

文章编号:1673-9981(2016)02-0081-03

矿用水液压机械材料性能特点及应用现状

韩文静¹,张学武¹,汤其建¹,宋进朝²

1. 河南能源化工集团永城职业学院矿业工程系,河南 永城 476600;
2. 河南能源化工集团永城职业学院建筑工程系,河南 永城 476600

摘 要:概述了水液压技术在矿山机械中的应用状况,介绍了国内外矿山机械水液压元件材料的抗蚀、耐磨性能,以及相关产品的研制现状.同时,对水液压传动矿山机械材料性能的特点进行了分析.

关键词:纯水液压传动;煤矿机械;材料;性能;展望

中图分类号:TD431;TH137

文献标识码:A

当今世界资源日益短缺,环境问题也备受关注.纯水液压传动技术作为液压工业技术应用的新技术之一,工作介质为天然水,其来源广泛,具有保护劳动者的特点及对环境友好的绿色特性,在矿山领域中得到了有效地应用^[1].由于纯水介质对于液压元件有强腐蚀性、低润滑的缺点,所以机械设备要重点考虑所用材料的抗腐蚀性及摩擦性能.

1 水液压传动在矿山机械中的应用

目前,煤矿井下生产过程中使用的液压油和高水基乳化液会对地表以下的环境产生严重地污染,而纯水液压传动技术应用在煤矿机械上可有效地减少这种污染.

1992年南非矿业联合会研究中心开发出了两种型号的水压液压凿岩机,其运行效果良好;加拿大采矿研究与开发协会与多个单位合作开发的水压液压凿岩机也得到应用^[2].1993年国内湘潭高新区凿岩机械研究所研制了我国首台YST-23型水压液压凿岩机,随后湘潭风动机械厂、中南大学、湖南科技大学等单位研制出了多种型号的水压液压凿岩机;西安科技大学研制设计出,纯水介质的电牵引采煤机滚筒油压调高压系统;中国矿业大学、安徽理

工大学研究开发了水液压支柱,并且在煤矿矿山中得到应用;德国福伊特公司专门为采矿业设计生产的562DTPKW2耦合器,工作叶轮选用青铜材料并以纯水为工作介质,为满足大功率刮板输送机的软启动及过载保护等要求,福伊特公司生产的阀控充液式液力耦合器被应用在刮板机的前部和后部的驱动系统中^[3].

虽然目前大多数矿山仍使用以石油基矿物油或高水基乳化液为工作介质的矿山机械,如液压支架和单体液压支柱、大型刮板输送机上的液力耦合器等,但今后使用纯水液压技术的矿山机械的应用前景将会很广.

2 水液压传动矿山机械材料的研究现状

由于水润滑性差,在摩擦副对偶面上很难形成液体润滑膜,而是呈干摩擦状态,对轴承造成了更为严重的磨损,同时也加大了磨损的破坏程度.因此,要求所用材料应具有较好的耐磨性.如可选用耐温抗磨的碳化硅和氧化锆等工业陶瓷材料、工程塑料、橡胶材料及工程表面材料等;在金属摩擦副表面覆盖陶瓷涂层,通常采用热喷涂及盐浴复合处理方式

收稿日期:2015-12-09

作者简介:韩文静(1985-),女,河南永城人,硕士,讲师.

喷涂;选用一些新型非金属材料制成的摩擦副,如精细陶瓷、碳纤维增强塑料(CERP)及PEEK树脂、复合橡胶等替代传统的金属摩擦副;改进和优化摩擦副润滑装置的结构设计,以提高水润滑膜的承载能力^[4]。

水的粘度不高,如用一定压力和速度的水流长期强烈地冲刷过流表面,则会使零件表面产生凹槽,假如水中再含有固体颗粒,冲蚀现象将会更加严重。由于水的锈蚀性及导电性会导致绝大多数金属材料的电化学腐蚀,因此可考虑选用抗腐蚀性强的材料如奥氏体不锈钢、铝、铜及铜合金、钛合金等金属材料,也可在元件表面覆盖具有耐磨、耐蚀、抗疲劳特性的陶瓷、高强度塑料新型复合材料来解决此问题^[5]。

2.1 国外现状

在纯水柱塞泵方面,丹麦 Danfoss Nessie 公司将塑料与不锈钢作为所有摩擦副表面的对偶材料,德国 Hauhincó 公司则选用碳纤维增强高分子塑料与耐蚀合金作为摩擦副材料^[6]。

