

2022

新一代高精度  
光电位移传感器

# 目录

1 团队介绍

2 创业项目

3 核心技术

4 发展前景

01

# 团队介绍



**林立** 教授

### 教育经历与成绩

- 1978-1982年，天津纺织工学院学士，82年底赴美深造；
- 1983-1985年，美国东北大学硕士；85-86年博士在读；
- 1986-1991年，**美国麻省理工学院 ( MIT ) 博士**

### 工作经历

- 1991年，MIT博士后；
- 1993年，美国杜邦公司 ( DuPont )
- 2013年，入选**国家“千人计划”特聘专家，教授博导入职清华大学**
- 2018年，**发明本项目的基础-测量原理**
- 2020年，**本项目全职创业-产品化开发**



### 主要成就（回国前）

- 1986-1993，在MIT的7年，研发了大体积准晶体高分子材料及其制作方法，这一技术至今仍应用于人造关节内的低摩擦磨损柔性接触面材料，研发了半晶体高分子材料变形和破坏机理的研究方法；
- 1993-2013，首创多项用于“小体积材料”本构功能和性能的测试方法和技术；
- 1995年，**首创纳米划伤测试技术** (Nano-Scratch Test, NST)，（被广泛用于材料研究）
- 1999年，NST专利转让给瑞士CSM精密仪器公司**商业化**，制造出**年产值2500万美元**的纳米压伤&划伤测试仪，占全球2/5市场并销售至今
- 2004年，NST方法**成为美国ASTM (美国标准测量方法)标准**
- 1993-2003，**研究漆表面划伤机理**，设计新型材料微结构，**使汽车漆美观持久度从一两年时间提高到十几年**
- 2005年，**荣获美国William T. Pear技术成就奖**
- 在美期间在国际一流科研期刊作为第一作者发表**论文19篇**，研究成果截至到2010年被引用400次之多，拥有**美国发明专利13个**

### 研究领域和课题（回国后）

- 研究领域包括：微纳米器件、测量原理（利用电的阻性和容性变化测量纳米亚纳米级位移）、超灵敏（亚纳牛级， $10^{-10}$ 牛顿）测力传感器、微纳米定位系统、纳米亚纳米级线性位移传感器、可携带式原子力显微镜、及材料变形和破坏机理；
- **5个重大研究项目，研发经费5650万**，主导和参与《纳米界面超润滑检测技术及机理研究》、《基于结构超滑的创新技术和基础研究》、《纳米超润滑大容量磁盘存储技术开发》、《便携式原子力显微镜的原理与样机研发》、《介观尺度结构超滑力学模型与方法》；
- **培养了4个博士**，作为通讯作者发表了**6篇SCI论文**、作为第一发明人授权了**6项中国发明专利**，**1项美国专利和1项欧盟专利**，待授权2项中国专利和1项美国专利



### 张瑞明 CEO-运营、市场、融资

- 天津大学本科，**清华大学MBA**
- **创办瑞友教育**：天津本土最大K12辅导机构，年营收破亿元，曾管理几万平校区、1000多名全职员工，教育改革前每年仍保持50%以上的增长率
- **丰富的社会资源**：清华大学天津校友会副会长，清华大学MBA校友会秘书长，天津大学知名校友



### 盛玲波 产品经理-技术落地

- **清华大学学士，中国科学院硕士**，八年以上高端汽车产品性能研发及产品落地化从业工作经验，机械设计、性能综合及算法开发方面经验丰富，负责带领团队进行技术细化及性能落地
- 曾发学术论文6篇，发明专利3个，培养硕士6人，连续两年获清华大学优秀学业一等奖，获北京市物理竞赛二等奖，中国第一汽车优秀新员工，中国汽车技术研究中心优秀项目经理等荣誉称号



