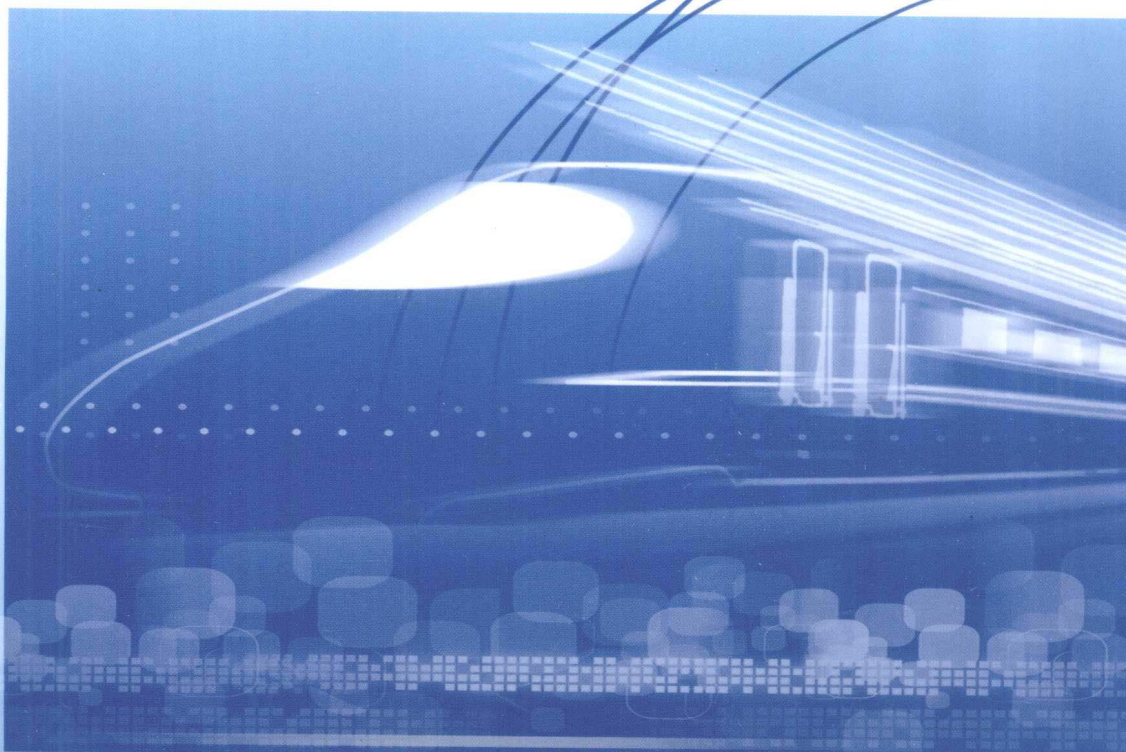




普通高等教育铁道部规划教材

# 动车组检修技术与设备

林建辉 主编 刘作琪 主审



中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

普通高等教育铁道部规划教材

# 动车组检修技术与设备

林建辉 主 编

刘作琪 主 审

中国铁道出版社

2010年·北京

## 内 容 简 介

本书是普通高等教育铁道部规划教材。全书共8章,全面介绍了动车组检修基本概念、机械设备状态监测检修技术、故障诊断的数学方法、国外高速列车状态监测技术、动车组检修技术、动车组检修制度、动车组检修基地、动车组主要检修设备。

本书可作为高等学校铁道机车车辆类和轨道交通车辆类专业教材,也可供铁路高职院校机车车辆类学生和研究生组的工程技术人员使用和参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

动车组检修技术与设备/林建辉主编. —北京:  
中国铁道出版社,2010.9  
普通高等教育铁道部规划教材  
ISBN 978-7-113-11674-3

I. ①动… II. ①林… III. ①高速列车—动车—车辆  
检修—高等学校—教材 ②高速列车:动车—设备—高等学  
校—教材 IV. ①U269②U266

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第135623号

书 名: 动车组检修技术与设备  
作 者: 林建辉 主编

---

责任编辑: 刘红梅 电话: 010-51873133 电子信箱: mm2005td@126.com 教材网址: www.tdjiaocai.com  
编辑助理: 李慧君  
封面设计: 崔丽芳  
责任校对: 孙 玫  
责任印制: 陆 宁

