

doi: 10.12133/j.smartag.2020.2.4.202004-SA002

中国智能农机装备标准体系框架构建与研制建议

胡小鹿¹, 梁学修², 张俊宁^{3,4}, 梅岸君⁴, 吕程序^{4*}

(1. 中国农村技术开发中心, 北京 100045; 2. 工业和信息化部计算机与微电子发展研究中心(中国软件评测中心), 北京 100044; 3. 农业机械标准化技术委员会农业电子分技术委员会, 北京 100083; 4. 中国农业机械化科学研究院 土壤植物机器系统技术国家重点实验室, 北京 100083)

摘要: 针对中国智能农机装备标准化工作中缺乏系统性标准体系指导的问题, 本研究构建了中国智能农机装备标准体系框架。首先从标准体系、具体标准、国际化水平等方面分析了中国智能农机装备标准化现状及存在问题; 依托智能农机装备标准体系框架构建的目标及原则, 总结了级别、约束力、通用性、性质、对象、标准类别、参考模型、行业分类、产业环节等构成标准体系框架的维度。之后利用级别、类别、产业环节构建了智能农机装备标准体系三维框架结构, 并将其二维分解为基础层、共性通用层和应用领域层。最后提出了中国智能农机装备标准研究与编制的建议。本研究可为中国智能农机装备标准的制修订、实施与服务提供系统性指导, 引领中国智能农机装备产业快速发展。

关键词: 智能农机装备; 标准体系; 框架结构; 需求分析; 维度分析

中图分类号: S23; G307

文献标志码: A

文章编号: 202004-SA002



引文格式: 胡小鹿, 梁学修, 张俊宁, 梅岸君, 吕程序. 中国智能农机装备标准体系框架构建与研制建议[J]. 智慧农业(中英文), 2020, 2 (4): 116-123.

HU Xiaolu, LIANG Xuexiu, ZHANG Junning, MEI Anjun, LYU Chengxu. Construction of standard system framework for intelligent agricultural machinery in China[J]. Smart Agriculture, 2020, 2 (4): 116-123. (in Chinese with English abstract)

1 引言

随着智能控制、信息通信、物联网、先进制造等技术在农业领域的广泛应用, 农机装备正经历着从机械化到自动化、信息化、智能化的产业变革^[1,2]。2017年, 欧洲农业机械协会(European Agricultural Machinery Association, CEMA)提出农业4.0为欧洲农业的发展方向, 现代信息技术、智能农机装备将广泛应用于智慧农业^[3]。2019年, 美国普渡大学关于精准农业的调研表

明, 土壤采样分析、产量分析、农用卫星图像、变量施肥、变量播种、农用GPS导航、GPS喷药控制等智能农机技术、装备及服务已在美国大量推广应用, 且智能农机技术及装备将快速推广^[4]。

中国是世界农机制造和使用大国。2017年, 中国农机工业规模以上企业达2429家, 主营业务收入4291亿元, 农机总动力达9.88亿千瓦, 全国农作物耕种收综合机械化率超过66%^[5]。但

收稿日期: 2020-04-07 修订日期: 2020-04-22

基金项目: 中国农村技术开发中心项目(2018—2019年)

作者简介: 胡小鹿(1971—), 男, 学士, 高级工程师, 研究方向为智能农机装备项目管理。E-mail: 64749607@qq.com。

*通讯作者: 吕程序(1985—), 女, 博士, 高级工程师, 研究方向为智能农机装备技术。联系电话: 010-64882653。E-mail: lvchengxu@caams.org.cn。

