

回流 温度跟踪仪 通用系统

用户手册

配套软件

insight
software

第 3 期

MA5126A



A Fluke Company

回流温度跟踪仪 通用系统 用户手册

配套软件

insight
software

第 3 期



Datapaq®是世界领先的过程温度监控仪器的制造商。本公司通过持续开发先进而又易用的跟踪仪系统来保持这种领先地位。

欧洲和亚洲

Datapaq Ltd.
Lothbury House, Cambridge Technopark
Newmarket Road
Cambridge CB5 8PB
United Kingdom
Tel. +44-(0)1223-652400
Fax +44-(0)1223-652401
Email sales@datapaq.co.uk
www.datapaq.com

北美洲和南美洲

Datapaq, Inc.
3 Corporate Park Dr., Unit 1
Derry
NH 03038
USA
Tel. +1-603-537-2680
Fax +1-603-537-2685
Email sales@datapaq.com
www.datapaq.com

安全警告

为了安全使用Datapaq设备，务请：

- 认真遵守其随附的使用说明。
- 遵守设备上的所有的警告标志。



表示潜在危险。

在Datapaq设备上，本标志通常表示高温，不过当你看到这种符号时，应参考手册以获得更多说明。



表示高温。

当Datapaq设备上出现这一符号时，设备表面可能非常热（或非常冷）并因此而导致皮肤灼伤。

© Datapaq Ltd. Cambridge, UK 2008

版权所有

Datapaq有限公司对此处的内容不作任何表态或保证，同时也明确拒绝对与任何特定目的有关的适销性或适合性作出任何隐含的保证。Datapaq有限公司对其中所包含的错误、或者与Datapaq软件、相关硬件及本资料的供给、性能或使用等有关的偶发或间接的损害概不负责。

Datapaq有限公司保留时常修正本出版物并更改其内容的权利，而且也没有将这种修正或更改通知任何人的义务。

Datapaq和Datapaq标志是Datapaq公司的注册商标。

Microsoft和Windows是微软公司的注册商标。

备有其他语言的用户手册。欲知详情，请与Datapaq联系。

目录

7 导言

8 系统组成

9 基本硬件

9 隔热箱

12 热电偶探头

15 进行温度曲线运行

15 探头定位

17 探头的附接

19 准备记录器

19 将记录器装入隔热箱

19 将系统放入炉中

20 从炉中取出系统并下载数据

21 检查温度曲线

21 回流焊

22 波焊

23 波焊

24 进行波焊温度曲线运行

26 波焊温度曲线分析

27 统计过程控制

27 概述

29 Surveyor

29 概述

30 硬件：规格与用法

33 准备进行基线测量或温度曲线运行

- 33 进行基线测量运行并设定公差
- 34 进行温度曲线运行
- 34 基于SPC的趋势和预测

37 快速烘炉设置

- 37 概述
- 38 烘炉表征
- 41 PCB设置
- 45 目标温度曲线
- 48 预测
- 50 预测故障诊断

53 故障检修

- 53 检查热电偶探头

导言

带有Insight™软件的Datapaq®回流温度跟踪仪是一套用来监控和分析回流焊和波焊炉中的产品温度曲线的完整系统。其强大的功能和灵活性使之成为一种过程温度监控（从试运转和故障检修直到过程优化）的理想工具，从而能够确保稳定的产品质量和最高的效率。

回流温度跟踪仪也可同样用于其他焊接用途，如汽相、固化炉和返修台等。

富有创意的分析技术有助于弄清问题、对过程进行微调并降低运行成本。**遥测**可选件（参见记录器的专用手册）可在工件实际穿越烘炉的同时对温度进行全面的实时监控。**统计过程控制**（SPC）可方便地对温度曲线运行结果随时间的变化进行分析，突出显示过程中的趋势并防患于未然。

快速烘炉设置选项可使用户预测为获取给定温度曲线而应使用的处方，以便快速准确地设置新产品和/或新焊料配方所需的烘炉条件。

功能强大的报告工具可使用户生成定制的、包括任一或所有分析结果或者原始温度数据在内的打印件。

本手册包含下列章节：

- **基本硬件**（第 9 页）——标准系统的隔热箱和热电偶探头的规格及其保养和维护。
- **进行温度曲线运行**（第 15 页）——从典型回流过程获取温度曲线的所有步骤，包括探头定位。
- **检查温度曲线**（第 21 页）——通过更改温度曲线来纠正焊接过程中的缺陷。
- **波焊**（第 23 页）——回流温度跟踪仪系统在波焊过程中的用法。
- **统计过程控制**（第 27 页）——分析温度曲线随时间的变化，突出显示趋势并找出问题。
- **Surveyor**（第 29 页）。
- **快速烘炉设置**（第 37 页）——预测烘炉处方以便设置新产品所需的烘炉条件。
- **故障检修**（第 53 页）——硬件问题。

另请参阅记录器附带的专用手册。该手册介绍了记录器的操作方法，包括：

- 安装Insight并在记录器与电脑之间建立通信联系。
- 用新的数据采集参数来重置记录器。

- 将所采集的数据下载到电脑。
- 使用遥测。
- 记录器故障检修。

要了解Insight软件的具体用法，请参阅其在线帮助系统。

系统组成

一套典型的回流温度跟踪仪系统包括：

- 带有通信线和充电器的数据记录器以及带有无线遥测选件的记录器（含内部发射器）；
- 数据记录器用户手册（因记录器型号而异）
- 接收器（仅针对无线遥测选件）；
- 隔热箱；
- 热电偶探头；
- 《回流温度跟踪仪通用系统用户手册》
- 回流温度跟踪仪Insight软件，可选**快速烘炉设置**模块。

附加硬件随**波焊**（第 23 页）**Surveyor**（第 29 页）和**快速烘炉设置**（第 37 页）系统提供。

基本硬件

标准的回流温度跟踪仪系统包含一个或多个下述部件。

关于数据记录器以及其他专用硬件的用法，请参阅其随机资料。

隔热箱

隔热箱可为数据记录器提供必要的热保护和机械保护以使其能够耐受回流、波焊、汽相以及固化炉等有害环境。

备有多种隔热箱以适应不同的记录器和用途。以下给出了适合 Q18 记录器的隔热箱规格，这些隔热箱采用 Microtherm 隔热材料来提供主要热保护。

用于 Q18 记录器 DQ1860（6信道）的隔热箱

TB2064 —— 小高度隔热箱

温度℃	100	150	200	250	280
持续时间（分）	25	12	9	8	6
尺寸	高度	宽度	长度	重量	
	20 mm	133 mm	210 mm	0.6 kg	

TB2015 —— 用于包括无铅焊接在内的大多数回流焊过程

温度℃	100	150	200	250	280
持续时间（分）	32	16	13	10	9
尺寸	高度	宽度	长度	重量	
	25 mm	133 mm	210 mm	0.7 kg	

TB2065 —— 更好地保护频繁使用而又持续时间较长的过程

温度℃	100	150	200	250	280
持续时间（分）	35	18	13	11	10
尺寸	高度	宽度	长度	重量	
	29 mm	133 mm	210 mm	0.7 kg	



Datapaq Q18记录器用的部分Datapaq隔热箱

用于 **Q18** 记录器 **DQ1862**（6信道窄式）的隔热箱

TB2020 —— 小高度隔热箱

温度℃	100	150	200	250	280
持续时间（分）	25	13	10	8	7
尺寸	高度 28 mm	宽度 84 mm	长度 223 mm	重量 0.5 kg	

TB2021 —— 用于包括无铅焊接在内的大多数回流焊过程

温度℃	100	150	200	250	280
持续时间（分）	36	18	13	11	10
尺寸	高度 35 mm	宽度 84 mm	长度 223 mm	重量 0.65 kg	

用于 **Q18** 记录器 **DQ1861**（6信道超细长式）的隔热箱

窄式隔热箱, 每侧的凸缘用来将隔热箱固定在回流炉的销轨（pin-rail）上。

TB2066 —— 小高度隔热箱

温度℃	100	150	200	250	280
持续时间（分）	21	11	8	6	6
尺寸	高度 20 mm	宽度 88 mm	长度 334 mm	重量 0.65 kg	

TB2067 —— 用于包括无铅焊接在内的大多数回流焊过程

温度℃	100	150	200	250	280
持续时间（分）	28	15	11	10	8
尺寸	高度 25 mm	宽度 88 mm	长度 334 mm	重量 0.75 kg	

TB2068 —— 更好地保护频繁使用而又持续时间较长的过程

温度℃	100	150	200	250	280
持续时间（分）	32	18	13	11	10
尺寸	高度 29 mm	宽度 88 mm	长度 334 mm	重量 0.8 kg	

用于 Q18 记录器 DQ1810（10信道）的隔热箱

窄式隔热箱, 每侧的凸缘用来将隔热箱固定在回流炉的销轨（pin-rail）上。

TB2061 —— 小高度隔热箱

温度℃	100	150	200	250	280
持续时间（分）	25	13	10	8	7
尺寸	高度 28 mm	宽度 88 mm	长度 258 mm	重量 0.6 kg	

TB2062 —— 用于包括无铅焊接在内的大多数回流焊过程

温度℃	100	150	200	250	280
持续时间（分）	36	18	13	11	10
尺寸	高度 35 mm	宽度 88 mm	长度 258 mm	重量 0.7 kg	

用于 Q18 记录器 DQ1812（12信道）的隔热箱

窄式隔热箱, 每侧的凸缘用来将隔热箱固定在回流炉的销轨（pin-rail）上。

TB2081 —— 小高度隔热箱

温度℃	100	150	200	250	280
持续时间（分）	25	13	10	8	7
尺寸	高度 28 mm	宽度 88 mm	长度 274 mm	重量 0.6 kg	

TB2082 —— 用于包括无铅焊接在内的大多数回流焊过程

温度℃	100	150	200	250	280
持续时间（分）	36	18	13	11	10
尺寸	高度 35 mm	宽度 88 mm	长度 274 mm	重量 0.7 kg	

热电偶探头

热电偶探头基于这样一种效应——任何导电材料在不均匀温度下都会产生电动势。所测得的实际电压与热电偶的“热”/“冷”接点（热接点是测量接点，而冷接点则是热电偶与测量仪器之间的接点）之间的温差成正比。

热电偶的实际应用要求有高深的电子技术来消除潜在的测量误差，如测量范围内的不良线性、因冷接点处的温度变化而引起的精度不良等。为了对付这些问题，测量系统中的电子技术必须在冷接点处模拟0℃温度，并对热电偶工作范围内的任何非线性做出补偿。

随着时间的推移，人们通过对材料的灵敏性、线性（在有用温度范围内灵敏度的一致性）、价格以及可用性等的选择，开发出了“标准”热电偶。现行标准包括K、N、R、S和T型，每个类型都可根据其接头颜色来识别。回流焊接业用的标准热电偶探头为K型探头。

