

## 22 分钟化学氧气在乌鲁木齐高原航段的应用

张 序<sup>1a,1b</sup>, 黄宇丰<sup>1a</sup>, 陈 琳<sup>2</sup>, 周 川<sup>1a</sup>, 谭 力<sup>3</sup>, 侯 勇<sup>3</sup>, 陈 彬<sup>3</sup>

(1. 中国国际航空股份有限公司 a. 运行控制中心西南分控中心; b. 培训部西南分部, 成都 610202;

2. 中国民用航空大学 空中交通管理学院, 天津 300300;

3. 中国国际航空股份有限公司西南分公司 成都飞行部, 成都 610202)

**摘要:** 对国航在西南区域执行乌鲁木齐航线一般高原航线和平原航线进行了对比和分析, 总结氧气改装以后运行一般高原航段乌鲁木齐航线的优势, 并分析目前国航机组在执行一般高原航段运行过程中申请直飞 X18 航路的优势所在, 最后以国航某日航班实际的运行情况为案例, 着重分析了 22 分钟化学氧气系统飞机在乌鲁木齐航线高原航段运行的运行控制方式。

**关键词:** 化学氧气; 座舱释压; 高原航线; 运行控制

**中图分类号:** V355 **文献标志码:** A

**doi:** 10.3969/j.issn.2095-1248.2015.02.017

### The application of 22-minute chemical oxygen supply upon the plateau route to ZWWW

ZHANG Xu<sup>1a,1b</sup>, HUANG Yu-feng<sup>1a</sup>, CHEN Lin<sup>2</sup>, ZHOU Chuan<sup>1a</sup>, TAN Li<sup>3</sup>, HOU Yong<sup>3</sup>, CHEN Bin<sup>3</sup>

(1a. Southwest Sub-control Center, Operation Control Center, 1b. Training Department of Southwest, Air China Limited, Chengdu 610202, China; 2. Air Traffic Management College, Civil Aviation University of China, Tianjin 300300, China;

3. Chengdu Flying Department, Southwest Branch, Air China Limited, Chengdu 610202, China)

**Abstract:** This thesis makes an analysis on the schedule flights whose destination is ZWWW from Air China Southwest, and then, takes a comparison between the plateau route segment and the plain part, finds the advantages of operating plateau-leg in Urumqi airline with the aircraft equipped with a 22-minute chemical oxygen system and applying for the X18 route for the normal airlines. Finally with the case study of a certain day's operation of Air China, the paper analyzes the plateau-leg operation control of Urumchi airlines by aircraft with a 22-minute chemical oxygen system.

**Key words:** chemical oxygen; cabin decompression; plateau airlines; operation control

我国西部地区 and 西北部地区分布了大量的山脉, 部分山脉的海拔高度超过 4 000 m。如果按照一般的飞机氧气供氧, 这些航线在执行过程中将

无法满足座舱释压情况下的紧急下降高度, 必须选择绕飞其他区域满足相关的需求。部分公司在成功运行了西部的高原复杂机场后, 将以前高原

收稿日期: 2014-08-02

基金项目: 天津市高等教育学会“十二五”教育科学规划研究课题(项目编号: 125y065); 中国国际航空股份有限公司西南分公司 2015 年科技创新课题(项目编号: 2014-409-10)

作者简介: 张序(1982-), 男, 四川简阳人, 助理工程师, 主要研究方向: 航班的运行控制与精细化放行、驾驶舱资源管理, E-mail: dispcu@126.com。

