

浅析管线飞机加油车加油压力控制与常见故障分析及处理

吴绍微 谢荣娜 黄思颖 吴 鸿

(华南蓝天航空油料有限公司揭阳分公司, 广东 揭阳 515558)

摘要: 飞机加油车是飞机航油加注的重要设备, 加油压力是确保飞机加油效率与安全的关键要素, 由于加油车构造复杂, 造价高, 所以各加油现场加油车都是有限资源。日常使用过程, 难免加油压力控制系统出现各类各样的故障。因此, 通过了解压力控制原理, 及时准确地判断和处理压力控制部件故障, 是保证加油高效与安全的重要手段。

关键词: 飞机加油车; 加油压力需求; 压力控制原理; 分析; 处理

随着民航业的迅猛发展, 航班正点率是一个关键指标, 飞机加油作为地面保障流程关键节点, 进而彰显飞机安全高效加油的重要性。管线加油车加油模式的油源来自于机坪管网, 因而加油量不受限制, 同时因为车体小、价格低, 所以管线加油车加油模式将逐渐成为主流加油模式。由于飞机加油是一个高风险、重时效作业, 在为价值上亿的飞机服务时, 要求在规定时间内安全高效完成加油工作, 因此需要确保飞机加油压力在规定范围之内。通过了解管线加油车加油流程、加油压力控制原理、常规故障与处理, 是保证加油工作高效、安全的重要手段。

1 管线加油车加油流程

管线飞机加油车的航空煤油油路系统主要由地井接头(装配有管内压力控制阀PCV)、地井胶管、过滤器、流量计、加油阀、文氏管、胶管、加油接头(压力加油接头或重力加油接头)组成。在给飞机加油的过程中油流具体路径为: 地井接头→地井胶管→过滤器→流量计→加油阀→文氏管→胶管→加油接头, 最后通过加油接头连接飞机受油口加注航空煤油。

2 加油压力控制原理

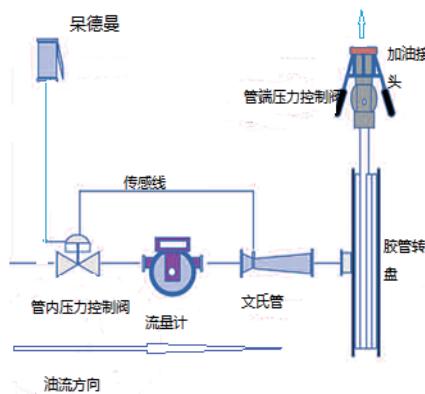


图 1 管线加油车压力控制原理图

目前飞机加油压力要求为不超过0.35MPa, 超出0.35MPa将可能造成飞机油箱和管线受损。机场主流管线加油车, 其加油管路系统配备两套独立且相互补充备用的压力控制系统。如图1(管线加油车压力控制原理图)所示。

2.1 由管内压力控制阀和文氏管组成压力控制系统

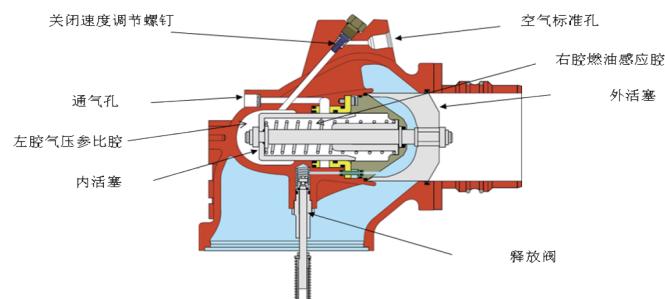


图 2 管内压力控制阀结构图

第一套压力控制系统管内压力控制阀由气、液控制, 阀内分为两个腔体, 一个是左腔气压参比腔, 与呆德曼控制的标准气压连接, 另一个是右腔燃油感应腔, 与管路中文氏管连接。现实中管线加油车加油设备为方便和飞机连接, 在管线加油车和飞机之间设置有25m长的软胶管, 这就导致从加油接头处为管内压力控制阀的油腔取反馈油压变得不方便, 于是借助伯努利原理, 利用文氏管缩小管道截面积增加流速, 达到压力降低, 模拟出下游压力, 从而方便地得到下游加油接头处的油流压力。当通过呆德曼输入左腔气压参比腔的气压大于文氏管反馈至右腔燃油感应腔中的油压和回位弹簧产生的压力之和, 阀门就处于逐步开启状态; 当右腔燃油感应腔里文氏管反馈油压和回位弹簧产生的压力之和大于左腔气压参比腔的气压时, 阀门趋于关闭, 开度逐步减小。由于输入左腔气压参比腔的气压是经过调校设定, 处于恒定状态, 所以,

