

气瓶安全与检验问答 (二十三)

孙萍辉

(大连市甘井子区金西路邮政局1-20号信箱, 辽宁大连 116031)

中图分类号: TQ 051.3 文献标识码: C 文章编号: 1007-7804(2003)06-0038-04

问: 铈有下列原始标志的国产气瓶是哪个单位生产的, 其中“RZZ089”表示什么?

GB 11640

01733 RZZ 089 W 7.8

TP22.5 CS V 8.1

WP 15 HA 2003.7 S 7.0

答: 铈有上列原始标志的小容积铝质无缝气瓶, 是位于黑龙江省齐齐哈尔市的黑龙江华安工业(集团)公司(HA)生产的。标志中的“RZZ089”表示该公司的气瓶制造许可证编号。

问: 铈有下列原始标志的外国小型钢质无缝气瓶, 是德国哪个公司制造的, 标志中的“390N”、“BAR”和“84DI”各表示什么?

瓶肩正面

29725

BASF LUDVIGSHAFN

INH. 10. OLTR PRÜFGAS FULL150BAR

瓶肩背面

390N 10. 0L 225BAR 20. OKG

84DI (W) 831499/79 (T) (4)

答: 铈有上列原始标志的小容积钢质无缝气瓶, 是德国威廉·西贝尔公司制造的。标志中的“390”表示该瓶屈服点最小保证值 (N/m^2); “BAR”是压力单位“巴” ($1 \text{ BAR} = 0.1 \text{ MPa}$); “84DI”表示制造该瓶的钢材牌号。

问: 何谓乙炔瓶限定充装压力, 它对安全充装乙炔气有什么意义?

答: 按 GB11638《溶解乙炔气瓶》的规定, 在基准温度 15°C 时, 溶解乙炔气瓶的限定充装压力为 1.52 MPa 以下。在不同环境温度下充装乙炔瓶

时, 其静置后的瓶内乙炔压力应以此为准进行换算。所谓限定充装压力即极限充装压力, 它直接关系到限定充装量。影响限定充装量的因素很多, 除极限压力和对应的温度外, 还有安全空间和填料孔隙率等。不同环境温度下充装乙炔气瓶, 经静置且压力达到平衡时, 乙炔瓶内的压力不得高于下表规定值。

环境温度 $^\circ\text{C}$	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
静置后压力 MPa	0.7	0.8	0.9	1.05	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.25	2.5

了解乙炔瓶的限定充装压力与温度之间的关系, 是乙炔瓶充装中极为重要的问题, 它直接关系到乙炔瓶的安全充装。乙炔瓶的充装压力应该低些, 因为压力低可减少燃烧爆炸的危险性。

乙炔分解爆炸与温度、压力关系很大, 压力越高, 则爆炸所需温度就越低, 能量也小得多。另外, 压力高瓶内安全空间减小, 有可能产生“液压”, 使瓶体胀裂或伴随燃烧爆炸。在压力高和温度低形成的液体乙炔, 只需轻微震动或撞击就会发生爆炸。

乙炔瓶的限定充装压力, 在任何情况下都不得超过 2.5 MPa , 因为乙炔瓶内的多孔填料阻止乙炔分解爆炸传播的性能已失去作用。

问: 溶解乙炔气瓶内产生“液压”的原因、危害及其预防措施有哪些?

答: 溶解乙炔瓶内的“液压”是指能使瓶内乙炔由气体变为液体的压力而言。任何气体只要将其冷却到一定温度均可变为液体, 乙炔的液化温度, 在常压下为 -82.5°C 。气体的液化温度随压力的升高而升高, 当乙炔的压力升高到 6.19 MPa , 乙炔的液化温度就由 -82.5°C 升高到 35.2°C 。使乙

炔液化的最低压力（6.19 MPa）为乙炔的临界压力，在临界压力下使乙炔液化的最高温度（35.2℃）为乙炔的临界温度。任何气体都有其液化的临界压力和临界温度。

液化乙炔较之气体加压乙炔更危险，激发能量很低（见下表），稍受震动或冲击就会发生分解爆炸。

温度/℃	-78	-50	-40	-35	-30	-27
压力/atm	4.4	5.3	7.7	9.2	10.9	12.2
最小激发能量/J	>11	1.5	0.98	0.98	0.69	0.13

（注：1 atm=101.33 kPa）

从上表可见，如温度为-27℃，其液化压力为12.2 atm，最小激发能量为0.13J。所谓最小激发能量，即乙炔达到分解爆炸时由外界提供的最小能量。激发能源形式很多，诸如机械能、电能、热能等。液体乙炔之所以最具有危险性，其根本原因是分子间距很小，稍受震动、冲击，有能量供给，就会发生爆炸。因此在操作中要格外小心，防止液体乙炔生成，避免灾难性事故发生，其措施是：

