

高等职业教育教材

铁道车辆 检修技术

孙志才 刘锡权 主编
王华 主审



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内容简介

高等职业教育教材

铁道车辆检修技术

孙志才 刘锡权 主 编
王 华 主 审

中国铁道出版社

2013年·北京

内 容 简 介

本书根据《铁路货车段修规程》《铁路客车段修规程》《25K 型客车检修规程》《25T 型客车检修规程》《铁路技术管理规程》等相关规程,结合铁道车辆专业高等职业技术教育和铁路方面人才培养的特点,对铁路交通车辆部门的定期检修的内容进行了详细介绍,主要内容包括铁道车辆检修基本知识、轮对的故障及检修、滚动轴承轴箱装置故障及检修、转向架故障及检修、车钩缓冲装置故障及检修、车体的故障及检修。

本书可作为高职高专院校相关专业教材,也可作为车辆部门职工培训、从事于车辆检修的技术人员和车辆检修人员的学习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

铁道车辆检修技术/孙志才,刘锡全主编. —北京:

中国铁道出版社,2013. 10

ISBN 978-7-113-17129-2

I. ①铁… II. ①孙…②刘… III. ①铁路车辆—车辆检修—高等教育—教材 IV. ①U279

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 216188 号

书 名:铁道车辆检修技术

作 者:孙志才 刘锡权 主编

策划编辑:阚济存

编辑部电话:010-51873133

电子信箱:td51873133@163. com

责任编辑:阚济存

编辑助理:杜丽君

封面设计:崔 欣

责任校对:马 丽

责任印制:李 佳

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街 8 号)

网 址:<http://www.51eds.com>

印 刷:北京新魏印刷厂

版 次:2013 年 10 月第 1 版 2013 年 10 月第 1 次印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:10.25 字数:265 千

印 数:1~3 000 册

书 号:ISBN 978-7-113-17129-2

定 价:24.00 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联系调换。

电 话:市电(010)51873170,路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659

前 言

铁路运输一直是我国国民经济的大动脉,进入 21 世纪以来,铁路运输事业更是发展迅速,以较大优势位居五大交通运输行业的首位。铁道车辆技术装备的现代化水平提高很快,在提速重载的大趋势下,铁道车的故障形式、部位呈现多样化,检修技术标准要求也越来越高。为了满足铁道车辆高等职业技术教育及铁路职工检修人员培训的需要,特编写此书。

本书根据《铁路技术管理规程》《铁路货车段修规程》《铁路客车段修规程》《25K 型客车检修规程》《25T 型客车检修规程》《铁路货车段修工艺》《铁路铁路客车段修工艺》等有关规程,参考《客车故障及检修》《货车故障及检修》,结合当前车辆检修部门的现场实际及铁道车辆高等职业技术教育和铁路职工检修人员培训方面的特点,对铁道车辆经常发生的故障部位、原因进行了详细分析,对故障的处理进行了全面的介绍。结合高职院校的学生就业去向及职工培训人员的来源,本教材侧重于介绍铁道车辆段修时的故障处理及检修工艺。

本书内容比较全面,注重理论联系实际,在各部分内容介绍时,适当引入近年来铁道车辆发生的故障、事故,以增加学员对具体检修内容的了解。

本书由吉林铁道职业技术学院孙志才、刘锡权主编,吉林铁道职业技术学院王华主审。具体编写分工:第一章由吉林铁道职业技术学院王颜明、李文久编写;第二章、第三章由孙志才编写;第四章、第六章由刘锡权编写;第五章由吉林铁道职业技术学院刘德强、王珂编写。此外吉林铁道职业技术学院王向才、吉林车辆段郭金祥、王春龙、林延伟也参与了本书的材料收集与整理工作。

在本书的编写过程中,得到了吉林车辆段、长春车辆段、苏家屯车辆段、沈阳车辆段及北京车辆段等有关部门和领导的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

因编者的专业技术水平有限,书中不免有疏漏之处,诚挚希望本书的使用者提出批评指正,以便日后改进。

编者

2013 年 10 月

目 录

第一章 铁道车辆检修基本知识	1
第一节 车辆检修制度	1
第二节 车辆零件的损伤	6
第三节 车辆检修限度	14
第四节 车辆零件修理方法	16
复习思考题	20
第二章 轮对的故障及检修	21
第一节 车轴的损伤及检修	21
第二节 车轮的损伤及检修	26
第三节 轮对检修工艺	32
第四节 轮对检查器	36
复习思考题	40
第三章 滚动轴承轴箱装置故障及检修	41
第一节 轴承的损伤形式及判定	41
第二节 货车无轴箱圆锥滚子轴承装置检修	46
第三节 客车滚动轴承轴箱装置检修	65
第四节 车辆热轴故障的发现及原因分析和处理	72
复习思考题	75
第四章 转向架故障及检修	76
第一节 货车转向架故障及检修	76
第二节 客车转向架主要零部件检修	95
第三节 提速客车转向架的分解与组装	105
复习思考题	113
第五章 车钩缓冲装置故障及检修	114
第一节 货车车钩故障及检修	114
第二节 货车缓冲器的故障及检修	126
第三节 车钩高调整方法	129
第四节 客车车钩装置的故障与修理	131

