

中华人民共和国化工行业标准



HG/T 20580—2011

代替 HG 20580—1998

钢制化工容器设计基础规定

Specification of design base for steel chemical vessels

2011-05-18发布

2011-06-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

前 言

本标准根据中华人民共和国工业和信息化部(工信厅科[2009]104号文)和中国石油和化学工业协会(中石化协质发[2009]136号文)的要求,由中国石油和化工勘察设计协会组织全国化工设备设计技术中心站编制。

本标准自实施之日起代替《钢制化工容器设计基础规定》HG 20580—1998(2004)。

本标准是在原标准《钢制化工容器设计基础规定》HG 20580—1998(2004)的基础上,根据多年实施取得的经验,依据《钢制压力容器》GB150 的内容、并参照国内外工程公司的设计标准进行的修订。

本标准与 HG 20580—1998(2004)相比,主要变化如下:

- 调整和补充了“定义”内容及相应的条文;
- 补充了“设计压力”、“设计温度”条文的内容;
- 修订和增补了“设计载荷”的有关规定;
- 调整和补充了“腐蚀裕量”和“许用应力”的条文内容。

本标准的附录A 和附录D 为规范性附录,附录 B 和附录C 为资料性附录。

本标准由中国石油和化学工业联合会提出并归口。

本标准的技术内容由全国化工设备设计技术中心站[地址:上海市延安西路376弄22号(永兴商务楼)10楼,邮政编码:200040,电话:021-32140342]负责解释。

本标准主编单位、参编单位和主要起草人:

主 编 单 位: 中国石化集团宁波工程有限公司

参 编 单 位: 中国石化集团上海工程有限公司

北京冠天能工程科技有限公司

上海工程化学设计院有限公司

中国五环工程公司

主要起草人: 郭益德 赵斌义 阮黎祥 丁伯民 秦叔经 王 非

陈朝晖 陈泽溥 杨振奎 叶国平 徐才福

本标准代替标准的历次版本发布情况为:

——HG 20580—1998(2004);

——HG 20580—1998;

——HGJ 14—1989。

目 次

1 范 围	(7)
2 规范性引用文件	(8)
3. 术语和定义	(9)
4 设计压力的确定	(14)
5 设计温度的确定	(16)
6 设计载荷	(18)
7 厚度附加量	(20)
8 设计寿命	(22)
9 最小厚度(不包括现场制作的大型储罐)	(23)
10 许用应力	(24)
附录A(规范性附录) 常用钢材厚度负偏差表	(26)
附录 B(资料性附录) 平台、直梯及塔盘的质量估算表	(28)
附录C(资料性附录) 常用填料堆积密度表	(29)
附录 D(规范性附录) 几种介质的饱和蒸汽压和常压下的沸点表	(31)
插页一 附图1 全国基本风压分布图	
插页二 附图2 全国基本雪压分布图	
附：条文说明	(33)

Contents

1	Scope	(7)
2	Normative references	(8)
3	Terms and definitions	(9)
4	Determination of design pressure	(14)
5	Determination of design temperature	(16)
6	Design loads	(18)
7	Addition to thickness	(20)
8	Design life	(22)
9	Minimum thickness (excluding large storage tank fabricated onsite)	(23)
10	Allowable stresses	(24)
	Annex A(Normative annex) Negative tolerance of thickness for commonly used steel plates	(26)
	Annex B(Informative annex) Estimated mass table for platform, ladder and trays	(28)
	Annex C(Informative annex) Piling density of commonly used packing	(29)
	Annex D(Normative annex) Saturation pressure and boiling temperature of several substances	(31)
	Figure 1 Basic wind pressure distribution in China	
	Figure 2 Snow pressure distribution in China	
	Addition :Explanation of the provisions	(33)

1 范 围

1.0.1 本标准是在《钢制压力容器》GB150 的基础上，结合工程设计的实际，对钢制化工容器的设计基础内容作补充和具体化。

1.0.2 本标准的适用范围，除另有规定外，均与《钢制压力容器》GB150 相同。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版适用于本标准。

