

塑料工业在微利时代的 提质增效与工业4.0

Polymer Processing Automation Toward Industry 4.0

高福荣

香港科技大学
高分子成型过程及系统中心 (CPPS)
(广东) 高分子成型装备创新团队
+86-13902316836
kefgao@ust.hk

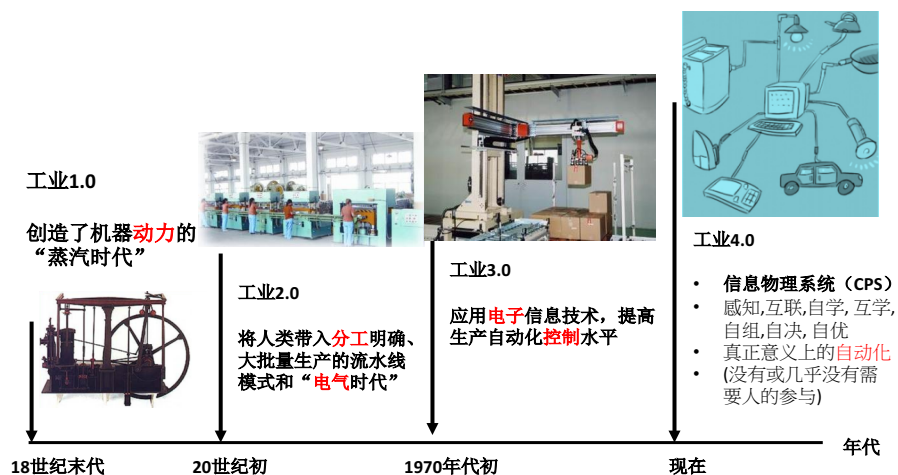
(香港工业自动化会议, 15 March, 2017, HKCEC)

香港科大——高分子成型过程及系统中心

群达引进——高分子成型过程与系统团队

➤ 塑料机械

■ 工业1.0到工业4.0

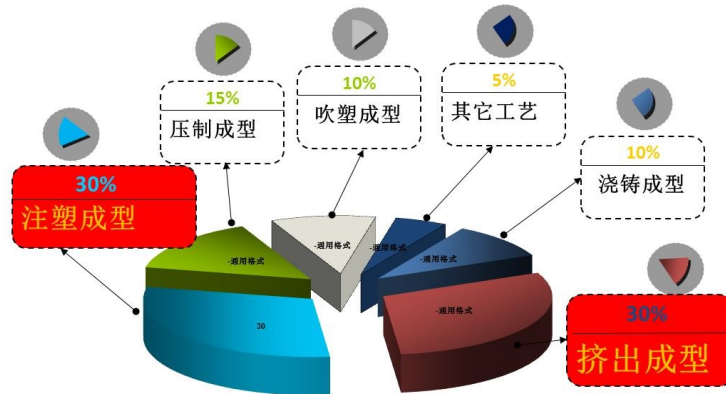


香港科大——高分子成型过程及系统中心

群达引进——高分子成型过程与系统团队

➤ 塑料机械的现状：工业2.5

- 模流分析、模具设计、数控加工 一已数字化
- 模具，材料，机器，辅助设备：各自为政
- 成型控制多为开环；模内缺乏质量在线检测；全过程优化手段缺乏；数据集成依赖人工（未达数字化自动化）



香港科大——高分子成型过程及系统中心

群达引进——高分子成型过程与系统团队

报告提纲

- 1 行业背景
- 2 精密注塑控制
- 3 智能注塑控制
- 4 智能集成注塑工厂
- 5 总结

香港科大——高分子成型过程及系统中心

群达引进——高分子成型过程与系统团队

行业背景

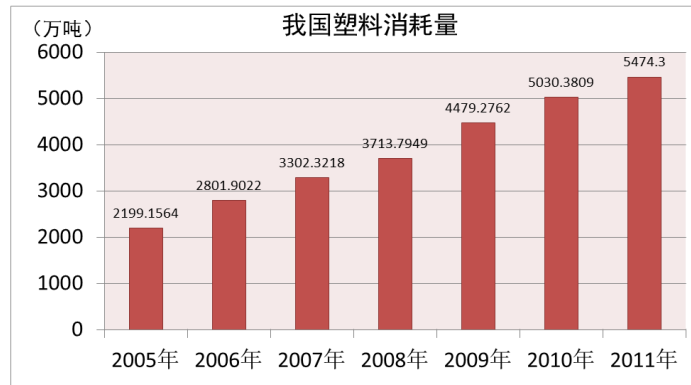
➤ 塑料工业

- 塑料被誉为20世纪最伟大的发明，制品广泛应用于交通运输、航空航天、信息、医疗等**国民经济的支柱产业**



➤ 塑料材料

- 2012年，中国塑料消费总量达到**5781万吨**，**世界第二**
- 2015年，中国塑料制品产值**2.15万亿**



(数据来源：中国轻工业信息中心、广东省塑料工业协会)

