

QIPING ANQUAN GUANLI YU JISHU

气瓶安全 管理与技术

岳忠 主编



中国劳动社会保障出版社

气瓶安全管理与技术

岳 忠 主编

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

气瓶安全管理与技术/岳忠主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2011

ISBN 978-7-5045-9251-4

I. ①气… II. ①岳… III. ①气瓶-安全技术 IV. ①TH490.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 185211 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出 版 人: 张梦欣

*

北京北苑印刷有限责任公司印刷装订 新华书店经销

850 毫米 × 1168 毫米 32 开本 11.75 印张 279 千字

2011 年 9 月第 1 版 2011 年 9 月第 1 次印刷

定价: 30.00 元

读者服务部电话: 010-64929211/64921644/84643933

发行部电话: 010-64961894

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

如有印装差错,请与本社联系调换: 010-80497374

内 容 提 要

本书系统地介绍了气瓶基础知识、气瓶设计与制造安全、气瓶充装安全、气瓶运行安全、气瓶定期检验,以及最新相关法律、法规、标准。并结合有关的最新法律、法规和事故案例,分析气瓶从设计、制造直至报废各环节存在的危险性,并提出相应的安全控制措施。本书内容翔实,资料丰富,既重视基本理论概念的阐述与鲜释,又具有很强的实用性,系统地研究气瓶有关安全问题和事故防范措施。本书可作为指导有关气瓶安全操作和管理的参考书,适合于高校安全工程专业师生、安全管理人员、安全评价师以及从事气瓶相关工作的人员。

本书共六章,由岳忠主编。其中第一、二(一、二节)、三、四、六章由岳忠执笔,第二(第三节)、第五章由钱林执笔。安全工程研究生于飞同学参与了文献查阅和文字排版校对工作,在此表示感谢。由于作者水平有限,可能存在疏漏偏颇之处,敬请广大读者批评指正。

目 录

第一章 概论	(1)
第二章 气瓶基础知识	(16)
第一节 气体性质	(16)
第二节 常用瓶装气体	(31)
第三节 气瓶的分类及结构	(64)
第三章 气瓶的设计与制造安全	(117)
第一节 气瓶主体材料的选择	(117)
第二节 强度设计	(126)
第三节 气瓶制造及质量控制	(135)
第四章 气瓶的充装安全	(153)
第一节 永久气体气瓶的充装	(153)
第二节 液化气体气瓶的充装	(167)
第三节 乙炔气瓶的充装	(181)
第四节 气瓶充装站安全	(191)
第五节 气瓶充装站安全管理	(217)
第五章 气瓶运行安全	(221)
第一节 气瓶安全管理与监察	(221)

第二节 气瓶操作安全	(228)
第三节 气瓶运输	(234)
第四节 气瓶储存与保管	(238)
第六章 气瓶定期检验	(243)
第一节 气瓶检验概述	(243)
第二节 定期检验	(248)
附录 A 特种设备安全监察条例 (2009 年修订)	(267)
附录 B 气瓶安全监察规程	(295)
附录 C 永久气体气瓶充装规定 GB 14194—2006	(325)
附录 D 液化气体气瓶充装规定 GB 14193—2009	(335)
附录 E 溶解乙炔气瓶充装规定 GB 13591—2009	(347)
附录 F 气瓶使用登记管理规则 TSG R5001—2005	(360)
参考文献	(369)

第一章 概 论

一、气瓶安全特点

所谓气瓶是指正常环境温度（ $-40 \sim 60^{\circ}\text{C}$ ）下使用的、公称工作压力大于或等于 0.2 MPa （表压）且压力与容积的乘积大于或等于 $1.0 \text{ MPa} \cdot \text{L}$ 的盛装永久气体、液化气体和标准沸点等于或低于 60°C 的液体的移动式压力容器。根据盛装介质可以把气瓶分为压缩气体气瓶（永久气体气瓶、液化气体气瓶、低温绝热气瓶）和溶解乙炔气瓶，气瓶内的介质可以为单一气体，也可以为混合气体。根据气瓶的制造型式可以把气瓶分为无缝气瓶、焊接气瓶和特种气瓶（特种气瓶指车用气瓶、低温绝热气瓶等，其中低温绝热气瓶的公称工作压力的下限为 0.2 MPa ）。从气瓶的材质可以把气瓶分为钢制气瓶、铝合金气瓶、复合材料纤维缠绕气瓶。根据充装可以把气瓶分为重复充装和非重复充装气瓶。

