

润滑故障 及其预防措施

(日) 日本润滑学会编



机械工业出版社

润滑故障及其预防措施

〔日〕 日本润滑学会 编

《润滑故障及其预防措施》翻译组 译



机械工业出版社

本书的内容分两大部分，第一部分（第一、二章）以照片图与文字对照方式（附有照片图170张）分类说明润滑故障的典型实例，介绍其磨损条件、状况、原因和预防措施；第二部分（第三章）简要说明发生这些故障及其预防措施的基本原理知识。此外书末还附录了读者日常所需的最低限度的资料。

本书可供在现场工作的润滑技术人员、工人参考，对于从事机械设计和设备维修管理的技术人员也很有参考价值。

潤滑故障とその対策

日本潤滑学会編

1978

東京

株式会社

泰賢堂発行

潤滑故障及其预防措施

〔日〕日本潤滑学会。編

《潤滑故障及其预防措施》翻译組 译

汪一麟 校

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业登记证出字第117号）

中国农业机械出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本787×1092 1/32·印张6 1/4·字数136千字

1984年12月北京第一版·1984年12月北京第一次印刷

印数 00,001—10,650·定价0.85元

统一书号：15033·5673

译者序

日本润滑学会于建会十周年时举办了润滑零件展览会，会上陈列了许多现场发生的、具有代表性的润滑故障图片，受到高度评价。此后又将图片加以整理，附加说明，编成《润滑故障实例及润滑管理》一书。该书一直受到好评，尤其受到在现场工作的润滑工作者的欢迎，读者呼吁再版。在日本润滑学会建会二十周年时，将该书充实内容，予以再版，改名为《润滑故障及其预防措施》。

本书的内容由两部分组成，前半部分（第一、二章）以图文对照方式分类阐述润滑故障的典型实例，介绍零件磨损的条件、情况、原因、预防措施等。其内容按润滑零件的种类进行分类，对每类都加以小结。书的后半部（第三章）进一步对发生这些故障及采取预防措施的基本原理分别予以简要的阐述。读者可以根据润滑零件分类查到所要了解的润滑故障，并在读了第三章内容后，在原理方面能得到更深入的了解。书末附录了读者日常所需的最低限度的资料。

本书可供在现场工作的润滑技术人员、工人参考，但对于从事机械设计和设备维修管理的技术人员也不失为一本极有价值的参考书。

本书由郑铉（作序并译目录、第一章、第二章的第一节及第二节的第三小节、第三章的第三节、附录）、刘恒杰（第二章第二节的一、二、三小节）、冯铎（第二章的第三节、第三章的第一、二节）、熊万武（第二章的四、五、六节和第三章的四、五、六节）等同志翻译（名字以所译章节

顺序排列)，全书由汪一麟同志校订。由于我们的水平有限，书中难免有错误之处，希望读者批评指正。

一九八三年五月二十八日

目 录

译者序

第一章 机械的润滑故障	1
1.1 前言	1
1.2 机械的润滑故障	2
1.3 润滑故障的检查	4
第二章 润滑故障实例及其预防措施	6
2.1 滑动轴承	6
2.1.1 滑动轴承的损伤及其预防措施	6
2.1.2 小结	25
2.2 滚动轴承	31
2.2.1 滚动轴承的内部损伤及其预防措施	31
2.2.2 滚动轴承的外部损伤及其预防措施	52
2.2.3 小结	57
2.3 齿轮	66
2.3.1 齿轮的损伤及其预防措施	66
2.3.2 小结	78
2.4 密封装置	84
2.4.1 密封与密封圈的损伤及其预防措施	84
2.4.2 小结	88
2.5 各种机器零件	90
2.5.1 内燃机用润滑零件的损伤及其预防措施	90
2.5.2 液压泵用润滑零件的损伤及其预防措施	98
2.5.3 压缩机用润滑零件的损伤及其预防措施	101
2.5.4 工业机械用润滑零件的损伤及其预防措施	104
2.5.5 冶金机械用润滑零件的损伤及其预防措施	106

2.5.6 小结	109
2.6 润滑系统不良的例子	110
第三章 润滑故障的预防措施	114
3.1 润滑技术的基本观点	114
3.2 润滑剂的选择和润滑方法	117
3.2.1 润滑油和润滑脂的种类及特点	117
3.2.2 固体润滑剂的种类和特点	130
3.2.3 润滑方法	132
3.3 材料的选择	138
3.3.1 滑动轴承材料	138
3.3.2 滚动轴承材料	146
3.3.3 齿轮材料	152
3.3.4 密封材料	154
3.3.5 滑动面材料	155
3.4 其它基础技术	160
3.4.1 一般技术	160
3.4.2 润滑系统的清净处理	165
3.5 润滑管理	168
3.5.1 润滑管理与预防保养	168
3.5.2 润滑管理的目的	168
3.5.3 润滑管理的计划和实施	171
3.6 早期发现故障的方法	176
附录	179
1. 润滑剂的评定	179
2. 粘度和稠度分类表	186
3. 粘度换算和粘度温度图表	188
4. 润滑零件各部分的名称	191

