

大型养路机械职工培训系列丛书

大型养路机械检修 技术基础

杨新军 张文东 胡跃进 毛必显◎主 编
任延军◎主 审



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

大型养路机械职工培训系列丛书

大型养路机械检修技术基础

杨新军 张文东 胡跃进 毛必显 主 编
任延军 主 审

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

大型养路机械检修技术基础 / 杨新军, 张文东, 胡跃进, 毛必显主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2005.1

ISBN 7-81104-031-X

I. 大... II. ①杨... ②张...③胡...④毛...

III. 铁路养护 - 养路机械 - 检修 IV. U216.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 136363 号

大 型 养 路 机 械 检 修 技 术 基 础

杨新军 张文东 胡跃进 毛必显 主编

*

责任编辑 王 旻

封面设计 何东琳设计工作室

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: 87600564)

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

E-mail: cbsxx@swjtu.edu.cn

成都蜀通印务有限责任公司印刷

*

开本: 787 mm × 1092 mm 1/16 印张: 17.875

字数: 441 千字 印数: 1—3000 册

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 7-81104-031-X/U · 004

定价: 27.50 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

《大型养路机械职工培训系列丛书》

编写委员会

主任委员 郑中立

副主任委员 许建明 马云昆 王尊贤

编委 胡跃进 于家和 任延军 江河

张宝明 胡斌 毛必显

本书主编 杨新军 张文东 胡跃进 毛必显

本书主审 任延军

前言

随着科学技术的迅猛发展和我国社会主义市场经济体制的建立与深入，整个工业生产对现代化设备的需求和依赖程度愈来愈高。实践表明，工业企业生产设备的技术状态对劳动生产率、产品质量、生产成本、安全和环保等，在一定意义上可以说起着决定性的作用，这也是现代科学技术和社会经济互相渗透、互相促进、互相结合的一种必然趋势。

铁路行业也不例外。自 1984 年从国外引入大型养路机械进行线路维修、大修以来，铁路工务系统的作业方式和维修体制已经发生了根本性的变革，线路养护修理的质量、效率得到极大的提高，施工与运行的矛盾得到很大程度的缓解，施工生产中的事故明显减少。特别是在铁路四次大提速工程中，大型养路机械更是发挥出了不可替代的作用，并已成为确保线路质量，提高既有线路效能，保证高速、重载、大密度铁路运输必不可少的现代化装备。

正是基于大型养路机械设备为铁路建设事业的发展做出的巨大贡献，所以，大型养路机械事业正以飞快的速度向前发展。全路大型养路机械设备的品种和装备数量快速增加，大型养路机械使用人员的队伍正不断壮大。由此，在管理、安全、生产、使用等各方面又带来许多问题。大型养路机械是资金密集、技术密集的现代化设备，具有结构复杂、生产率高、价格昂贵等特点，并且，大型养路机械使用集运行、施工、检修于一身，所以，如何用好、管好、修好这些设备，不仅关系到设备本身的寿命，而且直接关系到大型养路机械施工企业的生产计划、施工质量、市场信誉、经济效益，甚至关系到企业的兴衰成败。要用好、管好、修好大型养路机械设备，人的因素是最关键的，这在铁道部、铁路局、机械化段都有着同样的共识和紧迫感。要得到与大型养路机械运用相适应的高素质的职工队伍，需要得到不断的培养和教育，所以对各种培训的需求与日俱增，培训的要求也越来越高。面对文化程度相对较低、专业知识匮乏、基本素质参差不齐的人员队伍，不仅要开展一时一项、短期的各种培训，诸如新进人员的岗前培训、工班长的提高培训、技术人员的专业培训、检修人员的技术培训、管理人员的业务培训，更应该进行长期的、系统的、全面的基础培训和技能培训，以提高从业人员的综合素质和技术水平，发挥大型养路机械设备的最佳效能。

然而，迄今还没有一套系统、全面、完整的培训教材，无疑这给各种培训工作的开展带来一定的困难。为此，昆明中铁大型养路机械集团有限公司、铁路大型养路机械培训中心根据大型养路机械发展的需要，结合大型养路机械设备的技术及使用人员的基本

