

小小气瓶，大大学问

——氢能与燃料电池产业前沿系列三

行业深度

◆**车载储氢技术是决定未来氢能交通领域大规模应用的重点。**氢能的使用主要包括氢的生产、储存和运输、应用等方面，而决定氢能应用关键的是安全、高效的氢能储运技术。氢气储存技术滞后限制了氢能源在各类交通工具上大规模应用，车载储氢技术的改进是未来氢燃料电池车发展重点突破环节。诸多技术路线中，高压气态储氢最成熟、成本最低，未来大规模推广需要储氢瓶工艺提升。

◆**国内气瓶制造工艺发展潜力巨大，未来将向IV型、70MPa 气态氢过渡。**国内企业采用 III 型（金属内胆纤维全缠绕气瓶）储氢密度为 3.9%，而 IV 型（非金属内胆纤维全缠绕气瓶）的储氢密度可以达到 5.5%。IV 型具有低成本、小重容、轻量化的优势。国内在 35 MPa III 型瓶有成熟产品，但是 35 MPa 气瓶的续航里程上对比纯电动车没有优势，需采用 70MPa III 型在燃料电池乘用车上才有续航里程的优势。

◆**高端碳纤维材料进口依赖，国产化率未来有望提升。**氢气瓶的核心技术，除了金属阀门及各类传感器之外，主要是外层高效、低成本碳纤维及缠绕成型。氢气瓶的外层缠绕，会对碳纤维及其复合材料产生革命性影响。目前，日本、美国等国家的高端碳纤维技术形成垄断，国内储氢瓶厂商需要进口，导致储氢瓶生产成本短期难以大幅下降。随着国内技术的不断突破及产业集中度的提高，进口依赖问题有望逐步缓解。

◆**国内气瓶厂加快进入储氢瓶市场，碳纤维材料或是突破口。**车载储氢大规模推广依赖于高压储氢瓶及碳纤维，该细分领域目前处于发展初期，相关技术、法规仍未成熟。（1）国内 70MPa 高压储氢瓶还未真正装车上路，领先企业正在研发或已具备量产 70MPa III 型瓶能力，并开始配合车企展开上车实验。这些企业拥有多年气瓶研发生产经验，同时瞄准未来氢瓶广阔市场。（2）碳纤维作为储氢瓶核心材料之一，技术被日本、美国垄断。国内大多数碳纤维企业所提供产品以中低端碳纤维为主，无法大规模提供高性能碳纤维。随着碳纤维行业集中度提升和龙头企业新生产线投放，高端产品研发能力将逐步改善。

◆**投资建议：**我们认为，现阶段二级市场的投资机会将更多地以主题投资的方式呈现，应关注具有气瓶研发经验、技术优势的高压容器公司，以及聚焦高端碳纤维品类、市场率领先的碳纤维龙头。投资方面建议关注：京城股份、富瑞特装、中材科技、光威复材、中简科技。

◆**风险分析：**70MPa IV 型瓶法规标准出台时间存在不确定性；70MPa III 型瓶量产及大规模市场推广进度不及预期；高端碳纤维研发进展缓慢，短期无法彻底摆脱对进口原料依赖，导致氢瓶生产成本较高。

分析师

殷中枢（执业证书编号：S0930518040004）

010-58452063

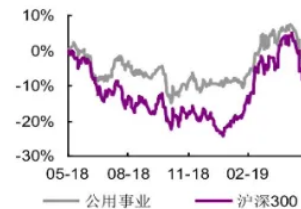
yinzs@ebsecn.com

王威（执业证书编号：S0930517030001）

021-52523818

wangwei2016@ebsecn.com

行业与上证指数对比图



资料来源：Wind

相关研报

弃风弃光，化电为氢——氢能及燃料电池产业前沿系列二

氢能时代，点煤成金——氢能及燃料电池产业前沿系列一

投资聚焦

研究背景

氢能的使用主要包括氢的生产、储存和运输、应用等方面，而决定氢能应用关键的是安全高效的氢能储运技术。氢燃料电池车需要满足高效、安全、低成本等要求。氢气储存技术滞后限制了氢能源在各类交通工具上大规模应用，车载储氢技术的改进是未来氢燃料电池车发展的重点突破环节。

本篇我们主要从车载储氢环节，通过国际比较的方式，对储氢瓶及其核心原料碳纤维进行讨论和分析。

我们的创新点

(1) 详细分析了国际主流的车载储氢方式，认为高压气态储氢是未来国内主要储氢模式；

(2) 对于储氢瓶，我们认为目前 III 型气瓶及 35MPa 气态氢未来将向 IV 型、70MPa 气态氢过渡；

(3) 对于储氢瓶原料碳纤维，我们认为当前对外依存度过高，高端碳纤维技术被日、美垄断，储氢瓶等压力容器制造成本短期难以大幅下降。

投资观点

车载储氢的大规模推广依赖于高压储氢瓶及碳纤维，该细分领域目前处于发展初期，相关技术、法规仍未成熟。

(1) 国内 70MPa 高压储氢瓶还未真正装车上路，领先企业正在研发或已具备量产 70MPa III 型瓶能力，并开始配合车企展开上车实验。这些企业拥有多年气瓶研发生产经验，同时瞄准未来氢瓶的广阔市场。

(2) 碳纤维作为储氢瓶核心材料之一，技术被日本、美国垄断。国内大多数碳纤维企业所提供产品以中低端碳纤维为主，无法大规模提供高性能碳纤维。随着碳纤维行业集中度提升和龙头企业新生产线投放，高端产品研发能力将逐步改善。

我们认为，现阶段二级市场的投资机会将更多地以主题投资的方式呈现，应关注具有气瓶研发经验、技术优势的高压容器公司，以及聚焦高端碳纤维品类、市场率领先的碳纤维龙头。

投资方面建议关注：专业气瓶生产企业京城股份、富瑞特装、中材科技；高端碳纤维生产商光威复材、中简科技。

目 录

1、 车载储氢技术多元化，高压气态储氢是主流路径	4
1.1、 车载储氢技术是燃料电池重点突破环节	4
1.2、 高压气态车载储氢已达可使用状态	5
1.3、 其他车载储氢方式尚不成熟	9
2、 高压气态储氢应用依赖于车载氢瓶技术	11
2.1、 我国气瓶制造技术与国际存在一定差距	11
2.2、 国内以 III 型气瓶为主，未来需向 IV 型过渡	13
2.3、 国内以 35MPa 气态氢为主，未来需向 70MPa 过渡	15
3、 高端碳纤维是制造储氢瓶的核心材料	16
3.1、 储氢瓶等压力容器是碳纤维主要下游需求之一	16
3.2、 高端碳纤维制造产业被美、日垄断	19
3.3、 我国碳纤维对外依存度超过 70%，产能集中度逐步提高	20
4、 投资建议	22
4.1、 气瓶制造企业加速高压储氢瓶研发	22
4.2、 国内高端碳纤维产品研发能力逐步提升	24
5、 风险分析	25

1、车载储氢技术多元化，高压气态储氢是主流路径

1.1、车载储氢技术是燃料电池重点突破环节

氢能的使用主要包括氢的生产、储存和运输、应用等方面，而决定氢能应用关键的是安全高效的氢能储运技术。氢燃料电池车需要满足高效、安全、低成本等要求。氢气储存技术滞后限制了氢能源在各类交通工具上大规模应用，车载储氢技术的改进是未来氢燃料电池车发展的重点突破环节。

图 1：燃料电池车解剖图



资料来源：齐鲁壹点

为了达到性能要求，众多研究机构对车载储氢技术提出了新标准，其中美国能源部（DOE）公布的标准最具权威性——质量储氢密度为 7.5%，体积储氢密度为 70 g/L，操作温度为 40~60℃。

目前，氢燃料电池车车载储氢技术主要包括高压气态储氢、低温液态储氢、高压低温液态储氢、金属氢化物储氢及有机液体储氢等。35MPa 气态储氢主要应用于商用车，如城市公交车、物流车、团体班车；70MPa 气态储氢应用于乘用车；液态储氢主要应用于军事领域，民用推广需要技术突破。

（1）从**技术成熟**方面分析，高压气态储氢最成熟、成本最低，是现阶段主要应用的储氢技术，在行驶里程、行驶速度及加注时间等方面均能与柴油油车相媲美，但如果对氢燃料电池汽车有更高要求时，该技术不适用；

（2）从**质量储氢密度**分析，液态储氢、有机液体储氢的质量储氢密度最高，能达到 DOE 的标准，但两种技术均存在成本高等问题，且操作、安全性等较之气态储氢要差；

