



实验室通风净化系统 建设与安全运行

浙江大学 徐光明

2022. 4. 18



目 录

- 一、实验室建设总体要求和主要内容
- 二、目前实验室建设存在的一些突出问题
- 三、实验室建设的核心-通风系统
- 四、实验室通风净化系统建设的难点-废气处理
- 五、通风净化系统建设案例实践
- 六、通风净化系统安全运行



一. 实验室建设总体要求和主要内容

1.1 实验室概述：

- 开展实验教学、科学研究、技术研发、检验检测等活动的**实验场所以及配套的附属场所。**



物理实验室



化学实验室



生物实验室



动物实验室



1.2 总体建设要求：

- **实 用** —— 满足教学、科研、办公等功能需求
- **安 全** —— 无毒、无害、防爆、防火、防盗、符合安全规范及标准
- **环 保** —— 符合人员健康的室内空气环境、满足环保要求的三废排放
- **节 能** —— 空调、新风、排风控制技术
- **舒 适** —— 温度、湿度、噪音、采光照明
- **美 观** —— 高性价比、符合人体工程学和审美的实验室家具及装修



1.3 主要建设内容：

1) 布局 and 结构

- 不同功能实验室（化学合成、分析测试、生物、洁净、计算机房等）
- 辅助用房（监控、危化品储存、试剂暂存、气瓶、附属设备等）
- 办公室和公共空间（会议室、研讨室、报告厅、宣展厅等）

2) 暖通系统

- 空调（公共及办公空间舒适性空调、大型仪器设备空调等）
- 新风及排风（室内新风补风、排风柜排风、万向抽气罩等其他设备排风）

3) 三废处理系统

- 废气（有机、无机、混合、恶臭、微生物等）
- 废液（委托专业资质公司处置、自行处理达标）、废水（自行处理达标）
- 固废（危固废暂存等）



3) 实验室家具

- 实验台（中央台、边台、特殊仪器设备台等）
- 试剂柜（危化品柜、酸碱柜、排风试剂柜等）
- 气瓶柜（普通柜、特气柜等）
- 其他（生物安全柜、手套箱、洁净工作台等）

4) 安防系统

- 视频监控
- 室内气体监控（TVOC、O₂、H₂等）
- 烟雾高温报警（视频成像烟雾监测、远红外成像温度监测等）
- 门禁
- 公共广播报警



5) 消防系统

- 水喷淋灭火（建筑本身自带）
- 气体灭火（大型仪器、计算机服务器机房等）

6) 供气系统

- 分散式供气（气瓶及气瓶柜、特气柜、气体发生器）
- 集中管道式供气（气瓶间、液氮槽罐、切换及吹扫、输送管道等）

7) 强弱电及给排水系统

- 特殊配电（双路供电、UPS、备用电源）、网络等
- 供水、纯水系统、排水、废水处理系统

8) 实验室综合智慧管理系统

9) 内装、文化建设等



二. 目前实验室建设存在的一些突出问题

2.1 对实验室建设的特殊性和复杂性认识不足

- 注重外观、不重视结构是否适应使用功能
- 多关注实验室家具，不关注整个系统
- 将实验室建设等同于普通大楼建设
- 将实验室安装工程等同于一般装修工程

2.2 规划、设计、建设等先天不足

- 预算不合理、设计起点低
- 缺少细致全面的需求分析（**布局、通风、安全、环保**）
- 缺乏专业设计和建设经验，关键设备选型与工艺设计滞后
- 与用户缺乏沟通，设计和建设过程中失去改进完善机会



2.3 建设过程缺乏系统管理

- 基建部门只负责建大楼（包括常规空调和水电设备安装）
- 设备部门负责采购实验室设备
- 各系统建设各自为政，缺乏系统管理与协调

2.4 采购招标方式不合适、招标文件不严谨

- 招投标法：中标方缺乏实验室建设经验、低价中标
- 政府采购法：无法设置必要的准入门槛
- 招标文件：技术参数不明确、不严谨；评分方法不合理、漏洞多
- 结果：导致中标产品和中标单位与实际要求差距巨大



2.5 导致的后果

1) 排风效果差（不健康、不安全）

污染物	危害
VOC	致癌、致畸；爆炸风险
无机物	刺激嗅觉/视觉器官、致炎
微生物	实验室获得性感染 (Laboratory-Acquired Infections)
异味气体	降低机体免疫力





