

空管雷达及系统：春风将至花欲开

行业评级 **看好** 中性 看淡 (维持)

国家/地区	中国
行业	国防军工行业
报告发布日期	2021年05月26日

行业表现



资料来源：WIND、东方证券研究所

证券分析师 王天一
021-63325888*6126
wangtianyi@orientsec.com.cn
执业证书编号：S0860510120021

证券分析师 罗楠
021-63325888*4036
luonan@orientsec.com.cn
执业证书编号：S0860518100001

证券分析师 冯函
021-63325888*2900
fenghan@orientsec.com.cn
执业证书编号：S0860520070002

联系人 丁昊
dinghao@orientsec.com.cn

相关报告

20 年业绩实现高增长，21 年军工行业持续高景气：——20 年报和 21Q1 财务分析	2021-05-09
主动基金持仓回落，低估值质优标的更受青睐：2021Q1 军工行业基金持仓分析	2021-04-25
军费增速达 6.8%符合预期，十四五有望迎来装备建设高峰	2021-03-06

核心观点

- **空管雷达及系统是空中管制的“千里眼”，近期备受美军重视。**空管雷达及系统是空管监视的重要组成部分，利用发射射频电磁波对目标物进行照射并接收其回波，通过分析回波信号，获得目标的距离、速度、方位甚至形状等信息。目前主要有一次雷达、二次雷达和 ADS-B 系统。美军尤其重视空管雷达及系统建设。（1）美军计划 2025 年前为 62%的军机装配 ADS-B 设备，相比 2020 年 21%的装配率提升了近 3 倍。（2）美军决定全面换装 AN/SPN-50 雷达。到 2028 财年前，美海军将采购 25 套 AN/SPN-50 舰载空中交通雷达。
- **十四五军机升级换代加速列装，配套空管雷达及系统有望受益。**我国现有军机数量与军事强国差距大。随着近年来国内新型号军机陆续实现定型交付，“十四五”有望加速列装部队。伴随着军机升级上量，军事航空活动范围和频次将随之提升，对应配套空管雷达及系统的需求有望增长。同时，随着军改影响逐渐消除，十三五中标的空管雷达及系统项目逐步启动，行业有望迎来补偿性增长。
- **运输和通用航空迎来快速发展期，工业无人机或成为通航发展新动力，配套空管雷达及系统需求旺盛。**（1）运输航空：受益于机场建设加速，配套空管设备需求旺盛。2021-2035 年我国民航运输机场将新增 150 个，我们预测将带动 358 亿元空管设备市场。（2）通用航空：近年来我国低空空域改革不断推进，2020 年湖南省成为全国第一个全域低空空域管理改革试点省。受益于政策面的支持，通用航空迎来机遇期，配套空管设备将有所受益。根据目前各省市发布的计划，2021-2035 年我国新增 838 个民航通用机场，我们预测将带动 84 亿元空管设备市场。（3）低空空域改革赋能工业无人机，工业无人机或将成为通用航空发展的新动力。由于下游应用场景的拓展，我国工业无人机有望迎来快速发展。同时随着我国简化无人机飞行审批和民航局全国无人驾驶航空器空管系统的建立，无人机飞行管制逐步松绑。我们预计工业无人机或将成为通航发展新动力，带动配套空管雷达及系统迅速发展。

投资建议与投资标的

- 在十四五军机放量和民航机场加速建设以及低空空域改革不断推进的背景下，我们看好空管雷达及系统产业链机会，建议关注：四川九州(000801，未评级)、四创电子(600990，买入)、国睿科技(600562，未评级)、川大智胜(002253，未评级)等。

风险提示

- 低空空域改革进度不达预期；民航机场建设进度不达预期；十三五订单释放不及预期

东方证券股份有限公司经相关主管机关核准具备证券投资咨询业务资格，据此开展发布证券研究报告业务。

东方证券股份有限公司及其关联机构在法律许可的范围内正在或将要与本研究报告所分析的企业发展业务关系。因此，投资者应当考虑到本公司可能存在对报告的客观性产生影响的利益冲突，不应视本证券研究报告为作出投资决策的唯一因素。

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责声明。

目 录

1.空管雷达及系统：空中管制的“千里眼”	5
1.1 空管雷达及系统概述.....	5
1.2 空管雷达及系统：2025 年我国将具备完善的 ADS-B 系统	7
2.军：美重视空管雷达及系统建设，关注十四五军用配套空管雷达及系统....	10
2.1 美：未来 5 年军机 ADS-B 系统装配率提升近 3 倍，航母将全面换装新空管雷达系统	10
2.1.1 美军计划 2025 年前为 62%军机装配 ADS-B 系统	10
2.1.2 美航母将全面换装新空管雷达系统，以抵御高超音速武器威胁	11
2.2 国内：军航空管已实现国产为主，十四五军机放量配套空管雷达及系统有望受益	12
2.2.1 中电科 14 所、38 所、九州集团等技术深厚，军航空管已实现国产为主	12
2.2.2 十四五军机放量，军事航空活动范围和频次提升，空管雷达及系统有望受益	15
3.民：运输和通用航空迎来快速发展期，工业无人机或成为通航发展新动力	17
3.1 运输航空机场加速建设，低空空域改革开启通用航空市场.....	17
3.2 低空空域改革赋能工业无人机，我国无人机空管系统已初步具备全国监视能力	20
4.产业相关标的介绍.....	22
4.1 四川九州：布局上游微波射频组件+民航无人机空管+星基 ADS-B 载荷	22
4.2 四创电子：中电博微唯一上市平台，背靠 38 所技术深厚.....	24
4.3 国睿科技：中电科 14 所优质资产重组完成，雷达主业地位凸显	25
4.4 川大智胜：军航空管自动化系统市占率第一，21 年中标军航项目或迎来快速发展期	25
风险提示.....	26

图表目录

图 1：雷达的工作原理	5
图 2：空管雷达的发展历程	5
图 3：空管雷达是空管监视系统的重要组成部分	6
图 4：一次雷达工作原理	7
图 5：二次雷达工作原理	7
图 6：一次雷达、二次雷达、ADS-B 系统图示	9
图 7：中国民用航空 ADS-B 运行体系	9
图 8：“尼米兹”级航母上的 AN/SPN-43 雷达天线	11
图 9：美军航母将全面换装新空管雷达：AN/SPA-50	11
图 10：S 模式空管二次雷达	13
图 11：S 波段空管一次雷达（3821 雷达）	13
图 12：SCR-24 精密进近雷达	13
图 13：九洲集团构建以军工电子为核心业务的 1+3+1 产业结构	14
图 14：九洲集团拥有国家空管监视与通信系统工程技术研究中心	14
图 15：全球军机数量对比（2020）	15
图 16：军人人均拥有军机数量对比（架/千人）	15
图 17：中国新时代军事战略及新增装备需求	16
图 18：湖南省通用航空发展有限公司挂牌成立	19
图 19：湖南省通用航空发展有限公司运控中心	19
图 20：2015-2024 年中国工业无人机市场规模（亿元）	21
图 21：2015-2024 年中国工业无人机下游各应用领域占比	21
图 22：四川省低空空域协同运行中心正式挂牌成立	22
图 23：UTMISS 无人机空管系统初步具备全国监视能力	22
图 24：2020 年，四川九洲子公司九洲空管发射国内首个星基 ADS-B 载荷	23
图 25：四川九洲 2016~2020 年分业务收入（亿元）	24
图 26：四川九洲 2016~2020 年部分业务毛利率（%）	24
图 27：四创电子 2016~2020 年分业务收入（单位：亿元）	24
图 28：四创电子 2016~2020 年部分业务毛利率（%）	24
图 29：国睿科技 2016~2020 年分业务收入（单位：亿元）	25
图 30：国睿科技 2016~2020 年部分业务毛利率（%）	25
图 31：川大智胜 2016~2020 年分业务收入（单位：亿元）	26
图 32：川大智胜 2016~2020 年部分业务毛利率（%）	26

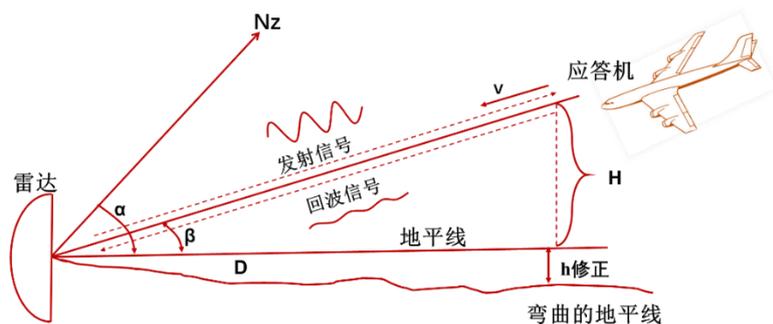
表 1：按工作原理，空管雷达分为一次雷达和二次雷达	6
表 2：空管雷达产业的发展趋势	8
表 3：一次雷达、二次雷达、ADS-B 系统的优劣势对比	8
表 4：2020-2025 年中国 ADS-B 系统实施计划	9
表 5：美国政府制定的全航路和终端（进近）管制区域 ADS-B 覆盖计划	10
表 6：美国 ADS-B 项目管理计划（长期规划）	10
表 7：我国军用空管雷达及系统的主要厂商	12
表 8：2015-2020 年部分上市公司军用空管雷达及系统中标情况	14
表 9：近年来国内多款新机交付，逐步进入列装上量期	16
表 10：2009-2020 年我国低空空域改革政策梳理	18
表 11：目前制约我国通用航空产业发展的三大突出问题	19
表 12：我国各省/直辖市 2021~2035 年通用机场布局规划	20

1.空管雷达及系统：空中管制的“千里眼”

