



华安证券
HUAAN SECURITIES

2024年3月26日

从民航空管系统展望低空经济基础设施

——低空经济系列深度报告

分析师：金荣

执业证书号：S0010521080002

分析师：王奇珏

执业证书号：S0010522060002

联系人：傅晓焱

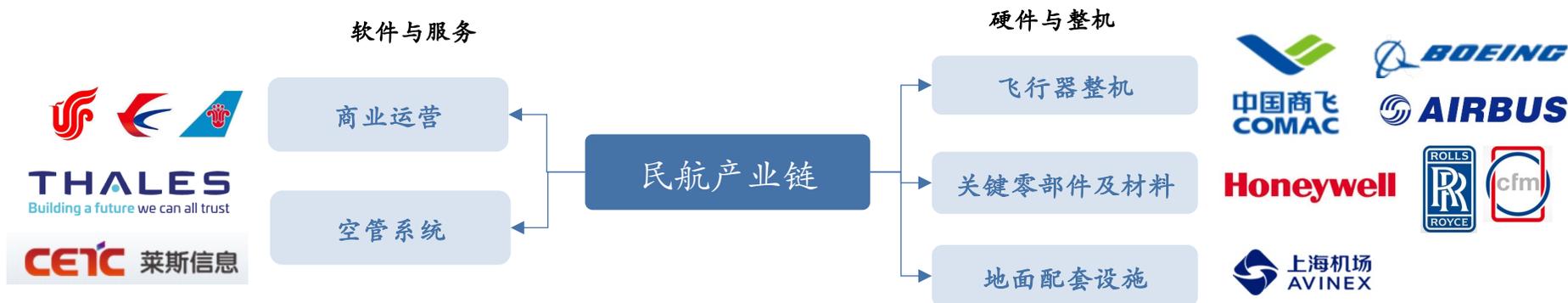
执业证书号：S0010122070014

证券研究报告

华安证券研究所

1 空中管制ATC系统：四大组成部分

- **空管自动化系统：**空管自动化系统是保障民航飞行安全的重要指挥控制信息系统。系统通过雷达报告飞机的飞行信息，为航空管制员提供航班实时准确飞行动态，能够预测潜在冲突危险，保障航班飞行安全，减轻航空管制员的工作负担，提高航路的运行效率。
- **空管场面管理系统：**空管场面管理系统是为机场范围内航班进离港、地面运行提供管制服务的工作平台，供塔台管制员或机坪管制员使用。包括塔台电子进程单、高级场面活动引导与控制、塔台自动化系统，从电子化手段和可视化运行两个角度，为场面运行提供智能保障手段，有效提升场面运行效率。
- **机场机坪塔台管制自动化系统：**机场机坪塔台管制自动化系统管制范围主要包括飞机从廊桥、停机位推出至跑道头的等待位置，作为地面运行管理及空地协同支持系统，有效整合机场、空管、航空公司的信息，调动机场场面保障资源，发挥机场在地面运行的主导作用。系统供机场机坪管制员使用，主要负责引导和指挥航空器推出、开车、滑行、拖拽等工作，系统通过协调机场各个保障单位，有效保证飞机运行安全，提高场面管理效率。
- **空管模拟机系统：**空管模拟机系统通过虚拟数据环境仿真真实管制操作流程、实现空中交通管制业务技能培训。系统为管制员提供程序管制和雷达管制环境下的模拟训练平台，通过设定训练席位、编制训练剧本、模拟飞行员操作，对学员进行管制技能、操作程序训练以及管制规则演练。
- **低空经济与现有民航在产业结构上，存在较强的参照性和相似度。**



资料来源：莱斯信息招股书，华安证券研究所整理

1 空中管制ATC系统

- 空中管制**ATC**系统，覆盖飞机从停机位推出、滑行道滑行、跑道起飞、爬升、巡航、下降、降落至跑道、滑行道滑行至停机位等整个航行过程，是民航信息化和信息系统国产化的核心之一。
- 对于低空飞行器而言，其管制难度和必要性可能不亚于狭义民航，主要原因如下：
 - 1) 其飞行空域垂直高度限制严格，相对空间更加狭小；
 - 2) 与其他小型无人机共享空域资源；
 - 3) 地面障碍物遮挡，低空雷达在城市区域覆盖范围受限。

管制指挥类系统的运行示意图



资料来源：莱斯信息招股书，华安证券研究所

1 空中管制ATC系统：空管自动化硬件（地面+空中）

- **二次雷达（地面硬件）**：通过地面询问机与机载应答机进行通信来发现、识别目标。
- **应答机（空中硬件）**：能够在收到无线电询问信号时，自动对询问信号做出回应。传统的A、C模式应答机提供四位八进制编码用来识别身份(每天运行的航班都会接收到管制员分配给飞行员的应答机代号，飞行员将应答机的代号输入到应答机里，管制员的雷达屏幕上面就会正确显示该飞机的身份信息)。相比A模式，C模式加入了气压、高度等信息。目前主流的S模式下应答机能够提供24位编码资源，数字组合的增加使得每架飞机拥有独一无二的识别码成为可能，与此同时，S模式也可以回传空速、地速、航向、航班号等数据，支持空中防撞系统TCAS。
- **广播式自动相关监视ADS-B**：(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast)：可类比飞机上的GPS，获取位置、速度、航向、升降率之后，通过通信设备进行数据传输，传给地面以及一定范围内其他搭载ADS-B的飞机。优势在于更高的精度、更好的可维护性（地面设施）、更丰富的数据、无视地形对雷达的遮挡。
- **国内现状**：空管仍然以A、C模式为主，有部分机场安装了ADS-B系统，用来作为传统雷达管制的补充，未来有望实现更具深度的使用。

