

煤矿井下移动(卧)式碳分子筛制氮车的研制

陈 孝 通*

(瑞气企业空分设备有限公司, 浙江温州市经济开发区 33 号小区, 325011)

王 长 元**

(煤炭科学研究总院重庆分院, 四川重庆市沙坪坝区上桥, 630037)

摘要 介绍了 JXZD—400 型井下移动(卧)式碳分子筛制氮车的设计方案、工艺流程和技术经济指标以及配套部机的选择与研制、成套设备的布置、性能考核与应用效果。

主题词: 井下移动式 碳分子筛 变压吸附 制氮车 卧式吸附器 并联流程

为满足煤矿注氮防灭火选择氮气源设备的需要, 煤炭科学研究总院重庆分院、温州瑞气企业空分设备有限公司(原瑞安空分设备厂)共同制造的 JXZD—400 型井下移动式碳分子筛制氮车, 经过三年的研究、试制、改进与提高, 并通过出厂、现场地面和井下运行考核, 达到了用户合同规定的要求。于 1996 年 12 月 26 日通过煤炭部科教司组织的技术鉴定(煤部科鉴字[1996]第 215 号), 认为该制氮车创造性地将吸附器由立式变为卧式, 并采取了防分子筛喷出的特殊结构和并联流程, 解决了碳分子筛卧式制氮的技术难题, 为矿井防灭火、火灾时期抑爆救灾提供了性能优良、移动方便、运行可靠的制氮装置, 成果处于变压吸附卧式制氮技术领域的国际领先水平。同意通过技术鉴定, 可定型生产, 推广应用。

一、设计方案

本项目采用碳分子筛变压吸附、常压解

吸、并联制氮流程, 将成套制氮设备的气源、气源净化、制氮、氮气缓冲部分, 分别布置在四辆矿用平板车上, 满足了煤矿下井罐笼和井下运输大巷的要求。

主要性能指标:

氮气产量 $\geq 400 \text{ m}^3/\text{h}$ (标态)

氮气纯度 $\geq 97\%$ (无氧含量)

启动时间 $\leq 40 \text{ min}$

氮气出口压力 $\geq 0.3 \text{ MPa}$

外形尺寸(长×宽×高) $3.2 \times 1.3 \times 1.48 \text{ m}$ 四辆矿用平板车(不包括平板车高 300 mm)

设备型式 井下移动式

解吸方式 常压

二、制氮流程

制氮车由螺杆压缩机、分水器、粗过滤器、除油器、精过滤器、卧式吸附器组、氮气缓冲罐、电控和仪控组成。

该系统流程为: 压缩机提供压力为 0.8

* 陈孝通, 男, 1959 年 10 月生, 大专文化, 1979 年参与变压吸附制氮技术和设备的研究和开发工作, 并建立科技型企业, 现任温州瑞气企业空分设备有限公司董事长。

** 王长元, 男, 42 岁, 1980 年毕业于重庆大学采矿系采矿专业, 现在煤炭科学研究总院重庆分院, 从事煤矿氮气防灭火技术与装备的研究和推广应用工作, 为高级工程师。

MPa的压缩空气进入分水器、粗过滤器、精过滤器和除油器除水、除油和除尘,得到洁净的压缩空气。

洁净的压缩空气分三路,第一路进入气源三联件,为防爆电磁阀操作管道式气动阀的开和关提供动力;第二路经三通进入特殊的压紧装置;第三路进入氧氮分离系统,当A组吸附器处于加压产氮时,B组吸附器处于减压再生,可编程序控制器控制A、B两组吸附器循环工作,吸附器产生的氮气进入氮气缓冲罐,再经流量调节和压力调节及氮气纯度测定,输出额定产量与纯度的氮气。

三、配套部机的选择与研制

1. 气源部分

(1) 压缩机及电机

为适应煤矿井下使用,空压机的选择须满足以下条件:一是压缩机的外形尺寸必须与下井罐笼和井下大巷运输条件相适应;二是压缩机所配电机必须防爆;三是压缩机必须是无基础。基于上述,本设计选用了LGD-20/8型喷油螺杆压缩机,并将原配电机换为YB315M1-4矿用防爆电机。同时对压缩机的高度作了适当的调整,达到满足外形尺寸的要求。

(2) BQDO-660/132矿用隔爆型自藕电磁降压启动器

由于压缩机所配电机为132 kW,考虑到煤矿井下电网的负载能力,以便于电机的启动。为此,根据煤矿电气产品下井的防爆要求,专门研制了BQDO-660/132矿用隔爆型自藕电磁降压启动器。该启动器具有漏电保护、断相保护、过载保护、全压启动、降压启动和压缩机排气温度超限自动断电等保护功能。

