

中国大陆地区航班准点现状 研究报告

符啸文 (IAR / 悉尼大学)

及

雷铮 (斯威本科技大学)

王焜 (对外经济贸易大学)

严佳 (华盛顿州立大学)



高速成长中的烦恼

- 中国航空市场长期保持两位数的高速增长。安全记录、航空公司利润、国内外航线网络拓展都取得了非凡成就。
- 运量的持续增长使得机场航空公司的准点运营更具挑战性。中国的航空业在保障准点高效运营方面的现状、问题、和长远计划如何？
 1. 机场航班准点表现
 2. 航班准点比较：国内航空服务与国际航空服务
 3. 各航空公司航班准点比较与延误蔓延效应
 4. 时刻拥挤和延误的成本代价
 5. 航班准点率对航空公司运营和战略的影响
 6. 枢纽航空公司是否更好地使用了机场时刻？
 7. 中国民用航空局改善航班准点率的政策影响（【2017】115号文）

聚焦行业运营及商业策略

- 业界及监管部门对准点率有明确定义及权威发布
 - OAG及众多国际机场: 计划起飞/降落15分钟内的实际运营视为准点。
 - 民航总局对部分机场的标准略有调整。
- 我们聚焦行业运营及商业策略，而不是复制权威报告。所以，我们主要利用以下两个指标：
 1. 航班运行延误：计划起飞/落地时刻和实际起飞/落地时刻的差别。（与衡量服务质量常用的“准点率”的计算**不同**）
 2. 缓冲时隙（buffer），即航空公司在无阻碍运行所需时间上计划增加的额外缓冲时隙。

假设在某航线上一百个航班的实际运营时间记录为 1, 2, 3, ..., 98,99,100 分钟. 则我们认为无阻碍运行的时间是 10分钟。如果某航空公司计划运行时间是25分钟，则缓冲时隙为 $25-10=15$ 分钟。

2017机场起飞延误及缓冲时隙排名

排名	起飞机场	代码	平均延误 分钟	起飞机场	代码	分钟 (mins)
1	五大连池机场	DTU	0.9	梧州机场	WUZ	8.9
2	花土沟机场	HTT	3.4	富蕴	FYN	9.1
3	德令哈机场	HXD	5.2	营口机场	YKH	10.6
179	广州白云	CAN	42.4			
195	上海虹桥	SHA	46.1			
200	上海浦东	PVG	47.9			
201	北京首都	PEK	48	广州白云	CAN	41.5
				上海虹桥	SHA	42.7
219	绵阳南郊机场	MIG	62.3	北京首都	PEK	44.7
220	扬州泰州机场	YTY	63.4	上海浦东	PVG	48.3



谨慎使用延误排名 (北京)