香港科大——高分子成型过程及系统中心

群达引进——高分子成型过程与系统团队

➤ 中国塑机—— 高产量 低产值！

- 中低类机械为主
- 机械工艺水平相对较低，
控制系统水平差距巨大

项 目	中国	广东省
注塑机保有量 (台)	100万	30万
注塑机年产量 (台)	10万	2.5万
注塑机产值 (元)	330.36亿	85亿



国产塑机利润低

以量为增长点的市场有限

产业升级势在必行

控制器是塑机的核心

塑机控制技术提升是塑料工业转型升级的关键

香港科大——高分子成型过程及系统中心

群达引进——高分子成型过程与系统团队

精密注塑控制

高分子成型过程及系统中心 (CPPS) 专注塑30年

- 以香港科大教授、研究员为骨干的专业研究中心
- 服务于成型过程，应用系统策略及技术，提高产品质量，生产效率，促进节能环保



HUSKY
Keeping our customers in the lead



KUNDA 群達控股
KUNDA HOLDINGS

YIZUMI 伊之密



KINGFA

Rexroth
Bosch Group



东华机械有限公司
DONGHUA MACHINERY LTD.
DONGHUA MACHINERY LTD.

Made-in-China.com

MOOG

KONKA 康佳

力勁集團
L.K. GROUP