管路中的活塞阀门开度随文氏管反馈的模拟压力变化而变化。当松开呆德曼，左腔气压参比腔停止气压输入时，活塞阀门在弹簧压力及油压的作用下，处于关闭状态，结构如图 2（管内压力控制阀结构图）所示。

2.2 由加油接头内设置的管端压力控制阀独立完成的压力控制系统

管端压力控制阀结构如图 3 所示。

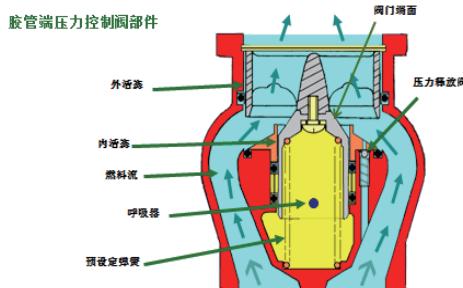


图 3 管端压力控制阀

管端压力控制阀由油道活塞阀门和预设定弹簧组成，当压力控制阀出口压力高于 0.315MPa 时，压力作用于活塞阀门端面，进而压缩弹簧下移，使油道活塞阀门趋于关闭；当压力低于 0.315MPa 时，活塞阀门在预设定弹簧作用下上行，使阀门趋于开启。在飞机加油过程中，由于预设定弹簧的压力是固定的，所以活塞阀门的开启状态随背压的变化而变化，从而实现稳压作用。

3 压力控制系统故障原因及分析

飞机加油对压力要求为：①加油开启和关闭速度要在一定时间范围之内；②加油过程压力不能超出 0.35MPa，并尽可能保障应有加油压力；③加油过程飞机油箱电门关闭造成飞机油箱口水击，水击压力不能超出 0.84MPa。

3.1 管内压力控制阀和文氏管组成压力控制系统常见故障原因分析及处理方式

3.1.1 管内压力控制阀开启时间过短

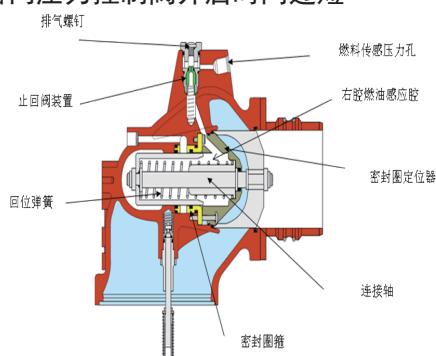


图 4 管内压力控制阀开启示意图

开启时间过短会造成加油车加油系统油压冲击，

故完全开启时间需要控制不少于 5 秒。故障原因分析：开启时，右腔燃油感应腔内燃油需通过止回阀装置排出燃油，止回阀装置为单向不可调阀，阀中间小孔用于排出燃油，排出速度决定阀门开启速度，当小孔直径偏大时，开启速度就过快。如下图 4（管内压力控制阀开启示图）所示。处理方式：更换合适止回阀装置。

3.1.2 管内压力控制阀关闭时间无法控制在 2 ~ 5 秒内

关闭时间小于 2 秒会造成机坪管网压力水击，损坏机坪管网设备，关闭时间大于 5 秒，紧急情况时无法及时关闭油路，损失将无法控制在合适范围。原因分析：关闭时，左腔气压参比腔空气从气路中的关闭速度调节螺钉排出，排气速度决定关闭速度。如图 5（管内压力控制阀关闭示图）。处理方式：调节关闭速度调节螺钉到合适位置（拧开防护旋塞，才能调节螺钉）。

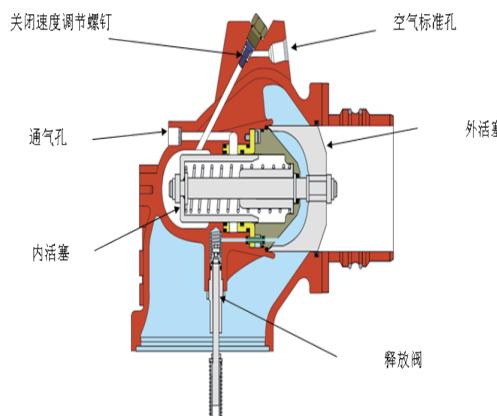


图 5 管内压力控制阀关闭示意图

3.1.3 加油压力超出 0.35MPa 或加油压力过小

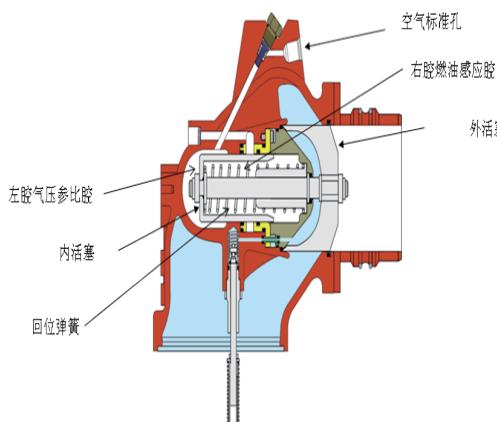


图 6 控制阀压力控制示意图

管内压力控制阀内外活塞开启的程度由内活塞左腔气压参比腔和右腔液压感应腔液压 + 回位弹簧的比较决定，回位弹簧弹力为固定，右腔燃油感应压力通过文氏管模拟出加油压力。处理方式：当加油压力超