1. 不得超压特别是在环境温度较高，且压力超高时，就有可能产生液体乙炔；2. 高压干燥器必须保持在5℃以上操作；3. 充装乙炔瓶切忌超压、超温，防止瓶内产生液体乙炔。

瓶内产生“液压”的原因是：

1. 瓶内温度上升；2. 乙炔瓶充装超量；3. 瓶内丙酮充装过量。

在实际操作中，对上述三点必须严加防止。

问：何谓绝热压缩，在什么情况下会产生绝热压缩，它对从事可燃性气体生产和充装有什么危险？

答：可燃性气体的燃烧和爆炸，发火源是不可缺少的条件。发火源的种类及存在形式是多种多样的，而绝热压缩就是其中之一。在可燃性气体生产和充装中，因绝热压缩引发的事故时有发生，而有的事故性质很严重，损失很大，甚至造成人员伤亡。

任何气体受到外力压缩其体积缩小、压力增大、温度升高。如果气体在这个物理过程中，其产生的热量不与外界进行冷热交换，全部用于升高气体温度，就叫绝热压缩。在实际工作中，气体压缩是在非绝热状态下进行的，其产生的热量不是不与外界进行冷热交换，而是由于压缩是在速度极快和时间极短的情况下完成的，其产生的热量还来不及

与外界进行冷热交换，就几乎全用于升高气体温度，仅接近于绝热压缩。

当气体被压缩时，热损失小，温度上升快，而成为绝热压缩状态时，其温度按下式计算。

$$T_2 = T_1 \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{K-1}{K}}$$

式中， T_1 为气体被压缩前的温度，K； T_2 为气体被压缩后的温度，K； P_1 为气体被压缩前的绝对压力，MPa； P_2 为气体被压缩后的绝对压力，MPa； K 为气体绝热指数，见下表。

气体	空气	氮	氧	氢	乙炔
K	1.40	1.40	1.397	1.41	1.29

以空气为例，若压缩前的条件定为 $T=288$ K（15℃）， $P_1=0.1$ MPa，则 P_2 和 T_2 的关系，当压力分别为5、10、15、20 MPa时，温度分别为866、1068、1200、1303 K。

产生绝热压缩的条件比较复杂，有的明显，有的不明显。在进行高压气体生产或处理时，若向一端封闭容器、管道、仪器中快速导入高压气体，则容易达到可燃性气体发火所必需的温度。例如：

1. 气瓶充装过程中，在充装台压力达到气瓶限定充装压力20%以上后，插入“空瓶”或压力较低的气瓶进行充装。

2. 在充装台的充装接头数不够、充装的气瓶数少于充装接头总数的五分之四或充装中出现的“冷瓶”数超过全组气瓶数的五分之一的情况下进行充装。

3. 一组气瓶充装结束前，微开另一组气瓶充装总阀进行预充装，以减小气瓶内外压力差，而直接开启另一组气瓶充装总阀。

4. 在气柜回流阀未开启的情况下，开启充装台回流阀排放管道中的高压气体，使管道中气体产生绝热压缩。

5. 因故保压停止充装或充装过程中，关闭压力表阀，更换失灵压力表后，开启压力表阀会使表中弹簧管内空气产生绝热压缩。

6. 急开放空阀、瓶阀，或容器、气瓶、管道出现裂缝、孔隙，高速喷出的气流与空气碰撞，使空气产生绝热压缩。

7. 在瓶阀出口装上测压器、压力调节器或卡具后，突然开启瓶阀，会使测压器、调节器或卡具内的空气产生绝热压缩。

8. 借一根短管连接充有高压气体的气瓶与

“空瓶”，进行“嘴对嘴”倒气，会使“空瓶”内气体产生绝热压缩。

可燃性气体发生绝热压缩燃烧爆炸，往往与工艺设备设计、安装和操作不当有关。从上述种种情况不难看出，产生绝热压缩的条件是，在高压系统开启阀门时，在气体流向前方存在不与外界相通的低压“死角”，因急开阀门，高压气体高速压向前方低压“死角”，形成近于绝热压缩的过程。因此，从事可燃性气体生产和充装人员，都应熟知产生绝热压缩的条件和预防措施，尽量避免因绝热压缩引发的事故发生，其预防措施如下。

