

doi: 10.11823/j.issn.1674-5795.2017.06.10

真空炉用混合式记录仪使用方法的探讨

侯运安, 赵雪茹, 杜高攀, 王健飞
(西安航空发动机股份有限公司, 陕西 西安, 710021)

摘 要: 混合式记录仪广泛应用于各行业的生产科研领域, 主要作用是记录产品形成过程中温度、压力、电量、真空等工艺参数。本文介绍了相关文件对混合式记录仪的要求, 并重点介绍了 LE5000 型混合式记录仪的优点和使用方法。

关键词: 真空通道; 模拟记录; 通道运算

中图分类号: TB942

文献标识码: A

文章编号: 1674-5795(2017)06-0040-02

Discussion on the Use of a Hybrid Recorder for Vacuum Furnaces

HOU Yunan, ZHAO Xueru, DU Gaopan, WANG Jianfei

(Xi'an Aero Engine Ltd., Xi'an 710021, China)

Abstract: Hybrid recorders are widely used in the production and research fields of various industries. The main function is to record the process parameters such as temperature, pressure, electricity and vacuum in the process of product formation. This paper introduces the requirements of the relevant files for the hybrid recorders, and focuses on the advantages and application methods of the LE5000 hybrid recorder.

Key words: vacuum channel; analog recording; channel operation

0 引言

利用混合式记录仪不仅能够对产品加工过程中的各类参数进行实时监控, 而且还可以确保加工过程可查, 可追溯, 是开展产品全过程质量控制的重要手段。目前真空炉上配备的常见混合式记录仪主要有 Honeywell 公司生产的 DPR 型记录仪和 CHINO 公司生产的 LE5000 演算型记录仪。DPR 型记录仪已经停产多年且操作调试复杂, 后期校准有一定的难度, 因而 LE5000 演算型记录仪将是未来一段时间内加热设备主要使用的记录仪。本文从实际使用出发, 结合相关热处理文件对混合式记录仪的要求, 从分辨力的设置、通道间的运算方式、真空信号的记录、标尺打印四个方面对 LE5000 演算型记录仪的特点进行分析, 并提出使用中的注意事项。

1 分辨力的设置

分辨力是混合式记录仪的一个关键参数, 真空炉用混合式记录仪分辨力的大小直接影响到对温度工艺

参数的判定是否准确, 以 AMS2750E《高温测量》中的要求为例, 其对分辨力的要求如表 1 所示。

表 1 AMS2750E《高温测量》对混合式记录仪的要求

炉子等级	炉温均匀性 /℃	每厘米记录纸对应的最大温度/℃	每格记录纸对应的最大温度/℃
1	±3	11	1
2	±6	33	3
3	±8	33	3
4	±10	55	5
5	±14	55	5
6	±28	77	15
冷却	/	33	3
淬火	/	33	3

其中不仅要求了每厘米对应的最大温度, 而且规定了每格记录纸对应的最大温度, 相应等级的加热设备配置的混合式记录仪的分辨力必须同时满足这两个条件。

在实际工作中使用的真空炉大多数温度范围比较宽, 使用常规记录纸直接记录整个温度范围时可能会导致分辨力不能达到表 1 的要求。例如一台 2 级加热

收稿日期: 2017-11-02

作者简介: 侯运安(1962-), 男, 高级技师, 发动机技能专家。

设备使用温度为 100~1200℃，利用传统的长途记录仪进行记录时，记录纸格数和长度分别为 100 格和 250 mm，对应的分辨力分别为 11℃/格和 44℃/cm，不能满足表 1 中对 2 级加热设备记录仪分辨力为 3℃/格和 33℃/cm 的要求。当发生分辨力不能满足要求的情况时，常见的处理方法有 2 种，一种是根据记录要求采购相应规格的特殊记录纸，这将导致使用成本的大大增加，且经常更换记录纸也给工作带来了一定的麻烦；另一种方法是适当减少对加热过程没有明确工艺要求的温度段的记录，这种方法对于温度范围较小的加热设备有一定的可操作性，但是对于温度范围较宽、等级较高的加热设备来说并不可行。

