



# 2022年 中国工业气体 行业研究报告

作者：陈云希  
2022.01

版权所有©2022深圳市亿渡数据科技有限公司。本文件提供的任何内容（包括但不限于数据、文字、图表、图像等）均系亿渡数据独有的高度机密性文件（在报告中另行标明出处者除外）。未经亿渡数据事先书面许可，任何人不得以任何方式擅自复制、再造、传播、出版、引用、改编、汇编本报告内容，若有违反上述约定的行为发生，亿渡数据公司保留采取法律措施，追究相关人员责任的权利。

➤ 第一章 工业气体行业概述	06
• 工业气体定义与特点	07
• 工业气体行业发展历程	08
• 工业气体行业产业链分析	09
• 工业气体行业市场规模	14
• 工业气体行业竞争格局	15
• 工业气体行业壁垒	16
• 工业气体行业驱动因素	17
➤ 第二章 细分行业-大宗气体行业概述	18
• 大宗气体定义与分类	19
• 大宗气体的工艺流程	20
• 大宗气体行业市场规模	21
• 大宗气体行业竞争格局	23
• 典型大宗气体	24
✓ 空分气体-氧气	25
✓ 空分气体-氮气	26
✓ 合成气体-氢气	27
✓ 合成气体-二氧化碳	28

➤ 第三章 细分行业-特种气体行业概述	29
• 特种气体定义与特点	30
• 特种气体的工艺流程	31
• 特种气体行业市场规模	33
• 特种气体行业竞争格局	35
• 特种气体-电子特气	36
• 典型特种气体	38
✓ 电子特气-硅烷	39
✓ 电子特气-砷烷	41
✓ 电子特气-三氟化氮	42
➤ 第四章 工业气体行业典型企业	43
• 林德集团	44
• 气体动力科技有限公司	45
• 苏州金宏气体股份有限公司	46
• 广东华特气体股份有限公司	47
• 湖北和远气体股份有限公司	48
• 江苏南大光电材料股份有限公司	49

- ◆ **N:** 指9的个数，4N为99.99%，5N为99.999%。
- ◆ **工业增加值:** 工业增加值是指工业企业在报告期内以货币形式表现的工业生产活动的最终成果；是工业企业全部生产活动的总成果扣除了在生产过程中消耗或转移的物质产品和劳务价值后的余额；是工业企业生产过程中新增加的价值。
- ◆ **吸附塔:** 将固体吸附剂装填于塔中，使进入塔内的气体或液体中某些组分被吸附剂的多孔结构所吸附，从而实现组分分离的设备。
- ◆ **热交换器:** 用来使热量从热流体传递到冷流体，以满足规定的工艺要求的装置，是对流传热及热传导的一种工业应用。
- ◆ **空分设备:** 通过压缩循环深度冷冻的方法把空气变成液态，再经过精馏而从液态空气中逐步分离生产出氧气、氮气及氩气等惰性气体的设备。
- ◆ **硅烷:** 硅烷即硅与氢的化合物，是一系列化合物的总称。
- ◆ **化学气相沉积:** 一种化工技术，该技术主要是利用含有薄膜元素的一种或几种气相化合物或单质、在衬底表面上进行化学反应生成薄膜的方法。
- ◆ **砷烷:** 砷烷一般指砷化氢，化学式AsH<sub>3</sub>。
- ◆ **载气:** 以一定的流速载带气体样品或经气化后的样品气体一起进入色谱柱进行分离，再将被分离后的各组分载入检测器进行检测，最后流出色谱系统放空或收集，载气只是起载带而基本不参于分离作用。
- ◆ **膜压机:** 靠隔膜在气缸中作往复运动来压缩和输送气体。
- ◆ **预热:** 气割开始时，用预热火焰将起割处的金属预热到燃烧温度。
- ◆ **燃烧:** 向被加热到燃点的金属喷射切割氧，使金属剧烈地燃烧。
- ◆ **吹渣:** 金属燃烧氧化后，生成熔渣和热量，熔渣被切割氧吹除，所产生的热量和预热火焰热量，将下层金属加热到燃点，这样继续下去就将金属逐渐切割穿，随焊炬的移动，按所需的形状和尺寸气割。

- ◆ **光刻：**是对半导体晶片表面的掩蔽物(如二氧化硅)进行开孔，以便进行杂质的定域扩散的一种加工技术。
- ◆ **刻蚀：**用化学或物理方法有选择地从硅片表面去除不需要的材料的过程。
- ◆ **掺杂：**掺杂是指多种物质混杂在一起，在化工、材料等领域中，掺杂通常是指为了改善某种材料或物质的性能，有目的在这种材料或基质中，掺入少量其他元素或化合物。
- ◆ **化学气相沉积法：**Chemical Vapor Deposition 简称CVD，是利用气态或蒸汽态的物质在气相或气固界面上发生反应生成固态沉积物的过程。
- ◆ **辉光放电：**指低气压中显示辉光的气体放电现象，即是稀薄气体中的自持放电现象。
- ◆ **收率：**也称作反应收率，一般用于化学及工业生产，是指在化学反应或相关的化学工业生产中，投入单位数量原料获得的实际生产的产品产量与理论计算的产品产量的比值。



# 工业气体 行业概述

- 2021年，中国工业气体市场规模达到1732亿元
- 中国工业气体市场集中度高，国外企业市场占比高，属于寡头垄断市场
- 外包供气资源利用效率高、财务成本低等优点推动市场向外包供气模式发展
- 工业气体广泛运用于钢铁、石油化工、电子产品等行业

# 定义与特点

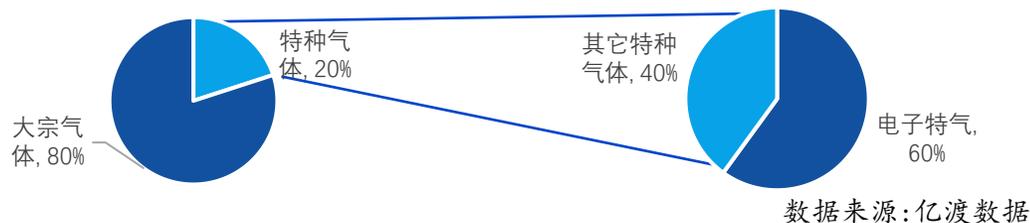
## 工业气体具有可压缩性和膨胀性，按应用领域的不同可分为大宗气体和特种气体

工业气体可分为大宗气体和特种气体，特种气体中电子特气占比约50%

工业气体指用于工业生产制造的气体；根据应用领域的不同，可分为大宗气体和特种气体。

- 大宗气体指纯度要求低于5N，产品产销量大的工业气体；根据制备方式的不同可分为空分气体和合成气体。2020年工业气体市场规模为1626亿元，其中大宗气体市场规模占比约为80%。
- 特种气体指被应用于特定领域，对纯度、品种、性质有特殊要求的工业气体；根据应用领域的不同可分为标准气体、医疗气体、激光气体、食品气体、电光源气体以及电子气体。2020年，中国特种气体市场规模约占工业气体市场规模的20%。在特种气体行业中，电子特气占据主要市场份额，约为60%。

2020年中国工业气体细分气体市场规模占比

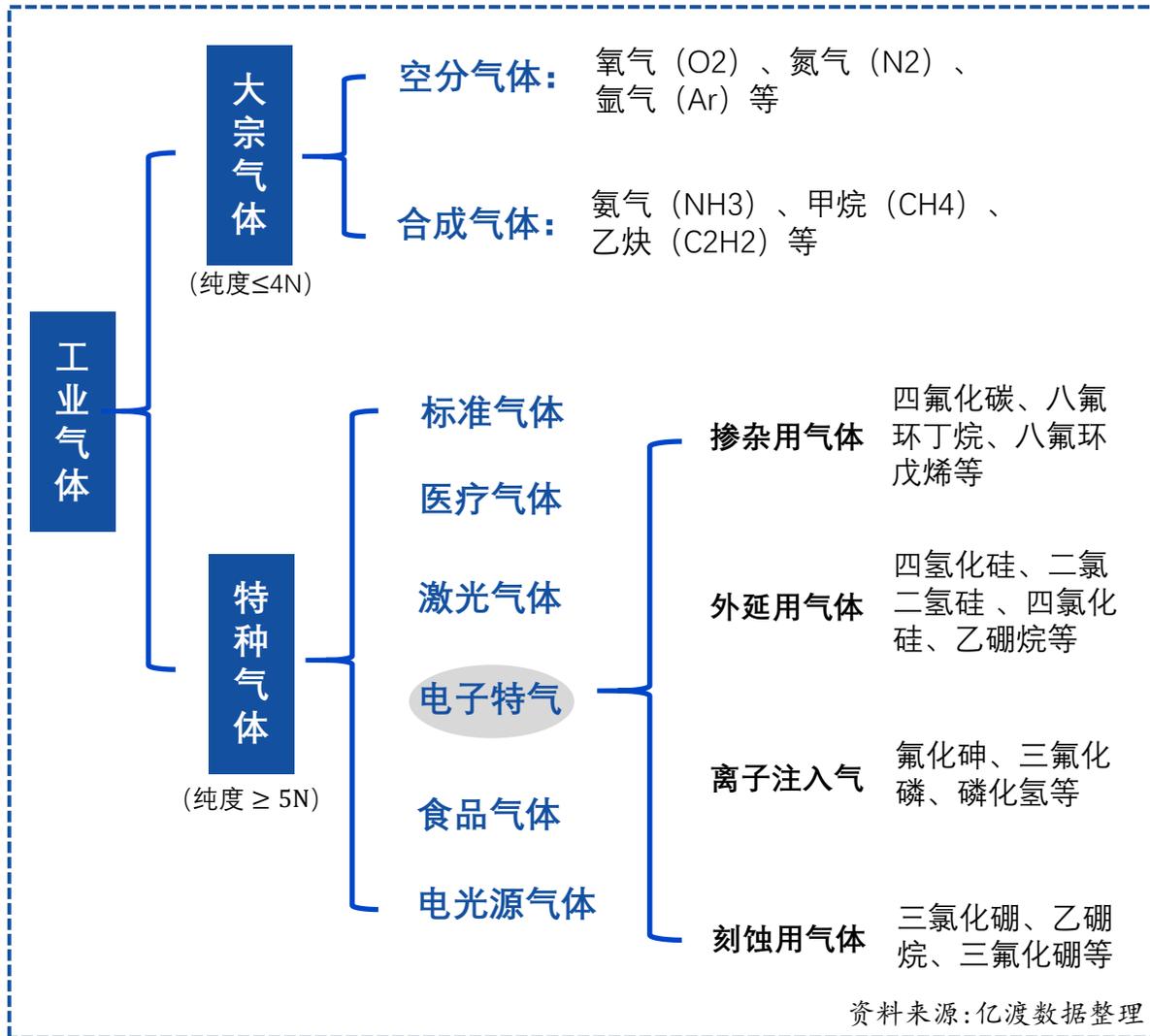


### 工业气体具有可压缩性和膨胀性的特点

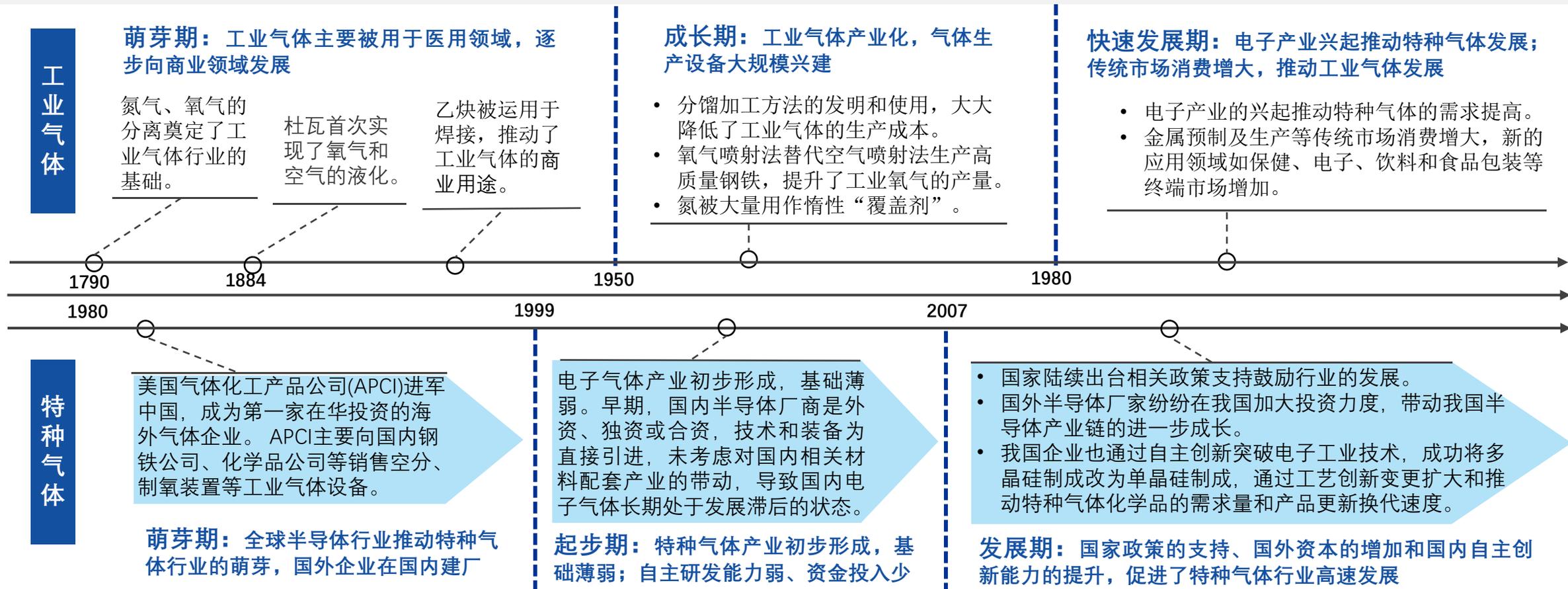
工业气体具有可压缩性和膨胀性的物理特性。

- 可压缩性是指在温度保持不变时，一定量的气体所受压力越大，其体积越小。因此，工业气体通常以压缩或液化状态储存于钢瓶内。
- 膨胀性是指气体在光照或受热后，温度升高，分子间的热运动加剧，体积增大。因此，容器内的工业气体在受高温、日晒的情况下，容易造成爆炸。

### 工业气体的分类

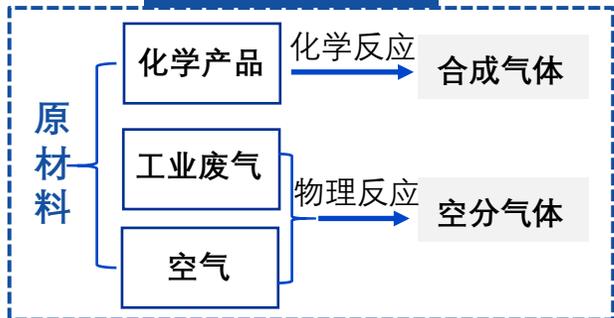


18世纪末，空气分离技术开启了工业气体行业的发展。起初，工业气体主要被应用于医用领域，后逐步被应用于商业领域。20世纪中期，分馏加工方法的发明和使用，大大降低了工业气体的生产成本，加速了工业气体的产业化进程。20世纪末，电子产业的发展使运用于集成电路、显示面板等电子设备的电子特气需求增大，推动了特种气体行业的发展。至今，工业气体发展历程超过两百年，行业发展迅速；未来在高新技术等因素的影响下，将逐步向细分行业-特种气体行业发展。特种气体行业至今发展近30年，技术逐步成熟，国内部分领先企业在部分特种气体产品上实现了技术突破；未来在国家政策、资本引入等影响下，特种气体行业将持续高速发展。



### 上游

#### 原材料



#### 设备

生产设备    储存设备    运输设备

工业气体上游设备可分为气体生产设备和运输设备，生产设备中包括空分设备（气体分离设备）和气体合成设备。

#### 能源

工业气体制造的过程中需要运用到大量能源，包括水资源、电力能源。运输过程中需要用到燃油等能源。



### 中游

#### 工业气体

工业气体市场为寡头竞争格局，国外领先企业占据大部分市场份额；国内企业在政策推动、技术升级等因素的影响下加速发展。

国外企业 约80%



国内企业 约20%



### 下游

#### 大宗客户

大宗客户用气需求量大，需求气体单一，对气体纯度要求低。



#### 零售客户

零售客户需求气体种类多，对单个气体需求量小，对气体纯度要求高。



### 原材料

各类工业气体所需原材料成本不同。

- 空分气体的原材料主要为空气或者工业废气，前者无需成本，后者成本较化学材料成本低。合成气体需要化学原材料进行化学反应合成气体，成本较大。
- 特种气体的原材料主要为外购的工业气体和化学原材料，原材料成本高。企业通过原材料的化学反应生成气体并经过提纯等步骤生成特种气体产品。

- 工业气体所需设备主要可分为气体生产设备、气体储存设备和气体运输设备。
- 空分气体的生产需空分设备，合成气体的生产需合成设备，特种气体在气体生产完成后还需提纯设备。
- 储存过程中，少量气体可用钢瓶储存气体；大量气体则用储槽储存。
- 运输过程中，少量气体运用液化气槽车运输，大量气体则运用管道直接运输。

### 设备

#### 设备

气体生产设备：



气体储存设备：



气体运输设备：

液化气槽车



### 能源

- 工业气体生产过程中需要大量水电能源，运输过程中需要化石能源。
- 电力一般来源于国家电网，水资源一般来源地方政府，价格透明。
- 运输过程中所需燃料资源，一般为燃油，价格透明。
- 零售供气如钢瓶、储槽供气需要运输车，对燃油需求量大；大规模供气运用管道运输，对电力资源需求量大。

	原材料	原材料成本
空分气体	空气、工业废气	
合成气体	化学产品	
特种气体	外购工业气体、化学产品	

#### 国内部分公司气体来源

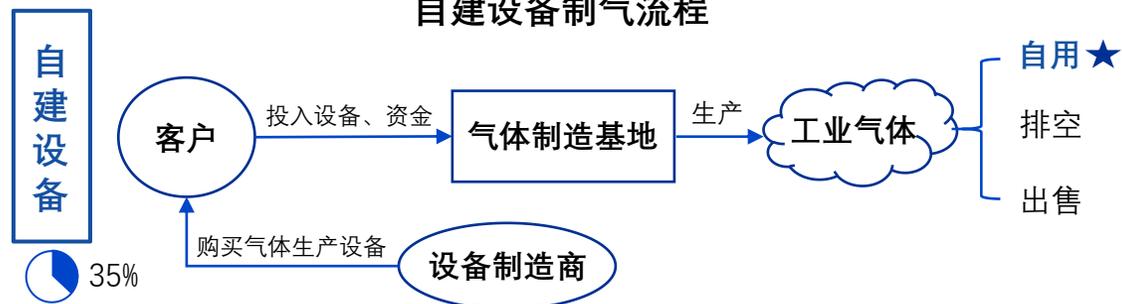
	氧气、氮气	氢气
和远气体	空分设备生产	尾气回收提纯
华特气体	-	甲醇裂解工艺制备
金宏气体	向空分气体生产商采购	天然气裂解工艺制备或外购原料气充装

