

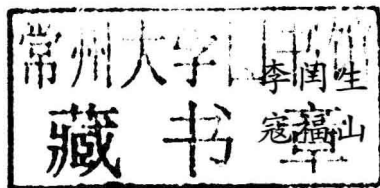


# 列车无线调度通信和 站场无线通信设计

李闰生 编著

中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

# 列车无线调度通信和 站场无线通信设计



编著  
主审

中国铁道出版社

2011年·北京

## 内 容 简 介

本书首先对列车无线调度通信系统和站场无线通信系统作了基本介绍;其次,着重讲述了设计要求、场强计算及测试、组网计算及抗干扰措施等内容;随后,列举了有关设备技术指标等详细资料。

本书可作为铁路勘察设计单位通信专业人员的参考书,也可供通信工程施工人员和运营维护人员参考使用。

## 图书在版编目(CIP)数据

列车无线调度通信和站场无线通信设计/李闰生编著. —北京:中国铁道出版社,2011.6  
ISBN 978-7-113-12748-0

I. ①列… II. ①李… III. ①列车无线调度系统—系统设计  
②铁路车站—铁路通信—移动无线通信—系统设计 IV. ①U285.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 089540 号

书 名: 列车无线调度通信和站场无线通信设计  
作 者: 李闰生 编著

---

责任编辑: 朱雪玲 崔忠文 电话: 010-51873146  
封面设计: 崔丽芳 电子信箱: dianwu@vip.sina.com  
责任校对: 胡明锋  
责任印制: 郭向伟

---

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)  
网 址: <http://www.tdpress.com>  
印 刷: 三河市兴达印务有限公司  
版 次: 2011年6月第1版 2011年6月第1次印刷  
开 本: 787mm×1092mm 1/32 印张: 4.75 字数: 106千字  
书 号: ISBN 978-7-113-12748-0  
定 价: 14.00元

## 版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。  
电 话: 市电(010)51873170,路电(021)73170(发行部)  
打击盗版举报电话: 市电(010)63549504,路电(021)73187

# 前 言

本书包括列车无线调度通信系统(简称无线列调)设计和站场无线通信系统设计两部分内容。

列车无线调度通信系统、站场无线通信系统在我国铁路建设工程中得到了广泛应用。列车无线调度通信系统满足列车调度员、车站值班员及助理值班员、机车司机、运转车长等用户的需求,在保证行车安全、提高运输效率、加速机车车辆周转等方面发挥了重大的作用,取得了显著的经济效益和社会效益。正因如此,规定所有铁路区段必须设置无线列调,铁路沿线场强应连续覆盖。站场无线通信系统的应用,可提高编组站作业效率、减轻劳动强度、避免事故、提高安全等。站场无线通信系统包含很多系统,在一个编组站内要设置十几个无线系统,这就要求各个系统间相互不干扰。

我国高速铁路采用 GSM-R 数字移动通信系统。该系统提供了列车无线调度通信、调度命令传送、车次号传送、区间维护人员通信、救援抢险通信等功能,在 CTCS-3 级区段还提供了列车控制数据传输通道。

依据铁道部的有关标准、规范,结合铁路通信工程的实际经验,本书总结了工程设计的流程和要求,提供了工程设计所需的基础数据,收集了有关设备技术指标等详细资料,以供有关专业技术人员参考。

中国铁道科学研究院寇福山研究员审订了本书的全部内容;中铁二院通信信号设计研究院的领导和通信工程技术人员,以及刘芳林、段永奇两位教授级高级工程师对本书编写提出了很好的建议。上海铁路通信工厂、深圳思科泰公司等单

位在本书的编写和出版过程中,给予大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

本书可作为铁路勘察设计单位通信专业人员的参考书,也可供通信工程施工人员和运营维护人员参考使用。

由于水平有限,本书难免有错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

作者

2011年5月

# 目 录

<b>第一章 列车无线调度通信系统的设计</b> .....	1
第一节 列车无线调度通信系统概述.....	1
第二节 调度命令传送系统和无线车次号校核 系统概述.....	5
第三节 设计要求 .....	10
第四节 场强计算及测试方法 .....	12
第五节 地面固定设备技术指标 .....	23
第六节 移动设备技术指标 .....	81
第七节 天线铁塔.....	116
<b>第二章 站场无线通信系统的设计</b> .....	118
第一节 站场无线通信系统概述.....	118
第二节 组网计算及抗干扰措施.....	121
第三节 设计与安装.....	129
第四节 主要设备技术指标.....	131
<b>参考文献</b> .....	144

