

NO.345

比亚迪3万转电机技术解读



闪充电池

兆瓦闪充 油电同速

1000V

全球量产最高充电电压

1000A

全球量产最大充电电流

10C

全球量产最高充电倍率

1MW (1000kW)

全球量产最大充电功率

全域千伏高压架构

全球首个量产乘用车全域千伏高压架构

5分钟400公里

全球量产最快充电速度

1秒2公里

全球量产最高峰值充电速度



3万转电机

16.4kW/kg

全球量产最高驱动电机功率密度

30511rpm

全球量产最高驱动电机转速

2秒级

0-100km/h加速

$\geq 300\text{km/h}$

最高车速

580kW

全球量产最高单模块单电机功率

全新一代碳化硅功率芯片

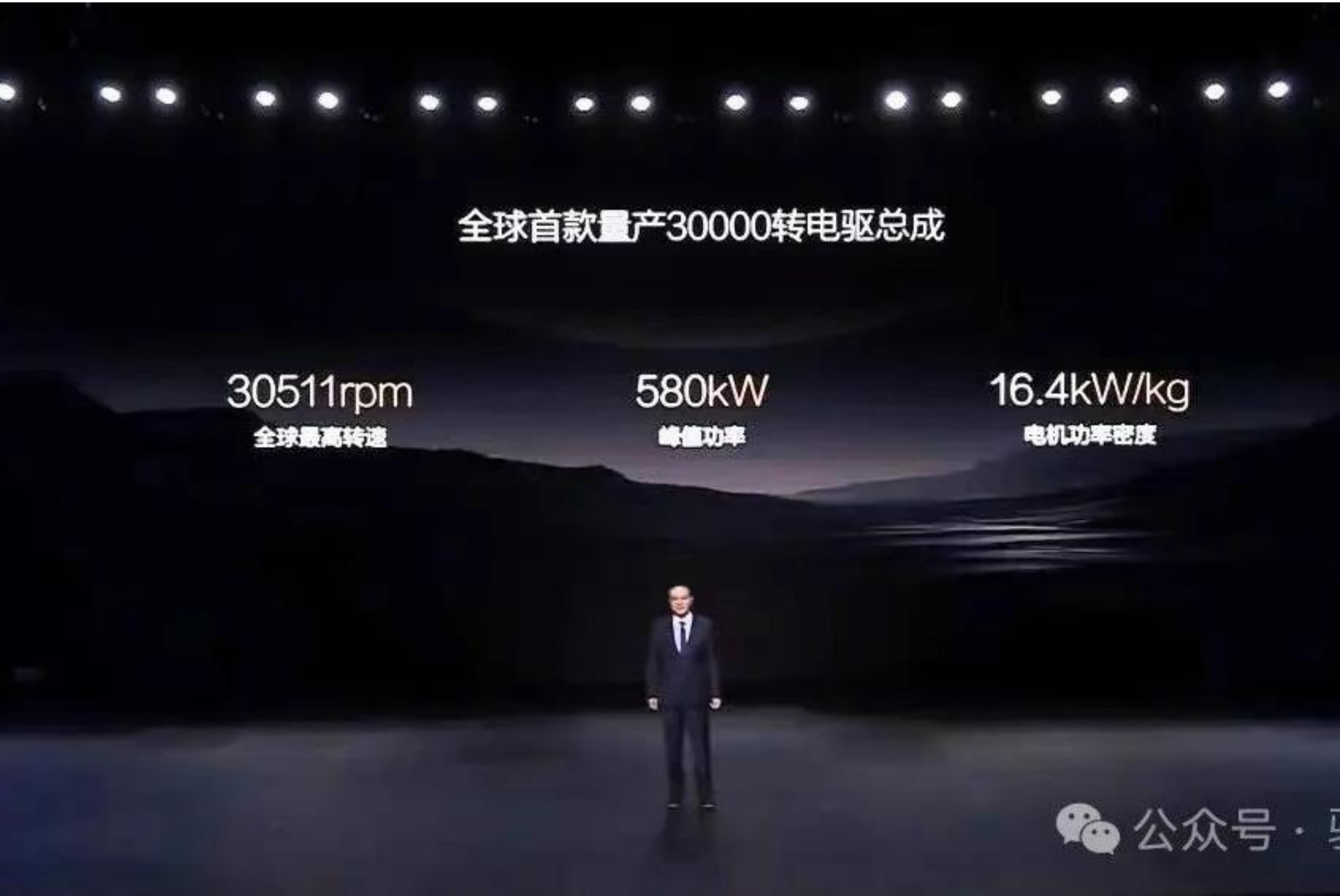
1500V

全球量产最高车规级碳化硅功率芯片电压等级

20年

芯片技术积累
公众号 · 驱动视界