LE5000 演算型系列记录仪则提供了另一种思路，将通道的模拟记录进行分段处理，用软件的功能来消除硬件（记录纸每格对应温度及每毫米对应温度）的不足。LE5000 演算型系列记录仪的分段功能比较简洁，每个通道的模拟记录最多可以分为 5 段，完全可以满足大多数设备的要求。LE5000 演算型记录仪记录过程设置如图 1 所示。

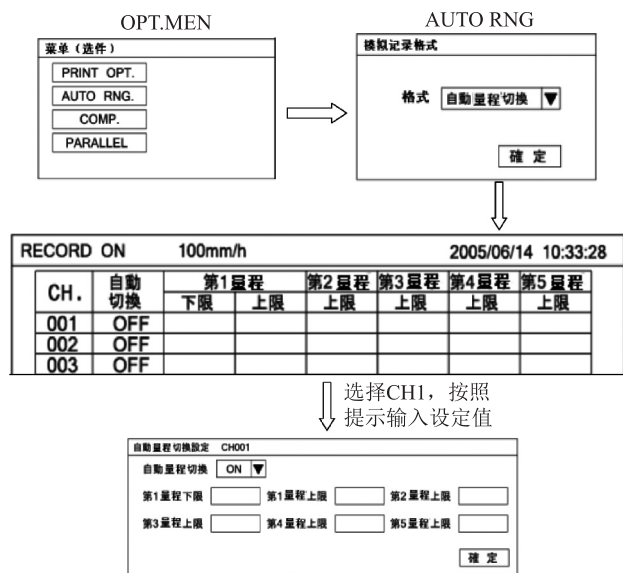


图 1 LE5000LE5000 演算型记录仪记录过程设置

对 LE5000 演算型记录仪设置记录过程时首先进入设置菜单，选择模拟记录的方式为自动分段，选择需要分段的通道，输入所需的参数。然后依次输入第一段的上下限值和之后各分段的上限值即可，模拟记录在当前段的记录超过当前段的上限温度时就会自动进入到下一段记录区间。

在使用 LE5000 演算型记录仪的分段处理功能时应注意：分段的节点温度值以及每段的温度范围要仔细

选择。节点温度值的选择应以工艺文件中的规定为依据，尽量避免节点温度值与工艺文件中的使用温度相同，实际使用中发现，当节点温度值与工艺文件中的使用温度相同时会出现记录在相邻两个记录区间不停切换，造成记录曲线的波动，不利于后期对记录的分析。每段温度范围的选择是为了后期的校准以及数据分析，选择时应尽量使得模拟记录的主刻度对应整百度的数值。

2 通道间的运算方式

混合式记录仪实际记录的均为电量值（电流或电压），在其内部一般集成了常用的物理量转换公式，例如“电压-温度”对应关系。同时也可以根据需要在其内部写入一些简单物理量的线性对应关系，或通过对各通道记录参数间进行运算的方式记录一些无法直接测量得到的物理量。

目前大部分高精度混合式记录仪均可实现通道间参数的计算和显示，但是占用通道数量较多。

LE5000 演算型系列记录仪，由于模块化的设计可以按需配置一定的通道数量，除此之外还配置有若干（具体数量）虚拟通道。实际配置的通道用于接收各类传感器的信号，虚拟通道用于数据的运算，这样可以降低使用成本，更好的满足使用需求。

3 真空信号的记录

真空度是真空热处理工艺的一个关键参数，为了确保被加工零件满足真空度要求，必须利用混合式记录仪对真空炉的真空度进行记录。

传统的记录加热设备真空度的方式分为两种，一种是直接记录真空计输出的电量值。由于真空度和这些电量值之间对应关系较为复杂，需要利用相应公式进行换算，因此这种方法对于真空度的判定并不直观。另外一种是将真空计输出的电量值通过线性化模块进行换算，直接在记录仪上显示加热设备的实际真空度，虽然目前这种真空度记录方式已经普遍使用，但是大部分混合式记录仪并没有安装线性化模块，不仅需要单独购买线性化模块，而且需要利用电脑将“电量值-真空度”的对应关系录入模块。由于不同厂家生产的真空计（含规管）“电量值-真空度”并不相同，因此当更换真空计时，还需要利用电脑重新对线性化模块写入公式。

LE5000 演算型系列混合式记录仪不仅内部集成了
(下转第 51 页)

这些方法操作简单,在实际日常测试中已得到很好的应用,希望对其他微波测试工程师有所帮助。

参考文献

- [1] Agilent Technologies. PNA Series Network Analyzer Help [Z]. America: Agilent Technologies, 2009.
- [2] 罗德与施瓦茨公司. ZVA Series Network Analyzer Help [M].

