

化学实验室建设 基础知识

HUAXUE SHIYANSHI JIANSHE JICHU ZHISHI

■ 周西林 杨培文 李启华 编著



冶金工业出版社
www.cnmp.com.cn

化学实验室建设基础知识

周西林 杨培文 李启华 编著



北 京

冶 金 工 业 出 版 社

2018

内 容 简 介

本书阐述了高校、科研机构及工厂的化学实验室建设过程中所涉及的基础知识。该书主要介绍了实验室概述、化学实验室设计、化学实验室用水系统、供电系统、气体配送系统、空调及通风系统、消防系统、“三废”处理、仪器安装和化学实验室设计案例。以浅显易懂的语言、图文并茂的方式,帮助分析人员了解化学实验室建设方面的知识,并为仪器生产厂家安装仪器提供一定的帮助。

本书可供各类化学分析人员、实验室管理人员、大中专院校学生、实验室设计人员及仪器生产厂家相关人员参阅,也可作为相关培训机构的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

化学实验室建设基础知识/周西林,杨培文,李启华编著. —
北京:冶金工业出版社,2018.1

ISBN 978-7-5024-7622-9

I. ①化… II. ①周… ②杨… ③李… III. ①化学实验—
实验室—建设 IV. ①06-31

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第258396号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷39号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjcbcs@cnmp.com.cn

责任编辑 李培禄 美术编辑 吕欣童 版式设计 孙跃红

责任校对 郭惠兰 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-7622-9

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;三河市双峰印刷装订有限公司印刷
2018年1月第1版,2018年1月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16; 8.75印张; 213千字; 134页

30.00元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街46号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs.tmall.com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

前 言

目前,人类已经进入了21世纪,科技发展日新月异,“以人为本,人与环境和谐”已成为人们高度关注的话题,这无疑给广大科技工作者提出了新的要求。对于化学实验室来说,实验室的内部环境对实验结果的影响尤为重要。因此,作为一个从事化学研究、教学及实验的科技工作者,仅仅熟悉必要的专业知识是不够的,还需要对实验室建设基础知识有一定的了解,以适应当今社会的发展,保证化学实验过程具有安全性、舒适性、环保性、效率性和效益性,从而达到提高化学实验人员工作效率和身心健康的目的。本书以浅显易懂的语言和图文并茂的方式,帮助广大化学实验人员了解化学实验室建设方面的基础知识,同时也为仪器厂家的相关人员安装仪器提供切实的帮助。

本书作者根据所学的化学专业知识和实验室建设知识,结合30余年来的生产、科研、培训、化学实验室建设及其应用等方面的丰富经验,通过精心组织编撰而成。本书可供各类化学分析人员、实验室管理人员、大中专院校学生、实验室设计人员及仪器生产厂家相关人员参阅,也可以作为相关培训机构的培训教材。

本书由重庆市计量质量检测研究院周西林高级工程师、重庆三迈实验成套装备有限公司杨培文高级设计师、重庆长安工业(集团)有限责任公司李启华研究员高级工程师共同撰写,由杨培文和李启华共同整理及审稿,周西林统稿。具体编写工作分工如下:周西林:第1~3、9章;杨培文:第4~6、10章;李启华:第7、8章。

在本书的编写过程中,重庆市计量质量检测研究院院长戚宁武先生、重庆市计量质量检测研究院副院长李立先生、国家铝镁合金及制品监督检验中心(重庆)副主任于翔先生、重庆市计量质量检测研究院材料中心副主任云腾先生、无锡市金义博仪器科技有限公司董事长叶反修先生、重庆市机械工业理化计量中心主任叶建平先生、重庆长安工业(集团)有限责任公司余锦研究员高

级工程师、重庆钢铁股份有限公司钢研所标样室主任黄启波先生、重庆科技学院化工学院副教授姜和老师、重庆工业职业技术学院化学与制药工程学院院长李应博士等给予了大力支持和鼓励，在此一并致以衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中存在的不足之处，恳请广大读者批评指正。

编著者

2017年7月15日于重庆

目 录

第 1 章 实验室概述	1
1.1 实验与试验	1
1.2 实验室分类	2
1.3 化学实验室分类	3
1.4 化学实验室系统工程	4
1.5 化学实验室要求	5
1.6 化学实验室设计流程	6
第 2 章 化学实验室设计	8
2.1 化学实验室设计要求	8
2.2 化学分析室设计	11
2.3 仪器分析室设计	13
2.4 辅助室设计	16
2.5 化学实验室平面设计	17
2.6 实验柜体	19
第 3 章 化学实验室用水系统	24
3.1 实验用纯水	24
3.2 给排水系统	26
3.3 给排水系统设计	29
第 4 章 供电系统	34
4.1 实验室用电	34
4.2 实验室照明	36
4.3 电源配件	37
4.4 供电系统设计	41
4.5 安全用电	42
第 5 章 气体配送系统	45
5.1 气体分类概况	45
5.2 气体包装物	47
5.3 气体配送方式	48
5.4 供气管路设计	51

