

高等职业教育铁道机车专业“十四五”规划教材

机车检测和监测技术

主 编 王 磊 贺亚楠

副主编 谢汝树 郑 军

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内容简介

本书是铁道机车专业机车检测和监测技术课程教材, 全书共分7个项目, 包括机车检测和监测技术概述; 无损检测技术; 中国机车远程监测与诊断系统; 机车车载安全防护系统; 机车综合检测棚; 机车车号识别系统和联网平台技术。书中采用项目任务驱动教学方式, 把知识点分散为若干个任务, 学生根据工作任务进行分组讨论来掌握知识, 从而提高学生自主学习能力。

本书可作为高等职业学校铁道机车、铁道车辆和车辆工程专业教材, 也可作为成人教育、机务段机车运用与检修人员和有关工程技术人员的岗位培训参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

机车检测和监测技术 / 王磊, 贺亚楠主编. —成都:
西南交通大学出版社, 2022.2
ISBN 978-7-5643-8614-6

I. ①机… II. ①王… ②贺… III. ①机车—检验—
高等职业教育—教材②机车—监测—高等职业教育—教材
IV. ①U260.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2022)第033860号

Jiche Jiance he Jiance Jishu

机车检测和监测技术

主编 王磊 贺亚楠

责任编辑 李华宇
封面设计 吴兵

出版发行 西南交通大学出版社
(四川省成都市金牛区二环路北一段111号
西南交通大学创新大厦21楼)
邮政编码 610031
发行部电话 028-87600564 028-87600533
网址 <http://www.xnjdcbs.com>
印刷 四川森林印务有限责任公司

成品尺寸 185 mm × 260 mm
印张 13.25
字数 298 千
版次 2022年2月第1版
印次 2022年2月第1次
定价 35.00 元
书号 ISBN 978-7-5643-8614-6

课件咨询电话: 028-81435775

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话：028-87600562

前 言

PREFACE

我国铁路里程的增长、轨道车辆的增多、列车运行速度的提升，对轨道车辆和车载设备的可靠性、可用性、可维护性和安全性的要求也越来越高。在科技飞速发展的今天，铁路机车及其系统和设备的复杂性、综合化及智能化程度不断提高，运用大数据、云计算等新技术手段，通过可靠的数据和精准的决策方法，可以提高铁路运营管理水平，保障铁路运输的安全。

本书依据普通高等职业学校铁道机车专业人才培养目标要求而编写，重点阐述机车无损检测技术和机车监测技术。本书的编写注重理论与实践的融合，从铁路运用现场出发，精选相关知识，与铁道机车专业其他课程相辅相成，全面构建适应岗位要求的知识体系。引入学习机车检测和监测的新方法、新技术和新装备相关知识，突出教学内容的实用性，使之更贴近现场实际，以适应铁路发展需求。

通过学习，使学生具备从事机车运用和检修岗位所必需的基本知识和专业技能，具有解决生产实际问题的能力，培养学生爱岗敬业、忠于职守、与人合作的精神，为提高综合素质和职业能力打下基础。

本书由南京铁道职业技术学院王磊、贺亚楠担任主编，中国铁路上海局集团有限公司南京东车辆段谢汝树和中国铁路兰州局集团有限公司武威工务段郑军担任副主编，其中项目一、项目三和项目七由王磊编写，项目四和项目六由贺亚楠编写，项目五由谢汝树编写，项目二由郑军编写，全书由南京铁道职业技术学院华亮主审。本书在编写过程中得到了南京铁道职业技术学院机车车辆学院和中国铁路上海局集团有限公司的大力支持，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，本书不足和疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。我们将虚心听取大家的意见和建议，不断完善和深化本书中的相关内容。

编 者

2022年1月

目 录

CONTENTS

项目一 机车检测与监测技术概述	1
任务 机车检测与监测的意义和内容	1
铁路小故事	9
复习思考题	10
项目二 无损检测技术	11
任务一 无损检测概述	11
任务二 超声波无损检测	18
任务三 电磁探伤无损检测	40
铁路小故事	63
复习思考题	63
项目三 中国机车远程监测与诊断系统（CMD 系统）	65
任务一 CMD 系统构成认知	65
任务二 CMD 子系统认知	69
铁路小故事	83
复习思考题	84
项目四 机车车载安全防护系统（6A 系统）	85
任务一 6A 系统的功能及用途	85

