

近红外光谱分析物联网技术在饲料工业中的应用

杨伟伟¹ 付永强¹ 俞秋生²

(1.聚光科技(杭州)股份有限公司,浙江 杭州 310052;2.浙江大学光电信息工程系,浙江 杭州 310027)

摘 要:近红外光谱分析作为一种高效节能的绿色分析技术,可应用于饲料工业中从原料到成品各个环节的品质分析和监控,特别是将该技术与物联网技术相结合,构建近红外光谱分析物联网平台,实现集团资源共享,统一监测集团内饲料品质,并可根据实际情况对分析模型统一管理,提供其检测精度,将大大推动近红外光谱分析技术在饲料检测中的应用。

关键词:近红外;物联网技术;饲料品质;快速分析

[中图分类号]S831.5

[文献标识码]C

[文章编号]1005-8613(2011)03-0036-03

当前全球工业领域的质量管理已逐渐由传统的“事后检验”提升到“预防检验”阶段,即以“生产过程质量控制”及“原料控制”等预防性的质量控制和检验手段为主,实现过程控制。要达到该目标则要求化验室具备快速分析检测能力。近红外光谱分析技术以其快速、准确的特性,符合了最新质量管理的要求。

1 近红外光谱分析技术

现代近红外光谱分析技术最早始于农业领域^[1-3],也是近年来发展最快的分析检测技术,其基本检测原理如下:近红外光是指波长介于可见区与中红外区之间的电磁波,其波长范围为780~2526nm,是由于分子振动的非谐性使分子振动从基态向高能级跃迁时产生的,主要反映的是含氢基团(如C-H,N-H,S-H,O-H等)的倍频和组合频吸收,具有丰富的结构和组成信息,被测样品近红外光谱吸收强度与其组分含量具有一定的函数关系,近红外光谱分析即以样品的光谱信息代入该函数关系获得待测成分含量的检测结果。图1显示了近红外分析的整个分析过程,该过程包含2个步骤。第一步为校正过程:通过收集一批样品的近红外光谱和标准方法分析结果采用化学计量学方法建立分析模型(标准曲线);第二

步为预测过程,即通过未知样品的近红外光谱预测未知样品组分含量等信息。

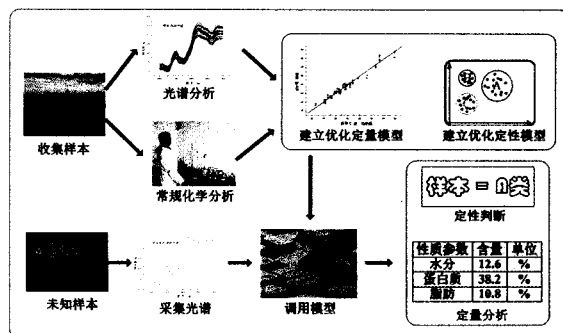


图1 近红外定性和定量分析流程

近红外光谱分析技术具有分析速度快、不破坏样品、操作简单、稳定性好以及效率高等优势,得到了较广泛的应用^[4-6]。近红外光谱分析作为一种高效节能绿色分析技术,不仅使用方便简单,在饲料工业中可应

表1 近红外快速检测方法在饲料企业的应用

应用点	检测指标	作用
原料品质快速检测(原料)	水分、蛋白、纤维、脂肪	在原料卸车之前,进行现场检测,快速准确的品质数据取代感观物理特征,防止人为误差,加快收购速度,实现按质论价。
动态调节配料比例(原料、饲料半成品)	水分、蛋白、纤维、脂肪、各种氨基酸	基于原料品质的快速检测获得的多个营养数据,可指导动态调节配料比例,使饲料配料最优化。
生产过程实时监控(饲料半成品)	水分	实时检测生产过程中饲料半成品水分含量,根据水分含量进行调节,有利于饲料制粒和膨化成型。
	蛋白	实时检测生产过程中饲料半成品的蛋白含量,根据蛋白波动反映混合设备异常或投料异常。
饲料成品品质检测(饲料成品)	水分、蛋白、纤维、脂肪、各种氨基酸	对最终的饲料成品进行检测,可记录并监督每批成品料的质量,防止不合格产品流向市场。

[收稿日期]2011-03-09

[作者简介]杨伟伟,女,浙江人,硕士,工程师,主要从事近红外光谱应用研究工作。

用于从原料到产品各个品质控制环节(如表 1 所示),而且可提高企业生产效率,增加可观的经济效益。

目前国际上大型及超大型的饲料企业,均采用该项技术作为主要质量检测手段。我国饲料行业在 20 世纪 90 年代中期也开始引进该项技术,经过十多年发展,已有几十家大中型饲料企业和研究机构采用该技术进行检测分析。

