

计算机行业深度报告

低空经济基础设施之【监视】

增持（维持）

2024年04月19日

证券分析师 王紫敬

执业证书：S0600521080005
021-60199781

wangzj@dwzq.com.cn

证券分析师 王世杰

执业证书：S0600523080004
wangshijie@dwzq.com.cn

投资要点

- **监视是低空经济基础设施建设的重要组成部分**：监视的内容包括高度层内飞行器的航迹、位置信息等进行全方位的动态监控，并提供相应的空中运行服务。从战略层面和国家安全的角度，监视建设最为紧迫。一方面，随着低空的放开，为了预防无人机黑飞、乱飞以及盲飞、盲撞等现象频繁发生；另一方面，无人机已经是现代战争主要的组成，俄乌战争中参战无人机数量大幅提升，未来对无人机的察打愈发重要。
- **5G-A、雷达、ADS-B 三大新兴技术在监视中得到应用**：5G-A 技术主要解决数据量大导致带宽不足、时延过长以及稳定性问题。5G-A 可以大幅降低时延，满足低空经济下的即时反馈需求。5G-A 其较强的发射功率，减少了传统地面基站的断联或阻隔问题。**相控阵雷达**主要优势在于其覆盖面积。相控阵雷达功能强大，如果在合理或均匀的位置部署，其覆盖范围和监视深度都将非常广泛。**ADS-B** 是一种广播式的自动相关监视系统。ADS-B 的优点在于成本较低、部署容易且实现快速。ADS-B 在未来的应用场景中，预计将先行部署，因为其成本效益和部署速度较高。
- **深圳在低空监视方面的探索**：深圳已经建立了一套实时化的动态监控系统。未来，监视系统会按照地区级进行划分，各地区可能会先建立自己的监视系统，实现全域覆盖，然后逐步过渡到不同相邻地区的系统融合。最终，这些系统可能会上升到国家层面，实现统一指挥、协调和规划。技术方面，深圳地区已经开始布局相控阵雷达和 5G-A。
- **低空经济监视市场空间测算**。以地级市为单位，每个地级市的价值估算可能达到亿级别。中国有 333 个地级行政区（含 293 个地级市），我们预计整个国家层面低空经济监视的市场规模至少是百亿级别。
- **投资建议**：低空经济建设，基础设施先行，从战略层面和国家安全的角度，监视建设是最紧迫的。监视新技术主要为 5G-A 技术和相控阵雷达两大方向。我们认为，随着低空经济基础设施建设加快，5G-A 和相控阵雷达有望迎来全新增量市场。**相关标的**：**相控阵雷达**。纳睿雷达、四创电子、国睿科技、航天南湖等。**5G-A**。中兴通讯、盛路通信、通宇通讯、硕贝德、灿勤科技、大富科技、信科移动-U、海格通信、臻雷科技、广和通、华体科技等。**ADS-B**。四川九洲等。
- **风险提示**：政策推进不及预期；技术发展不及预期。

行业走势



相关研究

《从莱斯信息看低空经济如何投资》

2024-04-09

《量子信息：下一场信息革命》

2024-04-04

内容目录

| | |
|------------------------------|----|
| 1. 低空经济框架之下的空域监视 | 4 |
| 2. 监视是低空经济基础设施中最为重要的部分 | 4 |
| 3. 当前低空经济空域监视的发展现状 | 5 |
| 4. 低空经济监视未来的技术方案和路径 | 5 |
| 5. 深圳在低空监视方面的探索 | 9 |
| 6. 低空经济监视市场空间测算 | 9 |
| 7. 投资建议 | 10 |
| 8. 风险提示 | 10 |

图表目录

| | |
|-----------------------------|---|
| 图 1: 中国空域划分..... | 4 |
| 图 2: 5G-A 网络架构 | 6 |
| 图 3: 纳睿雷达部分相控阵雷达产品..... | 7 |
| 图 4: 相控阵雷达国内主要公司..... | 8 |
| 图 5: ADS-B 空管监视系统运行示意图..... | 9 |

1. 低空经济框架之下的空域监视

低空空域是指国际上公认的4,000英尺以下,国内则集中在1,000英尺以下的空域。这一空域进一步细分为不同高度层:从地面至120米为W类空域,120米至300米为G类空域,而300米以上则属于E类空域。

