

LKJ 司机警惕监控系统设计与实践

谢兴中¹, 徐盛火²

(1. 上海铁路局, 上海 200071;

2. 上海铁路局 机务处, 上海 200071)



作者简介: 谢兴中 (1952-), 男, 高级工程师, 长期从事机务管理工作。

摘 要: 简述了 LKJ 司机警惕监控系统的设计背景、设计思想和设计原则, 简要介绍了系统硬件软件设计、安装方案、主要功能和推广应用情况, 并将本系统与 HXD3 等机车上单独安装的警惕装置进行了对比。本系统有功能设置灵活、投资少、安装简便、后期维护投入少等特点。

关键词: LKJ2000 型监控装置; 运行安全; 机车司机; 警惕控制

中图分类号: U260.4²; U298.1² **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-128X(2011)05-0065-04

Design and Practice of LKJ Driver Alarm Monitor System

XIE Xing-zhong¹, XU Sheng-huo²

(1. Shanghai Railway Bureau, Shanghai 200071, China;

2. Locomotive Department, Shanghai Railway Bureau, Shanghai 200071, China)

Abstract: Design background, idea and principle of LKJ driver alarm monitor system were summarized, and the hard/software design, assembling program, main function and applications were introduced. Comparison between the presented system and the specific alarm device of locomotive HXD3 etc was taken out. All this proved that the presented system had the advantages of flexible function, low cost, simple installing and maintenance convenience etc.

Key words: LKJ2000 monitor device; operation security; locomotive driver; alarm control

0 引言

自 2004 年铁路第 5 次大提速以来, 铁路大量开行直达列车, 推广单司机、双班单司机值乘, 列车运行速度和密度不断提高, 机车司机操纵列车所承受的压力也越来越大。虽然机车行车安全装备和司机标准化作业水平有了很大提高, 列车超速、冒进信号事故基本得到控制, 但司机在值乘过程中因瞌睡打盹、意外伤害等引起操纵列车能力的丧失, 仍然严重威胁列车的运行安全。2007 年 7 月 4 日太原铁路局管内迁曹线 82003 次货物列车冒进京唐港站进站信号机, 与一台出库单机发生正面冲突事故。2007 年 7 月 23 日兰州铁路局管内兰新线 85209 次货物列车反向溜逸, 与后行刚刚停车的 N857 次旅客列车发生冲突事故。两起事故均与机车司机值乘中打盹睡觉有关。为此, 实现列车运行全程对机车司机警惕状态的监控, 成为保障列车运行安全的重点之一。

2008 年 9 月铁道部组织部内专家和上海、武汉、成

都铁路局机务处相关人员召开专题会议, 研究在机车上加装警惕装置技术方案, 对有关铁路局提交的方案进行论证, 按照功能单一、操作简单、节省投资的原则, 确立了在上海铁路局 LKJ2000“进站警惕”基础上, 进一步完善、扩展功能的指导思想, 并发布《关于统一司机警惕装置实施方案的通知》, 确定了总体技术方案。2008 年 9 月开始, 上海铁路局机务处、电务处联合河南思维自动化设备有限公司、株洲南车时代电气股份有限公司安全装备事业部开始“LKJ 司机警惕监控系统”的研制。

1 功能设计

上海铁路局在 LKJ2000 型列车运行监控装置基础上开发的“进站警惕”功能, 主要原理是利用并拓展既有 LKJ2000 型监控装置功能, 通过加装按钮, 根据司机在列车进站前是否按压按钮来监控司机的精神状态, 如果司机未按设定条件按压按钮, 监控装置自动报警, 直至实施制动迫使列车停车^[1-3]。在此基础上, 课题组通过对机车乘务员操纵进行大量调研分析, 确定了系统

功能设计原则、司机警醒状态的检测手段和控制功能。

1.1 设计原则

- ①能有效地使司机处于警醒状态。
- ②在确认司机警醒的时候尽量减少司机操作。
- ③在保证功能的基础上尽量减少占用LKJ2000型监控装置资源。

1.2 司机警醒状态检测方案

1) 进站前检测

列车进站区域是列车运行的关键地点之一,确保司机在进站前保持警醒状态,及时确认进站信号,是保障列车运行安全的关键。因此有必要在列车进站前对司机警醒状态进行检测,促使司机保持警醒状态。

2) 周期检测

按站间平均距离15 km,旅客列车平均速度120 km/h、货物列车平均速度70 km/h计算,旅客列车、货物列车在站间运行时间分别约为7.5 min、13 min,在此期间,为促使司机保持警醒,必须定时对司机警醒状态进行检测。时间间隔(警惕周期)须合理选择,周期太长不能达到警惕作用,周期太短易产生以下问题:

①干扰司机操纵:车机联控、接收调度命令、核对运行揭示、制动调速等操作都可能与按压警惕按钮重叠,容易造成司机顾此失彼。

②易导致司机产生机械动作,失去警惕作用(原ZTL自停装置有过教训)。

③司机一次出乘时间比较长,平均每趟要按压按钮近千次,成为导致司机疲劳的又一个因素。

④占用LKJ2000的CPU的运行时间、通信通道等资源太多。

1.3 司机警醒状态的检测手段

列车运行中确认司机是否保持清醒状态,可通过检测司机操作机车上相关设备所产生的电信号、风压信号变化来实现。司机操纵时能够检测到的电信号、风压信号有制动机手柄移动、牵引主手柄移动、雨刷控制、撒砂、鸣笛等等。基于降低成本、减少投资考虑,系统仅使用制动机手柄移动所产生的列车管压力、闸缸压力以及牵引主手柄移动所产生的“零位”、“非零位”信号,这些信号被LKJ2000型监控装置采集、处理。此外,在司机操纵台上增设应答按钮开关作为补充,在既无制动机手柄操作又无牵引主手柄操作时,通过司机是否按压应答按钮开关来检测司机的警醒状态,这与其他系统采用脚踏开关的方式是一致的。

1.4 检测到司机可能失控后的控制

系统应具有友好的人-机界面,在检测到司机精神状态不佳可能失控时,优先采取较缓和的提示、警告方式,警告失效后实施制动迫使列车停车。系统检测到司机未按要求进行相关操纵或应答时,在一定的时间内,先是在显示器显示醒目标志予以提示,然后发出声响警告,最后实施自动停车控制迫使列车停车。在提示、警

告期间,司机应答后终止周期警惕功能,避免实施制动停车,这样既实现了促使司机警醒的目的,又减少了对列车运行的影响。自动停车控制遵照LKJ2000的速度控制模式,即具备常用制动功能时实施常用制动控制,不具备常用制动功能时实施紧急制动控制,这样既保证了在司机失控的情况下列车的可靠停车,又避免了实施紧急制动可能带来其他的列车安全隐患。

1.5 事件记录与分析

为既尽可能减少LKJ2000记录数据量,又满足分析需求,对于在一次检测、控制过程中司机按压应答按钮开关只记录操作有效的第一次,系统实施控制的相关事件(警告开始、结束,实施自动停车控制过程等)实时记录。通过对既有地面分析处理软件进行适当修改,实现对上述记录事件的检索分析。

2 系统实现

2.1 系统构成

系统由LKJ2000监控装置主机、屏幕显示器、警惕应答按钮开关及相关电缆组成,构成框图如图1所示^[2]。

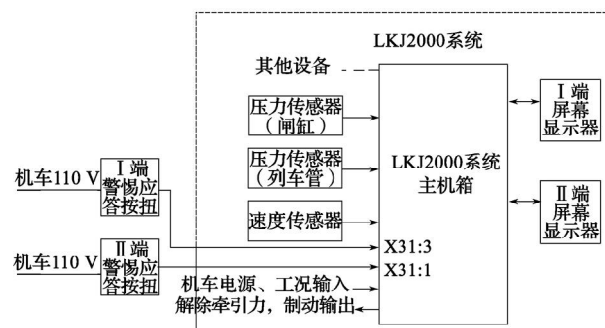


图1 系统构成框图

图1中LKJ2000主机箱指LKJ2000型监控装置主机,对其数字量输入/输出插件进行适应性改造;屏幕显示器指LKJ2000屏幕显示器,对其进行适应性改造,增加警惕语音作为声光报警设备;警惕应答按钮开关指在机车操纵台上加装的信号采集设备。

2.2 设备改造

1) 对LKJ2000主机数字量输入/输出插件的改造

为满足警惕应答按钮电气特性,其触点电流需要不小于10 mA才能可靠导通,现有数字量输入/输出插件110 V通道电流约为3.8 mA,不能满足要求,需对数字量输入/输出插件进行改造,更换限流电阻(见表1),调整后的通道电流约为10.6 mA。

表1 数字量输入/输出插件电阻调整

代号	原型号	修改后的型号
R60, R62	RJ16-1W-13k Ω	RY21-2W-4.7k Ω

2) 对显示器IC卡语音板的改造

显示器语音采用读取语音代码的方式实现,警惕警告声音如采用读取语音代码的方式,声音较小无法达到真正“警惕”的效果,警惕报警语音和其他语音同

时出现时发生冲突，因此需对 IC 卡语音板进行改造，改造方法：

- ①对于已有键声通道的显示器，语音芯片代码更新；调节 IC 卡语音板电位器 W1，使其达到最佳声音效果。
- ②对于没有键声通道的显示器，语音芯片代码更新，更换 IC 卡语音板，更换屏幕显示器底板与 IC 卡语音板连接线扎。

