

DOI: 10.19416/j.cnki.1674-9804.2019.04.002

阿坝/红原机场签派放行与运行控制研究 ——以“成都-红原”往返航线为例

张序^{1,2*} 周川¹ 俎振洲³ 陈琳⁴

(1. 中国国际航空股份有限公司, 成都 610202; 2. 航空运行专业技术及人才培养研究所, 广汉 618307;
3. 中国民航飞行学院, 广汉 618307; 4. 中国民航大学, 天津 300300)

摘 要:

为做好高高原机场在签派放行、运行控制和飞行监控方面的工作, 文章以“成都-红原-成都”往返航线为研究标本, 通过对红原机场地理环境、气候特征、保障能力和运行特点展开研究, 分析得出签派放行该机场的油量政策, 进而在民航相关规章的范围内完成航线一发失效飘降和客舱释压紧急下降程序制作, 梳理出航班安全飞行的关键因素, 达到解决运行控制难点的目的, 研究结论在同类机场和航线中具有借鉴意义。

关键词: 高原航线; 高高原机场; 签派放行; 运行控制; 一发失效; 座舱释压

中图分类号: F562.8

文献标识码: A

OSID:



0 引言

阿坝/红原机场(以下简称红原机场)ICAO 代码 ZUHY, IATA 代码 AHJ, 海拔高度 3 539.7 m, 属于高高原机场。针对高高原机场的签派放行和运行控制, 有众多学者对拉萨/贡嘎机场(以下简称: 拉萨机场)^[1-4]、昌都/邦达机场(以下简称: 邦达机场)^[5-7]、林芝/米林机场(以下简称: 林芝机场)^[8-10]、稻城/亚丁机场(以下简称: 稻城机场)^[11-13]、九寨/黄龙机场(以下简称: 九黄机场)^[14-17]和日喀则/和平机场(以下简称: 日喀则机场)^[18-19]都做了研究, 但针对红原机场的研究几乎空白, 文章通过研究红原机场签派放行、运行控制和飞机性能方面的工作, 填补了高高原机场研究的空白。

1 红原机场简介

红原机场位于阿坝州红原县西南方向, 民用 4C 级

机场, 机场设有 3 个停机位, 机场跑道编号 16/34, 对飞行造成影响的障碍物主要为山脊, 在机场北端入口 2 000 m ~ 5 000 m 范围内, 有一标高 3 600 m ~ 3 652 m 的纵向障碍物, 北段入口 14 600 m ~ 15 000 m 范围内的最高障碍物高度达到 3 723 m, 南端入口约 13 000 m ~ 15 000 m 范围内的最高障碍物标高达到 3 765 m。

2 红原机场气象特点

红原机场干湿季分明, 年平均降水量为 819.8 mm。频率超过 16 % 的南风成为红原机场的主要风向, 其次为 11.1 % 的东南偏南风。在风速方面, 红原机场小于 8 m/s 的风出现的频率为 96.4 %, 极大风速 26.7 m/s。红原机场日照充足, 能见度大于 10 000 m 的天气占主导。由 2007 - 2013 年气象资料分析可得红原机场月平均气温(图 1)、平均湿度(图 2), 同时收集了 2019 年 4 月 30 日红原

* 通信作者。E-mail: dispctu@126.com

引用格式: 张序, 周川, 俎振洲, 等. 阿坝/红原机场签派放行与运行控制研究——以“成都-红原”往返航线为例[J]. 民用飞机设计与研究, 2019(4): 7-13. ZHANG X, ZHOU C, ZU Z Z, et al. The research of dispatch and operational control in Hongyuan Airport—the case of “Chengdu to Hongyuan” round-trip route[J]. Civil Aircraft Design and Research, 2019(4): 7-13 (in Chinese).