情况，组织技术人员陆续编写出一套大型养路机械职工培训丛书，以填补这方面的空白，从而为推动大型养路机械事业的向前发展做出贡献。

本书由北京铁路局北京机械段杨新军段长、济南铁路局青岛大修段张文东段长、铁道部运输局基础部机械设备处胡跃进副处长、铁路大型养路机械培训中心毛必显高级工程师主编，昆明中铁大型养路机械集团有限公司任延军副总经理、高级工程师主审，昆明中铁大型养路机械集团有限公司程立高级工程师参审。在编写过程中得到了许多同仁的支持和帮助，在此表示感谢。

限于我们的知识水平和实践能力，书中难免有纰漏和错误，恳请专家与读者批评指正。

大型养路机械职工培训丛书编写组

2004年11月

目 录

第一章 机械设备的故障和维修原理	1
第一节 机械设备的老化	1
第二节 机械设备的故障	4
第三节 机械设备的维修方式	10
第四节 机械设备的维修趋势	14
第二章 机械零件的失效及分析	16
第一节 零件的磨损失效	17
第二节 零件的断裂失效	29
第三节 零件的腐蚀失效	40
第四节 零件的变形失效	49
第三章 机械零件修复技术	56
第一节 机械修复技术	56
第二节 焊接修复技术	66
第三节 电镀修复技术	76
第四节 热喷涂修复技术	85
第五节 粘接修复技术	95
第六节 表面强化技术	102
第七节 机械零件修复技术的选择	106
第四章 机械设备状态监测与故障诊断技术	111
第一节 机械设备故障诊断概述	111
第二节 机械设备的简易诊断	114
第三节 振动监测与诊断技术	119
第四节 噪声监测与诊断技术	132
第五节 油液监测与诊断技术	135
第六节 温度监测技术	151
第七节 无损检测技术	156
第五章 设备修理的工艺过程	179
第一节 设备的拆卸	179
第二节 机械零件的清洗	185
第三节 机械零件的鉴定与检验	188
第四节 机械的装配	193

第一章 机械设备的故障和维修原理

机械设备维修的目的是排除设备所发生的故障。所以，我们首先介绍机械设备故障的概念，以及各种维修方式的原理。

第一节 机械设备的老化

机械设备在使用或闲置中会逐渐老化，直至报废。所以，研究这一老化过程的规律性，探讨适应这一规律的相应对策是机械修理学的重要内容。机械设备的老化分为有形老化和无形老化两大类，而有形老化和无形老化又分别分成两种老化形式。

一、有形老化

机械及其零件的实体由于磨损、变形、断裂、蚀损等原因而损坏，致使机械的精度降低、性能变坏的现象叫有形老化。

运转中的机械设备在力的作用下，零部件会发生摩擦、振动和疲劳现象，导致机械设备的实体损坏，这种老化叫做第Ⅰ种有形老化。它一般表现为：

- ① 零部件的原始尺寸，甚至形状发生改变。
- ② 零部件之间的公差配合性质发生变化，精度降低。
- ③ 零件破坏。

这类老化，以自动抄平起拨道捣固车为例，会使作业精度、生产效率等降低。老化到一定程度后，设备就不能正常工作，甚至发生事故。

机械设备在闲置过程中，由于自然力的作用造成设备的有形老化，叫做第Ⅱ种有形老化。它是由于机械生锈、金属腐蚀、材料老化等原因造成的，与生产过程的作用无关。机械设备放置时间久了会自然丧失精度和工作能力。

第Ⅰ种有形老化与使用时间和使用强度有关，第Ⅱ种有形老化与闲置时间和保管状况有关。科技进步对机械设备的有形老化是有影响的，如耐用材料的出现、零部件加工精度的提高、结构可靠性的增大，以及正确的预防维修制度和先进修理技术的采用等，都会减少有形老化的发生。但随着高效的生产技术、自动化管理系统、数控技术等的应用，会大大减少设备的辅助时间，加大机动时间；与此同时，技术进步又常与提高速度、压力、载荷和温度相联系，这些又都会加剧所用机械设备的有形老化。

