

## 淬火/形变热膨胀仪

在金属合金的加工过程中，淬火速率、等温驻留时间和形变周期对最终的晶体结构及物理特性起着决定性的作用。通过实时监控尺寸变化进行直接过程模拟，可观测到上述微结构变化，从而判断相变情况。通过测量不同的合金成分，可创建时间 - 温度转换图 (TTT) 和连续冷却转换图 (CCT)，二者对于工艺设计和优化至关重要。

DIL 805 系列淬火/形变热膨胀仪可在非常广泛的加热、冷却和形变条件下提供超精确测量，从而实现极为复杂的金属加工表征和优化。DIL 805 系列兼具强大的感应加热能力、独特的氮气淬火系统以及绝对光学测量功能，而且能够在全球范围内提供直接支持服务，堪称过程实验室测试金属和合金的首选仪器。

## DIL 805 | 淬火热膨胀仪

DIL 805 系列淬火热膨胀仪通常作为科学家和工程师确定钢合金尺寸变化和相变的基准仪器。该系列极具灵活性且可配置，可容纳各种附加模块，支持根据用户的具体要求进行定制。在确定钢铁制造和热处理过程中的关键参数方面，DIL 805 系列当属功能最强大、最全面的一款工具。





DIL 80L  
淬火/形变热膨胀仪



DIL 805A/D/T  
淬火热膨胀仪

### 特点和优点:

- 采用专有的感应加热线圈设计，可实现富有弹性的加热和冷却速率，并且能够通过实验室测试近似模拟生产过程，从而表征材料在工业热处理过程中的响应。
- 提供两种型号的淬火热膨胀仪和两种可选的形变模式（均用于压缩和拉伸负载），以此满足研发、方法开发或生产支持实验室的所有需求。
- 温度范围为  $-150^{\circ}\text{C}$  至  $1500^{\circ}\text{C}$ ，提供两种温度配置以确保符合目标用途。
- 采用可扩展设计，支持全面运营的同时允许预算规划。
- 提供光学模块以进行非接触式截面膨胀测量，方便研究各向异性效应。
- 采用具有高级图形功能的 WinTA 软件平台，可结合多条冷却或等温曲线自动创建各种相变图，包括连续冷却转换 (CCT)、等温时间 - 温度 - 转换 (TTT) 和形变后的时间 - 温度 - 转换 (DTTT)。



# 可扩展设计 实现性能最优化

## 淬火模式可确定钢和合金的相变

在淬火热膨胀仪模式下，用户可通过创建实验室测试来模拟钢和合金在实际加工条件下的响应。DIL 805 系列可容纳许多不同的附加模块，在确定钢铁制造和热处理过程中的关键参数方面，当属功能最强大、最全面的一款工具。

## 专有的感应加热线圈

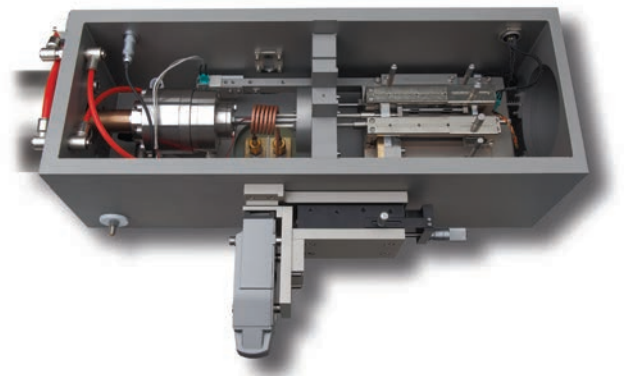
该系列拥有丰富的专有感应加热线圈可供选择，加热速率最高可达  $4000\text{ }^{\circ}\text{C/s}$ ，冷却速度高达  $2500\text{ }^{\circ}\text{C/s}$  以上。由于只加热样品，因此并不需要为加热炉/绝热材料预留冷却时间，测试完成后即可装载另一个样品。此外，内部的空心线圈会充当加热区的吹扫气体导管，确保整个测试过程在惰性环境下完成。

