

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2023.01.025

王超群. 智能扦样和检验系统在智慧粮库建设中的应用[J]. 粮油食品科技, 2023, 31(1): 196-202.

WANG C Q. Application of intelligent sampling system and intelligent inspection system in the construction of intelligent grain depot[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2023, 31(1): 196-202.

智能扦样和检验系统在智慧粮库建设中的应用

王超群

(中粮贸易有限公司, 北京 100005)

摘 要: 当前国内大部分基层粮库存在仓储设施水平不高、原粮收储方式不精细、传统扦样和检验工作效率低等问题, 影响了粮食储存安全精细化管理提升。推进“机械化换人、自动化减人、信息化管理、智能化管控”的智慧粮库建设对保障粮食储存安全具有重要意义。分析在粮食扦样和检验两个关键环节中存在样品不具有代表性、检验结果重复性不可靠、工作效率低等现状问题, 探索通过智能扦样系统自动扫描粮面, 自动计算点位随机取样, 提升样品代表性的方法; 通过智能检验系统自动检验生成水分、容重、杂质等质量指标, 提升检验结果准确性, 研究在粮库推广使用智能扦样系统和智能检验系统的适用性和可行性。

关键词: 粮食安全; 智慧粮库; 智能扦样系统; 智能检验系统

中图分类号: TS210.2; TS210.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-7561(2023)01-0196-07

Application of Intelligent Sampling System and Intelligent Inspection System in the Construction of Intelligent Grain Depot

WANG Chao-qun

(COFCO Trading LTD., Beijing 100005, China)

Abstract: At present, the majority of population domestic grain depot exist several problems, such as the low level of storage facilities, the inexact way of raw grain collection and storage, the low efficiency of traditional cutting and inspection, and these problems have already hindered the further development of food security refined managed. Promoting the Intelligent Grain Depot (Mechanization, Automation, Informatization and Intelligent Control) is of great importance in ensuring the food storage security. This paper analysed the present situation of inaccurate grain samples, inaccurate inspection and low working efficiency, and explored the approaches of elevating the representative of sample by Intelligent Sampling System automatic scan the Grain surface, automatic compute sample site. The approaches of automatically inspects the generated moisture, unit weigh, impurities and other quality indicators were also explored by Intelligent Inspection System, and the feasibility of promotion and application of Intelligent Sampling

收稿日期: 2022-08-05

基金项目: 中粮贸易有限公司“四化”粮库项目

Supported by: COFCO Trading LTD. Intelligent Grain Depot

作者简介: 王超群, 男, 1988 年出生, 硕士, 中级工程师, 研究方向为粮食智能仓储、安全管理等方面研究。E-mail: william8810@126.com.

System and the intelligent Inspection System were also studied.

Key words: food security; intelligent grain depot; intelligent sampling system; intelligent inspection system

我国是农业生产大国,也是粮食消费大国,也是典型的粮食储备大国,粮食安全始终是关系我国国民经济发展、社会稳定和国家自立的全局性重大战略问题^[1]。根据国家统计局官方数据,2021 年全国夏收粮食产量 1.5×10^{11} kg, 全国秋收粮食产量 5.1×10^{11} kg, 全年粮食产量共计 6.8×10^{11} kg, 其中,稻谷产量 2.1×10^{11} kg, 比上年增长 1×10^9 kg, 增长 0.5%; 小麦产量 1.4×10^{11} kg, 比上年增长 2.7×10^9 kg, 增长 2.0%; 玉米产量 2.7×10^{11} kg, 比上年增长 1.2×10^9 kg, 增长 4.6%^[2]。

粮食行业在收购、烘干、储存、销售、运输等环节上,具有其特殊性。然而,国内大部分基层粮库存在仓储设施水平不高、原粮收储方式不精细、传统扦样和检验工作效率低等问题,影响粮食储存安全精细化管理提升。推进“机械化换人、自动化减人、信息化管理、智能化管控”的智慧粮库建设对保障粮食储存安全具有重要意义。其中,扦样和检验在粮食收购过程中尤为关键,是粮食质量的“准入关”,扦样样品的代表性、检验结果的真实性与准确性决定粮食质量,同时粮食质量直接影响后续粮食烘干质量、粮食储存安全。因此,结合粮食收购的特点,如何提升样品的真实性、代表性和检验结果的准确性、稳定性一直以来是粮食行业重点研究的课题。