工业气体制气模式分为自建设备供气 and 外包供气

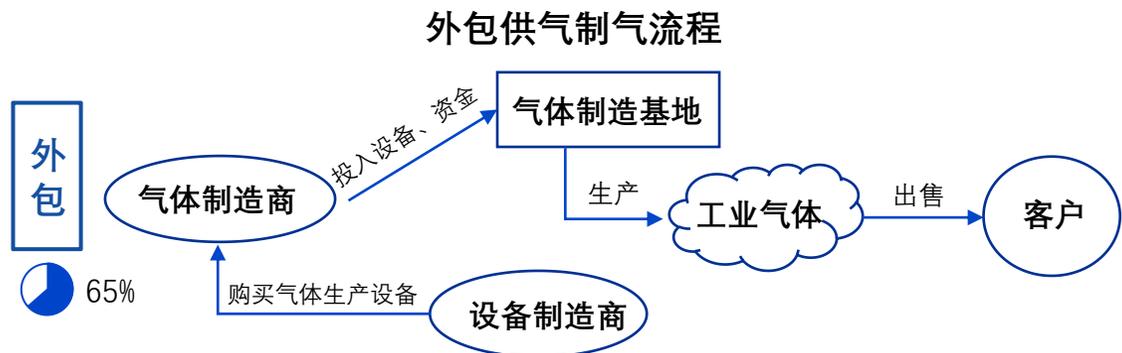
工业气体制气模式分为自建设备供气 and 外包供气。

- 自建设备供气指下游企业自行购买并运营气体生产设备，通过自行生产以满足用气需求。自建装置供气模式下，企业自产的空分气体主要用于满足生产所需，多余气体大多排空，少数气体出售至其他需求客户。
- 外包供气指下游企业基于成本和专业分工的考虑，将非主业的供气业务外包给专业气体供应商，由其向客户提供全方位用气服务的经营模式。

自建设备制气流程



外包供气制气流程

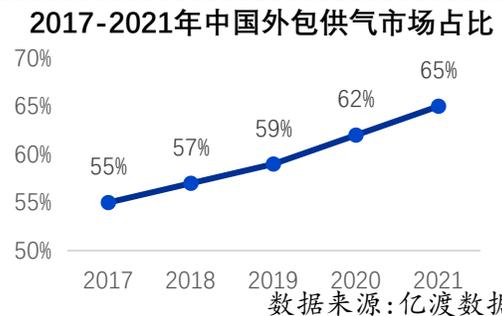


外包供气对比自建设备供气，资源利用效率高、财务成本低

- 对比自建设备制气模式，外包供气模式运营成本低、供气稳定性高、资源利用效率高、一次性财务成本低。国内供应商多采取外包的制气模式，外包供气占工业气体市场规模的65%。

	自建设备供气	外包供气
运营成本	需要配备相应的运营、维护人员，成本较高	运营成本低
供气稳定性	多数设备使用年限较长，维护成本高，供气稳定性较差	供应商具有丰富的运营经验和先进适用设备，供气稳定性高
资源利用效率	通常只使用自身所需要的气体产品，对于空分设备生产的其他副产品难以利用	所有产品均能销售给下游需求客户
财务成本	需要一次性大额设备投入	不需要大额设备购置支出

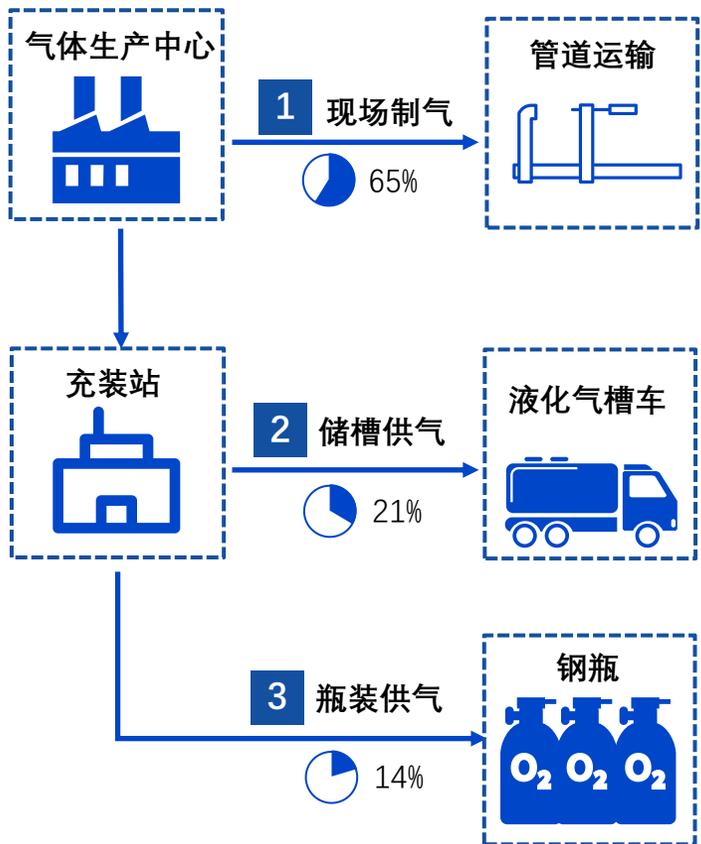
- 外包供气市场份额占比稳步增长，2017年外包供气市场占比为55%，近五年来市场份额逐步增长，2021年外包供气市场达65%。在外包供气运营成本低，资源利用效率高等优点的影响下，预计未来外包的制气模式将逐步替代自建设备供气模式。



工业气体的供气模式分为瓶装供气、储槽供气和现场制气

工业气体产业的供应模式可以分为零售供气和大宗供气。大宗供气为现场制气，指公司在用户现场投资空分设备直接供气，或通过管道为一定区域内用户供气。零售供气可分为瓶装供气和储槽供气。瓶装气体主要满足现货市场需求，适合小批量气体用户。液体槽车适用于中等批量需求客户或用气需求波动较大，对多种气体有零碎需求的客户。

工业气体的供气模式



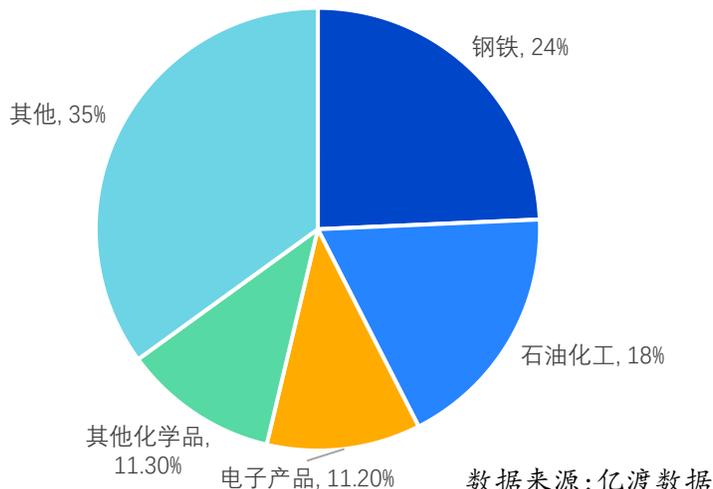
供气模式	气体状态	适用客户群体	运输半径	简介	特点	客户群体
大宗供气 1 现场制气	气态	大规模用气需要	不受运输半径限制	公司在客户现场简气生产装置，直接向单一客户供应或者通过管道向工业园区的数个客户供应工业气体。	资本密集，服务要求高；技术和客户关系稳定；盈利能力持续性强，现金流稳定	化工、炼油、电子、金属冶炼加工
零售供气 2 储槽供气	液态	中等客户	200km左右	公司生产气体后，经过分装等工艺处理后，通过专用的包装容器和车辆送达客户端，将低温液态产品储存在客户的储罐中，供客户按规模要求自行气化使用。	要求客户关系和配送能力，易受市场影响	电子、化工、机械、塑料、食品饮料、医疗
零售供气 3 瓶装供气	气态	小批量气体用户	不受运输半径限制	公司生产后，经充装等工艺生产瓶装气，再销售给下游客户。	客户分布广泛；高度网络密集型；看重配送和交付能力	行业不限

数据来源:亿渡数据

工业气体行业的下游应用领域广泛，其中钢铁、石油化工、冶金等传统行业技术含量较低，对工业气体需求量大，占比约为80%；电子产品、环保新能源等新型行业技术含量高，对工业气体纯度要求高，占比约为20%。

未来在国家政策、技术创新等因素的推动下，新型行业在工业气体下游应用中的占比将逐步提升。

2021年工业气体下游应用分布



### 工业气体在钢铁行业中应用最为广泛，工业气体在钢铁行业中的应用占比为24%

2021年，钢铁行业在工业气体下游应用中占比为24%，氧气、氮气、氩气是炼钢企业不可缺少的工业气体。钢铁行业中氧气和氮气使用较多，占比分别为50%、40%，氩气为2%。



钢铁

氧气

50%

**富氧:** 可提高利用系数和降低焦比。

**吹氧:** 在炼钢过程中吹以高纯度氧气，氧便和碳及磷、硫、硅等起氧化反应，这不但降低了钢的含碳量，还有利于清除磷、硫、硅等杂质。

氮气

40%

由于氮气的化学惰性，主要用于保护气（轧钢、镀锌、镀铬、热处理连续铸造等）。

氩气

2%

**吹氩:** 加快化学反应，去除有害气体和夹杂物，净化钢液等目的。

### 工业气体在石油化工中的应用占比18%

石油化工主要是将原油、天然气等原料加工成柴油、煤油、汽油、橡胶、纤维、化学品等产品进行销售的化学工业。乙炔、乙烯、丙烯、丁烯和丁二烯等工业气体是石油化工的基础原料。2021年，石油化工在工业气体下游应用中占比为18%。



石油化工

乙稀

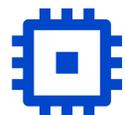
是合成纤维、合成橡胶、合成塑料、合成乙醇的基本化工原料，也用于制造氯乙烯、苯乙烯、环氧乙烷、醋酸、乙醛、乙醇等。

丙稀

用以生产多种重要有机化工原料、合成树脂、合成橡胶等。

### 工业气体在电子产品行业中的应用占比占比11.2%

电子特气对纯度、品种、性质有特殊要求的工业气体，广泛应用于集成电路、显示面板等电子产品。2021年，电子产品在工业气体下游应用中占比为11.2%。



电子产品

硅烷

用于半导体工业中的气相沉积工艺，通过气相淀积技术可被制作二氧化硅薄膜、氮化硅薄膜、多晶硅隔离层外延生长原料。

砷烷

用于半导体工业中，砷化镓、磷砷化镓的生长、外延、扩散及掺杂等工艺以及与某些元素形成化合物半导体。

### 中国工业发展迅速推动工业气体行业快速发展

- 全球工业发展水平较高，整体呈稳步发展；中国工业发展迅速，有较大的发展空间。2020年受疫情影响严重，全球工业增加值为143万亿元，同比下降5.35%。2020年中国工业增加值为36万亿元，在疫情影响下，同比增长2.58%。在疫情防控加强，宏观政策推动，产业结构调整等因素的影响下，未来中国工业发展将持续保持高速增长。
- 中国工业的快速发展从需求端刺激了中国工业气体行业的发展。

#### 2016-2020年全球/中国工业增加值

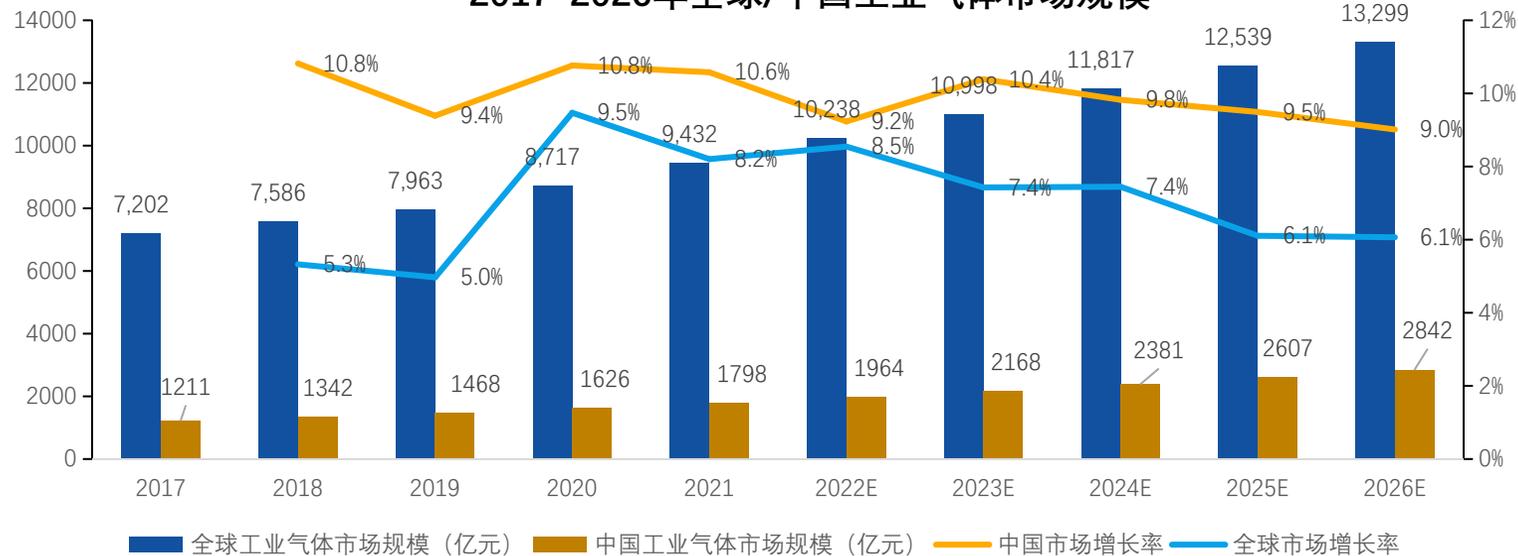


数据来源:世界银行, 亿渡数据整理

### 全球/中国工业气体市场规模稳步增长，中国工业气体行业将向技术化方向发展

- 全球工业气体行业发展历经200多年，整体呈稳步发展。2017年全球工业气体行业市场规模为7202亿元，2021年增长至9432亿元，复合增长率为6.97%。在全球经济稳步增长，工业发展稳定的环境下，全球工业气体市场将持续稳定增长，预计到2026年市场规模将达到13299亿元，2021-2026年复合增长率为7.11%。
- 中国工业气体行业较全球工业气体行业起步晚，但在国家政策推动，外资引入，高新技术发展等因素的影响下发展迅速。中国工业气体行业的市场规模由2017年的1211亿元增长至2021年的1798亿元，年复合增长率为10.39%。未来随着工业快速发展、国家政策推动和以电子特种气体为代表的新兴用气需求不断爆发，中国工业气体市场将继续保持增长，预计到2026年中国工业气体行业的市场规模将达到2842亿元，2021-2026年复合增长率为9.59%。

#### 2017-2026年全球/中国工业气体市场规模

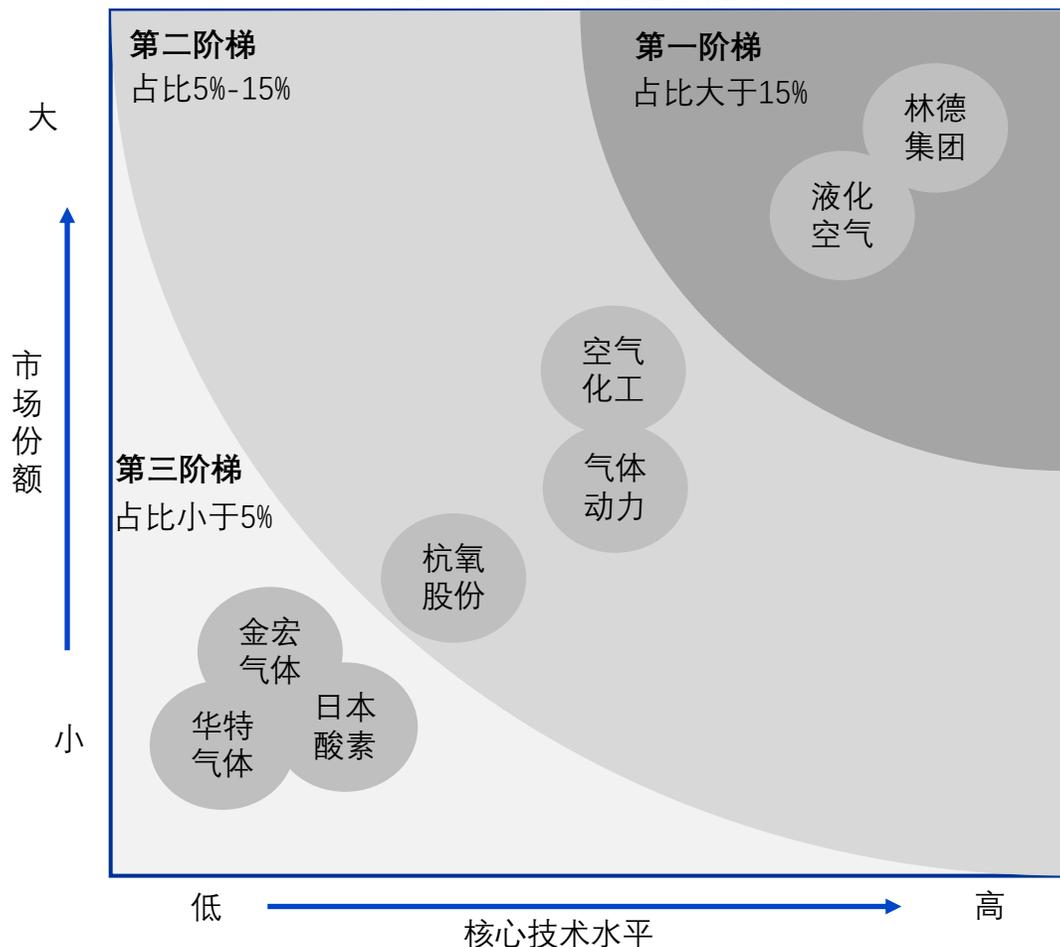


数据来源:亿渡数据

中国工业气体市场集中度高，CR6=72%，属于寡头竞争市场。

- 国外头部企业技术雄厚，规模庞大，综合实力强，头部占有率高；2021年，国外企业（林德集团、液化空气、空气化工、日本酸素）市场份额为55.7%。
- 头部企业国产化率低，国产企业气体动力和杭氧股份分别占比10.1%和6.3%，距离第一梯队还有一定差距。

### 中国工业气体市场竞争格局



### 国外头部企业规模庞大、技术雄厚，占据市场第一梯队

中国工业气体市场第一梯队包括林德集团和液化空气两大企业，2021年两家公司的市场份额占比分别为21.9%和20.7%。国际知名工业气体企业技术雄厚，规模庞大，具有强大的综合实力，其竞争优势和竞争地位在短期内难以被撼动。

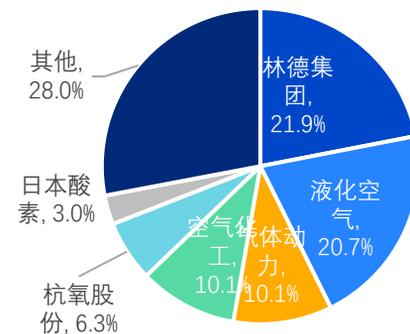
### 国产企业在技术发展、政策支持等影响下在第二梯队占据主要地位

中国工业气体市场第二梯队包括空气化工、气体动力和杭氧股份三大企业，2021年空气化工和气体动力的市场份额占比均为10.1%，杭氧股份的市场份额占比为6.3%。以气体动力和杭氧股份为代表的国产企业在技术发展、政策影响等因素的影响下竞争力较强，在市场上占据重要部分。

