

基于 ANSYS 对车用全复合材料 CNG 气瓶的安全研究*

岳 忠¹ 副教授 李晓辉² 张 树³ 高级工程师

(1 首都经济贸易大学 安全与环境工程学院, 北京 100070

2 北京首安信息技术有限公司, 北京 100085 3 北京车用气瓶检验站, 北京 100070)

学科分类与代码: 6203030(安全设备工程)

中图分类号: X933.4

文献标志码: A

资助项目: 首都经济贸易大学中青年教师科研提升项目。

【摘 要】 基于车用全复合材料 CNG 气瓶近年发生爆炸事故和定期检验中合格率偏低, 主要问题在于气瓶内胆存在裂纹、开裂等缺陷。应用 ANSYS 有限元软件对现役全复合材料气瓶进行模拟, 采用自上而下的建模方法, 对全复合材料 CNG 气瓶进行建模, 计算、分析全复合材料 CNG 气瓶在工作压力、试验压力、爆破压力下的应力、应变分布。模拟计算结论为现役全复合材料 CNG 气瓶出现的裂纹、开裂等缺陷与内胆材料强度不足和气瓶结构设计密切相关。全复合材料 CNG 气瓶的设计制造阶段要充分考虑内胆材料强度, 合理选材, 进一步完善气瓶瓶身与瓶阀过渡区域的结构设计, 提出改进检验工艺方案。

【关键词】 全复合材料; 压缩天然气(CNG); 气瓶; 有限元分析; 失效; 安全可靠

Safety Research on Vehicle-used CNG Cylinders with Full Composite Materials Based on ANSYS

YUE Zhong¹ LI Xiao-hui² ZHANG Shu³

(1 School of Safety and Environment, Capital University of Economics and Business,

Beijing 100070, China 2 Beijing Soian Co., Ltd, Beijing 100085, China

3 Beijing Inspection Station of Vehicle Gas Cylinder, Beijing 100070, China)

Abstract: Recent explosion accidents occurring to all-composite CNG cylinders installed in motor vehicles and their low qualification rate in periodic inspection show that main causes are the deficiencies of inner cylinder such as cracks and ruptures. By modeling CNG cylinder with from-up-to-down method and simulating CNG cylinder with finite element analysis software ANSYS, the stress distributions of CNG cylinder under the conditions of working pressure, test pressure, and explosion pressure were calculated and analyzed. The calculation result shows the deficiencies of CNG cylinder are closely related with the strength of cylinder materials and the cylinder frame design. Therefore, the strength and frame of inner cylinder materials must be fully taken into account during design phase.

Key words: all-composite material; compressed natural gas(CNG); cylinder;
finite element analysis; failure; safety and reliability

* 文章编号: 1003-3033(2011)03-0077-07; 收稿日期: 2010-12-25; 修稿日期: 2011-01-26

0 引言

随着汽车工业的高速发展,能源消耗的巨大增长和环境污染问题越来越严重,以压缩天然气(CNG)为燃料的清洁能源汽车,能有效缓解这两大问题。截至2008年底,中国CNG汽车达40多万辆。

在用的车用CNG气瓶主要有两大类:①钢制气瓶;②复合材料气瓶。复合材料气瓶按照内胆的不同又分为金属内胆复合材料气瓶和非金属内胆复合材料气瓶,即全复合材料气瓶。与钢制内胆复合材料气瓶相比,全复合材料气瓶具有质量轻、耐腐蚀、抗疲劳、生产工艺简单等优势。从安全性的角度分析,全复合材料气瓶在受到外力或高速冲击时,即使发生爆炸也不会产生碎片。

全复合材料气瓶作为一种新型产品,国内对其安全性能分析和使用过程中的安全评估研究较少,尚未制定出完善的燃气汽车技术标准与各类相关产品的质量技术监督安全保障体系^[1]。近年来,国内先后发生过4起车用全复合材料CNG气瓶爆炸事故,北京市对在用的全复合材料气瓶进行检验,合格率只有31.2%^[2]。人们对全复合材料气瓶的安全性能提出了质疑。因此,迫切需要对车用全复合材料CNG气瓶的安全性能进行研究。

