

980317
高等学校教学用书

冶金机械

安装与维护

GAODENG

XUEXIAO

JIAOXUE

YONGSHU

冶金工业出版社

高等学校教学用书

冶金机械安装与维护

武汉钢铁学院 谷士强 主编

冶金工业出版社

(京)新登字036号

图书在版编目(CIP)数据

冶金机械安装与维护/谷士强主编. —北京: 冶金工业出版社, 1995

高等学校教学用书

ISBN 7-5024-1615-3

I. 冶… II. 谷… III. ①冶金-机械-安装-高等学校-教材②冶金-机械-维修-高等学校-教材IV. TF307

中国版本图书馆CIP数据核字(94)第12718号

出版人 卿启云(北京沙滩嵩祝院北巷39号, 邮编100009)

北京怀柔东茶坞印刷厂印刷, 冶金工业出版社出版, 各地新华书店发行

1995年5月第1版, 1995年5月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16, 13印张, 309千字, 201页, 1-4000册

7.80元

前言

冶金机械设备从投产到设备使用寿命的终结,离不开维护、检修。设备安装、维护工作的好坏,关系到设备安全、连续的运转和使用寿命,关系到生产效益。

由于机械设备在使用中受到载荷、摩擦、温度和各种有害气体等作用,不可避免地要产生磨损。当机械设备的设计、制造和使用中存在缺点时,还会造成事故损坏。这种现象在冶金工厂尤为突出,因为冶金机械设备是处在重载、高温、高速、多尘以及有害介质等恶劣条件下繁重地工作,加上冶金生产连续性的特点,往往因为一台机器出现故障,就会使整个生产受到影响,甚至被迫停产检修,影响生产计划的完成。因此我们面临的任务是要研究各种机器的磨损、损坏的实质和规律,以及外界的影响因素,以便采取各种有效的技术措施同磨损和损坏作斗争,达到减少磨损,避免事故损坏,从而延长机械设备的使用寿命。另外,要加强摩擦磨损润滑学的科学研究,尽早实现“磨损预报”,以掌握较重要的零部件的使用寿命。

冶金机械设备的正确使用,应以维护为基础,通过采取技术措施,特别是加强润滑及其管理,以增强机械设备工作的可靠性和延长其使用期限。而对机械设备实行科学检修的作用是消除机器的故障,使其恢复正常运行,另外能及时消除机械设备在运行中出现的微小缺陷,防止其扩大而造成严重故障。设备维护得好,非计划检修则可以避免,设备的完好率、运转率就会高,机械设备的潜力就能得到充分的发挥。

由谷士强、郑重一编写的《冶金机械维护检修与安装》自1981年2月由冶金工业出版社出版发行后,受到广大读者的厚爱,并于1988年荣获“全国优秀教材奖”。同时广大读者提出了包括书名在内的很多宝贵的建议。这十几年来科学技术飞速发展,并不断得到普及和提高。考虑到使用的要求和读者的意见,我们在保持《冶金机械维护检修与安装》一书中实践性强,可操作性强的特点的基础上,对《冶金机械维护检修与安装》一书进行了增删、修改,并更名为《冶金机械安装与维护》。

本书主要阐述冶金机械设备安装与维修的基本概念、机械零部件的装配、机械设备的安装、冶金机械典型设备的维修、冶金机械的润滑和机械设备状态监测与诊断技术等内容。其中着重介绍热装配中的电感应加热法;联轴器用百分表找正的算法;轴承发热原因的分析及处理;机械设备无垫板安装技术及设备安装新工艺;液压传动中管道的清洗、循环冲洗新工艺;用粘接法进行修复;用预应力方法处理桥式起重机主梁的下挠;减速机漏油的处理;油雾润滑以及润滑系统的设计;振动监测与诊断技术等内容。

