

橇装式飞机罐式加油车装置的设计及经济性分析

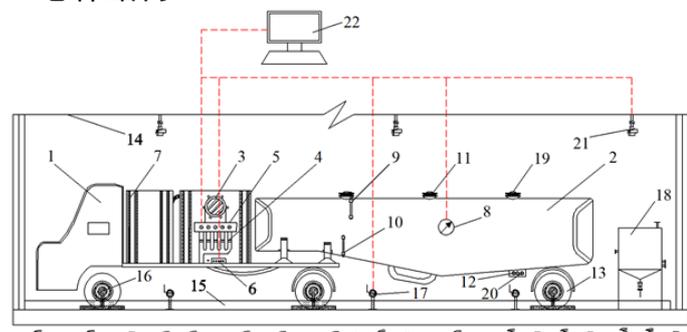
文信剑（中国航空油料有限责任公司华北公司，北京 100000）

摘要：本文以突破通用机场“供油难”瓶颈为研究对象，针对现有国内通用机场航空燃料供应模式运营成本高、储油装置不适用、加注和运输环境复杂多变等问题，围绕闲置的飞机罐式加油车以及国内通用机场分布广、供油环境复杂多变、航油需求量小、季节性明显、盈利能力差特点，采用橇装式加油装置的方案设计了一套既能确保安全供油、又能将闲置的飞机罐式加油车再利用，从而节约投资和降低运行成本的橇装式飞机罐式加油车装置，并介绍了该装置的工作原理、工艺流程和设计要 求，最后对该装置进行技术和经济可行性分析。结果表明，该装置是可行的，具有众多优点，并顺利在中国民用航空行业建标，为加快完善通用机场航空燃料保障体系提出新的思路和方案。

关键词：橇装飞机罐式加油车装置；航空燃料；通用机场；闲置；设计

近年来，我国通用航空运营呈现出传统业务持续增长、新兴业态迅猛发展的喜人局面。从当前国内各大民用机场航空燃料供应的现状来看，均由中国航油集团有限公司统一供应，一般配套有油库、加油站、飞机罐式加油车和管线加油车等供油设备设施。随着民用机场供油量的快速增长，飞机罐式加油车逐渐被管线加油车或罐容更大的飞机罐式加油车替代、闲置。为此，设计出一套既能保证航空燃料安全适用，又能将闲置的飞机罐式加油车再利用，节约投资和降低运行成本的橇装式飞机罐式加油车装置，达到供油灵活、移动方便、安全适用、技术先进、经济合理、节能环保等目的，有效提升通用航空业稳定发展的速度，十分必要。

1 总体结构



1. 飞机罐式加油车；2. 油罐；3. 过滤分离器；
4. 泵油系统；5. 仪表盘；6. 流量计；7. 加油胶管卷盘；
8. 液位计；9. 高液位计；10. 低液位计；11. 人孔；12. 底部装油装置；
13. 底盘；14. 罩棚；15. 防护围堰；16. 底盘固定装置；17. 可燃气体检测装置；18. 油气回收罐；19. 隔防爆和隔热装置；20. 油气回收装置；21. 自动消防灭火装置；22. 阻火呼吸阀；23. 自控系统

图1 橇装式飞机罐式加油车装置结构示意图

本文设计的橇装式飞机罐式加油车装置主要由

飞机罐式加油车、橇装辅助设备设施和自控系统三部分组成（图1）。

2 工作原理及工艺流程

橇装式飞机罐式加油车装置加油、灌油及抽油作业是气控系统通过呆德曼手柄进行控制的：压下呆德曼控制手柄，油路被打开，开始进行加油、灌油或抽油；松开呆德曼控制手柄则油路被关闭，作业停止。呆德曼手柄故障状态下可以使用超越呆德曼应急控制作业开始和终止。公路运油车卸油作业是利用运油车自带油泵加压或依靠重力自流将运油车油罐内航空燃料输送至橇装式飞机罐式加油车装置油罐内。

