

RV-L 型高纯 PSA 制氮设备及其在聚酯行业的应用

刘其富

(温州瑞气空分设备有限公司, 浙江 温州 325011)

20 世纪 80 年代以来, 国产变压吸附制氮设备逐步取代了进口 PSA 及深冷空分制氮的部分市场, PSA 制氮设备的应用领域有了很大的拓展, 特别是在石油、化工、纺织等行业得到了广泛应用。随着国民经济的快速发展, 投资较大的项目在全国各地如雨后春笋般涌现, 如橡胶、聚酯、纺织项目较为突出。它们一般要求配套设备生产周期短, 而且用户因为考虑到资金及市场等不可控因素, 往往是分期投资, 每一期项目用气量不会很大, 故不适合采用深冷制氮方式。此时中小型 PSA 制氮设备以它的投资成本低、交货期短、设备操作维护简便等优点, 成为大部分用户的首要选择。

2000 年, 瑞气研制成功变压吸附制氮 RV-L 新型专利流程, 并通过浙江省科委鉴定。该流程摒弃了业界普遍使用的上、下等势均压, 而采用等势均压与不等势均压相结合的方式, 即上部为等势均压而中下部为交叉不等势均压。如图 1 所示: 经除油、除水、除尘后的压缩空气从图示左侧节流阀 LV_1 进入氧氮分离装置, 经阀 QV_3 (QV_4) 后进入左塔(右塔)底部, 自下而上, 利用分子筛对氧和氮的扩散速度差异, 氧气被分子筛的微孔吸收, 吸附传质区不断向上推进, 富氮气体经阀 QV_{11} (QV_{12}) 从图示出气口进入工艺缓冲罐, 然后输产品氮气。系统运行时, 一塔工作, 另一塔再生, 在再生之前, 系统对两塔进行均压, 一般设备制造商采用上、下等势均压方式, 即 QV_9 、 QV_{10} 及 QV_5 、 QV_6 打开, 其他自控阀关闭(该方式无 QV_7 、 QV_8 阀门)。而瑞气 RV-L 流程是在均压时将 QV_9 、 QV_{10} 及 QV_7 、 QV_6 (或 QV_8 、 QV_5) 打开, 其他自控阀关闭。其关键在于交叉均压时, 均压过去的气体氮气纯度远高于等势均压, 它充分利用吸附塔内进入再生状态前的中、上部分子筛, 从而有效降低了进入吸附状态前塔内气体的氧含量, 间接节省了压缩空气的消耗。使用 RV-L 流程并结合分子筛的优势, 能将氮气回收率提高 9.5%~45%, 产品氮气的纯度越高其效果越明显。当氮气纯度为 97% 时, 其氮气回收率可提高 9.5% 以上; 而氮气

纯度为 99.999% 时, 则可提高 45% 以上, 即生产 99.999% 纯度的氮气的空氮比可达到 7.1:1, 而以往国内行业水平只能达到 10.5:1, 实用价值不大。它使“一步法”制取高纯气的效率有了十分明显的提高, 与“二步法”(制氮加纯化)有极强的可比性, 而且, 因其设备操作自动化程度高、维护简便, 且占地面积小、经济合理, 受到越来越多用户的青睐。从近 3 年的市场销售统计, 用气纯度大于或等于 99.99% 的, 有 75% 以上的客户采用变压吸附“一步法”制取高纯氮气。

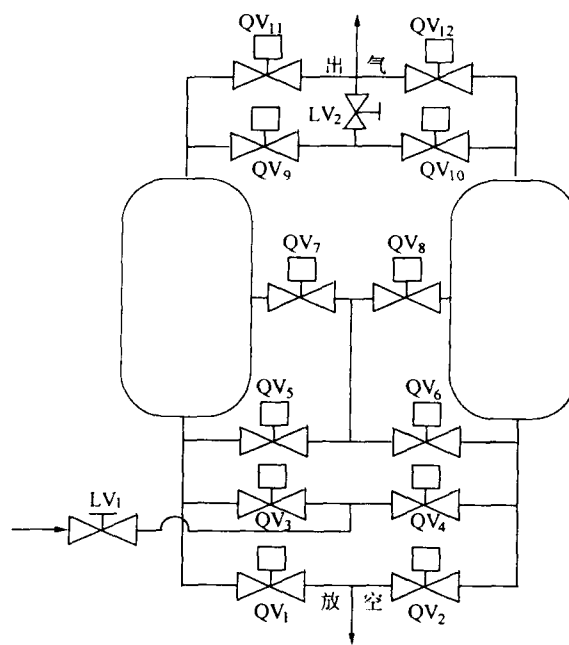


图 1 RV-L 流程简图

现将 RV-L 新型专利流程制氮系统设备在聚酯行业的典型应用作简单介绍。

近年来, 我国聚酯行业发展迅猛, 新投资项目规模都很大, 主要集中在浙江、江苏等地。我国劳动力成本、基建投资成本、设备投资成本相对较低, 因而其聚酯产品在国际、国内市场上都有很大的竞争力, 加上发达国家转移低环保项目, 世界聚酯生产基地逐渐转移到了中国。