2.3 软件设计

系统软件嵌入在 LKJ2000 软件中，主要包括警惕控制初始化模块和警惕控制主模块，流程图如图 2 所示。

警惕控制初始化模块用于初始化警惕控制模块的相关运算数据，这些数据存储在监控主机插件的 DALLAS1250 芯片中，该芯片的数据在掉电时通过自带电池保存，当系统上电后，该模块需要执行一次数据初始化。

警惕控制主模块实现警惕监控的所有功能，包括进站信号确认处理、周期警惕控制处理和警惕设备状态检测 3 个子模块，分别实现进站确认、周期警惕和设备状态检测功能。LKJ 主模块每个运行周期调用警惕控制主模块一次。

2.4 警惕应答按钮安装方案

警惕应答按钮开关安装在司机操纵台上，司机右手易于操作，便于钻孔安装且不影响操纵台结构强度，不妨碍对其他按钮、开关的操作。按钮型号为符合 IEC、EN、GB 相关标准的 XB2-B 金属型按钮，该型按钮的特点是坚固、可靠、防水、寿命长（机械寿命达 300 万次，电气寿命达 100 万次），适应于频繁操作和承受非正常的物体击打；配备有防振的螺钉接线端子和固定螺钉，适应于机车上振动较大的环境；采用模块化分体安装方式，安装快速简单，便于维护。

针对不同型号机车操纵台面板材质、厚度的不同，课题组设计了 6 种按钮开关安装方案。

警惕应答按钮开关电气连线与 LKJ2000 屏幕显示器配套，当 I 端屏幕显示器具有操作权时，只有 I 端警惕应答按钮有效，当 II 端屏幕显示器具有操作权时，只有 II 端警惕应答按钮有效。

3 警惕监控功能

系统基于 LKJ2000 车载数据、测速、测距、制动控制及其控制模式，通过警惕应答开关、机车主手柄位置、列车管压力、闸缸压力采集司机应答信息，实现“进站确认”、“周期警惕”监控功能。

3.1 进站确认

LKJ2000 在通常监控工作状态，列车运行途中，当 LKJ 显示器显示的前方信号机为进站、进出站信号机，且前方信号机的次一架信号机为出站或进出站信号机时，显示器语音提示“请确认信号”2 遍。在列车越过信号机前，司机要按压 1 次警惕按钮开关（按下后松开），否则，列车越过信号机后，LKJ 启动“警惕控制过程”。控制示意图如图 3 所示。

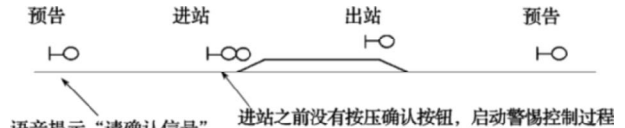


图 3 进站确认控制示意图

3.2 周期警惕

LKJ2000 在通常监控工作状态下，列车运行速度大于 5 km/h 时，启动周期警惕功能，列车速度小于 3 km/h 时终止周期警惕功能。

系统启动周期警惕功能后，开始计时。计时过程中，满足列车管减压 50 kPa 及以上、闸缸压力大于等于 50 kPa 或机车工况（零位/非零位）状态变化之一时，计时重新开始，若计时达到 120 s 则启动“警惕控制过程”。

3.3 警惕控制过程

系统启动警惕控制后，显示屏弹出“警惕”提示窗口，并从 20 s 后开始倒计时，倒计时到 10 s 时伴以“呜呜”报警声，倒计时到 0 时则实施制动控制。计时过程中，满足按压警惕按钮开关 1 次、列车管减压 50 kPa 及以上、闸缸压力大于等于 50 kPa 或者机车工况（零位/非零位）状态变化之一时终止本次控制过程（停止倒计时、提示窗口取消、停止报警）^[3]。

4 与同类型设备的比较

系统基于 LKJ2000 型监控装置，充分利用了既有设备及其技术和维护管理体系，与 HX₃ 等机车上单独安装的警惕装置相比，系统功能设置灵活，投资少，安装简便，后期维护投入少。与 HX₃ 机车上安装的警惕装置比较见表 2。

表 2 系统与 HX₃ 机车同类设备比较

项目	本系统	同类技术设备 (HX ₃ 机车)
设备	基于 LKJ2000 改造	单独加装设备
警惕方式	设定的时间周期，加设定的地点	设定的时间周期
检测方式	警惕按钮开关或司机对机车的操作（手柄动作、实施制动、缓解等）	按钮或脚踏开关
人机界面	显示屏显示，语音提示、声响告警	声响告警
制动控制方式	常用制动（常用制动失效时施加紧急制动）	紧急制动
记录分析	通过 LKJ 分析软件可方便、直观检索分析	无
安装	安装改造简便	安装复杂
初始投资	少	大
后期维护	后期维护投入少	后期维护投入大