---

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: 三河市华丰印刷厂  
版 次: 2010年9月第1版 2010年9月第1次印刷  
开 本: 787 mm×960 mm 1/16 印张: 12.25 字数: 255千  
书 号: ISBN 978-7-113-11674-3  
定 价: 25.00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

# 前 言

本书是普通高等教育铁道部规划教材,是由铁道部教材开发领导小组组织编写,并经铁道部相关业务部门审定,适用于高等院校铁路特色专业教学以及铁路专业技术人员使用。本书为铁道机车车辆类动车组系列教材之一。

高速动车组诞生近 50 年来,以其安全、快捷和舒适等特点在世界上多个国家得到了广泛的应用和快速发展。近年来,随着社会、经济的快速发展,我国掀起了高速铁路建设的热潮,相信不久以后我国高速铁路将成为世界高速铁路体系的一大主体。促进高速动车组技术的发展和运用,需要培养一大批具有扎实专业基础知识和技能的人才。编者深切感受到急需具有专业特色、难度适中、适合本科生教学和本领域相关技术人员参考的动车组专业书籍,本书便是为了满足现实需要而编写。

全书共 8 章。全面介绍了动车组检修基本概念,机械设备状态监测检修技术,故障诊断的数学方法,国外高速列车状态监测技术,动车组检修技术,动车组检修制度,动车组检修基地,动车组主要检修设备。

本书由西南交通大学林建辉主编,铁道部运输局刘作琪主审。

在本次编写过程中,得到了铁道部运输局的大力支持以及有关铁路局的大力帮助,才使得本书尽可能全面地反映了当前我国动车组的检修技术与设备,在此编者表示衷心的感谢。

由于编写时间仓促,加之编者知识水平的限制,本书中疏漏之处,望读者不吝指正。

编 者  
2010 年 8 月

# 目 录

<b>第一章 动车组检修基本概念</b> .....	1
第一节 检修思想与检修制度.....	2
第二节 检修方式.....	3
第三节 检修等级.....	4
第四节 动车组检修的特点.....	5
第五节 动车组故障诊断技术.....	6
复习思考题 .....	11
<b>第二章 机械设备状态监测检修技术</b> .....	12
第一节 振动状态监测检修技术 .....	12
第二节 噪声状态监测检修技术 .....	50
第三节 温度状态监测检修技术 .....	54
第四节 无损探伤状态监测检修技术 .....	56
第五节 机械设备状态监测检修技术的实施 .....	58
复习思考题 .....	61
<b>第三章 故障诊断的数学方法</b> .....	63
第一节 贝叶斯法 .....	63
第二节 时间序列法 .....	65
第三节 灰色系统 .....	66
第四节 模糊诊断法 .....	67
第五节 故障树分析法 .....	71
第六节 人工神经网络 .....	73
第七节 专家系统智能故障诊断技术 .....	77
复习思考题 .....	81



<b>第四章 国外高速列车状态监测技术</b> .....	82
第一节 概    述 .....	82
第二节 日本高速列车监测技术 .....	86
第三节 法国 TGV 高速列车监测技术 .....	88
第四节 德国 ICE 高速列车监测技术 .....	93
复习思考题 .....	100
<b>第五章 动车组检修技术</b> .....	101
第一节 动车组概述 .....	101
第二节 牵引传动系统检修技术 .....	106
第三节 转向架系统检修技术 .....	119
第四节 制动系统检修技术 .....	140
第五节 电气系统检修技术 .....	142
第六节 发动机检修技术 .....	150
复习思考题 .....	162
<b>第六章 动车组检修制度</b> .....	163
第一节 德国 ICE 高速列车的检修制度 .....	163
第二节 法国 TGV 高速列车的检修制度 .....	164
第三节 日本高速列车的检修制度 .....	166
第四节 我国动车组的检修制度 .....	167
第五节 动车组运用检修一体化 .....	168
第六节 动车组检修作业过程 .....	169
第七节 动车组检修信息化管理系统 .....	170
复习思考题 .....	171
<b>第七章 动车组检修基地</b> .....	172
第一节 动车组检修基地主要功能 .....	172
第二节 动车组检修基地 .....	173
复习思考题 .....	176



<b>第八章 动车组主要检修设备</b> .....	177
<b>第一节 走行部—转向架检修设备</b> .....	177
<b>第二节 轮对踏面检修设备</b> .....	178
<b>第三节 主传动系统检修设备</b> .....	179
<b>第四节 控制系统检修设备</b> .....	180
<b>第五节 ATC 系统检修设备</b> .....	182
<b>第六节 其他设备</b> .....	183
<b>复习思考题</b> .....	185
<b>参考文献</b> .....	186