### 王本初 技术经理-软件算法

- 南开大学物理系光信息科学专业本科，五年以上的智能算法、系统开发的从业经验，曾带领团队自主开发ITS教学系统、自动组卷题库系统，基于向量自相似算法拍照搜题、图像AI匹配算法等
- 既有光学知识功底，又擅长算法开发，现负责此项目的智能算法开发



### 宿树达 技术经理-机械设计

- 天津大学机械硕士，多年世界500强外企工作经验，带领团队获得西门子最佳优化改进项目奖、最佳团队奖等多项荣誉称号
- 发表学术论文2篇，专利2项，参与改进和制订多项企业标准，独立负责多种工业产品机械部分设计，曾获德国 iF工业设计奖
- 熟悉常用 ISO、DIN、GB等机械标准，在机械设计方面具有丰富的经验，负责智能传感器产品机械部分设计，推进产品落地

02

创业项目

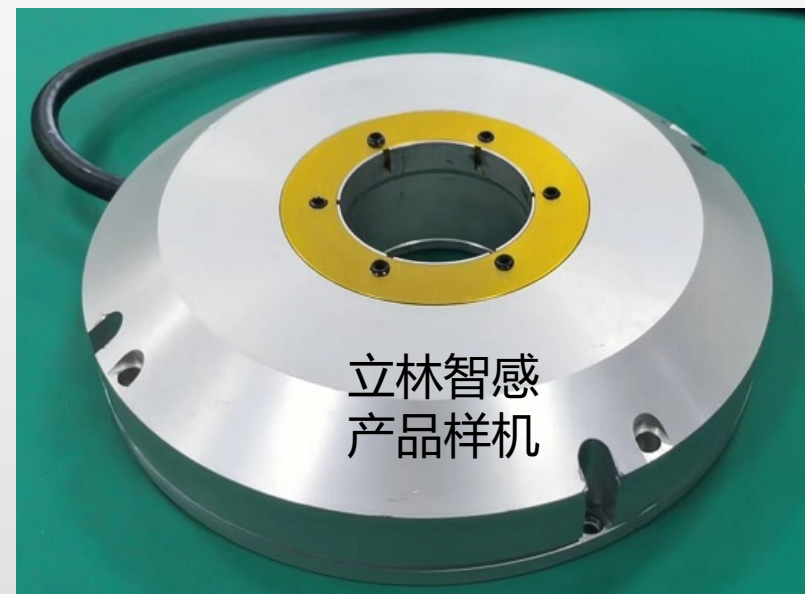
## 高端位移传感器产品国产化 填补国家空白 解决卡脖子问题

**位移传感器** 是一种将位置和运动量等物理量转换为电（或数字）信号的器件，时刻反馈运动信息，被喻为**运动控制系统的“眼睛”**，其中光电式的传感器占比高达90%，代表了未来发展方向，大量程高精度产品是高端自动化控制领域中的关键核心部件。位移传感器根据运动形式分**线性光栅尺**和**转动编码器**两种。本项目是将我们首创的颠覆性的激光光栅反射干涉高端位移传感器产品国产化量产化，取代进口产品。

线性位移传感器  
(光栅尺)

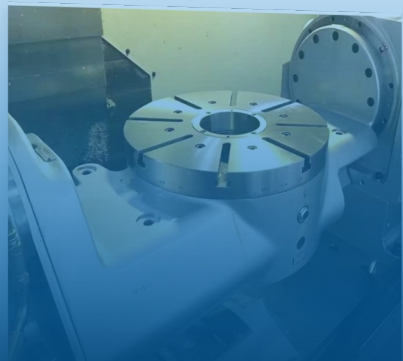
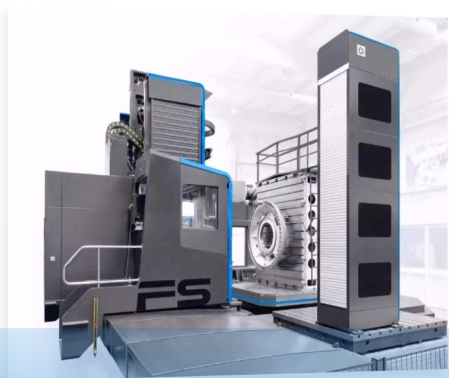


