

# 绪 论

当今铁路列车运行速度的不断提高及运行密度的进一步加大，对铁路列车客货运输安全提出了更高的要求。安全是铁路运输的生命线，是运输生产永恒的主题。铁路运输安全不仅影响着铁路企业本身的生产效率，也对社会政治经济的平稳发展有举足轻重的作用。

铁路运输生产的根本任务就是把旅客和货物安全、及时地送到目的地，其作用、性质和特点，决定了铁路运输必须把安全生产摆在各项工作的首要位置。同时铁路行车安全水平，又决定了铁路运输与其他运输方式竞争时所能体现出的竞争能力强弱、声誉好坏和经济效益高低，所以安全始终与铁路运输产业自身的发展和生存息息相关。

铁路行车安全，是指在铁路运输过程中，维护铁路正常的运行秩序，保证旅客及铁路员工生命财产安全，保证运输设备和货物完整性的全部生产活动。

## 一、铁路运输安全的特点

### 1. 安全的动态性

机车、车辆在固定轨道上的定向运动，是铁路运输最显著的特点。一系列运输安全问题，例如轮轨作用、弓网作用、列车速度控制和进路控制等都是围绕机车、车辆在轨道的定向运动而展开的。

### 2. 安全的反复性

铁路运输生产具有连续性、周期性和季节性的特点，随伴着生产的各种事故和不安全状况常常都是重复发生的，例如我国铁路年复一年的春运、防洪、防寒、防暑等，使得安全问题反复存在，如“两冒一超”(冒进进站、进路信号，列车超速)、断轨、断轴等惯性事故，已成为困扰运输安全的主要问题。

### 3. 事故后果的严重性

处于高速运动状态的列车，一旦设备发生异常或人为操作出现失误，可供纠正和避免事故的时间很短，可供选择的应急方式也很有限。铁路线路、机车车辆等硬件设备的成本很高，列车对旅客和货物的承载量也很大，一旦出现事故不仅会造成巨大的财产损失、人员伤亡和环境破坏，还会造成由于运输中断波及路网，打乱运输秩序，影响社会生产和运输的全局，极大地损害铁路的形象甚至政府的威信的严重后果。其社会影响的严重性难以估量。

#### 4. 安全对管理的依赖性

铁路犹如一台大联动机，其运输生产过程是由车、机、工、电、辆等多工种联合进行的多环节作业过程，涉及的设备数量庞大、种类繁多，是复杂的人机动态系统。设备布局的延续纵深和操作人员岗位的独立分散的特点，使各工种和各环节的协同配合都离不开严格有效的管理。因此，运输安全水平在很大程度上也取决于管理的效能。

#### 5. 安全的复杂性

安全受外部环境的影响很大，难以预测和控制。铁路运输是在一个开放的环境中进行的，其过程中有较大的空间位移和较长的时间延续，外界自然环境，如雨、雾、风、雪、雷电及各种自然灾害都会对运输安全产生不利影响。社会环境，如社会治安、社会风气及社会政治经济状况等，均可能对运输安全造成影响，而且难以预测和控制。

因此铁路运输安全综合治理的涉及面广、难度大。铁路安全技术的发展，包括设备安全性能的改进、人员安全素质的提高、环境安全质量的改善和安全管理水平的提高，都直接关系到铁路运输安全目标的最终实现。

## 二、机车运行安全的重要性

机车运行安全是铁路运输安全的关键。机车是铁路运输的牵引动力来源，它担负着牵引旅客列车和货物列车的任务以及站场内的调车工作。机车是完成铁路运输生产的重要基本设施。机车运行安全直接关系到铁路运输生产安全，并具有决定性和关键性的作用。

我国铁路非常重视机车运行安全，近年来推行了许多现代化的安全管理方法，例如以人为本的管理思想，充分发挥人员的积极性和主动性，并注重生产技能的培训；实行目标量化管理，根据上级下达的行车安全任务，进行分析研究，确定目标值，然后层层分解，把任务落实到车组、个人，并将其纳入奖惩，达到充分调动每个人积极性的目的；推行安全系统控制，如车机联控、联防联控等卓有成效的安全管理方法，逐渐形成具有中国特色的铁路行车安全管理模式。同时，不断强化安全技术装备建设，为了保障机车行车安全，我国铁路先后安装了列车安全运行监控记录、列车尾部安全防护、轴温报警等装置，加强整治无线列调场和统一区段频率，逐步使用机车综合无线通信设备，普及安装了通用或兼容式机车信号和列车无线防护报警等设备。