# 第一章

## 动车组检修基本概念

动车组是自带动力、固定编组、能够两端同时驾驶、配备现代化服务设施的旅客列车。

通常看到的电力机车和内燃机车,其动力装置都集中安装在机车上,在机车后面挂着许多没有动力装置的客车车厢。如果把动力装置分散安装在车厢上,使其既具有牵引动力,又可以载客,这样的客车车辆便叫做动车。动车组是几节自带动力的车辆加几节不带动力的车辆编成一组,带动力的车辆叫动车,不带动力的车辆叫拖车。

动力分散的优点是动力装置分布在列车不同的位置上,能够实现较大的牵引力;由于采用动力制动的轮对多,制动效率高,调速性能好,制动减速度大,适用于限速区段较多的线路;列车中一节动车的牵引动力发生故障对全列车的牵引指标影响不大。动力分散的缺点是:牵引力设备的数量多,总重量大。

动力集中的动车组也有其优点,动力装置集中安装在2~3节车上,检查维修比较方便,电气设备的总重量小于动力分散的动车组。动力集中布置的缺点是动车的轴重较大,对线路不利。

动车的技术发展主要表现在功率、速度和舒适性的提高、单位功率重量的降低以及电子技术的应用等方面。动车组的制造、运营是国家为进一步提升铁路制造业水平、实现行业快速发展而做出的战略决策。长期以来,中国轨道运输处于缓慢发展的阶段,从1997年至2004年虽然实施了五次大面积提速,但提速后仍然没有达到200 km/h以上的速度。

2007年4月18日,通过区间半径的改造,路、桥、隧道的加固和改造,提速道岔的更换,以及列车提速系统装备、客运设施、跨线设施和相关检修设施的提升,在京哈、京沪、京广、京九、陇海、沪昆、兰新、广深、胶济等18条既有干线上实施了第六次大面积提速调图。提速以后既有线列车最高运营速度提高到了200 km/h,部分区间达到了250 km/h,全国铁路时速200 km及以上线路里程达到6 003 km,其中速度250 km/h的线路延展长度达到840 km。第六次大面积提速调图为我国高速铁路的建设奠定了技术基础。

2007年,通过引进、消化、吸收、再创新,具有自主知识产权的国产系列时速250 km和谐号动车组批量下线,成功运用于铁路第六次大面积提速。时速250 km和谐号动车组采用动力分散方式,可以两端驾驶,开行列车型号分别是CRH<sub>1</sub>型、CRH<sub>2</sub>型和CRH<sub>5</sub>型。

2008年国务院批准了《中长期铁路网规划(2008年调整)》,规划到2020年将建成16 000 km





时速 250 km 以上的高速铁路;在“十一五”期间,中国铁路将建成 7 000 km 世界上最大的高速铁路网;到 2012 年将建成 12 500 km 的高速铁路,其中时速 250 km 高速铁路 6 000 km,时速 350 km 高速铁路 6 500 km,建成京哈、京沪、京广、沿海通道、沿江通道、沪昆通道、东陇海、青太等高速铁路构成“四纵四横”高速铁路网的基本构架,城际高速铁路覆盖环渤海、长三角和珠三角经济圈。中国高速铁路进入加速建设的时期,所形成的高速铁路网规模将远远超过法国、日本和德国现有高速铁路的规模。

2008 年 8 月 1 日,京津城际铁路投入运营,最高设计速度达到 350 km/h。京津城际铁路连接北京、天津两大直辖市,全长 120 km,其中 87% 为桥梁工程,采用公交化城际列车和跨线列车混合开行的运输组织模式,全程直达运行时间在 30 min 内,列车最小追踪间隔 3 min。京津城际铁路开行具有自主知识产权的时速 350 km CRH<sub>3</sub> 型和 CRH<sub>2</sub>-300 型和諧号动车组。

京津城际铁路是我国高速铁路建设的一个里程碑,是我国自主设计、自主集成、自主施工的第一条最高设计速度 350 km/h 等级的高速铁路,为我国高速铁路的技术提升与创新奠定了基础,它的开通意味着国内高速铁路建设迈向一个新的台阶,标志着我国高速铁路跨入世界先进领域。

