

DONGXING

SECURITIES

汽车行业研究报告



汽车生产模式的第三次变革，从旧式生产力到新质生产力

李金锦
汽车分析师

执业证书编号：S1480521030003

联系方式：lijj-yjs@dxzq.net.cn

吴征洋
研究助理

执业证书编号：S1480123010003

联系方式：wuzhy@dxzq.net.cn

2024年04月24日



www.dxzq.net.cn

- **第一次变革：福特流水线大规模生产模式取代手工制造**
- **第二次变革：丰田精益制造对流水线模式的持续改善**
- **第三次变革呼之欲出**
- **投资建议**
- **风险提示**

在福特1914年汽车装配流水线运作之前，汽车主要以手工制造。据《改变世界的机器》，“手工制造方式的产量十分低，每年生产大概1000辆或者以下的汽车。”1908年福特T型车问世，并在1914年建成的流水线上生产。福特生产效率得到了大幅提升，从1906年的100辆，到1921年每分钟生产一辆汽车，直到1925年平均每10秒生产一辆汽车的速度。

我们认为福特流水线的实施至少得益于以下两个方向的创新：

- 工艺、设备等创新使得零部件标准化成为可能
- 生产流程切割

图1：手工生产与大批量生产组装工厂对比（1913与1914） 单位：分钟

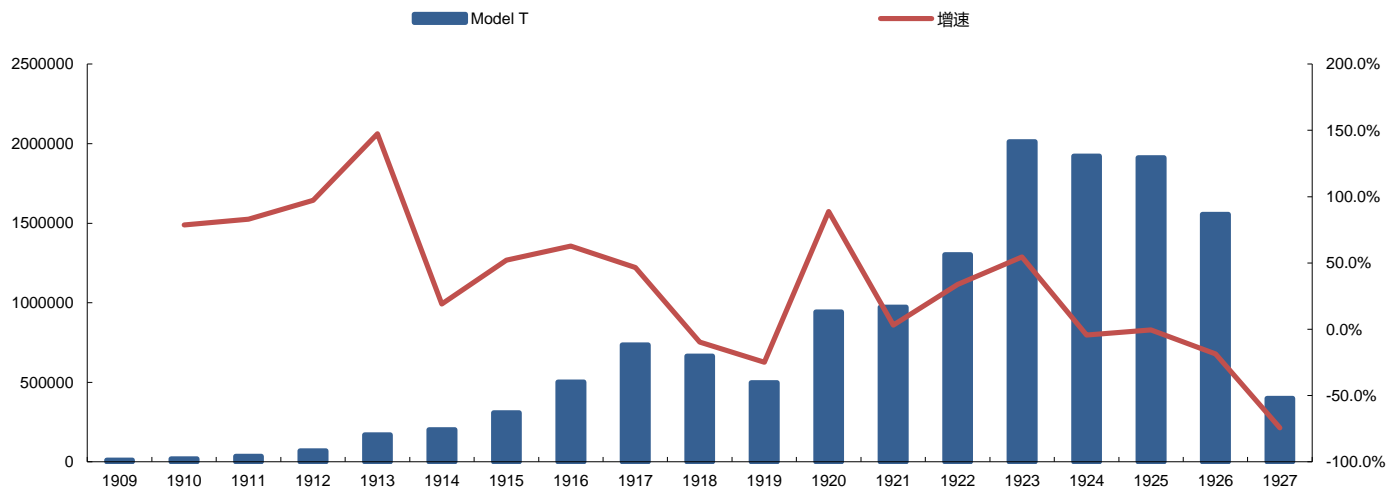
组装需要的时间	1913 年秋晚期手工生产	1914 年春大批量生产	努力减少比率（%）
发动机	594	226	62
磁发电机	20	5	75
车轴	150	26.5	83
整车主要零件	750	93	88

资料来源：《改变世界的机器-精益生产之道》（詹姆斯·沃麦克、丹尼尔·琼斯、丹尼尔·鲁斯），东兴证券研究所

借助于流水线生产模式，福特销量取得了快速增长，1923年T型车销量达到顶峰，单一车型年销量超过200万辆。

同时T型车价格也不断下降，1910年T型车的售价为780美元，1911年降至690美元。流水线模式下，1914年T型车价格降至360美元。

图2：福特T型车的销量 单位：辆



数据来源：Model T Ford Club of American; 东兴证券研究所

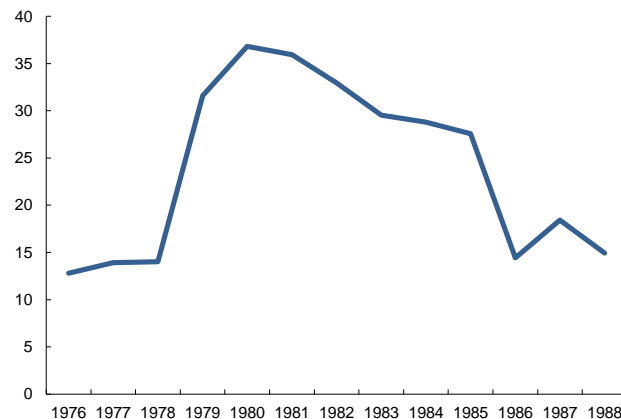
- **产品的单一化与用户需求多样化的矛盾**：福特流水线工厂建成后，长期只生产一款T型车，尤其20世纪70年代爆发的石油危机，石油价格大幅增长，美国用户对节能汽车的需求大幅增加，但流水线模式很难快速提供多样化产品
- **各生产环节存在“浪费”**：首先，工厂为了保障流水线顺利进行而允许不良零件流通到下一个工序，采用在最后环节返工的模式，大量返工进一步导致了工时的浪费。其次，流水线生产方式设备缺少灵活性，各个生产单元间都设有缓冲库存，过剩的库存成了生产效率进一步提升的阻力。

