

**模腔压力
监测系统
降低生产成本**

注塑成型监测技术

优化注塑成型效率



奇石乐 – 您过程高效和成本效益优化的合作伙伴

奇石乐集团是全球领先的测量压力、力、扭矩和加速度传感器和系统的制造商之一。奇石乐系统用于分析高精度的测量信号，可全面提高加工过程效率、减少运营成本。

目录

简介

关注生产效益	4
提高生产效率，降低成本	6
模腔压力是制品品质的标志性特征	8

测量链

传感器、连接技术和分析系统	10
---------------	----

传感器

高精度传感器帮助提高注塑成型过程可靠性	12
传感器安装位置十分关键	14

连接技术

可靠的连接技术	15
---------	----

数据采集系统

ComoNeo 监测注塑成型过程	16
CoMo DataCenter 记录品质数据	18
MultiFlow 自动平衡热流道	19
在线品质预测	20

软件

QC 成型过程导航图 – 实现稳定的品质	21
----------------------	----

服务

奇石乐 – 您创新的合作伙伴	22
为客户提供全球化服务	23



关注生产效益

高性能模腔压力监测系统监测制品品质，并优化注塑成型工艺。由此可实现投资的长期回报。

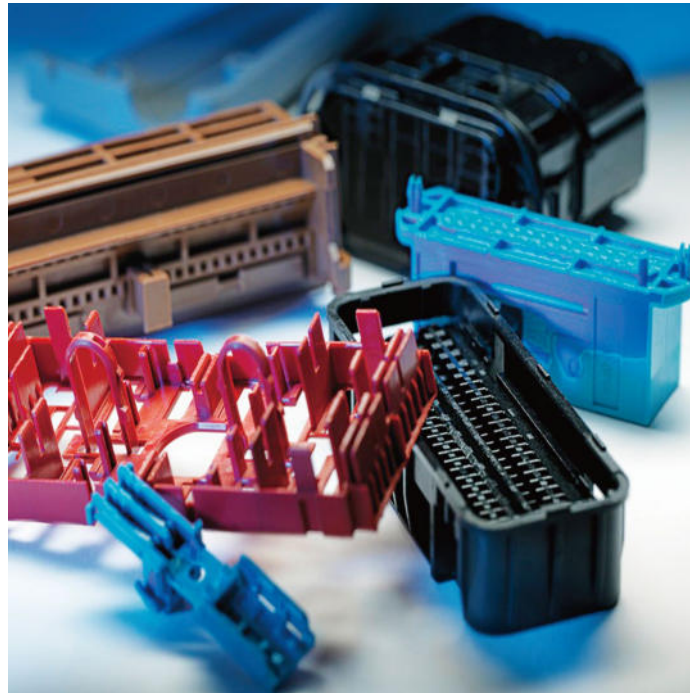
模具内的工艺状态决定注塑制品的品质。由于人们不能直接观察模具内的工艺状态，因此曾试图借助注塑机设定的成型参数来描述模具内的工艺过程。这些尝试几乎均以失败告终，因为注塑机设定的成型参数不能反映几个重要的工艺过程，如浇口的凝固和熔体在模具内被压实的过程。

模腔压力决定制品品质

四十多年前，人们就发现模腔压力与制品品质密切相关，如重复性、表面质量、重量和尺寸等。模腔压力可以记录制品在模具内成型的全部过程，因此，它是帮助人们分析模具内部状况的重要窗口 – 独立于注塑机设定的参数和其他参数。

模腔压力监测系统的价值

- 零次品生产
- 降低质检成本
- 优化注塑成型过程效率
- 投资快速回报
- 优化成型周期
- 降低人工成本
- 降低能源成本



奇石乐系统100%保证品质

奇石乐模腔压力监测系统实现闭环控制 – 从模腔压力测量和工艺控制到全面的过程参数记录。记录的数据不仅是已生产制品的品质证据，还为分析工艺是否稳定以及设定合理的监测范围提供依据。

关注生产效益

零次品批量生产的目标意味着提高客户的成本效益。只有提高注塑过程安全性和以可持续的方式使用资源，生产和过程效率才能不断优化。



奇石乐的注塑成型 – 已上线

通过我们的短片来体验奇石乐可靠、高端的解决方案 – 在生产过程中保证100%品质的可靠方式：

www.kistler.com/injection-molding



提高生产效率 – 降低成本

**奇石乐模腔压力监测系统为整个注塑成型过程创造价值。
独特的附加值：提高生产效率和降低运营成本。**

在批量生产中，模腔压力用于连续监测制品品质。模腔压力的变化反映正在注塑加工中的制品状态。如果因工艺异常造成制品品质不满足品质标准，次品分离装置会自动分离次品。

提高效率 and 降低成本

集成于工艺过程的品质保证系统能在早期发现次品，也是“精益生产”的强制性前提条件。零次品生产会增加注塑机的利用率和降低生产成本，提高生产效率 – 从而降低综合运营成本。

实时控制和调节

奇石乐模腔压力监测系统能对整个注塑成型过程进行全面控制，帮助客户实现零次品生产。该系统能依据熔体填充程度决定保压切换点。通过特殊算法，自动检测因体积填充而产生的压力，并设定压力阈值，从而实现保压切换。此外，在顺序注塑工艺中，热嘴阀针能依据设定的压力阈值自动开启。在水辅和气辅注塑成型中 (WIT、GIT) 开始注射液体信号，以及模压成型中的模压启动信号，均能依

据模腔压力信号进行控制。依据模腔压力可以判断热流道熔体流动是否平衡。采用奇石乐的专利算法，通过自动调节每个热嘴的温度，实现所有模腔中的压力曲线同步，从而自动平衡热流道流动。