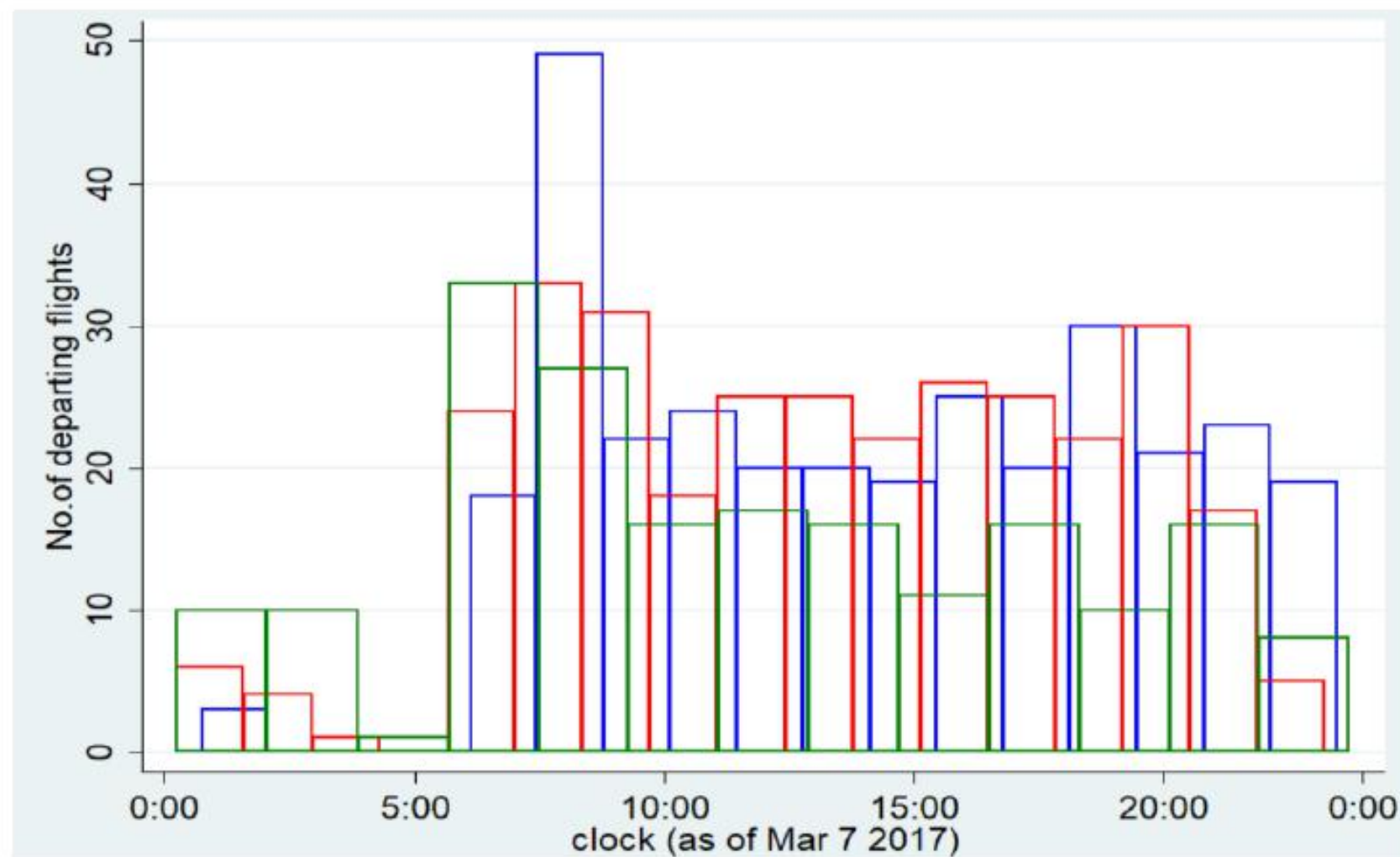
2015 出发				2017 出发			
航空公司	平均延误 (分钟)	航班 #	比例	航空公司	平均延误 (分钟)	航班 #	比例
青岛航空	17.2	300	0.1%	大新华航空	32.5	1831	0.6%
长龙航空	29.2	359	0.1%	长龙航空	40.6	342	0.1%
吉祥航空	30.6	417	0.1%	东海航空	40.8	286	0.1%
祥鹏航空	33.2	596	0.2%	山东航空	42.9	5033	1.8%
山东航空	33.5	5166	1.8%	青岛航空	43.1	244	0.1%
中国国际航空	35.7	110625	39.4%	吉祥航空	43.6	284	0.1%
重庆航空	36.8	349	0.1%	海南航空	44.8	27626	9.8%
海南航空	36.8	26121	9.3%	中国国际航空	45.0	110496	39.2%
大新华航空	37.8	2252	0.8%	重庆航空	45.1	648	0.2%
首都航空	41.1	3524	1.3%	首都航空	46.4	3874	1.4%
南方航空	42.2	42230	15.1%	西藏航空	47.3	348	0.1%
东方航空	42.3	38184	13.6%	中华航空	47.5	413	0.1%
西藏航空	42.6	352	0.1%	祥鹏航空	51.2	436	0.2%
四川航空	43.1	5565	2.0%	东方航空	51.4	37556	13.3%
上海航空	43.8	1623	0.6%	南方航空	53.2	41382	14.7%

- 主基地航空公司（如北京的国航和海航）比主要的非主基地航空公司（比如，北京的东航和南航）有更低的起飞延误时间。到达时间无明显差别



航班时刻对延误的影响

- 青岛航空2015年执飞一个到青岛的每日航班，出发时间是晚上11点；浙江长龙航空执飞到杭州的每日航班，时间在7:30，5:55和6:30；吉祥航空在早上6:30飞往上海虹桥；祥鹏航空每日6:20飞往昆明，每两日一班7:40从北京飞往腾冲和德宏



红色柱代表中国国际航空（CA），蓝色柱代表东方航空（MU）、南方航空（CZ）和海南航空（HU）的总和，绿色柱是其他航空公司的总和

图 1 PEK 航空公司起飞航班直方图(2017 年 3 月 7 日)



