

方正证券研究所证券研究报告

行业专题报告

行业研究

国防军工行业

2019.09.06/推荐

首席分析师： 杨仁文

执业证书编号： S1220514060006

联系人： 孟祥杰

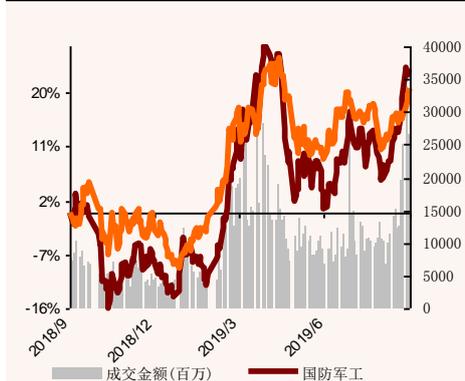
TEL: 010-68584806

E-mail: mengxiangjie@foundersc.com

重要数据：

上市公司总家数	68
总股本(亿股)	833.98
销售收入(亿元)	1567.29
利润总额(亿元)	94.18
行业平均 PE	922.41
平均股价(元)	21.21

行业相对指数表现：



数据来源：wind 方正证券研究所

相关研究

请务必阅读最后特别声明与免责条款

核心观点：

高端军用红外以制冷型为主、低需求弹性、技术驱动，单兵+民品注重非制冷、高需求弹性、成本驱动。(1) 技术：制冷与非制冷型探测器成像机理不同决定性能、成本、应用领域的差异；制冷型注重改进材料提高性能，非制冷型聚焦提高良率、缩小像元、改进封装等。(2) 供求关系：高端军品对性能的强调决定低需求弹性，红外企业议价能力较强；民品+单兵装备市场需求弹性大，不断降成本是关键。(3) 市场格局：参考美国，高端军品市场因技术+渠道壁垒竞争格局相对稳定；具备领先探测器、图像处理自制能力的企业，有望基于成本优势推出有价格竞争力的产品，并不断拓宽下游应用领域。

国防信息化建设推动军用红外迈入增量时代，成本降低有望释放国内民品的潜在需求，海外市场是重要看点之一。参考美军，如在 2001-05 年提出信息化建设四年间，FLIR 销售给美国政府营收 CAGR 达 37.99% (军费仅为 8.03%)。需求端刺激，叠加供给端的技术进步与成本降低实现放量“可行”，我们认为国内军用红外市场步入增量时代确定性高。存量时代车载红外受价格限制市场渗透仍需时间，智能安防、消防领域有望进一步快速拉动红外需求，国产消费级红外民品（智能手机、户外运动等）受购买力、文化习俗等影响短期在国内扩张或有受限，但有望凭借高性价比快速抢占一定的海外市场份额。

海外启示及投资建议：(1) 具备以更低像元尺寸来降低成本的国内企业，有望复制 FLIR 于 21 世纪初通过推出高性价比的 InfraCAM 探测器等迅速抢占民用市场情形。(2) 参考美国，上下游长期配套关系下高端军品装备市场格局稳定，军工集团旗下红外企业护城河或将保持稳固。同时集成红外、激光、雷达等多品类探测技术的企业，有望推出助力 FLIR 实现向防务集成商转型（Star 多光谱传感系统）的类似产品，提高企业产品附加值与营收规模，并且具备拓宽军贸市场的潜力。(3) 国内多数红外企业正处于以“双牌+自有”销售、高性价比渗透入海外建立品牌认知的初期阶段。参考海康威视海外拓展（2007-2018 海外营收 CAGR 达 47.06%），后期有望通过技术奠定高端定位、布局经销网点提高响应等，维持海外市场的高增速。建议关注：睿创微纳、久之洋、高德红外、大立科技。

风险提示：相关技术产业化进程不达预期；军品需求不及预期；竞争加剧部分企业盈利能力下滑；重点公司新业务开展及募投产能建设不及预期；原材料价格波动等。

目录

1	光电转换机制及材料差异，决定红外探测器的成本与性能.....	5
1.1	探测特定波段，实现光电转换的焦平面阵列为红外探测器的核心.....	5
1.2	光电效应与热效应机理差异，决定制冷与非制冷在性能上的不同.....	6
1.3	制冷型改进以材料为主，而非制冷型聚焦于缩小像元与改进封装.....	8
2	需求弹性差异引致军民驱动力不同，民企涉军或是大趋势.....	10
2.1	探测器为红外产业核心，掌握自制能力的企业多实现全环节覆盖.....	10
2.2	核心军品低需求弹性/技术驱动，单兵+民品高需求弹性/成本驱动.....	12
2.3	缩小像元尺寸、提高良率、改进封装是红外企业降低成本的关键.....	14
2.4	竞争格局展望：军工集团聚焦军用制冷型高端，民企涉军是趋势.....	17
3	空间广，军品迎增量时代、民品潜在需求大、海外为看点.....	19
3.1	成本与技术升级叠加国防信息化建设，军用红外的增量时代到来.....	19
3.2	民品相对高价格短期限制国内潜在需求释放，海外市场或为看点.....	22
4	国内外技术差距小，系统发展是方向，成本与渠道是短板.....	27
4.1	巨头成长路径：“商研军用”战略、系统化并购、全球经销布局.....	27
4.1.1	路径一：贯彻“商研军用”战略，国防政策变化奠定初期基础.....	28
4.1.2	路径二：系统化并购，实现核心部件自制及产品应用范围拓展.....	30
4.1.3	路径三：全球渠道建设为重点，降低单个业务波动对业绩影响.....	34
4.2	成长启示：军用集成是发展点，控成本与拓下游为民用核心.....	36
5	投资机会分析&相关个股.....	41

图表目录

图表 1:	红外线是不可见光谱的一部分	5
图表 2:	目前主要选择两个波段进行红外探测	5
图表 3:	红外成像系统是将探测到的红外线转换为图像的基本单元.....	6
图表 4:	从评价红外探测器的主要性能参数指标看, 一般而言光子探测器优于热探测器	6
图表 5:	超晶格在主要指标上优于碲镉汞等材料.....	7
图表 6:	氧化钒性能较突出、应用较广泛	7
图表 7:	缺少制冷器的热探测器宏观结构相对简单.....	7
图表 8:	光子型焦平面嵌入制冷剂中宏观结构复杂.....	7
图表 9:	制冷型探测器探测率显著高于非制冷, 但不同材料的敏感波段窄使其成本较高.....	8
图表 10:	阵列规模的扩大利于更清晰图像的形成.....	9
图表 11:	红外镜头适配于探测器像元尺寸的缩小.....	9
图表 12:	制冷型探测器未来主要改进方向为探测材料的替换.....	9
图表 13:	未来非制冷探测器性能主要从四个方面去改进.....	10
图表 14:	探测器芯片制造是核心, 成本与性能差异导致非制冷与制冷应用领域较少重叠.....	10
图表 15:	全球范围内红外已具有较为完整的产业链.....	11
图表 16:	掌握探测器自制能力的红外企业多布局全产业链.....	11
图表 17:	高端军品价格高、需求量小体现低需求弹性, 单兵+民品体现为高需求弹性.....	12
图表 18:	红外探测优异特性使其在复合制导领域广泛应用.....	13
图表 19:	以 FLIR 产品价格为例, 高端军品价格稳定, 单兵装备+民品价格持续下降	13
图表 20:	15 年 FLIR 推出 ONE 系列打开手机用市场.....	14
图表 21:	民用红外市场具有高需求价格弹性特征.....	14
图表 22:	部分国内厂商像元尺寸已接近领先水平, 但封装技术上仍以金属、陶瓷封装为主.....	14
图表 23:	相比金属封装, 陶瓷封装等利于降低成本.....	15
图表 24:	晶圆级封装利于降低芯片封装成本.....	15
图表 25:	睿创微纳整机业务中镜头成本占比较高.....	16
图表 26:	红外企业多采用 FABLESS 模式制造芯片.....	16
图表 27:	产量增加、良率上升将显著降低芯片制造成本.....	16
图表 28:	06 年全球军用红外市场以军工集团为主.....	17
图表 29:	14 年全球军用红外仍由军工集团主导	17
图表 30:	美国民企通过并购军工集团红外事业部进入军品市场.....	18
图表 31:	FLIR 军用夜视仪低光视野优于同业市场.....	18
图表 32:	FLIR 枪瞄产品性能较为优异.....	18
图表 33:	高性价比使睿创整机营收规模迅速扩大.....	19
图表 34:	技术改进+规模效应使睿创毛利率稳定.....	19
图表 35:	红外成像探测系统在各军种多装备中广泛应用.....	20
图表 36:	FLIR 全部各类型国防产品均受严格出口管制.....	20
图表 37:	美军信息化建设强调提升感知、侦查能力, 2001-2014 年为其主要信息化建设阶段.....	21
图表 38:	FLIR 国防营收增速协同于军费增长, 但显著快于军费增长	21
图表 39:	我国军费逐步向装备采购倾斜, 对国内军用红外市场规模扩大提供一定支撑.....	22
图表 40:	全球范围看民用红外市场空间大, 消防、安防等市场增速较快.....	23
图表 41:	消防用红外热像仪耐高温、透烟雾, 还可做森林防火监控.....	23
图表 42:	国内消防部门多使用国外产品且价格高, 应用规模受价格限制大.....	24
图表 43:	车载红外系统可以提升驾驶员视野和能见度, 有效预防交通事故发生.....	24
图表 44:	近年我国自动驾驶市场规模稳健增长.....	25
图表 45:	红外在 ADAS 系统中优势较为明显.....	25
图表 46:	红外热像仪通过捕捉身体热量可以轻易识别入侵者外在的伪装, 更加可靠安全	25
图表 47:	对比当前安防行业其他夜视技术, 红外热成像优势较为明显.....	26

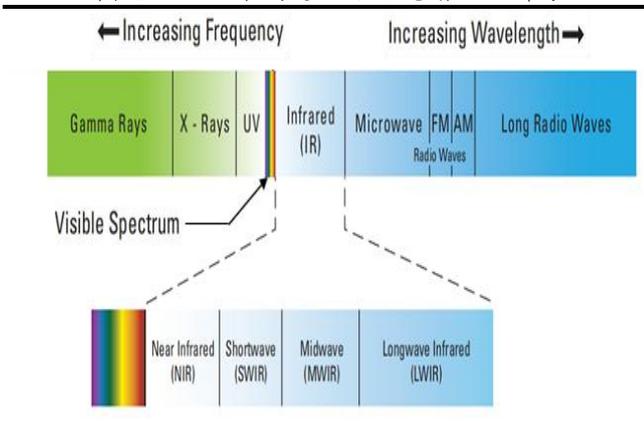
图表 48:	高性价比策略助力睿创微纳海外营收高速增长.....	26
图表 49:	智能手机热像仪基础性能参数对比中, 睿创微纳子公司产品性价比高.....	27
图表 50:	FLIR 盈利能力长期持稳, 军民用深度融合发展, 市场份额提升显著.....	27
图表 51:	FLIR 坚持贯彻“商研军用”, 将产品实现军、民通用.....	28
图表 52:	FLIR 于 2002-2008 年间为美国国防部多军种提供红外整机系统.....	28
图表 53:	红外系统产品获国际认可, 军贸市场成为 FLIR 重要盈利来源之一.....	29
图表 54:	FLIR 两阶段构成的系统化并购路径, 是其成长核心驱动力之一.....	30
图表 55:	公司在其发展的不同阶段对于资源配置的重点不同.....	31
图表 56:	持续并购使得公司商誉占比逐渐走高.....	32
图表 57:	缺乏需求及成本控制, 并购加剧公司负担.....	32
图表 58:	以降低成本为主的并购, 逐步完善公司产业链以提供低价产品.....	32
图表 59:	以无人机为例, 公司逐步成为具有提供无人机解决方案的供应商.....	33
图表 60:	FLIR 通过多次并购实现将红外成品应用于更多领域.....	34
图表 61:	FLIR 具备将红外集成入智能交通系统的能力.....	34
图表 62:	FLIR 全球经销商数量的增加有利于提高海外收入.....	35
图表 63:	海外市场的拓展有利于降低对国防部门的依赖.....	35
图表 64:	新品推出、军费预算变化、汇率变动等为影响公司营收的主要因素.....	36
图表 65:	军用集成是发展点, 控成本与拓下游为民用核心, 多路径成长.....	37
图表 66:	菲利尔公司研制的以 STAR 系列为代表的集成化红外军品助其扩大营收规模.....	38
图表 67:	规模效应使得睿创微纳产品单耗降低.....	38
图表 68:	2018 影响睿创微纳净利主要是营业成本.....	38
图表 69:	关注不同产品成本构成, 多条路径实现降低成本以拓展民用空间.....	39
图表 70:	国防预算变化显著影响 FLIR 国防业务.....	39
图表 71:	国内部分红外企业在户外热像仪研制技术实力上与国外接近, 同时具有一定价格优势.....	40
图表 72:	性价比、品牌影响力、渠道建设、制造基地为海康威视拓展海外市场主要战略.....	41

1 光电转换机制及材料差异，决定红外探测器的成本与性能

1.1 探测特定波段，实现光电转换的焦平面阵列为红外探测器的核心

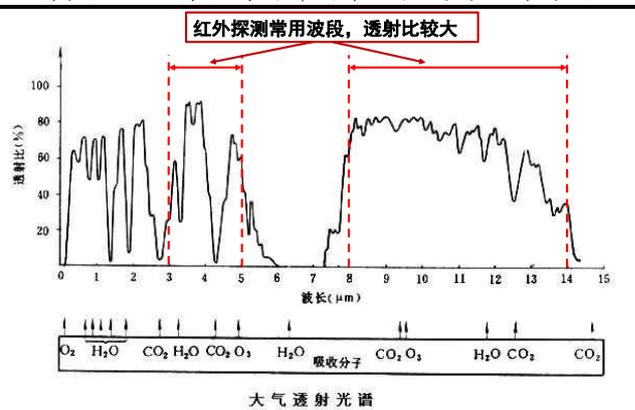
高于绝对零度的物体都会向外辐射红外线的机理，是利用红外实现探测功能的基础。红外线是众多不可见光线的一种，又称红外光、红外热辐射，其波长介于微波与可见光之间。理论上，所有温度高于绝对零度（-273℃）的物体都会向外辐射红外线，构成了红外探测系统在军民领域广泛运用的前提。目前主流红外成像系统，一般选择不被大气吸收的 3~5 μm 、8~14 μm 的热红外线作为主要工作波段，工作在 3~5 μm 波段的称为中波红外探测器，工作在 8~14 μm 波段的称为长波红外探测器。而不同探测目标有不同的辐射特点，需要根据目标辐射温度、背景辐射环境、探测距离等因素来综合考虑选择的探测器。

图表1： 红外线是不可见光谱的一部分



资料来源：《8 Things Engineers Should Know About Thermal Imaging》，方正证券研究所整理

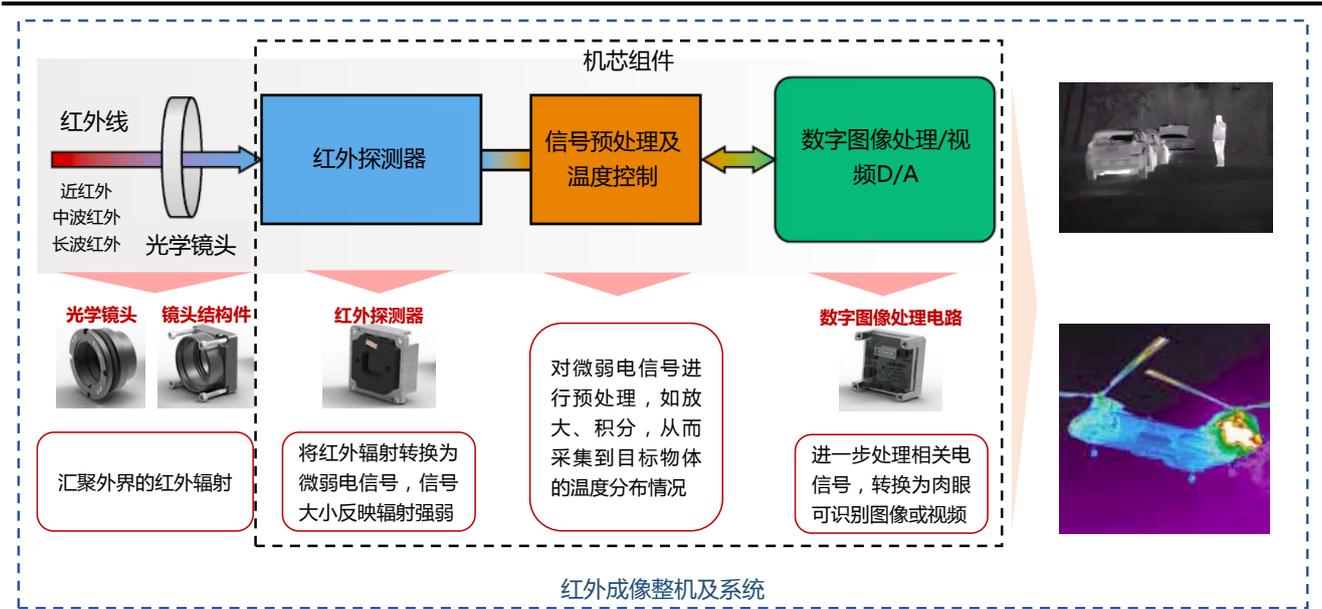
图表2： 目前主要选择两个波段进行红外探测



资料来源：《红外成像技术的9个问题》，方正证券研究所整理

红外成像系统将探测到的热红外线转换为图像，而红外探测器为该系统的核心组件。红外成像系统用于探测目标红外辐射、并转换为温度分布图像或视频，主要组成包括红外光学系统、红外探测器、数字图像处理电路与算法、机械结构件等。红外探测器是红外成像系统的核心组件，主体为红外焦平面阵列，利用焦平面阵列进行光电转换。红外焦平面阵列由系列 $N \times M$ 个工作单元（也称像元）的集合，每个工作单元由红外探测单元和 ROIC 读出电路单元两部分组成。位于上层的红外探测单元利用特定敏感材料，吸收红外辐射并产生对应物理性质变化，进而产生微弱电信号；下层的读出电路单元负责读取相应电信号，进行初步信号处理。焦平面阵列将点阵型的红外探测阵列和 ROIC 读出电路阵列集成在一起，共同封装在一个外壳中，在焦平面阵列上可以实现光电转换和信号预处理。

图表3： 红外成像系统是将探测到的红外线转换为图像的基本单元



资料来源：FLIR 公司官网，睿创微纳招股书，方正证券研究所整理

1.2 光电效应与热效应机理差异，决定制冷与非制冷在性能上的不同

根据焦平面阵列工作单元光电转换过程中应用物理原理的不同，红外探测器可分为光子探测器和热探测器。光子探测器基于光电效应，探测器在吸收光子后，敏感材料电子状态发生改变，通过测量光电效应大小，可以确定被吸收的光子数，进而得到目标红外辐射分布。而热探测器则基于热敏材料升温后的物理性质变化（如电阻变化），通过测量这些物理性质的变化，可以确定探测器所吸收的红外辐射能量，同样可以得到目标红外辐射分布。**成像机理不同是决定性能差异的核心。**基于光电效应的光子探测器，在受到特定频率的红外线辐射后能够瞬时产生光电子，一般系统响应时间为纳秒级；基于热电效应的热探测器，在受到红外辐射后需要升温过程，响应时间为毫秒级，两类探测器在响应时间上相差多个量级。同时，光电效应的激发只需要特定频率辐射，对辐射强度没有要求；热电效应则只在辐射达到一定强度后才能产生可以准确测量的材料物理性质变化，因此制冷在探测率、噪声等效温差等反应灵敏度的指标上同样大幅优于非制冷。

图表4： 从评价红外探测器的主要性能参数指标看，一般而言光子探测器优于热探测器

参数名称	定义	GST612M 热探测器	C615M 光子探测器
面阵规模	焦平面上像元数量	640*512	640*512
像元尺寸	单个像元的边长	12 μm	15 μm
噪声等效温差 (NETD)	灵敏度的评价指标，决定了热成像仪区分细微温差的的能力，NETD 越小说明产品灵敏度越高。	<40mk	<40mk
光谱范围	工作波段的范围	8~14 μm	3.7~4.8 μm
响应时间	从接收红外辐射到产生标准响应的延迟时间，响应时间越低，红外探测器延迟越低	<12ms	官网未给出，一般为纳秒级
探测率	可检测最小目标信号的指标，探测率越高，灵敏度越高。	官网未给出，一般光子探测器比热探测器大两个量级	