2 / 目 录	136
第五节 客车缓冲装置的检修	137
复习思考题	138
第六章 车体的故障及检修	138
第一节 车体钢结构的损伤形式	138
第二节 货车车体检修	144
第三节 客车车体检修	149
复习思考题	157
参考文献	158

第一章 铁道车辆检修基本知识

本单元以了解车辆的检修制度、车辆零件损伤的主要形式、影响因素和处理损伤的方式的功能单元为任务,通过课堂教学,着重介绍车辆检修的基本知识,了解国外铁道车辆检修制度简况及我国车辆检修制度的今后发展情况。

车辆是铁路运输的重要工具,它和其他机械一样在运用中不可避免地要发生损伤,需要检修。车辆运用的条件十分复杂,除了载重大、速度高、货物种类繁多、装卸样式多样以外,它运行的地区范围大,气候各异,使车辆更容易发生损伤。车辆必须编挂成列车运行,有严格的运行时间表,运行的区段长,不可能随时停车检修。只要一辆车发生故障进行修理,就会延长停站时间或摘车作业,影响整列车的运行。如果未能及时发现并消除故障会造成事故,轻者延误列车运行,重者列车颠覆,造成人员伤亡和巨大经济损失等严重后果。因此,要求每一辆车的技术质量高,检修后的技术状态好,以保证铁路客货运输不间断地进行。我国车辆数量很多,使每辆车的技术状态都符合要求,任务十分艰巨。尤其是改革开放以来,社会主义市场经济的发展对铁路运输提出了更高的要求,车辆除了向大型、重载、高速方向发展以外,客车要求运行平稳、设备先进、方便舒适,车上的服务性设施必须保持状态良好,满足旅客需要;货车要保持车体状态良好,保证所装运的货物不湿、不污、不漏失、不变质。这就使车辆检修工作任务更加繁重。因此,当前车辆部门的主要任务是:提高车辆检修的质量和效率,为铁路运输提供数量充足、技术状态良好的车辆,保证行车安全;研究修车方法,增强修车能力,压缩检修车,增加运用车,不断提高经济效益;设计、制造出质量更好的车辆。

第一节 车辆检修制度

车辆检修制度是规定在某种情况下,对车辆进行检修及修理后车辆应达到何种状态的一种技术制度。也可以说通过检修方式确定检修计划、类别及等级、检修结构及周期、检修标准及检修组织等一系列内容形成检修制度。

一、基本维修方式

1. 定期维修

定期维修又称时间性预防维修方式,它是运用时间或运行里程作为检修期限,到期限时不管其技术状态如何,都要进行规定的检修工作。其中,检修周期的制定非常重要。

2. 视情维修

视情维修又称按需性预防维修方式,它是根据实际状况确定维修时机。它不对机件规定固定的拆卸分解范围和维修期限,而是在检查、测试其技术状态的基础上,确定各机件的最佳维修时机。这种维修方式借助于经常做定量分析、监测零部件某些参数或性能得出可视性资

料,从而确定维修时间和维修内容。

3. 事后维修

事后维修又称故障后维修,它是不控制维修时期、机件发生出故障后才进行修理的非预防性维修方式。

二、车辆主要检修制度

目前,世界各国对铁道车辆所采用的检修制度,可以分为两种类型:一种是把车辆维修划分为若干个修程,进行有计划的预防性维修;另一种是根据车辆在运用中的技术状态,进行必要的维护和修理。

1. 计划修

针对车辆车型分别有计划地进行预防性检查、维护和修理。实行计划修分三个阶段:定期检查、按时保养和计划修理。进行计划修的要求:

(1)确定主要零部件检修周期。

(2)由主要零部件检修周期兼顾一般零部件。

(3)确定一整套的检修技术标准,检修限度和技术要求。

(4)具备按职能分工、合理布局的检修基地。

2. 状态修

按车辆技术状态进行必要修理,无明确计划,修理的作业范围和工作量随机,发现什么故障修理什么部位,对车辆不做根本性的彻底修理,使用到一定限度报废。这种检修制度的优点是修理基地的规模较小,可分设在铁路沿线较大的装卸站上;缺点是检修工作的不均衡性较严重,修理基地多,而修理工作无一定的计划。从维修方式角度来看,属于视情维修。

三、我国现行铁道车辆检修制度

现在我国采用的是定期检修和日常保养(维修)相结合的车辆检修制度。定期检修是指车辆每运用一定时间(或里程)对车辆的全部或部分零件进行检修。在车辆尚未发生故障之前就对车辆进行修理,消除车辆零部件的缺陷和隐患,预防故障的发生。由于检修是定期的,全年的任务量可以计算出来,能提前准备车辆检修需要的材料、零件、检修设备及人力。而日常保养是指车辆在运用中对易损零件和由于特殊情况造成的故障进行维修,确保车辆正常运行和安全。因此这种检修制度的特点是具有预防性和计划性。随着状态监测技术的发展,正逐步走向状态修。例如我国铁路货车轮轴检修规定,在货车定期检修的框架下,实行以状态修为主,换件修和专业化集中修为辅的检修制度。