➤ CPPS注塑控制研发历程



香港科大——高分子成型过程及系统中心

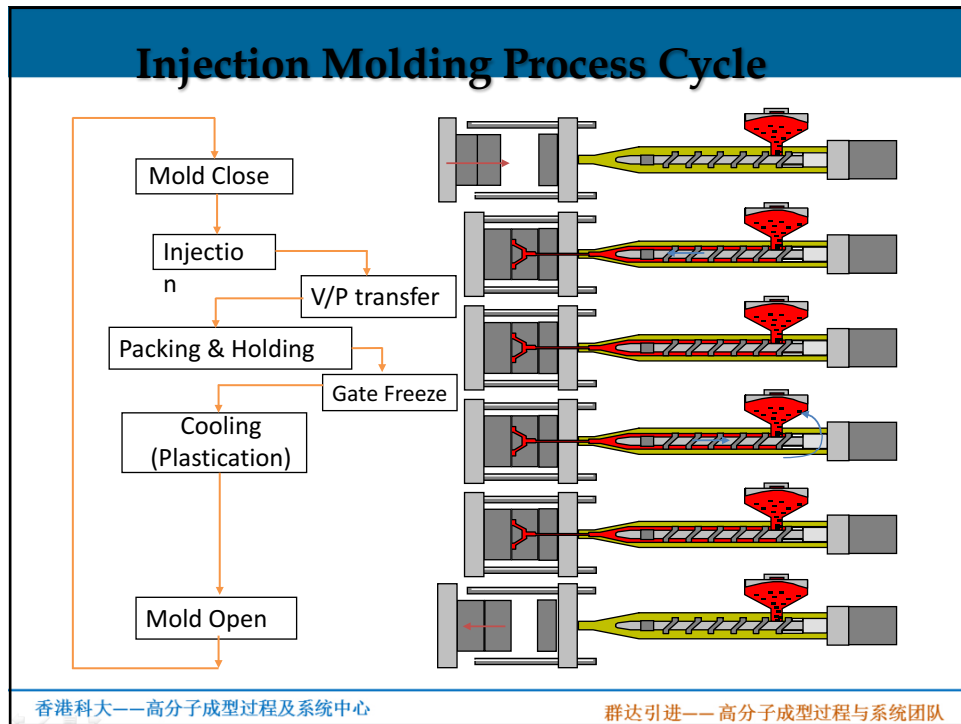
群达引进——高分子成型过程与系统团队

➤ CPPS注塑机精密控制技术



香港科大——高分子成型过程及系统中心

群达引进——高分子成型过程与系统团队



➤ 注塑机控制方法对比

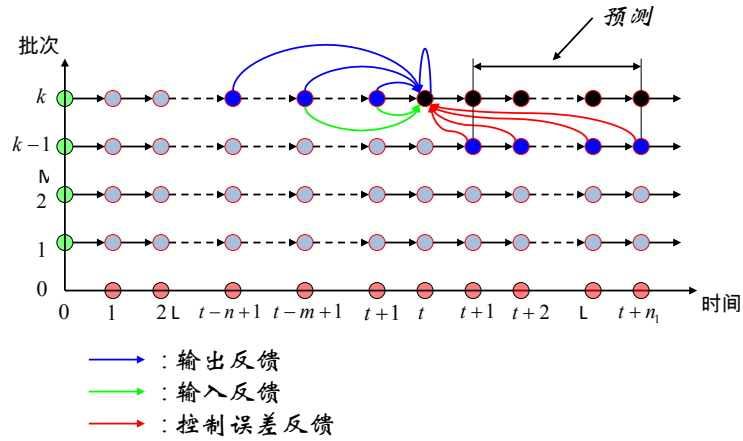
方法	适用于	鲁棒性	瞬态响应性能	执行机构成本
自适应控制	连续过程	低	慢	高
迭代学习控制	完全重复过程	低	好	低
二维时间控制	批次过程	高	优异	低

香港科大——高分子成型过程及系统中心

群达引进——高分子成型过程与系统团队

➤ 精密控制技术

■ 二维控制信息结构分析



香港科大——高分子成型过程及系统中心

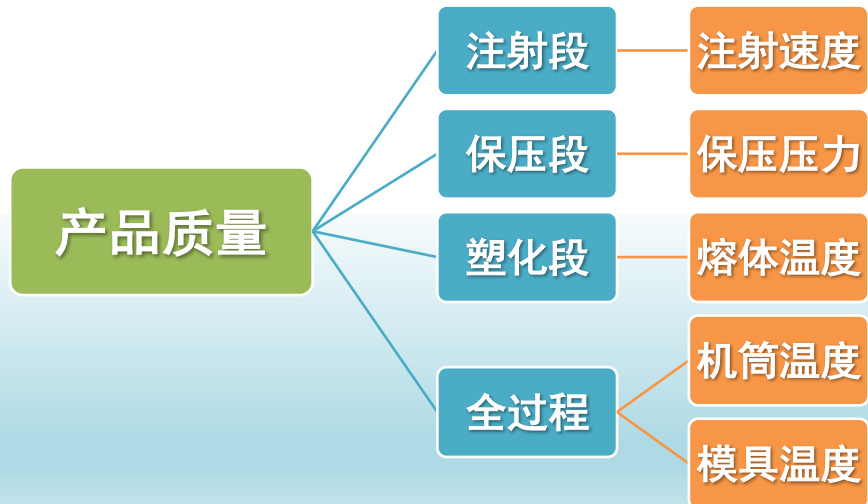
群达引进——高分子成型过程与系统团队

注塑精密控制

控制效果演示

➤ 注塑控制结果举例

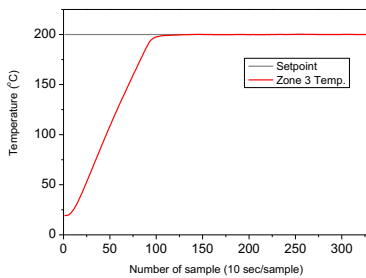
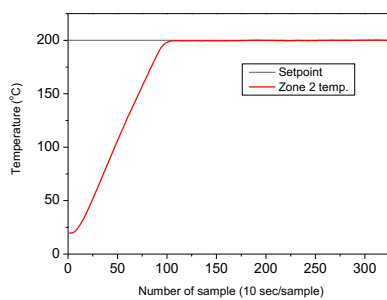
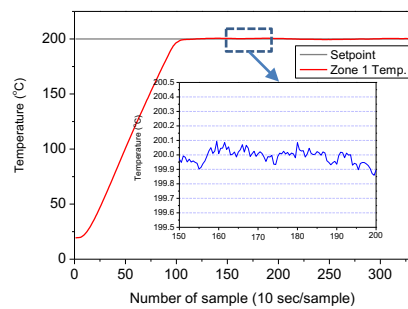
■ 关键参数