机场在全天温度变化趋势(图 3)。

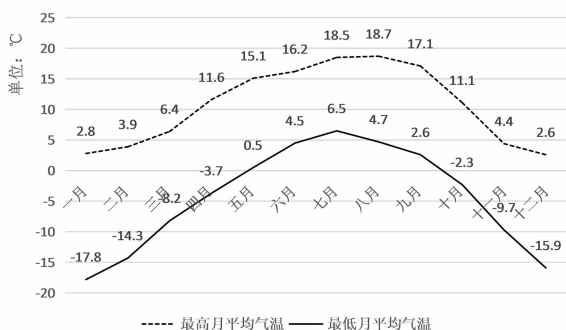


图 1 红原机场月气温变化趋势与年平均气温对比

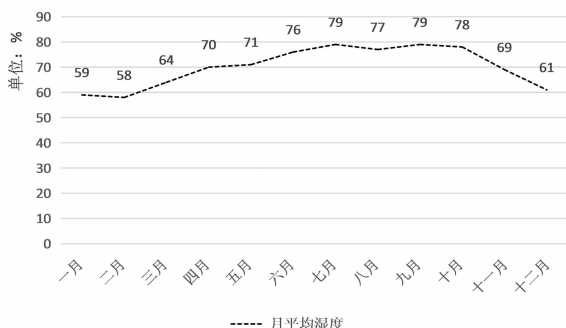


图 2 红原机场月平均湿度变化趋势

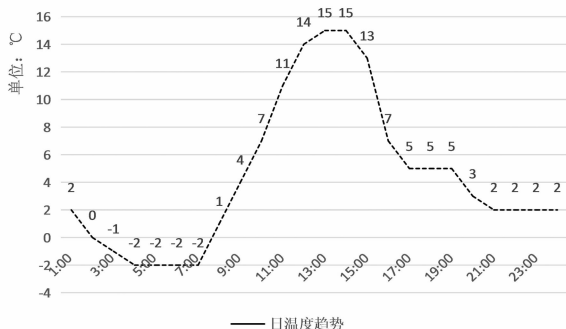


图 3 红原机场日平均温度变化趋势
(以 2019 年 4 月 30 日为例)

分析得出,红原机场全年平均气温偏低,图 3 显示出机场昼夜温差大的特点,一日的温差超过 15℃,尤其是在五月机场最低温度依然在 0℃以下,加上逐渐充沛的降水量,跑道依然有结冰、积雪的情况发生,对飞行安全的影响很大。

3 本文研究的案例和方法

本文研究以中国国际航空股份有限公司(以下

简称国航)空客 A319-115 机型执行“成都-红原”往返航线为案例标本,依据民航局和公司相关政策、法规要求,在签派放行和运行控制平台上总结和梳理出工作的关键点和难点。

3.1 局方的规章要求

《大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则》^[20](以下简称:CCAR-121-R4)和《航空器机场运行最低标准的制定与实施规定》^[21](以下简称:CCAR-97FS-R1)对机场油量政策、夜航、航线规划等做出了明确规定,这些规章都适用于红原机场。

3.2 用于签派放行的系统平台

国航用于签派放行的系统平台是 System Operations Center 系统的 DM 模块,在其中可以完成机组信息、无油数据、备降场选择、航路选择、天气评估等工作,最后完成详细的计算机飞行计划,形成完整的签派放行资料供机组提取和飞行期间使用,放行界面如图 4 所示。

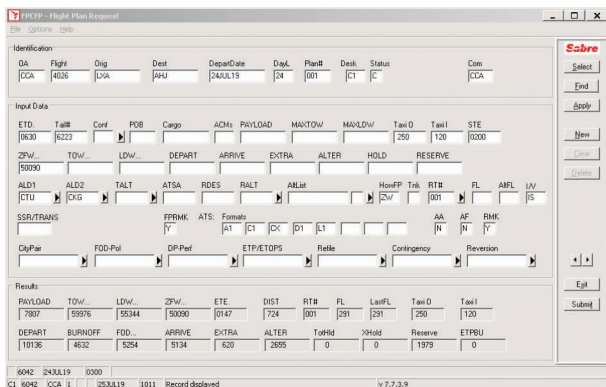


图 4 国航签派放行模块示意图

3.3 用于运行控制的系统平台

航班运行控制方面主要涉及航班飞行的全过程监控,发现影响航班安全运行的因素后要及时与机组建立航班通讯联系,确保机组知晓信息的变化。国航对飞行过程的监控投产了 Flight Explorer Professional Edition 系统(以下简称 FE 系统)、Air China Monitoring System 系统以及广播式自动相关监视系统(Automatic Dependent Surveillance Broadcast,以下简称 ADS-B 系统),这些系统的工作界面如图 5~图 7 所示。