### 第三梯队国产厂商未来发展前景大

中国工业气体市场第三梯队包括海外企业日本酸素以及金宏气体、华特气体等国产上市企业。其中，日本酸素的市场份额为3%，第三梯队国产厂商代表金宏气体、华特气体的市场份额分别为0.78%、0.62%。第三梯队国产厂商产品主要以特种气体为主，在特种气体下游半导体行业需求持续增加的影响下，第三梯队国产厂商未来发展潜力大。

### 2020年中国工业气体市场份额占比



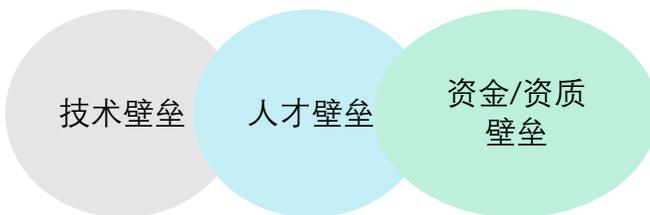
数据来源:亿渡数据

工业气体行业具有较高的行业壁垒，进入主要障碍为技术壁垒、人才壁垒、资金/资质壁垒。未来随着国家政策推动，半导体等特种气体下游行业需求量增大，特种气体将逐步占据工业气体行业更大的市场份额。特种气体的高速发展，对气体纯度的高要求将持续加深工业气体行业的技术壁垒。未来工业气体行业壁垒将持续加深，加强核心技术将有利于企业的发展。

### 工业气体行业对企业技术要求高

工业气体生产企业，需拥有先进的生产设备，积累丰富的气体制造、配送等技术；细分行业特种气体下游涉及到电子产品等，对精度、纯度要求更高，因而对企业自身技术水平要求较高，这为潜在的进入者形成较高的技术壁垒。

- 工业气体品种繁多，不同种类工业气体的生产工艺各不相同。空分气体需要通过空气分离获得；合成气体需要通过化学反应获得；特种气体需要高纯度气体因而需要气体纯化。
- 制造方面，工业气体对生产制备高，需要对纯度较低的原料工业气体进行全分析，并根据杂质成分的复杂程度来设计生产工艺和设备。
- 充装方面，气体充装工艺过程包括分析、置换、清洁、清洗等。过程中需要对储存设备中的余气进行纯度检测分析，并在充装完毕后分析检测。
- 配送方面，工业气体属于危险化学品，必须使用专业存储运输设备，并严格按照安全生产、安全运输等规程操作。



### 工业气体行业需要大量技术人才

工业气体企业的生产运营需要大批技术人才，人才壁垒较高。

- 工业气体企业的自主研发和创新能力最终体现在技术人员的专业能力上，由于本行业的生产技术具有很强的应用性和专业性，新进人员需要在生产和研发实践中进行多年的学习和锻炼，才能胜任技术研发工作。
- 工业气体生产和销售过程中技术节点较多、组织调度复杂，即便是充装和运输过程中的司机、押运员也需要相关危化品从业资格证才能上岗，基层生产和销售人员的培养极为重要。
- 气体行业内人员流动性较小，从市场上难以找到成熟和适格的人才。

### 工业气体行业对资金/资质需求高

工业气体行业生产环节需要较大规模的固定资产投资，形成较高的资金壁垒。

- 气体作为消耗品只能以气态和液态的形式存在，需要专业的储存设备，针对瓶装气体用户需要投入大量的气瓶；针对液态气体用户则需要投入液态储罐、气化器、减压装置等固定资产。
- 工业气体作为危化品，需要具有危化资质的专门运输设备，还应当对运输的全过程进行跟踪监测和严格控制，由此带来的运输及监控设备投入也较大。

企业在开展工业气体业务需要向安全生产监督管理、质量技术监督管理、食品药品监督管理等政府部门申请相应的许可证书，形成较高的资质壁垒。

- 由于气体易燃易爆，易窒息等特点，我国政府把工业气体作为危险化学品纳入监管，工业气体的生产、充装、储存、运输、经营等都有严格的规定。

### 下游需求持续增长

工业气体应用领域广泛，大宗气体市场基数大；新兴工业领域近年来的快速发展，对特种气体的需求量随之增长，拓展了工业气体行业的发展空间，也平滑了工业气体行业受传统产业景气周期影响所出现的需求波动。

集成电路、显示面板以及LED是中国特种气体需求量最大且增长较快的下游领域。受益于中国政府对电子行业及半导体行业的大力扶持，集成电路、显示面板以及LED行业高速发展，产能迅速扩张。电子特气是集成电路、显示面板及LED芯片制造过程中不可缺少的原材料，三大应用领域产能的扩张带动特种气体行业的增长。

### 国内厂商具有成本优势

随着集成电路、显示面板、LED等电子产品国产化率的提高，中国正逐步实现特种气体的国产化，建立起一套完整的生产和供应体系。相较于国外厂商，国内厂商在运输成本以及产品价格方面具有更大竞争的优势；未来成本优势将推动中国工业气体市场的成本化。

- 运输成本：特种气体作为危险化学品，产品包装、运输有严格的规定，部分产品的进出口受相关国家管制，进口周期长、容器周转困难，给客户使用和售后服务带来很多不便。例如，从美国进口特种气体，海运及通关手续需要近 2 个月的时间，包装容器的周转效率极低，运输成本极高甚至高于气体本身价格；而国内特种气体企业物流成本低，供货及时。
- 产品价格：国内高纯气体产品平均价格只有国际市场价格的 60%，采用国产高纯气体产品可大幅度降低下游行业的制造成本。

### 国家政策推动工业气体行业发展

国家发布了一系列相关产业政策，例如将电子特气列为重点新材料、鼓励企业自主创新等，推动了工业气体行业发展。

产业政策	颁布机构	时间	主要内容
《重点新材料首批次应用示范指导目录》	工信部	2019	将用于集成电路和新型显示的电子气体的特种气体列为重点新材料
《战略性新兴产业分类》	国家统计局	2018	在“124集成电路制造的重点产品和服务中包括了“超高纯度气体外延用原料”，在“336专用化学品及材料制造的重点产品和服务中包括了“电子大宗气体、电子特种气体。
《增强制造业核心竞争力三行动计划（2018-2020年）》	发改委	2017	加快先进有机材料关键技术产业化。重点发展新一代锂离子电池用特种化学品、电子气体、光刻胶、高纯试剂等高端专用化学品等产品
《新材料产业发展指南》	工信部、发改委、科技部、财政部	2017	在重点任务中提出加快高纯特种电子气体研发及产业化,解决极大规模集成电路材料制约
《中国气体工业“十三五”发展指南》	中国气体工业协会	2016	提出未来行业发展方向为:鼓励自主创新,推广应用新技术;建立和完善空分能耗指标,提升行业整体水平;推进行业知名品牌建设,提升产品质量;;优化产业布局,推进气体行业发展;大力发展清洁能源,推进广泛应用等

高

驱动程度

低



## 细分行业 大宗气体概述

- 2021年，中国大宗气体市场规模达到1387亿元
- 下游领域稳定增长的市场需求推动大宗气体稳定增长
- 工业气体设备技术的提升，外包供气专业化代替自建设备供气推动大宗气体市场规模增长
- 空分气体占大宗气体主要市场，氧气、氮气市场占比较高

# 定义及分类

## 大宗气体对气体纯度无严格要求，可分为空分气体和合成气体

### 大宗气体可分为空分气体和合成气体，生产模式逐步向外包供气发展

大宗气体指大批量用于工业生产制造，纯度小于等于99.99%的气体；根据制备方式的不同可分为空分气体和合成气体。

- 空分气体指利用空气分离设备，从空气中分离出来的工业气体（广义上衍生为通过物理反应分离的工业气体），主要通过分离空气或工业废气制取。空分气体主要包括氧气、氮气、氩气等，在空气中的体积占比分别为20.95%、78.08%、0.93%。
- 合成气体指通过化学发应制取的工业气体，包括乙炔、氨气、二氧化碳等。

### 大宗气体生产模式向外包供气发展

大宗气体生产模式主要为外包供气和自建装置供气，20世纪90年代前期，企业采用自建装置供气，资源浪费现象较为严重，后期逐步发展为外包供气。在中国大宗气体市场发展初期，国内大部分最终用户通过自行建造和安装空气分离装置进行生产以满足用气需求。在自建装置供气模式下，企业自产的大宗气体主要用于满足生产所需，多余气体大多排空，资源浪费现象较为严重。20世纪90年代后期，社会化分工和专业化生产的理念逐步被企业和社会接受，大型专业气体供应商逐步涌现，大宗气体制气模式向外包供气模式发展。

前期

国内大部分最终用户通过自行建造和安装空气分离装置进行生产以满足用气需求。

20世纪  
90年代

后期

大型专业气体供应商逐步涌现，部分企业开始将用气需求外包，实现主辅分离。

### 大宗气体广泛应用与众多领域

大宗气体是现代工业的重要基础原料，广泛应用于国民经济众多领域。现阶段，冶金和化工行业消耗的大宗气体居各行业之首，新能源、半导体、电子信息、生物医药、新材料等多个产业的快速发展也极大地拓展大宗气体的应用领域。

### 大宗气体的应用领域

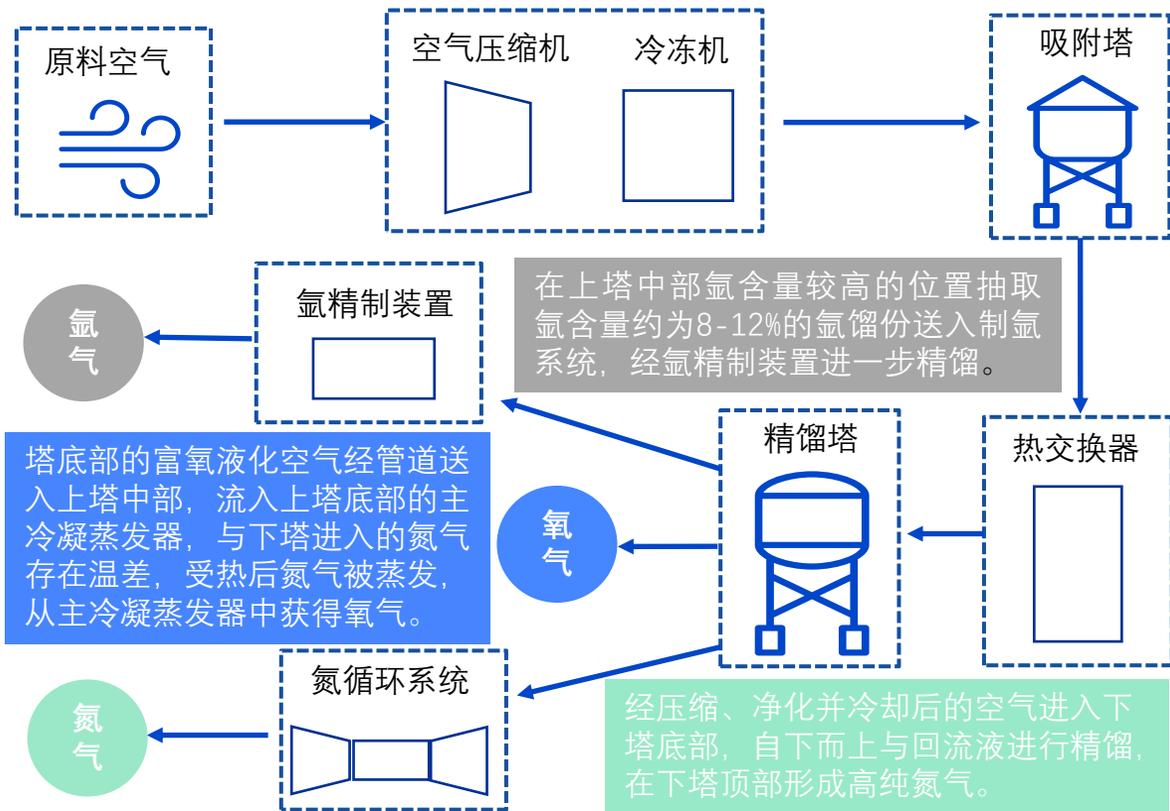
应用领域	冶金	石油	机械加工	食品行业	环保行业	医疗行业	化肥
空分气体	氧气	✓	✓	✓		✓	✓
	氮气	✓	✓		✓	✓	
	氩气	✓		✓			
合成气体	二氧化碳		✓	✓	✓	✓	
	乙炔			✓	✓		✓
	氨气					✓	✓

资料来源:亿渡数据整理

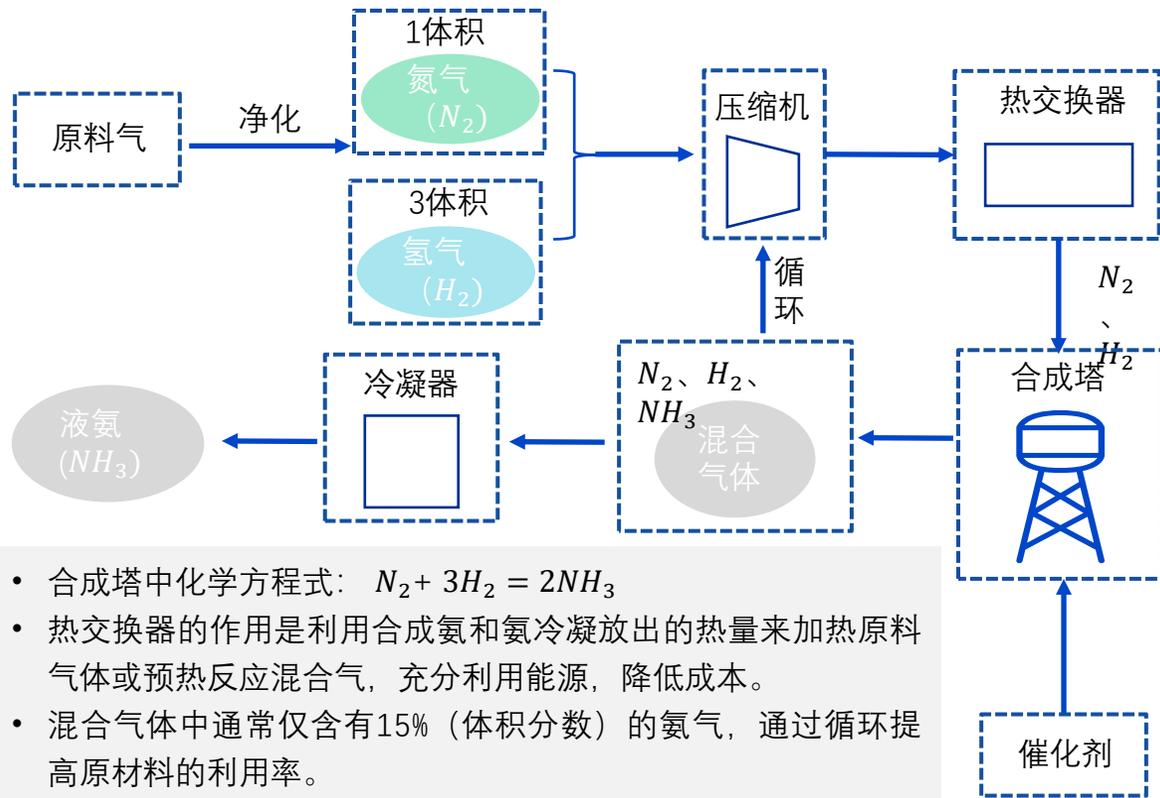
空分气体的广泛生产方法为低温精馏法（物理反应），合成气体生产方法为化学反应

- 低温精馏法是目前使用最为广泛的空分气体生产方法。低温精馏法是指把空气压缩、冷却后，利用不同气体组分沸点的差异进行精馏，以实现从空气混合物中分离各组分气体的目的。低温精馏法具备工艺成熟、产品纯度高、生产成本低等特点，适合大规模工业化生产。
- 合成气体运用化学反应生产。工业上氨气合成方法为适用氢气、氮气在高压、高温、催化剂作用下直接化合生成。

### 空分气体低温精馏（氧/氮/氩）



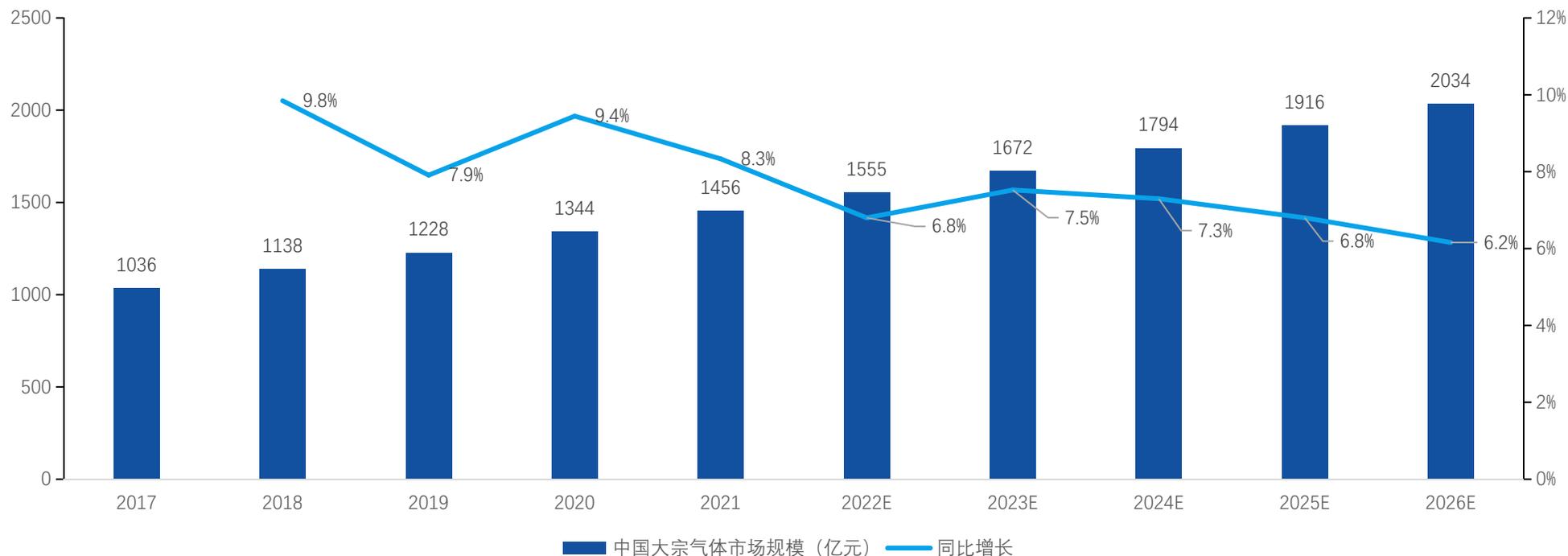
### 合成气体工业制造（氨气）



### 需求端和供给端的因素推动中国大宗气体稳定发展，预计未来将持续稳定增长

- 大宗气体在下游领域钢铁、石油化工等传统行业发挥重要作用；下游领域稳定增长的市场需求推动大宗气体稳定增长。中国大宗气体市场规模从2017年的1036亿元增长至2021年的1456亿元，年复合增长率为8.89%，2021年全年同比增长8.3%，增长态势良好。
- 随着中国经济的发展，人民日益增长的基础需求，钢铁、石油化工等传统行业稳定增长将从需求端推动中国大宗气体市场规模的发展。在供给端，工业气体设备技术的提升，外包供气专业化代替自建设备供气将推动大宗气体市场规模增长。在需求端和供给端的推动下，预计2026年中国大宗气体市场规模将达2034亿元。

