

国林科技 (300786)

臭氧设备龙头纵深高品质乙醛酸，国产化助  
横向拓展半导体清洗应用

买入 (首次)

2022年12月19日

证券分析师 袁理

执业证书: S0600511080001

021-60199782

yuanl@dwzq.com.cn

证券分析师 任逸轩

执业证书: S0600522030002

renyx@dwzq.com.cn

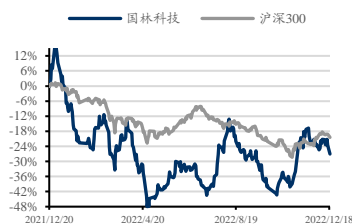
盈利预测与估值	2021A	2022E	2023E	2024E
营业总收入 (百万元)	496	329	912	1,245
同比	23%	-34%	177%	37%
归属母公司净利润 (百万元)	76	21	150	223
同比	-5%	-72%	611%	48%
每股收益-最新股本摊薄 (元/股)	0.41	0.11	0.82	1.21
P/E (现价&最新股本摊薄)	38.29	137.59	19.36	13.05

关键词: #进口替代

投资要点

- **臭氧设备行业龙头。**专精特新“小巨人”企业，臭氧发生器领军企业。2016-2021 年收入/归母净利润 CAGR 达 24%/18%。臭氧传统下游市政给水、市政污水、工业废水、烟气治理等 2021-2025 年 CAGR 13%，贡献稳健成长，新动能来自 1) 设备切入产品——设备龙头纵深高品质乙醛酸；2) 拓展新下游——横向拓展半导体清洗应用国产替代空间广阔。
- **高品质乙醛酸填补国产空白，设备工艺领先优势突出。**乙醛酸为医药 (青霉素等)、化妆品 (尿囊素等)、香料 (香兰素等)、农药等化学品的重要中间体，2020-2028 年全球市场 CAGR3.9%。折合成晶体计，2020 年全球需求约 16-17 万吨，中国需求 8-10 万吨。中国产能约 7.6 万吨，全部采用“乙二醛氧化法”生产乙醛酸溶液。随公司新疆 2.5 万吨高品质乙醛酸项目投运，公司成为国内唯一掌握高品质乙醛酸成规模制备企业。国林“臭氧氧化顺酐法”制备乙醛酸存在四大优势：1) **产品高品质转化效率高：**工艺路线优势使项目可制备高品质高纯度乙醛酸晶体，杂质污染少，可规模生产；2) **原材料供应充足价格稳定：**原材料成本占比超 60%，顺酐为主要原材料，新疆当地供应充足价格稳定；3) **优惠电价降低用能成本：**燃料及动力成本占比约 22%，项目享受优惠电价 0.3338 元/度，用能成本优势突出；4) **设备协同：**可充分发挥大型臭氧设备与 VPSA 现场制氧技术优势。乙醛酸项目投运支撑稳健成长。
- **半导体产业链国产替代趋势明确，清洗用臭氧设备打开新空间。**半导体产业转移&产业安全要求，半导体国产替代加速。臭氧发生器主要用于半导体清洗工序，作为绿色强氧化剂，臭氧清洗效率高&过程环保&适用大尺寸晶圆制造，湿法干法均可应用，参与清洗比例提升。2021 年国产化率仅 10%，我们预计 2030 年国产化率 95%基本实现国产化，则 2025 年/2030 年中国大陆半导体用臭氧发生器国产替代空间 1.6/3.7 亿美元 (11.2/25.6 亿元人民币，美元兑人民币汇率 7)，CAGR 达 37%。半导体用臭氧发生器对浓度、清洁度、自动化程度、稳定性都提出了远高于传统领域的技术要求。公司设备通过 1) 放电结构&混合单元优化大幅提高臭氧浓度 2) 陶瓷材质发生装置确保清洁度 3) 领先电源及检测技术实现高精度调节，实现国产替代性能基础。2022 年 7 月，公司样机进入清洗设备厂商稳定性测试，交付放量可期，2025 年/2030 年国产替代空间约为 2021 年公司设备销售收入的 2.3/5.2 倍。
- **盈利预测与投资评级：**我们预计 2022-2024 年公司归母净利润 0.21/1.50/2.23 亿元，同比变动 -72%/611%/48%，当前市值对应 PE138/19/13x (2022/12/19)，首次覆盖，给予“买入”评级。
- **风险提示：**乙醛酸项目爬坡节奏不及预期，设备验证周期过长，中低端臭氧发生器设备竞争加剧

股价走势



市场数据

收盘价(元)	15.82
一年最低/最高价	10.90/25.56
市净率(倍)	2.34
流通 A 股市值(百万元)	2,169.34
总市值(百万元)	2,911.13

基础数据

每股净资产(元,LF)	6.76
资产负债率(% ,LF)	23.10
总股本(百万股)	184.02
流通 A 股(百万股)	137.13

相关研究

## 内容目录

1. 臭氧设备龙头，积极拓展下游新赛道 .....	5
1.1. 臭氧设备龙头，积极拓展下游新赛道 .....	5
1.2. 掌握大型臭氧发生器核心技术，占据国产替代先机 .....	7
1.3. 营收增长稳定，下游行业需求轮动 .....	7
2. 传统下游稳定增长，设备工艺升级新领域可期 .....	11
2.1. 市政给水：饮用水新标落地，深度处理需求扩张 .....	11
2.2. 市政污水：2025 年深度处理占比达 95%，臭氧工艺优势体现 .....	13
2.3. 工业废水：工业用水需求和用水回用率提高，带动臭氧渗透率提高 .....	15
2.4. 烟气脱硝：非电行业超低排放改造刚性需求 .....	17
2.5. 新兴领域：设备工艺升级，新领域拓展可期 .....	18
3. 半导体产业链国产替代趋势明确，清洗用臭氧打开成长新空间 .....	20
4. 高品质乙醛酸填补国产空白，设备工艺领先优势突出 .....	26
5. 盈利预测与投资建议 .....	31
6. 风险提示 .....	34

## 图表目录

图 1:	国林科技发展历程.....	5
图 2:	公司股权结构图（截至 2022 年 9 月 30 日）.....	5
图 3:	臭氧系统设备.....	6
图 4:	臭氧系统应用领域.....	6
图 5:	2016-2022Q3 公司营业收入情况.....	8
图 6:	2016-2022Q3 公司归母净利润情况.....	8
图 7:	2016-2021 年公司营业收入结构.....	8
图 8:	2016-2021 年公司毛利结构.....	8
图 9:	2016-2021 年公司利润率水平较为稳定.....	9
图 10:	2016-2021 年公司各业务毛利率情况.....	9
图 11:	2016-2021 年公司费用情况.....	9
图 12:	2016-2021 年公司 ROE 及拆分.....	9
图 13:	2021 年公司营运能力提高.....	10
图 14:	2016-2021 年公司现金流情况.....	10
图 15:	半导体产业中心转移趋势.....	20
图 16:	2021-2022 年中国大陆 12 英寸晶圆厂月产能.....	20
图 17:	2017-2026 年中国大陆 12 英寸厂增量预测.....	20
图 18:	清洗贯穿芯片制造.....	21
图 19:	22nm 以下制程光刻和清洗是核心步骤.....	21
图 20:	半导体技术进步带动清洗步骤提升.....	21
图 21:	针对不同类型杂质，半导体清洗设备工艺可选择对应清洗介质与药剂.....	23
图 22:	盛美上海半导体清洗设备可根据工艺配置臭氧发生单元.....	23
图 23:	2022-2030 年半导体设备、清洗设备、清洗用臭氧设备市场空间测算.....	24
图 24:	宏源药业&国林科技乙醛酸产品售价.....	28
图 25:	2020-2021 年期间部分乙醛酸溶液供应商报价.....	28
图 26:	国林科技臭氧氧化顺酐法制备乙醛酸技术路径.....	29
图 27:	国林科技 2.5 万吨高品质乙醛酸项目产品及产量.....	29
图 28:	三种乙醛酸制备方法成本对比.....	30
图 29:	2010-2022/11 国内顺酐价格走势.....	30
图 30:	宏源药业乙醛酸销售业务毛利率.....	31
图 31:	国林科技 2.5 万吨高品质乙醛酸项目毛利率预测.....	31
表 1:	股权激励绑定核心员工，彰显发展信心.....	6
表 2:	大型臭氧发生器技术要求较高.....	7
表 3:	臭氧发生器市场空间测算.....	11
表 4:	臭氧活性炭工艺在市政给水深度处理中占主流.....	12
表 5:	臭氧活性炭工艺较膜工艺在运行成本上具有一定优势.....	12
表 6:	市政给水用臭氧设备市场空间测算.....	13
表 7:	电费是臭氧氧化工艺的主要运营成本.....	14
表 8:	市政污水用臭氧设备市场空间测算.....	14
表 9:	臭氧氧化工艺在工业废水处理中具有优势.....	15

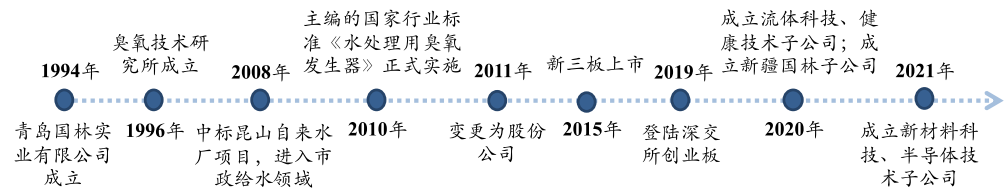
表 10:	工业废水用臭氧设备市场空间测算.....	16
表 11:	臭氧氧化工艺在 NO <sub>x</sub> 浓度较低的烟气处理中更具成本优势.....	17
表 12:	烟气治理用臭氧设备市场空间测算.....	18
表 13:	公司部分立项研发项目.....	19
表 14:	湿法清洗与干法清洗具体工艺路线梳理.....	22
表 15:	本土臭氧发生器龙头公司积极突破半导体用臭氧发生器技术难点.....	25
表 16:	乙醛酸下游应用领域.....	26
表 17:	全球乙醛酸供需测算表.....	27
表 18:	三种乙醛酸制备方法技术路线对比.....	28
表 19:	国林科技各业务收入毛利预测（亿元）.....	31
表 20:	可比公司估值对比（估值日 2022/12/19）.....	33

## 1. 臭氧设备龙头，积极拓展下游新赛道

### 1.1. 臭氧设备龙头，积极拓展下游新赛道

**臭氧设备龙头，专精特新小巨人。**1994年国林科技在青岛成立，1996年成立臭氧技术研究所。公司在臭氧发生器领域深耕多年，先后研制成功国产首台3kg/h大型中频臭氧发生器、全球第三家50kg/h大型臭氧发生器等，技术水平国内领先。公司负责、参与编制臭氧行业多项行业标准，产品以大型臭氧发生器为主，涵盖全系列臭氧发生器及臭氧系统设备。2021年7月，公司入选工信部专精特新“小巨人”企业名单。

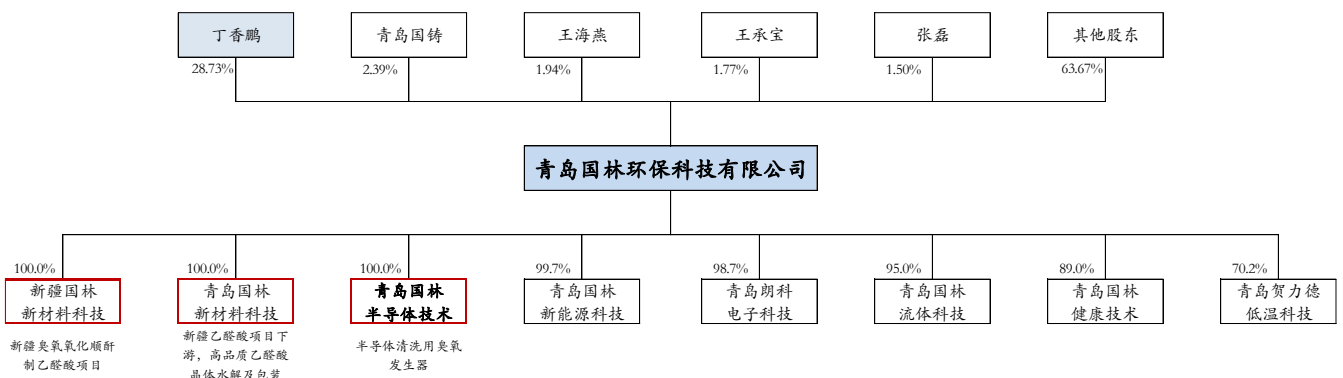
图1：国林科技发展历程



数据来源：公司官网，东吴证券研究所

**引领行业拓展臭氧应用新赛道。**臭氧发生器广泛应用于市政给水深度处理、市政污水处理、工业废水处理、烟气脱硝等领域，公司在国内率先开发自来水用臭氧发生器应用系统，引领行业积极进行下游拓展。2020-2021年间国林科技成立5家子公司，业务涵盖家用健康、流体科技、新材料、半导体技术等新领域，其中募投乙醛酸项目已试生产，半导体清洗用臭氧设备已进入客户验证阶段。