2) 室内温湿度及负压失控

达不到使用功能要求、舒适度差



3) 实验室废气排放不达标

污染环境、危害健康、不符合环保法规要求



东北农业大学27人布病感染



兰州兽研所发酵废气灭菌不彻底, 6620人布病感染

用户抱怨 → 先建后改 → 浪费投资 → 难保证效果

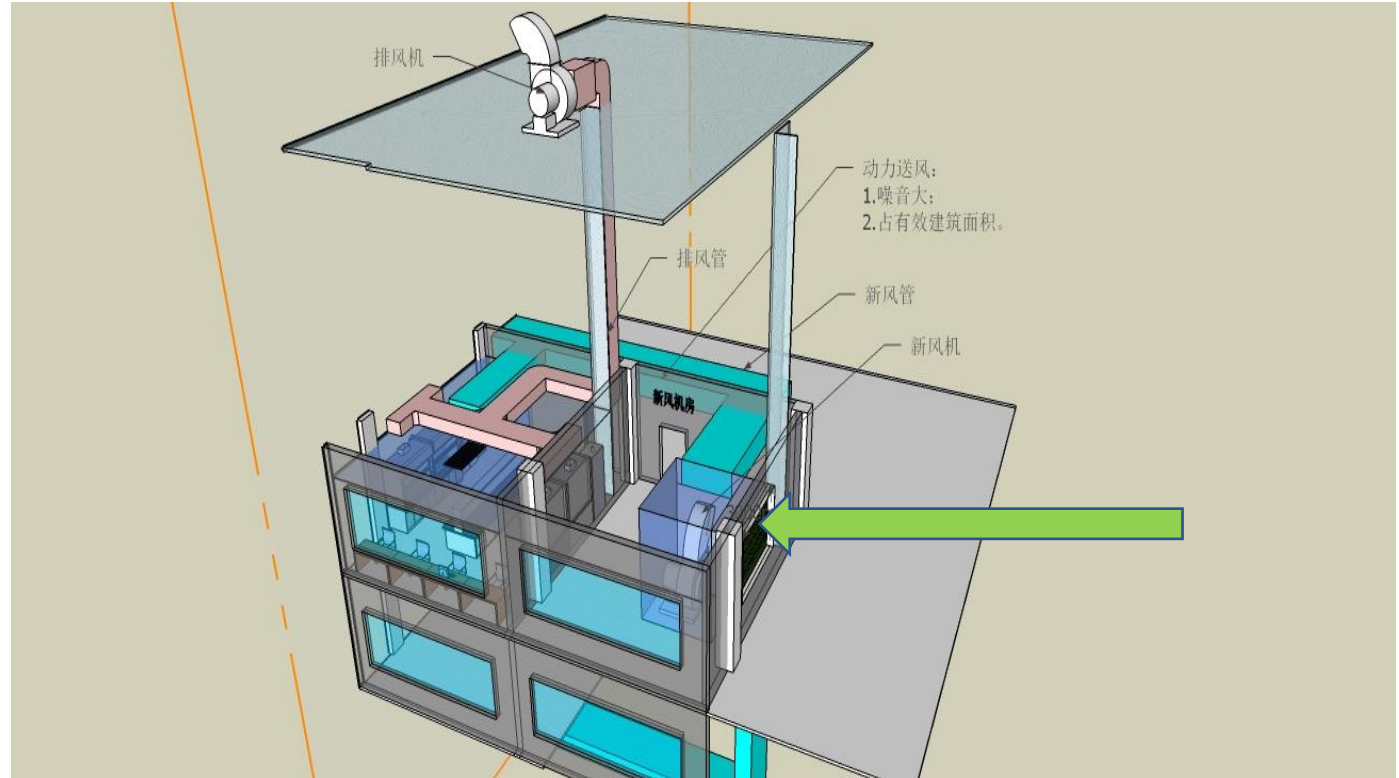


三. 实验室建设的核心-通风系统

3.1 通风系统总体构成和要求

1) 完备的通风系统构成

- 室内空调
- 新风补风
- 排风
- 废气净化处理





2) 通风设备运行主要特征指标

- **排风柜面风速：0.3~0.7 m/s (泄漏率<0.5ppm)**
- **万向抽气罩面风速：≥0.35 m/s (排风量100~350 m³/h)**
- **主干风管内风速：8~14m/s**
- **支路风管内风速：6~8m/s**
- **实验室室内换气次数：8~12次/小时**

实验室	化学	有机合成	有毒实验	P级实验	生物	医药	物理
次/小时	6-20	15-18	20-30	15-30	5-30	5-10	3-8

- **通风系统使用室内终端噪声：≤62db**
- **尾气净化处理装置风阻：≤500Pa**



3.2 确定通风系统总体方案的要素

- 1) **排风需求分析：**排风设备类型及数量，温度湿度、负压、噪音等要求
- 2) **废气净化需求：**环保要求、处理效果等
- 3) **建筑结构条件：**空调和新风机房、屋顶风机和尾气净化装置安置
- 4) **投资预算**
- 5) **技术和产品市场现状**
- 6) **能耗及运维成本**



3.3 设计中必须明确的重点之一：**新风补风方式**

1) 集中式全新风动力补风

- 全送全排模式
- 采用文丘里阀控制送风，可实现余风量控制。
- 温度、湿度、室内负压控制效果理想
- 造价高，需专用新风机房

2) 分散式全新风动力补风

- 采用吊装式变频新风空调箱控制送风，可实现微负压控制
- 造价适中，无需新房机房
- 对室内噪音有一定影响



3) 无动力新风补风

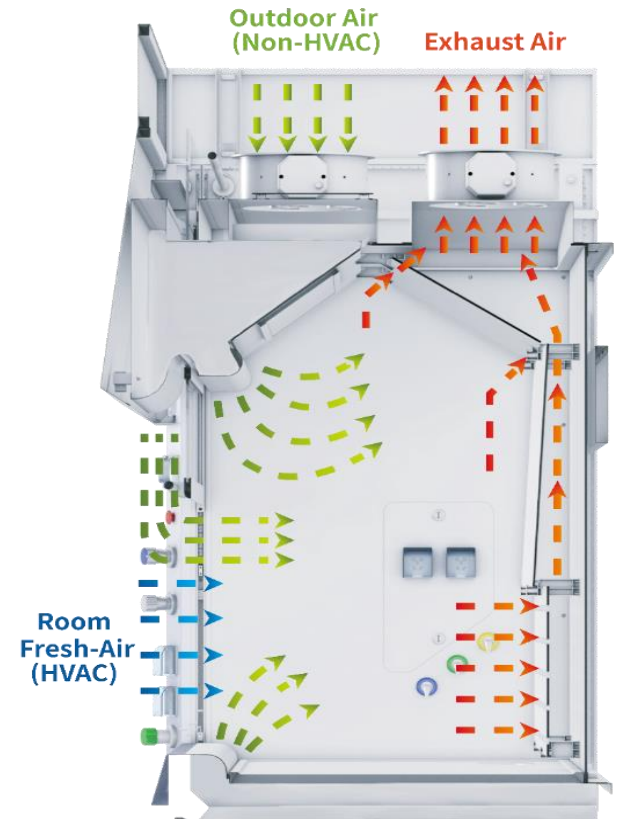
- 设备相对简单、造价稍低
- 温、湿度控制效果差（舒适度低、夏季易结露）
- 微负压易失控，导致室内负压过大

