

美国航母喷气燃油装备 技术保障培训教程

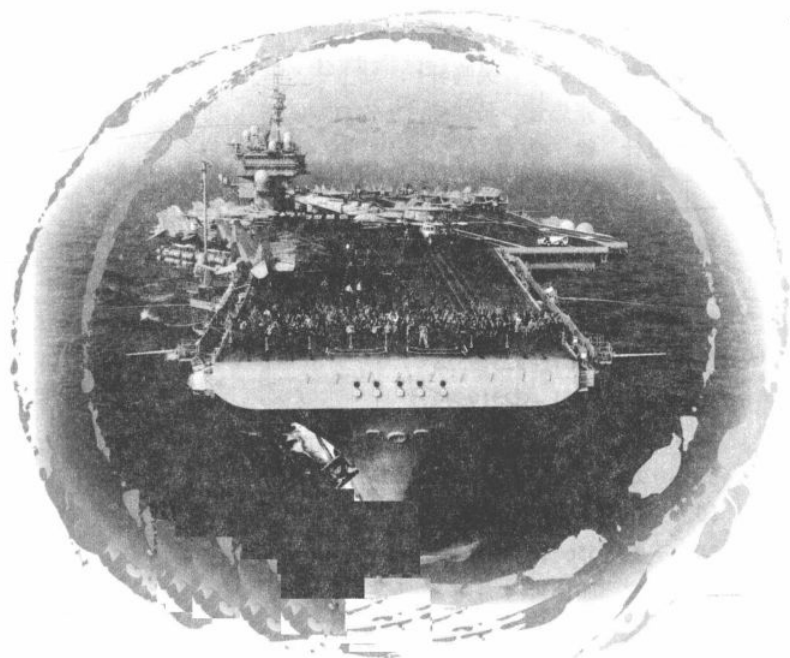
田小川 主编



HEUP 哈尔滨工程大学出版社

美国航母喷气燃油装备 技术保障培训教程

..... 田小川 主编



HEUP

社

图书在版编目(CIP)数据

美国航母喷气燃油装备技术保障培训教程/田小川
主编. —哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2016.4

ISBN 978-7-5661-1149-4

I. ①美… II. ①田… III. ①航空母舰-舰载飞机-
美国-技术培训-教材 IV. ①E926.392

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)255720号

选题策划 沈红宇 吴鸣轩
责任编辑 张忠远 马佳佳
封面设计 徐 鑫

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街124号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
印 刷 哈尔滨市石桥印务有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 25.5
字 数 556千字
版 次 2016年4月第1版
印 次 2016年4月第1次印刷
定 价 108.00元

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail:heupress@hrbeu.edu.cn

(内部发行)

前 言

航空母舰(航母)是实施国家海防战略的重要武器装备,是反对外来侵略、保卫领土领海主权、维护海洋权益、实现“不战而屈人之兵”原则的有效威慑手段,是战而能胜、攻防兼优、威力强大的三栖(可对海、对空、对陆作战)立体作战系统。航母集中反映了先进科技和现代工业的水平,包括研究建造、技术保障、运维管理到作战能力等,是国家综合国力的象征。

航母及其舰载机系统,包含造船、海洋、航空、航天、电子、机械、兵器、核化等高新技术,是“巨系统”工程。航母喷气燃油装备技术保障系统是航母充分发挥作战效能的重要基础。由于喷气燃油装备技术保障的复杂性,以及其他舰船所没有的特种装置,对维修保障工作提出了更高的要求,需要有效配备保障资源、加强培训等不断提升维修保障能力。《美国航母喷气燃油装备技术保障培训教程》作为《美国航母舰载机起降装备技术保障培训教程》《美国航母舰载机调运装备技术保障培训教程》的姊妹篇,是美国海军现役航母使用的培训教材,其内容总结了百年航母的使用经验和教训,对我国航母油料装备的使用具有极大的参考价值。

美军历来重视人员培训,认为培训是保持并提升军队战斗力的关键之一,包括维修人员培训。为深入了解美国航母航空保障系统维修培训的相关情况,我们组织有关专家查阅、整理了美国航母航空保障系统维修培训系列教程,相关内容可为我国海军开展航母保障相关工作提供参考。书中所有资料都来自于开源信息,由于编者水平有限,书中难免存在疏忽和遗漏,望参考借鉴过程中注意结合实际进行鉴别,并提出宝贵意见。

