐角修钝；对焊缝高度大于 3mm 的焊缝，先涂一遍底漆，然后用腻子抹成圆滑过渡，腻子用面漆涂料配制。**

**5.6.1.4 金属表面除锈处理，应满足涂料所要求的除锈等级和设计工艺要求。**

**5.6.1.5 防腐材料的技术性能指标应符合国家、行业的有关标准。**

**5.6.1.6 罐底防腐采用涂层防腐和阴极保护防腐并用的方法，阴极保护防腐应执行有关规定。**

**5.6.1.7 罐体防腐的使用寿命：内、外防腐涂层应与油罐修理周期同步。**

### 5.6.2 罐体金属表面处理

**5.6.2.1 罐体防腐的金属表面均应进行除锈处理。**

**5.6.2.2 金属表面处理规范执行 SY/T 0407。**

**5.6.2.3 金属表面除锈的质量标准执行 GB/T 8923。**

**5.6.2.4 经过处理后的金属表面不应有油迹、粉尘和水分。**

**5.6.2.5 经过处理后的金属表面应保持干燥，及时涂装封闭。当出现锈蚀现象时，涂装前应重新除锈。**

**5.6.2.6 雨、雪和相对湿度大于 80% 的天气及金属表面温度低于露点以上 3℃ 时，不应进行表面除锈作业。**

**5.6.2.7 罐体表面除锈处理，应按所要求的除锈质量标准等级，使用相应的标准样块对施工质量进行对比检查。标准样块应符合 5.6.2.2 相应的表面除锈等级的标准。**

**5.6.2.8 罐体表面除锈应遵守国家环境保护的有关规定。**

### 5.6.3 罐体防腐范围

#### 5.6.3.1 内防腐

罐底板的上表面，罐底以上 1m 范围的罐壁板内表面及此液面以下的油罐附件及设施，固定顶油罐的罐顶内表面及其以下第一圈罐壁内表面和构件表面，浮顶单盘与浮舱连接处至少 2m 宽的环向下侧表面。

#### 5.6.3.2 外防腐

**5.6.3.2.1 罐壁外表面及附件，罐顶上表面及附件，浮顶油罐顶部第一圈罐壁板的内表面；浮舱内表面。**

**5.6.3.2.2 罐底以上 300mm 范围的罐壁外表面和罐底边缘板的外伸部分、浮顶单盘的上表面及其附件下端 200mm、罐底板下表面，应加强防腐。**

**5.6.3.2.3** 罐底边缘板的外伸部分应采取可靠的防水措施，环墙上表面由边缘板外缘向外宜做成不大于5°的排水坡度。

#### 5.6.4 罐体防腐的涂层结构

**5.6.4.1** 防腐涂层设计应根据海洋大气、工业大气、内陆干旱地区和潮湿区等不同腐蚀环境的油罐进行涂层结构设计，同时应考虑罐体不同部位和区域的腐蚀条件。

**5.6.4.2** 涂层结构应具有较少的资金投入达到最佳防腐效果的技术经济性。

**5.6.4.3** 防腐材料要求如下：

- a) 内防腐材料应选用耐油、耐酸碱、耐菌蚀的涂料，并宜具有防静电性能。
- b) 外防腐材料应选用耐候性能，抗日光照射、抗风化和抗渗透性好的材料，沿海地区和盐碱地区的防腐材料还应考虑耐盐雾性。

#### 5.6.5 防腐施工

##### 5.6.5.1 涂料检验

**5.6.5.1.1** 施工前应对涂料的名称、型号、颜色及质量进行检验，不应使用与设计规定不相符的涂料和超过贮存期、变质的涂料。

**5.6.5.1.2** 涂料应有产品出厂合格证、批号、质量检验单、生产日期、产品说明书和产品贮存期限等。

**5.6.5.1.3** 涂装施工前应进行取样试验，对有疑问的涂料应按GB/T 3186的规定抽样检验。

##### 5.6.5.2 涂装施工

**5.6.5.2.1** 涂装时应按说明书的要求试验配比，配比值一经确定不应随意改变。

**5.6.5.2.2** 涂料使用时应搅拌均匀，应使用计量器具配制，严格配比定量。

**5.6.5.2.3** 涂料使用过程中应严格控制稀释剂的加入量，稀释剂的最大加入量不应超过涂料的规定量，稀释剂应是涂料规定的稀释材料。

**5.6.5.2.4** 涂装施工应按涂料施工使用说明书要求进行。

**5.6.5.2.5** 涂料底漆应全部浸润覆盖金属表面，点蚀凹坑应在涂刷底漆后用同种涂料面漆调合的腻子抹平。

##### 5.6.5.3 施工安全

**5.6.5.3.1** 涂料在贮存、使用过程中严禁烟火，并防尘、防晒；不应与水和其他化学物质接触。

**5.6.5.3.2** 施工作业应有良好的通风条件。

**5.6.5.3.3** 涂装作业人员应配备性能良好的防毒防护用品。

**5.6.5.3.4** 施工作业区使用的电气、照明设备应接地、防爆，电源电压应是安全电压。

#### 5.6.6 防腐涂层质量检验

**5.6.6.1** 防腐涂层的质量检验应在涂层完全固化后进行。

**5.6.6.2** 外观目测检查：涂层应光滑平整，颜色一致，无气泡、流淌、裂纹、剥落及漏涂等缺陷，涂层完整。

**5.6.6.3** 涂层厚度检查：检测的涂层实际厚度最小值应不小于设计要求，检测点数按每10m<sup>2</sup>不小于3点，涂层的实际厚度为测量厚度减去修正值，修正值为在未涂装的同类金属表面用涂层测厚仪所测的示值。

**5.6.6.4** 涂层的附着力测定按 GB/T 1720 检查，检查宜采用“划格法”（用标准划格刀具将涂层切割成小块，用粘胶带粘起或用小刀挑起涂层块检测）。涂层不与金属剥离为合格，涂层如有破断，但破断部分发生在涂层间，而不是在涂层与钢板金属的界面上，钢板金属未裸露亦认为合格。同一种结构的涂层检测点应不少于 5 点，检测后应立即用同种涂料补涂。

