



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—202X

香菇菌棒自动化生产成套设备

Complete set of automatic production equipment of shiitake mushroom sticks

(征求意见稿)

202X-XX-XX发布

202X-XX-XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国农业机械标准化技术委员会（SAC/TC 201）归口。

本文件起草单位：淄博隆泰机械科技有限公司、山东理工大学、中国农业机械化科学研究院集团有限公司、……。

本文件主要起草人：……、……、……。

香菇菌棒自动化生产成套设备

1 范围

本文件规定了香菇菌棒自动化生产成套设备的组成及配置、安全要求、技术要求、安装、调试、验收等要求，并描述了试验方法。

本文件适用于香菇菌棒自动化生产成套设备（简称成套设备）的设计、制造、安装、调试和验收。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 4208—2018 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 5667 农业机械 生产试验方法
- GB/T 7932 气动 对系统及其元件的一般规则和安全要求
- GB/T 8196 机械安全 防护装置 固定式和活动式防护装置的设计与制造一般要求
- GB/T 9480 农林拖拉机和机械、草坪和园艺动力机械 使用说明书编写规则
- GB 10396 农林拖拉机和机械、草坪和园艺动力机械 安全标志和危险图形 总则
- GB/T 12728 食用菌术语
- GB/T 13306 标牌GB/T 15706 机械安全 设计通则 风险评估与风险减少
- GB/T 17248.3 声学 机器和设备发射的噪声 采用近似环境修正测定工作位置和其他指定位置的发射声压级
- GB/T 18836 风管送风式空调（热泵）机组
- GB 19517 国家电气设备安全技术规范
- GB/T 23821 机械安全 防止上下肢触及危险区的安全距离
- GB/T 25296 电气设备安全通用试验导则
- JB/T 8574 农机具产品 型号编制规则
- JB/T 14074 食用菌环境调节机组

3 术语和定义

GB/T 12728界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

香菇菌棒自动化生产成套设备 **complete set of automatic production equipment of shiitake mushroom sticks**

具有香菇培养料拌料、分料、装袋、灭菌、接种、菌丝培养功能，主要由搅拌机（一级搅拌、二级搅拌）、上料机（刮板式或螺旋式）、装袋机（工位分料、装袋扎口）、灭菌器、下架机、接种机、上架机、刺孔机、制冷控制系统和脱袋机等单机组成的整套设备。

3.2

主料 main substrate

香菇栽培过程中，为香菇生长繁殖提供营养的原料。满足香菇生长发育所需要的碳源为主要目的，多为木质纤维素类的农林副产品，如木屑、籽壳、麦秸、稻草等。

[来源：GB/T 12728—2006，2.6.38，有修改]

3.3

辅料 supplement

以满足香菇生长发育所需要的有机氮源为主要目的的原料。多为含氮量高的糠、麸、饼肥、鸡粪、大豆粉、玉米粉等。

[来源：GB/T 12728—2006，2.6.39，有修改]

3.4

料棒 mushroom stick

根据香菇的生长特性，将按配方投入的主料与辅料搅拌混合形成的基料用塑料袋包装起来的严密性圆柱形棒体。

3.5

自动装袋机 automatic bagging machine

利用自动化装置把基料自动装入塑料袋中并将袋口捆扎形成料棒的设备。

3.6

菌棒 artificial bed-log

料棒接种香菇菌种后长有菌丝的棒状菌体。也称菌筒、人造菇木。

[来源：GB/T 12728—2006，2.6.63]

3.7

灭菌器 sterilizer

通入蒸汽对置入的料棒进行高温灭菌的容器。

3.8

灭菌架 sterilizing rack

在料棒周转箱内摆放料棒的架子。

3.9

下架机 off rack machine

将周转箱内灭菌架上的料棒取下的设备。

3.10

刺孔 perforating

对灭菌后的料棒进行刺孔做接种准备。

3.11

接种 inoculation

通过刺孔将菌种移植到料棒中的操作。

[来源：GB/T 12728—2006，2.4.41，有修改]

3.12

上架机 racking machine

将接种后的菌棒放置在培养架子上的设备。

3.13

培养 culture

在一定环境条件下，用人工培养基使微生物生长繁殖。香菇生产中特指创造适宜条件使菌丝生长的过程。

[来源：GB/T 12728—2006，2.1.19]

3.14

脱袋 bag removing

将菌棒外层的塑料薄膜包装袋去除。

4 基本参数与产品型号**4.1 基本参数**

香菇菌棒自动化生产成套设备（以下简称“成套设备”）的基本参数通常为其主要单机的作业参数，包括额定装袋能力（个/h）、单袋质量（kg/个）、额定接种能力（个/h）、额定脱袋能力（个/h）、气源压力（MPa）等。成套设备以额定装袋能力（个/h）为主参数。