5 运用效果

系统通过了铁道部运输局组织的技术评审和上海铁路局组织的科技鉴定。2009年3月,铁道部运输局以《关于印发LKJ增加司机警惕功能技术方案评审意见及相关工作安排的通知》(运装技验[2009]100号)部署在全路推广应用,至2009年年底全路除已经装备警惕装置的和谐型系列机车外,其他15 000余台运用机车均已安装并投入运用。2009年三季度上海铁路局担当列车共发生“LKJ司机警惕监控系统”实施列车制动停车19件,其中不排除有机车乘务员运行途中精神不集中、打盹睡觉,系统实施监控的可能。

“LKJ司机警惕监控系统”的研发成功和推广应用,

解决了困扰铁路部门多年、“两冒一超”之外的又一个列车行车安全难题,取得了良好的经济和社会效益,得到机车乘务员和运用部门的一致好评,为保障列车运行安全、强化机车乘务员一次出乘作业标准化管理发挥了重要作用。

参考文献:

- [1] 谢兴中. 机车司机警惕控制技术探索[J]. 电力机车与城轨车辆, 2008(3).
- [2] 王强, 张家欢. LKJ司机警惕功能软件设计与实现[J]. 机车电传动, 2010(5): 70-72.
- [3] 李勇智, 雷晓娟. 关于增加LKJ司机警惕功能级位变化解除条件的方案[J]. 机车电传动, 2009(6): 73-74.

(上接第64页)

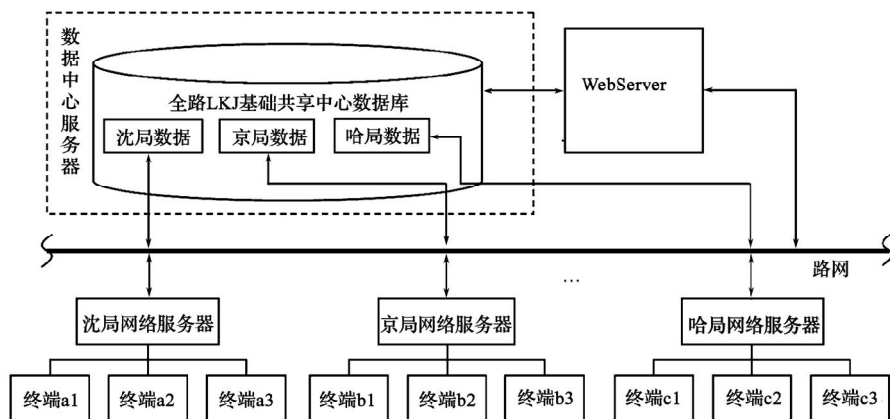


图6 LKJ基础数据管理系统网络结构框图

了系统联合调试、地面模拟试验。在沈阳枢纽进行了上车试验,在试验过程中,得到了现场应用人员的一致认可和好评,证明了该系统技术方案的科学性和有效性。表明该技术对于实现机车大范围调度运行以及LKJ基础数据规范化管理和跨路局在线共享具有一定的现实意义和应用价值。

参考文献:

- [1] 杨志刚. LKJ2000型列车运行监控记录装置[M]. 北京:中国铁道出版社, 2003:1-2.
- [2] 邵佩英. 分布式数据库系统及其应用[M]. 北京:科学出版社, 2005:12-13.

5 结语

该项研究已形成试验程序,并在沈阳铁路局完成

动态消息

我国首批出口欧洲轻轨列车在株机公司下线

我国首批自主研发的高端轻轨列车出口欧洲,进入全球轨道交通门槛最高的市场。2011年8月10日,这款出口土耳其伊兹密尔新型轻轨列车在株机公司下线。该车辆按照欧洲标准研制,技术含量高、安全舒适性优,堪称中国城轨产品皇冠,表明我国轨道交通装备科技创新能力进入世界高端平台。

伊兹密尔轻轨依城市而建,坡陡弯多,最小转弯半径仅

30 m。用户对列车安全性和舒适性有高指标要求。株机公司本着为用户创造可持续价值,量身定制个性化系统解决方案。列车最高速度80 km/h,每辆车均具有单独运行动力,可根据早晚客流大小任意组合、灵活编组。为提高列车在人口稠密、线路复杂环境下的安全平稳性,株机公司研发出铰接式转向架,铰接装置可使列车呈蛇形自由摆动平稳转身。下陡坡时,列车“腿部”安装的磁铁装置,使磁铁与轨道相吸,列车产生快速制动,每秒可减速1.7米。经专业测试,土耳其轻轨列车的脱轨系数等安全指标,比国际同类型车高2个等级。

(朱一迪)