鸣谢:爱德亚海上安全研究中心大力支持。

编 者

2016年2月

目 录

第 1 章 航空燃料质量监管	1
1.1 燃料特征	1
1.2 质量监督	8
1.3 燃油检查	18
1.4 实验室燃油检验设备	25
1.5 总结	44
第 2 章 JP-5 海船甲板下的系统和操作	45
2.1 JP-5 燃油系统	45
2.2 JP-5 燃油系统油泵	67
2.3 JP-5 燃油系统阀门和阀门歧管	84
2.4 JP-5 燃油系统过滤装置	99
2.5 JP-5 燃油系统离心式过滤分离器	109
2.6 JP-5 系统压力和容量精确计量设备	135
2.7 JP-5 燃油系统操作	152
2.8 总结	171
第 3 章 JP-5 飞行甲板燃油系统	172
3.1 飞行甲板和机库甲板加油/排油阀(可拉伐)	172
3.2 飞行甲板系统压力加油嘴	187
3.3 飞行甲板系统加油和抽油设备	195
3.4 航母上飞机加油的操作流程	205
3.5 总结	220
第 4 章 舰上航空润滑油及动力汽油系统	221
4.1 弹射器润滑油系统	221
4.2 海上动力汽油系统	230
4.3 动力汽油系统组件	238
4.4 大气检测设备	253

目 录

4.5	动力汽油防护系统	256
4.6	动力汽油系统操作	263
4.7	与动力汽油系统相关的危险	278
4.8	总结	280
第5章	岸基燃油系统和操作	281
5.1	岸上加油设备	281
5.2	岸基航空燃料安全	290
5.3	飞机加油系统	297
5.4	油罐车加油操作	307
5.5	岸基工作程序	315
5.6	岸基加油操作维护计划	337
5.7	总结	352
第6章	燃油行政管理	353
6.1	岸上和舰上航空燃油部门	353
6.2	技术库	360
6.3	工具管理计划	366
6.4	蓝图和图纸	371
6.5	计划维修系统和质量保证计划	378
6.6	腐蚀控制和安全措施	384
6.7	总结	388
附录	术语表	389

第1章 航空燃料质量监管

负责油料系统的航空水手长(ABF)最常处理的燃料是动力汽油(MOGAS)和喷气发动机(JP)的燃料。因为燃料处理非常复杂而且非常危险,所以所有人员都必须充分、全面地了解这些燃料的特性和油品质量。本章主要介绍汽油和喷气发动机燃料的属性,这样当使用它们时,你就会对安全问题和注意事项了然于心,做到有备无患。此外,为了提供清洁的燃油产品,本章将主要讨论质量监管和设备检验。

1.1 燃料特征

【学习目标】介绍负责油料系统的航空水手长最常处理的燃料特性。

动力汽油(MOGAS)和喷气发动机(JP)燃料都属于石油产品,由炼油厂以原油为原料加工制造。经过蒸馏处理后,原油被分离成各种馏分,成为具有给定范围内沸点的化合物基团。基本上所有蒸馏馏分都可以用作燃料。这些功能团(其中包括汽油、煤油、柴油和喷气式发动机燃料)就是人们熟知的馏分燃料。

馏分燃料属于可燃液体。在适当的条件下,馏分燃料甚至会发生爆炸,与炸药爆炸相似。如果不慎吸入足够数量的上述任何一种燃料蒸气,均可能导致死亡;如果接触到液态的上述任何一种燃料,将会出现严重的皮肤刺激甚至损伤。

液态石油燃料比水轻,气态石油燃料比空气重。所以,如果此类燃料中含有水,那么水通常都会沉降到容器底部。当此类燃料的蒸气释放到大气中时,通常都会贴近地面位置,增加了人员和财产的危险性。因此,处理动力汽油和喷气发动机燃料时必须谨而慎之。

1.1.1 能源来源

石油燃料是一种含有热能的液体,在发动机中通过燃烧转化成为机械能。喷气式飞机发动机像活塞发动机一样,通过燃烧燃料和压缩空气使空气膨胀,从而产生动力。对任意喷气式飞机或者活塞发动机来说,燃料的主要作用都是充当热能来源。

有别于活塞发动机的性能表现,喷气发动机的性能不会因为燃料类型的不同而出现巨大差别,但是喷气发动机燃料必须满足飞机在各种运行条件下的要求。例如,满足汽油发动机要求的燃料就不适用于柴油发动机;反之亦然。所以,没有

任何一种燃料可以作为万能燃料。

1. 汽车用汽油(MOGAS)介绍

汽车用汽油(北约代码编号 F-46)属于汽油型燃料,由极易挥发的、专供内燃机使用的液体烃的混合物组成。由于动力汽油是由石油的低沸点元素组成,易爆且易挥发,所以必须非常谨慎处理。