《钢制压力容器》GB 150

《管壳式换热器》GB151

《热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 709—2006

《锅炉和压力容器用钢板》GB 713—2008

《碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带》GB/T 3274

《低温压力容器用低合金钢钢板》GB 3531—2008

《承压设备用不锈钢钢板和钢带》GB 24511—2009

《高压化肥设备用无缝钢管》GB 6479—2000

《输送流体用无缝钢管》GB/T 8163—2008

《不锈钢复合钢板和钢带》GB/T 8165—2008

《石油裂化用无缝钢管》GB 9948—2006

《钢制球形储罐》GB 12337

《流体输送用不锈钢无缝钢管》GB/T14976—2002

《建筑结构荷载规范》GB 50009

《建筑抗震设计规范》GB 50011

《钢结构设计规范》GB 50017

《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB 50341

《衬里钢壳设计技术规定》HG/T 20678—2000

《碳钢矩鞍环填料》HG/T 21554.1—1995

《不锈钢矩鞍环填料》HG/T 21554.2—1995

《碳钢鲍尔环填料》HG/T 21556.1—1995

《不锈钢鲍尔环填料》HG/T 21556.2—1995

《碳钢阶梯环填料》HG/T 21557.1—1995

《不锈钢阶梯环填料》HG/T 21557.2—1995

《不锈钢网孔板波纹填料》HG/T 21559.1—1995

《钢制塔式容器》JB/T 4710—2005

《压力容器用爆炸焊接复合板 第一部分：不锈钢—钢复合板》NB/T 47002.1—2009

《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG R0004—2009

3 术语和定义

3.0.1 压力和压力容器

1 压力 pressure

压力系垂直作用在物体单位面积上的力，即物理学中的压强。

1) 绝对压力 absolute pressure

绝对压力是以绝对真空时零压力为基准计量的压力。在压力单位后加字母A 或 a 表示。

2) 表压力 gauge pressure

表压力是指压力容器内部压力与环境大气压力的差值。在压力单位后加字母 G 或 g 表示。在压力容器设计文件(包括图样)中，如无特别说明，涉及的压力即指表压力。

3) 真空度 degree of vacuum

真空度表示真空状态下气体的稀薄程度。

真空度=环境大气压力[0.1MPa(A)]— 容器内的绝对压力(A)。

容器设计中负压压力的绝对值即是真空度。

2 工作压力 operating pressure working pressure

在正常工作情况下，容器顶部可能达到的最高压力。

“正常工作情况”是指在连续正常操作的生产过程中，该容器能够在其规定的设计条件(环境、物料、温度、压力等)范围内正常、安全运行的状态。

3 设计压力 design pressure

设定的容器顶部的最高压力，与相应的设计温度一起作为容器的基本设计条件，其值不低于工作压力。

确定设计压力的原则见本标准第4章的规定。

4 计算压力 calculation pressure

在相应设计温度下，用以确定容器各部分元件厚度的压力，并应考虑液柱静压力等附加载荷。

由两个或两个以上压力室组成的容器(如带夹套的容器、带有中间封头的多腔塔式容器等)，在确定计算压力时，应考虑各室之间的最大压力差。

5 最大允许工作压力 maximum allowable working pressure(MAWP)

最大允许工作压力系指在设计温度下，容器顶部所允许承受的最大表压力。该压力是根据容器各受压元件的有效厚度，考虑了各元件承受的所有载荷而计算得到的，且取其中的最小值。