1 全复合材料气瓶安全状况分析

1.1 事故案例分析

案例1:2004年2月13日,河南省郑州市一座天然气加气站内发生车用全复合材料CNG气瓶爆炸事故,造成1人死亡、3人受伤,烧毁加气车2台、汽车3部,直接经济损失26.8万元。事故发生直接原因是:双燃料汽车加装部在对汽车改装后,首次使用前未对气瓶抽真空和检测,直接进行加气。

案例2:2004年7月10日,成都市一座加气站发生出租车全复合材料CNG气瓶爆炸事故。司机当场死亡,另一位出租车司机受伤。成都市有关部门对爆炸车辆使用的同批次气瓶进行了检测,发现CNG气瓶存在重大安全隐患。从事故瓶的同批次产品中取了4只气瓶进行爆破试验,结果表明该批次气瓶的产品质量及稳定性存在问题。

案例3:2005年10月9日,四川富顺县某CNG加气站内,一辆出租车刚加气完毕,正开始发动时,全复合材料CNG气瓶发生爆炸。造成车辆严重损坏,1人受伤。

案例4:2005年10月20日,四川达州市某加气站内,一辆出租车加气完毕后,其全复合材料CNG气瓶发生爆炸,造成1人受伤。发生爆炸的根本原因是CNG气瓶存在缺陷。

以上4起事故案例均发生在加气站内,在加气过程中或加气结束。事故原因剖析如下:

1) 充气速度快,气流速度快,产生静电^[3]。全复合材料CNG气瓶内部静电易于积聚。《汽车用燃气加气站技术规范》CJJ84—2000规定:在最大工作压力差时的单枪加气速度应 $\leq 0.25 \text{ m}^3/\text{min}$,可实际中,却很难控制不超过限速。

2) 瓶内温度高而散热性差。充装时,气瓶的压力迅速升高,其温度也急剧升高,全CNG气瓶较之金属内胆而言,其散热能力要差得多,甚至还有软化的危险。

3) 气瓶存在缺陷。内胆存在缺陷或瓶阀漏气,可能造成天然气泄漏,充装过程中遇到高温而发生爆炸^[4]。

1.2 全复合材料气瓶定期检验结果分析

北京市车用90L全复合材料气瓶共11 843只,其中检验合格的只有3 574只,占31.2%。内胆鼓包、裂纹是气瓶存在的主要问题,占到失效气瓶的84.85%,其次是瓶身的缠绕层纤维断丝问题,占到6.48%,瓶身瓶口阀芯活动,占5.46%^[2]。

2 全复合材料气瓶的有限元分析

2.1 有限单元法及ANSYS软件概述

1943年有限单元法基本思想已被提出,以解决工程中复杂结构的计算问题为目的,此外,有限单元法还能解决流体力学、传热学、电磁学和声学等方面的问题。有限元分析法是将整体结构或某一部分离散为理想的数学模型,代替实际产品结构,得到产品的应力应变情况。ANSYS有限元分析软件包含前处理(Preprocessing)、求解(Solution)、后处理(Post processing)三大部分^[5]。笔者利用ANSYS11.0软件,对全复合材料气瓶按照实际情况施加约束和载荷,进行求解,得出气瓶在各工况压力下的Von-Mises应力分布和变形图,从全复合材料气瓶的强度和材料允许的弹性范围内的最大变形来该校核该类气瓶的安全可靠性。

2.2 全复合材料气瓶的结构及参数特征

车用全复合材料CNG气瓶结构大体分为3层,即塑料内胆、玻璃纤维增强层和外表面保护层。在塑料内胆封头出气口处接有金属接嘴和金属瓶阀。

全复合材料气瓶的使用条件见表1。

表1 全复合材料气瓶的使用条件

Table 1 Working conditions of all-composite cylinder

使用温度	工作压力	充装介质	水压检验压力	设计爆破压力	气密检验压力	使用年限	疲劳次数
-40 ~ 60℃	20 MPa	天然气	30 MPa	73 MPa	20 MPa	10年	≥7 500次

90L 车用全复合材料气瓶内胆几何尺寸如下(全复合材料气瓶的结构和几何尺寸参考了某气瓶有限公司提供的全复合材料气瓶设计资料):全长 1 400 mm;筒身段长 1 145 mm;内胆外径 314 mm;瓶嘴长 51 mm;瓶嘴内径 56 mm;瓶嘴外径 80 mm;

