

“十二五”国家重点图书

高原/复杂地形飞行技术研究丛书



GAOYUAN FUZA DIXING JICHANG HE  
HANGXIAN YUNXING DE FEIJI XINGNENG FENXI

# 高原/复杂地形机场和航线运行的 飞机性能分析

(第二版)

余江 ■ 编著



西南交通大学出版社

“十二五”国家重点图书

高原/复杂地形飞行技术研究丛书

Aircraft Performance Analysis in High  
Elevation/Complex Terrain Airports and Routes

# 高原/复杂地形机场和航线运行的 飞机性能分析

(第二版)

余江 编著

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

-----  
图书在版编目 ( C I P ) 数据

高原/复杂地形机场和航线运行的飞机性能分析 / 余江编著. —2 版. —成都: 西南交通大学出版社, 2015.4

高原/复杂地形飞行技术研究丛书  
ISBN 978-7-5643-3838-1

I. ①高… II. ①余… III. ①民用航空—飞机—飞行品质 IV. ①V212.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 064981 号  
-----

高原/复杂地形飞行技术研究丛书  
高原/复杂地形机场和航线运行的飞机性能分析  
(第二版)

余江 编著

责任编辑	孟苏成
封面设计	何东琳设计工作室
出版发行	西南交通大学出版社 (四川省成都市金牛区交大路 146 号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	<a href="http://www.xnjdcbs.com">http://www.xnjdcbs.com</a>
印 刷	成都蓉军广告印务有限责任公司
成品尺寸	185 mm × 230 mm
印 张	16.75
字 数	324 千字
版 次	2015 年 4 月第 2 版
印 次	2015 年 4 月第 2 次
书 号	ISBN 978-7-5643-3838-1
定 价	69.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换  
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

# 高原/复杂地形飞行技术研究丛书 编写委员会

主任委员 解根怀

委员 (按姓氏笔画为序)

王大海 王照明 成义如 朱代武 刘晓东

刘清贵 李卫东 李书文 李 宜 陈亚青

罗晓利 饶绍武 黎 新

## 序

飞机性能工作在航空公司运行中已占据日益重要的地位，它是性能工程、飞行技术、飞行签派、运行控制、飞行安全等民航核心技术领域的基础。

我国高原面积辽阔、地形复杂，在这些区域的机场进行航空商业运行并确保飞行安全，存在着很多急需解决的性能问题。除了对飞机的适航认证及运行批准外，更多的运行问题是航空公司自己的责任。如何在这样的地形环境下，满足相关法规的运行要求，从而保障飞行安全，一直是中国民航从局方到航空公司都极为关注的问题。

2000年以来，中国民航对于运行的法规建设和相关要求逐步加强，得到局方和航空公司的高度关注。1999年5月，CCAR 121部出台；2000年2月，民航局（简称局方）飞行标准司（以下简称飞标司）发布咨询通告AC-FS-2000-2“关于制定起飞一发失效应急程序的通知”；2001年12月，又发布咨询通告AC-121FS-006“飞机航线运营应进行的飞机性能分析”。这些法规和要求涉及高原/地形复杂机场和航线运行的诸多方面。

为贯彻执行运行法规，总局多次组织职能部门、航空公司、飞机制造厂商等召开专门的技术研讨会。2003年，总局飞标司在成都举办全国民航飞机性能工作研讨会，对进一步贯彻落实两个咨询通告提出了要求，发布了飞机航线运营应进行的飞机性能分析的范本；2004年10月，民航总局在成都举办了高原机场运行管理和保障研讨会，总结了我国民航高原机场运行保证安全的经验，提出了加强飞机性能管理和应用工作的具体要求，提高了航空公司进入高原机场运行的门槛；2005年7月，总局飞标司在大连组织了针对一发失效应急程序的技术会议，拟定了起飞一发失效应急程序制作的范本，讨论了应急程序的审核报批程序，初步确定全国范围内需制定起飞单发应急程序的机场名称及数量；2005年11月，民航总局在北京与美国波音公司、FAA共同召开了一发失效应急程序国际研讨会，全面介绍了美国同行在一发失效应急程序制作和审批方面的经验和要求。这些努力也体现了我们从民航大国走向民航强国的决心。