中国农机行业整体大而不强^[6]，农机总量高，但智能化水平低；农机作业量大，但智能作业量少。中国政府高度关注智能农机装备产业发展，出台了一系列政策促进产业升级。2016年，国务院明确提出提高技术装备和信息化水平的任务规划，重点提出推进信息化与农业深度融合，加快实施“互联网+”现代农业行动，加强物联网、智能装备的推广应用^[7]。同年，国家重点研发计划“智能农机装备”专项启动，立足“智能、高效、环保”，按照“关键核心技术自主化，主导装备产品智能化，薄弱环节机械化”的发展思路，以38个项目为依托开展智能农机技术及装备研发，支撑农业全程全面机械化发展^[8]。在政策和科研项目的支持下，中国农机装备正在逐步融合微电子、仪器与控制、信息处理等技术，从而向智能化方向发展。

产业发展，标准先行。将智能农机装备技术转化为生产力离不开相关标准的支撑。标准体系是一定领域内的标准按其内在联系形成的科学有机整体，可促进专业领域标准的组成趋于科学合理^[9]。标准体系是保障智能农机装备产业安全、高效、环保的基础，只有在科学的标准体系下规范地生产和管理，智能农机装备产业才能形成完整、健康的产业链^[10]。为满足当前智能农机装备产业快速发展，以及“中国制造”走向世界的迫切需要，2014年，“全国农业机械标准化技术委员会农业电子分技术委员会（TC201SC6）”成立，承担农业电子领域国家标准制修订工作。2015年，“自走式农机导航系统标准综合体”和“农机远程调度监管物联网标准综合体”两个智能农机装备领域标准综合体计划获批，标志着中国智能农机装备标准子体系建设迈出了第一步。但目前，中国智能农机装备标准化发展仍相对滞后，没有标准体系框架，在相关标准制修订、实施与服务的过程中缺乏系统性指导。

本研究基于中国智能农机装备技术和产业标准化现状，以及存在的问题进行分析，并构建智能农机装备标准体系框架，提出中国智能农机装

备标准编制与研究建议，为中国智能农机装备标准的制修订、实施与服务提供系统性指导，引领中国智能农机装备产业快速发展。

2 智能农机装备标准化现状及存在问题

2.1 标准化现状

为对中国智能农机装备标准化进行摸底，依托农业机械标准化技术委员会农业电子分技术委员会标准制修订工作，总结了我国智能农机装备领域已发布实施和在研的国家标准（表1）。目前，已发布实施的智能农机装备国家标准18项，在研国家标准计划项目18项。发布的智能农机装备领域行业标准有28项，地方标准、团体标准、企业标准30余项。

2.2 存在问题

（1）缺乏科学的标准体系指导。中国智能农机装备领域未形成科学的标准化体系，立项的标准综合体也仅是引言所述“自走式农机导航系统标准综合体”和“农机远程调度监管物联网标准综合体”2项智能农机装备共性通用技术。目前智能农机装备标准化工作中尚无战略规划和科学的标准体系框架指导，导致智能农机装备领域相关标准定位不清、标准间交叉重复、配套性差。因此急需建立一个科学、完整、统一、协调的智能农机装备标准体系，指导中国智能农机标准化工作。

（2）智能农机装备标准数量不足。国内目前归口全国农业机械标准化技术委员会发布的农业机械国家标准有324项、行业标准有288项。相比之下智能农机装备标准仅为其中的11%和10%，数量上远不能满足农机全产业链智能化转型的需求。发布实施的智能农机装备地方标准、团体标准、企业标准质量参差不齐。标准数量不足、质量缺乏保障导致智能农机装备生产没有统一规范、新产品研发无标可依、上下游产业无法

表1 智能农机装备国家标准及计划项目

Table 1 National standards and ongoing standard project for intelligent agricultural machinery

