

技术升级叠加规模效应 电机行业拐点将至

新能源汽车系列报告之电机篇

投资建议

强于大市

上次建议:

强于大市

投资要点:

➤ **新能源汽车迎来快速增长期，带动电机需求快速提升。**2021年全球新能源汽车总销量675万辆，同比增长108%，其中我国总销量为352.1万辆，同比增长157.5%，为全球最大市场。作为三电之一的驱动电机，同样进入高速增长期。经过我们测算，到2025年，我国驱动电机市场空间将达到361.38亿元，五年CAGR为54.6%。

➤ **电机技术不断革新，带来行业发展机遇。**国内外电动汽车电机主要朝以下几个方面发展：高功率密度、电机冷却方式发展多样化、低成本化、高集成化、良好的振动噪声特性和高效率。这些新的电机技术在实现单电机功率提升的同时也会提升单电机价值量。

➤ **驱动电机有望迎来量价齐升。**为实现功率提升，电机扁线化已经是大势所趋，2021年国内销量排名前20的车型中，有一半车型已经开始装配或选装扁线电机。同时，双电机车型渗透率也在进一步提升，预计到2025年双电机渗透率将达到25%。随着扁线电机渗透率的提升和双电机车型比例的提升，我们判断，2022年驱动电机行业将迎来量价齐升。

➤ **驱动电机规模效应逐步释放。**驱动电机行业属于资本密集型产业，生产依赖于自动化线，固定投资大，每10万套产能对应投资约6900万元；且每款电机的开发费用不低，开发费约占总成本比重10%。我们认为未来随着规模效应的显现，盈利将会大幅改善。

投资建议:

➤ 我们重点关注有领先技术优势及规模效应已开始逐步释放的电机第三方龙头供应商，重点推荐：方正电机、大洋电机、科力尔。

风险提示:

➤ 1) 新能源汽车销量不及预期风险；2) 行业竞争加剧风险；3) 上游原材料涨价风险。

| 简称 | EPS (元) | | | PE (X) | | | 评级 |
|------|---------|------|------|--------|-------|-------|----|
| | 21E | 22E | 23E | 21E | 22E | 23E | |
| 方正电机 | 0.05 | 0.31 | 0.53 | 221.15 | 34.84 | 20.51 | 买入 |
| 大洋电机 | 0.18 | 0.23 | 0.28 | 36.36 | 26.85 | 20.92 | 买入 |
| 科力尔 | 0.48 | 0.79 | 1.01 | 42.26 | 25.70 | 20.23 | 买入 |

来源：iFind，国联证券研究所预测

注：股价为2022年03月04日收盘价，方正电机、大洋电机、科力尔盈利预测来自国联证券研究所

一年内行业相对大盘走势



分析师 贺朝晖

执业证书编号：S0590521100002

邮箱：hezh@glsc.com.cn

分析师 吴程浩

执业证书编号：S0590518070002

邮箱：wuch@glsc.com.cn

联系人 黄程保

邮箱：huangcb@glsc.com.cn

联系人 袁澎

邮箱：yuanp@glsc.com.cn

联系人 华庆

邮箱：huaq@glsc.com.cn

联系人 梁丰铄

邮箱：liangfs@glsc.com.cn

相关报告

1、《将成长进行到底》— 2021.12.27

2、《氢燃料电池汽车篇氩风已至，蓄势待发》— 2021.10.10

3、《逆变器行业：储能加持的广阔赛道》— 2021.09.13

投资聚焦

研究背景：

2021 年全球电动车总销量达到 675 万辆，同比增长 108%；渗透率达到 8.3%，相比于 2020 年提高 4.1pct。其中中国市场 2021 年大超预期，2021 年新能源车总销量为 352.1 万辆，同比增长 157.5%。我们预测，2022 年新能源汽车渗透率有望突破 20%，达到 550 万辆的销量规模。下游的高速发展，势必会为新能源汽车专用零部件带来更多更确定的投资机会。

不同于市场的观点：

市场一般认为，驱动电机虽然是新能源汽车三大核心零部件之一，但受制于行业毛利较低，盈利能力有限。

我们认为，新能源汽车驱动电机行业属于资本密集型行业，规模效应显著。而近几年新能源驱动电机技术不断革新升级，扁线电机、驱动系统集成化逐渐成为新的技术趋势，技术领先的公司有望借助新产品的技术壁垒进一步提升市占率，发挥规模效应，行业集中度也会进一步提升。

核心结论：

我们认为，得益于下游新能源车市场的高景气、驱动电机技术的进步、规模效应的释放，驱动电机行业的量、价提升以及盈利改善会给相关上市公司带来明显的投资机会。

量：新能源汽车已从政策驱动转向市场拉动新发展阶段，我们预计 2022 年新能源车销量有望达到 550 万辆，驱动电机装机量有望突破 600 万台。

价：为实现功率提升，电机扁线化已经是大势所趋。扁线电机渗透率的提升有望提升驱动电机的单机价值量。

盈利改善：驱动电机生产依赖于自动化生产设备，固定投资大，且每款电机的开发费用占总成本比重约 10%，故驱动电机行业规模效应显著。未来随着电机装机量快速增长，规模效应释放，驱动电机企业盈利能力将明显改善。

重点推荐：

结合技术优势、客户结构、规模效应、盈利能力等方面，我们重点推荐：方正电机、大洋电机、科力尔。

正文目录

| | | |
|------|--------------------------------|----|
| 1. | 新能源汽车迎来快速增长期 带动电机需求快速提升..... | 5 |
| 1.1. | 新能源汽车迎来快速增长期..... | 5 |
| 1.2. | 驱动电机高增长..... | 7 |
| 2. | 电机技术不断革新 带来行业发展机遇..... | 8 |
| 2.1. | 电机具有多种技术路线..... | 8 |
| 2.2. | 新能源汽车驱动电机性能要求高..... | 9 |
| 2.3. | 提升功率密度为主要发展趋势..... | 11 |
| 3. | 规模效应逐步释放 电机有望迎来量价齐升..... | 16 |
| 3.1. | 电机生产工艺依赖自动化线..... | 16 |
| 3.2. | 竞争格局：主机厂与第三方并存..... | 17 |
| 3.3. | 新能源车高增长 电机释放规模效益..... | 20 |
| 4. | 推荐公司..... | 21 |
| 4.1. | 方正电机：产品、客户多点开花 驱动电机业务乘势启航..... | 21 |
| 4.2. | 大洋电机：借势新能源汽车行业 把握产业转型升级..... | 22 |
| 4.3. | 科力尔：立足微特电机领域 开启第二增长曲线..... | 23 |
| 5. | 风险提示..... | 24 |

图表目录

| | | |
|--------|---------------------------------|----|
| 图表 1: | 全球电动车销量及其渗透率..... | 5 |
| 图表 2: | 中国新能源车销量及其渗透率..... | 6 |
| 图表 3: | 2021 年新能源销量乘用车及商用车占比..... | 6 |
| 图表 4: | 2021 年乘用车销量纯电及插电占比..... | 6 |
| 图表 5: | 我国新能源车销量预测..... | 6 |
| 图表 6: | 新能源汽车成本结构 (2020 年)..... | 7 |
| 图表 7: | 我国新能源汽车驱动电机装机量..... | 7 |
| 图表 8: | 中国驱动电机市场规模测算..... | 8 |
| 图表 9: | 电机按用途进行分类..... | 8 |
| 图表 10: | 电机按结构和工作原理分类..... | 9 |
| 图表 11: | 驱动电机性能要求..... | 10 |
| 图表 12: | 不同类型驱动电机比较..... | 11 |
| 图表 13: | 国内外电机技术对比..... | 12 |
| 图表 14: | 我国驱动电机发展技术路线图..... | 12 |
| 图表 15: | 我国销量 2021 年销量前 20 车型电机绕组类型..... | 13 |
| 图表 16: | 丰田 Prius 历代电机发展趋势..... | 13 |
| 图表 17: | Prius2017 电机定子..... | 13 |
| 图表 18: | 扁线绕组永磁电机结构示意图..... | 14 |
| 图表 19: | 圆线绕组与扁线绕组永磁电机..... | 14 |
| 图表 20: | 德国 Audi SQ7 车用驱动电机系统冷却结构..... | 15 |
| 图表 21: | 广汽 SUV GE3 圆周水冷机壳..... | 15 |
| 图表 22: | 控制器总成功能更加丰富..... | 16 |
| 图表 23: | 一体化设计深度集成..... | 16 |

