

节能餐盘回收器的设计

一. 摘要

如今随着经济的飞速发展，人力资源的价值越来越贵，所以制造一种节能餐盘回收器能够节省下人力资源，将这些资源投入到其他行业的发展中去。而在节省人力资源的同时不能够耗费过多的能源，以免造成资源浪费，使得没有经济效益。为了节省能源，故利用餐盘的重力势能能够完成对餐盘的回收。市场上最便宜的餐盘回收线价格为人民币 38000 元。经济效益不够，不划算。而如果能将节能型餐盘回收器运用在北航沙河校区，一个月节省 9360 元，是一笔不小的数目。而推广到全国的话能够节省大量的劳动力。

二. 引言

1.1 创意来源:

每次在校园食堂吃完饭之后都会看到食堂里的工人站在食堂门口辛辛苦苦地回收餐盘，并且餐盘常常会堆积如山十分不方便。而如今随着经济的飞速发展，人力资源的价值越来越贵，所以制造一种节能餐盘回收器能够节省下人力资源，将这些资源投入到其他行业的发展中去。而在节省人力资源的同时不能够耗费过多的能源，以免造成资源浪费，使得没有经济效益。

1.2 背景分析:

目前国内已有餐盘回收线进行实际应用。如图 1.1，该餐盘回收线是回收与清洗一体化的，先将餐盘回收进入下方盒子内，再用水进行清洗。

缺点有：一，回收速度较慢，因为需要清洗，所以导致整个流水线的回收速度达不到食堂高峰期对回收速度的要求。二，机器清洗浪费资源，用机器清洗餐盘耗水较多，回收线耗需要带动皮带转动，给水增压，用电量为 1.1KW/时，浪费水资源与电力资源，没有达到节能的要求。三，尺寸为 20 米，体积过大，在食堂有限的空间内无法放入。四，成本较高，市场上最便宜的餐盘回收线价格为人民币 38000 元。经济效益不够，不划算。



型号	规格尺寸	功率		给水管径 (mm)	排水管径 (mm)	运输带规格	运输速度 (m/min)	
		P/W	kw				无级调速	固定
TDOS-20000	20220×700×950	3/380	1.1	φ20	φ42	550×3×L	2.7~13.7	9~10

而当今市场上还有一种 9 米长的餐盘回收线，虽然体积较小，耗能较小，不过体积仍达不到要求，并且工作效率更低。所以制造节能，体积小的餐盘回收装

置很有必要。



三. 项目设计

2.1 创意过程:

餐盘的回收必然会消耗能量,而为了达到节能的目的,必须寻找在回收过程中那部分被我们忽视了的能量,我们很难用简便环保的方法运用残留食物的生物质能。而在残留食物中还有一部分内能,但是因为食物温度较低,利用不方便,并且残留食物较少,内能较少。于是我想到了机械能。餐盘的动能无法利用,但餐盘的势能确实比较好利用的,每个餐盘质量大约 400g,假如每个学生在放餐盘时将餐盘举到 1.5 米高度,那么每个餐盘的重力势能为 $mgh=6J$,足够将食物倒出。因此我就想到了用这部分势能进行餐盘回收。