4.2 产品型号

成套设备一般不编制产品型号。成套设备的主要单机产品型号按JB/T 8574规定的原则编制。

5 技术要求**5.1 基本要求**

5.1.1 成套设备的各单机及附属装置应按经规定程序批准的产品图样及技术文件制造。自制零部件应经检验合格，外购（协）零部件、标准件应有合格证明文件。

5.1.2 焊接件焊合表面应清渣，焊缝应均匀、平整、牢固，不应有堆焊、虚焊、烧伤、漏焊、脱焊、裂纹、夹渣、气孔缺陷。

5.1.3 钣金件应光滑平整、无毛刺、无飞边，不应有裂纹。

5.1.4 机械加工表面应无擦伤、毛刺和锈蚀。

5.1.5 成套设备所有外露零部件应无飞边、锋棱、毛刺及影响装配质量的机械损伤、凹陷、起皱和裂纹，转角应圆滑。

5.1.6 成套设备涂漆层、涂塑层及表面处理的零件应平整光滑、色泽均匀、无明显划痕、污浊、流痕、起泡、起层、锈蚀等缺陷。

5.1.7 成套设备润滑系统润滑油、脂应充足，密封件内润滑油、脂应无泄漏。所用的润滑油、脂及其他介质等，不应菌棒造成污染。

5.1.8 设备结构、输送装置和连接部分不应有滞留物料的凹陷及死角，物料接触表面应光滑平整，易清理。

5.1.9 成套设备电线应捆扎成束、布置整齐有序、固定卡紧；接头应牢固可靠并有绝缘套；导线穿越孔洞时应装设绝缘套管。

5.1.10 成套设备控制面板，应标识明确、完整，便于调整、操作。

5.1.11 成套设备各电气接头应加以编号；操作按钮应灵活、准确；指示灯显示应正常、正确。

5.1.12 成套设备连接紧固件应牢固可靠，不应有松动现象。

5.1.13 通过可编程逻辑控制器（PLC）控制的成套设备运行系统，运行应平稳、动作灵活、定位准确、

无卡滞现象，并应具有联锁保护、故障自动停机和危险动作报警功能。

5.1.14 组成成套设备各主要单机的生产能力应合理匹配，并应实现从基料到料棒的连续自动、平稳作业。

5.1.15 成套设备及组成单机的使用说明书应按 GB/T 9480 的规定编写。

5.1.16 装配完整的各单机，至少包括装袋机、下架机、接种机、上架机、刺孔机和脱袋机，在各单机允许运行条件下空载运行至少 30 min，各运动件应运转平稳、可靠，运转中应无异常响声；各操作和调节机构操纵应灵活、准确、可靠，无异常响声；各连接件应无松动；各电气设备应无漏电。

5.2 安全要求

5.2.1 成套设备应按照 GB/T 15706 规定的机械安全设计通则，通过充分的风险减少措施达到可接受的风险水平。

5.2.2 对正常操作和保养时可能触及到的外露运动件、传动装置等应设置安全防护装置，安全防护装置应符合 GB/T 8196 的规定。

5.2.3 成套设备应配备工作可靠的光电感应装置。

5.2.4 防止上下肢触及危险区的安全距离应符合 GB/T 23821 的规定。

5.2.6 成套设备的电气设备安全应符合 GB 19517 的规定。电气设备及线路应连接正确、接头可靠、完整无损，不应接近发热部件、运动部件或锋利边缘位置，不应发生短路或断路，并具有过载、短路、漏电保护功能和可靠的接地装置。

5.2.7 成套设备电气设备短接的动力电路（包括与动力电路联接的控制电路和信号电路）与保护联结电路（包括机座）导线之间的绝缘电阻不应小于 1 M Ω 。

5.2.8 成套设备的所有裸露可导电零件（包括机座），应连接到保护联结电路。成套设备应有接地端子或接地导线，接地端子或接触点与接地金属部件之间的连接，应具有低电阻值，其电阻值不应超过 0.1 Ω 。

5.2.9 常态下各电动机接线端子与机体间的绝缘电阻不应小于 20 M Ω 。动力电气导线和保护联结电路之间应经受至少 1 s 的耐电压试验。

5.2.11 成套设备应在适当位置处设置急停装置，急停操动器的有效操作能中止后续命令，该操作命令在其复位前一直有效；复位应只能在引发紧急操作命令的位置用手动操作；急停命令的复位不应重新启动设备，而只允许再启动。

5.2.12 成套设备涉及安全的控制单元应采用安全回路。安全控制回路应采用不大于 36 V 的安全电压。

5.2.13 成套设备的电路、电动机的选择、设备上安装的二次仪表及操作控制单元以及它们的接线和安装，应满足具体工作环境所需的防水、防尘、高温、低温等方面特定要求。

5.2.14 成套设备电气柜防护等级不应低于 GB/T 4208—2018 中的 IP54。

5.2.15 成套设备配套的压缩空气系统、气动元件和管道安全要求应符合 GB/T 7932 的规定。气动系统管路联接应密闭，驱动及控制装置应灵敏可靠、动作准确到位，操作方便。蒸汽系统应有保温设施；压缩空气系统和蒸汽管路系统应设置安全装置。

5.2.16 成套设备空载状态运行时操作者工作位置噪声声压级最大值不应大于 85 dB（A）。

5.2.17 与菌袋接触的部件表面应易消毒且耐腐蚀，与菌种接触部分不与菌种发生化学反应且耐高温。

5.2.18 正常操作和保养时存在潜在危险的外露功能件、防护装置（罩）开口处及其他存在剩余风险的部件附近，包括物料喂入口、电气控制柜、装袋工作区、接种工作区和脱袋工作区附近应设置符合 GB 10396 规定的安全标志，安全标志应在使用说明书中重现。使用说明书中应包括提醒操作者的安全注意事项。

5.3 性能要求

5.3.1 搅拌机

按制造厂使用说明书的规定进行操作和作业，搅拌机主要性能指标应符合表 1 的规定。

表 1 搅拌机主要性能指标

序号	项目	性能指标
1	批次混合能力	≥制造厂明示值
2	自然残留率	≤额定批次混合质量的 1.5%
3	吨料电耗	≤5 kW·h/t
4	混合均匀度	≥85%

5.3.2 装袋机

按制造厂使用说明书的规定进行操作和作业，装袋机主要性能指标应符合表 2 的规定。

表 2 装袋机主要性能指标

序号	项目	性能指标
1	额定装袋能力	≥制造厂明示值（个/h）
2	取袋成功率	≥99.5%
3	损袋率	≤1%
4	最大相对装袋质量差	≤5%
5	料棒密度	满足香菇种植工艺要求
6	料棒破损率	≤1%
7	料棒形状	无弯曲、变形等缺陷