A320上的应答机和MCDU相关界面



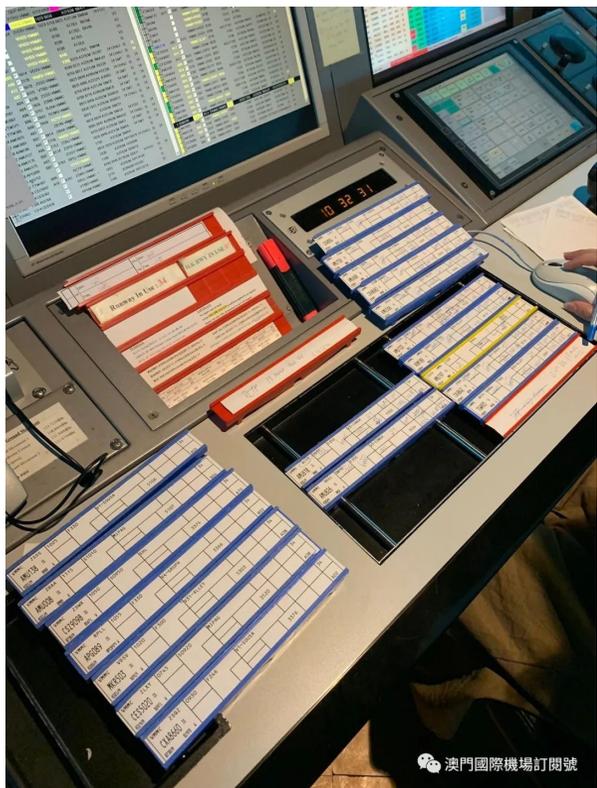
资料来源：学员请上座公众号，华安证券研究所

1 空中管制ATC系统：空管自动化设备（地面）

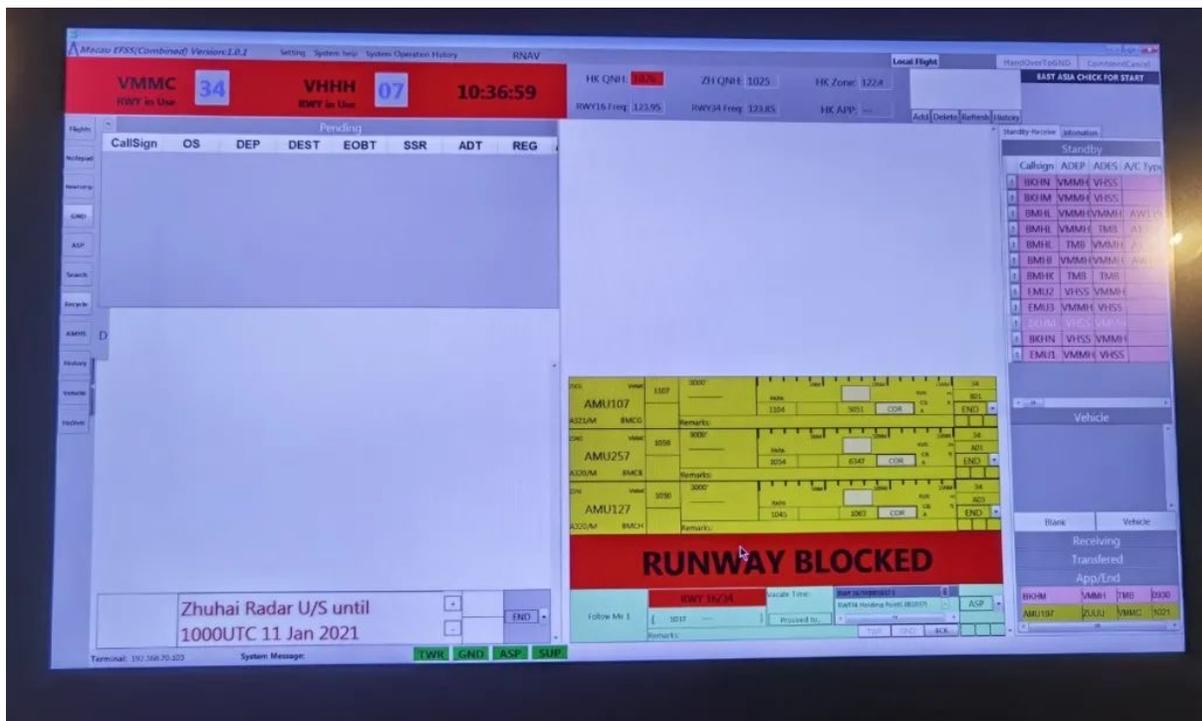
- 纸质行程单：纸质卡片上以简语、符号和报文来标注航空器的接收到的指令、飞行状态，目前国外仍广泛使用。
- 电子进程单：将必要内容进行信息化，并将数据与流量监控系统等外部进行沟通，成为CDM协同决策系统的子系统之一，CDM系统集成有航班信息、机场桥位信息、空管自动化信息、DCL数据、CDM时刻等各类数据。

纸质进程单

电子进程单



澳門國際機場訂閱號



资料来源：澳门国际机场订阅号2021年1月，华安证券研究所

1 空中管制ATC系统：空管自动化设备（地面）

- **增强型电子进程单系统（E-strips）**：以厦门空管站为例，2024年1月25日零时起，厦门空管站区域管制室正式启用增强型电子进程单系统（E-strips）。该系统独立于现有空管雷达自动化系统，由空管站自主研发，立足于飞行数据管理（Flight Data Manager, FDM），在将纸质进程单所有功能电子化的基础上，还应用计算机算法深度开发了电子协调移交、管制关键信息提示告警等实用功能。该系统还能和智能进场排序系统很好地融合，提升管制单位的协同水平和厦门机场在高峰时段的运行效率。

增强型电子进程单



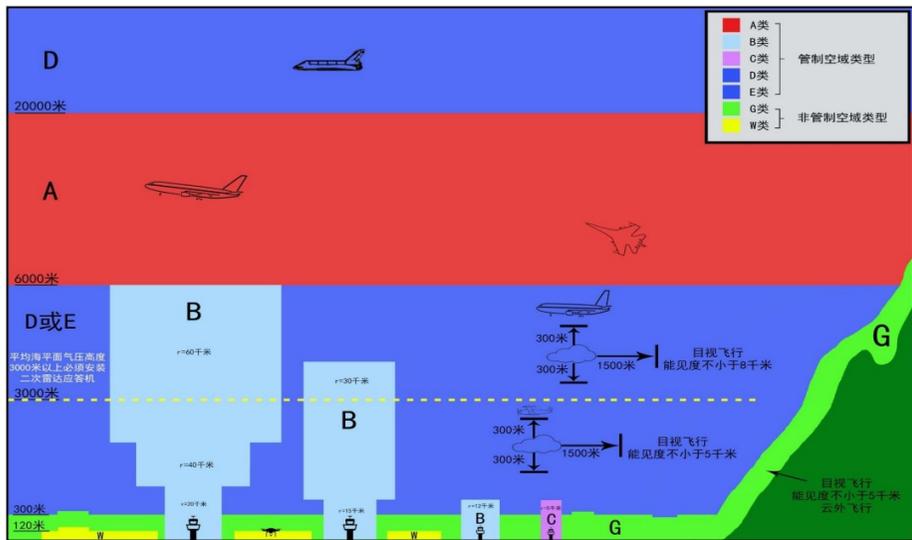
航班号	航司	机型	起飞	落地	高度	速度	航路	备注
CXA8568	ACT	AM407/S0000	AM105/S0000	S0779	AM407	ZSAM	I	
S738/M	A2128	IS	H190	O152	M			
ZS20060	072ZSAM		N292	0714	W	FGG91A		
CXA8426	ACT	TEBON/S0490	AM105/S0000	S1008	TEBON	ZSAM	I	
S738/M	A1556	IS	H120	O152	M			
ZUGY046	072ZSAM		N286	0717	W	TEB91A		
CXA8334	ACT	AM400/S0000	AM105/S0000	S0660	AM406	ZSAM	I	
S738/M	A4550	IS	H154	O152	M			
ZQH4010	072ZSAM		N296	0708	W	DO91A		
CXA8450	ACT	TEBON/S0490	AM105/S0000	S0829	TEBON	ZSAM	I	
S738/M	A1540	IS	H097	O152	M			
ZUCK013	072ZSAM		N273	0711	W	TEB91A		
CSH9149	ACT	AM407/S0000	AM105/S0000					
S738/M	A2141	IS						
ZSFD0641	080ZSAM							
CSC8031	ACT	TEBON/S0490	AM105/S0000					
A21N/M	A1542	IS						
ZUCK0609	081ZSAM							
CXA8152	ACT	AM400/S0000	AM105/S0000					
S737/M	A0053	IS						
ZBYN0800	082ZSAM							
UAL2730	PRE	AM501/S0000	AM221/S0240					
A7005	IN							
ZSAM0700	1018RJAA							
CXA8501	PRE	AM501/S0000	AM221/S0240					
A0730	IS							
ZSAM0700	0816ZSSX							
CSC6954	PRE	AM501/S0000	AM402/S0240					
A319/M	A0732	IS						
ZSAM0705	0815ZCYC							
CXA8163	PRE	AM501/S0000	AM402/S0240					
S738/M	A0153	IS						
ZSAM0710	0858ZBTJ							
CXA8459	PRE	AM501/S0000	AM402/S0240					
S738/M	A7010	IS						
ZSAM0716	0825ZGHA							
CQH8838	PRE	AM501/S0000	AM221/S0240					
A20N/M	A0740	IS						
ZSAM0725	0845ZSPD							
CCA1834	PRE	AM501/S0000	AM402/S0240					
A321/M	A7007	IS						

