

铁路货车 轴温探测与应用概论

TIELU HUOCHE ZHOUWEN TANCE YU YINGYONG GAILUN

赵长波 陈 雷 编著
杨绍清 主审

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

铁路货车轴温探测 与应用概论

赵长波 陈 雷 编著
杨绍清 主审

中 国 铁 道 出 版 社

2010年·北 京

内 容 简 介

本书介绍了铁路货车轴温探测的相关知识和应用实践,涵盖了红外线轴温探测系统当前在用各型设备的技术,并在运用和实践方面进行了重点阐述,不仅能够为已经从事红外线轴温探测工作相关人员、特别是红外线轴温预报人员迅速提高业务水平提供帮助,而且还能够为准备从事红外线轴温探测工作的人员迅速了解红外线行业基础知识提供帮助。本书系国内首次系统、全面地介绍铁路货车轴温探测与应用技术,是铁路安全监控领域不可多得的技术类参考书。

图书在版编目(CIP)数据

铁路货车轴温探测与应用概论/赵长波,陈雷编著.
—北京:中国铁道出版社,2010.3
ISBN 978-7-113-09771-4

I. ①铁… II. ①赵…②陈… III. ①铁路车辆:货车-
车轴-红外测温仪 IV. ①U270.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 028721 号

书 名:铁路货车轴温探测与应用概论
作 者:赵长波 陈 雷 编著

责任编辑:薛 淳 聂清立 王明容 电话:010-51873138 电子信箱:tdpress@126.com
封面设计:郑春鹏
责任校对:张玉华
责任印制:郭向伟

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:北京信彩瑞禾印刷厂

版 次:2010年3月第1版 2010年3月第1次印刷

开 本:880mm×1230mm 1/16 印张:27 字数:900千

书 号:ISBN 978-7-113-09771-4

定 价:150.00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,请与本社读者服务部调换。

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



红外线轴温探测系统是探测铁路货车轴承温度,保障行车安全的重要设施,它是利用物体产生红外线辐射,且辐射能量与物体温度成正比的原理,在铁路货物列车正常运行的状态下,实时地对每辆货车的每个轴承温度进行非接触式采集的系统。当货物列车通过红外线轴温探测站时,设备对其进行计轴、测轴距、采集轴承温度和读取车号,自动实现计轴、计辆、车号确定辆序和热轴预报。根据已经掌握的轴温规律和既定的热轴判别模型对轴承进行模式识别和热轴判别,最后自动实现热轴预报和声光报警,通知相关值班人员。通过轴温变化自动分析给出轴承存在故障的危险程度,为货物列车是否继续安全运行提出处置依据,从而确保货物列车运行安全。我国铁路不断总结红外线轴温探测系统运用实践,已经建立了完善的热轴预报、现场处置、热轴分析、设备监控、维修保养、人员培训等一系列管理制度,并摸索建立了适应中国铁路实际的热轴判别数学模型,系统的误报率得到有效控制,准确率位居世界铁路前列。

我国铁路自 1978 年开始推广具备自主知识产权的红外线探测技术以来,经过 30 多年的发展,红外线探测设备总量已达 4 800 多台。全路建立了 18 个铁路局车辆运行安全中心监测站(简称:监测站),负责红外线轴温探测系统报文分析和热轴预报;424 个列检复示站,负责对通过本列检作业场的货车热轴进行预报。目前红外线轴温探测系统已经全部覆盖中国铁路近 8 万公里的营业里程,形成了世界上最大的红外线轴温探测运用网络,也是最先进的铁路货车轴温探测网络。每年防止和避免了大量燃、切轴事故,为铁路运输安全生产做出了突出贡献。红外线轴温探测设备主要有三个系列的产品,分别是 HTK 系列、HBDS 系列和 HZT 系列。

红外线轴温探测系统主要经历了四个阶段:第一阶段以探测滑动轴承为主,采用上探方式,技术方法是采用描笔记录仪,得到的结果是在记录纸带上画出的对应于滑动轴承温度的等高线,通过人工测量高度,计算倍比系数完成热轴的预报,探测设备无法进行数据分析、处理和存储,简称一代机;第二阶段以探测滚动轴承为主,兼顾滑动轴承,探测方式改为下探,采用计算机和网络技术,能够对探测数据进行分析 and 处理,并进行数据存储,实现联网跟踪预报,简称二代机;第三阶段为适应铁路提速发展,采用光子探测技术,并加装了车号跟踪装置,实现了车号智能跟踪和全路联网,简称三代机;第四阶段采用双探结构,全息采集,模式识别等技术,提高热轴预报的准确性,更好地适应铁路提速和重载的需求,并统一制式、统一标准,简称四代机或统型机。

我国铁路经过六次提速以后,运输形势发生了很大变化,对人员素质提出了更高要求,红外线轴温探测系统从业人员要全面掌握货车轴温探测技术,各项铁路有关设备运用管理规定,以及铁路货车结构和轴承等相关知识。为此,铁道部运输局装备部编写了《铁路货车轴温探测与应用概论》一书,介绍了铁路货车轴温探测的相关知识和应用实践,它涵盖了红外线轴温探测系统当前在用各型设备的技术,并在运用和实践方面进行了重点阐述,这不仅能够为已经从事红外线轴温探测工作相关人员、特别是红外线轴温预报人员迅速提高业务水平提供帮助,而

且还能够为准备从事红外线轴温探测工作的相关人员迅速了解红外线基础知识提供帮助。由于本书系国内首次系统、全面地介绍铁路货车轴温探测与应用技术,因此,它是铁路安全监控领域不可多得的技术类参考书。

哈尔滨威克科技股份有限公司、北京康拓红外线技术有限公司、广汉科峰电子有限责任公司、北京清网华科技有限公司、成都森川铁路车辆技术开发有限公司、北京铁龙恒通车辆装备有限公司、青岛四方车辆研究所有限公司、南车二七车辆有限公司、哈尔滨铁路局车辆处、武汉铁路局车辆处、上海铁路局车辆处、郑州铁路局车辆处、沈阳铁路局车辆处、哈尔滨车辆段、永安车辆段、包头西车辆段等单位为本书的编写在人员、资料等方面给予了大力支持。

本书的编写,是那些曾经从事红外线轴温探测与应用技术及管理工作的同志们在多年沉淀、积累的基础上完成的,尽管他们没有亲自参加编写,但他们当年编制的技术管理文件和保存的珍贵背景材料,丰富了本书的内容;田缙谟、谈大同、宋凤书、陈伯施等老领导对铁路货车轴温探测与应用技术和管理的快速发展发挥了重要的领导作用,在此表示衷心的感谢!

