

高原装备驾驶室的密封性要求及技术应用

赵云峰¹, 杨虎², 唐红娟¹, 李强¹, 王黎明²

(1.中国人民解放军 63956 部队, 北京 100093; 2.郑州宇通重工有限公司, 郑州 451482)

摘要: 对驾驶室密封性的定义进行了一般性解释, 并且根据高原动力装备的特殊使用环境, 按国军标要求系统提出了高原装备驾驶室的密封性定性定量要求(含指标体系), 最后根据驾驶室典型的密封方式阐述了具体的工程技术措施和手段, 主要包括驾驶室结构焊缝和对接焊缝的密封、操纵杆件及过线孔处的密封、车窗玻璃及车门的密封、隔音降噪材料的应用等, 通过这些措施, 可规范(指导)驾驶室的密封性设计。

关键词: 高原装备; 驾驶室; 密封性要求; 技术措施

DOI: 10.7643/issn.1672-9242.2017.10.005

中图分类号: TJ07

文献标识码: A

文章编号: 1672-9242(2017)10-0026-05

Leakproofness Requirements and Technical Application of Plateau Equipment Cab

ZHAO Yun-feng¹, YANG Hu², TANG Hong-juan¹, LI Qiang¹, WANG Li-ming²

(1. Unit 63956 of PLA, Beijing 100093, China; 2. Zhengzhou Yutong Heavy Industries CO., LTD, Zhengzhou 451482, China)

ABSTRACT: This article firstly explained the meaning of cab leakproofness. Then according to the special use environment of power equipment and based on the national military standard, we put forward qualitative and quantitative demands (including indicator system) for the leakproofness of the plateau equipment cab. Finally, the typical engineering measures and methods were expounded according to the leakproofness methods. These mainly include leakproofness of structural weld and butt weld, joystick and cross hole, windscreen and door, the application of noise reduction material etc. Through these measures, the sealing design of the cab can be directed.

KEY WORDS: plateau equipment; cab; leakproofness requirements; technical measures

驾驶室是构成车辆装备的主要总成部件。在传统的车辆设计中, 驾驶室设计主要强调造型、人机工程、内部布置及内饰等。对一些在特殊环境中使用的车辆装备, 虽然对驾驶室的防雨、保温、防护安全性等也有所考虑, 但从系统角度考虑, 目前在工程实践中还未见到对车辆驾驶室的密封性提出一个完整的定性定量要求, 多是总结性论述各种气候环境对装备的影响因素。高原环境是自然环境中具有典型代表性的恶劣环境, 也是我国独有的特殊环境, 研究探讨高原环境对装备驾驶室密封性的要求非常具有现实意义, 能改善乘员的乘坐环境, 间接提高部队战斗力。

文中主要讨论环境因素对装备(包括分系统、材

料等)的影响, 通过对驾驶室密封性进行多维度的、系统的说明及分析, 给出密封性定性定量要求及工程方法建议。

1 驾驶室密封性的定性定量要求

1.1 驾驶室密封性的一般性解释

在车辆工程中, 对驾驶室密封性有各种各样的要求, 但没有见到标准性的术语定义。密封性从字面意义很好理解, 因此文中也不尝试给出车辆驾驶室密封性的准确定义。所谓的驾驶室密封性就是通过适当的工程设计方法和合理的技术措施实现各种自然环境

因素对驾驶室内部设备损害的隔离保护,并为司乘人员提供一个良好的作业环境的概括性要求。包括闭光及防紫外线密封性(简称光密)、隔音降噪密封性(简称声密)、防尘密封性(简称尘密)、透气及新风更换密封性(简称气密)、防水密封性(简称水密)、绝热保温密封性(简称热密)、防电磁辐射密封性(简称电密)等。

1) 光密。驾驶室要有良好的视野及采光性能,但在特殊情况下又应具备闭光密封性设计。在夜间行军或防空状态下,高原装备驾驶室应具备闭光性能,驾驶室内灯光照度不影响操作手操作,但室内的光线又不能泄露出来,包括轮廓散光。在高原环境下,紫外线辐射影响严重,驾驶室采光应具备防紫外线能力。

2) 声密。大分贝噪声对人的健康危害很大,司乘人员长期暴露在噪声环境中,其疲劳限值会明显降低。驾驶室良好的隔音降噪设计,能够保护室内人员的身心健康,同时可有效延长操作驾驶时间。

3) 尘密。风沙尘土不仅污染驾驶室环境、损害人员健康,而且仪表及其他电子器件如果进入沙尘,也影响其使用性能及可靠性寿命。动力装备及工程车辆在高原地区使用,驾驶室的防尘密封性设计非常必要。

