


中石大HSE公益大讲堂

VOCs系列讲座（1） 石化行业VOCs全过程管控

孙慧

中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心
青岛中石大环境与安全技术中心有限公司
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

 中石大HSE

基本概念不清

- ◆ 什么是VOCs，如何表征如何监测；
- ◆ 什么是挥发性有机液体；
- ◆ 什么是高效密封等。

排放量核算不清

- ◆ 核算方法复杂，核算公式及参数众多；
- ◆ 第二次全国污染源普查首次开展了VOCs的普查工作。

点多面广难以管控

- ◆ 排放源众多；
- ◆ 以无组织排放为主；。

末端治理技术繁多

- ◆ 技术众多，选择盲目；
- ◆ 未出台针对性的可行技术名录。



引言

VOCs污染管控存在的主要问题

- 《重点区域大气污染防治“十二五”规划》（环发〔2012〕130号）；
- 《大气污染防治行动计划》（国发〔2013〕37号）；
- 《石化行业挥发性有机物综合整治方案》（环发〔2014〕177号）
- 《石化行业VOCs污染源排查工作指南》（环办〔2015〕104号）；
- 《石化企业泄漏检测与修复工作指南》（环办〔2015〕104号）
- 《挥发性有机物排污收费试点办法》（财税〔2015〕71号）；
- 《“十三五”挥发性有机物污染防治工作方案》（环大气〔2017〕121号）
- 《打赢蓝天保卫战三年行动计划》（国发〔2018〕22号）
- 《重点行业挥发性有机物综合治理方案》（环大气〔2019〕53号）
- 《石油炼制工业污染物排放标准》（GB31570-2015）；
- 《石油化学工业污染物排放标准》（GB31571-2015）；
- 《合成树脂工业污染物排放标准》（GB31572-2015）；
- 《挥发性有机物无组织排放标准》（GB37822-2019）等。

十三五期间，VOCs排放总量减排30%



中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

中石大HSE

中石大HSE公益大讲堂

引言

VOCs污染管控存在的主要问题



“十四五”期间，初步考虑全国地级及以上城市的PM_{2.5}平均浓度要下降10%，加快补齐O₃污染治理短板，坚定不移地推进NO_x和VOCs协同减排。

第二是关于“十四五”指标目标设置。我们仍然坚持PM_{2.5}和优良天数这两个指标，其中PM_{2.5}是全国所有地级及以上城市，不仅指未达标城市；原来的两个总量指标是二氧化硫和NO_x，现在把二氧化硫换成VOCs。因此是PM_{2.5}、优良天数、NO_x和VOCs四项指标，再加上基本消除重度污染天数，相当于五个指标。



中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司



中石大HSE公益大讲堂

Part 1

VOCs的几个定义

Part 2

石化行业VOCs的产排污特点

Part 3

VOCs全过程管控

Part 4

总结



中国石油大学(华东)安全环保与节能技术中心
青岛欧赛斯环境与安全技术有限公司

 中石大HSE

中石大HSE公益大讲堂

Part 1.1 什么是VOCs？

挥发性有机物
volatile organic compounds

我国VOCs定义列表

名称	类型	要素	豁免物质	管控目标	发布时间
中国香港		引用美国国家定义			2000.3
中国天津	挥发性	20°C，蒸汽压≥10Pa；或者特定适用条件下具有相应挥发性的	甲烷	改善环境空气质量、保障人体健康	2014.7.31
上海市《生物制药行业污染物排放标准》	挥发性	20°C，饱和蒸汽压≥0.1mmHg；或熔点低于室温而沸点≤260°C	甲烷及大于挥发性限值的有机物	/	2010.7.10
广东省行业标准	挥发性	1atm，沸点≤250°C	甲烷及大于挥发性限值的有机物	改善区域大气环境质量	2010



Part 1.1 什么是VOCs？

美国、欧盟VOCs国家定义列表

名称	类型	要素	豁免物质	管控目标	发布时间
美国EPA定义 (联邦法典)	反应性	参与大气光化学 反应	60多种(类)微 反应活性化合物	与臭氧生 成相关	1992.2.3*
欧盟国家排放 量限令	反应性	参与大气光化 学反应	甲烷	与臭氧生 成相关	2001.11.27
欧盟环境空气 质量及清洁空 气指令	反应性	参与大气光化 学反应		与臭氧生 成相关	2008.6.11

1

欧美国家定义均采用**光化学定义**，管控的目标一致——控制环境空气中以臭氧为代表物的光化学氧化剂。

2

豁免物质不同：欧盟仅仅豁免甲烷，而美国以乙烷为基准，豁免了60多种(类)的微反应活性物质。



Part 1.1 什么是VOCs？

《石油炼制工业
污染物排放标准》
GB31570-2015

- 参与大气光化学反应的有机化合物。
- 或者根据规定的方法测量或核算确定的有机化合物。

《挥发性有机物无组
织排放标准》
GB37822-2019

- 参与大气光化学反应的有机化合物。
- 或者根据有关规定确定的有机化合物。

在表征VOCs总体排放情况时，根据行业特征和环境管理要求，可采用总挥发性有机物（以TVOC表示）、非甲烷总烃（以NMHC表示）作为污染物控制项目。



Part 1.2 什么是挥发性有机液体？

《石油炼制工业
污染物排放标准》
GB31570-2015

任何能向大气释放挥发性有机物的符合以下条件之一的有机液体：

- (1) 20°C时，挥发性有机液体的真实蒸气压大于0.3 kPa；
- (2) 20°C时，混合物中，真实蒸气压大于0.3 kPa的纯有机化合物的总浓度等于或者高于20%（重量比）。

