



# 全国高校实验室安全管理 2020年第一期培训班（网络）



特邀嘉宾：张键

张键教授现任扬州大学环境科学与工程学院教授，扬州大学实验室环保与智能装备研究所常务副所长，担任江苏省危险废物鉴定评审专家库专家。

张键教授长期从事环境科学与工程的教学工作及实验室三废处置技术的研究，所研发的实验室废液废水处理实验装置、实验室通风系统综合废气处理装置达到国内领先水平。从事环境工程绿色净化工艺与技术的研究与教学，以及实验室环境污染防治技术研究工作，所研发的“实验室废液废水处理实验实训装置”通过了江苏省环境科学学会新技术新产品鉴定，已在扬州大学、延边大学、宁波工程学院、中国矿业大学、浙江工业大学及江苏科技大学等高校得到推广应用。所研发的“综合废气处理装置”已在扬州大学、浙江大学、华中科技大学、广西大学等高校的通风系统项目建设中推广应用。

➤ 报告题目：高校实验室废液废气处理  
设施建设探讨

➤ 培训时间：2020年6月19日  
15:30-17:00



# 高校实验室废液（水）废气处理 技术研究与实践

扬州大学 环境科学与工程学院 张 键  
实验室环保与智能装备研究所

2020年6月19日



## 前 言

随着“**两山论**”的不断深入人心，高校广大师生员工对实验室环境安全关注度日益增强，对身处其中的环境质量要求不断提高。

实验室环境安全是实验室安全的重要组成部分，实验室环境污染对人的伤害是**长期的、隐形的**。

因此，高校实验室污染防治问题**必须受到重视**



# 报告提纲

Part I 实验室废液处理技术与实践

Part II 实验室废气处理技术与实践

Part III 几点建议



# 实验室废液（水）处理技术与实践

## PART I



1. 实验室废液处理的目的是和意义

2. 实验室废液处理技术研究

3. 应用实例

江苏省水污染控制与治理实践教育中心（扬州大学）欢迎您



## 1.1 目的和意义

## 问题的提出

实验室废液处置面临的两大问题：

**无处可送**

找不到有资质的处理公司，或公司不愿接受

**处置费用昂贵**

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投向高校及科研院所实验室的污染排放问题上，高校实验室废液处理问题已变成为**领导头疼、师生着急**的问题。

随着高校教学科研事业的发展，实验室废液的产生量还在**不断增加**。



江苏省水污染控制与治理实践教育中心（扬州大学）欢迎您



## 1.1 目的和意义

## 废液分类

实验过程中多余的液体样品、制作标准曲线及样品分析残液、失效的储藏液和洗液，液态实验废弃产物或中间产物、各类容器和反应器洗涤液等。包含萃取液和层析废液。

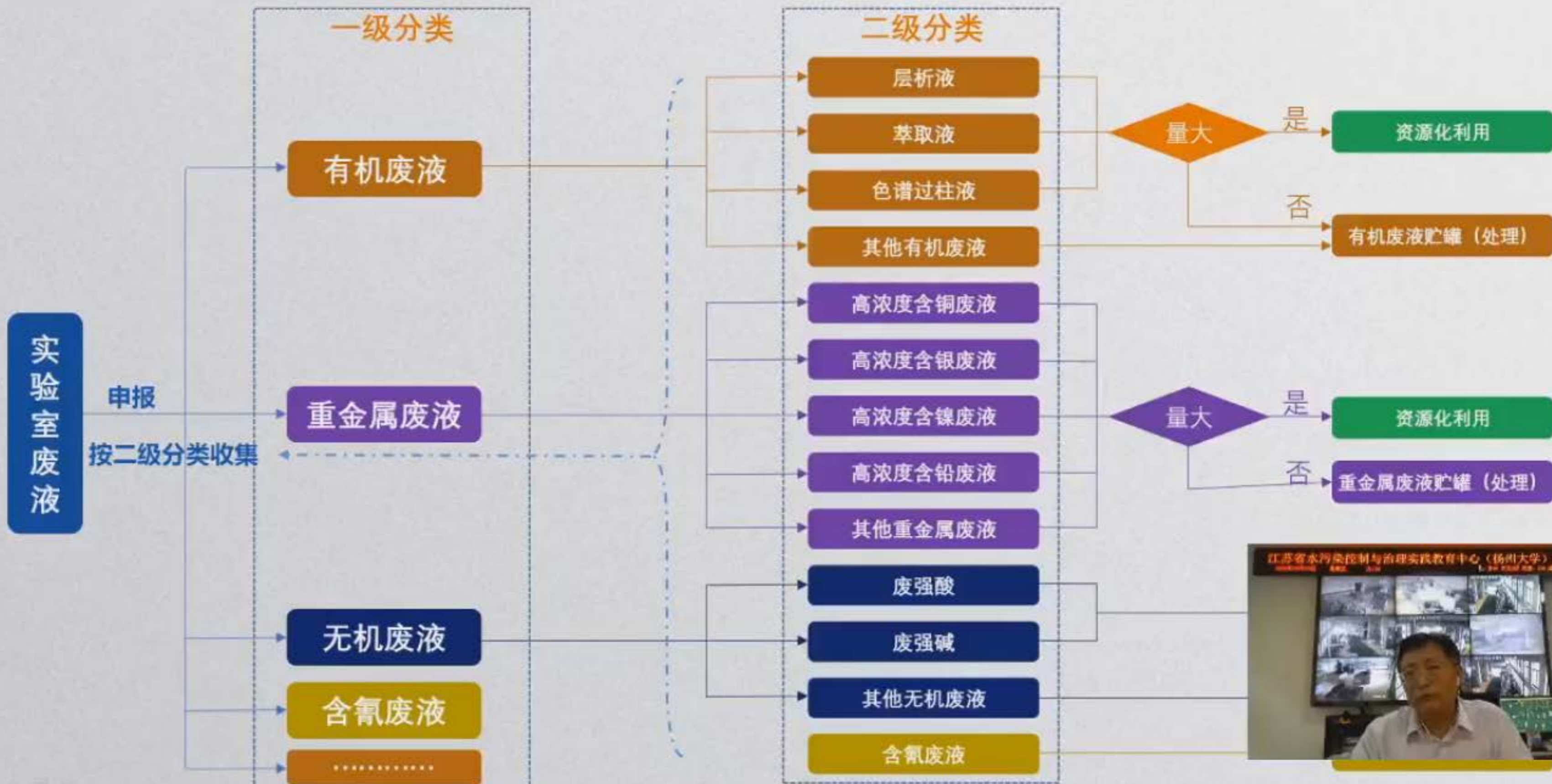
**再认识：**并非全部是废弃液体试剂，也非全部是萃取液、层析废液。

是一种高浓度有机（无机）废水



# 1.1 目的和意义

## 废液分类



## 1.1 目的和意义

## 废液处置现状

根据教育部“高校实验废液问题研究”课题组近期的调查报告，现有实验室废液的出路主要有以下几种：

### 倾倒入水道

部分高校环保意识淡薄，为节省费用，对废液的收集不及时不充分，废液随意倾倒现象大量存在，严重污染环境。新法规定：**倾倒废液超3吨入刑。**

违规、违法

### 实验室简易处理

方法简便，利用实验室现有条件就地完成明确成分的废液处理；成本较低；省却收集过程。**组织困难**；有一定的**安全隐患**，只能对明确成分的废液进行处理；**无法完成最终处置。**

存在安全隐患

### 添置暂存柜

如不能及时清运处理，学校需建中转站或添置专业暂存柜。虽然解决了临时存贮废弃物的问题，但长期混合存储**存在安全隐患**，所储存得废液仍需及时处理。

只是临时储存

### 外送处置

废液外送处理费用很高且在逐年增加，加上运输费用，废液处置的**资金投入相当可观**。许多城市只有1家有资质处置企业，甚至没有。有时收储不及时，价格无竞争且不得跨境。

某些地区出路困难

### 自建处理装置

采用**成熟、安全**的全流程常温、常压工艺进行分类处理，处理出水**达标排放**。具有很好的社会、环境效益，**学校经济效益显著**，提供相关专业学生的**实验、实**

江苏省水污染控制与治理实践教育中心（扬州大学）欢迎您



## 1.1 目的和意义

### 重要性和意义

## 重要性和意义

- 1, 满足校园内外**环境环保要求**;
- 2, 满足**校园**生态环境建设需要;
- 3, 避免涉及环境污染**领导问责制**问题;
- 4, 满足重大科研项目申报**平台**的需要;
- 5, 满足相关专业的**实验、实习、实践教学**的需要;
- 6, 学生实习费用节省约**40%-50%**;
- 7, 解决高校实验室废液、高浓度废水的**出路**问题;
- 8, 废液年处置费用节省**80%左右**。