# 第一章 列车无线调度通信系统的设计

## 第一节 列车无线调度通信系统概述

### 一、分类及功能

#### (一) 分类

根据铁路列车无线调度通信系统(简称无线列调)的组网方式及设备功能的不同,列车无线调度通信系统可分为 A、B、C 三种制式。其中 B 制式分为单双工兼容四频组方式(以下简称 B<sub>1</sub> 制式)和同、异频独立同步半双工方式(以下简称 B<sub>2</sub> 制式)。

#### (二) 功能

##### 1. A 制式的系统功能

(1) 调度员按车次号个别呼叫司机并通话,也可对调度区段内的所有机车全呼通话并发布通告。

(2) 司机呼叫调度员时,调度所设备具有显示存储机车呼入的功能。

(3) 在紧急情况下,机车司机可向调度员发出紧急呼叫并通话。

(4) 调度员、车站值班员、司机间及与便携台用户间的通话分别由调度所、车站和机车上的录音设备录音。

(5) 调度员向司机发送调度指令并显示,司机向调度员发送报告并显示,非话信息由调度所设备和机车设备分别记录。

(6) 机车台、车站台、调度所设备之间具有双向数据传输功能,具有实时数据、短数据和报文分包传送的功能。数据传输格式应遵从有关规定。

(7) 调度员与司机间通话时,具有越区切换功能。

(8) 系统具有远程集中监测车站台、调度所设备及区间中继设备的工作状态和参数设置功能;具有机车出入库自动检测和配合场强测试启动车站台发射的功能。

(9) 调度所具有人工转接铁路无线用户、有线用户间的通话功能。

(10) 有条件时,相邻车站值班员之间可进行无线通话。

(11) 系统向下兼容 B、C 制式。

## 2. B 制式的系统功能

(1) 调度员可对该调度区段的所有机车进行呼叫、通话并发布通告。

(2) 调度员采用选站后群呼方式呼叫司机并通话。车站台占用时,向调度台示忙。在紧急情况下,调度员可优先与司机通话。

(3) 司机采用信令方式呼叫调度员并通话。

(4) 车站台、机车台、便携台之间采用信令方式呼叫,也可采用话音直接呼便携台。

(5) 调度员、车站值班员、司机间及与便携台用户间的通话分别由调度所、车站和机车上的录音设备录音。

(6) 机车台、车站台、调度所设备之间具有双向数据传输功能,数据传输格式应遵从有关规定。

(7) 调度员与司机间通话时,具有越区切换功能。

(8) 系统具有远程集中监测车站台、调度所设备及区间中继设备的工作状态的功能;具有机车出入库自动检测和配合场强测试启动车站台发射的功能。

(9) 调度所具有人工转接铁路无线用户、有线用户间的通话功能。

(10) 有条件时,相邻车站值班员之间可进行无线通话。



(11)系统向下兼容 C 制式。

### 3. C 制式的系统功能

(1)本系统满足调度员、司机间及车站值班员、司机、助理值班员、运转车长之间的通话。

(2)车站台、机车台、便携台之间采用信令方式呼叫,也可采用话音直接呼便携台。

(3)有条件时,相邻车站值班员之间可进行无线通话。

(4)系统具有数据传输功能,数据传输格式应遵从有关规定。

(5)系统具有远程集中监测车站台、调度所设备及区间中继设备的工作状态的功能;具有机车出入库自动检测和配合场强测试启动车站台发射的功能。

(6)调度员、车站值班员、司机间及与便携台用户间的通话分别由调度所、车站和机车上的录音设备录音。

## 二、通信方式

### (一)A 制式

调度员、车站值班员与司机之间采用双工通信方式;车站值班员、助理值班员、司机、运转车长之间采用半双工或单工通信方式;移动用户之间采用异频单工通话时,由车站台、区间中继设备转信;机车台与调度所设备、车站台之间的数据传输采用双工通信方式。