全书由铁道部运输局装备部杨绍清主审,赵长波、陈雷编著。参加编写的人员有:铁道部运输局装备部余明贵、王春山、刘吉远、黄毅、周磊;哈尔滨铁路局科学技术研究所苏玉东、安晓波、葛文义、唐戊、周振林、赵俊彦、张瑜峰、崔文利、王家琦;北京康拓红外线技术有限公司孙庆、殷延超、张益、农时猛、王新华、毕方勇、姜云绯、田赏;广汉科峰电子有限责任公司严金贵、魏冬、郑黄松、曾令义、严光良、刘伟、郭大贵;北京清网华科技有限公司春玲、张伟、林世龙;北京铁龙恒通车辆装备有限公司张亚萍;青岛四方车辆研究所有限公司刁克军;南车二七车辆有限公司孙蕾;哈尔滨铁路局车辆处陈德生;武汉铁路局车辆处邓俊波;上海铁路局车辆处冯立明;北京铁路局车辆处周素光;郑州铁路局车辆处师林科;沈阳铁路局车辆处罗刚;哈尔滨车辆段赵峰;永安车辆段杜锦程;包头西车辆段刘常宝。

由于经验和水平有限,书中难免存在疏漏之处,恳求广大读者和业内人士批评指正,并及时将使用中发现问题通知我们。

作者

目 录



1 绪 论	1
1.1 我国铁路红外线轴温探测技术发展现状	1
1.2 红外线轴温探测技术在我国铁路的应用	2
1.3 铁路货车轴温探测与应用综述	4
2 铁路货车红外线轴温探测系统应用管理	5
2.1 应用管理规定	5
2.1.1 红外线热轴预报工作有关规定	5
2.1.2 红外线热轴预报的操作流程	6
2.2 应用管理框架	9
2.2.1 基本原则及各级职能	9
2.2.2 管理制度	9
2.3 应用管理细则	10
2.3.1 红外线调度员(值班员)岗位职责	10
2.3.2 热轴预报标准	10
2.3.3 热轴处理程序	12
2.3.4 热轴故障的调查处理	13
2.3.5 一班作业程序	15
3 铁路货车热轴判别模型与应用	18
3.1 热轴判别模型	18
3.1.1 HTK 型热轴判别模型	18
3.1.2 HBDS 型热轴判别模型	24
3.1.3 HZT 型热轴预报模型	32
3.2 监测站及复示站系统界面组成	34
3.2.1 HTK 型组成	34
3.2.2 HBDS 型组成	35
3.2.3 HZT 型组成	42
3.3 监测站及复示站的使用	57
3.3.1 HTK 型的使用	57
3.3.2 HBDS 型的使用	96
3.3.3 HZT 型的使用	134
3.4 监测站及复示站系统的安装	156
3.4.1 HTK 型安装	156
3.4.2 HBDS 型安装	158
3.4.3 HZT 型安装	160
3.5 红外线轴温探测系统全路联网	169
3.5.1 系统的构成和原理	169

3.5.2	系统功能	171
3.5.3	系统网站	174
4	铁路货车轴温变化的规律	198
4.1	货车的构成	198
4.1.1	货车类型	198
4.1.2	货车的基本构造	201
4.1.3	转向架	201
4.1.4	货车轴承	207
4.2	影响轴承温升的因素	210
4.2.1	温升与速度的关系	210
4.2.2	温升与载重的关系	210
4.2.3	温升与背景温度的关系	212
4.3	速度 120 km/h 轴承温度规律的实验研究	212
4.3.1	环线实验	212
4.3.2	正线实验	235
5	铁路货车轴温预报波形分析	241
5.1	典型热轴案例及与波形的关系	241
5.1.1	激热典型案例	241
5.1.2	强热典型案例	243
5.1.3	微热典型案例	246
5.2	异常波形	246
5.2.1	HTK 型异常波形	246
5.2.2	HBDS 型异常波形	250
5.2.3	HZT 型异常波形	260
6	铁路货车轴承故障统计分析	268
6.1	依据及统计的时间	268
6.2	故障轴承统计分析	268
6.2.1	按铁路局统计	279
6.2.2	按缺陷类型统计	280
6.2.3	按使用年限统计(所有故障)	281
6.2.4	按使用年限统计(剥离轴承)	281
6.3	典型的轴承故障	282
7	铁路货车轴温探测基础	286
7.1	红外线测温技术	286
7.1.1	红外线基础理论	286
7.1.2	货车轴温动态检测技术	288
7.2	系统构成	291
7.2.1	总体构成	291
7.2.2	探测站	291
7.2.3	监测站及复示站	298
7.3	红外线探测波形形成机理	302
7.3.1	波形形成机理	302
7.3.2	正常波形	303
7.4	探测设备构成及工作原理	313
7.4.1	HTK 系列设备的构成及工作原理	313

7.4.2	HBDS 系列设备的构成及工作原理	328
7.4.3	HZT 系列设备的构成及工作原理	339
7.5	设备检测与维护	359
7.5.1	设备故障	359
7.5.2	故障远程监控	382
7.5.3	红外线拦停轴承故障智能判断系统	393
8	铁路货车轴温探测与应用的展望	417
8.1	铁路货车轴温探测工作面临的挑战	417
8.1.1	铁路货车轴温探测和预报工作面临的新挑战	417
8.1.2	红外线轴温探测系统应用中面临的挑战	418
8.2	提高红外线轴温探测系统计轴智能化水平	419
8.3	铁路货车轴温探测技术的发展	420
8.4	充分利用 5T 信息综合热轴预报	421
	参考文献	423

