

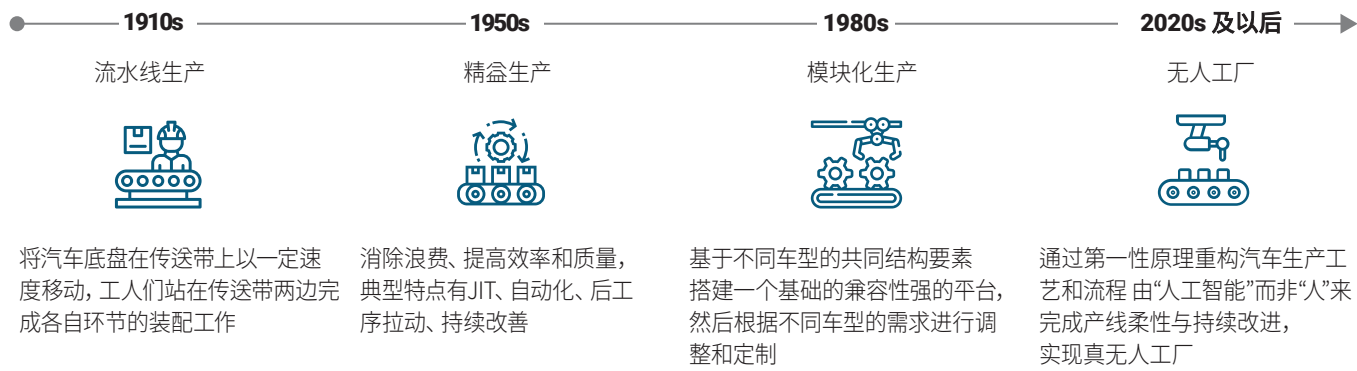
# 下一代汽车制造革命 对中国的机遇与挑战

# 1. 汽车制造革命历程与新一轮趋势

百年汽车工业每隔约 40 年便迎来一轮制造革命。从百年前的福特流水线开始，到精益生产，到平台化模块化的深化，每一次制造技术的革新都深刻改变了行业格局。

汽车生产制造的终极目标是“以最短时间、最小成本生产最大满足客户需求的产品”，前三次制造革命通过由人主导对产线、流程、产品进行大幅改造，实现了制造效率、制造成本的显著优化，但未能完全解决对客户需求的完全满足，尤其是在产品多样性方面。距离上一轮平台化模块化的革命开始已过去逾40年，随着人工智能（AI）的快速发展，以及制造商对于制造效率和产品多样化的更高层次需求演进，我们认为汽车制造在市场与技术上均已达到开启下一轮汽车制造革命的条件，并且这“第四次革命”将由AI逐渐代替人开始主导，最终实现真正的“无人工厂”。

FIGURE 1: 汽车制造革命历程



在未来的无人工厂中，人工智能系统将全面接管全局运营决策，成为真正的生产指挥中枢。可编程仿生机器人将承担物料装卸、机加工和质量检测等核心操作，确保生产的高度精准与自主化。同时，自动导引车（AGV）结合自动驾驶技术实现高效的物料运输，进一步优化生产节奏与资源配置。随着智能系统全面主导生产决策，人类将彻底卸任工厂运营的直接管理角色，汽车生产将迈向高度自治、无人值守的无人化时代。

在此背景下，我们预计当第四次汽车制造革命完成之时，整车制造效率（以JPH衡量）将在目前基础上进一步翻番，一次直通率将提升至95%以上，即便将新增设备维护和软件与信息化基础设施的支出考虑在内，整体制造成本仍将大幅下降：人工成本有望减少约90%，能耗将节省20-40%。产线柔性也得到极大提升。

“无人工厂”并非一蹴而就，其实现有赖于对现有产品及产线的进一步改造、AI技术的成熟度与应用范围以及数据完备情况。我们基于AI参与度、数据整合度将“无人工厂”分为三个阶段。如今部分领先车企的部分工厂处于中级阶段，正逐步向“无人工厂完全体”靠近，其余车企还处于相对初级阶段：

