

综合监控系统人机界面的探讨与展望

张大千 司春宁

(上海宝信软件股份有限公司 上海 201900)

摘要 根据城市轨道交通综合监控系统人机界面的设计原则,分析人机界面的特性、通用功能及工艺性;从降低运营管理难度、提高运营管理效率的角度出发,论述人机界面的开发重点。通过分析目前国内已开通线路的人机界面运营情况,探讨部分需求的优化,同时对人机界面的后续发展提出看法,为国内其他在建综合监控系统的人机界面开发提供参考和借鉴。

关键词 城市轨道交通;综合监控系统;人机界面;软件平台;运营管理

中图分类号 U231.8 **文献标志码** A

文章编号 1672-6073(2013)06-0052-04

近几年,随着我国轨道交通行业的高速发展,科学的管理理念也深入到运营之中。由数以万计的机电设备所构建的轨道交通系统因过于庞大而难以管理,因此必须通过大型的集成监控系统来方便运营部门对整个轨道交通系统进行实时跟踪。作为与服务和运营质量关联最密切的集成系统——综合监控系统(integrated supervision and control system,ISCS),承担了轨道交通系统内大部分机电设备的监控任务,以此来协助运营人员的日常管理,并为运营管理提供科学的管理决策和快速的应急方案。为了使综合监控系统能够更好地为运营管理服务,用于人机之间信息交流的人机界面(human-machine interface,HMI)需要具备更强的专业特性,使运营人员能够高效地运用综合监控系统来保障轨道交通的安全运营。

1 人机界面的特性

轨道交通系统内的机电设备种类繁多,所包含的

专业也十分广泛。为保证综合监控系统更科学地服务于运营,满足平时运营管理的需求和运营人员的日常使用习惯,HMI的界面风格必须统一,界面元素必须标准化,使运营人员能够根据自身对外界信息的感知特性和对信息的加工、处理及思维能力来执行相应的操作。运营管理岗位作为24 h不间断的工作岗位,尤其需要HMI注重人机交互过程中的人为因素。

1.1 听觉特性

人类接受听觉信息要比接受视觉信息快,对音量和音调也能很明显区分,因此在监控系统中一般会使用警示音来提示操作员,并会根据报警的严重程度来触发不同的报警声音。这种做法对于小型的集成系统来说能够满足操作员的需求,但对于集成了十几个子系统的综合监控系统来说则会造成操作员无法区分报警子系统的现象;同时,过多的同类报警声音刺激,也会使操作员很难持续地以平和的心态来面对运营。因此,综合监控系统的报警声音应根据报警子系统的不同而有所不同。对于系统内最重要的报警,如烟感、温感等,在火灾探测设备报警时,应该给予准确的语音提示;对于系统内中级或低级报警,可以以柔和、委婉的提示音来提示操作员,避免过多的报警声音刺激。

1.2 视觉特性

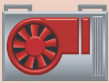









当操作员接收到报警提示的听觉信息时,需要通过视觉信息来进一步了解运营详情。一般监控系统都会通过HMI报警列表中报警信息的周期性闪烁,提示并协助操作员快速定位事件发生点;当需要更深入地了解事件详情时,系统还需要定位到相关的HMI。作为一个集中监控系统,为方便操作员在事件发生时能快速做出反应和判断,则要求HMI中各类图元显示及颜色变化遵循统一的标准,如表1所示(以各子系统代表设备为例)。其中,各子系统均以红色代表警示、黄色代表故障、绿色代表常态、蓝色代表异常等,且事件发生所对应的设备图元以闪烁的方式达到提示的目的。

收稿日期:2012-10-09 修回日期:2012-12-05

作者简介:张大千,男,大学本科,工程师,从事轨道交通综合监控系统的应用及研究,zhangdaqian@baosight.com

基金项目:成都地铁1号线一期工程综合监控系统集成(1D0286-2007-103-ZC005);重庆市轨道交通1号线综合监控系统集成(09KFW11WWJ8538CQ20)

表 1 图元颜色及状态含义

空调	状态含义	烟感	状态含义
	运行		火警
	停止		正常
	故障		故障
	异常		异常
	通信中断		通信中断

为突出体现设备,画面背景与图元应采用对比度明显的颜色来分清主次,但不应使用刺激性颜色,以免操作员产生视觉疲劳,如图 1 所示。

在视觉因素中,除了颜色之外还有文

字。在操作员工作站上出现的任何文字(包括信息、帮助以及对象浮标等)都应采用统一的字体,字体过大或者过小都会对操作员造成视觉冲击。从目前既有线路综合监控系统操作员的使用情况来看,应以正常视力的人在距显示器 80 cm 处能够看清的文字为最佳大小。