记录品质的证据

生产过程中测量的模腔压力清楚地反映生产制品的品质，可被记录作为品质文件。采用统计过程控制 (SPC) 中的测试方法，基于模腔压力监测能100%保证品质。该测试方法降低制品测试费用，并自动记录过程数据，生产商和客户在数年后仍可查询这些数据。

模腔压力监测技术的价值

试模过程

- 第一次设定注塑机参数时无需填充试验
- 优化注塑工艺，提高生产效率
- 显著降低试模费用
- 提高效率，缩短项目时间

参数优化

- 自动检测保压切换点
- 优化工艺参数
- 优化成型周期

生产启动

- 即使更换机器后仍能保证优异的制品品质
- 无需再检测制品品质
- 自动热流道平衡



TE Connectivity的生产车间

批量生产

- 100%控制
- 自动分离次品
- 实时工艺控制

品质保证

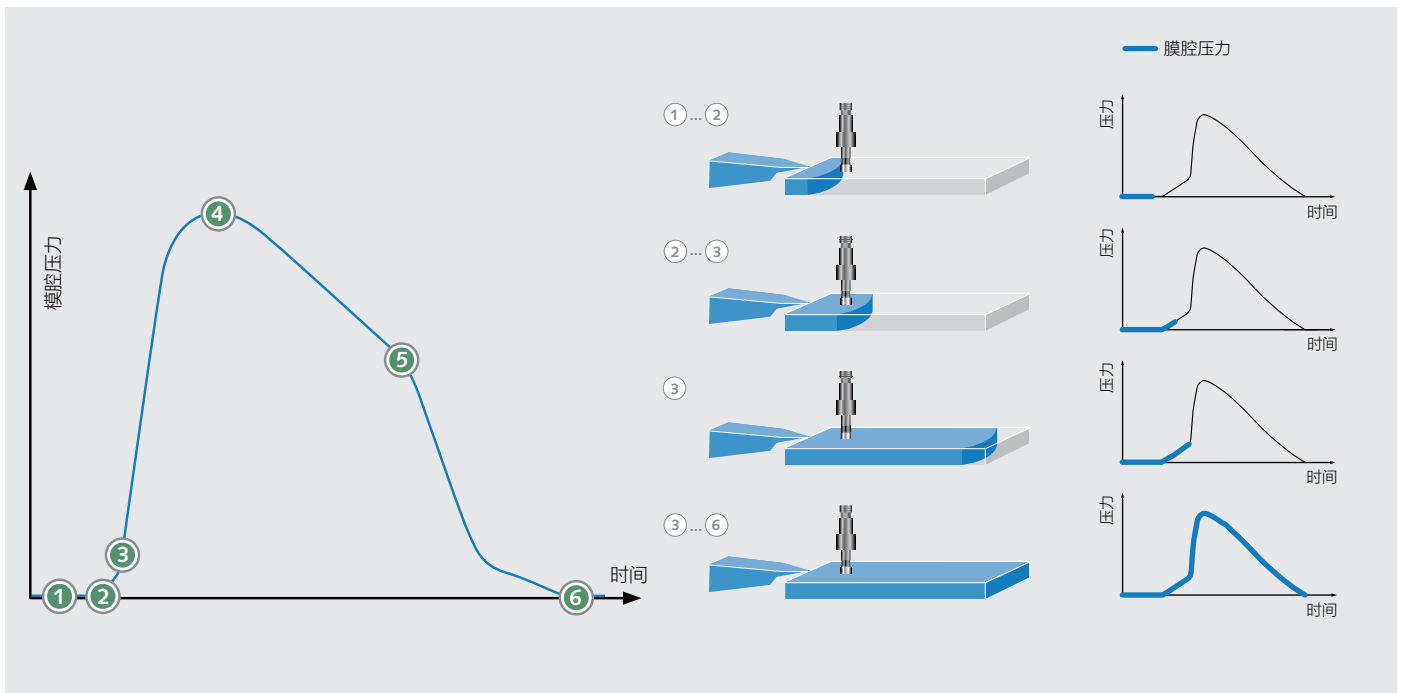
- 每个制品的100%品质保证
- 降低制品品质评估成本
- 自动记录品质数据



模腔压力是制品品质的标志性特征

模腔压力曲线提供每个制品的品质信息。正确地控制注塑过程，可保证持续改善品质和减少次品。

模腔压力曲线准确地描述注射阶段、压实阶段和保压阶段的工艺过程信息。利用相关的基础物理知识，很容易分析和解释压力曲线。



模腔压力的四个阶段

在充模开始时刻 (1)，塑料熔体进入模腔，当熔体前沿接触传感器时 (2)，传感器开始产生压力信号，测量压力。模腔压力随填充时间几乎成线性上升。当模腔被充满时，充模阶段结束 (3)，在压实阶段，塑料熔体被进一步压实，以确保复制模腔的轮廓。当出现模腔压力最大值时，进入保压阶段 (4)。在保压阶段，需进行补料，以填充因熔体冷却收缩形成的空间，在此阶段，高达10%的制品体积的熔体被注射到模腔内。事实上，靠近模腔壁的熔体首先开始冷却固化，从而会阻碍压力的传递。熔体从螺杆前端通过热流道向模腔内流动的过程中，由于熔体粘度增加，造成熔体流速不断下降，流道也变得越来越窄。随着浇口区域熔体的固化 (5) 以及熔体迅速冷却定型，模腔压力会逐渐回落到大气压 (6)。

6183 型直接式模腔压力传感器

单线电缆

传感器

晶体

压力传递元件

压力传感器工作原理

压电晶体在外力作用下会产生电荷信号。电荷信号与所受压力大小成正比，电荷放大器将电荷信号转换成电压信号，压电技术能精确测量高频压力变化。

传感器、连接技术和分析系统

传感器

只有精密传感器才能准确测量压力变化。奇石乐提供多种传感器，满足制品尺寸、安装条件、注塑成型过程或塑料原料等要求。

奇石乐传感器寿命几乎无限，线性优异，性能不受工作温度影响。尽管传感器量程高达2000 bar，仍可以测量非常微小的压力变化，工作温度范围高达300℃，且分辨率很高。