所有的回流温度跟踪仪系统都带有一套PTFE隔热的热电偶探头（部件编号：PA0210）。此外还备有下列探头：

- 高温玻璃纤维隔热探头（PA0215）。
- 细丝探头，用于球栅阵列（BGA）（PA1683）。
- 波焊托盘专用探头（PA1320、PA1321）。

所有探头都带有绿色K型接头。

热电偶规格

Probe Type	温度范围	电缆隔热层	Datapaq探头的精度
K	-150℃到1, 370℃	玻璃纤维或PTFE	0~1, 250℃时为±1.1℃或±0.4%

存在于产品中的探头增加了产品的热质，从而改变（不论多么轻微）了其加热与冷却速度。为了最大限度地降低探头的热质及其对产品的影响，回流温度跟踪仪系统附带的K型探头都是用0.2mm的金属丝制成的。

热电偶电缆

热电偶探头的实际工作温度会受到电缆隔热材料的温度特性的限制。

用**细玻璃纤维**隔热并用有机硅树脂粘结剂浸渍过的探头适合于在高达500℃的温度下连续使用，以及在700℃下短时间使用。**如果探头电缆离红外加热元件很近，则应使用这种探头。**

PTFE（聚四氟乙烯）隔热探头适用于温度高达260℃的一般用途。PTFE是一种坚固、柔韧而又无粘性的材料，具有热质低而响应快的特点。这是回流焊用的标准隔热材料，但**如果探头电缆离红外加热元件很近，则不能使用这种材料。**

警告

PTFE不支持燃烧，但会在265℃以上分解，并产生少量的毒烟。

PTFE热分解所产生的主要产物为：

处于下列温度以上时	产物
400℃	参见注解*
430℃	四氟乙烯
440℃	六氟丙烯
475℃	全氟异丁烯
500℃	碳基氟*，在湿空气中会转化为酸性气体氟化氢

* 当PTFE胶带长时间保持在400℃时也可能产生。

与健康危害有关的数据

- 吸入PTFE的分解产物会产生“聚合物烟尘热”病，其症状与流感相似。
- 摄取或皮肤接触并不会危害健康。
- 医疗状况一般不会因暴露在PTFE下而恶化。

应急和急救措施

- 如果有人不慎接触了PTFE毒烟，应将其转移到空气清新处。
- 灭火时应穿戴自给式呼吸器和防护服。

进行温度曲线运行

温度曲线可利用两种方法来获得：

- **不用遥测**——记录器和产品从炉中送出后，Datapaq Insight软件将数据从记录器下载到电脑中以便显示和分析。
- **使用遥测**——在记录器采集炉内产品数据的同时，数据通过硬线连接（**串行遥测**）或无线电发射器/接收器（**无线电遥测**）直接传送到电脑上。可实时监控温度曲线的变化情况。请参阅专用的记录器手册。

本章介绍在不用遥测的情况下获取PCB在炉中的温度曲线的所有步骤——从探头的放置方法和放置位置到把数据下载到软件中以备分析。

关于在波焊炉中进行温度曲线运行的方法，请参阅第 24 页。

在使PCB和数据记录器穿越烘炉运行之前，请用Insight软件重置记录器以使其做好接收新数据的准备。从炉中取回记录器后，请再次用Insight软件下载温度曲线数据并将其保存到磁盘中。操作步骤如下：

- 定位并连接热电偶探头。
- 建立数据记录器与电脑之间的通信连接（如果上一次未建立通信连接的话）。
- 重置数据记录器以使其准备接收新数据，在此过程中还可设定采样间隔和数据收集起点的触发方法并可检查记录器的电池状态。
- 将记录器装入其隔热箱中。
- 使PCB和记录器/隔热箱穿越烘炉。
- 将记录器中的数据下载到Insight软件中。
- 必要时可在数据中设定烘炉启动位置。
- 添加任何您希望与温度曲线数据一起被记录下来的附加信息。

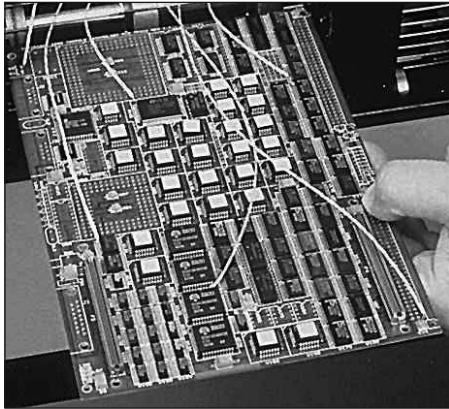
然后便可根据需要用Insight软件来分析温度曲线数据。

探头定位

无论采用什么加热方法，PCB的热质、印刷线以及与之连接的元件都会对每一个物理元件达到给定温度所需的时间产生很大的影响。为了确保PCB的所有关键部件都符合规定的温度曲线，必须做好探头的定位工作（通常依据焊膏制造商所提供的数据）。

主要考虑因素

- 与窄的印刷线相比，大的底面吸收的热量更多，达到回流温度所需的时间也更长。
- 大的四方扁平封装和球栅阵列会吸收很多热量，同时也比大多数其他元件更容易受到热冲击的损坏。
- 大的表面贴装器件会遮住印刷线。
- PCB的边缘比中央受热更快。



附接到PCB及元件上的探头

- 印刷线密度是否均匀？如果是，则加热可能会更均匀；如果不是，则可能有局部热点和冷点。
- 是不是双面板？如果是，则可能必须两次穿越烘炉：板的底面必须保持在回流温度以下，否则可能会丧失可焊性，碰到去湿（de-wetting）问题，元件也可能脱落。
- 是不是多层板？如果是，则可能是有更多的铜，因而需要更多的热量，但受热可能会更均匀。

典型探头位置

- 有可能达到最快增温速度的位置，如板的边缘和/或低热质元件所在的位置。
- 具有高热质但可能需要额外时间才能达到回流温度的位置。
- 被大型元件遮住的位置，即大的四方扁平封装和球栅阵列下面的印刷线。这些位置可能需要额外时间才能达到回流温度。应注意电缆可能需要从PCB下面的孔中引出。
- 双面板的下面。

- 比较理想的情况是将每种型号的PCB的试样（热电偶被永久附接在其上）都专用于这一用途以确保温度曲线测试是可靠而又可重复的。

由于烘干以及颜色的轻微变化，PCB试样的热特性在每次穿越烘炉时都有产生轻微变化的趋势。任何明显褪色的板都应丢弃并更换。

探头的附接

要使探头准确地反映产品的温度，探头与产品之间必须有良好的热接触。不良的热接触会减缓产品对探头的加热速度，甚至会阻止探头达到其所在元件的温度。

关于温度曲线测试（特别是探头附接）方面的规范，请参阅英国国家物理实验所的网页www.npl.co.uk/ei/publications/codeofpractice.html 中的“A code of practice for thermal profiling of electronic assemblies”（与电子组件温度曲线测试有关的业务规范）。

另请参阅NPL报告MATC(A) 50 “Thermal profiling of electronic assemblies”（电子配装温度曲线测试）http://libsrv.npl.co.uk/npl_web/search.htm

操作规范

- 擦净探头尖后再将其附接到PCB或元件上。
- 沿探头长度方向将探头固定到位，不得缠绕炉中的元件，不要挡住产品热量，也不可过分靠近加热元件以免承受过高温度。
- 当热电偶电缆接近红外加热元件或承受260℃以上的温度时，应采用玻璃纤维隔热层。

附接方法

下面是几种主要的方法：

高熔点焊料

- 具有最好的可重复性，但很难实施。
- 建议用于金属之间的附接。

高熔点焊料用来将热电偶附接到元件引脚和PCB印刷线上。其熔化温度远高于回流温度，因而可确保热电偶保持在原位。

为了确保成功，必须清除低熔点焊料以使高熔点焊料能够直接接触所要焊接的金属。采用下述方法以便尽可能少地使用焊料。

1. 清除所有的低熔点焊料，擦净热电偶，接着镀上高熔点焊料。擦净热电偶所要附接的元件引脚或PCB印刷线，然后镀上高熔点焊料。
2. 将热电偶焊接到位。此时应尽可能少地使用焊料，只要达到令人满意的焊接效果即可。确保电缆平铺在PCB上。

SMA粘合剂

- 具有很好的效果。
- 远比焊接容易，但粘合剂需要固化。

可按下述方法获得最佳结果。

1. 对热电偶电缆进行预成形并用高温胶带将其固定在PCB上，确保热电偶尖头与所要测量的接合点保持良好的接触状态。
2. 将一小滴SMA粘合剂滴在热电偶尖头上。
3. 按制造商的规定进行操作以确保粘合剂正确固化：大多数SMA粘合剂都属于热固型，在第一次数据采集运行前让PCB穿越烘炉一次便可使之固化。

高温胶带

- 是将电缆暂时固定到PCB上的一种手段，仅用于一次性试验。
- 当无法使用高熔点焊料或SMA粘合剂时，将其与铝胶带一起使用将是一种合理的附接方法。

建议在热电偶电缆经过PCB之处（参见下文）将高温（Kapton）胶带用作限制热电偶电缆的一种手段，但不能将其固定在测量点上。不过，通过使用自粘铝胶带并使其变形以贴绕在热电偶尖头周围的方法可以改进附接效果；热电偶尖头上的高温胶带可在温度曲线运行期间将其固定到位。

限制电缆的移动

热电偶电缆必须从其附接点铺设到PCB的后面以使数据记录器跟随PCB穿越烘炉。

1. 将热电偶电缆从其附接点铺设到PCB的后面。
2. 用高温胶带按一定间隔将热电偶电缆附接在PCB上。

准备记录器

初次将数据记录器连接到电脑时，必须在它们之间建立通信联系。同时还必须在温度曲线运行前用Insight软件重置记录器以建立其数据采集参数（如果不想改变前次运行的参数则无需重置）。如果觉得记录器电池的电量在温度曲线运行时不够用，也必须用重置规程进行检查。