5.3.3 灭菌器

按规定程序批准的产品图样及技术文件制造，并按制造厂使用说明书的规定操作和作业，灭菌器结构、运行条件和主要性能指标应符合表 3 的规定。

表 3 灭菌器结构、运行条件和主要性能指标

序号	项目	性能指标	
1	额定灭菌能力	≥制造厂明示值	
2	灭菌器结构	具有匹配且坚固、耐用料棒架，便于进料、出料的双门。	
3	运行温度与保持时间	常压灭菌	100℃~103℃，15 h~20 h
		高压灭菌	103℃~121℃，10 h~14 h
4	真空灭菌泄漏压力上升速率	≤0.13 kPa/min	
5	运行压力范围	最高工作压力	0.15 MPa~0.16 MPa
		蒸汽压力	0.3 MPa~0.5 MPa
		压缩空气压力	0.4 MPa~0.6 MPa
		水源压力	0.1 MPa~0.3 MPa
6	空间分布温度	满负载空间各点温度满足灭菌温度要求	
7	灭菌后料棒品质	无涨包、破袋、起皱现象	

5.3.4 冷却室

冷却室性能要求应符合表 4 的规定。

表 4 冷却室性能要求

序号	项目	性能指标
1	额定冷却能力	≥制造厂明示值
2	冷却控制系统	符合 GB/T 18836 或 JB/T 14074 的要求
3	冷却室配置	具有空间消毒设备、放置满载已消毒料棒灭菌架的无菌净化冷却间
4	冷却温度	棒芯温度能降至 30℃±2℃

5.3.5 下架机

按制造厂使用说明书的规定进行操作和作业，下架机主要性能指标应符合表 5 的规定。

表 5 下架机主要性能指标

序号	项目	性能指标
1	额定下架能力	≥制造厂明示值
2	运行要求	作业顺畅，无卡滞现象
3	料棒下架破损率	≤0.5%

5.3.6 接种机

按制造厂使用说明书的规定进行操作和作业，接种机主要性能指标应符合表 6 的规定。

表 6 接种机主要性能指标

序号	项目	性能指标
1	额定接种能力	≥制造厂明示值（个/h）
2	接种机作业环境	净化等级应至少为净百级环境
3	功能	料棒输送、打菌种穴、注入菌种、封口等操作依次自动完成。
4	料棒输送与打菌种穴能力	同时输送 4 个料棒，每个料棒打菌种穴 4 个、穴深 4 cm~5 cm、直径 2 cm~3 cm。
5	打菌种穴合格率	≥99%
6	接种量合格率（规定接种量±90%内为合格）	≥99%
7	接种率	≥99%
8	接种质量合格率	≥99%
9	单棒接种时间	≤5 s

5.3.7 上架机

按制造厂使用说明书的规定进行操作和作业，上架机主要性能指标应符合表 7 的规定。

表 7 上架机主要性能指标

序号	项目	性能指标
1	额定上架能力	≥制造厂明示值
2	运行要求	作业顺畅，无卡滞现象
3	料棒下架破损率	≤0.5%

5.3.8 培养室

按制造厂使用说明书的规定操作和作业，培养室配置、运行和主要性能指标应符合表 8 的规定。

表 8 培养室结构、运行条件和主要性能指标

序号	项目		性能指标
1	额定培养能力		≥制造厂明示值
2	运行要求		清洁、干燥、通风良好，保温性能好
3	培养室配置		具有制冷、加湿、补光、遮阴装置；能够安装适宜且坚固、耐用的培养架。
4	培养环境	环境温度、湿度与暗光设置	环境温度在 20℃~26℃、湿度在 40%~80% 范围内任意设置，且具有暗光培养条件。
		实际温度与设置温度之差	≤5℃
		实际湿度与设置湿度之差	≤10%

5.3.9 刺孔机

按制造厂使用说明书的规定进行操作和作业，刺孔机主要性能指标应符合表 9 的规定。

表 9 刺孔机主要性能指标

序号	项目	性能指标
1	刺孔机安装环境	安装在培养室内
2	菌棒周身刺孔功能	一次刺孔或者两次刺孔，两次刺孔位置不应重复
3	刺孔质量	刺孔直径 4 mm~5 mm，第一次刺孔深度 2 cm~3 cm；第二次刺孔深度 4 cm~5 cm。
4	刺孔数量	30 个/次

5.3.10 脱袋机

按制造厂使用说明书的规定进行操作和作业，脱袋机主要性能指标应符合表 10 的规定。

表 10 脱袋机主要性能指标

序号	项目	性能指标
1	额定脱袋能力	≥制造厂明示值（个/h）
2	功能	具有自动完成去除菌种穴、旋转切袋口、切割袋身、撑袋、脱袋等功能。
3	脱袋合格率	≥95%

5.3.11 可靠性

按制造厂使用说明书的规定进行操作和作业，装袋机、脱袋机和成套设备可靠性指标主要性能指标应符合表 11 的规定。

表 11 可靠性指标

序号	项目	性能指标
1	装袋机平均故障间隔时间 (MTBF)	≥ 120 h
2	接种机平均故障间隔时间 (MTBF)	≥ 150 h
3	成套设备使用有效度	$\geq 93\%$

6 试验方法

6.1 试验准备

6.1.1 成套设备及试验用各单机（统称“试验样机”）应按制造厂提供的使用说明书的要求进行安装、调整和维护保养，确认试验样机处于正常工作状态后方可进行试验。原则上试验过程中不应再对试验样机进行调整。

