

# 惯性导航：以元器件为产业核心，军民应用市场广阔

## 通信行业

### 1、本周推荐：

1) 业绩确定，估值低（21年对应现价PE低于20倍）的朗新科技（计算机联合覆盖）。

2) 运营商板块：营收增速回升，估值修复，受益标的：中国移动（港股）、中国电信（港股）、中国联通（港股）。

3) 设备商板块：2021年运营商投资平稳，中游设备商业绩确定。相关受益标的包括中兴通讯（含港股）、紫光股份、烽火通信。

### 2、惯性导航及产业链解析：

(1) 惯性导航是一种不依赖于任何外部信息、也不向外部辐射能量的自主式导航设备。现阶段最常见的是采用全球导航卫星系统（GNSS）+惯性测量单元（IMU）进行惯性导航组合方案。

(2) 上游陀螺仪、加速度计与GNSS卡板为主要核心，目前高端产品国产替代化有待进一步加强；下游军用维持高占比，民用预期市场广阔。

短期来看，高性能和高可靠性的惯导系统在军用需求仍处前列，主要技术也由国家队掌握，民用市场趋向高精度、低成本和小型化。从产业链角度，上游元器件为产业关注重点。由于市场中元器件尚无明确产业龙头，技术壁垒高，产业核心地位强，国产替代需要进一步提升，下游需求较大，因此短期掌握核心技术的上游元器件公司更加受益：军工企业包括：航天电子、航天科技、中航工业618所及中航电子、中船重工707所、北方导航；民营上市企业包括：耐威科技、星网宇达、晨曦航空；初创企业包括：理工导航（科创板申报）、导远科技、戴世智能。

长期来看，下游应用在民营产业不断扩展，在自动驾驶与无人机领域提前布局并占据先发优势的企业将有望“弯道超车”，占据市场领先地位。

3、中长期，持续关注5G应用方向：车联网、工业互联网、AR/VR等；军工通信；卫星互联网等长期产业趋势确定的子板块。

长期推荐公司包括：亿联网络（SIP话机业务逐渐拓展中高端市场，VCS视频会议业务快速拓展国内外市场，同时云办公终端的新业务有望逐渐成长）、上海瀚迅（军工联合覆盖）、航天信息（计算机联合覆盖）、TCL科技（电子联合覆盖）、紫光股份（计算机联合覆盖）、金卡智能（机械联合覆盖）、东方国信（计算机联合覆盖）、平治信息等。

### 评级及分析师信息

行业评级：推荐

### 行业走势图



分析师：宋辉

邮箱：songhui@hx168.com.cn

SAC NO: S1120519080003

联系电话：

分析师：柳珏廷

邮箱：liujt@hx168.com.cn

SAC NO: S1120520040002

联系电话：

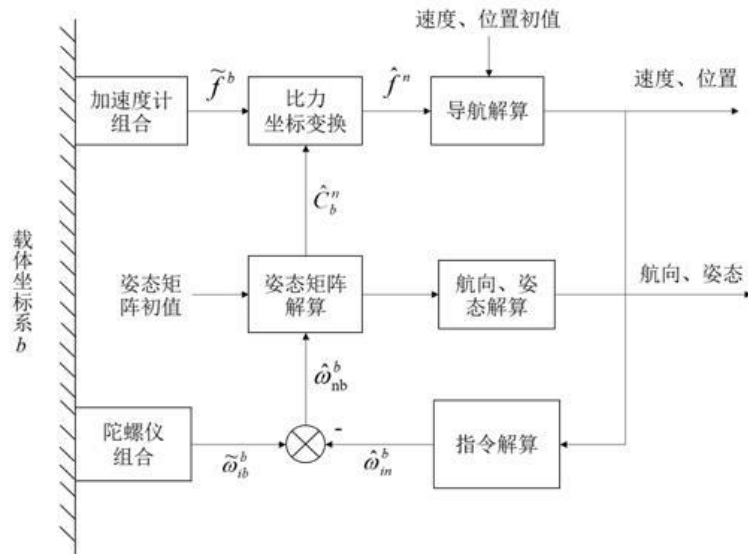
### 风险提示

核心技术发展和下游应用推广不及预期；国内外疫情反复带来的不确定性风险；系统性风险。

## 1. 惯性导航系统详解：惯性仪表为核心，捷联式惯性导航与组合导航为主要发展方向

惯性导航是一种不依赖于任何外部信息、也不向外部辐射能量的自主式导航设备。其基本工作原理是利用陀螺仪和加速度计测量载体在惯性参考系下的角速度和加速度，并对时间进行积分、运算得到速度和相对位置，并将其变换到导航坐标系中，结合最初的位置信息，得到载体现在所处的位置。

