 DOI: https://doi.org/10.12349/tie.v3i9.11783

Design and Research of Food Chewing Assistors for Elderly Individuals

Hexuan Yang

Beijing Huatian Mechanical Equipment Co., Ltd., Beijing, 102601, China

Abstract

For elderly individuals with dental issues, using chewing aids is essential to ensure they can eat comfortably and satisfactorily. In the domestic market, as well as in all dental clinics, oral healthcare facilities, and general hospitals, there is no specialized utensil designed specifically to assist elderly individuals or patients with oral injuries in eating and chewing. Existing mixers and crushers are not suitable for use by the elderly, injured, or ill patients. This article introduces the "Elderly Meal Chewing Aid," which mimics the human teeth's function of tearing food apart and performing chewing actions; it is a multifunctional device constructed from stainless steel and high-strength plastic. This "Elderly Meal Chewing Aid" enables elderly individuals to dine alongside younger people at the same dining table. With the assistance of this aid, elderly people, patients with oral diseases, and injured or ill individuals can also consume various types of food normally. This device truly represents an innovation that benefits humanity.

Keywords

chewing aid; chewing; stainless steel; high-strength plastic

老年人吃饭助嚼器的设计与研究

杨贺轩

北京华天机械设备有限责任公司，中国 · 北京 102601

摘　要

对于牙齿不好的老年人吃饭，需要有助嚼器具协助，才能吃的舒服完美。国内市场及所有牙科、口腔医院、综合医院没有一款专门为协助老年人、口腔伤病人吃饭咀嚼的适用的器具。现有的搅拌机、粉碎机均不适合老年人、伤病员吃饭使用。本文，老年人吃饭助嚼器是模仿人类牙齿撕碎食物功能及咀嚼功能。用不锈钢及高强塑料制成的复合功能机具。这种“老年人吃饭助嚼器”能使老年人与年轻人坐在一个饭桌上吃饭。通过助嚼器协助，老年人，口腔病患者及伤病员也能正常的吃各种食物。这确实是一个造福人类的器具。

关键词

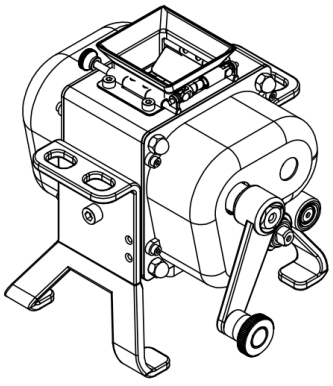
助嚼器；咀嚼；不锈钢；高强塑料

1 引言

这种老年人吃饭助嚼器，是普通机械产品，所用材料为食品级不锈钢及塑料。基本构造没有高、精、尖技术。助嚼器制造中需要使用多项高、精、尖的成熟技术。它含粉末冶金、不锈钢刀具、精密冲压、激光切割与焊接，高强塑料。

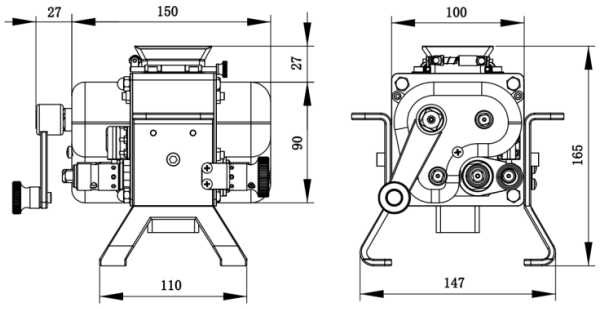
这种助嚼器的扩展附件，使用了电子数码技术，自动称量技术。如：基本机型手摇型，带计数器，累计吃这顿饭手摇了多少转。

还可以带电子称量系统，累计这顿饭吃了多少克食物，增加了健康管理项目。



老年人吃饭助嚼器3D示意图

【作者简介】杨贺轩（1944–），男，中国河北雄安人，工程师，从事电力机械研究。



助嚼器基本尺寸示意图 主视图、左侧视图

2 助嚼器的工作原理

食物通过筷子、勺子、刀、叉送入喂料口。当食物达到设定量时合页转动，或经过手动旋钮转动合页将食物导入助嚼器。食物首先进入一对撕碎轴中间。此时，用手摇动摇把食物被相对两串撕碎轮咬住、撕碎切割成 5X7.5mm 小片片，之后落入一对挤压轴中间。