## 三、机车运行惯性事故——冒进信号的分析

在列车运行中，列车前端任何一部分越过显示为停车信号的固定信号时，都属于构成了列车冒进信号事故。它是险性事故的一种，是造成列车冲突、脱轨等重大事故的一大直接因素，是列车运行安全的“大敌”，必须坚决防止该事故的发生。

## (一) 发生列车冒进信号的原因

### 1. 机车乘务员没有按信号显示行车

(1) 间断瞭望。乘务员在机车运行中,中断了对显示的前方信号的确认。例如打盹睡觉、精力不集中、做其他事情,而正、副司机没有及时监督、提示。联控制度存在漏洞和不足也是原因所在。

(2) 列车运行监控记录装置未起作用。主要原因是机车出段前未被彻底检查,运行中出现临时故障而未能及时排除等。

(3) 超速运行。列车运行速度超过信号、线桥、道岔等各种限制速度,由于速度高、惯性力大,停车不及而导致冒进信号的发生。此种情况在实际中最为常见,多由于司机盲目求快,上坡闯、下坡放;盲目追求能源的节约,该调速时不调速,错过制动时机;思想麻痹,不按章操纵,想当然行车,遇到特殊情况又措手不及、手忙脚乱等原因而最终酿成事故。

(4) 误认信号。司机认定的与信号显示的不一致,错误地冒进信号。主要原因包括:运行中不认真确认信号;不熟悉所担当区段站场信号设备,尤其是夜间行车,在密集的信号群中容易误认;责任心不强,联控呼唤应答不严肃、不认真,听不清不去过问,看不清仍旧行车。

(5) 臆测行车。司机仅凭主观想象盲目行车,表现为凭经验、碰运气,一有变故,措手不及而导致冒进信号的发生。

### 2. 机车制动机系统故障

机车制动机构造复杂,容易发生故障,一旦列车制动系统中出现故障,就会由于减弱或失去制动力而导致冒进信号的发生。

### 3. 制动机操纵不当

司机不按制动机操作规程进行作业而违章操纵,致使制动力减弱或错过制动时机,造成冒进信号发生。主要表现为:

(1) 减压轻微。司机不按规定减压,而采用轻微减压、多次追加的方法,导致列车制动力减弱。

(2) 充风不足。司机盲目采用两段制动的方法,不掌握充风时间,致使列车制动主管充风不足,再制动时制动力减弱。

(3) 高速进站。因速度高、制动晚而导致冒进信号的发生。

## (二) 冒进信号事故的预防

为了防止冒进信号事故的发生,必须做到以下几点:

(1) 坚持认真执行瞭望制度。要坚持“彻底瞭望、确认信号、高声呼唤、手比眼看”的呼唤应答制度,坚决执行“车机联控”各项制度。做到“车动集中看、瞭望不间断、听不清就问、看不清就停”。

(2) 严格掌握运行速度。司机应按图行车,保持正点运行,即使晚点也不允许盲目超速赶点的现象存在,要正确处理安全与正点、节约的关系,不能因小失大。

(3) 严格按信号显示行车。信号显示,就是绝对服从的命令,“一点不差,差一点也不行”坚持由两人以上确认信号,遇有显示不清楚、不正确的信号应视为停车信号,应立即减速停车,严禁臆测行车。

(4) 保持机车各种行车安全装备的良好状态。机车出段前,要认真检查各安全行车设备是否处于开机状态,并严格执行签认制度,状态不良的机车严禁出段。在运行中,严禁随意关机。

(5) 按规定使用制动机。

## 四、调车事故分析

### (一) 调车事故的原因

调车作业中,撞车、挤岔、脱轨是严重威胁运输安全的多发性事故,原因是多方面的,现就主要原因分析如下:

#### 1. 撞车事故原因

(1) 调车计划的传达和执行不严格。调车指挥人应向司机传达、司机应向副司机传达,作业中应执行“唱一钩、干一钩、挑一钩”的制度。如不严格执行,不认真传达,马虎大意,就会造成忘钩、漏钩,把有车线当空线,将牵引车当推进的现象发生而酿成撞车事故。

(2) 间断瞭望、误认信号。调车作业中,信号种类繁多,显示复杂。机车乘务员如精神不集中、打盹睡觉或在作业中不认真执行“一人问、二人看,齐确认、同呼唤”的制度,盲目行车,极易造成撞车事故。

