

高等学校教学用书

冶金机械
维护检修与安装

冶金工业出版社

高等学校教学用书

冶金机械维护检修与安装

谷士强 郑重一 编

冶金工业出版社

高等学校教学用书
冶金机械维护检修与安装

谷士强 郑重一 编

*

冶金工业出版社出版

(北京北河沿大街嵩祝院北巷39号)

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 印张 14 3/4 字数 353 千字

1981年2月第一版 1986年10月第三次印刷

印数14,801~19,200册

统一书号: 15062·3568 定价2.45元

前 言

《冶金机械维护检修与安装》是研究冶金机械设备的维护、检修与安装工艺的科学。它的任务是与机械设备各种类型的磨损和损坏作斗争，保证新安装的机械设备迅速投入生产，现有的机械设备安全连续运转，以便最大限度地延长其使用寿命，使其多为生产服务。

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，所以不可避免的要产生磨损。当机械设备的设计、制造和使用中存在缺点的时候，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事故，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和损坏的实质和规律，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，非计划的检修则可以避免，设备的完好率、运转率就愈高，机械设备的潜力就愈能得到充分的发挥。

本书主要阐述冶金机械维护检修与安装的基本概念、机械零部件的装配、机械设备的安装和修复、冶金机械典型设备的维护和检修、冶金机械的润滑等内容。其中着重介绍：统筹法在机械设备安装与检修中的运用；热装配合中的电感应加热法；联轴器用百分表找正的算法；轴承发热原因的分析及处理；环氧树脂砂浆粘结地脚螺丝；座浆法；液压传动中管道的清洗、循环冲洗新工艺；用粘结法进行修复；用预应力方法处理桥式起重机主梁下挠；大型高炉炉顶装料装置的快速检修；减速机漏油的处理；安全装置的调整；油雾润滑以及润滑系统的设计等内容。

本书系高等院校冶金机械专业教材，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）、北京钢铁学院郑重一编写。谷士强编写一至五章，郑重一编写第六章。

本书在编写过程中，得到了武汉钢铁公司修建部、沈阳润滑设备厂的大力支持。武汉钢铁公司李树强同志，兰州石油机械研究所张华林同志为本书提供了不少现场资料，并给予我们热情帮助，在此一并致以谢意。

对本书的缺点希望广大读者批评指正。

编 者

一九七九年六月

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 零件常见磨损及损坏的类型.....	2
第三节 机械零件损坏类型的分析方法.....	6
第四节 统筹法在机械设备安装与检修中的运用.....	7
第二章 机械设备零部件的装配	11
第一节 过盈配合的装配.....	11
第二节 轴和联轴器的装配.....	15
第三节 滑动轴承的装配.....	20
第四节 滚动轴承的装配.....	29
第五节 齿轮和蜗轮传动的装配.....	38
第三章 机械设备的安装	45
第一节 机械专业施工组织设计概述.....	45
第二节 设备基础的验收和处理.....	48
第三节 机械设备的安装.....	52
第四节 液压传动设备的安装.....	75
第四章 机械设备的修复	95
第一节 修复的意义和方法.....	95
第二节 轧辊的修复——轧辊堆焊.....	108
第三节 桥式起重机主梁下挠的处理.....	111
第五章 冶金机械典型设备的维护与检修	124
第一节 大型高炉炉顶装料设备快速检修.....	124
第二节 轧机的检修方案.....	136
第三节 减速机漏油的处理.....	141
第四节 安全装置的调整.....	143
第六章 冶金机械的润滑	146
第一节 润滑油.....	146
第二节 润滑脂.....	151
第三节 固体润滑材料.....	153
第四节 冶金机械和部件的润滑材料选用.....	154
第五节 润滑的方法和装置.....	164
第六节 油雾润滑.....	175
第七节 稀油循环润滑系统.....	181
第八节 干油集中润滑系统.....	200
附录	216

