



民用航空器事件调查报告

航空器地面起火

俄罗斯航星航空 4B6534 航班

TU204C/RA-64032

杭州萧山国际机场

2022 年 1 月 8 日

运输航空事故

报告编号: ECEC_AAR_2022_01

中国民用航空华东地区管理局航空安全委员会

2023 年 6 月 5 日

本报告依据《民用航空器事件技术调查规定》(CCAR-395R3)编写。民用航空器事件调查的唯一目的是预防此类事件再次发生，不是为了分摊过失或者责任。

当报告同时使用中英文编写时，如有任何文字表述的不一致，则应以中文版为准。

联系机构: 民航华东地区管理局
联系地址: 上海市长宁区迎宾二路300号
联系电话: 0086-021-22322135
电子邮箱: hdhab@caac.gov.cn

目 录

缩略语.....	1
概述.....	2
1. 事实情况.....	3
1.1 事件经过.....	3
1.2 人员伤亡情况.....	4
1.3 航空器损伤情况.....	4
1.4 其他损伤情况.....	4
1.5 人员情况.....	4
1.5.1 机组人员.....	5
1.5.2 随机人员.....	6
1.5.3 空管塔台人员.....	8
1.5.4 机坪管制指挥人员.....	8
1.5.5 运行控制人员.....	8
1.6 航空器情况.....	9
1.6.1 航空器基本情况.....	9
1.6.2 发动机基本情况.....	9
1.6.3 航空器维护记录.....	9
1.6.4 机组氧气系统.....	10
1.6.5 副驾驶座椅右侧区域主要部件.....	11
1.6.6 应急逃生设备.....	13
1.7 机上货物情况.....	14
1.7.1 货物概况.....	14
1.7.2 邮件收运及库区操作环节.....	14
1.7.3 邮件机坪操作环节.....	15
1.7.4 货物安检情况.....	16
1.8 天气情况.....	16
1.9 通信.....	16
1.10 机场情况.....	16
1.11 飞行记录器.....	17
1.11.1 飞行数据记录器.....	17
1.11.2 驾驶舱语音记录器.....	18

1.12 残骸及事故现场情况	18
1.13 失火	19
1.13.1 驾驶舱内部失火情况	19
1.13.2 驾驶舱外部失火情况	20
1.13.3 休息舱失火情况	20
1.13.4 主货舱失火情况	20
1.14 生存和救援情况	20
1.14.1 机组撤离情况	20
1.14.2 应急救援情况	21
1.15 实验和验证	22
1.15.1 燃烧残留物鉴定	22
1.15.2 电池和线缆鉴定	22
1.15.3 监控视频鉴定	23
1.16 组织和管理	24
1.16.1 杭州机场应急救援组织架构	24
1.16.2 杭州机场应急救援计划	24
1.16.3 杭州机场应急救援培训和演练	25
1.17 其他	26
1.17.1 空防安全有关情况	26
1.17.2 机组访谈有关信息	26
2. 分析	27
2.1 航空器起火分析	27
2.1.1 起火部位分析	27
2.1.2 起火点分析	28
2.1.3 起火原因分析	29
2.2 机组操作分析	32
2.3 应急处置分析	32
3. 结论	34
3.1 调查发现	34
3.2 结论	34
4. 安全建议	36
4.1 俄罗斯民航局	36
4.2 图波列夫股份公司	36

缩略语

缩写/简称	英文全称	中文全称
ACARS	AIRCRAFT COMMUNICATIONS ADDRESSING AND REPORTING SYSTEM	飞机通信寻址与报告系统
AMM	AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL	飞机维护手册
AOA	ANGLE OF ATTACK	迎角
AOC	AIRPORT OPERATION CONTROL	机场运行控制室
ATC	AIR TRAFFIC CONTROLLER	空中交通管制人员
ATPL	AIRLINE TRANSPORT PILOT LICENCE	航空运输驾驶员执照
CCAR	CHINESE CIVIL AVIATION REGULATION	中国民航规章
CRM	CREW RESOURCE MANAGEMENT	机组资源管理
CVR	COCKPIT VOICE RECORDER	驾驶舱语音记录器
EFIS	ELECTRONIC FLIGHT INSTRUMENT SYSTEM	电子飞行仪表系统
ELT	EMERGENCY LOCATOR TRANSMITTER	应急定位发射机
FCCS	FLIGHT CONTROL COMPUTER SYSTEM	飞行控制计算机系统
FDR	FLIGHT DATA RECORDER	飞行数据记录器
IAC	THE INTERSTATE AVIATION COMMITTEE	俄罗斯国家间航空委员会
ICAO	INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION	国际民航组织
TCCS	THRUST CONTROL COMPUTER SYSTEM	推力控制计算机系统
VWS	VOICE WARNING SYSTEM	语音警告系统

概述

2022年1月8日¹,俄罗斯航星航空(以下简称航星航)TU204C/RA-64032号货机执行4B6534杭州萧山国际机场(ZSHC)至俄罗斯新西伯利亚马切沃国际机场(UNNT)的货运航班,机上8人(2名机长,2名副驾驶,2名机械师,2名随机机务)。飞机在杭州机场204停机位完成装货关闭舱门,在推出过程中起火,杭州机场启动应急响应,机场消防出动灭火,杭州市消防部门进场增援。最终火被扑灭,航空器损伤严重,机上人员全部撤离,其中3人在撤离过程中受轻伤,事件未造成其他损伤。

依据国际民用航空公约附件13有关规定,本起事件由中国组织调查,俄罗斯国家间航空委员会(IAC)指定了授权代表参与事件调查工作。根据中国民用航空局授权,民航华东地区管理局负责具体调查工作。

调查组通过现场勘查、调阅监控、影像分析、试验验证、人员访谈、文件调阅等方式,分别针对人员资质、机组处置、应急救援、货物运输、航空器系统、起火部位、起火原因等方面开展了调查工作。

调查组认为,该起事件中,起火部位为飞机驾驶舱右侧操纵台内;起火点位于音频控制面板后侧、氧气关断调节活门前侧、驾驶舱灯光控制器上部。最大可能的起火原因是右侧操纵台内的氧气系统部件发生氧气泄漏,泄漏的氧气在有限空间内形成富氧环境,该空间内机载设备及系统产生或逸出的热量导致富氧环境中可燃材料燃烧。泄漏的氧气加剧了火势的发展、蔓延,导致航空器烧毁。该事件构成一起民用航空器事故。

¹ 除特别说明外,本报告使用时间均为北京时间(UTC+8),并对时间基准进行了统一。

1. 事实情况

1.1 事件经过²

2022年1月8日,航星航TU204C/RA-64032号货机执行4B6534杭州萧山至俄罗斯新西伯利亚马切沃货运航班,飞机停靠204号机位,预计起飞时间03:55。

04:31:44,空管塔台管制员在频率121.95Mhz向机组发出放行许可。

04:33:10,机组报告准备好,空管塔台管制员告知机组联系机场机坪管制121.725Mhz,脱波再见。

04:33:37,机场机坪管制指令机组可以推出,机头朝西。

04:34:37,飞机从204机位推出。

04:34:54,副驾驶按程序按压其右侧³氧气面罩上的测试按钮,此时出现气体泄漏的声音,持续2分25秒。

04:35:01,副驾驶座椅⁴与飞机右侧窗之间(驾驶舱内部右侧)出现闪光。

04:35:07,在座机械师打开驾驶舱门,驾驶舱内机组向轮休机组喊话,要求拿灭火器进行灭火。

04:35:09,驾驶舱内部右侧出现第二次闪光。

04:35:14,驾驶舱内部右侧出现第三次闪光。

04:35:17,机长刹车,飞机停止移动。

04:35:18,轮休副驾驶打开左前登机门,烟雾从门内冒出。

04:35:23,机长打开驾驶舱左侧窗,窗口冒出黑色烟雾。

² 事件经过根据飞行数据、驾驶舱语音记录、空管通话记录、人员访谈和机场监控视频等证据进行整理。

³ 除特殊说明外,本报告中“前”“后”“左”“右”的参考基准为飞机飞行方向。

⁴ 根据航星航提供的事发飞机 AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL (Jan 30/06),“机长座椅”指驾驶舱左侧座椅,“副驾驶座椅”指驾驶舱右侧座椅。