二、无形老化

无形老化又叫经济老化，它是由于非使用和非自然力作用引起的设备价值的损失，在实物形态上看不出来。无形老化分两种形式：

① 由于相同结构设备再生产价值的降低而产生的原有设备价值的贬低，叫做第Ⅰ种无形老化。如技术进步使生产率提高、劳动耗费降低，再生产这种机械设备的价格降低，从而使原机械设备发生贬值。

② 由于不断出现性能更完善、效率更高的机械设备而使原有设备显得陈旧落后，从而产生的经济老化（原设备的价值相对降低），叫第Ⅱ种无形老化。

设备使用价值的降低与技术进步的具体形式有关，比如在加工方法基本不变的情况下，先进的新设备的出现将使原设备的使用价值大大降低；当用新材料取代旧材料时，加工旧材料的设备将会被淘汰；当改变原生产工艺时，原生产工艺线上的设备将失去使用价值。

应当指出，无形老化既然是社会生产力发展的结果，那么老化愈快，则表示社会技术进步愈快，也该受到欢迎。所以机械维修人员的任务不是防止机械的无形老化，而是认真研究无形老化的规律，采取适当措施，以适应科学技术的发展。

机械设备的有形老化和无形老化造成的经济后果是有差别的。有形老化严重的设备在修理之前常常不能正常工作，而无形老化严重的设备却不影响它的继续使用。

三、设备老化的规律

机械设备及其零部件老化的规律主要包括以下几个方面：

1. 零件寿命的不平衡性和分散性

零件的寿命有两个特点：异名零件寿命的不平衡性和同名零件寿命的分散性。

机械中每个零件的工作条件和设计各不相同，因而每个零件老化的速率相差很大，这就是异名零件寿命的不平衡性。机械修理人员常常以那些寿命较短的零件为研究对象，努力提高它们的寿命。但这些零件寿命提高以后，其他零件寿命又相对显得较短。所以异名零件寿命的不平衡是绝对的，而平衡只是相对的。

由于材质上的差异，加工与装配时的寿命也有差别，这就是同名零件寿命的分散性。它可以设法减小，但不能消除。也就是说，同名零件寿命的分散性也是绝对的。

同名零件寿命的分散性扩大了异名零件寿命的不平衡性。

以上零件寿命的两个特点也完全适用于部件和总成。

2. 设备寿命的分散性、地区性和递减性

由于零件寿命的分散性，机械设备寿命也具有分散性，其部分规律呈正态曲线。

机械设备的寿命受自然条件的影响很大，在砂土或水田工作的拖拉机，其走行部分及减速箱磨损加剧；在寒冷和沙漠地区，发动机的腐蚀和磨料磨损会增加。由于气候和地理条件的影响，扩大了机械设备寿命的分散性，但这一影响，在相同地区具有相同的趋势，所以称为机械寿命的地区性。

材料物理机械性能的变化，需要相当长的时间。零件的许多缺陷需要经过相当长

的时间才能逐渐显露出来，而修理后的机械设备的状况很难达到原设计要求。所以机械设备随着修理人员的努力，完全可以减少上述递减幅度，但是要想完全消除上述递减性，仅是通过修理的方法，是很难做到的。

3. 机械性能和效率的递减性

机械设备在使用过程中，由于各部分之间的磨损及材料的疲劳和老化，性能逐渐变坏。这种物理的老化或者性能的老化，可以借助修理的方法得到全部或局部的补偿。这是因为：在机械设备的有形老化中，有一些可以通过修理的方法予以恢复，也有一些（如疲劳、腐蚀等）由于技术上的原因，在目前条件下

还无法彻底恢复。所以经过修理的机械，其机械性能和使用效率是逐次递减的，如图 1.1 所示。图中，OA 表示机械的标准性能线。事实上机械设备在使用时其性能是沿 AB 线下降的，如不修理仍继续使用，寿命一定很短。如在 B₁ 点进行修理，机械设备的性能会逐渐老化，当降至 C₁ 点时，又进行第二次大修理，其性能可能恢复至 C 点。这样经过修理后的性能又能恢复到相当程度，但经过使用又会下降。终至到 G 点，机械设备就不能再修理了，其寿命宣告终结。