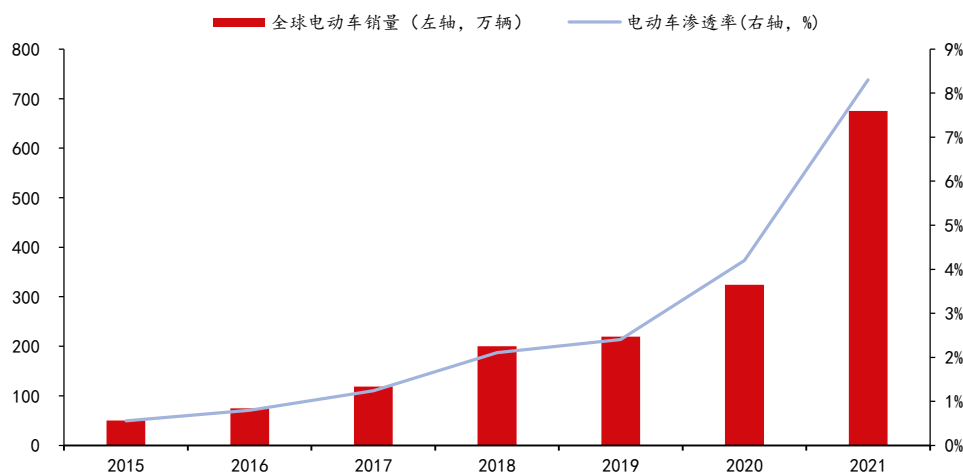
| | |
|-------------------------------|----|
| 图表 24: 新能源汽车成本结构 (2020 年) | 16 |
| 图表 25: 驱动电机产业链 | 17 |
| 图表 26: 驱动电机组件生产工艺 | 17 |
| 图表 27: 驱动电机装配工艺 | 17 |
| 图表 28: 电驱动系统国际供应链 | 18 |
| 图表 29: 2020 年我国驱动电机装机车型分布 | 18 |
| 图表 30: 第三方驱动电机生产企业产品配套情况 | 19 |
| 图表 31: 2020 年中国新能源汽车驱动电机市场份额 | 20 |
| 图表 32: 2019 年中国新能源汽车驱动电机市场份额 | 20 |
| 图表 33: 驱动电机生产成本构成 (2020 年) | 20 |
| 图表 34: 驱动电机零部件价值占比结构 (2020 年) | 20 |
| 图表 35: 重点公司盈利预测与估值表 | 21 |

1. 新能源汽车迎来快速增长期 带动电机需求快速提升

1.1. 新能源汽车迎来快速增长期

全球新能源汽车销量高速增长。2021 年全球电动车总销量 675 万辆，同比增长 108%，其中 EV（纯电车型）占 71%，PHEV（插电式混合动力车型）占 29%。若按照 2021 年全球汽车销量 8100 万辆计算，则 2021 年全球电动车销量渗透率达到 8.3%，相比于 2020 年提高 4.1pct。

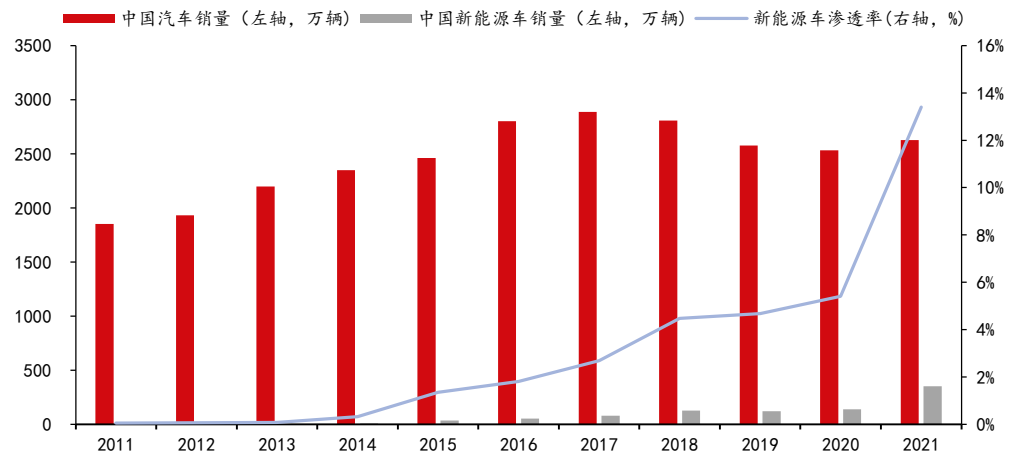
图表 1: 全球电动车销量及其渗透率



来源：EV Sales、Marklines、EV-Volumes、国联证券研究所

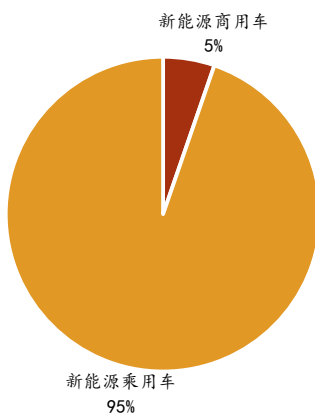
我国新能源汽车销量大超预期。全球新能源汽车三大销售市场分别是欧洲、北美和中国，其中欧洲和北美销量符合预期，但中国市场大超产业预期。2021 年初市场预期中国市场新能源车销量为 180-210 万辆之间，后多次上调市场预期，最终 2021 年全年我国新能源车总销量为 352.1 万辆，同比 2020 年增长 157.5%。其中以新能源乘用车为主，共销售 333.4 万辆，占新能源汽车总销量的 94.7%，其余为新能源商用车。在这 333.4 万辆新能源乘用车中，EV 占比 82%，PHEV 占比 18%。

图表 2: 中国新能源车销量及其渗透率



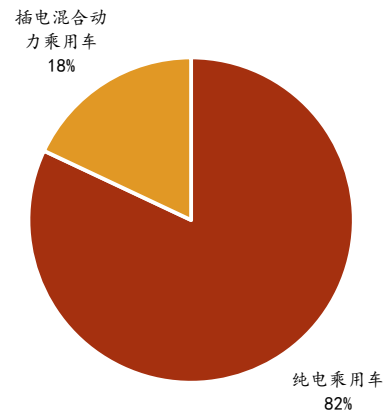
来源: 中国汽车工业协会、国联证券研究所

图表 3: 2021 年新能源销量乘用车及商用车占比



来源: 中国汽车工业协会、国联证券研究所

图表 4: 2021 年乘用车销量纯电及插电占比



来源: 中国汽车工业协会、国联证券研究所

2022 年销量有望达 550 万辆。我们认为, 2022 年新能源汽车借助规模化、新技术应用及国产化率提升, 将进一步降低生产成本, 提升产品市场竞争力。通过对未来汽车市场销量及新能源汽车渗透率进行假设计算, 我们预测 2022 年新能源汽车渗透率有望突破 20%, 达到 550 万辆的销量规模。

图表 5: 我国新能源车销量预测

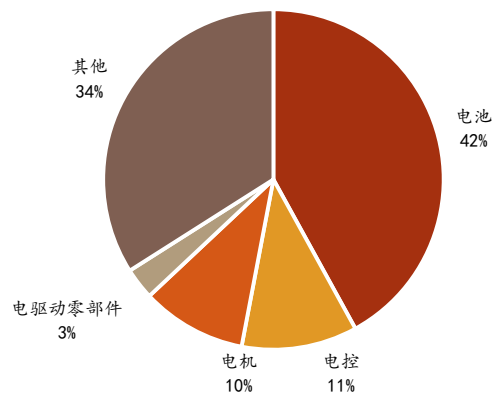
| | 2019 | 2020 | 2021E | 2022E | 2023E | 2024E | 2025E |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 我国新能源汽车销量 (万辆) | 120.6 | 136.7 | 352.1 | 550 | 687.5 | 840 | 980 |
| 我国汽车销量 (万辆) | 2576.9 | 2531.1 | 2627.5 | 2700 | 2750 | 2800 | 2800 |
| 渗透率 (%) | 4.68% | 5.40% | 13.40% | 20.37% | 25.00% | 30.00% | 35.00% |

来源: 中国汽车工业协会、国联证券研究所

1.2. 驱动电机高增长

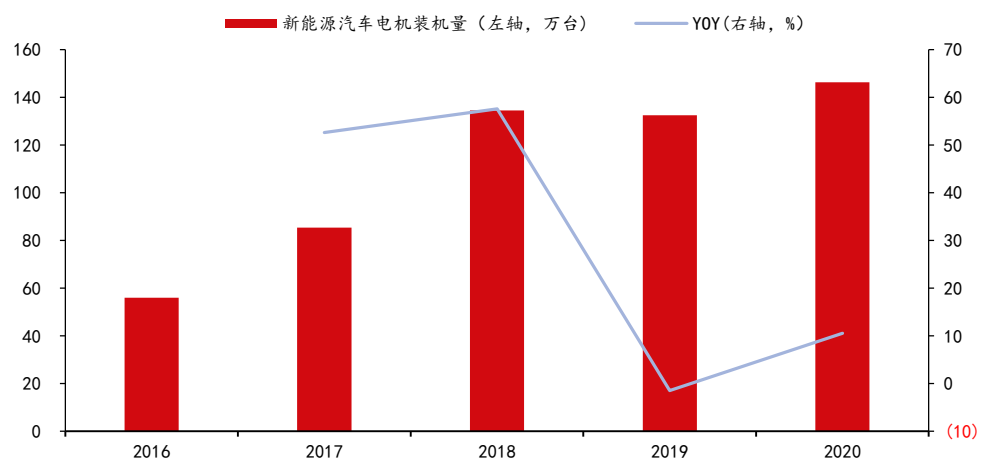
驱动电机装机量高增。新能源汽车三大核心部件分别为电机、电池及电控系统，合称三电。而驱动电机作为三电之一，装机量随着新能源汽车销量的高速增长而同步增长，2020年我国新能源汽车驱动电机装机量为146.3万台，同比增长10.5%，平均单台新能源汽车装机驱动电机1.07台。