1

绪 论

铁路货车轴温探测与应用技术包括红外线动态探测,自适应测量,铁路货车轴温规律,数据采集,数据处理,模式识别,计算机,数据库和数字通信等技术。铁路货车轴温探测系统综合应用了这9项现代技术实现了探测轴温和预报热轴。由于历史延续,在实际工作中通常把“铁路货车轴温探测与应用技术”,称为“红外线轴温探测技术”,“红外线轴温探测系统”也称为车辆轴温智能探测系统,简称为“红外线”。它包括红外线轴温探测设备(即轨边设备),列检复示终端设备,铁路局预报终端设备,通信设备、传输通道,预报及管理软件等。把“红外线轴温探测设备”简称为“红外线设备”。

铁路货车红外线轴温探测与应用技术伴随我国铁路的快速发展,经过30多年的不断技术创新和升级换代,到2009年末,运用设备总量已经全部覆盖我国铁路近8万多公里的营业里程,基本形成了具有自主知识产权的产品开发、研制、生产、检测和试验体系;建立了行之有效的运用、管理和维护体系;实现了在18个铁路局运输调度指挥中心对运行车辆轴温进行实时监测和热轴预报,为车辆安全运行提供安全保障;实现了铁道部、铁路局和车辆段的全路三级联网,成功建立专业化技术管理平台;实现了定期对全路红外线轴温探测设备进行动态联检,确保运用设备技术性能始终良好,形成了世界上最大和最先进的铁路红外线轴温监测网络,每年防止和避免了大量燃、切轴事故,为我国铁路运输安全生产做出了突出贡献。经历了几个阶段的不断发展,铁路货车轴温探测已经逐步开始利用5T预报信息进行综合预报。

1.1 我国铁路红外线轴温探测技术发展现状

我国铁路红外线轴温探测技术从无到有,由弱到强,已经积累了丰富的运用经验,截止到2009年12月,我国在役红外线轴温探测设备已经有4800余台。回顾红外线轴温探测技术的发展历程,掌握红外线轴温探测技术的各个领域和现状,了解国外发展水平,这些都有助于更全面、深入了解这项技术。

1. 一代机

建国以后,我国进入了一个振兴发展阶段,当时没有任何仪器设备可以用来检查和测量轴承温度,更没有办法提前预报热轴。只能通过列检人员眼看和手模来确定燃轴和热轴。严寒、酷暑、雨雪风雹,只要火车不停,列检人员就必须通过眼看和手模来完成轴温检查作业。1958年科研人员开始研究利用红外线技术探测铁路货车轴承温度。经过15年的艰苦努力,1973年成功研制出了第一台样机,1977年HZT-1A型描笔式红外线轴温探测器通过了技术鉴定,1978年在全路各编组站、区段站推广运用。HZT-1A型描笔式红外线轴温探测器由一对探头、发送端机和接收端机三大部分组成。探头和发送端机安装在进站咽喉处区间一侧,接收端机安装在列检所内。接收端机的描笔式记录仪绘出与轴温信号成正比的轴温等高线,值班员查看轴温等高线,通过计算某一个轴与该辆均值比大于规定的数值,确认其是疑似热轴,立即通知列检人员检查处理。当时以探测滑动轴承为主,适应列车速度5~70 km/h。一代机没有数据处理、贮存记忆、显示打印和报警的功能。

2. 二代机

随着铁路运输的发展和铁道车辆技术结构的变化,全路客、货车辆逐步实现了滚动轴承化,一代机已不能适应新形势的要求。铁路的发展迫切需要与其相适应的新型红外线设备,在1985年研制出第一台样机,经过现场运用不断改进提高,于1987年通过科技鉴定并定型推广使用。

二代机是当时对红外线设备的简称,主要由探测站设备、中央处理机设备、传输通道等组成,适应列车速度为5~120 km/h,探头测得的轴温数据由探测站主机贮存、处理后,经专用通道传输至中央处理机,对热轴进行跟踪预报,实时通知有关部门拦停列车并对热轴进行检查处理。二代机具有探测点无需人员值守、可实现网络布点、热轴跟踪、人机对话便捷等特点,能自动测速、自动计轴计辆、自动探测轴温、自动识别客货车辆、自动识别滚动和滑动轴承,可实时进行热轴报警,连续跟踪,预报热轴分为微热、强热、激热等三个等级,可长期保存探测列车的数据和信息。热轴判别按照温升的辆倍比、列倍比和温度定量确定。

3. 三代机

为适应铁路提速战略的实施,科研人员适时研制了满足120 km/h的高速热敏元件直流探头、满足240 km/h的交流调制探头和适应360 km/h的光子探头,后者采用了自适应测量技术,研制相关硬件和相应控制软件,实现了高速度和高精度探测轴温。由于敏感元器件采用半导体制冷和密封充氮技术,使得探头的可靠性和使用寿命大幅度提高。为了实现故障热轴的精确跟踪,红外线轴温探测系统加装了车号自动识别装置,避免了误拦和误甩情况的发生,做到了热轴跟踪的无差错,实现了全路范围内全线联网、全程跟踪。热轴判别增加微热温升跃升的跟踪判别;并且开始处理环境温度、速度和车型等因素带来的影响;增加用模式识别技术判断热轴波形。这样的红外线设备称为三代机,在2002年通过科技鉴定,并大量推广。

三代机还有一个显著特点是实现了数据传输通道的突破,将专用音频话路通道提升为数字通道,传输速率由1.2 kbit/s提高到2 Mbit/s。

4. 四代机

随着铁路高速、重载、长交路直通列车的开行,通过历次铁路提速的实践和考验,红外线设备取得了又一次的突破,通过双探头技术和全息采集技术,能够自动剔除阳光干扰和轴承密封罩摩擦热造成的设备误报。2005年安排在大秦线和其他线路进行双角度探测试验,获得了全路各种类型车辆的宝贵技术数据。2006年按照统一标准、统一制式的要求,基于数据库和网络智能化,研制出了新一代的红外线设备,并通过了科学技术鉴定,简称四代机或统型机。

