

论文编号：E070927017

# 西门子 Oxymat 6 分析仪用于苯乙烯装置尾气氧含量监测

Use OXYMAT 6 Analyzer for Styrene Plant Tail Gas Oxygen Concentration Monitoring

(中国石化齐鲁石化塑料厂仪表车间, 山东淄博 255411) 隋信幸, 刘振香

(西门子(中国)有限公司 A&D SC PA, 上海 200120) 刘晓<sup>1</sup>, 张玉贞

**摘要:** 本文介绍了西门子磁微压式顺磁氧分仪 Oxymat 6 的原理和结构, 及这些特点在齐鲁石化苯乙烯装置尾气安全监测中的成功应用。

**关键词:** 氧分析仪; 顺磁性; 微流量传感器; 安全监测

**Abstract:** Introduce the principle and structure of Siemens Oxymat 6 oxygen analyzer, and its successful application in Qilu Petrochemical Co. for safety monitoring of tail gas in styrene plant.

**Key words:** Oxygen analyzer; Paramagnetism; Micro flow sensor; Safety monitoring

## 1、项目简介

中国石化齐鲁股份有限公司塑料厂的苯乙烯装置属于齐鲁石化乙烯工程的配套项目, 整套装置可分为四个单元: (1) 100#单元---烷基化单元。以乙烯和苯为原料, 以三氯化铝为催化剂, 氯化氢为助催化剂, 在高温下进行均相烷基化反应, 生产乙苯。(2) 200#单元---乙苯精馏单元。将 100#单元生产的烷基化液经精馏塔分离成产品乙苯、循环苯、混合二乙苯及烃化残油。(3) 300#单元---乙苯脱氢单元。将 200#单元的产品乙苯和过热炉产生的蒸汽混合蒸发, 加热到反应温度, 在催化剂的作用下, 脱氢制得苯乙烯。(4) 400#单元---苯乙烯精馏单元。通过精馏系统和薄膜蒸发器将脱氢混合液分离成产品苯乙烯、循环乙苯、苯、甲苯和苯乙烯焦油。

300#单元的高温脱氢反应物经冷却冷凝后, 在分离器中分离成气相、烃相和水相。烃相为脱氢混合液, 被送入贮罐, 水相进入工艺冷凝液汽提系统处理后送往界外。气相为反应尾气, 尾气经冷却、压缩并用残油洗涤后送过热炉作燃料气。此单元的乙苯脱氢反应为吸热反应, 反应所需热量由蒸汽过热炉的过热蒸汽提供。在 300#单元的尾气测量中共采用 3 台西门子 Oxymat 6 氧分仪, 分析结果进行 3 取 2 联锁, 确保装置安全生产。

## 2、系统构成

气体在磁场中受到吸引(顺磁性)或被磁场排斥(逆磁

性)。在众多气体中, 氧具有很强的顺磁性, 该特点被用于分析混合气体中分析氧气的浓度, 此类分析仪统称顺磁原理氧分仪。Oxymat 6 型氧分析仪采用测量顺磁压力变化的方法来测量气体中的氧浓度。

在不均匀磁场中, 氧分子由于其顺磁性, 会朝磁场增强方向移动。当不同氧气浓度的两种气体在同一磁场相遇时, 他们之间就会产生一个压力差。在 Oxymat 6 中, 这两种气体是参比( $N_2$ ,  $O_2$  或者空气)和样气。参比气经过两个参比气通道进入样气室。其中一路参比气在磁场区域和样气相遇。因这两个通道是连通的, 所以与氧浓度成正比的压力差使得两路参比气形成气流。微流量传感器感知该气流并将其转变为电信号。

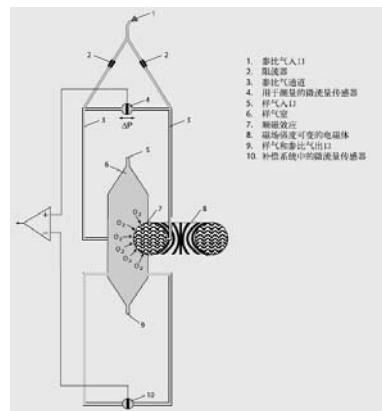


图 1 西门子 Oxymat 6 氧分仪测量原理图

微流量传感器是西门子的专有技术，完全不受传统膜式传感器麦克风效应的干扰。内有两个被加热的镍格栅。这两个镍格栅和两个补充电阻形成惠斯通电桥。变化的气流导致镍格栅的电阻发生变化，使电桥产生偏移。该偏移值大小取决于样气中的氧气浓度。

