

常见的气体(气瓶) 爆炸与原因

郎溪双建气体有限公司 孙丹明

在一些新闻报道和专业刊物上，经常见一些气体或气瓶、气体贮罐等爆炸的报道或原因分析的专刊。介绍的情况有详有简，分析的原因却总感并不到位或不足，有些甚至属误判。这对于新闻报道来讲，抢时间，难免在专业上无专人解释，情有可原。但若在专业上把分析与原因误判或道理错误理解，往往会误导读者与专业人员，若把其有关”技术” 知识引入实践中，则易引入歧路，得不偿失。下面谈谈我对常见的几类气体、气瓶爆炸与原因的观点，供参考。

1 定义

1.1 爆炸

可燃物与空气中的氧混合，在较小范围迅速燃烧，在瞬间放出大量热量，造成温度和压力急剧升高，火焰传播速度达每秒几百米(大于声速) 甚至是上千米，这种现象称为爆炸。

1.2 分解爆炸

乙炔在分解或燃烧后，所形成的火焰以低于声速向未反应的气体侧传播，此时称为分解爆炸。分解爆炸所产生的压力可达到初压的9~11倍。

1.3 气瓶的物理性爆炸

气瓶内压力超过气瓶本身承受压力的能力所产生的爆炸，称之为物理性爆炸。

1.4 气瓶的化学性爆炸

气瓶内存在氧与可燃气体的混合物(爆炸性气体) 並发生燃烧，其威力远大于物理性爆炸。谓之化学性爆炸。(瓶内物质发生化学反应)

1.5 回火

焊割炬在正常燃烧工作时，火焰突然在焊割炬的咀外回到焊割炬的混合室内，同时发出嘶嘶的尖叫声。这种现象称之为回火。主要原因是火焰的燃烧速度高于气体的流速而引起。(以氧炔焰为多，因其燃烧速度快)

1.6 倒氧

焊割炬在不工作时，意外发生情况导致焊割咀堵塞(堵量超过一半以上) 最常见的在野外地点如焊割炬放置不妥，掉入黄泥地上，且焊割咀朝下。形成焊割咀堵塞而焊工又不知情，等到要开始点火作业时，焊工打开乙炔气阀和混合气阀(俗称慢风)，由于咀头有黄泥等堵塞，氧气出气受阻，又因其压力是乙炔的十倍以上(其它可燃气体也一样) 所以，氧气会通过混合室倒回到乙炔胶管内，通常这种情况是前数次点火不易点着，一旦点着，乙炔胶管瞬间爆炸。根据倒氧的时间、压力、流速，时间越短，爆炸威力越低，有的仅爆炸(乙炔胶管) 几米、十多米，若时间长，则可能爆炸到乙炔减压器。一般情况是不会倒入乙炔瓶内的。因氧的工作压力一般在 0.5Mpa，乙炔气瓶压力一般都大于这个压力。即使气瓶压力低于它，减压器低压室受到大于供出压力的压制，会关闭出气口，阻止气体回流。焊割工艺把此类现象称之为“倒氧”。

2 溶解乙炔气瓶爆炸

2.1 真正乙炔气瓶爆炸较少发生

其实真正的乙炔气瓶爆炸在常用条件下是较少发生的。(相对其它类气瓶) 这主要由于溶解乙炔气瓶的本身设计特点所决定。因溶解乙炔气瓶的瓶内有充满的硅酸钙填料(孔隙率 $\geq 90\%$)，乙炔在瓶内是以溶解于丙酮等溶剂的形式存在，如糖溶于水，不见糖独立存在，但水是甜的(有糖)。气瓶内是没有乙炔独立存在的空间，(硅酸钙的孔隙率很小，一般在 2mm 左右，用肉眼基本不能直观出来) 且又由于高压的压力，乙炔都溶于丙酮中，而丙酮又分布在众多的微小的硅酸钙填料孔隙之中。在气瓶允许使用的压力、温度条件下，那怕是用枪击打穿气瓶外壁，弹孔处乙炔外泄着火，气瓶也不会爆炸。因硅酸钙填料的孔隙都是相对独立存在，相互之间不是畅通的，而是有阻力的，溶剂中的乙炔也不会很快逸出(之所以乙炔气瓶使用流量是 $2\text{m}^3/\text{h}$)。这就使得某一点乙炔分解爆炸，不会导致临近乙炔分子分解爆炸。这些条件使乙炔无法达到分解爆炸的基础范围，爆炸危险也随之消失。这是溶解乙炔气瓶在正常使用条件下，较少发生爆炸的基本道理。