任务二 6A 系统的结构与原理	88
任务三 6A 系统的使用与维护	95
任务四 6A 系统报警与故障处理	114
铁路小故事	118
复习思考题	119
项目五 机车综合检测棚	121
任务一 机车综合检测棚构成认知	121
任务二 机车综合检测棚子系统认知	125
铁路小故事	150
复习思考题	151
项目六 铁路车号自动识别系统	152
任务一 铁路车号自动识别系统 (ATIS)	152
任务二 TPDS 在机车上的应用	158
铁路小故事	168
复习思考题	169
项目七 联网平台	170
任务一 以太网	170
任务二 WLAN	185
任务三 北斗系统和 GPS 信息接收装置	194

铁路小故事	203
复习思考题	204
参考文献	205

机车检测与监测技术概述

机车检测和监测技术是识别机车运行状态的一门科学，其研究内容是通过采取一定的手段（如安装各类传感器），获取机车各个主要部件和系统工作状态的信息，通过检测和监测装备对机车的运行状态进行分析和判断，并对机车运行状态发展趋势进行预测。机车发生故障会带来严重的后果，因此必须在事故发生以前，利用先进的检测和监测装备，借助通信网络技术在铁路运营网络系统中共享故障信息，通过专家系统对故障进行分析、预判和处理，实现机车运行的实时动态监控。机车检测和监测技术对于保障机车的安全、可靠运行起着重要的作用。

任务 机车检测与监测的意义和内容

教学目标

1. 能力目标

掌握机车检测和监测技术意义和内容。

2. 知识目标

理解机车检测和监测技术的功能和构成。

3. 素质目标

掌握机车检测和监测技术对机车运用安全的重要性。

工作任务

任务名称	任务布置
机车检测与监测的意义和内容	掌握机车检测和监测技术意义和内容。 理解机车检测和监测技术的功能和构成。 掌握机车检测和监测技术对机车运用安全的重要性
小组讨论	
1. 问题导入	

- (1) 机车检测和监测技术的意义是什么？
- (2) 机车检测和监测技术主要功能有哪些？
- (3) 机车检测和故障诊断系统包括哪些子系统？
- (4) 机车检测和故障诊断系统研究的内容是什么？

序号	机车检测与故障诊断系统构成	功能和作用
1		
2		
3		

2. 归纳总结
机车检测和故障诊断系统研究的内容包括哪些？

相关知识

一、机车检测和监测技术的意义

(一) 提高机车运行的可靠性和安全性

现代机车是一种技术先进、结构复杂的铁路技术装备。它采用了大量的现代电子元件和装备，来进行复杂的信息处理，因此要求这些装备具有较高的可靠性。这种可靠性一方面通过电子装备的可靠性来保证，另一方面则由检测和监测系统来提供。检测与监测技术可以迅速识别和提示运行中发生的故障，使其能采取措施及时排除故障，从而保障机车安全、可靠地运行。

(二) 为机车维修提供重要的依据

现代机车的检测和监测技术不但能够在运行中为机车乘务员提供机车的运行状况、故障级别，提出排除故障措施的建议，而且还能在运行中将机车的运行状况及时地向铁路运营管理部门和机车检修基地传送、记录和存储，可在机车进入检修基地以前做好机车检修计划，提早制订检修方案并准备好需要更换的配件，从而大大缩短了机车检修停时，提高了机车的利用率和铁路管理运营水平。

(三) 可检测、显示、记录、存储和分析数据

检测和监测技术能在机车例行检修和运行中检测出故障、并将故障状况、故障等级以及应该采取的措施建议传递给机车乘务员，帮助机车乘务员及时关注和处理故障；同时，及时将故障发生的时间、位置、故障发生时有关参数的变化情况等信息记录并存储下来，供地面专家系统进一步分析。

