

# 防溢出检测方法在食品制作机中的设计与应用

方桦

(广东瑞德智能科技股份有限公司 广东 佛山 528000)

**摘要:** 针对目前食品制作机防溢探针实用性低和制作成本高等问题, 本文通过研究多款食品材料在平原与高原地区的溢出实验, 按照温度采样值的动态变化来确定食品沸腾情况, 再通过调节自动搅拌周期和自动加热功率, 实现防溢出目的, 完成食品制作机设计和相关防溢出检测方法的探究。该食品制作机实用性好, 且制作成本低, 适应性强, 食材特性和环境因素干扰性低。

**关键词:** 防溢; 食品制作机; 检测方法

## 0 引言

目前, 同类技术的机器均通过防溢探针来进行沸腾检测, 达到防溢目的。食品制作机开始运作时, 杯内食品与探针不接触, 无法形成回路, 但当混合物或者水位沸腾上升, 接触防溢探针后即形成回路, 信号传递至单片机处理模块中, 通过反馈信号即可分辨出接近溢出或沸腾的状态。

但食品制作机内的食品也会在制作过程中产生泡沫、析出杂质, 这些物质在接触到探针后, 信号还是会产生产生, 导致信号不稳或误判溢出状态。防溢探针又极易被豆类食品煮沸后产生的泡沫包住, 导致灵敏度降低或者防溢功能失效。另外, 食品在不同环境中, 沸点不同, 最明显的就是海拔高度差异, 环境的改变对溢出检测产生了很大影响, 降低了适用范围。而在食品制作机内包含检测探针也会加大机器制作成本。

面对现有的技术痛点, 本文对防溢出检测方法在食品制作机中的设计与应用进行了探究。本文所述的无探针防溢测试, 通过温度采样值的动态变化情况, 从而确定食品是否沸腾, 再调整机器设定实现料理防溢出的目的, 降低机器制作成本, 方便推广使用。

## 1 食品制作机的防溢出检测方法

### 1.1 防溢出检测方法设计

(1) 得出温度采样值: 温度采样值可以通过食品制作机杯内包含的温度传感器得出, 转换成动态数据反馈确定信号。

(2) 对比确定: 对比杯内的温度, 确定是否大于第一温度阈值  $TEMP1$ ,  $TEMP1$  一般设为  $87^{\circ}C$ 。

(3) 预设搅拌周期和加热功率: 食品制作机杯内包含搅拌组件与电机, 杯内温度采集后, 对比判断为不超过  $TEMP1$ , 则控制食品制作机遵循预设自动搅拌周期

和自动加热功率完成工作。

预设功率为食品制作机全力运行功率, 搅拌周期则为每隔  $1min$  完成一次搅拌。搅拌工作方式为循环运行模式, 即电机“工作  $2s$ , 停  $3s$ ”。

(4) 防止溢出: 机器动态采集温度采样值, 利用其数值预设对比来确定食品沸腾情况。若采集温度不低于  $TEMP1$ , 则自动调节食品制作机的自动搅拌周期和自动加热功率, 以防止溢出。

### 1.2 搅拌周期和加热功率调整

(1) 确定最高和最低温度采样值: 每次搅拌时均利用温度传感器, 动态得出多个温度采样值, 从而完成最高温度采样值  $ADG$  和最低温度采样值  $ADD$  的数据采集。

(2) 计算温度差值: 所测得的  $ADG$  减去  $ADD$  就是温度最大差值  $ADC$ , 即  $ADG-ADD=ADC$ 。

(3) 调整自动搅拌周期和自动加热功率: 按照  $ADC$  控制食品制作机运作程序。其中,  $ADC$  和自动加热功率为成正比关系。按照下表对应关系进行相应的食品制作机调整。

表 ADC 与加热功率及搅拌周期之间的对应调整关系

温度采样值之间的差值 $ADC$	自动加热功率调整	自动搅拌周期调整
$ADC > 3$	最大加热功率	每隔 $1min$ 搅拌一次
$2 < ADC \leq 3$	降低至 $600W$	加速至 $50s$ 搅拌一次
$1 < ADC \leq 2$	降低至 $400W$	加速至 $25s$ 搅拌一次
$ADC \leq 1$	降低至 $200W$	加速至 $20s$ 搅拌一次

### 1.3 沸腾确定方法

按照温度变化趋势确定食品沸腾情况, 从而完成沸腾确定, 其流程与依据如图 1 所示。

1.3.1 按照第一预设时间内温度采样值的波动幅度确定  
监控并测算出第一预设时间  $t_1$  内温度采样值的波动幅度。当  $t_1$  限时内温度波动幅度低于预设幅度阈值时,