机场运行的方式运用到高原航线的运行,最明显的就是成都—乌鲁木齐航线。在前期文献中,在气象方面杨洪儒就“乌鲁木齐机场大雾近 36 年出现时间的分布特征及不均匀性”进行了较为详细的分析<sup>[1]</sup>,张利平和胡建军分别就乌鲁木齐机场的强雷暴<sup>[2]</sup>和强沙尘<sup>[3]</sup>天气进行了分析。在管制方面兰青就“乌鲁木齐管制区雷达监控条件下的程序管制”<sup>[4]</sup>进行了论述,陈建伟就“区域导航技术在乌鲁木齐机场的应用”<sup>[5]</sup>进行了研究,姜江则在“乌鲁木齐机场雷暴的特点与飞行管制”<sup>[6]</sup>一文中将乌鲁木齐分管制程序进行了分析。在机场经济方面,秦华亮通过建模的形式完成了论文“模型预测新疆乌鲁木齐地窝堡国际机场客流的方法和效果分析”<sup>[7]</sup>,赵丽莉则在“南航乌鲁木齐航空中转旅客资源开发战略探析”<sup>[8]</sup>一文中分析了机场在中转旅客方面的经济性和战略发展。但是,综合来看针对乌鲁木齐航线签派放行和监控方面的研究基本为空白,本文就是针对供氧方面的特点对乌鲁木齐航线的签派放行进行的研究。乌鲁木齐航线分为平原运行的北线和高原航线的南线,本文就该特点做出较为详细分析和解读。

## 1 高原航线的定义及特点

### 1.1 高原航线的定义

中国国际航空股份有限公司对高原航段的定义是指航路最低安全高度在 4 300 m (14 000 ft) 及以上的航段;高原航线是指包含高原航段的航线<sup>[9]</sup>。

### 1.2 高原航线的特点

#### 1.2.1 航路安全高度高、对飞机性能要求高

高原航线运行因受地形影响造成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 6 336 m,昌都以西为 7 470 m,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能力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。

#### 1.2.2 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,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,影响了飞行人员对实际天气情况的判断,增加了绕飞难度。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,也给飞机运行带来更多的困难。

#### 1.2.3 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。

#### 1.2.4 特殊情况的处置程序复杂

在高原航线飞行中如果发动机失效,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。

#### 1.2.5 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:失火等,要求飞机尽快着陆时,机组决策和处置的难度非常大。

## 2 高原航路飞行操作的总体要求

针对多山地地形,在涉及航路通常使用飞越山区的最小越障余度(MOC),并在 AIP 中说明,但在没有可用资料的地方,可使用表 1 的余度,如果选择的巡航高度或飞行高度是在接近计算的最低安全高度,最大标高超过 900 m (3 000 ft) 的地形距飞机在 19 km (10 nmi) 以内。针对终端区,强风与多山地地形相结合,由于白努力影响能产生

大气压的本地变化,特别发生在风向横穿山脊和山梁,进行正确的计算是不可能的,但是理论研究已经表明高度表误差如表 1 所示(机长判断地形、风向和风速的结合是否需要对其进行修正)。

表 1 多山地区的余度

多山地区余度		
单位	地形变化	最小越障余度 MOC
标准	标高在 900 m 至 1 500 m 之间	450 m
	标高在 1 500 m 以上	600 m
非标准	标高在 3 000 ft 至 5 000 ft 以上	1 476 ft
	标高在 5 000 ft 以上	1 969 ft
由于风速影响的高度表误差		
单位	风速	高度误差
标准	37 km/h	17 m
	74 km/h	62 m
	111 km/h	139 m
	148 km/h	247 m
非标准	20 nmi/h	53 ft
	40 kt nmi/h	201 ft
	60 kt nmi/h	455 ft
	82 kt nmi/h	812 ft

3 22 分钟化学氧气系统飞机的乌鲁木齐航线分析

3.1 成都出港乌鲁木齐平原航线分析

根据航班运行过程中实际监控的运行轨迹,可以看到,成都-乌鲁木齐航班使用平原航线飞行的航路为“ZUUU JTG B330 GOBIN W66 NUKTI B215 HMI W99 FKG B215 URC”,这样的运行过程,飞机不需要 22 min 的氧气改装就可以满足航班在座舱释压过程中的需求。

3.2 成都出港乌鲁木齐高原航段分析

根据航班运行过程中实际监控的运行轨迹,可以看到,成都-乌鲁木齐航班使用高原航线飞行的航路为“ZUUU JTG B330 XIXAN W565 ZGC H137 ELBAD G470 QTV W99 FKG B215 URC”,通过表 2 分析,航班受到高原山脉的影响,航班实际运行过程中需要考虑到座舱释压的飘降程序<sup>[10]</sup>,因此需要考虑飞机的氧气改装。根据氧气配量进行座舱释压分析,制作座舱释压预案,若不能制作出释压预案,则需考虑增加氧气量,考虑飞机的氧气改装。根据实际航路,乌鲁木齐航线受到山脉影响的航段在“XIXAN W565 ZGC H137 ELBAD”,具体情况如表 2 所示。