1.1 空管雷达及系统概述

空管雷达，全称空中交通管制雷达，是为飞行管制系统提供航空器信息的地面雷达，用于搜集并向飞行管制中心传送责任区域内航空器的位置、属性和其他信息。空管雷达及系统利用发射射频电磁波对目标物进行照射并接收其回波，通过分析回波信号，获得目标的距离、速度、方位甚至形状等信息。其工作过程包括：发射雷达信号、信号在空间传播、目标反射信号和接收处理回波信号。

图 1：雷达的工作原理



数据来源：中国知网，东方证券研究所

雷达应用从军用拓展至民用领域，从一次雷达发展至二次雷达。雷达早期主要应用于军事作战，先后被用于预警、搜索警戒、引导指挥、测高等。1949 年开始，美国、德国纷纷开始探索空管一次雷达在民用领域的应用。20 世纪 60 年代起，二次雷达得以发展，实现了空管雷达联网全自动化。20 世纪末，随着射频大功率晶体管器件的成熟与商品化，空管雷达进入了全固态时代，国际上相继出现全固态、可无人值守的空管雷达，全固态空管雷达大量采用集成化、微电子化的设备，在系统可靠性、稳定性、自动化和商品化水平上有很大提高，使空管雷达发展到一个更实用的阶段。

图 2：空管雷达的发展历程

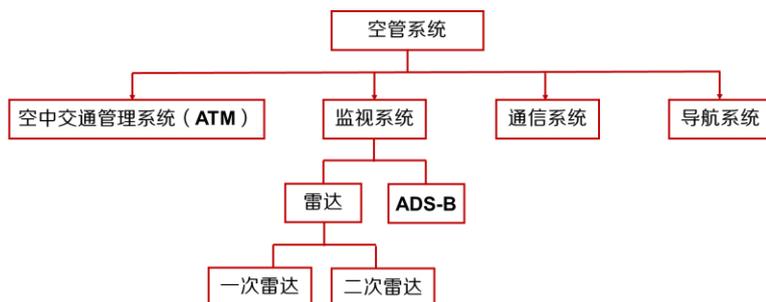


数据来源：《空管一次雷达》，东方证券研究所

现代空管系统主要组成包括空中交通管理系统、通信系统、导航系统、监视系统，其中空管雷达是空管监视系统的重要组成部分。空管系统是利用技术手段对飞行器进行监视和控制，防止在空中或地面上相撞，并引导飞行器准时、安全起飞降落。空管雷达在空管系统中负责搜集并向

飞行管制中心传送责任区域内航空器的各类信息，满足飞行管制的需要。空管雷达设备则主要由天线、发射机、接收机、定时器、信号/数据处理器和终端显示设备组成。

图 3：空管雷达是空管监视系统的重要组成部分



数据来源：立鼎产业研究中心，东方证券研究所

根据工作原理，空管雷达分为一次雷达和二次雷达。一次雷达是用于探测空中物体的反射式主雷达；二次雷达实际上不是单一的雷达，而是包括雷达信标及数据处理在内的一套系统，正式名称是空中管制雷达信标系统（ATCRBS）。

表 1：按工作原理，空管雷达分为一次雷达和二次雷达

分系统	原理	细分类别	应用领域
一次雷达	通过地面雷达装置发射无线电波，再依据空中飞机的反射回波得出距离和方位信息。	机场监视雷达（ASR）	作用距离为 100 海里，主要是塔台管制员或进近管制员使用
		航路监视雷达（ARSR）	设置在航管控制中心或相应的航路点上。探测范围在 250 海里以上，高度可达 13000 米。功率大，在航路上的各部雷达把整个航路覆盖，从而管制员可对航路飞行的飞机实施雷达间隔。
		机场地面探测设备（ASD）	功率小，作用距离一般为 1 英里，主要用于特别繁忙机场的地面监控，它可以监控在机场地面上运动的飞机和各种车辆，塔台管制员用来控制地面车辆和起降飞机的地面运行，保证安全。
二次雷达	地面雷达装置发射无线电波，回波来自空中飞机的应答机转发的辐射电波，地面雷达依据回波得出相应信息。	/	广泛应用于航空交通管制、敌我识别和信标跟踪等领域，具有回波强、询问波长与应答波长不等、无目标闪烁现象、高精度等优势。

数据来源：浅谈苏庄一次雷达的先进性，东方证券研究所

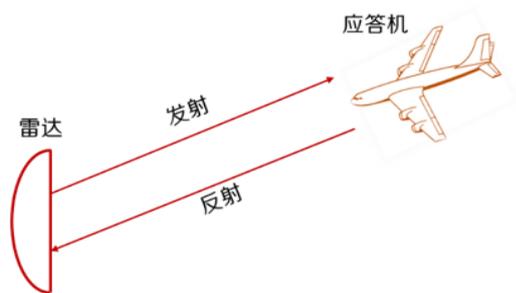
一次雷达通过地面雷达装置发射无线电波，再依据空中飞机的反射回波得出距离和方位信息。一次雷达下根据工作空域可以分为三类，分别是机场监视雷达（ASR）、航路监视雷达（ARSR）、机场地面探测设备（ASD）。

- 1) **机场监视雷达（ASR: Airport Surveillance Radar）**：作用距离为 100 海里，主要是塔台管制员或进近管制员使用。

- 2) **航路监视雷达 (ARSR: Air Route Surveillance Radar)** : 设置在航管控制中心或相应的航路点上。它的探测范围在 250 海里以上, 高度可达 13000 米。它的功率比机场监视雷达成大, 在航路上的各部雷达把整个航路覆盖, 这样管制员就可以对航路飞行的飞机实施雷达间隔。
- 3) **机场地面探测设备 (ASD: Airfield Surface Detection)** : 功率小, 作用距离一般为 1 英里, 主要用于特别繁忙机场的地面监控, 它可以监控在机场地面上运动的飞机和各种车辆, 塔台管制员用来控制地面车辆和起降飞机的地面运行, 保证安全。它主要的作用是在能见度低的时候提供飞机和车辆的位置信息, 由于它的价格较高, 机场通常没有这种设备。

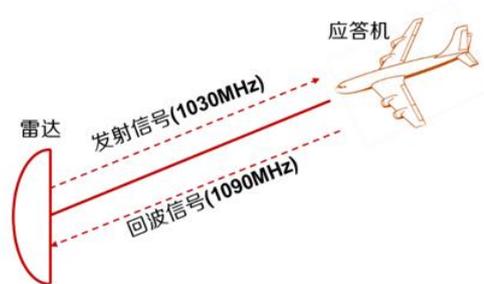
二次雷达通过“询问-应答”式工作, 需要两次辐射, 因此称为二次雷达。二次雷达的主天线安装在一次雷达的上方, 和一次雷达同步旋转, 同时需要与机载应答机协同合作才能完成对目标的检测。它是由地面的二次雷达设备通过天线的方向性波束辐射频率为 1030MHz 的一组询问编码脉冲, 机载应答机接收到这组询问信号后, 根据所询问的内容自动发射回频率为 1090MHz 中的一组约定的回答编码脉冲。通过地面二次雷达设备的接受和检测处理, 最终完成对目标的定位, 给地面管制员提供飞机方位、距离、高度与识别码等信息。

图 4: 一次雷达工作原理



数据来源: 搜狐, 东方证券研究所

图 5: 二次雷达工作原理



数据来源: 中国产业信息网, 东方证券研究所

相较于一次雷达, 二次雷达具有回波强、无杂波干扰、无目标闪烁现象、精度高、提供信息识别等优点: (1) 机载应答器回波比一次雷达目标反射回波强得多, 对应答器的应答功率要求不高, 应答器的体积重量可很小; (2) 询问信号与应答信号的射频波长不等, 消除了地物杂物和气象杂波的干扰; (3) 二次雷达的回波与目标有效反射面积无关, 也就无目标闪烁现象; (4) 二次雷达的高度信息由飞机上的高度计产生, 其精度要比一次雷达高; (5) 二次雷达提供信息识别, 即军用或民用飞机的代号, 当飞机发生故障、通讯系统失效或遇到挟持时, 能提供危机告警信息。

1.2 空管雷达及系统: 2025 年我国将具备完善的 ADS-B 系统

当前随着雷达技术、计算机技术和电子元器件的不断发展, 空管雷达产业向全固态、双网冗余、无人值守等方向发展, 提升可靠性、降低维护成本成为了新一代雷达发展的趋势。

- 1) **固态化**是指把晶体管作为发射机功率源来代替传统的磁控管, 由于晶体管作为射频元件的可靠性较高以及选用的内部液体冷却方式, 雷达系统的可靠性大大提升, 同时因为固态组件可以在雷达不停机的情况下进行更换, 雷达系统的可维护性也大大提升。
- 2) **双网冗余**是指采用双冗余网络传递信息。双冗余网络用 2 台交换机各自形成物理上完全独立的 2 个网络, 当一个网络发生故障时, 另一个网络还可以正常工作, 极大地提升了空管系统的稳定性。

- 3) 无人值守化是指内置一套全自动的机内测试设备（BITE）提供故障检测和故障隔离，并把每个设备分析过的数据集汇总送往远距离的遥控站，实现了完全遥控、监视、维护，不需要现场技术人员，降低了维护成本。