3.4 中国国际航空股份有限公司手册的条款要求

从《中国国际航空公司特殊运行手册(高原部分)》(以下简称《特殊运行手册》)^[22]和《中国国际航空公司运行规范》(以下简称《运行规范》)^[23]中

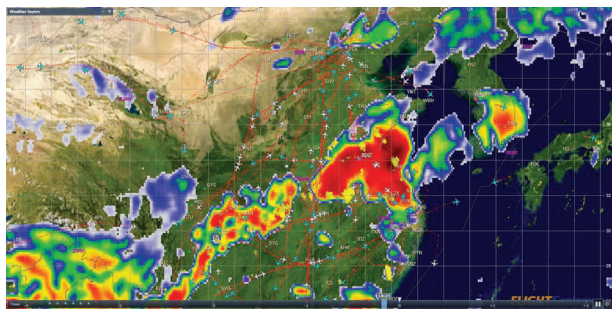


图 5 FE 系统示意图



图 6 Air China Monitoring System 系统示意图

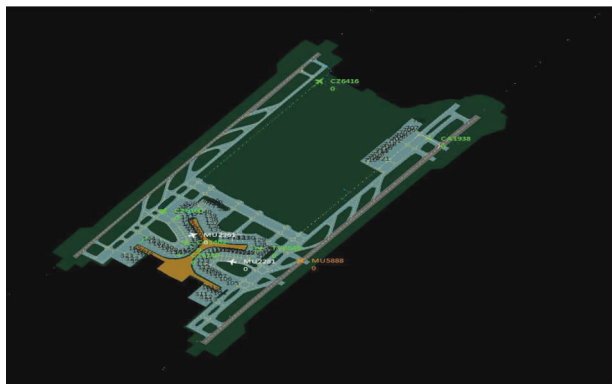


图 7 ADS-B 系统示意图

对执行红原机场的机组资质制定更严格的资质要求。在选取来执行高原机场的航空器方面国航的《中国国际航空公司维修管理手册》(以下简称《维修管理手册》)^[24]中对运行高原机场的航空器相关的规定。

4 红原机场签派放行和运行控制难点

红原机场因地形特点导致地面条件比较复杂,与此同时机场的导航设施相对平原机场不够完备,气象方面红原机场空气含氧量偏低,飞机的机械性

能会出现严重的下降,当地常出现 6 级以上大风,甚至会出现 8 级大风,全年适宜通航时间偏少,是目前国内飞行难度偏大的几个高原复杂机场之一。

5 红原机场签派放行和运行控制特点

作为高原复杂机场,红原机场相比普通的平原机场,在原有的签派放行基础上,签派员还应考虑机组的资质、多变的天气、航空器改装等因素,特别是因受地形条件的影响,还应设计一发失效飘降和座舱释压紧急下降程序,确保航班在特殊情况下的安全飞行。

6 红原机场签派放行研究

航班签派放行从“人、机、环”三个方面展开评估,从中找到影响航班安全飞行的因素,达到安全飞行的目的。

6.1 红原机场签派放行机组资质评估

在国航的《特殊运行手册》、《运行规范》中对机组的飞行经历、培训情况、资质保持、派遣规定都有明确要求,只有满足规定的机组才可以执行航班任务。譬如双机长执行航班,飞行关键阶段需要双机长在座,责任机长需要在规定时间内完成相关的模拟机训练和资质考核。这些严格而详细的标准也为放行签派员在签派放行提供了判断依据。

6.2 红原机场签派放行航空器评估

国航工程技术分公司《维修管理手册》对运行高原机场的航空器做出规定,见表 1。

表 1 红原机场机务相关管理规定		
管理类别		技术要求
飞机适航和工程 管理	达到发动机等关键系统(部件)的技术标准	座舱增压系统和氧气、通信导航系统满足高原机场运行要求
		制定关键系统中涉及双充维修项目和敏感部件的管控要求
		制定高原运行前特定维修检查项目及其工作检查单
		制定对应机型高原机场运行 MEL 限制条款并定期适航性评估
		通信导航设备具备实施通讯能力,制定通信设备的放行标准
		明确高原机场关键系统可靠性监控、分析、评估及时限要求