《挥发性有机物无组
织排放标准》
GB37822-2019

任何能向大气释放VOCs的符合下列条件之一的有机液体：

- (1) 真实蒸气压大于等于0.3kPa的单一组分有机液体；
- (2) 混合物中，真实蒸气压大于等于0.3kPa的组分总质量占比大于等于20%的有机液体。



Part 1 VOCs的几个定义

Part 2 石化行业VOCs的产排污特点

Part 3 VOCs全过程管控

Part 4 总结

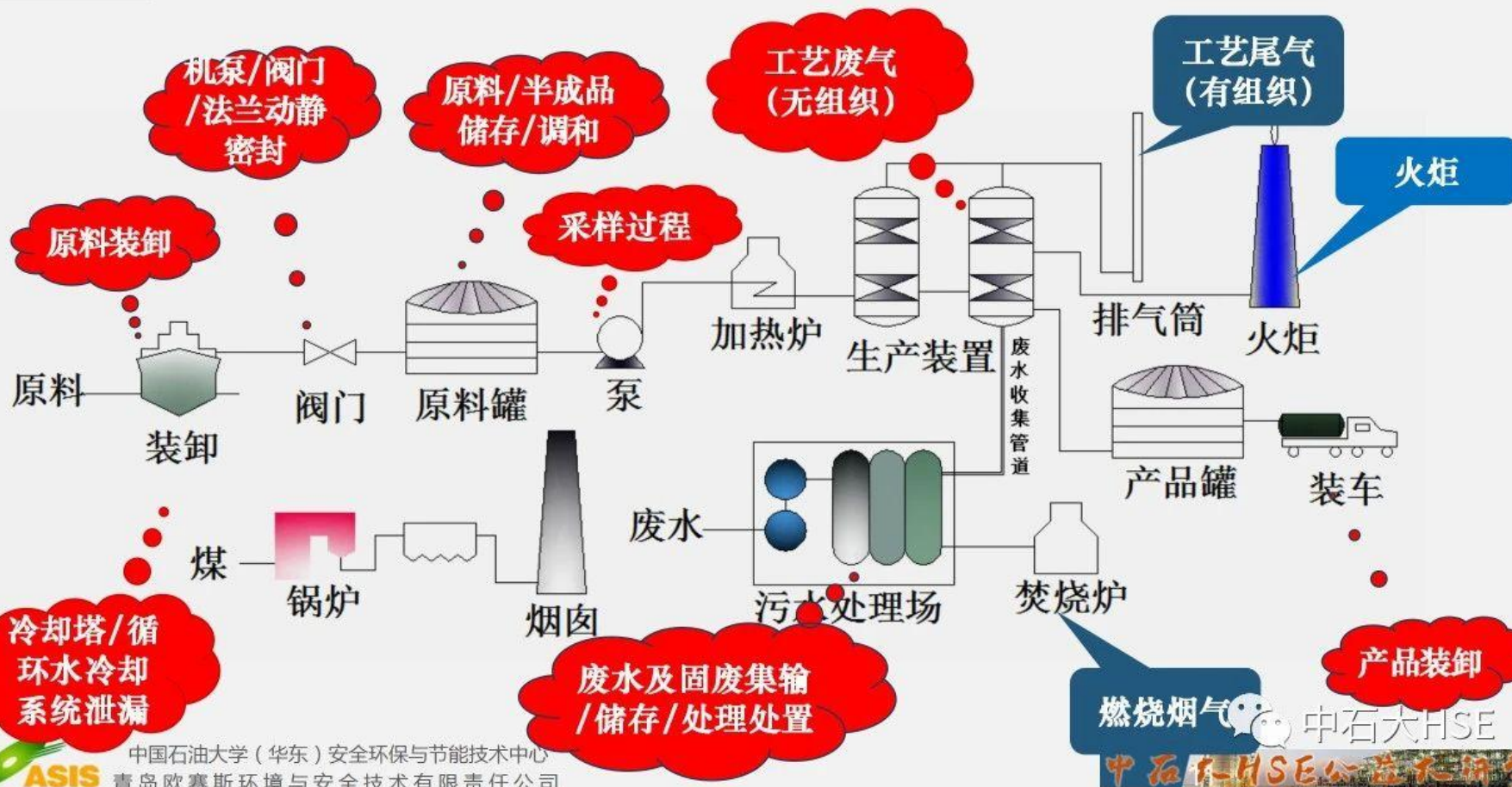


中国石油大学(华东)安全环保与节能技术中心
青岛欧赛斯环境与安全技术有限公司



Part 2

石化行业VOCs的产排污特点



Part 2.1 污染源众多且以无组织排放为主

有组织排放

工艺有组织排放（如重整装置再生排气）

燃烧烟气排放（锅炉、加热炉等）

火炬排放

无组织排放

工艺无组织排放（如焦化装置切焦过程）

设备动静密封点泄漏

有机液体储存调和损耗

有机液体装载过程损耗

废水集输、储存和处理过程散逸

采样过程排放

冷却水和循环水冷却系统释放

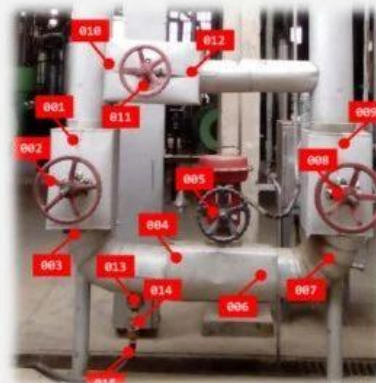
非正常工况（开停工及检维修过程）排放

事故排放

固体物料堆放和装卸释放



青岛欧赛斯环境与安全技术有限公司



石化行业VOCs产排污节点几万到上百万不等。

中石大HSE

中石大HSE公益大讲堂

Part 2.2 污染物种类繁多，难以准确定量监测与分析

序号	CAS	代号	HAPS	中文
1	775-14-8	LIM O	否	(+/-)-苈烯
2	135-98-8		否	(1-甲基丙基)苯
3	54105-77-0		否	(2-甲基丁基)环己烷
4	538-93-2		否	(2-甲基丙基)苯; 异丁基苯
...
1489	689-97-4		否	乙烯基乙炔
1490	2768-02-7		否	乙烯基三甲氧基硅烷
1491		VMS	否	挥发性甲基硅氧烷
.....

排放量前十大物质		OFP前十大物质	
VOCs物质种类	排放量(万吨)	VOCs物质种类	OFP(万吨)
苯乙烯	197	间对二甲苯	1130
甲苯	185	乙烯	1082
间对二甲苯	145	甲醛	747
苯	141	甲苯	743
乙烯	120	丙烯	702
正己烷	107	乙醛	451
乙烷	99	邻二甲苯	366
乙苯	95	苯乙烯	341
丙酮	92	1,3-丁二烯	329
甲醛	79	1,2,4-三甲基苯	328

在表征VOCs总体排放情况时，根据行业特征和环境管理要求，可采用**总挥发性有机物（以TVOC表示）、非甲烷总烃（以NMHC表示）**作为污染物控制项目。



Part 2.4

VOCs是资源、是能源，目前更多被视为废物、污染物



北京市人民政府
The People's Government of Beijing Municipality

政务公开 > 政策公开 > 规范性文件 > 市级

[主题分类] ---- [发文机构] 北京市环境保护局
[实施日期] ---- [成文日期] 2015-11-26
[发文字号] 京环发〔2015〕33号 [废止日期] ----
[发布日期] 2016-01-05 [有效性] 有效

北京市环境保护局关于印发《挥发性有机物排污费征收细则》的通知

三、收费标准

基本收费标准为20元/公斤。为进一步鼓励排污单位积极开展VOCs污染深度治理，根据排污单位VOCs污染控制措施情况，实行阶梯式差别化收费标准：

- 1.环保“领跑者”减半。以VOCs污染防治为重点开展清洁生产审核并通过评估、排放浓度低于本市排放限值的50%(含50%)，且当月未因污染环境受到环保部门处罚的，收费标准为10元/公斤。
- 2.环保违法者加倍。存在未安装废气治理设施、废气治理设施运行不正常、VOCs排放超过本市标准等环境污染行为的，收费标准为40元/公斤。
- 3.其他情况执行基本收费标准20元/公斤。

