

纸 造 浆 制 装 安 备 设 修 维 与

• 李 建 民 编 •

• 中国轻工业出版社 •

制浆造纸设备安装与维修

李建民 编

中国轻工业出版社

(京)新登字034号

内 容 提 要

全书共分十章,分别叙述摩擦、磨损和润滑;安装和维修的基础知识;机械零件的修理与装配;测量工具与起重机具;主要专业设备、离心泵及管道的安装与维修。编写本书旨在使读者掌握有关制浆造纸设备的安装与维修的原理和技术的基本知识。本书适用于轻工院校造纸专业学生、工厂技术人员学习。本书基本内容也适用于中、高级维修技工学习培训之用。

制浆造纸设备安装与维修

李建民 编

中国轻工业出版社出版

(北京东长安街6号)

北京市卫顺印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

850×1168毫米 1/32印张,12.5字数,325千字

1993年1月第1版第1次印刷

印数:1—4000 定价:16.90元

ISBN 7-5019-1207-6/TS·0806

前 言

本书编写的目的在于使读者通过学习，基本掌握制浆造纸设备安装与维修的基本理论、基本知识和基本技能。

本书在介绍了一般性的机械安装、维修原理与技术的基础上，重点介绍主要专业设备的安装与维修技术。本书内容实用性强，理论部分深入浅出、通俗易懂。适合于造纸专业学生、技术人员和维修工人学习参考。

本书由李平煌同志主审。参加审阅的有：黄德游（第七、九章）、王家骏（第四、五章）、张鉴（第一、二章）、常光永（第八章）、张天锡（第十章）、李建训（第三、六章）。

在编写过程中，得到刘明光同志大力支持，在此，仅表谢意。

由于水平所限，书中难免有很多缺点和错误，欢迎读者批评指正。

李建民

目 录

第一章 摩擦、磨损和润滑	1
第一节 摩擦与润滑机理	1
第二节 磨损的种类和规律	3
第三节 影响磨损的因素和减少磨损的措施	9
第四节 润滑剂	16
第五节 润滑材料的选择	27
第二章 设备维修基础知识	32
第一节 机械零件的失效	32
第二节 主要零部件的检验技术	39
第三节 设备的整体检验	48
第四节 机械零件修理的焊接	51
第五节 机械的预防维修	61
第三章 机械零件的修理	65
第一节 磨损零件的修理	65
第二节 机械损伤零件的修理	79
第三节 转子的平衡	91
第四章 测量工具和起重机具	102
第一节 测量工具	102
第二节 起重机具	123
第五章 设备安装基础知识	151
第一节 设备基础与基础检查	151
第二节 地脚螺栓	157
第三节 垫板	166
第四节 设备开箱检查与验收	175

第五节	设备的清洗·····	175
第六节	除锈与脱脂·····	177
第六章	机械零件的装配·····	180
第一节	概述·····	180
第二节	机械零件的装配·····	196
第七章	离心泵的安装修理·····	254
第一节	离心泵的安装·····	254
第二节	离心泵的修理·····	259
第八章	主要专业设备的安装·····	268
第一节	设备安装的基本方法·····	268
第二节	主要专业设备的安装·····	289
第九章	主要专业设备的维修·····	310
第一节	刀辊切草机的维修·····	310
第二节	蒸球的维修·····	313
第三节	槽式打浆机的维修·····	316
第四节	造纸机的维修·····	318
第十章	管道的安装与维修·····	349
第一节	管道的构造和选择·····	349
第二节	管路的施工技术·····	386
第三节	管路的维护检修·····	391