4) 自然补风

- 无新风能耗
- 温、湿度不进行处理
- 舒适度很差

5) 内补风

- 节能
- 但需设置专用自然新风通道



3.4 设计中必须明确的重点之二：变风量控制方式

1) 文丘里阀

可实现余风量控制，响应快、控制稳定，但造价高



2) 蝶阀

可实现微压差控制，响应稍慢、控制效果较好，造价适中



3) 滑片阀

造价低，但控制效果较差



4) 妙流阀

响应快，造价较低，尚需市场长期检验

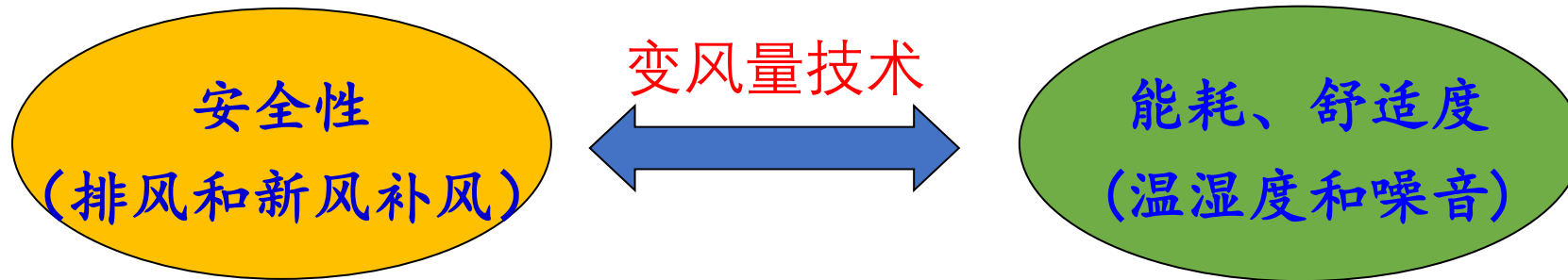
妙流智能风阀 (VAV · CAV)

- **等同文丘里阀**
控制精度：99%
响应速度：2.5s
- **超越文丘里阀**
控制技术：实时测量风量，无需标定
直接要求：零管保证精度，无需直管
安装便捷：出厂标定免调试，节省调试费用
阀体高度：13.5cm，空间限制小无虑安装
- **拥有更多优势**
低噪音：可做比15:1 压力无关直接测风量，实现精准三方标准测试
媲美蝶阀的价格，高性能且高性价比

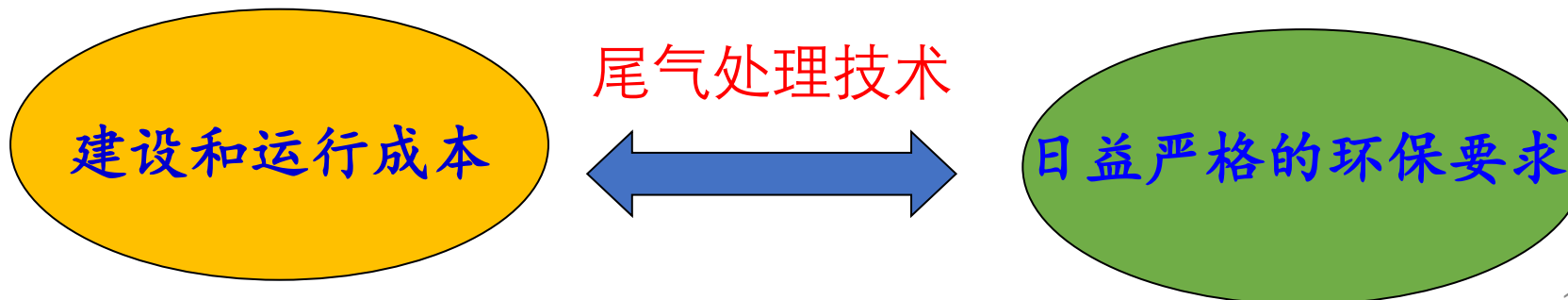


3.5 通风系统建设的两大关键技术

1) 关键技术之一：变风量控制（VAV）技术



2) 关键技术之二：有效、适用的尾气净化处理技术





四. 实验室通风净化系统建设的难点-废气处理

4.1 实验室废气污染

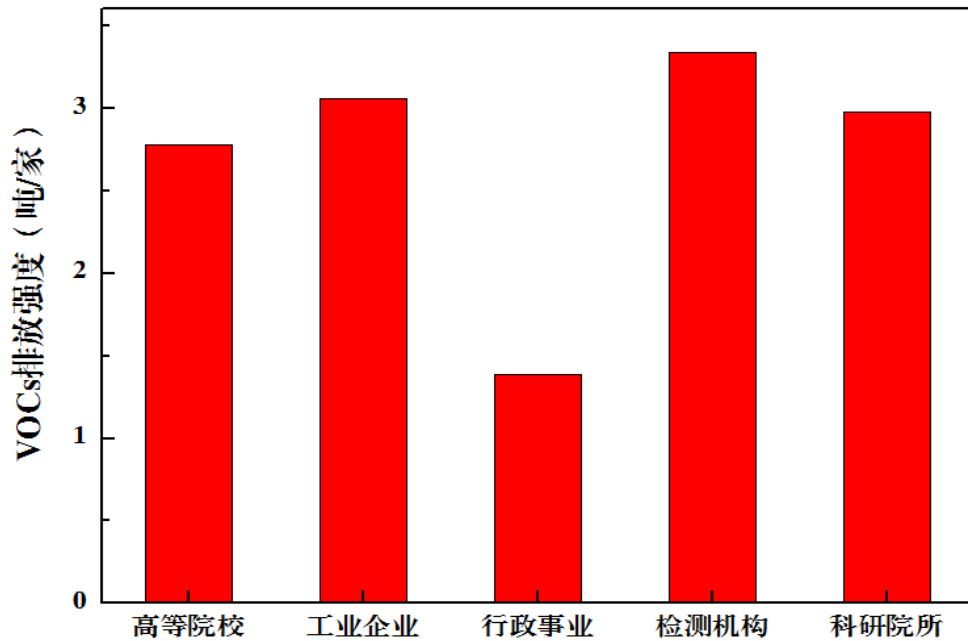
1) 实验室废气种类

种类	污染物	来源
有机物	醇、酮、苯、醚、酯等挥发物	理化实验室有机溶剂挥发
	EB、DEPC等特殊化学品	化学、生物实验试剂
	粪臭素、蛋白类等臭味气体	实验动物代谢、发酵
无机物	酸碱气体	试样前处理、浸酸等过程
	氨、硫化氢	实验动物代谢
	氯气、NO、CO等	相应理化实验
微生物	细菌、病毒	微生物实验、动物实验
高危废气	高致病性微生物	生物安全实验室尾气
	吸入性毒剂	染毒实验尾气
	放射性同位素	放免、细胞增殖实验室尾气