2025年3月17日，比亚迪正式发布全球首款量产3万转电机，这款电机的最高转速达30511rpm，换算下来508转/秒。



全球首个量产乘用车
全域千伏高压架构

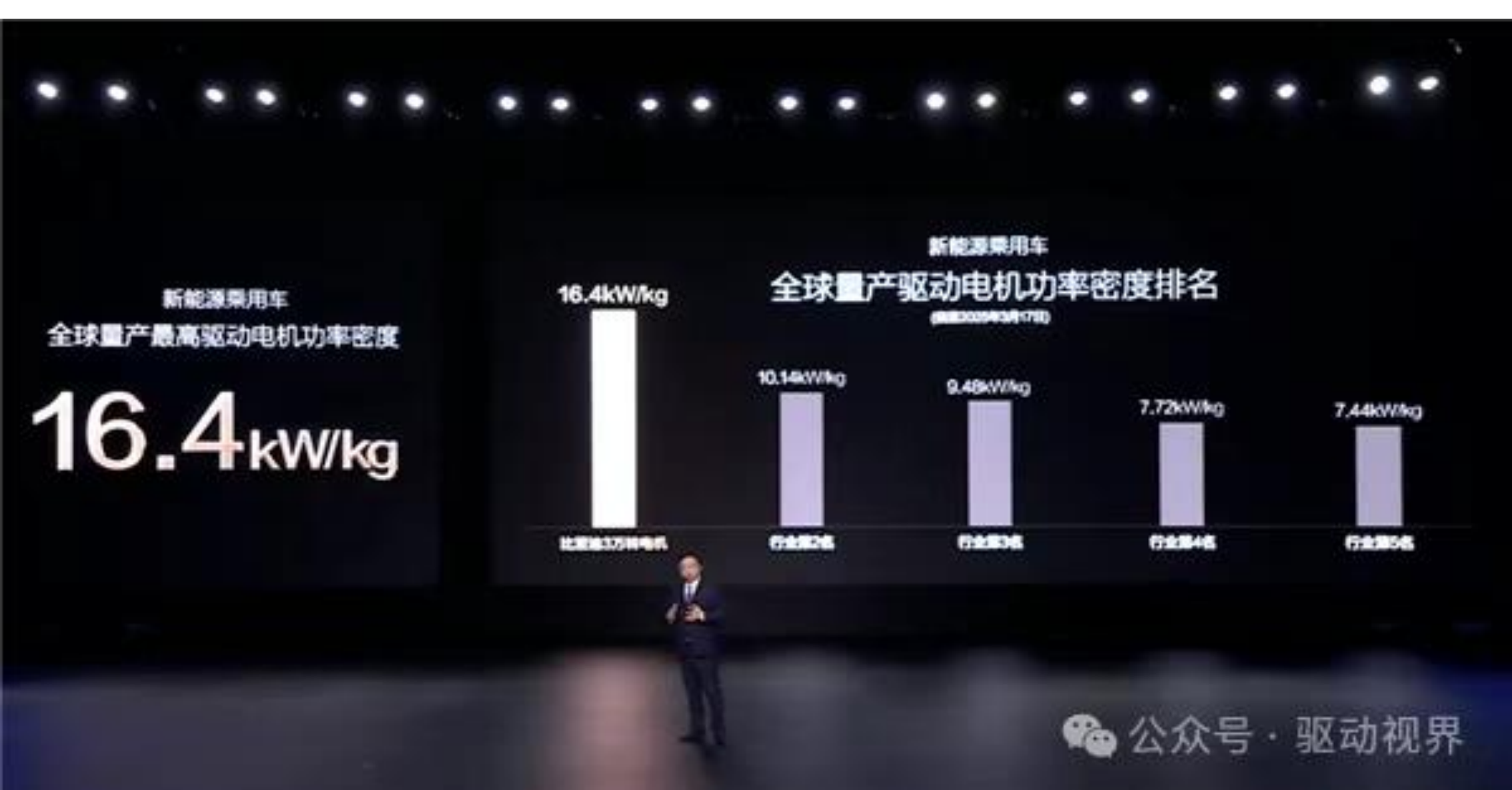
超高转速带来的直接好处是加速性能的大幅度提升，搭载3万转电机的车型可实现2秒级零百加速，极速超过300km/h，有效弥补了电动汽车在高阶段动力衰减的短板。

高转速+高功率密度的设计，电机更小、更轻，能够有效缩小电驱总成的体积，为车辆腾出更多内部空间。



这是首个千伏高压架构，电池、电机、电控全面升级到1000V，最大充电电流也达到1000A，比目前800V平台效率提升了25%；且由于减少了升压模块的能量损耗，系统效率提升了5%。

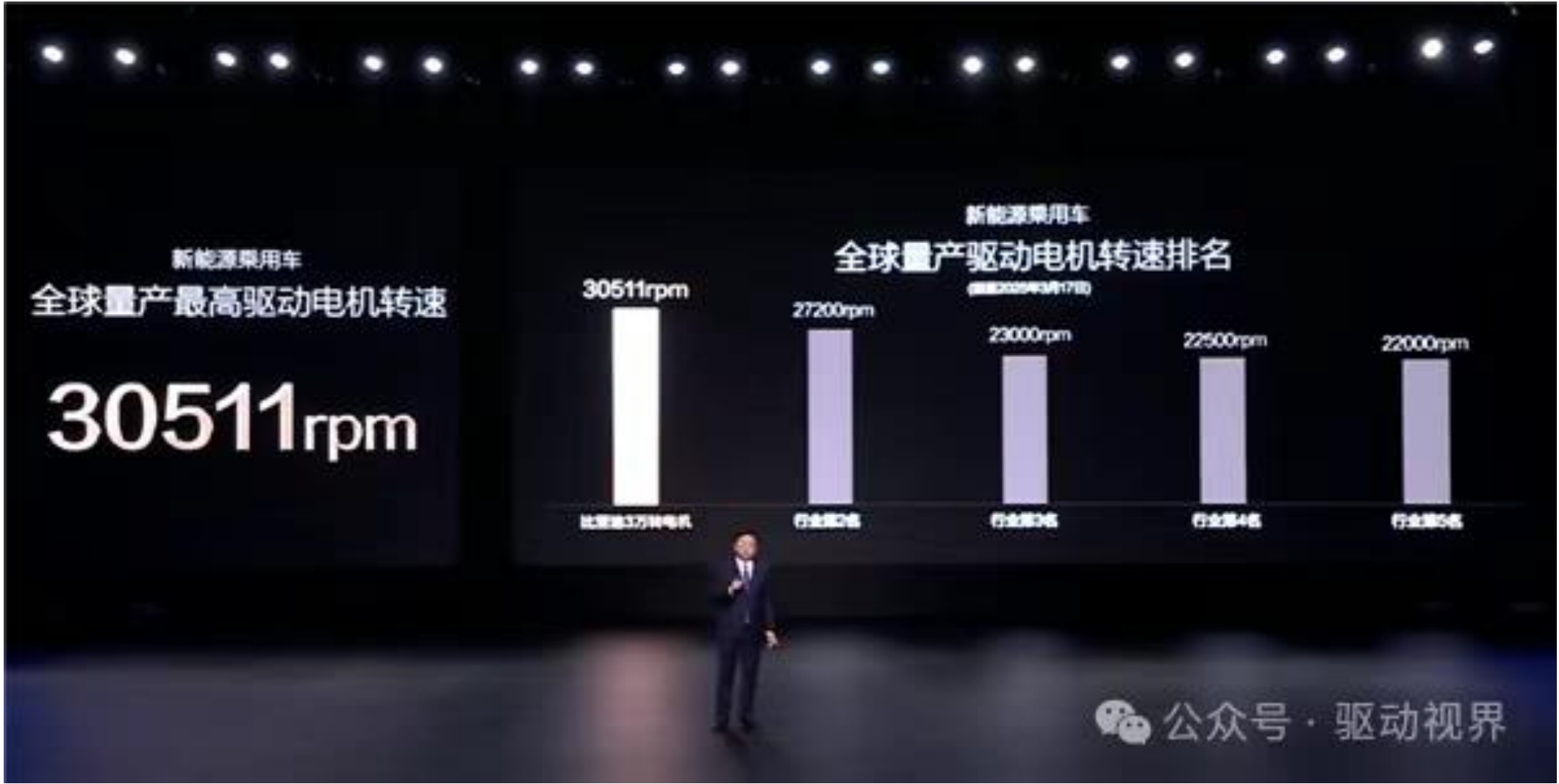
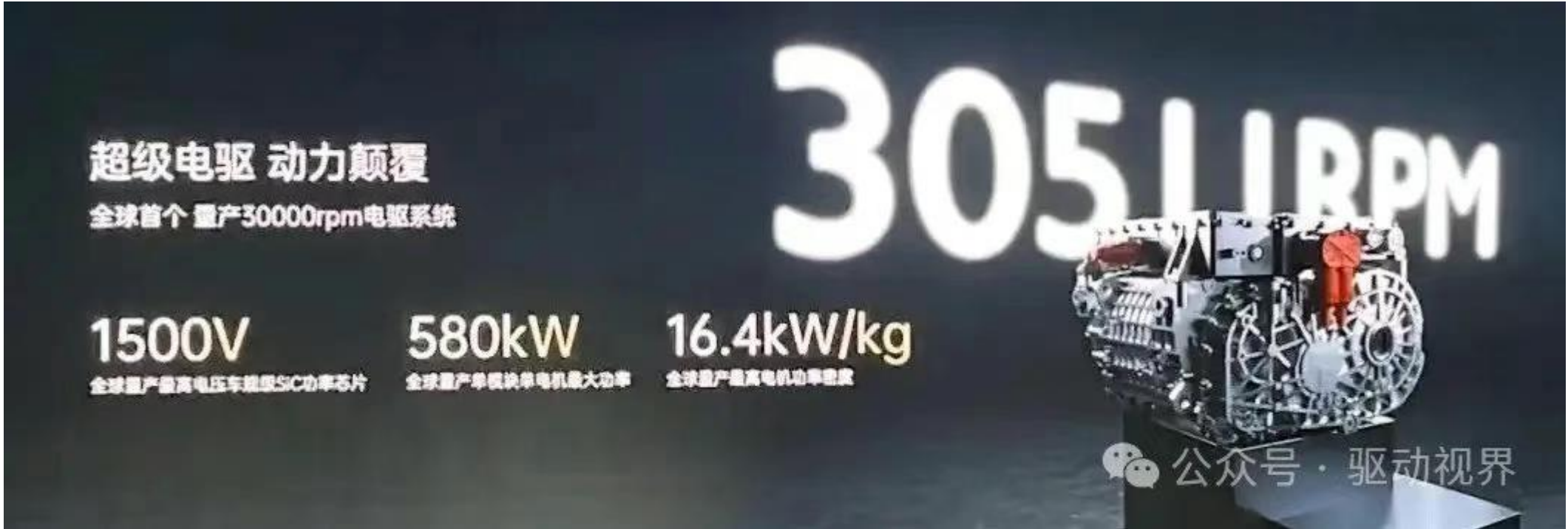
双90设计：电机高效区（效率 > 90%）覆盖90%以上工况。