1 传统扦样和传统检验存在的问题

1.1 基层粮库现状

1.1.1 市场化程度低

目前国内粮库主要是以国有为主,受体制和机制约束,粮库的市场竞争意识不足和竞争能力不强,无论是粮库管理人员还是基层员工,普遍缺乏参与市场竞争、追求更高利润的动力和能力。粮库盈利模式以粮食收储,获得仓储保管费用,盈利水平较低^[3]。

1.1.2 粮库人员少,劳务用工成本增加

粮库日常管理人员较少,一般为 30~50 人。传统粮食行业主要承担粮食购销、烘干、储存,粮食季节性特别强,主要为夏粮收购(南方区域,时

间主要集中在 6 月~8 月)和秋粮收购(黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古等区域,时间主要集中在 11 月~3 月),用工季节性强,需要聘用大量的劳务作业人员,进出仓作业、粮食烘干等劳动强度大,越来越少人愿意从事粮库现场作业,基层粮库面临劳务工人“用工荒”问题;同时随着社会发展,社会整体工资不断增长,粮库用工成本不断上升。

1.1.3 缺乏粮食扦样和检验专业人才

有的粮库地处偏远、工作环境较差、交通不便等因素造成粮库无法吸引和留住优秀专业人才,尤其在扦样、检验、安全管理等方面专业人才日益缺乏。以检验员为例,粮食检验对检验员自身检验技术、手法、方法、检验经验、责任心等方面都有非常高的要求,需要专业性强和工作经验丰富的专业化人才方可胜任。

1.1.4 传统扦样和传统检验易受到“人为因素”干扰,影响粮食质量

由于扦样和检验的特殊性,以玉米检验为例,容重、水分、杂质、霉变等关键指标直接关系到粮食等级和价格,传统扦样方式和传统检验方式易受到“人为因素”干扰,易发生扦样样品不能真实、准确的反映整车粮食质量和检验结果不准确、检验数据“失真”事件^[4-5]。

1.2 传统扦样存在问题

传统扦样是由扦样人员登上爬梯,操作扦样机插入粮食内部对售粮车辆进行取样,然后通过管道将样品传输至检验室。存在扦样随意性强、扦样人员专业能力不足、扦样样品代表性不足、工作效率低等突出问题。

1.2.1 扦样人员专业能力不足,扦样样品代表性不足

国家标准《粮食、油料检验 扦样、分样法》(GBT 5491—1985)对粮食散装扦样方法、包装扦样方法、流动粮食扦样方法等进行规定,但是针对散粮农用车、散粮卡车的扦样点位、数量并无明确规定。在进行散粮车辆扦样时,扦样人员专业能力不足、缺乏工作经验,易发生点位分布不合理、样品数量不足、扦样方式错误等情形,

导致样品代表性不足,直接影响粮食检验结果指标的准确性^[6]。

1.2.2 传统扦样随意性强

扦样人员因受到重复劳动、身体疲劳、心理、现场作业环境等影响,易发生扦样不到车厢底部、未覆盖车辆四周边角处、扦样点位数不足等不合规操作情形,导致扦样样品无法真实、准确的反馈粮食质量和等级;其次,扦样人员易受场外因素影响,在扦样过程中人为故意违规操作;再次,售粮人员易摸清扦样人员扦样习惯,在车厢底部、车厢四周等不易触及部位放置不合格粮食,均给粮库造成了比较严重的经济损失^[7-8]。

1.2.3 传统扦样存在安全风险,工作效率低

传统扦样机是由扦样人员登上移动爬梯操作扦样机,爬梯高 3~5 m,冬季严寒、暴风暴雪天气,夏季高温多雨等极端天气较多,重复劳动且劳动强度大,作业频繁,极易发生高处坠落事故风险^[9-11]。

传统扦样机完成散粮车辆时间需 8~12 min/车,工作效率低,影响粮库整体收购。

1.3 传统检验现状存在问题

传统检验是检验员通过容重器、水分仪、烘箱、感官判别等方式对粮食水分、杂质、容重、不完善粒、霉变、热损伤等指标进行检验^[12],获得检测结果,对照表 1 中《玉米质量等级标准》^[13]判定粮食等级,确定粮食收购价格。

表 1 玉米质量等级标准 (GB1353—2018)

Table 1 Quality grade standard of Maize (GB1353—2018)

