ICS 23.020.30
CCS J 74

中华人民共和国国家标准

GB/T 33215—2025
代替 GB/T 33215—2016

气瓶安全泄压装置

Pressure relief devices for gas cylinders

2025-08-29 发布　　2026-03-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会　发布

目　　次

前言 …… Ⅲ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语、定义和符号 …… 1
4　安全泄压装置的类型及结构型式 …… 2
5　安全泄压装置的设置要求 …… 3
6　安全泄压装置的选用要求 …… 3
7　安全泄压装置的基本要求 …… 4
8　安全泄放量与安全泄压装置的额定排量 …… 5
9　安全泄压装置的动作压力和动作温度的确定要求 …… 6
10　安全泄压装置的标志、安装与维护 …… 6
附录 A（资料性）　气体的压缩系数 …… 8
参考文献 …… 15

前　言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第 1 部分:标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 33215—2016《气瓶安全泄压装置》,与 GB/T 33215—2016 相比,除结构调整和编辑性改动外,主要技术变化如下:

a) 增加了“温度驱动安全泄压装置”和“泄放面积”的术语和定义(见 3.1.4 和 3.1.5);
b) 增加了易熔合金驱动装置的描述(见 4.2);
c) 增加了玻璃泡驱动装置的描述(见 4.3);
d) 更改了应装设安全泄压装置的规定(见 5.1,2016 年版的 5.1);
e) 更改了可不装设安全泄压装置的规定(见 5.3,2016 年版的 5.2);
f) 增加了氧气、氮气以及惰性气体气瓶不装设安全泄压装置的要求(见 5.5);
g) 更改了低温绝热气瓶安全泄压装置的选用要求(见 6.4,2016 年版的 6.4);
h) 增加了车用液化石油气钢瓶、车用液化二甲醚钢瓶、车用压缩天然气气瓶、车用压缩氢气气瓶、非重复充装焊接钢瓶、呼吸器用纤维缠绕气瓶、盛装液化气体的钢质无缝气瓶集束装置以及其他品种气瓶的安全泄压装置的选用要求(见 6.5～6.11);
i) 增加了对于车用压缩氢气气瓶装设的 TPRD 的要求(见 7.1.6);
j) 更改了非重复充装焊接钢瓶的安全泄压装置的部位规定(见 7.3.2,2016 年版的 7.3.3);
k) 增加了乙炔气瓶、长管拖车和管束式集装箱用大容积气瓶、低温绝热气瓶、金属氢化物可逆储放氢系统用气瓶等的安全泄压装置装设的要求(见 7.3.3、7.3.4、7.3.5、7.3.7 和 7.3.8);
l) 增加了对爆破片-易熔合金塞复合装置中的爆破片装设的要求(见 7.3.9);
m) 增加了对于长度较长的气瓶安全泄压装置设置的要求(见 7.3.10);
n) 更改了泄放系数 K 取值的规定(见 8.2,2016 年版的 8.2);
o) 增加了对于车用压缩氢气气瓶安全泄放装置的额定排量计算的规定(见 8.4);
p) 增加了对于盛装压缩氢气的长管拖车和管束式集装箱用气瓶的安全泄压装置额定排量计算的规定(见 8.5);
q) 更改了对爆破片装置动作压力的要求(见 9.1,2016 年版的 9.1);
r) 增加了对 TPRD 动作温度的规定(见 9.3);
s) 增加了对安全泄压装置标志的规定(见 10.1)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国气瓶标准化技术委员会(SAC/TC 31)提出并归口。

本文件起草单位:大连锅炉压力容器检验检测研究院有限公司、中国特种设备检测研究院、大连理工大学、北京天海工业有限公司、中材科技(苏州)有限公司、浙江大学、大连度达理工安全系统有限公司、上海市特种设备监督检验技术研究院、石家庄安瑞科气体机械有限公司。

本文件主要起草人:韩冰、胡军、李贝、黄强华、闫兴清、王艳辉、张保国、杨明高、马欣、李奇楠、宋薛思、喻友良、孙黎、王红霞、朱永江。

本文件于 2016 年首次发布,本次为第一次修订。

气瓶安全泄压装置

1 范围

本文件规定了气瓶安全泄压装置的类型及结构型式、设置要求、选用要求、基本要求、安全泄放量与额定排量的计算、动作压力或动作温度的确定要求以及标志、安装与维护。

本文件适用于各种结构品种和盛装各类气体的气瓶。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 8337 气瓶用易熔合金塞装置