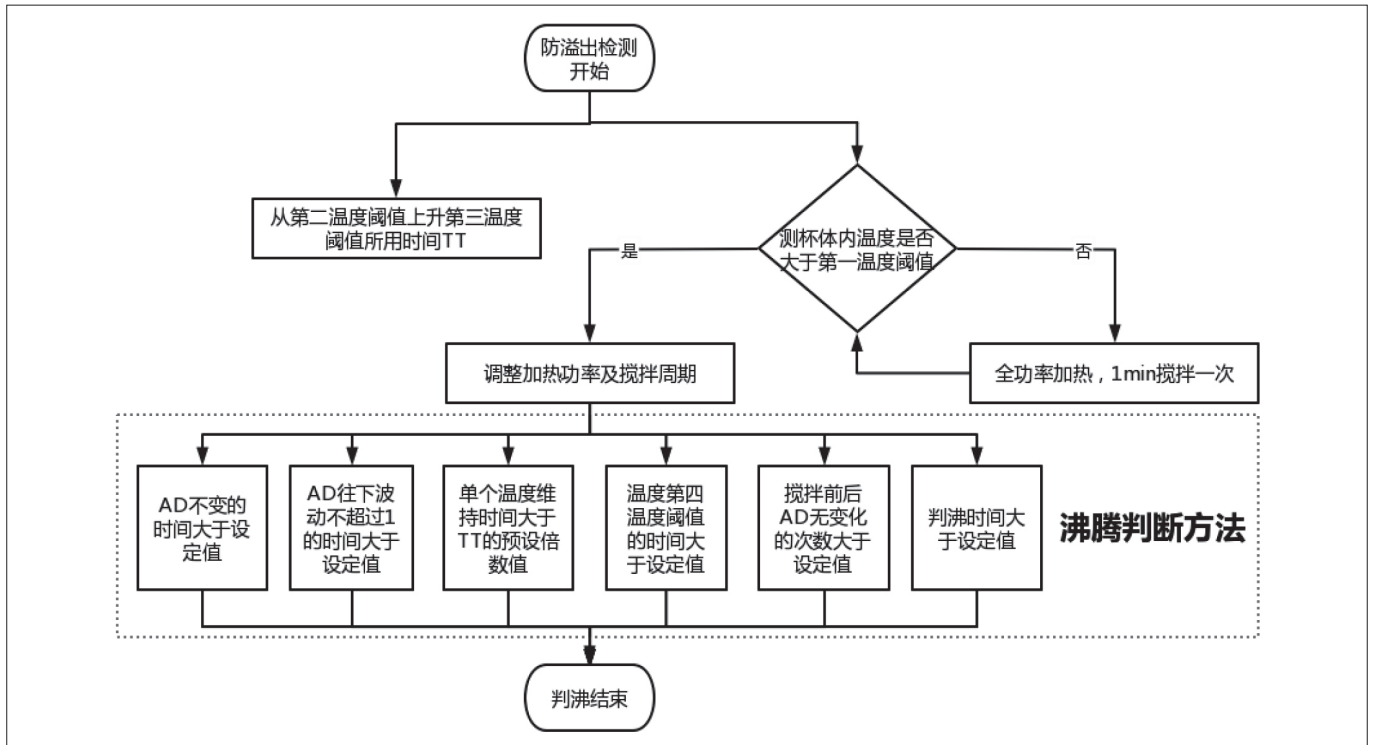


图1 防溢出检测流程图

可确定食品沸腾。

预设幅度阈值 ADT 可以包含温度采样值 AD, 即  $ADT=AD$ ;  $t_1$  需要按照食品温度情况动态进行小幅度转变的时间进行标定。

此时, 食品温度情况即温度采样值波动幅度, 指 ADD 与 ADG 之间的差值 ADC, 即当  $ADC-ADT < ADT=AD$  的持续时间超过  $t_1$  时, 可确定食品沸腾。

### 1.3.2 按照第二预设时间确定

当食品沸腾时, 温度采样值会基本不变, 因此, 在第二预设时间  $t_2$  内温度采样值若变化不明显, 也可确定食品沸腾。其中,  $t_2$  是以食品温度变化幅度维持不变的情况标定的。

