

## 塔类设备维护检修规程

### 1 总则

1.1 本规程适用于化工厂操作压力低于 5MPa，操作温度在 200℃ 以下的钢制泡罩塔、浮阀塔、筛板塔、填料塔的维护和检修。

本规程不适用于氨合成塔，尿素合成塔，二氧化碳气提塔及空分装置的精馏塔等。

1.2 塔设备是化工生产中实现气相和液相或液相和液相间传质的最重要设备之一。在塔设备中常见的完成单元过程有：精馏、吸收、解吸、萃取等。

1.3 塔设备主要结构由塔体、塔支座、除沫器、冷凝器、塔体附体（接管、手孔和人孔、吊耳及平台）及塔内件（如喷淋装置、塔板装置、填料、支承装置等气液接触元件）等部件组成。

### 2 完好标准

#### 2.1 零、部件

2.1.1 塔的零、部件如塔顶分离装置、喷淋装置、溢流装置塔釜、塔节、塔板符合设计图样要求。

2.1.2 塔上各类仪表、温度计、液面计、压力表灵敏、准确、各种阀门包括安全阀、逆止阀启闭灵活，紧急放空设施齐全、畅通。

2.1.3 塔体基础无不均匀下沉，机座稳固可靠，各部连接螺栓紧固齐整，符合技术要求。塔体保温、防冻设施有效。

2.1.4 塔上梯子、平台栏杆等安全设施完整牢固。

#### 2.2 运行性能

2.2.1 整体无异常振动、松动、晃动等现象。

2.2.2 压力、温度、液面、流量平稳，波动在允许范围内。

2.2.3 备进出口、放空口及管路无堵塞现象。塔内物件，衬里无裂纹，鼓泡和脱落现象。塔壁和物件的腐蚀，冲蚀情况应在允许范围内。

2.2.4 生产能力达到铭牌出力或查定能力。

#### 2.3 技术资料

2.3.1 应具有设备履历卡片、检修记录、运行、缺陷记录。

2.3.2 设备图纸完整。

2.3.3 有操作规程、设备维护检修规程。

2.3.4 属压力容器应具有压力容器要求的档案资料。

#### 2.4 设备及环境

2.4.1 设备表面清洁，无锈蚀、油漆无剥落。

2.4.2 基础及周围环境清洁，无杂物，无积水。

2.4.3 设备及连接管线密封良好，无跑、冒、滴、漏。

### 3 设备维护保养

#### 3.1 日常维护

3.1.1 应按包机制所要求的内容进行维护保养。

3.1.2 操作人员严格按操作规程进行启动、运行及停车，严禁超温、超压、并做到：

a. 坚持定时定点进行巡回检查，重点检查：温度、压力、流量、仪表灵敏、设备及附属管线密封。整体震动情况；

b. 发现异常情况，应立即查明原因，及时上报，并由有关单位组织处理，当班能消除的缺陷及时消除；

c. 经常保持设备清洁，清扫周围环境，及时消除跑、冒、滴、漏；

d. 认真填写运行记录。

## 3.1.3 维修工人每天上岗巡回检查一次，检查维护重点：

- a. 各零部件是否完整，温度计、压力表、流量计等是否正确灵敏；
- b. 整塔振动情况；
- c. 及时消除跑、冒、滴、漏和设备缺陷；
- d. 做好检查记录，对暂不能消除的缺陷，应提出报告。

## 3.2 定期检查内容

3.2.1 按生产工艺及介质不同对塔进行定期清洗，如采用化学清洗方法。但需做好中和、清洗工作。

3.2.2 每季对塔外部进行一次表面检查，检查内容：

- a. 焊缝有无裂纹、渗漏、特别应注意转角，人孔及接管焊缝；
- b. 各紧固件是否齐全有无松动。安全栏杆、平台是否牢固；
- c. 基础有无下沉倾斜、开裂。基础螺栓腐蚀情况；
- d. 防腐层、保温层是否完好。

