



广东工业大学

Guangdong University of Technology

网络化数控高速PET瓶装饮料装备关键及共性技术

广东工业大学 王钦若教授

手机: 13500006335

电话: 020-39322483

Email: wangqr2006@gdut.edu.cn

1、项目研制背景



廣東工業大學

Guangdong University of Technology

PET瓶造成了回收处理的高成本，但又不可替代



中华包装瓶网

优秀的企业针对PET瓶的特性寻求一种绿色环保的包装方式



减量化环保技术在饮料包装机械装备的应用研究及其产业化项目答辩

1、项目研制背景



廣東工業大學

Guangdong University of Technology

□ 目的

- 本项目主要研究减量化环保包装技术，针对水、茶果蔬汁和含气饮料，开发以节能降耗为目的的轻量化瓶饮料吹灌旋一体化装备。

□ 意义

- 原材料成本降低 ↓ 26%
- 生产过程的能耗成本降低 ↓ 20%
- 设备、厂房成本降低 ↓ 15%-30%
- 营运成本降低（无需消毒水和洗瓶用水，节省存储空瓶的仓储间）
- 人力成本和设备维护成本降低（降低人力成本、降低维护成本）

以每年10亿瓶饮料估算，轻量化后将减少6200吨PET塑料，相当于降低了16400吨碳排放，也相当于新增了262平方公里（101平方英里）的森林。

2、研究内容



廣東工業大學

Guangdong University of Technology

2.1 饮料包装机械装备的减量化共性技术研究

2.1.1 PET饮料瓶的减量化技术

2.1.2 减量化高速瓶坯加热技术

2.1.3 减量化高速吹瓶技术

2.1.4 减量化高速旋盖技术

2.1.5 高速视觉检测技术

2.2 减量化技术在水饮料包装机械装备的应用研究

2.3 减量化技术在茶果蔬汁饮料包装机械装备的应用研究

2.4 减量化技术在含气饮料包装机械装备的应用研究

减量化环保技术在饮料包装机械装备的应用研究及其产业化项目答辩

2.1 饮料包装机械装备的减量化共性技术- 减量化技术



廣東工業大學

Guangdong University of Technology

目的：设计可满足吹瓶和灌装工艺要求的，可普遍使用的550ml减量PET瓶

技术措施：

- (1) 改变瓶口和瓶盖的设计：降低瓶口的高度和直径，适当的减薄了瓶口的局部厚度；
- (2) 对瓶身加强筋做了适当的增加和调整；
- (3) 使用新的瓶底形状设计，改善瓶底应力分布状态，解决了瓶底受压变形的问题；
- (4) 增大瓶胚拉伸比率，进一步强化瓶身强度。



冰露原包装 瓶+盖重：18g-22g

节省PET材料26%



瓶口重量减少1.3g



冰露新包装 瓶+盖重：10g-12g

减量化环保技术在饮料包装机械装备的应用研究及其产业化项目答辩

2.1 饮料包装机械装备的减量化共性技术-高速瓶胚加热技术



廣東工業大學

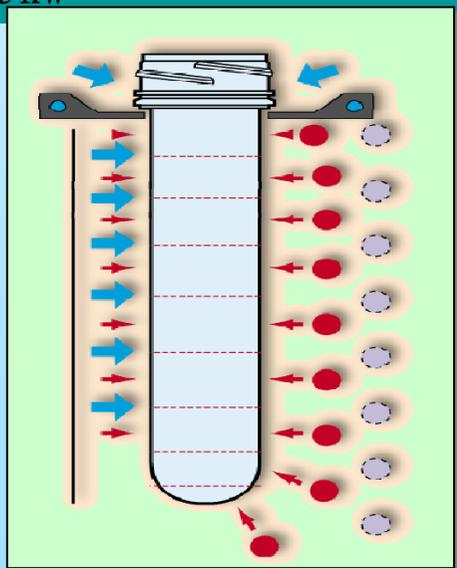
Guangdong University of Technology

目的：在瓶胚变小，瓶壁变薄的情况下，研发适用于轻量化瓶胚的高速加热及节能控制技术，降低加热过程中的总体能耗。

技术措施：

- (1) 2-4巴过滤空气的有效除尘
- (2) 轻量化瓶胚高速加热及节能优化

使用9层可以单独控制的灯管
最上层灯管功率为3kw, 其余是
2.5kw



瓶胚加热示意图

节能措施：

- (1) 单独控制加热箱的每只灯管的功率大小；
- (2) 自动恒温系统使加热炉内的设定温度保持恒定；
- (3) 实时监控瓶胚的9段温度；
- (4) 通过控制系统，设定瓶胚加热温度、初始温度、输出电压百分比、实际环境温度等参数。
- (5) 合理匹配风循环系统，减少热量损失；



