

选矿厂 破碎磨碎设备的 安装与使用

〔苏联〕Ф·К·科吉敏 著

郭海珊 王介峰 译

中国工业出版社

序

現代化选矿厂是机器和裝置的复杂的綜合体，这些机器和裝置的工作联合成为一个工艺过程。

只有在正确地安装，适当地組織修理和熟練地看管机器及裝置的情况下，設備才可能可靠地工作。

由于选矿厂技术装备的增長，設備工作强度的提高和实施机器修理及运轉的先进組織方法，进一步提高选矿厂机修业务工作人員的技术水平和熟練程度，具有重大的意义。

写作本書的目的是为了給从事选矿厂破碎-磨碎设备安装、修理和运轉的技术人員以帮助。

作者将感謝讀者們对本書內容方面提出的一切意見和願望。

目 录

序

第一章 机器零件和部件磨损概论	1
1. 磨损的种类	1
2. 影响零件磨损的因素	3
3. 机器零件和部件磨损的确定方法	5
第二章 提高耐磨性的方法及零件的修复	7
1. 用硬质合金堆焊法修理零件	7
2. 零件喷镀金属	11
3. 用电镀金属方法修复零件	17
4. 表面的电火花强化	21
5. 表面渗碳和冷却加硬的强化	22
6. 零件的淬火	26
第三章 修理工作的种类	32
1. 焊接的应用	32
2. 金属切割	42
3. 零件电弧焊和气焊修理	47
4. 零件的扩胀、挤压和修整尺寸的修理方法	55
5. 醇胶和 6Φ 万能胶的应用	57
6. 零件修理的例子	59
第四章 索具设备	82
1. 概述	82
2. 绳索和吊索	82
3. 载重钩、圈环、滑车、滑车组和复式滑车	96
4. 绞车和千斤顶	102
5. 锚固和悬挂复式滑车及滑车的装置	110

6. 起重設備的檢查	121
第五章 設備的安裝和修理時所用的工具和儀器	123
1. 測量工具	123
2. 儀器	134
3. 專用的附屬工具	135
第六章 安裝工作和設備的檢查	139
1. 安裝工作的組織	139
2. 機器的基礎	141
3. 機器在基礎上的安裝	149
4. 設備的調整和試驗	150
第七章 顎式碎礦機	152
1. 概述	152
2. 碎礦機零件的構造	165
3. 碎礦機的安裝	174
4. 主要零件的修理	177
5. 碎礦機的操作	182
6. 碎礦機的潤滑	185
第八章 圓錐碎礦機	190
1. 概述	190
2. 粗碎圓錐碎礦機	192
3. 中碎和細碎圓錐碎礦機	199
4. 碎礦機的安裝	207
5. 碎礦機零件的修理	213
6. 碎礦機的操作	219
第九章 輥式碎礦機	227
1. 概述	227
2. 碎礦機的安裝	234
3. 碎礦機零件的修理	236
4. 碎礦機的操作	239

第十章 锤式碎矿机	242
1. 概述	242
2. 锤式碎矿机的安装	252
3. 锤式碎矿机的修理	253
4. 锤式碎矿机的操作	255
第十一章 球磨机 and 棒磨机	258
1. 概述	258
2. 磨矿机的安装	280
3. 磨矿机的修理	293
4. 磨矿机的操作	308
第十二章 设备技术操作的主要问题	315
1. 概述	315
2. 润滑材料	319
3. 机器标准部件的润滑滑动轴承	324
4. 润滑装置	334
第十三章 设备修理的组织	341
1. 概述	341
2. 计划预修的种类	342
3. 进行修理的方法	344
4. 修理标准	347
参考文献	350