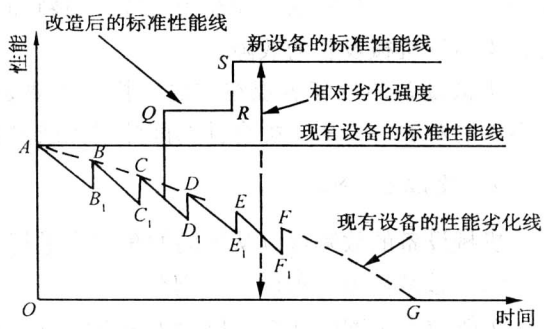


图 1.1 机械设备性能老化曲线

我们将图中 A、B、C、D、E、F 各点相连，就形成一条曲线，这条曲线就是机械设备使用过程中的性能老化曲线。从这条曲线可以看出，机械设备的修理不是无止境的，而是有限度的。

四、设备老化的补偿

机械设备老化的补偿形式有修理、更换、更新和改造性修理等几种。修理是对老化的机械设备进行一系列加工，使之恢复原来的精度和技术性能；更换是用性能完全相同的新机械（或部件）替换老化了的机械（或部件）；更新和改造性修理是在机械设备大修的同时，将机械设备的部分总成用结构性能较先进的总成来替换，使大修以后的设备结构和性能比以前提高，甚至超过原设计时的性能。

机械设备老化的补偿形式应该根据设备有形老化和无形老化的程度进行选择。假如机械设备已经达到完全有形老化，而它的无形老化期还没有到来，则通常采用修理的形式补偿。

由于目前技术的飞跃发展，无形老化期时间已大大缩短，所以在修理中，适时地进行改造性修理，才能使机械设备适应生产技术的发展。如在图 1.1 中，若在 D 点对设备进行现代化改装，则其性能可超过原有标准，提高至 Q 点。若再使用至 R 点时进行更新，则其性能可提高至 S 点。这样，虽然要花一些投资，但其技术经济效益比继续进行大修理要高得多。所以，从技术、经济性方面考虑，不能执行无止境的修理方针，而应当正确处理修理、改装和更新的关系。

第二节 机械设备的故障

一、故障的概念及分类

1. 故障的概念

所谓机械设备的故障，是指机械的各项技术指标（包括经济指标）偏离了它的正常状况。如某些零件或部件损坏，致使工作能力丧失；发动机的功率降低，传动系统失去平稳和噪声增大；工作机构的工作能力下降；燃料和润滑油的消耗增加等，当其超出了规定的指标时，均属于机械设备的故障。

机械设备的故障表现在它的结构上主要是它的零件损坏和零件之间相互关系的破坏，如零件的断裂、变形，配合件的间隙增大或过盈丧失，固定和紧固装置松动和失效等。

2. 故障的分类

机械设备的故障可以从不同的角度来进行分类，主要分类方法有以下几种：

（1）按故障发生的时间性划分

按故障发生的时间性可以分为突发性故障和渐进性故障。

① 突发性故障。这是由各种不利因素和偶然的外界影响共同作用的结果，这种故障发生的特点是具有偶然性。大型养路机械在工作时由于遇到意外的障碍物等原因而引起的超载和造成零件的损坏，制动系统失灵，液压系统油路堵塞，高压油管爆裂，电气系统的偶然故障以及司机操作失误引起的事故性损坏等，都具有偶然性和突发性。一般与使用时间无关，因而这种故障是难以预测的。但它一般容易排除，因此通常不影响机械的寿命。

② 渐进性故障。这是由于产品参数的劣化过程（磨损、腐蚀、疲劳、老化）逐渐发展而形成的。它的特点是其发生的概率与使用时间有关，它只是在产品有效寿命的后期才明显地表现出来。渐进性故障一旦发生，就标志着产品寿命的终结，对大型养路机械而言，则往往是需要进行大修的标志。由于这种故障逐渐发展的性质，这种故障通常是可以进行预测的。

（2）按故障显现的情况划分

按故障显现的情况可以分为功能故障和潜在故障。

① 功能故障。机械设备丧失了工作能力或工作能力明显降低，也即丧失了设备应有的功能，因此称为功能故障。这类故障可以通过操作者的直接感受或测定其输出参数而判断出来。关键的零件坏了，机械根本不能工作了，属于功能故障；生产率达不到规定指标，也是功能故障。这种故障是实际存在的，因而也称实际故障。