以VOCs年排放量5000t的炼化一体化企业为例，采用基本收费标准20元/公斤，年征收VOCs排污费1亿元。

- ❑ 浪费资源
- ❑ 浪费能源
- ❑ 高额的治理费
- ❑ 高额的环保税（未来可能）



中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

中石大HSE

中石大HSE公益大讲堂

Part 1

VOCs相关的几个定义

Part 2

石化行业VOCs排放特点

Part 3

VOCs全过程管控

- 设备与管线组件
- 挥发性有机液体储罐
- 挥发性有机液体装载

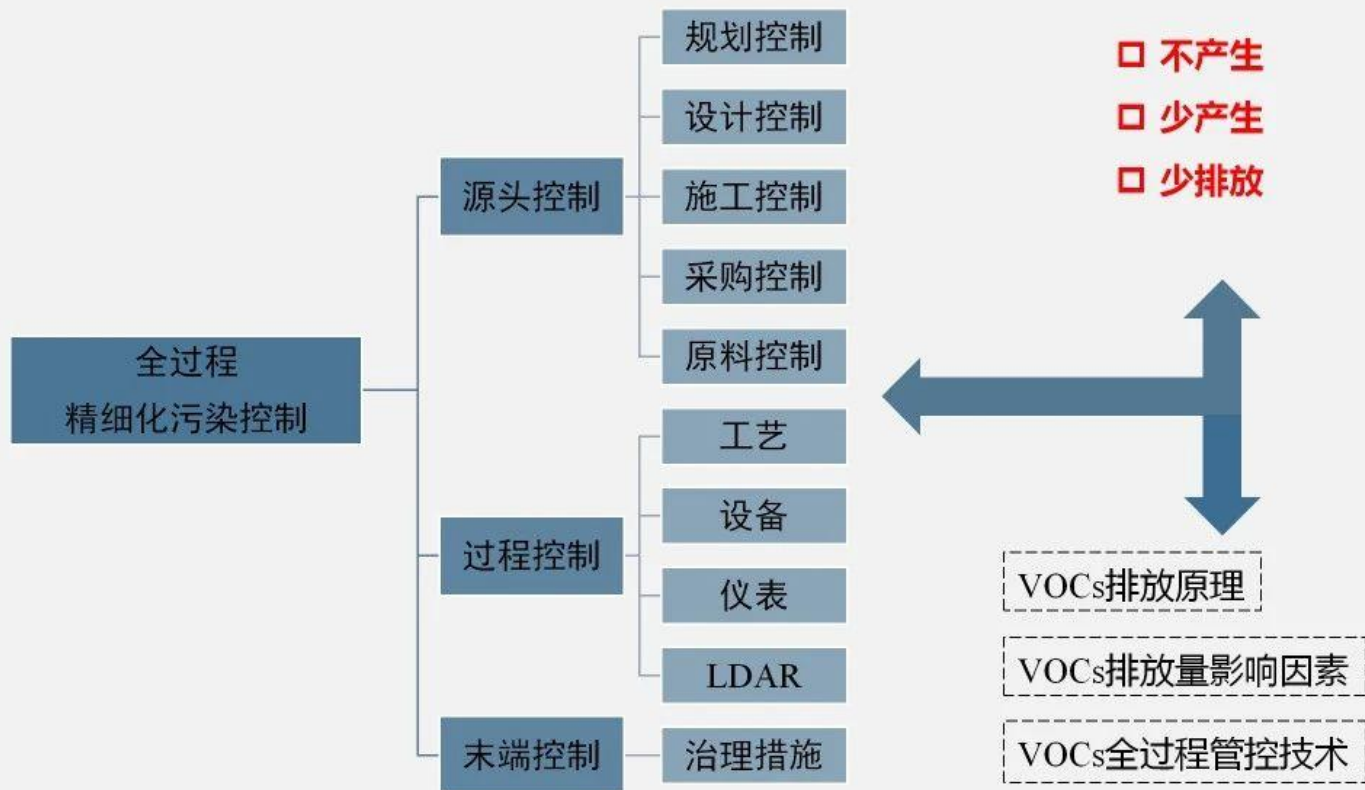
Part 4

总结



Part 3

VOCs全过程管控



Part 3.1 设备与管线组件泄漏VOCs全过程管控措施

3.1.1 VOCs排放原理

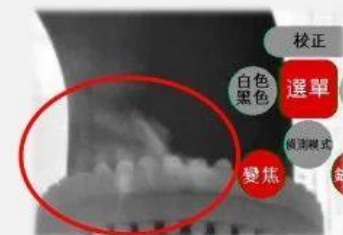
设备密封点泄漏是一种遍布在石化、化工企业整个生产区域的小型排放源，是指各种设备组件和连接处工艺介质泄漏进入大气的过程。

静密封

- 阀门
- 泄压设备
- 采样连接系统
- 开口管线
- 法兰
- 连接件

动密封

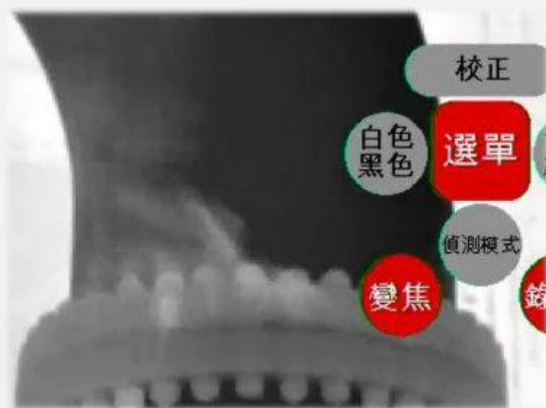
- 机泵
- 压缩机
- 搅拌器



Part 3.1

设备与管线组件泄漏VOCs全过程管控措施

3.1.2 VOCs排放影响因素



组件内流经的有机物料性质

组件的操作条件

设备与管线组件选型

设备与管线组件安装

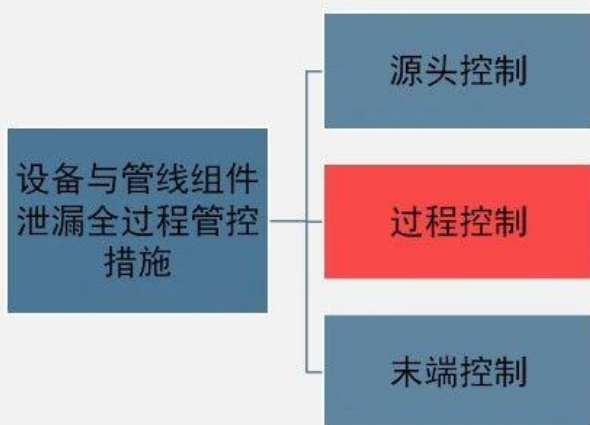
定期检维修



Part 3.1 设备与管线组件泄漏VOCs全过程管控措施

规定动作：泄漏检测与修复（LDAR）

3.1.3 设备与管线组件全过程管控措施



《石油炼制工业污染物排放标准》（GB31570-2015）

- a) 泵、压缩机、阀门、开口阀或开口管线、气体/蒸气泄压设备、取样连接系统每3个月检测一次。
- b) 法兰及其他连接件、其它密封设备每6个月检测一次。。



Part 3.1 设备与管线组件泄漏全过程管控措施

LDAR——过程控制措施



某企业年检测100万点任务计，500点/(人·天)；需10人工作200天。



中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

中石大HSE

中石大HSE公益大讲堂

Part 3.1 设备与管线组件泄漏VOCs全过程管控措施

LDAR——过程控制措施

LDAR实施情况

以某炼油企业为例：

该企业涉及VOCs的设备与管线组件总数约50万点，年检测点数约100万点，泄漏率按0.1%计，年漏点总数约1000个，泄漏修复减排量约150t/a，单点检测费用按3元计，VOCs减排费用为2万元/吨（即20元/kg）。

- 工作量大
- 成本高
- 投入产出已不成比例



2021年5月20日 17:35

忘管啊，VOCs检测头疼死了，看不见的泄漏都得处理，盘根紧的阀都开不了了，专家给指导下！

设备	泄漏定义浓度值 ($\mu\text{mol/mol}$)
有机气体或轻液体流经的设备管线	2000
其它物料的流经的设备管线	500

c) 现场随机抽查，在检测不超过100个密封点的情况下，发现有2个以上（不含）不在修复期内的密封点出现可见泄漏现象或超过泄漏认定浓度的。



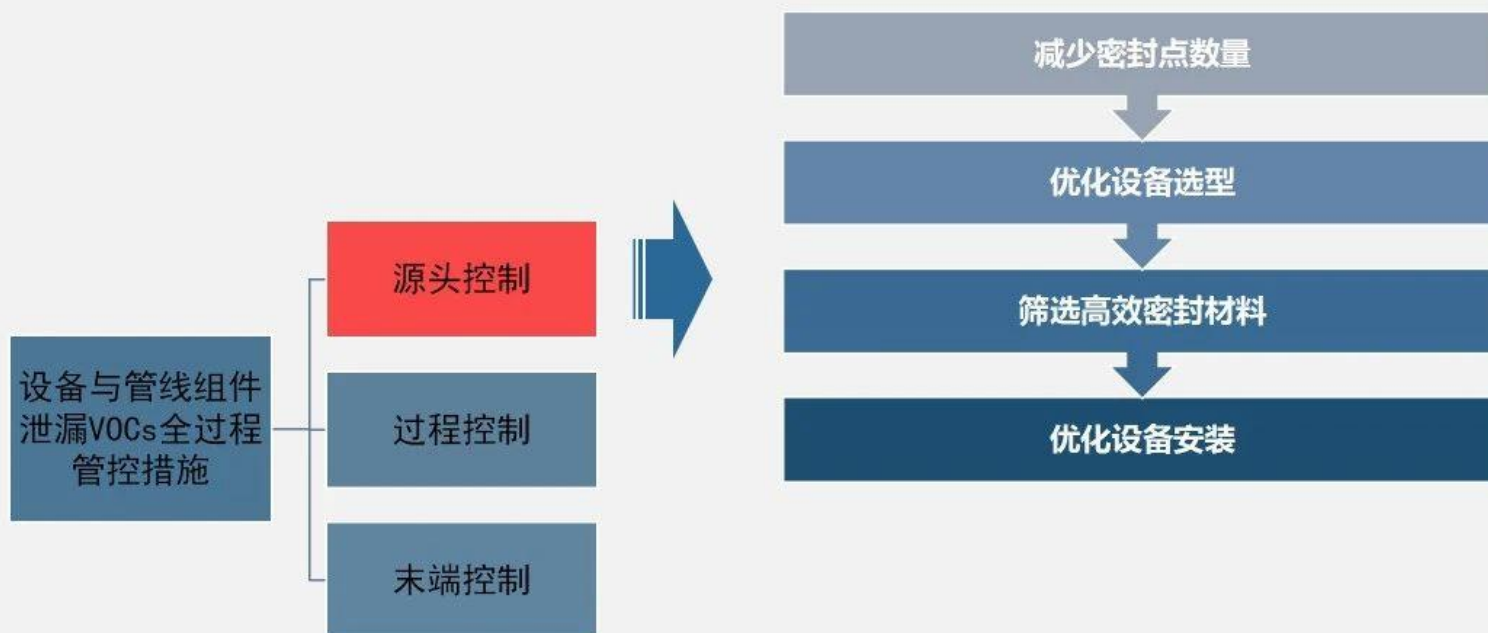
中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