这些小片片，再经过相对两串挤压轮二次撕碎、切割及挤压，将食物挤压达到 0.5mm 左右厚度，10mm 宽度的片状、达到适合食用的状态后，落入承接盘中。用手拿起承接盘再送入口中食用。

一对挤压轴上的两串挤压轮的啮合间隙可调整，通过调整啮合间隙调整食物被挤压的厚度。

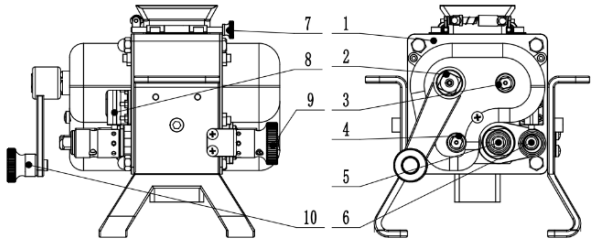
3 助嚼器的基本性能参数

⑴ 添加食物入口尺寸（mm）：40X45

⑵ 助嚼后食物出口：30X36 ⑶ 助嚼后食物尺寸：长、宽、高 10X10X0.2-1.0

⑷ 手摇柄手摇力矩：65X5-7.5N ⑸ 食物厚度调整挡：6 挡 X0.16

⑹ 助嚼器长 X 宽 X 高：177X147X165 ⑺ 助嚼器质量：不锈钢 5kg，高强塑料 2.5kg ⑻ 助嚼器附件：转数计数器，减速电机，称重计量器

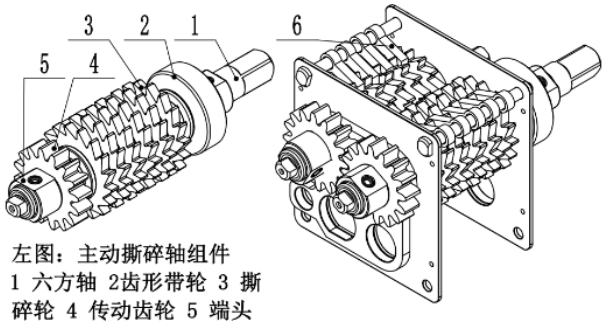


助嚼器主要零部件：1 壳体组件 2 主动撕碎轴 3 从动撕碎轴 4 主动挤压轴 5 从动挤压轴 6 挤压间隙调整轴 7合页转动旋钮 8 挡位定位销 9 挤压间隙调整旋钮 10 手摇把

4 助嚼器的基本组成部分及性能特点

助嚼器主要由：① 壳体组件 ② 一对撕碎轴组件 ③ 一对挤压轴组件 ④ 挤压间隙调整轴 4 个部分组成。

壳体组件主要由，左右护罩、左右端盖，中间方箱体、及支架组成。材料一种为不锈钢，另一种为高强塑料。壳体设计强调拆装方便，易于清洗。左右端盖没有加装密封件，对于一般食物的助嚼也不会发生渗漏。防护罩防护严密，外观优美。一对支架上边设计有耳板，便于用手搬动取放助嚼器 。耳板上有孔，孔内可存放筷子、刀叉。支架下面有爪子可安装橡胶套，爪子上可安装压重件增加稳定性，避免助嚼器工作时发生移动。



左图：主动撕碎轴组件 1 六方轴 2齿形带轮 3 撕碎轮 4 传动齿轮 5 端头螺母 6 清洁鸟片　　右图：一对撕碎轴与清洁鸟片示意图

一对撕碎轴组件：第一道工序为一对，两排粉碎切割棘轮；将食物切割粉碎为宽度 X 长度，5mmX7.5mm 小段。（可定制粉碎切割的宽度、长度）食物添加入口处设有带弹簧复位性能的防护合页，这个防护合页有如嘴唇功能。作用有二：1 遮盖撕碎轮，像嘴唇遮盖牙齿一样。这样，看起来美观舒服。2 具有防护作用，使撕碎轮不容易咬到筷子、勺子、夹子。食物要添加放到合页上，当达到一定质量的食物压到合页上，合页即翻转将食物漏下去。此时摇动手摇把，助嚼器进行咀嚼作业。