图3：福特T型车 1909-1914年



资料来源：搜狐《世界第一条流水装配线诞生记》，东兴证券研究所

图4：20世纪70年代石油危机下布伦特原油价格 美元/桶



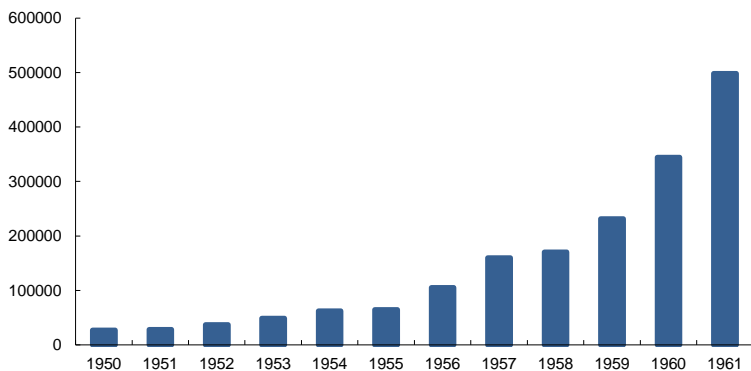
数据来源：iFinD，东兴证券研究所

- 第一次变革：福特流水线大规模生产模式取代手工制造
- 第二次变革：丰田精益制造对流水线模式的持续改善
- 第三次变革呼之欲出
- 投资建议
- 风险提示

精益制造是以丰田为代表的日本车企主导的生产模式变革，丰田汽车成立于1937年，当时福特大规模流水线生产模式并不适合日本，主要体现在：

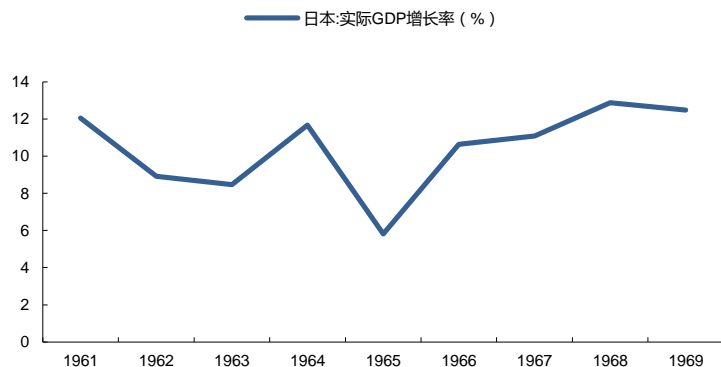
- 日本汽车市场规模小，且需求更多样：1961年，日本国内汽车销量接近50万辆，而1923年的福特T型车年销量已经超过了200万辆
- 日本也同样缺少大批量劳工：尤其是二战后，日本经济复苏，日本缺乏大规模流水线生产模式需要的大量劳工人员