相关规程的详情请参阅记录器专用手册或Insight帮助系统。请注意，记录器自上次运行后必须冷却至35℃以下（无需手套也可舒适持握）。

将记录器装入隔热箱

确保自上次使用后隔热箱已充分冷却。

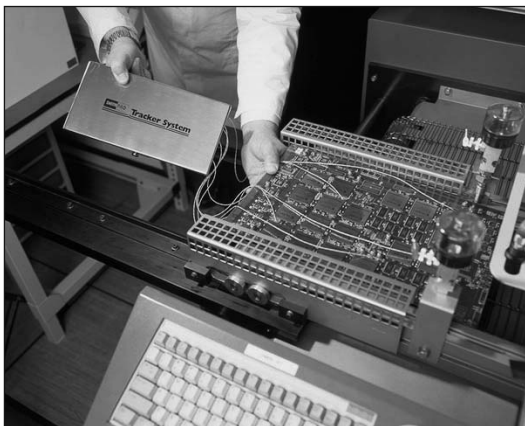
1. 将热电偶插入记录器的编号插孔中。如果正在使用过程文件，应确保记录器上的探头/插孔编号对应于该文件中用来定义探头编号和位置的那些编号（关于过程文件的介绍，请参阅Insight软件：按功能键F1，或从菜单栏上选择帮助>目录，然后点击“过程文件：烘炉、配方和产品”部分）。
2. 确保隔热箱的硅树脂密封洁净且完好无损。要保护好数据记录器，隔热箱与热电偶电缆之间必须有良好的密封。将记录器放入隔热箱中，使热电偶电缆越过密封材料后从隔热箱开口引出。
3. 如果触发模式为启动按钮，请持续按启动按钮约1秒钟，直至绿色LED开始按采样间隔闪烁为止。
4. 合上盖子并确保咔哒一声关严。



定位于隔热箱中的记录器

将系统放入炉中

1. 使热电偶电缆朝后，将带有仪器的PCB放在烘炉的输送带上。
2. 在PCB板朝烘炉前进的同时，谨慎送入热电偶电缆以免缠绕烘炉。
3. 将记录器和隔热箱放在输送带上（应在PCB后面隔开一些距离）以确保其热质不会影响PCB的加热和冷却。



带有仪器的PCB正在进入烘炉（向右），数据记录器紧随其后

从炉中取出系统并下载数据

警告

隔热箱和记录器很烫，请戴上防护手套。

运行结束后应立即从炉中取出系统。打开隔热箱并取出记录器。

如果未能从很烫的隔热箱中取出数据记录器，则有可能损坏记录器。

将隔热箱放在冷表面上可加快冷却速度。如果在测试运行之间没有足够的时间使其冷却下来，则应再买一个隔热箱。

要手动停止数据采集，请按住记录器的红色停止按钮直至记录器的红色和绿色状态LED同时点亮为止。红色状态LED每5秒闪烁一次表示数据已存入记录器但尚未下载到电脑中。

使用Insight软件将记录器中的数据下载到电脑中。相关规程的详情请参阅记录器专用手册或Insight帮助系统（在Insight菜单栏上选择帮助>目录）。

欲知Insight软件的更多特性，尤其是数据分析和过程文件的使用，请参阅帮助系统。

检查温度曲线

这些注解并不是对波焊过程中的温度曲线的重要性的一种全面指导，而是要突出与不良温度曲线形状相关的可能缺陷。

回流焊

回流焊中常用的两种温度曲线形状是RSS（Ramp-Soak-Spike）和RTS（Ramp-Spike，或篷状温度曲线）。RSS适用于这样一种烘炉性能，即在spike到达回流温度之前需要一段较长的保温时间来使不同热质的元件达到相同温度。随着烘炉性能的改进，现已能够使用恒定的ramp来达到回流温度。RTS温度曲线通常更容易在烘炉上进行设置，同时还可避免使用RSS时对小元件造成的双重热冲击。

不过，由于无铅焊料的使用需要更高的焊接温度，而且新型SMT元件具有宽广的热质范围，因此RSS温度曲线仍是一种常用的最佳解决方案。在这种情况下，需要非常仔细地设置温度曲线以确保能够同时符合焊膏规格以及与焊接相关的元件规格。

不正确的温度曲线会导致的下列焊接缺陷：

- **焊接不完整**——可能的原因很多，其中之一是传入焊点的热能不足。这通常是因为回流区之前的温度太低或焊料液相线温度以上的时间太短而造成的。
- **竖碑（吊桥或曼哈顿效应）**——由于两端润湿不均，因此无铅元件在焊接期间一端翘起。其原因涉及多种因素，其中包括PCB焊盘（pad）设计和元件布局。为了有助于确保元件的两端在同一时间被焊住，应设法调节温度曲线形状以便在达到液相线温度时把加热速率降至最低。
- **焊接元件位置不准**——这是作为竖碑诱因的各种问题的一种不太严重的表现，因此可采取同样的纠正措施。如果在受影响的区域放置多只热电偶并仔细进行温度曲线测试，则有可能揭示组件上该区域内的较大的温度梯度。可通过使PCB组件从不同方向上穿越过程来减轻这些现象。
- **元件破裂/机械损坏**——如果温度变化（加热或冷却）太快，则会导致小型陶瓷元件破裂或断裂。使用Insight软件的斜率分析模式找出最大斜率（温度梯度，℃/秒或℉/秒）并与元件制造商所设定的限度（这些限度很可能不同于焊膏供应商所指定的任何限度）进行比较。
- **焊料结球/结珠**——通常因焊膏过度堆积并在随后加热产品时脱气所致。可通过减小ramp区的升温速率来予以改善。
- **焊点润湿不良**——如果认为是组件热处理方面的原因，则引线 and/或焊盘有可能在焊料达到液相线前发生了氧化。纠正措施包括缩短温度曲线中间部分的保温时间或降低该区域的温度。

- **产生空洞**——空洞通常是由元件焊盘上的“通孔”中存留的空气或由焊膏中的溶剂脱气而引起的。可通过更改温度曲线（缩短焊接时间或减缓升温速率）来改善这种情况。

波焊

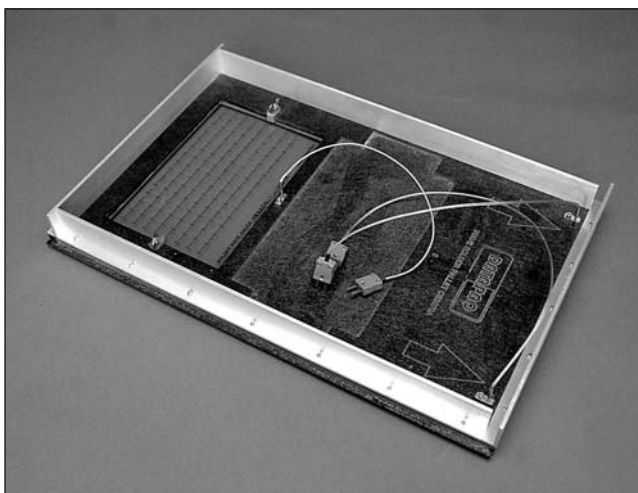
波焊过程（第 23 页）为人们所熟知，并且通常比回流焊具有更宽的公差。下面列出了一些由热曲线而导致的常见过程缺陷。更详细的资料可在一些大型波焊设备供应商（如Vitronics Soltec或Electrovert）的网站上获得。

- **焊料流动不足**——焊料没有足够的时间渗透元件引脚周围的孔时便会出现这种情况。有许多可能的原因，但与温度曲线相关的原因则可能是助焊剂活性不够（由于预热温度不够或与焊波的接触时间不足）。在每种情况下都应使用温度曲线并参照推荐值来验证温度/时间。对于预热区，应当在发现问题的区域检查实际产品的温度，这是因为元件尺寸和布置会影响所达到的温度。
- **焊料结球/结珠**——有多种可能的原因，其中与温度曲线相关的原因是助焊剂活性不足。此时应根据制造商的推荐值来提高预热温度以便增加焊膏活性。
- **元件破裂**——可能性最大的原因是从预热分区移动到焊波的过程中温度变化太快。焊波之后通常不进行强制冷却，所以此处的温度梯度较小。
- **上侧SMD焊点再熔**——如果上侧元件的焊料在随后的波焊期间再次熔化，则SMD焊点的质量将受到伤害。作为纠正措施，应减少在波焊期间输入到PCB的总热量，如降低焊料温度和调节预热温度等。

波焊

Datapaq温度跟踪仪系统以及与之配套的Insight软件可用于回流炉和波焊炉。

在波焊系统中，记录器（在其隔热箱内）被安装在平托盘（部件编号CS3070）的中央凹槽中，然后一起穿越烘炉。托盘上装有三只固定热电偶，用来测量与波焊相关的条件——烘炉的线速度、焊波的接触长度以及与焊料的接触时间等；Insight软件将使用这些条件数据来分析最终的温度曲线。固定热电偶中的两只位于记录器前面（因此首先入炉），一只则位于其后面的托盘左侧。可更改三只固定热电偶的深度以便调节进入焊波（需要测量其接触时间）的深度。

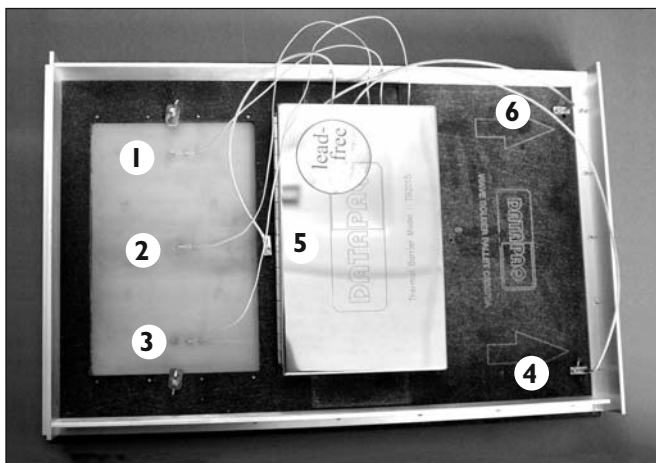


带有玻璃窗和三只固定热电偶的Datapaq波焊托盘

就标准型式而言，托盘的后部有一个模拟PCB，该PCB带有三只附加热电偶，用来采集与烘炉的预热分区的数据有关的数据（可将这三只热电偶从模拟PCB改装到实际产品上）；该数据随后也被Insight软件用于分析。或者将PCB换成玻璃窗以便在焊波接触托盘下侧时对其进行目视测评。

本系统也可不用托盘组件而只是将热电偶附接在产品上（就像在回流温度曲线测试时那样）来进行波焊温度曲线测试。

只有Datapaq 9000或Q18记录器才可用来进行波焊温度曲线测试。



带有固定模拟PCB（左）和隔热箱（中，已安装到位）的Datapaq波焊托盘
六只带有编号的热电偶（见文字）全都接在隔热箱内的记录器上。
托盘向右进入烘炉。

进行波焊温度曲线运行

进行波焊温度曲线运行的步骤如下：

设定温度曲线运行方法

为使Insight能够正确分析所采集的数据，必须指定所要采用的温度曲线运行方法：

- 回流，或
- 波焊（使用产品或试件而不用托盘）或
- 使用托盘的波焊（使用托盘，使用或不使用产品或模拟PCB）。

对于波焊温度曲线运行（即不用托盘），应注意仅对来自PCB下侧的热电偶（即与焊波接触的热电偶）的数据执行波焊分析。必须指定这些热电偶。

利用**过程文件**（该过程文件将在运行完成后被应用于温度曲线数据）可非常方便地指定所用的温度曲线运行方法和（对波焊温度曲线而言）热电偶号。

关于过程文件的介绍，请参阅Insight软件：按功能键F1，或从菜单栏上选择**帮助>目录**，然后点击“**过程文件：烘炉、配方和产品**”部分。

可通过在过程文件或**过程详细信息**对话（**烘炉**标签）中选择烘炉类型来指定温度曲线运行方法。

同时在过程文件中，可在**过程详细信息**对话（**配方—分析**标签）或**波焊分析的分析选项**对话中指定所用的热电偶。

运行前的准备工作

1. 将通信线连接到数据记录器并启动Insight软件的**波焊向导**（点击Insight工具栏上的 ，或从菜单上选择**工具>向导**）。向导将引导您逐步完成重置记录器和波焊运行所需的步骤。
2. 按下述方法将**热电偶**插入记录器的编号插孔中。