连接技术

现代模具结构日益复杂，模腔数量越来越多，温度控制更加复杂。同时要求模具维护方便，组装和拆卸容易。奇石乐开发的压力和温度传感器连接技术，适应模具新变化。

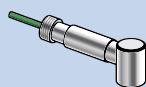
奇石乐单线电缆和多通道电缆技术精确地传输传感器的信号到数据采集系统。压力/温度组合传感器的信号也能通过多通道电缆技术和温度放大器传输。

测量

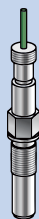
连接



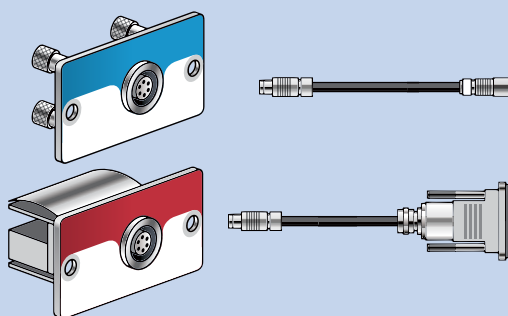
直接测量



间接测量



非接触式测量



系统

CoMo Injection是奇石乐公司开发的注塑成型过程监测系统，具有优化、控制、监测和记录注塑成型过程等功能，并能分离良品/次品。该数据采集系统满足各种注塑工艺要求，通过自动检测次品降低质量成本。

ComoNeo结构紧凑，操作方便，设置简单。采用以过程为导向的操作理念，方便整合到各种生产环境。该系统能采集多达32个压电式模腔压力传感器的信号，并具有16组电压信号输入通道，用于采集温度信号或注塑机输出的模拟信号（螺杆驱动、机器压力等）。

软件

ComoNeo/CoMo Injection能与以下三种软件配套使用。

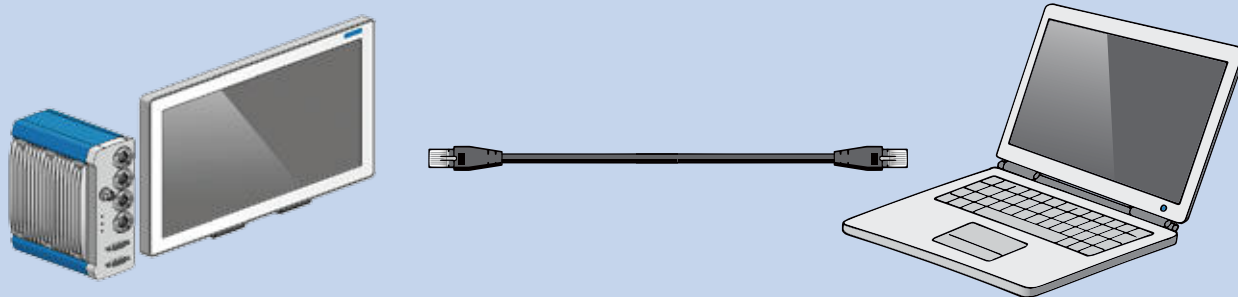
CoMo DataCenter: CoMo DataCenter用于存储ComoNeo和CoMo Injection采集的数据，并具有构建网络功能。能实时或离线浏览存储数据。

MultiFlow: MultiFlow模块依据测量的模腔压力，自动平衡热流道流动。

在线品质预测软件: 该模块用于注塑过程品质监测。依据模腔压力确定并评估相关品质特征。

监测与控制

记录与分析





高精密传感器帮助提高注塑成型过程可靠性

准确测量结果帮助提高注塑过程的可靠性与效率。奇石乐高精密模腔压力传感器完美满足测量要求。

模腔压力与温度的测量要求安全、高分辨率和可靠的测量技术。数据采集系统必须能够采集高达2000bar的压力范围下微小的压力波动。

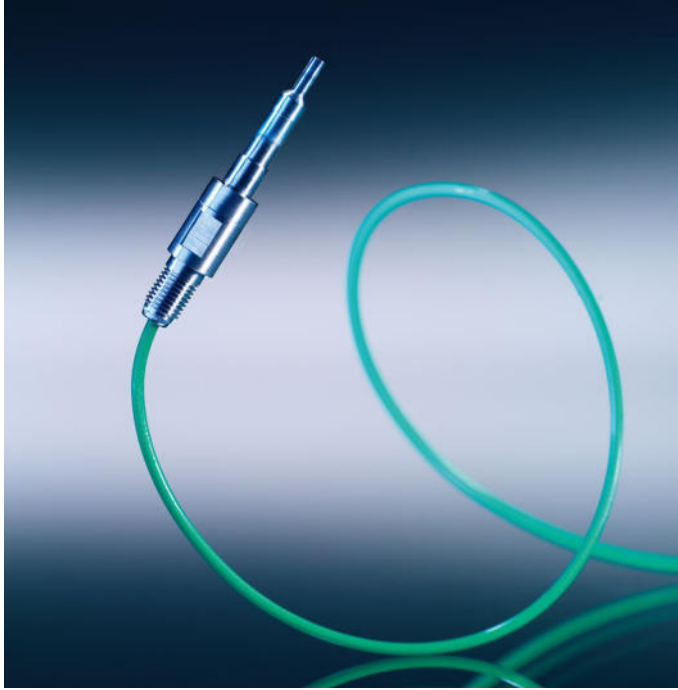
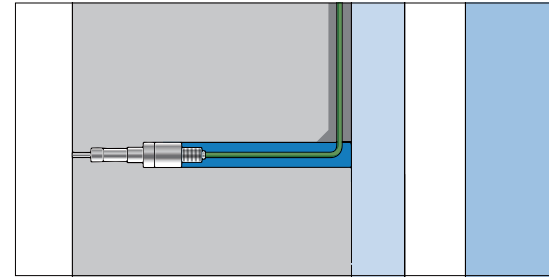
奇石乐压电式模腔压力传感器工作寿命几乎无限，能在较大温度变化范围下准确测量压力。可在模具温度高达300°C和任何熔体温度下正常工作。奇石乐提供一系列具有相同灵敏度的传感器。每个传感器采用Unisens®技术，灵敏度相同。因此，无需每次在软件中单独设置灵敏度。