**5.6.6.5** 涂层的针孔检查：内防腐涂层应做针孔检漏，检漏电压按涂料说明书要求，以不产生火花为合格，检测面积应为 100%。

**5.6.6.6** 对检测不合格的涂层应重新补涂并复检直至合格为止。

## 5.7 罐壁保温

### 5.7.1 一般规定

**5.7.1.1** 保温层不仅要达到保温效果，而且要保证防水的要求。

**5.7.1.2** 保温层设计推荐采用图 2 的结构。

**5.7.1.3** 凡直接与罐体连接的保温构件，应在防腐处理之前施工，连同罐体一起进行防腐处理。

### 5.7.2 材料

**5.7.2.1** 保温应选用轻便、耐久、阻燃、保温效果好而又经济的材料，不应使用对罐壁金属有害的材料。

**5.7.2.2** 框架角钢和扁钢尺寸规格应和保温层厚度相适应。

**5.7.2.3** 保护板宜选用铝合金板或镀锌钢板，其厚度和形式应满足一定的钢度要求。

**5.7.2.4** 所采用的材料、规格和技术性能指标应符合国家、行业或企业有关标准及设计要求，并具有出厂合格证。

**5.7.2.5** 在运输和保管过程中，保温板应采取防水防潮措施。

### 5.7.3 保温层的施工

#### 5.7.3.1 框架组焊

**5.7.3.1.1** 保温板托架加工成形后，用弧形样板检查，间隙一般不应大于 4mm，与罐体之间的焊接间隙不大于 2mm。

**5.7.3.1.2** 防水檐和挡水板应保证外侧连续满角焊，纵向扁钢与环向角钢之间采用对接焊，其错边量不应大于 1mm。

**5.7.3.1.3** 焊接时，不应在罐壁上引弧和试验电流。罐壁表面不应有电弧擦伤等缺陷，焊接完毕后，应将焊缝表面溶渣及飞溅物清理干净。

**5.7.3.1.4** 框架安装应做到横平竖直，确保紧固件、保护板与框架连接可靠。

#### 5.7.3.2 保温板安装

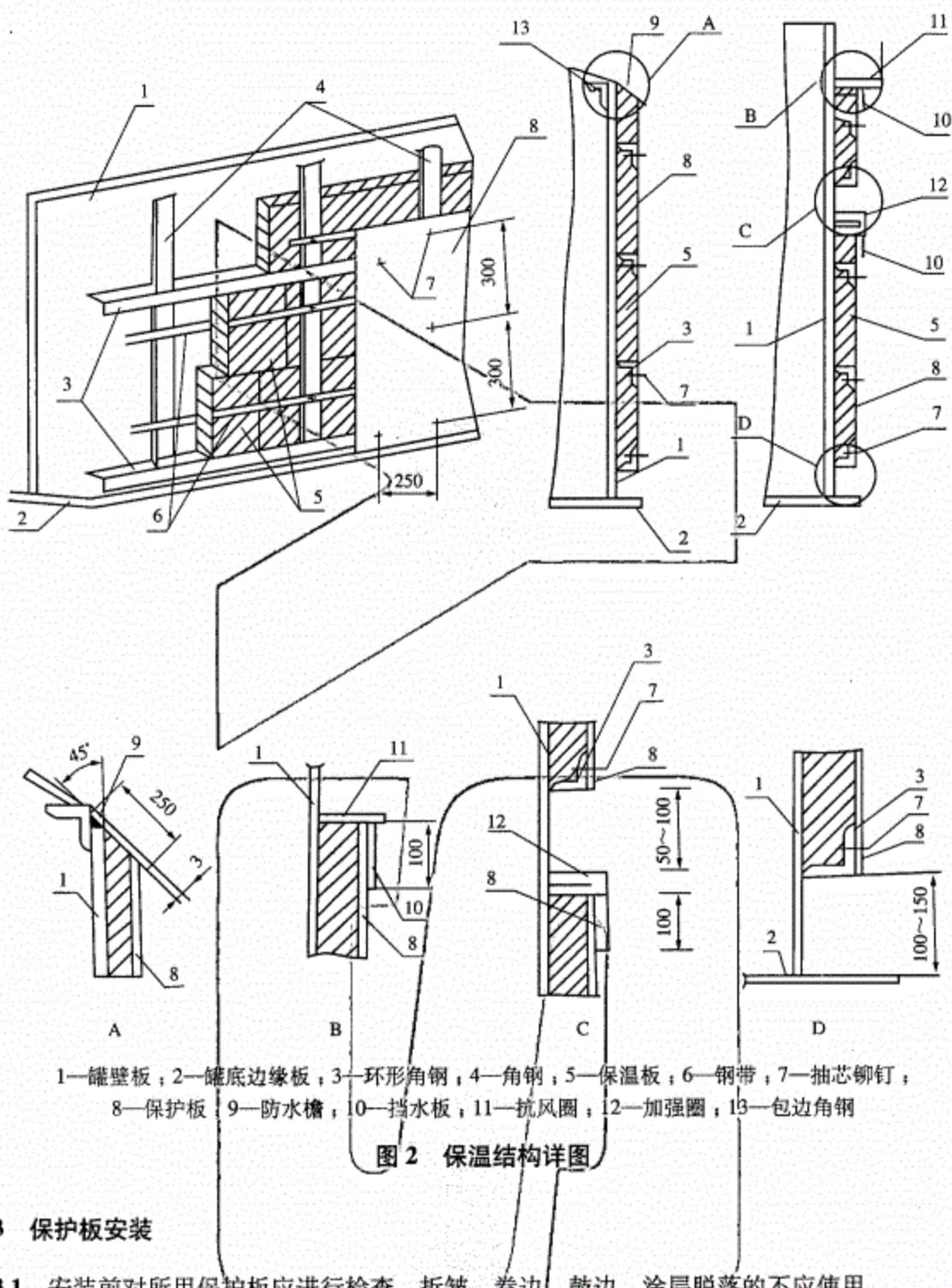
**5.7.3.2.1** 施工使用的保温板应进行外观检查，并抽样测试其容重、导热系数，不符合规定的不应使用。

**5.7.3.2.2** 保温板的安装应在罐壁防腐检查合格后进行，施工中不应损伤防腐层，如有损伤应补涂合格后方可继续施工。

**5.7.3.2.3** 保温板在水平方向应错缝安装，其错缝长度不宜小于保温板水平方向长度的三分之一。

**5.7.3.2.4** 保温板施工时，应及时安装保护板或采取其他措施，避免保温板受损或受淋。

**5.7.3.2.5** 对于罐壁上的接管、支承角钢等处，应根据具体形状切口安装保温板，并要求严密，不应有空隙及渗漏点。



### 5.7.3.3 保护板安装

- 5.7.3.3.1 安装前对所用保护板应进行检查，折皱、卷边、鼓边、涂层脱落的不应使用。
- 5.7.3.3.2 保护板安装应与水平面垂直，由上而下顺压，搭接接口朝下。
- 5.7.3.3.3 搭接宽度根据保护板的结构以不向保温层渗水为原则确定，一般情况下纵向搭接不宜小于一个波长，横向搭接不宜小于 50mm。
- 5.7.3.3.4 自攻螺钉、铆钉与其钻孔应配合适当，保证安装牢固。
- 5.7.3.3.5 对于罐壁上的接管、支撑等处和保护板，应根据具体形状切割缺口，并经合理加工后再行安装。易渗水处，应用密封胶封严以防雨水渗入。
- 5.7.3.3.6 保护板应推压到防水檐或挡水板的后面，并顶紧上端。

表 1 油罐基础均匀倾斜及沉降差许可值

浮顶油罐与内浮顶油罐		固定顶油罐	
油罐直径 $D$ m	任意直径方向最终沉降差 许可值	油罐直径 $D$ m	任意直径方向最终沉降差 许可值
$D \leq 22$	0.007 $D$	$D \leq 22$	0.015 $D$
$22 < D \leq 30$	0.006 $D$	$22 < D \leq 40$	0.010 $D$
$20 < D \leq 40$	0.005 $D$	$40 < D \leq 60$	0.008 $D$
$40 < D \leq 60$	0.004 $D$		
$60 < D \leq 80$	0.0035 $D$		
$D > 80$	0.003 $D$		

### 5.8.2.1.2 基础周围的散水（含护坡）表面标高的检测与评定

在与基础顶面测点相同方位上，在散水与场地相接处（下称散水外侧）及散水与环墙（或罐底环板）相接处（下称散水内侧）布置测点，测量各点标高，计算散水内外两侧两测点之间的高差、外侧测点之间的高差，各高差值应符合下述要求（见图 3）：

- a) 散水内外两测点之间的高差不小于 50mm；
- b) 散水外侧点与相接场地地面之间的高差不小于 0mm。

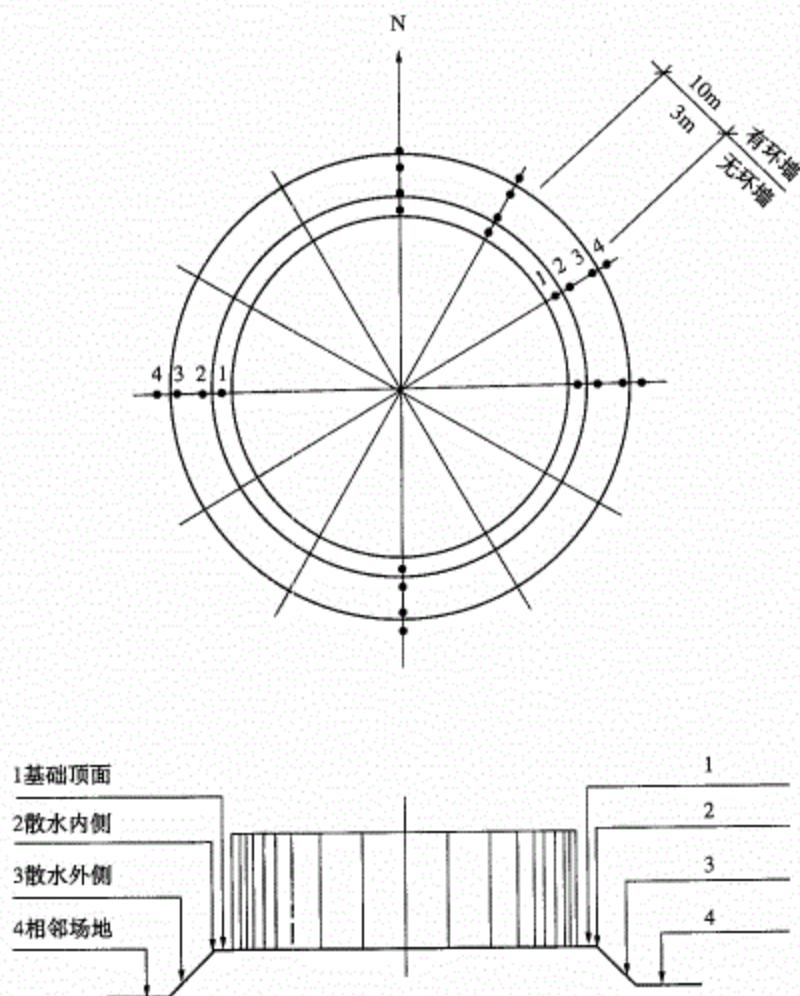


图 3 基础标高检测点布置

### 5.8.2.2 罐区场地排水情况的检测与评定

**5.8.2.2.1** 罐区场地地面应保持原设计所要求的竖向标高，且无局部凸起或凹坑，以利及时排除雨水，其标高的检测与评定方法如下：

在与基础顶面测点相同的方位上，在与散水相接的场地地面及防火堤内每 $500\text{m}^2$ 左右的面积上布置测点，测量各点的标高；各点的实测标高与原设计总平面图的标高差应在 $\pm 50\text{mm}$ 以内。

**5.8.2.2.2** 防火堤内外的排水沟无阻塞，防火堤上的排水闸门开启应灵活可靠。

### 5.8.2.3 油罐基础构造的检测与评定

油罐基础的构造，凡存在下述情况之一的，均属不符合安全性要求，应予以修理。

- a) 处于抗震烈度 6 度及其以上地震区的各种护坡基础。
- b) 虽处于抗震烈度 6 度以下地震区，但护坡基础的护坡龟裂、酥碎、坡度小于 1%，或罐底边缘板已被护坡覆盖。
- c) 钢筋砼环墙断裂、劈裂、龟裂、酥碎或钢筋外露。
- d) 钢筋砼环墙基础或护坡基础未设排水孔（泄漏检查孔），或排水孔已沉入散水坡或场地地面上。
- e) 基础顶面局部或全面凹陷，致使底板产生凹陷、空鼓或罐壁正下方的边缘板局部产生悬空。