价格

官网未给出，一般相同阵列规模的光子探测器价格是热探测器的10倍以上

资料来源：高德红外官网，方正证券研究所整理

两类探测器应用不同的敏感材料，对应不同工作温度，因此光子型探测器也称制冷型探测器，热探测器则称非制冷探测器。基于不同的物理原理，近年来两类探测器都发展出了多种性能各异的敏感材料。光子探测器的各类敏感材料中，碲镉汞应用最广泛，量子阱(QWIP)、量子点、超晶格材料近年来也都在快速发展。上述敏感材料一般工作于低温环境，如适用于中波段的碲镉汞材料有效工作温度为200K(-73℃)，当探测器制冷到77K时，该材料的响应波段才能延伸到3~5μm，只有接近绝对零度光谱效应才能超过8μm，因此光子型探测器需要配置制冷器，也称制冷型探测器。而制冷器的应用也决定了制冷型探测器的体积大、功耗大、寿命短。在热探测器的敏感材料中，氧化钒和非晶硅应用最广泛。参考Antoni Rogalski 2011年发表的《Recent progress in HgCdTe infrared detector technology》，全球范围内应用氧化钒材料的非制冷探测器市场份额达70%，而多晶硅为17%。因为该类材料都工作在常温环境，不需要制冷器，所以热探测器也称非制冷探测器。

图表5：超晶格在主要指标上优于碲镉汞等材料

参数	碲镉汞材料	量子阱材料	超晶格材料
IR吸收	正常入射	正常入射无吸收	正常入射
量子效率	>70%	<10%	30%~40%
光学增益	1.00	0.2(30~50阱)	1.00
热寿命	约1微秒	约10皮秒	约0.1微秒
探测率	2×10^{12}	2×10^{12}	5×10^{11}

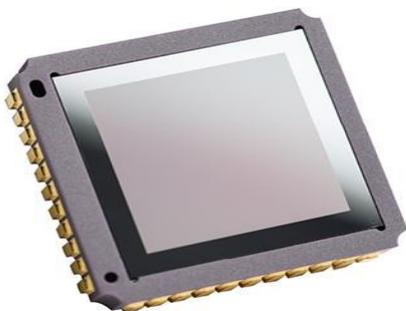
资料来源：《红外探测器发展评述》，方正证券研究所整理

图表6：氧化钒性能较突出、应用较广泛

指标	氧化钒	非晶硅
技术沉积时间	1980s	1990s
薄膜沉积方法	反应溅射沉积	化学气相沉积
TCR	优	劣
噪声系数	更优	高于氧化钒2个数量级，且会随着像元尺寸的缩小而越来越显著
灵敏度	20~30mK	50mK
全球份额	70%	17%

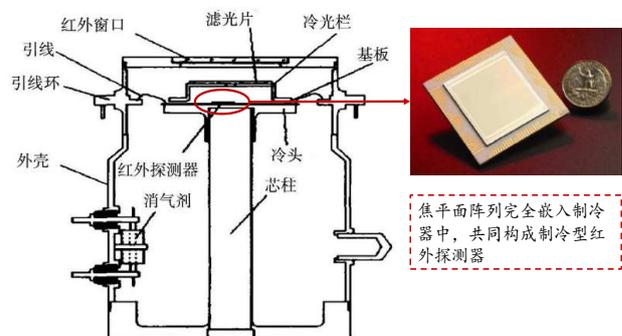
资料来源：FLIR公司公告，《Recent progress in HgCdTe infrared detector technology》，方正证券研究所整理

图表7：缺少制冷器的热探测器宏观结构相对简单



资料来源：Lynred官网，方正证券研究所整理

图表8：光子型焦平面嵌入制冷剂中宏观结构复杂

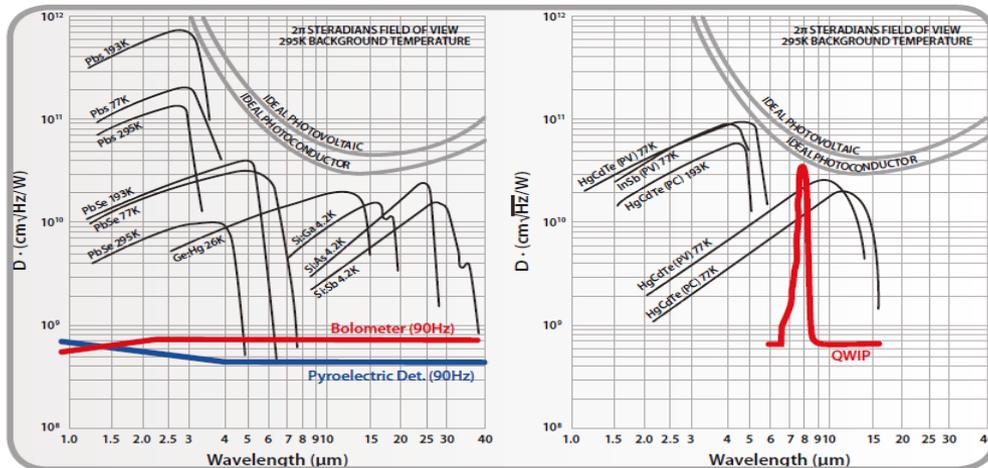


资料来源：《Recent progress in HgCdTe infrared》，方正证券研究所整理

制冷型由于敏感材料成本高、使用波段窄、制冷系统成本高等原因，使用成本大幅高于非制冷。制冷型的主要敏感材料如碲镉汞和新

型量子材料在制备过程中难以生长、成品率低，导致价格高于非制冷型的常用敏感材料。制冷型不同材料稳定可测的光电效应只集中在部分波段内，导致普通制冷型适用波段较窄，不同波段的探测任务需要使用多个制冷型探测器或是价格更为昂贵的多波段制冷型探测器。非制冷型的响应是温升变化，与频率无关，因此单一热探测器能够基本覆盖完整红外波段，完成各波段探测任务。制冷型的制冷器要求快速制冷、性能稳定、可靠性高，因此制造成本相对较为高昂。

图表9： 制冷型探测器探测率显著高于非制冷，但不同材料的敏感波段窄使其成本较高

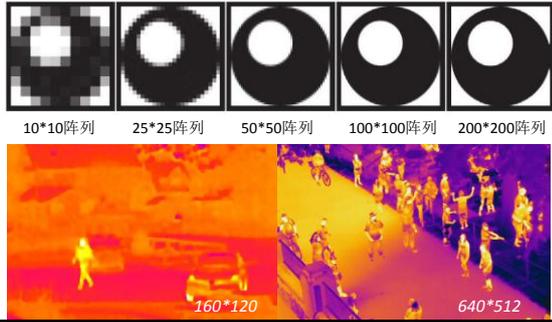


资料来源：《The ultimate infrared handbook for red professionals》，方正证券研究所整理

1.3 制冷型改进以材料为主，而非制冷型聚焦于缩小像元与改进封装

整体看，红外探测器正朝焦平面阵列规模扩大、像元尺寸和像元间距缩小的方向发展。提升阵列规模与像元密度，能够在不扩大探测器体积的前提下大幅提升探测器的探测与成像能力，像元尺寸和像元间距的缩小都能显著提升阵列密度，且像元间距减小还能节省原材料，降低探测器成本。同时，光学系统的技术更迭有助于探测性能的提升。例如，制冷型领域目前正朝变F数镜头（充分发挥制冷型探测器的高灵敏度和大面阵）、双波段镜头（通过双孔径同时接收中、长两个波段的红外辐射，使系统获得双波段探测能力）发展；非制冷领域，为更好发挥探测器性能需要适配不同的镜头，据《红外成像光学系统进展与展望》，随着体积和重量的大幅减低，非制冷探测器对光路小于1/2焦距的微型红外镜头需求日益提升。不同像元尺寸的红外探测器需要匹配不同的镜头，以国内较大的红外镜头供应商舜宇科技为例，其官网在售的红外镜头产品主要面向12 μm 和17 μm 的红外探测器。预计在未来适配10 μm 等镜头的加速研制，具备更为先进探测器的红外厂商或率先受益，市场份额有持续扩大的可能。

图表10: 阵列规模的扩大利于更清晰图像的形成



资料来源: FLIR 公司公告, 方正证券研究所整理

图表11: 红外镜头适配于探测器像元尺寸的缩小

锗透镜需要与探测器匹配

红外安防镜头 从像元尺寸看, 目前最小可提供640*512 12 μm 镜头

红外车载镜头 从像元尺寸看, 目前最小可提供384*288 17 μm 镜头

红外测温镜头 从像元尺寸看, 目前最小可提供12 μm 镜头

资料来源: 舜宇科技官网, 方正证券研究所整理

制冷型探测器发展主线为改进碲镉汞制备工艺、新型量子材料的研发、其他配套技术等(包括制冷器技术、封装技术)。例如, 光敏材料作为探测器光电转换的基础, 其性能进步一直是光子型红外探测器性能提升的主要推动力。同时, 其他辅助技术的进步也有助于探测器性能的提升。而非制冷型发展主线是聚焦核心技术以降低成本, 并在此前提下提升性能, 体现为热敏材料的制备与加工, 红外 MEMS 传感器结构与制造, CMOS 读出电路设计与制造, 陶瓷封装、晶圆级封装等先进封装技术。例如, 在改进封装方式方面, 晶圆级封装虽前期投入大, 但适合大规模生产、能够大幅度降低封装成本, 而当前国内仍处于金属封装向陶瓷封装转型时期, 预计短期内陶瓷封装渗透率将逐渐加大, 或将显著降低国产探测器成本。

图表12: 制冷型探测器未来主要改进方向为探测材料的替换

改进领域	改进原因	机理解释
碲镉汞制备工艺	碲镉汞材料是各类实用化的光子探测器材料中应用最广泛的材料, 但碲镉汞材料的制备工艺一直是限制碲镉汞探测器进一步发展的主要因素: 一方面, 用于制备碲镉汞材料的衬底在晶格和热膨胀系数等关键参数上与碲镉汞失配较大, 导致大面积碲镉汞焦平面产生较多缺陷与死像元, 难以进一步扩大红外焦平面规模; 另一方面, 适合长波与甚长波段的碲镉汞材料分子的键合能力较弱, 难以生长成形, 成本随着波长增长而剧烈增长	<p>衬底参数失配导致碲镉汞材料难于制备</p>
量子阱和量子点材料的研发改进	量子阱目前应用较为成熟也容易制备, 但是量子效率较低、暗电流随温度变动大, 适用波段过窄, 导致总体探测性能不如碲镉汞材料; 量子点红外探测器克服了量子阱红外探测器的缺点, 可以吸收垂直入射红外线, 且量子效率较高, 暗电流较低。同时工作温度接近室温, 不需要制冷器参与。但是目前量子点材料性存在发展瓶颈, 主要来自组装量子点尺寸均匀性较差和量子点密度较低等问题。量子点材料目前还处在学术研究过程中, 短时间内无法大规模工业化生产应用	<p>量子阱材料 (QWIP) 高探测率波段较窄, 制约发展</p>
二类超晶格材料的研制	相比于量子阱材料, 超晶格材料能够吸收正入射红外线、量子效率高、积分时间较短、不需要在材料表面建立光栅结构。相比碲镉汞材料, 超晶格材料大规模集成性能好, 适合大规模与超大规模红外焦平面阵列的应用; 同时, 在长波段, 超晶格探测器理论性能可以超过碲镉汞材料; 目前二类超晶格类光子探测器处于应用初期阶段, 未来随着相关技术与工艺的不断完善, 超晶格材料的生产成本与实际使用性能预计稳步提升, 是碲镉汞材料红外探测器的主要竞争对手	<p>二类超晶格材料长波段理论探测率性超过碲镉汞</p>
其他配套技术	制冷型探测器制冷器的使用效果决定了光敏材料能否完全并稳定地发挥自身性能; 封装技术方面, 由于光子型探测器一般没有大批量生产的要求, 因此较少发展晶圆级封装技术, 目前较多使用的封装技术为陶瓷封装和金属封装技术, 由于封装性能对于探测器整体性能影响较大, 因此封装技术也是制冷型红外探测器的核心技术	<p>FLIR开发出领先同业的尺寸最小的制冷器</p>
改进方向	作用	实现方式
阵列规模扩大	提升系统分辨率与成像质量	多块探测器组合或单块探测器集成度提升
甚长波探测能力	甚长波红外波段具有最高的大气窗口目标辐射能量, 一般与背景辐射干扰区分度较大, 该波段的探测能力能够提升系统整理灵敏度与探测距离	改进当前甚长波段碲镉汞制取工艺或使用新型量子材料替代碲镉汞
双色与多色探测能力	多个波段探测数据能够相互校正, 对复杂背景噪声进行抑制; 兼容不同波段探测器的任务, 提升探测器通用性。	多波段碲镉汞材料组合结构或多波段量子材料组合

资料来源: 《碲镉汞红外焦平面阵列探测技术的最新进展》, 《InAs/GaSb 超晶格长波红外探测器》, 《The ultimate infrared handbook for red professionals》等, 方正证券研究所整理

图表13: 未来非制冷探测器性能主要从四个方面去改进

核心技术	原因概述
热敏材料的制备与加工	热敏材料氧化钒和多晶硅的制备与加工难度较高，是非制冷红外探测器领域的主要技术门槛之一；当前民用非制冷型红外探测器中，微测辐射热计探测器占据了约95%的市场份额，敏感材料为氧化钒或多晶硅。氧化钒由于其更加突出的综合性能而非制冷红外焦平面探测器主流技术路线，
红外MEMS技术	MEMS技术有助于提升工作单元微结构性能、扩大红外焦平面阵列规模；焦平面阵列中工作单元微结构的绝热特性能是决定红外热探测器性能的关键因素之一，制作该类微结构正是MEMS技术的优势。热探测器的响应是由辐射引起的温度变化，因此上层红外探测单元（也叫热敏单元）要求有较高的绝热性能，减少热敏单元与衬底之间的热传导，使得热敏单元接受的辐射能量尽可能用于自身升温。
CMOS读出电路设计与生产技术	CMOS全称为互补型金属-氧化物-半导体（Complementary Metal-Oxide-Semiconductor），由该类型晶体管构成的电路成为CMOS集成电路，以晶圆为单位生产的CMOS集成电路称为CMOS晶圆。CMOS读出电路主要用于对微弱电信号进行采样、保持、放大、选择读出及探测器缺陷剔除，故也称CMOS读出电路。CMOS读出电路制造工艺复杂、资金投入和技术门槛较高，同时读出电路性能极大影响系统整体探测成像性能，因此CMOS读出电路设计、生产技术的本行业核心技术之一。
先进封装技术	先进封装技术能够大幅扩大产能、减低成本，目前主要为陶瓷封装技术和晶圆级封装技术。封装技术差异会带来能耗、启动周期、体积、成本方面的差距，是决定探测器成本和可靠性的主要因素之一。陶瓷封装相对金属封装，在原材料成本和制造成本都大大降低，是目前国内厂商使用最广泛的封装技术。晶圆级封装技术相对陶瓷封装，则是更为先进的封装技术，适用于大规模生产并且利于降低封装成本

资料来源：《红外材料及探测技术》等，方正证券研究所整理

2 需求弹性差异引致军民驱动力不同，民企涉军或是大趋势

2.1 探测器为红外产业核心，掌握自制能力的企业多实现全环节覆盖

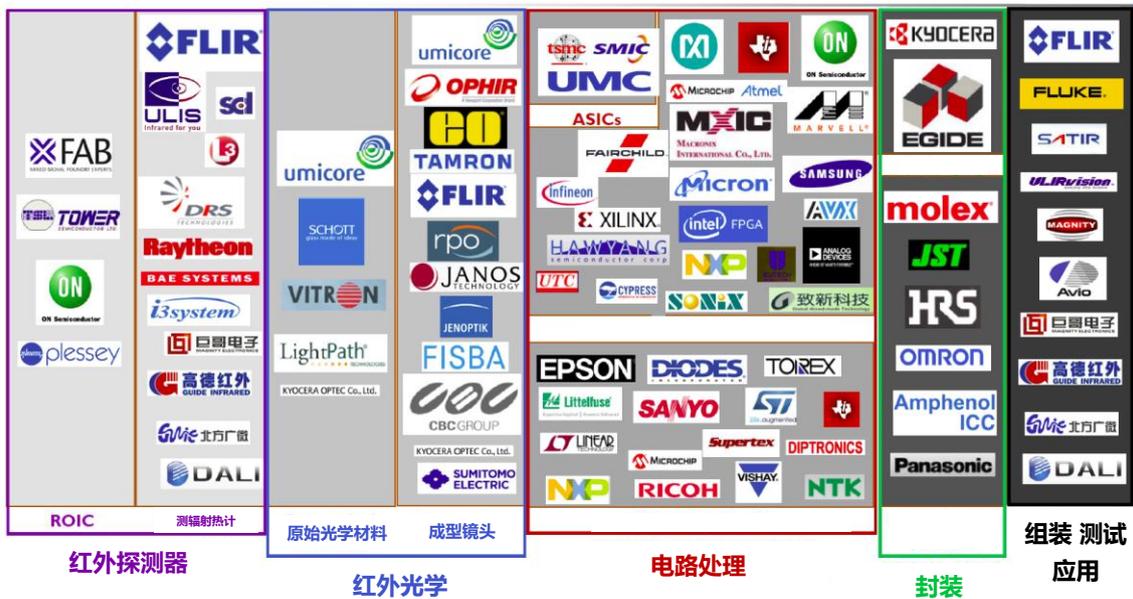
本质为芯片制造行业，供给推动需求，上游探测器的性能及成本不同导致其应用领域存在差异。本质上，红外产业链可类比为芯片制造行业，最上游的探测器是全产业链的核心。其中，集成CMOS读出电路与MEMS传感器晶圆的MEMS芯片制造多采用Fabless模式(即红外厂商将芯片制造外包)，结合以封装技术的不同，各厂商所研制的探测器性能差异较大。此外，由于非制冷与制冷型性能及价格差异较大，价格高昂、性能优异的制冷探测器多应用于高端军事，如机载、舰载、车载光电系统以及红外制导导弹。而随着探测器像元尺寸的不断缩小、封装技术的不断改善，非制冷红外制造成本逐渐降低，进而不断开拓新的民用市场应用领域，如户外、消防、辅助驾驶等。随着探测精度提升，便携式单兵装备，如夜视仪、枪瞄、反坦克便携式导弹等也逐步成为低成本非制冷红外的主要应用领域。

图表14: 探测器芯片制造是核心，成本与性能差异导致非制冷与制冷应用领域较少重叠



资料来源：公司公告，各公司官网，方正证券研究所整理

图表15: 全球范围内红外已具有较为完整的产业链



资料来源: Yole Développement 2017, 方正证券研究所整理

分环节看，掌握探测器自制能力的企业多实现全链条覆盖。在产业链上游，红外芯片是探测器的核心组件。红外芯片经封装后形成红外探测器，红外探测器的性能很大程度上决定了红外成像系统的性能。相比芯片制造设计技术、制造工艺的高门槛，机芯环节强调的图像处理电路及算法、整机环节强调与应用领域的结合相对门槛较低，使得掌握探测器自制能力的企业一般实现全环节覆盖。例如，国内非制冷探测器研制能力领先的睿创微纳目前已实现全环节覆盖，不仅可实现自制探测器外销，其整机环节的户外运动手持热像仪销量也在近两年实现较快增长。同时，如上文所述，锗镜头、锗窗口等为红外产业链重要一环，国内部分红外企业虽已具备镜头部分自制的能力，但适配更高规格探测器的镜头仍更多由专业光学玻璃制造商所提供，如2018年睿创微纳所需镜头的最大供应商为国内规模较大的舜宇红外。