角度位移传感器  
(编码器)



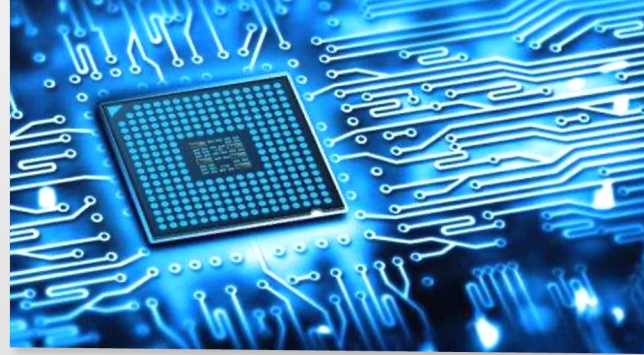
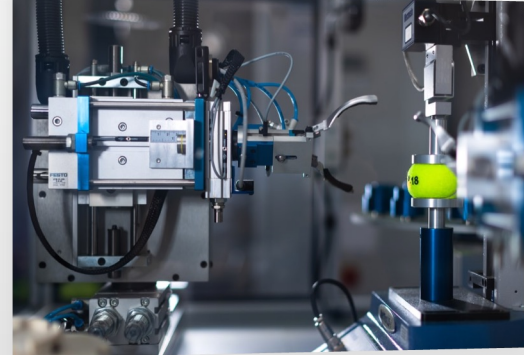
立林智感  
产品样机



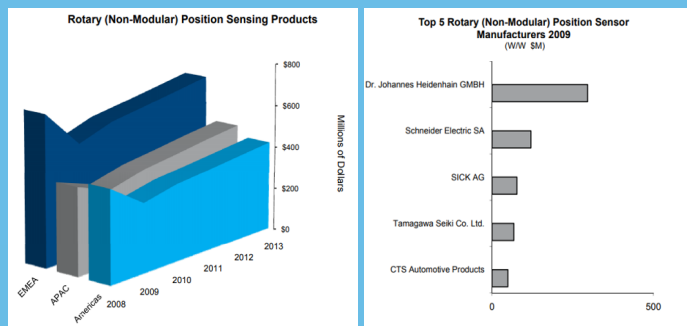


# 应用领域

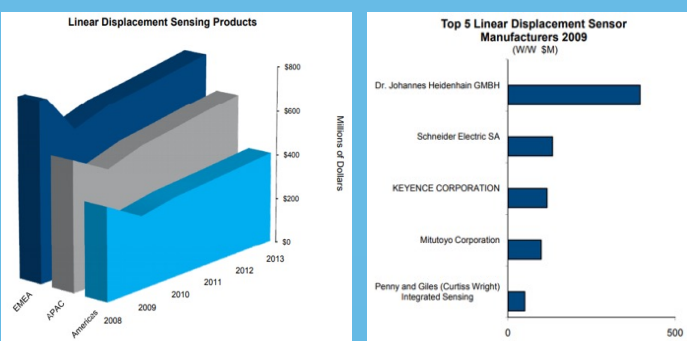
高端数控机床、数控转台、自动化控制、工业机器人、航空航天、雷达、  
军工、量仪量具、电梯、汽车、电子&半导体、包装等