## 3.3 常见故障及处理方法

常见故障及处理方法见表 1。

表 1

现象	原因	处理方法	现象	原因	处理方法
传质效率太低	1. 气液两相接触不均匀 2. 塔盘、泡罩、浮阀、网板及填料堵塞 3. 喷淋液管及进液管堵塞	1. 调解气相、液相流量 2. 清洗塔盘及填料 3. 清理进液管及喷淋管	流量、压力突然变大或变小	1. 塔盘上泡罩浮阀脱落或损坏 2. 进出管结垢堵塞	1. 更换或增补浮阀泡罩 2. 清理进出液管
塔内压力降增大	1. 塔盘、泡罩、浮阀、网板及填料堵塞 2. 液体流量大液位增高阻止气流 3. 气体流速及压力小 4. 塔节设备零部件垫片渗漏	1. 清洗塔盘及填料 2. 调解液相流量 3. 调解增加流速和压力 4. 更换垫片	工作表面结垢	1. 介质中含机械杂质 2. 介质中有结晶物和沉淀物 3. 有设备腐蚀产物	1. 增加过滤设备 2. 清理或清洗 3. 清除后重新防腐
			连接部位密封失效	1. 法兰螺栓松动 2. 密封垫腐蚀或老化 3. 法兰表面腐蚀 4. 操作压力过大	1. 紧固螺栓 2. 更换垫片 3. 处理法兰腐蚀面 4. 调整压力

## 3.4 紧急情况停车

当发生下列情况之一时应紧急停车，并立即报告上级有关部门：

- a. 操作压力、介质温度或壁温超过许用值，采取措施后仍不能得到有效控制时；
- b. 设备及连接管线，视镜等密封失效，难以保证安全运行，或严重影响人身健康和污染环境时；
- c. 设备发生严重振动、晃动危及安全运行；
- d. 当两相介质，有一相堵塞或结冰，经处理无效时；
- e. 其它意外情况。

## 4 检修周期和检修内容

## 4.1 检修周期

检修周期见表 2。

表 2

检修类别	中 修		大修	
	一般介质	易聚或易腐蚀介 质	一般介质	易聚或易腐 蚀介质
检修周期、月	12	6	48	24

注：检修周期可根据塔运行情况、塔壁厚及塔内零件损坏情况酌情提前或推迟，但须记录在案以作查证。

## 4.2 检修内容

### 4.2.1 中修

4.2.1.1 检查、清理或更换部分塔盘及支承结构。调整塔盘各部尺寸及水平度，更换密封填料。

4.2.1.2 检查、修理或更换泡罩、浮阀及调整各部尺寸。

4.2.1.3 测量塔体垂直度和弯曲度，测量壁厚。

4.2.1.4 检查、修理、校验各类仪表，检查校验安全阀。

4.2.1.5 清理、检查、修理塔顶分离器、冷凝器、喷淋装置。

4.2.1.6 塔体、栏栅、梯子及平台修理。

4.2.1.7 检查塔壁的腐蚀情况。检查修补防腐层、保温层。

4.2.1.8 做密封性试验。

4.2.1.9 检查修理附属管线和阀门。

### 4.2.2 大修

4.2.2.1 包括中修内容。

4.2.2.2 拆除全部塔盘、进行检查、修理或更换。

4.2.2.3 塔釜及塔支座修理更换、塔节局部更换。

4.2.2.4 塔顶分离器、冷凝器，喷淋装置修理或更换。

4.2.2.5 塔体进行修理、检查、测量壁厚、调整垂直度。

4.2.2.6 检查塔基础下沉和裂纹情况，修理塔基础，修理或更换梯子、栏杆和操作平台。

4.2.2.7 气密试验或按规定作水压试验。

4.2.2.8 塔体内外除锈、防腐、保温。

## 5 检修方法及质量标准

### 5.1 检修方法

#### 5.1.1 拆除方法

拆除塔设备方法有整塔拆除和分节拆除二种，吊下后再进行解体，拆开塔内件时对塔盘零部件还应编注序号，以便安装。

#### 5.1.2 检修方法

5.1.2.1 对拆开的塔节、塔部件、塔内件，应逐件检查，对于不符合要求的给予修理或更换。

5.1.2.2 对于塔节、塔盘等零部件结垢较严重，手工铲除较困难的，可采用喷砂或化学清洗方法清理；对于腐蚀较严重的可采用静电喷涂、热喷涂等方法涂敷各种耐腐蚀涂料层，以延长使用寿命。