### 5.8.3 修理

**5.8.3.1** 经检测评定，凡不符合 5.8.2 要求的油罐基础均应进行修理。

**5.8.3.2** 油罐基础的修理设计，应与罐体修理统一考虑，协调进行；罐体与基础的修理施工，需先编制施工组织设计，以防因施工管理或技术措施不力，造成罐体或基础新的损伤或破坏。

**5.8.3.3** 油罐基础进行修理时，各分项工程的施工应按照有关标准规定进行。

### 5.8.4 质量检验和工程验收

**5.8.4.1** 环墙按 GB 50204 的规定进行质量检验和工程验收。

**5.8.4.2** 砂石垫层地基压实按设计要求进行质量检验和工程验收。罐基础工程验收的一般要求按 5.9.5 执行。

**5.8.4.3** 基础顶面平整度参照 GB 50128 的要求进行质量检验和工程验收。

## 5.9 油罐修理的检验、试验与验收

### 5.9.1 焊缝的无损检测

**5.9.1.1** 从事油罐无损检测的人员应具有国家有关部门颁发的并与其工作相适应的资格证书；应按照 GB 50128 和本标准的补充要求进行焊缝外观检测和无损检测。

**5.9.1.2** 新增的或修理过的焊接接管与罐壁、补强板与罐壁的连接焊缝应用磁粉或渗透方法进行探伤检测。

**5.9.1.3** 清除现有补强板的连接焊缝时，被割削或打磨操作造成的凹坑，不仅应用目视检查，而且还应用磁粉或渗透的方法进行探伤检测。

**5.9.1.4** 罐壁与罐底大角焊缝焊完后，应进行渗透探伤或磁粉探伤。油罐充水试验后，应采用同样方法进行复检，且对屈服点大于 $390\text{MPa}$ 的钢板，罐内大角焊缝初层焊完后，还应进行渗透探伤。

**5.9.1.5** 罐底新的焊缝应用真空箱进行全部长度的检验，负压值不应小于 $53\text{kPa}$ 。

**5.9.1.6** 罐壁焊缝的检测要求：罐壁板间新的焊缝应进行射线探伤。另外，板厚超过 $25\text{mm}$ 时，根部焊道背面清根后的表面和最后焊道应用磁粉或渗透的方法检测其全部长度。射线照相的数量和部位应

符合 GB 50128 和下述补充要求：

- 新的罐壁垂直焊缝，每条焊缝上应拍一张射线照片。
- 新的罐壁水平焊缝，每 15m 焊缝及其尾数内的任意部位各拍一张射线照片，但不包括在垂直和水平焊缝交点处所要求的射线照片。不足 15m 的，任意取一个射线检查点。
- 每个新的垂直和水平焊缝交点处应拍一张射线照片。
- 修补后的罐壁对接焊缝应用超声波或射线照相检测其全部长度。

**5.9.1.7** 浮顶上新的和修补后的焊缝，均应按 GB 50128 的规定进行检测。

**5.9.1.8** 补修后的单盘与浮舱角焊缝，应用磁粉或渗透方法检测其全部长度，其余部分进行渗漏检查。

**5.9.1.9** 无损检测要求如下：

- 射线探伤检测应按 JB/T 4730 的规定进行，并应以 II 级标准为合格，但对屈服点大于 390MPa 的钢材或厚度大于 25mm 的普通碳素钢板或厚度不小于 16mm 的低合金钢板的焊缝，合格标准为 II 级。
- 超声波探伤检测应按 JB/T 4730 的规定进行，并应以 II 级标准为合格。
- 磁粉探伤应按 JB/T 4730 的规定进行。
- 渗透探伤应按 JB/T 4730 的规定进行。

**5.9.1.10** 浮顶排水管的严密性试验：先在罐外进行动态水压试验，试验合格后，在罐内安装，再进行水压试验，试验压力均为 0.4MPa，稳压 30min，无渗漏为合格。罐体充水试验过程中，浮顶排水管的出口打开，注意检查罐壁和浮顶上排水管出口处及阀门应无渗漏。

## 5.9.2 罐体的几何形状和尺寸偏差

**5.9.2.1** 一般规定：在满足油罐安全运行要求的条件下，经与使用单位协商，以下允许偏差可根据实际情况适当变动。

**5.9.2.2 垂直度：**

- 罐壁垂直度的允许偏差，不应大于罐壁高度的 0.4%，且不应大于 50mm。
- 底层壁板的铅垂允许偏差不应大于 3mm。

**5.9.2.3 圆柱度：**

- 在底圈罐壁 1m 高处，内表面任意点测得的半径偏差，不应超过表 2 的规定。
- 在底圈罐壁 1m 高以上，测得的半径偏差不应超过表 2 偏差的 3 倍。

表 2 底圈罐壁 1m 高处内表面任意点半径的允许偏差

油罐直径 D m	半径允许偏差 mm
$D < 12.5$	±13
$12.5 < D \leq 45$	±19
$45 < D \leq 76$	±25
$D > 76$	±32

## 5.9.3 充水试验

**5.9.3.1** 充水试验应符合 GB 50128 的规定。

**5.9.3.2** 凡经重大修改的油罐或设计要求的，都应按设计最高液位进行充水试验。重大修改是指边缘板、罐底与罐壁之间的大角焊缝或罐壁板经过切割重焊，浮顶经过大面积修理，罐壁上开孔，更换量油管、导向管及罐基础整修等。

#### 5.9.4 质量检验

5.9.4.1 施工质量要求，按有关国标、行标和本标准的规定及施工图要求执行。

5.9.4.2 质量检查应按施工工序分步进行，并做好隐蔽工程施工验收记录，上一道工序不合格，不应进行下一道工序施工。

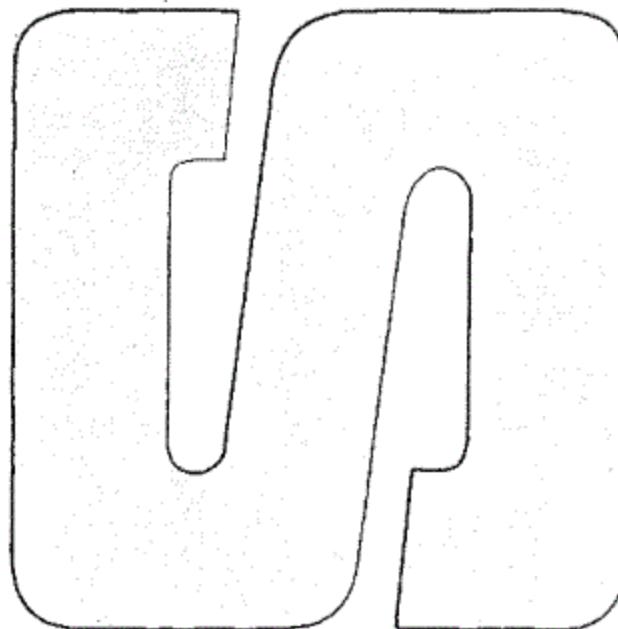
5.9.4.3 质量检查应由施工单位首先进行自检，再由质检部门检查。

5.9.4.4 工程验收前，质量检查机构须进行总体复检，并结合分检结果，写出综合评定意见。

#### 5.9.5 工程验收

油罐修理竣工验收应按 GB 50128 及下述规定进行：

- a) 施工单位完成油罐修理任务，应向使用单位提出油罐整体验收的申请，使用单位应及时组织有关部门进行整体验收。
- b) 验收时施工单位应提交完整的竣工资料，其中应包括修改通知单、技术措施，各分步的质量合格证明书等技术资料。
- c) 使用单位应按设计文件和本标准对工程质量进行全面检查和验收。
- d) 验收中如技术资料不齐全或不合格，使用单位应不予验收。由施工单位返工，直至合格为止。
- e) 验收合格后，使用单位应作出评语，并签字盖章由使用单位存档备案。



**附录 A**  
**(资料性附录)**  
**油罐常见故障和事故及处理方法**

油罐常见故障及事故处理方法参见表 A.1。

**表 A.1 油罐常见故障及事故处理方法**

序号	事故及故障	原因	处理方法
1	溢罐	a) 未及时倒罐； b) 中间站停泵未及时倒流程； c) 未及时掌握来油量的变化； d) 加热温度过高使罐底积水突沸； e) 液位计失灵	a) 停止进油，立即倒罐； b) 立即倒换流程； c) 联系中间站调整输油量； d) 停止加热降低油温； e) 修理液位计
2	跑油	a) 阀门或管线冻裂； b) 密封垫损坏； c) 罐底或罐壁腐蚀穿孔； d) 排水时未监视； e) 浮顶排水管渗漏	a) 立即倒罐或降低罐位； b) 中间站倒压力越站流程或提高输量； c) 关闭排水阀
3	抽瘪或鼓包	a) 呼吸阀失灵，安全阀冻结； b) 阻火器锈蚀或堵塞； c) 进出油速度过快； d) 油罐上部原油冻凝，下部加热； e) 蒸罐过程中突然关闭蒸汽阀	a) 停止进出油； b) 中间站倒压力越站流程； c) 修理呼吸阀、安全阀、阻火器； d) 解凝； e) 保持蒸汽供应
4	(内) 浮顶卡阻或倾斜	a) 罐壁结凝油过厚； b) 单盘积水或船舱漏油使浮顶倾斜； c) 罐壁变形凹凸超差； d) 罐壁变形椭圆度超差； e) 导向管或量油管倾斜或弯曲； f) 浮梯出轨； g) 浮盘漏油； h) 罐壁变形，凹凸差、椭圆差超量	a) 停止进出油； b) 加设罐壁防凝油装置； c) 采取适当措施清除浮顶上的积水积油并封堵漏点； d) 在罐壁、导向管、量油管变形超差时采取适当措施，在有人监视的条件下，排出原油将浮顶落到罐底，清罐大修； e) 修复浮梯； f) 倒罐后清罐大修
5	浮顶单盘上积水	a) 单盘板不平，雨雪后没有及时清扫； b) 浮顶集水坑网罩、浮顶排水管或单向阀被堵塞； c) 浮顶排水管的排水阀未打开或单向阀锈死	a) 雨雪后及时清扫； b) 清除浮顶集水坑内杂物，疏通浮顶排水管或单向阀； c) 由单盘人孔排除积水； d) 清罐，修理或更换浮顶排水管、单向阀，打开排水阀
6	(内) 浮顶漏油	a) 罐壁结凝油； b) 单盘板渗漏； c) 浮筒渗漏	a) 溶化或刮掉凝油； b) 用粘接剂进行单盘板堵漏； c) 在泡沫挡板与罐壁之间加排污孔； d) 清罐检修或更换浮筒； e) 倒罐后清罐大修

