

设备改造与维护

密炼机组主减速机

李磨官, 崔海云

(风神轮胎股份有限公司, 河南 焦作 454002)

摘要:介绍密炼机组主减速机的构造和功能以及使用和维护。减速机为多级齿轮箱, 由传动件(齿轮和齿轮轴)、支撑件(轴承)、小件(调整垫圈和网透盖)、箱体、油路(润滑冷却系统)构成。严格按照规范使用和维护减速机, 注重排除齿轮损伤、轴承损坏、断轴、噪声大、渗漏油等问题, 对保证减速机正常运行十分重要。

关键词:密炼机组; 减速机; 齿轮箱; 齿轮; 轴承; 噪声

在现代化工业生产中, 除部分生产机械采用气动或液压传动外, 绝大部分生产机械采用电动机传动。传动系统主要由原动机、传动机构和生产机械三部分组成。减速机是原动机与生产机械之间独立的闭式传动装置, 用来降低转速并相应增大转矩。最常用的减速机是圆柱齿轮减速机。

密炼减速机主要用于轮胎密炼机, 它是轮胎生产的关键设备。密炼车间噪声较大, 密炼主减速机是主要的噪声源之一, 因此噪声低是对密炼主减速机的主要要求之一, 另外还要求密炼主减速机不渗漏油、工作效率高和安全可靠。圆柱斜齿轮传动的特点是工作可靠、效率高, 适用载荷和速度范围较大, 符合密炼主减速机要求。密炼机组主要应用于胶料塑炼和混炼, 在轮胎生产流程(密炼-挤出-压延-成型-硫化)中, 密炼是首道工序, 密炼设备的质量直接影响轮胎的生产进度和产品质量, 轮胎企业对密炼设备十分重视。

密炼主减速机是橡胶机械中最大的箱体设备(齿轮箱), 是整个传动系统中动力匹配与扭转振动因素最集中的构件, 其拆修是一项十分繁重和耗时的的工作, 因此齿轮箱的改进和养护对保证密炼减速机正常工作十分重要。

1 减速机的构造

按传动级数, 减速机为多级齿轮箱, 其包括传

动件(齿轮和齿轮轴)、支撑件(轴承)、小件(调整垫圈和网透盖)、箱体、油路(润滑冷却系统), 构造如图1所示。

1.1 箱体

齿轮箱箱体的设计 requirements 是: 具有足够的刚性, 能承受全部的内外承载荷, 保证齿轮接触良好, 防尘、防渗漏, 便于装拆、检查和维护。国内齿轮箱箱体的主要特点是, 箱壁采用厚钢板焊接, 内壁均设置筋板, 以增强箱体的整体刚性, 并通过有限元分析确定箱体的最大应力及最大位移点, 采取有效措施保证箱体受力均匀, 为减速机正常运行提供保障。

箱体是齿轮箱的基础部件, 其制造精度十分重要。为此, 我国(甚至国外)的齿轮箱箱体基本采用焊接结构, 以从硬件上满足箱体制造精度要求。从加工工艺上保证箱体制造精度的措施有: 粗加工前和粗加工后对箱体进行人工时效处理; 对工件的安装、定位、夹紧、精加工余量、切削等进行严格控制, 以实现对接箱体形变的有效控制, 提高箱体的稳定性和可靠性。

