

某型装载机驾驶室设计及异型管的应用

黎俊宏, 黎毅, 米晨雷, 周登宏
广西柳工机械股份有限公司, 广西 柳州 545027
DOI:10.61369/ME.2026020024

摘 要 : 安全舒适、外形美观是工程机械驾驶室的发展趋势。驾驶室采用异型管拼焊为主体骨架的结构, 在外观新颖性、安全性、驾驶舒适性、成本等方面均具有明显优势, 是工程机械驾驶室的重要发展方向。本文阐述了装载机驾驶室的立柱布置思路, 介绍了立柱采用异型管的结构特点以及异型管的截面形状选取, 对装载机驾驶室的设计开发具有参考和借鉴作用。

关 键 词 : 工程机械驾驶室; 立柱布置; 异型管截面

Design of a Certain Type of Loader Cab and the Application of Special-shaped Tubess

Li Junhong, Li Yi, Mi Chenlei, Zhou Denghong
Guangxi Liugong Machinery Co., Ltd., Liuzhou, Guangxi 545027

Abstract : Safety and comfort, as well as an attractive appearance, are the development trends of construction machinery cab designs. The cab adopts a structure with special-shaped tubes as the main frame, which has obvious advantages in terms of novelty of appearance, safety, driving comfort, and cost. It is an important development direction for construction machinery cabs. This paper elaborates on the layout ideas of the cab columns, introduces the structural characteristics of the columns using special-shaped tubes, and the selection of the cross-sectional shape of the special-shaped tubes. It has reference and learning value for the development and design of the loader cab.

Keywords : construction machinery cab; column layout; cross-sectional shape of special-shaped tubes

一、装载机驾驶室设计现状与异型管应用背景

随着时代的变迁及技术的进步, 人们对工程机械产品的安全性、操作舒适性和外观提出了更高的要求, 特别是装载机驾驶室作为驾驶人员对设备进行各种作业的控制室, 其安全性、操作舒适性尤为重要。早期的装载机驾驶室主要是由多种规格形式的钣金零件焊接而成的钣金驾驶室, 其安全性并不高; 后来逐步发展为采用矩形钢管和金属蒙皮组合的驾驶室框架结构, 其安全性得到了极大的提升, 然而这种结构存在一些弊端, 一是驾驶室立柱尺寸变宽致其遮影盲区变大; 二是新增的矩形钢管与金属蒙皮焊接工序, 加剧制造成本上涨。如何在满足安全要求的前提下, 尽可能减小驾驶室立柱的遮影盲区以及降低制造成本, 成为驾驶室设计的关键点。

常见的驾驶室结构形式使用常规的矩形钢管并在钢管外侧面焊接覆盖钣金, 钣金两侧凸肩分别用于门密封和玻璃粘接; 此时为保证立柱的承载能力, 钢管截面选取不宜过小, 而钢管前后两侧的凸肩又使立柱整体横截面尺寸大幅增加, 从而导致立柱遮影盲区加大, 不利于司机作业过程观察整车周围区域。同时, 由于钢管和钣金的组合方式, 驾驶室骨架生产过程中, 需经过钣金成型、拼装、焊接、打磨等工序, 这些工序占据不少工时成本, 减少或者取消该工序, 可使驾驶室成本得到有效降低。

通常装载机驾驶室由4个立柱组成骨架(图1), 分前后各2

个, 驾驶员在4个立柱的中间区域位置。装载机的整机视野分A/B/C/D/E/F共六个区域^[1], 其中A/B/C视野区域是评价装载机操作视野是否优良的重要区域(图1), 而这些区域主要遮挡物是驾驶室左/右前立柱以及相应的门窗附属件。因此, 如何布置左/右前立柱在驾驶室的位置、前立柱截面设计及门窗附件的布置直接决定了驾驶室视野的优异与否。

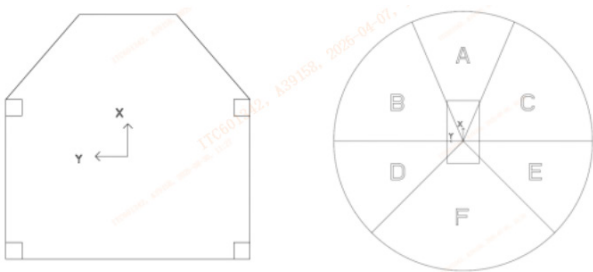


图1 驾驶室的布置及视野区域分布示意图

在驾驶室的布置设计之前, 首先要确定驾驶室在整车的位置, 即首先确定SIP在整车的位置^[2]。SIP指司机座椅标定点, 用于确定人体(司机)在驾驶室的位置, 当然也包括眼睛的位置。一旦SIP位置确定, 驾驶室将围绕其开展所有的相关分析。本文仅对驾驶室的布置做介绍, 因此SIP在整车的位置确定本文不做概述。