图1: 中国空域划分



数据来源: 通航信息, 东吴证券研究所

低空监视的内容包括高度层内飞行器的航迹、位置信息等,并提供相应的空中运行服务。这些服务包括空中航线的动态规划、飞行计划的执行、航路上实时信息(如气象、通信和告警信息)的传递,以及与地面控制站和飞行员之间的管理服务。涉及的软硬件包括飞机上的机载系统和地面雷达等硬件设施,以及配套的软件系统。这些系统集成为一体,共同构成了低空经济框架下的空域监视体系。

监视按照不同用途定义为以下两种类别: 1) 空中交通管理监视: 为空管运行单位提供航空器目标的实时动态信息, 是进行空中交通管理的基础。2) 非空中交通管理监视。不以空中交通管理为目的, 为空管运行单位及其他相关单位和部门提供航空器目标的实时动态信息。具体包括以下三类: (1) 国家空域安全监视: 为国家空域管理部门、民航管理部门等提供涉及国家及公众安全的航空器目标实时动态信息; (2) 公共飞行服务监视: 为飞行服务单位、通用航空运营人等提供飞行服务保障所需的航空器目标实时动态信息; (3) 其他监视: 用于科学研究、旅客航班信息服务等不涉及以上两类监视应用的航空器目标信息的获取或提供。

2. 监视是低空经济基础设施中最为重要的部分

俄乌战争中，无人机作用显著。据路透社4月15日报道，一名高级指挥官说，随着乌克兰军队在与俄罗斯的战争中加速使用无人机，今年到目前为止，乌克兰向武装部队交付的无人机数量是2023年全年的三倍。根据央广军事数据，有视频显示，FPV无人机对某辆坦克进行轮番多次打击，最终导致坦克瘫痪。按照乌克兰方面的说法，他们在特定时间段内击毁的俄方坦克、装甲车辆等装备中，有80%-90%是由FPV无人机击毁的。

从战略层面和国家安全的角度，监视建设是最紧迫的。一方面，随着低空的放开，为了预防无人机黑飞、乱飞以及盲飞、盲撞等现象频繁发生；另一方面，无人机已经是现代战争主要的组成，监视将成为防御的重要手段。2024年3月11日，据外媒Army Recognition报道，为应对乌克兰无人机和远程导弹构成的日益严重的威胁，俄罗斯宣布推出“叶尼塞”（Yenisei）自主目标指定系统和“瓦尔代”雷达系统。

从整个行业的实际落地和运营角度，监视与通信、导航以及感知是四位一体的。粤港澳大湾区数字经济研究院（IDEA研究院）理事长、美国国家工程院外籍院士沈向洋曾提出，发展低空经济首先应建设统一的智能融合基础设施，即构建设施网、空联网、航路网、服务网“四张网”，以解决低空飞行过程中缺乏精细化空域管理技术和手段的问题。

监视与在低空经济基础设施的通信、导航等其他方面有技术的共用。监视需要信号和数据传输，包括图像等信息的传输，这就涉及通信技术。同时，为了感知和确定监视对象的位置，导航技术也至关重要。因此，四位一体在软硬件方面有许多共通性，需要实现一机多用，即一个系统或设备可以同时用于多个功能，满足不同方向的需求。

3. 当前低空经济空域监视的发展现状

当前低空经济下的空域监视主要依赖于地面雷达和机载设备相互配合的监视。

从类型上区分，监视大致可以分为被动监视、主动监视以及可视化监视。可视化监视最为简单，适用于低高度层的无人机，例如消费级和部分工业级无人机，在0-120米的高度范围内，通常可以通过目视进行监视。随着空域的逐步放开和规模化应用，目视监视将无法满足不同需求，逐渐发展出被动雷达监视，如ADS-B和其他相关阵列雷达技术，这些技术不仅用于监视，也用于通信。这些手段和方法都是四位一体监视体系的一部分。