FIGURE 2: 智能制造指标表现

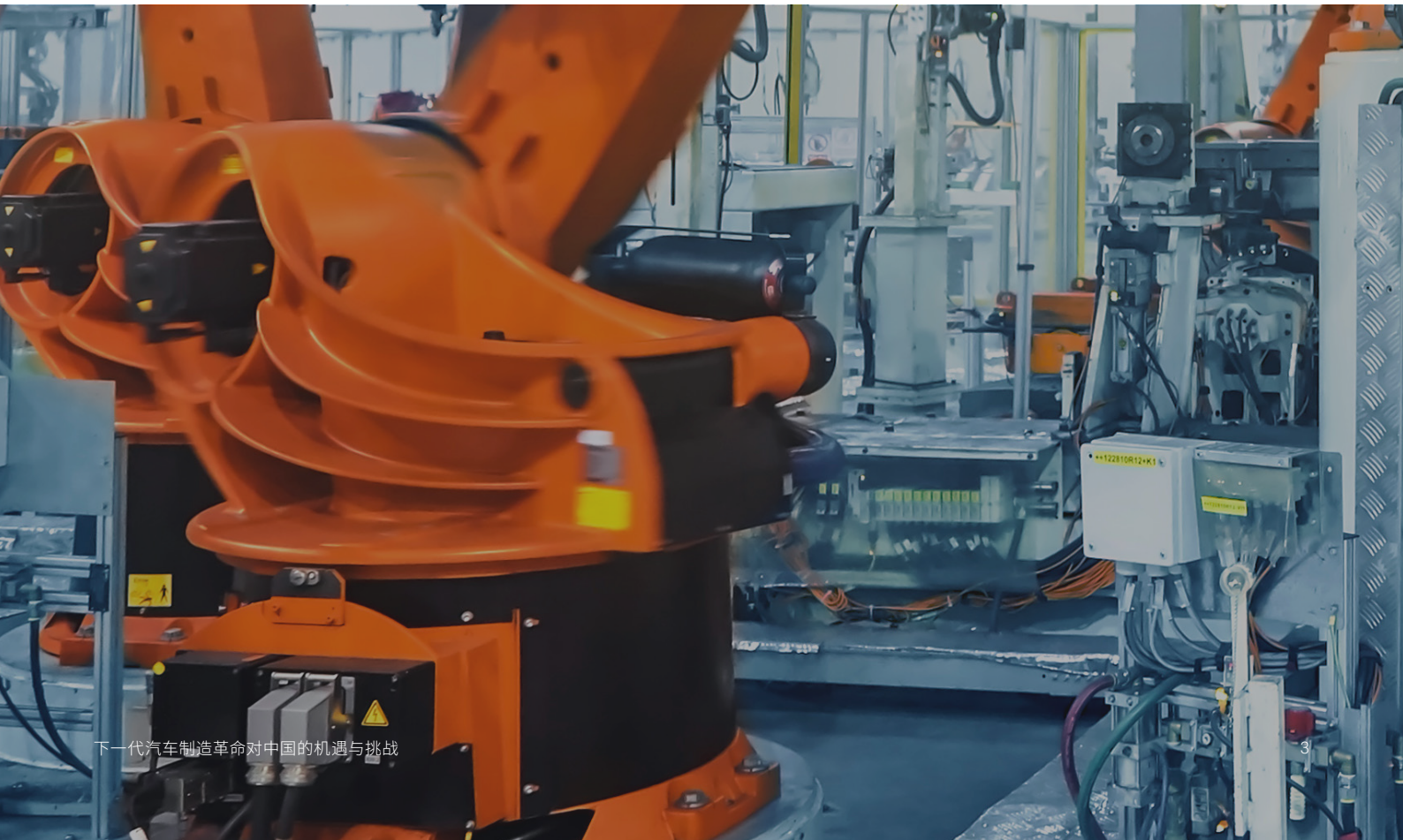