4) 气密。高原环境低压缺氧,室内聚集的水汽和残留二氧化碳等有害气体成分,使人感到疲劳、头痛和恶心。驾驶室通常要安装新风制氧系统,以抵消高原缺氧对人员正常活动的影响。如果驾驶室漏气量太大,建立不起正压系统,一方面无法满足“三防”装置使用的正常压力要求,另一方面也无法维持驾驶室空间内标准氧含量,因此,驾驶室的气密性设计对军事装备尤为重要。

5) 水密。水渗漏到驾驶室不但影响驾驶员正常操作,也容易腐蚀结构件及仪表、线路等,或引起短路烧坏电路。装备经常在雨天环境下使用,驾驶室在淋雨状态下应具有防雨密封性。或装备通过水域障碍时(涉水行驶),驾驶室下部也应满足一定的涉水深度,避免进水。

6) 热密。装备在低温或高温环境中使用,需要在驾驶室内建立一个舒适的作业环境,通常采用在驾驶室内安装冷暖空调装置的方式解决。制热或制冷,不仅需要驾驶室良好的气密性,更需要驾驶室结构具有良好的绝热性能,以避免通过驾驶室结构过快地进行室内外的热交换。

7) 电密。装备在复杂电磁环境下使用,肯定要受到环境电磁辐射的影响,或装备本身的电磁辐射可能会影响到周围的装备。装备的控制系统、信息指挥系统通常都布置在驾驶室内,如果装备要具备良好的电磁兼容性能,驾驶室电密闭是最有效的技术手段。

不同的装备因使用要求不同,可能有不同的密封性要求。特殊装备可能还有其他的密封性要求。援引引义,我们可在上述“一般性解释”的基础上以更广的思路更宽的使用范围来深入理解密封性的综合要求。

1.2 高原装备驾驶室的密封性定性定量要求

根据高原装备的使用要求及相关系列军用标准要求,总结出了高原装备应能满足的环境要求,提出了高原装备驾驶室密封性的定性定量要求。

1.2.1 环境适应性

环境适应性要求可服从主装备(或整车)的总体要求:适应海拔 ≥ 5000 m,工作温度为 $-43\sim+46$ °C,储存温度为 $-55\sim+70$ °C,相对湿度 $\geq 95\%$ 。

1.2.2 密封性的定性要求

驾驶室的密封性应保证装备能通过相关国军标规定的严寒地区、沙漠地区、高原地区以及湿热地区适应性试验^[1]。

1) 驾驶室应有良好的光密性,在防空条件下驾驶室的闭光措施应保证室内的光线不外泄,驾驶室玻璃应具有防紫外线功能。

2) 驾驶室应具有良好的隔音降噪措施,能有效隔离本体噪声和外界噪声对司乘人员的影响。

3) 驾驶室应有良好的防尘密封性,所有活动部件(部位)及孔口处应设计防尘措施。

4) 驾驶室应能建立起规定的正压力,空气泄露量应保证新风系统的正常供风量。

5) 驾驶室风窗、后窗、侧窗、车门、顶盖等部位以及焊接和连接部位,不得有渗水现象。

6) 驾驶室应能在规定的条件下具有保温、除霜以及制冷等功能^[2-4]。

7) 驾驶室应设计安装电隔离装置,起到保护驾驶室内电控系统及信息系统的正常使用。驾驶室内电器件在车辆及其周围空间中,在运行时间内,在可用的频谱资源条件下,本身以及周围的用电设备可以共存,不致引起降级。

1.2.3 密封性的定量要求

表1为有关资料推荐的驾驶室环境气候参数数值范围^[5]。

表1 驾驶室内环境气候参数

环境气候参数	舒适范围		可忍受范围	
	下限	上限	下限	上限
空气温度/°C	18	24	-1	38
空气相对湿度/%	30	70	10	90
通风量/(m ³ ·min ⁻¹)	0.37	0.57	0.14	1.4
空气流速/(m·s ⁻¹)	0.1	0.3	—	—

1) 紫外线衰减量: $\geq 92\%$ 。

2) 司机位置处噪声限值: ≤ 86 dB(A)^[6]。

3) 驾驶室应能建立起 300 kPa 的正压力。室内有足够的新鲜空气,对单人驾驶室所需的空气更换量,冬季为 20~30 m³/h,夏季的空气更换量应比冬季高 2~3 倍。

4) 驾驶室内空气流动应均匀,上下、左右各部分的气流速度相差不应太大,司机头部水平位置的空气流速,冬季应不大于 0.15 m/s,夏季不大于 0.5 m/s(室内温度 26 °C 时)。空气泄漏量可根据装备使用要求参照 GJB 6109 中 3.6.1 的表 3 相关内容确定空气泄漏量等级。