### 来自VDC Research (Sensor Magazine) 2009年位移传感器总产值32亿美元

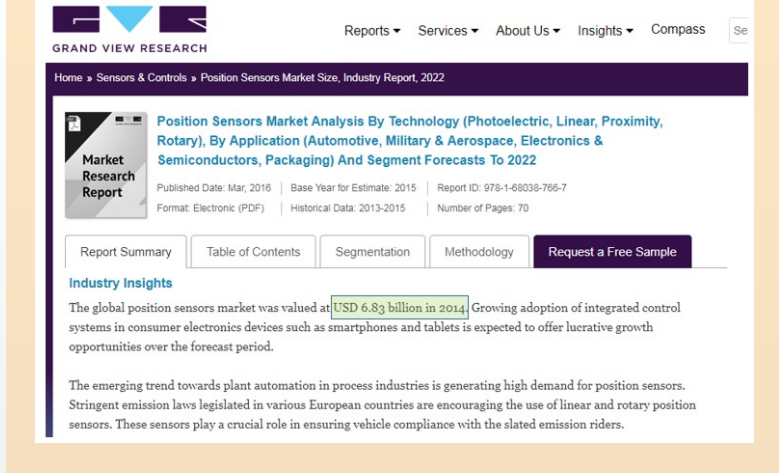


转动位移传感器世界2009年产值14亿美元  
德国海德汉公司2009年产值3亿美元 (占1/5)



线性位移传感器世界2009年产值18亿美元  
德国海德汉公司2009年产值4亿美元 (占1/5)

### 来自 <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/position-sensors-market> 2014年位移传感器总产值68.3亿美元



德国海德汉的产品代表位移传感器世界技术水平，其产值的95%以上来自高端转动和线性位移传感器



### 高端位移传感器市场

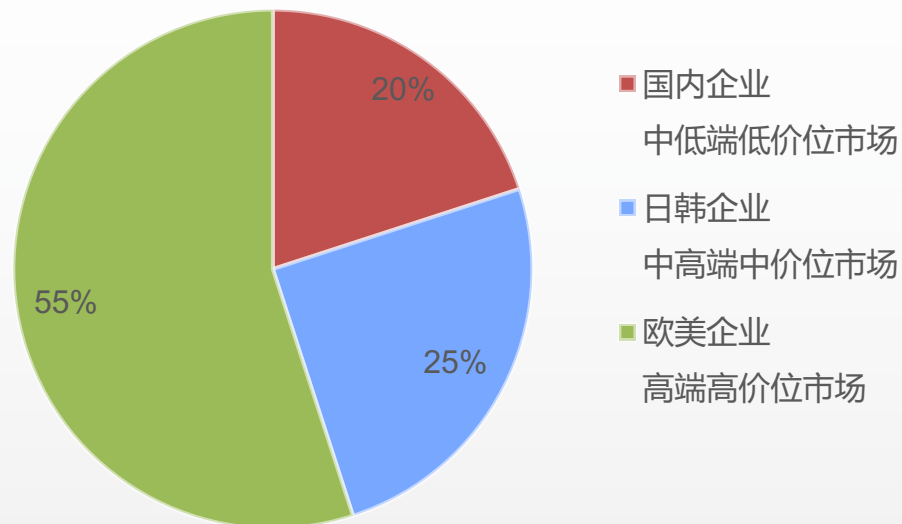
- 位移传感器总市场份额：2009年32亿美元，2014年68.3亿美元，年复合增长15%，**2022年150亿美元 (约1000亿RMB)**
- 德国海德汉产品属高端品类，占据总市场20%之多，约200亿元RMB销售额
- 结合其他欧盟厂商 (如英国雷尼绍，西班牙Fagor) 定位和占比，**高价位高端产品占据总市场的50%，约500亿RMB**
- 按照中国市场需求约占全球总产值的1/8，估算中国国内2022年：
  - 市场总市场份额为120亿元
  - 高端进口产品60亿元：高端编码器35亿，光栅尺25亿



类型	精度等级 (角秒)	价格区间 (元/个)	线数/圈
低端	100" -50"	100-1000	1千 -2千
中端	50" -10"	1000-4000	2千-8千
高端	10" - 1"	4000-80000	1万-7万
高精尖	< 1"	有市无价	18万