当需要给飞机加油时，将该装置油罐中的航空燃料，经过过滤、计量后，通过加油卷盘胶管及压力加油接嘴注入飞机油箱或飞机罐式加油车、加油柜等其他加油设备中。橇装式飞机罐式加油车装置加油工艺流程（图2）。

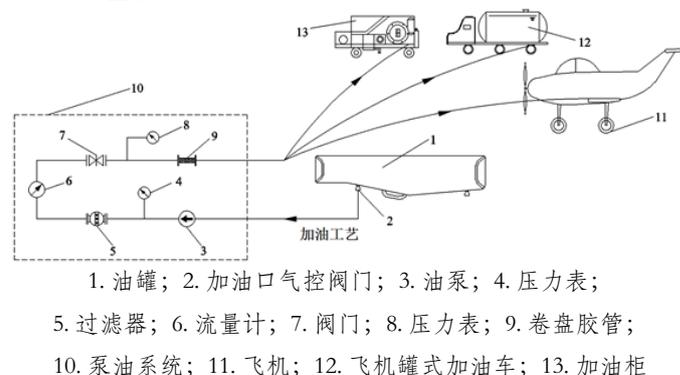
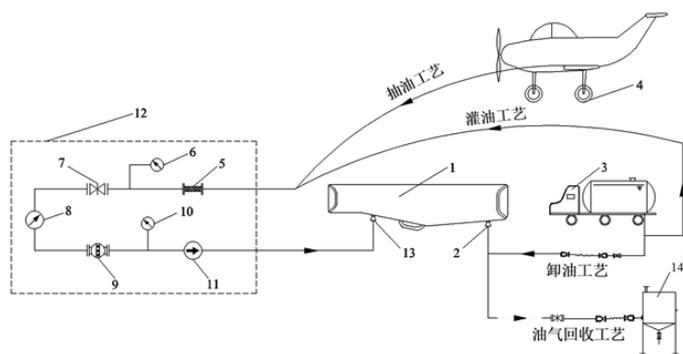


图2 橇装式飞机罐式加油车装置加油工艺流程图

当需要灌油或给飞机抽油时，将飞机油箱或公路运油车等其他设备内航空燃料，通过压力抽油卷盘胶管即压力抽油接嘴，经过过滤、计量后，灌装

或抽回至该装置油罐。或通过运油车自卸油工艺向该装置油罐灌装。橇装式飞机罐式加油车装置卸油工艺流程(图3)。



1. 油罐; 2. 卸油口气控阀门; 3. 公路运油车; 4. 飞机;
5. 卷盘胶管; 6. 压力表; 7. 阀门; 8. 流量计; 9. 过滤器; 10. 压力表;
11. 油泵; 12. 泵油系统; 13. 抽油口气控阀门; 14. 油气回收罐

图3 橇装式飞机罐式加油车装置卸油工艺流程图

3 飞机罐式加油车的要求

飞机罐式加油车储运的介质为航空燃料, 根据《飞机罐式加油车》(MH/T6101)、《民用航空燃料设备完好技术规范》(MH/T 6002)和《民用航空器加油规范》(MH/T 6005)和的规定, 飞机罐式加油车技术要求如下: ①外形尺寸总长应符合GB 1589-2016中表1的要求, 总宽不大于3.2m 总高不大于3.3m 离地间隙不小于2m; 底盘宜选用定型的商用汽车底盘改装, 也可选用自制底盘, 挂车底盘还需符合QC/T 503的规定, 整备质量应在汽车底盘允许的范围内和额定装载条件下; ②油罐断面形状宜为圆梯形或圆矩形, 油罐底部纵向沉淀槽处倾斜的坡度大于5%, 油罐的纵向中心平面与汽车底盘纵向中心平面偏移量不大于6mm; 油罐焊接符合JB/T 4734或JB/T 4735的规定, 焊缝的X射线探伤结果符合Ⅲ级焊缝要求, 环焊缝进行10%、纵焊缝进行15%的X射线探伤; 油罐在36kPa的静压下, 保压30min条件下应无渗漏和永久变形。油罐额定容量符合设计任务书的规定余油量不小于额定容量的1%, 膨胀容量不小于额定容量的3%, 人孔直径不小于0.5m, 液位计指示误差不大于5%; ③油泵利用发动机动力驱动, 主要性能参数符合加油系统性能要求; 过滤分离器应符合GB/T 21358或API1581技术要求, 流量范围和压力等级满足加油系统的要求; 流量计测量准确度等级不低于0.2级, 测量范围满足加油系统的要求; 加油软管符合GB10543或API1529规定的导静电胶管, 飞机压力加油接头符合HB6122、HB6130