5.1.2.3 各种内件安装前应清除表面油污、铁锈、泥砂及毛刺等杂物。

5.1.2.4 塔盘安装前应进行预组装，在塔外按图把塔盘零件组装一层，调整并检查塔盘是否符合要求。

5.1.2.5 塔板的组装可采用卧装和立装。对整块式塔板的安装原则上采用立装。塔板组装前要检查塔体不圆度以及定距管、拉杆、螺栓、填料压板、压圈填料等的规格是否符合要求。

### 5.1.3 塔设备组装方法

5.1.3.1 塔设备的安装可分节组装和整体吊装。分节组装又分顺装法（即从下向上逐节进行装配，并找水平）和倒装法（即从上向下逐节进行装配，最后找水平）。

5.1.3.2 塔节水平度可使用水平仪和盛清水测试。采用盛水法测试时，水位应随分节组装逐步上升。

5.1.3.3 塔体垂直度可用铅垂线法和经纬仪法测量。

### 5.2 塔盘的质量标准

5.2.1 塔盘制作应符合设计图样要求。同时还应符合 JB1205 塔盘技术条件。

5.2.2 制成的零、部件内外边缘不应有影响使用、装配、安装、检修的毛刺。

5.2.3 塔盘板局部平而度在 300mm 长度内为 2mm，塔盘板在整个板而内的平面度按表 3 的规定。

5.2.4 塔盘板长度偏差不得超过-4mm，宽度偏差不得超过-2mm。

5.2.5 筛板塔塔盘板筛孔孔径与孔距允许偏差见表 4。允许孔径有少量超差的百分数及其允许偏差见表 5。

表 3 mm

塔盘板长度	平面度	
	筛板、浮阀、圆泡帽	舌形
<1000	2.0	3.0
1000~1500	2.5	3.5
>1500	3.0	4.0

表 4 mm

尺寸		孔径允许偏差	孔距允许偏差
孔径	孔距		
2~4	3~10	±0.2	±0.6
5~10	7~20	+0.2	±1.0
12~18	10~45	-0.4 +0.4 -0.6	±1.6

表 5 mm

尺寸		超差百分数%	孔距允许偏差
孔径	孔距		
2~4	3~10	10	±1.2
5~10	7~20	5	±2.0
12~18	16~45	3	±3.2

5.2.6 舌形塔塔盘板相邻固定舌片中心距的允许偏差按表 4 的规定。任意固定舌片中心距的允许偏差不得

超过+6mm，固定舌片及舌孔尺寸允许偏差按表 5 规定。

5.2.7 浮阀塔塔盘板孔径应为  $\phi 39^{+0.5}_{-0.1}$ mm，相邻孔距的允许偏差不得超过+2.5mm。任意孔距的允许偏差不得超过±6mm。