在陶瓷材料的应用方面,德国汉堡工业大学处于领先地位,其借助有限元分析对陶瓷构件形状进行优化,使材料的拉应力得到降低,再通过试验开发出最优制造加工工艺,以确定构件的可靠性、寿命及降低制造加工成本^[7]。

日本技术研究所选用 PEEK 和不锈钢的材料组合,作为水压叶片泵的主要摩擦副零部件材料,泵体为铝合金^[8]。萱场工业公司制作泵用滚动轴承的各零件,则选用 Si_3N_4 和不锈钢材料,运动副对偶材料选用陶瓷与耐热树脂^[9]。

2.2 国内现状

我国湘潭风动机械厂开发的 YST-24 型水压凿岩机的缸体选用 40Cr 并进行 QPQ 盐浴复合处理(成都工具研究所开发的新技术),以提高缸体耐磨性和防腐性。中国矿业大学和安徽理工大学研制的水液压支柱缸体镶铝合金内衬,活塞的表面进行防锈蚀处理,阀采用整体陶瓷结构或用不锈钢、碳纤维增强塑料(CERP)等材料制造^[2]。刘毅等人^[10]在煤矿液压支架纯水安全阀结构与性能研究中,阀体采用奥氏体不锈钢、阀芯和阀座采用耐蚀合金材料,这有效防止了水介质腐蚀,同时对奥氏体不锈钢进行表面镀铬、镍等工艺处理,以提高材料的抗腐蚀及抗磨性能。范迅等人^[11]根据水润滑技术的特点,对适

宜以水作为润滑介质的煤矿机械类型及工作环境进行了分析,确定了橡胶和超高分子量聚乙烯(UHMW-PE)作为摩擦副材料,由于它们具有耐杂质能力强、安装精度要求较低的优点,是比较适合作为在矿山恶劣的工况条件下的水润滑摩擦副材料。

在纯水柱塞泵方面,浙江大学流体传动及控制国家重点实验室,研制了水液压轴向柱塞泵及水液压灭火系统的煤矿机械,同时进行了水液压柱塞泵适用材料的磨损实验及腐蚀实验,分析了自来水作为液压介质时的质量控制方法,最终选用碳纤维增强塑料与陶瓷配对作为对偶摩擦副材料^[12]。华中科技大学用工程塑料和不锈钢配对作为摩擦副材料,其性能指标达到了很高的水平,能够用于实践中^[12]。

昆明理工大学孙春耕等人^[13]对纯水液压齿轮泵及其表面处理技术进行实验研究,用 LW 型纳米陶瓷液体对外啮合齿轮泵进行表面处理,从而提高齿轮泵的硬度及耐磨性,其各项性能指标基本达到了试验要求,基本能应用于水介质液压传动系统中。任海勇^[14]以 CBK 高压齿轮泵为原型对纯水齿轮泵的材料进行了选择,其中壳体和泵盖选用锻铝合金,锻铝合金壳体的刚度、强度好,抗腐蚀性强,耐磨损,易加工且价格比较便宜;齿轮采用 1Cr13 或 9Cr18 不锈钢,二者均有耐磨损、耐腐蚀、机械性能好、加工精度高及可加工性好等特性,但 9Cr18 使用成本高而 1Cr13 使用成本低;补偿侧板也采用锻铝合金,其使用成本低,可随时更换;轴承采用 SF-1 型复合轴承材料,适用于无油润滑的工况,其机械强度大、耐磨损、抗腐蚀性能好(大多数溶剂如水和油对其无影响)、摩擦系数低且动、静摩擦因数基本一致,以及能承受一定的环境污染、经济性好;密封件采用炭石墨材料。

中南大学周梓荣等人^[15]对水压凿岩机冲击机构关键技术—冲击摩擦副的材料配对及泄漏控制开展了研究工作,研制了三种不同配比的碳纤维增强聚四氟乙烯(PTFE)复合材料,对磨时间、载荷及各种成分含量等因素对摩擦系数和 PTFE 磨损量的影响进行了分析。研究发现:在水润滑条件下,PTFE 复合材料(碳纤维含量为 15%)与高温氮化处理的 OCr17Ni4Cu4Nb 材料在一定条件下的摩擦系数仅为 0.011,在国内已报道同类材料中处于最低位,碳纤维 PTFE 复合材料的主要磨损机理是疲劳磨损,碳纤维含量越高,摩擦系数就越低;研究还