国际航空服务优先

出发机场	代码	平均出发延误时间 (分钟)		平均缓冲时隙 (分钟)		国际航线比例
		国内	国际	国内	国际	
上海浦东	PVG	48.8	46.9	42.5	48.3	42.97%
延吉朝阳川	YNJ	23.7	24.3	25.7	35.3	37.56%
北京首都	PEK	48.1	47.7	40.9	47.5	22.40%
广州白云	CAN	44.9	33.1	39	42.3	21.34%
威海大水泊	WEH	39.8	24.6	26	25.9	19.50%
二连浩特赛乌苏	ERL	15.9	25.5	14.7	13	15.33%
满洲里西郊	NZH	40.8	38.6	28.9	25.2	13.40%
牡丹江海浪	MDG	32.4	38.2	19.6	34	13.24%
厦门高崎	XMN	50.9	48.8	29.6	36	13.18%
福州长乐	FOC	44.4	38.1	25.1	27.8	13.18%
泉州晋江	JJN	51.7	36.7	25.1	23.5	12.85%
青岛流亭	TAO	36.7	35	28.5	33.8	12.62%
无锡苏南硕放	WUX	58.7	51	29.2	28.1	11.62%
宁波栎社	NGB	52.2	34.3	26	31.9	11.15%
杭州萧山	HGH	53.8	36.9	32.7	35.6	10.36% ₇



延误蔓延（传递）效应

- 我们将一天分割为24个时间窗口。我们的估测结果显示
- 当考虑中国大陆所有机场时，前一个窗口的每10分钟到达延误会导致第二个窗口（1个小时后）的7.2分钟的出发延误，第三个窗口（两个小时）的1.7分钟出发延误。
- 对于前十名的大机场，10分钟的到达延误会相应导致接下来第一个和第二个窗口的5.1分钟和1.4分钟的蔓延延误。跑道数量极大地减少了延误蔓延。
- 一小时的延误蔓延效应对于中国国际航空（0.501）、南方航空（0.624）、海南航空（0.527）、东方航空（0.612）和深圳航空（0.644）所产生的影响。
- 海南航空的平均缓冲时隙为 32.4分钟；国航平均缓冲时隙为 37 分钟。其他大型航企在此区间内。
- 增加航空时隙会提高名义准点率，减少延误蔓延。但同时会减少飞机实际利用率，增加成本。
- 行业总体上，2017年航班延误的总量是185万小时，**或26.34分钟每航班**；缓冲时隙的总量是216万小时，**或30.88分钟每航班**。
- 假设航班延误40人民币/小时的节省时间价值，缓冲时隙20人民币/小时。在2017年，中国大约有5.52亿的航空乘客，这意味着延误给乘客带来的成本大约有153亿人民币。