② 潜在故障。有时，机械设备还尚未丧失功能，我们根据某些物理状态、工作参数、仪器仪表检测，可以判断即将发生的故障，以及可能造成的一定危害。因此，应当在故障发生之前进行有效的维护或修理。这种根据某些物理状态、工作参数而事先鉴别出机械设备即将发生的故障，称为潜在故障。例如，零件在疲劳破坏过程中，其裂纹的深度是逐渐扩展的，同时其深度又是可以探测的。当探测到扩展的深度已接近于允许的临界值时，便认为是存在潜在故障，必须按实际故障来处置。探明了机械设备的潜在故障，就有可能在机械设备达到

功能故障之前进行排除，这有利于保持机械设备的完好状态，避免由于发生功能故障而可能带来的不利后果。通过有效手段诊断潜在故障并及时予以排除，是现代维修技术中所要解决的一个重要课题。

（3）按故障发生的原因划分

根据故障发生的原因可以分为人为故障和自然故障。

① 人为故障。机械在制造和大修时由于使用了不合格的零件或违反了装配技术条件，在使用中没有遵守机械的使用条件和操作技术规程，没有执行规定的保养维护制度以及由于运输、保管不当等原因，致使机械过早地丧失了它应有的功能，这种故障即称为人为故障。

② 自然故障。机械在其使用和保养有效期（简称保有期）内，由于受外部和内部各种不可抗拒的自然因素的影响而引起的故障都属于自然故障。如正常情况下的磨损、腐蚀、蠕变、老化等损坏形式都属于这一故障范畴。但应该指出，由于人为的过失而加剧了上述的损坏过程时，则应该与此相区别。

每一种故障都有其主要特征，即所谓的故障模式或故障状态。各种机器设备，结构千变万化，即使一个系统、一台机器，其功能也是复杂的。罗列各种设备的故障状态是相当复杂的，但归纳它们的共同形态，可列出以下数种：异常振动、磨损、疲劳、裂纹、破断、过度变形、腐蚀、剥离、渗漏、堵塞、松弛、熔融蒸发、绝缘劣化、短路、击穿、异常声响、油质劣化、材料劣化、粘合、污染、不稳定及其他。

二、设备的故障规律

机械设备的状况总是随着它使用时间的延长而逐渐恶化的，因而机械的使用寿命总是有限的。由此不难理解，机械发生故障的可能性总是随着使用时间的延长而增大，且机械设备故障的发生具有随机性，即无论哪一类故障，人们都难以预料它的确切发生时间，因而机械设备发生故障的情况只能用故障率来表示。

使用经验及试验表明，一般机械设备的故障率随时间的变化规律如图 1.2 所示。该曲线两头高、中间低，形状像个浴盆，因此称之为“设备故障率浴盆曲线”。从曲线上可以看出，机械设备的故障率随时间的变化大致分为三个阶段，即早期故障期、随机故障期和耗损故障期。

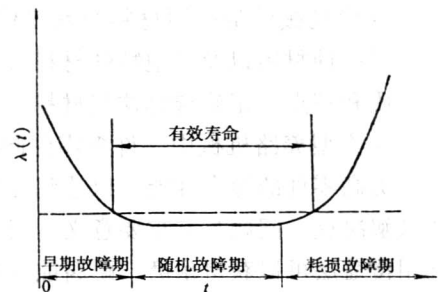


图 1.2 设备故障率浴盆曲线

1. 早期故障期

早期故障出现在设备工作的早期，其特点是故障率较高，且故障随时间的增加而迅速下降。早期故障一般是由设计、制造上的缺陷等原因引起的，设备进行大修理或改造后，再次使用也会出现这种情况。设备在接近使用条件下的“磨合”或“调试”，可以认为设备被预先使用已超过这一阶段。