注：1" (角秒) = 1/3600度，  
本项目初代产品起步即高端，262144线/圈

权威组织（机床数显理事会）报告



**中高端位移传感器长期被外企垄断；**

**尽管多年国家大力支持，高端市场国产产品占比几乎为零**

**高端位移传感器是高端制造业的“卡脖子”技术，是国家空白，亟待突破**

03

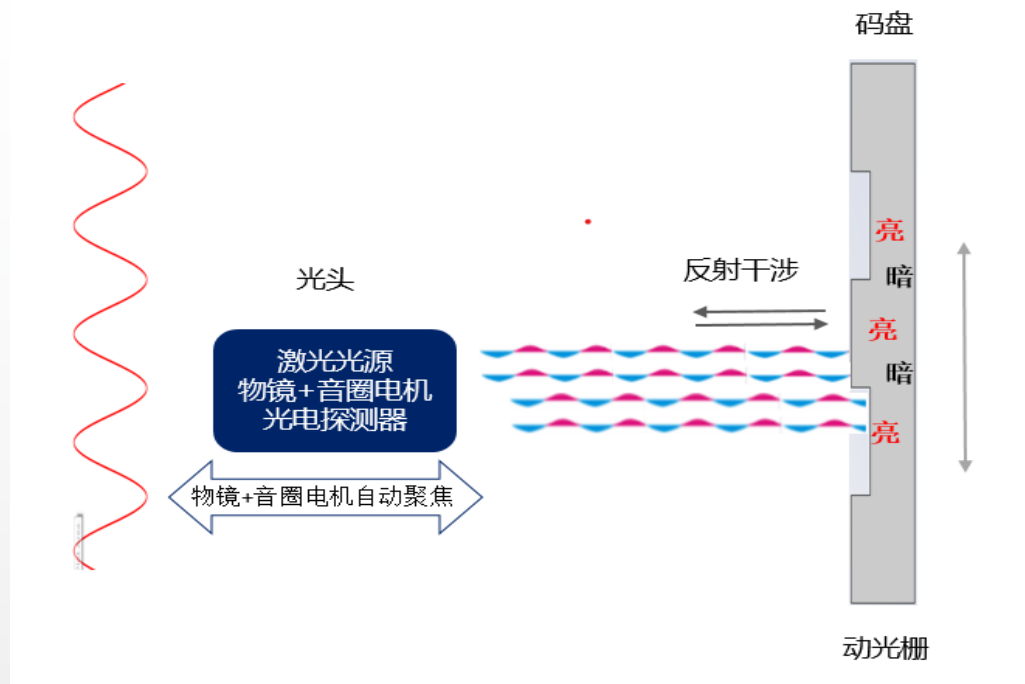
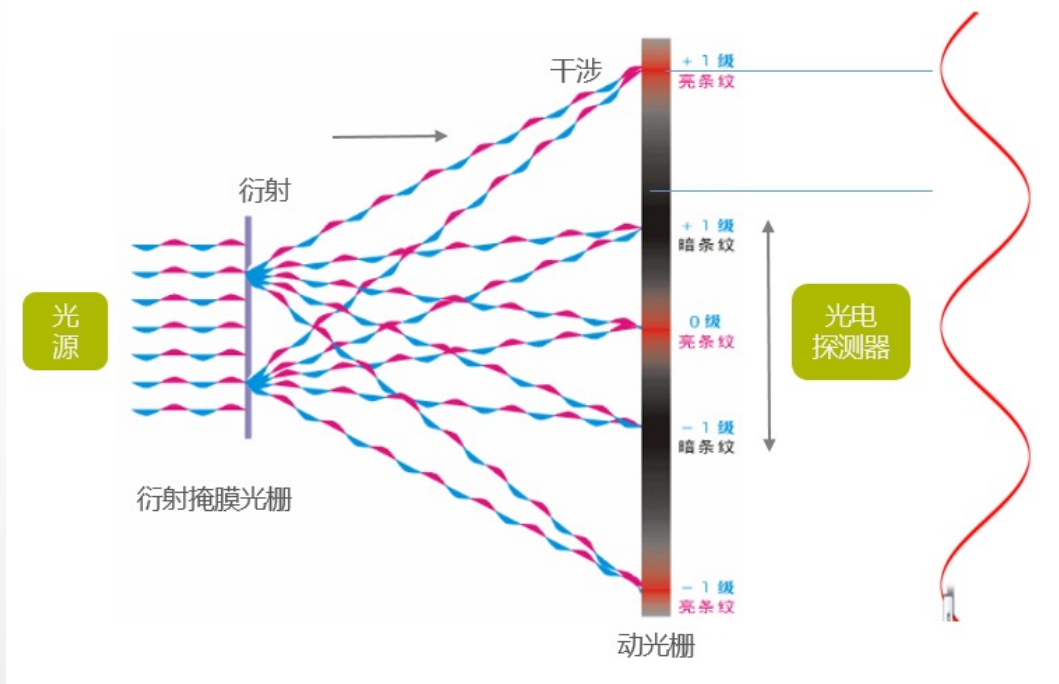
核心技术