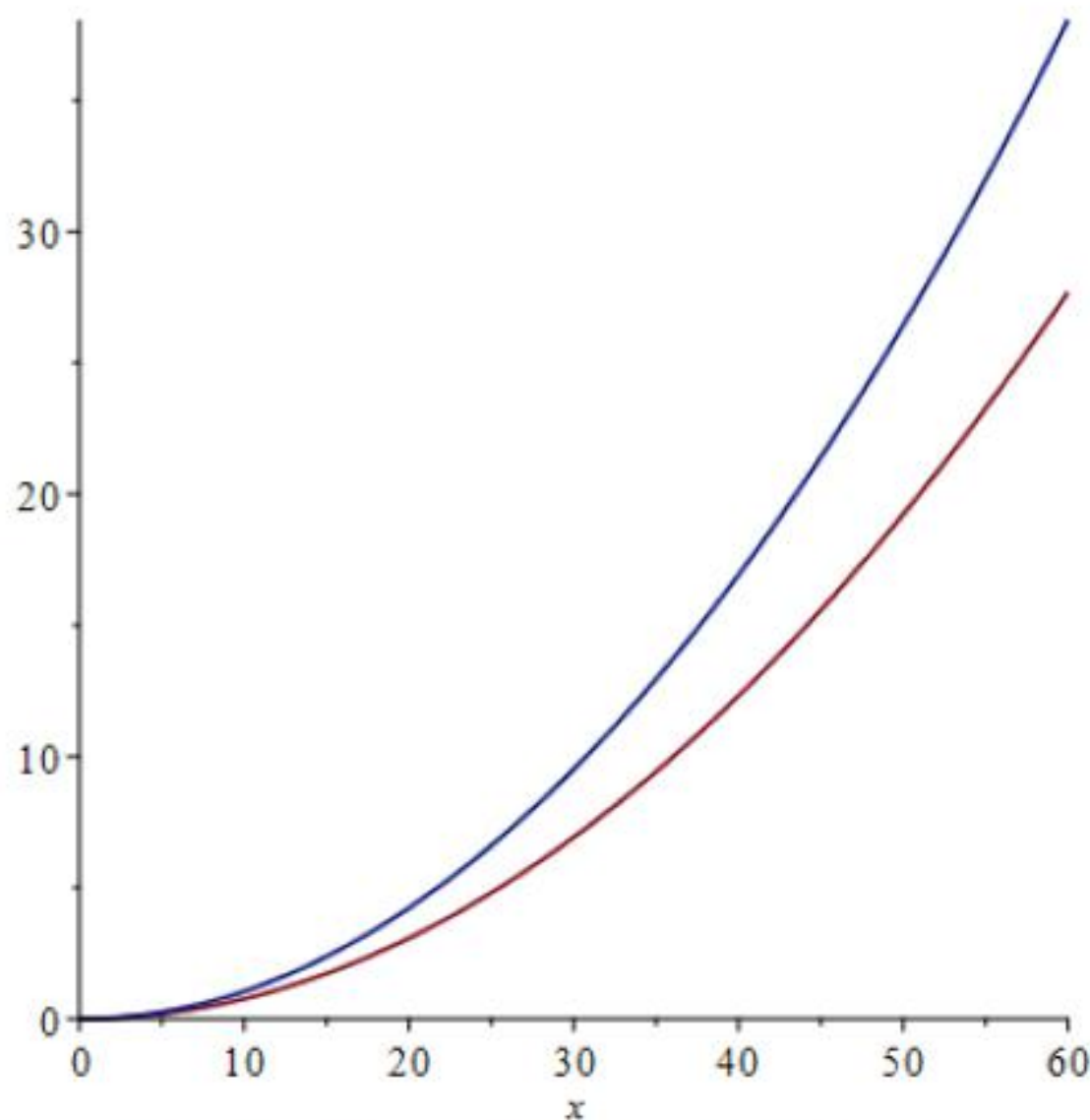


图 4 到达延误和时间缓冲对乘客的成本估计

- 对于乘客，30分钟的到达延误成本60元人民币
- 下一个30分钟的延误成本为170元人民币，或大约三倍的成本。
- 时间延误需要控制在旅客能接受范围内。延误比较严重时，即使相对较小的改进也能取得显著效益。

注：蓝线是对到达延误的成本变化，红线是对缓冲时隙的成本变化

NEXTOR估计2007美国延误成本

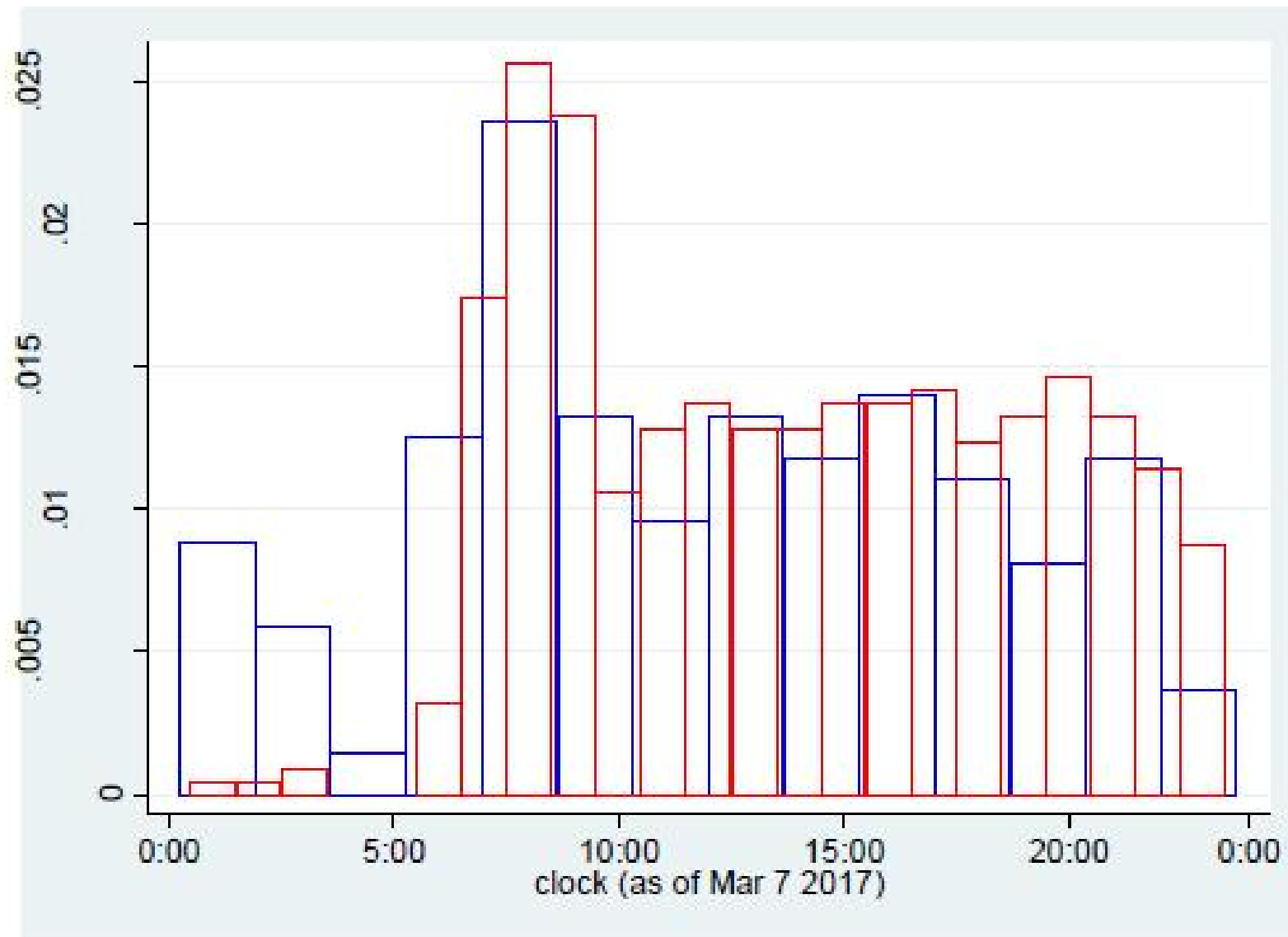
Cost Component 成本组成	Cost 成本 (\$ billions)
Costs to Airlines 对航空公司的成本	8.3
Costs to Passengers 对乘客的成本	16.7
Costs from Lost Demand 损失需求带来的成本	2.2
Total Direct Cost 总直接成本	27.2
Impact on GDP 对GDP的影响	4.0
Total Cost 总成本	31.2