直接、间接和非接触式测量

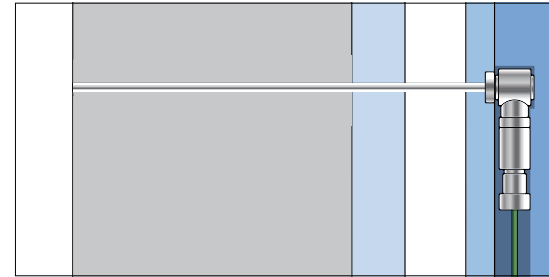
直接测量是指传感器直接与熔体接触，直接测量压力，没

奇石乐传感器的优点

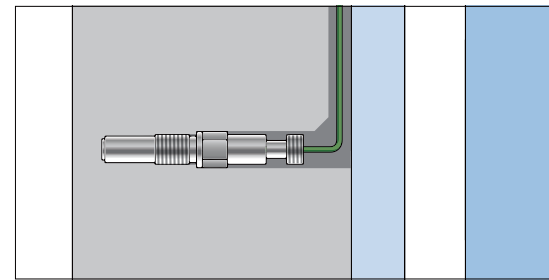
- 高分辨率、安全和可靠的测量技术
- 采集最小的压力变化
- 测量结果不受温度影响
- 直接、间接、非接触式传感器
- 压力和温度组合传感器



直接测量模腔压力：熔体压力直接作用在传感器前端面



间接测量模腔压力：顶针将模腔压力传递给力传感器



非接触式测量模腔压力：测量针测量因模腔压力造成的模板变形量

有任何压力损失。奇石乐大多数传感器的头部能与模腔表面相匹配，这意味着留在制品表面的痕迹很难被发现。当模具内没有足够空间安装直接测量传感器时，建议采用间接测量模腔压力的方式。光学制品，如镜头和导光板，以及A级面的汽车零部件，不允许制品表面留下任何传感器痕迹。这类制品的模腔压力可以采用测量针进行非接触式测量。

压力/温度组合传感器

如果制品出现收缩和变形等问题，需要同时测量压力和温度。压力/温度组合传感器能同时测量同一位置的压力和接触温度。温度传感器的敏感元件位于传感器头部，因此可测量熔体与温度传感器接触部位的温度。奇石乐压力/温度组合传感器安装尺寸与相同直径的测量压力传感器的安装尺寸相同。

传感器安装位置十分关键

传感器安装位置对模腔压力测量结果影响非常大。在选择传感器安装位置时，需要考虑熔体流程和传感器安装位置的制品壁厚等因素。

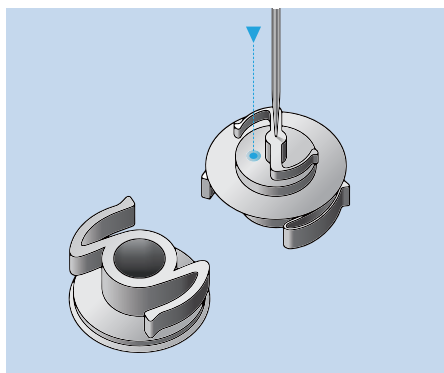
靠近浇口位置安装传感器

在注射阶段，当熔体流动前沿抵达传感器安装位置时，模腔压力传感器立即产生压力信号。浇口附近和制品壁最厚位置的测量时间长，测量结果更有意义，因为制品壁最厚的位置最后凝固。当选择传感器安装位置时，必须确定熔体最先凝固和最后凝固的位置。如果模腔有几个浇口，传感器需安装在最重要区域。

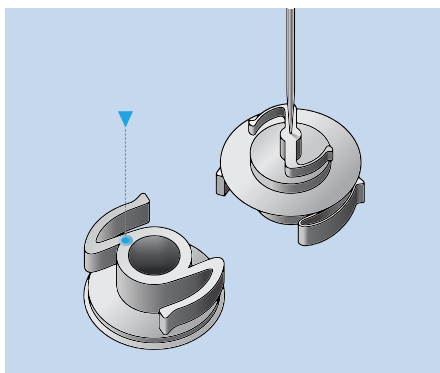
远离浇口位置安装传感器

传感器安装位置离浇口越远，熔体前沿到达传感器的时间就越迟。开始测量压力时刻越迟，熔体填充的程度也就越高。因此，只有当熔体与传感器接触时，才能测量注射阶段的模腔压力。如果传感器安装在制品边缘位置，例如，远离浇口或流程末端位置，首先测量的是熔体压实阶段的模腔压力信号。如果在流程末端出现品质问题，则建议传感器安装在流程末端。