对于**波焊**温度曲线运行：

- 按要求将热电偶附接在产品或试件上。用来监控焊波的热电偶（其数据随后将用于**波焊**分析）必须固定在能够与主波接触的位置，即位于PCB的焊料侧；必须在Insight中指定这些热电偶的编号（见上文）。其他热电偶可根据需要连接到PCB的任何一侧。

对于**使用托盘的波焊**温度曲线运行：

- 必须将记录器上的信道4连接到托盘右侧（顺着行进方向从上向下看）的热电偶，并将信道6连接到左侧热电偶。
- 信道5必须连接到托盘的后热电偶。
- 必要时可信道1—3连接到模拟PCB（有的话）或产品上。

如果使用非Datapaq托盘，则必须在向导中注明探头5位于探头4和6之后的距离。

3. 热电偶接好以后，应确保**隔热箱**（牢固地安装在托盘（如果有的话）上）的配合面洁净无损。隔热箱与热电偶电缆之间的良好密封对于数据记录器的保护至关重要。将记录器放入隔热箱中，使热电偶电缆越过密封材料后从隔热箱开口引出。
4. 按下记录器上的**启动按钮**（start）约1秒钟直至绿色LED开始闪烁时为止。Insight自动将所有波焊温度曲线的采样间隔设为0.1秒以便能够精确测量线速度和接触时间。
5. **关紧隔热箱盖**（应听到卡嗒一声），并确保热电偶电缆周围密封良好。
6. 将托盘/记录器/隔热箱/PCB组件（具体情况视配置而定）放到烘炉的输送带上。使用托盘时，应按照托盘上的标记确保行进方向正确（固定热电偶首先入炉）。

从炉中取出系统并下载数据

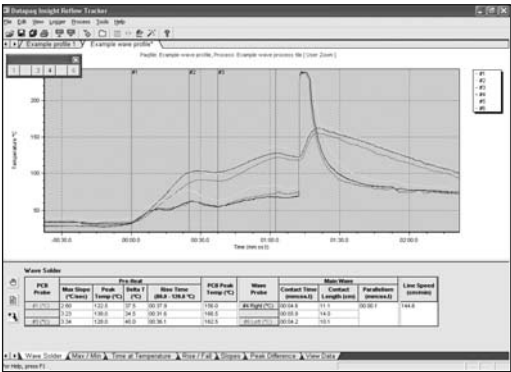
警告

隔热箱和记录器很烫，请戴上防护手套。

运行结束后应立即从炉中取出系统。打开隔热箱并取出记录器。

如果未能从很烫的隔热箱中取出数据记录器，则有可能损坏记录器。

按向导提示将数据下载到电脑，然后选择（必要的话）想要应用于结果的过程文件。接着便会出现温度曲线以及数据的波焊分析（位于曲线的下方）。



波焊温度曲线分析

关于波焊温度曲线分析的详细信息，请参阅Insight的帮助系统（在目录下选择数据分析>波焊）。

请注意，回流炉和波焊炉所产生的温度曲线需要不同的分析，并且随后由Insight所生成的各自的数据文件（温度曲线文件）也各不相同且不能互换，同时也不能将一种炉型的过程文件应用于其他炉型的温度曲线文件。参见Insight的帮助系统（在目录下选择回流或波焊）。

统计过程控制

统计过程控制（SPC）是Insight软件的一项强大功能，用来方便地对温度曲线运行结果随时间的变化进行分析。这样，便可通过突出过程中的趋势而防患于未然。

作为烘炉性能的又一种评估方法，Datapaq Surveyor系统（第 29 页）要求先用特定硬件对系统进行量化，然后再对系统进行检查以确保系统仍处于运行限度内。相对而言，对普通Insight温度曲线文件使用SPC时只需对日常温度曲线运行进行分析以评估烘炉性能方面的趋势。如下所示，两种系统都有其优点和局限性。

	正面	负面
对普通温度曲线文件使用 SPC	• 可在过程中测量实际PCB组件的温度。 • 综合报告可分别显示来自每个探头的数据。 • 可监控波焊、汽相、返修以及回流焊过程。	• 良好的热电偶传感器连接对获得最佳结果至关重要。 • 如果应用于标准测试PCB（“金板”）及其关联热电偶所获取的数据，这些标准测试PCB会在重复使用过程中逐步退化，从而导致结果的可靠性降低。 • 将记录器/PCB组件放在输送带上时应当谨慎以免热电偶导线被卡在炉中。 • 需要确保数据采集的具体内容标准化（对所有温度曲线）。
Surveyor	• 不熟练的操作员也能实施日常温度曲线运行来评估烘炉性能。 • 只需将一件物品放在烘炉输送带上。 • 自动重置记录器并保存结果。 • 可直接确认烘炉是否处在给定过程的运行规格内。 • 有助于确保数据采集的具体内容标准化。	• 仅测量过程的性能而非实际产品所经历的温度。 • 仅用于回流焊过程。

概述

请注意，为使SPC结果更具意义，所分析的温度曲线文件必须保持一致，也就是说，这些文件必须涉及相同的过程（相同的烘炉，相同的配方设定），使用了相同的产品以及相同的探头位置。

使用SPC设置向导可以很方便的进行SPC分析（点击Insight工具栏上的  或 ，或者从菜单上选择工具>向导）。向导将引导您完成以下步骤：

1. 选择分析所基于的现有温度曲线（温度曲线文件）。
2. 选择所要检查的分析结果并设定结果的目标值和可接受限度。
3. 接着Insight将计算SPC结果，然后将结果以图表形式显示在图表窗口中，并以表格数据的形式显示在分析窗口中。

对于每个探头而言，每个温度曲线文件的所选分析参数值都用y轴来表示，而该文件的数据采集时间则用x轴来表示。这样便可从随时间变化的结果中发现某种趋势并将其与指定的目标值和可接受的限度（以水平线的形式显示在图表上）进行比较。

SPC分析时所能完成的功能包括：

- 通过更改下列项目来修改SPC分析：
- 用于分析的文件；
- 所检查的分析结果；
- 结果的目标值和可接受限度。
- 保存结果以便将来显示和分析。
- 打印一份详细的结果报告。从主菜单上选择文件>打印选项。
- 导出结果以便在别的软件中使用。
- 用电子邮件发送全部结果。

关于SPC用法的详细说明，请参阅Insight软件的在线帮助：按功能键F1，或从菜单栏上选择帮助>目录，然后在帮助系统中选择数据分析>统计过程控制。

Surveyor

烘炉性能的稳定性通常是通过记录产品穿越烘炉时所经历的温度曲线来监控的。不过，作为Datapaq回流温度跟踪仪的一项附加功能，Surveyor系统则是以测量性温度曲线运行的方式使带有仪器的标准托架穿越烘炉以采集温度数据，并据此来监控烘炉本身的。Insight软件接着会自动将此温度曲线运行结果与现有的基线测量（在烘炉正常工作时所获得的一种温度曲线结果）进行比较。通过这一简单方法，操作员便可快速评估是否需要维护或调节烘炉设定以保持前后一致。温度测量是由安装在托架上的Datapaq记录器进行的。

所有温度曲线运行数据都被自动快速地保存为有价值的数据库。可依据此数据库进行长期分析以突出显示过程性能中的趋势并做到防患于未然。这一过程是通过Insight软件的统计过程控制（SPC）分析来简单快速完成的。

用Surveyor系统获得的温度曲线与从带有仪器的PCB上获得的温度曲线并不匹配。Surveyor传感器旨在产生高度重复的结果，以便对最终数据集进行可靠的SPC分析。（关于普通Insight温度曲线文件，另请参阅第 27 页。）

概述

设置和使用Surveyor的步骤如下：

1. 配置烘炉以获取最佳性能

必须正确设置烘炉以生产出无缺陷产品。用标准Datapaq回流温度跟踪仪系统进行分析将有助于实现最佳结果。

2. 进行基线测量

用Insight中的Surveyor技术员模式（见下文框中的内容）进行温度曲线运行并获得基线测量。该基线测量将被用作与今后的运行进行比较的基准。接着指定相对于基线测量的容许公差。

3. 培训操作员来完成日常温度曲线运行

使用操作员模式（见下文），Surveyor将引导操作员完成温度曲线运行并将结果与基线测量进行比较。操作员将得到简单的合格/警告/不合格结果。

4. 判明趋势

用SPC来分析一系列温度曲线运行并据此预测今后的烘炉性能。

Insight **在线帮助系统**详细说明了Surveyor的全部功能和用法，以及在向导中进行选择和输入数据的过程：在*Insight*的主菜单中依次点击**帮助**和**目录**，然后在帮助中点击目录标题和主题。详见“使用Surveyor”和（“数据分析”下）“统计过程控制”。

也可点击任一向导对话中的**帮助按钮**或按F1键来调出与向导该阶段有关的帮助信息。

操作员和技术员模式

带有Surveyor的*Insight*有两种不同的运行模式——**操作员**和**技术员**（启动时选择）。

操作员模式

操作员向导可引导烘炉操作员逐步完成基本的**温度曲线运行**，并参照现有的基线测量来评估烘炉性能。*Insight*软件的所有其他方面操作员都无法看到。技术员可对操作员模式进行访问控制，并设置操作员向导的选项以简化其用法。

技术员模式

本模式用来创建烘炉的**基线测量**。还可访问*Insight*的全部功能，包括：

- 广泛的数据分析选项；
- 调整过程参数；
- 使用遥测。

可对**技术员模式**进行密码保护。在*Insight*主菜单上选择
工具>选项>Surveyor技术员。

要在**操作员**和**技术员模式**之间相互切换，必须关闭并重新启动*Insight*。此外还可再次运行*Insight*并打开另一种模式，从而同时运行**操作员模式**和**技术员模式**。