高速铁路涉及很多高新技术问题,包括车体技术、转向架技术、制动技术、牵引传动技术、自动控制技术、网络与信息技术、检修技术等等,动车组的检修是保障动车组安全运行的关键技术之一。作为高速铁路成套技术的动车组检修技术与设备发展速度非常迅速,我国动车组检修按照快速、高效、安全可靠、零部件检修专业化的发展思路,结合中国的实际情况与国际发展趋势,进行了大量创新,是高速铁路网发展的重要支撑。

## 第一节 检修思想与检修制度

动车组的检修是高速铁路系统综合保障工程中的重要组成部分,是确保实现动车组安全运行、高效率使用的必要保障。在检修过程中,检修制度对于形成专业负责、整体联动的动车组运用维修体系和动车组一体化检修管理模式起着指导性、关键性的作用。合理完善的检修制度是保证高速动车组快速、安全、舒适、高效运行的基本前提。

检修制度就是在一定检修思想指导下,制定出的一套规定与制度,包括:检修计划、检修类别与等级、检修方式、检修组织、检修体制和检修考核指标体系等。

检修制度可分为两大体系,一个是在“以预防为主”检修思想指导下,以磨损理论为基础的计划预防检修制;另一个是在“以可靠性为中心”检修思想指导下,以故障统计理论为基础的计划预防检修制。

### 1. “以预防为主”的检修制度

“以预防为主”的检修制度是从 20 世纪 40 年代开始逐渐发展起来的。这种检修制度要求装备及其零部件在即将磨损到限或损坏之前要及时更换、修理,将检修工作做在故障发生之



前。在这种检修制度指导下,形成了以磨损理论为基础的计划预防修制。计划预防修制以机械装备故障率曲线中偶然故障期的结束点来确定大修时间。由于把机件磨损或故障作为时间的函数,因此定时检修、拆卸分解就成了这种修制的主要方法。计划预防修制的具体实施可以概括为“定期检查、按时保养、计划修理”。计划预防修制的关键是确定装备及其主要零部件的检修周期,合理划分检修等级及检修周期结构,制定检修规程与规范。

## 2. “以可靠性为中心”的检修制度

“以可靠性为中心”的检修制度是在“以预防为主”检修制度及计划预防修制的基础上发展起来的。人们在实践中发现,并不是检修越勤、修理范围越大就能减少故障,相反因为频繁拆装易引发更多的故障。装备的可靠性是由设计制造所决定的,除非对装备实施改进性检修,否则有效的检修只能保持其固有可靠性。复杂装备大多只有早期故障期和偶然故障期,实行定期计划检修对许多故障是无效的。“以可靠性为中心”的检修制度认为,一切检修活动(改进性检修除外)归根结底都是为了保持和恢复装备的固有可靠性,这种检修制度根据装备及其零部件的可靠性状况,以最少的检修资源消耗,运用逻辑判断分析方法来确定所需的检修内容、检修类型、检修间隔期和检修等级,达到优化检修的目的。

## 第二节 检修方式

常用的检修方式有三种:定时检修、视情检修和事后检修。

### 1. 定时检修

定时检修是以使用时间作为检修期限,只要装备达到了预先规定的时间,不论其技术状态如何,都要进行规定的检修工作,这是一种强制性的预防性检修。定时检修的关键是如何确定检修周期。正确的大修时机应该是偶然故障阶段的结束点,即在故障率进入耗损期急剧上升之前的时间点。定时检修方式的优点是便于安排检修计划,检修组织管理工作比较简单、明确。缺点是只适用于已知寿命分布规律,并且有耗损故障期的装备,这种装备的故障与使用时间与明确的关系。定时检修方式对于那些没有耗损期的复杂装备不适用。另外,定期检修中的大拆大卸方法也不利于发挥机件的固有可靠性。

### 2. 视情检修

视情检修又称状态修,是按装备实际技术状况来确定检修时机。它不对装备规定检修期限,不固定拆卸分解范围,在检查、检测、监控其技术状况的基础上确定装备的最佳检修时机。这种检修方式是靠不断监测和分析装备的某些参数和状态数据来决定检修时机和项目。视情检修适用于故障初期有明显劣化征兆的装备,要求有适当的检测手段并能制定出技术状况标准。这种检修方式是一种按需检修的方式,它的优点是针对性强,可以充分发挥装备的工作寿命,提高检修的有效性,减少检修工作量和人为差错,但是费用较高,需要适当的检测、诊断条件和较高的检修人员素质。