本书系高等院校机械设计与制造(冶金机械)专业教材,亦可供冶金工厂、冶金建设公司及冶金设计研究院的工程技术人员参考。

本书由武汉钢铁学院谷士强主编。谷士强编写第三章,周汉文编写第四章、第五章,刘安中编写第一章、第二章及第六章。

北京科技大学郑重一教授编写的《冶金机械维护检修与安装》中的第六章,为本书打下了良好的基础。郑教授因年事已高,没有再参加本书的编写工作,在此仅向他表示崇高的敬意。

1988.11

参加本书审稿的有武汉钢铁(集团)公司夏顺明, 武汉钢铁学院黄培文、南方冶金学院欧阳镇堂。编者谨向他们表示衷心的感谢。

书中的不妥之处, 望广大读者批评指正。

编 者

1994年10月

目 录

第一章 机械设备技术维护的基本概念	1
第一节 机器的磨损规律	1
第二节 零件常见损坏类型及相应措施	2
第二章 机械设备零部件的装配	8
第一节 过盈配合的装配方法	8
第二节 轴和联轴器的装配	12
第三节 轴承的装配	16
第三章 机械设备的安装	35
第一节 机械设备安装的框图	36
第二节 设备基础的验收和处理	37
第三节 机械设备的安装	38
第四节 液压传动设备的安装	45
第四章 机械设备的维修	59
第一节 修复的意义和方法	59
第二节 桥式起重机主梁下挠的处理	72
第三节 轧机的检修方案	84
第四节 减速机漏油的处理	89
第五章 冶金机械的润滑	92
第一节 润滑油	92
第二节 润滑脂	100
第三节 固体润滑材料	105
第四节 冶金机械和部件的润滑材料选用	108
第五节 润滑的方法和装置	117
第六节 润滑系统	133
第六章 机械设备状态监测与故障诊断	165
第一节 概述	165
第二节 振动监测与诊断技术	171
第三节 润滑油样分析技术	191
参考文献	201

第一章 机械设备技术维护的基本概念

机械设备的技术维护是指为了保持设备的正常技术状态，最大可能地延长其使用寿命所采取的各项技术措施，包括机器的日常保养(预防故障)和及时的修理(排除故障)。良好的技术维护对于保证设备正常运转、减少停工损失和维修费用、降低产品成本、提高生产效率等方面都具有十分重要的意义。

第一节 机器的磨损规律

磨损是摩擦重要的伴生现象之一。从广义上讲，磨损就是指某种固体之一部分(包括从原子大小到固体粒子大小的东西)因摩擦而被除掉的减量现象。机器故障的产生，最显著的特征之一是机器的各个组成部分即零部件间正常的配合被破坏。造成这种破坏的主要原因是由于在其配合表面上不断受到摩擦、冲击、高温和腐蚀性物质等作用而产生了过早的磨损。磨损使机械零件的形状、尺寸、金属表面层(化学成分、机械性能、金相组织)发生了改变，从而降低了它们应有的精度和功能，最终导致设备发生故障。冶金机械设备由于大都处于重载、高温、多尘、水冲刷的工作条件下，因此由这种磨损造成的机械故障在各类故障中占有相当大的比例。

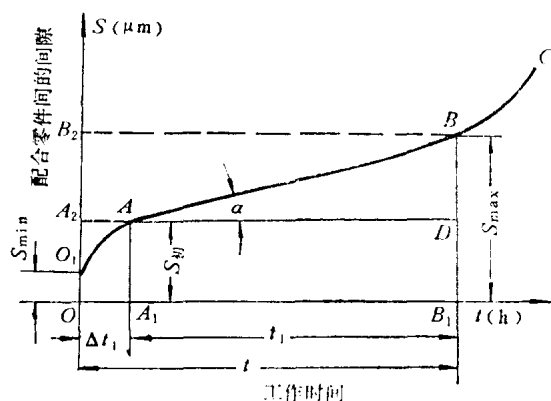


图1-1 磨损的典型曲线

不同时期的磨损状况。 O_1A 段为初期磨损时期(即新机件的试运转磨合时期)机件的磨损曲线，曲线急剧上升，表示组合机件在工作的初期具有较大的磨损。机件在加工时表面的最初不平度受到破坏、擦伤或磨平形成新的不平度。配合零件间的间隙由 $S_{\min}$ 增大到 S_0 ，但曲线趋近 A 点时磨损速度逐渐降低。与 AB 段曲线对应的为正常磨损时期(或称稳定磨损时期)，组合机件的磨损呈直线均匀上升，与水平线成 α 角。当机件工作经 t 小时，间隙增大到 $S_{\max}$ 。经过 B 点后，磨损重新开始急剧增长， BC 段为事故磨损时间，间隙超过最大的允许极限间隙 $S_{\max}$ 。由于间隙过大增加了配合零件间的冲击作用，润滑油膜被破坏，磨损强烈，机件处于危险状态。这时机器如继续工作，则可能发生意外的故障。

从图 1-1 中的曲线可知，机件在试运转以后，即为正常工作的开始。而正常工作终了

时,即转入事故磨损时期,达到了允许的极限磨损量。这时,对机件必须进行修复或更换。机件在两次检修过程间的正常工作时间 t_1 可由下列公式计算:

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= \frac{BD}{AD} = \frac{S_{\max} - S_{\text{初}}}{t_1} \\ \therefore t_1 &= \frac{S_{\max} - S_{\text{初}}}{\tan \alpha} \end{aligned} \quad (1-1)$$

