



# 中石化炼化工程（集团）股份有限公司标准

DEP-T-EQ1001-2015

---

## 静设备通用技术规定

General Specification for Static Equipments

2015-04-02 发布

2015-05-01 实施

中石化炼化工程（集团）股份有限公司 发布

## 目 次

前 言	2
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	5
4 设计基本要求	5
4.1 总则	6
4.2 设计压力	6
4.3 设计温度	6
4.4 设计使用年限和腐蚀裕量	7
4.5 确定设备设计条件的注意事项	7
4.6 常用设备的一般规定	7
5 材料	8
6 结构设计	9
7 保温及防腐	10
8 制造、检验和验收	11
9 涂漆和运输包装	11
9.1 除锈与涂漆	11
9.2 运输包装	11
9.3 标记	11
9.4 保护措施	11
10 安装、施工和验收	11
11 文件要求	12

## 前 言

本标准共分 11 章。

本技术规定主编单位：中国石化工程建设有限公司

本技术规定参编单位：中石化洛阳工程有限公司

中石化上海工程有限公司

中石化宁波工程有限公司

中石化南京工程有限公司

本技术规定主要起草人：逢金娥 李胜利 张迎凯

本技术规定于 2015 年首次发布。



## 1 范围

本规定规定了金属制静设备,包括容器、塔器、换热器、空冷器、球罐、储罐等的材料、设计、制造、检验、验收、运输包装和安装的一般要求。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本规定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规定。凡是不注日期引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本规定。

TSG R 0004 固定式压力容器安全技术监察规程

GB 150 (所有部分) 压力容器

GBT 151 热交换器

GB/T 9019 压力容器公称直径

GB/T 9222 水管锅炉受压元件强度计算

GB 12337 钢制球形储罐

GB/T 16508 锅壳锅炉

GB/T 17261 钢制球形储罐型式与基本参数

GB/T 17393 覆盖奥氏体不锈钢用绝热材料规范

GB/T 25198 钢制压力容器用封头

GB/T 28712 热交换器型式与参数

GB 50128 立式圆筒形钢制焊接储罐施工及验收规范

GB 50160 石油化工企业设计防火规范

GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工规范

GB 50273 锅炉安装工程施工及验收规范

GB 50341 立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范

GB 50461 石油化工静设备安装工程质量验收规范

GB 50645 石油化工绝热工程施工质量验收规范

GB 50474 隔热耐磨衬里技术规范

GB 50484 石油化工建设工程施工安全技术规范

GB 50761 石油化工钢制设备抗震技术规范

GB 50798 石油化工大型设备吊装工程规范

HG/T 20580 钢制化工容器设计基础规定

HG/T 20583 钢制化工容器结构设计规定

HG/T 20584 钢制化工容器制造技术要求

HG/T 20592~20635 钢制管法兰、垫片、紧固件

HG/T 21514-21535 钢制人孔和手孔

HG/T 21594-21604 不锈钢人孔和手孔

JB/T 1205-2001 塔盘技术条件

JB/T 4711 压力容器涂敷与运输包装

JB/T 4712.1 容器支座 第1部分: 鞍式支座

JB/T 4712.2 容器支座 第2部分: 腿式支座

JB/T 4712.3 容器支座 第3部分: 耳式支座

JB/T 4712.4 容器支座 第4部分: 支承式支座

JB/T 4730 承压设备无损检测

JB 4732 钢制压力容器分析设计标准 及第1号修改单

JB/T 4734 铝制焊接容器

JB/T 4736 补强圈

JB/T 4745 钛制焊接容器

JB/T 4751 螺旋板式换热器

JB/T 4755 铜制压力容器

JB/T 4756 镍及镍合金制压力容器

NB/T 47003.1 钢制焊接常压容器 (JB/T 4735)

