

沈从举,贾首星,孟祥金,等. 基于 SolidWorks 的气泡雾化施药喷头 3D 设计与建模[J]. 江苏农业科学,2014,42(1):359-362.

# 基于 SolidWorks 的气泡雾化施药喷头 3D 设计与建模

沈从举<sup>1</sup>, 贾首星<sup>2</sup>, 孟祥金<sup>2</sup>, 刘 威<sup>2</sup>, 代亚猛<sup>2</sup>

(1. 石河子大学机械电气工程学院, 新疆石河子 832000; 2. 新疆农垦科学院机械装备研究所, 新疆石河子 832000)

**摘要:**利用 SolidWorks 三维 CAD 软件对气泡雾化施药喷头的喷头体、气泡发生器、喷头帽、进气(液)管接头、喷片等零件进行了 3D 设计与建模。通过自下而上的建模设计方法,建立了气泡雾化施药喷头的三维装配体模型,并利用其干涉检查功能,检查了装配关系及相关设计的合理性,有效提高了设计效率,为气泡雾化施药喷头的结构优化、有限元分析及流场数值模拟奠定了三维模型基础。

**关键词:**气泡雾化;喷头;SolidWorks;3D 设计;建模

**中图分类号:** TP391.7;S491 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)01-0359-04

随着病虫害防治技术的发展,我国农药使用正朝着更高农药利用率、更少环境污染方向发展<sup>[1-2]</sup>,高效农药的出现对植保机械低量、高效施药提出了更高要求,高效低污染施药喷头的研制开发势在必行。气泡雾化施药喷头作为一种新型两相雾化喷头,可将大容量喷雾变为低容量高效喷雾,对提高农药利用率、减少因农药漂移引起的环境污染等问题具有重要意义。随着计算机技术的发展,CAD 技术逐渐由二维绘图向三维设计过渡。三维设计具有无可比拟的优越性,是机械设计的发展方向。三维 CAD 系统采用三维模型进行产品设计,它不是单纯使用计算机绘图,还包括产品构思、功能设计、

结构分析、加工制造等<sup>[3]</sup>。SolidWorks 三维实体建模软件是美国 SolidWorks 公司的产品,是现代机械设计方法中一种常用的三维 CAD 软件,是机械设计领域的主流设计软件<sup>[4]</sup>。在机械零部件及整机的设计建模及装配方面,与传统的二维设计方法(二维图形描述)相比,应用 Solidworks 软件进行设计与建模,图形表达更直观,不必耗费精力考虑产品的图形表达,修改图样更方便,减少重复劳动,减轻设计强度,从而缩短产品的设计周期。此外,应用 Solidworks 软件对气泡雾化施药喷头进行 3D 设计与建模,还可以为该喷头的结构优化、有限元分析及流场数值模拟奠定三维模型基础。

收稿日期:2013-06-07

基金项目:新疆农垦科学院青年科学基金(编号:YQJ2009-14)。

作者简介:沈从举(1982—),男,河北衡水人,硕士,助理研究员,主要从事农业机械设计与性能试验研究。Tel:(0993)6683373; E-mail:shencongju@163.com。

通信作者:贾首星,研究员,主要从事农牧机械设计与研究工作。Tel:(0993)6683277。

## 4 结论

本研究表明,采棉机采摘头高度控制系统由液压系统、地面仿形机构组成,该系统可实现地面仿形、人工高度控制。针对该采摘头高度控制系统,分析了常见的故障现象、原因、解决方法。

## 参考文献:

- [1] 王学农,陈 发. 9976 新型六行采棉机结构分析及应用[J]. 农业机械学报,1998,29(增刊):130-134.
- [2] 陈 发,王学农. 国产自走式采棉机的研究[J]. 粮油加工与食品机械,1999(6):13-14.
- [3] 陈 发,王学农,孙 颖,等. 4MZ-2(3)型自走式采棉机主传动系技术方案分析与确定[J]. 农业工程学报,2001,17(5):68-72.
- [4] 毕新胜,王 磊,李 鹏,等. 静液压传动在采棉机上的应用[J]. 农机化研究,2009,31(2):178-181.
- [5] 毕新胜,王维新,武传宇,等. 采棉机水平摘锭的工作原理及采摘

## 1 气泡雾化原理及技术特点

### 1.1 气泡雾化原理

气泡雾化技术(effervescent atomization)是 Lefebvre 教授等于 1988 年提出的一种革新性的雾化技术,现已被广泛应用于燃油喷射等工业领域<sup>[5-6]</sup>。气泡雾化原理与常规的液力雾化、气力式雾化有着本质区别。常规的液力雾化、气力式雾化

力学分析[J]. 石河子大学学报:自然科学版,2007,25(6):786-789.