还有一种情况，就是储放溶解乙炔气瓶的气瓶间(四周有易燃物) 着火，充满乙炔的溶解乙炔气瓶受到高温、高压(环境温度提高导致瓶内压力上升) 威胁，加上明火，溶解乙炔气瓶会否爆炸？答案是：只要气瓶是符合国标规定条件，且充装过程符合充装

规定(这其中包括瓶内丙酮量是否按规定补加、充装完毕后乙炔重量不超标, 静止时间超过 8 小时等, 总之, 不让乙炔有独立存在于瓶内条件), 则气瓶是可以通过烈火的考验的。因气瓶的瓶阀后下部分和瓶肩上共有两个易熔塞, 其熔开温度是 $100^{\circ}\text{C}(\pm 5^{\circ}\text{C})$, 一旦气瓶受外界热源影响达到熔开温度, 易熔塞熔开, 瓶内气体喷出, 可降低瓶内压力, 并较快把瓶内乙炔排放出来, 防止气瓶受高温、高压影响发生爆炸。喷出来的乙炔遇外界的火源会着火, 但不会引起气瓶爆炸。但因瓶内压力较高, 喷出的火焰最长可达 1 米之远, 容易波及其它, 须注意防范。

2.2 导致溶解乙炔气瓶爆炸的诱因

溶解乙炔气瓶的制造和检验缺失, 瓶内的硅酸钙填料发生收缩, 松散、下沉或与瓶壁之间产生较大间隙空间($\geq 2\text{mm}$)。

如果一只气瓶内的填料发生上述问题, 应该是判废的标准, 此类气瓶绝不能再用于溶解乙炔充装。因具有上述问题的气瓶, 在瓶内有让乙炔独立存在的空间。而乙炔本身有一个特性, 既乙炔在高压条件下($\geq 0.15\text{Mpa}$) 遇火能分解爆炸。此类填料有问题的气瓶是导致气瓶爆炸的主要原因。

2005 年秋, 我在台州某气体公司工作时, 一个溶解乙炔气瓶在某造船厂发生爆炸。当时有 8 个乙炔气瓶在距船台三十余米的硬黄泥地上, 分两排放在一起, 其爆炸原因是船厂焊工割炬倒氧, 在点火时引发乙炔胶管和乙炔减压器燃爆, 使该使用瓶(开启在用) 喷出的乙炔着火, 该瓶位置在前排左侧第一个, 喷出的火焰又向右边和后边燃烧, 导致相邻的和后面的气瓶逐个易熔塞全部熔开, 都全部喷出乙炔并着火, 爆炸那个气瓶在后排最右边(距第一只燃烧气瓶最远、也是最后波及到的), 但就是这个气瓶在易熔塞开启的瞬间, 气瓶发生爆炸。气瓶的爆炸点在上封头的正中间, 距瓶阀有 20 多 mm, 整个封头上半部分翻了 180° , 仅剩余不到 50mm 的连接处, 瓶内填料喷出有 40 多米远, 整个瓶仅剩外壳。受爆炸反座力的作用, 气瓶在爆炸瞬间, 硬硬插入黄泥地下近 700mm, 可见威力之大!

为什么气瓶会在封头中间部位, 而不是在相对薄弱的焊缝边热影响区或瓶身的焊缝区? 哪才是最薄弱环节, 而整个气瓶外壳其它部位都完好无损(也无变形)。事故发生后, 我核查了气瓶档案和气瓶的充装记录。气瓶是在三个月前从某气瓶制造厂新买的(仅充了数次), 且丙酮补加量、乙炔充装量、静止时间等都是按有关

規定做的，有所有的记录见证。再从气瓶爆炸部位和爆炸后实物检查，可以确认是气瓶的填料出現的收缩(气瓶的填料在填满后有个高温干燥程序，问题应是通过此程序后出現的填料收缩)其收缩的部位正是气瓶爆炸的位置，由于其它部位的填料都是完好的，所以，尽管承受到瓶上部位分解爆炸的冲击，但並沒有引发更大(整体)的爆炸。事实根据是很清楚的！