2. 气源预处理部分

常规的处理方法有两种:一是采取无热再生干燥装置;二是采取冷冻干燥机。无热再生干燥装置也为变压吸附,只是用的吸附

剂不同而已,关键是该装置的高度超高,同时四辆矿用平板车又布置不下。冷冻干燥机体积小,使用效果好,但其压缩机的防爆问题不便解决。考虑本项目的使用对象为煤矿,我们专门研制了分水器、粗过滤器、除油器、精过滤器,构成对压缩空气进行三级过滤处理系统。

3. 制氮部分

制氮部分主要由卧式吸附器(4只)、碳分子筛、管道气动阀、电磁阀、可编程序控制器组成。

(1) 卧式吸附器

卧式吸附器是本项目的技术关键,设计合理与否,将直接影响制氮车的主要性能指标。在大量试验的基础上,根据矿并能允许的尺寸,我们研制了卧式吸附器,采取重叠布置方式,将两只吸附器分为一组,装配成并联制氮流程。同时,对卧式吸附器采取了防分子筛下沉和喷出的特殊装置和独特的结构。

气流均匀性问题:对立式吸附塔而言,气流从下部进入顶部排出,气流从底部到顶部,流速比较均匀,吸附器内的分子筛可得到充分利用。但对于卧式吸附器,由于分子筛自重因素,将造成上稀下密,则气流在吸附器内的均匀性得不到保证,直接影响分子筛的利用率。为此,通过多种形式的考察研究后,在每只吸附器的进气端安设了气流分布器,使气流在吸附器内均匀地流动。

(2) 碳分子筛

碳分子筛是变压吸附制氮的关键,因此选用何种碳分子筛满足本项目的技术要求,至关重要。鉴于本项目研制设备外形尺寸的限制,为减小设备体积,我们选用了德国BF公司生产的碳分子筛。

分子筛的装填工艺是变压吸附制氮的重要组成部分,其装填质量的好坏,直接影响分子筛的利用率和氮气的回收率。因此,经

过试验, 采用了独特而有效的装填方法。

(3) 气动阀

气动阀是变压吸附制氮中的关键部件。要求不漏气、动作迅速可靠、寿命长, 其质量的优劣直接影响制氮车的运行可靠性。

本项目选用瑞气公司自行研制、并取得国家专利(专利号: 89. 213676. 6)的 ZSGP 管道式气动阀, 具有体积小、重量轻、维护方便、费用极低的优点。

(4) 电磁阀

因煤矿下井的电气设备必须满足防爆要求, 因此选用中日合作生产的二位五通防爆电磁阀。它的作用是控制管道式气动阀的开和关, 使吸附器按预先设定的程序工作, 从而连续不断地生产氮气。

(5) 电控箱

可编程序控制器是制氮车实现自动控制的又一关键性部件。它按预先设定的程序工作, 控制二位五通防爆电磁阀, 从而使管道气动阀按制氮工艺要求进行自动控制。工艺要求程序控制器的可靠性高, 因此选用了日本 KOYO 公司生产的 SR-20 可编程序控制器。

可编程序控制器不防爆, 适用电压是 220 V, 不能满足煤矿用电等级。为使其满足井下要求, 因此专门研制了 BXD-660/0.3 型矿用隔爆型电控箱。将可编程序控制器装在电控箱内, 通过接线腔将各电磁阀控制线接到各个防爆电磁阀上。

4. 氮气缓冲部分

(1) 容积: 由于变压吸附制氮本身的原因, 在一个周期内, 生产出来的氮气压力与纯度存在波动, 为尽量减小压力与纯度的波动, 工艺上都采用了氮气缓冲罐。按理论计算, 本项目设备的外形尺寸不允许太大, 过小则达不到目的。通过几种容积的试验, 结合矿用平板车的尺寸, 合理地选取了氮气缓冲罐的容积。

(2) 流量计: 因防爆要求, 选用了玻璃转子流量计来计量氮气流量。

(3) 测氧仪: 目前国内外测定氮气纯度, 基本上都采用测定氮气中氧浓度的方法来间接测定氮气纯度。因防爆要求, 我们选用了 AYJ-91 型矿用氧气测定仪。

四、成套设备的布置

根据淮北矿务局朱仙庄煤矿的要求, 本项目将成套制氮设备分别布置在四辆矿用平板车上, 其外形尺寸(长宽高)为: $3.2 \times 1.3 \times 1.48$ m (高度不包括平板车高 300 m), 各个平板车间的气路采用波纹金属软管联接。其具体布置如下:

1. 气源车 该车由成套 LGD-20/8-X 型喷油螺杆压缩机组成。

2. 控制车 该车由 BXD-600/0.3 矿用隔爆型电控箱和 BQDO-660/132 矿用隔爆型自藕电磁降压启动器, 以及分水器、粗过滤器、除油器、精过滤器组成。

3. 制氮车 该车由两组共四只吸附器(内装分子筛)、管道气动阀、防爆电磁阀和消声器组成。

4. 缓冲车 该车由氮气缓冲罐、流量计、调压阀和测氧仪组成。

五、性能考核

本制氮车研制完成后, 交淮北矿务局朱仙庄煤矿进行地面和井下运行考核, 先后分别向二采区的 828-1 工作面和三采区的 831-2 工作面采空区进行注氮防火试验。另外, 该制氮车于 1996 年 6 月还运到芦岭煤矿井下, 进行注氮灭火, 向火区注入氮气 5000 m³, 将灾区内的一氧化碳含量由 1500 ppm 降为零, 为扑灭火灾创造了条件。

1996 年 12 月 24 日至 1997 年 2 月 28 日期间, 先后对三采区注氮防火, 823-1 与 831-5 超前机巷注氮灭火和一采区 813 风巷注氮灭火, 在这两次的抢险救灾中, 制氮车发挥了极其重要的作用。连续运行约 1700h, 主

要技术性能指标为:氮气产量 $400 \text{ m}^3/\text{h}$, 纯度 $97.4\sim 97.5\%$, 启动时间 30 min , 氮气出口压力 $0.3\sim 0.5 \text{ MPa}$ 。制氮车运行稳定, 性能可靠, 灭火效果显著。

六、结 论

1. 首次采用变压吸附制氮技术成功地研制出 JXZD-400 型井下移动(卧)式碳分子筛制氮车, 通过性能考核, 主要技术性能指标达到设计要求, 具有运行稳定、性能可靠的特点, 为我国煤矿防灭火提供了新型氮气管网设备。

2. 在广泛吸取国内外变压吸附碳分子筛

制氮工艺流程的基础上, 结合煤矿井下特点而进行的优化设计, 具有技术上的先进性和经济上的合理性。本课题成功地解决了变压吸附制氮由地面变为井下; 吸附器由立式变为卧式所必须的气流分布器; 防止卧式吸附器进出气端喷分子筛的独特结构, 以及防止分子筛下沉的特殊装置; 首次采用并联制氮流程等关键性技术难题。其课题成果不仅填补了井下卧式变压吸附制氮的空白, 而且技术经济指标达到了国际领先的水平。

(1997年8月11日收稿)

机械部气体分离与液化设备标委会二届六次会议在桐庐召开

机械部气体分离与液化设备标准化技术委员会二届六次会议, 于1997年11月18日~21日在浙江桐庐召开, 参加会议的有标委会委员、标准起草单位及有关单位共17个单位28名代表。

机械部气体分离与液化设备标准化技术委员会秘书长陈永良汇报了二届标委会自1992年成立以来所做的工作、1998年行业标准化工作计划和标委会换届工作的进展。

代表们讨论审查了由开封空分集团有限公司等单位共同起草修订的《往复活塞压缩机网状阀技术条件》、由杭州制氧机集团有限公司负责修订的《大中型空气分离设备》和《大中型空气分离设备产品质量分等》三项机械行业标准。与会代表本着严肃负责的态度对三项标准的送审稿、复审标准项目、型号编制方法等进行了逐条逐句的审议。经认真讨论、反复磋商, 取得了一致的修改意见。

与会代表复审了1990年前(含1990年)批准发布的本行业59项标准。经逐项审查, 取得一致意见: 继续有效确认的7项, 已无存在意义予以废止的4项, 内容改动较多需修订的9项, 只需修改的39项。

最后, 与会代表还审查了《气体分离与液化设备产品型号注册管理方法》。

在各位代表的共同努力下, 会议开得圆满成功。

(杭州制氧机研究所 项 红)

北京完成“液氮驱雾”试验

1997年12月17、18日, 北京市连降大雾, 北京市人工影响天气办公室于18日终于完成了立题四年多的“液氮驱雾”结题前的最后一次试验。

据了解, “液氮驱雾”室内试验有百余次, 室外试验也有十余次, 其中首都机场驱雾效果最好。试验结果表明, 液氮驱雾快且经济, 18日驱雾仅花费10万元。而大雾造成的损失, 仅民航系统, 据上海航空

公司介绍, 1996年大雾延误航班损失达2000万元; “国航”地面服务部负责人也说, 每年用于大雾延误航班旅客的食宿费用约在几百万元以上, 仅17日和18日两天此项花费已达几十万元。

濮春干* 摘自1997年12月19日

《北京青年报》

(*100083, 北京海淀区花园路1号11—2—303室)