第一章 机械的润滑故障

1.1 前 言

自从人类使用工具作为扩大自己能力的手段，而且将工具发展成机械以来，机械就和运动分不开了。在驱动机械时，人们总是希望其摩擦部分的运动轻松而圆滑，也就是希望摩擦小。此外，在长期使用机械时，还要求使机械的性能经常保持良好状态，所以对磨损必须予以考虑。这一切都是属于润滑方面的问题。

在开始使用机械时，就要考虑机械中摩擦部分的润滑问题，对于这一点，今天和过去仍旧相同。但是随着现代工业的发展，润滑问题显得更重要了，这就是要以如何减少动力损失的问题作为出发点进行摩擦和磨损的研究。特别是现代机械工业正向着高精度、高效率、高速、重载、小型、无需维修、节能等方向飞速发展，其结果导致了机械中摩擦部分所处的条件更加严酷，由于有这种要求，润滑变得极为重要。机械的性能能否得以发挥取决于润滑是否适当，这种说法并不算过分。因此，润滑的理论和技术在短期内得到了飞速的发展，摆脱了过去所谓的仅仅是「加油的方法」，现在已将设计、加工、材料、润滑剂等广泛的内容综合起来而形成了一门新学科。

但是直到现在，对润滑在机械中的地位，一般来说仍然认识不足，因此，由于润滑知识不足而造成的故障和损伤屡见不鲜。本章叙述由这种不适当的润滑造成的故障及其原

因。至于损伤的实例及其预防措施请参看第二章，而关于预防损伤的基础知识请参看第三章。

1.2 机械的润滑故障

机械润滑故障是机械运转时出现的一种现象，其主要的表现形式及其原因是：

(1) 机械运转不灵

机械运转时，运动沉重而不匀，不能平稳地工作，而且动力消耗大。因此产生振动和噪声，同时电动机过热，而且达不到要求的转动速度。如果为此而改用大功率电动机，则机械将过度发热，传动装置（皮带、齿轮等）和轴承将受到损伤。

〔原因〕

1) 摩擦部分设计或安装不当

摩擦部分的间隙过小（间隙也会成为负值），摩擦将增大。与之相反，间隙过大，也会造成润滑状态不良，致使摩擦增大而运动不稳定。此外对摩擦部分供应的润滑剂不足，也会造成润滑不良而运转状态恶化。这些情况有的是因为机械设计不当而造成的；有的是因为加工或装配不好而造成的。

2) 材料和润滑剂选择不当

当摩擦部分的材料及其组合以及润滑剂选择不当时，会造成运动不稳定，而且容易引起咬粘或胶合等损伤。

3) 有异物混入

当尘土或砂子等固体异物从外部侵入时，因其嵌入摩擦部分而使运动受阻。摩擦部分的间隙和油膜厚度为几微米至几十微米，与此相比，浮游在空气中的砂子通常都达到几十微米至100微米，而且它们的硬度极高，因此在阻碍运动的同时

时，引起显著的磨损。

4) 摩擦部分的损伤

如果齿轮、轴承、进给丝杠、导轨面等摩擦部分发生磨损、咬粘、剥落等损伤，运动状态将恶化。

(2) 产生振动和噪声

机械在运转时会产生不正常的振动和噪声，导致机械的性能降低和环境恶化，在最严重的情况下会造成机械过早地损坏。

〔原因〕

由机械的润滑故障引起的这些原因与上述“(1) 机械运转不灵”的原因相同。

(3) 温度过高

与运转状态良好的情况相比，摩擦一大，摩擦部分及其周围的温度就显著升高。在与外界不传热的情况下，当轴承箱外壳温度超过 80°C 时，必须予以注意。这时，机械中摩擦部分的温度还要比上述温度高几十度，从而会发出润滑油燃烧的臭味和冒烟。

