重卡 HMI 设计发展趋势分析

宋英华　谢连鑫　申玮
（中国重汽集团汽车研究总院　山东　济南　250101）

摘要：随着物联网产业发展，汽车行业也逐渐向智能化靠拢。HMI（Human Machine Interface）设计作为当下汽车智能化的核心技术，能够加强司机对于行车数据的掌控，保障行车安全。HMI 作为一个系统性创新产物，需要从多个纬度来分析其发展方向。因此，本文针对重卡汽车的 HMI 设计，从多个方向来探究其发展趋势。

关键词：重卡 HMI；智能化；发展趋势

1 重卡 HMI 开发意义与流程

汽车诞生时就存在人机交互界面，但早期重卡驾驶舱内的信息交互仅为单一输入输出。随着驾驶舱内物理按键的数字化转变，仪表、中控、方向盘等多方面信息的统一化管理，驾驶舱的人机交互界面也演变成数字化多模态形式。例如奔驰 2025、reightliner、沃尔沃等车企在重卡驾驶舱均配置了液晶大屏和集成语音系统，大大提升了驾驶舱内人机交互的体验感和便捷性。

在未来的使用场景中，卡车驾驶舱将以多屏互动、视觉、语音、手势和触觉的多模态人机交互形式开发为主，旨在减少驾驶舱复杂信息处理和认知负荷。这就更考验了重卡 HMI 的开发流程的合理性。目前，各大主流工厂对于 HMI 的开发流程各不相同，但是整体还是按照产品战略规划、HMI 设计、开发、工程车试车、量产、上市运营等多个环节。其中，最重要的的一环为 HMI 概念设计。HMI 设计涉及多个学科、部门，合作交叉程度较高，因此，HMI 项目组需要收集电子、软件、设计、车辆集成对个部门的信息，相互反馈来设计整车的人机交互方案。另外，对于 HMI 的整体设计还需要囊括产品架构、工程学、信息架构、编程、音效设计等多方面因素，因此，重卡 HMI 开发绝非易事。

2 重卡 HMI 设计原则发展趋势

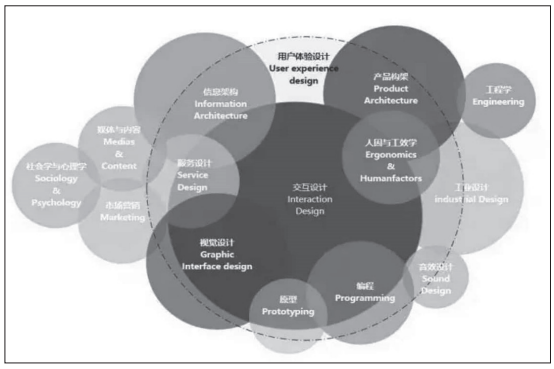

图 1　HMI 设计涉及因素

重卡 HMI 设计从大的方向上涵盖了设计和实现两个维度。二者构成了 HMI 的系统框架，缺一不可。从 HMI 设计层面来看，其主要包含了 UX 设计和 UI 设计，但这又不同于互联网和物联网的传统模式，在进行 UX 设计时，不仅要考虑软件的兼容性和稳定性，还需要结合车载设备的接口进行端口预留处理。而 UI 设计更是要从重卡使用者的行为习惯上入手，在强调用户交互信息的同时，更多的要融入人性化的元素，充分地考虑人体工学，减少反人类的设计漏洞。

相比互联网的美学设计理念，重卡的 HMI 设计更加注重在安全的前提下融入美学理念和相应的设计规范，从而来适应车载的使用场景。因此，重卡的 HMI 设计趋势会不断向安全和美靠拢。根据经验总结，重卡 HMI 交互未来的设计原则如图 2 所示。

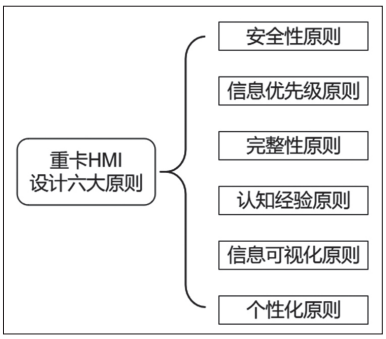

图 2　HMI 设计原则

2.1 安全性原则

安全重于泰山。HMI 技术涉及到的都是汽车中核心安全部件，对重型卡车而言，一旦 HMI 设计出现问题，发生事故必然造成巨大的人员和经济损失。因此，重卡 HMI 设计无论现在还是未来都必须以安全原则为首，并且充分考虑显示界面的人体工学，将人为的下意识反应行为加入到考虑列表中，进一步保障在复杂场景下的人为情景意识。

2.2 信息优先级原则

面对道路的复杂状况时，要确保汽车的关键信息诸如速度、偏离道路程度等能够被用户快速捕获，并且保障在不同场景下都具备良好的可视性和可读性，减少驾驶员的信息搜索时间。

2.3 完整性原则

未来重卡 HMI 设计趋于模块化，需要将页面信息打包进行分块显示，这样有助于建立驾驶者的位置信息记忆，减少车辆状况监测时间，防止在搜寻信息时分心带来意外事故伤害。