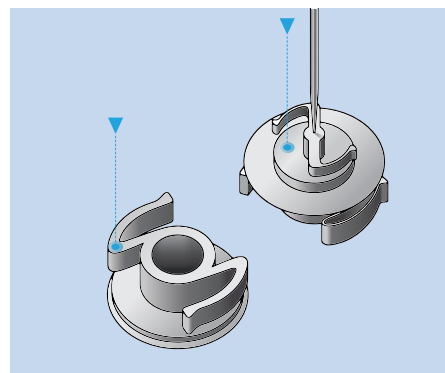
传感器安装位置选择的基本原则



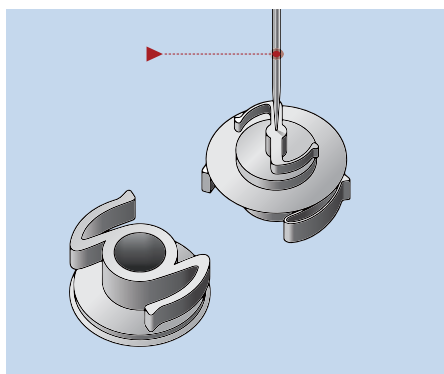
1. 传感器安装在浇口附近，测量的压力信息丰富



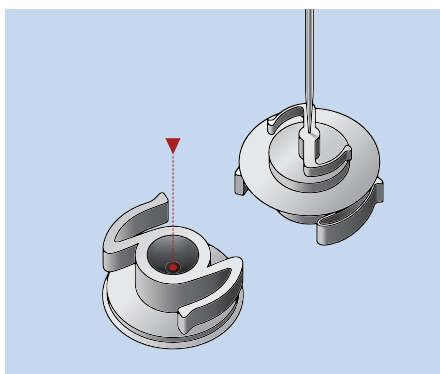
2. 传感器安装在制品壁最厚位置



3. 安装两个传感器



4. 传感器不能安装在浇口内



5. 传感器不能正对浇口安装

可靠的连接技术



奇石乐公司的单线电缆和多通道技术大大简化了传感器与数据采集系统的连接。此外，奇石乐连接技术确保信号可靠传输。

单线电缆技术由1个金属管和很细的电缆构成。该技术减少对安装空间的要求，安装非常方便，客户可以自行维修单线电缆。对于复杂和模块化结构模具，接触元件连接位于不同位置的电缆。

多通道电缆技术

基于单线电缆技术，模具内多达8个压力传感器能用一根电缆连接到数据采集系统。1个多通道接头和1个多通道电缆连接模具内所有传感器和过程监测系统ComoNeo。此外，多通道技术减少了对模具内安装空间的要求，降低连接成本。多通道接头内置芯片，能自动识别模具设置参数。数据采集系统ComoNeo和CoMo Injection自动识别模具，并自动调取相关传感器和系统设置参数。从而避免参数设置错误，缩短模具调换时间。

压力和温度信号传输技术

多通道电缆技术也能传输压力/温度组合传感器的信号。一根多通道温度信号电缆能连接多达4个温度传感器和数据采集系统CoMo Injection。温度放大器既能采集奇石乐压力/温度组合传感器信号，也能采集传统的温度传感器信号。