同样经过燃烧和高温炙烤(包括第一个在用气瓶)，其余七个溶解乙炔气瓶都只是易熔塞熔开着火，但都没有其它任何问题发生，也足可证明，只要溶解乙炔气瓶内填料合乎气瓶标准，充装工作按規定操作，溶解乙炔气瓶既使遇到极其特殊情况，也是安全的。

充装溶解乙炔气瓶的过程中，違規作业，不按充装規定要求去做，导致事故发生。

不按气瓶規定要求补加丙酮，使溶解乙炔成为压缩乙炔；不遵守气瓶充装后要静置 8 小时以上再检测、装车、运输到客戶的規定，而是充装后立既下瓶装车，送用户使用。(因乙炔溶解于丙酮之中要有个溶解过程和时间，若没有这个过程，乙炔在瓶内还处于气体状态，則遇到特殊情况，就可能引发事故)；气瓶已超过检测年限(3 年)但继续使用，(或发生特别情况，不及时检查检测。)由于气瓶的使用情况复杂多变，瓶内填料也由于生产的情况和质量问题在历经摔、抛、撞击后，填料会出现各种问题，如不定期检测，就无法了解，一旦发生填料出現问题，又没有及时检测、发现，遇到特殊情况，易引发事故；补加丙酮量超量，但未作任何处理，上排充装。此类问题尽管发生概率较低，但危害很大。因丙酮的充加量是根据每个气瓶的有效空间计算出来的，丙酮在溶解乙炔过程中，有个膨胀效应，每个气瓶在加完正常丙酮量后，气瓶的安全空间仅剩 12%，若丙酮补加量超量，则在充装或使用环境变化(温度升高)时，安全空间会缩小或失去，气瓶会产生“液压”现象，很易引发事故

3 氧气瓶爆炸

3.1 物理性爆炸：

凡正常使用的合格气瓶，其试验压力是工作压力的 1.5 倍，既一个常用的 40L 氧气瓶，工作最高压力是 15Mpa，則其试验压力是 22.5Mpa。在常規条件下，既使稍许的特殊条件，气瓶安全是有保障的。再则，氧气瓶阀的后部，有安全保险片装置，一般起爆压力

在 16Mpa 左右，既一旦氧气瓶遇到高温、高热，瓶内压力超过爆破片压力，安全片破裂，瞬间瓶内气体泄出，压力下降至 0，能保证气瓶的安全。

常见的氧气瓶爆炸，有以下几种情况：

气瓶的超期服役，且长期不接受定期检验，外观基本未变，但内部由于长期腐蚀(如有水氧化)，瓶壁已明显减薄，(有些是局部)已无法继续承受正常工作压力的能力，在受到外力撞击和碰撞等情况时，发生爆炸；

气瓶受到极大的外力撞击或摔、抛，如高处坠落、车祸等，瞬间受力超出其承受能力，发生爆炸；

气体充装时，超装过量，此类情况在液态氧汽化充装过程中(非正规条件)，误将液氧充入气瓶，导致液氧迅速气化膨胀，引起爆炸。此类情况尽管不多见，但必须注意，后果严重。

特殊的工况条件，如高寒地区或高冷场所，而气瓶并不是耐高冷材质，经不起长期高寒冷冻，使气瓶材质变脆，稍受碰撞则发生爆炸。

还有些特殊情况，如上个世纪 80 年代前，有一批二氧化碳气瓶，外观与永久气体气瓶一样，容积都是 40L，但其最高试验压力是 15Mpa，最高工作压力是 10Mpa，其壁厚度比永久气体气瓶相对较薄。有些经销商发现此类气瓶较永久气体气瓶相对便宜，则私自买来进行改装，冒充氧气瓶送入充装站充氧，并当氧气瓶经销，此类气瓶过去发生们事故较多(物理性爆炸)，目前已基本没有了。但仍需要求充装站的人员注意，防止此类气瓶的流窜或死灰复燃。最主要的是空瓶检查这一关。一是查看充装介质，二是检斤，凡是重量低于永久气体气瓶平均重量较明显的，必须送检验站进一步检验检测，不得充装。

3.2 化学性爆炸

氧气瓶内若混入可燃气体，诸如氢、甲烷、(天然气) 乙炔、丙烷等，只要达到爆炸范围，遇火则爆炸。一般可燃气体下限都较低，只有 2%~5%，所以，瓶内只要混入可燃气体，爆炸的概率是较大的。