为了便于装配和定期检查齿轮的啮合情况, 在箱体上设置观察窗。机座旁一般设有连体吊钩, 供起吊整台齿轮箱用。

箱盖上设有透气罩、油标或油位指示器, 在相

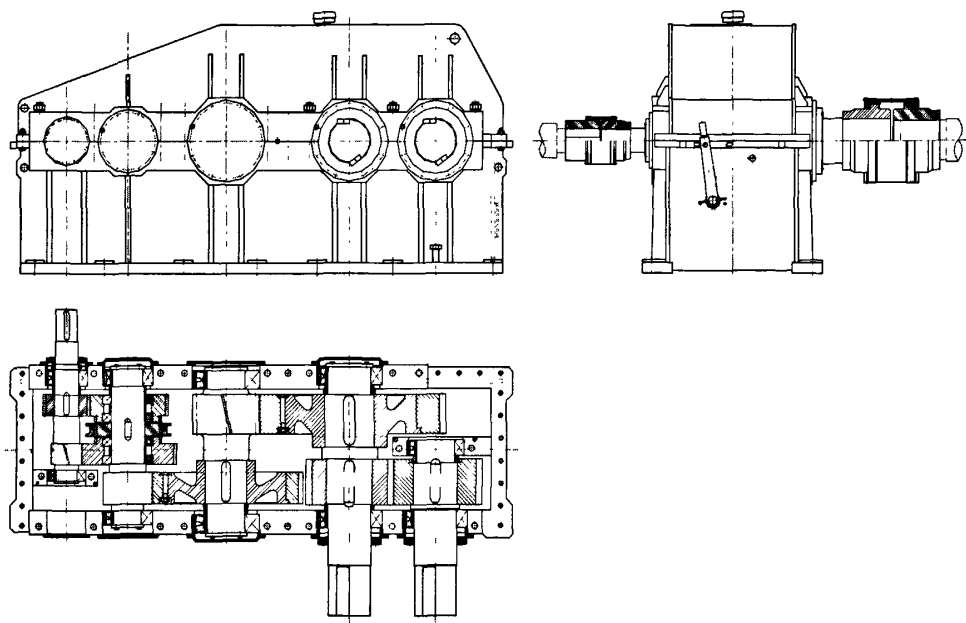


图1 减速机构构造示意

应部位设有注油器和放油孔。放油孔周围留有足够的放油空间。采用强制润滑和冷却的齿轮箱在箱体的适合部位设置进出口口和相关液压件安装位置(主要是稀油站)。

1.2 齿轮和轴

随着生产的不断发展和科学技术的不断进步,齿轮传动正向高速、重载、硬齿面、高精度、高性能、低噪声方向发展。众所周知,硬齿面齿轮表面硬度高,芯部韧性好,噪声低,承载能力是软齿面齿轮的2.5倍以上,齿轮材料为抗冲击、韧性好的高级渗碳合金钢,齿轮箱内用作主传动的齿轮精度不低于6级(GB/T 10095)。齿轮精度直接影响齿轮箱内部动载荷、齿间载荷分配、齿向载荷分布、齿轮润滑油膜的形成,从而影响齿轮的震动与噪声。齿轮的最终热处理方法通常是深层渗碳淬火,轮齿表面洛氏硬度达到 (60 ± 2) 度,具较高的抗磨损强度(掉在齿间的螺丝刀能被转动的齿轮碾扁,而齿轮丝毫未损),轮齿芯部则具有相对较低的硬度,较好的韧性,较高的抗弯曲强度。齿部的最后加工工序是齿顶修缘和齿向修正,以改善齿轮载荷分布,减小冲击和噪声,使齿轮弯曲应力降低20%,使用寿命延长1.1~1.5倍,该工序

采用磨齿工艺。

按主动和被动关系,齿轮箱中的轴可分为主动轴、从动轴和中间轴。首级主动轴[与主从电机(功率为1250 W)连接]和末级从动轴(与密炼机的转子连接)的外伸部分用于安装半联轴器。国内首级联轴器一般为梅花弹性轴器(如图2所示),国外一般为鼓形联轴器(如图3所示),国内外末级联轴器均为花键连接。

轴上各个配合部分的轴颈需要进行磨削加工。为了减少应力集中,对轴上台肩处的过渡圆角、花键向较大轴径过渡的部分均应作必要的处理,例如抛光,以提高轴的疲劳强度。在过盈配合处,为减

