

山东中航泰达复合材料股份有限公司

热压罐软件介绍

一、概述

用于复合材料生产的热压罐系统，需要根据复合材料工艺要求完成对内部温度、压力、真空的控制。由于复合材料固化工艺主要是材料中树脂反应的过程，因此，复合材料固化工艺要求的制定，主要按照树脂的固化特性来制定，同时又要充分考虑到模具的热工特性，产品的精度要求，铺层设计等各种复杂的工艺因素。这些工艺因素的加入，对热压罐设备的控制能力提出了很高的要求。

同时，随着复合材料应用范围的推广，产量越来越大，成本要求不断降低，这就对设备的控制功能提出进一步的要求，如：

- 同时进多件产品时的控制；
- 合理的控制方法，实现节能降成本。

当前，复合材料技术发展很快，树脂的固化特性越来越优化，对于尺寸小要求低复合材料部件，随着“始加压”树脂的推广，工艺简化，对于热压罐控制系统的要求降低了。但是对尺寸较大的，较复杂精细的，特种功能树脂等中高端领域，要实现工艺目标，仍然要求很强的控制功能。

针对复合材料构件的批量化生产，固化过程是控制复合材料构件质量稳定性的关键工序，保证每个批次的产品在基本一致的固化条件下完成固化，是保证质量一致性的重要手段，这就对热压罐的控制软件的自动化水平提出了很高要求，“免人工介入”实现全程自动化，相同工况下的工艺一致性是重要的控制功能要求。

综上所述，虽然热压罐系统的主要控制参数只有温度、压力、真空。但是结合到复合材料的工艺特性，尤其是要实现自动化完成复合材料固化过程，控制软件的功能要求就很高，软件开发技术人员群体需要对复合材料工艺特性具备较深度的认识。

本公司同时具备设备制造能力及复合材料产品开发能力，为向用户提供更好的设备，帮助用户实现高端产品生产，经过长期努力，开发了一套热压罐系统专用控制系统及软件，下面进行介绍。

二、控制结构

本控制系统基于总线化的硬件设计。主控制器采用西门子控制器，工业总线通讯，抗干扰能力强，数据量大。上位机采用工控机，软件监控，能实时显示报警、报表、记录温升曲线，监控设备运行情况。

采用双核心工作模式。计算机解析工艺，并预读工艺，对未来变温、变压做出与判断，plc 执行上位机指令，对目标值和实际测量值做实时比对运算并调整温度、压力的输出信号。

实现冗余控制。为了保证在 plc 出故障情况下不影响生产，增加了手动冗余控制，并可以增加智能仪表冗余控制。采用智能仪表冗余控制时，完全由上位机发送指令，仪表控制和 plc 自动控制可做到无缝对接。