氧气瓶混入可燃气体的种类很多，如：

3.2.1 私自改装

私自改装，把氢气等易燃气体气瓶私自改成氧气瓶，又不进行气体置换，瓶内残留可燃气体与氧混合，形成爆炸气体；

3.2.2 气瓶充装不按规定作业，任意私改充装介质

气瓶充装不按规定作业，任意私改充装介质：如把氧气瓶改充氮气，而氮气瓶在化工厂供气过程中，往往会由于操作方面失误而导致可燃物质或气体回流到氮气瓶内（这类问题发生较多），如该氮气瓶回到充装站，充装人员又把它转回到氧气瓶的身份，（恢复实施充氧作业）则爆炸气体形成是必然的后果了。

3.2.3 在用的氧气瓶与可燃气体气瓶因瓶内压力(使用过程中)发生变化

在用的氧气瓶与可燃气体气瓶因瓶内压力(使用过程中)发生变化。在氧气瓶内压力低于可燃气体使用压力的条件下，可燃气体可通过焊、割炬倒回到氧气胶管，一般这种情况下焊割炬已不能正常点火工作，因氧气已基本用完，焊工应及时关闭焊、割炬上的燃气阀和氧气调节阀(慢风)，但如焊工不关闭此两个阀，可燃气体可通过焊、割炬上的混合室，回流到氧气胶管，并通过氧气减压器进入氧气瓶。此类情况的发生在使用乙炔时很少出现，因氧炔焰温度高，乙炔工作压力一般在0.02Mpa就足够了。但如使用天然气或丙烷气，由于其燃烧温度低，特别是丙烷，由于其燃烧火焰的耗氧量是乙炔的两倍，所以，使用压力都在0.05~0.1Mpa(实际无需如此太高压，但现场作业人员许多是如此操作，值得提醒)。这就给可燃气体倒流入氧气瓶创造了可乘之机。此类情况相对较少出现，但确实是可燃气体侵入氧气瓶方式的一种，不能忽视。

有些分析认为，可燃气体既然可以回入氧气瓶，必然要有一定压力，则在上排充装时，不是会因均压原理而流入其它气瓶内，而唯独其自有呢？这个问题提到了关键点，试想一个靠焊割炬回流的可燃气体压力比照正常规定是高了，但比起氧气瓶规定余压(一般在0.5Mpa左右)，还是低许多的(一般只是0.05~0.1Mpa左右)，所以上排充装时，在开启各瓶阀后，瓶内压力高的必定是有氧气余压的，而不是有可燃气体的气瓶，均压只会让氧气先均压到有可燃气体的瓶内，而不是相反！又因其爆炸下限极低($\geq 2\%$)40L的气瓶，只要1L以上的可燃气体，既可引发爆炸(常压下)，而在气瓶充氧10Mpa以上时，也只需100L可燃气体。这个比例差距大，形成的可能性就高。当然，我这也指的是特例。海因法则告诉

我们，尽管大多数含有可燃气体的气瓶因种种原因并没有引发爆炸事故，但只要有一瓶出现问题，就可造成爆炸惨案，现实中是有许多实例的！查出其原因，堵塞其漏洞，避免恶性爆炸事故的发生，是最根本的！

3.2.4 导致氧气瓶化学性爆炸的原因

氧气瓶内已存在氧与可燃气体的混合爆炸性气体，如没有相应的火源，气瓶是不会发生爆炸的。

3.2.4.1 在充装过程中，如违反规定作业，换排不停机，或在充装过程中，已接近中、高压条件，插入空瓶，由于压差大，气体流入非常急、且快，易产生静电或导致产生绝热压缩，充装气体瞬间温度超过爆炸气体的点火最低温度，引发爆炸；

3.2.4.2 气瓶内已有混合爆炸性气体，用户在使用时（特别是上减压器过程阶段），开瓶阀太迅猛，导致产生绝热压缩高温气体（超过爆炸气体点火最低温度），而引发爆炸。（此类事故发生，都会波及人员伤亡，最惨）

3.2.4.3 用户在都上好氧气和可燃气体气瓶后，准备点火（焊、割炬）作业时，点火瞬间或点火后极短时间内发生气瓶（包括氧气软胶管）爆炸，此类情况发生最多，也难以防范。（焊工往往还不知之所以然）