续表 1	
管理类别	技术要求
飞机维修管理	按照工作单进行维修检查,确认关键系统处于可用状态
	严格执行 MEL 放行要求,评估故障保留,放行人员具备高高原机场运行资质
	维修单位对涉及双重维修项目进行控制和严格执行
	完成高级别定检
	完成重要修理和改装
	整体状态 完成换发工作
评估	完成新发动机装机
	排除涉及高高原关键系统的重大、疑难、重复性故障

这样的飞机改装和相关高原附加工作的规定完善了高高原机场的运行条款,提升了机场运行的整体安全性,为签派员的签派放行工作提供了理论依据。

6.3 红原机场签派放行运行标准评估

飞机在红原机场采用的进近方式包括区域导航(Requieed Area Navigation,以下简称 RNAV)和仪表着陆系统(Instrument Landing System,以下简称 ILS)结合测距仪(Distance Measure Equitment,以下简称 DME)两种运行模式,结合垂直导航(Vertical Navigation,以下简称 VNAV)等多种方式,从相关程序图可知机场的各类运行方式的标准各有差异,见表 2。

表 2 红原机场落地标准			
跑道号	运行方式	飞机类别	标准/m
16	ILS/DME	常规	C/D VIS:800, MDH:60
		GP INOP	C/D VIS:3 100, MDH:208
			C VIS:8 000, MDH:710
		盘旋	D VIS:8 000, MDH:760
	RNAV (GNSS)	LNAV VNAV	C/D VIS:3 100, DH:208
		LNAV	C/D VIS:3 800, MDH:243
			C VIS:8 000, MDH:710
		盘旋	D VIS:8 000, MDH:760

续表 2			
跑道号	运行方式	飞机类别	标准/m
34	RNAV (GNSS)	LNAV VNAV	C/D VIS:3 900, DH:221
		LNAV	C/D VIS:4 100, MDH:241
			C VIS:8 000, MDH:710
		盘旋	
			D VIS:8 000, MDH:760

分析得出红原机场两条跑道的落地标准差距较大,风向风速直接影响飞机在机场的落地标准。

6.4 红原机场签派放行气象评估

红原机场三月和四月的月平均气温均在零度以下,而此时随着雨季到来红原机场相对湿度明显提高,极有可能在清晨日出前后出现跑道积冰等污染跑道的情况,红原机场配备有一辆装有 KHF-I 型除冰液的除冰车。0℃以上,冰雪融化较快,在签派放行的评估过程中,签派员要重点关注污染跑道对飞行的影响,及时做好相关签派放行决策和处置的工作。

7 红原机场运行控制研究

7.1 日出日落与机组资质的影响

红原机场的灯光系统满足夜航的需求,只要执行红原机场的机组具备夜航资质,均可执行在红原机场执行夜航飞行任务。但红原机场为高高原复杂机场,机场周边地形复杂、气象条件复杂、进离场程序复杂,能实施夜航的机组需满足运行的资质要求,对因飞行速度快或长时间延误造成航班在日出前、日落后落地红原机场的情况,签派放行时应和飞行相关部门核实机组的夜航资质。

7.2 红原机场一发失效飘降和座舱释压紧急下降程序设计

倘若飞机在空中发生发动机失效,剩余发动机会导致飞机在飞行过程中推力不足或左右推力不平衡,飞机不能保持原有的巡航状态,解决的唯一途径就是采用紧急下降高度的形式便于飞机能改平飞行,并及时找到合适的航路备降场,借鉴其他高高原机场的运行经验^[25],航空公司制定适合公司机型特点和运行模式的发动机失效最佳飘降程序。本文设计一发失效飘降和座舱释压紧急下降相关程序时的计算条件见表 3。

表 3 “成都-红原-成都”往返航线一发失效飘降和座舱释压紧急下降计算条件

航路	初始飞行高度 /ft	一发失效决断点	座舱释压决断点	飞机重量/kg	风向 风速 /kt	温度
去程	25 600	无	无	69 000	飞往 AHY 方向顶风 60	ISA + 5
回程	25 600	无	无	69 000	飞往 CTU 方向净风	ISA + 5