3万转电机峰值功率580kW、功率密度16.4kW/kg。按照这个功率密度，目前主流的200kW电机重量仅为12kg，但是并不清楚这个功率密度是只包括定转子还是带上了机壳等零部件。

搭载3万转电机的是比亚迪 E3.0平台，其采用1000V高压，一般而言额定电压大概在650V左右。从原理来说，其他条件不变时，电压越高电机功率越大，功率密度也会增大。但实际上大部分时间电机是在额定电压下工作的，所以并不清楚3万转电机的16.4kW/kg的功率密度是在哪个电压下测得的。

磁场饱和度达到2.1T，580kW的最大功率在14000rpm实现，3万转时维持了524kW的功率。



新能源车
全球量产最高单模块单电机功率

580kW

超高转速电机带来的技术挑战：

(1) 动平衡：3万转时转子外圆线速度已经超过了音速，在官方的视频中，展示了电机转速可超过34000 rpm，如果此时动平衡有一点瑕疵，就会让振动和噪声直接放大，甚至会导致轴承损坏；业内动不平衡量普遍控制在100mg左右，而比亚迪3万转电机动不平衡量控制在50mg。

自研 30000rpm高速塑形机

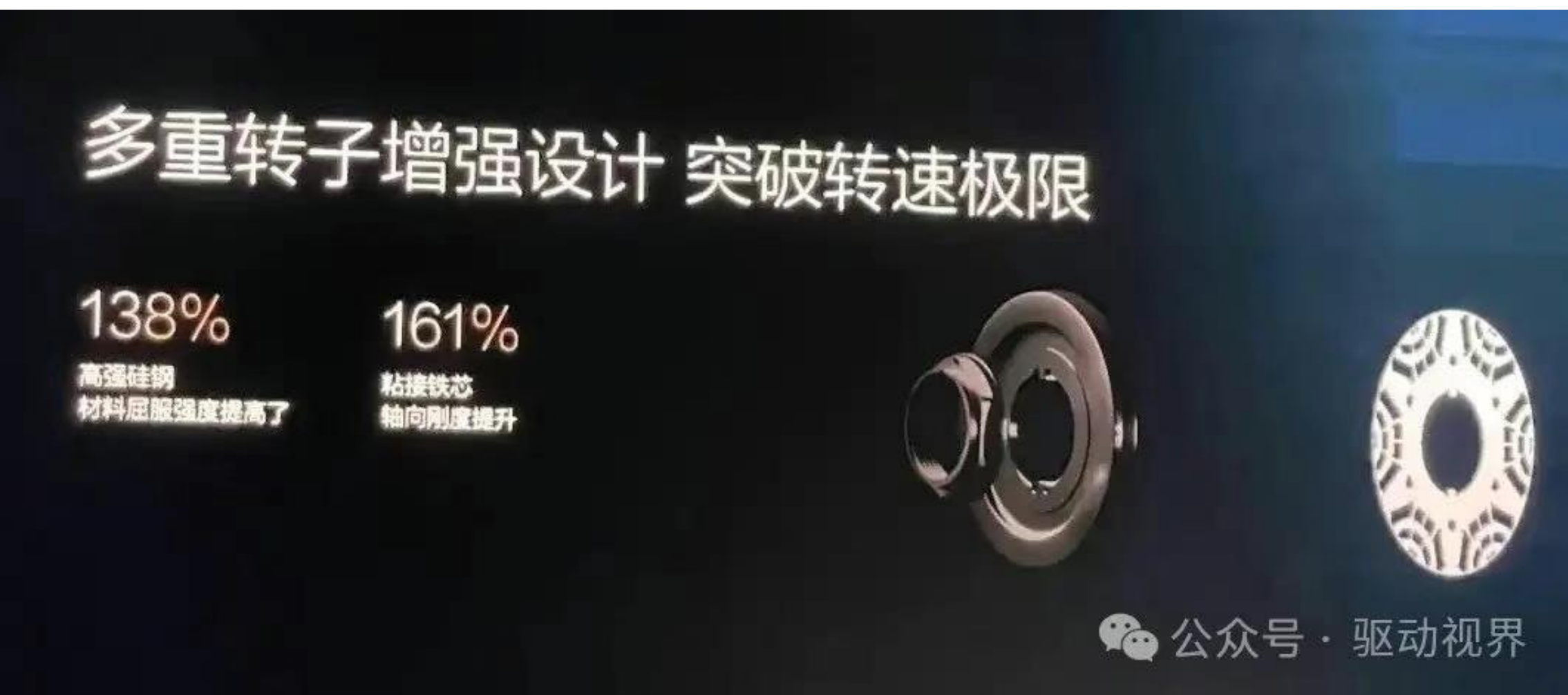
17kg转子动不平衡 < 50mg

预平衡: 100mg 30000rpm高速塑形 精平衡: 50mg

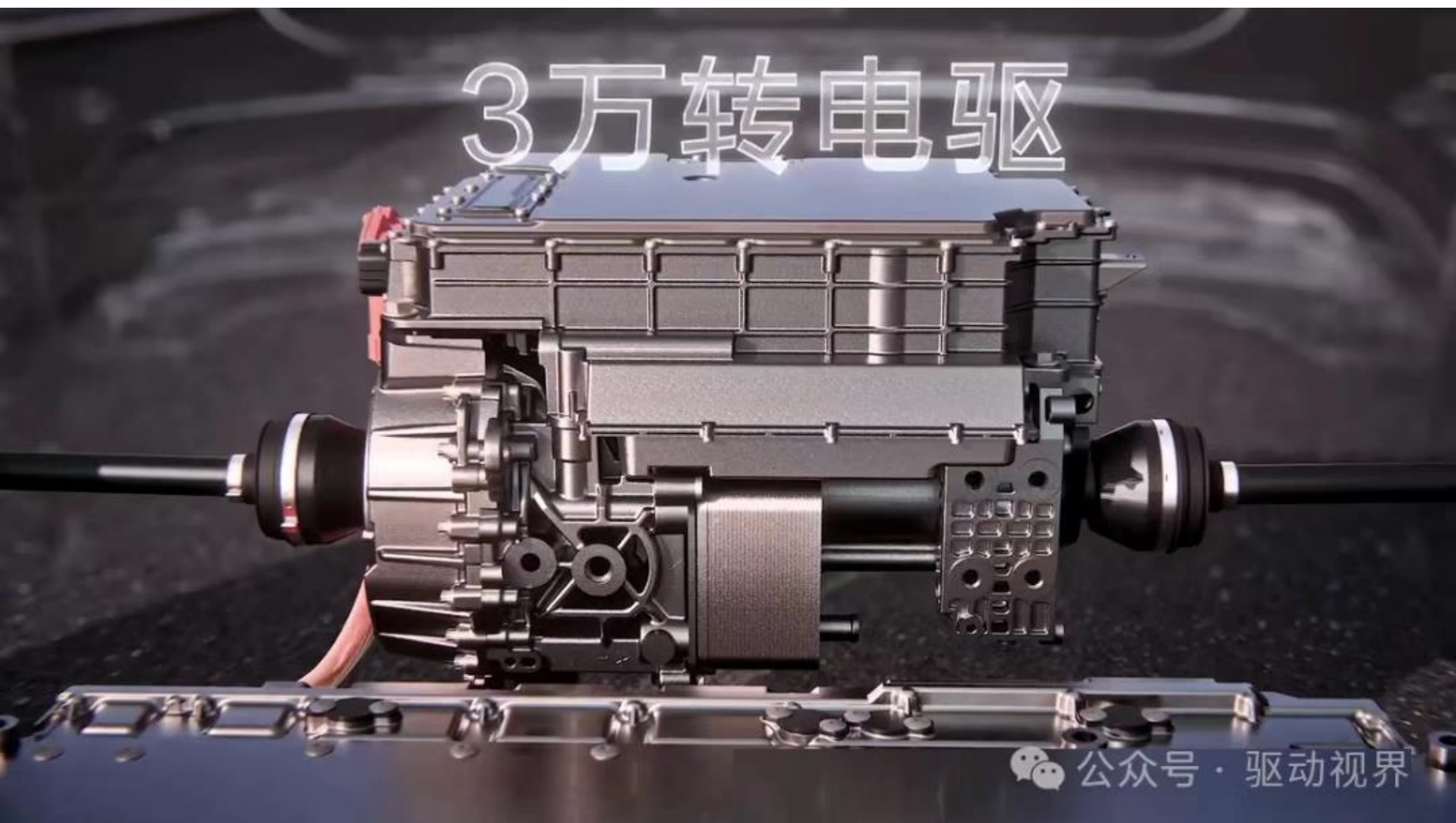


(2) 轴承：电机高达3万转的转速下轴承的运行工况极为严苛，转速的急剧提升会使轴承承受的离心力呈指数级增长，同时高速运转带来的高频摩擦也大幅加剧。长时间维持在3万转这种极端工况下，轴承内部的滚珠与滚道之间的磨损会异常严重，导致轴承的使用寿命大幅缩短，难以保障电机的稳定运行。