**低成本：**采用近30年开发的成熟技术和相应的器件，原材料可靠，供应链成熟，不需高昂的开发投入



# 解决方案（首创的测量原理）：



行业的现行**光栅衍射干涉**技术

我们基于新原理的**激光光栅反射干涉**技术

内容	海德汉	我们
基本原理	衍射干涉	反射干涉
聚焦方法	衍射光相互干涉构成莫尔条纹	音圈电机配合物镜-自动聚焦
光栅的密度（栅距）	>3微米	0.2 – 1.3微米
运动误差（偏心&端跳）敏感性	敏感	不敏感



### 主要对标的德国海德汉产品对比

		比较项目	旗帜性产品RCN8580	我们的技术	对比结论
测量精度	1	测量原理	光栅衍射干涉	激光光栅反射干涉	优势
	2	系统精度 (角秒)	1	1	持平
	3	每圈基础信号个数	32768 (15位)	262144 (18位)	优势
	4	最高分辨率 (14位细分)	29位	32位	优势
特殊功能	5	径向扫描	无	径向扫描获得绝对位置	绝对优势
使用范围	6	最高转速 (rpm)	500	2500	优势
可靠性	7	自动码道聚焦	不可以	可以	绝对优势
	8	可靠稳定性	-	多点读取、冗余纠错 稳定性高	绝对优势
成本效益	9	设备投资	几十亿	几亿	绝对优势
	10	单件成本	万元以上	一千元左右	绝对优势
国产化	11	是否可以国产化	十分困难	可以	绝对优势



