

One Kind of New Split-Type Cab Structure Design and Analysis for Agriculture Harvesting Machine

Jiaping Lin, Linhua Cen

Guangxi Liugong Machinery Co., Ltd., Liuzhou Guangxi
Email: linjiaping163@163.com

Received: Dec. 5th, 2019; accepted: Dec. 18th, 2019; published: Dec. 25th, 2019

Abstract

This article mainly describes the structural components of one kind of new split-type cab for agriculture harvesting machine; its internal structure is made from cage type skeleton, and it has several own aspects of light weight and high structure strength. Moreover, another feature is to separate platform from cab, which is to meet various requirements of cab adoption from suppliers in current agriculture machine market. Meanwhile, according to the optimal analysis result of Creo simulate tooling for this cab structure, it provides safe guarantee for lightweight structure design of cab.

Keywords

Split-Type Cab, Cage Type Skeleton, Optimal Analysis, Lightweight Structure

一种农用收割机新型分体驾驶室的结构设计与分析

林家平, 岑林华

广西柳工农业机械股份有限公司, 广西 柳州
Email: linjiaping163@163.com

收稿日期: 2019年12月5日; 录用日期: 2019年12月18日; 发布日期: 2019年12月25日

摘要

本文主要介绍了一种农用收割机分体驾驶室的结构组成, 采用笼式骨架结构, 具有重量轻, 强度好的特

点; 并且底板和驾驶室可分离的结构, 可以满足目前市场上农用机械对驾驶室配置的不同要求。同时结合Creo simulate工具对驾驶室结构进行优化分析结果, 为轻量化结构设计提供安全保障。

关键词

分体驾驶室, 笼式骨架, 优化分析, 轻量化结构

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着国内农业机械化的普及和发展, 越来越多农户选择使用机械代替人工方式进行耕种和收割作业。但因国内地形复杂, 机械的重量很大程度上影响的它的适用范围, 于是轻量化设计是农业机械亟待解决的问题。为了满足目前农业机械对驾驶室配置的不同需求, 本文介绍了一种新型分体驾驶室, 具有重量轻, 结构强, 底板和驾驶室分离的特点; 这样驾驶室就可以作为一种选配装置, 当用户需要时, 则安装驾驶室, 当用户不需要时, 则拆除驾驶室。驾驶室选配方案如图1所示。

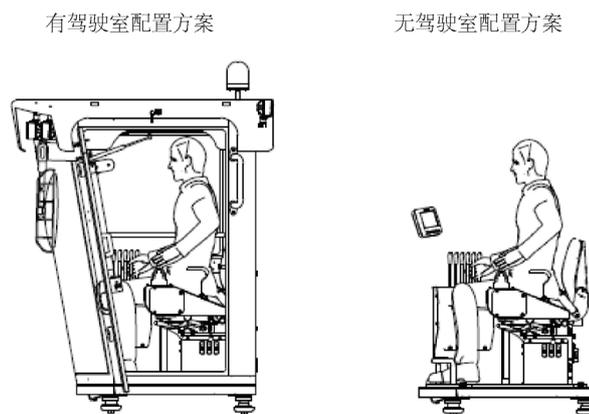


Figure 1. Cab optional adoption

图 1. 驾驶室选配方案

驾驶室是一种驾驶员操纵机器的场所, 具有提供便利工作条件, 提供舒适工作环境, 提供安全保护的功能; 此外驾驶室还有造型和美观的需求[1]。根据驾驶室的操作性、舒适性和安全性的功能要求, 本文介绍新型分体驾驶室的结构组成, 并结合Creo simulate工具对结构的受力分析结果, 对驾驶室骨架进行优化改进, 确保驾驶室的安全性能。

2. 驾驶室结构组成

分体驾驶室由驾驶仓 1、操纵平台 2、底板 3、防水条 4、连接螺栓 5 组成, 安装方式如下: 先将序号 2 操纵平台安装在序号 3 底板上, 再将序号 1 驾驶仓安装在序号 3 底板上, 通过使用序号 5 连接螺栓将序号 1 驾驶仓与序号 4 底板连接, 再将序号 4 防水条焊接在序号 3 底板上, 并在序号 5 防水条与序号 3 连接处涂上密封胶。结构组成如图 2 所示。