3万转电机采用陶瓷滚珠轴承，摩擦系数比传统钢制轴承降低50%，支持持续高转速运行。添加石墨烯颗粒，应用纳米润滑脂，减少轴承磨损，延长寿命。

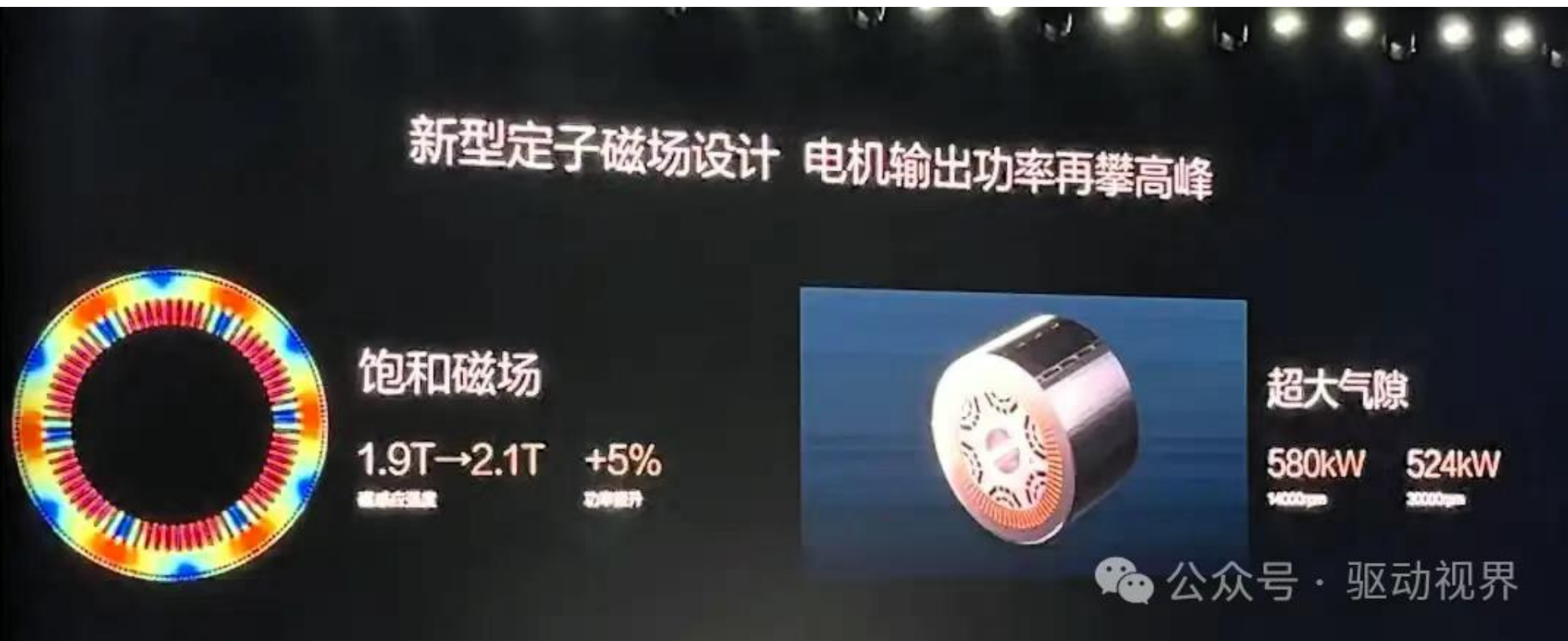


(3) 转子强度：这台电机采用高强硅钢转子，采用多重转子增强设计和粘接铁芯结构，将材料的屈服强度提升了138%，轴向刚度提升161%。转子铁心冲片磁桥设计在高转速下将面临严峻考验，若磁桥设计过厚会导致较多的漏磁现象，降低电机的磁利用率；若磁桥过薄，在3万转的超高转速下，转子在巨大离心力作用下结构强度将难以支撑，循环后恐将出现断裂情况。





(4) 磁钢：业内常见材质为N48H，但超高速电机要求磁通密度大、涡流损耗还要低，比亚迪3万转电机采用双U型的磁铁排布和N50EH高能积分段磁铁，相比N48H性能提升18%，涡流损耗降低44%。采用钕铁硼+粘结磁体复合结构，耐高温性能提升至150℃，避免高速下磁钢退磁。