2002 年底,国家正式颁布了饲料行业近红外分析国家标准(GB/T 18868-2002),这标志着这项新的检测技术已经成为标准的饲料检测方法。

2 近红外光谱分析物联网技术

现代饲料工业集团化和规模化已成趋势,将近红外技术和现代物联网技术结合,构架集团内部近红外网络监测平台,可有效实现资源共享,以更方便快捷的方法监测饲料品质变化情况,将促进饲料工业检测体系的变革。

2010 年国家出台标准:《GB/T 24895-2010 粮油检验 近红外分析定标模型验证和网络管理与维护通用规则》,为近红外技术的网络化应用提供很好的指导作用。

近红外网络平台可以提供近红外仪器的远程配置、管理和监控工具,以及开放的远程信息和仪器网络管理平台,确保网络中所有仪器测量结果的准确性和一致性,保证被测样品价值得到公正和可信的评价。通过网络成员的共同努力,降低模型开发和维护成本,保证模型的透明性。通过网络平台,实现网络中所有仪器的实时监控,保证优越的仪器性能。总而言之,近红外网络的优势具有以下几点:(1)通过网络可保证分析结果的透明度;(2)联合开发模型,减少新开发模型的成本;(3)降低仪器操作和维护所需的特殊技能;(4)分析结果在整个网络内高度统一。

构建近红外仪器分析网络,需满足的四点要求:(1)同一个网络使用相同型号的仪器;(2)同一个网络使用相同的模型;(3)网络中的所有仪器使用同一组监控样品进行校正;(4)网络中的所有设备人员进行统一规范的操作。

2.1 平台结构

近红外光谱分析物联网平台包括了 1 台主机和多台子机。主机用来扫描建模样品,来监控和升级模型,通常放在标准化学分析实验室。通过网络(Internet/Intranet)向子机发布和升级模型。

主机的模型调整到与标准化学实验室分析的数据一致。所有的子机也被调整到与主机一致,即与标准化学实验室分析的数据一致。通过这套质量保证流程,保证每一台联网的近红外仪器测量结果的准确性。

2.2 功能组织

近红外光谱分析物联网平台中的主要工作由不同的组织来承担:

近红外技术委员会:全面负责网络平台运行,由它决定模型开发工作。

模型服务中心:开发新模型,并提供模型升级参考意见。

标准化学分析实验室:分析建模样品的化学值,监控主机工作状态。

网络管理中心:维护网络平台,负责网络中各台仪器之间的数据传输。

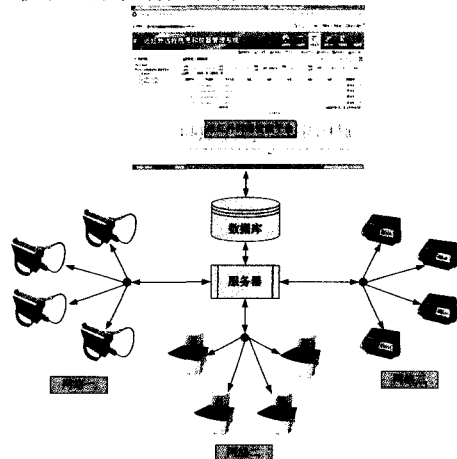


图 2 近红外网络管理平台

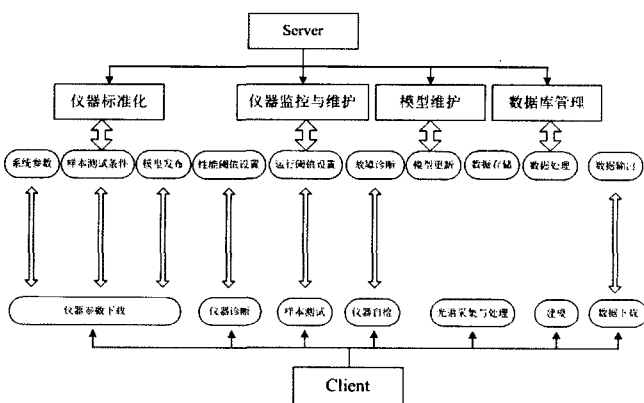


图 3 网络服务器与客户端功能图

图 2 显示,通过 Internet 或者 Intranet,实现 Server 和分散在各地的仪器(Client)间信息交换和

管理的网络平台。图3给出了网络服务器与客户端之间能实现的功能,包括仪器标准化、仪器监控与维护、模型维护、数据库管理四大功能,以及服务器与客户端间需要各自承担的具体任务。