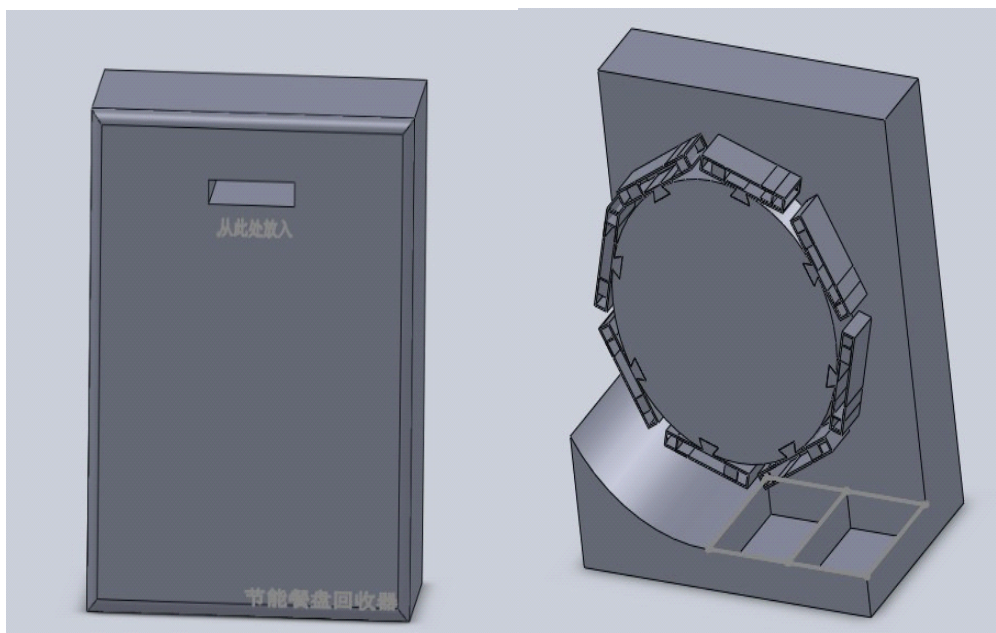
2.2 创意难点:

餐盘在回收过程中很重要的一步就是清理剩余食物,在设计的过程中我曾想过通过巧妙设计螺旋形滑道使得餐盘在从上向下滑动过程中食物自然滑落,不过食物会有一定粘性,在滑下的短时间内很难滑落,并且食物滑落后可能会堵塞滑道,致使整个装置停止工作。于是我想到了圆形,我从摩天轮的工作原理找到了灵感,将餐盘紧贴转轮边缘,那么当餐盘从顶端转到底端时,餐盘便会倒置,因而残留食物便会因重力而自然落下,这样只要控制好转轮的速度,食物就能顺利滑落而不会堵塞机械。并且让餐盘倒完食物后自然落下,这样转轮一边餐盘比另一边多,力矩不为 0,转轮会继续转动。然而另一个难题接踵而至,怎样使餐盘向下转时不会落下,而倒完食物后能够自然落下呢?经历一番思索后,我决定从装餐盘的卡子上着手,使卡子卡住餐盘一边而不挡住另一边,因而能够达到要求。

2.3 节能餐盘设计

2.3.1 总体设计

回收器的主体是一个转轮,转轮用塑料制成,用以减轻整个转轮的质量,使得转动惯量足够小,而当餐盘的重力矩作用时间相同时,会产生更大的角速度。转轮上会有 10 个塑料卡,当节能餐盘回收器开始运作后转轮在餐盘力矩的带动下开始转动,转动中餐盘便随着圆周的转动,如图,由向上状态逐渐竖直再朝下。在这一过程中,餐盘中的残留食物便会因重力而落入食物盒中,或是先落入一旁的滑道中再流入食物盒之中。完成对食物的回收。然后因为轮盘向外的力矩大于向内的力矩,故餐盘继续上升。到达最底端与最右端之间的某个位置,因塑料卡一边未设塑料扣,餐盘会顺势滑下,餐盘便会落入餐盘收集盒中。逐渐堆积成一摞餐盘。



