

纯电动乘用车的快速发展对轴承行业的影响

中国轴承工业协会秘书长 牛辉

常州光洋轴承股份有限公司

发展新能源汽车是我国从汽车大国迈向汽车强国的必由之路，是应对气候变化、推动绿色发展的战略举措。2012年国务院发布《节能与新能源汽车产业发展规划（2012—2020年）》以来，我国坚持纯电驱动战略取向，新能源汽车产业发展取得了巨大成就，成为世界汽车产业发展转型的重要力量之一。

但随着新能源汽车的快速发展，特别是纯电动汽车的超高速发展，由于驱动和传动方式的巨大改变，轴承需求量将大大减少。这一变化必将对轴承产业带来巨大影响。本文仅对纯电动乘用车与传统乘用车的轴承用量分析比较，以阐述纯电动汽车的快速发展对轴承需求量的影响，供汽车轴承生产企业参考，并考虑未来企业的长远发展战略。

一、当前纯电动汽车的快速发展情况

2021年，我国新能源汽车产销量分别完成354.5万辆和352.1万辆，同比均增长1.6倍，其中新能源乘用车产销分别完成335.9万辆和333.4万辆，分别占新能源汽车总量的94.75%和94.69%。在新能源乘用车中，纯电动乘用车产销量为276.1万辆和273.4万辆，分别占新能源乘用车的82.20%和82%。

今年上半年，新能源汽车产销分别完成266.1万辆和260.0万辆，同比均增长1.2倍，市场渗透率为21.6%。分车型看，纯电动汽车产销分别完成210.8万辆和206.2万辆，同比分别增长1.1倍和1.0倍；纯电动汽车产销量分别占新能源汽车总量的79.22%和79.3%。纯电动汽车将是未来我国的重

点发展方向。

二、新能源汽车的分类和特点

根据国务院 2020 年 10 月发布的《新能源汽车产业发展规划（2021—2035 年）》指出的“我国坚持纯电驱动战略取向的精神”，以及目前纯电动乘用车汽车已占我国新能源汽车总量的近 80%的情况，本文以纯电动乘用车为例分析对我国轴承行业的影响。

EV/HEV/HPEV等新能源车区别

保密文件
RESTRICTED

区分	是否加油	是否充电	工作原理	优点	缺点
EV 纯电动	X	√	电机驱动车辆	零油耗，动力强	充电不方便
HEV 油电混动	√	X	纯电、纯油、油电混合三种模式切换	性能强、较省油、能量回收	电池容量小，无补贴
PHEV 插电式混动	√	√	纯电、纯油、油电混合三种模式均可驱动车辆	性能强、省油、能量回收	价格较高、充电不方便
EREV 增程式电动	√	√/X	发动机为电池充电，电机驱动车辆	续航能力强	高速动力表现若
FCEV 燃料电池	X	X	燃料（氢）为电池充电，电机驱动车辆	能量转换效率高，噪音小	加气不方便

由于新能源纯电动乘用车与传统燃油汽车的驱动和传动方式的不同，所用轴承数量和品种将在很大变动，对轴承行业将产生较大的影响。

三、传统燃油乘用车与纯电动乘用车轴承主要应用分布系统

从图中不难看出，纯电动汽车与传统燃油汽车相比，其行驶系统和转向系统基本相同，所需轴承数量也基本相同。主要区别是传统燃油汽车的驱动系统和传动系统，在纯电动汽车中集中为了电驱动总成，所需轴承类型和数