表 2 乌鲁木齐航线受山脉影响情况汇总

航路点	XIXAN	ZGC	ELBAD	DNH	IPMUN	QTV	URC
所经航路	H14	W565	H137	G470	G470	W99	W99
最低安全高 3 094 m	6 081 m	6 081 m	4 248 m	4 248 m			
航段情况			高原航段	高原航段			

在正常情况下,A320 客机从 11 600 m 巡航高度下降至 4 000 m 以下安全高度,机舱内压力和氧气恢复正常,需要约 19 min 的时间<sup>[11]</sup>。而此时飞机的位置一般处于山区,地理条件复杂,航线最低安全高度是 7 026 m,且超出了雷达覆盖范围,一举一动都得依据传统的程序管制手段。因此,乌鲁木齐航班在此情况下更多地采取了改航的方案,在航路上不同坐标位置采取不同的决断点和不同的改航备降方式<sup>[12-13]</sup>,如图 1 所示。

采用阶梯障碍物筛选法确定航线上的关键障碍物,将飞机飘降性能数据剖面与障碍物高度进行比较,移动一发失效点,并根据不同位置飞机的实际重量迭代计算,确定精确的决策关键点,并给出飞行机组可操作的飘降程序<sup>[14-15]</sup>,因此,本文所涉及到的乌鲁木齐的座舱释压的紧急下降的剖面图如图 2 所示。