## 形变模式提供关于热轧或冷轧等钢加工过程的信息

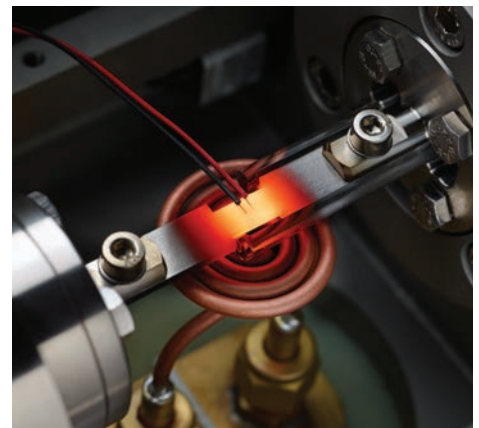
借助形变模块，可使用各种程序（例如线性、多阶段、恒定的形变力或速率）以可控的力（最高  $25\text{ kN}$ ）或速率（最高  $200\text{ mm/s}$ ）压缩实心样品。如果希望不限次数地执行形变步骤，只需在各步骤之间提供  $40\text{ ms}$  的暂停时间即可。这种独特的技术可以控制冷却和形变过程，借此创建 DTT 图。805A/D 还可用于检测蠕变和弛豫过程。

## 针对力控制、应变控制和断裂拉伸负载循环的拉伸和压缩模式

形变模式经扩展后可交替提供拉伸和压缩负载。通过在加热或冷却期间测量被夹紧的扁平狗骨形样品的膨胀程度，可以模拟研磨加工过程。达到所需温度后，便会保持等温状态，同时会进行所需的机械循环。力控制或应变控制循环分别最高可达  $8\text{ kN}$  或  $20\text{ mm/s}$ 。此外，断裂拉伸负载还会提供关于材料最终性能特征的附加信息。这些数据用于生成真实应力与真实应变的关系图或应力/应变循环图。



DIL 805 A/D/T 测量头



用于拉伸测量头的 DIL 805 感应线圈

## 零下模块

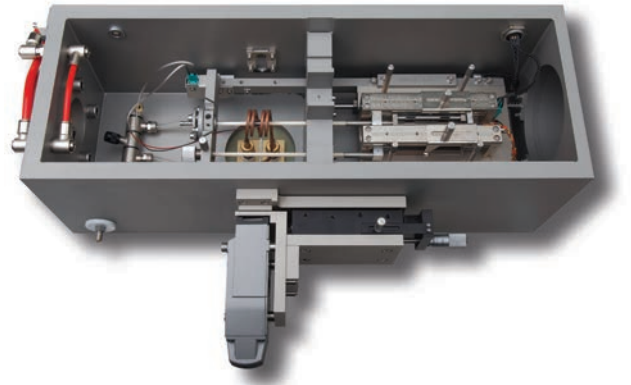
在许多情况下，钢的马氏体完成温度  $M_f$  远低于室温。该附加模块的工作温度范围为  $-160^{\circ}\text{C}$  至  $1300^{\circ}\text{C}$ ，可控制的淬火速率达  $2500^{\circ}\text{C/s}$  以上，可以完全表征奥氏体到马氏体的转变。这种独特的淬火技术使氮气通过浸没在液氮浴中的铜热交换器，然后输送到空心样品中。该设计消除了与液氮冷却相关的许多问题（包括冷凝、材料相互作用和不精确的响应速率），从而使热传递效果得到大幅改善。

## $\alpha$ 测量系统

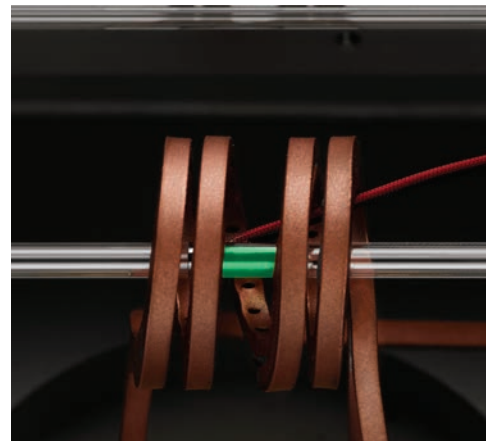
利用  $\alpha$  测量头，可以将 DIL 805 淬火热膨胀仪用于传统的推杆热膨胀仪研究，例如确定热膨胀系数 (CTE) 和软化点。低膨胀熔融石英组件搭配 TA 仪器独特的 True Differential™ 测量头，可实现高精度的膨胀测量。