6.1.2 试验用主料、辅料应无霉变、受潮、结块等现象，并应符合香菇生产工艺要求。主料粉碎后应按香菇生产工艺要求通过筛孔筛选（木屑主料粒径不大于 4 mm；草类主料粒径不大于 2.5 mm）并按香菇生产配方与辅料、水充分混合制成含水率为 55%~65%的基料，基料量应满足试验用量要求。

6.1.3 性能试验应在制造厂使用说明书规定的条件下进行。电源电压波动不大于 $\pm 5\%$ ，试验环境条件应符合试验样机作业条件的要求。

6.1.4 试验用仪器设备应经过计量检定或校准且在有效期内，仪器设备准确度满足测量要求。

6.2 基本要求检验

6.2.1 对 5.1.1 的规定对应产品图样和技术文件目测检查，并目测核查检验报告、采购文件、合格证明文件。

6.2.2 对 5.1.2~5.1.10 的规定，采用目测法，必要时加以手动操作进行检查。

6.2.3 对 5.1.11 的规定，用扭矩扳手检查占总数的至少三分之一的紧固件确定是否松动。

6.2.4 对 5.1.13 的规定，启动 PLC 使其控制的系统空载运行，采用目测确认运行平稳性、动作灵活性、定位准确性及有无卡滞现象。采用目测、必要时加以手动操作（包括模拟故障、危险动作）等常规方式进行检查是否具有联锁保护、故障自动停机和危险动作报警功能。

6.2.5 对 5.1.14 的规定，通过核查组成成套设备各主要单机（元）的生产能力，若基于生产工艺次序配置的各主要单机（元）的生产能力由先继后逐步合理增加，则确认成套设备匹配合理，并能实现从基料到料棒的连续自动、平稳作业；对于完整安装的成套设备，按制造厂使用说明书的规定进行操作和运行，进行至少一个周期的实际生产作业，现场观察确认成套设备匹配合理性以及能否实现从基料到料棒的连续自动、平稳作业。

6.2.6 对照 GB/T 9480 的规定目测检查成套设备及组成单机使用说明书的符合性。

6.2.7 各单机装（包括装袋机、下架机、接种机、上架机、刺孔机和脱袋机）配完整后，按使用说明书进行操作，空载运行至少 30 min，在运行过程中或运行结束后，目测、听取各部件运行状况；手动操

作确定各操纵和调节机构是否灵活、准确、可靠，运行过程中听取有无异常响声；使用扭矩扳手检查各连接件、紧固件是否松动；使用常规器具检查是否存在漏电现象。

6.3 安全要求检验

6.3.1 对 5.2.1~5.2.4 规定的安全要求项目，检验方法按 GB/T 15706、GB/T 23821 相应的规定。其他安全要求项目，采用目测、手感和（或）常规量具检测方式（包括核查产品图样和技术文件）逐项进行检查、测定。

6.3.2 对 5.2.6~5.2.13 规定电气设备安全的检验方法按 GB/T 25296 相应的规定。其他安全要求项目，采用目测、手感和（或）常规量具检测方式（包括核查产品图样和技术文件）逐项进行检查、测定。

6.3.3 成套设备电气柜防护等级试验方法按 GB/T 4208—2018 的规定。

6.3.4 成套设备配套的压缩空气系统、气动元件和管道安全要求项目，检验方法按 GB/T 7932 的规定。

气路、润滑系统管路密封性检查方法：用高泡洗涤剂涂抹在气动元件的密封处和管路连接处，观察是否漏气；用脱脂棉在润滑系统管路的密封件和管路连接处周围轻轻擦拭，观察脱脂棉上有无油渍；用目测方法检查基料输送机、蒸汽管道等管线的各种接头是否出现泄漏现象。

其他安全要求项目，采用目测、手动操作检测方式逐项进行检查、测定。

6.3.5 成套设备空载状态运行时操作者工作位置噪声声压级测定按 GB/T 17248.3 的规定进行。

6.3.6 采用目测、核查产品图样和技术文件逐处检查与菌袋接触的部件表面、与菌种接触部分是否符合 5.2.17 的规定。

6.3.7 安全标志和使用说明书采用目测法检查，对照产品使用说明书检查安全标志的数量和位置是否符合要求、使用说明书是否包括提醒操作者的安全注意事项。

6.4 性能试验

6.4.1 搅拌机

6.4.1.1 按照使用说明书规定的额定批次质量和搅拌时间进行性能测定，测定中供料速度无明显波动。示踪剂采用优质干小米，批次加入示踪剂的质量为批次混合质量的千分之三。混合均匀度试验过程中，应在按配比加入试验的主料、辅料和水后，把干小米用人工沿螺带轴均匀加入。

6.4.1.2 在每批次搅拌机卸料出口处，按使用说明书明示的出料时间等间隔时间（间隔时间不小于 10 s）取样，每批次试验物料取样个数不少于 30 个，每个样品的质量为 150 g~200 g，按公式（1）计算样本标准差，按公式（2）计算混合均匀度。

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

S ——样本标准差，单位为克（g）；

X_i ——第*i*个样本示踪剂（小米）质量，单位为克（g）；

\bar{X} ——样本示踪剂（小米）质量平均值，单位为克（g）；

n ——样本数量。

$$H = \left[1 - \frac{S}{\bar{X}} \right] \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

式中：

H ——混合均匀度，%。

6.4.1.3 试验自然排完基料后，在确保主机电源切断和保证人身安全下，对搅拌机内进行彻底清理并收集基料，。记录残留基料质量，重复3次，按式（3）计算自然残留率。

$$R = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 \frac{r_i}{G} \times 100 \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- R——基料自然残留率，%；
- r_i ——残留基料质量，单位为千克（kg）；
- G——每批次混合量，单位为千克（kg）。