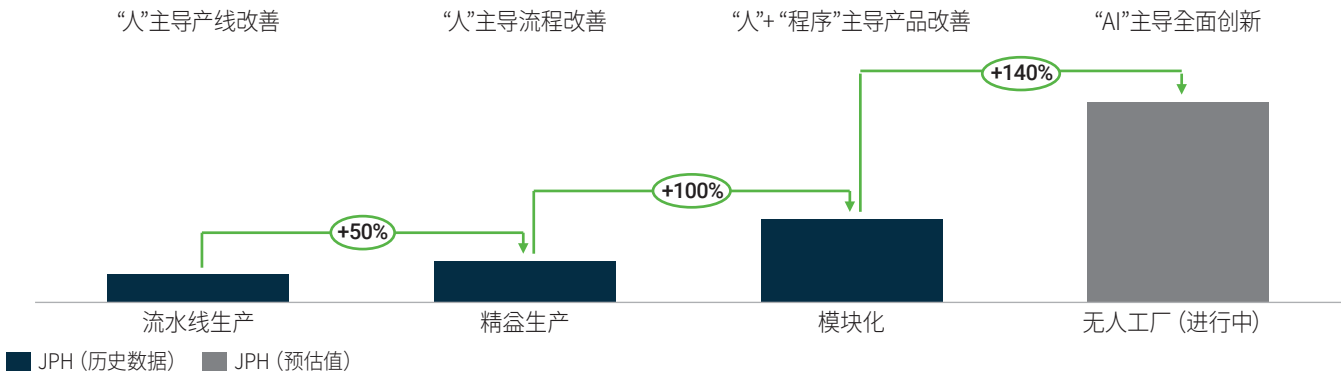
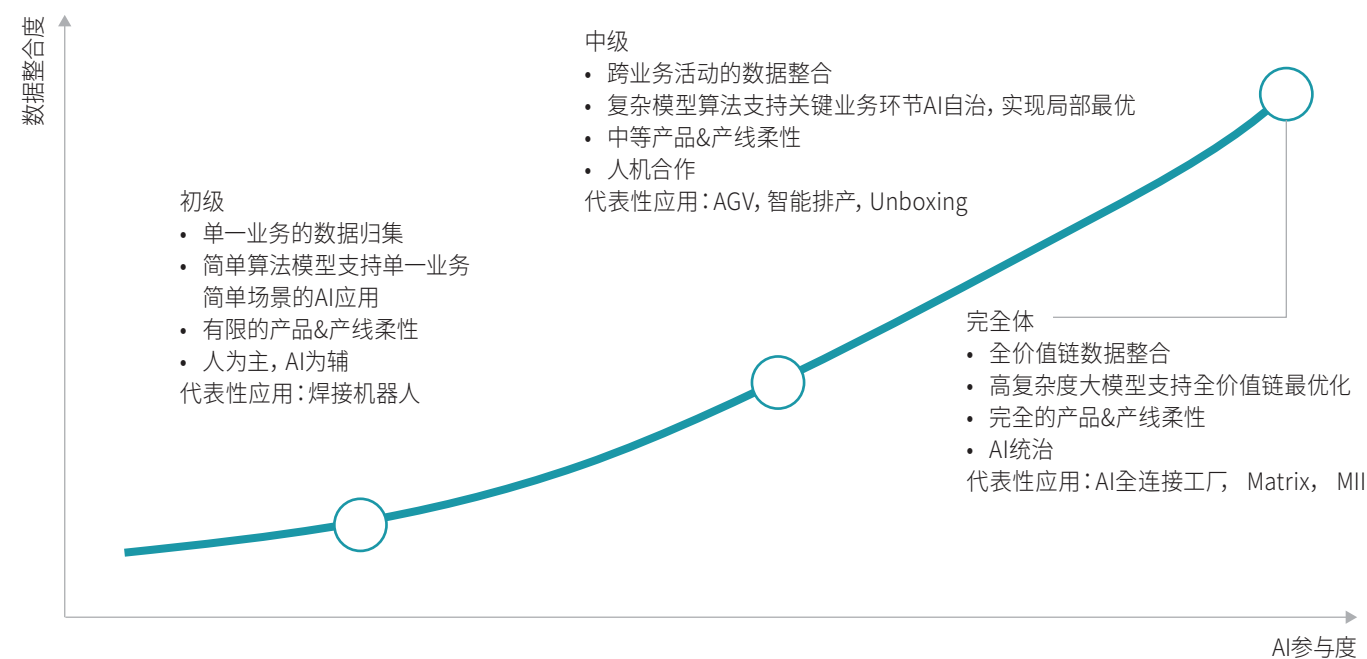