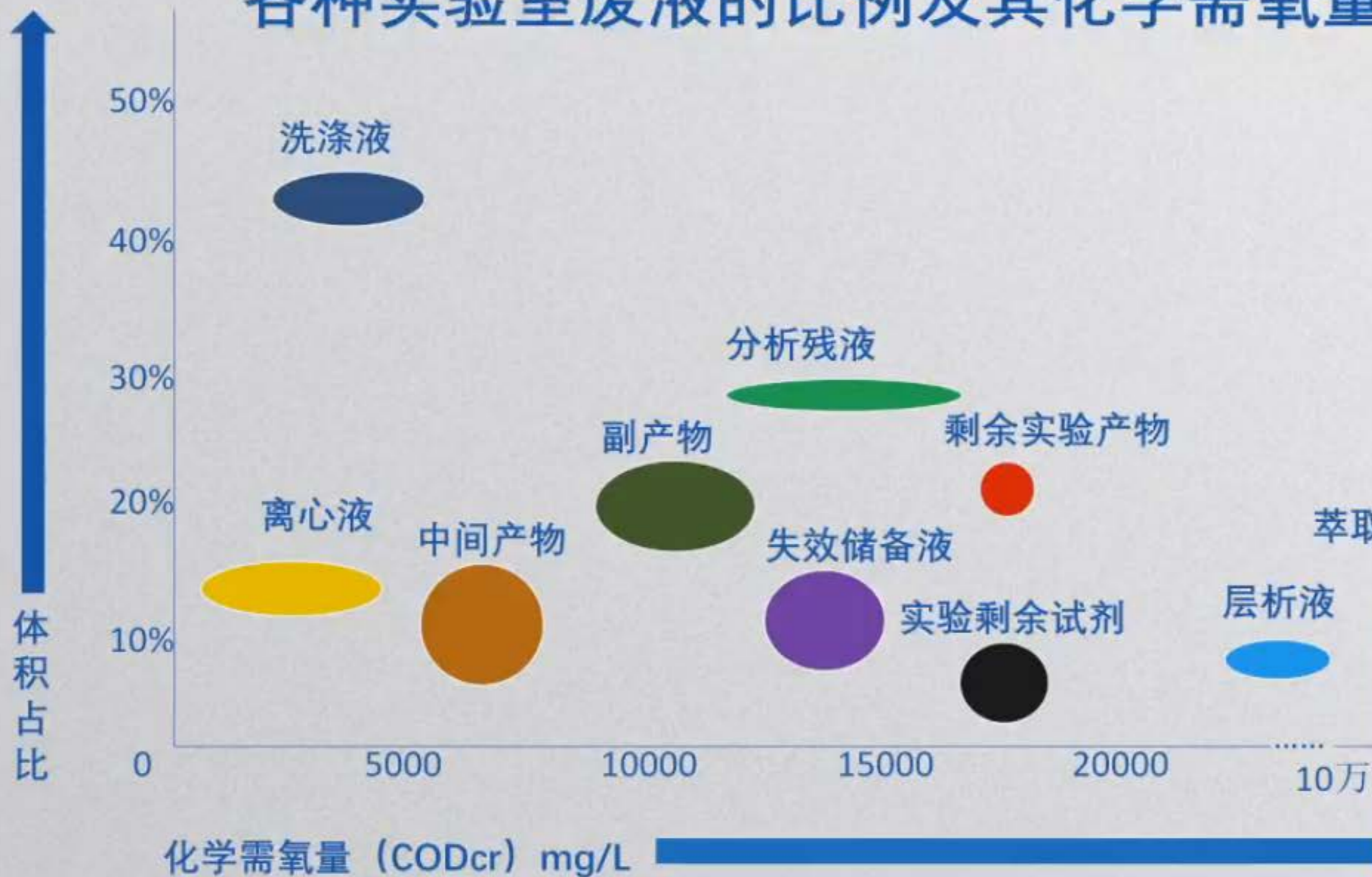




1.2 处理技术研究

实验室废液的特性

# 各种实验室废液的比例及其化学需氧量 (COD)



## 1.2 处理技术研究

### 实验室废液的特性

废液主要污染特征指标如下：

废液类别	无机废液	重金属废液	有机废液	含汞废液	含铬废液
收集量 (平均每周)	0.5m <sup>3</sup>	0.1m <sup>3</sup>	1.5m <sup>3</sup>	0.025m <sup>3</sup>	0.05m <sup>3</sup>
主要水质 指标 (平均值)	pH: 1-12 COD <sub>Cr</sub> : 1000mg/L	pH: 5.6 Zn <sup>2+</sup> : 97mg/L Pb <sup>2+</sup> : 34mg/L Cu <sup>2+</sup> : 78mg/L	pH: 6.4 COD <sub>Cr</sub> : 25500mg/L NH <sub>3</sub> -N: 150mg/L TP: 69mg/L SS: 1100mg/L	pH: 6.7 Hg <sup>2+</sup> : 125mg/L SS: 320mg/L	pH: 5.2 Cr <sup>6+</sup> : 430mg/L

数据来源：某高校废液最大月收集量及水质检测平均值（年最大收集量100m<sup>3</sup>）

处理后水质要求：

根据要求，处理后出水排入城市下水道，因此出水水质均执行《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015) 中的B级标准。

项目	pH	COD <sub>Cr</sub> (mg/L)	BO <sub>5</sub> (mg/L)
标准值	6.5-9.5	≤500	≤3



## 1.2 处理技术研究

### 废液处理的特殊性

#### pH值

实验室废液的pH值一般为2-10，但其缓冲性极强

#### COD

实验室废液COD值随类型和批次变化较大，有机废液的COD值最高可达5万mg/L，一般在2-3.5万mg/L之间，B/C平均值小于0.05。

#### 悬浮物

实验室废液悬浮物浓度随类型和批次变化较大，最高值可达30000mg/L，但悬浮物易于被去除。

#### 氨氮及总氮

实验室废液氨氮以氨态氮和硝态氮为主，一般为150mg/L左右，有时高达600mg/L，有机氮占总氮的1/5~1/10浓度，随类型和批次变化较大，有时需要辅助物化脱氮。

#### 重金属

实验室废液中重金属种类和浓度变化较大，浓度较高且常见的有铁、铅、铜、锌、锰等，对微生物有强烈的抑制作用。

#### 营养元素比例失调

实验室废液有机物和氨氮含量高，磷元素有时缺乏，生化处理时需要进行水质调理。



- 1、污染物种类繁多、形态复杂
- 2、单一种类数量少、浓度变化大
- 3、分散性、件
- 4、具有毒性和危害性，气味难

江苏省水污染控制与治理实践教育中心（扬州大学）欢迎您



## 1.2 处理技术研究

### 境内外高校的经验



德国gehr公司一体化处理系统  
降低实验室废水的BOD和脱氮



日本国立筑波大学实验室有机  
废液处理中心



中国台湾成功大学实验

国（境）外高校基本上是在水处理中心（环保中心）进行处理，处理中心  
校外有资质的专业公司进行最终处置。



# 1.2 处理技术研究

## 现有处理技术概况



全国高校的许多老师一直在研究和探索实验室废液的处理技术，并进行了许多实践，取得令人鼓舞的进展。

### 总结研究进展

废液处置方式主要有：

#### 处理

物理法：沉淀、过滤、离心分离、浮选（气浮）、机械阻留、隔油、萃取、蒸发结晶（浓缩）、反渗透等。

化学法：混凝沉淀、酸碱中和、氧化还原、电解、吸附消毒等。

生物法：活性污泥法、生物膜法、生物氧化塘、污水灌溉等。

#### 焚烧 有机废液

#### 资源化利用 氯仿、乙

过水洗废液再用试剂处理，最  
得到可再用的溶剂。



## 1.2 处理技术研究

### 非实验室废液的处理

垃圾渗滤液处理工艺

混凝沉淀

电芬顿氧化预处理

厌氧生化

MBR系统 (AO+RO)

纳滤



类

比

氧化还原分类预处理

高级氧化

一级物化前处理

二级物化处理

三级生化处理

化学沉淀

过滤消毒

实验室废液处理工艺

江苏省水污染控制与治理实践教育中心（扬州大学）欢迎您



## 1.2 处理技术研究

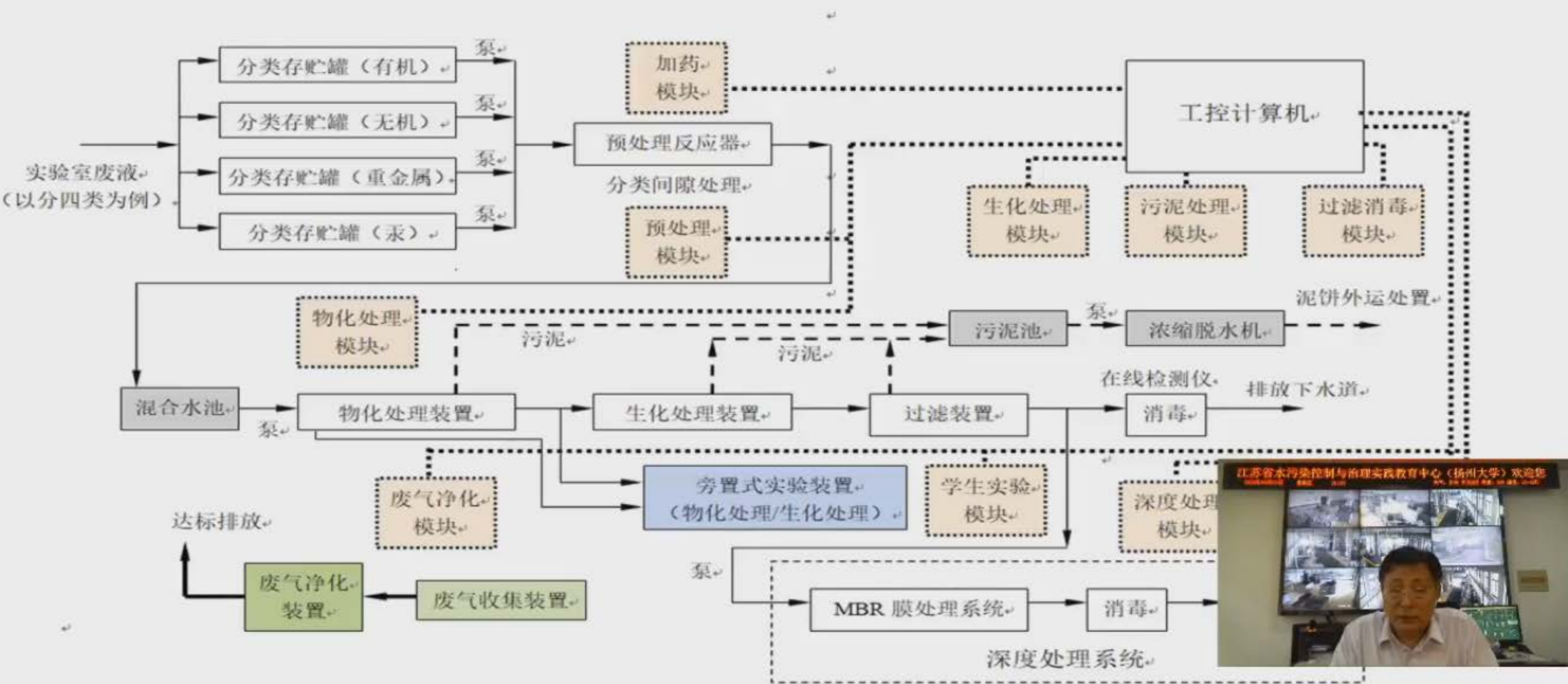
## 集成处理技术原理

由于实验室废液水质的特殊性，导致实验室废液处理是一个复杂的过程。由于**成分复杂性、污染物质**的复杂多变等原因，实验室废液处理需要**多重处理工艺相结合的集成处理方案**，才能实现对实验室废液的有效处理。