第一章 机械设备技术维护的基本概念

我们的责任之一就是対冶金机械设备进行合理的技术维护和及时的修理，这样才能保持机器正常工作，不发生故障。机器故障的产生，其最显著的特征是机器的各个组成部分即零部件间配合的破坏，而其配合的破坏主要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的结果，而产生了过早的磨损。这样就使零件的形状、尺寸、金属表面层（化学成分、机械性能、金相组织）发生了改变，从而降低了精度和应有的功能。

第一节 机器的磨损规律

伴随摩擦产生的重要现象之一便是磨损，磨损的定义就广义地说，系某种固体之一部分（包括从原子大小到固体粒子大小的东西）因摩擦被除掉的减量现象。

磨损在冶金工厂是常见的，如辊道、剪断机的剪刀、高炉的料钟等。乍看起来凡磨损便是讨厌的事，但事实上并非全非如此。磨损有两个方面，一是对我们有害的一面，上面所说的辊道、剪断机的剪刀、高炉的料钟等的磨损，就是有害的。但也有为我们所用的一面，如滑动轴承的铜瓦只有经过研刮才能达到配合的精度以付使用，这里说的研刮就是为我们所利用的磨损现象。

一般的磨损现象常表现为：由于摩擦的机械性作用致使表面受伤而有所损耗，进而摩擦面的温度因摩擦热而上升，由于热的作用会出现小小裂痕，受这个原因的影响有时表面一部分剥落，如果温度过高，也会熔化流走；在有腐蚀性的环境中，因腐蚀而减量等。

机械设备在运转时，零件各部位的磨损并非相同，而随其工作条件而异，但是磨损的发展，则有共同的规律。图 1-1 中的曲线为组合机件磨损的典型曲线。这条曲线具有三个明显的部分，分别表示不同的工作时期。 O_1A 段为初期磨损时期，即新组合机件的试运转磨合过程。在这时期内曲线急剧上升，表示组合机件在工作的初期具有较大的磨损，机件在加工时所得到的最初不平度受到破坏、擦伤或磨平形成新的不平度。间隙由 S_{min} 增大到 S_m ，但曲线趋近 A

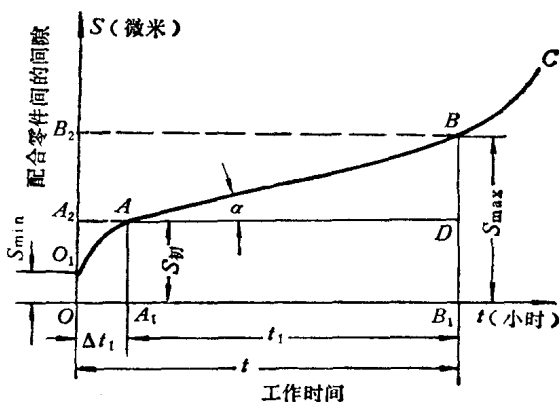


图 1-1 磨损的典型曲线

点时磨损速度逐渐降低； AB 段为正常磨损时期（或叫稳定磨损时期），组合机件的磨损成直线均匀上升，与水平线成 α 角。当机件工作经 t 小时达到 B 点时，间隙增大为 S_{max} ；经过 B 点后，磨损重新开始急剧增长， BC 段为事故磨损时期，间隙超过最大的允许极限间隙 S_{max} 。由于间隙过大增加了冲击作用，润滑油膜被破坏，磨损强烈，机件处于危险状态。这时机器继续工作，则可能发生意外的故障。

从这条曲线得知, 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:

$$\tan\alpha = \frac{BD}{AD} = \frac{S_{\max} - S_{\text{初}}}{t_1}$$

$$\therefore t_1 = \frac{S_{\max} - S_{\text{初}}}{\tan\alpha} \quad (1-1)$$

式中 $\tan\alpha$ 称为磨损强度。

$$\therefore t_1 = t - \Delta t_1 \quad (\Delta t_1 \text{ 为试运转时间})$$

$$\therefore t = \frac{S_{\max}}{\tan\alpha} + \left(\Delta t_1 - \frac{S_{\text{初}}}{\tan\alpha} \right)$$