装载机一般是通过前、后车架铰接旋转实现转向,转向角度由整车设计参数确定,整车在极限转向角度时观察铲斗最高位置的某个点或区域,作为整车前视野输入要求(图2)。根据已定义的SIP位置进一步确定司机眼睛中心位置^[1],即以SIP为坐标原点分别偏移20mm、680mm得到眼睛的中心点坐标(20, 0, 680),此处所指坐标系方向定义:以整车前进方向为X向,整车左右方向且向左为Y向,整车高度向上为Z向。以眼睛中心点为原点在Y向作对称直线65mm,直线的两端点即为左眼点、右眼点。此时,以眼点为起始点,以整车在极限转向角度时观察铲斗最高位置的某个定义点为终点作直线,即为前视野的视线区域。按照双目视野规则,左眼视线限定右前立柱不得超过该视线位置,右眼视线限定左前立柱不得超过该视线位置(图2)。理论上在满足驾驶室其它设计边界条件下,前立柱在X方向上越朝后布置,前视野越好。

确定前视野线之后,就可以定义立柱的截面。以右前立柱截面设计为例,首先立柱的前端面不应超过前视线,当端面平行与前视线时可认为最佳布置。其次立柱的前外侧面与驾驶室的外轮廓边界齐平或平行,该轮廓边界指前侧玻璃或钣金外侧面。考虑前侧挡风玻璃的固定连接,其粘接面应在前视野线的后部,避免玻璃粘接面及黑色边框侵占可视区域导致盲区加大。通常右侧的表面与整机X向平行,后侧面则与右侧面垂直。

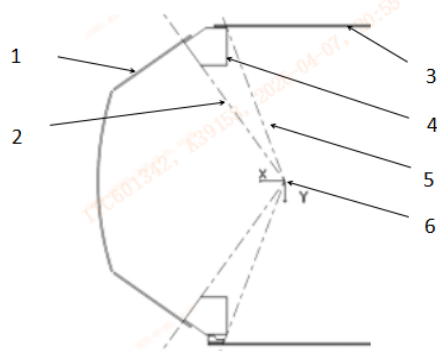


图2 驾驶室布置示意图

右前侧玻璃; 2-右前视野线; 3-右侧玻璃; 4-右前立柱; 5-立柱视线遮影线; 6-眼点

图3是三种常见的前立柱截面示意图,其中:第一种图形异型管立柱截面形式较简单,易于成型且满足更大壁厚的异型管,从而获得更大的承载能力。第二种图形则在第一种的截面形式基础上增加凸肩,此结构使玻璃、立柱之间搭接更平顺,外观效果更好,但由于增加了凸肩,其成型难度变大,也限制了壁厚值不宜过大,因此其承载能力相比第一种的形式有所下降。在实际产品开发设计过程中,根据驾驶室应用于整车系列覆盖范围要求测算其承载能力,从而选取合适的立柱截面进行设计。

对比常规的钢管和钣金组合的设计方案(图3第三种图形),在同等视野线要求的条件下,采用异型管的设计,其立柱截面理论上可增加25%~35%,这对于驾驶室的安全设计能力提升是显而易见的。异型管立柱外侧面作为玻璃的粘接面,无需钣金支撑及钣金冲压模具投入,驾驶室取消了钣金与钢管的焊合工序,降低了驾驶室骨架焊接工时、打磨工时等,使制造成本有效降低,

达到降本提效的设计目的。



图3 非开门侧前立柱截面示意图

驾驶室左侧通常布置进出通道及门组件,门组件与左前立柱的配合关系如图4三种形式,其中:第一种图形所示左前立柱的外侧面作为门的密封面,并在Y向与左门框重叠,这种布置方式的优点是:门组件隐藏在立柱外侧,对司机的视野线几乎未形成遮影。对比常规的门组件布置(图4第二种图形)所示布置方式可知,门组件对视野遮影影响最小。图4第三种图形的立柱截面形式同样获得最佳视野效果。

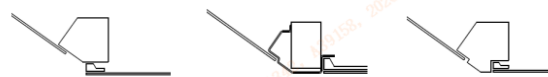


图4 开门侧前立柱截面示意图

后立柱作为驾驶室安全设计的重要承载支柱,其截面优先选用更为简洁的截面形式,通常选用宽大截面且壁厚大的钢管获得更大的承载能力。当然,在满足安全设计前提下,也可以采用异型管的形式。

图5是某系列车型装载机驾驶室整体布置结构图。根据已知的SIP并结合整车观察区域的要求作前视野线,确定前立柱前视野线夹角 α (通常取值 $115^\circ \sim 125^\circ$),按照视野区域遮影确定视野线夹角 β (通常取值 $12^\circ \sim 18^\circ$,图5第二图形)。根据视野线夹角限定的区域,并结合立柱内饰空间需求,确定了立柱的截面尺寸边界。为满足多车型同平台开发设计,立柱采用更简洁的无挡肩截面(图6),使异型管在实际生产中壁厚达到8mm以上,确保立柱承载能力更大,实现大吨位装载机的防滚翻防落物结构的安全设计要求。