# 1.2 处理技术研究 集成处理技术工艺路线

## 实验室废液处理工艺流程框图



## 1.2 处理技术研究

## 集成处理技术的特点

- ✓ 处理过程常温、常压，确保了过程的**安全性**
- ✓ 采用**分类收集**和**分类处理**原则，降低了废液处理难度，提高了处理的效率。
- ✓ 工艺流程采用多级串联模式，对各种复杂成分、具有良好的**适应性**。
- ✓ 采用**模块化设计**，具有较强的组合型、开放性和可扩展性
- ✓ 采用**全自动过程控制**模式。自动控制部分包含工控组态系统-现场控制单元-水质传感器测控，可实现对主要监控对象的远程数据在线检测、处理与控制。

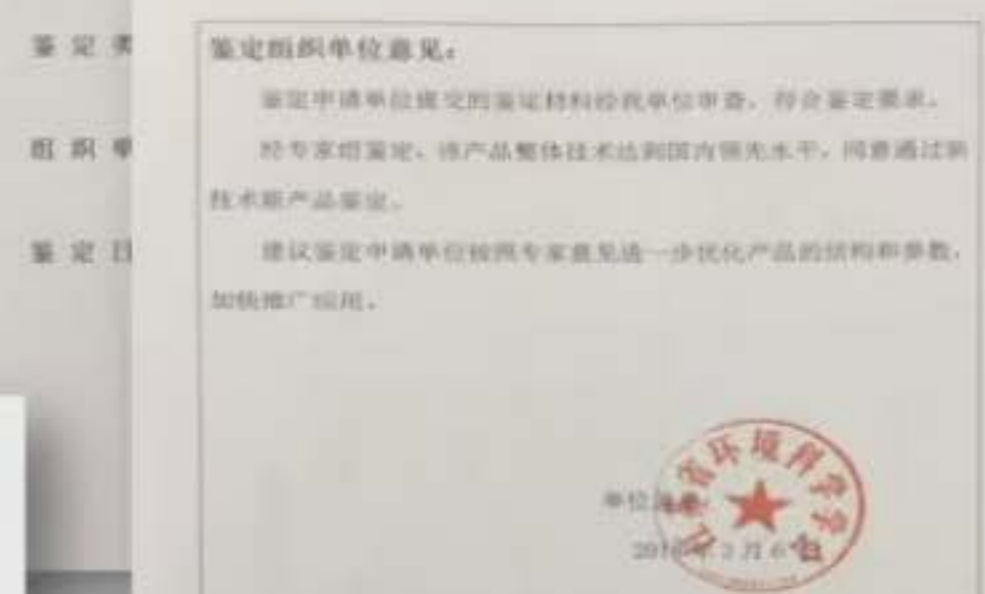
废液收集无需分别收集水溶性有机废液和非水溶性废液，事实上分



## 1.2 处理技术研究

### 集成处理技术的成效

- 1.实现了废液的无害化处理，能够实现**长期稳定达标排放**；
- 2.能同时解决实验楼实验室**洗涤废水处理**问题；
- 3.有效利用部分废弃试剂，做到**以废制废**；
- 4.研究成果通过**省级鉴定**，取得多项专利授权。



## 1.3 应用实践

## 扬州大学的应用概况

扬州大学是一所综合性大学，学科门类齐全，2009年建设扬子津新校区，鉴于环境学院实验过程的剩余高浓度废水处理的需要，根据多年研究成果，在校领导和职能部门领导的关心支持下，研制了实验室废液处理实验平台，2011年经过分类预处理工艺改造，同时承担全校实验室废液处理的任务，解决了实验室废液出路困难问题。



### ☑旅游城市宜居城市建设的需要

扬州是著名的旅游、宜居城市，环境保护尤为重视。

### ☑学科专业建设的需要

满足环境类学科国际工程教育专业认证 适应学校“双一流”学科建设需要和卓越工程师培养计划

### ☑重大课题申报平台建设的需要

### ☑平安校园和谐社会建设的需要



### 1.3 应用实践

### 扬州大学的应用概况



扬州大学实验室废液处理系统遵循了全过程的安全原则、分类收集和分类处理原则，降低了废液处理难度，提高了处理的效率。而且保证了处理工艺的有效性和通用性，对各种复杂成分的废液具有良好的适应性。

2014-2019实验中心废液接收单汇总

年度	有机废液	含氰液	含汞废液	重金属废液	含铬废液	废酸碱液	无机废液	年度小计
2013	8240	0	0	640	80	0	1125	10085
2014	26710	0	40	1755	200	2460	8095	39300
2015	20945	0	75	11150	100	2525	14620	49490
2016	39450	0	0	20340	320	0	16760	76870
2017	40545	250	0	24850	50	2795	14800	83290
2018	53570	900	1200	2710	750	4850	26445	91625
2019	35635	0	0	390	0	750	14285	51060
总计 (kg)	225095	1150	1315	61835	1500	13380	96130	401720