图5：日本国内汽车销量 1950-1961年 单位：辆



数据来源：丰田汽车官网，东兴证券研究所 注：由丰田国内汽车除以其市占率

图6：日本20世纪60年代的经济高速增长



数据来源：iFinD，东兴证券研究所

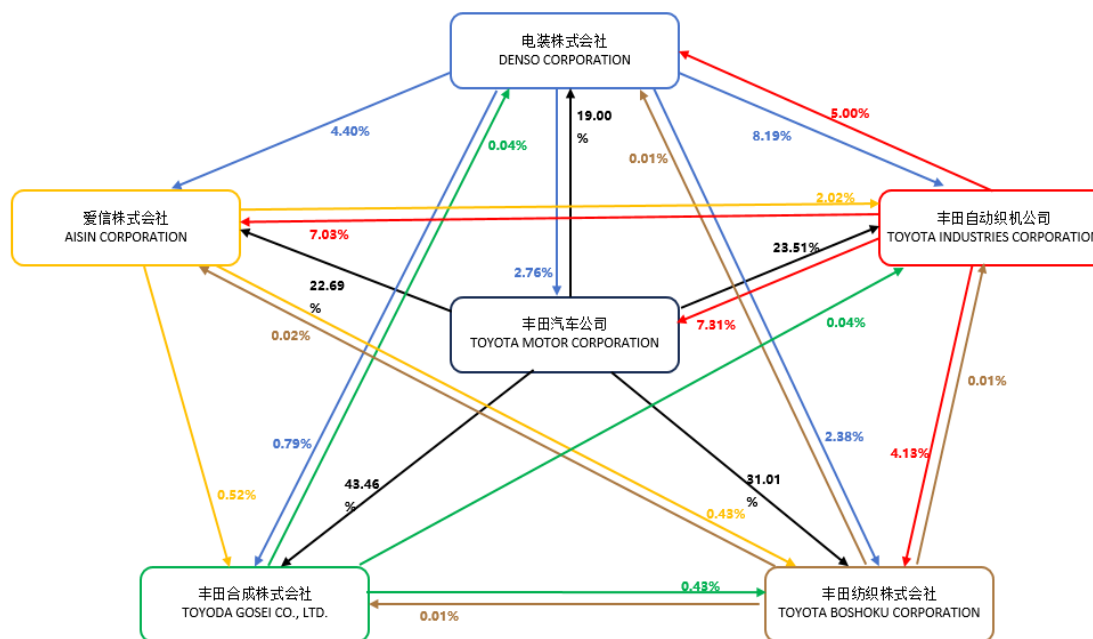
精益制造在几个重要方向上实现对大规模流水线生产方式的改善：

- 小批量，多样化生产：丰田开创的精益生产模式可以实现多批次、小批量生产，从而满足用户的多样化需求，其中快速更换模具是重要的技术创新，20世纪50年代后期，丰田已经实现将换模时间从一天缩短至3分钟
- 准时化生产（Just in Time）：丰田努力打消各个环节产生的库存，杜绝过量生产造成的浪费。该模式要求上游工序生产的零件只够供应下一步骤立即的需求。当下游工序容器内的零部件用完时，容器就会被送回到上一道工序，以避免上游工序的过量生产。
- 以价值流打通从客户、工厂、供应链各个环节：客户订单是这个价值链的起点，拉动整个价值链的启动，所有环节都杜绝生产超出订单需求的量。不同于流水线模式的生产单元相互割裂，各环节融合一起共同为提质增效努力。

精益制造的贯彻执行需要打破企业边界

丰田汽车于1949年陆续剥离汽车零部件业务，成立电装、丰田合成、丰田纺织等。但与欧美车企不同，丰田汽车并非把他们等同于第三方供应商，而是采用紧密的交叉持股实现供应链系统的利益绑定。丰田汽车与供应商企业共同致力于汽车生产各环节的降本增效，同时各供应商之间还可以开展技术、制造工艺的交流

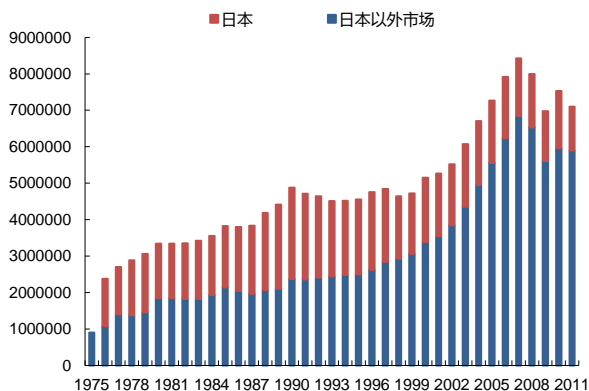
图7：丰田汽车与供应链公司的交叉持股



数据来源：marketscreener；东兴证券研究所

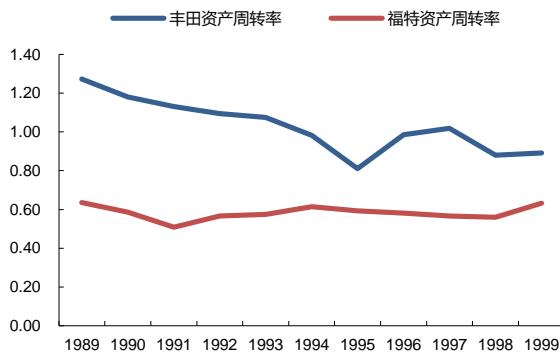
- 丰田的精益制造工厂在总装环节的效率明显领先于同时期的通用汽车，而且产品不良率也大幅低于通用。
- 丰田在日本国内市场份额，从1960年的37%稳步提升到70年代的40%以上，2010年达到了48%。丰田在海外市场更是彰显了强势的竞争力，海外销量从1975年的90万辆到2007年684万辆。
- 由于缺少更早期的数据，仅上世纪90年代看，丰田汽车表现出更高的资产周转效率，尤其是90年度前五年，丰田的总资产周转率明显快于福特。

图8：丰田汽车日本及海外销量
单位：辆



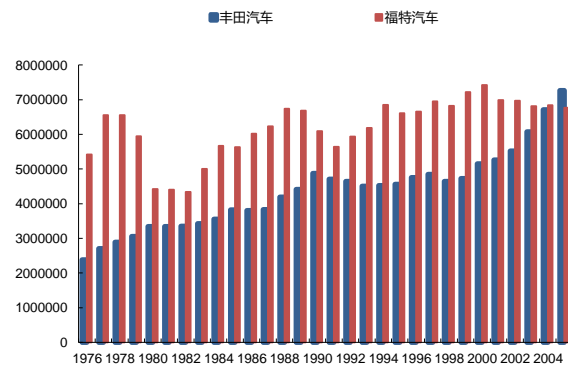
数据来源：丰田汽车官网，东兴证券研究所

图9：丰田汽车与福特汽车总资产周转率对比（%）



数据来源：彭博，丰田汽车官网，东兴证券研究所

图10：丰田汽车与福特汽车销量对比
单位：辆



彭博，丰田汽车官网，东兴证券研究所

汽车价值链条中存在的浪费需要车企持续不断的进行改善，这种持续性体现在以下两个方面：

- 部分浪费现象受制于当前工艺等技术限制，现阶段无法完全避免。随着技术等不断进步，这类浪费有望根除。从技术层面上，精益制造也是一个持续不断的过程。
- 精益制造模式需要打破企业边界，以客户订单为起点，工厂制造、设计、供应商共同参与的过程。因此，丰田精益制造最早发生在制造环节，不断深入到销售系统（渠道、订单系统等）。并扩展到一级供应商，不断渗透至二级供应商和三级供应商。