中石大HSE

中石大HSE公益大讲堂

Part 3.1

设备与管线组件泄漏VOCs全过程管控措施



Part 3.1 设备与管线组件泄漏VOCs全过程管控措施

源头控制（二）：优化设备选型



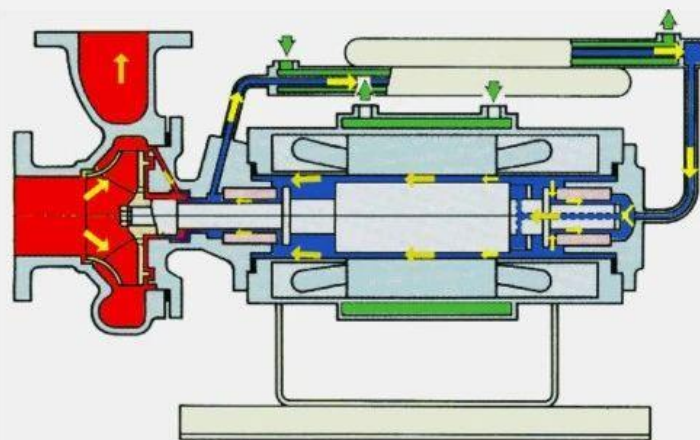
泵—屏蔽



压缩机密封



相较于静密封点而言，动密封点由于长周期处于转动状态，更容易发生VOCs泄漏，对易泄漏设备采用密闭性更好的屏蔽泵等可有效减少VOCs排放。



Part 3.1 设备与管线组件泄漏VOCs全过程管控措施

源头控制（三）：筛选高效密封材料

在LDAR工作的基础上，不断发现企业漏点并开展修复，在密封点检维修过程中，通过对操作参数（介质种类、温度、压力等）、密封材质及其性质（耐高温性、耐压性、厚度、宽度等）进行记录，对泄漏原因进行深度分析，淘汰其中易泄漏密封件，筛选高效密封材料。



密封点编码	标记名	物料	密封点类型	组件子类	物料状态	温度	压力(Mpa)	公称直径	保温	不可及	不可及原因	定位设备	设备编号	方位	距离	工艺描述	
XXCJY001010001	001	原油	法兰	法兰	重涂	122	1.4	25	是	否		电教盐二	一级电阀	V1001A	东	1	V1001A罐入口阀
XXCJY001010001	002	原油	阀门	闸阀	重涂	122	1.4	350	否	否		电教盐二	一级电阀	V1001A	东	1	V1001A罐入口阀
XXCJY001010001	003	原油	法兰	法兰	重涂	122	1.4	350	是	否		电教盐二	一级电阀	V1001A	东	1	V1001A罐入口阀
XXCJY001010001	004	原油	法兰	法兰	重涂	122	1.4	350	是	否		电教盐二	一级电阀	V1001A	东	1	V1001A罐入口阀
XXCJY001010001	005	原油	阀门	闸阀	重涂	122	1.4	25	否	否		电教盐二	一级电阀	V1001A	东	1	V1001A罐入口阀
XXCJY001010001	006	原油	开口管线	开口管线	重涂	122	1.4	25	否	否		电教盐二	一级电阀	V1001A	东	1	V1001A罐入口阀
XXCJY001010002	001	原油	法兰	法兰	重涂	122	1.4	400	是	否		电教盐二	一级电阀	V1001A	东	1	V1001A罐混合阀
XXCJY001010002	002	原油	阀门	闸阀	重涂	122	1.4	400	否	否		电教盐二	一级电阀	V1001A	东	1	V1001A罐混合阀
XXCJY001010002	003	原油	法兰	法兰	重涂	122	1.4	400	是	否		电教盐二	一级电阀	V1001A	东	1	V1001A罐混合阀
XXCJY001010002	004	原油	法兰	法兰	重涂	122	1.4	400	是	否		电教盐二	一级电阀	V1001A	东	1	V1001A罐混合阀
XXCJY001010002	005	原油	法兰	法兰	重涂	122	1.4	400	是	否		电教盐二	一级电阀	V1001A	东	1	V1001A罐混合阀
XXCJY001010002	006	原油	阀门	闸阀	重涂	122	1.4	15	否	否		电教盐二	一级电阀	V1001A	东	1	V1001A罐混合阀
XXCJY001010002	007	原油	连接件	丝扣连接	重涂	122	1.4	15	否	否		电教盐二	一级电阀	V1001A	东	1	V1001A罐混合阀
XXCJY001010002	008	原油	法兰	法兰	重涂	122	1.4	20	否	否		电教盐二	一级电阀	V1001A	东	1	V1001A罐混合阀
XXCJY001010002	009	原油	阀门	闸阀	重涂	122	1.4	20	否	否		电教盐二	一级电阀	V1001A	东	1	V1001A罐混合阀
XXCJY001010002	010	原油	开口管线	开口管线	重涂	122	1.4	20	否	否		电教盐二	一级电阀	V1001A	东	1	V1001A罐混合阀
XXCJY001010002	011	原油	法兰	法兰	重涂	122	1.4	300	否	否		电教盐二	一级电阀	V1001A	东	1	V1001A罐混合阀
XXCJY001010002	012	原油	阀门	闸阀	重涂	122	1.4	300	否	否		电教盐二	一级电阀	V1001A	东	1	V1001A罐混合阀
XXCJY001010002	013	原油	法兰	法兰	重涂	122	1.4	300	否	否		电教盐二	一级电阀	V1001A	东	1	V1001A罐混合阀
XXCJY001010003	001	原油	法兰	法兰	重涂	122	1.4	150	是	否		电教盐二	一级电阀	V1001A	东	1	V1001A罐混合阀
XXCJY001010003	002	原油	阀门	闸阀	重涂	122	1.4	150	否	否		电教盐二	一级电阀	V1001A	东	1	V1001A罐混合阀



中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心
青岛欧赛斯环境与安全技术有限公司

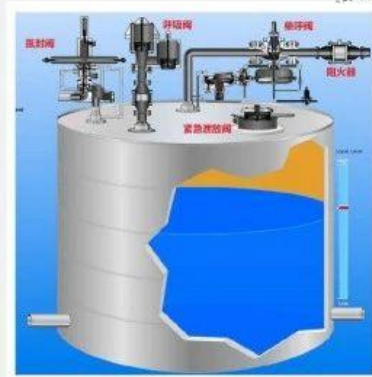
中石大HSE

中石大HSE公益大讲堂

Part 3.2 挥发性有机液体储罐VOCs全过程管控措施

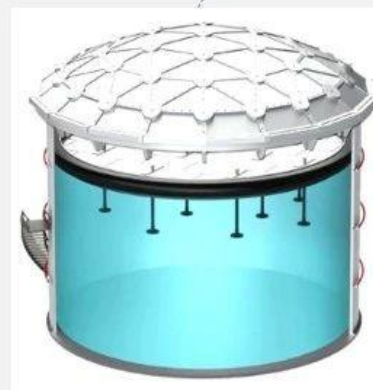
3.2.1 储罐VOCs排放原理

有机液体储存调和过程中的VOCs排放是石化行业无组织排放源的重要组成部分，我国平均每年约有千万吨级的VOCs从各种有机液体储罐排放到大气中，对大气环境人体健康都带来极大危害。