或SAEAS5877的要求。

4 橇装辅助设备设施的设计

4.1 防护设施的设计

防护设施是橇装式飞机罐式加油车装置的重要组成部分, 要安全、经济、节能, 美观实用, 由于该装置的储运介质高危险且极易燃易爆, 其防护设施的材质应采用阻燃材料, 荷载设计符合《建筑结构荷载规范》(GB 50009)的规定, 抗震设计符合《建筑抗震设计规范》(GB 50011)的规定。

罩棚高度应根据该装置安装高度确定, 投影边缘距离加油口应不小于2000mm; 罩棚立柱边缘距防护围堰端部及飞机罐式加油车的距离不小于600mm。防护围堰的有效容积应不小于橇装装置总容量的50%; 围堰距橇装装置加油侧外壁的间距宜为300mm, 围堰高度宜不大于300mm。防冲撞设施与橇装式飞机罐式加油车装置的距离应大于800mm, 小于1200mm; 防冲撞设施之间水平间距应小于1200mm。飞机罐式加油车底盘固定装置在满足标准规范的基础上, 根据飞机罐式加油车的尺寸及重量确定装置选用构件的规格, 根据工艺要求确定支撑的位置及规格。

4.2 消防安全设计

该装置设计的位置通常在通用机场场内, 可与通用机场共用消防设施, 并单独配置自动消防装置和消防器材。该装置火灾主要由航空燃料发生泄漏后产生的可燃气体或电气造成。自动消防装置由熔断阀控制, 灭火介质为干粉或泡沫, 分散吊装在加油区域上方, 喷头正对加油区域, 自动启动温度不应高于95℃。飞机罐式加油车的每个罐体应配备不少于2个8kg灭火器。隔防爆和隔热装置与盛装介质性质相容, 装置材料应当网格大小均匀, 不均匀性小于或等于25%, 边缘不展开宽度小于或等于10mm, 网格每平方米破损不允许超过5处, 且每处破损面积小于或等于60mm×50mm; 成品端面不平度小于或等于60mm, 材料结构尺寸边长公差为±0.5mm, 装置燃爆增压值应小于或等于0.14MPa。

4.3 油气回收装置设计

油气回收装置设计规模宜为最大装车体流量的1.0倍~1.1倍, 最大操作负荷不宜超过设计规模的110%; 油气设计浓度宜取气温最高月份的最高实测油气浓度; 在设计油气浓度下的油气回收率应不小于95%, 在设定的处理能力下系统阻力应不大于5000Pa, 油气排放浓度应不大于25g/m³, 噪声排放应不大于70dB(A); 装置处理能力设计应

留裕量,按最大处理能力的 1.1 倍~1.2 倍设计。

4.4 安全检测装置设计

安全检测装置的电气设备根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB 50058)和《危险场所电气防爆安全规范》(AQ3009)的要求设计,在装置区爆炸危险场所采用电气设备防爆等级不低于 IIA-T1,保护级别为 Gb,防爆型式为 ib 级别。可燃气体检测装置的防爆等级不低于 Exd II BT4,并取得防爆检验合格证,检测误差为 $\pm 10\%$ (显示值)或 $\pm 5\%$ (满量程)以内(取大),响应时间在 30s 以内。在防护围堰内每隔 20m~30m 设置一台可燃气体检测装置,且装置与储罐易释放物料处的距离不宜大于 15m,安装位置距离地面不得小于 0.3m。可燃气体探测、静电接地和漏油监测的报警器应独立安装,报警信息引入自控系统,并设置报警功能。监控录像系统应覆盖加油区域进出口、油罐周边、收发油作业点、固定加油点,视频保存时间应不少于 30d。