- [6] 王 伟,孙文磊. 采棉机摘锭的逆向反求与五轴联动数控加工仿真[J]. 农机化研究,2010,32(9):33-36.
- [7] 祝朋涛,魏 敏,张宏文. 采棉机摘锭的三维虚拟建模及有限元分析——基于 SolidWorks 软件[J]. 农机化研究,2011,33(4):39-42.
- [8] 张有强,马少辉,丁旺才. 采棉机摘锭采摘过程的动力学分析[J]. 农业工程学报,2012,28(13):54-58.
- [9] 毕新胜,王维新,丛锦玲,等. 水平摘锭式采棉机采棉滚筒的运动学分析[J]. 农机化研究,2008(8):49-51,54.
- [10] 曹玉山,孙文磊. 采棉机滚筒协同虚拟装配的研究与实现[J]. 农机化研究,2011,33(11):75-78.
- [11] 王方平,梅 益,刘乔英. 采棉头锥齿箱有限元模态分析[J]. 农机化研究,2011,33(4):36-38,42.
- [12] 董 伟. 梳指式采棉机的设计与关键技术研究[D]. 乌鲁木齐:新疆大学,2009.
- [13] 杨会民,曹卫彬,李江全,等. 采棉机跨区作业导航电子地图的制作[J]. 安徽农业科学,2012,40(6):3795-3797.

是借助液体或气体的动能克服液体黏性实现液体雾化。气泡雾化不是通过克服液体的黏性,而是通过克服液体的表面张力来达到雾化目的,其过程是把压缩空气以某种适当的方式注入液体中,并使两者在喷头混合室内形成稳定的泡状两相流动,形成均匀而稳定的泡状流是其雾化的关键。气泡雾化原理如图 1 所示。

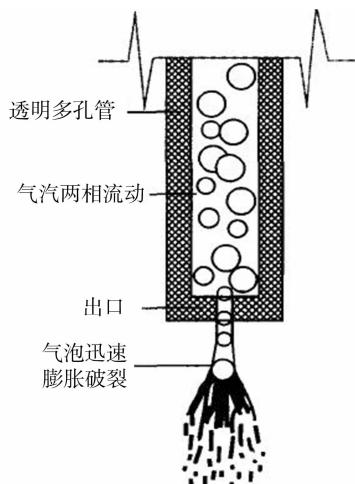


图1 气泡雾化原理

造成气泡雾化的原因一方面是高速气流在喷头出口处对液体强烈的剪切、撕裂作用;另一方面是出口下游液体颗粒所包裹的气泡“爆炸”所造成的二次雾化,即泡状两相流在离开喷头出口瞬间,由于气泡内外压差的剧烈变化,导致气泡剧烈膨胀直至破裂,从而进一步破碎包裹在其周围的液膜,形成更加细微的雾液颗粒<sup>[7]</sup>(图 2)。

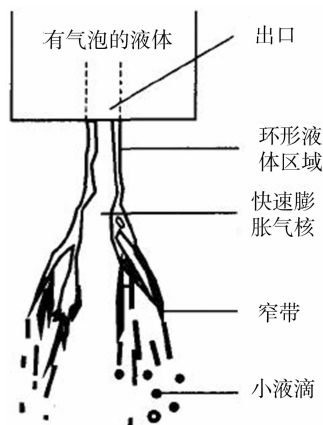


图2 雾液形成过程

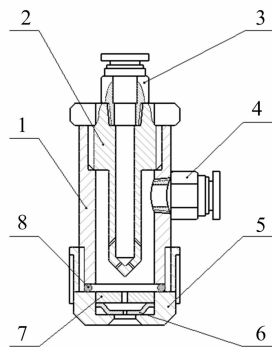
### 1.2 气泡雾化技术特点

气泡雾化技术与常规雾化技术相比,具有以下优点:注入气体压力低、雾滴粒径小、耗气率低、耗能小、不易磨损;喷口大,可以减轻堵塞;液体黏度几乎不影响雾滴大小。我国是农药使用大国,由于农业施药过程中的特殊性、工作状况的复杂性,人们总是希望用较低的压力达到期望的雾化效果,即获得足够小的雾滴,同时要求喷头不易堵塞<sup>[8-9]</sup>。目前,气泡雾化技术大多应用于航空、发动机、重油雾化等工业领域。