图2：公司股权结构图（截至2022年9月30日）



数据来源：公司公告，东吴证券研究所



图3: 臭氧系统设备



数据来源: 公司招股说明书, 东吴证券研究所

图4: 臭氧系统应用领域



数据来源: 公司招股说明书, 东吴证券研究所

**股权结构稳定, 股权激励彰显信心。**截止到 22 年第三季度, 公司第一大股东和实控人为公司创始人、董事长兼总经理丁香鹏, 持股比例为 28.73%; 2022 年公司发布股权激励计划, 向激励对象授予的限制性股票 401.40 万股, 授予价格经 2021 年度分红调整为 8.74 元/股。首次授予的限制性股票的考核年度为 2022-2024 年, 业绩考核目标以 2021 年净利润为基数, 2022/2023/2024 年公司归母净利润增长率不低于 50%/100%/200%, 对应 2022/2023/2024 年公司归母净利润 **1.1/1.5/2.2 亿元**。股权激励计划绑定核心员工, 彰显发展信心。

表1: 股权激励绑定核心员工, 彰显发展信心

股权激励方案				
方案说明	向激励对象授予的限制性股票数量为 223 万股, 股票来源为公司向激励对象定向发行公司 A 股普通股。			
授予价格	经 2021 年度分红调整为 8.74 元/股。			
期权行权条件	1) <b>第一个归属期 (40%)</b> : 以 2021 年净利润为基数, 2022 年公司归属于母公司所有者的净利润增长率不低于 50% ( <b>1.1 亿元</b> ) 2) <b>第二个归属期 (30%)</b> : 以 2021 年净利润为基数, 2023 年公司归属于母公司所有者的净利润增长率不低于 100% ( <b>1.5 亿元</b> ) 3) <b>第三个归属期 (40%)</b> : 以 2021 年净利润为基数, 2024 年公司归属于母公司所有者的净利润增长率不低于 200% ( <b>2.2 亿元</b> )			
授予名单				
姓名	职位	数量 (万股)	占授予股份	占总股本
肖盛隆	副总经理	10.80	2.7%	0.1%
孟阳	副总经理	10.80	2.7%	0.1%

时启庆	副总经理	10.80	2.7%	0.1%
刘本国	副总经理	10.80	2.7%	0.1%
王学清	副总经理	10.80	2.7%	0.1%
胡文佳	董事会秘书,副总经理	10.80	2.7%	0.1%
刘彦璐	财务总监	10.80	2.7%	0.1%
其他激励对象 (55人)	管理人员,核心技术(业务)骨干人员	271.80	67.7%	1.5%

数据来源：公司公告，东吴证券研究所

## 1.2. 掌握大型臭氧发生器核心技术，占据国产替代先机

**大型臭氧发生器技术门槛高，核心竞争者有限。**中小型臭氧发生器 (<1kg/h) 技术门槛较低，主营应用于空间消毒、小流量水处理和化工氧化等领域，国内竞争激烈；大型臭氧发生器对臭氧产生效率、设备稳定性、功耗等要求更高，存在较高技术壁垒。随着市政给水、市政污水处理、工业废水处理和烟气脱硝等行业的发展，单台 10kg/h 以上的大型臭氧发生器成为主流型号。主要的大型臭氧发生器竞争对手包括德国 Wedeco、瑞士 Ozonia、龙净新陆等。国林科技作为全球第三家 50kg/h 大型臭氧发生器制造商，技术水平先进，是首个进入市政给水高端应用领域的国产企业，在国内竞争中占据领先地位。

国林科技大型臭氧发生器技术水平处于国内国际第一梯队。与德国 Wedeco、瑞士 Ozonia 的大型臭氧发生器参数比较可以看出，国林科技在最高臭氧浓度、能耗等方面均与国际龙头接近，在冷却水用量上仍有一定差距。在与国内重要的臭氧发生器制造商龙净新陆设备对比上，国林科技具有一定的先发优势，空气源产品性能更优。

表2：大型臭氧发生器技术要求较高

品牌		Wedeco	Ozonia	龙净新陆	国林科技
规格 (kg/h)		1-300	1-250	1-120	1-120
额定最高臭氧浓度 (wt%)	氧气源	15%	16%	10% (20%)	10% (18%)
	空气源	5.30%	/	2% (4%)	3% (4.3%)
冷却水量/额定产量 (m <sup>3</sup> /kg)	氧气源	1.1	1.1	1.6	1.5-2
	空气源	1.1	/	4	3-4
臭氧能耗 (KWh/kg·O <sub>3</sub> )		7-9	7-9	≤7.5	7-10

注：括号内数字表示公司定制可达到的最高臭氧浓度；

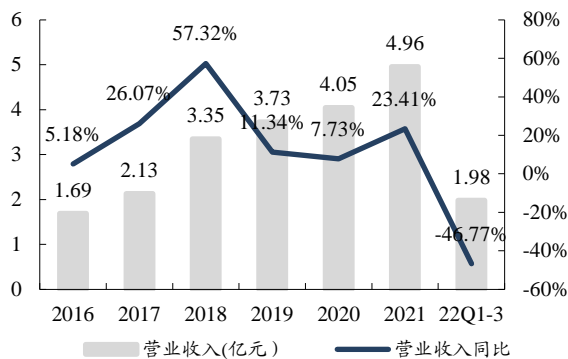
数据来源：公司官网，东吴证券研究所

## 1.3. 营收增长稳定，下游行业需求轮动

下游行业需求轮动，收入利润稳定增长。2021 年公司实现营业收入 4.96 亿元，同

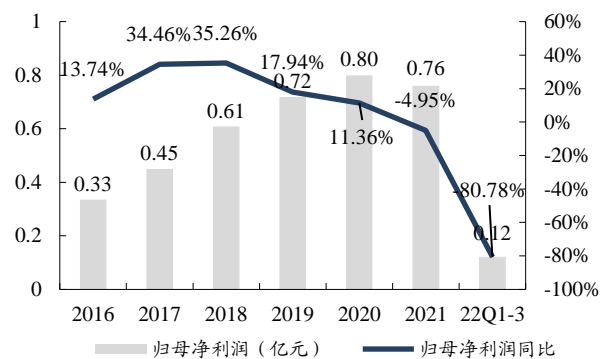
比增长 23.4%，实现归母净利润 0.76 亿元，同比下降 5.0%，收入规模维持稳定增长，2021 年受原材料价格上涨与乙醛酸项目筹备影响，归母净利润增速相对放缓。公司作为臭氧设备行业龙头，市政给水、市政污水、工业废水、烟气治理为公司产品下游主要下游，四大行业实现收入占比接近 90%。2016-2018 年受益烟气超低排放市场空间释放，烟气处理收入毛利占比最高。2018 年以来工业废水成为公司增长的主要动能。2021 年，公司工业废水收入/毛利占比分别为 39%/35%，其次分别为市政污水、市政给水、烟气治理，收入/毛利占比分别为 17%/16%，12%/15%，6%/6%。2022 年前三季度，疫情影响公司设备订单获取交付以及新疆乙醛酸项目爬坡，公司收入下滑同时因新疆项目建成转固带来成本费用提升，公司收入利润整体承压。随着疫情形式逐步向好，期待公司订单恢复、新疆项目爬坡带动业绩修复释放。

图5：2016-2022Q3 公司营业收入情况



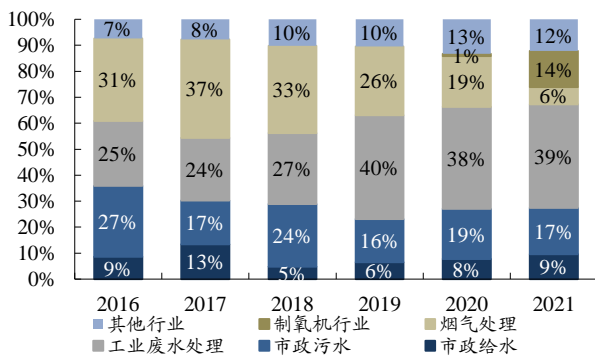
数据来源：公司公告，东吴证券研究所

图6：2016-2022Q3 公司归母净利润情况



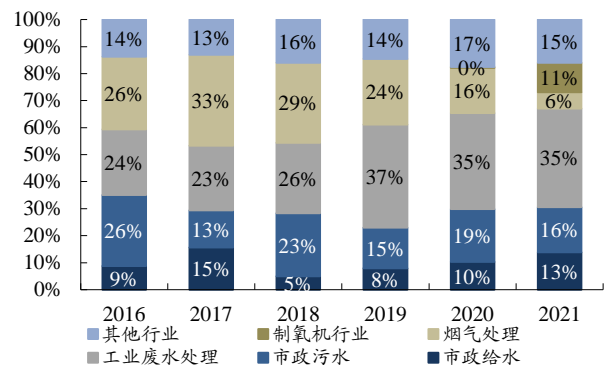
数据来源：公司公告，东吴证券研究所

图7：2016-2021 年公司营业收入结构



数据来源：公司公告，东吴证券研究所

图8：2016-2021 年公司毛利结构



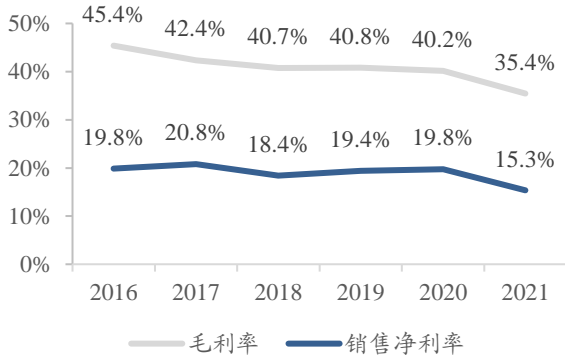
数据来源：公司公告，东吴证券研究所

利润率稳定。2017-2020 年公司毛利率维持 40% 以上，销售净利率接近 20%，利润



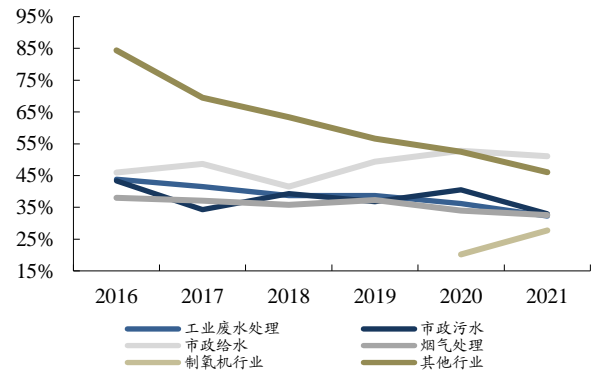
率较为稳定。2021 年受原材料价格上涨与乙醛酸项目筹备影响，利润率有所下滑。分下来来看，市政给水对臭氧工艺要求严格，设备壁垒较高，公司毛利率稳定上行。其他下游毛利率水平总体稳定，期待随着收入规模持续扩张，利润率上行。

图9：2016-2021 公司利润率水平较为稳定



数据来源：公司公告，东吴证券研究所

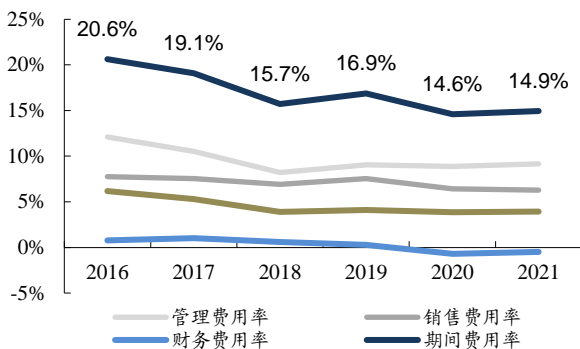
图10：2016-2021 公司各业务毛利率情况



数据来源：公司公告，东吴证券研究所

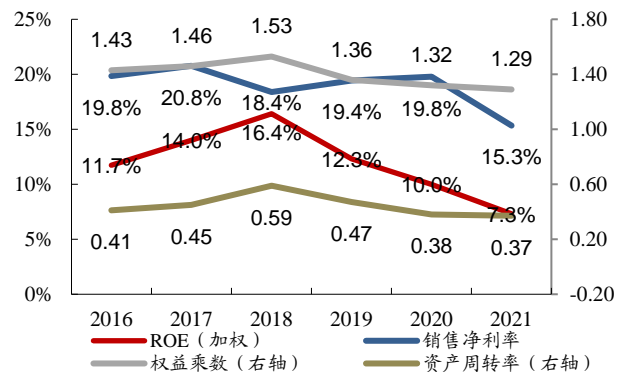
费用控制良好，ROE 整体稳定有望回升。16-21 年期间，期间费用率总计下降 5.7pct 至 2021 年 14.9%，整体费用管控有所见效。ROE 水平整体稳定，2021 年有所下降主要受销售净利率下降影响，预期随疫情逐步转好，设备订单修复&乙醛酸项目爬坡，加权 ROE 有望回升。

图11：2016-2021 公司费用情况



数据来源：公司公告，东吴证券研究所

图12：2016-2021 公司 ROE 及拆分

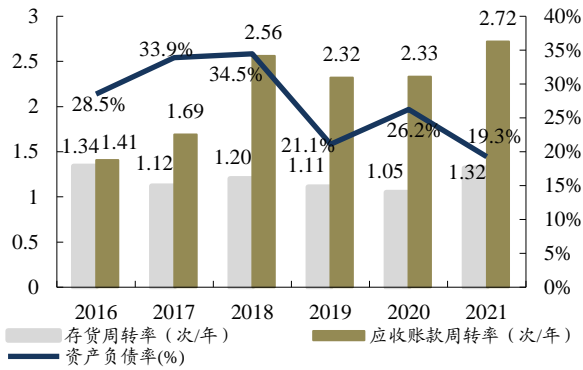


数据来源：公司公告，东吴证券研究所

21 年公司营运能力提高，现金流波动较大。2021 年公司存货周转率和应收账款周转率均有提升，分别达到 1.32 和 2.72 次/年，公司资产负债率较 2020 年下降 6.9pct。21

