

DOI: 10.19416/j.cnki.1674-9804.2018.03.004

高原航线运行控制研究:以“成都—稻城” 航线为例

The Research of Operational Control with High Altitude Airway of “Chengdu—Daocheng”

张序¹ 周川¹ 叶楠^{1,2} 陈琳³ / ZHANG Xu¹ ZHOU Chuan¹ YE Nan^{1,2} CHEN Lin³

(1. 中国国际航空股份有限公司,成都 610202; 2. 中国民航飞行学院,广汉 618307;

3. 中国民航大学,天津 300300)

(1. Air China Limited, Chengdu 610202, China; 2. Civil Aviation Flight University of China, Guanghan 618307, China; 3. Civil Aviation University of China, Tianjin 300300, China)

摘要:

以“成都—稻城”航线为案例论述了高原航线的运行特点,根据航线的实际运行,提出运行控制的建议,研究表明:1)稻城机场天气报文中17个小时为自动观测,需放行签派员与机场气象部门和场务部门联系确认发展趋势和跑道道面情况;2)受四季气象特点的限制,推广新技术和适当增加航班备份燃油等措施对航班的签派放行和运行控制有重要的作用;3)对复杂天气的评估和一发失效及客舱释压应急处置程序是高原航线运行控制的难点;4)签派员参加高原机场“全动模拟机”训练和高原机场航线实习,有助于提升高原航线运行控制能力。

关键词:高高原机场;签派放行;运行控制;飘降释压;燃油政策

中图分类号:V355

文献标识码:A

OSID:



[Abstract] Taking “Chendu-Daocheng” airway as an example and combining the unique characteristics of plateau airway, the paper gave some suggestions on operational control: 1) The weather forecast is automatic for 17 hours in Daocheng airport, so the dispatcher has to confirm the condition of runway with the airport crew all the time; 2) Limited by the weather, the new technology and more extra fuel play important roles in the safety of dispatch and operational control; 3) The evaluation of complex weather and the emergency procedure of one-engine failure and cabin decompression are the key point in the situation; 4) It will be helpful for the dispatcher to improve the ability, when he operates the flight by simulator training and practicing.

[Keywords] high plateau airport; dispatching; operation control; drift-down and depressurization; fuel policy

0 引言

稻城/亚丁机场(以下简称稻城机场)位于甘孜藏族自治州稻城县北部桑堆乡海子山,海拔高度4 411m,是世界上海拔最高的民用机场。2012年11月23日国航西南分公司A319-115机型完成机场的验证试飞,2013年9月16日国航西南分公司成功载客首航稻城机场。作为全球海拔最高的民航机

场,稻城机场具有所有高原机场都有的气候条件恶劣和地理环境复杂的特点,机场海拔高,飞机性能和业载受到极大限制。查阅前期文献发现针对高高原机场中的拉萨^[1]、邦达^[2]、林芝^[3]、九寨沟^[4]和康定^[5]等机场都有运行方面的论证和研究,而对于稻城机场除了笔者于2013年12月做的航线分析^[6]以外,还没有其他方面的相关研究,故开展稻城航线签派放行的研究在安全运行方面具有重要借鉴意义。

1 稻城机场简介

稻城机场是民用4C级机场,可提供使用的停机位有四个,航空器在稻城机场进近过程采用的方式为仪表飞行规则(Instrument Flight Rules,以下简称IFR)和目视飞行规则(Visual Flight Rules,以下简称VFR),机场具备飞机的防冰/除冰能力。气象方面稻城机场可提供航空例行天气报告(Meteorological Terminal Aviation Routine Weather Report,以下简称METAR)和终端机场天气预报(Terminal Aerodrome Forecasts,以下简称TAF),每天北京时间4时拍发第一份METAR报,4时6分左右拍发第一份TAF报,正常情况下,机场在北京时间10时拍发当天的最后一份METAR报,之后转为仪器的自动观测报文,每天有17h为自动观测报文。