图 1 惯性导航系统工作原理



资料来源：理工导航招股说明书，华西证券研究所

**惯性导航系统独特优势：**（1）隐蔽性高，相对于卫星导航系统需要卫星协助导航工作，惯性导航依靠自身惯性器件，不用外界信息同时也不向外辐射能量；（2）覆盖范围广，惯性导航系统能工作于高空、地表、水下等卫星导航涉及不到的地方；（3）数据更新频率快、短期精度高。惯性导航系统可以依靠惯性器件输出角（加）速度、线（加）速度、航向和姿态等数据，与卫星导航系统相比数据提供更为丰富。

**捷联式惯导系统在体积、成本和可靠性方面具有优势，是未来发展的主流形式。**惯性导航系统依构建导航坐标系方法的不同，可分为平台式惯性导航与捷联式惯性导航。由于惯性器件性能要求和计算量等方面，捷联式惯导系统要求更为苛刻，但同时减少对于复杂机电平台的要求。捷联式系统的抵抗振动和冲击能力比较强，在体积和成本方面具有优势，同时由于激光陀螺仪、光纤陀螺仪等惯性器件的出现以及计算机技术的快速发展，捷联式惯导在性能优势也逐步显现。因此从上世纪 80 年代开始，平台式惯导的开发工作已经基本终止，捷联式惯导将是未来惯导系统发展的主流形式。

表 1：不同类型惯导系统介绍

类型	主要应用级别	定位误差典型值	定向误差典型值	技术特征	环境适应性	发展前景
平台式惯导系统	中高导航级、运动隔离	1~2 海里/小时	0.1~0.2°	机电一体化系统，系统内部有三到四个实体框架	抗震、抗冲击能力有限	局部被淘汰、市场萎缩
捷联式惯导系统	高中低导航级、稳定控制	<1 海里/小时	0.05~0.1°	电子数字化系统，系统内部没有活动部件	抗震、抗冲击能力强	主流应用形式

请仔细阅读在本报告尾部的重要法律声明

资料来源：晨曦航空招股说明书，华西证券研究所

现阶段最常见的是采用全球导航卫星系统（GNSS）+惯性测量单元（IMU）进行惯性导航组合方案。由于惯性导航的反馈信息是通过惯性器件测量与算法产生，相对定位误差随导航时间而增加，因此长期导航精度较差，但是不受位置限制；卫星导航采用绝对定位方式，定位精度取决于卫星信号精度，不因时间积累而增加误差，但受限于位置和时间。在实际应用领域，通常采用组合导航方式，即惯性+卫星组合导航来进行实时、高精度定位导航。

## 2. 惯导产业链解析：上游元器件为产业核心，下游应用市场拓展

惯性导航产业链主要分为元器件制造、模块组装和软件设计与下游应用三个层级。产业链上游，惯导系统元器件主要包括电子元器件、惯性器件和其他参考信息设备。元器件能对惯性导航系统的精度与应用起到决定性作用，且技术门槛高，因此为产业链核心部分；产业链中游主要产品包括信息采集处理模块、测量单元模块和卫星测姿模块，及对各模块进行系统集成和软件设计。产业链下游主要是惯性导航的应用，主要有军用车、弹、航天、船舰等军工产业，以及消费电子、无人机、自动驾驶等民用企业。

图 2 惯性导航产业链示意图



资料来源：华西证券研究所整理

### 2.1 惯导产业上游：陀螺仪、加速度计与 GNSS 卡板为主要核心，目前高端产品国产替代化有待进一步加强

由于捷联式惯性导航系统是将加速度计和陀螺仪直接安装在运载体上，确定运载体的速度、位置以及姿态、航向等信息，因此惯性导航产业对于上游元器件的需求在下游应用增长以及单位产品需求上升的双重刺激下，需求不断上升。

**(1) 陀螺仪：**目前常用陀螺仪分为激光陀螺仪、光纤陀螺仪、MEMS 陀螺仪、半球谐振陀螺仪四类。其中激光陀螺仪产业已到达国际领先水平，光纤和 MEMS 陀螺仪技术有待进一步提高，半球谐振陀螺仪尚处起步阶段。总体来说，我国在中低端陀螺仪已基本实现了国产化，但高端陀螺仪仍依赖进口。对于精度需求不高的民用惯导系统，上游陀螺仪供给充分，价格稳定。目前国外主流陀螺仪厂商有：霍尼韦尔、诺格、萨基姆、亚德诺，国内主要陀螺仪供应商包括赛微电子、晨曦航空等企业。