5.5 供气管路部件及报警系统	52
第6章 空调及通风系统	56
6.1 通风方式	56
6.2 通风系统要求	57
6.3 通风系统设计	59
6.4 通风系统控制	62
6.5 空调系统	67
第7章 消防系统	69
7.1 着火原因	69
7.2 预防火灾	70
7.3 预防爆炸	72
7.4 消防器材及标识	73
7.5 化学实验室消防系统设计	79
第8章 “三废”处理	96
8.1 “三废”分类	96
8.2 废气处理	97
8.3 废液处理	100
8.4 固体废弃物处理	104
8.5 化学实验室废弃物存放	105
第9章 仪器安装	107
9.1 仪器分析室要求	107
9.2 接地保护装置	108
9.3 仪器分析室内部环境	111
9.4 仪器分析室安全因素	113
第10章 化学实验室设计案例	115
10.1 化工厂中心化验室设计	115
10.2 冶金企业化学实验室设计	117
10.3 高校化学实验室设计	120
10.4 环境检测实验室设计	125
参考文献	132

第1章 实验室概述

当今世界，随着经济全球化深入发展，国际竞争日趋激烈。无论是在企业、科研院所还是高校，实验室对提高产品质量、科研水平及人才的培养教育都起着至关重要的作用。在企业，实验室是最重要的职能部门之一，它控制着原材料检验、中间过程、产品的出厂检验及新产品研发这几个重要环节；在科研院所，实验室是科研人员不可缺少的因素，它决定着科研项目是否能够顺利进行；在高等院校，实验室是开展实验教学、培养学生实践能力与综合素质的主要场所，也是实现高等院校培养高级专门人才的目标和学生完成学业的必备条件。总之，实验室的特点为：（1）产品质量的保证部门；（2）科技创新的主要基地；（3）专门人才的培养摇篮。

1.1 实验与试验

实验室在生产、科研和教学过程中的作用是巨大的，那什么是实验呢？在《现代汉语词典》中，这个词的释义是：为了检验某种科学理论或假设而进行某种操作或从事某种活动。可以这么理解，实验是对抽象的知识理论所做的现实操作，用来证明它的正确性或者推导出新的结论。它是相对于知识理论的实际操作。它一般是为了尝试确定某一系统的假设是否合理而做的事情，具有尝试新的和未知的东西的含义，用于验证已经形成的理论，获得经验；摸索新的理论，得到教训。一般指进行时间比较快的情况，如化学实验，通过实例验证已经形成的定理。

什么是试验？在《现代汉语词典》中，“试验”这个词的释义是：为了察看某事的结果或某物的性能而从事某种活动。试验是对事物或社会对象的一种检测性的操作，用来检测那些正常操作或临界操作的运行过程、运行状况等。它是就事论事的。试验一般是为了确定某一具体的问题所做的事情，属于比较常规的活动。一般指进行过程比较慢的情况，如种试验田，就是尝试验证新的事物。

实验和试验有什么区别和关系？实验与试验的区别是：试验是对未知结果所进行的工作；实验是对已知结果所做的工作。著名的思想家胡适认为：“实验”和“试验”都是从事某种活动的意思，但是这两种活动的出发点不同。实验活动带有明确的对活动结果的预期，而且预期的实验结果是值得肯定的，将有利于实验活动的参与者；如果预期的实验效果没有达到，实验者可以调整实验条件，直到预期效果出现为止。而试验活动强调的是“尝试”，试验的结果难以预料，可能好也可能坏，试验者就是希望通过尝试弄清结果好坏。因此，可以这样认为，实验不一定要试验，而试验一定要实验；试验都是实验，实验比试验的范围宽。工厂的产品可以抽样检测，是试验。试验的结果可能是破坏性的，因此不能试验所有的产品。相反，如果产品质量不太稳定，必须对所有产品都做最起码的检测，以证明它基本达标，并做出符合性判定，这是实验。

1.2 实验室分类

什么是实验室？笼统的理解是该场所有很多分析仪器，比如色谱类、质谱类、光谱类分析仪器；其用途非常广泛，比如材料分析，是对某种物质的含量及种类的测定，即对某种物质的定性或定量的分析测定。我们日常生活中常遇见的农药残留、瘦肉精检测，都是实验室所做的检测项目。实际上它有两层意思。首先，它是一个进行试验的场所，是科技的产出地，它是人类为认识自然、改造自然，利用自然界中与人类生产生活相关的物理、化学、生物等各种因素，经特殊实验技术，按照科学的规律进行实验活动的场所。其次，它是一个机构。实验室是指在科学上为阐明某一现象而创造特定条件，以便观察它的变化和结果的机构。比如材料实验室是指对材料、产品的特征或性能进行测量、检查、试验、检定（校准）或其他测量的实验室。