产量增加必然带来竞争加剧, 国内聚酯生产厂

家也在努力寻求各种方法来降低产品制造成本。因 20 多年来在各行业的广泛应用, 变压吸附制氮机也成了国内各聚酯生产厂家获得氮气的最主要选项之一。

瑞气自 2000 年 RV-L 新型专利流程研制成功后, 已将制氮机全面转化为此节能型流程, 它的制氮纯度最高达到 99.9995%, 在用户使用中得到好评。其中 2003 年出厂一套 99.999% 氮气纯度, 产气量为 400m³/h 的设备, 是目前国产变压吸附制氮机中 99.999% 纯度时规格最大的, 应用于江苏一家知名的聚酯生产厂家。其产品气出口部分流程如图 2。

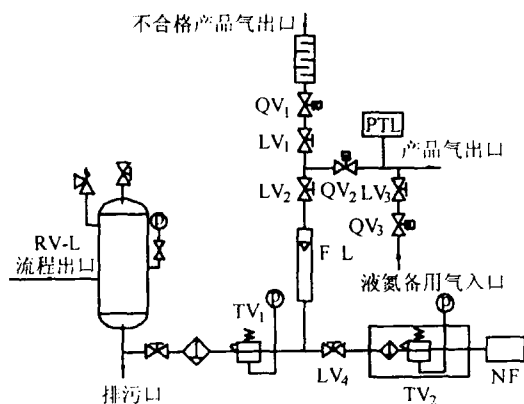


图 2 RV-L 产品气出口部分流程示意图

由图 2 所示, 采用了变压吸附制氮机, 生产出流量 400m³/h 纯度 99.999% 的氮气后, 通过控制管线进入用户工艺线。同时, 为有效保证工艺用气不间断, 在供气口并联了备用液氮装置。当制氮设备故障或万一故障停机时, 系统通过 PTL(压力传感器)收集的信号自动开启液氮备用系统, 即自控阀 QV₂ 关闭, 液氮供气阀 QV₃ 打开, 不合格氮气放空阀 QV₁ 打开(停机时关闭), 出口氮气的纯度及流量通过图 2 中氮气分析仪 NF 及流量计 FI 进

行在线检测。当制氮设备恢复正常后, 重新由制氮机供气。为使上述系统操作、控制方便, 人机界面更加友好, 系统将设备运行参数各阀门动作状态、产品气的流量、露点、压力、纯度以及各检测点的检测信号, 经 PLC 收集处理后送入中央控制室, 在触摸屏上直观显示, 用户无需到设备运行现场便可对设备状况一目了然, 并可查看设备运行记录、运行参数变化曲线图及故障记录。

用户生产工艺中主要是利用高纯氮气吹泡, 测量高温(290℃)和低温(30℃)反应釜中乙二醇原料的液位, 测取高压端和低压端的压差后输送 4~20mA 标准信号, 然后转化为液位高度。并利用高纯氮气来测量真空系统的压力, 以及在 PPA 生工艺中利用高纯氮气对过滤器进行反吹冲洗。针对以上用气要求, 本系统具备以下功能:

- (1) 阀门切换由可编程序控制器自动控制;
- (2) 氮气纯度、流量、压力监测、并预留 4~20mA 直流信号端口与用户 DCS 系统相连;
- (3) 不合格氮气声光报警;
- (4) 不合格氮气长时报警自动停机, 同时自动启动液氮备用系统;
- (5) 在紧急用气情况下制氮设备和液氮备用系统同时供气;
- (6) 通过 Pro-face 触摸屏对成品氮气的流量、纯度、压力进行在线监测。

以上只简单介绍 RV-L 流程 PSA 制氮机及其在个别行业里的典型应用, 氮气在各行各业的广泛使用决定了 RV-L 流程 PSA 制氮机的应用领域也是非常之大。瑞气公司正在为中国变压吸附制氮领域技术水平的发展努力着, 迄今为止, 瑞气已有与制氮设备有关的发明、实用新型专利 11 项。相信通过所有致力于变压吸附制氮技术同行的共同努力, 中国 PSA 制氮的制造、应用技术都会有飞速的提高。