

常压罐车罐体检验共性问题分析

姜治伟¹ 何丰翔²

(1 中国船级社质量认证公司 北京 100010; 2 中国船级社质量认证公司海南分公司 海南 海口 570100)

摘要: 危险品常压罐车目前市场保有量很大, 运输和制造企业为最求利益, 导致不合规罐车大量存在, 近年来发生的多起交通事故, 给生产和人民安全带来很大安全隐患。2020 年国家开始对不合格的罐车进行治理整顿, 也对检验机构提出了更高的要求, 中国船级社质量认证公司具有罐车罐体出厂检验、定期检验资质, 治理工作开展以来在检验过程中发现很多问题, 对于一些共性问题进行探讨分析, 为制造企业合理设计合规制造提供借鉴, 为运输企业能够正确选购合格罐车、能够安全运输提供参考。

关键词: 治理方案; 常压罐车罐体检验; 出厂检验; 定期检验; 共性问题

0 引言

危险品种类繁多, 用途广泛, 是工业、农业、医药、能源、服装和日化等行业的基础原料。据悉, 我国是危险品生产和使用大国; 每天有近 300 万吨的危险品通过公路运输, 这些危险品种类繁多、理化性质复杂, 运输过程中一旦发生事故, 容易造成较大的人员伤亡和财产损失。2012 年包茂高速 8.26 事故、2014 年晋济高速 3.1 事故和沪昆高速 7.19 事故、2015 年荣乌高速 1.16 事故、2017 年滨州 8.7 事故教训惨痛, 常压罐车罐体的本质安全成为了领导关心、公众关注、舆论关注的焦点问题, 也推动了政府主管部门的管理更新。事故频发加快了国家对常压液体危险货物罐式车辆治理决心和治理速度, 2018 年国务院办公厅印发《推进运输结构调整三年行动计划(2018-2020)》, 2019 年《国务院办公厅转发交通运输部等部门关于加快道路货物行业转型升级促进高质量发展的意见》再次提出开展常压液体危险货物运输罐车专项治理的要求, 2020 年国务院安委会印发《全国安全生产专项治理三年行动计划》, 进一步明确部署开展常压液体危险货物运输罐车专项治理的要求, 2020 年交通运输部、工业和信息化部、公安部和市场监管总局四部委联合发布交运发[2021] 35 号文《常压液体危险货物罐车治理工作方案》, 此文件 2021 年 6 月 1 日实施生效。治理工作进入实施阶段, 在近 6 个月的时间内, 中国船级社质量认证公司对出厂检验和定期检验出现的几个共性问题进行分析解剖, 帮助制造企业和检验机构提高认识, 便于借鉴和参考。

1 出厂检验

使用单位为达到运输效益的最大化, 要求“容积大、质量轻、多拉快跑”违规选购和使用不合格的罐车; 制造企业片面迎合运输企业违法违规需求极力推行整备质量轻、罐体容积大和多种盛装介质的罐车; 检验机构众多, 技术水平参差不齐, 把关不严, 甚至出现了“背包客”和“卖证”的现象, 以上情况导致一些不合格的新造罐车源源不断的进入运输市场。中国船级社质量认证公司在开展检验工作期间对出厂检验出现的共性问题进行总结。

1.1 设计方面

设计文件的设计、校核、批准过程缺失, 导致对一些关键设计内容缺乏把关: 比如介质的理化特性、材料的选择及许用应力的选取、设计参数的选用、关键结构的确定等方面都会有不妥或错误的问题。使用说明书的编制普遍采用通用说明, 没有针对该车型的特殊注意事项。设计文件典型问题如下:

(1) 设计文件标注的罐体设计压力取值不规范, 罐体设计压力与安全附件整定压力不匹配。罐体的设计压力选取应取下列工况的较大值:

① 设计温度时介质的饱和蒸汽压、封罐压力以及液体膨胀引起的压力之和;

② 充装卸料时的压力。

对于罐体结构为裸式或带遮阳罩的, 设计温度应大于或等于 50℃。对于罐体设计代码第二部分为 G 时, 表示 50℃时的饱和蒸汽压小于等于 0.01MPa (表压) 的介质, 对于无氮封要求的罐体, 一般封罐压力为常压, 液体上方介质为空气。液体膨胀引起的压力可以参照理想气体状态方程进行计算, 以介质乙醇为例对液体膨胀引起的压力进行计算。