上式中 $\left(\Delta t_1 - \frac{S_{\text{初}}}{\tan\alpha} \right)$ 与 $\frac{S_{\max}}{\tan\alpha}$ 相比是一个很小的数字, 故可以忽略不计。

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

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

分析图1-1的曲线, 我们可以得出结论: 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的结果。有时由于受周围环境温度或腐蚀性物质作用的结果, 产生了逐渐增长的磨损。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, 或因机件结构的缺陷和材料质量的低劣以及严重的违反操作规程, 所发生的剧烈磨损而形成事故的现象。

由上可知, 自然磨损是不可避免的。因此, 我们的任务就是要对机件采取措施, 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, 从而减小磨损强度, 达到延长机器使用寿命的目的。

第二节 零件常见磨损及损坏的类型

一、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下列几方面:

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，这可以用实验的方法测出。

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 要大大减小（如钢对钢处于液体摩擦时 $f = 0.001 \sim 0.003$ ），促使摩擦阻力 P 也减小，从而使机械磨损减低。故机器的运转有无润滑油以及正确选择润滑材料，合理制定润滑制度以及加强润滑管理都是很重要的，它对机器的使用寿命影响很大。

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，磨损便减慢下来，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。但过高的硬度易使脆性增加，使材料表面产生磨粒的剥落。而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。

不同材料有不同的机械性能。相同的材料采取不同的热处理方式可使其机械性能得到改善。因此合理的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，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，都能引起单位载荷在表面上不正确的分布或者产生附加载荷，因而使其磨损加快。

二、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，对机械设备产生严重的腐蚀。腐蚀的结果，不仅消耗大量贵重的金属材料，而且设备使用寿命大大缩短。由于机械设备的腐蚀，造成严重的跑、冒、滴、漏现象，恶化操作环境，危害职工身体健康。所以积极开展防腐蚀工作，是冶金工业开展增产节约运动的有力措施。

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，然后或快或慢地往里面深入，同时常常发生金属表面的外形变化，首先在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，其次，被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的附在金属表面上，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改变，破坏了金属的性质，降低了机件

强度，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，其腐蚀现象更为严重。

材料的耐腐蚀性是相对的及有条件的。绝对耐腐蚀的材料实际上是不存在的。一定材料只适用于一定的条件，如操作介质的种类、浓度、温度、压力等。

2. 腐蚀的分类

(1) 化学腐蚀 是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损坏。

(2) 电化学腐蚀 是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都属这种腐蚀损坏。

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. 防腐的方法

防腐的方法包括两个方面：首先是正确地、合理地选择防腐材料和其他防腐措施；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，可以消除不应发生的腐蚀现象。而即使采用良好的耐腐蚀材料，在操作工艺上不符合规程时，也会引起严重的腐蚀现象。目前生产中可用的防腐方法有：

(1) 根据介质选择材料 相同材料放在不同介质中腐蚀的程度是不同的。如铅在硫酸中稳定性很好，放到盐酸里稳定性就差了。所以根据不同介质和零件性能的要求，可采用相应的合金材料。但选材料的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物体表面，经过固化而形成薄涂层，从而保护设备免受高温气体及酸碱等介质的腐蚀作用。采用涂料防腐的特点是：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，它的主要成分是二氧化硅，胶泥即是粘合剂。它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，应该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。在我国已试制成功带锈底漆来代替底漆。它不仅节约

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结材料，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，按照各种成型方法(如手糊法、模压法、层压法、缠绕法等)制成。它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、盐酸和温度在90°C以内作防腐蚀衬里，使用情况是较理想的。

5) 耐酸酚醛塑料。它以热固性酚醛树脂作粘结剂，以耐酸材料(玻璃纤维、石棉等)作填料的一种热固性塑料，它易于成型和机械加工，但成本较高，目前主要用做各种管道和管件。