资料来源：厦门空管公众号，华安证券研究所

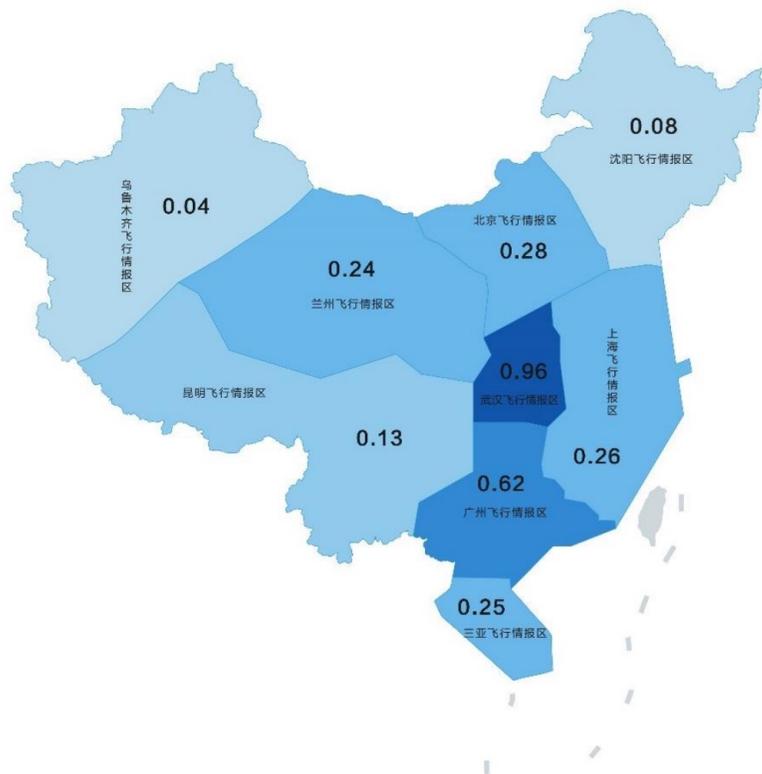
1 空中管制ATC系统：飞行情报区

- 我国空域分为飞行情报区、管制区、限制区、危险区、禁区、航路和航线。
- 飞行情报区：为飞行提供飞行情报和报警服务而划定的空域。飞行情报是指重要气行情报、助航设备的变动、机场和有关设备的情况，其中包括跑道表面上的冰、雪、积水的情况以及可能影响飞行安全的其他情报。根据实施空中交通业务的需要，多数国家将其所辖空域划成若干飞行情报区。我国大陆主要划设9个飞行情报区。

国家空域基础分类示意图



全国飞行情报区航班密度图

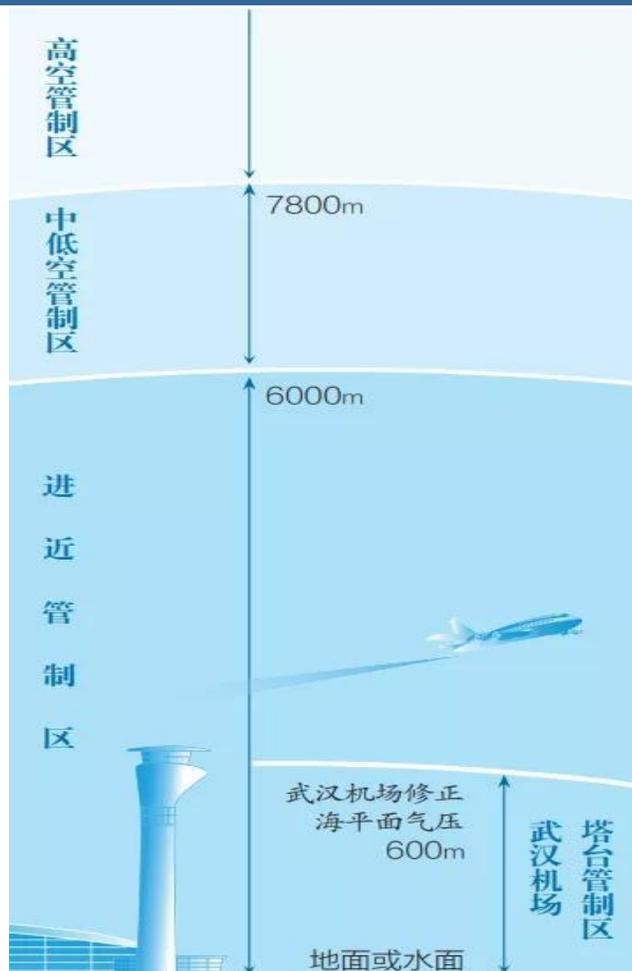


资料来源：全国民航航班运行效率报告(民航局)，国家空域基础分类示意图（民航局），华安证券研究所整理

1 空中管制ATC系统：飞行情报区

全国飞行情报区航班密度图

- 垂直来看，管制区被划分为多个层级，包括高空管制区（A类）、中低空管制区（B类）、进近管制区（C类）、机场管制区（D类）。
- **进近管制空域：**通常是指在一个或几个机场附近的航路汇合处划设的便于进场和离场航空器飞行的管制空域。它是中低空管制空域与塔台管制空域之间的连接部分，其垂直范围通常在6000m(含)以下最低高度层以上；水平范围通常为半径50km或走廊进出口以内的机场塔台管制范围以外的空间。
- **中低空管制空域：**在我国境内标准大气压高度6000米(含)至其下某指定高度的空间，可以划设中低空管制空域。
- **高空管制空域：**在我国境内标准大气压高度6000米以上的空间，可以划设高空管制空域。