2017-2026年中国大宗气体市场规模（亿元）

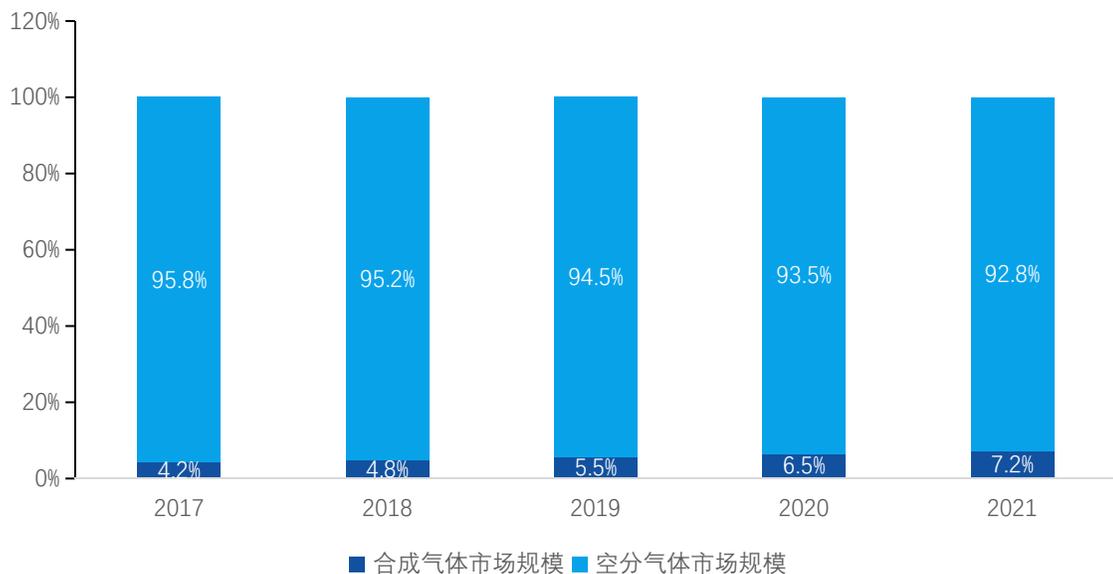


数据来源:亿渡数据

### 空分气体占据大宗气体的主要市场，合成气体市场占比逐步增加

- 空分气体（氧气、氮气等）常运用于钢铁行业，例如在炼钢的过程中，氮气常做保护气、氧气能降低钢的含碳量。空分气体市场规模占据大宗气体市场规模九成以上；空分气体占据大宗气体市场的主要部分。
- 随着科技水平的不断创新，新能源等产业的不断发展，对空分气体需求占比日益降低，对合成气体的需求占比逐步增加。2017-2021年，中国合成气体市场规模占大宗气体市场规模比例为从4.2%上升至7.2%。未来，在二氧化碳、氢气等合成气体应用发展的推动下，合成气体将占据更重要的作用。

2017-2021年中国大宗气体组成占比

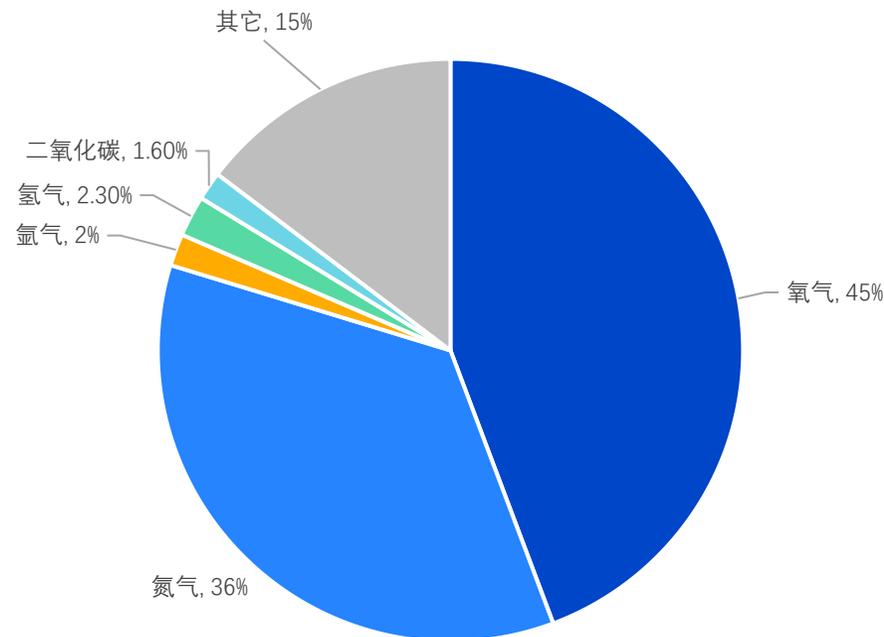


数据来源: 亿渡数据

### 氧气、氮气、氩气市场占比高，分别为45%、36%和2%

- 大宗气体市场中，氧气、氮气、氩气所占市场份额较多。2021年，空分气体氧气、氮气、氩气所占大宗气体市场份额分别为45%、36%和2%；大宗气体二氧化碳、氢气所占大宗气体市场份额分别为1.6%和2.3%。
- 氧气、氮气等空分气体多用于钢铁、化工等传统行业。在传统行业发展成熟稳定的背景下，未来以氧气、氮气为代表的空分气体将稳定发展。

2021年大宗气体市场分布

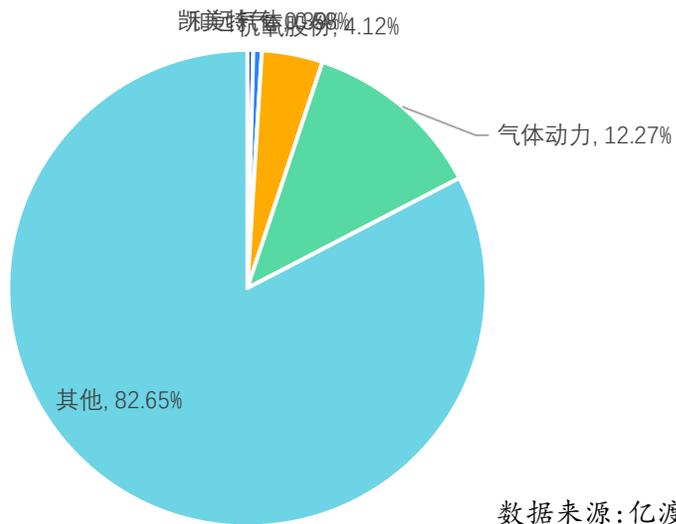


数据来源: 亿渡数据

### 国产大宗气体企业市场集中度低

- 国产大宗气体企业CR4为17.35%，国产企业市场集中度低，大部分市场份额被国外企业占据。
- 国产大宗气体企业中，气体动力为第一梯队，市场占比为12.27%；杭氧股份为第二梯队，市场占比为4.12%；和远气体和凯美特气为第三梯队，市场占比分别为0.58%和0.39%。
- 大宗气体一般采用管道运输的方式，对资金、设备的需求较高。国产企业气体动力、杭氧股份具备一定规模性，在市场上具备一定竞争力。

2020年国产大宗气体企业CR4中国市场份额占比



### 以气体动力为代表的国产大宗气体企业具备一定规模

- 中国大宗气体市场中，以气体动力为代表的国产企业具备一定的市场规模，2020年气体动力空分气体营业收入为129.2亿元。国产企业规模差距较大，第三梯队国产企业和远气体和凯美特气规模大宗气体营业收入约为5亿元，远低于气体动力。

	气体动力	杭氧股份	和远气体	凯美特气
产品结构 (2020年)	空分气体129.2亿元，清洁能源31.86亿元。	气体销售54.2亿元，空分设备42.96亿元。	普通气体4.93亿元，特种气体0.44亿元。	空分气体0.35亿元，合成气体4.83亿元
业务区域	全国各地	海外业务占比2.5%，中国大陆业务占比97.5%。	销售区域以湖北为主，湖北省内占70%以上。	销售区域主要分布在广东、湖南、安徽、海南、福建等地区。
技术指标	454项注册专利(包括获授专利权的清华炉技术，一种可降低ASU能耗的方法以及一种小型深冷双塔裂氮设备)。	掌握了采用常温分子筛净化、规整填料上塔、内压缩流程、全精馏制氮和变负荷智能型DCS集散控制的第七代空气分离设备的设计及成套技术。	高纯氢气纯度达99.999%，液氮纯度达99.999%。	二氧化碳纯度达99.999%，高纯氮纯度达99.9998%。



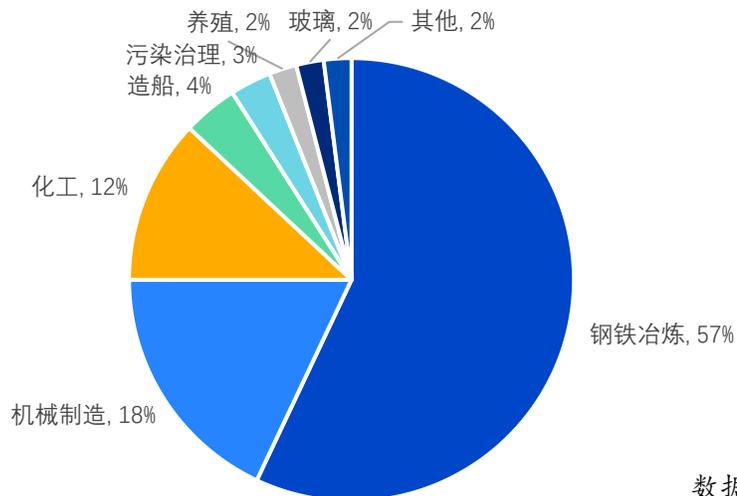
# 典型大宗 气体介绍

- 氧气
- 氮气
- 氢气
- 二氧化碳

### 氧气主要通过空气分离设备生产，广泛应用于传统行业

- 氧气，化学式O<sub>2</sub>，其化学性质比较活泼，与大部分的元素都能发生反应。常温下氧气不是很活泼，与许多物质都不易作用。但由于氧原子的电负性仅次于氟，在高温下则很活泼，氧气能与多种元素直接化合。
- 由于氧气在空气中含量约占21%，运用空气分离设备将空气中的氧气分离提纯对比化学反应合成，成本更低、效率更高。工业生产氧气一般运用**空气分离**的方式。
- 氧气普遍应用于钢铁冶炼、机械制造、化工等传统领域。氧气应用于钢铁冶炼、机械制造、化工的比例分别为57%、18%和12%。

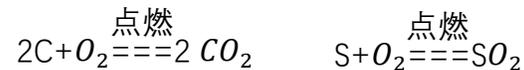
### 2021年氧气下游应用领域分布



### 2021年氧气下游应用领域

#### 钢铁冶炼

- 在炼钢过程中吹以高纯度氧气，氧便和碳及磷、硫、硅等起氧化反应，这不但降低了钢的含碳量，还有利于清除磷、硫、硅等杂质。



- 氧化过程中会产生大量热量，能维持炼钢过程所需的温度。氧化反应产生的热量可以缩短钢铁的冶炼时间。

#### 机械制造

- 氧气作为助燃剂与乙炔、丙烷等可燃气体配合使用，在机械制造行业可以达到焊割金属的作用。



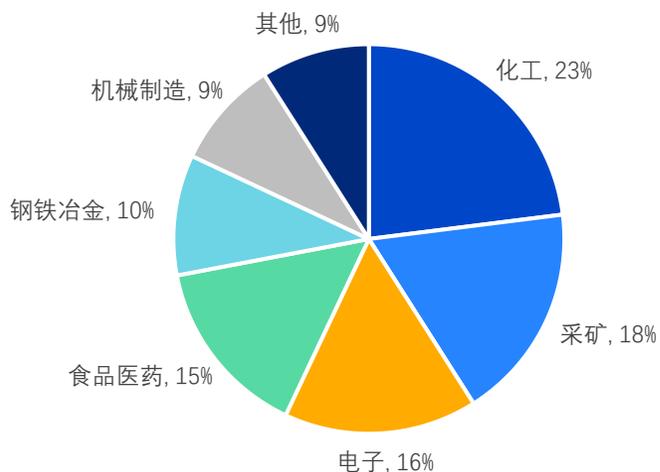
#### 化工

- 在生产合成氨时，氧气主要用于原料气的氧化，以强化工艺过程，提高化肥产量。
- 重油的高温裂化，以及煤粉的气化等。

### 氮气化学性质不活泼，主要应用于化工领域

- ▶ 氮气化学性质不活泼，是一种惰性气体，在高温高压及催化剂条件下才能和氢气反应生成氨气；在放电的情况下才能和氧气化合生成一氧化氮；即使Ca、Mg、Sr和Ba等活泼金属也只有在加热的情形下才能与其反应。
- ▶ 由于氮气在空气中含量约占78%，运用空气分离设备将空气中的氧气分离提纯对比化学反应合成，成本更低、效率更高。工业生产氧气一般运用空气分离的方式。
- ▶ 氮气普遍应用于化工、采矿、电子、食品医药、钢铁冶金、机械制造等领域，占比分别为23%、18%、16%、15%、10%和9%。

2021年氮气下游应用领域分布



数据来源:亿渡数据

### 2021年氮下游应用领域

#### 化工

- 氮是合成氨的主要原料。  $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$
- 利用氮的化学不活泼性，在许多易燃液体物质的反应器、贮罐中充入氮气，不但保护物料不受氧化，保持产品质量，还能确保安全，防止燃烧和爆炸事故发生。

#### 采矿

- 油井内充入氮气：可以提高井内压力，增大采油量，作为钻杆测度中的缓冲垫，避免井内泥浆压力挤扁下部试管柱。
- 向煤矿生产工作面采空区氧化带内注入一定流量的氮气，降低该带内的氧气含量，防止煤自燃。

#### 钢铁冶金

- 氮气在钢铁冶金工业中主要是作保护气和吹扫气。
- 在轧钢和金属热处理的过程中，氮气可以减少金属的高温氧化，使表面光洁。
- 在有色金属冶炼炉中，氮气可以降低氧量和温度，减少氧化，提高产品纯度。

#### 食品医药

- 氮气在食品工业中主要是用做保护气。例如在水果、蔬菜库内，充入氮气，驱逐氧气，抑制霉菌的生长和乙烯的生成与释放，延缓水果蔬菜的代谢，使保鲜期加长。

### 氢气主要来源为化学合成，广泛应用于化工、冶金、新能源等领域

➢ 氢气是一种重要的化工原料和工业保护气体，广泛应用于化工、电子、冶金、油脂、轻工业、新能源等领域。

#### 氢气的应用领域

- 氢气是合成氨、甲醇等的主要原料。
- 氢气被广泛用于对粗柴油、燃料油、重油的脱硫、石油炼制、催化裂化等过程中以提高油品的质量。

化工

新能源

- 氢气当作清洁能源。
- 氢气燃烧时放出的热量多，放出的热量约为同质量汽油的三倍。
- 燃烧后的产物是水,不污染环境。

- 有色金属如：钨、钼、钛等生产和加工中，使用氢作还原剂和保护气。

冶金工业

油脂工业

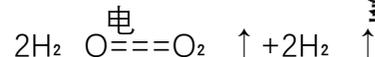
- 将液态油氢化为固态或半固态的脂肪，生产人造奶油或肥皂工业用的硬化油。

➢ 氢气主要来源为化学反应制氢：电解水制氢，利用煤、天然气、重油为原料和水蒸汽反应造气，以及利用烃类转化或焦炉气制氢等；少部分氢气可以通过工业尾气分离提纯制取。

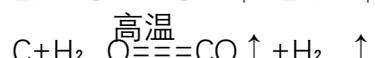
#### 氢气的来源

化学  
反应

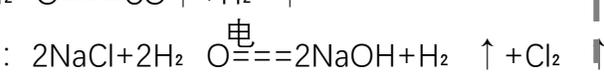
电解水法



水煤气法



烃类化合物置换



物理  
反应

工业尾气  
分离提纯

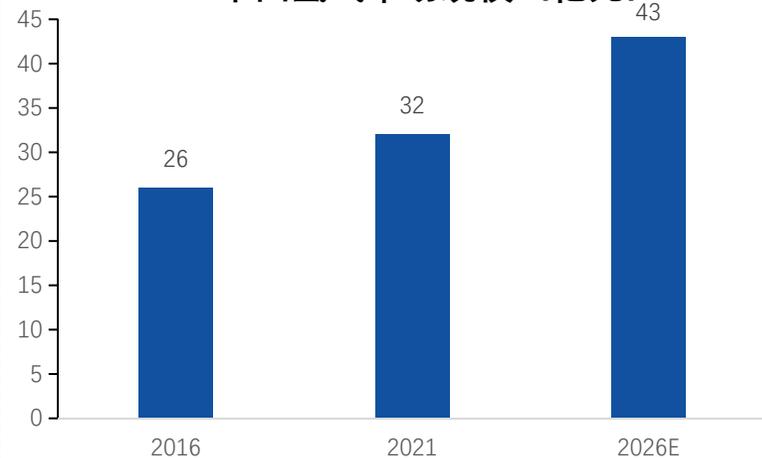
工业生产中产生的含氢尾气，如合成氨弛放气、甲醇尾气、脱甲烷塔尾气。

### 氢气市场规模增长迅速

- 在国家政策以及中国环保意识增强的影响下，中国氢气（清洁能源）市场规模持续上涨。
- 2016-2021年，中国氢气市场规模从26亿元上涨到32亿元，年复合增长率为4.24%。
- 未来随着清洁能源市场对工业气体需求的不断上升，预计2026年中国氢气市场规模将达到43亿元，2021-2026年复合增长率为6.09%。