模块化安装思路。热电偶、真空信号均采用模块化采集，由通讯模块发送到上位机，大量减少了走线、干扰，简化了安装和检修难度。

三、软件的优势

本公司软件充分结合了工艺需求，具有以下优势：

- 1、采用上位机+PLC 控制模式时，采用了我公司开发的一种有别于传统的控制方法，对温度、压力的控制更加准确，温度上冲现象可以有效抑制，冷却用量小。压力阀门动作频度低，节约用气量。设备能耗降低。
- 2、控制软件对各类产品的适应范围宽广，各类产品均能实现良好控制。在编制的产品固化工艺文件中，可以记载针对该工艺的设备参数，从而实现最佳工艺状态。
- 3、控制软件界面形象直观，显示设备主要部件的工作状态，并设置了“自动”“手动”两种状态，即可以在“自动”状态下，全自动执行工艺，也可以在“手动”状态下，逐个调整各部件的状态进行控制，满足特殊的不确定的试验要求。
- 4、特别设计了布偶显示界面，针对尺寸大要求高的部件，可以形象显示热电偶在模具上的布放位置，监控固化过程中各位置的温度趋势，利于出现异常时，及时调整，从而保证产品的质量。这个功能对于处于研制阶段的大型部件十分有用。
- 5、真空的控制，本公司特别设计了抽真空与测真空可以不同路的功能。在现实使用中，因真空管道损坏，或者工艺的需要，抽真空与测真空需要灵活组合，本功能对于大产品、多件产品同时固化，以及需要直接测量真空袋内真空度的应用场合非常实用。
- 6、本公司软件的防错功能强大，具有工艺仿真功能，工艺文件编制完成后可仿真运行，防止编制错误。当启动软件的某项功能时，均会跳出提示对话框，防止误操作。
- 7、本软件的维护界面功能强大。针对其它厂家软件用户难以对设备进行调整和维护，需要厂家软件人员到现场进入软件控制核心调整设定参数进行设备状态调整及维护的局限性，本公司特别设计了维护界面，将核心控制参数在界面上设定，设计了“补偿界面”“运行参数”“I/O 诊断”界面，利于操作及维护人员及时了解及排除设备故障，减少因设备故障停机造成的损失。如果用户允许，本公司的软件系统可以提供远程诊断服务，通过软件对设备运行状态的记录及设定的一些试验流程，判断设备状态，提前排除故障，防止设备突发故障影响生产进度。
- 8、本公司软件具有较强的突发事件处置功能，如断偶自动剔除，真空袋泄漏自动切断等等，在无人值守时，仍可以保证设备安全运行，并完成产品工艺流程。

四、主要界面说明

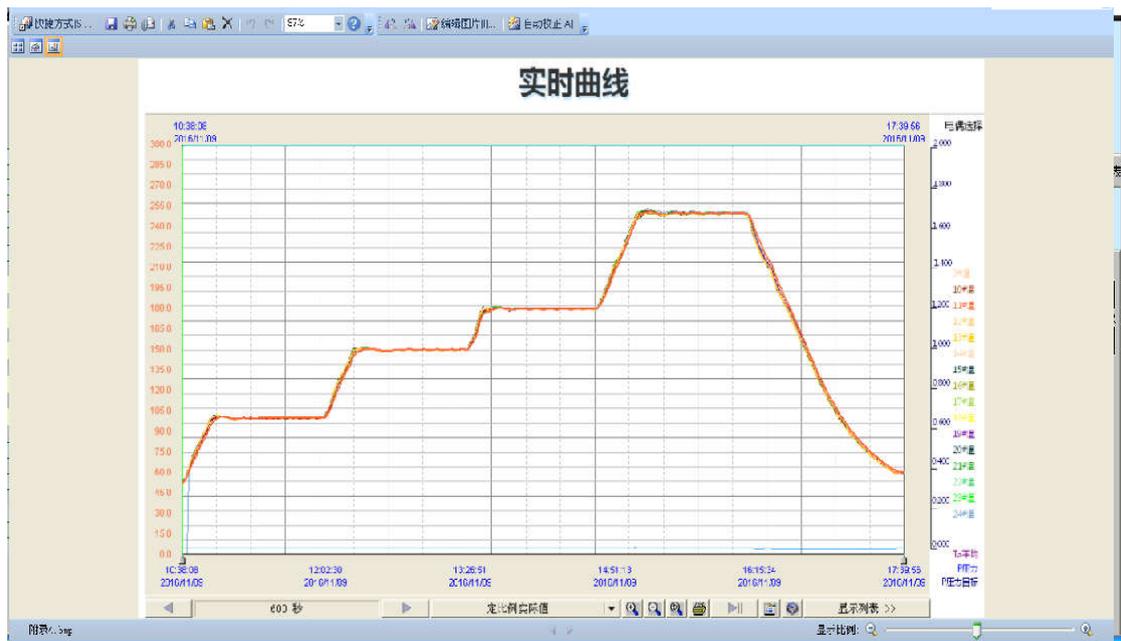
.上位机界面分为监控界面，操作界面，检修维护界面，提示报警界面等四种界面。为了防止误操作，根据权限不同、操作模式不同界面开放的权限不同。