资料来源：湖北发布，民航局官网，华安证券研究所

1 空中管制ATC系统：空管区和空管局

- 中国民用航空局空中交通管理局：负责领导和管理我国民航七大地区空管局及其下属单位。
- 七大民航地区管理局：中国民用航空华北地区管理局、中国民用航空东北地区管理局、中国民用航空华东地区管理局、中国民用航空中南地区管理局、中国民用航空西南地区管理局、中国民用航空西北地区管理局、中国民用航空新疆管理局。

中国民航七大地区管理局所在城市和管辖范围

中国民航七大地区管理局所在城市和管辖范围			
序号	民航地区管理局	所在城市	管辖范围
1	民航东北地区管理局	沈阳	黑龙江、吉林、辽宁三省区的机场
2	民航华北地区管理局	北京	北京、天津、河北、内蒙古、山西五省区的机场
3	民航西北地区管理局	西安	陕西、甘肃、宁夏、青海四省区的机场
4	民航华东地区管理局	上海	上海、江苏、浙江、安徽、山东、福建、江西七省区的机场
5	民航中南地区管理局	广州	河南、湖北、湖南、广西、广东、海南六省区的机场
6	民航西南地区管理局	成都	四川、重庆、贵州、云南、西藏五省区的机场
7	民航新疆管理局	乌鲁木齐	新疆的机场



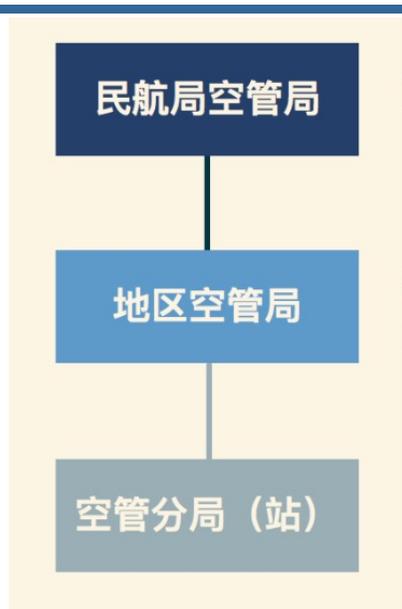
资料来源：大同通航产业园公众号，华安证券研究所

1 空中管制ATC系统：空管区和空管局

- 空中交通管理分局：位于驻省会城市（直辖市），简称“民航空管分局”。
- 空中交通管理站：位于非省会城市，简称为“空中交通管理站”。
- 从我们目前的整理来看，我国大陆（不包括港澳台）一共约有37个空管分局或空管站。

我国空管组织架构示意图

民航局空管局							
地区空管局	华北空管局	东北空管局	华东空管局	中南空管局	西南空管局	西北空管局	新疆空管局
空管分局（站）	天津空管分局 河北空管分局 陕西空管分局 内蒙古空管分局 呼伦贝尔空管站	黑龙江空管分局 民航吉林空管分局 大连空管站	山东空管分局 安徽空管分局 江苏空管分局 浙江空管分局 江西空管分局 福建空管分局 厦门空管站 青岛空管站 宁波空管站 温州空管站	河南空管分局 湖北空管分局 湖南空管分局 广西空管分局 海南空管分局 深圳空管站 珠海空管站 桂林空管站 汕头空管站 湛江空管站 三亚空管站 珠海进近管制中心	云南空管分局 贵州空管分局 重庆空管分局	甘肃空管分局 青海空管分局 宁夏空管分局	阿克苏空管站



资料来源：《国务院办公厅关于印发中国民用航空地区行政机构职能配置机构设置和人员编制规定的通知》，华安证券研究所



1 空中管制ATC系统：机场空管

- 机场空管通常除了进近管制之外，还要负责场面监视与管理。
- 空管系统扩容和机场建设息息相关。民航统计公报数据汇总（机场建设）

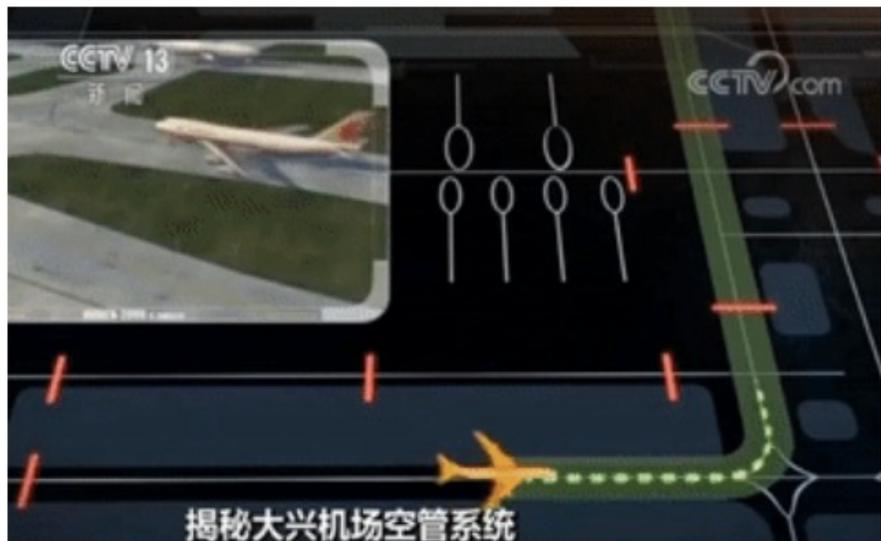
指标	单位	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年
机场总数	个	235	238	241	248	254
东部地区颁证运输机场数量	个	27	54	54	56	56
中部地区颁证运输机场数量	个	54	36	36	40	41
西部地区颁证运输机场数量	个	118	121	124	125	130
东北地区颁证运输机场数量	个	36	27	27	27	27
新增机场	个	6	3	3	7	6
4F机场数量	个	12	13	13	15	15
4E机场数量	个	35	38	38	37	39
4D机场数量	个	40	38	38	37	37
4C机场数量	个	142	143	147	154	158
3C机场数量	个	5	5	4	4	4
3C以下机场数量	个	1	1	1	1	1
跑道总数	条	255	261	265	275	283
停机位总数	个	5800	6244	6621	7133	7315
航站楼总面积	万平方米	1454.58	1629	1799.8	1787.9	1798.9
新增跑道	条	6	7	4	/	7
新增停机位	个	305	444	377	/	182
新增航站楼面积	万平方米	133.1	174.9	170.8	/	11
新开工、续建机场项目	个	174	126	114	/	/