图表 6: 新能源汽车成本结构 (2020 年)



来源: 智研咨询、国联证券研究所

图表 7: 我国新能源汽车驱动电机装机量



来源: 产业信息网、国联证券研究所

驱动电机市场规模高速增长。我们假设,未来几年双电机车型渗透率会不断提升,预计到2025年双电机比例会达到25%。通过双电机渗透率计算平均单车电机数量,再结合新能源车销量及电机单价进行测算,测算结果显示到2025年我国驱动电机市场空间将达到361.38亿元,五年CAGR为54.6%。

图表 8: 中国驱动电机市场规模测算

| | 2019 | 2020 | 2021E | 2022E | 2023E | 2024E | 2025E |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 我国新能源汽车销量 (万辆) | 120.6 | 136.7 | 352.1 | 550 | 687.5 | 840 | 980 |
| 我国汽车销量 (万辆) | 2576.9 | 2531.1 | 2627.5 | 2700 | 2750 | 2800 | 2800 |
| 渗透率 (%) | 4.68% | 5.40% | 13.40% | 20.37% | 25.00% | 30.00% | 35.00% |
| 双电机比例 (%) | 9.78% | 7.00% | 8.00% | 10.00% | 15.00% | 20.00% | 25.00% |
| 平均单车带电机数 (台/车) | 1.10 | 1.07 | 1.08 | 1.10 | 1.15 | 1.20 | 1.25 |
| 驱动电机单价 (元) | 2800 | 2800 | 2850 | 2900 | 2900 | 2950 | 2950 |
| 我国驱动电机市场空间 (亿元) | 37.07 | 40.96 | 108.38 | 175.45 | 229.28 | 297.36 | 361.38 |

来源: 中国汽车工业协会、国联证券研究所

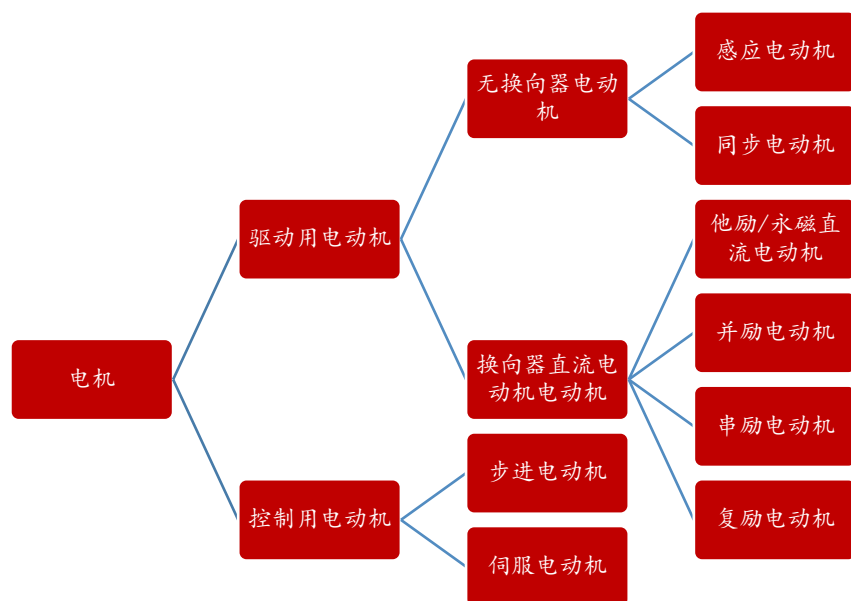
2. 电机技术不断革新 带来行业发展机遇

2.1. 电机具有多种技术路线

电机分类方法多样,若按照用途进行分类,则可分为驱动用电动机和控制用电动机,其中驱动用电动机和控制电机又可进行进一步细分。

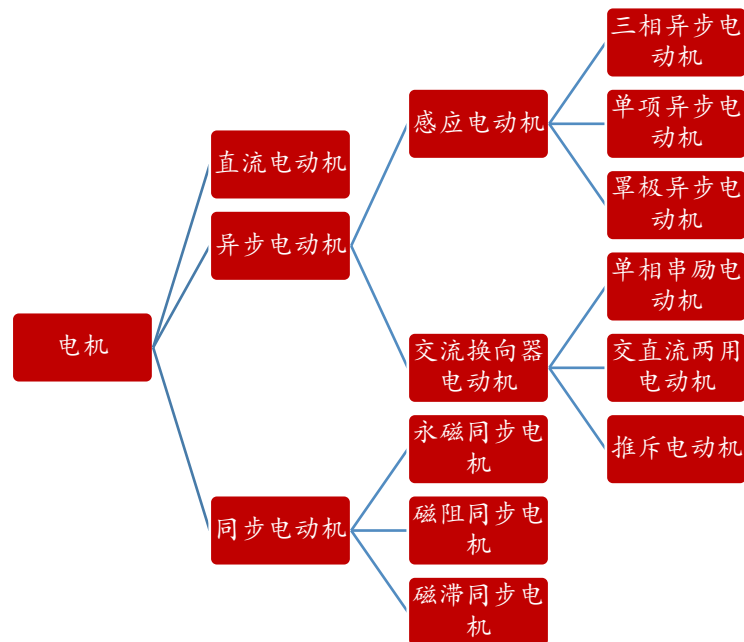
目前新能源车用的驱动电机主要可分为直流电机、交流电机及轮毂电机等,直流电机和交流电机按照结构工作原理又可进一步细分,如同步电机、异步电机等。目前行业对于交流异步电机、永磁同步电机及开关磁阻电机关注度较高。

图表 9: 电机按用途进行分类



来源: 新能源汽车创新创业基础、国联证券研究所

图表 10：电机按结构和工作原理分类



来源：新能源汽车创新创业基础、国联证券研究所

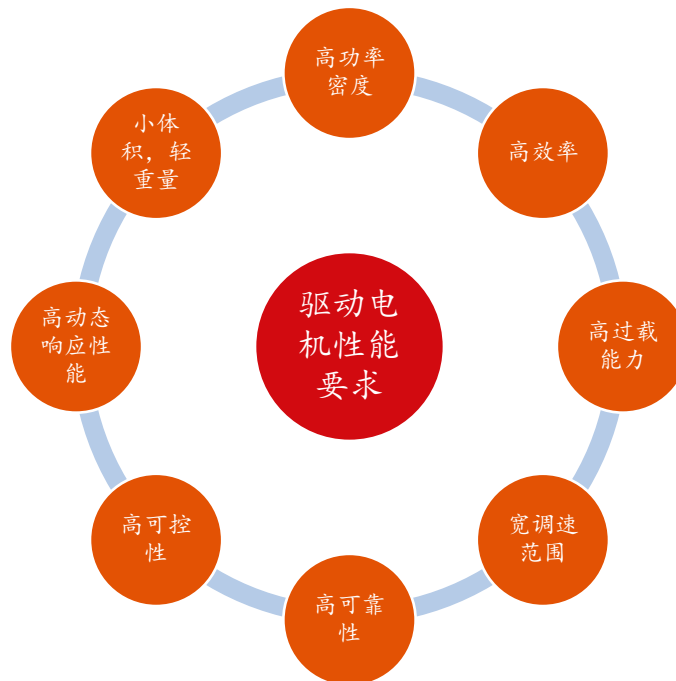
2.2. 新能源汽车驱动电机性能要求高

驱动电机作为电动汽车驱动系统中的核心零部件，其性能直接决定了整车的动力性能，故根据《新能源汽车驱动用永磁同步电机的设计》，相比于传统的工业电机，驱动电机对性能的要求有以下特点：