- 第一次变革：福特流水线大规模生产模式取代手工制造
- 第二次变革：丰田精益制造对流水线模式的持续改善
- 第三次变革呼之欲出
- 投资建议
- 风险提示

冲-焊-涂-总的生产流程：

- 冲压：典型的冲压产品有四门、两盖、翼子板左右、侧围左右、顶盖等。
- 焊接：通过各种焊接工艺将冲压车间形成的冲压件形成一个完整的白车身。
- 涂装：将焊接产线生产的白车身整体进行电泳、喷漆。
- 总装：将已经喷漆后的白车身进行内饰件、动力总成、底盘系统等进行安装，最终形成完整车辆。

图11：冲-焊-涂-总四大工艺

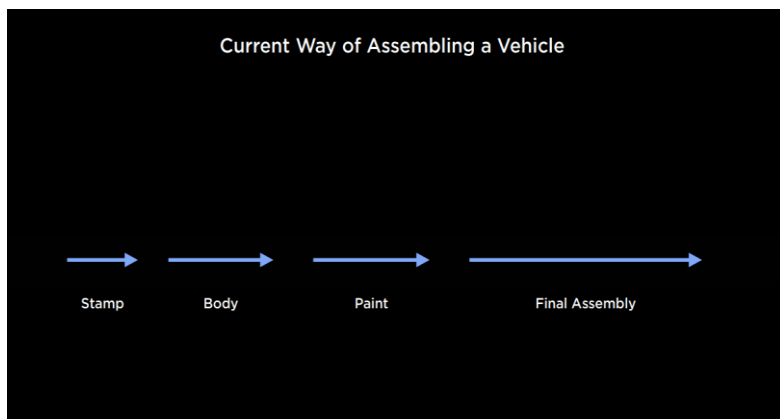


资料来源：人民网、凤凰网、太平洋汽车网；东兴证券研究所

当前的总装线上，存在几个主要的待改善点：

- 冗长的串联模式，一个环节出问题将导致流程阻塞。
- 车身空间（box）狭小，制约安装效率，总装环节自动化率低于其他几个环节。
- 白车身在通往下一个工序的运输过程中存在着工时浪费。
- 一些重复工序的浪费，如焊接工序结束，需要将车门安装到车身上，进入涂装环节。涂装结束，进入总装需要将车门拆卸下来，以方便工人进出安装内饰件，然后再装上车门。

图12：目前的汽车制造工艺的串联架构



资料来源：特斯拉官网，东兴证券研究所

图13：目前总装产线中车辆传递至下一个工序

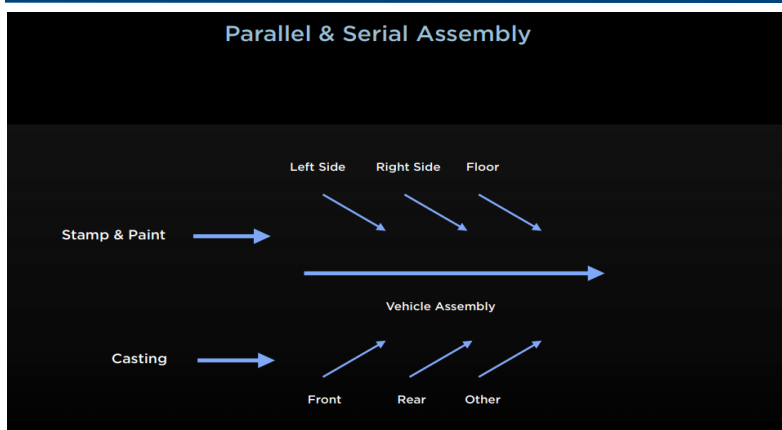


资料来源：新浪网，东兴证券研究所

2023年3月，特斯拉展示了他们的新生产模式unbox。Unbox的解决方案是借力一体化压铸和电池底盘一体化实现汽车零部件数量的大幅减少，将汽车车身的组装从原来的串联模式改成并联+串联。特斯拉将车身拆分成6大部分（unbox）：

- 车尾部分：包括后车轮系统、后地板、后排座椅
- 底盘部分：将电池包作为底盘，并将座椅安装至底盘上
- 车头部分：包括前车轮系统、仪表台总成、前机舱（一体化压铸实现）
- 左侧围：一体化冲压，A、B、C柱
- 右侧围：同左侧围
- 四门两盖+车顶：前后四个车门、前后行李箱盖，均采用冲压车型。

图14：unbox的并联与串联架构



资料来源：特斯拉官网，东兴证券研究所

图15：Unbox将汽车解构为6个部分



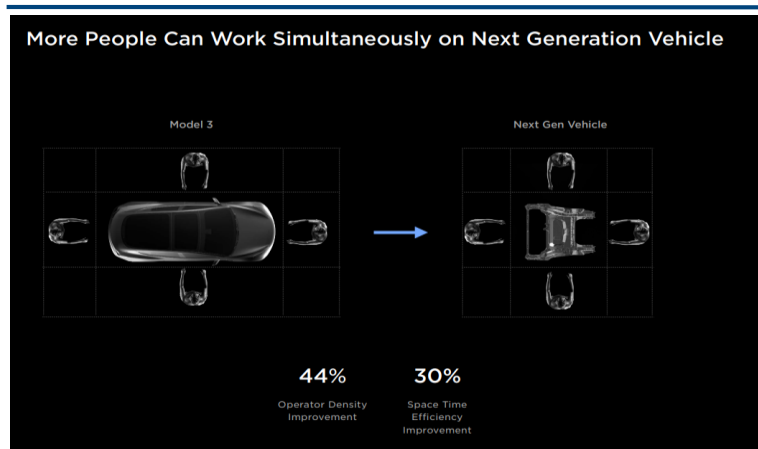
资料来源：特斯拉官网，东兴证券研究所

Unbox将明显提升效率，降低成本：

- 六大部分采用并联模式。六个部分同时进行的好处在于大幅提升工时效率。
- 对于涂装，在unbox模式中，仅需要对必要的部件进行涂装，如四门两盖等，而不需要整个车身涂装，这将减少涂装产线的投入。
- 总装线变成了完全开放空间，提升了操作便利性，将更有利于自动化率的提升，以及后期机器人的使用。