将图 3 的简化为表格说明如表 3 所示。

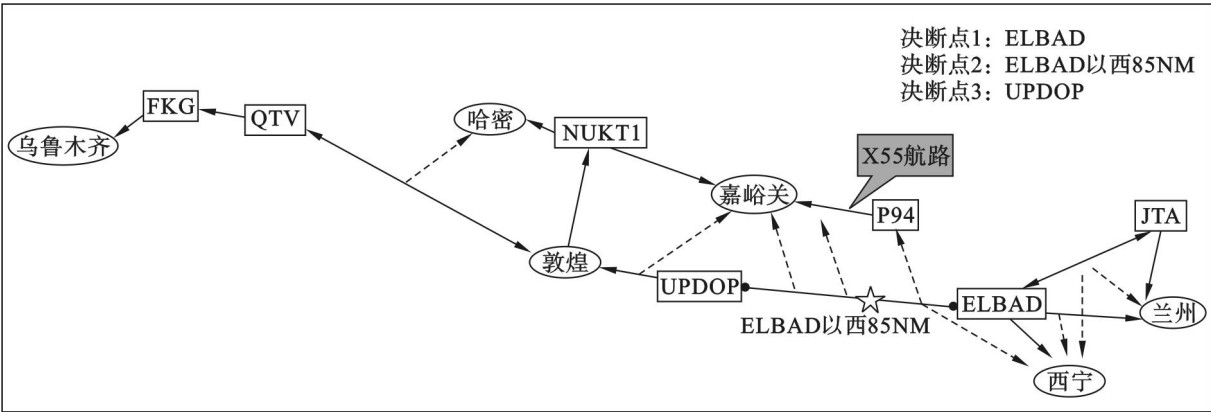


图 1 空客飞机 22 分钟供氧乌鲁木齐航线改航示意图

表 3 A320 机型(国航西南分公司 22 分钟化学氧气系统飞机) 乌鲁木齐航线高原航段客舱释压供氧程序

航段	客舱释压供氧程序	备降场
JTA – ELBAD	紧急下降到航路最低安全高度,沿航路视机型和剩余燃油情况选择飞往兰州、银川或西宁机场;或视机型选择紧急下降到 20000FT 或“网格最低安全高度”, 向南撤离原航路,并保持该高度直接飞向兰州或西宁机场。	兰州、西宁、银川
ZGC – DNH 方案 1	ZGC – ELBAD 以西 156NM;紧急下降到航路最低安全高度,沿航路视机型和剩余燃油情况选择飞往兰州、银川或西宁机场;	兰州、银川、西宁
决断点;ELBAD 以西 156NM	ELBAD 以西 156NM – DNH;紧急下降到航路最低安全高度,沿航路视机型和剩余燃油情况选择飞往敦煌、嘉峪关、哈密或乌鲁木齐机场。	敦煌、哈密、嘉峪关、乌鲁木齐
ZGC – DNH 方案 2 (向北撤离)	ZGC – DNH;紧急下降到“网格最低安全高度”,向北撤离到 X55 或 X19 航路,再紧急下降到航路最低安全高度,沿航路视机型和剩余燃油情况选择飞往嘉峪关、敦煌、哈密、乌鲁木齐、兰州或银川机场。	敦煌、哈密、嘉峪关、乌鲁木齐

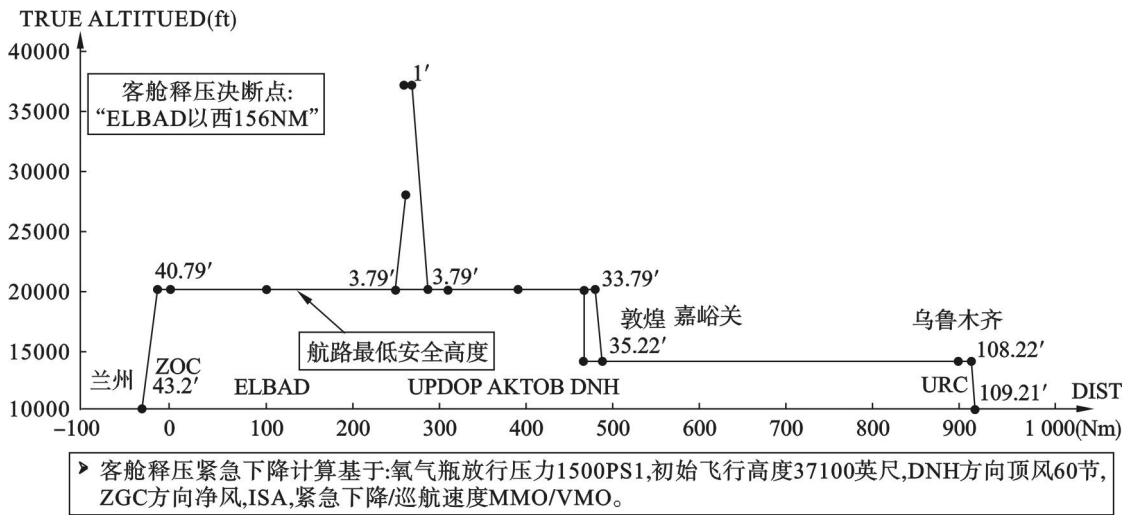


图 2 22 分钟供氧系统飞机乌鲁木齐航线高原航段客舱失压紧急下降剖面示意图

3.3 成都出港乌鲁木齐航线对比分析

经分析后,将乌鲁木齐航班南北线进行航路重叠以后可以明显看出南线虽然受到了山脉的影

响,但是从航路距离上来看明显缩短,节约了飞行时间和实际的油量消耗,该部分的对比详细数据如表 4 所示。



表 4 A320 机型(国航西南分公司 22 分钟化学氧气系统飞机)执行成都出港乌鲁木齐平原航线和高原航段对比分析

航线	备降场	夏秋航季加油/kg	夏秋航季耗油/kg	冬春航季加油/kg	冬春航季耗油/kg	航向
CTU - URC	DNH	14 690	8 960	14 910	9 180	南线
		15 490	9 750	15 730	10 000	北线
	对比	夏秋季节约空中耗油 790 kg,实际节约 4 740 元;冬春季节约空中耗油 820 kg,实际节约 4 920 元。				
	KRL	13 370	8 960	13 590	9 180	南线
		14 160	9 750	14 400	10 000	北线
	对比	夏秋季节约空中耗油 790 kg,实际节约 4 740 元;冬春季节约空中耗油 820 kg,实际节约 4 920 元。				
	TLQ	13 370	8 960	13 590	9 180	南线
		14 160	9 750	14 400	10 000	北线
	对比	夏秋季节约空中耗油 790 kg,实际节约 4 740 元;冬春季节约空中耗油 820 kg,实际节约 4 920 元。				