四代机具有四项突出特点:一是统一技术标准,关键零部件实现了互换,便于维护,并为下一步统一热轴判别标准奠定了基础,使铁路局间跟踪数据更有可比性;二是采用双探头技术和全息采集技术,从轴承的中隔圈和密封罩两个位置采集温度,既能避免部分车型结构性漏探,又能避免阳光干扰和接触式密封装置摩擦热造成的误报,进一步提高了热轴预报的准确性、可靠性;三是能够与5T信息进行对接,为实现综合预报奠定了基础;四是利用数据库和网络智能化技术,完善了数据统计分析功能、设备故障的自检功能。

5. 全路联网

随着长大交路列车的大量开行,在当时的铁路分局范围内进行跟踪预报的区域性联网模式已经无法适应铁路运输发展的需要。红外线轴温探测系统全路联网攻克了三个技术难点:一是使不同厂家的红外线设备之间能够互联互通;二是使同一厂家不同机型设备之间能够互联互通;三是使不同线路、不同铁路局之间能够互联互通。2003年建立了铁路分局、铁路局和铁道部三级联网系统,通过铁路分局、铁路局间互传协议和标准的规范,使列车轴温自始发至终到能够得到全过程跟踪和监控。同时,铁路各级管理部门通过网络查询,可以实时掌握轴温数据,并通过联网系统的统计功能,加强红外线数据的分析,指导红外线运用工作。

1.2 红外线轴温探测技术在我国铁路的应用

早期红外线设备没有人机对话,功能单一不能进行热轴自动预报,随着铁路发展,技术进步,特别是微型计算机的出现,红外线轴温探测技术进入了快速发展时期,1987年以后,红外线轴温探测系统已经采用数据采集、数据处理等数字技术和微型计算机技术,能够实现的功能有探测站无需人员值守、自动测速、自动计轴计辆、自动识别滚动和滑动轴承,热轴跟踪、自动识别客货车辆、可实时进行热轴报警、人机对话便捷等,通常

把具有这样功能的新型设备称作二代机,随着某些先进技术和采用,之后出现了三代机和四代机。而把1987年以前,没有数据采集、数据处理等数字技术和微型计算机技术的老型设备称作一代机。到目前为止,红外线轴温探测系统已经采用了9项现代技术,一代机只用了其中1项,二代机用了6项,三、四代机用了全部9项。

红外线动态探测技术是指利用红外线探测温度原理,使用红外辐射探测器对高速移动物体探测的技术。红外线探测温度原理是指物体表面发射红外辐射,并且这个辐射的强度与这一物体的表面温度有关,普朗克定律告诉我们,温度超过绝对温度零度(-273.15°C)的物体都会以红外线的形式辐射能量,表面温度决定辐射红外线的能谱形状和峰值位置,施特藩—波尔兹曼定律告诉我们,物体的辐射红外线强度与其表面温度的绝对温度的四次方成正比。红外辐射探测器具有吸收红外线能量并将其转换成电压输出的功能。对高速移动物体探测是指传感器的能量转换过程不受被测物体的移动影响,即探测器的转换响应率要在ms级(适应120 km/h)和 μs 级(适应360 km/h)。

自适应探测技术是利用系统内部闭合探测子系统进行系统的曲线标定和误差修正,解决了光子探头(高速红外辐射探测器,适应360 km/h)的实用化问题,同时也提高了对轴温的测量精度。

铁路货车轴温规律是一个大的集合体。按轴承运转热可划分为正常运转热、微热、强热和激热等,正常运转热是指轴承处于安全状态运行时产生的运转热;微热、强热和激热是指轴承处于非安全状态运行时产生的故障热。铁道车辆轴承在运转的过程中会因内部的摩擦产生热量,这一运转过程中产生的热量,就是运转热,通常的运转热是指铁道车辆轴承在平稳运行后稳定的热量,用轴承的温升来表示。轴承运转热和热分布与以下因素有关:按轴承承载重量划分有21 t和25 t;按转向架划分有转8B、转K2、转K3、转K4、转K5、转K6等;按车型划分有敞车、棚车、平车、罐车、保温车、集装箱车和矿石车等。轴承运转热还随以下条件发生变化:与列车运行速度成正比,当列车运行速度高时运转热也高;与铁道车辆载重成正比,当铁道车辆载重大时运转热也高;与环境温度成反比,随着环境温度的升高轴温升高而温升下降。

数据采集是指利用模拟数字转换技术把从系统外部进来的模拟信号转换成数字信号,并且输入到系统的内部。数据采集技术广泛地应用在各个领域。

数据处理是指对数据(包括数值的和非数值的)进行分析和加工的技术过程,主要有存储、检索、运算、变换和传输,数据被经过解释并赋予一定的意义之后,便成为有用的信息。模式识别是指对表征事物或现象的各种形式的(数值的、文字的和逻辑关系的)信息进行处理和分析,以对事物或现象进行描述、辨认、分类和解释的过程,是信息科学和人工智能的重要组成部分。模式识别又常称作模式分类,从处理问题的性质和解决问题的方法等角度,模式识别分为有监督的分类和无监督的分类两种。

计算机是一种能够按照事先存储的程序,自动、高速地进行大量数值计算和各种信息处理的现代化智能电子设备。由硬件和软件所组成,两者是不可分割的。把没有安装任何软件的计算机称为裸机。随着科技的发展,现在新出现一些新型计算机有:生物计算机、光子计算机、量子计算机等。

数据库是按照数据结构来组织、存储和管理数据的仓库,它产生于距今五十年前,随着信息技术和市场的发展,特别是20世纪90年代以后,数据管理不再仅仅是存储和管理数据,而转变成用户所需要的各种数据管理的方式。数据库有很多种类型,从最简单的存储有各种数据的表格到能够进行海量数据存储的大型数据库系统都在各个方面得到了广泛的应用。