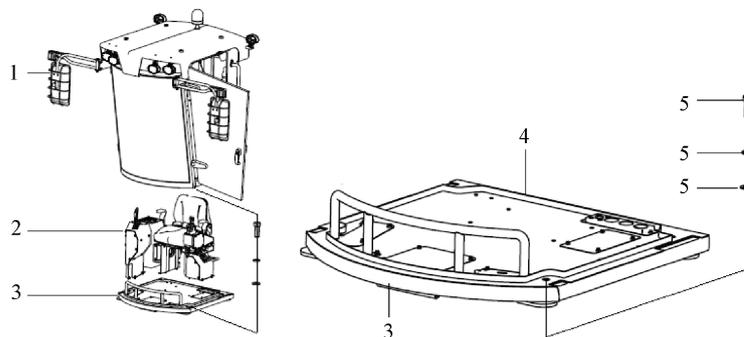


Figure 2. Cab structural component
图 2. 驾驶室结构组成

3. 驾驶室的设计思路

基本要求是根据人机工程设计手册数据, 确定驾驶室的工作空间满足驾驶员操纵性、舒适性、安全性的要求。

3.1. 操纵性的设计

驾驶室操纵性指的是根据不同驾驶人员以不同驾乘体位工作时, 对操纵可及范围的定义。首先参考人机工程设计手册数据, 确定操纵最近距离、最远距离和最适距离, 再根据驾驶室的实际空间进行调整, 要求所有操纵尺寸在标准数值之内。操纵平台布置如图 3 所示。

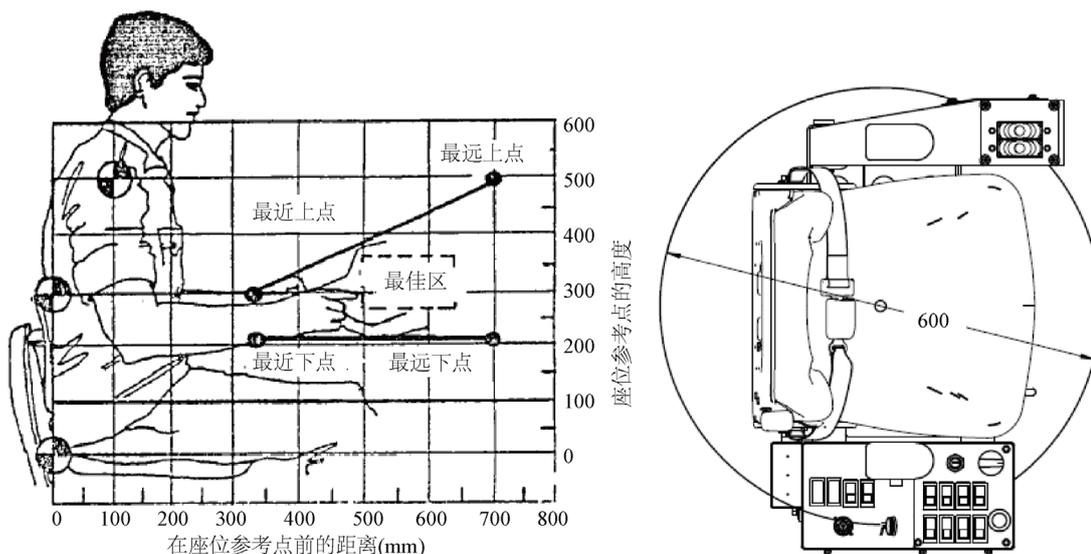


Figure 3. Console layout
图 3. 操纵平台布置

3.2. 舒适性的设计

驾驶室舒适性指的是根据不同驾驶人员以不同驾乘体位工作时, 对操纵姿势的定义。首先参考人机工程设计手册数据, 确定标准操纵姿势的尺寸, 再根据驾驶室提供的空间进行调整, 确保所有司机姿势尺寸在标准数据范围之内, 数据如表 1 所示。坐姿和手臂姿势是司机工作时长时间保持的动作, 所以座椅布置关系到司机舒适性的重要步骤。司机座椅布置如图 4 所示。

