

高等学校教材

化学工程与工艺专业 实验教程

HUAXUE GONGCHENG YU GONGYI ZHUANYE
SHIYAN JIAOCHENG

主审 刘国际
主编 侯翠红 任保增



郑州大学出版社

高等学校教材

化学工程与工艺专业 实验教程

HUAXUE GONGCHENG YU GONGYI ZHUANYE
SHIYAN JIAOCHENG

主审 刘国际
主编 侯翠红 任保增



 郑州大学出版社

郑州

图书在版编目(CIP)数据

化学工程与工艺专业实验教程/侯翠红,任保增主编. —郑州:
郑州大学出版社,2017. 12

ISBN 978-7-5645-4928-2

I. ①化… II. ①侯…②任… III. ①化学工程-化学实验-
高等学校-教材 IV. ①TQ016

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 269023 号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路 40 号

出版人:张功员

全国新华书店经销

河南龙华印务有限公司印制

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:14.75

字数:305 千字

版次:2017 年 12 月第 1 版

邮政编码:450052

发行电话:0371-66966070

印次:2017 年 12 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-5645-4928-2

定价:36.00 元

本书如有印装质量问题,请向本社调换

编委名单

BIANWEI MINGDAN

主 审	刘国际		
主 编	侯翠红	任保增	
副主编	徐 丽	李伟然	化全县
	李红萍	陈俊英	
编 委	(按姓氏拼音排序)		
	陈俊英	程相林	谷守玉
	郭茶秀	侯翠红	化全县
	雒廷亮	靳会杰	李红萍
	李松杰	李 涛	李伟然
	刘国际	任保增	孙树旺
	王好斌	徐 丽	周国莉
	周彩荣	张亚涛	

前言

QIANYAN

工程实践能力和综合创新素质的培养是工科教育的重要内容,实验教学是工科生培养的重要环节。化学工程与工艺专业实验是化学工程与工艺专业的本科生进入专业基础课学习之后,配合相应的理论课程教学独立设置的必修实践课程。旨在为学生提供理论联系实践的平台,培养学生能够将数学、自然科学、工程基础和专业知识的用于分析、解决化工过程复杂工程问题的能力,培养学生动手操作技能,建立工业与工程观念,提高工科专业综合素质。

本实验教程主要包含化工仪表及自动化实验、化工热力学实验、反应工程实验、专业实验和综合创新实验。涉及的实验教学项目大部分已在本专业开设运行多年,具有成熟的实验装置,经长期实践运行,积累了丰富的经验,取得了较好的成效。本次编撰总结了以往多年来我专业实践的成果,凝聚着几代专业教师和学生的心血,同时在新的形势下,有所提升和改进。结合我国加入“华盛顿协议”后与国际工程教育接轨,融入了工程与社会、环境和可持续发展、使用现代工具、职业规范、团队、项目管理等毕业要求,是在我校化学工程与工艺专业 2017 年专业实验室建设实验设备安装调试成功并投入运行,再次通过 6 年工程教育专业认证的基础上,按照工程教育专业认证的新理念和新要求编撰完成的。为达到现代化工实训的目标,在反应工程实验中增加了模拟 2 个精细化学品生产过程控制的计算机仿真实验内容,在专业实验中,结合专业特点和科研方向,设置了综合创新性实验,由学生自由选题,查阅资料,进行问题分析、设计/开发解决方案、搭建实验装置,独立进行实验研究和技术经济评价,培养学生、科研基本技能、综合素质、工程意识及创新能力,

提高宽口径大化工类人才的工程实践创新能力。

全书分为7章,具体编写分工为:第1章由侯翠红编写;第2章由侯翠红、徐丽编写;第3章由陈俊英、郭茶秀、孙树旺编写;第4章由李红萍、周彩荣编写;第5章由李伟然、徐丽、靳会杰、程相林、李松杰、李涛、刘国际、侯翠红编写;第6章由徐丽、李伟然、程相林、靳会杰、谷守玉、周国莉、张亚涛、刘国际、化全县、侯翠红、雒廷亮编写;第7章由侯翠红、任保增、徐丽、化全县、王好斌编写。全书由侯翠红统稿整理,承蒙刘国际教授审阅定稿。

本教材编写出版过程中,得到郑州大学教务处的大力支持和经费资助,借鉴了国内外同行的相关教材和参考文献,得益于全体专业教师和学生多年来给予的大力支持和协作,研究生朱基琛同学参与了部分教材整理工作,在此一并致谢。同时感谢郑州大学出版社相关领导和编辑的辛勤付出,使得该教材如期顺利出版。