资料来源：民航局官网，历年民航统计公报，华安证券研究所

1 空中管制ATC系统：先进空管技术前瞻

- 气象相控阵雷达，帮助空管人员及时发现机场周边的特殊气象现象。
- 高级地面活动引导系统，传统起降滑行需要引导车配合，而新型灯光引导则依靠预先铺设在机场滑行道中的中线灯来实现对飞机的引导。
- 主备自动化系统将实现双向数据同步，确保主用系统在出现故障时能够无缝切换到备用系统，保障管制指挥工作不受影响。
- 卫星互联网的应用。

中国民航七大地地区管理局所在城市和管辖范围

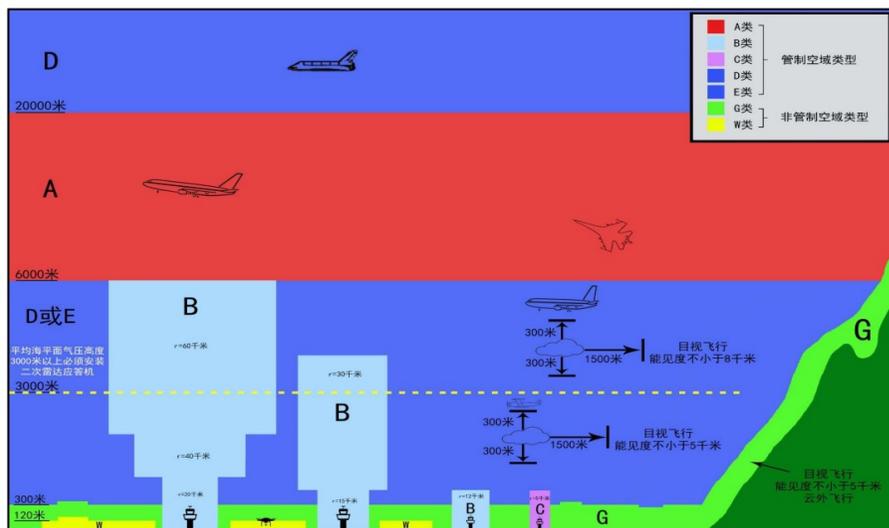


资料来源：央视新闻，华安证券研究所

2 低空非管制空域的增设

- 2023年12月21日国家空管委制定了《国家空域基础分类方法》，新增加了300米以下G类空域和真高120米以下的W类空域，这给eVTOL和其他通航产品提供了相对灵活的空域支持。
- 1.划设地域及范围：①B、C类空域以外真高300米以下空域（W类空域除外）；②平均海平面高度低于6000米、对民航公共运输飞行无影响的空域。
- 2.服务内容：仅提供飞行信息服务，不提供空中交通管制服务。
- 3.飞行要求：①允许仪表和目视飞行；②平均海平面高度3000米以下，指示空速不大于450千米/小时；③仪表飞行的航空器和空中交通管理部门之间必须保持持续双向无线电通信，目视飞行在规定通讯频率上保持守听；④航空器必须安装或携带可被监视的设备；⑤必须报备飞行计划；⑥航空器驾驶员应具备仪表或目视飞行能力及相应资质。

国家空域基础分类示意图



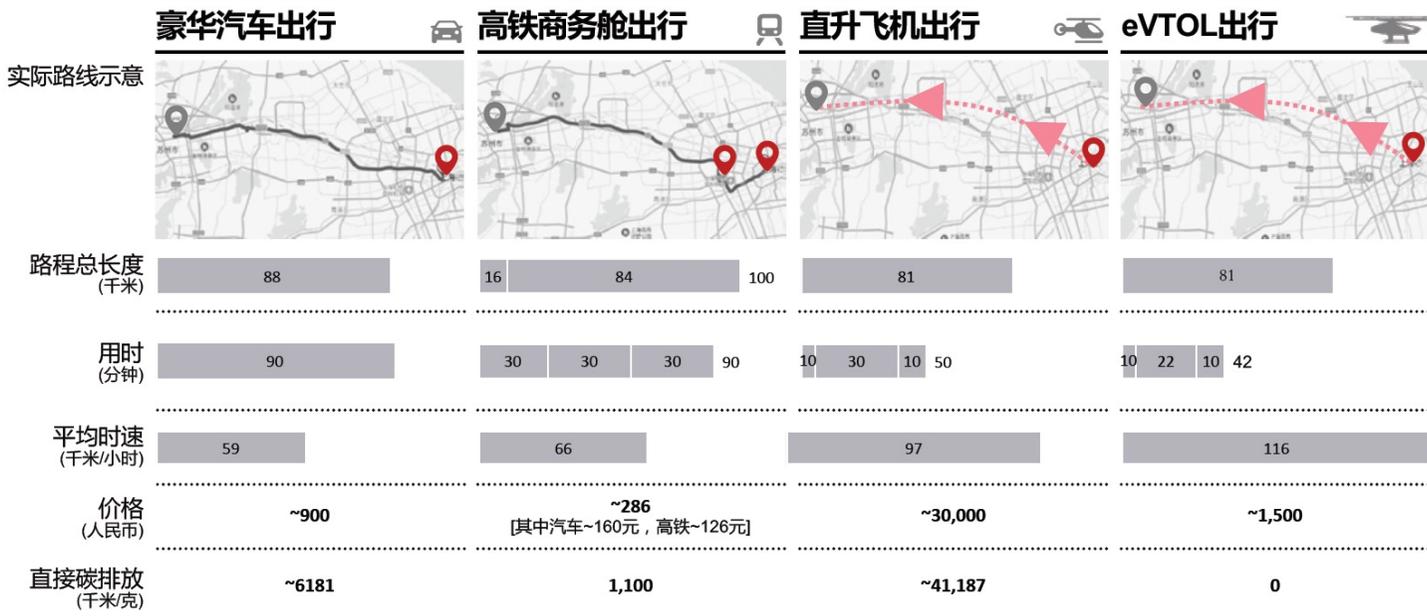
资料来源：国家空域基础分类示意图（民航局）
华安证券研究所整理

2 低空飞行器技术的变化

- 我们以目前参数相对完整的两款飞行器作为参考：
- **峰飞航空科技盛世龙eVTOL**：可载**5人**，最大载荷**350公斤**，最大起飞重量**2吨**，巡航速度可达**200公里每小时**，最大航程**250公里**。
- **贝尔505直升机**：内部有效载荷**680公斤**，客舱面积**2平方米**，最大巡航速度**231公里每小时**，最大续航时间**3.9小时**。