香港科大——高分子成型过程及系统中心

群达引进——高分子成型过程与系统团队

➤ 注塑控制结果——机筒温度



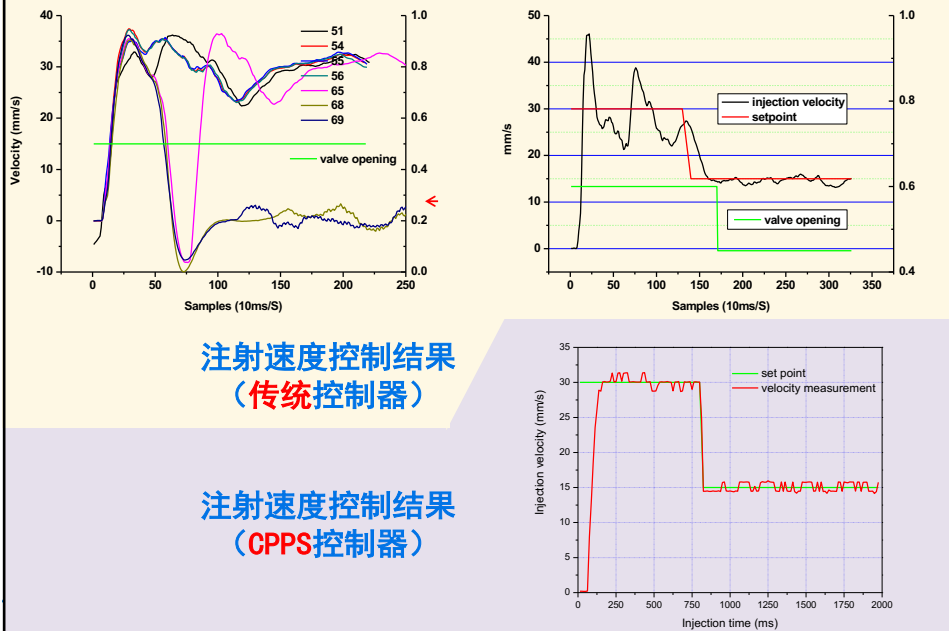
评述:

1. 从室温到200°C达到最快上升时间
2. 加温过程中没有显著的温度超调
3. 稳态温度波动很小(在0.3°C以内)
4. 所有加热段的控制性能均良好
5. 性能比现有控制器提高了5-10倍

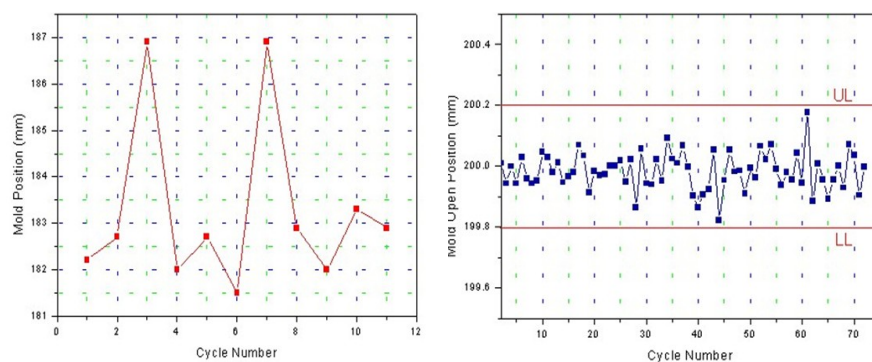
香港科大——高分子成型过程及系统中心

群达引进——高分子成型过程与系统团队

➤ 注塑控制结果—注射速度



➤ 注塑机控制结果—模具定位



原控制系统模具定位的控制结果

CPPS控制软件模具定位的控制结果

➤ 关键注塑参数控制精度比较

参数	国内（典型）	欧美、日本（典型）	CPPS MUST控制系统
超调温度	5-30°C	2-5°C	1°C
稳态温度	约3°C	约1°C	0.4°C
开/锁模定位	3-5mm	约0.5mm	0.2mm
注塑速度	开环控制	闭环控制，需高速、高成本的伺服阀	闭环控制，低成本的 比例阀
保压压力	开环控制	闭环控制，需高速、 高成本 的伺服阀	闭环控制， 低成本 的 比例阀
香港科大——高分子成型过程及系统中心 群达引进——高分子成型过程与系统团队			

MUST注塑控制系统使用报告

测试	改善前	改善后
零件数量	平均次品率	平均次品率
27款	3.01%	0.2%

香港科大——高分子成型过程及系统中心

群达引进——高分子成型过程与系统团队

实例：

某企业生产某产品，单机日产2000件，核算单件产品成本5.00元，良品率97%，成本利润率5%。使用MUST控制器后，良品率提高到99.7%，利润率提升多少？

旧机日产： 1940件 良品 收入 10500元 – 成本 10000元
 60件 次品 成本 10000元 =利率 5%

改机日产： 1994件 良品 收入 10792元 – 成本 10000元
 6件 次品 成本 10000元 =利率 7.92%

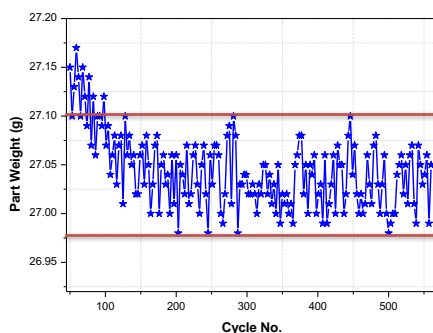
良品率提高2.7% => 利润率提高了58.4% (500->792)