计算3次试验测定的每批次混合量和每批次作业时间的平均值并相除，即为批次混合能力，单位为千克每小时（kg/h）。

6.4.1.4 在搅拌机的电路接上电流表，批次搅拌机开始工作和结束搅拌工作电表读数，按公式（4）计算吨料电耗，重复3次取平均值。

$$f = \frac{Q_2 - Q_1}{W} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- f ——吨料电耗，单位为每吨度（kW·h/t）
- Q_1 ——搅拌前电表读数，单位为千瓦时（kW·h）；
- Q_2 ——搅拌结束后电表读数，单位为千瓦时（kW·h）；
- W——每批次混合量，单位为吨（t）。

6.4.2 装袋机

6.4.2.1 损袋率

在设备正常作业状态下，连续抽取至少50个装料袋，在完成装袋后将装袋扎口料棒浸入水中（料棒的顶端与水面的距离不应低于10mm），保持30s，观察是否有连续气泡产生（不包括单个孤立气泡），取出料棒，擦净表面的水，检查样品料棒内部是否有试验用水渗入，若有水渗入料棒，则该料棒的装料袋为破损袋，损袋率按式（5）计算。重复3次取平均值。

$$P = \frac{m}{50} \times 100 \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- P——损袋率，%；
- m——破损袋数，单位为个。

6.4.2.2 装袋能力和取袋成功率

在设备正常作业状态下，测定装袋时间，不少于10min，记录装袋数量和应取袋数量，按公式（6）计算装袋机装袋能力、按公式（7）计算取袋成功率。重复3次取平均值。

$$E_1 = \frac{6n_1}{t} \times (1 - P) \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

- E_1 ——装袋能力，单位为个每小时（个/h）；
- n_1 ——累计装袋数，单位为个；
- t ——测试时间，单位为分钟（min）。

$$C = \frac{n_1}{n_2} \times 100 \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

C ——取袋成功率，%；

n_2 ——实际取袋数量，单位为个。

6.4.2.3 最大相对装袋质量差

在设备正常作业状态下，连续抽取 20 袋，测量出装袋中的基料质量，并计算出 20 个值中与额定装袋质量的最大的差值，最大相对装袋质量差按式（8）计算。

$$e = \frac{F}{M} \times 100 \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

e ——最大相对装袋质量差，%；

M ——额定装袋质量，单位为千克（kg）；

F ——各袋质量与额定装袋值的最大的差值，单位为千克（g）。

6.4.2.4 料棒破损率

在设备正常作业状态下，连续抽取 50 个已装袋扎口的料棒，将装袋扎口料棒浸入水中（料棒的顶端与水面的距离不应低于 10 mm），保持 30 s，观察是否有连续气泡产生（不包括单个孤立气泡），取出料棒，擦净表面的水，检查样品料棒内部是否有试验用水渗入，若有水渗入料棒，则该料棒为破损料棒，破损率按式（9）计算。重复 3 次取平均值。

$$B = \frac{s}{50} \times 100 \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中：

B ——破损率，%；

s ——破损菌袋数，单位为个。

6.4.2.5 料棒料棒密度与形状

采用目测和（或）常规器具检测方式测定。

6.4.3 灭菌器

6.4.3.1 使用检测压力仪表和计时仪表，按下列规程对灭菌器进行真空检测：

- a) 将检测压力仪表连接到灭菌室上，在温度稳定且除了固定装置及必要的监测传感器外，灭菌室为空载的条件下，开始测试操作周期。
- b) 当灭菌室压力为 7 kPa 或者以下时，关闭所有灭菌室相连的阀门，停止真空泵。观察并记录时间（ t_1 ）和压力（ p_1 ），至少等待 300 s，但不超过 600 s，让灭菌室中的冷凝水汽化，观察并记录灭菌器的灭菌室的压力（ p_2 ）和时间（ t_2 ）。然后再经过（ 600 ± 10 ）s 之后，再观察并记录一次压力（ p_3 ）和时间（ t_3 ）。
- c) 在测试结束后，计算该 600 s 时间内的压力上升速率。

6.4.3.2 当达到最高工作压力时，采用安装在机身外的压力表或压力传感器测量。

6.4.3.3 使用安装在储气罐上的压力表测定蒸汽压力和压缩空气的压力范围。

6.4.3.4 使用真空泵上的水压压力表测定水源压力范围。

6.4.3.4 采用目测法检查灭菌器结构、灭菌后料棒品质。

注：额定灭菌能力、空间分布温度在确定指标是否有必要后，按具体要求补充相应试验方法。

6.4.4 冷却室

冷却室冷却控制系统按 GB/T 18836 或 JB/T 14074 的规定进行试验。采用目测法检查冷却室配置的符合性。

注：额定冷却能力、冷却温度在确定指标是否有必要后，按具体要求补充相应试验方法。

6.4.5 下（上）架机

下（上）架料棒破损率，依次下架完成整个灭菌架所有料棒，统计破损料棒数量和下（上）架的总数量，按照公式（10）计算下（上）架料棒破损率，重复 3 次取平均值。

$$L = \frac{n_3}{n_4} \times 100 \dots\dots\dots (10)$$

式中：

L——下（上）架料棒破损率，%；

n₃——破损的料棒数量，单位为个；

n₄——下（上）架料棒总数量，单位为个。

在下（上）架机正常作业运行状况下，目测检查运行要求的符合性。

注：额定下（上）架能力在确定指标是否有必要后，按具体要求补充相应试验方法。

6.4.6 接种机

6.4.6.1 打菌种穴深度合格率

接种要求的打菌种穴深度为 h，h±0.5 cm 为合格。随机选取打菌种穴后的料棒 10 个，使用游标卡尺进行测量每个穴孔的深度，统计合格的穴孔数量和总数量，按照公式（11）计算打菌种穴深度合格率，重复 3 次取平均值。

