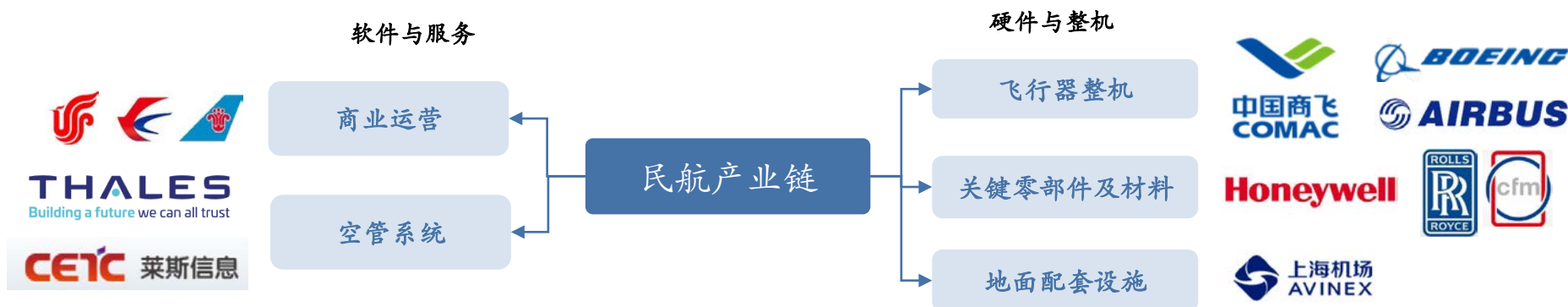


1 空中管制ATC系统：四大组成部分

- **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

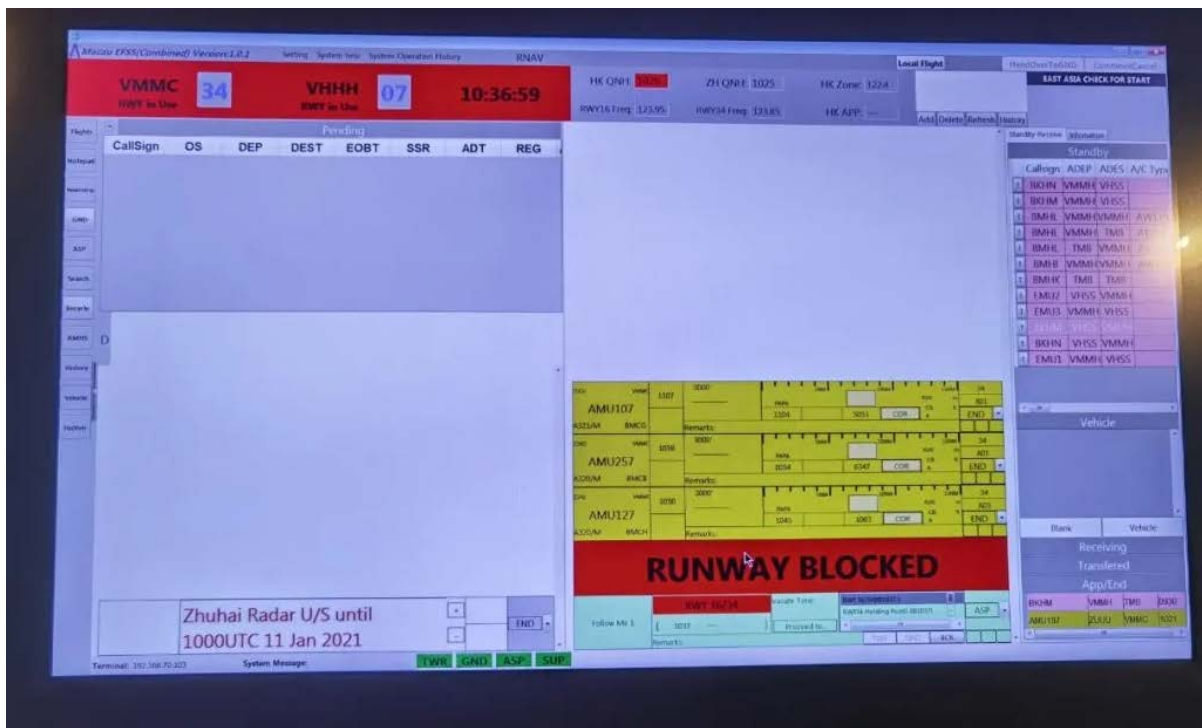
1 空中管制ATC系统：空管自动化设备（地面）

- 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



资料来源：澳门国际机场订阅号2021年1月，华安证券研究所