实验室的分类方法有三种：按学科划分、按实验室特性划分、按行业划分。按学科划分，可分为化学实验室、物理实验室、生物实验室。化学实验室主要从事无机化学、有机化学、物理化学、分析化学等领域的研究、分析和教学工作。一般包括化学实验室、精密仪器室、天平室、标准溶液室、药品室、储藏室、高温加热室、纯水室等。物理实验室包括电学实验室、热学实验室、力学实验室、光学实验室、综合物理实验室等。生物实验室可细分为动物学实验室、植物学实验室和微生物实验室。动物学实验室包含普通动物实验室和洁净动物实验室，一般由前区、饲养区、动物实验室、辅助区组成。植物学实验室主要进行植物解剖、制片染色、细胞化学成分测定、微生物检测、基因的分离纯化、体外扩增技术、蛋白质定量测定、电泳分析等。微生物实验室分为病原微生物实验室和卫生微生物实验室。病原微生物实验室主要以病毒和细菌的鉴定和分类为主，实验室涉及1~4类病毒（菌），根据危害等级依次为P1~P4实验室。危害越大，实验室洁净度等级越高。微生物实验室主要以产品监测和检验为主，实验室对象主要有食物、化妆品、空气和水等。为了防止环境对样品或者样品之间的污染，一般实验都需在洁净环境中完成。

按实验室特性划分，可分为干性实验室与湿性实验室、主实验室与辅助实验室、常规实验室与特殊实验室、危险性实验室。干性实验室是指精密仪器室、天平室、高温室等不使用或较少使用水的实验室。湿性实验室是指样品前处理室、滴定分析室、离心室、沉淀室、过滤室等常规实验而需要配备给排水的实验室。主实验室是指从事分析或研究活动的实验室，如精密仪器室等。辅助实验室是指为主实验室的实验活动进行辅助性工作的实验室，如天平室、高温加热室、样品室等。常规实验室是指无压差及无洁净度要求的普通化学实验室、物理实验室及生物实验室。特殊实验室是指洁净实验室、防静电实验室、恒温恒湿实验室、移动实验室等满足特殊需要的实验室。危险性实验室包括生物安全实验室、放射性实验室、易燃易爆危险品实验室等对人或环境有潜在危险性的实验室，如有毒有害试剂室、易燃易爆气瓶室等。

按行业划分，可分为疾控中心、出入境检验检疫、环境监测、水质检验、产品质量检验、农产品检验、食品药品检验、医学检验、分析测试中心、公安系统、科研孵化器、教学系统、工厂、核电系统等实验室。

1.3 化学实验室分类

化学是重要的基础科学之一，是一门以实验为基础的学科，因此化学实验在学科发展中起着至关重要的作用。化学实验室是提供化学实验条件及其进行科学探究的重要场所。化学实验室主要从事无机化学、有机化学、物理化学、分析化学等领域的研究、检测和教学工作。一般包括化学分析室、仪器分析室、天平室、样品室、标准溶液室、药品室、储藏室、高温室、纯水室等。化学分析室属于湿性实验室，也是主实验室，主要进行样品处理、滴定分析、离心、沉淀、过滤等常规实验，需要配备除尘装置、给排水系统、通风装置和喷淋装置。仪器分析室，也称“精密仪器室”，属于干性实验室、主实验室，主要进行仪器分析实验，可配置温湿度计、空调和除湿机等附属设备，有时根据需要还会配置供气系统、报警系统、给排水系统和通风装置。天平室、样品室、标准溶液室、储藏室和药品室都是辅助实验室，可配置温湿度计、恒温装置、空调和除湿机等附属设备，有时根据需要还会配置报警系统、给排水系统和通风装置的实验室。高温加热室和纯水室也是属于辅助实验室，它根据情况可以安装换气装置。除此之外，上述实验室还应当配置合适的消防器材和防毒面具。

化学实验室存放物品主要有分析仪器、试剂、实验设施。分析仪器按其功能可分为三类：

第一类是指不具备测量功能，或者通常只需要校准，供应商的技术标准可以作为用户需求的仪器。如磁力搅拌器、离心机和摇床等，这类仪器主要放置在化学分析室。

第二类是指具有测量功能，并且仪器控制的物理参数（如温度、压力或流速等）需要校准的仪器。通常需要进行安装确认和运行确认，并制定相关操作规程。如熔点仪、分析天平、pH计、折射仪和滴定仪等。这类仪器应该放置在专门的房间，如分析天平应该放置在天平室。