表 A.1 (续)

序号	事故及故障	原因	处理方法
7	浮顶油罐平台歪斜或断裂	a) 浮梯导轨歪斜； b) 浮梯轮出轨； c) 浮梯轮卡死或冻结	a) 停止进出油； b) 调整浮梯轨道； c) 将浮梯轮吊装入轨； d) 解冻除卡，清除积水； e) 清罐检修。

**附录 B**  
**(资料性附录)**  
**油罐人工清洗作业安全规定**

**B.1 总则****B.1.1 清罐作业一般步骤**

- B.1.1.1 油罐的压油、转油清空。
- B.1.1.2 盲板隔离。
- B.1.1.3 通风置换。
- B.1.1.4 罐内空间气体取样检测，办理各种票证。
- B.1.1.5 进入罐内清罐作业。
- B.1.1.6 安全验收。

**B.1.2 油罐清洗作业的主要危险**

- B.1.2.1 着火、爆炸。
- B.1.2.2 窒息、中毒。
- B.1.2.3 碰、撞、撞伤。
- B.1.2.4 落物砸伤。
- B.1.2.5 滑跌。
- B.1.2.6 梯（架）上掉落。
- B.1.2.7 扭伤。

**B.1.3 部分油品的爆炸、燃烧性质**

部分油品的爆炸、燃烧性质见表 B.1。

**表 B.1 部分油品的爆炸、燃烧性质**

名称	爆炸界限		闪点 ℃			自燃点 ℃
	上限 %	下限 %				
汽油	1.0	8	-28			415 ~ 530
煤油	1.4	7.5	40			380 ~ 425
轻柴油	1.4	6.0	65			350 ~ 380

**B.1.4 液化烃、可燃液体的分类**

液化烃、可燃液体的分类举例见表 B.2。

**表 B.2 液化烃、可燃液体的分类举例**

类别		名称
甲	A	液化甲烷，液化天然气，液化氯甲烷，液化顺式 2-丁烯，液化乙烯，液化乙烷，液化反式 2-丁烯，液化环丙烷，液化丙烯，液化丙烷，液化环丁烷，液化新戊烷，液化丁烯，液化丁烷，液化氯乙烯，液化环氧乙烷，液化丁二烯，液化异丁烷，液化石油气，二甲胺

表 B.2 (续)

类别		名称
甲	B	异戊二烯, 异戊烷, 汽油, 戊烷, 二硫化碳, 异己烷, 己烷, 石油醚, 异庚烷, 环己烷, 辛烷, 异辛烷, 苯, 庚烷, 石脑油, 原油, 甲苯, 乙苯, 邻二甲苯, 间、对二甲苯, 异丁醇, 乙醚, 乙醛, 环氧丙烷, 甲酸甲酯, 乙胺, 二乙胺, 丙酮, 丁醛, 二氯甲烷, 三乙胺, 醋酸乙烯, 甲乙酮, 丙烯腈, 醋酸乙酯, 醋酸异丙酯, 二氯乙烷, 甲醇, 异丙醇, 乙醇, 醋酸丙酯, 丙醇, 醋酸异丁酯, 甲酸丁酯, 吡啶, 二氯乙烷, 醋酸丁酯, 醋酸异戊酯, 甲酸戊酯, 丙烯酸甲酯
乙	A	丙苯, 环氧氯丙烷, 苯乙烯, 喷气燃料, 煤油, 丁醇, 氯苯, 乙二胺, 戊酸, 环己酮, 冰醋酸, 异戊醇
	B	-35号轻柴油, 环戊烷, 硅酸乙酯, 氯乙醇, 丁醇, 氯丙醇, 二甲基甲酰胺
丙	A	轻柴油, 重柴油, 苯胺, 键子油, 酚, 甲酚, 棕榈酸, 20号重油, 苯甲醛, 环己醇, 甲基丙烯酸, 甲酸, 环己醇, 乙二醇丁醚, 甲醛, 糠醇, 辛醇, 乙醇胺, 丙二醇, 乙二醇, 二甲基乙酰胺
	B	蜡油, 100号重油, 渣油, 变压器油, 润滑油, 二乙二醇醚, 三乙二醇醚, 邻苯二甲酸二丁酯, 甘油, 联苯一联苯醚混合物

### B.1.5 润滑油分类说明

- a) 一类润滑油：变压器油、电容器油、汽轮机油、高速机械油等。
- b) 二类润滑油：机械油、汽油机油、压缩机油、柴油机油等。
- c) 三类润滑油：汽缸油、车轴油、齿轮油等。

### B.2 一般安全规定

#### B.2.1 施工承包方基本规定

**B.2.1.1** 施工承包单位应建立清罐作业人员定期体检制度。经诊断患有职业禁忌症者及未成年者，严禁从事有限空间作业，并应符合 GB 7691 中的有关规定。

**B.2.1.2** 下列人员严禁从事清罐作业：

- a) 年龄未满 18 周岁的和妇女不允许参加清罐工作。
- b) 有聋、哑、呆傻等严重生理缺陷者。
- c) 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者。
- d) 有外伤伤口尚未愈合者。

**B.2.1.3** 进入有限空间的作业人员，应经过专业安全教育，并符合 GB 7691 中的规定。应根据分工情况对有关人员进行安全和有关操作技术的岗前教育，并经考核合格后方准上岗。安全教育的主要内容为：

- a) 施工作业前承包单位应制定施工计划和应急救援预案，并组织作业人员进行学习。
- b) 清罐作业应使用正压式空气呼吸器，应对作业人员进行使用维护知识的教育。
- c) 对紧急情况下的个人避险常识、窒息、中毒及其他伤害的急救知识以及检查救援措施进行教育。
- d) 缺氧症的急救等知识。
- e) 防护及抢救用品及相关知识。
- f) 清罐安全技术规程、防静电安全技术规程、防火防爆十大禁令、进入有限空间作业安全管理方法等有关法规和操作规程。

**B.2.1.4** 作业前，应集中一天时间进行安全教育和作业适应性演习。其中听课、看录像 1h ~ 2h；穿戴防护服和使用工具等演习 5h ~ 6h。

## B.2.2 作业监护基本规定

**B.2.2.1** 作业场所应设置安全界标或栅栏，并应有专人负责对所设置的安全界标或栅栏进行监护。油罐出入口应畅通无阻，不应有障碍物。油罐外施工现场应配备一定数量的防毒面具、正压式空气呼吸器、安全绳等急救器材。

**B.2.2.2** 作业之前，应由监护组负责现场的安全宣传教育，并做好班前的安全教育和确定作业过程中的安全喊话（或手势）方式。

**B.2.2.3** 凡有作业人员进罐检查或作业时，油罐人孔外均须设专职监护人员，且一名监护人员不应同时监护两个作业点。

**B.2.2.4** 作业监护人员应佩戴防护用具，坚守岗位，严密监护；应检查作业人员的进入有限空间作业票，以及做好作业监护记录。

**B.2.2.5** 作业监护人员应加强现场的安全巡回检查，有权制止违章指挥和违章作业并及时报告有关领导。发现作业人员有反常情况或违章操作，应立即纠正。遇有紧急情况时，作业监护者不准离开岗位，并立即发出营救信号，设法营救；紧急情况可以组织人员撤离有限空间。

**B.2.2.6** 作业组负责人和监护人员应做好下班后的现场安全检查、清点人员及其工具器材等工作。

**B.2.2.7** 作业人员应严格执行本标准，并有权制止其他人员的违章作业和拒绝任何人的违章指挥。

## B.2.3 成立清罐作业的临时指挥系统和安全组织

**B.2.3.1** 清罐单位应根据本部门实际情况，安排好生产计划和施工计划，严密组织，确定协调人员，做到任务明确，设备到位，责任到人。

**B.2.3.2** 清罐单位应责成工务等部门或承包作业单位根据作业现场的不同情况，制定具体的切实可行的清罐方案和应急救援预案。

**B.2.3.3** 清罐作业中所发生的一切事故（不论大小），均应向上级报告，并做好详细记录。

## B.2.4 照明和通信安全规定

**B.2.4.1** 清罐作业应在白天进行，并且不能在雷雨天气作业。

**B.2.4.2** 清罐作业应使用便携式（移动式）防爆照明设备，禁止架线。

**B.2.4.3** 严禁在有限空间内使用明火照明。

**B.2.4.4** 油罐清洗作业中应加强通信联系，禁止将非防爆通信设备带入清罐作业现场，应采用防爆型有线或无线通信设备。

## B.2.5 清罐作业前的安全工作

应组织专业人员对油罐的接地电阻、避雷针、安全附件等进行全面检测，确保合格可用，并提供相关书面证明。

## B.2.6 油罐的清空工作和盲板隔离

**B.2.6.1** 清罐作业队伍应认真执行清罐作业计划，业主方应加强监督检查。

**B.2.6.2** 根据审定的清罐作业方案，将供作业人员呼吸用的空气管线，防爆通风机（应设在防火堤外），油罐排油污的临时管线，手摇泵或蒸汽（空气）、液压驱动的潜油泵、往复泵、防爆电机配套的空压机（应设在防火堤外），装污油用的罐或桶均安装或设置妥当。