5.2.8 泡罩塔塔盘板相邻升气管孔的孔径允许偏差不得超过±2.5mm，其任意孔距的允许偏差不得超过±6mm。

### 5.3 泡罩检修质量标准

5.3.1 圆泡罩制造应符合 JB1212 标准，其结构见图 1。主要尺寸见表 6。

5.3.2 泡罩底隙取决于材料的清洁程度，通常取值见表 7。

5.3.3 圆泡罩安装时，应调节泡罩高度，使同一层塔盘所有泡罩齿根到塔盘板上表面的高度符合图样要求，其允许偏差不得超过+1.5mm。

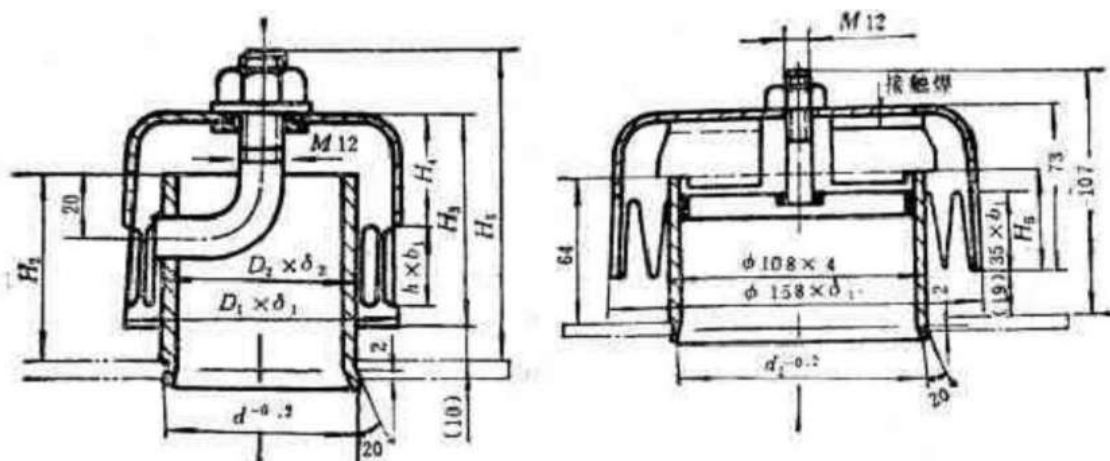


图 1

表 6 mm

公称直径 $D_R$	80	100	150	齿缝宽度 $b_1$	4	5	$R_4/13.5$
泡罩尺寸 $D_1 \times \delta_1$	80×	100×	158×	齿缝数	30	32	28
	2(1.5)	3 (1.5)	3 (1.5)	升气管尺寸	57×	70×	108×4
泡罩高度 $H_3$	65	75	73	$D_2 \times \delta_2$	3.5 (2.75)	4(3)	
缝顶至泡罩顶的 高度 $H_4$	40 / 35 / 30	45 / 42 / 38	—	升气管高度 $H_2$	57	62	64
齿缝高度 $h$	20 / 25 / 30	25 / 28 / 32	35	泡罩总高度 $H_1$	95	105	107