式中 $\tan \alpha$ 称为磨损强度。

$$\begin{aligned} \therefore t_1 &= t - \Delta t_1 (\Delta t_1 \text{为试运转时间}) \\ \therefore t &= \frac{S_{\max}}{\tan \alpha} + \left(\Delta t_1 - \frac{S_{\text{初}}}{\tan \alpha} \right) \end{aligned}$$

上式中 $\left(\Delta t_1 - \frac{S_{\text{初}}}{\tan \alpha} \right)$ 与 $\frac{S_{\max}}{\tan \alpha}$ 相比数值很小,故可忽略不计。

$$\therefore t = \frac{S_{\max}}{\tan \alpha} \quad (1-2)$$

从上式可以看出, $S_{\max}$ 是一个极限的允许值,不能再增大。因此要延长机器的寿命,必须对机器保持良好的维护,以降低磨损强度。

分析图1-1中的磨损曲线,可以得出这样的结论:机器的磨损可以分为两类,即自然(正常的)磨损和事故(过早的、迅速增长的或突然发生意外的)磨损。

自然磨损是机件在正常的工作条件下,由于接触表面不断受到摩擦力作用(有时由于受周围环境温度或腐蚀性物质作用)而产生的逐渐而缓慢增长的磨损,磨损曲线呈平缓状。这种磨损是正常的、不可避免的现象。

事故磨损是由于对机器检修不及时,或维修质量不高,或因机件结构缺陷和材料质量低劣以及严重违反操作规程以致造成机件间剧烈磨损而形成事故的现象。

自然磨损是不可避免的,因此,必须对机件采取各种有效措施,例如提高机件的强度和耐磨性能,改善机件的工作条件,特别是对机件进行良好的润滑和维护等,从而减小磨损强度,达到延长机器使用寿命的目的。

第二节 零件常见损坏类型及相应措施

一、零件常见的损坏类型

1. 机械磨损

机械设备在运转中,因机件间不断地摩擦或因介质的冲刷(如高炉炉顶装料设备受到炉尘的冲刷等),其摩擦面逐渐产生磨损,因此引起机件几何形状改变,强度降低,破坏了机械的正常工作条件,使机器逐步丧失了原有的精度和功能,这称为机械磨损。

影响机械磨损的因素及降低磨损的措施有润滑、表面加工质量、材料、安装检修的质量等。

(1) 润滑

两个相互接触且作相对运动的零件,其摩擦面上的摩擦阻力 P 与作用在摩擦面上的正压力 Q 之间的关系为:

$$P = fQ \quad (1-3)$$

式中 f ——摩擦系数。

如果在两摩擦面之间没有润滑油,呈干摩擦状态,那么 f 之值取决于金属的性质和表面状况,这可以实验的方法测出。例如:

钢与钢的摩擦 $f=0.18\sim 0.45$

钢与铁的摩擦 $f=0.05\sim 0.12$

如果在两摩擦面间充以润滑油,则摩擦系数 f 可大大减小(如钢对钢处于液体摩擦时, $f=0.001\sim 0.003$),摩擦阻力 P 相应减少,从而使机械磨损减低。因此,保持良好的润滑条件,是降低机械摩擦、提高机器使用寿命的最有效的措施之一。

(2) 表面加工质量

机件经过加工后,其摩擦表面不可能得到理想的几何形状,总要留下切削工具的刀痕或砂轮磨削的痕迹而构成凹凸状的不平度。一般情况下,表面加工粗糙的,开始磨损较快。当磨到一定时间,不平度大致消除后,磨损便减缓下来,故表面加工精度的要求应根据零件工作的特点来选择,不要盲目追求过高的加工质量。实验指出,过于光滑的表面不一定具有好的耐磨性能,因为这时润滑油不能形成均匀的油膜,两接触面容易发生粘结,反而使耐磨性变坏。

(3) 材料

材料的耐磨性主要决定于它的硬度和韧性。材料的硬度决定于金属对其表面变形的抵抗能力。但硬度过高易使脆性增加,使材料表面产生磨粒的剥落。材料的韧性可防止磨粒的产生,提高其耐磨性能。另外,增加材料的化学稳定性还可以减少腐蚀磨损。增加材料本身的孔隙度可以蓄集润滑剂,从而减少机械磨损,提高零件的耐磨性。

不同的材料有不同的机械性能。采用合理的热处理方式往往可使材料的机械性能得到改善。因此合理地选用材料和热处理方式对减少机械磨损是很有意义的。

(4) 安装检修的质量

零件安装的正确性对机器寿命有很大的影响。例如不正确地拧紧轴承盖与轴承座的连接螺钉、两结合面不对中、配合表面不平以及轴承间隙调整得不合适等等,都能引起载荷在机器上不正确的分布或者产生附加载荷,因而使其磨损加快。