## 光学模块

传统的热膨胀仪通常测量材料在一个轴向上的热膨胀，并且存在因推杆和样品之间的接触点处的热相互作用造成的固有漂移，尤其是在等温驻留期间。如果使用光学扩展模块，则可以在测试过程中监测材料在两个方向上的收缩/膨胀程度。这是非接触式绝对测量，因此不会受热膨胀仪温度梯度的影响，并且不需要校准校正。光学模块可用于淬火、变形和拉伸/压缩配置，并且能够生成传统方法无法获得的结果。



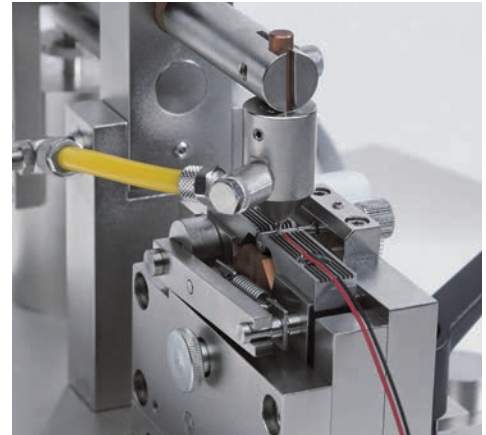
配备 True Differential™ 测量头和零下模块的  $\alpha$  测量系统



用于对截面尺寸变化进行非接触式测量的光学模块

### 热电偶放置装置

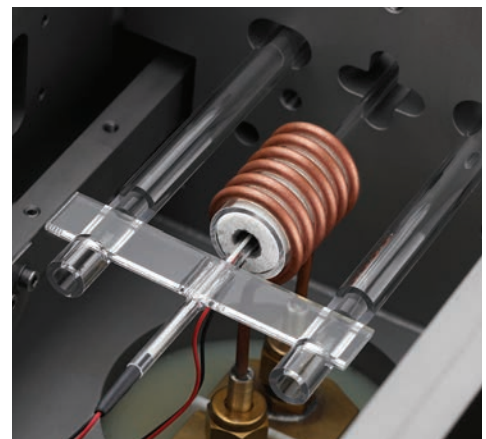
若要实现精确的温度控制，则需监测样品附近的温度。易于使用的热电偶放置装置可重复地将最多三个热电偶直接点焊到样品上，在整个温度范围内实现 0.05°C 的温度分辨率。通过调节焊接电流和时间、接触压力以及惰性气体吹扫，可以确保在样品上进行强力点焊。