德国: Rohde & Schwarz Technologies, 2011.

[3] 中国电子科技集团公司第四十一研究所. 矢量网络分析使用说明书[M]. 山东青岛: 中国电子科技集团公司, 2010.

[4] 段雪阳. 矢量网络分析原理[M]. 德国: 罗德与施瓦茨公司, 2007.

[5] Agilent Technologies. S-Parameter Techniques [M]. America: Agilent Technologies, 2009.

(上接第 41 页)

线性化模块, 而且内置了常见的基本公式, 每个公式都是用相对应的英文简称表示, 比如 MIN, MAX 及 SUM 等, 不需要查阅说明书就可以明白公式的功能。对于比较复杂并且不常见的公式, 则在记录仪中提供了自定义公式的功能, 常见的就是真空通道的运算。图 2 所示为真空通道的输入量通过运算转换为真空度的设置流程。

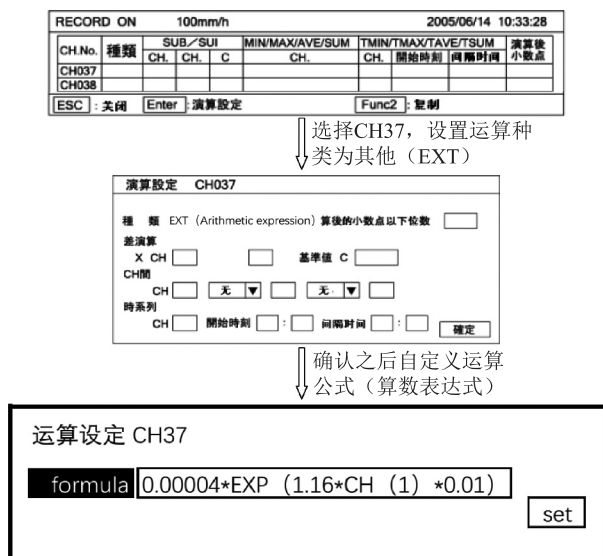


图2 真空通道的输入量通过运算转换为真空度的设置流程

CH1 用来接收真空计传输的电压信号，CH37 作为模拟通道用于将 CH1 的电压信号通过运算公式转换为直观的压力值。由于自定义公式是用算数表达式进行表示的，极大地方便后期的查看和更改。

4 标尺打印

混合式记录仪的标尺打印功能用来对记录曲线所处的范围进行标记。当采用分段记录的方式时，虽然

各段曲线记录的起点和终点相同，但其对应的物理量量值并不相同，因此标尺打印功能对于识别曲线当前位置对应的物理量量值具有重要作用。

在使用 LE5000 演算型系列记录仪的标尺打印功能时应注意：当需要对模拟记录进行分段时，例如：遇到温度范围大、升温速率快以及加热炉等级高的情况时，LE5000 演算型系列记录仪只能够按照默认的时间间隔打印标尺，无法调整或手动打印，因此可能出现某一分段不会有标尺的存在，使用人员在查看模拟记录时，无法准确判定曲线对应的实际温度值。

5 结束语

混合式记录仪发展至今已经相对成熟，近些年来数字化、无纸化办公发展迅速，混合式记录仪的模拟记录功能逐渐被电子记录取代。相较于发达国家，我们的企业在相关管理模式上稍有落后，对于电子记录的使用和管理仍处在探索的阶段，根据航标及国标等相关文件的要求，目前依然以混合式记录仪的使用为主。LE5000 系列在功能上能够满足真空炉用记录仪的基本要求，使用方便直观，但在一些细节方面依然有着一定的问题存在，需要用户在使用中加以关注。同时也希望生产厂家能够针对文中提出的不足进行调整完善，力求满足相关文件和使用的要求。

参考文献

- [1] AMS2750 E 高温测量[S].
- [2] LE5000 系列 混合式记录仪说明书[Z].
- [3] 贾军伟, 张书锋, 王欢, 等. 基于 PLC 和虚拟仪器技术的真空计电参数检定系统的软件设计[J]. 真空电子技术. 2013(3): 50-53.