量的需求则完全不同。

传统燃油乘用车



纯电动乘用车



四、乘用车行驶系统所需轴承

驱动轴及底盘



十字万向节



后桥差速器（后驱车型）



减震器及轮毂

传动轴：

前置后驱型差速器在后桥上，用 4 套圆锥轴承。

驱动半轴：

2 套万向节十字轴组成，共 8 套滚针轴承集成。

轮毂轴承单元：

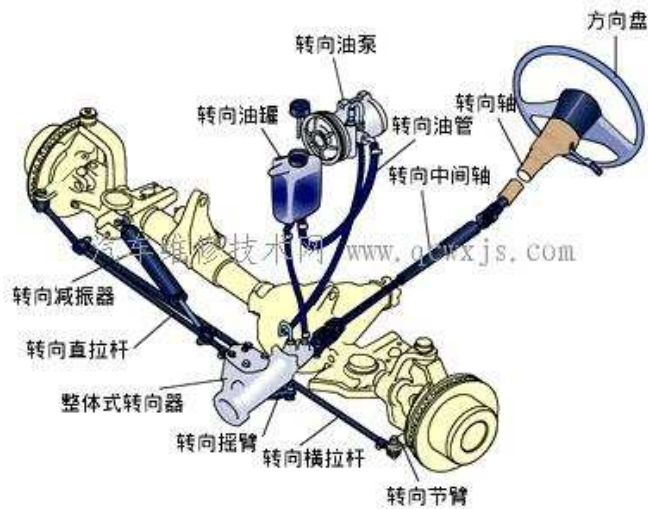
用在车轮，轮毂轴承单元，共 4 套。

减震器轴承单元：

推力角接触球轴承单元或推力球轴承单元，共 4 套。

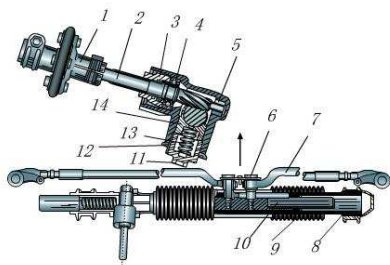
行驶系统共用轴承 20 套

五、乘用车转向系统



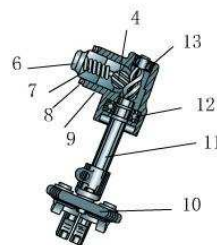
汽车动力转向系统

单端输出机械转向器



图d-zx-6
1.万向节* 2.转向齿轮轴 3.调整螺母 4.向心球轴承 5.滚针轴承 6.固定螺栓 7.转向横拉杆 8.转向器壳体 9.防尘套 10.转向齿条 11.调整螺塞 12.锁紧螺母 13.压紧弹簧 14.压块

双端输出机械转向器



图d-zx-5
1.转向横拉杆 2.防尘套 3.球头座 4.转向齿条 5.转向器壳体 6.调整螺塞 7.压紧弹簧 8.锁紧螺母 9.压块 10.万向节 11.转向齿轮轴 12.向心球轴承 13.滚针轴承