2. 化学蚀损

在冶金生产过程中,由于许多介质具有强烈的腐蚀作用,因而对机械设备产生了严重的腐蚀。腐蚀的结果,不仅消耗了大量贵重的金属材料,而且使设备使用寿命大大缩短。由于机械设备的腐蚀,造成介质严重的跑、冒、滴、漏现象,恶化操作环境,危害职工身体健康,所以认真做好机械设备的防腐蚀工作,是冶金工业开展增产节约、防止环境污染的有力措施之一。

(1) 腐蚀的概念

金属由于外部介质的化学作用或电化学作用而引起的破坏称为腐蚀。金属的腐蚀损坏具有以下特点:其破坏总是从金属表面开始,然后逐渐向内深入,同时常常发生金属表面的外形变化,金属表面上常常出现不规则形状的凹洞、斑点、溃疡等破坏区域。另外,被腐蚀破坏的金属转变为化合物(通常是氧化物和氢氧化物),形成腐蚀产物并部分地附在金属表面上,例如铁生锈的情况。

机件表面被腐蚀的结果,使其成分和形状发生了改变,破坏了金属的性质,降低了机件的强度和正常的配合精度,致使机件不能胜任工作。

由于冶金机械设备是处于高温、水气等恶劣条件下工作，所以极易被腐蚀。尤其是轧钢厂的酸洗车间及湿法冶炼的有色机械设备，腐蚀现象更为严重。

针对不同的腐蚀性介质，合理地选用某些耐腐蚀材料是提高机件抗腐蚀能力的一种重要途径。必须强调指出的是，材料的耐腐蚀性是相对的及有条件的。绝对耐腐蚀的材料是不存在的，而且一定的材料只适用于一定的条件，如操作介质的种类、浓度、湿度、压力等。

(2) 腐蚀的分类

1) 化学腐蚀。是指金属和介质发生化学作用而引起的腐蚀。例如金属在干燥高温气体中的腐蚀以及金属在非电解质溶液(如润滑油)中的腐蚀。高炉炉顶装料设备、风口、炼钢装料机的挑杆、轧钢厂的加热炉辊道等都属这种腐蚀破坏。

2) 电化学腐蚀。是指金属和介质发生电化学反应而发生的腐蚀，例如金属在电解质溶液(如海水、大气、土壤、酸、碱、盐溶液等)中发生的腐蚀。其特点是引起腐蚀的介质是电解质，有导电性，腐蚀过程中有电流产生。如有色冶炼厂生产用槽罐设备、各种管道、埋在地下的机器底座等的腐蚀损坏都是这种电化学腐蚀的结果。

一般说来，电化学腐蚀比化学腐蚀强烈得多。金属的腐蚀破坏大多是电化学腐蚀所致。

(3) 防腐蚀的方法

防止机件腐蚀的方法包括两个方面：首先是正确地、合理地选择耐腐蚀材料和其它一些防腐蚀措施；其次是选择合理的工艺操作及设备结构。如严格遵守生产的工艺规程，可以消除不应当发生的腐蚀现象。而即使采用了良好的耐腐蚀材料但操作工艺不符合规程时，也会引起严重的腐蚀现象致使机件腐蚀损坏。目前生产中可用的防腐蚀方法有：

1) 根据介质选择材料，同时还要满足机械性能的要求。

2) 隔绝保护金属法。即采取各种措施，使金属表面形成耐腐蚀的覆盖层，从而把金属基体与周围介质隔离开，如镀锌、镀铬或用金属喷镀、熔镀等。

3) 非金属覆盖层防护。这是设备防腐蚀的发展方向。对于冶金设备，常用的办法有：

① 涂料。将油基漆(成膜物质为干性油类)或树脂基漆(成膜物质为合成树脂)通过一定的方法将其涂覆在金属表面，经过固化形成薄涂层，从而保护设备免受高温气体或酸碱等介质的腐蚀。采用涂料防腐蚀的优点是：涂料品种多，适应性强，不受机械设备或金属结构件的形状及大小的限制；使用方便，在现场亦可施工。

常用的涂料品种有防锈漆、底漆、生漆、沥青漆、环氧树脂涂料、聚乙烯涂料、聚氯乙烯涂料以及工业凡士林(作为机械设备封存防锈用)等。

② 砖、板衬里。冶金工厂常用的是水玻璃胶泥衬辉绿岩板。辉绿岩板是由辉绿岩石熔融而成，主要成分是二氧化硅，胶泥即是粘合剂。辉绿岩板的耐酸碱性及耐磨性好，但性脆不能承受冲击。在有色冶炼厂常被用来做贮酸槽壁，槽底则衬瓷砖。