2. 随机故障期

随机故障期出现在设备的有用寿命期内，在这个阶段，故障率低而稳定。随机故障是

由于偶然因素引起的，具有不可预测性，不能通过延长磨合期来消除。设计上的缺点、零部件的缺陷、维护不良、操作不当等都会造成随机故障。

3. 耗损故障期

耗损故障出现在设备使用的后期，其特点是故障率随运转时间的增加而增高。耗损故障是由设备零部件的磨损、疲劳、老化、腐蚀等造成的，这类故障是设备接近寿命末期的征兆。若事先进行预防性维修，可经济而有效地降低故障率。

并不是所有设备都具有以上三个故障期，不少设备只具有其中一个或两个故障期。如有些没有早期故障期，有些则达不到耗损故障期。然而，从机械使用者的角度出发，对于曲线所表示的早期故障率，由于机械在出厂前已经过充分调试，可以认为故障已基本得到消除，因而可以不必考虑。随机故障通常容易排除，且一般不决定机械的寿命，唯有耗损故障才是影响机械有效寿命的决定因素，因而是主要研究的对象。

大型养路机械遵循的是一般机械设备的故障规律。在制造厂家经过调试后到生产现场使用，出现的故障由多到少，进而进入使用的稳定状态。经过十几年的使用后，随着设备役龄的增长，机械故障又呈现出大幅增长的趋势，这时候设备就进入大修期。

三、影响设备故障的因素

虽然机械设备出现的故障是随机的，但也有许多因素影响设备故障的出现和规律。

1. 机械制造和修理对设备故障的影响

(1) 零件材料的选择

现代机械设备所用材料视其工作状况分别由结构材料、耐磨材料、摩擦材料、耐热材料、耐腐蚀材料以及其他特殊材料所制成。在机械设计、制造和修理中，均要根据零件工作的性质和特点，正确选择这些材料。

在大型养路机械中，许多零件同时要求具有多种性能，如强度性能和不同的表面性能。为了提高零件的综合性能，以达到提高耐久性的目的，在制造和修理中利用表面覆盖层的办法来解决这一问题具有重要意义。因为这样可以利用基本材料来满足结构强度的要求，而且利用覆盖层可以获得耐磨、耐腐蚀等各种特殊需要的表面性能。在生产实践中，堆焊层、喷涂层、电镀层等是常见的可供选择的对象。

(2) 零件的加工质量

采用不同的生产加工方法和工艺措施，可以使零件得到不同的工作性能。

为了改变钢制零件的强度和表面硬度，可以根据需要对零件进行诸如调质、淬火、渗碳、氮化、氰化等不同的热处理和化学热处理。

在交变载荷下工作的零件，利用表面塑性变形强化的方法，可以大大提高它的疲劳强度。例如，对轴类零件，包括发动机的曲轴在内，可以用滚压加工强化；对于小的内孔可用特制的挤压工具进行挤压加工强化；对于不规则的表面或粗糙表面，包括连杆、齿轮、弹簧、板簧等可采用喷丸处理强化。零件表面塑性变形的结果，使它产生了残余压应力，这时，当零件受到交变载荷的作用时，只有当载荷引起的拉应力与残余压应力抵消后仍超过疲劳强度时，才引起疲劳破坏。

利用电流的热效应和机械滚压加工的联合作用，可以同时改变金属的组织、硬度、表层残余应力和表面粗糙度，可以提高零件的疲劳寿命和耐磨性。

对于复杂的铸铁零件质量，需要严格控制化学成分，防止白口和进行人工时效处理。任何微小的过失都可能带来严重的不良后果，以致降低整个机械寿命。

零件的机械加工质量包括它的精度和表面粗糙度。受加工方法、机床精度和生产工人等主观因素的影响，目前某些制造和修理企业中，由于零件加工质量不能满足要求，是机械产品寿命不高的重要原因。

（3）机械的装配质量

机械的装配质量首先是要有正确的配合要求。配合间隙的极限值包括了装配后（经过磨合后）的初始间隙，当初始间隙过大时，机械的有效寿命期就会缩短。理想的动配合件的装配间隙应该是公差的下限值。

装配中各零件之间相互的位置精度也很重要，如同轴度、平行度、垂直度等。当达不到精度要求时，可能引起附加应力、偏磨等后果，从而加速零件的失效。

2. 机械使用对设备故障的影响

机械设备的故障率不仅与制造和修理质量有关，而且还与使用因素有关。在正常使用条件下，一定制造水平的机械，有它自身的故障规律，但当使用条件改变时，机械的故障规律也随之发生改变。

