



四川航空
SICHUAN AIRLINES



如何做到心中有速

四川航空股份有限公司

郭海敏

2017年12月12

直销服务热线 **95378** / 028-8888 8888
www.sichuanair.com

摘要

在每天的航班运行中飞行员面临着各式各样的风险，有些风险是很难预期的，如晴空颠簸，液压漏油，发动机失火等来自于自然天气及机械故障方面的风险，在面对这类风险时我们所需要做到的是在平时加强训练可能发生的特殊情况，在特情发生时能够从容不迫的按照相对应的方法来进行处置。

本文从历史回顾、原理分析、计算方法、案例分析等方面讲解了与飞机轮胎速度有关的知识，并介绍了如何防止超轮速的方法。希望通过使用本文中所分享的方法，在实际运行中能够有效避免超轮胎限速的风险。

目录

CONTENTS

01

引言

02

回顾过去

03

理论分析

04

案例展示

05

总结

01

引言

引言

在我国西南部地区分布着大量的高原特殊机场。全世界最高的10个机场，我国就占了8个(2013年统计数据)，而这些机场四川航空基本都在运行。高原特殊机场地形、气象条件复杂，飞行难度大。在这些机场运行会除了会受到地形越障的影响外，同时还会受到恶劣的气象条件带来的性能衰减等不利因素的影响，给保证飞行安全带来巨大的挑战。为了在这些特殊的航线上保证安全生产，我们必须对涉及飞行运行的方方面面进行周到细致的研究和准备，总结经验、提高理论知识水平。今天咱们就高原机场涉及到轮胎速度的问题进行浅尝辄止的探讨，分享一种估算方法，帮助大家在每一次飞行时对轮胎速度进行合理计算，以期达到心中有数。



02

回顾过去

- ✓ 协和飞机
- ✓ 柏林航空
- ✓ 亲身经历

协和飞机

2000年7月25日，法国航空公司AF4590航班的一架协和式飞机在巴黎戴高乐机场起飞过程中失事坠毁就是由于轮胎因道面异物受损引起的连锁反应而导致的一起严重飞行事故。



柏林航空

2015年9月19日，德国柏林航空公司一架A321-200客机在德国杜瑟尔多夫机场(EDDL)起飞过程中爆胎，碎片将右侧机翼下表面击穿了一个洞，机组获悉在跑道上发现轮胎碎片后于FL270改平，改航慕尼黑机场安全着陆。



亲身经历

2006年的冬天，成都飞往拉萨的航班。。。。。



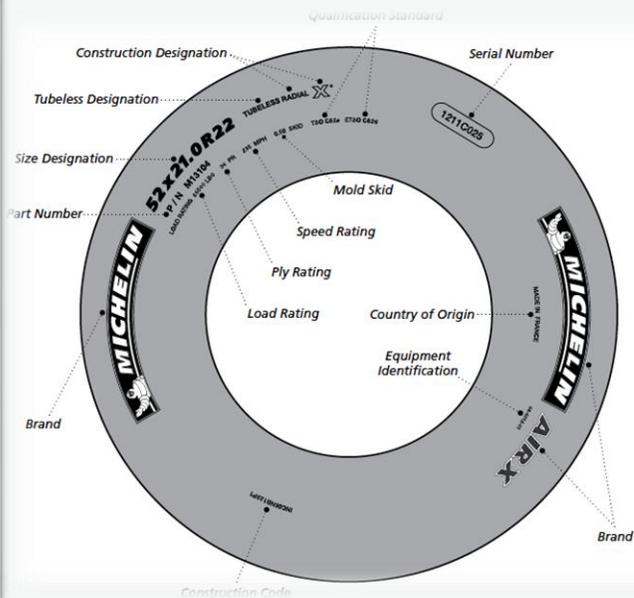
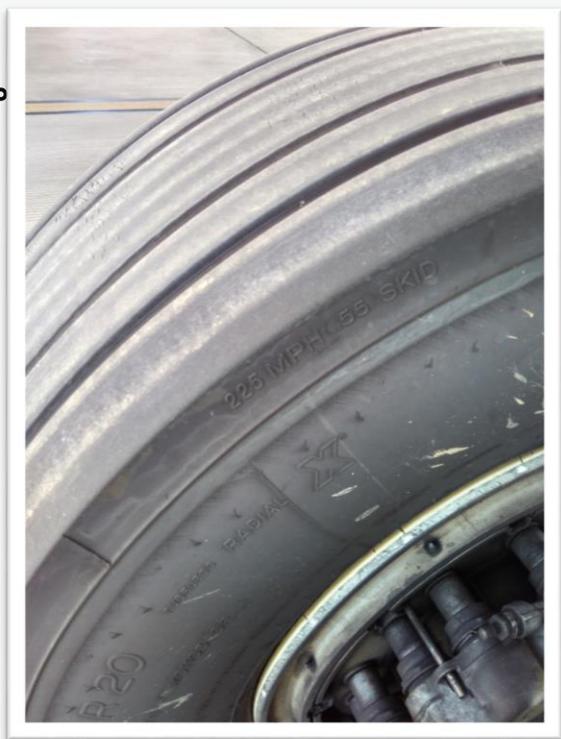
03

