

乳品可弯吸管耐折检测装置设计



丁慧迪*, 鲍晓凤, 徐明, 吴丰吉, 张淑丽, 尹红霞

内蒙古蒙牛乳业科尔沁有限责任公司, 内蒙古自治区通辽 028000

摘要: 牛奶在包装出厂流通之前, 企业会对其所配备吸管的机械性能进行检测, 如易碎性与耐折性。对标各乳品企业, 目前对于吸管易碎与耐折性能的检测均采用人工手动的检测方式, 存在质检人员工作量大、检测效率低、检测结果精准度不够等一系列问题。为解决上述问题, 本文设计了一款半自动吸管检测工装, 利用吸管固定件的转动实现多根吸管角度的同时调整与压合, 通过操作移动底座将多根吸管移动至耐折底板进行弯折, 实现多根吸管的同时固定检测。通过与现有手工检测对比, 该装置检测精度较高, 标准稳定性较好, 提高了检测效率, 能够较好的解决当前吸管人工检测存在的问题。试验结果表明, 该装置能有效减少质检人员的工作量, 提升检测的精准度, 吸管耐折检测装置的设计是可行的。

关键词: 吸管; 吸管检测; 耐折性; 检测装置; 半自动化检测

DOI: [10.57237/j.mse.2023.02.002](https://doi.org/10.57237/j.mse.2023.02.002)

Design of Folding Detection Device for Dairy Flexible Straw

Ding Hui-di*, Bao Xiao-feng, Xu Ming, Wu Feng-ji, Zhang Shu-li, Yin Hong-xia

Inner Mongolia Mengniu Dairy Horqin Co., Ltd., Tongliao 028000, China

Abstract: Before the milk is packaged and circulated to the market, the mechanical properties of the straw equipped with it will be tested, such as fragility and folding resistance. However, at present, all dairy factories use manual methods to detect the fragility and folding resistance of straws, which has a series of problems such as heavy workload of quality inspectors, low detection efficiency and insufficient accuracy of detection results. In order to solve the above problems, this paper designs a semi-automatic straw detection device, which uses the rotation of straw fixing parts to realize the simultaneous adjustment and pressing of the angles of multiple straws, and moves multiple straws to the folding bottom plate for bending by operating the moving base, so as to realize the simultaneous fixed detection of multiple straws. Compared with the existing manual detection, the device has higher detection accuracy and better standard stability, which improves the detection efficiency and can better solve the problems existing in the current manual detection of straws. The test results show that the device can effectively reduce the workload of quality inspectors and improve the detection accuracy. Therefore, the design of straw folding detection device is feasible.

Keywords: Straw; Straw Detection; Folding Resistance Testing; Detection Device; Semi-automatic Detection

*通信作者: 丁慧迪, 1203739412@qq.com

收稿日期: 2023-06-26; 接受日期: 2023-08-14; 在线出版日期: 2023-08-29

<http://www.mechscieng.com>

1 引言

自 20 世纪 50 年代以来, 塑料便以其轻便防水、加工容易、成本低廉等特点, 被广泛应用于工业生产当中[1]。同时, 塑料也因其性质稳定、易于包装、便于携带等特点成为人类日常生活中不可或缺的一部分[2]。吸管是在中国常见且使用率较大的塑料制品之一, 与其他材质吸管(不锈钢吸管、硅橡胶吸管、玻璃吸管)相比, 塑料吸管的优越性在便携性、安全性、成本等多方面因素的制约下得以彰显[3]。因此, 塑料材质的吸管深受食品企业青睐, 被广泛使用在砖式包装牛奶、包装饮料、现做饮品等领域当中。

随着塑料及其制品的大量使用, 由其所引发的白色污染问题已不容忽视。堆积的废弃塑料在自然环境中被风化、侵蚀将结成为微塑料和纳米塑料等塑料颗粒, 对环境及人类造成巨大危害。据有关部门调查, 塑料及其制品所造成的环境问题, 已几乎影响全球所有海洋和淡水生态系统[4]。面对日益严重的塑料污染问题, 国际组织、世界各国及大型知名企業纷纷出台禁塑、限塑政策和措施, 以减少塑料的使用[5]。为保护全球生态环境, 2021 年“禁塑令”在中国餐饮行业全面实施, 此背景促使中国塑料吸管开始向可降解吸管、纸吸管等环保吸管转型[6]。但由于“禁塑令”目前还并未涉及中国乳品行业, 因此塑料吸管仍可在乳品行业中继续使用。

