

惯性导航系统（INS）是一种自主式的导航设备，能连续、实时地提供载体位置、姿态、速度等信息；特点是不依赖外界信息，不受气候条件和外部各种干扰因素。惯性导航及控制系统最初主要为航空航天、地面及海上军事用户所应用，是现代国防系统的核心技术产品，被广泛应用于飞机、导弹、舰船、潜艇、坦克等国防领域。随着成本的降低和需求的增长，惯性导航技术已扩展到大地测量、资源勘测、地球物理测量、海洋探测、铁路、隧道等商用领域，甚至在机器人、摄像机、儿童玩具中也被广泛应用。

不同领域使用惯性传感器的目的、方法大致相同，但对器件性能要求的侧重各不相同。从精度方面来看，航天与航海领域对精度要求高，其连续工作时间也长；从系统寿命来看，卫星、空间站等航天器要求最高，因其发射升空后不可更换或维修；制导武器对系统寿命要求最短，但可能需要满足长时间战备的要求。涉及到军事应用等领域，对可靠性要求较高。

惯性导航系统是一种自主式的导航方法，它完全依靠载体上的设备自主地确定载体的航向、位置、姿态和速度等导航参数，而不需要借助外界任何的光、电、磁等信息。惯性导航是一门涉及精密机械、计算机技术、微电子、光学、自动控制、材料等多种学科和领域的综合技术。其基本工作原理是以牛顿力学定律为基础，通过测量载体在惯性参考系的加速度、角加速度，将它对时间进行一次积分，求得运动载体的速度、角速度，之后进行二次积分求得运动载体的位置信息，然后将其变换到导航坐标系，得到在导航坐标系中的速度、偏航角和位置信息等。

## 惯性导航系统原理框图

### 一、世界惯性导航市场

#### 01 全球惯性导航市场格局

全球惯性导航市场规模预计 2020 年将达到 88.7 亿美元，2016-2020 年复合增长率为 13.81%。根据在 2016 年 1 月发布的预测报告，受益于飞机数量的增加、对导航精度的要求提高以及部件的微型化和低成本等，2015-2020 年全球惯性导航市场将以复合年增长率(CAGR)13.81%的速度增长，由 2015 年的

46.4 亿美元增长到 2020 年的 88.7 亿美元。

2015 年全球惯性市场规模达 46.4 亿美元，预计 2016-2020 年复合增长率为 13.81%

全球惯性技术开发分为四个层次，目前我国居第三层次，具备部分研发能力。根据美国国防部的统计数据，美国国防部把从事惯性技术领域研究和开发的国家分为 4 个层次：属于第一层次的有美国、英国和法国，完全具备自主研究和开发惯性技术能力；属于第二层次的有俄罗斯、德国、以色列和日本，具备大部分自主研发能力；属于第三层次的有中国、澳大利亚、加拿大、瑞典、乌克兰，具备部分研发能力；属于第四层次的有韩国、印度、巴西、朝鲜、瑞士、意大利等，具备较为有限的惯性技术研发能力。

美国的霍尼韦尔、诺格和法国的赛峰为全球惯性技术领域顶尖公司。目前，美国主要的惯性导航技术公司包括：霍尼韦尔、诺格公司、大西洋惯性系统、亚诺德半导体(ADI)和吉尔福特等；法国主要的惯性导航技术公司包括赛峰、iXblue、泰雷兹集团等。其他国家主要的惯性技术公司包括：英国 BAE 系统公司；德国博世公司；俄罗斯物理光学、陀螺仪光学、拉明斯克仪表厂和 Optolink；日本航空电子工业、三菱精密；挪威 Sensoror 等。

## 02

### 激光陀螺仪竞争格局

在激光陀螺仪领域，仅美国、法国、俄罗斯、德国及中国等少数国家可以进行研制量产。目前，在激光陀螺仪领域的相关企业有美国 Draper 实验室、霍尼韦尔公司、诺格公司、吉尔福特公司等，法国萨基姆公司（赛峰集团子公司）、Sextant 公司等，日本的宇宙开发事业团、国家宇航实验室、航空电子工业有限公司(JAE)，俄罗斯的 Polyus 研究所、电子光学公司等。在专利申请及发文数量方面，美国、日本、德国、欧专局、法国等