1.3 潜意识特性

操作员在操作或监视设备时,从信号刺激出现到采取相应动作存在一个反应时间。在这个短暂的反应时间里,操作员会潜意识地观察某些固定的方位。例如,当人们观察一幅横着的画面时,会优先注意这幅画的黄金分割点处,因此 HMI 也应该遵循这些原则来提高其美观性和实用性。人体运动系统的反应速度比较缓慢,当操作员需要操作时,HMI 除了给予足够的提示之外,还应该给予顺序执行的提示。例如,选择一系列流程操作时,应该以自上而下或自左向右的顺序来设计,且系统内所有类似操作也应该按照统一的原则来进行,避免让操作员大范围地选择控制设备,如图 2 所示。

此外,最好能固定操作方式,让操作员养成固定的习惯,即使系统发生异常事件,也不会发生误操作。操

作员对一幅 HMI 信息的接受程度并非无止境,而是存在一个限值,如果超过这个限值,操作员对 HMI 信息的敏感度就会下降,因此 HMI

中不要大量出现与监控对象状态无关的信息。

2 人机界面的基本功能深化

在人机交互的过程中,应充分发挥各自的特点。操作员作为运营管理方,其承担的工作量应尽量减少。机器作为设备,其承担的工作量应尽量增大。在最大限度利用机器的同时,要充分发挥人的积极因素,人机结合并充分发挥人的主导作用,就能够更好地保证系统的可靠性。

2.1 菜单

目前,国内大部分综合监控系统 HMI 都根据子系统类别来组织菜单,并使用层次体系结构,保持其逻辑性和简单性,对所有 HMI 的选择均不超过 3 级菜单。以目前已投入运营的成都地铁 1 号线综合监控系统的 HMI 为例,如图 3 所示。



图 3 一级、二级和三级标题

此类结构大多数采用一维算法,即必须依次选择子菜单才能实现目标 HMI 的选择,整个操作至少需要点击 3 次鼠标才能完成。因此,如果采用更为灵活的多维算法,使操作员一次切换至目标 HMI,将能够大大提高 HMI 的切换效率和友好性。

菜单一般会根据某些规律来进行分组和排序,但在紧急情况下必须使用的菜单项应始终保持在屏幕的固定区域,任何时候都可以直接进入,如图 3 的快速按钮。对菜单含义的解释也应该通过系统的某些功能来进行提示,如帮助、文字浮现等。同时,为避免硬件设备所导致的误操作,菜单图符的大小应适中,并保证不会出现点击漂移的情况。

对于一些重要的系统功能按钮,应给予二次确认的机会,避免因误操作而造成损失。

2.2 信息栏

为保证操作员方便地实时监视报警信息,一般会在

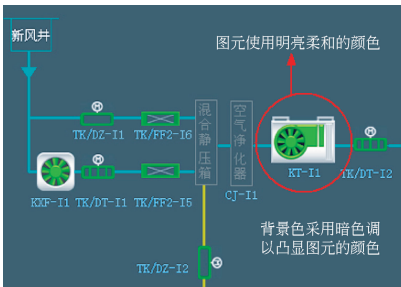


图 1 HMI 的图元与背景色

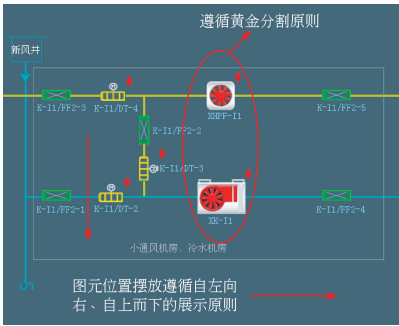


图 2 HMI 的设备摆放位置

HMI 的下方显示报警栏。鉴于目前的 HMI 界面有单屏、双屏和三屏等显示方式,因此报警栏也会有相应的数量。以目前已运营的重庆轨道交通 1 号线 HMI 为例,如图 4 所示。

级别	日期	以时间排序	车站	系统	属性描述
0	2012/02/17 17:00:00	沙坪坝	环控	双电源切换开关 (WTB) (ATPB)通信链路状态: 正常	
0	2012/02/17 17:00:23	歇石子	屏蔽门系统	屏蔽门 (134) 打开报警: 正常	
2	2012/02/17 17:00:20	小什字	屏蔽门系统	屏蔽门 (134) 打开报警: 报警	

图 4 信息栏

系统报警栏一直显示最近发生的报警,但通过运营情况来看,此种设计方案无疑会导致当前未处理的高级报警无法显示在信息栏中。因此,对于单屏 HMI,报警栏应该根据报警级别置顶,即报警栏应优先显示级别最高且未处理的报警;对于双屏 HMI,两块屏的报警栏可以分别将时间和报警级别置顶,以便保证操作员能够两者兼顾;对于三屏 HMI 的选择则更为灵活,可以使用一个报警栏的区域显示系统的实时事件或其他重要信息。