数字通信是用数字信号作为载体来传输消息,或用数字信号对载波进行数字调制后再传输的通信方式。它可传输电报、数字数据等数字信号,也可传输经过数字化处理的语音和图像等模拟信号。模拟信号数字化有多种方法,最基本的是脉码调制(PCM)、差值编码(DPCM)、自适应差值编码(ADPCM)以及各种类型的增量调制。数字通信与模拟通信相比具有明显的优点。它抗干扰能力强,通信质量不受距离的影响。

二代机产生以来,为适应我国铁路运用管理的需要,功能不断的扩大和加强,主要体现在:

- (1)实现铁路局监测站与各区段行车调度之间热轴预报直传和实时确认。
- (2)实现铁路局管内各区段之间不同型号设备数据互传信息共享和热轴连续跟踪,实现铁路局接口的数据互传信息共享和热轴连续跟踪。
- (3)实现全路红外线轴温探测全线联网全程跟踪。
- (4)实现红外线探测数据三级联网,铁道部、铁路局、车辆段三级共享红外线探测数据,各级管理和运用

部门可在铁路办公网上通过网页浏览的方式察看红外线探测数据。

(5)实现对红外线轴温探测系统动态联检的制度化,通过定期不间断联检保证了全路红外线轴温探测系统始终处于优良的工作状态。

(6)实现用光子探测器对 360 km/h 列车轴温探测。

(7)实现部分铁路局红外线数据传输数字化,传输速度达到 100 Mb/s。

(8)实现红外线轴温探测技术统一标准。更好地适应铁路高速、重载、大交路的发需要。

目前,车辆轴温智能探测系统(THDS)即红外线轴温探测系统已经成为我国铁路必不可少的行车安全设备,与车辆运行品质轨边动态监测系统(TPDS)、车辆滚动轴承故障轨边声学诊断系统(TADS)、货车故障轨边图像检测系统(TFDS)和铁路客车运行安全监控系统(TCDS)这四个系统一起构成了 5T 系统。

铁路运输一直是我国货物运输的主要手段,由于铁路运能不足,已经成为制约我国经济发展的瓶颈。目前,国家一方面修建新的铁路,通过增加铁路运营里程来缓解运能运量紧张的局面。另一方面则是通过技术改造,提高运输效率,来增加运能。在现有的条件下,进行技术改造,内部挖潜来提高运输效率是投资小,见效快的方法。红外线轴温探测系统在保障行车运输安全方面发挥了巨大作用,每年防止燃轴和热切轴事故多起,挽回了大量的经济损失,为我国铁路运输安全做出了巨大的贡献。并形成了世界上最大的红外线运用网络甚至是最先进的红外线轴温探测网络。包括红外线轴温探测系统在内的 5T 系统已经发展成为铁道车辆专业内安全检测分支,并且拥有了一支相关运用、管理和维修人员一体的高素质、能战斗的队伍。相信,未来红外线轴温探测系统必将为铁路运输安全生产作出更大的贡献。

1.3 铁路货车轴温探测与应用综述

本书基于我国铁路货车红外线轴温探测系统的应用情况,从铁路货车的应用管理、热轴判别模型与应用、轴温变化规律、轴温预报波形、轴承故障分析、轴温探测基础、应用展望首先等八方面进行了阐述。红外线轴温探测系统的应用管理,包括关于红外线轴温探测系统应用的管理规定,铁道部、铁路局、车辆段、车辆段动态检测车间、列检作业场的各级管理框架,铁路局关于红外线轴温探测系统的管理细则等。红外线轴温探测系统热轴判别模型与应用,包括各种型号设备的热轴判别模型以及依据的原理,也包括了各种型号设备的使用人员(铁路局监测站红外线调度员、列检作业场红外线值班员统称为值班员)层面的应用方法,可以用于值班员培训,有助于值班员对系统预报热轴的深入理解和熟练操作。在深入理解了管理和热轴判别模型以及应用方法后,对铁路货车轴温温度规律进行了解析,先介绍了与轴温探测有关的铁路货车的结构,然后分析了影响轴承温升的因素,最后根据环线实验和正线实验数据,研究了速度 120 km/h 轴承温度规律。对预报热轴波形进行了分析,首先分析了典型热轴案例及与波形的关系,从现场预报并分解的轴承中找出一些典型的热轴案例进行分析解读,并对比分析轴承故障和反映在波形上有哪些特征;其次,对各种型号的探测设备预报的异常波形进行了分析,包括其特征及形成的原因,有助于值班员剔除异常波形,提高热轴预报的兑现率。专门研究了铁路货车退卸的轴承分解、统计及分析,研究故障引发的原因,找出各种故障的分布规律,达到提高轴承造修质量及减少轴承故障的目的。尽管本书是面向应用的一本书,也需要读者对红外线设备有一定的了解,对红外线相关知识有所了解,因此,简单介绍了轴温探测的基础知识,包括铁路货车红外线轴温探测技术、系统构成、红外线探测波形形成机理、探测设备构成及工作原理等。此外,还介绍了探测设备的检测与维护包括设备故障、故障的远程监控系统、红外线拦停轴承故障智能判断系统;对铁路货车红外线轴温探测系统的发展进行了展望。

2

铁路货车红外线轴温探测系统应用管理

2.1 应用管理规定

2.1.1 红外线热轴预报工作有关规定

1999年《红外线轴温探测系统管理检修运用规程》颁布以来,特别是2006年在全路设置5T运用专职后,随着运输形势的发展和管理要求、安全要求的变化,铁道部对红外线轴温探测的预报工作陆续下发了一系列的管理规定,现分别说明如下:

(1)《车辆轴温智能探测系统(THDS)设备检修维护管理规程》没有涉及红外线预报工作。

THDS与TFDS、TADS、TPDS一样,都属于动态检查范畴,是列检的另一种作业方式,因此,均属于货车运用序列。基于以上考虑,2008年版《车辆轴温智能探测系统(THDS)设备检修维护管理规程》(简称《红规》),删减了THDS运用部分的内容,而拟将其纳入《铁路货车运用维修管理规程》(简称《运规》)之中。在新《运规》颁布实施之前,颁布《车辆轴温智能探测系统(THDS)货车运用管理暂行办法》,作为红外线运用工作的依据,目前已经公布,并实施。