动力汽油的性能特点由其抗爆性决定。抗爆性是指在没有预点火或引爆的情况下,燃料在气缸内统一、均匀地燃烧的能力。如果燃料的抗爆性不适当,那么会导致各种类型发动机的输出功率降低,长期使用还将导致发动机损坏。汽车发动机型汽油的抗爆值通常用辛烷值表示。

辛烷值是发动机燃料抗爆性能的数字度量值,以异辛烷的体积在标准参比燃料中的百分比为基础表示。异辛烷是一种高度易燃的液体,常用于确定燃料的辛烷值。举例来讲,如果一种发动机燃料产生的抗爆值与含有 80% 的异辛烷的标准参比燃料的抗爆值相同,那么这种发动机燃料的辛烷值就是 80。辛烷值也可以称为辛烷率。

动力汽油的辛烷值:

马达法——83

研究法——91

2. JP-5 燃油介绍

JP-5 燃油(北约代码编号 F-44)是一种基于煤油的喷气式发动机燃料的普遍代称。开发这种燃料的目的是提供一种闪点较高的燃料,从而能够在舰上安全储存,这一点是汽油或者更早开发的喷气式发动机燃料所无法企及的。与汽油一样,JP-5 燃油是石油加工产生的液态烃的混合物。但是,与汽油相比,JP-5 由沸点较高的馏分组成,因此 JP-5 不易爆,而且也不像汽油那样易挥发。在喷气式发动机燃料中,JP-5 是唯一一个获准在军舰上使用的喷气式发动机燃料品级。

尽管出产时 JP-5 燃油确实具备较高的闪点(最低 140 华氏度^①),但是当它和其他闪点较低的燃料混合时,这种液体本身也变得不再安全。即使本身闪点很高,但是在压力的作用下,或者当其泼溅到抹布、衣物上时(此时抹布或者衣物的作用无异于灯芯),JP-5 燃油即变得高度易燃。

JP-5 燃油还是 F-76 燃料(船用柴油)的广为接受的替代品,供由燃气轮机作动力的舰船(导弹护卫舰、导弹驱逐舰和导弹巡洋舰)、气垫登陆艇(LCAC)及航空兵的保障设备使用。

① 1 华氏度 = 37 + 1 摄氏度 × 1.08。

3. JP-4 燃油介绍

JP-4(北约代码编号 F-40)是一种宽馏分汽油型喷气式发动机燃油,它的闪点低,通常情况下低于0华氏度。空军、陆军和一些海军陆基单位使用此种燃油,它极易挥发、易燃、危险性高,当与JP-5燃油混合在一起时,它能够降低JP-5燃油的闪点,使其低至无法满足舰上使用的水平。

4. JP-8 燃油介绍

JP-8(北约代码编号 F-34)是一种煤油型喷气式发动机燃油,闪点为100华氏度。美国空军在欧洲和英伦三岛驻地使用JP-8燃油替代JP-4燃油。当JP-8燃油与JP-5燃油混合时,JP-8燃油将降低JP-5燃油的闪点,使JP-5燃油的闪点低至无法满足舰船使用的水平。

1.1.2 燃料的特性

1. 挥发性

石油燃料的挥发性通常以燃料蒸气压力和蒸馏物来衡量。蒸气压力表明燃料在特定温度下的挥发趋势,而蒸馏物则是一种挥发程度的衡量手段,它表明燃料在一系列温度下的挥发情况。

蒸气压通过雷德蒸气压试验炸弹测量。检测时,将1体积的燃料和4体积的空气混入一个密封的炸弹中,炸弹上装有一个压力计。将容器和燃料加热至100华氏度,摇匀,然后读取压力计上的压力读数。压力计上显示的压力读数就是人们熟知的雷德蒸气压(RVP),用psi^①表示。

通过蒸馏物检测燃料的挥发性,是在标准的蒸馏装置中进行的。检测时,将燃料加热至给定温度。在对各给定温度下的蒸馏物进行测量时发现,有一部分燃料已经蒸发掉。在燃料军事规范中,给出了温度范围以及满足目标标准要求的蒸发损耗百分比。

任何燃料都会汽化,当燃料蒸气与一定百分比的空气混合时,燃料才能燃烧或者发生爆炸。以空气中的汽油蒸气为例,用容积来衡量汽油蒸气的最低极限约为1%,最高极限约为6%,而其他类型的燃料蒸气的极限值可能有所不同。