### (二)B 制式

调度员与司机之间采用双工通信方式;车站值班员、助理值班员、司机、运转车长之间采用双工、半双工、单工通信方式;移动用户之间采用异频单工通话时,由车站台、区间中继设备转信;机车台与调度所设备、车站台之间的数据传输采用双工通信方式。

### (三)C 制式

车站值班员、助理值班员、司机、运转车长之间采用单工通信方式。机车台与调度所设备、车站台之间的数据传输采用单工通信方式。

## 三、系统组成

### (一)组网方式

采用有线、无线相结合的组网方式。车站台、机车台、便携台之间的通信采用无线方式；调度台至车站台的有线通道由数字电路或四线制音频话路构成。

### (二)系统设备

基本设备包括：调度总机、车站台、车站台有线/无线转接单元、机车台、便携台、中继设备或区间中继台、漏泄同轴电缆等。

专用维护管理设备包括：监测总机(A制式为系统管理器)、机车出入库自动检测设备、配合场强测试启动发射设备等。

## 四、主要技术条件

### (一)场强覆盖范围

两相邻车站电台场强应连续覆盖。车站电台场强覆盖范围应为站距的 50% ~ 70% ,且不得小于 5 km;小于 5 km 的区间应覆盖到邻站。两相邻车站电台场强覆盖应有 500 m 以上的重叠区。站间有局间交界时,车站电台的场强覆盖应连续覆盖至局界。

### (二)信噪比

在场强覆盖区内,无线接收机音频带内输出的信噪比不应小于 20 dB。

### (三)可靠性

在满足信噪比的条件下,场强覆盖地点、时间概率不小于

95%。

#### (四)接收机最小可用接收电平

在满足信噪比和可靠性的条件下,机车电台接收机输入端最小接收电平值:非电气化铁路,不应低于 $0\text{ dB}\mu\text{V}$ ;电气化铁路,不应低于 $10\text{ dB}\mu\text{V}$ 。

## 第二节 调度命令传送系统和无线车次号校核系统概述

### 一、调度命令传送系统

#### (一)系统功能及组成

调度命令(包括调度命令、行车凭证、调车作业通知单、列车接车进路预告等信息)无线传送系统是铁路列车调度指挥系统(TDCS)的一个重要组成部分。系统在TDCS中增加命令发送软件模块,利用现有无线列调通道进行命令传送,实现调度命令向运行列车直接发送,在调度集中车站无人值守区段,向运行列车发送列车接车进路预告信息。机车上对接收到的信息进行显示,必要时进行打印。该系统为铁路运输管理现代化提供了有效的通信手段。

#### 1. 主要功能

(1)调度员向辖区内的运行列车发送调度命令等信息,在CTC区段发送行车凭证、调车作业通知单等信息。

(2)车站值班员向辖区内的运行列车发送行车凭证、调车作业通知单等信息。

(3)自动向辖区内的运行列车发送列车接车进路预告信息。

(4)在CTC区段机车装置向车站发送调车请求信息。

(5)机车装置能向发送人终端发送自动确认和签收信息。

(6)具备条件时应支持跨区段发送调度命令。

(7) TDCS 设备和调度命令机车装置应完整存储所有调度命令、操作过程。

(8) 系统中各终端应具有文字提示功能, 机车装置还应具有语音提示功能。

(9) 具备自动统计调度命令传送成功率的功能。

## 2. 系统组成

调度命令传送系统由 TDCS 设备、无线列调设备、TDCS 无线车次号车站接收解码器(简称车次号解码器)、机车安全信息综合监测装置(TAX 箱, 简称监测装置)、TDCS 无线车次号数据采集编码器(简称车次号编码器)、调度命令车站转接器(简称车站转接器)、调度命令机车装置等组成, 见图 1-1。

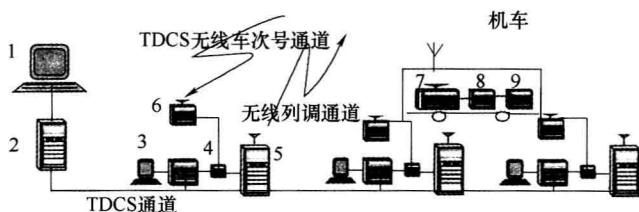


图 1-1 TDCS 调度命令无线传送系统构成

1—行车调度台;2—TDCS 总机;3—TDCS 车站设备;4—车站转接器;

5—无线列调车站台;6—TDCS 无线车次号车站接收解码器;