1、监控界面分：

- 总监控画面
- 各偶柱图分析界面
- 实时曲线界面
- 各偶实时报表界面



1.4 实时曲线画面：形象显示工件的固化过程，及其与设定工艺之间的对比关系。



2、操作界面分为：

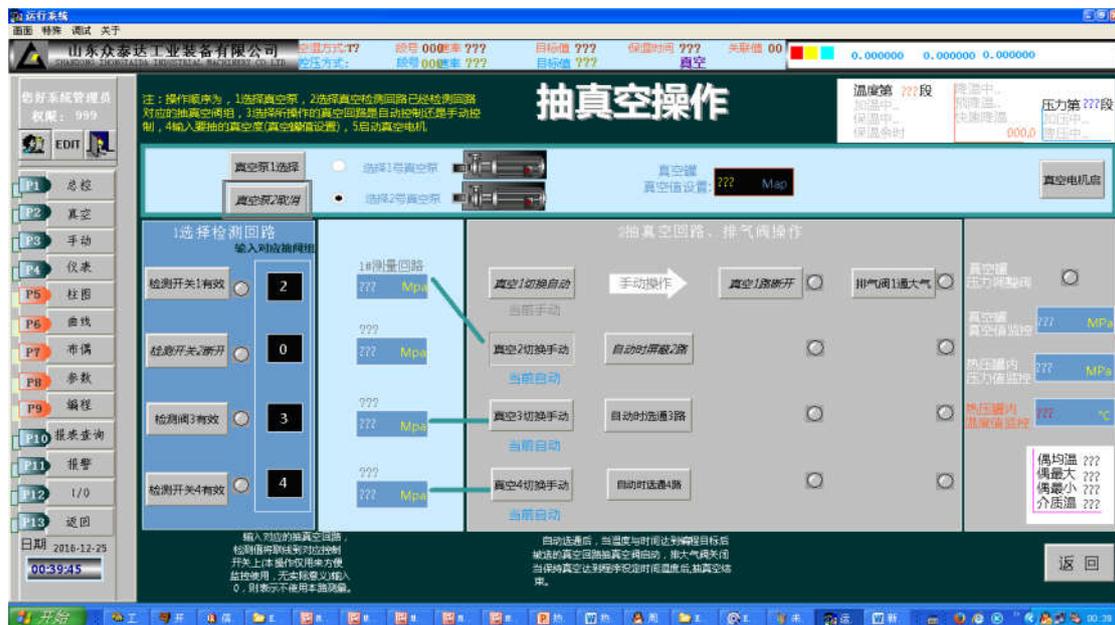
- 手动操作
- 自动操作
- 仪表操作
- 真空操作

2.1 仪表操作：根据某些航空企业的特殊需求，软件可提供智能仪表操作界面。（该功能为本公司软件独有，通过该操作，可运行自动程序，实现与 plc 控

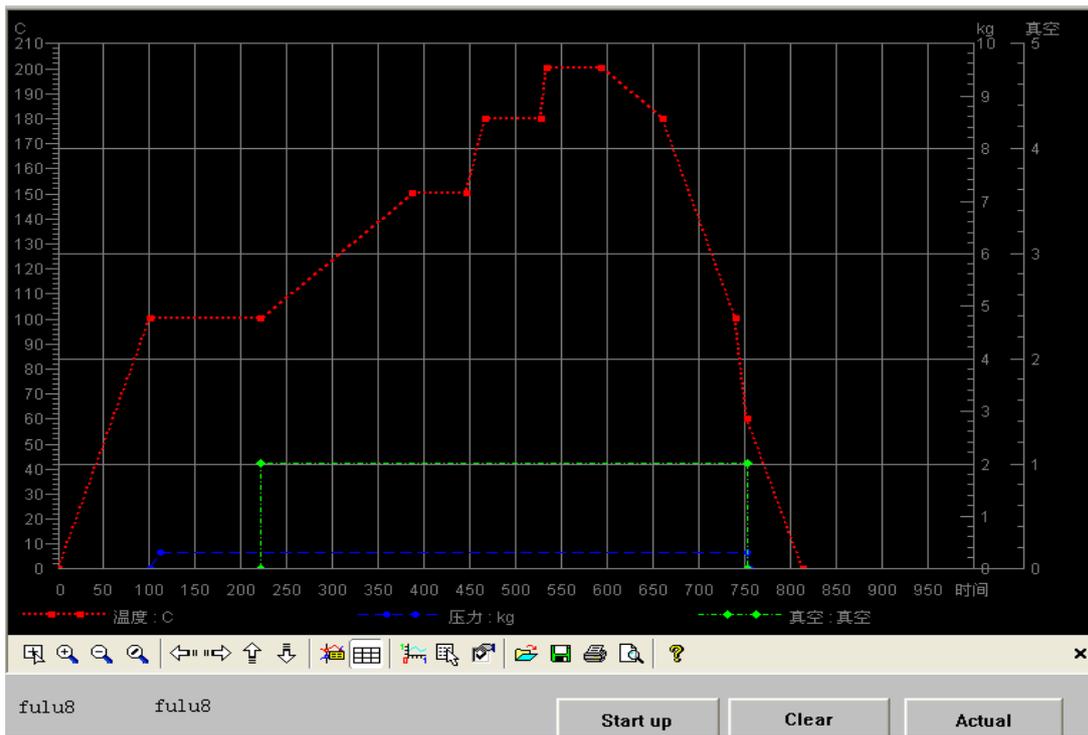
制的冗余控制。)



2.1 真空操作：在自动运行程序是可以跟温度、时间联动实现抽真空，同时本软件可实现抽测分离，手自动自由切换。抽真空管路和测真空管路的自由搭配。（该功能为本公司软件独有，对现场使用十分方便。）



2.2 自动操作：可编写工艺曲线，程序段数不受限制，可实现压力、真空跟温度值、时间关联。在编写工艺后，可通过仿真，进行程序纠错。程序可保存至数据库，方便下次同类模具加工的调用。温度、压力、真空的关联，使产品的固化过程可以完全自动化免人工介入完成。（该功能为本公司软件独有。）



运行系统

山东众泰工业装备有限公司

工艺编写

段号	控制方式	目标值Tt	升温速率Tf	保温时间ti	目标上限Tm	目标下限Ta	关联值Tc
1	Tm	89.000000	3.000000	30.000000	1.000000	2.000000	1
2	Ta	100.000000	1.000000	60.000000	5.000000	5.000000	2