单线电缆的优点

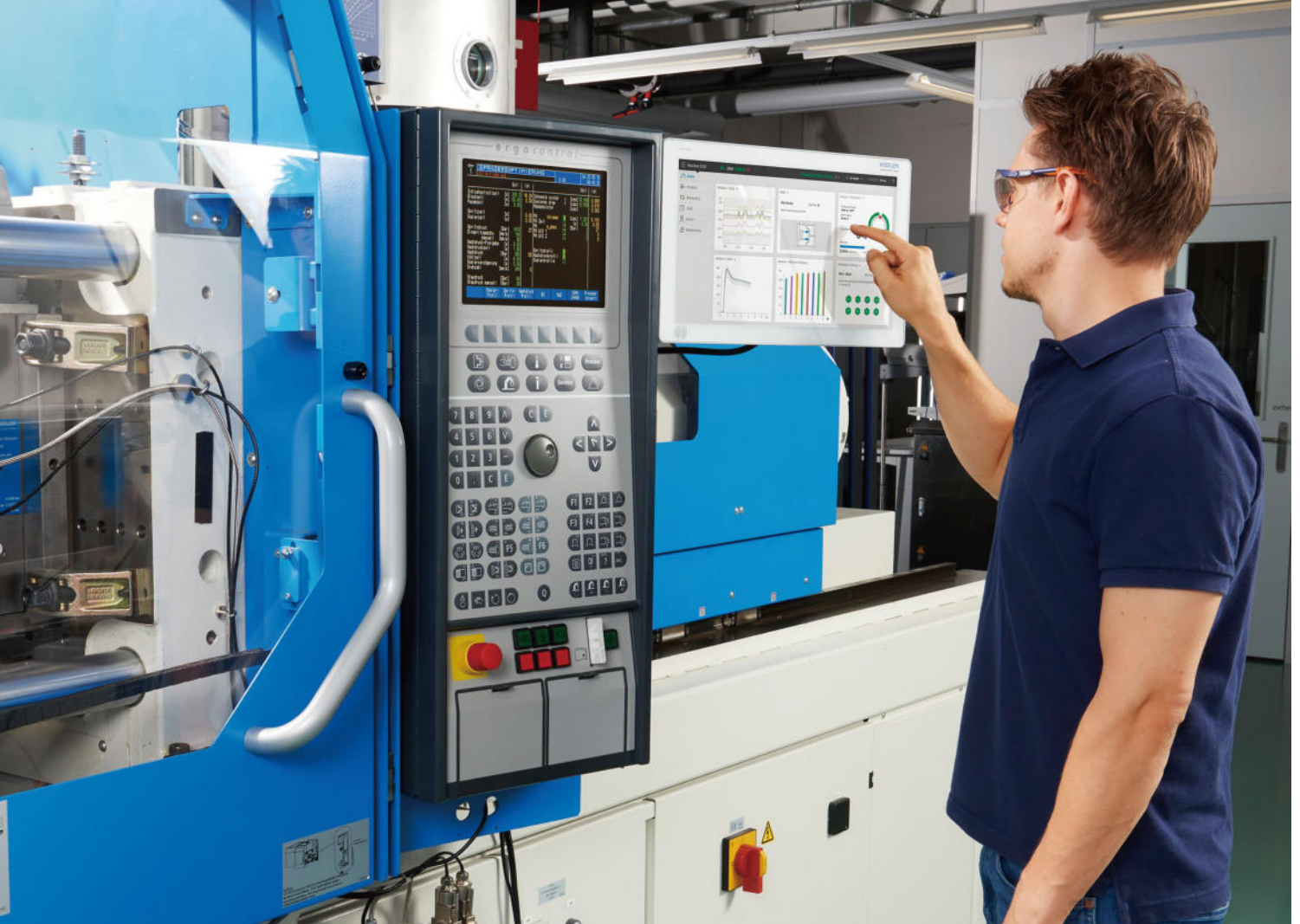
- 电缆能被任意剪短
- 客户可自行维修单线电缆
- 电缆安装空间小

接触元件的优点

- 简化传感器和电缆的连接
- 简化模具组装和维护
- 避免在组装/分拆模具时损坏电缆

多通道电缆技术的优点

- 模具和数据采集系统之间只需一根电缆
- 比同轴电缆安装更方便/快速
- 自动识别模具，简化模具更换过程



ComoNeo监测注塑成型过程

注塑生产中，监测成型过程主要目的是降低成本。数据采集系统 ComoNeo 具有自动识别次品功能，因此是理想的监测设备。

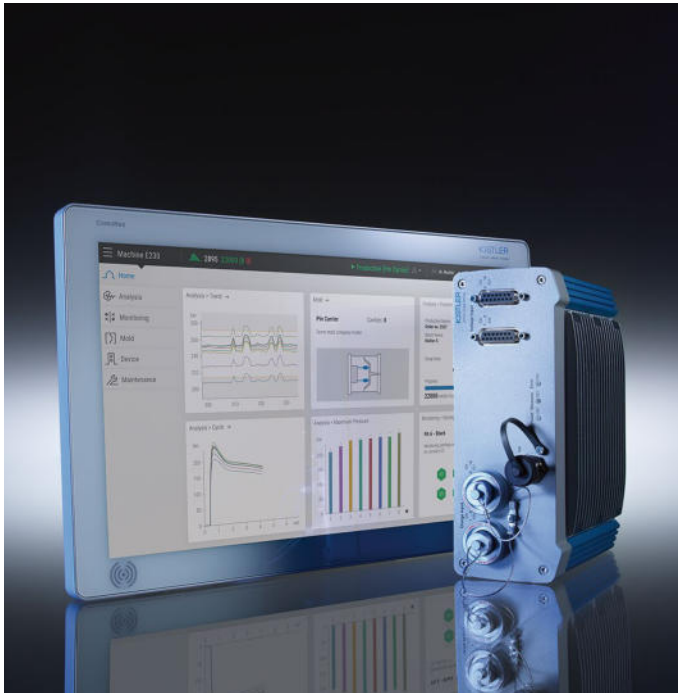
ComoNeo 是奇石乐公司开发的注塑成型过程监测系统，具有优化、控制、监测和记录注塑成型过程等功能，并能分离良品/次品。其结构紧凑、操作方便、设置简单。此外，它采用简单的连接技术，方便整合到各种生产环境。

操作简单和界面清晰

ComoNeo 操作非常简单：模腔压力曲线能被实时监测，多功能触摸屏清晰显示过程波动。内置数据存储可以记录 50 000 个周期的历史曲线。曲线叠加功能以及其他相关功能（可更换曲线显示颜色、周期注释、光标功能等）允许在

ComoNeo 的优点

- 分离良品/次品
- 提高生产效率，降低生产成本
- 基于模腔压力监测和优化过程稳定性
- 内置过程显示面板可提供快速概览生产状态和进展
- 用户帮助功能和次品分离的监测功能的定义



ComoNeo 监测模腔压力

注塑机上直接分析工艺过程。生产模式包括清晰地显示生产过程和次品率，以及智能机制 (如自动识别生产中断出现次品时定义周期数)。除了制品质量，ComoNeo可以监测过程稳定性并在过程波动时发出警报信号。

奇石乐过程监测系统的其他产品

ComoNeo/CoMo Injection基础包可通过以下可选产品扩展：

CoMo DataCenter: CoMo DataCenter用于存储ComoNeo和CoMo Injection采集的数据，并具有构建网络功能。能实时或离线浏览存储数据 (见18页)。

MultiFlow: MultiFlow 模块依据测量的模腔压力，自动平衡热流道流动 (见19页)。

在线品质预测软件: 该模块用于注塑过程品质监测。依据模腔压力确定并评估相关品质特征 (见20页)。



CoMo Injection过程监测系统与具有曲线分析、统计信息和生成报告功能的软件模块配套使用

CoMo DataCenter记录品质数据

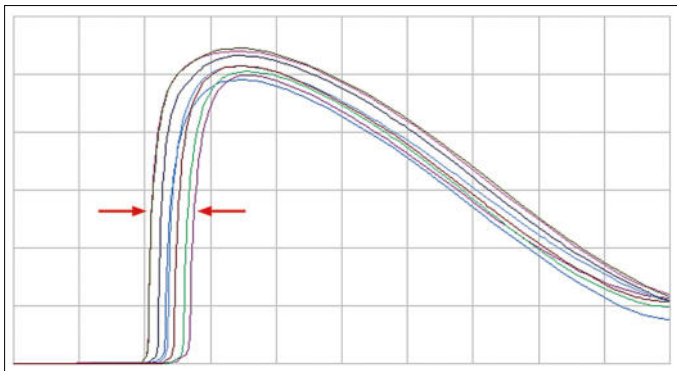
CoMo DataCenter连接用户的所有 ComoNeo和CoMo Injection设备，将当前生产和已经完成生产的所有成型过程数据和品质数据存储在一个数据库中。