（3）从**成本**方面分析，液态储氢、金属氢化物储氢及有机液体储氢成本均较高，目前不适合推广。

表 1：不同氢气储运技术应用领域

储氢方式	质量储氢密度 (wt%)	体积储氢密度 (g/L)	优点	缺点	应用领域
高压气态储氢	4.0-5.7	39	技术成熟，成本低	质量储氢密度低	车用、化工、运输
低温液态储氢	>5.7	70	质量储氢密度高	易挥发，成本高	航天、电子、运输
金属氢化物储氢	2-4.5	50	安全，操作条件易实现	成本高，质量储氢密度低	军用（潜艇、船舶）
有机液体储氢	>5.7	60	质量储氢密度高	成本高，操作条件苛刻	车用、运输

资料来源：北极星储能网

1.2、高压气态车载储氢已达可使用状态

高压气态储氢是一种最常见、应用最广泛的储氢方式，其利用气瓶作为储存容器，通过高压压缩方式储存气态氢。其优点是成本低、能耗相对小，可以通过减压阀调节氢气释放速度，充放气速度快，动态响应好，能在瞬间开关氢气。

国际主流技术以铝合金/塑料作为氢瓶内胆用于保温，外层则用 3 公分左右厚度的碳纤维进行包覆，提升氢瓶的结构强度并尽可能减轻整体质量。氢瓶阀门处利用细长的管道将几组氢瓶进行串联，并加装温度传感器等监控设备。安全性方面，当温度传感器感应到外界温度远高于正常温度时（一般超过 100℃ 时），会自动打开阀门快速释放瓶内所有气体。

根据应用方式的不同，高压气态储氢分为车用高压气态储氢和固定式高压气态储氢。

（1）车用高压气态储氢

车用高压气态储氢主要应用于车载系统，大多使用金属内胆碳纤维全缠绕气瓶（III 型）和塑料内胆碳纤维全缠绕气瓶（IV 型）。当前国内车载系统中主要以 III 型瓶为主，国内有科泰克、北京天海、沈阳斯林达、中材、富瑞特装等多家车用氢瓶生产企业。

我国已经完成能够适用于 35MPa 和 70MPa 的高压储氢瓶的相应标准 GB/T 35544-2017《车用压缩氢气铝合金内胆碳纤维全缠绕气瓶》，于 2017 年 12 月 29 日发布，2018 年 7 月 1 日开始实施。标准规定了车用压缩氢气铝合金内胆碳纤维全缠绕气瓶的型式和参数、技术要求、试验方法、检验规则、标注、包装运输和存储等要求，保障了高压储氢气瓶的安全性。

车载氢系统是燃料电池汽车的重要部件，由储氢瓶及辅助系统（BOP）两部分组成。随着生产量的扩大，单位成本将在规模优势下逐步下降。从表 2 中可以发现：

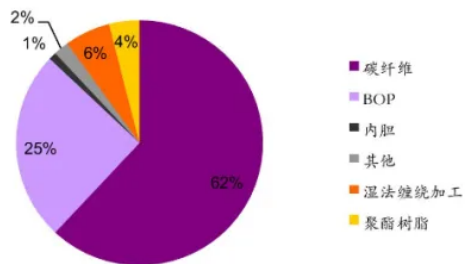
- 1) 储氢瓶成本结构中，湿法缠绕（碳纤维外层覆盖）占比接近 90%；
- 2) 辅助系统成本结构中，组装费用占比极低；
- 3) 如果生产规模由 1 万套/年提升至 50 万套/年，车载氢系统总成本将下降 38%，其中储氢瓶与辅助系统成本下降幅度分别为 20%/64%；碳纤维成本占比由 45% 上升至 62%，成为影响最大的成本要素；

表 2：车载氢系统成本

项目	生产规模				
	1 万套	3 万套	8 万套	10 万套	50 万套
吹制加工	51.38	27.6	20.16	19.27	17.84
退火处理	31.4	11.39	5.78	7.74	5.65
湿法缠绕	2192.19	2187.45	2030.42	1934.75	1877.09
B 固化	16.59	5.16	4.23	4.79	4.34
瓶肩泡沫	16	12.28	11.12	10.98	10.76
加压	63.95	12.09	6.94	8.79	7.31
阀座	35.68	28.9	25.91	25.21	24.9
液压实验	14.92	8.76	7.99	7.52	7.52
填充压注测试	52.68	21.17	17.23	14.86	14.86
储氢瓶成本合计	2474.79	2314.8	2129.78	2033.91	1970.27
辅助系统	1804.23	1264.37	997.47	935.88	650.62
系统组装	10.47	9.61	9.5	9.44	9.33
辅助系统成本合计	1814.7	1273.98	1006.97	945.32	659.95
车载氢系统总成本	4289.49	3588.78	3136.75	2979.23	2630.22

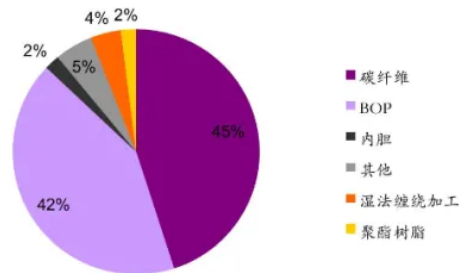
资料来源：USCAR，光大证券研究所；单位：美元/套（注：车载氢系统总成本=储氢瓶成本合计+辅助设备成本合计）

图 2：车载氢系统成本（50 万套/年）



资料来源：USCAR

图 3：车载氢系统成本（1 万套/年）



资料来源：USCAR

- **金属内胆碳纤维全缠绕气瓶（III 型）**：以 6061 铝合金为内胆外面全缠绕碳纤维，我国已开发 35MPa 和 70MPa。其中 35MPa 已被广泛用于氢燃料电池汽车，70MPa 正逐步推广。沈阳斯林达“70MPa 高压气态储氢系统关键技术及应用”项目获得了国家教育部科技进步一等奖。

表 3：金属内胆碳纤维全缠绕气瓶（III 型）常见型号

型号	容积(L)	重量(Kg)	外径(mm)	长度(mm)	压力(MPa)
1	28	17	280	720	35
2	74	38	400	890	35
3	128	70	400	1464	35
4	145	77	381	1800	35
5	52	52	394	860	70

资料来源：沈阳斯林达官网

- **塑料内胆碳纤维全缠绕气瓶（IV 型）**：以塑料内胆外面全缠绕碳纤维，国外乘用车以该类型为主，如日本丰田、挪威 Hexagon。

图 4：日本丰田高压储氢瓶



资料来源：太平洋汽车网

图 5：挪威 Hexagon 高压储氢瓶



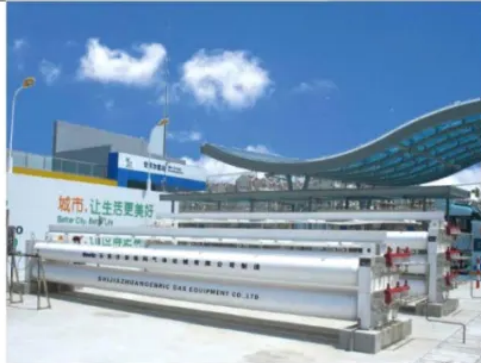
资料来源：北极星储能网

(2) 固定式高压气态储氢

固定式高压气态储氢主要应用在固定场所，如制氢厂、加氢站以及其他需要储存高压氢气的地方。目前主要使用大直径储氢长管和钢带错绕式储氢罐来储氢。

- **大直径储氢长管**：石家庄安瑞科气体机械有限公司 2002 年在国内率先研制成功 20/25MPa 大容积储氢长管，并应用于大规模氢气运输。长管气瓶材料为铬钼钢 4130X，强度高，具有良好的抗氢脆能力。
- **钢带错绕式储氢罐**：钢带错绕式储氢罐目前有 45Mpa 和 98Mpa 两种型号，如浙大与巨化集团制造生产的两台国内最高压力等级 98MPa 立式高压储罐，安装在江苏常熟丰田加氢站中。

图 6：丽江氢气加气站及 45Mpa 储氢瓶组

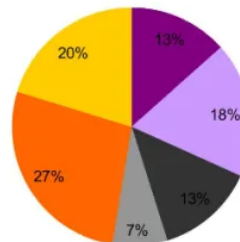


资料来源：石家庄安瑞科气体机械有限公司官网

目前单座加氢站投资规模（不包括土地）约 1500 万人民币，固定资产投资主要包括压缩机、储气罐、分配器、预冷器等设备及安装费用，占比分别为 13%/18%/13%/7%/20%。随着市场规模的扩大，在规模经济的影响下，压缩机、储气罐单位成本下降幅度较大。根据 Ahmad Mayyas 在论文《Manufacturing competitiveness analysis for hydrogen refueling stations》测算数据，如果需求量每年由 10 家增长至 100 家，那么单位压缩机、储气罐价格将由 14.5/32 万美元下降至 4.6/17.6 万美元。