等级	容重 (g/L)	不完善粒 含量/%	霉变粒 含量/%	杂质含量 /%	水分含量 /%	色泽、 气味
1	≥720	≤4.0				
2	≥690	≤6.0				
3	≥660	≤8.0	≤2.0	≤1.0	≤14.0	正常
4	≥630	≤10.0				
5	≥600	≤15.0				
等外	<600	—	—	—	—	—

1.3.1 检验难度大,对检验员依赖程度高

以玉米检验为例,粮食收购指标主要有水分、杂质、容重、不完善粒、霉变粒、热损伤粒等指标,无差别分样、杂质筛分等操作要求高,检验指标多、难度较大,检验技术要求较高,尤其是不完善粒、霉变粒、热损伤粒等指标由检验员进

行人工感官判别,需要高水平、经验丰富的检验员进行操作,对检验员依赖性程度高。

1.3.2 传统检验重复性较差,不同检验员检验结果差异性大

以玉米检验为例,不完善粒、霉变粒、热损伤粒等需要检验员进行人工感官判别,相同检验员检测相同样品因疲劳程度不同、心理状态不同、不同时间等状态下得到的检验结果很可能不同,人工检测重复性较差;同时,不同检验员检测同一份样品因专业背景、对标准理解、检验尺度、工作经验、检验能力和手法等不同的情况下得到的检验结果很可能不同^[14-15]。水分、杂质、容重三个指标是通过检验员直接接触样品,操作水分仪、筛分仪、容重器进行检测,但检验员有时候受到场外因素影响,易导致检验结果“失真”和检验结果不准确,不仅造成粮库经济损失,同时不利于后期粮食烘干、粮食储存^[16-17]。

1.3.3 传统检验工作效率较低,人工成本高

因检验指标较多,需要检验的样品多,传统检验需要 2~4 名检验员同时进行操作,完成单辆散粮卡车检验需要 15~20 min,工作效率低,检验工作重复性高,检验员易疲劳,影响粮库整体收购效率。

2 智能扦样和智能检验系统的应用

借鉴无人工厂经验,探索在粮库建立智能扦样系统和智能检验系统,与粮库数字化管理系统实现互联互通,通过现代化信息技术手段,旨在减少和避免扦样和检验过程中的重复劳动,提高扦样和检验工作效率,不仅减少和避免人为干预,进一步提高粮库智能化水平。

2.1 智能扦样系统

智能扦样系统由智能扦样机+PLC 控制柜组成,利用预先内置在控制柜中的程序,实现了智能识别车辆信息、自动扦样等智能化功能。

2.1.1 网格划分分区设点、具备随机性,扦样样品具有代表性

智能扦样系统内置控制程序中根据散粮车型大小(卡车、农用车等)设定扦样点位数量,扦样机自带摄像头自动扫描粮面,将散粮粮面水平

方向、垂直方向进行网格划分若干等分,然后在网格中进行点位随机确定,同时规则设定任意两个点位不会在相同水平方向、垂直方向上。以某粮库为例,图 1 中系统将卡车水分方向(长 15 m)和垂直方向(3 m)通过智能网格划分,分成同样大小的等份,在扦样程序根据网格划分结果设定大型卡车按 13 个点进行分区设点,每次扦样点位均不相同,智能扦样机在电机驱动下根据程序计算点位进行随机扦样。扦样点位分区设置不仅满足《粮食、油料检验 扦样、分样法》等国家规范要求,点位选择具有随机性,粮食样品具有代表性,能够真实准确的反应整车粮食质量。

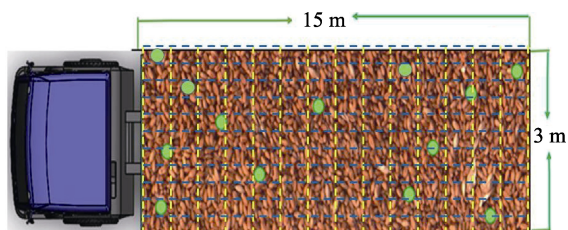


图 1 粮面网格划分和扦样点位选择

Fig.1 Mesh division of grain surface and selection of grain sample points

2.1.2 无人值守、自助操作、扦样效率高

农民通过自助机终端制卡,通过智能扦样系统自助刷卡,“一键启动”售粮扦样,自动送样至化验室,自动分样,无需人员操作,实现“去人为化”,系统记录和显示每次扦样点位。目前机械手式单扦智能扦样系统和轨道式六扦智能扦样系统应用广泛(图 2~3 所示)。