NB/T 47003.2 固体料仓

NB/T 47004 板式热交换器

NB/T 47007 空冷式热交换器

NB/T 47014 承压设备焊接工艺评定

NB/T 47015 压力容器焊接规程

NB/T 47016 承压设备产品焊接试件的力学性能检验

NB/T 47018.1~47018.7 承压设备用焊接材料订货技术条件

NB/T 47020~47027 压力容器法兰、垫片、紧固件

NB/T 47041 塔式容器

NB/T 47042 卧式容器

SH/T 3010 石油化工设备和管道绝热工程设计规范

SH/T 3022 石油化工设备和管道涂料防腐蚀技术规范

SH 3043 石油化工设备管道钢结构表面色和标志规定

SH 3046 石油化工立式圆筒形钢制焊接储罐设计规范

SH/T 3068 石油化工企业钢储罐地基与基础设计规范

SH/T 3074 石油化工钢制压力容器

SH/T 3075 石油化工钢制压力容器材料选用规范

SH/T 3088 石油化工塔盘技术规范

SH/T 3096 高硫原油加工装置设备和管道设计选材导则

SH/T 3098 石油化工塔器设计规范

SH/T 3118 石油化工蒸汽喷射式抽空器设计规范

SH/T 3119 石油化工钢制套管换热器设计规范

SH/T 3120 石油化工喷射式混合器设计规范

SH/T 3158 石油化工管壳式余热锅炉

SH/T 3504 催化裂化装置反应再生系统设备施工及验收规范

SH/T 3515 大型设备吊装工程施工工艺标准

SH/T 3609 石油化工隔热耐热衬里施工技术规范

TSG R7001-2013 压力容器定期检验规则

ASME American Society of Mechanical Engineers Boiler & Pressure Vessel Code

TEMA Standards of the Tubular Exchanger Manufacturers Association

API American Petroleum Institute Standards

API RP941 Steel for Hydrogen Service at Elevated Temperatures and Pressures in Petroleum Refineries and Petrochemical Plants

### 3 术语和定义

设计压力、设计温度、许用应力、设计应力强度、壁厚附加量、焊接接头系数、试验压力等，分别按 GB 150、GB/T 151、NB/T 47041 NB/T 47042、JB 4732 等标准的规定，划类的压力容器还应符合《固定式压力容器安全技术监察规程》的规定。

### 4 设计基本要求

#### 4.1 总则

- 4.1.1 除另有规定外,所有文件中的计量单位均采用国际单位制。
- 4.1.2 采用分析设计方法设计替代常规设计方法设计容器时,应征得业主的同意。
- 4.1.3 工艺数据表提供安全阀定压时,设计压力应不低于安全阀定压。
- 4.1.4 确需在国外制造的设备,允许采用 ASME、TEMA 或 API 等国际标准进行选材、设计及制造,但应符合中国相关法律、法规的规定。
- 4.1.5 压力容器的制造商应符合国家质量监督检验检疫总局(以下简称“质监总局”)第 22 号令《锅炉压力容器制造监督管理办法》的规定。
- 4.1.6 除高压锻焊容器外,容器的壳体内径宜圆整,并符合 GB/T 9019 的规定。
- 4.1.7 当设计条件变化时利旧设备应进行核算;压力容器应按 TSG R7001-2013 进行检验,安全等级为 1 级~3 级时方可利旧。
- 4.1.8 设备的抗震设计应符合《中华人民共和国防震减灾法》和 GB 50761 的规定。

#### 4.2 设计压力

##### 4.2.1 设计压力的取值原则

当工艺条件未作规定时,容器的设计压力,一般根据最高工作压力按 SH 3074 中的有关规定选取。

##### 4.2.2 选取设计压力时还需考虑的问题

一般情况下,真空容器的设计压力按 SH 3074 中的规定选取。当操作(或使用)中可能会产生负压工况时,容器还需进行校核计算:

- a) 正常操作为负压或开/停工、再生需抽空的设备应进行负压校核,并且能承受在真空系统失灵的情况下设备所能达到的最高压力;
- b) 对于装有在常温下其饱和蒸汽压低于大气压的介质,有隔断的设备按负压校核;
- c) 压缩机吸入罐和其它可能被抽空设备应进行负压校核;
- d) 对于可能被阻断并被冷却的非满液设备应进行负压校核;
- e) 可能因环境温度下降导致负压的低压设备,或者因加热中断导致负压的塔及其附属设备应进行负压校核;
- f) 蒸汽罐或负压操作的换热器应按全真空考虑;
- g) 对于短时间内的蒸汽吹扫并设有敞口放空的设备,不必进行负压校核。

#### 4.3 设计温度

- 4.3.1 当工艺条件未做规定时,容器的设计温度一般按 SH 3074 中的有关规定选取。
- 4.3.2 容器内介质用蒸汽直接加热或被内置加热元件(如加热盘管、电热元件等)间接加热