5) 防雨密封性:能通过水流压力不小于 147 kPa、淋雨强度 6 mm/min(60 min)的试验测试。

6) 绝热系数:冬季室内温度应保持在 10 °C 以上,室内各处温差不宜大于 10~15 °C,且头部温度应比室内平均温度低 2~3 °C,腿以下部分高 2~3 °C,相对湿度保持在 30%~70%为宜。绝热系数可根据装备使用要求参照 GJB 6109 中 3.6.5 的表 5 相关内容确定绝热系数等级。

7) 电磁屏蔽效能:装备驾驶室本身不需提电磁兼容性要求,但作为信息系统和车电系统的主要载体,其电隔离设计应可以为整车系统的电磁兼容能力予以贡献。驾驶室的电磁屏蔽效能等级可根据装备的使用要求参照 GJB 6109 中 3.6.4 的表 4 相关内容确定电磁屏蔽效能等级。

8) 根据 GJB 151B 和 GJB 1389A 的相关要求,驾驶室内设备的电磁兼容性应满足以下规定^[7-8]: ① 电磁发射。频率范围为 10 kHz~10 MHz 的所有电源导线的传导发射不应超过 GJB 151B—2013 中 5.5.2 规定的 CE102 限值;频率范围为 2 MHz~18 GHz 的设备和分系统壳体、所有互联电缆以及永久性安装在 EUT(接收机和处于待发状态下的发射机)上天线的电场辐射发射不应超过 GJB 151B—2013 中 5.20.2 规定的 RE102 限值。② 电磁敏感度。车载设备和分系统的频率范围、EUT 电源频率二次谐波至 150 kHz 的交流电源线和 25 Hz~150 kHz 的直流电源线,不包括回线的传导敏感度不应超过 GJB 151B—2013 中 5.8.2 规定的 CS101 限值;频率范围为 4 kHz~400 MHz 的所有互连电缆和电源电缆的传导敏感度不应超过 GJB 151B—2013 中 5.16.2 规定的 CS114 限值;所有互连电缆和电源电缆的注入脉冲激励传导敏感度不应超过 GJB 151B—2013 中 5.17.2 规定的 CS115 限值;频率范围为 10 kHz~100 MHz 的所有互连电缆、电源电缆和每根高电位电源线的阻尼正弦瞬态传导敏感度不应超过 GJB 151B—2013 中 5.18.2 规定的 CS116 限值;频率范围为 30 MHz~18 GHz 的车载设备、分系统壳体和所有互联电缆的辐射敏感度不应超

过 GJB 151B—2013 中 5.23.2 规定的 RE103 限值。

2 密封性设计的典型工程措施

2.1 密封性设计分类

按照密封性要求及密封结构特点,可以将密封性设计分为静态密封和动态密封两大类^[9]。

1) 静态密封。驾驶室结构的各连接部分,设计要求对该部分的间隙密封,在使用过程中这种密封关系是固定不动的,称为静态密封。采用涂敷密封胶的方法防止车身腐蚀,减小振动和噪声。

2) 动态密封。对驾驶室的门、窗、孔盖等活动部位之间的配合间隙进行密封,称为动态密封。一般采用密封条,靠密封条的压缩变形来填充构件间的缝隙,使驾驶室内与外界隔绝,不仅防止风、雨和尘土侵入室内,提高隔音和隔热性能,同时对缓和车门关闭时的冲击力和车身在行驶中的振动起着重要作用。

2.2 驾驶室密封方式

2.2.1 驾驶室结构焊缝和对接焊缝密封

对于驾驶室结构焊缝和对接焊缝处的间隙,用性能稳定的具有优良耐油、耐热的密封胶填补,防止车身腐蚀,阻碍缝隙的噪音传递,降低间隙振动,提高密封性。焊缝密封胶性能:拉伸强度 ≥ 6.0 MPa,剪切强度 ≥ 5.0 MPa,低温属性为在-45 °C 下无断裂,邵氏 A 硬度为 55~65。

2.2.2 驾驶室操纵杆件及过线孔处密封

驾驶室内所有操纵杆件、手柄、踏板的开口处及过线孔处均应采取密封措施,加橡胶套密封^[10](如:卡槽式、压板式)或使用过渡接头、电连接器过渡密封,如图 1—图 4 所示。这样可以减小过线孔间隙,阻止噪音和灰尘进入。这些细小或微小的间隙也常常是设计时最容易不在意或忽视的。