航空公司运营和战略的影响

- **分析样本：旅客吞吐量前50的机场及其相关市场**
- 航空需求对于延误的弹性系数是-0.0772。也就是说，如果平均航班延误增加100%，航空需求会减少7.72%。
- 价格的弹性系数是-1.12。也就是，如果票价上涨10%，航空需求减少11.2%。
- 航班频率的弹性系数是1.19。意味着，在其他条件等同的情况下，10%的航班频率上升会带来11.9%的市场需求上升。
- 当旅客数量上升10%时，航班频率会上升9%。90%需求增长是由航班频率增加来满足的。
- 当总延误（到达延误和计划缓冲时隙）翻倍时，平均航空票价上涨6.2%。归因于（a）航空公司由于延误增长的运营成本，（b）服务质量下降。
- 与高速铁路（HSR）的竞争使得航班延误减少。高速铁路2小时的旅程范围的相同目的地航班（相当于短途航线）中，竞争可以使总延误下降6.71%；而高速铁路5小时的旅程范围的相同目的地航班（相当于中长途航线）中，竞争可以使总延误下降3.32%。

- 欧美市场的分析结果：航空公司的竞争促进准点率。
- 我们对于中国市场的初步分析结果：竞争不太激烈的航线上延误较少



(a) PEK

注：蓝色（高集中度 $HHI > 5000$ ），红色（低集中度 $HHI < 5000$ ）

- 航空公司把相对不太方便的时刻用于竞争不太激烈的线路。
- 航空公司平衡考虑的因素：
准点率/服务质量、可用时刻、市场竞争、资源分配政策。



不同规模机场的机型平均座位数

	Top 10 airports	Top 11-50 airports	Other airports
Year 2002			
Top 10 airports	182 (33.14)	148 (35.92)	113 (49.30)
Top 11-50 airports		123 (48.69)	91 (55.66)
Other airports			155 (50.28)
Year 2008			
Top 10 airports	166 (32)	146 (21)	115 (43)
Top 11-50 airports		134 (38)	100 (51)
Other airports			85 (55.26)
Year 2016			
Top 10 airports	186.5 (51.1)	163.9 (24.3)	145.1 (24.1)
Top 11-50 airports		159.8 (24.9)	134.7 (38)
Other airports			111.7 (46)

- 虽然乘客们不喜欢飞机晚点和长时间的旅程（计划时间），但是市场仍然是对价格和航班频率更敏感。2002-2008年间，前十大机场间的机型变小。但由于延误/时刻原因，逐步回升。



枢纽航空公司是否更好地利用时刻?

Airline	Airline Code	average aircraft size	aircraft coefficient of variation	frequency share
China Southern Airlines	CZ	166	0.206	46.9%
China Eastern Airlines	MU	165	0.184	10.2%
Air China	CA	196	0.268	8.8%
Shenzhen Airlines	ZH	152	0.044	8.8%
Hainan Airlines	HU	180	0.125	8.5%
Shanghai Airlines	FM	213	0.154	2.8%
Xiamen Airlines	MF	169	0.000	2.2%
9 Air	AQ	189	0.000	1.9%
Sichuan Airlines	3U	185	0.079	1.8%
Beijing Capital Airlines	JD	203	0.126	1.7%
Shandong Airlines	SC	168	0.012	1.2%
Spring Airlines	9C	180	0.000	1.2%
Chongqing Airlines	OQ	180	0.000	0.7%
China West Air	PN	185	0.000	0.7%
China United Airlines	KN	182	0.000	0.7%
Juneyao Airlines	HO	157	0.000	0.4%
Zhejiang Loong Airlines	GJ	173	0.000	0.3%
OKAY AIRWAYS	BK	196	0.000	0.2%
TianJin Airlines	GS	178	0.000	0.2%
Hebei Airlines	NS	170	0.000	0.2%
Kunming Airlines	KY	149	0.000	0.2%
Chengdu Airlines	EU	126	0.000	0.2%