理论分析

- ✓ 轮胎的速度限制
- ✓ 不得不说的三个速度
- ✓ “高” “温” 修正法

轮胎的速度限制

轮胎在我们每次飞行前的绕机检查中是必不可少的检查项，目前四川航空所选用的Bridgestone(普利司通)以及Michelin(米其林)轮胎的限制速度均为225MPH(英里每小时)，该数据在每个轮胎胎皮侧边上均有明确标明。将英里每小时单位换算为海里每小时后，结果与FCOM限制章节所述一致为195节(地速)。



不得不说的三个速度

指示空速(IAS)

就是飞机和空气相撞的速度，
也是空速表上显示的速度；

真空速 (TAS)

飞机实际在空气中的速度，是经气压
换算成海平面高度的指示空速；

VS

实际对地速度
无风时就等于真空速

地速 (GS)

“高” “温” 修正法

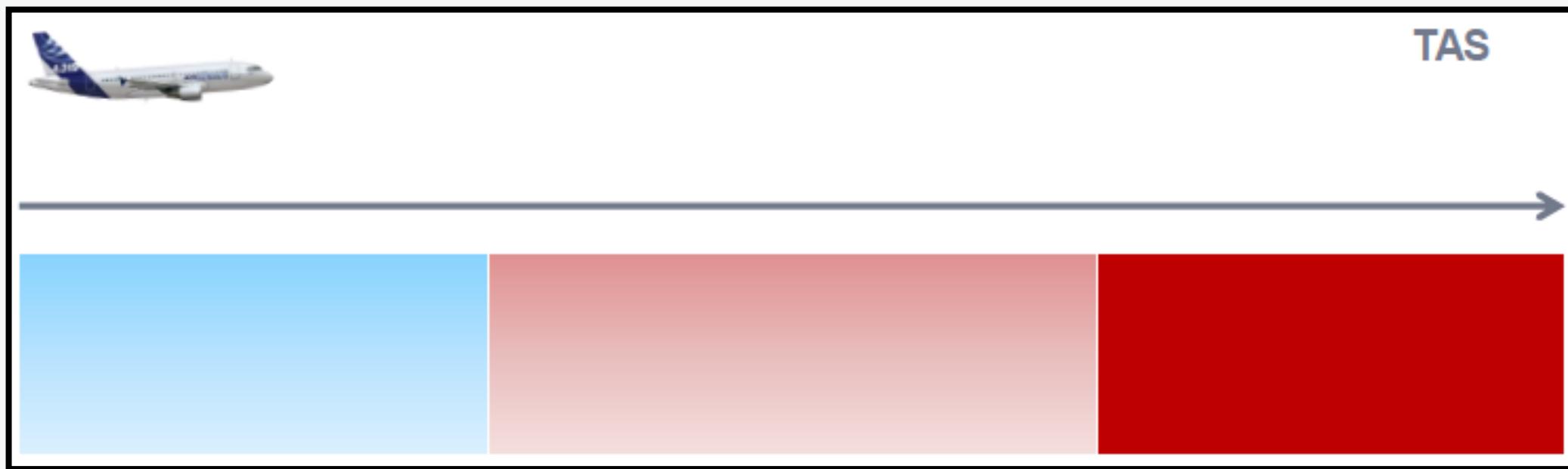
经过前面的介绍相信大家对于超轮速的危害以及什么是轮胎限制速度已经有了较为清晰的认识，那么接下来我们继续就如何计算在不同海拔高度不同外界温度情况下起飞时地速的计算方法进行介绍。



随着高度的增加，固定的IAS的条件下，TAS的变化趋势

“高” “温” 修正法

随着温度增加,TAS的变化趋势



上面两张图非常简洁明了的表示了TAS与高度以及温度的关系，高度增加指示空速不变，真空速增大；温度增高，指示空速不变，真空速增大。结合之前的分析不难理解随着高度和温度的增加，空气密度的降低，TAS一定会大于IAS.