2 高原航线的概念及其运行特点

海拔高度在1500m(4922ft,1ft≈0.3m)及以上,但低于2438m(8000ft)的机场定义为高原机场;海拔高度在2438m(8000ft)及以上的机场定义为高高原机场;高原航线是指航路上包含有最低安全高度在4300m(14000ft)及以上的航段的航线。高原航线的运行具备以下五个特点。

1) 航路安全高度高,对飞机性能要求高

高原航线运行受地形影响航路最低安全高度高,以拉萨航线为例,在昌都以东的航路安全高度为6336m,昌都以西为7470m,飞机在航路上发生发动机失效后飞机的飘降性能和客舱释压后飞机的供氧性能都必须满足高原航线飞行的特殊要求,飞机的维护标准需根据高原运行的要求特别制定。

2) 航路天气复杂,飞行限制多

西部高原航线因受西南暖湿气流和西风急流影响,云系多、雨量充沛,云中雷暴和结冰现象明显,空气对流强烈导致空中颠簸强烈,高空急流常常伴有中度以上的颠簸,而气象雷达受航路地形回波的影响,反射波干扰大,影响飞行人员对实际天气情况的判断,增加绕飞难度。高原航线受地形影响和空管在飞行高度、飞行间隔、绕飞距离等方面的特殊限制,飞行运行面临更多的困难。

3) 通讯导航设施少,有效工作范围受限

高原航线主要在山区飞行,航路上的无线电通讯干扰大、信号弱,时常出现杂音或者失真,通讯较为困

难,经常需通过中转台、插转台、飞机之间相互转报,或通过高频通讯等方式与地面管制取得联系。高原航线上导航设备较少,指示误差较大。航站区域内的导航设备由于地形影响会出现信号屏蔽或假信号现象。

4) 特殊情况的处置程序复杂

高原航线飞行中若遇到发动机失效,飞机往往需要实施飘降程序。在实施飘降时,需根据飞机与航路发动机失效折返点的位置关系,做出改航、返航或继续飞向指定机场的决定。当飞机因客舱释压紧急下降高度时,飞行人员需根据不同航线特点执行对应的航线客舱释压应急操作程序。

5) 航路备降机场少,运行控制难度大

某些高原航线在起飞机场和目的地机场之间可供使用的备降机场很少,对于某些机型甚至没有备降机场,在运行时往往使用起飞机场作为其备降机场;签派放行时还经常受备降机场天气因素的制约,运行控制难度较大。运行中当发生特殊情况(如失火)要求飞机尽快着陆时,机组决策和处置的难度非常大。

3 “成都—稻城”航线签派放行的难点

作为目前全球海拔最高的机场,稻城机场具备了高原复杂机场所有的特点,在运行难点方面需要考虑:高高原机场地形复杂、航路安全高度高、可用备降机场少、机场净空环境差、飞机性能衰减、气象条件复杂多变、设备工作受限、保障能力不足、运行控制难度大、特殊情况处置困难等诸多特点。

4 本文研究的案例和方法

本研究以中国国际航空股份有限公司(以下简称国航)西南分公司A319-115机型执行“成都—稻城”往返航线为案例,根据《大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则》(CCAR-121-R4)^[7]国内燃油政策规定,确定出这条航线的油量组成,结合四川盆地和高高原机场的四季气象特点,根据《中国国际航空公司运行手册》(以下简称《运行手册》)和《中国国际航空公司运行规范》(以下简称《运行规范》)的相关条款,结合中国国际航空股份有限公司指挥控制系统(System Operations Center,以下简称SOC)DM模块为签派放行评估的操作平台,讨论出不同天气条件下的签派放行关键点以及航班安全飞行运行控制的风险点。