(5) 硅钢片：行业主流0.35mm，3万转电机采用0.2mm硅钢片，配合粘接工艺，电机铜损降低21%，峰值功率提升11%，NVH下降5dB。

全球首款量产30000转电驱总成

正式开启“3”时代

30511rpm

最高转速

580kW

峰值功率

5500Nm

峰值扭矩

1000V

高电压







全球首款量产30000转电驱总成

正式开启“3”时代

30511rpm

最高转速

580kW

峰值功率

5500Nm

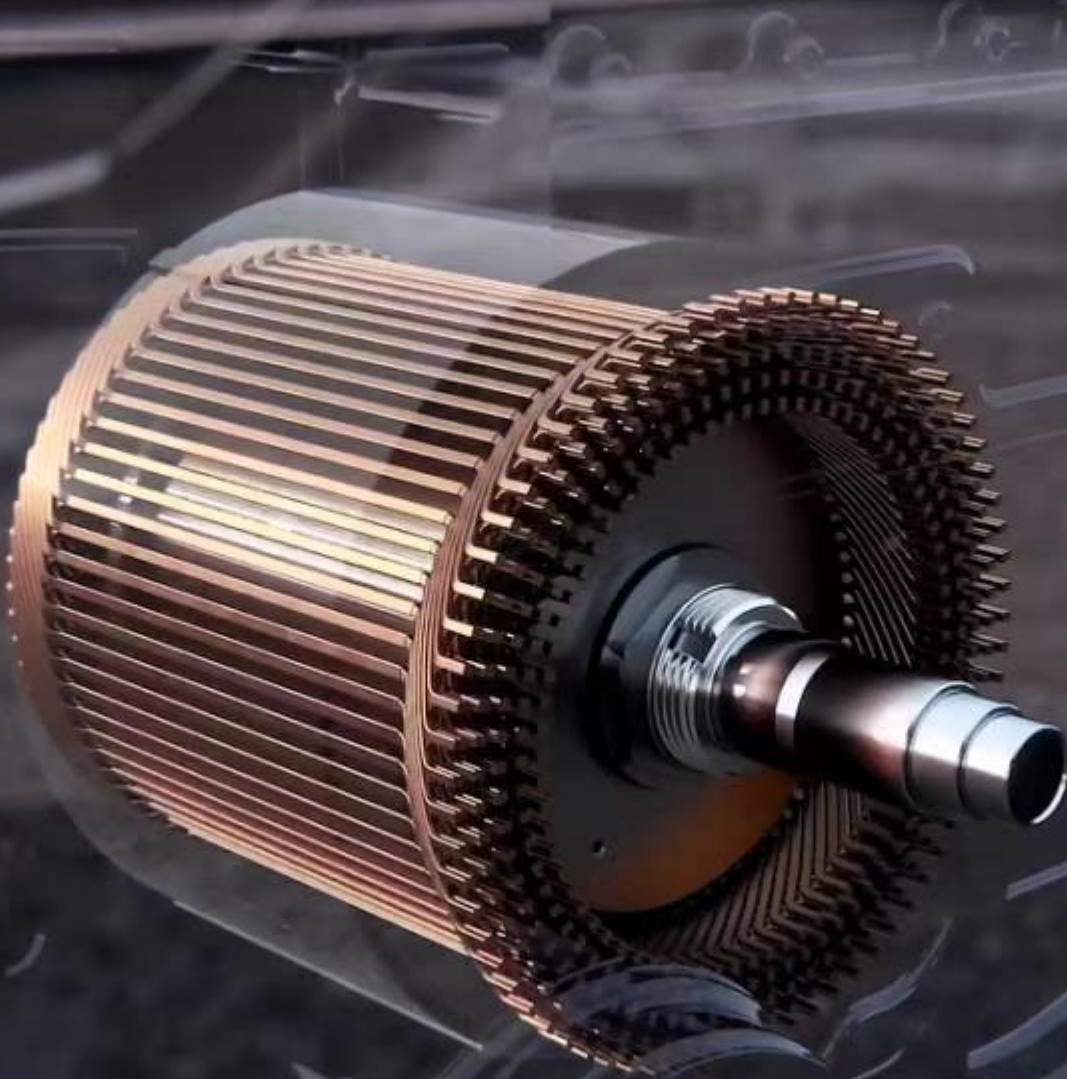
峰值扭矩