应该注意的是，氧与可燃气体的混合爆炸性气体的爆炸传播速度比声速快的多，所以，火源是焊、割炬的点火，（此状态没有明火出现）但瞬间气瓶既发生爆炸，（几乎与点火同时）这是爆炸性气体的传爆引发的，而非回火引起的。必须区别开！如果气瓶内没有爆炸性气体，而氧气胶管因其它原因而存有爆炸性气体，此时以同样方式点火，则氧气胶管会爆炸，不会波及气瓶。（此类实例发生较多，很能说明问题）其它受外力的强烈撞击或抛、摔，亦可引发内有混合爆炸气体的气瓶爆炸。

很多事故在分析中，都提到爆炸事故的起因是”回火“引起的。这是不客观的！我想就回火问题，谈一下我的观点：

回火在焊、割炬使用中，是较常见的一种现象，也很易解决。一般在氧炔焰的条件下易发生。因为氧炔焰燃烧速度快，而其它可燃气体与氧混合的燃烧速度相对较慢，不易发生回火现象。其回火的原因就是燃烧速度快于气体流速。在实际工作中，如果正在工作的焊、割炬的乙炔胶管因外因使其供气受阻（如人踩了乙炔胶

管)，或临时被物件所压等，都可发生降低乙炔流速的情况，产生焊割炬的回火。还有诸如燃烧火焰(焊、割炬部)受到氧化铁飞溅的堵塞，焊、割炬混合室因长期使用令其积碳增加阻力等情况，都可导致其焊、割炬的回火。但必须要知道的是，焊、割炬的回火，最终到达的回火点是焊、割炬的混合室，既焊、割炬混合气氧气调节阀(慢风)前端一段约100mm的粗管。处理回火的办法也极为简单，既及时关闭慢风手轮(阀)，中断氧气供给，回火马上熄灭，再点火既可正常作业。如果不及时关闭慢风阀，回火只会在混合室持续燃烧，直至混合室(黄铜管)烧熔断，回火才会终止。其回火不会波及乙炔、氧气的胶管和气瓶。因为，在焊、割炬混合室后面，氧气、乙炔都是独立单行的，乙炔里没有氧，氧气里也没有乙炔(或其它可燃气体)，低压乙炔没有氧的渗入是不会燃烧的，同样道理，没有易燃物质，氧仅靠本身的助燃特性，怎么燃烧？尽管在上述状态下，都有燃烧火源，但双方都缺少燃烧三原则之一，所以说，焊、割炬的回火，不会回到氧气瓶或乙炔瓶内。但凡在正常使用作业的气瓶爆炸，必有其它原因，大多是瓶内有氧与可燃气体的存在，则遇火既爆。绝不会是因焊、割炬“回火”所造成的。

如果不是使用焊、割炬作业，而是某些压力储罐或管道、化工设备等发生爆炸，很多原因也归结于因“回火”所引发的。这个“回火”也很值得商榷，因引发这类事故的回火，必须有特定的条件。既爆炸物外有火源，而爆炸主体(及附件等)内有爆炸性物质，且有与外部联通的渠道，如果爆炸主体在上述条件下瞬间有产生负压的情况，把外部的火源回吸入爆炸主体，同时包括吸入空气中的氧气，爆炸才可能发生。缺一条件，爆炸是不会发生的。所以说，在危化品生产企业，保持危化设备、管道的正压状态，严控负压产生的根源，十分重要！具体到乙炔生产企业，严控发生器排水排渣速度和流量，防止负压产生，就非常必要了。

4 其它类气瓶爆炸和原因

常用的其它类气瓶，主要有氮、氩、氢、等和二氧化碳、丙烯、丙烷、液态低温气瓶(杜瓦瓶)和天然气瓶。

氮、氩等气瓶的爆炸概率较比氧气瓶事故发生率要低许多，由于都是惰性气体，没有化学爆炸的条件基础，但凡爆炸，以物理爆炸为主。由于相对安全，充装和使用人员往往会忽视其危险性，(特别是高压状态)06年台州有一家气体充装站就是在充装过程中(氩气)，发生气瓶爆炸，导致充装工当场死亡。其原因是气瓶