灵活且易于使用的热电偶放置装置

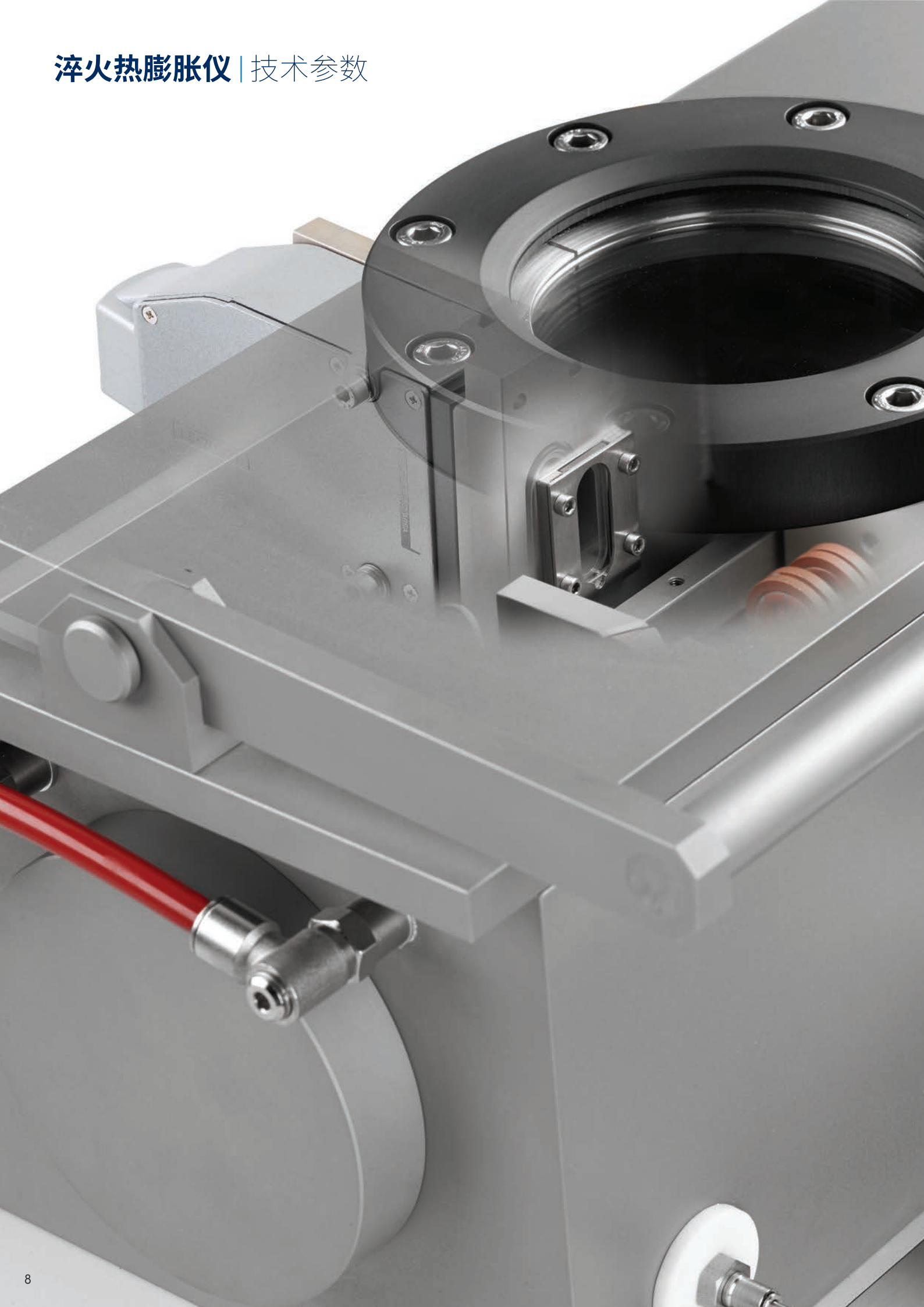
### 用于非导热样品的加热环

通常情况下，有色金属材料既不导电也不能通过感应加热。但有了经过专门设计的铂制或钨制加热环，便可对这类材料进行测试。



适用于非导电材料的铂制加热环

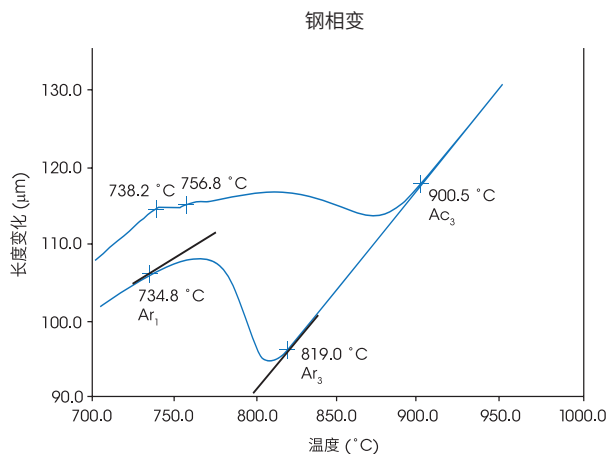
# 淬火热膨胀仪 | 技术参数



	<b>DIL 805L</b>	<b>DIL 805A</b>	<b>DIL 805A/D</b>	<b>DIL 805A/D/T</b>
<b>温度范围</b>	-150 °C 至 1300 °C, 20 °C 至 1500 °C	-150 °C 至 1300 °C, 20 °C 至 1500 °C	20 °C 至 1500 °C	20 °C 至 1500 °C
<b>加热原理</b>	感应	感应	感应	感应
<b>加热速率</b>	≤ 2000 °C/s	≤ 4000 °C/s	100 °C/s	100 °C/s
<b>冷却速率</b>	≤ 2500 °C/s	≤ 2500 °C/s	≤ 100 °C/s	≤ 100 °C/s
<b>样品材料和几何尺寸</b>	导电的实心或空心样品 OD = 4mm, L = 10mm	导电的实心或空心样品 OD = 4mm, L = 10mm	导电的实心样品 OD = 5mm, L = 10mm	导电的实心样品 OD = 5mm, L = 10mm
<b>气体环境</b>	空气、真空、惰性气体	空气、真空、惰性气体	空气、真空、惰性气体	空气、真空、惰性气体
<b>分辨率 (<math>\Delta L / ^\circ C</math>)</b>	0.05 $\mu m$ / 0.05 °C	0.05 $\mu m$ / 0.05 °C	0.05 $\mu m$ / 0.05 °C	0.05 $\mu m$ / 0.05 °C