图表16: 掌握探测器自制能力的红外企业多布局全产业链

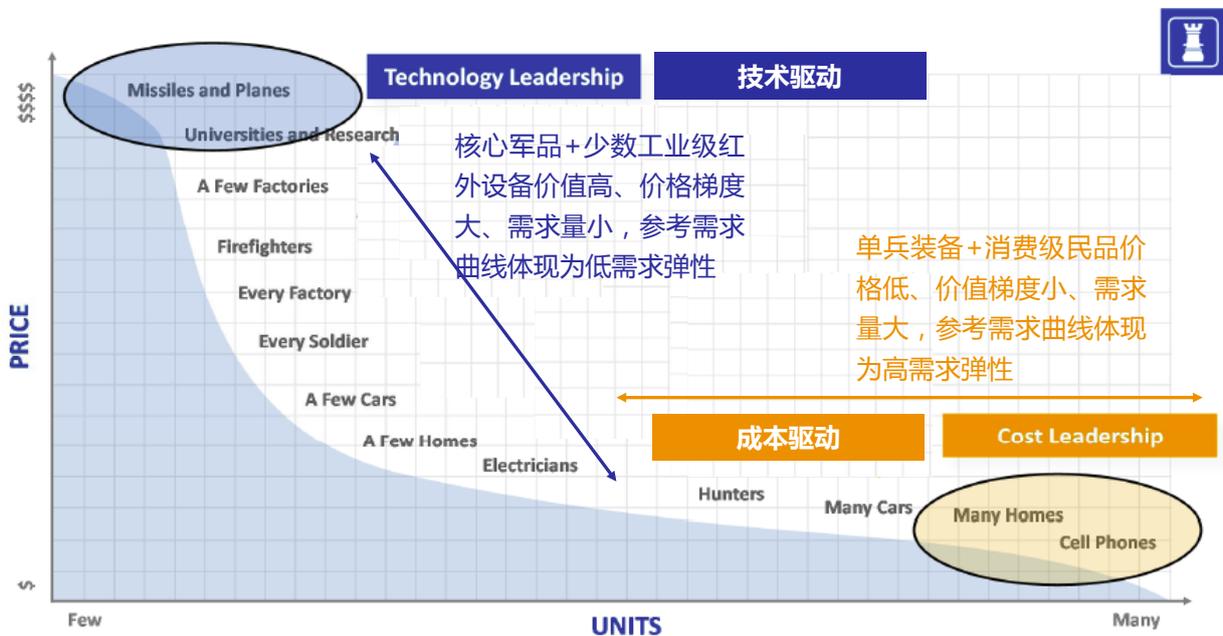
公司名称	红外产业主要产品	主要销售模式	产业链位置	市场地位
高德红外	制冷型和非制冷型红外热像仪、以红外热像为核心的综合光电系统	国内: 直销模式 (主要招投标方式) 国外: 经销模式和外贸出口代理模式	提供从探测器到整机	红外热像仪专业研制厂商; 测温型红外热像仪全球第四; 全球排名前五的唯一中国企业; 开发出数十款拥有完全知识产权的红外热像系统及高科技光电系统
大立科技	制冷型和非制冷型红外热像仪	国内: 直销模式 (主要招投标方式) 国外: 经销模式	提供从探测器到整机	国内少数拥有完全自主知识产权, 能够独立研发、生产热成像技术相关核心器件、机芯组件到整机系统全产业链完整的高新技术企业
久之洋	非制冷型红外热像仪、中波/长波/短波制冷红外热像仪	国内: 以直销模式为主 (招投标方式、择优比选), 部分经销	红外整机产品	红外热成像技术、激光测距技术、光学技术、电子技术、图像处理技术等方面具有综合学科优势, 技术水平居国内领先水平
睿创微纳	包括非制冷红外热成像 MEMS 芯片、红外热成像探测器、红外热成像机芯、红外热像仪及光电系统	国内: 以直销模式为主 (参与客户公开招标或产品择优比选方式), 部分经销; 国外: 经销为主	提供从探测器到整机	非制冷红外芯片领域高精度芯片研发、生产、封装、应用等方面具有优势, 是国内为数不多的具备探测器自主研发能力并实现量产的公司之一

资料来源: 公司公告, 各公司官网, 方正证券研究所整理

2.2 核心军品低需求弹性/技术驱动, 单兵+民品高需求弹性/成本驱动

核心军品体现为低需求弹性, 单兵+民品体现为高需求弹性。(1) 在制冷探测器主要的应用领域高端军品市场, 因红外技术在制导导弹、机载传感、舰载传感为代表的高端军品中具有相对不可替代性, 军方对于此类产品的价格敏感性较低, 技术为该市场的主要竞争要素。(2) 在非制冷探测器主要的应用领域单兵+民用红外市场, 由于此类市场需求量大、且单品价格相比较于核心军品差异较大(如2018年, 全球红外龙头 FLIR 的机载传感器系统价格在100万美元以上, 而单兵装备已经降至1000美元以下), 市场参与者首先会聚焦于在探测器像元尺寸、封装技术层面的技术竞争, 而此类技术的升级会显著降低产品成本, 降低的成本又会进一步打开更多的民用应用领域, 进而引导该细分市场演变为成本竞争。

图表17: 高端军品价格高、需求量小体现低需求弹性, 单兵+民品体现为高需求弹性

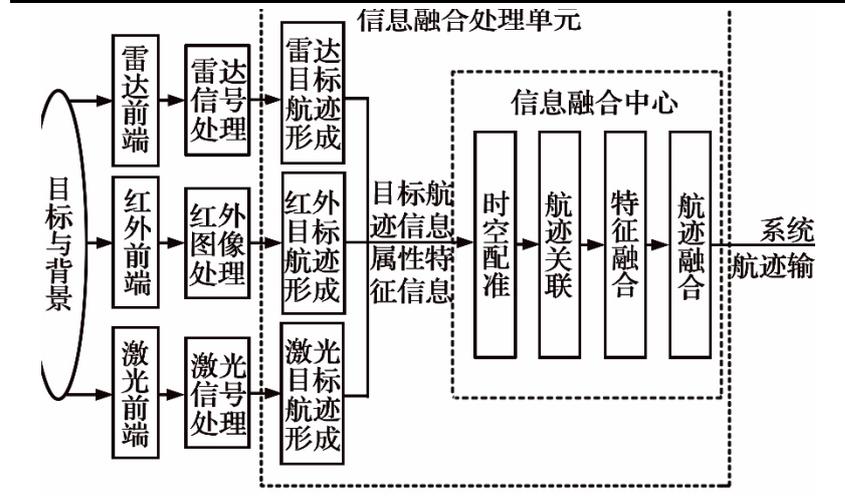


资料来源: FLIR 公司公告, 方正证券研究所整理

一方面, 核心军品高性能要求催生低需求弹性, 技术为高端军用装备市场主要驱动力。参考《雷达/红外/激光复合制导信息融合技术》一文, 以制导导弹为例, 毫米波雷达、红外成像、激光半主动探测器构成的三模复合导引头系统中, 红外导引头虽然只能测角或角速度, 但相比较于雷达探测、激光探测而言, 红外探测的测量精度高。并且, 红外图像可以刻画出目标的几何特征信息, 在鉴别目标身份方面具有很大优势, 再加上其为被动观测, 所以具有较强的抗电子干扰能力。据《空空导弹红外成像探测技术发展分析》一文, 二战之后, 空空导弹逐渐形成了红外和雷达两种体制互补, 其中红外型空空导弹已经发展到第四代, 作为其换代典型标志的红外导引头从最初的短波单元调制探测体制发展到最新的中波红外成像探测体制, 从而使得空空导弹对目标的探测能力从最初的仅能尾后攻击发展到可全向攻击, 从最初的最大探测距离5km左右发展到20km以上, 抗人工干扰与背景干扰的能力得到了显著提升。鉴于红外探测技术相比较其他探测技术的独

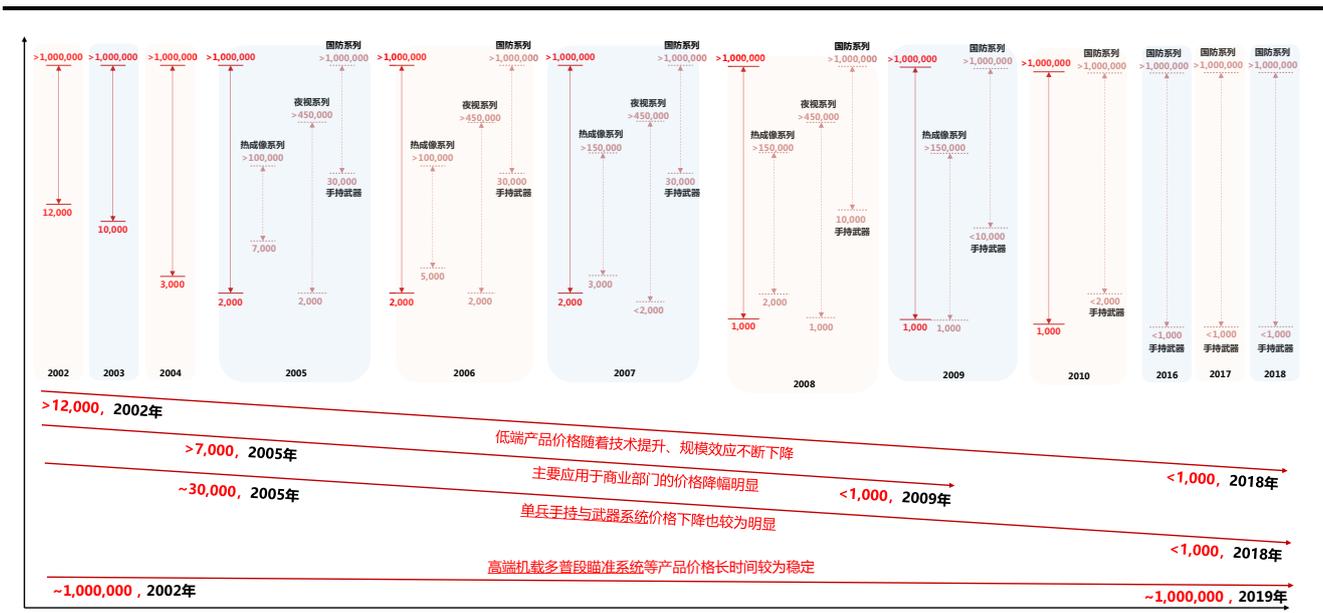
特优点，军方对于红外本身的需求较为刚性，引致市场的低需求弹性，掌握技术优势的红外企业对军方议价能力也较为突出。例如，FLIR 应用于机载、舰载的 Star 光电系统系列产品（含雷达、激光、红外）从 2002 年起至 2018 年，单个系列价格始终维持在 100 万美元以上。

图表 18: 红外探测优异特性使其在复合制导领域广泛应用



资料来源：《空空导弹与红外导引系统发展评述》，方正证券研究所

图表 19: 以 FLIR 产品价格为例，高端军品价格稳定，单兵装备+民品价格持续下降



资料来源：FLIR 公司公告，方正证券研究所整理

另一方面，非制冷探测器主要应用领域单兵装备+民品市场更多体现为成本竞争。相比较于制冷型探测器，非制冷型探测器由于价格相对低廉、装置轻便（无需制冷器），广泛适用于枪瞄、夜视仪为代表的单兵装备，以及车载用、安防用、消防用等民用市场。此类市场的典型特征在于，潜在需求量大，但成本受探测器像元尺寸、良率、封装技术影响明显，因此该市场体现为先是技术驱动，最后引致成本驱动，更低的成本有利于开拓更多的应用领域，形成“像元尺寸及封装等技术改进→降低成本→拓展应用领域→继续改进技术降低成本→继续拓展更多应用领域”的良性循环。以 FLIR 为例，在单兵装备领域，随着像元尺寸、封装技术的持续改善，公司手持式武器装备由

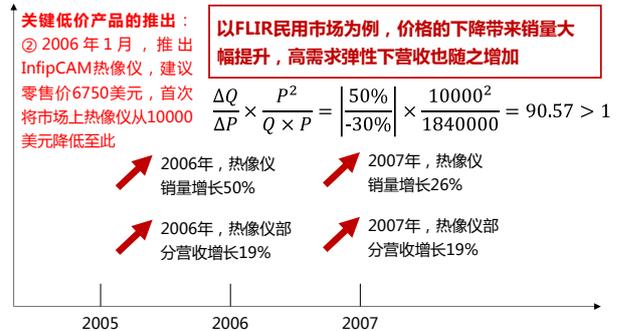
2005年的单品30000美元以上,持续下降至2018年的1000美元以下;在民品领域,FLIR在2013年通过对晶圆级微光学器件业务的并购,使得该公司在次年推出彼时全球最小的Lepton非制冷热像仪机芯,据FLIR称比同期热像仪机芯价格低一个数量级。该机芯成功应用于2015年推出的FLIR One手机用热像仪,成为首次应用于手机的外置红外产品,该产品的广告语为“将热成像带给每一个人”。

图表20: 15年FLIR推出One系列打开手机用市场



资料来源: FLIR 公司公告, 方正证券研究所整理

图表21: 民用红外市场具有高需求价格弹性特征



资料来源: FLIR 公司公告, 方正证券研究所整理

2.3 缩小像元尺寸、提高良率、改进封装是红外企业降低成本的关键

综合看,国内厂商非制冷红外探测器性能指标与国外差距不大。非制冷红外探测器的主要应用于民品和军用单兵装备市场,性能指标发展到一定程度后即可较大程度满足各方面客户的需求,继而性价比成为扩展市场的关键。国内相关厂商经过长期的研发投入与技术积累,目前与国外相关产品的技术性能差距不大,部分产品的部分性能指标已接近于国外同类产品。例如,睿创微纳已成功量产阵列规模达1280×1024、像元尺寸达12μm的氧化钒非制冷探测器,在这两个主要参数上已经超越BAE、ULIS,并且已成为全球继DRS后第二家成功研制10μm非制冷探测器的企业。但12μm在睿创微纳产品系列中渗透率不高,多数产品仍使用17μm等大尺寸探测器。同时在封装技术上,国内企业如睿创微纳、高德红外仍以陶瓷封装、金属封装为主(而国外晶圆级封装已较为普及),良品率也尚待提高,预计未来国内厂商将集中在降低成本以提升产品性价比上发力,并有望获得更多的市场份额。

图表22: 部分国内厂商像元尺寸已接近领先水平,但封装技术上仍以金属、陶瓷封装为主

厂商	产品型号	敏感材料	阵列规模	像元尺寸	热响应时间	NETD	帧频	封装技术
FLIR	BOSON 640	氧化钒	640×512	12μm	IR吸收	<40 mK (工业级)	60Hz	-
LYNRED (SOFRADIR & ULIS)	atto640	多晶硅	640×480	12 μ m	<10ms	<60mK	≤60Hz	晶圆级封装
DRS	10-MICRON	氧化钒	1280×1024	10 μ m	-	≤50mK	≥60Hz	晶圆级封装
BAE	TWV640	氧化钒	640×480	12 μ m	-	<50mK	≤60Hz	陶瓷封装
大立科技	DL1764	非晶硅	640×480	17 μ m	-	≤60mK	60Hz	陶瓷封装
大立科技	DEL1920	非晶硅	1920×1080	15 μ m	-	≤50mK	60Hz	金属封装
睿创微纳	S121	氧化钒	1280 × 1024	12 μ m	7ms	≤50mK	30Hz	陶瓷封装
睿创微纳	612	氧化钒	640 × 512	12 μ m	10ms	≤40mK	50/60H	晶圆级封装
高德红外	GST1212M	氧化钒	1280 × 1024	12 μ m	<12ms	<30mK	50/60Hz	金属封装
高德红外	GST612W	氧化钒	640×512	12 μ m	<12ms	<40mK	~	晶圆级封装

资料来源: 各公司官网, 方正证券研究所整理(选取各公司官网探测器产品介绍页面技术较为领先的产品)

先进封装技术能够大幅扩大产能、降低成本，国内企业主要封装方式仍为金属封装和陶瓷封装，虽已具备晶圆级封装技术实力但短期内我们看好陶瓷封装渗透率加大对成本的降低作用。封装技术差异会带来能耗、启动周期、体积的差异，是决定探测器成本和可靠性的主要因素之一。金属封装技术发展多年已较为成熟。陶瓷封装相对金属封装，原材料及制造成本都有一定程度的降低，有望在短期内替代在国内仍为主流封装方式的金属封装。晶圆级封装技术相对陶瓷封装，则是更为先进的封装技术。晶圆级封装技术能够提高批量生产的效率以及大幅降低成本，有利于进一步降低产品价格、使用门槛。晶圆级封装技术难度较高，在国外已经广泛使用，在国内才刚刚普及。目前部分厂商已经推出了自己的晶圆级封装产品，例如高德红外已经建成了国内第一条晶圆级封装批产线。但我们认为，晶圆级封装产线投入大，适用于大批量生产以摊薄固定成本。基于此，中短期内加大陶瓷封装的渗透或许是主流路径，但长期看好晶圆级封装方式对成本的降低作用。

图表23： 相比金属封装，陶瓷封装等利于降低成本

封装技术	特点
金属封装	优点：技术成熟，可应用在极端环境 缺点：成本高、高能耗、启动时间长、生产周期长，不适于大规模生产
陶瓷封装	优点：无 TEC，较金属封装可有效减小体积，低功耗、重量轻、封装成本较金属封装降低
晶圆级封装	优点：无 TEC，尺寸小、重量轻、成本低、适合大规模生产 缺点：过程复杂、技术难度高、初期投入大
像元级封装	优点：完全与硅工艺匹配，极低的封装成本但尚在研发阶段

资料来源：《非制冷红外焦平面探测器封装技术研究进展》，方正证券研究所整理

图表24： 晶圆级封装利于降低芯片封装成本



资料来源：艾睿光电官网，方正证券研究所整理

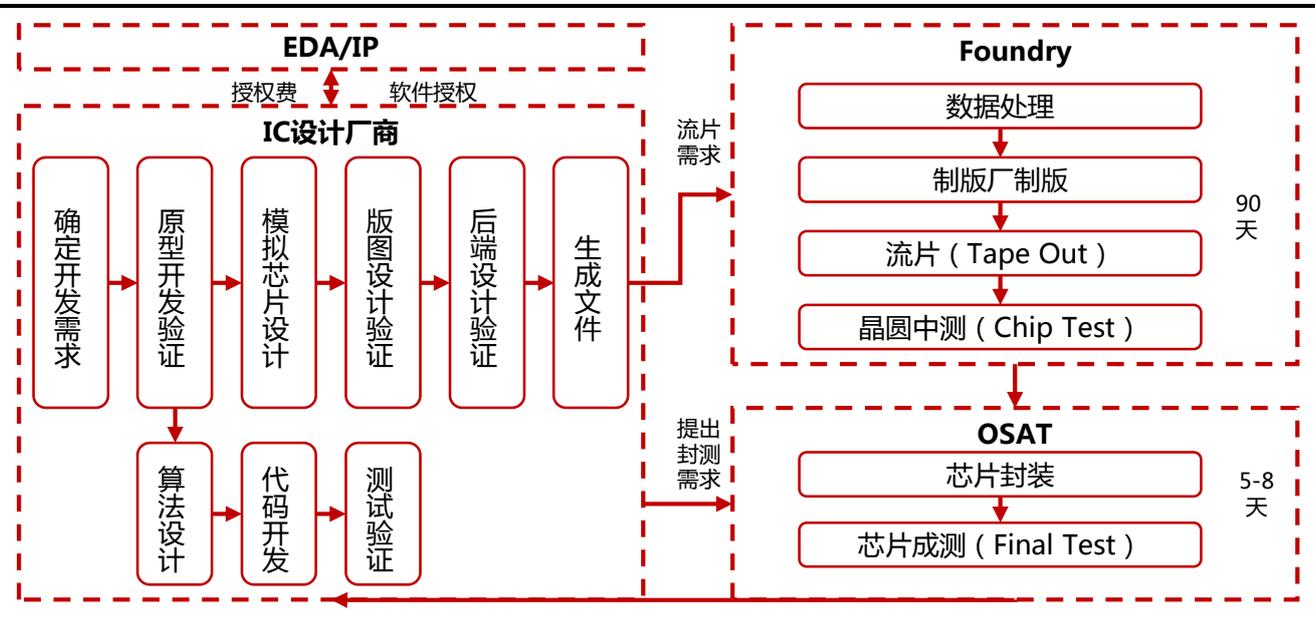
探测器像元尺寸的减小既利于性能的提升，也利于从镜头、晶圆制造方面降低成本。(1) 探测器像元尺寸的缩小能够有效降低光学部件成本。据BAE新闻稿，该公司TWV640热像仪将像元尺寸从 $17\mu\text{m}$ 减小至 $12\mu\text{m}$ ，使得成像系统制造商能够将镜头尺寸缩小50%，并将光学元件成本降低20%，而不会影响图像质量。(2) 像元尺寸的缩小将提高单位晶圆面积上MEMS芯片的产量，同时成本的降低带来需求的提升，流片模式下产量的增加又将进一步降低成本，形成良性循环。在流片模式下，芯片的产量增加能够明显降低成本，市场接受度较高、生命周期较长的产品有利于企业实现盈利。据艾瑞咨询测算，16nm制程工艺下，芯片单位成本随芯片面积、产量上升而逐渐下降。红外探测器像元尺寸的缩小将减少芯片面积，在增加单位晶圆芯片产量的基础上还能降低光学成本，进而在高需求弹性下将显著提升销量。在产能扩建基础上，销量的增加伴随产量的增加，而产量的增加又将带来芯片制造的成本降低，从而形成良性的正反馈。

图表25: 睿创微纳整机业务中镜头成本占比较高

整机	2018 年度		2017 年度		2016 年度	
	金额 (万元)	占比	金额	占比	金额	占比
芯片	922.83	12.21%	90.40	10.13%	0.19	14.71%
管壳	302.60	4.00%	36.30	4.07%	0.06	4.33%
吸气剂	298.20	3.94%	31.74	3.56%	0.05	3.42%
贴片	1537.22	20.33%	257.78	28.90%	0.44	33.07%
镜头	1705.17	22.55%	209.01	23.43%	0.54	41.03%
显示模组	296.02	3.92%	26.68	4.09%	0.04	3.03%
合计	5062.04	66.95%	651.91	74.18%	1.31	99.60%
总成本	7560.39	100.00%	892.08	100.00%	1.32	100.00%