4.1 局方规章的要求

完整的飞行计划,飞行过程中对燃油的合理使

用、有效控制和管理,都是燃油管理的基础,也是对燃油政策的正确执行,作为定期载客的航班燃油需满足以下要求:飞往被签派的目的地机场;此后,按照规定需要备降机场的,飞往目的地机场的最远的备降机场并着陆;最后完成上述飞行后,还能以正常巡航消耗率飞行 45 min。

4.2 中国国际航空股份有限公司 SOC 系统 DM 模块

中国国际航空股份有限公司签派放行平台 SOC 系统 DM 模块,在其中完成机组信息、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,“成都 (CTU)—稻城 (MYD)”航线的签派放行界面如图 1 所示。

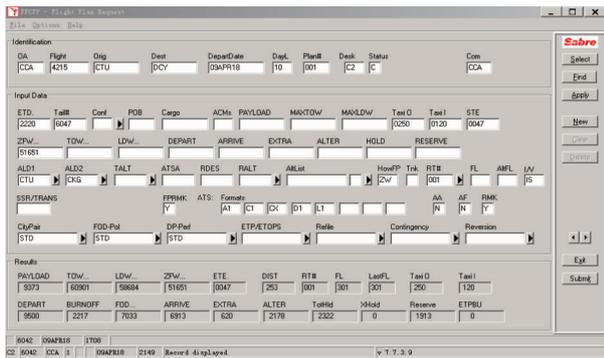


图 1 “成都—稻城”航班签派放行模块示意图

从图 1 中可看出,当天从成都飞往稻城的 CA4215 航班的预计起飞时刻在世界协调时 22:20,飞机的无油重量为 51 651 kg,在签派放行过程中航班的第一备降场选择成都,第二备降场选择重庆。

4.3 中国国际航空股份有限公司手册的条款要求

在《运行手册》中国航专门对高高原机场运行进行了要求,总的来说就是:制定特殊运行政策和程序,保证飞机的特殊适航要求、维修和放行标准、性能限制和通信要求;保证运行人员的特殊训练资格和运行经历要求,做好飞行机组遴选和派遣;结合起飞一发失效应急程序、航路一发失效飘降程序、客舱释压处置程序、充分利用基于性能的导航 (Performance Based Navigation, 以下简称 PBN)、卫星通信等技术,实施有效运行控制,实现安全飞行目标。

1) 机组资质要求

中国国际航空股份有限公司《运行规范》C0003 章节中“需特殊机长资格的机场”条款的规定,对执行稻城之类高高原机场的机组做了以下六点要求:(1)一套机组至少配备三名驾驶员;(2)在高高原机

场执行航班任务的机长年龄不超过 60 周岁;(3)在高高原机场运行的飞行员必须完成大纲规定的训练并经检查合格;(4)在高高原机场运行的机长近期经历符合特殊机场运行要求,如林芝机场就要求双机长飞行,并且机长的本机机型机长的经历时间不少于 500 h,起飞、离场和进近、着陆时,必须双机长在座,带队机长必须有其他机场所需导航性能 (Required Navigation Performance, 以下简称 RNP) 程序 5 次以上的运行经历,并且在 3 个日历月内作为机组成员在驾驶舱内进行过该机场一起起飞、离场和进近、着陆,方可作为机长执行任务;(5)运行机场同时实施其他特殊运行,飞行员应获得相应的特殊运行的资格要求,如林芝机长同时运行 RNP AR,机组需根据相关要求具备 RNP AR 的运行资格;(6)在高高原机场运行的机组成员必须身体健康,符合高高原机场运行机组成员医学放行标准,如国航在执行稻城航线前,机组都需要完成血压、酒精含量等相关测试。

2) 机场运行标准

稻城机场运行的航空器均为 C 类,机场不具备低能见度起飞程序和 II 类飞行程序,从机场对外公布并使用的标准仪表进近图和机场图得到稻城机场的起降标准如表 1 所示。

表 1 稻城机场常用跑道起降标准 (单位:m)