## 2 气泡雾化施药喷头结构

笔者设计的气泡雾化施药喷头采用内气外液式结构,即

气体由气泡发生器内部进入,液体由气泡发生器外部进入,气体、液体在喷头体内的混合室内混合。该喷头结构由喷头体、气泡发生器、喷头帽、进气(液)管接头、喷片、喷片压块、密封圈组成(图 3)。



1—喷头体; 2—气泡发生器; 3—进气管接头; 4—进气(液)管接头; 5—喷头帽; 6—喷片; 7—喷片压块; 8—密封圈

图3 气泡雾化施药喷头结构

### 3 气泡雾化施药喷头各零件 3D 设计与建模

SolidWorks 软件具有强大的机械零件建模功能、参数设计功能,大大缩短了产品设计时间,提高了产品设计效率。通过拉伸、旋转、扫描、倒角、圆角等特征来完成气泡雾化施药喷头体、气泡发生器、进气(液)管接头、喷头帽、喷片等零件的三维造型(图 4 至图 8)。利用 SolidWorks 软件的参数设计功能,可以实现喷头各零件的 3D 设计与建模,方便修改已经建立好的零件模型,能够快速实现绘制工程零件图的功能,有效降低了绘图强度,提高了气泡雾化施药喷头的设计速度。此外,通过 SolidWorks 软件屏幕左侧的特征树,可以管理各个零件的设计过程,当其他设计人员查看或修改建模完成的零件时,能够通过特征树来详细了解各零件的设计意图,以及整个建模、设计过程,方便共享模型<sup>[10]</sup>。

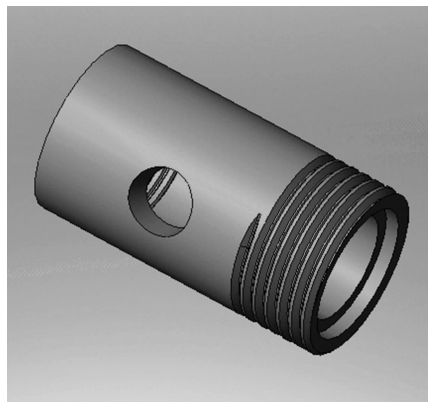


图4 喷头体三维模型

## 4 三维装配建模与干涉检查

### 4.1 三维装配建模

SolidWorks 软件的装配体建模方法有 2 种:一种是从零件到整体即自下而上的设计方法;另一种是从整体到局部即自上而下的设计方法。自下而上的设计方法是比较传统的设计方法,先在零件建模环境中构建单个零件,再进入装配环

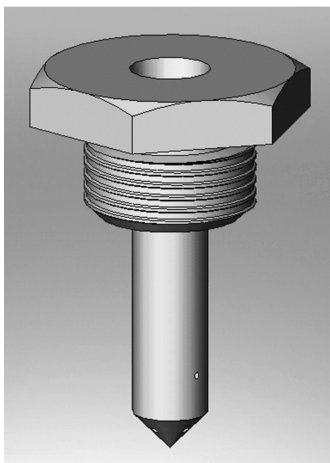


图5 气泡发生器三维模型

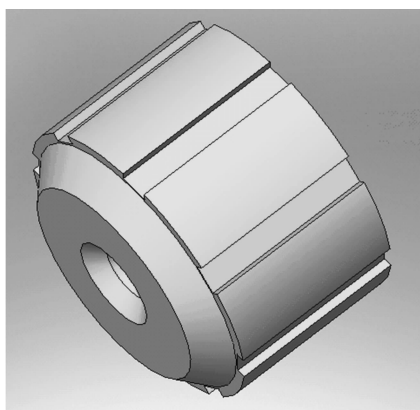


图6 喷头帽三维模型

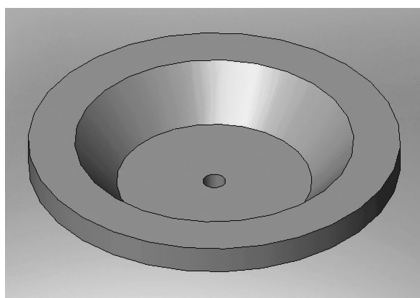


图7 喷片三维模型

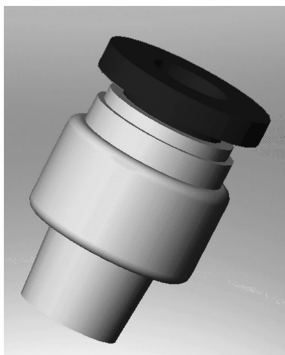


图8 进气(液)管接头三维模型

境,将之插入装配体,然后根据设计要求配合零件,进而构建装配体。自下而上设计的优点是零部件是独立设计的,零部件的相互关系及重建行为简单。当使用以前已经构建好的零件进行装配建模或不需要建立控制零部件间大小、尺寸的参考关系时,自下而上是首选方案<sup>[4]</sup>。自下而上三维设计的流程是:草图→特征→零件→装配→工程图<sup>[3]</sup>。本研究设计的气泡雾化施药喷头采用了自下而上的设计方法,利用已经构建好的各零件进行装配建模(图9至图11)。