目前使用的军用喷气式发动机燃料JP-4的蒸气压为2~3磅/平方英寸;对JP-5这种燃料的蒸气压没有严格要求。在常温和标准大气压下,JP-5的蒸气压为0磅/平方英寸。

汽油具有很强的汽化趋势,因此在液体表面,总是有大量汽油蒸气与空气混

① 1 psi = 1 磅/平方英寸 = 6 895 千帕。

合。实际上,在位于海平面高度的密闭储油罐内,当温度达到 10 华氏度或稍高一些时,汽油就会释放出大量蒸气,从而导致燃油-空气混合物的浓度非常高,极易燃。当燃油与水接触时,燃油将继续蒸发直到在空气中达到饱和为止。

燃油上方空气中燃油蒸气的数量永远不会超过饱和值。当然,要通过燃油蒸气使空气达到饱和需要一定的时间,所以实际的燃油蒸气百分比可能远远低于饱和值,特别是当燃油容器打开,可实现自由空气流通的情况下更是如此。

在未充分加热以致温度超过 100 华氏度之前,JP-5 燃油不会释放足够的蒸气,此时不易燃。但是,如果 JP-5 燃油掺入少量汽油,或者沾染 JP-4(沾染 JP-4 燃油的情况更易发生)。在这种情况下,即使数量非常小,JP-5 燃油释放出的燃油蒸气量也将增至可燃水平,即达到燃油在较低温度条件下的可燃范围。在常温条件下,即使 JP-5 燃油中混入 0.1% 的汽油或者 JP-4 燃油,都会致使 JP-5 燃油闪点下降,以至于无法满足舰上安全存储需要的闪点。在这种情况下,JP-5 燃油变得不再安全,不能再在舰上存储使用。

受蒸气压范围的影响,JP-4 燃油品级在 -10 ~ 80 华氏度时会形成易爆蒸气,此范围恰好也是正常存储和处置 JP-4 燃油的温度范围。这就意味着液体上方的空间始终含有一定数量的易爆混合物。

2. 相对密度

燃料相对密度是指某种燃料在给定体积下的质量比率,即在同样的温度下,燃油与等体积蒸馏水质量的比率。通常情况下,按照美国石油学会(API)的密度计标度,可将石油产品的重力值转换成度数。通过 ASTM 标准 D1250-80,将所有重力测定值与特定温度(60 华氏度)关联起来。

对石油产品的相对密度必须要予以确定,这样当计量储油罐、槽车和驳船的液体含量时,才能修正石油产品在不同温度下的体积值。而且,还需要根据 JP-5 燃油的密度,选择合适尺寸的放油环,以供在离心净化器上使用。

在两种情形下,燃料的相对密度可能发生变化:一种是此种燃料中混入了其他类型的燃料,导致此种燃料的组成发生了变化;另一种是燃料中混入了该燃料不同品级的产品。

3. 黏度

黏度是液体流动阻力的量度,黏度的重要性取决于产品的预期用途。从应用和性能的角度讲,合适的黏度非常重要,因为所有燃料和润滑油产品都要求规定最小和最大流速。以燃料为例,黏度测定值相当于一个指数,反映燃料流向燃烧器的状态、被雾化的程度以及燃料保持适当雾化的温度。

4. 燃料的溶解性

所有石油产品都有一个共性,就是能够溶解某些材料。它们能够溶解常见的

润滑剂,例如泵体、阀门、填料及设备上的润滑油和润滑脂。因此汽油产品需要使用特定的润滑油。

汽油还会导致所有橡胶材料严重变质(专门为汽油产品设计的合成橡胶产品除外)。因此,只有专门为汽油产品生产和设计的软管才适用于汽油,这一点也适用于必须在汽油系统中使用的填料、垫片和其他材料。

和汽油一样,喷气发动机燃料也具备一定的溶解能力,能够溶解油脂并导致某些橡胶材料变质。因此,只有专门指定的油脂和合成材料才能用于供应和输送喷气发动机燃料。喷气发动机燃料还有另一个重要的溶解属性,就是其能够溶解用于飞机跑道和路面的沥青。也就是说,喷气发动机燃料能够严重地损坏沥青路面,因此严禁将此种燃油泼洒到沥青路面上。

5. 燃料的凝点

燃料的凝点是一个温度值,在这个温度下,固体颗粒开始在燃料中形成。这些颗粒通常为蜡状晶体,存在于燃料溶液中。它们可以轻而易举地堵塞飞机燃油系统中的过滤器,并在固体颗粒形成之前,使燃料变得浑浊。由于燃料中有溶解水,当溶解水离开溶液凝固时即形成燃料气云。