1. 定期检修

我国目前实行的定期检修制度分为厂修、段修和辅修。

(1)厂修的目的是恢复车辆的基本性能,使其接近新造车的水平。厂修在车辆修理厂施行,厂修时对车辆进行全面分解,彻底修理,有时还进行局部技术改造。

(2)段修的目的在于保持车辆的各部状态性能。段修在车辆段进行,段修时对车辆全面检查、重点分解,消除隐蔽故障,修理易损零件,防止损伤扩大,保持在下次段修之前各部状态、性能良好,以延长车辆配件的使用寿命,保证车辆运行安全。

(3)辅修主要是对制动和滚动轴承轴箱装置等关键部位施行部分分解检修,并对其他部分

做辅助性修理,使车辆能正常使用。

厂修和段修的检修时间较长,检修时要从运用车中扣出,办理检修车手续。货车辅修修车时间较短,在站修所施行,也要办理扣车手续。

辅修修理对车辆的运用影响较小或不影响运用,它们虽属于定期检修但有日常保养的性质。

(4)车辆定检周期

①货车:各种货车检修周期见表 1-1。

表 1-1 各类货车检修周期

车种	厂修		段修	辅修
	普碳钢	耐候钢		
冰冷车	4 年	6 年	1 年	6 个月
酸碱类罐车、液化石油罐车、液氯罐车	4 年	8 年	1 年	
耐候钢的棚车、敞车、平车		9 年	1.5 年	
P ₆₅ 、P _{65S} 型行包快运车、C _{61Y} 、C ₆₃ 、C _{63A} 、CF、C _{5D} 型车		6 年	1 年	
C ₆₁ 、C _{76A} 、C _{76B} 、C _{76C} 型车		8 年	1 年	
矿石车	5 年	8 年	1 年	
不常用的专用车、载重 90 t 以上的货车	8 年		2 年	
70 t 级通用货车		8 年	2 年	

②客车:客车以走行公里确定各级修程检修周期,普通客车定期检修周期见表 1-2。

表 1-2 普通客车定期检修周期

车种	厂修	段修	辅修
国际联运	4 年	1 年	6 个月
22、23 型车	6 年	1.5 年	
25A、25B、25G 型车	7.5 年	1.5 年	
25K、25T 型车	10 年	2 年	
部属客车、公务车、试验车等	10 年	2.5 年	

客车最高运行速度超过 120 km/h 的客车按走行公里进行检修,修程分为 A1 级、A2 级、A3 级和 A4 级,如图 1-1 所示。

A1 级修程——安全检修。周期约为运行(20±2)万 km 或运行不足 20 万 km 但距上次 A1 级修程及以上各修程时间超过 1 年者。25T 型客车 A1 级修程:即安全检修,按照客车运用安全要求,通过对安全关键部件实施换件修,其他部位实施状态修,对故障部位进行处理,恢复其基本性能和要求,保障客车运行安全。A1 级修程在列车整备线上实施,在状态修中换下的配件检修时执行换件修标准。

A2 级修程——40 万 km 段修。周期约为运行(40±10)万 km 或运行不足 40 万 km 但距上次 A2 及以上各修程时间超过 2 年者。25T 型客车 A2 级修程:即 40 万 km 段修,通过对零部件实施分单元、分部位的换件修和状态修,使车辆上部、下部基本恢复其技术状态,在保证客车安全的同时,提高客车使用效率。A2 级修程采用均衡维修方式,利用库停时间分次在整备

线、临修线上或段修库内进行检修,对换下配件按 A3 级检修要求进行集中检修,以压缩修时,保证检修质量;在状态修中更换的配件检修时执行换件修标准。

A3 级修程——80 万 km 段修。周期为运行(80±10)万 km 或运行不足 80 万 km,但已做过一次 A2 级修程,距上次 A2 级修程超过 2 年者。25T 型客车 A3 级修程:即 80 万 km 段修,通过对客车重点部位实施大范围的换件检修,确保客车运行安全;对车辆上部实施高标准的状态维修,以全面恢复客车上部设施的功能。A3 级修程在车辆段(厂)内进行架车检修,对换下的部件进行异地检测 and 专业化集中修,提高台位利用率;在状态修中更换的配件检修时执行换件修标准。