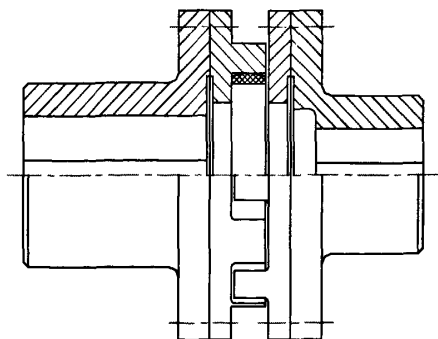


图2 梅花弹性首级联轴器

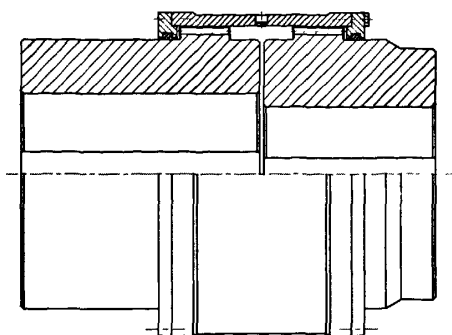


图3 鼓形首级联轴器

少轮毂边缘的应力集中,压合处的轴径应比相邻部分轴径加大 5%,或在轮毂上开出卸荷槽。轴材料为优质低碳合金钢,对其进行渗碳淬火处理,以使其获得较高的表面硬度和较好的芯部韧性。

1.3 滚动轴承

齿轮箱的支承大多为滚动轴承,我公司减速机所用的国内外齿轮箱滚动轴承(包括高速轴承)除少量为推力轴承外(成对采用),绝大部分为向心轴承。向心轴承的特点是静摩擦力矩和动摩擦力矩都很小,即使载荷和速度在很宽范围内变化也如此。滚动轴承的安装和使用很方便,但是当轴的转速接近极限转速时轴承的承载能力急剧下降,使用寿命急速缩短,高速工作时的噪声和振动比较大。齿轮传动时轴和轴承的变形会引起齿轮和轴承内外圈轴线的偏斜,使轮齿上载荷分布不均匀,降低传动件的承载能力。除载荷不均匀外,轴承质量差和其他原因如剧烈过载也会导致断齿现象,因此不仅要根据载荷性质,还应根据部件结构来选用轴承。

2 减速机的密封和通气

密炼机组用减速机的工作环境较差,所以应对减速机各部位的密封和通气给予高度重视。

齿轮箱的输入端采用 O 形橡胶骨架密封圈密封(进口减速机用)或迷宫式密封(国内减速机用),我们认为此种密封比 O 形橡胶骨架密封圈密封好得多,输出法兰与箱体之间采用迷宫式和碳素纤维密封环组成的双重密封件,以防止漏油和灰尘进入齿轮箱内部。

在减速机上部装有通气帽,以便当减速机内温度升高时保持齿轮箱箱体内外气压平衡,确保减速机安全、可靠运行。

3 齿轮箱的使用及维护

齿轮箱必须正确使用和维护,以延长其使用寿命。齿轮箱输出轴直接与电机连接时应采用合适的联轴器,最好是弹性联轴器,并串接起保护作用的安全装置。齿轮箱轴线与连接部分的轴线应同心。

齿轮箱安装(包括调试和大修)后人工盘动应灵活,无卡滞现象,齿面接触斑点应达到技术要求。按照说明书的要求加注规定的齿轮油并达到油标刻度线。齿轮箱在正式使用之前空载运转,此时可以利用电机带动齿轮箱。经检查,当齿轮箱运转平稳,无冲击振动和异常噪声,润滑情况良好,且各处密封和结合面不漏油,齿轮箱才能与机组一起投入试运转。

齿轮箱的润滑十分重要,良好的润滑能够对齿轮和轴承起到有效的保护作用。为此,必须高度重视齿轮箱的润滑问题,严格按照规范保持润滑系统长期处于最佳状态。齿轮箱常采用强制润滑。因此,配备可靠的润滑系统尤为重要。齿轮箱一般设置稀油站,油液由齿轮泵从油箱中吸出,经双筒网式过滤器、换热器,直接输送到齿轮箱的润滑管路,对各部分的齿轮和传动件进行润滑。稀油站油路中加一个流量变送器,监测润滑油的流量。无论油管出口和管路静压大还是小,在电动机转动条件下油泵是否打油,只要管路有流量即能满足润滑条件。稀油站压力继电器测量管路上的油压,通过过滤器滤前滤后的压力来反映设备的润滑情况,在齿轮箱运转前先启动润滑油泵,待各个润滑点都得到润滑并间隔一段时间后方可启动齿轮箱。管路中采用压力控制器和油量控制器来监控润滑油供应。如供油发生故障,监控系统将立即发出报警信号,使操作者能迅速判定故障并加以排除。