二、机车检测和监测技术的功能

机车检测和监测技术的目的是提高机车运行的安全性和可用性，为此，检测和监测技术具有如下的主要功能。

（一）故障检测

故障检测是通过采取一定的手段（如安装各类传感器），获取各个主要部件和系统工作状态的信息，从而确认它们工作是否正常，能否完成应有的功能。检测功能的完成主要依赖各类传感器的工作。对于已有的机车来说，检测的效能主要取决于传感器本身的可靠性和测点的布置；而对于新造的机车来说，应该在设计时充分考虑装备的测试性，使其满足前述的测试性要求。

（二）故障识别

故障识别是根据检测信息，判断出所测部件和系统是否存在故障以及故障的严重程度。一般来说，故障按照严重程度可以分为两类：普通故障和紧急故障。普通故障是局部的、不至于影响机车运行安全的故障或通过采取措施（如切除某一功能）后仍能维持正常运行的故障；紧急故障则是机车不能维持正常运行，必须立即停止运行或者必须采取降级措施后方能继续运行的故障。

（三）故障定位

故障定位即确定故障发生的部位。理想的情况是确定故障发生在哪些元器件上，但是由于机车的元器件数量极大，因此将任一故障都定位到元器件级有相当的困难。一般将故障定位到可更换单元或相应模块上，以利于维修。

（四）故障显示

在故障检测、故障识别和故障定位以后，还需要将故障显示在显示屏上，应尽量显示出发生了什么样的故障、严重程度如何、发生在什么部位、其功能范围包括哪些，给机车乘务员以提示，提示在这种故障情况下的运行方式，并为检修作业人员提出排除故障的维修措施建议。特别是在紧急情况下，指示机车乘务员应采取的紧急措施。

（五）故障记录、存储与传输

在故障检测、故障识别和故障定位以后，除了显示故障以外，还需将故障数据记录和存储起来，以便利用存储的故障数据库进行分析处理，对机车的检修做出决策或者为机车的改进与发展提供依据。

现代机车采用专家系统诊断检修时，必须将机车运行中发生的故障信息实时传输给机务段，使机务段提前做好准备。机车入库后，立即按照制订好的检修计划和方案进行检修，极大地缩短了检修停时，提高了机车利用率。

（六）整备作业和定期检修中的检验

检测和监测技术还担负着机车自动化整备和定期检修作业中的检验任务。例如，进出库检查，即在机车入库和发车前的状态检测，包括车载微机的自诊断，关键部件的检测和试验，以检验其功能是否良好。在检修基地进行机车定期检修时，将车载装备与其他设备相连，以进行机车检测诊断。

三、机车检测与故障诊断系统的构成

机车的检测和故障诊断系统包括三部分，分别为车载故障诊断系统、地面故障诊断系统和数据传输系统。

（一）车载故障诊断系统

机车故障诊断系统主要是指车载故障诊断系统。车载故障诊断系统是一套安装在机车的实时运行诊断系统，实质上是一个分布式计算机测控系统。

机车车载故障诊断系统的检测诊断项目主要包括供电诊断、牵引传动装置诊断、制动装置故障诊断、转向架故障诊断、防滑装置故障诊断、轴箱温度检测等。

（二）地面故障诊断系统

由于车载故障诊断系统一方面受空间的限制，不可能配置大型计算机系统；另一方面受实时条件的限制，不可能进行大量的逻辑推理和运算。因此，需要在地面上设置故障诊断系统，以弥补车载系统的不足，从而能够较好地完成机车故障诊断系统的各项任务。

地面故障诊断系统往往和维修信息系统合并为一个系统，它实质上是一个完善的大型计算机系统。它的主要功能如下：

（1）通过与机车的信息传输与交换，直接得知机车的运行状态，并通过自身的软件系统对信息进行处理与分析，对故障进行实时诊断，给机车乘务员以警示和指令。

（2）通过数据转储设备，将机车运行中记录下来的数据转储到地面系统，可进一步处理和分析，从而做出机车设计、制造、运用和维修方面的重要决策。

（3）外部诊断项目，主要有轮对故障诊断、轴温红外线检测、润滑油的光谱和铁谱诊断等。

（4）机车进入机务段期间，所有的检测数据都输入该系统，由计算机系统做出诊断，以便对机车进行经济、有效的维修。

（三）数据传输系统

数据传输系统包括机车在途数据传输和入段数据传输两部分。机车在途运行时，把车载故障诊断系统采集的机车状态信息、机车安全信息、机车监测信息及视频数据等实时信息通过 GSM GPRS/3G/4G/5G、GSM-R GPRS 传输到地面故障诊断系统服务器；地