〔原因〕

1) 强使摩擦大的机械运转时，发热显著。

2) 这种摩擦大的原因如前面“(1) 机械运转不灵”所述。此外，还有一个原因是，润滑油的粘度过高而油量过多，且受齿轮等旋转体的搅动，因而发热。

3) 摩擦部分和润滑油的散热不够；所产生的热不能向外界散逸。

4) 由于运转时发热，机械发生热变形和热膨胀，导致摩擦部分配合精度失常，从而促进了发热。

(4) 机械不能运转

机械停止运转，或者机械不能起动。

〔原因〕

机械是否停止运转，决定于驱动力和阻力二者大小的关系，因此，即使机械处于正常状态，如果电动机功率太小，也会造成机械不能运转。此外，机械中产生异常阻力的原因如下：

- 1) 摩擦部分发生损伤。
- 2) 摩擦部分有土、砂、或尘埃等异物和来自其它部分的碎屑进入。
- 3) 随着温度过度升高，摩擦部分的状态显著恶化，或发生咬粘。

综观上述现象和原因可以指出，在润滑方面，正确地进行设计及正确地选择材料和润滑剂是基本措施。此外，防止固体异物侵入和使所产生的热散逸等也是重要措施。

1.3 润滑故障的检查

当机械发生故障时，特别是发生润滑故障时，往往看到有明显的异常现象，但是仅仅出现不引人注意和人所未能察觉的那种细微现象的情况也是很多的。然而显示出这种细微异常现象的故障很容易发展成重大故障，所以必须予以注意。为此，在机械作正常运转时就要测量并记录其状态，即噪声、振动、温度、动力消耗等数据，这往往十分有助于发现细微的故障。此外，频繁地检查机械的运动状态并安装预报异常现象的装置，也能免受由故障造成的重大损失。

机械的润滑故障如图1.1所示，有由摩擦部分的损伤造成的故障和不是由损伤造成的故障，损伤的形式有各种各样的类型，如第二章中的实例所示。但是润滑故障的一个特征是，

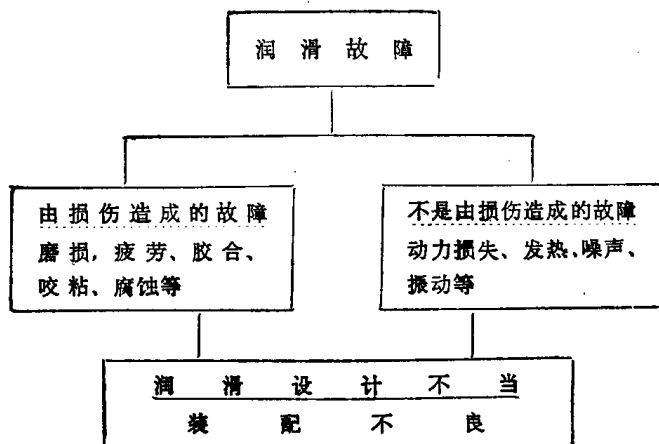


图1.1 造成润滑故障的原因

其原因很少是单一的,而往往是很多因素共同产生的结果。因此在检查原因时,主要原因当然要检查,但对促进故障形成和发展的有关原因也要广泛地进行研究。这样,把损伤的原因依次排列后,前后往往可以归结为润滑设计不当,也就是润滑部分的结构和精度以及材料和润滑剂选择不当。

此外,虽未发生损伤,但机械的状态恶化,这种情况是由于润滑设计不当所致,必须加以改善。为此而采取的分析方法和措施将在第三章中进行介绍。

对于润滑故障,至今还没有订出预防各种故障和损伤的措施,因此,其根源取决于在设计机械时是否已考虑了润滑。此外还取决于在购进现成的机械时是否能判断出对这台机械能不能令人满意地进行润滑。因此不断学习有关正确地进行润滑的知识,就能为掌握这种技能打下全部基础。

润滑故障不仅损害机器本身,如果再考虑到机械在修复故障期间因不能运转造成的损失,就能懂得预防润滑故障是多么重要。

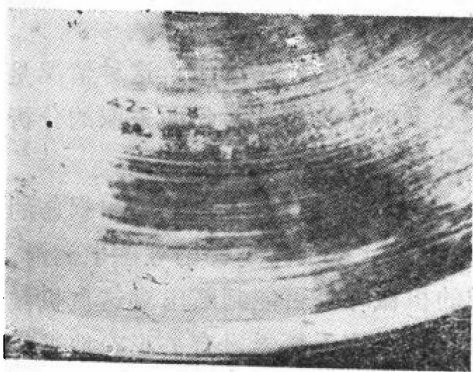
第二章 润滑故障实例及其预防措施

本章列举机械中润滑零件的损伤实例照片和预防各种损伤的措施。并且在每一节的后面概述各个零件的损伤作为“小结”。

对于这些损伤，本来不应该采取应急的措施，而往往要采取根治的措施。为此必须掌握基础技术，所以在第三章中介绍了基本知识。为了预防故障的发生，首先应该从这一点出发。至于润滑零件各部分的名称，请参看书末附录4。