1. 设置工艺设备、管道阀门，避免留有可能会产生绝热压缩“死角”；

2. 在系统处于高压状态下，如出现意外紧急情况需要立即处置时，务必要考虑有无产生绝热压缩的可能；

3. 启闭阀门，要严格遵守操作程序和规定；

4. 防止空气混进系统内。

问：乙炔分解爆炸的威力有多大？乙炔在其爆炸极限范围内，危险性最大浓度为多少？

答：乙炔分解反应生成固体碳和氢，并发出大量热，若无热损失，其火焰温度可高达 3100℃。如在容器内发生乙炔分解爆炸，其压力可为初压的 9~10 倍，如果在管道中发生乙炔分解爆炸，则火焰被加速易形成爆轰，爆轰时产生的压力为初压的 20~50 倍，破坏力很大。

从诸多事故案例来看，因火焰、火花、高温等热源引起的分解较多，但亦有因管道阀或气瓶阀启、闭所伴随的绝热压缩产生的热量而发火事故。

在压力低时，乙炔发生分解爆炸，需要较大的能量；压力高时，稍加能量便会发火，所以乙炔的压力，在任何情况下不得大于 2.5 MPa。

乙炔与空气的混合物达到燃爆极限浓度时，遇发火源就会发生燃烧爆炸。乙炔与空气混合物的燃爆极限为 2.3%~81%，浓度在 7%~12% 时，燃爆危险性最大；乙炔与氧混合物的燃爆极限为 2.8%~93%，浓度在 7%~30% 时危险性最大。试验测得，7.73% 的乙炔与空气混合物的最小发火能仅为 0.020 mJ，而浓度 7.73% 的乙炔与氧混合物的最小发火能更小，为 0.0003 mJ。7%~13% 的乙炔与空气混合物的爆炸压力可达 35 MPa 以上。

问：在接受瓶装气体生产和充装安全技术培训

时，授课人常提到“发火源”并举明火和静电，觉得未尽其详，很想较全面了解发火源的类别，预防燃烧爆炸事故发生。

答：导致燃烧爆炸的能源称发火源。发火源大致可分为如下 10 种类别。

1. 明火：燃烧火焰，如焊接、切割、焊机、加热炉、喷灯等生产火。又如取暖火炉、火盆、炉灶、火柴、打火机、吸烟、做饭、焚烧等非生产烟火。

2. 高热物与高温表面：高温蒸汽管道、高温气体管道、加热炉、干燥炉、热交换器等设施的表面；工具相互冲击摩擦发热；还原触媒混入空气。

3. 撞击与摩擦：钢质器具碰击、石块间的撞击、砂轮与金属件或非金属件产生的火花；机械设备、压力容器、管道、阀门、气瓶破裂时产生的撞击火花；管道支撑架损坏、脱落或松动，致使管道与支撑架或相邻管道摩擦；容器、管道或气瓶内残留物摇晃、流动或碰撞产生摩擦撞击；铁质鞋钉与地面的摩擦撞击。

4. 绝热压缩：(参照前述问答)。

5. 自然发火：堆积的浸有油污的擦机布或纱线球、金属粉和不饱和有机物，能缓慢氧化发热，热量积蓄到发火温度就会引起明火，而成为相邻物质燃烧爆炸的发火源。

6. 化学反应：异常的化学反应，如相抵触的两种气体混装，气体的聚合、分解等作用而导致温度、压力异常升高，也是引起爆炸的原因。

7. 电火花：配电盘、开关、电路、电动机、变压器、电热器、照明设施等电气设备，由于接触不良、绝缘损坏或短路等原因而产生火花；通讯工具，如手机、传呼机、对讲机、非防爆通用电话机等，在接话、断话时均能产生火花；摄像、录像机启闭时也会产生火花。

8. 静电：当两种不同固体接触时，其间距达到或小于 25×10^{-8} cm 时，在接触界面上就会产生静电。如皮带不仅在滑动时产生静电，而且与皮带轮接触后离开时也能产生静电；液体有沾湿管壁的性质，因此管壁和液体之间紧密接触，当液体流动时，随着离开管壁就产生静电；两种不相混溶的液体混在一起，由于比重不同发生沉降相对运动，或固、气相杂质在液体中沉降、搅动都会产生静电；当液体（或固体微粒）由喷嘴高速喷出时，也会产生静电；纯净气体不论在管内流动或以高速从管口、管阀、瓶阀喷出，几乎都不产生静电。当气体

含有粉尘或雾滴，就会产生静电。

人体在许多条件下也会带电。如将尼龙纤维的衣服从毛衣外面脱下时，人体可带 10 kV 负电；穿塑料鞋在绝缘地面（如橡胶板）上走路可带 2~3 kV 负电；穿尼龙羊毛混纺衣服坐到人造革面的椅子上，当站起时人体就会产生近万伏的电压。