目前常用的有机械液压助力、电子液压助力、电动助力二种转向系统。前二种用液压泵，后一种用电机。

电动助力转向系统 (EPS): 由于 EPS 具有节能、环保等优点, EPS 是乘用车转向系统的主要发展方向

转向机柱总成: 一套深沟球轴承、一套推力角接触球轴承

转向器: 一套推力角接触球轴承, 一套滚针轴承

前二种用助力泵有一套深沟球轴承，共计 5 套轴承。

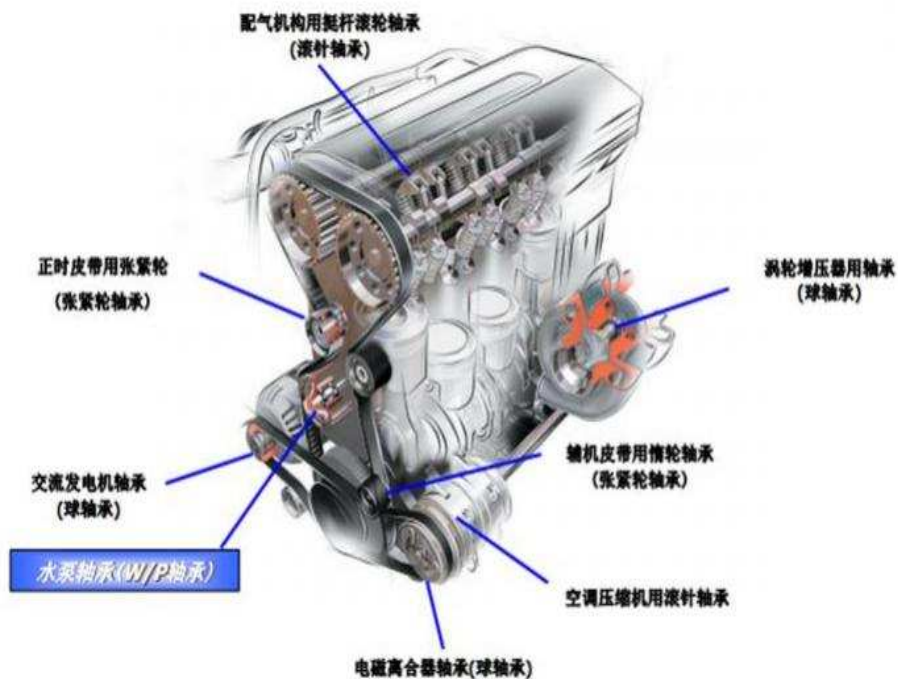
如果为 EPS，电机用二套深沟球轴承，共计 6 套轴承。

另有雨刷器轴承 2 套，若是 SUM、MPV 还有后雨刷器轴承 1 套。

六、燃油乘用车驱动系统（燃油 4 缸发动机为例）

典型 4 缸发动机轴承部位及数量

应用部位名称	轴承类型	使用数量
交流发电机	深沟球轴承	2
凸轮轴	滚针轴承	8
	深沟球轴承	2
张紧轮、惰轮轴承单元	单或双列深沟球或角接触球轴承	6
空调压缩机	双列角接触球轴承	1
	推力滚针轴承	1
	滚针轴承	2
	电磁离合器轴承（双列角接触球轴承）	2
涡轮增压器	深沟球轴承	2
水泵	水泵轴连轴承	1
合计		27




七、燃油乘用车传动系统（变速箱）


乘用车变速箱主要分为五大类，不同的变速箱因结构不同，所需轴承也大为不同。

汽车变速箱的分类


种类	MT	AMT	AT	DCT	CVT
构成	齿轮传动机构换挡执行机构同步器箱体	单离合器齿轮传动机构换挡执行机构电机或液压系统电子控制系统箱体	液力变矩器行星齿轮机构换挡元件液压控制系统电子控制系统箱体	双离合器齿轮传动机构换挡元件液压控制系统电子控制系统箱体	液力变矩器行星排和齿轮锥盘钢带等液压控制系统电子控制系统箱体




MT/AMT变速箱



AT变速箱



DCT变速箱



CVT变速箱

MT/AMT 变速箱

通常使用深沟球轴承、圆柱滚子轴承、圆锥滚子轴承、滚针轴承，由于布局 and 档位不同，共需轴承 10-14 套

AT 变速箱

AT 变速箱采用的是多排行星轮结构，通常使用深沟球轴承、圆锥滚子轴承和大量的滚针轴承，共需轴承 22-30 套

DCT 变速箱

相当于二个 MT 的传统结构，内外二个输入轴分别连接二个输出轴，通常使用深沟球轴承、圆柱滚子轴承、圆锥滚子轴承、滚针轴承，共需轴承 20-25 套

CVT 变速箱

与传统齿轮传动的结构差异很大，但常配一个行星排的高、低速档，通常使用深沟球轴承、圆柱滚子轴承、圆锥滚子轴承、滚针轴承，共需轴承 15-18 套

变速箱结构类型	轴承类型	使用数量	总需求数量
MT/AMT	深沟球轴承	4-6	10-14
	圆柱滚子轴承		
	圆锥滚子轴承		
	向心滚针轴承	6-8	
AT	深沟球轴承	2	22-30
	圆锥滚子轴承	2	
	向心滚针轴承	14-16	
	推力滚针轴承	4-6	
DCT	深沟球轴承	8	20-25
	圆柱滚子轴承		
	圆锥滚子轴承		
	向心滚针轴承	10	
	推力滚针轴承	2-5	
CVT	深沟球轴承	8	15-18
	圆柱滚子轴承		
	圆锥滚子轴承		
	向心滚针轴承	5-8	
	推力滚针轴承	2	