跑道号	运行方式	使用航图	飞机类别	标准
16	VOR/DME	仪表进近图	C 类	VIS:2 300, DH:141
	盘旋	仪表进近图	C 类	VIS:5 000, MDH:439
	RNAV (GNSS)	仪表进近图	C 类	VIS:2 300, MDH:139
	ILS/DME	仪表进近图	C 类	RVR/VIS:550/800, DH:60
	GP INOP	仪表进近图	C 类	VIS:3 400, MDH:219
	VOR/DME	仪表进近图	C 类	VIS:4 700, MDH:289
34	RNAV (GNSS)	仪表进近图	C 类	VIS:1 400, MDH:120
	盘旋	仪表进近图	C 类	VIS:5 000, MDH:439
	跑道边灯	机场图	C 类	VIS:800
16	无灯(白天)	机场图	C 类	VIS:800
	跑道边灯	机场图	C 类	VIS:1 600
34	无灯(白天)	机场图	C 类	VIS:1 600

注:VOR, Very High Frequency Omnidirectional Range,甚高频全向信标系统;DME, Distance Measure Equipment,测距仪;VIS, Visual Identity System,视觉识别系统;DH, Decision Height,决断高;MDH, Minimum Decision Height,最低下降高;ILS, Instrument Landing System,仪表着陆系统;GP, Glide Slope,下滑信标;RNAV, Regional Area Navigation,区域导航;GNSS, Global Navigation Satellite System,全球导航卫星系统

3) 航空器的相关要求

中国国际航空股份有限公司对实施高高原机场运行的航空器做了如下规定:(1)在《飞机飞行手册》(以下简称《飞行手册》)中明确规定了飞机的起降包限、飞机座舱增压系统和氧气系统、通讯导航设备都必须满足高高原机场和高原航线运行的要求;(2)飞机在海拔高度超过3 600 m的高高原机场运行时,需要在飞机上加装12个灌充好的额外手提式氧气瓶供机组使用;(3)对于执行非高高原机场但是高原航线的航班,进行氧气勤务工作时,不能低于飘降释压程序相关业务中氧气压力的最低放行要求;(4)最低设备清单(Minimum Equipment List,以下简称MEL)中所需的航空器设备项依据《运行规范》D0003章“航空器清单”的要求展开航空器改装,并获局方批准;(5)飞机的维护工作依据《运行规范》D0027章“特殊运行航空器的维护”条款的程序/标准的要求。

5 航线的燃油政策及航线油量确定

根据CCAR-121-R4规定,“成都—稻城”航线的油量组成有以下六个部分:(1)滑行耗油。A319-115机型在成都机场地面滑行耗油为250 kg。(2)主航段耗油量。这部分燃油包括航班在“成都—稻城”航段用于起飞、爬升到巡航高度、巡航、下降及进近并着陆使用的燃油量,50 min左右的航程共消耗燃油2 434 kg。(3)备降油量。从稻城机场飞往最远备降重庆机场的油量,包括在目的地机场稻城复飞、爬升、保持远程巡航速度巡航、下降至最远备降重庆机场,在重庆机场进近和着陆的油量,备降过程飞行高度29 100 ft,飞行时间40 min,耗油1 802 kg。(4)等待油量。飞行到达最远备降重庆机场上空后,还能以正常巡航消耗率飞行45 min的油量,预计需要2 103 kg的燃油。(5)航线机动油量(额外燃油)。用于不能按飞行计划的巡航高度或航迹飞行而产生的变更,预报高空风值的偏差,或

其他航线飞行所无法预料的情况增加的机动燃油,这部分燃油按照国航的手册要求累计准备720 kg。(6)其他燃油。因为该航班在稻城机场不考虑提供加油服务,为保证航班能符合稻城回成都的燃油政策,航班要保留20 153 kg的备份燃油。最终航班从成都起飞的燃油确定为9 500 kg。

