数码化金属检测技术

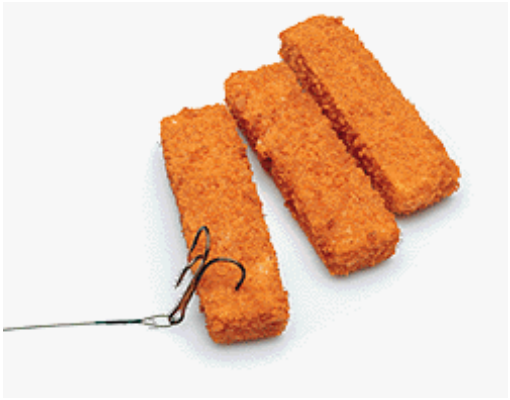
王 志 诚
GradDipCompSc, MSc(Eng)
爱浦专业电子有限公司

摘要

所有食品加工生产商，必须注意对消费者有潜在危险的工序和范围。若产品受到金属污染，除了有损商誉，最终可引发昂贵的产品回收。所以应根据 HACCP 系统以金属检测机设定关键控制点，若有金属污染发现，污染来源必须严谨地除去。现今科技发展，数码科技已超越模拟技术，被应用于金属检测系统里，DSP 及 DDS 完全改善了金属检测机的表现，克服了使用模拟电路容易受干扰、温度漂移等缺点。

1. 引言

每次顾客在购买一种特定的产品时，他们都会期望一定的和相同的产品质量标准。所以生产商必须透过使用适合的控制系统和技术，来保持产品质量的一致性。如果使顾客失望，他们必定改变习惯，到别处寻找其它的生产商。



在整个食品制造过程里，为了确保产品达到一定的品质规格，这些产品必须受到严格的品质检查。事实上，颇多时候在生产过程中出现金属污染，例如打磨、切割、筛选、搅拌和包装的时候。若在食品里带有金属，这对消费者产生危险，生产商亦同时有所损失。在经济方面，客户要求产品没有污染物质，这是理所当然的，若发现产品被污染，即不符客户要求，客户必然转买其它牌子产品。在法律层面上，一般产品责任法要求生产商对其有瑕疵产品要负起法律责任；而对食品的指引，生产商要负起 HACCP 系统责任。

2. 食品安全管理

HACCP（危害分析及关键控制点)是由食品工业使用的一个特定的品质检定方法，有系统地找出有危害物和事故原因，然后定出对他们的控制方法。而 HACCP 在金属检测方面有以下要求[1]：

- 金属检测机是一个有金属污染危险的关键控制点(CCP)
- 根据良好生产规范(GMP)，产品应该没有受到金属污染；而在金属检测机方面，这意味着所有金属能被”最先进”的金属检测机从生产在线剔除
- 关键限值的设定，必须容许金属检测机在稳定和可靠的情形下操作，没有触发不规则或错误的警报
- 保证所有产品有系统和连续地经金属检测机检查
- 所有金属检测机的操作和结果都必须

用文字完全记录下来

- 若果在生产过程中检测到小块金属，那绝对需要找寻它从何而来。金属污染根源必须严格地消除，排除再度受到同一源头污染

所以，要做好 HACCP 对金属检测的要求，就必须选择合适的金属检测机。

3. 金属检测机的工作原理

电流通过金属线时会产生电磁场，当移动中的金属靠近时，便会影响电磁场，磁场的反应则视乎那种金属是含铁/磁性不锈钢或非含铁/非磁性不锈钢。一般的金属检测机都由两个主要部分组合而成，一个颇重的金属探测器和一台用来处理信号的控制装置。探测器内有三个线圈，居中的发射线圈连接到控制装置内的振荡器，产生高频振动的磁场，两侧对称的接收线圈感应后产生了电流，若不受干扰，电流得以平衡而产生零输出。当金属移动及通过金属探测器时，会与电磁场发生作用。这样便引发那平衡状态的改变，信号经接收及控制装置处理后，继而触发自动剔除装置。

基于上述的工作原理，一台优秀的金属检测机，在处理信号上必须有上佳的表现。现今科技，因应模拟的缺点，发展及步向数码化，数码产品不断取代模拟设备，所以市场上已渐渐由模拟时代的金属探测器转移到新一代的数码金属检测机。

4. 全数码控制装置

以上提到数码和模拟，到底它们有何分别呢?如果某事物可处于一种或多种的特定状态，它就是数码。数码信号的值编码成二进制数字，由于二进制数字是由 0 和 1 编写，它可以以电子脉波的开／关形式传送(开 =1，关=0)。然而，如果某事物的值连续不断改变，它就是一个模拟装置，它能够选取任何时间的值。