面服务器把指令信息通过 GSM GPRS/3G/4G/5G、GSM-R GPRS 发往车载子系统。机车入段后，通过 WLAN 实现车地非实时信息双向传输。可以利用 WLAN 将 LDP 记录数据、6A 数据、LKJ 数据、TCMS 数据等车载设备的记录数据、机车电子履历等大容量信息发送到无线转储服务器，同时把转储结果信息写入段数据服务器。

四、机车检测与故障诊断系统的研究内容

电力机车是由机械部分、电气部分和空气管路部分三大部分组成。

(一) 机械部分检测与故障诊断

1. 机械部分的构成

机械部分是机车的骨架与身躯，是机车能够正常运行的基础。机械部分包括车体、转向架、车体与转向架的连接装置和牵引缓冲装置。

车体是机车的主要机械部件之一，车体通过牵引杆装置和支承装置与转向架连接，通过车体传递垂直载荷和机车的牵引力与制动力，同时车体也要承受各个方向的动态冲击载荷。转向架是机车的走行部分，通常由轮对、构架，一系弹簧支承装置（轴箱悬挂装置）、二系弹簧支承装置（车体支承装置）、牵引装置、电机悬挂装置、基础制动装置等部件组成。轮对是机车机械部分中最重要的部件之一。根据机车轴式的不同，每台转向架上组装有相应个数的轮对装置。轮对是机车机械故障多发的部位，故在机车的检修、维护中，轮对的维护保养尤为重要。

2. 故障诊断的内容

- (1) 车体、转向架、轮对变形和裂纹的检测与诊断。
- (2) 轴承温度的自动检测、自动定位和故障预报。
- (3) 轴承状态的声学检测和振动检测。

(二) 电气部分故障诊断

1. 电气部分的构成

电气部分包括牵引电动机、牵引变压器、整流硅机组、各类电器等。通过它们把来自接触网的电能转变为机械能，同时实现对机车的控制。机车上的主要电气部件包括受电弓、主变压器、牵引变流器、牵引电机、辅助电机系统、电气控制系统、微机及电子控制系统、控制电源和辅助电源等。所以电力机车故障诊断系统的建立是一个十分复杂的系统工程。

2. 检测与故障诊断的内容

- (1) 电机、电器的绝缘检测。
- (2) 电机、电器的温度检测。
- (3) 电机、电器的状态检测与故障诊断。
- (4) 控制系统的状态检测和故障诊断。

(三) 空气管路部分故障诊断

1. 空气管路部分组成

空气管路系统包括风源系统、制动机管路系统、控制管路系统和辅助管路系统。

2. 检测与故障诊断的内容

- (1) 列车管压力检测。
- (2) 停放缸压力检测。
- (3) 均衡风缸压力检测。
- (4) 折角塞门的状态检测。

拓展知识

利用现代技术手段开展设备的状态检测和故障诊断，始于 20 世纪 60 年代。最早开展诊断技术研究的是美国，英国和日本紧随其后。故障诊断的方法、手段和内容不断丰富，至 20 世纪 90 年代初趋于完善，成为多种学科的重要应用领域，正在发展成为一门新的综合性交叉学科。

作为保障机车运行安全的基本措施之一，检测与故障诊断技术可以对早期故障做出预报，提出对策或建议，避免或减少事故的发生，在机车的安全性、可靠性、维修经济性和运行效果等方面发挥了极大的作用。20 世纪 80 年代以来，随着现代测试技术、计算机技术和信号处理技术的迅速发展，机车检测和故障诊断技术也得到了很大的发展，各国铁路部门都在积极开展工作，故障诊断技术在机车中的应用也越来越广泛。

一、机车检测与故障诊断技术在国外铁路上的应用和发展

1965 年美国 Servo 公司推出了第一套安装在轨道旁的红外热轴探测系统，将轴承温度信号记录在记录纸上，由有经验的人员来辨别轴温情况。现在，轴温探测普遍采用了计算机和网络技术，可自动测量轴承温度，自动定位和预报轴承故障，因此得到了广泛的应用。