综合来看，相比直升机，eVTOL的主要优势在于其机械结构相对简单、制造成本较低、单次飞行成本显著下降、部分机型可自动驾驶、能源清洁，但续航能力、最大航程、安全裕度则存在一定程度的差异或不足。

不同出行方式的对比



资料来源：保时捷咨询
华安证券研究所整理



2 低空经济商业效率的相关测算

- 从商业运营角度来看，亿航（基于EH216，2座飞行器）给出估算：
 - 负载量：供乘客乘坐的 1-2 个座位，无需飞行员
 - 客座率：不低于 90%
 - 飞行器成本：30 万美元
 - 电池寿命：500 次循环
 - 折旧年限：10 年
 - 电力成本：0.2 美元/1 度电
 - 运营时间 20 小时/天，6000 小时/年
 - 单位票价：2.5 美元/乘客/公里
- 年收入预测约为三十五万美元，折合人民币约**250万元**。（数据来自亿航官方）

不同出行方式的对比

亿航智能宣布EH216-S无人驾驶载人航空器系统
在中国市场官方指导价239万元人民币



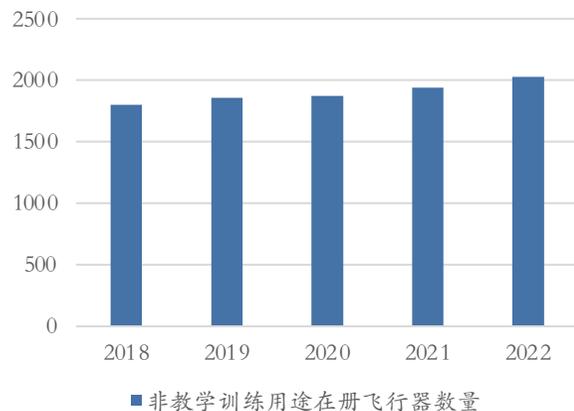
资料来源：亿航，华安证券研究所整理

2 低空经济配套设施：传统通航飞行器平稳增长

- 从历年数量统计来看，我国在册通航飞行器（非教学训练用途）数量稳定增长，但每年增长绝对值较低。
- 主要原因分析如下：
 - 1) 往年我国通航飞行器主要用于救援、勘探、医疗等特殊任务，总需求量小；
 - 2) 传统通航飞行器价格高昂，燃油成本亦然，经济性不佳；
 - 3) 固定翼飞机需要滑行起降，对机场要求较高；
 - 4) 安全性与空域管制。

我国通航飞行器数量统计

	2018	2019	2020	2021	2022
通航在册飞行器数量（台）	2495	2707	2892	3018	3186
教学训练用飞机数量（台）	692	849	1018	1077	1157
非教学训练用途在册飞行器数量（台）	1803	1858	1874	1941	2029



资料来源：历年民航统计公报，华安证券研究所整理

2 低空经济配套设施：通用机场数量仍在爬坡

- 由于起步时间和航空业发展格局等原因，我国通用航空机场数量相比美国、澳大利亚、巴西等国家存在一定差距，但我国在无人机领域拥有明显的数量优势。
- 参考美国较为发达的航空运输网络，四千余座通用机场在一定程度上带动了社会交通效率、航空制造业、旅游业的发展，与此同时也支持了紧急医疗、航空灭火、执法救援、救灾抢险等特殊飞行任务的执行。
- 纵观我国民航统计公报给出的历年机场数量统计，我国通航机场数量正逐年稳步上升，随着低空经济产业快速发展和对通航基础设施的投资增加，未来该数据有望持续上升并带动基础设施的进一步完善。
- 此外，针对eVTOL的专用机场建设也蓄势待发，且由于垂直起降占地面积小，其建设投入、审批难度也将小于传统机场，在低空经济的政策催化下，其数量有望快速增加。

我国通用机场、无人机数量情况

	董柄豺殆赋锭 承	埠颁豺赋锭 黄翘
雹陛	5;	; 70
膊陛	6978	: 808
焦陛	: 3	3: 04
圃傻沦	383	708
埒棒韩摹	4522	1
滥导	5572	1

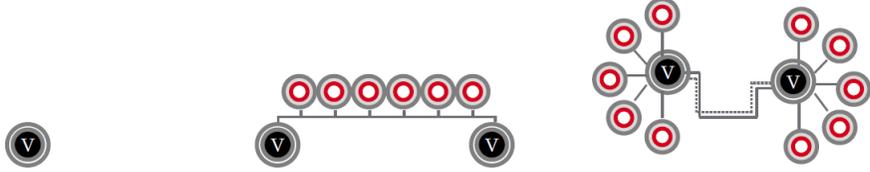
	柏陛董柄豺殆赋锭 承
4244	5;
4243	592
4242	55;
423;	468

资料来源：前瞻产业研究院，民航统计公报2022，华安证券研究所整理

2 低空经济配套设施：发展空间显著

- 基于eVTOL垂直起降特性，专用机场不再需要滑行道和跑道，但垂直起降场一般仍需包含起飞降落区、停车场与航站楼、机场信标台、通讯导航、充电与维保等设施，为eVTOL运行提供起降场地、充电与维修、空地交通接驳等功能。
- 在一些大型机场，其立体空间的复杂度并不显著低于传统机场。随着大型eVTOL机场的建设，机场侧或须部署更加完善的管制系统。

我国通用机场、无人机数量情况



	垂直停机点	垂直停机站	大型停机场
分类	• 可与直升机停机坪媲美，适用于便利短暂的降落	• 在配置、容量和维护方面增强版的小型垂直起降站	• 加大版垂直停机站，集合其他运输方式
配置	<ul style="list-style-type: none"> • # TLOF* 1 • # 备用停机位 0 	<ul style="list-style-type: none"> • 1~2 • 3~6 	<ul style="list-style-type: none"> • ≤20 • ≤100
最大容量 [每小时周转次数]	~6	~40	~1,000
应用场景 *可停地点	城中心区域 如写字楼楼顶	部分城区或城外 如高速公路休息站	独立区域 如独立绿地建筑
功能性 *潜在选择	受限 例，很少或没有停机以及维护服务	部分/没有限制 例，停机、充电、维护；甚至于提供便利店或休息室	交通枢纽 例，与其他交通方式集成

 *TLOF：着陆和起飞区域

 备用停机位

资料来源：保时捷咨询，华安证券研究所整理

2 低空经济配套设施：空管与监测系统建设

- 从目前已经推出的eVTOL机型来看，升力与巡航复合型航空器（复合翼）在续航、时速、载重、能耗比方面均具备优势。
- 但由于其需要固定翼提供升力，且会配置水平和垂直尾翼用于俯仰和转向，其构型和巡航时工作方式更接近传统固定翼飞机，因此其在巡航阶段的飞行灵活性和避障性能相比多旋翼机型或有所不足，也更依赖于航线与空域的可靠性。