**B.2.6.3** 根据油品性质的不同，从底部排污转油时，应首先要考虑使用气动隔膜泵和蒸汽往复泵，如果使用电泵或拖拉机泵必须办理相应的用火和用电作业票，要有专人监护。

**B.2.6.4** 对所进入的油罐（特殊有限空间）要切实做好工艺处理措施，所有与成品油罐（特殊有限空间）相连的可燃、有毒有害介质（含氮气）系统，应用盲板与之隔绝，不应用关闭阀门替代。对于乙类和丙类油品配备有加温盘管的储罐，应将加温盘管的阀门关闭，盲板隔离。所有盲板均应挂牌标示。

**B.2.6.5** 带有搅拌器等转动部件的设备，应有可视的明显断开点，配电室电源开关应挂有“有人检修，禁止合闸”标示牌，并设专人监护。

**B.2.6.6** 所有使用的脚手架应符合国家有关标准的规定。

## B.2.7 通风置换安全规定

### B.2.7.1 罐顶引风方式的安全规定

**B.2.7.1.1** 拆开罐顶透光孔或呼吸阀孔，关闭其罐顶孔盖，安装用蒸汽或空气驱动的轴流引风机（风量一般在  $1000\text{m}^3/\text{h} \sim 9000\text{ m}^3/\text{h}$ ）。

**B.2.7.1.2** 打开罐底排污阀和进出油阀门、人孔盖，罐顶引风机低速运行  $2\text{min} \sim 3\text{min}$  后，打开罐底部全部人孔盖。

**B.2.7.1.3** 引风机满负荷运行。通风一般采取间歇式，即每通风  $4\text{h}$ ，间隔  $1\text{h}$ （其间应进行人孔附近的油气浓度测试），连续通风  $24\text{h}$  以上。当罐内油气浓度达到该油品爆炸下限的  $20\%$  以下时，即可进行罐油渣的排除工作。

### B.2.7.2 罐底通风方式的安全规定

**B.2.7.2.1** 打开罐顶上部光孔、量油孔，卸下呼吸阀等（对于没设通风管道的洞库和覆土隐蔽库油罐，则应只打开罐顶一个光孔，尚应以风筒由油罐光孔等处连接后通向洞外或覆土外，以防油气在洞室或巷道内弥漫蔓延，其他孔则应关闭）。

**B.2.7.2.2** 打开油罐下部人孔，以帆布风筒连接蒸汽或空气驱动的风机和油罐下部人孔。经检查无误后，启动风机，进行强制机械通风（对于洞库或覆土隐蔽库原来装设的风机，可根据需要配合工作或单独工作）。

**B.2.7.2.3** 进行间歇式通风，即每通风  $4\text{h}$ ，间隔  $1\text{h}$ ，连续通风  $24\text{h}$  以上。每小时通风量宜大于油罐容积的  $12$  倍以上，直至油气浓度达到该油品爆炸下限的  $20\%$  以下后，方可佩戴相应的呼吸器具和采取必要的防护措施入罐进行作业。

**B.2.7.2.4** 如因设备难以解决，当使用防爆通风机进行罐底通风时，应用长度不小于  $6\text{m}$  的帆布风筒，使风机安装在罐壁  $3\text{m}$  以外；风机宜设架安装，并宜高于防火堤的高度；动力配电箱应安装在防火堤以外。

### B.2.7.3 自然通风方式的安全规定

对于小型且空气流通良好的油罐，在排出底油后，可打开罐底和顶部的所有孔盖，采用自然通风  $10\text{ d}$  以上。经测试，油气浓度达到该油品爆炸下限的  $20\%$  以下后，佩戴相应的呼吸器具和防护措施，方可入罐作业。但如需动火时，则应进行机械通风。

### B.2.7.4 蒸汽驱除油气方式的安全规定

**B.2.7.4.1** 有条件的油库，可采用低压蒸汽驱除油气。蒸汽管道的管径和蒸刷时间一般是：

- 1000 $\text{m}^3$  以下油罐，管径  $50\text{mm}$  时，为  $15\text{h}$  以上。
- 1000 $\text{m}^3$  以上油罐，管径  $75\text{mm}$  时，为  $20\text{h}$  以上。
- 3000 $\text{m}^3$  以上油罐，管径  $75\text{mm}$  时，为  $24\text{h}$  以上。

d) 5000m<sup>3</sup>以上油罐，管径75mm时，为48h以上。

当浮顶罐内浮盘的某些部件是用橡胶纤维织物制成时，则不能长时间用蒸汽，且温度不允许高于80℃。蒸汽压力不宜过高，一般应控制在0.25MPa左右。

#### B.2.7.4.2 蒸汽驱除油气的一般做法：

- a) 首先向罐内放入少量的水。
- b) 将蒸汽管做良好接地（蒸汽管一般做成十字形接管，管上均匀钻小孔），用竹或木杆自人孔处将蒸汽管伸入油罐中的1/4处。
- c) 打开光孔等罐顶孔盖使油罐有足够的蒸汽排放通道，并通过排出的蒸汽量的大小，监视其蒸汽压力应高于大气压。
- d) 在罐外固定好蒸汽管道，然后缓慢通入蒸汽。当罐内温度升到65℃～70℃时，维持到要求时间。
- e) 用蒸汽吹扫过后，要进水冲洗罐底部，并注意防止油罐冷却时产生真空，损坏设备。

#### B.2.7.5 充水驱除油气方式的安全规定

##### B.2.7.5.1 有条件的油库，对于容积较小的油罐可以充水驱除油气。其一般作业程序是：

- a) 油罐的进出油口或排水口连接充水管线，其间应设置阀门以控制充水流速。
- b) 在罐顶适宜的呼吸阀等开孔处安装好溢水胶管接头，溢水管线的口径应大于进水管线的口径。检查无误后，启动水泵缓慢充水（初始流速应控制在1m/s）。待水面超过进水管线高度时，逐渐加大流量；当罐内水量达到3/4罐容时，应逐渐减小流量；待水面逐渐接近罐上沿时，应暂停充水浸泡24h。
- c) 然后再启动水泵继续向罐内缓慢充水直到充满，使水和油气从排水管线流至排污池等处。
- d) 经过一定时间后即可停止充水而改为由排污管线将污水排至排污池等处（罐内水面降低速度不能超过1m/h）。
- e) 当污水排放到最低液位，可卸下充水管线，把液（气）动潜油泵或手摇泵的吸入管由此管口伸入到油罐底部，将罐底存水抽至排污池等处。

##### B.2.7.5.2 充水驱除油气时，还应注意：

- a) 充水时，洞库油罐或覆土油罐应接好油气排出管路，防止油气进入洞室或巷道，并保证罐内气体空间的压力不超过2200Pa，以防止油罐翘起变形。
- b) 排水时，洞库油罐或覆土油罐应向罐内补充新鲜空气；并控制排水速度（罐内液面下降速度在0.5m/h～1m/h之间），使其罐内的气体空间负压不超过500Pa，以防止油罐抽瘪。
- c) 油罐内排出的污水，应经过处理，并经测定符合国家石油化工水污染物最高允许排放浓度（一级为10mg/L，或二级为20mg/L）标准后方可排出。

#### B.2.8 气体取样检测、办理作业票的规定

##### B.2.8.1 油气取样检测的规定

###### B.2.8.1.1 气体取样检测的范围，应包括甲类、乙类、丙A类油品的储罐内、洞室或巷道等作业场所及附近35m范围内可能存留油品蒸气的油气浓度。

**B.2.8.1.2 取样分析要有代表性、全面性。氧气浓度在19.5%（体积分数）～23.5%（体积分数）之间。如果分析合格1h后才作业，应再次分析，确认合格后方可作业。作业期间应每隔4h取样复查一次（特殊情况下，可根据实际情况确定检测频率）；如有一项不合格时，应立即停止作业。分析结果报出后，样品至少保留8h。**

**B.2.8.1.3 在通过取样分析化验已确认该场所的油气浓度已小于爆炸下限时，可采用可燃气体检测仪**

- c) 作业人员在佩戴隔离式呼吸器具进罐作业时，一般以30min左右轮换一次。其他情况下，应按B.2.8.1或B.2.8.2的规定执行。
- d) 作业人员腰部宜系有救生信号绳索，绳的末端留在罐外，以便随时抢救作业人员。
- e) 作业中应使罐内保持适度的罐顶引风或罐底通风；作业中，如发现油气浓度上升超过爆炸下限的40%时，应立即停止作业，进行满负荷通风；作业间歇中应进行通风。
- f) 人工清除污杂的通常作法是：
  - 1) 人工用特制铜（铝）铲（撮子）或者钉有硬橡胶的木耙子，清除罐底和罐壁的污杂及铁锈。
  - 2) 用特制加盖铝桶盛装污杂，并用适宜的方法人工挑运或以手推车搬运等运出罐外。覆土油罐一般可使用手动卷扬机吊运污杂。
  - 3) 以锯末撒入罐底后，用木、铜铲或竹扫帚进行清扫。
  - 4) 对于罐壁严重锈蚀的油罐，可用高压水进行冲刷。但应注意：使用的软管应有良好的导电性，在干燥条件下电阻不应超过 $10^6\Omega/m$ ；软管对接时，或与固定供水管系之间应达到有效电气连接。
  - 5) 如油罐需进行无损探伤或做内防腐时，应用铜刷进一步清除铁锈和积垢，再用金属洗涤剂清洗，并用棉质拖布擦试干净。
- g) 有条件的油库，在人工清污之前或作业间歇期间可用泵以0.2MPa~0.3MPa的热水（30℃~50℃）冲洗罐底，然后用手摇泵、往复泵（或真空泵）将含渣污水吸出。