A4 级修程——大修。运行超过(240±40)万 km 或距新造或上次 A4 级修程超过 10 年者。以客车走行公里确定各级修程检修周期循环。

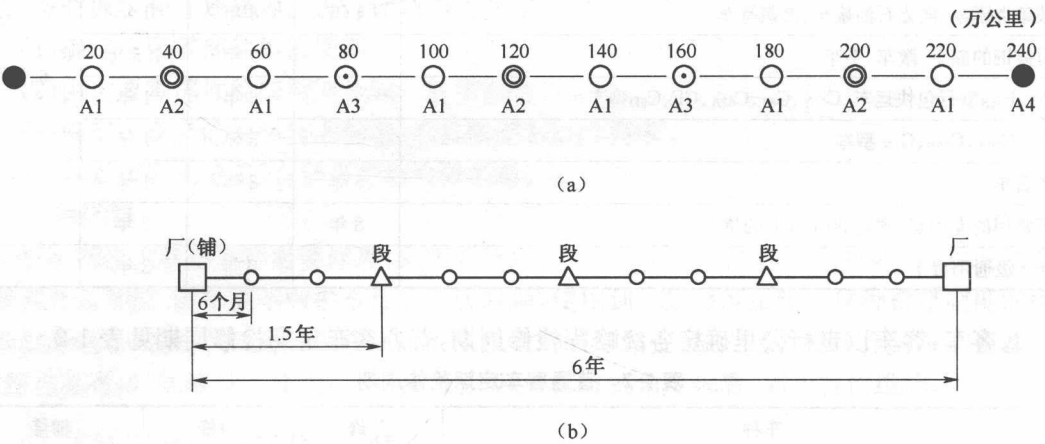


图 1-1 车辆定期检修循环结构

扣定检车如遇高低修程不一致时,按以下规定扣修:厂、段修同月到期或段修到期而厂修在 6 个月以内到期者做厂修;段修到期,厂修在 6 个月以后到期者做段修;段修、辅修同时到期者做高级修程,不得做低级修程。扣修的临修车如厂、段、辅修在一个月內到期时,可提前作厂、段、辅修。

车辆每隔一定时间,进行一定修程的修理,如此循环地进行就构成了车辆定期修理的循环结构。

2. 日常保养

日常保养又称运用维修。

(1) 货车日常维修

① 货车日常维修的意义

货车数量多、车型杂,除少数特种车辆(如机械冷藏车、固定装卸地点循环使用的敞车、棚车、罐车、矿石车、煤车以及标记载重 90 t 以上的长大货物车等)外,一般不固定配属给任何铁路局使用,而是流通全路,且运用条件较差。如在经常的列车解体和编组中遭受冲击、在机械化装卸作业中受到冲撞、装运易腐货物造成配件腐蚀、在列车运行中受到长大列车的剧烈冲撞等,使货车零部件产生较大的磨损、裂损、变形、松弛等故障。针对上述情况,必须对货车进行

特定的日常维修保养,才能使运用中的货车经常保持技术状态良好,不间断地供给铁路运输的需要,并保证安全、正点、优质、高效地完成货物运输任务。货车日常维修工作的好坏,与日常维修单位(列检所、站修所)在沿线的布局、日常维修工作的组织及技术作业过程的合理性、列检所及站修所先进的设备、材料配件的供应等都有密切的关系。

②货车日常维修的内容

货车的日常维修由铁路沿线的列车检修所(简称列检所)来进行。列检所负责对到达、始发和中转的货物列车进行技术检查,发现故障能在列车中修复的要及时维修;修理工作量较大者,则从列车中摘下,送入专用的临修线或站修所进行修理,即货车日常维修分为不摘车修与摘车修两种。

③摘车修与不摘车修

在进行列车技术检查时,对于所发现的车辆故障,在停车线上利用停站时间修复的,称为不摘车修。把故障车辆从列车队中摘下,送到专用修车线或站修所内施修的,称为摘车修。

实行不摘车修可以迅速地消除危及行车安全的故障,加速车辆周转,并且可以减少调车作业、提高车站的通过能力。但由于不摘车修受场地限制,工具、设备条件都比较差,因此,工作效率及质量均受一定影响,而且工人的劳动强度较大、占用的劳动力也较多。实行摘车修可以充分利用固定的修车台位和机械化修车设备,保证高质高效地完成修车任务,改善了工人劳动条件。但这样将增加车站调车工作量,增加车辆的停留时间,使运用车的数量减少,并且需要扩大站修所基地的投资。故摘车修与不摘车修这两种生产方式的采用,应根据车辆的数量、质量和站场技术设备状况以及运输上的要求等方面的条件加以综合考虑。

在社会生产过程中,采用何种生产方式是与发展水平密切相关的。随着我国铁路运输事业的不断发展,在铁路货车的数量和质量上都有了显著的变化。由于车辆结构、材料和制造工艺不断改善,杂型车辆逐步淘汰,使列车不摘车修的工作量大为减少。同时,由于站场广泛采用机械化、半机械化驼峰,提高了列车解体、编组能力,以及对车辆维修基地进行了合理调整,机械化修车设备显著增加,提高了站修能力,这些都为实行扩大摘车修提供了帮助。因此,近年来有逐步扩大摘车修范围的趋势。

综上所述,摘车修与不摘车修以哪种方式为主,应随生产发展情况而定。国外一些工业发达的国家多数以摘车修为主。我国目前处于一个过渡时期,货车数量的增加远远满足不了国民经济发展的需要,铁路运输运能与运量的矛盾还十分突出,这就要求我们采取一切措施加速车辆周转,增加运用车,减少非运用车。所以,目前我国仍实行摘车修与不摘车修并行的做法,凡在列车能处理的故障,尽量在列车修复。对处理较大故障,超过技检时间,影响解体作业或正点发车时,可以摘车修,具体规定范围如下:

- a. 轮对不良需要更换或滚动轴承轴温超过规定,滚动轴承承载鞍、外圈、前盖裂损,密封罩及轴端螺栓脱出。
- b. 摇枕、侧架、轴箱裂损。
- c. 车钩、钩尾框横裂纹,缓冲器、从板、从板座、冲击座破损。
- d. 制动主管、制动缸、副风缸、降压气室裂损。
- e. 车底架各梁裂损、弯曲、下垂超限。
- f. 侧、端、角柱外胀超限。
- g. 空车车门脱落、丢失,棚车漏雨或门锁、扣鼻损坏。敞车端、侧门板破损影响装车。