在齿轮箱运行期间,要定期检查运行状况,确定有无振动或异常噪声,各个连接和管路有无渗漏,接头有无松动,油温是否正常,运转是否平稳。

定期更换润滑油,第 1 次换油应在首次投入运行半年后进行,以后的换油周期为 1 年。在齿轮箱运行过程中还要注意箱体油质的变化情况。

4 齿轮箱常见故障及预防措施

齿轮箱常见故障有齿轮损伤、轴承损坏、断轴、噪声大、渗漏油等。

4.1 齿轮损伤

常见的齿轮损伤有齿面损伤和轮齿折断两类。

齿面损伤主要是齿面疲劳和胶合。齿面疲劳是在过大的接触剪应力和过多的应力循环次数下,轮齿表面或其表层下面产生疲劳裂纹并进一步扩展而造成齿面损伤,表现形式有早期点蚀(如图 4 所示)、破坏性点蚀(如图 5 所示)、齿面剥落(如图 6 所示)和表面压碎等。特别是破坏性点蚀,常在齿轮啮合部位出现,并且不断扩展,使齿面严重损伤,磨损加大,最终导致断齿失效。胶合(如图 7 所示)是啮合齿面在啮合处的边界膜受到破坏,导致接触齿面金属融焊而撕落齿面上金属的现象,很可能是由于润滑条件不好或干涉引起;适当改善润滑条件,及时排除干涉起因,调整传动件的参数,清除局部载荷集中,可减轻或消除胶合现象。以上磨损属于非正常磨损,发生该磨损现象时说明该齿轮寿命已到。通常情况下,当看到图 8 的情形时,表明该齿轮开始磨料磨损,其损伤与润滑有关,虽不会持续扩展,但降低了齿轮的接触比例;由于主减速机为循环润滑,此时需要做好润滑系统相关部件的清洁工作,避免杂质混入,当然更要准备备品。