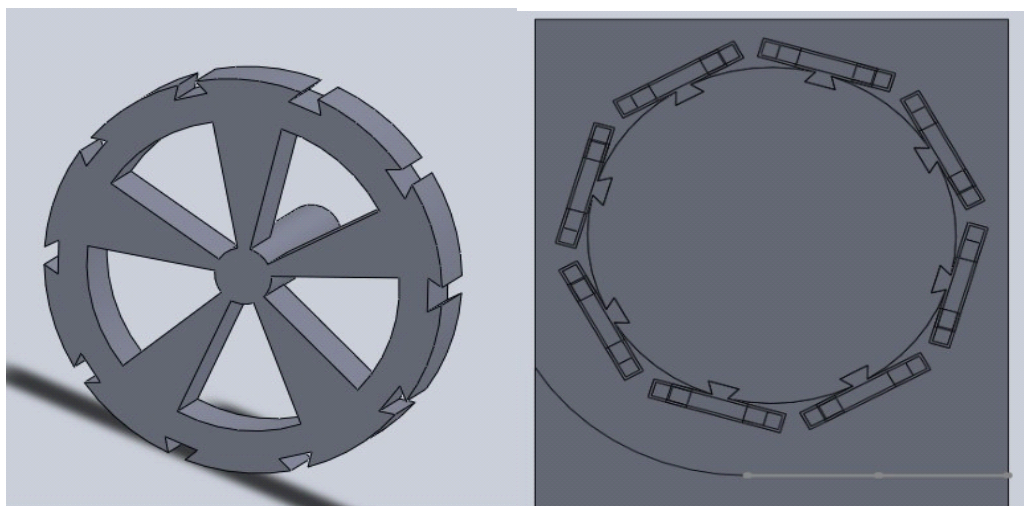
2.3.2 转轮设计

如图，转轮上会有 10 塑料卡，用来卡住餐盒。该转轮的动力来自餐盘的重力产生的重力矩，

当回收器工作时左边轮盘始终会有 5 个餐盘，而轮盘右边则最多有 2 个餐盘，由于对称，左边的轮盘左上方两个圆盘的力矩大小等于右下方两个餐盘的力矩，抵消。而此时和力矩最小。如图 设餐盘质量为 m ，转轮半径为 R 质量为 m' 合

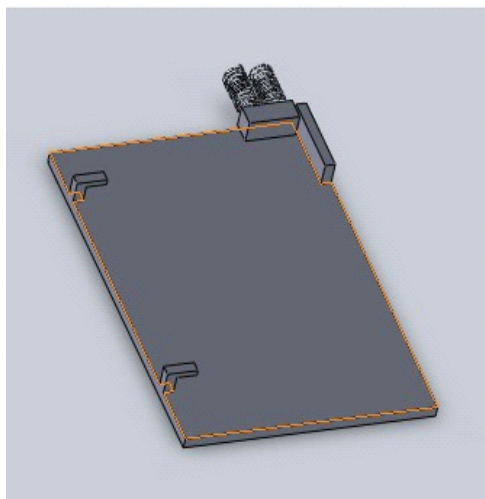
$$\text{力矩 } M = mgR \left(\cos \frac{\pi}{10} + \cos \frac{3\pi}{10} \right)$$

而转动惯量又积分得为 $\frac{1}{3} m' g R^2$ $\frac{1}{3} m' g R^2 d_w = M d_t$ 选用轻质材料使得 m' 较小，为 1000g 左右积分并经过运算后平均放入一个餐盘需要 7 秒钟，其中 4.5 秒用于等待转轴转动转过 36° ，2.5 秒用于同学将餐盘放入。



2.3.3 装餐盒的塑料卡的设计

如图，塑料卡共设 3 个塑料扣朝外一面无扣，用以将餐盘放入。塑料筐右边无扣用以当餐盘向上转动时自行滑落。左边设有 2 个扣，高度与餐盘高度接近，略高。塑料扣上下底面为 $41*61\text{cm}$ ，即比餐盘的尺寸前后，左右各大 1cm ，以便餐盘的进入。后边靠右处设有一个塑料扣，这样既能稳定餐盘，又在后面的弹簧卡的设计中发挥一定作用。