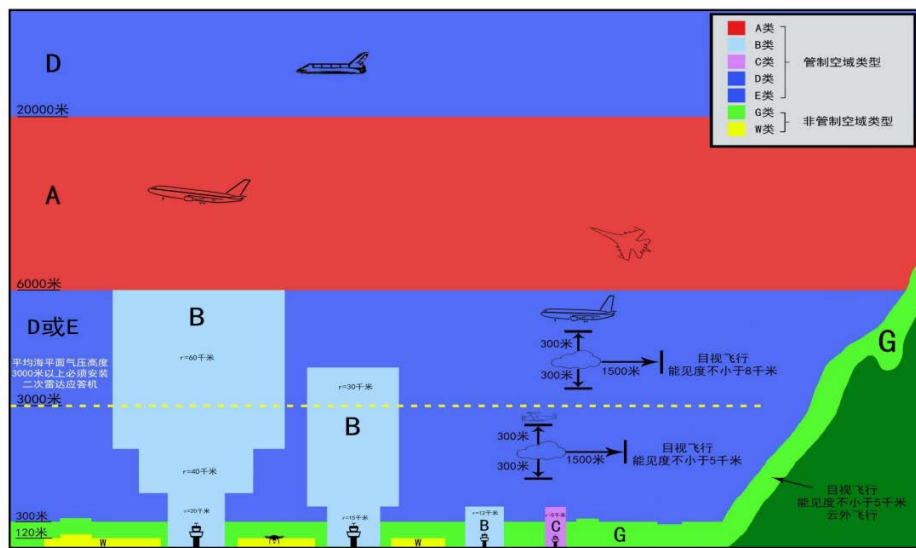
➤ **增强型电子进程单系统（E-strips）**：以厦门空管站为例，2024年1月25日零时起，厦门空管站区域管制室正式启用增强型电子进程单系统（E-strips）。该系统独立于现有空管雷达自动化系统，由空管站自主研发，立足于飞行数据管理（Flight Data Manager, FDM），在将纸质进程单所有功能电子化的基础上，还应用计算机算法深度开发了电子协调移交、管制关键信息提示告警等实用功能。该系统还能和智能进场排序系统很好地融合，提升管制单位的协同水平和厦门机场在高峰时段的运行效率。