(3) 超速调车。司机盲目求快,不顾各种限速而超速调车,一旦出现意外情况,会因停车不及而撞车。

#### 2. 挤岔事故原因

(1) 不确认信号。误将给别人的信号当成给自己的。一个信号被确认好了就误认为全通路信号都确认好了,从而盲目运行,导致越过关闭的调车信号机现象出现,将道岔挤坏。

(2) 不要道还道。调车作业中,不认真执行“要道还道”制度。不认真确认股道开通信号显示是否正确,而是见到一个股道开通信号就盲目动车,结果造成误认别人的信号而越过调车信号,挤坏道岔。

(3) 不认真确认道岔开通状态。确认道岔开通状态是最为关键一步,如不经过认真确认再开行,极易造成挤岔事故。

### 3. 脱轨事故原因

(1) 或因瞭望不认真、信号未确认,盲目动车;或因速度快、制动慢造成停车不及,造成调车作业碰轧脱轨器;或因发生挤岔现象,造成先挤后脱。

(2) 机车状态不良,如转向不灵活,轮缘磨损超限、轮箍及轮毂松动等原因致使脱轨。

### (二) 调车事故的预防

(1) 卡计划关。一定要认真核对、传达和执行调车计划,做到没有计划不调车、计划不清不调车,变更计划时要先停车再传达,禁止边作业边传达,作业中要严格执行调车制度,防止漏钩和错钩作业的发生。

(2) 卡瞭望关。认真执行“车动集中看、瞭望不间断”的瞭望制度,出乘前充分休息,作业中集中精力,真正做到彻底瞭望。

(3) 卡信号关。认真做到信号不清不动车,信号未经二人确认不动车,股道显示不正确不动车,道岔未经确认为开通状态不动车,无人显示停留车位置不联挂等。

(4) 卡速度关。应严守各种信号、道岔、线路和调车作业的各种限制速度,严格按章行车,不超速冒险。

(5) 卡机车质量关。应加强机车保养、维修的力度,保证各部分尺寸符合运用规定,各零部件性能良好,不准使用带病机车进行调车作业。

## 五、机车行车安全装备的意义

《铁路技术管理规程》(以下简称“技规”(2014版,普速铁路部分)第28条指出“铁路行车安全监测设备是保障铁路运输安全的重要技术设备,应具备监测、记录、报警、存取等功能,保证其作用良好、准确可靠,并定期进行计量校准”。

“技规”第166条指出“机车须配备机车信号、列车运行安全监控系统(LKJ、机车安全信息综合监测装置TAX箱、机车语音记录装置、列车运行状态信息车载设备、机车车号识别设备)、车载无线通信设备、机车列尾控制设备等。机车应逐步配备机车车载安全防护系统、机车限鸣示警系统及空气防滑装置等。电力机车还应配备自动过分相装置,并根据需要装设弓网检测装置等。根据需要机车还可配备车内通信、空调、卫生及供氧等设备”。

一般来说,铁路机车行车安全装备是指装设于机车、动车组以及自轮运转特种设备上,直接用于防止列车运行事故的发生或用作辅助机车乘务员提高操纵列车运行安全能力的装备,主要包括:机车信号、LKJ2000型列车运行监控记录装置、机车综合无线通信设备(机车电台)、列车尾部安全防护装置(列尾装置)、机车轴温报警装置等,另外和谐系列机车上

还安装了机车车载安全防护系统柜（6A 系统）。

### 1. 机车信号

机车信号又被称为机车自动信号，设在机车或动车组的驾驶室内，用来自动反映运行条件，指示机车或动车组的运行。机车信号能自动复示运行前方地面信号机显示的内容，克服天气影响和地形影响，改善司机瞭望条件。机车信号就像机车的眼睛，它指示着司机的操纵运行，保障列车的行车安全，也是传统意义上的机车三大件（又称机车三项设备）之一。

机车上装有感应器线圈即机车信号接收线圈，地面线路设有轨道电路。当机车靠近地面的信号机时，感应器线圈接收到轨道电路中发射的地面信号信息，经过机车上的滤波器、译码器、放大器等设备的处理，通过安装在驾驶室內的机车色灯信号机显示出来。

同时机车信号设备作为列车运行指令的信息源，会把运行指令输出到监控装置作为控车的基本条件。

目前采用的机车信号分为接近连续式和连续式两种，机车色灯信号机通常为双面八显示。

### 2. 列车运行监控记录装置

LKJ 型列车运行监控记录装置（简称监控装置）是中国铁路列车运行控制系统体系的组成部分，是用于防止列车冒进冒出信号、防止列车超速和辅助机车司机（含动车组司机）提高操纵能力的重要行车设备。监控装置是机车、动车组行车安全装备中最为核心和关键的设备。