(2)关于激热拦停后限速25 km/h运行到前方站的命令。

《铁路技术管理规程》规定:激热拦停后,有车辆乘务员的,由车辆乘务员对预报轴承进行确认,无车辆乘务员的,由机车司机进行确认,换言之,激热拦停货车该如何处置,应由机车司机作出结论,然后向列车调度员提出建议,由列车调度员下达命令。之所以不能由红外线调度员下达命令,是因为红外线调度员没有行车指挥权。

(3)当红外线预报强热时,列车运行至最近前方站,停侧线。若前方站为列检所在地车站,则由列检人员对预报轴位按规定进行检查;若前方站为非列检所在地车站时,就地甩车,列检人员24 h内到站检查确认,并将检查结果向铁路局列车调度员、车辆调度员报告。

这条规定是根据列检布局的实际和山区铁路、偏远支线的陆路交通现状而制定。列检布局调整后,撤并了一些列检,原来有检车员的车站,部分已经被撤并,山区铁路、偏远支线根本就不通公路,列检人员需要添乘机车前往,因此,发生强热后,都要等待列检人员前往鉴定的规定,就会对运输畅通产生严重干扰。

(4)强、激热及微热跟踪,要由铁路局监测站红外线调度员进行预报。

1999年版《红规》明确了本站红外线设备预报的强、激热货车由列检红外线值班员向车站预报,而没有明确微热跟踪由谁负责。所以规定:红外线预报的所有强热、激热和微热跟踪提级预报信息,必须由铁路局监测站进行统一监控,集中预报,是基于以下考虑,一是运输组织越来越严密,未经铁路局列车调度员而直接下达的拦停命令,会打乱运输秩序,甚至会影响跨铁路局列车、重点列车的开行,二是铁路局监测站红外线调度员无法及时掌握拦停处置情况,三是列检作业场红外线值班员没有联网条件对微热货车、特别是跨铁路局微热货车实施跟踪。

(5)铁路局监测站红外线调度员对强激热报文、波形分析后,才能向列车调度员预报。

从目前红外线设备的使用情况看,30%左右的热轴预报是非正常探测造成的非正常预报,如阳光干扰、

油封磨密封座等,非统型机无法进行自动判断,但由于阳光干扰、油封磨密封座等问题确实能够产生热源,从严格意义上讲,不能算作设备误报,但如果进行拦停,它确实也不是真正热轴故障,所以需要红外线调度员进行分析判断。以避免造成误拦、干扰运输秩序,充分发挥铁路局监测站红外线调度员的作用,更加高效准确地预报热轴。

(6)列检作业场红外线值班员可以兼任 TADS 值班员。

红外线强、激热和微热跟踪由铁路局监测站红外线调度员统一预报后,列检作业场红外线值班员只剩下本站微热和最大值预报,工作量减少,而 TADS 的预报程序与 THDS 预报程序完全一致,而且 TADS 的预报工作量不大,列检作业场红外线值班员兼任 TADS 值班员以后,不仅可以实现减员增效,而且还可以扩展列检作业场红外线值班员的知识面,使其更具上岗竞争能力。

(7)铁路局监测站红外线调度员、列检作业场红外线值班员必须取得铁道部培训合格证。

这条规定是由于红外线预报工作的重要性而决定的。红外线轴温探测系统是货车安全防范工作的最后一道关口,一旦漏报,就会造成热切轴事故,同时,一旦误报,就会干扰运输秩序,这对红外线预报准确性的要求非常高,因此铁路局监测站红外线调度员,列检作业场红外线值班员必须具备过硬的技术本领。

(8)铁路局监测站红外线调度员、列检作业场红外线值班员定期复核时间由 3 年调整为 2 年,且必须由铁道部组织复核。

近几年货车技术、轴承技术、红外线技术不断进步,同时,运输组织不断发生变化,红外线预报工作的相关规定也随之进行调整,不可能都能进行详细的解释,因此必须缩短复核时间,加大培训频次。

(9)关于铁路局监测站红外线调度员反馈填报轴承分解情况。

这条规定是基于三方面的原因,一是能够使货车管理人员及时掌握拦停处置结果并进行数据分析,二是确保红外线预报工作形成闭环管理,三是充分发挥红外线调度岗位的作用。

(10)关于车辆处对调度所下达《整改通知书》。

在下发的《车辆轴温智能探测系统 (THDS) 货车运用管理暂行办法》中,有一条重要内容,原文是:当车辆运行安全监测站、车辆段未执行铁道部、铁路局有关规定而存在安全隐患时,铁路局车辆处要下达《THDS 整改通知书》,要求其限期整改。之所以要制定这条规定,是因为在运输组织越来越严密,安全要求越来越高的形势下,车辆处必须进一步强化专业管理的力度。

(11)关于统一规定铁路局监测站红外线调度员向列车调度员进行热轴预报标准用语。

1999 年版《红外线轴温探测系统管理检修运用规程》只规定了红外线调度员要使用标准化用语进行预报,但标准化用语的具体内容并没有规定,这对红外线预报、特别是跨铁路局预报十分不利,因此,为了准确传递热轴预报信息,避免误解,在《车辆轴温智能探测系统 (THDS) 货车运用管理暂行办法》中,专门设立一条标准化用语规范。

2.1.2 红外线热轴预报的操作流程

2.1.2.1 预报标准

预报标准,规定了红外线轴温探测系统热轴预报的等级及处置方式。

《车辆轴温智能探测系统 (THDS) 设备检修维护管理规程》以及“车辆轴温智能探测系统 (THDS) 货车运用管理暂行办法”规定的预报标准如下:

THDS 对铁路货车滚动轴承的热轴故障分三级进行报警,分别为激热、强热、微热。安装 THDS-A 型和经双探改造设备线路区段的预报标准由铁道部统一制定,使用统一的预报软件,其他线路的具体预报标准由铁路局和 THDS 设备生产厂家共同确定,并报铁道部车辆主管部门备案。