6 “成都—稻城”航线签派放行要点研究

6.1 气象方面

冬季,稻城机场要重点关注到两个方面,一是冬季的降雪天气和低温造成的污染跑道情况,另一个是在自动观测的17个小时中,大量的气象数据不准确,特别是在夜间,机场航班结束后工作人员较少,对机场受积冰、积雪等情况造成的跑道污染情况不明确。因此在冬季的签派放行过程中,航空公司的签派员要关注稻城机场前一日最后一份气象报文,并结合当日第一份气象报文,如果两个关键时间点出现温度与露点温度接近或有降水、降雪的情况,则需要分别同稻城机场的气象部门和场务部门联系,确认机场是否有明显的降水、降雪情况,及降水降雪持续的时长,并向机场场务部门明确跑道是否有积冰、积雪的情况出现。春季是签派员最容易出现麻痹大意的季节,春季清晨成都机场气温为5℃~10℃,而稻城机场的气温在-10℃以下,两地温差可能超过20℃,签派员在身体的舒适情况下会对稻城机场低温条件下的降水天气敏感程度降低,需要放行签派员重点关注低温天气可能造成的机场跑道道面污染的情况。夏季,由于太阳辐射和向阳、背阳地形受热不均匀,地形热力效应差异显著,空气对流强烈,加上山地波影响,较易形成乱流、颠簸、雷雨等复杂天气,其范围宽、高度高、强度大,而气象雷达受地形回波反射干扰大,绕飞难度较大;风向、风速受周围地形影响极不稳定,容易形成紊流。五边进近中风向风速突变形成的乱流和风切变现象也比较明显,多出现雷暴、风切变等现象。秋季,对于稻城机场来说是一个最适航的季节,此时参考的重点则是处于四川盆地具有典型秋雾特点的成都机场^[8],成都机场是航线的起飞机场,如果执飞机组不满足II类飞行资质,航班的回程会因不满足运行标准而不能起飞,一般都是推迟航班在成都机场的起飞时刻,时间安排在成都机场能见度好转到满足落地标准之后。

修正海平面气压是稻城机场签派放行工作中需

要关注的另一个重点。签派员在一年四季都需要关注修正海平面气压 1.013×10^5 Pa 的限制,由于受性能包限的影响,当稻城机场 METAR 报所示的修正海平面气压低于这个数值时,绝不能签派放行航班。

6.2 一发失效和座舱释压程序

当飞机在飞行过程中发生发动机空中停车时,剩余发动机的推力不足以维持适当的巡航速度和平衡阻力,机组在空中将下降飞行至一个合适的高度层,以便于飞机能够及时地改平飞行。同时,在高原地区飞行时,受航路安全高度因素的限制,无法下降到太低的高度层飞行,这就要求航空公司必须制定出飞机在高原机场飞行过程中出现发动机失效的飘降应急处置程序。航空公司在运行高原复杂机场航线时,必须评估飞机在高原航线运行时最不利情况发生客舱释压后是否能够下降到海拔高度 3 000 m(不需要使用机载氧气系统为人体供氧的高度)或以下,以确保飞机在飞至适宜的机场着陆的过程中机载氧气能够满足旅客供氧要求,保证旅客的生命安全^[9]。

经过性能软件的设计,“成都—稻城”航线航班飞行的航路为:CTU CZH B213 KAMAX J555 KDJ J115 MYD。受地形的影响,程序设计的预案确认在 CTU-MYD 航段展开研究,一发失效飘降预案为 CTU-MYD 航段(往返)发生一发失效,均无折返点限制。处置程序为飞机在 CTU-MYD 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稻城机场(紧急情况下,也可飞往迪庆机场)。座舱释压紧急下降预案:在 CTU-MYD 航段(往返)发生座舱释压,均无折返点限制。处置程序:飞机在 CTU-MYD 之间任意一点发生座舱释压后,紧急下降到 22 000 ft,沿航路就近选择飞往成都机场或稻城机场后(紧急情况下,也可飞往迪庆机场),再紧急下降至起始进近定位点(Initial Approach Fix,以下简称 IAF),具体操作如图 2 所示。

