

绪 论

一、动车组维护与检修的意义

随着铁路事业的快速发展，目前铁路动车组已大量投入运用。

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、运行平稳性、运用效率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。

动车组运行速度高、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，电气部分会出现器件接触不良、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，我国现期制定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，则会引起零部件损伤加剧，甚至导致零部件损坏，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，形成一种检修制度。这种检修应该是“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，以起到

预防动车组及零部件发生事故性损坏的作用，这种检修制度称为动车组的“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的较完整的动车组检修体系。

根据铁路发展的战略部署，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，中国铁路总公司已在北京、上海、武汉、广州、沈阳等地建立动车组检修基地。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，科学地设置规模能力，合理地配置检修资源。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、二级动车组运用维护；动车段主要负责三、四、五级动车组定期检修。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，中国铁路总公司制定了完善的动车组各级修规程，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。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。

未来的动车组检修发展趋势主要有两方面。一是在检修策略上加大状态修的成分。状态修是国内外推行的先进、科学、经济效益高的一种检修制度。它是一种预知性的维修制度。通过对车辆状态进行监测和技术诊断，随时掌握设备技术状态的变化及工作情况，能根据设备工作状态的情况，确定是否需要维修，以及合理的维修时间和维修所需要的人员、设备等，技术状态良好的则免维修，避免了维修的盲目性。二是以可靠性为中心的维修思想建立维修体系。它是以可靠性理论为基础，以状态修方式的扩大使用，以及逻辑分析决断法的使用为标志。主要实现目标如下：

（1）建立统一的检修基础数据管理体系，实现基础数据的标准化和数字化，提高数据质量。

（2）建立统一的检修系统，实现动车及大部件全生命周期管理。

（3）实现以可靠性为中心的检修管理，实现从粗放的整车计划定期修，向精细化的部件级预防性检修和状态修管理的转变，避免过度修，提高动车组及部件的使用率，保证可靠性，

降低检修成本。

三、动车组检修工作的任务

动车组维护与检修工作的主要任务：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。

动车组检修课程研究的主要内容：

- (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、试运转知识及动车组典型检修设备介绍。

“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 动车组检修基本概念

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; 传动系统平稳性变差、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。

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, 如照明装置; 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、噪声，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

动车组故障可从不同角度进行分类。

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，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，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 $\lambda(t)$ ，习惯上称之为故障率。

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。

在实际工程中，经常使用平均故障率。平均故障率表示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。

《铁路行车事故处理规则》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。

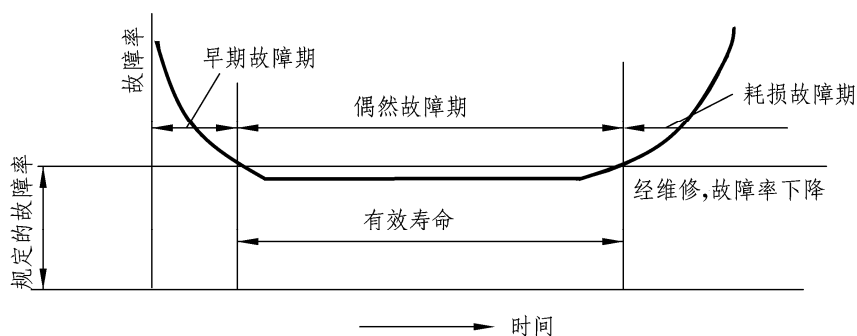


图 1.1 故障率曲线

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，且故障率随时间的增加而迅速下降。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，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作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故障。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