时间	2016-2021	2021-2026E
年复合增长率	4.24%	6.09%

中国氢气市场规模（亿元）



数据来源:亿渡数据

### 工业气态二氧化碳主要使用管道运输

- 二氧化碳在室温下为无色无色气体，能溶于水，与水反应生成碳酸。
- 二氧化碳产品按照形态分为气态二氧化碳产品、液态二氧化碳产品和固态二氧化碳产品。

#### 工业二氧化碳运输方式

气态  
二氧化碳

管道运输  
钢瓶运输

液态  
二氧化碳

槽车运输

固态  
二氧化碳

专用容器运输

### 工业二氧化碳主要来源于石灰石煅烧和废气回收

- 工业制取二氧化碳可以采用高温煅烧石灰石法、废气回收法等。

#### 化学反应

高温煅烧  
石灰石



#### 物理反应

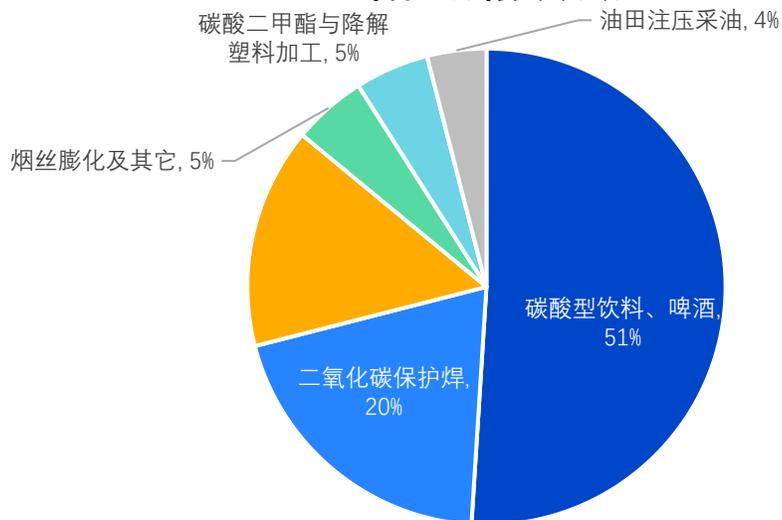
化工尾气  
回收

氨、氢气、合成氨生产过程中往往有脱碳(即脱除气体混合物中二氧化碳)过程，使混合气体中二氧化碳经加压吸收、减压加热解吸可获得高纯度的二氧化碳气。

### 二氧化碳广泛应用于饮料、啤酒，应用占比为51%

- 二氧化碳具备较高的民用和工业价值，广泛应用于饮料、冶金、食品、烟草、石油、农业、化工、等多个领域。二氧化碳消费领域以碳酸型饮料、啤酒，焊接，冷藏、保鲜等为主，应用占比分别为51%，20%和15%。

#### 二氧化碳消费领域



数据来源:凯美特气招股说明书、亿渡数据整理

应用领域	主要性能用途特点
碳酸饮料、啤酒	用作碳酸饮料、啤酒的充气添加剂，口感丰富。
焊接保护气	具有变形小、油锈敏感性低、抗裂、致密性好等优点。
冷冻、冷藏、保鲜	高浓度二氧化碳能抑制需氧菌和霉菌的繁殖，延长细菌的停滞期和延缓其指数增长期，延长果蔬保质期。



## 细分行业 特种气体概述

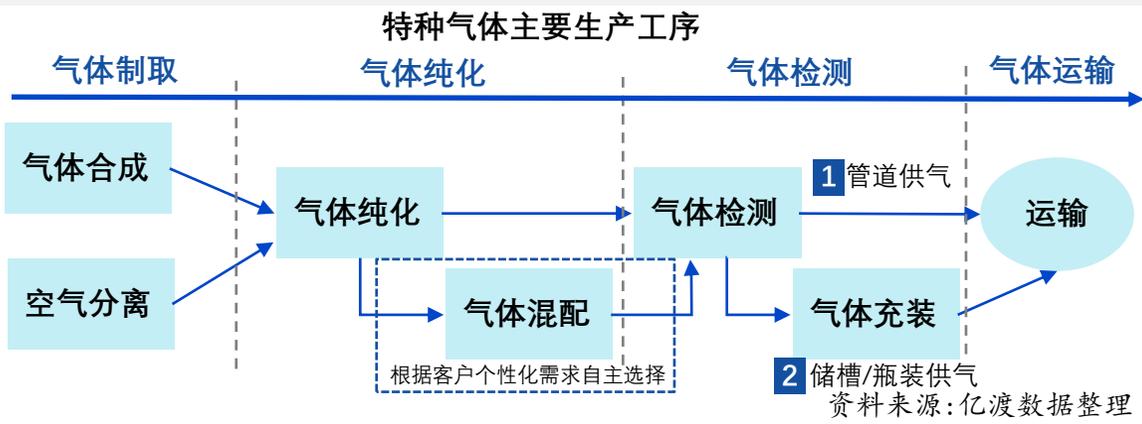
- 2021年，中国特种气体市场规模达到345亿元
- 中国特种气体行业发展迅速，下游应用主要集中在电子半导体
- 中国电子特气行业发展迅速，占特种气体行业的64%，下游主要应用于半导体领域

### 特种气体对气体纯度、质量要求高，国产特种气体公司发展迅速

- ▶ 特种气体指运用在特定领域中，对纯度、品种、性质有特殊要求（纯度大于等于99.999%）的气体。
- ▶ 特种气体种类繁多，单一品种产销量较小。根据不同用途，对不同纯度组成、有害杂质允许的最高含量、产品的包装储运等都有极其严格的要求，属于高技术、高附加值产品。
- ▶ 中国特种气体发展的初期由于技术、工艺、设备等多方面差距明显，产品大多依赖进口。在国家政策、技术发展的推动下，国产气体公司在特种气体行业发展迅速。但与国外气体公司相比，大部分国产气体公司的供应产品仍较为单一，纯度级别不高。

### 特种气体生产工序主要为气体合成、气体纯化和气体检测

特种气体的主要生产工序包括气体合成、气体纯化、空气分离、气体充装、气体混配、气体检测、钢瓶处理等工艺。工艺流程对纯度、精度等要求高。



### 在特种气体各分类中，电子特气对气体纯度和质量的要求最高

特种气体按应用领域分类可分为电子特气、医疗气体、标准气体、激光气体、食品气体、电光源气体等。

- 在特种气体的各个应用领域中，电子半导体领域对特种气体的纯度和质量稳定性要求最高，电子特气纯度一般大于6N。
- 在所有特种气体中，电子特气的市场规模最大，约占特种气体市场规模的60%。

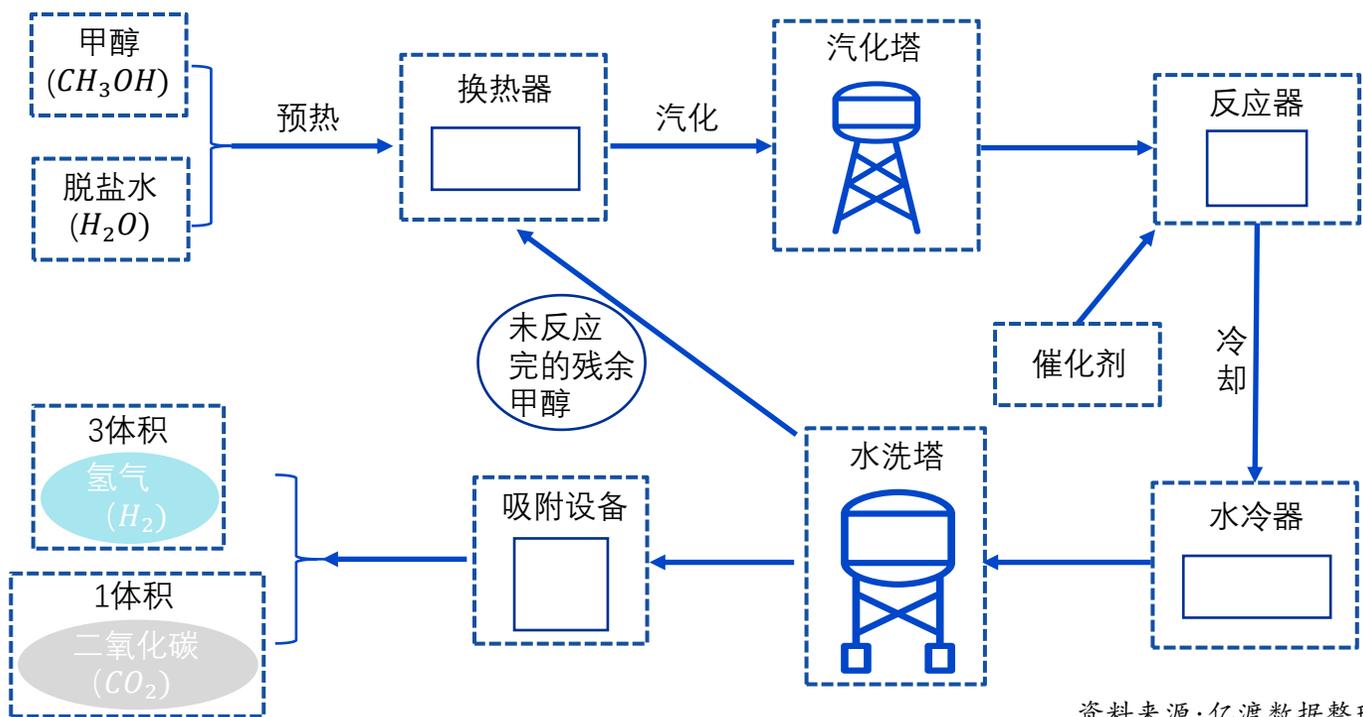
特种气体各分类的主要产品及用途

	主要产品	用途
标准气体	高纯碳氢气体配制等	在物理、化学、生物工程等领域中用于校准测量仪器和测量过程
医疗气体	医用氧、血气测定气等	诊断、手术、医学研究等
激光气体	氦氟激光气、密封束激光气等	国防建设、激光加工
食品气体	二氧化碳、乙烯、氩等	饮料气体、蔬菜/水果保鲜
电光源气体	氙、氪、氩、氙及其混合气等	电器、灯具
电子特气	硅烷 (SiH <sub>4</sub> )、砷烷 (AsH <sub>3</sub> )、高纯氨气等	薄膜、蚀刻、掺杂、气相沉积、扩散等半导体工艺

### 气体合成通过化学反应生成低纯度原料，气体纯化将低纯度原料加工为高纯度产品

气体合成通过化学反应生成低纯度气体原料，其中甲醇裂解是在特定压力和温度条件下，运用催化剂让甲醇和脱盐水发生裂解变换反应生成24%二氧化碳和75%氢气，另含极少量的甲烷和一氧化碳。气体纯化是通过洗涤塔、干燥塔、吸附塔、精馏塔等装置将低纯度原料纯化为高纯度产品的过程。

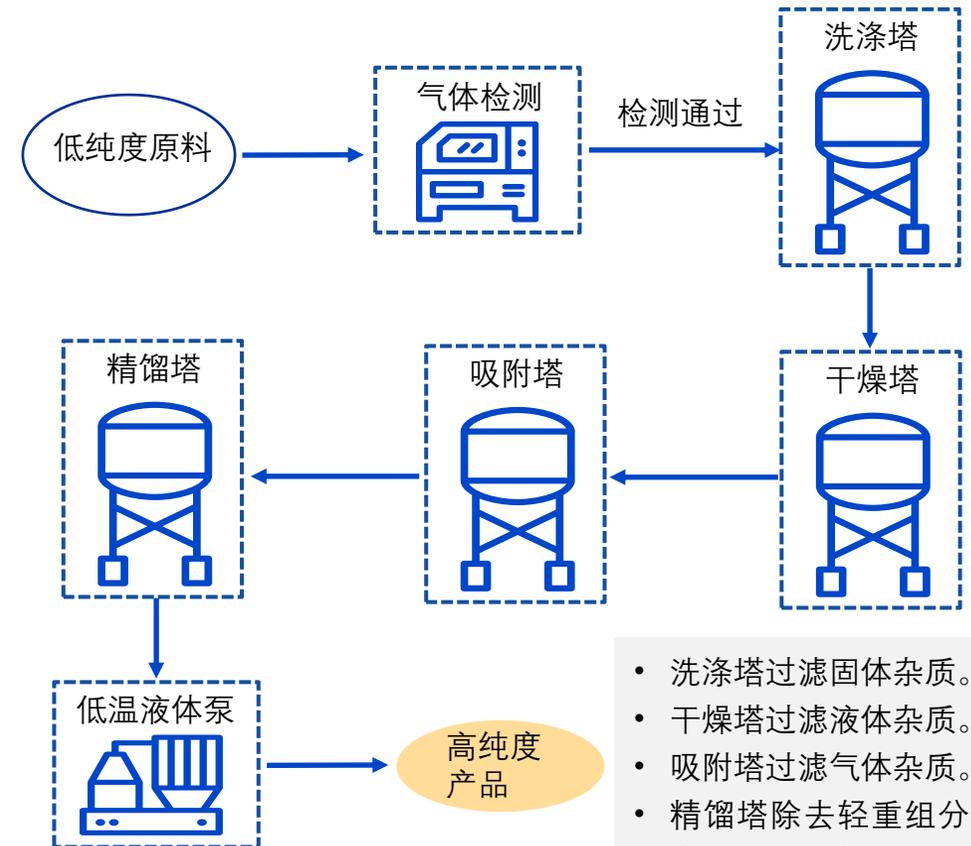
#### 气体合成 (甲醇裂解)



资料来源:亿渡数据整理

- 反应器中化学方程式:  $CH_3OH + H_2O = CO_2 + 3H_2$
- 经水冷器冷却后的裂解气由水洗塔的中部进入，在水洗塔内由去离子水泵加压输送来的去离子水洗涤，裂解气中残余甲醇溶于水后进入换热器循环使用。

#### 气体纯化

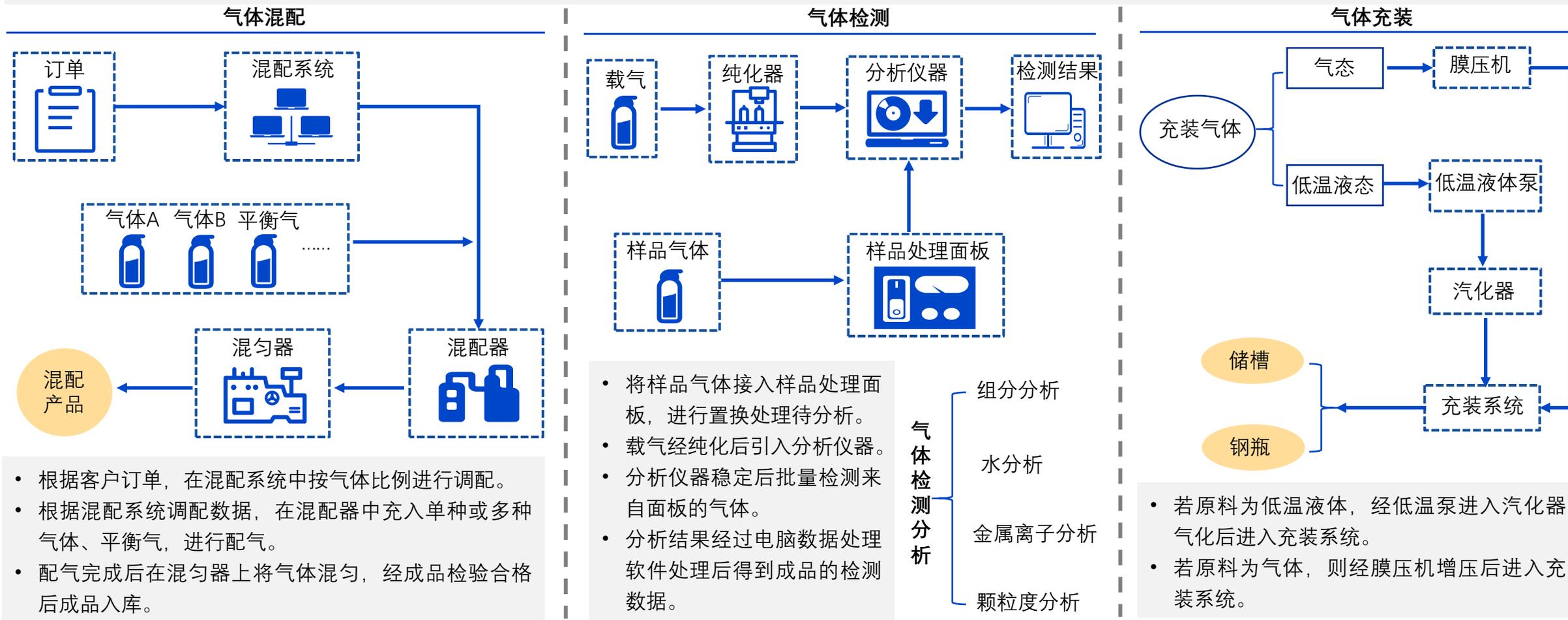


资料来源:金宏气体招股说明书、亿渡数据整理

- 洗涤塔过滤固体杂质。
- 干燥塔过滤液体杂质。
- 吸附塔过滤气体杂质。
- 精馏塔除去轻重组分杂质、金属离子。

气体混配是将各气体及平衡气混配以满足客户定制化需求，气体检测和气体充装需要专业化设备

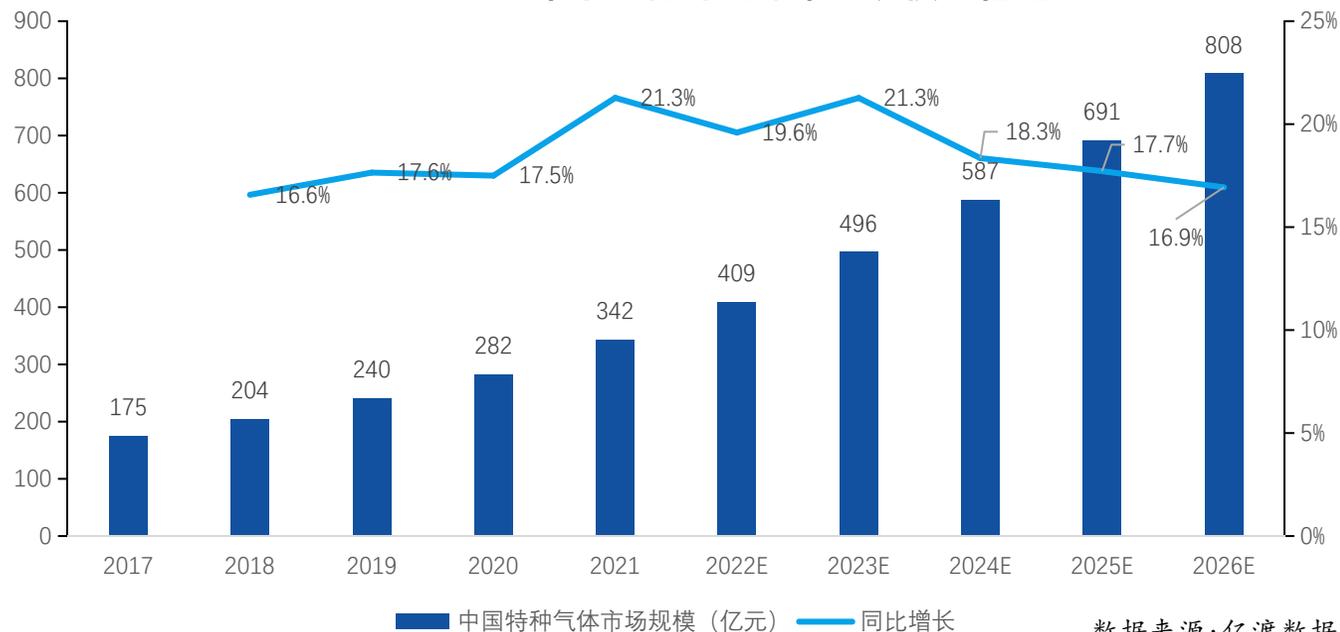
气体混配是根据客户需求的混配比例，调节各气体及平衡气的比例进行混合生成定制化产品。气体检测是将样品气体和载气通入分析仪器进行分析，根据检测结果判断样品是否符合要求。气体充装是将气体充装至钢瓶或储槽的过程。