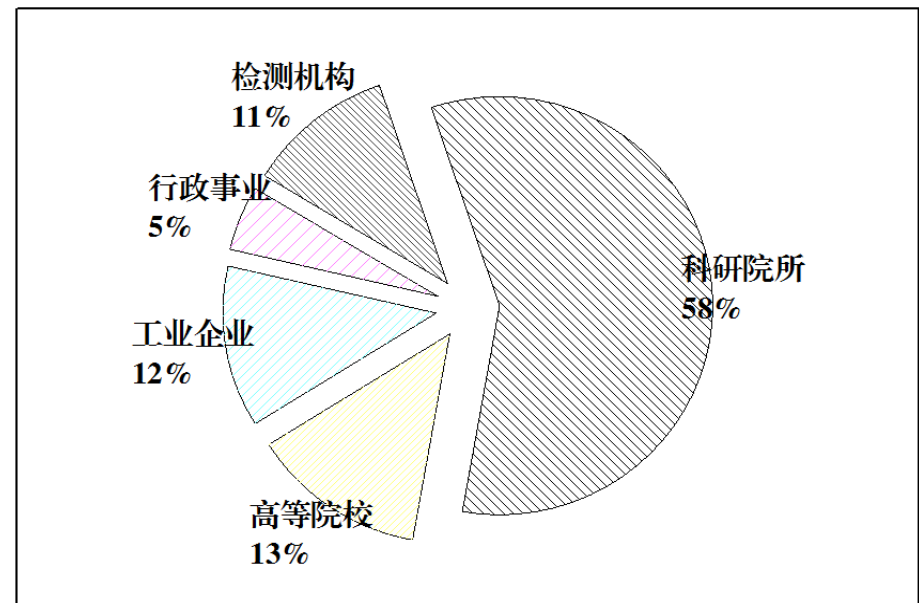
2) 实验室废气排放强度

➤ **北京市VOCs排放强度调查** 高等院校、工业企业、行政事业、检测机构、科研院所实验室VOCs排放强度分别为2.78、3.06、1.39、3.34和2.98吨/家



不同单位类型实验室VOCs排放强度

➤ **2016年海淀区实验室VOCs排放量总计417吨**，贡献比例如下图，其中**科研院所、高等院校的贡献量高于工业企业**



不同单位类型实验室VOCs排放贡献比例

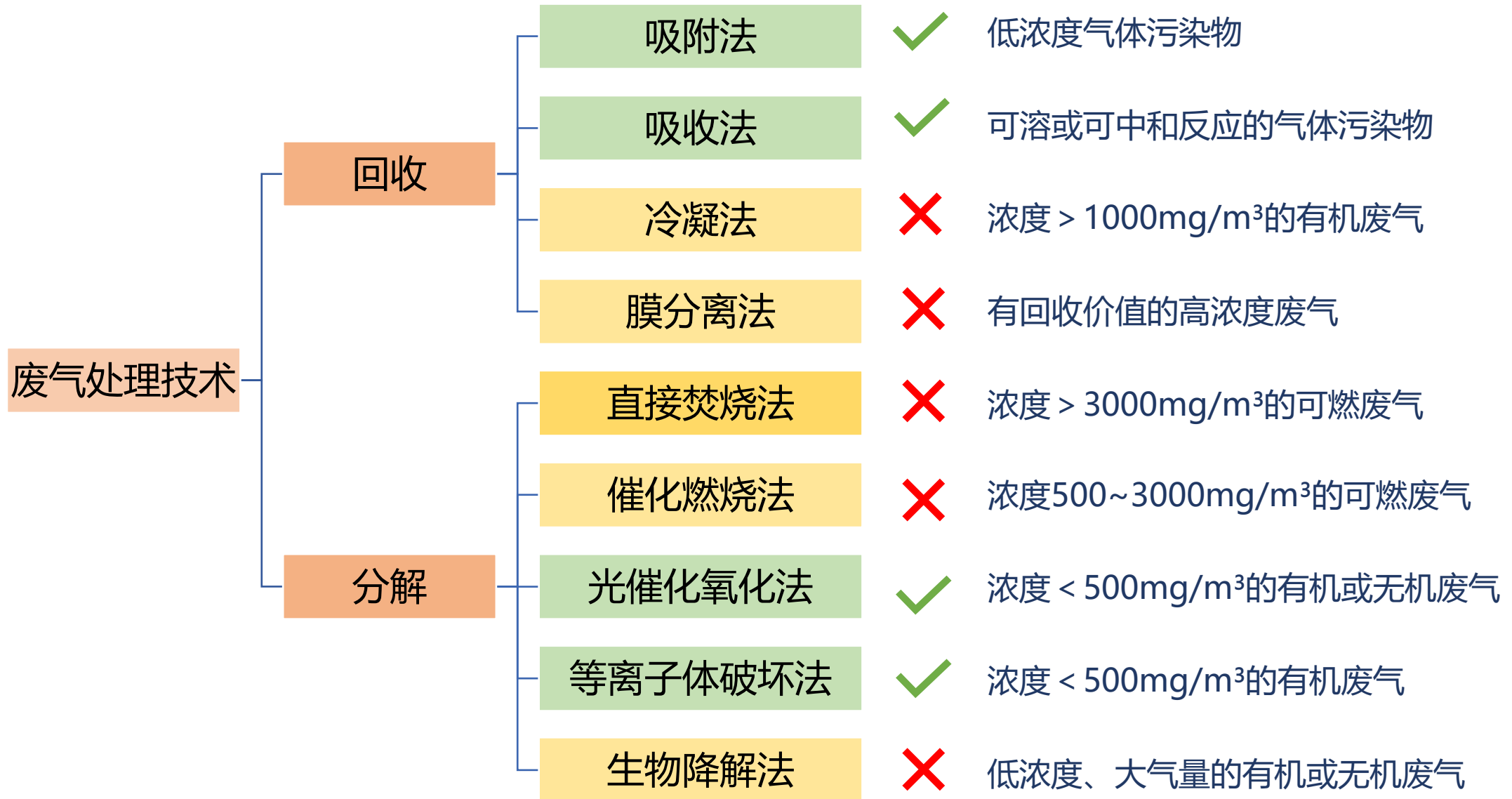


3) 目前高校化学实验室废气治理的痛点

- 截至2019年6月15日，教育部公布的全国高等学校共计2956所，其中拥有化学化工类教学及科研实验室的高校达1000多所，这些实验室排放的废气已成为影响环境和人员安全健康不可忽视的污染源。
- 随着对企业污染治理的逐步到位，环保部门已开始把注意力转向高校及科研院所实验室的污染排放问题上。
- 解决实验室废气处理，已成为**高校所面临的现实而紧迫的问题**。
- 高校实验室污染物种类和数量的不确定性、排放的间歇性和不可预见性，致使**处理技术难度大、成本较高**，治理率低下。