近年来，GM 公司电力驱动分部（EMD）又开发了基于商业无线通信网络的机车远程检测诊断系统，利用车载检测装置测量记录机车的状态信息，通过无线网络将数据发送到 EMD 的机车管理中心，那里的专家可对数据进行分析并对机车状态做出判断，发现故障可及时通知检修基地做好相应准备。这一系统使机车的运行和状态数据实时性更强，能及时发现并排除故障，提高了运输安全性，此外可以缩短检修停时，提高机车的

可用性和实际利用率，效益非常显著。

日本于 20 世纪 60 年代修建并开通了第一条新干线高速铁路，率先开始了铁路高速化进程。为保证安全和降低维修成本，日本很早就开展了机车、车辆和动车组的故障诊断研究，如利用通用仪器进行了振动和铁谱分析技术的应用研究，特别是通过测量和分析电力机车上一些旋转机械的振动加速度 O/A 值，对判断标准的设定做了探讨。

为提高高速机车运行的安全性和舒适性，日本研究开发了车载检测诊断系统，如在 200 系新干线高速动车组上装设仪器，可同时检测 8 个被测部位的垂向和横向振动，并根据有关舒适性指标对机车运行状态进行判断，推测不良部位，以实现有效的检修，数据可显示和打印输出。700 系动车组采用了智能化检测系统，可对主要电气装置的动作和控制状态进行直接检测，并可传送到操纵台的中央检测装置，还可以为维修提供数据，简化维修作业。

德国铁路从 1975 年开始研究故障诊断技术，20 世纪 80 年代随着微电子技术广泛应用于机车，诊断技术也受到了重视，现在它已经成为机车运营和维修的重要辅助工具，具有代表性的是 ICE 系列机车。

ICE 高速机车装设了计算机辅助故障管理系统，它具有从故障产生到故障排除及统计分析的全面管理功能，覆盖了车上的大部分主要部件或系统。其综合控制装置包含 100 多个由计算机控制的分系统，控制计算机同时承担诊断任务。分系统的诊断结果以代码的形式向上传输，采用串行通信方式，在车辆及机车上集中和显示，节省了分系统的显示装置。诊断任务包括故障通报、故障定位、采集故障出现的频率及环境条件、显示诊断结果、存储履历、集中查询、补救程序、接收人工输入故障、测试运行、显示过程值、统计数据等。

ICE2 有很多与 ICE 的相似之处，但在转换器、存储器、故障输入、供电装置等方面做了较大改进。

ICE3 和 ICET 机车已分别于 2000 年和 1999 年交付使用，为提高机车可用性和减少维修费用，采用了新一代基于机车通信网络（TCN）的检测和控制系统。诊断系统的功能是处理所有诊断子系统记录的所有事件，并将有关信息显示给机车乘务员、机车长（运转车长）和随车技术人员，也可以直接通过无线网络将数据传输到基地。

俄罗斯自 20 世纪 80 年代起，铁路运输科学院、高等院校、铁路局和机务段在内的许多单位和部门都投入了力量，在电气、轴承、柴油机、轮对等很多方面开展了诊断技术的研究、开发和应用工作。

二、机车检测与故障诊断技术在我国铁路上的应用和发展

我国铁路自 20 世纪 80 年代起，积极开展了诊断技术在机车上的应用工作，进行了内容广泛的诊断技术研究、开发和应用，技术上取得了很大进展，并获得了明显的经济效益。所采用的故障诊断方法主要有温度探测、光铁谱分析、电气参数检测、动态压力检测及振动诊断等，一些新的理论、方法和技术（如模式识别、灰色系统、模糊数学、专家系统、小波变换神经网络、遗传算法等）也进入探索与应用阶段。