我国航空公司经过多年的高原运行，形成了很多自己独到的方法，但在大多数方面仍偏于粗放型和经验型，在对运行法规符合性方面差距仍然较大，局方日益提高的运行要求与民航界薄弱的技术储备之间的矛盾仍很突出，我们迫切需要在理论研究和实际运行

方面做更多、更细致的工作。

在此，我很欣慰地看到由中国民航飞行学院余江教授编著的这本关于高原/复杂地形机场和航线运行方面的性能专著。该书对目前航空公司在满足规章符合性中所遇到的几个难点性能问题进行了较有深度地研究和阐述，不仅内容全面而且还很及时，特别适合民航的现实需要，对实际运行有着重要的指导作用。

希望民航有关从业人员认真阅读本书，同时也期盼能有更多有价值的书籍和专著问世，以利于全面提高民航飞行运行的安全水平。

民航总局飞行标准司司长



2006年6月5日

## 第二版前言

本书于2006年由西南交通大学出版社出版第一版,得到了各方一致的好评,自2007年以来,一直作为民航飞行学院研究生课程“飞行性能与运行”的主要参考书之一。考虑到第一版中存在的部分问题,结合近年来这一领域的新发展,作者对第一版进行了全面修订。由于时间和精力关系,和第一版相比,第二版覆盖的章节范围没有作出大的改动,但每一章节的具体内容都进行了较大幅度的充实和更新,内容也更加丰富。

本书第二版的出版得到了国家自然科学基金民航联合基金重点项目“高原机场终端区安全飞行理论和关键技术研究(60832012)”以及民航局配套项目“特殊高原机场飞行安全基础理论与关键技术研究(MHRD200925)”的资助。

由于编著者水平所限,书中错误和不当之处在所难免,望广大读者批评指正。

余江

2014年12月

## 前 言

飞机的性能是飞行运行的基础，航空公司必须满足法规要求的性能裕度来确定航线和日常飞行运行数据。例如，确定最大起飞重量便是典型的日常性能工作。飞行性能工作不但要求具有一定的飞行力学、空气动力学、飞机设计基础，要求具备广博的机型知识和民航实际运行经验，更为重要的是，还必须对民航相关法规和要求有深入和正确的理解。

常规的飞行性能教材和相关资料，已对大部分性能分析内容进行了讲授。但是，到目前为止，笔者尚未看到专门针对高原、复杂地形区域运行的性能问题进行深入、系统分析的书籍。随着中国民航总局运输类飞机运行法规的颁布（1999年CCAR121部），和民航总局按照法规要求对航空公司进行监管力度的不断加强，再加上我国独特的高原运行环境，补充这方面知识和培训的要求日渐高涨。有感于此，笔者在多年的性能培训、教学经验和科研工作的基础上，编写了这本专著，以期填补这一空缺。

本书要求读者具备一定水平的飞行性能基础和民航实际运行经验，因此，并没有对一些基础的飞行性能分析理论进行详细讲授。全书共分5章：第1章，高原运行中的性能变化，主要讲授了高原运行的审定、运行特点和起飞着陆中的性能变化等问题。第2章，起飞越障分析，专门对地形复杂机场中的起飞分析进行了阐述，重点为各种情况下的越障限重确定问题。第3章，一发失效应急程序，系统讲授了地形复杂机场中一发失效起飞情况下的应急程序制定问题。第4章，航路越障分析，讲授了高原航线在一发/双发失效情况下的越障问题，重点是飘降分析。第5章，航路供氧分析，针对高原航线在座舱释压情况下，在满足越障和氧气要求限定下的应急程序问题。

