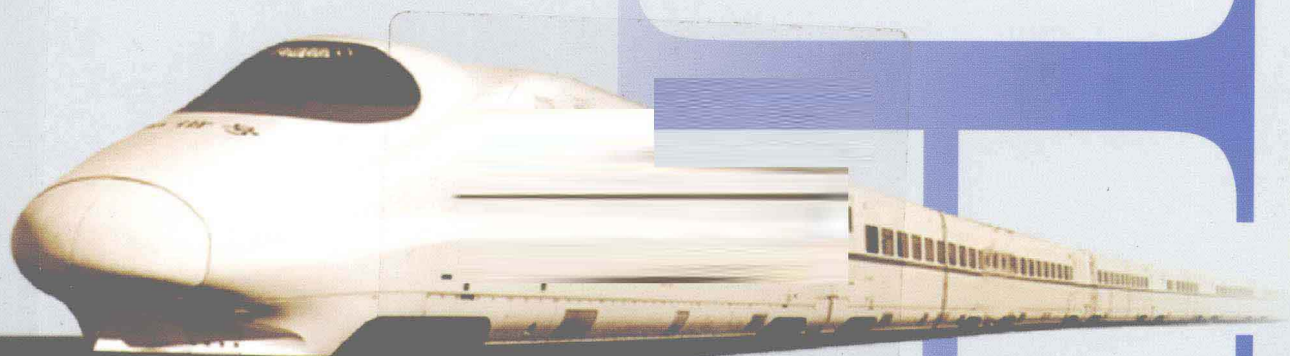


CRH 动车组系列教材

# 动车组 维护与检修

DONGCHEZU  
WEIHU YU JIANXIU

主 编 王连森 连苏宁



西南交通大学出版社  
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

CRH 动车组系列教材

# 动车组维护与检修

王连森 连苏宁 主编

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

## 内 容 提 要

本书共十一章, 主要介绍动车组维护与检修的基本知识, 动车组车体、转向架、牵引电机、电器、制动机、空调装置等主要零部件的检修规程及检修工艺, 以及动车组落成、调试和动车组试运转等方面的知识。

本书为高职、高专动车组专业教材, 也可作为中等专业学校、技工学校、职工培训教育教材, 还可作为机车、车辆检修技术人员、机车检修工人和高等学校师生教学参考用书。

---

### 图书在版编目 (C I P) 数据

动车组维护与检修 / 王连森, 连苏宁主编. —成都:  
西南交通大学出版社, 2010.8

CRH 动车组系列教材

ISBN 978-7-5643-0796-7

I. ①动… II. ①王…②连… III. ①高速列车—动  
车—车辆检修—高等学校—教材 IV. ①U269

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 154507 号

---

CRH 动车组系列教材

**动车组维护与检修**

王连森 连苏宁 主编

\*

责任编辑 李芳芳

特邀编辑 罗在伟

封面设计 本格设计

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

成都蓉军广告印务有限责任公司印刷

\*

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 17.75

字数: 440 千字

2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

**ISBN 978-7-5643-0796-7**

定价: 32.00 元

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

本书系统地介绍了动车组检修的基础知识、动车组的检修过程和动车组典型零部件的检修工艺。

教材的教学目标是：培养学生具有扎实的检修理论知识，具有较强分析、解决问题和操作技能的动车组检修应用型人才。本书共计十一章，其内容有：动车组检修基础，主要涉及动车组检修共同性工艺问题及检修管理基本知识；动车组维护；动车组车体检修工艺；转向架检修工艺；动车组电机、电器检修工艺；动车组空调装置检修工艺；制动机检修工艺；动车组落成及调试和试运转；动车组典型检修设备。

在编写过程中，编者查阅了大量的参考资料，多次到铁路动车运用及检修现场调研，并多次进行专题交流与研讨。在内容的编排上，注意适用性、理论与实践相结合，突出分析、解决问题和操作能力的培养，教材中介绍的工艺方法，基本取自国内铁路动车组检修现场的实际情况；在内容的组织上，注重逻辑性、系统性和层次性；在文字的表述上，注意准确、精炼、通俗易懂；在技术的发展上，着力反映本领域最新的技术、工艺、设备。每章附有小结，指导学生掌握本章重点；此外，还附有复习思考题，供学生巩固所学知识。