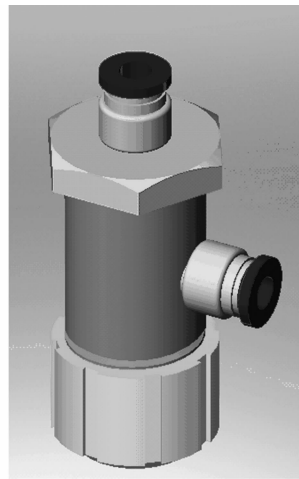


图9 气泡雾化施药喷头三维装配图

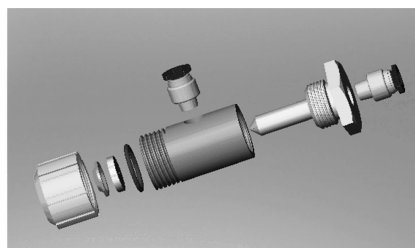


图10 气泡雾化施药喷头三维实体模型爆炸视图

#### 4.2 干涉检查

干涉检查主要包括静态干涉检查、动态干涉检查2方面。静态干涉检查也称为稳态干涉检查,是指物体有固定的位置与方向。对于运动着的物体,则需要采用动态干涉检查方法<sup>[11]</sup>。SolidWorks 软件不仅可以通过在装配体中对零件进行移动或旋转零部件来验证装配关系的合理性,还可以实现动态干涉检查。本研究设计气泡雾化施药喷头各零件的装配有固定的位置与方向,因此,应对其进行静态干涉检查。利用装配体的静态干涉检查功能,可以在装配体中检查指定零件间或整个装配的所有零件间存在的干涉情况。对于检查发现的干涉,以干涉体积的形式显示在图形区域中。对本研究设计的气泡雾化施药喷头装配体进行静态干涉检查,显示可能存在2处干涉:一处是喷头体、气泡发生器之间,另一处是喷头体、喷头帽之间,其他各处均不存在干涉(图12)。干涉检查结果显示,可能存在干涉的2处均为螺纹连接位置,实际上不存在干涉。因此,该喷头各零件装配关系合理,尺寸、位置设计合理。通过静态干涉检查,验证了气泡雾化施药喷头结构设计的合理性。