静置损失
工作损失

挂壁损失
边缘密封损失
复盘附件损失
盘缝损失

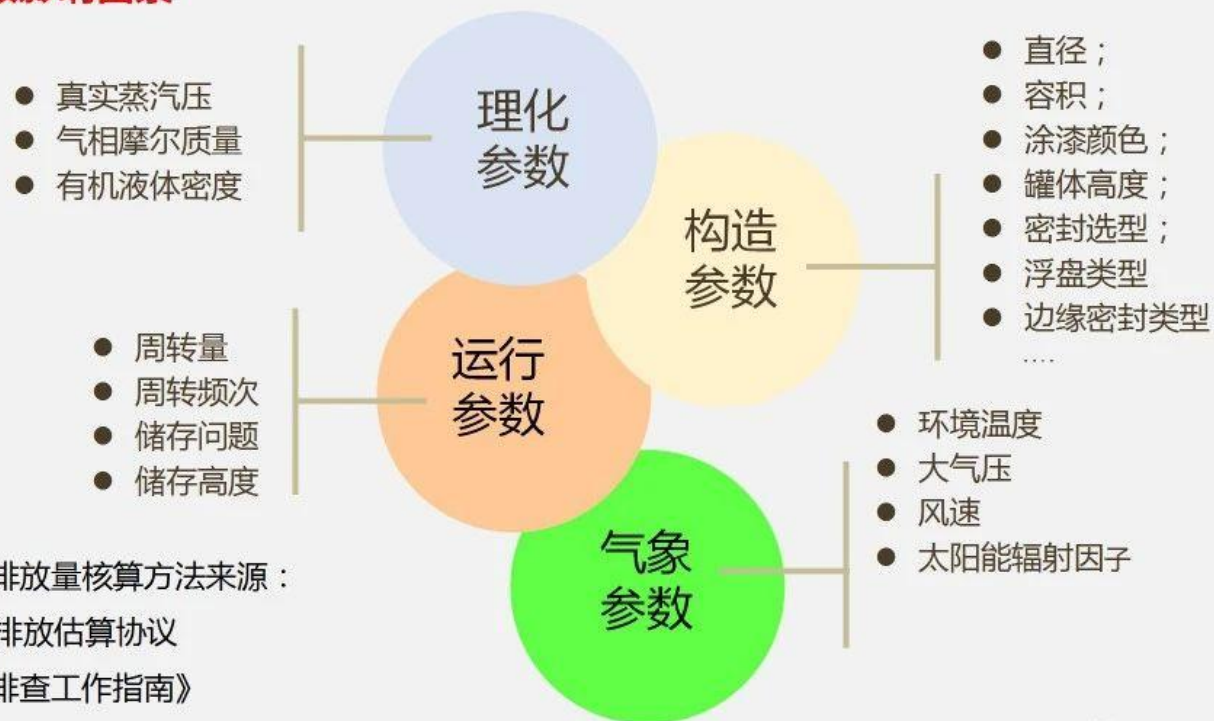


挂壁损失
边缘密封损失
复盘附件损失



Part 3.2 挥发性有机液体储罐VOCs全过程管控措施

3.2.2 储罐VOCs排放影响因素



挥发性有机液体储罐VOCs排放量核算方法来源：

- ◆ AP-42手册，美国炼油厂排放估算协议
- ◆ 《石化行业VOCs污染源排查工作指南》



中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心
青岛欧赛斯环境与安全技术有限公司

中石大HSE

中石化-HSE公益大讲堂

Part 3.2 挥发性有机液体储罐VOCs全过程管控措施

3.2.2 储罐VOCs排放影响因素

理化参数

蒸气压为最主要影响因素

?

问题1：控制油品蒸气压
可有效减少VOCs排放，
如何降低蒸气压？



Part 3.2 挥发性有机液体储罐VOCs全过程管控措施

3.2.2 储罐VOCs排放影响因素

构造参数

储存物料	容积(m ³)	储存温度(°C)	周转量(t/y)	拱顶罐 (t/y)	内浮顶 (t/y)
汽油	5000	30	60000	443	48
航煤	5000	30	60000	96	11
柴油	5000	30	60000	18	4

- 储罐的罐型是影响储存过程VOCs排放最主要的因素之一。
- 固定顶罐的排放量是内浮顶罐的**几倍~几十倍**。
- 压力罐几乎不产生VOCs损耗。

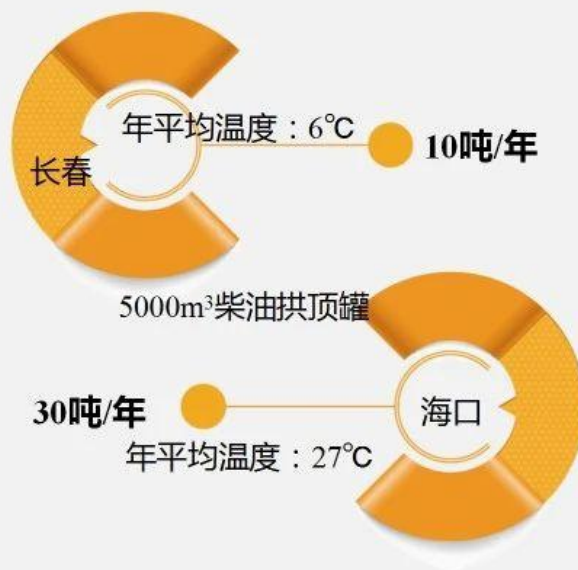
黑色涂漆储罐比白色涂漆储罐小呼吸排放量高出约83%



Part 3.2 挥发性有机液体储罐VOCs全过程管控措施

3.2.2 储罐VOCs排放影响因素

气象参数



问题4：在高温天夏天等如何减少VOCs排放？

5000m³汽油内浮顶储罐

储罐所在地：昆明

年平均大气压：

80.8kPa

VOCs排放量：73吨/年

储罐所在地：青岛

年平均大气压：

99.7kPa

VOCs排放量：42吨/年



3.2.3 全过程管控措施

挥发性有机液体
储罐VOCs全过程
管控措施

源头控制

过程控制

末端控制



5.2 挥发性有机液体储罐污染控制要求

5.2.1 新建企业自2015年7月1日起, 现有企业自2017年7月1日起, 执行下列挥发性有机液体储罐污染控制要求。 **源头控制**

5.2.2 储存真实蒸气压 ≥ 76.6 kPa 的挥发性有机液体应采用压力储罐。

5.2.3 储存真实蒸气压 ≥ 5.2 kPa 但 < 27.6 kPa 的设计容积 ≥ 150 m³ 的挥发性有机液体储罐, 以及储存真实蒸气压 ≥ 27.6 kPa 但 < 76.6 kPa 的设计容积 ≥ 75 m³ 的挥发性有机液体储罐应符合下列规定之一: **源头控制**

a) 采用内浮顶罐: 内浮顶罐的浮盘与罐壁之间应采用液体镶嵌式、机械式鞋形、双封式等高效密封方式。

b) 采用外浮顶罐: 外浮顶罐的浮盘与罐壁之间应采用双封式密封, 且初级密封采用液体镶嵌式、机械式鞋形等高效密封方式。

c) 采用固定顶罐, 应安装密闭排气系统至有机废气回收或处理装置, 其大气污染物排放应符合表3、表4的规定。 **末端控制**

5.2.4 浮顶罐浮盘上的开口、缝隙密封设施, 以及浮盘与罐壁之间的密封设施在工作状态应密闭。若检测到密封设施不能密闭, 在不关闭工艺单元的条件下, 在15日内进行维修技术上不可行, 则可以延迟维修, 但不应晚于最近一个停工期。