- h. 罐车罐体及阀泄漏,卡滞折损。
- i. 车体倾斜超限,底开门关闭不良,旁承游动间隙不符合规定。
- j. 车辆脱轨及其他需要铆焊施修的故障。

(2) 客车日常维修

客车在构造上比货车复杂且用来运送旅客,因此对它的日常维修保养要求较高。

为了保证旅客列车在运行中的绝对安全和满足旅客在旅行生活中的需要,应使运用客车的技术状态,包括为旅客服务的采暖、给水、通风、照明、卫生等设备,经常处于良好状态,这是客车运用部门的主要任务之一。

① 客车运用工作的特点

客车运用工作与货车相比有以下特点:

- a. 全部客车由铁路总公司配属给各铁路局,再由各铁路局分别配属给各车辆段。因此,客车的日常维修和定期修理工作,主要由配属段负责。
- b. 客车按需要编组成固定车底,在固定的线路区段内按运行图往返运行。
- c. 旅客列车在运行中,有专职的车辆乘务员,随车进行车辆的维修保养工作。

所以,客车的运用条件比货车的运用条件好,客车配属段能随时掌握每辆车的技术状态,做好预防性的维修保养工作,更有利于有计划地进行检修。这对旅客列车的安全、正点和为旅客提供必要的旅行舒适条件是极为重要的。

② 客车日常维修的内容

- a. 库列检:对进入整备线的旅客列车进行检查、试验和修理工作,并进行季节性的防暑、防寒整备作业和规定的临时性整修等。
- b. 客列检:对始发、到达及通过的旅客列车进行技术检查。
- c. 客车乘务:旅客列车包乘组对值乘的旅客列车进行途中技术检查和维修管理工作。

第二节 车辆零件的损伤

车辆检修的中心任务是发现和处理各种零件的损伤,要正确地对车辆进行修理,必须了解车辆的损伤形式,影响损伤速度的因素和防止损伤的措施。

一、车辆零件的各种损伤及其影响因素

车辆零件的损伤主要有磨损、腐蚀、裂纹折损、变形及零件的松弛等五种。

1. 车辆零件的磨损及其影响因素

磨损指零件在工作过程中,由于摩擦使零件表面材料受到损失,使几何尺寸和表面粗糙度发生变化的一种损伤。

(1) 车辆零件的磨损

车辆零件的磨损分正常磨损和不正常磨损。正常磨损指相互接触并做相对运动的零件工作时在摩擦面上必然产生的一种损伤,例如车轮踏面圆周磨耗。正常磨损是不可避免的。不正常磨损是工作条件不正常或材质不良引起的偏磨或急剧磨损。这种磨损不仅速度快而且引起其他危害,例如车轮轮缘的垂直磨耗会引起车辆脱轨造成事故。如果消除了引起零件不正常工作的条件,不正常磨损是可以避免的。

(2)影响磨损速度的因素

影响磨损速度的因素很多,主要有三个方面。

①零件的摩擦形式和载荷

一般情况下,滚动摩擦的磨损速度小于滑动摩擦的磨损速度。在同一种摩擦形式下,相对运动的速度加快、载荷增大及动载荷的成分增大都会使磨损速度增加。温度高时,金属的塑性增加,硬度降低,也会增大磨损速度。

②摩擦面间的介质

介质可分为两类,一类如润滑油、石墨、二硫化钼等是润滑剂,使磨损速度降低。另一类如沙粒、铁屑等是磨料,使磨损速度增加。

③摩擦表面的特性

a. 两摩擦表面金属的互溶性。互溶性大,容易互相黏着,磨削的颗粒大,使黏着磨损的速度增大。钢和镍、铬等金属的互溶性大,同种金属的互溶性最大,所以应避免互溶性大的材料组成摩擦副。钢和铅、锡、锑、铜等金属的互溶性小,用它们组成的摩擦副,磨损速度会显著减小。

b. 金属的硬度和组织结构也是影响磨损速度的主要因素之一。一般来说,硬度高使磨损速度减小,金属的硬度往往和其组织结构密切相关,多相且各相分散程度大的组织结构比单相组织的磨损速度要小,比分散小的多相组织磨损速度也小。试验表明,在相同组织下,碳含量高,钢的硬度也高;在相同含碳量下,珠光体、索氏体、屈氏体、马氏体的硬度递增。钢的组织 and 含碳量与耐磨性的关系如图 1-2 所示。