2.1 滑动轴承

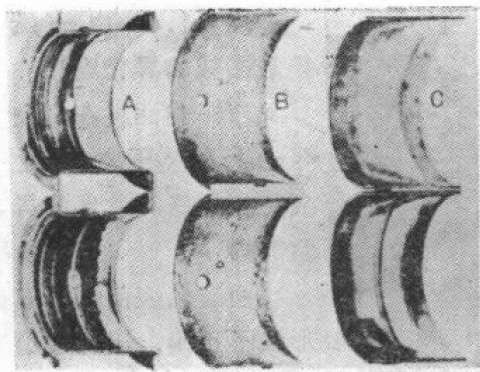
2.1.1 滑动轴承的损伤及其预防措施



照片1.1 一端接触

大型船艏管轴承（直径975毫米）上所发生的严重的一端接触。随着螺旋桨重量的增大，轴的挠度也增大，在低速旋转时，难以形成油膜，这时轴承后端下部发生了一端接触。

预防措施是靠镗锥形孔（轴承有锥度）来增加接触面积，在后端部使用油的升力（用油压将轴托起）。



照片1.2 由一端接触造成的异常磨损

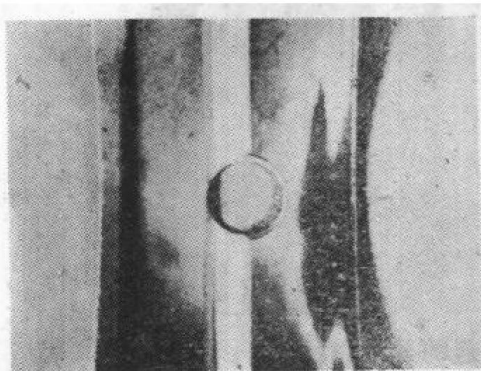
因轴的轴向断面形状不正确而造成的轴承异常磨损，即：

a) 由锥形轴造成的磨损；

b) 由鼓形轴造成的磨损；

c) 由桶形轴造成的磨损。

都是因轴磨削得不正确而引起的异常磨损，因此要通过重新磨轴加以修正。当然还必须正确地安装轴承。

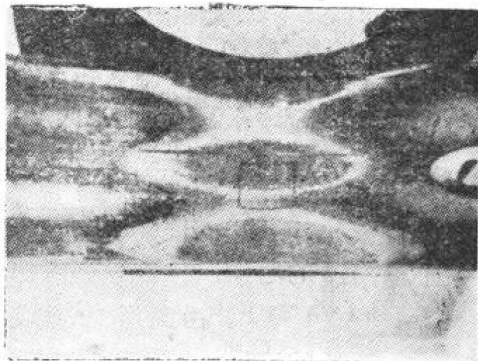


照片1.3 由一端接触造成的异常磨损

发动机的疲劳试验中所发生的异常磨损（右侧呈黑色的部分）。

轴和轴承不平行和轴瓦厚薄不匀会引起严重的一端接触，从而造成磨损。

预防措施是提高各部分的精度以提高轴与轴承的平行度，并且使轴瓦厚薄均匀。

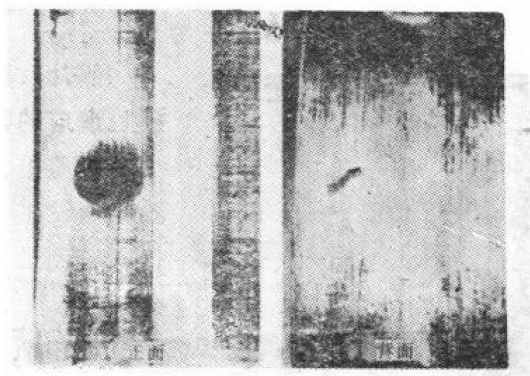


照片1.4 由一端接触造成的异常磨损

汽车柴油机在行驶了十七万六千公里之后，在检修时发现的异常磨损。

由于轴表面的轴向形状不正确，出现了磨损痕迹。

在轴的精加工中必须保证轴向形状正确，在研磨工序中特别要予以注意。

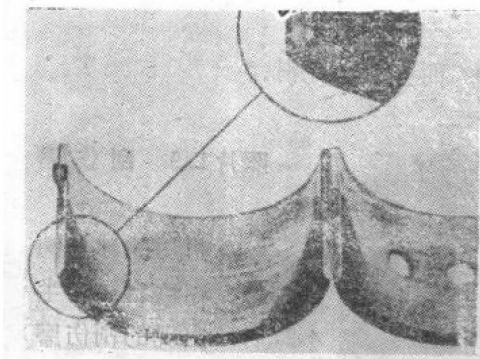


照片1.5 由异物引起的异常磨损

发动机在磨合运转后所出现的异常磨损。