监控装置的执行措施是：当出现超速、倒溜及运行速度有可能使列车越过关闭的地面信号机的状况时，先发出报警、卸载命令，提醒司机减速或通过卸载切除机车动力；而后启动常用制动或紧急制动装置，使列车减速甚至停车。

列车运行监控记录装置作为机车传统意义上的“三大件”之一，从 1995 年开始在全路机车上得到广泛的推广和应用。其与机车信号设备相结合，全程实现列车运行的速度安全防护功能和运行状态记录功能，是保证铁路行车安全的重要手段，是全路智慧的结晶。LKJ2000 型列车运行监控记录装置，吸取了 JK-2H 型和 LKJ-93 型监控装置的成熟技术经验，在技术等级、功能、性能和可靠性等方面都有了较大程度的提高，并且在功能扩展性和与各项发展中的技术设备的接口配合方面作了适应设计，是监控装置的新一代设备。

LKJ2000 型列车运行监控记录装置的研发是 1998 年原铁道部的重点项目（编号：98J08），经过多年的研究和不断地完善，LKJ2000 型列车运行监控记录装置荣获“铁道部科技进步一等奖”；荣获“湖南省科技进步一等奖”，并成为铁路运输领域主导型的行车安全装备。

### 3. 机车综合无线通信设备（机车电台）

列车无线调度电话（以下简称无线列调）是重要的铁路行车通信设备，号称列车行车传统意义上的“三大件”之一，在保证列车安全正点运行、实现铁路运输集中统一指挥和各部门协调作业、提高列车通过能力、通告险情、防止事故、救援抢险等各方面都具有重要的作用。

机车综合无线通信设备（Cab Integrated Radio Communication Equipment, CIR）是铁路无

线列调通信系统机车电台的升级换代设备,是基于 GSM-R 数字移动通信技术、GPS 全球定位技术、450MHz 模拟无线电台通信技术等开发的综合车载通信设备,包括话音、数据等业务,主要应用于客运专线或高速铁路。它与地面的 GSM-R 设备和 450MHz 设备共同组成一个完整的铁路综合无线通信网,并已逐步取代通用式机车电台,是今后铁路无线通信的发展方向。随着通信技术的发展和业务需求的不断增加,机车无线通信的内容也得到了完善与发展,并形成了机车综合无线通信平台。

#### 4. 列车尾部安全防护装置 ( 列尾装置 )

列车尾部安全防护装置,简称列尾装置,是用于在货物列车取消守车后,在尾部无人值守的情况下为提高铁路运输的安全性而研制的专用运输安全装置,设备应用计算机编码、无线遥控、语音合成、计算机处理技术,是为保证列车运行安全而设计生产的安全防护设备,也是重要的铁路行车设备。

列尾装置的主要功能有:列车尾部风压查询、列车尾部风压异常报警、列车尾部排风制动、列尾主机电池电量不足报警、列车尾部标识、黑匣子记录功能。

国内主要的列尾装置,都是利用机车上和列车尾部分别安装的无线发射和接收装置来进行作业的。本务机车与列尾装置主机通过无线编码构成“一对一”关系。机车乘务员用机车控制盒发出需要的查询信号,列尾装置主机在接收到本次列车的本务机车发出的指令后,向机车反馈查询信息,并在机车乘务室用语音播发,或向尾部列尾装置主机中的风压控制系统发出响应的排风指令,可实现全列车安全停车,防止列车放飏事故的发生。此外,列尾装置主机还具有监控功能,在列车主风管被切断,主管泄露量超过规定值时,列尾装置主机会及时向机车乘务员发出警示,提醒机车乘务员注意列车运行状态。

目前我国铁路运输系统中,客运列车也已逐渐取消了运转车长一职,而是由已经运用于客运列车上的新一代的客车用列尾装置取代。

#### 5. 机车车载安全防护系统 ( 6A 系统 )

机车车载安全防护系统(简称 6A 系统)是针对机车的高压绝缘、防火、视频、列车供电、制动系统、走行部等涉及安全的重要事项、重点部件和部位,采用的具有实时检测、监视、报警并可实现网络传输、统一固态存储和拥有智能人机界面等功能的系统,是一个经过整体研究设计而形成的平台化的安全防护装置,最终的目的是实现统一功能接口、统一数据存储、统一安装方式、统一人机界面、统一维护操作。

6A 系统依托 CMD 系统作为传输平台,与车载微机系统、LKJ 监控系统共同构成机车数据源。

系统由中央处理平台和六个子系统构成,即以中央处理平台(CPP)为核心,集成了六个监控子系统:机车高压绝缘检测子系统、机车防火监控子系统、机车自动视频监控及记录子系统、机车列车供电监测子系统、机车空气制动安全监测子系统和机车走行部故障监测子系统。