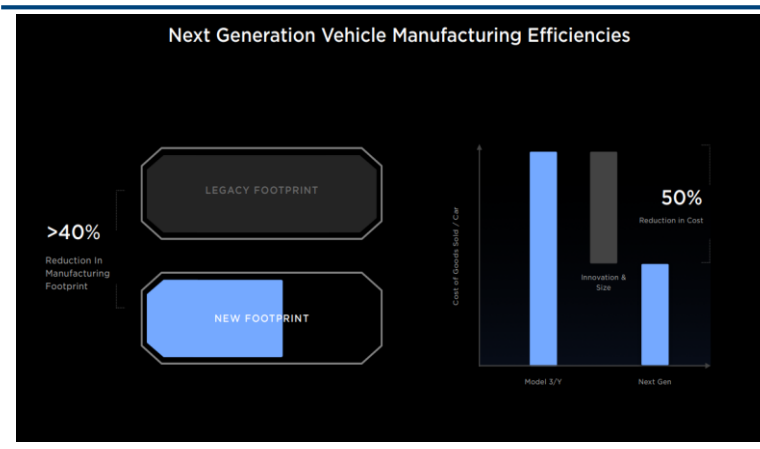
unbox模式将提升44%的操作工密度，减少工人的无效移动，同时时空效率提升30%。
Unbox模式将使新的工厂投入下降超过40%，与现在的Model 3和y相比，下一代特斯拉车型成本下降50%。

图16: unbox的效能



资料来源：特斯拉官网，东兴证券研究所

图17: unbox模式的效能提升

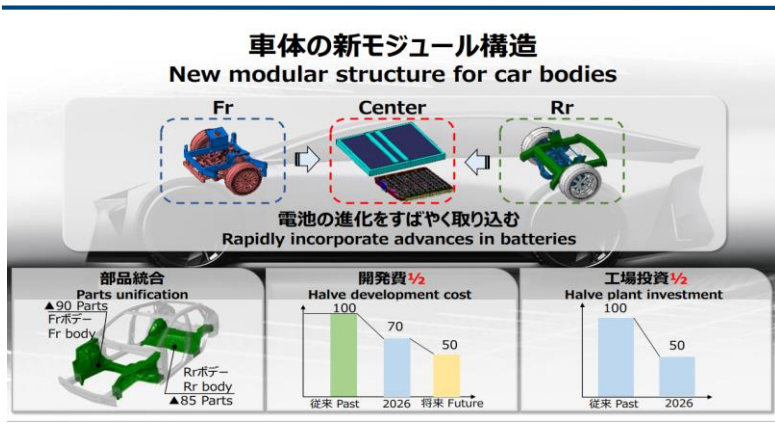


资料来源：特斯拉官网，东兴证券研究所

2023年6月，丰田举办的technical workshop上宣布了下一代电动车的部分生产装备状态。为了确保电动车的盈利能力，丰田需要在技术和制造两个领域共同发力：

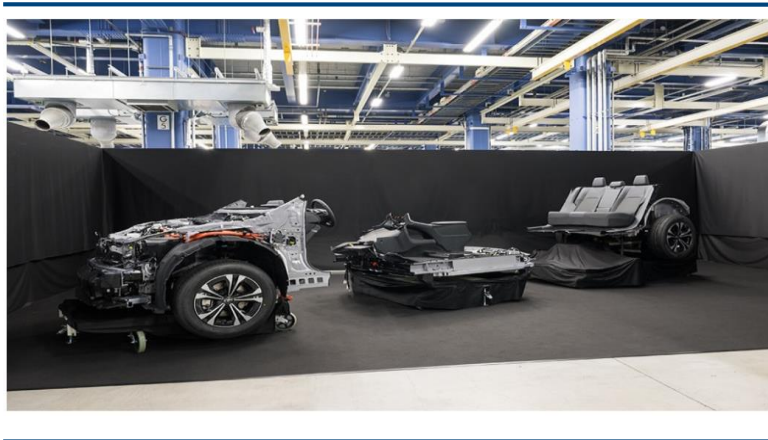
- Giga casting（一体化压铸）：使得电动车车身在结构上变得简单。其中，丰田继续发挥他在换模领域的优势，可以将压铸模具更换周期缩短至20分钟，以减少操作中的浪费。
- 解构车身：丰田将汽车分成前中后三个部分，与unbox相似，丰田称新的模式可以使组装工作在一个开放的空间进行，有利于提升组装效率。

图18：丰田的一体化压铸工艺



资料来源：丰田汽车官网，东兴证券研究所

图19：丰田汽车前中后三个部分

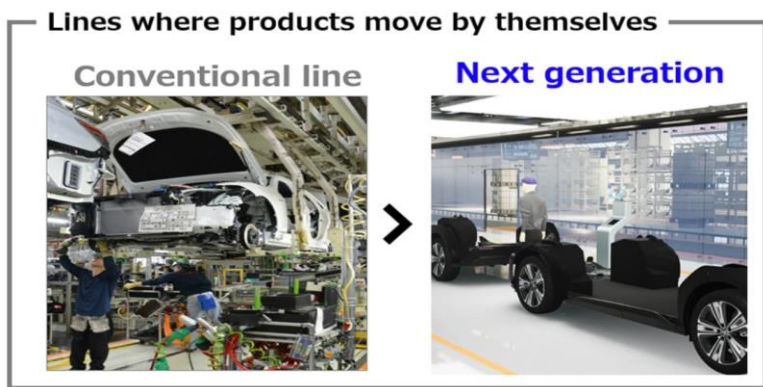


资料来源：丰田汽车官网，东兴证券研究所

2023年6月，丰田举办的technical workshop上宣布了下一代电动车的部分生产装备状态。为了确保电动车的盈利能力，丰田需要在技术和制造两个领域共同发力：