在使用涂料或非金属衬里前，必须对金属进行表面处理(除锈、除油、除水、除尘)。有时除锈工作比较困难，如高炉煤气下降管的除锈，不仅工作量大，而且施工条件不好，要彻底把锈除干净是非常困难的。在这些场合，可以使用带锈底漆来代替底漆，不仅节约了红丹防锈漆用铅，而且还减轻了繁重的除锈劳动。

③ 硬(软)聚氯乙烯。它具有良好的耐腐蚀性和一定的机械强度，加工成型方便，焊接性能良好。可做成贮槽、电除尘器、文氏管、尾气烟囱、管道阀门和离心通风机、离心

泵的壳体及叶轮。它已逐步取代了不锈钢、铅等贵金属材料。

④ 玻璃钢。它是采用合成树脂为粘接材料,以玻璃纤维及其制品(如玻璃布、玻璃带、玻璃丝等)为增强材料,利用各种成型方法(如手糊法、模压法、层压法、缠绕法等)制成。玻璃钢具有优良的耐腐蚀性,比强度(强度与重量之比)高,但耐磨性差,有老化现象。在有色冶炼厂常采用环氧玻璃钢做锌冶炼贮槽、锌电解槽。实践证明,玻璃钢在中等浓度以下的硫酸、盐酸盛器中用作防腐衬里,当温度在90℃以下时,防腐效果是比较理想的。

⑤ 耐酸酚醛塑料。它是以热固性酚醛树脂作粘接剂,以耐酸材料(玻璃纤维、石棉等)作填料的一种热固性塑料。耐酸酚醛塑料易于成型和机械加工,但成本较高,目前主要用于制作各种管道和管件。

4) 添加缓蚀剂。在腐蚀介质中加入少量缓蚀剂,能使金属的腐蚀速度大大降低。这种方法作为某些场合的防腐蚀措施,亦十分有效。例如对设备的冷却水系统采用磷酸盐、偏磷酸钠处理,可以防止系统腐蚀和锈垢存积。

5) 电化学保护。电化学腐蚀是由于金属在电解质溶液中,分为阳极区和阴极区,存在着一定的电位差,组成了腐蚀电池而引起腐蚀。电化学保护就是对被保护的金属设备通以直流电流进行极化,以消除存在的电位差,使之当处于某一电位时,被保护金属可以达到腐蚀很小甚至无腐蚀状态。这是一项较新的防腐蚀方法,但要求介质必须是导电的,连续的。电化学保护又可分为:

① 阴极保护。它是在被保护金属表面通以阴极直流电流,可消除或减小被保护金属表面的腐蚀电池作用。

② 阳极保护。阳极保护是在被保护金属表面通以阳极直流电流,使其金属表面生成钝化膜,从而增大了腐蚀过程的阻力。

6) 处理腐蚀介质的防护法。这种方法是自腐蚀介质中,将引起腐蚀的介质成分去掉,从而达到防护的目的。如厂房加强通风,除掉水分及二氧化硫气体。在酸洗车间和电解车间里合理设计地面坡度和排水沟,做好地面防腐蚀隔离层,以防酸液渗透地坪后地面凸起而损坏贮槽及机器基础。

3. 疲劳损坏

实践表明,承受交变应力作用的机件,不仅在小于材料的强度极限的应力作用下,甚至常常在小于弹性极限的应力作用下也会逐渐破坏。这种破坏即是所谓疲劳破坏,亦即疲劳损坏。

冶金机械大多处于交变载荷的作用下,在各类事故性的损坏中,其零件的疲劳损坏占有相当大的比重。

为了防止和避免零件产生疲劳损坏,在零件的设计和加工中应尽量避免和消除应力集中的影响;正确选择热处理方法以提高零件的疲劳极限。此外,还可用机械的方法强化零件表面,在零件表面上形成残余的压缩应力从而提高零件的疲劳极限。例如,采用喷丸处理和辊轧处理的办法使零件表面产生强化现象,其疲劳极限即可相应提高。

在日常维护中对于处于交变载荷作用下的重要零件,若未经断裂力学计算者,应实行定期更换,只有经过探伤以后才能决定是否可以继续使用,以免在生产过程中突然破坏,使生产被迫中断。

4. 蠕变损坏

零件在一定应力的连续作用下,随着温度的升高和作用时间的增加,将产生变形。而这种变形还要不断地发展,直到零件的破坏。温度愈高,这种变形速度愈加迅速。有时应力不但小于常温下的强度极限,甚至小于材料的比例极限,在高温下由于长时间变形的不断增加,也可能使零件破坏。这种破坏叫蠕变损坏。