伴随着铁路机车车辆、铁路通信信号、铁路线路等设备不断现代化的进行,行车安全监控、检测设备也得到了广泛应用,为行车安全做出了重大贡献。行车安全装备是保障列车安全运行的装置,是不可缺少和需要不断升级的设备,在当今高速列车和重载列车的快速发展

过程中，其更是要放在首位来进行改进和完善的重大设备，研究和发展列车安全装备也是一个永恒的课题。



# 第一章 机车信号

## 【本章要点】

机车信号能自动复示运行前方地面信号机的显示，它设在机车或动车组的驾驶室内，用来自动反映运行条件，指示机车或动车组运行。它能够克服天气影响和地形影响，改善司机瞭望条件，保证了行车安全，提高了运输效率。

机车信号分为连续式机车信号和接近连续式机车信号，满足故障—安全原则的要求。

绝大部分机车采用双面八显示机车信号机。

目前广泛使用的 JT1-C 系列机车信号车载设备由机车信号主机、机车信号机、双路接收线圈等组成。JT1-CZ2000 型主体化机车信号，采用双机热备的工作方式，具有全面记录机车信号动态运行数据的功能，其组成包括车载主机、高可靠感应线圈、记录器等。

## 第一节 概 述

### 一、机车信号的定义

机车信号又称为机车自动信号，设在机车或动车组的驾驶室内，用来自动反映运行条件，指示机车或动车组运行。而为了实现机车信号的正常作业而设置的整套技术设备被称为机车信号设备。

机车信号能自动复示运行前方地面信号机的显示，克服天气影响和地形影响，改善司机瞭望条件。

## 二、机车信号装置在安全行车中的意义

地面上的信号机由于曲线、隧道等地形限制，给司机瞭望带来一定的困难。特别是在雨雪、风沙、大雾迷茫等恶劣气候条件下，地面信号更是看不清。机车信号的出现，使得司机可以及时了解下一区间的状态，速度控制时能做到心中有数，平稳地操纵列车运行。如果没有机车信号，司机仅凭肉眼很难安全操纵机车，容易发生冒进冒出、区间停车，影响后续列车的运行。

随着列车速度的不断提高，特别是高速列车的出现，显示距离约 1 km 的信号机已很难使司机从容采取措施。比如在恶劣情况下，司机凭肉眼看见红色停车信号时，即使立即紧急刹车，列车在巨大惯性的推动下，也有可能越过信号机 2 km。因此，单纯依赖地面信号机，显然是极其危险的。

为了解决这个问题，人们研制出了机车信号机，它装在机车司机室内，能显示和地面信号机同样的信号，保证了行车安全，提高了运输效率，也改善了司机的工作条件。

机车信号机的语音功能可以提醒深夜驾驶机车的乘务员，虽然和 LKJ 上的警惕装置有较大差距，但是也可以让司机做出正确的判断。

机车信号和 LKJ 监控装置配合使用将会更加的智能化，如果机车信号机装置出现故障，司机可以在监控装置左上角看到信号显示和信号机的种类，也可以在大的显示屏幕中看到接近的信号机显示状态和距离，更加地改善了司机的工作条件，更好地保障了列车的安全正点到达。

## 三、机车信号的分类

轨道电路中传递的信息可分为不同制式，每一种信号制式的地面发送设备和机车上的接收、译码、点灯设备构成一种信号系统，信号系统中机车上的接收、译码、点灯设备即为机车信号。

机车信号按不同工作制式主要分为以下几种：交流计数、移频、极频和由 UM71 轨道电路组成的多信息信号系统。

“技规”(2014 版，普速铁路部分)第 102 条规定“机车信号分为连续式和接近连续式。自动闭塞区段应装设连续式机车信号，半自动闭塞和自动站间闭塞区段应装设接近连续式机车信号。机车信号的显示含义，应与线路上列车接近的地面信号机的显示含义相符”。

### 1. 连续式机车信号

主要用于自动闭塞区段，利用自动闭塞分区的轨道电路向机车传送信息。连续式机车信号没有距离限制，只要列车在轨道上行驶，被机车第一轮对短路的轨道信号电流就会在钢轨周围产生磁场。装在机车上的感应器接收到的信号，经过解码使机车信号机能够不断地显示与前方地面信号机相同的信号。因此，在整个区间线路上，机车信号能连续地反映前方地面