硬件：规格与用法

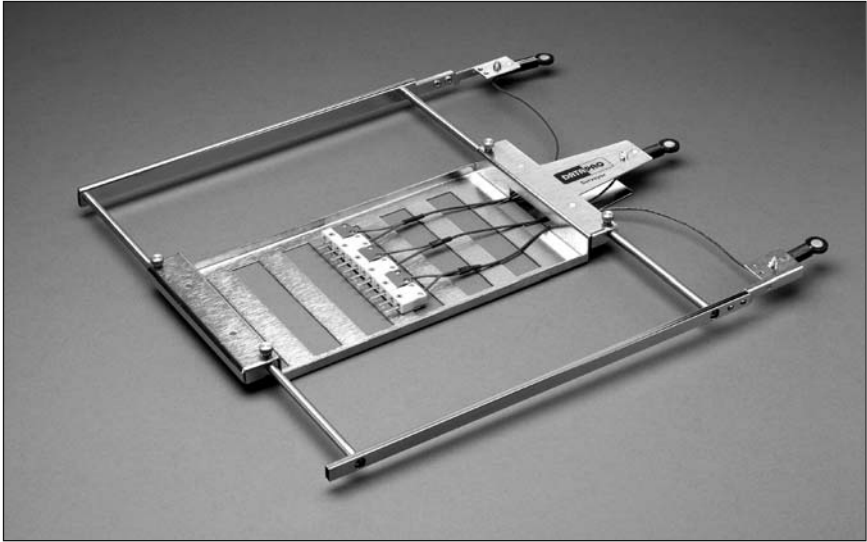
标准回流温度跟踪仪系统的硬件在本手册的前半部分以及记录器附带的专用手册中都作了详细介绍。与Surveyor配套使用的附加硬件包括：

- 托架；
- 热电偶传感器；
- 探头夹套件（仅用于6信道窄式及标准记录器）。

系统附带的*Insight*软件还包含额外的Surveyor工具。

托架

托架用来运载Datapaq Q18记录器（在隔热箱内）和传感器，其宽度可以调节以便适应烘炉的输送带。



Surveyor托架。3个传感器附接在托架上（右侧）。被探头夹固定着的热电偶插座（中间）将连接到数据记录器(将位于托架中的隔热箱内)。所示托架的外轨已完全展开。

PA0872——用于QI8超细长记录器

尺寸	高度	宽度	长度	重量
	32 mm	101 - 206 mm	521 mm	0.69 kg

PA0874——用于QI8窄式记录器

尺寸	高度	宽度	长度	重量
	32 mm	99 - 204 mm	441 mm	0.46 kg

PA0876——用于QI8标准记录器

尺寸	高度	宽度	长度	重量
	27 mm	149 - 345 mm	385 mm	0.77 kg

托架组件的总高取决于所用隔热箱的高度。

调节托架宽度

托架可方便而又精确地调节到回流炉的宽度。如果烘炉有链销，建议用链销来支持托架；如果没有，则可使用网带输送带。

1. 松开夹紧螺钉后，侧轨将向外弹开。
2. 将侧轨调到所需宽度。
3. 重新拧紧夹紧螺钉。

应确保炉侧平行，否则托架会卡在炉内。

热电偶传感器

3只PA0850系列热电偶

每个探头的上下两侧各有一个传感器。

安装传感器并使用探头夹套件

传感器的正确连接和定位对系统的正常工作至关重要。为此，探头插头、传感器和探头安装托架都带有相应的标记。

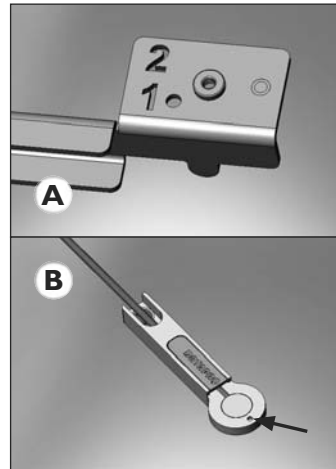
- 框架上的探头托架上标有信道号（参见 **A**）。
- 每个探头的下传感器上都标有一个点，与相应探头插头上的黑点相对应（参见 **B**）。
- 每个探头的上传感器不带标记并被连接到带有**蓝帽**的探头插头。

探头夹套件可将热电偶插头聚拢在一起，便于用户连接和拆下探头，同时还可确保各个传感器都能始终连接到相同的热电偶信道。

探头的排列顺序如下（从无传感器的一端看）：

- | | |
|-----|-------------|
| 信道1 | 右下传感器（带点） |
| 信道2 | 右上传感器（蓝色插头） |
| 信道3 | 中下传感器（带点） |
| 信道4 | 中上传感器（蓝色插头） |
| 信道5 | 左下传感器（带点） |
| 信道6 | 左上传感器（蓝色插头） |

可通过中间探头托架下方的**收线器**来收紧热电偶电缆。



准备进行基线测量或温度曲线运行

1. 用Insight软件来运行基线测量向导或操作员向导（根据需要）并按其指示进行操作，包括重置记录器。
 2. 看到提示后，将记录器谨慎放入隔热箱并合上箱盖。
 3. 将隔热箱组件放在Surveyor托架上，然后将托架放在烘炉的输送带上。
- 系统现已准备就绪。

切记…

务必正确调整托架，特别是要按烘炉输送带的宽度来设定两个外轨并使其相互平行。

下次温度曲线运行前务必给托架、隔热箱和传感器留出足够的冷却时间。务必确保每次温度曲线运行时传感器都被插入相同的热电偶信道，并且与基线测量时所用的传感器相同，否则结果无效。

确保进行温度曲线运行时烘炉设定与基线测量时的烘炉设定相同。否则可能会导致虚假警报。这不仅适用于线速和温度设定，而且也适用于对流量（在对流量可以更改的烘炉中）。

进行基线测量运行并设定公差

在**技术员模式**下（参见上文框中的内容）运行**基线测量向导**可对具有给定的加热器设定（在配方中定义）且工作正常的烘炉进行**基线测量**，并据此为给定过程建立理想的温度曲线并定义烘炉性能必须达到的限度——公差带。可通过定义限度来创建单个公差带或两个公差带（内带和外带）。

要运行向导，请点击工具栏上  或 ，或从菜单栏选择**文件>新建>基线测量**。向导将引导您完成整个过程，但应特别注意下列事项：

- 设定炉温后，必须等到烘炉稳定在这些设定值后再继续操作。
- **定义公差带时应注意：**太窄的公差带会在随后的比较温度曲线运行期间造成过多的虚假警报，而太宽的公差带则会在产生警报前使过程偏离理想性能太远。有两个关键方面需要考虑：
 - 如果在向导开始之际没有指定烘炉，公差带将应用于整个基线测量数据。因此在定义公差带时应指定**公差带的起点和终点**，以免对Surveyor组件进入烘炉前和离开烘炉后所采集到的无关数据进行分析。
 - 一旦定义了起点和终点，就可以按向导中的指示来手动修改由软件自动创建的公差带。这对（例如）控制并不重要的烘炉区域（如入口分区或冷却分区的末端）来说可能是合适的，并可因此而局部加宽公差带。

进行温度曲线运行

以定期评估烘炉性能为目的的温度曲线运行通常只需在**操作员模式**（见上文框中的内容）下运行Insight软件即可，虽说操作员的作用也可在**技术员模式**下使用**操作员向导**来完成（点击工具栏上  或 ，或从菜单栏选择**文件>新建>温度曲线运行**）。

向导将引导烘炉操作员逐步完成基本的**温度曲线运行**，并参照现有的基线测量来评估烘炉性能。其中包括：

- 使记录器做好温度曲线运行的准备。
- 运行后将数据下载到电脑。
- 收到烘炉性能合格/警告/不合格的通知。
- 保存并显示结果（图形和数字形式），还可将其打印出来。

操作员将会清晰地看到“红绿灯”所显示的下列结果之一：

红——温度曲线的一部分超出公差带（有两条公差带时，则为外带）时。应立即通知生产管理员。

黄（仅当定义了两条公差带时）——温度曲线的一部分超出内带但整个温度曲线均未超出外带时。烘炉可能正在偏离规格。

绿——整个温度曲线都在公差带（有两条公差带时，则为内带）以内时。

Surveyor指数

如果在**技术员模式**下进行了温度曲线运行，下载的结果和分析将以图形和数字形式显示（也可在**操作员模式**下显示，如果技术员激活了该模式的话）。

作为结果的一项关键特性，**Surveyor指数**表示每个探头的温度曲线运行数据与基线测量之差的总量水平，并作为每个数据点的基线测量与温度曲线运行之间的绝对温差的平均数（乘以10）来计算。如果温度曲线运行数据平均高于基线测量，则Surveyor指数为正值，反之则为负值。

基于SPC的趋势和预测

Surveyor系统的固定传感器可提供前后一致而又可相互比较的数据，便于此后对这些数据进行**统计过程控制**（SPC）分析，以找出趋势并预测未来的烘炉性能。

使用SPC向导进行分析：点击Insight工具栏上的 ，或从菜单栏选择**文件>新建>SPC**。与特定基线测量有关的所有温度曲线运行的数据都被自动保存在同一文件夹中，因而可快速方便地进行选择和分析。在线帮助（参见“数据分析”下的“统计过程控制”）详细介绍了这一过程。

SPC根据指定的可接受温度限度对温度曲线运行数据进行分析，在默认情况下这些限度被认为是创建基线测量时所指定的（外）限度。不过，在向导的最终阶段还可指定替代限度，但应注意这会改变能力统计计算中所用的USL和 LSL值。关于 C_{pk} 、 P_{pk} 等的计算方法，请参阅在线帮助中的“统计过程控制”。

快速烘炉设置

作为Datapaq回流温度跟踪仪系统的一项附加功能，**快速烘炉设置（Rapid Oven Setup）**可使回流焊烘炉用户快速准确地为新产品和/或新的目标温度曲线来设定烘炉。系统使用热传导传感器来表征个别烘炉的性能，也可使用CAD数据来创建产品热质分布的模型。每当不得不对新产品或新的温度曲线时，Insight软件都会结合目标温度曲线方面的数据来处理这些信息，从而在第一时间得到准确的烘炉设置，并且省时省钱。反过来，系统还可用来预测在使用烘炉、PCB和配方三者的给定组合时所产生的温度曲线。

这一切都无需先将产品穿越烘炉便可完成。

概述

快速烘炉设置的初始设置阶段主要涉及收集烘炉和产品的物理属性和性能方面的数据，并定义所要获取的温度曲线。

烘炉表征

尽管在回流炉设计方面已经取得很大进步，但没有两个烘炉是完全相同的。这种差异使得烘炉设置变得复杂起来。ROS可使热传导传感器穿越烘炉并测量烘炉的实际性能特征，从而克服了这一难题。这一烘炉表征过程（第 38 页）可使**快速烘炉设置**考虑烘炉分区设定中的校准错误以及每个分区对其相邻分区的影响，并且随后的预测过程也将因此而适用于所有类型的回流炉。