国家/机构的激光陀螺仪领域研究发文数量占总数量的近 75%。

数据来源：公开资料整理

03

### 光纤陀螺仪竞争格局

美国始终保持领先地位，日本在中低精度陀螺仪应用方面位居世界前列。目前，国外研制和生产光纤陀螺仪的相关单位有美国 Draper 实验室、诺格公司、霍尼韦尔公司、KVH 公司等，法国萨基姆公司、iXblue 公司等，日本三菱精密有限公司，俄罗斯 Optolink 公司等等。

### 光纤陀螺仪主要生产厂家和典型产品

数据来源：公开资料整理

自 20 世纪 70 年代至今，光纤陀螺仪关键技术不断取得重大突破，应用领域长袖拓展，目前光纤陀螺仪的精度最高可达  $8 \times 10^{-5} \text{ }^\circ/\text{h}$ ，在高端领域已经与激光陀螺仪形成竞争的态势。

04

### MEMS 陀螺仪竞争格局

美国 Draper 实验室、霍尼韦尔公司所生产的 MEMS 陀螺仪的偏置稳定性、定位精度处于世界领先水平。

目前，MEMS 陀螺仪相关研究单位有美国 Draper 实验室、霍尼韦尔、大西洋惯性系统公司、InvenSense 公司、波音公司等，英国 BAE 系统公司，挪威 Sensoror 公司，日本东芝公司等。

## MEMS 陀螺仪主要生产厂家和典型产品

数据来源：公开资料整理

MEMS 是当前惯性陀螺仪研究的焦点。自 20 世纪 80 年代发展至今，MEMS 陀螺仪关键技术研发突飞猛进，成为学术研究领域的焦点，在美国 DARPANGIMG 项目支持下，多环碟形陀螺仪最高精度达  $0.003^{\circ}/h$ 。

## 二、中国惯性导航产业格局及下游应用市场

惯性导航产业链主要分为器件制造、模块组装和软件设计两个层级。在产业链上游，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；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，以及对各模块进行系统集成和软件设计。

惯性器件是核心装置，在惯导系统领域中制造难度最大，价值占比最高，但毛利率水平低于中游。产业链上游惯性器件研发和制造难度最大，价值量也相对较高，但其毛利率低于中游模块组装和软件设计。目前我国在中低端陀螺仪已基本实现了国产化，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。

民营企业多集中在中游。产业链中游主要根据下游客户对惯性产品需求及实际工作环境将上游厂商生产的标准化惯性器件进行惯性技术测试等相关工序，并根据参数及目标工作环境调整惯性技术系统以对惯性器件进行纠偏、补偿等，结合集成相关功能性芯片、基础元器件等工序，并选用适当算法、参数，开发适合客户行业及工作特点的软件，最终进行系统集成形成能为下游终端用户直接应用的惯性技术产品。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，民营上市公司中仅有耐威科技具备 MEMS 传感器（含陀螺仪）的生产能力，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。

目前，军用惯性技术主要向着高性能和高可靠性发展，民用市场则向高精度、低成本和小型化方向发展。

对于军用市场，主要向着高性能和高可靠性发展，一方面，战略武器需要更高精度的惯性仪表与系统技术，另一方面，对于常规运载体，需要可靠性更高的惯性技术；而对于民用领域，则主要是向着高精度、低成本、小型化发展。

国内具备惯性传感器研究和制造实力的多集中在军工企业，民营企业主要参与中游惯导系统设计和制造。

目前，具备惯性传感器制造能力的企业主要有中航六一八所、航天三十三所、航天十三所、航天电子、耐威科技等，多为军工企业。具备惯导系统制造能力的企业包括航天三十三所、航天十三所、中航六一八所、航天电子、航天七零四所、耐威科技、西安晨曦、中星测控和星网宇达等，民营企业多集中在中惯导系统设计和制造上。

惯性导航产品市场的主要竞争者

数据来源：公开资料整理

01

军用市场每年市场空间超过百亿

1

军用飞机领域的发展情况分析

惯性导航系统是现代军用飞机的必备装置，精度需求一般为导航级。在现代战争中

，由于战场环境的复杂性，军用飞机难以完全依靠卫星定位系统和地面导航装备完成导航工作，惯性导航系统不受外界信息干扰和战场地理环境制约，可以保障军机在战斗期间完成实时导航和定位。不同机种的任务特点对导航精度要求有一定差别，但整体需求基本为导航级精度。