9. 光线及放射线：光线或放射线向一定条件的气体中放射能量，也可成为一种发火源。

10. 其它火源：如雷击；聚集的日光等。

问：我站计划对溶解乙炔气瓶充装人员进行安全技术教育，请提供些乙炔充装事故案例。

答：现从笔者记载的有关乙炔充装间发生的事故案例中整理出如下几项，供您站参考。

1. 1986 年 4 月 8 日 12 时 50 分，北京市某乙炔充装站发生一起因泄漏引发的空间燃烧事故，423 m² 的厂房和 800 余只乙炔瓶毁于大火之中，幸未发生爆炸和人员伤亡。

当时，正在从事充装前连接夹具和试漏工作。由于其中一个夹具处漏，在静电火花作用下形成一火球，并迅速扩大波及全部充装间，导致 800 余只乙炔瓶的易熔塞溶化，喷出的乙炔加大了火势。

2. 1986 年 10 月 23 日 16 时 02 分，南京市某乙炔厂在 2 号压缩机系统及 1、2、3 组充装排正处于 0.8 MPa 正常运行。1 号压缩机正在以空气为介质进行单车试车。车间主任违章指令用压缩空气对检修后 4、5、6 组充装排进行气密性试验，系统压力为 1 MPa。当开启充装台转换阀时，2 号压缩机干燥器的防爆膜和 2 号充装排的充装软管同时爆炸喷出火焰，邻近的乙炔瓶易熔塞也随之熔化着火，火焰迅速蔓延到充装厂房内的全部乙炔瓶，致使 500 m² 厂房、全部充装设备及 565 只乙炔瓶毁于大火。事故原因分析认为：充装台转换阀不严密致使空气渗入 2 号系统形成具有燃烧爆炸性的空气—

乙炔混合气，在开启转换阀之际引发燃烧爆炸。

3. 1990 年 9 月 11 日 7 时许，山西省榆次市某乙炔厂，在由第 3 排充装台向第 2 排充装台转换充装时，一声巨响，2、3 排充装台之间喷出火焰，当即有 10 余只乙炔瓶起火，同时隔间的高压干燥器发生爆炸，随即形成大火，燃烧半个多小时。这次事故伤 4 人；高压干燥器炸裂一台，鼓胀一台；200 m² 厂房及设备烧毁；爆裂 200 余乙炔瓶。事故后分析认为是瓶阀夹具漏气产生静电引起燃烧。

（注：笔者认为这起事故，主要是由于转换操作不当，致使第 2 排充装系统内出现绝热压缩，使乙炔分解爆炸。）

4. 1991 年 5 月 26 日 15 时 55 分，上海某乙炔厂在 3 排充装台都充装结束，将瓶阀和进气总阀全部关闭后，准备先把充装台管道中的乙炔气放回到气柜里，而后再行卸瓶。在开启回流阀时，在距阀 10 cm 处的管道突然爆破喷出火焰，操作人员被烧成重伤，充装台上的 60 只乙炔瓶的易熔塞相继动作酿成大火。事故后分析认为由于事先没有开启回流阀与气柜之间的管道阀，导致 2.3 MPa 的高压乙炔急速冲入管道产生绝热压缩，使乙炔发生分解。

5. 1992 年 6 月 22 日上午，安徽省马鞍山某乙炔厂。生产正处于停机保压状态，系统压力为 1.6 MPa 以上。这时一名工人准备利用停机时换一块已坏的压力表。在换表前，要先将管道内乙炔气放回气柜。正在开启回气时，突然一声巨响，操作盘管一端墙头爆破，附近 1 号高压干燥器上下封头爆破，并起了大火。事故分析认为这起事故与上海某乙炔厂的事故相似，也是由于开启阀门顺序有误，产生绝热压缩引起乙炔分解爆炸造成的。

问：“伊通”是哪个气瓶制造厂的代号？

答：钭有“伊通”代号的气瓶是 20 年前，吉林省伊通县某汽车行业附属厂制造的，已停产。该厂制造的气瓶，只限于在吉林省内使用。

日本开发出 ODP 为零的氟代烃

日本杰昂公司与日本国家材料化学研究所合作开发了耗臭氧参数（ODP）为零的新的氟代烃溶剂（Zeorora-H，七氟环戊烷）和半导体干蚀刻剂（Zeorora-ZFU58，八氟环戊烯），前者是一种不燃性溶剂，可用作涂料、反应介质和工业清洗剂。

两种化合物都是由七氟氯环戊二烯合成的，在进一步加氢脱氯化氢反应中，利用一种专有催化剂去除氯，反应条件为：160~250 ℃、0.1 MPa。其 250 t/a 半工业化装置已投产使用。

梁 玉