第三类仪器通常包括仪器硬件和其控制系统（硬件和软件）。用户需要对仪器的功能要求、操作参数要求、系统配置要求等详细地进行描述。此类仪器和设备需要安装确认、运行确认或专门的性能确认，并制定相关操作规程、校验和维护计划。如溶出仪、紫外分光光度计、高效液相色谱仪、气相色谱仪、恒温恒湿箱、红外光谱仪、电感耦合等离子体发射光谱仪等仪器应该放置在专门的仪器分析室内。

化学实验室常见的分析仪器主要有玻璃仪器、非玻璃仪器、色谱仪器、光谱仪器、电化学分析仪器、常规实验仪器、专用分析仪器和样品前处理设备。

玻璃仪器，包括试管、容量瓶、移液管（检定规程称为吸量管）、锥形瓶、滴定管、酒精灯、量筒、烧杯、干燥管等。非玻璃仪器，如三脚架、石棉垫、酒精喷灯和滴定架等。色谱仪器，常见的有气相色谱仪、液相色谱仪、凝胶色谱仪、离子色谱仪和薄层色谱仪等。光谱仪器，常见的有紫外及可见分光光度计、近红外分光光度计、红外分光光度计、原子吸收分光光度计、原子荧光分光光度计、荧光分光光度计、光电直读光谱仪、电感耦合等离子体原子发射光谱仪、X射线荧光光谱仪、激光光谱仪和拉曼分光光度计等。电化学分析仪器，常见的有电导分析/pH分析仪、电位分析仪、电解库仑分析仪、极谱伏安分析仪、流动注射分析仪、滴定仪和电泳仪等。常规实验仪器，主要有电热干燥箱、蒸

馏水器、电炉、马弗炉（高温电炉）、低温冰箱/保存箱、摇床（振荡器）灭菌器、恒温水浴/油浴和超净工作台等。专用分析仪器，常见的有水质专用分析仪、药物专用分析仪、环保专用仪器和食品专用仪器，其中，药物专用分析仪主要有崩解仪、药物溶出度仪、片剂硬度计、澄明度测定仪、热源测温仪和脆碎度仪；环保专用仪器主要有声级计、照度计、大气采样器和辐射仪；食品专用仪器主要有粗脂肪测定仪、定氮仪、粗纤维测定仪和黄曲霉素测定仪。样品前处理设备主要有微波消解仪、旋转蒸发仪、固相萃取/固相微萃取仪、快速溶剂萃取仪和 GPC 凝胶渗透仪等。

试剂，又称化学试剂，主要是实现化学反应、分析实验、研究试验、教学实验、化学配方筛选的纯净化学品。一般按用途分为通用试剂、高纯试剂、分析试剂、仪器分析试剂、临床诊断试剂、生化试剂、无机离子显色剂试剂等。试剂的等级有四种规格：优级纯或一级品（GR，精密分析和科学研究工作用）、分析纯或二级品（AR，重要分析和一般研究工作用）、化学纯或三级品（CP，工矿及学校一般化学实验用）和实验试剂（LR）。该类物品应该放置在药品室内。

实验室的设施主要有实验台、水槽、排风柜、气瓶柜、药品柜、天平台、紧急冲淋装置（紧急冲淋洗眼器/紧急洗眼器）。实验台是指在实验室内进行实验检测及存放仪器所使用的工作台面，由框架、台面、箱体、抽屉、门、滑轨、铰链、拉手和地脚组成。按照摆放的位置分为中央实验台、边实验台、转角台；按照制作材料可分为全钢结构实验台、钢木结构实验台、铝木结构实验台、全木结构实验台和聚丙烯（PP）结构实验台等。

1.4 化学实验室系统工程

化学实验室的建设是一项复杂的系统工程。在现代实验室里，先进的科学仪器和优越完善的实验室是提升现代化科技水平、促进科研成果增长的必备条件。完整的化学实验室大致包含有实验室配套家具、实验室配套室内装饰系统、实验室配套通风系统（补、排风）、实验室配套空调系统、实验室配套电气系统、实验室配套给排水系统、实验室配套的三废处理系统、实验室配套供气系统、实验室纯水系统、实验室智能化控制系统、实验室安全防护系统。

实验室配套室内装饰系统是指：在现有土建基础上，针对实验室功能和特性所做的实验室墙体、地面、顶面、门窗等相应的设计与安装体系，以满足使用的要求。通风系统一般包含废气源收集设备、通风管道、消声器、废气净化设备（酸碱无机、有机废气）、风机、控制系统等。根据实验室不同的要求，实验室配套空调系统按布置方式不同可分为分散型空调系统、集中型空调系统及局部集中型空调系统。普通实验室的空调系统是指对洁净度没有特殊要求的实验室空调系统，一般配备舒适性空调即可。针对有些精密仪器室要求保持恒温恒湿，需配置恒温恒湿空调机组。实验室供电系统，包括实验室设备仪器动力配电、实验室照明、实验室弱电以及不间断电源。实验室给水系统，包括实验给水系统、生活给水系统和消防给水系统。其中，实验给水系统包含实验用自来水、实验用纯水、实验用热水等。实验室排水系统，需根据实验室排出废水的成分、性质、流量、排放规律的不同而设置。对于含有多种成分、有毒有害物质、产生相互作用、损害管道或造成事故的废水，需集中收集、中和、净化处理，待达到普通水质标准后方能排入市政管网。实验室