微流量传感器位于参比气路中，不直接接触样气，所以样气的热导率、比热和样气的内部摩擦对测量结果都不产生任何影响，同时，这也避免了样气对微流量传感器的腐蚀，使得微流量传感器的抗腐性能大大提高。样气室直接安装在样气管路上并且体积很小，使得微流量传感器响应迅速，从而缩短了 Oxymat 6 的响应时间。

由于在测量地点存在振动并可能因此产生测量误差(噪声)，Oxymat 6 额外增加一个微流量传感器来作为振动传感器。该传感器的信号用来对测量结果进行补偿，消除振动等噪声对测量的影响。

在齐鲁石化苯乙烯装置的尾气氧含量监测应用中共采用 3 台 Oxymat 6 氧分析仪，分析结果 3 中取 2 进行联锁控制，确保装置安全。样气经采样、输送，由预处理系统除水、稳压、流量控制等处理。样气预处理系统由开关球阀、压力表、过滤器、水冷器、自动排凝罐、带调节阀的旁路流量计、样气流量计、三通阀等组成。采用手动切换校验方式，设有快速旁通回路。图 2 为整套氧分析系统现场实际安装照片。



图 2 西门子 Oxymat 6 氧分仪用于齐鲁石化苯乙烯装置尾气氧含量监测：全套系统

### 3、系统完成的功能

苯乙烯装置乙苯脱氢后、精馏而获得高纯苯乙烯，苯乙烯经冷却冷凝后在分离器中分离成气相(尾气)、烃相和水相。尾气经冷却、压缩并用残油洗涤后，去过热炉作燃料气。(见图 3)

苯乙烯装置乙苯脱氢尾气的成分复杂(见表 1)，含有大量的可燃气体，且大多超出爆炸下限。出于安全目的，氧的含量必须控制在设定的阈值以下，使气体中可燃成分低于爆

炸下限。否则，达到一定浓度的可燃气体与氧气接触热源就会产生爆炸，威胁装置与人员安全。

Oxymat 6 氧分仪被用于监测尾气中的氧含量，一旦氧含量过高，工艺将启动联锁，防止险情发生。为了确保装置安全，该重要测点采用 3 套氧分析仪独立测量，取其中 2 个测量值参与控制的方法，降低误报与漏报的几率。

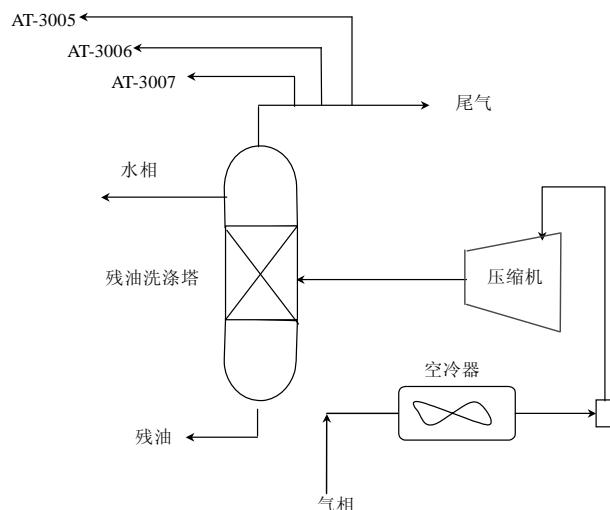


图 3 工艺流程简图

表1 苯乙烯装置乙苯脱氢尾气成分表

样品位号	AT-3201/3202/3203		
样品状态	气态		
采样点温度(℃)	38		
采样点压力 Mpa(G)	0.053		
样品组成	浓度 (Vol%)		
	最小	正常	最大
氧		1mol%	
甲烷		2.67mol%	
一氧化碳		17.31mol%	
苯		12.16mol%	
甲苯		3.83mol%	
乙苯		12.65mol%	
苯乙烯		8.24mol%	
水		12.19mol%	
二甲苯		0.09mol%	
氢		30.86mol%	

现有的顺磁原理氧分析有多种测量形式，如磁微压差式、磁力机械式等。根据苯乙烯装置乙苯脱氢尾气氧含量的特点及要求出发，着重考察、对比各类顺磁氧分仪的特点，最终选择 OXYMAT 6 作为此关键点测量的仪表。

对于苯乙烯装置乙苯脱氢尾气的测量是为了监测混合气体中氧含量变化、确保装置安全。迅速、准确、稳定是氧测量仪表必须达到的最基本要求。同时，从表 1 的样气成分表不难发现尾气的成分复杂、样气含有腐蚀性成分。纵然样气