图 7：加氢站固定资产投资结构

■ 压缩机 ■ 储气罐 ■ 分配器 ■ 预冷器 ■ 其他设备 ■ 安装成本



资料来源：Ahmad Mayyas 《Manufacturing competitiveness analysis for hydrogen refueling stations》

表 4：加氢站的压缩机、储气罐规模经济性显著

加氢站项目	10 个/年	100 个/年
压缩机	145	46
储气罐	320	176
分配器	87	82
预冷器	120	96
其他设备	450	400
安装成本	408	408
总投资成本	1530	1208

资料来源：Ahmad Mayyas 《Manufacturing competitiveness analysis for hydrogen refueling stations》；单位：千美元

1.3、其他车载储氢方式尚不成熟

1.3.1、有机液体储氢

有机液体储氢技术借助某些烯烃、炔烃或芳香烃等储氢剂和氢气产生可逆反应实现加氢和脱氢。与常见的高压气态储氢、低温液态储氢、固体储氢材料储氢相比，有机液体储氢具有以下特点：

- 1) 反应过程可逆，储氢密度高；
- 2) 氢载体储运安全方便，适合长距离运输；
- 3) 可利用现有汽油输送管道、加油站等基础设施。

有机液体储氢关键在于选择合适的储氢介质。目前研究中主要采用的储氢介质包括环乙烷、乙基吡啶等。环己烷利用苯-氢-环己烷可逆化学反应来实现储氢，具有较高的储氢能力，在常温下为液态，脱氢产物苯在常温常压下也是液态，方便运输。甲基环己烷脱氢产生氢气和甲苯，且甲基环己烷和甲苯在常温常压下都是液体，因此，甲基环己烷也是比较理想的储氢载体。

表 5：主要有机液体储氢介质

储氢介质	熔点/℃	沸点/℃	理论储氢量/%
环乙烷	6.5	80.7	7.19
甲基环乙烷	-126.6	101	6.18
反式-十氢化萘	-30.4	185	7.29
吡啶	244.8	355	6.7
乙基吡啶	68	190	5.8

资料来源：氢云链，光大证券研究所

液体有机储氢材料最大的特点就是常温下为液态，能够方便地运输和储存。武汉氢阳研发了一种稠杂环有机分子作为有机液体储氢材料，储氢高达 58g/L，并可在常温常压下利用管道、槽罐车等运输。该有机液体储氢材料已经投入应用。其推出的新型有机液态储氢材料安全指标远高于汽油、柴油等传统能源。

表 6：氢阳能源“氢油”与汽油、柴油主要安全数据对比

材料	闪点/℃	熔点/℃	沸点/℃
氢阳液态游记储氢材料	>150	-20	>300
汽油	-50~-20	<-60	30~205
柴油	>55	-50~-10	180~370

资料来源：氢云链

1.3.2、低温液态储氢

低温液态储氢技术是将氢气压缩后冷却到-252℃以下，使之液化并存放在绝热真空储存器中。与高压气态储氢相比，低温液态储氢的质量和体积的储氢密度都有大幅度提高，通常低温液态储氢密度可以达到 5.7%。仅从质量和体积储氢密度分析，运输能力是高压气态氢气运输的十倍以上。

在欧美日等国家，液氢应用相对比较成熟，在运输、加氢站和车载中都有应用。我国液氢目前主要应用在航天领域，以及少数的电子行业。航天 101 所在液氢的制备、储运、应用上都有成熟的经验。相关部门正在研究制定液氢民用标准，车用液氢技术研究正在进行中，未来液氢将应用在一些长途、重型商用车，以及加氢站中。

1.3.3、金属氢化物储氢

金属氢化物储氢适用于对重量不敏感领域，该技术利用过渡金属或稀土材料与氢反应，以金属氢化物形式吸附氢，然后加热氢化物释放氢。当金属单质作为储氢材料时，能获得较高的质量储氢密度，但释放氢气的温度高，一般超过 300℃。为了降低反应温度，目前主要使用 LaNi₅、Mg_{0.8}Ca_{0.2}Ni₅、Mg₂Ni、Ti_{0.5}V_{0.5}Mn、FeTi、Mg₂Ni 等 AB₅、A₂B、AB 型合金，合金储氢材料的操作温度均偏低，质量储氢密度为 1%~4.5%。

由于储氢合金具有安全、无污染、可重复利用等优点，已在燃气内燃机汽车、潜艇、小型储氢器及燃料电池车中开发应用。浙江大学成功开发了燃用氢-汽油混合燃料城市节能公共汽车，其使用的是 Mg_{0.8}Ca_{0.2}Ni₅ 合金储氢材料，在汽油中掺入质量分数为 4.5% 的氢，使内燃机效率提高 14%，节约汽油 30%。日本丰田汽车公司采用储氢合金提供氢的方式，汽车时速高达 150 km/h，行驶距离超过 300 公里。

虽然金属氢化物储氢在车上已有应用，但与 2017 年 DOE 制定的储氢密度标准相比，差距仍较大。将其发展成为商业车载储氢还需进一步提高质量储氢密度，降低分解氢的温度与压力，延长使用寿命等。

表 7：合金储氢材料的储氢性能

合金	放氢温度 /℃	压力 /MP	质量储氢密度 %
LaNi ₅	22	0.10	1.37
FeTi	60	0.50	1.89
Mg ₂ Ni	-18	0.10	3.59
CeNi ₄ Zr	20-60	3.20	4.00
CeNi ₄ Cr	20-60	3.10	4.30
LaNi _{4.5} Sn _{0.5}	25	0.75	0.95
Zr _{0.9} Ti _{0.1} Cr _{0.8} Ni _{0.4}	100	0.10	2.00
Ti _{0.5} V _{0.5} Mn	-13	35.00	1.90
Ti _{0.47} V _{0.46} Mn	33	12.00	1.53
Mn _{0.8} Ca _{0.2} Ni ₅	20	30.00	1.60

资料来源：张志芸《车载储氢技术研究现状及发展方向》，光大证券研究所

2、高压气态储氢应用依赖于车载氢瓶技术

2.1、我国气瓶制造技术与国际存在一定差距

当前阶段上述各种储氢技术均已经在车载中应用，我国与世界先进国家相比仍然存在一定差距：

(1) **国内 IV 型瓶研发滞后。**国外乘用车已经开始使用质量更轻、成本更低、质量储氢密度更高的 IV 型瓶，而中国 IV 型瓶还处于研发阶段，成熟产品只有 35 MPa 和 70 MPa III 型瓶，其中 70MPa III 型瓶在乘用车样车上应用。

表 8：IV 型与 III 型瓶国内外使用现状

类型	国内	国外	主要企业
III	III 型瓶是我国发展的重点，已开发 35MPa 和 70MPa，技术和产品成熟，其中 35MPa 已被广泛应用于氢燃料电池车，70MPa 刚开始推广	技术成熟，但车用主要以 IV 为主	科泰克、天海、中材、斯林达、富瑞特装
IV	处于研发阶段，面临工艺落后、碳纤维、数值性能差、标准缺失问题	已研制成功多种型号规格的纤维全缠绕高压储氢气瓶，其高压储氢瓶涉及制造技术领先	Hexagon、Quantum、通用、丰田、Dynetek

资料来源：北京市氢燃料电池发动机工程技术研究中心

(2) **碳纤维依赖进口。**中国制造的 III 型瓶的主要原材料为碳纤维，由于研发起步晚、原材料性能差等原因，国产碳纤维还不能满足车用储氢瓶的要求，主要依赖进口。

(3) **液氢储罐汽车应用发展缓慢。**国外液氢储罐已在汽车上应用，而中国还未实现。通用汽车、福特汽车、宝马汽车等都推出了使用车载液氢储罐供氢的概念车，而中国可以自行生产液氢，但尚未将其应用于车载氢系统。