就大型养路机械而论，它的使用因素是极为复杂的，它既有客观方面的因素，也有主观方面的因素。概括起来，主要有负荷因素、环境因素、技术保养因素和操作技术水平等。

（1）负荷因素

机械发生耗损故障的主要原因是零件的磨损和疲劳破坏。在规定的使用条件下，零件的磨损一般接近于与摩擦功成直线关系，亦即在其他条件不变的情况下，它在单位时间内的磨损情况是与负荷的大小成直线关系的。而零件的疲劳损坏只是在一定的交变载荷下发生，它也是随交变应力的增大而加剧的。当负荷超过额定（或设计所允许的）负荷时，无论从磨损和疲劳方面都将引起剧烈的破坏，这是不允许的。

（2）环境因素

大型养路机械的工作环境包括气候条件、腐蚀介质和其他有害介质的影响以及工作对象的状况等。在温度升高的情况下，一般机械的工作温度也相应升高，这时的磨损和腐蚀影响必有所增大，因而加速机件的损坏。风冷柴油发动机在低温下工作，若没有充分的防护措施，会给腐蚀造成条件，从而加速汽缸的损坏；过高的湿度和空气中腐蚀介质的存在，会造成机件的腐蚀或腐蚀磨损；空气中含尘量过多，有可能进入摩擦副而加速磨损；铁道线路技术指标超标，会增大机械的振动程度；道床道碴的性状，都会影响机械的损坏速度。

环境因素是一个客观因素，但在某些情况下可以人为地采取某些措施来使之得到改善，如采用多功能的润滑剂、加装防护罩，或改进空气滤清器和润滑系滤清器，采用特制的链轨等。

（3）技术保养和操作因素

建立合理的保养维护制度，严格执行技术保养和使用操作规程，是保证机械设备工作可靠性和提高使用寿命的重要条件。

机械在使用过程中，由于零件的磨损和变形等因素，可能会造成相互之间的某种失调，润滑剂会逐渐脏污、变质，各种滤清器可能出现堵塞，某些螺纹连接可能出现松动等。这种情况的出现和不断发展，将加速机械的损坏，导致故障率的提高。技术保养工作的任务，就是对这些现象的出现进行及时的排除。

在机械保养工作中，由于不严格遵守操作技术要求，如操作不当、调整工作没有达到技术要求、使用不合格的润滑剂和液压油或机械不清洁等，常常是导致机械加速损坏的原因。特别是在机械动力中随着高速增压柴油机的广泛应用，对润滑剂的要求越来越高，因此必须严格按照规定使用。

司机的操作技术水平也直接影响着机械的使用寿命。例如，启动操作方法、加载条件、对各种情况的处理能力以及司机的责任心等，都是有关的因素。

技术保养和使用操作因素是属于主观因素，可以通过建立合理的保养维护制度和制定技术操作规程，进行人员培训等方法，以消除其不利影响。

四、设备的可靠性和维修性

一种产品（包括设备、机件、元器件等）质量的好坏，一般应有三个标准。首先是技术性能指标，即功能；除此之外，还有两个共同的标准，那就是：出故障要尽量少，出了故障要容易修复，即设备的可靠性和维修性。可靠性和维修性是研究产品故障情况的两个重要概念。从根本上讲，可靠性是主要的，如果设备很可靠，很少出故障，那也就很少需要维修，维修的工时、费用等就自然低。因而，从广义上讲，可靠性中包含有维修性。

1. 设备的可靠性

可靠性是体现产品耐用和可靠程度的一种性能，它是在设计时赋予产品的。

可靠性指的是产品在规定的条件下和规定的时间内，完成规定功能的能力。所谓“规定的条件”是指设计时考虑的环境条件（如温度、压力、湿度、振动、大气腐蚀等）、负荷条件（载荷、电压、电流等）、工作方式（连续工作或断续工作）、运输条件、存贮条件及使用维护条件等。设备处于不同条件下，其可靠性是不同的，设备对上述各种条件的适应性越强，则其可靠性就越好。