- 1) **高功率密度，高比功率：**驱动电机需要作为动力能源要驱动整车进行运动，且相应速度要足够快，故要求驱动电机具备高的功率密度。
- 2) **高效率：**为提高电动汽车的续航里程，需要降低电机各部分损耗值，并能够在汽车减速制动时进行能量回收提高能源利用率。
- 3) **高过载能力：**电机的启动转矩要足够大，以满足电动汽车的加速能力和爬坡能力。
- 4) **宽调速范围：**为了满足频繁启动和停车、低速爬坡、高速行驶以及非常宽的运行速度范围等特点，驱动电机输出特性需要在电机低速与高速运行范围内都能达到精准的控制要求，而且不失去其他动力性指标要求。
- 5) **高可靠性：**新能源汽车的动力电池组集电机绕组中的电压很容易到达 300V 以上范围，故要求驱动电机的电气系统的安全防护等级较高，以保证安全。
- 6) **高动态相应性能：**以满足汽车频繁起停等复杂工况的要求及多台电机协调运行的要求。
- 7) **小体积，轻重量：**受到整车空间的限制，以及必须考虑与传动系之间的连接

与安装等问题，要求牵引电机具有体积小、重量轻等特点。

图表 11：驱动电机性能要求



来源：《新能源汽车驱动用永磁同步电机的设计》、国联证券研究所

应用于新能源汽车驱动电机有以下几种类型，不同电机类型有不同的优劣势：

- 1) **直流电机**：早期新能源汽车驱动用电机大多是直流电机，因为其转矩速度特性能够较好满足新能源汽车的性能要求，且控制简单。但由于其结构的缺陷，导致其对使用环境要求高、寿命短、保养困难。随着电子器件和微控制器的技术进步，目前交流电机已基本取代直流电机。
- 2) **交流异步电机**（也称交流感应电机）：其结构简单、可靠性高、控制技术相对成熟；但异步电机转子容易发热，在高速运行时需要较大的冷却功率，对控制器技术要求较高；且低速性能不好，需要减速机构。由于美国本土缺少生产永磁同步电机的稀土资源，从其国家战略考虑，美国生产的纯电动汽车或混合动力汽车大多采用了交流感应电机作为其驱动电机。
- 3) **永磁同步电机**：与传统电励磁同步电机不同，其转子采用永磁体，该结构省去了传统同步电机中的电刷、集电环以及励磁绕组，从而无以上转子部件所引起的铜耗，具有高效、高功率密度、高可靠性、体积小等优点。
- 4) **开关磁阻电机**是一种比较新型的电机，比之其他类型电机，在结构上没有永磁体、电刷和滑环等零部件，其具有结构简单、制造成本低、适于高速运行等优点。但是，其扭矩性能低，转矩脉动和噪声水平较其他类型电机都大，因此开关磁阻电机驱动系统在新能源汽车中的开发与应用受到一定限制。

不同电机类型有不同的优劣势。从行业配套角度看，新能源汽车主要使用的是交流感应电机和永磁同步电机。但高效、低损耗使得永磁同步电机相比异步电机更加节

能。从装机量角度看，永磁同步电机由于其优异的综合性能，一直占据最高比例，到2019年，我国新能源汽车中永磁同步电机的比例已超过90%。近年来，持续选择交流异步电机技术路径的特斯拉，在其新推出的Model 3车型中，也开始采用永磁同步电机方案。

图表 12：不同类型驱动电机比较

| 比较项 | 直流电机 | 交流异步电机 | 永磁同步电机 | 开关磁阻电机 |
|-----------|-----------|-------------|------------|---------|
| 功率密度 | 低 | 中 | 高 | 较高 |
| 功率因数(%) | / | 82-85 | 90-93 | 60-65 |
| 峰值效率(%) | 85-89 | 90-95 | 95-97 | 80-90 |
| 负荷效率(%) | 80-87 | 90-92 | 85-97 | 78-86 |
| 过载能力(%e) | 200 | 300-500 | 300 | 300-500 |
| 转速范围(转/分) | 4000-6000 | 12000-15000 | 4000-15000 | >15000 |
| 恒功率区 | / | 1:05 | 01:02.2 | 1:03 |
| 过载系数 | 2 | 3-5 | 3 | 3月5日 |
| 可靠性 | 中 | 较高 | 高 | 较高 |
| 结构坚固性 | 低 | 高 | 较高 | 高 |
| 体积 | 大 | 中 | 小 | 小 |
| 重量 | 重 | 中 | 轻 | 轻 |
| 调速控制性能 | 很好 | 中 | 好 | 好 |
| 电机成本 | 低 | 中 | 高 | 中 |
| 控制器成本 | 低 | 高 | 高 | 中 |

来源：产业信息网、国联证券研究所

2.3.提升功率密度为主要发展趋势

相比于过去几年，我国的驱动电机技术已经取得了较大进步，已经具备自主研发各类新能源汽车所需驱动电机产品的技术能力，主要性能指标也已经达到国际先进水平，但在峰值转速、功率密度及效率方面与国外仍存在一定的差距。

图表 13：国内外电机技术对比

| 序号 | 技术指标 | 国内 | 国外 |
|----|------|---|-----------------|
| 1 | 峰值转速 | 绝大部分永磁同步电机的峰值转速在 10000rpm 以下 | 基本在 10000rpm 以上 |
| 2 | 功率密度 | 多处于 1~2kw/kg 区间内 | 可达到 2kw/kg 以上 |
| 3 | 效率 | 最高效率均达到 94%~96%，已达到西门子、Remy 等企业的水平。但我国电机的高效区面积占比集中在 70%~75% | 高效区面积占比可达到 80% |
| 4 | 冷却方式 | 采用水冷为主，部分电机企业也研发出油冷电机，如精进等。 | 油冷电机技术 |

来源：产业信息网、国联证券研究所

国内外电动汽车电机主要朝以下几个方面发展：高功率密度、电机冷却方式发展多样化、低成本化、高集成化、良好的振动噪声特性和高效率。

2.3.1 扁线绕组——高功率密度解决方案

根据国家制造强国建设战略咨询委员会正式发布的《中国制造 2025 技术路线》，到 2025 年，新能源乘用车驱动电机的 20s 有效比功率要达到 4.5KW/kg，2030 年要达到 5KW/kg。

图表 14：我国驱动电机发展技术路线图

| 技术目标 | 2020 年 | 2025 年 | 2030 年 |
|---------------|----------|-----------|-----------|
| 乘用车 20s 有效比功率 | ≥4KW/kg | ≥4.5kW/kg | ≥5.0kW/kg |
| 商用车 30s 有效比扭矩 | ≥18Nm/kg | ≥19Nm/kg | ≥20Nm/kg |
| 自主总产量中出口所占比 | - | - | 20% |

来源：《中国制造 2025 技术路线》、国联证券研究所

为了实现更高的转矩密度，新能源车用电机绕组由传统的圆形散线绕组逐渐向扁铜线绕组发展。高速化是电动汽车电机发展的趋势，扁线绕组逐步成为各大电动汽车厂商的首选。国外采用扁线绕组作为新能源车电机绕组已成为主流，如丰田普锐斯、美国雷米、德国大陆、韩国 LGE、宝马 i5 等。国内厂商也在研发扁线电机技术，有个别厂商已经具备量产扁线电机的技术并在建立生产线。国内销量排名前 20 的车型中，有一半已经开始装配或部分装配扁线电机。

图表 15: 我国销量 2021 年销量前 20 车型电机绕组类型

| 序号 | 车型 | 销量 (辆) | 电机绕组类型 |
|----|---------------------|--------|--------|
| 1 | 五菱宏光 Mini EV | 424138 | 圆线 |
| 2 | 特斯拉 Model Y | 169547 | 部分扁线 |
| 3 | 特斯拉 Model 3 | 150879 | 部分扁线 |
| 4 | 比亚迪 秦 Plus PHEV | 111553 | 部分扁线 |
| 5 | 理想 one | 90491 | 部分扁线 |
| 6 | 比亚迪 汉 EV | 86860 | 部分扁线 |
| 7 | 比亚迪 宋 Pro/Plus PHEV | 78939 | 部分扁线 |
| 8 | 长安奔奔 EV | 76400 | 圆线 |
| 9 | 广汽 Aion S | 71184 | 圆线 |
| 10 | 奇瑞 EQ | 68821 | 圆线 |
| 11 | 长城欧拉黑猫 | 63492 | 圆线 |
| 12 | 小鹏 P7 | 60570 | 圆线 |
| 13 | 上汽荣威克莱维 EV | 56116 | 圆线 |
| 14 | 比亚迪 秦 Plus EV | 55970 | 圆线 |
| 15 | 长城欧拉好猫 | 50505 | 圆线 |
| 16 | 合众 哪吒 V EV | 49646 | 圆线 |
| 17 | 大众 ID. 4 | 49373 | 扁线 |
| 18 | 比亚迪 唐 PHEV | 48152 | 部分扁线 |
| 19 | 蔚来 ES6 | 42235 | 扁线 |
| 20 | 比亚迪 元 EV | 40901 | 扁线 |