在各章节的内容中，均以法规要求、具体机型和实际算例为主线，达到理论和实际相结合的性能分析目的。本书写作中还同时兼顾了波音和空客机型、美国联邦航空规章和欧洲联合适航要求，以期较大范围的覆盖民航运行实际。

由于飞机的运行是按照法规和手册来进行的，它们均大量使用英美制，这已经成为全球民航界飞机运行的标准。本书的大量数据图表取自于这些法规和手册，其中单位符号多采用大写，如KG(kg)、FT(ft)、M(m)等，本书保留使用这些国际民航界的通



用术语、单位和符号，以方便民航界读者学习和使用。

本书的写作得到了国家自然科学基金（60472128）和民航总局科研基金（人发2005-174）的支持，在出版中得到了民航飞行技术与飞行安全科研基地的资金资助。民航总局飞标司蒋怀宇司长在百忙中审阅本书并作序，中国空气动力研究与发展中心伍开元研究员（博士生导师）、民航总局飞标司贾建卿高工、中国民航飞行学院刘晓明副教授、民航西南管理局权康帅高工、民航西南管理局云南安监办靳学斋机长对本书进行了审稿，提出了很多宝贵意见，在此深表感谢。在本书的编写中还得到了中国民航飞行学院科研处王大海教授，飞行技术与飞行安全科研基地黎新研究员，中国国际航空股份有限公司邸伟机长、徐瑞机长的大力支持和鼓励。本书部分内容使用了民航局、空客和波音公司的培训/会议资料，在此一并表示感谢。

由于编著者水平所限，书中错误和不当之处在所难免，望广大读者批评指正。

余 江

2006年6月

# 目 录

第 1 章 高原运行中的性能变化.....	1
1.1 高原机场和航线运行的特点 .....	1
1.2 高原运行的性能基础 .....	8
1.3 高度及其低温修正 .....	19
1.4 涡扇发动机的高原特性 .....	25
1.5 高度对低速空气动力特性的影响 .....	29
1.6 高度对起飞性能的影响 .....	30
1.7 高度对着陆性能的影响 .....	36
1.8 刹车能量与刹车温度 .....	42
第 2 章 起飞越障分析 .....	49
2.1 概念及法规背景 .....	49
2.2 转弯分析 .....	54
2.3 起飞飞行航迹的调整 .....	59
2.4 越障分析——波音 AFM-DPI .....	62
2.5 起飞分析表 .....	69
2.6 越障分析——AFM 性能图表 .....	85
2.7 FAR 规章原文 .....	107
第 3 章 起飞一发失效应急程序 .....	112
3.1 起飞一发失效应急程序的意义 .....	112
3.2 标准仪表离场程序与一发失效应急程序 .....	113
3.3 一发失效应急程序制定所需的资料和数据 .....	121
3.4 正常起飞分析 .....	125
3.5 SID 飞行的性能验证 .....	133

3.6	应急程序航迹的确定 .....	143
3.7	应急程序航迹的性能验证 .....	157
3.8	应急程序的完成 .....	162
<b>第 4 章</b>	<b>航路飘降分析 .....</b>	<b>164</b>
4.1	正常下降、非正常下降与飘降 .....	164
4.2	飞机的一发失效性能 .....	166
4.3	航路运行的规章和要求 .....	172
4.4	飘降分析的内容 .....	181
4.5	其他需要考虑的事项 .....	193
4.6	航路越障分析——波音算例 .....	196
4.7	FAR 规章原文 .....	203
<b>第 5 章</b>	<b>航路供氧分析 .....</b>	<b>207</b>
5.1	缺氧对人体生理的影响 .....	208
5.2	机载供氧系统的类型与特点 .....	209
5.3	相关规章要求 .....	213
5.4	氧气剖面与性能剖面 .....	217
5.5	航路供氧分析——波音算例 .....	234
5.6	FAR 规章原文 .....	241
<b>附 录</b>	<b>.....</b>	<b>249</b>
一、	符号表 .....	249
二、	缩略语表 .....	250
三、	单位转换表 .....	253
<b>参考文献</b>	<b>.....</b>	<b>254</b>