Table 1. Driver's posture space dimension
表 1. 驾驶员坐姿空间尺寸

姿势	尺寸/mm
座位高度 A	460 ± 50
扶手高度 B	215 ± 50
脚踏空间 C	800~1000

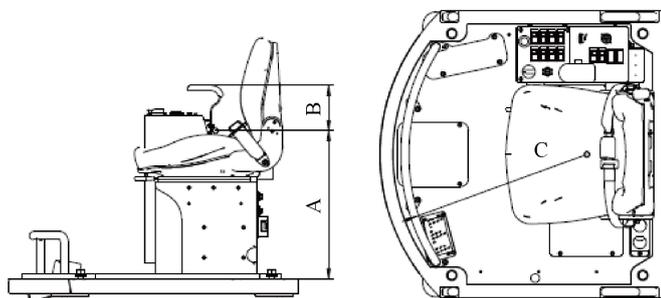


Figure 4. Seat as layout
图 4. 司机座椅布置

3.3. 安全性的设计

驾驶室安全性指的是当驾驶室受到撞击时, 驾驶室能够承受外力, 保护驾驶员安全。驾驶室的骨架是主要的受力结构, 本驾驶室采用了笼式框架结构, 在 A、B、C、D 柱、横梁 E 和纵梁 F 关键部位使用 800 MPa 高强度的方形钢管[2], 大大提高了驾驶室的承载能力和抗震性能。驾驶室骨架布置如图 5 所示。

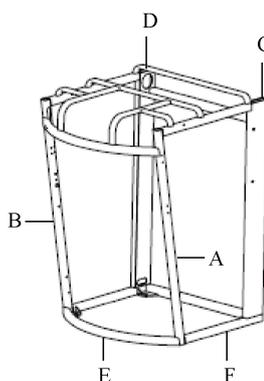


Figure 5. Cab skeleton layout
图 5. 驾驶室骨架布置

方形钢管选用规格为 50X50X5/Q235A, 截面特征参数如表 2 所示, 根据《商用车驾驶室乘员保护》碰撞要求正面拍击能量为 55 KJ [2], 矩形钢管受力验证方法如下:

Table 2. Steel tube section parameter
表 2. 钢管截面参数

边长/mm	壁厚/mm	惯性矩 I/mm^4	弹性模量 E/MPa	长度 L/mm
50	5	298,100	200,000	1500

方管受压的临界压力计算为: $P = (4 \times n \times \pi^2 \times E \times I) / [(L/2)^2]$, n 为方钢数量, π^2 是 π 的平方, E 是弹性模型, I 是惯性矩, L 是方钢长度。

3.4. 外观设计

驾驶室外观主要指通过曲面造型和钣金造型, 结合驾驶室骨架形状成形, 外形要求线条流畅, 自然美观。材料选型优先考虑易塑形的高屈服强度板材, 如冷轧薄板 Q235, 冷轧优质碳素钢 08F 等, 使用冲压和折弯工艺, 达到加强和美观的目的。本驾驶室采用内部骨架 1 覆盖薄板 2 结构, 不须考虑使用厚板进行加强, 而且省去过多的钣金中间拼接环节, 具有工艺简单, 重量轻的特点。外观造型如图 6 所示。

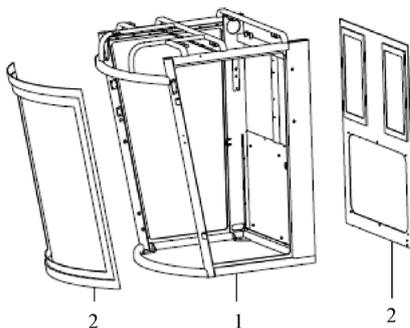


Figure 6. Cab outline molding
图 6. 驾驶室外观造型

3.5. 观察窗口的设计

驾驶室观察窗口根据驾驶员视野范围定义, 要求满足机器工作的观察要求。本驾驶室根据工作需要共设计了 6 个观察窗口, 其中前窗 1 用于观察机器前进工况, 左窗 2 和右窗 3 用于观察机器两侧工况, 左后窗 4 和右后窗 5 用于观察机器后部工况, 后视镜 6 用于观察轮胎行走时相对地面位置。观察窗口布置如图 7 所示。