当系统发生紧急事件时,操作员会第一时间观察到报警栏中所产生的报警信息。快速定位目标 HMI 的最优方式就是利用当时所产生的报警,因此综合监控系统需要具备报警链接功能,即当系统报警后,操作员能够根据当时的报警,通过单击操作快速链接至目标 HMI,并通过设备图元闪烁定位到报警设备,从而大大提高处理效率。

目前,国内综合监控系统针对高级报警(如火警和断路器跳闸事件)都会进行自动推图。这种方式在车站级的监控系统中能够很好地提示操作员,但在中心级或更高级的监控系统中则不太合适。当线路中同时出现多处高级报警时,此功能可能会使系统陷入无限推图的循环中,占用系统的大量资源,造成系统崩溃。因此,在同时收到多条高级报警时,系统应该提供一个报警列表,由操作员去自主选择需要关注的 HMI。

2.3 画面

画面的作用在于表现各种设备的静态和动态信息,可以有文字、数字、线条、符号和图元等多种表现形式。对于每幅 HMI 组成的基本元素,如图元、房间、管道等,应该至少能体现 3 个要素,即设备名称、安装地点和设备用途,通过三要素的组合来形成设备的基本信息。对数量众多的设备信息监视也可运用 HMI 的分层和动态缩放技术,将监视方面的总貌和细节设计在不同的图层,操作员可以根据自身的需要选择显示或隐藏某些图层。从目前国内线路的运营情况来看,操作员更希望 HMI 的分层及动态缩放技术能够实现用户的自定义功能,使用户在软件交付之后依然能够方便地根据自身需求进行定义。

对于系统控制功能,目前国内 HMI 的控制步骤都要

求在 5 步之内,但从操作员的使用情况来看,这个数字越小越好。因此,画面的设计人员应该针对系统的特点以及大多数人的操作习惯来对操作步骤进行优化,精简操作步骤并降低误操作的可能性,以免造成不良影响。

此外,操作员处理日常事宜需要耗费大量的时间和精力,因此 ISCS 智能辅助系统的日常应用能够大大降低调度员的劳动强度。例如,可通过提供车站界面的自动切换功能使值班员能够兼顾其他日常工作,通过提供时间表功能来定时执行车站每日必须做的相关工作,在紧急情况下通过提供联动功能来辅助救灾,等等。

3 工艺性能研究

根据职责的不同,对运营管理人员进行岗位划分,如电力调度员、环境与设备调度员、行车调度员、维护调度员以及车站值班员等,HMI 能够赋予各岗位不同的监视权限。用于子系统建设的设计蓝图也是综合监控系统子系统界面的绘制依据,但并不具备良好的可读性与美观性,因此这就需要根据各个系统的特点来完善 HMI 绘图工艺,以此来提高管理人员对异常情况处理的准确性。

以环境与设备监控系统(BAS)为例,目前国内集成商基本上都是根据施工蓝图来绘制各子系统的画面,并完全根据设计方案开发相关的系统功能,但从已运营的轨道交通项目来看,系统工艺很难完全依据施工蓝图来体现,因此需要集成商通过自身对子系统工艺的理解和实施经验,对设计蓝图进行功能筛选及优化,仅保留能够辅助操作员进行事件分析的部分,以保证子系统下发的任何指令都能通过 HMI 观察到实际的反馈。而火灾自动报警系统(FAS)作为灾害事件的监测中心,仅提供部分消防设备的防灾功能。由于 BAS 和 FAS 均作为子系统被集成至综合监控系统中,使各系统信息互用、各子系统协调配合,从而使灾害能得到及时有效的处理。因此可以认为,当 FAS 监测到灾害信息并被确认时,需要 HMI 来协调操作员对灾害事件的处理,与灾害事件相关的所有设备动作信息能完全通过 HMI 来查看,但数量众多的设备很难在短时间内核对完毕,所以需要

HMI 统一各子系统的动作标准。以成都地铁 1 号线为例,如图 5 所示。

对于 BAS 和 FAS 共同配合所完成的灾

设备类型	设备编号	当前状态	正确状态
排热风机	U/O117-II1	●	●
	U/O117-II2	●	●
联动风阀	LF117-II1	●	○
	LF117-II2	●	●
电动风阀	TF117-II1	●	○
	TF117-II2	●	●
	TF117-II3	●	○
	TF117-II4	●	○