本书的研究成果得到“十三五”国家重点研发计划项目(2016YFD0200401)、河南省高等教育改革与研究项目的资助和支持,特此致谢。

教材中不足之处,恳请有关专家和读者批评指正。

编者

2017年8月

目录

MULU

第 1 章 化学工程与工艺专业实验教学目标及学习建议	1
第 2 章 实验室安全管理及要求	4
第 3 章 化工仪表及自动化实验	12
实验 3.1 对象的特性	14
实验 3.2 压力表校验	20
实验 3.3 电动差压变送器特性	23
实验 3.4 电子电位差计特性	26
实验 3.5 电动温度变送器特性	29
实验 3.6 电动控制器的特性	32
实验 3.7 液位定值控制系统	35
实验 3.8 温度定值控制系统	38
第 4 章 化工热力学实验	42
实验 4.1 流体临界状态观测及 $p-v-T$ 关系测定	44
实验 4.2 蒸汽压缩制冷循环参数测定	50
实验 4.3 用气相色谱法测定无限稀释溶液的活度系数	60
实验 4.4 汽液平衡数据的测定及数据处理	66
第 5 章 反应工程实验	74
实验 5.1 三釜串联连续流动反应器返混与停留时间分布的测定	76
实验 5.2 连续两相流填料塔式反应器中的返混研究	82

实验 5.3	乙醇脱水反应动力学参数测定	87
实验 5.4	固定床催化乙醇脱水反应	93
实验 5.5	流化床催化乙醇脱水反应	99
实验 5.6	过程仿真实验	103
 第 6 章 工艺专业实验		129
实验 6.1	氨在固定床催化反应器中的分解实验	131
实验 6.2	乙醇-苯-水系统共沸精馏实验	136
实验 6.3	乙酸乙酯皂化反应反应过量比的测定研究实验	141
实验 6.4	中空纤维超过滤膜分离 PVA 研究	145
实验 6.5	乙苯脱氢制备苯乙烯实验	152
实验 6.6	计算机控制多功能连续精馏实验	160
实验 6.7	填料精馏塔理论板数的测定	166
实验 6.8	双氧水催化丙烯环氧丙烷反应	175
实验 6.9	萃取精馏实验	184
实验 6.10	气体分离膜性能测试开放实验	190
 第 7 章 综合创新实验		193
实验 7.1	2-甲基萘气固相氧化催化剂的制备及其性能评价	194
实验 7.2	功能洗发水的制备及配方优化实验研究	202
实验 7.3	草坪(或花卉)专用功能肥料的制备工艺及性能研究	207
实验 7.4	多级错流萃取分离正丁醇-水混合液工艺	214
实验 7.5	十二碳二元酸粗品重结晶纯化工艺	220

第1章 化学工程与工艺专业实验 教学目标及学习建议

化学工程与工艺专业实验是化学工程与工艺专业的本科生进入专业基础课学习之后开设的实验教学内容,包含化工仪表与自动化实验、化工热力学实验、反应工程实验和专业实验,在高等学校化工类专业教学计划中配合专业必修的理论课程独立设课,为必修实践课程。

一、实验教学目标

化学工程与工艺是研究化学工业生产过程中的共同规律,并用化学方法改变物质组成或性质来生产化学产品的一门工程学科。化学工程与工艺专业依托化学工程与技术学科,主要研究化学在工程实际中的应用。因此,通过化学工程与工艺专业实验:

(1)提高学生感性认知,使学生在前修课程基础上,通过专业基础课的学习和独立实验,理论联系实际,更好地理解教学内容,掌握实验室安全知识,巩固和加深对所学基本理论的理解,实现知识的融会贯通,培养学生综合运用所学知识分析解决实际工程问题的能力。

(2)培养学生能够基于科学原理,采用科学方法进行科学研究的初步能力;能够基于专业基础理论,根据对象特征,选择研究路线,设计可行的实验方案;能选用或搭建实验装置,采用科学的实验方法,安全地开展实验;能够正确观察、积极思考和科学分析实验过程,运用各种实验手段正确采集实验数据,并利用计算机等现代工具分析整理实验数据,能对实验结果进行关联、建模、分析和解释,获取合理有效的结论。