### 3. 事后检修

事后检修又称修复性检修或故障修,是指装备发生故障后,使其恢复到规定状态所进行的检修活动。装备发生故障后的修复性检修可分为及时修理和延迟修理,对于那些不影响安全 and 生产任务的可继续使用,严加监控,延迟修理。

在检修实践中,如何选择检修方式是十分重要的,选择检修方式应该从故障后果,即装备发生故障后对安全性和经济性的影响来考虑。由上述三种检修方式的特点可以看出,定时检修和视情检修属于预防性检修,事后检修是非预防性的。定时检修是按时间标准进行检修;视情检修是按实际状况标准进行检修;事后检修不控制检修时间。三种检修方式各有特点,各有其适用范围,从这个意义上讲,它们并没有先进落后之分,问题的关键是应该根据检修的具体情况,正确地选择检修方式。

选择检修方式的步骤一般是先要确定复杂装备中哪些零部件是重要功能部件,这些零部件发生故障会产生严重影响。然后对这些重要功能零部件适用于哪种检修方式进行分析和逻辑判断,根据它们的功能、条件、故障的可能形式(隐蔽性、潜在性)等来选择是采用定时检修、视情检修,还是事后检修。在复杂装备的检修中,往往三种检修方式并存,相互配合使用,以充分利用各个机件的固有可靠性。

## 第三节 检修等级

检修等级是指按检修性质、检修范围和检修深度而划分的级别。在每个检修等级内进行的检修范围,必须与人员、设备、技术数据及提供的设施相一致。根据配属的机车车辆种类、特性和技术特点的不同,在不同的检修机构中配置不同的人力、物力,形成检修能力的梯次结构。

划分检修等级的主要目的:合理区分检修任务,科学组织检修活动;合理配置检修资源,提高使用效率;合理设置检修机构,提高检修管理水平。

### 1. 我国机车的检修等级

我国机车检修等级分为大修、中修、小修和辅修四类。

#### (1) 大修

大修是对机车进行全面检查修理,恢复机车基本性能。大修的性质属于机车全面恢复性修理,即全面解体、更换或修复所有不符合技术标准和要求的零部件,使机车达到或接近新机车标准或达到规定的技术性能指标。

#### (2) 中修

中修是对机车主要部件进行检查修理,恢复机车主要性能。中修的性质属于机车的平衡性修理,即修复机车某些部分性能,使其与其他未修理部分能继续配套使用。

#### (3) 小修

小修是对机车关键部件进行检查修理,有针对性地恢复机车运行可靠性。有诊断技术条



件的,可按其状态进行修理。小修的性质属于机车运行性修理。

#### (4) 辅修

辅修是全面检查机车,进行故障诊断、状态修理。辅修的性质属于机车的临时性检修和养护。

大修一般在工厂进行,称为厂修;中修、小修和辅修在机务段进行,称为段修。

### 2. 我国车辆的检修等级

我国车辆检修等级分为厂修、段修、辅修和轴检四类。

#### (1) 厂修

车辆厂修由车辆工厂负责,对车辆进行全面彻底的检查和修理。要求厂修后的车辆达到或接近新车的性能水平。

#### (2) 段修

车辆段修由车辆段承担,对车辆进行全面的检查,根据规程规定的施修范围更换或修复损坏和磨损超限的部分。

#### (3) 辅修

车辆辅修是对车辆制动机和轴箱油润部分进行检修。货车辅修在检修所(线)进行,客车辅修一般在车辆段库停时间进行。

#### (4) 轴检

轴检主要对货车轴箱油润部分进行检查和修理。轴检在检修所(线)进行。

## 第四节 动车组检修的特点

### 1. 动车组检修中大量采用新技术设备

德国 Hamburg 动车段能在 60 min 内完成长 412 m 的 ICE 动车组的维修保养和整备工作,是由于他们采用了大量的新技术。这些新技术包括:车载微机诊断系统,远程无线通信技术,三个维修工作面能同时在列车上部、下部、顶部开展维修作业,具有轨道桥的架空轨道,具有气垫走行装置的轮对和转向架更换设备,感应导向式升降工作车,具有排气—生物过滤器和处理中心的真空排污处理系统,自动化外部清洗装置,自动检测轮对踏面裂纹、磨损和不圆度的踏面诊断设备,微机信息系统,等等。