第一章 机器零件和部件磨损概論

1. 磨损的种类

磨损 是材料表面逐渐破坏，同时材料的微粒分离、微粒往相邻零件上转移、接近表面的材料层的机械性质和几何形状的改变。

由于机器个别零件的磨损，零件的机械强度不可避免地要降低，零件表面也要变形，零件之间的间隙增大，结果就要降低机器的技术性能。

运转中的机器所产生的磨损和故障可分为两个主要种类：自然（或正常）磨损及过早（或事故）磨损。

自然磨损 通常是指在机器长期工作中形成的零件尺寸的改变。由于机械磨损而发生的零件几何形状的改变，会使直接相邻零件之间的间隙增大。

间隙的增大只能允许达到所规定的范围，在这以后应修理零件或换上新的零件。

过早磨损 此时机器及其个别部件临时损坏，它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（有裂缝、砂眼等），零件的制造不良，违反机器的技术操作规程，部件的安装不正确，修理不及时等等。

在工程学中，“机器磨损”这一术语，一般是指机械的、腐蚀的及热的磨损，这几种磨损均决定于引起磨损的各种原因。

机 械 磨 损

机械磨损是由于金属的摩擦和疲劳引起的。摩擦可分为两个主要种类：滑动摩擦和滚动摩擦。如果滑动和滚动同时发生，

就把这种摩擦叫做**复合摩擦**。滑动摩擦是选矿厂机器零件（即轴颈和滑动轴承之间，零件与破碎和磨碎矿物等之间）中最普遍的一种摩擦形式。滚珠轴承滚珠与夹珠圈支承面之间，往复式给矿机支承面与滚轮之间的摩擦可作为滚动摩擦的例子。复合的摩擦是发生在齿轮的齿之间。

在机器中，最常遇到的机械磨损，是由于摩擦力的作用而产生的，零件相互摩擦而形成的机械磨损是接触之零件表面相互磨损、压挤和氧化等同时发生的过程的总和。机械磨损也发生于承受负荷的两个表面相互滚压之时，以及由于冲击的结果而形成。实际上，零件在摩擦力和冲击负荷作用下的磨损是磨损中最普遍的，因此有极重要意义的一种磨损形式。

热 磨 损

热磨损是原动机，蒸汽锅炉、干燥筒及其他热机组所特有的。

在铸铁零件上，当多次加热时可以看到铸铁体积增大（胀大）的现象。这种极不好的现象是由于铸铁的结构在高温作用下发生改变。

热磨损也由于摩擦表面发热而产生。与热磨损同时，表层的结构和性质改变。材料对热磨损的抗力与摩擦零件表面的耐热性有关系。

腐 蚀 磨 损

金属的腐蚀磨损是介质对金属的化学作用和电化学作用的结果。与金属表面由于腐蚀而遭到破坏的同时，出现麻窝、伤痕和铁锈—腐蚀的产物。

腐蚀可以是全部的（均匀的）或局部的（集中的）。

腐蚀破坏是从表面开始而逐渐扩展到在水、空气和化学物质直接作用下的金属的内部。生锈是这些腐蚀过程中最普遍的

一种腐蚀，即空气中的氧与金属接触而产生的氧化物。机器和构筑物在潮湿的大气中使用时，其零件会出现由于腐蚀疲劳而形成的迅速磨损或损坏现象。

2. 影响零件磨损的因素

零件材料的影响 制造零件所用材料的耐磨性主要决定于它的表面硬度和韧性。摩擦零件表面硬度越大，它的磨损越小，因此，摩擦部件可用合金钢或普通钢来制造，这两种钢的表面硬度可用热处理、热化学处理或其他方法来提高。