轴承在发生故障后,由于轴承润滑不良,产生比正常运转热要高得多的热量,反映在轴承的温升或温度上是通常运转热的数倍,称之为热轴。根据热轴的严重程度,结合多年来轴温探测的经验,设定预报等级为激热、强热和微热。激热、强热、微热都是表示轴承温度高发生热轴的可能程度,是人工设定的。激热表示轴承发生了严重故障,轴承温度非常高,如果不立即停车就有可能切轴造成列车颠覆。强热表示轴承发生了较为严重的故障,轴承温度比较高,还可以继续运行一段时间,为了不影响运输,可以到前方站停车检查。微热,就是轴温相对较高,但是已经有热轴的征兆,所以需要重点关注,监视运行到下一站后是否继续升高,以

决定是否拦停处理。微热设置为多级,预报微热跟踪时,如果热级有升级,按强热对待。

《车辆轴温智能探测系统(THDS)设备检修维护管理规程》规定,激热立即停车,强热前方站停车,微热监护运行。

2.1.2.2 预报内容

THDS 对符合热轴预报标准的铁路货车在铁路局监测站和列检复示站自动声光报警,报警信息包括探测站名称、车次、列车通过时间、运行方向、速度、编组辆数、车号、故障车位、左/右侧、轴位、报警等级和热轴波形等(统称为报文);强热、激热等符合列车拦停预报的报警内容须同时复示到相关铁路局列车调度台,同时声光报警;所有热轴报警信息并实时上传铁道部查询中心,铁路局监测站红外线调度员和列检作业场红外线值班员负责按规定预报处理。

铁路局监测站红外线调度员和列检作业场红外线值班员要依据预报标准对照热轴报文、波形进行分析,按热轴等级和规定的预报内容进行热轴预报。热轴预报主要内容:时间、探测站名称、方向、列车编组、热轴车位、车号、左/右侧、轴位、热轴等级等。

热轴预报内容的确定基于两个原则:一是能够正确识别热轴报警列车、报警车辆、报警轴位;二是能够正确处置热轴车辆。其中通过探测站名称、车次、列车通过时间、运行方向、编组辆数用于列车调度员确定是哪一趟列车,因为有些探测站没有配备车号自动识别设备,所以不是所有预报信息中都有车次,必须根据列车通过时间、运行方向、编组辆数等信息来确认是哪一列车发生热轴;车号、故障车位、左/右侧、轴位等信息有利于列车的机车司机停车后,能够快速找到具体发生热轴的车辆和轴位;报警等级可提示列车调度员和机车司机根据相关标准对热轴车辆进行检查,并按规定处置。列车通过时间除用于确认车次外,还可以确定红外线调度员和列车调度员的反应时间,利于出现问题时责任的界定。

列检作业场红外线值班员遇到下列情况无法预报时,须立即通知列检人员进行人工摸轴检查:

(1)设备发生临时故障暂时无法恢复时;

(2)设备受到干扰出现异常时;

(3)列车在探测站处调速停车时;

(4)因停电、维修、线路施工及其他因素等造成设备无法正常探测时。红外线调度遇到上述情况时,应密切关注下一站该列车的轴温探测情况。

2.1.2.3 红外线调度员的热轴预报流程

铁路局监测站红外线调度员负责本局红外线微热级热轴报警的跟踪监测,负责本局各红外线强热、激热和微热跟踪升级达到预报标准的热轴信息预报。列检作业场红外线值班员负责本站探测的有停车技术检查货物列车热轴预报,本站探测的无停车技术检查货物列车的热轴报警与铁路局监测站红外线调度员联控。

红外线发生热轴报警时,铁路局监测站、列检复示站主机界面会自动声光报警。红外线调度员(值班员)接到报警后,首先对热轴报文、波形进行分析,热轴分析的重点包括列车轴距、全列温升、自检信息、环箱温、热轴波形等,通过分析确认设备状态是否正常,尤其是通过对热轴波形的分析,判断是否设备故障或设备受干扰误报热轴,对热轴误报红外线调度员(值班员)不应预报。当红外线热轴报警符合预报标准的,确定是强、激热预报后,要将热轴信息传至相应的列调复示终端进行预报,列车调度员必须根据复示终端的报警显示按键进行确认。红外线调度员再使用直通录音电话用标准化用语将热轴预报内容通知列车调度员,由列车调度员确定车次,及时安排停车、甩车。然后,红外线调度员须填写《货车安全防范系统拦停甩车通知卡》,并送达列车调度员,双方签字确认,《货车安全防范系统拦停甩车通知卡》如图 2-1-1 所示。红外线调度员还应及时将热轴预报的情况通知铁路局车辆调度员,车辆调度员要安排有关车辆段派人处理发生热轴的铁路货车。铁路局监测站红外线调度员负责本局红外线微热级热轴报警的跟踪监测,当同一列车同一辆车同一车轴连续通过两个以上探测站均发生微热报警,且轴温处于升级状态时,铁路局监测站红外线调度员应重点进行分析,必要时按强热标准和流程向列车调度员预报热轴。

在列检作业场设有列检复示站,列检作业场红外线值班员负责本站探测的有停车技术检查货物列车微热级热轴的预报,通过对热轴前期故障的处理,消除故障隐患,减少区间热轴预报对运输的干扰。列检作业场红外线值班员接到强、激热报警后,立即通过录音电话通知铁路局车辆运行安全监测站红外线调度员;接

填卡单位:沈局车辆运行安全监测中心	通知卡编号:3
填卡日期:2009年9月18日	填卡时间:4时15分
28612次列车,编组60辆,局监测中心于4时15分32秒接收到该次列车通过饶阳河上行红外线探测站的热轴报文,预报机后44辆,运行方向左侧第2位热轴,热轴等级强。 请通知该次列车: 1. 立即停车检查。 2. 在最近前方站停车检查。 3. 前方沿途各站对该车热轴轴承进行监视。	
红调签名:张威 行调签字时间:2009年9月18日4时17分 行调签名:马国建	
热轴反馈信息 C ₆₄ K4941996 唐家站用车处理 现车4位,重车,玉米 厂修03.09眉厂,段修0929沈苏 标志板A:09091厂大修 B.011101153 C:090925.17509 滚子表面有划痕	