第二代战机采用平台式液浮陀螺仪惯性导航系统，第三代战斗机多采用动力调谐陀螺仪惯导系统。惯性导航在军用飞机上的应用始于 20 世纪 60 年代，随着第二代超声速喷气战斗机的问世，军用飞机开始装备惯性导航系统，如美国第二代战斗机 F104 装备的即为平台式液浮陀螺仪惯性导航系统。随着成本更低、性能更好的动力调谐陀螺仪研制成功，20 世纪 70 年代开始，第三代战斗机(F-15、F-16 和 Su-27 等)装备的导航系统大多为动力调谐陀螺仪基系统，例如，美国 F-16 战斗机装备的基尔福特 Gyroflex 动力调谐陀螺仪惯导系统以及 F-15 战斗机上装备的利顿 LN30 装备。

美国现役主流战机包括 F-22 和 F-35

等，基本采用环形激光陀螺仪捷联式惯导系统。20 世纪 80 年代中后期，环形激光陀螺仪捷联式惯性导航系统已达到了中等精度性能要求，系统可靠性高、寿命长，系统体积、质量和成本仅为同等性能水平的平台惯性导航系统（动力调谐陀螺仪）的 1/2 或 1/3。目前现役主流战机基本使用环形激光陀螺仪捷联式惯性导航系统，如诺格公司的 LN100G 装备于 F-22 和 F-35 战斗机等。

最新数据显示，目前我国空军二代歼击机及强击机（J-7、J-8、Q-5）仍有 591 架，三代机（J-10、J-11、J-15）数量仅有 634

架。从战机代系结构上看，二代与三代战机数量大致相等，另有 40%左右的二代机及早期三代机已面临退役，急需新型战机填补数量空缺。预计，未来我国空军二代机将逐步退出战备序列，主战机型将以三代机为主逐渐向四代机过渡。

未来激光陀螺仪、光纤陀螺仪在我国军用飞机市场前景广阔。相比于美国，我国不仅在战机数量上有巨大差距，在飞机代数也有明显差距，目前我国仍有一半的战斗机为二代机，二代机大多数采用机电陀螺仪惯导系统，随着歼-7、歼-8 等机型的陆续退役，机电陀螺仪惯导未来也将逐渐被淘汰。对标美国三代机、四代机的装备情况，未来我国新增军用飞机将逐步采用激光和光纤陀螺仪惯导系统。

我国各式在役军用飞机数量

我国仍有大量的二代机

2

精确制导武器领域的发展情况分析

惯性技术是导弹和制导弹药最常采用的制导技术之一。精确制导武器主要包括精确制导导弹、精确制导弹药和水中制导武器三大类。惯导是制导导弹和弹药最常采用的导航技术，而水中制导武器通常采用声自导技术、尾流自导技术和线导技术。精确制导导弹与弹药主要区别在于：导弹依靠自身动力系统和导引、控制系统飞向目标，而精确制导弹药自身无动力装置，其弹道的初段和中段需要借助火炮、飞机等载体进行投掷。

目前，惯性制导已普遍装配在我国空空导弹、巡航导弹和弹道导弹等领域，根据精度不同，系统单价在十万到几百万左右。空空导弹方面，我国霹雳系列空空导弹从霹雳 10 开始已全部装备惯导系统，其制导方式为惯导加末段红外成像制导，惯导系统仅发挥辅助导航作用，预计系统单价为十万左右；战略级导弹，包括陆基巡航导弹、洲际及远程弹道导弹，通常配备高精度机电陀螺仪惯导或者激光惯导，系统单价在百万元以上；中短程导弹方面，主要配套激光惯导或者光纤惯导，系统单价在百万元左右。

制导系统一般占导弹成本的四成左右。制导系统成本占导弹成本的比例取决于导弹类型和制导功能技术，但随着制导系统技术的发展，制导精度不断提升，价值量占比也有逐年增加的趋势。例如，防御系统导弹，导引头和控制系统由于技术水平先进，结构更为复杂，占到整体导弹成本的 40%以上。通过对美国导弹的成本分析，制导系统一般占导弹总成本中的四成左右。

导弹和制导炸弹领域惯性导航系统市场空间约为 68 亿元。根据《2010 年中国的国防》白皮书，我国国防费主要由人员生活费、训练维持费和装备费三部分组成，每

一部分大概占总支出的 1/3。目前，我国部队正在进行国防现代化建设，装备支出比例可能有所提升。按照 2018 年国防支出 35%为装备支出计算，装备经费约为3874.5 亿人民币。参照美国导弹和弹药申请经费占总采办经费的 8.7%，预计我国目前各类导弹市场规模约为 340亿元，制导系统约占总成本的 40%，导弹武器制导系统的市场空间为 136 亿元左右。惯性技术作为导弹和制导弹药中最常采用的制导技术之一，其在制导系统中所占比例预计为 1/2，预计，惯性导航系统在导弹和制导炸弹领域的市场空间约为 68 亿元。