标准号或计划号	标准名称	数量
GB/T 37164-2018	自走式农业机械导航系统作业性能要求及评价方法	1
GB/T 35381-2017	农林拖拉机和机械 串行控制和通信数据网络 第1-9部分、第11部分、第13部分	11
GB/T 35383-2017	播种监测系统	1
GB/T 35487-2017	变量施肥播种机控制系统	1
GB/T 35838-2018	平移式喷灌机变量控制系统	1
GB/T 35488-2017	联合收割机监测控制系统	1
GB/T 20563-2006	动物射频识别 代码结构	1
GB/T 22334-2008	动物射频识别 技术准则	1
20180173-T-604	农业拖拉机和机械 拖拉机和自走式机械的自动引导系统 安全要求	1
20180176~20180178-T-604	农林拖拉机和机械 串行控制和通信数据网络 第10部分、第12部分、第14部分	3
20161621~20161624-T-604	农林拖拉机和机械 控制系统与安全相关部件 第1-4部分	4
20130062-T-469	农业物联网应用服务标准	1
20130063-T-469	设施农业物联网传感设备基础规范	1
20130065-T-469	设施农业物联网感知数据传输技术标准	1
20130066-T-469	设施农业物联网感知数据描述标准	1
20130064-T-469	设施农业物联网调节、控制设备规范	1
20074287-T-604	农业固定设备 畜牧饲养的数据网络	1
20194021-T-604、20194018-T-604、 20194019-T-604	动物射频识别 第1-3部分	3
20194020-T-604	动物射频识别 高级射频标签 第1部分空中接口	1

配套衔接,急需制订大量、优质的智能农机装备标准。

(3) 智能农机装备标准没有“走出去”。近年来,中国在对国际智能农机标准的转化方面做了大量的工作,目前发布和在研的智能农机装备国际标准中,86%为等同采用或修改采用ISO国际标准,且对口国际标准采用计划项目正在规划逐年立项。但尚未有中国制定的智能农机装备标准推荐为国际标准,中国国产标准国际化水平尚需加强。

3 标准体系框架构建目标、原则及维度分析

3.1 构建目标

构建中国智能农机装备标准体系框架的目标在于形成智能农机装备标准化顶层设计及总体规划:①依托标准体系框架,编制联系紧密、相互协调、层次分明、构成合理、相互支持、满足应用需求的智能农机装备标准体系表;②明确现有

标准的缺口,有目标、有计划、有步骤地指导推进智能农机装备系列标准制修订,解决标准数量不足的问题;③为新产品研发提供依据,引导中国智能农机装备生产制造与应用服务产业链配套,进而提高中国智能农机装备行业整体水平,为标准“走出去”提供基础^[5]。

3.2 构建原则

按照目标明确、全面成套、结构合理、动态开放、政策一致、国际接轨等原则构建智能农机装备标准体系框架。

(1) 目标明确。标准体系框架的构建以智能农机装备产业转型升级、民生保障和改善、国际竞争力提升等国家重大需求为导向,立足具有前沿性、共性和重大的智能农业装备技术和产业领域标准化分析,明确标准化重点任务,作为中国国家、行业、地方、团体、企业标准制修订的统一规划和蓝图。

(2) 全面成套。智能农机装备标准体系要能够涵盖智能农机装备所需的各项技术标准、规

范，无论其直接或间接作用于目标的实现，均应纳入智能农机装备体系。智能农机装备标准化体系不是各个单项标准简单地集合，而是各个标准按照同一目的，根据一定规则形成的集合体。标准体系应力求完整、没有缺漏、尽量全面。

(3) 结构合理。标准体系中各子体系、标准层次、数量比例、流程顺序和各类别之间具有一定的逻辑关系和内在联系。将智能农机装备相关标准按其内在联系分门别类地纳入相应子体系中，表现为各要素空间和时间排列组合的次序，形成标准体系的结构形式。

(4) 动态开放。智能农机装备技术和产业是一个持续发展过程，随着产业推进和市场发展，相关标准体系需预留扩展、更新、细化、完善的空间，满足新技术诞生后快速定位于标准体系的需求，减少体系优化更新产生的混乱，保持智能农机装备标准体系畅通。

