

大型灭火/水上救援水陆两栖飞机应急投水功能设计难点分析

梁 孜¹,边宝龙¹,任世友¹,蒋 荣²

(1. 中航通飞华南飞机工业有限公司研发中心,珠海 519040;

2. 中国特种飞行器研究所水动力研究中心,荆门 448035)

[摘要] 大型灭火/水上救援水陆两栖飞机(以下简称 AG600 飞机)主要用途之一是满足我国东北、西南等火灾高发区域的森林灭火任务需求,其灭火任务系统设计有 12t 水箱。CAAC 认为:飞机研制中不考虑应急返场着陆(水)能力可能会导致出现不安全的状态。从全机安全性分析角度出发,对 AG600 飞机灭火型设置应急投水功能有何设计难点进行了相关分析评估,提出了失效状态下提高飞机安全性的解决方案。

关键词:水陆两栖飞机;灭火任务系统;应急投水;应急返场;安全性

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2020.20.080



梁 孜

研究员、硕士,主要研究方向为飞机飞行性能及飞行力学的设计与试飞分析,参加过飞艇、系留气球、地效飞机、大型水陆两栖飞机等型号的研发与试飞工作,参与了“九五”、“十三五”期间航空预研课题研究,多次获得工信部和航空工业科技进步奖项。

在过去的几十年里,航空行业在安全方面取得了巨大进步,技术在确保飞机安全方面做出了重大贡献。但技术进步,如空气动力学,尤其是机翼设计和推进系统技术的发展使得飞机能承载更大的重量,而这将导致超出某些限制,如可能会超出取证的最大刹车能量和轮胎速度限制,所需进场速度可能会超出大襟翼形态对应的标牌速度或妨碍襟翼的载荷减缓,导致只能用较小襟翼形态进场,进场稳定性变差,进场速度和着陆(水)速度增大等。

适航条款 CCAR—25.1301 要求飞机设备(包括刹车、轮胎和操纵面)的种类和设计 with 预定功能相适应。现代飞机特别是大型飞机在设计方面追求更好的起飞性能,因此在很多可能的情况下会造成不安全的状态出现,即如果不超出设备能力,飞机将无法返场着陆(水)。

CAAC 认为,在飞机研制中不考

虑返场着陆(水)能力可能会导致出现不安全的状态。无论飞机是否设置应急放油/应急投水系统,飞机都应该提供足够的返场着陆(水)能力,尤其对不设置应急放油/应急投水系统的飞机,否则这样的飞机设计是不安全的,按照 CCAR—21.21 的规定将不能取得型号批准。

应急投水功能设计难点

1 设计原则

CAAC 认为,对于任何可预期的正常使用条件下超出下列限制的情况,将视为 CCAR—21.21 中描述的飞机的一种潜在不安全状况。因此,申请人必须解决服役中遇到的典型情况/失效导致的潜在返场着陆(水)中的安全问题。因此,AG600 飞机灭火型需要考虑的内容包括但不限于以下内容:超过审定的最大刹车能量(着陆);超过轮胎速度限制(着陆);操纵能力(如液压或飞控系统

失效);襟翼标牌速度余量或紊流中载荷减缓操作速度余量;爬升能力,发动机不工作程序;着陆(水)场长(实际距离);超过结构载荷限制(着陆/着水);CCAR—25.239(a)(1)和(2)的要求。

提供的信息应包括那些需要飞机以非正常速度和襟翼位置着陆(水)的典型的单点失效以及可预期的组合或关联损坏的失效情况。

2 设计难点

根据 AG600 飞机灭火型的使用模式及设计特征,目前最大起飞重量(60t)远大于最大着陆重量(52t(陆上)/54t(水上)),如果没有应急放油/应急投水系统,存在以下严重问题:

(1)飞机灭火使用包线无法满足 CCAR—25.1001 条应急放油要求。

(2)超过结构载荷限制(着陆/着水)(CCAR—25.473 条规定:设计起飞重量着陆时的限制下沉率为 1.83m/s;超重着陆要求:必须对飞行员进行特殊训练,具备控制着陆下沉率的能力,而且在着陆后必须对起落架及连接结构部位进行探伤检查)。