JP-5 燃油的凝固点是-51 华氏度。这与北大西洋公约组织(以下简称“北约”)其他成员国和商业用户所使用的燃料大为不同。

6. 燃料的闪点

燃料的闪点指的是燃料充分气化形成可燃蒸气的最低温度。具体的温度因所涉燃料不同而有所不同。燃料闪点可用来表示运输或者存储燃料时潜在的安全性指数。

JP-5 燃油的闪点应达到至少 140 华氏度,才能具备高安全系数,满足舰上无保护储油舱内的储存要求。F-40(JP-4)和 F-34(JP-8)燃油在任意常温下都速燃,所以无论何时当它们接触到高温表面,都有着火的危险。因此,这两种燃料必须谨慎处理。

7. 燃料的毒性

航空燃料易爆炸且存在火灾隐患。而且,在有碳氢化合物蒸气的环境中工作的人员,面临着燃料产生的健康危害。长期吸入碳氢化合物蒸气会导致晕眩、恶心,甚至中毒死亡。因此,必须遵守已经认可的安全程序,因为这些程序能够使燃料产生的健康危险程度降至最低,相关人员必须严格遵守,不得懈怠。

1.1.3 动力汽油

人能够耐受的汽油蒸气浓度远远低于生产可燃或者爆炸性空气混合物要求

的浓度。当浓度足以致使燃烧或者形成爆炸性混合物时,如非短时吸入,即使只有十分之一的吸入量,对健康也是有害的,并且会导致晕眩、恶心和头痛等症状。而大量吸入则无异于使用麻醉剂,会导致神志不清或死亡。

除非有空气呼吸器保护,否则当碳氢化合物蒸气浓度超过每百万分之500(体积)时,严禁工作人员在此种环境下作业。只允许工作人员在通风良好的环境下工作,因为此种环境中的碳氢化合物蒸气浓度等于或者低于允许的限值。

如果进行汽油操作的工作人员,或者处于汽油操作/溢出环境中的工作人员,出现上述提及的任意症状,那么应提高警惕,这说明空气中存在的汽油蒸气量已经达到危险值。所有暴露在该种环境下的人员都应该立即撤离,直到蒸气被完全清除为止。如果只是出现早期症状,只需将中毒人员挪移至通风环境中,一般可以马上恢复正常。对于那些症状比较严重的人员,应立即进行急救并动用医疗救助。急救时应清除受害人员皮肤表面(或者衣物)的汽油,并避免受凉。如果呼吸已经停止,则需要对其进行人工呼吸。

以往四乙基铅($(\text{CH}_3\text{CH}_2)_4\text{Pb}$)经常被添加到汽油中,以提高汽油的抗爆性,现在已经弃而不用了,但是它仍然可能浸渍在储油罐或者管道系统内。这种铅的化合物可以通过人的呼吸、皮肤、口腔进入人体。如果不慎吸入,也可能导致疾病。因此,一定要采取以下的预防措施:

- ①避免接触液态汽油;
- ②不要吸入汽油蒸气;
- ③在所有汽油蒸气均被清除前,严禁进入被汽油污染的储油罐。

任由汽油与皮肤接触会导致严重的烧伤,尤其是汽油浸湿的衣服或手套与皮肤接触时,情况会更加严重。当衣物和鞋子沾染上汽油时应该立即处理掉。反复接触汽油后,会破坏人体皮肤中含有的保护油脂,令皮肤干燥、粗糙、皸裂,甚至使皮肤感染恶化。严重的皮肤刺激会发展升级,通常从手部开始,最后蔓延到身体其他部位。

工作人员应在接触汽油后最短的时间内,立即将皮肤上的汽油清除掉(最好是用肥皂和清水冲洗)。沾染有汽油的湿抹布或者废弃物一定不要放进包中,应立即处理掉。浸染了汽油的衣服应远离明火或者火花,并在可能的情况下尽快用肥皂和清水彻底清洗。如果汽油不慎入眼,应立即使用洗眼工具清洗并寻求医疗救助,刻不容缓。

[警告]汽油可能浸渍在沉积物或者污泥中,并与它们一起存在于储油罐底部。在储油罐彻底清理干净之前,汽油可能会造成严重火灾和中毒危害。所以,在进入汽油储油罐前,必须征得指挥官的同意,而且只有在汽油清除检测工程师检测完毕并证明储油罐安全后,方可进入。