<b>形变力</b>			最大 20 kN	≤ 8 kN
<b>形变速率应变速率</b>			0.01 mm/s 至 200 mm/s 0.001 至 20.0 s <sup>-1</sup>	0.01 mm/s 至 20 mm/s 0.001 至 20.0 s <sup>-1</sup>
<b>真实应变</b>			0.05 - 1.2	0.05 - 1.2
<b>变形</b>			最大 7 mm	最大 7 mm
<b>形变步骤数量</b>			无限制	无限制
<b>形变步骤之间的最短 暂停时间</b>			40 ms	40 ms

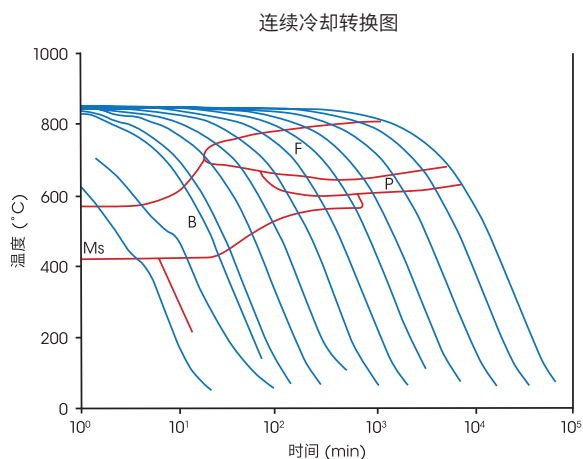
## 钢相变

钢相变在很大程度上取决于路径，它反映了前期加工步骤对后续相组成的影响。当通过 DIL 805A 淬火热膨胀仪进行测量时，可以非常清晰地观察到钢的各种相变，而发生相变时的温度对于创建 TTT 和 CCT 图而言至关重要。在本示例中，第一个升温速率将样品加热到其奥氏体温度以上，此时即为淬火过程。图中显示了奥氏体到铁素体相变的起点 ( $Ar_3$ ) 和终点 ( $Ar_1$ )。之后，可基于淬火速率将这两个温度点拟合到 CCT 图中。



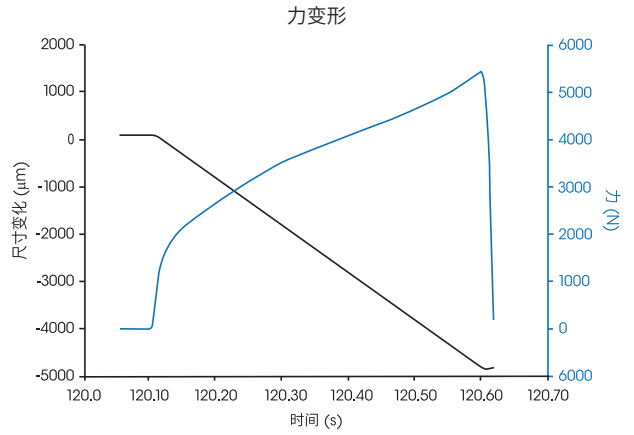
## 连续冷却转换图

顾名思义，CCT 相图表示材料在各种受控速率下冷却时的相变。在钢的热处理过程中，CCT 图用于预测被加工钢的最终晶体结构。这种晶体结构决定了材料的物理特性以及对目标应用的适用性。DIL 805A 是在极端受控冷却条件下观察小尺寸变化的理想工具。配套的软件还可以在创建 TTT 或 CCT 图时带来无缝体验。