(3)CCAR—25.239 条水面喷溅特性、操纵性和稳定性需水动专业评估。

应急投水功能设计评估

1 增加应急投水功能原因

(1)飞机起飞阶段发生故障概率在 $10^{-4} \sim 10^{-5}$ 之间,必须考虑应急返场着陆/着水情况。

(2)飞行手册列出的可能需应急返场的场景,如表 1 所示。

(3)鉴于前文所述设计难点分析中对无应急放油/应急投水系统存在严重问题的说明,而且根据灭火任务系统初步安全性分析评估显示:超重着水/着陆的危险等级为 I / II 级。为保障 AG600 飞机灭火型具有足够的应急返场着陆(水)能力,应设置应急放油/正常投水/应急投水组合系统。

2 应急投水工况、故障模式及失效场景

2.1 正常投水

投水舱门打开到收上时间应不大于 8s;投水舱门开启 2s 内,应能投放出水箱中 90% 的水液。

2.2 应急投水

起飞爬升至 450m(相对高度),任意一台发动机失效后,应能在 5s 内紧急投放出水箱中 90% 的水液。

2.3 应急放油

在飞行阶段,应具有应急放油的功能,能在 15min 内放出不少于 8000kg 的燃油。

2.4 应急投水故障模式及失效场景

应急投水故障模式及失效场景应结合 AFM 中应急程序和非正常程序,并参考以上 3 种工况确定运营时采取以下原则。

(1)故障模式状态下,一般优先正常投水/应急投水,后应急放油;如正常投水/应急投水失效,则应急放油。

(2)因为最大陆上起飞重量 60t,最大着陆重量 52t,最大着水重量(浪高 1.25 m 以下)54t,最大载水 12t。所以在故障模式状态下,考虑爬升能力限制因素,在场高、场温等具体条件下,参考后文所述的着陆

限重条件尽量保证飞机重量低于限重着陆。

(3)另外,还需考虑着陆刹车能量如液压或飞控系统失效时的操纵能力、着陆/着水结构载荷、水面喷溅及操稳等限制因素,如表 2~3 所示。

3 设计评估

3.1 最大刹车能量(着陆)

按照机轮刹车系统设计要求:刹车系统必须满足飞机在正常着陆、中止起飞和最严酷着陆时的刹车要求,正常着陆时的刹车能量必须不小

表1 AFM要求应急返场着陆/着水场景
Table 1 Scene emergency return landing of AFM

机型	场景
AG600	应急供电 尾舱火警 1/2/3/4 [#] 发短舱火警 1/2/3/4 [#] 发动机火警(发动机(螺旋桨)严重损害/脱落) 三轴操纵系统卡阻 任意两台发动机故障 燃油泄漏 1/2/3/4 [#] 发动机机油滤堵塞 舱内烟雾/异味 无线电调谐单元(RTU)故障 4台及以下交流发电机不供电 升降舵偏转过差 连通阀故障 两侧大气数据系统失效 舱门未锁

表2 应急投水工况分析

Table 2 Analysis of emergency water delivery condition

应急放油系统	失效模式 1: 无法投水	失效模式 2: 无通告的过量汲水
未放油	带水 9t:60t 应急返场着陆/着水	—
	带水 12t:60t 应急返场着陆/着水	—
	—	输入汲水 9t,实际汲水 12t : 63t 起飞后投水 12t 后(63-12=51t)应急返场着陆/着水
放油(15min 内放出不少于 8000kg 的燃油)	带水 9t:60-8=52t 应急返场着陆/着水	—
	带水 12t:60-8=52t 应急返场着陆/着水	—
	—	输入汲水 9t,实际汲水 12t : 63t 起飞后投水 12t 后(63-12=51t)应急返场着陆/着水
	—	输入汲水 9t,实际汲水 12t : 63t 起飞后投水 12t,放油 8t 后(63-12-8=43t)应急返场着陆/着水