介质参数: UN 编号 1170、介质类别 3 类易燃液体、50℃饱和蒸汽压 $P_1=0.0296\text{MPa}$ (绝压)、15℃饱和蒸汽压 $P_2=0.0043\text{MPa}$ (绝压)、50℃介质密度 $\rho_1=762.9\text{kg/m}^3$ 、50℃最大允许充满率 $\phi_1=98\%$ 、充装温度 15℃介质密度 $\rho_2=794.7\text{kg/m}^3$ 、充装温度 15℃介质上方气相空间 (空气) 压力 $P_3=0.1\text{MPa}$ (绝压)。

充装温度 15℃时最大允许充满率 $\phi_2=\rho_1 \times \phi_1 / \rho_2=0.94$

50℃介质上方气相空间 (空气) 压力 $P_4=P_3 \times \phi_2 \times 323 / (\phi_1 \times 288)=0.108\text{MPa}$

液体膨胀引起的压力 $P_5=P_4 - P_3=0.008\text{MPa}$

设计温度时介质的饱和蒸汽压、封罐压力以及液体膨胀引起的压力之和 $P_6=P_5+0.008\text{MPa}$ 。由此计算过程可见, 液体引起的膨胀压力很小但需留有一定的气相空间, 否则

压力会急剧上升，罐体必须配置安全泄放装置，且考虑充装卸料时的压力小于紧急泄放装置的泄放压力，紧急泄放装置泄放压力范围 21 ~ 35KPa，所以充装卸料时的压力小于 21KPa，综上所述设计压力取 20KPa，且满足紧急泄放装置动作压力大于 1.05 倍的设计压力的要求。如设计压力取值过高虽然罐体强调满足要求，但可能超出紧急泄放装置泄放压力范围。

(2) 罐体安全附件的配置不满足标准要求的现象居多，安全泄放装置是保护罐车安全运行的重要装置，设计要满足目前市场配件的规格型号，还要考虑与介质的相容性。设计代码第二位为 G 的罐体应配置紧急泄放装置，目前市面上的紧急泄放装置最大泄放量为 7000m³/h，1.944 m³/s(标准状态下 0.1MPa, 0℃ 空气排放量)。当罐体外表面积超过 27.5 时，一个紧急泄放装置不能满足罐体的安全泄放量的要求，运输次氯酸钠介质的急泄放装置应进行衬塑处理。

1.2 制造环节

(1) 材料入库无入厂标记，领用、发放，资料无可追溯性；

(2) 焊接工艺评定缺失或不能完全覆盖焊接方法、母材范围，评定试件缺失；

(3) 无损检测比例不符合标准要求的现象较为常见，无损检测是检验焊接质量的有效手段、也是罐车安全运行的可靠保障。一些制造厂家甚至没有无损检测场地和设备，

产量与检验能力不匹配。对于盛装毒性程度为极度、高度危害介质罐体应进行 100% 射线检测，常见的毒性程度为极度、高度危害的常压液体有苯及苯化物、硫酸等。

2 定期检验

常压罐车罐体定期检验目前按照 GB18564.1-2019 标准附录 D 的项目进行检验，没有具体的检验细则要求，造成各个检验机构检验标准不统一，如罐体的资料审查项目中对于资料缺失的问题如何处理、对于进行无损检测时机的要求、对于进行耐压试验时机要求、对于进行罐体内部检验的要求等等。市场监管总局、交通部联合发布《常压液体危险货物罐车治理罐体定期检验工作指南》对统一检验标准提供了依据。中国船级社质量认证公司在定期检验中发现的共性问题进行总结。

2.1 安全装置设置与设计代码不符

检验过程中运输酸碱介质设计代码为 L4BN 的罐车普遍存在安全装置设置与设计代码不符的现象，按照交运发[2021]35 号文的要求属于罐体重大安全风险清单中第 10 项内容。大部分衬塑罐体人孔盖、开关球阀采用塑料材质，按照标准管路和阀门用材料应与介质相容，阀体不得采用铸铁或非金属材料，人孔盖和阀门及管路应采用钢制材料衬塑工艺实现介质相容问题。安全阀一般也采用衬塑结构，优先采用外置安全阀，防止罐体介质长时间的接触，也可采用高设计代码的罐体代替，如 L4BH 封闭罐。设计代码第四位为 H 的封闭罐，安全附件配置也五花八门，以设计

