

拖拉机全新机罩设计要点分析

王林 安仲亮

(山东五征集团农业装备研究院, 山东日照 276800)

摘要: 本文根据现有技术的发展, 优化了拖拉机机罩的设计流程, 同时对机罩设计开发过程中的关键设计要点进行了分析。从机罩材料的选择、边界的确定、CFD分析、RP样件制作等方面阐述了全新机罩开发过程中的关键设计要点和方法, 对于拖拉机机罩的设计具有指导意义。

关键词: 拖拉机; 机罩; 设计要点; CFD分析

外观是获取客户“第一眼”的关键要素, 一款成功的机罩会对产品的销量起到促进作用。随着经济社会的发展, 机手对于拖拉机外观设计的要求越来越高, 拖拉机机罩的更新频率也越来越快, 国外主流厂家几乎每2-3年就会推出一款全新的拖拉机机罩。

在新机罩的设计过程中, 先进技术的应用及材料工程的发展使机罩的设计水平得到了很大程度的提升、设计周期大大缩短。本文结合新机罩的设计过程, 对机罩设计过程中的要点进行了分析。

一、机罩设计流程

传统的机罩设计流程如下:

需求确定 ⇨ 效果图方案 ⇨ CAS面设计 ⇨ 油泥模型 ⇨ A面设计 ⇨ 结构设计 ⇨ 详细图纸设计 ⇨ 模具开发 ⇨ 模具件制作

随着三维设计的普遍应用, 在设计需求确认后, 首先进行边界的确认成为可能, 在设计之初提供一个边界, 既有利于整机的布置, 又可以缩短效果图的交付周期, 减少更改频率; 对于效果图方案的确认也有了更多的选择, 由于快速成型样件可以装在整机上进行直观的评审, 油泥模型的作用在逐步淡化, 当前主要的机罩设计流程如下:

需求确定 ⇨ 边界确定 ⇨ 效果图方案 ⇨ CAS面设计 ⇨ CFD分析 ⇨ 快速成型样件 ⇨ A面设计 ⇨ 结构设计 ⇨ 详细图纸设计 模具开发 ⇨ 模具件制作

二、机罩开发要点分析

(一) 机罩材料的选择

当前拖拉机机罩本体的主要材料有钣金材料、DCPD材料及SMC等, 他们的主要特点有:

钣金材料: 钣金材料的优点在于模具件一致性好, 生产出来的产品尺寸稳定, 零件表面质量可以达到A级曲面要求; 投模后产品单价低; 可以进行焊接加强等, 但是缺点也比较突出, 主要有模具投入大, 钣金机罩的模具投入大约在1000万左右, 一次性投入太大; 材料利用率相对非金属件较低, 成形工序较多, 内部加强筋及固定螺母需要焊接, 必须投入专用焊接工装。

DCPD材料: DCPD材料模具费用投入相对较低; 外观有保证, 可以制作大型复杂, 不等厚壁的产品, 设计自由度大; 其次材料密度小, 耐冲击性能好; 缺点是耐高温性能差; 零部件单价较高。

SMC材料: SMC材料采用模压玻璃钢工艺, 产品质量稳定性好, 尺寸精度高, 产品表面质量可以达到A级曲面要求; 产品耐高温,

且强度高, 产品易于后续加工、装配与处理; 缺点是模具前期投入大; 需要固化后处理;

中拖产品由于产品销量大, 市场上普遍采用的钣金材料; 大拖机罩结构复杂、销量相对较少, 主要使用DCPD、SMC等材料, 也有部分厂家使用FRP材料。机罩本体材料的选择主要根据产品定位、销量、成本等因素进行确定。

(二) 机罩边界的确定

拖拉机机罩的设计与整机布置息息相关, 机罩的设计要满足整机定位及整机结构设计的要求, 整机影响机罩设计的主要因素有: 进风量、转弯半径、视野、机罩开启过程中与周围零部件的间隙、大灯的布置等。

进风量影响整机的散热性能, 在拖拉机重负荷作业时, 根据对于发动机标定功率 $< 50\text{kW}$ 的拖拉机, $A.T.B \geq 55^\circ\text{C}$; 对于发动机标定功率 $\geq 50\text{kW}$ 的拖拉机, $A.T.B \geq 60^\circ\text{C}$ 。温带地区作业的拖拉机, $A.C.O \geq 50^\circ\text{C}$; 热带地区作业的拖拉机, $A.C.O \geq 60^\circ\text{C}$ 。为满足进风量的影响, 在新机罩设计时, 需要保证足够的进风面积, 在筛网的选择时, 筛网的网空占比尽量高于60%; 设计完成后需要进行CFD分析, 机罩前风速应该控制在 4m/s 以下。

在水田、果园等小地块作业的工况下, 转弯半径要求越来越高。转弯半径由以下公式计算得来,

$$R = \frac{1}{2}M + L \cot \alpha$$

式中, M 为左右转向节立轴中心线与地面交点之间的距离, α 为内前轮的最大偏转角

轮距由于受各地农艺的限制, 无法进行较大的调整, 这种情况下, 要减小转弯半径, 只有增大转向角, 在这种情况下, 一般要保证转向角大于 $40\text{--}45^\circ$ 。特殊情况下, 应该通过调整散热器和前桥的布置, 将两者布置在同一个纵向平面内, 以利于转向角的增加。

(三) 造型设计

机罩的造型设计主要内容包括效果图、CAS面、A面设计四个部分。

效果图应考虑拖拉机机罩设计要求, 以市场需求、用户要求、行业技术发展水平和企业自身状况为前提, 通过造型设计人员的创意思维, 构思而成的草图。同时效果图要进行色彩搭配, 特殊的棱线要局部放大, 真实的反应设计师的意图及呈现真实效果。