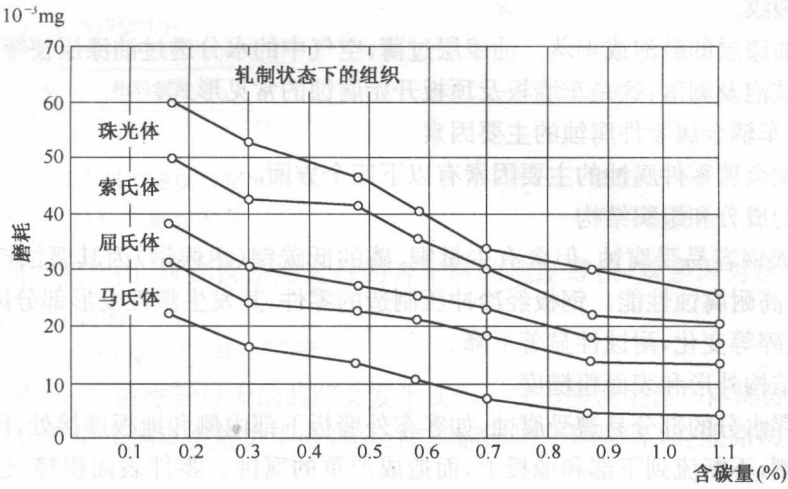


图 1-2 钢的组织结构和含碳量与耐磨性的关系

有些金属硬度不高,由于其组织结构的关系,耐磨性也较好。如灰口铸铁、球墨铸铁,因其组织结构中有游离的石墨存在,能起润滑作用,提高了耐磨性;又如滑动轴承轴瓦浇挂的白合金(铅、锡、锑合金),其组织结构易于油膜的形成,也提高了耐磨性。

c. 表面加工质量的影响

加工粗糙度:适当选择粗糙度可以减少磨损速度。摩擦表面越粗糙,磨损速度越大。但没有必要使粗糙度过小,因为摩擦面在磨合后有一种稳定的粗糙度。一般选择零件在磨合后的

粗糙度作为技术要求的标准。

加工精度:精度过低会使摩擦面上载荷不均匀,或产生冲击,引起不正常磨损,造成磨损速度增大。如滚动轴承中滚子的圆度、圆柱度不合要求,造成滚子与保持架、内外圈接触不良,会引起热轴事故。

2. 车辆金属零件的腐蚀及其影响因素

车辆露天工作,运行环境复杂,长期经受阳光、雨雪和各种腐蚀性物质的作用,其金属零件极易发生腐蚀。车辆车体的腐蚀是一个很严重的问题,修理车体腐蚀是车辆修理中最繁重的工作。车辆的寿命主要决定于车体的腐蚀状况。因此,研究车辆的防腐措施是十分重要的工作。

(1) 车辆零部件腐蚀破坏形式

车辆金属零件腐蚀破坏的形式有以下五种。

①表面的均匀腐蚀——铁锈。如车底架各梁、各板等因油漆质量差,常发生表面均匀的锈层。

②夹锈,发生在两连接件接触面之间。由于锈层的体积膨胀,可导致两连接件的焊缝开裂、铆钉出现裂纹或松动。车体各梁、各板的连接处常发生夹锈。

③局部穿孔或大面积蚀透。腐蚀在零件的局部区域特别严重,造成零件蚀透。车辆底架各梁的盖板、翼板及车墙板、地板、车顶板易发生这种腐蚀。客车墙板的下部,厕所和盥洗室下部的铁地板也常发生大面积蚀透。

④腐蚀性裂纹。由于零件表面受到腐蚀引起应力集中,而造成零件的裂纹,旧型车的底架常发生这种裂纹。

⑤零件油漆层的鼓泡或剥落。油漆层过薄,空气中的水分透过油漆层使零件表面锈蚀,引起油漆层的鼓泡及剥落,这是车墙板及顶板开始腐蚀的常见形式。

(2) 影响车辆金属零件腐蚀的主要因素

影响车辆金属零件腐蚀的主要因素有以下四个方面。

① 金属的成分和组织结构

一般低碳钢容易受腐蚀,但含有少量铜、磷的低碳钢(耐候钢)因其腐蚀产物可形成保护膜,能显著提高耐腐蚀性能。钢板经冷冲压制造的零件,其发生塑性变形部分因组织结构发生晶格滑移、破碎等变化,耐蚀性显著下降。

② 零件结构外形和表面粗糙度

零件集存水分的部分易遭受腐蚀,如客车外墙板下部内侧和地板连接处,因车内水蒸气凝结在墙板内侧,不断流到下部和地板上,而造成严重的腐蚀。零件表面粗糙,也容易凝结和集存水分而受到腐蚀。

③ 周围介质的成分

车辆零件周围的介质是空气,因而车辆零件的腐蚀属于大气腐蚀。大气腐蚀的因素主要有三种。

a. 空气的湿度。由实验得知空气的相对湿度在一定数值之内时,金属的腐蚀速度较低;当相对湿度超过一定数值之后,腐蚀速度会急增。这一数值称为临界湿度。不同的金属具有不同的临界湿度值。金属表面有毛疵、毛细裂纹、积尘和腐蚀物等也会降低其临界湿度而增加腐蚀速度。

b. 空气的成分。车辆常运行于工矿地区,所处环境的空气中经常包含有许多腐蚀性气体,如 SO_2 、 H_2S 、 HCl 等气体对腐蚀速度的影响很大。图 1-3 为铁在含有 0.01% SO_2 气体的空气中进行腐蚀试验结果,说明零件的腐蚀速度要增加许多倍。

c. 空气中的悬浮粒子。大气中的悬浮物主要有沙土灰尘,货物散落的微粒,从各种燃烧物来的尘埃,从动植物上产生的有机微粒等。有的尘埃和微粒本身就具有腐蚀性,如化肥、食盐的微粒;有的尘埃和微粒本身没有腐蚀性,但能吸附腐蚀性气体,如煤易吸附 SO_2 气体;有的尘埃和微粒既没有腐蚀性也不吸附腐蚀性气体,如一般的砂粒和尘土。但所有的尘埃和微粒落在金属表面后,都要促使金属腐蚀。原因有两方面:一是金属表面上尘埃和微粒的沉积使金属的临界湿度下降,易于水分的凝聚;另一方面是尘埃和微粒与金属产生直接或间接的化学反应。