近年来, 塑料吸管的地位随着当下乳制品行业的迅猛发展而更加牢固。官方数据显示, 2019 年中国塑料吸管的产量已接近 460 亿根, 折合人均用量超 30 根[7]。吸管作为包装奶的重要组成部分, 不仅为广大消费者带来了便利, 也增加了产品的附加价值, 一个高质量的饮品吸管更是可以在细节之处为企业赢得市场。但目前流通在市面上的饮品吸管存在主体易破碎、靠近尖端处不耐折等质量问题[8], 为消费者带来了消极的使用体验, 在一定程度上会削弱消费者对品牌的忠诚度, 损害企业的经济效益。因此, 在牛奶包装出厂前对其所配备的吸管进行易碎性、耐折性等质量检测是必要的。

目前中国缺少对吸管易碎与耐折性检测的自动化设备, 致使国内乳品企业对于吸管的易碎与耐折性检测均采用纯人工手动的检测方式。其操作过程不仅繁琐复杂、费时耗力且精准度不高。因此, 本研究根据吸管易碎性与耐折性检测的工艺需要, 设计了一款半自动吸管折弯仪, 以期提高企业吸管检

测的效率与精准度, 减少质检人员的劳动强度, 节约人工成本, 同时为全自动的吸管检测设备的研发提供依据。

2 吸管折弯仪的结构与工作原理

根据内蒙古蒙牛乳业《吸管耐折作业指导书》中对吸管耐折等机械性能的检测要求, 参考有关折弯检测的机械设计原理及思路, 设计制作吸管折弯仪。此仪器能满足挤压与耐折两种实验方法, 具有易操作、规范化、标准化、节省时间等优点。突破由手工检测到机械检测的变革。

2.1 吸管折弯仪结构组成

吸管折弯仪主要由底座、底板组件、压合机构、挡杆件、吸管安装组件五部分组成。图 1-图 9 为吸管折弯仪各部分立体结构示意图。各主要组件的基本构成及相应功能如下:

- (1) 底座 1, 为吸管折弯仪提供支撑, 底部设有 4 个长 2cm 可调节水平旋钮 2。
- (2) 底板组件 3, 由底板支撑件、加压底板 4(长*宽 24*13cm) 和耐折底板 5(长*宽 20*28cm) 组成。设立于底座 1 之上, 辅助支撑。
- (3) 压合机构 6, 与底板组件 3 相配合对吸管进行压合。由压合座 7、压合板 8、压合手柄 9、复位弹簧 10 组成。复位弹簧 10 高 5.0cm 设置在压合手柄 9 与压合座 7 之间, 操作时压合手柄 9 在复位弹簧 10 的复位力下复位。
- (4) 挡杆件 11, 长 18cm, 安装在底板组件 3 之上, 与耐折底板 5 相配合对吸管进行弯折。包括一体成型的推挡部 12 和手柄部 13。
- (5) 吸管安装组件 14, 由固定座 15、移动座 16、多根吸管固定件 17、容纳孔 18、齿轮 19、角度调节件 20 以及滑杆 21 组成。在检测过程中主要起固定和旋转吸管的作用, 为吸管的加压和弯折做辅助。容纳孔 18 与吸管尺寸相对应, 并成型为磨砂面, 在操作过程中保证了吸管安装的稳定性。角度调节件 20 包括与齿轮件啮合的齿条, 齿条上设有检测所需角度 90°、180° 的指示刻度, 确保检测角度的精确性。