最大允许工作压力的作用是设定容器超压限度的起始压力，充分利用容器的圆整厚度，尽量拉大工作压力与安全阀或爆破片泄放压力的压力差，使压力容器的工作更为平稳。

6 超压(安全)泄放装置的动作压力 set pressure

1) 开启压力 opening pressure

安全阀阀瓣在运行条件下开始升起的预定压力。

2) 设计爆破压力 design bursting pressure

设计爆破片时，由设计者提出的设计爆破温度下的爆破压力值。

装有超压泄放装置的压力容器，超压泄放装置的动作压力不得高于容器的设计压力。

对于图样中注明最大允许工作压力的压力容器，允许超压泄放装置的动作压力不高于容器的最大允许工作压力。

7 试验压力 test pressure

试验压力指在进行压力试验时，容器顶部的压力。

试验压力的确定按《钢制压力容器》GB150 的规定。

按照《钢制压力容器》GB150 的规定，应对容器壳体进行压力试验前的应力校核，所取的壁厚应是有效厚度；必要时，对于液压试验所取的压力应计入液柱静压力。

注：压力试验的主要目的如下：

- a) 考核容器的整体强度和稳定性；
- b) 考核容器的制造质量、元件强度和刚性；
- c) 检查焊接接头和法兰连接面的密封性。

8 压力容器 pressure vessel

压力作用下盛装流体介质的密闭容器。

1) 固定式压力容器 stationary pressure vessel

安装在固定位置使用的压力容器。

注：我国《固定式压力容器安全技术监察规程》TSGR 0004—2009 规定，对于为了某一特定用途、仅在装置或场区内部搬动、使用的压力容器，以及移动式空气压缩机的储气罐亦应按固定式压力容器进行建造和监督管理。

2) 移动式压力容器 transportable pressure vessel

安装固定在交通工具上，作为运输装备的压力容器。

注：移动式压力容器包括铁路罐车、汽车罐车、罐式集装箱、长管拖车、管束式集装箱等产品。

3) 内压力容器 vessel under internal pressure

容器在正常操作时，壳体内部压力高于外部者，均称内压力容器。

4) 外压力容器 vessel under exnternal pressure

容器在正常操作时，壳体外部压力高于内部者，均称为外压力容器。

5) 真空容器 vacuum vessel

真空容器是外压力容器的特例，容器内部介质静压力(绝对压力)小于环境大气压，即在真空状态下工作的容器。

真空容器的表压力为负值；全真空容器的表压力为一0.1MPa(g)，其绝对值即是真空度。

6) 常压容器 atmospheric vessel

与环境大气直接连通或工作(表)压力为零的容器。

注：在我国压力容器标准体系中，设计压力在大于—0.02MPa(g)、小于0.1MPa(g) 的压力容器称为“常压容器”。

3.0.2 元件 part,component

组成压力容器的基本单元零件，如各种形状筒体、封头、法兰、垫板、支承圈等。

1 受压元件 pressure part

在容器中直接承受压力载荷(包括内压或外压)的容器零部件,指保存、封闭压力介质的容器壳体元件和其他密闭元件、开孔补强圈、外压加强圈等。

2 非受压元件 non-pressure part

为满足使用要求与容器直接或间接连接而不承受(或不考虑)压力载荷的零部件,如支座、吊耳及其垫板、保温圈、塔盘支持圈等。

非受压元件通常是承载(非压力载荷)元件。

3.0.3 温度 temperature

表示物体(包括流体)冷热程度的度量。

1 工作温度 operating temperature working temperature

在正常工作情况下,容器内工作介质的温度。

2 金属温度 metal temperature

容器元件的金属温度系指沿元件金属截面的温度平均值。

容器元件的金属温度可按以下方法确定:

- a) 通过传热计算确定;
- b) 在已使用的同类容器上测定;
- c) 按内部介质温度确定(当元件金属温度接近介质温度时);
- d) 必要时,尚应考虑环境温度的影响。

对于管壳式换热器,壳程圆筒金属温度和换热管的金属温度(即壁温)是指其沿轴向长度的温度平均值。

3 设计温度 design temperature

容器在正常工作情况下,设定的元件金属温度(沿元件金属截面的温度平均值)。设计温度与设计压力一起作为设计载荷条件。

确定设计温度的细则见本规定第5章的规定

4 最低设计金属温度 minimum design metal temperature(MDMT)

在压力容器设计中,预期该容器在运行过程中各种可能条件下的金属温度的最低值。

5 压力试验温度 test temperature

压力试验时,容器壳体的金属温度(在工程实际中,试验温度取试验介质的温度)。

注:为确保容器在压力试验时不致发生低应力脆性断裂,液压试验介质的温度应保持在某一规定的温度之上。见《钢制压力容器》GB150 的规定。

6 环境温度 ambient temperature

环境温度系指容器所在周围的媒质温度,通常为容器周围的大气温度。

在容器的工程设计中,涉及到的环境温度定义如下:

- 1) 极端最低温度——历年来的最低气温。
- 2) 日平均最低气温——近年来日平均气温的最低值。
- 3) 月平均最低气温——是指月各天的最低气温值相加后除以当月的天数。

注:1 在《固定式压力容器安全技术监察规程》TSGR0004、《钢制压力容器》GB150、《钢制球形储罐》GB 12337、《钢

制塔式容器》JB/T4710 中，其环境温度取为“月平均最低气温的最低值”；

2 在《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB50341 中，其环境温度取为“日平均最低气温”。

3.0.4 容积 volume

容积，是指容器的几何容积，即由设计图样标注的尺寸计算并且圆整。一般应当扣除不可拆内件的体积。

对于管壳式换热器，壳程的容积应当扣除换热管束的体积，管程的容积应等于管箱空间容积与所有换热管内容积之和。

3.0.5 厚度 thickness

1 计算厚度(δ) calculated thickness

根据计算压力，按标准规定的计算方法计算得到不包括厚度附加量的厚度。

计算厚度是保证容器强度、刚度或稳定性所必须的元件厚度。

2 设计厚度(δ_a) design thickness

计算厚度与腐蚀裕量之和。

设计厚度是在确保容器强度、刚度或稳定性要求的同时，保证规定的设计寿命的厚度。

3 名义厚度(O) nominal thickness

设计厚度加上钢材厚度负偏差后向上圆整至钢材规格厚度。一般为标注在设计图样的厚度(即图样厚度)。

4 有效厚度(δ) effective thickness

名义厚度减去腐蚀裕量和钢材厚度负偏差。

5 钢材厚度(δ_s) steels thickness

系指实际用于制造容器壳体的材料厚度，是决定容器制造技术要求(如热处理、无损检测)的厚度。

各项厚度之间的关系如下：

δ ;	计算厚度				
	δ_a	设计厚度		δ_e	有效厚度
C_2	腐蚀裕量		名义厚度		δ_s 钢材厚度
	厚度负偏差 C_1				
	圆整		(C_1+C_2)	厚度附加量	
加工裕量(制造厂考虑)					

注：加工裕量包括以下内容：

- a) 制造厂设定的加工成形减薄量(如封头等)；
- b) 机械加工裕量(如管板、金属件的机加工裕量)等。

3.0.6 基本风压 reference wind pressure

基本风压是按基本风速算出的风压，即风载荷的基准压力。

我国《建筑结构荷载规范》GB 50009规定，测量基本风速的方法如下：

- a) 一般按当地空旷平坦地面，且离地面10m 高度；

b) 10min 平均的风速观测数据；

c) 经概率统计得出50年一遇(重现期)的最大风速，作为当地的基本风速(v_0)。

在确定基本风速(v_0)后，再考虑相应的空气密度(ρ)，按柏努利公式[见式(3.0.6)]计算基本风压(w_0)：

$$w_0 = \frac{1}{2} \rho v_0^2 \quad (3.0.6)$$

3.0.7 基本雪压 reference snow pressure

基本雪压是雪载荷的基准压力。

一般按当地空旷平坦地面上积雪自重的观测数据，经概率统计得出50年一遇(重现期)的最大值确定。

3.0.8 抗震设防烈度 seismic fortification criterion

抗震设防烈度系指按国家规定的权限批准作为一个地区抗震设防依据的地震烈度。

3.0.9 场地 site

工程群体所在地，具有相似的反应谱特征。其范围相当于厂区、居民小区和自然村或不小于1.0km²的平面面积。

4 设计压力的确定

4.0.1 设计压力的确定应符合以下原则。

1 当工艺系统专业或工程设计文件对容器的设计压力有专门规定时，其设计压力应按规定执行(确定)。但不应低于表4.0.1的规定。

2 设计压力必须与相应的设计温度作为设计载荷条件；且应注意到容器在运行中可能出现的各种工况，并以最苛刻的工作压力与相应温度的组合工况，确定容器的设计压力。

3 盛装液化气和液化石油气的容器的设计压力应按以下规定确定：

- 1) 无安全泄放装置时，设计压力不应低于1.05倍的工作压力；
- 2) 装有安全阀时，设计压力不应低于(等于或稍大于)安全阀开启压力(开启压力取1.05~1.10倍的工作压力)；
- 3) 工作压力系指盛装液化气和液化石油气的容器可能达到的最高工作温度下的饱和蒸汽压。常温储存液化气或混合液化石油气压力容器的工作压力(即饱和蒸汽压)见《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG R0004 中的规定。