必须考虑到，制造配合组件（例如，轴-轴承及其他等）使用相同的材料时材料的摩擦系数比使用不同的材料时为大。随着摩擦系数的减少，单位摩擦功也减少，因之，磨损也降低。

修理选矿厂的机器时最常使用的材料是黑色金属（钢、铸铁）、有色金属、合金、塑性材料等。

零件表面加工质量的影响 研究结果确定，在机器零件的工作中間有三个磨损期（图1）：

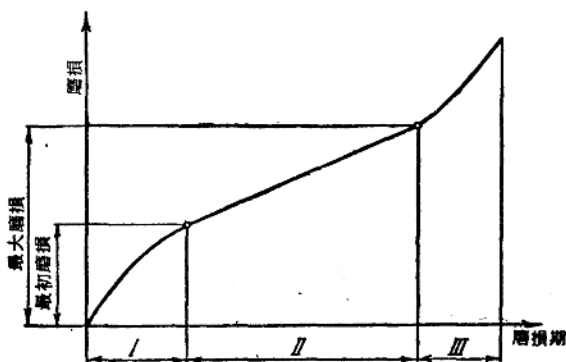


图1 零件的磨损曲线

I — 磨平期； II — 稳定磨损期； III — 发展磨损期

- 1) 开始磨損期或摩擦表面的磨平期;
- 2) 表面磨平后的稳定磨損期。在这一主要磨損期中可以看到, 摩擦工作条件是不变的;
- 3) 發展磨損期, 它是由于摩擦表面間の間隙大大改变、零件的几何尺寸改变及与之有关的摩擦工作条件显著恶化而引起的。

从曲綫圖中可以显然看出, 为了增加机器零件的寿命, 应当把磨平期縮短到尽可能小的限度, 大大延長稳定磨損期并防止进入發展磨損期的可能性。

縮短磨平期用精确而光潔地加工摩擦零件的表面的方法来实现。

多次研究确定, 磨平期的磨損强度大致比稳定磨損时大一倍。

潤滑剂的影响 潤滑剂的作用在于它可以充滿在两个互相滑动零件之表面的所有不平处, 并且能在两个零件中間形成油膜, 以防止摩擦零件的突起部直接接触。摩擦零件之間的油層能使磨損减少到最低限度, 同时这种磨損只等于不加油零件磨損的几百分之一。所需油層用下述方法来保持: 选择一定質量的潤滑剂, 規定零件之間的必要間隙以及对机器进行正确的技术维护。

零件的运动速度和潤滑剂的温度的影响 机器开动和停止的瞬间由于运动速度不大, 对油層的工作最为不利。

随着軸的旋轉速度的增加, 接触表面的溫度升高, 这就会降低这些表面的硬度, 并能导致挤压和熔化。例如, 对于巴氏合金的澆鑄層來說, 巴氏合金的硬度因發热而开始降低的溫度, 認為是極限溫度。等于極限溫度 60% 的溫度認為是正常溫度。

零件的工作条件 相邻工作零件的摩擦表面的磨損不是相同的。这是由于: 第一, 它們的載荷条件和相对移动条件不同;

第二，零件材料的耐磨性不同。

工作表面磨損沿長度和寬度分布的性質決定于零件的形狀和組件的工作條件。對於一個是活動零件另一個是固定零件的組件來說，有下列四種磨損分布的情況：

1) 載荷作用於固定方向。在這種情況下，旋轉零件的磨損沿整個表面是均勻的，而固定零件的磨損則是局部的；

2) 載荷方向往零件旋轉一方連續改變。在這種情況下，活動零件的磨損是局部的，而固定零件的磨損是均勻的；

3) 載荷作用於固定方向，而兩個零件以不同的角速度旋轉。在這種情況下，兩個零件的磨損將是均勻的；

4) 載荷方向連續改變，載荷力的向量和組件中的活動零件以不同的角速度旋轉。零件的磨損將是均勻的。

3. 機器零件和部件磨損的確定方法

及時發現機器中的故障對於防止生產過程發生事故和破壞具有十分重要的意義。

機器工作中的磨損和其他缺陷可用下述方法來確定：機器或零件的外表檢查，間隙尺寸的檢查，溫度的測量等。

外表檢查可以確定：

1) 各個零件和部件是否齊全及其位置是否正確；

2) 零件接合處是否漏油，如漏油，就證明磨損，裝配不正確或沒有密封墊；

3) 固定是否牢靠，固定是否鬆馳或缺少連接零件；

4) 機構是否污損。

間隙可用手塞尺及鉛絲等檢查之。活動鉸接件的正常間隙尺寸應在 0.01—0.5 毫米範圍內。

0.2—0.3 毫米或 0.2—0.3 毫米以上的間隙可用手搖動零件的方法來確定。0.05—0.1 毫米的間隙能保證零件縱向移動。間隙小時，零件的移動需要一些力量。用感覺來試驗間隙是一