预处理系统在设计上作了充分考虑，但所选仪表也应具备相应的耐腐蚀、抗杂质设计，以防样气预处理系统一旦不能百分之百发挥作用时，仪表不仅仍然能够迅速、准确、稳定地分析氧浓度，也不会因为腐蚀性成分和杂质的存在干扰测量，甚至给分析仪造成损伤。

OXYMAT 6 为磁微压差式氧分仪，响应时间极为迅速，T90 仅为 1.5 秒，远远优于其余各类氧分仪。T90 短意味着更高的安全保障性，用户有更充裕的时间进行联锁反应。OXYMAT 6 内置了振动测量补偿功能，更能适应现场的实际应用工况，分析仪稳定工作，测量值更为准确。这几方面在此类与装置安全息息相关的应用中是最应得到保证的。

OXYMAT 6 的微流量传感器并不直接接触样气，即使样气带入腐蚀性气体或是杂质，也没有机会污染微流量传感器，不会给测量带来影响，不会对分析仪造成损伤。OXYMAT 6 的测量气室为可清洗式设计，即便测量室被杂质污染了，可直接将测量气室拆卸并在清洁后装回原处，继续使用。这些设计使得 OXYMAT 6 适合苯乙烯装置乙苯脱氢尾气监测的应用。

综合上述几项考虑，最终选用了 OXYMAT 6。

氧分析仪的检测流程是：夹带着水相的尾气经气液分离系统后，分离掉水相，单纯的尾气进入分析仪的检测室进行氧含量检测，测量结果转换成 4-20mA 模拟信号和数字信号，4-20mA 电流信号送到 DCS 进行显示，数字信号直接送入就地盘，当氧含量大于 0.5% 时，系统发出报警，当两台氧分析仪氧含量同时大于 1.0% 联锁停车（三取二联锁），现场的氮气阀门打开，进行吹扫。（检测流程见图 4）

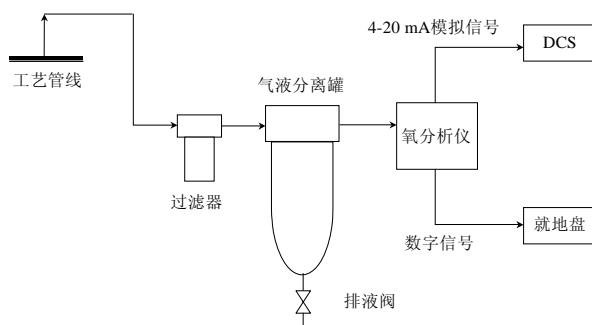


图 4 氧分析仪的测量流程图

#### 4、项目运行

3 套 Oxymat 6 系统于 2003 年投运。使用初期三台氧表均不同程度地发生测量结果波动，对联锁正常投用产生影响。齐鲁石化塑料厂仪表车间分析班组成立专项 QC 小组，从仪表选型、系统设计、人员维护等多个方面进行深入分析，确认 Oxymat 6 的测量原理与特点完全适合此应用，分析仪选型正确，人员巡检、维护及时，造成分析结果波动的原因在于

预处理系统原设计的部分元件效果未完全达到预期目的。针对发现的问题，QC 小组对系统作了如下改动：

1) 改进气液分离器：原设计气液分离器对样品中液体的冷凝效果不能达到最佳，改进后的分离器将冷凝效果达到了最大，气液分离效果非常理想。

2) 测量温度选择：氧分析仪原测量温度 90°C，在此温度下，样品中夹带的少量苯乙烯容易聚合，而仪表本身样品气入口是毛细管，所以很容易堵塞，另一方面仪表内部的样品管线也会由于聚合物的存在而出现堵塞现象。经过实验比对，最终将 Oxymat 6 设定在 82°C 下运行。温度修改后，氧分析仪内部没再出现聚合物堵塞现象。

3) 过滤器改造：原样品气路中过滤器不能直接排液，过滤器积液后，必须把气源断开，拆下过滤器，清理干净后，才能重新安装使用。改造后过滤器新增加一排液阀，过滤器积液后，打开排液阀，积液便可立即排除，无需拆下过滤器。

自预处理系统改造至今分析仪运行情况良好。Oxymat 6 的分析结果准确，响应快速，测量稳定、重复性高，为苯乙烯装置安、稳、长、满、优运行提供了保障。

#### 5、应用体会

西门子 Oxymat 6 氧分仪采用磁微压差测量方式，响应时间远优于其它品牌的同类产品，可迅速测量待测气体中氧的浓度。微流量传感器不接触样气，不受腐蚀性成分与杂质的污损。内置的振动测量补偿功能更适合现场实际工况。

Oxymat 6 测量快速、准确，漂移小，维护量低，结合现场预处理系统的合理设计与维护，是各类石化、化工装置安全联锁监控分析仪的可靠之选。