1. 气瓶数量大，应用广泛

气瓶应用非常广泛，无论是在生产领域，还是在生活领域，几乎都离不开气瓶。2010 年全国在用气瓶数量达 1.41 亿只。气瓶使用范围之广、数量之多、流动性之大和所处环境之恶劣，是其他压力容器所不能比拟的。可以说，气瓶已经并将继续渗透到国民经济中的各个领域。

2. 气瓶危险性大，事故率高

气瓶是一种承压设备，具有爆炸危险。其盛装介质一般具有易燃、易爆、有毒、强腐蚀等性质。使用环境又因其移动、重复

充装、操作使用人员不固定和使用环境变化的特点,比其他压力容器更为复杂、恶劣。一旦发生爆炸或泄漏,往往并发火灾和中毒,乃至引起灾难性事故,带来严重的财产损失、人员伤亡和环境污染。据国家质量监督检验检疫总局统计,2006年气瓶严重以上的事故26起(严重事故为一次事故造成人员死亡1人以上3人以下或人员重伤10人以上事故)。气瓶事故率呈上升趋势,2009年气瓶事故起数比2008年上升73%。

3. 一旦发生事故,危害性大

气瓶断裂破坏,具有巨大的破坏力,不仅损坏设备本身,而且损坏周围的设备和建筑,并常常造成人身伤亡,后果极其严重。一旦发生事故,造成的伤害主要表现为:

(1) 冲击波破坏设备、建筑或直接伤人。

(2) 碎片伤人或击穿设备、建筑。气瓶爆炸时,断裂成碎片并高速飞出,可能击穿、撞坏相遇的设备或建筑,有时直接伤人。

(3) 容器内介质因气瓶爆炸或气瓶泄漏而外逸,引起中毒、燃烧、二次爆炸,产生连锁反应。如果容器内的介质是有毒、有害的,介质外逸会造成大面积毒害区域,不仅伤害域内人员,而且破坏生态环境。气瓶爆炸或泄漏,常造成大面积、立体性的破坏和群体伤害。

二、气瓶的发展及应用

气体产品是现代工业的重要基础原料,广泛用于冶金、钢铁、石油、化工、电子、玻璃、建材、建筑、机械、食品、医疗、轻工、航天、航空、核工业以及国防建设各领域,气体工业具有重要的战略地位。国外一般把气体工业与供电、供水一起作为投资环境的基础设施,列为公用事业,称为“工业的血液”。工业气体的经营活动,其中一个较为重要的环节是工业气体的输送,其输送方法主要有三种:一是管道输送。对于大的用户,尤

其是钢铁和化工企业，主要使用大型的气体生产，用管道输送气体。二是深冷液态气体槽车输送。中等用量的用户，在工业发达国家一般使用深冷液态气体槽车输送到各用户，就地气化使用。三是气瓶输送。对于小用户，由于单个储存量小，品种需要多，且使用分散，则使用气瓶输送气体。

可见，气瓶制造工业的兴起和发展是由于气体工业的产生和发展所引起的。使用气瓶输送气体，刚开始主要是缩小气体的体积，但随着工业的发展，对气瓶的功能要求越来越高。主要有以下几种：

第一，以气体为原料的合成反应。使用气瓶提高压力可加快反应速度，并使化学平衡向有利的方向进行。

第二，抑制反应物质的气化。使用气瓶可使介质保持液体状态或增加气体在液体中的溶解度。

第三，利用气体的气化热制作制冷剂。

第四，气体压缩后，可利用其蓄能作为动力。

第五，具有特别强烈扩散性气体，可用做检漏指示剂。

第六，利用气瓶中气体作为保护气、稀释气等。

由于瓶装气体具有上述优异性能，在技术、经济方面显示了多种有利因素，从而促进了气瓶的发展。

1. 钢质无缝气瓶的发展和应用

气体工业的发源地是德国，中容积钢质无缝气瓶最早是由德国的曼内斯曼钢管公司采用钢管制造的，该公司成立于1890年。法国生产气瓶的历史也较长。1899年，德、法两国装有气体的钢瓶，经由印度洋和西伯利亚传入日本。1920年，意大利A. T. B公司开始生产钢质无缝气瓶。