CoMo DataCenter不仅向用户提供每台注塑机工作状态总览，还能监测多台注塑机生产过程和分析注塑过程数据。用户能看到每台注塑机的运行状态。通过网页浏览器随时查看数据 – 甚至通过移动终端设备浏览数据。

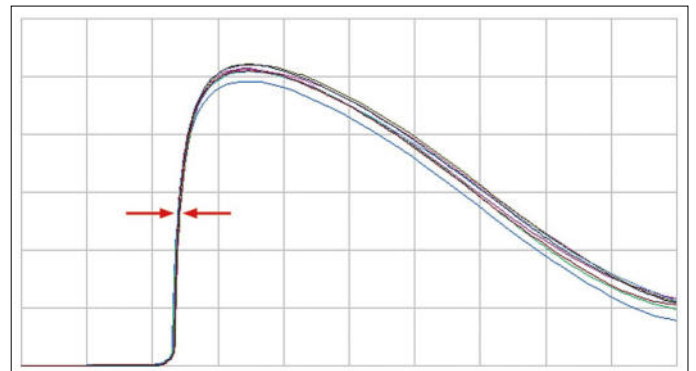
CoMo DataCenter具有多种查找功能，帮助用户轻松获取与生产相关的详细历史数据。CoMo DataCenter具有多种评估功能，详细分析注塑过程波动性和出现次品的周期数据。CoMo DataCenter专家版 (选项) 允许用户将数据导入到其他数据库中。因此，所有生产数据能合并到一起，进行数据对比。

CoMo DataCenter的优点

- 存储所有记录的注塑过程数据
- 强大的搜索功能 (过滤功能)
- 对比不同批次的生产效率
- 迅速识别过程波动
- 记录和对比注塑机的利用率和效率



流动不平衡的8腔模具模腔压力曲线



MultiFlow迅速实现熔体填充平衡，比手动调节流动平衡效果更好

MultiFlow自动平衡热流道

作为CoMo Injection的选项，MultiFlow通过控制每个热流道热嘴的温度实现模腔压力曲线同步。它使注塑过程更稳定，消除工艺波动，以及外界干扰因素。

当使用MultiFlow时，基于模腔压力测量不仅能自动平衡热流道，而且保证100%品质。热流道平衡的目标是实现模具中所有模腔的熔体同步填充和相同的压力。MultiFlow控制的变量是每个模腔中的模腔压力曲线。热流道热嘴的温度是被调节变量。MultiFlow分析和对比所测量的压力曲线。它也计算新的目标热嘴温度，然后通过接口传递给外部热流道控制系统或集成于注塑机的热流道控制系统。

自动平衡温度的影响

MultiFlow 依据整个注塑过程的可靠信息，对工艺波动和外界干扰因素进行补偿。这是 MultiFlow 主要的优点，而其他厂商的系统只是检测某一点的熔体前沿位置，判断流动是否平衡，并发出相应的控制信号。

MultiFlow 的优点

- 所有模腔均衡填充
- 减少调试时间
- 快速启动注塑成产
- 无需手动设置和调节温度或参数
- 完全自动调节材料和工艺的波动



在线品质预测

利用在线品质预测软件，能提前预测正在生产的制品品质。例如，该软件能预测正在注塑成型的制品尺寸。

奇石乐在线品质预测软件基于计算制品特征的模型。应用统计试验规划确定模腔压力和模腔温度曲线，以及具体制品品质特征之间的关系 (DOE)。

100%在线品质预测

在生产注塑制品时，制品规格说明中注明允许的公差范围。医疗制品、高精密制品等厂商直接受益于在线品质预测软件，实现100%在线预测制品的品质。

在线品质预测软件的优点

- 100%在线预测制品所有的品质特征
- 直接监测预测的品质特征
- 自动计算数学模型结果
- 与CoMo Injection 过程监测系统完全兼容



QC成型过程导航图 – 实现稳定的品质

Stasa QC 成型过程导航图帮助确定合理成型参数。稳定的成型过程和优化的成型周期帮助提高生产效率和减低生产成本。

在设定成型条件时，工程师通常不断地调节各种成型参数，直到制品品质符合要求为止。在设定成型条件过程中，工程师凭借自身经验，不断地“试错”。

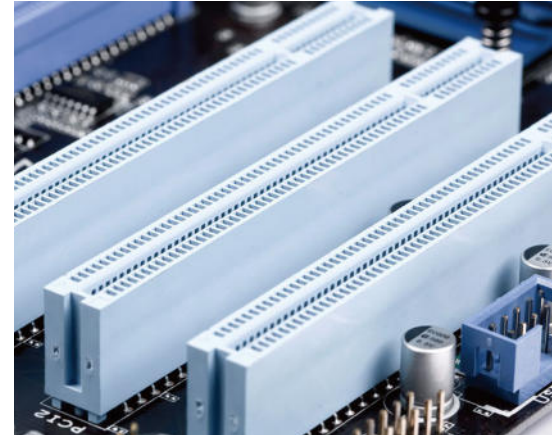
成型过程导航图能替代上述方法。基于任意定义的成型参数，Stasa QC 成型过程导航图所需的试验次数最小。每次试验生产的制品都需进行测试，品质特征如制品表面质量或飞边等，需要进行评估。