### 1.3.3 按照杯内温度点的维持时间确定

(1) 按照杯内的温度确定多个待测温度点。以六个温度点的记录为例: 若采集的温度达到  $88^{\circ}\text{C}$ , 记录  $88^{\circ}\text{C}$ 、 $89^{\circ}\text{C}$ 、 $90^{\circ}\text{C}$ 、 $91^{\circ}\text{C}$ 、 $92^{\circ}\text{C}$  和  $93^{\circ}\text{C}$ 。若采集的温度升到  $89^{\circ}\text{C}$ , 则记录转变为  $89^{\circ}\text{C}$ 、 $90^{\circ}\text{C}$ 、 $91^{\circ}\text{C}$ 、 $92^{\circ}\text{C}$ 、 $93^{\circ}\text{C}$  和  $94^{\circ}\text{C}$ , 以此类推。

(2) 多个待测温度点中, 需要记录每一个的维持时间。按照此前确定的六个温度点, 依次记录维持对应温度所持续的时间:  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 、 $T_4$ 、 $T_5$  和  $T_6$ , 即维持在  $89^{\circ}\text{C}$  的时间为  $T_1$ , 维持在  $90^{\circ}\text{C}$  的时间为  $T_2$ , 以此类推。

(3) 从第二温度阈值  $TEMP_2$  上升到第三温度阈值  $TEMP_3$  的用时记为  $TT$ , 其预设倍数值为  $k$ , 当  $k$  低于  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 、 $T_4$ 、 $T_5$  或  $T_6$  时, 可确定食品沸腾。其中,  $TEMP_3 < TEMP_1$ ,  $0 < k < 1$ 。

### 1.3.4 按照杯内的温度变化确定

当食品沸腾时, 会慢慢减少温度的动态变化。可见, 预设阈值连续大于  $N$  个差值时, 可认为已减少温度动态变化, 可确定食品沸腾。具体判断如下:

- (1) 每次搅拌时, 均收集获得多个温度采样值, 使用温度传感器确定 ADD 和 ADG。
- (2) 算出差值 ADC, 即  $ADC=ADG-ADD$ 。
- (3) 预设阈值连续大于  $N$  个差值时, 确定食品沸腾, 其中,  $N$  是整数且不小于 1。可在不同的料理环境和应用场景中, 按照食品在食品沸腾时的温度变化大小完成预设阈值的对应标定。

### 1.3.5 按照杯内的温度确定

当食品温度在持续第三预设时间  $t_3$  内, 大于第四温度阈值  $TEMP_4$  (即环境温度沸点), 可确定食品沸腾。

当杯内的温度大于  $TEMP_4$  且时间持续至  $t_3$  时, 确定食品沸腾。其中,  $TEMP_4 > TEMP_1$ ,  $TEMP_4$  需要按照不同环境的液态食品沸点进行测定。在平原环境里面, 食品沸腾时温度大于  $98^{\circ}\text{C}$ , 此时  $TEMP_4$  标定为  $98^{\circ}\text{C}$ 。此外, 食品完全沸腾后, 标定温度变化幅度几乎没有的时间为  $t_3$ 。

### 1.3.6 按照食品制作机运行时间确定

(1) 测出运行时间: 当机器启动时, 设备中的定时器就会开启, 进行计时。

(2) 机器运行时间超过第四预设时间  $t_4$  后, 可确定食品沸腾。

(3)  $t_4$  可按照食品在食品制作机中到达沸点的时间

完成标定。

### 2 食品制作机的设计

食品制作机的设计如图2所示，其内含存储器、处理器及防溢出检测程序。其中，防溢出检测程序在存储器中存储，在处理器上运行，实现防溢出检测。处理器按照图1流程运行时，按照温度变化调整自动搅拌周期和自动加热功率，并按照动态采集的数据确定食品沸腾程度，有效完成防溢出检测。

#### 2.1 温度传感系统设计

本文所设计的食品制作机温度传感系统是按照变化阻值测温的（NTC），是由电阻与NTC分压后的电压值通过数字转换器模块（ADC模块）进行模数转换得出的。软件内处理AD转换每20ms进入一次ADC模块程序入口地址，进入需配置AD通道并等待AD转换结果，再对取得的AD值完成平均处理，得出相对平滑AD值，最后按照平均AD值查询温度表转换为温度值，温度值与AD值可通过NTC真值表转化。