可靠性还是一项时间性质量标准。人们都希望设备能够长时间保持规定的功能，但是随着时间的推移，设备的可靠性将越来越低，设备只能在某一时限范围内是可靠的，不可能永远可靠。设备在设计时应规定时间性指标，如使用期、有效期、行驶里程、作用次数等。

设备的可靠性与“规定的功能”有着极密切的联系。“规定的功能”是指设备的性能指标，而“规定功能的完成”是指若干功能的全体，而不是其中的一部分。

设备的可靠性又分为固有可靠性、使用可靠性和环境适应性三方面。固有可靠性是指设备在设计、制造之后所具有的可靠性；使用可靠性是指设备在使用和维修过程中表现出来的可靠性；环境可靠性是指设备在周围环境的影响下所具有的可靠性。固有可靠性是设备所能达到的可靠性的最高水平。由于各种因素的影响，设备的使用可靠性与其固有可靠性会有很大的差距，例如，航空设备的使用可靠性比其固有可靠性有时相差几倍甚至几十倍。

可靠性问题的研究是从第二次世界大战开始的，主要用于电子元器件、兵器、航空等方面。可靠性的全面发展时期是在 20 世纪 60 年代和 70 年代。可靠性问题之所以受到重视，

是由于现代设备日益复杂,使用环境日益严酷,新技术、新材料从研究开发到应用的周期大大缩短,产生不可靠不安全的因素日趋增多,设备发生故障造成的危害和损失显著增大。

可靠性问题的研究主要有两个方面:一是研究可靠性的数学估计方法和使用信息的统计处理方法等;二是研究故障物理学(磨损、疲劳、腐蚀等)、机器及零部件的有关计算和各种保证机器可靠性的工艺方法、维修管理措施等。可靠性问题涉及面广、内容多,它包括了从科研、设计、制造、储存、包装、运输到使用、维修的整个过程,涉及数学、基础自然科学、环境工程、系统工程、机械工程、故障物理学、计划管理、质量管理等多学科的基础理论和研究成果。

2. 设备的维修性

维修性是设备在规定的条件下进行维修时,在规定时间内完成维修的可能性。也就是说,维修性就是产品进行维修的难易程度。

产品的维修性是在设计时被赋予的,它是一种设计特性。维修性是针对可修复产品来讲的,是根据维修的需要而提出的。对于不需要或不可以维修的产品,如只能使用一次的导弹,就不存在维修性问题。

对维修性的基本要求是维修简便、维修停机时间短、维修费用低、对维修技术要求不高。

维修性和维修是两个不同的概念。我们平时常说的维修,是指维护和修理所进行的所有活动,包括保养、修理、改装、翻修、检查、状态监控和防腐蚀等;而维修性是指产品在维修方面所具有的特性和能力。对于可修复产品在发生故障之后,一般可用维修方法进行修复,这样即可弥补产品的可靠性不足,但维修需要占用一定时间,因而影响了产品的使用。因此,为了充分发挥产品的效能,当其发生故障以后,要求所需的维修时间越短越好,这就要求产品的维修性要好。

机械的维修时间是指在机械设备发生故障后,从寻找故障开始,直至拆卸、修理或更换零件、安装、调试,最后达到完全恢复正常功能为止的全部时间。维修时间事实上与维修条件有关,如修理的设备能力、维修的组织管理、维修技术水平、备件和材料供应等。

产品的维修性设计是当机械由于某些零件失效而出现故障时,能在结构上提供便于修理的条件,它可以归纳为以下几个方面:

(1) 维修的可达性

可达性是指维修时接近维修点的难易程度。在设计中,对易损的零部件特别应提供较好的可达性,如对某些内部零件应有供操作者进行检视和拆装或修理的适当通道,如开设窗口等。

(2) 拆装的便利性

在机械设备的修理中,拆装工作占有很大的工作量,提供拆装操作的便利条件,即可提高工作效能。通常应从以下几个方面来考虑:

① 有适合操作者进行操作和工具活动的空间。

② 采取便于装配的整体式安装单元,如柴油机许多部件的结构单元和装配单元一致,像油泵总成、分电器总成等,就体现了这一要求。