

智能化医学实验室 设计与建设指南

*Intelligent Medical Laboratory Design And
Construction Guide*



主编 练新廷 万本愿 祝卫平

联合推荐

中国医师协会检验医师分会

中国医疗器械行业协会体外诊断分会

全国卫生产业企业管理协会医学检验产业分会

全国卫生产业企业管理协会实验医学专业委员会

中国医学装备协会临床检验装备技术专业委员会



江西人民出版社
Jiangxi People's Publishing House
全国百佳出版社

智能化医学实验室 设计与建设指南

*Intelligent Medical Laboratory Design And
Construction Guide*

主编 练新廷 万本愿 祝卫平



江西人民出版社
Jiangxi People's Publishing House
全国百佳出版社

图书在版编目(CIP)数据

智能化医学实验室设计与建设指南 / 练新廷, 万本愿,
祝卫平主编. -- 南昌: 江西人民出版社, 2018.9

ISBN 978-7-210-10794-1

I. ①智… II. ①练… ②万… ③祝… III. ①医学检验—
实验室—智能化建筑—建筑设计—指南 IV. ①TU244.5-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第212241号

智能化医学实验室设计与建设指南

练新廷 万本愿 祝卫平 主编

责任编辑: 徐明德 周伟平

出版: 江西人民出版社

发行: 各地新华书店

地址: 江西省南昌市三经路47号附1号

编辑部电话: 0791-86898054

发行部电话: 0791-86898893

邮编: 330006

网址: www.jxp-ph.com

2018年9月第1版 2018年9月第1次印刷

开本: 889×1194毫米 1/16

印张: 21.25

字数: 400千字

ISBN 978-7-210-10794-1

赣版权登字 —01—2018—766

版权所有 侵权必究

定价: 428.00元

承印厂: 江西华奥印务有限责任公司

赣人版图书凡属印刷、装订错误, 请随时向承印厂调换

《智能化医学实验室设计与建设指南》 编委名单

主 编：练新廷 万本愿 祝卫平

副主编：王华梁 金雨琦 何 健 王占科 邓荣春

常务编委（以姓氏笔画为序）：

万腊根 马斌国 牛 华 王小中 甘雪华 卢志明
朴文化 华文浩 朱耀毅 任卫全 刘良军 许 健
宋海波 沈佐君 邹伟民 张军力 张朝霞 阿祥仁
陈发林 李胜远 周向阳 赵建宏 酆卫星 郭 伟
桂晓美 唐玉海 唐吉斌 黄文芳 符生苗 彭 林
彭祝宪 廖 璞 熊国亮 魏力强 魏莲花

编委（以姓氏笔画为序）：

万本愿 万腊根 马斌国 王小中 王占科 王 剑
王华梁 牛 华 文玲梅 邓荣春 甘文佳 甘雪华
卢志明 帅 兵 朴文化 华文浩 朱旭珍 朱耀毅
任卫全 刘安东 刘良军 许 健 李胜远 李顺文
李国强 吴静妮 宋海波 何 健 邹伟民 沈佐君
张军力 张 驰 张 磊 张朝霞 张冬梅 徐江霞
阿祥仁 陈发林 陈世家 陈春志 何 新 金雨琦
周向阳 罗凤先 练国富 练新廷 赵建宏 赵雄锋
酆卫星 祝卫平 桂晓美 郭 伟 唐玉海 唐吉斌
黄文芳 黄勇泉 符生苗 彭 林 彭祝宪 廖 璞
蔡长慧 熊国亮 魏力强 魏莲花