20 世纪 90 年代初开发的机车轴承诊断仪，可提取峭度系数、均方根值等多个特征参数，并具有共振解调分析功能，已有近 400 台服务于全铁路的机务段、电机厂、机车制造厂和大修厂等。随后开发的机车轴承动态检测系统采用了多参数灰色关联分析方法，用于中修机务段和轴承厂，对单件轴承的动态品质进行检测和自动判别，保证品质良好的轴承才能装车使用。机车走行部顶轮诊断系统，可用于各机务段在机车不解体条件下，诊断机车的轴箱轴承、牵引电机轴承、抱轴承、空心轴轴承及牵引齿轮等的状态，保障运用机车走行部的安全。为提高货车的运行安全、减少不必要的拆卸，开发了货车轴承诊断系统，安装在车辆段轮对检修流水线上，对未到期的轴承进行诊断。该系统经多次改进已成为机电一体化装备，轴承故障可自动识别，取得了比较好的效果。此外，还研究了小波变换、神经网络及遗传算法等在轴承诊断中的应用，并进行了大量的现场实践和技术推广，基本解决了机车旋转机械部件的故障诊断问题，促进了故障诊断技术在机车上的应用和发展。特别是在机车轴承诊断方面，不仅做了大量的技术开发和推广工作，而且从管理的角度制定了相关的规范，使轴承诊断工作制度化 and 规范化。目前，全铁路绝大多数中修机务段都建立了机车轴承检测站，有些机务段还对传统的检修管理模式做了相应的改革，将诊断与维修分离，前者负责机车入段维修前的测试诊断，提出修理、更换内容，并进行维修后的检验，后者根据诊断结果进行有针对性的修理或更换，对未达到质量要求的部分进行返工修复。这样，既保证了机车的检修质量和运行安全，又节约了维修成本，经济和社会效益十分显著。

20 世纪 90 年代中后期以来，我国开发的新一代准高速、高速机车和动车大都安装了具有控制和故障诊断功能的车载计算机，如 SS₆ 型电力机车、神州号内燃动车组动力车等，其车载微机控制系统均具有某些部件诊断功能。

随着机车交路的不断延长，列车运行速度的不断提高及牵引重量的不断加大，机车在运用现场的安全事故也时有发生，直接和间接损失巨大，严重影响了运用安全和运营秩序。2011 年 2 月，中国铁道科学研究院牵头研发机车车载安全防护系统（6A 系统），6A 系统是针对机车的制动系统、防火、高压绝缘、列车供电、走行部等危及安全的重要事项、重点部件和部位，采用实时检测、监视、报警并可实现网络传输、统一固态存储和智能人机界面，整体研究设计而形成平台化的安全防护装置。2011 年 10 月 25 日，6A 系统总体暂行技术条件发布。2012 年 9 月 26 日，6A 系统中央处理平台及六个子系统暂行技术条件正式发布。2012 年 10 月 29 日，在中铁认证中心主持下，召开关于 6A 系统产品 CRCC 认证规则讨论会，确定了 6A 系统认证的基本规则。2012 年 11 月底，6A 系统首批供应商通过 CRCC 认证。2012 年 12 月，在 HXD3C 和 HXD1 型机车上批量安装 6A 系统。2013 年 4 月，HXD3C 型机车 97 台，HXD1 型八轴机车 50 台批量生产投入运用。2013 年 5 月，铁路总公司下发运机技验函〔2013〕179 号文《机车车载安全防护系统（6A 系统）运用维护管理规则（试行）》自 2013 年 7 月 1 日起施行。

三、不同国家机车检测诊断技术的主要特点

（1）美国、加拿大、澳大利亚铁路以重载运输为主，重点发展了道旁检测诊断技术。

不同企业及研究机构充分合作，共同研发了内容广泛的道旁检测网络系统，对运输安全起了积极的保障作用。它们在滚动轴承的检测和诊断方面做了大量的工作，其成果值得我们借鉴。此外，美国在机车状态检测与诊断方面也做了大量的工作，开发了机车车载检测装置及基于无线通信网络的机车远程检测诊断系统，提高了机车利用率。

(2) 欧洲铁路以高速客运为主，主要发展了车载检测诊断技术，机车上的控制计算机同时具备诊断功能，可对多种机车部件或子系统进行诊断。其发展趋势是网络化，应用各种现场总线技术将不同位置、不同功能的诊断装置连接成网，实现信息共享和集中管理。

(3) 日本铁路也是以高速为主，但与欧洲不同的是除开发车载检测装置外还开发了很面向机车检修方面的仪器和装备，应用在检修基地。研究、开发工作的有组织进行，诊断技术研究会（联络会）起了很大的作用，诊断方法、种类呈现多样性，包括振动、电气、油液分析等，现场应用效果良好。

