

# A Compression Analysis on the Board of Kitchen Waste Garbage Truck based on CATIA

Shifang Li

School of Mechanical-electronic and Automobile Engineering, Chongqing Jiaotong University, Chongqing, China, 400074

**Abstract:** Research on the strength of the push plate of the existing garbage truck. In this paper, the CATIA software is used to construct a simple model. Then in the case of the load, the analysis of the theoretical and practical stress of different situations. Finally, according to the received in the range of 1.6 cubic meters of swill were finite element analysis of stress analysis, and determine its practicability.

**Keywords:** push plate; stress analysis; finite element analysis

## 基于 CATIA 的厨余垃圾车推板的压缩分析

李世方

重庆交通大学, 机电与汽车工程学院, 重庆, 400074

**摘要:** 对现有的厨余垃圾车的推板在压缩过程中的进行强度研究。采用 CATIA 软件进行简单的模型构建, 然后在讨论其在负载的情况下, 理论受力和实际受力的不同情况。最后根据普遍的 1.6 立方的罐体所承受的泔水情况进行有限元的受力分析, 并确定其可实用性。

**关键词:** 推板; 受力分析; 有限元分析

### 1 引言

随着城市化步伐的加快的同时, 生活水平的提高, 人们对味觉的享受越来越看重, 同时也不可避免的产生大量的厨余垃圾, 其又分为收集和运输、集中处理、无害化和资源化加工等几大环节。而厨余垃圾车就是对处于垃圾进行收集和运输的专用车辆。由于生活的场所密集, 过去的垃圾车已经不能再满足人们的要求。而密封式的厨余垃圾车(图 1 所示)由于其良好的密封性和质量利用率, 越来越显得重要。厨余垃圾车就是专门对泔水进行运输, 运送到特定的泔水处理地进行加工处理的, 而在运输的过程中, 对泔水的压缩不仅能够缩短垃圾处理的流程, 更能在运输过程中分离出泔水中的大量水分, 从而增加其运输的容量, 提高其运送量。

厨余垃圾车的压缩功能主要依靠液压系统和压缩机构进行实现, 压缩机构是主要的执行机构, 而液压系统主要是为其提供动力。压缩机构的主要有液压缸、推板、水箱、支架、支持轨道等。因为压缩机构的工作受力情况主要是在推板上体现的, 同时由于罐体的密封性要求, 其工作参数不能直接测量。本文研

究的主要内容是在垃圾车满载的情况下, 把推板进行人为的独立出来, 采用 CATIA 软件对其进行有限元的受力分析。



图 1. 一种固液分离的厨余垃圾车

### 2 推板的模型分析及建立

厨余垃圾车的主要工作实在运输过程中对泔水进行压缩并分离, 因此压缩机构是泔水车工作的关键部分, 压缩机构的工作情况直接影响着垃圾车的主要性能, 因此对压缩机构的关键部位推板进行分析至关重要。本文选择圆形的罐体进行研究, 因为在推板进行拉伸或者收缩时推板要有支撑, 因此对推板的两侧构建 100mm 的凹槽, 以便和轨道进行搭接。同时构建支持架, 减少对边缘的受力。作为 1.6 立方的罐体,

推板选择普遍且容易计算直径 1200mm 的规格。同时把推板的上部分和垂直方向成一定的角度  $\alpha=10^\circ$ ，这样更利于厨余垃圾被压缩，如图 2 为构建的推板模型；



图 2. 推板的简化模型

### 3 推板的受力分析

泔水是厨余垃圾主要形式，主要来源于各种各样的餐馆，主要是食用油混合其他的物质，因此存在一定的流动性。在对其进行运输的过程中，为了增加车的载量，要进行固体和液体的分离。而在推板对泔水不断地压缩工程中，由于里的作用是相对的，推板也会产生反作用力，即随着推板的不断前进，推板所承受的压缩的反作用力也就越大，同时在推板不断进行的压缩过程中，垃圾的密度也在不断的改变。因为在厨余垃圾车运输过程中，会对泔水进行挤压，同时由于生活的习性各地方以及各时间段的泔水密度也不相同，本文在分析过程中主要采用量化的计算方法。