2018 年我国国防支出预算约 11070 亿元

2019 年美国导弹预算支出占装备费用比例为 8.7%

3

### 航天领域的发展情况分析

惯性导航系统在航天领域的应用可以分为两方面：一是用于卫星和载人飞船等航天器的姿态稳定，二是用于运载火箭的导航、控制等。

对于卫星、载人飞船等航天器来说，惯性技术主要用于姿态稳定，包括用于测量姿态的陀螺仪和用于稳定的惯性执行系统。由于卫星对惯性仪器要求其具有长寿命和高可靠性，全固态的光纤陀螺仪比机电陀螺仪有着更显著的优势，因此国内卫星搭载的惯导系统正逐渐用光纤陀螺仪替代传统的机电陀螺仪。一般来说，一颗卫星通常需要 1~2 个惯性导航系统（对应 3~6 个陀螺仪），同时会有一颗备用卫星，再考虑研制、设计、测试等过程的需求，因此每颗卫星计划至少需求 3~6 个惯性导航系统。

对于运载火箭，我国神舟三号之前采用气浮陀螺仪平台惯性导航系统，神舟三号后的运载火箭采用 2 套挠性陀螺仪捷联惯性测量单元，目前我国运载火箭采用激光惯导和光纤惯导相结合的方式对运载火箭进行导航、指导和控制。对于每次航天器发射，火箭上都要搭载两个惯性测量单元，而在研制、测试等过程中，至少也需要两

个惯性测量单元，保守估计，每次运载火箭发射至少需要装备 4 个以上的惯性测量单元。

航天惯导市场空间约 6.24 亿。2017 年我国航天器发射次数为 18 次，航天器发射数量为 34 次，按运载火箭和卫星均需求 4 个惯性测量单元，则每年至少需求 208 套惯性测量单元，按照每套 300 万元计算，每年市场空间约为 6.24 亿。

## 我国航天器发射数量和次数

4

## 地面装甲车辆领域的发展情况分析

惯导系统一方面可以为火炮提供航向角和姿态角，另一方面可以协助装甲部队在卫星导航失效的条件下快速准确移动到指定位置参与战斗。以轮式自行火炮为例，惯导系统可以为火炮提供航向角和姿态角，以便火炮结合目标信息、弹道条件、气象条件以及地形条件解算射击诸元，同时也可以为行军机动、阵地转移提供位置信息，如我国 PLZ-45 自行火炮即安装了惯导系统。

根据海外媒体中国陆军未来基本作战单元是合成营，一个合成营大约拥有 2 个坦克连和 2 个机械化步兵连，即 1 个合成营大约拥有 29 辆主战坦克；以 1 个重装合成旅拥有 2 个重装合成营计算，全旅拥有 58 辆主战坦克。

根据美国公布的资料来看，中国陆军已有 600 辆 99 系列主战坦克大约可以装备 10 个重装合成旅，按照 13 个集团军每个集团军 2 个重装合成旅计算，因此中国陆军至少还需要再装备 16 个重装合成旅，相应就需要生产接近 1000 辆 99 系列主战坦克。鉴于新轻坦刚开始量产而已有的 99、96 系列坦克已列装多年，因此预计多种型号的坦克将错峰配置，按照陆军 2035 年前完成信息化和现代化建设的目标，预计每年 99、96

系列以及新轻坦等主战坦克的产量可达 180 辆。

中国陆军合成旅的中型旅规模与美军斯特赖克作战旅相当，其装备都以各型 8×8 轮式步兵战车为主，装备的各种车辆全部采用轮式，预计，三大主要 8×8 轮式装甲步兵型（步兵战车、装甲突击车以及装甲运输车）的需求量至少为： $13（集团军） \times 2（中型合成旅） \times 4（合成营） \times （31+15+7）（步兵战车+装甲突击+装甲运输车） = 5512$  辆，预计每年新列装数量约为 1000 辆。

每年陆军装甲车辆惯导系统的市场空间约 8.72 亿元。除主战坦克和装甲步兵车辆外，我国目前已有牵引火炮、自行火炮和自行火箭炮车等装甲车辆装备也将进入更新换代过程，预计未来装备支出增速略高于军费支出，按照每年 10% 计算，则每年更换数量约为 1000 辆，陆军各类装甲车辆每年列装数量总计约为 2180 辆，按照每套惯导系统 40 万元计算，每年市场空间约为 8.72 亿元。