(3)使学生掌握化工常用的实验技术和实验研究方法,了解和掌握本专业常用仪器与实验装置的结构与操作方法,锻炼学生的动手能力,掌握规范的实验操作。

(4)培养学生树立严谨求实的科学作风,养成良好的科研、工作习惯。

(5)通过对实验结果进行分析、撰写实验报告等环节,培养学生表达能力,提高对所研究问题进行探索和创新的能力。

(6)实验一般分组进行,每组由1~4人组成,在实验过程中大家分工协作,可培养学生团队合作精神,增强社会责任感。

二、实验学习方法建议

一个完整的专业实验过程相当于一项科学研究的缩影,特别是综合性、设计性实验。因此,做实验实际上也是接受科研训练的过程,同学们应认真对待并积极参与专业实验。

为保证实验的良好效果,学生和指导教师可参考以下学习方法:

(一)认真做好实验预习

(1)在实验前,认真阅读实验指导书,明确实验目的,了解实验内容,必要时查阅相关理论课程教材及资料,明晰实验原理和方法。

(2)根据实验的具体任务和目标,熟悉实验步骤和注意事项,必要时绘制实验流程图。

(3)拟定实验方案,预设出现问题如何进行调整,要有预案。

(4)注意实验中使用的试剂及危化品的防护,三废处理方式等。

(二)严格实验操作与组织

(1)为保证实验质量和效果,尽可能得到全面的训练,学生须提前分好组,做好实验组织工作。可由组长全面负责,既有分工,又有协作,制定的实验方案可在组内讨论,各司其职,并进行轮换,发挥每位同学的主观能动性。

(2)在实验课前指导教师须向学生进行安全教育,签署安全告知书。学生进入实验室,必须穿戴实验工作服,佩戴防护目镜,重视安全防护。

(3)在教师指导下开展实验操作和研究,严格遵守实验操作规范,既要胆大,又要心细,实验过程中仔细观察,详细如实记录实验记录和数据,对实验过程中出现的问题要认真分析积极思考,并想办法解决。

(4)实验结束,须将装置设备恢复至原状,实验用品归位,实验室台面及周围环境整理干净,并将实验记录本交回指导教师审阅,在实验装置使用记录簿上签字,方可离开实验室。

(三)及时如实做好实验记录

进行实验时,要如实做好实验记录。养成随做随记的好习惯,切不可等实验结束后凭回忆来写实验记录,更不允许编造实验数据。

(四)认真撰写实验报告

实验报告以实验数据的准确性和可靠性为基础,是判断实验工作完成质量的重要评价依据,是对实验研究工作的系统分析和全面总结。实验报告通常包括实验目的、实验原理、实验装置或流程、实验步骤、实验数据处理、实验结果与讨论等。

实验报告的撰写不要照抄实验指导书,应结合自己的理解和实际操作过程,简洁清晰地梳理和描述,装置或流程的绘制尽可能用铅笔、直尺认真完成。实验数据的处

理要求处理方法和过程完整规范,计算结果正确(注意数值、单位和有效数字等)。如需图纸,需用坐标纸描绘画线,尽量使用现代计算工具和软件。讨论是分析问题的过程,可结合理论、实验现象、实验数据进行讨论。除此之外,还可对实验提出改进意见,也可将实验过程中个人的收获、体会或不足等写进去,认真总结,逐步提高认识水平,为以后的研究开发和技术工作打下基础。

第2章 实验室安全管理及要求

一、实验室学生守则

为保证实验课程的正常进行,保障学生人身安全和实验室安全,学生进入实验室必须遵守以下实验室守则:

(1) 实验前学生必须做好预习,切实做好实验前的准备工作。

(2) 进入实验室,要穿戴工作服和防护镜,着装规范。

(3) 进入实验室后,要熟悉实验室及周围环境,熟悉安全通道,了解灭火器材、急救药箱的放置位置和使用方法。严格遵守实验室的安全守则和每个实验操作中的安全注意事项。若有意外发生,要及时报告指导教师或实验员处理。遇到事故要保持镇静,迅速报警并采取紧急措施(切断电源,气源等),防止事故扩大,并注意保护现场。

(4) 进入实验室不得大声喧哗,不得到处走动,禁止吸烟,不要随地吐痰并保持清洁卫生。

(5) 严格遵守实验室各项规章制度,不准动用与本次实验无关的仪器、设备和其他室内设施,爱护公物。

(6) 使用仪器、设备必须遵守操作规程。实验准备就绪后,须经指导老师同意,方可动用仪器(接通电源)进行实验。

(7) 实验中遵从教师指导,按照操作要求进行试验,要集中精力,认真操作,细心观察,积极思考,认真记录,各种数据尽量要求准确。不允许抄袭其他组的数据,不得擅自离开操作岗位。