3 近红外分析物联网应用于饲料工业

某饲料集团采用聚光科技(杭州)股份有限公司生产的 SupNIR-2750 仪器组建近红外光谱分析小型物联网,用于检测豆粕。在其分析中心实验室和3个分厂各配置1台近红外分析仪,其中分析中心实验室的近红外仪器为主机,分厂仪器为子机,并在分析中心架设服务器。表2所示为近红外主机所建立的豆粕分析模型。该模型通过分析中心近红外技术委员会确认后通过服务器下发给主机和3台子机。分析中心同时给各仪器同时分发了一份豆粕标准样品,远程要求各实验室采用近红外分析仪进行光谱采集和预测,将所检测数据上传至服务器,分析中心通过浏览器观察各近红外仪器的检测结果。

表2 豆粕校正模型参数

检测指标	性质范围(%)	相关系数	校正标准偏差	检验标准偏差
水分	9.5-14.07	0.971	0.24	0.26
粗蛋白	41.76-50.3	0.966	0.36	0.39
粗脂肪	0.72-1.8	0.865	0.12	0.13
粗纤维	3.50-7.70	0.928	0.31	0.33
灰分	4.31-7.46	0.686	0.22	0.22
蛋白溶出度	71.86-85.62	0.802	1.1	1.14
尿素酶	0.02-0.096	0.975	0.002	0.003
赖氨酸	2.04-3.55	0.996	0.064	0.082
蛋氨酸	0.51-0.78	0.986	0.014	0.019
色氨酸	0.48-0.81	0.987	0.015	0.017
苏氨酸	1.19-2.29	0.997	0.024	0.032

表3为四台仪器上传的同一份豆粕样品的预测结果,其粗蛋白预测值最大相差0.3,说明仪器运行良好,网络中仪器具有良好的一致性,物联网技术可成功应用于饲料品质的统一监测。

表3 网络内各台近红外仪器分析同一份豆粕结果

	分厂1	分厂2	分厂3	中心
粗蛋白%	43.0	43.3	43.1	43.2

此外,如果分析中心发现有分厂对同一份豆粕样品的粗蛋白预测值超过阈值,可以通知对方对仪

器性能进行检测,并上传性能测试报告,进行仪器故障诊断及维护。

因此,近红外光谱分析物联网技术尤其适用于大型饲料集团企业,有助于饲料集团对各分厂的饲料质量进行快速检测和统一管理。

4 结论

采用近红外光谱分析技术进行饲料品质分析和监控将成为饲料工业发展的趋势。近红外光谱分析技术的应用,不仅可以使企业节约成本、增加利润,也使企业的质量管理水平跃上一个新的台阶,进而提升公司的形象,从而在应对WTO的挑战中,增强与国际上超一流企业抗衡的实力。

将近红外光谱分析技术和物联网技术相结合构建的近红外光谱分析物联网平台,可充分利用饲料集团内部分散的资源,实现资源共享,统一监测集团内饲料品质,可根据实际情况对分析模型进行集中升级,提高其检测精度,将大大推动近红外光谱分析技术在饲料检测中的应用。

参考文献:

- [1] Norris K H, Roman J D. Qualitative application of near-infrared reflectance spectroscopy. *Agriculture Engineering*, 1962, 43: 154.
- [2] Williams P C, Norris K H. *Near-infrared Technology in the Agricultural and Food Industries* (Second edition) [M]. USA: American Association of Cereal Chemists Inc., St. Paul, MN, 2001: 23.
- [3] I. Gonz'alez-Mart'ın, Instantaneous determination of crude proteins, fat and fiber in animal feeds using near infrared reflectance spectroscopy technology and a remote reflectance fiber-optic probe. *Animal Feed Science and Technology* 128 (2006) 165-171.
- [4] 徐广通, 袁洪福, 陆婉珍. 现代近红外光谱技术及应用进展[J]. *光谱学与光谱分析*, 2000, 20(2): 134-142.
- [5] 王利, 孟庆翔. 近红外光谱快速分析技术及其在动物饲料和农产品品质检测中的应用[J]. *光谱学与光谱分析*, 2010, 30(6): 482-488.
- [6] 李辉, 秦玉昌. 近红外光谱分析技术在饲料质量安全评价中的应用研究进展[J]. *农业工程学报*, 2006, 22(11): 264-268.
- [7] 赵雅欣, 王红英. 近红外光谱分析技术在饲料工业中的应用进展[J]. *饲料工业*, 2005, 26(21): 37-41.
- [8] 牛智有, 韩鲁佳. 鱼粉中肉骨粉含量的近红外反射光谱分析[J]. *农业机械学报*, 2006, 37(8): 126-130.