外媒报道的中国陆军的主要装备数量

外媒报道的美国陆军的主要装备数量

外媒报道的俄罗斯陆军的主要装备数量

目前，陆用惯导主要有兵器工业集团旗下的导控所、北方导航所提供。目前我国新式坦克装备安装中低精度的光纤陀螺仪惯导系统，由于地面作战平台对导航精度需求较低，且随着 MEMS 陀螺仪精度的提高，未来可能将被成本更低的 MEMS 惯导系统所替代。

5

海军舰船领域的发展情况分析

保障舰船的航海安全。现代舰船出海训练、执行任务非常频繁，并且出海时间较长

。为保障舰船的航海安全，要求作为舰载主要导航设备的惯性导航系统在长时间内保持高精度，对可靠性等也提出了更高要求。舰艇激光惯导系统能够在测速设备配合下自主工作，提供舰艇位置、速度以及航向、姿态、姿态角速度等信息，与基于外部信息的精确定位设备组合工作，对惯导的误差和误差源进行校正，其可靠性和适用性得到大幅提升，在恶劣的海洋环境中能够完全正常工作，满足舰艇长时间航海安全要求舰载武器装备的作战使用。对于舰载武器，初始对准状态将直接影响其命中精度。舰艇激光惯导由于采用了旋转调制、自适应速度阻尼等一系列先进技术，能确保其在长时间内保持在高精度工作状态，完全满足作为武器系统传递对准过程中的精度要求，可以为舰载武器提供高精度的初始对准状态。

目前美国海军战术攻击型核潜艇和水面舰船等舰船对于惯性导航的精度要求为战术级，主要装备激光捷联式惯导；弹道导弹核潜艇的精度要求为战略级，装备静电陀螺仪惯导。美国舰船用惯导从液浮平台式惯导发展为激光捷联式惯导，目前 AN/WSN-7 系列激光陀螺仪惯导系统已经装备美国海军除弹道导弹核潜艇以外的所有舰艇，该系统在没有 GPS 辅助信息的情况下能够提供 14 天的导航能力。每艘舰艇都安装了两套系统，共计有 130 艘水面舰船和 62 艘潜艇，其中包括 4 艘俄亥俄级巡航导弹核潜艇、4 艘弗吉尼亚级核动力攻击潜艇，11 艘核动力航母、26 艘导弹巡洋舰和 49 艘导弹驱逐舰等。

我国海军舰船惯导系统每年市场空间约为 4.8 亿元。目前，我国海军装备各类作战舰艇约为 260 艘，每艘舰艇装备 2 套惯导系统，整体需求数量为 520 套左右，按照惯导系统使用寿命 4 年计算，每年惯导系统存量替换市场约为 130 套；同时，我国每年新增大型水面舰艇和潜艇约 15 艘，预计每年舰载惯性导航系统需求为 30 套，合计需求 160 套，按照每套惯导系统 300 万元计算，海军舰船惯导系统每年市场空间约为 4.8 亿。

目前我国主流舰艇惯导系统为液浮陀螺仪平台式，未来将逐步更换为激光陀螺仪捷联式惯导。2011 年之前，我国主流舰艇惯导产品全部是液浮陀螺仪平台式惯导，随着我国激光陀螺仪惯导系统技术的成熟，未来我国主要新型舰艇装备将和美国海军一致，逐渐更换为激光陀螺仪捷联式惯导

## 02民用市场应用场景丰富，需求渗透逐步提升

### 1

#### 无人机领域的发展情况分析

通过利用惯性器件及捷联惯性导航技术，可以为无人机提供精确的速度、位置和姿态等信息，从而实现其精确的导航定位和姿态控制。目前无人机在军事领域的应用最为成熟，同时随着人们对无人机认知程度的加深，其在遥感测绘、边海防、森林防火、管道巡线、应急救援、警务执法等民用领域呈现出迅猛的发展态势。

#### 民用无人机行业将继续保持高速增长

#### 2025 年中国民用无人机细分领域市场规模展望

我国民用无人机市场将继续保持高速增长。根据预测，我国民用无人机产品销售和服务总体市场规模 2018 年有望达到 110.9 亿元，到 2020 年将达到 465 亿元，2025 年将达到 750 亿元；其中，航拍及娱乐仍是最大的应用领域，市场规模有望达 300 亿元。未来无人机领域的惯性导航产品将充分受益于无人机市场的高速增长，成为民用市场重要增长点之一。