微利时代注塑，质量与效益的提高是决定企业发展的关键

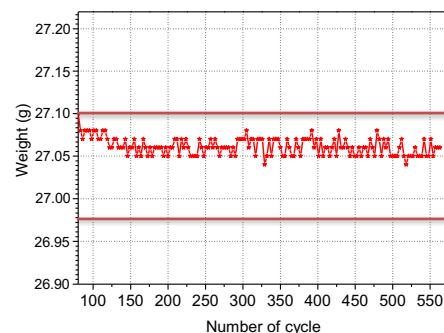
香港科大——高分子成型过程及系统中心

群达引进——高分子成型过程与系统团队

➤ 注塑机控制结果—产品重量



不用CPPS MUST控制



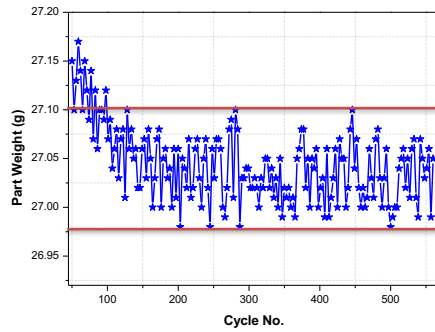
CPPS MUST 控制

更早进入稳态

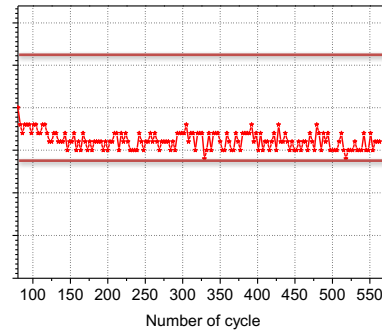
香港科大——高分子成型过程及系统中心

群达引进——高分子成型过程与系统团队

➤ 注塑机控制结果—产品重量



不用CPPS控制

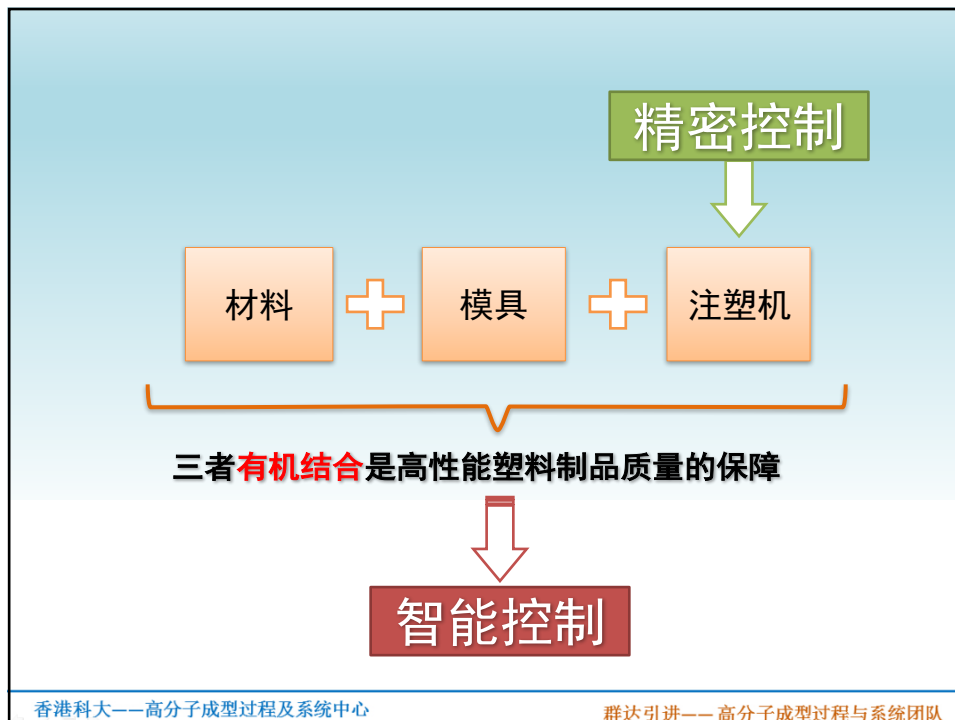


CPPS控制

- 更早稳
- 更省料
- 更节能
- 更省时

香港科大——高分子成型过程及系统中心

群达引进——高分子成型过程与系统团队



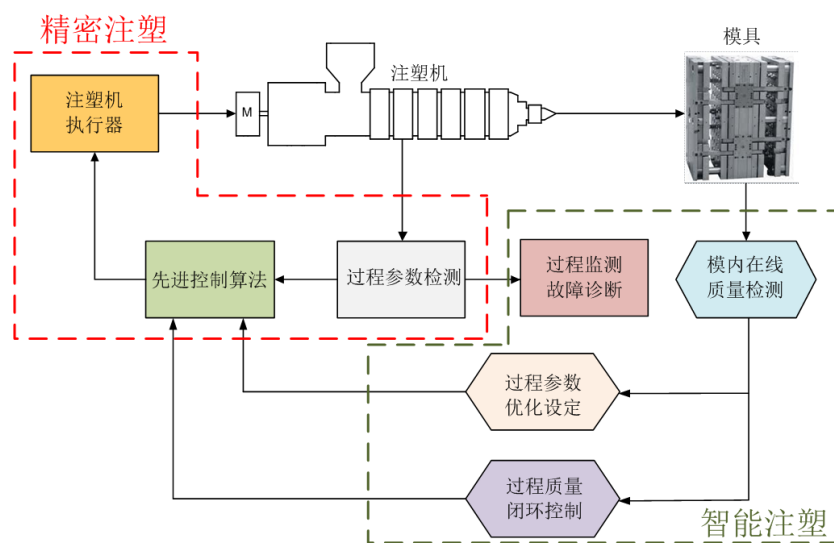
香港科大——高分子成型过程及系统中心

群达引进——高分子成型过程与系统团队

智能注塑控制

► 注塑机智能控制技术

■ 模塑集成



香港科大——高分子成型过程及系统中心

群达引进——高分子成型过程与系统团队

➤ 注塑过程智能控制关键技术

- 过程多阶段过程监测系统
 - 注塑过程故障**监测**
 - 注塑过程故障**诊断**
 - 注塑过程故障自**修复**
- 模具内在线感知系统
 - 模具内在线**感知**
 - 在线数据**表征**和解读
 - 过程**知识**建立
 - **决策**和应用
- 优化设定系统
 - 过程系统**设定**
 - 多目标**优化**
- 质量控制系统
 - 客户关注的**质量**控制
 - **效益**提升

