

高校实验室废水处理及污染防治措施评价初探

张奕, 贺纓, 程文涛

(湖北省环境科学研究院, 武汉 430072)

摘要: 随着经济的发展和科技的进步,我国高等院校新建及扩建项目在环评工作中越来越多,而高等院校进行的科研实验所产生的实验室废水是高等院校新建扩建环境影响评价废水影响中的重大环境污染因素,故实验室废水的处理及污染防治措施评价是高校新建扩建项目环境影响评价的评价重点,文章对高校实验室废水的来源、种类及特性进行了分类,同时对不同性质的实验室废水的处理及污染防治措施评价做了综合论述。

关键词: 实验室废水; 处理方法; 污染防治措施评价

中图分类号: X820 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-6504(2006)08-0054-03

随着经济的发展、科技的进步和我国高等教育事业的蓬勃发展,当今高等院校的新建扩建项目,在建设项目环境影响评价中越来越多,科研院所和大专院校实验室排放的重金属类、病源性、放射性高危险废水不经处理、混入生活污水排入城市污水管道,不仅腐蚀管道,还将给下游城市污水处理厂带来冲击,故加强实验室废水的处理及污染防治措施评价,使其稳定达标排放是此类型项目环评的评价重点。

2005年7月26日,教育部、国家环境保护总局联合发文教技[2005]3号《教育部国家环境保护总局关于加强高等学校实验室排污管理的通知》,随着高等教育的发展和高校科技创新能力的提升,高校实验室的科研教学活动更加频繁,实验室废气、废液、固体废物等的排放及其污染问题日渐凸现,越来越引起社会的关注。地方各级教育行政部门和环境保护行政主管部门要提高对高校实验室排污管理工作的认识,切实加强领导和协调配合,将高校实验室、试验场等排污纳入环境监督管理范围。地方各级教育行政部门要建立健全高校实验室排污管理制度,指导、监督所在地高校实验室按照国家有关环境保护的法律法规,加强实验过程中的废气、废液、固体废物、噪声、辐射等污染防治工作,积极支持有利于环境与资源保护的实验技术和方法的研究、开发以及示范和推广工作。地方各级环境保护行政主管部门,应对本辖区高校实验室严格执行排污申请登记制度、危险废物污染监控及处置安全许可制度等,要全面做到稳定达标排放,有效防治高校实验室排污对环境和公众安全的影响。

该通知出台后,各地环保部门均将着手对实验室废水的处理纳入环境管理的执法监督中来,本文对高校实验室废水的来源、种类及特性进行了分类,同时

作者简介:张奕(1972-),女,工程师,主要从事环境科研和环境评价工作。(电话)027-62890191(电子信箱)whzhzy@126.com。

对不同性质的实验室废水的处理及污染防治措施评价做了综合论述。

1 实验室废水的来源及种类^[1]

实验室废水的排放周期不定,排放量也无规律性,且所含污染物成分较为复杂,除含有洗涤剂及常用溶剂等有机物外,还有较多的酸碱、有毒有害的有机物(苯、酚等)以及重金属。实验室废水按污染程度可分为高浓度和低浓度实验室废水。高浓度实验室废水主要成分为液态的失效试剂(废洗液、废有机溶剂、废试剂等),液态的实验废弃产物或中间产物(如各种有机溶剂、离心液,液体副产品等);低浓度实验室废水指实验室过程中排放的浓度与毒性较低的实验用水,以及各种洗涤液(产物或中间产物的洗涤液,仪器或器具的润洗液和洗涤废水等),毒性小,浓度低的废试剂,以及用作冷却、加热用途的水。

根据废水中所含主要污染物性质,可以分为有机、无机、及含病原微生物实验室废水三大类。无机废水主要含有重金属、重金属络合物,酸碱,氰化物,硫化物,卤素离子以及其他无机离子等。有机废水含有常用的有机溶剂,有机酸,醚类,多氯联苯,有机磷化合物,酚类,石油类,油脂类物质。按照废水中所含污染物的主要成分来分类,可以分为含重金属废水、含氰废水、含酚废水、酸性废水、碱性废水、卤素类废水等。含病原微生物废水主要由医疗及生物实验室化验废水、解剖台冲洗废水、生物培养液、培养基和少量实验器具冲刷水、动物室笼具冲刷废水,含有病原微生物。