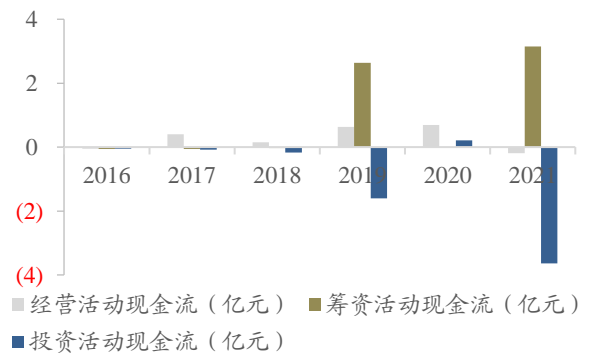
年公司经营活动现金流为-0.19 亿元，主要系随营收增长与原材料价格上涨，原材料采购额增加以及为筹备乙醛酸项目购置原材料增加导致现金支出增加所致。21 年投资活动现金流较 20 年大幅变化，为-3.64 亿，主要系筹备乙醛酸项目等工程建设投入资金增加；21 年筹资活动现金流大幅增长至 3.15 亿，主要系特定对象发行股票融资所致。

图13: 2021 年公司营运能力提高



数据来源：公司公告，东吴证券研究所

图14: 2016-2021 年公司现金流情况



数据来源：公司公告，东吴证券研究所

## 2. 传统下游稳定增长，设备工艺升级新领域可期

根据我们测算，臭氧发生器传统四大行业 2021-2025 年市场空间 CAGR 可达 13%，2025 年市场空间可达 24.5 亿元，其中，市政给水、市政污水、工业废水、烟气治理 2021-2025 年市场空间 CAGR 分别为 21%、18%、8%、10%。

随着臭氧产品性能提升，下游应用持续扩张，包括纸浆漂白臭氧发生器应用系统、半导体级高浓度臭氧水系统、光伏级高浓度臭氧水系统、电子级超纯臭氧气体发生器、家用臭氧水机等，**新领域拓展值得期待。**

表3: 臭氧发生器市场空间测算

臭氧设备市场空间测算	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	21-25CAGR	驱动因素
市政给水 (亿元)	2.2	3.1	3.6	4.1	4.7	21%	饮用水新标落地，深度处理需求扩张
市政给水 yoy	-1%	40%	16%	15%	14%		
市政污水 (亿元)	4.0	4.6	5.5	6.5	7.6	18%	深度处理占比提升，臭氧优势体现
市政污水 yoy		16%	20%	18%	17%		
工业废水 (亿元)	7.6	8.8	9.2	9.8	10.4	8%	工业用水需求&回用率提高，带动臭氧渗透率提高
工业废水 yoy		15%	4%	7%	7%		
烟气治理 (亿元)	1.2	1.3	1.5	1.6	1.7	10%	非电行业超低排放改造刚性需求
烟气治理 yoy		11%	10%	9%	8%		
合计 (亿元)	15.0	17.8	19.7	22.1	24.5	13%	
合计 yoy		19%	11%	12%	11%		
新兴行业	纸浆漂白臭氧发生器应用系统、 <b>半导体级</b> 高浓度臭氧水系统、 <b>光伏级</b> 高浓度臭氧水系统、 <b>电子级</b> 超纯臭氧气体发生器、 <b>家用</b> 臭氧水机、...						

数据来源：国家统计局，国家能源局，住建部，《2021-2030 年大气污染防治行业发展展望报告》，公司官网，公司公告，东吴证券研究所

### 2.1. 市政给水：饮用水新标落地，深度处理需求扩张

到 2025 年新增供水能力 290 亿立方米。为增强水资源承载能力与经济社会发展的适应性，2021 年 12 月水利部印发《关于实施国家水网重大工程的指导意见》，要求进一步提高城乡供水保障水平。根据国家统计局数据，2020 年全国供水能力为 1170.65 亿立方米，预计“十四五”期间供水能力将在此基础上提高 290 亿立方米，2021-2025 年供水量 CAGR 约为 3.8%。

**新版饮用水标准即将落地，深度处理需求增长。**为推动供水高质量发展，新修订的《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2022)于 2022 年 3 月发布，并将于 2023 年 4 月正式实施。新标取消了在水源或净水条件限制时部分指标限值的放宽，提高了水中游离氯余量及消毒副产物的指标限值。2019 年全国 298 家自来水管厂的采样调研结果显示，34%水

厂原水为 III-IV 水,原水耗氧量较高,必须采用深度处理技术才能满足水质标准的要求。而 2019 年调研中 298 个水厂深度处理率仅为 17.8%, 市政给水领域深度处理需求量仍存在较大的增长空间。

**表4: 臭氧活性炭工艺在市政给水深度处理中占主流**

指标	调研结果
样本量	298 家水厂
调研范围	涵盖全国 7 大流域
设计规模	中小型水厂 64.9% (10 万 m <sup>3</sup> /d 以下), 大型水厂 35.1%
原水水质	I-II 类水 66%, III-IV 类水 34%
总体工艺应用	64.1%仅采用常规处理工艺, 17.8%增设深度处理工艺
深度处理工艺应用	67.9%采用臭氧活性炭工艺, 28.3%采用膜处理工艺

数据来源: 中国城镇水务行业发展报告(2019), 东吴证券研究所

**臭氧活性炭工艺具有技术优越性, 对高耗氧量原水优势突出。**在市政给水领域, 臭氧活性炭工艺和膜工艺是主要的深度处理工艺, 2019 年臭氧活性炭工艺占深度处理工艺的 67.9%。膜工艺占 28.3%。相较膜工艺, 臭氧活性炭工艺对高耗氧量原水优势突出, 除难降解有机物能力高, 可除重金属离子; 而膜工艺在去除悬浮物、降低浊度等方面效果更佳。在投资和运行成本上, 臭氧活性炭工业主要投资为设备成本和臭氧接触池建设, 处理成本主要包括电费、维护费用和液氧费用; 膜工艺主要投资为膜材料和相关建筑物, 处理成本主要包括维护费用、膜更换费用, 废弃物处置费用等; 其中纳滤膜深度处理效果较超滤更好, 但其加压过滤工艺会带来较高的电费支出, 过滤产生的浓水也会增加处理成本。综合来讲, 臭氧活性炭工艺和膜工艺存在处理效果差异, 需根据原水水质等条件选择。

**表5: 臭氧活性炭工艺较膜工艺在运行成本上具有一定优势**

成本比较	市政给水	
	臭氧活性炭	纳滤膜工艺
投资成本 (元·t <sup>-1</sup> ·d)	800	1200
处理成本 (元·t <sup>-1</sup> )	0.23	0.625
其中: 可变成本 (元·t <sup>-1</sup> )	0.16	0.45

数据来源: 《某北方水厂深度处理改造中工艺路线的比选和工程实践》, 东吴证券研究所

我们预计 2025 年市政给水臭氧设备市场空间 4.7 亿元, 2021-2025 年 CAGR 为 20.7%。市政给水领域臭氧发生器品质要求较高, 以国外和国内龙头企业竞争为主, 竞争格局较好, 臭氧设备价格较高。我们参考国林科技给水工程中配套臭氧设备规模, 设备单价, 按照设备使用年限 10 年, 2021-2025 年, 深度处理比例每年提升约 5pct, 臭氧

工艺占比每年提升约 1pct 进行测算，我们预计 2022-2025 年市政给水领域臭氧设备市场空间为 3.1/3.6/4.1/4.7 亿元，同比增速 40.0%/16.0%/14.8%/13.8%。

表6：市政给水用臭氧设备市场空间测算

市政给水	2021A	2022E	2023E	2024E	2025E
<b>处理需求</b>					
年供水综合生产能力（亿吨）	1158	1231	1303	1376	1448
新增供水能力（亿吨）	-12	73	73	73	73
产能利用率	58%	55%	54%	54%	54%
年供水量（亿吨）	673	677	704	743	782
年供水量 YOY	7.0%	0.5%	4.0%	5.6%	5.3%
<b>臭氧渗透率</b>					
深度处理占比	29%	34%	39%	45%	50%
深度处理中臭氧活性炭工艺比例	70%	71%	73%	74%	75%
臭氧活性炭工艺渗透率	20.0%	24.2%	28.5%	32.9%	37.5%
渗透率提升	4.0%	4.2%	4.3%	4.4%	4.6%
<b>市场空间测算</b>					
臭氧设备规模/供水能力（kg/万吨·d）	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
臭氧存量规模（kg/h）	8399	10782	13444	16394	19643
臭氧设备需求：增量（kg/h）	1624	2383	2662	2950	3249
臭氧设备需求：存量更新（kg/h）	678	840	1078	1344	1639
臭氧设备需求：合计（kg/h）	2301	3223	3740	4295	4888
臭氧设备单价（万元/（kg/h））	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6
臭氧设备市场规模（亿元）	2.2	3.1	3.6	4.1	4.7
YOY	-1.2%	40.0%	16.0%	14.8%	13.8%

数据来源：住建部，公司官网，公司公告，东吴证券研究所

## 2.2. 市政污水：2025 年深度处理占比达 95%，臭氧工艺优势体现

到 2025 年，新增污水处理能力 2000 万吨/d。2021 年，国家发改委、住建部印发《“十四五”城镇污水处理及资源化利用发展规划》，要求县城污水处理率达到 95%以上，污水收集处理及资源化利用能力水平得到全面提升。

污水资源化利用要求提高，深度处理率有望增长。“十四五”规划要求，全国地级及以上缺水城市再生水利用率达到 25%以上，污水处理要满足回用的基本要求，就必须达到一级 A 及以上排放标准，因此设置深度处理环节至关重要。到 2025 年，预期城市污水深度处理率可达到 95%水平。

技术替代驱动力强，臭氧工艺除难降解有机物效果好。深度处理环节常见技术包括高级氧化法、生物法、物化法等，其中物化法包括絮凝沉淀等，可将污水中颗粒态和部



分胶体态以沉淀污泥的形式加以去除和回收，其提升改造成本低，但对溶解态 COD 去除能力有限；生物法主要采用生物膜法，基建和运维成本小，生物降解效果较好，但是产生大量污泥会增加处理成本。值得注意的是，随着经济社会的进步，市政污水中难降解有机物包括持久性有机污染物成为去除的难点，而高级氧化法除难降解有机物能力强，受到广泛选择。在高级氧化法中，化学氧化法需要较高的化学试剂投入，操作较复杂；臭氧氧化法具有显著优势，如自动化程度高，抗冲击负荷性能好，无污泥产生。将臭氧氧化与生物膜、超滤等工艺联合应用的耦合工艺，将是市政污水领域未来发展的重要方向之一。

表7：电费是臭氧氧化工艺的主要运营成本

成本比较	市政污水	
	臭氧氧化	超滤工艺
投资成本 (元·t <sup>-1</sup> ·d)	300	300-330
处理成本 (元·t <sup>-1</sup> )	0.24	0.21
其中：维护成本 (元·t <sup>-1</sup> )	0.01	0.07
其中：电力成本 (元·t <sup>-1</sup> )	0.23	0.12
其中：原料成本 (元·t <sup>-1</sup> )	—	0.02

数据来源：《银定庄污水厂深度处理工艺选择及运行实效》，东吴证券研究所

我们预计 2025 年市政污水臭氧设备市场空间 7.6 亿元，2021-2025 年 CAGR 为 17.6%。近年来，市政污水领域臭氧发生器已基本实现国产替代，随着竞争的激烈，臭氧设备单价有所下降。污水处理中，臭氧投加量与生活污水和工业废水比例关系较大，可在 3-25mg/L 范围内变化，且随着水质标准要求的严格有所提升，故臭氧设备选型较大，我们参考国林科技市政污水工程中配套臭氧设备规模，设备单价，按照设备使用年限 6~7 年，到 2025 年深度处理占比达到 95%，臭氧工艺占比持续提升进行测算，我们预计 2022-2025 年市政污水领域臭氧设备市场空间为 4.6/5.5/6.5/7.6 亿元，同比增速 15.7%/19.8%/18.1%/16.7%。

表8：市政污水用臭氧设备市场空间测算

市政污水	2021A	2022E	2023E	2024E	2025E
<b>处理需求</b>					
年市政污水综合处理能力 (亿吨)	758	776	795	813	831
新增污水处理能力 (亿吨)	54.8	18.3	18.3	18.3	18.3
产能利用率	81%	81%	82%	83%	84%
年处理量 (亿吨)	612	629	651	675	698
年供水量 YOY	9.8%	2.8%	3.6%	3.5%	3.5%
<b>臭氧渗透率</b>					

深度处理占比	70.0%	76.3%	82.5%	88.8%	95.0%
深度处理中臭氧活性炭工艺比例	28.0%	33.0%	38.0%	43.0%	48.0%
臭氧活性炭工艺渗透率	19.6%	25.2%	31.4%	38.2%	45.6%
渗透率提升	4.7%	5.6%	6.2%	6.8%	7.4%
<b>市场空间测算</b>					
臭氧设备规模/污水处理能力 (kg/万吨·d)	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
臭氧存量规模 (kg/h)	34598	45487	58004	72231	88246
臭氧设备需求: 增量 (kg/h)	10115	10888	12518	14226	16015
臭氧设备需求: 存量更新 (kg/h)	5190	6823	8701	10835	13237
臭氧设备需求: 合计 (kg/h)	15304	17711	21218	25061	29252
臭氧设备单价 (万元/(kg/h))	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
臭氧设备市场规模 (亿元)	4.0	4.6	5.5	6.5	7.6
YOY	30.8%	15.7%	19.8%	18.1%	16.7%