## 第 1 章 高原运行中的性能变化

### 1.1 高原机场和航线运行的特点

民用运输机的高原机场和高原航线运营问题，在全球范围内来讲，只有少数几个典型地区会涉及。这些地区包括：南美、中亚和中国。我国地域辽阔，地形复杂，山地众多，海拔 500 m 以上的面积占全国总面积的 84%，海拔 1 500 m 以上的高原面积占全国总面积的 1/3。在所有这些区域中，青藏高原无疑是运行环境最为恶劣的地区。它不但是全球海拔最高的地区，还面临着机场分布的极度稀少，以及导航台数量缺乏和导航信号质量低下的问题。除此之外，我国还有众多地形环境复杂、净空条件很差的机场。如何在这样的环境下，满足相关法规的运行要求，保障飞行安全，一直是中国民航界极度关心的问题。全球高原机场运行的典型地区见图 1.1。



图 1.1 全球高原机场运行的典型地区示意图

根据 2007 年中国民航局发布的咨询通告 AC-121-21“航空承运人高原机场运行管理规定”，高原机场分为两类：海拔高度在 1 500 m (4 922 ft) 及以上，但低于 2 438 m

(8 000 ft) 的机场称一般高原机场, 标高大于 2 438 m 的机场为高高原机场。在高高原运行的飞机往往需要进行特殊的审定和改装。表 1.1 列出了我国高原机场概况, 其中给出了在着陆一侧是否安装有 ILS/DME 设备及对应的跑道号, 在起飞一侧是否公布有标准仪表离场程序 SID 及对应的爬升梯度。

表 1.1 我国高原机场一览表 (截至 2014 年年底)

序号	机场名称	跑道 (m×m)	标高 [m (ft)]	ILS/DME 跑道 号 (GP 角度)	SID 跑道号 (SID 梯度%)	备注
1	稻城/亚丁	4 200×45	4 411 (14 472)	34	16-34	4C, 山顶
2	昌都/邦达	4 200×45	4 334 (14 219)	14	14 (4.1%) -32 (6.8%)	无加油设施
3	阿里/昆莎	4 500×45	4 274 (14 022)	15	15-33 (4.0%)	备降场远
4	康定	4 000×45	4 238 (13 905)	15	15 (5.1%) -33	4C
5	玉树/巴塘	3 800×45	3 905 (12 811)	28	10 (7.7%) -28 (7.6%)	
6	日喀则/和平	5 000×45	3 782 (12 409)	无	09 (5.8%) -27 (3.5%)	
7	拉萨/贡嘎	4 000×45	3 570 (11 711)	27	09 (5.2%)	西向目视离场程序有资质要求, 夜航仅限 RNP
8	阿坝/红原	3 600×45	3 540 (11 613)	16	16 (5.1%) -34 (5.1%)	4C
9	九寨/黄龙	3 370×45	3 448 (11 311)	02-20 (3.3°)	02 (5.7%) -20	不接受备降
10	迪庆/香格里拉	3 600×45	3 288 (10 787)	16 (3.1°)	16 (3.9%)	禁止 34 跑道起飞
11	甘南/夏河	3 200×45	3 190 (10 465)	28	10 (4.5%) -28 (5.1) %	4C
12	林芝/米林	3 000×45	2 949 (9 675)	无	无	4D, 仅 RNP
13	海西/德令哈	3 000×45	2 862 (9 390)	25	07-25 (4.5%)	4C
14	格尔木	4 800×50	2 842 (9 322)	27	09 (4.4%) -27 (4.4%)	4D
15	神农架/红坪	2 800×45	2 585 (8 480)	17	17 (3.7%) -35	4C
16	丽江/三义	3 000×45	2 243 (7 358)	02-20 (3.5°)	02 (5.5%) -20 (5.8%)	4D
17	西宁/曹家堡	3 800×45	2 184 (7 165)	11-29	11 (5.0%) -29 (4.8%)	4E
18	大理/荒草坝	2 600×45	2 155 (7 071)	17 (3.2°)	17 (4.2%) -35 (4.0%)	
19	昆明/长水	4 000×45 4 500×60	2 104 (6 901)	03-21 04-22	03-21 04-22	4F