### 6大核心技术

#### 高频激光光源&聚焦技术

用途：更小的光点，可读取更细的光栅

#### 纳米压印光栅制作技术

用途：可制造更细更便宜的高密度光栅，环保

#### 新型光源探测器集成技术

用途：多点读取探测，提高可靠性

#### 自动跟踪聚焦技术

用途：自动捕捉光栅信息，降低制造和使用难度

#### 多通道数据冗余纠错技术

用途：多通道数据相互智能纠错，提升可靠性

#### 径向扫描技术

用途：上电自动径向扫描，可实现绝对测量

### 相关SCI论文6篇，国内发明专利8项 美国发明专利2项，欧盟发明专利1项





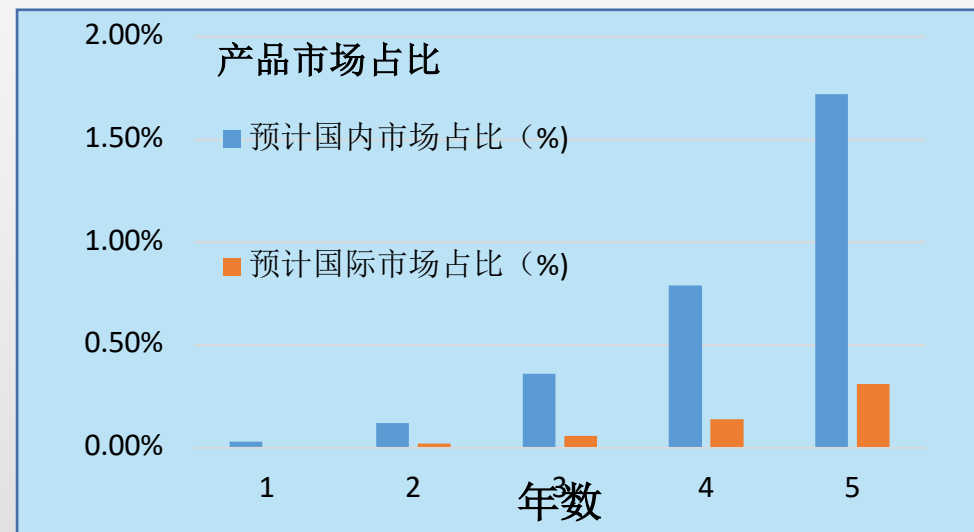
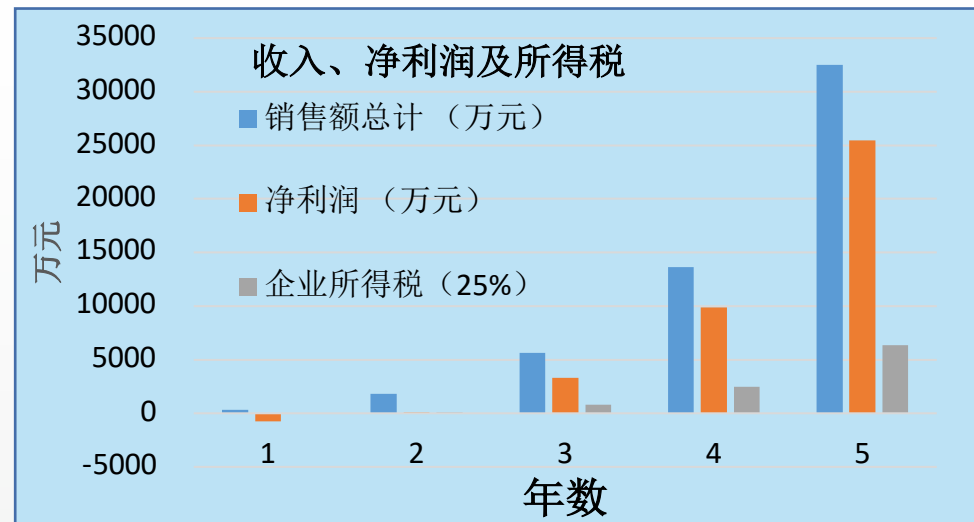
04

发展前景



# 未来数据估算

产品/年份	第1年 (2023)	第2年 (2024)	第3年 (2025)	第4年 (2026)	第5年 (2027)
产品总销量 (套)	590	2600	7700	17800	42200
销售额总计 (万元)	346	1793	5616	13646	32512
产品成本 (万元)	30	180	600	1300	3250
毛利率 (%)	91%	90%	89%	90%	90%
研发和设备 (万元)	805	1000	800	1000	1500
各种费用总计 (万元)	1105	1702	2330	3780	7080
净利润 (万元)	-759	91	3286	9866	25432
企业所得税 (25%)	0	23	822	2467	6358
预计国内市场占有率 (%)	0.03%	0.12%	0.36%	0.79%	1.72%
预计国际市场占有率 (%)	0.00%	0.02%	0.06%	0.14%	0.31%



**20+**  
意向企业

**5+**  
主要行业

**1000+**  
上下游应用企业

**50%**  
长三角企业



- 提供业内具有大量程、高精度和性价比优势的产品以及测量解决方案
- 逐渐丰富产品线的深度和宽度，形成高、中端系列化的产品布局，满足不同客户差异化的需求

2022

谢谢大家

“

THANK YOU