

JB/T 4710—2005 《钢制塔式容器》 标准释义

一、总则

本标准的“总则”部分是在 GB 150—1998《钢制压力容器》“总则”的基础上，针对钢制塔式容器（以下简称塔器）的特点编制的。为避免重复或产生矛盾，凡是可以用借用 GB 150—1998 处一律采取引用，只有定义部分将 GB 150—1998 原文照搬过来，目的是方便读者使用本标准时查阅且不致产生误解。正如 GB 150—1998 的标准释义中所述“‘总则’所列内容是本标准的基础部分，是在使用其后各章节和附录时必须遵循的规则”。读者在使用本标准时首先应熟悉总则的内容，并将其自始至终贯彻到塔器的设计中去。

为节省篇幅，在标准释义中我们仅对与 GB 150—1998 不同的内容加以评述，相同部分请读者参阅 GB 150—1998 标准释义，不仅总则部分如此，其他各章节的释义亦如此。

1 适用范围

本标准适用于高度与直径之比大于 5，且高度大于 10m 的裙座自支承钢制塔器。上述规定是考虑到：

(1) 塔器属于高耸结构，它承受的载荷除压力、温度载荷外，尚有风载荷、地震载荷与重量载荷等。在压力较低时（包括内压或外压），风载荷或地震载荷就成为塔器安全运行的主要载荷。而这些侧向载荷在塔壳和裙座壳截面中产生的应力是弯曲应力（这里指对整个塔截面而言）。一般来讲，在相同的风载荷与地震载荷条件下，塔器的高度越高，高度与直径之比越大，壳体的弯曲应力也越大；低矮或高度与直径之比较小的塔器，壳体中的弯曲应力不会太大，因为前者力臂较小，后者壳体的抗弯截面系数增大很快。所以低矮塔器壁厚大多数取决于压力载荷或最小壁厚。为了减少设计计算工作量，我们将这部分塔器排除在外，从安全角度来看不会出现太大问题。至于裙座仍应按照常压力容器规定计算其风载荷与地震载荷。

(2) 上述情况是从静力计算角度出发，说明限制的可行性。由于风载荷和地震载荷计算都是动力计算，塔器壳体的承受能力不仅与自身的几何尺寸有关，且与自身的动力特性相关联，计算塔器的自振特性（自振周期）时，规定塔器为底端固定的悬臂梁，其振动形式为剪切振动或弯曲振动，亦可为剪、弯联合振动。各种塔器究竟从属

哪种形式振动主要取决于它的 H/D 比值。根据经验，当 $H/D \leq 4$ 时以剪切振动为主； $4 < H/D \leq 10$ 时为剪、弯联合振动； $H/D > 10$ 时以弯曲振动为主。排除 $H/D < 5$ 的剪切为主的振动，同时忽略 $5 \leq H/D \leq 10$ 的剪切分量的影响，设计塔器时仅考虑弯曲振动，这就是编制时的主导思想。其结果使自振周期和地震计算得以简化，使得地震计算时仅采用振型分介反应谱法计算其各截面的弯矩即可满足要求，略去了基底剪力法。至于 $5 \leq H/D \leq 10$ 范围内忽略剪切分量的影响，必然会造成一定的误差。经过分析可以得知，剪切变形会使梁的刚度降低，因而自振周期加大。从地震反应谱来看，自振周期增大，地震影响系数减小。也就是说，由于忽略剪切变形的影响，使自振周期变小，地震影响系数变大，因而计算出的地震载荷与地震弯矩较之考虑剪切变形时大，设计上略趋于保守，工程上还是可行的。

(3) 塔器的支承有几种：支腿支承；裙式支座；支耳支承；由操作平台将多个塔连成的排塔或塔群；甚至有带拉牵装置的塔等等。本标准规定仅适用于裙座自支承的塔器，所谓裙座自支承是指由裙座支承在基础上（包括突出地面高度不大的框架基础）的独立的塔器，塔与塔之间，塔与框架之间毫无关联。置于厂房内的塔器，只要它与厂房不相关联亦可看成是自支承的塔器，只是风载荷计算时，将基本风压 q_0 取为零即可。