注：几种液化气和液化石油气的饱和蒸汽压和常压下的沸点见本标准附录D。

4.0.2 设计压力的确定原则除本标准第4.0.1条的规定之外，尚应满足本标准表4.0.1的规定。

表4.0.1 确定设计压力的原则

类 型			原 则
内 压 容 器	无安全泄放装置		不低于1.0~1.1倍工作压力
	装有安全阀		不低于(等于或稍大于)安全阀开启压力(开启压力取1.05~1.10倍工作压力)
	装有爆破片		不低于爆破片设计爆破压力加制造范围上限
	出口管线上装有安全阀		不低于安全阀的开启压力加上流体从容器流至安全阀处的压力降
	容器位于泵进口侧，且无安全泄放装置时		不低于1.0~1.1倍工作压力，且以一0.1MPa外压进行校核
	容器位于泵出口侧，且无安全泄放装置时		不低于下面三者中的大值： 1) 泵的正常入口压力加1.2倍泵的正常工作扬程； 2) 泵的最大入口压力加泵的正常工作扬程； 3) 泵的正常入口压力加关闭扬程(即泵出口全关闭时的扬程)
	容器位于压缩机进口侧，且无安全泄放装置时		不低于1.0~1.1倍工作压力，且以一0.1MPa外压进行校核
	容器位于压缩机出口侧，且无安全泄放装置时		不低于压缩机出口压力
真 空 容 器	无夹套的真空容器	有安全泄放装置	设计外压取1.25倍最大内外压力差或一0.1MPa两者中的小值
		无安全泄放装置	设计外压取一0.1MPa
	带夹套的真空容器	容器(真空)	设计外压按无夹套真空容器选；其计算外压力按本标准第4.0.3条的规定
		夹套(真空)	设计内压按内压容器选取
由两个或两个以上压力室组成的容器			根据各自的工作压力确定各自腔的设计压力

4.0.3 对带夹套的真空容器，其容器壳体的计算外压力应等于设计外压加夹套内的设计内压力，且应校核在夹套试验压力(外压)下容器壳体的稳定性。

5 设计温度的确定

5.0.1 设计温度确定原则。

- 1 当工艺系统专业或工程设计文件对容器的设计温度有专门规定时，设计温度按规定执行。
- 2 设计温度不得低于元件金属在工作状态下可能达到的最高温度。
- 3 对于0℃以下的金属温度，设计温度不得高于元件金属所能达到的最低温度。
- 4 当容器各部分在工作情况下的金属温度不同时，可分别设定各部分的设计温度。

5 对具有不同工况的容器，应按最苛刻的工况设计，并应在设计文件或设计图样中注明各工况下的设计压力和设计温度值。

5.0.2 当金属温度无法用传热计算或实测结果确定时，设计温度应按以下规定：

- 1 容器内壁与介质直接接触，且有外保温(或保冷)时，其容器的设计温度应按表5.0.2的规定选取。

表5.0.2 容器的设计温度选取(℃)

最高或最低工作温度 t_o	容器的设计温度 t
$t_o \leq -20$	介质正常工作温度减0~10或取最低工作温度
$-20 < t_o \leq 15$	介质正常工作温度减5~10或取最低工作温度
$15 < t_o \leq 350$	介质正常工作温度加15~30或取最高工作温度
$t_o > 350$	$t = t_o + (15 \sim 5)$
注：当最高(或最低)工作温度接近所选材料的允许使用温度界限时(或材料跳档时)，应慎重选取设计温度的裕量，以免材料浪费或降低安全性。	