表 2：4 种陀螺仪情况对比

类型	定位误差	定向误差	定向误差典型值	技术特征	环境适应性	发展前景
激光陀螺仪	<1 海里/小时	0.05° - 0.1°	达 1×10 <sup>5</sup> h	厘米级别	约 20 万元	军用、陆用战车、导弹等武器装备
光纤陀螺仪	1 海里/20 分钟	0.2° -1°	数十万小时	可低至 1-2cm	约 6 万元	多为军用
MEMS 陀螺仪	20 米（与 GNSS 组合）	0.4° -1°	超十万小时	厘米级别	最低，2-5 万元	军用市场占比约 70%，民用市场占比约 30%
半球谐振陀螺仪	/	/	最高，约 100 万小时	最小，约 5nm	>20 万元	多为军用

资料来源：晨曦航空招股说明书，华西证券研究所

**(2) 加速度计：**中国惯性导航市场较为成熟的加速度计包括：MEMS 加速度计和石英挠性加速度计。MEMS 加速度计的设计和加工技术已日趋成熟，但中国市场 70% 以上的份额仍被产品性能更佳，价格具备优势的国际龙头企业 博世与意法半导体 占据。石英挠性加速度计多应用于航空、地质勘探等领域，因涉及国防安全，中国在该技术研发力度投入大，行业发展成熟。随着消费级加速度计领域制造商的增多，其成本不断下降，产品利润空间降低，但对于高端军用级加速度计的补充仍需加强。

**(3) GNSS 板卡：**由于“GNSS+IMU”组合导航成为当前主流惯性导航模式，GNSS 板卡的市场需求也逐步扩大。我国自 2015 年和芯星通发布全球首款高精度多模多频卫星导航系统级 SoC 芯片 Nebulas IUC4C0 后，GNSS 芯片迈入国际领先水平。现阶段，国产 GNSS 芯片已初步实现规模化应用，截至 2018 年年底，国产 GNSS 芯片在中国市场占比已超 70%（头豹研究院），高精度板卡市场占比达 30%（2019 年《北斗卫星导航系统建设与发展》报告）。中国国产 GNSS 板卡已具备国际竞争力，下一个阶段的发展重点将是走向国际市场。

## 2.2 惯导产业下游：军民应用前景广阔，军用维持高占比，民用预期市场广阔

下游应用领域包括军用和民用两部分，军用市场基本被国内军工企业占据，民营企业集中在民用市场。军用领域方面，惯导系统在舰艇船舶、航空飞行器、航天飞机、制导武器、陆地车辆、机器人等装备上均有所应用。我国军工企业具备惯性技术全产业链的生产能力，大部分的军用惯性市场被军工企业占据。民用市场包括大地测量、石油钻井、电子交通、汽车安全、消费电子等领域，其中 MEMS 惯性传感器在消费级市场应用领域最为广泛，且 MEMS 传感器的生产具有规模效应，规模越大，成本越低，竞争力越强。