### 2. 用系统工程观点进行检修

用系统工程观点进行检修首先是对高速列车整个寿命周期费用进行研究,将总费用保持在最经济的状态;其次是把技术、财物、管理等诸方面的因素综合起来进行全面管理;另外,利用系统工程理论对高速列车的可靠性、可维修性和可用性进行研究,对高速列车的各个环节(方案、设计、制造、安装、运用、维修、改进和更新等)进行综合分析;最后进行信息反馈,将运用维修中的信息反馈给制造部门,以便改进设计。



### 3. 在设计阶段对检修作综合考虑

法国 TGV 高速列车设计制造部门非常重视高速列车的可靠性设计和维修性设计,其设计与维修反馈系统如图 1-1 所示。由于采用了可靠性设计与维修性设计,保证了列车的质量,再加上有检修基地良好的检修技术作保证,使得 TGV 高速列车取得了非常好的运营效果。

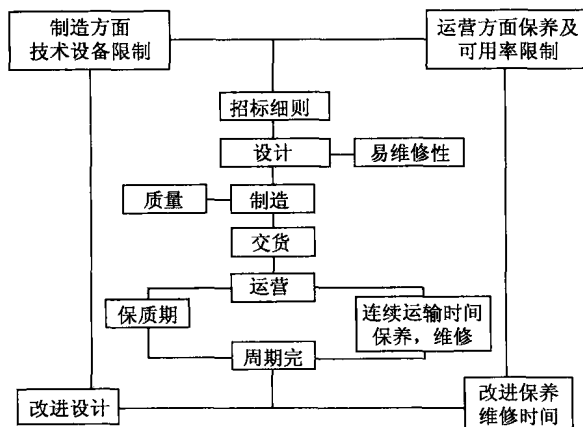


图 1-1 法国 TGV 设计与维修反馈系统

### 4. 采用合理的检修制度

日本新干线车辆检修是按一定修程(走行公里或使用年限)实施定期检修和在用期临时检修相结合,为确保安全、稳定的运行,并考虑到新干线车辆是在高速度、长距离运行的恶劣条件下使用,所以基本上是对无故障安全部件实施预防检修,对故障安全部件实施事后检修。

### 5. 停时缩短,利用率提高

各国铁路部门都尽力缩短高速列车的检修停时,以提高列车的利用率。为此,德国 ICE 高速列车进段检修时采用不摘钩整列入库的全新检修模式,大大缩短了检修停时,提高了列车可用性。

## 第五节 动车组故障诊断技术

近年来,随着信息技术的发展,监控手段的提高,逐渐形成了状态监控检修,即对装备进行状态监测和故障诊断,分析装备状态,确定装备的可靠性水平,决定检修时机。状态监控检修不规定装备的检修时间,能最充分地利用装备的寿命,使检修工作最优化。

### 一、故障诊断的意义

在工程应用中,一般用机械设备的状态来定义故障。机械设备的基本状态通常认为有三



种:正常状态、异常状态和故障状态。

机械设备正常,是指它在执行规定的动作时没有缺陷,或者虽有缺陷但也是在允许的限度范围之内;异常是指设备的缺陷开始产生或已有一定程度的扩展,使设备的状态信号(如振动、温度等)发生变化,设备的工作性能逐步劣化但仍能维持工作;故障是指设备的性能指标严重降低,低于正常要求的最低极限值,设备已无法维持正常工作。故障有一个形成过程,机械设备的故障往往是由于某种缺陷不断扩大经由状态异常后进一步发展形成的。

状态监测与故障诊断是识别机械设备运行状态的科学,是指运用各种检测、测量、监视、分析和判别方法,结合机械的历史和现状,考虑环境因素,根据所检测的信息特征对机械运行状态进行评估,判定发生故障的部位,分析故障形成原因并预报故障发展趋势,以便及时处理。状态监测与故障诊断是防止事故的有效措施,也是设备进行预知检修管理的重要依据。

自有工业生产以来对机械的故障诊断就一直存在,早期人们是通过人手摸、耳听、眼看等感官或借助一些简单的测量工具观察机械的工作状态。故障诊断作为一门学科,则是20世纪60年代以后发展起来的。美国1961年开始执行“阿波罗”计划,一系列的故障促使美国国家宇航局(NASA)倡导创立了美国机械故障预防小组MFPG。英国在20世纪60年代末成立了机械保健中心开始诊断技术的研究应用。由于诊断技术所产生的巨大的经济效益使之得到迅速发展。其他欧洲国家,比如瑞典、挪威、丹麦、德国在某些领域的故障诊断技术也具有一定优势。相比于美国在航空、核工业以及军事工业等领域的领先地位,日本的故障诊断技术在民用工业,如钢铁、化工、铁路部门发展很快。我国从70年代后期展开了对发达工业国家设备诊断技术的学习和研究,认识到状态维修的优点,我国的故障诊断技术正在蓬勃发展,在我国经济建设中发挥越来越大的作用。