3	Tm	90.000000	3.000000	30.000000	1.000000	2.000000	3
4	END	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0

段号	关联值Tc	关联温度	关联时间	目标值Pt	变压速率	目标上限Pm	目标下限Pa
1	1	20.000000	1.000000	3.000000	2.000000	1.000000	1.000000
2	1	75.000000	10.000000	7.000000	2.000000	1.000000	1.000000
3	2	95.000000	10.000000	9.000000	3.000000	1.000000	1.000000
4	3	91.000000	10.000000	0.000000	3.000000	1.000000	1.000000

段号	控制方式	目标值	升温速率	保温时间	关联值Tc	温度行增加
004	空气值	???	C ??? C/h	???	min	000

日期: 2016-12-25

00:54:54

3、维护界面

维护界面分为:

- 补偿界面
- 参数设置界面
- IO 纠错界面

(该三个界面均为本公司软件独有。)

在设备使用中，随着元器件的老化，设备的运行状态发生改变，需要定期进行调校。操作及维护人员，应定期检查设备的状态，以往各厂家软件，维护

人员无法在软件上根据设备状态调整参数，需要厂家软件人员到设备现场调整软件内部参数，专业要求高，普通操作及维护人员很难完成。本公司软件系统，针对这个问题，编制了维护界面，对用户保障设备十分有利。