1000V

高电压

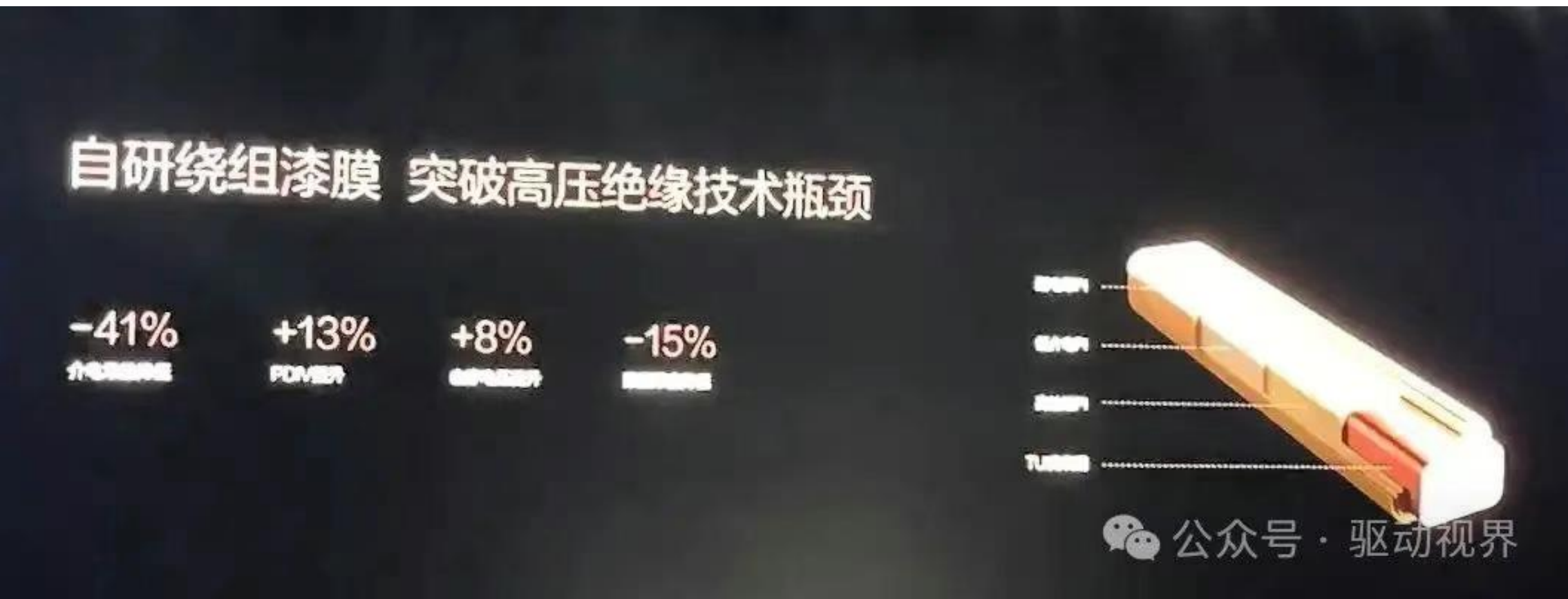


 公众号·驱动视界



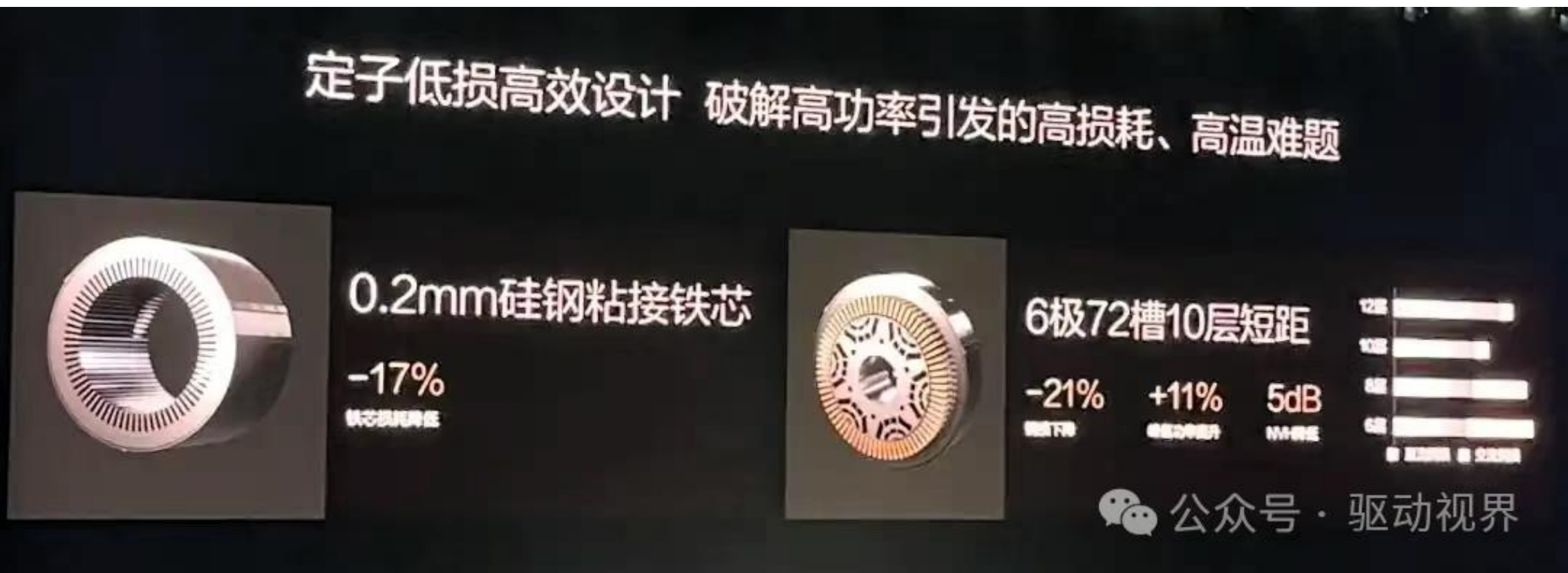
 公众号·驱动视界

(6) 绕组：绕组线圈上增加新研制的漆膜，突破了高压绝缘技术的瓶颈。3万转电机采用10层扁线绕组，总铜耗下降了57%，其中短距设计使峰值功率提升11%。



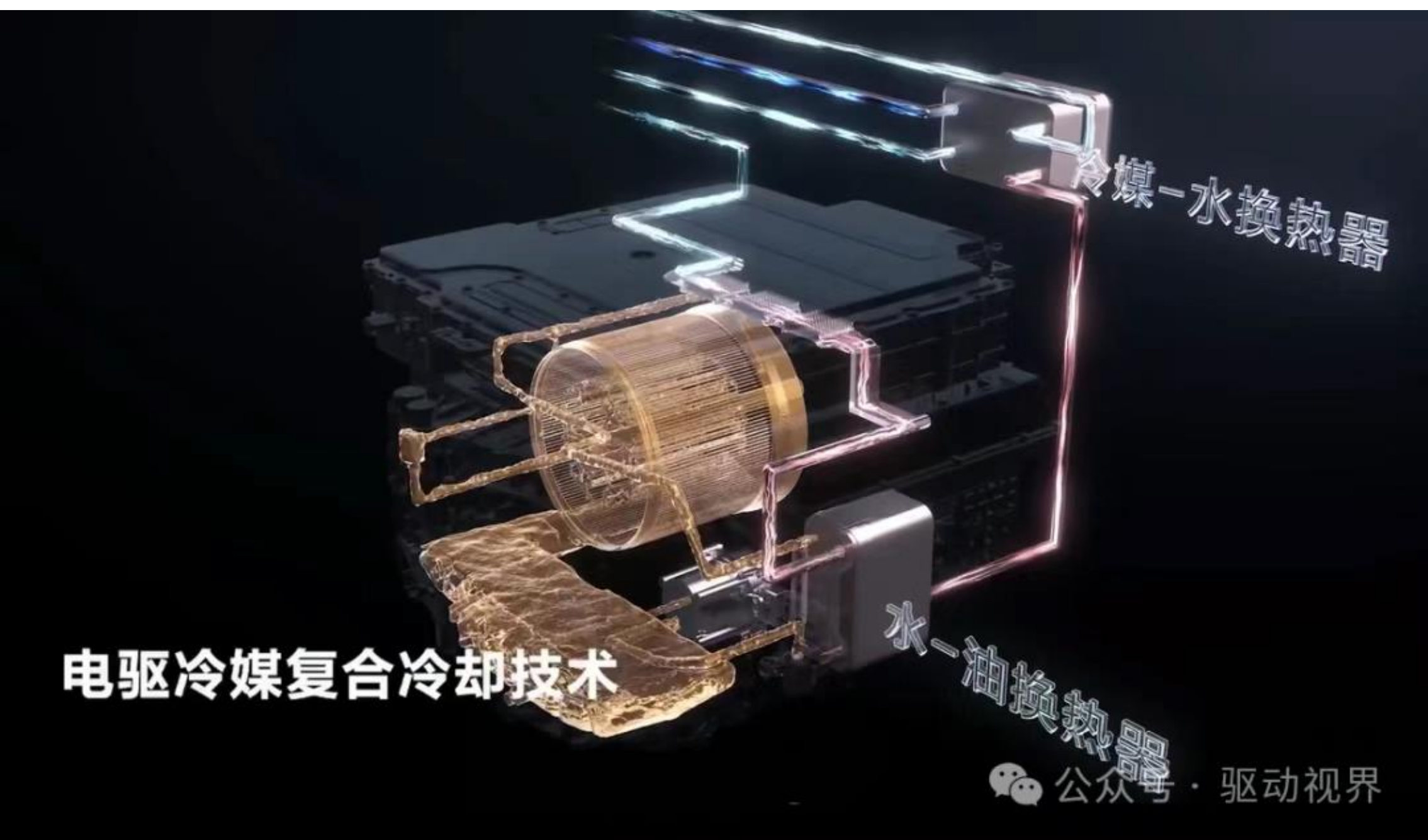