04:35:24, 随机机务打开飞机右前勤务门, 浓烟向外扩散。

04:37:02, 机长下达撤离飞机指令后, 第一名机组成员从左前登机门跳下撤离飞机。

04:38:02, 机组人员全部撤离飞机。

04:41:08, 第一辆消防车到达现场, 立即喷出灭火剂。

09:31:00, 火情得到控制。

09:40:00, 飞机机身明火扑灭, 消防员开展持续降温。

1.2 人员伤亡情况

表 1 人员伤亡情况

伤亡情况	机组	旅客	其他
死亡	0	0	0
重伤	0	0	0
轻伤	3	0	0

1.3 航空器损伤情况

飞机驾驶舱、休息舱、主货舱过火烧损严重, 飞机右前勤务门到大翼之间的蒙皮烧穿。机身在主起落架后侧(48号隔框附近)处断裂, 断裂部位的顶部蒙皮烧穿, 机身后部部分蒙皮烧穿。飞机机头及机尾触地, 前起落架及起落架舱的部分结构向上顶入驾驶舱。两台发动机触地, 机身中部依靠主起落架支撑未触地。

1.4 其他损伤情况

无。

1.5 人员情况

根据机组访谈, 事发航班机组所在位置如图 1 所示。

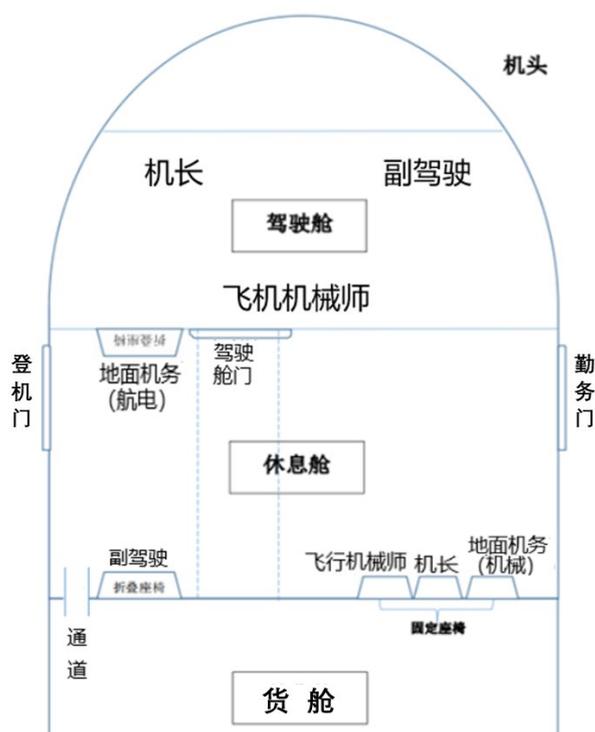


图 1 事发航班机组座位布局

1.5.1 机组人员

(1) 机长

男，国籍：俄罗斯，出生日期为 1962 年 12 月 17 日。持有 ATPL III 飞行执照。英语能力：ICAO 四级，有效期至 2022 年 3 月 1 日。总飞行时间 12587 小时，TU-204 机型时间 3950 小时，30 天内飞行时间 64 小时 50 分钟，24 小时内飞行时间 4 小时 32 分钟，飞行前休息时间为 12 小时 19 分钟。持有 I 级体检合格证，有效期至 2022 年 9 月 16 日。航线检查日期 2021 年 9 月 28 日；模拟机复训日期 2021 年 10 月 16 日；危险品培训日期 2021 年 9 月 24 日；陆地紧急救援培训日期 2021 年 9 月 23 日；水面紧急救援培训日期 2021 年 9 月 27 日；CRM 培训日期 2019 年 11 月 19 日。

(2) 副驾驶

男，国籍：俄罗斯，出生日期为 1960 年 8 月 8 日。持有 ATPL III 飞行执照。英语能力：ICAO 四级，有效期至 2024 年 4 月 6 日。

总飞行时间 3876 小时, TU-204 机型时间 3631 小时, 30 天内飞行时间 73 小时 30 分钟, 24 小时内飞行时间 4 小时 32 分钟。飞行前休息时间 20 小时 49 分钟。持有 I 级体检合格证, 有效期至 2022 年 3 月 13 日。航线检查日期 2021 年 9 月 18 日; 模拟机复训日期 2021 年 10 月 9 日; 危险品培训日期 2020 年 4 月 9 日; 陆地紧急救援培训日期 2021 年 12 月 16 日; 水面紧急救援培训日期 2021 年 5 月 4 日; CRM 培训日期 2020 年 1 月 17 日。

(3) 机械师

男, 国籍: 俄罗斯, 出生日期为 1961 年 5 月 26 日。持有 ATPL III 飞行执照。总飞行时间 15803 小时, TU-204 机型时间 7424 小时, 30 天内飞行时间 68 小时, 24 小时内飞行时间 4 小时 32 分钟。飞行前休息时间 14 小时 49 分钟。持有 I 级体检合格证, 有效期至 2022 年 5 月 25 日。最后熟练检查日期 2021 年 1 月 15 日; 模拟机复训日期 2021 年 10 月 9 日; 危险品培训日期 2021 年 1 月 18 日; 陆地紧急救援培训日期 2021 年 2 月 26 日; 水面紧急救援培训日期 2020 年 2 月 3 日; CRM 培训日期 2019 年 5 月 14 日。

1.5.2 随机人员

(1) 轮休机长

男, 国籍: 俄罗斯, 出生日期为 1971 年 10 月 30 日。持有 ATPL III 飞行执照。英语能力: ICAO 四级, 有效期至 2023 年 2 月 3 日。总飞行时间 6789 小时, TU-204 机型时间 6186 小时, 30 天内飞行时间 87 小时 55 分钟, 24 小时内飞行时间 6 小时 4 分钟。飞行前休息时间 12 小时。持有 I 级体检合格证, 有效期至 2022 年 8 月 19 日。航线检查日期 2021 年 11 月 9 日; 模拟机复训日期 2021 年 9 月 30 日; 危险品培训日期 2020 年 1 月 28 日; 陆地紧急救援培训日期 2021 年 12 月 16 日; 水面紧急救援培训日期 2021 年 12 月

3日; CRM培训日期2021年5月11日。

(2) 轮休副驾驶

男, 国籍: 俄罗斯, 出生日期为1963年4月7日。持有ATPL III飞行执照。英语能力: ICAO四级, 有效期至2023年8月6日。总飞行时间5588小时, TU-204机型时间4586小时, 30天内飞行时间63小时55分钟, 24小时内飞行时间7小时34分钟。飞行前休息时间12小时。持有I级体检合格证, 有效期至2022年8月19日。航线检查日期2021年11月9日; 模拟机复训日期2021年11月5日; 危险品培训日期2020年12月18日; 陆地紧急救援培训日期2021年11月8日; 水面紧急救援培训日期2020年11月12日; CRM培训日期2021年12月7日。

(3) 轮休机械师

男, 国籍: 俄罗斯, 出生日期为1970年5月4日; 持有ATPL III飞行执照。总飞行时间5419小时, TU-204机型时间835小时, 30天内飞行时间81小时53分钟, 24小时内飞行时间7小时34分钟。飞行前休息时间12小时。持有I级体检合格证, 有效期至2022年7月6日。最后熟练检查日期2021年5月14日; 模拟机训练日期2021年9月30日; 冬季空中作业授权日期2021年9月20日; 危险品培训日期2020年9月18日; 陆地紧急救援培训日期2021年9月15日; 水面紧急救援培训日期2020年7月2日; CRM培训日期2019年10月7日。

(4) 随机机务1

男, 国籍: 俄罗斯, 出生日期为1968年11月8日, 发动机和机身专业机务。执照签发日期2020年2月18日。

(5) 随机机务2

男, 国籍: 俄罗斯, 出生日期为1966年2月5日, 航电专业

机务。执照签发日期 2020 年 5 月 12 日。

1.5.3 空管塔台人员

(1) 指挥席位管制员

男, 出生日期为 1985 年 9 月 17 日, 2010 年 10 月 13 日取得机场管制执照, 签注有效期至 2022 年 12 月 7 日; 体检合格证有效期至 2022 年 9 月 3 日; 英语等级为 ICAO 4 级, 有效期至 2024 年 3 月 18 日。2014 年聘任为带班主任。事发时在空管塔台管制指挥席位工作, 并兼任带班主任。

(2) 监控席位管制员

女, 出生日期为 1992 年 7 月 18 日, 2015 年 8 月 6 日取得机场管制执照, 签注有效期至 2022 年 12 月 7 日; 体检合格证有效期至 2023 年 9 月 12 日; 英语等级为 ICAO 4 级, 有效期至 2022 年 7 月 9 日。事发时在空管塔台管制监控席位工作。