资料来源: 睿创微纳公司公告, 方正证券研究所整理

图表26: 红外企业多采用 Fabless 模式制造芯片



资料来源: 艾瑞咨询, 方正证券研究所整理

图表27: 产量增加、良率上升将显著降低芯片制造成本

情景分析		假设: 12寸晶圆 (300mm), 4500美元/片; 100人研发团队, 人均工资50万元/年; 研发周期: 1.5年; 良率: 50%									
单位: 美元		掩膜 (16nm)	封装	测试	晶片成本			芯片硬件成本			
					60mm ²	6mm ²	3mm ²	60mm ²	6mm ²	3mm ²	
总成本		4800000	大体占总硬件成本的20%								
产量	×10 ⁵	48	6	2	8.2	0.8	0.4	120.2	112.8	112.4	
	×10 ⁶	4.8	6	0.2	8.2	0.8	0.4	30.2	22.8	22.4	
	×10 ⁷	0.4	6	0.02	8.2	0.8	0.4	21.2	13.8	13.4	
	×10 ⁸	0	6	0	8.2	0.8	0.4	20.3	12.9	12.5	

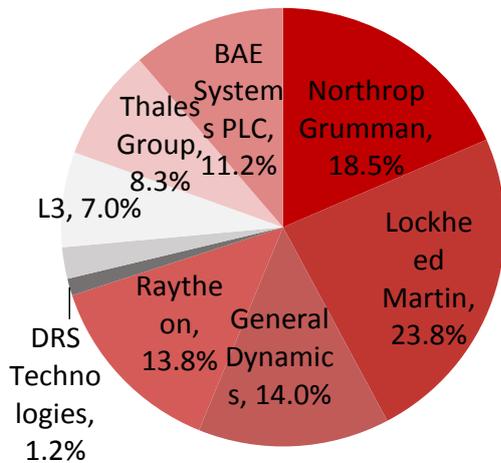
注: 芯片成本 = $\frac{(\text{掩膜} + \text{封装} + \text{测试}) \text{ 单片}}{\text{成品率}} + \text{晶片成本}$ 注: 晶片成本 = $\frac{\text{晶圆成本}}{(\text{每片晶圆晶片数}) \times \text{成品率}}$ 注: 每片晶圆晶片数 = $\frac{\text{晶圆面积}}{\text{晶片面积}} = \frac{\text{晶圆周长}}{\sqrt{2} \times \text{晶片面积}}$

资料来源: 艾瑞咨询测算, 方正证券研究所

2.4 竞争格局展望：军工集团聚焦军用制冷型高端，民企涉军是趋势

参考美国，军工集团聚焦于制冷型探测器高端军品，竞争格局有望保持稳定。(1) 技术门槛高，产业外企业难以涉足。军用红外探测器相对民用红外探测器的显著不同之处在于，对探测率、帧频、响应时间、灵敏度等技术指标要求较高，同时强调高可靠性，要求系统在极端条件下稳定工作。以上诸多严格要求导致产业外企业若缺乏相关技术储备，难以参加高端军品市场的竞争。(2) 渠道门槛高，上下游合作关系牢固。红外探测系统一般是武器装备的一个组成部分，下游军工集团为了统筹协调产品的定位、性能、成本，方便产品的整体设计、改进、生产，一般有两种选择：自研相关红外系统或与特定红外公司绑定并保持紧密合作。由于大军工集团资源强大、稳定性高，大部分军工集团均设立自己的红外事业部，能够获得本集团的稳定订单；后一种情况中，参与合作的集团外红外企业与下游军工集团共同研发，保证了较长时间内订单的稳定性。据 First Call 数据及 Maxtech International，全球军用红外市场主要由如雷神、洛克希德马丁等大型军工集团主导，此类大型军工集团均有设立自己的红外事业部。以洛克希德马丁为例，2006 年该公司在全球军用红外市场份额第一，2014 年该公司仍保持第一的位置。

图表28：06年全球军用红外市场以军工集团为主



资料来源：First Call，方正证券研究所，注：依据该市场份额依据防务/航空红外产品销量统计

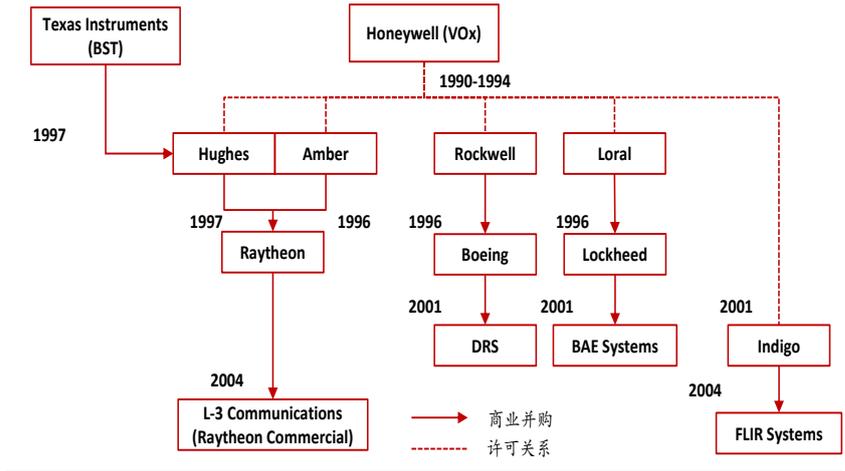
图表29：14年全球军用红外仍由军工集团主导

2014年全球军用红外热像仪市场 top10 供应商		
排名	国家	公司
1	美国	Lockheed Martin
2	美国	Raytheon
3	美国	L-3
4	法国	Thales
5	法国	Sagem
6	美国	Northrop Grumman
7	美国	FLIR Systems
8	美国	UTC Aerospace
9	英国	BAE Systems
10	以色列	Elbit

资料来源：Maxtech International，方正证券研究所

受技术、资质限制，民营企业多通过并购军工集团旗下事业部进入军工产业链。参考美国，军用非制冷领域，多数美国企业均通过并购军工集团下属事业部进入该市场。据《非制冷红外热成像技术的发展与现状》一文，美国 Honeywell 于 1983 年开始研制非制冷探测器并获得相应专利，1991 年波斯湾战争之后该技术被解密应用于民用。如下图所示，美国较多企业均通过收购军工集团下属事业部进入军用非制冷市场，如 L-3 通过收购雷神商业部门获得相应技术与资质进入军用红外市场；波音公司和洛克希德马丁分别向 DRS 和 BAE 出售他们的非制冷红外业务，使得 DRS 和 BAE 系统性的进入了美国陆军的非制冷市场，而雷神、洛马等部门则继续保留有高端制冷型红外业务。

图表30：美国民企通过并购军工集团红外事业部进入军品市场



资料来源：Smith Barney，方正证券研究所

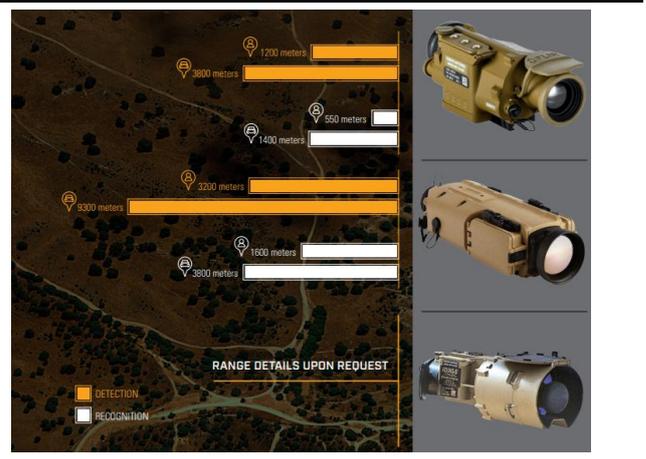
掌握领先探测器研制及封装技术的民营企业，有望持续在单兵装备军品+民用市场获取更大份额。单兵装备领域，以 FLIR 为例，该公司在 2004 年通过并购 Indigo 后获得自制非制冷以及制冷探测器的能力，产品成本大幅降低。并在之后通过对非制冷探测器研制、封装技术的不断改进，FLIR 持续降低如夜视仪、瞄准镜等单兵装备产品，从 2005 年单兵手持式武器的 3 万余美元，降低至 2018 年的 1000 美元以下。凭借优异的性能+相对低廉的价格，据 Maxtech International 统计，FLIR 在 2014 年成为全球第七大军用红外热像仪供应商。如国内非制冷领域领先企业睿创微纳，2018 年发布 12μm 非制冷探测器，国内领先性能下公司军品业务营收快速增长，2017、2018 年军品业务实现营收达 2768、11310 万元，对应 17、18 年增速为 54.94%、308.57%。

图表31： FLIR 军用夜视仪低光视野优于同业



资料来源：FLIR 公司官网，方正证券研究所整理

图表32： FLIR 枪瞄产品性能较为优异



资料来源：FLIR 公司官网，方正证券研究所整理

民品市场与单兵装备市场类似，更多强调成本驱动，能够推出具有价格竞争力产品以及不断拓宽产品应用范围的企业有望获取更多市场份额。在技术实力取得一定领先地位的前提下，民营红外企业如 FLIR 积极降低成本，发挥民品领域的高需求弹性特性以及规模效应，不断推出相比于同业性价比更高的产品，进而获取更多的市场份额。如 2006 年 FLIR 推出比市场上均价低三分之一的 InfraCAM 低成本热像仪。再如国内红外企业睿创微纳，2017 年全面推出户外运动手持

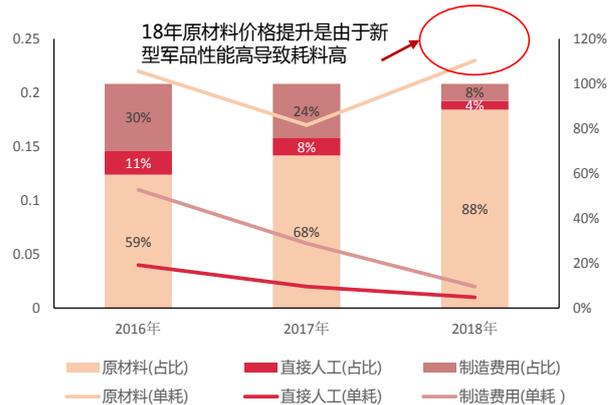
红外热像仪整机产品，高性价比下市场反响良好（定价比国外成熟产品 Pulsar 低 5-10%），2018 年整机销量相比 2017 年翻 10 倍，同期整机业务实现营收增速达 868%。规模效应下，红外企业在降低价格的同时能够维持其高毛利率。例如，睿创微纳民品探测器均价从 16 年约 7000 元降至 4000 元，但规模效应下毛利率企稳，如产量的增加摊薄制造费用，睿创微纳单位产品的制造费用 2016-2018 年三年间降幅达 82%。

图表33：高性价比使睿创整机营收规模迅速扩大

项目（营收增速）	2017	2018
民用	203%	110%
其中：经销	16年为0	901%
整机	16年为0	895%
其他	16年为0	3022%
其中：直销	177%	34%
探测器	166%	23%
机芯	159%	74%
整机	2280%	208%
其他	1121%	-58%
合计	159%	146%

资料来源：睿创微纳招股书，方正证券研究所整理

图表34：技术改进+规模效应使睿创毛利率稳定



注：原材料（占比）指的是原材料单耗占合计单耗的比重

资料来源：睿创微纳招股书，方正证券研究所整理

3 空间广，军品迎增量时代、民品潜在需求大、海外为看点

3.1 成本与技术升级叠加国防信息化建设，军用红外的增量时代到来

红外成像系统由于其可以全天候使用、能够弥补雷达与激光部分缺点，大量应用于各军种武器装备中。而制冷型和非制冷型红外探测器由于原理、性能、成本的较大差异，分别应用于不同类型的装备，重叠范围较少。制冷型相对非制冷型响应速度更快、灵敏度更高、帧频更大，多用于对探测、成像性能要求较高的武器装备中，如制导系统，机载、舰载光电系统等。而非制冷探测器多应用于单兵装备，如手持热像仪、武器瞄具、夜视头盔，同时部分轻型反坦克导弹、无人机也逐渐应用非制冷探测器。该类装备的大规模列装能够有效提升陆军的全天候作战能力、复杂气象条件下的作战能力（如大雾、重度沙尘天气），以及侦查、探测、搜救能力与多兵种信息化融合作战能力。国外军用非制冷典型产品型号有以色列的“近程-长钉”（Spike-SR）、欧洲 MMP 中程、日本“轻马特”（XATM-5）、美国航宇环境公司生产的“大乌鸦”（raven）无人机。随着像元尺寸缩小等技术的改进，非制冷探测器性能有望逐渐提升。据《非制冷红外成像系统在陆军装备中的应用现状及趋势》一文，在作用较为相似的领域，非制冷成像系统有望部分取代价格高、维护难、体积及功耗比较大的制冷型热成像系统。

图表35: 红外成像探测系统在各军种多装备中广泛应用

从国外看, 单品价值量大的军事装备主要由国外整机商控制

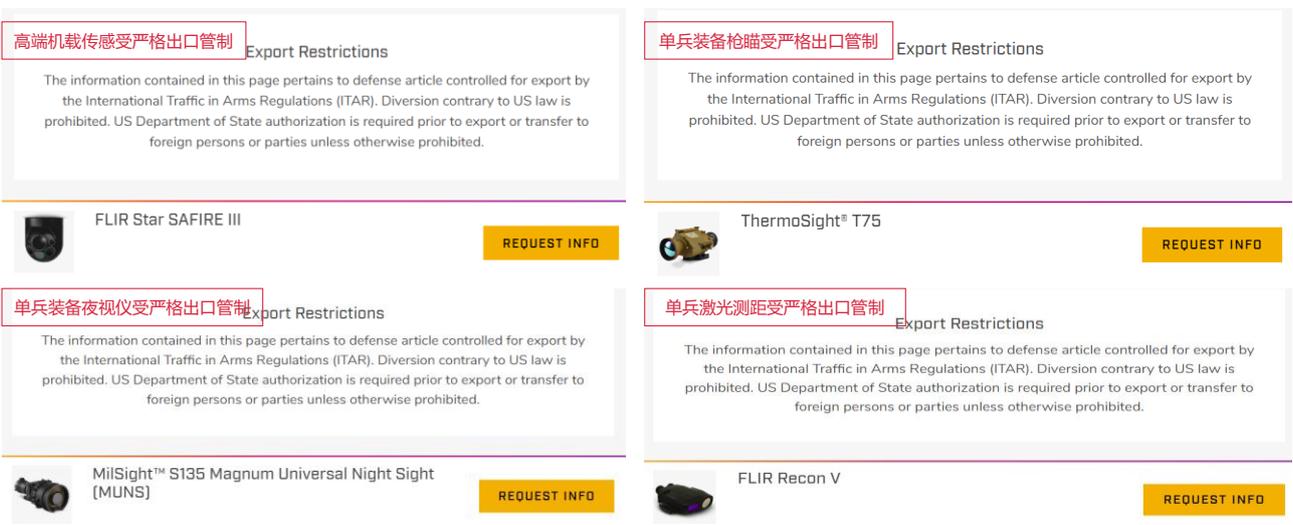
非制冷主要应用领域, 也是民营红外企业主要市场



资料来源: Military Aerospace, 空天防务观察, 公司公告, 《非制冷红外成像在陆军装备中的应用现状及趋势》

红外探测技术具有高度的军事敏感性, 我国常年受到国外封锁禁运。因现代化军队对红外设备的依赖不断加强, 各国对高端军用红外产品及相关技术实施禁运以维持垄断地位。随着改革开放以来我国综合国力的逐步提升, 美欧为维持其在军事领域的绝对实力, 在国内设立相关法律法规限制红外技术对华出口。根据《瓦森纳协定》中对于红外探测器的规定, 满足“一定条件”的红外热像仪将属于“武器级别”, 该级别的红外热像仪需要获得相关证书才可出口。这些“一定条件”包括对图像采集频率、像素、价格的要求。在该协定下, 长期以来我国高端红外技术受到国外封锁, 对于高端探测器的内在需求缺口大。例如, 大立科技在2008年招股说明书称“法国 SOFRADIR、ULIS (为母子公司) 的供货, 目前还没有相关替代措施。其高端产品对我国仍然禁售, 中低端产品价格昂贵, 并实行最终用户许可制度”。

图表36: FLIR 全部各类型国防产品均受严格出口管制

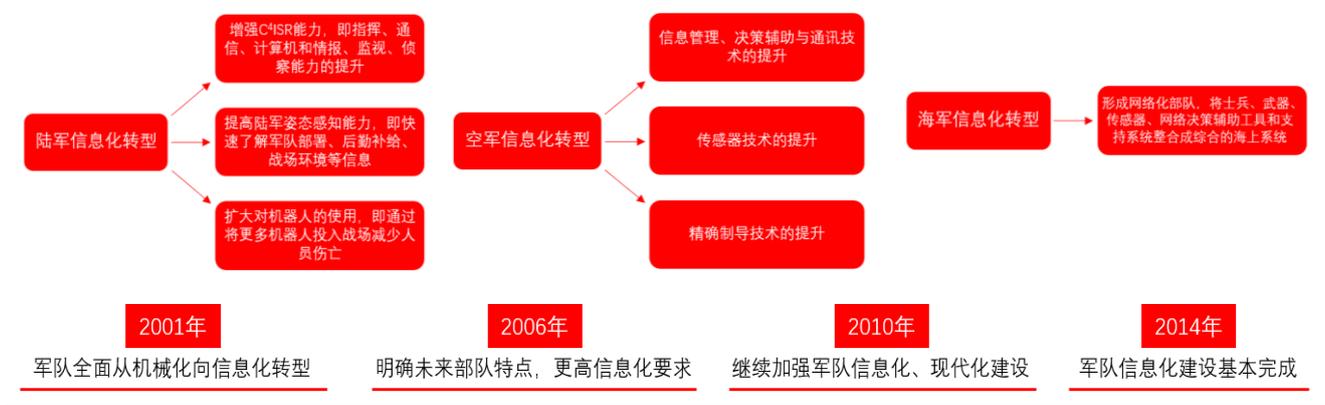


资料来源: FLIR 官网, 方正证券研究所整理

参考美国, 美军信息化建设进程对于 FLIR 国防部门业绩推动作用明显, 国防业务营收协同于军费增长但又显著高于军费增速。9.11

事件后，美国在国防建设和军事战略方面做出了重要调整，军队建设和从机械化向信息化过渡是其中重要一环。2001 年美国发布的《四年防务评估报告》提出了新的战略方针，该方针对信息化技术提出了高要求，促使美国的陆军、海军、空军纷纷向信息化转型。2006 年、2010 年的《四年防务评估报告》又相继对信息化建设提出要求。据《信息时代的美国国防》一书，结合 2014 年发布的《四年防务评估报告》，该报告是对军队现代化建设意见最少的一份，第一次明确指出会对国防预算进行约束，并指出除特殊情况外不建设新的系统，这或可说明截至 2014 年美国已经基本完成了军队的信息化建设。基于此，我们统计 2000-2014 年间 FLIR 销售给美国政府实现的营收以及军费，观察到美军信息化建设进程对于 FLIR 国防部门业绩推动作用明显，国防业务营收协同于军费增长、但又显著高于军费增速。例如 2000-2005 年首次提出信息化建设四年间，FLIR 销售给美国政府实现营收 CAGR 达 37.99%，而同期军费 CAGR 仅为 8.03%。

图表37： 美军信息化建设强调提升感知、侦查能力，2001-2014 年为其主要信息化建设阶段



资料来源：《美国的国防转型及其对中国的影响》，《信息时代的美国国防》，A Comparative Analysis of the 2001-2014 Quadrennial Defense Reviews, and Implications for the Army, 方正证券研究所整理