日本的中容积钢质无缝气瓶（30~47 L）是1931年由住友金属工业株式会社（兵库），采用冲拔拉伸方式制造的（水压试验压力为20 MPa，内容积30 L）。1953年，住友和昭和高压工

业株式会社开始使用锰钢制造无缝气瓶，从而结束了使用碳钢制造无缝气瓶的历史。1959 年在美国州际商会（ICC）的影响下，住友金属工业株式会社开始使用铬钼钢以冲拔拉伸法制造中容积无缝气瓶。

我国气瓶制造业兴起较晚，起初靠进口。1957 年，国营东北机器制造厂（即沈阳 724 厂）设计并制造了我国第一批 40 L、工作压力 150 at（1 at $\approx$ 98 kPa）的钢质无缝气瓶，从而结束了我国气瓶完全依靠进口的历史。20 世纪 60 年代至 70 年代初，我国在碾子山、上海、宁波等地相继建起了用冲拔拉伸法生产钢质无缝气瓶的工厂，并在南京、广州、天津等地建成了用无缝钢管收口成型方法制造无缝气瓶的工厂。

2. 钢质焊接气瓶的发展和应用

钢质焊接气瓶（直径 600 ~ 800 mm、容积 400 ~ 800 L）是用于盛装低压液化气体的专用运输容器。主要盛装液氨、液氯、1, 3-丁二烯、异丁烯、环氧乙烷、液态二氧化硫、环丙烷、无水氟化氢、氟氯烷（F12, F22）和光气等。其中以液氯和液氨钢瓶用量最大。钢质焊接气瓶在我国已生产了近 30 年。

3. 溶解乙炔气瓶的发展和应用

氧—乙炔火焰的温度高达约 3 200℃，所以，在工业界广泛将氧—乙炔火焰应用于气焊与气割。随着金属热喷涂技术、热旋压技术、火焰淬火与热校正技术的迅速发展，乙炔的消耗量日益增加。

在乙炔瓶没有大量使用的时候，使用的乙炔气是用瓦斯罐（亦称浮桶式乙炔发生器）和小型乙炔站（中压系统乙炔发生器）而取得的。由于瓦斯罐重量大，移动不方便，占地面积大，而中压系统发生器又不可以移动，要安置许多地上或地下管道，使用起来都不方便。

1896 年法国化学家克劳德（Claude）和赫斯（Hess）根据

实验发现乙炔极易溶解于丙酮，并在气瓶中填入多孔性物质，发明了乙炔安全压缩的新方法。接着，法国政府专门创办了溶解乙炔公司，实施了克劳德和赫斯的专利，开创了溶解乙炔这一新兴工业。

单纯的乙炔气加压储存到一般的气瓶中，由于乙炔很不稳定，极易发生聚合和分解反应，只要稍微给予能量（例如振动）就会引起爆炸。而多孔物质可将气瓶分割成若干小气室，这样可使被压缩的乙炔相对安定，又由于丙酮可以吸收比它本身体积大许多倍的乙炔气，特别是加压情况下更是如此，根据实验，在一个大气压下，乙炔在丙酮中的溶解度约是在水中的溶解度的 25 倍，在 5 个标准大气压力下，则乙炔在丙酮中的溶解度是在水中的溶解度的 125 倍。

在 1910 年以前，日本使用的溶解乙炔气瓶是从瑞典进口的，气体用完后返回到瑞典充装。1910 年，日本瓦斯制作所引进了瑞典溶解乙炔装置，后在广岛建立了溶解乙炔厂。

在我国，1920 年法商在上海芦家湾徐家汇路开设东方氧气厂，溶解乙炔整套设备和全部溶解乙炔气瓶都是从法国带来的，这就是现在上海 4805 工厂乙炔充装厂的前身。1932 年，上海中国炼气厂（现上海吴淞化工厂）再次从法国引进技术和设备。1936 年，法商又在青岛开设东方修焊公司。

应用溶解乙炔气瓶储存乙炔已大量应用于工业，其优势在于安全可靠、节省能源、减少公害、使用方便。

4. 液化石油气钢瓶的发展与应用

液化石油气的问世与发展同石油化学工业的发展紧密相连。1910 年，美国生产出第一批液化石油气，1912 年制成了第一套液化石油气民用炉具（包括液化石油气钢瓶），1926—1928 年，输送液化石油气的铁路槽车和汽车槽车又相继制成，并投入使用。