八、燃油乘用车传动系统（离合器）

由于汽车变速箱的不同，汽车离合器大至分为：传统离合器、干式双离合器、湿式双离合器和液力变矩器。所需轴承也不尽相同。

离合器名称	轴承类型	使用数量	总需求量
传统离合器	离合器分离轴承单元	1	1
干式双离合器	冲压角接触球轴承	2	5
	角接触球轴承	2	
	深沟球或四点接触球轴承	1	
湿式双离合器	冲压角接触球轴承	2-3	7-11
	深沟球或四点接触球轴承	2	
	冲压外圈滚针轴承	2-3	
	推力滚针轴承	1-3	
液力变矩器	推力滚针轴承	2	3
	单向离合器轴承	1	



九、纯电动汽车驱动总成

与燃油汽车相比，纯电动汽车的驱动总成（电动机+减速机）替代了燃油汽车的驱动系统和传动系统。

1、纯电动汽车驱动方式

驱动总成=电动机+减速机

目前各电动汽车常用的电驱动总成主要有平行轴减速机和行星齿轮减速机二种，平行轴减速机占据主导地位。



平行轴减速机



行星齿轮减速机



2、纯电动汽车驱动配置

目前纯电动汽车又分为单电机和双电机配置二种。双电机配置一般为中高端电动汽车。

部位名称	轴承类型	使用数量	总需求量
电动机	深沟球轴承	2	2
平行轴减速机	深沟球轴承	2	6
	圆柱滚子轴承	2	
	圆锥滚子轴承	2	
行星减速机	深沟球轴承、圆柱或圆锥滚子轴承	2-4	12-18 (目前用量少, 暂不计)
	向心滚针轴承	8-12	
	推力滚针轴承	2-4	
空调压缩机	双列球轴承	1	4
	推力球轴承	1	
	滚针轴承	2	



单电机驱动总成需用轴承 12 套，双电机驱动总成需用轴承 20 套。

十、传统燃油乘用车与纯电动乘用车使用轴承汇总对比

通过以上对比可以看出，燃油乘用车轴承使用量根据变速箱、离合器的不同，单台乘用车使用轴承数量少则 63 套，多则 82 套，而纯电动乘用车（单电机驱动）轴承使用数量为 33 套，若双电机驱动则为 41 套。

随着未来纯电动汽车的快速发展，渗透率的不断提高，纯电动乘用车轴承使用量较燃油乘用车的轴承使用量将至少减少近 50%，高的将减少 60%。对轴承行业将产生很大的影响。特别是目前燃油乘用车的一些专用轴承，如空调电磁离合器轴承、离合器轴承单元、水泵轴连轴承、涨紧轮轴承等，从轴承类型来看，滚针轴承、深沟球轴承、角接触球轴承等影响较大，对圆柱滚子轴承和圆锥滚子轴承也有一定的影响。

十一、乘用车未来发展及轴承市场预测

（一）2020 年我国乘用车生产情况

1、2020 年乘用车概况

	12月	1-12月累计	环比增长	同比增长	同比累计增长
汽车	284.0	2522.5	-0.3	5.7	-2.0
乘用车	233.1	1999.4	0.0	6.5	-6.5
轿车	104.2	918.9	-0.8	5.2	-10.0
MPV	12.5	101.1	-5.5	-10.5	-26.8
SUV	111.8	939.8	1.0	9.8	0.1
交叉型乘用车	4.7	39.5	9.2	13.6	-1.7
商用车	50.9	523.1	-1.8	2.3	20.0
客车	6.2	45.3	19.7	-4.0	-4.2
客车非完整车辆	0.2	1.8	-9.6	-36.7	-40.1
货车	44.7	477.8	-4.2	3.2	22.9
半挂牵引车	7.7	85.1	-3.7	11.4	46.3
货车非完整车辆	8.0	76.3	9.3	28.1	31.0