发现在作为承受强烈冲击载荷作用的冲击活塞及配零件的表面进行防锈处理时,盐浴复合氮化处理技术存在着应用的局限性;要满足承受中低冲击能凿岩机冲击活塞的处理要求,须对表面进行镀硬铬防锈处理,这需要保证镀铬层的结合力及致密性。

3 结 语

在新型环保煤矿机械中加大水润滑技术的应用,必将极大地改善矿井的生产环境及安全条件。为解决元件表面的腐蚀及磨损问题,需要在矿山机械的具体使用环境中探索材料表面工程技术的应用,如在泵和阀的元件表面覆盖陶瓷涂层,需研发新工艺如等离子涂覆工艺、激光涂覆工艺,其既要保证基体材料受热少,防止基体材料不发生性能变化、工件变形小,又要使陶瓷喷涂层与基体材料牢固结合,防止表面有孔隙发生。在工程陶瓷、耐蚀合金、高分子复合材料及表面工程材料中,突破腐蚀、摩擦磨损、泄露、冲蚀等关键技术难题,可以大大推动纯水液压技术在矿山领域中的应用。

参考文献:

[1] 彭佑多,罗善明,郭迎福,等. 环境友好型矿山机械内涵及其现状研究[J]. 煤炭学报,2009,34(4):560-571.
 [2] 赵昱东. 水液压传动技术及其在矿山机械中应用展望[J]. 矿山机械,2004(9):90-92.
 [3] 李剑峰. 阀控充液型液力耦合器用于放顶煤后部刮板机[J]. 煤矿机械,2012(12):146.

[4] 李虹. 液压传动的重要研究方向—纯水液压传动[J]. 化工装备技术,2007,28(6):67-71.
 [5] 林奎. 简述水液压技术近年来研究现状[J]. 科技展望,2015(1):96-98.
 [6] 王强,姜继海. 水压传动元件的发展现状及其应用前景[J]. 机床与液压,2004(10):1-3.
 [7] STENE A, VILJUGREIN H, YNDESTAD H, et al, E Skjerve. Transmission dynamics of pancreas disease (PD) in a norwegian fjord: aspects of water transport, contact networks and infection pressure among salmon farms[J]. J Fish Dis,2014,23:372.
 [8] 柯坚,刘思宁,许明恒,等. 水压驱动技术的最新研究动态[J]. 机床与液压,2001(2):12-14.
 [9] 周华,贺晓峰,李壮云. 海水液压传动技术的研究和与应用[J]. 液压与气动,1995(3):3-4.
 [10] 刘毅. 煤矿液压支架纯水安全阀的结构与性能研究[D]. 合肥:安徽理工大学,2009.
 [11] 范迅,刘宪伟. 水润滑技术在煤矿机械中的应用[J]. 煤炭学报,2009,34(8):1133-1137.
 [12] 中国液压协会. 纯水液压传动技术发展现状与存在的问题[EB/OL]. [2014-10-08]. <http://www.chpsa.org.cn/News/NewsWeb/ViewNews.aspx?NewsId=OIRLSA0J>.
 [13] 孙春耕. 纯水液压齿轮泵及其表面处理技术实验研究[D]. 昆明:昆明理工大学,2007.
 [14] 任海勇. 纯水液压外啮合齿轮泵的研究[D]. 昆明:昆明理工大学,2010.
 [15] 周梓荣. 水力驱动的冲击破岩系统及其关键技术研究[D]. 长沙:中南大学,2010.

The features and application of materials in the coal mine machinery for the water hydraulic transmission

HAN Wenjing¹, ZHANG Xuewu¹, TANG Qijian¹, SONG Jinchao²

1. Department of mining engineering, Yongcheng Vocational College, Yongcheng 476600, China; 2. Department of Architecture Engineering Department, Yongcheng Vocational College, Yongcheng 476600, China

Abstract: Application of the water hydraulic transmission technology in the mining machinery was reviewed, the features of materials in the coalmine machinery about the water hydraulic transmission were analyzed. An introduction of the water hydraulic technology and research status of the material corrosion resistance and abrasion resistance for water hydraulic components at home and abroad is given. In addition, it will also summarize some research on prototype of related products.

Key words: the pure water hydraulic transmission; the mining machinery; material; performance; outlook