图表38： FLIR 国防营收增速协同于军费增长，但显著快于军费增长

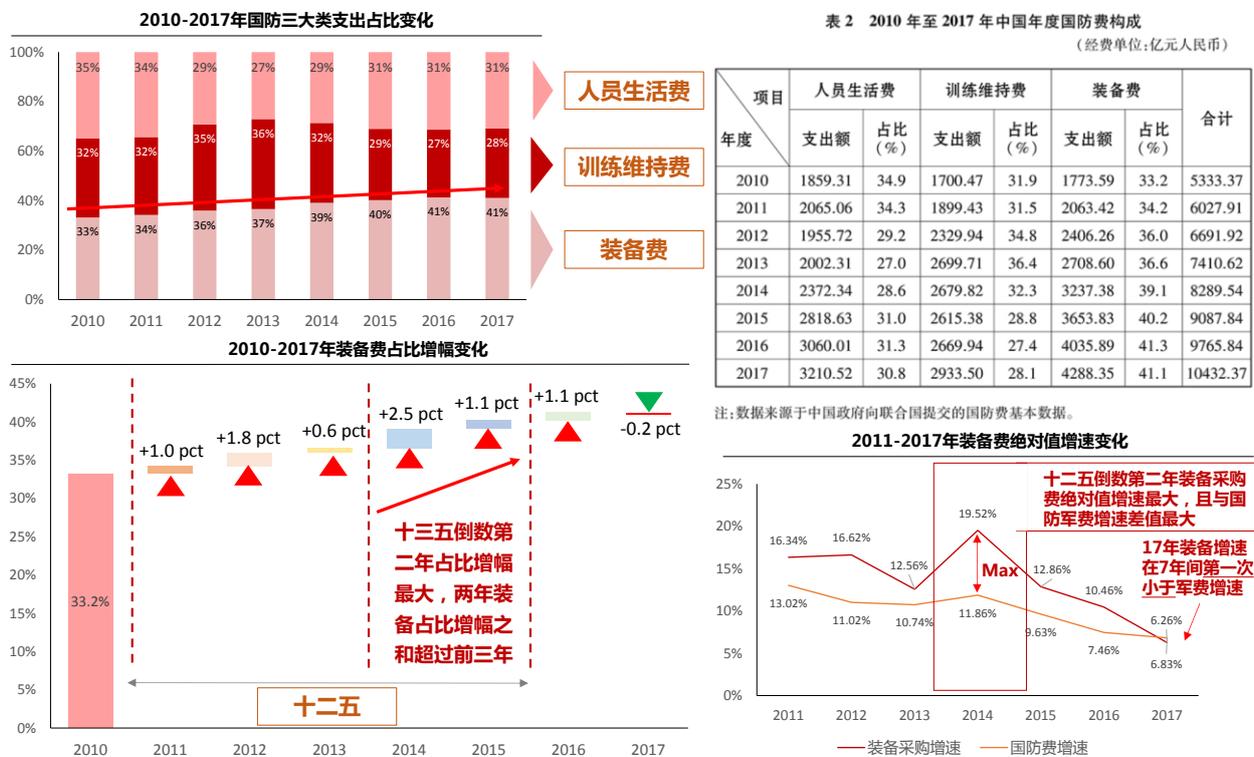


资料来源：公司年报，美国国防部，方正证券研究所整理

《新时代的国防白皮书》强调“信息化水平亟待提高”，我国国防信息化建设有望推动军用红外市场迎来增量时代。党的 19 大报告中提出解放军未来建设三步走战略，即 2020 年基本实现机械化同时信息化建设取得重大进展、2035 年基本实现国防和军队现代化、2050 年把人民军队全面建成世界一流军队。据 2019 年 7 月发布的《新时代研究源于数据 21 研究创造价值

代的国防白皮书》(下称白皮书)称,“中国特色军事变革取得重大进展,但机械化建设任务尚未完成,信息化水平亟待提高,军事安全面临技术突袭和技术代差被拉大的风险,军队现代化水平与国家安全需求相比差距还很大,与世界先进军事水平相比差距还很大”。例如,白皮书指出,“加快推进近海防御型向远海防卫型转变,提高战略威慑与反击、海上机动作战、海上联合作战、综合防御作战和综合保障能力”,参考美国信息化建设期间,美国海军曾向 FLIR 大量采购集成红外探测与激光测距等多探测技术的舰载综合光电系统。在当前国防信息化建设的大背景下,伴随国内优秀民企自主研发高端非制冷红外探测器获得成功(如睿创微纳为全球第二家公开披露研制成功 10μm 非制冷探测器的红外企业)、封装技术的逐步改善(国内企业金属封装仍占比较高),需求端的换装及新型列装刺激,叠加供给端的技术与成本实现放量“可行”,国内军用红外市场有望步入增量时代。

图表39: 我国军费逐步向装备采购倾斜,对国内军用红外市场规模扩大提供一定支撑

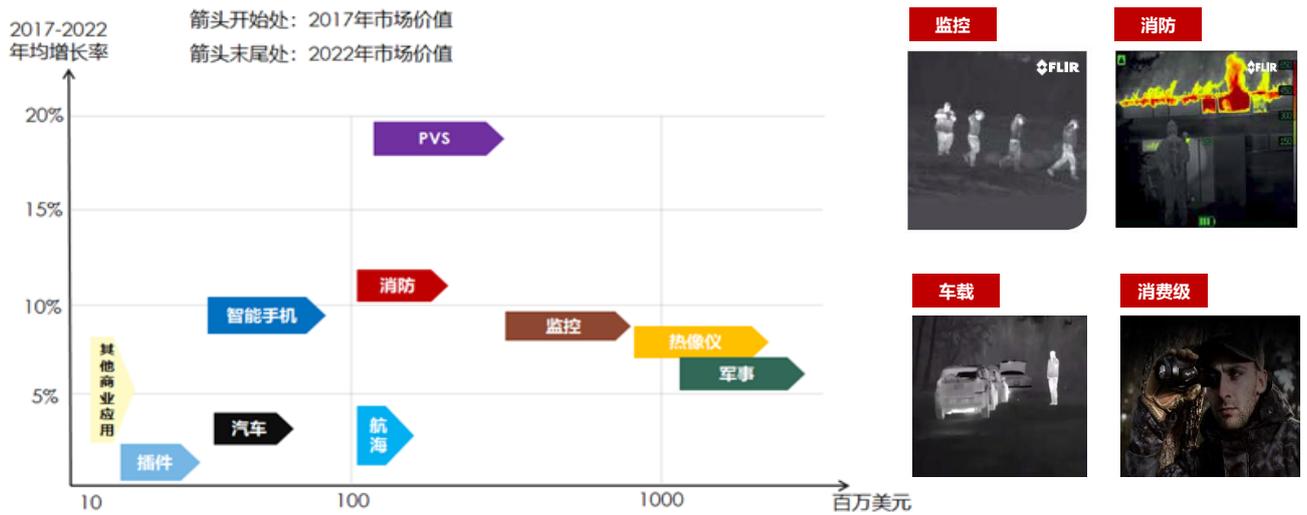


资料来源:《新时代的国防白皮书》,方正证券研究所整理

3.2 民品相对高价格短限制国内潜在需求释放,海外市场或为看点

随着红外成像技术的不断发展,低成本民用领域逐渐兴起。红外技术早期因为价格昂贵,最早应用于军事领域。随着后期非制冷探测器的像元尺寸的逐步缩小、封装方式的逐步改进,全球范围看民用市场规模逐步增大。根据 Maxtech International 2017 年报告,民用红外热像仪的市场规模预计 2019 年达到 55.07 亿美元, CAGR 11%。从增速看,安防、热像仪等民用市场增速高企,而汽车、智能手机用红外受下游市场步入存量时代影响,增速较慢。

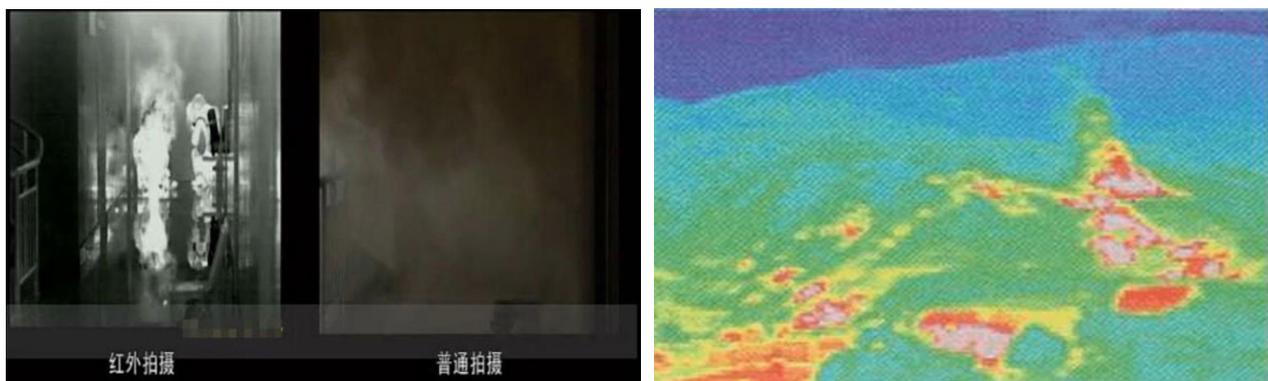
图表40: 全球范围看民用红外市场空间大, 消防、安防等市场增速较快



资料来源: FLIR 官网, 艾睿光电官网, Maxtech International, 方正证券研究所整理

消防领域是发达国家最大的红外热像仪民用应用市场, 但受价格限制目前我国处于发展初期。与传统肉眼侦察灭火救援相比, 红外热像仪能帮助消防人员解决浓烟、黑暗等问题, 清楚的掌握火场真实情况, 加快部署营救进程, **FLIR 还推出了专为消防定制的 K 系列手持红外热像仪, 来满足各个国家的市场需求。**另外, 在大面积森林中, 隐火是很多重大火灾的罪魁祸首, 普通方法难以发现, 而红外热像仪可以快速准确判定隐火地点, 做到早知道, 早预防, 早扑灭。从潜在市场需求来看, 我国消防类红外热像仪的市场需求较大。当前, 国内产品与 FLIR 同系列产品相比价格普遍偏高, 成本过高是国内市场过去拓展力度有限的原因, 但看好消防类红外热像仪成本降低带来的广阔市场空间。

图表41: 消防用红外热像仪耐高温、透烟雾, 还可做森林防火监控



资料来源: 慧聪消防网, FLIR 官网, 方正证券研究所整理

图表42: 国内消防部门多使用国外产品且价格高, 应用规模受价格限制大

采购部门	中标供应商	中标金额(万元)	中标的名称	生产厂家/规格型号	数量(台)	单价(元)	成交时间	型号	价格(美元)	主要应用
陕西省消防总队	杭州美盛红外光电技术有限公司	440.8	红外热像仪	C300	304	14500	2019/1/16	K1	599	火灾外围快速完成360°全面评估
江西省消防救援总队	南京龙鑫消防器材有限公司	55.3	消防用红外热像仪	LEADER/Leader TIC Mini3.1	7	79000	2019/6/18	K2	995	标准消防员红外热像仪并支持温度高达500°C
	上海慧安消防设备有限公司	31.024	消防用红外热像仪	BULARD/QXT	4	77560	2019/6/18	K33	2595	增加FSX场景功能, 提高火灾态势感知功能
甘肃省消防总队	北京众成鼎泰消防科技有限公司	37.999	消防用红外热像仪	testo/868	13	29230	2019/1/9	K45	3595	240*180像素热图像, 可轻松为消防员导航
	兰州新明天商贸有限公司	106.4	消防用红外热像仪头盔	北京朗森基/LSJ-RDH	14	76000	2019/1/9	K53	5345	240*180像素热图像, 在最潮湿环境安全工作
荆州市消防支队	扬州旭扬安防科技有限公司	65.44	消防用红外热像仪	天铂红外/HRYXJ-F30	8	81800	2019/4/22	K55	5995	最多可储存200张照片或视频文件
大连市消防支队	北京华夏创维安全防范技术研究院有限公司	309.831	手持红外热像仪	F05	9	147500	2019/1/17	K65	6995	NFPA高规格红外热像仪
安庆市公安局消防支队	安徽省一安机电设备有限公司	56.18	消防用手持红外热像仪	FLIR/K53	8	68470	2019/1/16			

国外产品进口国内价格高

资料来源: 中国政府采购网, FLIR 官网, 方正证券研究所整理

车载红外目前前装市场有限, 新车选配率提高有望扩大车载市场。在夜间驾驶、恶劣天气, 强光及光线突变等情况下, 驾驶员视野和能见度受影响易发生交通事故, 而通过安装红外设备可有效预防交通事故的发生。从 2000 年起, 凯迪拉克、宝马、奥迪等在少量车型的高配版上陆续进入车载红外系统的前装市场。我国 ADAS 在 2016 年装车率仅有 3%, 提升空间广阔。2017 年, 工信部、国家发改委、科技部共同发布《汽车产业中长期发展规划》, 中国 ADAS 市场渗透率有望大幅提升, 逐渐接近欧美发达国家水平。据赛迪顾问, 2015-2017 年中国 ADAS 市场规模增长率分别达到 31.5%、129.9%、56.5%。截至 2016 年底, ADAS 的全球市场渗透率还不高, 大约只有 5%。随着市场化竞争日渐激烈, 相关配件价格大幅降低, 新车 ADAS 渗透率有望逐渐提升。

图表43: 车载红外系统可以提升驾驶员视野和能见度, 有效预防交通事故发生

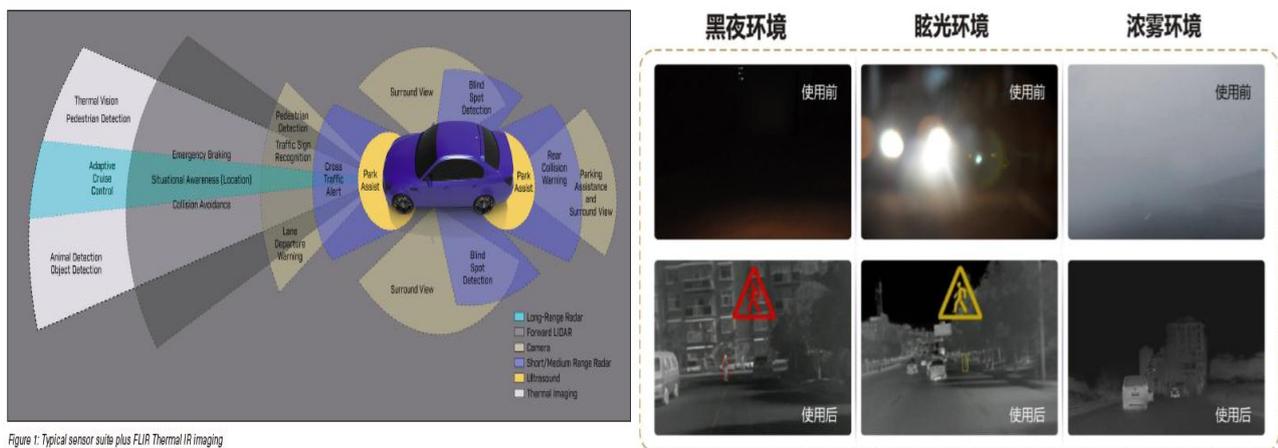
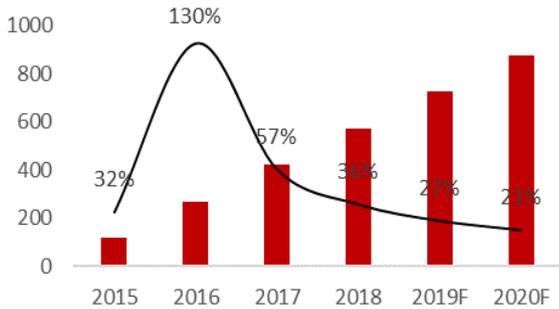


Figure 1: Typical sensor suite plus FLIR Thermal IR imaging

资料来源: 智联科技官网, FLIR 官网, 方正证券研究所整理

图表44: 近年我国自动驾驶市场规模稳健增长



资料来源:《2018年中国自动驾驶产业发展及投资价值白皮书》,单位亿元,方正证券研究所整理

图表45: 红外在 ADAS 系统中优势较为明显

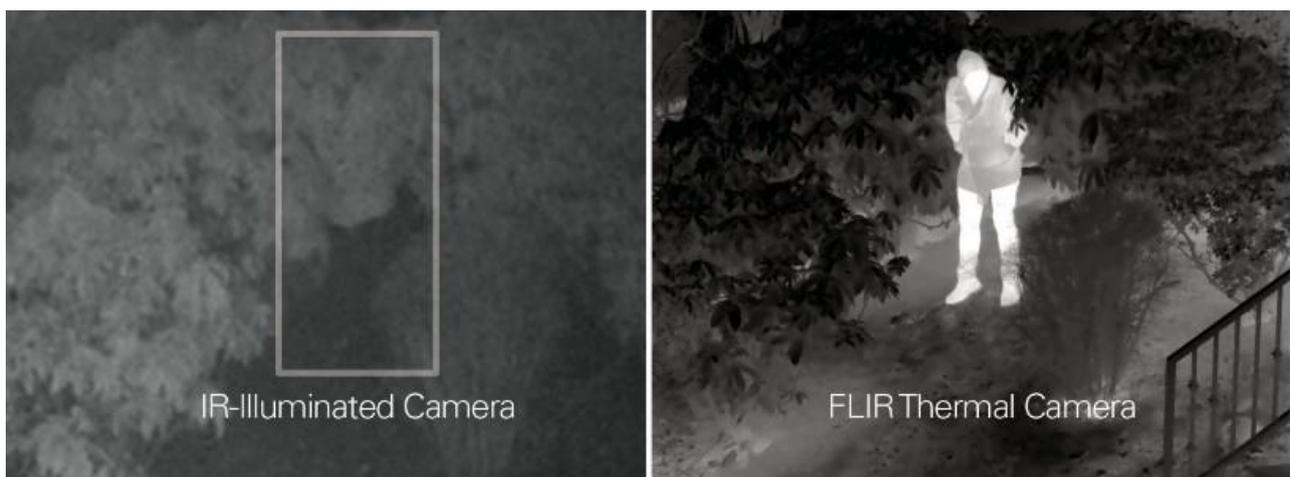
Table 1. Detector Technologies and Application Summary

Detector Technology	Visible	Thermal	Radar	LIDAR	Ultrasound
Traffic Sign Recognition	*				
Adaptive Cruise Control	*		*	*	
Lane Departure Warning	*				
Emergency Brake Assist	*	*	*	*	
Pedestrian/Animal Detection	*	*			
Night Vision		*			
Blind Spot Detection	*		*	*	*
Rear Collision Warning	*		*	*	*
Park Assist					*

资料来源: FLIR 公司官网, 方正证券研究所整理

安防监控市场需求正逐渐成为红外成像市场新的增长极。自 2005 年平安城市开始建设, 到 2011 年智慧城市启动, 天网工程、雪亮工程等安防重点项目陆续推出, 智能安防产品在实体生活中的需求凸显, 至 2016 年智能安防概念被大面积提及。据中国安防网数据统计, 2016 年我国一线城市北上广深四地的千人均监控摄像机数量均值仅为美国均值的 43%, 我国安防摄像头渗透率仍有待提升, 且随着我国智慧城市、平安城市投建, 二、三线城市安防市场空间打开, 我国视频安防仍有很大的提升空间。红外技术相比于微光夜视、激光技术等具有价格及性能优势, 海康等安防龙头企业开始发力, 当前以可见光为主, 未来红外应用有望增速。根据《中国安防》预测, 十三五期间, 红外产品安防监控领域市场规模将达 150 至 200 亿元, 年复合增长率将达到 20% 以上。且到 2020 年, 安防企业总收入达到 8000 亿元左右, 年增长率达到 10% 以上, 按照规划预期, 到 2022 年安防行业市场规模将达到近万亿。

图表46: 红外热像仪通过捕捉身体热量可以轻易识别入侵者外在的伪装, 更加可靠安全



资料来源: FLIR 官网, 方正证券研究所整理

图表47: 对比当前安防行业其他夜视技术, 红外热成像优势较为明显

技术	优势	劣势	备注
红外摄像机	1.成本低廉 2.市场普及度高, 对非重要区域的夜间监控是很好的补充	1.远距离检测效果差 2.图像不均匀, 会形成光斑 3.隐蔽性差 4.耗电量大 5.灯珠衰减严重, 一般1-2年	目前普及度最高
激光技术	1.监测距离较远 2.可观细节, 作为取证用	1.图像不均匀, 会形成光斑 2.激光头损耗严重, 一般两年就要更换 3.能量太高, 有一定的危险性	在安防监控项目上有一定使用, 如森林防火远距离监控需求
微光夜视技术	1.耗电量比主动红外低 2.远距离对人脸识别比主动红外好	1.成本高 2.市场很少使用	主要在军队使用, 安防领域应用较少
红外热成像	1.监测距离最远 2.无需任何辅助光源 3.透雾能力最强 4.抗眩光 5.功耗低, 隐蔽性好	1.成本高(逐年大幅下降) 2.无法看清物体细节	应用越来越广泛, 是未来最重要的夜视技术