PCB设置

产品的总热质和热质分布会给获取给定的温度曲线所需的烘炉设定产生很大影响。

随着元件包装技术的进步以及元件贴装密度的增加，测试整个组件的温度曲线的能力将变得愈加重要。**快速烘炉设置**可读取用来设计PCB组件的CAD文件，并将该信息用于计算组件的热质分布（第 42 页）。CAD数据通常用在电子设备制造过程中的其他各个阶段，现在则第一次用来优化回流焊接过程。不过，如果无法获取PCB所需的CAD数据，烘炉中的PCB性能则可通过分析在其上的运行过的温度曲线来进行评估。

目标温度曲线

目标温度曲线的形式受许多因素的影响。设计目标温度曲线时的起点通常为焊膏制造商所提供的数据，接着工艺管理员将添加由组件中所用的元件或公司内部标准所施加的各种进一步的限制。**快速烘炉设置**有一个易用界面，可使用户设计目标温度曲线，并以图表和数字两种形式来显示关键数据（第 45 页）。

有了这三套信息，**快速烘炉设置**便可预测炉温设置以生成所需的温度曲线…

预测：计算最佳配方和温度曲线形状

与烘炉、PCB和目标温度曲线有关的数据被输入作为**快速烘炉设置**核心的数学模型（第 48 页）。该模型将PCB分成数百个元件并使用有限差分法来计算每个元件的热响应。本软件分析具有最重和最轻热质的元件以及密疏分布区，然后用这些信息来计算生成目标温度曲线所需的最佳配方。其结果是立竿见影的温度曲线，无需浪费时间来将热电偶连接到PCB并尝试许多不同的配方组合。

系统组成

标准回流温度跟踪仪系统的硬件在本手册的前半部分以及记录器附带的专用手册中都作了详细介绍。仅在烘炉表征阶段与**快速烘炉设置**一起使用的附加硬件包括：

- 热传导传感器
- 托架

系统附带的Insight软件还包含额外的**快速烘炉设置**工具。

烘炉表征

为了预测给定的烘炉和PCB组合所需的配方（该配方将产生与给定的目标温度曲线相符的温度曲线），必须确切了解烘炉在不同设定的情况下与“标准”PCB一起使用时的表现。其方法是让**快速烘炉设置**热传导传感器（参阅下文）穿越采用一个或（最好）三个不同配方的烘炉，然后分析所产生的温度曲线。该分析结果接着被并入烘炉文件中以产生**表征炉文件**（关于烘炉文件的说明，请参阅Insight软件在线帮助中的“过程文件：烘炉、配方和产品”部分）。

这一过程是通过运行**烘炉表征向导**来完成的（点击Insight工具栏上的  或 ，或从菜单栏上选择**工具>向导**）。

Insight在线帮助系统详细说明了在向导中进行选择和输入数据的整个过程：在Insight的主菜单中点击帮助，接着点击目录，然后在帮助中点击目录标题和主题便可展开并阅读。也可在任何向导对话框中点击帮助按钮或按F1键来调出与向导该步骤有关的信息。

本节着重介绍**快速烘炉设置**硬件的安装以及烘炉表征时应当考虑的一些主要的实际因素。

虽然系统从一次表征运行中便可获得好的结果，但为了获取最大精度，应使传感器穿越烘炉三次，每次使用不同的配方设定。这样一来，**快速烘炉设置**便可测量烘炉达到为每个炉分区而设定的温度所需的精度以及每个分区对其邻区的影响。这样也可确保新旧烘炉（不管是红外还是对流）的表现均可精确模拟。

烘炉分区的定义

为了计算烘炉性能，**快速烘炉设置**需要知道其物理性质，即每个烘炉分区的长度和类型。

烘炉通常包含若干个恒温控制的加热分区（活动分区）、一个或数个冷却分区（可能是活动的，但通常是非活动的）。

- **活动烘炉分区**是可以连续控制温度的分区，也就是说烘炉会根据情况通过改变加热或冷却来试图保持所设定的任何温度。
- **在非活动烘炉分区**中温度不受控制，没有加热器，而且任何冷却手段（如送风等）都不是连续调节的。

这意味着应把使用风扇的冷却分区设为非活动分区，正像在某些烘炉的开始、中间和末端没有加热器的分区那样。

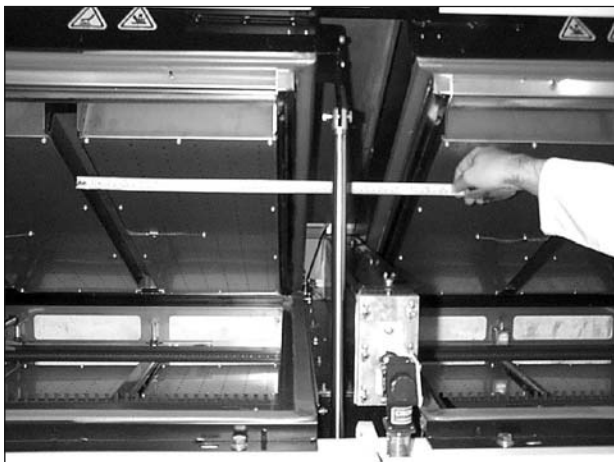
小的非活动烘炉分区

如果某些烘炉分区之间存在小的非加热（非活动）区域（如为销链输送带提供支持的区域），则应将其看作相邻烘炉分区的一部分，因此测量相邻分区时应测至小的非活动区的中心。这样做并不会影响系统精度。

初始配方

表征中所用的初始配方并非关键因素，但要考虑两点：

- 初始配方应接近烘炉的正常工作参数。如果在烘炉设定的下限来表征烘炉，随后又在其能力的上限来预测，精度则有可能降低。
- **快速烘炉设置**将推荐第二和第三个配方的详细信息，同时每个被加热区的温度将比初始配方高20℃。因此必须确保烘炉能达到这样的温度并且隔热箱可为数据记录器提供足够的保护。



将小的非活动区并入相邻分区的长度中

线速度

可在将烘炉线速度设为比正常速度快50%的情况下进行表征，而且对系统的精度或运行也没有负面影响。这样可缩短穿越烘炉的时间，并使隔热箱冷却得更快。

硬件的设置和使用

与数据记录器连接的热传导传感器是放在可调节宽度的托架上穿越烘炉的。

热传导传感器

热传导传感器有三只热电偶：

1. 一个是快速响应热电偶，用来测量烘炉分区内的空气温度。
2. 一个用来测量低发射率金属盘（镀金）温度的热电偶。
3. 一个用来测量高发射率金属盘（涂成无光泽的黑色）的温度。

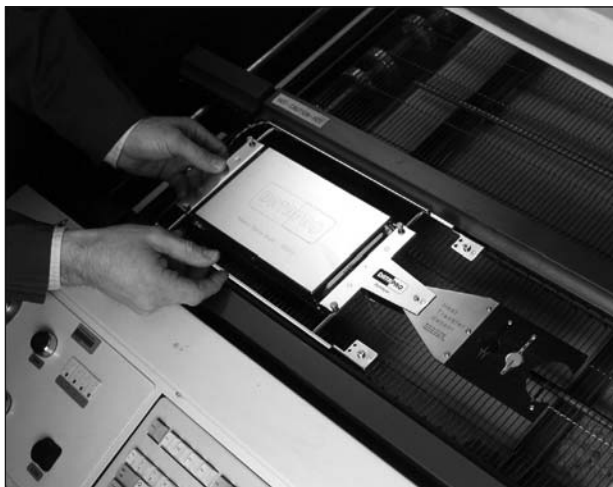
有了这三个热电偶成套测量值，快速烘炉设置就可计算沿烘炉的整个长度的每一点上的对流和辐射热传导水平。

为烘炉准备好装置

仿照下图用所提供的固定螺钉将热传导传感器连接到托架上。传感器的三个热电偶插头分别标有1、2和3（如上），并且必须将其连接到记录器上的带有相应编号的插孔中。

警告

热电偶导线连接有误将会导致整个快速烘炉设置过程无效。



正在放置安装在托架上的记录器和热传导传感器以准备进入烘炉

将记录器安装在其隔热箱中并放在托架上以备穿越烘炉。（请参阅第 19 页以了解记录器安装方面的详细信息以及关于记录器/隔热箱组合穿越烘炉的一般建议。）可调节托架以使其适应烘炉的挡边输送带（edge conveyor）或直接将托架放在网带上。

热传导传感器必须首先进入烘炉，也就是在记录器/隔热箱组合之前。

PCB设置

为了预测给定PCB的配方（该配方将生成所需的温度曲线），则应有该PCB的热特性方面的信息。可选用下列任一方法：

- 根据所了解的PCB物理性质方面的知识（如设计PCB时所生成的CAD文件（如果有的话）中所定义的那样），或者
- 通过分析在要用烘炉中的PCB上运行过的温度曲线。

这两种分析方法中的任何一个均会产生**PCB设置文件**，该文件对PCB加以定义以便进行配方预测。

这一过程是通过运行**PCB设置向导**来完成的（点击Insight工具栏上的  或 ，或选择工具>向导）；作为这一过程的一部分，如果没有CAD文件，向导将引导您走完使PCB穿越烘炉的整个过程以获取温度曲线。

本节将重点介绍PCB设置文件这一概念所基于的理论以及在生成文件时需要注意的关键问题。

使用**CAD**文件

快速烘炉设置将读取IDF格式（最高至IDF第3版）的CAD文件。

IDF（**中间数据格式**）是一种数据交换格式，已成为在PCB布局与机械设计之间传送印刷电路组件（PCA）数据的实际标准。大部分PCB布局工具都带有IDF翻译程序。

中间数据格式由两个文本文件组成：

- **板文件**——含有对PCB的描述，包括板的尺寸、布局限制和元件贴装等。根据系统（用来生成文件）的具体情况，板文件带有.EMN、.BRD或.BDF等扩展名。
- **库文件**——含有PCB所用的元件尺寸，如板文件中所定义的那样。根据系统（用来生成文件）的具体情况，库文件带有.EMP、.LIB或.LDF等扩展名。

打开IDF文件时，**快速烘炉设置**将寻找板文件，然后自动载入相应的库文件。

关于IDF文件格式的全部规格以及与软件（用来从PCB布局数据来创建IDF文件）的链接，请访问<http://www.intermedius.com>。

编辑**CAD**数据

IDF的描述中含有所有的PCB电子元件，此外还包括在PCB穿越烘炉时可能没有安装的项目如接头和插件拔出器等。突出显示未安装的任何元件并将其删除是一件很简单的操作。这一功能也允许删除电子元件以便容纳任意数量的基于同一主PCB的不同产品版本。