2020年12月新能源汽车生产情况

单位：万辆、%

	12月	1-12月累计	环比增长	同比增长	同比累计增长
新能源汽车	23.5	136.6	17.3	55.7	7.5
新能源乘用车	21.4	124.7	15.6	88.3	11.3
纯电动	18.3	99.1	19.6	89.7	9.4
插电式混合动力	3.2	25.6	-3.4	80.8	19.6
新能源商用车	2.1	12.0	38.5	-43.7	-20.8
纯电动	2.0	11.4	41.1	-40.9	-19.9
插电式混合动力	0.04	0.4	-18.1	-74.9	-23.8

据中国汽车工业协会统计，2020年我国汽车产量为2522.5万辆。其中乘用车1999.4万辆，新能源汽车产量124.7万辆，乘用车纯电动汽车产量99.3万辆，占新能源乘用车的79.63%，占乘用车产量的5%。

(二) 2020年和2025年传统燃油和纯电动乘用车轴承需求测算要点

1、2020年根据我国汽车实际完成各类汽车产量进行计算；

2、2025年依据汽车产业“十四五”规划和新能源汽车规划，2025年我国汽车产量将达到年产3000万辆，新能源汽车渗透率达到20%；

3、根据2021年上半年我国新能源汽车爆发式增长2倍，专家和专业机构认为2025年新能源汽车渗透率将达到35%；

4、变速箱及离合器：根据乘联会数据及相关数据：

2015年MT、AT、CVT、DCT、AMT销量占比分别为44.60%、37.90%、9.30%、7.70%、0.40%。

2020年MT、AT、CVT、DCT、AMT销量占比分别为22.1%、29.4%、21.1%、26.7%、0.7%。

2025年MT、AT、CVT、DCT、AMT占比分别为15%、30%、27%、

27%、1%。

5、纯电动汽车 2020 年单电机驱动约占 90%，双电机驱动约占 10%。2025 年双电机驱动将达到 50%。

6、目前，前雨刷器二套深沟球轴承，后雨刷器一套深沟球轴承。根据目前车型和产量，具有后雨刷器产量约占乘用车的 52%。

（三）2020 年和 2025 年传统燃油和纯电动乘用车轴承需求量汇总表

2020 年和 2025 年传统燃油和纯电动乘用车轴承需求量汇总表

名称	2020 年		2025 年“十四五规划”			2025 年专家预测		
	汽车产量	轴承用量	汽车产量	轴承用量	年均增长	汽车产量	轴承用量	年均增长
	(万辆)	(万套)	(万辆)	(万套)	(%)	(万辆)	(万套)	(%)
汽车	2522.2		3000		3.53	3000		3.53
其中燃油汽车	2385.6		2400		0.12	1950		-3.95
其中新能源汽车	136.6		600		34.44	1050		50.37
燃油和纯电动乘用车小计	1973.8	150224	2366	168958	2.38	2372	156833	0.86
一、通用部分 (转向+行驶+雨刷)		54319	0	65112.3	3.69	0	65277.4	3.74
二、燃油乘用车 (驱动+传动)	1874.7	94636.7	1886	96165.3	0.32	1532	78115.1	-3.76
三、纯电动乘用车 (驱动总成)	99.1	1268.5	480	7680	43.36	840	13440	60.33