## B.2.10 自燃物的特殊防护措施

**B.2.10.1** 储罐应考虑到是否装有自燃物，如硫化铁，若被证实自燃物确不存在则除外。自燃物系指与空气接触时能自动引燃的物质。

**B.2.10.2** 自燃物从容器中去除的常用方法为将其用水浸泡成浆状，然后用泵抽出，进行安全处理。在工作过程中，自燃物应保持湿润以阻止着火燃烧。打开储罐时及在通风阶段，自燃物应润湿。可与环境管理人员联系选用合适的处理方法。

**B.2.10.3** 把储罐与其他设备用盲板切断隔离。管线拆开后应立即封死以防止空气进入储罐。

**B.2.10.4** 当在采样口进行气体测试指示为10%爆炸下限或低于爆炸下限时，可将高压水从侧部人孔或顶部采样口引入，以冲扫残渣、铁锈、水垢及其他沉积物。

**B.2.10.5** 所有的水垢及其他沉积物被冲扫排出后，方可进行储罐的内表面干燥。

## B.2.11 安全验收

**B.2.11.1** 油罐清洗完毕后，应由清罐临时项目组同有关领导以及相关专业技术人员共同对清罐质量（包括各附件完好情况）进行验收。

**B.2.11.2** 清洗后的油罐安全验收内容应包括呼吸短管、呼吸阀、避雷针、接地电阻、消防线、喷淋降温系统、盘梯、各类阀门、外浮顶罐的浮顶排水管等。

**B.2.11.3** 验收合格后的油罐在有监督的条件下，立即封闭人孔、透光孔等处。

**B.2.11.4** 连接好有关管线，恢复油罐原来的系统。一般应采取谁拆谁装、谁装谁拆的作法以防止遗漏。

## B.3 安全防护技术措施

### B.3.1 个人防护

**B.3.1.1** 所有人员应根据工作性质和进入有限空间许可的要求穿戴好合适的防护装备。

**B.3.1.2** 要求的呼吸保护装备包括：

- 眼睛及面部保护。
- 全身保护工作服。
- 手保护。
- 脚保护。
- 听力保护。
- 防火设备。
- 可燃气体检测仪、有毒气体检测仪、氧含量检测仪等。
- 合适的电气设备。

**B.3.1.3** 作业开始前，应判定由罐内物质引发的健康危险，以确定适宜的个人防护设备。

**B.3.1.4** 如任何产品或有毒物质接触到皮肤，应立即用肥皂和水清洗皮肤。任何被产品污染的衣物应脱掉并换上干净衣物。

## B.3.2 防中毒、窒息

**B.3.2.1** 为了防止清罐作业人员中毒、窒息，应做到：

- a) 任何浓度条件下进入汽油罐进行清洗作业的人员，应内穿浅色衣裤，外着整体防护服（最好用聚氯乙烯或类似不渗透材料的），对整个身体（如头、颈、臂、手、腿和脚）进行保护，以避免油泥和皮肤接触。
- b) 如得不到聚氯乙烯长靴时，应着浅色长袜再穿长胶靴。
- c) 工作服的外面一定要系上附有“十”字形背带和固定有信号绳的救生带。
- d) 排出油罐罐底余油后，应先通风后开人孔盖，防止油气进入防火堤内。
- e) 进行打开罐壁下部人孔盖的作业时，应佩戴防毒面具。
- f) 在罐内油气浓度尚未达到“无油气”（即爆炸下限的4%以下）时，人员入罐探查或作业，应遵守以下规定：
  - 1) 当罐内油气浓度为爆炸下限的4%~20%范围时，允许作业人员佩戴隔离式呼吸器（或消防空气呼吸器）进罐作业。但每次作业不超过30min，每次休息时间不小于15min。在此浓度下，也可使用过滤式呼吸器（防毒面具），但应保证其环境空气中的含氧量不低于19.5%。
  - 2) 当油气浓度为爆炸下限的20%~40%时，须经现场领导批准方可佩戴隔离式呼吸器（或消防空气呼吸器）入罐进行探查等，但不允许进行清污作业。
  - 3) 当油气浓度低于该油品爆炸下限的4%以下时，可视为“无油气”，允许作业人员不佩戴呼吸器进罐作业。

**B.3.2.2** 隔离式呼吸器具的供气，可根据不同条件采取下述方法：

- a) 自吸空气：对500m<sup>3</sup>及以下油罐，当条件允许时，可采用自由空气管路呼吸器具，空气管路的内径一般不小于20mm，长度不大于10m。
- b) 手动供气：由人工驱动专用的风机或活塞式压气机，通过呼吸软管向罐内作业人员供气。
- c) 电动风机供气：由安装于防火堤外的防爆通风机，经过专门设置的分气支管通过软管向罐内作业人员供气。
- d) 压缩机供气：当距离较远时，可用小型空压机供气，其呼吸软管内径一般不小于6mm，且应有适当的空气过滤措施。
- e) 自带压缩空气型：有条件的油库，罐内作业人员可佩戴消防空气呼吸器。

**B.3.2.3** 罐内作业人员每人的供气量一般不宜小于30L/min。其供气压力的计算为：

- a) 使用正压供气时，其风机、压缩机等机械的供气量应大于罐内作业人数乘以30L/min的总量；其压力应足以克服送气管的阻力损失，送气管的阻力损失（ $\Delta p$ ）按公式（B.1）计算。

$$\Delta p = \frac{1}{9.8} (L/D) \cdot u^2 \cdot [\gamma/(2g)] \cdot \lambda \quad \dots \dots \dots \quad (\text{B.1})$$

式中：

$\Delta p$ ——送气管的阻力损失，单位为帕（Pa）；

$L$ ——送气管长度，单位为米（m）；

$u$ ——气体流速，单位为米每秒（m/s）；

$D$ ——送气管内径，单位为米（m）；

$\lambda$ ——摩擦系数；

$\gamma$ ——空气密度，单位为千克每立方米（kg/m<sup>3</sup>）；

$g$ ——重力加速度，单位为米每二次方秒（m/s<sup>2</sup>）。

b) 当采取自吸式长管面具时，其送气管长度  $L$ ，可按公式（B.2）确定。

$$L = (D/u^2)K \quad \dots \dots \dots \quad (\text{B.2})$$

$$K = (\Delta p \cdot 2g) / (\lambda \cdot \gamma) \quad \dots \dots \dots \quad (\text{B.3})$$

式中：

$K$ ——中间系数，单位为平方米每二次方秒（m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>）。

气体流速  $u$  可查表获得。

**B.3.2.4** 无论任何情况下，作业者应佩戴防护面具，可根据成品油罐内监测的油气种类以及数据选择以下防护面具：

——长管呼吸器。

——正压式空气呼吸器。

——过滤式防毒面具。

——防尘面罩。

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，在使用中应严格遵守“产品说明书”中的各项事项。呼吸软管内外表面不应被油类等污染；含铅油罐清洗作业不应使用橡胶质呼吸供气软管，而应使用对有机铅无吸附性的材料（如聚氯乙烯、尼龙等）制成的软管。

**B.3.2.5** 防毒用具、防护用品及清罐工具每次使用之后，应用水清洗干净。

**B.3.2.6** 清罐人员作业前严禁饮酒。

**B.3.2.7** 严禁在作业场所就餐或饮水。作业人员每天餐前及下班后应在指定地点更衣洗澡，换下工作服，用肥皂洗净脸和手并刷牙漱口，然后就餐。

**B.3.2.8** 作业场所应备有人员抢救用急救箱，并应有专人值守。由于作业影响而使罐内油气浓度上升超过允许值时，作业人员应迅速撤离现场，重新进行通风，直到油气浓度降到规定值（即爆炸下限的20%以下）时，方可继续作业。

**B.3.2.9** 对于丙B类油品储罐，一般宜进行大量的自然通风，进罐作业人员除佩戴口罩和穿戴防护工作服外，可不佩戴呼吸器具。

### B.3.3 防人身伤害

**B.3.3.1** 清罐作业时，应防止罐顶构架、罐内附件、工具或其分物件落到作业人员身上；在头部有受伤危险的地方作业时，工作人员应佩戴安全帽。

**B.3.3.2** 清除罐底污杂的人员，应穿着适当形式的工作鞋，以防止落物或搬运过程中砸伤脚趾或污染

皮肤，应防止从脚手架、斜梯上摔下或在潮湿、油污表面上行走时滑倒碰伤。

**B.3.3.3** 当使用供气型隔离式呼吸器具时，其软管末端应置放在新鲜空气的上风处，并应注意供气压力适宜和对空气的过滤，以防止使用者呼吸不适和空气中的砂粒等伤害其面部。

**B.3.3.4** 当采用手动卷扬机吊运污杂时，其麻绳拉力应大于荷重的 5 倍，且每次作业前均应检查有无破损断股和机械损伤。

#### B.3.4 防火防爆

**B.3.4.1** 清甲类、乙类油品油罐作业时，除允许手动、气动、蒸汽或液动的泵或风机和本安型电器检测仪表等进入该罐防火堤内以外，原则上不允许包括隔爆型电机驱动的所有电器设备进入防火堤内。当气（或汽）动通风设备一时难以解决时，应首先在有监护的情况下打开罐人孔、透光孔进行自然通风不少于 24h 后，将隔爆型风机在距通风人孔 3m 之外（用帆布风筒连接），并临时设置高于防火堤的机座上安装。电机外壳应接地，配电箱应在防火堤外安装。在罐内油气没有清除至爆炸下限的 20% 以下时，禁止内燃机驱动的设备或车辆进入防火堤；清罐如使用移动式锅炉时，则应在距防火堤 35m 以外安装。