供气系统中,常见的有精密分析仪器使用的高纯气体、化学反应实验使用的气体(如氯气)及辅助实验使用的煤气、压缩空气等。其中,如气相色谱仪、气质联用仪、原子吸收光谱仪、原子荧光光谱仪、电感耦合等离子体发射光谱仪等精密仪器,使用的高纯气体主要有不燃气体(如氮气、二氧化碳)、惰性气体(如氩气、氦气)、易燃易爆气体(如氢气、乙炔)、助燃气体(如氧气、压缩空气)等。根据供气方式的不同,可分为分散供气式和集中供气式两种。实验室智能控制系统,包括智能通风系统、智能供气系统、实验室信息管理系统、办公自动化系统、综合布线系统、安全防范系统、火灾自动报警系统等。

1.5 化学实验室要求

在现代化实验室里,先进的科学仪器和完善的实验设备是提升科研水平、检测水平和教学水平的必备条件。在化学实验室设计中,安全、高效、美观是首要考虑的三大要素,“以人为本”为第一遵循准则。化学实验室有三大要求,即安全性要求、环境要求和设施要求。

“安全”是指在进行实验作业时,必须确保安全性,尤其是在进行化学试验时,必须有效地排出有毒、有害、有味的废气,以保障实验人员的身心健康。“高效”是指提高实验效率,才能加快实验进程,必须根据不同的实验课题,以及其工艺性配置合适的实验设备。“美观”是指其外观设计可选择以淡雅、清新、亲切及悦目的色彩,符合人体工程学的外形尺寸,方便、美观大方的样式,选用不同材质,可以为实验室工作人员提供良好的工作环境。另外,由于化学实验是在一定的条件下进行的,为了保证化学实验的顺利进行,就必须对化学实验室的环境和设施提出一定的要求。

环境要求,主要考虑的因素有通风、湿度、温度和洁净度。实验室经常由于实验时间长、人员多和实验过程中产生一些有害气体,造成空气污浊,对人体不利。为了防止实验室工作人员吸入或咽入一些有毒的、可致病的或毒性不明的化学气体,实验室应有良好的通风。必要时应设通风设备。通风设备有排风柜、通风罩或换气扇。除此之外,对有机溶剂进行前处理和使用电炉进行前处理的排风柜应分别布置在不同的实验室,局部排风装置和排风罩必须具有足够的功率,否则实际工作中难以满足使用要求。适宜的温度和湿度,是化学实验室不可缺少的因素。该因素对在实验室工作的人员和仪器设备都有一定的影响。对于温湿度的选择,首先识别各项工作对环境温湿度的要求。主要识别仪器的需要、试剂的需要、实验程序的需要,以及实验室员工的人性化考虑四个方面,列出对温湿度控制范围要求的清单。其次选择并制定有效的环境温湿度控制范围。从以上各要素所有要求清单中选择最窄范围作为该实验室环境控制的允许范围,并依据实际情况制定合理有效的标准作业程序。最后要保持和监控。通过各项措施保证环境的温湿度在控制的范围内,并对环境温湿度进行监控和做好监控的记录。若超过允许范围,应及时采取措施,比如:开空调调节温度,开除湿机控制湿度。一般来说,夏季的适宜温度应是18~28℃,冬季为16~20℃;湿度最好在40%(冬季)~70%(夏季)之间。除了特殊实验室外,温湿度对大多数理化实验影响不大。根据需要对天平室和仪器分析室进行温湿度控制是化学实验室设计应该具备的要求。经常保持实验室的清洁是非常重要的。室外大气中的尘埃,在通风换气过程中会进入实验室。实验内含尘量过高,空气不干净,不但影响检测结果,而且当