第一章 摩擦、磨损和润滑

本章主要介绍摩擦与润滑机理、摩擦和润滑的分类、磨损的种类和规律、影响磨损的因素和减少磨损的措施。本章还用一定的篇幅介绍润滑剂的性质、品种及选择等方面的基本知识。

第一节 摩擦与润滑机理

一、摩擦的本质

两个相互接触的物体在外力作用下作相对运动时，在接触面上产生切向的运动阻力，这种阻力被称为摩擦力，产生这种摩擦力的现象称为摩擦。

关于摩擦现象的本质至今仍未很好地揭示与解释。近来对摩擦过程的研究结果指出：两个固体表面直接接触时，由于各自表面存在着不平度，实际上只有它的不平度凸峰是相互接触的，其实际接触面积很小。当在正压力作用下作相对切向运动时，将会出现如下几种情况：首先是，在正压力作用下，各凸峰的接触点处产生很大的接触应力，对塑性材料（如一般金属材料）即引起塑性变形，造成表面膜的破坏，使相互以纯净表面相接触；同时，在塑性变形后的再结晶中，有可能由两表面的金属共同形成新生晶格。在此情况下，这些接触点处便产生粘着结合。当使两者作相对运动时，必须将这些粘着点撕脱（剪断）。剪断这些粘着点所需要的作用力即是摩擦力。当两物体的材料硬度相差很大，硬质材料的凸峰便会嵌入到较软的材料中去。当作相对运动时，硬的凸峰就会在较软的材料上切削（挖削）出一条小槽来，因而摩擦力以切削阻力的形式出现。两物体的实际的接触表面由于紧密相

接，会产生分子引力。相对运动时还必须克服此分子引力的作用。此三者，即构成了摩擦力产生的基础。这是摩擦现象的本质。

二、润滑机理

把一种具有润滑性能的物质，加到机体摩擦面上，达到降低摩擦和减少磨损的手段称润滑。常用的润滑介质有润滑油和润滑脂。润滑油和润滑脂有一个重要物理特性，就是它们的分子能够牢固地吸附在金属表面形成一层薄薄的油膜，我们称这种性能为油性。这层薄薄的油膜称为边界油膜。边界油膜的形成是因为润滑剂是一种表面活性物质，它能与金属表面发生静电吸附，并产生垂直方向的定向排列，从而形成了牢固的边界油膜。边界油膜很薄，一般只有 $0.1 \sim 0.4 \mu\text{m}$ 。边界油膜虽然很薄，但在一定条件下，能承受一定的负荷而不致破裂。在两边界油膜之间的油膜，称为流动油膜。完整的油膜是由边界油膜和流动油膜两部分组成。这种油膜在外力作用下与摩擦表面结合是很牢的，可以将两摩擦表面完全隔开，使机件表面的机械摩擦转化为油膜内部分子之间的摩擦，从而减少了机件的摩擦和磨损，达到润滑的目的。

三、摩擦和润滑的分类

根据摩擦物体的运动状态，摩擦可分为静摩擦和动摩擦两大类。静摩擦的摩擦系数总是要比动摩擦的摩擦系数大一些。

根据摩擦物体的运动方式，摩擦可分为滑动摩擦和滚动摩擦两大类。在干燥状态下，同样材质的两个物体，其滑动摩擦的摩擦系数要比滚动摩擦的摩擦系数大 $10 \sim 100$ 倍。

根据摩擦物体的表面润滑状况分类，摩擦可分为干摩擦、半干摩擦、边界摩擦、半液体摩擦和液体摩擦。

干摩擦是在物体接触表面无任何润滑剂存在时的摩擦。干摩擦的摩擦系数很大，大约 $f = 0.1 \sim 0.5$ ，有时也会超过 1.0 。干摩擦时，摩擦表面的磨损是很严重的，因此，在机械设备中，除了

利用摩擦功（如各种摩擦传动装置和制动器）的情况外，在其他机械传动中，干摩擦是绝对不允许的，我们应尽量防止。边界摩擦是两物体表面被一层具有润滑性能的极薄的边界膜分开的摩擦（又叫边界润滑）。这时，由于润滑剂供应非常不足，根本无法建立液体摩擦，而只能依靠润滑剂中的极性油分子在摩擦表面形成一层极薄（厚度为 $0.1 \sim 0.2 \mu\text{m}$ ）的“绒毛”状油膜。这时，相互接触的不是摩擦表面本身（或有个别点直接接触），而是表面的油膜，这种油膜润滑状态下的摩擦是液体摩擦过渡到干摩擦的最后界限，所以称为边界（临界或介限）摩擦。边界摩擦的摩擦系数 $f=0.01 \sim 0.1$ ，其磨损还是相当大的。在实际使用中，当机器在起动和制动时，各摩擦表面间都可能发生边界摩擦。液体摩擦是两相对运动的物体表面完全被润滑剂隔开时的摩擦，这时物体表面不直接接触，摩擦是润滑剂内部的摩擦。液体摩擦的摩擦系数很小，大约 $f=0.003 \sim 0.01$ 。液体摩擦时摩擦表面不发生磨损。在一切机器零件的摩擦表面上应尽量建立液体摩擦，只有这样才能延长零件的使用寿命。一般滑动轴承在正常工作和润滑条件下能获得液体摩擦。半干摩擦是指摩擦表面上同时存在着干摩擦和边界摩擦的情况；半液体摩擦是指在摩擦表面上同时存在着液体摩擦和边界摩擦的情况。半液体摩擦又叫半液体润滑。半干和半液体摩擦系数在很大的范围内（从干摩擦到液体摩擦之间）变动。半干和半液体摩擦常在以下几种情况下发生：机器起动和制动时；机器在作往复运动和摆动时；机器的负荷剧烈变化时；机器在高温和高压下工作时；机器所用的润滑油粘度过小和供应不足时。