数据来源: 住建部, 公司官网, 公司公告, 东吴证券研究所

### 2.3. 工业废水: 工业用水需求和用水回用率提高, 带动臭氧渗透率提高

工业用水需求增长, 工业用水回用率提高。2020 年中国万元工业增加值用水量 32.9 吨,《工业水效提升行动计划》提出到 2025 年万元工业增加值用水量较 2020 年下降 16%, 工业领域节水持续推进。考虑全部工业增加值的稳定增长, 预计 2022-2025 年工业领域用水量需求总体稳定。同时, 为了提高资源利用率,《工业废水循环利用实施方案》提出到 25 年工业用水回用率要达到 94%左右, 对工业废水深度处理需求更高。

表9: 臭氧氧化工艺在工业废水处理中具有优势

	生物膜法	臭氧氧化法	芬顿法
技术简介	污染物通过附有微生物的载体并被降解	臭氧作为氧化剂或臭氧经催化生成羟基自由基	过氧化氢经催化生成羟基自由基
优势	污染物吸附和降解的能力较好; 基建和运维成本小	效率高, 装置占地小, 无药剂成本, 去除难降解有机物能力强	对周围环境的要求较低, 能有效降解有机物
劣势	脱氮除磷能力有限, 降解效率受季节影响; 产生污泥量大	有机物降解不完全, 可能产生有毒物质; 设备成本高	铁离子易形成络合物, 影响反应进程, 并产生二次污染; 药剂成本高

数据来源: 《银定庄污水厂深度处理工艺选择及运行实效》, 东吴证券研究所

臭氧氧化较传统高级氧化工艺具有优越性。随着工业废水处理和工业用水回用要求的提高, 工业废水深度处理率不断提升。如前所述, 深度处理工艺中, 高级氧化法具有

降 COD 能力强，可去除难降解有机物等优点，在纺织印染、皮革、电镀、医药等行业的废水处理中得到了广泛应用。臭氧氧化较传统化学氧化工艺，无药剂成本，不会产生复杂的化学产物，有利于出水回用，具有技术替代趋势。

我们预计 2025 年工业废水臭氧设备市场空间 10.4 亿元，2021-2025 年 CAGR 为 8.2%。不同行业的工业废水在化学需氧量、重金属浓度、色度、浊度等方面存在较大差异，臭氧投加量可在 10-300mg/L 范围内变化。根据工程经验臭氧投加量和化学需氧量之比取为 3，工业废水化学需氧量进行测算，我们按照设备使用年限 6-7 年，2022 年深度处理占比即达到 100%，臭氧工艺占比持续提升进行测算，我们预计 2022-2025 年工业废水领域臭氧设备市场空间为 8.8/9.2/9.8/10.4 亿元，同比增速 15.0%/4.3%/7.1%/6.6%。

表10: 工业废水用臭氧设备市场空间测算

工业废水	2021A	2022E	2023E	2024E	2025E
<b>处理需求</b>					
全部工业增加值（亿元）	372575	394930	418625	443743	470367
万元工业增加值用水量（立方米）	31.8	30.8	29.7	28.7	27.6
工业用水量（亿立方米）	1187	1216	1245	1273	1300
工业废水排放量（亿吨）	296	304	311	318	325
工业废水产生率	25%	25%	25%	25%	25%
亿吨工业废水所含化学需氧量（万吨）	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
工业废水化学需氧量（万吨）	59.3	60.7	62.2	63.6	64.9
化学需氧量 YOY	1.4%	2.5%	2.4%	2.2%	2.1%
<b>臭氧渗透率</b>					
深度处理占比	95.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
深度处理中臭氧活性炭工艺比例	24%	25%	27%	29%	31%
臭氧活性炭工艺渗透率	22.8%	25.0%	27.0%	29.0%	31.0%
渗透率提升	2.1%	2.2%	2.0%	2.0%	2.0%
<b>市场空间测算</b>					
臭氧投加量/化学需氧量	3	3	3	3	3
臭氧消耗量（万吨）	40.5	45.6	50.4	55.3	60.4
臭氧存量规模（kg/h）	111064	124821	138009	151564	165436
臭氧设备需求：增量（kg/h）	11584	13756	13189	13555	13871
臭氧设备需求：存量更新（kg/h）	16660	18723	20701	22735	24815
臭氧设备需求：合计（kg/h）	28244	32479	33890	36289	38687
臭氧设备单价（万元/（kg/h））	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
臭氧发生器市场规模（亿元）	7.6	8.8	9.2	9.8	10.4
YOY		15.0%	4.3%	7.1%	6.6%

数据来源：国家统计局，生态环境部，公司官网，公司公告，东吴证券研究所

## 2.4. 烟气脱硝：非电行业超低排放改造刚性需求

非电烟气治理存在刚性需求，火电装机稳定增长。大气污染防治仍是我国环保的重点攻坚方向之一。《“十四五”工业绿色发展规划》要求，深入推进钢铁行业超低排放改造，稳步实施水泥、焦化、玻璃等行业超低排放改造；到 2025 年，完成 5.3 亿吨钢铁产能、4.6 亿吨焦化产能的清洁生产改造。碳达峰和碳中和目标下，钢铁、水泥、玻璃建材等非电力行业烟气处理存在刚性需求。近期缺电频发，构建新能源电力系统过程中，火电作为基础电源的重要性进一步突出，火电投资火电装机规模预计 2022-2025 年维持稳定。

臭氧氧化法在设备改造难度、中低温烟气治理等方面具有一定优势。尽管 SCR、SNCR 等还原脱硝法在火电领域处于主流地位，近年来，臭氧氧化法逐渐体现出其独特优势：便于在成熟湿法烟气脱硫 WFGD 技术基础上进行改造，工程量小，工期短；反应迅速彻底，无二次污染；可同时去除 VOCs、汞、二噁英等；无须贵金属催化剂，较 SCR 法运营成本低等。除此之外，臭氧氧化法对于中低温烟气具有更好的脱硝能力，适用于非电行业治理需求。

表11：臭氧氧化工艺在 NOx 浓度较低的烟气处理中更具成本优势

成本比较	烟气脱硝		
	臭氧氧化	SCR	SNCR
投资及运行成本（元/kgNO <sub>x</sub> ）	7.644+27.636*P	980/(C-S)+7.827+0.411*P	980/(C-S)+5.075+1.027*P
P: 催化烟气中 NO/NO <sub>x</sub> 质量百分比	P 越低，三者成本越低		
C: 入口 NO <sub>x</sub> 浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	C 较低时，臭氧法成本更低；C 较高时，SNCR 法成本较低		
S: 要达到的脱硝标准 (mg/m <sup>3</sup> )	≤240		

数据来源：《燃煤电厂烟气脱硝工艺的技术经济评价研究》，东吴证券研究所

我们预计 2025 年烟气治理臭氧设备市场空间 1.7 亿元，2021-2025 年 CAGR 为 9.8%。尽管 SCR、SNCR 等还原脱硝法仍将占据烟气脱硝主流地位，随着非电行业超低治理工程的进行，臭氧氧化法市场规模亦将随之扩大。我们按照火电烟气治理单位万千瓦臭氧消耗量 1.8kg/h，非电烟气治理中脱硝投资占 32%，对烟气治理脱硝市场进行测算，考虑臭氧工艺渗透率维持 1%，我们预计 2022-2025 年烟气脱硝领域臭氧设备市场空间为 1.3/1.5/1.6/1.7 亿元，同比增速 11.1%/10.2%/9.3%/8.5%。

表12: 烟气治理用臭氧设备市场空间测算

烟气脱硝	2021A	2022E	2023E	2024E	2025E
<b>处理需求</b>					
火电: 新增装机容量 (万千瓦)	4628	4000	4000	4000	4000
非电: 钢铁烟气治理市场空间 (亿元)	180	200	220	240	260
非电: 焦化烟气治理市场空间 (亿元)	10	12	13	15	16
非电: 水泥烟气治理市场空间 (亿元)	121	135	149	163	177
非电: 玻璃烟气治理市场空间 (亿元)	10	12	14	16	18
非电: 垃圾焚烧烟气治理市场空间 (亿元)	46	51	56	61	66
非电: 合计市场空间 (亿元)	367	410	452	495	537
脱硝投资占比	32%	32%	32%	32%	32%
非电: 脱硝市场空间 (亿元)	117	131	145	158	172
<b>臭氧渗透率</b>					
火电: 臭氧工艺渗透率	1%	1%	1%	1%	1%
非电: 臭氧工艺渗透率	1%	1%	1%	1%	1%
<b>市场空间测算</b>					
火电: 单位万千瓦臭氧消耗量 (kg/h)	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
火电: 臭氧消耗量 (kg/h)	83	72	72	72	72
臭氧设备单价 (万元/(kg/h))	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83
火电: 臭氧发生器市场规模 (亿元)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
非电: 臭氧发生器市场规模 (亿元)	1.17	1.31	1.45	1.58	1.72
臭氧发生器市场规模 (亿元)	1.2	1.3	1.5	1.6	1.7
YOY	13.5%	11.1%	10.2%	9.3%	8.5%

数据来源: 国家能源局,《2021-2030年大气污染防治行业发展展望报告》,公司公告,东吴证券研究所

## 2.5. 新兴领域: 设备工艺升级, 新领域拓展可期

**臭氧产品性能提升, 下游应用持续扩张。**臭氧作为一种优质、绿色的氧化剂, 下游领域广阔, 除传统四大下游以外, 工业氧化、泳池、食品加工空间消毒、畜牧养殖、粮仓消毒、冷库冷链消毒等均存在较大应用空间。根据国林科技 2022 年半年报公告的立项研发项目, 我们可以看到一方面公司持续对于超大型臭氧发生系统进行研制, 另一方面提升臭氧发生浓度持续拓展设备应用下游, 包括纸浆漂白臭氧发生器应用系统、半导体级高浓度臭氧水系统、光伏级高浓度臭氧水系统、电子级超纯臭氧气体发生器、家用臭氧水机等。2016-2021 年国林科技其他行业营业收入 CAGR 达 37%, 高于四大下游 2016-2021 年营业收入 CAGR (工业废水、市政给水、市政污水、烟气处理分别为 36%、26%、14%、-10%), 展现出较好成长性。新兴领域拓展值得期待。



表13: 公司部分立项研发项目

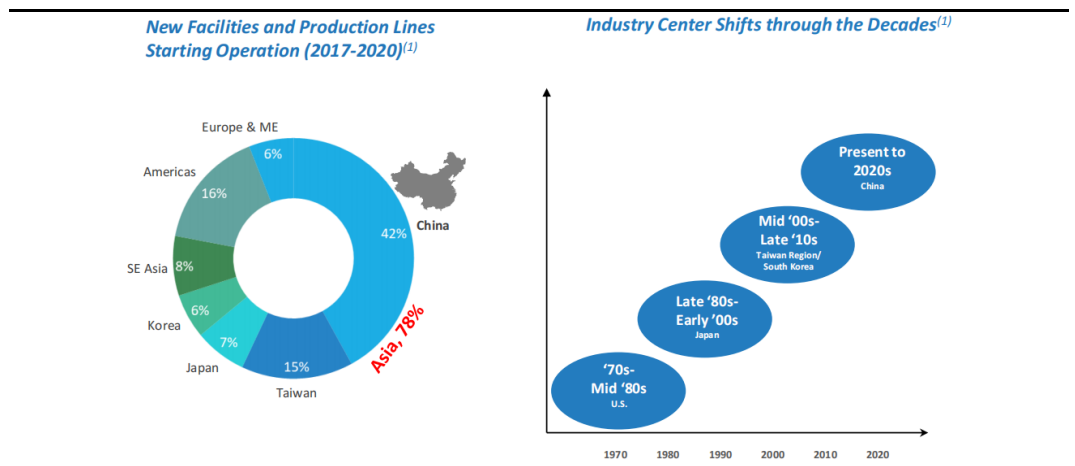
序号	项目名称	项目进展
1	超大型臭氧发生系统研制	图纸、配置表完成并下发
2	家用水机: 小型 (40*40)	2022年7月做初版电控安装样机实验, 着重推进, 进展较快, <b>配合新冠病毒检测</b>
3	家用水机: 大型 (1.2*0.7)	管路整改完毕, 电控正在软件设计中, 线路重新调整正在整改
4	医用制氧机	电气安全检测基本完成, 电磁兼容已经开始, 壳体设计、结构设计正在做最后的图纸确认
5	高浓度臭氧发生器的研制	该项目正在最终标准样机组装、测试中
6	<b>半导体用</b> 高浓度臭氧水机的研制	该项目正在最终标准样机组装、测试中
7	<b>光伏用</b> 高浓度臭氧水机的研制	该项目正在最终标准样机组装、测试中

数据来源: 公司公告, 东吴证券研究所

### 3. 半导体产业链国产替代趋势明确，清洗用臭氧打开成长新空间

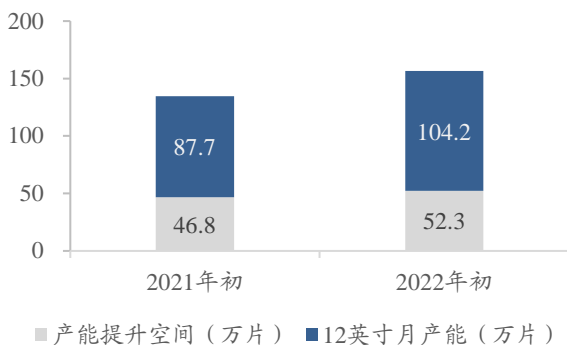
半导体产业转移&产业链安全，半导体清洗设备及核心零部件国产替代空间广阔。半导体产业中心从美国、日韩、中国台湾向中国大陆转移，中国大陆成为全球晶圆新增产能中心。根据盛美半导体投资者交流材料，2017-2020年期间中国新投产晶圆产能占比达42%，扩张迅猛。根据JW Insights统计，2022年初中国大陆共有23家12英寸晶圆厂正在投入生产，总产能104.2万片/月，与规划总产能156.5万片/月相比仍有较大扩产空间。此外JW Insights预测试图覆盖未来增量市场，中国大陆2022-2026年将新增25座12英寸晶圆厂，总规划产能160万片/月，较当前产能提高165%。中国大陆晶圆厂积极扩产带动中国大陆半导体设备销售高增。2022年10月7日，美国商务部宣布了新的半导体限制措施，波动的国际形势下，半导体行业限制措施颁布的频次加快，影响加深，半导体产业链安全重要性提到新高度，半导体产业链国产替代加速。