4. 低空经济监视未来的技术方案和路径

主要分为传统技术和新兴技术两类。

传统技术包括低空雷达、红外探测以及飞行器自带的监测设备等。一些飞行器自身会配备红外探头，用于主动探测飞行路径上的障碍物，并将信号通过机载网络和数据链路传送到地面站，以便及时响应，指导飞行器进行避障或改变高度。随着低空经济概念的提出，特别是以eVTOL为核心的分支发展，传统的低空空域监视手段可能面临局限性。

未来将发展能够避免地面和空中建筑物、特殊物体干扰的新技术。传统低空雷达容易受到杂波和超视距影响，未来将部署相控阵雷达等地面设施，以增强低空监视效果。

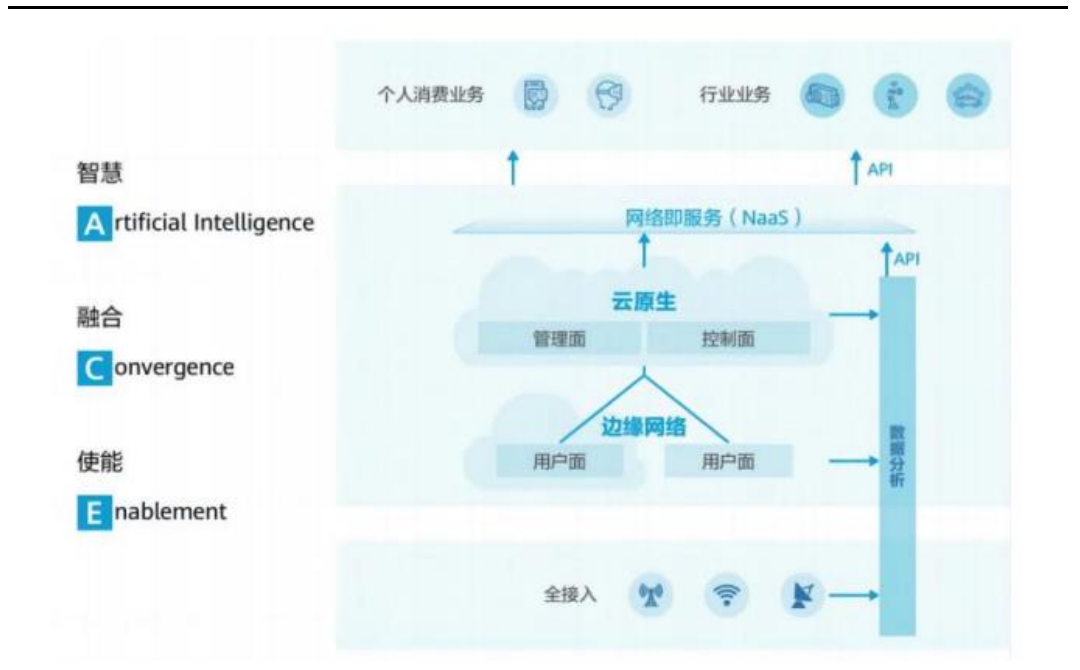
监视新技术主要为 5G-A 技术、相控阵雷达、ADS-B 三大方向。相控阵雷达功能强大，如果在合理或均匀的位置部署，其覆盖范围和监视深度都将非常广泛。光电和频谱技术在低空经济监视中的应用较少。低轨卫星主要应用于通讯和导航，也提供一些监视信息。

5G-A:

5G-A 技术主要解决数据量大导致带宽不足、时延过长以及稳定性问题。5G-A 可以大幅降低时延，满足低空经济下的即时反馈需求。5G-A 其较强的发射功率，减少了传统地面基站的断联或阻隔问题。

5G-A 技术实际上是在现有的 5G 基站基础上增加了雷达功能。由于 5G 基站已经存在，只需在其基础上增加一些雷达相关的软硬件即可，成本相对较低，构建和部署难度也不大。

图2: 5G-A 网络架构



数据来源: 5G-A 安全白皮书, 东吴证券研究所

相控阵雷达:

相控阵雷达主要优势在于其覆盖面积。在基站布置合理的情况下，相控阵雷达可以以较低成本满足空域全域覆盖的需求，从而大大提升低空空域管控的覆盖范围、强度和效率。

相控阵雷达可能不会部署在人口特别稠密或楼宇特别密集的地区。在位置或区域分布上，会进行一定的权衡。这并不意味着问题可以完全解决，但可以做出一些妥协以适

应现实情况。

图3: 纳睿雷达部分相控阵雷达产品



数据来源：纳睿雷达官网，东吴证券研究所

雷达技术在监视领域相对较为成熟。相控阵雷达在监视领域应用场景广泛。中国相控阵雷达供应商主要有纳睿雷达、国睿科技、四创电子、航天科工集团二十八所等。其中，纳睿雷达是这一领域的知名企业。纳睿雷达能够提供传统气象雷达所不具备的新功能，并且成本相对较低。这一优势来自于其与地面基础设施的融合，以及与深圳的合作布局，使得其建设成本非常低，能够容易地组网实现全域无缝覆盖。

图4：相控阵雷达国内主要公司

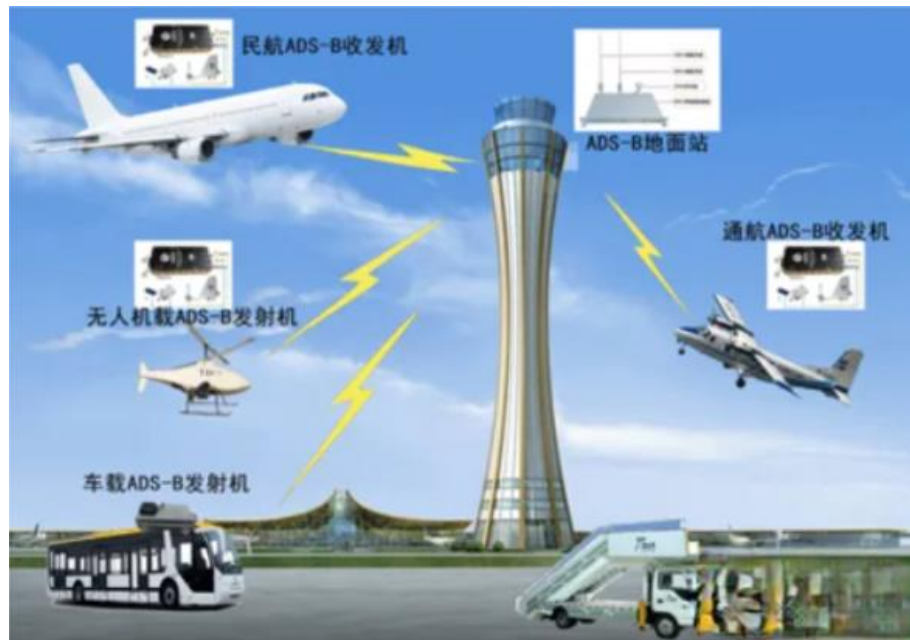
| 公司名称 | 经营状况 | 市场地位 | 技术实力 |
|-------------------|---|---|--|
| 纳睿雷达 | 从事有源相控阵雷达整机及相关系统的研发、生产、销售以及相关服务，2022年度公司主营业务中，雷达精细化探测系统收入1.94亿元，同比增长12.52%，占营业收入的92.51%。 | 纳睿是行业内少数专注于X波段双极化（双偏振）有源相控阵雷达整机的企业；2018年至2022年6月底，公司X波段双极化（双偏振）有源相控阵雷达整机在全国范围内安装建设73台。 | 截至本招股说明书签署日，发行人共获得88项专利（含境外专利2项），其中21项发明专利；获得软件著作权24项；截至2022年6月末，公司拥有88名研发人员，占员工总数比例为48.89%，公司本科及以上学历员工占比70%以上。 |
| 国睿科技 | 主要从事雷达整机及相关系统、轨道交通信号系统、微波器件、特种电源等产品的研发、生产、调试、销售以及相关服务，2022年度主营业务收入中来自雷达装备及相关系统的收入达到21.23亿元 | A股市场雷达技术较为先进、产品品类较为齐全的上市公司；在中国气象局新一代天气雷达系统和风廓线雷达、民航和军航机场气象雷达、空管二次雷达市场具有较强的市场竞争力，并凭借技术、产品和经验优势，逐步向大型气象应用系统整体解决方案提供商转型，承担了多个民用及军用气象应用系统的建设任务。 | 由中国电子科技集团公司第十四研究所整合旗下优质产业资源组建而成；公司现有员工1,300余人，其中硕士及以上人员占比超过30%；国睿科技在气象雷达领域深耕多年，拥有较强的技术基础，在气象局和军方市场占据领先地位；2022年公司及其下属子公司获得专利授权48项，其中发明专利25项，实用新型23项，获得软件著作权38项。 |