驾驶室左侧设计有进出通道,因此左门的结构布置对视野的影响尤为重要。考虑到通用性及经济性,左前立柱采用与右前立柱一样的截面形式,如图6所示结构,左前立柱的外侧面同时作为左门的铰链安装面和胶条密封面,即左门的框架结构及密封胶条均布置在左前立柱的外侧面上,形成重叠区域布置结构,并隐藏在左前立柱视野遮影范围内,使立柱整体视野遮影面积最小,达到提升作业视野的最佳效果。同样地,门的另一侧搭在后立柱外侧面形成重叠区域并通过胶条密封,改善左后侧视野。

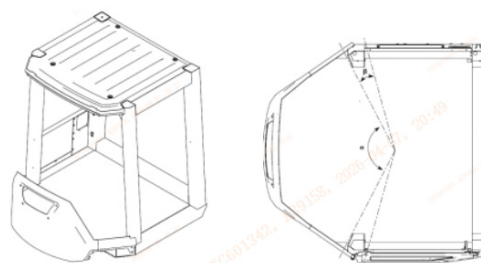


图5 某型号驾驶室整体布置图

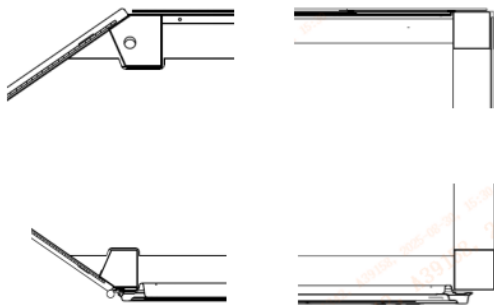


图6 某型号驾驶室立柱截面示意图

按照上述完成立柱截面设计及整体骨架布置之后,根据设计规划该驾驶室应用至9吨装载机,即最大整车重量40吨装载机及ROPS&FOPS安全承载要求作为输入条件^[3,4],通过CAE有限元分析,结果表明:该驾驶室骨架在侧向加载位移约370mm满足侧向承载力及吸能要求;垂向加载位移约70mm满足垂向承载力要求;纵向加载位移约320mm满足纵向承载力要;驾驶室骨架发生位移变形后,承载力及能量吸收符合标准要求且未侵入DLV边界^[3,4],满足安全设计要求。

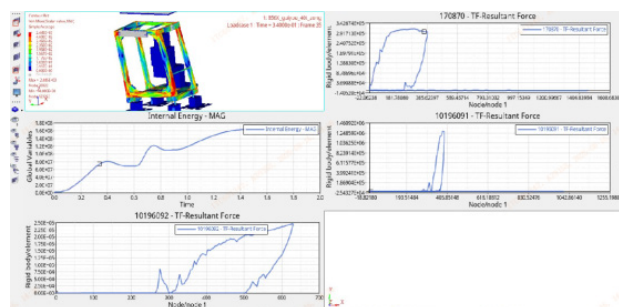


图7 某型号驾驶室 ROPS&FOPS 分析结果图

驾驶室采用异形管立柱取消了钣金蒙皮后,相比采用钢管和金属蒙皮焊合件立柱的驾驶室,单台立柱焊缝数量(每段焊缝长度20~25mm)减少了约200段,焊接工时减少约0.6小时,焊后打磨工时减少约0.12小时,同时减少投入钣金冲压模具费用约72万元。

二、结语

驾驶室立柱设计采用异形管并通过合理的布置,相比矩形管和金属蒙皮的组合布置,在开发设计过程减少了模具成本投入,生产制造方面减少了零件数量和焊接工时,驾驶室操作视野改善方面得到极大的提升;同时,合理的选用异形管截面,可以充分利用空间使立柱截面更大、承载能力更强,能够满足更大吨位车型的安全设计要求。

参考文献

- [1] GB/T 16937 土方机械 司机视野试验方法和性能准则。
- [2] GB/T8591 土方机械 司机座椅标定点。
- [3] GB-T17771 土方机械 落物保护结构 试验室试验和性能要求。
- [4] GB-T17922 土方机械 滚翻保护结构 实验室试验和性能要求。
- [5] 刘南才,孙平,朱华,等.漫谈装载机驾驶室的设计发展方向[J].工程机械,2014,45(10):36-42+7.
- [6] 杨军,张汝英,杨昌远,等.新型型材骨架在工程机械驾驶室中的应用与研究[J].湖南工业职业技术学院学报,2017,17(01):7-10.