7—无线列调机车台;8—调度命令机车装置;9—TAX2 箱

调度所设有 TDCS 设备。

车站设有 TDCS 车站设备及无线列调车站台、车次号解码器、车站转接器。

机车设有无线列调机车台及监测装置、车次号编码器、调度命令机车装置。

调度所与车站之间利用 TDCS 通道, 车站至机车方向利用无线列调通道, 机车至车站方向利用无线车次号通道。

车站至机车方向采用无线列调工作频率,机车至车站方向采用无线车次号工作频率(457.55 MHz)。

## (二) 主要技术条件

### 1. 传输质量指标

当无线传输通道满足《列车无线调度通信系统制式及主要技术条件》TB/T 3052—2002 所规定的场强覆盖标准时,调度命令无线传送系统一次传送成功率应不低于 90%,传输准确率 99.999 9%。

### 2. 无线数据传输协议

无线列调车站台、车次号解码器和机车台提供透明通道,机车装置与车站转接器间数据采用规定的相关传输协议。

### 3. 车站转接器与 TDCS 车站设备的接口协议

数据传输模式:异步基带传输模式,采用 RS-422 串行接口,双工通信方式。数据传输速率:9 600 bit/s。数据格式按相关规定。

## 二、无线车次号校核系统

### (一) 系统功能及组成

无线车次号校核系统实现了由行进中的列车向调度所可靠地传送列车车次号、机车号、速度和列车位置等信息,是铁路移动无线数据在列车运行控制领域中的实际应用,也是通信信号一体化的范例。

该系统为铁路列车调度指挥系统提供了实时可靠的行车信息,有利于提高运输效率,改善调度人员的工作条件,提高行车指挥的技术水平。

#### 1. 主要功能

(1) 实时采集监测装置发送的机车运行数据。

(2) 在进、出站位置时,自动将车次号、机车类型、机车

号、所在公里标(位置)、速度、总重、换长和辆数等,从机车(列车)向地面(车站 TDCS 分机、铁路局 TDCS 通信服务器)可靠传送。

(3)在始发站发车时,能自动将车次号、机车号传送给 TDCS,实现始发站采点。

## 2. 系统组成

无线车次号校核系统由机车安全信息综合监测装置(TAX 箱)、无线列调机车台(改频受控发射)、车次号编码器、车次号解码器、车站 TDCS 分机和铁路局 TDCS 通信服务器等组成,见图 1-2。

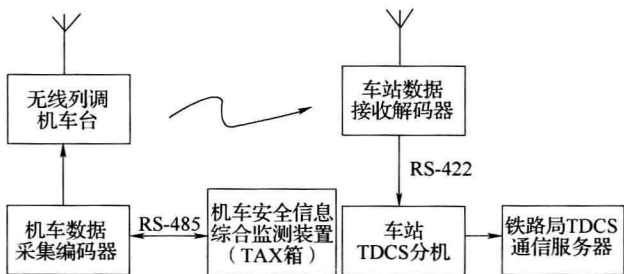


图 1-2 TDCS 无线车次号校核系统

作为一个公共用的信息平台,监测装置为无线车次号校核系统提供信息来源,通过 RS-485 接口周期地向车次号编码器传送如车次号、机车号、列车种类、编组、速度、位置等信息。

车次号解码器由主机、连接电缆、天馈线、电源线和备用蓄电池组成。当车站车次号解码器收到无线列调机车台改频发射信号(频率为 457.55 MHz)后,对数据进行纠错、检错处理,确认无误后,再通过公里标比较认定是本站管辖范围内的机车台发来的信息,则将接收到的无线车次号校核信息送给车站 TDCS 分机。铁路局 TDCS 通信服务器收到送来的无线车次号校核信息并经处理后,将车次号在相应的位置上显示。

车站车次号解码器原理框图见图 1-3。

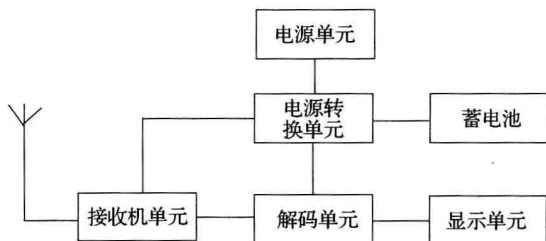


图 1-3 车站车次号解码器原理框图

## (二) 主要技术条件

### 1. 监测装置与车次号编码器的接口

监测装置与车次号编码器通过 TAX 箱上的 TDCS 槽位的 48 芯欧式插座连接,电气接口为 RS-485。数据传输模式为异步基带数据传输。数据传输速率为 28 800 bit/s。