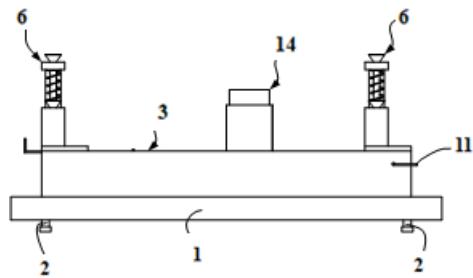


图1 吸管折弯仪的主视结构示意图

Figure 1 Schematic diagram of front view structure of straw bender

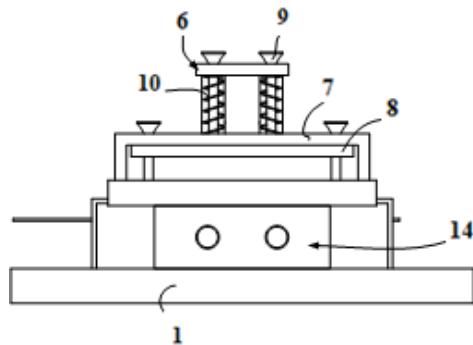


图2 吸管折弯仪的侧视结构示意图

Figure 2 Schematic diagram of side structure of straw bender

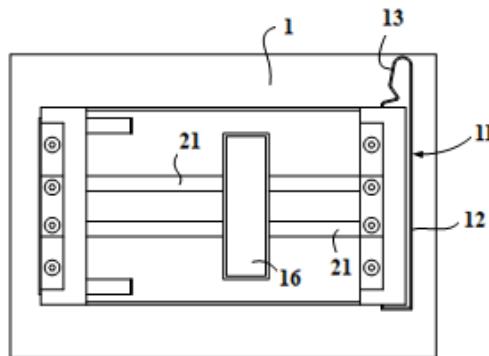


图3 吸管折弯仪的俯视结构示意图

Figure 3 Schematic diagram of top view structure of straw bender

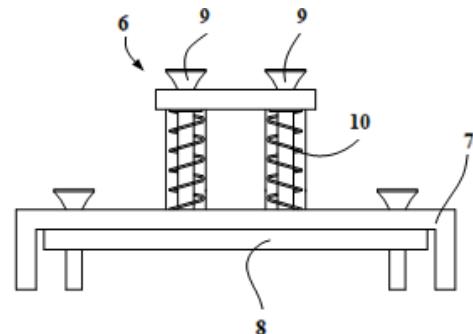


图4 吸管折弯仪中压合机构的主视结构示意图

Figure 4 Schematic diagram of front view structure of crimping mechanism in straw bender

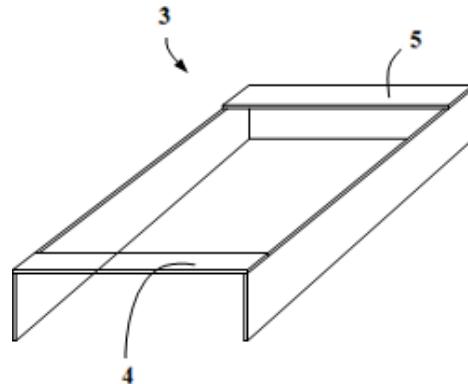


图5 吸管折弯仪中底板组件的立体结构示意图

Figure 5 Schematic diagram of three-dimensional structure of bottom plate assembly in straw bender

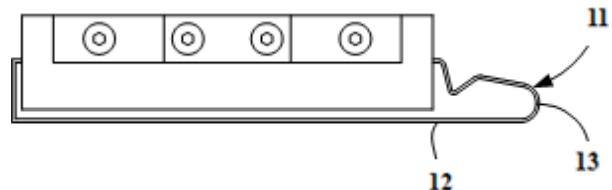


图6 吸管折弯仪中挡杆件的安装结构示意图

Figure 6 Schematic diagram of installation structure of middle bar in straw bender

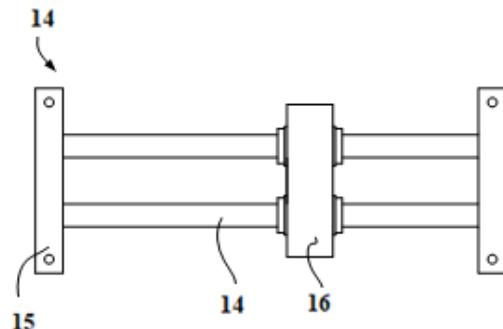


图7 吸管折弯仪中吸管安装组件的结构示意图

Figure 7 Schematic diagram of the structure of straw installation assembly in straw bender

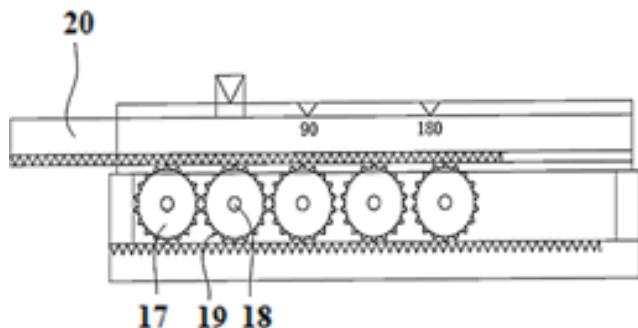


图8 吸管折弯仪中吸管固定件的安装结构示意图

Figure 8 Schematic diagram of installation structure of straw fixing piece in straw bender