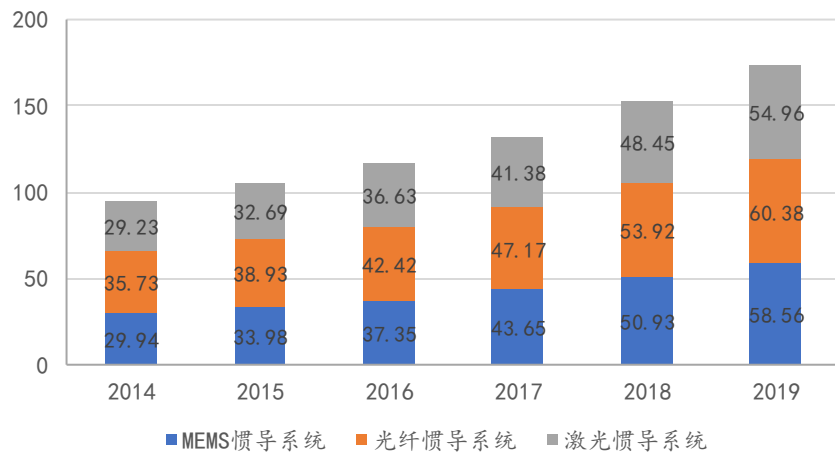


图 3 惯性导航主要应用场景



资料来源：百度，华西证券研究所

图 4 惯性导航行业细分规模情况（亿元）

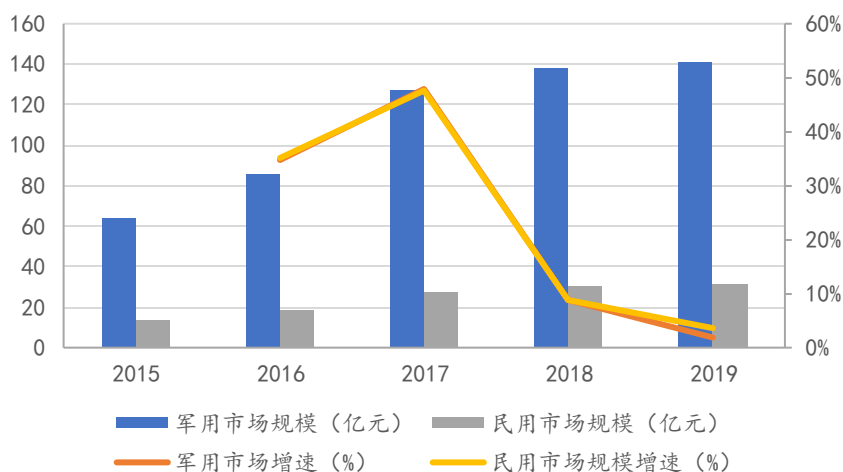


资料来源：智研咨询，华西证券研究所

**军用惯导系统需求旺盛，军民融合促进产业发展。**因中国军队的现代化建设，军用惯性导航市场需求旺盛，一直维持着增长趋势，且在惯性导航行业占据主导地位。根据华经情报网数据，2019 年中国军用惯性导航市场规模为 141.2 亿元，占据整个惯性导航市场的 81.8%，是中国惯性导航的主要应用场景。

**民用市场随技术发展与应用场景扩充，在纵向与横向逐步扩展。**我国惯性导航系统产品民用市场呈现快速增长的趋势，一方面，惯导系统在原有应用领域正不断纵向深化；另一方面地下管线测绘、室内外无缝导航、移动测量、地质灾害监测、消费电子等新兴应用领域不断涌现，横向扩张趋势明显。在民用市场方面，受益于中国无人机及无人驾驶行业的发展，2019 年民用惯性导航市场规模达到 31.5 亿元。

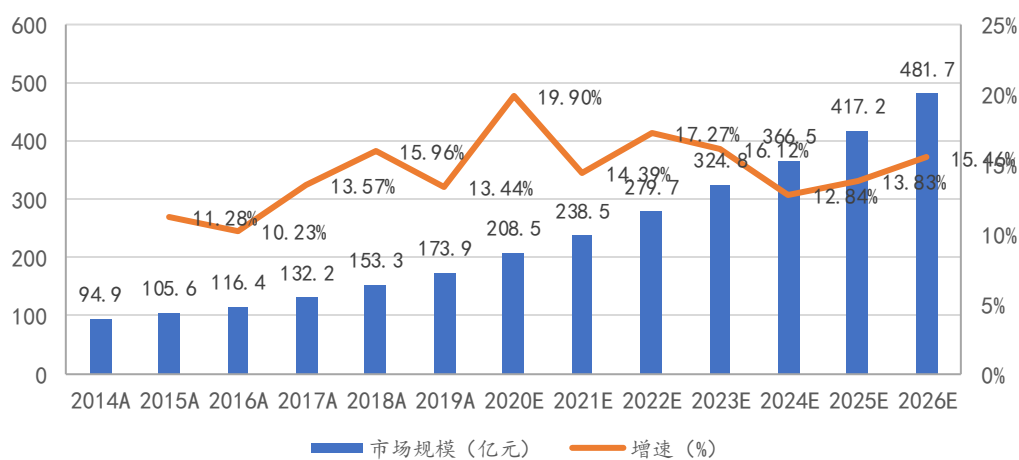
图 5 2015-2019 年惯性导航应用市场



资料来源：华经情报网，华西证券研究所

**预计军用市场将保持高需求，民营应用数量不断攀升。**在下游军用市场，因中国部队正在进行国防现代化建设，军用惯性导航更新换代需求旺盛，且在未来一段时间内都将保持高需求态势，军用市场在未来一段时间内仍将保持惯性导航最大下游应用市场的地位。在民用市场方面，受益于中国无人机（百亿级市场）及无人驾驶（预计将有万亿级市场）行业的发展，未来民用惯导占比将逐年提升。在下游军用和民用市场的双重刺激下，惯性导航产业未来增长空间广阔，根据中国产业信息网，预计2026年将达到481.7亿元，年复合增长率14.50%。