筒身壁厚 7.5 mm;封头处厚度由 7.5 mm 逐渐增厚至 29 mm。气瓶完成外强度层缠绕后尺寸如下:整体总长 1 500 mm;筒身段外径 350 mm。

内胆采用高密度聚乙烯(HDPE)材料,性能及应用级技术指标见表2。

表2 高密度聚乙烯(HDPE)性能及应用级技术指标

Table 2 Property and qualification of high density HDPE

密度 /g · cm ⁻³	抗拉强度/MPa	伸长率/%	线膨胀系数 /10 ⁻⁵	耐热性(连续)/℃	24 h 吸水率/%
0.92 ~ 0.95	10 ~ 16	100 ~ 300	16 ~ 18	80 ~ 100	<0.003

外纤维复合材料强度层由玻璃纤维(GF)和环氧树脂(EP)采用纤维缠绕法制成,也叫玻璃钢。90 L纤维玻璃钢层厚度约 18 mm。复合材料性能应

满足层间剪切强度不小于 30 MPa,EP/GF 复合材料层压板力学性能见表3。

表3 EP/GF 复合材料层压板力学性能

Table 3 Mechanical property of EP/GF compositelayer

纵向拉伸				横向拉伸				纵横面向			
强度 /MPa	弹性模量 /GPa	泊松比	最大应变 /%	强度 /MPa	弹性模量 /GPa	泊松比	最大应变 /%	剪切强度 /MPa	剪切强度模量 /GPa	拉伸最大应变 /%	
380	20.6	0.117	2.41	334	17.2	0.112	2.47	88.8	3.20	11.2	

2.3 全复合材料气瓶有限元模型的建立

2.3.1 单元类型选择及相关属性设置

笔者在 ANSYS 软件平台下对全复合材料气瓶建模,采用 SHELL181 的截面命令,直接定义复合材料层层数、单元层的厚度、材料的选取、缠绕角度等属性^[6]。气瓶筒身段共分 23 层,第一层为塑料层,选用材料 1,定义内衬层厚度 7.5 mm,其余 22 层为外玻璃纤维缠绕层,选用材料 2,筒身段的螺旋缠绕层每层约 0.9 mm,共 10 层,环向缠绕层每层厚度约

0.75 mm,共 12 层^[7]。

2.3.2 材料定义

塑料内胆材料的性能参数见表4。

表4 塑料内胆性能参数

Table 4 Property parameter of inner cylinder

弹性模量/GPa	泊松比	断裂伸长率/%
69.2	0.499	550

外强度层单向板的各向性能参数见表5。

表5 全复合材料气瓶纤维层单向板的各向性能参数

Table 5 Property parameter of fibre layer of all-composite cylinder

横向			纵横			面向		
强度/MPa	弹性模量 /GPa	泊松比	强度 /MPa	弹性模量 /GPa	泊松比	强度 /MPa	弹性模量 /GPa	泊松比
380	20.6	0.117	334	17.2	0.112	324	17.3	0.114

2.3.3 几何实体建模

全复合材料气瓶建模采取自上而下的建模方法,因气瓶的对称性,取瓶体 1/2 进行建模分析。

2.3.4 有限元网格划分

笔者在对该几何模型进行网格划分时,采用映射网格划分。筒身和封头的连接处为应力集中区,应对该区域的网格进行了加密。在这部分的建模中,均采用等厚度单元划分该区域网格。划分网格后的全复合材料气瓶 1/2 有限元模型如图 1 所示。

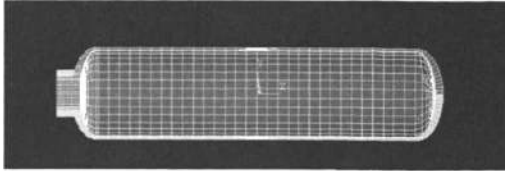


图 1 全复合材料气瓶网格划分
Fig. 1 Web plot map of all-composite cylinder

2.3.5 定义边界条件

全复合材料气瓶的边界条件由气瓶实际工作过程的约束条件和载荷条件决定,在圆柱段两边界处施加环向约束固定气瓶,气瓶的内壁面按实际情况施加压力。

2.4 ANSYS 计算结果分析^[8]

2.4.1 在工况压力下的 Mises 应力分析

全复合材料气瓶在施加工作压力 20 MPa、水压试验压力 30 MPa 及爆破压力 73 MPa 下,计算得到等比例 Mises 应力云图,如图 2—图 4 所示。