表3 应急投水故障模式分析

Table 3 Analysis of emergency water delivery failure mode

限制因素	影响分析	处理措施
爬升能力	飞机的最大起飞重量为 60t,飞机最大着陆重量为 52t,水上最大着水重量(浪高 1.25 m 以下) 54t,使用空机重量若为 38.3t,燃油应急放系统最少可放至 3t,若飞机汲水(注水) 12t,则会导致飞机超重 1.3t 着陆;极大降低安全裕度或功能特性	优先正常投水 / 应急投水,后应急放油;在场高、场温等具体条件下,参考着陆 / 着水限重条件尽量保证飞机重量低于限重着陆 / 着水
着陆刹车能量	刹车系统必须满足飞机在正常着陆、中止起飞和最严酷着陆时的刹车要求	正常着陆时的刹车能量必须不小于 17MJ;中止起飞时的刹车能量必须不小于 29MJ;最严酷着陆时的刹车能量必须不小于 29MJ
如液压或飞控系统失效时的操纵能力	在最不利的故障状态下,应具有足够的升降舵操纵能力以保持进场的拉平和安全着陆	飞机应具有足够的航向操纵能力,使得发动机停车的最小操纵速度(VMCA、VMCG、VMCL、VMCL-2)在正常使用重量的范围内不会限制飞机的性能;起飞时,临界发动机失效后,在驾驶员不使用方向舵的情况下,飞机应有足够的横向操纵能力
结构载荷(着陆 / 着水)	对飞机在“需要应急返航时,载水着陆 / 着水”情况进行载荷评估,梳理后对故障着水和带水着陆故障进行具体分析	必须对飞行员进行超重着陆特殊训练,具备控制着陆下沉率的能力,而且在着陆后必须对起落架及连接结构部位进行探伤检查
水面喷溅特性、操纵性和稳定性	在超重状态下着水,着水距离加长,喷溅特性恶化	必须对飞行员进行超重着水特殊训练,具备控制着水下沉率的能力,而且在着水后必须对船体等结构承载部位进行探伤检查

于 17MJ;中止起飞时的刹车能量必须不小于 29MJ;最严酷着陆时的刹车能量必须不小于 29MJ。

3.2 轮胎速度限制(着陆)

轮胎限制速度(地速) ≤ 5362km/h。

3.3 操纵能力(如液压或飞控系统失效)

按照飞行品质设计要求:在最不利的故障状态下,应具有足够的升降舵操纵能力以保持进场的拉平和安全着陆;飞机应具有足够的航向操纵能力,使得发动机停车的最小操纵速度(VMCA、VMCG、VMCL、VMCL-2)在正常使用重量的范围内不会限制飞机的性能;起飞时,临界发动机失效后,在驾驶员不使用方向舵的情况下,飞机应有足够的横向操纵能力。

3.4 襟翼标牌速度余量或紊流中载荷减缓操作速度余量

具体如表 4 所示。

3.5 爬升能力,发动机不工作程序

根据 CCAR-25.119 条(着陆爬升:全发工作)和 CCAR-25.121(d)条(爬升:单发停车,进场)规定的爬升梯度要求,绘制的 AG600 飞机灭

火型在不同场高和温度下的着陆 / 着水限重如图 1 所示。

根据上面的着陆 / 着水限重图分析可知:40° 襟翼着陆 / 着水受场高和场温组合约束,爬升梯度不能满足西南林区高原高温环境条件,需要限重才能满足爬升梯度要求;为适应西南林区高原高温环境条件,可以改用 25° 襟翼着陆 / 着水以获得足够的性能余量。

3.6 着陆(水)场长

具体如表 5~7 所示。

3.7 结构载荷(着水 / 着陆)

3.7.1 故障着水

针对“载水 12t,4 个水箱无法投水”的故障情况,飞机将以 60000kg 的总重着水,襟翼为 40°,浪高不大于 1.25m。经初步评估,该故障着水情况船体和水箱的载荷未超过极限载荷。

3.7.2 带水着陆

对于带水着陆的情况,在此分为两类进行评估:着陆重量不超过 52000kg 的情况和着陆重量超过 52000kg 的情况。

(1) 着陆重量不超过 52000kg

表4 襟翼展态速度 (CAS)

Table 4 Maximum flap extended speed (CAS) km·h⁻¹

襟翼 / (°)	V _F	V _F -10 节	V _{FE}
17	311	292.5	295
25	295	276.5	275
40	278	259.5	255

表5 着陆性能 (δ_t=40°)

(刹车盘为干态, ISA)

Table 5 Landing performance (flaps 40°) (brake of dry state, ISA)