轴承表面局部地显示出强烈接触，而在其背面上有异物侵入，如照片上所示。

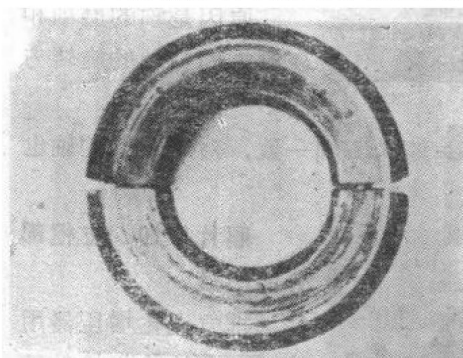
安装轴瓦时，必须完全去除轴瓦背面和轴承座孔表面的异物。



照片1.6 轴承端部的异常磨损

发动机曲轴轴承端部的异常磨损，由于曲轴轴颈端部的圆角半径比设计尺寸大，因此在轴承端部强烈接触而发生异常磨损。

一开始就要将轴颈端部的圆角磨削到正确的尺寸。

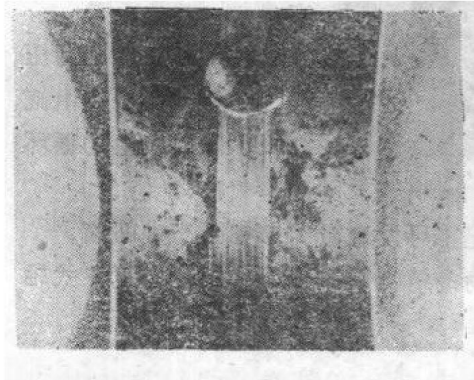


照片1.7 异常磨损

排气涡轮增压器的止推轴承上所发生的由垃圾引起的异常磨损。

由于增压器的润滑系统通常是和主机共用的，因此其中有油泥等垃圾。这种垃圾对轴瓦进行切削，直到将轴承衬磨去为止。

清洗润滑系统，同时使用细网眼过滤器。



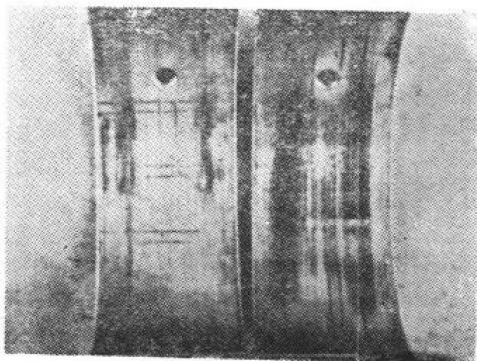
照片1.8 刮伤磨损

汽车发动机在磨合运转后所发现的轴承表面上的刮伤磨损。

与此轴承配对的轴上钻有油孔，由于孔边的倒角小，因而引起刮

伤磨损。

应加大轴上油孔倒角，而且使之光滑。



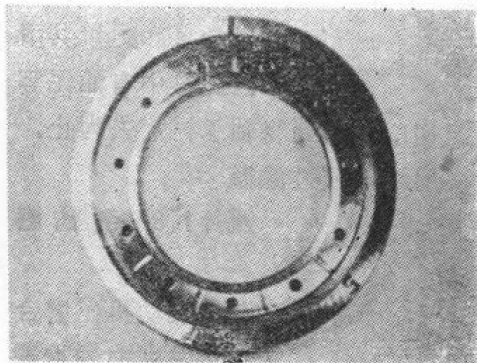
照片1.9 刮伤磨

损

发动机用的球墨铸铁曲轴，在磨合运转半小时后所出现的刮伤磨损。

原因是轴的磨削和研磨方向与轴的旋转方向不一致。

要做到轴的加工方向与旋转方向一致，对于锻造的轴也要作同样的考虑。



照片1.10 支枢部

分的凹痕

排气涡轮增压器用的可倾瓦块式止推轴承的止推环上所产生的凹痕。

这种增压器为动压式，轴承上作用有由缸内气体压力产生的循环冲击载荷，

因此轴承瓦块的支枢与止推环发生微动摩擦而产生凹痕。

在承受循环轴向载荷的情况下，最好采用固定瓦块式轴承。