GB/T 13005 气瓶术语

GB/T 16918 气瓶用爆破片安全装置

GB/T 17268 工业用非重复充装焊接钢瓶

GB 18428 自动灭火系统用玻璃球

GB/T 42536 车用高压储氢气瓶组合阀门

3 术语、定义和符号

3.1 术语和定义

GB/T 13005 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

安全泄压装置 pressure relief device

为使气瓶在意外高温的环境状态下能迅速自动排气泄压，以保护瓶体不发生爆破而装设在气瓶上的泄压装置。

注：包括由温度激活或者压力激活的泄压装置。

3.1.2

安全泄放量 minimum flow capacity for safety

为使气瓶在意外高温的环境状态下，瓶内气体压力在达到气瓶许用压力后不再继续升高而需要泄放的最小流量。

3.1.3

额定排量 rated capacity

在设定的泄放条件下，安全泄放装置在单位时间内所能排出的气体质量。

3.1.4

温度驱动安全泄压装置 thermally activated pressure relief device；TPRD

由温度激活的安全泄压装置。

注：包括易熔合金塞装置、易熔合金驱动装置和玻璃泡驱动装置。

3.1.5

泄放面积　vent area

安全泄压装置用于排放介质的最小横截面的几何流通面积。

3.2　符号

下列符号适用于本文件。

A　泄压装置的泄放面积，单位为平方毫米（mm^2）；

A_0　气瓶瓶体外表面积，单位为平方米（m^2）；

C　气体特性系数；

K　泄压装置的泄放系数；

k　气体绝热指数；

M　瓶内所装介质的摩尔质量，单位为千克每千摩尔（kg/kmol）；

P　泄放压力（绝对压力），单位为兆帕（MPa）；

注：对爆破片装置，为设计爆破压力；对 TPRD，当瓶内介质为液化气体时为在其动作温度下所装介质的饱和蒸汽压力，当瓶内介质为压缩气体时为在其动作温度下理想状态的压力；对安全阀，为额定泄放压力。

P_c　临界压力（绝对压力），单位为兆帕（MPa）；

q　瓶内所装介质在泄放压力下的汽化潜热，单位为千焦每千克（kJ/kg）；

T　泄放压力下介质的温度（绝对温度），单位为开尔文（K）；

T_c　临界温度（绝对温度），单位为开尔文（K）；

V　气瓶的公称容积，单位为升（L）；

W_r　安全泄压装置的额定排量，单位为千克每小时（kg/h）；

W_s　气瓶安全泄放量，单位为千克每小时（kg/h）；

Z　气体在绝对压力 P、绝对温度 T 时的压缩系数。

4　安全泄压装置的类型及结构型式

4.1　易熔合金塞装置

由易熔合金与塞座组成，塞座与瓶体或阀体直接连接。当温度达到预定值，通过易熔合金熔化直接排出瓶内气体。易熔合金塞装置应符合 GB/T 8337 的要求。

4.2　易熔合金驱动装置

由易熔合金与驱动装置组成。驱动装置与阀体连接，当温度达到预定值时，通过易熔合金熔化致使驱动装置动作后，瓶内气体排出。

4.3　玻璃泡驱动装置

由玻璃泡（也称玻璃球）、支撑和驱动装置组成。驱动装置与阀体连接，当温度达到预定值时，通过玻璃泡破碎致使驱动装置动作后，瓶内气体排出。

4.4　爆破片装置

由爆破膜片、夹持圈和紧固件组成（对于非重复充装焊接钢瓶，膜片可直接焊在瓶体的开孔处）。当瓶内气体压力达到预定值时，膜片破裂，瓶内气体排出。爆破片装置应符合 GB/T 16918 的要求。

4.5　安全阀

由阀座、阀瓣和弹簧组成的可反复启闭的压力控制装置。当瓶内气体压力达到预定值时，被弹簧紧

压的阀瓣离开阀座，瓶内气体排出。压力下降到预定值后，阀瓣重新闭合。

4.6 爆破片-易熔合金塞复合装置

由爆破片与易熔合金塞串联组成的安全泄压装置。易熔合金塞设置在爆破片泄放一侧，当温度达到预定值后，瓶内气体压力也达到预定值，易熔合金熔化、爆破片破裂，瓶内气体排出。

4.7 爆破片-安全阀复合装置

由爆破片与安全阀串联组成的安全泄压装置。当瓶内气体压力达到预定值时，爆破片首先破裂，排出的气体使安全阀开启，瓶内气体排出。

5 安全泄压装置的设置要求

5.1 下列气瓶应装设安全泄压装置：

a) 车用气瓶；
b) 金属氢化物可逆储放氢系统用气瓶；
c) 盛装压缩气体和高压液化气体的纤维缠绕气瓶；
d) 乙炔气瓶；
e) 焊接绝热气瓶；
f) 盛装液化气体的集束装置；
g) 长管拖车及管束式集装箱用大容积气瓶；
h) 非重复充装焊接钢瓶。