一对撕碎轴、轮组件的驱动，是通过助嚼器外部的一对齿轮的啮合传

递动力。（图中序号 4）用手摇动机体一则的摇把，同轴的主动撕碎轴旋转，机体另一侧主动轴上的齿轮带动从动轴上的齿轮转动，传递动力。齿轮在机体外部传动与机体内的食物通道分离更加卫生。

助嚼器的撕碎功能是利用棘轮进行撕碎，利用一对装配多个棘轮的螺旋轴串，相对旋转；棘轮的齿形将食物咬住，并导入助嚼器，利用棘轮两侧端面及齿顶进行切割。两个棘轮中间有隔片隔片厚度 5mm， 棘轮厚度制成 5mm，即把食物切割成 5mm 的宽度。利用棘轮的齿距 7.5，用棘轮顶部进行切断，即切成 7.5mm 的长度。棘轮齿顶部与隔片的圆柱相交，轮顶形成刀，圆柱形隔片外径形成砧板。

棘轮轴为六角形钢或塑料，棘轮孔、隔片孔同为六角孔。这使得装配、及配相位工序变得很容易。棘轮与隔片相间成排布置，主动轮由六件相同的棘轮与隔片组成，每个棘轮装配时旋转 60 度，一个棘轮一个隔片形成螺旋状。从动轮由 5 件棘轮组成，它们通过隔片相间布置，从动轮也是 60 度旋转装配。

一对棘轮轴，主动轴、从动轴用一对相同齿数的齿轮

传动。保证了传动的同步性能。轴上的棘轮与隔片可以用轴端头的特制螺母紧固在一起，形成轴串。

这样做的好处是，棘轮，即撕碎片与隔片紧固在一起，切割轮与隔离片中间没有间隙，使用中不会产生塞牙现象。切割间隙的稳定，既利于清洁，又延长使用寿命。只要中间隔片的厚度预留好两个棘轮中间的切割间隙，即可达到最佳切割效果。隔片厚度 50.04mm，棘轮厚度 50.02mm。切割间隙单侧小于 0.03，即发丝可切断，这个精度对食物切割绰绰有余。

清洁鸟片：图中序号 6，每个撕碎轮隔片形成的槽内设置一个清洁鸟片，也形成鸟片串。清洁鸟片靠自身的配合圆弧卡在撕碎轮隔片上，用来铲除下落剩余的粘连食物，形成剔牙动作。

一对挤压轴组件：一对挤压轮及轴是通过齿形带、齿形带轮来传递动力。

在手摇把同轴的右端同侧，装配有齿形带轮，挤压轮轴头也装配有齿形带轮。通过齿形带将动力传递到主动挤压轮轴上。手摇把轴的主动带轮与挤压轴的从动带轮设置了 1:1.3 的增速比。即挤压轮的转速比撕碎轮增加 1.3 倍，这有利于对食物进行充分碾压。从动挤压轮的转动是靠主动挤压轮驱动的。齿形带轮及齿形传动带同样设置在机体外边不会干扰食物通道。齿形带传动与上述撕碎轴齿轮传动是分别设置在机体两侧。

挤压轮的齿形形状分为两种：(1) 圆弧齿齿形这种齿形挤压厚度比较均匀，因为齿顶及齿侧隙基本相同，适合伤病人员使用。(2) 渐开线齿形利用大修正系数，使齿轮齿顶变窄变尖。这种齿轮挤压出来的食物会产生两种厚度，齿顶隙与齿侧隙是不相同的，造成挤压厚度及形态不同。这使得食物吃起来更有韵味，如副食，坚果花生、杏仁、核桃；主食，饺子、馅饼，菜品，炸丸子、熘肝尖、海蜇头等，更适合老年人群的进食习惯。