2 高校实验室废水成分确定方法^[2]

对于废水中污染物成分的确定主要采用物流分析法。物流分析法就是根据各个实验定开设的实验内容、实验试剂的名称用量大体确定废水的组分,具体

过程为根据物流平衡和化学反应质量平衡的原理,根据实验内容来确定实验过程中所用的所有试剂,分析出所有可能引入污染物的途径,然后根据反应物、中间产物以及最终产物来确定实验过程中的废弃物。实验室废水往往包含实验过程中所有物质的组成元素,弄清反应物以及反应的机理和过程,就可以在整体上探明废水的主要组成物质,对下一步对废水的处理打好基础。

3 实验室废水处理方法概述

3.1 絮凝沉淀法^[3-5]

这类方法适用于含重金属离子较多的无机实验室废水。当确定了废水的性质后,在探索了各种离子沉降的特性后,选择合适的絮凝剂(石灰、铁盐、铝盐等),在弱碱性条件下可形成 $Mn(OH)_2$ 、 $Fe(OH)_3$ 和 $Al(OH)_3$ 的絮胶状沉淀,且具有吸附作用,在去除重金属离子的同时,也可以除去一部分水中的其它污染物,降低废水的 COD,提高废水的可生化性。

3.2 硫化物沉淀法^[1,3,5-9]

此类方法是针对含有汞、铅、镉等金属比较多的实验室废水,一般是用 Na_2S 或 $NaHS$ 把废水中的重金属转变为难溶于水的金属硫化物,然后使其与 $Fe(OH)_3$ 共沉淀而分离出去。将废水的 pH 值调到 8.0~10.0,再向废水中加入过量的硫化钠,使其生成硫化物沉淀,再加入 $FeSO_4$ 作为共沉淀剂,生成的 FeS 将水中悬浮的硫化汞、硫化铅、硫化镉微粒吸附而共沉淀,然后静置,分离过滤。

3.3 氧化还原中和沉淀法^[2]

此类方法多适用于含有六价铬或具有还原性的有毒物质,比如氰根离子等,以及一些金属的有机化合物。常用的工艺过程就是让废水经过氧化还原反应,使得毒性高的污染物转化成毒性低的物质,然后再经过混凝、沉淀将污染物从反应体系中除去。

对于六价铬的废液,先把 Cr^{6+} 还原成 Cr^{3+} ,然后用沉淀剂将其沉淀除去或将其与其他的重金属废液一起处理。该反应中的还原剂常为铁粉、亚铁盐、亚硫酸氢盐或二氧化硫等,在 pH 值低于 3.0 的条件下进行反应,然后中和沉淀,将铬转化为难溶盐除去。

当溶液中有氰根离子时,一般先在碱性条件下用氧化剂将其氧化成为 N_2 和 CO_2 ,主要的方法有氯碱法、电解氧化法、普鲁士蓝法^[4](是以生成铁氰化物的形式使之沉淀的方法)、臭氧氧化法以及铁屑内电解法。

3.4 活性炭吸附法^[2]

活性炭吸附法多用于去除用生物或物理、化学法

不能去除的微量呈溶解状态的有机物。实验室浓有机废水含有大量试验残液和废溶剂,其主要成分为烷烃类、芳香族以及能使液面表面自由能降低很多的物质,且废水浓度高、量小、呈酸性,很适合用活性炭吸附处理。处理工艺流程为先经过简单分离把废水中的有机相分离出来,再经过活性炭二级吸附,COD 的去除率可达到 93%^[10],同时活性炭还吸附部分无机重金属离子。

3.5 高浓度有机废水处理法^[3]

有焚烧法、溶剂萃取法、氧化分解法、水解法以及生物化学处理法等。

有机溶剂如醇类、酯类、有机酸、酮及醚等应尽量回收,循环使用。对含水的低浓度废液,用与水不相混合的挥发性的溶剂进行萃取,分离后再焚烧。对形成乳浊液之类的废液不能用此法处理,要用焚烧法处理。如果量少可把它装入铁制或瓷制容器,选择室外安全的地方烧掉。对难以燃烧的物质,可把它与可燃性物质混合燃烧。但在运作时要特别注意勿使燃烧不完全之毒性物质或燃烧产生之毒气逸出造成二次污染,燃烧完全与否,视燃烧温度、燃烧区域之停留时间及混合状况而定。