(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。如在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，分成阳极区和阴极区，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，以消除这些电位差，使之达某一电位时，被保护金属可以达到腐蚀很小甚至无腐蚀状态。它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，可消除或减少被保护金属表面的腐蚀电池作用。

2) 阳极保护。它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。

此两种方法正在冶金工厂摸索实践中。

(6) 处理腐蚀介质的防护法 这种方法是自腐蚀介质中，将引起腐蚀的成分去掉。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起凸而损坏贮槽及机器基础。

三、疲劳损坏

1. 疲劳损坏的概念

实践表明，承受交变应力作用的机件，不仅在小于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。

冶金机械大都处于交变载荷的作用下，其零件发生在事故性损坏中，疲劳损坏占据着相当大的比重。

2. 避免疲劳损坏的措施

在零件的设计和加工中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。另外，由实验得知，为了提高在交变载荷作用下零件的疲劳极限，必须在零件表面上形成残余的压缩应力。这可以用机械的方法强化零件表面来实现。常用喷丸处理和辊轧处理的办法使零件表面产生强化现象，使其表面层内产生残余压缩应力，提高

零件的疲劳极限。

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使用，以免在生产过程中突然破坏，使生产被迫中断。

四、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

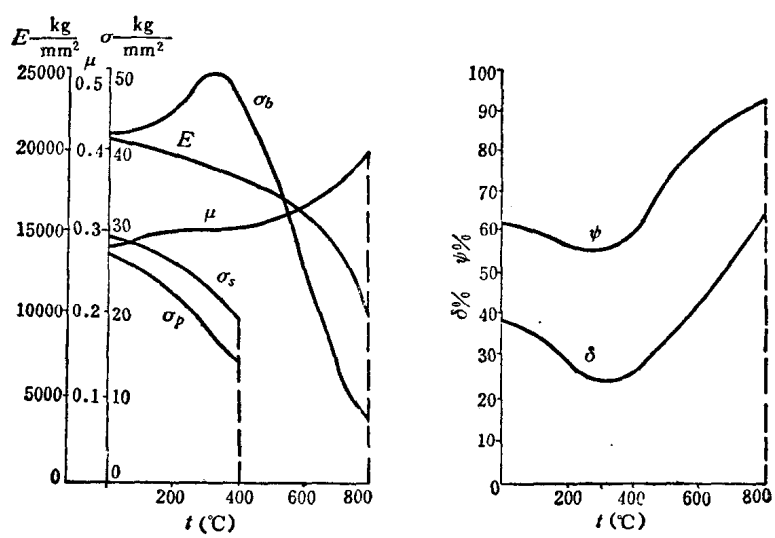


图 1-2 低碳钢强度和塑性性质与温度变化的曲线

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，使金属的性质发生变化。以钢为例，其弹性模数、比例极限均随温度的升高而降低，而波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°C升至200~300°C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给出低碳钢强度及塑性性质随温度变化的曲线。例如冶金工厂中的高压蒸汽管道，由于高温蠕变将不断增加自己的直径，最终可能发生管裂而破坏。

为了防止蠕变破坏的产生，对于长期处于高温和应力作用下的零件，除了采用耐热合金钢（在钢中加入合金元素钨、钼、钒或少量的铬、镍）外，还采用减小工作机件应力的方法，通过计算来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。

第三节 机械零件损坏类型的分析方法

机械零件的各种损坏类型都具有许多特征，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) 机件的实验分析。将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,故当分析机件损坏类型时,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。

第四节 统筹法在机械设备安装与检修中的运用

冶金机械设备的安装或检修是由很多工序所组成的,工序与工序之间的关系又是错综复杂的。怎样统筹全局?怎样安排工作秩序?工作重心应该放在哪里?统筹法就是达到这一目的的一种手段。工程负责人,施工技术人员和工人都应用它来指导施工。若有同样一个工程要施工,又有同样的施工条件及施工力量,却可以编出不同的统筹图,有的统筹图编得工期长,有的工期则编得短,所以在施工中编好统筹图是搞好施工组织管理的一种艺术。