由图 2 可知,气瓶在工作压力 20 MPa 下的应力分布在筒身段向瓶嘴的过渡区域应力比较集中,与实际气瓶检验过程中发现气瓶失效的部位一致,最高可达到 398 MPa,筒身段应力在 44.5 MPa 左右。

复合材料单向板的许用应力见表 4, $\sigma_1 = 380$ MPa, $\sigma_2 = 334$ MPa, $\sigma_3 = 0$ MPa,根据第四强度理论^[9],

$$\sigma_1 = \sqrt{\frac{1}{2}[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_3 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2]}$$

619 MPa。因为气瓶在最大应力处的应力为 398 MPa,远远小于 619 MPa。因此,在工作压力下,全复合材料气瓶的缠绕层应力在材料的强度要求范围内,可以保证全复合材料气瓶的安全性能要求。

另外,从图 2 可看出瓶嘴部分应力相对集中,所以在实际使用过程中全复合材料气瓶的瓶嘴经常会出现漏气,瓶嘴阀松动等现象,这就要求在瓶嘴部分结构设计上作进一步的改进。

气瓶在正常工作压力 20 MPa 下筒身段的应力在 44.5 MPa 左右,全复合材料气瓶的塑料内胆

HDPE 抗拉强度由表 2 可知为 10 ~ 16 MPa,远远小于全复合材料气瓶在工作压力 20 MPa 下筒身段的应力 44.5 MPa,全复合材料气瓶的设计制造中,认为全复合材料气瓶的外缠绕层主要起承压的作用,内胆只起到气密性的作用,实际上,气瓶筒身上,从内壁到外壁,应力是减小的,气瓶内胆承受的应力应为筒身段应力最大值,大于 44.5 MPa。内胆的强度不够是导致气瓶产生裂纹、开裂等缺陷的主要原因,因此,必须加强全复合材料气瓶内胆材料的强度,才能更好地保证全复合材料气瓶的安全可靠性。

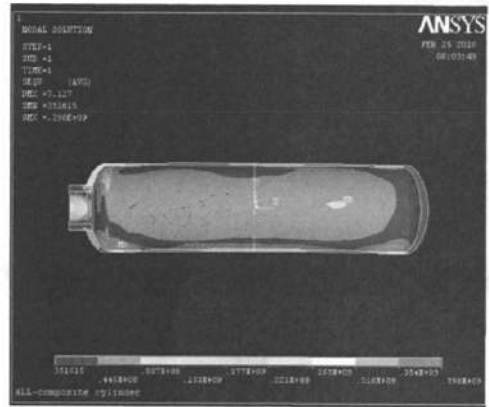


图 2 全复合材料气瓶在 20 MPa 下的 Mises 应力云图
Fig. 2 Mises map of all-composite cylinder under 20 MPa

在水压试验 30 MPa 下,全复合材料气瓶的应力分布云图如图 3 所示。

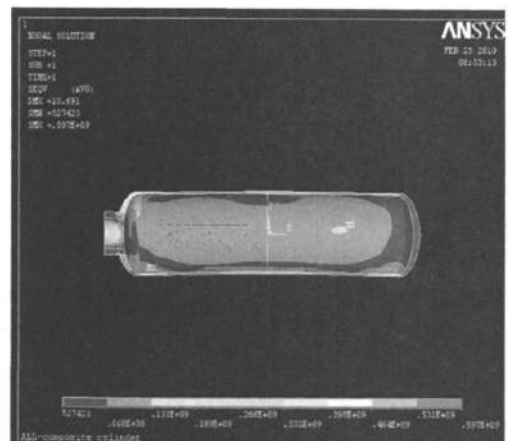


图 3 全复合材料气瓶在 30 MPa 下的 Mises 应力云图
Fig. 3 Mises map of all-composite cylinder under 30 MPa