图15: 半导体产业中心转移趋势



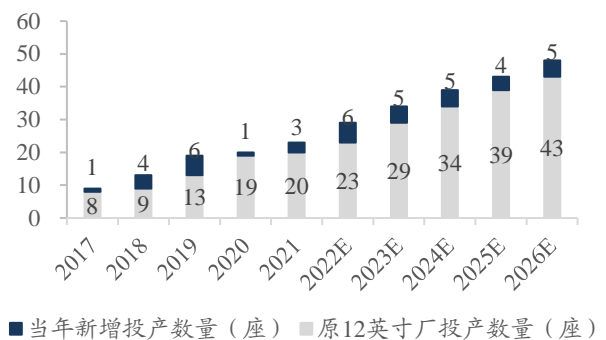
数据来源：盛美半导体，东吴证券研究所

图16: 2021-2022年中国大陆12英寸晶圆厂月产能



数据来源：JW Insights，东吴证券研究所

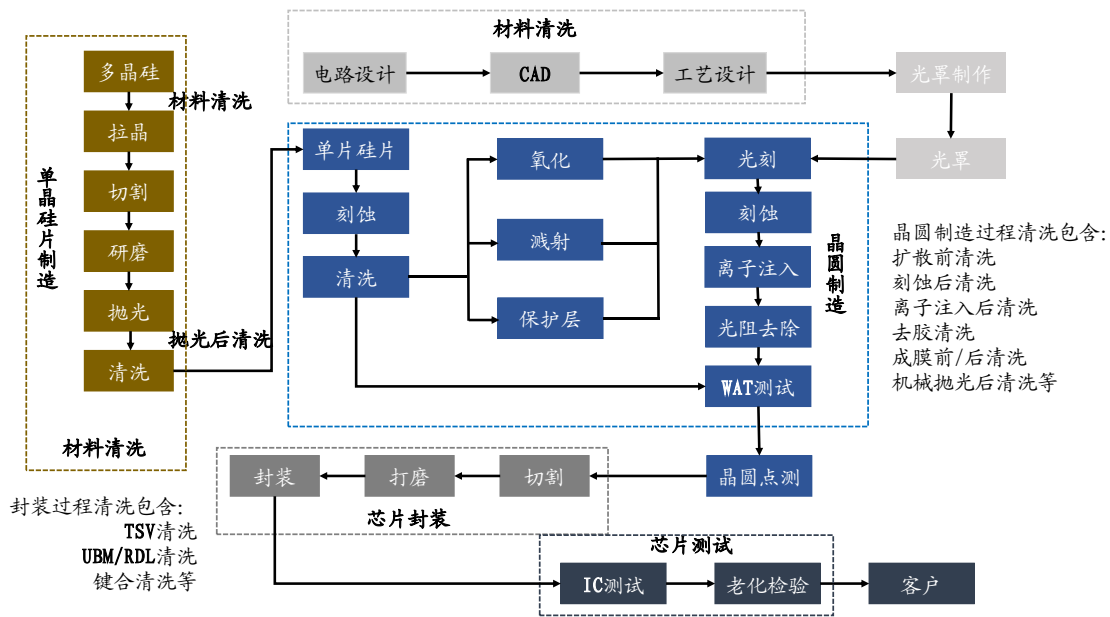
图17: 2017-2026年中国大陆12英寸厂增量预测



数据来源：JW Insights，东吴证券研究所

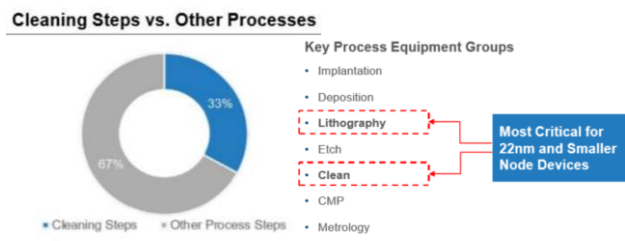
清洗贯穿芯片制造，工艺制程升级清洗重要性提升。清洗是贯穿半导体产业链的重要工艺环节，用于去除半导体硅片制造、晶圆制造和封装测试中每个步骤可能存在的杂质，确保芯片良率与产品性能。当前在光刻、刻蚀、沉积等重复性工序后均设置了清洗工序，清洗步骤数量约占所有芯片制造工序步骤的30%以上，是所有芯片制造工艺步骤中占比最大的工序。随着工艺制程升级，芯片结构复杂度不断提升，晶圆制造工艺更加精密化，清洗工序数量和重要持续提升。

图18: 清洗贯穿芯片制造



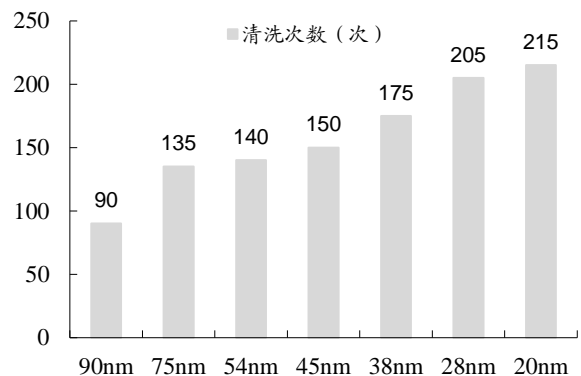
数据来源：盛美上海招股书，东吴证券研究所

图19: 22nm以下制程光刻和清洗是核心步骤



数据来源：盛美半导体，东吴证券研究所

图20: 半导体技术进步带动清洗步骤提升



数据来源：SEMI，东吴证券研究所

湿法清洗占主流，未来湿法干法并存发展。湿法清洗与干法清洗通过清洗介质进行

区分，湿法主要是采用特定的化学药液和去离子水，对晶圆表面进行无损伤清洗，同时可采用超声波、加热、真空等辅助技术手段；干法清洗则不使用化学溶剂，以氧气等离子气体、化学试剂的气相等效物、高能束流状物质等进行清洗。目前湿法清洗为主流的清洗技术路线，占芯片制造清洗步骤梳理的 90%以上，少量特定步骤采用湿法、干法相结合的方式，取长补短构建清洗方案。

表14: 湿法清洗与干法清洗具体工艺路线梳理

类别	清洗方式	清洗介质	工艺简介
湿法	溶液浸泡法	化学药液	主要用于槽式清洗设备，将待清洗晶圆放入溶液浸泡
	机械刷洗法	去离子水	配置专用刷洗器，配合去离子水利用刷头与晶圆表面摩擦
	二流体清洗	SC-1 溶液、去离子水等	精细化水气二流体雾化喷嘴，通入液体介质和高纯氮气，氮气辅助液体微雾化成极微细的液体粒子喷射至晶圆表面
	超声波清洗	化学溶剂+超声辅助	在超声波下清洗（工艺频率 20-40kHz）
	兆声波清洗	化学溶剂+兆声波辅助	在兆声波下清洗（工艺频率 1-3MHz）
	批式旋转喷淋法	去离子水或清洗液，高压喷淋	配置转盘，旋转过程中液体喷柱不断向圆片表面喷淋液体
干法	等离子清洗	氧气等离子体	强电场使氧气产生等离子体，迅速气化光刻胶并抽走
	气相清洗	化学试剂的气相等效物	利用湿法工艺中对应物质的气相等效物
	束流清洗	高能束流状物质	利用高能量的呈束流状的物质流

数据来源：盛美上海招股书，东吴证券研究所

湿法、干法均可采用臭氧工艺，清洗效率高、过程环保、适用大尺寸晶圆制造。半导体清洗主要用于清除制造过程中的颗粒、金属、有机物、氧化物杂质等。臭氧作为新一代绿色优质的强氧化剂，逐步被应用于半导体清洗当中：1) 湿法清洗中，工艺通常大量使用 NH<sub>4</sub>OH、HCL、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 等试剂，引入超声波、兆声波达到清洗目的。在此过程中，所用试剂会造成过多氧化硅或单晶硅层损失，超声波能量会破坏晶圆的某些结构，而降低超声波能量与溶液浓度又会影响污染物去除效率。同时，大量使用化学试剂，会使废液废水的排放不断增加。使用臭氧作为优质氧化剂，一方面可以氧化有机物形成二氧化碳和水，并在晶圆表面迅速形成致密的氧化膜，配合氢氟酸可有效清除金属污染和氧化膜及氧化膜上颗粒，避免使用大量化学试剂和纯水，清洗较为环保。例如，在传统 IMEC 工艺中，出于环保与清洗效率考虑，用 DI-O<sub>3</sub> 臭氧化去离子水代替浓硫酸混合物，较好去除有机污染物的同时，减少了化学品的消耗量，避免了硫酸浴后较困难的冲洗步骤。2) 干法清洗中可采用 UV/O<sub>3</sub> 紫外-臭氧清洗，利用紫外线分解形成臭氧氧化清除有机污染物，取得良好清洗效果的同时对硅片表面无损害，在清洗过程中加入 HF，也可以较好清除无机杂质与金属杂质。传统湿法清洗化学药剂消耗大，环境污染严重，清洗均一性的控制难度也随晶圆尺寸的扩大而提升，臭氧参与清洗将有效提升清洗效率，清洗过程绿色环保，保障清洗均一性适用于大尺寸晶圆制造。但臭氧自身强烈的腐蚀性和氧化性，对于清洗设备制造提出更高的要求，臭氧发生器购置成本也远高于化学试剂成本，经济性问题阻碍了臭氧工艺的进一步推广。

图21: 针对不同类型杂质, 半导体清洗设备工艺可选择对应清洗介质与药剂

污染物		颗粒杂质	金属杂质	有机物杂质	氧化物杂质
来源		主要包括刻蚀杂质、光刻胶、聚合物等, 在晶圆表面通过范德瓦耳斯力吸附	金属杂质以化学试剂、管道、器皿等为主要来源, 另外在晶圆加工过程中, 金属互联形成的过程中也会有金属杂质形成	清洗溶剂、光刻胶、真空脂、机械油、细菌、人皮肤油脂等, 这些物质在原片表面可能形成有机物薄膜	晶圆与空气中的水、氧气等成分接触, 在其表面会有自然氧化层形成, 其中也可能残留一些金属杂质
<b>湿法</b>					
RCA	① SPM			✓	
	② DHF				✓
	③ SC-1	✓			
	④ SC-2		✓		✓
IMEC	① 浓H2SO4	✓		✓	
	改良① DI-O3			✓	
	② HF+HCL	✓	✓		✓
	③ 稀释HCL/O3混合物		✓		
臭氧微泡法	① DI-O3	✓		✓	
单晶片清洗	① DI-O3/DHF	臭氧化的去离子水产生氧化硅, 稀释的HF清除颗粒和金属污染物。臭氧化的去离子水可氧化去除有机物杂质。			
<b>干法</b>					
干冰清洗		✓		✓	
UV/O3紫外-臭氧清洗				✓	
气相清洗		高温气化清洗剂, 温度差异发生冷凝溶解掉材料表面的杂质			
束流清洗技术		✓		✓	

数据来源: 《硅片清洗技术的研究进展》, 《半导体 IC 清洗技术》, 东吴证券研究所

图22: 盛美上海半导体清洗设备可根据工艺配置臭氧发生单元

产品			
	SAPS兆声波清洗设备	单晶圆清洗设备	TAHOE清洗设备
应用	应用于集成电路先进技术节点的平面和图形晶圆	应用于先进集成电路制造, 包括逻辑电路, 存储器以及功率器件制造	应用于去胶和先进清洗
药剂	最多可配5种清洗药液, 如: DHF, SC1, SC2, <b>DIO3</b> , BOE, Solvent, HF/HNO3, ...	最多可配至5种清洗药液, 如: DHF, DSP+, f-DIW, FOM, SC1, SC2, <b>DIO3</b> , ST250, EKC580, NE111, IPA或配方药液; 集成式药液供给模块	单片晶圆腔体内可配置通用药液比如DHF, SC1, SC2和 <b>O3</b>

数据来源: 盛美上海官方网站, 东吴证券研究所



**半导体用臭氧发生器国产替代空间超 25 亿元，半导体需求释放可期。**根据 SEMI 数据，2021 年全球半导体设备市场规模 1026 亿美元，中国半导体设备销售占比 29%，清洗设备价值量占比 5%，中国大陆半导体清洗设备市场空间达 15 亿美元。考虑臭氧发生器占半导体清洗设备价值的比例为 15%，我们预计 2025 年/2030 年中国大陆半导体用臭氧发生器市场空间约 3.4 / 3.8 亿美元。根据国林科技公告，预计 2021 年半导体清洗用臭氧设备国产化率仅 10%左右，假设清洗设备核心零部件国产化率快速提升，至 2030 年国产化率达 95%，我们预计 2025 年/2030 年中国大陆半导体用臭氧发生器国产替代空间 1.6/3.7 亿美元（11.2/25.6 亿元人民币，美元兑人民币汇率维持 7），较传统臭氧下游市场空间弹性超 100%，2021-2030 年国产替代空间 CAGR 达 37%。