轮齿折断(如图 9 所示)常由细微裂纹逐步扩展而成。常见的原因有突然冲击、超载、轴承损坏、轴弯曲或较大硬物挤入啮合区等。



图 4 轮齿表面早期点蚀

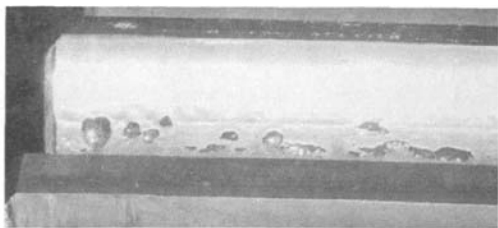


图 5 轮齿表面破坏性点蚀



图 6 轮齿表面剥落

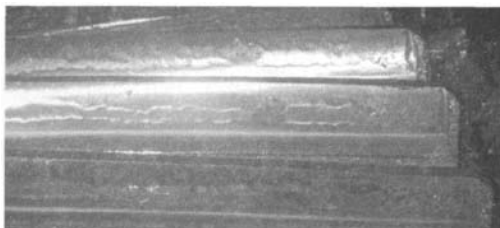


图 7 轮齿表面胶合

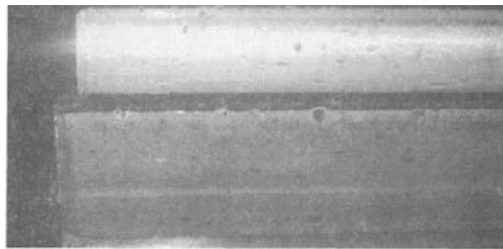


图 8 轮齿磨料磨损

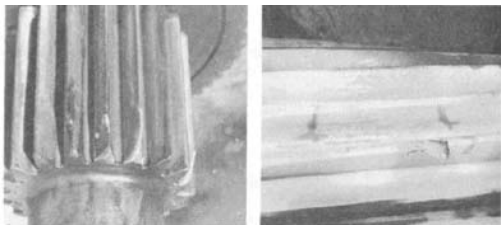


图 9 轮齿折断

4.2 轴承损坏

轴承是齿轮箱中最为重要的零件,其失效常常会引起齿轮箱灾难性的破坏。轴承在运转过程

中,套圈与滚动体表面受交变负荷的反复作用,同时由于安装、润滑、维护等不当,产生点蚀、裂纹、表面剥落等问题,导致轴承失效,从而使齿轮副和箱体损坏。据统计,在导致轴承失效的众多因素中,属于安装和污染方面的因素各占16%,属于润滑和疲劳方面的因素各占34%。实际应用中,70%以上的轴承担不到预定寿命。我公司自2010年1月至4月初仅因轴承失效而大拆修齿轮箱3次,其中2次是因轴承滚道点蚀而造成齿轮箱震动和噪声过大,因而重视齿轮箱轴承的设计选型,充分保证润滑条件,按照规范进行安装调试,加强对轴承运转的监控是非常必要的。通常在齿轮箱上设置了轴承温度报警点,对轴承异常高温现象进行监控,同一箱体上不同轴承之间的温差一般不超过15℃,要随时检查润滑油的变化,发现异常情况立即停机处理。

4.3 断轴

断轴是齿轮箱常见的重大故障之一。究其原因轴的应力集中因素在制造过程中未消除,在过载或交变应力的作用下轴材料超出疲劳极限所致,其中高速轴断裂最为常见。对易产生应力集中处如轴肩、螺纹及靠近轴承处等要给予高度重视,特别是在不同轴径过渡区域要有圆滑的圆弧连接,此处的光洁度要求较高,不允许有刀具切削痕迹。设计时应保证轴的强度,轴上的键槽、花键等结构不能过分降低轴的强度。保证相关零件的刚度、防止轴的变形也是提高轴可靠性的相应措施。

4.4 噪声大

齿轮箱噪声的影响因素:①齿轮的加工精度、接触精度、运动精度;②减速器箱体孔加工精度,当轴承外圈与减速器箱体孔的配合间隙为0.01 mm左右时轴承产生的噪声较小;③装配精度。在整机装配中应注意:①各级齿轮传动正常,保证啮合侧隙、齿面啮合良好,注意零件(如轴套)的固定,避免齿轮端面振摆;②轴承安装时避免不当敲击,在轴承运输、装配过程中避免碰撞;③按要求对减速器传动部件进行清洗,避免装配过程中对传动部件的磕碰。