表 9：国内外储氢瓶性能参数对比

国别	生产公司	型号	容积/L	质量/Kg	压力/MPa	质量储氢密度%
挪威	Hexagon	IV	64	43	70	6
日本	丰田	IV	60	42.8	70	5.7
中国	天海工业	III	140	80	35	4.2
		III	165	88	35	4.2
		III	54	54	70	>5.0
	科泰克	III	140	-	35	4.0
		III	65	-	70	>5.0
	斯林达	III	128	67	35	4.0
		III	52	52	70	>5.0
	中材科技	III	140	78	35	4.0
		III	162	88	35	4.0
		III	320		35	-

资料来源：张志芸《车载储氢技术研究现状及发展方向》，光大证券研究所

储氢气瓶发展已有 50 多年的历史，从钢瓶到全复合材料气瓶的研制成功，实现了向产品结构合理、质量轻的巨大转变。近年来，70MPa 储氢复合材料气瓶已经进入示范使用阶段。国外从事复合材料氢气瓶研发与生产代表性企业和科研机构有美国 Quantum 公司、美国通用汽车、美国 Impco 公司、加拿大 Dynetek 公司、法国空气化工产品公司、日本汽车研究所和日本丰田公司等。

表 10：国际储氢气瓶技术研发情况

国家	机构	产品	特性
美国	Quantum	Hy-Hauler 移动加氢系统	普通型系统通过把储氢气瓶输送至异地现场，其工作压力一般为 35MPa 或 70MPa；改进型系统为自带电解装置电解水制氢，同时通过高压快充技术，能够把单辆车的加注时间缩短至三分钟内
	通用汽车	双层结构储氢气瓶	能够储存 3.1kg 氢气，储氢压力达到 70MPa，并成功控制其体积与以往 35MPa 气瓶一致
	Impco	超轻型 Trishield 储氢气瓶	可进行 69MPa 储氢，质量储氢密度为 7.5%
法国	法国空气化工	缩短压缩过程的加氢站	通过一种装载复合压力容器的拖车来实现的，该拖车与氢气加注部件直接相连，这样使得氢气运输车整合成为加氢站的一部分
日本	JARI	高压储氢气瓶	能够承受 37MPa 和 70MPa 压力的高压储氢气瓶，但是在压力由 37MPa 增至 70MPa 时，相应的储氢气瓶能够容纳的氢仅增加了 60%
	丰田	70MPa 高压氢储存箱	容量为 156L，储存压强增加了一倍，通过高压氢为燃料的高性能燃料电池“TOYOTA FC Stack”和镍氢蓄电池两种动力源驱动。一次充氢后续航里程可达 830 公里，达到了以往同类车型两倍的水平
加拿大	Dynetek	高压储氢容器	铝合金内胆、碳纤维/树脂基体复合增强外包层的，可进行 70MPa 储氢，已投入工业化生产，获得广泛应用。
韩国	现代公司	Tucsonix 燃料电池电动汽车	第三代燃料电池汽车，Tucsonix 燃料电池电动汽车(FCEV)，设置有 100kW 燃料电池系统和两个储氢气瓶(70MPa)。储氢气瓶充满氢气后全行程为 650km，相当于汽油动力汽车，可在温度低至 -25℃ 下启动
德国	奔驰公司	高压储氢容器	通过提高储氢气瓶的容量和储存密度，压力增至 70MPa，使“续航里程”达到约 400 公里
德国	林德公司	移动加氢站	工作压力可达 70MPa，它能够同时提供压缩氢气及液氢

资料来源：杨文刚《碳纤维缠绕复合材料储氢气瓶的研制与应用进展》，光大证券研究所

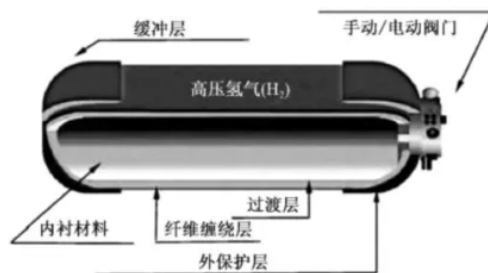
2.2、国内以 III 型气瓶为主，未来需向 IV 型过渡

复合材料储氢气瓶由内至外包括内衬材料、过渡层、纤维缠绕层、外保护层、缓冲层。

(1) 国内内衬材料多选用铝合金。储氢气瓶进行充气的周期可能较长，而氢气在高压下又具有很强的渗透性，所以氢气储罐内衬材料要有良好的阻隔功能，以保证大部分的气体能够储存于容器中。因此气瓶内胆多选用铝合金材料，这是由于其与氢气良好的相容性和抗腐蚀性。铝合金材料的低密度、高比强度能够在保障强度的前提下使气瓶更加轻便。铝合金材料还拥有很好的导热性能，在遇到意外事故发生燃烧时通过将热量传递到阀门的易熔合金塞处，在高热条件下使其熔化安全泄压防止爆炸。

(2) 纤维缠绕层选用碳纤维作为增强材料。高强度、高模量的碳纤维材料通过缠绕成型技术而制备的复合材料气瓶不仅结构合理、重量轻，而且良好的工艺性和可设计性在储氢气瓶制备上具有广阔的应用空间。气瓶长期在充气放气条件下使用，内胆会产生疲劳裂纹，随着气瓶的使用裂纹会不断扩大，导致气瓶的失效形式表现为“未爆先漏”。

图 8：车用氢气铝合金内胆碳纤维全缠绕气瓶



资料来源：杨文刚《碳纤维缠绕复合材料储氢气瓶的研制与应用进展》

车用气瓶共分为四种类型：全金属气瓶(I 型)、金属内胆纤维环向缠绕气瓶(II 型)、金属内胆纤维全缠绕气瓶(III 型)、非金属内胆纤维全缠绕气瓶(IV 型)。I 型和 II 型气瓶重容比较大，难以满足单位质量储氢密度要求，用于车载供氢系统并不理想。采用金属内胆的 III 型气瓶为我国在高压氢气瓶领域的主要研究方向。

表 11：车用气瓶性能参数比较

型号	I	II	III	IV	V
制作工艺	纯钢质金属	钢质内胆，纤维缠绕	铝内胆，纤维缠绕	塑料内胆，纤维缠绕	无内胆，纤维缠绕
工作压力 (MPa)	17.5-20	26.3-30	30-70	70 以上	
介质相容性	有氧脆；有腐蚀性				
产品重容比 (Kg/L)	0.9-1.3	0.6-0.95	0.35-1	0.3-0.8	
使用寿命	15 年	15 年	15/20 年	15/20 年	
储氢密度	14.28-17.23	14.28-17.23	40.4	48.8	
成本	低	中等	最高	高	
车载是否使用	否	否	是	是	

资料来源：北京市氢燃料电池发动机工程技术研究中心，光大证券研究所

目前我国已经实施能够适用于 35MPa 和 70MPa 的高压储氢瓶的相应标准 GB/T35544-2017《车用压缩氢气铝合金内胆碳纤维全缠绕气瓶》。根据标准 70MPa III 型瓶可经过检测试验安全后上车运行，而对于 70MPa IV 型瓶法规标准尚未做出明确规定。

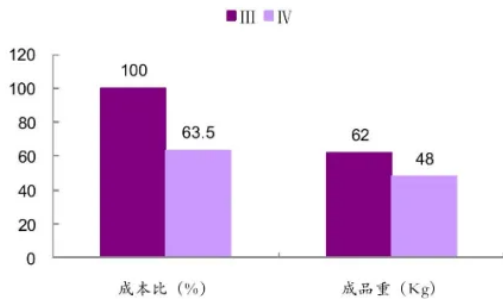
表 12：国内企业标准与国际标准对比

序号	内容	我国企业标准技术要求	ISO/CD 19881：2015 技术要求
1	范围	公称工作压力 35MPa，公称水容积不大于 450L，许用温度-40~65℃，充装压缩氢气，设计寿命不高于 15 年的 III 型瓶	用于工作压力不大 70MPa，温度-40~85℃，且容积不大于 1000L 的车用压缩氢气瓶
2	结构型式	一端开口或两端开口的 III 型瓶	分 A 类、B 类、C 类三个类别；分 I 型、II 型、III 型、IV 型四种气瓶
3	设计要求	设计寿命不高于 15 年，水压试验压力为 1.5 倍公称工作压力，最小设计爆破压力不小于 3.4 倍公称工作压力（玻璃纤维）	A 类和 C 类气瓶的设计寿命在 10 到 25 年之间，B 类气瓶的设计寿命为 15 年
4	介质	压缩氢气	压缩氢气
5	材料	内胆采用 6061 铝合金，采用挤压、冲压拉伸或旋压成型，进行固溶时效热处理；缠绕层为玻璃纤维、芳纶纤维或碳纤维；树脂采用热固性树脂或热塑性树脂	III 型气瓶内胆采用铝合金；缠绕层为玻璃纤维、芳纶纤维或碳纤维；树脂采用热固性树脂或热塑性树脂
6	型式试验要求	气瓶（层间剪切强度、水压爆破试验、常温疲劳、火烧、枪击、损失容限、极限温度疲劳试验、跌落、化学腐蚀、加速应力破坏）	III 型气瓶（常温疲劳、水压爆破试验、火烧、枪击、损伤容限试验、极限温度疲劳试验、跌落、化学腐蚀试验、加速应力破坏、氢气气体循环试验）