时，设计温度取不低于正常工作过程中介质被加热后可能达到的最高温度。

4.3.3 容器的不同部位可取不同的设计温度。对于多腔容器，按各腔的情况分别确定设计温度。

4.3.4 除储罐外，无保温的储存容器器壁温度受大气环境气温条件影响的设备，其最低设计温度可按当地气象资料，按历年来“月平均最低气温”的最低值考虑。

4.3.5 下列情况可通过传热计算，得到元件的设计温度：

- a) 内壁有可靠的隔热层；
- b) 元件两侧与不同温度的介质直接接触，而且不会出现仅与单侧介质接触的工况。

4.3.6 应考虑某些介质由于减压自动制冷作用的影响（例如盛装液化石油气的容器等）。

4.4 设计使用年限和腐蚀裕量

4.4.1 除工艺数据表规定外，容器的设计使用年限可按 SH/T 3074 和 HG/T 20580 的规定选取。在设计使用年限内，当由腐蚀速率计算出的腐蚀裕量超过 6 mm 时，应选用更加耐蚀的材料（或复合材料）。覆层金属不应计入强度计算中。容器各元件或元件的不同部位有不同程度的腐蚀时，各元件或元件的不同部位可采用不同的腐蚀裕量。

4.4.2 容器的设计使用年限系指在预定的腐蚀裕量情况下，可能达到的服役期限。除特殊情况者外，容器的使用年限一般按以下规定考虑：

- a) 一般塔器、容器、换热器壳体及管箱，不少于 15 年；
- b) 重要的塔器、一般反应器、高压换热器壳体以及其他难于更换的元件或容器，不少于 20 年；
- c) 厚壁加氢反应器壳体，不少于 30 年；
- d) 球罐不少于 20 年；
- e) 5 万立方米及以上的大型储罐不少于 20 年；
- f) 高合金钢管束不少于 10 年；
- g) 碳钢及低合金钢管束不少于 3 年，且不低于一个操作周期；
- h) 塔内可拆卸内件不少于 4 年，且不低于一个操作周期。

4.5 确定设备设计条件的注意事项

4.5.1 设备的最高工作压力、最高（或最低）工作温度可能不在同一工况出现，因此不应把所有的苛刻工作条件组合在一起作为确定设计条件。

4.5.2 对于操作温度或操作压力有周期性变化的设备，应给出每一变化周期的时间、温度或压力变化的参数或曲线。

4.6 常用设备的一般规定



- 4.6.1 塔式容器按 SH/T 3098 和 NB/T 47041 的规定进行设计、制造与验收。
- 4.6.2 卧式容器按 NB/T 47042 的规定进行设计、制造与验收。
- 4.6.3 设计压力不大于 35MPa 的空冷器设计、制造与验收应符合 NB/T 47007 的规定。
- 4.6.4 喷射式抽空器按 SH/T 3118 的规定。
- 4.6.5 套管换热器按 SH/T 3119 的规定。
- 4.6.6 混合器按 SH/T 3120 的规定。
- 4.6.7 螺旋板换热器按 JB/T 4751 的规定。
- 4.6.8 板式换热器按 NB/T 47004 的规定。
- 4.6.9 常压容器应按 NB/T 47003.1 的规定。
- 4.6.10 固体料仓应按 NB/T 47003.2 的规定。
- 4.6.11 铝制焊接容器应按 JB/T 4734 的规定。
- 4.6.12 钛制焊接容器应按 JB/T 4745 的规定。
- 4.6.13 镍及镍合金制焊接容器应按 JB/T 4756 的规定。
- 4.6.14 铜制容器应按 JB/T 4755 的规定；
- 4.6.15 管壳式换热器按 GB/T 151 设计，浮头式、固定管板式、U 型管式、立式虹吸式、螺旋板式和空冷式热交换器的常用规格和基本参数，一般按 GB/T 28712 的规定；
- 4.6.16 球形储罐应按 GB 12337 进行设计制造，其规格参数一般按 GB/T 17261 的规定。

## 5 材料

- 5.1 承压设备所用材料一般按 GB 150、JB 4732、SH/T 3075 等标准的规定选取。
- 5.2 临氢压力容器的主体材料应根据操作温度(加 28℃的裕量)和氢分压按 API RP941 中的 Nelson 曲线选取。
- 5.3 国外引进的压力容器，其材料应符合国外相应标准的规定，并符合《固定式压力容器安全技术监察规程》的有关规定。
- 5.4 压力容器选材时，应尽量避免异种钢焊接。
- 5.5 压力容器受压元件采用国外材料时，应符合《固定式压力容器安全技术监察规程》的规定。
- 5.6 高硫原油加工装置主要设备的选材，应按照 SH/T 3096 和 SH/T 3129 进行，并考虑长期操作的需要。
- 5.7 压力容器的焊接材料除符合相应焊材标准外，尚应符合 NB/T 47018.1~47018.7 和 NB/T