④温度对腐蚀的影响

金属和周围介质的温度对腐蚀速度的影响很大,温度越高,腐蚀越快。图 1-4 为铁在 18% HCl 溶液中腐蚀速度与温度的关系。可以看出腐蚀速度与温度指数函数的关系。

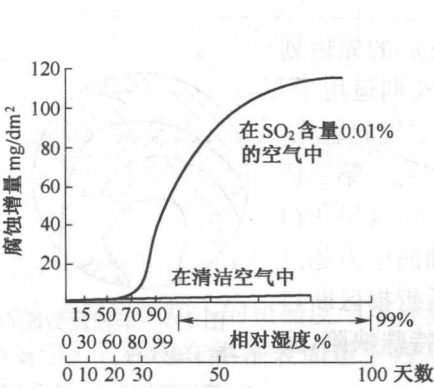


图 1-3 铁在大气中腐蚀速度与空气湿度及空气中 SO_2 含量的关系

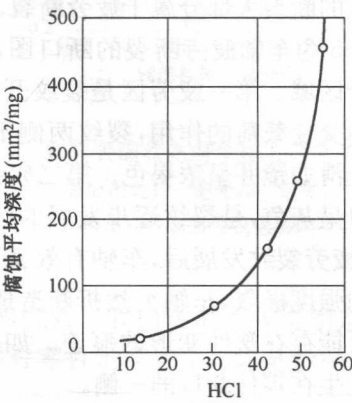


图 1-4 铁在 18% HCl 中的腐蚀速度与温度的关系

我国在广州铁路集团、成都铁路局运行的客车腐蚀速度最快,就是因为这些地区的气温高,而空气湿度大造成的。

3. 车辆零件的变形及其原因

车辆零件刚度过低或受到过大的载荷会发生变形。变形多发生在车体部分,如墙板外涨,底架梁的下垂等,它使车辆承载能力下降,还会使车辆超出车辆限界,与线路两侧的设施碰撞造成事故。

车辆零件发生变形的原因除受到过大的载荷以外,还有在运用中受到不正常的冲击;或是零件设计不合理,或因受到腐蚀,使零件强度不足造成的。零件发生变形后,零件的受力状态发生变化,往往使应力上升,变形发展加快,或引起零件裂纹和断裂。

4. 车辆零件的裂纹折损及其原因

车辆零件在动载荷作用下工作,经长期使用,即使没有超载也能发生裂纹折损。零件折损是危险性很大的损伤,至今车轴折断,底架中梁折断等故障仍在威胁着铁路运输,所以要研究零件裂纹损伤的规律,在车辆检修时要及时发现零件裂纹进行处理,并且消除容易引起裂纹折损的因素。

(1) 零件断裂的分类

车辆零件断裂按所载荷的性质可分为冲击断裂,静载断裂和疲劳断裂。按零件断口的形态可分为延性断裂(也称韧性断裂或塑性断裂)和脆性断裂。

延性断裂的特征为零件的断口有塑性变形痕迹,断口呈纤维状或有卷边(剪切唇),断口色暗。这种断裂可能是因为零件的设计不合理,或者是运用中受到过大的载荷等,使零件内产生的应力超过了材料的强度极限而造成的。

脆性断裂的特征为零件的断口没有可察觉到的塑性变形,断口平齐,能看到颗粒状的晶粒轮廓,比较明亮。脆性断裂的零件常常引起事故。当零件受到冲击时,如果零件有良好的韧性,通过材料的塑性变形,可以缓和冲击,减小冲击力,不易断裂;当韧性降低时,同样的冲击载荷会产生大冲击力,使零件断裂。

疲劳断裂的断口没有明显的塑性变形,属于脆性断裂。疲劳断裂是零件在长期动载荷或交变载荷作用下,载荷引起的应力远小于零件材料强度极限时发生的断裂。车辆的车轴、弹簧及车底架构件等零件在车辆运行中所受载荷是交变性的或有交变载荷的成分,所以这些车辆零件发生的断裂大部分属于疲劳断裂。

图 1-5 为车轴疲劳断裂的断口图,其疲劳区按发展的先后划分成三个区域。第一疲劳区是裂纹开始的部分。在长期运用中,由于受到交变载荷的作用,裂纹两侧不断研磨,加上空气的氧化,使断面光滑如镜并呈浓褐色。第二疲劳区断口呈淡褐色。第三疲劳区断口呈灰色,是裂纹逐步发展的区域。而最后折损区呈灰白色,是因疲劳裂纹发展后,车轴有效截面积减小,车轴的应力超过了材料的强度极限,车轴突然折断造成的断口。最后折损区断口粗糙并可能存在塑性变形的痕迹。如果零件上没有特殊缺陷,疲劳区只发生在零件断口的一侧。