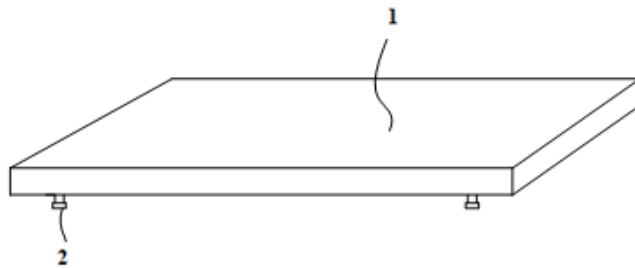


图 9 吸管折弯仪中底座的立体结构示意图

Figure 9 Schematic diagram of three-dimensional structure of base in straw bender

1. 底座；2. 可调节水平旋钮；3. 底板组件；4. 加压底板；5. 耐折底板；6. 压合机构；7. 压合座；8. 压合板；9. 压合手柄；10. 复位弹簧；11. 挡杆件；12. 推挡部；13. 手柄部；14. 吸管安装组件；15. 固定座；16. 移动座；17. 吸管固定件；18. 容纳孔；19. 轮齿；20. 角度调节件；21. 滑杆

2.2 工作原理

利用吸管固定件的转动实现多根吸管角度的同时调整与压合，通过操作移动底座将多根吸管移动至耐折底板进行弯折，实现多根吸管的同时固定检测——是吸管折弯仪的总体工作原理。

2.2.1 易碎性检测原理



图 10 吸管折弯仪工作步骤 1

Figure 10 Straw bender working step 1

五支吸管被同时放置到吸管安装组件 14 中的容纳孔 18 中进行固定，吸管的测试长度由移动挡板确定。移动座 16 在齿轮 19 的带动下将吸管移动至加压底板 4 处，并深入加压底板 4 中，等待下一步的压合。按下压合手柄 9，即可对五支吸管同时进行加压，压合手柄 9 在复位弹簧的复位力下复位。在角度刻度的指示下，多根吸管固定件 17 通过与角度调节件 3 进行传动配合，将吸管旋转至测试所需的固定角度（水平方向 90°），后操作压合手柄对吸管进行二次加压，检测吸管主体

的易碎性，操作示意如图 10 所示。

2.2.2 耐折性检测原理

转动调节旋钮，吸管在移动座齿轮的带动下被移动至距耐折底板 5 和挡杆件 11 间的 2 cm 处；利用挡杆件 11 先对吸管在垂直方向进行折弯 5 次，调节角度调节旋钮反向水平转动吸管，再进行折弯测试 5 次，检测吸管的耐折性，操作示意如图 11 所示。

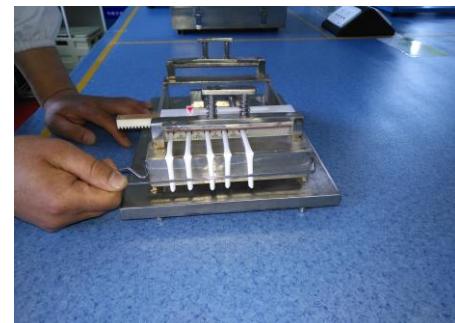


图 11 吸管折弯仪工作步骤 2

Figure 11 Straw bender working step 2

3 人工与吸管折弯仪检测对比分析

吸管易碎与耐折性的检测通常是对每一批次的随机五个吸管样品进行检测。通过对操作后吸管的状态进行观察，结合企业对吸管的质量要求，对该批次吸管产品的质量做出判断。

3.1 操作过程对比

3.1.1 人工检测

质检人员在常温下分别将所抽取的五个样品吸管挤压至扁平状，后向其水平方向旋转 90°，再次将吸管挤压至扁平状，重复操作 5 次，检测吸管主体的易碎性；在距吸管尖端约 2cm 处，挤压至扁平状后向吸管垂直的正反方向分别折 90° 各 5 次，检测吸管尖端的耐折性。

3.1.2 折弯仪检测

质检人员将所抽取的五个样品吸管同时放置到吸管安装组件中的容纳孔中固定，通过左右移动底座将吸管移动至加压底板处，对压合手柄进行操作使五个样品吸管同时加压，后移动角度调节件，将吸管水平旋转 90° 进行二次加压，观察吸管压后折痕情况，检测吸管主体的易碎性；将吸管通过移动座移动到耐折底