气瓶的最大应力处值为 597 MPa,筒身段应力基本在 66.8 MPa 左右,同样按照第四理论强度去校核,小于材料的缠绕层材料的许用应力 $\sigma =$

619 MPa。在试验压力下,缠绕层材料的强度能保证气瓶的安全性能要求。

气瓶内胆的强度更不能满足 30 MPa 下的应力要求。

全复合材料气瓶在 73 MPa 爆破压力下的 Mises 应力云图如图 4 所示。同样利用第四强度理论校核,气瓶最大应力值在 969 MPa 左右,甚至会达到 1.45 GPa,筒身段应力在 163 MPa 左右,在应力最集中的地方,即气瓶筒身向瓶嘴过渡的区域,应力值超过了材料的许应强度。

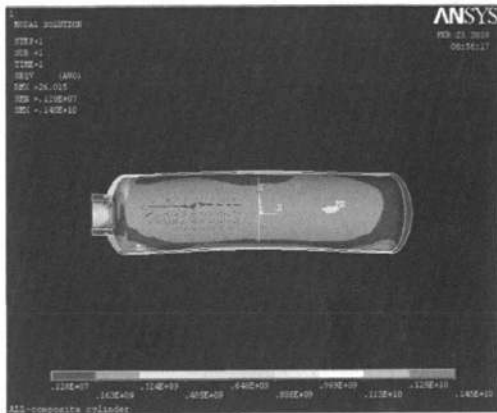


图4 全复合材料气瓶在 73 MPa 下的 Mises 应力云图

Fig. 4 Mises map of all-composite cylinder under 73 MPa

2.4.2 在工况压力下的变形位移分析

全复合材料气瓶在工作压力 20 MPa、水压试验压力 30 MPa 及爆破压力 73 MPa 下,计算得到变形位移图(略去 20 MPa、30 MPa、73 MPa 下变形位移图)。从工作压力 20 MPa 下气瓶轴向位移图分析可得,气瓶的轴向位移最大的发生在筒身后半段,最大的位移值是 0.816 44 mm,在材料的弹性范围内。筒身段的轴向位移较小,在筒身段部分,玻璃纤维缠绕层最靠近里层的受压和变形最大。气瓶的环向位移最大的发生在筒身段,由于在气瓶施加约束时,在筒身段尾部施加环向约束,导致筒身段中间部分的位移量偏大,最大的位移处值为 5.134 mm,最小环向位移值为 0.386 328 mm,在材料的弹性范围内。

气瓶在 30 MPa 下的轴向位移量、环向位移量的分部情况,与在 20 MPa 下基本的相同,只是应变数值增大,均在材料的弹性范围之内。

全复合材料气瓶在 73 MPa 下的轴向变形较大,最大轴向位移是 2.98 mm,延伸率达到了 1.12%;环向位移量也较大,最大环向位移达到 18.738 mm,最小环向位移是 0.828 546 mm。气瓶大多部位的环

向位移在 5~7 mm,在材料的允许范围内,局部位移过大,延伸率达到 6.38% 超过材料最大延伸率 5%。

对现役全复合材料 ANSYS 计算结果分析,在工作压力和试验压力下,全复合材料气瓶的缠绕层强度能达到气瓶承受压力的要求,位移量也在材料允许的正常范围之内,在 73 MPa 爆破压力下气瓶达到爆破极限。但到内胆 HDPE 材料的强度明显不足,远远小于气瓶的强度要求。所以,建议在全复合材料气瓶前期的结构设计和材料的选取上要充分考虑内胆材料强度,在内胆的强度上作进一步研究,合理选材。从气瓶结构的设计上,还存在着一些缺陷,由筒身段向瓶嘴过渡的区域应力集中明显,过渡区域的结构设计还有待进一步的完善^[10]。

3 检验工艺对气瓶合格率偏低影响分析与实验研究

现行检验工艺对全复合材料气瓶定期检验合格率偏低具有一定影响^[11]。

对全复合材料气瓶定检检验过程中,进行水压试验时,首先会将气瓶内的气体排空,这样会使气瓶内压力降低至 0.1 MPa,而在全复合材料气瓶的安全使用规定中要求,气瓶内天然气的压力值不得低于 2.0 MPa,绝对不允许瓶内气压降至 0.1 MPa。气瓶内压力骤降,由于气瓶内胆与缠绕层膨胀系数不一致^[12],使内胆向内凹陷,会导致原本有微小鼓包的气瓶内胆鼓包严重甚至产生裂纹,导致了全复合材料气瓶报废率明显偏高。