(4) 本标准不适用于带有夹套的塔式容器，是因为计算一节所涉及的计算内容均不适用于复合截面。

其他支承方法由于受力情况和约束条件各不相同，很难采用一个统一的方法进行计算，而应根据各自的情况加以分析。以多个塔由操作平台连成的排塔为例，由于操作平台已将多个塔连成一个整体，在计算其自振特性时就不能采用本标准所推荐的数学模型。排塔有两个振动方向：沿塔器的排列方向和垂直塔器排列方向。因为排塔两个方向上的刚度差别很大，其自振周期也就相差较多。另外，考虑到排塔中各个塔器的几何尺寸的差异，其抗弯刚度各不相同，存在着载荷再分配的问题。除上述情况外，操作平台和塔壳的连接形式与排塔的自振周期、受力情况都有关系，因此排塔的计算较之自支承式的塔器要复杂得多。要将各式各样的塔器设计计算都纳入一个标准中显得过于繁琐。

需要指出的是，适用范围中提到的直径，对等直径的塔式容器，不言而喻指其公称直径；对不等直径的塔，应为各直径的加权平均值。即：

$$D = D_1 \frac{l_1}{H} + D_2 \frac{l_2}{H} + \dots \dots \dots (1-1)$$

式(1-1)中的 D_1 、 D_2 ……为不等直径各段的塔体公称直径； l_1 、 l_2 ……为不等直径各段的长度。

2 设计压力

本标准对设计压力的规定遵照 GB 150—1998《钢制压力容器》中有关设计压力的规定，只是对最大操作压力（内压）低于 0.1MPa 的塔器取设计压力为 0.1MPa。这样

一来,凡是符合本规范适用范围的塔器一律按压力容器对待,对常压操作的塔器要求显然是提高了。要求的提高不仅仅是指强度或稳定的要求提高,也包括选材、加工制造、检验与验收,都应与压力容器等同。塔器一般是工业装置中的重要工艺设备,对它的要求提高一些对保证装置的安全运行是有好处的。

对于一个塔器来说,由于塔器内往往装有液体物料,这些物料对于塔器下部会产生静压力。因而校核塔器的下部或底部的强度时,除了上述设计压力外,应按标准的规定考虑附加的液柱静压力。因此本标准规定对于承受液柱静压力的部位或元件,所承受的是设计压力加液柱静压力,所以在计算或校核该部位的强度时,引用了计算压力。

对于液柱静压力的具体考虑,各国规范的规定都不一样。例如:前苏联ГОСТ 14249和德国AD规范规定,液柱静压力超过工作压力的5%时应计入;瑞典规范以液柱静压力超过工作压力的2%时应计入;ASME和JIS规范则规定必要时计入。本标准明确指出,当受压元件承受的液柱静压力达到5%设计压力时,该元件的设计计算或校核应计入液柱静压力。

3 设计温度

裙座壳和地脚螺栓的设计温度直接与塔式容器所处地区的环境温度有关。考虑到我国东北和西北地区的月平均最低气温的最低值较低,有可能使裙座和地脚螺栓被迫采用低温用钢,因此,本标准规定裙座和地脚螺栓的设计温度取当地月平均最低气温的最低值加20℃。

4 最小厚度

设计压力较小而且地震载荷与风载荷也较小时,由公式计算所得的圆筒壁厚较小,往往不能满足制造、运输和吊装等方面的要求,因而规定了塔器圆筒的最小壁厚。主要是考虑在制造时满足焊接工艺对厚度的要求和保证几何尺寸的公差要求,还适当考虑了制造和运输过程中所需的刚度要求。

不能认为壁厚越小就越能节省钢材,就可降低造价。越是薄的圆筒,在制造过程中为了维持必要的圆度、刚度,为了在运输过程不使变形过大,就必须使用大量的辅助钢材,把筒节撑圆,以保证有足够的刚度,特别是对接的两筒节边缘必须撑圆,待制造完后,这些辅助钢材仍须去掉。因而辅助钢材用得越多,制造费用就越增加。

我国多数设计单位在五六十年来参照美国石油协会和美国机械工程师协会于1944年所推荐的公式 $\delta_{\min} \geq 0.001D + 2.54$ 。也有按前苏联A. В ИХМАН所著《石油生产机器与设备》一书中的公式,即当 $D \leq 1200\text{mm}$ 时, $\delta_{\min} \geq 0.001D + 2.54$,当 $D > 1200\text{mm}$ 时, $\delta_{\min} \geq 0.001D + 4$,腐蚀裕量另加。按此选取,直径小时偏厚,因此很多设计单位对此作了修订。

综合实际生产情况,本标准规定:对碳素钢或低合金钢制造的圆筒,其最小壁厚为 $\delta_{\min} \geq 2D_i/1000$ 且不小于3mm,腐蚀裕量另加。按此选取,一般可以满足制造要求,也可适当满足运输中的刚度要求。由于在运输、吊装等过程中,影响刚度的因素很多