1.5.4 机坪管制指挥人员

(1) 机坪管制指挥员 1

男, 出生日期为 1995 年 5 月 10 日, 2020 年 1 月 13 日取得机场管制执照, 执照签注有效期至 2022 年 12 月 7 日; 体检合格证有效期至 2023 年 9 月 13 日。事发时在杭州机场航空器地面管制室管制席位工作。

(2) 机坪管制指挥员 2

男, 出生日期为 1991 年 2 月 6 日, 2016 年 1 月 14 日取得机场管制执照, 执照签注有效期至 2022 年 12 月 7 日; 体检合格证有效期至 2023 年 9 月 14 日。事发时在杭州机场航空器地面管制室协调监控席位工作。

1.5.5 运行控制人员

(1) 运行控制人员 1

男, 出生日期为 1988 年 8 月 8 日, 2018 年 1 月 19 日取得杭州萧山国际机场上岗证。最近一次复检审核合格记录时间为 2021 年 12 月。

(2) 运行控制人员 2

男, 出生日期为 1990 年 2 月 28 日, 2018 年 1 月 5 日取得杭州萧山国际机场上岗证。最近一次复检审核合格记录时间为 2021 年 12 月。

1.6 航空器情况

1.6.1 航空器基本情况

表 2 航空器基本信息

飞机型号	TU-204C	飞机制造厂家	图波列夫
出厂序号	1450742264032	出厂日期	2002 年 7 月 18 日
注册号	RA-64032	国籍登记证编号	5625
适航证编号	2082200006	电台执照编号	208210155511
总飞行时间	35376 小时	总飞行循环数	10470

1.6.2 发动机基本情况

表 3 发动机基本信息

发动机位置	左	右
发动机型号	П С -90 А	П С -90 А
发动机序号	3949042002009 p 4	3949042202016 p 3
生产日期	1990 年 5 月 31 日	1992 年 7 月 17 日
飞行时间	16565:31 小时	18547:52 小时
飞行循环	3720	4250

1.6.3 航空器维护记录

根据航星航提供的维修记录, 航空器适用并执行的 SB 共 31 项, 其中没有涉及机组氧气系统的工作。最近一次定检时间 2021

年12月4日。随机机务访谈表明,事发当日航空器检查正常,无故障保留。

1.6.4 机组氧气系统

根据航星航提供的事发航空器维护手册《AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL》(Jan 30/06),其机组氧气系统基本情况如下:

(1) 基本功能

机组氧气系统由氧气瓶、氧气关断调节活门、氧气面罩组件以及其他相关部件和管路组成,为驾驶舱及休息舱机组人员提供氧气。

(2) 主要部件及位置

氧气瓶(件号BK-16-210):共4个,单瓶体积16L,可储存氧气2400L,4个氧气瓶可储存氧气共计9600L。其中2个安装于机身6、7号隔框之间,另2个安装于10号隔框附近区域,均在休息舱地板下。

氧气关断调节活门(件号Y3P-1):共2个。1个安装于副驾驶座椅右侧操纵台上,另1个安装于机组休息舱。

氧气面罩组件(件号MSE150-00):共7个。其中4个安装于驾驶舱内,3个安装于机组休息舱。

氧气分配四通接头:共2个。1个安装于驾驶舱内,1个安装于机组休息舱。

其他部件:包括1个充氧面板(位于机头外部右下侧)、4个防烟面罩等。

此外,机上共配备便携式氧气瓶2个,其中驾驶舱和休息舱各1个,独立于机组氧气系统。

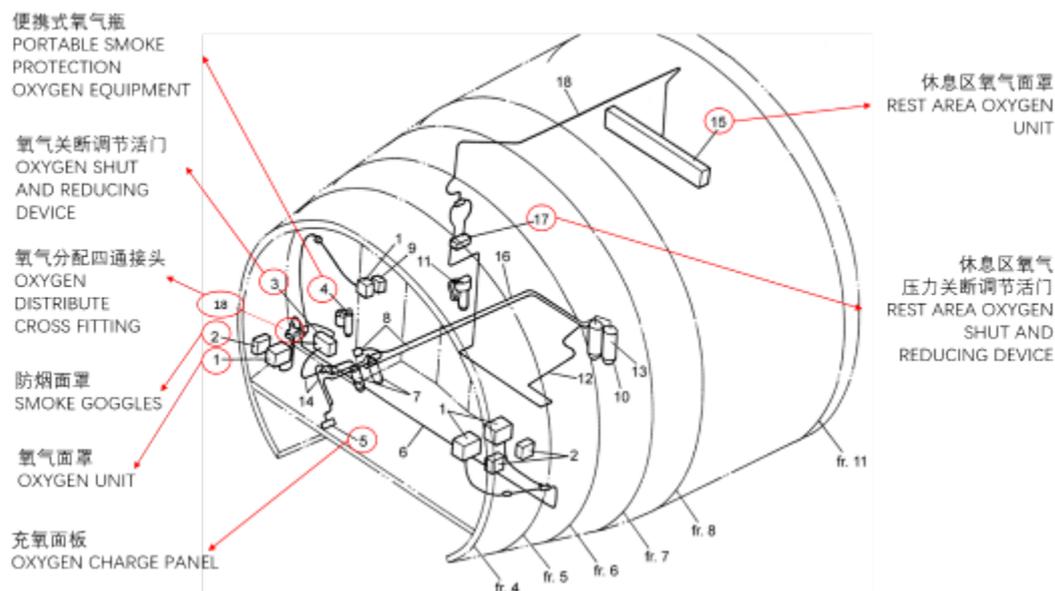


图 2 氧气系统部件基本布局

(3) 驾驶舱机组氧气系统工作原理

机组氧气由 4 个高压氧气瓶串联供气，氧气瓶提供的高压氧气通过一路管路输入到驾驶舱氧气关断调节活门(图 2 中部件 3)，氧气经过压力调节后分两路输出至氧气分配四通接头。该氧气分配四通接头有两个输出管路，一路输出至右侧氧气面罩(图 2 中部件 1)，单独为右座机组供气，另一路输出至一个氧气分配三通接头(“T” Fitting)。该氧气分配三通接头有两个输出管路，一路输出至驾驶舱随机机械师(FLIGHT engineer)氧气面罩，另一路输出至驾驶舱左侧，并再通过一个氧气分配三通接头分配到左座机组和观察员(Escort pilot)氧气面罩。

1.6.5 副驾驶座椅右侧区域主要部件

根据航星航提供的 Tu-204《FLIGHT MANUAL APPENDICES – Cockpit Control Panels》(Jan 30/06)手册，副驾驶座椅右侧区域包括右侧操纵台和右侧壁板，主要部件情况见图 3。

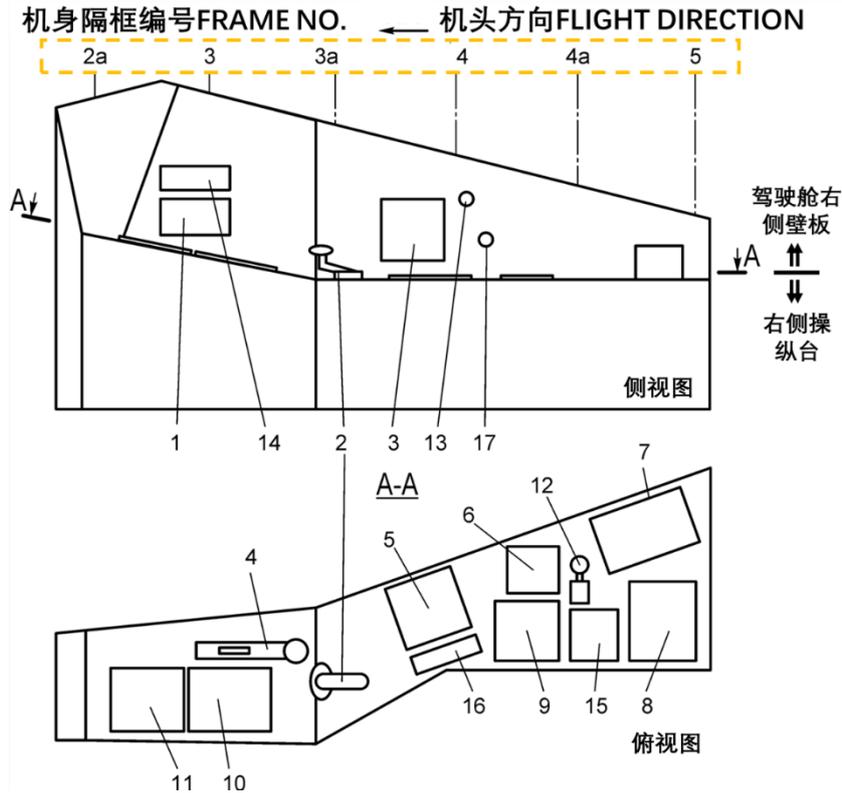


图 3 副驾驶座椅右侧区域主要部件

- 1) 右侧 VWS 面板 (Right VWS panel)
- 2) 前轮转弯手轮 (Nose wheel steering tiller)
- 3) 右侧加温控制面板 (Right heater panel)
- 4) 麦克风 (Microphone)
- 5) 右侧灯光控制面板 (Right lighting panel)
- 6) 防烟面罩 (Smoke goggles)
- 7) 文件储物盒 (Place for documents)
- 8) 氧气关断调节活门 (Shut and reducing device)
- 9) 氧气面罩盒 (Oxygen unit)
- 10) 音频控制面板 (Audio control panel)
- 11) EFIS 控制面板 (EFIS control panel)
- 12) 驾驶舱移动灯 (Cabin wanderlight)
- 13) 耳机插座 (Headset connector)