广州机场
(CAN)



改善航班正点率的政策[文件 2017(115)]

• 2017年冬春航季开始实施

机场类型	机场三字代码	机场名称	平均离港延误 (分钟)		同比浮动	离港航班总数		同比浮动
			2017 冬	2016 冬		2017 冬	2016 冬	
枢纽机场	CAN	广州白云国际机场	24.9	30.4	-18.0%	36116	36512	-1.1%
	PEK	北京首都国际机场	28.7	36.6	-21.7%	47351	49614	-4.6%
	PVG	上海浦东国际机场	24.7	43.1	-42.7%	36136	37161	-2.8%
	SHA	上海虹桥国际机场	19.7	40.4	-51.3%	21280	22403	-5.0%
航班时刻主 协调机场						22946	22751	
	CKG	重庆江北国际机场	19.3	22.2	-13.4%			0.9%
	CSX	长沙黄花国际机场	20.0	30.7	-34.9%	13676	13678	0.0%
	CTU	成都双流国际机场	27.1	34.9	-22.4%	27145	27199	0.2%
	DLC	大连周水子国际机场	13.3	20.8	-36.2%	9746	10282	5.5%
	FOC	福州长乐国际机场	27.1	24.1	12.6%	7043	7956	13.0%
	HAK	海口美兰国际机场	21.8	27.9	-22.0%	13067	13642	4.4%
	HGH	杭州萧山国际机场	26.1	38.1	-31.6%	19456	19794	1.7%
	KMG	昆明长水国际机场	23.7	29.0	-18.2%	28550	28435	-0.4%
	NKG	南京禄口国际机场	25.1	39.8	-36.9%	14240	15628	9.7%
	SYX	三亚凤凰国际机场	25.9	30.2	-14.4%	10468	10426	0.4%
	SZX	深圳宝安国际机场	21.2	28.9	-26.7%	25736	25755	-0.1%
	TAO	青岛流亭国际机场	18.3	27.0	-32.2%	13228	13139	0.7%
	TSN	天津滨海国际机场	28.1	40.3	-30.3%	12958	10772	20.3%