**B.3.4.2** 引入清罐场所的电气设备及其安装，应符合国家和石油库安全用电的有关规定。

**B.3.4.3** 清罐作业中应严格遵守企业有关石油库防火防爆规定。

**B.3.4.4** 在不影响生产的情况下，清罐时宜暂停库内油品的收发、输转等作业。

**B.3.4.5** 禁止在雷雨天（或严重低气压无风天气）、风力六级及以上大风天进行清罐作业。

**B.3.4.6** 清罐用电气设备的检查、试验，应在防火堤以外的安全地带进行。

**B.3.4.7** 油气浓度测试及清洗作业人员禁止佩戴氧气呼吸器。

**B.3.4.8** 油罐清洗作业前，应在作业场所上风向处配置好适量的消防器材，现场消防值班人员应充分做好灭火准备。

**B.3.4.9** 清罐后如需对罐体进行动火检修，则应按规定执行。

**B.3.4.10** 丙 A 类油品要求按乙类油品的防火等级对待；对无爆炸危险的丙 B 类油品，应注意做好防火工作。

#### B.3.5 防静电

**B.3.5.1** 清罐作业人员劳保穿戴应满足相关防静电技术要求规范。

**B.3.5.2** 当油气浓度超过该油品爆炸下限的 20% 时，清罐作业时严禁使用压缩空气，禁止使用喷射蒸汽及使用高压水枪冲刷罐壁或从油罐顶部进行喷溅式注水。

**B.3.5.3** 引入油罐的空气、水及蒸汽管线的喷嘴等金属部位以及用于排出油品的管线都应与油罐做电气连接，并应做好可靠的接地。引入罐内的金属管线，当法兰间电阻值大于  $0.03\Omega$  时，应进行金属跨接。

**B.3.5.4** 机械通风机应与油罐做电气连接并接地。

**B.3.5.5** 风管应使用电阻率不大于  $10^8\Omega$  的帆布材质，禁止使用塑料管；并应与罐底或地面接触，以使静电很快消散。

**B.3.5.6** 丙 B 类油品不考虑防静电要求。

### B.4 各类成品油罐的清洗作业

#### B.4.1 总则

有条件的油库，在不影响油品质量的情况下，清罐之前宜设法将汽油罐换装柴油，以提高清洗作

业的安全性，缩短作业时间。当进入缺氧的有限空间作业时，应符合 GB 8958 的规定。如果油罐清洗后要进行动火作业，应严格执行相关规定。

#### B.4.2 内浮顶油罐的清洗作业

**B.4.2.1** 内浮顶油罐的清洗作业包括甲、乙类油品，三苯产品罐的清洗见 B.4.3。

**B.4.2.2** 内浮顶油罐的清洗作业，其准备工作中应增加为作业人员在浮盘上作业所用的爬梯、安全带等内容；为防止浮盘倾斜，应在罐周的 2 个（或 4 个）对称点设置接收排出锈渣或污垢的桶（或用塑料铺底的坑）等。

**B.4.2.3** 排除油气部分的不同之处：

- 采取通风或引风时，应分别对浮盘底部空间和浮盘顶部空间进行二次通风或引风。
- 不宜采用自然通风的方式。
- 蒸汽驱除油气时，应分别对浮盘上、下两个空间进行。而且，当某些部件为橡胶纤维等不耐热的材质时，不能使用蒸汽时间过长，且温度不许高于 80℃。
- 拆开密封胶圈时，宜用手提鼓风机对环形空间进行吹扫。

**B.4.2.4** 浮盘底部空间可以采用充水驱除油气，浮盘顶部不采用充水驱除油气。

**B.4.2.5** 浮盘底部的油泥可自底部人孔清出，但上部空间罐壁的锈渣、污垢等，应从罐周的 2 个或 4 个点排出油污。

**B.4.2.6** 浮盘上部罐壁的除锈作业，可在浮顶罐底充水漂浮后人工进行。

**B.4.2.7** 浮顶罐内的油气浓度低于爆炸下限的 25% 以后，可拆除密封带，将其移出罐外后，进行该环形空间的除锈作业。

**B.4.2.8** 浮顶罐内需动火时，还应注意下述部位中是否残留油或油蒸气：

- 内浮顶的空心支撑柱、量油管。
- 管底加热蒸汽盘管。
- 托架或管线弯头处。
- 浮盘的浮筒空间内。
- 浮盘周边密封的环形空间内。
- 油罐底板的下面。

**B.4.2.9** 对于难以发现的构件等部位，可以钻孔检查，并通过钻孔处进行空气（或蒸汽）吹扫排油气。油罐复原前钻孔处攻螺纹以丝堵拧紧即可。

#### B.4.3 三苯油罐的清洗作业

**B.4.3.1** 在罐底油被转空之后，打开人孔和罐顶透光孔，使用高压水冲洗，应防止将人打伤。

**B.4.3.2** 打水完后必须自然通风 36h 以上，可以考虑采用强制通风措施缩短通风时间。

**B.4.3.3** 检测可燃气体、有机蒸气和氧气浓度含量达标后，清罐人员佩戴长管呼吸器或全包式防毒面具，使用合适的滤毒罐进罐作业。

#### B.4.4 丙类油罐的清洗作业

**B.4.4.1** 丙类石油产品（如重柴油、重质燃料油、催化原料、减压侧线、润滑油等），常温条件下不能形成可燃蒸气混合物或引起对人呼吸的任何危害。故在罐排空后，应将罐壁人孔和罐顶透光孔全部打开，形成“烟囱”效应自然通风置换空气，应置换 12h ~ 24h，以降低油温，并让罐内空气流通（要求全部换气 2 次 ~ 3 次之后）以保证罐内不缺氧，方可进行作业。

**B.4.4.2** 清罐作业过程，人员根据有毒有害气体的实际情况佩戴三号或四号简易防毒面具；其他作业

过程可参照第5章规定简化执行。对于丙B类油品储罐，一般宜进行大量的自然通风，进罐作业人员除佩戴口罩和穿戴防护工作服外，可不佩戴呼吸器具。

**B.4.4.3 人员防护及工具：**穿戴防护工作服、橡胶靴和手套，用刮板除污。当黏度太大时，可加进一些柴油稀释，最后用锯末擦净罐底。

附录 C  
(规范性附录)  
油罐罐底沉降的评定

### C.1 评定的目的

**C.1.1** 油罐底部沉降评定的目的，在于分析已经发生或最终发生的沉降是否符合油罐正常运行的可靠性最低要求，以便确定在用油罐及其基础是否需要修理。

**C.1.2** 油罐正常运行的可靠性要求，包括油罐的强度安全性、各种使用功能（浮顶的上下浮动和油品出罐入罐等）的可靠性、与相关管线连接的可靠性及油罐的防腐要求等；其最低要求的限值，以沉降限值表示，具体限值见 C.4。

### C.2 油罐底部沉降的分类及各类沉降对罐体的影响

**C.2.1** 油罐底部沉降包括罐壁底端的沉降和底板沉降。罐壁底端的沉降可分解为平面沉降（整体均匀下沉和整体均匀倾斜）与非平面沉降（罐壁底端局部沉陷或不均匀沉降）；底板沉降可分解为整体均匀凹陷和局部凹陷沉降。

**C.2.2** 罐壁底端的整体均匀下沉，是指油罐作为一刚性整体向地下平移了一段距离；该种沉降不会引起罐体结构的内力变化；但这种沉降过大时，对进出油管线及其与罐体连接部位的可靠性会产生影响；且整体下沉会使罐体更接近场地地面或地下水位，故而这种沉降过大时对罐体防腐非常不利。

**C.2.3** 罐壁底端的整体均匀倾斜，是指罐壁底端平面产生了整体均匀下沉后，又绕壁底沉降量最小点的切线，刚性地向下转动了一个角度。这种沉降对罐体有以下四种影响：

- a) 改变了罐体的空间中心轴对称受力状态，使罐体沉降较大侧液位升高，从而增大了罐壁的环向应力。
- b) 罐壁均匀倾斜沉降，会使罐壁水平横截面由圆形变为椭圆形；若倾斜过量，可能会使圆形筒壁半径改变，超过环向密封装置允许的伸缩量，从而引起浮顶卡阻或升降困难。
- c) 过量倾斜，可能会使进出油管线及其与罐体连接部位的可靠性受到影响。
- d) 过量倾斜对罐体防腐也是不利的。

**C.2.4** 罐壁底端的局部沉陷或不均匀沉降，是指除上述平面沉降外，壁底平面上的某些点又产生的竖向沉降；它可能在壁底局部几处发生，也可能在壁底多处发生。这种沉降对罐体有以下三种影响：

- a) 局部沉降或不均匀沉降，会使壁板与底板连接部位底角焊缝的高应力状态激化和复杂化。
- b) 局部沉降或不均匀沉降，将导致罐壁圆柱度改变，过量时会产生浮顶卡阻或升降困难，使罐体受力复杂化，甚至发生破坏。
- c) 局部沉降过量，有时也会影响进出油管线及其与罐体连接部位的可靠性。

**C.2.5** 罐底板的整体均匀凹陷，是指由于地中应力分布的布辛涅斯克效应，产生的底板中心与边缘的差异沉降。由于在设计时对这种沉降已进行了充分考虑，且采取了处理措施（如进行地基加固和通过增加基顶坡度来消除这种差异沉降等），故不常发生；若一旦发生，对罐体可能产生下述影响：

- a) 罐底产生死油区，罐体有效容量减小。
- b) 罐底沉淀的污水及污物难以排除，从而会加速罐底板的腐蚀进程。
- c) 使罐底板及其焊缝产生附加应力，受力状态复杂化。

