

# 神华煤直接液化项目设备管理与维护浅析

## Analysis on equipment management and maintenance of Shenhua coal direct liquefaction project

岳国媛

Guoyuan Yue

神华鄂尔多斯煤制油分公司 内蒙古 鄂尔多斯 017209

Shenhua Ordos Coal to Oil Branch Company Ordos Inner Mongolia 017209

**摘要:**神华煤直接液化装置是国家能源战略的重要装置,是我国投入商业运营的首套直接液化装置,对我国能源现状改革提供重要支撑。该装置特种设备数量及类型较多,并在运行中承担了生产的关键工序,且主要特种设备的服役环境都较为苛刻,一旦失效,将会对装置的安全和经济效益产生严重影响,后果极为严重。因此,加强设备管理与维护,保证设备安全、有效、可靠的运行是成为制约该项目发展的关键因素。

**Abstract:** Shenhua coal direct liquefaction plant is an important device in the national energy strategy and the first set of direct liquefaction plant put into commercial operation in China, which provides important support for the reform of China's energy status. The number and type of special equipment of the device are many, and it undertakes the key process of production in operation, and the service environment of the main special equipment is relatively harsh. Once the failure of the device, it will have a serious impact on the safety and economic benefits of the device, and the consequences are very serious. Therefore, strengthening equipment management and maintenance to ensure safe, effective and reliable operation of equipment is the key factor restricting the development of the project.

**关键词:** 煤直接液化;设备管理;维护措施

**Keywords:** Coal Direct Liquefaction; Equipment Management; maintenance measures

**DOI:** 10.36012/etr.v2i12.3035

### 1. 煤直接液化项目概述

煤炭直接液化<sup>[1]</sup>技术是把煤炭在高温、高压的条件下直接与氢气发生加氢反应,使固体煤炭直接转化为液体油品的一项特殊工艺。在煤直接液化工艺中,通过加热的方式使煤炭中的大分子结构分解成以结构单元为基础的自由基,此时的自由基形态不稳定,在高压和溶剂分子条件下加入氢气,使其变为稳定的低分子物质,在没有高压氢气环境和没有溶剂分子分隔的条件下,自由基又会相互结合而生成较大的分子。煤炭直接加氢液化产生的油品中含有芳香烃及氧、氮、硫等杂质。再经过提质加工,生产出合格的汽油和柴油产品。

神华煤直接液化项目是经国务院审批建成的世界上首个年生产油品 500 万吨的工业化煤直接液化项目,工程分为两期,自 2004 年 8 月先期工程开工建设,到 2008 年一期工程第一条生产线基本完成,并计划于 2009 年 5 月正式投产。神华煤直接液化项目采用就近取材的方式,以神东上湾矿高品质原煤为原料,经过煤炭直接液化反应后,再进行后

续加工,生产出高品质的汽油、柴油、航空煤油等特种油品,同时还具备生产高级工业沥青流程,实现煤炭综合回收利用。该项目设计共计由三条生产线,主要包括煤直接液化、加氢改质、加氢稳定、轻烃回收、催化剂制备等十四套主要生产装置。

### 2. 神华煤直接液化项目关键设备特点

神华煤直接液化项目工艺的特殊性,要求设备也需要有同样的特殊性。煤直接液化项目中重点装置为煤液化装置,主要设备为煤液化反应器和煤液化反应进料泵。

1) 煤液化反应器是煤液化项目中的重要核心设备<sup>[2]</sup>。其制造工艺复杂,包含上封头组件、下封头组件、十三个筒节段、六个裙筒段、一个裙座,以立式状态分别运输至现场进行现场组焊。煤液化反应器经过十四条筒体环缝的焊接,三次分段壳体整体热处理,两次局部热处理。七条 E 类焊缝的焊接,一次裙筒整体消应力热处理,一次 E 类缝的局部消应力热处理,无损检测、水压试验,内构安装焊接、喷砂、涂漆,包装等工作,最终现场制作完成。煤直接液化反应

**【作者简介】**岳国媛(1983~),河北保定人,汉族,工程师,本科,研究方向:煤化工、煤制油设备管理。

器采用的是悬浮床式,设备外径 5.5m,壁厚 335mm,设备单  
体质量达两千吨,是目前世界上最大的反应器。该反应器的  
操作条件为高温、高压、临氢环境,工艺条件十分苛刻,因此  
对设备材质都有特殊要求。反应器材质为 2.25Cr-1Mo-1/  
4V,是我国自主开发的特种钢材。

2)煤液化反应进料泵也是煤液化核心设备之一,进口德  
国 URACA 泵,六台泵全部运行,没有备用泵。由于介质特  
殊,如采用备用形式,备用泵的启动将会非常复杂,可能会由  
于启动不及时导致装置停车。为了方便操作,每台泵的额定  
流量是最大工作流量的 110%,当其中一台泵组出现问题时,  
可以通过调整其他泵组的流量,保持反应总进料的相对稳定。  
该泵采用水平布置的单作用五柱塞固定行程往复泵。泵的液  
力端结构特殊,带有特殊设计的抗沉淀管,能有效防止煤浆  
沉积。同时为了防止煤浆颗粒磨损填料,柱塞采用同步驱动  
的轴头泵注入清洁油品;为了冲洗、润滑高压填料,中部(高、  
低压填料中间)采用冲洗油;末端填料处采用密封油进行冷  
却和润滑。该泵主要由以下几部分组成:动力端:包括曲轴箱、  
曲轴、连杆、十字头等部件;液力端:包括填料、柱塞和出  
入口排液阀组件等;电动机部分:包括电机和 VFD 调速系  
统、减速机系统;润滑、冲洗系统:包括注油、冲洗油和润  
滑油系统;出入口脉动抑制器等。