第二节 磨损的种类和规律

一、磨损的种类

零件由于摩擦的结果而导致其表面物质的不断损失的现象即为磨损。根据磨损延续时间的长短，它可分为自然磨损和事故磨

损两类。

(一) 自然磨损

指机器零件在正常工作条件下，在相当长的时间内逐渐积累的磨损。这种磨损的特点是，磨损量均匀地、逐渐地增加，不引起机器工作能力过早地或迅速地降低。由于这种磨损是一种不可避免的自然现象，或者说正常现象，所以称为自然磨损或正常磨损。零件的磨损可以按其表面物质损失的不同机理分为如下四类，即：粘着磨损、磨料磨损、点蚀磨损和腐蚀磨损。

1. 粘着磨损

从摩擦中的粘着原理出发，当两接触表面发生了粘着而作相对运动时，必然要发生撕脱。如果粘着表面的粘着强度很高而材料本体的强度较低时，撕脱便不一定发生在粘着面上，而可能在本体的某一深度发生破坏，因而形成粘着磨损。粘着磨损按产生条件的不同又可分为热粘着磨损和冷粘着磨损。

在重载高速的条件下，由于摩擦的结果，将产生大量的热量，当来不及散失时，便会使摩擦表面温度升高，油膜遭到破坏，并使材料的强度降低和塑性增大，甚至发生局部熔化而形成较大面积的熔合和拉伤。磨擦面间这种损坏过程即叫热粘着磨损。通常所说的“烧瓦”即是这种磨损原因造成的。

摩擦表面在重载作用下，引起单位压力过大，即使在低速运转下的轴和轴承，有时也会发生粘着磨损。这是由于接触面上的过大压力，引起较大的塑性变形和表面膜的破坏而造成了粘着的条件。在这种情况下发生的粘着磨损称为冷粘着磨损。

材料的性能、润滑条件、温度、载荷和速度、表面状况影响着磨损的程度。由于材料的塑性变形容易导致粘着磨损，因此塑性材料比脆性材料产生粘着磨损的倾向性较大。材料的硬度提高，使塑性变形困难，因而也提高抗粘着能力。相同的材料、互溶性大、容易产生粘着和粘着磨损。巴氏合金以其低强度和低硬度而能用于轴承材料，重要原因就在于它与钢轴没有互溶性。同

样道理,采用表面处理工艺或获得非金属涂层,均可防止粘着磨损或提高抗粘着磨损能力。润滑油的性能应与机械的工作特性相适应。在一定的条件下,润滑油的粘度增大,有利于液体润滑的建立,但随着粘度增高,流动性降低,在新的机械配合间隙较小的情况下和在运转的起动阶段,可能造成供油困难和不足,因而引起事故性损坏。对于工作状态变化较大的摩擦副,在润滑剂中加入油性剂和极压添加剂,可以在零件表面形成坚实的油膜,在重载低速情况下有利于维持边界摩擦,避免发生严重粘着磨损。对于液体润滑的摩擦副,随着温度的升高,油膜的厚度减小,当达到一定程度时,即由液体摩擦转变为边界摩擦;当温度继续升高,直至达到 $150^{\circ}\text{C}\sim 180^{\circ}\text{C}$ 时,边界膜即发生破坏,而向半干摩擦和干摩擦转变,使粘着磨损迅速加剧。就滑动轴承而言,接触面上的压力增大到某一限度时,粘着磨损即迅速增大。这使粘着磨损开始增大的压力限度,即为粘着磨损的临界载荷或称粘着限。载荷的最大值受制于粘着限。滑动速度增大,可以增大油膜的厚度,转速较低时,会失去液体润滑而产生某种程度的粘着磨损。适当改善表面粗糙度,可以增大接触面上的实际接触面积,从而避免接触点上可能出现的过大接触应力,有利于防止粘着磨损。但粗糙度过小,会使润滑油的积存困难,粘着磨损倾向增大。喷涂层、粉末合金和多孔镀铬层多孔的表面利于储存润滑油,因而在润滑不良的情况下能避免干摩擦,降低产生粘着磨损的程度。