注：括号内为采用不锈钢材料的数据符合图样要求，其允许偏差不得超过±1.5mm。

5.3.4 泡罩安装后，泡罩与升气管的同轴度不超过 3mm。

5.3.5 条形泡罩。S 型泡罩齿根到塔盘平面允许偏差±1mm 质量要求详细见 HGJ211 “化工塔类设备施工及验收规范”中附件要求。

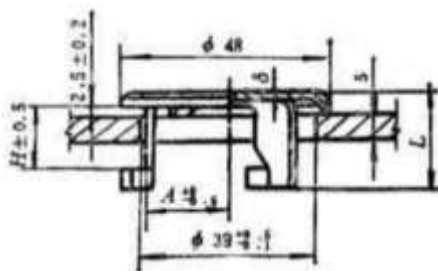
5.3.6 其它类型泡罩参照本规程执行。

5.4 浮阀检修质量标准

5.4.1 浮阀质量应符合 JB1118 - F1 型的规定。其结构见图 2。尺寸参数见表 8。

表 7 mm

料液	底隙
清液（挥发油）、酒精等	0.005—0.010
一般液（原油等）	0.010—0.019
脏液（有沉淀物）	0.035



5.4.2 安装时应检查浮阀的重量，并测量浮阀的高度、平而度、表面伤痕毛刺等情况。

5.4.3 浮阀安装后应检查浮阀腿在塔板孔内的挂连情况。浮阀腿煨弯长度及角度应符合设计要求。托浮阀时应能上下活动，开度一致，没有卡涩现象。

5.4.4 其他型号的浮阀安装，可参照本规程进行。

表 8 浮阀的基本参数

mm

标 记	基本参数		塔盘板厚 s	H	L	材 质
	浮阀厚度 δ	阀片重量 g				
F1Q—4A	1.5	24.6	4	12.5	16.5	1Cr13
F1Z—4A	2.0	32.7				
F1Q—3A	1.5	24.3	3	11.5	15.5	1Cr13
F1Z—3A	2.0	32.4				
F1Q—3B	1.5	24.8	3	11.5	15.5	1Cr18Ni9Ti
F1Z—3B	2.0	33.0				
F1Q—3C	1.5	25.0	3	11.5	11.5	1Cr17Ni13MoTi
F1Z—3C	2.0	33.2				
F1Q—2B	1.5	24.6	2	10.5	14.5	1Cr18Ni9Ti
F1Z—2B	2.0	32.7				
F1Q—2C	1.5	24.7	2	10.5	14.5	1Cr17Ni13Mo2Ti
F1Z—2C	2.0	32.9				

## 5.5 板式塔塔节内件检修质量标准

5.5.1 塔内支承圈上表面和塔盘面水平度应符合表 9 规定。

5.5.2 相邻两层支承圈的间距偏差为±3mm，任意 20 层支承圈间距偏差不得超过±10mm。

5.5.3 受液盘、降液板与塔体装配后，降液板底端与受液盘上表面的垂直距离 K 的偏差，降液板与受液盘立边的水平距离 D 的允差按图 3 的规定。

5.5.4 塔盘构件其他位置的偏差按图 4 的规定。

5.5.5 溢流堰顶水平度和堰高偏差应符合表 10 规定。

## 5.6 填料塔内件检修质量标准

5.6.1 填料支承结构安装应平稳、牢固，安装水平度（指规整填料）不得超过塔径的千分之二，且不大于 4mm。

表 9

mm

塔体公称内直径	支承圈水平度	塔盘面水平度
Dg<1600	3	4
1600<Dg<4000	5	6
4000<Dg<6000	6	9
6000<Dg<8000	8	12
8000<Dg<10000	10	15