续表 1.1

序号	机场名称	跑道 (m×m)	标高 [m (ft)]	ILS/DME 跑道 号 (GP 角度)	SID 跑道号 (SID 梯度%)	备注
20	攀枝花/保安营	2 800×45	1 980 ( 6 497 )	20	02-20	
21	兰州/中川	3 600×45	1 947 ( 6 388 )	18-36	18-36	
22	昭 通	2 600×45	1 936 ( 6 351 )	04	22	单向起降
23	临沧/博尚	2 400×45	1 897 ( 6 222 )	16 ( 3.2° )	16 ( 4.0% ) -34 ( 5.7% )	4C, 无加油设施
24	腾冲/驼峰	2 350×45	1 888 ( 6 193 )	18	18-36	
25	固原/六盘山	2 800×45	1 746 ( 5 727 )	18	18 ( 4.3% ) -36	
26	保 山	2 400×45	1 664 ( 5 460 )	19	01 ( 4.4% )	单向起降
27	文山/普者黑	2 400×45	1 590 ( 5 218 )	20	02-20	无加油设施
28	张掖/甘州	3 000×50	1 589 ( 5 212 )	11	11 ( 4.5% ) -29 ( 4% )	4C
29	嘉峪关	3 000×45	1 559 ( 5 115 )	32	14-32 ( 5.0% )	
30	西昌/青山	3 600×50	1 558 ( 5 111 )	36	18-36 ( 5.9% )	无加油设施

飞机的飞行手册中给出了飞机允许起降的最大高度,代表了飞机的初始适航审定状况。对于 Boeing 飞机,基本的最大允许起降高度为 8 400 ft, Airbus 则为 9 200 ft。超过了基本的最大允许起降高度的飞机需要特别的适航审定和改装,常常称之为高原型飞机。目前,我国国内机型的高原运行适航情况如表 1.2 所示(截至 2010 年)。

表 1.2 我国高原机场运行的机型

最大允许起降高度/ft	机 型
9 200	A320-232, A321-131, A321-231
12 500	A330-243
13 500	B737-600, B737-700 ( 7B24/7B26 ) B737-800 ( 7B24/7B26 )
14 100	A320-233
14 500	A319-115, A319-133, A340-300, B757-200

根据 2011 年民航西南地区管理局出版的《民航西南地区高原、特殊机场运行指南》,高原航线是指:包含有航路最低安全高度在 4 300 m ( 14 000 ft ) ( 含 ) 以上航段的航线。对于飞越青藏高原及其边缘地带的航线而言,基本上都属于高原航线。对于在高原航线上运行的飞机,往往需要进行平原航线所没有的运行适航性分析,主要是飘降和供氧分析。典型的高原航线如:成都—拉萨航线、成都—九寨航线、成都—乌鲁木齐航线等。