(8) 实验中注意节约水、电、气和药品。如不慎损坏仪器、仪表、设备等,要及时报告指导教师或实验员,依照实验室规章制度进行处理。

(9) 实验完毕,应将仪器、设备和实验用品具清点整理好,归位,废弃物应分别放置到指定地点,不得乱丢,更不能随意丢入垃圾桶或倒入水槽,关闭水电气开关,清扫干净实验场地,经老师同意后方可离开实验室。

二、专业实验室安全及管理规定

实验室是教学、科研的重要基地,是国家财产比较集中的场所,因此,实验室安全及管理工作应高度重视,并遵守以下规定:

(1)认真做好“四防”工作,即防火、防盗、防毒、防事故。

(2)无论任何人,必须具备必要的实验知识和一定的实验操作技能,经指导老师或管理人员允许方可进行实验或操作。

(3)在学生进行实验操作前,任课教师或指导实验的人员要对学生进行安全教育,应将实验程序、操作方法、应注意的事项,易发生的问题及应急处理办法等一一交代清楚。对不遵守实验室纪律和有关规定、违反操作规程、不听教育劝阻者,教师或指导实验人员有权责令其停止实验或操作,以免妨碍他人或发生事故。对无理取闹者,要及时向有关部门报告。

(4)严格执行《危险化学品暂行管理办法》和国家有关规定,任何人不得违反。对规定允许的最少存量和实验临时领回的危险品要建立卡片,明确责任,妥善保管,每周清点一次。凡超出规定的存量,必须在星期五下班以前交危险品仓库。不准随便处理,更不准转给个人。易燃、易爆物品必须按安全标准放置。不经有关部门允许不得随意乱架电线和接电源。

(5)不准在实验室住宿(不包括经批准的值班人员),不准在实验室会客和随便领人参观,实验室及库房禁止烟火。

(6)加强安全防范措施,搞好安全预防工作。各实验室负责人应负责本实验室的安全工作,对本实验室人员要经常进行安全和提高警惕的教育,定期进行安全检查,发现不安全因素及时解决,除节假日进行全面的安全检查外,每次实验结束后和下班前,实验室管理人员(或带实验老师)都要进行检查,并切断电源、气源、水源、关好门窗等。实验室全体人员都要熟悉灭火器的性能及使用方法,并根据本实验室的特点,自备一些必要的临时防护器材,以备急用,把事故消灭在萌芽阶段。对消防器材、设备要按规定妥善保管,非火警不准动用。定期检查消防器材的可靠性。

(7)要严格执行有关贵重、精密、稀缺仪器设备的管理规定,要指定管理人,明确责任,精心管理,确保安全。

(8)各实验室要注意防盗,特别是有精密、贵重仪器或民用设备(如电教室)的实验室应采取安全防盗措施,如安装防盗门、防盗铃等,并在保卫处备案,加强保护。

(9)严格遵守实验楼门卫制度,特殊情况应事先与门卫联系登记。

三、实验室“三废”处理制度

(1)实验人员应严格遵守有关环保法令,必须加深对环境保护、防止公害的认识,自

觉采取措施防止污染,以免危害自身或者危及他人。

(2)认真检修通风设备,使实验室通风橱经常处于完好状态,有毒气体必须在通风橱操作,并按环保技术要求对废气进行处理。

(3)每个实验室房间必须配置一个 100 L 的废液桶和 2~4 个小型废料桶,学生实验后的废弃物必须倒入指定的废料桶,各实验室指定专人负责收集收集的废液、废料按环保技术要求进行处理。

(4)实验室排出的废液,虽然与工业废液相比在数量上是很少的,但是,由于其种类多,加上组成经常变化,因而最好不要把它集中处理,而由各个实验室根据废弃物的性质,分别加以处理。

(5)随着废液的组成不同,在处理过程中,往往伴随着产生有毒气及发热、爆炸等危险。因此,处理前必须充分了解废液的性质,然后分别加入少量所需添加的药品,同时,必须边注意观察边进行操作。