2.4 认知经验原则

HMI 设计应重视与原型的对应，后续设计应该最大化地适应用户原有的行为习惯，减少新型设计与原有驾驶舱场景的差异性，尽量减少司机的学习和适应时间，让驾驶员能

（下转第 19 页）

设某一时刻的振动状态方程为

$$x_t=Ax_{t-1}+Bu_{t-1}+q_{t-1} \quad (6)$$

t 时刻的返回值为

$$y_t=Hx_t+r_t \quad (7)$$

其中，A 表示状态转移矩阵，B 表示控制矩阵，H 表示系统参数，q_t 表示过程噪声，r_t 表示测量噪声。利用新的卡尔曼增益系数更新和修正，可以推算出 t 时刻的最优系统状态估计值，以此可以获得较为真实的电梯加速度值。

$$\hat{x}_k = \widehat{x_k^-} + K_k(y_k - H\widehat{x_k^-}) \quad (8)$$

3.2 采样频率

检测采样频率的确定是至关重要的，只有适宜的采样率才能获得更能体现电梯驱动主机振动的数据，分析的结果才能更趋于真实。确定采样率首先要明确采样信号最高频率、测量系统要求的精度以及系统数据采集性能。为了避免信号频率与原始频率不同引发的畸变导致混叠效应发生，一般让信号先经过低通滤波器滤掉高于二分之 fs 的频率成分。针对电梯驱动主机振动的特点，其发声频率一般处于低频段，因此经过反复试验采样频率在 1Hz 左右即可，量程确定为 10Hz。

3.3 信号加窗

为了降低频谱泄漏和栅栏效应带来的影响，需要应用窗函数截短函数。由于频率不同泄漏不同，因此通常选择主瓣窄、旁瓣小的加窗，使得能量更多地集中于主瓣。鉴于采集的信号是非周期连续的不同幅值信号，这里采用汉宁窗。其表达式为：

$$\omega[n] = 0.5 - 0.5cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right) \quad (9)$$

频谱可表示为，

$$W_H(\omega) = \frac{1}{2}w_R(\omega) - \frac{1}{4}[w_R\left(\omega - \frac{2\pi}{N}\right) + w_R\left(\omega + \frac{2\pi}{N}\right)] \quad (10)$$

对某一信号 $x(t)=A_m\cos(2\pi f_m t \cdot t+\phi_m$ 的加窗频谱为

$$X_H(\omega)=X(\omega) \times W_H(\omega) \quad (11)$$

4 结语

以 EVA 作为对照组，同样条件对比本系统与 EVA 的电梯驱动主机振动测试结果。加速度传感器分别安装在电机和减速器壳体的 x 轴方向、y 轴方向、z 轴方向。对比两者的加速度数据发现，本系统输出与 EVA 输出的加速度波形大体一致，只是存在 0.28s 的相位差，EVA 测得加速度与本系统最大差值为 0.296m/s^2，表明本系统检测的振动加速度数据与 EVA 测得的振动加速度数据波形高度相关，驱动电机振动指标非常接近，可以准确反映电梯振动状态。

参考文献：

[1] 周跃峰 . 电梯驱动主机制动器的检验 [J]. 特种设备安全技术 , 2020, No.234(03):23-24.

[2] 郭天水 . 高速曳引式电梯振动与噪声分析 [D]. 贵州大学 , 2019.

[3] 刁立军 . 曳引式乘客电梯安全评估比对的分析与思考 [J]. 中国特种设备安全 , 2019，(5):33-35.

（上接第 17 页）

够更快上手。

2.5 信息可视化原则

图像化和拟物化的信息最能引起驾驶员的注意。因此，在后续的驾驶舱设计中应该采用更为简单易懂的图标，减少过于复杂的术语和信息图形。

2.6 个性化原则

未来重卡 HMI 还应该给驾驶员留足个性化空间，让其能够根据自身的需求和行为习惯去更改驾驶舱的图标颜色，显示等，提供差异化设计。

3 重卡 HMI 操作系统发展趋势

重卡 HMI 作为一个数字化的产品，需要通过软硬件相结合的方式对原有的设计效果进行呈现。友好的人机交互界面是贯穿整个重卡 HMI 设计生命周期的宗旨，而操作系统作为这一宗旨点核心内容，其重要性不言而喻。

目前，各大生产商对于重卡 HMI 的操作系统都有不同的侧重点。具体还需要根据具体的应用场景分析。目前最主要的操作系统还是应用在仪表和中控大屏上，其中仪表的安全要求等级最高。因此，未来重卡操作系统还是需要围绕仪表的安全性展开。目前仪表使用的主流操作系统软件内核为 Linux、QNX，再将 KANZI-Studio、CGI-Studio、Qt design-Studio 等集成式的软件嵌入式的方法集成到 HMI 系统，实现图形化界面分化。未来 HMI 操作系统将延续操作软件传统，在此基础上将更多的注意力投入到效果呈现中。与此同时，随着汽车智能化发展，HMI 在考虑操作系统等软件纬度的同时还得兼顾设计、平台、硬件三个方面来实现人机交互的最优解。

4 结语

重卡 HMI 设计随着智能化时代到来而不断发展，后续的研究将更加重视 HMI 设计的原则把控和操作系统多维度分析，进而促进重卡 HMI 系统更好地为驾驶员服务。

参考文献：

[1] 刘炜 , 郑庆华 , 曾杨 . 基于 Minigui 的工程机械 HMI 界面设计 [J]. 建设机械技术与管理 , 2008, 021(003):81-83.