“高” “温” 修正法

相同IAS在不同高度不同ISA温度下的表现

标高 TAS	IAS=130/ISA				IAS=140/ISA				IAS=150/ISA			
	0	+10	+20	+30	0	+10	+20	+30	0	+10	+20	+30
5000	140	142	145	147	151	153	156	159	161	164	167	170
6000	142	145	147	150	153	156	158	161	164	167	170	172
7000	144	147	149	152	155	158	161	164	166	169	172	175
8000	146	149	152	154	158	160	164	166	169	172	175	178
9000	149	151	154	157	160	163	166	169	171	175	178	181
10000	151	154	156	159	162	165	168	171	174	177	180	184
11000	153	156	159	162	165	168	171	174	177	180	183	186
12000	156	159	161	164	168	171	174	177	179	183	186	189
13000	158	161	164	167	170	173	177	180	182	186	189	192
14000	161	164	167	170	173	176	179	183	185	189	192	196
15000	163	166	169	172	176	179	182	186	188	192	195	199

“高” “温” 修正法

为了便于更直观的理解不同高度及不同ISA温度下IAS和TAS的差异，经过计算整理如上表所示。当然在实际航班运行过程中，不可能每次都进行这样复杂的计算，所以为了便于大家计算，根据数据统计出两条计算方法：

1. **高度**对TAS的影响为：大约高度每**上升1000米**，TAS比IAS**增加5%**，不足1000米按照1000米计算，如2800米高度，TAS则比IAS增加 $3*5\% = 15\%$ ；
2. **温度**对TAS则是：ISA温度每**高10度**，TAS比IAS**增加3节**，不足10度按10度计算，如ISA+15，TA比IAS增加 $2*3=6$ 节。

04

案例展示

- ✓ 计算案例
- ✓ 真实案例

“高” “温” 修正法计算案例

例1：在海平面高度IAS等于140节，那么在2000米高度，6562英尺，ISA为0时。TAS经估算为 $140 \times (1 + 5\% \times 2) = 154$ 节。查表可得IAS = 140节，ISA为0，6000英尺高度TAS为153节，7000英尺高度TAS为155节，最后使用差值法计算，154节这个估算数据的是可靠的。

例2：在海平面高度IAS等于150节，那么在3000米高度，9843英尺，ISA为+20时，相对应的TAS首先修正高度， $150 \times (1 + 5\% \times 3) = 172.5$ 节，再修正温度 $172.5 + (3 \times 2) = 178.5$ 节，向上取整结果为179节，查表可得IAS=150节，ISA为+20，9000英尺高度TAS为178节，10000英尺高度TAS为180节，最后使用差值法计算，179节这个估算数据是可靠的。

“高” “温” 修正法真实案例一

事件回顾：某机组驾驶B-1881飞机，A320-214，CFM发动机，执行3U8526喀什至乌鲁木齐航班，

喀什机场海拔高度1380.5米4529英尺，起飞全重67.2吨，OAT32摄氏度，不定风1米，QNH1004百帕。

通过查看QAR译码，机组使用TOGA推力，08号跑道，

选择构型2起飞，其所查起飞数据为构型2静风

条件下V1=152节，Vr=158节,V2=163节。在起飞

过程中触发超轮胎限速事件，最大地速达到197节，

超过轮速限制2节。

67	38 4/6	42 3/4	43 3/4	37 4/6	41 4/6	42 3/4
	0.3	0.1	0.1	0.5	0.2	0.2
	141/55/56	154/62/63	157/63/64	140/52/56	152/58/63	154/57/61