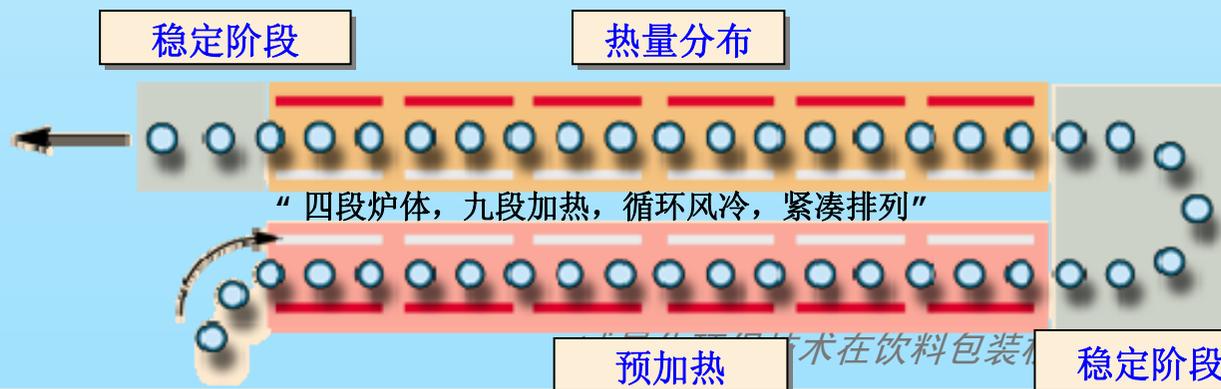
(3) 紧凑瓶胚排列设计

CPXX14型吹瓶机配套的**加温链节距 $p=38.1$** ，目前是国内外同类产品加温链节距中最小的一种，国际首创。与现有加温链节距 $p=50.8$ 相比较，**间距缩小了1/4**，相同产量和加温时间能**减少6组加温箱，节约能耗20%**。

(4) 四段炉体设计及9段加热设计

加热过程分四个阶段：

- 1、初始渗透加热，胚外温度比胚内要高；
- 2、其次是稳定阶段
- 3、热量分配阶段线灯管，依据瓶胚的质量、壁厚、高度、瓶形特征等因素，使用9层红外线灯管，由嵌入式控制器系统合理控制灯管电压百分比，使瓶胚沿其壁厚方向具有较为均匀的温度分布
- 4、稳定阶段；当瓶胚被加热到一定的时间，达到需要的温度时，要停止加热，进入稳定阶段，否则，温度过高时容易结晶或融化。

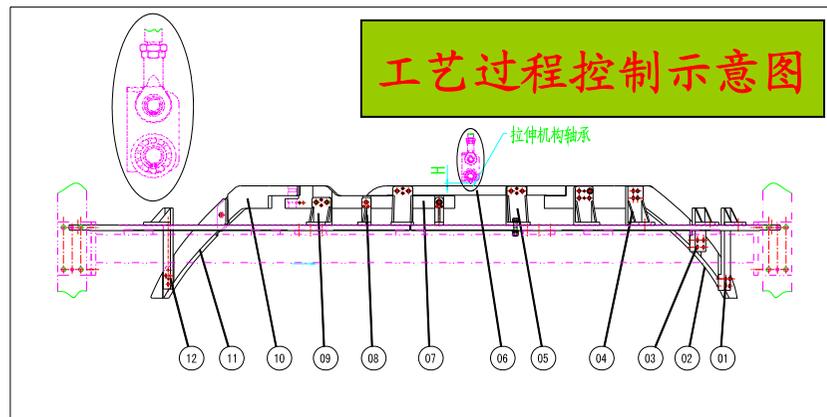
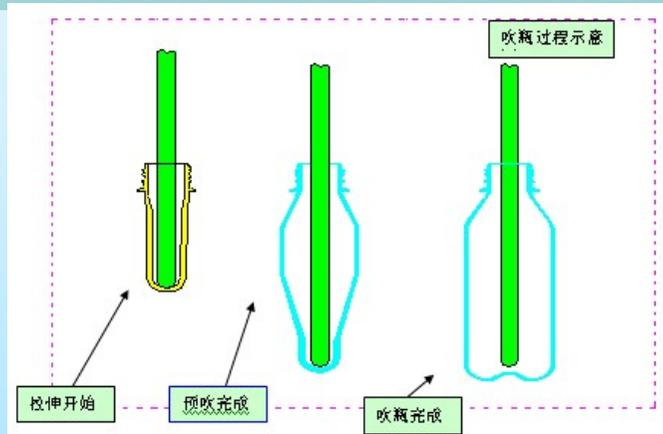


2.1 饮料包装机械装备的减量化共性技术-高速吹瓶技术

目的：在吹瓶应力与质量关系、成瓶壁厚均匀控制方法研究的基础上，通过减小吹瓶压力、优化凸轮曲线设计、小型化模腔模架设计及冷却加热、电液气的优化传送设计、伺服控制及节能降噪技术，研发性能稳定、高速的轻量化吹瓶技术。