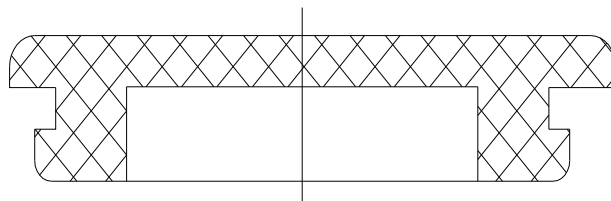


图 1 卡槽式堵盖

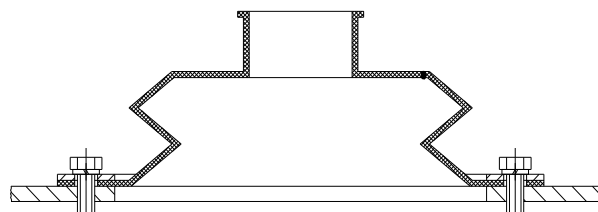


图 2 压板式护套

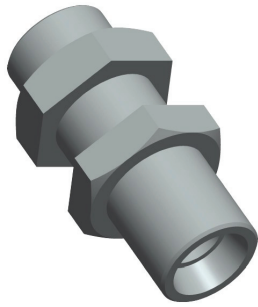


图 3 过渡接头



图 4 电连接器

2.2.3 风窗玻璃密封

风窗玻璃较常选用防紫外线的玻璃（如 LOW-E 玻璃），玻璃的安装有两种方法：橡胶密封条镶嵌法和玻璃直接粘接固定法。

橡胶密封条镶嵌法结构比较简单，见图 5。优点是挡风玻璃的安装和更换相对容易，橡胶密封条在车身与玻璃之间能起到缓冲作用，很好地防止车身扭转时，由于风窗玻璃框的变形对风窗玻璃的损坏。缺点是存在不能将风窗玻璃与车身结合成整体的不定因素，对车身的刚性无明显帮助，不利于车身轻量化设计，装配效率低。

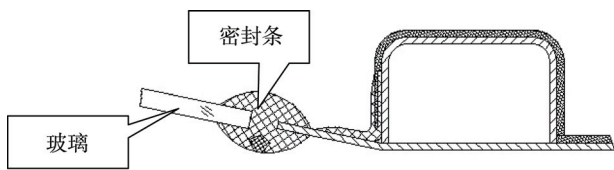


图 5 橡胶密封条镶嵌法

玻璃直接粘接固定法是用粘接剂将挡风玻璃和窗框紧密而牢固的粘接在一起，完全填充窗框止口的低凹和不平整处，消除结构配合的间隙，提高车身的密封性，玻璃也不易脱落，见图 6。这种粘接固定法

不仅密封性好，而且由于构成整体，提高车身刚性，能极大地改善防振和隔音性能。

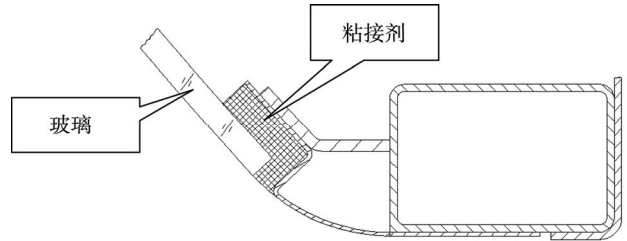


图 6 玻璃直接粘接固定法

2.2.4 车门的密封结构

车门的密封结构，一种为单层密封结构，另一种为双层密封结构。单层密封结构是采用安装橡胶密封条的方式来实现密封，见图 7。双层密封结构是第一层采用橡胶条密封，第二层采用弹性卡槽来密封^[11-12]，见图 8。由于成本因素，民用工程车辆驾驶室车门普遍采用单层密封结构。