(6)含有络离子、螯合物类物质的废液,只加入一种消除药品有时不能把它处理完全。因此,要采取适当的措施,注意防止一部分还未处理的有害物质直接排放出去。

(7)对于为了分解氰基而加入次氯酸钠,以致产生游离氯,以及由于用硫化物沉淀法处理废液而生成水溶性的硫化物等情况,其处理后的废水往往有害。因此,必须把它们加以再处理。

(8)黏附有有害物质的滤纸、包装纸、绵纸、废活性炭及塑料容器等东西,不要丢入垃圾箱内,要分类收藏,加以焚烧或其他适当的处理,然后保管好残渣。

(9)处理废液时,为了节约处理所用的药品,可将废络酸混合液用于分解有机物,以及将废酸、废碱互相中和。要积极考虑废液的利用。

(10)尽量利用无害或易于处理的代用品,代替络酸混合液之类会排出有害废液的药品。

(11)对甲醇、乙醇、丙酮及苯之类用量较大的溶剂,原则上要把它回收利用,而将其残渣加以处理。

四、实验室危险化学品应急预案

为了积极应对危险化学品可能发生的危害事件,有序地组织开展抢救工作,最大限度减少人员伤亡和财产损失,及时控制事故扩大,特制定“危险化学品应急预案”。

实验室存有各种化学试剂,包括易燃的、有毒的、有腐蚀性的或是易爆炸的化学试剂。实验过程中容易发生如失火、爆炸、烧伤和中毒等事故。为确保实验室的安全,现将几种伤害发生的原因、预防措施及处理方法分述如下。

(一)火灾

发生原因:

- (1)点燃的酒精灯碰翻或酒精喷灯使用不当。
- (2)可燃物质如汽油、酒精、乙醚等因接触火焰或处在较高温度下着火燃烧。
- (3)能自燃的物质如白磷等由于接触空气或长时间氧化作用而燃烧。
- (4)化学反应引起的燃烧或爆炸。

预防措施:

- (1)易燃物和强氧化剂分开放置。
- (2)进行加热或燃烧实验时,要求严格遵守操作规程。
- (3)使用易挥发的可燃物质,实验装置要严密不漏气,严禁在燃烧的火焰附近转移或添加易燃溶剂。

(4)易挥发的可燃性废液只能倾入水槽,并立刻用水冲去。可燃废物如浸过可燃性液体的滤纸、棉花等,不得倒入废物箱内,及时在露天烧去。不得把燃着的或带有火星的火柴梗投入废物箱内。

- (5)实验室内严禁烟火。
- (6)实验室内经常备有沙桶、灭火器等防火器材。
- (7)实验结束离开实验室前,仔细检查酒精灯是否熄灭,电源是否关闭。

处理方法:

- (1)迅速移走一切可燃物,切断电源,关闭通风器,防止火势蔓延。
- (2)如果是酒精等有机溶剂泼洒在桌面上着火燃烧,用湿抹布、沙子盖灭,或用灭火器扑灭。如果衣服着火,立即用湿布蒙盖,使之与空气隔绝而熄灭。衣服的燃烧面积较大,可躺在地上打滚,使火焰不致向上烧着头部,同时也可使火熄灭。

(二)爆炸

发生原因:

- (1)仪器装置错误,在加热过程中形成密闭系统,或操作大意,冷水流入灼热的容器。
- (2)气体通路发生堵塞故障。
- (3)在密闭容器里加热易挥发的有机试剂,如乙醚等。
- (4)减压试验时使用薄壁玻璃容器,或造成压力突变。

预防措施:

- (1)蒸馏时,仪器系统不可完全密闭。使用气体时,应严防气体发生器或导气管堵塞。
- (2)在减压蒸馏时,不可用平底或薄壁烧瓶,所用橡皮塞也不宜太小,否则易被抽入瓶内或冷凝器内,造成压力的突然变化而引起爆炸。操作完毕后,应待瓶内液体冷到室

温,小心放入空气后,再拆除仪器。

(3)对在反应过程中估计会有爆炸危险的,则使用防护屏和护目镜。

(三)中毒

发生原因:

(1)接触了有毒物质或吸入有毒气体。

(2)对有些试剂的性质不够了解,处理不当。

(3)制备有毒气体的装置不合理或操作不熟练。

预防措施:

(1)购买有毒化学品必须先履行相关的审批手续,具备合适的存放地点,并有专人保管。

(2)一切能产生有毒气体的实验,必须在通风橱内进行。必要时戴上防毒口罩或防毒面具。

(3)有毒药品应严格按操作规程和规定的限量使用。

(4)使用气体吸收剂来防止有毒气体污染空气。

(5)有毒的废物、废液经过处理后再排放。

(6)禁止在实验室内饮食或利用实验器具储存食品。餐具不能带进实验室。

(7)手上如沾到药品,应用肥皂和冷水洗除,不宜用热水洗,也不可用有机溶剂洗手。

(8)皮肤上有破伤,不能接触有毒物质。

(9)实验室要经常注意通风,即使在冬季,也适时通风。

万一发生中毒,一般的急救方法如下:

误吞毒物,常用的急救方法是给中毒者先服催吐剂,如肥皂水、芥末和水或给以面粉和水、鸡蛋白、牛奶和食用油等缓和刺激,然后用手指伸入喉部引起呕吐。对磷中毒的人不能喝牛奶,可用5~10毫升1%的硫酸铜溶液加入一杯温水内服,以促使呕吐,然后送医院治疗。

有毒物质落在皮肤上,要立即用棉花或纱布擦掉,除白磷烧伤外,其余的均可以用大量水冲洗。如果皮肤已有破伤或毒物落入眼睛内,经水冲洗后,要立即送医院治疗。

(四)烧伤

烧伤是由灼热的液体、固体、气体、化学物质或电热等引起的损伤。为了预防烧伤,实验时严防过热的物体与身体任何部分接触。

烧伤的伤势一般是按烧伤深度不同分为三度,烧伤的急救办法应根据各度伤势分别处理。

一度烧伤:只损伤表皮,皮肤呈红斑,微痛,微肿,无水泡,感觉过敏。如被化学药品烧伤,应立即用大量水冲洗,除去残留在创面上的化学物质,并用冷水浸沐伤处,以减轻

疼痛,最后用1:1000“新洁而灭”消毒,保护创面不受感染。

二度烧伤:损伤表皮及真皮层,皮肤起水泡,疼痛,水肿明显。创面如污染严重,先用清水或生理盐水冲洗,再以1:1000“新洁而灭”消毒,不要挑破水泡,用消毒纱布轻轻包扎好,请医生治疗。

三度烧伤:损伤皮肤全层、皮下组织、肌肉、骨骼,创面呈灰白色或焦黄色,无水泡,不痛,感觉消失。在送医院前,主要防止感染和休克,可用消毒纱布轻轻包扎好,给伤者保暖,必要时注射吗啡以止痛。

(五)一般伤害的救护措施

(1)被强酸腐蚀:立即用大量水冲洗,再用碳酸钠或碳酸氢钠溶液冲洗。

(2)被浓碱腐蚀:立即用大量水冲洗,再用醋酸溶液或硼酸溶液冲洗。

实验室里备有救护药箱,在实验室的固定处放置。箱内一般存放下列用品:

1)创可贴,消毒纱布、消毒绷带、消毒药棉、胶布、剪刀、量杯、洗眼杯等。

2)碘酒(5%~10%的碘片加入少量碘化钾的酒精溶液)、红汞水(2%)或龙胆紫药水(供外伤用)。注意:红汞与碘酒不能合用。

3)治烫伤的软膏、消炎粉、甘油、医用酒精、凡士林等。

4)硼酸(2%的水溶液)。

5)醋酸(2%的水溶液)。

6)高锰酸钾晶体,用时溶于水制成溶液。

五、实验室消防知识

(一)消防基本知识

(1)燃烧:是指可燃物与氧或氧化剂作用发生的释放热量的化学反应,通常伴有火燃和发烟现象。

(2)燃烧发生必备的三个条件:可燃物、助燃剂和火源,并且三个条件要同时具备,去掉一个火灾即可扑灭。

(3)可燃物:凡是能与空气中的氧或氧化剂起化学反应的物质统称为可燃物。按其物理状态可分为气体可燃物(如氧气、一氧化碳),液体可燃物(如酒精、汽油、天那水等)和固体可燃物(如木材、布料、塑料、纸板等)三类。

(4)助燃剂:凡是能帮助和支持可燃物燃烧的物质统称为助燃剂(如空气、氧气、氢气等)。

(5)着火源:凡是能够引起可燃物与助燃剂发生燃烧反应的能量来源(常见的是热量)叫着火源。

(6)爆炸:是指在极其短的时间内有可燃物和爆炸物品发生化学反应而引发的瞬间燃烧,同时产生大量的热和气体,并以很大的压力向四周扩散的现象。