资料来源: 安防展览网, 方正证券研究所整理

国内厂商红外技术接近国外水平, 随成本进一步降低, 个人消费市场空间十分可观, 同时部分企业凭借高性价比优势或可继续拓展海外市场。例如, (1) 智能手机热像仪, 尽管国内外民品整机价格有下降趋势, 但对于个人消费者来说相关产品仍然价格较高, 如 FLIR 公司适用于 Android Micro-USB 手机的 FLIR One 系列热成像摄像机价格在 \$299-\$499, 高德红外的相关产品 ModIR Air 魔热红外热像仪价格为 1299 元。但参考国内自媒体《热像姨》自制评测, 睿创微纳类似产品的性价比突出, 显著高于 FLIR; (2) 户外运动手持热像仪。手持热像仪在欧洲尤其是德国市场需求量较大, 户外运动较为普遍和流行, 且居民收入和消费能力较高, 有能力购买价格较为昂贵的手持热像仪。同时随着探测器技术的成熟, 手持热像仪的价格也呈现稳步下降趋势, 普及度也有所提高。以欧美国家的“马拉松周期”为参考, 当人均 GDP 超过 5000 美元之后, 将会进入以“马拉松赛事”为代表的全民路跑的消费黄金期。2018 年我国的人均 GDP 超过 9000 美元, 为户外产业高速发展奠定良好的基础。睿创微纳的户外用热像仪产品通过以比德国市场同类产品低“5%~10%”的策略, 近两年实现海外营收大幅增长, 2018 年整机业务实现营收增速达 868%。

图表48: 高性价比策略助力睿创微纳海外营收高速增长

境外销售(单位: 万元)	2018 年	2017 年	2016 年
大洋洲	14.21	—	—
美洲	124.16	27.93	—
欧洲	7712.96	594.43	3.79
亚洲(中国除外)	325.96	134.38	—

资料来源: 睿创微纳招股说明书, 方正证券研究所整理

图表49: 智能手机热像仪基础性能参数对比中, 睿创微纳子公司产品性价比高

产品	图像分辨率	帧频	每秒数据量	测温范围	测温精度	价格	每秒1元数据量公式	性价比指数
Flir one pro	160*120 1万9像素 ↑ 10倍	8.7HZ	<17万	-20°C ~400°C	±3°C or ±5%	¥ 2999	160*120*8.7/2999	55.7
Seek Compact pro	320*240 7万6像素	<9HZ	<67万	-40°C ~330°C	±3—5°C	¥ 3300 <2倍	320*240*8.7/3300	202.5 10倍
艾睿 T3S	384*288 11万像素	25HZ	>276万	-20°C ~120°C	±2°C or ±2%	¥ 5600	384*288*25/5600	493.7

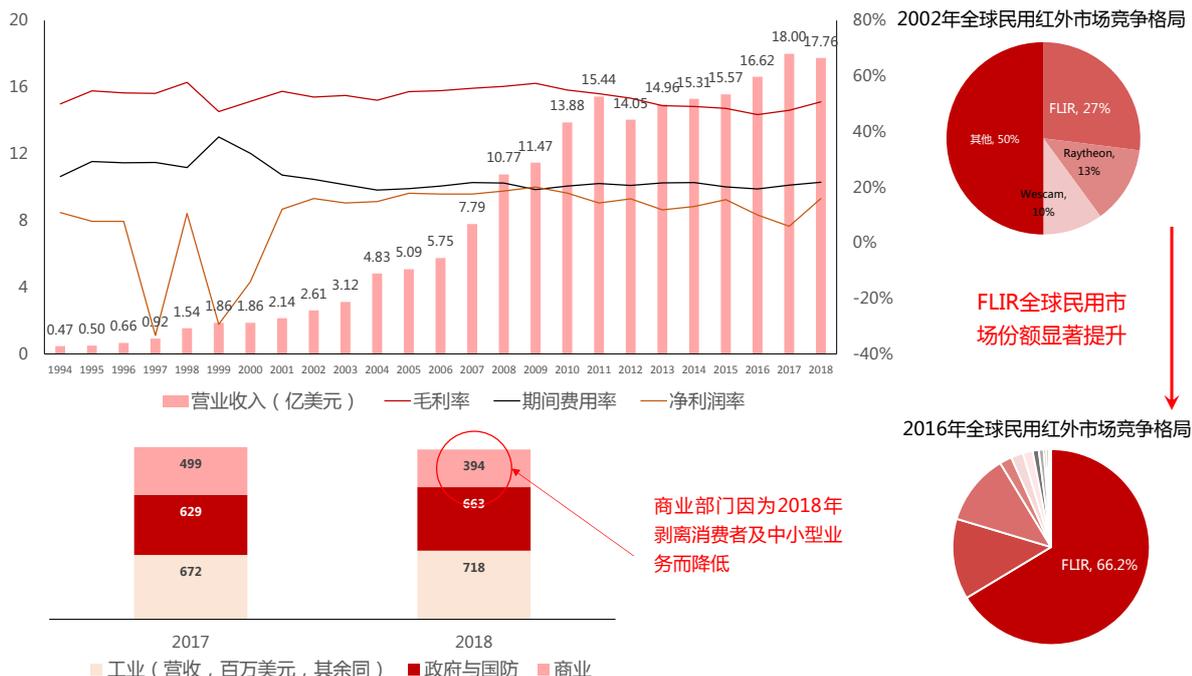
资料来源: 热像仪公众号, 方正证券研究所整理

4 国内外技术差距小, 系统发展是方向, 成本与渠道是短板

4.1 巨头成长路径: “商研军用” 战略、系统化并购、全球经销布局

美国 FLIR 是迄今全球最大的专门从事红外系统解决方案的公司之一。美国 FLIR 公司成立于 1978 年, 逐步从民用红外市场拓展至警用执法机构、军用市场。通过贯彻“商研军用”(CDMQ) 战略, 坚持以降低成本、系统化、拓宽下游应用领域为三大并购方向, 并在近两年并购与大数据、云计算、人工智能等相关企业, FLIR 成功实现向多领域提供以红外为主探测解决方案企业的转型。2018 年, FLIR 实现营业收入 17.76 亿美元, 近十年毛利率、净利率平均值为 50.96%、14.04%, 较为稳定。FLIR 全球市场份额提升显著, 全球民用红外市场份额由 2002 年的 27% (Maxtech 数据) 提升至 2016 年的 66% (Yole Développement 数据), 全球军用红外市场 2014 年位居第七。

图表50: FLIR 盈利能力长期持稳, 军民用深度融合发展, 市场份额提升显著

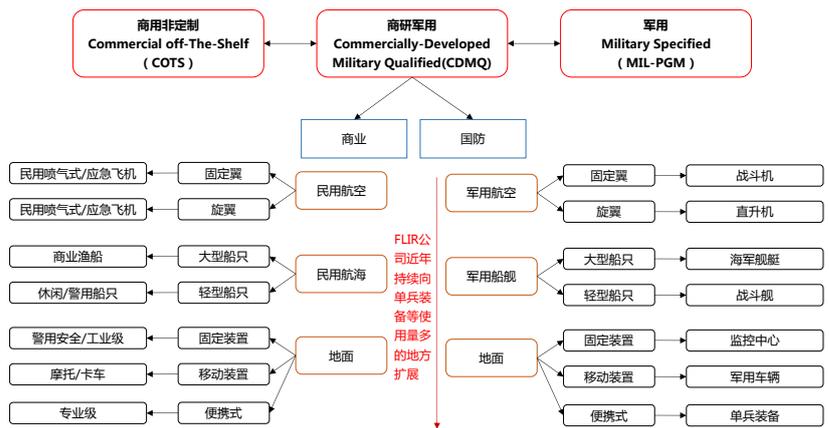


资料来源: 彭博, 公司官网, Maxtech 2002, Yole Développement 2016

4.1.1 路径一：贯彻“商研军用”战略，国防政策变化奠定初期基础

长期贯彻“商研军用”的战略是 FLIR 保持稳定军品供应关系的基础。在国防市场，FLIR 促进其民用产品的技术进步，以适用于国防部门的严格标准。美国国防部门对于民用产品的重视程度在 1994 年开始增加。时任美国国防部长的威廉佩里在内部备忘录写到，部分要求国防部“增加对商业技术现状的接触”，为了满足未来的需求，军事部门需要尽快获得商业上最先进的技术。此外，通过鼓励两用研发和制造，国防部门还将受益于商业部门的规模经济，避免国防预算资源的浪费并获得充分使用。威廉佩里的备忘录标志着官方正从传统的“MILSPEC”产品（基于军事规格）转向重点关注“COTS”（商业现货）产品，增加对民营企业商业化技术的应用。向国防部门的 COTS 产品的过渡支持了 FLIR 在 20 世纪 90 年代的发展，特别是在非军事应用中使用红外技术的过程中。正是在这种背景之下，FLIR 重视其 CDMQ 发展战略，并一直延续至今，即利用内部资金开发符合军事标准的商业产品，并出售给高端商业和军事应用。FLIR 开发的多传感器系统 STAR 系列屡获国防部订单，在某种程度上证明了该战略的成功。

图表51： FLIR 坚持贯彻“商研军用”，将产品实现军、民通用



资料来源：FLIR 公司公告，方正证券研究所整理

推出高端军用传感器系统 STAR 系列，实现向防卫系统集成商的升级。FLIR 于 2001 年第二季度推出 Star-Q 系统，一款基于量子阱红外光电探测器（QWIP）技术的数字机载系统，为市场上第一款长波探测系统，应用于军事领域。该系统是基于公司 CDMQ 战略下开发的产品之一，该产品的推出使得公司得以逐渐向防卫系统集成商升级。FLIR 在 2002-2008 年间相继开发应用于陆军、空军、海军的多型号探测器系统，据公司公告不完全统计 7 年间累计披露订单金额 13.65 亿美元，占公司同期总营收的 34.16%，为公司业绩增长提供较大支撑。

图表52： FLIR 于 2002-2008 年间为美国国防部多军种提供红外整机系统

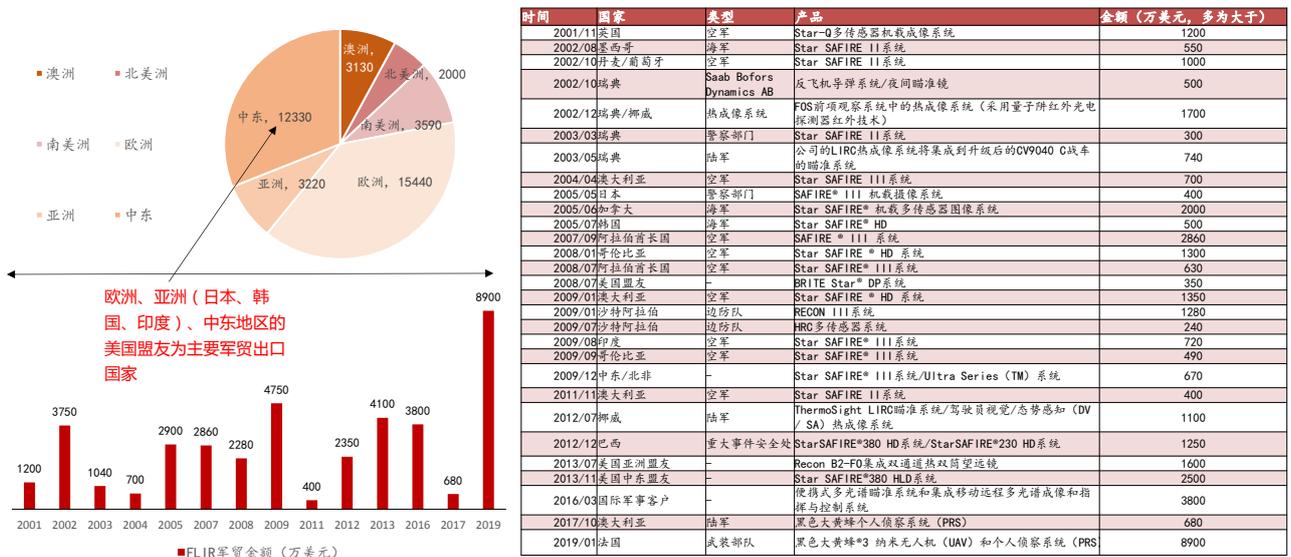
海军（含海军陆战队）	订单金额（百万美元）	空军	订单金额（百万美元）
MicrostarII	5.50	Star SAFIRE II & III	16.90
-	6.20	Airborne Multi-sensor Thermal	40.00
Star SAFIRE II	13.00	Star SAFIRE II	41.80
KAX-1A	14.20	合计	98.70

产品型号	金额 (百万美元)	应用领域	订单金额 (百万美元)
SeaFIRE II & III	18.70	陆军	
MilCAM Seepport III	19.80	Ultra 7500	7.80
SPS-EOSS	31.00	EO/IR system	13.00
SEA STAR III	34.20	Star SeaFIRE II & III	16.90
SSIII	34.90	MilCAM III	19.80
SeeSpot	35.00	ESS	37.40
HPMF	49.82	AN/ZSQ-3	41.20
SIRVS	49.87	SIRVSS	49.90
ReconIII	59.40	AN/MAD-1	50.20
STAR/SeaFLIR	64.50	STAR HD	61.00
CCFLIR	75.00	Star SeaFIRE III	74.00
CCFLIR	75.00	LeadIR	87.80
BriteSTAR II	100.00	STAR III	121.00
合计	686.09	合计	580.00
合计			1364.79

资料来源：公司历年新闻稿，方正证券研究所整理

凭借突出产品性能及多型产品选择，FLIR 军贸市场屡获订单。据 FLIR 2002 年报，前文所述的 Star-Q 系统在推出之际，即被英国国防部 and 瑞士空军选定用于特定军事计划。该系列的升级产品屡获军贸市场大单，如 2002 年披露军贸订单总金额达 0.38 亿美元，达同年售于美国政府业务收入的 57.69%，成为公司 21 世纪初期营收的主要增量之一。此外，由于前文所述《瓦森那协议》等对华高端红外出口的限制，FLIR 自 2001-2019 年来尚未获得中国军用/警用订单，但欧洲、中东、亚洲（日本、韩国、印度）等均为公司红外系统客户，产品类型从 100 万美元以上的多传感器系统 Star 系列到汽车瞄准系统，再到双通道热双筒望远镜、黑色大黄蜂纳米级无人机等，型号多样。建议关注国内具有同等技术实力的公司在未来拓展军贸市场的可能性。

图表53： 红外系统产品获国际认可，军贸市场成为 FLIR 重要盈利来源之一



资料来源：公司历年新闻稿，方正证券研究所整理

4.1.2 路径二：系统化并购，实现核心部件自制及产品应用范围拓展

降成本、集成化、拓宽下游是公司系统化并购的主要思路，也是FLIR成长最核心因素之一。FLIR通过合理调配资源，不断通过系统化并购及资本支出，实现生产力的不断改进及差异化竞争力的提升。细致看，公司历史并购路径在不同阶段有显著差异，可分为两个主要阶段：一是1990-2010年间，以红外部组件核心技术并购为主，如掌握探测器与激光组件自制、提升多波段探测能力。主要意义在于能够实现产业链完整布局，发挥协同效应为降低成本、提升产品性能提供推动，基于此公司能够打破同类产品高价格格局，发挥民用市场高需求弹性特点实现在价格降低的同时还能保持收入增加；二是2010-至今，并购方向朝提供系统解决方案、拓展应用领域发展，并积极结合人工智能、云计算等技术融入公司相关探测产品，试图转型“数据商”。该部分并购思路的主要背景，我们认为是传统市场的增长乏力，公司试图尝试向提供数据分析服务商转型，以获取更多新的增长盈利点。

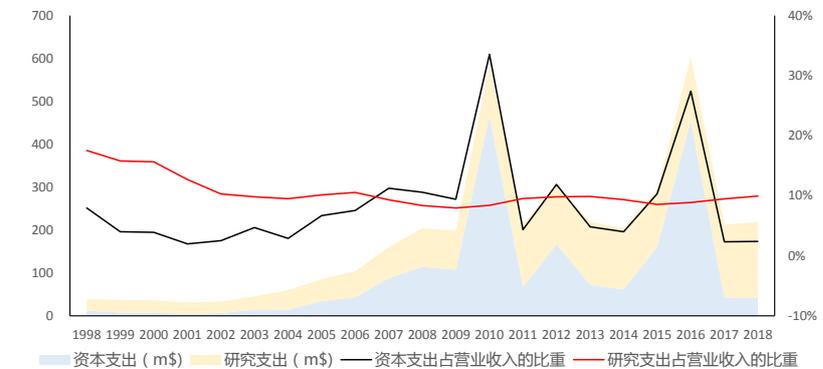
图表54： FLIR两阶段构成的系统化并购路径，是其成长核心驱动力之一



资料来源：公司新闻稿及年报，Thomson One，方正证券研究所整理

动态配置企业资源在研发支出、产业并购之间实现平衡，努力提高生产力，以提升与对手在产品成本与价格上博弈的能力，是 FLIR 维持企业优势的内在因素。梳理 FLIR 历史，FLIR 在其不同发展阶段对其资源配置方向略有差异。在第一个十年阶段 1998-2007 年，研究支出、资本支出（用于并购及产能扩张）占营业收入比重的均值分别为 12.12%、5.34%。而在第二个十年阶段，研究占比、资本支出占比均值为 9.10%、11.00%。我们认为，在第一个十年阶段，结合公司并购标的，FLIR 重点布局红外核心部件自制，并在技术上着力改进推出 Star 系列打入军用下游系统商，同时积极研发尺寸小、性能突出的民用红外产品扩大民用份额；而在第二个十年阶段，公司更倾向于使用更多的资本支出用于收购与红外相邻的感知领域，拓宽其产品应用范围，提供多领域的系统化解决方案，但同时保持研发支出占比平稳。

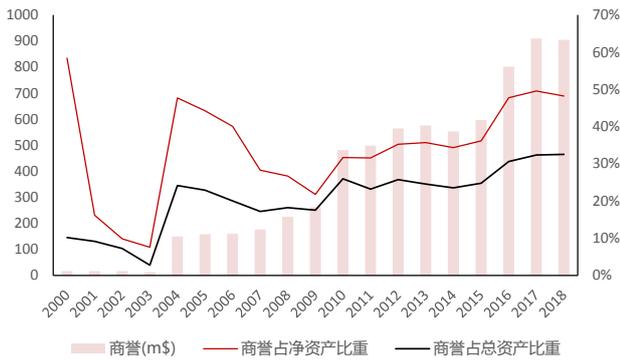
图表55： 公司在其发展的不同阶段对于资源配置的重点不同



资料来源：彭博，公司年报，方正证券研究所整理

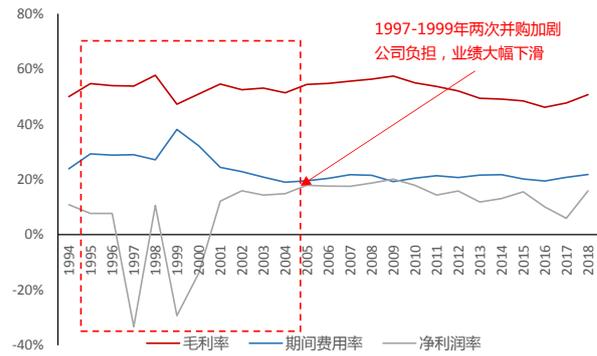
资本支出本身并不能保证企业的成功，若缺乏相应的需求及成本控制，过多的支出只会为公司增添负担。FLIR 在 1997 年、1999 年，相继杠杆收购企业价值达 0.8 亿美元、0.49 亿美元手持红外热像仪领导者 AGMEA 及工业红外设备厂商 Inframetrics，收购标的价值占 FLIR 同期净资产的 106%、87%。杠杆收购加剧公司财务负担，同时由于缺少探测器自制能力、全球化运营经验，公司净利率下滑明显，1997、1999、2000 年净利率达-33.33%、-29.30%、-13.98%，为二十余年来唯三次净利率为负值。尤其是 1999 年并购 Inframetrics 后，公司毛利率下降 10.50pct、期间费用率提升 11.01pct。该年业绩的大幅下滑，使得 SEC 开始介入公司涉嫌财务操纵的调查。基于此，公司 2000 年迎来新管理层，进行了一系列改革，如同年花费 2000 万美元重新调整业务、专注于利润率较高的产品、淘汰利润率低的产品、提高生产效率、降低产品及分销成本。改革完成后，公司业绩逐步恢复并保持至今。