资料来源：李前《车用高压储氢气瓶法规标准研究》，光大证券研究所

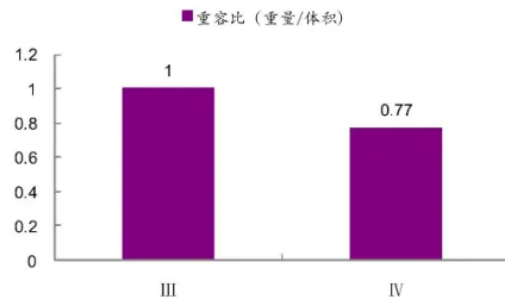
国内企业采用 III 型（金属内胆纤维全缠绕气瓶）储氢密度为 3.9%，而 IV 型（非金属内胆纤维全缠绕气瓶）的储氢密度可以达到 5.5%。通过相同外径、容积和压力（70MPa）的 III 型与 IV 型氢气瓶进行比较可以清楚发现，IV 型具有低成本、小重容、轻量化的优势。

图 9: III 型与 IV 型氢气瓶成本、重量



资料来源：北京市氢燃料电池发动机工程技术研究中心

图 10: III 型与 IV 型氢气瓶重容比



资料来源：北京市氢燃料电池发动机工程技术研究中心

2.3、国内以 35MPa 气态氢为主，未来需向 70MPa 过渡

同等体积下，压力越大储氢量越高，车辆行驶里程就更远。现阶段国内主流氢燃料电池汽车使用的都是 35MPa 气态氢，欧、美、日国家则是以 70MPa 为主。国内在 35 MPa III 型瓶有成熟产品，但是 35 MPa 气瓶的续航里程上对比纯电动车没有优势，必须采用 70MPa III 型在燃料电池乘用车上才有续航里程的优势，但是 70MPa III 型瓶国内仅有个别厂家具有成熟产品。

未来国内氢燃料电池汽车市场也将会升级使用 70MPa 压力的气态氢，关键还在于成本。根据美国能源局 (DOE) 研究数据，自 2005 年以来长管拖车储运成本下降幅度最大，35MPa 由 2005 年的 5.26\$/kg H₂ 下降到 2015 年的 2.69\$/kg H₂，但同期与 70MPa 相比成本高出 10% 左右。2020 年美国能源局提出 70MPa 储运成本下降到 2\$/kg H₂ 的目标。

表 13: 70MPa 储运成本比 35MPa 高 10% (单位: \$/kg H₂)

储运方式	2005	2011	2013	2015	2020 目标
管道					
35MPa	3.71	4.59	4.44	3.69	2.00
70MPa	-	5.00	4.84	4.03	2.00
管道拖车					
35MPa	4.62	3.22	3.16	2.92	2.00
70MPa	-	3.59	3.21	3.31	2.00
长管拖车					
35MPa	5.26	3.24	3.00	2.69	2.00
70MPa	-	3.61	3.29	3.02	2.00

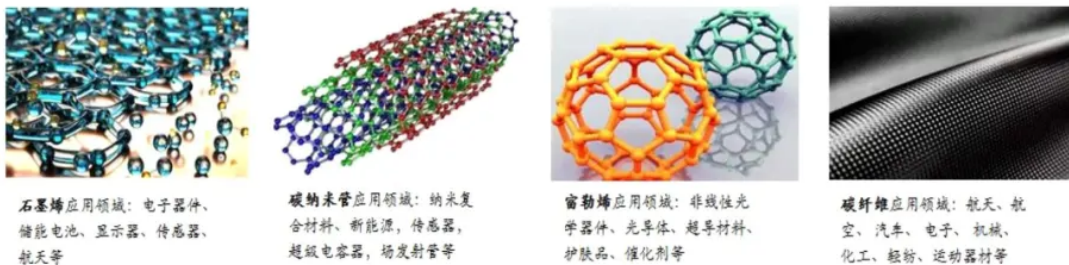
资料来源：美国能源部，光大证券研究所

3、高端碳纤维是制造储氢瓶的核心材料

3.1、储氢瓶等压力容器是碳纤维主要下游需求之一

我国对碳纤维相关研究始于 20 世纪 60 年代,与国外先进企业存在较大差距,主要体现在原丝自主创新不足、质量可控性低、生产设备与工艺需完善等方面。尽管国产碳纤维单丝性能良好,但其丝束均一性难以保证,实际应用时会出现毛丝多、断丝严重、与树脂浸润性差、质量不稳定等问题。近年来,T700/T800 级国产碳纤维研究与工程化取得了突飞猛进的发展,但国产碳纤维要广泛应用于复合材料气瓶行业,在缠绕工艺性及复合材料中强度转化率等方面还需要进一步研究与改进。

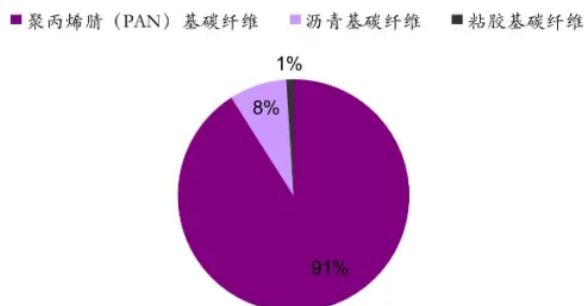
图 11: 典型碳族先进材料及应用领域



资料来源: 中国粉体技术网

碳纤维是由有机纤维在高温环境下裂解碳化形成碳主链结构的无机纤维,是一种含碳量高于 90%的无机纤维。按照原丝种类分类:碳纤维的原丝主要有聚丙烯腈(PAN)原丝、沥青纤维和粘胶丝,由这三大类原丝生产出的碳纤维分别称为聚丙烯腈(PAN)基碳纤维、沥青基碳纤维和粘胶基碳纤维。其中,聚丙烯腈(PAN)基碳纤维占据主流地位,2018 年产量占碳纤维总量的 90%以上,粘胶基碳纤维还不足 1%。

图 12: 聚丙烯腈 (PAN) 基碳纤维占碳纤维总量的 90% (2018 年)



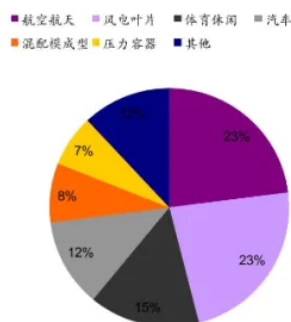
资料来源：中国化学纤维工业协会，光大证券研究所

碳纤维不仅具有高强度（强度比密度）及高比刚度（模量比密度）性能，还具有耐腐蚀、耐疲劳等特性，广泛应用于国防工业以及高性能民用领域。2018 年全球碳纤维需求 9.26 万吨，其中航空航天、风电叶片、体育休闲占比居前，分别为 23%/23%/15%。压力容器的碳纤维需求为 6200 吨，占比 7%。

压力容器，尤其是燃料电池所需的氢气瓶是未来的热点。日本氢能源、氢经济，极大地刺激了国内市场。为了推广氢燃料汽车，丰田公司开放了所有相关的专利，其目的是形成一个新的行业标准。

氢气瓶的核心技术，除了金属阀门及各类传感器之外，主要是外层高效、低成本碳纤维及缠绕成型。氢气瓶的外层缠绕，会对碳纤维及其复合材料产生革命性影响。若未来燃料电池车大规模推广，将极大提升碳纤维需求。汽车公司对碳纤维及复合材料工艺的成本控制将更加严苛，这将促进碳纤维低成本制备技术的进步。其次是成型效率问题，现有的湿法缠绕设备，需要在材料形态与效率上进行革命性的创新，才能满足批量氢气瓶的需求。