### 中国特种气体发展迅速，预计未来将持续增长

- ▶ 特种气体是集成电路、液晶面板、LED、光伏、生物医药、新能源、光纤光缆、航空航天等产业发展必不可少的关键材料。
- ▶ 国家政策推动，高新技术发展，下游需求增长等因素推动特种气体市场规模持续快速增长。2017-2021年，中国特种气体市场规模从175亿元增至342亿元，年复合增速达18%。
- ▶ 特种气体在下游新兴行业快速发展，国家政策鼓励特种气体发展的环境下，中国特种气体市场将继续保持增长，预计到2026年中国特种气体行业的市场规模将达到808亿元，2021-2026年复合增长率为18.76%。

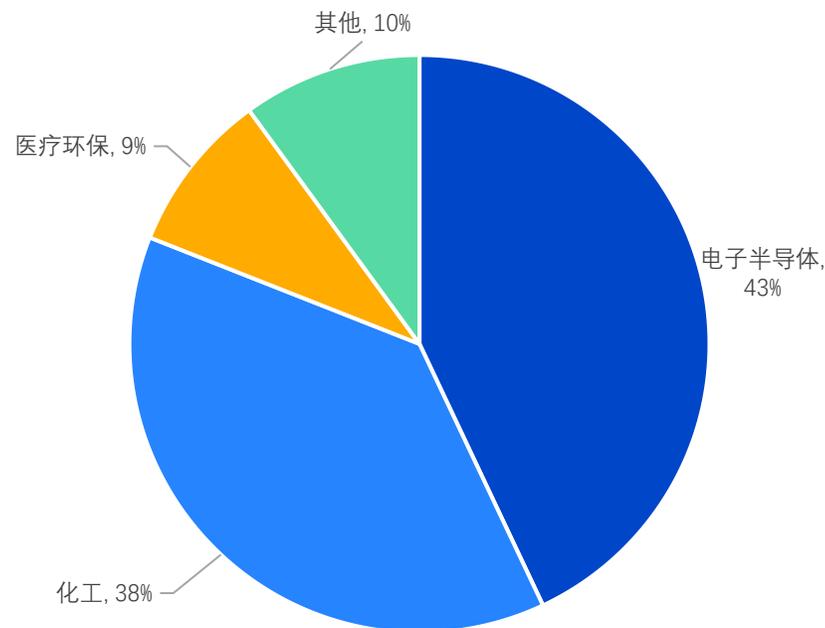
2017-2026年中国特种气体市场规模 (亿元)



### 特种气体下游主要应用于电子半导体行业，占比43%

- ▶ 特种气体下游应用涉及电子半导体、化工、医疗环保等行业，占比分别为43%、38%和9%。
- ▶ 在电子半导体下游需求持续增加和国家政策的推动下，中国特种气体下游应用在电子半导体中的占比将持续增加。

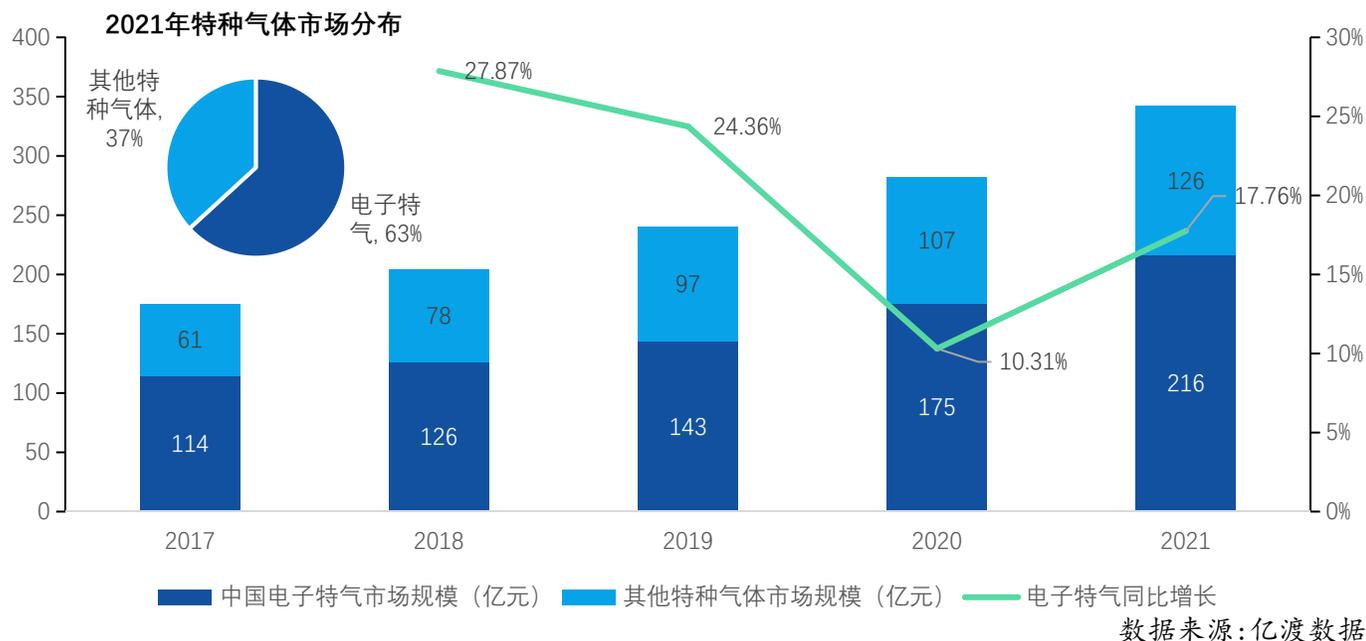
2021年中国特种气体下游应用



### 中国电子特气行业发展迅速，占特种气体行业的主要部分

- 从特种气体的细分市场来看，电子特气市场份额占比最大，2021年达到63%。
- 中国经济结构正在优化升级，政府重点扶持高新技术产业如集成电路、显示面板及发光二极管。电子特气为集成电路、显示面板及发光二极管的重要原材料，下游行业的高速发展加大下游企业对电子特气的需求。在政策利好与需求升级的双轮驱动下，中国电子特气市场呈现高速增长的状态。2017-2021年，中国电子特气市场规模从114亿元增至216亿元，年复合增长率达17.32%。

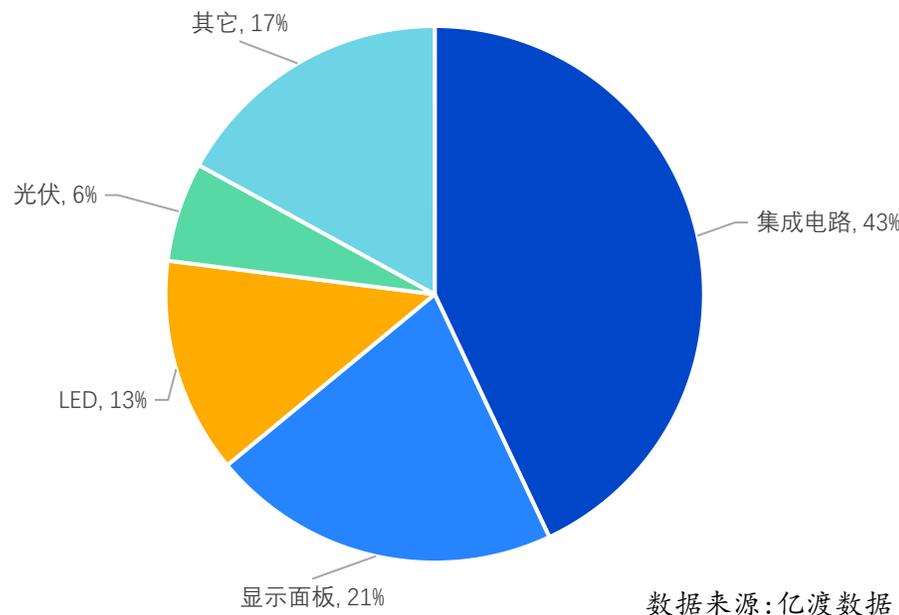
#### 2017-2021年中国特种气体细分市场规模



### 电子特气主要应用于半导体领域，占比高于62%

- 电子特种气体主要用集成电路、显示面板、LED（发光二极管）、光伏等领域。
- 电子特气应用于半导体领域的占比高于62%。其中，集成电路、LED、光伏等属于半导体细分应用领域，应用占比分别为43%、13%和6%。此外，在电子行业中，21%的电子特气应用于显示面板。

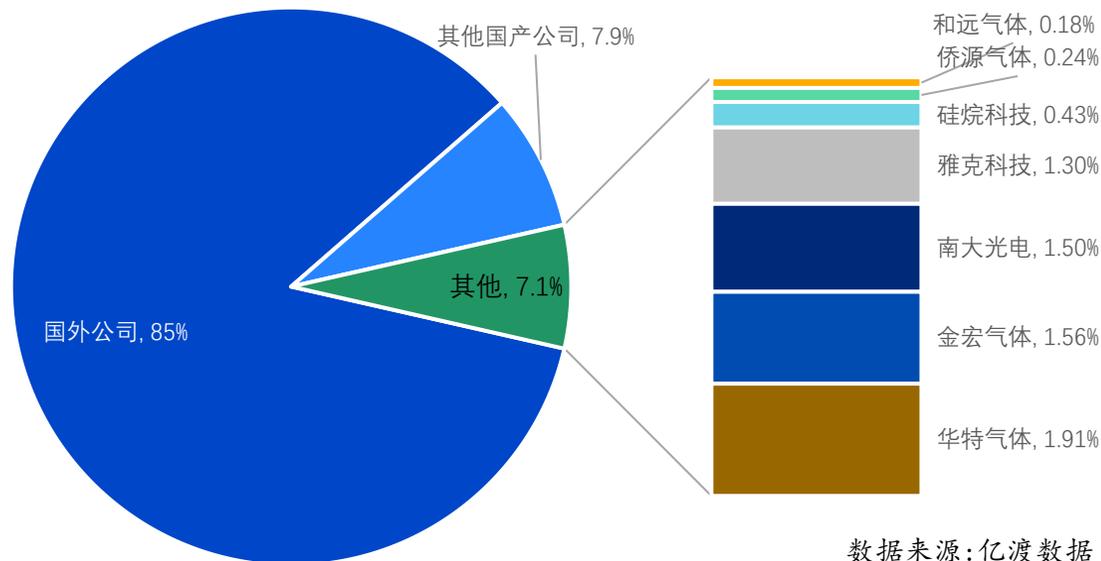
#### 2021年电子特气下游应用



### 国产特种气体企业实力逐渐增强，但对比国外龙头企业还有差距

- 中国特种气体市场被发达国家的龙头企业垄断。2020年，美国空气华工、美国普莱克斯、法国液化空气、日本太阳日酸及德国林德共占据中国市场85%的市场份额。中国国产企业实力逐渐增强，但国产企业的特种气体产品较为单一，特种气体纯度较低，在国际市场上竞争力不足。
- 国产企业第一梯队包括华特气体、金宏气体、南大光电和雅克科技，市场份额占比分别为1.91%、1.56%、1.5%和1.3%。第一梯队的企业特气业务收入已具备规模性，在细分领域产品优势明显，但和国外龙头企业相比还有差距。

2020年中国特种气体市场竞争格局



数据来源:亿渡数据

### 部分国产特种气体企业在特种气体产品技术上有所突破，发展迅速

- 国产特种气体第一梯队企业在部分特种气体产品技术上有所突破，发展迅速。

	华特气体	金宏气体	南大光电	雅克科技
产品结构 (2020年)	特种气体5.48亿元，设备与工程业务2.27亿元，普通工业气体2.14亿。	大宗气体4.82亿元，特种气体4.48亿元，其他业务1.72亿元，天然气1.41亿元。	特种气体4.29亿元，MO源产品1.20亿元，其他0.45亿元。	电子特气3.73亿元。
业务区域	广东省为主，华南区域约50%，华东区域约20%，海外市场约20%。	销售区域以长三角为主，江苏约占65%，上海约占17%，浙江约占5%。	全国各地	全国各地
技术指标	高纯二氧化碳纯度达99.9997%。	超纯氨纯度达99.999998%，高纯氧化亚氮纯度达99.9999%，高纯氢气纯度达99.9999%，高纯二氧化碳纯度达99.9998%，高纯氮纯度达99.9999%。	高纯砷烷纯度达99.9999%、高纯磷烷纯度达99.9999%。	高纯氢气纯度达99.999%，液氮纯度达99.999%。

### 电子特气运用在电子工业的制造中，对纯度要求严格（大于6N）

- 电子特气是特种气体的一个重要分支，广泛运用于大规模集成电路、平面显示器件、太阳能电池，光纤等电子工业的制造中。由于特定杂质超标将导致电路功能的严重缺陷，电子特气的纯度要求极为严格，一般大于6N。

### 电子特气主要应用于光刻、刻蚀、外延、掺杂等工艺中

- 电子特气种类较多，主要用于光刻、刻蚀、外延、掺杂等工艺中。根据成分与用途的不同，可以将电子特气分为：光刻用气、刻蚀用气、掺杂用气、外延沉积用气等。

类别	作用	主要产品
光刻用气	将晶圆表面薄膜的特定部分除去而留下带有微图形结构的薄膜	Ar/F/Ne混合、Kr/Ne混合气、Ar/Ne混合气、Kr/F/Ne混合气等
刻蚀用气	有选择地从硅片表面去除不需要的材料	氟气、四氟化碳、八氟环丁烷、八氟环戊烯、三氟甲烷等
掺杂用气	使材料具有所需要的导电类型和一定的电阻率	三氯化硼、乙硼烷、三氟化硼、磷化氢、砷化氢等
外延沉积用气	在晶体衬底形成一层或多层材料	四氢化硅、二氯二氢硅、四氯化硅、乙硼烷等

### 电子特气覆盖半导体核心工艺流程

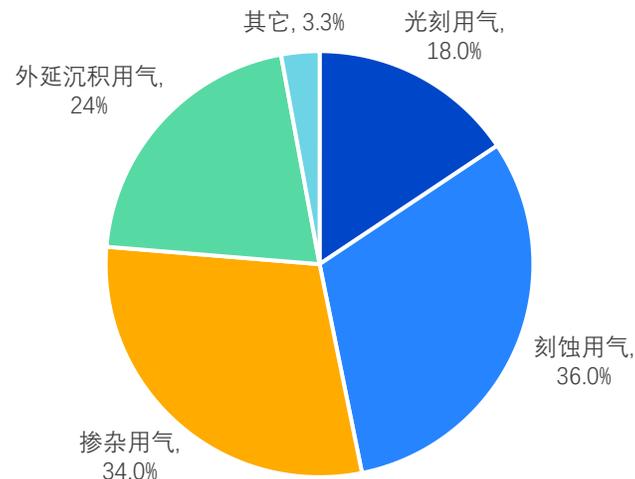
- 半导体核心工艺流程为光刻、刻蚀、掺杂、外延沉积，电子特气覆盖半导体核心工艺流程。



### 在半导体生产中，电子特气主要应用于在外延、刻蚀和掺杂工艺

- 电子特种气体主要用于刻蚀和掺杂工艺。2021年，半导体工艺中，电子特气在刻蚀工艺和掺杂工艺中的应用占比分别为36%和34%。

2021年电子特气在半导体的应用

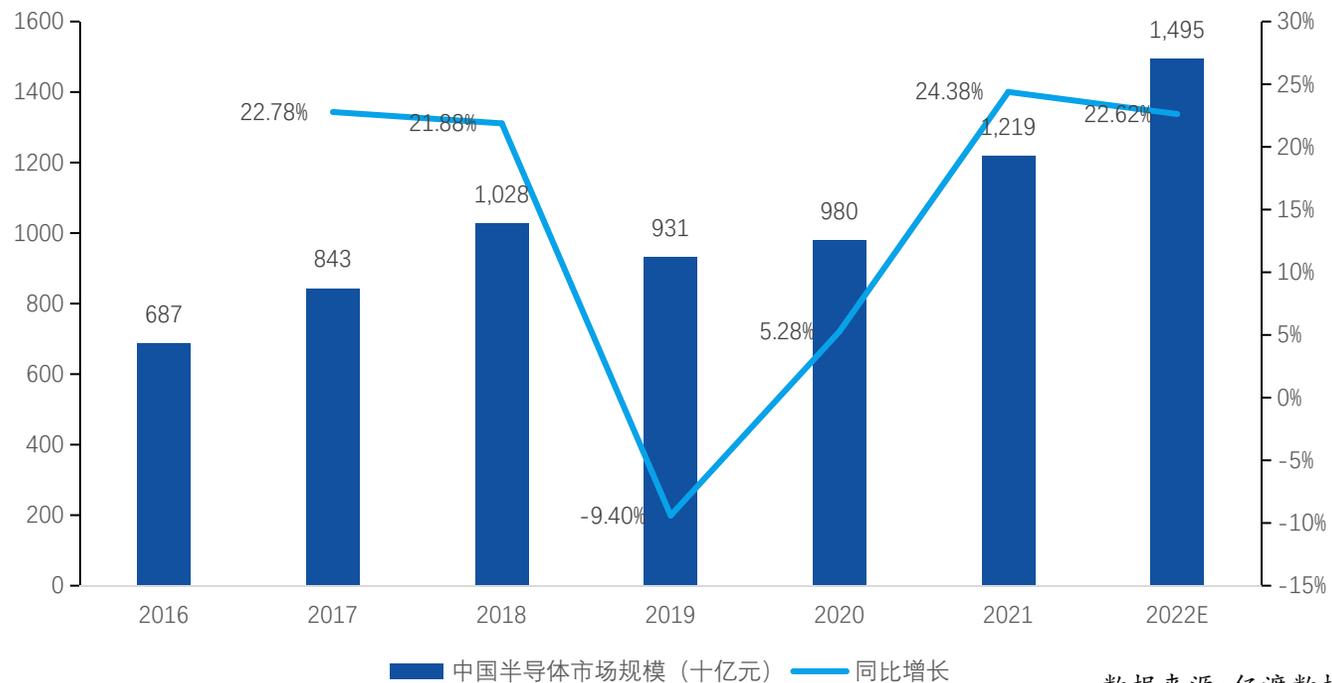


数据来源:亿渡数据

### 电子特气下游半导体行业市场规模大，发展速度快

- 随着国家政策推动，中国高新技术的发展，中国半导体市场规模增长迅速。2016-2021年，中国半导体市场规模从2016年的687十亿元增长至2021年的1219十亿元，年复合增长率为12.17%。2021年同比增长率为24.38%。在半导体下游市场需求增加，国家政策的持续推动等环境下，预计2022年，中国半导体市场规模将达到1495十亿元。
- 中国半导体市场规模的持续增长带动了半导体上游市场电子特气行业的持续发展。