47015 的规定。

5.8 法兰垫片不宜采用石棉或含石棉的制品。

## 6 结构设计

6.1 塔盘设计按 SH/T 3088 及 JB/T 1205 的要求进行。

6.2 压力容器的焊缝结构一般应按 HG/T 20583 选用，A、B 类对接接头应为全焊透型式。

6.3 疲劳容器和 Cr-Mo 钢、高强钢 ( $R_m > 540\text{MPa}$ ) 容器（换热器除外）上一般不焊接垫板。其它需进行焊后热处理的容器，受压壳体上如需焊接平台梯子、管线支架用垫板，应在热处理前焊接完毕，最终热处理后不得在壳体上施焊。

6.4 人、手孔一般按 HG/T 21514~21535 和 HG/T 21594~21604 标准选用，特殊要求除外。

6.5 容器支座按 JB/T 4712.1~4712.4 选用，特殊的可另行设计。

6.6 容器的封头一般按 GB/T 25198 选用。

6.7 当开口接管需要采用补强圈进行补强时，一般应按 JB/T 4736 选用。SH/T 3074 规定采用整体补强的容器以及疲劳容器应采用整体补强形式。

6.8 管法兰和垫片一般按 HG/T 20592~20635 标准选用，并符合装置的统一规定。管法兰用商品级紧固件的使用限制按 HG/T 20592~20635 标准的相应规定，法兰的螺栓孔应跨中装配。非标接管法兰应参照中国国家标准、行业标准或国际标准进行设计，如采用承包商或制造商自己的标准，应得到业主的批准，并提供详细制造图。

6.9 容器上的开口接管法兰如采用活套法兰，应得到业主的同意。

6.10 容器上外部承压平焊法兰不得与管件（如弯头、三通等）直接相焊。

6.11 符合下列条件之一者不得使用平焊法兰：

- a) 大于 PN4.0 的法兰；
- b) 设计温度高于  $400^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 腐蚀余量超过 3 mm；
- d) 铝合金材料。

6.12 容器法兰、垫片及其紧固件按 NB/T 47020~47027 选用。

6.13 加强柔性石墨垫（RFG）和波纹金属板包柔性石墨垫（CMGC）等特殊垫片，如采用制造商的企业标准应提交业主同意。

6.14 槽形金属包石墨垫（GMGC）如采用制造商的标准应提交业主同意。除另有规定外，所有 GMGC 垫片应带一个松式外定位环。

6.15 对于内填柔性石墨的缠绕垫(SW)，在下面情况或环境下应至少带内加强环：

- a) 垫片尺寸为 DN150 及更大者；
- b) 垫片使用温度高于 425℃；
- c) 法兰为 PN5.0 及以上压力等级；
- d) 容器内有聚合物的场合。

6.16 法兰上大于等于 M36 的螺柱与螺母的紧固应采用能控制预紧力的上紧工具。螺栓的长度应考虑使用上紧工具的需要。

6.17 立式设备的裙座（或支座）需按规定设置防火层。防火层的耐火极限应不小于 1.5 小时，且符合 GB 50160 的规定。

6.18 裙座支撑的塔式容器的地脚螺栓直径应不小于 M24，且螺栓孔应跨中均布。

6.19 催化裂化装置中设备内的隔热耐磨衬里应符合 GB 50474 和 SH/T 3609 的要求。

6.20 容器上的接管，除应能够承受设计温度下的设计压力外，还应考虑能够承受外部管道的力和力矩。

6.21 裙座支撑的立式设备底封头上的开口宜引出裙座外，开口接管在裙座内部不宜留有法兰接口。

6.22 低温容器、塔釜的设计温度大于 350℃时、合金钢容器的裙座壳上部至少应有 500mm 与容器底封头材质相同。与容器壳体直接相焊的垫板、连接板等材质应与壳体材质相匹配。