喀什机场08号跑道B-1881飞机起飞性能表67吨部分

	FLIGHT PHASE	HEAD (deg)	CONF	IVV (FT /MI)	PITCH_OPT (deg)	PITCH_RATE (deg/s)	PITCH (deg)	ROLL (deg)	WIN DIR (deg)	WIN SPD (knot)	GS (knot)	TAS (knot)	IAS (knot)	LDG
15:53:46,000		82.62		-16	0	-0.13	0						160	FULL
15:53:46,250					0	-0.25	0	0						FULL
15:53:46,500					0	-0.06	0		253.1		183			FULL
15:53:46,750	TAKE OFF		2	0	-0.44	0	0			3		183		FULL
15:53:47,000		81.91		-80	0	-0.25	-0.35						161	FULL
15:53:47,250					-1.23	0	-0.35	0						FULL
15:53:47,500					-3.08	1	0		290.4		187			FULL
15:53:47,750	TAKE OFF		2	-4.04	1.38	0.35	0			4		187		FULL
15:53:48,000		80.51		0	-4.31	1.5	0.7						162	L+R
15:53:48,250					-5.71	2.31	1.05	0.35						L+R
15:53:48,500					-6.06	3	1.76		298.8		190			L+R
15:53:48,750	TAKE OFF		2	-5.8	3.38	2.46	0.7			9		190		L+R
15:53:49,000		80.51		96	-5.8	3.94	3.52						163	L+R
15:53:49,250					-5.1	4.06	4.57	1.05						L+R
15:53:49,500					-5.8	4	5.63		289.7		194			L+R
15:53:49,750	TAKE OFF		2	-5.89	3.56	6.68	1.76			12		194		L+R
15:53:50,000		80.51		496	-6.5	3.19	7.38						166	R
15:53:50,250					-6.86	2.88	8.09	1.41						R
15:53:50,500					-7.03	2.56	8.79		292.5		197			R
15:53:50,750	TAKE OFF		2	-7.03	2.38	9.49	0.7			12		181.5		AIR
15:53:51,000		80.51		##	-7.38	2.63	10.2						170	AIR

15:53:21,000		80.21		##	-7.38	2.63	10.2						170	AIR
15:53:20,750	TAKE OFF		5	-7.03	2.38	9.49	0.7			12		181.5		AIR
15:53:20,500					-7.03	2.56	8.79		292.5		197			R
15:53:20,250					-6.86	2.88	8.09	1.41						R

“高” “温” 修正法真实案例一

原因分析：

主要原因有两点，首先译码显示在15:53:47:250时机组开始带杆，此时IAS已到达161节，比计划抬轮速度158节超出3节，其次在抬轮过程中遭遇到了非预期的顺侧风，最大风速293度/12节，在起飞方向上的顺风分量经计算达到了10节，由于以上两方面原因最终导致了这次超轮胎限速事件。

改善措施：

首先需要提高除高原机场及一般高原机场以外的机场起飞防止超轮胎限速的意识，在本案例中，喀什机场海拔高度4529英尺与一般高原机场海拔高度4922英尺非常接近，但又不属于一般高原机场，容易忽略高海拔对TAS所造成的影响。相似机场包括：鄂尔多斯4593英尺，喀什4529英尺，榆林3889英尺，银川3744英尺，贵阳3737英尺，敦煌3693英尺，乌海3646英尺，呼和浩特3556英尺等等。

“高” “温” 修正法真实案例一

使用本文所介绍的“高温”修正法，当查出 $V_r=158$ 节时，修正海拔高度1380.5米，每1000米修正5%，不足1000米按照1000米计算，这里修正2次， $158*(1+2*5\%)=173.8$ 节，之后修正ISA温度，喀什机场标准ISA温度为6摄氏度，实际温度为32摄氏度，所以ISA为+26度，ISA温度每高10摄氏度，TAS增加3节，不足10摄氏度按照10摄氏度计算，这里修正3次， $173.8+(3*3)=182.8$ 节，向上取整也就是说经过估算在IAS158节时抬轮，TAS为183节。查看译码机组抬轮前译码显示TAS为179节，由于本案例中两次修正均为保守修正，故实际TAS小于估算数值183节，并有4节差距，再次验证此估算方法对于起飞阶段速度分析确实可靠并且留有一定安全余度。