### 2

#### 石油勘探领域的发展情况分析

惯性技术在资源勘探中，主要用于测量井身轨迹和钻头的实际位置，从而保证井深达到预定位置。随着石油资源日益枯竭，勘探和开发情况愈加复杂，因此就需要精度更高、性能更加可靠的石油测斜仪器。而惯性技术的应用，使得这种要求得以满足，通过采用高精度、高分辨率的惯性及磁传感器来精确测量钻井过程中井斜角、方位角及工具面角等工程参数，从而实现井身轨迹与钻头位置的实时监测。

2017 年，世界石油需求同比增长 160 万桶/日，石油供应同比增长 60 万桶/日，世界石油市场基本面由 2016 年的供应过剩 70 万桶/日转为缺口 30 万桶/日。

## 2000-17 年全球石油供需基本面与国际油价

2017 年石油和天然气固定资产投资完成额触底回升。2014 年至 2015 年油价的下跌，使得我国主要石油和天然气生产企业均降低了国内油田的勘探与开采，通过提高国际原油采购降低自身运营成本，从而减少了对石油勘探开采设备的市场需求。随着 2016 年油价触底回升，2017 年我国石油和天然气固定资产投资完成额触底回升，同比增长 13.9%。今年 1 月至 7 月，完成额累计同比增长 10.7%，石油和天然气资源勘探开发和设备投资进一步好转。

## 2017 年石油和天然气固定资产投资完成额触底回升

数据来源：公开资料整理

2011 年，基于惯性技术的石油测斜仪销售额约为 18 亿元，占石油测斜仪销售额的 70%。按照近几年石油和天然气固定资产投资完成额的增速推算，不考虑惯性技术石油测斜仪占比的提高，2017 年市场空间约为 16 亿左右。随着油价回暖，石油和天然气资源勘探开发和设备投资进一步好转，基于惯性技术的石油测斜仪市场未来有望回暖。

3

## 电子路考领域的发展情况分析

智能化电子路考系统是一套集计算机技术、自动控制、卫星定位、惯性导航及数字

化通信技术为一体的综合性考试设备系统。该系统通过安装在车上的陀螺仪、惯性导航及卫星定位系统及设备实时监测车辆的行驶轨迹和运行姿态，以及超、会车过程中的车辆相对位置等数据信息，从而实现对考试全过程的精确判分，摒弃了传统人工考试的随意性，保证了考试结果的客观公正性。

随着经济的快速发展，我国车辆数量迅猛增加。截至 2017 年底，我国汽车保有量达 2.02 亿辆，同比增长11.85%，驾驶人总数为 3.42 亿人，同比增长 10.32%。截至 2018 年 2 月 9 日，我国共有 2876 个县级行政区划，按照每个县级区划有一个车管所计算（假设县级车管所科目二考试时具有 10 辆考试车、在科目三考试时具有 10 辆考试车），约有 5.7 万辆考试车；截至 2017 年 6 月底，我国共有驾校 16743 所，教练车达 75 万辆左右。按每套系统单价 7000 元，有 10%的教练车安装了智能驾考系统计算，则市场空间约为 9.24 亿。对于智能驾考系统来说，其使用寿命一般为 3-5 年，以此估算每年驾考系统使用空间约为 2.3 亿左右。

汽车保有量稳步上升 2010-2017国内汽车保有量（亿辆）

数据来源：公开资料整理

汽车驾驶人数量稳步上升

数据来源：公开资料整理

驾考系统考试车及教练车需求估算

数据来源：公开资料整理

驾考系统市场规模估算

数据来源：公开资料整理

## 4

### 移动通信领域的发展情况分析

“动中通”是指通过天线基座对天线进行动态调整，使平台保持和通讯卫星相对稳定的状态，从而保证通讯质量。惯性传感器是动中通的核⼼部件，在车辆运动过程中根据惯性测量信息自动控制天线的方位、仰角和极化角，确保天线的波束中心始终精确指向卫星，使系统在静态、高速、高动态下均可稳定运行，具有很高的机动性和灵活性。“动中通”共分四类：车载、船载、机载和全自动便携站等产品，主要应用于应急通信、移动办公、电视台现场直播、航空宽带、商船通信、军用通信、游艇、渔船等领域