图表56: 持续并购使得公司商誉占比逐渐走高



资料来源: 彭博, 方正证券研究所整理

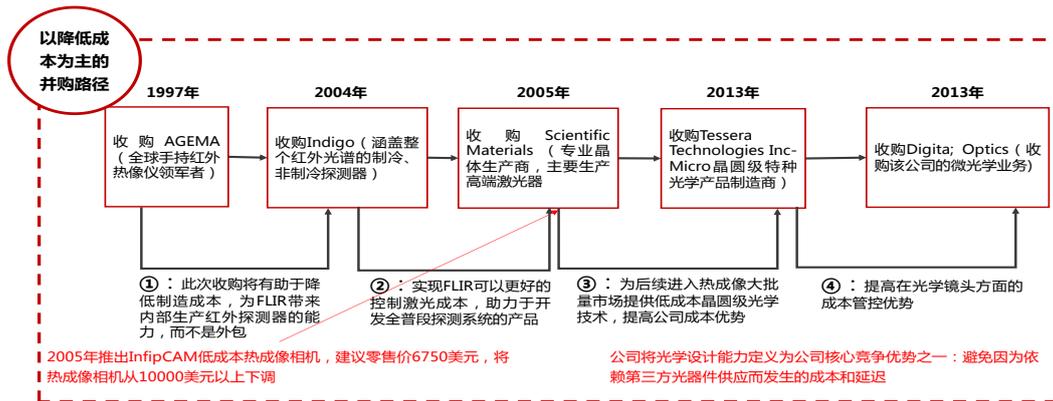
图表57: 缺乏需求及成本控制, 并购加剧公司负担



资料来源: 彭博, 方正证券研究所整理

细致看, 首先以降低成本为主导的并购思路, 是公司持续提供具备“价格突破性”产品的前提。如前文所述, 在高需求弹性的民品市场, 具有价格竞争力的产品不仅是红外企业主要竞争力之一, 同时低价格还有利于打开新的民用应用领域。如前文, 红外探测器、光学镜头是红外热像仪整机主要成本所在。因此, 公司在2004年并购Indigo奠定后续产品竞争力基础, 此次收购将有助于降低制造成本, 为FLIR带来内部生产红外探测器的能力, 而不是外购。据公司2004年新闻稿, 该收购完成后, FLIR可以控制关键相机组件的制造, 包括光学, 探测器和软件等, 这样可以降低制造成本, 使FLIR能够推出更便宜的设备, 并扩大其目标市场。该收购完成后的次年, 公司推出InfraCAM低成本热像仪, 首次将市场上均价10000美元的热像仪下调至建议零售价6750美元。据公司2007年发布的投资者展示报告, 过去三年(2005-2007)间产品的探测器成本下降75%左右, 在产品价格降低的背景下, 成本的大幅下降为FLIR毛利率提供一定支撑。

图表58: 以降低成本为主的并购, 逐步完善公司产业链以提供低价产品

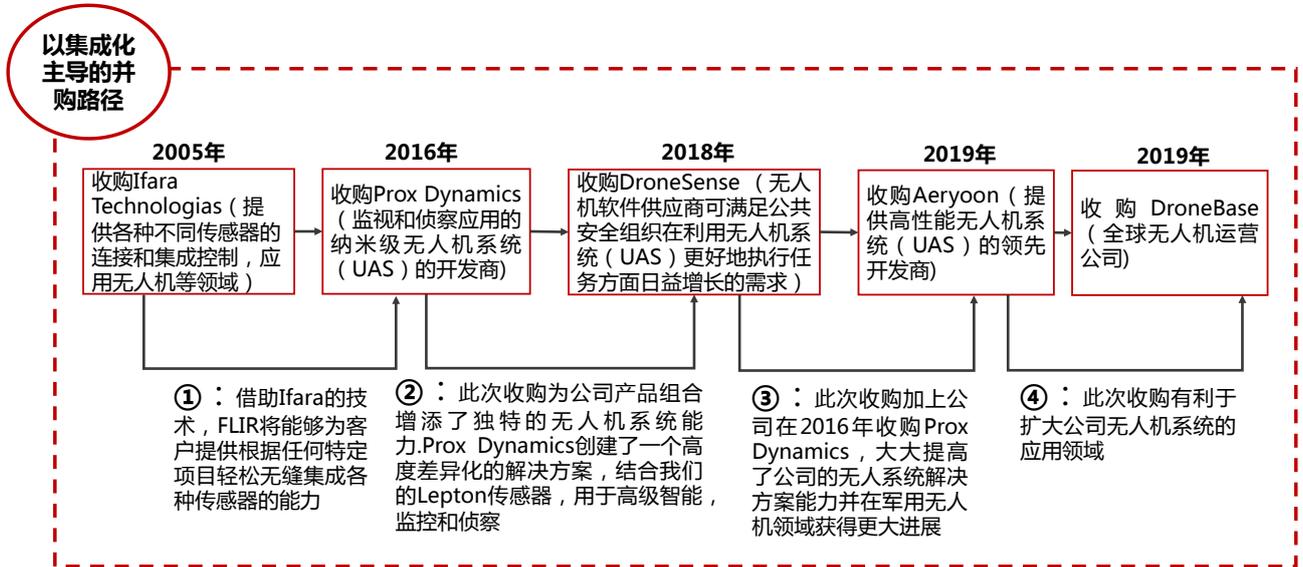


资料来源: 公司新闻稿及年报, 方正证券研究所整理

其次, 集成化拓展也成为公司主要并购路径, 且以军为主利于公司基于低需求弹性的军品市场不断提升产品价值。梳理公司成立至今的并购案例, 可以发现与民用产品拓展不同, 公司在军品上更倾向于集成化拓展, 充分利用军品低需求弹性特征不断提供系统化程度高的解决方案, 但在价格相对较低的单兵装备级市场仍不断降价以充分竞争。例如, 公司从2002年开始至2018年, 以Star系列为代表的多探

测系统价格一直维持在 100 万美元以上。2016 年收购全球手持微型无人机制造商 Prox Dynamics 后，公司具备了为军方提供无人机的能力，扩展了公司非制冷探测器在机载传感器上的产品线。

图表 59: 以无人机为例，公司逐步成为具有提供无人机解决方案的供应商



资料来源: 公司新闻稿及年报, 方正证券研究所整理

最后，拓展下游领域为近年来公司主要并购思路，或有效应对部分领域营收下滑及向数据服务提供商的转型。近年来的不断并购，使得公司拓展至低照度摄像机、船舶电子等领域，提供新的营收支撑，并与公司原有领先的红外技术发挥协同效应。例如，2010 年并购的全球海洋电子行业领导者 Raymarine，公司称计划通过将红外热像仪与 Raymarine 显示器、雷达和自动驾驶仪产品线集成，扩展 Raymarine 的产品线广度。近两年，公司增加对云计算、人工智能领域相关企业的并购。我们认为，该背景为部分产品营收增速下滑，如主要应用于工业电力、消防的“Instrument”业务，2017 年营收为 3.58 亿美元，仅比 2014 年多 370 余万美元。结合最新技术的应用，公司正试图向数据服务商转变，以提供价值量更大的产品。例如，2018 年并购的 Acydica Inc，公司称“收购该企业是其实现 ITS 业务的关键一步，它为我们的使命增加了一个新的传感平台和数据分析软件元素，为我们的全球运输系统客户提供完整而有价值的流量优化解决方案”。目前，全球许多隧道已应用 FLIR 基于视频的交通事故自动探测技术，其视频分析面板结合了可见光相机镜头与 FLIR 红外热像仪镜头。

图 表 60: FLIR 通过多次并购实现将红外成品应用于更多领域



资料来源: 公司新闻稿及年报, 方正证券研究所整理

图 表 61: FLIR 具备将红外集成入智能交通系统的能力

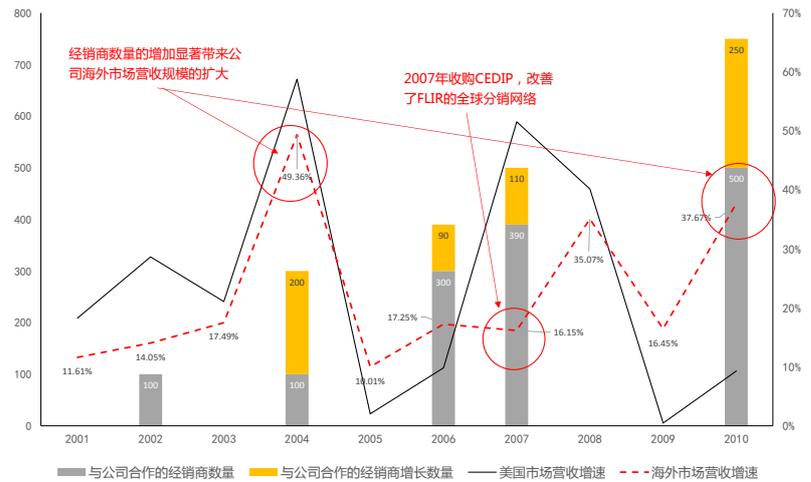
智能交通产品	产品应用
TRAFIRADAR	用于停车线和预先车辆存在检测, 交通自适应系统支持和安全保护
TRAFIONE	该传感器产生高分辨率数据, 用于测量不同交通工具的行程时间, 从而改善交通流量
TRAFICAM X-STREAM	检测和监控信号交叉口处的移动和静止车辆并收集十字路口或城间道路的交通数据。同时可用于收集用于统计用途的交通数据, 如交通量、速度、占用率、车辆分类、间隔时间、车流速度、车道占有率等
TRAFIBOT HD	分析功能以及多视频流编码功能, 高级处理单元生成交通数据和事件检测信息, 进而向车辆驾驶员提供关于停放车辆、逆行车辆、行人、货物丢失、烟雾、车流数据的警告
TRAFIBOT 2	高级处理技术将全高清视觉成像与先进的视频分析相结合, 可为隧道、桥梁及公路生成交通数据和事件检测信息, 包括停放车辆、逆行和丢失货物的警报。
THERMICAM2 DUAL	优异的热成像和可见光成像技术与先进的视频分析相结合, 可在信号交叉口提供全天候的车辆和自行车存在检测
THERMICAM RAIL	集成式热像仪和探测器用于在公共交通环境中进行路障检测
THERMICAM2	用于检测车辆、行人和自行车的集成式热传感器和探测器, 在运行时无需任何光线, 单靠道路使用者辐射的热能即可成像。不但能够准确无误地探测反向行走的行人, 还可非常可靠地区分行人与骑车人
PT SERIES ITS	PT系列方位/俯仰云台使操作者能够精确控制, 且提供完全可编程扫描模式
ITS SERIES	ITS系列热成像传感器能在更广泛的条件下监控车辆。通过检测场景中所有物体的热量, 例如人员检测, 交叉路口障碍物检测和隧道火灾检测等
FLIR C-WALK	利用检测区域(“虚拟圈”)提供可靠的全天候行人检测, 该定制系统帮助司机在接近十字路口时减速行驶。反光路钉仅在行人通行时才工作, 因此司机在相当远的地方就知道必须得减速行驶
FLIR FLUX	多个传感器生成的所有交通信息, 让其成为对您的用户有意义、相关的资源。使用FLUX收集、可视化和存储交通数据、事件和警报, 然后用图形展示您的视频探测器, 包括事件提醒和记录。FLUX仅需使用网页浏览器和网络连接便可访问交通管理系统
CAMELEON ITS	拥有一整套原生应用视频管理解决方案, 将动态信息指示牌、探测器站、信号头、交通控制门、热像仪、视频墙、记录器和许多其它设备轻松集成到您的系统中
ACYCLICA	集成基础设施和来自许多资源和合作伙伴的数据, 能智能地融合来自运动中人员的数据。拥有行业领先的用户界面、自动报告功能和齐全的API, 确保随时随地为您提供所需数据

资料来源: FLIR 官网, 方正证券研究所整理

4.1.3 路径三: 全球渠道建设为重点, 降低单个业务波动对业绩影响

拓展消费级红外产品触点建设是重点, 同时海外市场的拓展利于降低单个业务波动对业绩影响。海外市场自 21 世纪以来一直是公司布局重点, 尤其在发布“价格突破性”产品的时期, 如 2003~2010 年间公司全球合作分销商数量从 100 余个提升至 750 余个。触点的增加伴随海外市场营收的快速增长, 例如 2004 年拓展合作分销商数量从 2003 年的 150 余个至 300 余个后, 公司同年海外市场营收增加 48.36%, 增幅明显。目前全球红外经销商正逐步整合, 大型经销商成为红外民用市场触点主力。建议关注近年与全球大型红外经销商合作紧密的公司, 参考 FLIR 2004~2005 年, 合作经销商数量的显著增加伴随公司“价格突破性”产品的推出, 公司同期海外市场营收增幅显著。

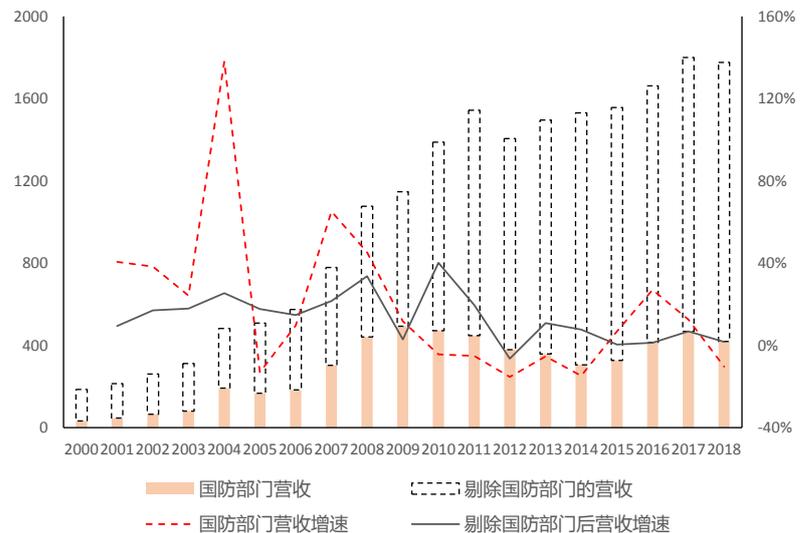
图表62: FLIR 全球经销商数量的增加有利于提高海外收入



资料来源: 彭博, 公司年报及新闻稿, 方正证券研究所整理

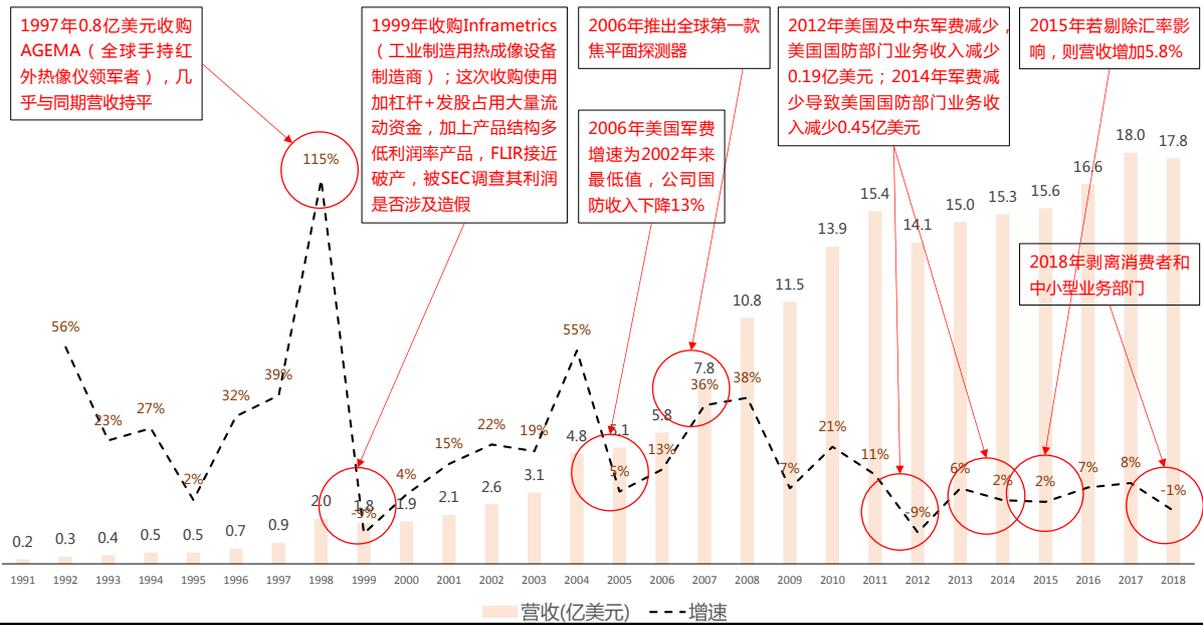
同时, 不断增加的触点利于降低公司对单个业务的依赖, 减小业绩波动性。一方面, 销售触点的增加是对公司直销部门的有利补充, 也符合公司 CDMQ 战略的布局; 另一方面, 商业级红外产品使用量不同于其余消费电子, 相对较高的价格下不利于公司为其专门建立自有渠道进行销售, 同时存在当地市场对红外产品接受度低的风险。通过“双牌”销售(如睿创微纳生产产品, 贴有经销商品牌标识)或者自有品牌销售, 结合分销渠道, 利于公司不断开拓海外市场, 提高商业部门营收占比, 降低国防军费投入波动对于公司业绩的消极影响。

图表63: 海外市场的拓展有利于降低对国防部门的依赖



资料来源: 彭博, 公司年报及新闻稿, 方正证券研究所整理

图表64: 新品推出、军费预算变化、汇率变动等为影响公司营收的主要因素

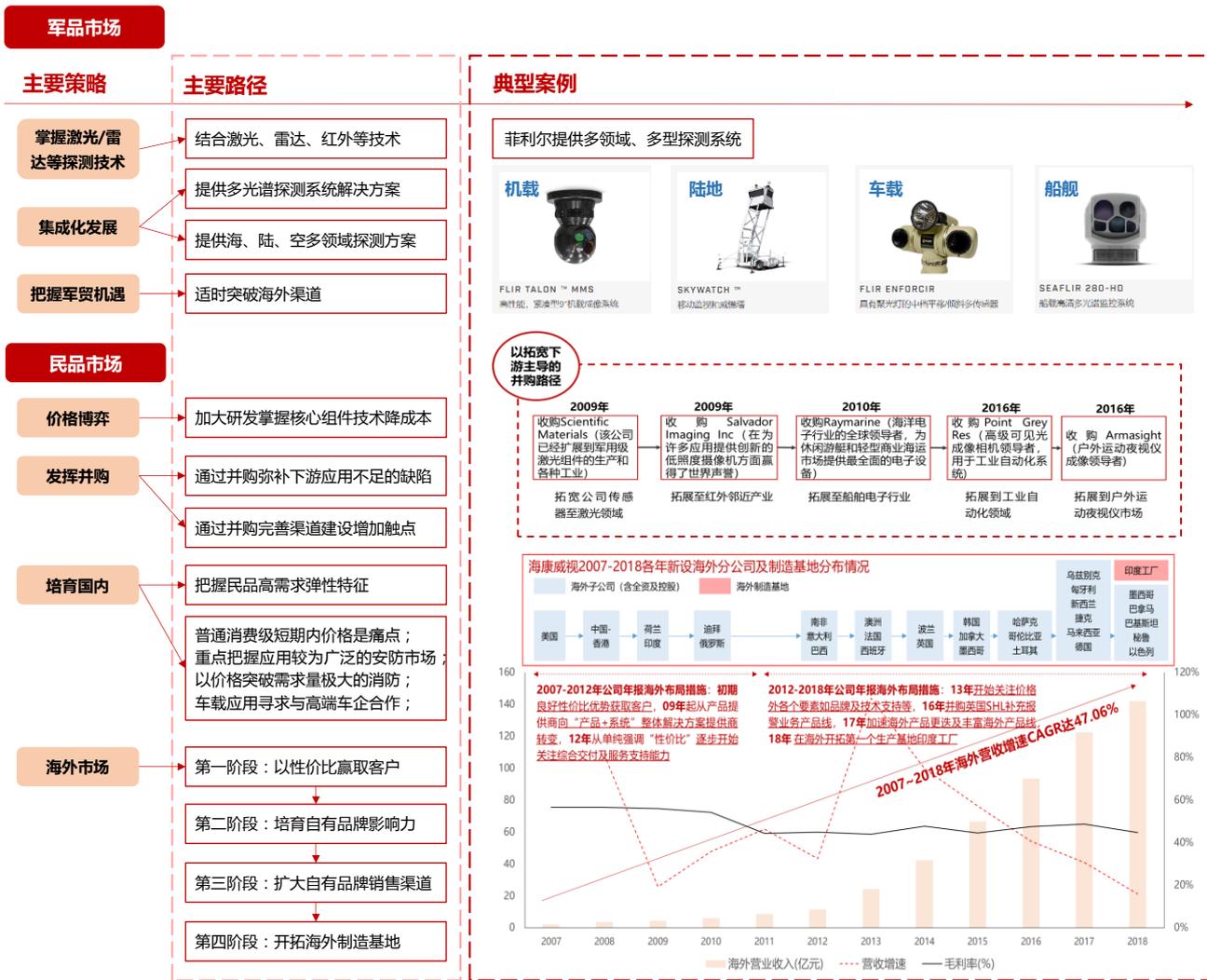


资料来源: 彭博, 公司年报, 方正证券研究所整理

4.2 成长启示: 军用集成是发展点, 控成本与拓下游为民用核心

我们认为, 当前国内主要红外上市公司中短期内应重点布局军用产品集成化发展, 长期看将控成本、拓下游、增渠道作为民品市场同时也是海外市场的主要经营路径。值得注意的是, 当前 A 股主要上市红外企业, 如睿创微纳、久之洋等营收体量接近于 FLIR 高速发展实现全球化经营的转型前期 (二十世纪九十年代末, 以 20181231 汇率计算)。但我们认为不能简单线性判断国内企业将在未来接近或者超越 FLIR 等巨头。结合彼此优劣势以及宏观环境做判断应是推导的关键, 而对于投资机会的启示在于重视政策环境、国内企业战略路径的变化。基于此, 我们尝试从多维路径去演绎国内红外企业的成长。