$$g = \frac{n_5}{n_6} \times 100 \dots\dots\dots (11)$$

式中：

g ——打菌种穴深度合格率，%

n₅——打菌种穴深度合格的穴孔数量，单位为个

n₆——穴孔总数量，单位为个。

6.4.6.2 接种质量合格率

在接种机正常状态下进行。试验开始前，设定好单棒接种量，在试验过程中的不同时段随机抽取接种后的菌袋 100 袋，按照农艺要求挑出并统计存在袋口未压实、孔口破裂及基料回填等缺陷的不合格袋数量。按公式（12）计算。

$$Z_1 = \frac{D_1 - D_p}{D_1} \times 100 \dots\dots\dots (12)$$

式中：

Z₁——接种质量合格率，%；

D_1 ——抽取接种的菌袋数量，单位为个；

D_p ——不合格菌袋数量，单位为个。

6.4.6.3 接种量合格率

在接种机正常状态下进行。试验开始前，设定好单棒接种量，在试验过程中的不同时段随机用容器接取每个接种棒输出的菌种（接取数为 100 个），分别测量接种量并记录，统计不合格接种量容器数量。接种量合格判定规则见表 3，按公式（13）计算。

$$Z_2 = \frac{D_2 - D_b}{D_2} \dots\dots\dots (13)$$

式中：

Z_2 ——接种量合格率，%；

D_2 ——抽取接种的菌袋数量，单位为个；

D_b ——不合格接种量容器数量，单位为个。

6.4.6.4 单棒接种时间

检测 1 min 内完成料棒接种的数量，按照公式（14）计算单棒接种时间，重复 3 次取平均值。

$$t_2 = \frac{60}{n_7} \dots\dots\dots (14)$$

式中：

t_2 ——单棒接种时间，单位为秒（s）

n_7 ——完成接种料棒数，单位为个。

6.4.6.5 接种机接种能力

在设备正常作业状态下，测定接种机作业时间，不少于 10 min，记录接种袋数量，按式（15）计算接种机生产率。重复 3 次取平均值。

$$E_2 = \frac{6n_8}{t_3} \dots\dots\dots (15)$$

式中：

E_2 ——接种机接种能力，单位为袋每小时（个/h）；

n_8 ——累计接种袋数，单位为个；

t_3 ——接种机测试时间，单位为分钟（min）。

6.4.6.6 接种机作业环境、功能、料棒输送与打菌种穴数量/直径

采用目测和（或）常规器具检测方式测定。

注：接种率等在确定指标是否有必要后，按具体要求补充相应试验方法。

6.4.7 培养室

培养室配置、运行环、境温湿度与暗光设置采用目测检查。使用温、湿度仪及相应传感器测定培养环境实际温度、湿度并计算其与设置温度之差。重复 3 次取平均值

注：额定培养能力等在确定指标是否有必要后，按具体要求补充相应试验方法。

6.4.8 刺孔机

刺孔机安装环境、菌棒周身刺孔功能、刺孔数量采用目测检查。

刺孔质量（直径、深度）检测按 6.4.6 的相应规定进行检测。

6.4.9 脱袋机

6.4.9.1 脱袋能力

在正常生产条件下，测定脱袋时间不少于 10 min。按式（16）计算脱袋能力，测量 3 次取平均值。

$$E_3 = \frac{6I}{t_4} \dots\dots\dots (16)$$

式中：

E_3 ——脱袋能力，单位为每小时个（个/h）；

I ——脱袋总数量，单位为个；

t_4 ——测试时间，单位为小时（h）。

6.4.9.2 脱袋合格率

在设备正常作业状态下，用 0 mm~150 mm 游标卡尺，将深度尺的末端长度 10 mm±3 mm 部分修磨成薄、扁的形状，顶部为刃状，在检验平台配合量块测量、读取修磨后的误差值，将深度尺插入切口的缝隙中，测量切入培养基的深度≤3 mm。菌袋完全脱离菌棒的培养基，且菌棒不破碎、不变形为合格脱袋，连续对 40 个菌棒进行脱袋，统计脱袋合格的数量与脱袋总数量的比值。按式（17）计算脱袋合格率。

$$M = \frac{b}{h} \times 100 \dots\dots\dots (17)$$

式中：

M ——脱袋合格率，%；

b ——脱袋合格的数量，单位为个；

h ——脱袋总数量，单位为个。

6.4.9.3 脱袋机功能

脱袋机功能采用目测检查。

6.4.10 可靠性

6.4.10.1 通则

采用定时截尾试验方法，试验样机为 2 台，每台试验样机总工作时间为 150 h，样机按制造厂使用说明书规定进行正常作业。试验期间应记录试验样机的工作情况、故障情况、修复情况等，时间精确到“min”。试验时间的分类、故障统计与判断原则、故障分类原则按照 GB/T 5667 的规定。凡在可靠性考核期间，样机出现了致命故障时，平均故障间隔时间、使用有效度应为不合格。

6.4.10.2 平均故障间隔时间

平均故障间隔时间按照公式（18）计算：

$$MTBF = \frac{\sum T_z}{r} \dots\dots\dots (18)$$

式中：

$MTBF$ ——平均故障间隔时间，单位为小时（h）；

T_z ——可靠性考核期间的批（班）次作业时间，单位为小时（h）；

r ——可靠性考核期间样机发生的严重故障和一般故障总次数（当 $r=0$ 时，按 $r=1$ 计）。

6.4.10.3 使用有效度

使用有效度按照公式（19）计算：

$$K = \frac{\sum T_z}{\sum T_z + \sum T_g} \times 100 \dots\dots\dots (19)$$

式中：

K ——使用有效度，%；

T_g ——可靠性考核期间的批（班）次故障排除时间，单位为小时（h）。

7 检验规则

7.1 通则

本文件规定的检验规则主要适用于组成成套设备的主要单机。成套设备在生产现场的安装、调试、验收按附录 A 的规定进行。

7.2 出厂检验

7.2.1 成套设备的每台单机应经制造厂质量检验部门检验合格，并附有产品质量合格证方可出厂。

7.2.2 成套设备的每台单机出厂前应按表12对应的检验项目进行出厂检验，全部检验项目均应合格。如有不合格项目允许修复、调整，并提交复检，复检仍不合格则判定该产品不合格。