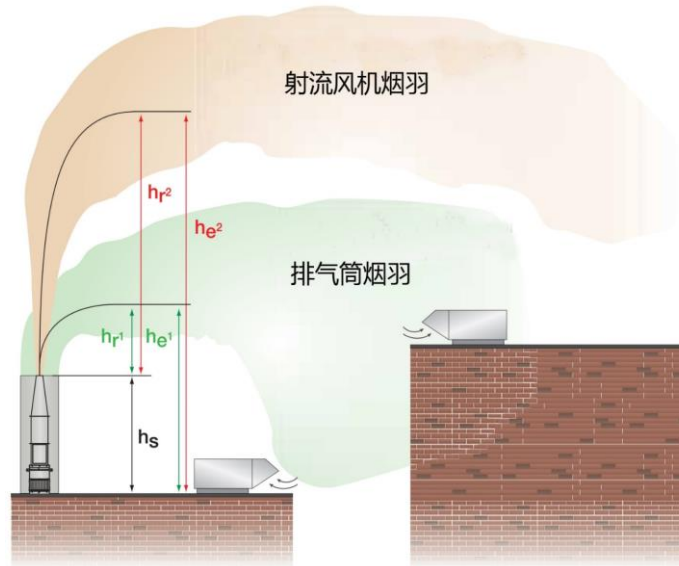


4.2 实验室废气处理技术和设备



4.3 目前实验室废气处理的主要方式

1) 不经处理直接排放



射流风机
(高空喷射)

- 存在于很多老旧实验室。
- 直排对环境影响大，危害实验室用户和周围人员，我国**环保法规禁止**！
- 高空喷射混合稀释**排放总量未降低**，我国**环保法规也不允许**！

2) 简单处理后排放



- 处理工艺过于简单，不能有效削减污染物，**无法做到达标排放！**
- 处理设备**形同虚设**，对实验室及周围环境影响基本等同于直接排放。



3) 采用传统工业化工艺处理后排放

- 为目前很多实验室新建和改建中采用的主要模式。
- 实验室废气排放的污染物种类多、成分复杂、排放不稳定，直接沿用一些现有的工业废气处理技术，往往花费大但处理效果差。
- 多数采用单一活性炭吸附、单一水喷淋吸收方式，或采用这两种方式的简单组合，处理效果不够理想，仍难以做到达标排放。
- 前期建设成本大，后期运维费用高（活性炭购买和废炭处置、催化床更新等）。

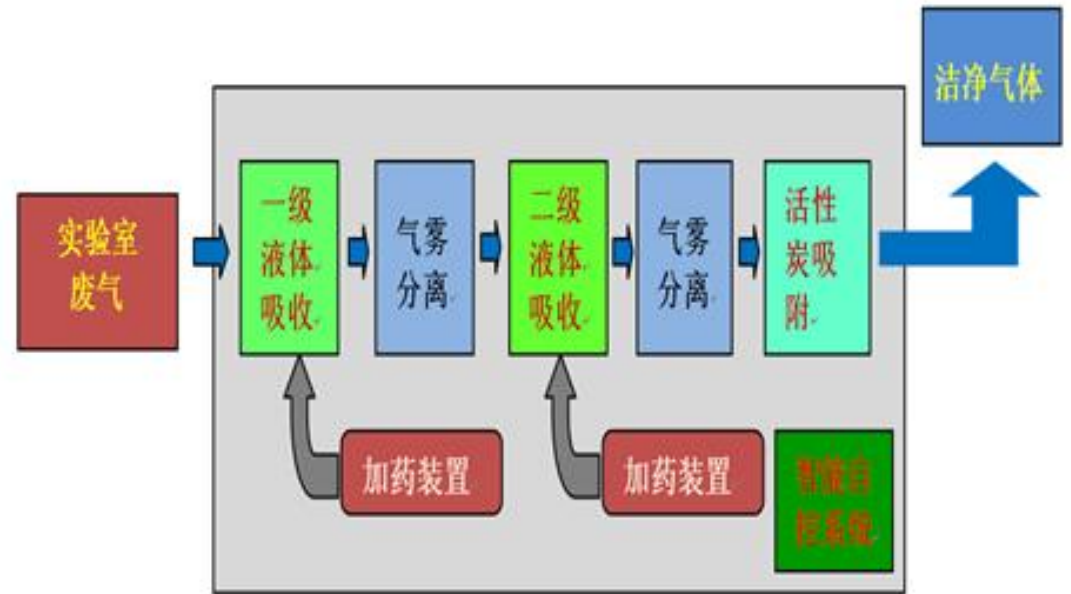




4) 采用适合高校实验室特点的新工艺处理后排放-新技术、新趋势

- 针对高校实验室废气特点，采用“两级吸收+吸附”组合式工艺进行处理，并辅以自动加药、排放口TVOC在线监控等技术，确保达标排放。
- 碱液吸收氯化氢、溴化氢等无机污染物
- 有机尾气吸收液吸收极性和弱极性有机污染物
- 蜂窝状活性炭吸附非极性有机污染物
- 高效的级间除雾技术，保证装置高效运行

目前在一些高校实验室建设中逐渐开始采用（华中科技大学、浙江工业大学、浙江大学、扬州大学、江南大学、广西大学等）。





浙江大学



广西大学



南宁师范大学



浙江工业大学



五. 通风净化系统建设案例实践

5.1 浙江大学紫金港西区理工组团实验室通风净化系统建设

1) 项目概况

- 项目涉及大楼总建筑面积308888m²，于2017年开工建设
- 涉及院系：

化学系、物理系、化工学院、材化学院、高分子系、地科学院





2) 前期规划与设计

➤ 用户提前介入

{ 参与实验室布局方案的初期规划和设计
{ 分析通风实际需求

➤ 进行广泛深入的项目考察和市场调研

{ 国内外实验室通风系统的建设水平
{ 市场产品及技术现状、发展趋势、
{ 关键设备市场价格等

✓ 确定实验室通风净化系统方案

空调、新风、排风、尾气处理



3) 通风净化系统设计与调整

➤ 系统方案调整及设计优化

- 重点在于确定最终的新风补风方案、变风量控制模式、废气净化处理技术
- 确定通风设备配置明细
- 进行建设投资概算

➤ 一条龙整体建设新模式

- 打破以往基建、设备多头建设，各自为政的建设模式
- 设备处为主导，基建处协同配合，各院系密切参与
- 从排风柜、变风量控制系统、风管、排风机直至废气净化处理一条龙建设