FIGURE 3: 艾睿铂无人工厂三阶段



### 初级阶段：

车企通过自动化、信息化及流程优化技术，对核心装备和关键业务环节进行改造和标准化，同时实现单一业务范围内的数据共享。车企开始应用简单算法模型，在单一业务简单场景中进行AI应用尝试。制造环节决策仍是“人为主”



### 中级阶段：

车企对装备和系统开展集成，实现跨业务活动间的数据共享和挖掘，构建智能模型和企业知识库，使核心业务环节具备“状态感知-实时分析-自主决策-精准执行-持续优化”的自治能力。“人机合作”是该阶段的主要特征，例如AGV、数字孪生排产、Unboxing



### 完全体：

基于全价值链的数据整合和高复杂度的大模型，智能制造系统贯穿生产全过程，以决策者身份主导运营，催生“无人智能工厂”新型制造模式，如C2M，AI全连接工厂等

## 2. “中国智造”新机遇

中国汽车通过“以市场换技术”的策略，逐步建立完善的汽车制造及配套供应链体系。随着新能源汽车的崛起，中国成功抓住新机遇，实现弯道超车，无论从市场体量、出口、产品智能程度、品牌知名度都成为全球市场中一股不可忽视的新兴力量。这背后离不开制造领域的支撑，我们认为中国汽车行业必将继续深化制造能力，抓住“AI”新机遇，以更好地服务于更广阔的多样市场。

### 2.1 “中国智造”发展路径

从投资方向上看，中国市场玩家更注重 AIoT（人工智能物联网）和工艺优化，推动高效的柔性化生产，具体来看，其主要从三个方面着手：



#### 重构产品与产线：

设计高度平台化、模块化的产品降低成本并降低对产线复杂度的要求；同时引入集成式工厂、一体化技术和多功能生产岛等概念，在硬件层面升级智能制造。



#### 部署高度智能化的软件应用：

产品与产线的重构不代表对多样化需求的妥协，只是不再通过传统的精益制造方式来实现，而是通过高度智能化的软件自动对产线进行改变、配置来完成，并最终替代人决策



#### 打通数据并构建端到端大模型：

企业需要将生产、设备、供应链等信息全面打通，并利用端到端大模型开展算法训练，生成属于自己无人工厂的“专属大脑”

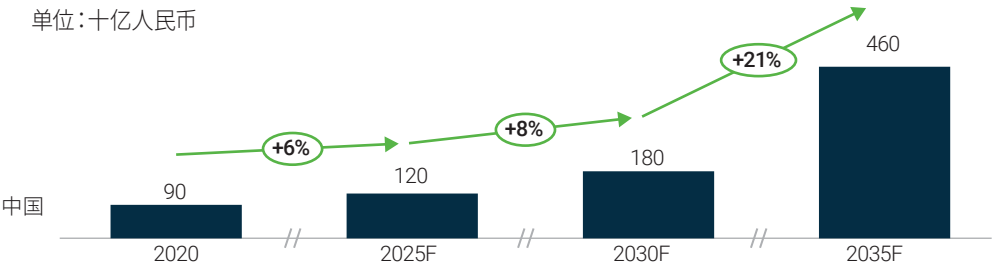
### 2.2 “中国智造”投资趋势

从投资规模上看，中国汽车行业智能制造当前还处于初期“试点”阶段，但预期会加速智能制造的应用和投入，仅考虑狭义的智能投资<sup>1</sup>，中国汽车智能制造投资预期到2030年达到约1800亿元的规模，2035年达到约4600亿元的投资规模。