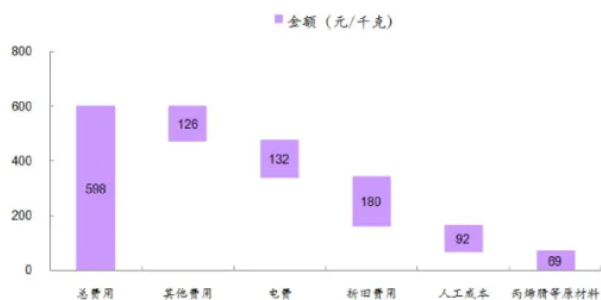
图 13: 压力容器碳纤维需求占比 7% (2018 年)



资料来源：赛奥碳纤维技术，光大证券研究所

完整的碳纤维产业链包含从一次能源到终端应用的完整制造过程。从石油、煤炭、天然气均可以得到丙烯，丙烯经氨氧化后得到丙烯腈，丙烯腈聚合和纺丝之后得到聚丙烯腈（PAN）原丝，再经过预氧化、低温和高温碳化后得到碳纤维，并可制成碳纤维织物和碳纤维预浸料，作为生产碳纤维复合材料的原材料；碳纤维经与树脂、陶瓷等材料结合，形成碳纤维复合材料，最后由各种成型工艺得到下游应用需要的最终产品。

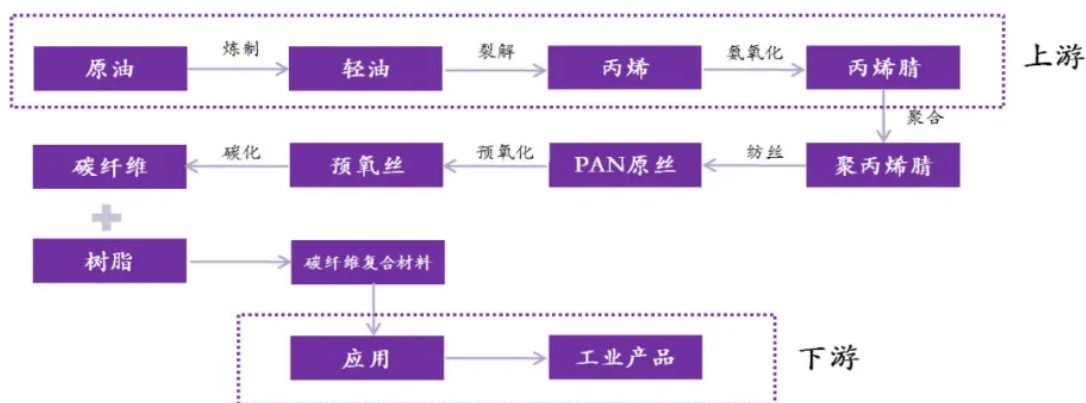
图 14：碳纤维单位制配成本构成



资料来源：中简科技公司公告，光大证券研究所测算

碳纤维产业链可以分为上游和下游。上游通常是指生产碳纤维专用的材料；下游通常是指生产碳纤维应用部件的产品。碳纤维产业链上游属于石油化工行业，主要通过原油炼制、裂解、氨氧化等工序获得丙烯腈。碳纤维企业通过对以丙烯腈为主的原材料进行聚合反应生成聚丙烯腈，再以其纺丝获得聚丙烯腈原丝，对原丝进行预氧化、碳化等工艺制得碳纤维，通过对碳纤维和高质量树脂加工以获得碳纤维复合材料从而满足应用需求。

图 15：碳纤维产业链



资料来源：光大证券研究所

3.2、高端碳纤维制造产业被美、日垄断

碳纤维行业发展空间巨大，与其他制造业相比具有如下特点：

(1) 碳纤维行业属于资本和技术密集型行业，行业壁垒高。碳纤维属于高技术密集型产品，产品质量标准高、研发周期长、资金投入大，行业壁垒高。

(2) 应用领域不断拓展，潜在市场逐步成熟。碳纤维下游应用技术开发难度较高，碳纤维与树脂、上浆剂等材料之间工艺参数必须系统配合，复合材料设计与成型需要一体化，下游领域的应用开发需要较长的研发过程。加之研发投入大、生产成本低，导致碳纤维应用范围长期局限在航空航天和高端民用领域。

(3) 日本及欧美领先企业垄断全球市场。由于碳纤维生产工艺流程复杂、研发投入巨大、研发周期较长，使得国际上真正具有研发和生产能力的碳纤维公司屈指可数。美国注重原始创新，日本擅长精细化生产，在碳纤维产业发展中各具优势。日本东丽、美国赫克塞尔垄断航空航天高性能碳纤维市场。

(4) 市场和政府在行业发展中发挥重要作用。碳纤维与国防工业密不可分，市场和政府在行业发展中发挥重要作用。美国和日本采取以市场为主的模式，主要依靠大企业研发和生产，同时供应民用和国防应用领域。

拉伸强度和拉伸模量是衡量碳纤维性能的两大重要指标。我国已于 2011 年颁布了《聚丙烯腈（PAN）基碳纤维国家标准（GB/T26752-2011）》，由于日本东丽在全球碳纤维行业具有绝对领先优势，国内一般采用日本东丽标准进行分类。国内部分碳纤维企业基本实现 T700 级、T800 级碳纤维技术突破，但稳定性、产品离散度等指标与国外优势企业相比存在一定差距。T800 作为高端碳纤维复合材料主要用于飞机、汽车制造以及压力容器等领域。全球实现 T1000 级和 T1100 级碳纤维工业化生产和市场销售的企业只有日本东丽（TORAY）和美国赫克塞尔（HEXCEL）。

表 14：日本东丽聚丙烯腈（PAN）基碳纤维牌号分类

牌号	拉伸强度 (MPa)	拉伸模量 (GPa)	断裂伸长率 (%)	体密度 (g/cm ³)
T300-3K/12K	3530	230	1.5	1.76
T700S-12K	4900	230	2.1	1.8
T700G-12K	4900	240	2	1.8
T800H-6K/12K	5490	294	1	1.81
T800S-24K	5880	294	2	1.8
T1000G-12K	6370	294	2.2	1.8
T1100	6600	324	2	1.79

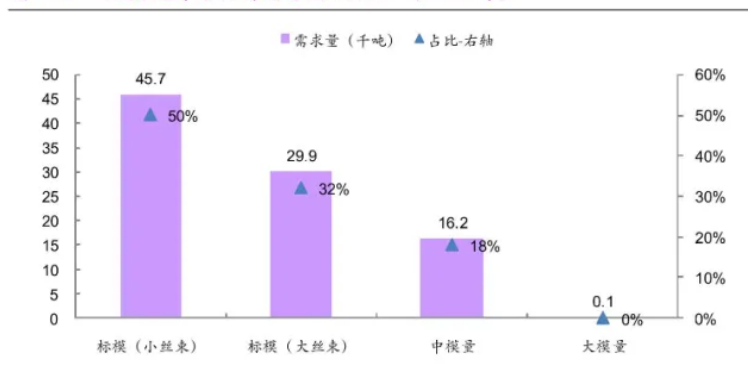
资料来源：日本东丽（注：T 表示碳纤维拉伸强度，有 T300、T700、T800、T1000 等，数量越大代表强度越高）

从全球碳纤维市场的份额划分看，国际碳纤维市场依然为日、美企业所垄断。日本是全球最大的碳纤维生产国，世界碳纤维技术主要掌握在日本公司手中，其生产的碳纤维无论质量还是数量上均处于世界领先地位。日本代表企业包

括日本东丽、日本东邦和日本三菱丽阳等，其他地区的主要厂商包括美国的赫克塞尔、卓尔泰克以及德国的西格里等。根据 CCEV 的统计数据，日本东丽是全球唯一碳纤维产能超过 2 万吨的企业，长期为波音公司和空中客车公司主要的稳定供货商。

根据模量可以分为 4 大类碳纤维品种，包括标模（小丝束）、标模（大丝束）、中模量、大模量。其中后两种碳纤维主要应用于航天航空领域，2018 年中模量 1.69 万吨及高模量 0.12 万吨的需求中，有 95% 以上来自波音、空客等航天公司。从产业角度来看，标模大丝束（俗称 T300 级别大丝束），生产难度大于标模小丝束（俗称 T800 级别小丝束）。