4) 三大关键技术和工艺变更调整及优化




➤ 新风补风方式变更:

无动力新风补风  吊装式动力新风补风

➤ 变风量控制方式变更:

滑片阀变风量控制  电控变风量阀（文丘里阀、蝶阀）控制

➤ 尾气净化处理方式变更:

[无机类	SDG吸收处理		水喷淋吸收处理
	有机类	单一活性炭吸收		多段复合式处理
	混合类	SDG+活性炭处理		多段复合式处理
	增加活性炭再生装置			

5) 进场协调

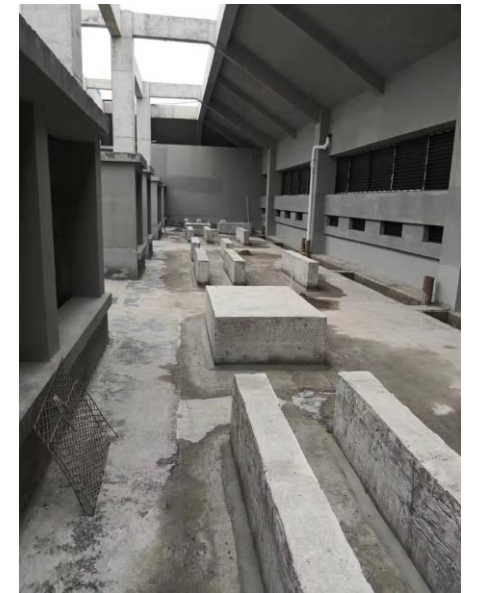
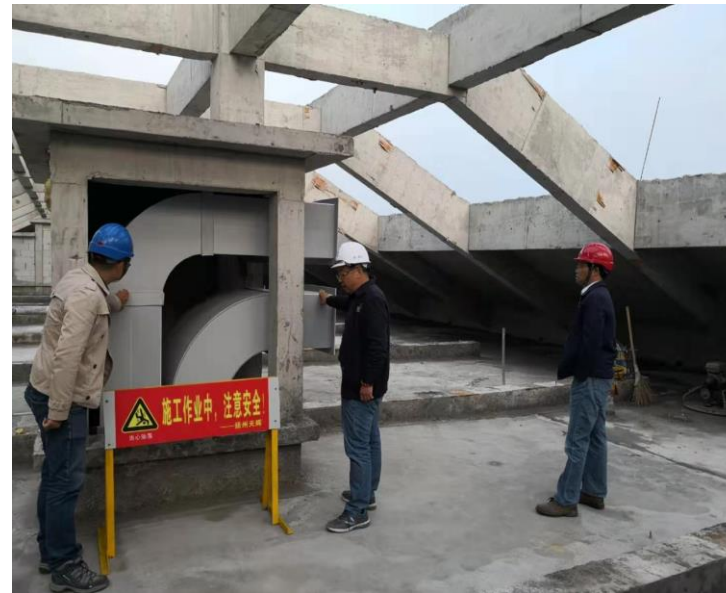
- 总包收取施工单位进场配合费（谈不好会影响工期）
- 施工人员管理
- 场地住宿、办公、水电、塔吊使用等

6) 方案细调-用户需求变化、现场条件（空间、承重）限制等导致

- 设备数量、规格配置、安装位置等的调整
- 风机分组、风管等的优化调整

7) 设备基础制作-安置风机、消音器 废气净化处理装置

- 混凝土反梁
- 槽钢平台





8) 主排风管安装

- 风管材料要满足消防要求
- 风管制作和安装工艺要可靠
- 尽量与土建施工（封闭管井）同步

9) 屋顶设备吊装—尽量利用塔吊等现有起重设备

- 设备体积大、重量大
- 楼顶高、空间小

10) 与其他系统对接

- 与实验室有毒有害气体监控和室内空气质量监控联动
- 与消防联动
- 利用楼宇视频监控系统，实现通风系统远程监控和远程维护



5.2 招标采购管理探索

1) 招标采购模式的探索

- 按**工程类**项目招标：依据《招投标法》进行

弊端：容易出现低价中标、无实验室通风系统建设经验单位中标
(出现挂靠、转包)

- 按**设备类**项目招标：依据《政府采购法》进行

弊端：不能设置必要的准入门槛，投标单位数量过多，小公司可能中标

两种招标方式依据的法规有冲突和矛盾，如何解决？

- 探索创新更科学合理的招标方式：

参考“**工程类项目中的设备采购**”方式进行招标



2) 编制独具特色的招标文件

➤ 明确末端需求：编制详细的需求明细表

{ 排风设备类型、规格、主要指标、数量
废气净化处理效果

	化工学院	材化学院	高分子系	化学系	地科学院	物理系	合计
涉排风实验室 数量/间	146	128	54	121	14	10	473
有机类排风柜 数量/台	384	6	277	400	20	0	1087
无机类排风柜 数量/台	0	109	0	0	22	19	150
综合类排风柜 数量/台	47	0	0	127	0	0	174
排风柜 总数/台	431	115	277	527	42	19	1411
万向排气罩/只	492	0	10	537	5	0	1044
通风试剂柜	436	33	21	300	0	0	790



标段一化工学院实验室排风系统需求明细表

序号	楼层-房间号	排风柜类型、规格及数量												预留管道口 (有机)	特殊仪器排风罩	万向罩	通风药品柜	备注
		台上式排风柜						走入式与特殊类型排风柜										
		1.5m台式排风柜数(有机)	宽*深(M2)	1.5m台式排风柜数(综合)	宽*深(M2)	1.5m台式排风柜数(HF尾气)	宽*深(M2)	合计	1.5m走入式排风柜数(有机)	特殊尺寸排风柜(有机)	尺寸及需求	合计	各种排风柜总数					
1	1-001			2	1.5×0.9			2					2			2	3	
2	1-002			2	1.5×0.9			2					2			4	6	
3	1-003														3	3		
4	1-004	1	1.5×0.9					1					1		2	3		
5	1-005	3	1.5×0.9	1	1.5×0.9			4					4		4	3		
6	1-006	2	1.5×0.9					2					2		2	3		
7	1-007	3	1.5×0.9	1	1.5×0.9			4					4		4	3		
8	1-008	3	1.5×0.9	1	1.5×0.9			4					4		4	3		
9	1-001-2F													1				
10	1-002-2F													2				
楼层小计		12		7				19					0 19	3		25	27	
11	2-001	2	1.5×0.9					2					2		2	3		
12	2-002	1	1.5×0.9					1					1		2	3		
13	2-003	1	1.5×0.9					1					1		2	3		