- 14) ELT 面板 (ELT panel)
- 15) ACARS 打印机 (Printer of ACARS)
- 16) 右侧 HF 面板 (Right HF panel)
- 17) FCCS、TCCS 失效重置电门 (Button of FCCS,TCCS failure reset)

副驾驶座椅右侧操纵台由操纵台结构框架、侧盖板和操纵台面组成一个相对封闭的有限空间,空间内安装有氧气系统部件和部分驾驶舱功能性部件,其中一些部件的控制面板安装在操纵台面上。操纵台内部安装的主要部件包括:

- 1) 右座机组脚蹬加温风管道 (EFIS 仪表控制面板下方);
- 2) 转弯控制手轮组件下部插头 (转弯控制手轮下方);
- 3) 氧气面罩组件 (件号: MSE 150-00) 下部;
- 4) 1 台应急电源转换组件 (件号: Б В А П, 右座机组氧气面罩盒下方);
- 5) 2 台驾驶舱灯光控制器 (件号: Б У Р, 应急电源转换组件后部);
- 6) 驾驶舱氧气关断调节活门 (件号: У 3 Р -1) 下部。

1.6.6 应急逃生设备

根据航星航提供的维护手册《AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL》(Jan 30/06),事发飞机左前登机门和右前勤务门的离地高度为 3.89 米,在两个舱门的上部各配有一根撤离逃生绳,驾驶舱配备有 2 根逃生绳。两个舱门均没有安装充气逃生滑梯。

逃生绳的材质为锦纶,绳体上每间隔 40 厘米配有脚踏结。正常情况下,逃生绳被盘卷后分别存放在登机门和勤务门上方的存储盒中,存储盒的保护盖上标有“ESCAPE ROPE”标识。逃生绳的一端固定在飞机结构框架上,另一端固定在存储盒的保护盖上。机

组在使用逃生绳前需打开保护盖, 展开盘卷的逃生绳后将逃生绳连同保护盖一起扔出机外。

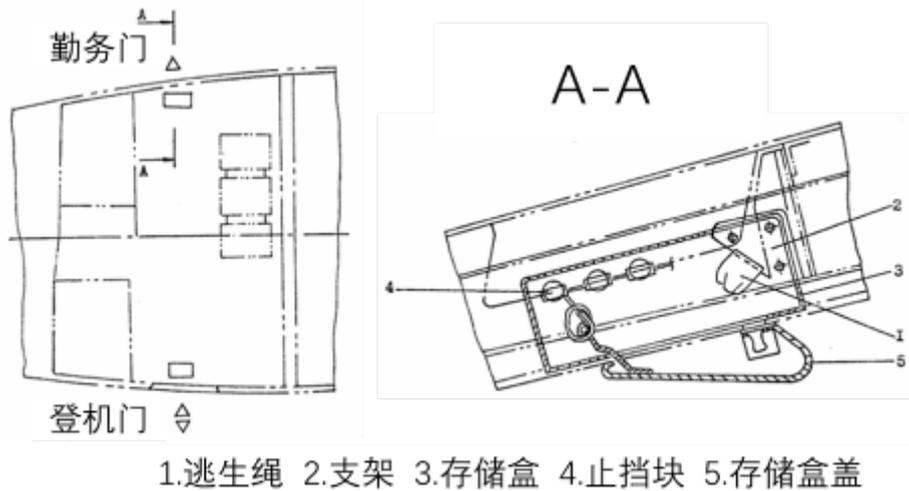


图4 逃生绳存放位置示意图

1.7 机上货物情况

1.7.1 货物概况

涉事航班载运的货物均为邮件, 共计 10 票/19394 公斤, 邮路单号分别为 22010510EKA、22010510KZN、22010510MOW、22010601MOW、22010605MOW、22010610EKA、22010610KZN、22010610LED、22010610MOW、22010710MOW。

交运单位为浙江省邮政速递物流有限公司杭州市分公司, 其提供的《浙江省邮政速递物流有限公司出口国际邮件品名申报单》显示: 申报品名为“龙井酥、童袜、墙纸、复古花枕套、男士皮衣、手机壳、泳裤、文件”等, 无申报危险品。

1.7.2 邮件收运及库区操作环节

杭州机场相关工作人员分别于 1 月 5 日-7 日间完成了邮件的邮路单审查、邮件安检等收运工作, 完成收运的邮件由工作人员分别于 1 月 5 日-7 日间组装成 2 车、13 板, 车号、板号分别为 A1829、A0893 和 PAG2265、PAG204027、PAG2171、PAJ21346、PAG40039、

PAG3055、PAG6061、PAG00175、PAG3040、PAG00214、PAG8120、PAJ40372、PAG2114。待运邮件于1月7日09:27完成复称并驳运至待运区存储,邮件收运及组板过程无异常。

1.7.3 邮件机坪操作环节

1月8日03:43-04:04杭州机场将2车、13板邮件分4次从货站待运区驳运至204机位。03:53-04:21,杭州机场按照航星航制作、复核的装机单实施了装机作业,监装监卸工作由航星航完成,装机完毕后由机组签字确认,装机过程无异常。主货舱13个装载位置载有13块集装箱板,载有邮件共计18496公斤;后腹舱载有2车邮件898公斤,具体见图5。涉事航班邮件的保障流程见图6。

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C19	C11	C12	C13	
前	PAG 2265	PAG 204027	PAG 2171	PAJ 21346	PAG 40039	PAG 3055	PAG 6061	PAG 00175	PAG 3040	PAG 00214	PAG 8120	PAJ 40372	PAG 2114	后
含集装箱	1266KG	1424KG	1458KG	1474KG	1484KG	1494KG	1506KG	1564KG	1698KG	1658KG	1652KG	1628KG	1622KG	共19926KG
货物净重	1156KG	1314KG	1346KG	1364KG	1374KG	1384KG	1396KG	1454KG	1588KG	1548KG	1542KG	1518KG	1512KG	共18496KG
装机顺序	1	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	
前腹舱	0KG						后腹舱	898KG						

图5 航班装载图

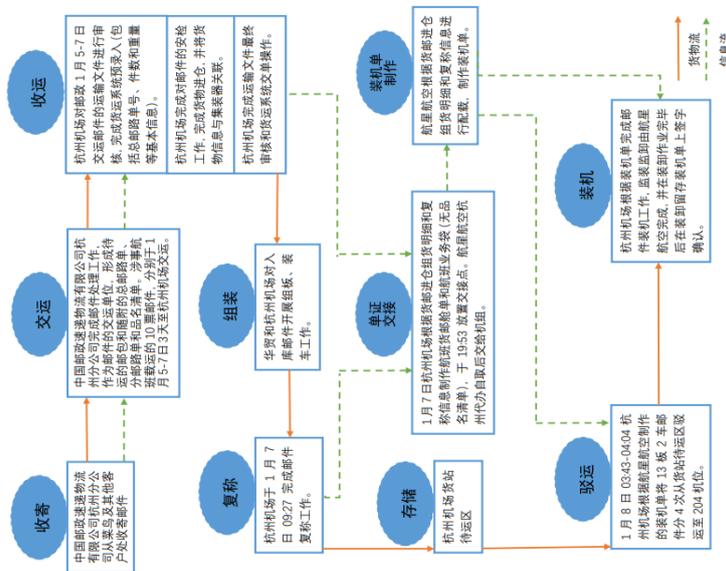


图6 邮件保障流程图

1.7.4 货物安检情况

装载该航班的货物分别自 1 月 5 日起至 1 月 7 日, 经杭州机场货站 B 区的 B01 和 B02 安检通道接受了货运安全检查, 杭州机场安检护卫部负责该航班货物的检查工作。该航班无 24 小时存放货物, 无危险品申报, 航班货物检查过程中无退运和移交。复查过检货物图像, 未发现疑似锂电池、危化物等航空货运危险品、违禁品。