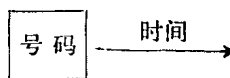
一、统筹法的内容及统筹图的编制

1. 做好调查研究

调查研究的内容是列举本工程所有的工序;工序与工序之间的衔接关系;每个工序所需要的时间。将调查的结果归结在一张箭头图上。举一个例子来说:某工程从设计到试车共有如下工序:

设计	需时 4 月
土建	需时 8 月
订购设备	需时 3 月
安装设备	需时 6 月
试车	需时 1 月

在统筹图上每项任务的表达方法是:

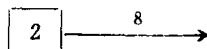


上例中用

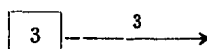
1 代表设计



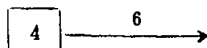
2 代表土建



3 代表订购设备



4 代表安装设备



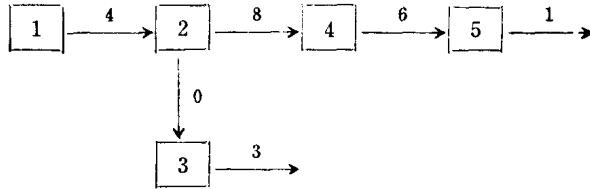
5 代表试车



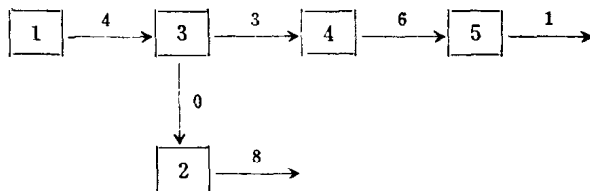
它们的衔接关系是：



总工期22个月，实际上谁也不会这么编排，而应是：



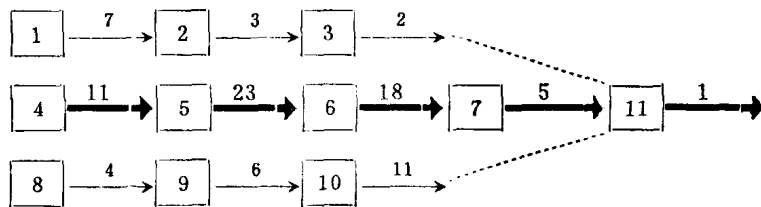
上面统筹图的意思是：在设计完成后可以同时开始土建和订购设备，这样总工期为19个月了。在图上引进零箭头是表示两工序同时开工。这项工程还可以再把总工期缩减到14个月，其编排如下：



上面这种安排是考虑到不等土建全部完工再安装设备，而是等土建进行一部分时，如交出基础便可以安装设备。在安装设备的同时再搞厂房建筑或次要的、工期短的基础施工。从上可知要编排好统筹图必须依靠群众，唯有实际负责那个工序的人才最明了需要具备哪些条件才能工作，唯有他们能正确地估出时间，提出哪些工作可以平行作业，哪些可以交叉作业，甚至实行平行立体交叉作业。

2. 找出主要矛盾线

假若有一项工程，总共有11个工序，已编好如下的统筹图：



在图上找出起点（如1, 4, 8）和终点（如11），然后计算各条路线的时间，以最长的那条线叫做主要矛盾线。（如4→5→6→7→11）用红线或粗线表示之。

找这条主要矛盾线的作用有：

1) 主要矛盾线代表施工的总工期，故在主要矛盾线上提前一天即总工期提前一天。这个图大家看了一目了然，知道此时此地本工种所处的地位，有利于职工发挥主观能动性。

2) 有了主要矛盾线，施工指挥员就可以明了哪些工序该早抓，哪些工序可以晚一些

抓，便于集中优势兵力打歼灭战，促使矛盾转化，缩短总工期。

3) 向非主要矛盾线上各环节要节约。在不影响总工期情况下，要做到统筹兼顾，向非主要矛盾线上各环节尽可能抽调人力和设备。

4) 使非主要矛盾线上的职工可以统观全局，量力地支援主要矛盾线上的环节。

上面说工期最长者为主要矛盾线，但在编制统筹图时应有要求最短工期的指导思想。在编制统筹图时，使主要矛盾线上的工期尽量缩短。

有时检修工程还有不少荫蔽项目，即不拆开机器发现不到的缺陷项目。而我们又不能等机器都拆开后再来编制统筹图。这时必须根据以往检修的经验及平时对该机器维护的检查记录做许多不同的设想，提出各种方案，在施工中再根据实际情况决定采用那个统筹图。