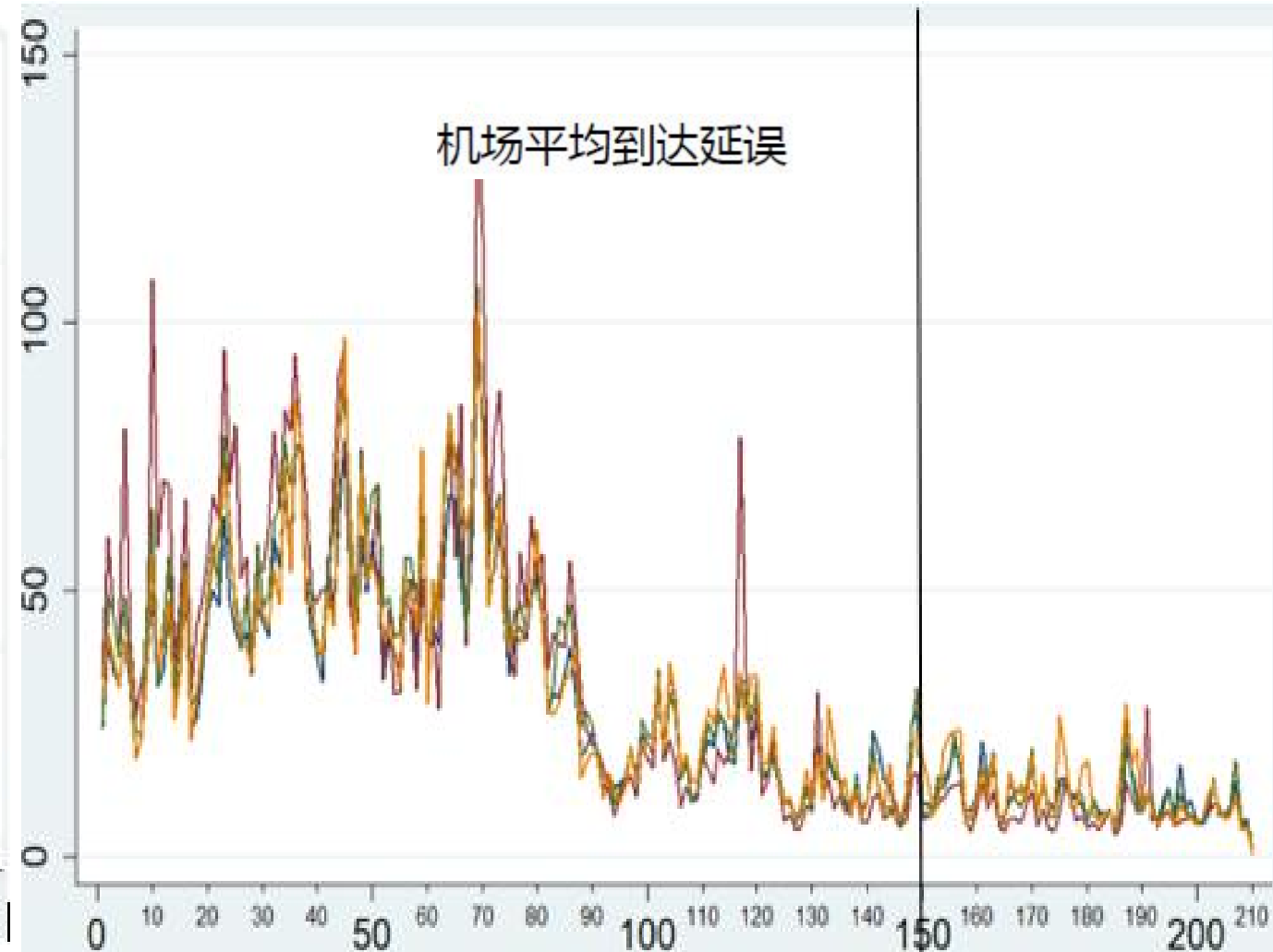
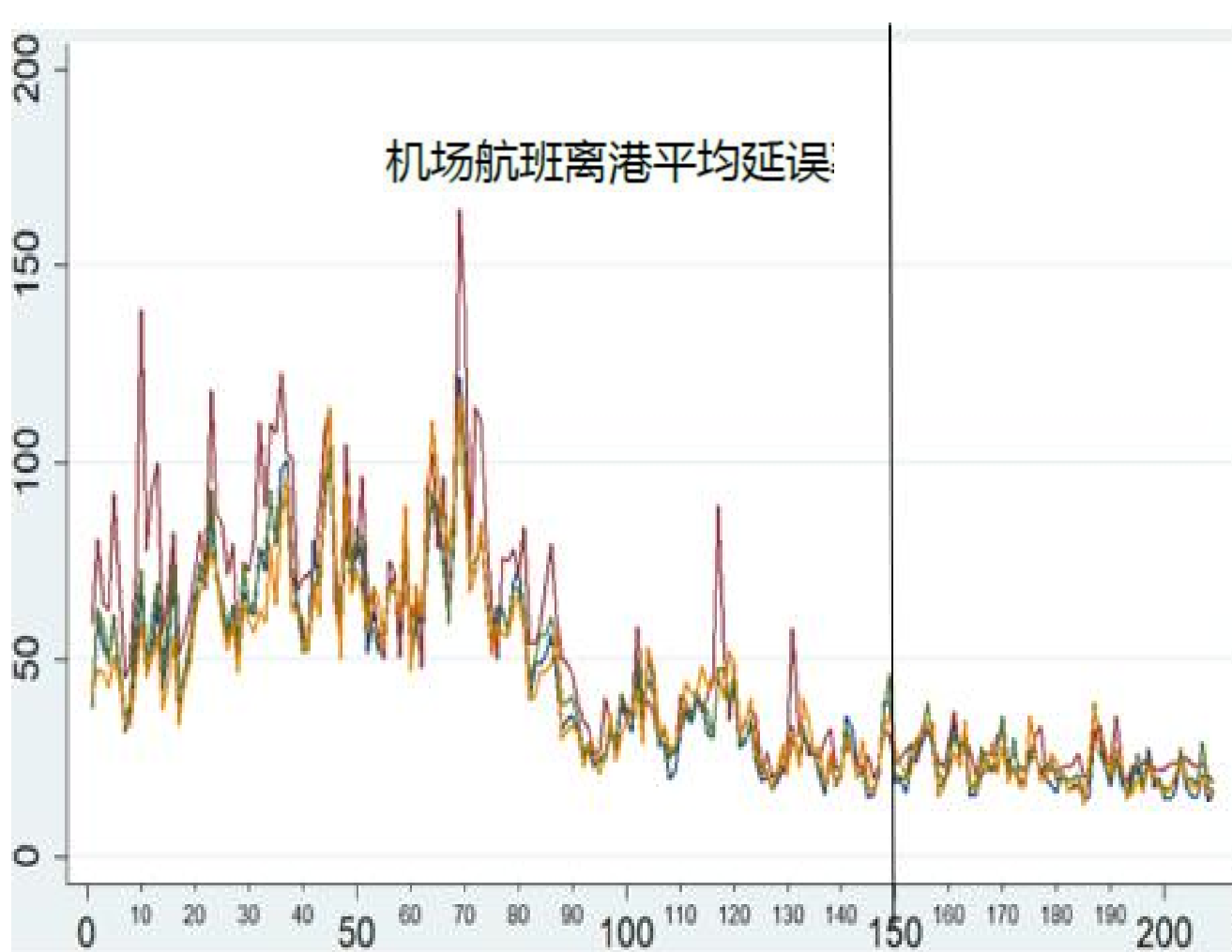