5.6.2 喷淋装置、液体再分布装置安装允许偏差应符合表 11 的规定。

5.6.3 溢流槽支管开口下缘（齿底）应在同一水平面上，允许偏差为 2mm。

5.6.4 填料装填时，填料应干净，不含泥沙、油污污物，破碎变形者必须拣出。

5.6.5 颗粒填料在规则排列部分应靠壁逐圈整齐正确排列，排列位置允许偏差为其外径的四分之一。

5.6.6 乱堆颗粒填料也应从塔壁开始向塔中心均匀填平，装填时，一般高塔采用湿法（塔内装满水。填料从塔顶倒入）低塔采用干法堆放。

## 5.7 塔体检修质量标准

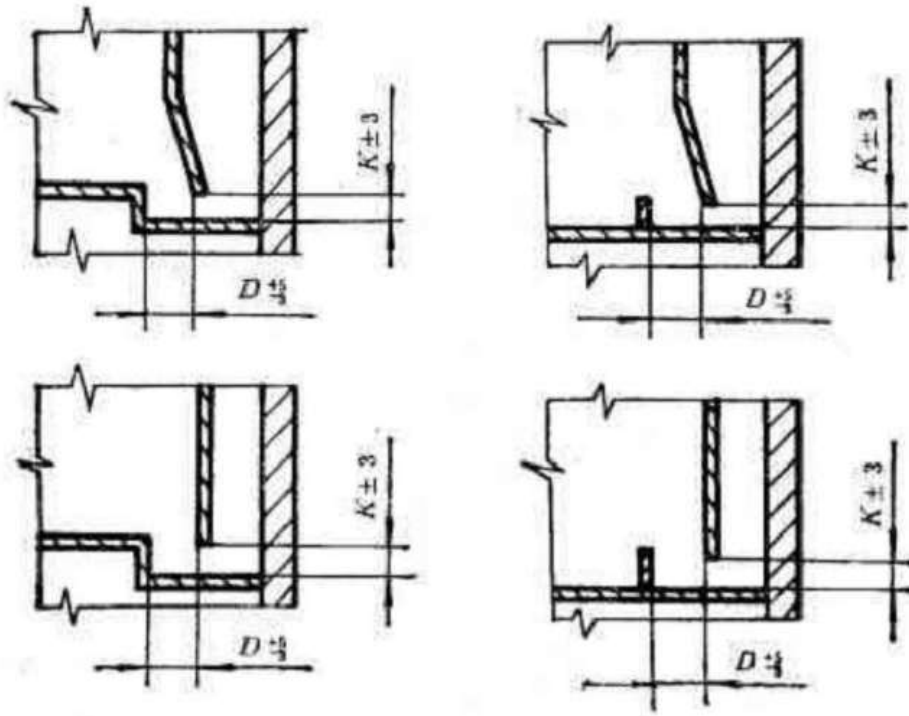


图 3

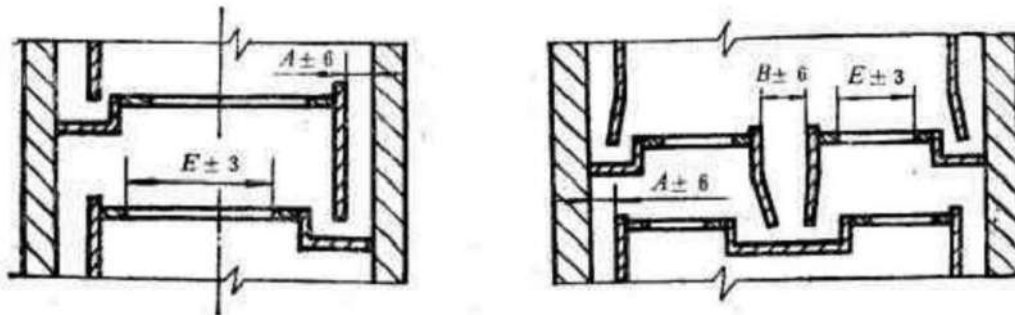


图 4

A—塔内壁至降液板距离；E—两支承板间距；B—中间降液板间距。

表 10 mm

塔盘直径 D	1500	1500~2500	2500
堰顶端水平允许偏差	3.0	4.5	6.0
塔盘直径 D	≤3000		>3000
堰高允许偏差	±1.5		±3.0

表 11

部件名称	水平度	中心线	安装高度
分布管	3 (D<1500)	φ 3	3
分布盘	4 (D>1500)		
莲蓬喷头	安装轴线偏斜最大不超过 1	φ 3	3
溢流盘、溢流槽	D / 1000 且 不大于 4	φ 5	10
宝塔喷头	轴线偏斜最大不超过 1	φ 3	3

5.7.1 塔体圆度允许偏差见表 12。

5.7.2 塔体垂直度及直线度不超过塔高的千分之一，最大不超过 30mm，波纹网塔不超过 20mm。

5.7.3 塔体防腐层修后不得有鼓泡、脱层和裂纹，发现损坏要进行修补。

表 12

mm

塔体直径	500—1000	≥1000—2000	≥2000—4000	≥4000
圆度允差	±2.5	±5.0	±7.5	±10

5.7.4 保温材料及保温厚度应符合要求。

5.7.5 紧固螺栓应对称均匀。紧固后螺栓外露长度以两个螺距为宜。对下列情况螺栓、螺母应涂以二硫化铝、石墨机油或石墨粉：

- a. 不锈钢、合金钢螺栓与螺母；
- b. 设计温度高于 100℃或低于 0℃的法兰及接管法兰上的螺栓、螺母；
- c. 露天装置，有大气腐蚀、介质腐蚀的法兰及接管法兰上的螺栓、螺母。