当十年前在德国出现第一台数码控制装置的金属检测机时，传统的金属检测机生产商并没有认同数码科技的好处。但数码科技，一日千里，在这十多年间，不断改进，现在于部份传统金属检测机的控制装置里，都不难找到数码信号处理器，但是，这些传统的金属检测机，只用数码的外壳，包裹着模拟的电路，根本达不到真正数码金属检测机的效果！

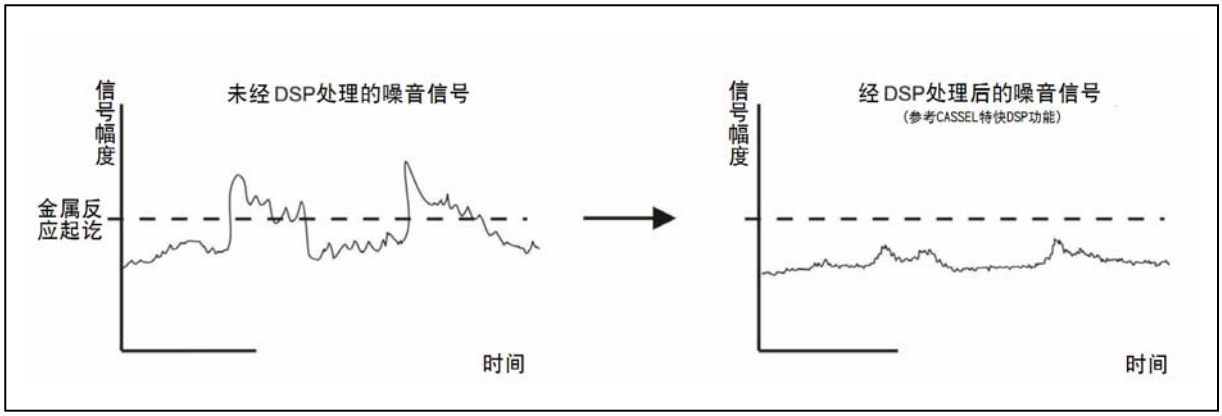
新一代数码金属检测机的控制装置都采用**数码信号处理器**(DSP)和**直接数码合成器**(DDS)，使得金属检测达到最佳效果。

4.1 典型的数码信号处理 DSP

数码信号处理器 DSP 的最适当定义是在数码范畴里处理模拟信号。现实世界的信号如电压、压力和温度，在各别时间间隔被转变成相对的数码值，排列及储存于内存里，准备处理。在需要实时高速处理大量的数字数据时，数码信号处理器 DSP 的作用很大。[2]

为什么我们宁愿要选择 DSP，而放弃选用模拟电路系统呢？就拿一个模拟电路与一个数码信号处理器系统按照一个过滤器功能作一个比较。我们熟悉的模拟过滤器一般使用电阻、电感、电容器及放大器，在修改、校准和维护起来都很困难，困难程度按滤波阶次而增加。而采用数码信号处理器的过滤器功能，是以软件为基础，能够让设计和修改变得容易，更灵活和优越重复性。再者，数码过滤器不受环境因素影响，没有温度漂移和部件误差等问题。[3]

噪音是模拟信号的一个最大弱点，但噪音信号经 DSP 处理后，抑制于一个低水平，如图一所示。



图一　　DSP 对噪音的处理

4.2 直接数码合成器(DDS)的实践

直接数码合成器(DDS)在实践上定义为一种可产生高精度和纯数码信号的工具。因DDS 装置的输出是数码处理，其于功能上很容易以软件设定，使嵌入的实用性变得更灵活。[4] DDS可以大约千分之一赫兹的步宽来做频率分辨控制，及能够同样地以千分之一赫兹或甚至十亿分之一赫兹做相位分辨控制。此外，DDS 对频率变化没有稳定时间限制，这导致极为快速的频率转换速度，按大约十亿分之一秒或几微秒完成。所有频率变化是在一个相位连续样式中自动地完成；即由前次频率中最后一点变化至一个新频率时继续相同的相位。因为产生的信号在数码区内，它能够以优秀的精确度地处理，这允许频率或相位的精确控制。