**C.2.6** 罐底板的局部凹陷（或凸起），常因基础垫层铺筑不均匀或地基的局部沉陷引起。罐底板的局部凹陷（或凸起），使底板及其焊缝的受力状态复杂化，超量的局部凹陷（或凸起）可能引起底板破裂漏油。

### C.3 罐壁底端的实测沉降曲线的绘制与分解

**C.3.1** 对于一个具体油罐，须对其壁底的实测沉降曲线进行分解，以得到上述所谓的平面沉降（整体均匀下沉和整体均匀倾斜）与非平面沉降（罐壁底端局部沉陷或不均匀沉降）的各类沉降分量值。

**C.3.2** 对于一个具体油罐，其壁底沉降量的实测方法如下：

- 在罐壁底端沿环向以不大于10m的间距均匀布置沉降观测点，且每罐不少于8个测点。
  - 从罐体安装结束，充水试压开始之时刻开始，按照既定的计划定期进行观测，直至油罐基础地基沉降趋于稳定为止（黏性土地基，一般在油罐投产后数年沉降才趋稳定；砂土地基，一般在试水结束后，沉降即已基本稳定），选取最后一次实测的总沉降量作为最终沉降量，以便据之分解得到各类沉降分量的具体数值。
- C.3.3** 对于罐壁端的一组实测最终沉降值，其沉降曲线（如图C.1所示）的绘制和各沉降分量的分解方法如下：
- 将罐壁底端的各个沉降观测点，沿罐壁环向展开作为横坐标（向右为正）；将沉降量作为纵坐标（向上为正，即向上时沉降值增加）；且将1号测点作为坐标原点（1, 0）。
  - 依点号及实测得到的各观测点的最终沉降量，按比例在坐标系中描点；将各点连接成一个连续的曲线或折线即为所示的实测最终沉降曲线。
  - 实测最终沉降曲线中的最低点的沉降量（此为最小沉降量）即为整体均匀下沉量。
  - 通过实测最终沉降曲线中的最低点（最小沉降点），做直线平行于横坐标轴作为“校准沉降的基准线”。
  - 在已建立的坐标系中，以各测点的实测最终沉降量为数据，绘制与实测沉降曲线贴合的最佳余弦曲线（手绘或应用计算机绘制）。
  - 各测点在最佳余弦曲线上对应的沉降量，即为各测点在壁底产生整体均匀倾斜时的沉降量。
  - 实测最终沉降曲线与最佳余弦曲线之间的垂直距离，即为壁底各点对应的非平面沉降（局部凹陷或不均匀沉降）量。

### C.4 沉降限值

#### C.4.1 罐壁的整体均匀下沉量限值

**C.4.1.1** 罐壁的整体均匀下沉量不应大于进出油管线或柔性接头的允许下沉量。

**C.4.1.2** 罐壁的整体均匀下沉量，不应超出罐壁处基顶标高与场地标高之差0.3m以上。

#### C.4.2 罐壁的整体均匀倾斜量限值

罐壁的整体均匀倾斜量限值依罐体形式及容量的不同，按表1取用。

#### C.4.3 罐壁的局部沉陷或不均匀沉降限值

罐壁的局部沉陷或不均匀沉降量( $U_i$ )应满足公式(C.1)的要求。

$$S_i \leq 11L^2 \cdot Y / (2E \cdot H) \quad \dots \dots \dots \quad (C.1)$$

$$S_i = U_i - (U_{i-1} + U_{i+1}) / 2$$

式中：

$S_i$ ——罐壁测点  $i$  的相对竖向变形量，单位为米（m）；

$U_i$ ——罐壁测点  $i$  局部沉陷量，单位为米（m）；

$U_{i-1}$ ——罐壁测点  $i-1$  的局部沉陷量，单位为米（m）；

$U_{i+1}$ ——罐壁测点  $i+1$  的局部沉陷量，单位为米（m）；

$i$ ——测点号；

$L$ ——测点之间弧长，单位为米（m）；

$Y$ ——钢材的屈服强度，单位为千帕（kPa）；

$E$ ——钢材的弹性模量，单位为千帕（kPa）；

$H$ ——油罐高度，单位为米（m）。

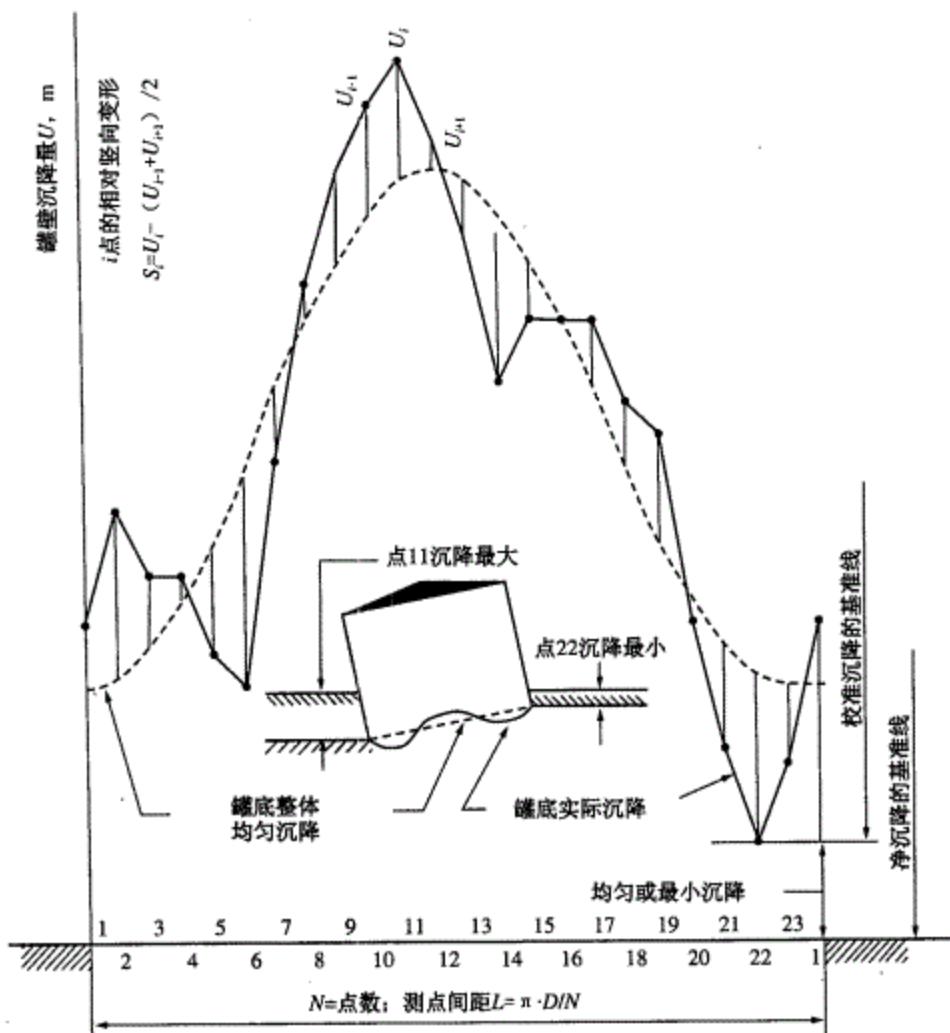


图 C.1 沉降曲线的绘制和解例

#### C.4.4 罐底板的整体均匀凹陷量限值

罐底板的整体均匀凹陷量（底板中心与边缘沉降差），不应大于锥形基顶的设计矢高与罐排污所需的底板中心的最小矢高之差。

#### C.4.5 罐底板的局部凹陷（或凸起）量限值

罐底板的局部凹陷（或凸起）量应满足公式（C.2）的要求。

$$B \leq 0.03R \quad \dots\dots\dots \text{ (C.2)}$$

式中：

$B$ ——罐底板的局部凹陷（或凸起）的最大值，单位为米（m）；

$R$ ——罐底板局部凹陷（或凸起）区域的内切圆半径，单位为米（m）。

附录 D  
(资料性附录)  
油罐检验内容

**D.1 基础**

- D.1.1** 测量基础水平度和罐底标高见附录 C。
- D.1.2** 检查基础沉降情况。
- D.1.3** 检查基础上有无油污、水污来判断油罐是否渗漏。
- D.1.4** 检查与基础相接触的罐底边缘板下的基础状况。
- D.1.5** 检查基础及周围排水情况。
- D.1.6** 检查罐底与基础之间的防水裙等密封情况。

**D.2 罐体防腐层的检查**

- D.2.1** 罐体防腐油漆破损、锈斑和腐蚀目视检查。
- D.2.2** 对罐体防腐层进行针孔检漏和测厚。
- D.2.3** 对防腐层损坏情况进行标记并作记录。

**D.3 罐体腐蚀情况的检查**

**D.3.1 罐壁板**

- D.3.1.1** 对油罐罐壁板进行厚度检测。
- D.3.1.2** 对油罐罐壁板的腐蚀点面积检测。

**D.3.2 罐底板**

- D.3.2.1** 检测边缘板内外两部分的厚度。
- D.3.2.2** 检测中幅板的厚度。

**D.3.3 固定顶的罐顶板**

检测拱顶板的厚度，确定腐蚀点的面积。

**D.3.4 浮顶罐顶板**

- D.3.4.1** 检测每块单盘板的厚度，确定腐蚀面积。
- D.3.4.2** 检测每个浮舱的底板、顶板和边缘板厚度，并确定腐蚀面积。

**D.3.5 内浮顶罐顶板**

- D.3.5.1** 检测拱顶板的厚度，确定腐蚀点的面积。
- D.3.5.2** 检测每个浮筒和蒙皮金属板厚度，并确定腐蚀面积。

#### D.7 油罐的外保温层检查

测量油罐外保温层及防水层破损面积，标明其位置，检查保温材质和厚度。

### 参 考 文 献

- [1] GB 7691 涂装作业安全规程 安全管理通则
  - [2] GB 8958 缺氧危险作业安全规程
  - [3] GB 15599 石油与石油设施雷电安全规范
  - [4] SY/T 0329 大型油罐基础检测方法
  - [5] SY/T 4109 石油天然气钢质管道无损检测
  - [6] SY/T 5737 原油管道输送安全规程
  - [7] SY/T 6555 易燃或可燃液体移动罐的清洗
  - [8] AQ 3027 化学品生产单位盲板抽堵作业安全规范
-