（四）2020 年和 2025 年分轴承类型合计传统燃油和纯电动乘用车轴承需求量汇总表

汽车类型名称	2020年	2025年规划		2025年专家预测		
	汽车产量	占比%	汽车产量	占比%	汽车产量	占比%
汽车	2522	100	3000	100	3000	100
燃油汽车	2386	94.58	2400	80	1950	65
新能源汽车	136.6	5.42	600	20	1050	35
燃油乘用车+ 纯电动汽车	1974.1		2366		2372	
燃油乘用车	1875		1886		1532	
纯电动乘用车	99.1		480		840	
轴承类型名称	轴承用量		轴承用量	年均增 速%	轴承用量	年均增 速%
通用行驶+转向	54319		65112.3	3.69	65277.4	3.74
滚针轴承	17764.2		21294	3.69	21348	3.74
角接触球轴承	11842.8		14196	3.69	14232	3.74
深沟球轴承	8921.6		10694.3	3.69	10721.4	3.74
圆柱滚子轴承	7895.2		9464	3.69	9488	3.74
专用（轮毂单 元）	7895.2		9464	3.69	9488	3.74
燃油乘用车 驱动+传动	94636.7		96165.1	0.32	78115	-3.76
滚针轴承	48951.7		49999.3	0.42	40614.4	-3.67
角接触球轴承	15250.2		15342.1	0.12	12462.4	-3.96
深沟球轴承	17040.1		17376.7	0.39	14115.1	-3.70
圆柱滚子轴承	2647.1		2640.3	-0.05	2144.8	-4.12
圆锥滚子轴承	3749.4		3771.9	0.12	3064	-3.96
专用（电磁离合 器轴承）	3749.4		3772	0.12	3064	-3.96
专用（传统离合 器轴承）	427.4		301.8	-6.72	245.1	-10.52
专用（变距器离 合器轴承）	946.7		1075	2.57	873.2	-1.60
专用（水泵轴连 轴承）	1874.7		1886	0.12	1532	-3.96
纯电动乘用车	1268.5		7680	43.36	13440	60.33
滚针轴承	198.2		960	37.10	1680	53.33
角接触球轴承	198.2		960	37.10	1680	53.33
深沟球轴承	436		2880	45.88	5040	63.15
圆柱滚子轴承	218		1440	45.88	2520	63.15
圆锥滚子轴承	218		1440	45.88	2520	63.15

（五）小结

根据以上数据可以看出，纯电动汽车的快速发展，将对轴承行业产生较大的影响。

1、从需求轴承总量看，燃油和纯电动汽车 2020 年共需轴承 15 亿套，如果到 2025 年我国汽车产量达到 3000 万辆，纯电动汽车渗透率达到 20%，则轴承需求总量将达到 16.9 亿套，年均增长 2.38%；如果到 2025 年纯电动汽车渗透率达到 35%，则轴承需求总量为 15.7 亿套，年均增长仅为 0.86%。

2、对于通用部分（行驶+转向+雨刷）的轴承影响较小，如果 2025 年乘用车年产量达到 3000 万辆，纯电汽车渗透率达到 20%，通用轴承需求量将达到 6.51 亿套，年均增长 3.69%；如果纯电动汽车渗透率达到 35%，则通用轴承需求量为 6.53 亿套，年均增长 3.74%。

3、对于燃油乘用车的驱动+传动系统，如果 2025 年乘用车年产量达到 3000 万辆，纯电汽车渗透率达到 20%，年需求轴承将为 9.62 亿套，年均增长 0.32%；但如果纯电动汽车渗透率达到 35%，则年轴承需求量为 7.81 亿套，年均下降 3.76%。

4、对于纯电动汽车，如果 2025 年乘用车年产量达到 3000 万辆，纯电汽车渗透率达到 20%，年需求轴承为 7680 万套，年均增长 43.36%；但如果纯电动汽车渗透率达到 35%，则年轴承需求量为 13440 万套，年均增长将达到 60.33%。

5、从分轴承类型的需求量来看，如果 2025 年乘用车年产量达到 3000 万辆，纯电汽车渗透率达到 20%，燃油乘用车的驱动+传动系统，年需轴承基本与 2020 年持平。但如果纯电动汽车渗透率达到 35%，则年轴承需求总量年均下降在 3.76%左右，下降最大的是传统离合器轴承单元，年均下降将达到 10.52%。由此来看，对燃油乘用车的专用轴承影响很大。

十二、纯电动汽车对轴承提出的挑战

汽车驱动电机的调速范围宽、启动转矩大、功率密度高、效率高的特性，使其对轴承的高速、高低温、耐久性、稳定性、可靠性提出了更高的要求，目前国内新能源汽车电机轴承还主要依靠进口。