5.2 盛装自燃气体(GB/T 16163 中 FTSC 编码第一位数字为“3”)、剧毒气体(GB/T 16163 中 FTSC 编码第二位数字为“3”)的气瓶，不应装设安全泄压装置。

5.3 盛装酸性腐蚀，形成氢卤酸的腐蚀性气体(GB/T 16163 中 FTSC 编码第四位数字为“3”)的气瓶，可不装设安全泄压装置。

5.4 民用液化石油气气瓶和民用液化二甲醚气瓶不应装设安全泄压装置。

5.5 氮气、惰性气体以及氧气气瓶(不含纤维缠绕气瓶)一般不装设安全泄压装置。

5.6 除上述规定以外的气瓶是否装设安全泄压装置由使用单位提出，气瓶制造单位与安全附件制造单位协商确定。

6 安全泄压装置的选用要求

6.1 盛装有毒气体(GB/T 16163 中 FTSC 编码的第二位数字为“2”)的气瓶，不应单独装设安全阀；盛装低压有毒气体的气瓶，可装设易熔合金塞装置；盛装高压有毒气体的气瓶，应选用爆破片-易熔合金塞复合装置。

6.2 盛装易燃和可燃性的低压液化气体(GB/T 16163 中 FTSC 编码的第一位数字为“2”)的气瓶，宜装设安全阀或者带安全阀的复合装置。

6.3 盛装易于分解或聚合的可燃性气体(GB/T 16163 中 FTSC 编码的第一位数字为“5”)的气瓶，应装设易熔合金塞装置。

6.4 盛装液化天然气以及其他可燃性气体的低温绝热气瓶，至少应装设两只并联的安全阀；盛装其他低温液化气体的焊接绝热气瓶，应装设并联的爆破片装置和安全阀。爆破片装置用于防止气瓶在火灾环境下因高温而升压所造成瓶体(内胆)的爆破；安全阀用于防止气瓶绝热性能完全失效时导致的升压爆破。

6.5 车用液化石油气钢瓶、车用液化二甲醚钢瓶，应装设带安全阀的组合阀或者分立的安全阀。

6.6 对于钢质无缝结构和金属内胆纤维环缠绕结构的车用压缩天然气气瓶，应装设爆破片-易熔合金塞复合装置。

6.7 车用压缩氢气气瓶应装设 TPRD。

6.8 非重复充装焊接钢瓶应装设爆破片。

6.9 呼吸器用纤维缠绕气瓶应装设爆破片。

6.10 盛装液化气体的钢质无缝气瓶集束装置应装设安全阀。

6.11 其他气瓶应按相关产品标准规定装设相应类型的安全泄压装置。

7 安全泄压装置的基本要求

7.1 设计要求

7.1.1 装置的结构应与使用环境和使用条件相适应。

7.1.2 装置的设置不应妨碍气瓶的正常使用和搬运。

7.1.3 装置开启时产生的排气反作用力不应对气瓶产生不良影响。

7.1.4 盛装可燃性气体的气瓶，装置的结构与装设都应使所排出的气体直接排向大气空间，尽量避免不必要的阻挡，或者冲击到其他设备上。

7.1.5 装置在正常的使用条件下应具有良好的密封性能。

7.1.6 车用压缩氢气气瓶装设的 TPRD 应符合 GB/T 42536 的要求，玻璃泡应选用按 GB 18428 生产的产品。

7.2 材料要求

7.2.1 安全泄压装置材料的化学成分与物理性能应符合相关标准的规定。

7.2.2 与瓶内介质有可能接触的部件或零件，其材料与介质应具有良好的相容性。

7.2.3 爆破片应选用质地均匀的纯金属片（镍、紫铜等）或合金片（如镍铬不锈钢、黄铜、青铜等）制造。

7.2.4 易熔合金应是共晶合金。

7.3 装设要求

7.3.1 焊接气瓶的安全泄压装置可装设在瓶阀上，也可单独装设在气瓶的阀座或者封头部位。

7.3.2 非重复充装焊接钢瓶的安全泄压装置应焊接在气瓶封头部位。

7.3.3 乙炔气瓶的安全泄压装置应装设在瓶阀、阀座或者封头部位。

7.3.4 长管拖车和管束式集装箱用大容积气瓶的安全泄压装置应装设在端塞上。

7.3.5 低温绝热气瓶的安全泄压装置应设置在气瓶管路系统中，且其入口接管应与内胆顶气相空间直接连通。

7.3.6 集束装置的安全阀应装设在总管路上。

7.3.7 金属氢化物可逆储放氢系统用气瓶的安全泄压装置可装设在气瓶模组的管路上或直接装设在气瓶瓶口部位。

7.3.8 其他品种气瓶的安全泄压装置应装设在瓶阀上。

7.3.9 爆破片-易熔合金塞复合装置中的爆破片，应置于与瓶内介质接触的一侧。

7.3.10 车用压缩氢气气瓶和车用压缩天然气气瓶应结合其在车辆上的具体安装位置综合确定是否需要在两端设置安全泄压装置，但当气瓶（含瓶阀和 TPRD 端塞）长度大于 2 300 mm 时，应在气瓶两端均设置安全泄压装置。