本次航班货物安检所涉及的操机员、开箱员及 X 光机定检员均符合资质要求, 所持资质证书在有效期内; 货物文件审核、连续操机时长、开箱包复查等现场操作程序均符合民航安保规章和机场安检部门手册要求; 航班货物安检所用 X 光机在定检期内, 定检报告中各项标准符合要求。

1.8 天气情况

杭州机场 04:30 天气实况: 地面风 360 度 2 米/秒, 能见度 7 千米, 温度 7°C, 露点 3°C, 修正海压 1027 百帕。

杭州机场 05:00 天气实况: 地面风 010 度 2 米每秒, 能见度 8 千米, 温度 7°C, 露点 3°C, 修正海压 1027 百帕。

1.9 通信

机组使用甚高频与塔台放行(频率 121.95Mhz)和机坪管制(频率 121.725Mhz)联系。AOC 与空管、消防、机坪管制之间使用电话和 800 兆对讲机联系, 通信过程中通信设备未见异常。

1.10 机场情况

杭州萧山国际机场位于中国浙江省杭州市萧山区, 距离杭州市中心 27 公里, 为 4F 级机场。机场代码 ZSHC/HGH, 地理坐标为 N301346, E1202604 (07/25 号跑道中心), 标高为 6.7 米。

机场消防保障等级 9 级,人员和车辆器材的配备为 9 级标准。按照机场《消防中心保障救援方案》职责分工,红区为南消防站管辖区域,蓝色为北二消防站管辖区域,绿色为北一消防站管辖区域,事发 204 机位属于南消防站管辖区域。消防管辖区域划分情况详见图 7。

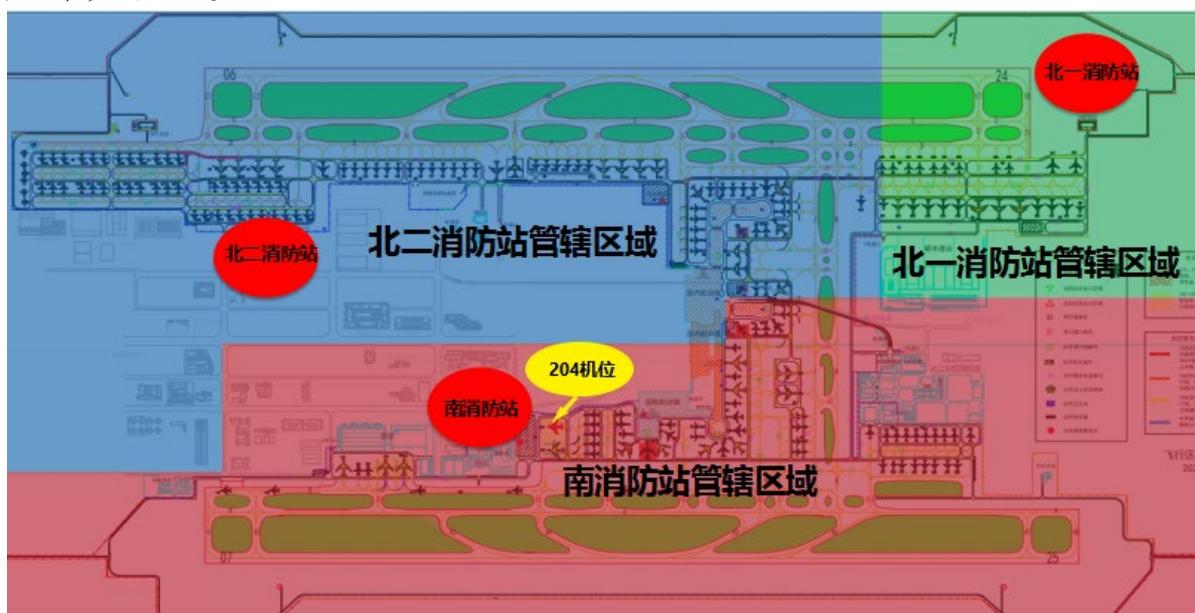


图 7 杭州机场各消防站管辖区域划分

1.11 飞行记录器

1.11.1 飞行数据记录器

事发航空器安装的飞行数据记录器(FDR)为俄制磁带记录器,件号为 MLP-23-3,序号为 0810028。飞行数据记录器安装在机尾承压隔框后的附件舱,外形保持完好,未受到损伤。

调查组将飞行记录器送至俄罗斯国家间航空委员会进行译码。记录器记录了事发航段的数据,数据起始时间 04:19:22,终止时间 04:35:52,记录时长共 16 分 30 秒。

译码数据显示,自 APU 启动直至记录器停止工作,飞机未出现火警或烟雾告警,电源系统参数未见异常。飞行数据中未包含机组脚蹬加温、应急电源转换组件、驾驶舱灯光控制器、氧气面罩和

驾驶舱氧气关断调节活门的工作状态数据。

1.11.2 驾驶舱语音记录器

事发航空器的驾驶舱语音记录器 (CVR) 安装在左后登机门附近的附件舱, 件号为 3BH-MP, 序号为 415053。外观完整, 表面有烟熏痕迹。

调查组将语音记录器送至俄罗斯国家间航空委员会进行译码。舱音记录共包含 4 个通道, 分别为左座机组通道、右座机组通道、备用通道和驾驶舱区域麦克风通道, 每个通道音频时长 14 分 32 秒。

1.12 残骸及事故现场情况

俄罗斯航星航 TU-204C/RA-64032 号机残骸位于杭州萧山国际机场 204 机位的推出线上, 机头距离 204 机位停止线约 30 米。过火区域仅限于航星航 TU-204C/RA-64032 号机, 周边区域未受影响。

航空器烧损区域主要包括驾驶舱、休息舱和主货舱。驾驶舱内部烧损严重, 外部蒙皮有局部变色; 休息舱内的设备大部分被烧毁, 顶部蒙皮被烧穿; 主货舱前半部分蒙皮大面积烧穿, 部分货物烧损。

航空器机头触地, 雷达罩与机身连接铰链部分断开, 左前登机门、右前勤务门框上部结构被烧毁, 休息舱顶部蒙皮被烧穿。航空器前起落架处于伸出状态, 其部件顶入驾驶舱, 两侧发动机触地。

安装在休息舱地板下的 4 个机组氧气瓶瓶体完好, 没有过火痕迹。压力指示表未见过火损伤, 表头指示压力均为 0。

机身中后部断开, 断裂处在主起落架后侧, 约 48 号隔框附近, 机尾触地。

飞机前部机身右侧大部分蒙皮烧穿, 主货舱内部严重烧损。

飞机机翼、发动机、主起落架、水平安定面、垂直安定面及 APU 舱未见明显过火、过烟痕迹。

1.13 失火

1.13.1 驾驶舱内部失火情况

驾驶舱内右侧的仪表板和操纵台烧损缺失，左侧区域各部件基本在位，部件表面有部分融化和烟熏痕迹，结构相对完好；头顶面板（OVERHEAD PANEL）烧毁掉下。

中央操纵台相关部件烧毁，副驾驶座椅右侧地板烧穿塌落至机体底部，其他区域地板相对完好。

副驾驶座椅右侧有少量部件残骸，包括 EFIS 控制器、音频控制面板、灯光控制器、氧气关断调节活门、氧气分配四通接头和三通接头等，均已不同程度烧损。

EFIS 控制面板、音频控制面板由下向上、由后向前、由右向左烧损逐渐减轻。

位于右侧 3 号固定侧窗下方的氧气面罩组件烧损严重，外部金属盒全部熔化，内部烧损程度由下向上逐渐减轻，氧气面罩上部的塑料部件还剩余部分残留。

位于氧气面罩后侧的阅读灯烧损程度由下向上逐渐减轻，位于操纵台上的阅读灯头剩余部分残留。氧气面罩下方的应急电源转换器完全烧毁，其后方的两个照明灯光调节控制器烧损，且前侧控制器的烧损程度重于后侧控制器，氧气关断与调节活门前侧的过火烧损情况重于后侧。

调查组将驾驶舱右侧的部件残骸参照其原安装位置进行了重新摆放，发现烧毁缺失的部件包括转弯控制手轮、灯光控制面板、氧气面罩、防烟面罩、应急电源转换组件、部分氧气系统管路。