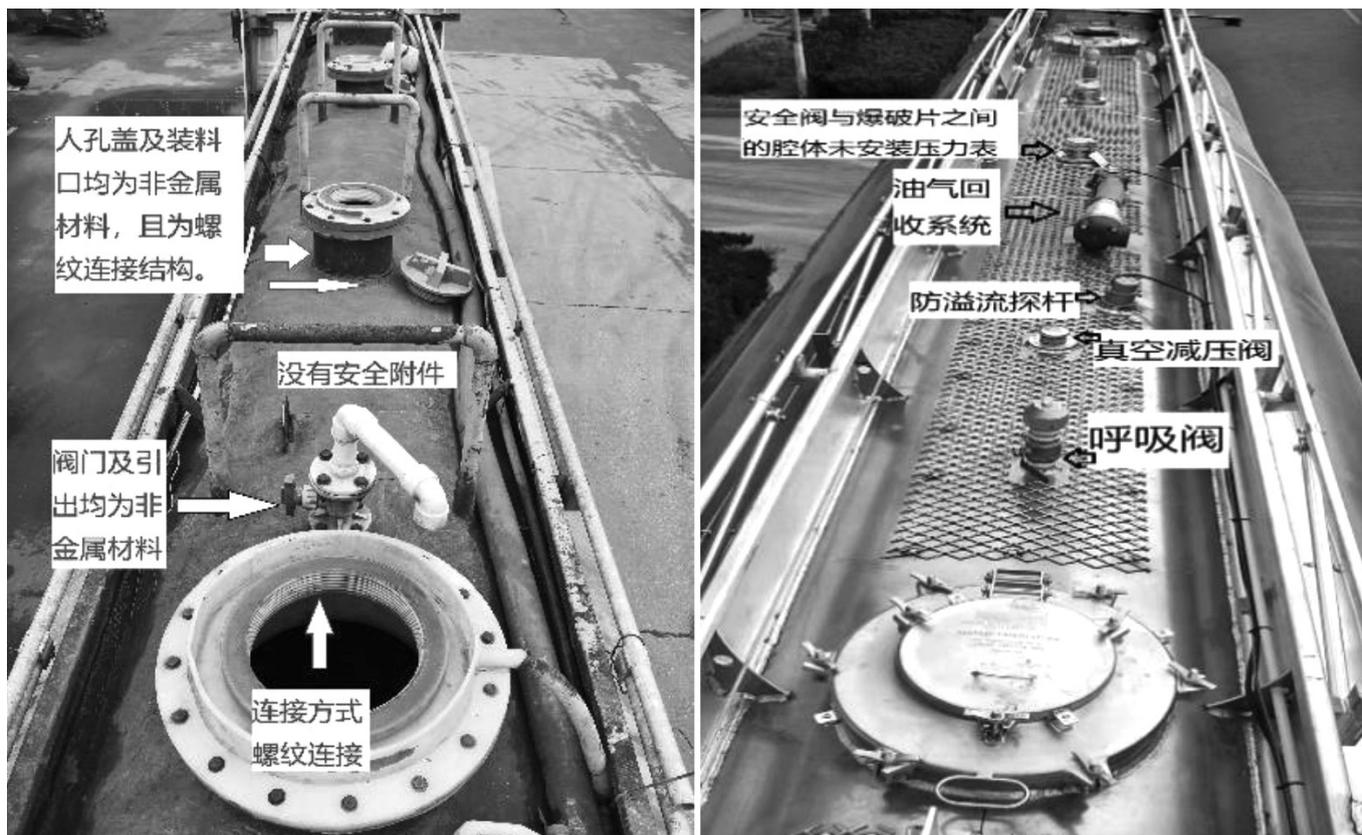


图 安全附件与设计代码不符

表 铝合金材料力学性能

材料	状态	室温下强度指标 / (不小于)MPa		断后伸长率 / A50mm%
		Rm	RP0.2	
5454	O、H111	215	85	≥ 19
5182	H111	280	125	24
5182	O	280	125	26
5083	O、H111	290	145	17
5083	H116、H321	305	220	12