确定成型条件

根据上述收集的数据，成型过程导航图建立注塑机设定参数与制品品质之间的关系。基于注塑机设定参数与制品品质之间的关系，软件确定合理的成型条件。

QC 成型过程导航图的优点

- 确定合理的成型条件
- 制品品质稳定
- 模拟被测参数与制品品质之间关系
- 优化成型条件的理想方法



奇石乐，您创新的合作伙伴

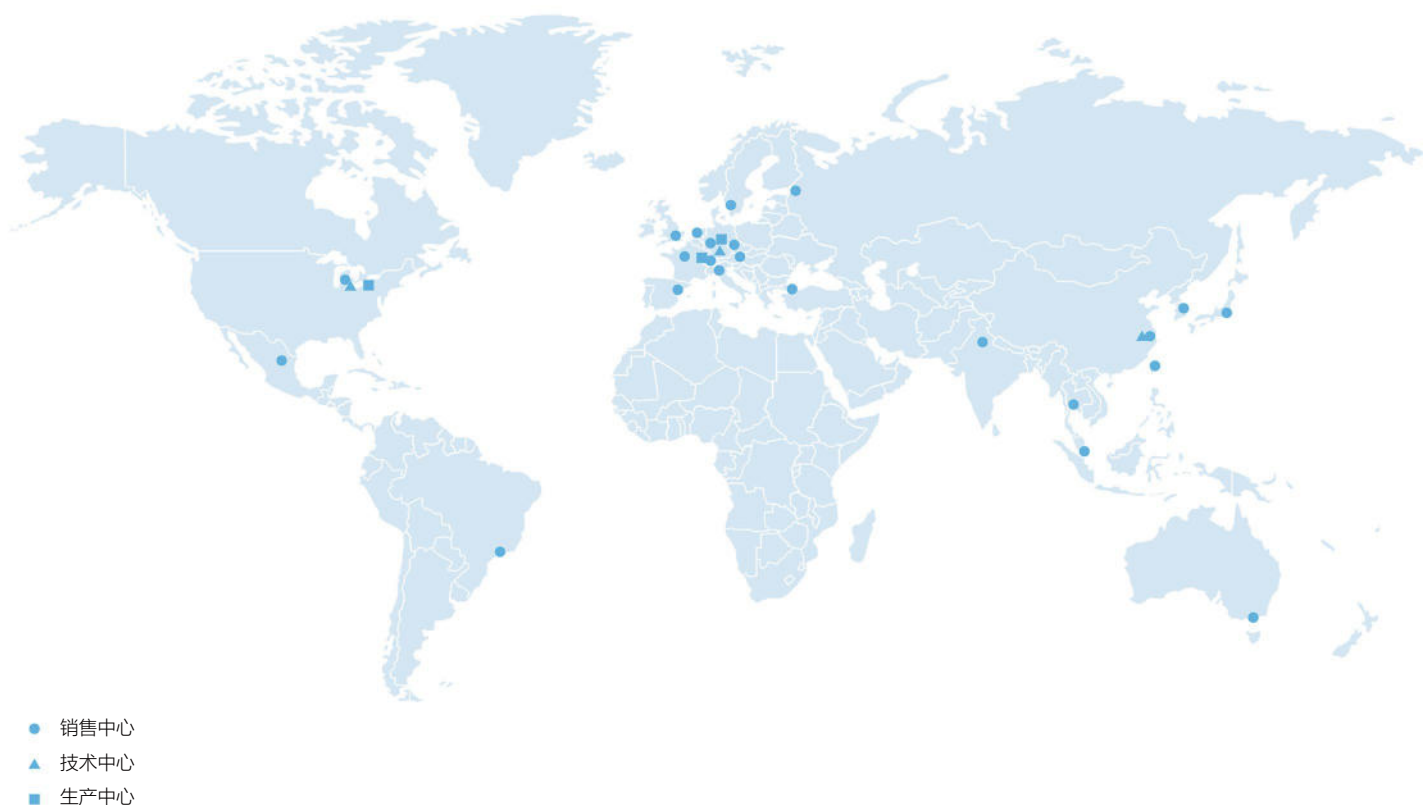
在注塑成型领域，奇石乐是世界领先的传感器和系统制造商。早在1970年，奇石乐开发了模腔压力测量技术。如今全球众多公司依靠奇石乐及其几十年专业技术知识和经验积累以及技术创新，监测注塑成型过程。奇石乐塑料部门主要应用范围包括电子产品、医疗产品和汽车产品。

登陆奇石乐公司网站www.kistler.com，获取相关应用案例

- Boida Kunststofftechnik
- Fischer
- F. Morat
- HEWI
- Neo Plastic
- Brose
- 其他

Fischer GmbH&Co KG公司生产经理 Erich Fisher 先生说道：

“作为生产经理，我清楚注塑成型功能制品的风险。奇石乐公司的传感器和系统确保我们提供给汽车和电子行业客户的连接器和电子外壳完全合格。”



为客户提供全球化服务

除了提供用于注塑制品品质保证的传感器和系统，奇石乐也提供广泛的服务。服务包括专家咨询、专业技术支持、传感器标定以及全球范围内快速提供备件。为进一步提高技术支持力度，奇石乐在全球建立技术中心，提供专业化服务，帮助客户实现零次品生产。

 微信搜一搜

 奇石乐 |

上奇石乐微信公众号、微课堂小程序，及时获取产品资讯，免费学习官方课程

瑞士奇石乐集团

Eulachstrasse 22
8408 Winterthur Switzerland
电话: +41 52 224 11 11

奇石乐集团产品受不同知识产权保护。如需了解相关信息，
则请访问网站：www.kistler.com。

奇石乐集团包括Kistler Holding AG及其所有在欧洲、亚洲、
美洲及大洋洲的分部。

中国总部

地址：上海市闵行区申长路1588弄15号楼，201107
电话：021-2351 6000
邮箱：marketing.cn@kistler.com
www.kistler.com

KISTLER
measure. analyze. innovate.