根据 2009 年中国民航局发布的咨询通告 AC-121-2009-17R1 “特殊机场的分类标准

及运行要求”，特殊机场是指机场区域飞行环境复杂、机场保障条件不足，为保证飞行安全，需要采取特别措施的机场。特殊机场往往具有下述一项或多项特点：

(1) 机场位于山谷、山腰或山顶等地，净空条件差。

(2) 机场当地气象条件恶劣（如风切变、紊乱气流等），或云高和能见度变化迅速（如平流雾等）。

(3) 因地形、障碍物或其他原因导致采用非标准进近着陆程序和起飞离场程序，如反向着陆、通场下降高度后着陆、仪表引导系统进近、航向道偏置进近等。

(4) 因地形、障碍物限制，机场跑道某方向只提供着陆而不可用于起飞，需制定复飞一发失效应急程序或者制定一发失效的决断高度/高、最低下降高度/高。

(5) 机场导航设施匮乏，导航信号遮蔽严重，导航不准确，指示不稳定；或者机场目视助航设施匮乏。

(6) 高原机场[机场标高在 2 438 m (8 000 ft) 或以上]。

(7) 具有异常特性，如高纬度、异常磁差等。

(8) 空管规章和程序不健全，存在安全隐患的国外机场。

大部分特殊机场往往净空复杂，导致飞行程序复杂，对飞机的飞行性能提出了很高的要求，常需要航空承运人制定专门的起飞一发失效应急程序或复飞应急程序。

高原/复杂机场及航线运行中，会涉及很多低海拔地区运行所没有的新问题。这些问题涉及初始适航审定、操作程序、飞行性能、飞行安全等诸多领域。其特点概括起来可分为以下几个方面：

### 1.1.1 运行环境复杂

中国西部的机场多为高原山区机场，运行区域海拔高。如邦达机场的标高为 4 334 m (14 219 ft)，曾经是世界上最高的开辟有定期航班的民用机场，现在，它已被我国的稻城/亚丁机场所超过。

大多数高原机场位于山谷或山腰，净空环境差，起飞离场和着陆下滑进近梯度大。如九寨/黄龙机场离场程序要求的上升梯度达到 5.7%，仪表进近下滑道达到 3.3°。机场建于一连续的山腰上，海拔 3 448 m，机场北侧是一个逐渐展开的缓坡，东侧、西侧和北侧均有山谷或沟壑，机场南侧多山，50 km 半径内有高山 57 座，位于机场东南东 7 km 处的红星岩海拔 5 003 m，机场东南 25 km 处的岷山主峰雪宝顶海拔 5 588 m。20 跑道五边上距跑道 13 NM 处的“额日隆”山，海拔 4 626 m，飞机飞越其山顶时真高只有约 174 m。

高原山区气象条件复杂，低云、低能见度，大温差，多雷暴、阵性风和风切变。高

原山区的乱流比一般山地更为强烈，以青藏高原来说，那里群山重叠，峭壁高耸，地形引起的动力乱流十分显著；而且因为高原上空气稀薄，太阳辐射强，气温变化大，温差引起的热力乱流也非常强，二者常结合在一起，形成强烈乱流。所以，高原飞行中飞机颠簸是很常见的，在山口、狭谷地带，午后颠簸更为强烈。青藏高原年平均大风日数达 100~150 天，而同纬度我国东部只有 5~25 天。

从九寨/黄龙机场监测站的统计资料看：2003 年 10 月至 2004 年 4 月多次发生风切变，造成飞机返航的有 5 次。监测发现风切变多次发生在主降方向，距跑道北头 13~20 km、相对跑道面 1 000~1 500 m 是产生风切变的区域。同样在九寨/黄龙机场，雷暴可在一个下午内形成数次，从开始生成到完全消散只需要 30 min，能见度从大于 10 km 变化到 0 只需要几分钟。在拉萨、日喀则地区，6 月中午最高气温可达 29℃，午夜气温可降至 5℃，在夏天的高原机场，ISA+30℃仍是常见的，高海拔和高温导致严重的性能衰退，低温导致的飞行实际高度降低，触发近地警告。在拉萨机场，风速 $\geq 8$  m/s 的年均日数为 198 天，瞬时风速 $\geq 17$  m/s 的年均日数为 15.7 天，极端最大瞬间风速为 29 m/s。

高原山区航路最低安全高度高，陆基的通信导航信号受地形影响大，导航设备限制使用。如成都—拉萨高原航线，全长 1 300 km，起飞离开成都平原便进入了安全高度在 6 334 m（昌都前）和 7 470 m（昌都后）的地形险峻的高山区。在航路两侧，有多座海拔高度在 8 000 m 以上的山峰。航线高山区终年积雪，渺无人烟，几乎没有平地，不能提供 VHF 信号的全部覆盖。能提供导航的昌都导航台，信号摆动大且接收距离近。