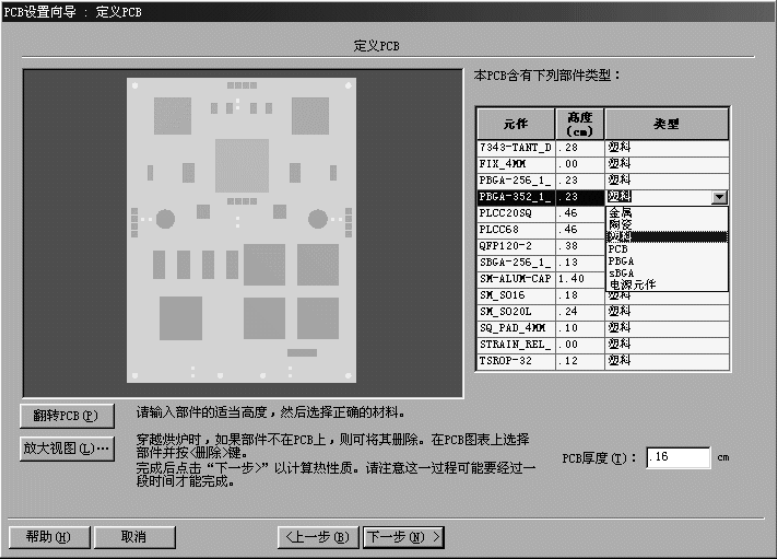
PCB的厚度被包括在CAD文件中并用在所有随后的热质计算中。

如果**快速烘炉设置**使用CAD数据，则假定PCB材料为FR4。否则，为了确保预测的最大精度，应进行PCB设置，就像没有CAD数据一样。

元件材料

在PCB设置向导中，定义PCB对话会显示包含在IDF文件中的元件标识信息。在图像上选择元件后，相应的信息便会突出显示在元件列表中；请在类型栏中将材料分配给每个元件。默认材料以塑料树脂为基础，塑料树脂是大多数电子元件的基础；其他选项包含PBGA和sBGA之类的特殊情况。

材料类型	典型元件
金属	吸热块
陶瓷	LCC
塑料	绝大多数元件
PCB	PCB材料（默认为FR4）
PBGA	复合塑料球栅阵列
sBGA	超级BGA（带有金属上表面）
功率元件	带有显著的内部吸热块的元件。



PCB设置向导突出显示元件及其所选的材料类型

如果存在散热器或较大的异形元件，进行PCB设置将有可能获取最大预测精度，就像没有CAD数据一样（请参阅第 45 页）。这一方法使得快速烘炉设置能够计算任何问题元件的热质。

探头位置

当正在用CAD数据创建PCB设置文件时，尽管PCB无需穿越烘炉，但要使**快速烘炉设置**能够正确工作，指定热电偶探头的位置仍很重要。数学模型将计算该阶段所选的探头位置的**温度曲线**，并且当计算理想配方时，软件将在所选位置使用PCB的热质。中值热质将与目标温度曲线相匹配。

必须最终确定PCB上的探头位置，并确保这些位置被显示在PCB设置向导的**探头位置**对话框中。



在PCB设置向导中设定探头位置对于系统的正确工作非常重要

快速烘炉设置将提出探头位置的**建议**，并试图按下列方法对其进行定位：

- 最高热质点；
- 最低热质点；
- 最高热质区的中部；
- 最低热质区的中部；
- PCB左侧的中部；
- PCB右侧的中部。

不过，探头实际上需要定位在点上（这些点上的温度曲线具有特殊意义），也就是要定位在对热损伤特别敏感或被证明是难以焊接的元件上。因此请务必将探头放在如下位置：

- 在一些较重的元件上，以确保达到正确的峰值温度。
- 在一些较轻元件上——以确保预热率和峰值温度不会过度。
- 在任何特别敏感的元件上或处于元件密度很高或很低区域内的元件上。

确认PCB最终确实按照探头位置对话中所指定的方向进入烘炉，也就是PCB的右边（如对话中所示）首先进入，这一点非常重要。

使用无CAD数据的系统

如果没有现成的CAD数据来计算PCB的热质分布，则可通过使附接有热电偶的PCB穿越表征炉（即已存在表征炉文件的烘炉，请参阅第 38 页）的方法来做这一点。**快速烘炉设置**接着用生成的温度曲线以及其烘炉知识来计算每个热电偶探头位置的热质。

探头应根据“探头位置”（第 44 页）下所给出的指导原则以及PCB设置向导中的探头位置对话中所记录的探头位置来定位。

为了要正确进行分析，重要的一点是将探头**精确地**放在PCB上指定的位置。

然后提示用户以确保烘炉被设至正确的配方并且稳定下来。如果未能使烘炉稳定下来，则会降低热质计算的精度。

使用现有温度曲线文件

不同于在PCB上运行新的温度曲线，PCB设置向导允许使用在表征炉中获得的现有温度曲线（温度曲线文件）中的温度数据。用户必须指定烘炉所用的配方和热电偶的精确位置。如果温度曲线是用Insight软件运行的并且含有过程文件，**快速烘炉设置**将自动提取烘炉和配方数据（欲知此信息的保存方法，请参阅Insight软件在线帮助中的“过程文件：烘炉、配方和产品”一节）。

计算的精度取决于所用数据的有效性：为了得到最佳结果，必须将烘炉稳定在配方值处，并将热电偶牢固地附接到PCB。

目标温度曲线

PCB上所用的焊膏是决定电路板通过烘炉时所需温度曲线（即**目标温度曲线**）的确切形状的主要因素。该形状是由焊料制造商指定的参数（用来产生可靠接点）所决定的。可能会影响温度曲线形状的其他因素是元件规格以及烘炉本身的性能限制。

一旦定义了目标温度曲线，**快速烘炉设置**便可预测已知的烘炉和PCB组合生成该温度曲线所需的配方。由于热质会在PCB的不同部分发生变化，因此各个点上的温度不可能全都准确地遵循目标温度曲线。这样一来，所有经过预测的配方都将试图使PCB上的中值热质的温度曲线与目标温度曲线相符。

特定焊膏的目标温度曲线可以基于：

- 现有温度曲线，或
- 为焊膏所指定的时间和温度数据。

目标温度曲线是通过运行**目标温度曲线向导**创建的（在Insight工具栏上点击  或 ，或选择工具>向导）。

本节重点讲述产生目标温度曲线时需要注意的关键问题。

创建目标温度曲线

基于现有温度曲线

本功能可使用户选择当产品质量在规格范围内并且目标温度曲线基于该规格时所获得的温度曲线。接着便可用快速烘炉设置来将此温度曲线复制到其他表征炉上，从而使目标温度曲线的产生过程能够快速地从一个烘炉转移到另一个烘炉。

目标温度曲线向导中的编辑目标温度曲线对话框将温度曲线分成不同的区域以便将其与焊膏规格进行比较。在线帮助系统介绍了用户添加或删除这些区域以及需要时重新绘制目标温度曲线的方法。采用这种方法，用户就可在现有的温度曲线的指导下非常灵活地编辑温度曲线。还可给这些区域加上标签以使之更加清晰。

基于RSS（Ramp-Soak-Spike）或蓬状（Tent）温度曲线

用户可从两个基本温度曲线形状之一开始，然后改编该温度曲线以适应为焊接而指定的时间和温度数据。第一种形状有一个升温、均热和热峰阶段，而第二种形状则会升至峰值温度。

在向导的**编辑目标温度曲线**对话框中，可用两种方法来更改形状（在线帮助系统对此作了详尽说明）。

- 拖动图表上的点。
- 输入每个区的数值。

目标温度曲线的起点是烘炉中的第一个加热分区（任何入口室均被忽略），而目标温度曲线的终点则是烘炉的出口。决定出口温度时应牢记这一点。冷却分区通常比加热分区更少受到控制。预测将反映烘炉所能达到的结果。

显示与每个加热或冷却区有关的信息。例如，回流区显示液相线以上的时间、峰值温度以及与之相关的限度。

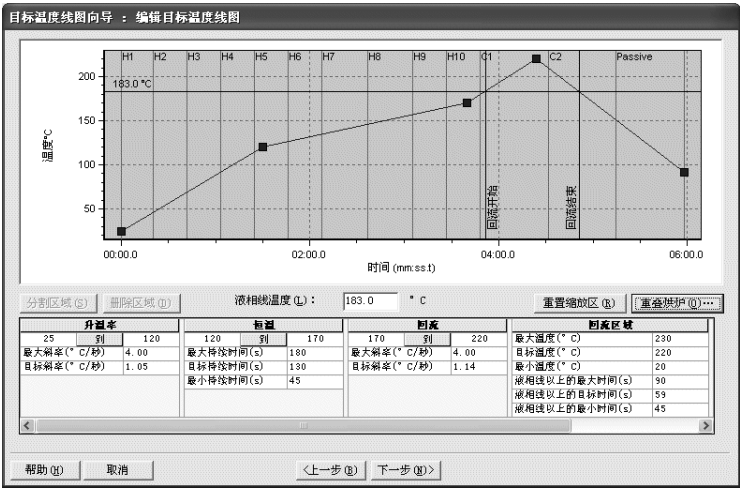
这些区所显示的入口温度、出口温度、目标斜率以及持续时间之间的相互关系由下面的公式给出：

$$\text{斜率} \times \text{持续时间} = \text{出口温度} - \text{入口温度}$$

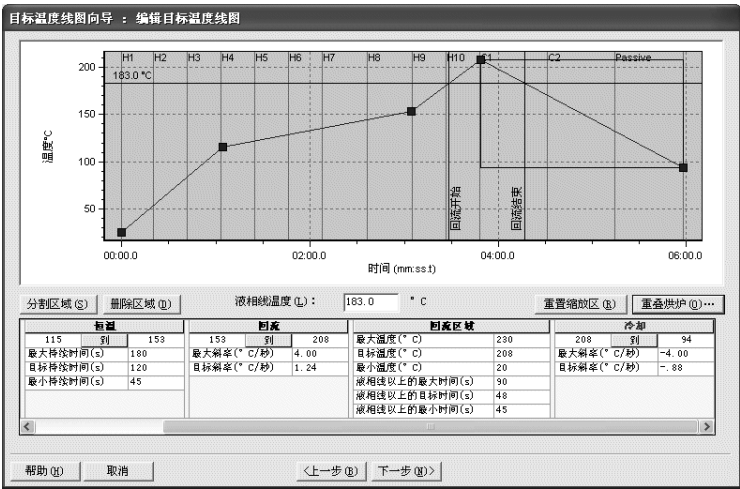
由此可见，更改一个值将会影响另一个。

使温度曲线逼真

尽管用户可用编辑目标温度曲线对话来创建任何形状的温度曲线，但烘炉还是被限制在实际所能达到的范围内。特别是冷却区长度相对于加热区长度是固定的，而且烘炉也被设计成在最后一个加热区中达到峰值温度。



理想的目标温度曲线（见上图）已绘制完成，但与烘炉分区的边界重叠后（如此处所做的）表明目标峰值刚好位于冷却区内，因而该点在炉中无法达到。用户已经修正了目标温度曲线（见下图）以便使烘炉能够实现，斜率过渡位于烘炉分区的边界，峰值也出现在加热区内。