动中通整体市场空间估计在 72

亿以上。惯性技术在军民市场应用前景与展望中的数据显示，2010

年，我国动中通系统的市场需求为 500 套/年，2011 年达到 800 套/年。车载动中通的需求来自于军队、公安和武警以及县级以上的政府应急管理部门（包含政务、地震、水利、交通等）。截至 2018 年 2 月 9 日，我国共有 2876

个县级行政区，大约有近 3000 只武警中队、3000 个县级公安局和 1800 个政府应急管理部门（包含政务、地震、水利、交通等），若每个部门配置 2 个车载动中通设备，则市场需求达 1.5

万套；船载动中通需求来自于海警、海监船，根据统计，中国海警有 370 艘舰船，海监有 400

余艘执法船，则市场空间也有近千套。数据显示，动中通单价约为 30~60 万/套，按照 45 万/套计算，整体市场空间在 72 亿以上。

### 5 高速铁路领域的发展情况分析

惯性技术是高速铁路检测中普遍采用的技术方法之一。高速铁路出现后，如何快速、准确地判断轨道是否发生型变、损失、路基是否沉降变得尤为重要，而基于惯性技术的路轨检测车则可以自动地测量轨道高低、轨向、水平、扭曲和轨距等轨道不平顺度以及轨道损伤等。因此，轨检小车一方面可用于铁路铺设，另一方面可以完成铁路的日常养护以及维修等。

我国高速铁路轨道检测设备与发达国家相比有所滞后。作为全世界第一高铁大国，我国仍主要沿用过去的铁路检测设备，难以适应高速铁路发展的需要；而国外进口的轨道检测设备价格昂贵，以进口的 GEDO\_CE 轨检小车为例，平均价格约为 140 万/套，且供货数量、供货周期都难以得到保障。

未来三年轨道检车小车需求约为 625 辆，平均每年市场空间约为 1.77 亿左右。根据我国中长期铁路规划，预计到 2020 年我国高速铁路里程将达到 3 万公里。截至 2017 年底，现有高速铁路里程为 2.5 万公里，未来三年将新增 0.5 万公里的高速铁路。根据相关铁路建设数据显示，平均每建设 40 公里高铁需要一辆轨道检测小车，则未来三年大约需要 125 辆。按照每 60 公里高铁需要一辆轨道小车进行维护，则 3 万公里需要 500 辆。未来三年大约需要 625 辆轨道检测小车，按照小车出厂价 85 万/辆计算，平均每年市场空间约为 1.77 亿。

预计 2020 年高铁里程达到 3 万公里

数据来源：公开资料整理

高铁动车组数量稳步上升

数据来源：公开资料整理

预计，未来三年基于惯性技术的供电弓网检测设备的市场空间在 1.5 亿至 2.0 亿左右。根据国家铁路局《2017 铁路统计公报》数据，2017 年我国在运动车组为 2935 标准组，列车为 23840 辆。不考虑行车密度增加，则 2018~2020 年我国仍需新增动车组 587 组 =  $3 / (3 - 0.5) * 2935 - 2935$ 。若考虑行车密度增加，保守预计 2020 年每公里高铁动车组为 0.125 组，则新增数量为 815 组。预计，每辆高铁上配备一个光纤惯导，大致单价在 20-30 万左右，未来三年市场空间在 1.5 亿至 2 亿左右。

## 6

## 民用飞机领域的发展情况分析

对于民用飞机，惯性技术主要作为 GPS 的补充导航手段，多用于航向姿态测量，要求低寿命周期成本。民用飞机航路较为固定，且飞行环境比较平稳，一般来说主要依赖全球定位系统(GPS)和地面导航设备，惯导系统只是作为一种补充手段。因此，对于民用飞机，惯性导航系统的经济性和可靠性因素占比较重，价格低、精度低、使用周期长的惯导系统更适合民用飞机。

目前，民机机型主要配置的是激光陀螺捷联惯性导航系统。20 世纪 80 年代中后期，环形激光捷联惯性导航系统开始大量装备民机，主要民机机型均配置了这种设备。目前，为民用飞机提供环形激光陀螺仪的公司主要为霍尼韦尔和诺格，如霍尼韦尔公司的 Laseref 系列惯性基准单元(IRU)，配套波音 737-300/400/500、747-400、757、767、787 及空客公司 A310、A300-600，以及巴西 Embraer170/175/190/195 等。诺格公司的激光捷联惯性基准系统 LTN90-100 用于 A300-600 及俄航的伊尔 96-300 客机；LTN92 用于波音 747、麦道 DC10、湾流 II/IV 等；LTN101 用于包括 A320、A330 和 A340 在内的多种客机和货运飞机等。