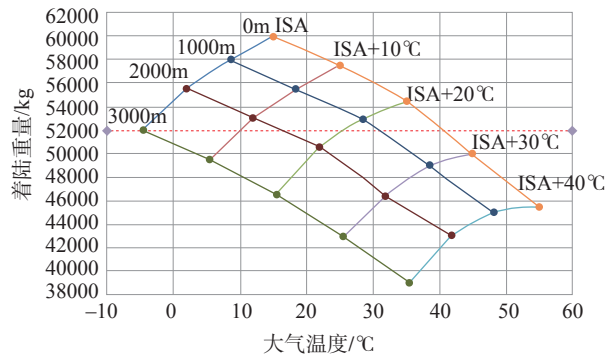
重量 /kg	H/m	着陆场长 /m
52000	0	1308
	1000	1429
	2000	1645
	3000	1912

表6 着陆性能 (δ_t=40°)

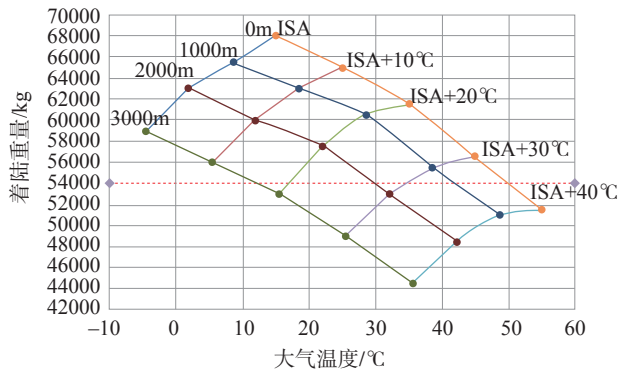
(刹车盘为湿态, ISA)

Table 6 Landing performance (flaps 40°) (brake of wet state, ISA)

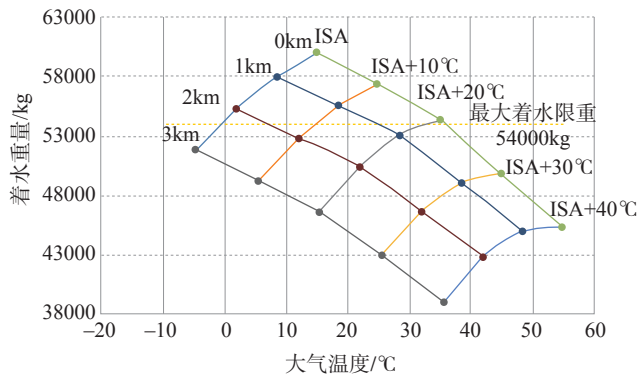
重量 /kg	H/m	着陆场长 /m
52000	0	1601
	1000	1745
	2000	1962
	3000	2231



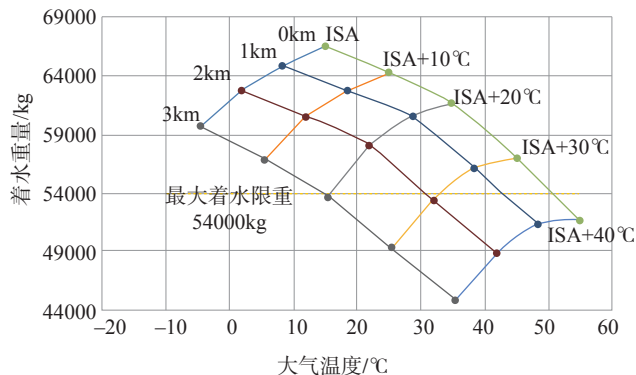
(a) 进场襟翼25°、着陆襟翼40°



(b) 进场襟翼17°、着陆襟翼25°



(c) 进场襟翼25°、着水襟翼40°



(d) 进场襟翼17°、着水襟翼25°

图1 着陆和着水限重图

Fig.1 Landing limit and water landing limit weight

表7 着水性能 ($\delta_r=40^\circ$) (ISA)Table 7 Water landing performance (flaps 40°) (ISA)

重量/kg	H/m	着陆场长/m
52000	0	1193
	1000	1274
	2000	1360
54000	0	1456
	1000	1227
	2000	1312

的带水着陆。对于着陆载荷来说, 应急模式装载状态所给出的不超过52000kg着陆情况中, 无带6t水着陆情况不必考虑飞机重心的横向位移对起落架载荷的影响, 重量重心均在设计范围内, 故属正常着陆情况, 对着陆载荷无影响。对于水箱来说, 由于着陆的设计载荷系数为2.6, 而灭火型的空中灭火任务机动载荷系数达到了2.66, 故着陆工况并不是水箱的设计工况, 带水着陆不会超出水箱的设计载荷。