5.7.6 属压力容器的塔类设备检修时，塔体修理如开孔、焊补、换筒节等，应按压力容器的有关规定，制定具体施工方案和施焊工艺。并经厂技术负责人审批。

## 6 试车与验收

### 6.1 试车前准备

6.1.1 检查零、部件附件是否安装齐全，各部螺栓是否紧固。

6.1.2 检查、鉴定检修质量是否合格，检修记录是否齐全正确。

6.1.3 拆除盲板、封闭人孔，连接各进出口管道、阀门。

6.1.4 拆除机具、清理现场。

### 6.2 试车

6.2.1 板式塔应作单塔鼓泡试验。填料塔作喷淋装置和再分布器的喷淋试验，鼓泡及喷淋均匀后并入生产系统试车。

6.2.2 泡罩塔盘安装后如需进行充水试验和鼓泡试验时应符合下列规定：

a. 堵盘充水试验时应将泪孔堵死，充水后 10 分钟内水面下降不超过 5mm 为合格，合格后应将泪孔穿通；

b. 鼓泡试验前，应将水不断注入受液盘内，在塔盘下部通入空气，风压应在 100mm 水柱以下，风量不宜过大，要求所有齿缝都均匀鼓泡且泡罩不得有震动现象。

6.2.3 浮阀塔作试验时，从视镜中观察浮阀有否卡住现象。

6.2.4 填料塔液体分布装置作喷淋试验时。塔截面喷淋应均匀。喷淋孔不得堵塞。

6.2.5 塔设备、进出口管道。各类仪表安装后应进行气密性试验。试验压力为设计压力。至少保持 30 分钟。检查各连接部位及焊缝有无渗漏。



6.2.6 按工艺生产要求对塔进行清洗置换后开塔运行。

### 6.3 验收

6.3.1 投入运行 24 小时，如各项控制指标符合要求，无异常现象。各类仪表灵敏准确，无跑、冒、滴、漏，即可办理交工验收手续。

6.3.2 验收时应将下列技术资料整理归档：

- a. 原始检修记录（包括耗用备件、材料、费用、工时、质量指标装配尺寸等）；
- b. 试车记录；
- c. 有关压力容器的检修检验资料。

## 7 维护检修安全注意事项

### 7.1 维护安全注意事项

7.1.1 易燃、易爆、腐蚀、有毒介质的塔，不允许带压紧固螺栓或更换垫片。

7.1.2 易燃易爆介质的塔严禁用铁器敲打除锈防腐。

### 7.2 检修安全注意事项

7.2.1 设备维护检修必须遵守化学工业部《化工企业安全管理制度》，并结合实际制订检修方案和安全措施。

7.2.2 设备交出检修前必须排除物料，切断物料来源，降温、清洗、蒸煮、吹扫、置换，并经分析合格后，

方可办理设备交出检修手续。

7.2.3 所有关闭的阀门、盲板必须挂上警告牌，如需动火必须办理动火手续。

7.2.4 进入容器内检修必须遵守入塔进罐的安全规定办理入罐手续。塔外必须有监护人员，塔内使用照明

电压不高于 24V 的防爆灯具。检验仪器和修理工具的电源电压超过 24V 时，必须采取防直接接触带电体

的保护措施。

7.2.5 塔内件检修时，一层塔盘的承载人数不得超过塔盘的承载能力，一般不宜超过表 13 的规定。

表 13

塔内径	1500—200	2000—250	2500—320	3200—400	4000—500	5000—630
	0	0	0	0	0	0
人数	2	3	4	5	6	7

7.2.6 塔内施工人员必须穿干净的胶底鞋，施工时应站在梁上面或木板上。

7.2.7 每层塔盘安装完毕后必须进行检查，不得将工具等物遗忘在塔内。

7.2.8 属于压力容器的塔设备修理还必须遵照 HGJ010001-91《化工压力容器维护检修规程》的有关规定。

### 7.3 试车安全注意事项

7.3.1 试车前必须全面检查各零部件是否齐全、完整。

7.3.2 试车应有专人指挥，专人操作，禁止无关人员进入试车现场。

7.3.3 试车中要缓慢升温升压和降温降压。

7.3.4 试车中遇有异常情况，应立即停止试车，处理后重新试车。