速度：驱动电机转速高达 20 000 r/min，轴承 dm.n 值达到 80 万以上，比普通工业电机速度高很多。

温度：-40~150 °C 轴承稳定运转，无啸叫；长期工作温度 110~120 °C；寒冷地区启动温度-30~-20°C，启动力矩小，噪声低。

润滑：要求润滑脂低温性能优异、耐高温、抗振动、节能高效、长寿命。

振动、噪声：为保证乘车的舒适性，电机的振动噪声水平要低，保证车内的安静。

电蚀：由于绕组的不平衡，造成转子间存在电位差，形成电流；逆变器高频电压造成的电流泄露都可能导致轴承产生电蚀，导致轴承的失效。

寿命：保证与整车质保同寿命 8-10 年或 10-16 万公里。

以蔚来汽车为例：

项目	参数内容
电机类型	感应异步
IPI功率器件	双IGBT并联
重量 (kg)	135
电机峰值功率 (kW)	240@5500-10000rpm，极限可到300
电机最大输出扭矩 (Nm)	420@0-5500rpm，极限可到530
电机最高输出转速 (rpm)	15000
电驱布置形式	集成式三合一，左中右布置，减速器在中间
减速器结构类型	平行轴
减速器速比	9.6
电机冷却方式	水冷
减速器冷却方式	油冷
生产方式	IPI\电机自主设计生产，减速器外采，自主集成

电机：

蔚来汽车电机轴承采用的是 SKF 的 BB1 定制款高速轴承，为脂润滑封轴承，型号为 BB1-2516，外径 62mm。

减速机

蔚来汽车减速器来自于 GJT（格特拉克_江西）公司，蔚来进行三合一集成设计，对减速器接口和布置角度进行了要求。该减速器以 GJT 1eDT530 为 BASE 版本进行重新开发以适应整车布置的要求。该减速器属于常见的平行轴式固定速比减速器，左右壳体、三轴式布置，开放式差速器，输入轴与中间轴均采用球+柱轴承的布置，即一端固定（球），一端浮动（柱）的限位方式，球轴承承受双向轴向力，轴承均采用卡环限位。轴向间隙较大，容易引发整车 Clunk 问题。

最大输入扭矩 (Nm)	最高输入转速 (rpm)	速比	润滑油加油量 (L)	润滑油牌号
450	14500	9.6 (26/77&29/94)	未知	壳牌多极 350 100

减速器，输入轴和中间轴采用深沟球轴承+圆柱滚子轴承的布置，利用了柱轴承的承载能力强的优点，如果选用球轴承，需要更大尺寸的球轴承，按照当前的安装距就可能无法布置，但是柱轴承又牺牲了部分效率，对于同一个轴上，GJT 在球和柱轴承位置上也经过寿命计算考量，将柱轴承布置在靠近在承载高的齿轮近端。

差速器采用锥轴承布置，该差速器具备 4000Nm 的输出能力，尺寸上看，很有挑战性。

轴承名称	输入轴		中间轴	
	前轴承	后轴承	前轴承	后轴承
厂家	SKF	SKF EXPLORER	未知	INA
规格型号	深沟球， BB1-5480	圆柱滚子， 208EC	圆柱滚子， 2208	深沟球， TME3C3
外径 (mm)	80	80	80	100

十三、措施和建议

新能源汽车的快速发展是未来全球汽车行业的不可逆的发展趋势，汽车轴承需求量将会快速下降。对于为汽车行驶系统和转向系统配套轴承的企业，不会有影响。但对于为燃油汽车驱动系统和传动系统配套轴承的企业，特别是为燃油汽车配套的专用轴承企业，如空调电磁离合器轴承、MT 离合器轴承单元、涨紧轮和惰轮轴承单元、水泵轴连轴承等则会带来较大的影响。

1、建议为燃油汽车配套轴承的企业，应及时关注汽车产业的发展动向，属于通用轴承（如深沟球轴承、圆锥滚子轴承、圆柱滚子轴承、滚针轴承等），要及时调整产品结构和市场结构，寻求新的发展道路。

2、属于燃油汽车配套专用轴承的企业，要提升现有生产能力的技术水平和效率，寻求替代进口，放缓企业所占市场下降的速度，争取时间，调整企业的产品结构。

3、深入了解新能源汽车的发展状态，跟进新能源汽车的发展步伐，掌握新能源汽车对轴承的技术要求，加强技术创新和技术进步，加快进入新能源汽车的轴承市场。