亿航视觉定位展示图

	多旋翼型	升力与巡航复合型	倾转旋翼/机翼型	倾转涵道型
架构示意	 通过多个（通常多于4个）固定螺旋桨实现起降和巡航动作	 升力与巡航用的螺旋桨是独立的，分别实现垂直起降和巡航	 通过倾转不同螺旋桨或机翼方向实现飞行姿态控制与起降	 通过改变涵道推力方向，实现不同场景下的垂直起降于巡航
主要玩家 (举例)	  	  	  	 
载重	★★★★★ 1-3位乘客	★★★★★ 2-5位乘客	★★★★★ 2-5位乘客	★★★★★ 4-7位乘客
最大时速	★★★★★ 80-150 km/h	★★★★★ 150-200 km/h	★★★★★ 180-250 km/h	★★★★★ 200-300 km/h
最大航程	★★★★★ 20-50 km	★★★★★ 150-250 km	★★★★★ 200-250 km	★★★★★ 175-300 km
主要应用场景	<ul style="list-style-type: none"> 空中出租车 (市内点对点交通) 机场接驳 (市郊至市中心往返交通) 低空旅游 短途紧急救援等 	<ul style="list-style-type: none"> 空中出租车 机场接驳 城际短途航班 物流运输等 	<ul style="list-style-type: none"> 空中出租车 机场接驳 城际短途航班 物流运输等 	<ul style="list-style-type: none"> 城际中长距离航班 紧急救援 观光旅游等

资料来源：保时捷管理咨询，华安证券研究所

2 低空经济配套设施：航线和起降平台规划不断出台

- 各地政策陆续出台，多方面着手推进低空经济发展：1) 航线及起降平台等基础设施数量目标；2) 相关企业、参与主体数量目标；3) 产业产值发展目标；4) 飞行器活跃度目标（飞行次数）。
- 随着航线的规划和落地，起降平台、空管系统、二次雷达、调度中心等基础设施将随之跟进。同时，安全性一直是相关政策法规的强调重点。
- 根据中国新闻网消息，**2023年中国无人机产业规模约1500亿元，深圳占比约为70%，处于领先地位。**

部分省市低空经济政策摘录

地区	相关内容	补充信息
南京市	计划：25年相关产业产值规模超过15亿元，开发50个创新场景和50条市内无人机航线。	
安徽合肥	24年基本建成骆岗低空融合飞行试验片区，25年基本建成具有国际影响力的“低空之城”。	
安徽芜湖	到25年，芜湖低空经济相关企业数量力争突破300家，低空产业产值预计达500亿元。	
成都市政府	要激活通用航空、工业无人机等产业优势，打造西部低空经济中心。	
深圳宝安	2025年前，新增5家以上国家、省市级创新平台， 建设100个以上低空飞行器起降平台，50条以上无人机航线 ，30万架次/年载货无人机商业飞行，集聚一批低空研发、制造及运营龙头企业，加快建成全国领先的低空经济创新发展标杆城区。	2023年中国无人机产业规模约1500亿元，深圳占比约为70%。（中国新闻网）

资料来源：上海证券报，中国新闻网等，华安证券研究所整理

2 低空经济配套设施：空管与监测系统建设

- 目前民航用于防撞的措施主要包括但不限于**1) 空管监测与指挥**；**2) TCAS防撞系统**；**3) 目视**。
- **TCAS和目视并不完全适用**。由于低空环境相比民航而言，**地面障碍物影响更大，空域垂直范围狭小**等特性，利用高频直线信号的TCAS难以完全发挥作用。目视避障则受限于**能见度和旋翼结构遮挡**，尤其在通航机场附近起降过程中，垂直方向容易发生误判。
- **传统报备模式或难以应对未来的空域拥堵**。对于传统的低空直升机飞行而言，由于数量较少，空域拥挤度低，目前主要采用飞行计划报备和审批来确保安全。但当我们假设通航飞行器数量逐渐上升时，传统的报备方案或难以应对逐渐拥挤的空域环境。
- **避障方案不统一，需要外部监测**。目前通航产业参与主体众多，其使用的自动驾驶系统和避障方案并不统一，包括视觉避障、雷达避障等多种方案。未来的通用空域需要具备更强泛用性和统一标准的外部管理系统进行监测以确保飞行安全。

亿航视觉定位展示图



资料来源：亿航，华安证券研究所

2 低空经济配套设施：空管与监测系统建设

- 从目前信息来看，载人垂直起降飞行器一般在高度300米以下的中低空开展飞行作业，而载货物流垂直起降飞行器的飞行高度通常不高于120米。
- 而从实际情况来看，有部分航拍无人机飞行高度或超120米，甚至500米以上，空域存在交叉影响和安全隐患，未来随着空域利用率的提升，空中管制和检测有望持续细化。