我国的液化石油气供应是从 1965 年开始的。液化石油气钢瓶制造业是 20 世纪 60 年代随着我国石油工业的兴起而逐步发展起来的。1964 年气瓶在沈阳新光机械厂研制成功。液化石油气钢瓶在我国的发展大致经历了四个阶段,即 20 世纪 60 年代的开发阶段、20 世纪 70 年代的发展阶段、1980—1985 年的提高阶段和 1986 年之后的相对稳定阶段。

5. 铝合金气瓶的发展与应用

随着科学技术的飞速发展,气体的应用已普及到科技领域。高科技的发展又带动了特种气体、纯气体的开发与生产。气瓶的主体材料——钢材,特别是铬钼钢确实具有许多优点,但它们也有不可克服的弱点,诸如耐腐蚀性差、重量大、不适宜盛装 CO 等气体,尤其在盛装高纯气体时,对于气体的稳定性有不利的影响。于是,有着重量轻、耐腐蚀等优点的铝合金气瓶获得了发展的机遇。

20 世纪 30 年代,瑞典、法国开始制造铝合金气瓶,但由于工艺成本高,产量一直无法提高。到了 20 世纪 50 年代,英国勒克斯菲尔公司首先采用冷挤压工艺制造铝合金气瓶,从而大大降低了成本,产量也很快得到提高,使铝合金气瓶在某些领域已和钢质气瓶不分上下。该公司到 20 世纪 70 年代末,已经生产了将近 500 万只铝合金气瓶,广泛用于工业、潜水、医疗等领域。随着电子工业的发展,对于标准气、电子气的需求量越来越大,需求越来越迫切。钢质气瓶内表面处理成本又高,所以铝合金气瓶更是大显身手。美国爱尔康公司、澳大利亚 CIG 公司均于 20 世纪 70 年代开始大量生产铝合金气瓶。

我国生产铝合金气瓶工厂均采用世界公认的 6351 材料,即铝镁硅合金材料生产铝合金气瓶。

6. 复合材料气瓶的发展与应用

复合材料气瓶的器壁是由两部分组成的,即内胆和缠绕层

(玻璃纤维、碳纤维等)。复合材料气瓶分为三种：钢制内胆复合材料气瓶、铝制内胆复合材料气瓶和塑料内胆复合材料气瓶(全复合材料气瓶)。其中全复合材料气瓶具有低密度、高性能、重量轻、耐用、抗腐蚀性好、气密性好、静强度和疲劳强度高，且制造工艺简单、生产效率高、成本低等优点，成为复合材料气瓶发展的方向之一，在国内外备受青睐。

复合材料气瓶的使用最早开始于 20 世纪五六十年代，主要用在国防和航天领域，20 世纪 70 年代开始研究将复合材料气瓶用于消防呼吸器、车用压缩天然气气瓶等。由于钢质气瓶具有重量大、耐蚀性不足等缺点，使得钢瓶在轿车和轻型客车上的应用受到了制约。为此各国气瓶行业研究机构和厂家开始研制复合材料气瓶。

1981 年，美国开始生产金属内胆的复合材料气瓶，1997 年开始生产塑料内胆的复合材料气瓶。美国的 SCI 公司、Lincoln 公司、Brunswick 和 Hydostpin 公司在复合材料气瓶的研制和开发方面走在世界的前列，现已开发出不同规格的复合材料气瓶多达 10 余种。在气瓶的测试和检验方面，1999 年国际标准 Powertech 实验室 Craig Webster 在压缩天然气复合材料气瓶的安全标准和测试技术上做了大量的研究，制定了 ISO TC 58/SC 3/WG 11，弥补了国际上对复合材料气瓶检验标准的空白。整体上讲，国外在车用压缩天然气全复合材料气瓶的研制和标准的制定等方面做了大量的工作，目前整个体系已经相对完善。俄罗斯、德国、法国等国也研制和生产了不同规格的复合材料的气瓶。

在我国，对复合材料气瓶进行了大量研究。航天四院西安气瓶有限公司，从 1995 年开始研究压缩天然气(CNG)复合材料气瓶，1999 年取得了国家质量技术监督局颁发的制造许可证，成为首家压缩天然气气瓶生产厂家。北京天海工业有限公司从美