图 2 机械手式单扦智能扦样系统

Fig.2 Manipulator type intelligent inspection system

可扦样玉米、小麦、稻谷、大豆等常规品种,

可扦样干粮、潮粮、结冰冻粮等。



图 3 轨道式六扦智能扦样机

Fig.3 Rail-type intelligent inspection system

扦样效率提升至 3 min/车,较传统扦样机节约时间约 70%,提升粮食收购整体效率;扦样设备无人值守,较传统扦样设备减少 1 名扦样人员,节约人工成本,同时,能够有效避免人员登高取样导致的高处坠落生产安全事故。

2.2 智能检验系统

智能检验系统是将水分仪、容重器、筛分器、成像技术等集成为封闭式一体化设备,自动将样品进行筛分,传输装置将样品传送至不同指标检测通道,每一个通道检测不同指标,最后将检测指标自动传输至人机交互系统中,全过程人员无需操作、无需接触样品、封闭检验,自动检验水分、容重、杂质、不完善粒、霉变粒、热损伤、虫蚀粒、生霉粒等指标(玉米为例,智能检验系统构成图 4 所示),自动判定粮食等级和对应价格,检验结果与粮库收购系统互联互通^[13,18-22]。

2.2.1 智能检验系统的主要程序

(1) 粮食样品先进入滚筒筛→经过筛分→分离出杂质、破碎粒和完整粒→分别称重→自动获得杂质指标和破碎粒指标→杂质和破碎粒等自动排入到废料回收罐中;

(2) 完整粒玉米经过传输→水分分析仪→容重器→自动获得水分指标和容重指标;

(3) 完整粒玉米经过传输→霉变分析仪→玉米样本逐粒清晰成像,采用 AI 智能算法→与玉米不完善粒数据库进行比对→获得霉变粒、热损伤、虫蚀粒、生霉粒、并肩杂质(图 5 所示)。