CAS面就是依据造型效果图, 借助三维软件实现的一个曲面

模型,可作为前期评审、造型细化以及总布置和工程可行性分析的数据。

CAS 面的设计也是一个逐步成熟的过程,一般分为 CAS0、CAS1、CAS2 三个阶段,随着 CAS 数据的不断成熟,结构数据也逐步完善,CAS 面可以全方位动态体现和展示造型效果。

A 面设计是使用三维软件通过光顺 CAS 面达到 A 面的要求。A 面首先必须具备精确性、光顺性和连续性;其次曲面还应很好地符合造型设计意图,符合美学的基本要求;最后,曲面还必须同机罩的结构设计、制造工艺相结合。

机罩的外观质量是评价拖拉机产品的重要因素,理应达到 A 级曲面的要求。A 级曲面一般情况下要求二阶以上连续,位置公差 $< 0.005 \text{ mm}$,角度公差 $< 0.016^\circ$,曲率半径相差 < 0.05 。

(四) CFD 分析

机罩设计过程中,流体分析是一个及其重要的因素,通过机舱流场、温度场分析,可以在设计之初就可以分析出空气的流向、流速,对于机罩的进风面积设定、进风口设计、风速以及出风口设计、开口位置具有重要的指导意义。下图为采用流场分析软件分析的某型机罩的速度场。

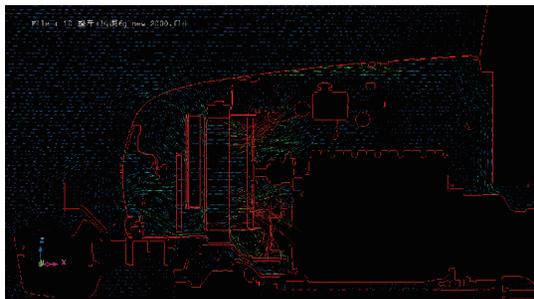


图 1 纵切面风速

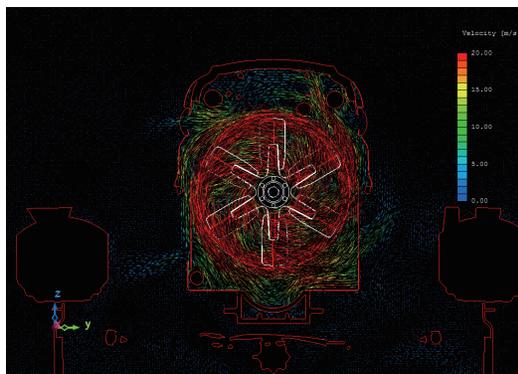


图 2 风扇切面风速



图 3 横切面风速

(五) RP 样件制作

RP 样件又称快速成型样件。1:1 的 RP 样件可以真实的反应设计师的意图,RP 样件上可以体现机罩的分模线、结构分块的圆角等细节特征。快速成型样件可以安装在现有车型上,进行直观的实物评审,对于最终的产品定型具有不可替代的作用,同时,由于采用 CNC 加工,为降低成本,可以将较大的样件进行分块加工,最后粘接组装起来,整个制作周期在 10-15 天左右,可以快速的体现设计者的意图,为高层领导的决策提供强有力的支持,可以缩短开发周期。

2.6 机罩的 CAE 分析

机罩本体及机罩骨架等结构方案完成后,为优化结构设计,降低材料成本,提前识别潜在的风险,减少后期的模具改动,缩短项目开发周期,要对机罩的强度、刚度及模态进行 CAE 分析。对材料厚度选择、结构方案的制定及安装点位置的判定有指导意义。下图为采用 Hypermesh 软件进行的强度、刚度及模态分析。

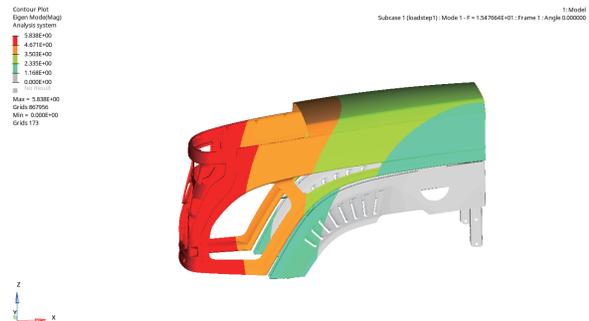


图 4 1 阶模态

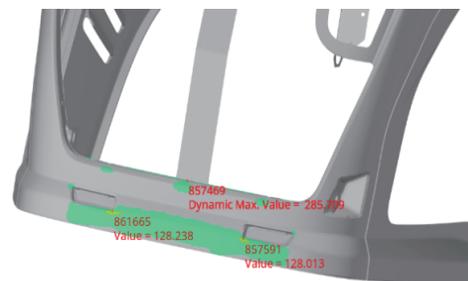


图 5 机罩强度分析

三、全文总结

本文根据现有技术的发展,优化了拖拉机机罩的设计流程,省去了油泥模型等环节,对机罩设计开发过程中的关键设计要点进行了分析,从机罩材料的选择、边界的确定、CFD 分析、RP 样件制作等方面阐述了拖拉机全新机罩开发过程中的关键设计要点和方法,并成功应用于某款大型拖拉机机罩的开发,对于拖拉机机罩的设计具有指导意义。

参考文献:

[1] 武玉娇. 拖拉机机罩的优化设计研究 [D]. 齐鲁工业大学, 2020.