| 四创电子股份有限公司 | 主要从事雷达产业、智慧产业、能源产业，2022年度主营业务收入中来自雷达及雷达配套的收入达到10.81亿元，其中主要包括气象雷达、空管雷达、低空监视雷达、新体制雷达、印制电路板和微波组件 | 国内第一家以雷达为主业的上市公司，被誉为“中国雷达第一股”（股票代码：600990），由中国电子科技集团公司第三十八研究所发起成立 | 四创电子是中国气象局天气雷达的供应商单位之一；公司本科及以上学历员工占比70%，研发技术人员占比近50%；主持参与了多项国家科技支撑计划、国家高技术研究发展计划（863计划）项目和国家重大科学仪器设备开发专项，先后取得国家级、省部级等各类科技进步奖15项，国家级、省部级重点新产品32项，国家专利340项；2022年，公司新增发明专利受理52件，授权39件，累计拥有发明专利282件；新增软件著作权16件，累计有效软件著作权394件 |
| 湖南宜通华盛科技有限公司 | 业务涉及天气雷达产业，2020年度营业收入为1,825.65万元 | 成立于2014年，是一家研发、生产相控阵天气雷达和短时临近预警预报平台的高新技术企业。 | - |
| 中国航天科工集团第二研究院二十三所 | 主要从事雷达、通讯、电子信息、综合系统的研究、设计和制造 | 我国专业的雷达研究所，主要从事雷达、通讯、电子信息、综合系统的研究、设计和制造。 | 组建于1958年11月，是我国专业的雷达研究所，拥有按雷达系统工程配套的16个专业技术部门和三个大型车间，现有从业人员2,500余人，其中技术人员1,700多人，技术工人800多人；曾经先后四次获得国家科技进步特等奖，先后产生3位中国工程院院士、5位同志获得全国五一劳动奖章、31位同志获得政府特殊津贴、拥有2位国家级特殊贡献专家、1位国家特级发明家、5位省部级专家、拥有110多位教授级研究员 |
| 航天南湖电子信息技术有限公司 | 主要从事防空预警雷达研发、生产、销售和服务，主要供应国内军方客户和军工集团。业务聚焦防空预警雷达及其模拟设备、空管雷达等产品研制。2022年营业收入9.53亿元。 | 公司是我国防空预警雷达主要生产单位之一，自成立以来一直从事防空预警雷达研制生产，数十年来积累了丰富的研究成果和生产经验，形成了一整套完备的研发、采购、生产、销售体系。公司的防空预警雷达产品已成为我国防空预警领域的主力装备，在军方客户中广泛应用，产品已覆盖多个军种，形成了良好的市场口碑。 | 经过多年的技术积累，公司已掌握了相控阵雷达总体设计、软件化雷达、自适应抗干扰、目标分类识别、高机动高集成结构设计、相控阵天线设计以及收发组件设计等7类核心技术，取得发明专利40项（含1项国防发明专利）、实用新型专利81项。公司多个型号产品曾荣获国防科技进步二等奖、三等奖和原机械电子工业部优质产品奖等奖项。 |

数据来源：纳睿雷达招股书，Wind，东吴证券研究所

ADS-B 是一种广播式的自动相关监视系统。ADS-B 是广播式自动相关监视的英文缩写，它主要实施空对空监视，一般情况下，只需机载电子设备，不需要任何地面辅助设备即可完成相关功能，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(如速度、高度及飞机是否转弯、爬升或下降等)。