代码为 L4BH 的罐体为例进行分析:

(1) 罐体强度应符合 GB/T150.3-2011 或 JB4732 计算要求, 计算压力不低于 0.4MPa, 当罐体计算外压大于等于 -0.04 MPa 时可不安装真空减压阀, 当装有真空减压阀时计算外压应大于等于 0.021MPa, 盛装介质为易燃介质, 应安装阻火装置。当罐内介质需要氮封保护时, 不能设置真空减压阀, 也不能降低罐体外压强度安装呼吸阀, 如图 1 所示罐体既安装了安全阀与爆破片组合装置又安装了呼吸阀。

(2) 没有安装安全泄放装置的罐体应降低充装率, 应根据介质分类和包装类别确定最大充装率和最大允许充装量。

(3) 如安装安全附件, 只能安装安全阀与爆破片组合装置, 且安全阀与爆破片之间的腔体应设置排气阀、压力表, 目前在用罐体多数没有压力表。常压罐车一般都是多介质运输, 对于运输易燃液体的罐体应选用不易产生火花的爆破片, 爆破片的型式优先选用反供带槽型。

(4) 典型的安全附件与设计代码不符情况见下图。

2.2 壁厚不满足标准要求

关于设计代码第二位为 4 及以上的在用铝合金罐体厚度普遍不满足强度要求。目前常用铝合金材料为 5083、5454、5182, 其力学性能见下表。

由此可见铝合金的强度较低, 韧性、塑性较差, 断后伸长率普遍较小。罐体在发生刮蹭、侧翻时容易发生尖锐开口泄漏, 当厚度再不满足强度要求时, 在运行过程中车辆存在很大的安全风险。铝合金罐车的优点重量轻, 当安全强度满足设计要求时厚度增加, 与不锈钢罐体比较没有优越性。

3 结语

国家政府对常压罐车治理的决心很大, 后续还会对治理期间出现各种的问题提出治理措施, 对于沥青、强酸、强碱等介质清洗困难, 给环保带来压力, 进罐检验困难, 鼓励检验机构应用先进的检验技术如声发射、内窥镜等。同时由中国物流与采购联合会危化品物流分会正在起草《道路运输液体危险货物罐式车辆金属常压罐体检验规则》团体标准指导检验机构规范开展检验工作。本文对罐车罐体出厂检验和定期检验过程中出现的共性问题进行探讨分析, 为制造企业、运输单位、检验机构提供借鉴和参考。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国交通运输部运输服务司. 关于在用液体危险货物罐车加装紧急切断装置有关事项的通知 [G]. 安监总管三 [2014] 74 号.
 - [2] 国务院办公厅. 推进运输结构调整三年行动计划 (2018-2020) [G]. 国办发 [2018] 91 号.
 - [3] 国务院办公厅. 国务院办公厅转发交通运输部等部门关于加快道路货物行业转型升级促进高质量发展的意见 [G]. 国办发 [2019] 16 号.
 - [4] 中华人民共和国交通运输部运输服务司. 金属常压液体危险货物罐车治理工作方案 [G]. 交运发 [2021] 35 号.
 - [5] GB18564.1-2019, 道路运输液体危险货物罐式车辆第 1 部分: 金属常压罐体技术要求 [S].
 - [6] QC/T1065-2017, 道路运输易燃液体危险货物罐式车辆人孔盖 [S].
 - [7] HG/T20660-2017, 压力容器化学介质毒性危害和爆炸危险程度分类标准 [S].
 - [8] GB/T150.3-2011, 压力容器 第 3 部分: 设计 [S].
 - [9] JB47322005 确认版, 钢制压力容器分析设计标准 [S].
 - [10] 李世玉. 压力容器设计工程师培训教程 [M]. 北京: 新华出版社, 2005, 10.
 - [11] GB/T33881-2017, 罐车用铝合金板、带材 [S].
- 作者简介: 姜治伟 (1984.12-), 男, 汉族, 本科, 中级职称, 研究方向: 常压罐车罐体检验、集装箱检验; 何丰翔 (1985.05-), 男, 汉族, 本科, 助理工程师, 研究方向: 常压罐车罐体检验、集装箱检验。