图6 惯性导航市场规模预测



资料来源：中国产业信息网，华西证券研究所

**综上，我们认为：**短期来看，高性能和高可靠性的惯导系统在军用方面需求仍处前列，主要技术也由国家队掌握，民用市场趋向高精度、低成本和小型化的惯导系统。从产业链角度，上游元器件为产业关注重点。由于市场中元器件尚无产业龙头，技术壁垒高，产业核心地位强，竞争相对较小、国产替代需要进一步提升，下游需求较大，因此短期看好掌握核心技术的上游元器件公司：军工企业包括：航天电子、航天科技、中航工业618所及中航电子、中船重工707所、北方导航；民营上市企业包括：耐威科技、星网宇达、晨曦航空；初创企业包括：理工导航（科创板申报）、导远科技、戴世智能。

长期来看，下游应用在民营产业不断扩展，无人驾驶与无人机将是行业未来的热点。随着未来中国L3及以上自动驾驶等级汽车渗透率的提升，中国自动驾驶用惯性导航市场可达千亿级别；根据预测，我国民用无人机产品销售和服务总体市场规模有望

届时在自动驾驶与无人机领域提前布局并占据先发优势的企业将有望“弯道超车”，占据市场领先地位。

### 3. 近期观点及推荐逻辑

车联网、工业互联网、AR/VR 等；军工通信；卫星互联网等长期产业趋势确定的子板块。

长期推荐公司包括：亿联网络（SIP 话机业务逐渐拓展中高端市场，VCS 视频会议业务快速拓展国内外市场，同时云办公终端的新业务有望逐渐成长）、上海瀚讯（军工联合覆盖）、航天信息（计算机联合覆盖）、TCL 科技（电子联合覆盖）、紫光股份（计算机联合覆盖）、金卡智能（机械联合覆盖）、东方国信（计算机联合覆盖）、平治信息等。

### 4. 风险提示

核心技术发展和下游应用推广不及预期；国内外疫情反复带来的不确定性风险；系统性风险。



### 分析师与研究助理简介

宋辉：3年电信运营商及互联网工作经验，4年证券研究经验，主要研究方向电信运营商、电信设备商、5G产业、光通信等领域。

柳珏廷：理学硕士，2年券商研究经验，主要关注5G相关产业链研究。

### 分析师承诺

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求客观、公正，结论不受任何第三方的授意、影响，特此声明。

### 评级说明

公司评级标准	投资评级	说明
以报告发布日后的6个月内公司股价相对上证指数的涨跌幅为基准。	买入	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数达到或超过15%
	增持	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数在5%—15%之间
	中性	分析师预测在此期间股价相对上证指数在-5%—5%之间
	减持	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数5%—15%之间
	卖出	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数达到或超过15%
行业评级标准		
以报告发布日后的6个月内行业指数的涨跌幅为基准。	推荐	分析师预测在此期间行业指数相对强于上证指数达到或超过10%
	中性	分析师预测在此期间行业指数相对上证指数在-10%—10%之间
	回避	分析师预测在此期间行业指数相对弱于上证指数达到或超过10%

### 华西证券研究所：

地址：北京市西城区太平桥大街丰汇园11号丰汇时代大厦南座5层

网址：<http://www.hx168.com.cn/hxzq/hxindex.html>

## 华西证券免责声明

华西证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具备证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司签约客户使用。本公司不会因接收人收到或者经由其他渠道转发收到本报告而直接视其为本公司客户。

本报告基于本公司研究所及其研究人员认为的已经公开的资料或者研究人员的实地调研资料，但本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载资料、意见以及推测仅于本报告发布当日的判断，且这种判断受到研究方法、研究依据等多方面的制约。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及预测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息始终保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者需自行关注相应更新或修改。

在任何情况下，本报告仅提供给签约客户参考使用，任何信息或所表述的意见绝不构成对任何人的投资建议。市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告视为做出投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在任何情况下，本报告均未考虑到个别客户的特殊投资目标、财务状况或需求，不能作为客户进行客户买卖、认购证券或者其他金融工具的保证或邀请。在任何情况下，本公司、本公司员工或者其他关联方均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而导致的任何可能损失负有任何责任。投资者因使用本公司研究报告做出的任何投资决策均是独立行为，与本公司、本公司员工及其他关联方无关。

本公司建立起信息隔离墙制度、跨墙制度来规范管理跨部门、跨关联机构之间的信息流动。务请投资者注意，在法律许可的前提下，本公司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或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。在法律许可的前提下，本公司的董事、高级职员或员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面授权，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，如需引用、刊发或转载本报告，需注明出处为华西证券研究所，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。