金属发生蠕变的原因是由于高温的影响致使金属的性质发生了变化。以钢为例,其弹性模数、比例极限均随温度的升高而降低,而泊松系数一般要增加一些。钢的塑性性质(断面收缩率和拉断时的单位伸长)当温度由20℃升至200~300℃时要减低一点,温度继续升高,钢的塑性又重新增加了。图1-2给出了低碳钢强度及塑性性质随温度的变化曲线。

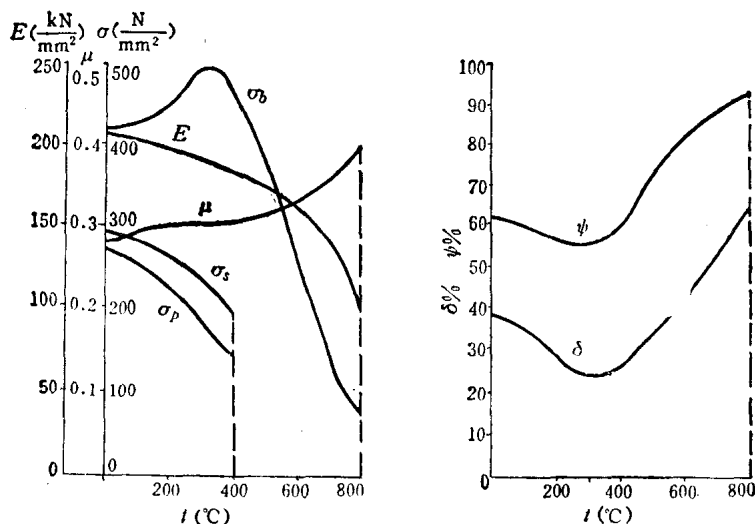


图1-2 低碳钢强度和塑性性质随温度变化的曲线

为了防止蠕变破坏的发生,对于长期处于高温和应力作用下的零件(例如无料钟炉顶高炉旋转布料溜槽的悬挂耳、轴等),应采用合适的耐热合金钢(在钢中加入合金元素钨、钼、钒或少量的铬、镍)外,还应采用减少工作机件应力的办法,通过计算保证其在使用期限内不产生不允许的变形或不超过允许的变形量。

二、机械零件损坏类型的分析方法

机械零件的各种类型的损坏都具有许多特征,根据这些特征就可对它们的损坏类型作出鉴定,以便根据零件不同的损坏原因给以正确的处理,防止类似损坏事故再次发生。常用鉴定方法有:

- 1) 机件外形或断口的分析。可用目视或利用放大镜、显微镜进行观察。
- 2) 机件材料的实验分析。将机件损坏部分取样进行化学成分、金相组织及机械性能等测定。
- 3) 机件的内疵检查分析。机件的内疵如裂纹、气孔等可用X光、超声波及磁力进行探伤,亦可用染色法检查。
- 4) 机件工作的外部条件分析。即对机件的机构运动学、负荷、温度及周围介质情况等进行分析。
- 5) 损坏机件的运转记录、技术档案的分析。如使用时间、故障情况、过去采取的加

工及修理工艺、验收记录等等。

机件的损坏常有多种性质，分析其损坏类型时，必须全力找出主要矛盾，才能迅速找出故障发生的原因，从而采取有效的技术措施。

第二章 机械设备零部件的装配

将机器零件或零部件按一定的技术要求组装成机器部件或机器的工作通称为机器零部件的装配。机器装配工作的质量对于机器的正常运转、对于机器设计性能指标的实现在很多情况下起着决定性的作用。装配质量差会使载荷不均匀分布,产生附加载荷,加速机器的磨损,甚至发生事故损坏现象。

保证机器零部件间正确的联接和配合是装配工作中最重要的两个方面。在各类机器中,轴、轴承、联轴器、齿轮、减速器等是最常见、最重要的零部件,也是一般机器的重要组成部分。在机器的装配工作中,对这类零部件的装配占有重要的地位,因此讨论和研究它们在不同联接和配合要求下的装配问题具有很重要的意义。

第一节 过盈配合的装配方法

采用过盈配合,主要是使配合零件的联接能承受足够大的扭矩、轴向力及动载荷,故零件的材料应能承受最大过盈所引起的应力。配合零件的联接强度应在最小过盈时得到保证。

一、常温下的压装配合

常温下的压装配合适用于配合量较小的几种过盈配合,它的操作方法简单,动作迅速。具体装配方法有:打入法,靠用锤击的力量,主要用于压入力不大或不太重要联接的地方;另一种是压入法,这种方法加力均匀,加力方向易控制。在过盈量较大的情况下,可以在压床上进行压装。为了选择压床,必须计算压入力。