7.3 型式检验

7.3.1 有下列情况之一时，需要进行型式检验：

- 新产品定型鉴定和老产品转厂生产；
- 正式生产后，结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能；
- 工装、模具的磨损可能影响产品性能；
- 长期停产后，恢复生产；
- 批量生产，周期性检验（一般每 2 年进行一次）；
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异。

7.3.2 采取随机抽样，在制造厂抽样时，应是制造厂近 12 个月内生产安装验收交付的合格产品，检查批量不应少于样本大小，在用户和经销部门抽样不受此限，抽取样本为 2 台。样机抽取封存后至检验工作结束期间，除按使用说明书规定进行保养和调整外，不应再进行其他调整、修理和更换。

7.3.3 型式检验项目按其对产品质量的影响程度，分为 A、B、C3 类。A 类为对产品质量有重大影响的项目，B 类为对产品质量有较大影响的项目，C 类为对产品质量影响一般的项目。

表 12 检验项目分类

项目分类		检验项目	对应技术要求条款	出厂检验	型式检验
类	项				
A	1	安全要求	5.2	√（目测项）	√
	2	装袋料棒破损率	表 2	—	√
	3	料棒下架破损率	表 5	—	√
	4	接种质量合格率	表 6	—	√
	5	料棒上架破损率	表 7	—	√
	6	菌棒脱袋合格率	表 10	—	√
B	1	设备结构、输送装置和连接部分	5.1.8	√	√
	2	可编程逻辑控制器	5.1.13	√	√
	3	使用说明书	5.1.15	√	√
	4	空载运行	5.1.16	√	√
	5	自然残留率	表 1	—	√
	6	混合均匀度	表 1	—	√
	7	损袋率	表 2	—	√
	8	额定装袋能力	表 2	—	√
	9	取袋成功率	表 2	—	√
	10	最大相对装袋质量差	表 2	—	√
	11	运行温度与保持时间	表 3	—	√
	12	真空灭菌泄漏压力上升速率	表 3	—	√
	13	运行压力范围	表 3	—	√
	14	空间分布温度	表 3	—	√
	15	灭菌后料棒品质	表 3	—	√
	16	冷却控制系统	表 4	—	√
	17	冷却温度	表 4	—	√
	18	额定接种能力	表 6	—	√
	19	打菌种穴合格率	表 6	—	√
	20	接种量合格率	表 6	—	√
	21	接种率	表 6	—	√
	22	培养环境	表 8	—	√
	23	刺孔质量	表 9	—	√
	24	刺孔数量	表 9	—	√
	25	额定脱袋能力	表 10	—	√
	26	装袋机平均故障间隔时间	表 11	—	√
	27	接种机平均故障间隔时间	表 11	—	√
	28	成套设备使用有效度	表 11	—	√
C	1	批次混合能力	表 1	—	√
	2	吨料电耗	表 1	—	√

表 12 检验项目分类（续）

项目分类		检验项目	对应技术要求条款	出厂检验	型式检验
类	项				
C	3	料棒密度	表 2	—	√
	4	料棒形状	表 2	—	√
	5	额定灭菌能力	表 3	—	√
	6	灭菌器结构	表 3	√	√
	7	额定冷却能力	表 4	—	√
	8	冷却室配置	表 4	√	√
	9	额定下架能力	表 5	—	√
	10	下架机运行要求	表 5	√	√
	11	单棒接种时间	表 6	—	√
	12	接种机作业环境	表 6	—	√
	13	接种机功能	表 6	√	√
	14	料棒输送与打菌种穴能力	表 6	√	√
	15	额定上架能力	表 7	—	√
	16	上架机运行要求	表 7	√	√
	17	额定培养能力	表 8	—	√
	18	培养室运行要求	表 8	√	√
	19	培养室配置	表 8	√	√
	20	刺孔机安装环境	表 9	√	√
	21	菌棒周身刺孔功能	表 9	√	√
	22	脱袋机功能	表 10	√	√
	23	产品图样及技术文件	5.1.1	√	√
	24	自制、外购（协）零部件、标准件	5.1.1	√	√
	25	焊接件	5.1.2	√	√
	26	钣金件	5.1.3	√	√
	27	机械加工表面	5.1.4	√	√
	28	外露零部件	5.1.5	√	√
	30	涂漆层、涂塑层及表面处理	5.1.6	√	√
	31	润滑系统	5.1.7	√	√
	32	电气设备电线	5.1.9	√	√
	33	控制面板、	5.1.10	√	√
	34	电气接头编号、按钮、指示灯	5.1.11	√	√
	35	紧固件	5.1.12	√	√
	36	组成成套设备单机匹配	5.1.14	√	√
	37	标牌	8.1	√	√

注：“√”表示应检验项目，“—”表示不检验项目。

7.3.4 抽样判定方案按表 13 的规定。表中接收质量限 (AQL)、接收数 (Ac)、拒收数 (Re) 均按计点法 (即不合格项次数) 计算。采用逐项考核, 按类别判定的原则, 若各类不合格项次小于或等于接收数 Ac 时, 判定该 (批) 产品合格; 若不合格项次大于或等于该拒收数 Re 时, 判定该 (批) 产品不合格。