从具体产品上看，新技术的出现引导了 ADS-B、SMGCS、MLAT、电扫二次雷达等新型综合系统的发展。

表 2：空管雷达产业的发展趋势

发展趋势	具体内容
基于 ADS-B 系统的空管监视系统	基于广播式自动相关监视技术（ADS-B），由多地面站和机载站构成，装备了 ADS-B 的飞机可通过数据链广播其自身的精确位置和其它数据，有效提高了航空器间的协同能力。
场面活动引导监视系统 SMGCS	把场面探测雷达（ASDE）与基于多个二次雷达接收机构成的多站定位监视系统（MDS）集成在一起，形成一种地面活动引导和监控系统（SMGCS），解决了 ASDE 探测范围有限的问题。
基于 MDS 技术的空管监视系统	基于多点相关监视（MDS）技术，不仅能利用二次雷达应答信号完成空中目标的探测和跟踪，同时还可以利用 S 模式询问功能对进场飞机进行精密近进引导，可以作为 SMGCS 监视系统的探测子系统使用。
电扫二次雷达	以精密跟踪方式获取目标的准确方位、距离和高度，数据更新时间小于 1 秒，适用于高密度、大流量的现代化机场空管系统。

数据来源：中国知网，东方证券研究所

ADS-B 系统的出现增加了空管覆盖范围，降低了地面雷达建设及维护成本。ADS-B 系统由多地面站和机载站构成，航空器通过广播模式的数据链，接收其他机载及地面 ADS-B 信息、机载雷达信息、导航信息，经过处理后给飞行员提供周围态势信息及其他附加信息（冲突告警信息、气象信息等）。在 ADS-B 系统出现之前，覆盖飞行范围需要建设多部 GBT 基站，且有些基站由于地理位置原因维护成本很高，而 ADS-B 系统能为航空器提供雷达间隔标准的虚拟雷达管制服务，也能通过通信卫星实现数据转发，极大增加了空管覆盖范围，降低雷达建设及维护成本。

表 3：一次雷达、二次雷达、ADS-B 系统的优劣势对比

系统	技术优劣势	成本优劣势
一次雷达	根据接收反射电磁波计算飞机距离雷达距离及方位，但是无法精确识别飞机，且飞机密度较大时容易出错	设备安装成本相对较低，但覆盖范围较大时运营成本高
二次雷达	1) 只接受特定射频，有效过滤杂波干扰 2) 能够识别特定目标信息，当飞机发生故障时能提供危急告警信息	询问距离仅与发射功率的平方根成正比，在达到指定的作用距离时，二次雷达发射功率可比一次雷达的发射功率和成本小很多，

ADS-B 系统	<ol style="list-style-type: none"> 1) 能够实现飞行器之间相互监视，有效提高空中协作能力 2) 解决了远程截获能力差，信息格式复杂的问题，为航迹信息共享提供了可行性 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 为航空器提供雷达间隔标准的虚拟雷达管制服务，降低了雷达设备数量需求 2) 有效地辅助场面监视雷达，较低成本实现航空器的场面活动监视
----------	--	---

数据来源：中国知网，东方证券研究所

图 6：一次雷达、二次雷达、ADS-B 系统图示



数据来源：搜狐，国睿科技官网，东方证券研究所

我国计划 2025 年底不断完善 ADS-B 地面设施和地面 ADS-B 网络建设的布局。2015 年，我国出台《中国民用航空 ADS-B 实施规划》，总体目标为：到 2017 年底，基本完成 ADS-B 地面设施布局，开始初始运行；到 2020 年底，全面完成机载设备加改装和地面 ADS-B 网络建设，构建完善的民航 ADS-B 运行监视体系和信息服务体系；至 2025 年底，不断完善 ADS-B 地面设施和地面 ADS-B 网络建设的布局，从整体上提高民航安全水平、空域容量、运行效率和服务能力。

图 7：中国民用航空 ADS-B 运行体系



数据来源：中国民用航空 ADS-B 实施规划，东方证券研究所

表 4：2020-2025 年中国 ADS-B 系统实施计划

阶段	实施内容	分阶段计划	计划完成时间
2020-2025	全国高空航路航线 ADS-B 运行	完善全国高空航路航线 ADS-B 监视能力，实现连续可靠覆盖。	2023 年 12 月

终端（进近）管制区域和塔台实现 ADS-B 监视运行	完善全国塔台 ADS-B 监视能力，实现连续可靠覆盖。	2023 年 12 月
	完善全国终端（进近）管制区域 ADS-B 监视能力，实现连续可靠覆盖。	2023 年 12 月
ADS-B 信息服务	完善 ADS-B 信息网功能，实现全面应用。	2023 年 12 月
通用航空活动 ADS-B 监视服务	完善通用航空 ADS-B 监视覆盖网络。	2023 年 12 月

数据来源：中国民用航空 ADS-B 实施规划，东方证券研究所

2.军：美重视空管雷达及系统建设，关注十四五军用配套空管雷达及系统

2.1 美：未来 5 年军机 ADS-B 系统装配率提升近 3 倍，航母将全面换装新空管雷达系统

2.1.1 美军计划 2025 年前为 62%军机装配 ADS-B 系统

美国从 1992 年开始，开展 ADS-B 技术的早期应用研究，在持续推动 ADS-B 应用和发展的同时，制定了完善的应用计划。美国依托本土的雷达网络系统，使得 ADS-B 计划可以根据区域特征区别实施。美国在阿拉斯加、墨西哥湾和夏威夷等地区推广应用以 ADS-B 技术为核心的监视系统；而在美国本土，则侧重与现有雷达网结合，并逐步过渡到 ADS-B 系统。2007 年 8 月，美国联邦航空局与 ITT 公司签订合同，由 ITT 负责美国全境 ADS-B 系统地面基站建设。计划至 2013 年在全境部署 794 处地面基站。

表 5：美国政府制定的全航路和终端（进近）管制区域 ADS-B 覆盖计划

阶段	具体计划内容
第一阶段（2005 年-2008 年）	在全国范围内建 200 个地面站用来广播交通和气象信息，在阿拉斯加和墨西哥湾所有无雷达覆盖区域提供基于 ADS-B 的管制服务。
第二阶段（2009 年-2012 年）	在终端（进近）管制区域使用 ADS-B 提供间隔保持、辅助监视和精密跑道监视服务，实施 CDTI 和场面管理应用。
第三阶段（2013 年-2016 年）	在航路及海域提供基于 ADS-B 的管制服务。

数据来源：中国民用航空 ADS-B 实施计划，东方证券研究所

FAA 公布美国 ADS-B 项目管理计划作为 ADS-B 长期规划。该计划涉及 2007-2025 近 20 年的时间，分四个阶段执行，最终淘汰 TIS-B，增加空空应用，提供全新的监视服务。

表 6：美国 ADS-B 项目管理计划（长期规划）

阶段	具体计划内容
第一阶段（2007 年-2010 年）	开展相关电子设备的配置；扩展 TIS-B/广播式飞行情报服务（FIS-B）的框架结构；定义更多的空空应用需求；发布“ADS-B OUT”规则；开展空空应用的安排部署；实现 ADS-B 框架体系。
第二阶段（2011 年-2014 年）	发布“ADS-B OUT”最终规则；继续空空应用的安排部署并增加新的应用；定义更多的空空应用需求；确定完整的 TIS-B/FIS-B 架构；确定完整的 ADS-B NAS 总体框架部署；完成 40%的相关电子设备的配置。

第三阶段（2015年-2020年）	定义更多的空空应用需求；增加新的空空应用；制订过期的监视设备淘汰计划；完成所有相关电子设备的配置；完成空空应用部署的初始化工作。
第四阶段（2021年-2025年）	淘汰过期的监视设备；淘汰 TIS-B；完成空空应用部署。

数据来源：中国民用航空 ADS-B 实施计划，东方证券研究所

马航失联事件影响深远，美国要求 2020 年前国内所有飞机须安装 ADS-B 追踪系统。马航 MH370 失联事件之后，美国联邦航空管理局（FAA）表示，已经在全美范围内完成广播式自动相关监视（ADS-B）无线电网络的安装，以支持向基于卫星的 NextGen 空中交通管制（ATC）系统进行转换。此外，FAA 强调，至 2020 年 1 月 1 日，所有在管制空域内运营的飞机均必须配置可广播飞机位置信息的 ADS-B 设备，负责追踪飞机的飞行情况。美国交通运输部部长安东尼·福克斯指出，ADS-B 不仅能为管制员提供更精确的空域视图，还能给飞行员提供更多的态势感知以及飞行信息，进而能够增强整个系统的安全性和效率。

在此背景之下，2020 年美军 21% 军机装配 ADS-B，计划 2025 年前军机装配占比提升至 62%。美国空军宣称 2020 年 1 月 1 日前，将为 2936 架飞机配装 ADS-B(Out)，该数量约占国防部全部飞机总量的 21%。具体机型看，将会有 1129 架直升机、923 架运输机、259 架 C2/ISR 飞机、625 架教练机配装 ADS-B(Out)，但不会有战斗机、轰炸机或无人机配装该设备。美空军曾表示到 2025 年，美国国防部计划实现约 62% 的飞机配备 ADS-B(Out) 设备，其中包括 35% 的战斗机、67% 的直升机以及 100% 的运输机、指挥和控制/情报/监视和侦察(C2/ISR)飞机和教练机。

2.1.2 美航母将全面换装新空管雷达系统，以抵御高超音速武器威胁

空管雷达系统对于美军航母也至关重要。在上世纪，美国航母的空中管制系统除了 AN/URN-25 空中引导系统，还包括 4 部雷达：两部 AN/SPN-46 雷达，一部 AN/SPN-43C 雷达和一部 AN/SPN-41 雷达。另外还有 E-2C 预警机进行配合。这三类四部雷达的分工明确：美军舰载机准备归航时，首先获得 E-2C 预警机的信息，了解航母所在位置和周边情况。当战机进入航母周围范围时，就由 SPN-43C 接手空中管制。最新版的 SPN-43C 能够监视和标记距离 200 多英里内的飞机，高度则从海平面到 9000 余米。此外，SPN-43C 还具备敌我识别系统以及判断型号。当舰载机进入航母周围 7 英里左右距离时，就换 SPN-46 雷达了。SPN-46 能够同时控制 2 架飞机。它的任务是引导飞机从几英里的距离降落到航母甲板上。而 SPN-41 和其他设施则进行辅助监控，确保万无一失。