来源: Clean Technica、公司官网、国联证券研究所

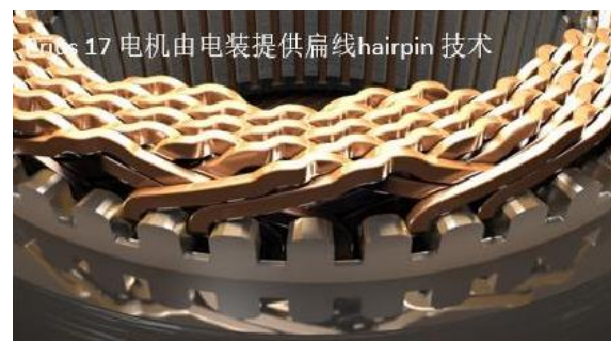
从行业标杆丰田 Prius 的历代技术可以看出, 高速化和扁线绕组技术是未来驱动电机的技术发展趋势。最新的 Prius2017 使用的就是扁线绕组, 最高转速达到了 17000r/min, 对应的电频率达到了 1133Hz。

图表 16: 丰田 Prius 历代电机发展趋势



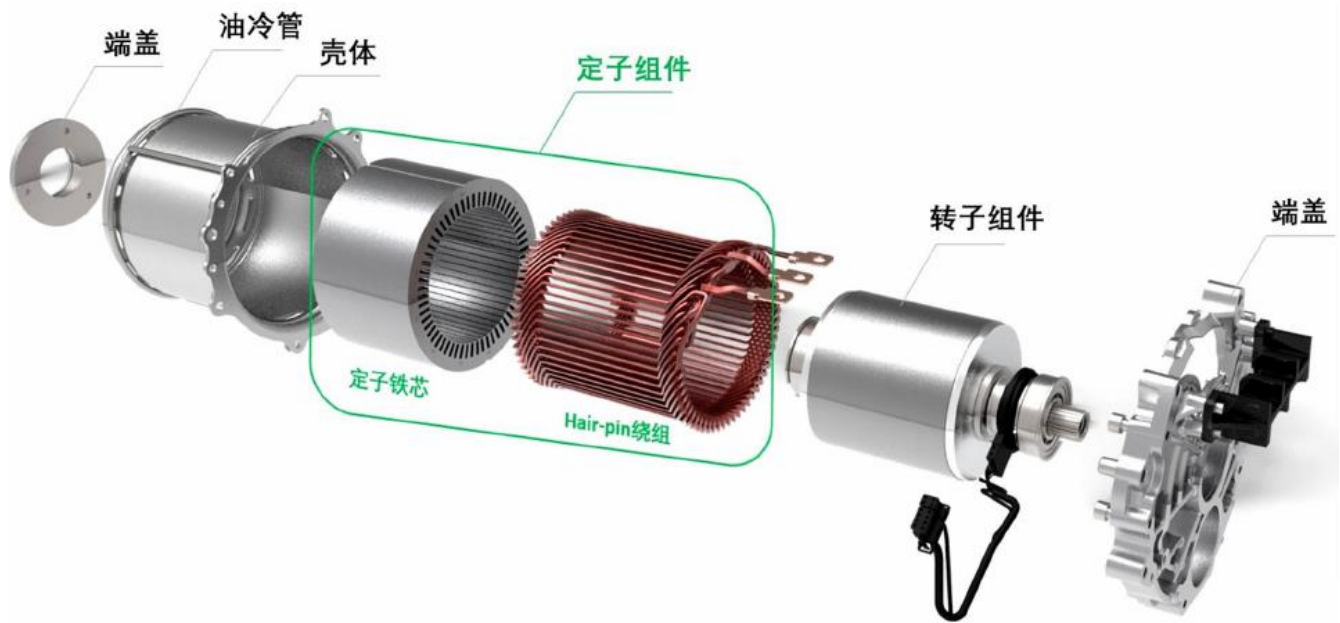
来源: 基于利兹线的电动汽车用永磁电机设计、国联证券研究所

图表 17: Prius2017 电机定子



来源: 电动汽车扁线油冷式永磁同步电机研究、国联证券研究所

图表 18: 扁线绕组永磁电机结构示意图



来源：扁线绕组永磁电机关键热问题研究、国联证券研究所

扁线电机的核心优势在于可以通过提升满槽率提升能量密度，传统的绕组为多根细圆线，扁线绕组变成几根粗的矩形导线。扁线电机通过槽满率的提升，可提升填铜量，扁线电机有效铜的面积可以提高 20%以上，从而提高 20-30%的功率，传统电机有效铜槽满率只有 45%左右，扁线电机能做到 70%左右。

工艺的改变在结构上使得电机的绕组端部尺寸减少了 20%左右，空间进一步的降低了，从而使整个系统的体积变小，实现了小型化和轻量化。

一方面提升了电机的功率密度，使得电机的效率提高，也使得电机的高效区的范围变广，另一方面扁线与扁线之间的接触面积变大，绕组和定子槽之间也有更好的接触，使得散热和热传导更好，散热性变好，性能也得到了提升。

图表 19: 圆线绕组与扁线绕组永磁电机



来源：扁线绕组永磁电机关键热问题研究、国联证券研究所

2.3.2 电机冷却方式发展多样化

电机冷却方式发展多样化。当前永磁同步电机有多种冷却方式：包括全封闭式不通风冷却、自然对流冷却、全封闭式风机冷却、螺旋槽和轴向覆盖通道之字形布置等液体冷却方式、端部绕组冷却等。

水冷为目前主流方案。目前新能源汽车驱动电机多用机壳水冷方案。但纯水有低温结冰的问题，故水冷方案的冷却液一般采用水和乙二醇 1 比 1 混合，可以使冰点降低至约零下 40 摄氏度。部分产品为了更好的散热，在机壳水冷的基础上又增加了轴向风扇进行强制风冷。

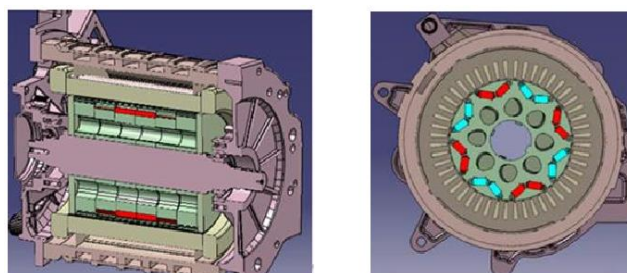
德国 Audi 公司与法国 Valeo 公司合作研发了一种定子水冷混合动力汽车驱动电机系统，应用在 Audi SQ7 TDI 车型上。广汽传祺 GE3 车型的驱动电机冷却系统采用机壳圆周水冷技术，其电池、电机、电控分别来自宁德时代、精进电动、法雷奥。

图表 20：德国 Audi SQ7 车用驱动电机系统冷却结构



来源：电动汽车扁线油冷式永磁同步电机研究、国联证券研究所

图表 21：广汽 SUV GE3 圆周水冷机壳



来源：电动汽车扁线油冷式永磁同步电机研究、国联证券研究所

油冷是未来驱动电机冷却技术的趋势。由于电动汽车牵引电机的功率密度越来越大，导致电机产生大量的热量，给电机散热带来了新的挑战。水冷技术虽然现阶段还能满足要求，但其存在难以克服的技术缺陷：冷却液存在壳体水道中，不与电机直接接触，电机内部产生的热量是通过层层材料传递到壳体水道中的冷却液中被带走，它属于间接冷却。因电机无法直接接触冷却液，容易导致热量堆积，形成局部热点；而为了布置冷却水道，相应的电机壳体体积也更大一些。

而油因为其本身不导电不导磁的特性，对电机磁路无影响，可作为电机直接冷却介质，电机在运行过程中，电机产生的热量可以通过油传递到机座达到冷却的效果。油冷电机属于直接冷却，大幅降低了电机壳体的体积，电机可以设计得更加紧凑。但是油本身存在粘性，搅动过程中会产生内摩擦发热，这是要克服的技术问题。目前采用油冷的电机生产商主要有精进电动、特斯拉等。