(5) 政策一致。智能农机装备标准体系的建立要紧贴国家产业政策，与国家和行业现行的法律、法规及部门规章协调一致。《当前优先发展的高技术产业化重点领域指南》《中国制造 2025》和《国家智能制造标准体系建设指南 2015》，确定了智能农机装备标准体系涉及到重点领域、基本原则、服务对象和制定主体。《中华人民共和国农业机械化促进法》《中华人民共和国农民专业合作社法》和《非道路移动机械污染防治技术政策》等规定了相关行业及领域的技术、产业政策。《中华人民共和国标准化法》和《标准体系表编制原则和要求》等要求了标准体系的建立规范。

(6) 国际接轨。为了降低国际贸易成本，促进中国智能农机装备产业“走出去”，标准体系框架的编制一方面要充分考虑对应 ISO 等国际标准组织制定国际标准的等同、修改采用；另一方面要研制一批以中国为主导、具有自主核心技术的高水平标准，努力将中国制定的标准提升到国际水平，提升国际竞争力。

3.3 维度分析

维度是标准体系框架的必需组成部分。识别可用维度、选择合理维度是构建标准体系的必要步骤。智能农机装备涉及领域多、产业链长，其标准体系可用维度复杂。在标准方面存在级别、约束力、通用性、性质、对象、类别等维度；在专业领域方面存在参考模型、行业分类、产业环节等维度。级别分为国家标准、行业标准、地方标准、团体标准和企业标准^[11]。约束力分为强制标准和推荐标准^[11]。通用性分为通用标准和专用标准。标准性质分为基础标准、产品标准、方法标准和管理标准。标准对象分为管理标准、技术标准、作业标准和服务标准。标准类别分为安全、卫生、环保、基础、方法、管理、产品和其他。参考模型分为物理层、支撑层、管理层和应用层。行业分类为农副食品加工业、通用设备制造业、仪器仪表制造业^[12]。产业环节分为作业动力、播施移栽、植保、收获、种子繁育精选、农产品保质运贮、设施农业、畜禽养殖和农产品加工^[13,14]。

4 智能农机装备标准体系框架构建方法

标准体系框架主要分为二维框架结构、三维框架结构和多维框架结构。根据标准排列形式，二维框架结构分为层次结构、序列结构和综合结构 3 种^[15]。三维框架结构由三个互相垂直的坐标轴组成标准属性空间^[16]。多维框架结构将系统工程中霍尔三维结构模型拓展，多个三维空间的零点相连得到多维框架结构^[17]。

多维框架结构可较全面地反映标准体系中的子体系或标准的属性，为后续体系中标准制修订提供多维度的指导。但多维框架结构中子体系或标准在体系全局中的位置不直观，体系的低维分解复杂，查阅不便。因此本研究构建了智能农机装备标准三维框架结构，并进行了二维体系分解。

4.1 三维框架结构

上文所述的9个维度中,级别直接决定标准的有效范围与归口单位;产业环节是针对智能农机装备技术领域进行的细分,有助于形成专业的团队构建标准体系表及开展标准制修订工作;通用性、性质、对象、类别几个维度在具体层次划分上存在交叉,其中类别维度为国家标准化业务管理平台中明确的维度,可更精准地指导标准计划立项。因此最终选用级别、类别、产业环节3个方面构建三维标准体系框架,如图1所示。

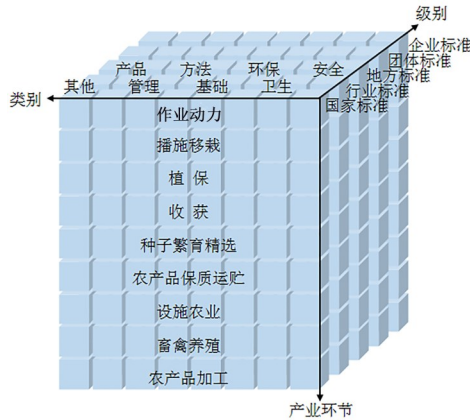


图1 智能农机装备标准体系三维框架结构

Fig. 1 Three-dimensional framework of intelligent agricultural machinery standard system