国引进了纤维缠绕气瓶及呼吸气瓶生产线，重庆益峰高压容器有限公司主要将产品定位在铝内胆、外玻璃纤维缠绕气瓶的生产上。

7. 低温液体气瓶的发展与应用

随着低温技术的发展，液氮、液氧、液氩、液氢、液氦、液化天然气等低温液体的应用日趋广泛，各行各业对储存和输送低温液体的低温容器（包括气瓶）的需求不断增长。低温容器应用于航天、航空、机械、电子、地质矿产、冶金、建设、环保、交通、农业、卫生、食品、能源、化工、科技、医疗、生物工程等领域。19世纪90年代末，国外主要跨国气体公司竞相在我国建立合资企业，带来了先进的空气分离设备、技术和管理，使我国低温液体的产量大幅度提高，供应的地区和范围不断扩大，价格大幅度降低，促进了低温液体的应用，带动了我国低温容器的发展，低温容器已经成为一个新兴的行业。世界范围内兴起的技术革命中，高温超导、微电子技术、生物工程、材料科学和新能源等研究开发，以及航天技术的发展都会促进低温液体在新领域中的应用。液化天然气和高温超导的开发应用，给低温容器的发展带来新的机遇和市场。

8. 大容量长管气瓶的发展与应用

大容量长管气瓶俗称长管拖车气瓶，气瓶长径比（瓶体长度与直径之比）要比一般工业用气瓶大得多，而且都是靠两端的固定与支撑横置在拖车或集装管束拖车上。

长管拖车作为一种运输工具，由于其具有机动、灵活、便捷和高效等特点，一出现便得到了广泛应用。在欧美等发达国家已经有几十年的历史，在交通运输、石油化工、工业制造、科学研究和居民生活等领域发挥着重要的作用。与管道运输难以实现地域的全覆盖和运送介质较为单一相比较，长管拖车能将气体运输到任何通公路的地方，覆盖范围更加广泛，且可运送液化或压缩

的氧、氢、氮和天然气等气体以及其他特种气体；与传统小气瓶运送效率较低相比，长管拖车气瓶承载的压力高、体积大，大大提高了运输效率，降低了搬运费用，还减少了单个气瓶的数量，使不安全因素和事故发生的可能性也相应降低。

三、气瓶事故分析

气瓶事故是指瓶装气体在充装、储存、运输及使用过程中出现的火灾、爆炸、致使人员伤亡、设备建筑破坏、有毒气体气瓶泄漏或破裂而造成的毒害等。气瓶事故的原因是由超装、气瓶混装、错装、泄漏、野蛮搬运等因素造成的。

气体的正确充装是保证气瓶安全使用的一个关键环节。由于充装不当、超装、错装、混装而发生充装站起火、气瓶爆炸和中毒伤害的事故屡见不鲜。气瓶事故的破坏形式大多是爆炸，伴随着剧烈的燃烧，造成火灾，烧毁气瓶、设备、厂房，致使人身伤亡，甚至气体充装站全部被烧掉或炸毁。毒性的瓶装气体（往往既是毒或剧毒且又是可燃的）事故除爆炸、火灾之外，还由于毒气的外逸扩散，导致众多人员中毒死亡。

从充装事故原因来看，首先是管理不善，该类事故占事故总数的50%以上，如充装前没有对气瓶进行检查或未按规定进行认真检查，结果瓶内的气体与充装气体发生化学反应，造成充装当时或充装后在运输、使用中爆炸。因违章作业，如切换总阀操作不当、违反用火规定等，也是造成充装站事故的重要原因。其次是工艺装备原因造成的事故，如工艺设备设计、安装或改装不合理，致使气体流速过快；管道、阀门材质选择不当；输气管道静电未能导除等。最后是充装过量而发生的事故。此外，由于其他原因，如气瓶本身质量问题而发生的事故。