表 13 抽样判定方案

检验项目类别	A		B		C	
样本量 n	2					
AQL	6.5		40		65	
Ac Re	0	1	2	3	3	4

7.3.5 订货单位抽检产品质量时, 按合同进行。接收质量限和检验批量, 由供货方和订货方确定。

8 标志、包装、运输与贮存

8.1 整个成套设备一般不设置标牌。但组成成套设备的每台主要单机上应安装牢固、清晰的产品标牌。标牌应符合 GB/T 13306 的规定, 内容至少应包括:

- a) 制造厂名称、地址;
- b) 产品型号与名称;
- c) 主要技术参数;
- d) 出厂编号;
- e) 制造日期;
- f) 执行标准编号。

8.2 组成成套设备的每台主要单机上的明显位置应标注制造厂商标或标志。

8.3 组成成套设备的主要单机出厂包装应牢固可靠、便于运输, 如用户有特殊要求, 可由产品供需双方协商决定。设备出厂装运时, 对必要的附件、备件、随机工具及运输中必须拆下的零部件, 应进行分类包装、标识, 应保证设备 (包括必要的备件、附件和随机工具) 在正常运输中不致发生损坏和丢失。

8.4 出厂的组成成套设备及每台单机应按照产品技术文件的规定配齐全套备件、附件和随机工具, 并随同出厂的每台设备至少应提供下列文件:

- a) 使用说明书;
- b) 合格证;
- c) 必要的备件、附件和随机工具清单;
- d) 装箱单。

8.5 设备的运输应符合公路、铁路、水路运输的规定。在运输、装卸过程中应可靠固定, 防止翻倒、磕碰、重压, 并采取防雨、防潮措施。

8.6 设备应贮存在地面平整、干燥、通风和无腐蚀物质的场所。设备需露天存放时, 应采取防风、防晒、防雨雪和防碰撞等措施, 并避免有害物质的侵蚀。

附录 A

(资料性)

成套设备安装、调试、验收与交收

A.1 安装、调试

A.1.1 安装

A.1.1.1 成套设备各个单机应经制造厂质量检验部门检查合格，方可进行安装。

A.1.1.2 成套设备的安装应按照相关安装施工设计图纸及单机设备使用说明书中的安装要求进行。

A.1.1.3 成套设备安装现场应设置警示、安全、提示等标识。

A.1.2 调试

A.1.2.1 成套设备调试包括各单机设备的运转调试、各工段设备的空载和负载调试以及成套设备联机空载和负载调试。

A.1.2.2 成套设备试运行步骤：

a) 各单机空载试运行；

b) 各工段设备联机空载试运行；

c) 成套设备联机空载试运行。

d) 各单机负载试运行；

e) 各工段设备联机负载试运行；

f) 成套设备联机负载试运行。

A.3 验收

A.3.1 成套设备中的所有设备与辅助装置已经按照设计图纸完成了全部安装作业。

A.3.2 安装后的成套设备已经分别进行了单机空载和负载试运行、各工段空载和负载试运行，成套设备联调空载和负载试运行，并达到试运行的基本要求。

A.3.3 成套设备中的机械设备安装、电气设备安装、管线安装等各部安装工程检验全部合格。

A.3.4 安装施工过程的各项检查签收记录，工程完工验收记录，缺陷整改情况报告及有关设备、材料、试样的试验报告等资料齐全完整。

A.3.5 成套设备竣工验收的图纸、资料和相关文作已修改整理完毕。

A.4 现场检查

A.4.1 现场检查要求在成套设备正常负荷运行状态下进行，现场检查人员由合同双方指定的有资质的专业人员组成。

A.4.2 对照所设计的工艺流程图与设备清单，现场核对已安装的成套设备各设备的名称、型号规格数量、功率是否相符。

A.4.3 对照成套设备立面布置图和平面布置图以及安装施工图，现场确认各设备的定位、安装是否达到设计图纸的要求。

A.4.4 各主要运转设备工作状态的现场检查：

a) 搅拌机、装袋机等关键设备运行时轴承温度是否在规定的范围内；

b) 控制系统软件调试：控制系统中软件版本和控制功能、各种参数设置应符合运行设计要求，仪表调试各种信息参数显示应正常。

- c) 各设备的传动箱和各润滑部件是否有渗漏油现象；
- d) 各设备运行声音和振动是否正常。

A.4.5 安全装置与标识的检查：

- a) 检查各设备传动部件上是否有防护装置；
- b) 要求单向运动的部件应有运动方向标记，有触电危险的部位应有安全标志；
- c) 成套设备的蒸汽包和蒸汽管道、加热管道、冷源管道等高温部件应有隔热保温装置与相关安全标志。

A.6 交收

A.6.1 交收应具备的条件：

- 完成全部成套设备工程建设合同中双方商定的工程内容的施工；
- 完成合同规定指标的检验，且结果满足双方合同规定的要求；
- 设备运行状态良好，试运行期间饲料加工产能基本达到双方合同商定要求；配套安全、消防设施齐全良好，且措施落实到位；
- 已对使用方各岗位作业人员进行了规定的专业培训并达到独立上岗操作的要求；对成套工程验收中存在的缺陷已全部消除；
- 设计文件与工程资料齐全；
- 合同中规定的设备附件、备件和专用工具到位。

A.6.2 交收时应提供的工程资料：

- 成套设备竣工图纸与文件资料；
 - 车间供电系统图与车间布线施工图；
 - 电气控制原理图与控制柜布线图；
 - 电气控制系统使用说明书；
 - 自动控制系统及应用软件使用说明书与备份文件；
 - 各单机使用说明书；
 - 成套设备性能指标测试记录；
 - 成套设备产品加工质量指标检测记录；
 - 成套设备工程验收报告。
-