本书由沈阳铁路机械学校教授级高级讲师王连森、南京铁道职业技术学院连苏宁主编，全书由大连交通大学教授胡继胜、北车集团长春客车股份有限公司教授级高级工程师杨弘主审。天津铁道职业技术学院林桂清、唐红林，吉林铁道职业学院金雪松、郑州铁路职业技术学院毛红军、沈阳铁路机械学校丁洪东参编。具体分工如下：王连森负责绪论、第一章、第二章、第四章第二节、第十章的编写；连苏宁负责第三章和第十一章的编写；毛红军负责第四章第一节的编写；唐红林负责第五章的编写；丁洪东负责第六章的编写、林桂清负责第七章的编写；金雪松负责第八章和第九章的编写。

在编写过程中，得到了全国铁路机车和车辆专业高职高专教学指导委员会的大力支持，以及北车集团长春客车股份有限公司及沈阳铁路局车辆处的大力帮助，在此一并致谢。

编者

2010年5月

# 目 录

绪 论	1
<b>第一章 动车组检修概论</b>	<b>4</b>
第一节 动车组故障	4
第二节 动车组维修制度	9
第三节 动车组检修限度	21
第四节 动车组维修组织	22
第五节 动车组检修经济技术分析	26
本章小结	29
复习思考题	29
<b>第二章 动车组维修工艺基础</b>	<b>30</b>
第一节 动车组零件的损伤	30
第二节 动车组检修工艺过程	45
第三节 动车组分解、组装及清洗	48
第四节 动车组零件检验技术	54
第五节 动车组零件的修复技术	64
本章小结	79
复习思考题	79
<b>第三章 动车组维护</b>	<b>81</b>
第一节 动车组一级检修	81
第二节 动车组二级检修	92
第三节 动车组临修、专项修	101
本章小结	111
复习思考题	111
<b>第四章 动车组车体检修</b>	<b>113</b>
第一节 动车组车门的检修	114
第二节 动车组车钩及缓冲装置的检修	118
本章小结	126
复习思考题	126
<b>第五章 动车组转向架的检修</b>	<b>127</b>
第一节 转向架的分解及组装	128

第二节	轮对的检修	129
第三节	轴箱的检修	133
第四节	转向架构架、空气弹簧装置的检修	138
本章小结		142
复习思考题		142
<b>第六章</b>	<b>电机的检修</b>	<b>143</b>
第一节	异步电机的主要故障	143
第二节	异步电机的解体与装配	144
第三节	异步电机的检修	148
第四节	牵引电机的试验	156
本章小结		158
复习思考题		158
<b>第七章</b>	<b>电器的检修</b>	<b>159</b>
第一节	受电弓检修	159
第二节	真空断路器检修	163
第三节	牵引变压器、牵引变流器检修	168
第四节	电磁接触器检修	170
第五节	司机控制器检修	171
本章小结		176
复习思考题		177
<b>第八章</b>	<b>动车组空调装置的检修</b>	<b>178</b>
第一节	空调装置的检修过程	179
第二节	空调机组的日常维护与检查	186
第三节	制冷压缩机的检修	190
第四节	热交换器、送风机、电加热器的检修	196
本章小结		203
复习思考题		204
<b>第九章</b>	<b>制动系统检修</b>	<b>205</b>
第一节	空气压缩机的检修	206
第二节	制动机阀件检修	217
第三节	基础制动装置检修	225
本章小结		233
复习思考题		233
<b>第十章</b>	<b>动车组落成与调试</b>	<b>234</b>
第一节	动车组检修前的试验鉴定	234
第二节	车辆落成及编组	238

---

第三节 动车组调试试验 .....	240
第四节 动车组试运行 .....	247
本章小结 .....	251
复习思考题 .....	251
<b>第十一章 检修设备介绍 .....</b>	<b>252</b>
第一节 检修基地介绍 .....	252
第二节 动车段与动车所功能及设施 .....	254
第三节 主要检修设备简介 .....	255
本章小结 .....	271
复习思考题 .....	271
<b>参考文献 .....</b>	<b>272</b>