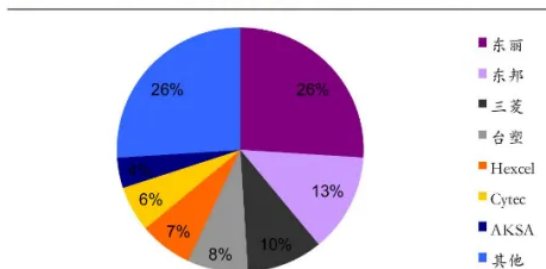
图 16：4 大类碳纤维品种需求量及占比（2018 年）



资料来源：赛奥碳纤维技术

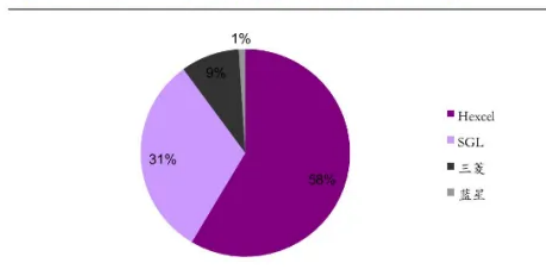
在小丝束碳纤维市场上，日本企业的市场份额占到全球产能的 49%；在大丝束碳纤维市场上，美国企业的市场份额占到全球产能的 89%。

图 17：全球小丝束碳纤维市场份额（2018 年）



资料来源：中国化学纤维工业协会

图 18：全球大丝束碳纤维市场份额（2018 年）



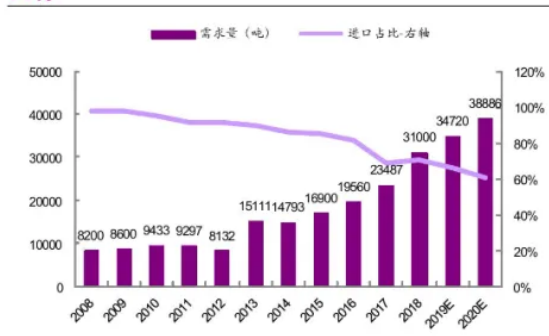
资料来源：中国化学纤维工业协会

3.3、我国碳纤维对外依存度超过 70%，产能集中度逐步提高

2018 年中国碳纤维的总需求 31000 吨同比增长 32%，其中进口 22000 吨国产 9000 吨，对外依存度高达 71%。从历史数据看，我国碳纤维产业起步较

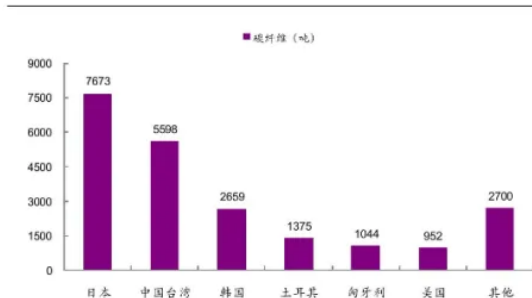
晚,但随着技术追赶对外依存度已经由2008年的98%下降了27个百分点,进口替代趋势有望持续。

图 19: 2018 年国内碳纤维需求 31000 吨, 对外依存度 71%



资料来源：赛奥碳纤维技术

图 20: 2018 年中国大陆进口日本碳纤维 7673 吨



资料来源：赛奥碳纤维技术

2018 年统计全国的理论产能为 26800 吨, 销量/产能比为 33.6%, 同比上年提升 5.1 个百分点。2018 年全球销量/产能比为 59.8%, 我国整体销售/产能比较低, 主要原因:

- (1) 部分老生产线缺乏运行经济效益而停产;
- (2) 部分生产线技术水平低, 不能长期稳定运行;

2018 年, 产业集中度在加速, 8 家千吨级碳纤维企业的理论产能已经占到全国的 87%, 产业集中度的趋势会越来越强:

- (1) 产能千吨以上: 8 家公司。
- (2) 产能在 500-1000 吨之间: 4 家公司
- (3) 产能在 100-500 吨之间: 5 家公司
- (4) 产能在 100 吨以下: 2 家公司

图 21：国内主要碳纤维企业产能（2018 年）



资料来源：赛奥碳纤维技术，光大证券研究所

4、投资建议

车载储氢的大规模推广依赖于高压储氢瓶及碳纤维，该细分领域目前处于发展初期，相关技术、法规仍未成熟。

(1) 国内 70MPa 高压储氢瓶还未真正装车上路，领先企业正在研发或已具备量产 70MPa III 型瓶能力，并开始配合车企展开上车实验。这些企业拥有多年气瓶研发生产经验，同时瞄准未来氢瓶的广阔市场；

(2) 碳纤维作为储氢瓶核心材料之一，技术被日本、美国垄断。国内大多数碳纤维企业所提供产品以中低端碳纤维为主，无法大规模提供高性能碳纤维。随着碳纤维行业集中度提升和龙头企业新生产线投放，高端产品研发能力将逐步改善。

我们认为，现阶段二级市场的投资机会将更多地以主题投资的方式呈现，应关注具有气瓶研发经验、技术优势的高压容器公司，以及聚焦高端碳纤维品类、市场率领先的碳纤维龙头。

4.1、气瓶制造企业加速高压储氢瓶研发

(1) 京城股份

◆ **专业气瓶生产企业，具有规模品牌优势。**公司拥有八个专业气体储运装备生产基地（北京天海、明晖天海、天海低温、天津天海、上海天海、宽城天海、山东天海、江苏天海），及一个汽车底盘改装基地（北京攀尼高空作业设备有限公司）。2019 年一季度实现营业收入 2.51 亿元（同比+6.5%），实现归母净利润-0.23 亿元（同比-4.3%）。

◆ **容器设计资格完备，产品多样。**目前公司已具有 A1、A2、C2、C3 级压力容器设计资格和 A1、A2、B1、B2、B3、C2、C3、D1、D2 级压力容器制造资格。现可生产 800 余个品种规格的钢质无缝气瓶、缠绕气瓶、蓄能

器壳体、无石棉填料乙炔瓶、焊接绝热气瓶、碳纤维全缠绕复合气瓶（含车用）、低温罐箱及加气站等系列产品。

◆**35MPa 技术成熟，2018 加快进入 70MPa 研发。**公司拥有铝内胆碳纤维全缠绕复合气瓶的设计测试中心及生产线，已具有自主知识产权，产品种类规格齐全，可依据客户需求定制。由于其具有压力高、重量轻、安全性能好、环境适应能力强和抗热性好等特点，所生产的 35MPa 高压铝内胆碳纤维全缠绕复合气瓶（储氢气瓶）已批量应用于氢燃料电池汽车、无人机及燃料电池备用电源领域。2018 年公司全资子公司北京天海加快进入氢能市场领域，填补国内氢燃料汽车系统中储氢罐空白。完成 35MPa 商用车及 70MPa 乘用车供氢系统研发，已为重点整车厂客户提供配套服务。

风险提示：储氢技术产业化进程缓慢；新业务拓展不及预期；原材料大幅波动风险。

（2）富瑞特装

◆**LNG 全产业链应用装备制造企业。**公司作为国内领先的车船用 LNG 供气系统供应商，主要从事金属压力容器的设计、生产和销售。根据产品应用领域及客户所处行业的不同，公司主要产品划分为以 LNG 应用设备为主的低温储运及应用设备、以海水淡化设备为主的换热设备和用于分离空气的气体分离设备三大类。公司经过多年的研发和积累，已经掌握了具有自主知识产权的 LNG 供气系统生产技术，并且已经与多家发动机制造企业、重型卡车和大型客车制造企业等达成战略合作伙伴关系。公司 2019 年一季度实现营业收入 3.57 亿元（同比+54.8%），实现归母净利润 0.03 亿元（同比+39.6%）。

◆**公司具有国内大型石油、燃气客户资源，以及海外销售市场。**富瑞阀门的低温阀门类产品之前以配套富瑞深冷为主，为开拓中石油、中石化等大型石油、燃气企业客户，未来可与富瑞深冷、长隆装备联合以成套产品联销模式推广。为加快海外市场开发进程，富瑞深冷在新加坡设立了海外销售中心，与富瑞 SIXTEE 联合办公，统筹公司产品的海外市场销售，同时负责为 LNG 工程运营事业部提供工程项目信息等。

◆**公司加紧布局储氢瓶产业。**2018 年富瑞阀门开展了适用于 70MPa 燃料电池供氢系统的 70MPa 瓶口阀、70MPa 加氢口等阀门开发设计，该系列阀门已经开始样品试制工作，进一步拓宽氢用阀门的品种范围，为满足氢能装备市场发展做好技术储备。

风险提示：储氢技术产业化进程缓慢；原油价格大幅下跌；天然气需求放缓。

（3）中材科技

◆**技术积淀丰厚，拥有完整复合材料产业链。**公司是我国特种纤维复合材料的技术发源地，拥有完整的非金属矿物材料、玻璃纤维、纤维复合材料技术产业链，是我国特种纤维复合材料领域集研发、设计、产品制造与销售、技术装备集成于一体的国家级高新技术企业。业务产品紧扣新能源、航空航天、节能减排、国防军工等应用领域。承继了原南京玻璃纤维研究设计院、北京玻璃钢研究设计院和苏州非金属矿工业设计研究院三个国家级科研院所多