ADS-B 的优点在于成本较低、部署容易且实现快速。ADS-B 在未来的应用场景中，预计将先行部署，因为其成本效益和部署速度较高。

图5: ADS-B 空管监视系统运行示意图



数据来源：通航信息，东吴证券研究所

5. 深圳在低空监视方面的探索

深圳地区在监视方面的探索已经展开，随着物流航线的增多，全域覆盖的监视需求日益迫切。深圳已经建立了一套实时化的动态监控系统。未来，监视系统会按照地区级进行划分。国家层面有相关政策支持，地方政府也有倾向性的支持措施，而实际落地则是由各地区来实施。各地区可能会先建立自己的监视系统，实现全域覆盖，然后逐步过渡到不同相邻地区的系统融合。最终，这些系统可能会上升到国家层面，实现统一指挥、协调和规划。

技术方面，深圳地区已经开始布局相控阵和 5G-A。目的是为低空飞行活动提供天气信息。同时，深圳与华为和中国电信合作，推动低空物流领域内的通信感知一体化基站建设。

6. 低空经济监视市场空间测算

以地级市为单位，每个地级市的价值估算可能达到亿级别。中国有 333 个地级行政区(含 293 个地级市)，整个国家层面的市场规模至少是百亿级别。具体到 5G-A 和 ADS-B 以及相控阵雷达，它们的市场空间将根据不同地区的应用场景而有所不同。例如，如果一个地区的运营场景主要以低空物流为主，那么 5G-A 的市场需求可能会更大，因为它提供精确的导航和定位服务，以及避障和警告等功能。在像深圳这样的地区，5G-A 的市场可能至少占到总需求的 1/3。同样，相控阵雷达的市场也将根据不同地区的典型应用场景而变化。例如，安徽地区可能更多应用于旅游观光，因为华东区的应用场景与深

圳的低空物流不同。

7. 投资建议

低空经济建设，基础设施先行，从战略层面和国家安全的角度，监视建设是最紧迫的。监视新技术主要为 5G-A 技术、相控阵雷达和 ADS-B 三大方向。我们认为，随着低空经济基础设施建设加快，5G-A、相控阵雷达和 ADS-B 有望迎来全新增量市场。

相关标的：相控阵雷达。纳睿雷达、四创电子、国睿科技、航天南湖等。**5G-A。**中兴通讯、盛路通信、通宇通讯、硕贝德、灿勤科技、大富科技、信科移动-U、海格通信、臻雷科技、广和通、华体科技等。**ADS-B。**四川九洲等。

8. 风险提示

政策推进不及预期：低空经济产业发展早期要依赖于各地政府政策推进，如果低空经济政策推进不及预期，则影响低空经济产业发展。

技术发展不及预期：低空经济基础设施建设需要通感一体、相控阵雷达等新技术的应用，如果新技术部署情况不及预期，则会影响产业发展进程。

免责声明

东吴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。

本研究报告仅供东吴证券股份有限公司（以下简称“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客户。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，本公司及作者不对任何人因使用本报告中的内容所导致的任何后果负任何责任。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。

在法律许可的情况下，东吴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。

市场有风险，投资需谨慎。本报告是基于本公司分析师认为可靠且已公开的信息，本公司力求但不保证这些信息的准确性和完整性，也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报告。

本报告的版权归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明出处为东吴证券研究所，并注明本报告发布人和发布日期，提示使用本报告的风险，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

东吴证券投资评级标准

投资评级基于分析师对报告发布日后 6 至 12 个月内行业或公司回报潜力相对基准表现的预期（A 股市场基准为沪深 300 指数，香港市场基准为恒生指数，美国市场基准为标普 500 指数，新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的），北交所基准指数为北证 50 指数），具体如下：

公司投资评级：

- 买入：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准在 15%以上；
- 增持：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准介于 5%与 15%之间；
- 中性：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准介于-5%与 5%之间；
- 减持：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准介于-15%与-5%之间；
- 卖出：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准在-15%以下。

行业投资评级：

- 增持：预期未来 6 个月内，行业指数相对强于基准 5%以上；
- 中性：预期未来 6 个月内，行业指数相对基准-5%与 5%；
- 减持：预期未来 6 个月内，行业指数相对弱于基准 5%以上。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议。投资者买入或者卖出证券的决定应当充分考虑自身特定状况，如具体投资目的、财务状况以及特定需求等，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。

东吴证券研究所
苏州工业园区星阳街 5 号
邮政编码：215021

传真：（0512）62938527

公司网址：<http://www.dwzq.com.cn>