1. 典型事故案例

（1）罕见液氯气瓶爆炸。

1979年9月7日，浙江温州市某厂液氯车间发生一起罕见

的液氯钢瓶恶性爆炸事故。事故是由一只 0.5 t 和三只 1 t 的液氯钢瓶（满装）同时爆炸引起的。爆炸碎片导致邻近的 5 只气瓶爆炸，5 只气瓶被击穿。液氯计量储槽及管线也都被击穿，致使 10.2 t 液氯泄漏，造成 59 人死亡，1 200 余人中毒（严重中毒 779 人），紧急疏散人口达 8 万人。液氯外溢扩散，波及范围达 7.35 km^2 ，2 km 范围内的树木有不同程度的枯萎和中毒现象。经调查和理化试验证实，事故原因是由于气瓶内发生化学反应，压力骤升，而发生爆炸。

（2）操作人员无资质，焊接酿着火。

1993 年 10 月 27 日 8 时，辽宁旅顺某厂一名铆工，自行操作气焊工具，工作不到 3 h，即发现减压阀与割嘴之间的软管着火，这名铆工立即上前拔下软管，此时因瓶内尚有余压与氧混合导致火焰加剧，火焰喷射长达 3 m 远，燃烧持续约 30 min，后经消防人员努力将火熄灭。经检查，乙炔软管烧毁约 10 m，乙炔减压器全部烧毁，气瓶瓶口的密封填料部分烧化，并伴有白色泡沫状物质，分析可能系乙炔瓶内的填料因受热溢出。事故原因分析：①使用时间过长，割嘴温度升高，乙炔—氧混合气体受热膨胀，阻碍了混合气体的流动速度，导致可燃的混合气体在割嘴甚至导管内自燃；②施焊者不具备气焊（割）知识，有违章操作现象；③焊工失职，擅离职守，将气割（焊）工具交与他人使用，是导致这次事故的主要原因。

（3）过量充装，液氨钢瓶爆炸。

1997 年 10 月 21 日上午，某肉联厂的一辆车内装 2 只容积 400 L 的空液氨钢瓶到某化肥厂购买液氨，为了能多装点，少计算点，在熟人的“关照”下，过量充装。在返回的路上 1 只钢瓶下午 3 时突然爆炸，飞出 30 多 m，司机罗某和乘车人杨某被冻灼伤并中毒。下午 5 时左右，当地派出所民警和附近群众在清理现场时，另一只钢瓶又突然爆炸，造成 2 人中毒受伤，从钢瓶喷出的大量

液氨迅速挥发成氨气向周围扩散，致使 100 m 外下风头的 2 名过路群众中毒倒地。过量充装是造成这次爆炸的直接原因。

(4) 违规充装，乙炔气瓶爆炸。

1999 年 3 月 24 日 8 时 50 分，哈尔滨某厂四车间数控工段，准备进行焊接作业的溶解乙炔气瓶发生爆炸，死亡 4 人，伤 30 人，直接经济损失 1 500 万元。此次恶性事故的大致原因是：违反了《溶解乙炔气瓶安全监察规程》及《溶解乙炔气瓶充装规定》（GB 13591—2009）。如乙炔充装单位充装管理混乱，乙炔瓶不加或少加丙酮，严重的达到一只瓶缺丙酮 11.8 kg。在丙酮不足的情况下，又超量充装乙炔，最严重的超量达 4.8 kg。

(5) 氧气充进液化石油气，气瓶爆炸。

2001 年 9 月 13 日上午 10 时，巩义市大峪沟镇紧邻 310 国道处的一个个体液化气店发生气瓶爆炸事故，爆炸使液化气店夷为平地，造成 2 人死亡。爆炸原因是店主用氧气瓶向液化气瓶充氧气加压时引起化学爆炸。

(6) 车用复合材料天然气气瓶爆炸。

2004 年 7 月 10 日下午 4 时，一辆出租车在成都市二环路南四段鲁能永丰加气站内加气，出租车尾部的压缩天然气复合材料气瓶发生爆炸，司机当场死亡，另有一名等待加气的出租车司机受伤。

(7) 不合格液化石油气气瓶，因泄漏而爆炸。

2004 年 8 月，广东汕头一辆运送液化石油气钢瓶的小货车在行驶途中发生气瓶爆炸，所幸未发生人员伤亡。装有 32 个液化石油气钢瓶的小货车上有 2 个钢瓶发生爆炸。消防人员从大火中奋力抢救出尚未爆炸的气瓶，才避免了连环爆炸的发生。当时车上拉的 32 个钢瓶中只有 8 个是合格的。这次爆炸事故原因是由于不合格气瓶发生了泄漏引起的。

(8) 错误倒瓶，气瓶爆炸。