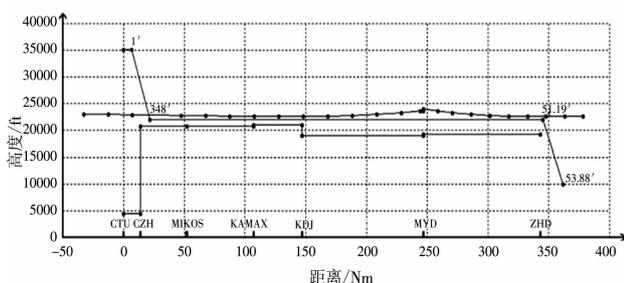


图 2 A319-115 机型 CTU-MYD 航段一发失效飘降和座舱释压紧急下降剖面示意图

本文 A319-115 机型 CTU-MYD 航段一发失效飘降和座舱释压紧急下降计算条件设定为:航路安全高度 = 地形高度 + 2 000 ft。一发失效飘降计算基于初始飞行高度最低限制 23 600 ft,无折返点,飞机重量 65 000 kg,净航迹,绿点速度,飞往 MYD 方向顶风 71 kt,飞往 CTU 方向净风,ISA + 5。座舱释压紧急下降剖面计算基于氧气瓶放行压力 1 600 psi,初始飞行高度 35 100 ft,紧急下降到 22 000 ft,就近飞到成都机场、稻城机场或迪庆机场再紧急下降到起始进近定位点(IAF)。

7 该航线签派放行中的建议

1) 秋、冬季节增加 II 类飞行和低能见度起飞资质机组的排班率。

秋、冬季成都机场容易出现辐射雾,稻城机场回成都机场航班的签派放行工作受影响较大,在这个时间里提高 II 类飞行资质机组的排班率。成都机场是全国最早实现 II 类飞行程序的机场之一,将机场原有的能见度 800 m、决断高 60 m 的着陆标准降低到跑道视程 300 m、决断高 30 m。如果采用低能见度起飞程序,白天无灯情况下能见度 500 m 的起飞标准,可以降低到 C 类飞机能见度 200 m,飞行顺畅性大大加强,这样就可以在安全的基础上提高往返航班的正常性和安全裕度。

2) 签派放行前加强与机场相关部门的信息沟通。

稻城机场有 17 h 的气象报文是由系统自动观测后发出,签派员需要与气象部门确认自动观测期间天气的实际情况或者与稻城场务部门沟通了解跑道的污染状况。特别是在机场航班时刻影响下,机场工作人员对受跑道污染造成跑道关闭情况的航行通告可能会在北京时间 6 时左右发布,签派员必须持续关注机场通告的发布进程,果断地做出运行处置。

3) 适当增加成都机场的起飞燃油也是一种安全的保障措施。

稻城机场回程航班采用的是落地剩油的放行模式进行航班的签派放行,从 CCAR-121-R4 第 121.659、第 121.660 和第 121.663 条款的相关要求可知,如果飞机落地剩油较少就会导致回程目的地机场的最远备降场距离偏近,在成都机场附近可作为备降场使用的机场如表 2 所示:

表2 成都机场周边可用备降场情况汇总

机场	与成都机场 航线距离/km	机场 等级	可用停机位 数量/个	可否 夜航
贵阳/ 龙洞堡	442	4E类	54	是
重庆/ 江北	26	4F类	184	是
南宁/ 吴圩	980	4E类	149	是
绵阳/ 南郊	129	4D类	11	是
西安/ 咸阳	481	4F类	114	是
兰州/ 中川	577	4E类	48	是