老化（多年没检验），强度降低，不能再承受高压的冲击。所以对这类高压气体气瓶，也是必须认真对待。

二氧化碳和丙烷等气瓶：二氧化碳属高压液化气体，丙烷丙烯属低压液化气体。与普通的气体性质不同，此类气瓶所充装的介质都是在一定的压力条件下可液化的气体，所以，瓶装的液化气体在瓶内都是以液态状态条件储存。而其液态与气态的体积有极大的不同，如一升液态二氧化碳可汽化近 845 升气态二氧化碳，丙烯丙烷的液、气比例也有 300 多倍，一旦充装过程诸如称失衡，操作未按充装系数严格执行，或充装前没有对空瓶认真核查确认（容积），出现失控，后果是非常严重的。特别是可燃气体丙烯丙烷类，危害更大。此类气瓶的爆炸以物理性爆炸为主，化学性爆炸相对很少。

低温液化气体气瓶（杜瓦瓶）的爆炸。杜瓦瓶是近十年左右普及与推广的，过去虽然有，但普及率不高，所以事故案例也极少。但近几年来，随着杜瓦瓶的普及，事故案例也增多起来，如新疆、河北、绍兴、云南等都发生过爆炸案例。事故原因虽各有不同，但与充装单位有很大关联，值得警惕！

杜瓦瓶一般可充装氧、氮、氩，也可充天然气和二氧化碳等，这是气瓶的允许充装介质，并不是就可以任意充装任何介质。只能选择这其中的一种介质。一旦确定，就必需在瓶上贴上这类介质的专门标签和安全须知，（气瓶生产厂家提供）还有警示标签，且要用专用的油漆颜色喷上介质名称等，此类方法是明确告知，只要选择了一种介质，就应从一而终，不能任意私自乱改充其它介质。这是气体充装的常规，作为专门的充装单位、企业，是应该（也是必须）知道的。所以出现因乱充介质而引发事故，实在太不应该！

其次，如果真的出现特殊情况，要把原来所充装的介质改充其它场介质，必须首先把气瓶的外观从标签、安全须知、警示标签等更换成需改的介质标签，如把液氧改成液氮，其标签颜色都不一样，警示内容也不同，而且要把瓶体上的黑色字体氧（明显字样）改写成黄色的氮字，在外观上，要让人们都知道这瓶内的介质是什么。在改充装前，要用准备充装的介质给予气瓶冲洗置换，并经检测，达到准备充装介质的纯度条件后，方可安排充装。有关瓶号、编号和改装等信息资料，包括改装日期，经手改装人员都要有记录存档（含化验检测报告）。这些都是必须做的常规程序，如果连这些最基础的工作都不做，其充装站的资格真该好好核实一下了。

再强调一点是：易燃气体的出口与其它气体如氧、氮、氩等的規定縲纹是不同的，永久气体（不燃）的出口是右旋縲纹，而可燃气体出口縲纹是左旋縲纹（其阀不可拆卸，无法私改），这也是很必要的。据资料介绍，有些气瓶制造厂家把氧、氮、氩、LNG等介质混入通用范围，实在是很不明智的作法！值得商榷。

至于爆炸原因，由于是新事物，过去没有这方面的经验，但从介绍的有关资料和一些介绍报告，我认为把液氧气瓶改充 LNG(或相反)是罪魁祸首，因氧与 LNG 混合，其混合气体本身就是爆炸性气体，只要在爆炸范围内，遇到火源，必爆无异。资料介绍一般在点火作业短时间内(2 分钟左右)发生气瓶爆炸，也合乎道理。因液态气体在瓶内从液态汽化变成气态有一个汽化过程，气体汽化后混合也有个流程，所以，相对比气态气瓶混合气爆炸速度慢几个拍，也是合乎其规则的。但绝不是焊、割工具回火引起的，道理必须分清。

至于液化低温气瓶的物理性爆炸，道理更简单，因液态气体与气态气体之间体积相差几百倍，如氧与液氧之间，相差 850 倍，液氧的温度也要达到 -183°C ，气瓶本身保温效果失落，或内部瓶体受到撞击等外因而破损，液氧外泄，其膨胀速度很快，爆炸也不可避免！过去，在一些特殊场合，有用液氧作爆炸材料的实例。利用的就是其巨大的汽化能力。所以，对待杜瓦瓶的吊装、运输的安全工作，要十二分的小心，轻拿轻放，杜绝野蛮装卸，是防止其爆炸的最佳办法！切不可等闲视之！