# 绪 论

## 一、动车组维护与检修的重要性

随着铁路事业的快速发展,目前动车组运载设备已大量投入运用。按照我国铁路动车组发展计划,到2020年将有2000列动车组上线运行。

动车组是现代高速铁路客运运载装备,其基本特点是高速。这就对其运行的安全性、可靠性、时间性等提出了非常高的要求。而动车组的维护与检修则是满足上述要求的根本保证。

动车组运行速度快、连续运行的里程长,这使动车组经过一段时间的运用后,其各零部件必然会有有一定程度的损伤,如机械部分会发生零件的磨损、连接件的松动、密封件的失效等,电气部分会出现触头接触不良、绝缘老化等。所以必须适时地对其进行维护保养、检修,及时发现故障,并予以消除和恢复零部件及动车组的技术状态。

动车组的运用特点决定了必须强化其维护保养工作,所以在我国制订的动车组五级修程中,前两级为维护性修程,后三级为定期检修修程。

那么,如何确定检修时机呢?过早,则浪费了动车组的运用能力,经济性差;过晚,则引起零部件损伤加剧,甚至零部件损坏,不能进行修复。为此必须根据零件的损伤规律,结合它的使用寿命,及时地对它们进行检修。这种检修是“防患于未然”的,具有鲜明的预防性,它不是等到零件损坏后,而是在零件损伤达到一定限度时即进行,起到预防动车组及零部件发生事故性损坏的作用,这种修理制度称为动车组的“计划预防修理制度”。本书“检修”的含义,即基于此。动车组后三级检修修程是“计划预防修理制度”下的定期检修。

检修,对于一个部件,它是一个过程,包含分解、清洗、检查(检验)、修复、组装、调整、试验几个环节;对于一个零件,主要指检查和修复。

动车组检修是铁路运输工作的重要组成部分。科学、合理地实施动车组检修工作,可以为铁路运输提供质量可靠、数量充足的动车组,保证铁路运输生产顺利进行。

铁路行车安全是铁路运输各项工作的重中之重。高质量地检修动车组,可使检修后的动车组技术状态良好,从而避免因设备不良引起行车事故,造成人员伤亡和重大经济损失。

## 二、动车组检修的现状与发展

我国动车组检修经历了一个较快的发展过程。目前,全国铁路已形成了由修理工厂和动车段所组成较完整的动车组检修体系。

根据铁路的跨越式发展战略部署,依据路网布局及发展规划,结合我国动车组投放、配



属和开行方案，铁道部决定在北京、上海、武汉、广州建立四个动车组检修基地。动车组检修基地设置原则是，立足干线，辐射周边，检修集中，运用分散，科学的设置规模能力，合理的配置检修资源，面向全路，服务全路，围绕着北京、上海、武汉、广州四大动车组检修基地，并在旅客高度密集的客运站，设置相应动车组运用所。

在生产组织方面，动车组运用所主要负责一、二级动车组维护。动车段负责一、二、三、四、五级动车组检修。目前各动车组生产厂家也承担三、四、五级检修任务。这些维修单位都设置了完整的检修管理机构和完善的各项管理制度。并严格地按各项规定（检修范围、技术要求、操作工艺规程）检修动车组。

在检修质量方面，我国制订了比较完善的动车组各级修规程和相应的动车组检修工艺规程，统一了动车组检修、验收标准。使动车组维护与检修工作在标准化方面达到了一定水平。

在检修制度方面，采用“计划预防修理”制度。计划预防修理是对动车组进行预防性的、有计划性的定期检修。如果一台动车组的零部件使用到损坏以后才进行检修，其检修时间必然很长，检修费用很高，有些重要的零件甚至无法修复而导致报废。但是这种检修制度是根据动车组走行公里或运行时间来确定修程，并未考虑动车组不同线路的地理状况，可能出现有些动车组按其实际技术状态需要检修，但仍在运行的情况；有些动车组按其实际状态仍可运行，却进行了检修，造成了不必要的浪费。