该设施自2011年5月开始正常运行以来，一直保持良好状态，年处理全校各  
放经  
相关



## 1.3 应用实践

### 扬州大学的应用概况

#### 项目概况

##### ☑ 人才培养

研究生2名/年，本科生实验实训3840人时/年

##### ☑ 年均处理量

四类废液共100-120m<sup>3</sup>，废水5500-6500m<sup>3</sup>

##### ☑ 运行费用

18-22万元/年

##### ☑ 管理人员

教师1名（研究生2名，本科生4名）

##### ☑ 其它

占地面积150m<sup>2</sup>，总投资（含废气处理）300余万元



废液处理总控室

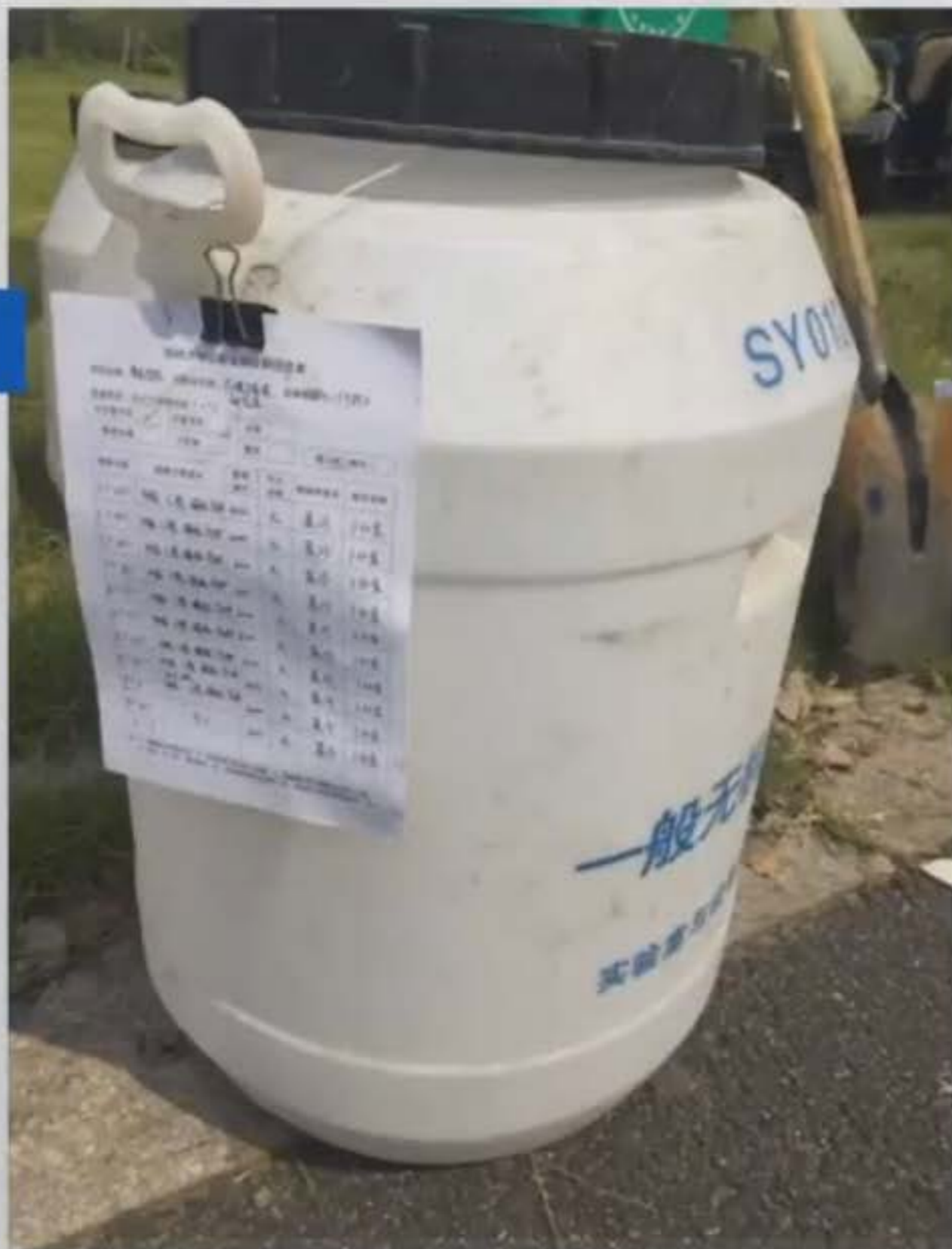


废液处理装置

### 1.3 应用实践

### 扬州大学的应用概况

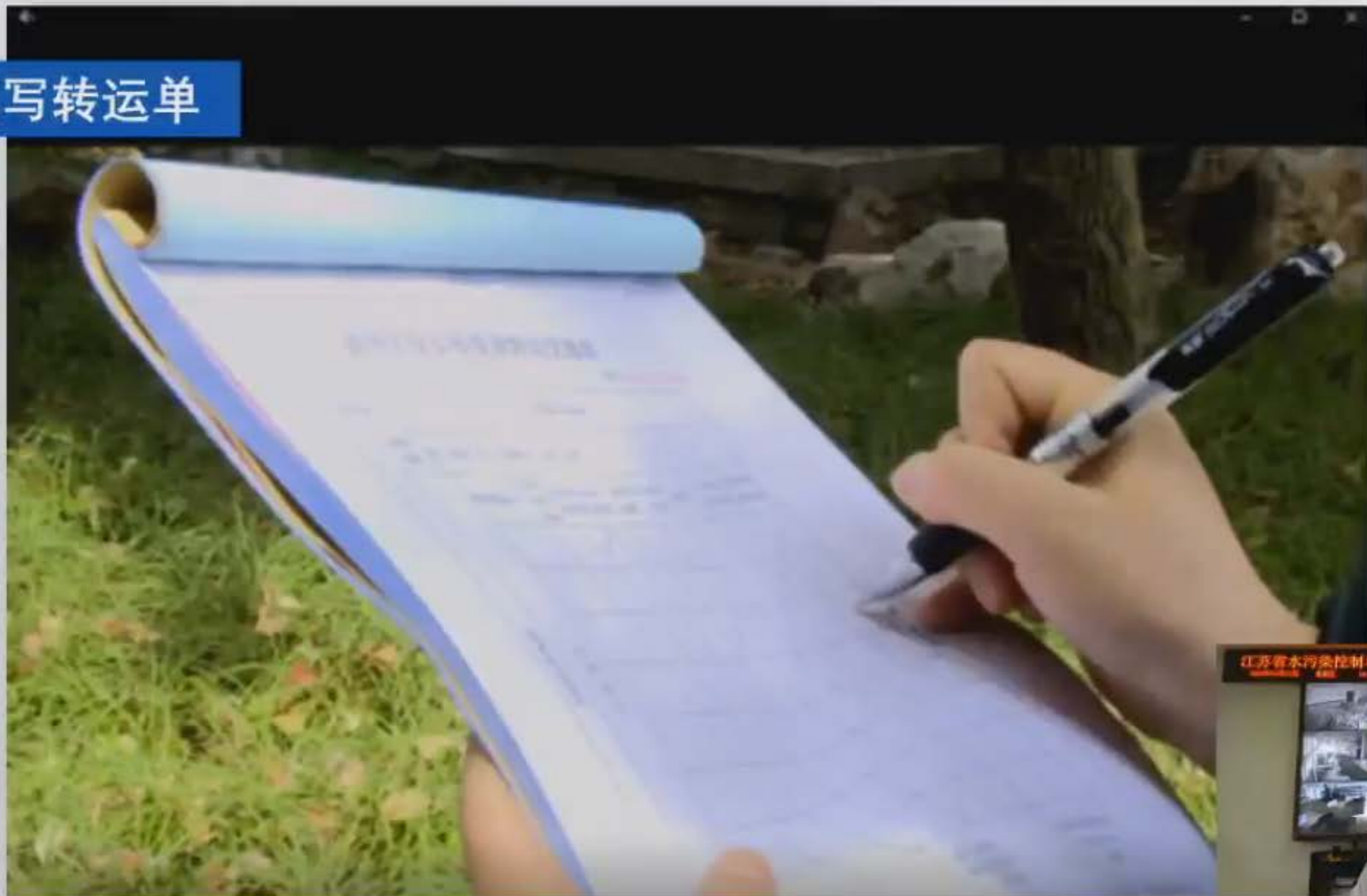
实验室收集



1.3 应用实践

扬州大学的应用概况

填写转运单



### 1.3 应用实践

### 扬州大学的应用概况

转运至处理中心



1.3 应用实践

扬州大学的应用概况

水质检测



1.3 应用实践

扬州大学的应用概况



主管部门监督



1.3 应用实践

扬州大学的应用概况



运行



江苏省水污染控制与治理实践教育中心（扬州大学）欢迎您

### 1.3 应用实践

### 扬州大学的应用概况



过程水质检测



### 1.3 应用实践

### 扬州大学的应用概况



实验室收集



填写转运单



转运至处理中心



主管部门监督



达标排放



过程水质检测

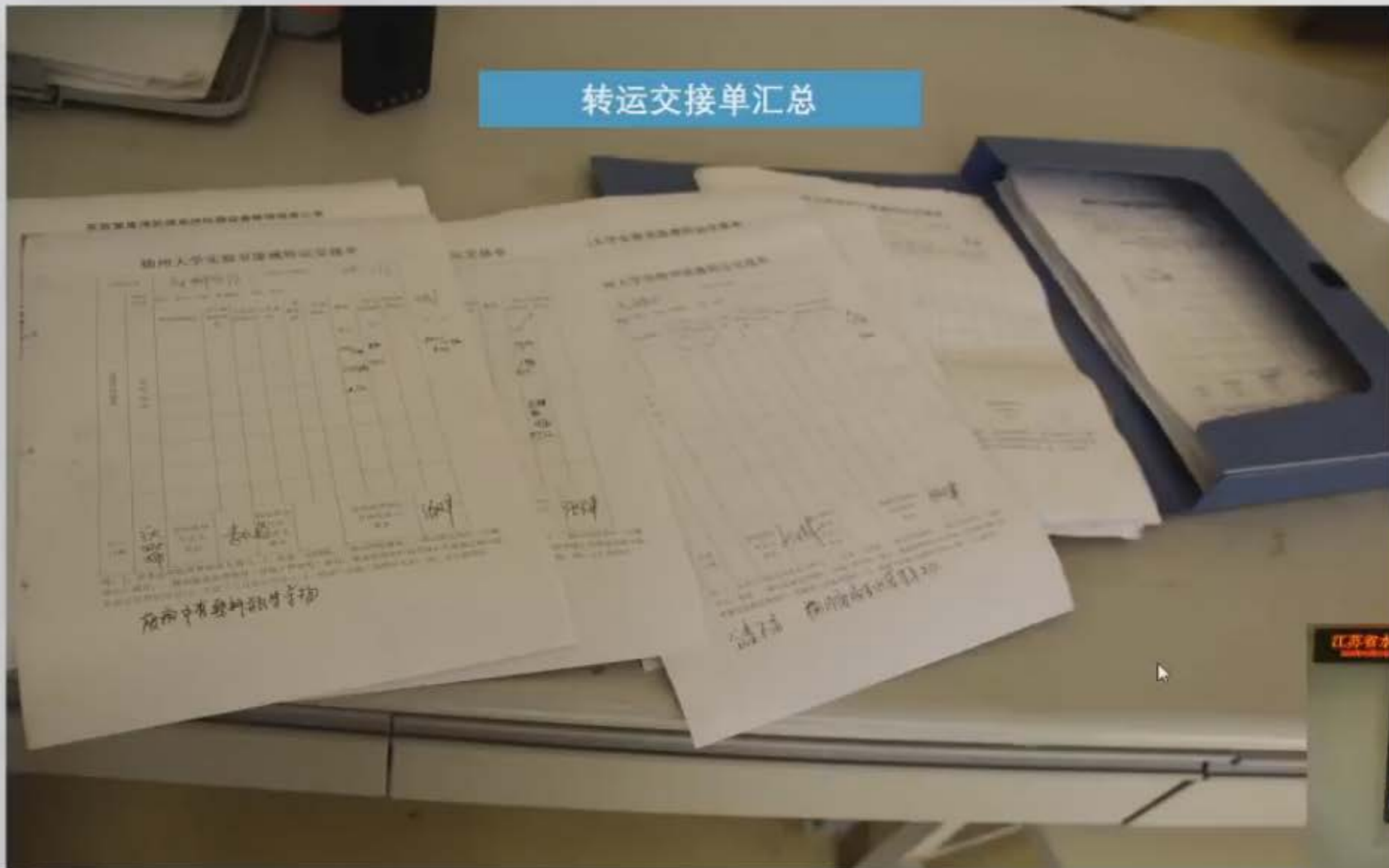


运行



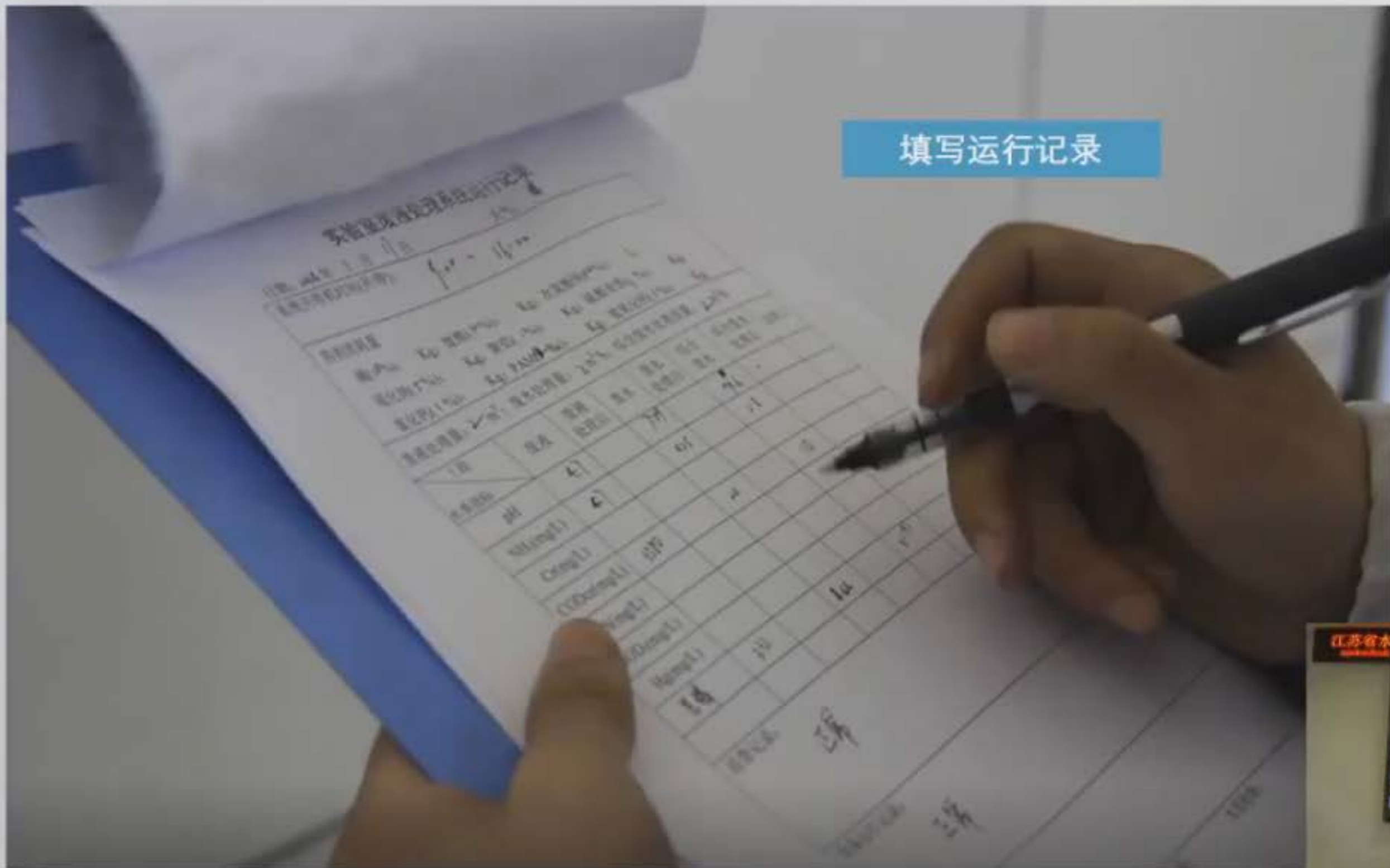
### 1.3 应用实践

### 扬州大学的应用概况



### 1.3 应用实践

### 扬州大学的应用概况



## 1.3 应用实践

### 中国矿业大学的应用概况



# 中国矿业大学

CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY

**组成：**废液分类收集系统、废液分类预处理系统、物化处理系统、生化处理系统、深度处理系统、智能自动控制系统、过程废气净化系统、水质在线监测系统、废弃试剂瓶清洗系统、旁置式实验装置。



## 中国矿业大学实验室废液废水处理实验装

Waste water treatment device of Laboratory of China University of mining and techn



2019年11月  
交付使用

80 m<sup>3</sup>  
废液年处理量

20 m<sup>3</sup>  
废水日处理量

400 余万元  
处理装置投资

中国矿业大学实验室废液废水处理实验装置

Waste water treatment device of Laboratory of China University of mining and technology

江苏省水污染控制与治理实践教育中心（扬州大学）欢迎您



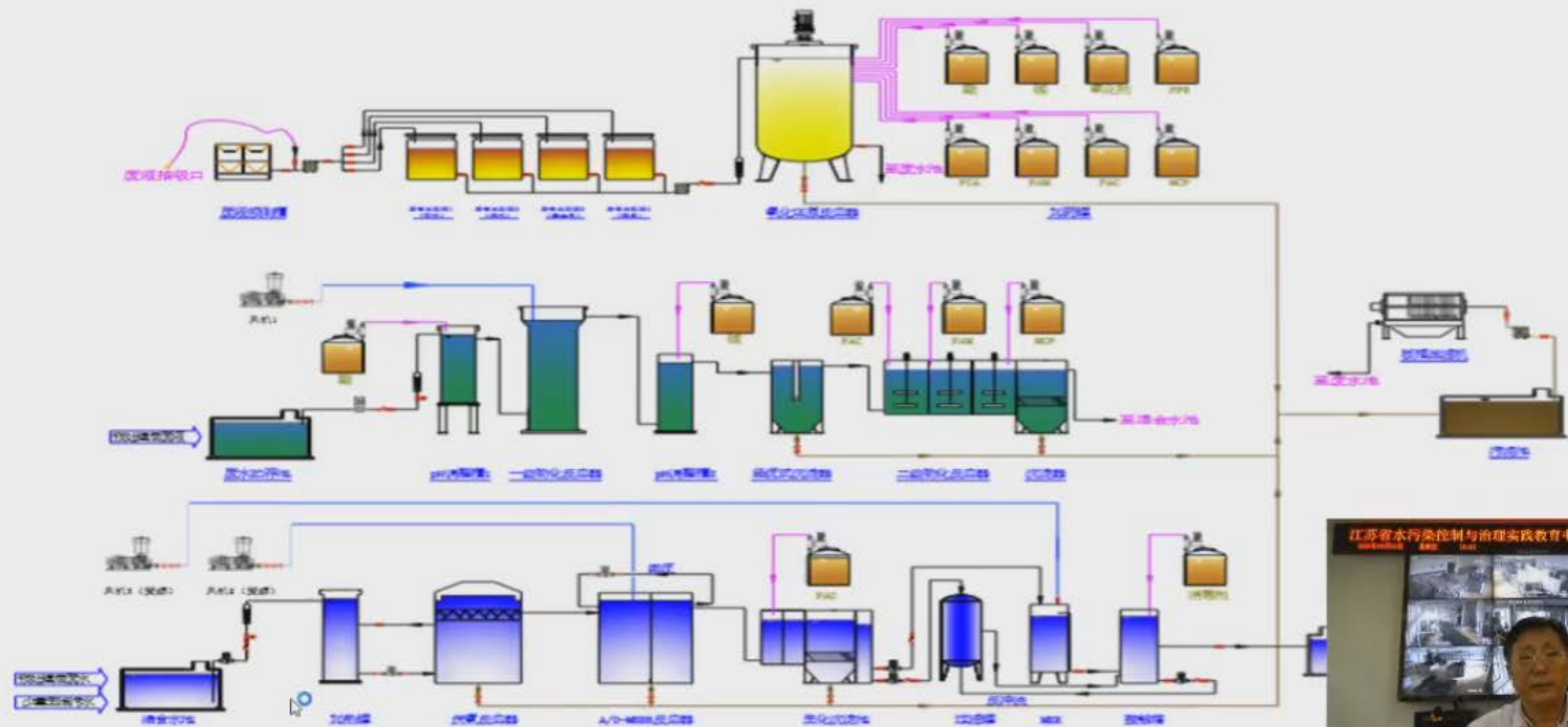
# 1.3 应用实践

## 中国矿业大学的应用概况



### 水污染治理与控制实验实训装置工艺流程图

Water pollution control and control experimental training device process flow chart