5 自控系统的设计

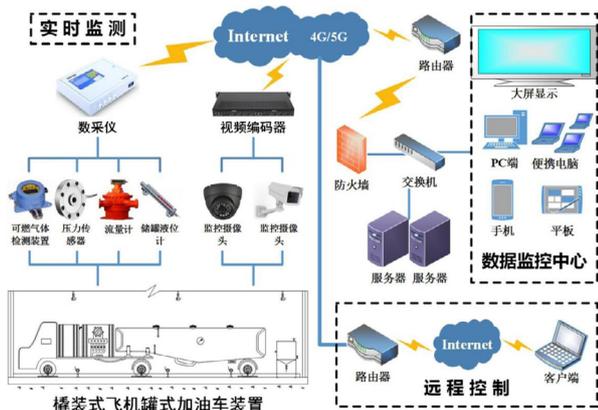


图 4 自控系统工艺流程图

该装置整体安装自控系统,包括监控系统、报警系统和紧急切断系统。通过在规定区域安装消防自动灭火装置、可燃气体检测装置、压力传感器、流量计、储罐液位计、监控摄像头、报警器和紧急切断阀等设备设施,运用物联网技术,将加油数量、加油时间、泵出口压力、加油压力、加油流量、油罐罐内压力及油品液位、油气浓度和环境温度等信息进行数字化处理、整合,通过物联网数据卡传输到数据监控中心,实时监测、掌握各项保障动态信息,在发生数据异常、火灾、油品泄漏等异常情况时,能迅速报警并通过远程控制启动紧急切断系统,确保供油安全,实现了实时监控、异常报警和远程干预等功能。橇装式飞机罐式加油车装置自控系统工艺流程图(图 4)。

6 可行性分析

6.1 技术的可行性分析

该装置的技术性能,主要体现在本质安全性和环保性,其闲置再利用的飞机罐式加油车的管路油罐构造及材质、设备设施完好性、防火防爆性能、安全性能均满足国家、行业标准对撬装加油装置的规定。在此基础上,根据合理的工艺设计布局撬装辅助设备设施,在飞机罐式加油车安装底盘固定装置,平台处安装卷盘胶管,四周设置防护围堰,正上方安装罩棚,供油灵活、移动方便;储罐安装高低液位仪,装卸油处安装油气回收装置,可避免溢油和油气排放污染周边环境,非常环保;作业区安装自动消防灭火和可燃气体检测装置,储罐安装防爆装置和隔热装置,安全适用、技术先进。装置整体安装自控系统,实时监测、掌握各项保障动态信息,确保安全。该装置经过中国航空运输协会技术论证和评审,顺利在中国民用航空行业建标。

6.2 经济的可行性分析

该装置针对国内许多驻场通航企业或第三方企业受通用机场分布广、航空燃料需求量小、季节性明显、盈利能力差影响,运营成本高、经济效益上不足以配备相应的航空燃料保障设备设施的情况,从经济效益的角度,因地制宜,进行构思,首次将民用航空机场闲置的飞机罐式加油车,采用撬装加油装置方案,通过模块化、数字化设计,有效配置经济资源,节约了航空燃料保障设备设施投资 60% 以上,大幅度降低了通航企业或第三方企业运营成本,安全适用、经济合理。

7 结束语

经前期调研、设计及评审,该装置的各项技术指标满足国家、行业标准要求,并顺利在中国民用航空行业建标。该装置能够充分利用闲置的飞机罐式加油车,具有供油灵活、移动方便、安全适用、技术先进、经济合理、节能环保等优点,适用于分布广、航油需求量小、季节性明显、盈利能力差的通用机场,有一定的实际应用价值和较高经济效益。

参考文献:

- [1] 邹丰沛. 浅谈石化工程中的撬装化设计 [J]. 山东化工, 2015, 44(21): 101-102.
- [2] 朱凯. 天然气装置撬装化结构设计简述 [J]. 石化技术, 2018, 25(9): 239.

作者简介:

文信剑(1983-),男,工程师,现从事航空燃料油品应用研究工作。