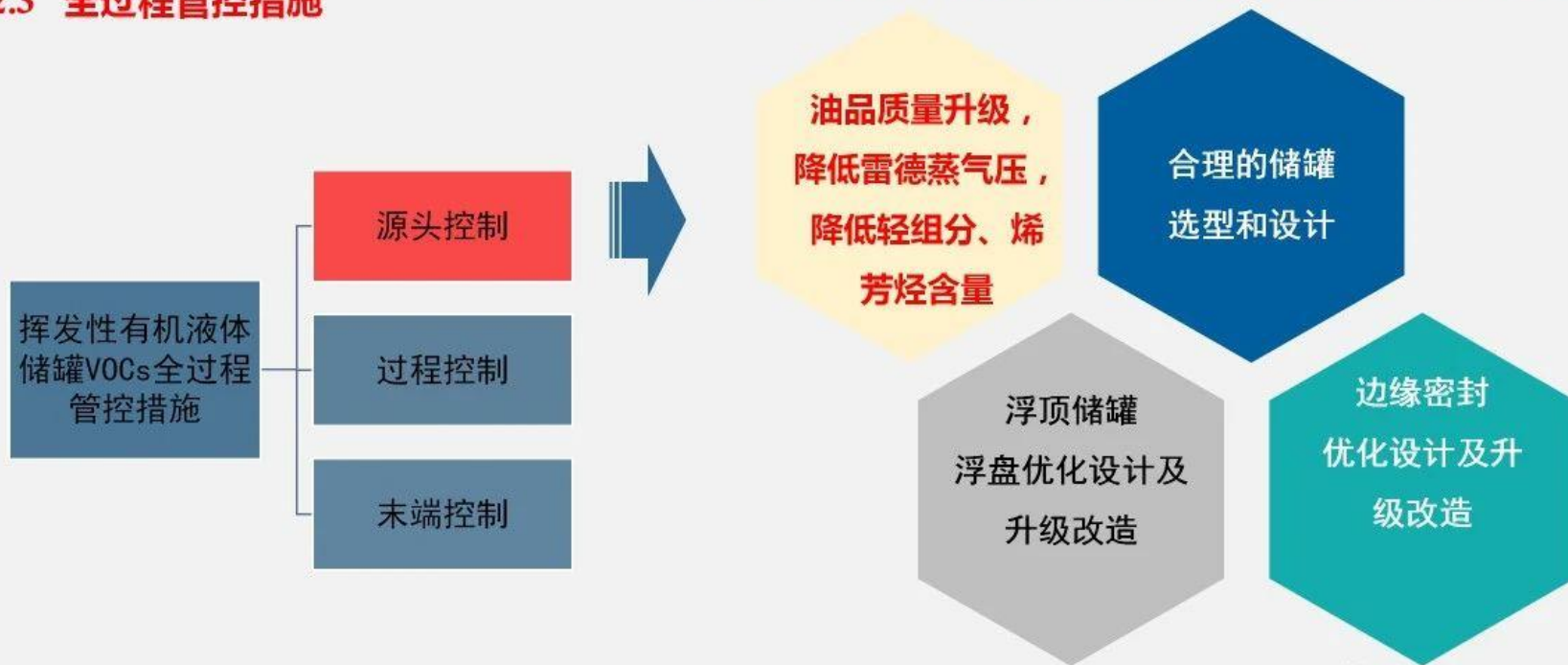
5.2.5 对浮盘的检查至少每6个月进行一次, 每次检查应记录浮盘密封设施的状态, 记录应保存1年以上。 **过程控制**



Part 3.2 挥发性有机液体储罐VOCs全过程管控措施

3.2.3 全过程管控措施

从设计、设备、工艺技术层面进行优化，达到源头减排VOCs。



Part 3.2

挥发性有机液体储罐VOCs全过程管控措施

源头控制

合理的储罐选型和设计

两个必须：

1. 真实蒸气压 $\geq 76.6\text{kPa}$, 必须采用压力罐
2. 苯、甲苯、二甲苯等储罐, 必须在内浮顶储罐的基础上设置油气回收设施。

序号	介质	适用罐型	常见储存温度
1	原油	内浮顶罐、外浮顶罐	常温
2	汽油	内浮顶罐、外浮顶罐	常温
3	航空汽油	内浮顶罐、外浮顶罐	常温
4	轻石脑油	内浮顶罐、外浮顶罐	常温
5	重石脑油	内浮顶罐、外浮顶罐	常温
6	航空煤油	内浮顶罐、外浮顶罐	常温
7	柴油	固定顶罐、内浮顶罐、外浮顶罐	常温
8	烷基化油	内浮顶罐	常温
9	抽余油	内浮顶罐	常温
10	蜡油	固定顶罐	常温
11	渣油	固定顶罐	常温
12	污油	固定顶罐、内浮顶罐	常温

序号	介质	适用罐型	常见储存温度
13	燃料油	固定顶罐	常温
14	正己烷	内浮顶罐	常温
15	正庚烷	固定顶罐、内浮顶罐	常温
16	正壬烷	固定顶罐	常温
17	正癸烷	固定顶罐	常温
18	甲基叔丁基醚 (MTBE)	内浮顶罐	常温
19	丙酮	内浮顶罐	常温
20	苯	内浮顶罐	常温
21	甲苯	内浮顶罐	常温
22	甲酸甲酯	压力罐	常温
23	间二甲苯	内浮顶罐	常温
24	邻二甲苯	内浮顶罐	常温
25	对二甲苯	内浮顶罐	常温
26	乙醇	内浮顶罐	常温
27	甲醇	内浮顶罐	常温
28	正丁醇	固定顶罐、内浮顶罐	常温
29	环己醇	固定顶罐、内浮顶罐	必须高于 25.9℃
30	乙二醇	固定顶罐	常温
31	丙三醇	固定顶罐	必须高于 20℃