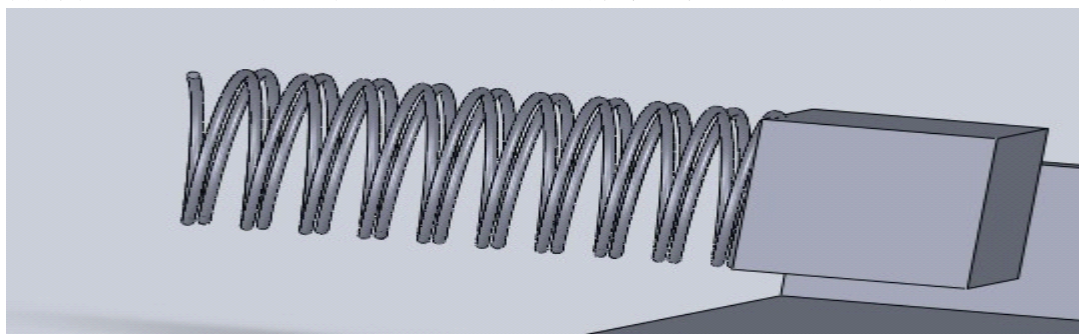


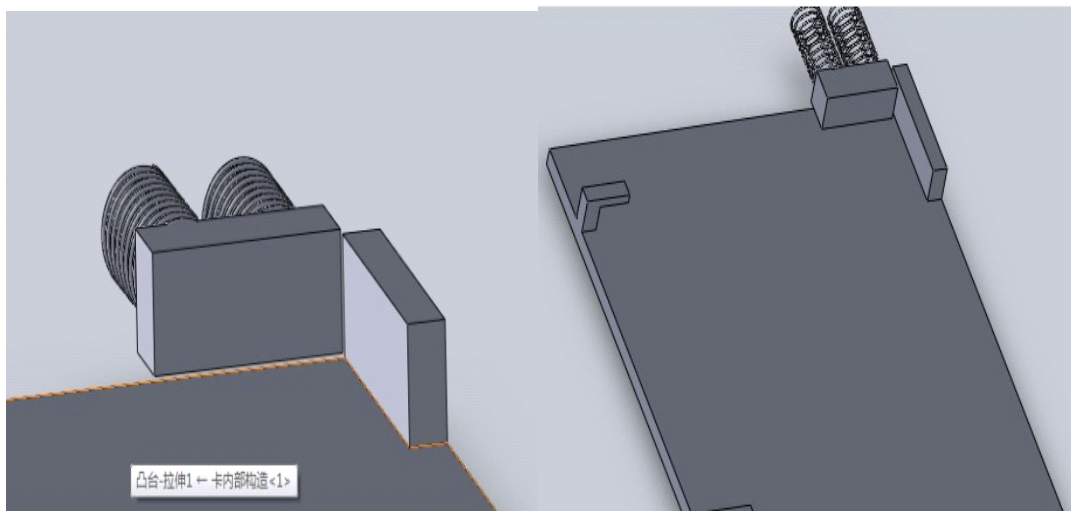
2.3.4 塑料卡及转轮的材料运用

为了能够达到学校食堂在吃饭高峰期对餐盘回收效率的要求，该回收器运转速度必须达到一定的要求。因为餐盘比较轻，因此在设计转轮的时候需要让转轮更加轻，餐盘的力矩能够以较大的速度带动转轮。可以使用新型长碳链尼龙工程塑料【1】。