(2) 着陆重量超过52000kg的带水着陆。根据应急模式装载状态故障工况下着陆重量为54600kg和60000kg, 已超出了设计着陆重量52000kg, 依据CCAR-25.473(a)。

(3) 该重量下允许着陆。同时需注意, 以60000kg着陆时的下沉速度为1.83m/s; 根据着陆能量不超出设计值的原则, 以54600kg着陆的下沉速度需控制在不大于2.9m/s。

正常操纵时, 飞机的下沉速度较小, 根据某型飞机实测统计结果, 以3m/s的下沉速度着陆的概率约为1/2000, 所以由功量决定的起落架着陆载荷不会超出最大使用载荷(参考《飞机起落架强度设计指南》)。

由于以54600kg和60000kg着陆时的着陆能量控制在要求的范围内, 故起落架的着陆载荷将不会被超过, 对于机翼、机身和尾翼的着陆载荷将不会超过设计载荷。

由于着陆的设计载荷系数为

2.6, 而灭火型的空中灭火任务机动载荷系数达到了 2.66, 故该工况并不会成为水箱的设计工况。

由于飞行员难于知晓确切的下沉速度, 故在超重着陆后, 仍需对起落架及其连接的关键部位进行检查, 以保证后续飞行的安全。此外, 超载着陆使飞机水平速度增大, 着陆后易冲出跑道, 或因刹车次数过多过猛造成轮胎爆破。

3.8 CCAR - 25.239(a) (1) 和 (2) 要求

CCAR-25.239 条“水面喷溅特性、操纵性和稳定性”, 对于水上飞机和水陆两用飞机, 在起飞、滑行和着水期间以及本条所列条件下, 必须符合以下要求:

(1) 不得有妨碍驾驶员视线、引起损坏或造成进水量过大的喷溅特性。

(2) 不得有危险不可控制的海豚运动、弹跳或摇摆倾向。

针对应急返场着水时的滑行稳定性, 根据模型试验报告, 在 60t 状态飞机滑行稳定性良好, 滑行稳定边界范围在 3° 以上, 能够保证 60t 应急返场着水时的滑行稳定性。

对于喷溅特性, 根据模型试验结果, 在 60t 状态滑行过程中, 喷溅不

影响驾驶员视界, 未冲刷螺旋桨和襟翼, 有零星水花出现在螺旋桨及襟翼位置, 不影响螺旋桨和襟翼的正常使用, 在不大于 0.5m 的波浪中, 喷溅对螺旋桨和襟翼有一定程度的影响, 但不会造成灾难性的事故。

3.9 安全性等级

如表 8 所示, 在 AG600 飞机灭火型灭火任务系统的系统架构之下, 开展了灭火任务系统的初步安全性评估, 其中“投水结束后, 无通告的无法关闭投水舱门”和“载水 12t 时, 水箱无法投水”两种功能失效, 在故障树基础上, 进行安全性分配的结果中, 对液压源的最严酷的失效要求是达到“右液压源故障的故障率不高于 1.33×10^{-6} 每飞行小时”。

结论

综上, 为保障 AG600 飞机灭火型具有足够的应急返场着陆(水)能力, 从灭火任务系统安全性分析角度出发, 应设置应急放油 / 正常投水 / 应急投水组合系统:

(1) AG600 飞机灭火型的灭火任务系统需要考虑的内容主要涉及 CCAR-25.1001 应急放油、CCAR-

25.473 着陆载荷、CCAR-25.239 水面喷溅等条款要求。

(2) 在“无法投水”失效模式下, 因水箱载水 9t/12t, 为避免飞机带水着水可能出现的不安全特性, 建议不采用带水应急返场着水模式。

(3) 根据目前安全性分析结果, 灭火任务系统的失效概率为 10^{-7} , 达不到 10^{-9} 。解决方案 1: 因失效概率为 10^{-7} , 对表 2 的失效模式 1 (无法投水) 和失效模式 2 (无通告的过量汲水) 梳理出的最严酷工况 (60t 应急返场着陆 / 着水) 进行评估后决策; 解决方案 2: 对失效概率提高到 10^{-9} 带来的备份系统重量增加进行评估后决策。

(4) 根据灭火任务系统 FHA 分析结果, “在特殊情况下, 载水 12t 时, 4 个水箱无法投水”功能失效存在 I 类失效, 根据 EE-6 要求, 单个失效状态不会导致灾难性的失效状态, 因此 AG600 飞机灭火任务系统需要有备份投水功能。