近年来，随着设备故障诊断技术的发展，机车车辆检修业出现了一种新的检修制度“状态预防检修”。它根据机车车辆实际情况来确定检修时机，即利用故障诊断技术设备，在机车车辆运行中或在不解体情况下测取有关参数，采用信息处理技术进行分析。同已制定的技术标准进行比较，对机车车辆技术状态进行准确判断，以确定检修时机（周期）。这种检修制度可以充分发挥机件的潜力，减少检修工作量，具有很好的发展前景。铁道部已提出一个带有方向性的意见：在机车车辆检修中采用诊断技术，扩大状态预防检修比例。要达到充分发展机件的潜力，减少检修工作量的目的，就必须有计划、有目的组织开展对机车车辆关键件、主要部件、总成和机件故障诊断技术研究和诊断装置的研制，在产品设计上设立相应的传感器接口，逐步实现新制出厂机车车辆的统一配置测试点和诊断装置。随着动车组运用时间的加长及运用检修经验的积累，检测技术的进步，逐渐开展对动车组关键部件、主要部件的状态预防检修必将成为趋势。

### 三、动车组检修的任务及主要内容

动车组维护与检修的主要任务是：消除零部件损伤，恢复其工作性能，使动车组保持良好的技术状态，以满足铁路运输生产的需要。

动车组检修的主要内容是：

- (1) 系统地研究、分析动车组零件的损伤规律；
- (2) 确定可行的检修制度，确定各修程和检修范围；
- (3) 合理地确定动车组检修的技术条件和质量要求；
- (4) 选择与研究先进的检修方法和技术，大力推广检修新技术、新工艺。

## 四、课程的性质、目的和学习方法

“动车组维护与检修”是动车组专业重要的专业课程之一，是研究动车组检修理论，动车组零部件检修工艺的一门综合性课程。

学习本课程的目的是掌握动车组检修的基本理论知识和基本的实际操作技能，为动车组的检修工作打下坚实基础。为此，本课程提供了以下知识：

- (1) 动车组检修基础理论知识；
- (2) 动车组车体检修工艺；
- (3) 动车组转向架检修工艺；
- (4) 动车组电机、电器检修工艺；
- (5) 动车组制动机检修工艺；
- (6) 动车组空调装置检修工艺；
- (7) 动车组落成、调试及试运转知识。

“动车组维护与检修”是一门与生产实践紧密联系的课程，学习本课程必须采用理论与实际相结合的方法，明确理论的用途及对生产的指导意义。学习具体零件的检修工艺和方法时，应加强现场教学，做到理论与实践融会贯通，在教学过程中应加强动手训练。

# 第一章 动车组检修概论

## 第一节 动车组故障

### 一、动车组故障及其分类

#### (一) 动车组故障的概念

动车组故障是指动车组整车或其零部件的某项或多项技术经济指标偏离了它的正常状态，在规定的使用条件下已不能完成规定功能的状态。如某零件及配件的损伤、部件的损坏导致功能不正常或性能下降；电机功率降低；动车牵引力下降；传动系统平稳变差、振动噪声增大等。

研究故障的目的是为了诊断故障、预报故障、研究故障机理、排除故障和改进设计，以减少或消除故障的发生，提高动车组运用的可靠性和有效利用率。

对于产品一般可分为可修复产品和不可修复产品两大类。不可修复产品是指产品发生损伤后不进行维修而报废的产品，其中包括有的在技术上不便进行维修的产品，一旦产生故障只有报废，如灯泡；有的是价格低廉的消耗品产品，维修很不经济，在动车组中属于这类产品的有轴承、油封、电容器及其他电气元器件等。动车组和其他机械设备大多属于可修复产品，在使用过程中都是通过修复或者更换新的零件或部件以恢复原来的使用性能。

动车组在运用过程中，其技术状态随着走行公里数的增加而逐渐变差，继而达不到预定的工作性能，即可认为动车组产生了故障。

有下述现象之一，认为动车组产生了故障：

- (1) 动力性能下降——动车组不能发出预定的功率，牵引力下降。
- (2) 经济性能下降——工作效率降低，如齿轮传动效率降低等。
- (3) 可靠性能下降——如电气部分绝缘老化、击穿，造成短路，导致动作失误，影响正常行车；再如机械部分配合间隙加大，连接松动，产生冲击振动，可能引起零件的断裂，甚至危及行车安全。