图 8：“尼米兹”级航母上的 AN/SPN-43 雷达天线



数据来源：环球网，东方证券研究所

图 9：美军航母将全面换装新空管雷达：AN/SPA-50



数据来源：环球网，东方证券研究所

但是 SPN-43C 雷达老旧且存在频段问题，美军决定全面换装新雷达 AN/SPN-50。美军 SPN-43C 使用的 S 波段（3.5GHz-3.7GHz）无线电有一部分频带被分配给了固定无线电，可能被陆基信号

所干扰，实际上这意味着空中管制雷达无法正常使用。为此，美国提出的新的雷达，除了要求更精准有效的监控探测能力，还专门要求其波段调整为 C 波段（4GHz-8GHz）。最终中标的，是由瑞典萨博（SAAB）公司研发的“海上长颈鹿雷达”升级而成的舰载有源相控阵列雷达。预计 2020 年底开始进行生产，2021 财年完工后就开始更换给作为现有“尼米兹”级航空母舰与两栖攻击舰等大型舰艇的空中管制雷达。到 2028 财年前，美海军将采购 25 套 AN/SPN-50 舰载空中交通雷达。

AN/SPN-50 舰载空中交通雷达或可抵御高超音速武器威胁。据公开资料显示，瑞典萨博公司在升级“海上长颈鹿”雷达时，特别引入了高超音速的探测与追踪模式，其多任务功能可以同时进行干扰与跟踪、自动对海监视以及目标分类识别等，且其天线能提供目标的三维数据，将能大幅提升美国海军武器系统对防空、水面作战以及远程地空导弹等目标的识别能力。当前世界军备竞赛中，高超音速武器（包括飞机和导弹）是一个发展趋向。而在高超音速导弹方面，俄罗斯走在了前列。号称能够达到 25 倍音速的弹道导弹，可能构成对美国航母集群的巨大杀伤威胁。这种情况下，美军的新型航母雷达，通过相控阵的智能扫描，锁定敌方高超音速武器，就是很现实的战术需要。

无论是 2025 年前美军计划将军机装配 ADS-B 占比从 21% 提升至 62%，还是美军航母全面换装新空管雷达以应对高超音速武器威胁，都彰显出空管雷达在军事领域的重要作用。

2.2 国内：军航空管已实现国产为主，十四五军机放量配套空管雷达及系统有望受益

2.2.1 中电科 14 所、38 所、九州集团等技术深厚，军航空管已实现国产为主

我国军航空管已实现国产为主。我国空管雷达等关键设备的国产化均取得重大突破并逐步在空管得到应用，其中空管 ADS-B 系统国产化率已经达到 100%。中电科 14 所、中电科 38 所、九州集团作为我国军用空管雷达及系统的主要生厂商，多项研发成果填补了国内空白，居于国际领先地位。

表 7：我国军用空管雷达及系统的主要厂商

厂商	产品
中电科 14 所	S 波段近程空管一次雷达、L 波段远程空管一次雷达、单脉冲二次雷达等
中电科 38 所	S 波段近程空管一次雷达、L 波段远程空管一次雷达、Ku 波段机场场面监视雷达等
九州集团	星基 ADS-B 载荷、机带式 ADS-B 管制系统、二次雷达等

数据来源：公司官网，中国知网，中国产业信息网，东方证券研究所

中电科 14 所是中国雷达工业的发源地，全国乃至亚洲最大的雷达研究基地，旗下空管领域有上市公司国睿科技（600562.SH）。中电科 14 所是国家诸多新型、高端雷达装备的始创者，信息化装备研发的先驱者，是具有一定国际竞争能力的综合型电子信息工程研究所。其前身为创建于 1946 年的“中华民国国防部特种电讯器材修理所”，2002 年起归属于中国电子科技集团公司。中电科 14 所在雷达总体技术、系统集成技术、相控阵技术、脉冲多普勒技术、固态功率合成技术等方面国内领先。

中电科 14 所实现远程空管一次雷达完全国产化。空管雷达产品主要有 L 波段远程空管一次雷达、S 模式空管二次雷达、空管移动式二次雷达等。其中 L 波段远程空管一次雷达，可对标国际先进

空管雷达，实现了远程空管一次雷达完全国产化。此外，中电科 14 所研发的 GLC-33 型 S 波段近程空管一次雷达主要用于监视机场周围近程中低空目标，为机场航空交通管制系统提供目标距离、方位等信息，还可监测机场附近空域的天气状况，中国空军某部是该产品的主要用户之一。

图 10: S 模式空管二次雷达



数据来源：公司官网，东方证券研究所

中电科 38 所是国内军事雷达电子的主要供应商，旗下空管领域有上市公司四创电子(600990.SH)。中电科 38 所是中国电子科技集团公司所属一类研究所，从事军事电子、信息产业等综合电子信息技术研究，是我国国防高科技电子装备骨干研究所。

中电科 38 所填补国内 S 波段近程空管一次雷达空白，SCR-24 精密进近雷达可满足军航空管精密引导需求。在空管雷达方面，中电科 38 所代表产品有 S 波段近程空管一次雷达、S 模式单脉冲二次雷达等产品、Ku 波段机场场面监视雷达、SCR-24 精密进近雷达等空管装备。在长春空管 4 号系统中成功研制的 S 波段空管一次雷达（3821 雷达），技术对标国外 Raytheon 公司 ASR-10SS 雷达的先进水平，填补了国产 S 波段近程空管一次雷达的空白。其次，中电科 38 所研发的 SCR-24 精密进近雷达能够满足机场对飞机进行精密进近引导的空管需要，采用现代雷达技术研制，具有探测能力强、跟踪精度高、全自动工作等技术特点，主要用在交通量少、机动性要求高和气象恶劣的场合，如小型军用机场。

图 11: S 波段空管一次雷达（3821 雷达）



数据来源：公司官网，东方证券研究所

图 12: SCR-24 精密进近雷达



数据来源：公司官网，东方证券研究所

九州集团以军工电子为核心业务，旗下上市公司有四川九州(000801.SZ)、九州光电(830995.NQ)。九州集团是大型高科技企业集团，以军工电子为核心业务，智慧多媒体与照明、软件与智能应用和卫星导航业务为支柱业务，投融资为重点业务，构建 1+3+1 产业结构。九州集团 2020 年实现营收 308 亿元，利润总额 5.1 亿元。集团目标到 2025 年，营收突破 500 亿元，利润总额 15 亿元。

图 13：九洲集团构建以军工电子为核心业务的 1+3+1 产业结构


数据来源：公司官网，东方证券研究所

军工电子业务主要由四川九洲及其子公司九州空管负责，空管类产品覆盖飞机飞行全过程。四川九洲是国家从事二次雷达系统设备科研生产的大型骨干企业，已获得国家武器装备科研生产许可证，是国家武器科研生产以及保密资格单位，是武器装备一级承制单位，拥有人民防空机动指挥通信系统装车单位国家许可资质，以及国内唯一的国家空管监视与通信系统工程技术研究中心。四川九洲子公司九州空管主要从事空管系统及设备研制生产业务，是中国第一家、全球第四家掌握机载防撞系统核心技术并具备研制生产能力的企业，空管类产品覆盖了飞机从起飞、爬升、巡航、下降到着陆的全过程，涵盖空管系统通信、导航、监视、管理等四个领域。

图 14：九洲集团拥有国家空管监视与通信系统工程技术研究中心


数据来源：公司官网，东方证券研究所

表 8：2015-2020 年部分上市公司军用空管雷达及系统中标情况

公司	年份	中标项目详情	金额
四川九洲	2015 年	军事信息化设备及服务	8616 万元
四创电子	2016 年	远程空管一次雷达采购项目	8397 万元

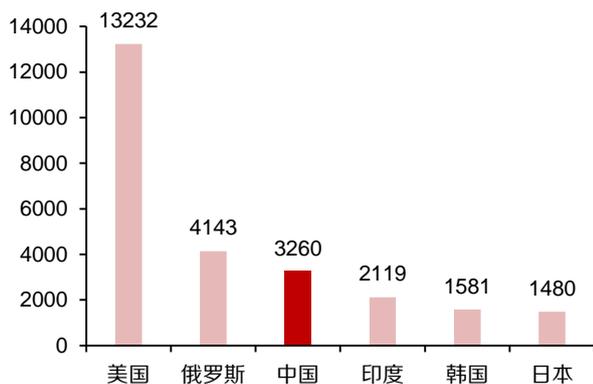
国睿科技	2016 年	远程空管一、二次合装雷达采购项目	1.39 亿元
	2018 年	珠海等 9 部空管雷达建设工程雷达系统设备采购项目	1.04 亿元