8 安全泄放量与安全泄压装置的额定排量

8.1 根据气瓶结构型式及所装介质的性态，气瓶的安全泄放量应符合以下规定：

a) 盛装压缩气体、高压液化气体的气瓶，安全泄放量应不小于公式(1)的计算值：

$$W_s = 0.177P\sqrt{M}V \qquad \cdots\cdots(1)$$

式中：

V——气瓶的公称容积(除长管拖车和管束式集装箱用气瓶外)，公称容积小于 12 L 的气瓶应取 12 L；对长管拖车和管束式集装箱用气瓶，则取其长度不少于 3 m 圆筒部分的容积；对气瓶集束装置，V 为所有气瓶的公称容积总和。

b) 盛装低压液化气体的气瓶，安全泄放量应不小于公式(2)的计算值：

$$W_s = 2.55 \times 10^5 A_0^{0.82}/q \qquad \cdots\cdots(2)$$

对气瓶集束装置，A_0 应为所有气瓶的外表面积总和。

c) 低温绝热气瓶，安全泄放量由相应气瓶产品标准确定。

8.2 安全泄压装置的额定排量应按公式(3)进行计算：

$$W_r = 7.6 \times 10^{-2} CKPA\sqrt{\frac{M}{ZT}} \qquad \cdots\cdots(3)$$

式中：

K——泄压装置的泄放系数，与泄压装置的类型、结构有关，通常由安全泄压装置制造单位实测确定。当无实测值时，对爆破片装置，K 取 0.73；对 TPRD，K 取 0.975；对其他类型和结构型式，一般选用 0.6。

A——泄压装置的泄放面积，应是泄放通道的最小流通面积。对爆破片宜考虑爆破片爆破后残留的碎片对爆破片泄放能力的影响；对玻璃泡驱动装置和易熔合金驱动装置应是泄放通道中用最小泄放通径计算的面积。

C——气体特性系数，$C = 520 \times \sqrt{k\left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k+1}{k-1}}}$。气体特性系数 C 是气体绝热指数 k 的函数，对于具有不同绝热指数 k 值的各种气体，其特性系数 C 见表 1。

Z——气体的压缩系数，见附录 A。

表 1 不同 k 值的气体特性系数 C 值

k	1.00	1.02	1.04	1.06	1.08	1.10	1.12	1.14	1.16
C	315	318	320	322	324	327	329	331	333
k	1.18	1.20	1.22	1.24	1.26	1.28	1.30	1.32	1.34
C	335	337	339	341	343	345	347	349	351
k	1.36	1.38	1.40	1.42	1.44	1.46	1.48	1.50	1.52
C	352	354	356	358	359	361	363	364	366
k	1.54	1.56	1.58	1.60	1.62	1.64	1.66	1.68	1.70
C	368	369	371	372	374	376	377	379	380
k	2.00	2.20	2.50	—	—	—	—	—	—
C	400	412	428	—	—	—	—	—	—

8.3 气瓶上装设的安全泄压装置的额定排量 W_r 不应小于气瓶的安全泄放量 W_s。对于两端均装设安全泄压装置的气瓶，盛装压缩氢气的气瓶除外，任何一端的额定排量不应小于气瓶的安全泄放量 W_s 的 50%。

8.4 对公称容积不大于 450 L 的 B 类以及公称容积大于 100 L 且小于或等于 450 L 的 A 类车用压缩氢气气瓶，TPRD 的额定排量计算应符合如下要求。

a) 可按实际泄放通径加 1.5 mm 计算 TPRD 额定排量。对两端设置 TPRD 的气瓶，计算所得两端 TPRD 额定排量之和应不小于气瓶安全泄放量；允许一端 TPRD 的额定排量小于气瓶的安全泄放量 W_s 的 50%，但不应小于气瓶安全泄放量 W_s 的 35%。

b) 进行相应产品规定的火烧试验时应对 TPRD 进行考核，以验证其实际排量是否满足气瓶安全泄放的要求。火烧试验时 TPRD 动作后，瓶内介质压力泄放至公称工作压力的 50%所需时间应不大于 180 s。对于两端设置 TPRD 的气瓶，在火烧试验的整体火烧阶段应先对泄放通径较小一端的 TPRD 能否动作进行考核。