7.2.1 程序设计地图作业选取航路障碍物的方法

完成改航段的航路分析以及出现发动机失效后逃离航路的地形图分析是该作业的关键第一步,之后完成地形图拼接。第三步根据公布的航路数据中提供的航路点经纬度在地形图上标出航路点位置,并以航路点为圆心,25 000 m 为半径作圆。将相邻航路点连接绘制出航段,以 25 000 m 的垂直距离在航段两侧作平行线,平行线与航路点的圆相切,从而绘制出整个航段的障碍物保护区。然后在相邻的两个航路点之间依据山谷的位置将其分成若干小段。最后,从航路的保护区内罗列出所有对飞行有影响的障碍物,并最终确定出该保护区内的关键障碍物。在每一小段(两个山谷之间)读取最高障碍物,并确定障碍物至基准点的距离和海拔高度。

7.2.2 一发失效飘降程序设计

发动机失效飘降性能分析主要依据 CCAR-121-R4,其中包括 CCAR-121-R4 H 章第 121.157 条、I 章第 121.191 条和 I 章第 121.193 条的内容。影响飘降性能的主要因素包括飞机重量、巡航高度、外界大气温度、高空风、飘降速度和空调和防冰系统六个方面,如:飞机飘降过程受到飞机重量的影响,大重量条件下会导致飞机飘降净航迹偏低,升限变小,越障能力变差。以本文研究的 A319-115 机型为例,研究条件在最大连续推力、防冰关、空调开,温度 ISA + 10℃。

一发失效飘降程序设计主要包括以下几个步骤:(1)基于 1:1 000 000 地图确定航路障碍物数据和航路最低安全高度;(2)计算参数设定,包括飞行高度、航路高空风、航路温度、航路走向、假设的发动机失效点位置等;(3)制作计算机飞行计划,确定失效点飞机重量,基于步骤二计算参数,使用 SITA 公司提供的软件完成计算机飞行计划,以获取在发动

机失效点的飞机重量;(4)确定失效点飘降净航迹、基于飞行高度、航路高空风、航路温度、失效点飞机重量、空调、防冰等条件确定飘降净航迹;(5)飘降净航迹与航路最低安全高度比较,确定关键点位置;(6)确定折返点位置,当往返航段的关键点范围有重叠时,为了方便机组操作,应尽量把往返航段的决断点位置统一;(7)定义机组操作程序。介于“成都-红原-成都”往返航线距离短,飞行时间少,该航线不考虑折返点限制,由此设计得到的一发失效飘降程序,见表 4。

表 4 “成都-红原-成都”往返航线一发失效飘降程序

航路	无折返点限制
去程	飞机在 AHY-P122 之间任意一点一发失效后,沿航路就近选择飞往成都机场或者红原机场
回程	飞机在 AHY-P122 之间任意一点一发失效后,沿航路就近选择飞往成都机场或者红原机场

7.2.3 座舱释压紧急下降程序设计

本文研究的 A319-115 机型采用氧气瓶为紧急情况下的旅客氧气供给,氧气瓶供氧系统的氧气储存在货舱内相连接的氧气瓶内。每个氧气容器箱分别与多个氧气面罩相连,开始供氧后氧气的流率与座舱压力高度成正比,高度越高,流速越大,对供氧时间的计算需考虑氧气瓶的数量、氧气瓶的压力、氧气面罩使用数量、客舱压力高度、飞行剖面等多方面的因素。

客舱释压分析方法包括以下几个步骤:(1)基于 1:1 000 000 地图确定航路障碍物数据和航路最低安全高度;(2)确定飞机可使用氧气面罩数量,本文研究的标本是采用机型为 A319-115 机型执飞,旅客座位数 128 个,乘务员座位数 6 个,根据 CCAR-25-R4 的规定,氧气面罩数量是旅客座位数的 110 %,计算得知飞机需要装配 147 个氧气面罩;(3)氧气瓶压力计算,执行飞行任务的飞机改装有 6 个氧气瓶,标准大气条件下每个最大瓶压为 1 850 psi,可供旅客和乘务员使用的氧气量为 2 402 L,6 个氧气瓶合计可提供 14 412 L 的氧气,需注意的是,其中每个氧气瓶中有 169 L 的氧气是用于氧气压力调节器正常工作的,是不可使用的部分;(4)计算得出氧气面罩流率;(5)依据航路最低安全高度确定关键点至备降场的最大氧气剖面;(6)确定客舱释压决断点,进行速度优化;(7)定义机组操作程序。根