数据来源：公司公告，东方证券研究所

2.2.2 十四五军机放量，军事航空活动范围和频次提升，空管雷达及系统有望受益

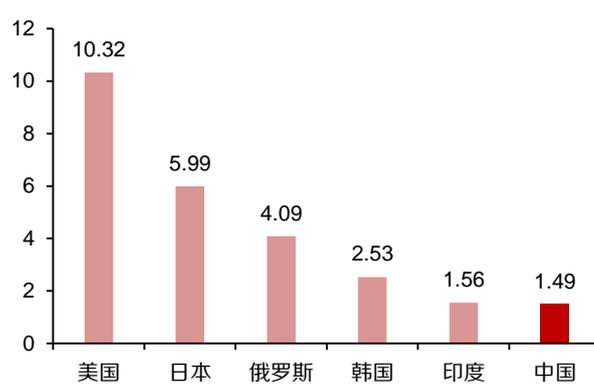
我国军机数量与军事强国差距大。军用飞机是直接参加战斗、保障战斗行动和军事训练的飞机的总称，是航空兵的主要技术装备。根据《World Airforce 2021》，2020 年美国军用飞机数量达到 13232 架，相当于俄罗斯、中国、印度、日本、韩国及法国的战机数量总和，占世界军用飞机总数的 25%，遥遥领先。相比较而言，2020 年我国军用飞机总数为 3260 架，仅是美国的 24.6%。从军用飞机人均拥有数量来看，中国军人人均拥有飞机数量为 1.49 架/千人，该数据远低于美、日、韩、俄等国家，不足美国的六分之一，也低于周边国家印度的 1.56 架/千人。

图 15：全球军机数量对比（2020）



数据来源：World Air Forces 2021，东方证券研究所

图 16：军人人均拥有军机数量对比（架/千人）



数据来源：World Air Forces 2021，东方证券研究所

空军战略转型，军机装备缺口大，升级需求大。为实现国家战略目标，维护国家统一及海外利益，应对日趋复杂的国际环境，中国 2015 年实行军队战略转型。空军按照“空天一体、攻防兼备”的要求，提高战略预警、空中打击、空降作战和战略投送能力，对先进战机、运输机、轰炸机及高新系列飞机的装备量提出了新要求。因为随着现代科技的迅猛发展，武器装备的先进性对战争胜负的决定作用显著上升，现代化军队的建设需要先进的高科技装备体系。实现我国伟大复兴的国家战略需要强大的军事力量，特别是强大的现代化军机战队的有力支撑。因此，对于军机装备的需求有望持续放量。

图 17：中国新时代军事战略及新增装备需求


数据来源：东方证券研究所

国内新型号军机陆续实现定型交付，“十四五”有望加速列装部队。近年来，我国各大军机主机厂及研究所加紧研制新型战机，各型战机陆续定型并开始交付部队。无论是直升机、战斗机、轰炸机还是各类高新机，十三五期间成飞、沈飞和西飞等主机所的加速研发并陆续实现定型并于近年交付部队。尤其是代表性的20系列，如运-20、歼-20和直-20分别于2016年和2019年得到官媒的公开报道；此外，基于运-9平台研发的各类高新机也陆续服役，如空潜200（新型反潜机）、空警500（第三代预警机）等。我们认为接下来十年，是军用飞机换装的稳定期。

表 9：近年来国内多款新机交付，逐步进入列装上量期

型号	首飞时间	首次公开	公开时间	承制单位	对标美军型号	对标存量	对标机型单价/美元
直 20	2013/12/23	国庆 70 周年国庆阅兵	2019/10/1	哈飞	黑鹰	2734	0.5 亿
J20	2011/1/11	空军试飞员驾歼-20 飞机亮相中国航展	2016/10/28	成飞	F22	178	2.9~3.6 亿
Y20	2013/1/26	空军运-20 飞机授装接装仪式举行	2016/7/6	中航飞机	C-17A	222	1.5~5.8 亿
H6N	2019/10/1	国庆 70 周年国庆阅兵	2019/10/1	中航飞机	B52H	74	/
J15	2009/8/31	正式批产并交付部队	2013/12/3	沈飞	F18	1032	0.7~0.9 亿
J16	2011/10/17	建军 90 周年阅兵	2017/7/30	沈飞	F15	458	1~1.24 亿
JL10	2013/7/1	国庆 70 周年国庆阅兵	2019/10/1	洪都航空	T7A	/	/
空潜 200	2012 年	国庆 70 周年国庆阅兵	2019/10/1	中航飞机	P3C	48	0.36 亿

数据来源：World Air Force2019、央视网，中国网、环球网等，东方证券研究所

十四五军机升级上量，军事航空活动范围和频次将随之提升，对应配套空管雷达及系统有望受益。新型号军机都已经装备了最新的通信、雷达等航电系统，在机载设备方面与发达国家相比基本上没有差距，机队的整体先进水平有所更高。但地面系统建设滞后，很多新机载设备难以发挥作用，如 ADS-B 系统自动相关监视。同时，随着战斗机、直升机等航空器列装加速，军事航空活动范围和频次提升，对二次雷达地面站、机载应答机为代表的空管设备需求相应提升。

3.民：运输和通用航空迎来快速发展期，工业无人机或成为通航发展新动力

3.1 运输航空机场加速建设，低空空域改革开启通用航空市场

运输航空方面，2021-2035年我国民航运输机场将新增150个，带动358亿元空管设备市场。根据2021年发布的《国家综合立体交通网规划纲要》，到2035年，国家民用运输机场将达到400个。2020年全国颁证的运输机场241个，这意味着未来15年，中国将新增150多个民用运输机场，平均每年新增约10个。根据2008年《全国民用机场布局规划》数据测算，新建一个民用运输机场需投资额45亿元。空管设备（包括设备及软件）市场规模一般占到民航基本建设和技术改造投资额的4%-6%，以5%的投资额占比测算，2021-2035年我国民航运输机场建设带来的空管设备市场规模可达358亿元。

除了运输航空，近年来通用航空不断取得新进展。自2016年国务院办公厅印发了《关于促进通用航空业发展的指导意见》以来，通航进入新的发展阶段，“十三五”期间，新增通用航空器940架，通用航空业务量年均增长13.7%。截至2020年末，通用机场数量达到339个，通用航空器2844架，飞行98.1万小时，全行业注册无人机共52.36万架，全年经营性飞行159.4万小时，同比增长36.4%。但对比美国，美国拥有60余万名通航飞行员、24万架通用飞机、1.9万个通用机场，通航年飞行量超过2000万小时，带动就业超过130万人，每年对经济贡献约2200亿美元。综合来看，我国通用航空业总体规模依然较小，仅相当于美国的4%，通用航空产业发展蓄势待发。

通航产业投入产出比高达1:10，国民对通用航空的需求与目前状况不匹配，发展潜力巨大。通用航空业具有产业链条长、服务领域广、带动作用强等特点，通航产业投入产出比为1:10，技术转移比为1:16，就业带动比为1:12。经验表明，一国/地区人均GDP突破6000美元，国民对通用航空的需求就开始明显爆发。目前我国人均GDP已超过10000美元，但我国通航产业一直没能迎来“井喷”式的发展。此外，民航近10年平均年投资额约为1600亿元，是铁路投资的1/5，公路投资的1/10。2020年我国通航（含无人机）只有257.5万飞行小时左右。这些情况与我国经济现状和社会需求不匹配，未来在各方有力配合下发展潜力巨大。

2016年，通用航空产业就已被纳入国家战略性新兴产业体系。“十三五”期间，我国通用航空产业取得了以下四方面发展成就：

- 1) **加强顶层设计。**自2016年《指导意见》发布以来，据不完全统计，国家发改委、交通运输部、民航局等部门共发布百余条通用航空类的政策和文件，提出了通航发展的路径与规划。其中，民航局2017年以来落实国务院通航“放管服”要求，做了大量工作，对汇总的通用航空193个过度监管问题进行专项督查整改。探索建立“放管结合，以放为主，分类管理”的监管新机制；安排通航法规重构涉及新制定3部规章、修订19部规章、废止1部规章，构造完整独立的通用航空法规体系。
- 2) **深入推广试点。**华东地区编制了日照山字河、日照岚山、东营、滨州大高等机场的低空目视航图。日照山字河一个机场保障5家驻场通航企业，运输和通航飞行很好融合，打造了运输机场保障通航的典范。2019年4个机场通航飞行小时超过10万小时，空域可以满足每年25万飞行小时的容量。四川通过划设6000余平方公里试点空域，加上简化申报程序、目视自主飞行等一系列创新管理机制，盘活了低空空域资源，为我国低空空域改革提供了一套四川经验。2020年湖南获批成为全国首个全域低空开放试点省份，并推出“天地人和”的湖南通航发展模式，搭建了通航产业省级服务平台。

- 3) **协同联动，助力新业态。**各方有力配合，部委、地方、军方和大型企业共享优势资源，助力通航新业态的发展，激发了市场活力。例如：江西省打造“江西快线”，形成了一张以江西现有机场为支点的短途运输网，建立 PC-12 小型运输机交付中心。东部通航获得了 001 号跨境飞行许可，已实现从深圳、广州、珠海、香港连通大湾区各市中心区 CBD、甲级写字楼停机坪、旅游景区的常态接驳，开通了深港、穗港直升机跨境飞行等大湾区航线，逐渐让低空出行成为粤港澳大湾区新常态，助力粤港澳大湾区的建设。
- 4) **科技创新，注入新动力。**推广 ADS-B 导航以及北斗系统低空定位及监视等通航技术的应用；支持无人机新模式，建立无人机云平台，能够实现无人机飞行动态数据接入。坚持科技创新，通过新技术应用驱动通航发展。