#### (二) 动车组故障的分类

动车组故障可根据不同的角度进行分类。

### 1. 根据故障的性质划分

(1) 间歇性故障。设备只是短期内失去某些功能,经稍加检查处理,设备功能就能恢复的故障。

(2) 永久性故障。由于设备零部件的损坏,需要更换或修复,设备功能才能得以恢复的故障。

### 2. 根据故障发生的快慢程度划分

(1) 突发性故障。不能通过试验或测试手段来预测的故障。

(2) 渐进性故障。能够通过试验或测试手段来预测的故障。

### 3. 根据故障的发生规律划分

(1) 随机性故障。故障的发生时间是随机的,如轴类零件的断裂。

(2) 规则性故障。故障的发生随时间有一定规律性,如轴承的磨损。

故障产生的原因是由于零件发生了损伤或失效。零件损伤通常有磨损、断裂、变形、腐蚀、电气损伤等几种损伤形式。

## (三) 动车组与机件的故障规律

### 1. 故障率的概念

机械产品的技术状况总是随着使用时间的延长而逐渐恶化的,其使用寿命总是有限的,其产生故障的可能性也总是随着使用时间的延长而增大,因而它是时间的函数。同时,机械故障的发生具有随机性,因此机械发生故障的情况只能用故障率来表示。

故障率定义:产品在 $t$ 时刻后的单位时间内发生故障的产品数,相对于 $t$ 时还在工作的产品数的百分比值,称作产品在该时刻的瞬时故障率 $\lambda(t)$ ,习惯上称为故障率。

故障率 $\lambda(t)$ 表示的是某时刻 $t$ 以后的单位时间内发生故障的产品数与 $t$ 时刻工作产品数之比,它反映了 $t$ 时刻后单位时间内产品发生故障的概率。因此,也可把故障率称为故障强度。

在实际工程,经常使用平均故障率。平均故障率表示为产品在某段时间内的故障数与此段时间内的总工作时间之比,即

$$\lambda = \frac{\text{某段时间内的故障数}}{\text{此段时间内的总工作时间}}$$

故障率的单位:1/h、%/h或%/1 000 h(单位时间内产品发生故障的百分数);开关类间歇工作的产品用1/动作数;动车组车辆也可用1/km或1/1 000 km。

### 2. 动车组平均故障率的表示

动车组平均故障率常采用机破率和临修率来表示。

(1) 机破率。机破率是指在规定的走行公里或时间内,动车组发生的机破事故次数。

根据《铁路行车事故处理规则》中规定,机破事故指动车组车辆破损故障造成列车在区

间内非正常停车，或在车站内非正常停车时间超过一定时间，或由于车钩破损而造成列车分离的事故。

我国铁路部门常用每十万千米的机破事故次数来作为的平均故障率指标。英、德、法、日、俄等国普遍使用每百万千米的机破事故次数作为平均故障率指标。

(2) 临修率。临修是指动车组发生故障需要临时进行的修理；临修率是指在规定的走行公里或时间内，动车组发生的临修次数；我国铁路部门常用每十万千米的临修次数来作为临修率指标。

### 3. 动车组与机件的故障规律

动车组与机件的故障规律是指动车组产品、零部件在使用寿命期内故障的发展变化规律。大多数产品、零部件的故障率是时间的函数，如图 1.1 所示。故障率曲线像浴盆的断面，因此，也叫“浴盆曲线”。故障率的高低随时间的变化可划分为三个阶段：早期故障期、偶然故障期和耗损故障期。

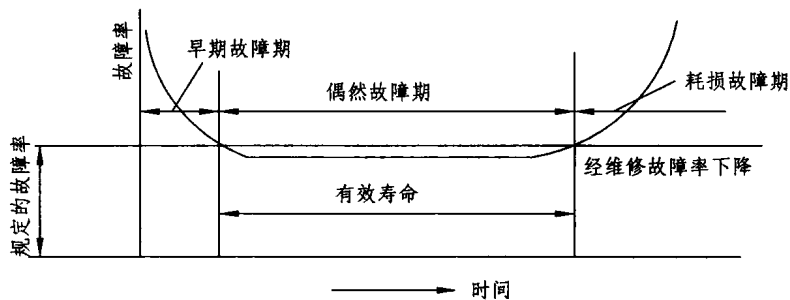


图 1.1 故障率曲线

#### 1) 早期故障期

早期故障期是产品开始工作的那段时间，它的特点是故障率较高，且故障率随时间增加而迅速下降。故障往往是设计、制造的缺陷或修理工艺不严，质量不佳等原因引起的。例如使用材料不合格、装配不当、质量检验不认真等。对于刚修理过的产品来说，装配不当是发生故障的主要原因。对新出厂的或大修过的产品，可以在出厂前或投入使用初期的较短的一段时间内，进行磨合或调试，以便减少或排除这类故障，使产品进入偶然故障期。因此，一般不把早期故障看做是使用中总故障的一个重要部分。