6.23 立式容器内侧在靠近人孔处宜按 SH/T 3098 的规定设置永久性爬梯和把手。内径大于 1400mm 的卧式容器顶部人孔下宜设置内部斜梯。

6.24 内有可拆卸内件的直立容器顶部应设置吊柱。

6.25 容器支撑部位应设置静电接地板。

## 7 保温及防腐

7.1 除特殊要求外，设备外壁的防腐涂料按 SH/T 3022 的要求选用。

7.2 埋地设备的外壁应采取防止土壤腐蚀的措施。

7.3 沿海地区设备保温的外保护层宜采用 0.8mm 的铝板，其它地区可采用 0.5mm 的镀锌薄钢板。

7.4 换热器防腐要求如下：

- a) 换热器防腐应优先考虑选用元件材料防腐的原则进行。
- b) 在装置中，与循环水侧接触的碳钢、低合金钢冷却器换热管不宜采取提高材质的方

法抵抗循环水的腐蚀。换热管表面可采用防腐涂料进行防腐。

## 8 制造、检验和验收

压力容器的制造、检验和验收应符合 GB 150《压力容器》和 TSG R 0004《固定式压力容器安全技术监察规程的规定》。

## 9 涂漆和运输包装

### 9.1 除锈与涂漆

压力容器表面除锈要求一般应符合 JB/T 4711 的规定，其它设备外表面除锈应不低于 Sa2.5 或 St3，涂漆表面色应符合 SH 3043 和项目的规定。

### 9.2 运输包装

压力容器的运输包装要求符合 JB/T 4711 的规定。

### 9.3 标记

制造商在压力容器的明显位置应用油漆或颜料标出订单号和设备位号。

### 9.4 保护措施

9.4.1 海上运输的非不锈钢压力容器，制造商至少要在其外表面刷两遍底漆；裙座的内外表面、支腿和支座表面也要刷两遍底漆。底漆干膜厚度应大于 75μm。

9.4.2 海上运输的不锈钢制压力容器（包括内衬不锈钢或有不锈钢内构件），内部应充氮气保护，同时封闭全部开口，并符合 JB/T 4711 的相关规定。

9.4.3 裸露的法兰面应用盖板保护，盖板应采用足够厚的木夹板、钢板或塑料板制成，并用不少于 4 个的螺栓固定。

## 10 安装、施工和验收

静设备的安装、施工和验收质量应符合下列规范的要求：

GB 50094 球形储罐施工规范

GB 50128 立式圆筒形钢制焊接储罐施工及验收规范

GB 50461 石油化工静设备安装工程施工质量验收规范

GB 50474 隔热耐磨衬里技术规范

GB 50484 石油化工建设工程施工安全技术规范

GB 50645 石油化工绝热工程施工质量验收规范

GB 50798 石油化工大型设备工程吊装规范

SH/T 3503 石油化工建设工程项目交工技术文件规定

SH/T 3504 催化裂化装置反应再生系统设备施工及验收规范

SH/T 3512 石油化工球形储罐施工技术规定

SH/T 3513 石油化工铝制料仓施工质量验收规范

SH/T 3520 石油化工铬钼耐热钢焊接规程 管式炉用预热器通用技术条件

SH/T 3522 石油化工隔热工程施工工艺规定

SH/T 3523 石油化工铬钼不锈钢、铁镍合金和镍合金焊接规程

SH/T 3524 石油化工静设备现场组焊技术规程

SH/T 3525 石油化工低温钢焊接规程

SH/T 3526 石油化工异种钢焊接规程

SH/T 3527 石油化工不锈钢复合板焊接规程

SH/T 3530 石油化工立式圆筒形钢制储罐施工技术规程

SH/T 3536 石油化工工程起重施工规范

SH/T 3537 立式圆筒形低温储罐施工技术规程

SH/T 3542 石油化工静设备安装工程施工技术规程

SH/T 3543 石油化工建设工程项目施工过程技术文件规定

SH/T 3548 石油化工涂料防腐蚀工程施工质量验收规范

SH/T 3606 石油化工涂料防腐蚀工程施工技术规程

SH/T 3609 石油化工隔热耐磨衬里施工技术规程

## 11 文件要求

11.1 制造商的文件应包括制造图和出厂质量证明文件。

11.2 车间制造图应符合订单的要求，至少应包括以下内容：

- a) 设备位号；
- b) 设计压力，设计温度；
- c) 完整的结构、尺寸、厚度，外部支承件结构详图，并标注出主体焊缝位置，所有管口的方位和标高；
- d) 包括管口尺寸和压力等级的管口表；
- e) 壳体厚度，封头最小厚度（包括腐蚀裕量），封头型式，法兰型式；

- f) 设备净重，运输重和充满水后的总重；
- g) 热处理要求；
- h) 无损检测要求；
- i) 主要的结构参数；
- j) 焊接接头系数；
- k) 试验压力；
- l) 腐蚀裕量；
- m) 特殊的使用说明书（若有时）。

### 11.3 出厂质量证明文件要求如下：

出厂质量证明文件须符合订单的要求，压力容器的出厂质量证明文件还应符合 GB 150.4 及《固定式压力容器安全技术监察规程》的规定。