(7) 电磁方案： 72槽6极的电磁方案，较多的槽数可以使电机的气隙磁密分布更加均匀，从而降低转矩脉动；6极的设计能够更好地适应高转速需求。这种极槽配合并不常见。由于槽数较多，槽宽必然变小，导致铜线尺寸也要变小，在电机插线工序也带来制造方面的挑战。

磁路重构： 采用新型定子绕组排列方式，使磁场分布更均匀，减少涡流损耗，电机效率提升至97.5%。

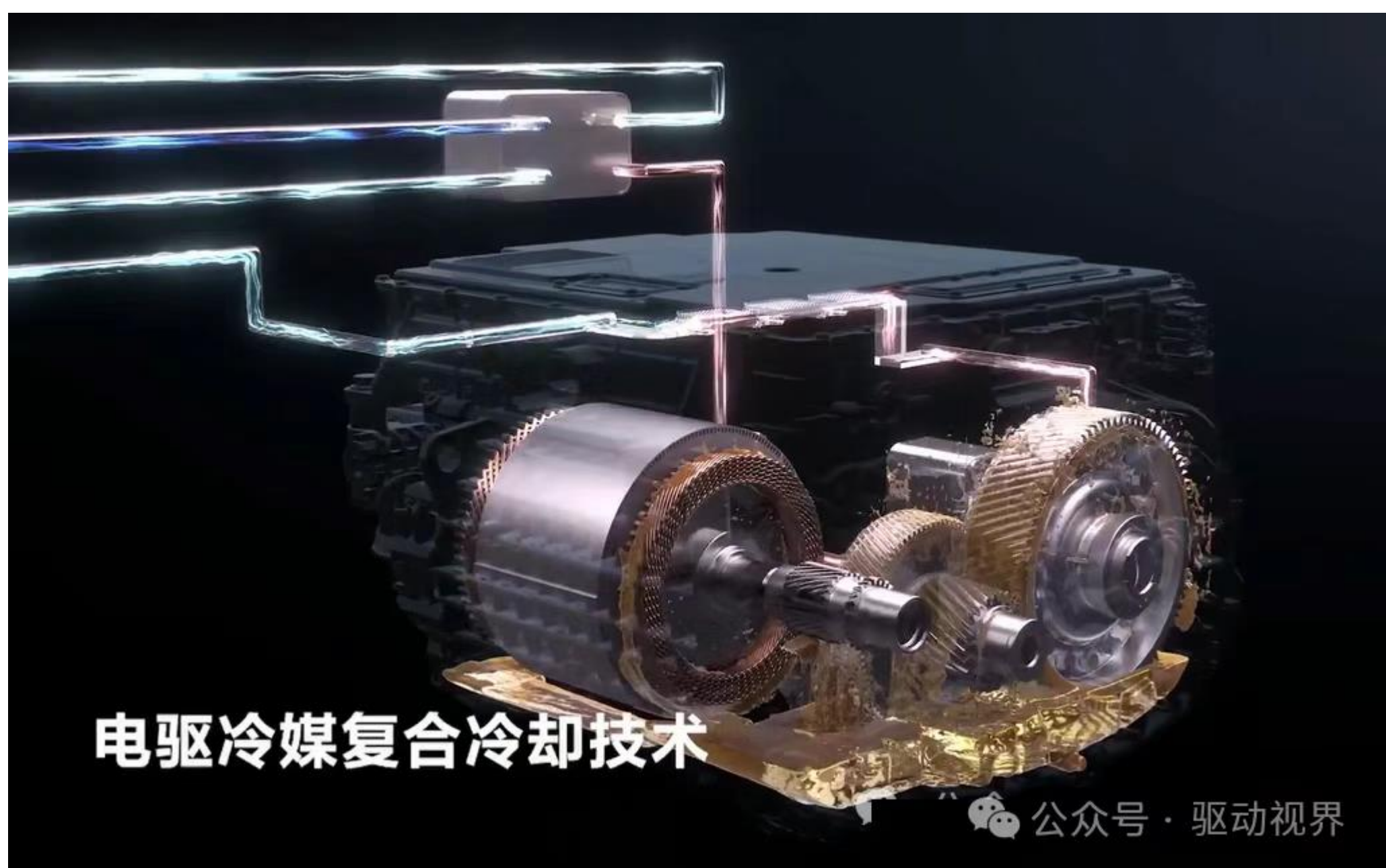


(8) 电机断电设置：比亚迪专项攻关了一款1500V/1200A “能量源切断开关”，能够在2毫秒内主动切断电机与电控的电气连接，配合全新传感器技术，确保电机在极速运转中始终精准可控。