#### 2) 偶然故障期

偶然故障期是产品最良好的工作阶段，也叫有效寿命期或使用寿命期。它的特点是故障率低而稳定，近似为常数。在这一阶段，故障是随机性的。突发故障是由偶然因素引起的，如材料缺陷、操作错误以及环境因素等造成的。偶然故障不能通过延长磨合期来消除，也不能由定期更换产品、零部件来预防。一般来说，再好的维修工作也不能消除偶然故障，偶然故障什么时候发生是难以预测的。但是，人们希望在有效寿命期内故障率尽可能低，并且持续的时间尽可能长。因此，提高运用与管理水平，适时维修，以减少故障率，延长有效寿命期。

#### 3) 耗损故障期

耗损故障期是指产品使用后期的那段时间。其特点是故障率随时间的增加而明显增加，

这是产品长期使用后由产品磨损、疲劳、腐蚀、老化等造成的。防止耗损故障的唯一办法就是在产品进入耗损期前及时进行维修，把上升的故障率降下来。如果产品故障太多，修理费用太高，即不经济，则只好报废。可见，准确掌握产品何时进入耗损故障期，对维修工作具有重要意义。

以上三个故障期是就一般情况而言的，并不是所有产品都有这三个故障阶段，有的产品只有其中一个或两个故障期，甚至有些质量低劣的产品在早期故障期后就进入了耗损故障期。

## 二、动车组的可靠性

### 1. 可靠性的概念

产品设备的可用性、可靠性和维修性是产品固有的三大特性。产品设备的可靠性具有三个要素：一是条件，包括产品的储存、运输、使用安装现场和操作环境等条件；二是时间，是指产品使用的期限或时间区间；三是功能，即产品规定的功能。

因此，可靠性定义为：系统（产品设备）在规定条件下和规定的期间内完成规定功能的能力。

### 2. 可靠性的数值度量

可靠性可用可靠度进行数值度量，可靠度是可靠性的基本数量指标之一。可靠度的最大值为1，称为100%的可靠，最小值为0，称为完全不可靠。即： $0 \leq \text{可靠度} \leq 1$ 。

可靠度定义：产品在规定条件下和规定时间内，完成规定功能的概率。

从产品的故障规律“浴盆曲线”中可知，偶然故障期正是产品可靠的使用寿命期，其故障类型属于恒定型。在这个阶段，产品的寿命分布服从指数分布。对于动车组产品，当其进入耗损故障期前就应进行检修，恢复其功能。因此，不论是可修复产品还是不可修复产品的可靠性研究，指数分布是常用的一种分布形式，具有与数理统计学中正态分布同等的地位。

对于要求具有高可靠性的动车组产品，恒定型偶然故障期是可靠性研究的主要对象。因为动车组产品、零部件的有效寿命是维修决策的重要依据。其在此期间的故障率 $\lambda(t) = \lambda$ （ $\lambda$ 为大于零的常数）。

### 3. 可靠性设计概述

可靠性设计是在产品性能设计和结构设计阶段针对系统、产品和零部件，应用可靠性手段，降低产品失效率，提高产品的可靠性，保证产品质量的一种设计。可靠性设计包括：可靠性论证、可靠性结构设计、可靠性试验。在可靠性论证中，主要是确定系统、产品和零部件的可靠性指标并进行可靠性预计、分配及可靠性指标的平衡。

动车组等机械产品系统是由若干个单元部件子系统构成，根据产品结构图纸可以作出装配系统图。参照装配系统图可进一步作出系统与所有构成单元部件子系统之间，以及各部件与各级分组件、零件之间的可靠性逻辑图，这个逻辑图反映了它们之间的可靠性功能关系。

利用这种逻辑关系，建立数学模型对系统的可靠性指标进行预计、分配和平衡。

### 三、动车组的维修性

产品的寿命周期是指产品从研制、生产、销售、使用、直至报废为止的整个时期。动车组的维修贯穿于其整个寿命周期。维修不仅是运行检修部门研究的课题，也是产品设计研制生产部门研究的课题。做好维修需要三个条件，又称为维修的三要素：