2. 磨料磨损

磨料磨损是最常见、最普遍的一种磨损形式。由于金属表面凹凸不平,摩擦副在相对运动过程中,沟纹之间互相碰撞,摩擦面间发生互相“切削”的现象,使凸出的部位损坏或脱落。脱落的金属碎屑夹在摩擦面间形成“磨料”,“磨料”对金属表面发生研磨,就加快了摩擦表面的磨损,这就是磨料磨损。“磨料”有时是外来的或润滑油中含有的颗粒状机械杂质。

3. 点蚀磨损

是由于摩擦面的金属出现局部疲劳而引起的。当摩擦面承受周期性的重复负荷时,摩擦面的局部在多次重复负荷的作用下,其表面金属产生接触疲劳,出现小片金属脱落,即形成斑点性磨损。如齿轮的齿面、滚动轴承的滚珠(柱)表面等的磨损均属于点蚀磨损。

4. 腐蚀磨损

腐蚀磨损可分为氧化磨损和腐蚀介质磨损。氧化磨损是由于摩擦面的金属表层与进入的空气中的氧气作用,形成金属固熔体或金属氧化物,这些脆性的物质在摩擦面运动时脱落下来,即形成损坏,从而加速表面的磨损。当周围介质中存在着腐蚀物质时,例如润滑油中的酸度过高等,腐蚀产物在零件表面生成,又在摩擦中被磨去,如此反复交替进行而带来比氧化磨损高得多的物质损失,由此称为腐蚀介质磨损。

(二) 事故磨损

事故磨损是指机器零件在不正常的工作条件下,在很短的时间内产生的磨损。这种磨损的特点是,其磨损量是不均匀地、迅速地增加的,它会引起机器工作能力过早地或迅速地降低,甚至会突然发生机器或零件的损坏事故,所以称它为事故磨损或不正常磨损。

事故磨损是由于下列因素造成的:机器构造有缺陷,零件材料的质量低劣,零件的制造和加工不良,部件或机器的装配或安装不正确,违反机器的安全技术操作规程和润滑规程,修理不及时或质量不高,以及其它意外的原因等。在一般的情况下,当自然磨损达到一定的极限值后,而没有及时地进行修理,这是发生事故磨损的主要原因。