技术措施：

(1) 高速吹瓶成瓶壁厚均匀控制方法



在研究影响壁厚因素的基础上，对制品壁厚不均匀原因进行分析，提出轻量化瓶胚的解决措施：

因高速吹瓶过程中，每个工艺步骤时间间隔非常短（约0.10s~1.0s），特别是从拉伸开始到预吹完成过程，这个过程对瓶胚材料的分布起着决定性的作用

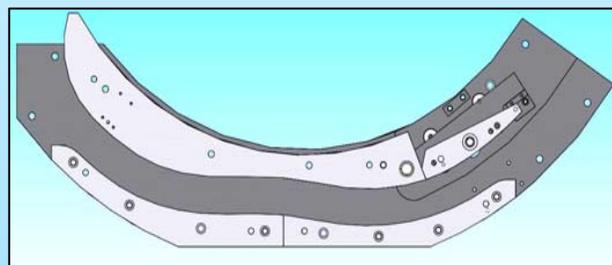
（即对瓶壁厚度的分布）。材料的分布是通过拉伸杆纵向拉伸及压缩空气横向拉伸而实现的，通过拉伸导轨控制拉伸杆的纵向拉伸速度，通过调节压缩空气的压力和流量控制横向拉伸速度，从而达到材料的理想分布和壁厚的均匀性。凸轮各参数及压缩空气的压力、流量的值需根据不同的瓶子进行计算、调整。

技术措施:

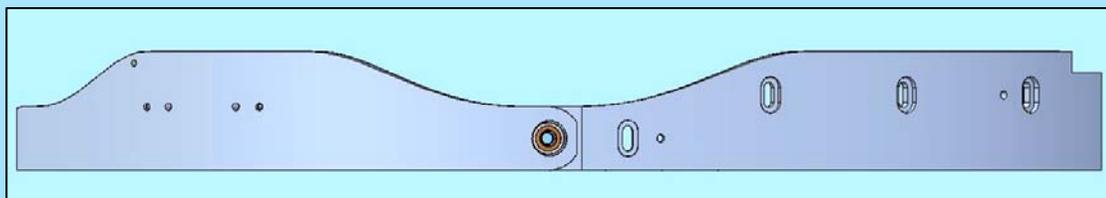
(2) 机械凸轮和电子凸轮的混合优化设计

目的在于利用机械凸轮机构及电子凸轮的优化设计, 实现模架的高速开合, 减小滚轮的受力、降低整机噪音、满足平稳高速吹瓶的工艺要求。主要内容包括:

- ① 对不同凸轮曲线力学性能的研究;
- ② 优化凸轮曲线参数, 降低滚轮的速度和加速度;
- ③ 对各凸轮机构进行运动分析, 对曲线和曲线参数进行再优化;

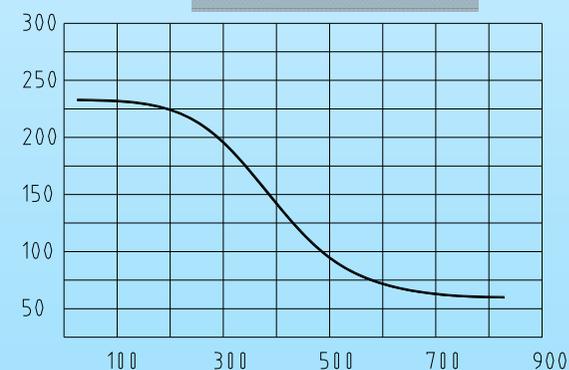


开合模凸轮



底模凸轮

电子凸轮拉伸



拉伸电子凸轮曲线

技术措施:

(3) 小型化模具设计及冷却、加热管路优化

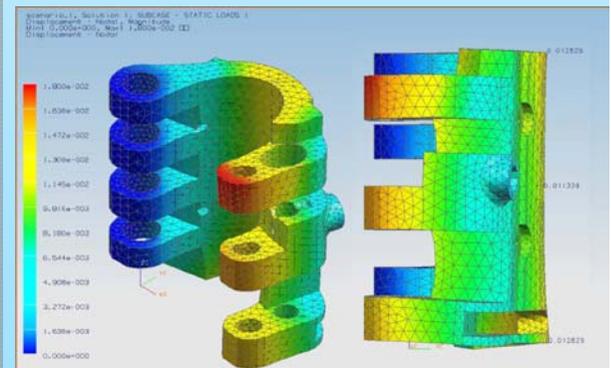
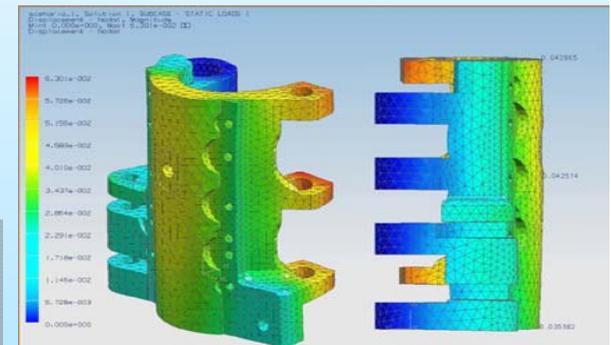
小型化模具具有质量轻，加工、安装方便等优点，在模具设计时，充分考虑冷却水道要离成型表面近、密集且分布均匀，冷却水的流量要大，要迅速将吹瓶时的热量带走，消除拉伸时产生的应力。