3.6 含病原微生物废水处理^[11]

针对不同的病菌和细菌投放相应的化学药剂灭活处理后,再采用高温高压蒸汽灭菌处理系统消毒处理。化学消毒:一般采用的化学消毒剂有含氯消毒剂、过氧化物类消毒剂、醛类消毒剂、环氧乙烷、醇类消毒剂、酚类消毒剂、季铵盐类消毒剂等;高温高压蒸汽灭菌消毒系统主要由蒸汽发生器、高压蒸汽灭菌装置组成,该方法是对含病原微生物最有效和最可靠的方法,一般 121℃、30min 以上 99.9% 可以灭活。

4 实验室废水处理及污染防治措施综合评价

目前,我国高校及科研实验室废水排放还未全面纳入环保主管部门的监督管理中,据《中国环境报》2005年2月报道,北京市西城区环保局对辖区内73家单位的212个化学实验室进行的化学药品种类、数量、污染物排放去向进行的调查表明:一是实验室类污染涉及行业广,涉及科研、监测、教育、试验、医疗等20多个行业,监督难度大,二是实验室类污染瞬时排放浓度大,但总量小,治理费用高,212个实验室中平均每天使用化学药品超过1kg的只有7家,污染物排放量小,废水治理费用高,大多数单位难以承受。三是部分学校过期药品长期贮存而得不到处理。

故制定出适合我国国情、体制和经济合理、技术成熟的污染防治措施是此类项目环境影响评价中难

于解决的问题。

4.1 高校实验室废水处理原则^[3,7-8]

综上所述,高校实验室废水性质特殊,量少,间断排放,高危害,成分复杂多变。不同的废水,污染物组成不同,处理方法和程度也不相同,如果说实验室是各个实际工厂的小模型的话,那么实验室废水就是各种实际工业废水的大集合。实验室废水的处理应采用多单元处理流程系统或是有针对性的进行分类处理,尽可能的降低处理难度,使得处理费用降低,操作比较简单。

4.2 实验室废水处理污染防治措施综合评价

经过对各个学校以及科研单位的实验室废水水质水量进行调研、统计分析得出,主要以有机实验为主的有机废水和以无机类及含重金属的废水两大类,针对以上两种情况,为经济合理、技术可行的解决实验室废水处理及污染防治措施,本文提出了以下意见。

(1) 高浓度有机类及有毒有害废水处理及污染防治措施。根据实验室废水污染浓度的高低可分类处理。高浓度的实验室废水(废洗液、废有机溶剂、废试剂等),液态的实验废弃物或中间产物(如各种有机溶剂、离心液,液体副产品等)应分类收集,不得倾倒或稀释后倾倒入下水道,按国家《危险化学品安全管理条例》用特定的收集装置密闭贮存,贴上标签,注明废水名称、性质、日期,以便于管理。禁止将不明性质的废液混合存放,二种以上的溶液混合存放应考虑兼容性,以免发生激烈反应、火灾或爆炸、中毒、产生可燃性液体或有害液体、造成容器材质劣化等环境风险影响。

实验室应配备不同颜色、规格,不同材质的容器以贮存废弃试剂或有机溶剂。贮存容器应与实验废弃物具有兼容性;贮存容器应保持良好情况,如有严重生锈、损坏或泄漏之虞,应立即更换;所有贮存容器应保持随时密闭状态;为防止贮存容器泄漏,实验废液之贮存容器需置于不锈钢盛盘内;经常保持清洁完整,不得有逸散、渗出、污染地面或散发恶臭等情形。

该部分废液大多数均为危险废物,应按《国家危险废物名录》规定分类收集,编号后,定期送往有资质的危险废物处理单位处理。

(2) 低浓度无机类及重金属废水处理及污染防治措施。该部分废水主要为:实验室过程中排放的浓度与毒性较低的实验用水,以及各种洗涤液(含重金属的洗涤液,仪器或器具的润洗液和洗涤废水等),毒性小,浓度低的废试剂,以及用作冷却、加热用途的水。