在推板对泔水进行压缩的过程中，把泔水的反作用力都视为作用在推板上，由理论的动力学受力分析可得  $F_1 = k \cdot x + c \cdot \dot{x} + m \cdot \ddot{x}$ 。在公式中把泔水视为存在粘性的混合介质，为了更好地计算出受力情况提出 k 和 c 的概念，其中 k 为垃圾的刚度，由于压缩量较大，采用线性的弹性模量会有很大的误差，因此这里的 k 取静力学的变模量，其值只与静力学的大小有关。同时为了更好地表达受力情况，采用弹性模量 c，从而增加受力的平滑度，与真实受力更加接近。m 为垃圾的质量，x 为垃圾被压缩的位移。同时箱体是密封的，推板在运动的过程中，会与箱体、导轨等构成摩擦，摩擦力  $F_2 = \pi a D p f$ ，其中 p 为单位垃圾的膨胀力，f 为摩擦系数。因此总的推板的理论受力表达式为  $F = F_1 + F_2$ 。p 为单位垃圾的膨胀力，f 为摩擦系数。根据相关的数据调查和论文参考，可以设定厨余垃圾车在满载的情况下，垃圾的相关参数如表 1 所

示：

表 1. 垃圾的相关参数

垃圾质量 kg	1000kg
垃圾的刚度 k N/mm	100
垃圾的动力阻尼系数 c N/(mm/s)	0.5
单位垃圾的膨胀力 p N/m <sup>2</sup>	15000
摩擦系数 f	0.1
压缩循环时间 t s	20

根据罐体的相关容量，取罐体的内腔长为 2000mm，取箱体的内腔长为 2000mm，根据表 1 的数据可以得到在垃圾箱满载的情况下，推板理论的压缩力为  $F=102246N$ 。

在垃圾车压缩机构进行实际的压缩过程中，理论和实际的受力结果往往存在很大而差异，在实际的压缩过程中，压缩力和压缩模量会随着压缩量的增大而增大。从相关的理论知识出发，可以把相关的计算量列出来：其中压缩量和压缩模量的关系为

$E_x = t ((\rho_x - \rho_0))$ 。其  $E_x$  为压缩模量，t 为常数， $\rho_x$  为压缩终止的密度， $\rho_0$  为垃圾初始密度。又有经验公式得  $\rho_x = \rho_0 + a(\alpha_{av} \cdot \varepsilon_{av})^b$ 。其中  $\alpha_{av}$  为平均应力， $\varepsilon_{av}$  为平均应变，a, b 均为常数。因此

$E_x = t(\rho_x - \rho_0) = at(\alpha_{av} \cdot \varepsilon_{av})^b$ 。又有应变理论得

$\alpha_{av} = E_x \varepsilon_{av}$ ， $\varepsilon_{av} = \frac{\Delta L}{L} = \frac{x - \theta x}{L}$ 。其中 L 为压缩腔长

度， $\theta$  为系数，x 为垃圾压缩量，在理论运算过程中。将上面的式子整理，得到压缩力的数学模型为：

$$F = F_1 + F_2 = A\alpha_{av} + \pi a D p f$$

$$= A(at)^{\frac{1}{1-b}} \left( \frac{x - \theta x}{L} \right)^{\frac{b+1}{1-b}} + \pi a D p f$$

但是这个理论公式是基于能够多次测量，并且在测量的过程中各相关参数差别很小的前提下，而在公式中由于存在很多的参数，又由于泔水的差异性很大，多次测量并不能保证参数的准确性。因此在大部分的推板的受力分析中对其强度的确定都是由液压缸的受力情况来反映推板的受力大小。因此在本文的有限元分析过程中取其动力学的理论计算值。