3. 注意矛盾转化

我们有了统筹图后，在施工执行中决不是一成不变的。例如在主要矛盾线上由于我们的努力，加快了进度，或者由于搞了技术革新缩短了工期；而某一非主要矛盾线也可能由于种种原因延误了进度，这样在计划执行过程中必须充分注意事物的进展，及时发现矛盾转化的规律，不断加以调整。

二、统筹图与条形图的比较

条形图是制定施工进度计划的另一种方法，即一个工序接一个工序排，每个作业线一条条。统筹图与条形图相比它有如下优点：

1) 统筹图通过箭头关系，把施工中各专业、各工种、每道工序科学地组成一个整体。所以它反映了客观事物的内在联系，反映事物的本质，特别是反映某一工程中各项目之间的相互联系、相互依存和影响关系，条形图是无法反映出来的。

2) 统筹图显示了主要矛盾线，便于施工指挥员集中精力抓主要矛盾。而条形图往往不能确切地反映工程的主要矛盾，只好凭指挥员的经验去抓工程进度，所以条形图不及统筹图有利于施工组织管理。

3) 在施工中每个工序上的职工可以从统筹图中既看到自己工作的地位和作用，又可看到全局，便于发挥每个人的积极性，共同保证关键工序按期完成，这也是条形图办不到的。

4) 工期短，设备利用率高，资金周转快，对国家是一项节约。

5) 提高了施工计划管理的科学性。

三、冶金机械设备安装检修工程编制统筹图的体会

1. 编制统筹图的必要条件

1) 机械设备安装的任务或检修设备的缺陷项目应该明确，亦即我们要干的工程，心中要有数。

2) 施工任务要分配到施工单位，明确哪部分职工将去完成哪些工程。

3) 订好施工方案。以上三个条件具备，再着手编制统筹图。

2. 抓住主要矛盾才能编好统筹图

主要矛盾在冶金工厂的安装和检修工程里不是一成不变的。有的是以工序为主要矛盾的。如高炉炉顶装料设备的安装或检修，小钟不拆除大钟则拆不出来，由于高炉炉顶作业面积不大，所以人再多也不会起到很大的作用。非要在每一工序上抓紧，把措施搞上去才

能缩短总工期。有的则以起重设备为主要矛盾。如轧钢车间里的设备安装或检修，每台机械设备都可以组织一部分人施工，但车间里只有一台或两台桥式起重机，大家都要用，没有桥式起重机大件重件不能装拆，而要影响施工进度，大家都想抢工期，势必都要争桥式起重机。这样只有合理分配桥式起重机的使用并自立吊具才能有条不紊地完成任务。这里工序便不能成为主要矛盾了。当然还有工序与起重设备均属主要矛盾的，那末在编制统筹图时要兼顾安排。

为了搞清非主要矛盾线上的潜力，我们要算出每个任务的最早可能开工时间及最迟必须开工时间。

在编制比较复杂庞大的机械设备安装或检修工程的施工统筹图时，要把本工程全部工序都画在一张统筹图内，则将密如蛛网，这样的图工程负责人不易掌握到重点，也不易为工人所掌握，因此对于这类较复杂庞大工程的施工，可以编制三类统筹图：