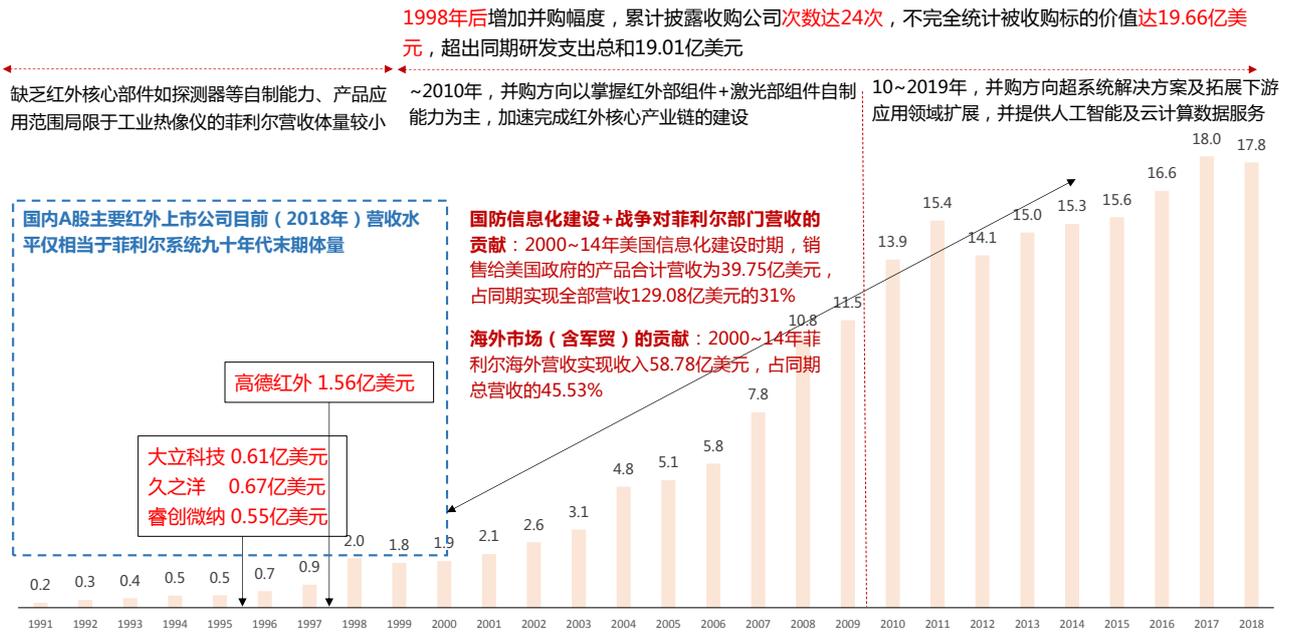
图表65： 军用集成是发展点，控成本与拓下游为民用核心，多路径成长



资料来源：图表所涉及的公司发布的公告与新闻稿，彭博，wind，方正证券研究所整理

尝试并坚持军品集成化发展，是军品市场的重点发展路径。一方面，推出红外集成化军品需要结合激光、雷达等多种探测技术。而国内部分民企相较于部分军工集团内部企业而言，此类技术属于其短板，因此以加大研发或者通过并购相关优质民企或许是其突破方式。而对于掌握红外、激光等综合探测技术的企业而言，如中船重工集团旗下的久之洋，应积极实现技术协同化、集成化发展，同时巩固军工集团背景下与下游客户的紧密联系。另一方面，国内涉军红外企业或应积极布局军贸市场，借助国家一带一路等宏观政策积极与其他国家合作，如 FLIR 开发的 STAR 系列多光谱探测系统就成为其军贸热点产品并为其贡献较大营收。考虑到历年来国外对华实施高性能红外产品的禁运措施，以及国防信息化建设的大背景，结合军用红外市场的低需求弹性，我们认为今后国内的军品市场更倾向于技术竞争而非价格竞争，掌握更高技术的红外企业或将重塑现有军品市场竞争格局。

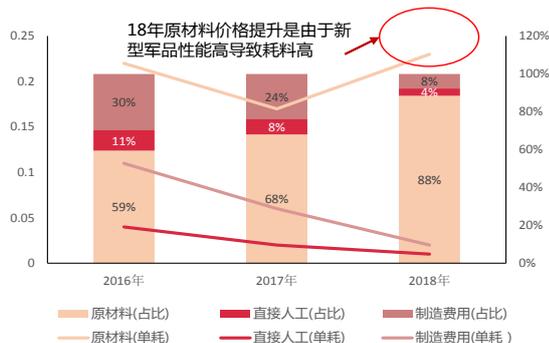
图表66: 菲利尔公司研制的以 STAR 系列为代表的集成化红外军品助其扩大营收规模



资料来源: wind, 公司公告, 彭博, 方正证券研究所整理

民品的高需求弹性下，加强研发自制及并购相关红外核心部件企业，是实现民品大规模拓展的前提。我们尝试拆解 2018 年睿创微纳外销探测器、机芯、整机红外产品的成本构成，发现其主要的成本项目有所差异，具体体现为——探测器最大成本项目为 MEMS 芯片，机芯主要成本项目集中于贴片、电子元器件等，整机最大成本项目为镜头、电子元器件、芯片，而折旧占比、人工成本占比相对较小。基于此，我们认为，各厂商未来成本博弈空间及路径，其一是发挥规模效应（以镜头为例），通过增加采购提高对上游原材料供应商及外协厂商的议价能力，例如睿创微纳随规模扩大向上游供应商议价能力增强，晶圆采购单价从 16 年 5000 元降至 18 年 4600 元，镜头同期采购单价降幅达 56%；其二是通过并购路径，参考 FLIR 并购产业链相关公司，如 2013 年并购 Tessera 获得晶圆级镜头的自制能力；其三是加强自制能力，如大立科技已通过股权融资实现部分镜头的自制等。而针对 MEMS 芯片占比高的探测器，建议关注随着像元尺寸的缩小、晶圆制造能力的提升、封装技术的改进等对成本的控制作用。

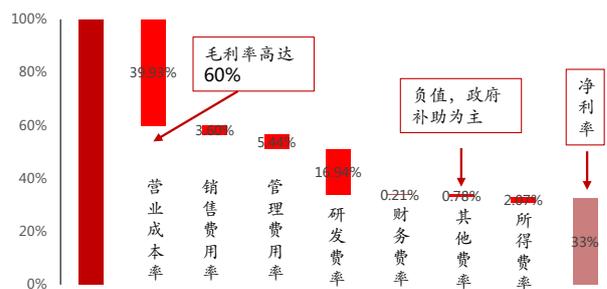
图表67: 规模效应使得睿创微纳产品单耗降低



注：原材料（占比）指的是原材料单耗占合计单耗的比重

资料来源: 公司公告, 方正证券研究所整理

图表68: 2018 影响睿创微纳净利主要是营业成本



资料来源: 公司公告, 方正证券研究所整理

图表69: 关注不同产品成本构成, 多条路径实现降低成本以拓展民用空间

探测器	各部分占营业收入	机芯	各部分占营业收入	整机	各部分占营业收入
MEMS芯片	12.40%	MEMS芯片	%	MEMS芯片	%
管壳	%	管壳	%	管壳	%
吸气剂	%	吸气剂	%	吸气剂	%
探测器机器折旧	%	探测器设备的折旧	%	探测器设备的折旧	%
探测器人工成本	%	探测器人工成本	%	探测器人工成本	%
其他	%	贴片	5.68%	贴片	13.77%
毛利润	68.11%	镜头	%	机芯折旧成本	%
		机芯机器折旧	%	机芯人工成本	%
		机芯人工成本	%	镜头	15.27%
		其他	%	整机机器折旧	%
		毛利润	77.45%	整机人工成本	%
				其他	%
				毛利润	32.29%

(一) 成本拆解所需资料来源: 公司公告;

(二) 计算方式:

① 图示原材料, MEMS芯片、管壳、吸气剂、贴片、镜头, 使用公司披露的剔除内部销售后的分产品营业成本构成数据;

② 不同产品机器折旧数据, 通过结合公司披露的生产不同产品2018年年末设备净值、公司不同固定资产折旧年限、不同产品总产量及外销产量, 计算所得;

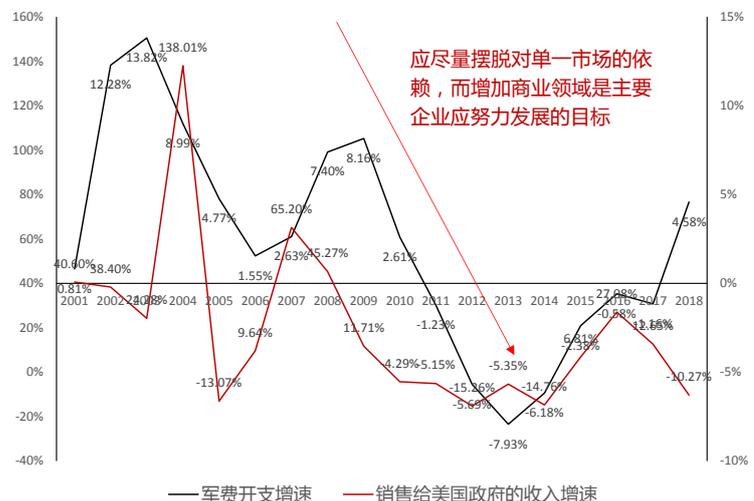
③ 不同产品人工成本数据, 通过结合不同产品部门的生产人员数量、全部产品的营业成本中的直接人工、不同产品总产量及外销产量, 计算所得;

④ 其他, 是指上述计算出的成本加总与分产品实际营业成本率之间的差异, 具体含无形资产摊销、制造费用中含有的管理人员员工薪酬、电力、水电等能源成本等, 但差值较小, 计算较为合理;

资料来源: 公司公告, 方正证券研究所整理

下游应用领域拓展不足是国内红外企业相比于 FLIR 的短板, 不仅不利于营收规模的扩大, 同时还会受到部分占比高的业务随下游景气度变化而波动的影响。以 FLIR 为例, 2009 年公司销售给美国政府所实现的营收达 4.93 亿美元, 占同期公司总营收的 43% 创历史最高值。而之后美国军费开支增速由 2009 年的 8.16% 高点持续下滑, 2013 年增速达到 09 年后的最低值-7.93%, 公司同期销售给美国政府的营收也持续下滑, 2014 年仅为 3.06 亿美元。同时, 结合 FLIR 并购路径, 公司在 2010 年加大对下游应用领域的并购, 如海洋电子、无人机等领域, 试图降低对单个市场的依赖。此外, 近年来如海康威视等整机商创立海康微影自研红外技术, 上游红外供应商的议价能力或受到影响。基于此, 国内主要红外上市企业, 应积极拓展与多领域客户的合作, 或者尝试并购相关下游企业, 朝红外集成商方向发展。

图表70: 国防预算变化显著影响 FLIR 国防业务



资料来源: 彭博, 美国国防部, 方正证券研究所整理

海外市场的拓展是提高国内红外企业地位的关键布局，考虑安防在民用红外应用领域的高份额、海外拓展的成就，我们选取海康威视为例探讨红外公司如何成功开拓海外市场。以睿创微纳为例，较同类 Pulsar 产品低 5%~10% 的价格策略使得公司凭借高性价比优势快速扩大整机规模。但是，睿创微纳子公司艾瑞光电的户外用红外热像仪产品 E3+ 售价达 13999 元，考虑国内购买力因素、户外运动及狩猎市场的文化环境、法律环境等，我们认为中短期内，公司相关产品仍以海外拓展为主。我们通过收集国内外市场主要红外公司同类产品性能及价格的数据，发现睿创微纳在性价比上确实有较大优势，或与技术水平、人力成本相关。但后期是否可以一直凭借性价比来拓宽市场，我们认为并非如此。考虑到安防为民用红外最大市场之一，我们以睿创微纳大客户之一海康威视为例（海康威视海外市场营收规模从 2007 年的 2.04 亿元，以高达 47.06% 的 CAGR，在 2018 年达到 141.91 亿元），来探讨相关公司海外市场拓展的主要路径。

图表 71： 国内部分红外企业在户外热像仪研制技术实力上与国外接近，同时具有一定价格优势

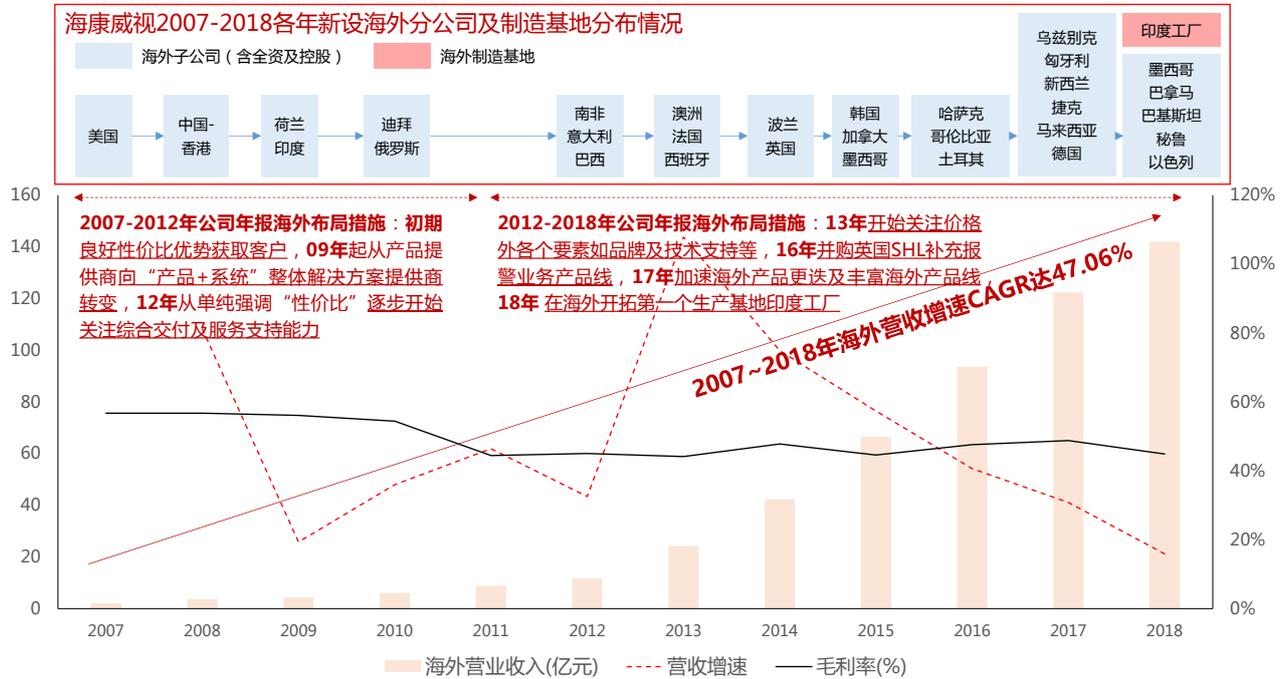
	艾睿 E3 +	艾睿 E6 +	FLIR Scion OTM 336	Pulsar Helion XQ19F	LEEMKE ACTION KEILER-35 PRO
图片					
本地价格	13,999¥	20,999¥	2,995\$	1,900 €	2,149 €
统一为欧元	1,781 €	2,670 €	2,725 €	1,900 €	2,149 €
像素	384×288	640×512	640×512	384×288	384×288
像元尺寸	17μm	17μm	12μm	17μm	17μm
探测器类型	VOx	VOx	VOx	VOx	VOx
帧率	50 赫兹	50 赫兹	60 赫兹	50 赫兹	50 赫兹
焦距	19mm	35mm	18mm	19mm	35mm
工作时间	15H	5H	4.5H	8H	4H

资料来源：公司官网，方正证券研究所

海外市场应遵循五步走战略——以性价比赢取客户、提高自有品牌影响力、加强自有销售渠道建设、布局海外制造与研发基地。梳理海康威视海外拓展史，我们发现具有较为明显的战略布局。第一步，在海外市场拓展初期，公司品牌影响力不及本土企业。同时考虑到当地消费者对本国产品具有一定的消费粘性，所以海康威视在以高性价比突破市场的同时，主要通过“贴牌”进行销售，即生产的产品贴上国外著名品牌商或者经销商的标识再售于消费者。第二步，提高产品性能、定位公司品牌位置是主要措施，该阶段技术实力发挥主要作用，自有品牌渗透加大。如 2010 年海康威视自有品牌出货量从 09 年的 47.3% 提升至 60.5%，自有品牌的渗透率加大还有利于公司提高对经销商的议价权。第三步，在品牌影响力逐步扩大的基础上，大力铺设海外直销网点，关注技术支出、本地化服务、维修等价格外的竞争要素，如海康威视的海外子公司（包括全资及控股）数量从 2014 年的 16 个迅速增加至 2018 年的 44 个。第四步，在一定的营收体量基础上，尝试在其他发展中国家布局制造基地，享受本地低劳动成本，如海康

威视在 2018 年首次开拓第一个生产基地——印度工厂，至此在海外形成了集销售生产为一体的体系。**第五步**，红外是集芯片、材料、制造工艺为一体的高端科技产业，**相关公司可考虑在海外发达国家布局研发中心，以最大程度享受技术人才外溢效应。**

图表 72： 性价比、品牌影响力、渠道建设、制造基地为海康威视拓展海外市场主要战略



资料来源：公司公告，方正证券研究所整理

5 投资机会分析&相关个股

国内红外上市企业：（1）国防信息化建设推动军用红外市场迈入增量时代的确定性强。参考美国国防信息化建设的过程，军用红外市场规模增速显著高于同期军费增速。需求端刺激叠加供给端的技术与成本实现放量“可行”，军用红外市场迈入增量时代的确定性较强。细分上，建议关注——通过以更低像元尺寸等技术升级来降低成本，进而抢占较高需求弹性的装备市场，如睿创微纳等；以及具备以激光+红外技术提供红外集成化装备能力的企业，如久之洋。（2）以领先技术降低成本、进而拓展海外市场以及打开国内民用红外潜在需求的企业值得关注。民品市场体现为基于技术进步为基础的成本驱动。国内多数红外企业正处于以“双牌+自有”销售、高性价比渗透入海外建立品牌认知的初期阶段。参考海康威视海外拓展（2007-2018 海外营收 CAGR 达 47%），后期有望通过技术奠定高端定位、布局经销网点提高响应等，维持海外市场的高增速。中长期看，随像元尺寸的缩小、封装方式等技术的改进，消防、安防等具有巨大的红外潜在需求市场或将爆发，相关赛道长。（3）参考 FLIR，需关注国内企业通过并购国内外优质相关资产（如镜头组件、涉及红外的相关应用产品）等举措，提升业绩规模的可能性。相关公司：睿创微纳、久之洋、高德红外、大立科技。

（感谢吴坤其、张宇翔、褚鸽、韩颖、曹一凡对本报告的协助）

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，保证报告所采用的数据和信息均来自公开合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰准确地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响。研究报告对所涉及的证券或发行人的评价是分析师本人通过财务分析预测、数量化方法、或行业比较分析所得出的结论，但使用以上信息和分析方法存在局限性。特此声明。

免责声明

方正证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具备证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司客户使用。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。

本报告的信息来源于已公开的资料，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。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断。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。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。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，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构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中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。

本公司利用信息隔离制度控制内部一个或多个领域、部门或关联机构之间的信息流动。因此，投资者应注意，在法律许可的情况下，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。在法律许可的情况下，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。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告为作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。

本报告版权仅为本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表或引用。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“方正证券研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

公司投资评级的说明：

强烈推荐：分析师预测未来半年公司股价有20%以上的涨幅；

推荐：分析师预测未来半年公司股价有10%以上的涨幅；

中性：分析师预测未来半年公司股价在-10%和10%之间波动；

减持：分析师预测未来半年公司股价有10%以上的跌幅。

行业投资评级的说明：

推荐：分析师预测未来半年行业表现强于沪深300指数；

中性：分析师预测未来半年行业表现与沪深300指数持平；

减持：分析师预测未来半年行业表现弱于沪深300指数。

	北京	上海	深圳	长沙
地址：	北京市西城区阜外大街甲34号方正证券大厦8楼(100037)	上海市浦东新区浦东南路360号新上海国际大厦36楼(200120)	深圳市福田区深南大道4013号兴业银行大厦201(418000)	长沙市芙蓉中路二段200号华侨国际大厦24楼(410015)
网址：	http://www.foundersc.com	http://www.foundersc.com	http://www.foundersc.com	http://www.foundersc.com
E-mail：	yjzx@foundersc.com	yjzx@foundersc.com	yjzx@foundersc.com	yjzx@foundersc.com