表 10：2009-2020 年我国低空空域改革政策梳理

时间	政策/事件	具体内容
2009.10	低空空域管理改革研讨会	明确将 适时开放低空飞行区域 ，拟于 2020 年前完善各项法规和低空空域管理。
2010.12	《关于深化我国低空空域管理改革的意见》	在 2011 年前进行试点，2015 年前进行试点推广，2016-2020 年进一步深化改革。
2014.07	《低空空域使用管理规定(试行)》征求意见稿	明确了低空空域的划分 (1000 米以下)与管理办法，将低空空域分为管制、监视和报告空域和目视飞行航线。
2014.11	全国低空空域管理工作会议	分步对“两区一岛”和“两大区，七小区”进行 1000 米以下空域管理 试点改革。
2016.05	《关于促进通用航空业发展的指导意见》	提出稳步扩大低空空域开放，未来将 低空空域真高提升为 3000 米 。简化通用航空飞行审批备案。
2016.11	《关于做好通用航空示范推广有关工作的通知》	各地政府和民航行业管理部门协调空管部门推进 低空空域和航线划设 、飞行任务 审批简化 等工作。
2017.05	《“十三五”交通领域科技创新专项规划》	适时、有序 推进低空空域开放 ，促进通用航空快速发展和安全有序运行。
2018.10	《低空飞行服务保障体系建设总体方案》	2020 年：初步建成由全国低空飞行服务国家信息管理系统、区域低空飞行服务区域信息处理系统和飞行服务站组成 三级低空飞行服务保障体系 。
		2030 年：低空飞行服务保障体系 全面覆盖 低空报告、监视空域和通用机场，各项功能完备、服务产品齐全。
2018.12	四川低空协同管理试点首批协同管理空域正式启用	四川省建立了国家首个低空空域协同管理运行中心，首批划出的“四点三片一通道” 协同管理低空空域成功完成首飞 。
2019.01	全国民航工作会议	加快通航运行环境改善，大力支持低空空域管理 综合改革试点 、建立空管低空开放服务保障体系。
2020.08	《湖南省低空空域管理改革试点拓展实施方案》	湖南省成为全国第一个全域低空空域管理改革试点省，创新提出 “天地人和” 的通航发展模式，搭建了 通航产业省级服务平台 。

数据来源：锐观网、前瞻网、中国民航网，东方证券研究所

尽管近期通用航空发展较快，但距国务院设定的发展目标尚有明显差距，一些制约通用航空发展突出问题亟待解决。一是低空空域改革进展缓慢，低空空域资源供给不足。通用航空飞行活动审批程序繁琐。二是通用机场建设滞后，虽然“十三五”期间通用机场数量增长很快，但与美国相比差距很大。通用机场建设标准整体过严，成本过高。三是一些地方政府发展通航的思路不够清晰。虽然不少地方政府和企业发展通航的热情很高，但缺少相关专业领域的专家，找不准发力点。地方政府普遍缺乏对通用飞机自主研发制造和通航企业经营盈利的扶持政策。

表 11：目前制约我国通用航空产业发展的三大突出问题

问题	具体内容
低空空域改革进展缓慢，低空空域资源供给不足	1) 时至今日，可供实施通航飞行活动的空域依然很少， 我国民航使用空域尚不到 30% ，且大部分为管制空域，对通航开放的低空空域更是凤毛麟角，没有成网连片，难以适应通航多点飞行、便捷高效的特点；特别是适合私用和娱乐飞行的空域数量更是十分有限，且范围小、分布散、可用性差。 2) 通用航空飞行活动审批程序繁琐 ，几乎所有通航飞行活动都必须预先提出飞行计划申请，审批环节、程序相对繁琐复杂，审批至少需要经过军民航 2~3 个审批层级，通常涉及 5~6 个部门环节，效率不高。
通用机场建设滞后	1) 虽然“十三五”期间通用机场数量增长很快，但与美国相比差距很大 。目前审批权已下放至省级政府，但涉及军方选址审批权并未下放，且批量受理，审批层级高流程多，平均半年左右批复一次，有的申请了几年但没有结论，让投资主体望而生畏。 2) 通用机场建设标准整体过严，成本过高 ，比如某机场建设 600 米跑道，投资却要 4 亿元。有的机场一次修建了 3800 米跑道就是为了避免重复审批。
发展通航的思路不够清晰	1) 虽然不少地方政府和企业发展通航的热情很高，但 缺少相关专业领域的专家 ，找不准发力点，有的盲目实施高投入，却无法获得相应产出。 2) 地方政府普遍缺乏对通用飞机自主研发制造和通航企业经营盈利的扶持政策 ，导致投资增长乏力、消费拉动作用有限，很多通航项目半途夭折或难以为继。

数据来源：每日经济新闻，东方证券研究所

2020 年 7 月，湖南省通用航空发展有限公司在长沙挂牌成立，创新提出“天地人和”的通航发展模式，搭建起促进全省通航产业加快发展的省级服务平台。湖南省党委书记何雄平表示，预计未来湖南通用航空业市场规模约为全国的 4~5%，即当每年全国通用航空业规模达万亿元时，湖南应占有 400-500 亿元的份额。公司成立后将承担湖南省内重要通航基础设施建设和运营管理工作，主营业务为通用机场建设、管理、投资，通用航空飞行服务和“通用航空+”等新产业，同时要在通航公共和公益服务领域发挥主平台作用。

图 18：湖南省通用航空发展有限公司挂牌成立

图 19：湖南省通用航空发展有限公司运控中心


数据来源：中国民航网，东方证券研究所

数据来源：中国民航网，东方证券研究所

2021-2035 年我国新增 838 个民航通用机场，将带动 84 亿元空管设备市场。根据广东、安徽、江苏等 17 个省市发布的关于通用机场布局规划的地方政策文件，到 2035 年，17 个省将至少新增 838 个通用机场。通航机场造价不等，但投资额度往往不会太高。根据中国产业信息网，按照一个通用机场建设投资为 2 亿元，空管设备（包括设备及软件）市场规模占机场建设投资额比重为 5% 的数据进行测算，2021-2035 年我国民航通用机场建设带来的空管设备市场规模可达 84 亿元。

表 12：我国各省/直辖市 2021~2035 年通用机场布局规划

省/直辖市	2021~2035 年预计新增通用机场（个）
安徽	63
广东	29
浙江	41
江苏	10
山西	27
辽宁	31
黑龙江	42
贵州	87
山东	81
江西	41
湖南	70
四川	75
河北	33
湖北	36
青海	40
内蒙古	91
广西	41
合计	838

数据来源：地方政府官网，东方证券研究所

3.2 低空空域改革赋能工业无人机，我国无人机空管系统已初步具备全国监视能力

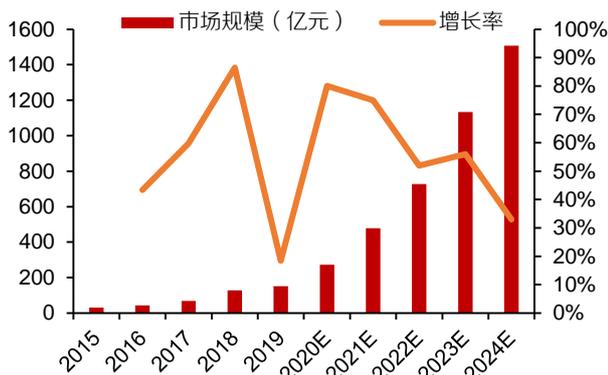
在通用航空领域中，工业无人机或将成为其发展的新动力。近年来工业无人机的快速发展对现有空管基础设施、人员资源和关键技术都提出了新的需求和挑战。根据 Frost & Sullivan，随着下游应用场景不断拓展，2024 年我国工业无人机市场规模将达到 1507.85 亿元。其中，快递物流发展迅猛，2020 年到 2024 年间占比从 1.15% 快速增加到 13.14%。自主化、集群化、多样化飞行是无人机未来发展趋势，低空无人机多样化应用、多变动态需求、高密度飞行，对现有空管体系提出了新的需求和挑战，需要突破超越当前空中交通管理系统基础设施、空中交通管制人员资源和载人飞机运行模式的关键技术。这些需求和挑战主要可以分为三个方面：

- 1) **体系架构层面**：包括新的空域结构、航线结构、无人机空管主体、无人机空管流程、多维信息的交互的传输、无人机空管体系与有人机空管体系边界与融合等。尤其在低空空域这一传

统空管涉足较少的区域，可以认为需要几乎从零开始新建一个与高空管制空域空管体系完全对应的低空空管体系；

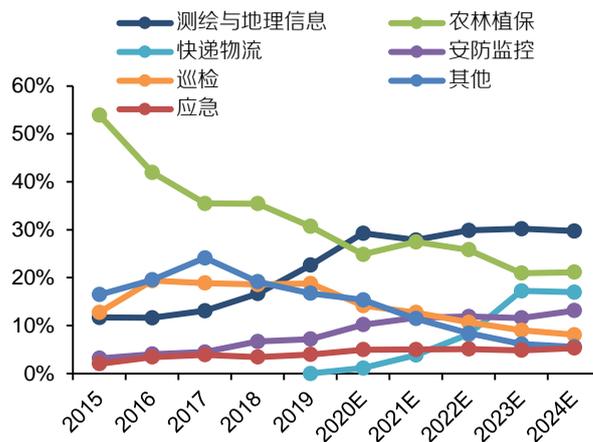
- 2) **空管基础设施层面：**传统空管的通信、导航、监视、信息等基础设施一般针对机场及高空空域，没有专门针对低空的基础设施，如传统的一二次雷达或 ADS-B 等监视技术手段应用于低空时将遇到信号覆盖范围和定位精度等多方面的问题，低空无人机空管需要大量新建相应配套的基础设施，但同时面临着有没有合适的技术，新建设施是否具有可行性等挑战；
- 3) **空管关键技术层面：**传统空管关键技术和管制手段都是人工化的，低空无人机飞行需要计算机自动化生成和处理空管指令，且低空飞行量巨大，需要快速智能化的处理技术，这就为现有空管关键技术的智慧化升级带来了切实的需求。但是，人工智能等智慧技术如何应用于空管当中，如何保证新技术下的飞行安全都是无人机产业为空管体系带来的挑战。