8.5 对于盛装压缩氢气的长管拖车和管束式集装箱用气瓶，可按照由公式(3)中泄放面积 A 所对应的最小泄放通径的 0.7 倍确定泄压装置的实际泄放通径。

8.6 其他压缩氢气气瓶的安全泄放装置可参照 8.4 进行计算和试验。

9 安全泄压装置的动作压力和动作温度的确定要求

9.1 爆破片装置

9.1.1 爆破片装置的设计爆破温度应为气瓶产品标准中规定的使用环境温度的上限值，设计爆破压力应根据气瓶的耐压试验压力确定。

9.1.2 对可重复充装气瓶用爆破片，设计爆破压力一般应不大于气瓶的耐压试验压力；对于非重复充装焊接钢瓶用爆破片，应符合 GB/T 17268 的规定。

9.2 安全阀

9.2.1 安全阀的整定压力(开启压力)应不小于气瓶的耐压试验压力的 75%，且不大于气瓶的耐压试验压力。

9.2.2 安全阀的额定排放压力应不超过气瓶的耐压试验压力，其回座压力应不小于气瓶在最高使用温度下的温升压力。

9.3 TPRD

TPRD 的动作温度应符合气瓶产品标准的规定。

10 安全泄压装置的标志、安装与维护

10.1 安全泄压装置应有永久性标志，标志内容至少应包括动作压力、动作温度等。

10.2 气瓶安全泄压装置与气瓶之间，以及装置的出口侧都不应装设截止阀，也不应装设妨碍装置正常动作的其他零部件。

10.3 使用气瓶时，应保持安全泄压装置的完好状态。防止装置受腐蚀或被砂土、油漆及污物等所堵塞而导致不能正常动作。

10.4 对于玻璃泡驱动装置,应采用有效的防雨雪结构,避免因结冰造成损坏。

10.5 气瓶充气前,操作人员应检查安全泄压装置,若发现有异常不应充气。

10.6 气瓶在维护保养或定期检验时,安全阀应由专业校验机构进行校验,爆破片应按照爆破片制造单位的规定进行更换。

10.7 更换安全泄压装置应由专业人员操作,并应在使用单位的气瓶档案中予以记录:包括生产厂家,生产日期,产品编号,制造许可证编号(若有)等。

附　录　A
（资料性）
气体的压缩系数

A.1　各种气体在绝对压力 P 和绝对温度 T 下的压缩系数，可根据其对比压力 P_r（$P_r=P/P_c$）和对比温度 T_r（$T_r=T/T_c$），通过图 A.1 查出。