## 二、状态监测与故障诊断技术内容

状态监测与设备故障诊断技术一般是指机械在不拆卸的情况下,用仪器、仪表获取有关参数和信息,并据此判断机械运行状态的技术手段。

设备状态监测与故障诊断的内容和流程如图1-2所示,它包括信号检测、特征提取、状态识别、预报决策等关键内容。

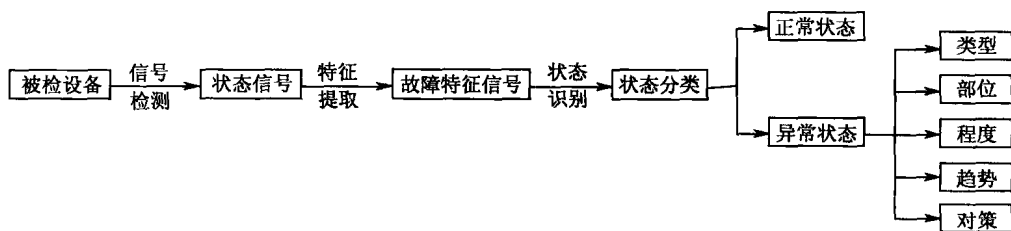


图1-2 设备故障诊断流程



### 1. 信号检测

选择合理的监测对象和适当的传感器,对运行中机械的状态进行正确的测试,获取状态信号。状态信号是设备异常或故障信息的载体,是否能够采集足够数量的客观反映诊断对象运行状况的状态信号,是故障诊断成功的关键。

### 2. 特征提取

在机械运行过程中,一般故障信息是混杂在背景噪声中的。为了提高故障诊断的灵敏度和可靠性,必须采用信号处理技术,去除噪声干扰,提取有用故障信息,以突出故障特征。

### 3. 状态识别

对反映机械故障特征的信息进行分析、比较、识别,判断机械运行中有无异常征兆,进行早期诊断。若发现故障,需判明故障位置和故障原因。

### 4. 预报决策

经过判别,属于正常状态的可继续监视,重复以上流程;属于异常状态的,需进一步对机械异常或故障的原因、部位和危险程度进行评估,预测机械运行状态和发展趋势,提出控制措施和维修决策。

## 三、机械设备故障诊断的分类

机械故障诊断的类型很多,可以概括为以下几方面:

### 1. 功能诊断和运行诊断

功能诊断是针对新安装或刚维修后的机械,检查它们的运行工况和功能是否正常,并根据检测和判断的结果对其进行调整,如发动机安装或修理好后的检查。功能诊断的主要目的是观察机械能否达到规定的功能。

运行诊断是针对正常运行中的机械,监视其故障的发生和发展而进行的诊断。运行诊断的目的是为了发现正常工作中的机械是否发生异常现象,以便及早发现、及早排除故障。

### 2. 定期诊断和连续诊断

定期诊断是指每隔一定时间间隔对工作状态下的机械进行常规检查和测量诊断。它不同于定期维修。定期维修是每隔一定的时间间隔,不管机械的状态如何,都要对机械进行维护修理,更换关键零部件。而定期诊断则是每隔一定的时间间隔对机械进行测量和诊断,若诊断中发现机械有故障时才进行修理。

连续诊断是采用仪器及计算机信号处理系统对机械的运行状态进行连续的监视或检测,因此,连续诊断又称连续监测、实时监测或实时诊断。

对于一台机械,究竟采用哪种诊断方法主要取决于下列因素:机械的关键程度、机械产生故障后对整个机械系统影响的严重程度、运行中机械性能下降的快慢、机械故障发生和发展的可预测性,等等。

### 3. 直接诊断和间接诊断

直接诊断是直接确定关键零部件的状态,如轴承间隙、齿轮齿面磨损、轴或叶片的裂纹、腐



蚀环境下管道的壁厚等。直接诊断迅速而且可靠,但往往受到机械结构和工作条件的限制而无法实现,一般仅用于机械中易于测量的部位。

间接诊断是利用机械产生的二次信息来间接判断机械中关键零部件的状态变化,如用润滑油的温升反映主轴承的磨损状态,用振动、噪声反映机械的工作状态等。由于二次信息属于综合诊断信息,因此,在间接诊断中可能出现伪警或漏检。