高原山区航路对飞机性能、发动机和机载设备要求高，往往需要特定的高原型飞机才能进入。有的机场如林芝，只有经过 RNP 改装并符合审定要求的飞机，使用星基导航的 RNP AR 程序才能进入。大部分使用地基导航的飞行程序、特别是起飞一发失效应急程序都较复杂，对飞行机组的基本驾驶技术和综合素质要求较高。

高原山区机场基础设施薄弱，空管手段和设备较为落后。在运行保障、运行合格审定以及行业监管方面的工作难度很大。

### 1.1.2 更高的飞机系统和性能要求

对于在高度超过 8 000 ft 的机场起降，对飞机的附加要求可分为初始适航审定和运行批准两个方面，这两个方面往往是密不可分的。这种审定和批准一般涉及飞机以下几个方面：载荷与结构、空调系统、氧气系统、飞行程序、起降包线、燃油系统、飞行性能、发动机与 APU、驾驶舱仪表等等。除涉及飞行性能外的其他内容本书不作过多论述。

飞机的飞行活动范围由飞行手册 AFM 中公布的环境包线确定。环境包线又称使用



限制包线，是考虑到飞机的飞行、结构、动力装置、功能和设备特性的各种限制确定的飞机允许使用的环境温度和气压高度范围。在包线内，飞机的飞行性能和飞机设备都符合适航审定的要求。

环境包线给出了飞机允许的最大起降高度。图 1.2 给出了普通 A320 机型的环境包线，其最大允许起降高度为 9 200 ft。图中横坐标 OAT 为外部大气温度，纵坐标 PA 为 ISA 大气气压高度。

为了使飞机能够在超过普通机型环境包线最大起降高度以上的机场起降，飞机制造商必须向民航局申请，进行专门的适航审定试飞和包线扩展取证，提供更高高度机场的起飞着陆性能数据，并更新飞机飞行手册 AFM（包括环境包线）和其他手册的相关内容。例如，对于高原型 B757 和 A319，其最大取证起降高度均扩展至 14 500 ft，以便能在邦达机场起降。

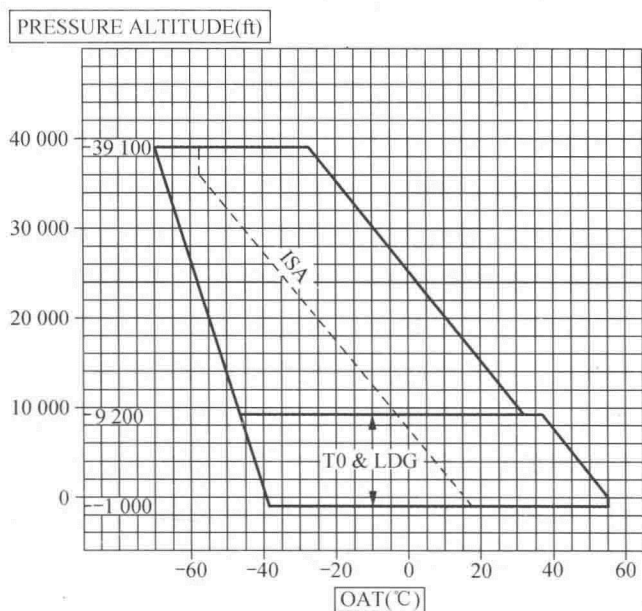


图 1.2 普通型 A320 环境包线

普通非高原型飞机，在座舱高度超出规章要求的预定值后，将出现“客舱高度过高”（EXCESS CAB ALT）的警告。例如，普通 A319/A321 出现这一警告的座舱高度阈值固定在 9 550 ft (+/-350ft)，这类飞机不允许在高于 9 200 ft 以上的机场运行。普通型飞机在座舱高度继续增加到 14 000 ft 之后，会导致客舱旅客氧气面罩自动脱落，导致普通型飞机不能在超过 14 000 ft 的机场起降。