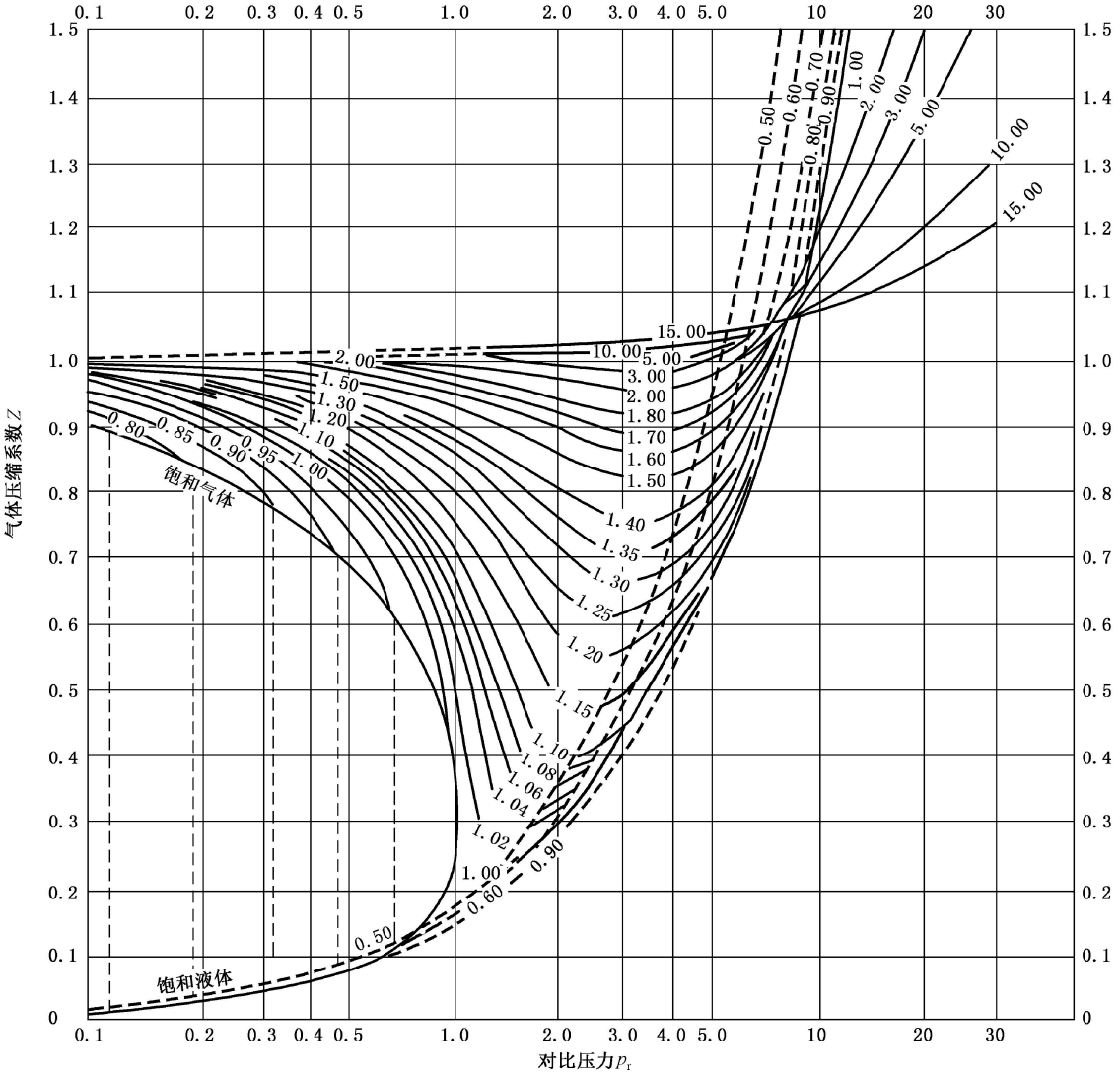

图 A.1　气体压缩系数图（图中曲线代表不同的对比温度 T_r）

A.2 其他常见气体的压缩系数见表 A.1。

表 A.1 其他常见气体的压缩系数

气体	摩尔质量 kg/kmol	临界温度 K	临界压力 MPa	充装压力（表压） MPa	15 ℃基准温度				20 ℃基准温度			
					充装压力下的密度 kg/m³	充装压力下的压缩因子[a]	110 ℃温升压力（表压） MPa	110 ℃温升压力下的压缩因子[a]	充装压力下的密度 kg/m³	充装压力下的压缩因子[a]	110 ℃温升压力（表压） MPa	110 ℃温升压力下的压缩因子[a]
氩	39.948	150.69	4.863	5	88.01	0.97	6.9	1.00	86.26	0.97	6.8	1.00
				10	178.51	0.94	14.2	1.01	174.50	0.95	13.9	1.01
				15	269.79	0.93	22.0	1.03	263.26	0.94	21.4	1.03
				20	357.71	0.94	30.1	1.06	348.82	0.94	29.3	1.06
				25	438.83	0.95	38.5	1.10	428.07	0.96	37.3	1.10
				30	511.40	0.98	47.0	1.15	499.39	0.99	45.5	1.14
				35	575.28	1.02	55.4	1.21	562.56	1.02	53.6	1.20
一氧化碳	28.01	132.86	3.494	5	60.54	0.99	6.9	1.02	59.36	0.99	6.8	1.02
				10	119.70	0.99	14.2	1.05	117.16	0.99	13.9	1.05
				15	176.00	1.00	21.8	1.10	172.16	1.01	21.3	1.09
				20	227.46	1.03	29.6	1.15	222.57	1.04	28.9	1.14
				25	273.14	1.07	37.6	1.21	267.53	1.08	36.5	1.20
				30	313.08	1.12	45.5	1.28	307.02	1.13	44.2	1.27
				35	347.86	1.18	53.4	1.35	341.57	1.18	51.9	1.34