2.3.3 高集成化

集成化意味着更小的体积、更低的成本。集成化是未来是发展趋势，许多零件或

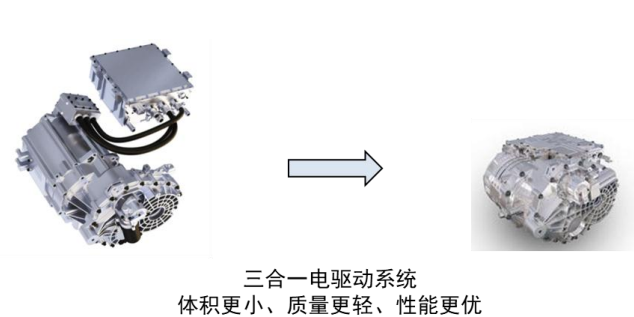
者功能件集成在一起可以节省空间，而且部分零部件可以实现公用。

图表 22: 控制器总功能更加丰富



来源：精进电动招股说明书、国联证券研究所

图表 23: 一体化设计深度集成



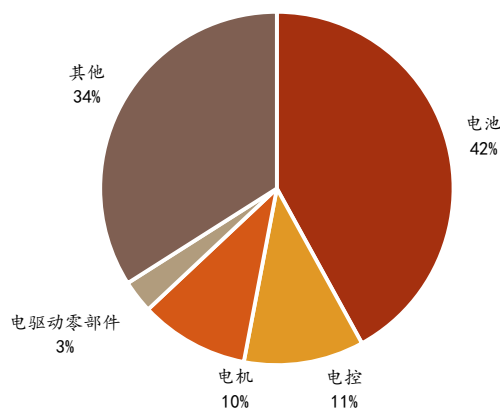
来源：精进电动招股说明书、国联证券研究所

3. 规模效应逐步释放 电机有望迎来量价齐升

3.1. 电机生产工艺依赖自动化线

新能源汽车的成本结构中，第一为电池，占到整车零部件成本的 44%左右；其次是电控，占比约 12%；电机排在第三，约 10%。

图表 24: 新能源汽车成本结构 (2020 年)



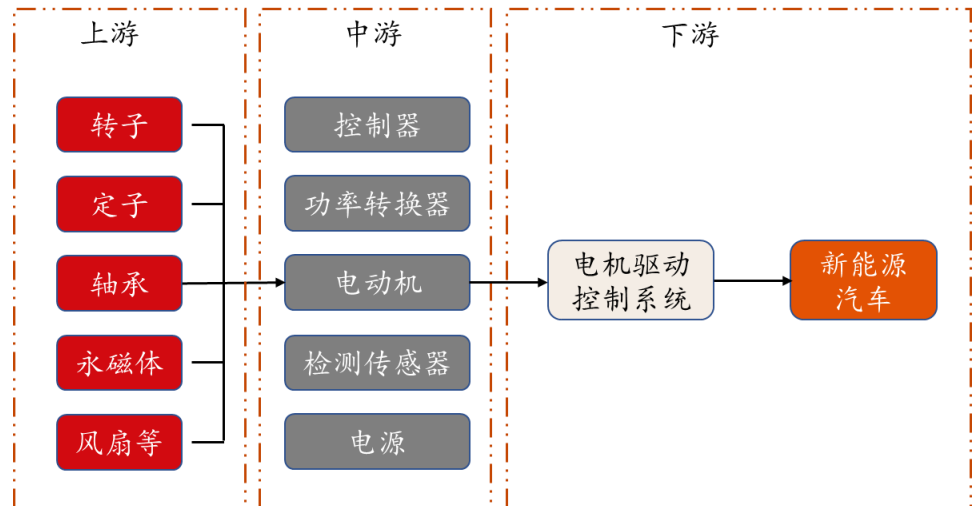
来源：智研咨询、国联证券研究所

而驱动电机主要由定子、转子、壳体、结构件构成，驱动电机的生产工艺可分为组件生产与总装测试两个阶段。组件生产阶段的关键工艺步骤包括：定子铁芯和转子铁芯的冲压、叠压、焊接；定子绕线、嵌线、浸漆；壳体和前后端盖、变速器壳体的铸造、数控机床精加工；轴、齿轮的锻造和数控精密加工；转子组装等。最后各个零部件经过检测，再将它们送往总装车间进行装配测试。

总装检测阶段的关键步骤包括：壳体铸造和数控机床加工、端盖铸造和数控机床

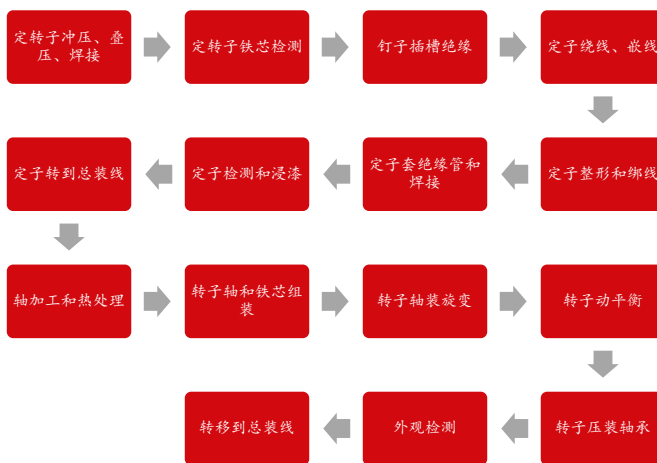
加工、定子组装、转子组装、各模块及线束的组装、性能测试等。这一系列的工艺都依赖于高度自动化的生产线，才能够保证电机生产质量。

图表 25：驱动电机产业链



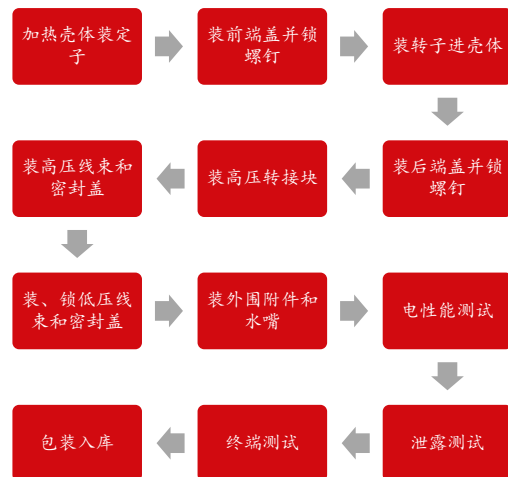
来源：智研咨询、国联证券研究所

图表 26：驱动电机组件生产工艺



来源：精进电动招股说明书、国联证券研究所

图表 27：驱动电机装配工艺



来源：精进电动招股说明书、国联证券研究所

3.2. 竞争格局：主机厂与第三方并存

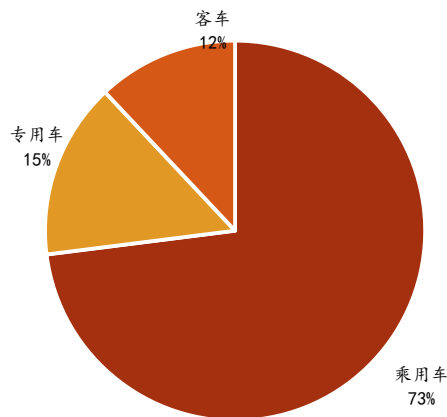
由于电驱动系统在新能源汽车产业链的关键地位，整车企业及独立的零部件企业都有在该领域积极进行布局。技术方面，目前美国在新能源汽车电驱行业具有领先优势，其次是日本、德国。整个电驱动系统的供应链可分为上游的组件、中游的电机、控制器、传动器，以及下游的系统集成。

图表 28: 电驱动系统国际供应链

| 组件 | 总成 | 系统 | |
|-----------------|-------------------|---------------------|----------------|
| 永磁体 | 驱动电机总成 | 一级零部件供应商 | |
| 硅钢片 | | | 整车厂 |
| 绕组 | | | |
| 功率模块 | | | |
| 控制电路 | 控制器总成 | | |
| 电容 | 传动总成 | | |
| 传感器 | | | |
| 减速器 | | | |

来源：精进电动招股说明书、国联证券研究所

图表 29: 2020 年我国驱动电机装机车型分布



来源：智研咨询、国联证券研究所

对于我国驱动电机市场来说，约 73%的驱动电机用于乘用车，12%客车，15%用于专用车。

我国驱动电机市场呈现主机厂和第三方电机企业共同竞争的格局：国内具备电驱动系统整体集成设计能力的整车厂包括比亚迪、特斯拉、北汽新能源和宇通客车等；第三方外供企业国际供应商有日本电装、博格华纳、博世等；国内企业有从传统电机行业拓展过来的如方正电机、大洋电机等，以及专注于新能源汽车电机制造的精进电