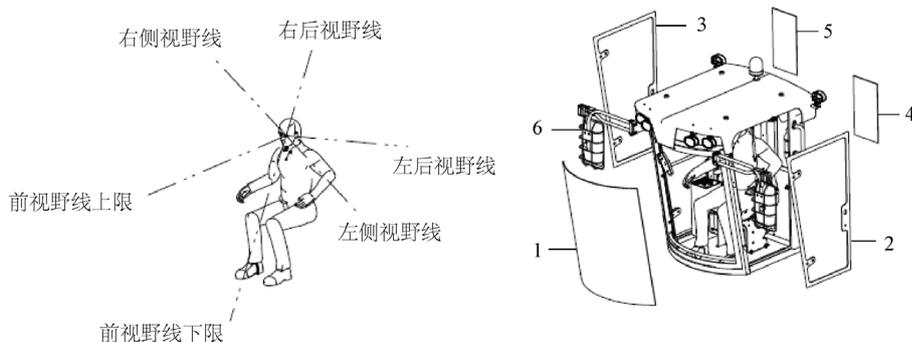


Figure 7. Cab window layout
图 7. 驾驶室观察窗口布置

3.6. 防水结构设计

驾驶室采用底板和驾驶仓分离方式, 在两者结合面处密封不严, 容易产生渗水漏气等问题, 为了解决这个问题, 本驾驶室设计的防水结构, 能有效地防水堵漏。本结构使用薄钢条 2 焊在底板 3 和驾驶仓 1 结合处, 然后沿薄钢条焊缝处涂上密封胶。防水结构如图 8 所示。

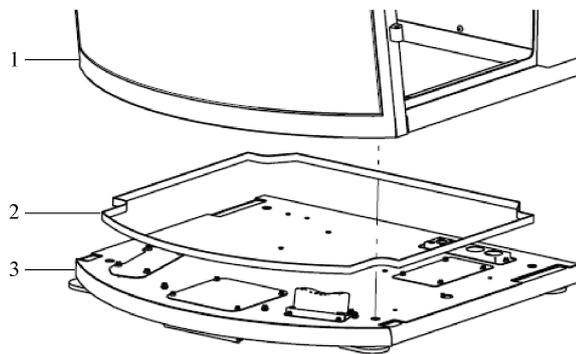


Figure 8. Water proof structure

图 8. 防水结构

4. 驾驶室的优化设计

首先建立驾驶室骨架受力模型, 再把材料属性统一分配为钢材, 材料属性如表 3 所示, 然后将 Z 向位移约束, 重力加速度设置为 $9,810 \text{ mm/sec}^2$, 最后将驾驶室 2 倍重量 400 kg 做为预加载荷作用在指定受力参考面上, 通过建立静态分析模拟受力状况。

Table 3. Steel attribute parameter

表 3. 钢材属性参数

密度 kg/mm^3	泊松比	杨氏模量/ kPa	热膨胀系统/ $^{\circ}\text{C}$
$7.83\text{e}-06$	0.27	$2.00\text{e}+08$	$1.17\text{e}-05$

4.1. 驾驶仓支耳的优化

通过 Creo simulate 工具对驾驶室骨架 1 的受力分析, 分析结果如图 9 所示, 发现驾驶仓螺栓连接处的支耳 2 是受力集中点, 通过加长支耳尺寸 A、B, 延伸焊缝长度措施, 加强支耳的受力结构。结构如图 10 所示。



Figure 9. Cab support static loading analysis

图 9. 驾驶仓支耳静态受力分析

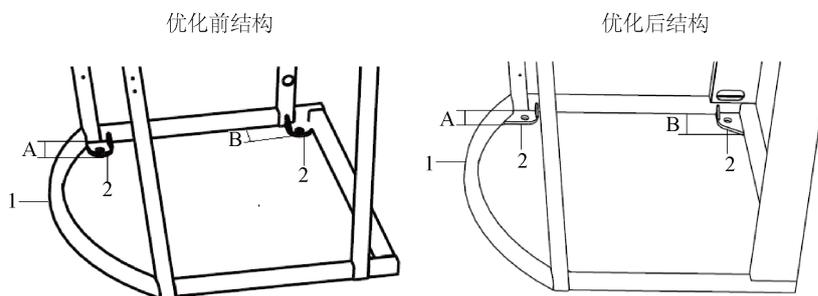


Figure 10. Cab support optimal design
图 10. 驾驶仓支耳优化设计

4.2. 底板安装座的优化

通过 Creo simulate 工具对底板 1 的受力分析, 分析结果如图 11 所示, 发现减震垫安装座 2 是受力集中点, 通过增加筋板 3 方式形成箱体结构, 对局部进行加强。结构如图 12 所示。