结合该部分废水产生的特性提出了以下废水综合处理的方法。

先进行氧化还原反应,把大部分有机物以及一些有毒的无机成分(包括重金属)氧化还原,转化成小分子有机物和毒性较小的物质。然后进行絮凝沉降,把重金属离子沉淀下来,同时吸附大部分污染物,使得废水能够达到排放标准要求。

除以上技术措施外,实验室工作人员应加强环保意识,定期培训,各实验室的废水排放还应按环保部门要求,实行污染物排放申报登记制度,并定期接受当地环保部门的监督监测检查。

5 小结

高校实验室废水的水质相对复杂,排放量小,排放周期不定,瞬时排放浓度较高,根据《教育部国家环境保护总局关于加强高等学校实验室排污管理的通知》要求,高校实验室、试验场等排污将纳入环境监督管理范围,高校实验室废水应全面做到稳定达标排放,有效防治高校实验室排污对环境及公众安全的影响。本文对高校实验室废水的来源、种类及特性进行了分类,对不同性质的实验室废水的处理方法进行了综合概述,同时根据我国国情、体制及经济技术可行性提出了污染防治措施综合评价。

[参考文献]

- [1] 张长水. 化学实验室常见废液处理的探讨[J]. 洛阳农业高等专科学校学报, 2001, 21(3): 197-198.
- [2] 李铁龙,金朝晖,宣晓梅,等. 实验室废水处理初探[J]. 环境卫生工程, 2004, 12(2): 73-74.
- [3] 杨建设,刘琳. 实验室废液的处理方法[J]. 农业技术师范学院学报, 1998, 12(1): 47-49.
- [4] 王春萍. 实验室废液的处理[J]. 济南教育学院学报, 1999,(2): 58-59.
- [5] 王家棋. 关于化学实验室废液处理的探讨[J]. 化学教育, 1998, (3): 30-31.
- [6] 姚运先,王艺娟. 实验室废液的管理与处理方法[J]. 化学教育, 2002(2): 9-10.
- [7] 蔡成翔. 高校化学实验废水的处理[J]. 广西民族学院学报, 2001, 11(7): 269-273.
- [8] 刘晓燕. 化学实验室常见废液的处理[J]. 绵阳师范高等专科学校学报, 2000, 19(2): 46-49.
- [9] 王敏. 实验室中对汞及其含汞废液的处理[J]. 黑龙江医药科学, 2001, 24(3): 85-86.
- [10] 李明川,李淑华. 活性炭吸附法处理实验室浓有机废水[J]. 黎明化工, 1991(3): 50-53.
- [11] 孙秀兰,南国良,张小京. 生物安全实验室废水处理系统设计探究[J]. 环境科学与技术, 2005, 28(6): 86-88.

(收稿 2006-03-06; 修回 2006-04-07)

(Department of Chemistry and Biology, Yulin Teacher's College,
Yulin537000)

Abstract ID:1003- 6504(2006)08- 0043- 02- EA

Abstract: Trace fluoride ions in fruits of Longan and Mango were analysed with fluoride selective electrode and standard curve of trace fluoride ion. The trace fluoride solution were prepared by taking Longan and Mango separately to solutions of perchloric acid with buffer agents of sodium citrate, sodium chloride and glacial acetic acid with pH controlling to 5.5. Results showed that the monitoring curves were deviated 1.80~3.95% from standard curve and detectable rate of the marked fluoride ions were 96.0~106.1%.

Key words: Longan; Mango; fluoride ion selective electrode; fluoride content

Regression Analysis of Traffic Environmental Carrying Capacity Change in Guangzhou

SUN Yan-jun¹, CHEN Xin-geng¹, BAO Yun²,
PENG Xiao-chun³

(1.School of Environment Science and Engineering; 2.Research Centre for Coastal Ocean Science and Technology, Sun Yat- sen University, Guangzhou 510275; 3.South China Institute of Environment Science, State Environment Protection Administration, Guangzhou 510655)

Abstract ID:1003- 6504(2006)08- 0045- 03- EA

Abstract: The trend of traffic environmental carrying capacity (TECC) in Guangzhou was analysed based on the statistical data. Macro-driving forces for TECC change were discussed quantitatively by principal component analysis. It was found that dynamic factors of economical development and social system pressure were main driving forces to affect on the change of TECC. By designing multiple linear regressive models along with the result of principal component analysis, the number of motor vehicles in Guangzhou was predicted for 2010 and 2015, which will provide scientific basis for sustainable development of transportation in this city.