4.2 三维框架结构的二维分解

标准层次为一定范围内一定数量的共性标准的集合,反映了标准之间的内在联系、主从关系、覆盖面、共性与个性以及统一与具体^[9]。图1所示三维标准体系框架结构只描述了标准体系的内容,不能清晰反映标准层次,也不能直接指导二维层次结构的标准体系表制修订,因此将三维模型转化为二维框架结构。

将标准体系三维框架分解,构建如图2所示标准体系二维分解结构,分为基础层、共性通用层、应用领域层3层^[18]。每层中包含若干单元,所含单元可以是具体标准,也可是涵盖系列标准的子体系。第一层基础包括标准体系基础层常见的安全、可靠性和术语^[19];同时针对非道路移动机械污染防治新要求,把环保引入基础层。第

二层包含智能农机装备专业领域的一些共性通用技术,如信息感知、导航与定位、控制通讯、大数据分析、农业管控平台等,这些技术相关标准已发布实施、项目立项,或有立项计划^[20-23]。同时,依据动态开放原则,共性通用层设置待扩展部分,随智能农机装备领域管理体制、方针政策、经济发展、科技水平、社会化、组织化程度等因素动态调整和更新。第三层应用领域包括作业动力、播施移栽、植保、收获、种子繁育精选、农产品保质运贮、畜禽养殖和农产品加工。图2构建的标准体系框架需要定期修订、更新、乃至废止。在实际标准制修订工作中,以体系框架要能否指导标准体系表的构建、是否具有动态包容前沿标准的能力来检验标准框架有效性。

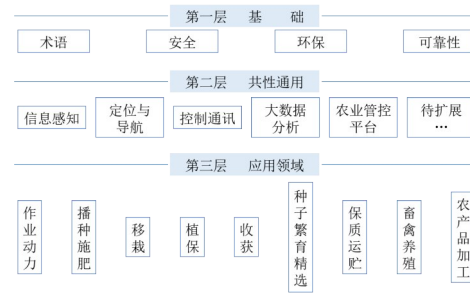


图2 标准体系三维结构的二维分解

Fig. 2 2D reduction of 3D standard system framework

表1可见目前智能农机装备国标涉及共性通用标准21项,应用领域标准15,主要集中在共性通用层的定位与导航、控制通讯、管控平台,以及应用领域的播施移栽、植保、收获、设施农业、畜禽养殖等方面。目前中国发布的智能农机装备领域行业标准主要分布在农业(NY)、商业(SB)、水产(SC)行业,涉及共性通用层的农业管理平台、应用领域的畜禽养殖、农产品加工等方面。智能农机装备领域地方标准、团体标准、企业标准主要集中在应用领域层,多为各应用领域的相关产品标准。

5 结论与标准研制建议

5.1 结论

基于中国智能农机装备技术及产业标准化存

在的智能农机装备行业无科学的标准体系、标准数量缺口大、低级别标准质量参差不齐、国产标准尚未“走出去”的问题,本研究识别了智能农业装备标准体系维度,包括级别、约束力、通用性、性质、对象、类别、参考模型、行业分类和产业环节。基于级别、类别、产业环节3个方面,最终构建了针对中国的智能农机装备标准体系三维框架结构,并将其进行二维分解为基础层、共性通用层和应用层等3层。

5.2 标准化工作研制建议

基于中国智能农机装备标准化现状,以标准体系框架为基础编制标准体系表。分批把体系表中标准列入标委会工作计划,以标委会为依托,组织成立标准起草工作组,开展标准制修订工作。强化农业智能装备标准的实施与服务力度,引领中国智能农机装备产业快速发展。具体建议如下。

(1) 急用先行、成熟先上。量子子体系或具体标准制修订工作的优先级,对农业智能装备领域急用的术语和定义、安全要求等基础标准重点投入,先立先研;对国内外较为成熟的通信控制、农机导航、无线传感等智能农机装备共性通用技术标准,以战略性新兴产业标准综合体、系列标准等形式,优先集中发布实施。