# 1.3 应用实践

## 中国矿业大学的应用概况

(2019)徐测(水)字第(319)号 共5页 第4页

### 检测结果

表1. 废水检测结果(续1)

采样点位		废水出口		《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015)表1B标准限值	达标情况
采样时间		2019年11月18日 14时33分	2019年11月18日 14时40分		
样品编号		B19WT287 Sw01-1	B19WT287 Sw01-2		
化学需氧量	mg/L	100	76	500	达标
		270	0.249	45	达标
		0.01	0.01	8	达标
		0.60	0.65	8	达标

### 出水指标

废水出口		2019年11月18日 14时40分	2019年11月18日 14时33分
悬浮物	mg/L	105	95
氨氮	mg/L	494	505
总磷	mg/L	229	206
样品状态		暗黄色、刺鼻性气味、无浮油	暗黄色、刺鼻性气味、无浮油



### 检测报告

(2019)徐测(水)字第(319)号

检测单位: 徐州天研环保科技有限公司

徐州天研环保科技有限公司  
 地址: 徐州市铜山区徐海路100号  
 邮编: 221000 电话: 0516-8810200  
 2019年11月18日



江苏省水污染控制与治理实践教育中心(扬州大学)欢迎您

中国矿业大学实验室废液废水处理  
Waste water treatment device of Laboratory of China Unive



# 实验室废气处理技术研究与实践

## PART II



1. 实验室废气处理的目的是和意义

2. 实验室废气处理技术研究

3. 应用实践

江苏省水污染控制与治理实践教育中心（扬州大学）欢迎您



# 2.1 目的和意义

# 问题的提出

1.实验废气的无序排放对校园环境造成严重污染，威胁师生和公众的健康和安全。

2. 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投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问题已成为高校所面临的现实而紧迫的问题。

全国多所高校被环保部门处罚、负责人被约谈！

**南宁市青秀生态环境局约谈五合大学城多所学校**

【导语】近日，南宁市青秀生态环境局约谈了五合大学城多所学校，就其实验室废气排放问题进行了约谈。

【正文】南宁市青秀生态环境局执法人员近日约谈了五合大学城多所学校，就其实验室废气排放问题进行了约谈。执法人员表示，实验室废气排放对环境造成严重影响，威胁师生和公众的健康和安全。学校应加强实验室废气处理设施的建设和运行，确保废气达标排放。学校负责人表示，将积极配合环保部门的工作，加强实验室废气处理设施的建设和运行，确保废气达标排放。

**南京一高校拒付环保处罚金 环保局欲申请强制执行**

【导语】南京市生态环境局近日对某高校拒付环保处罚金的行为进行了通报，并表示将申请法院强制执行。

【正文】南京市生态环境局近日对某高校拒付环保处罚金的行为进行了通报，并表示将申请法院强制执行。环保局表示，该高校在收到环保部门的处罚决定书后，拒不履行处罚义务，严重违反了环保法律法规。环保局将依法申请法院强制执行，维护法律的尊严和环保部门的执法权威。

**生态环境局长安分局约谈某职业学院**

【导语】生态环境局长安分局近日约谈了某职业学院，就其实验室废气排放问题进行了约谈。

【正文】生态环境局长安分局近日约谈了某职业学院，就其实验室废气排放问题进行了约谈。分局负责人表示，该职业学院实验室废气排放设施运行不正常，导致废气超标排放。学院负责人表示，将立即整改，加强实验室废气处理设施的建设和运行，确保废气达标排放。