中国民航局无人驾驶航空器空管信息服务系统（测试版）

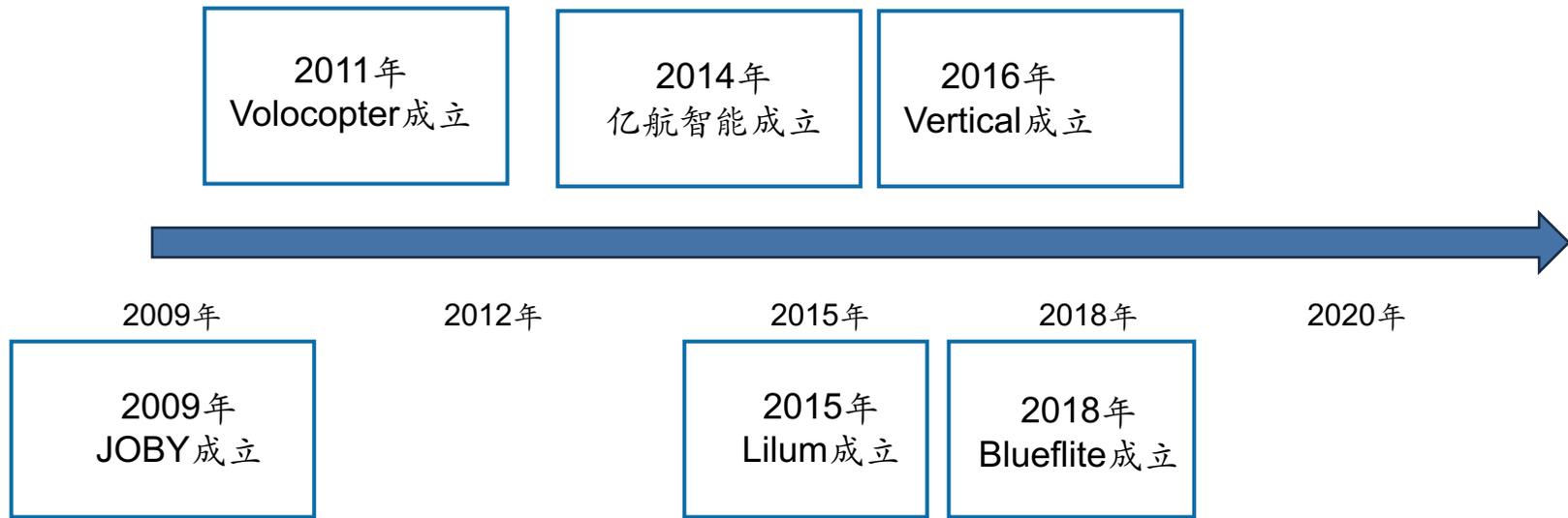


资料来源：中国民航局，华安证券研究所整理

2 低空经济配套设施：重要的产业突破方向之一

- ▶ 经航空产业网统计，全球已研发或者正在研发适航阶段产品、取得实质性进展企业总共约50家。
- ▶ 我们认为，随着低空经济产业兴起，大量eVTOL项目和跨界玩家将不断出现，而目前制约低空通航规模应用的因素就包括：1) 电池效率有待提高；2) 需要统一的指挥、监测、调度系统；3) 矢量推进技术的不成熟；4) 规模化前期，制造成本高。

eVTOL企业陆续成立（不完全统计）



资料来源：各公司官网，华安证券研究所



2 建议关注

- 低空监视管理与服务系统相关供应商，提供低空飞行器的实时位置监控及飞行服务解决方案。该系统具有如下功能：
 - (1) 综合监视功能：对“低、慢、小”低空飞行器能够实时探测跟踪，获取其点迹/航迹、ID等信息。集成电/光/声一体化综合监视技术，实现对合作/非合作目标的全时空监视覆盖。
 - (2) 提供管理与服务功能：为各类低空空域用户提供实时、完整的低空飞行管理服务：飞行计划、航行情报、气象信息、通信导航、告警救援及目视航图应用等。
- 低空监测硬件设施，包括低空雷达等。

低空雷达

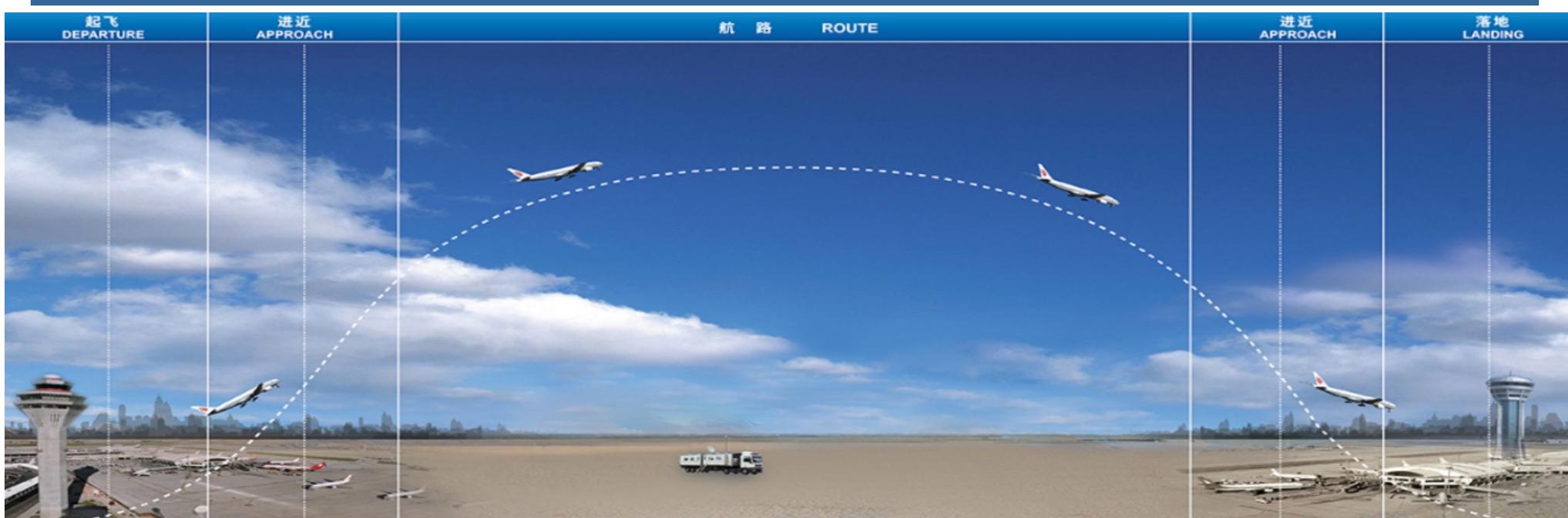


资料来源：川大智胜，华安证券研究所

2 建议关注

- 管制指挥类（ATC）系统和流量管理类（ATFM）系统相关企业，这些系统利用通信、导航技术和监控手段对飞机飞行活动进行监视和控制，为民用航空器的飞行提供各类空中交通管理服务，有效维护空中交通秩序，促进空中交通安全，保障空中交通畅通。
- 低空领域有望成为ATC国产化落地新赛道。

ATC系统示意图



资料来源：莱斯信息，华安证券研究所



风险提示

- 1) 低空经济政策推进力度不及预期；
- 2) 技术成熟度不及预期；
- 3) 低空经济系统建设成本超预期；
- 4) 低空经济应用场景不及预期。



重要声明及评级说明

重要声明

分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的执业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人对这些信息的准确性或完整性不做任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。报告中的信息和意见仅供参考。本人过去不曾与、现在不与、未来也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接接收任何形式的补偿，分析结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

免责声明

华安证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。本报告中的信息均来源于合规渠道，华安证券研究所力求准确、可靠，但对这些信息的准确性及完整性均不做任何保证。在任何情况下，本报告中的信息或表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。华安证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

本报告仅向特定客户传送，未经华安证券研究所书面授权，本研究报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。如欲引用或转载本文内容，务必联络华安证券研究所并获得许可，并需注明出处为华安证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。如未经本公司授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。本公司并保留追究其法律责任的权利。

投资评级说明

以本报告发布之日起6个月内，证券（或行业指数）相对于同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准，A股以沪深300指数为基准；新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以纳斯达克指数或标普500指数为基准。定义如下：

行业评级体系

- 增持—未来6个月的投资收益率领先市场基准指数5%以上；
- 中性—未来6个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至5%；
- 减持—未来6个月的投资收益率落后市场基准指数5%以上；

公司评级体系

- 买入—未来6-12个月的投资收益率领先市场基准指数15%以上；
- 增持—未来6-12个月的投资收益率领先市场基准指数5%至15%；
- 中性—未来6-12个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至5%；
- 减持—未来6-12个月的投资收益率落后市场基准指数5%至15%；
- 卖出—未来6-12个月的投资收益率落后市场基准指数15%以上；
- 无评级—因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。