(9) 电机油冷优化：发卡绕组+液冷铜管，定子绕组采用Hairpin发卡工艺，铜线密度提升30%，内置液冷铜管直接冷却绕组，温升控制在60℃以下。采用多通道定转子油冷技术，独创的喷淋式油冷系统可直接冷却定子线圈，通过0.5mm微孔喷嘴实现定子线圈的精准冷却，将工作温度控制在85℃以内，在3万转极限工况下，温度波动控制在5℃以内，定子采用双排冷却结构，提高绕组的热交换效率，降低运行中的温升。转子采用直极设计，基于流体动力优化降低冷却介质的流动阻力，同时改善冷却流畅均匀性，抑制局部热点的形成，提升热管理效率。



(10) 综合冷却优化：电驱复合冷却技术和智能温控热管理技术强强联合，其中电驱复合冷却技术算是首创，采用R1234yf环保冷媒，沸点低（约29℃），蒸发吸热效率高，将冷媒直冷技术引入到电驱系统，利用冷媒可控制到更低温度的特性，综合利用油-液-冷媒三层介质，实现电驱温度的主动可控，电驱冷量提升60%，电驱水温可快速降低到30℃以下。



(11) 电机传感器：比亚迪自主研发了电涡流位置传感器，无需额外激励电路，比传统旋变位置传感器精度提升了3倍以上。有更高的信号精度及更低的延迟，工作频率不受功率器件工频的干扰、无需解码芯片。转速适用范围最高48万转，相较于传统磁阻式旋变传感器，其精度提升50%，重量减轻60%。让电机在极速运转中始终保持精准、高效的动力输出。2025年1月20日国家知识产权局信息显示，比亚迪股份有限公司取得一项名为“电涡流传感器定子、电涡流传感器、电机、电机总成及车辆”的专利，授权公告号CN 222356047 U。



自研电涡流传感器

公众号 · 驱动视界

(12) 减速器：速比10.9，轮端5500Nm，齿面精度达到4级，抗胶合能力提升42%。

超高精度齿面

超越“306km/h”线速度

4级

齿面精度提升至

42%

抗胶合能力提升

4级精度齿面

50μm

6级精度齿面

50μm

公众号 · 驱动视界

全新超高速传动架构

平行轴架构

速比10.9

四行星差速器

轮端5500Nm超大扭矩

22%

动力输出提升

45%

差速能力提升

72%

承载能力提升

轮端5500Nm超大扭矩

公众号 · 驱动视界

(13) 功率半导体：

①全新一代车规级SiC功率芯片，电压等级1500V；

②比亚迪对功率模块进行了升级，首次采用了半桥DCM封装架构，采用环氧树脂转移模塑封装，确保高压环境下的密封可靠性，这种封装与Danfoss DCM1000半桥类似，说明比亚迪高压功率模块的集成方式从HPD的封装变更为了半桥模块的集成；

③峰值电流1000A，散热效率提升50%，模块功率密度达到45kW/L，采用5nH低杂散电感模块，比传统封装降低30%动态损耗，模块内部芯片采用两端对称布局，每端5颗芯片，一共10颗芯片并联，单颗芯片100A额定电流；

④采用双面银烧结工艺，芯片焊接和顶部Clip焊接均采用银烧结技术，可耐受200°C的结温，功率循环寿命为常规工艺的3倍以上；

⑤冷却设计方面采用直接冷却技术，基板集成三个冷却通道实现均匀温度分布；

⑥取消SiC功率模块与电容之间的连接螺栓，直接采用叠层激光焊接，既减少了电路回路中的杂散电感，还提高了供电芯片的供流能力，杂散电感降低75%，电控最高效率99.86%，过流能力提高了10%。

全新一代碳化硅功率芯片
全球量产最高车规级碳化硅功率芯片电压等级

1500v

创新一体化叠层激光焊SiC功率模组

50%[↑]

显著降低杂散电感

10%[↑]

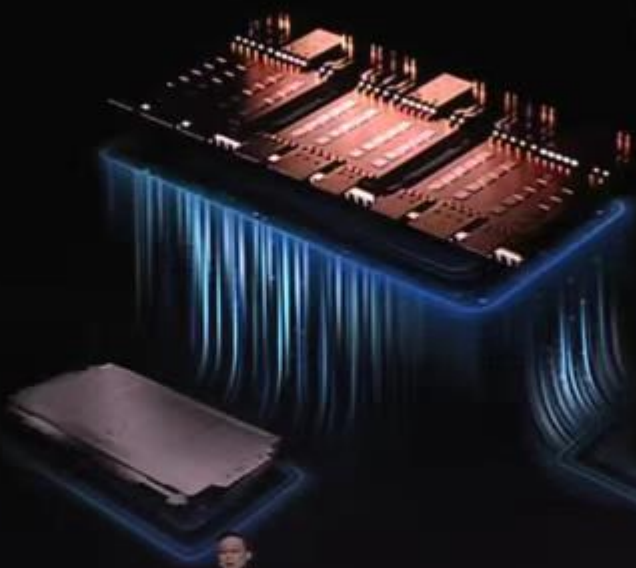
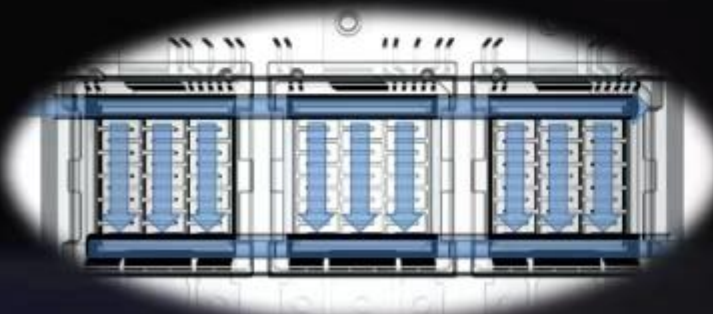
过流能力提升



超级平台

1500V

自研全球量产 最高电压车规级SiC功率芯片



公众号 · 驱动视界

全球量产最高车规级
碳化硅功率芯片电压等级

1500V

公众号 · 驱动视界