➤ **编写详细的设备配置和工艺参数技术文件**

- 风管材料（防腐、防火等级）
- 排风柜（柜体、台面板、观察窗玻璃、内衬、水气拷克、电器等）
- 变风量控制阀（阀门、控制面板、传感器等）
- 风机（电机、变频器）、消音器
- 废气处理装置

➤ **推荐品牌：**公平、合理、合规

➤ **要求投标单位带设计方案：**按设计方案编制设备材料清单及报价



➤ 编制便于评标打分的技术指标响应偏离表：

8. 格式 8

技术指标偏离表

序号	设备类型	分项内容	指标要求	响应描述	偏离情况		
					无偏离	正偏离	负偏离
1	排风柜	总体要求	排风柜设计、制造、安装均需符合 JB/T6412-1999 和 ANSI/ASHRAE110-2016 规范	☐	☐	☐	
			排风平均面风速调节范围：0.3-0.7m/s	☐	☐	☐	
			排风柜正常运行时平均面风速≥0.5m/s	☐	☐	☐	
			泄漏率在 0.5ppm 以内	☐	☐	☐	
			压损小于 70Pa	☐	☐	☐	
			排风柜运行噪音小于 60 dB (A)	☐	☐	☐	
			有第三方检测报告★	☐	☐	☐	
			项目验收时对排风柜采取 2%抽样检测，检测标准参考 ASHRAE110-2016 规范标准执行，通过该规范中所有项目的测试，并提供权威第三方检测报告	☐	☐	☐	
		柜体尺寸	按照项目设备配置表确定	☐	☐	☐	
		壳体与结构	壳体和结构件采用裸板厚度≥1.0mm 优质冷轧钢板（宝钢、武钢、鞍钢）的全钢结构	☐	☐	☐	
			钢板经表面处理，采用阿克苏环氧树脂粉末静电喷涂（涂层厚度≥70μm）	☐	☐	☐	
			柜体为双层结构，内衬板与钢制外壳间留有空间，用于供水、电气连接、安装、维护以及排风柜滑轮及配重系统的安装、维护	☐	☐	☐	
柜中所有金属配件需经环氧树脂表面处理，且耐腐蚀（含酸碱腐	☐		☐	☐			

个性设置





- **设置必要且合理的资质和业绩要求：**准入门槛、资质业绩加分项
- **设置合理的评分细则：**评分项、分值、评分标准

附表：		评分细则	
评分项目	评分细项	分值	评分标准
商务标	投标价格	35	<p>平均价下浮法，<u>下浮值</u>随机抽取：↓</p> <p>评标基准价=报价平均值×(1-下浮值)↓</p> <p>1. 报价平均值：进入评分范围的所有投标人的评标价的算术平均值为报价平均值(投标评标价在5个及以上时，去除一个<u>最高价</u>和一个<u>最低价</u>；投标评标价在8个及以上时，去除一个最高、次高价和一个最低、次低价)↓</p> <p>2. 由投标人代表(第3个<u>递交</u>投标文件的投标人)在开标前，从1%、2%、3%、4%、5%、6%中随机抽取一个百分数，作为<u>下浮值</u>↓</p> <p>3. 根据投标文件的投标评标价与评标基准价对比，计算投标人的商务报价的得分值。即：↓</p> <p>a. 投标评标价等于评标基准价时，得满分(35分)；↓</p> <p>b. 投标评标价每低于评标基准价1个百分点，扣0.5分；↓</p> <p>c. 投标评标价每高于评标基准价1个百分点，扣1分。↓</p> <p>以上报价得分不足一个百分点时，使用直线插入法计算，保留小数2位。↻</p>



资信标	企业资质信 (含业绩)	8	<p>1. 2015年1月1日来, 完成实验室排风系统合同金额500万元及以上的建设项目2个得1分, 3个及以上项目得2分(排风系统包含排风柜、变风量阀及控制器、管道、尾气处理、风机及变频控制器、消声器等, 不含实验室家具及其他), 须提供相关证明文件, 包括合同、相关工作量清单、验收报告等(签字盖章有效, 开标时原件备查);</p> <p>2. 投标主体公司持有环保工程专业承包三级及以上资质证书得2分; 持有机电安装工程承包三级及以上资质的得1分。</p> <p>3. 主要部件拥有产品自主知识产权, 每获得与外观无关实用新型专利(在有效期内)一项得0.5分, 发明专利(有效期内)一项得1分, 最高得2分。开标时提供原件备查。</p> <p>4. 拟派项目经理自2015年1月1日以来以项目经理身份完成过合同金额500万元及以上的排风系统施工业绩的得1分。证明材料: 合同、竣(交)工验收记录, 如以上两项资料无法显示项目经理的, 还须提交建设单位出具的证明材料。</p>
-----	----------------	---	--



技术标	技术参数响应	30	<p>排风柜（9分）↓</p> <p>依据招标文件中的设备及部件配置、技术指标、规格型号、品牌等的响应程度综合评分。↓</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 优于招标人的技术要求：8-9分；↓ 2. 满足招标人的技术要求：5-7分；↓ 3. 基本满足招标人的技术要求：0-4分。↓
			<p>变风量阀与控制系统（9分）↓</p> <p>依据招标文件中的设备及部件配置、技术指标、规格型号、品牌等的响应程度综合评分。↓</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 优于招标人的技术要求：8-9分；↓ 2. 满足招标人的技术要求：5-7分；↓ 3. 基本满足招标人的技术要求：0-4分。↓
			<p>风机与变频控制装置（4分）↓</p> <p>依据招标文件中的设备及部件配置、技术指标、规格型号、品牌等的响应程度综合评分。↓</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 优于招标人的技术要求：4分；↓ 2. 满足招标人的技术要求：2-3分；↓ 3. 基本满足低于招标人的技术要求：0-1分。↓