鉴于此,北京市车用气瓶检验站从 2008 年起,改变检验工艺对全复合材料气瓶进行水压试验,不再将气瓶内压降至 0.1 MPa,保持在 2.0 MPa 的压力,降低打压时间。对 594 台气瓶进行试验研究,气瓶的定检合格率有明显上升至 87%,为该类气瓶检验工艺的不断完善提供了理论的支持。2007—2009 年北京市 90 L 全复合材料车用气瓶的检验统计数据见表 6。可见,检验工艺对气瓶的合格率有着不容忽视的影响。

表 6 2007—2009 年 90 L 全复合材料气瓶定检合格率

Table 6 90 L all-composite cylinder inspection rate

from 2007 to 2009

年份	共检气瓶数量/台	报废气瓶/台	合格率/%
2007	9 102	6 686	27
2008	3 017	1 565	48
2009	594	78	87

4 结 论

1) 利用有限元软件 ANSYS 对该类气瓶进行模拟计算,计算结果分析全复合材料气瓶容易发生失效的部位,与实际检验中部分全复合材料气瓶经过长期使用,疲劳累计损失发生失效的部位一致,证明了建模方法合理。

2) 全复合材料气瓶在工作压力 20 MPa、试验压力 30 MPa、爆破压力 73 MPa 下的 ANSYS 模拟 Mises 应力分析及轴向和环向应变分析,在工作压力和试验压力下缠绕层强度满足要求,应变在材料的弹性范围之内;在爆破压力 73 MPa 下,气瓶缠绕层强度达到了爆破极限。气瓶缠绕层的强度能够满足气瓶要求,但气瓶内胆材料的强度远远不能满足承

受的压力,这是造成内胆出现裂纹、开裂等缺陷失效的原因之一。

3) 对检验工艺对全复合材料气瓶定期检验合格率偏低的影响进行了分析。提出现行检验工艺的问题,建议改进检验工艺,不再将气瓶内压降至 0.1 MPa,保持在 2.0 MPa,降低打压时间。并对 594 台气瓶进行试验研究,合格率升至 87%。

4) 建议:车用全复合材料气瓶前期的结构设计和材料的选择阶段,充分考虑到内胆强度,在内胆的材料选择方面进一步研究。在筒身段向瓶嘴段过渡的区域,应力明显集中,建议改善气瓶的结构设计,以减少应力过于集中导致的气瓶失效。进一步改进检验工艺。

参 考 文 献

[1] 梁浚,陈国华. 特种设备管理体系构件及关键问题探讨[J]. 中国安全科学学报,2010,20(9):132-138.
LIANG Jun, CHEN Guo-hua. Discussion on establishment of special equipment risk management system and its key issues[J]. China Safety Science Journal,2010,20(9):132-138.

[2] 夏立荣. 车用 CNG 全复合材料气瓶内胆鼓包的成因与预防[J]. 中国特种设备安全,2010(1):21-24.
XIA Li-rong. The Reason and Prevention of Cracks and surface bulging in the inner cylinder of vehicle all-composite CNG cylinder[J]. China Special Equipment Safety, 2010(1):21-24.

[3] 于畅,田贵三. 天然气储气罐破坏效应分析[J]. 中国安全科学学报,2010,20(5):75-79.
YU Chang, TIAN Guan-san. Explosive detrimental effect analysis of natural gas storage tanks[J]. China Safety Science Journal, 2010,20(5):75-79.

[4] 李永昌. 关于全复合材料安全问题的思考[J]. 城市公共交通,2005(3):37-38.
LI Yong-chang. The thought of safety of the all-composite material [J]. City Public Traffic,2005(3):37-38.

[5] 王建江,胡仁喜,刘英林. ANSYS11.0 结构与热力学有限元分析实例指导教程[M]. 北京:机械工业出版社,2008:16-51.
WANG Jian-jiang, HU Ren-xi, LIU Ying-lin. ANSYS11.0 Structure and Thermodynamics Element Analysis Examples[M]. Beijing:China Machine Press,2008:16-51.