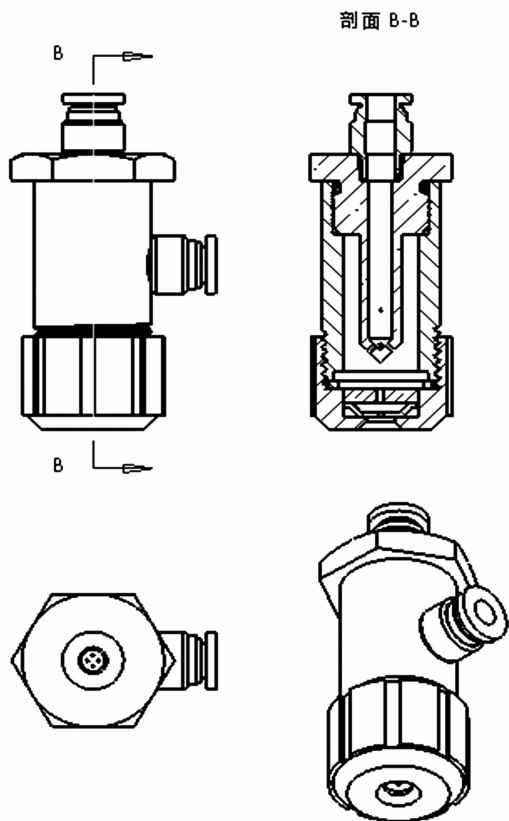


图11 气泡雾化施药喷头二维工程图

## 5 结论

无论是机械零部件还是整机,三维设计都始于三维实体造型,利用 SolidWorks 软件进行 3D 设计与建模,生成三维实体后,可自动生成二维工程图,而且二维工程图与三维实体全相关,对三维实体进行修改,会直接反映到二维工程图中,大大提高了设计效率,缩短了产品的设计周期。本研究利用 SolidWorks 软件对气泡雾化施药喷头的喷头体、气泡发生器、喷头帽、进气(液)管接头、喷头帽、喷片等零件进行了 3D 设计与建模,并通过自下而上的装配体建模设计方法,建立了气泡雾化施药喷头的三维装配体模型,最后利用 SolidWorks 软件的干涉检查功能,检查了气泡雾化施药喷头的装配关系及相关设计的合理性,有效提高了设计效率,为气泡雾化施药喷头的结构优化、有限元分析及流场数值模拟奠定了三维模型基础。

## 参考文献:

- [1]何雄奎. 高效施药技术与机具[M]. 北京:中国农业大学出版社,2012.
- [2]阮文就. 脉冲式烟雾机药液喷头参数对雾粒分布影响的研究[D]. 南京:南京林业大学,2009.
- [3]付 芩. 二维设计与三维设计的分析比较与图形转换[J]. 江汉大学学报:自然科学版,2009,37(3):72-74.
- [4]赵秋玲,周克媛,曲小源,等. SolidWorks 2006 产品设计应用范例[M]. 北京:清华大学出版社,2006.
- [5]Lefebvre A H, Wang X F, Martin C A. Spray characteristics of aerated-liquid pressure atomizers[J]. AIAA J Prop Power,1988,4(4):293-298.

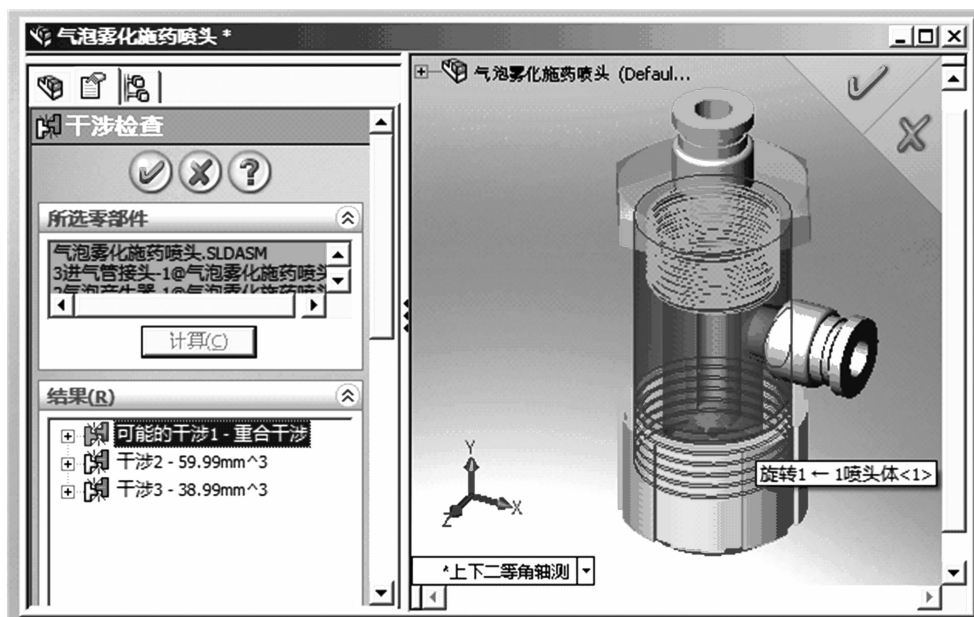


图12 气泡雾化施药喷头静态干涉检查结果

- [6]刘联胜,吴晋湘. 气泡雾化喷嘴在不同液体物性下的雾化特性研究[J]. 热科学与技术,2002,1(2):128-133.
- [7]田春霞,仇性启,崔运静. 喷头雾化技术进展[J]. 工业加热,2005,34(4):40-43.
- [8]Roesler T C, Lefebvre A H. Studies on aerated-liquid atomization[J]. International Journal of Turbo and Jet Engines,1989,6(2):221-229.

- [9]战 强. 气泡雾化施药喷嘴的设计与试验[D]. 北京:中国农业大学,2008.
- [10]王军锋,陈 峰,陈俊杰. 刮板式花生脱壳机的三维设计与建模[J]. 江苏农业科学,2012,40(11):403-405.
- [11]徐亚军,王国法. 基于虚拟样机技术的液压支架模型干涉检查[J]. 煤矿机电,2005(1):34-36.