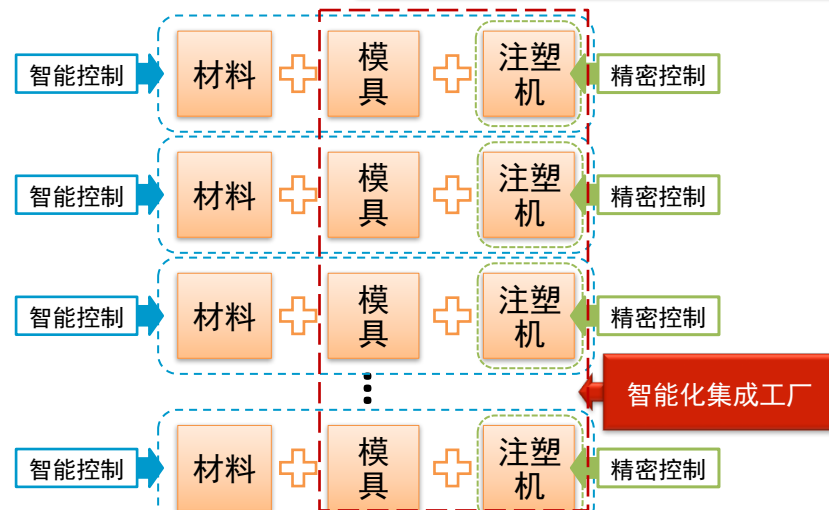
香港科大——高分子成型过程及系统中心

群达引进——高分子成型过程与系统团队

智能集成注塑工厂

➤ 行业发展提出新的需求

- 现行模式：单机独立运作，分别控制
- 各类成本上升，利润下降→ 如何集约资源，提高市场竞争力？

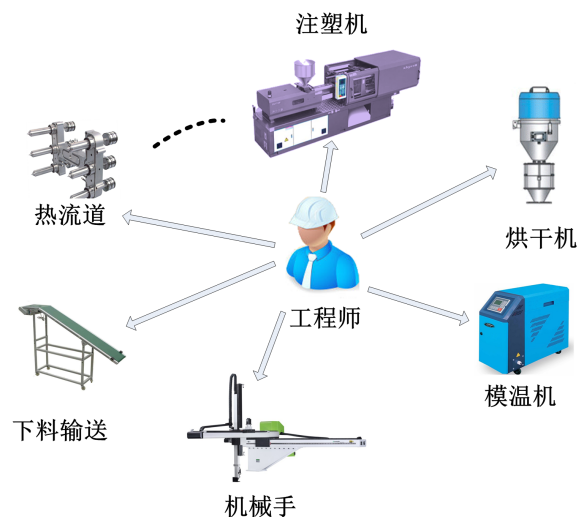


香港科大——高分子成型过程及系统中心

群达引进——高分子成型过程与系统团队

注塑成型典型设备

- 成型设备：各种注塑机
- 模具
- 温控设备：
 - 热流道
 - 烘干机
 - 模温机
- 传送设备
 - 机械手
 - 下料机
 - 传送带
- 其他设备
 - 材料检测
 - 产品检测
 - 气（水）辅助加工
 - 共混设备

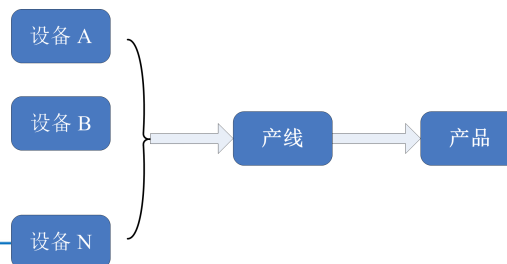


香港科大——高分子成型过程及系统中心

群达引进——高分子成型过程与系统团队

产线集成化系统

- 产线由不同个体设备组成
 - 设备个体控制是基础，产线集成控制是目标
 - 产线组成依赖经验 =》资源浪费
 - 设备间动态耦合影响产线稳定
 - 个体设备优化不等于全局优化
- 目前：设备各自为政，缺乏信息集成，制约进一步发展
- =》集设备、材料、能量、信息融合的一体化集成优化体系