1.1.4 储油罐清洗和维护

储油罐清洗作业一向是非常危险的,尤其是清洗存储汽油或者其他任意类型

燃料的储油罐。在进行此类操作时,工作人员必须做到一丝不苟,以防因操作不当暴露于有毒的汽油蒸气中。从分类上讲,这类空间可危害健康,甚至直接威胁生命。只有获得指挥官的明确准许,且经汽油清除检测工程师证明储油罐安全后,方可进入。

必须严格遵守已经确立的指导原则和安全注意事项。储油罐清洗作业的全部工作人员必须学习《海军作战指令》(OPNAVINST 5100.19)和《海军舰船技术手册(NSTM)》第074章第3卷——汽油清除检测工程师和局部使用指令。涉及储油罐清洗作业的工作人员,必须熟识安全注意事项接受有关汽油危害性培训。储油罐清洗团队(POIC)应负责其团队成员的安全,并确保汽油清除检测工程师的指令得以贯彻执行。

1.1.5 喷气式发动机燃料

喷气式发动机燃料内含有的毒芳烃多于汽油燃料。所以,在处理这种燃料时,应遵守与汽油燃料相同的注意事项。严禁将这种燃料用于清洗。因此,汽油燃料在卫生或者健康方面的注意事项也同样适用于喷气式发动机燃料,特别是涉及蒸气吸入、皮肤刺激以及容器危害等方面的卫生或者健康注意事项。

要想避免燃料蒸气积聚,非常重要的一步就是,使用燃料处理区域内装备的通风系统。当航空燃料安全表处于人为操作模式时,必须监测此类空间内的通风情况。如果操作不当,就会导致蒸气积聚,对操作者本人及航母而言都非常危险。如果发现某个燃料空间内的通风系统不能正常工作,应立即通知督察人员。

开展燃料作业的所有人员都应该学习《标准急救培训课程》(NAVEDTRA 82081—A),了解在燃料处理过程中发生伤害时的应对方法。

1.1.6 燃料特性总结

从安全(火灾、爆炸)和健康的角度讲,汽油、JP-4燃油和JP-8燃油都是极度危险的燃料,必须以同等谨慎的方法处理,不分主次。从爆炸和中毒可能性等方面讲,JP-5燃油较为安全。但是,浸渍燃料的抹布可能会引起火灾,而且衣物浸渍燃料后会损伤皮肤,这种潜在的危害不容忽视。

喷气发动机燃料和汽油是针对不同类型的发动机而设计的。每个类型的发动机必须使用规定的燃料。

1.1.7 思考题

- (1)汽油抗爆属性的数值度量是多少?
- (2)燃料的哪个特性可说明液体的流动情况?
- (3)燃料的哪个特性可说明燃料的潜在安全性和处理特性?

1.2 质量监督

【学习目标】介绍燃油污染引发的问题。说明污染物的类型和限值。

燃油保障人员的主要任务是将清洁的、不含水分的燃油输送到飞机上。现代飞机的燃油系统非常复杂,如果燃油被灰尘、铁锈或者其他杂质污染,那么燃油就不能在飞机系统中正常发挥功效。即使非常小量的灰尘或者固体物质,也有可能堵塞燃油计量孔,致使燃油滤清器堵塞。由于在高海拔地区,液态水会在飞机储油箱中凝结成冰,冰会影响节流孔、控制器和过滤器(例如灰尘过滤器),所以即使少量的液态水也是有害的。当冰或尘土局部阻塞燃料流动时,会导致发动机性能下降,当其完全阻塞燃料流动时,则会导致发动机故障。

1.2.1 燃油污染产生的危害

燃油被污染后,可能会诱发飞机事故,导致飞机坠毁甚至整个中队停飞。对于航空人员来讲,清洁燃料是一个至关重要的问题,必须具备此类意识。

1. 导致发动机故障

由于水和铁锈颗粒的存在,燃舱内会形成某种类型的乳液,这种乳液会黏附在其侧面上,非常不易被人发现。甚至在排出部分燃油样品时,仍然无法找到这种沉淀物存在的证据。这种污染物会继续积聚,直到其中部分被冲走或者通过过滤器进入到燃油控制器中,导致功耗降低或者引发发动机故障。杂质颗粒如此之小,以至于肉眼根本无法看到,但是即便如此,它们也能够对喷气发动机造成损坏。