第一类是反映工程全面情况的，把施工项目分得较粗的统筹图叫统筹战略图。专门供工程负责人使用，使他们能提纲挈领地看到整个工程，抓住重点。

第二类是只反映工程某一部分的详细图叫做统筹战役图，它主要供施工组织管理人员使用。

第三类叫统筹战斗图，它是供基层施工用的，在这张图上必须具体落实到每一工序、每个作业班组甚至个人。特别是在主要矛盾线上必须细致地画出统筹战斗图来。

第二章 机械设备零部件的装配

一台机器是由许多零件组合起来的，每个零件都占有一定的和应有的位置，各个零件之间有着一定的联系（相互运动和固定），而每个零件是单独制造的，这样就必须把零件按一定的技术要求装配起来，才能组成一台机器而进行工作。另外，机器在使用过程中总是要磨损的，到时就必须进行检修，在检修过程中，装配工作是必不可少的。

装配工作的质量对机器的正常运转，起着决定性的作用。装配的不好会使载荷不均匀分布，产生附加载荷。同时加速机器的磨损，甚至发生事故损坏现象。为了正确地把零部件装配起来，就应该掌握装配工作的基本知识。

在研究各种类型的机器时，尽管机器的用途和结构不相同，但它们有许多零部件的结构、作用和技术要求具有共同性，其差别只是尺寸、大小不同。例如，凡机器差不多都有传动轴、轴承和齿轮等，这种零部件既可用于这类机器又可用于另一类机器，我们把这种零部件称为标准零件和部件。在一般机器的结构中，标准零部件是主要组成部分，并且数量很多，剩下的只是次要的零件或部件，以及一些专门的机构。因此研究零部件的装配时，讨论标准零部件的装配问题具有很重要的意义。

零件的联接分为固定联接和活动联接两类。固定联接是用来使零件或部件固定在一起而没有任何相对运动的联接。应用比较普遍的是螺栓联接、键联接、焊接及过盈配合等。活动联接是用来联接零件和部件，使它们保持一定性质的相对运动。例如：滑动轴承和轴颈的联接，保证轴的正常转动；齿轮和齿轮间的联接，保证动力的正常传递等。

不论用那种方式联接，都必须保证零件作用的正确性，如：固定联接零件的相对位置和紧固性；活动联接零件的正确接触和保证灵活而均匀的运动等。

第一节 过盈配合的装配

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

过盈配合的装配方法有：

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静配合，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重要联接的地方；另一种是压入法，这种方法加力均匀，方向好控制，大的过盈可以在压床上进行，为了选择压床，则必须计算压入力。

压装配时的压入力必须克服轴压入孔内时的摩擦力，而摩擦力与轴的直径和有效压入长度两个因素有关。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，尤其光洁度影响很大。所以在实际装配过程中，采用经验公式进行压入力的计算。

当孔、轴均为钢时

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

当钢的轴和铸铁的孔时

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

式中 P ——压入力 (千牛);
 i ——实测过盈量 (毫米);
 L ——配合面的长度 (毫米);
 D ——孔件外径 (毫米);
 d ——孔件内径 (毫米)。

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之孔和轴均涂以润滑油,以利于压入装配。

这样压入装配,因为轴对孔有相对运动,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。这说明在其他条件相同的情况下,零件表面加工愈粗糙,则在压入后,其连接强度就愈低。所以压入配合零件的光洁度应不低于▽6为好。

二、热装配合

热装的基本原理是:通过加热外零件(孔),使孔直径膨胀增大到一定数值,再将配合的内零件(轴)自由地送入孔中,待孔冷却后,则外零件(孔)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。

1. 加热温度的确定

为了使热装操作方便而有把握,规定加热温度应使孔的膨胀量达到实测过盈量的二至三倍(常采用三倍)。常用加热温度计算公式是

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

式中 t ——加热温度 (°C);
 i ——实测过盈量 (毫米);
 K_a ——加热时孔材料的线膨胀系数 (1/°C);
 d ——未加热前孔的直径 (毫米);
 t_0 ——室温 (°C)。

2. 加热温度的测定

在加热中为了试测上升的温度,在现场常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;也可以用测温腊笔及测温纸