注:按照 6 000 元/吨的燃油油价计算。

3.4 成都出港乌鲁木齐航线申请直飞 X18 航路分析及优势

乌鲁木齐航班的实际运行过程中兰州情报区的航行通告对航班运行的影响是比较大的,国航西南分公司在运行过程中根据实际情况,根据航行通告的实际情况执行航班的机组有时会在空中

向管制部门申请执飞 X18 航路,将原有计划的“OMBON B330 XIXAN W565 ZGC H137 ELBAN”航段申请变更为实际飞行的“OMBON X18 XNN H174 ELBAD”具体航路如图 3、表 5 所示。使用 X18 航路还可以将以前 6 081 m 的航路最低安全高降低到 5 624 m,安全裕度进一步提升<sup>[16]</sup>。

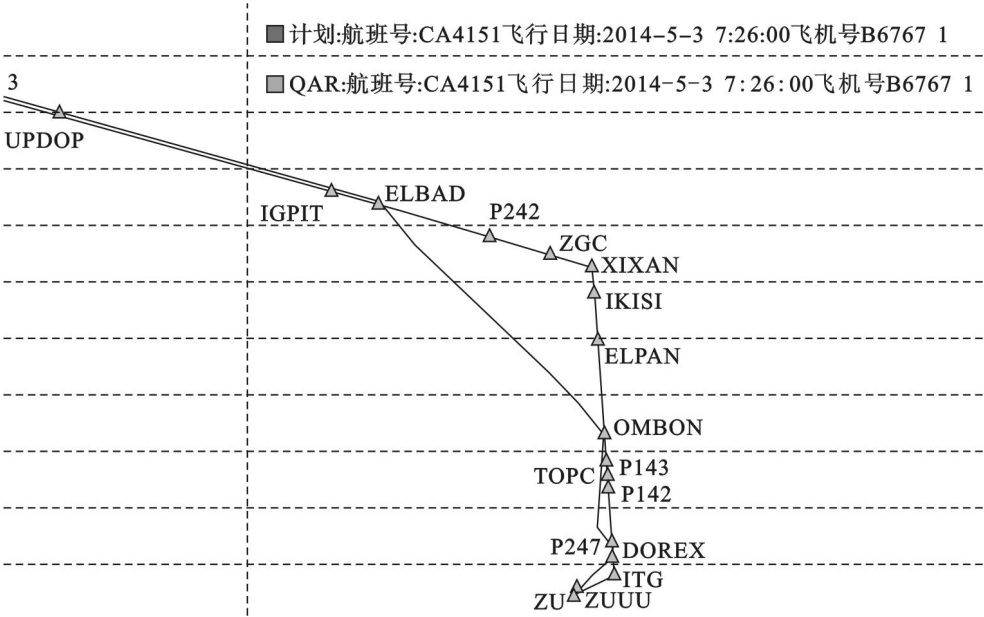


图 3 成都出港乌鲁木齐高原航线申请直飞 X18 航路示意图

表 5 A320 机型(国航西南分公司 22 分钟化学氧气系统飞机)执行成都出港乌鲁木齐航线申请直飞 X18 航路对比分析

航班号	飞机类型	飞行日期	航线	直飞起点	直飞终点	直飞区域	
CA4151	A320	2014 - 4 - 26	CTU - URC	ELBAD	GAO	OMBON - ELPAN - IKISI - XIXAN - ZGC - P242 - ELBAN	
计划距离/km	实际距离/km	节约距离/km	节约时间/min	计划耗油/kg	实际耗油/kg	节约油量/kg	节约成本/元
583	510	73	6	1 840	1 522	318	1 908