设计模具时，油道要离成型表面近、要密集且分布均匀，油的流量要大。本机装有稳定的红外加热系统，红外灯管可分段独立控制。

技术措施:

(4) 小型化模架设计

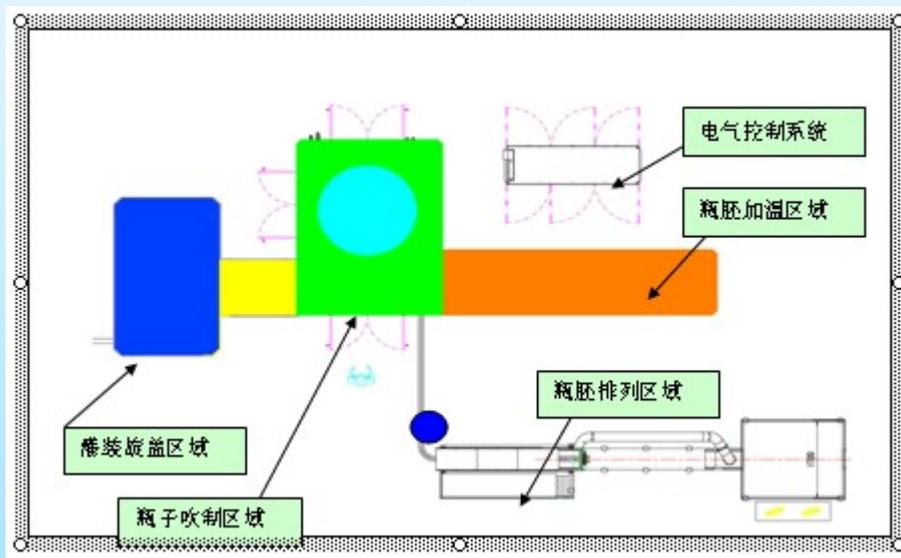
- 1) 进一步地落实减轻重量及减少惯性矩的设计宗旨，对左右模架的本体利用三维设计软件UG，采用有限单元法进行结构受力分析，并进行优化处理，使左右模架的本体结构设计趣向合理；
- 2) 采用了与传统的锁模方式不同的设计；
- 3) 减小了模架的径向尺寸及外形尺寸，在整机外形尺寸变化不大的情况下，产能增加57.15%。



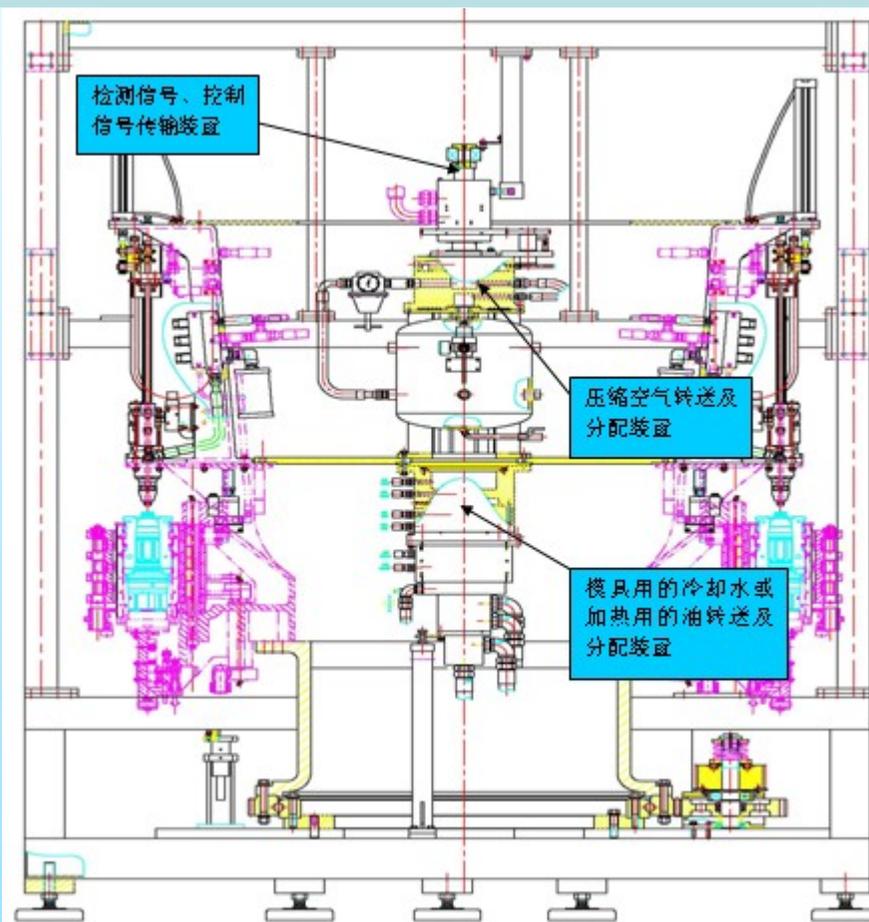
技术措施:

(5) 机架优化设计及机身向旋转机架内电、液、气的优化转送设计

吹瓶过程中，需要主机实时供给旋转吹塑站使用的高压空气、低压空气、电源、冷却水或加热油、检测信号和控制信号等，在嵌入式系统控制下，实现主站和从站之间的电、液、气高速传输，传输过程要求稳定可靠。



机架布置图



总布置示意图



技术措施:

(6) 高速吹瓶系统的伺服控制及同步

吹瓶机的高速运行由伺服控制系统来完成，额定转速为3000rpm，伺服电机采用**全闭环控制**，具有控制精度高，恒力矩输出、低频性能优越、响应速度快、过载能力强等特点。有利于提高吹瓶动作的重复精度，减小机械振动，降低凸轮导轨冲击，降低噪音，有效提高了机械效率和设备使用周期。

加温机、机械手星轮盘均由主电机经减速器和同步带传动，有效保证与主机的同步精度。

技术措施:

(7) 节能和降噪技术

1. 优化各运动曲线设计，最大限度的减少运动时轴承对导轨产生的冲击;
2. 采用小模架结构，**节约成本40%**;
3. 采用加温链节距 $p=38.1$ ，**节约能耗20%**;
4. 使用回收气装置，**节约能耗15-20%**;

2.1 饮料包装机械装备的减量化共性技术-高速旋盖技术



廣東工業大學

Guangdong University of Technology

目的：研究小瓶盖情况下的旋盖技术，保证产品质量和高速旋盖合格率。

技术措施：

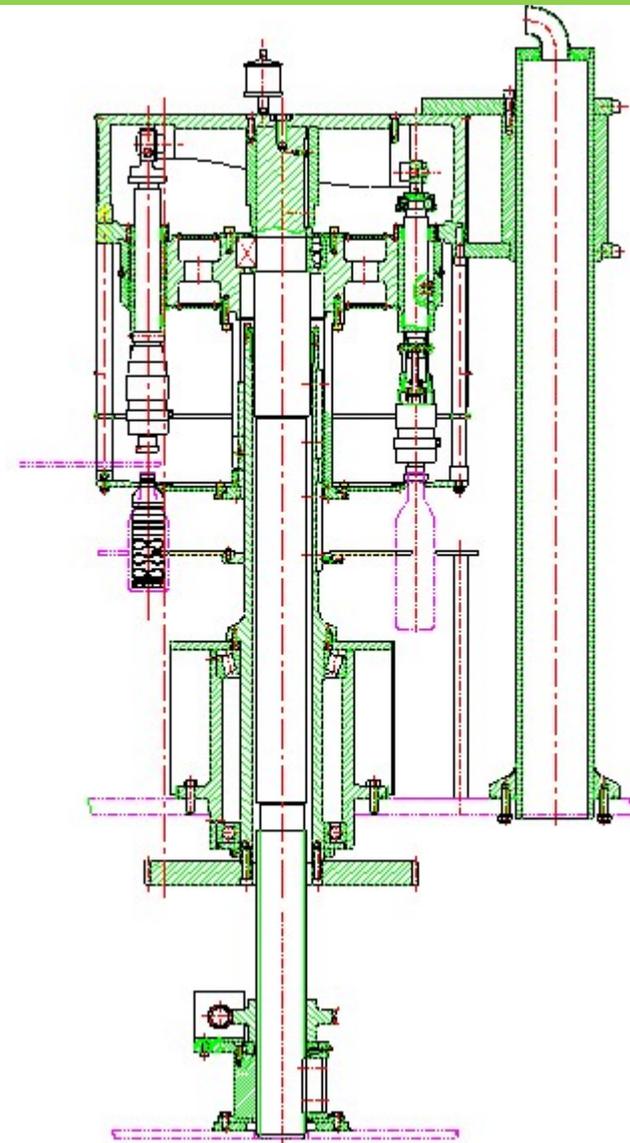
1、瓶盖清洗及输送

瓶盖在主机外单独进行消毒、清洗，再用封闭的提升输送链送至位于旋盖机上方的理盖器中，以保证瓶盖的大产量清洗及防止输送过程中的再次污染；

理盖器带有反盖去除机构，保证理出的盖方向正确一致；

2、高速旋封系统传动

利用永久磁铁的扭力，实现抓盖拧盖功能，旋盖头和空心轴齿轮连接为一体，拧盖力矩可无级调速，**恒扭矩旋封盖**，保证瓶子或瓶盖不被损坏，实现旋盖头传动、旋盖头转速、旋盖圈数的方案优化。