“高” “温” 修正法真实案例二

事件回顾：某机组驾驶B-2373飞机，A320-233，IAE发动机，执行3U8539昆明至青岛航班，昆明机场海拔高度2103.5米6901英尺，起飞全重73.2吨，OAT20摄氏度，不定风1米，QNH1018百帕。

通过查看QAR译码，机组使用FLEX推力，21号跑道，选择构型2起飞，其所查起飞数据为构型2静风条件下V1=143节，Vr=153节，V2=157节。在起飞过程中触发超轮胎限速事件，最大地速达到196节，超过轮速限制1节。

	FLIGHT _PHASE	HEAD (deg)	CONF	IVV (ft/m in)	PITCH _FO (deg)	PITCH_ RATE (deg/s)	PITCH (deg)	WIN_ DIR (deg)	WIN_S PD (knot)	GS (kn ot)	TAS (kno t)	IAS (kno t)	LDG
16:12:28,750	TAKE OFF		2			1.9	7.73		10				L+R
16:12:29,000		220.07		354	-7.12	1.73	8.09	37.266		196		164	L
16:12:29,250						1.63	8.44				186		AIR
16:12:29,500					-7.38	1.55	8.79						AIR
16:12:29,750	TAKE OFF		2			1.04	8.79		10				AIR
16:12:30,000		220.07		649	-7.56	1.16	9.14	37.26		198		168	AIR
16:12:30,250						1.24	9.49				190		AIR
16:12:30,500					-7.65	1.3	9.84						AIR
16:12:30,750	TAKE OFF		2			1.33	10.2		10				AIR
16:12:31,000		220.07		963	-7.91	1.36	10.55	37.266		200		169	AIR
16:12:31,250						1.37	10.9				192		AIR
16:12:31,500					-8.17	1.85	11.6						AIR
16:12:31,750	TAKE OFF		2			1.7	11.95		10				AIR
16:12:32,000		219.37		1347	-8.17	1.6	12.3	49.922		200		171	AIR
16:12:32,250						1.08	12.3				193		AIR

“高” “温” 修正法真实案例二

译码分析：

通过查看QAR译码，机组使用FLEX推力，21号跑道，选择构型2起飞，其所查起飞数据为构型2静风条件下 $V1=143$ 节， $Vr=153$ 节， $V2=157$ 节。在起飞过程中触发超轮胎限速事件，最大地速达到196节，超过轮速限制1节。

原因分析：

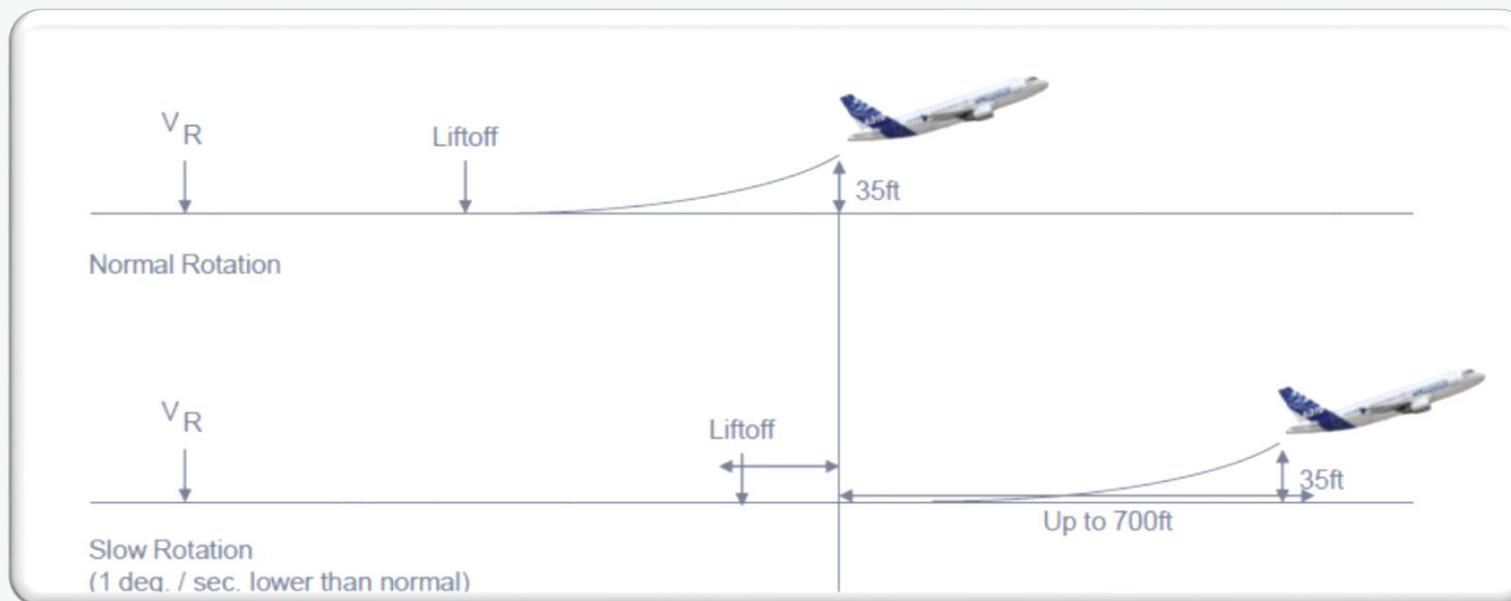
除了顺风的影响外，有两个最主要因素导致此次超轮胎限制速度事件。第一，机组在16:12:24表速为157节才开始带杆，比所查得 $Vr=153$ 节大了4节，说明机组的抬轮时机偏晚。第二，从16:12:24开始抬轮到16:12:29总共使用了将近5秒的时间飞机才离地，之后一直到16:12:34飞机姿态才到达14.06度，从24秒到34秒，10秒的时间飞机才达到初始俯仰姿态，说明机组带杆率偏小，因而导致了事件的发生。