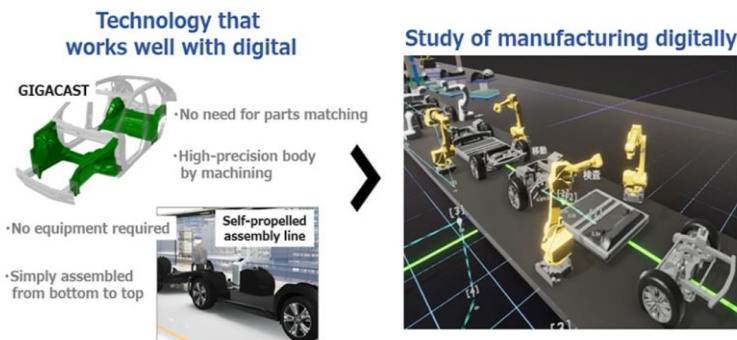
- Self-propelling 组装线：丰田将在下一代生产车间取消传输机的概念，通过安装在工厂的传感器和控制系统与车身上的传感器结合，实现从外部对车辆运行控制。传输机设备的取消将有利于工厂的灵活布局。能显著减少工厂投入。
- 数字技术的大量运用：Giga casting和Self-propelling装配线等技术与数字化相兼容，数字化技术将积极应用于工厂设计，包括工艺研究和改进。

图20：丰田Self-propelling 组装线



资料来源：丰田汽车官网，东兴证券研究所

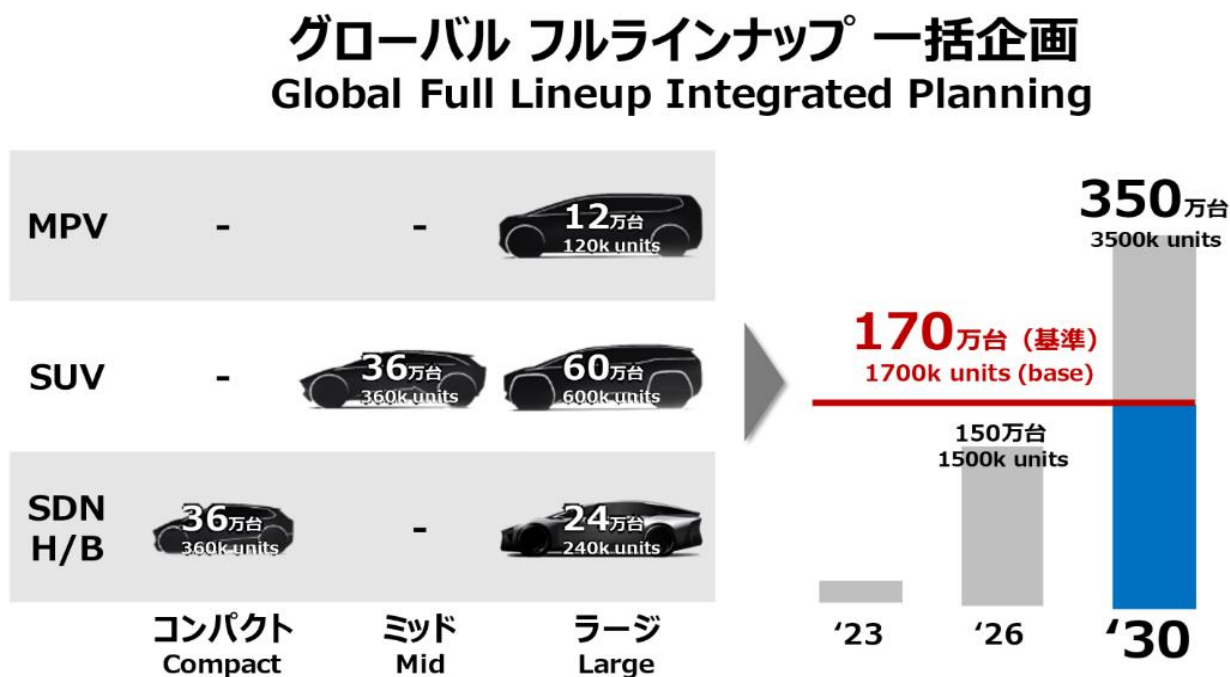
图21：数字技术的运用



资料来源：丰田汽车官网，东兴证券研究所

丰田将于2026年全面推出下一代电动车，2030年丰田纯电工厂将提供350万辆（电动车目标）的170万辆。新一代电动车在开发费用在2026年下降30%，未来下降50%。工厂投资下降50%