图23: 2022-2030 年半导体设备、清洗设备、清洗用臭氧设备市场空间测算

项目	2020A	2021A	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
<b>一、半导体设备市场空间</b>											
全球 (亿美元)	712	1026	1175	1208	1242	1277	1313	1350	1387	1426	1466
YOY	19%	44%	15%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
中国大陆 (亿美元)	187	296	376	423	435	447	459	472	486	499	513
YOY		58%	27%	12%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
中国大陆占比	26%	29%	32%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%
<b>二、半导体清洗设备市场空间</b>											
半导体清洗设备占比	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
全球 (亿美元)	35.6	51.3	58.8	60.4	62.1	63.8	65.6	67.5	69.4	71.3	73.3
YOY	19%	44%	15%	3%	5%	105%	205%	305%	405%	505%	605%
中国大陆 (亿美元)	9.4	14.8	18.8	21.1	21.7	22.3	23.0	23.6	24.3	25.0	25.7
YOY		58%	27%	12%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
<b>三、半导体清洗用臭氧设备市场空间</b>											
臭氧设备占比	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
全球 (亿美元)	5.3	7.7	8.8	9.1	9.3	9.6	9.8	10.1	10.4	10.7	11.0
YOY	19%	44%	15%	3%	5%	105%	205%	305%	405%	505%	605%
中国大陆 (亿美元)	1.4	2.2	2.8	3.2	3.3	3.4	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8
YOY		58%	27%	12%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
国产化率	5%	10%	19%	29%	38%	48%	57%	67%	76%	86%	95%
国产设备市场空间 (亿美元)	0.1	0.2	0.5	0.9	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2	3.7
国产设备市场空间 (亿元人民币)	0.5	1.6	3.8	6.4	8.7	11.2	13.8	16.5	19.4	22.4	25.6
YOY		216%	147%	67%	36%	28%	23%	20%	17%	16%	14%

数据来源：SEMI，东吴证券研究所

注：美元兑人民币汇率维持 7

**半导体用臭氧发生器技术要求高，本土龙头公司实现突破。**半导体用臭氧发生器对于臭氧的浓度、清洁度、自动化程度、稳定性都提出了远高于传统领域用臭氧发生器的要求。预计 2021 年半导体清洗用臭氧发生器国产化率仅为 10%左右，市场主要被美国 MKS 及德国安索罗斯等国外厂商占据。国林科技作为臭氧发生器行业龙头，在传统下游要求相对较高的市政供水细分领域，目前仅有国林科技可与海外企业直接竞争，已形成国产替代。对于原水耗氧量较高的污废水领域，臭氧设备规模可达上百 kg/h，公司也已成为国内最早研制出 50kg/h 及以上的臭氧发生器的公司。2021 年 12 月，国林科技设立全资子公司青岛国林半导体技术有限公司，国产设备正式进入半导体清洗领域，设备

在**浓度、清洁度、自动化水平、稳定性**等重点方面均已实现突破。2022年7月，公司样机已进入下游清洗厂商稳定性测算阶段。龙头公司实现半导体用臭氧发生器国产替代突破，下游空间打开，参考前文半导体清洗用臭氧发生器市场空间测算，**2025年/2030年国产替代空间约为2021年公司设备销售收入的2.3/5.2倍。**

**表15: 本土臭氧发生器龙头公司积极突破半导体用臭氧发生器技术难点**

技术难点	技术要求	国林科技
高浓度	满足高浓度臭氧水(10~100mg/L) 需要高浓度臭氧(200~300mg/L)	板式放电替代管式放电提高反应效率； <b>超纯高效混合单元</b> 臭氧水溶最高浓度可达 <b>80-150mg/L</b>
高清洁度	放电间隙不存在任何金属、有机物、无机物保证清洁	设计制造 <b>陶瓷材质发生装置</b> ，公告“一种臭氧发生器用板式电极及其制备方法和应用”发明专利，该技术制备的臭氧浓度高且不含金属离子
自动化水平	臭氧浓度的流量、压力、放电功率 需要自动控制	<b>高频逆变电源技术</b> ：实现高浓度臭氧气体及功率精确调节 <b>非接触液位检测技术</b> ：对较小液位也可实时精确检测 <b>在线臭氧水溶浓度检测技术</b> ：实现在线全流量臭氧水溶浓度监测，测量范围可达150ppm
高稳定性	保障设备稳定安全	国林科技为国内首家进入客户验证阶段的公司

数据来源：《面向硅片清洗技术的高浓度臭氧产生装置》，公司公告，东吴证券研究所

#### 4. 高品质乙醛酸填补国产空白，设备工艺领先优势突出

乙醛酸项目试生产，公司将成为国内唯一成规模高品质乙醛酸制备企业。2021年3月，公司发布公告，募投3.6亿用于2.5万吨高品质乙醛酸项目，2022年6月，公司公告年产2.5万吨高品质晶体乙醛酸（折合水溶液4万余吨）项目试生产，随产能逐步爬坡，公司将成为国内乙醛酸生产规模较大且唯一掌握高品质乙醛酸成规模制备的企业。

乙醛酸下游应用广泛，未来市场前景良好。乙醛酸是一种有机物，分子式为 $C_2H_2O_3$ ，分子量为74.04，广泛用于医药、香料和农药方面，下游各个行业对乙醛酸不断增长的需求正推动全球乙醛酸市场的发展。根据《美通社》网站预测，2028年乙醛酸市场价值将达到15亿美元，在预测期内（2020-2028）复合增长率为3.9%，乙醛酸未来市场前景良好。

表16：乙醛酸下游应用领域

领域	具体应用范围
医药/化妆品	乙醛酸在医药上是具有多种功用的药物，既可以直接使用，也可以用作添加剂，如合成口服青霉素等；也可用于化妆品行业，如合成尿囊素（用做皮肤创伤的良好愈合剂、高档化妆品的添加剂以及植物生长调节剂等）等。
香料	可用于合成香兰素、乙基香兰素、洋茉莉醛（胡椒醛）、对甲氧基苯甲醛（茴香醛）等；香兰素和乙基香兰素是香料工业中最大的品种之一，可用作香皂、香烟、糕点、糖果等产品的调香剂和定香剂、日用化学品香精、食品的赋香等。
农药	可用于生产草甘膦、草特伦、稀虫灵、啮硫磷、禾草克等农药，在农药除草剂等方面发挥积极的效应。

数据来源：公司募集说明书，东吴证券研究所

国内乙醛酸需求占全球50%以上，产能集中在普通产品，高品质产品依赖进口，公司乙醛酸项目投产将有效降低我国高品质乙醛酸进口依存度。据公司募投说明书披露，2020年全球年需求约为2万吨高品质晶体乙醛酸、3万吨高品质乙醛酸水溶液、20万吨普通乙醛酸水溶液（折合成晶体乙醛酸约为16-17万吨），其中国内需求约为13-16万吨乙醛酸溶液（折合成晶体乙醛酸约为8-10万吨），国内需求占50%-60%。2020年，国内尚无大规模生产晶体乙醛酸的企业，国内规模较大的乙醛酸生产厂家产能合计约为12.1万吨（折合成晶体乙醛酸约为7.6万吨），中国产能占总需求约46%左右。我们预计2023年6月公司乙醛酸项目正式投产并对外出货，产能利用率在2023年达到50%，2024年达到100%，公司乙醛酸项目投产将有效降低我国高品质乙醛酸进口依存度，摆脱完全依赖进口的局面。

表17: 全球乙醛酸供需测算表

	2020A	2021A	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E
<b>需求 (万吨, 按晶体)</b>	<b>16.4</b>	<b>17.1</b>	<b>17.8</b>	<b>18.6</b>	<b>19.3</b>	<b>20.0</b>	<b>20.8</b>	<b>21.5</b>	<b>22.2</b>
yoy (%)		4.5%	4.3%	4.1%	3.9%	3.8%	3.7%	3.5%	3.4%
<b>高品质乙醛酸 (万吨, 按晶体)</b>	<b>3.9</b>	<b>4.0</b>	<b>4.2</b>	<b>4.4</b>	<b>4.6</b>	<b>4.7</b>	<b>4.9</b>	<b>5.1</b>	<b>5.3</b>
高品质晶体乙醛酸 (万吨)	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.4	2.5	2.6	2.7
高品质乙醛酸水溶液 (50%) (万吨)	3.0	3.1	3.3	3.4	3.5	3.7	3.8	3.9	4.1
<b>普通乙醛酸 (万吨, 按晶体)</b>	<b>12.5</b>	<b>13.1</b>	<b>13.6</b>	<b>14.2</b>	<b>14.7</b>	<b>15.3</b>	<b>15.9</b>	<b>16.4</b>	<b>17.0</b>
普通乙醛酸水溶液 (50%) (万吨)	20.0	20.9	21.8	22.7	23.6	24.5	25.4	26.3	27.2
水溶液与晶体转换系数					1.6				
<b>国内需求</b>	<b>9.0</b>	<b>9.4</b>	<b>9.8</b>	<b>10.2</b>	<b>10.6</b>	<b>11.0</b>	<b>11.4</b>	<b>11.8</b>	<b>12.2</b>
占比 (%)	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%
<b>高品质乙醛酸 (万吨, 按晶体)</b>	<b>2.1</b>	<b>2.2</b>	<b>2.3</b>	<b>2.4</b>	<b>2.5</b>	<b>2.6</b>	<b>2.7</b>	<b>2.8</b>	<b>2.9</b>
<b>普通乙醛酸 (万吨, 按晶体)</b>	<b>6.9</b>	<b>7.2</b>	<b>7.5</b>	<b>7.8</b>	<b>8.1</b>	<b>8.4</b>	<b>8.7</b>	<b>9.0</b>	<b>9.3</b>
<b>国外需求</b>	<b>7.4</b>	<b>7.7</b>	<b>8.0</b>	<b>8.4</b>	<b>8.7</b>	<b>9.0</b>	<b>9.3</b>	<b>9.7</b>	<b>10.0</b>
占比 (%)	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%
<b>高品质乙醛酸 (万吨, 按晶体)</b>	<b>1.7</b>	<b>1.8</b>	<b>1.9</b>	<b>2.0</b>	<b>2.1</b>	<b>2.1</b>	<b>2.2</b>	<b>2.3</b>	<b>2.4</b>
<b>普通乙醛酸 (万吨, 按晶体)</b>	<b>5.6</b>	<b>5.9</b>	<b>6.1</b>	<b>6.4</b>	<b>6.6</b>	<b>6.9</b>	<b>7.1</b>	<b>7.4</b>	<b>7.6</b>
<b>供给 (万吨, 按晶体)</b>	<b>16.4</b>	<b>17.1</b>	<b>17.8</b>	<b>18.6</b>	<b>19.3</b>	<b>20.0</b>	<b>20.8</b>	<b>21.5</b>	<b>22.2</b>
<b>国内供给 (万吨, 按晶体)</b>	<b>7.6</b>	<b>7.6</b>	<b>7.6</b>	<b>8.8</b>	<b>10.1</b>	<b>10.1</b>	<b>10.1</b>	<b>10.1</b>	<b>10.1</b>
占比 (%)	46%	44%	42%	47%	52%	50%	48%	47%	45%
<b>高品质乙醛酸 (万吨, 按晶体)</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.3</b>	<b>0.6</b>	<b>0.6</b>	<b>0.6</b>	<b>0.6</b>	<b>0.6</b>
<b>普通乙醛酸 (万吨, 按晶体)</b>	<b>7.6</b>	<b>7.6</b>	<b>7.6</b>	<b>8.5</b>	<b>9.5</b>	<b>9.5</b>	<b>9.5</b>	<b>9.5</b>	<b>9.5</b>
<b>国外供给 (万吨, 按晶体)</b>	<b>8.8</b>	<b>9.5</b>	<b>10.3</b>	<b>9.8</b>	<b>9.2</b>	<b>10.0</b>	<b>10.7</b>	<b>11.4</b>	<b>12.2</b>
占比 (%)	54%	56%	58%	53%	48%	50%	52%	53%	55%
<b>高品质乙醛酸 (万吨, 按晶体)</b>	<b>3.9</b>	<b>4.0</b>	<b>4.2</b>	<b>4.1</b>	<b>4.0</b>	<b>4.1</b>	<b>4.3</b>	<b>4.5</b>	<b>4.7</b>
<b>普通乙醛酸 (万吨, 按晶体)</b>	<b>4.9</b>	<b>5.5</b>	<b>6.1</b>	<b>5.7</b>	<b>5.3</b>	<b>5.8</b>	<b>6.4</b>	<b>7.0</b>	<b>7.5</b>
<b>我国出口 (+) / 进口 (-)</b>	<b>-1.4</b>	<b>-1.8</b>	<b>-2.2</b>	<b>-1.4</b>	<b>-0.6</b>	<b>-1.0</b>	<b>-1.4</b>	<b>-1.8</b>	<b>-2.2</b>
我国进口依存度 (%)	16.0%	19.6%	22.9%	13.7%	5.2%	8.7%	11.9%	14.9%	17.7%
<b>高品质乙醛酸 (万吨, 按晶体)</b>	<b>-2.1</b>	<b>-2.2</b>	<b>-2.3</b>	<b>-2.1</b>	<b>-1.9</b>	<b>-2.0</b>	<b>-2.1</b>	<b>-2.2</b>	<b>-2.3</b>
我国进口依存度 (%)	100%	100%	100%	88%	76%	77%	78%	79%	79%
<b>普通乙醛酸 (万吨, 按晶体)</b>	<b>0.7</b>	<b>0.4</b>	<b>0.1</b>	<b>0.7</b>	<b>1.4</b>	<b>1.0</b>	<b>0.7</b>	<b>0.4</b>	<b>0.1</b>
我国出口比例 (%)	9%	5%	1%	8%	14%	11%	8%	5%	1%