表 A.1　其他常见气体的压缩系数（续）

气体	摩尔质量 kg/kmol	临界温度 K	临界压力 MPa	充装压力（表压） MPa	15 ℃基准温度				20 ℃基准温度			
					充装压力下的密度 kg/m³	充装压力下的压缩因子[a]	110 ℃温升压力（表压） MPa	110 ℃温升压力下的压缩因子[a]	充装压力下的密度 kg/m³	充装压力下的压缩因子[a]	110 ℃温升压力（表压） MPa	110 ℃温升压力下的压缩因子[a]
氦	4.002 6	5.20	0.228	5	8.31	1.03	6.7	1.02	8.18	1.02	6.6	1.02
				10	16.08	1.05	13.3	1.05	15.82	1.05	13.1	1.05
				15	23.50	1.07	19.9	1.07	23.13	1.07	19.6	1.07
				20	30.60	1.10	26.5	1.09	30.13	1.10	26.1	1.09
				25	37.41	1.12	33.1	1.12	36.84	1.12	32.6	1.11
				30	43.94	1.14	39.7	1.14	43.29	1.14	39.0	1.14
				35	50.22	1.17	46.3	1.16	49.50	1.16	45.5	1.16
氪	83.798	209.48	5.525	5	202.38	0.88	7.2	0.95	197.28	0.89	7.0	0.95
				10	457.58	0.77	15.8	0.91	440.86	0.79	15.2	0.92
				15	752.44	0.70	26.2	0.92	719.57	0.72	25.0	0.92
				20	1 010.70	0.70	37.7	0.98	970.71	0.71	35.7	0.97
				25	1 197.00	0.73	48.7	1.07	1 158.50	0.74	46.1	1.05
				30	1 331.10	0.79	59.0	1.17	1 295.80	0.80	56.0	1.14
				35	1 433.10	0.86	68.7	1.26	1 400.80	0.86	65.4	1.23

表 A.1　其他常见气体的压缩系数（续）

气体	摩尔质量 kg/kmol	临界温度 K	临界压力 MPa	充装压力（表压） MPa	15 ℃基准温度				20 ℃基准温度			
					充装压力下的密度 kg/m³	充装压力下的压缩因子[a]	110 ℃温升压力（表压） MPa	110 ℃温升压力下的压缩因子[a]	充装压力下的密度 kg/m³	充装压力下的压缩因子[a]	110 ℃温升压力（表压） MPa	110 ℃温升压力下的压缩因子[a]
氮	28.013	126.19	3.396	5	60.14	0.99	6.9	1.02	58.99	0.99	6.75	1.02
				10	118.41	1.00	14.1	1.06	115.97	1.00	13.8	1.05
				15	173.64	1.02	21.6	1.10	169.99	1.02	21.1	1.10
				20	224.16	1.05	29.4	1.16	219.50	1.05	28.6	1.15
				25	269.26	1.09	37.2	1.22	263.87	1.09	36.2	1.21
				30	309.07	1.14	45.1	1.29	303.19	1.14	43.8	1.27
				35	344.10	1.19	52.9	1.35	337.93	1.19	51.5	1.34
氖	20.179	44.49	2.679	5	41.94	1.02	6.7	1.03	41.24	1.02	6.6	1.03
				10	81.11	1.05	13.4	1.05	79.76	1.05	13.2	1.05
				15	118.42	1.07	20.1	1.08	116.48	1.07	19.8	1.08
				20	153.93	1.10	26.9	1.11	151.45	1.10	26.4	1.11
				25	187.74	1.13	33.6	1.14	184.77	1.12	33.0	1.14
				30	219.93	1.15	40.4	1.17	216.52	1.15	39.7	1.16
				35	250.62	1.18	47.2	1.20	246.81	1.18	46.3	1.19

表 A.1　其他常见气体的压缩系数（续）

气体	摩尔质量 kg/kmol	临界温度 K	临界压力 MPa	充装压力（表压） MPa	15 ℃基准温度				20 ℃基准温度			
					充装压力下的密度 kg/m³	充装压力下的压缩因子[a]	110 ℃温升压力（表压） MPa	110 ℃温升压力下的压缩因子[a]	充装压力下的密度 kg/m³	充装压力下的压缩因子[a]	110 ℃温升压力（表压） MPa	110 ℃温升压力下的压缩因子[a]
氧	31.999	154.58	5.043	5	70.59	0.97	6.9	1.00	69.18	0.97	6.8	1.00
				10	143.42	0.94	14.3	1.01	140.16	0.95	13.9	1.01
				15	217.12	0.93	22.1	1.03	211.78	0.94	21.5	1.03
				20	288.27	0.93	30.3	1.06	280.96	0.94	29.4	1.06
				25	354.01	0.95	38.8	1.10	345.13	0.95	37.6	1.10
				30	412.85	0.97	47.3	1.15	402.91	0.98	45.8	1.14
				35	464.66	1.01	55.9	1.21	454.11	1.01	54.1	1.20
空气	28.959	132.84	3.850	5	62.55	0.99	6.9	1.02	61.34	0.99	6.8	1.02
				10	123.99	0.98	14.1	1.04	121.39	0.99	13.8	1.04
				15	182.99	1.00	21.7	1.08	179.01	1.00	21.2	1.08
				20	237.50	1.02	29.6	1.14	232.36	1.03	28.8	1.13
				25	286.46	1.06	37.5	1.19	280.46	1.06	36.5	1.19
				30	329.77	1.10	45.5	1.26	323.20	1.11	44.2	1.25
				35	367.90	1.15	53.5	1.32	360.98	1.16	52.0	1.31