驾驶舱地板以下的区域中，右侧 AOA 传感器在机舱内部的弧

形金属罩靠近氧气系统一侧有较大的烧损缺口，其他区域主要是烟熏痕迹。

1.13.2 驾驶舱外部失火情况

驾驶舱外部的左侧蒙皮金属未发生变色，左侧 3 号固定侧窗结构完整、在位，2 号直接目视窗框上沿有烟熏痕迹。右侧蒙皮在 AOA 传感器下方呈现向下的金属烧蚀变色痕迹，右侧 3 号固定侧窗玻璃熔化，2 号直接目视窗玻璃内侧熔化，玻璃后侧上方有变色。

右侧 AOA 传感器金属表面附着有浓密的烟熏痕迹，未发现自热变形痕迹。

1.13.3 休息舱失火情况

休息舱上部区域的过火烧损程度重于下部区域，右侧区域烧损程度重于左侧区域。位于休息舱右侧与驾驶舱交界处的设备架，靠近驾驶舱一侧烧损严重，靠近休息舱一侧相对完好。

1.13.4 主货舱失火情况

主货舱前部过火烧损，顶部和右侧的蒙皮部分烧损，左侧顶部蒙皮仅有部分变色。

1.14 生存和救援情况

1.14.1 机组撤离情况

根据访谈，机组在尝试使用手提灭火器灭火无效后，机长下达了撤离指令，随机机务 1 和轮休机械师从右前勤务门撤离，其他人员从左前登机门撤离。机组撤离时间线见图 8。

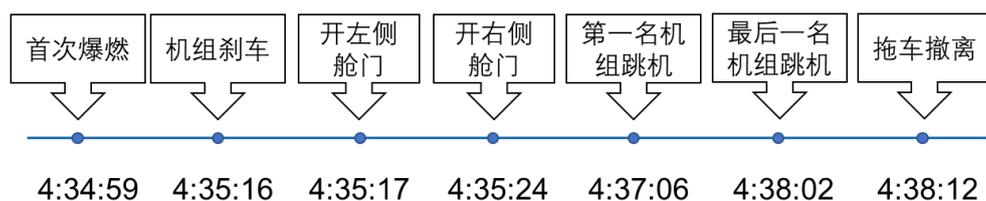


图 8 机组撤离时间线

1.14.2 应急救援情况

以下事件经过根据应急通讯记录、人员访谈和机场监控视频等证据整理而成。

04:38:17, 杭州机场消防大队接警指挥中心接航站楼动力部外包单位工作人员报警: “南道口有飞机着火”。

04:38:42, 消防大队发出紧急出动指令, 南消防站出动 6 辆消防车, 25 名消防指战员。

04:39:36, 驾驶舱开始发生三次爆燃, 在爆燃过程中, 现场送机人员将起火信息报机务调度。

04:40:40, 机务调度将该信息报杭州机场 AOC。

04:41:08, 第一辆消防车到达现场, 立即喷出灭火剂。

04:41:37, 第二、第三辆消防车到达现场, 实施灭火。

04:42:44, 杭州机场 AOC 使用 800Mhz 对讲机发布 “紧急出动” 指令。

04:51:34, 北 1、北 2 消防站出动的 6 辆消防车、21 名指战员全部到达现场。

04:53:42, 第一辆救护车到达现场。

04:58:50, 现场建立警戒区域。

05:00:31, 增援救护车到达现场。

05:26:08, 杭州市地方消防首批增援力量到达现场。

08:35:00, 现场总指挥根据现场火情的发展, 做出使用专业工具对航空器实施破拆的决策。破拆后, 对航空器内部进行灭火。

09:31:00, 火情得到控制。

09:40:00, 航空器明火扑灭, 消防员开展持续降温。

12:20:00, 消防救援结束。现场保留消防备勤值守力量。

12:30:00, 地方消防救援力量开始陆续撤离现场。

本次救援中,机场消防大队共计出动各类消防救援车辆 15 辆(含快调 2 台、主力 5 台、重型泡沫 2 台、重型水罐 2 台、抢险 1 台、指挥车 1 台、保障车 2 台)消防救援人员 47 名;杭州市消防救援支队先后调派消防车辆 35 辆,消防人员 185 名应援处置。

杭州机场应急保障部在接报后按照应急预案及时启动应急程序,出动车辆进行应急处置,首辆消防车于紧急出动指令 2 分 26 秒后到达现场。

1.15 实验和验证

1.15.1 燃烧残留物鉴定

为了判断本次事故中是否存在助燃剂,调查组对残骸中的烟尘和碳化物进行了样品提取,提取物包括:

- 1) 驾驶舱右侧风挡提取的烟尘 1 包;
- 2) 休息舱左侧壁板提取的烟尘 1 包;
- 3) 驾驶舱左侧风挡提取的燃烧碳化物 1 包;
- 4) 副驾驶座椅区域提取的燃烧碳化物 1 包;
- 5) 休息舱内提取的燃烧碳化物 1 包;
- 6) 主货舱内提取的燃烧碳化物 1 包。

调查组将 6 包样品送至应急管理部消防救援局天津火灾物证鉴定中心(以下简称:天津火灾物证鉴定中心)进行鉴定。天津火灾物证鉴定中心采用溶剂提取法和固相微萃取法对送检样品进行提取,开展了气相色谱质谱分析并发布了鉴定报告,鉴定结论为:送检样品未检出汽油、煤油、柴油、油漆稀释剂等易燃液体成分。

1.15.2 电池和线缆鉴定

为了判断本次事故中是否存在锂电池燃烧或电气线路故障导致起火,调查组对残骸中的电池和线缆进行了提取,提取物详情参见表 4。

表 4 电气熔痕鉴定提取物

检材编号	检材名称
检材 1	副驾驶座椅右侧区域提取的带有熔痕的接插件导线
检材 2	副驾驶座椅右侧区域提取的带有熔痕的电气线路
检材 3	副驾驶座椅右侧区域提取的平板电脑电池残骸
检材 4	副驾驶座椅右后方地板区域提取的带有熔痕的导线
检材 5	机械师座椅右侧控制面板区域提取的带有熔痕的线缆

由于驾驶舱内残留的导线烧损严重，调查组无法准确判断送检导线的原始安装位置。

调查组将 5 份样品送至天津火灾物证鉴定中心进行电气熔痕鉴定。天津火灾物证鉴定中心对送检样品进行提取后，采用宏观法和金相分析法对熔痕进行了分析并发布了鉴定报告，鉴定结论为：

- 1) 检材 1、2、4 的熔痕均为火烧熔痕；
- 2) 检材 5 的熔痕为二次短路熔痕；
- 3) 检材 3 未发现有可能做技术鉴定的金属熔化痕迹。

1.15.3 监控视频鉴定

杭州机场 204 机位前方有三个监控摄像头拍摄到了事发过程，摄像头编号分别为 12201、12202 和 12204。为查找监控视频中辅助判断起火点、起火区域和起火原因的证据，调查组分别截取了事发时间段内三个摄像头的监控视频，送至天津火灾物证鉴定中心进行视频处理和分析鉴定，鉴定发现：

- 1) 驾驶舱内未发现点状明亮光源，未出现平板电脑或手机电池爆炸现象；
- 2) 驾驶舱内未发现电弧放电或灯光异常；
- 3) 在视频监控时间“2022 年 01 月 08 日 04 时 35 分 01 秒”时，飞机驾驶舱内右侧出现爆闪，爆闪过程持续 0.4 秒；
- 4) 在爆闪的一瞬间，位于驾驶舱中间位置、面朝机头方向的机械师的右侧脸颊被瞬间照亮；

5) 爆闪时, 右侧 3 号固定侧窗风挡玻璃对应区域的亮度最高, 右侧 2 号直接目视窗、3 号固定侧窗风挡玻璃之间连接处有阴影, 副驾驶座椅有阴影;

6) 起火初期的火光位于驾驶舱右侧前数第 3 块风挡玻璃对应区域的下方。

7) 针对飞机推出时起火瞬间的监控画面, 鉴定结论为:

8) 爆闪发生时有喷出的火焰, 说明起火时有一定的压力;

9) 爆闪火光明亮呈白色, 说明爆闪时能量大、温度高, 有助燃剂参与燃烧;

10) 爆闪持续 10 帧, 时间 0.4 秒;

11) 火灾燃烧猛烈, 飞机右侧 AOA 传感器下方蒙皮在爆闪后约 4 分钟最先出现变色痕迹。

1.16 组织和管理

1.16.1 杭州机场应急救援组织架构

应急指挥中心是杭州机场设立的机场应急救援指挥管理机构, 作为应急救援领导小组的常设办事机构, 是机场应急救援工作的管理机构和发生突发事件时的应急指挥机构, 负责发生突发事件时应急救援工作的统一指挥和协调管理。