常规情况下,航班签派放行选择的备降机场多为重庆,因为绵阳机场和成都机场的距离较近,很容易在一个天气系统中,成都机场天气条件较差时,绵阳机场也不会乐观,这种情况最大的风险就是一旦重庆机场天气条件转差,就没有可用备降场选择了。因此,在不影响载量和结构、性能等方面限制的条件下,在成都起飞时适当增加备份燃油,回程航班的可用起飞油量就会增加,可供选择的最远备降场距离也会增加,可选备降场的范围就变大了。那么,即使航班起飞后重庆天气转差,航班也具备充足的油量为空中航班更改备降场提供多种可选择的预案,安全裕度大大提升。

4)将“全动模拟机训练”作为切入点,加强签派员实践认知。

根据局方关于《航空承运人飞行签派员资质管理标准》^[10]和国航相关的文件要求,国航于2013年1月开始正式实施飞行签派员全动模拟机训练,主要目的是为了“在全动模拟机上通过操纵飞机熟悉起落航线飞行,加深对飞行理论知识的理解,学会与飞行机组共享情境意识,提高协同决策能力”,签派员在全动模拟机的训练过程中加强对高原机场颠簸、低云方面的训练和观摩,可以让签派员在以后的签派放行工作中得到更为直观的情景意识。全动模拟机训练从签派员毕业进入公司开始,每年完成一次规定时间的训练任务。培训分为两个部分,第一个部分是在进入公司的新雇员培训巩固阶段,第二部分是在签派员较为成熟以后到实际运行控制机场

模拟机飞行的提高阶段。经过全动模拟机训练的签派员,特别是提高阶段的签派员,理论和实践的经历都比较丰富,通过观摩全动模拟机飞行,签派员对高原复杂机场的运行控制能力将大幅提升。

5)加大高原机场航线实习力度。

大多数航空公司具备高原复杂机场放行资质的签派员至少需要在运控中心相关岗位工作5年以上,此时签派员具备一定的航班运行控制经验,在岗位实践过程中也感受到高原复杂机场气象多变的特点。签派员可以借助航线实习的方式,到这些机场进行实地考察,学习相关机场特点,如国航有九寨营业部、西藏分公司这样的资源,可以让签派员轮流到该机场体验运行特点,对影响飞行安全的重要环节实地观测,比对之前统计数据与实际情况的符合程度和差距,从实际操作上把握好放行关键点。

8 结论

稻城机场作为目前全球海拔最高的民用机场,该航线的运行具备高原航线的所有特点,航空公司在运行控制过程中要重点关注复杂多变的天气和空中飞行一发失效、座舱释压的应急处置程序,将“全动模拟机”训练和高原机场航线实习引入到日常签派员培训过程,有助于大幅提升公司在高原航线方面的运行控制能力,具有很好的推广意义。

参考文献:

- [1] 张序,郝帅,黄宇丰,等.成都-拉萨高原航线单发飘降程序的优化分析[J].沈阳航空航天大学学报,2012,29(4):79-87.
- [2] 文闻,张序,杨承翌.不提供加油服务高原机场运行控制研究[J].长沙航空职业技术学院学报,2014,14(4):63-68.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 谭亨.康定机场旅客服务质量改进对策研究[D].成都:西南财经大学,2009.
- [6] 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.
- [7] 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,2016.

- [8] 沈宏彬,宋静. 成都双流机场能见度气候特征及气象相关性分析[J]. 成都信息工程学院学报,2013,28(6):672-676.
- [9] 陈琳,张序,刘雪涛,等. 成都—拉萨高原航线飘降和客舱释压问题分析[J]. 中国民航大学学报,2013,31(2):40-45.
- [10] 中国民用航空局. 航空承运人飞行签派员资质管理标准:AC-121-FS-2011-43[S]. 北京:中国民用航空局,2011.

作者简介

张序 男,本科,工程师。主要研究方向:高原航线运行控制和签派资源管理研究。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)运用。E-mail:308589579@qq.com

叶楠 男,硕士研究生在读。主要研究方向:驾驶舱资源管理、飞行中人的因素。E-mail:243207232@qq.com

陈琳 男,讲师。主要研究方向:签派慕课课程再造。E-mail:547657782@qq.com