“高” “温” 修正法真实案例二

首先根据飞机及外部环境状态，机组所查起飞数据正确，虽然机组在最终离地前遭遇了10节的顺风不利因素，但是机组正确查出的 $V_r=153$ 节根据“高温”修正法，修正海拔高度**2103.5米**，每1000米修正5%，不足1000米按照1000米计算，这里修正**3次**， $153*(1+3*5\%)=175.95$ 节，之后修正ISA温度，昆明机场标准ISA温度为1摄氏度，实际温度为**20摄氏度**，所以**ISA为+19度**，ISA温度每高10摄氏度度，TAS增加3节，不足10摄氏度照10摄氏度度计算，这里修正**2次**， $175.95+(2*3)=181.95$ 节，向上取整也就是说经过估算在IAS153节时抬轮，TAS为182节。查看译码机组抬轮前译码显示TAS也为178节，由于本案例中两次修正均为保守修正，故实际TAS小于估算数值182节，同案例一中相同有4节的差距。再次验证此估算方法对于起飞阶段速度分析确实可靠并且留有一定安全余度。

“高” “温” 修正法

说明：“空客公司给出的统计数据抬轮速率减小 $1^{\circ}/s$ ，离地速度增加4-5节，起飞距离增加700米”。根据空客公司给出的统计数据推算，在这个案例中离地速度至少增加6-7节，起飞距离增加900米。过小的抬轮速率不仅直接导致了这个案例中超轮胎速度限制的事件发生，同时增加的起飞距离也为后续起飞阶段增加了不少风险。





总结

防止超轮速的注意事项

保持清醒

高原运行该用氧气必须用氧

1

简令明确

认真研究运行特点，考虑周全做好预案

3

加强沟通

机组应该与ATC多沟通，与其他机组多沟通

5

准备充分

计算严谨，留有余地

2

分工明确

PM严格标准，及时提醒

4

严格标准

PF严格SOP和限制标准

6

综上所述高海拔，高温，顺风，标准喊话不及时以及操作动作迟缓等都是容易造成起飞超轮速的主要因素，那么在清楚了解了这些潜在威胁之后我们该如何应对以防止超轮速事件的再次发生。



结束语

技精于专，做于细；业成于勤，守于挚。

如同世界上没有两片完全一样的树叶，飞行中也不会有两次完全相同的起飞和着陆。为了保障每一次飞行的安全，需要我们机组不断提高理论水平，精心准备每一次的飞行，精准操作每一个动作，对于每一次的飞行都能做到心中有速，为保障飞行安全贡献出我们自己的一份力量。



四川航空股份有限公司

THANK YOU