喷气发动机的燃油控制器集工程与工艺之大成,可以自动调节燃油流量,抵消高度和速度方面的变化而产生的影响,它使人类驾驶具有超强动力的喷气式飞机成为可能。然而,要实现这样的目标,就需要燃油控制器装配精密度适合的仪表和阀门,并且要求这些仪表和阀门中的移动部件的间隙要小于0.005英寸的,因为粒径比这个间隙稍微大一点的杂质颗粒会堵塞阀门或者阻止阀门就位。而粒径比这个间隙略小的颗粒会黏附并积聚,或者存于部件之间。因此,我们必须清除这些微小的颗粒。

2. 带来不必要的修理工作

如果燃油中含有水或者尘土,将会增加大量额外的维护工作。举例来讲,在典型的海军发动机大修车间内,因为存在内损的可能性,所以要一次性完全拆下送到大修车间的所有喷气发动机燃料控制器。通常情况下,对于那些使用时间未到大修时间一半的控制器来讲,只要对它们进行工作台检查,验证其性能,然后再

将它们返装在发动机上即可继续使用。但是,经验显示,大修后超过 50% 的燃料控制器都出现过故障,问题多出在内部腐蚀上,其根源在于燃料中含有水。此类额外修理工作不单纯限于喷气发动机的维护。如果燃油中含有水,还会导致错误读数,即错误地读取飞机燃油表上显示的数字,这在飞行过程中绝对是致命的。

3. 导致飞行延误

除了导致发动机故障外,燃油污染还可导致飞行延误。按照正常流程,如若发现某一燃油加注点存在污染物,那么,所有从该点加注燃油的飞机都应给予检查。但是,在某些情况下,飞机必须先排出旧燃油后再加入新燃油,然后才能开始飞行作业。

当发现燃油被污染时,必须对污染物进行追根溯源,亡羊补牢。在找到和纠正污染源之前,严禁启用被污染的燃油系统。燃油系统可能是一个可移动的补充加油机、空中加油栓补充加油系统,也可能是航母的整个燃油系统。被污染的燃油可能影响一架飞机的运行,甚至影响到整个飞行中队的运行。因此,在燃油处置的各个阶段都要非常谨慎,避免将污染物带入燃油中。

1.2.2 防止燃油污染

避免飞机燃油被污染有两个途径,一个是使用合适的设备,一个是遵循正确的操作流程。在预防和检测燃料污染问题上,如果操作失误或者维护不当,不论是使用过滤分离器、扫舱泵还是燃油检测设备,都将于事无补。现有设备能够清除燃油中存在的多数污染物,但是却无法将两种掺和或者混合的燃油分离。而且,如果污染程度过高,现有设备也无法有效地将污染量降到规定限值以下。因此,在燃油处理的各个阶段都必须非常小心,避免将污染物带入燃油中。此外,也必须正确执行去除污染物的各步操作。

检测和取样是确保设备正常运行的唯一途径。除非设备正常运行而且严格遵循取样流程,否则问题将常伴左右。因此,在预防和清除燃油中的污染物的问题上,最重要的因素就是燃油处置人员的意识问题。

1.2.3 污染限度

怎样才能找到燃油污染的罪魁祸首,并确定污染物的数量呢?首先需要理解一些对污染进行测量时的表示方法:微米(此单位适用于固体颗粒)和 ppm^①(此单位适用于水)。1 英寸^②大约等于 25 400 微米。而人类头发的直径约为 100 微米。

① ppm 是溶液浓度(溶质质量分数)的一种表示方法,ppm 表示百万分之一,本书以 $\times 10^{-6}$ 表示。

② 1 英寸 = 2.54 厘米 = 0.025 4 米。

图 1.1 是将毛发与一个 5 微米的污染物进行对比的微观视图。

ppm 是用来计量燃油中的水污染单位。在每百万燃油分子中有 1 个水分子就可以称为百万分之一份水。

为了达到可供飞机使用的标准,喷气发动机燃料必须清洁明亮。在清洁明亮的喷气发动机燃油中,包含的游离水不得超过 5×10^{-6} ,或者包含的颗粒污染物不得超过 2 毫克/升。这里所说的清洁明亮与燃油的自然色无关,喷气发动机燃油未经染色,颜色从无色到水白色再到淡黄色,不一而足。清洁指燃油中不包含燃油气云、乳液、可见的沉淀物或者游离水。明亮指燃油外表闪亮发光。如果燃油中有燃油气云、云雾、颗粒物斑点或者附带水,那么就表明该燃油不合格,而且有可能导致燃油处理设备或者流程崩溃。如果污染物超过限值,那么应停止向飞机加注燃油,直到整改措施实施完毕后,方可恢复加油操作。