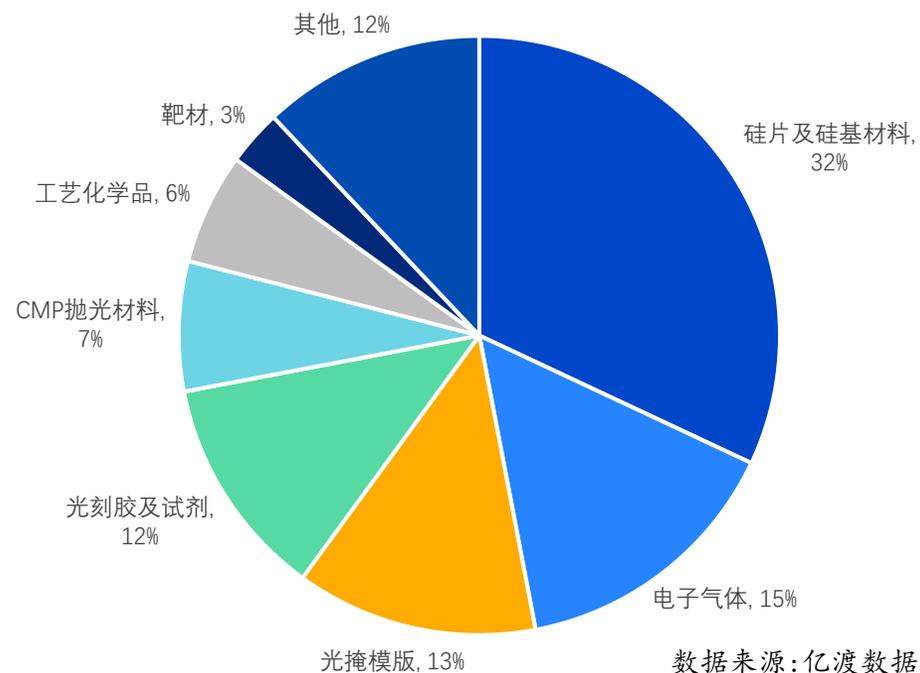
#### 2016-2022年中国半导体市场规模



### 半导体材料需求中，电子气体需求占比15%

- 在半导体材料的需求占比中，硅片及硅基材料占32%，电子气体占比为15%，光掩模版占比为13%，光刻胶及试剂占比为12%。
- 在半导体市场持续增长的环境下，电子特气作为半导体的主要材料发展前景广阔。

#### 半导体材料需求占比





# 典型特种 气体介绍

- 硅烷
- 砷烷
- 三氯化氮

➤ 硅烷是硅与氢的化合物，是一系列化合物的总称，包括甲硅烷( $\text{SiH}_4$ )、乙硅烷( $\text{Si}_2\text{H}_6$ )和一些更高级的硅氢化合物。工业中制备硅烷主要使用硅化镁法、还原法、歧化法和电化学法。国内厂商广泛使用硅化镁法制备硅烷，国外厂商多用电化学法制备硅烷。

### 工业制备硅烷的方式及优缺点

	制备方式	优/缺点
硅化镁法	使硅化镁与工业氯化铵在液氨中反应生成 $\text{SiH}_4$	优点：工艺简单、成熟，原料易得 缺点：分离和回收液氨时能耗大， $\text{SiH}_4$ 收率相对较低。
还原法	用还原剂使硅烷衍生物还原来制备 $\text{SiH}_4$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• 烷基氢化铝作还原剂</li> <li>• 氢气间接还原</li> <li>• 碱金属铝氢化物作还原剂</li> <li>• 碱金属氢化物 (<math>\text{LiH}</math>、<math>\text{MgH}_2</math>) 作还原剂</li> <li>• 熔盐氢化法</li> </ul>	优点：工艺简单、可实现连续化生产、反应易于控制。 ✓ 用 $\text{MgH}_2$ 作还原剂时，可与工业熔融炼镁工艺一体化，从而提高了原料的利用率。 ✓ 用熔盐还原法时，反应在熔盐中进行，可减少装置的体积。 缺点：工艺流程复杂、设备费用较高和需要对产物进行复杂精制等。
歧化法	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在特定催化剂存在下使芳基硅烷歧化</li> <li>• 烷氧基硅烷歧化法</li> <li>• <math>\text{SiH}_2\text{Cl}_2</math>歧化法</li> </ul>	优点： ✓ 烷氧基硅烷歧化法工艺条件温和，产物收率高，对设备的腐蚀性较低。 ✓ 氯硅烷歧化法的优点是原料易得，反应达到平衡的转化时间短，可实现高效连续化生产，产品的收率及纯度高。
电化学法	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 有<math>\text{H}_2</math>存在下用含硅阳极电解熔盐电解质</li> <li>• 电化学还原四烷氧基硅烷</li> <li>• 电解碱金属卤化物熔盐电解质</li> </ul>	优点：①操作安全和经济，不用长期储存和运输 $\text{SiH}_4$ ；②反应易于控制，可现场发生，由于副产物少，故可简化精制工艺；③工艺流程可实现高度一体化，可大大减少设备体积。

- ▶ 硅烷作为一种提供硅组分的气体源，可用于制造高纯度多晶硅、单晶硅、微晶硅、非晶硅、氮化硅、氧化硅及多种金属硅化物，因其高纯度和能实现精细控制，已成为许多其它硅源无法取代的重要特种气体。
- ▶ 硅烷广泛应用于半导体、光伏等领域中，用于制造太阳能电池、平板显示器、玻璃和钢铁镀层等领域，并且是至今为止世界上唯一的大规模生产粒状高纯度硅的中间产物。近年，硅烷类的高科技应用还在不断涌现，包括用于制造先进陶瓷、复合材料、功能材料、生物材料、高能材料等，成为许多新技术、新材料、新器件的基础。

### 硅烷的应用领域

#### 半导体

##### 二氧化硅薄膜(SiO<sub>2</sub>)

利用化学气相沉积(CVD)生长二氧化硅-磷硅玻璃薄膜，在半导体器件工艺中是一种较好的钝化保护方式。

##### 氮化硅钝化薄膜

利用硅烷气体生长氮化硅钝化薄膜是制造大规模集成电路工艺中的一个重要环节。较之二氧化硅，氮化硅薄膜更致密，它对钠离子的屏蔽效果更好。

##### 硅烷气体外延

生长了外延层的硅片是制造集成电路的基片。

##### 高纯多晶硅

多晶硅是拉制N型和P型单晶硅及区熔单晶硅的主要原料。

#### 光伏

##### 非晶硅太阳能电池

非晶硅太阳能电池一般是以不锈钢薄板或玻璃作衬底，在辉光放电下，硅烷气体在不锈钢或玻璃表面上生长一层非晶态硅。

#### 玻璃工业

镀膜玻璃有良好的外观遮阳性能和较好的化学稳定性。

镀膜玻璃采用常压热分解CVD方法制备，以5 mm厚的浮法玻璃为基板，以体积分数分别为10%和90%的硅烷气体和氮的混合气体做原料，纯度为99.9%的乙烯(C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)作掺杂气。

#### 机械工业

##### 碳化硅超细粉末

硅烷气体和乙烯在激光的激活下，发生化学反应而生成粒度为0.015的碳化硅超细粉末。碳化硅广泛应用于机械加工工业如切削刀具及其他容易磨损部件的表面涂层，从而极大地增强了它们的硬度和耐磨性能。

#### 国防工业

##### 氮化硅超细粉末

硅烷气体和氨在激光的激活下，发生化学反应而生成氮化硅超细粉末。在国防工业中用作高强度耐极高温的火箭喷口材；高强度、高化学稳定性的发动机汽缸等。

# 砷烷

## 砷烷主要应用于半导体领域，南大光电是中国主要的砷烷生产商

### 砷烷是半导体加工制造过程中的关键材料

- 砷烷又称为砷化氢，是最简单的砷化合物，化学式为AsH<sub>3</sub>。随着科技的进步、电子技术的发展加上人们对能源可持续利用的要求，LED、超大规模集成电路、砷化镓太阳能电池等研究发展迅速。AsH<sub>3</sub>是集成电路、太阳能电池不可或缺的原材料。作为半导体领域加工制造过程中的关键材料，AsH<sub>3</sub>质量直接影响电子器件的良率和性能。

### 砷烷工业上制备采取金属还原法或砷化物酸解法

- 工业上砷烷的制备一般采用金属还原法和砷化物酸解法，这两种方法反应快速且完全，但是AsH<sub>3</sub>收率通常在90%以下，因此需要对AsH<sub>3</sub>进行纯化。

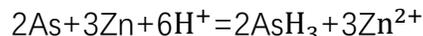
#### 砷烷的制备流程

生产

纯化

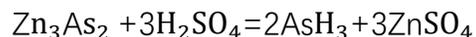
金属还原法

在酸性介质中用Zn还原元素As:



砷化物酸解法

直接利用砷化物酸解:



- 粗AsH<sub>3</sub>的吸附纯化:
  - ✓ 凹凸棒土和金属有机骨架材料(MOFs)作为吸附剂
  - ✓ 金属合金(镓-铟合金)作为吸附剂
- 原料砷化锌精制

### 砷烷主要应用于半导体领域

- 砷烷是电子工业的重要基础材料，也是化合物砷化镓的重要材料，主要应用于半导体领域。

#### 砷烷主要应用领域

半导体工业

应用于外延硅的N型掺杂、硅中的N型扩散、离子注入、生长砷化镓(GaAs)和磷化砷(GaAsP)，以及与IIIA/V A族元素形成半导体化合物等。

通讯行业

砷烷是制造半导体化合物砷化镓的重要材料，由砷化镓(GaAs)集成电路具有高速度和高频率的特点。由砷化镓制备的微波变频器件和光电器件，广泛用于导弹制导、雷达和新一代卫星通讯等装置。

### 南大光电、华特股份、启源领先是中国主要的砷烷生产商

- 现阶段中国可生产砷烷的厂商为南大光电、华特股份、启源领先等。

#### 中国部分厂商砷烷产能

厂商	现有产能(吨)	新增产能(吨)	产品纯度	生产工艺
南大光电	15	15	6N	砷化锌酸解
华特股份	-	20		
启源领先	-	30		

### 三氟化氮是具有优异的刻蚀速率和选择性，是良好的刻蚀剂

- 三氟化氮化学式NF<sub>3</sub>，在常温下是一种无色、无臭、性质稳定的气体，是一种强氧化剂。高纯三氟化氮具有优异的蚀刻速率和选择性(对氧化硅和硅)，它在蚀刻时，在蚀刻物表面不留任何残留物，是非常良好的刻蚀剂，同时在芯片制造、高能激光器方面得到了大量的运用。

### 三氟化氮是具有优异的刻蚀速率和选择性，是良好的刻蚀剂

- 工业生产中NF<sub>3</sub>的制备方法主要有两种：化学氟化和电解法。目前国内厂家主要采用熔融盐电解法，而欧美厂家多采用化学氟化法。
- 化学氟化法生产NF<sub>3</sub>的过程不会产生爆炸性气体，生产比较安全，但反应不易控制且杂质含量较多。电解法生产NF<sub>3</sub>生产成本低，产品收率高，但生产过程中原理反应不充分，容易造成环境污染。

#### 三氟化氮的制备方式

化学氟化

反应类型	反应方式	优/缺点
气-气反应	F <sub>2</sub> 与NH <sub>3</sub> 直接化合	生产的NF <sub>3</sub> 产率仅为10%~25%，反应不易控制
气-液反应	• F <sub>2</sub> 与液态NH <sub>3</sub> 直接化合	反应易控制
	• F <sub>2</sub> 与尿素反应	安全性较高
气-固反应	固态的氟化铝铵 (NH <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub> 和F <sub>2</sub> 为原料合成NF <sub>3</sub>	原料价格低廉、反应易控

电解法

电解熔融的NH<sub>4</sub>HF：电解过程中在阳极得到NF<sub>3</sub>及F<sub>2</sub>，阴极得到H<sub>2</sub>，F<sub>2</sub>容易与阳极材料中含有的碳反应生成CF<sub>4</sub>杂质。

### 三氟化氮主要在半导体行业中做刻蚀气体和设备清洗气体

- 三氟化氮(nitrogen trifluoride)是电子工业中优良的等离子蚀刻气体和反应腔清洗剂，广泛应用于制造半导体芯片、平板显示器、光伏电池(非晶硅薄膜电池)等领域。

#### 三氟化氮在半导体中的应用

半导体

作用	使用气体	
蚀刻	MoSi <sub>2</sub> 的蚀刻	NF <sub>3</sub> 、NF <sub>3</sub> /Ar、NF <sub>3</sub> /He
	NbSi <sub>2</sub> 的蚀刻	NF <sub>3</sub> /CCl <sub>4</sub> 、NF <sub>3</sub> /HCl
化学气相沉积(CVD)设备的清洗	NF <sub>3</sub>	

### 派瑞特气、昊华科技、雅克科技是三氟化氮主要生产厂商

- 国内厂商派瑞特气、昊华科技、雅克科技是三氟化氮主要生产厂商。

#### 部分厂商三氟化氮产能

厂商	现有产能 (吨)	新增产能 (吨)	生产工艺
派瑞特气	6500	7500	电解法
韩国晓星	1250	3750	
昊华科技	2200	3000	
雅克科技	-	3500	



# 工业气体行业 典型企业介绍

- 林德集团
- 气体动力科技有限公司
- 苏州金宏气体股份有限公司
- 广东华特气体股份有限公司
- 湖北和远气体股份有限公司
- 江苏南大光电材料股份有限公司

### 林德集团是全球领先的工业气体供应商

- 林德集团1879年成立于德国, 2018年林德与普莱克斯合并, 成为全球领先的工业气体供应商。
- 林德集团气体业务遍布全球, 主要产品包括氧气、氮气、氩气、稀有气体、碳氧化物、氦气、氢气、电子气体、特种气体等, 服务于各种终端市场, 包括化工和精炼、食品和饮料、电子、医疗保健、制造和金属。

### 林德集团电子领域产品概况



#### 半导体

- ✓ 超高纯气体: 氮气、氧气、氩气、氢气、氦气和二氧化碳
- ✓ 电子特气

#### 显示器

- ✓ 大宗气体
- ✓ 电子特气: 三氟化氮、氩气、一氧化二氮、硅烷、三氯化硼等

#### 光伏

- ✓ 电子特气: 硅烷、氩气、六氟化硫、氦气、四氟化碳、砷化氢和磷化氢混合物

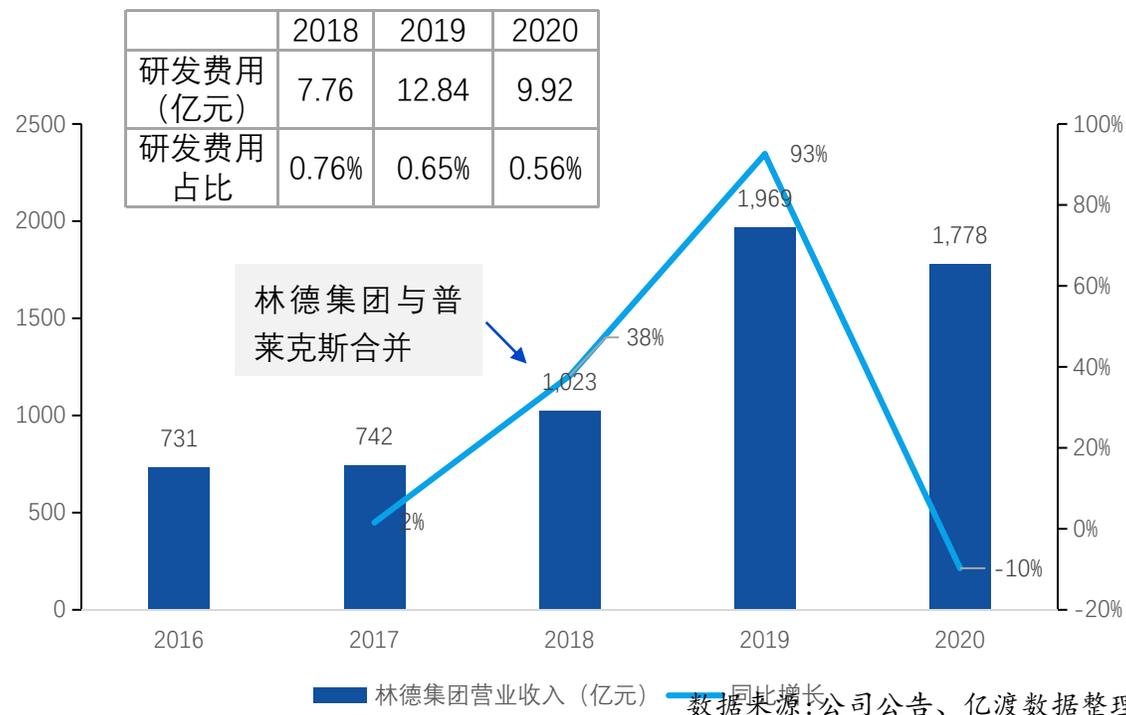
#### LED

- ✓ 大宗气体: 氮气、氢气
- ✓ 电子特气: 氩气、掺杂物和金属有机物

### 林德集团营业收入总体呈增长趋势, 研发费用占比较低

- 2016-2020年, 林德集团营业收入从731亿元增长至1778亿元, 年复合增长率为24.84%。2020年由于疫情导致宏观经济发展放缓, 林德集团营业收入同比下降9.7%, 预测在疫情控制的宏观环境下, 未来林德集团营业收入将增长。
- 2020年林德集团投入研发费用为9.92亿元, 研发费用占比为0.65%。

### 2016-2020年林德集团营业收入 (亿元)



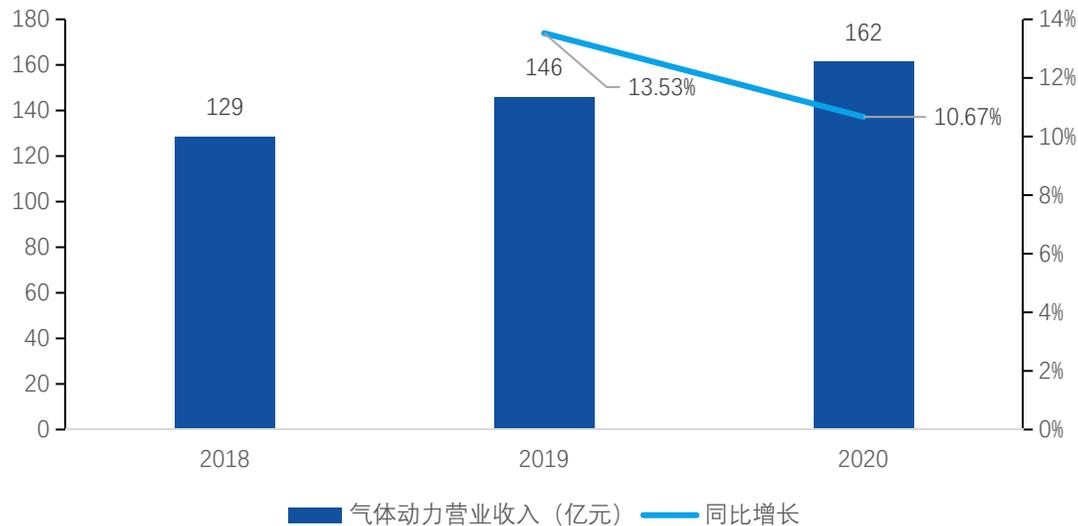
### 气体动力主要产品为空分气体，将氢气作为发展策略重点

气体动力前身为“盈德气体集团有限公司”，后与宝钢气体合并，拟在中国香港主板挂牌上市。公司是领先的一体化工业气体解决方案提供商，业务遍布全中国，主要产品包括空分气体（氧气、氮气、氩气）以及特种气体。鉴于碳中和机会推动的长期增长趋势和公司的ESG使命，公司已经将氢气作为策略重点。