灰尘微粒掉落在仪器设备的元件表面上时,还可能构成故障,甚至造成短路或其他潜在危险。

设施要求,主要考虑的因素有供排水、供电和消防。供排水,实验室都应有供排水装置。排水装置最好用聚氯乙烯管,接口用焊枪焊接。排污,实验室的有害废水必须净化处理后才能排放。现代化的实验室都应建设配套的污水处理站。一般实验室的废水无须处理就可排入污水处理站进行处理,对高浓度的酸碱废水应先中和再排入污水处理站,对此类废水的排放建议采用耐酸碱的排水管道,从实验室直接排放到处理站。对大量使用有机溶剂的实验室,应安装耐有机溶剂的排水管道,例如可采用铸铁管接入污水处理站。也就是说,实验室应根据不同功能,采用不同材料的排水管道,分别设计,相互之间不交叉,分别排放到污水处理站。实验室的供水有自来水和实验用纯水。除了自来水,建议安装纯水处理装置,保障实验室用水,并且在相关实验室纯水终端加装超纯水处理装置,满足精密仪器使用要求。供电,电力是实验室的重要动力。为保障实验室的正常工作,电源的质量、安全可靠性及持续性必须得到保证。一般日常用电和实验用电必须分开;对一些精密、贵重仪器设备,要求提供稳压、恒流、稳频、抗干扰的电源;必要时须建立不中断供电系统,还要配备专用电源,如不间断电源(UPS)等。由于化学实验室满足物质起火的三个条件,即实验室本身有可燃物、氧的供给和燃烧的起始温度,因此化学实验室的消防尤为重要。在化学实验室设计时要考虑消防通道的设计、消防设施的布局以及适宜的灭火器的配置和摆放。

1.6 化学实验室设计流程

化学实验室的新建、改建或者扩建,其项目设计都是一个非常复杂的过程。该过程需要设计师、项目工程师与使用方共同完成。其设计过程分为概念设计、大纲设计和细节设计三个阶段。

概念设计,是指分析用户从需求到生成概念产品的一系列有序的、可组织的、有目标的设计活动。它表现为一个由粗到精、由模糊到清晰、由抽象到具体的不断进化的过程。概念设计即是利用设计概念并以其为主线贯穿全部设计过程的设计方法。概念设计是完整而全面的设计过程,它通过设计概念将设计者繁复的感性和瞬间思维上升到统一的理性思维从而完成整个设计。在概念设计阶段,设计者应当决定工程的总体目标和方向,通常涉及以下一些问题:(1)实验室建筑的总体目标;(2)建筑外观要体现的风格与文化;(3)建筑物的结构与面积;(4)办公区与实验区的位置;(5)建筑涉及的系统工程;(6)估算工程的预算。

大纲设计,是指著作、讲稿、计划等经过系统排列的内容要点设计活动,它具有一定的顺序性、逻辑性。化学实验室按其内容、布局、功能和要求进行设计。其设计的主要内容有实验室工作人员数量、实验室的工作流程、实验室的功能与数量、实验室模块的尺寸、实验室的空间标准、实验室的环境要求、楼层的平面布局及与实验室模块相协调的建筑布局。在设计过程中,设计者与使用者进行沟通并达成共识。

细节设计,就是细小的情节设计,是指在设计过程中,对实验室建筑的所有规划、实验室办公家具与配件、实验室仪器设备、实验室系统工程、全套设计施工图纸和造价报告

书中的细节引起关注。

化学实验室设计流程分为三部分：

第一部分，平面设计。甲方（使用方）先拿出最根本的功能要求、分布方案，设计单位给出初步设计方案。传统实验室建筑设计按国家建筑标准，仅是以外型和室内结构为主，并非以实验室功能为主，建筑设计与功能设计脱节。

第二部分，单项设计。根据功能室特性及相关仪器设备的使用环境要求，进行设备单台功能设计、单台结构设计，应逐项、逐件、逐层设计，从整栋大楼、分层、分房间、分单件设计确定，全面细分确认。

第三部分，统筹设计。全部确认后，进入招标程序。然后中标方与甲方配合，完成装修、通排风和净化工程，待全部完工后集中统一验收。

第2章 化学实验室设计

在当今社会,“以人为本,人与环境和谐”已成为人们高度关注的话题,因此化学实验室设计也不例外。在设计时除了要考虑其需求因素,也就是功能性要求外,还要考虑其人性需求。化学实验室的功能就是该场所是用来从事生产、科研和学习活动的,它的一切活动都是围绕着人来完成的,因此化学实验室的设计原则应该从安全性、舒适性、环保性、效率性和效益性等几个与人有关的因素来考虑。

安全性是指实验室的选择应合理,如选择灰尘较少及振动小的地方;房屋结构设计应考虑防震、防尘、隔热及光线充足,各个室的布局原则是限制样品的流动区域,缩短样品的流动行程,减少物流与人流的交叉。舒适性是指运用人体工程学原理,专业设计实验室家具及辅助设备,提高人员的舒适度。环保性是指通过通风系统、三废处理及其回收的合理设计和配置来净化化学实验室的空气环境,减少对外界环境的污染。效率性是指设备及功能区分布力求符合化学实验流程,尽量减少人的流动行程,提高整个运作效率。效益性是指家具布置及房间分隔要充分利用空间,适当预留未来发展空间,提高基础设施利用率。

2.1 化学实验室设计要求

目前,在实验室设计规范与标准中,与实验室相关的设计要求的国家规范与标准主要有:

- JGJ 91—1993 《科学实验建筑设计规范》
- CJJ 127—2009 《建筑排水金属管道工程技术规程》
- GB 50189—2015 《公共建筑节能设计标准》
- QX/T 331—2016 《智能建筑防雷设计规范》
- GB 50346—2011 《生物安全实验室建筑技术规范》
- GB 50019—2011 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》
- GB 50073—2013 《洁净厂房设计规范》
- GB 19489—2008 《实验室 生物安全通用要求》
- GB 14925—2010 《实验动物 环境及设施》
- GB/T 19495.2—2004 《转基因产品检测 实验室技术要求》
- GB 18871—2002 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》
- GB 8978—1996 《污水综合排放标准》
- GB 16297—1996 《大气污染物综合排放标准》
- JGJ 16—2008 《民用建筑电气设计规范》
- GB/T 50314—2015 《智能建筑设计标准》

GB 50243—2016《通风与空调工程施工质量验收规范》

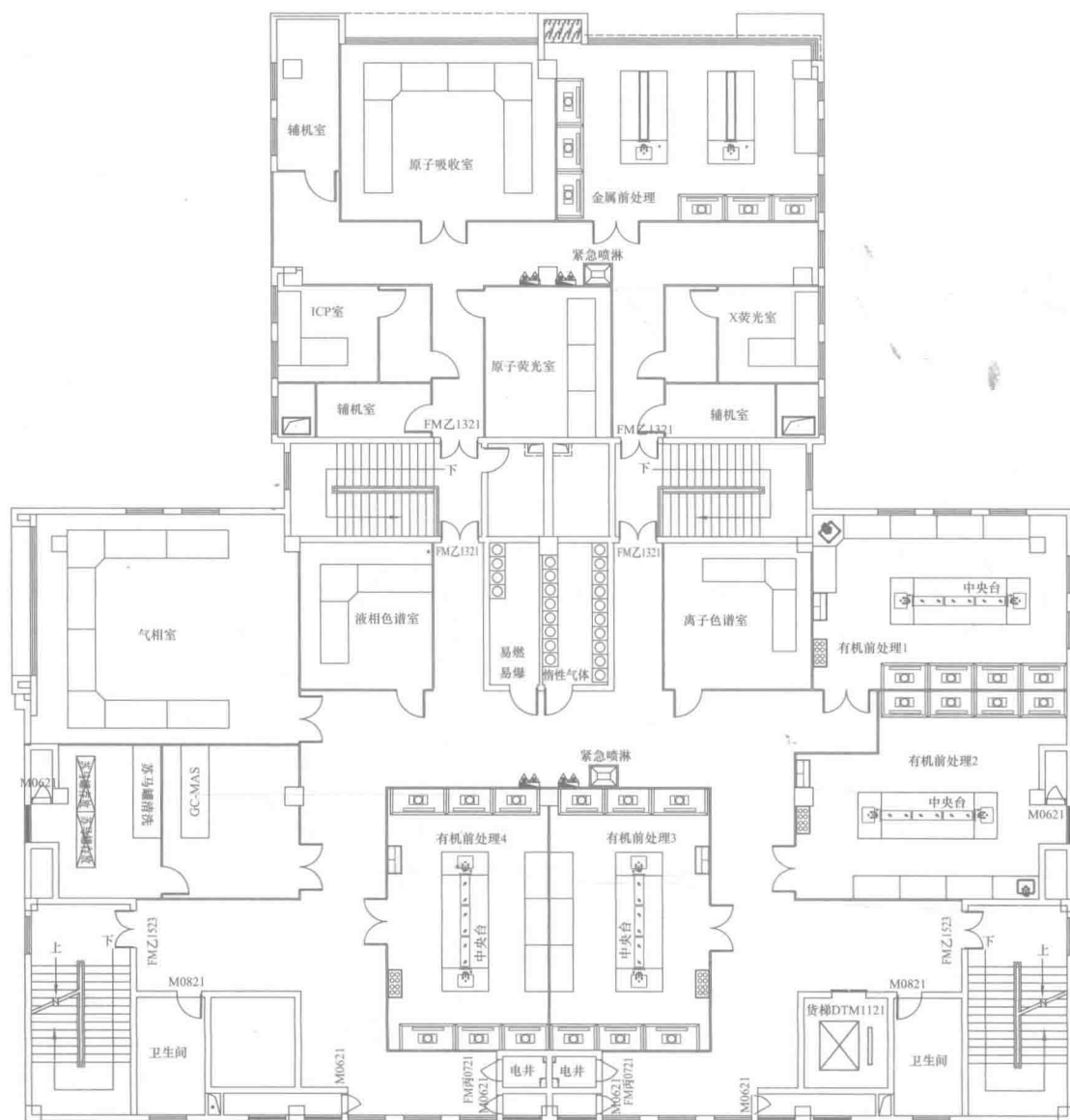
化学实验室的整体布局设计,在满足实验室工作流程及日常管理等方面需求的基础上,应综合考虑统筹安排。设计人员从实验室建筑的整体布局上,从化学实验室的分析工艺流程、特殊实验室和功能间的位置选择、建筑物内上层和下层的具体环境、建筑结构等因素进行合理安排。在充分了解各项实验工艺流程基础上,根据建筑结构特点等方面的资料和信息,在合理位置上设置特殊功能间。在实验室室内布局上,优化实验工作流程、调整功能布局、减少实验室内的人流与物流的交叉,做到环境安全、人身健康、色彩搭配和谐美观、仪器设备合理摆放,满足仪器配套条件(水、电、气体管路、通风等)的设计。化学实验室平面设计见图 2-1。