- ① 机械设备的维修性；
- ② 维修技术人员、管理人员及工人的素质和水平；
- ③ 维修保障系统，包括维修基地、维修技术、检修检测设备、机具、备件与材料供应系统。

#### 1. 动车组维修性

维修性是指在规定的条件下使用的产品设备，在规定的时间内，按规定的程序和方法进行维修时，保持或恢复到能完成规定功能的能力。维修性是产品设备的一个重要性能参数。它表示维修的难易程度，是机械产品在研制生产出来所固有的设计特征。维修性与维修的关系十分密切，它反映产品是否具备适应维修的能力。如应检测的机件应具有相应的测试点或相应的传感器；应检查的机件外露性可达性好；需换件维修的零部件应具备拆卸和装配方便。维修性还集中体现在能以最短的维修时间、以最少的维修费用和其他资源的消耗，能够维持和保障产品设备达到完好的技术状态，以提高产品的有效利用率。

动车组的维修性，指可修性、易修性和维护保养性。具体包括结构简单，零部件组合合理，故障部位容易发现；维修时拆装容易，通用化、单元模块化、标准化高，互换性强；维修材料和备件供应来源充足等等。

例如，德国 ICE 高速动车组的维修性好，加上先进的汉堡动车段共同构成了完美的高速列车维修三要素，能够在 60 min 内完成轮对更换等维修作业和列车的整备工作，在 4 h 内完成动力转向架的更换等维修作业，使每列动车组平均每年的营运里程达到 50 万千米以上，是普通列车营运里程的二倍多，取得了很好的经济效益。

#### 2. 动车组维修度

维修度是指在规定的条件下使用的产品，在规定的维修时间内，按规定的程序和方法进行维修时，保持或恢复到能完成规定功能的概率。

维修度最大值为 1，最小值为 0，即： $0 \leq \text{维修度} \leq 1$ 。

若在一定的维修定额时间  $t$  内，维修度越大，说明维修的速度越快，实际耗费维修时间  $\tau$  越少，也说明产品设备的维修性越好。因此，维修度是产品维修性的一种度量。但当对于相同的产品设备进行同级修程的维修时，当产品的维修性水平一定时，维修度也可用来对维修三要素中的另外两个要素，即维修企业的管理水平和技术水平以及维修保障系统进行评定。

#### 3. 动车组的维修性结构设计

维修性是产品设备的一项固有的设计特性。因此，在产品的设计研制阶段应同时进行

维修性设计。维修性设计的主要内容包括：维修性结构设计和维修性指标分配、维修周期设计、维修技术保障设计以及在样机完成后进行维修性验证。维修周期设计在后面的章节进行论述。

维修性结构设计的指导性准则，可归纳为如下几个方面：

- ① 设备的总体布局和结构设计，应使设备的部件总成易于检查，便于更换、修理和维护。
- ② 良好的可达性。可达性是指在维修时，能迅速准确方便地进入和容易看到所需维修的部位，并能用手或工具直接操作的性能。对于易损零部件更应具有较好的可达性。在考虑可达性时有两条原则：一是要设置便于维修操作（如检查、测试、更换等）的通道，如开设窗口等；二是要有合适的维修操作空间。
- ③ 单元部件和连接件特别是在日常维修中要拆卸更换的部件要易拆易装，如动车组中的轮对、转向架等。
- ④ 简化维修作业。减少产品维修的复杂性使结构简化轻型化；减少需要维修的项目使单元部件方便换件维修；提高易损件的寿命以减少维修次数。
- ⑤ 配置检测点和监测装置。这是现代产品设备的突出特点，也是动车组车辆产品安全运输的迫切要求。设置检测点、配备传感器和测试监控输出参数的仪器仪表，采用自检和诊断技术，以便对故障进行预报。这是维修设计的重大课题，必须精心设计。
- ⑥ 零部件的无维修设计。机械产品目前流行的不需维修的零部件主要有：不需润滑，如固定关节、预封轴承、自润滑合金轴承和塑料轴承等；不需调整，如利用弹簧张力或液压自动制动闸等。可将零部件设计为具有一定的寿命，到时则予以报废。