[6] 李鹏,盛周红,吴耀楚. 全缠绕复合气瓶 ANSYS 参数化结构分析[J]. 机械研究与应用,2007,20(2):114-116.
LI Peng, SHENG Zhou-hong, WU Yao-chu. Parametric structure analysis of full-wrapped composite cylinder based on ANSYS[J]. Mechanical Research and Aplacation,2007,20(2):114-116.

[7] J. C. Velosa, J. P. Nunes, P. J. Antunes. Development of a new generation of filament wound composite pressure cylinders[J]. Composites Science and Technology, 2009, 69(9):1 348-1 353.

[8] 李晓辉. 车用全复合材料 CNG 气瓶安全可靠研究[D]. 北京:首都经济贸易大学,2010.
LI Xiao-hui. Safety and Relibility Research of the All-composite CNG Cylinders of Vehicle[D]. Beijing:Capital University of Economics and Business,2010.

[9] 张晓军,常新龙. 复合材料气瓶有限元应力应变分析[J]. 纤维复合材料,2008,25(3):3-6.
ZHANG Xiao-jun, CHANG Xin-long,. Finite element stress and strain analysis of COPV[J]. Fiber Composites, 2008, 25(3):3-6.

- [10] 边文凤,孙芳. 天然气汽车复合材料气瓶的优化设计[J]. 压力容器,2004,21(1):24-27.
BIAN Wen-feng, SUN Fang. Optimum design for composite pressure vessel used in CNG vehicle[J]. Pressure Vessel Technology, 2004, 21(1): 24-27.
- [11] Craig Webster. Safety Standard and Inspection Techniques for Natural Gas Composite Cylinders (TP 13505E)[S]. Canada: Transportation Development Center, 1999.
- [12] 张应禄. 车用天然气缠绕气瓶安全分析[J]. 天然气工业, 2009, 29(4): 102-104.
ZHANG Ying-lu. Safety analysis of natural gas vehicle composite cylinders [J]. Natural Gas Industry, 2009, 29(4): 102-104.



作者简介: 岳忠 (1968-), 女, 山东菏泽人, 硕士, 首都经济贸易大学安全与环境工程学院副教授, 硕士生导师, 国家一级安全评价师和安全培训师。从事安全工程与技术方面的教学与科研工作, 主要研究方向为安全技术及管理。E-mail: yue.zhong@163.com.

安全科学与工程一级学科申报工作完成

2011年2月12日国务院学位委员会第28次会议通过的《学位授予和人才培养学科目录》, 将安全学科单列为一级学科(原仅是矿业工程下的二级学科), 成为工学门类下的第37个一级学科, 名称为安全科学与工程, 代码为0837。将来全国报考安全专业的学生, 从本科到博士将可获得安全科学与工程学士、硕士和博士学位。

安全学科自20世纪50年代建立本科开始发展至今, 设“安全工程”本科的高校127所, 设硕士点46所, 设博士点20所, 年招收本科生、硕士生、博士生分别为7000名、1000名和280名左右。近年来的实践显示, 安全学科能否单列为一级学科已成为安全学科建设与发展、以及安全人才培养壮大的瓶颈。

自1997年以来, 在国家安全生产监督管理总局及原国家安监局、原劳动部的领导和支持下, 为适应安全学科自身和社会发展的需要, 中国职业安全健康协会积极组织全国有关大专院校、科研院所、专家、学者, 开展安全学科建设、安全学科宣传和一级学科申报工作, 先后4次受政府主管部门委托, 调研起草安全科学与工程一级学科申报报告。特别是近5年来, 协会、高等学校安全工程学科教学指导委员会和国家安监总局人事司一起, 把一级学科申报工作当作重点工作的重中之重, 主动向国务院学位委员会办公室汇报安全学科进展与成果, 积极与学位办领导和有关院士、专家沟通协调, 及时组织研讨, 解决一级学科申报中出现的问题, 最终, 安全学科申报工作获得成功。

这是安全科学发展进程中的一件大事, 这一定位, 在国家高等教育层面确立了安全人才培养的独立序列, 为加快安全学科建设, 为培养安全科学与工程学士、硕士和博士注入了新的活力, 乃至为评选安全界院士增添了积极因素, 对我国建立安全人才长效培养机制, 促进社会安全发展必将发挥巨大作用, 对安全学科发展具有里程碑的意义。