由制造商提供的焊膏规格通常会定义一个可接受的包络（envelope），许多温度曲线可在其中工作，但是将准确的规格数据输入到对话中将产生烘炉无法达到的温度曲线形状。获取逼真目标温度曲线最快的方法通常是通过拖动编辑目标温度曲线对话中的图表上的点来定义基本形状，然后将所要求的值（必要时四舍五入）输入到对话中。

为了帮助用户定义能够实现的目标温度曲线，可将烘炉分区的边界叠加于其上：在编辑目标温度曲线对话中点击重叠烘炉按钮。

如果指定了一个无法达到的目标温度曲线，随后又将其用在配方预测中（请参阅“预测”，见下文），快速烘炉设置将在预测前自动予以调节。不过，如上例所示，更为可取的解决方案是用户在预测前就修改温度曲线以使烘炉能够达到该温度曲线的形状。另请参阅“配方预测中的问题”一节（第 52 页）。

预测

一旦表征了烘炉，设置了PCB并创建了目标温度曲线，便可开始预测过程。您可以：

- 预测配方，该配方可为给定烘炉中的给定PCB生成所需的温度曲线（目标温度曲线），或者
- 预测温度曲线，在使用烘炉、PCB和配方三者的给定组合时将生成该温度曲线。
- 也可根据现有的温度曲线文件进行简单温度曲线预测。无需为此而使用已表征的PCB或配方。参见Insight在线帮助。

可用下列方法来预测目标温度曲线、烘炉和PCB三者的给定组合的配方。

- 允许自动检查现有的配方文件以便选择那些将会产生与目标温度曲线最相符的配方文件，或者
- 请求自动创建新配方（专为目标温度曲线定制）。

所有预测都可通过运行预测向导来完成（点击Insight工具栏上的  或 ，或者选择工具>向导）。

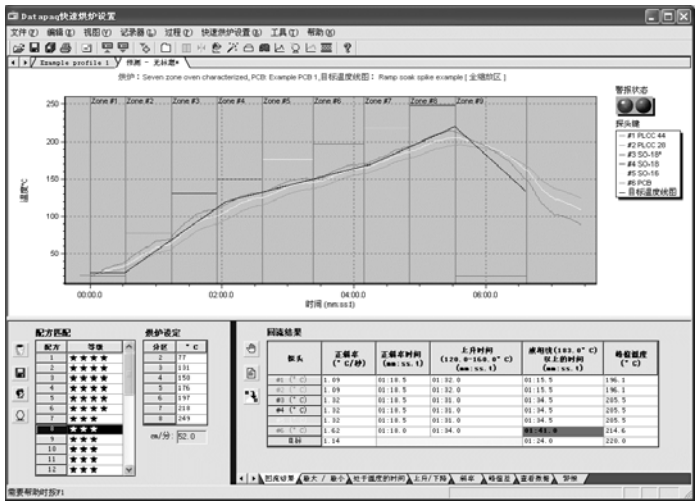
预测完成后，结果将显示在Insight主图表和分析窗口中，可在此进行进一步的测试和分析。

本节简要介绍预测结果的解释和改进方面的一些要点。

结果的解读

典型配方预测的结果如下所示。在Insight屏幕的左下角是按等级排序的一系列建议配方，根据它们的预期结果与目标温度曲线的接近程度，其等级用星级来表示。当配方被突出显示时，每个烘炉分区所应设至的温度都被显示在旁边的表中，还可通过点击 （配方列表的左侧）来保存配方以创建

配方文件（关于配方文件的详细说明，请参阅Insight软件在线帮助中的“过程文件：烘炉、配方和产品”一节）。通过点击位于屏幕右下方的标签可获取所有的数据分析选项。



配方预测的结果。请注意，从列表中所选的配方正在回流结果分析的液相线以上的时间栏中记录一个警报，因此不可能是适用的配方。在列表中，其上方的四星配方将给出没有警报的良好预测。

编辑配方

如果由配方预测或温度曲线预测所产生的温度曲线无法接受，用户则可编辑相关配方的烘炉设定并观察这种更改对温度曲线形状和数据分析的影响。

- 对于温度曲线预测——直接编辑数值。
- 对于配方预测——选择列表中的配方，点击 （以生成基于所选配方的用户配方），然后输入新的设定。

然后点击  以生成修正过的温度曲线，需要时还可点击 （配方列表的左侧）以保存这一新的配方文件。

必须在保存前由修改过的配方生成新的预测。

用测试温度曲线来改进预测

预测结果可通过运行测试温度曲线向导来进一步改进，该向导可指导用户在PCB上进一步运行温度曲线。通过对结果温度曲线进行分析，快速烘炉设置将修改先前所计算的PCB的热质，从而提高预测质量。

运行测试温度曲线时烘炉设定和探头位置应与预测中所用的相同，这一点非常重要。

预测故障诊断

不良预测可能起因于预测的某个部分中存在问题或错误。输入数据或实施运行时必须小心。

不良预测的原因

无效分区长度测量值

烘炉的实际分区长度与输入到烘炉文件中的分区长度不同。

活动/非活动分区设置不当

确认已将烘炉分区准确定义为活动或非活动（请参阅第 39 页）。

非代表性配方被用于烘炉表征

确保用于表征的配方具有代表意义。设定离“常规”越远，预测中错误的几率就越大。

在烘炉中输入了错误的配方设定

烘炉表征期间的烘炉配方设定（烘炉温度设定点）与烘炉的实际设定点不同。

为烘炉输入了错误的线速度

每个烘炉分区中所花费的实际时间将与所计算的时间不同。

未使烘炉充分预热或稳定

这将导致实际温度与设定温度之间出现差异或在烘炉趋稳期间温度波动变大。

杂扰烘炉

一些烘炉本来就不稳定或在输送带的横向宽度上存在很大的温度差异。请使用统计过程控制（第 27 页）或Surveyor（第 29 页）来监控烘炉的性能。

热传导传感器被倒置在托架上

确保热传导传感器被正确地安装在托架上并首先进入烘炉（请参阅第 40 页）。

热传导传感器热电偶未正确插入记录器

确保传感器按如下方式连接：

信道1——空气传感器

信道2——金色传感器

信道3——黑色传感器

受污或受损的热传导传感器

热传导传感器上的传感器必须保持干净无损。金色传感器必须保持光亮。如果空气传感器被弄弯，则会与其他传感器错位并导致错误。

空气传感器接触输送带

在输送带上使用热传导传感器时，必须小心以确保空气传感器不会触及输送带。如果发生接触，热电偶就会读取输送带温度而非空气温度，从而导致表征中出现错误。

热传导传感器或PCB被卡在烘炉内

物件偶尔会卡在烘炉中（往往是瞬间性地）。这通常是由于热电偶导线被暂时卡在输送带、链条或控制热电偶等上所致。这种情况在发生时可能并不明显，但是温度曲线将会比预期的要长。

CAD文件中的数据不完整或不准确

应特别注意检查PCB厚度、元件高度和元件材料。

热电偶与PCB的连接方法前后不一致

用热电偶测量的温度在很大程度上取决于热电偶与PCB连接时所用的方法。

确认运行时出现的问题

确认运行（在PCB上运行温度曲线以检查预测配方是否准确）时的不良结果可能纯粹是由于该次运行时的状态而非不良预测引起的。例如：

- 热电偶脱开——这将导致热电偶测量周围的空气温度。
- 热电偶被插入错误的记录器信道
- 表征时烘炉所处的状态与进行确认运行时所处的状态不同——分区设定温度可能是相同的，但风扇或压力可能处于不同的设定状态。可能未使烘炉充分预热或趋稳。用挡边输送带进行表征而用带子上的PCB进行确认运行时也会看到差异。

配方预测中的问题

应特别注意确保烘炉能够达到目标温度曲线（请参阅第 47 页）。如果冷却区中存在峰值温度，或在分区中部出现温度的快速变化，则目标温度曲线无效。

目标温度曲线与活动冷却区不一致

大多数烘炉中的最后一个（冷却）分区将是非活动的，用户应当意识到这一点。如果最后一个分区是活动的，则将可能发生下列情况：



在本例中，烘炉有三个活动区，目标温度曲线在最后一个分区的中部有一个峰值。不过这种情况实际上是不可能产生的，因为温度曲线无法在活动区的中部冷却。快速烘炉设置检测到这种情况并调节目标温度曲线（如下所示），从而使峰值位于最后一个分区的末端。



这种行为可能会使用户感到吃惊，但为了最大限度地减少无效预测，这样做还是必要的。不幸的是，如果最后一个分区是活动冷却分区，快速烘炉设置仍会将其看作活动加热分区，因为它不会将两者区分开来。在这种情况下，用户必须确保目标温度曲线与其

烘炉保持一致，也就是说，目标温度曲线不会在活动冷却分区出现峰值。

故障检修

检查热电偶探头

热电偶探头通常是可靠的，但因使用或操作不当而导致的损坏则会产生错误读数。如果怀疑无效数据有可能被引入温度曲线（温度曲线文件），请在 Insight 软件的分析窗口中选择**查看数据**标签以查看从记录器下载的原始数据。下面的分析网格中给出了温度曲线文件可能包含的不同类型的无效数据：

- *OC* 开路。
- *NA* 未收到遥测数据。
- *LO* 所测得的温度低于记录器的范围。
- *HI* 所测得的温度高于记录器的范围。
- *?* 无法计算（未必是因为数据无效）。不出现在**查看数据**分析模式中。

断续开路的探头可能会产生尖长不稳定的温度曲线。请注意，当探头从正在运行的数据记录器断开时，必然会出现尖峰。无效或中断数据的典型原因是：

- 热电偶脱离了记录器。
- 连接有误。

错误的热电偶读数（与其他探头的读数不一致）可能是由于短路（热接点之前的未绝缘导线发生接触）而引起的。这被称为“虚假热接点”。这一现象甚至会出现于隔热箱内部，如果那里的隔热层受损的话。

在这些情况下都必须更换所涉及的探头。

欧洲和亚洲

Datapaq Ltd
Lothbury House
Cambridge Technopark
Newmarket Road
Cambridge CB5 8PB
United Kingdom
Tel. +44-(0)1223-652400
Fax +44-(0)1223-652401
sales@datapaq.co.uk

北美洲和南美洲

Datapaq, Inc.
3 Corporate Park Dr., Unit 1
Derry, NH 03038
USA
Tel. +1-603-537-2680
Fax +1-603-537-2685
sales@datapaq.com

中国

Datapaq Ltd
3rd Floor, Lane 280-6
Linhong Road
Shanghai 200335
China
Tel. +86(0)21-6128-6200
Fax +86(0)21-6128-6221
Fax +86(0)21-6128-6222
sales@datapaq.com.cn



A Fluke Company

www.datapaq.com