动、深圳大地和等。

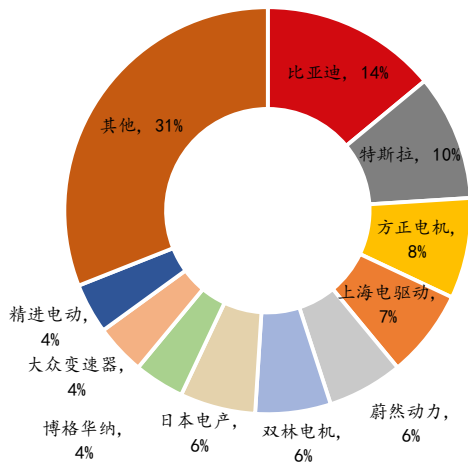
图表 30：第三方驱动电机生产企业产品配套情况

| 序号 | 名称 | 客户类型 | 配套情况 |
|----|--------|------|-------------------------|
| 1 | 方正电机 | 乘用车 | 长城、长安、吉利、上汽、小鹏、蔚来等 |
| | | 商用车 | 昌河、东风、上汽通用五菱、河北御捷（低速电动） |
| 2 | 大洋电机 | 乘用车 | 上汽、一汽、江淮、现代、众泰等 |
| | | 商用车 | 北汽福田、宇通、青年、东风 |
| 3 | 上海电驱动 | 乘用车 | 奇瑞、江淮、一汽、长安、上汽通用等 |
| | | 商用车 | 中通、恒通、宇通、申沃等 |
| 4 | 精进电动 | 乘用车 | 吉利、广汽、小鹏、上汽、一汽、北汽、长安等 |
| | | 商用车 | 东风、厦门金龙、北汽福田、中通、比亚迪等 |
| 5 | 上海大郡 | 乘用车 | 北汽、广汽、吉利 |
| | | 商用车 | 厦门金龙、珠海银隆、比亚迪 |
| 6 | 苏州汇川 | 乘用车 | 广汽、长城、吉利、威马、小鹏等 |
| | | 商用车 | 宇通等 |
| 7 | 华域 | 乘用车 | 吉利、奇瑞、上汽、福特等 |
| | | 商用车 | 上汽大通 |
| 8 | ST 大地和 | 乘用车 | 吉利 |
| | | 商用车 | 中通、厦门金龙、东风柳汽、上汽通用五菱、江铃等 |
| 9 | 朗高电机 | 乘用车 | - |
| | | 商用车 | 宇通、东风、一汽、陕汽、大运 |
| 10 | 安徽巨一 | 乘用车 | 江淮、奇瑞、云度等 |
| | | 商用车 | 昆明客车 |

来源：精进电动招股说明书、国联证券研究所

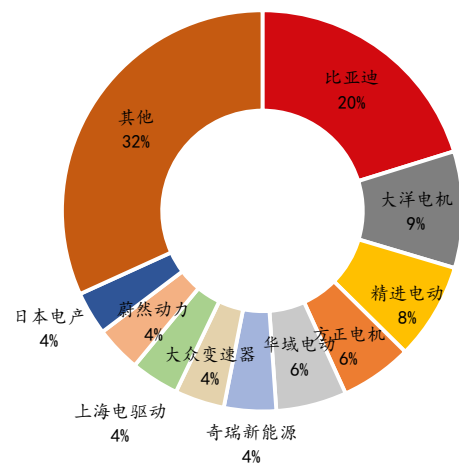
根据 Marklines 统计数据，得益于自产新能源汽车销量高涨，2020 年驱动电机装机量市场份额前两位分别为比亚迪和特斯拉，分别为 14%和 10%；方正电机排在第三位，为 8%；第四为上海电驱动（2016 年被大洋电机收购），为 7%；第五位为蔚然动力，为 6%。

图表 31：2020 年中国新能源汽车驱动电机市场份额



来源：Marklines、精进电动招股说明书、国联证券研究所

图表 32：2019 年中国新能源汽车驱动电机市场份额



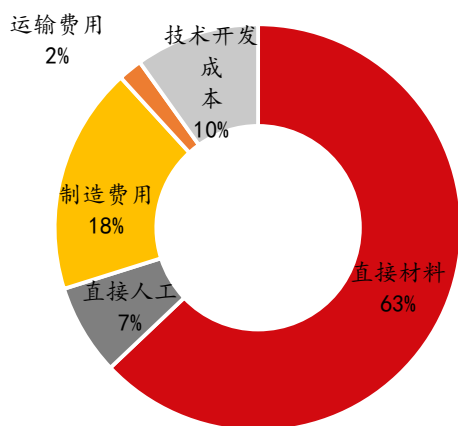
来源：Marklines、精进电动招股说明书、国联证券研究所

3.3. 新能源车高速增长 电机释放规模效益

直接材料、制造费用、技术开发费用构成驱动电机三大成本。驱动电机的成本结构中，由制造定转子的磁钢、硅钢片，用于安装架的壳体，用于绕组的漆包线等构成的直接材料成本占到总生产成本的 63%左右；其次是制造费用：包含设备折旧费、车间管理人员和辅助性生产岗位的间接生产人员的薪资劳务费等，约占 18%；第三为技术开发成本，约占 10%；直接人工费和运输费用分别占 7%和 2%。

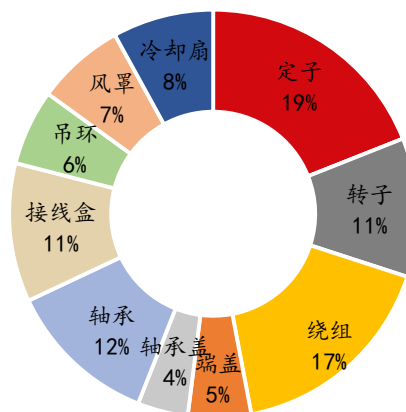
若驱动电机按照零部件价值量进行拆分，价值量较高的 5 个零部件分别是：定子 19%，转子 11%，绕组 17%，轴承 12%，接线盒 11%。

图表 33：驱动电机生产成本构成（2020 年）



来源：精进电动招股说明书、国联证券研究所

图表 34：驱动电机零部件价值占比结构（2020 年）



来源：精进电动招股说明书、国联证券研究所

2021 年受上游原材料涨价影响，驱动电机企业业绩承压。2021 年上游钢、铜、稀土、等原材料价格上涨，但材料成本上涨压力未能有效传导至下游，导致驱动电机企业成本上涨，利润水平下滑。

驱动电机行业属于资本密集型行业，规模效应明显。驱动电机生产依赖于自动化生产设备，特别是扁线电机，其生产工艺复杂，要求高，固定投资大。根据方正电机公告，其扩产 180 万套驱动电机项目预计投资额约 12.4 亿元，折合每 10 万套产能对应投资约 6900 万元。且每款电机的开发费用不低，占总成本比重约 10%，故在销量不足，规模效应还未体现的情况下，企业盈利承压，但规模效应一旦起来，盈利改善将十分明显。

2022 年驱动电机行业有望迎来量价齐升。为实现功率提升，电机扁线化已经是大势所趋。双电机车型渗透率也在进一步提升，特斯拉 Model3/Y、比亚迪汉 EV、理想 ONE、小鹏 P7 等车型均推出了采用“双电机四驱”的车型版本，预计到 2025 年双电机渗透率将达到 25%。随着扁线电机渗透率的提升和双电机车型比例的提升，我们判断，2022 年驱动电机行业将迎来量价齐升，叠加规模效应显现，驱动电机行业相关公司将充分受益。

4. 推荐公司

结合技术优势、客户结构、规模效应、盈利能力等方面，我们筛选出方正电机、大洋电机、科力尔 3 家公司。重点公司的盈利预测情况如下：

图表 35：重点公司盈利预测与估值表

| 股票代码 | 证券简称 | 股价 (元) | EPS (元) | | | PE (X) | | | 评级 |
|--------|------|--------|---------|------|------|--------|-------|-------|----|
| | | | 21E | 22E | 23E | 21E | 22E | 23E | |
| 002196 | 方正电机 | 10.89 | 0.05 | 0.31 | 0.53 | 221.15 | 34.84 | 20.51 | 买入 |
| 002249 | 大洋电机 | 7.02 | 0.18 | 0.23 | 0.28 | 36.36 | 26.85 | 20.92 | 买入 |
| 002892 | 科力尔 | 20.42 | 0.48 | 0.79 | 1.01 | 42.26 | 25.70 | 20.23 | 买入 |

来源：iFind，国联证券研究所预测

注：股价为 2022 年 03 月 04 日收盘价，方正电机、大洋电机、科力尔盈利预测来自国联证券研究所

4.1. 方正电机：产品、客户多点开花 驱动电机业务乘势启航

微特电机强者恒强，产品、客户多点开花。公司缝纫机应用类产品收入上半年同比增加 62%，公司在该业务领域继续占据市场主导地位，并且公司根据订单情况预计 2022 年家用缝纫机市场会好于 2021 年。除此以外，公司加速拓展电动工具电机及汽车行业用微特电机，公司电动工具用电机已经批量生产，并进入 TTI、史丹利百得等电动工具行业龙头企业；汽车雨刮器电机也正积极拓展新客户；公司通过参股方式成

立延锋安道拓方德机电公司，销售座椅电机等微电机。

驱动电机供货多家新能源车企，市场份额已入三甲。公司驱动电机产品客户除原有的吉利、上汽通用五菱外，又拓展了小鹏、蔚来、长城、奇瑞等造车新势力和自主品牌客户。得益于宏光 MINIEV、小鹏 P7 等车型的热销，2021 年方正电机驱动电机市场份额位居国内第三。