一对挤压轮轴的轴串，分为主动挤压轴串，从动挤压轴串。

主动挤压轴串，与撕碎轴串不同点是：挤压轴是通过一串多个齿轮进行挤压的，齿轮厚度同为 10mm，两根轴每个齿轮中间没有隔片。每个齿轮之间旋转 60 度装配，这个错位螺旋布置的成对齿轮两侧也具备非常好的切削性能，一对齿轮挤压食物的同时对食物进行二次切割，这样才能彻底切割不留一点粘连。成对螺旋布置的齿轮更利于各齿轮逐次咬入食物并进行旋转挤压。

利用齿轮配合的齿侧面间隙及齿顶间隙作为挤压方式，是一种创新发明。常理是，齿轮啮合怕塞牙，本创新反其道而用之，利用齿轮啮合间隙的稳定及等距的特点，齿轮从啮入到啮出，无论是渐开线齿形，还是圆弧齿形，间隙是稳定的。由于食物是适合挤压的，食物被挤压后的形状是 10mm 宽度的小片片。调整挤压齿轮的厚度，小片片的宽度即跟随变化。

撕碎棘轮的宽度为 5mm，挤压齿轮的宽度为 10mm，给食物预留了足够的延展宽度。当延展宽度不够时，食物会慢慢碾入齿隙中形成擀面动作，将食物擀薄。宽度超过 10mm 的片又被齿轮进行切割，这种咀嚼方式比较完美。它比起粉碎机，磨粉机处理的食物保留更多的食物原味；所以，吃起来更美味爽口。

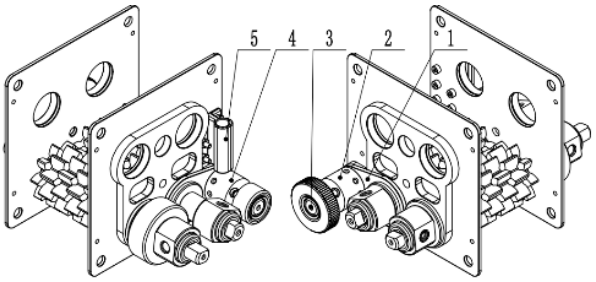
一对撕碎轴，一对挤压轴，两端的轴头螺纹都为细扣螺纹，用细扣、正反扣螺母紧固。螺母上与轴头再穿入圆柱销，螺母不会产生松动现象。轴旋转时一端为正扣螺纹，另一端为反口螺纹，这一点很像汽车轮子紧固，利用正反扣螺栓防松动。另外，为了便于拆装轴头两端部位都加工有扁状台阶，便于插入工具扳手。

一对挤压轴同为六角轴，齿轮为六角孔，每个齿轮旋转 60 度装配。当一对挤压轴相对旋转时，每对齿轮的侧隙及空间上部最大，更容易塞入食物。

从动挤压轴不采用单个齿轮随动转动，也是采用整串齿轮转动。这样，轮之间不会产生塞牙现象。

整串轴同步转动的另一个原因，是轴头也采用了六方孔的园垫，园垫外圆与箱体盖板孔之间进行旋转。4 根轴的轴头均为这种做法，这种做法非常利于旋转轴的润滑。定期，半个月至一个月从每个轴头与轴套（园垫）倒角的缝隙处滴入一滴食用油即可，或轴头出现摩擦声音时即是需要润滑，用眼药瓶的滴一滴即可，这与手表润滑点钻相似。

本设计轴头的旋转部位厚度为 7mm，(盖板基体厚 2，加强板厚 5) 这种 7mm 厚度，轴与套的设计，轴压非常小，故非常耐磨，可使用 10 年 -15 年以上。



调间隙轴示意图 左图、右图分别右侧视角，左侧视角
1 拉板 2 旋钮内含偏心复位套 3 偏心轴 4 挡位定位套内含偏心复位套 5 定位销组件内含定位销及压簧

挤压间隙调整轴：利用偏心轴调整齿轮啮合间隙的方法，来调整食物的挤压厚度。

它有以下几个特点：

① 轴为偏心轴偏心距为 1，可调距离变化为 2。偏心轴无偏心的部位，外

径与箱体盖板同轴旋转。偏心部位在箱体两侧出头，箱体两侧装有拉板。拉板上制有两个孔，其中一个圆孔穿入偏心轴头部，另一个孔与从动挤压轴头部的扁圆套配装。当偏心轴转动时拉板即产生前后移动，齿轮的啮合间隙即可