图 2-1-1 甩车通知卡

到微热报警后,若列车在本站有停车技术检查作业,则须立即通知列检值班员,由列检值班员通知现场检车员。现场检车员对热轴铁路货车进行点温并顶轴转动检查,按规定对热轴铁路货车进行处置;现场检车员负责将热轴检查和处理情况向列检值班员反馈,列检值班员及时向红外线值班员反馈,双方做好记录。

这个过程中铁路局行车调度复示终端确认,直通录音电话和《货车安全防范系统拦停甩车通知卡》都是为了确保热轴得到及时准确的处理,确保运输安全畅通,并作为落实责任的依据。

2.1.2.4 列车调度员拦停

列车调度员必须在接到铁路局监测站红外线调度员直通录音电话通知后,方可对列车进行拦停。

列车调度员接到激热预报后,要通过无线列调立即下达调度命令安排列车停车;机车司机接到调度命令后,采用常用制动停车;若列车站内停车且所在站有列检的,由列检人员检查确认;若列车站内停车但所在站无列检的,进行甩车处理;若列车区间停车,则由车辆乘务员负责检查,无车辆乘务员的由机车司机处置判断,确认能否继续安全运行。

列车调度员接到强热预报后,要通过无线列调立即下达调度命令安排列车在前方站停侧线;机车司机接到调度命令后,采用常用制动停车;若前方站为列检所在地车站,则由列检人员对预报轴位按规定进行检查;若前方站为非列检所在地车站时,就地甩车。

当红外线调度员送交《货车安全防范系统拦停甩车通知卡》到列车调度员处时,列车调度员需要进行签字确认。以确定列车调度员已经接到甩车通知,并进行拦停。

列车调度员在确认热轴的过程中,需要查看预报热轴的波形,温升信息,确认波形是否正常,还需要查看该预报热轴在前方站的轴温和波形情况,以进一步明确热轴的情况。

2.1.2.5 机车司机操作

机车司机接到热轴停车命令后,应采用常用制动停车。列车停车后,由机车司机检查所预报的轴承。当轴承外圈存在新圆周磨痕、外圈破损、变形、变色(变蓝或变红)、冒烟、密封罩脱出时,机车司机要及时报告车站值班员并转报列车调度员安排列检人员进行现场处理。当轴承没有上述故障时,机车司机要及时报告车站值班员并转报列车调度员,根据调度命令限速 25 km/h 就近运行到前方站或按不超过 15 km/h 退回本

站,当停靠站为列检所在地的,由列检人员进行检查,当停靠站为非列检所在地的,进行甩车处理。配备红外线拦停轴承故障智能判断系统的,由机车司机使用该系统进行判断处置。

对非列检所在地甩下的热轴车辆,列检人员应在 24 h 内到达停放站进行检查,并将检查结果报车辆段调度,由车辆段调度员分别向铁路局监测站红外线调度员、车辆调度员报告,铁路局监测站红外线调度员要及时将确认结果在 THDS 联网系统中进行反馈。

当红外线探测不到列车车次时,由列车调度员确定;当红外线探测不到车型车号时,由机车司机根据机后辆序,核对货票,确定货车车号。

2.2 应用管理框架

2.2.1 基本原则及各级职能

红外线轴温探测系统运用工作实行铁道部、铁路局和车辆段三级管理,各级货车运用主管部门负责对红外线轴温探测系统的设置提出主导性意见,定期对系统运行情况进行分析评价,提出系统选型意见,制定系统运用和处置标准,对铁路局监测站红外线调度员、列检作业场红外线值班员进行业务管理和培训,制定系统运用岗位职责,协调运输部门做好日常工作,对系统进行运用验收,对系统运用责任进行界定,对系统预报故障的确认情况进行考核。

铁道部货车运用主管部门负责制定规章制度,负责红外线轴温探测系统运行情况分析评价,对铁路局监测站红外线调度员、列检作业场红外线值班员进行业务培训、考核,确保上岗资格,对红外线轴温探测系统的规划设置提出主导性意见。

铁路局车辆处负责铁路局红外线轴温探测系统运用管理工作,负责运用评价和运用验收工作,对铁路局监测站红外线调度员进行业务管理,并负责与相关部门协调。

铁路局监测站由车辆处货车运用主管部门负责业务管理,负责铁路局管内热轴预报,汇总、统计、分析及上报相关数据。

车辆段由主管运用副段长负责本段的红外线轴温探测系统运用管理全面工作,明确专人负责红外线轴温探测系统运用管理具体工作。货车运用车间负责对系统运用情况进行评价,对红外线值班员进行管理,对系统预报故障进行检查确认,并汇总、统计、分析及上报相关数据。

2.2.2 管理制度

红外线轴温探测系统运用管理制度主要包括以下方面:

《交接班制度》,明确交接班内容,介绍当班系统运行情况及发现的车辆热轴故障,向接班人员明示注意事项;

《考勤制度》,严肃劳动纪律,按规定请销假,出现红外线调度(值班)员请假情况时,及时进行人员调整,确保当班各岗位人员到位;

《岗位职责》,明确红外线调度(值班)员本岗位职责、作业内容,明确作业程序,明确预报信息的传递程序,明确系统故障的报修程序,明确系统非正常情况下的应急措施;

《教育培训制度》,对红外线调度(值班)员进行岗前培训,持《岗位培训合格证》和《上岗合格证》上岗;

《统计分析制度》,红外线调度(值班)员每天填写有关技术台账,记录热轴反馈信息,进行日统计,月分析;

《台账管理制度》,红外线调度(值班)员填写表报台账,按规定程序进行存档,保存时间不少于一年;

《置场环境文明生产制度》,红外线调度(值班)员保持室内卫生和整洁,上岗期间要统一着装,佩戴规定的统一标志;

《计算机及网络安全管理制度》,红外线调度(值班)员按规定程序操作计算机,不在客户端计算机上安装与本岗位无关的软件,不接入互联网,定期对探测数据进行备份;

《领导干部检查制度》,各级货车运用主管部门定期对车辆轴温智能探测系统运用工作进行检查,对发现的问题要及时提出,填写领导检查记录簿。