种粗略的方法。用塞尺和鉛絲測量間隙是較精确的方法。

当連接零件加速磨損时，在頗大程度內，能量消耗在相邻零件的發热上。因此，連接零件的溫度超过普通溫度是發生故障的第一种征兆。

由于零件之間的不正常的摩擦条件而形成的剧烈声音可表明，直接檢查和試驗时一般所达不到的机器部件中有磨損現象。

第二章 提高耐磨性的方法及零件的修复

1. 用硬質合金堆焊法修理零件

硬質合金堆焊用以减少新零件的磨損和修复已磨損的零件。實踐証明，用硬質合金堆焊的零件的耐磨性比普通碳鋼做的零件要提高2—3倍，而在个别情况下要提高5—6倍。

在选矿厂中，一般需要用硬質合金堆焊碎矿机和磨矿机的襯板、錘式碎矿机的錘子和篩条、滾筒、軸頸和碎磨磨蝕性散狀材料用的机器的零件。

硬質合金堆焊过程可用电焊法或气焊法来实现。

按照用途、性質和制造方法，硬質合金分成五个主要类别：1)金屬陶制的，2)鑄造的（索尔迈特等），3)粉狀的（斯大林合金，沃卡尔），4)带合金复層的焊条，5)管狀的（填有粉狀成分或鑄造成分的金屬管）。各种硬質合金耐磨性的比較指标列于表1。

在选矿厂中修理和修复机器零件时，应用最广的是几种比較便宜的硬質合金——斯大林合金、索尔迈特、带耐磨合金复層的焊条。

根据零件工作条件選擇硬質合金时，可參照表2所列各項。

斯大林合金 它是由1毫米以下顆粒組成的粉狀配合料。該配合料的熔解溫度在1300—1350°C的範圍內。用斯大林合金堆焊零件可以利用焊接變壓器以碳電極或石墨電極的電弧法進行。主要採用的是長度為300毫米、直徑為12—15毫米的電極。

用斯大林合金堆焊零件的工藝過程如下（圖2）：把需堆焊的零件表面上的油污和鐵銹仔細地清除（清理至發出金屬光

硬質合金的耐磨性

表1

合 金 的 名 称	磨 損 量 毫克/毫米	平均磨損量 毫克/毫米	对 錳 鋼 的 平 均磨損系数
沃尔卡·····	0.4—0.9	0.60	0.17
斯大林合金·····	1.5—2.5	2.0	0.75
索尔迈特·····			
1 号·····	2.0—3.5	2.75	0.78
2 号·····	2.0—3.3	2.65	0.76
斯大林合金·····			
BK-2 ·····	1.2—2.0	1.75	0.50
BK-3 ·····	1.5—2.5	2.00	0.57
鉻焊条·····	2.5—4.0	3.25	0.95
錳焊条·····	2.5—4.5	3.5	1.00
含0.5%C 的炭鋼·····	10.0—15.0	12.5	3.55
耐腐錳鋼 (Г-12)·····	2.5—4.5	3.5	1.00
金屬陶瓷硬質合金·····	—	—	0.03

根据零件工作条件采用的硬質合金

表2

零 件 工 作 条 件	零 件 的 名 称	硬 質 合 金
带冲击的摩擦	碎矿机的颚板和碎矿 錘、磨矿机的襯板、錘式碎 矿机的錘子和篩条、其他	斯大林合金、带耐腐合 金复層的焊条，1 号和 2 号索尔迈特
摩擦	磨矿机的襯板、碎矿机 的軸、提升机的斗子、砂 泵的零件、其他	斯大林合金、带耐腐复 層的焊条

澤)，需要堆焊的零件应放在水平位置，并在清理好的表面上撒一層厚度为 0.2—0.3 毫米的燒过的礮砂，然后再撒一層厚度为 3—5 毫米、寬度不超过 60 毫米的合金配料（合金配料应輕輕地搗固并稍微碾平）。