以上为神华煤制油液化项目的重中之重设备,同时该  
项目中还有大型压缩机、特高压换热器、大型磨煤机、加热  
炉及特种阀门等关键设备,这些设备在各装置的平稳运行  
中都起到决定性作用。因此,煤直接液化项目的设备维护  
及管理尤为重要,直接制约着该项目安全、稳定生产。在  
国家能源战略中都起到举足轻重的作用。

### 3.煤直接液化项目设备管理方法及维护措施

煤直接液化项目设备管理与维护工作在本企业生产、  
发展过程中极为重要,在设备管理与维护的同时,针对各  
类设备故障还需要及时做好分析与维护工作,保证设备的  
安全稳定运行,从而为企业的更好发展提供动力。所以,针  
对煤直接液化项目的设备维护管理,公司制定了一系列科学  
、有效的措施,来加强公司设备管理,提高技术装备水平,  
保证安全生产和设备的正常运转,满足生产对设备管理的  
要求。具体主要从以下几个方面展开工作:

1)建立设备分级管理制度。根据设备重要性将设备分  
为关键设备、主要设备、一般设备三个等级。其中关键设  
备是指在生产活动过程中起主导、关键作用的重要设备。  
这类设备如果发生故障,直接会严重影响企业产品质量、  
生产周期、生态环境,严重时还可能造成人身伤害、重大  
的经济损失及严重的社会影响。在本项目中主要包括煤液  
化装置反应器、反

应器循环泵、各类压力容器(容积 50M<sup>3</sup> 以上)、大型关键  
机组(如油煤浆进料泵、氢气压缩机、富气压缩机)、氢气  
加热炉等。关键设备也可叫做重点设备,在本公司定级为  
A 级设备。主要设备是指在生产活动中直接影响生产过程  
有效持续进行,并在一定程度上影响生产能力的设备,本公  
司定义为 B 级设备。一般设备是指结构简单、维修方便、  
数量众多、价格便宜的普通设备。这类设备如果在生产活  
动中出现故障,对企业的生产影响较小,我公司将其定义  
为 C 级设备。

通过将生产活动有关的设备进行关键等级分级,方便  
编制日常管理及维护、检修计划、制定相应的检修维护策  
略、配件储备策略提供依据以及其它设备管理工作打好基  
础,保证生产过程中所使用的设备处于良好的受控状态,实  
现突出重点、分工明确、各级职责有效落实,确保产品和  
安全生产<sup>[3]</sup>。

2)建立设备、管道检测机制。公司制定了设备、管道  
测厚管理制度,建立了测厚管理主体机构和相应责任制,并  
由专人负责测厚工作,同时安排防腐蚀专业技术人员负责  
测厚工作的日常管理,与检测单位和使用单位形成测厚的  
立体管理网络。根据各个装置特性编制长效设备、管道  
的测厚详细方案,绘制设备、管道的测厚布点图(或单体图)  
、按照分公司的整体检测计划,实行进行在线定点、定期  
测厚和检修期间的定点测厚工作。公司根据测厚结果和分  
析报告,针对存在的问题提出处理意见,为设备安全运行  
状态提供数据支撑。使各类型设备及管道能够处于完好  
投用、备用状况,同时能够及时发现和消除因腐蚀、缺陷  
等问题引起的各类事故隐患,保证生产活动安全、稳定、  
长周期运行。

3)加强动设备润滑管理及定期切换工作。操作人员  
要认真执行设备润滑管理制度,必须做到“五定”即定人  
、定点、定质、定量、定时。同时做到“三过滤”即大  
油桶到贮油桶、贮油桶到加油壶、加油壶到加油点。做  
好设备润滑管理工作。岗位操作人员要认真执行设备定  
期切换制度,对备用转动设备要定时盘车,做到随时可  
以启动。对本岗位封存、闲置设备要定期维护保养。发  
现设备有不正常情况,应立即查明原因,及时处理和反  
映。在紧急情况下,应按有关规程采取果断措施,并上  
报和通知有关岗位。原因不清、故障不排除,不得离开  
岗位或盲目开机<sup>[4]</sup>。在定期切泵、试运之前,由相应设  
备、工艺管理人员、操作人员、保运人员三方均到达现  
场后方可操作,并做好应急处置方案。

4)加强对设备操作人员培训及操作管理要求

化工设备的控制主体为操作人员,操作人员能力的好  
坏直接影响设备的运行状态及运行安全,因此公司特别  
重视对设备操作人员的培养与提高。特种设备操作人员  
须经具有培