图22：丰田汽车电动车规划



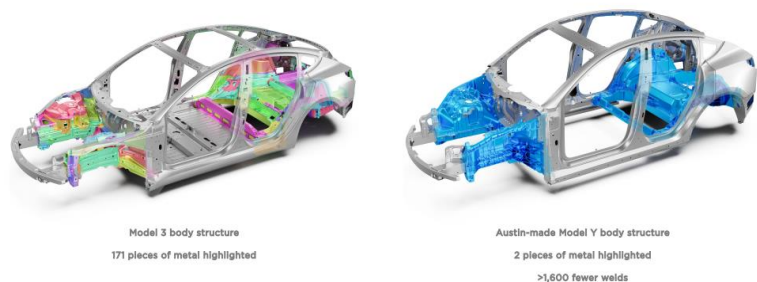
数据来源：丰田汽车官网；东兴证券研究所

一体化压铸的应用使得汽车结构更加简化，汽车零部件数量减少。如特斯拉Model Y通用运用一体化压铸的后地板和前机舱成功实现从原来171个零部件减少到2个大压铸零部件。极氪009、小米su7和小鹏汽车也采用了一体化压铸工艺。

一体化压铸工艺的实现得益于大型压铸设备及铝合金材料端的进步：

- 大吨位压铸机的不断进步。1966年IDRA推出第一台2000T的设备，在2020年，IDRA收到了世界上第一份6200吨和8000吨压铸机的订单。
- 合金材料及模具等配套产业的不断成熟。

图23：特斯拉后地板一体化



资料来源：特斯拉官网2022Q1季报，东兴证券研究所

图24：IDRA6100T压铸机

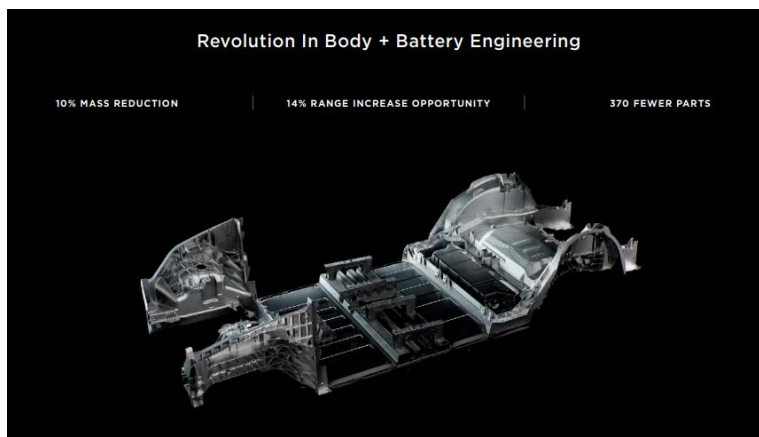


IDRA官网；东兴证券研究所

电池包与汽车底盘的融合设计成为行业的趋势，2020年特斯拉电池日发布了其电池包底盘的设计方案，该方案将有效减少370个零部件，也将使得底盘（融合了电池包）的工厂投入每GWH下降55%，工厂空间下降35%。

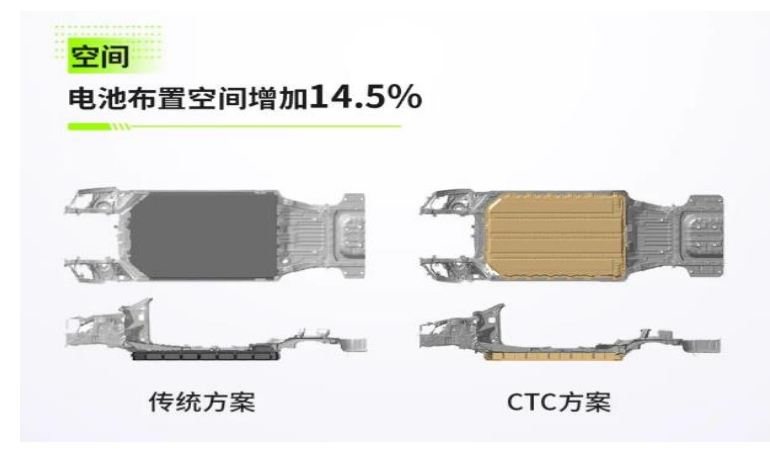
电池底盘一体化方案也得到其他车企的应用。如2022年4月零跑发布CTC (cell to chassis) 技术，将电池与底盘集成化设计。2022年5月比亚迪发布CTB (cell to body) 技术并首次搭载到海豹车型上，电池包上盖与车身底板集成设计。2023年6月发布的小鹏G6采用了CIB技术，也同样为电池和底盘的融合设计。

图25：底盘电池一体化大幅简化底盘结构



资料来源：特斯拉2020年电池日，东兴证券研究所

图26：零跑CTC方案

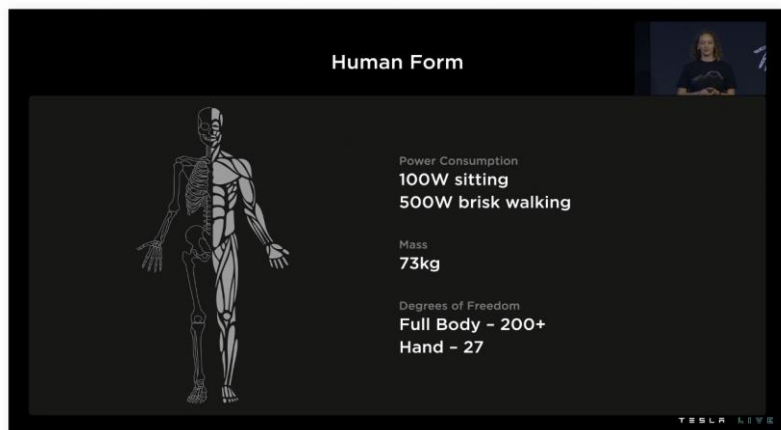


零跑汽车公众号，东兴证券研究所

AI等技术的进步也将助力新生产模式的到来。特斯拉在2022年的AI Day上所发布的最新版Optimus人形机器人，100w 静坐功耗、500w 快走功耗、200 档以上的关节自由度，以及27档手部自由度。Unbox方案实现了开放的组装空间，这将更方便机器人和人的操作。