板以及挡杆件一端, 使用挡杆件对吸管进行折弯, 垂直方向正反分别折 90 各 5 次, 检测吸管尖端的耐折性。

3.2 折弯角度精准度对比

在质检人员对吸管进行垂直角度折弯时, 利用角度衡量器对所折角度进行测量, 正反两向 5 次的折弯角度均值均达到 90° 视为精准 (若出现小数, 则遵循四舍五入规则)。达到精准的样品吸管个数占总体测试样品吸管个数的百分比为检测精准度。

3.3 检测效率对比

从质检人员开始操作时按压计时器开启计时, 待五支样品全部检测完毕后停止计时。以每支吸管检测的平均时间作为衡量检测效率的指标。

4 检测结果

人工手动操作的检测结果见表 1。

表 1 人工检测结果

Table 1 Results of manual detection

样品	正向垂直折弯角度	平均角度	反向垂直折弯角度	平均角度	检测时间
1	93.5°	89.5°	88°	90.3°	32s
	88°		90°		
	93°		90.5°		
	88°		88°		
	85°		95°		
2	85°	88.26°	82.6°	91.12°	28s
	93.5°		90°		
	95.5°		91°		
	78°		97°		
	89.3°		95°		
3	88.6°	90.6°	86°	88.76°	25s
	87.3°		86°		
	97.1°		87°		
	92°		90.6°		
	88°		94.2°		
4	94.3°	90.26°	87.6°	90.36°	31s
	96°		89°		
	91°		93.2°		
	83°		92°		
	87°		90°		
5	85°	89.74°	94°	90.52°	33s
	88°		88°		
	96.7°		87°		
	88°		92°		
	91°		91.6°		

表 2 人工与折弯仪对吸管各指标检测结果对比

Table 2 Comparison of measurement results of various indexes of straw by manual and straw bender

	人工	吸管折弯仪
检测数量	每次检测 1 支	同时检测 5 支
检测方式	手动检测	仪器检测
检测精度	40%	100%
检测时间	29.8 s/支	15 s/支

按 3.2 中所述方法对检测精准度进行换算。人工手动操作与吸管折弯仪对吸管各指标的检测结果对比情

况如表 2 所示。可见人工手动检测的精准度不及吸管折弯仪检测精准度的 1/2, 耗时却约是吸管折弯仪检测的 2 倍。说明相比于人工手动操作, 吸管折弯仪在检测效率和检测精准度方面均有很大的提升。

5 结论

设计的吸管折弯仪, 利用五个主要部分: 底座、底板组件、压合机构、挡杆件、吸管安装组件之间的配合, 实现了吸管易碎与耐折性的自动化检测。解决了现有吸

管易碎与耐折性检测只能通过纯人工手动进行检测的问题，有效提高了吸管出厂质量检测的精度和效率。但该装置在检测过程中仍存在人工手动操作的环节，后续需结合吸管耐折性检测的工艺需要以及设备的机械性能对其进行改进优化，以期实现吸管易碎与耐折性检测的全自动化，使其在乳品企业中得到广泛应用。

参考文献

- [1] 王琪, 瞿金平, 石碧等. 我国废弃塑料污染防治战略研究 [J]. 中国工程科学, 2021, 23 (01): 160-166.
- [2] 许嘉垝, 吴铭洋, 汪友路, 张学斌. “限塑令”背景下环保吸管的研究综述和展望 [J]. 当代化工研究, 2022 (13): 7-9.
- [3] 朱亚伟. 塑料吸管的标准和现况概述 [J]. 科技创新与应用, 2018, (28): 53-54.
- [4] BORRELLE S B, RINGMA J, LAW K L, et al. Predicted growth in plastic waste exceeds efforts to mitigate plastic pollution [J]. Science, 2020, 369 (6510): 1515-1518.
- [5] 李依然, 傅金和. 全球禁塑政策与竹产业发展机遇 [J]. 世界竹藤通讯, 2021, (04): 1-7.
- [6] 吴学安. 新版“限塑令”着眼于构建塑料污染治理长效机制 [J]. 防灾博览, 2021 (02): 38-39.
- [7] 马婧. 可降解塑料吸管生产企业质量安全管理的研究 [J]. 价值工程, 2022, 41 (32): 57-59.
- [8] 刘春, 李涛. 可降解材料在吸管方面的应用研究进展 [J]. 现代塑料加工应用, 2022, 34 (03): 60-63.