2.3.5 弹簧卡的设计

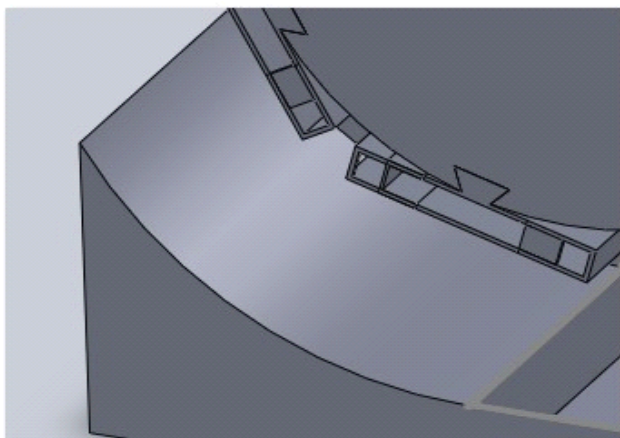
为了能让学生在放入餐盘时不会因为转轮的转动而使得餐盘卡住，特运用弹簧卡，当塑料盒转到入口时，弹簧卡卡住转轮，转盘停止转动，学生就能更容易得将餐盒放入，然后当餐盘放入塑料卡后将弹簧顶开，转轮继续转动。





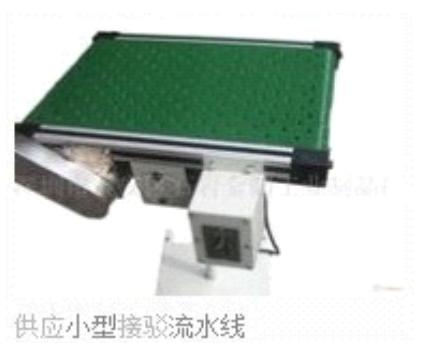
2.3.6 滑道的设计

滑道运用动摩擦系数最小的材料——钢，使得食物容易滑下。



2.3.7 运出系统的设计

运出系统主要用到压力传感器，推出设备两部分组成。当餐盘达到一定的数量的后压力传感器产生反应，接通转动电机，小型流水线如图，开始转动将餐盘通过传动带运出回收器，如图



2.3.8 运出系统电路设计

运出系统电路可以运用 2 个电路。其中一个是控制电路，电路中有一个光敏电阻，电阻放在壳内，该电阻与电子继电器并联，当餐盘达到一定数量后，遮住了来自另一边的光线，电阻值增大，流过电磁继电器的电流也相应地增大，使得吸力增加，接通主电路，使得传动带开始转动，而当餐盘被完全运出后，重新变

亮，电阻增大，电磁继电器磁力减小，主电路断开，完成一个周期。

2.4 预计技术难题

一，转轮的转动轴的摩擦力要尽可能地小，以便转轮速度够快达到预定的要求。二，塑料卡的形状要与餐盘尽可能得契合，使得在转动中餐盘不会滑出。三，传动带的转动速度要尽可能的快，以便在下一个餐盘落下之前将餐盘推出。

2.5 还需完善之处

对于压力传感器与传动带的电路还需进行更加巧妙地设计，使得更加节能。该电路需要实现当餐盘达到一定数量的时候传感器产生反应，引起电路中电流的变化，使得传动带开始运作，当餐盘完全被运出后传感器回复，电流回复到初始状态，传动带断电。能够迅速将餐盘推出而在下一个餐盘落下之前能够使传动带处于静止状态。

3.1 可行性分析

该节能型餐盘回收器每分钟能回收 9 个盘子半小时能够回收 270 个，该回收器设计高度为 1.8 米，长度为 1.6 米，宽度为 1.4 米，体积较小，食堂出口能够安放三至四个回收器，北航沙河校区总人数为 6000 按每边四个计算半小时之内就能全部回收完成，能够达到预定要求。

3.2 经济效益分析：

现在北京的工人最低小时工资为 13 元每小时，节能餐盘回收器的应用每小时能为学校节省 13 元，沙河校区六个装置，每个每天运行 4 小时，每天能够至少节省 312 元，一个月节省 9360 元，是一笔不小的数目。由于该回收器主要是机械结构，只有传动带一个机电部件，所以生产成本比较低，经济效益可观，能够进行市场推广。而推广到全国的话能够节省大量的劳动力。

四．参考文献

【1】徐开熙 于福德 山东东辰工程塑料有限公司 新型长碳链尼龙工程塑料 现代材料加工运用 2001 13