资料来源：厦门空管公众号，华安证券研究所

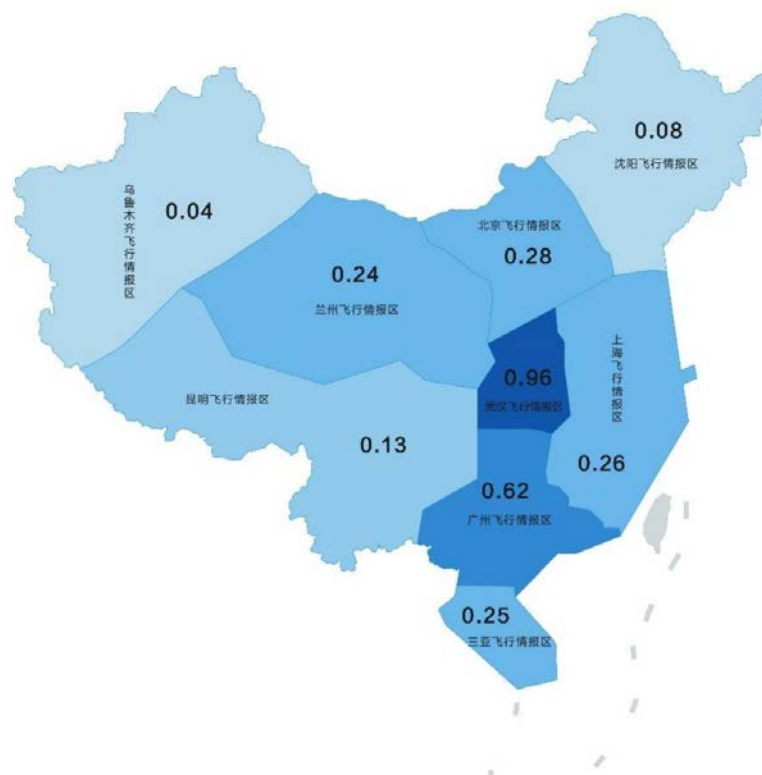
1 空中管制ATC系统：飞行情报区

- 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



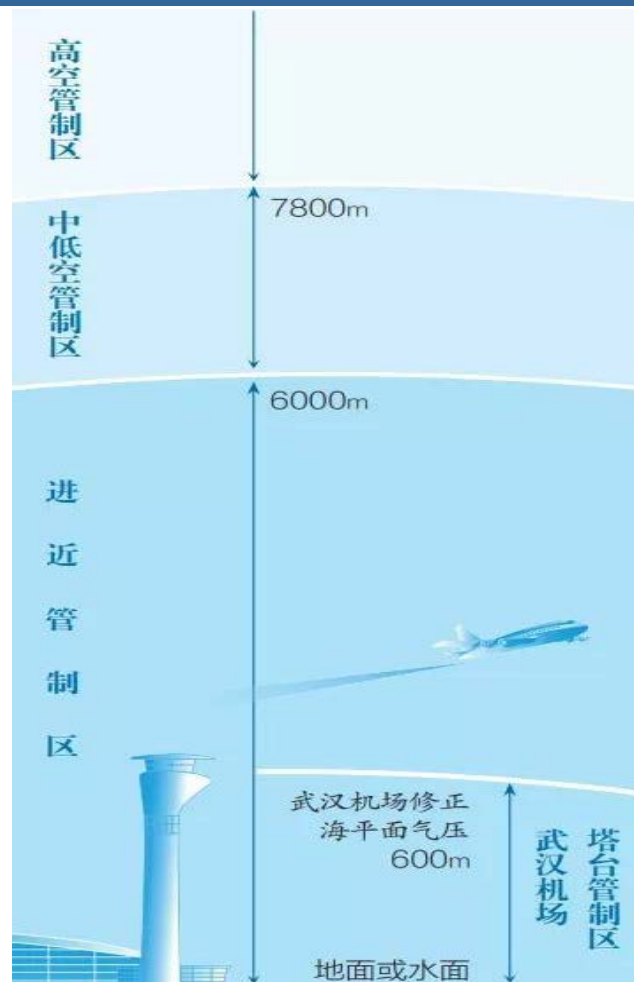
资料来源：全国民航航班运行效率报告(民航局)，国家空域基础分类示意图（民航局），华安证券研究所整理



1 空中管制ATC系统：飞行情报区

- 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。

全国飞行情报区航班密度图



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。

中国民航七大地地区管理局所在城市和管辖范围

中国民航七大地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



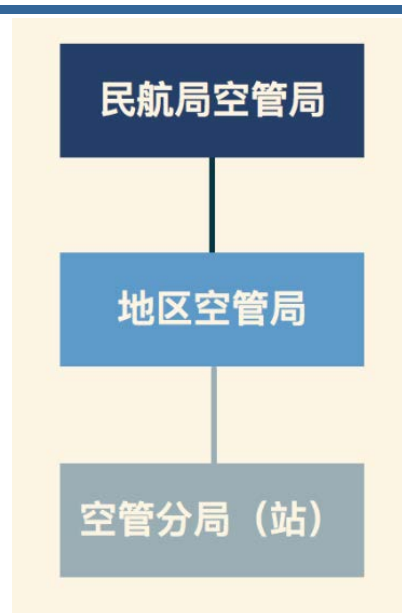
资料来源：大同通航产业园公众号，华安证券研究所

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：民航挖掘机公众号，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）](#)