图 20：2015-2024 年中国工业无人机市场规模（亿元）



数据来源：Frost & Sullivan，东方证券研究所

图 21：2015-2024 年中国工业无人机下游各应用领域占比



数据来源：Frost & Sullivan，东方证券研究所

四川省低空空域改革简化无人机经营许可审批，待条件成熟，无人机将与其他航空器融合运行。四川省是全国首个低空空域改革试点省份。2018 年，四川省低空空域协同运行中心正式挂牌成立，其划定了“四点三片一通道”的首批试点空域并成功完成首飞，试点成效开始逐步显现。其中，无人机经营许可的行政审批流程进行了简化，改为委托授权方式，由通航处直接签发。虽然无人驾驶航空器未被纳入首批空域的适用范围，但是无人机和有人机融合飞行是趋势。按照四川省规划，空域划设将分“三步走”，第三步将在全川形成联网成片的低空飞行空域，并将无人机逐步纳入进来。

图 22：四川省低空空域协同运行中心正式挂牌成立



数据来源：四川新闻网，东方证券研究所

此外，民航局建立的无人驾驶航空器空管信息服务系统已经试点投入，全国远程监视能力已初步具备。随着无人机应用规模越来越大，对无人机进行交通管制的紧迫性也逐渐增强。自 2018 年年底开始，民航局着手建立的无人驾驶航空器空管信息服务系统（UTMISS）陆续开通深圳、海南两个试点区域，自 2020 年 5 月 1 日实施《轻小型民用无人机飞行数据报送及管理规定》以来，已初步将全国轻小型无人机飞行动态数据接入 UTMISS。目前，已经有 8 个无人机制造商的 54 种机型完成了飞行动态数据对 UTMISS 的接入，UTMISS 已初步具备远程监视全国合规用户飞行动态能力。

图 23：UTMISS 无人机空管系统初步具备全国监视能力



数据来源：搜狐网，东方证券研究所

4.产业相关标的介绍

4.1 四川九洲：布局上游微波射频组件+民航无人机空管+星基 ADS-B 载荷

公司是国内最大的军、民用空管系统及装备科研生产基地，建有民航无人机空管实验室，取得了 **ADS-B 1090ES** 地面站使用许可证、二次监视雷达使用许可证等各项资质。公司空管产品包括空管系统、雷达、ADS-B 系统等各项设备，涵盖军航、民航、军贸等各大业务领域。公司是国内最早

从事空管系统研制生产的单位，是国内唯一的国家空管监视与通信系统工程技术研究中心的实施载体。公司是国内最大的军、民用空管系统及装备科研生产基地，建有民航无人机空管实验室，取得了 ADS-B 1090ES 地面站使用许可证、二次监视雷达使用许可证等各项资质。公司自主核心技术实力雄厚，产品应用范围广，行业资质和产品完备，在航管领域具有强大的竞争优势。

2020 年收购九州迪飞，布局空管设备核心载体微波射频组件，向产业链上游延伸。在空管业务领域，一方面公司深耕核心业务，强化各个场景产品应用转化，加强综合监视系统和广域多点定位系统的前沿技术研究和储备。另一方面，公司 2020 年收购九州迪飞微波射频业务，实现向空管产业链上游延伸，微波射频组件作为雷达、通信等设备的核心载体，拥有自主配套能力后将形成更强劲的产业竞争优势。

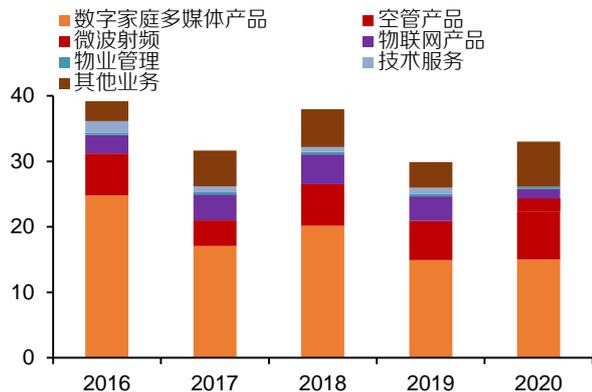
图 24：2020 年，四川九州子公司九州空管发射国内首个星基 ADS-B 载荷



数据来源：公司官网，东方证券研究所

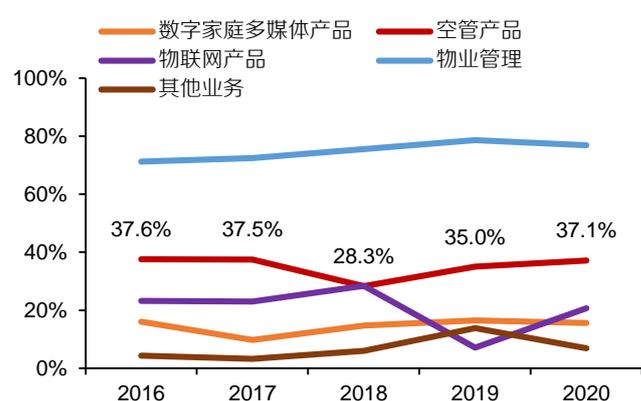
首个星基 ADS-B 载荷发射升空，公司推动我国空管监视由陆基向星基转变。2020 年 11 月，四川九州子公司九州空管与北航联合研制的星基 ADS-B 载荷，作为空事卫星的核心设备，在太原卫星发射中心发射升空。星基 ADS-B 系统通过卫星组网，搭载 ADS-B 接收设备，接收飞机广播的 ADS-B 信号，下传到地面，可以实现全球空域连续无缝监视。星基 ADS-B 全天候、全空域的监视特点，对保障飞行安全，提升飞行效率，提高空域容量，具有十分重要的意义。在国际民航组织、欧控、中国民航制定的航空监视与航班跟踪路线图中，星基 ADS-B 系统是最重要、最关键的高新技术手段之一，也是目前能够实现全球范围 4D/1 运行（每分钟更新 1 次飞机位置信息）的重要技术手段。本次发射的星基 ADS-B 载荷，是国内首个面向空管管制运行需求研制的载荷，突破了高灵敏度接收算法、数字多波束合成等多个关键技术，技术水平国内领先，国际先进。星基 ADS-B 载荷的成功发射，为推动我国空管监视由陆基向星基转变，具有划时代的里程碑意义。

图 25：四川九洲 2016~2020 年分业务收入（亿元）



数据来源：Wind，东方证券研究所

图 26：四川九洲 2016~2020 年部分业务毛利率（%）

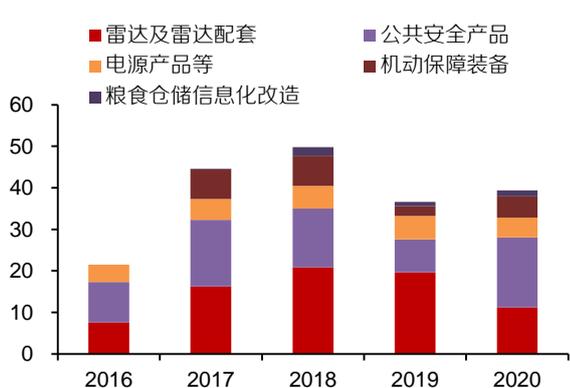


数据来源：Wind，东方证券研究所

4.2 四创电子：中电博微唯一上市平台，背靠 38 所技术深厚

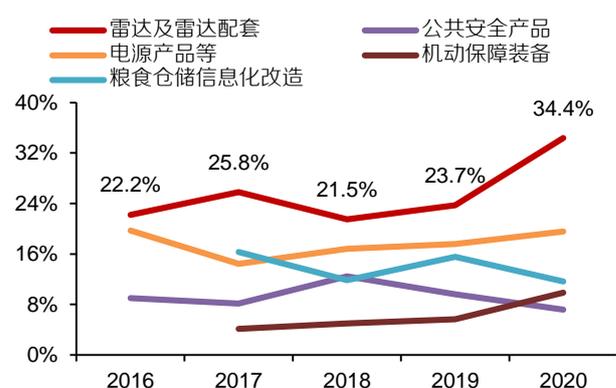
公司主要从事航管、气象等民用或军民两用雷达及应急通信系统相关产品的研制。公司雷达产品系列丰富，主要包括测雨系列雷达、测风系列雷达、测云系列雷达、军民航 S 波段近程空管一次雷达、S 模式单脉冲二次雷达、低空监视雷达、警戒雷达等，并涵盖了微波、印制板等雷达相关配套产品。公司在雷达产业具有多项资质，并与中国气象局、民航、新疆兵团、黑龙江农垦等保持良好的合作关系。

图 27：四创电子 2016~2020 年分业务收入（单位：亿元）



数据来源：Wind，东方证券研究所

图 28：四创电子 2016~2020 年部分业务毛利率（%）



数据来源：Wind，东方证券研究所

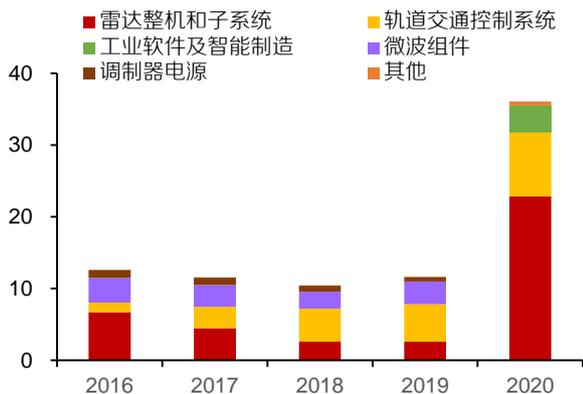
公司是中电科子集团博微的唯一上市平台，背靠中电科 38 所雷达技术深厚。2017 年 11 月，中电科以中电科 8 所、16 所、38 所和 43 所为基础注册组建了中电博微，并将 38 所持有的四创电子全部国有股份转至中电博微持有。38 所是目前中国雷达领域技术最先进的研究所之一，具备研制生产舰载、车载、机载等诸多平台多种类型雷达的能力。在军航领域，2020 年公司验收交付国内首部毫米波-厘米波多波段双极化多普勒雷达，实现某型无人值守空管雷达架设某高海拔站点。在民航方面，验收交付了船载 C 波段双偏振多普勒天气雷达；X 波段场面监视雷达获得中国民航局颁发的民用航空空中交通通信导航监视设备临时许可证。在国际市场上，成功签订南苏丹空管一、二次雷达项目合同。