图 5 成都 1 号线环控模式对照界面

害事件,则需要 HMI 来综合 BAS 和 FAS 两个系统的执行状态。以重庆轨道交通 1 号线 HMI 为例,如图 6 所示。

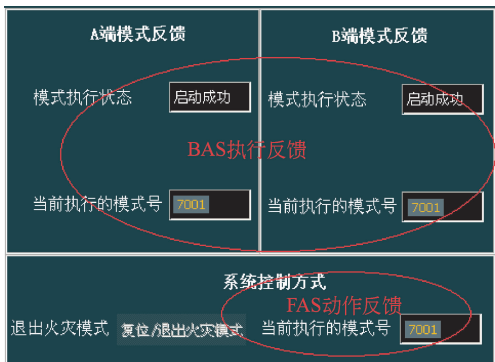


图 6 重庆轨道交通 1 号线模式执行反馈界面

通过 BAS 和 FAS 人机界面的辅助功能,保证环控调度员能够快速处理车站所探测到的灾害事件。

4 功能需求展望

如今的综合监控系统已经从当初的专用型系统转变为大众型系统,并在很多的轨道交通项目中得到广泛应用。虽然各集成商的系统设计都存在一些差异,但建设宗旨是一致的,因此设计监控系统的 HMI 需要综合考虑各类用户的不同需求。对于初涉运营的管理人员来说,HMI 的帮助功能是他们能否正确完成操作任务的基本要求,也就是说,拥有强大帮助功能,既能为轨道公司节约财力物力,又能让运营管理人员以最快的速度掌握系统的使用。

与此同时,一个先进的系统软件平台应能同时具有预知错误和错误复原的功能,即:对用户进行的任意操作、可能出现的错误进行预先判断,并给予信息反馈提示;或对用户已经实施的误操作在未造成重大影响之前给予及时纠正,并实现错误复原。

此外,系统还应该具备学习和记忆能力。学习能力是指软件平台的 HMI 主动适应用户操作的能力,记忆能力是指 HMI 可以主动记忆用户的操作,并据此分析用户的操作习惯、操作能力和专业水平等。当用户

使用该系统达到一定的频率之后,系统即可根据记忆的文件,为该用户提供适合于他的操作方式,减轻用户的记忆和操作负担,从而真正地实现以机器代替人。因此,是否具有良好的学习和记忆功能,也应是未来 HMI 设计中值得提升的一个重要环节。

5 结语

综上所述,无论 HMI 在未来如何发展,其服务于人的宗旨不变,任何面向辅助运营的需求都值得去探索和思考,系统的深度集成也需要通过此类思考和探索来加以证明。HMI 作为一种适应人类需求而建立的平台,需要集成商始终站在用户的角度来进行设计,从而使综合监控系统能更高效优质地服务于轨道交通系统。

参考文献

- [1] 丁文珂,梁刚. 基于用户的人机界面设计的评价原则[J]. 河南教育学院学报:自然科学版,2007,16(4):24-25.
- [2] 景国勋,张迪. 基于人机工程学的工业设备人机界面安全分析. 中原工学院学报,2012,23(1):53-56.
- [3] 宋鸣侨. 浅析人机交互技术的发展趋势[J]. 现代装饰·理论,2012(2):148.
- [4] 杨湛莹. 隧道综合监控系统的人机界面设计[J]. 上海电机学院学报,2012,15(1):66-70.
- [5] 翁云云. 感情化的人机界面设计[J]. 科技资讯,2011,1(8):243.
- [6] 夏敏燕,王琦. 以用户为中心的人机界面设计方法探讨[J]. 上海电机学院学报,2008,11(3):201-203.
- [7] 梅云. 感性设计:人机界面设计新思维[J]. 科技资讯,2008(9):217.
- [8] 林晓伟. 地铁综合监控人机界面的设计与实现[J]. 工业控制计算机,2010,23(12):13-14.
- [9] 张云鹏. 基于认知心理学知识的人机界面设计[J]. 计算机工程与应用,2005,41(30):105-107.
- [10] 李天科. 以人为本的人机界面设计思想[J]. 计算机工程与设计,2005,26(5):1228-1229.

(编辑:郭洁)

Investigation and Prospect of HMI for Metro Integrated Supervision and Control System

Zhang Daqian Si Chunning

(Shanghai Baoxing Software Co., Ltd., Shanghai 21900)

Abstract: This paper analyses the characteristics, functions and technological requirements of HMI (Human Machine Interface) based on design philosophy of integrated supervision and control system, and discusses the development emphasis of HMI from the perspective of reducing difficulty and raising efficiency of management. By analysing the operation situation of domestic ready-made projects, this paper discusses the improvement of HMI and propounds the development direction of software platform for integrated supervision and control system which can be taken for reference by other integrated supervision and control system.

Key words: urban rail transit; integrated supervision and control system; human-machine interface; software platform; operation management