		<p>采用阻燃 PP 材料（另有特殊说明的除外），不满足取消投标资格。依据招标文件中的技术指标、规格要求、品牌等的响应程度综合评分。↓</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 优于招标人的技术要求：2 分；↓ 2. 满足招标人的技术要求：1.5 分；↓ 3. 基本满足招标人的技术要求：0-1 分。↔
		<p>尾气处理（6 分）↓</p> <p>依据招标文件中的设备及部件配置、技术指标、规格型号、品牌等的响应程度综合评分。↓</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 优于招标人的技术要求：4-5 分；↓ 2. 满足招标人的技术要求：2-3 分；↓ 3. 基本满足招标人的技术要求：0-1 分；↓ 4. 具有活性炭再生技术的：+1 分。↔
样品↔	12↔	<ol style="list-style-type: none"> 1. 根据招标要求提供所需要的样品实样，包括：↔ <ol style="list-style-type: none"> ①陶瓷板台面排风柜（1.5m 宽）1 台，及投标标段所需的其他不同材质台面及内衬（适用于 1.5 宽排风柜）各 1 套；↔ ②投标标段所需<u>各类变风量</u>排风阀及控制器 1 套，每套应包括阀体、电动执行器、控制器、操作显示面板、位移传感器、流量传感器（蝶阀适用）、面风速传感器（蝶阀适用）、区域存在传感器等必要部件；↔ ③矩形（500mm*800mm）PP 风管 1 段（<u>含直管</u>焊接与直角焊接对接，T 形），风管一端带法兰盘（有封盖）；↔ ④尾气处理装置（有机、<u>无机各</u> 1 套）。↓ 2. 根据样品的可靠性、适用性即材质、制造质量、设计工艺水平等进行评分：排风柜（0-4 分）、变风量阀及控制器（0-3 分）、风管（0-1 分）、尾气处理装置（0-4 分）。↓



		4. 未提供样品的，作无效标处理。
深化设计	6	投标人根据设备清单、图纸及招标要求，深化工艺设计，提供排风系统的施工图纸。根据工艺设计图纸的深化程度、工艺的科学性、合理性、功能性等方面进行评价：优（5-6分）、良好（3-4分）、一般（0-2分）。
施工组织与调试验收	7	<p>1. 投标人需提供详细完整的施工方案。根据方案的合理性、先进行、功能性等方面进行评价，其中：</p> <p>（1）对工程整体有深刻认识，考虑现有工程进度及与建筑总包配合，应有减少对现阶段施工进度影响的措施（0-2分）；</p> <p>（2）施工方案、技术措施、进度安排合理，对关键工序和关键部位施工具有针对性，措施得力、经济、安全、可行（0-2分）；</p> <p>（3）资源配备计划。投入的劳动力、机械设备等计划合理，与进度计划呼应，满足施工需要（0-1分）。</p> <p>2. 投标人提供本项目范围内的各项专业详细验收方案及验收项详细报表或测试依据的，<u>视提供完整度及科学性</u>评分（0-2分）。</p>
售后服务	2	<p>1. 质保期 24 个月。不满足取消投标资格。</p> <p>2. 根据投标人提供的售后服务承诺，包括维修响应、培训计划、巡检安排、质保期后的服务优惠等打分（0-2分）。</p>

➤ **关键非标设备和部件出样、暗标打分：**

（排风柜及附件、尾气处理装置、风管）

➤ **选择真正懂行的评标专家**



5.3 体会和思考

1) 实验室需求在提高

- ✓ 科研发展对实验室基础条件的要求日益提高
- ✓ 用户更关注实验室安全、环保、健康、节能、舒适
- ✓ 政府对实验室安全、环保要求更加严格

2) 建设现状不理想

- ✓ 国内实验室建设的总体水平尚不高
- ✓ 实验室不能满足用户对安全、健康、舒适的需求，亦达不到管理部门对环保节能要求

3) 当前具备很多有利条件

- ✓ 对实验室建设规模和投入加大，采用的技术和设备都趋于主流
- ✓ 好的产品和技术工艺逐渐成熟，价格日趋合理，出现越来越多的高水平专业公司



4) 要用整体化思维进行规划和建设

- 设计、招标采购、施工等环节：由各自为政向多部门配合协调转变
- 土建、暖通水电、排风、家具、安防、智慧实验室管理要整体考虑

5) 需要用户提前介入，全程深度参与建设工作

- 为规划设计提供更真实准确的需求
- 对实验室各系统有更全面的认识，利于将来使用与管理



六. 通风净化系统安全运行

6.1 末端排风装置使用及维护

1) 排风柜

- 面风速要稳定，要定期对变风量控制进行检测和标定，一般控制在0.3–0.7m/s。
- 泄漏率要达标：0.5ppm(国标)、0.1ppm(美标)、0.01ppm(欧标)。
- 移动窗开度控制：标定时为500mm、实际使用时控制在150–200mm(安全、节能)。
- 内置电源插座和灯具要有防爆功能。
- 水、气拷克要经常维护检漏。
- 高温设备不得放入普通排风柜内使用。
- 有HF、高氯酸挥发的实验要采用PP材质的专用排风柜(排风管、排风机等也必须采用PP材质制作)。



2) 其他排风装置

- 万向集气罩：排风量 $250\text{m}^3/\text{h}/\text{只}$ ，数量多，要合理控制末端风阀开度。
- 原子吸收罩：排风量 $500\text{m}^3/\text{h}/\text{只}$ ，要合理调节末端风阀开度。
- 排风试剂柜：排风量 $150\text{m}^3/\text{h}/\text{台}$ ，宜设置专用排风系统，24小时连续运行。
- 特气柜排风：易燃易爆气体排风不得与普通排风设备共用排风管道。
- 特殊设备排风：如ICP-MS仪器，对排风速率和排风量有要求，应单独设置专用排风系统。



6.2 新风和排风设备运行维护

- 1) **新风设备**：空调、新风管、初中效过滤器等要定期维护。
- 2) **排风设备**：排风管、消音器、静压箱、柔性接口等要定期检查是否漏风破损，离心排风机要定期维护（传动皮带、轴承等）。

6.3 废气处理设备运行维护

- 1) **水洗装置**：定期维护自动加药装置，冬季防冻。
- 2) **活性炭装置**：定期更换（废活性炭要委外处理或再生处理）。
- 3) **光催化氧化装置**：定期检查紫外灯、催化床，必要时及时更换。
- 4) **排放口设置在线检测**：pH，TVOC。



实验室建设复杂艰巨

实验室安全任重道远

Thanks for your time!

浙江大学化学系 徐光明

xugm@zju.edu.cn

13958172245