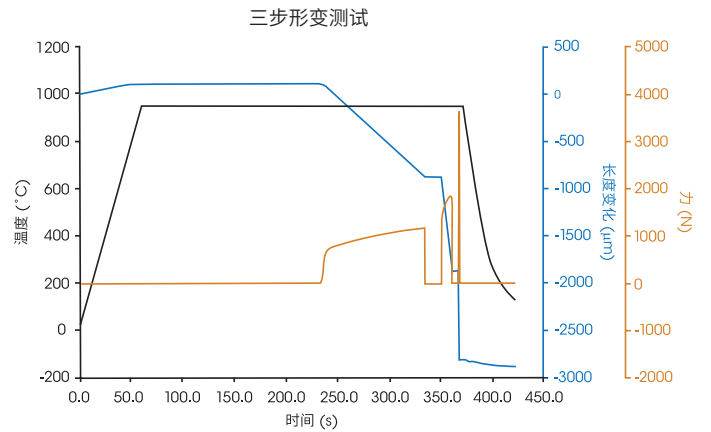
## 力变形

805D 附加模块可以精确控制样品的应变速率，并测量达到此目的所需的合力。在这种高速测试中，将使用 10 mm/s 的应变速率，最大位移为 5mm（应变 0.50）。将密切监测液压油缸施加的力，上述两个数据集可用于绘制材料真实应力与真实应变的关系曲线。



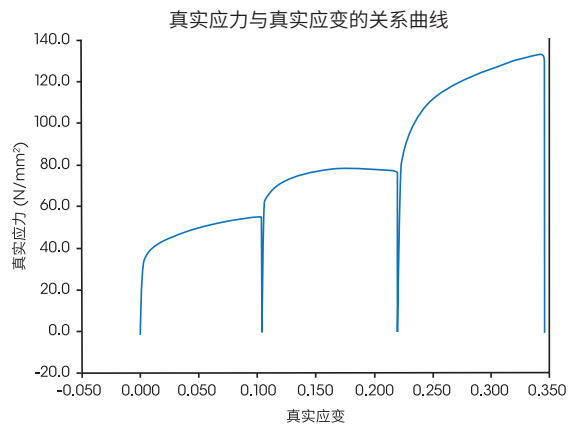
## 三步形变测试

若要精确控制金属的晶体结构及其固有的物理特性，模拟金属加工技术以及淬火或热处理过程中发生的相变是需要执行的两项重要测量。DIL 805A/D 是在这些多步变形后优化淬火速率的理想仪器。在本示例中，经过初始加热并发生热膨胀后，钢块会保持在等温状态，在此期间会先后经历 3 个形变步骤：首先是 100 秒的 1 mm 形变，然后是 10 秒的 1 mm 形变，最后是瞬时的 1 mm 形变（即力看似是在一瞬间施加的）。在等温加工温度下再保持 10 秒后，将材料淬火并测量收缩程度和相变。使用这些测量数据，制造商便可在保证所需物理特性的前提下简化可重复生产钢的加工过程。



## 真实应力与真实应变的关系曲线

该图是在上述示例各形变步骤中测得的真实应力与真实应变的关系曲线。请注意，第三个形变步骤中的“瞬时”力脉冲已测得，现在可以对其进行分析。DIL 805A/D 是一款功能强大的工具，每秒可采集 100,000 多个数据点，可进一步帮助工程师从机械角度对加工生产线进行开发。





## 北美

美国特拉华州纽卡斯尔  
美国犹他州林顿  
美国马萨诸塞州韦克菲尔德  
美国明尼苏达州伊顿普瑞里  
美国伊利诺伊州芝加哥  
美国加利福尼亚州欧文  
加拿大蒙特利尔  
加拿大多伦多  
墨西哥墨西哥城  
巴西圣保罗

## 欧洲

德国许尔霍夫斯特  
德国波鸿  
德国埃施博恩  
德国韦茨拉尔  
英国埃尔斯特里  
比利时布鲁塞尔  
荷兰埃滕-勒尔  
法国巴黎  
西班牙巴塞罗那  
意大利米兰  
波兰华沙  
捷克布拉格  
瑞典索伦蒂纳  
丹麦哥本哈根

## 亚洲和澳洲

中国上海  
中国北京  
日本东京  
韩国首尔  
中华台北  
中国广州  
马来西亚八打灵再也  
新加坡  
印度班加罗尔  
澳大利亚悉尼





[tainstruments.com](http://tainstruments.com)