压装时的压入力必须克服轴压入孔时的摩擦力,该摩擦力的大小与轴的直径和有效压入长度等因素有关。从理论上可以列出压装时所需总压力 P 的公式,但由于各种因素很难估计准确,实际压力与计算值是有出入的,尤其是零件表面粗糙度对其影响很大。在实际装配工作中,常采用经验公式进行压入力的计算。

当孔、轴件均为钢时:

$$P = \frac{28 \left[\left(\frac{D}{d} \right)^2 - 1 \right] i L}{\left(\frac{D}{d} \right)^2} \quad (2-1a)$$

当轴件为钢、孔件为铸铁时:

$$P = \frac{42 \left(\frac{D}{d} + 0.3 \right) i L}{\frac{D}{d} + 6.35} \quad (2-1b)$$

式中 P ——压入力(kN);
 i ——实测过盈量(mm);
 L ——配合面的长度(mm);
 D ——孔件内径(mm);

d ——轴件外径(mm)。

一般根据计算出的压入力再增大20~30%选压床为宜。在压入前应将压入配合件的孔和轴均涂以润滑油,以利于压入装配。

压入装配时,由于轴对孔有相对运动,所以在装配过程中,零件表面的不平度要压去一部分,亦即说明了零件测量过盈量与在联接中实际承受的有效过盈量是不一致的,两者的差值即是因粗糙表面被压缩而引起的变形值。这说明在其它条件相同的情况下,零件表面加工愈粗糙,则在压入后,其连接强度就愈低。一般,采用压入配合零件的表面粗糙度应不低于 $\frac{12.5}{\sqrt{R_z}}$ 。

二、热装配合

热装的基本原理是,通过加热孔件使孔直径膨胀增大到一定数值,再将与之配合的轴自由地送入孔中,待孔件冷却后,孔件收缩即将轴紧紧地抱住,其间产生很大的联接强度,达到压装配合的要求。

热装主要用于没有压床或直径大的、过盈量大的零件的装配。

1. 加热温度的确定

为了使热装操作方便且有把握,规定加热温度应使孔的膨胀量达到实测过盈量的2~3倍(常采用3倍)。常用加热温度的计算公式是:

$$t = \frac{(2 \sim 3)i}{K_{\alpha} d} + t_0 \quad (2-2)$$

式中 t ——加热温度(°C);

i ——实测过盈量(mm);

K_{α} ——加热时孔材料的线膨胀系数(1/°C);

d ——未加热前孔的直径(mm);

t_0 ——室温(°C)。

2. 加热温度的测定

在加热过程中,可采用半导体点接触测温计测量零件的加热温度。在现场,也可用油类或有色金属作为测温材料。如机油的闪点是200~220°C,锡的熔点是232°C,纯铅的熔点是327°C。也可以用测温蜡笔及测温纸片测温。

3. 最终检查措施

由于测温材料的局限性,一般很难测准所需加热温度,故现场常采用样杆进行检查。

样杆尺寸按实测过盈量大3倍制作,当样杆刚能放入孔时则加热温度正合适。

样杆常用直径为5mm的圆钢制作,两端用砂轮打磨成锥形,操作手柄以700mm长为宜,样杆和操作手柄成垂直焊接在一起,如图2-1所示。

4. 加热方法

(1) 热浸加热法

热浸加热法常用于零件尺寸及过盈量较小的场合。其方法是先将机油放在铁盒内加热,再

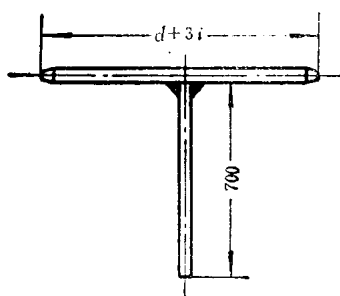


图2-1 样杆

将需加热的零件放入机油内即可。这种方法加热均匀、方便，常用来加热轴承。

(2) 氧-乙炔焰加热法

此法多用于较小零件的加热。这种加热方法简单，但易于过烧，故要求具有熟练的操作技术。

(3) 木柴或焦炭加热法

根据零件尺寸大小临时用砖砌一加热炉或将零件用砖块垫上用木柴或焦炭加热。为了防止热量损失，可在零件上面盖一与零件外形相似的焊接罩。此法简单，但加热温度不易掌握，零件加热不易均匀，而且炉尘飞扬，易生火灾，故此法最好不用。