据以上七个步骤,可得到“成都-红原-成都”往返航线座舱释压紧急下降程序,见表 5。

表 5 “成都-红原-成都”往返航线座舱释压紧急下降程序

航路	无折返点限制
去程	飞机在 AHY-P122 之间任意一点发生座舱释压后,紧急下降到 21 000 ft,沿航路就近选择飞往成都机场或红原机场
回程	飞机在 AHY-P122 之间任意一点发生座舱释压后,紧急下降到 21 000 ft,沿航路就近选择飞往成都机场或红原机场

结合研究成果,得到“成都-红原-成都”往返航线采用 A319-115 机型飞行时,在“CTU-P122-AHY”航段往返绘制出一发失效飘降和座舱释压紧急下降剖面示意图,如图 8 所示。

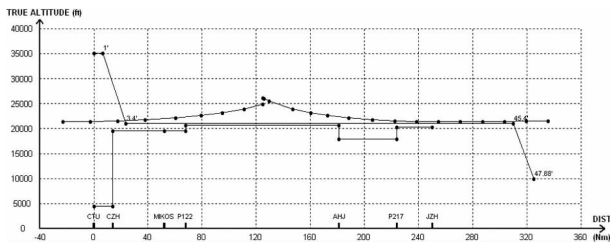


图 8 A319-115 机型“CTU-P122-AHY”一发失效飘降和座舱释压紧急下降剖面示意图

8 结论与展望

红原机场具有高原机场运行的典型特点,执行航班飞行任务的飞行机组需要严格的完成特殊资质培训和完成考核,污染跑道是红原机场冬春季签派放行的关键因素,为保障高原机场的飞行安全,在飞机上完成氧气瓶供氧方式的改装后,结合地形特点的基础上完成一发失效飘降和座舱释压紧急下降程序设计,定义机组的操作程序。

四川、西藏所处青藏高原区域内有数量较多的高原机场,加上十二五、十三五规划的顺利推进,区域内较多的新机场修建和投入使用,预计下一阶段那曲等机场也逐步完成试飞工作并投入使用,总结梳理这类机场运行热点的共性和差异之处,对安全运行高原复杂机场有积极的推广意义。

参考文献:

[1] 刘佳. 拉萨机场高原运行分析[J]. 科技资讯, 2012(36): 240, 242.

[2] 王小龙. 拉萨高原机场 PBN 运行程序及信息管理程序设计[D]. 电子科技大学, 2010.

[3] 石勇, 刘雪涛, 张序. 基于航行通告的“拉萨-北京”航班运行分析[J]. 长沙航空职业技术学院学报, 2016, 16(1): 81-86.

[4] 方祥聪, 马威. 拉萨贡嘎机场一次风切变过程特征变化及气象服务保障分析[J]. 西藏科技, 2015(7): 55-57.

[5] 张序, 杨承翌. 浅议邦达至拉萨航线的放行工作[J]. 中国民航飞行学院学报, 2012, 23(4): 27-29.

[6] 林梅, 穷达. 邦达机场两次风切变浅析及航空气象服务思考[J]. 四川气象, 2006(4): 34-35.

[7] 徐建国. 基于性能导航高原航路的安全评估[D]. 中国民用航空飞行学院, 2014.

[8] 徐海, 成永勤, 李跃春, 等. 林芝机场低空风的垂直切变特征及其对飞行安全的影响[J]. 高原山地气象研究, 2015, 35(3): 45-49.

[9] 赵宏. 林芝机场导航设备校验飞行——C560 型飞机性能分析[J]. 空中交通管理, 2006(5): 39-42.

[10] 张序, 陈琳, 周川. “北京-林芝”往返航线签派放行研究[J]. 桂林航天工业学院学报, 2018, 23(1): 142-149.