#### 4. 简易诊断和精密诊断

简易诊断是用比较简单的仪器、方法对机械总的运行状态进行诊断,给出正常或异常的判断,主要用于机械性能的监测、故障劣化趋势分析及早期发现故障等。

精密诊断是针对简易诊断中判断大概有异常的机械进行的专门的诊断,以进一步了解机械故障发生的部位、程度、原因,预测故障发展趋势。精密诊断需要较为精密的仪器才能进行。它的主要目的是分析机械异常的类型、原因、危险程度,预测其今后的发展。

#### 5. 在线诊断和离线诊断

在线诊断是对现场正在运行中的机械进行实时诊断。离线诊断是记录现场测量的状态信号,此后再结合诊断对象的历史档案作进一步分析和诊断。

### 四、机械设备故障信息获取方法

按照状态信号的物理特征,信息获取方法主要有以下几种:

#### 1. 振动检测

振动是机械运行过程中的重要信息。运行机械和静止机械的重要区别在于运行过程中机械产生了振动,振动反映了机械的工作状态。振动检测以机器振动作为信息源,通过振动参数的变化特征判别机器的运行状态。

#### 2. 声学检测

以机械噪声、声阻、超声、声波、声发射为检测目标,通过分析声学信号强度与频率的变化特征判别机器的运行状态。

#### 3. 油液检测

机械中使用过的润滑油或冷却液中磨损残余物及其他杂质的形状、大小、数量、粒度分布及元素组成反映了机械零件在运行过程中的完好状态。可以通过检测油品的理化性能、铁谱分析、光谱分析等判别机器的运行状态。

#### 4. 温度检测

对于电机电器、电子设备等,可以在机器运行过程中以可观测的温度、温差、热图像等参数作为信息源,根据其变化特征判别机器的运行状态。

#### 5. 电气参数检测

对于输变电设备、电力电子设备、电工仪表等,可以在机器运行过程中,通过电流、电压、电阻、功率、电磁特性、绝缘特性等电气参数的变化特征判别机器的运行状态。





#### 6. 表面形貌检测

对于某些设备及零件的表面损伤,可以通过对其表面层显微组织、残余应力、裂纹变形、斑点、凹坑、色泽等表面形貌进行检查,研究变化特征,判别机器设备存在的故障及形成原因。

#### 7. 强度检测

对于载运工具和各种工程结构,可以通过对应力、应变、载荷、扭矩等强度参数进行检查判别机器的运行状态。

#### 8. 无损检测

通过射线、超声、磁粉、渗透、电涡流等无损检测方法,可以进行压延、铸锻件及焊缝缺陷检查、表面镀层和管壁厚度测定。

#### 9. 光学检测

以亮度、光谱和各种射线效应为检测目标。

#### 10. 压力检测

在机器运行过程中,以机械系统中的气体、液体压力作为信息源,检测压力参数的变化特征判别机器的运行状态。

### 五、机械设备故障诊断的基本方法

机械设备故障诊断的基本方法主要有以下几种:

#### 1. 性能指标诊断法

机械的性能指标反映了机械的工作状态和工作性能,可用来判断机械的故障。机械性能测量包括整机性能测量和零部件性能测量。整机性能测量是测量机械的输出,如功率、转速等。零部件性能测量是测量关键零部件的性能,如应力、应变等。

#### 2. 频域诊断法

应用频谱分析技术,根据频谱特性变化,判别机器的运行状态及故障形成原因。

#### 3. 时域分析法

应用波形分析、时间序列分析、统计分析等时域分析法实现状态监测与故障诊断。

#### 4. 信息理论分析法

应用信息理论建立特性函数,根据机器运行过程中的变化进行状态分析与故障诊断。

#### 5. 人工智能方法

包括模式识别法、人工神经网络、专家系统等现代诊断方法。

### 六、动车组状态监测与故障诊断系统的作用

列车故障诊断是识别列车运行状态的科学,它研究的是列车运行状态在诊断信息中的反映,其研究内容包括对列车运行现状的识别诊断、对其运行过程的监测以及对其运行发展趋势的预测 3 个方面。高速动车组发生故障会带来严重的后果,必须在事故发生以前,利用先进的