1.16.2 杭州机场应急救援计划

《杭州萧山国际机场应急救援计划》(2021 年更新版) 将机场航空器突发事件救援等级分为原地待命、集结待命和紧急出动 3 级。根据突发事件性质、影响范围、危害程度以及与地方政府应急预案对接的需要, 响应等级划分为 I、II、III、IV 共 4 个等级, 根据不同的事件类别以及同一事件类别不同细分情景确定救援等级和对应的响应等级。

《杭州萧山国际机场应急救援计划》1.6“航空器火警处置程序”

中明确指出“航空器火警主要指航空器在地面失火或航空器加油时燃油着火等航空器在地面运行状态下发生的直接威胁航空器安全的突发事件”。根据情景细分不同,应急响应等级分别设定为 II 级、III 级、IV 级响应,机场救援等级均设定为“紧急出动”。具体等级细分情况详见表 5。

表 5 航空器火警救援等级、响应等级研判方案

类别	情景细分	救援等级	响应等级
地面火警 / 失火	1. 航空器在地面因任何原因,出现明火、冒烟的; 2. 航空器周边设备、物品起火,导致航空器起火或对航空器安全造成威胁; 3. 航空器在地面出现火警警报,机组实施旅客紧急撤离。	紧急出动	II 级
	1. 客舱电器、旅客行李起火,但已经被扑灭或得到控制; 2. 航空器在跑道、滑行道出现火警警报,未见明火或烟雾,机组关车停在跑道、滑行道上。	紧急出动	III 级
	地面火警,未见明火或烟雾,未实施紧急撤离	紧急出动	IV 级

1.16.3 杭州机场应急救援培训和演练

杭州机场按照《民用运输机场突发事件应急救援管理规则》(CCAR-139-II-R1)要求,2019—2021 年分别组织各类应急培训计 232、248、262 次。2019 年开展综合实战演练 1 次,2020 年、2021 年开展桌面综合演练各 1 次。单项演练 2019—2021 年分别为 71、67、98 次;消防实战演练 2019—2021 年分别为 5、4、4 次;桌面演练 2019—2021 年分别为 1、2、2 次。

1.17 其他

1.17.1 空防安全有关情况

机位监控视频显示,1月8日,自涉事航空器到达204机位至发生火灾期间,未发现可疑人员接近航空器等异常情况,安检现场监护人员全程在岗实施监护作业。

经复看该航班所涉及货物交货起至事件发生,交货通道、分拣打板区域及称重过磅通道区域的视频监控,未发现异常情况。

对1月5日(涉事航班承运的第一票货物进入货站日期)至事发时间以来进入货站、货物存放区等可能接触货物的人员共1129名开展背景再审查再比对,未发现可疑人员。

根据机组访谈,航星航和机组成员均未收到针对该航班的威胁信息。

1.17.2 机组访谈有关信息

在座副驾驶在访谈中反映,在氧气测试手柄推到约三分之二处时,听到测试手柄下方有爆响声,伴随很大的漏气声,紧接着从氧气面罩安装位置左侧的缝隙里冒出白光。

在座机械师在访谈中反映,起火前听到有声响从副驾驶座椅右侧氧气系统面罩附近发出,约4-5秒后从同一位置发出爆响声,紧接着发生了爆闪,随后从操纵台向右上方喷射出火焰,火焰高度约为50厘米,靠近驾驶舱手提灭火瓶。

在座机长在访谈中表示,起火前听到不正常的轻微震动声音。爆闪之后大约1-2秒出现火情,火焰的位置在副驾驶座椅右后侧的氧气面罩附件,靠近右侧窗,火焰为红蓝色,伴随黑色的浓烟,味道很刺鼻。

2. 分析

2.1 航空器起火分析

调查组结合现场勘查、译码数据、机组访谈、视频分析、鉴定报告等调查情况,分析判断起火部位、起火点,对人为纵火、吸烟、易燃液体起火、平板电脑和手机锂电池起火、航空器电气线路故障起火等方面进行了调查。

调查组同时整理了此次事故的机组访谈、现场勘查照片、监控视频等 11 项资料提交给俄罗斯国家间航空委员会,俄罗斯国家间航空委员会委托俄罗斯圣彼得堡国家消防大学,对起火点和起火原因等方面进行了分析。

2.1.1 起火部位分析

根据现场勘查情况,机身的总体烧损程度按照驾驶舱、休息舱、主货舱的顺序逐渐减轻,驾驶舱烧损最为严重。在驾驶舱内部,副驾驶前方的仪表板烧损程度重于机长一侧。副驾驶座椅右侧的操纵台烧损缺失,而机长座椅左侧的操纵台仅有部分熔化和烟熏痕迹。副驾驶座椅右后侧地板烧毁,其他部位的地板相对完好。在驾驶舱外部,机身左侧蒙皮金属未发生变色,右侧蒙皮在 AOA 传感器下方呈现向下的金属变色痕迹。左侧 3 号固定侧窗结构完整、在位,右侧 3 号固定侧窗玻璃熔化。

现场勘查发现的损伤情况表明,副驾驶座椅右侧区域烧损最为严重。

机坪监控视频鉴定表明,04:35:01 秒,驾驶舱内副驾驶座椅右侧区域出现爆闪,随后副驾驶座椅右侧区域开始持续有火焰燃烧,在此时间点之前没有外部或内部火焰燃烧迹象。在爆闪发生时,位于驾驶舱中间位置、面朝机头方向的机械师的右侧脸颊被瞬间照

亮,表明爆闪位置在驾驶舱内部的右侧。

驾驶舱内的3名机组人员在访谈中均反映,飞机在推出过程中,看到了驾驶舱副驾驶座椅右后侧方向有爆闪,随后该位置起火。轮休机械师在访谈中表示,当驾驶舱门打开时,看到副驾驶座椅右侧位置有明火。

根据火灾的燃烧规律,排除火灾荷载分布不均匀、外界通风、灭火时间等因素影响,烧损最为严重的部位即为最早起火的部位。本次事故中,火灾初期机舱内的通风影响较小,机头左右两侧灭火时间相差不大,可以排除火灾荷载分布不均匀、外界通风、灭火时间等因素影响。

综上所述,根据火灾燃烧规律,结合现场勘查、机组访谈、监控视频鉴定意见,调查组认为,起火部位为飞机驾驶舱内副驾驶座椅右侧区域。

2.1.2 起火点分析

经现场勘查,驾驶舱地板以下的区域大部分过火较轻,仅右侧AOA传感器下方过火烧损。副驾驶座椅右侧操纵台EFIS控制面板、音频控制面板由下向上、由后向前、由右向左烧损逐渐减轻。右侧氧气面罩烧损程度由下向上减轻,位于氧气面罩后侧的阅读灯烧损程度下重上轻,位于右侧氧气面罩下方的两个应急电源转换器,位置靠前的烧损程度重于另一个,氧气关断与调节活门前侧的过损程度重于后侧。

现场勘查情况表明,副驾驶座椅右侧操纵台内下半部区域存在大量部件烧毁,部分隔热层烧损,AOA传感器外壳过火受损,这一区域的烧损程度最为严重。

在座副驾驶在访谈中反映,在氧气测试手柄推到约三分之二处时,没有出现正常的测试声音和横线,但听到测试手柄下方有漏

气声,紧接着从氧气面罩安装位置左侧的缝隙里冒出白光,表明起火点位于右侧操纵台内。

在座机械师在访谈中反映,起火前听到有声响从右侧氧气系统面板附近发出,约4—5秒后从同一位置发出爆响声,紧接着发生了爆闪,随后从右侧操纵台向右上方喷射出火焰,火焰高度约为50厘米,靠近驾驶舱手提灭火器,表明起火点位于右侧操纵台内,起火后火焰覆盖了驾驶舱手提灭火器区域。

机坪监控视频鉴定表明,驾驶舱右侧爆闪时,右侧3号固定侧窗风挡玻璃对应区域的亮度最高,右侧2号直接目视窗、3号固定侧窗风挡玻璃之间连接处和副驾驶座椅有阴影,表明光是由该连接处后方、副驾驶座椅后方照射过来。起火初期的火光位于驾驶舱右侧3号固定窗的下方,比对航空器维护手册中的驾驶舱布局,该区域为右侧操纵台。