(2) 面向需求、注重实效。从国家智能农机装备产业需求和市场前景出发,面向农机物联网、无人机植保、智慧养殖设施等产业化应用快速扩张的领域,制修订产品、技术、检测等标准,同时加强对作业行为的规范,提升服务质量。

(3) 统筹规划、整合资源。依托国家智能农机装备标准化战略^[24,25],结合当前重点研发计划专项、数字农业建设试点项目、全国农业农村信息化示范基地等项目,坚持以企业为主导,系统整合“产、学、研、用”资源,一体化推进智能农机装备标准起草、验证、贯宣、应用推广。

(4) 加强采标,推广国际。标准制定相关人

员应积极参与国际标准化组织(ISO)、国际电工委员会(IEC)等国际标准化活动。在紧密跟踪智能农机装备领域国际标准化动态、提高国际标准化转化率的同时,借助“一带一路”倡议、“六廊六路多国多港”等国际战略,积极推进国产智能农机装备标准“走出去”。

(5) 依托组织,广聚人才。智能农机装备标准化工作业务领域多、类型复杂,所需人才需熟悉专业领域技术及标准化工作。依托全国农业机械标准化技术委员会农业电子分技术委员会,注重专业技术与标准化技能复合型人才引进与培养,壮大国内智能农机装备标准化工作人才队伍。

参考文献:

- [1] 赵春江,李瑾,冯献,等. "互联网+"现代农业国内外应用现状与发展趋势[J]. 中国工程科学, 2018, 20(2): 50-56.
ZHAO C, LI J, FENG X, et al. Application status and trend of internet plus modern agriculture in China and abroad[J]. Chinese Engineering Science, 2018, 20(2): 50-56.
- [2] MUANGPRATHUB J, BOONNAM N, KAJORNKA-SIRAT S, et al. IoT and agriculture data analysis for smart farm[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2019 (156): 467-474.
- [3] 赵春江. 智慧农业发展现状及战略目标研究[J]. 智慧农业, 2019, 1(1): 1-7.
ZHAO C. State-of-the-art and recommended developmental strategic objectives of smart agriculture [J]. Smart Agriculture, 2019, 1(1): 1-7.
- [4] BRUCE E, JESS L, JEFF B. 2019 Precision agricultural dealership survey[R]. Indiana: Purdue University, 2019.
- [5] 于珍,何光远. 中国农业机械工业年鉴[M]. 北京:中国机械工业年鉴编辑委员会, 2018.
YU Z, HE G. China agricultural machinery industry yearbook[M]. Beijing: China Machinery Industry Yearbook Editorial Committee, 2018.
- [6] 罗锡文,廖娟,胡炼,等. 提高农业机械化水平促进农业可持续发展[J]. 农业工程学报, 2016, 32(1): 1-11.
LUO X, LIAO J, HU L, et al. Improving agricultural mechanization level to promote agricultural sustainable development[J]. Transactions of the CSAE, 2016, 32 (1): 1-11.