3.1 补偿界面：在定期计量校验时方便修正热电偶的显示值，提高控制精度。

补偿参数					补偿参数				
序号	名称	取值范围	设定	参数说明	序号	名称	取值范围	设定	参数说明
1	T1补偿	-20~20C	00.50	矫正模温偶T1值偏移,使用同一温准表矫正	16	T16补偿	-20~20C	00.10	矫正模温偶T16值偏移
2	T2补偿	-20~20C	00.50	矫正模温偶T2值偏移	17	T17补偿	-20~20C	00.60	矫正模温偶T17值偏移
3	T3补偿	-20~20C	00.10	矫正模温偶T3值偏移	18	T18补偿	-20~20C	00.30	矫正模温偶T18值偏移
4	T4补偿	-20~20C	-00.30	矫正模温偶T4值偏移	19	T19补偿	-20~20C	-00.10	矫正模温偶T19值偏移
5	T5补偿	-20~20C	00.20	矫正模温偶T5值偏移	20	T20补偿	-20~20C	-00.60	矫正模温偶T20值偏移
6	T6补偿	-20~20C	00.20	矫正模温偶T6值偏移	21	T21补偿	-20~20C	00.00	矫正模温偶T21值偏移
7	T7补偿	-20~20C	00.00	矫正模温偶T7值偏移	22	T22补偿	-20~20C	-00.50	矫正模温偶T22值偏移
8	T8补偿	-20~20C	00.00	矫正模温偶T8值偏移	23	T23补偿	-20~20C	00.00	矫正模温偶T23值偏移
9	T9补偿	-20~20C	00.50	矫正模温偶T9值偏移	24	T24补偿	-20~20C	00.00	矫正模温偶T24值偏移
10	T10补偿	-20~20C	00.30	矫正模温偶T10值偏移	25	键压补偿	+/-100KPa	000	压力传感器矫正
11	T11补偿	-20~20C	00.00	矫正模温偶T11值偏移	26	Pv1补偿	+/-0.1MPa	0.000	V1真空度压力检测矫正
12	T12补偿	-20~20C	-00.50	矫正模温偶T12值偏移	27	Pv2补偿	+/-0.1MPa	0.000	V2真空度压力检测矫正
13	T13补偿	-20~20C	00.30	矫正模温偶T13值偏移	28	Pv3补偿	+/-0.1MPa	0.000	V3真空度压力检测矫正
14	T14补偿	-20~20C	00.10	矫正模温偶T14值偏移	29	Pv4补偿	+/-0.1MPa	0.000	V4真空度压力检测矫正
15	T15补偿	-20~20C	00.10	矫正模温偶T15值偏移	30	Pv5补偿	+/-0.1MPa	0.000	真空罐真空度压力检测矫正

3.2 参数设置界面：

该界面显示经过提炼的热压罐的固有控制参数，向维修人员开放，通过调节其中的参数，可以修正因元器件老化而造成的热压罐功能失常。

以蓝底显示的参数可保存至具体工艺文件中，工件不同可编辑存储不同的控制参数实现精确控制，对于大尺寸重要产品十分有用，保证每次固化过程均处于最优化的状态，最大程度符合工艺要求。

运行参数					运行参数				
序号	名称	取值范围	设定	参数说明	序号	名称	取值范围	设定	参数说明
31	罐温上限	250~300C	270	加热运行温度最大值	46	n.ri	0~2	01.2	升温阶段加快系数 P Key
32	罐压上限	1250~1350 Kpa	1500	加压运行，压力最大值	47	q.ri	0~1.5	00.8	升温阶段放慢系数 P Key
33	风机频率	10~60 HZ	45.0	加热风机频率,与热传导速度有关	48	n.cu	0~2	01.2	降温阶段加快系数 P Key
34	恒温差值	0.0~3.0	002.00	低于x°C视为进入恒温,x为参数数值	49	q.cu	0~1.5	00.0	降温阶段放慢系数 P Key
35	真空度	-0.980~0 Mpa	0.001	真空罐#罐真空值,默认-0.98,非记忆值	50	TmaM	0~70C	230.0	介模传导差值 P Key
36	真空上限	0~0.01MPa	0.001	真空罐#罐关闭对冲阀对应差值(内存记忆)	51	介模差罐启动温差	< 50#参数	48	因介模差停止加热后延时启动的等待温差
37	真空下限	0~0.01MPa	0.003	真空罐#罐开启对冲阀对应差值(内存记忆)	52	程序名	1212a		参数输出 参数更新
38	VPL	0.02~0.12	0.120	真空裂压力高值上限,差值 (内存记忆)	53				用于工艺初次建立: 参数存入
39	真空泄压	1/0	0	真空结束,程序前是否泄压,0=保,1=泄	54				
40	Tw1	0~5	00.20	升温带宽上限 (内存记忆)	55				
41	Tw2	0~5	00.10	升温带宽下限 (内存记忆)	56				
42					57				
43					58				
44					59				
45				31~41参数存入PLC 参数更新	60				