4.3 数码与模拟的比较

所以，若互相比较数码技术和模拟电路的金属检测机，在产品技术及表现层面上高低立见，我们可得到以下结论：

传统的金属检测机(模拟)	新一代的金属检测机(数码)
主要旧技术上加以微处理器	最新数码科技 DSP 和 DDS
旧式的微机处理器，计算速度比较慢	数码信号处理器 DSP – 更快速的过滤器计算，即更好的噪音过滤，及更可靠而没有误报警
最多只有一个数码相位和频率的来源，所有其它信号都是模拟形式产生，有漂移性；每一个模拟部分，例如电容，信号会漂移，这是一个自然法则	四块 DDS 芯片制造四个单一的相位信号，这保障百分百没有漂移和自动的产品效应补偿
使用复杂 – 用户需要知道控制仪表中的设定参数，优化困难和消耗时间	使用简易 – 用户不需要知道控制仪表的设定参数，容易优化
必须定期维护 – · 必须经验服务维修人员现场服务(例如，更换底板) · 必须服务维修人员作线圈校准和平衡	免维护 – · 都能够记录所有设定参数，无需硬件校准 · 于每次打开电源时，百分百计算机校准
最大缺点： 噪音干扰是模拟的最大弱点。	其它优点： 连同产品检测更小的金属时，因为 DDS 是百分百没有漂移，所以教导产品可用较少容忍度于产品效应上，这表示有更高的精度。

无疑地，数码化的金属检测机在本质上已大大超越模拟的限制，它拥有的特点如数码平衡控制、标定、数码频率及相位控制等，都可自动完成，所以操作起来直接简易。加上数码化的电路设计，使检测机内的电路板数量减少，而且就算需要更换主机板也不需要经验工程师，何况像德国 Cassel 卡索公司更有服务软件帮助，客户可以自己调整数码金属检测机的灵敏度，把设定参数显示、存储和以后分析（如图二）。这使数码化的金属检测机在任何应用上，大大降低客户的营运及投资成本。

5. 金属检测机的应用

在食品工业里，对金属检测机的要求特别严格，除了要满足灵敏度外，结构上需要不锈钢制造，及适合用于大部分恶劣的工业环境下。例如，香肠生产行业每天以不超过 1000 psi 的软管蒸气清理机器，因每天需要多次清洗，探测器头和控制装置的保护都不低于 IP67(NEMA 4x) 的保护。

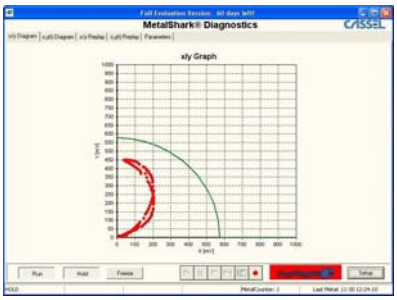
客户必须因应其需要，选择适当的金属检测机。基本上，目前市场上提供以下三种类型：

- 平卧隧道式： 经常配备输送带使用，一般应用于包装和没有包装的食品
- 垂直下落式： 一般应用于检查粉末、粒状和散料
- 同轴管路式： 一般应用于香肠、肉派、冰淇淋、牙膏

这些金属检测机都可配备不同的剔除装置，如横向推手、回缩皮带，翻板等，视乎应用而定。当有金属污染发现时，污染产品都会被自动剔除，这发现亦会记录下来。客户现在更可轻松的利用特定软件，正如卡索公司的 SHARKNET®，可让一台个人计算机连网至多达 32 台的数码化金属检测机，和在监视器上显示所有在线的金属检测机的状况。可自动地记录操作资料和以报表形式显示，任何附加人手记录已变得不必要，这样可简化符合 HACCP 要求的文件。

6. 结论

今天的生产线，更快速和自动化，所以有更多机会受到金属污染。HACCP 系统以金属检测机设定关键控制点，若有金属污染发现，污染来源必须严谨地除去。金属检测机的未来发展，正如其它电子产品一样，先进的数码科技必续步取代旧有的模拟技术，完全采用数码信号处理器（DSP)和直接数码合成器（DDS)于金属检测工艺里，是大势所趋。因应金属检测技术的改进，食品生产商要符合 HACCP 的要求，已变得轻而易举了。（见图三）



图二 德国 Cassel 卡索公司的 Metal Shark® Diagnostics 诊断软件

图三 为客户定造，完全符合食品安全条例的卡索数码金属检测系统

参考文章

[1] Law & HACCP, http://www.cassel.de – Cassel Messtechnik – metaldetector.

[2] Digital Signal Processing Fundamentals, D. Koenig, 1994 National Instruments Corporation.

[3] Why Use DSP?, David Skolnick and Noam Levine, Digital Signal Processing 101 An introductory course in DSP system design: Part 1.

[4] Synthesizer Products Data Book, 80-24127-1 A, 8/97, QUALCOMM Incorporated, ASIC Products