- [7] 农业农村部网. 国务院关于印发全国农业现代化规划(2016-2020年)的通知[EB/OL]. (2017-11-28) [2020-9-22]. http://www.moa.gov.cn/nybg/2016/shiyiqi/201711/t20171128_5922419.htm.
- [8] 武圣俊. 把核心技术掌握在自己手中专访“智能农机装备”指南编写组组长方宪法[J]. 中国农村科技, 2016(9): 36-41.
WU S. Take the core technology in your own hands. Interview with Fang Xianfa, the leader of the "Intelligent Agricultural Machinery and Equipment" guide writing group[J]. China Rural Technology, 2016(9): 36-41.
- [9] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 标准体系表编制原则和要求: GB/T 13016-2009[S]. 北京: 中国标准化研究院和太原铁路局, 2009: 5.
General Administration of Quality Supervision Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. Principles and requirements for preparing diagrams of standard system: GB/T 13016-2009[S]. Beijing: China National Institute of Standardization and Taiyuan Railway Administration, 2009: 5.
- [10] YURY K, LJUBISA P, RUSLAN B. Development of the standardization system in an organization[J]. International Journal of Reliability Quality and Safety Engineering, 2017, 24(6): ID 1740004.
- [11] 于洁, 马志远. 探析标准多维度分类方法[J]. 标准科学, 2015 (2): 12-14.
YU J, MA Z. Research on multi-dimension classification method of standards[J]. Standard Science, 2015 (2): 12-14.
- [12] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 国民经济行业分类: GB/T 4754-2017[S]. 北京: 国家统计局和中国标准化研究院, 2017: 6.
General Administration of Quality Supervision Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. Industrial classification for national economic activities: GB/T 4754-2017[S]. Beijing: National Bureau of Statistics and China National Institute of Standardization, 2017: 6.
- [13] 赵跃龙, 石彦琴. 中国农业工程建设标准体系概述[J]. 中国农学通报, 2017, 33(20): 128-132.
ZHAO Y, SHI Y. Standard system for agricultural engineering construction in China: An overview[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2017, 33(20): 128-132.
- [14] 石彦琴, 赵跃龙, 李笑光, 等. 中国农业工程建设标准体系构架研究[J]. 农业工程学报, 2012, 28(5): 1-5.
SHI Y, ZHAO Y, LI X, et al. Infrastructure of standard system for agricultural engineering construction in China[J]. Transactions of the CSAE, 2012, 28(5): 1-5.
- [15] 刘丹. 我国农机化标准体系框架研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2005.
LIU D. Study on the frame of China agricultural mechanization standard system[D]. Beijing: Chinese Agricultural University, 2005.
- [16] 宋成军, 赵学兰, 田宜水, 等. 中国农业循环经济标准体系构建与对策[J]. 农业工程学报, 2016, 32(22): 222-226.
SONG C, ZHAO X, TIAN Y, et al. Construction and countermeasures of standard system for agricultural circular economy in China[J]. Transactions of the CSAE, 2016, 32(22): 222-226.
- [17] 刘培珍. 传统村落保护专项标准体系构建研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2015.
LIU P. Establishment of the traditional villages' protection special standard system[D]. Harbin: Northeast Forestry University, 2015.
- [18] 吕程序, 张俊宁, 曾贞, 等. 现代农业智能装备标准引领农机智能制造工业转型[C]//2017第十九届中国科协年会论文集. 北京, 中国: 中国科学技术协会学会学术部, 2017.
LYU C, ZHANG J, ZENG Z, et al. Modern agricultural intelligent equipment standards lead the transformation of agricultural machinery intelligent manufacturing industry[C]//2017 Proceedings of the 19th annual meeting of the Chinese Association for science and technology. Beijing, China: Academic Department of China Association for Science and Technology, 2017.
- [19] 中国政府网. 两部门关于印发国家智能制造标准体系建设指南(2018年版)的通知[EB/OL]. (2018-10-16) [2020-9-22]. http://www.gov.cn/xinwen/2018-10/16/content_5331149.htm.
- [20] 罗锡文, 廖娟, 邹湘军, 等. 信息技术提升农业机械化水平[J]. 农业工程学报, 2016, 32(20): 1-14.
LUO X, LIAO J, ZOU X, et al. Enhancing agricultural mechanization level through information technology[J]. Transactions of the CSAE, 2016, 32(20): 1-14.
- [21] BOCHTIS D D, SORENSSEN C G C, BUSATO P. Advances in agricultural machinery management: A review[J]. Biosystems Engineering, 2014, 126: 69-81.
- [22] ANDREI T, ATSLANDS R, TICIANA L, et al. Multi-level data fusion for the Internet of Things in smart agriculture[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2020, 171: ID 105309.
- [23] 葛文杰, 赵春江. 农业物联网研究与应用现状及发展