我们认为，汽车组装环节目前存在大量的机械性工作（如拧螺丝），随着组装空间的打开，将有利于自动化率的提升。Unbox的组装环节或将成为人形机器人较好的应用场景。

图27：特斯拉Optimus机器人参数



资料来源：特斯拉2022年AI DAY，东兴证券研究所

图28：unbox模式中机器人将有用武之地



特斯拉2023投资者日，哔哩哔哩，东兴证券研究所

- 第一次变革：福特流水线大规模生产模式取代手工制造
- 第二次变革：丰田精益制造对流水线模式的持续改善
- 第三次变革呼之欲出
- **投资建议**
- **风险提示**

- **汽车生产模式的变革符合新质生产力的要求**：中共中央政治局1月31日就扎实推进高质量发展进行第十一次集体学习，习近平总书记强调“发展新质生产力是推动高质量发展的内在要求和重要着力点，必须继续做好创新这篇大文章，推动新质生产力加快发展。新质生产力是创新起主导作用，摆脱传统经济增长方式、生产力发展路径，具有高科技、高效能、高质量特征，符合新发展理念的先先进生产力质态。它由技术革命性突破、生产要素创新性配置、产业深度转型升级而催生，以劳动者、劳动资料、劳动对象及其优化组合的跃升为基本内涵，以全要素生产率大幅提升为核心标志，特点是创新，关键在质优，本质是先进生产力”。
- 我们认为，汽车行业生产模式的每次变革都是技术创新、生产要素创新配置等推动，最终都实现了更高效能，更高质量的发展。新能源汽车时代的到来，伴随着新的工艺创新、新的车型结构设计以及AI、数字化技术的运营，**汽车行业将实现从旧式生产力到新质生产力的转变。**
- **新增设备及设备更新需求**：无论是特斯拉的unbox模式，还是丰田的Giga casting& Self-propelling都对传统汽车生产线提出较大的变革。我们认为，随着汽车新生产模式的落地，首先将诞生更多新产线投入需求。其次原有模式产线的转型也将催生对设备产线的更新需求。我们看好**汽车产线智能装备行业**，受益标的包括**巨一科技（688162）、派斯林（600215）、豪森智能（688529）**等。

- 第一次变革：福特流水线大规模生产模式取代手工制造
- 第二次变革：丰田精益制造对流水线模式的持续改善
- 第三次变革呼之欲出
- 投资建议
- 风险提示

风险提示：生产变革涉及新技术推广不及预期、新生产模式推广不及预期。

分析师简介

李金锦

南开大学管理学硕士，多年汽车及零部件研究经验，2009-2021年曾就职于国家信息中心，长城证券，方正证券从事汽车行业研究。2021年加入东兴证券研究所，负责汽车及零部件行业研究。

研究助理简介

吴征洋

美国密歇根大学金融工程硕士，3年投资研究经验，2022年加盟东兴证券研究所，主要覆盖电力设备新能源等研究领域。

分析师承诺

负责本研究报告全部或部分内容的每一位证券分析师，在此申明，本报告的观点、逻辑和论据均为分析师本人研究成果，引用的相关信息和文字均已注明出处。本报告依据公开的信息来源，力求清晰、准确地反映分析师本人的研究观点。本人薪酬的任何部分过去不曾与、现在不与，未来也将不会与本报告中的具体推荐或观点直接或间接相关。

风险提示

本证券研究报告所载的信息、观点、结论等内容仅供投资者决策参考。在任何情况下，本公司证券研究报告均不构成对任何机构和个人的投资建议，市场有风险，投资者在决定投资前，务必要审慎。投资者应自主作出投资决策，自行承担投资风险。

本研究报告由东兴证券股份有限公司研究所撰写，东兴证券股份有限公司是具有合法证券投资咨询业务资格的机构。本研究报告中所引用信息均来源于公开资料，我公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。我们已力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，报告中的信息或意见并不构成所述证券的买卖出价或征价，投资者据此做出的任何投资决策与本公司和作者无关。

我公司及报告作者在自身所知情的范围内，与本报告所评价或推荐的证券或投资标的的存在法律禁止的利害关系。在法律许可的情况下，我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头寸并进行交易，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。本报告版权仅为我公司所有，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。如引用、刊发，需注明出处为东兴证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。

本研究报告仅供东兴证券股份有限公司客户和经本公司授权刊载机构的客户使用，未经授权私自刊载研究报告的机构以及其阅读和使用者应慎重使用报告、防止被误导，本公司不承担由于非授权机构私自刊发和非授权客户使用该报告所产生的相关风险和责任。

公司投资评级（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）：

以报告日后的6个月内，公司股价相对于同期市场基准指数的表现为标准定义：

强烈推荐：相对强于市场基准指数收益率15%以上；

推荐：相对强于市场基准指数收益率5%~15%之间；

中性：相对于市场基准指数收益率介于-5%~+5%之间；

回避：相对弱于市场基准指数收益率5%以上。

行业投资评级（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）：

以报告日后的6个月内，行业指数相对于同期市场基准指数的表现为标准定义：

看好：相对强于市场基准指数收益率5%以上；

中性：相对于市场基准指数收益率介于-5%~+5%之间；

看淡：相对弱于市场基准指数收益率5%以上。

谢谢大家 欢迎交流