3.3 IO 诊断界面：该界面向维修人员开放，方便检查设备的 IO 故障。软件编制了内部自检程序，对开展维修十分有效，快捷准确发现设备故障点。



4、提示界面

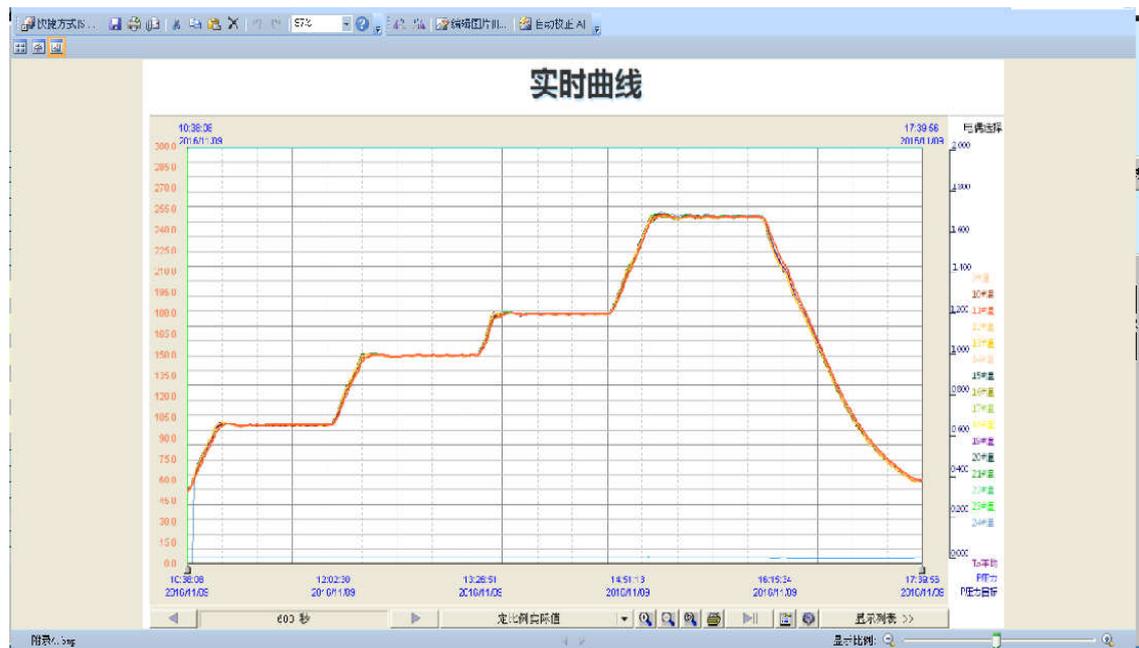
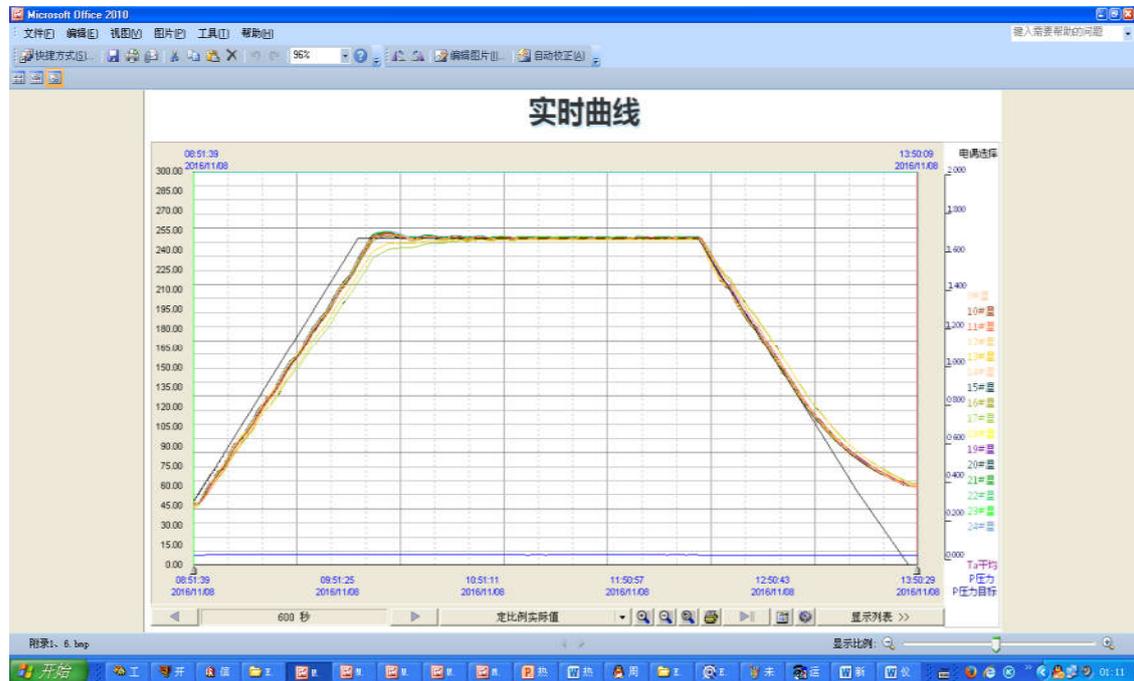
本软件设置了较多的提示画面，可以防止误操作的发生。