(5) 根据灭火任务系统 PSSA 分析结果, 灭火任务系统对其他系统的安全性要求过高, 因此系统架构需要优化。

表 8 应急投水功能FHA分析

Table 8 FHA analysis of emergency throw water function

任务阶段	失效状态	失效状态影响	危险等级
着水 / 着陆	载 12t 水时, 4 个水箱无法投水	(1) 对飞机的影响: 最大起飞重量为 60t, 最大着陆重量为 52t, 水上最大着水重量(浪高 1.25 m 以下) 54t, 使用空机重量为 40t, 燃油应急放系统最少可放至 3t, 若飞机汲水(注水) 12t, 则会导致飞机超重 3t 着陆, 超重 1t 着水; 极大降低安全裕度或功能特性; (2) 对机组的影响: 机组可采取燃油应急放或飞行耗油, 使燃油降到 3t, 采取应急着落程序, 机组控制飞机的垂直速度在 2m/s 以下, 机组产生过度的工作负荷; (3) 对乘员的影响: 可能对成员造成严重或致命的伤害	II
地面起飞 / 着陆	应急返航、载 12t 水时, 4 个水箱无法投水	(1) 对飞机的影响: 最大起飞重量为 60t, 飞机最大着陆重量为 52t, 水上最大着水重量(浪高 1.25 m 以下) 54t, 使用空机重量为 40t, 燃油应急放系统最少可放至 3t, 若飞机汲水(注水) 12t, 则会导致飞机超重 3t 着陆, 超重 1t 着水, 在飞机遇到突发事件需立即返航的情况下, AG600 只能着陆, 着水会导致投水舱门损坏, 产生巨大纵向力矩, 可能发生机头钻水现象, 极大降低安全裕度或功能特性; (2) 对机组的影响: 机组可采取燃油应急放或飞行耗油, 使燃油降到 3t, 采取应急着落程序, 机组控制飞机的垂直速度在 2m/s 以下, 机组产生过度的工作负荷; (3) 对乘员的影响: 可能对成员造成严重或致命的伤害	II
着水 / 汲水	应急返航、载 12t 水时, 4 个水箱无法投水	(1) 对飞机的影响: 最大起飞重量为 60t, 飞机最大着陆重量为 52t, 水上最大着水重量(浪高 1.25 m 以下) 54t, 使用空机重量为 40t, 燃油应急放系统最少可放至 3t, 若飞机汲水(注水) 12t, 则会导致飞机超重 3t 着陆, 超重 1t 着水, 在飞机遇到突发事件需立即返航的情况下, AG600 着水会导致投水舱门损坏, 产生巨大纵向力矩, 可能发生机头钻水现象; (2) 对机组的影响: 机组可能对飞机失去控制; (3) 对乘员的影响: 可能导致乘员死亡	I