4.5 渗漏油

齿轮箱中分面、油封、箱体、管路、闷盖等处零

件松动、振动和减速机受热,减速机的密封面以及管接头等处会出现渗漏现象。

5 减速机大修

5.1 工具

减速机大修的工具有力矩扳手、通用工具、垫木、吊车等。

5.2 拆卸过程

(1) 打开视孔盖,检查是否有影响开大盖的油管等。

(2) 拆除零部件螺钉,作标记(同段轴承的垫圈千万不能装反)。

(3) 开启大盖,为保证平稳起吊,采用适合的起吊零部件组。

(4) 拆除、更换不合适或损坏的零部件。

(5) 套装零部件,其中齿轮套装到齿轮轴上烘烤的温度不高于140℃(多用氧气加热或油煮)。

5.3 技术要求及注意事项

(1) 复装前认真清洗,避免杂物堵塞油孔,一般用高压风管对轴承和油孔进行疏通和清理。

(2) 拆卸时清除产生的毛刺。

(3) 啮合侧隙用铅丝(直径不得大于最小侧隙的4倍)或百分表检验,不得小于0.16 mm。

(4) 齿轮接触斑点达到图纸要求,用涂色法检验斑点。必要时可用研磨法或刮后研磨法改善齿轮接触情况。必须注意和强调的是2台同样规格的减速机齿轮没有互换性。

(5) 进油、回油应正确、畅通。

(6) 按要求用力矩扳手拧紧或大锤打紧中分面螺栓、螺柱。

(7) 滚动轴承内圈应紧贴轴肩,缝隙不能通过0.05 mm的塞尺,检查轴承外圈是否安装到位(可用铜棒敲击)、滚子与滚道间隙是否均匀一致(用塞尺检测)。

(8) 配磨垫圈不得反装,轴向间隙串动范围为0.3~0.4 mm(斜齿轮有轴向力)。

(9) 中分面可用密封胶510或水玻璃密封,涂胶尽量少且均匀。

(10) 合箱后用0.05 mm的塞尺检查箱盖和箱体的密封性,锥销必须到位,保证端面的平面度

(不能有台阶)。

(11)减速机与稀油站联机试车,检查稀油站油压、油温、流量,试车结束后清洗过滤器,检查仪器仪表是否安装牢固。

另外,与减速机和电机联轴器所连接的2根轴的旋转中心应高度同心,联轴器在安装时必须精确找正、对中,否则联轴器会产生很大应力,严重影响轴、轴承和轴上其他零件正常工作,甚至引起整台机器和基础振动或损坏。一般情况下,减速机固定在先,安装电机时要仔细调整,使2根轴的同轴度控制在允许误差范围(0.1 mm)内,如果超过这个允许误差范围,减速机运行时就会产生很大的轴向力,而联轴器(偶合器)只能缓冲一部

分作用力,其余的力有损于轴,缩短轴的使用寿命。因此,减速机和电机联轴器的找正是安装和检修过程中很重要的工作之一。

6 结语

减速机等重大设备一旦发生故障停机,会给企业带来巨大损失。所以,减速机在安装、检修过程中,保证设备安装精度尤为重要,其次加强设备点检,及时紧固松动的螺栓,加油润滑磨损部位,定期更换减速机润滑油及联轴器、弹性胶圈等,定期测量油温、油质、噪声、振动量,发现异常情况时及时处理,可避免故障隐患进一步扩大,保障设备正常运行。

辽宁大力支持合成橡胶产业

新型橡胶的合成技术及橡胶新材料、橡胶新品种的分子设计技术等国家重点支持项目,已被载入《辽宁“十二五”工业发展规划纲要》,归类化工新材料。这预示着“十二五”期间辽宁的合成橡胶产业将会获得快速发展。

共聚技术、卤化技术、特种橡胶、新型橡胶功能材料及制品、橡胶基复合新材料技术等是“十二五”合成橡胶的重点发展方向。辽宁在发展合成橡胶产业方面已具备雄厚的基础。盘锦和运集团与俄罗斯雅拉斯拉夫合成橡胶研究院、俄罗斯列别杰夫合成橡胶研究院、俄罗斯科学院托普切夫石化合成研究所等共建的合成橡胶研究中心完成协议签约,

并得到国家和省、市政府政策及资金支持。这是辽宁合成橡胶研发和生产走向国际化的重要开端。

根据《辽宁“十二五”工业发展规划纲要》,辽宁省将充分发挥科研院所的作用,以国家重大战略需求为主线,以C₄和C₅烯烃单体和合成橡胶为重点,集科研开发、技术服务、产品工程支持、超前技术储备、成果集成转化和人员实训于一体,开展丁基橡胶、稀土异戊橡胶、锂系聚合物聚合与应用、高性能橡胶的研究和技术创新,在技术和生产上与国际接轨。“十二五”期间,将实现卤化丁基橡胶、异戊橡胶系列的工业化生产,推进我国合成橡胶工业发展。

阿 枫

吉林石化环保型丁苯橡胶 1502E 项目通过验收

日前,吉林石化公司研究院与吉林石化有机合成厂合作开发的环保型丁苯橡胶 1502E 项目通过验收,2010年11月开展工业化试验。这是吉林石化继环保型丁苯橡胶 1500E 工业化生产成功后取得的又一成果。吉林石化依靠自主技术,完成了产品结构再次升级,实现了丁苯橡胶产品绿色生产。

环保型丁苯橡胶 1502E 属于浅色橡胶,外观非常重要,不能用与 1500E 相同的助剂。而林石

化丁苯橡胶 1502E 产品有自身特点,不仅 300% 定伸应力高,控制中间值 17.7 MPa(齐鲁石化、兰州石化控制中间值是 15.5 MPa),而且解决了定伸应力高低与颜色深浅互相矛盾的问题,达到了预期效果。

吉林石化现有 3 条丁苯橡胶生产线,其中 1 条生产线每年可生产 5 万 t 环保型丁苯橡胶 1500E,今后吉林石化将使用另 2 条生产线,产能 11 万 t,生产环保型丁苯橡胶 1502E。 艾 丰