商飞、波音预计 2017-2036 年我国喷气式客机和涡扇支线客机市场。

数据来源：公开资料整理

由于光纤陀螺可靠性更高、寿命更长、成本更低，部分新机型准备采用光纤陀螺惯导系统。与当前环形激光陀螺技术相比，光纤陀螺技术所带来的更高的可靠性、更长的寿命对于民用飞机导航市场格外重要。诺格公司的 MEMS 加速度计和 FOG 基惯性基准单元 LTN101E 被 A380 飞机选用，FOG 构成的姿态航向参考系统(ARHS)LCR92μ大量装备支线飞机如多尼尔 328、隼 20 及湾流 G 等，以及 S-76、S-92 和贝尔 412 直升机。

随着我国民用飞机产量和国产化比例的提高，未来 20 年民用飞机惯导需求有望达到 2500 套。预计 2017~2036

年我国将需求单通道喷气式客机 5475 余架，涡扇支线客机 1097 架。截至 2018 年 5 月，单通道喷气式客机 C919 订单达 815 架，涡扇支线客机 ARJ21 订单达 453 架。预计，C919 未来 20 年产量有望达到 2000 架，ARJ21 产量达到 500 架，则国内民用飞机惯导需求将达到 2500 套

## 消费电子和汽车领域的发展情况分析

社会层面，自动驾驶可以给社会带来良好的效益，激发消费者兴趣、提升接受度。根据调查，中国消费者对自动驾驶技术保持了较高的兴趣和接受度，其中很大一部分原因是自动驾驶可以减少交通事故发生率、降低伤亡，同时也可以提升通行效率。

## 消费者对不同级别自动驾驶汽车的感兴趣比例

技术层面，新技术的发展为自动驾驶技术赋能。人工智能技术如深度神经网络的机器学习算法让车辆对周边物体的探测和分类能力大幅提高，传感器数据的融合也变得更准确；5G 的高带宽、低延迟、大容量数据传输特性可以为自动驾驶海量数据传输提供解决方案。这一系列新技术的发展为自动驾驶的发展提供了基础。

在政策、技术发展、社会需求等多维度因素的推动下，中国有望成为全球最大的智能汽车市场。根据基业常青经济研究院发布的《汽车如何走进智能时代》报告的估计。预计至 2030 年，汽车传感器市场规模将达到 2077 亿元，2017 年至 2030 年 CAGR 为 19%；由此推算国内智能驾驶市场规模至 2030 年有望达到 4154 亿元。

## 国内智能驾驶市场规模趋势

### MEMS 惯性传感器全球市场规模约 50

亿美元左右，下游主要应用领域为消费电子和汽车。根据预计到 2018 年，全球

MEMS 行业的产值将突破 220 亿美元，其中 MEMS 惯性传感器约占 MEMS 行业总规模的 23%，预计将在 50 亿美元左右，主要应用领域为消费电子和汽车。低精度 MEMS 惯性传感器通常用在消费电子类产品上。这类产品包括手机、游戏机、无线鼠标、数码相机、硬盘保护器、智能玩具、计步器等等，主要用来进行加速度、倾斜、振动和转动测量。如智能手机中的加速度传感器，当用户拿着手机运动时，会出现上下摆动的情况，这样可以检测出加速度在某个方向上来回改变，通过检测改变的次数，从而实现计步功能。

## MEMS 传感器在全球消费电子和汽车领域市场规模

预计，2020 年我国 MEMS 惯性传感器市场将达到 150 亿。2015 年中国 MEMS 传感器市场规模为 308 亿元人民币。预计未来 5 年中国 MEMS 传感器年复合增长率在 20%左右，到 2020 年市场规模将近 650 亿元。假设惯性传感器依然占据 23%的市场份额，则 2020 年我国惯性传感器市场将接近 150 亿。

根据估计，惯性传感器 IMU 的 2018 年的全球市场空间为 1.6 亿美元，到 2022 年将达 9 亿美元。惯性导航传感器价格一般是惯性导航系统的 1/5，由此测算惯导系统的全球市场空间在 2018 年为 8 亿美元，至 2022 年为 45 亿美元，对应 2018-2022 年 CAGR 为 54%。

## 自动驾驶市场规模

数据来源：公开资料整理