堆焊一層的厚度不应超过 1.5—2 毫米。如果必須增加堆焊層的厚度，則可堆焊兩層或三層；但是堆焊層的总厚度不应超

过 5—6 毫米。

零件各种不同工作条件的堆焊層的厚度应根据表 3 的数据确定。

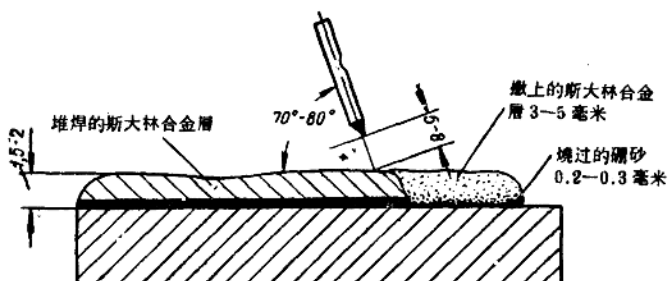


圖 2 用斯大林合金堆焊示意圖

零件各种不同工作条件的堆焊層的厚度

表 3

零 件 工 作 条 件	一 層 厚 度	堆 焊 層	堆 焊 層 总 厚
	毫 米	总 数	度, 毫 米
摩擦或滑动·····	1.5	2	5
摩擦或滑动 (特大負荷或交变冲击負荷) ·····	1.0—1.5	2—3	3—5
摩擦或滑动 (撞击或冲击) ·····	1.0—1.5	1—2	1.5—2.5

用硬質合金堆焊时, 零件一般不需預热, 但堆焊先經預热时, 就会得到更紧密而沒有裂縫的堆焊層。

在修复磨損超过允許限度的零件时, 必須先用普通金屬焊条堆焊一層, 然后再在其上堆焊一層斯大林合金。

在堆焊磨損得很厉害的零件时, 可采用联合堆焊法, 这种方法就是也用斯大林合金把零件修复到堆焊斯大林合金的尺寸, 但在堆焊时用直徑 5 毫米的金屬焊条, 堆焊層的厚度为

4—5 毫米，此时每一公斤金屬電極要消耗 400 克合金。

而后再用碳極堆焊一層斯大林合金。

用斯大林合金堆焊时的消耗定額列于表 4。

堆焊时的消耗定額

表4

所 需 的 材 料 及 时 間	消 耗 定 額	
	厚度为 1.5 毫米的一層	总厚度为 2.5—3 毫米的两層
斯大林合金·····	每一平方厘米用 0.75—1.0 克	每一平方厘米用 1.5—2.75 克
直径为 12—15 毫米、长度为 300 毫米的碳極·····	一公斤合金用 2 根或一公斤合金用 100—120 克	一公斤合金用 2 根或一公斤合金用 100—120 克
电能:		
a) 交流·····	一公斤合金用 4—4.5 仟瓦-小时	一公斤合金用 4—4.5 仟瓦-小时
6) 直流·····	一公斤合金用 8—9 仟瓦-小时	一公斤合金用 8—9 仟瓦-小时
堆焊消耗的时间	1 平方厘米用 0.12 分	1 平方厘米用 0.2—0.25 分

除了用粉状硬質合金堆焊以外，还可采用复有特制塗料的焊条，塗料的成分是鉻鉄、錳鉄或斯大林合金。在堆焊过程中，塗料的元素間相互發生作用，并与焊条的鉄和基本金屬一起形成硬度高耐磨性强的堆焊層。复有鉻鉄、錳鉄或斯大林合金塗料的焊条主要是用来修复零件，这些零件在用这类焊条后再用斯大林合金堆焊。在个别情况下，这些焊条也适用于堆焊工作表面，借以增高在严重的机械磨損条件下工作的零件的耐磨性。