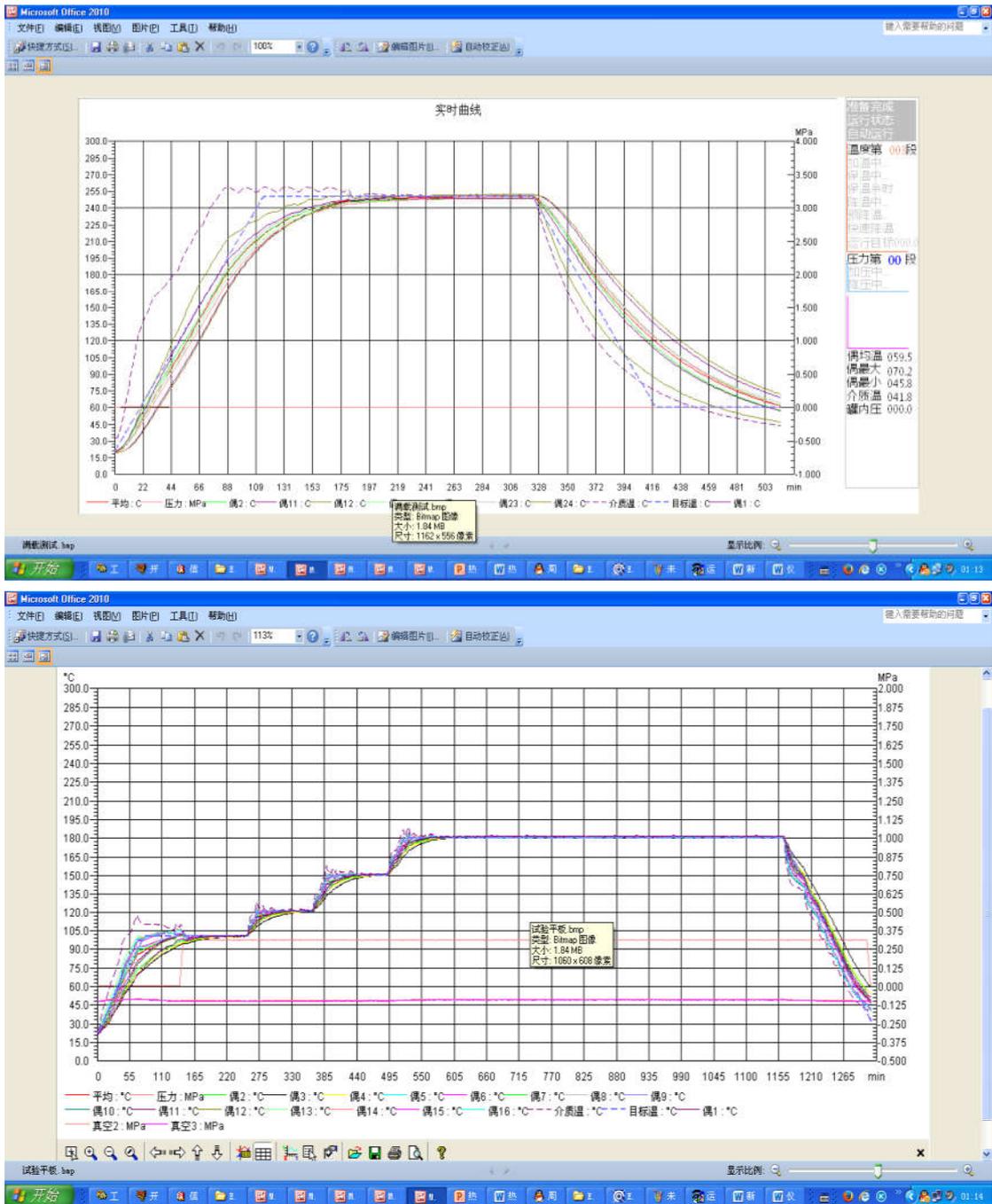
(该功能设置比其他厂家的软件更为完善。)