(4) 俄罗斯铁路在电气、轴承、柴油机、轮对等很多方面开展了诊断工作，采用各种方法与计算机技术结合开发了多种仪器，并在机务段和车辆段进行了推广应用，取得了较好的效果。在高速动车组上，利用控制计算机进行某些部件的诊断，以保证机车的运行安全。

(5) 中国铁路在铁谱、电气性能、振动等方面进行了广泛的应用研究和开发，研制的仪器、装备已在全铁路范围内获得了应用，正在改变着机车检修模式。同时，我国也开发了一些如 6A 系统的车载检测诊断装置，对机车的提速起了安全保障作用。

四、机车检测诊断技术的发展趋势

(一) 多传感器信息融合技术的应用

简单零部件的诊断，采用单一信号一般可以获得有效的结果。但对于复杂的部件或系统，采用单一的物理信号通常很难得到准确的结果，如机车柴油机的故障诊断问题，应利用多种信号及先进的数据融合方法进行综合诊断，才会取得有效的诊断结论。

(二) 新的智能诊断方法和模式识别方法的应用

近年来出现和蓬勃发展的各种新方法如人工神经网络、模糊逻辑、遗传算法等，均可在机车故障诊断中应用。将几种方法结合起来，特别是数据库和数据挖掘技术的应用，将进一步提高诊断的准确性和可靠性。

(三) 网络化检测及远程诊断技术的开发和应用

通信和计算机网络技术的发展，使现代机车可以利用各种有线和无线网络，增强通信能力，提高检测诊断的有效性和实时性，提高数据集成和管理的效率。道旁检测系统可利用互联网及各种专用网络，车载检测装置可利用的有线网络包括各种现场总线（如 CAN、LonWorks、Worldfip、MVB 等）及工业以太网，无线网络包括 GPS、GSM、GSM-R、GPRS、CDMA 等。智能化技术、网络化技术和信息化技术的应用，也是我国铁路安全

技术装备的近期发展方向。



铁路小故事

“毛泽东号”机车组：红色基因，在他们手中一代代薪火传承

1946年的哈尔滨刚刚解放，为了支援辽沈战役，缓解铁路运输运力不足的困难，哈尔滨机务段的工人们经过27个昼夜的奋战，抢修出了一台蒸汽机车。中共中央东北局按照工人们的要求，将这台机车命名为“毛泽东号”，赋予它“机车领袖”的使命。在“毛泽东号”诞生之初，曾流传着一句响亮的口号：“解放军打到哪里，铁路修到哪里，‘毛泽东号’机车就开到哪里。”“毛泽东号”机车冒着敌机的轮番轰炸和枪林弹雨，勇打头阵，为辽沈战役前线的人民子弟兵运送弹药给养。

“毛泽东号”机车先后跨越蒸汽、内燃、电力3个动力时代，历经5次换型、6台机车，截至2021年3月底，“毛泽东号”机车已安全行驶1155万千米，相当于绕地球288圈，见证了中国铁路由小变大、从弱到强的发展历程。“毛泽东号”成为中华人民共和国成立以来全路机车组组建时间最早、涌现劳模最多、安全成绩最好、完成任务量最大的先进机车组，被誉为“机车领袖”“火车头中的火车头”。12任司机长和179名乘务员在长期实践中创造了“责任心+责任制+基本功=安全”的基本经验，形成了“开领袖车，做领军人”的核心价值观，塑造了“报效祖国，忠于职守，艰苦奋斗，永当先锋”的“毛泽东号”精神。而今，经历了建设时期、改革开放、新时代的“毛泽东号”依然奔驰在祖国的广阔大地上。时代在前进，“毛泽东号”的车轮一刻也没有停留，风雨无阻，全力前行，担当着“交通强国、铁路先行”的历史使命。

？ 复习思考题

1. 机车检测和监测技术的意义是什么？
2. 机车检测和监测技术主要功能有哪些？
3. 机车检测和故障诊断系统包括哪些子系统？
4. 机车检测和故障诊断系统研究的内容是什么？
5. 机车检测诊断技术的发展趋势是什么？