[11] 张序, 周川, 叶楠, 等. 高原航线运行控制研究: 以“成都-稻城”航线为例[J]. 民用飞机设计与研究, 2018(3): 16-22.

[12] 张序, 陈琳, 周川. 稻城亚丁航线签派放行和运行控制研究[J]. 空运商务, 2018(4): 61-65.

[13] 张序, 陈琳, 张檬檬, 等. 空客 A319-115 机型成都-稻城航线分析[J]. 管理工程师, 2013(6): 44-48.

[14] 张杰. 基于调整备份燃油上的“成都-九寨”正常性研究[J]. 长沙航空职业技术学院学报, 2016, 16(4): 44-48, 53.

[15] 张炳祥, 张序, 陈琳, 等. RNP 运行在“九寨-北京”航线上的优势研究[J]. 沈阳航空航天大学学报, 2013, 30(6): 88-92.

[16] 黄仪方, 孙树娟. 高原航线飞机颠簸出现规律的对比分析——以青藏高原与云贵高原为例[J]. 西安航空技术高等专科学校学报, 2012, 30(3): 8-14.

[17] 朱宝生. 九寨黄龙机场的新技术应用——运行条件复杂机场的出路[J]. 中国民用航空, 2012(12): 27-30.

[18] 张序, 郝帅, 周川. 日喀则机场签派放行研究[J]. 航空科学技术, 2018, 29(6): 31-36.

[19] 张序, 郝帅, 周川, 等. “成都-日喀则”往返航线运行控制研究[J]. 交通运输研究, 2018, 4(2): 50-57.

[20] 中国民用航空局. 《大型飞机公共航空运输承运人运

- 行合格审定规则》(CCAR-121-R4)[S].北京:中国民用航空局,2010.
- [21] 中国民用航空局.《航空器机场运行最低标准的制定与实施规定》(CCAR-97FS-R1)[S].北京:中国民用航空局,2001.
- [22] 中国国际航空股份有限公司运行标准部.特殊运行手册(高原部分)[Z].北京:中国国际航空股份有限公司,2017.
- [23] 中国国际航空股份有限公司运行标准部.运行规范[Z].北京:中国国际航空股份有限公司,2017.
- [24] 中国国际航空股份有限公司运行标准部.质量管理手册[Z].北京:中国国际航空股份有限公司,2017.
- [25] 张序,陈琳,周川.“北京-林芝”往返航线签派放行研究[J].桂林航天工业学院学报,2018,23(1):142-149.

作者简介

张序 男,本科,工程师。主要研究方向:高原特殊机场运行控制研究。E-mail: dispctu@126.com

周川 男,本科,助理工程师。主要研究方向:1级电子飞行包(EFB)研制。E-mail: 308589579@qq.com

俎振洲 男,研究生在读。主要研究方向:特殊航线签派研究。E-mail: 707212748@qq.com

陈琳 男,硕士,讲师。主要研究方向:签派资源管理课程再造。E-mail: 547657782@qq.com

The research of dispatch and operational control in Hongyuan Airport —the case of “Chengdu to Hongyuan” round-trip route

ZHANG Xu^{1,2*} ZHOU Chuan¹ ZU Zhenzhou³ CHEN Lin⁴

(1. Air China Limited, Chengdu 610202, China;

2. Flight Operation Institute of Professional Technics and Personnel Training, Guanghan 618307, China;

3. Civil Aviation Flight University of China, Guanghan 618307, China;

4. Civil Aviation University of China, Tianjin 300300, China)

Abstract: In order to work well on the dispatching, operation control and monitoring at high-plateau airport, the round-trip flight of Chengdu to Hongyuan was researched as sample. Through researching on aspects of Hongyuan airport's geographical environment, climate characteristics, airdrome support capability, and operation characteristics, it concluded the dispatching fuel policy of this airport. And then within the scope of the civil aviation regulations it made out the related procedures for the one-engine failure to float down and cabin depression to descent in emergency. Finally it teased out the key factors for flight safety to reach the purpose of solving difficulties on operational control. Above all, this conclusion has reference significance to the same type of airports and airlines.

Keywords: highland route high-plateau airport; dispatching; operation control; one-engine failure; cabin depression

* Corresponding author. E-mail: dispctu@126.com