中国石油大学(华东)安全环保与节能技术中心
青岛欧赛斯环境与安全技术有限公司

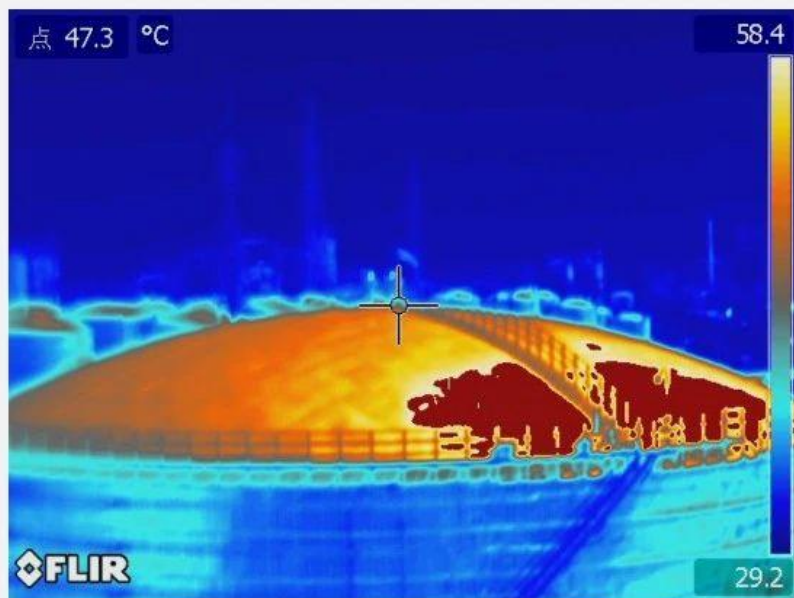


Part 3.2

挥发性有机液体储罐VOCs全过程管控措施

过程控制

储罐定期巡检



某储罐红外摄像图



红外仪



FID



量化管理



日常维护



中国石油大学(华东)安全环保与节能技术中心
青岛欧赛斯环境与安全技术有限公司

中石大HSE

中石大HSE公益大讲堂

Part 3.2

挥发性有机液体储罐VOCs全过程管控措施

过程控制

提升人员环保意识

泄漏检测浓度 $\geq 2000\mu\text{mol/mol}$



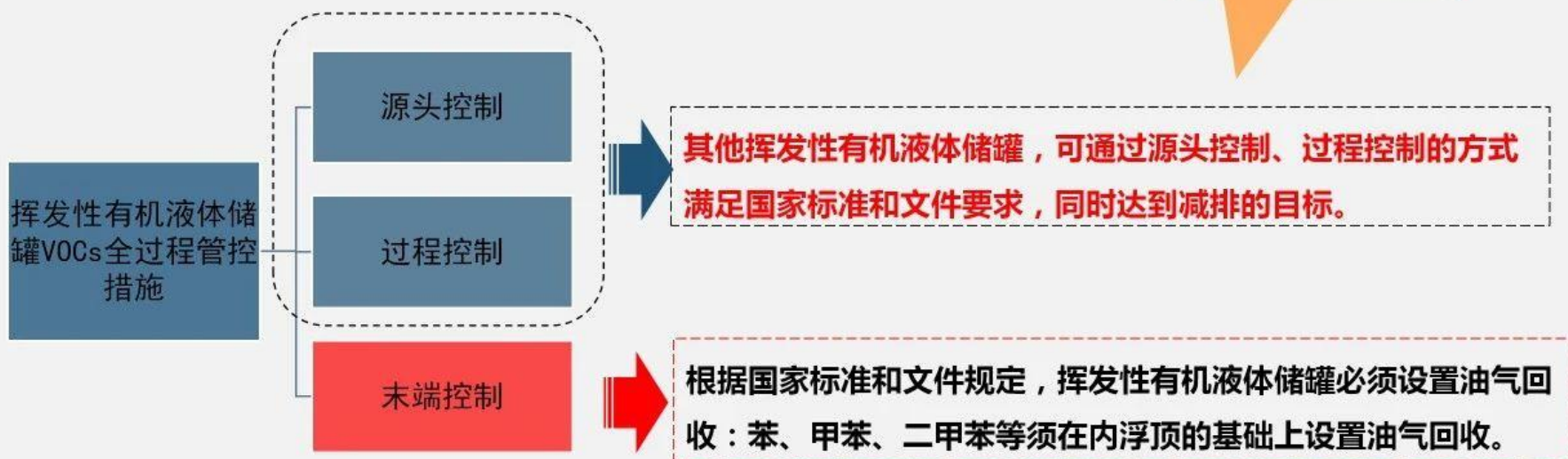
中国石油大学(华东)安全环保与节能技术中心
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

中石大HSE

中石大HSE公益大讲堂

Part 3.2 挥发性有机液体储罐VOCs全过程管控措施

末端控制

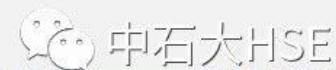


Part 3.2 挥发性有机液体储罐VOCs全过程管控措施

末端控制



中国石油大学(华东)安全环保与节能技术中心
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司



Part 3.2

挥发性有机液体储罐VOCs全过程管控措施

末端控制



几个问题

- 是否符合安全要求？
- 是否有足够的安装空间？
- 是否存在安全隐患？
- 是否能够稳定运行？
- 是否定期更换活性炭、蓄热体等？
- 是否需要设置在线并联网？
- 在线系统的运维是否到位？
- 末端治理设施故障时如何处理？
-

几个思考

- 浪费了资源？
- 消耗了能源？
- 与绿色企业相矛盾？
- 与安全生产有冲突？
- 与碳减排、碳中和不协同？
- VOCs真正减排了多少？
“三率”实际是多少？



Part 3.2

挥发性有机液体储罐VOCs全过程管控措施

末端控制

国家标准规范中，只管控效率，不管控浓度，一般地区95%，重点地区97%。



去除效率= (进口浓度 mg/m^3 x 风量 m^3/h - 出口浓度 mg/m^3 x 风量 m^3/h) / 进口浓度 mg/m^3 x 风量 m^3/h 。

或 去除效率= (进口排放速率 kg/h - 出口排放速率 kg/h) / 进口排放速率 kg/h



中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心
青岛欧赛斯环境与安全技术有限公司

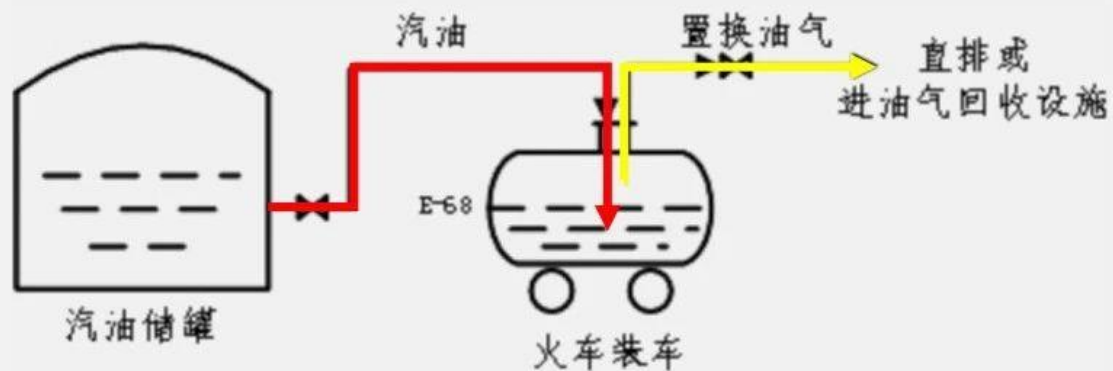
中石大HSE

中石大HSE公益大讲堂

Part 3.3 挥发性有机液体装载VOCs全过程管控措施

3.3.1 装载VOCs排放原理

装载排放是指在装载物料过程中，汽车、火车和轮船内的气相空间被装载物料置换时所产生的排放。装载操作过程排放的挥发性有机物（VOCs）是石化企业VOCs排放源的重要组成部分。。



油品自储罐装入罐车时，罐车内气相空间被油品置换产生VOCs排放。



Part 3.3 挥发性有机液体装载VOCs全过程管控措施

3.3.2 装载VOCs排放影响因素



参考挥发性有机液体储罐部分



中国石油大学(华东)安全环保与节能技术中心
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

中石大HSE

中石大HSE公益大讲堂

Part 3.3 挥发性有机液体装载VOCs全过程管控措施

3.3.2 装载VOCs排放影响因素

蒸气压对VOCs排放量的影响

装卸物料	装卸方式	装载温度 °C	雷德蒸汽压 Kpa	真实蒸汽压 Kpa	年周转量 万 t/a	VOCs排放量 (吨/年)
汽油	底部	20	85	52	10	151
汽油	底部	20	65	39	10	113
汽油	底部	20	45	26	10	75

理化参数

装载温度对VOCs排放量的影响

装卸物料	装卸方式	雷德蒸汽压 Kpa	装载温度 °C	真实蒸汽压 Kpa	年周转量 万t/a	VOCs排放量 t/a
汽油	底部	85	30	72	10	201
汽油	底部	85	20	52	10	151
汽油	底部	85	10	37	10	112