假设: 2020-2028年, 乙醛酸复合增长率 3.9%; 国内和国外对高品质和普通品质的乙醛酸需求比例一致;

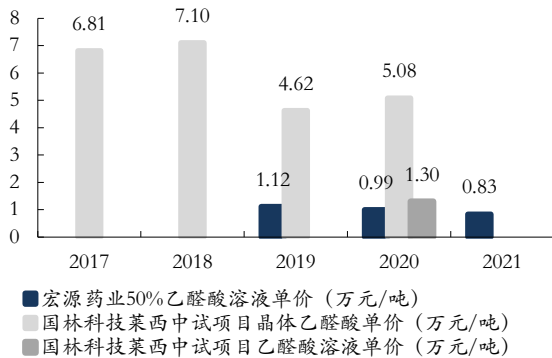
2023年6月, 国林科技 2.5 万吨乙醛酸项目投产, 当年产能利用率 50%, 次年提升至 100%;

全球供需平衡, 地区间供需差依靠国际贸易补齐。

数据来源: 美通社, 公司募集说明书, 东吴证券研究所

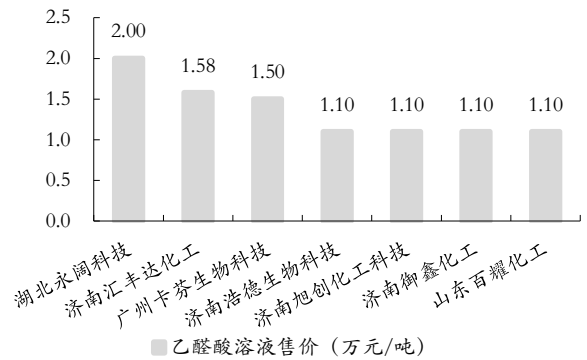
乙醛酸尚无统一报价平台, 价格受供需关系、原材料价格等影响; 乙醛酸水溶液的单价一般在 0.8~1.2 万元/吨, 晶体乙醛酸价格超过 4.5 万元/吨。乙醛酸作为基础化工行业中的细分产品, 尚无统一报价平台, 下游一般通过询价方式确定供应商, 产品价格受市场供求、原料价格波动以及宏观经济环境变化等诸多因素影响。目前全球乙醛酸行业市场集中度较高, 主要生产企业有宏源药业、WeylChem International GmbH 和金沂蒙集团有限公司等, 宏源药业是全球最大的乙醛酸生产企业。参考宏源药业销售价格、其他供应商报价、以及公司在青岛莱西市姜山镇的 500 吨/年的生产装置中试产品销售价格, 我们发现乙醛酸产品单价处于波动状态。总体来看, 乙醛酸水溶液的单价一般在 0.8~1.2 万元/吨, 晶体乙醛酸单价较高, 超过 4.5 万元/吨。

图24: 宏源药业&国林科技乙醛酸产品售价



注: 国林科技莱西项目 2020 年数据为 M1-6 数据。  
数据来源: 公司募集说明书, 东吴证券研究所

图25: 2020-2021 年期间部分乙醛酸溶液供应商报价



数据来源: 盖得化工网, 慧聪网, 公司公告, 东吴证券研究所

国林科技专有乙醛酸制备方法“臭氧氧化顺酐法”，产品品质高、可产生副产品**甲酸钾**且转化效率基本达到**100%**。目前，生产乙醛酸的主要方法为草酸电解还原法、乙二醛硝酸氧化法和臭氧氧化顺酐法，国内生产（包括宏源药业）均采用乙二醛硝酸氧化法。国林科技采用专有的臭氧氧化顺酐法，可制备出高品质乙醛酸产品，同时可产生副产品甲酸钾对外销售，且在转化效率上表现良好，基本达到 100%。国林科技“臭氧氧化顺酐法”制备乙醛酸及副产物甲酸钾的主要原料为顺酐，主要过程为水解反应（顺酐水解成顺酸）、臭氧氧化反应（顺酸的转化效率达到 99.9%以上，反应产物有乙醛酸、甲酸。）、乙醛酸蒸馏、造粒结晶&水溶液包装等。据公司募集说明书测算，**满产产物可折合成 2.5 万吨乙醛酸晶体以及 2.27 万吨甲酸钾。**

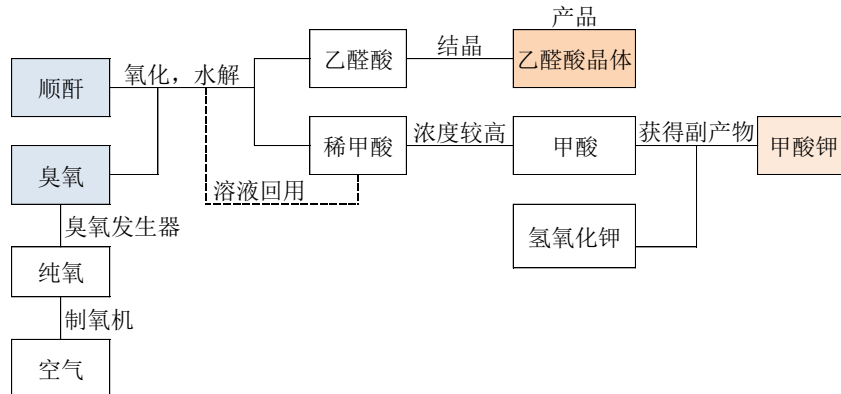
表18: 三种乙醛酸制备方法技术路线对比

	草酸电解还原法	乙二醛硝酸氧化法	国林科技“臭氧氧化顺酐法”
方法	以 <b>草酸</b> 为原料在电解槽阴极电解还原获得4~5%的乙醛酸溶液，再经两步结晶（真空蒸发结晶+冷却结晶）后，过滤得到40~50%的乙醛酸产品。	将 <b>乙二醛</b> 和 <b>硝酸</b> 在40℃左右的温度下反应，进行真空浓缩、过滤，国内生产乙醛酸全部采用乙二醛氧化法。	<b>顺酐</b> （顺丁烯二酸酐）或其衍生物与臭氧反应，产物还原水解得到乙醛酸。主要生产高品质晶体乙醛酸(纯度98%)
优点	原料充足便宜，操作简单，反应条件温和，绿色环保无污染，副产物少	工艺较为成熟，反应条件温和，投资不高	乙醛酸 <b>产品品质高</b> 、纯度高，原料经济易得，能得晶体产品及水溶液，容易大规模生产，同时获得价值较高的副产品甲酸钾。
缺点	耗电量大，产品纯度低、色度高、质量不稳定，投资和生产成本较高。	乙醛酸品质低、纯度低，含有乙二醛、无机酸等，操作复杂，溶剂损耗较大，设备腐蚀严重，大量氮氧化物废气、废水，环境污染大	设备投资较高，用电量较大，对臭氧发生器、氧气制备设备要求高
适用范围	电力资源丰富的地区，小规模生产。	适用于低品质产品大规模生产	电力资源丰富的地区，大规模生产
现状	只能生产浓度为40%、50%的乙醛酸溶液，不能生产晶体乙醛酸	环保压力大，环境治理成本较高。	<b>国林科技的专有技术。</b>
转化效率	该工艺乙醛酸的选择性可达93%以上， <b>电流效率</b> 可在85%以上。	乙二醛的转化率达90%，总收率70~80%	顺酐几乎全部溶解于水，水解率大于99%。 <b>顺酐的转化效率达到 99.9%以上，反应产物有乙醛酸、甲酸。</b>

数据来源:《浅析乙醛酸现有合成技术研究现状》，国林科技募集说明书, 东吴证券研究所



图26: 国林科技臭氧氧化顺酐法制备乙醛酸技术路径



数据来源：国林科技募集说明书，东吴证券研究所

图27: 国林科技 2.5 万吨高品质乙醛酸项目产品及产量

产品	产量 (吨)	折合成晶体 (吨)
<b>主产物乙醛酸</b>	<b>28000</b>	<b>25000</b>
1) 高端晶体乙醛酸	1000	1000
2) 高品质乙醛酸溶液	8000	5000
3) 普通晶体乙醛酸	19000	19000
<b>副产物甲酸钾</b>	<b>22700</b>	<b>22700</b>

数据来源：国林科技募集说明书，东吴证券研究所

公司项目具备独特技术&地理位置优势，毛利率高于其他技术路径，据募投项目书测算，整体毛利率可达 47.28%。通过对比三种乙醛酸制备方法成本，我们发现国林科技的“臭氧氧化顺酐法”毛利率最高，原因在于：1) 高品质产品&副产物增厚公司收入。公司的高品质产品单位价值量更高，同时副产物甲酸钾贡献收入。2) 地理位置优势助力公司稳定低价采购原材料。直接材料成本占比超 60%，顺酐为项目主要原材料，项目地位于新疆石河子经济技术开发区，当地大型炼油、乙烯、芳烃生产企业较多，能大量供应原材料顺酐；且公司用量较大，在原料采购方面将具有一定的议价能力。3) 优惠电价协议降低能源成本。燃料及动力成本占比约 22%。公司与石河子经济技术开发区管理委员会签署的《关于年产 2.5 万吨晶体乙醛酸项目的投资协议》，自项目投产之日起一定年限内，给予公司优惠电价，期满后如果开发区当期大宗工业用电价格仍为现行的 0.3338 元/度，按此执行，如发生变化，按调整后电价执行。4) 协同臭氧发生装备制造业务，降低制造成本。公司充分发挥自身大型臭氧发生器制造技术及 VPSA 现场制氧技术优势，降低部分制造成本并延伸臭氧产业链。

图28: 三种乙醛酸制备方法成本对比

	草酸电解还原法	乙二醛硝酸氧化法	国林科技“臭氧氧化顺酐法”		
收入(万元)	1.99	1.99	2.83		
主产物	50%的乙醛酸溶液	50%的乙醛酸溶液	高端晶体乙醛酸	高品质乙醛酸溶液	普通晶体乙醛酸
主产物产量(吨)	1.60	1.60	0.04	0.32	0.76
主产物单价(万元/吨)	1.24	1.24	3.54	1.42	1.99
副产物	/	/	甲酸钾		
副产物产量(吨)	/	/	0.91		
副产物单价(万元/吨)	/	/	0.8		
<b>成本(万元)</b>	<b>1.23</b>	<b>1.09</b>	<b>1.51</b>		
<b>直接材料成本</b>	<b>0.48</b>	<b>0.67</b>	<b>0.95</b>		
主原料	草酸(H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )	乙二醛(C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	顺酐(C <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )		
单吨乙醛酸所需主原料(吨)	1.08	1.05	1.32		
原料单价(元/吨)	4500	5200	7200		
原料转化率(%)	93%	75%	100%		
辅助药剂	/	硝酸	/		
单吨乙醛酸所需辅助原料(吨)	/	0.57	/		
辅助原料价格(元/吨)	/	2200	/		
占总成本(%)	39%	61%	63%		
<b>燃料及动力成本(万元)</b>	<b>0.55</b>	<b>0.14</b>	<b>0.33</b>		
单吨乙醛酸耗电(千瓦时/吨)	8000	2000	10000		
电费(元/千瓦时)	0.58	0.58	0.3338		
电流效率(%)	85%	/	/		
占总成本(%)	44%	13%	22%		
<b>制造成本(万元)</b>	<b>0.10</b>	<b>0.13</b>	<b>0.13</b>		
单吨设备投资额(万元)	1.5	1.0	2.0		
设备使用寿命(年)	15	8	15		
占总成本(%)	8%	11%	9%		
<b>直接人工&amp;环保成本(万元)</b>	<b>0.10</b>	<b>0.16</b>	<b>0.09</b>		
占收入比例(%)	5%	8%	3%		
占总成本(%)	8%	15%	6%		
<b>毛利(万元)</b>	<b>0.76</b>	<b>0.90</b>	<b>1.33</b>		
<b>毛利率(%)</b>	<b>38%</b>	<b>45%</b>	<b>47%</b>		

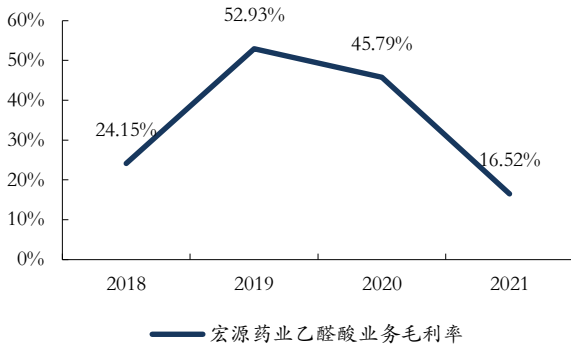
数据来源: Wind, 百川盈孚, 宏源药业募集说明书, 国林科技募集说明书, 公司公开交流数据, 东吴证券研究所