二、磨损的规律

各种不同的构件,由于磨损类型不同,磨损的规律也存在着很大区别。但是它们之间仍然有着共同的变化规律。

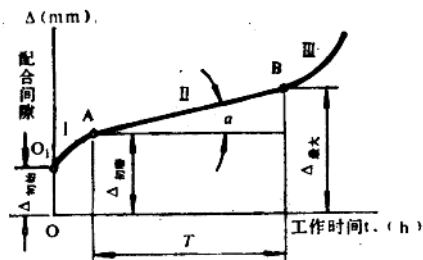


图 1-1 组合件磨损曲线

Ⅰ—试车初磨期 Ⅱ—自然磨损期 Ⅲ—事故磨损期

图 1-1 所示为机器中常见的轴颈和轴承组合件磨损变化规律的磨损曲线。图中曲线段Ⅰ表示组合件在新装配或修理好后的试车初磨（跑合）期，在这段时期内曲线直线上升，表示组合件在试车的初磨期内的磨损速度较大，这是由于零件在加工时所得到的最初不平度最容易被破坏、擦伤或磨平而形成新的不平度的结果。随着机械运转时间的延长，不平度凸峰被逐渐磨掉，使摩擦表面的实际接触面积逐渐增大而转入到正常运转的完全液体润滑状态，并使磨损率逐渐降低。这时的间隙由刚装配好的初始间隙（或公称间隙） $\Delta_{\text{初始}}$ 增大到 $\Delta_{\text{初磨}}$ ，当曲线趋近A点时磨损速度将逐渐降低。见图 1-1 和 1-2 所示。初磨结束后，应重新换油再投入正常运转。直线Ⅱ表示组合件在正常运转时的自然磨损期（或正常磨损期），组合件的磨损成直线均匀地上升，与水平线成 α 角，这时的间隙由 $\Delta_{\text{初磨}}$ 逐渐增大到最大的允许间隙 $\Delta_{\text{最大}}$ 。这一段是有效寿命阶段，时间较长、磨损率较低，只是在起动和停车过程中，不可避免地出现边界摩擦和半干摩擦等情况，才使得曲线随使用时间延长而有一定的上升。曲线Ⅲ表示组合件的事故磨损期，间隙超过 $\Delta_{\text{最大}}$ 后，会伴随有冲击的发生，破坏润滑油膜，加速磨损速度，使组合件处于危险状态之中，甚至由此引起机械的事

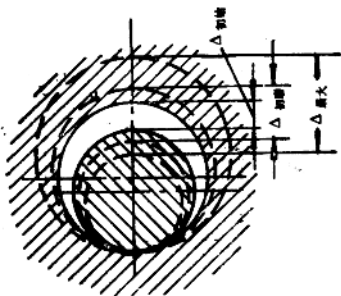


图 1-2 轴颈和轴承组合件均匀磨损时配合间隙的变化情况

故性破坏。事实上，这一阶段是需要严格控制的。即当组合件的配合间隙达到或将要达到 $\Delta_{\text{最大}}$ 时，就应及时地停车进行修理，以避免事故磨损的发生。

组合件从正常运转开始到事故磨损以前为止的这段时间称为组合件的正常工作时间或修理间隔期，它可由下式计算：

$$T = \frac{\Delta_{\text{最大}} - \Delta_{\text{初磨}}}{\text{tg}\alpha}$$

式中 T ——组合件的修理间隔期，h

$\text{tg}\alpha$ ——组合件的正常磨损速度，mm/h

在轴和轴承的配合的磨损中，当为轴旋转时，轴承会发生偏磨，如图 1-3 所示，其轴承下部单边磨损，其最大磨损量为 Z ，由于是与轴相对磨损，轴承磨损区域的曲率半径便与轴颈的半径趋于一致，在这种情况下失去了形成动压润滑所需要的“油楔”。

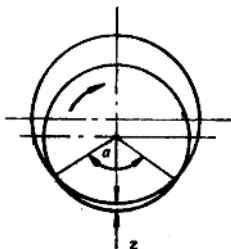


图 1-3 轴承的单面磨损

实际证明，当磨损区所对应的圆心角 α 增大到 $90\sim 120^\circ$ 时，油膜就无法建立，此时对应的偏磨极限值 $[Z]$ 可以根据下式计算：

$$[Z] = \frac{r}{2} - \frac{\frac{3r^2}{4}}{R\left(\cos\frac{\alpha'}{2} + 1\right)}$$

式中 r ——磨损后的轴的半径
 R ——未磨损处的孔的半径

$$\alpha' = 2\sin^{-1} \frac{\sqrt{3}r}{2R}$$

实际的偏磨值可以通过实测求出：

$$Z = D_{\max} - D_{\min}$$

式中 D ——轴承孔径

此外，对于各种机械的润滑系统和液压系统的元件，由于磨损出现内漏，引起压力降低、流量减少，经过调整仍达不到规定的指标，导致工作能力严重衰减或丧失，也可作为确定磨损极限的依据。例如：机床零件的磨损，引起振动增大，使机床精度下降，从而使产品质量达不到规定的要求等等。还有，由于零件磨损的结果，往往带来不良的经济后果。当这种情况发展到其产值低于或接近于成本时，就不能再继续使用。