如果受交变载荷的零件在载荷周期数不大的情况下折断叫做早期疲劳断裂,这是由于零件的材质和外形存在缺陷造成的。

(2) 零件产生裂纹和断裂的原因

零件裂纹和断裂除不正常的载荷和零件设计不合理之外,主要是由零件的材质、外形和表面有缺陷造成的。由于裂纹、折损总是由零件产生最大应力的处所开始的,凡引起显著应力集中的缺陷,都可能引起零件的裂损。

① 金属材料的缺陷

金属材料在冶炼、浇铸、锻压等过程中产生缩孔、气孔、夹渣或内部开裂、气孔痕迹、重皮;以及零件在热加工过程中温度过高,加热时间太长,使钢材的晶粒粗大,表面失碳。这些缺陷对材料的强度影响很大,又会引起应力集中,形成裂纹的起源,而且隐藏在材料内部不易发现,是十分危险的隐患。

② 零件外形的缺陷

如零件断面骤然变化,引起过大的应力集中,易于引起疲劳裂纹和其他裂纹。疲劳裂纹产生的机理是车辆在运行中零件所受载荷是交变的,使应力大的部分产生塑性变形,反复的塑性变形会引起微观的裂纹,细微的裂纹汇合后,逐渐向金属深处发展,结果使零件折断。

零件外形与其强度的关系可用补强板的例子来说明。在试验室中分别对钢管上加两种不

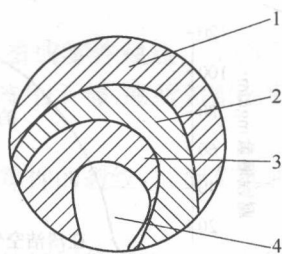


图 1-5 车轴疲劳断口

1—第一疲劳区;2—第二疲劳区;
3—第三疲劳区;4—最后折损区

同形状的补强板进行疲劳试验,补强板的形状如图 1-6 所示。结果(b)比(a)的疲劳寿命提高 3.2~3.3 倍,(c)比(a)的疲劳寿命提高 3.3~3.4 倍。从三种补强板端部截面过渡情况看,第一种变化急剧,第二种和第三种比较缓和,截面变化急剧的补强板应力集中程度大,易毁坏,与试验结果是相符合的。

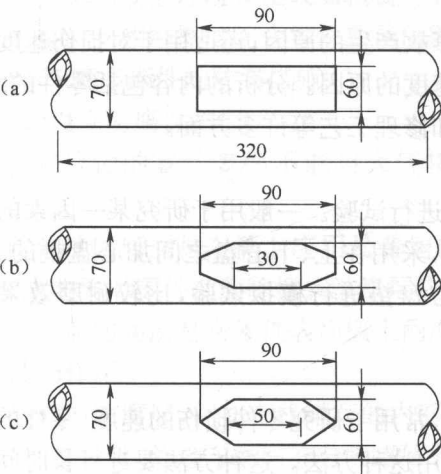


图 1-6 管件上的三种补强板(mm)

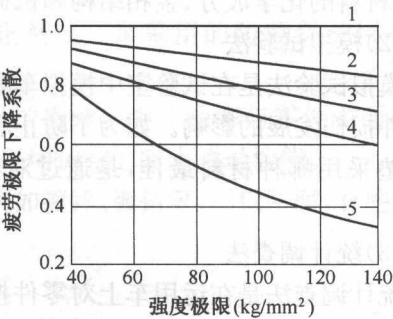


图 1-7 材料表面状态对于疲劳强度的影响

1—表面抛光;2—磨光;3—精车;
4—粗车;5—表面为氧化黑皮

③零件在加工中的表面缺陷

零件表面机械加工的粗糙度与零件的强度有很大的关系。表面粗糙不仅会引起应力集中,而且加工过程中在零件表面留下残余应力,这些都对零件的强度(尤其是疲劳强度)有影响。

图 1-7 表示各种机械加工方法对疲劳极限的影响程度。图中纵坐标表示疲劳极限下降系数,如取表面抛光后的零件的疲劳极限为 1,则其他加工方法的零件的疲劳极限都低于 1,表面越粗糙,下降越低;图中横坐标表示试验零件所用材料的强度极限,可以看出对于不同强度极限材料做成的零件,机械加工方法对其疲劳极限的影响是不同的。材料的强度极限越高,加工方法对其疲劳极限的影响越大。

其他加工方法也会造成零件表面缺陷。如锻制零件表面的皱皮,锤痕和其他碰伤,焊缝的咬边、缺肉等,也是引起零件断裂的原因。

④其他使零件产生裂纹和断裂的原因

处理轴箱激热时若使轴颈快速冷却,会造成轴颈表面毛细裂纹;外温很低时电焊或加热零件,零件的内应力会使零件产生裂纹;电焊车体时不接地线,会造成轴颈的电弧痕迹,使局部材料性能变差,也会引起轴颈裂纹;此外,金属腐蚀使零件表面受到破坏,也是零件产生裂纹的原因。

二、研究车辆零件损伤的基本方法

尽管车辆零件的损伤形式多种,原因各异,车辆的损伤还是具有一定的规律。如零件常发生何种形式的损伤,某些车型某些部位容易发生损伤,引起损伤的具体原因,损伤发展的速度