如果考虑更广义的智能制造基础设施，相关投资将会更为可观，预计2030年基础设施投资达到约73亿元的规模，2035年达到约290亿元的投资规模。

FIGURE 4: 中国汽车行业智能制造投资规模（2020-2035F）

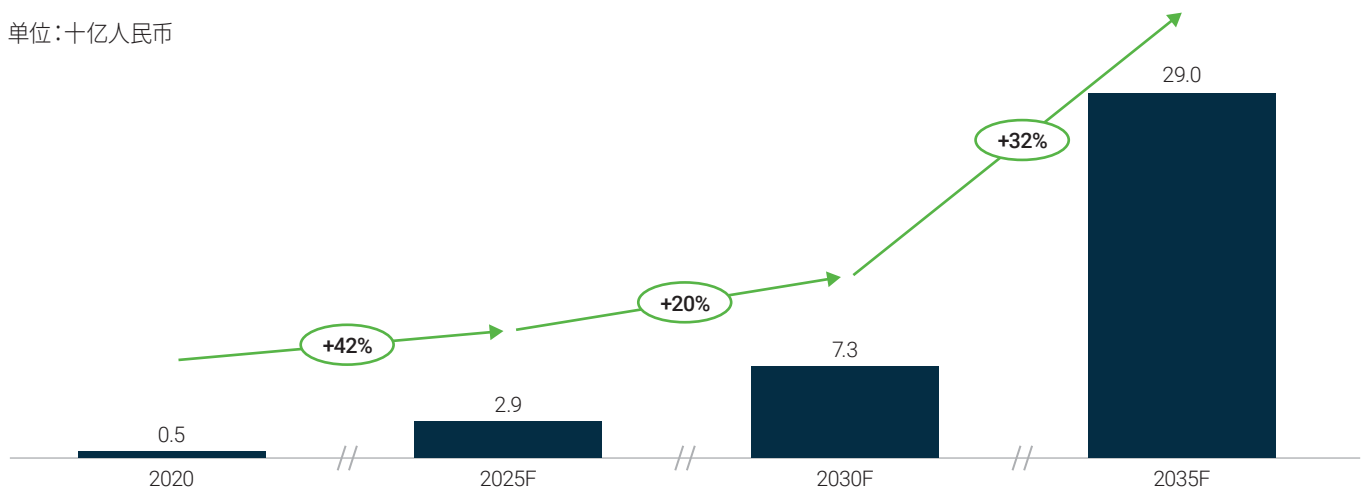
单位：十亿人民币



1. 包含主机厂及配套零件厂商的智能制造投资，不包含算力、云等基础设施投资

FIGURE 5: 中国汽车行业智能制造基础设施投资规模 (2020-2035F)

单位：十亿人民币



中国智能制造投资分为几个阶段，从广度和深度上逐步推开：

2020-2025 年--“试点”阶段：领先企业的新产线/新工厂<sup>2</sup>智能制造试点

受制于已有旧资产的制约，且智能制造所需投资巨大，领先企业会借新产品开发契机筹建智能化新工厂。如某主机厂于2021年为其新产品建成其5G全连接数字化智能工厂，在新工厂内，自动化水平高达95%，工业专业机器人实现了大部分正常/常见场景下的无人操作，同时工厂内企业各要素、各环节、各系统互联互通，实现多维数据互联，促进了AI创新场景的应用，包括PDM、AI质检、智能排产等。

2025-2030 年--“推广”阶段：旧工厂大规模改造升级

受汽车产线资产折旧周期影响，汽车工厂约10年一次更新周期，上一次大规模的产线更新/建设发生在2017-2018年，可以预见第二次投资高点将发生在2027-2028年间。同时自动驾驶进一步成熟，将进一步促进产线的更新迭代。

旧产线的改造会采用“软件先行、硬件后推”的方式逐步扩大收益，主机厂会将已经成熟的软件算法（如智能排产、视觉防错）首先推广至旧产线，然后逐步进行产线重新布局、工业机器人等硬件对人的替代。

2030-2035 年--“深化”阶段：推进“100%无人工厂”

随着具身智能（通用人形机器人）的逐渐成熟，其覆盖的场景更加广泛，能够极大程度替代人处理复杂事务。同时，算力的增加、算法的进化催生出更复杂模型解决更复杂事务，并统筹实现全局最优，在此背景下的“100%无人工厂”自然而然生成。但需要注意的是，通用人形机器人的开发进度、聪明程度、以及算力、算法的先进程度都存在不确定性，所以此阶段是否能真正实现“100%无人”存在较高不确定性。

2. 含新势力工厂

### 3. “中国智造”在新一轮革命中面临的挑战及应对

我们发现中国汽车企业在面对新一轮制造革命时，主要面临以下挑战：

1

不知道该往哪  
投资

一方面，企业特别是高层对AI“黑箱”缺乏信心，对本企业的AI成熟度缺乏清晰的认知，进而导致对本企业的AI基础设施、AI用例布局等发展路径无清晰规划。另一方面，许多企业未厘清自身业务痛点，盲目追求“All in AI”，却未定义具体场景（如仅要求“AI写可研报告”而非拆解为数据收集、分析等子任务）