- 对策研究[J]. 农业机械学报, 2014, 45(7): 222-230.
- GE W, ZHAO C. State-of-the-art and developing strategies of agricultural internet of things[J]. Transactions of the CSAM, 2014, 45(7): 222-230.
- [24] 中国政府网. 国务院办公厅关于印发国家标准化体系建设发展规划(2016-2020年)的通知[EB/OL]. (2015-12-30) [2020-9-22]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-12/30/content_10523.htm.
- [25] 中国政府网. 国务院印发《关于加快推进农业机械化和农机装备产业转型升级的指导意见》[EB/OL]. (2018-12-29) [2020-9-22]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2018-12/29/content_5353308.htm.

Construction of Standard System Framework for Intelligent Agricultural Machinery in China

HU Xiaolu¹, LIANG Xuexiu², ZHANG Junning^{3,4}, MEI Anjun⁴, LYU Chengxu^{4*}

(1. *China Rural Technology Development Center, Beijing 100045, China*; 2. *Research Center for Computer and Microelectronics Industry Development China (Software Testing Center), Beijing 100044, China*; 3. *Subcommittee on Agricultural Electronics of National Technical Committee on Agricultural Machinery of Standardization Administration of China, Beijing 100083, China*; 4. *State Key Laboratory of Soil Plant Machine System Technology, Chinese Academy of Agricultural Mechanization Sciences, Beijing 100083, China*)

Abstract: Standard system is the overall strategic planning and implementation guidance for standardization in professional field. In view of the missing of standard system on intelligent agricultural machinery, a standard system framework was contributed for the industry of intelligent agricultural machinery in this study. Currently, in China, standardization work for the industry of intelligent agricultural machinery is carrying out unplanned and disorderly. Published standard is of limited number, and could not meet the industry needs. The adopted international standards take a high percentage of national standards, however, China-made intelligent agricultural machinery standard has not been promoted abroad. Based on the development goals and principles of standard system framework, 9 dimensions of level, binding force, generality, property, object, standard category, reference model, industry classification and industry sector were identified for the standard system framework of intelligent agricultural machinery. Three dimensional standard system framework was contributed for intelligent agricultural machinery. The level dimension included 5 elements of national standard, industry standard, local standard, group standard, and enterprise standard. The category dimension included 8 elements of safety, health, environmental protection, basic, methods, management, products, and others. The industry sector dimension included 9 elements of power machinery, seeding and fertilizing machinery, plant protection machinery, harvester, seed breeding and selection machinery, agricultural product storage and transport machinery, facility agriculture, livestock and poultry breeding machinery, and agricultural product processing machinery. In order to clear standard level and intuitively guide standard system table development, the three dimensional standard system framework was decomposed in two dimensions. The first layer was basis, included terminology, safety, environmental protection and reliability. The second layer was common features, included information perception, navigation and positioning, control communication, big data analysis, agricultural management platform. The third layer was applications, included operating power, seeding and fertilization, plant protection, harvesting, selection and breeding of seed, agricultural product storage, facility agriculture, livestock and poultry breeding, and agricultural product processing. Suggestions were proposed for standardization of intelligent agricultural machinery in China. Firstly, priorities of the standard system table should be worked out based on industry need and technological maturity. Secondly, practicability of the standard was suggested to be improved by developing the standard content based on industry needs and market prospect. In addition, a variety of resources of industry, university and research institute was suggested to be organized together to contribute to standardization work. In addition, the progress of international standardization was suggested to be tracked, and the China-made standard was suggested to be internationalized. Finally, the standardization work should be operated by the professional organizations and specialized talents. This standard system framework could be used to systematically guide the development, revision, implementation, and service of intelligent agricultural machinery standards, and lead the rapid development of intelligent agricultural machinery industry in China.

Key words: intelligent agricultural machinery; standard system; frame structure; demand analysis; dimensional analysis

(登陆 www.smartag.net.cn 免费获取电子版全文)