Key words: traffic environmental carrying capacity (TECC); driving force; principal component analysis; regressive prediction; Guangzhou

Environment Impact Assessment in Small Municipal Utilities District - Selection of Assessment Elements and Technical Options

CHEN Wei-ya¹, BAI Bao-zhu², SUN Jia-shou¹, Shi Tiao-xia¹

(1.School of Environment and Urban Construction, Wuhan Institute of Chemical Technology, Wuhan430073; 2.Wuhan Municipal Environment Protection Bureau, Wuhan430070)

Abstract ID: 1003- 6504(2006)08- 0048- 03- EA

Abstract: The existing status of small municipal utilities district (MUD) in existing industrial towns was analysed and particular aim of environment impact assessment (EIA) for small-MUD as well as EIA essentials and technical methods were discussed.

Key words: small municipal utilities district (MUD); environment impact; essentials of assessment; environment feasibility

Environment Impact Assessment for a Power Transmission Project

JING Liang-jun¹, ZHANG Qing²

(1.Central South Electric Power Design Institute, Wuhan 430071;
2.Hubei Environment Science Research Academy, Wuhan 430072)

Abstract ID:1003- 6504(2006)08- 0051- 03- EA

Abstract: The assessed factors, range as well as criteria for power transmission connections with direct circuit and converter station were analyzed. The impact factors for earthed pole were also described.

Key words: direct circuit; power transmission; environment impact; assessment

Laboratory Wastewater in Universities: Treatment and Pollution Prevention

ZHANG Yi, HE Ying, CHENG Wen-tao

(Hubei Environment Science Research Academy, Wuhan 430072)

Abstract ID: 1003- 6504(2006)08- 0054- 03- EA

Abstract: The treatment and pollution prevention against laboratory wastewater is becoming the emphasis in environment impact assessment due to the wastewater generated in laboratories of university as the key factor to affect environment evaluation. This paper deals with the source, category and properties of laboratory wastewater and makes some proposals on the treatment and pollution control measures for laboratory wastewater as well.

Key word: laboratory wastewater; treatment process; assessment of pollution control measures

Clean Production of Cement Dry Kiln and Vertical Kiln

LI Song-bing, LI Ming-gao, ZHANG Yi

(Hubei Environment Science Academy, Wuhan 430072)

Abstract ID:1003- 6504(2006)08- 0057- 03- EA

Abstract: The clean production levels of cement dry kiln and vertical kiln were compared in terms of process equipment and investment, resource utilization, product quality, energy consumption, product cost and labor productivity, pollutant generation and discharge as well as environment management. Results indicated that cement dry kiln is advantageous over vertical kiln and vertical kiln should be dismantled or renovated.

Key words: cement dry kiln; vertical kiln; level of clean production

Current Status of WEEE Recycling Technology

XIA Zhi-dong, LEI Yong-ping, SHI Yao-wu, REN Yan-bin

(School of Material Science and Engineering, Beijing University of Technology, Beijing100022)

Abstract ID:1003- 6504(2006)08- 0060- 03- EA

Abstract: The structure and constituent of waste electric and electronic equipment (WEEE) were analysed. Current technology for recycling WEEE was further overviewed. Based on the investigation of factors that restrain the development of WEEE recycling technology, the future prospect was discussed.

Key words: waste electric and electronic equipment (WEEE); recycling technology

Recovery and Reuse Technology of Used and Waste Household Appliances

ZHAO Xian-mei, ZHANG Jian-xiong, ZHAO Shi-bin

(Guangdong Polytechnic Normal University, Guangzhou 510665)

Abstract ID:1003- 6504(2006)08- 0062- 03- EA

Abstract: The recycling status of used and waste household appliances as well as the disposal methods and recycling process of used and waste TV, refrigerator, air conditioner and washing machine was introduced. Corresponding measures were also proposed.