**吉林两所高校被启动环境污染按日连续处罚 罚金超百万**

【导语】吉林省生态环境厅近日对两所高校启动了环境污染按日连续处罚，罚金总额超过百万元。

【正文】吉林省生态环境厅近日对两所高校启动了环境污染按日连续处罚，罚金总额超过百万元。生态环境厅表示，这两所高校在收到环保部门的处罚决定书后，拒不履行处罚义务，严重违反了环保法律法规。生态环境厅将依法启动按日连续处罚程序，直至两所高校履行处罚义务为止。

## 2.1 目的和意义

## 实验室废气危害

实验室废气对人体的危害是多方面的，主要表现为呼吸道疾病与生理机能障碍，以及眼鼻等粘膜组织受到刺激而患病，长期待在空气污染的环境里，会造成**肺癌、慢性阻塞性肺病、哮喘病、白血病**等疾病。

实验室废气对人体的伤害

成分	危害
苯	长期低浓度接触可发生慢性中毒，血液系统和神经衰弱，甚至白血病、死亡。属于强致癌物质。
甲苯、二甲苯	严重者可致昏迷以致呼吸、循环衰竭而死亡。长期接触会引起慢性中毒。属于强致癌物质。
甲醛	呼吸道吸入一定剂量甲醛可能诱发支气管哮喘。孕妇易导致胎儿畸形，甚至死亡。
丙酮	高浓度接触对个别人可能出现肝、肾和胰腺的损害。
乙酸乙酯	长期吸入，贫血，白细胞增加，脏器水肿和脂肪变性。
苯酚	苯酚对皮肤、粘膜有强烈的腐蚀作用，长期接触可引起慢性中毒，严重者引起蛋白尿。



## 实验室废气:

实验室试剂和样品的挥发物，实验及分析过程中间产物的挥发物，容器残留物挥发，泄漏和排空的标准气和载气等。

### 无机废气

多指废气中含有硫氧化物、氮氧化物、碳氧化物、卤素及其化合物等的气体。

### 有机废气

多指废气中含有甲醛、苯甲苯、二甲苯、丙酮、丁酮、乙酸乙酯、油雾、糠醛、苯乙烯、丙烯酸、树脂、添加剂、漆雾、天那等含碳氢氧等有机物的气体。

### 恶臭废气

多指废气中含有氨气、胺、硫化物、脂肪酸、芳香族、硫醇和二甲基硫等的气体。

### 粉尘废气

多指废气中含有大于 $75\mu\text{m}$ 的固体悬浮气体。。



## 2.1 目的和意义

## 实验室废气排放现状

### 国内实验室废气排放现状



江苏省水污染控制与治理实践教育中心（扬州大学）欢迎您



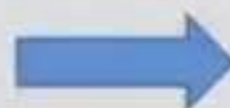
## 2.1 目的和意义

## 法律法规



我国大部分高校:

- 1, 管理理念
- 2, 经费
- 3, 硬件设备



对实验室废气的防治还停留在采用通风柜**直排**和**补风换气**的层面上, 尚缺乏全面系统地解决问题的办法, 很难满足高校实验室环境安全与污染防治以及保障师生身心健康的要求。

《恶臭污染物排放标准》 (GB14554-1993)

《环境空气质量标准》 (GB3095-2012)

《大气污染物排放标准》 (GB16297-1996)

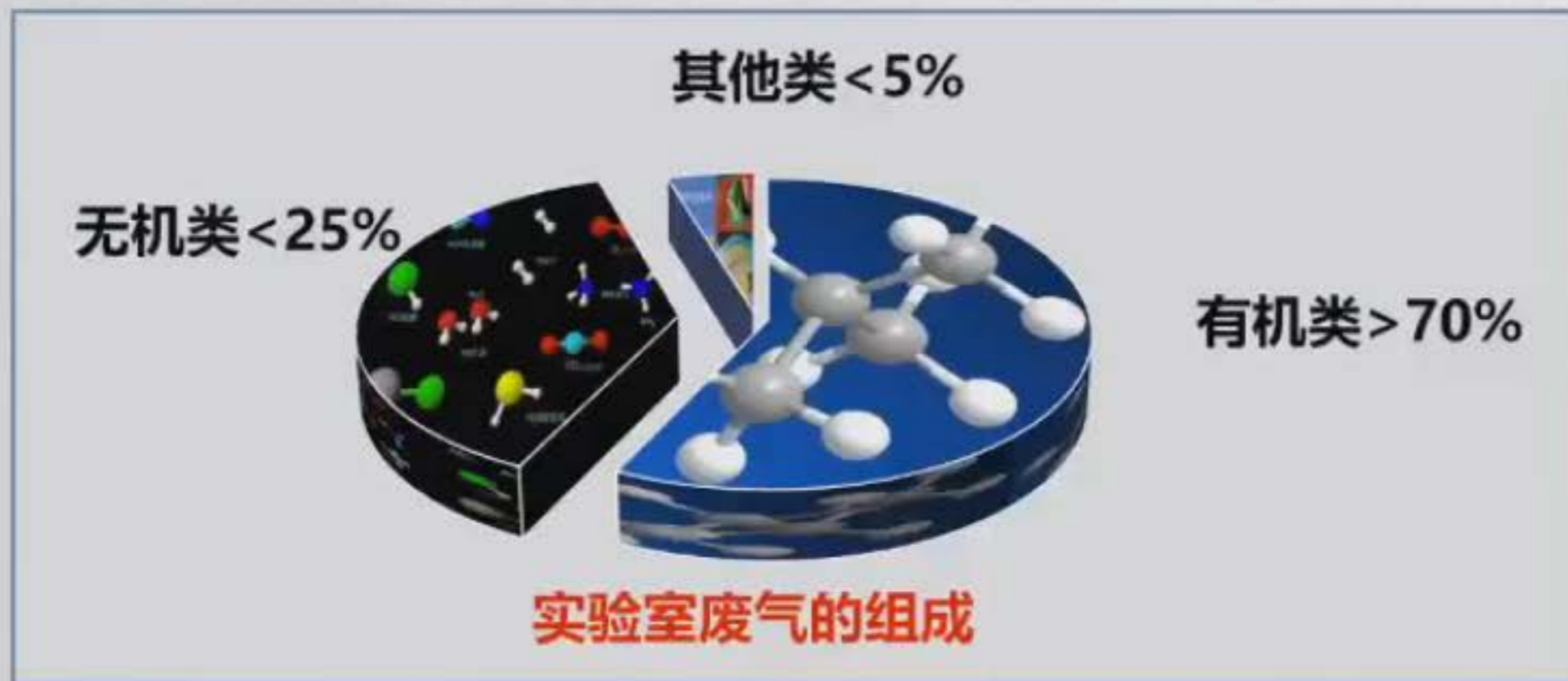
避免公众投诉、环保罚款、部门约谈等事件发生

有组织



## 2.2 处理技术研究 实验室废气的特性

实验室废气成分上主要有三大特性：**不同挥发性、不稳定性、易混合反应。**



实验室废气的特点：

✎种类繁多，成分复杂

✎排放浓度及排放量极不稳定

✎风量较大，浓度较工业废气低

✎产生点源分散，呈立体型污染

## 2.2 处理技术研究

## 处理技术的适用性

表. 常用废气净化技术

原理	处理工艺	特点	适用场合
生物法	生物滤床、土壤法	停留时间长, 占地面积大, 运行管理要求高	水溶性、有组织排放源的有机和恶臭气体
电化学法	光催化法、等离子法、UV光解法	不能单独使用, 高浓度有机废气有安全隐患	中低浓度有组织排放的有机废气
物理吸附	活性炭吸附、分子筛	容易堵塞, 无法做到及时更换, 产生大量危废	低浓度、高净化要求的有机无机废气
吸收法	化学洗涤、植物液洗涤	要与其他工艺配合使用	大气量, 中低浓度的有机和无机废气
燃烧法	RTO、RCO	体积庞大, 需要专业人员操作	大气量, 高中浓度的有机废气

**受污染物类型、浓度、排放形式、管理水平、排风量、环境条件、使用要求等诸多因素限制, 很多工艺并不适用于实验室废气净化。**



## 2.2 处理技术研究

## 处理技术的适用性

高校实验室产生的废气种类较多也复杂，目前实验室产生的废气大致可划分为有机、无机、粉尘和恶臭，因此**不能简单统一采用活性炭吸附方法**，应针对**不同废气类型结合不同的处理工艺**的特点，采用**组合处理工艺**来实现达标排放。

每一种废气治理技术均有其适用对象和技术短板，没有哪一种技术可以处理所有废气污染物，故在进行废气工艺设计时更多的是**考虑对现有废气治理技术进行组合，扬长避短。**