出 0.35MPa 时，需要通过加油车上安装的参比调压阀调小空气标准压力，实现加油压力不超出 0.35MPa。当加油压力过小时，需要通过加油车上安装的参比调压阀调大空气标准压力，获得所需加油压力。如图 6（控制阀压力控制示意图）所示。

3.1.4 管内压力控制阀右腔燃料感应腔获得的压力和真实加油压力偏差过大

因现实中从飞机油箱口处直接反馈加油压力到管内压力控制阀的右腔燃料腔是不现实的，故在加油车加油系统金属管末端上设置文氏管，文氏管利用伯努利原理，在文氏管低压处模拟出飞机油箱口的压力。当加油胶管长度或管径发生变化时，文氏管低压处模拟出的压力将无法真实反映出飞机油箱口的压力。处理方式：调节文氏管低压处过油管径，人为调整到文氏管能真实模拟飞机油箱口压力。文氏管如下图 7（文氏管实例图），调节方式为：①先拧出左右调节螺丝的保护螺丝。②使用内六角工具拧动的调节螺丝，先松一边的调节螺丝，再拧紧另一边的调节螺丝，当反馈油管压力和飞机油箱口压力一致时调整完成。



图 7 文氏管实例图

3.1.5 管内压力控制阀右腔燃料感应腔从传感线获得反馈液压压力不稳定

原因为传感管线存在空气，造成压力不稳定，可通过拧开图 4 中的排气螺钉排出传感管线内空气。

3.2 加油接头内设置的管端压力控制阀常见故障原因分析及处理方式

目前管线加油车上安装的国产加油接头大部分为武进生产的压力加油接头，型号为 HJS-63A，压力控制由接头设置的管端压力控制阀完成，如下图 8（管端压力控制阀结构图）所示。通过定期测试，检验该管端压力控制阀性能是否符合要求。

3.2.1 快关测试

飞机油箱口水击压力超出 0.84MPa。故障原因及处理方式如下：①稳压阀机械故障：需更换稳压阀；

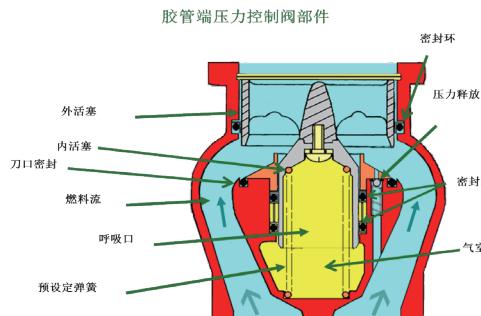


图 8 管端压力控制阀结构图

- ②气室堵塞：需清通气室呼吸口，清洗滤网；③人员关闭时间过短：模拟的关闭时间需控制在 1—2 秒；④气室充满油品：需更换内活塞的密封环，清除气室内油品。

3.2.2 慢关测试

飞机油箱口压力超出 0.35MPa。在 12—15 秒内缓慢关闭加油接头连接口阀门过程中，压力超出规定的 0.35MPa。故障原因及处理方式如下：①活塞损坏卡滞：需更换损坏部件；②外活塞密封环破碎：需更换相应密封 O 型圈；③预弹定簧功能失常：需更换符合压力要求弹簧。

3.2.3 压力蠕变超过极限值

在关闭后保压 1 分钟内，加油压力上升并超出 0.42MPa，其故障原因及处理方式如下：①密封失效：需更换外活塞的密封环或刀口密封。

4 结语

飞机加油压力控制对飞机、机坪管网和加油车能否安全和高效运行起决定因素，频繁使用和设备损坏更换都可能造成压力控制产生变化，定期对管线加油车压力控制系统测试维修，显得尤其重要。

参考文献：

- [1] 赵寿森. 航空油料特种设备维修员 [M]. 北京：团结出版社 ,2016.5:302-304.

作者简介：

吴绍微（1976-），汉族，广东潮阳人，本科，助理工程师，研究方向：安全管理与技术。

谢荣娜（1975-），汉族，广东澄海人，本科，助理工程师，研究方向：安全管理与技术。

黄思颖（1994-），汉族，广东汕头人，本科，操作员，研究方向：安全管理与技术。

吴鸿（1993-），汉族，广东揭阳人，本科，注册安全工程师，研究方向：安全管理与技术。