2.1 饮料包装机械装备的减量化共性技术-高速视觉检测技术



廣東工業大學

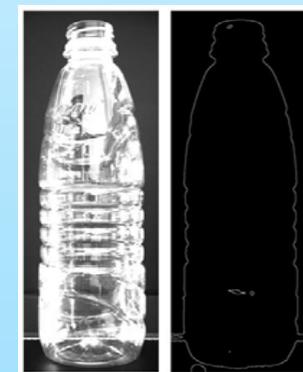
Guangdong University of Technology

目的在于利用高速视觉检测系统，实现成品缺陷检测、自动剔除功能，提高整机成瓶合格率，满足质量检测工艺要求。主要包括：

- ① 基于自适应滤波和线性灰度变换的图像预处理算法研究；
- ② 采用中值滤波/直方图均衡算法进行图像增强，采用区域增长结合边缘检测算法进行图像分割，利用特征匹配和模式识别算法实现高速吹瓶缺陷检测；
- ③ 基于边缘跟踪算法的成瓶瓶盖检测技术；基于Hough圆检测的成瓶瓶口圆度及壁厚检测技术；



瓶盖检测



吹瓶缺陷--瓶身检测

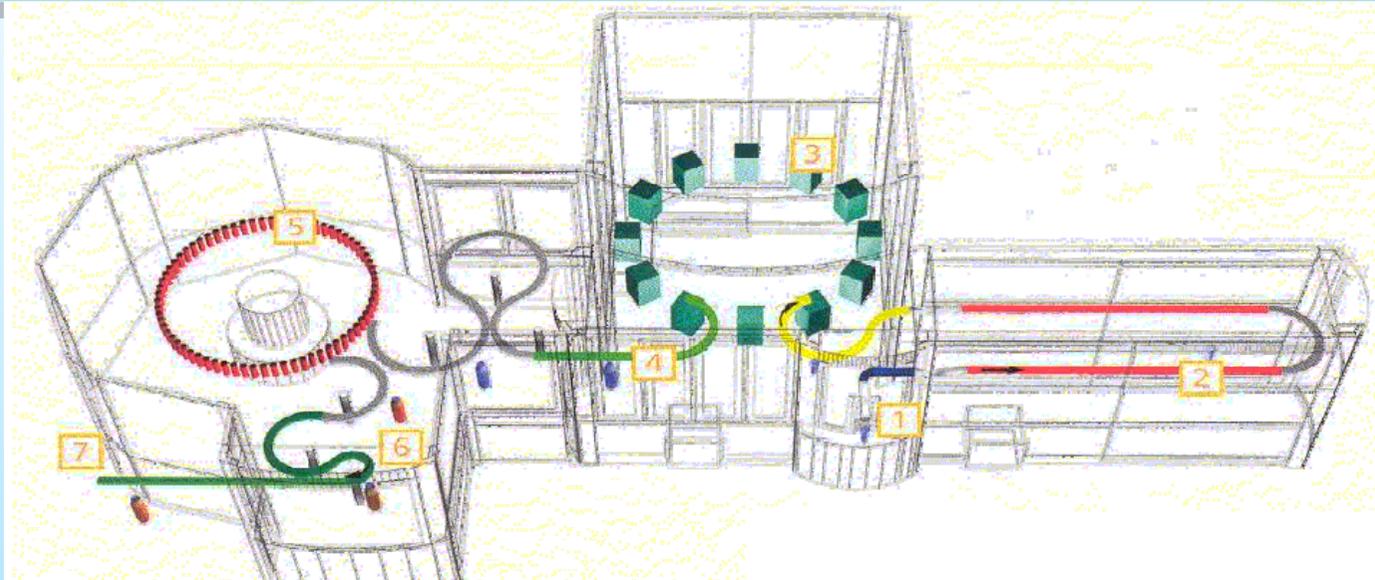
2.1 饮料包装机械装备的减量化共性技术-集成化和同步控制技术



廣東工業大學

Guangdong University of Technology

集成：理胚机、瓶胚进给、加温机、吹瓶机、灌装机、旋盖机、机械手、传动系统、星轮传动、控制系统等几部分组成。



同步控制：吹罐旋一体机的两个主要伺服驱动电机

(1) 吹瓶主电机

额定功率为7.5KW伺服电机，受变频器控制可实现无级调速；传动系统采用同步带传动，带动整个吹瓶机旋转，机械手旋转，加温机运动。

(2) 灌装主电机

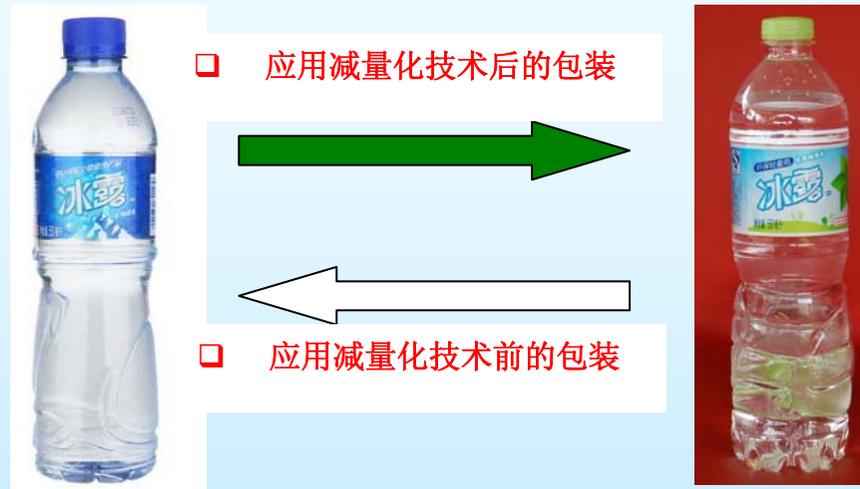
额定功率为5.5KW伺服电机，带动灌装主机、旋盖机、进瓶星轮转动。

2.2 减量化技术在水饮料包装机械装备的应用研究



廣東工業大學

Guangdong University of Technology



- (1) 研发可控制阀及其换向式定量灌装机
- (2) 灌装工艺特别添加一个充填氮气的装置，创新采用氮气充填技术以加强成品瓶身的坚挺。
- (3) 采用重力灌装方案，用U型回流腔代替传统灌装阀装置的稳流片。
- (4) 实现±1mm高精度的灌装液位的控制。

2.2 减量化技术在水饮料包装机械装备的应用研究



廣東工業大學

Guangdong University of Technology

水饮料减量化包装前后节能/材效果对照表

	普通水饮料包装工艺	减量化水饮料包装工艺	节能/材效果
PET瓶重量 (G)	15.9	11.8	26.3%
加温链节距 (MM)	50.8	38.1	20%