4.3 国睿科技：中电科 14 所优质资产重组完成，雷达主业地位凸显

公司背靠中电科 14 所，深耕雷达整机及相关系统领域。公司背靠中电科 14 所，主要从事雷达整机及相关系统、工业软件及智能制造、智慧轨交等产品研发、生产与销售业务。在雷达整机及相关系统领域中，军用雷达产品包含防务雷达、军航空管雷达，民用雷达产品主要是民航空管雷达、气象雷达及气象用系统。军民航空管雷达产品包括一次雷达和二次雷达，主要服务于军方与民航，是国产化空管雷达的核心供应商，在军民航市场占有率领先。

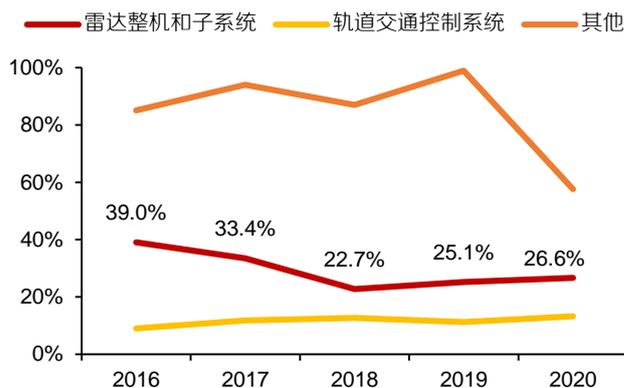
2020 年通过资产重组新增防务雷达业务，雷达营收占比超六成主业地位凸显。2020 年 5 月，公司发行股票及支付现金购买国睿防务 100% 股权和国睿信维 95% 股权，注入防务雷达和工业软件业务。通过资产重组，公司进一步整合十四所的优质资产和技术团队，有效提升雷达产品研发能力，拓展军民用雷达产品谱系，强化了雷达整机及相关系统的主业地位。2020 年实现营收 36.06 亿元，其中雷达整机和子系统业务营收占比达 63.37%，成为公司收入的主要来源。

图 29：国睿科技 2016~2020 年分业务收入（单位：亿元）



数据来源：Wind，东方证券研究所

图 30：国睿科技 2016~2020 年部分业务毛利率（%）

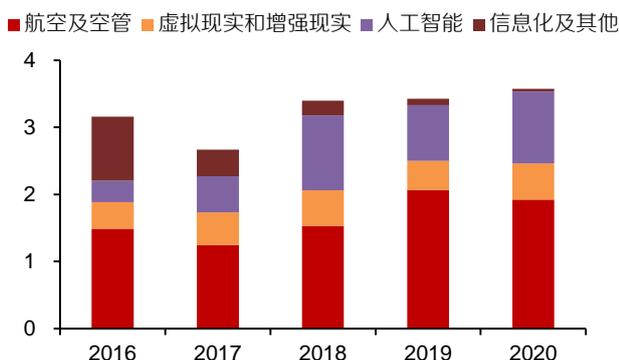


数据来源：Wind，东方证券研究所

4.4 川大智胜：军航空管自动化系统市占率第一，21 年中标军航项目或迎来快速发展期

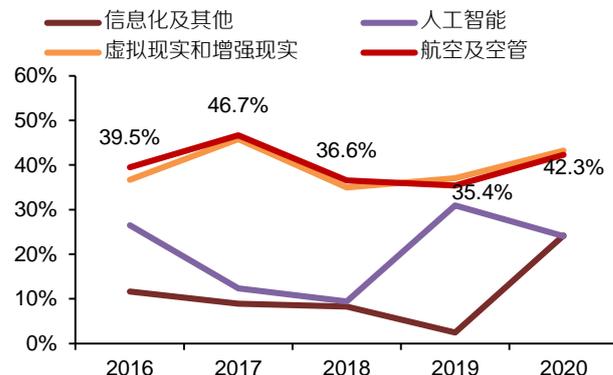
公司军航空管自动化系统产品市场占有率稳居第一，提供现用三分之二军航空管设备。公司作为国内主要的空管产品和服务供应商之一，产品主要分布在军航、民航和通航。在军航领域，公司空管自动化系统产品市场占有率稳居第一，军航空管现用设备三分之二由公司提供，至 2020 年军航空管体制改革已完成，空管产品将升级换代。在国际上公司首次将语音识别用到实际空管指挥安全监控中，所开发的“地-空通话语音识别和空管指挥安全监控”产品在国内民航投入规模应用。

图 31：川大智胜 2016~2020 年分业务收入（单位：亿元）



数据来源：Wind，东方证券研究所

图 32：川大智胜 2016~2020 年部分业务毛利率（%）



数据来源：Wind，东方证券研究所

公司空管项目重启+十四五首单中标，空管业务有望迈入快车道。根据投资者纪要，公司 2013 年中标的“新一代军航管制中心系统建设项目”部分标段，金额共计 2.38 亿元，2020 年下半年预计此项目会启动。此外，根据公司公告，2021 年 2 月公司中标中国人民解放军某部队模拟训练系统建设项目，中标金额为人民币 3,949.00 万元，是公司十四五期间首单。公司预计此中标项目合同正式签订并顺利实施后，将对 2021 年度经营业绩产生积极的影响，预计对公司 2021 年度净利润增长贡献将达 15%-25%。

风险提示

低空空域改革进度不达预期：各省市正推进低空空域改革试点，涉及到地方、军航和中央三级协同配合，后续进展速度可能不达预期；

民航机场建设进度不达预期：各省市民航机场建设规划已出台，但实际建设进程受多方面影响，进度可能不达预期；

十三五订单释放不及预期：随着军改影响逐步消除，十三五搁置订单将有所释放，释放节奏可能不及市场预期。

分析师申明

每位负责撰写本研究报告全部或部分内容的研究分析师在此作以下声明：

分析师在本报告中对所提及的证券或发行人发表的任何建议和观点均准确地反映了其个人对该证券或发行人的看法和判断；分析师薪酬的任何组成部分无论是在过去、现在及将来，均与其在本研究报告中所表述的具体建议或观点无任何直接或间接的关系。

投资评级和相关定义

报告发布日后的 12 个月内的公司的涨跌幅相对同期的上证指数/深证成指的涨跌幅为基准；

公司投资评级的量化标准

买入：相对强于市场基准指数收益率 15%以上；

增持：相对强于市场基准指数收益率 5% ~ 15%；

中性：相对于市场基准指数收益率在-5% ~ +5%之间波动；

减持：相对弱于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级 —— 由于在报告发出之时该股票不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该股票的研究状况，未给予投资评级相关信息。

暂停评级 —— 根据监管制度及本公司相关规定，研究报告发布之时该投资对象可能与本公司存在潜在的利益冲突情形；亦或是研究报告发布当时该股票的价值和价格分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确投资评级；分析师在上述情况下暂停对该股票给予投资评级等信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该股票的投资评级、盈利预测及目标价格等信息不再有效。

行业投资评级的量化标准：

看好：相对强于市场基准指数收益率 5%以上；

中性：相对于市场基准指数收益率在-5% ~ +5%之间波动；

看淡：相对于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级：由于在报告发出之时该行业不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该行业的研究状况，未给予投资评级等相关信息。

暂停评级：由于研究报告发布当时该行业的投资价值分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确行业投资评级；分析师在上述情况下暂停对该行业给予投资评级信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该行业的投资评级信息不再有效。

免责声明

本证券研究报告（以下简称“本报告”）由东方证券股份有限公司（以下简称“本公司”）制作及发布。

本报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。本报告的全体接收人应当采取必要措施防止本报告被转发给他人。

本报告是基于本公司认为可靠的且目前已公开的信息撰写，本公司力求但不保证该信息的准确性和完整性，客户也不应该认为该信息是准确和完整的。同时，本公司不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的证券研究报告。本公司会适时更新我们的研究，但可能会因某些规定而无法做到。除了一些定期出版的证券研究报告之外，绝大多数证券研究报告是在分析师认为适当的时候不定期地发布。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况，若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人作出邀请。

本报告中提及的投资价格和价值以及这些投资带来的收入可能会波动。过去的表现并不代表未来的表现，未来的回报也无法保证，投资者可能会损失本金。外汇汇率波动有可能对某些投资的价值或价格或来自这一投资的收入产生不良影响。那些涉及期货、期权及其它衍生工具的交易，因其包括重大的市场风险，因此并不适合所有投资者。

在任何情况下，本公司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，投资者自主作出投资决策并自行承担投资风险，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

本报告主要以电子版形式分发，间或也会辅以印刷品形式分发，所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面协议授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容。不得将报告内容作为诉讼、仲裁、传媒所引用之证明或依据，不得用于营利或用于未经允许的其它用途。

经本公司事先书面协议授权刊载或转发的，被授权机构承担相关刊载或者转发责任。不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

提示客户及公众投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的本公司证券研究报告，慎重使用公众媒体刊载的证券研究报告。

东方证券研究所

地址：上海市中山南路 318 号东方国际金融广场 26 楼

电话：021-63325888

传真：021-63326786

网址：www.dfzq.com.cn