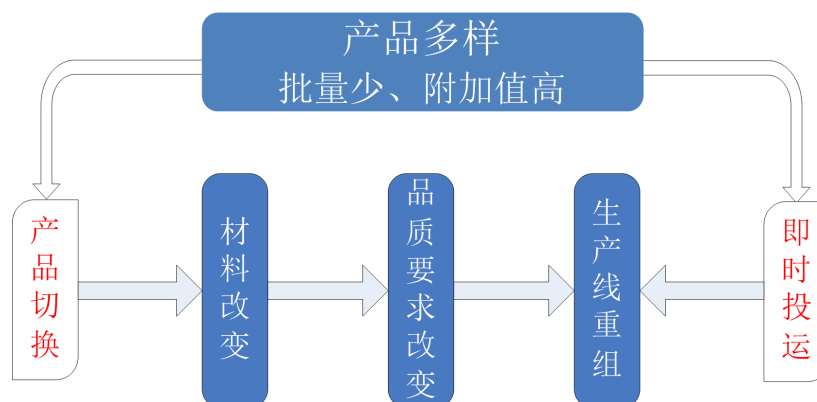


香港科大——高分子成型过程及系统中心

群达引进——高分子成型过程与系统团队

塑料成型工业特点：频繁切换VS即时投运

- 产品频繁切换导致材料改变和品质要求指标变化
- 设备要求变化，生产线**频繁重组**（经验→科学）



香港科大——高分子成型过程及系统中心

群达引进——高分子成型过程与系统团队

➤ 影响行业可持续发展的问题（2）

空间利用率低

水平方向 & 垂直方向

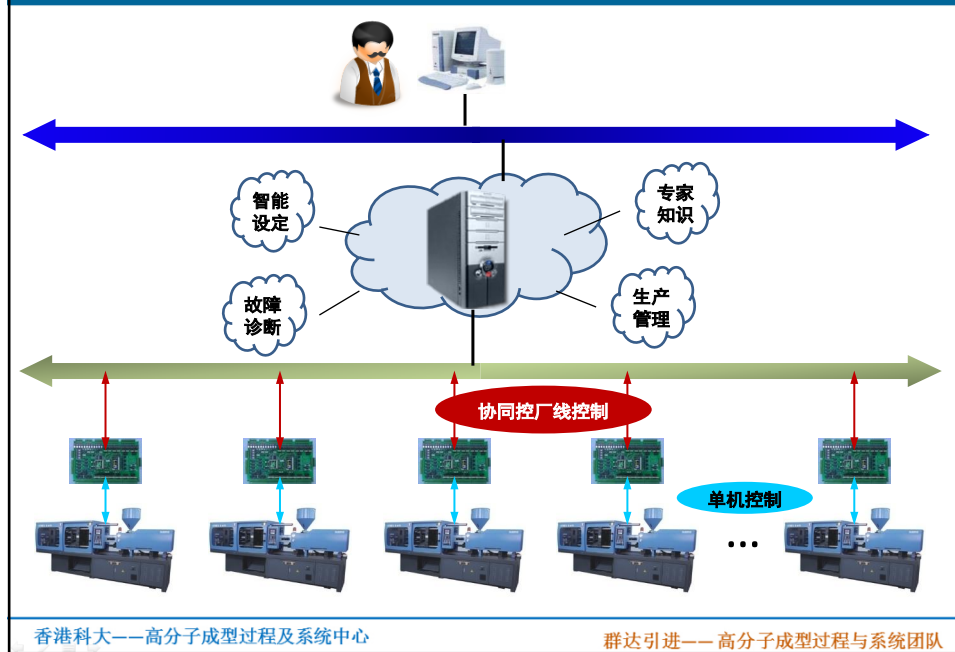


➤ 影响行业可持续发展的问题（3）

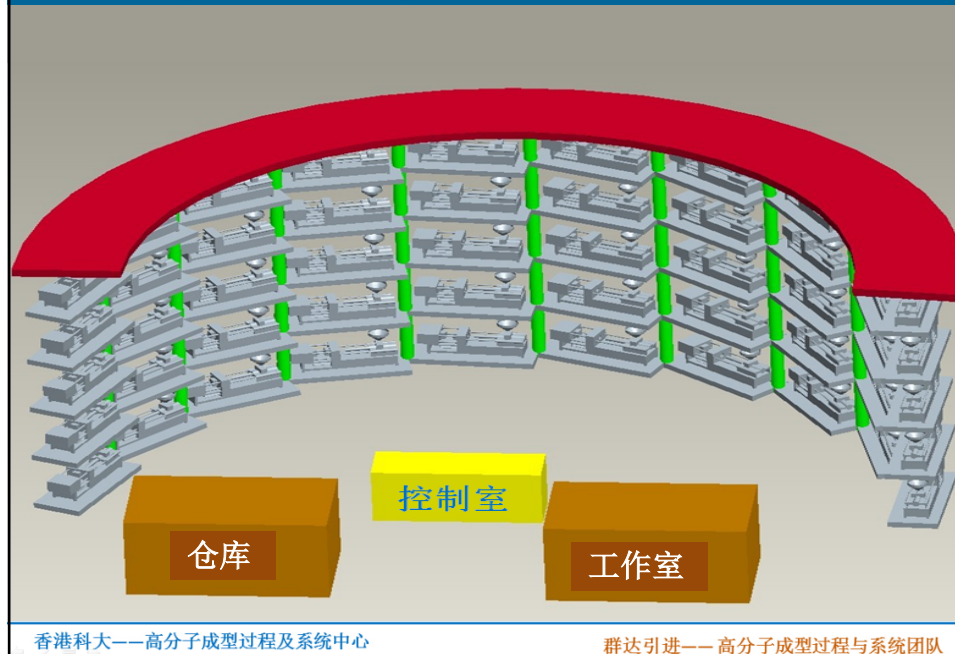
人力成本上升 &
信息化程度低



➤ 提案：信息智能集成



➤ 提案：空间布局优化



总 结

- 塑料工业与国计民生息息相关，注塑工业的发展在国家工业发展中占据重要地位
- 我国注塑工业急需转型升级
- 工业4.0背景下注塑工业**转型升级三步走**
 - **第一阶段**：精密控制
 - **第二阶段**：智能控制
 - **第三阶段**：智能集成注塑工厂
 - 机构高效利用
 - 信息智能集成
 - 空间布局优化

香港科大——高分子成型过程及系统中心

群达引进——高分子成型过程与系统团队

南沙模塑智能论坛

- 18-20 May, 2017
- Focus on Polymer Processing Industry 4.0 & productivity enhancement
- Top academics (NAE from China & US)
- National IP Chief
- Top Industrialists
- Business association leaders
 - 中国模具工业协会
 - 中国塑料机械工业协会
 - 中国塑料加工工业协会
 - 先进成型学会 (SAMT)
- **Contacts:** Ms Rain Chen:
 - [+86-159-8919-4551](tel:+86-159-8919-4551)
 - rainchen@ust.hk

香港科大——高分子成型过程及系统中心

群达引进——高分子成型过程与系统团队

谢 谢!

Contacts:

高福荣
+86-13902316836
kefgao@ust.hk

周峰
+86-139-2525-7731
zhoufeng@fudais.com