灌装温度(°C)	常温	常温	-
产能 (瓶/小时)	24000	24000	-
灌装精度 (MM)	±3mm	±1mm	-
产品不锈钢用量 (T)	40 (吹瓶+输送+洗瓶+灌装)	24 (吹灌旋一体化)	40%
生产用水量(T)	4T/H	1T/H	75%
用电量(KWH)	160	120	25%
用气量(bar)	30	20	33%

2.3 减量化技术在茶果蔬汁饮料包装机械装备的应用研究



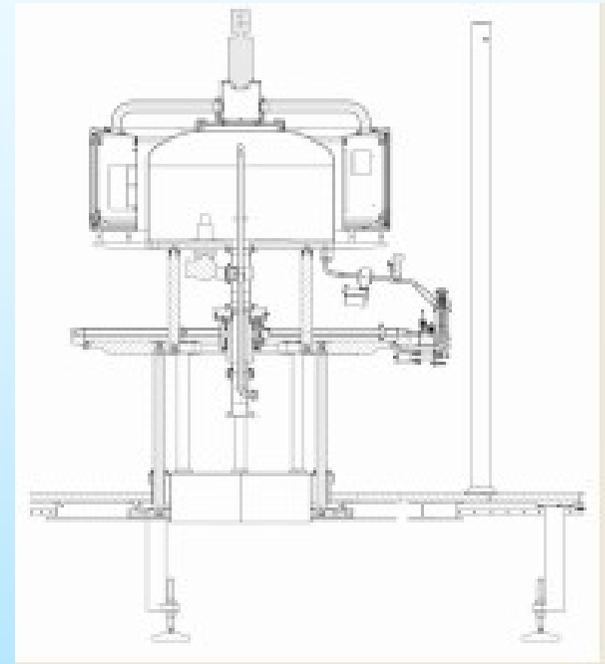
廣東工業大學

Guangdong University of Technology

- 研究一种新的流量计式热灌技术，避免回流，实现热灌装瓶的减量化。

拟解决的主要问题：

- 流量计的选用
- 提高回流阀的使用寿命是需要解决的难题；
- 灌装阀
- 清洗阀的材料
- 电器控制系统



2.3 减量化技术在茶果蔬汁饮料包装机械装备的应用研究



廣東工業大學

Guangdong University of Technology

表4 茶果蔬汁饮料减量化包装前后节能/材效果对照表

	普通茶果蔬汁饮料 包装工艺	减量化茶果蔬汁饮料 包装工艺	节能/材效果
PET瓶重量 (G)	26	21.2	18.5%
加温链节距 (MM)	50.8	38.1	20%
灌装温度(°C)	95	95	-
产能 (瓶/小时)	24000	24000	-
灌装精度 (%)	≤±1.5	≤±0.3	-
回流(Y/N)	Y	N	35%
产品不锈钢用量 (T)	40 (吹瓶+输送+洗瓶 +灌装)	24 (吹灌旋一体化)	40%
生产用水量(T)	4T/H	1T/H	75%
用电量(KWH)	240	195	18.75%

2.4 减量化技术在含气饮料包装机械装备的应用研究



廣東工業大學

Guangdong University of Technology

- 含气饮料主要指可乐、啤酒等含有**CO₂**(二氧化碳)气体的饮料，由于需要承受较大的压力，瓶身、瓶口和瓶盖都要保证一定的厚度和气密性，因此含气饮料瓶在**PET**物耗方面的减量非常有限，目前**600ml**可乐瓶的重量大约为**25g**左右。
- 含气饮料包装的减量化主要体现在包装机械装备的减量化上。
 - 生产过程的能耗成本降低 20%
 - 设备、厂房成本降低 15%-30%
 - 营运成本降低（无需消毒水和洗瓶用水，节省存储空瓶的仓储间）
 - 人力成本和设备维护成本降低（降低人力成本、降低维护成本）