废气处理工艺具有针对性，特征污染物总体去除率**不低于90%**并达标排放，**明确淘汰完全单一活性炭吸附、光氧催化、低温等离子处理工艺。**



活性炭吸附箱



低温等离子

单一活性炭装置的四大弊端：  
活性炭易饱和、无法指示饱和量、活性炭属于固体危废。



## 2.2 处理技术研究

### 组合处理技术

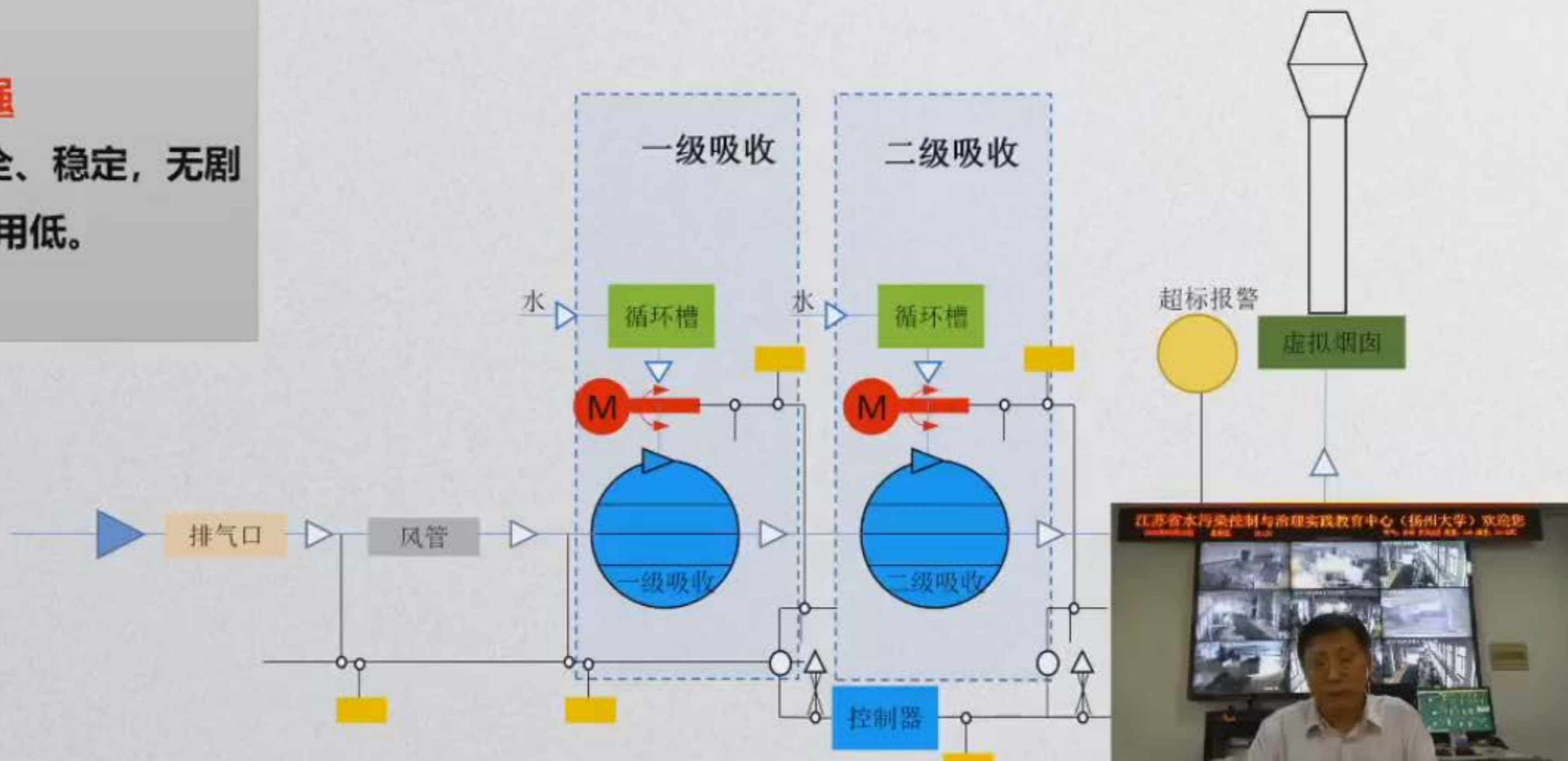
无机废气: **一级吸收+二级吸收**

特点:

- 1, **两段吸收, 针对性强**
- 2, 净化过程环保、安全、稳定, 无剧烈的能量转换, 运行费用低。
- 3, **确保达标排放。**

氮氧化物、硫酸雾、氯化氢、氟化氢、硫化氢、二氧化硫等

无机废气



## 2.2 处理技术研究

### 组合处理技术

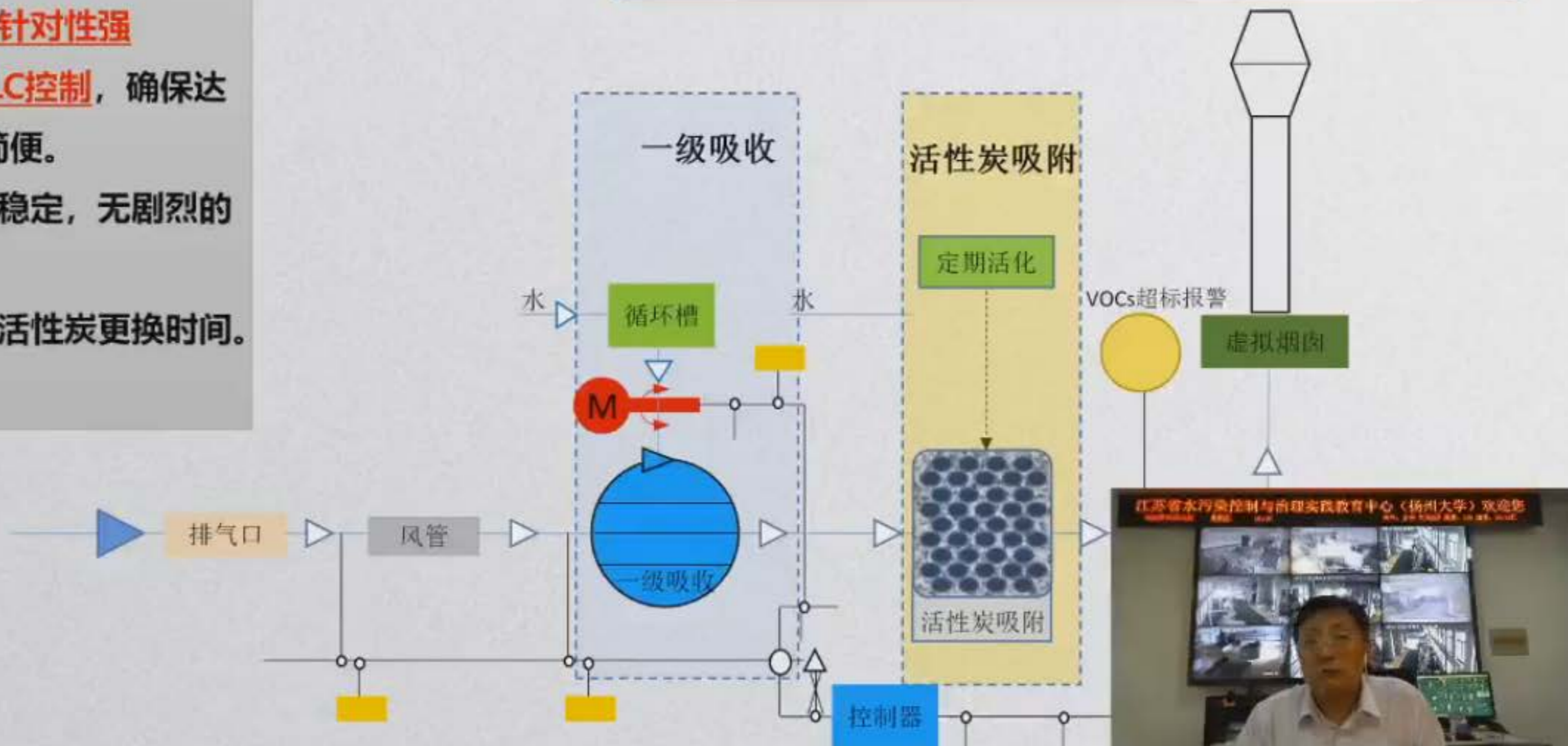
#### 有机废气:一级吸收+活性炭吸附

特点:

- 1, **分级处理, 功能明确, 针对性强**
- 2, **自动化程度高, 通过PLC控制, 确保达标排放, 而且管理及维护简便。**
- 3, **净化过程环保、安全、稳定, 无剧烈的能量转换, 运行费用低。**
- 4, **在线检测报警精确提示活性炭更换时间。**
- 5, **确保达标排放。**

#### 有机废气

芳香类 (苯、甲苯、二甲苯、苯乙烯等) ; 醛酮类 (甲醛、乙醛、戊二醛、丁醛、丙酮、环己酮、甲乙酮、苯乙酮等) ; 酯类 (醋酸异丁酯、醋酸乙酯、醋酸丁酯、醋酸甲酯、香蕉水等) ; 醇类 (甲醇、乙醇、丁醇、异丙醇、乙二醇等)



## 2.2 处理技术研究

### 组合处理技术

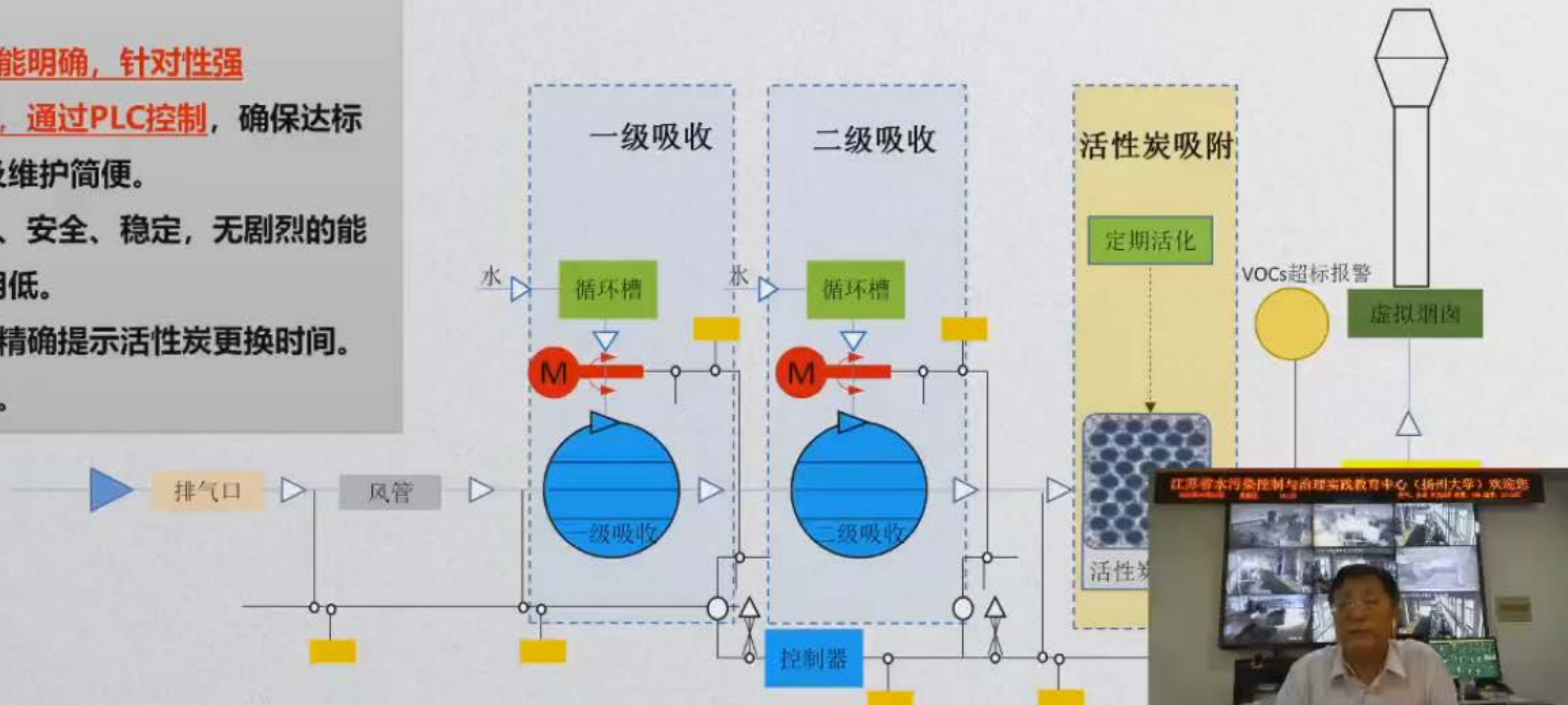
**混合废气:一级吸收+二级吸收+活性炭吸附**

特点:

- 1, **分级处理, 功能明确, 针对性强**
- 2, **自动化程度高, 通过PLC控制, 确保达标排放, 而且管理及维护简便。**
- 3, **净化过程环保、安全、稳定, 无剧烈的能量转换, 运行费用低。**
- 4, **在线检测报警精确提示活性炭更换时间。**
- 5, **确保达标排放。**

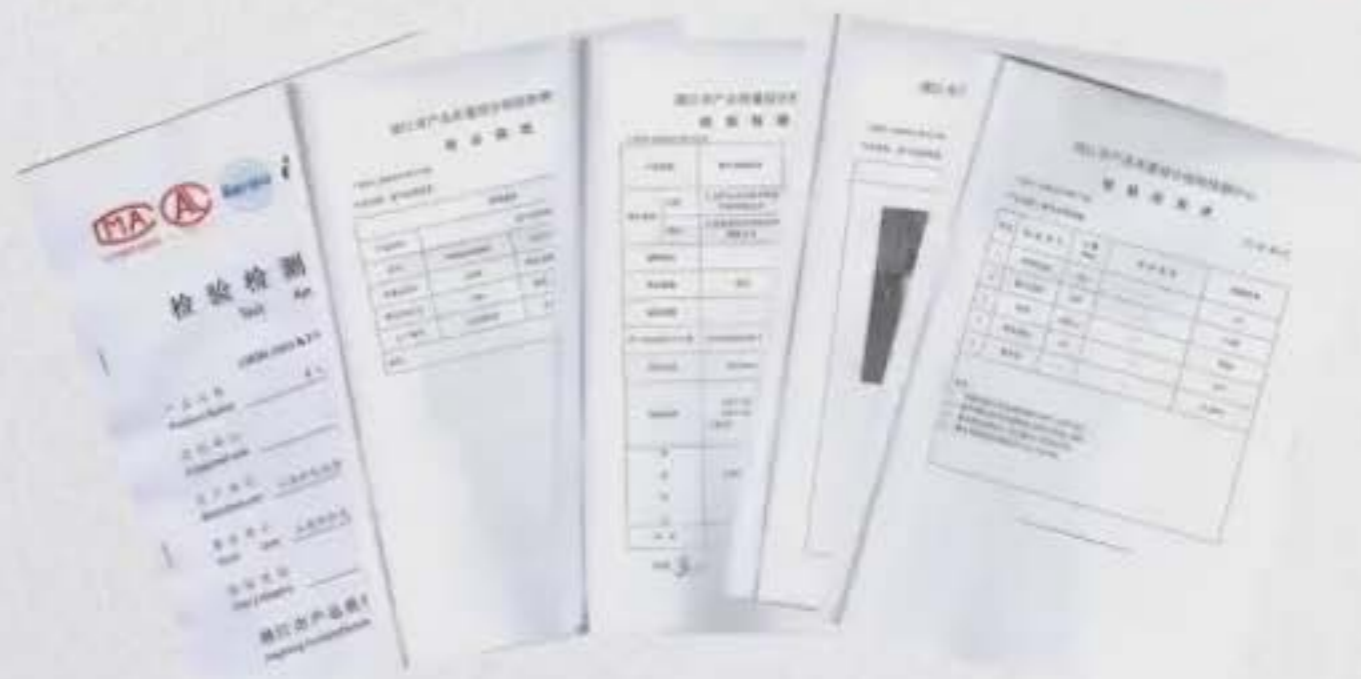
混合废气

有机废气、无机废气, 其他废气等



## 2.2 处理技术研究

## 成效



**部分高校实验室废气处理第三方检测报告，结论：达标排放**



**2018年**

**通过省级环保新技术新产品鉴定**

**解决了实验室废气的处理问题**

**整体技术达到了国内领先水平**

**建议加快在高校的推广应用**



## 2.3 应用实践

### 废液处理过程的废气处理

#### 扬州大学废液处理过程的废气处理

废气净化装置主要由：

二级错流吸收、催化氧化、活性炭  
吸附及自控单元组成。

VOC在线监测

装置处理规模10000m<sup>3</sup>/h

净化效率大于98% 达标排放

具有学生实训功能




扬州大学实验室恶臭气体排风

## 2.3 应用实践

## 浙江大学理科组团楼的废气处理



 **浙江大学** 紫金港西区理工农组团废气处理系统  
Zhejiang University

废气净化装置主要由二级错流及自控单元组成。VOC在线

江苏省水污染控制与治理实践教育中心（扬州大学）欢迎您



## 活性炭再生技术

1. 吸附饱和后的活性炭属危险固废，其处置费用较高，大于新碳采购价格；
2. 通过本装置可使活性炭达到**五次以上活化再生**，大大减低了处置费用；
3. 脱附废气净化处理达标排放。



## 2.3 应用实践

## 广西大学的废气处理



广西大学实验室混合废气排风控制系统及处理装置

装置处理规模 $15000\text{m}^3/\text{h}$ ,净化效率大于98%,处理后的废气排放达到《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)。

配置:

双级两相错流吸收液吸收/活性炭吸附 /

全流程自控系统/

自动加药系统/

在线PH/在线TVOC

在线温湿度/风速/

自动补(排)液系统



# 几点建议

## PART III

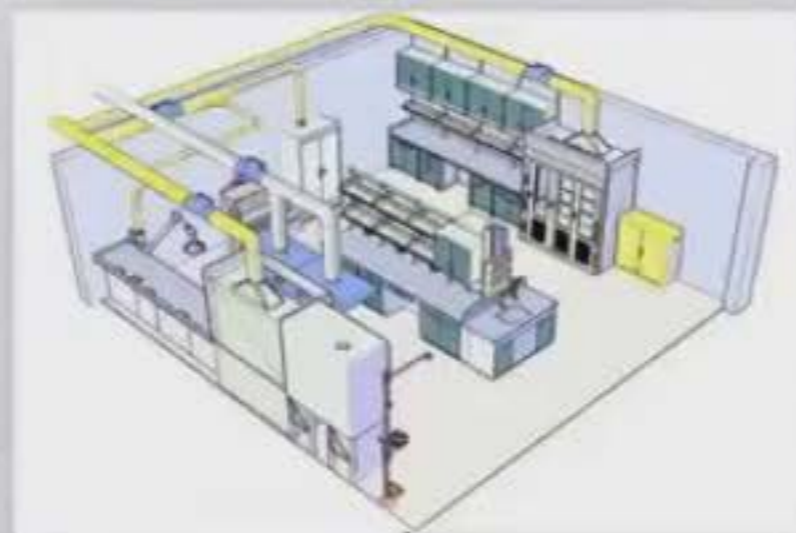


# 建议 1

**“三同时”**是我国在环境管理中防止出现新污染源污染环境的一项重要原则。实验室废液、废水、废气处理是高校环境保护工作的重要内容，也是社会发展和进步的必然趋势，建议与实验室规划、设计、建设同步落实。



实验室有毒有害废弃物随意排放和丢弃容易带来意外伤害和区域环境污染。随着国家环保法律法规的日益完善，**责任追究**在所难免。许多主管部门的领导尚未予以



## 建议 2

废液量不大且有接受单位的高校可以委托外送处置。找不到接受单位或废液量大且处理费用很高的情况下，**建议高校考虑建设综合实验废液处理实验装置。**

当萃取液等有机溶剂废液量多时，可考虑**资源化利用**；量少时，直接并到有机废液处理装置处理。重金属同样操作。



## 建议 3

## 废液废气处理设施建设

- 1, 前期论证调研、编制可行性论证报告;
- 2, 考察成功案例,
- 3、采用成熟可靠性的工艺, 确保长期稳定达标排放;
- 4, 结合实验实训教学平台建设;
- 5, 避免被皮包公司忽悠。



江苏省水污染控制与治理实践教育中心（扬州大学）欢迎您

建议 4

实验室废液的**规范收集**和**分类收集**是学校实验室环境保护工作的重要内容，也是处理装置正常运行及良好处理效果的保证。



高浓度废液外送处理的高校，由于收集不全面，实验室废液废水**污染问题**

# 结束语

高校实验室**环境保护**问题是高校在国内外是否具有竞争力的重要因素之一

☑21世纪，环境保护问题是人类面临的主要问题之一。随着人们对环境问题的关注，作为建设**创新型国家**重要主体的高校实验室，环境保护问题显得越来越重要。

☑实验室环境保护工作是**实验室安全**的重要组成部分，关系到广大师生的身体健康和社会稳定。

☑将实验室“三废”处置纳入高校实验室**安全监管**范围，并全面推行实验室环境管理体系，规范实验室环境保护行为，**我们要行动**。



# 谢谢!



扬州大学  
YANGZHOU UNIVERSITY

扬州大学环境科学与工程学院  
扬州大学实验室环保与智能装备研究所



张键

TEL: 15952775630

QQ: 676459063