### 4 基于 CATIA 的受力分析

对于推板的 CATIA 构建，添加新材料结构钢并取名为 Q235，弹性模量为  $2.06 \times 10^8 N/mm^2$ ，泊松比为 0.3，密度为  $7.8 \times 10^{-6} kg/mm^3$ ，屈服极限为

235Mpa。而 Q235 为脆性材料，取最大的安全系数  $s=5$ ，可以求得其最大的需用应力为  $4.6 \times 10^7 N/m^2$ 。然后把新建的材料库赋予创建好的模型，在进入 CATIA 自带的有限元分析模块，选择静态分析。首先对其自动产生的网格进行修改，考虑到在泔水中的颗粒都大于 8mm，因此将自动生成的 3D 网格的尺寸变成 8mm，然后选择自定义约束把，把与导轨接触的两个面限制 5 个自由度，只留 Y 轴移动的自由度。在把虚拟液压机构的支柱只限制 Y 轴移动的自由度。把构建的零件体的受力表面设置成一个表面组，然后使用分布应力作用在这个表面组上，经过计算得到偏移量图 3 和应力云图 4。

由计算得到对的应力云图可知，受到最大的应力为  $9.8 \times 10^6 N/m^2$ ，小于最大的需求应力，因此在泔水车最大负载的情况下，推板可以正产工作。在计算的好的状态下，通过多次的实际工作，然后计算出在实际工作过程中的系数，从而得到相对准确的数值，从而确定推板的近似真实的受力分析。

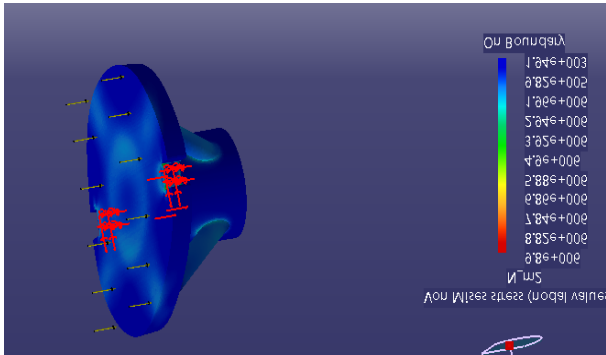


图 3. 偏移量图

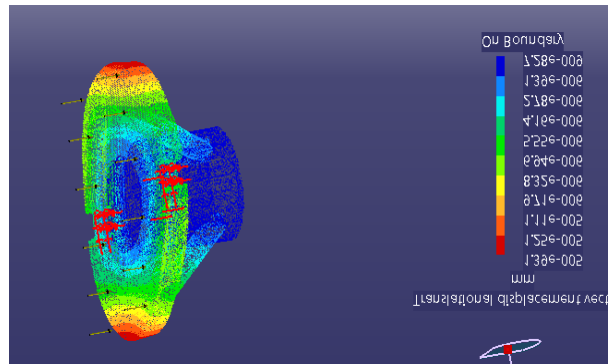


图 4. 应力云图

### 5 结论

本文通过计算理论下泔水车在满载的情况下的受力分析，并且本文是基于相对安全的数据来进行有限元分析的，从而确定其执行过程中的安全性，为实际的操作过程和承重实验提供理论的数据分析。

### 参考文献

- [1] 孙国明. 浅析国内厨余垃圾车市场化的发展方向[J]. 专用汽车,2010(5):39-41.
- [2] 王秀景. 51T 压缩式厨余垃圾车工作机构优化设计及分析[D]. 山东, 山东理工大学,2015.
- [3] 史柏承. 后装式垃圾车压缩机构的有限元分析及优化设计[D]. 湖南, 湖南大学,2014.
- [4] 刘延荣. 泔水垃圾运输车设计技术的研究[D]. 山东. 烟台大学,2008.