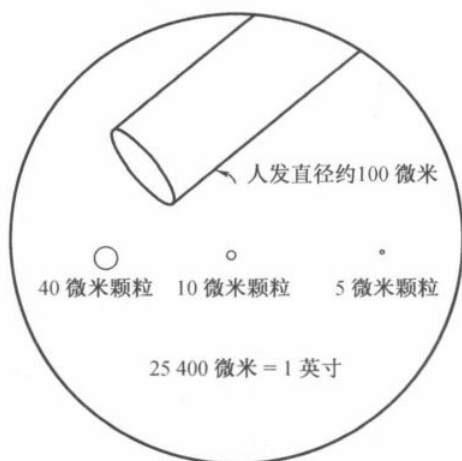


图 1.1 小颗粒放大图以及与人类头发对比情况

1.2.4 污染物类型

飞机燃油可能会被颗粒物、游离水、化学杂质、微生物污染,或者被前述四种污染物的任意组合污染物污染。当燃油中含有上述污染物时,不论是哪种,它们的破坏力都不容小觑。因此,作为一名负责航空燃油的水手长,必须理解并且能够甄别出此类污染物。一旦发现燃油被污染应立即采取行动,找出问题的根源所在,并采取行动予以改正。请参考图 1.2 及表 1.1 了解可通过肉眼观察到的各种类型的污染物。

在图 1.2 中,第一份燃油样品为可使用的燃油,也是所有航空燃油员不懈追求希望交付提供的燃油品级。

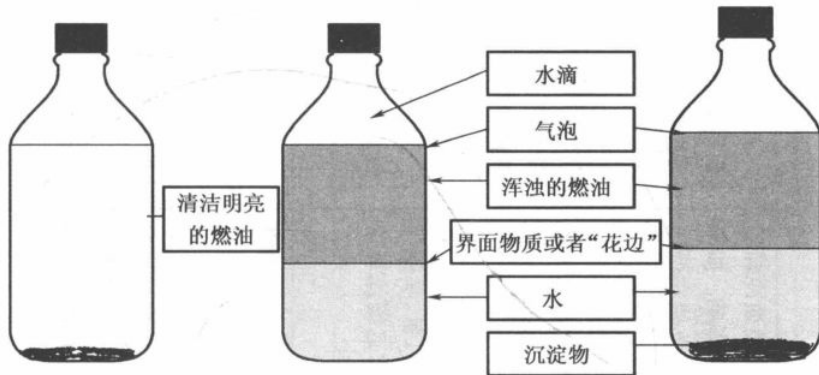


图 1.2 JP-5 燃油样品

注:气泡不属于污染物,在图中标示仅为参考。

1. 水

水是燃油中最常见的污染物,可以游离水、附着水或者溶解水等形式存在。游离水可以是淡水或者盐水(盐),以燃油气云、乳液、水滴等形式存在,或者全部积聚在储油罐/容器底部。无论游离水以何种形式存在,都可能在飞机燃油系统中形成结冰现象,导致燃油探头发生故障并腐蚀燃油系统组件。

我们将在后续部分介绍燃油系统结冰抑制剂(FSII),这种抑制剂已经添加到JP-4燃油、JP-5燃油和JP-8燃油中,目的是当高海拔地区的温度降低到水的冰点以下时,避免在飞机燃油系统中形成冰层。因为燃油系统结冰抑制剂可溶解于水,这样就避免了储存系统中含有水,并将系统中含有的水清除掉,这一点至关重要,这样就可以将因燃油系统结冰抑制剂导致的损失降低到可接受的使用限值。

燃油中的附带水以非常微小的水滴、云雾或水雾等形式存在,肉眼有可能看到也有可能看不到。当水分解成小水滴并且与燃油完全混合在一起时,此时水通常以附带水的形式存在于燃油中。当燃油中存在大量的附带水时,燃油看起来比较浑浊或呈现乳白色外观。与动力汽油相比,由于密度的缘故,喷气机燃油将以悬浮形式持有附带水很长一段时间,但是需要足够的时间和适当的条件才可以实现这一点。附带水会沉淀并与燃油分离,然后聚集在储油罐、管道和其他燃油系统组件的底部。

通常情况下,如果出现燃油气云,那么就表明燃油被水污染了,或者表明燃油中有过量的细颗粒沉淀物或者精细分散的稳定乳液。无论是什么原因,在燃油中含有燃油气云都是不被允许的。实际上,燃油会溶解掉少量的水,此过程是肉眼无法看到的。燃油中能够持有的溶解水的容量取决于燃油的温度。当清洁明亮的燃油冷却时,就会出现燃油气云,说明溶解水已经析出。