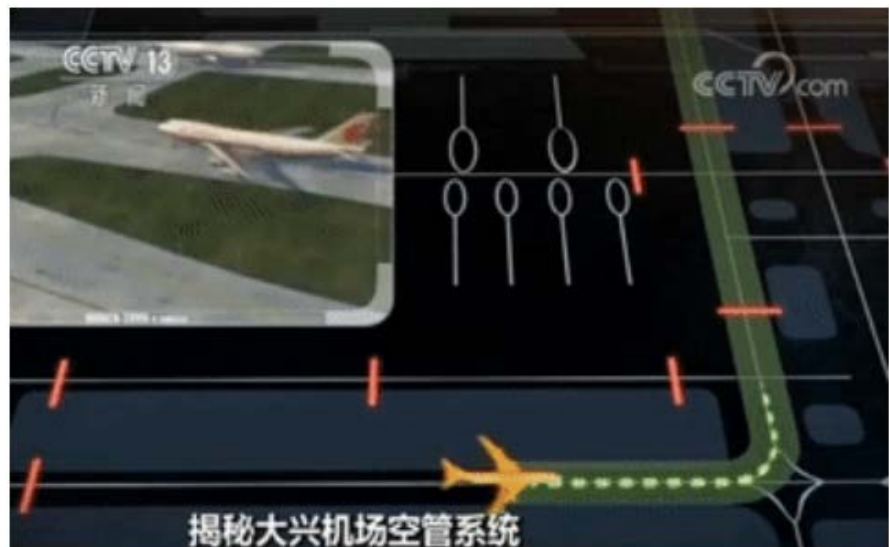
指标	单位	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年
机场总数	个	235	238	241	248	254
东部地区颁证运输机场数量	个	27	54	54	56	56
中部地区颁证运输机场数量	个	54	36	36	40	41
西部地区颁证运输机场数量	个	118	121	124	125	130
东北地区颁证运输机场数量	个	36	27	27	27	27
新增机场	个	6	3	3	7	6
4F机场数量	个	12	13	13	15	15
4E机场数量	个	35	38	38	37	39
4D机场数量	个	40	38	38	37	37
4C机场数量	个	142	143	147	154	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

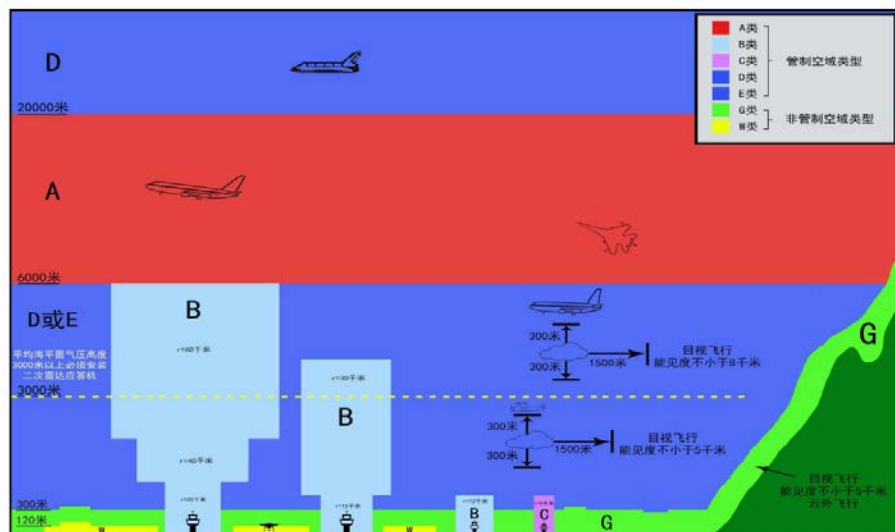


资料来源：央视新闻，华安证券研究所

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

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/796115233000010112>