参考文献

- [1] CCAR-21-R4 民用航空产品和零部件合格审定规定[S]. 2017.
- CCAR-21-R4 Provisions on qualification examination and approval of civil aviation products and parts[S]. 2017.
- [2] CCAR-25-R4 中国民用航空规章第25部运输类飞机适航标准[S]. 2011.
- CCAR-25-R4 China's civil aviation regulations part 25 airworthiness standards for transport aircraft[S]. 2011.
- [3] GJB 67.4A—2008 军用飞机结构强度规范地面载荷(第4部分)[S]. 2008.
- GJB 67.4A—2008 specification for structural strength of military aircraft ground loads (Part 4)[S]. 2008.
- [4] 航空航天工业部科学技术委员会. 飞机起落架强度设计指南[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1989.
- The Science and Technology Committee of the Ministry of Aerospace Industry. Guide to strength design of aircraft landing gear[M]. Chengdu: Sichuan Scientific & Technical Publishers, 1989.
- [5] 金长江, 范立钦, 周士林. 飞行动力学: 飞机飞行性能计算[M]. 北京: 国防工业出版社, 1983.
- JIN Changjiang, FAN Liqin, ZHOU Shilin. Flight dynamics: calculation of flight performance of aircraft[M]. Beijing: National Defense Industry Press, 1983.
- [6] 黄太平. 飞机性能工程[M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- HUANG Taiping. Aircraft performance engineering[M]. Beijing: Science Press, 2005.
- [7] 中航通飞华南飞机工业有限公司. 大型灭火/水上救援水陆两栖飞机设计目标及要求, GF D0010K009C1[R]. 珠海: 中航通飞华南飞机工业有限公司, 2020.
- AVIC General Huanan Aircraft Industry Co., Ltd. Design objectives and requirements of large firefighting/water rescue amphibious aircraft, GF D0010K009C1[R]. Zhuhai: AVIC General Huanan Aircraft Industry Co., Ltd., 2020.
- [8] 中航通飞华南飞机工业有限公司. 大型灭火/水上救援水陆两栖飞机灭火任务特殊设计要求, GF D0010K010C1[R]. 珠海: 中航通飞华南飞机工业有限公司, 2020.
- AVIC General Huanan Aircraft Industry Co., Ltd. Special design requirements for firefighting mission of large firefighting/water rescue amphibious aircraft, GF D0010K010C1[R]. Zhuhai: AVIC General Huanan Aircraft Industry Co., Ltd., 2020.
- [9] 中航通飞华南飞机工业有限公司. 大型灭火/水上救援水陆两栖飞机飞行性能计算与分析, JS D0022K002C1[R]. 珠海: 中航通飞华南飞机工业有限公司, 2020.
- AVIC General Huanan Aircraft Industry Co., Ltd. Calculation and analysis of flight performance of large firefighting/water rescue amphibious aircraft, JS D0022K002C1[R]. Zhuhai: AVIC General Huanan Aircraft Industry Co., Ltd., 2020.
- [10] 中航通飞华南飞机工业有限公司. 大型灭火/水上救援水陆两栖飞机喷溅特性分析报告, JB D0033T005C1[R]. 珠海: 中航通飞华南飞机工业有限公司, 2020.
- AVIC General Huanan Aircraft Industry Co., Ltd. Analysis report on splash characteristics of large firefighting/water rescue amphibious aircraft, JB D0033T005C1[R]. Zhuhai: AVIC General Huanan Aircraft Industry Co., Ltd., 2020.
- [11] 中航通飞华南飞机工业有限公司. 大型灭火/水上救援水陆两栖飞机灭火任务系统功能危险分析, JB D0073K014C1[R]. 珠海: 中航通飞华南飞机工业有限公司, 2020.
- AVIC General Huanan Aircraft Industry Co., Ltd. Functional hazard analysis for firefighting mission system of large firefighting/water rescue amphibious aircraft, JB D0073K014C1[R]. Zhuhai: AVIC General Huanan Aircraft Industry Co., Ltd., 2020.
- [12] 中航通飞华南飞机工业有限公司. 大型灭火/水上救援水陆两栖飞机灭火任务系统初步系统安全性评估, JB D0073K046C1[R]. 珠海: 中航通飞华南飞机工业有限公司, 2020.
- AVIC General Huanan Aircraft Industry Co., Ltd. Preliminary system safety assessment of firefighting mission system for large firefighting/water rescue amphibious aircraft, JB D0073K046C1[R]. Zhuhai: AVIC General Huanan Aircraft Industry Co., Ltd., 2020.

通讯作者: 梁孜, E-mail: liangzi@avicgeneral.com。

Analysis of Difficulties in Designing Emergency Water Delivery Function of Large Firefighting/Water Rescue Amphibious Aircraft

LIANG Zi¹, BIAN Baolong¹, REN Shiyu¹, JIANG Rong²

(1. R&D Center, AVIC General Huanan Aircraft Industry Co., Ltd., Zhuhai 519040, China;

2. Hydrodynamic Research Center, China Special Vehicle Research Institute, Jingmen 448035, China)

[ABSTRACT] One of the main uses of large firefighting/water rescue amphibious aircraft (herein after referred to as AG600 aircraft) is to meet the needs of forest firefighting missions in areas with high fire incidence such as northeast and southwest China. Its firefighting mission system is designed with a 12t water tank. CAAC believes that failure to consider emergency return landing (water) capability in aircraft development may lead to unsafe conditions. From the perspective of safety analysis of the whole aircraft, relevant analysis and evaluation are carried out on the design difficulties in setting emergency water delivery function for the firefighting type of AG600 aircraft, and solutions to improve the safety of the aircraft under failure state are proposed.

Keywords: Amphibious aircraft; Firefighting mission system; Emergency water delivery; Emergency return; Safety

(责编 古索)