综上所述,根据现场勘查、机组访谈、监控视频鉴定等证据,调查组认为,起火点位于驾驶舱右侧操纵台内,音频控制面板后侧、氧气关断调节活门前侧、驾驶舱灯光控制器上部。

2.1.3 起火原因分析

(1) 人为纵火可能性分析

监控视频鉴定未发现驾驶舱内3名机组人员存在纵火行为,机场监控视频也未发现可疑纵火人员登上飞机。

因此,调查组排除了人为纵火的可能。

(2) 吸烟、易燃液体引发失火可能性分析

烟草燃烧属于低能量点火源,此类点火源引发火灾的显著特征是存在较长时间的潜隐期。监控视频鉴定发现本次失火过程中火焰产生过程不具备潜隐期,也没有发现驾驶舱内3名机组人员存在吸烟行为。

碳化物鉴定结果表明,驾驶舱、休息舱、主货舱内没有汽油、煤油、柴油、油漆稀释剂等可燃液体成分。

因此,调查组排除了吸烟、易燃液体造成驾驶舱起火的可能。

(3) 平板电脑或手机电池引发失火可能性分析

副驾驶座椅右侧提取的疑似平板电脑电池包经鉴定没有发生爆炸或起火。机组人员在访谈中表示,没有手机或平板电脑发生了电池起火,监控视频鉴定也未发现驾驶舱内出现了平板电脑或手机电池起火的现象。

因此,调查组排除了平板电脑或手机电池造成驾驶舱起火的可能。

(4) 电气线路故障引发失火可能性分析

在机组访谈中,所有机组成员均反映驾驶舱没有出现电气故障,驾驶舱语音记录中也没有机组关于电气线路故障的对话内容。

在现场勘查中,驾驶舱右侧区域提取到的四份残留导线上的痕迹均为燃烧后产生的熔痕,监控视频中未发现驾驶舱内出现灯光异常现象,FDR数据也没有记录到有关飞机电气故障的信息,但FDR数据并不能记录右侧操纵台内所有部件的工作状态。

因此,尽管导线送检鉴定结论、FDR数据和机组访谈均未发现电气故障的证据,但由于FDR数据并不能记录驾驶舱右侧操纵台内所有部件的工作状态,且起火点附近的大部分线路和部件已经烧毁,送检导线的原始位置无法判断,调查组无法完全排除电气线路故障导致起火的可能。

(5) 氧气泄漏参与燃烧可能性分析

驾驶舱语音记录器显示,04:34:55 驾驶舱内突然出现明显的气体泄漏声。在座副驾驶反映,在做氧气面罩测试时,推测试手柄到约三分之二处时,听到手柄下方有爆破声伴随漏气声。在座机长

和机械师反映,在爆闪前听到了气体泄漏的声音。分析认为,驾驶舱在爆闪前出现了高压气体泄漏。

在座副驾驶访谈表示,听到气体泄漏声后很快从氧气面罩的安装缝隙冒出白光。在座机长和机械师反映,在副驾驶右后侧的氧气系统面板看到了爆闪,之后约1—2秒在爆闪位置出现喷射状火焰,火焰为红蓝色,伴随黑色的浓烟,味道很刺鼻。上述访谈表明,副驾驶座椅右后侧氧气面罩位置在气体泄漏后很快出现火情。

监控视频鉴定发现,爆闪发生时火光明亮、呈白色,表明爆闪时能量大、温度高。爆闪持续时间约0.4秒,比正常的电弧放电时间长,表明爆闪瞬间有助燃剂参与燃烧。爆闪发生时有喷射的火焰,火焰在短时间内扩散至整个驾驶舱,燃烧速度快,说明助燃剂有一定压力,符合大量氧气参与燃烧的特征。

氧气在压力作用下不仅能与可燃材料产生放热反应,也能与包括金属、铝、粉尘等在内的非易燃材料产生剧烈的放热反应,这个放热反应仅需要较低的初始能量就能够产生突然、剧烈的燃烧,此次事故中的火灾发生现象符合这一规律。

综上所述,调查组认为,在驾驶舱出现爆闪前,右侧操纵台内部的氧气系统部件出现了氧气泄漏,泄漏的氧气迅速参与燃烧,并加剧了火势的发展、蔓延。

(6) 机载设备及系统产生或逸出热量的可能性分析

右侧操纵台内安装的部件主要包括机组脚踏加温风管道、转弯控制手轮组件及插头、氧气面罩组件、应急电源转换组件、驾驶舱灯光控制器和氧气关断调节活门。其中转弯控制手轮组件、应急电源转换组件和驾驶舱灯光控制器等电气部件在正常工作中可能会产生或逸出一定的热量。同时,右侧操纵台内安装的氧气关断调节活门和氧气管路中存在高压氧气,当这些部件出现氧气泄漏时,

高速喷射的氧气与周围的金属或橡胶材料摩擦也可能产生较大的热量。

因此,根据现场勘查、机组访谈、飞行数据、驾驶舱语音记录、视频鉴定意见和燃烧残留物鉴定报告,调查组认为,飞机在推出过程中,右侧操纵台内的氧气系统部件发生氧气泄漏,泄漏的氧气在有限空间形成富氧环境,该空间内机载设备及系统产生或逸出的热量导致富氧环境中可燃材料燃烧。

2.2 机组操作分析

飞机在推出过程中,火情在驾驶舱突然出现并且迅速发展,起火点靠近在座副驾驶,对机组安全造成严重威胁。事发期间火势发展迅猛,并有大量浓烟,驾驶舱内放置灭火瓶的区域被大火覆盖,机组只能使用休息舱灭火瓶尝试灭火。火势快速蔓延至休息舱,导致登机门和勤务门上方的撤离绳存储盒被火焰和浓烟覆盖,机组在撤离过程中无法使用逃生绳。

综上,机组面对地面驾驶舱突发火情时的处置基本合理。

2.3 应急处置分析

杭州机场消防在接报后按照应急救援计划及时启动应急响应,首辆消防车于紧急出动指令发布后2分26秒到达现场,第一时间实施灭火,符合《民用航空运输机场飞行区消防设施》(MH/T 7015-2007)机场消防救援应答时间的要求。

在整个应急处置过程中,机场消防共出动消防救援车辆15辆、消防救援人员47名,杭州市消防救援支队先后增援消防车辆35辆、消防人员185名,相关人员资质及培训情况、消防车辆配备及运行均符合要求,为此次消防救援工作提供了充足的保障。

机场AOC接报火警后首先通知了消防指挥中心,随即通过对

讲机发布应急救援紧急出动指令,同步拉响警报,通过消防、急救专线电话、空管电话的方式进一步获取详细信息。应急处置过程符合《杭州萧山国际机场应急救援计划》的要求。

3. 结论

3.1 调查发现

(1) 飞行机组、管制员、运行控制人员以及消防人员的资质符合要求。

(2) 机组接受过相关应急和危险品训练。

(3) 全部机组成员从两侧舱门跳下飞机, 其中 3 名机组人员在撤离时受轻伤。

(4) 飞机没有安装应急撤离充气滑梯。

(5) 没有证据表明飞机在事发前存在故障。

(6) 起火导致航空器烧损严重, 火情最终被扑灭, 未造成爆炸、其他人员受伤等次生灾害。

(7) 机载货物未发现疑似危险品、违禁品。

(8) 消防到位时间符合《民用航空运输机场飞行区消防设施》的要求。

(9) 机场应急响应符合《杭州萧山国际机场应急救援计划》。

(10) 起火部位为飞机驾驶舱内右侧区域。

(11) 起火点位于驾驶舱右侧操纵台内。

(12) 排除人为纵火、吸烟、易燃液体、平板电脑或手机电池导致起火的可能。

(13) 驾驶舱右侧操纵台内的氧气系统部件发生氧气泄漏, 在有限空间形成富氧环境。

3.2 结论

调查组认为, 该起事件中, 起火部位为飞机驾驶舱右侧操纵台内; 起火点位于音频控制面板后侧、氧气关断调节活门前侧、驾驶

舱灯光控制器上部。最大可能的起火原因是右侧操纵台内的氧气系统部件发生氧气泄漏,泄漏的氧气在有限空间内形成富氧环境,该空间内机载设备及系统产生或逸出的热量导致富氧环境中可燃材料燃烧。泄漏的氧气加剧了火势的发展、蔓延,导致航空器烧毁。该事件构成一起民用航空器事故。

4. 安全建议

4.1 俄罗斯民航局

ECEC_AAR_2022_01-001: 建议俄罗斯民航局对 TU-204/214 系列飞机的机组氧气系统进行全面普查, 及时查找并更换老化或故障的氧气系统部件, 防止再次发生机组氧气系统意外泄漏。

4.2 图波列夫股份公司

ECEC_AAR_2022_01-002: 建议公司排查 TU-204/214 系列飞机机组氧气系统部件周边区域可能产生或逸出热量的系统和部件, 查找并消除氧气系统部件所在区域的危险热源。