### 气体动力营业收入稳定增长

2018-2020年，气体动力营业收入从129亿元增长至162亿元，年复合增长率为12.09%，气体动力营业收入稳定增长。

2018-2020年气体动力营业收入（亿元）

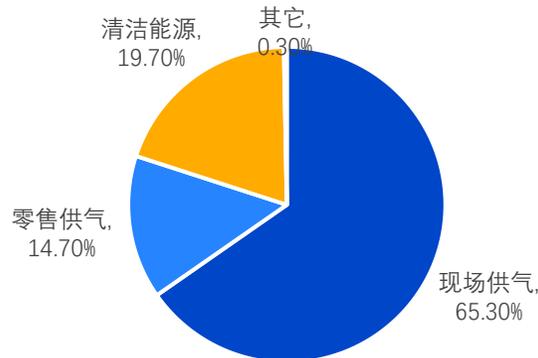


数据来源:公司公告、亿渡数据整理

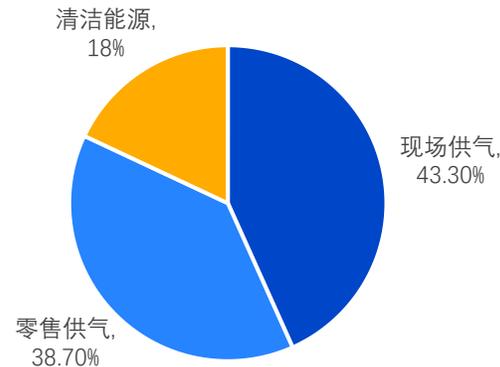
### 气体动力的业务模式主要以现场供气为主

- 气体动力业务模式主要以现场供气、零售供气和清洁能源为主。
- **现场供气业务为气体动力长期稳定的业务模式的支柱**，2020年盈德气体和宝钢气体的现场供气模式占比分别为65.3%和43.3%。现场供气模式为气体动力向现场供气客户提供端对端工业气体解决方案，包括空分气体(主要为氧气、氮气及氩气)及特种气体。气体动力设计、建设、拥有、营运及维护位于或邻近该等客户场地的气体生产设施，并向客户直接供应空气气体产品。
- **气体动力的零售业务满足广泛的终端市场需求，通常随着整体经济的增长而增长**。2020年盈德气体和宝钢气体的零售供气模式占比分别为14.7%和38.7%。气体动力的零售供气模式主要利用现场气体生产设施的增量及剩余产能，辅以部分中小型专门生产设施，通过罐车和卡车向零售客户供应空分气体及特种气体。
- **气体动力的清洁能源业务主要生产氢气、合成气，以及液氨及甲醇等增值清洁能源产品，为客户提供一体化「空分装置及合成气」解决方案。**

2020年盈德气体业务模式占比



2020年宝钢气体业务模式占比



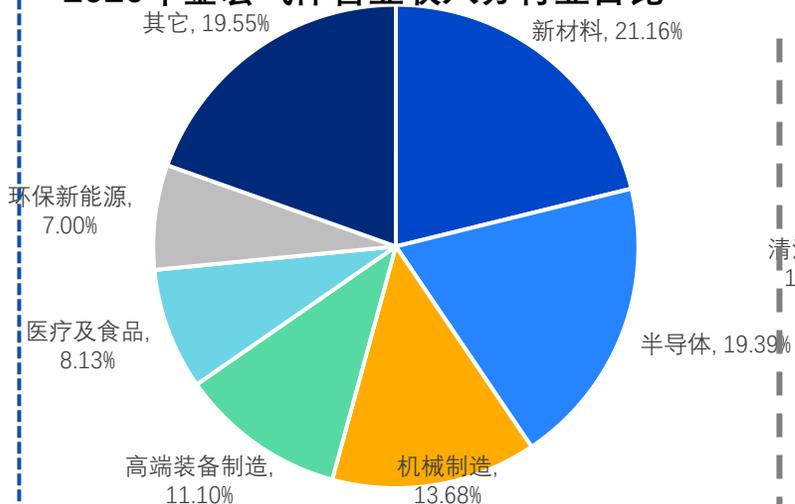
### 金宏气体是从事气体的研发、生产、销售和服务的气体综合供应商

苏州金宏气体股份有限公司（简称“金宏气体”）成立于1999年，总部位于苏州市相城区黄埭镇潘阳工业园，专业从事气体的研发、生产、销售和服务一体化解决方案的环保集约型气体综合供应商，主要为客户提供各种大宗气体、特种气体和天然气的一站式供气解决方案。

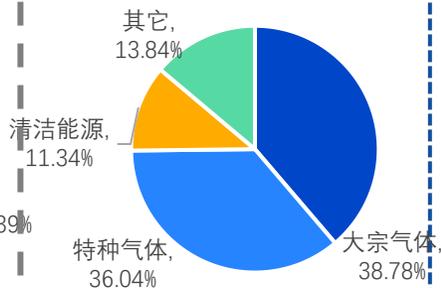
### 金宏气体主要下游领域为新材料和半导体行业

公司产品的主要下游领域包括电子半导体、机械制造、高端装备制造、新材料、医疗及食品等。2020年，金宏气体来源于新材料和半导体行业的营业收入占比分别为21.16%和19.39%，占比领先。公司主要下游领域为新材料和半导体行业。2020年公司主要业务收入为大宗气体和特种气体，占比分别为39%和36%。

2020年金宏气体营业收入分行业占比



2020年金宏气体营业收入分业务占比



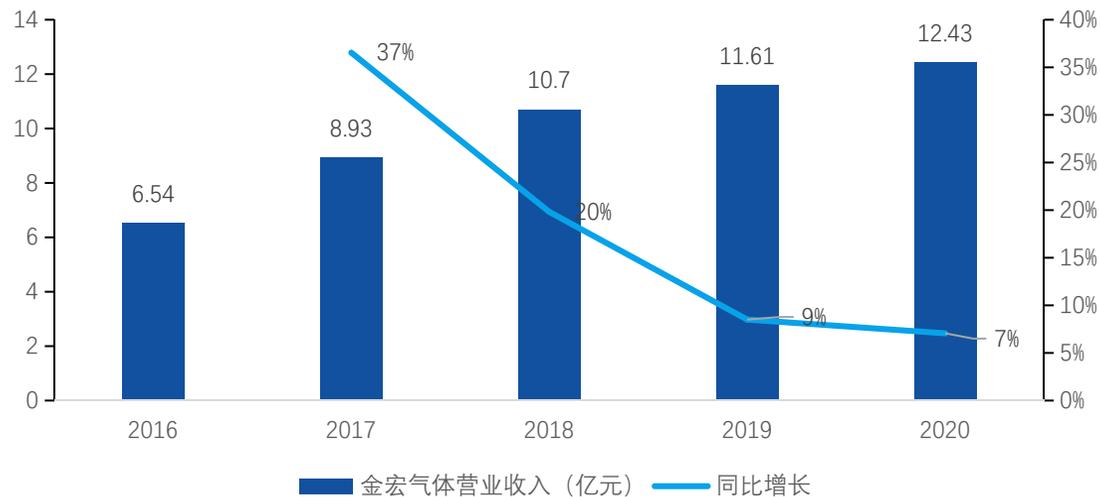
数据来源: 亿渡数据

### 金宏气体营业收入增长迅速，研发费用占比较林德集团高

- 2016-2020年，金宏气体营业收入从6.54亿元增长至12.43亿元，年复合增长率为17.4%。在下游行业半导体领域快速发展的推动下，未来金宏气体营业收入将持续增长。
- 2020年金宏气体投入研发费用为0.46亿元，研发费用占比为3.7%，研发费用占比高于国外领先企业林德集团的0.56%，公司对研发的重视较高。

2016-2021年金宏气体营业收入（亿元）

	2018	2019	2020
研发费用（亿元）	0.31	0.4	0.46
研发费用占比	2.90%	3.45%	3.70%



数据来源: 公司公告、亿渡数据整理

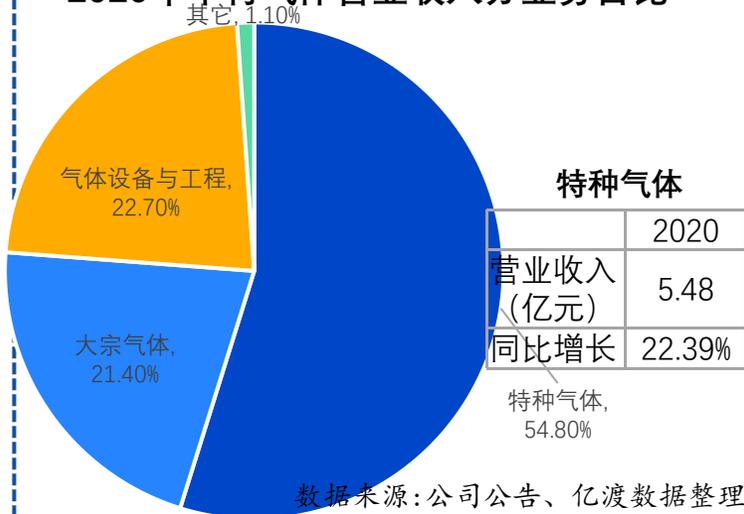
### 华特气体主营业务以特种气体为核心

广东华特气体股份有限公司（简称“华特气体”）是一家致力于特种气体国产化，打破极大规模集成电路、新型显示面板等高端领域气体材料制约的民族气体厂商，主营业务以特种气体的研发生产及销售为核心，辅以普通工业气体和相关气体设备与工程业务，提供气体一站式综合应用解决方案。

### 华特气体主要业务为特种气体，主要业务地区为华南地区

- 华特气体主营业务以特种气体为核心，2020年公司特种气体的营业收入为5.48亿元，占比为54.8%，同比增长22.39%。下游半导体行业需求增长推动公司特种气体营业收入的快速增长。
- 华特气体业务地区主要分布在华南和华东地区，占比分别为39.5%和19.4%。

#### 2020年华特气体营业收入分业务占比



#### 华特气体部分信息

下游领域	集成电路等半导体领域
业务地区	华南地区占比39.5%；华东地区占比19.4%
技术特点	在气体纯化、混配、气瓶处理、分析检测方面技术领先，产品丰富，且技术和拳头产品主要针对集成电路产业，研发储备充足。

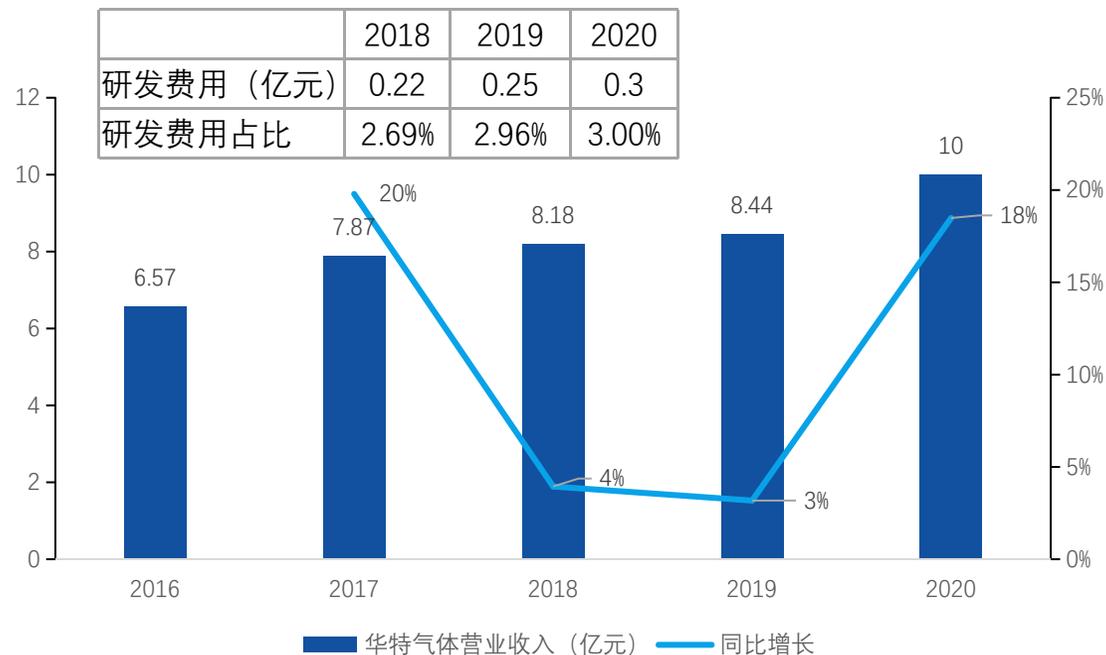
	2020
营业收入 (亿元)	5.48
同比增长	22.39%

数据来源：公司公告、亿渡数据整理

### 华特气体营业收入增长迅速，研发费用占比较林德集团高

- 2016-2020年，华特气体营业收入从6.57亿元增长至10亿元，年复合增长率为11.07%。在下游行业半导体领域快速发展的推动下，未来华特气体营业收入将持续增长。
- 2020年金宏气体投入研发费用为0.3亿元，研发费用占比为3%，研发费用占比高于国外领先企业林德集团的0.56%，公司对研发的重视较高。

#### 2016-2021年金宏气体营业收入（亿元）



数据来源：公司公告、亿渡数据整理

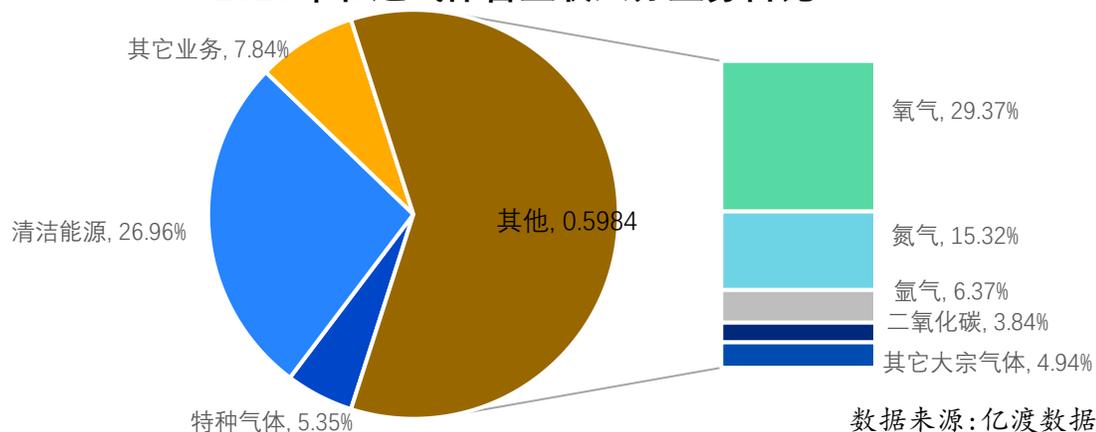
### 和远气体致力于气体产品的研发、生产、销售、服务以及工业尾气回收

湖北和远气体股份有限公司（简称“和远气体”）成立于2003年11月，2020年1月13日在深交所挂牌上市。公司一直致力于各类气体产品的研发、生产、销售、服务以及工业尾气回收循环利用，主要满足化工、食品、能源、照明、家电、钢铁、机械、农业等基础行业和光伏、通信、电子、医疗等新兴产业对气体的需求，是国内知名的综合型气体公司。

### 和远气体主要业务为大宗气体业务，氧气产品的营业收入占比最高

和远气体主要产品包括大宗气体（医用氧气、工业氧气、食品氮气、工业氮气、氩气、二氧化碳）、特种气体、等多种气体。和远气体主营业务以大宗气体为核心。2020年，和远气体大宗气体业务占比为59.84%，其中氧气产品的营业收入占比最高，氧气营业收入占总营业收入的29.37%。

2020年和远气体营业收入分业务占比



### 和远营业收入增长迅速，研发费用占比较林德集团高

- ▶ 2016-2020年，和远气体营业收入从4.06亿元增长至8.24亿元，年复合增长率为19.36%。
- ▶ 2020年和远气体投入研发费用为0.19亿元，研发费用占比为2.31%，研发费用占比高于国外领先企业林德集团的0.56%，公司对研发的重视较高。

2018-2020年和远气体研发费用及占比

	2018	2019	2020
研发费用 (亿元)	0.18	0.18	0.19
研发费用占比	2.88%	2.70%	2.31%

2016-2020年和远气体营业收入 (亿元)



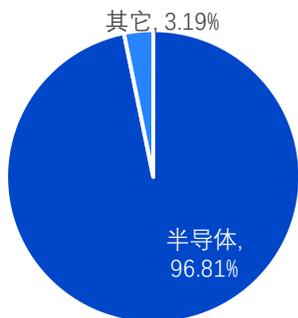
### 南大光电在特种气体领域有完备的研发设计体系，技术实力强

江苏南大光电材料股份有限公司（简称“南大光电”）是一家专业从事高纯电子材料研发、生产和销售的高新技术企业。公司通过设立子公司全椒南大光电材料有限公司，进入了特种气体领域，其中砷烷、磷烷已经成功量产并供应多家客户。在长期的发展过程中，公司形成了较为完备的研发设计体系，积累了一定的研究成果，通过逐年加大科研力度，技术实力得到不断增强，获得多项专利。

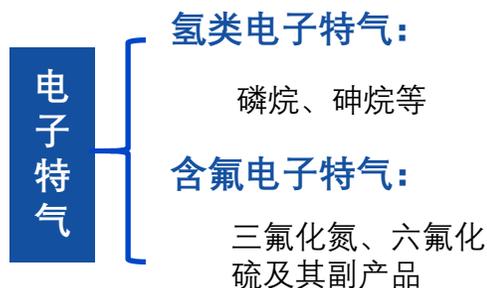
### 南大光电在特种气体领域有完备的研发设计体系，技术实力强

- 公司主要下游领域为半导体，占比为96.81%。
- 公司电子特气板块主要包括氢类电子特气产品和含氟电子特气产品。
  - 公司氢类电子特气主要包括磷烷、砷烷等，产品纯度已达到6N级别，是集成电路和LED制备中的主要支撑材料。
  - 公司子公司飞源气体是国内主要的含氟电子特气生产企业，产品主要包括三氟化氮、六氟化硫及其副产品。

### 2020年南大光电营业收入分行业占比



### 南大光电电子特气产品



### 南大光电营业收入增长迅速，电子特气业务发展迅速

- 2017-2020年，南大光电营业收入从1.77亿元增长至5.95亿元，年复合增长率为49.8%；其中，电子特气业务营业收入从2017年的0.36亿元增长至2020年的4.29亿元，年复合增长率为128.4%。南大光电营业收入增长迅速，2020年，电子特气业务占比为72.1%。
- 2020年南大光电投入研发费用为2.32亿元，研发费用占比为38.99%，公司深耕高纯电子材料领域，持续加大研发投入。2020年，公司氢类电子特气的产能、效益提升，6N砷烷、磷烷，混气和新一代安全源技术开发和产业化成功。

### 2017-2020年南大光电营业收入（亿元）



数据来源：公司公告、亿渡数据整理

## 版权声明

本报告为亿渡数据制作，报告中所有的文字、图片、表格均受有关商标和著作权的法律保护，部分文字和数据采集于公开信息，所有权为原著者所有。没有经过本公司书面许可，任何组织和个人不得以任何形式复制或传递。任何未经授权使用本报告的相关商业行为都将违反《中华人民共和国著作权法》和其他法律法规以及有关国际公约的规定。

## 免责声明

本报告中行业数据及相关市场预测主要为行业研究员采用桌面研究、行业访谈、市场调查及其他研究方法，建立统计预测模型估算获得，只提供给用户作为市场参考资料。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在不同时期，亿渡数据可能撰写并发布与本报告所载资料、看法及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，本公司将随时补充、更新和修订有关信息及资料，但不保证及时通知或发布。在任何情况下，本公司亦不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。