3、拟解决的关键技术



廣東工業大學

Guangdong University of Technology

(1) 轻量化瓶坯的精确加热技术

瓶胚加温热风抽送系统ZL200820003147.6

瓶胚加温风流通系统200810093470.1

新型瓶胚加温链ZL200820043633.0

(2) 轻量化瓶坯加热节能优化技术

快换式独立加温灯箱ZL 200820044221.9

(3) 轻量化瓶坯成瓶壁厚均匀控制方法

非结晶瓶口封口气缸及封头组件200810028929.X

(4) 高速吹瓶系统的小型化模具设计和优化模架设计技术

吹瓶机模具组件ZL200820003148.0)

吹瓶机模架组件中的底模升降机构ZL200820004555.3

吹瓶机模架/模具组件ZL200810093469.9

3、拟解决的关键技术



廣東工業大學

Guangdong University of Technology

(5) 新型夹坯头装置

专利号：201110031050.2

(6) 轻量化瓶传输技术

瓶子传输装置之被动夹201020118338.4、

个体物件传送装置200910037322.2

一种物件传送装置（中国）ZL 200820131258.5；（德国）202008014089.7

(7) 高速准确灌装与氮气填充技术

(8) 高速旋封同步控制技术

瓶盖封装方法201010127467.4

(9) PET瓶吹灌旋一体化集成和同步控制技术

4、项目关键点



廣東工業大學

Guangdong University of Technology

- (1) PET瓶**减量化设计**，可节约PET材料26%
- (2) 带电子气缸的**低气压吹瓶技术**，节约能耗约25%（吹气压力从30bar降为20bar）
- (3) 带环境补偿的**瓶坯加热优化系统**，节约能耗约20%
- (4) 提高气密性的**新型夹坯头技术**，降低瓶口损伤
- (5) 高速准确灌装与**氮气填充技术**，提高灌装精度（1mm）和手感
- (6) 开发带流量计**热灌装阀**，提供了一种新的热灌装方法



廣東工業大學

Guangdong University of Technology

谢谢！

5、项目实施计划及保障措施



6) 研发基础

达意隆公司国家级立项证书:

- ◆ 国家火炬计划重点项目证书
- ◆ 国家级火炬计划项目证书
- ◆ 科技型中小企业技术创新基金立项证书

达意隆公司产品历年所获荣誉:

- ◆ 05-06年中国食品工业协会科技奖一等奖
- ◆ 08年中国轻工业联合会科技进步奖一等奖
- ◆ 08年广东省高新技术产品（吹灌旋一体机）
- ◆ 08年广州市科技进步奖一等奖（吹灌旋一体机）
- ◆ 08年广东省科技进步奖二等奖（吹灌旋一体机）
- ◆ 08年广东省企业创新记录十大首创技术奖



减量化环保技术在饮料包装机械装备的应用研究及其产业化项目答辩

5、项目实施计划及保障措施



达意隆公司吹灌旋技术专利:

45 项技术专利, **25** 项授权

18 项发明专利

1 项国外发明专利

牵头起草全自动吹瓶机国家标准、行业标准

牵头起草全自动饮料灌装机国家标准

牵头起草全自动吹灌旋一体机国家标准



6、项目实施预期效果



1) 技术指标

项目完成后将提供提供新产品、新装备一套
申请相关专利10件，其中发明专利5件
牵头起草相关产品国家标准1项。

主要考核技术指标:

- 额定产能 24000瓶/小时（容积 $\leq 550\text{ml}$ ）
- 吹瓶合格率 $\geq 99.5\%$
- 灌装合格率 $\geq 99\%$
- 旋盖合格率 $\geq 99.5\%$
- 成品瓶合格率 $\geq 98.6\%$
- 轻量化瓶重量 9.8 ± 0.2 克

6、项目实施预期效果



2) 经济效益

经济效益预测表(万元)

序号	科目名称	2012	2013	2014
1	销售收入	2600.00	5200.00	5200.00
2	利 润	222.84	445.68	445.68
3	税 收	200.66	401.31	401.31

6、项目实施预期效果



3) 对行业发展的促进作用

- 响应国家“低碳经济”的发展主题，降低生产成本，减少碳排放。
- 项目自主研发国内首台的轻量化瓶吹灌旋一体机，将以较高的性价比有效满足饮料生产企业对高速节能轻量化设备的需求。
- 项目将带动饮料行业企业的技术进步，也为相关行业企业节能降耗、节约材料，降低企业成本提供技术支持。

企业基本情况——中国液体包装行业龙头企业



- 成立于1998年，注册资金1.95亿元人民币
- 2008年1月在深圳证券交易所上市
- 国内饮料包装设备行业内第一家上市公司