不需堆焊硬質合金的零件孔或其他部位，应用碳塞或石墨塞防护。

已淬火的零件，在堆焊前必須要退火，以免在零件上产生裂縫和变形。用索尔迈特硬質合金和白口鉄堆焊的層厚应保持在 0.5—1.5 毫米范围以內，在动負荷下工作的零件其堆焊層厚

度采用較小的数值，而在靜負荷下工作的零件則采用較大的数值。

用氧炔焰来进行堆焊工作。准备好堆焊的零件表面，用气焊器火焰加热接近熔化状态。在加热零件表面的同时，还应加热合金棒；当零件表面开始“出汗”时，熔化的硬質合金即滴到表面上，因此，加热合金棒要置于火焰最热的地方。使合金棒迅速溶解，并且合金得以均匀的一層流滿在零件的加热表面上。

零件堆焊后应緩慢地冷却，这样可以保証使堆焊層得到应有的硬度和密度。

2. 零件噴鍍金屬

噴鍍金屬过程的内容

噴鍍金屬是用燃气噴鍍器或电噴鍍器来使金屬熔化，并用压缩空气流（压力为每平方厘米 6.0—6.5 公斤）使熔化金屬成微粒（直径 0.01—0.15 毫米）状噴到特別准备好的工件表面上去。

在黑色金屬和有色金屬的制品上，以及木料，塑胶，玻璃，陶器，瓷器，紙，紡織品及其他材料上，皆可用此法噴上一層比較坚固的，几乎可是任何金屬的噴鍍層。在补偿零件正常磨損的範圍內，噴鍍的厚度自 0.3 到 10 毫米，或更厚一些。零件的噴鍍不需預先加热。

所获得的表面的最后精加工，可用机械加工法或电气加工法来进行。需要噴鍍金屬的表面应能經得住不致引起被噴鍍零件撓曲和結構有任何改变的不大的温度变化（加热到 50—70°C）。

应用噴鍍金屬的目的如下：

1) 修复机器上磨損的零件，主要是圓柱形的零件，例如各

种軸的軸頸，心軸，軸套，滑動軸承等；

2) 修補鑄件上的缺陷（砂眼，裂縫等）；

3) 補足平衡時不足的重量；

4) 防護銹蝕；

5) 用鋁噴鍍以增高鋼的耐熱性。

噴鍍層的主要特性是粘着強度、硬度和耐磨性質。噴鍍層在相當大的靜壓負荷條件下能工作得很好，因為噴鍍的鋼具有高度的脆性。

在噴鍍氣缸、軸套等的內面時，收縮應力促使噴鍍層脫離基體，因而附着強度降低。在噴鍍軸的外表面時，收縮應力將噴鍍層壓向基體，因此，附着強度增加。

噴鍍層的耐磨性在乾摩擦時比一般金屬低到二分之一至三分之一。當加潤滑油工作時，噴鍍層的摩擦係數比一般金屬較低，而耐磨性則比一般金屬較高。在同等運轉的條件下，加潤滑油時，經噴鍍金屬的零件的壽命比未噴鍍金屬的零件要大1—2倍。

噴鍍層的管狀結構和多孔性結構對於在加豐富潤滑油的條件下的摩擦能創造極有利的工作條件。吸油的能力能保證零件正常的工作，甚至在停止加油10—12小時以內仍能正常工作。

往工件上噴鍍金屬時，應用專門的噴鍍器——燃氣噴鍍器或金屬絲式的電噴鍍器。燃氣噴鍍器重約2公斤，所使用之金屬絲直徑是1—2毫米。空氣的壓力是4公斤/平方厘米，空氣消耗量約1立方厘米/分，氧氣的壓力是1公斤/平方厘米，乙炔的壓力是1公斤/平方厘米。新式ГИМ-1型燃氣噴鍍器允許用0.04公斤/平方厘米壓力的乙炔進行工作。這使噴鍍器不僅能用瓶中的乙炔，並能用低壓乙炔發生器制出的乙炔工作。

在修理工作中大多數採用的是使用直徑1—2毫米金屬絲的ЛК型和ЭМЗ型電噴鍍器。金屬絲系用特制的機械裝置輸送，