(4) 检验数据自动上传至粮库收购系统中,检验结果同步显示到服务大厅的显示屏幕中,售粮人员可根据检验结果决定是否售粮。



图 4 智能检验系统

Fig.4 The intelligent inspection system of maize

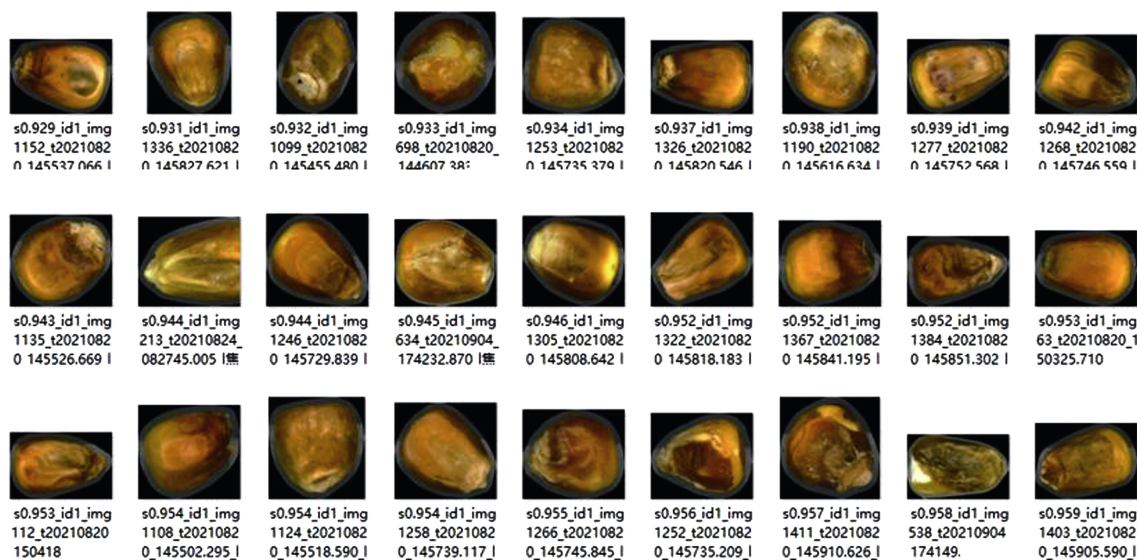


图 5 玉米不完善粒样本分析结果

Fig.5 The analysis result of unsound kernels of maize

2.2.2 智能检验系统优点

(1) 检验人员不接触样品, 无需人员干预, 有效解决基层粮库检验专业人才紧缺问题, 减少和避免粮食检验对检验员的依赖性。

(2) 检验结果重复性可靠、稳定。样品与不完善粒数据库进行比对和分析, 检验结果标准化, 检验结果准确, 粮食检验数据全流程可追溯。

(3) 降低人工成本。减少 2~4 名检验员, 大大降低粮库成本费用。

(4) 检验效率高。连续工作情况下, 单辆散粮卡车检验时间为 5~8 min, 工作效率较传统检验方法提升超 70%。

3 结论

(1) 通过智能扦样系统应用, 覆盖 100% 散粮卡车区域, 确保样品的代表性, 实现了无人值守目标。

(2) 通过智能检验系统使用, 全自动封闭检验, 自动生成水分、容重、杂质、不完善粒、霉变粒、热损伤等指标, 检验结果可靠, 实现检验标准化。

(3) 应用智能扦样系统和智能检验系统, 全过程无需人员干预, 解决了粮库季节性用工荒问题和缺乏检验专业技术人员难题。

(4) 应用智能扦样系统和智能检验系统, 在入库收购环节, 实现从扦样、化验、检斤的过程一体化、操作自动化和智能化, 整个过程用时10~15 min, 工作效率提升75%左右, ROE 可达10%以上, 数据自动上传至粮库收购管理系统, 扦样、检验、检斤等环节无人操作, 取得良好效果。

(5) 应用智能化扦样系统和智能化检验系统, 实现扦样、检验两个传统人工实施环节由智能化设备代替, 技术方法可行, 适用性强。全过程做到阳光透明, 解决农民“卖粮慢”“卖粮难”问题, 让农民卖“明白粮”“舒心粮”, 让粮库“干净收粮”“收干净粮”。

4 展望

(1) 随着智能化扦样设备、检验设备广泛应用。笔者迫切希望相关政府部门、行业主管部门等能够就完善散粮智能扦样、智能检验等方面相关法规及标准。

(2) 打造智慧型粮库是粮食企业未来必经之路, 智能扦样系统、智能检验系统仅仅是粮库众多环节中两项内容, 粮食数量在线监测、自动化出入仓、智能烘干系统、智能安防系统、智能粮情系统等技术已逐步成熟和投入使用, 在降低粮食损耗, 科学、高效、低能耗、绿色储粮保粮, 保障粮食数量真实准确等方面将会变得更加智慧化。

参考文献:

- [1] 全世文. 中国粮食安全战略及其转型[J]. 华南师范大学学报(社会科学版), 2022, (3): 112-114.
QUAN S W. China's food security strategy and Its Transformation[J]. Journal of South China Normal University(Social Science Edition), 2022, (3): 112-114.
- [2] 国家统计局, <http://www.stats.gov.cn/>.
National Bureau of Statistics, <http://www.stats.gov.cn/>
- [3] 吕丹琳. L 国有粮库发展策略研究[D]. 黑龙江大学, 2020, 36-38.
LV D L. The research of L state-owned grain depot development strategy[D]. Heilongjiang University, 2020, 36-38.
- [4] 刘海燕. 论储备粮入库工作中存在的较大风险点和控制措施[J]. 现代面粉工业, 2022, (2): 30-31.
LIU H Y. Study on major risk points and control measures in Grain Reserve storage[J]. Modern Flour Milling Industry, 2022, (2): 30-31.
- [5] 陈建伟. 浅谈粮食存储企业完善粮食质量安全管理制度的[J]. 粮食与食品工业, 2021, 28(5): 51-53.
CHEN J W. Introduction to grain storage enterprises about improvement of food quality and safety management system[J]. Cereal and Food Industry, 2021, 28(5): 51-53.
- [6] 粮食、油料检验 扦样、分样法: GBT5491[S]. 北京: 国家标准局, 1985.
Inspection of grain and oilseeds Methods for sampling and sample reduction: GBT5491[S]. Beijing: National Bureau of Standards, 1985.
- [7] 聂煌. 扦样因素对样品代表性影响的研究[J]. 科学技术创新, 2020, (2): 30-31.
NIE H. Study on the influence of cutting factors on the representativeness of samples[J]. Journal of Scientific and technological innovation, 2020, (2): 30-31.
- [8] 张玉荣, 董永强, 吴琼, 等. 储粮扦样环节中分区面积状况的研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2022, 13(10): 3207-3208.
ZHANG Y R, DONG Y Q, WU Q, et al. Study on the partition area of cutting sample in grain storage[J]. Journal of Food Safety and Quality, 2022, 13(10): 3207-3208.
- [9] 朱丽琼, 钟国才, 邓常继, 等. 粮食扦样安全作业与管理[J]. 粮食科技与经济, 2020, 45(10): 97-99.
ZHU L Q, ZHONG G C, DENG C J, et al. Safe operation and management of grain cutting samples[J]. Grain science and technology and economy, 2020, 45(10): 97-99.
- [10] 粮库安全生产守则[S]. 北京: 国家粮食局, 2016.
Grain Depot Safety Code[S]. Beijing: State Administration of Grain, 2016.
- [11] 曹阳. 粮油仓储企业安全生产技术[M]. 北京: 科学技术出版社, 2019, 20-28.
CAO Y. Safe production technology of grain and oil storage enterprises[M]. Beijing: Science and technology of China press, 2019, 20-28.
- [12] 靳晓燕, 孙士明, 赵丽平, 等. 国内外粮食水分检测技术发展概况[J]. 农机使用与维修, 2018, (10): 4-6.
LE X Y, SUN S M, ZHAO L P, et al. Development of grain moisture detection technology at home and abroad[J]. Use and Maintenance of agricultural machinery, 2018, (10): 4-6.
- [13] 玉米: GB1353[S]. 北京: 国家市场监督管理总局, 2018.
Maize: GB1353[S]. Beijing: State Administration for Market Regulation, 2018.
- [14] 张玉荣, 王强强, 吴琼, 等. 基于Python-OpenCV图像处理技术的小麦不完善粒识别研究[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2021, 42(6): 107-109.
ZHANG Y R, WANG Q Q, WU Q, et al. Research on imperfect wheat grain recognition based on Python-OpenCV image processing[J]. Journal of Henan University of Technology (Natural Science Edition), 2021, 42(6): 107-109.
- [15] 和丽香. 稻谷、小麦、玉米不完善粒种类以及判定标准[J]. 食品安全, 2020, (9): 13.

- HE L X. Types and judgment standards of imperfect grains of rice, wheat and corn[J]. China Food Safety, 2020, (9): 13.
- [16] 陈喜东. 粮食质量检测技术的应用及创新发展[J]. 食品安全导刊, 2022, (3): 152-154.
- CHEN X D. Application and innovative development of grain quality inspection technology[J]. China Food Safety, 2022, (3): 152-154.
- [17] 闫丽娜. 粮油检验在粮食工作中的重要性[J]. 食品安全, 2022, (4): 57-58.
- YAN L N. Importance of grain and oil inspection in grain work[J]. China Food Safety, 2022, (4): 57-58.
- [18] 粮油检验 玉米水分测定: GB/T10362[S]. 北京: 国家质量监督检验检疫总局, 2008.
- Inspection of grain and oil—Determination of moisture content of maize: GB/T10362[S]. Beijing: General Administration of Quality Supervision, 2008.
- [19] 粮油检验粮食、油料的杂质、不完善粒检验: GB/T5494[S]. 北京: 国家市场监督管理总局, 2019.
- Inspection of grain and oil—Determination of foreign matter and unsound kernels of grain and oilseeds GB/T5494[S]. Beijing: General Administration of Quality Supervision, 2019.
- [20] 粮油检验小麦水分含量测定近红外法: GB/T 24898[S]. 北京: 国家质量监督检验检疫总局, 2010.
- Inspection of grain and oil—Determination of moisture content in wheat—Near-infrared method: GB/T 24898[S]. Beijing: General Administration of Quality Supervision, 2010.
- [21] 稻谷: GB1350[S]. 北京: 国家质量监督检验检疫总局, 2009.
- Paddy: GB1350[S]. Beijing: General Administration of Quality Supervision, 2009.
- [22] 小麦: GB1351[S]. 北京: 国家质量监督检验检疫总局, 2008.
- wheat: GB1351[S]. Beijing: General Administration of Quality Supervision, 2008.
- 备注: 本文的彩色图表可从本刊官网 (<http://lyspkj.ijournal.cn>)、中国知网、万方、维普、超星等数据库下载获取。