(4) 煤气加热法

此法操作甚为简单，加热时无炉灰，且加热温度易于掌握，对大型零件只要将煤气烧嘴布置合理，亦可做到加热基本均匀。此法在有煤气的地方应推广采用。

(5) 电热法

用镍-铬电阻丝绕在耐热瓷管上，放入被加热零件的孔里，对镍-铬丝通电便可加热。为防止散热，可用石棉板做一外罩盖在零件上。这种方法只用于精密设备或有易爆易燃的场所。

(6) 电感应加热法

1) 原理。利用交变电流通过铁芯(被加热零件可视为铁芯)外的线圈，使铁芯产生交变磁场，在铁芯内与磁力线垂直方向产生感应电动势，此感应电动势以铁芯为导体产生电流，这种电流在铁芯内形成涡流现象称之为涡电流，在铁芯内使电能转化为热能，使铁芯变热。此外，当铁芯磁场不断变动时，则铁芯被磁化的方向也随着磁场的变化而变化，这种变化将消耗能量而变为热能使铁芯热上加热。

2) 绕线匝数与电流量的计算。磁场不断变动时，在外绕线圈内产生的感应电动势 E 为：

$$E = 4.44fNB_{max}A \times 10^{-8} \quad (V) \quad (2-3)$$

式中 f ——频率(Hz)；

N ——绕线匝数；

A ——铁芯面积(即被加热零件表面积)， cm^2 ；

B ——磁力线密度(T)。一般热装时 $B_{max} = 1T$ 。

令 $f = 50Hz$ ， $B_{max} = 1T$ ，代入式(2-3)得：

$$N = \frac{45E}{A} \quad (2-4)$$

∴ 安培匝数

$$IN = \pi D i_n \quad (2-5)$$

式中 D ——铁芯平均直径；

i_n ——每单位长度上所有的平均安培匝数，也称安培匝率，它决定于所产生磁力线密度的大小。当 $B_{max} = 1T$ 时，则 $i_n = 1.5$ 。

$$\therefore I = 1.5 \frac{\pi D}{N} (A) \quad (2-6)$$

线圈导线断面积 $F = \frac{I}{\alpha} (mm^2)$

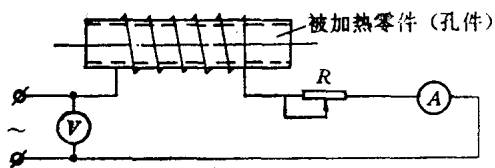


图2-2 电感应加热电路图

其中, α 为导线内电流密度, 常取 $\alpha = 3 \sim 4$ A/mm²。

由公式(2-4)与(2-6)计算得出所需绕线匝数与电流量后, 再根据电流量选取金属导线。由于被加热零件几何形状的不规则, 加热过程中热量的散失以及外电压的波动等因素的影响, 按上述公式计算的结果用于实际时尚须修正,

其办法是: 把绕线匝数增加, 导线加粗。在现场操作时常串联一可变电阻 R , 通过调整电流及测定被加热零件表面温度来控制加热过程。

3) 电感应加热电路图如图2-2所示。

4) 保温及安全措施。为了防止加热过程中热量的损失及保护外绕的线圈受热烧坏绝缘而短路, 故在绕线前应用石棉板包住被加热零件, 然后再绕线。

5) 优点。加热均匀, 加热温度借调整电流大小进行控制, 所以操作简便, 加热时无炉灰, 不会引起火灾, 最适合于装有精密设备或有易爆易燃的场所; 还适合于特大零件的加热(如50t转炉倾动机构的大齿轮与转炉耳轴用此法加热进行热装, 被加热的大齿轮外径为4.29m, 重17.8t)。

三、冷装配合

当带孔的零件较大而压入的零件较小时, 采用加热带孔零件的办法既不方便又不经济, 这时可采用冷装配合, 即用低温冷却的方法使被压入的零件尺寸缩小, 然后迅速将其装入到带孔的零件中去, 装配工作即告完成。

冷却装配的冷却温度可按下式计算:

$$t = \frac{(2 \sim 3)i}{K_{\alpha} d} - t_0 \quad (2-7)$$

式中 t ——冷却温度(°C);

i ——实测过盈量(mm);

K_{α} ——被冷却零件材料的线膨胀系数(1/°C);

d ——被冷却件的公称尺寸(mm);

t_0 ——室温(°C)。

常用冷却剂的冷却温度是:

固体二氧化碳加酒精或丙酮	-75°C
液氨	-120°C
液氧	-180°C
液氮	-190°C

冷却前应将被冷却件(如键)的尺寸进行精确测量, 并按冷装的工序及要求常温下进行试装演习, 其目的是为了准备好操作和检查的必要工具量具及冷藏运输容器, 检查操作工艺是否合适。有制氧设备的冶金工厂, 此法应予推广。

冷却装配要特别注意操作安全, 稍不小心便会冻伤人体。

四、热装实例

1. 已知条件