结构设计时采用标准化、互换性和通用化的零部件、模块化整体式安装单元；部件单元之间的连接设置定位装置识别标志；配备专用快速的拆装随机工具与检测装置等，都有利于该目标的实现。

例如，法国 TGV 高速列车的制造商编制的 TGV 使用说明书，介绍了 TGV 的构造和基本性能，内容包括 587 项，14 000 多页，装订成 47 册。此外，为提高 TGV 的维修性，还编印了一套《排除故障手册》，全书由低压、牵引制动、辅助设备、安全装置、空调、电控等 6 部分组成。同时研制了 6 种便携式提箱检测装置，还配备了抽屉式电路板测试器和固定在动车段内的测试台位以便实时维修。其所有维修人员需参加牵引制动、辅助设施、安全设备三个专业的严格培训后才能上岗进行维修工作。

## 第二节 动车组维修制度

### 一、维修思想、维修方式与维修制度

维修活动需要有一种思想观念或理论作为指导，这种指导维修活动的思想或理论称之为维修思想。

维修方式是指对设备维修时机的控制，也就是对维修时机的掌握是通过采用不同的维修方式来实现的。



维修制度是指在什么情况下对动车组进行维修及维修达到什么状态的技术规定。具体讲为：在一定的维修思想指导下，制订出的一整套规定，包括维修计划、维修类别或等级、维修方式、维修组织、维修考核指标体系等。它直接关系到动车组的技术状态、可靠性、有效度、使用寿命和运行维修费用。

## （一）维修思想

### 1. 事后维修为主的维修思想

事后维修为主的维修思想是以机械设备出现功能性故障为基础的。当机械设备出现无法继续运转、有明显的经济损失、严重威胁设备或人身安全等功能性故障时，才去设法修理的维修思想。在产业革命时期，却是以此作为维修的指导思想，并且与其对应的是事后维修方式。当时，在机器生产的基础上产生了工厂。但是，工厂规模小、设备简陋。设备操作工兼管设备维修，谁用谁修，设备坏了再修。随着产业革命的深入，科学技术的发展，机械维修才逐渐形成一个独立的工种，事后维修的思想已不能促进生产的发展。

### 2. 以预防为主的维修思想

以预防为主的维修思想是以机件的磨损规律为基础，以故障率“浴盆曲线”中耗损故障期的始点来确定修理时间界限的维修思想。

由于把机件的磨损或故障作为时间的函数。因此，其对应的维修方式就是定期维修方式。机件的磨损程度主要靠人的直观检查和尺寸计量来确定。所以，拆卸解体检查维修就成为预防维修的主要方法。同时，必须经常检查、定期维修，并且认为预防工作做得越多，设备也就越可靠。而检查和修理的周期长短则是控制其可靠性的重要因素，从这一观点出发，以预防为主的维修思想的实质是根据量变到质变的发展规律，把故障消灭在萌芽状态，防患于未然。通过对故障的预防，使设备经常处于良好的技术状态。实践证明，近几十年来，以预防为主的维修思想及其相应的维修制度基本处于主导地位，在保证各种机械设备包括动车组车辆发挥其效能以及在设备维修学科的建设中起到了积极的作用。但是随着科学技术和维修实践本身的发展对以预防为主的维修思想产生了巨大冲击，也迫使维修行业不得不去寻求一种更加符合新的客观实际的科学而经济的维修途径。

### 3. 以可靠性为中心的维修思想

以可靠性为中心的维修思想是以可靠性理论为基础的，其形成是以视情维修方式的扩大使用，以及逻辑分析决断法的诞生为标志的。

以可靠性为中心的维修就是以最低的费用实现机械设备固有的可靠性水平。换言之，即充分利用机械设备固有可靠性的维修方式，其基本要点是：

（1）机械设备的固有可靠性是由设计制造决定的。因此，要提高其可靠性，必须从机械设备研制开始做起。维修的责任是控制影响设备可靠性下降的各种因素，以保持和恢复其固有可靠性。已定型但可靠性低的设备，必须通过改造才能改善其可靠性。

（2）以可靠性为中心的维修思想强调设备寿命的全过程管理简称寿命管理。产品设备的整个寿命全过程是指产品设备从市场调研、开发设计、研制、制造、选购、安装调试、使用、