第三节 影响磨损的因素和减少磨损的措施

一、零件的工作条件对磨损的影响

零件的工作条件包括三个方面，即：(1) 摩擦类型（滑动、滚动等）；(2) 摩擦表面相对移动速度；(3) 摩擦时载荷的大小和特性。

根据摩擦类型的不同，将引起金属表面薄层塑性变形的特性和表面的磨损过程及磨损类型的变化。在滚动摩擦时，最后表现为疲劳磨损。在滑动摩擦时，最后可能导致粘着现象和氧化过程的发展。零件摩擦表面间各种不同相对运动的性质，使表面的磨损分布也不同。图 1-4 所示的轴颈和轴承为例来进行分析。

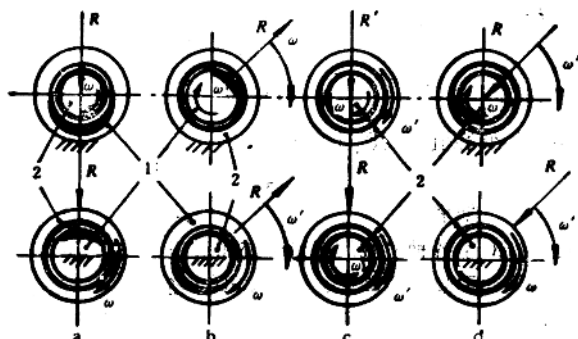


图 1-4 轴颈和轴承在不同的相对运动和负荷作用时磨损的分布情况

1—局部磨损

2—均匀磨损

图 a 表示：负荷的方向固定不变并作用在旋转的零件上，此时，旋转的零件受到均匀磨损，固定的零件受到局部磨损；图 b 表示：负荷作用在旋转的零件上，并以同一角速度随旋转零件一起旋转，此时，旋转零件受到局部磨损，固定零件受到均匀磨损；图 c 表示：负荷的方向固定不变，两个零件各以不同的角速度作同方向的旋转，此时，两个零件都受到均匀磨损；图 d 表示：负荷作用在旋转零件上，并以不同的角速度随旋转零件作同方向的旋转，此时，两个零件也都受到均匀磨损。局部磨损的发展速度比均匀磨损要快，因此，受局部磨损的零件其使用寿命也较短。

相对运动的速度对零件磨损的影响比较复杂。一般在干摩擦

和边界摩擦中，当速度增大时，磨损速度在开始是增加的，但达到最大值后又开始减小，这种情况在淬火钢、铸铁和硬的青铜制造的零件中存在。图 1-5 是在压力一定，而改变滑动速度时钢对钢的摩擦副试验所得到的结果。当滑动速度很低时，摩擦是在表面氧化膜间进行，此时产生的磨损称为氧化磨损，磨损量小。随着滑动速度增大，氧化膜破裂，表面出现金属色泽，表面变得粗糙，转化为粘着磨损，磨屑增大，磨损量也随之增大。滑动速度再增高，由于温度升高，表面重新形成氧化膜的几率增大，出现黑色 Fe_3O_4 粉末，又转化为氧化磨损，磨损量又变小。如果滑动速度再继续增大，则再次转化为粘着磨损，磨损剧烈，可导致机件失效。

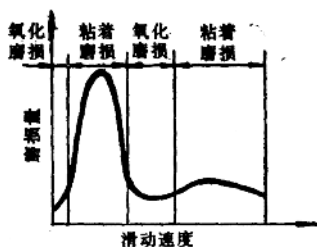


图 1-5 磨损量与滑动速度的关系

当摩擦表面为液体摩擦时，则相对运动速度的增大反使磨损减小，但是零件运动的速度对磨损的影响最大是发生在机器启动和制动的时候，因在这时零件的运动速度突然改变，往往会发生边界摩擦、半干和半液体摩擦，甚至有可能发生干摩擦，所以，机器启动和制动的次数愈多，零件的磨损也就愈大。

单位面积的负荷增大通常会使零件的磨损速度增加。

二、零件表面层材料的性质对磨损的影响

零件表面层材料的硬度、韧性、化学稳定性和孔隙度是影响磨损的主要因素。因为增加硬度可以提高材料表面层的耐磨性；增加韧性就可防止或减少磨粒的产生；增加化学稳定性就可减少腐蚀磨损；增加孔隙度就可蓄集润滑剂，从而减少机械磨损，提高零件的耐磨性。