### 2. 车次号编码器与无线列调机车台的接口

车次号编码器与无线列调机车台之间采用 7 芯电缆连接。车次号编码器输出至机车台调制电平:  $-10 \text{ dBm} \pm 2 \text{ dBm}$  (1 200 Hz 和 1 800 Hz); 输出阻抗: 小于 200  $\Omega$ 。

### 3. 车次号解码器与车站 TDCS 分机的接口

车次号解码器与车站 TDCS 分机之间采用标准 RS-422 接口。

### 4. 机车台与车站台之间无线信道数传技术规格

(1) 调制方式: FFSK。

(2) 传输速率: 1 200 bit/s。

(3) 特征频率: 逻辑“1” = 1 200 Hz, 逻辑“0” = 1 800 Hz。

(4) 同步方式: 采用同步数据传输方式。

(5) 差错控制: 采用前向纠错与校验结合的方式。

## 第三节 设计要求

### 一、应收集的有关资料

1. 熟悉设计任务书,明确新建铁路的设计依据、范围、设计年度和铁路线路主要技术条件,如线路等级、正线数目、限制坡度、最小半径、机车类型、牵引定数、机车交路、闭塞方式等。

2. 熟悉枢纽调度分界点、行政区划分、枢纽环线站间距离及车站性质等资料。

3. 收集列车运营管理模式、列车对数、速度、调度分界点分布、行政区划分、站间距离及车站性质等资料。

4. 收集线路平纵断面图、桥隧表、车站平面图及房屋平面图、机车台数及有关机车图纸(包括机车全貌图和司机室各部位剖面图)、电气化牵引电流曲线、接触网支柱的设置及侧向、回流线的设置及侧向。

5. 向有关铁路局(集团公司)了解相邻线和枢纽范围内无线通信系统(包括无线列调、GSM-R、站场无线等)的设置情况、采用的制式、系列、设备配置、频段频点、机车类型及机车交路等。

6. 了解沿线各车站的环境条件、电力供应、交通情况、地质情况、大地导电率及土壤承载力等。

7. 了解相邻线和枢纽范围内的无线通信的维护建制,包括检修所(或工区)房屋面积、定员、仪器仪表配置等。

### 二、主要设计原则

#### (一)确定无线列调系统方案

工程设计根据该铁路区段对无线列调功能的需求决定采用哪种制式。应考虑以下条件来确定其无线系统的方案。



1. 铁路等级、列车对数及速度；是否为调度集中(CTC)区段,是否设铁路列车调度指挥系统(TDCS)。

2. 与列车调度电话的区段划分一致。

3. 结合机车交路进行设计。

4. 相邻线的既有线无线列调制式。

5. 无线列调的用户组成是否包括调度员、司机、车站值班员、助理值班员、运转车长等。

### (二)工作频率

列车无线调度通信系统 450 MHz 频段的工作频率应符合表 1-1 的规定。

表 1-1 列车无线调度通信系统的工作频率

四频组频率序号								机车台 发射频率 (MHz)	车站台 发射频率 (MHz)	四频组频率序号							
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
									467.450	$f_1$							
$f_4$								457.500	467.500	$f_2$	$f_1$						
	$f_4$							457.550	467.550	$f_3$	$f_2$						
									467.600		$f_3$						
									467.650			$f_1$					
		$f_4$						457.700	467.700			$f_2$					
									467.750			$f_3$					
									467.750				$f_1$				
			$f_4$					457.825	467.825				$f_2$				
									467.875			$f_3$	$f_1$				
				$f_4$				457.925	467.925				$f_2$				
									467.950					$f_1$			
									467.975				$f_3$				
					$f_4$			458.000	468.000					$f_2$			
									468.050					$f_3$			
									468.150						$f_1$		
						$f_4$		458.200	468.200						$f_2$	$f_1$	
							$f_4$	458.250	468.250						$f_3$	$f_2$	
									468.300							$f_3$	