实验室设计的目的是要建立高效率、功能完善和考虑周全的实验室。在实验室设计时,应充分考虑影响实验室效率和安全的因素,如空间、工作台、储藏柜、通风设施、照明等。其规划设计主要分为 6 个方面:平面设计系统、单台结构功能设计系统、供排水设计系统、电控系统、特殊气体配送系统、有害气体输出系统。根据化验任务需要,化验室有贵重精密仪器和各种化学药品,其中包括易燃及腐蚀性药品。另外,在操作过程中常产生有害的气体或蒸气。因此,对化验室的房屋结构、环境、室内设施等有其特殊的要求,在筹建新化验室或改建原有化验室时都应考虑。化学实验室要求远离灰尘、烟雾、噪声和振动源的环境中,因此化验室不应建在交通要道、锅炉房、机房及生产车间近旁(车间化验室除外)。为保持良好的气象条件,一般应为南北方向。化学实验用房可分为化学分析室、仪器分析室和辅助室。

在化学实验室装修设计上,整体设计外形以淡雅、清新色调为主。该色调无视角疲劳,同时又将简约、时尚和高档融为一体。在设计时,除了要保证现代实验室的功能要求外,还必须能够极大地满足人体工程学的规范。在实验室功能隔断时,尽可能选择可减轻建筑楼板的承重,并且具有防火功能的轻质隔墙材料在实验室内进行隔断,同时考虑实验室功能不同采用合适的轻质材料进行隔断,比如化学分析就要选择耐腐蚀的隔断材料。所用轻质隔墙材料必须符合 JG/T 169—2016《建筑隔墙用轻质条板通用技术要求》的规定。在实验室装修材料选择上,所用的装修材料必须符合 GB 50325—2010《民用建筑工程室内环境污染控制规范》的相关规定。上述所有材料必须不含对人体有害的物质,是无放射性 A 类产品,符合装修材料燃烧性能等级。即吊顶材料必须满足 A 级防火要求,地面材料必须满足 B1 级防水要求,墙面材料必须满足 B1 级防火要求,有贵重仪器设备的实验室隔墙应采用耐火极限不低于 1h 的非燃烧体材料。可燃气瓶室的隔墙、门均应采用防爆材料和开设泄爆窗口。

化学实验室的屋顶天花板可采用不集尘、不易脱落和不易腐蚀的龙骨支架铝扣板天花。如果仪器需要静音,可选用消声天花,其防火等级达到 A 级,具有易清洁、耐腐蚀、不起尘和光滑防水等作用。灯光照明采用内嵌式防尘灯盘 30W×3,工作区照度大于 250lx,走道照度大于 200lx。墙体设计可采用半墙半玻璃、彩钢板墙体、轻钢龙骨硅酸钙板墙体、落地式全玻璃或砖墙。地面可采用 PVC 地板胶(耐磨、抗污、防酸碱、防静电、不产生、不变色)、环氧树脂自流平地面(防酸碱、抗碾压、不产生)和抛光砖地板(耐磨、防酸碱、易清洁)等,对于洗涤室、高温加热室、气瓶室、含汞实验的实验室、恒温恒湿实验室、洁净实验室和大型仪器室等不同种类实验室,需要采用不同的地面处理方式。挂墙板

可选择具有防腐蚀、防潮、耐强酸碱、耐高温及耐抗击等性能的特殊材料,比如千思板、实芯理化板、抗倍特板和环氧树脂板等。



1. 实验区通道宽敞。
2. 有机实验与无机实验区分开,保证排风系统不混搭。
3. 气瓶间隔墙稳固,位置设置适中,便于给各个实验室供气。
4. 需用水位置布置多个水槽。有水槽房间,均需布置地漏。
5. 仪器室台后预留检修通道,布置气路、电路等。

图 2-1 化学实验室平面设计图

在化学实验室设计时,还要考虑背景噪声的影响。背景噪声也称为本底噪声,是指在