离港航班平均缓冲间隙

机场类型	机场三字 代码	航空公司名称	缓冲时隙		同比浮动
			2017 冬	2016 冬	
非航班时刻协 调机场			26.1	25.6	2.0%
枢纽机场	CAN	广州白云国际机场	40.8	41.6	-2.2%
	PEK	北京首都国际机场	43.3	41.9	3.2%
	PVG	上海浦东国际机场	49.8	48.6	2.4%
	SHA	上海虹桥国际机场	42.8	44.6	-4.0%
航班时刻主协 调机场					
	CKG	重庆江北国际机场	32.1	32.8	-2.3%
	CSX	长沙黄花国际机场	28.2	27.6	2.2%
	CTU	成都双流国际机场	35.2	34.2	2.8%
	DLC	大连周水子国际机场	28.0	28.4	-1.5%
	FOC	福州长乐国际机场	30.3	29.5	3.0%
	HAK	海口美兰国际机场	28.8	27.0	6.7%
	HGH	杭州萧山国际机场	36.5	36.5	0.0%
	KMG	昆明长水国际机场	31.1	31.0	0.3%
	NKG	南京禄口国际机场	32.9	32.3	2.1%
	SYX	三亚凤凰国际机场	29.1	30.6	-4.8%
	SZX	深圳宝安国际机场	38.0	38.7	-1.9%
	TAO	青岛流亭国际机场	31.4	30.4	3.3%
	TSN	天津滨海国际机场	31.8	29.3	8.5%

延误减少明显

	离港延误时间	抵港延误时间
枢纽机场	-11.2 mins	-10.0 mins
航班时刻主协调机场	-4.7 mins	-6.2 mins
航班时刻辅协调机场	-3.5 mins	-5.3 mins



注：“红线”表示“枢纽机场”的平均数，“绿线”表示的是“航班时刻主协调机场”的平均数，“橘黄线”表示的是“航班时刻辅协调机场”，“蓝线”表示的是“非航班时刻协调机场”的平均值。

黑色的竖线代表的是 2017 年第 150 天，也就是 2017 年 10 月 29 日，2017 年冬春航季的第一天。

总体而言政策非常成功

- 旅客在航班延误减少中获益巨大。另外，较低的延误降低了航空公司的运营费用。如果其他条件不变，这会导致票价水平的缓慢降低。但是，旅客因为航班频率的小幅下降会损失一定的利益。
- 基于2017年的市场状况，如果节省的旅行时间价值假定为每小时40元人民币，那么民航总局的政策给抵达枢纽机场、主协调机场和辅协调机场的乘客带来了大约**每年价值9.63亿元人民币的利益**。受益于民航总局的政策，消费者剩余从延误改善，机票价格，航班频率等方面获得。以上都是**保守估计**。



仍需密切关注

- (a) 旅客出行需求增长仍然较快。(b)如何关注航空公司的准点情况?

2016和2017年冬春航季北京首都机场平均航班离港延误率和缓冲时隙变动

航空公司名称	航空公司二字代码	始发	离港延误同比浮动	缓冲时隙同比浮动
祥鹏航空	8L	PEK	-75%	72%
大新华航空	CN	PEK	-44%	-2%
浙江长龙航空	GJ	PEK	-68%	10%
山东航空	SC	PEK	-32%	15%
吉祥航空	HO	PEK	-34%	1%
中国国际航空	CA	PEK	-24%	0%
首都航空	JD	PEK	-39%	11%
海南航空	HU	PEK	-12%	4%
四川航空	3U	PEK	-45%	-9%
重庆航空	OQ	PEK	-35%	-8%
东海航空	DZ	PEK	-46%	20%
东方航空	MU	PEK	-17%	7%
深圳航空	ZH	PEK	-33%	1%
上海航空	FM	PEK	-21%	10%
南方航空	CZ	PEK	-20%	2%
西藏航空	TV	PEK	-30%	5%
厦门航空	MF	PEK	-24%	11%

• 鼓励政策创新，允许试点、试错； 兼顾效率与服务



期待您的意见与建议!

xiaowen.fu@aviationresearch.org.uk