年的核心技术资源和人才优势。公司 2019 年一季度实现营业收入 26.6 亿元（同比+27.4%），实现归母净利润 2.2 亿元（同比+45.2%）。

◆**公司与高校合作紧密，具有技术专利优势。**中材科技在国内特种纤维复合材料领域具备完善的应用基础研究—工程化—产业化技术链条，创新实力强，与国内多个高校及科研院所研发机构保持长期合作。2006 年至今，公司先后获得省部级以上科技类奖励 173 项，其中国家技术发明二等奖 1 项、国家科技进步二等奖 1 项、中国专利银奖 1 项，获得省部级以上工程设计和咨询类奖励 111 项。2018 年底公司及所属全资子公司、控股公司共拥有有效专利 578 项，其中发明专利 277 项，实用新型 301 项。

◆**公司气瓶产业围绕 CNG、储运、氢燃料、特种气瓶四大业务板块发展方向。**CNG 方面，2018 年全年合计销售 CNG 气瓶 19.3 万只，较上年同期增长近 20%，其中，出口 3.4 万只，较上年同期增长 135%；新产品板式拉伸 260L 碳纤环缠气瓶，实现销售 7,682 只；氢燃料气瓶方面，开发 165L 燃料电池氢气瓶，投入市场实现批量销售；开发取证燃料电池车用及无人机用 35MPa 氢气瓶 20 种规格。

风险提示：储氢技术产业化进程缓慢；原材料大幅波动风险；玻纤扩产进度不及预期。

4.2、国内高端碳纤维产品研发能力逐步提升

（1）光威复材

◆**高端碳纤维研发企业。**公司成立于 1992 年，产品主要包括碳纤维及碳纤维织物、碳纤维预浸料、玻璃纤维预浸料、碳纤维复合材料制品等，其中，碳纤维及碳纤维织物由其全资子公司威海拓展生产，主要型号为 GQ3522 型（T300 级）碳纤维及织物，应用于航空航天领域。其他产品主要分布于渔具、体育休闲等工业领域。公司 2019 年一季度实现营业收入 4.4 亿元（同比+60.4%），实现归母净利润 1.6 亿元（同比+82.9%）。

◆**技术背景雄厚，全产业链布局。**公司以碳纤维制备及工程化国家工程实验室和山东省碳纤维技术创新中心、国家级企业技术中心为支撑，业务涵盖碳纤维、经编织物和机织物、系列化的树脂体系、各种预浸料、复合材料构件和产品的的设计开发、装备设计制造等上下游，依托在碳纤维领域的全产业链布局，成为复合材料业务的系统方案提供商。

◆**公司高端碳纤维领域技术不断突破。**2018 年拓展纤维与北京化工大学等单位联合研制的 QM4050 碳纤维通过了科技部 863 项目课题验收，并在某直升机和数个航天型号开展验证工作；湿纺国产 T800H 碳纤维在某型号实现首飞，预示着 T800H 一条龙项目取得标志性进展；干喷湿纺制备的 TZ700S（T700S 级）碳纤维原丝纺速度实现 500 米/分钟，达到国际领先，生产的 TZ700S 碳纤维通过了航天某型号地面试验，国产碳纤维在航天领域的国产化替代取得重要进展；QZ6026（T1000 级）碳纤维在工程化生产线上实现连续生产成功，公司碳纤维产品在国产大飞机上的国产化替代验证有序推进。

风险提示：储氢技术产业化进程缓慢；军工项目进度具有不确定性；军品订单交付不及预期。

(2) 中简科技

◆**公司碳纤维产品聚焦航空航天等高端市场。**公司是专业从事高性能碳纤维及相关产品研发、生产、销售和技术服务的高新技术企业，产品主要应用于航空航天领域。目前公司所生产碳纤维主要为高端、高性能型碳纤维产品，已达到同类产品国际先进水平。公司着眼于高性能碳纤维产品研发、制造，致力于成为具有自主知识产权的国产高性能碳纤维及相关产品研发制造商。公司 2019 年一季度实现营业收入 0.55 亿元（同比+82.2%），实现归母净利润 0.24 亿元（同比+149.2%）。

◆**拥有高端碳纤维制造工艺。**公司是具有完全自主知识产权的国产高性能碳纤维及相关产品研发制造商，具备高强型 ZT7 系列（高于 T700 级）、ZT8 系列（T800 级）、ZT9 系列（T1000/T1100 级）和高模型 ZM40J（M40J 级）石墨纤维工程产业化能力，并已成为国内航空航天领域 ZT7 系列（高于 T700 级）碳纤维产品的批量稳定供应商。

◆**高端产品突破国外技术封锁，未来有望加速军民深度融合。**公司经过长期自主研发并生产的国产 ZT7 系列（高于 T700 级）碳纤维产品打破了发达国家对宇航级碳纤维的技术装备封锁，各项技术指标达到国际同类型产品先进水平，经过严格的产品验证，已被批量稳定应用于我国航空航天八大型号，优先满足了国家战略需求，实现军民深度融合。

风险提示：储氢技术产业化进程缓慢；产能释放进度不及预期；募投项目建设进度不及预期。

5、风险分析

- (1) 70MPa IV 型瓶法规标准出台时间存在不确定性；
- (2) 70MPa III 型瓶量产及大规模市场推广进度不及预期；
- (3) 高端碳纤维研发进展缓慢，短期无法彻底摆脱对进口原料依赖，导致氢瓶生产成本较高。

行业及公司评级体系

评级	说明
买入	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 15% 以上；
增持	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 5% 至 15%；
中性	未来 6-12 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差 -5% 至 5%；
减持	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 5% 至 15%；
卖出	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 15% 以上；
无评级	因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。

基准指数说明：A 股主板基准为沪深 300 指数；中小盘基准为中小板指；创业板基准为创业板指；新三板基准为新三板指数；港股基准指数为恒生指数。

分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉证券能够在该价格交易。

分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。负责准备以及撰写本报告的所有研究人员在此保证，本研究报告中任何关于发行商或证券所发表的观点均如实反映研究人员的个人观点。研究人员获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户反馈、竞争性因素以及光大证券股份有限公司的整体收益。所有研究人员保证他们报酬的任何一部分都不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

特别声明

光大证券股份有限公司（以下简称“本公司”）创建于 1996 年，系由中国光大（集团）总公司投资控股的全国性综合类股份制证券公司，是中国证监会批准的首批三家创新试点公司之一。根据中国证监会核发的经营证券期货业务许可，本公司的经营范围包括证券投资咨询业务。

本公司经营范围：证券经纪；证券投资咨询；与证券交易、证券投资活动有关的财务顾问；证券承销与保荐；证券自营；为期货公司提供中间介绍业务；证券投资基金代销；融资融券业务；中国证监会批准的其他业务。此外，本公司还通过全资或控股子公司开展资产管理、直接投资、期货、基金管理以及香港证券业务。

本报告由光大证券股份有限公司研究所（以下简称“光大证券研究所”）编写，以合法获得的我们相信为可靠、准确、完整的信息为基础，但不保证我们所获得的原始信息以及报告所载信息之准确性和完整性。光大证券研究所可能将不时补充、修订或更新有关信息，但不保证及时发布该等更新。

本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次发布时光大证券研究所的判断，可能需随时进行调整且不予通知。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。客户应自主作出投资决策并自行承担投资风险。本报告中的信息或所表述的意见并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及作者均不承担任何法律责任。

不同时期，本公司可能会撰写并发布与本报告所载信息、建议及预测不一致的报告。本公司的销售人员、交易人员和其他专业人员可能会向客户提供与本报告中观点不同的口头或书面评论或交易策略。本公司的资产管理子公司、自营部门以及其他投资业务板块可能会独立做出与本报告的意见或建议不相一致的投资决策。本公司提醒投资者注意并理解投资证券及投资产品存在的风险，在做出投资决策前，建议投资者务必向专业人士咨询并谨慎抉择。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。投资者应当充分考虑本公司及本公司附属机构就报告内容可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一信赖依据。

本报告根据中华人民共和国法律在中华人民共和国境内分发，仅向特定客户传送。本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、复制、转载、刊登、发表、篡改或引用。如因侵权行为给本公司造成任何直接或间接的损失，本公司保留追究一切法律责任的权利。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。