五、 实际运行曲线

以下为在某军工单位实际运行考核固化工艺的曲线，包含多种产品状态：





模具控温说明:

操作员在布偶后,可以进一步选出运算偶。如当模具具有外控温点和内控温点之分时,可通过选择布偶,以此作为报表值和曲线节点,方便监控、记录。同时可选出“计算偶”,以某一点的温度或是某几点的温度为参照,作为模具进入保温或加压的参考控温点。

如图:布偶选择了1~4和13~16作为曲线的监视点,报表上报值用。在编程的3-2分选界面中,允许对1~4,13~16作进一步选择,



3-1



3-2



3-3

图 3-3 中的选择既选择了 2 号热电偶作为自动程序的控温参照点。

本程序支持控温选择任意 1~24 偶进行控制，支持选则各参照偶平均温度进行控制，支持选在最大值、最小偶，支持选则空气温度进行控制。

选则计算偶的方式非常灵活，可在程序自动运行时进行选择，也可在编程时进行选择。

另外，程序中为了防止断偶后模具攀升失控，本公司软件，可自动剔除断偶偶。当选择仅为一只热电偶时，通过软件反选，选择最优的控温偶来做为下步模具加温的参照偶。

软件编写可根据模具的不同，对加温温度的越冲度可调。也可对布偶的最小速率进行调整。给定适当的介模差，可限定温度的越冲度。一旦工艺编写完成，点动启动按钮。程序便跟随参照点的温度自动进行加温或降温。无需人工再拟合曲线手动控制。

六、 进一步开发

本公司本版本软件已经可以满足各种复杂工艺要求的产品固化控制要求，可以满足波音标准下产品固化控制要求。本公司将持续不断改进本软件系统，进一步提高软件的功能。本公司正在进一步开发日常检修和维修项目管理界面，帮助用户良好管理设备，降低设备故障率。如果用户允许，本公司可以提供远程设备检查服务，通过软件对设备运行期间主要运行参数记录，以及设定的试验程序运行结果，通过我公司的分析系统，可以预先判断设备主要部件是否存在老化及故障，提前采取措施，防止设备突发重大故障严重影响生产进度。