注:按照 6 000 元/吨的燃油油价计算。

在目前国航夏秋航班计划表中,A320 飞机每月执行上述航线往返班次约 328 班,若全部申请使用 X18 航路,每月可累计减少飞行距离 23 944 km,节约飞行时间 1 968 min 和燃油 85 280 kg,仅节约燃油成本一项可达 61 万元/月。若按照 A320 小时成本 4.6 万元计算,平均每班节约飞行时间 6 min,每月可节约成本: $328 * 4.6 * 6/60 = 150$  万元。通过国航 QAR 解析系统 1-4 月实际执行 X18 航路的航班统计来看,共计 571 班次执行 X18 航路,节约成本 260 多万元。预计全年可节约成本在 700 万以上。

## 4 乌鲁木齐航线运行控制案例分析

众所周知,乌鲁木齐航班的运行主要是受到了兰州情报区通告影响较大,由于成都出港的乌鲁木齐航班可以选择南线和北线的飞行,因此国航西南分公司因为经济性的考虑优先选择南线飞行,当受到通告的影响较大是考虑使用北线飞行。本文以国航西南分公司 2014 年 4 月 23 日 CA4151(成都—乌鲁木齐)航班为案例进行,航班信息如下:

航班号:CA4151

航线:成都—乌鲁木齐

机尾号:B6915

机型:A320

班表起飞:07:20(北京时间)

班表落地:11:00(北京时间)

通告号:C0478/14

通告内容:下列航路(线)段高度在 8900M(含) - 10700M(含)之间禁航:

①H112 航线(敦煌 VOR(DNH) - NUKTI)段;

②B215 航线(NUKTI - 嘉峪关(CHW) - 雅布赖 VOR(YBL))段;

③W66 航路(NUKTI - 额济纳旗 VOR(JNQ))段;

④以雅布赖 VOR(YBL)为中心半径 100 km 范围内航段。

有效时间:2014 年 4 月 24 日 09:00 - 11:00(北京时间)

根据航班放行的流程首先评估了该通告对“成都—乌鲁木齐”航线影响的航段,分析后该航

路受影响的航段分别为“B330 YBL - GOBIN”和“W66 NUKTI - JNQ”。经分析,在该时间段内,如果使用南线飞行,CA4151 航班飞行将受到限制,经过该区域的时候需要采取更高的飞行高度层或者备降,要避免限制区域航班只能采取推迟起飞时间的方式,如果采取北线飞行航班的运行将避开受限制的区域,因此航班放行采取了北线飞行,签派员和机长确认后共同签字放行了航班。

## 5 结论

### 5.1 航班南线飞行的意义和优势

利用飞机本身 22 分钟供氧的优势,将乌鲁木齐航班的运行由原来的“ZUUU JTG B330 GOBIN W66 NUKTI B215 HMI W99 FKG B215 URC”改变为“ZUUU JTG B330 XIXAN W565 ZGC H137 ELBAD G470 QTV W99 FKG B215 URC”,最明显的优势就是减少了飞行的距离,缩短了飞行的时间,可以减少燃油的消耗和增加飞机的利用率,在一定程度上增加一架飞机在 24 h 内的计划航段的数量。另一方面,采用高原航线的飞行避开了航路拥堵的平原航线,减少了航班流控情况的发生,提高了公司运行的正常性、服务品质和减少了航班地面等待的油耗,也是公司节能减排的成果之一。

### 5.2 乌鲁木齐航线 X18 航路运行的优势

众所周知,空中的飞机是沿着预先安排好的特定航路有条不紊地飞行的。这些特定的飞行航线是由“飞行管制一号规定”预先划设好的,包含航路飞行、地方航线飞行、临时航线飞行等。其中,临时航线的使用在民航的空中交通运输中具有巨大的实用价值。不仅对保障飞行安全,缓解繁忙机场和干线航路空中流量压力的意义重大,而且同时也具备巨大的经济价值,可以缩短航距,减少航班的运行时间,大大降低航空公司的运营成本。

X18 航路 OMBON - XNN 航段距离 407 km,航路最低安全高度 5 520 m,装载氧气瓶供氧系统的飞机执行成都 - 新疆境内机场一线的航班申请使用该航路可减少飞行距离 73 km,节约飞行时间约 6 min,但由于航路安全高度限制,在京昆大通道调整前无合适的改航路线,(下转第 96 页)