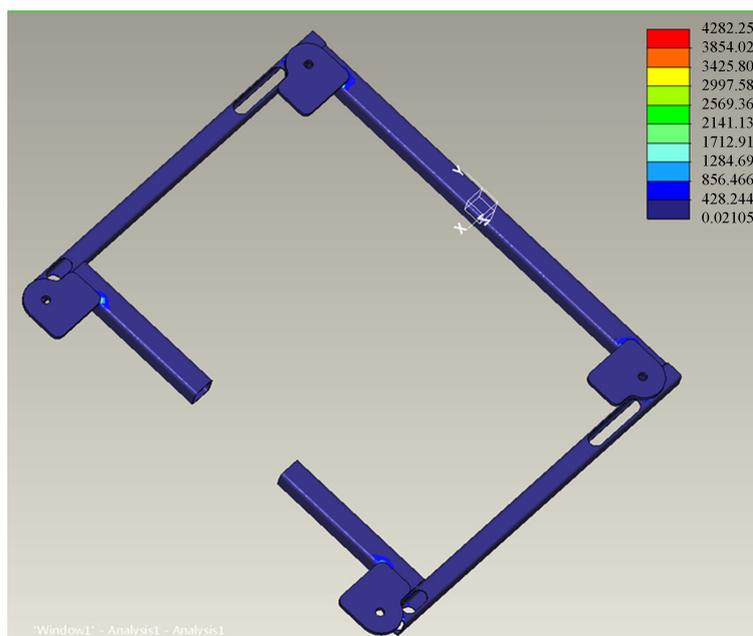


Figure 11. Platform bracket static loading analysis
图 11. 底板安装座静态受力分析

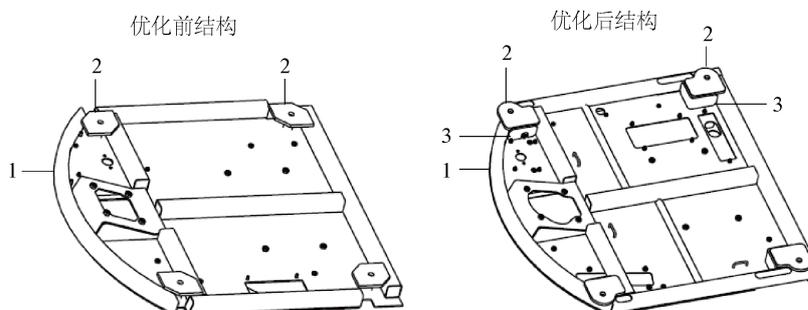


Figure 12. Platform bracket optimal design
图 12. 底板安装座优化设计

4.3. 重量的优化

本驾驶室采用笼式骨架作为受力部件, 外表使用薄板贴焊结构, 具有板材用料少, 板薄(T1.5)的优势, 主要重量来自骨架材料方钢, 对比同类采用厚板(T4)拼焊的驾驶室, 重量可以减少一半。重量对比分析如图 13 所示。

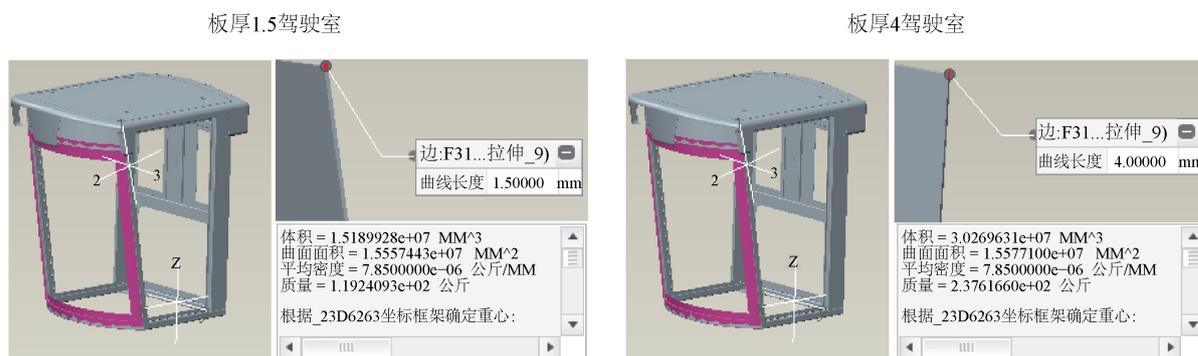


Figure 13. Cab weight comparative analysis

图 13. 驾驶室重量对比分析

5. 结论

本分体驾驶室采用笼式骨架结构, 具有重量轻、强度好的特点; 底板与驾驶仓使用螺栓连接结构, 可以满足市场用户对不配置驾驶室的需求, 降低农用收割机整体成本, 提高市场竞争力; 当不配置驾驶室时, 可以降低整机重量, 对地面松塌工况下有一定帮助, 提高农用收割机的适用性能。在后续工作中我们将在使用高分子材料的驾驶室领域继续进行研究, 实现轻量化高强度结构的目标。

参考文献

- [1] GJB/Z131-2002. 军事装备和设备的人机工程设计手册[S].
- [2] GB26512-2011. 商用车驾驶室乘员保护[S].