2

收益衡量方式  
不清晰

AI带来的收益是多方面多维度的，包含成本的降低、质量的提升、效率提高、柔性提升等，较难统一到统一的收益衡量体系内，且受制于企业的基础水平，收益衡量所需的大量基础数据对部分企业来说也是老大难。另一方面，受AI方案的差异和应用广度和深度，收益的大小也因人而异，不同规模不同成熟度的企业之间较难直接借鉴。

3

基础设施  
供应有风险(尤其是算力)

一方面，受累于地缘政治危机，美国不仅对高端芯片出口严加限制，同时进一步管制相关AI计算软件平台（如CUDA生态），而国产芯片生态（如华为Ascend、寒武纪MLU）尚不成熟，不仅导致高端算力缺口日益扩大（~175%的年均增速），也导致软件适配周期大幅延长（18个月）；另一方面，AI技术路线的演变使得算力需求结构变化，推理优化芯片严重短缺。

4

AI模型与数据  
不匹配

通用模型不能完全支持特定企业业务，且可能存在算法偏见，导致不公平或歧视性结果，且算法训练受制于数据量与质量。部分企业在数据量和质量方面都存在不足，无法直接进行AI应用，需要首先完善数据基础。

5

人才素养有差距

智能制造需要大量跨学科复合型人才（如人工智能+制造、自动化+软件开发），传统制造业工程师的数字化能力不足。

- 为应对上述挑战，艾睿铂可以提供一套智能制造落地框架来支持企业迈向“无人工厂”的智能制造革命：
- 首先需要有一套顶层战略来设计AI驱动的智能制造战略，尤其是在高层对制造的下一轮革命有统一的认识，并由顶层驱动变革与用例选择。
  - 然后需要摒弃过往“先确定收益，再执行，最后验收”的固有执行方式，而是快速构建模型，不断迭代优化，在此过程中逐步将愿景转化为现实。
  - 最后是需要确保在内部技术和组织层面做好保障，技术方面要确保数据“有且好用”、基础设施“稳健可用”，以及强而有力的合作伙伴；组织层面要构建专职的AI团队，并搭配完善的风险管控及合规机制，以确保智能制造的有效推进。

**FIGURE 6: 艾睿铂智能制造落地框架**



## 联系我们



### 章一超

大中华区汽车及工业品咨询业务合伙人

yiczhang@alixpartners.com



### 戴加辉博士

合伙人兼董事总经理

亚太区汽车及工业品咨询业务负责人

sdyer@alixpartners.com



### 周星

合伙人兼董事总经理

xzhou@alixpartners.com



### 宋静

高级副总裁

jsong@alixpartners.com



### 吴越

咨询顾问

yuwu@alixpartners.com

## 关于艾睿铂

艾睿铂是一家以结果为导向的全球化专业咨询公司, 致力于帮助企业成功应对各种错综复杂和利害攸关的挑战。我们的客户包括企业、公司董事会、律师事务所、投资银行、私募基金等。艾睿铂创立于1981年, 总部位于美国纽约, 在全球26个城市设有办事处。如欲了解更多信息, 请访问公司网站 <https://www.alixpartners.cn/> 或关注艾睿铂微信公众号。

The opinions expressed are those of the author(s) and do not necessarily reflect the views of AlixPartners, LLP, its affiliates, or any of its or their respective professionals or clients. This article China and the Next Revolution in Automotive Manufacturing: Opportunities and Challenges ("Article") was prepared by AlixPartners, LLP ("AlixPartners") for general information and distribution on a strictly confidential and non-reliance basis. No one in possession of this Article may rely on any portion of this Article. This Article may be based, in whole or in part, on projections or forecasts of future events. A forecast, by its nature, is speculative and includes estimates and assumptions which may prove to be wrong. Actual results may, and frequently do, differ from those projected or forecast. The information in this Article reflects conditions and our views as of this date, all of which are subject to change. We undertake no obligation to update or provide any revisions to the Article. This Article is the property of AlixPartners, and neither the Article nor any of its contents may be copied, used, or distributed to any third party without the prior written consent of AlixPartners.