变大变小。当齿轮的啮合线远离节园直径时，移动距离很小间隙变化确很大。调间隙装置也同样设置在箱体外部与食物隔离。

② 拉板与从动挤压轴的扁圆套装配：扁圆套是镶嵌装配在箱体盖板上的，可前后移动又不能转动。这个扁圆套的内孔与挤压轴头部的六方孔园垫套外径进行配合旋转。这样，这根轴即可移动距离又可以在任意移动位置进行旋转动作。

③ 偏心轴两头上加装偏心复位套，偏心复位套的作用是与轴恢复同轴状态。这样，调节手柄（滚花高螺母）才能实现与轴同轴转动，利于指针及刻度设置，观察位移情况一目了然。偏心轴两端头部位，加工了细扣螺纹，偏心复位套用螺纹联结再重复配上圆柱销（弹性圆柱销）不会产生松动及晃动，偏心轴变成了曲轴。偏心复位套外边再装配手柄，再次用销轴对三件同时销定。

这样看似啰嗦，但是能起到以下作用，偏心轴单件容易拆装，调整手柄上的刻度数值同轴转动，位置定位销与定位坑圆周对准。最重要的一点是，如果不这样做法，调整挤压间隙的拉板无法装入与拆出。曲轴中间装配拉板要两半对接才行，像汽车曲轴装配需要对开轴瓦。本设计利用偏心复位套巧妙的解决了这一难题。

转动调间隙旋钮时，定位销的咔、咔声音很好听，调整定位销压簧的压力声音会改变，这也增加了些吃饭时的情趣。

5 助嚼器的清洁与消毒

一般自己使用，每吃完一顿饭要用水清洗，像吃饭需要洗碗一样。边注水边摇动摇把像刷牙、漱口一样。可用特定的食物协助进行清洁，如玉米饼、黄瓜、萝卜、芹菜。换人使用时，需彻底清洗消毒，可用开水煮，高温、高压气等方法。助嚼器需要定期拆成零部件进行清洗杀菌，夏天半个月拆解一次，冬天一个月拆解一次。

6 助嚼器的生产型号

ZJQ-1，ZJQ-2，ZJQ-3 助嚼器 1 型、2 型、3 型等。1 型为标准型，切碎 5mm 机型，2 型为切碎 2.5mm 型。3 型为加装减速电机的电动机型。电动机型配有力矩限制器，点动按钮操纵。

助嚼器采用不锈钢材料制作时，整机质量在 5kg 左右。它放置在桌面上，手摇工作时，由自重压住，不易发生位置移动晃动情况。

助嚼器壳体、护罩等采用塑料材质制作时，自重较轻，工作时易产生移动现象。需要配置压重附件，两种材料的机型均可按需配置压重附件。压重附件有 2.5、5、7.5、10kg 压重块固定于底脚上。

7 总结

助嚼器的生产，产品体积虽然小，但是也需要产业链配套生产。需要装配线，加工型企业互相配合完成整机生产。配料、切割、精密折弯、倒圆角、去毛刺都需要专用数控设备。切割轮、挤压轮、清洁鸟片热处理淬火后需要进行磨砂工序处理。各零件装配前要作好标记打印编码。各零件装配前还要进行一次彻底清洗消毒工序。

整机装配企业应具有：零件进入装配线前的检测设备，出厂检测试验设备及装配流水线。产品出厂包装前必需再次高温杀菌消毒。

助嚼器的生产应充分体现工匠精神。做到视觉优美，用布擦拭清洁各部位不挂毛，没有毛刺手感舒服温润。生产出品质优秀的知名产品！

参考文献

[1] 张毅，刘梦琪。老年咀嚼障碍人群进食辅助器具适老化设计研究 [J]. 包装工程，2023,44 (12):186-194.

[2] 王佳，李丽。老年人咀嚼功能衰退机理与进食辅具创新设计策略 [J]. 机械设计，2024,41 (03):142-148.

[3] 陈曦，周明宇。吞咽咀嚼障碍老人助食器具人机工程学设计与试验 [J]. 中国医学装备，2023,20 (08):31-35.