公司业绩扭亏为盈，规模效应持续释放。受益于国内新能源汽车市场的快速发展，2021 年公司新能源汽车驱动电机业务较上年同期增长超过 250%，规模效应显现。公司发布 2021 年业绩预告，公司营业收入较上年同期增长超过 61.92%，预计 2021 年度实现归属于上市公司股东的净利润为 1800 万元-2700 万元，实现扭亏为盈，上年同期为亏损 6.37 亿元。

把握行业趋势，积极研发新产品。公司把握新能源驱动电机未来高功率、小型化的大趋势，积极研发扁线电机、油冷电机和 800V 高压电机等新技术，目前已量产的扁线电机产品系 8 层绕组，功率密度、效率等均性能指标均属于行业领先水平。

定增扩产，扩大扁线电机产能优势。公司发布公告，拟定增募资不超过 10 亿元，控股股东卓越汽车拟以现金方式，按照与其他认购对象相同的价格认购，拟认购金额不低于 1 亿元且不超过 3 亿元。10 亿元中 7 亿元用于扩产 180 万套新能源汽车驱动电机产能，1 亿元用于丽水方德智驱应用技术研究院扩建项目，2 亿元补充流动资金。

盈利预测：我们预计公司 2021-2023 年营业收入分别为 18.51/27.13/38.68 亿元，归母净利润分别为 0.25/1.56/2.65 亿元，对应 EPS 分别为 0.05/0.31/0.53 元/股，对应 PE 分别为 221.15x/34.84x/20.51x。首次覆盖给予“买入”评级。

风险提示：新能源汽车销量不及预期风险；上游原材料涨价风险；扩产项目进度不及预期风险。

4.2. 大洋电机：借势新能源汽车行业 把握产业转型升级

家居电气电机及新能源汽车电机为基，布局氢燃料电池系统。目前公司形成了以建筑及家居电器电机产品为主的 BHM 事业部和以汽车用关键零部件为主的车辆事业集团两大事业板块，同时前瞻布局氢燃料电池系统及其关键零部件行业，是一家集“高度自主研发、精益制造、智慧营销”为一体的高新技术企业。

借势新能源汽车行业，成功把握产业转型升级契机。2009年，公司跨入新能源汽车动力总成系统产业，成功迈出了公司产业转型升级的第一步；2016年初完成收购上海电驱动开启了公司新能源汽车动力总成系统业务的新里程；经过多年的发展，公司的电机产品在长安汽车、长城汽车、北汽新能源、小鹏汽车、法国雷诺、印度塔塔、韩国现代、上汽通用等多家内资、外资、合资车企实现量产。应用于长安汽车、印度塔塔等不同车企多款车型的“三合一”电驱动总成以及应用于长城汽车、雷诺汽车等多款车型的“二合一”电驱动总成实现稳定生产及销售。

前瞻布局，潜力巨大。国家对于氢能产业的发展支持力度越来越强，先后出台了大量相关产业政策，各地也陆续发布氢能规划。目前国内市场燃料电池原材料多由国外进口，成本高企，因此突破技术壁垒，加速燃料电池零部件国产化成为中国氢燃料电池汽车生产商面临的主要问题。目前公司已完成了多项高功率氢燃料电池模组的核心零部件的产品开发，目前正在进行产品的可靠性验证工作。目前已有新增3款搭载公司氢燃料电池的车型收录在国家《新能源汽车推广应用推荐车型》目录中，另有2款车型正在准备整车研制与公告申请工作。

盈利预测：我们预计公司2021-2023年营业收入分别为101.08/122.61/147.8亿元，归母净利润分别为4.28/5.55/6.67亿元，对应EPS分别为0.18/0.23/0.28元/股，对应PE分别为36.36x/26.85x/20.92x。首次覆盖给予“买入”评级。

风险提示：新能源汽车销量不及预期风险；上游原材料涨价风险；新项目市场不及预期风险。

4.3.科力尔：立足微特电机领域 开启第二增长曲线

微特电机领域专家。公司一直专注于微特电机与驱控技术的开发、生产与销售，公司主要产品包括单相罩极电机、串激电机、步进电机、直流无刷电机、伺服电机、精密泵等。

白色家电微特电机全球供货商。公司在白色家电领域业务较为出色，客户为全球优质的家电制造商如伊莱克斯(Electrolux)、惠而浦(Whirlpool)、通用电气(GE)、阿瑟力克(Arcelik)、松下(Panasonic)、美的、海信等，该业务约占公司总营70%。

新产品客户开拓顺利，开启第二增长曲线。公司的产品近期突破的客户包括华为、

海康威视、宇视科技等，应用的领域包括工业自动化、智能安防、锂电池设备和光伏设备等。运动控制电机新业务 2020 年相比 2019 年营收已翻倍，2021 年上半年同比增长 49%，开启第二增长曲线。

定增扩产，加速向前。公司 2021 年 8 月以非公开发行股票方式完成募资约 5 亿元，募集资金用于智能电机与驱控系统建设项目。并且拟使用不超过人民币 9000 万元购买位于惠州市潼湖生态智慧区的土地使用权，用于建设科力尔电机与驱控系统生产研发总部项目。

盈利预测：我们预计公司 2021-2023 年营业收入分别为 14.32/19.07/25.53 亿元，归母净利润分别为 1.09/1.79/2.27 亿元，对应 EPS 分别为 0.48/0.79/1.01 元/股，对应 PE 分别为 42.26x/25.7x/20.23x。首次覆盖给予“买入”评级。

风险提示：上游原材料涨价风险；汇率波动风险；市场竞争风险。

5. 风险提示

- (1) 新能源汽车销量不及预期风险：驱动电机行业下游为新能源汽车，若新能源汽车销量不及预期，则影响电机需求。
- (2) 行业竞争加剧风险：若行业竞争加剧，即其他设备厂商凭借技术实力或者低价竞争等手段获取公司客户订单，则会影响公司的竞争力与获单能力。
- (3) 上游原材料涨价风险：若上游原材料涨价，成本压力又无法转嫁给下游，则会压缩行业内公司的利润空间。

分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们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，本报告所表述的所有观点均准确地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法。我们所得报酬的任何部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

评级说明

| 投资建议的评级标准 | | 评级 | 说明 |
|---|------|------|------------------------------|
| 报告中投资建议所涉及的评级分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后6到12个月内的相对市场表现，也即：以报告发布日后的6到12个月内的公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。其中：A股市场以沪深300指数为基准，新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以摩根士丹利中国指数为基准；美国市场以纳斯达克综合指数或标普500指数为基准；韩国市场以柯斯达克指数或韩国综合股价指数为基准。 | 股票评级 | 买入 | 相对同期相关证券市场代表指数涨幅20%以上 |
| | | 增持 | 相对同期相关证券市场代表指数涨幅介于5%~20%之间 |
| | | 持有 | 相对同期相关证券市场代表指数涨幅介于-10%~5%之间 |
| | | 卖出 | 相对同期相关证券市场代表指数跌幅10%以上 |
| | 行业评级 | 强于大市 | 相对同期相关证券市场代表指数涨幅10%以上 |
| | | 中性 | 相对同期相关证券市场代表指数涨幅介于-10%~10%之间 |
| | | 弱于大市 | 相对同期相关证券市场代表指数跌幅10%以上 |

一般声明

除非另有规定，本报告中的所有材料版权均属国联证券股份有限公司（已获中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）及其附属机构（以下统称“国联证券”）。未经国联证券事先书面授权，不得以任何方式修改、发送或者复制本报告及其所包含的材料、内容。所有本报告中使用的商标、服务标识及标记均为国联证券的商标、服务标识及标记。

本报告是机密的，仅供我们的客户使用，国联证券不因收件人收到本报告而视其为国联证券的客户。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但国联证券对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供客户参考，不构成所述证券买卖的出价或征价邀请或要约。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，国联证券及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，国联证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

国联证券的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。国联证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。国联证券的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

特别声明

在法律许可的情况下，国联证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此，投资者应当考虑到国联证券及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

版权声明

未经国联证券事先书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复制、转载、刊登和引用。否则由此造成的一切不良后果及法律责任有私自翻版、复制、转载、刊登和引用者承担。

联系我们

无锡：江苏省无锡市太湖新城金融一街8号国联金融大厦9层

电话：0510-82833337

传真：0510-82833217

北京：北京市东城区安定门内大街208号中粮置地广场4层

电话：010-64285217

传真：010-64285805

上海：上海市浦东新区世纪大道1198号世纪汇广场1座37层

电话：021-38991500

传真：021-38571373

深圳：广东省深圳市福田区益田路6009号新世界中心29层

电话：0755-82775695