2 容器内的介质是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，设计温度可取介质的最高工作温度。

3 容器的受压元件两侧与不同温度介质直接接触时，应以较苛刻一侧的工作温度(如高温或低温)为基准确定该元件的设计温度。

4 安装在室外无保温的容器，当最低设计温度受地区环境温度控制时，可按以下规定选取：

- 1) 盛装压缩气体的储罐，最低设计温度取月平均最低气温的最低值减3℃；
- 2) 盛装液体体积占容器容积1/4以上的储罐，最低设计温度取月平均最低气温的最低值
- 3) 立式圆筒形油罐的最低设计温度，取建罐地区的最低日平均气温加13℃。

5 对于室外塔式容器的裙座，其设计温度的确定应符合以下规定：

- 1) 对带过渡段的裙座：过渡段的设计温度应等于塔(或塔釜)的设计温度；过渡段以下裙座壳体的设计温度应考虑环境温度的影响；

2) 对无过渡段的裙座：当塔(或塔釜)的设计温度小于或等于 200°C ，且大于 -20°C 时，裙座壳体的设计温度应考虑环境温度的影响。当塔(或塔釜)的设计温度大于 200°C ，且小于或等于 340°C 时，裙座壳体的设计温度取塔(或塔釜)的设计温度。

6 对于容器内壁有隔热材料的容器应符合以下要求：

1) 整个容器的设计温度(即设计数据表中的设计温度)按表5.0.2的规定选取；

2) 容器金属壳(受压元件)的金属温度，宜通过传热计算求得，并加一定裕量作为容器金属壳(受压元件)的设计温度。

5.0.3 管壳式换热器的设计温度：

1 管程设计温度是指管箱的设计温度(不是换热管的设计温度)。

2 壳程设计温度是指壳程壳体的设计温度。

3 管板和换热管的设计温度应符合本标准第5.0.2条第3款的规定。

6 设计载荷

6.0.1 设计容器时应考虑的载荷。

1 压力。

- 1) 内压、外压或最大压差；
- 2) 液柱静压力；
- 3) 试验压力。

2 重力载荷。

- 1) 容器空重：容器壳体及内外部固定件(如接管、人孔、法兰、支承圈、支座及内部元件等)的质量；
- 2) 可拆内件的重力载荷：容器内部可拆卸构件(如填料、填料格栅、支承梁、除沫器、催化剂及可拆塔盘板等)的质量；
- 3) 介质的重力载荷：正常工作状态下容器内介质的最大质量；
对固体物料或填料，其质量应按堆积密度计算。常用散装填料及规整填料的堆积密度见本标准附录C。
- 4) 隔热材料的重力载荷：如保温(或保冷)层及其支持件、内部隔热材料等的质量；
- 5) 附件的重力载荷：与容器直接连接的平台、扶梯、工艺配管及管架等附件的质量；
钢平台、扶梯及塔盘的重力载荷应根据具体工程设计资料计算，当无确切资料时可按本标准附录B的规定进行估算；
- 6) 水压试验时，容器内水的质量。

3 风载荷和地震载荷。

- 1) 风载荷和地震载荷应根据容器类型(如塔器、球形容器等)，按相应标准的规定进行计算；
- 2) 基本风压值应根据当地气象部门的资料确定，但不应低于《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定，且不小于 300N/m^2 ；

注：全国各城市50年一遇(重现期)的基本风压值见《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定。

- 3) 抗震设防烈度(包括设计地震分组、地震加速度等)应根据业主提供的当地气象资料确定，但不应低于《建筑抗震设计规范》GB50011 的规定。

注：我国主要城镇抗震设防烈度、地震加速度和设计地震分组见《建筑抗震设计规范》GB 50011的规定。

4 雪载荷。除工程项目另有规定之外，雪载荷应按《建筑结构荷载规范》GB 50009 中的规定确定。

注：全国各城市50年一遇(重现期)的基本雪压值见《建筑结构荷载规范》GB 50009。

5 偏心载荷。由于内件或外部附件(或设备)的质心偏离容器壳体中心线而引起的载荷。

6 局部载荷。容器壳体局部区域上作用的载荷(如支座、底座圈、支耳及其他型式支撑件对壳

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/548142057050006061>