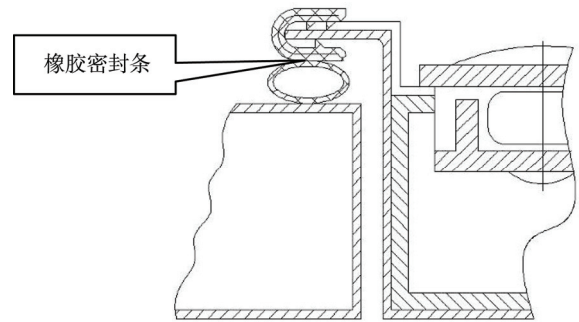


图 7 单层密封结构

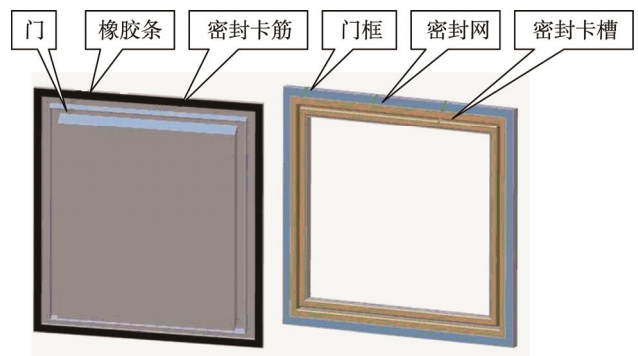


图 8 双层密封结构

2.2.5 隔音降噪材料的应用

常用的隔音降噪材料有两种，一种是降噪海绵，另一种是聚氨酯发泡吸音材料，性能见表 2。

表 2 吸音系数对比

项目	厚度/mm	密度/(kg · m ⁻³)	吸声系数				
			125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
降噪海绵	30	40	0.06	0.12	0.23	0.46	0.86
聚氨酯发泡材料	30	56	0.07	0.16	0.41	0.75	0.87

通常情况下,在驾驶室内壁与内饰之间填充聚氨酯发泡隔音降噪材料,见图9。使用发泡材料可以避免海绵分块粘贴所产生的间隙,可完全填充,提高隔音和保温效果。在驾驶室地板下常常粘贴降噪海绵^[13],见图10,阻断来自地板下的噪音和热量。另外,军用方舱应用的铝蜂窝、芳纶纸蜂窝,轻量化程度高、结构强度大、绝热效果更好,是高原装备驾驶室隔音降噪材料的发展趋势。

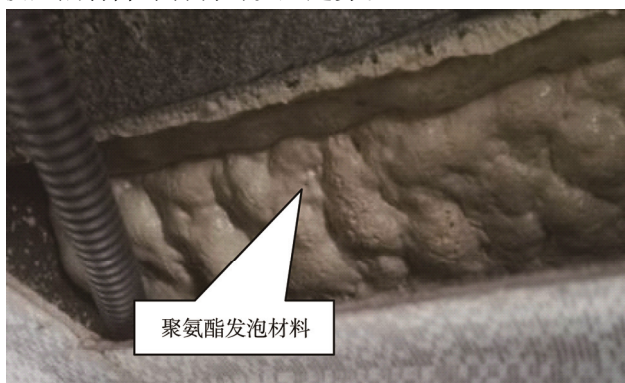


图9 聚氨酯发泡材料



图10 降噪海绵

3 结语

良好的驾驶室密封性设计水平可以提高装备的环境适应能力,改善乘员的乘坐环境。文中也是尝试

提出驾驶室密封性的定性定量要求,特别是高原装备驾驶室的密封特殊性要求及技术应用,以促进高原装备驾驶室密封性设计的规范化及能力提高。

驾驶室密封性设计是一个与整车集成的系统工程,要权衡总体技术要求、工艺实现的经济性及价格成本等因素。不同的使用要求可能就有不同的设计措施和技术手段,存在着技术路线的差异。如驾驶室的安全保护、防护防弹等性能要求可能给驾驶室的密封性设计带来的工艺改变或制造的难度。即便如此,驾驶室密封性设计在装备研发和使用中逐渐显现出来的重要地位和作用,使大家越来越意识到对其指标体系的理解、掌握并加以实现的紧迫性,从而加大人力、物力的投入来开展专项研究和技术储备。

参考文献:

- [1] GJB 150A—2009, 军用装备实验室环境试验方法[S].
- [2] GB 25684.1—2010, 土方机械安全 第一部分:通用要求[S].
- [3] GJB 1639—1993, 军用推土机规范[S].
- [4] JB/T 10902—2008, 工程机械司机室[S].
- [5] 王继新, 李国忠, 王国强. 工程机械驾驶室设计与安全技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010.
- [6] GB 16710—2010, 土方机械 噪声限值[S].
- [7] GJB 151B—2013, 军用设备和分系统电磁发射和敏感度要求与测量[S].
- [8] GJB 1389A—2005, 系统电磁兼容性要求[S].
- [9] 韩梅. 重型卡车驾驶室密封性研究[D]. 西安: 西安石油大学, 2011.
- [10] 郝国强, 李强. 装载机驾驶室设计[J]. 工程机械, 1997(6): 17-18.
- [11] GJB 1835—93, 装甲车辆人-机-环境系统[S].
- [12] GJB 6109—2007, 军用方舱通用规范[S].
- [13] 王振. 轮式装载机驾驶室内噪声源分析及其降噪设计[J]. 工程机械, 2005(8): 27-28.