操作参数



Part 3.3

挥发性有机液体装载VOCs全过程管控措施

3.3.2 装载VOCs排放影响因素

装载方式

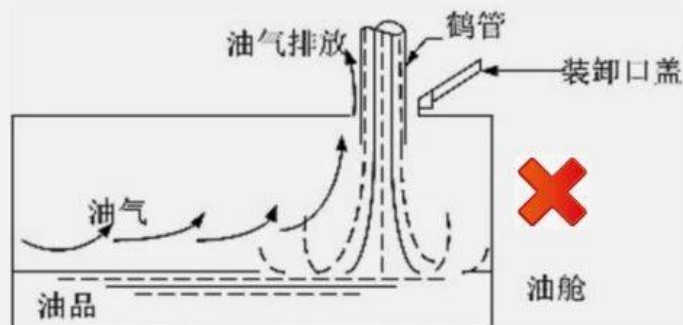


喷溅式装载的VOCs损耗量约是液下装载的1.45倍以上。

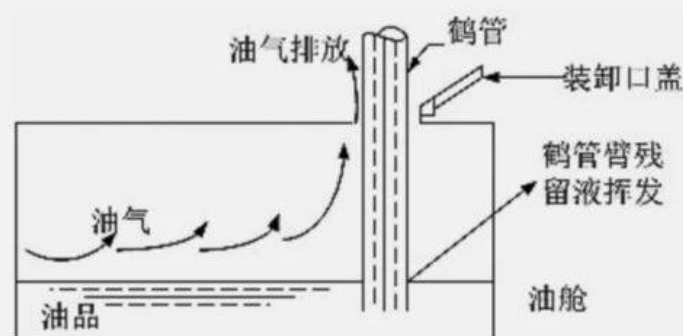
新标准规范：严禁喷溅式装车。



中国石油大学(华东)安全环保与节能技术中心
青岛欧赛斯环境与安全技术有限公司



喷溅式装载



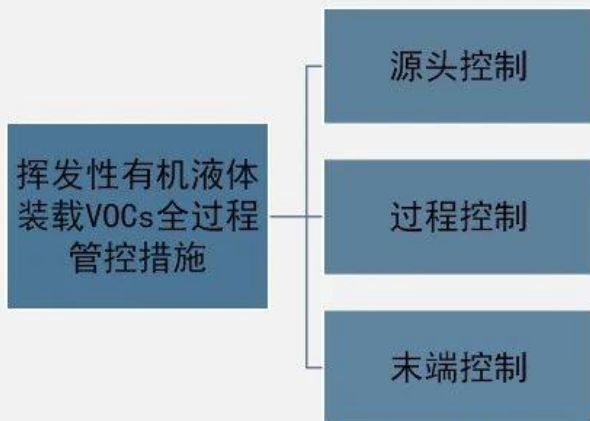
液下装载

中石大HSE

中石大HSE公益大讲堂

Part 3.3 挥发性有机液体装载VOCs全过程管控措施

3.3.3 装载VOCs全过程管控技术



规定动作

5.4.4 挥发性有机液体装车、传输、接驳

油品装卸栈桥对铁路罐车进行装油，发油台对汽车罐车进行装油，油品装卸码头对油船

末端治理

(驳)进行装油的原油及成品油(汽油、煤油、喷气燃料、化工轻油、有机化学品)设施，应密闭装油并设置油气收集、回收或处理装置，其大气污染物排放应符合表3、表4的规定。

装车、船应采用顶部浸没式或底部装载方式，顶部浸没式装载出油口距离罐底高度应小于200 mm。

源头控制

底部装油结束并断开快接头时，油品滴洒量不应超过10 mL，滴洒量取连续3次断开操作的平均值。



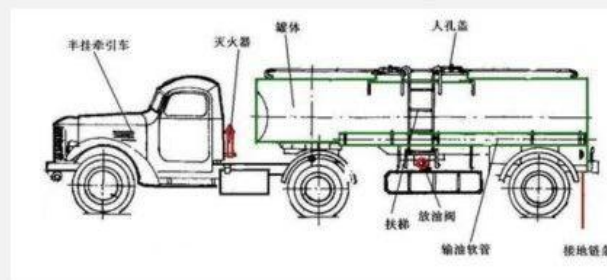
Part 3.3 挥发性有机液体装载VOCs全过程管控措施

3.3.3 装载VOCs全过程管控技术

源头控制



顶部液下改底装



压力罐车或无泄漏罐车，油品装载过程中罐车本身无泄漏。



中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心
青岛欧赛斯环境与安全技术有限公司

中石大HSE

中石大HSE公益大讲堂

Part 3.3 挥发性有机液体装载VOCs全过程管控措施

3.3.3 装载VOCs全过程管控技术

源头控制

连接件选型



敞开式



橡胶帽
易顶起



可固定气囊式
密封帽



压力平衡式
集气罩



快速接头



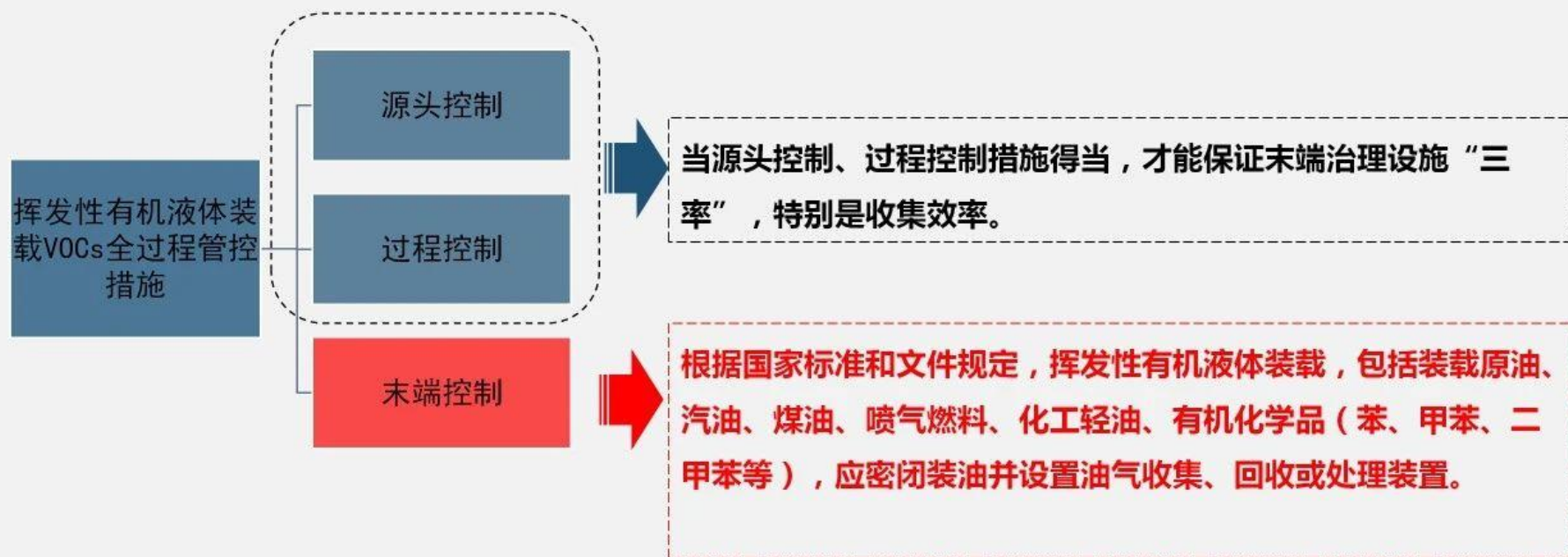
中国石油大学(华东)安全环保与节能技术中心
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

中石大HSE

中石大HSE公益大讲堂

Part 3.3 挥发性有机液体装载VOCs全过程管控措施

3.3.3 装载VOCs全过程管控技术



Part 3.3 挥发性有机液体装载VOCs全过程管控措施

3.3.3 装载VOCs全过程管控技术

末端控制



装载油气回收的收集效率，特别是火车装载过程收集效率，一直以来是行业性难题。收集效率可默认为100%：

- 当真空装载，保持真空度小于 -0.37千帕；
- 或罐车与油气收集系统法兰连接、硬管螺栓连接时。



橡胶帽



快速接头



铁路装车VOCs回收-活性炭吸附



中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

中石大HSE公益大讲堂

Part 1 VOCs相关的几个定义

Part 2 VOCs防治政策及标准要求

Part 3 VOCs全过程管控

Part 4 **总结**



中国石油大学（华东）安全环保与节能技术中心
青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司

 中石大HSE

中石大HSE公益大讲堂

- VOCs全过程精细化管控是VOCs减排的必由之路；
- VOCs全过程管控需要企业各部门各专业共同推进；
- VOCs减排应与节能减排、减污降碳、绿色发展相协同；
- VOCs仍是我国现阶段重点管控污染物，减排道路任重道远。