图29: 2010-2022/11 国内顺酐价格走势



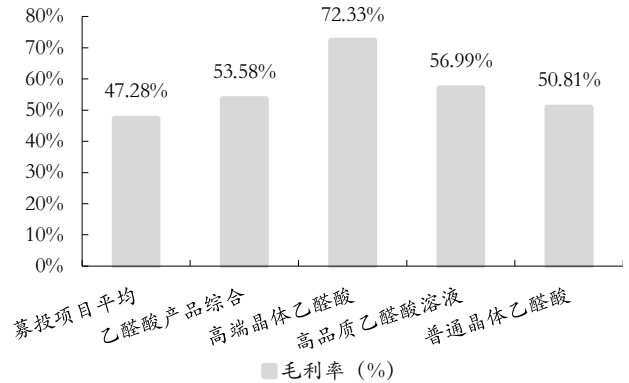
数据来源: Wind, 东吴证券研究所

图30: 宏源药业乙醛酸销售业务毛利率



数据来源: 宏源药业年报, 东吴证券研究所

图31: 国林科技 2.5 万吨高品质乙醛酸项目毛利率预测



数据来源: 国林科技募集说明书, 东吴证券研究所

## 5. 盈利预测与投资建议

结合以上我们对于行业及公司的判断, 我们预计公司 2022-2024 年营业收入 3.29/9.12/12.45 亿元, 同比增速-34%/177%/37%, 毛利润 1.20/3.70/5.26 亿元, 同比增速-32%/208%/42%, 毛利率分别为 36%/41%/42%。其中:

**1) 传统下游:** 工业废水、市政给水、市政污水、烟气治理稳定增长, 公司份额稳定, 2022 年受疫情影响订单受损, 2023-2024 年订单、收入有望恢复。我们预计 2022-2024 年营业收入 3.17/5.27/5.92 亿元, 同比增速-34%/66%/12%, 毛利率维持 36%左右。

**2) 乙醛酸项目:** 新疆乙醛酸项目已完成试生产, 等待防疫政策变化, 工业园区开始正常生产经营。我们预计 2023-2024 年公司乙醛酸项目产能利用率 50%/80%, 2023-2024 年营业收入 3.54/5.66 亿元, 毛利率维持 46%。

**3) 半导体清洗臭氧设备:** 公司半导体清洗专用臭氧设备已于 7 月中旬交付给客户, 目前还处于客户验证阶段。考虑验证节奏, 我们预计 2023-2024 年半导体清洗臭氧设备实现营业收入 0.18/0.74 亿元, 毛利率 55%, 盈利能力优于传统臭氧设备。

表19: 国林科技各业务收入毛利预测 (亿元)

业务拆分	2020A	2021A	2022E	2023E	2024E
<b>1. 传统下游</b>					
营业收入 (亿元)	3.97	4.83	3.17	5.27	5.92
营业收入 yoy		22%	-34%	66%	12%
毛利 (亿元)	1.58	1.70	1.15	1.91	2.19
毛利 yoy		7%	-33%	67%	15%
毛利率	40%	35%	36%	36%	37%
<b>1.1 工业废水</b>					

营业收入 (亿元)	1.55	1.93	1.32	1.83	1.96
营业收入 yoy	6%	24%	-32%	39%	7%
毛利 (亿元)	0.56	0.62	0.43	0.59	0.65
毛利 yoy	-1%	11%	-32%	40%	9%
毛利率	36%	32%	32%	33%	33%

### 1.2 市政污水

营业收入 (亿元)	0.77	0.86	0.69	1.10	1.30
营业收入 yoy	26%	12%	-20%	60%	18%
毛利 (亿元)	0.31	0.28	0.23	0.37	0.44
毛利 yoy	38%	-9%	-20%	62%	20%
毛利率	41%	33%	33%	34%	34%

### 1.3 市政给水

营业收入 (亿元)	0.31	0.46	0.47	0.72	0.83
营业收入 yoy	28%	50%	1%	55%	15%
毛利 (亿元)	0.16	0.24	0.24	0.37	0.42
毛利 yoy	37%	45%	1%	55%	15%
毛利率	53%	51%	51%	51%	51%

### 1.4 烟气治理

营业收入 (亿元)	0.78	0.32	0.20	0.29	0.32
营业收入 yoy	-21%	-59%	-37%	47%	9%
毛利 (亿元)	0.26	0.10	0.07	0.10	0.10
毛利 yoy	-27%	-61%	-37%	47%	9%
毛利率	34%	33%	33%	33%	33%

### 1.5 其他行业

营业收入 (亿元)	0.53	0.59	0.29	0.65	0.84
营业收入 yoy	38%	12%	-50%	120%	30%
毛利 (亿元)	0.28	0.27	0.14	0.30	0.39
毛利 yoy	28%	-2%	-50%	120%	30%
毛利率	53%	46%	46%	46%	46%

### 1.6 制氧机

营业收入 (亿元)	0.03	0.67	0.20	0.67	0.67
营业收入 yoy			-70%	236%	0%
毛利 (亿元)	0.01	0.19	0.06	0.19	0.19
毛利 yoy			-70%	236%	0%
毛利率	20%	28%	28%	28%	28%

## 2. 半导体清洗

营业收入 (亿元)				0.18	0.74
营业收入 yoy					302%
毛利 (亿元)				0.10	0.41
毛利 yoy					302%
毛利率				55%	55%

### 3. 新疆乙醛酸

产能利用率		50%	80%
营业收入 (亿元)		3.54	5.66
营业收入 yoy			60%
毛利 (亿元)		1.63	2.61
毛利 yoy			60%
毛利率		46%	46%

#### 总计

营业收入 (亿元)	4.02	4.96	3.29	9.12	12.45
营业收入 yoy	8%	23%	-34%	177%	37%
毛利 (亿元)	1.62	1.76	1.20	3.70	5.26
毛利 yoy	6%	8%	-32%	208%	42%
毛利率	40%	35%	36%	41%	42%

数据来源：公司公告，东吴证券研究所

公司臭氧龙头地位稳固，传统下游贡献稳定增长。短期乙醛酸项目投运业绩高增，长期半导体清洗臭氧设备国产替代空间广阔。可比公司选取环保装备公司仕净科技、盛剑环境与半导体清洗设备公司盛美上海、至纯科技。我们预计 2022-2024 年公司归母净利润 0.21/1.50/2.23 亿元，同比变动 -72%/611%/48%，当前市值对应 PE138/19/13x (2022/12/19)。公司 PE 位于可比公司估值水平之下，龙头优势突出，下游应用广阔，首次覆盖，给予“买入”评级。

表20: 可比公司估值对比 (估值日 2022/12/19)

代码	公司	估值日: 2022/12/19		归母净利润 (亿元)				PE				2021-2024 归母 CAGR
		收盘价: 元	市值: 亿元	2021	2022E	2023E	2024E	2021	2022E	2023E	2024E	
301030.SZ	仕净科技	39.46	53	0.58	1.20	2.40	3.15	91	44	22	17	76%
603324.SH	盛剑环境	37.04	46	1.52	2.14	3.06	4.10	30	22	15	11	39%
688082.SH	盛美上海	80.95	351	2.66	6.11	8.20	11.03	132	57	43	32	61%
603690.SH	至纯科技	39.82	127	2.82	3.81	5.57	7.42	45	33	23	17	38%
平均								75	39	26	19	53%
300786.SZ	国林科技	15.82	29	0.76	0.21	1.50	2.23	38	138	19	13	43%

数据来源：Wind，东吴证券研究所

注：盛剑环境盈利预测来自 Wind 一致预期，其余公司均来自东吴证券研究所预测



## 6. 风险提示

**乙醛酸项目爬坡节奏不及预期:** 公司乙醛酸项目位于新疆石河子市工业园区, 爬坡节奏需要考虑当地疫情情况及最新防疫政策。此外新疆项目产能规模较大, 乙醛酸下游销售一定程度也会影响项目爬坡节奏。

**半导体清洗臭氧设备通过验证节奏低于预期:** 公司半导体清洗专用臭氧设备已于7月中旬交付给客户, 目前还处于客户验证阶段。验证通过节奏由上游清洗设备厂及晶圆厂把握, 若验证通过节奏不及预期可能会影响公司半导体清洗臭氧设备订单释放节奏。

**中低端臭氧发生器设备竞争加剧:** 公司已掌握臭氧发生器生产制造多项核心技术, 行业领先。随着行业空间释放, 行业将吸引更多竞争对手参与, 中低端臭氧设备市场竞争可能加剧, 影响公司盈利能力。

## 国林科技三大财务预测表

资产负债表 (百万元)					利润表 (百万元)				
	2021A	2022E	2023E	2024E		2021A	2022E	2023E	2024E
<b>流动资产</b>	<b>876</b>	<b>702</b>	<b>1,207</b>	<b>1,351</b>	<b>营业总收入</b>	<b>496</b>	<b>329</b>	<b>912</b>	<b>1,245</b>
货币资金及交易性金融资产	260	437	124	634	营业成本(含金融类)	320	210	542	720
经营性应收款项	271	90	506	334	税金及附加	5	4	10	13
存货	237	82	461	259	销售费用	31	30	66	87
合同资产	43	29	46	56	管理费用	26	46	74	93
其他流动资产	66	65	71	68	研发费用	19	21	43	63
<b>非流动资产</b>	<b>668</b>	<b>693</b>	<b>727</b>	<b>758</b>	财务费用	-2	-1	-1	5
长期股权投资	0	0	0	0	加:其他收益	0	0	4	2
固定资产及使用权资产	193	477	535	581	投资净收益	1	1	1	1
在建工程	404	144	120	104	公允价值变动	0	0	0	0
无形资产	26	26	27	27	减值损失	-12	3	-10	-10
商誉	0	0	0	0	资产处置收益	0	0	0	0
长期待摊费用	2	2	2	2	<b>营业利润</b>	<b>86</b>	<b>24</b>	<b>173</b>	<b>257</b>
其他非流动资产	44	44	44	44	营业外净收支	1	1	0	0
<b>资产总计</b>	<b>1,544</b>	<b>1,395</b>	<b>1,934</b>	<b>2,109</b>	<b>利润总额</b>	<b>87</b>	<b>24</b>	<b>173</b>	<b>257</b>
<b>流动负债</b>	<b>297</b>	<b>142</b>	<b>503</b>	<b>438</b>	减:所得税	11	3	23	34
短期借款及一年内到期的非流动负债	20	40	60	80	<b>净利润</b>	<b>76</b>	<b>21</b>	<b>151</b>	<b>223</b>
经营性应付款项	164	18	313	187	减:少数股东损益	0	0	0	0
合同负债	69	45	76	108	<b>归属母公司净利润</b>	<b>76</b>	<b>21</b>	<b>150</b>	<b>223</b>
其他流动负债	43	38	54	63	每股收益-最新股本摊薄(元)	0.41	0.11	0.82	1.21
非流动负债	1	1	51	101	EBIT	85	17	191	281
长期借款	0	0	50	100	EBITDA	100	61	225	318
应付债券	0	0	0	0	毛利率(%)	35.43	36.40	40.53	42.20
租赁负债	0	0	0	0	归母净利率(%)	15.34	6.42	16.49	17.91
其他非流动负债	0	0	0	0	收入增长率(%)	23.41	-33.52	176.72	36.57
<b>负债合计</b>	<b>298</b>	<b>142</b>	<b>554</b>	<b>538</b>	归母净利润增长率(%)	-4.95	-72.17	610.71	48.31
归属母公司股东权益	1,244	1,250	1,378	1,567					
少数股东权益	3	3	3	3					
<b>所有者权益合计</b>	<b>1,247</b>	<b>1,253</b>	<b>1,380</b>	<b>1,570</b>					
<b>负债和股东权益</b>	<b>1,544</b>	<b>1,395</b>	<b>1,934</b>	<b>2,109</b>					

现金流量表 (百万元)					重要财务与估值指标				
	2021A	2022E	2023E	2024E		2021A	2022E	2023E	2024E
经营活动现金流	-19	241	-290	547	每股净资产(元)	12.17	6.79	7.49	8.52
投资活动现金流	-364	-67	-67	-67	最新发行在外股份(百万股)	184	184	184	184
筹资活动现金流	315	3	44	30	ROIC(%)	6.90	1.17	11.91	15.06
现金净增加额	-68	177	-313	510	ROE-摊薄(%)	6.11	1.69	10.92	14.23
折旧和摊销	15	44	34	37	资产负债率(%)	19.27	10.21	28.62	25.53
资本开支	-325	-68	-68	-68	P/E(现价&最新股本摊薄)	38.29	137.59	19.36	13.05
营运资本变动	-122	179	-486	272	P/B(现价)	1.30	2.33	2.11	1.86

数据来源:Wind,东吴证券研究所,全文如无特殊注明,相关数据的货币单位均为人民币,预测均为东吴证券研究所预测。

## 免责声明

东吴证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

本研究报告仅供东吴证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。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，本公司不对任何人因使用本报告中的内容所导致的损失负任何责任。在法律许可的情况下，东吴证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

市场有风险，投资需谨慎。本报告是基于本公司分析师认为可靠且已公开的信息，本公司力求但不保证这些信息的准确性和完整性，也不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。

本报告的版权归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用、刊发、转载，需征得东吴证券研究所同意，并注明出处为东吴证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。

## 东吴证券投资评级标准：

### 公司投资评级：

- 买入：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘在 15% 以上；
- 增持：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘介于 5% 与 15% 之间；
- 中性：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘介于 -5% 与 5% 之间；
- 减持：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘介于 -15% 与 -5% 之间；
- 卖出：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘在 -15% 以下。

### 行业投资评级：

- 增持：预期未来 6 个月内，行业指数相对强于大盘 5% 以上；
- 中性：预期未来 6 个月内，行业指数相对大盘 -5% 与 5%；
- 减持：预期未来 6 个月内，行业指数相对弱于大盘 5% 以上。

东吴证券研究所  
苏州工业园区星阳街 5 号  
邮政编码：215021  
传真：(0512) 62938527  
公司网址：<http://www.dwzq.com.cn>