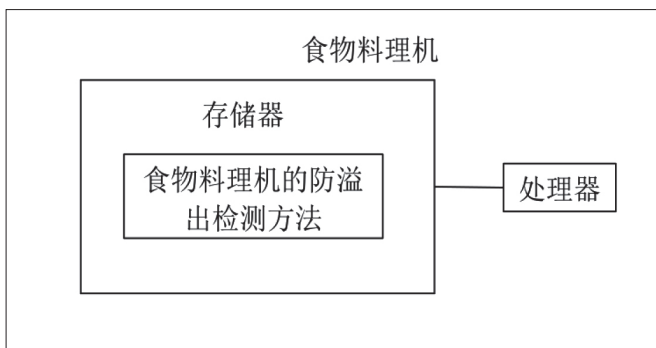


图2 食品制作机设计示意图

#### 2.2 方法验证与食品制作机测试

选取外形完整、大小均匀、饱满有光泽的谷物原材料和新鲜排骨，制作出豆浆、米糊、玉米汁、排骨浓汤和八宝粥等粘稠度和沸腾情况均不一样的食材，于平原地区和高原地区（海拔大于1km的云贵高原），分别按照不同电功率（800W、1000W及1200W）和水位（680mL、800mL、1000mL、1200mL、1400mL）进行正交实验，试验条件包含如表2所示。记录沸腾情况与沸腾温度，以验证食品制作机运行情况与上述方法设计合理度。试验现象均为“无溢出”，结果如图3所示。

### 3 结语

本文所设的检测方法先利用温度传感程序采集动态温度采样值，然后按照采样值确定机器内部沸腾情

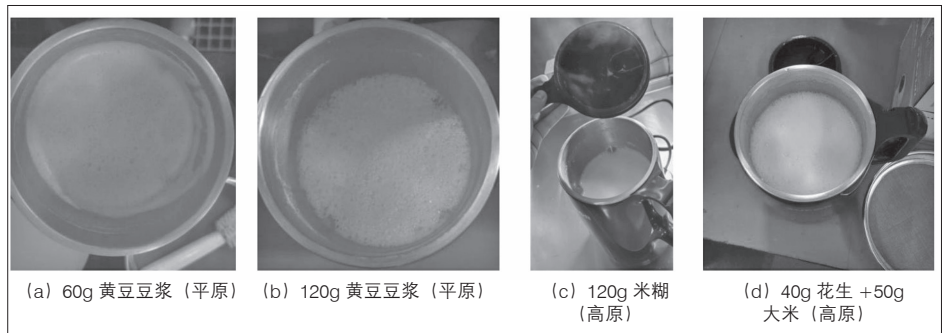


图3 方法验证与食品制作机测试结果（部分）

况，调整控制机器运行情况。若杯内采集的实际温度小于或接近TEMP1，则控制食品制作机按照预设值完成自动升温加热和搅拌，若此时杯内采集的实际温度超过预设TEMP1，则按照ADC情况，运行预设程序，调整杯内自动搅拌周期和自动加热功率，达到止沸目的。

由此为理论基础，设计食品制作机完成温度采样值数据的采集，再按照数值变化的趋势确定食品沸腾状态，预设程序进行功率和动搅拌周期调整，完成防溢出检测，避免沸腾溢出现象。

食品制作机经过验证，确定了平原沸腾终点最高为98℃，高原沸腾终点最高为95℃，即确定了平原和高原两大地区的TEMP4，从而确定沸腾确定方法。如图3所示，验证实验中所测试食材即便剧烈沸腾，覆盖其上的杯盖和隔网上也不沾或仅沾少量泡沫杂质，确定为无溢出现象，进而确定本文设计的防溢出检测方法，与沸腾确定方法实用可信，食品制作机设计合理。

#### 参考文献：

[1] 魏春英，秦飞舟. 基于单片机的家用料理机的设计[J]. 数码设计(下), 2017, 6(03): 197-199+201.

[2] 俞磊，张雨婷，熊倩倩，等. 基于STC89C52单片机的智能家用料理机的设计与实现[J]. 佳木斯大学学报(自然科学版), 2019, 37(02): 202-205+210.

[3] 张毅刚，彭喜元，彭宇. 单片机原理及应用[M]. 北京：高等教育出版社，2010.

[4] 重庆渝金源食品有限公司. 防溢出豆浆制作装置：CN201611083265.8[P]. 2017-04-26.

[5] 乔维君. 破壁机的故障自动诊断与保护系统的设计与实现[D]. 成都：电子科技大学，2020.

[6] 广东瑞德智能科技股份有限公司. 食物料理机及其防溢出检测方法：CN201810936259.5[P]. 2021-09-21.

作者简介：方桦（1981.11-），男，汉族，广东佛山人，本科，工程师，研究方向：智能家电。