训资质的单位进行培训,经考核合格后颁发相应资质的操作证。

要求设备操作人员对所负责的设备要做到“四懂”,即懂性能、懂原理、懂结构、懂用途;“三会”,即会操作、会保养、会排除故障,精通操作,精心维护设备。设备操作人员必须要严格遵守操作规程,做到设备启动前认真准备,启动中反复检查,运行中做好调整,停车后妥善处理。同时执行严格的巡回检查制度,定时按巡回检查内容及路线对所管辖的设备进行仔细检查,用“十字作业法”(即清洁、润滑、防腐、调整、紧固)主动处理脏、松、缺、乱、漏、锈等问题,并认真填写巡检记录和特护日记。

5)提高设备自动化程度。神华煤直接液化液化项目建设投产时间较早,当时设备自动化程度不高,许多关键设备仍然存在人为主动过度干预的现象,人员劳动量大易造成疲惫的同时,也给设备的安全稳定运行带来潜在风险。针对这一问题,公司大力推行设备更新、改造方案,提高装置自控率。在生产规模的进一步扩大同时,自动化技术水平也得到了相应的提升。新材料、新技术在神华煤直接液化项目中不断应用。自动化控制技术的要求不断的提高,整体水平也越来越高。化工自动化控制的发展符合新时期化工行业的发展大局,因此公司还要不断完善化工自动化控制技术,全面提升化工自动化控制水平。保证关键设备安全、稳定运行的同时提高人力利用率。

6)设置安全保障措施,做好安全附件管理。在化工生产过程中不可避免会出现因各类问题产生生产波动,生产波动直接后果就是设备超温、超压,严重时会造成设备损坏及安全事故。神华煤直接液化项目生产条件要求非常苛刻。该项目生产系统中有不少化学反应很激烈同时释放出大量的热。而操作压力有时需要真空状态,有时却需要达到数百兆帕。该项目使用的物料大多是有毒、有害、易燃、易爆及有腐蚀性的物质,并且固体物料、气体物料和液体物料均大量存在,而生产系统又有不少是在高温高压下进行的。因此对设备的安全保护附件管理尤为重要。承压类特种设备的安全附件较多,包括安全阀、压力表、水位计、紧急切断阀、温度测量装置、爆破片、高低水位报警及超温报警联锁装置等等,安全附件作为各类关键特种设备的保护装置,其正确选型、可靠安装、良好维护和及时校验可以有效地防止设备超温、超压、超负荷工作,减少和预防事故的发生,保证设备正常工作<sup>[5]</sup>。

公司建立各类安全附件管控制度,指派专人负责本单位设备安全附件的日常管理工作。建立本单位设备安全附件台帐、编制年度设备安全附件校验计划,对各类安全附件进行

定期检验,保障运行状态良好,并能够严格把控保运单位对设备安全附件的安装和维护质量。同时对新项目和技改增加的设备安全附件设计、选型及验收工作做到“三同时”。

7)加强日常维护及维修的监督管理。针对公司各类设备的日常维护与维修,必须要加强相对应的监督检查与管理工作。细化设备管理日常监督与检查内容明细,针对工作内容制定详细检查确认表。其主要内容包括以下两个方面:检查在用设备是否处于正常、良好的工作状态,是否能够维持长效、安全、稳定运行等重点项目。在对化工生产设备进行监督与管理的过程中,必须要将制定的监督管理制度落到实处,监督管理的每个项目制定责任人、相应实施措施等。这样不但可以保证设备管理工作的完善性与全面性,还能在化工生产中针对不同类别设备进行针对性检查。同时建立完善的应急机制,如果化工设备出现故障,现场人员必须给出正确的解决方法,第一时间将安全隐患消除。同时在设备管理维修与维护的监督管理工作中,注重管理痕迹的保留,对日常检查情况及时做好工作记录,方便数据积累,为日后的设备维修与维护工作提供理论支撑,为设备完好运行提供重要保障。

#### 4.结束语

综上所述,因神华煤直接液化项目的工艺、战略特殊性,要求必须做好设备的管理与维护,通过了解关键设备的详细情况,严格执行设备管理与维护要求,避免在企业的生产经营过程中,出现严重设备故障。当化工设备在使用期间,出现不同的故障情况,将会在很大程度上对生产及安全工作造成影响,严重情况下,将会引发人身伤亡事故。因此,需要在日常工作的中,加强对化对各类化工设备的监督与管理,同时也做好预防维护工作,从而保证化工设备的安全稳定运行。

#### 参考文献

- [1] 张伟,金俊杰,俞虹,田莉雅.煤的直接加氢液化工艺[J].洁净煤技术,2001,7(3):31~33
- [2] 中国神华集团公司直接液化项目一期工程.中国石化工程建设公司,2007,11[R].
- [3] 宁丽君.基于化工设备管理的化工机械维修保养技术[J].化工设计通讯,2019,45(4):130-131.
- [4] 刘方敏.浅谈化工设备故障的原因及预防维修措施[J].化工管理,2019(4):141.
- [5] 龚太川,米虎宁,刘俊红.石油化工设备安全管理工作分析[J].化工管理,2014,(21):32-32.