表 A.1　其他常见气体的压缩系数（续）

气体	摩尔质量 kg/kmol	临界温度 K	临界压力 MPa	充装压力（表压） MPa	15 ℃基准温度				20 ℃基准温度			
					充装压力下的密度 kg/m³	充装压力下的压缩因子[a]	110 ℃温升压力（表压） MPa	110 ℃温升压力下的压缩因子[a]	充装压力下的密度 kg/m³	充装压力下的压缩因子[a]	110 ℃温升压力（表压） MPa	110 ℃温升压力下的压缩因子[a]
甲烷[b]	16.043	190.56	4.599	5	37.80	0.90	7.2	0.97	36.90	0.91	7.0	0.97
				10	81.80	0.83	15.4	0.96	79.22	0.84	14.9	0.96
				15	128.09	0.79	24.9	0.98	123.60	0.80	23.9	0.98
				20	168.48	0.80	35.0	1.05	162.96	0.81	33.5	1.04
				25	199.81	0.84	45.0	1.14	194.15	0.85	43.0	1.12
				30	223.77	0.90	54.5	1.23	218.34	0.91	52.2	1.21
				35	242.65	0.97	63.7	1.32	237.52	0.97	61.0	1.30
氢	2.015 9	33.15	1.296	5	4.16	1.03	6.7	1.03	4.09	1.03	6.6	1.03
				10	8.00	1.06	13.4	1.07	7.87	1.06	13.2	1.07
				15	11.61	1.09	20.1	1.10	11.43	1.09	19.7	1.10
				20	15.01	1.13	26.8	1.14	14.77	1.13	26.3	1.13
				25	18.20	1.16	33.5	1.17	17.93	1.16	32.9	1.17
				30	21.21	1.19	40.3	1.20	20.90	1.19	39.5	1.20
				35	24.05	1.23	47.0	1.24	23.71	1.22	46.1	1.23
				40	26.74	1.26	53.7	1.27	26.36	1.26	52.7	1.27
				45	29.28	1.30	60.3	1.31	28.88	1.29	59.3	1.30
				50	31.69	1.33	67.0	1.34	31.27	1.33	65.8	1.33
				52	32.61	1.34	69.7	1.35	32.19	1.34	68.4	1.35
				55	33.97	1.36	73.6	1.37	33.54	1.36	72.3	1.37

表 A.1　其他常见气体的压缩系数（续）

气体	摩尔质量 kg/kmol	临界温度 K	临界压力 MPa	充装压力（表压） MPa	15 ℃基准温度				20 ℃基准温度			
					充装压力下的密度 kg/m³	充装压力下的压缩因子[a]	110 ℃温升压力（表压） MPa	110 ℃温升压力下的压缩因子[a]	充装压力下的密度 kg/m³	充装压力下的压缩因子[a]	110 ℃温升压力（表压） MPa	110 ℃温升压力下的压缩因子[a]
氢	2.015 9	33.15	1.296	60	36.15	1.40	80.3	1.41	35.70	1.39	78.9	1.40
				65	38.23	1.43	86.9	1.44	37.76	1.43	85.4	1.43
				70	40.21	1.47	93.5	1.47	39.73	1.46	91.8	1.46
				80	43.92	1.53	106.6	1.54	43.42	1.53	104.7	1.53
				90	47.34	1.60	119.6	1.60	46.82	1.59	117.6	1.59
				100	50.50	1.67	132.6	1.66	49.97	1.66	130.4	1.65
氘	4.028 2	38.34	1.679 6	5	8.32	1.03	6.7	1.03	8.19	1.03	6.6	1.03
				10	16.01	1.06	13.4	1.07	15.75	1.06	13.2	1.06
				15	23.25	1.09	20.1	1.10	22.88	1.09	19.8	1.10
				20	30.07	1.12	26.8	1.13	29.60	1.12	26.4	1.13
				25	36.50	1.16	33.6	1.17	35.95	1.15	33.0	1.16
				30	42.57	1.19	40.3	1.20	41.93	1.19	39.6	1.20
				35	48.29	1.22	47.0	1.23	47.59	1.22	46.2	1.23

注：临界泄放压力(绝对)等于温升压力(相对,表压)＋0.1 MPa(大气压力)。

[a] 其他充装压力和温升压力下的压缩因子可进行插值(或外推)。

[b] 压缩天然气为混合气体,主体成分为甲烷,压缩因子可参考甲烷。

参 考 文 献

[1] GB/T 16163 瓶装气体分类