执 笔：徐 琴 王学盛

□ 序 XU

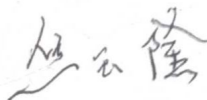
管理、人才、设备、安全是医学实验室学科建设的四大基本要素，也是学科健康发展的基石。近些年来，国家大健康政策对医疗的投入大大增强，医院的建设像雨后的春笋，高精尖的设备促进了检验医学飞速发展，使得临床医生从医技科室（包括影像、超声、心电、检验）获得的诊治信息有70%来自检验科。特别是循证医学、精准医疗、智慧医疗、互联网+医疗深入开展，使检验医学学科发展进入了新的里程碑。仪器装备水平堪与欧美发达国家媲美。检验医学教育的加强，从根本上改变了人员素质、知识结构和学术水平。然而，实验室管理水平、管理能力以及管理意识却与发达国家相差很大，成为我国检验医学事业发展的“瓶颈”。因此，培养一批熟悉、精通国际实验室管理理念的技术干部对于发展我国检验医学事业具有重要意义。临床实验室设计与安全是实验室管理的重要组成部分，也是每一个合格的学科带头人的必修课。在一些发达国家，实验室设计已是一个成熟的行业，而在国内高等教育体系中，实验室设计专业是一个空白。这本书为智能化医学实验室设计师、顾问、业主、实验室建设者与使用者等相关负责人提供了重要信息，以图文并茂的形式将复杂的理论知识形象简单地阐述了医学实验室设计、仪器布局、生物安全、绿色环保、适宜仪器设备的选购，工艺流程、空间的合理布局、配套系统、实验室家具以及标准化、国际化，智能化实验室要求，认真阅读了它的读者都会对实验室的建设有一个清晰的认识，我想这也正是本书编

者及全体编委所秉持的宗旨。

《智能化医学实验室设计与建设指南》是百特智能化实验室技术有限公司为了弥补国内医学实验室设计与建设相关规范的空白而出版的。编制单位是智能化医学实验室的设计和建设、体外诊断行业的领跑者。笔者曾几次接受主编的邀请，参加了编写团队的编写策划讨论，此次拜读该著作，认为这不仅仅是一个“指南”，也为编制相关“行业标准”或“行业指南”提供重要的信息，可为更多的智能化医学实验室设计与建设从业者提供指导和帮助，让更多的智能化医学实验室人性化、智能化、绿色环保、符合国家标准，进而使整个行业更加规范、更加科学和更加国际化。

全国医学临床检验实验室及体外诊断标准化委员会

主任委员



□ 前言 QIANYAN

21 世纪，智能化医学实验室是现代医院检验医学发展的重要基础，是医院建设的特殊工程之一。随着中国经济实力的增强和人民生活水平的提高，我国政府大健康政策高度重视民生问题，医改进程中许多医院都在新建、改建、扩建之中，这是建设一个符合国家和行业标准的智能化医学实验室的好机遇。如何科学地建设具有国际水平的智能化医学实验室，使之更加规范化、科学化、人性化，已经成为摆在医学实验室的管理者、设计者与建设者面前非常迫切的问题。

本书编者们依据实验室建设方面的许多设计与国家标准和行业标准，结合他们自身多年医学实验室建设的经验，走访、请教了全国 600 余家不同等级医院的专家和医技人员，并参与其中 400 多家医院智能化医学实验室的设计与建设，其心愿就是想整理总结这些成功经验作为医学实验室管理者在实验室设计、建设时的指南，让每一个医院的医学实验室都建设成为具有高效率、功能完善和考虑尽可能周全的医学实验室。本书既考虑了满足当前智能化医学实验室设计、建设、安全、环保的需要，也考虑了未来智能化医学实验室发展的布局，力求把每一个细节做到完美。

本书总共分为九章，第一章主要阐述了智能化医学实验室的定义、建设的重要性以及未来发展的模式。第二章主要介绍智能化医学实验室设计的相关国际国内规范，实验室设计的基本要求、流程以及实验室要用到的各种基本设备。第三章主要详细阐述了智能化医学实验室如何实现智能化的相

关理论；例如智能照明控制、智能设备控制、智能窗帘控制、智能门控系统等。第四章主要详细阐述了智能化医学实验室空间规划的详细要求，按照一、二、三级医院的等级划分，结合大量的实验室设计图纸作出了可令业内专业人士信服的空间尺度参考依据，包括各级医院实验室各个功能室组的设计要求。第五章对智能化医学实验室涉及到安全要求的例如水、电、气、危化品等安全要求作出了详细的阐述，并列出来相关的国家规范。第六章总结了智能化医学实验室的系统工程，共分为十大系统，包括洁净系统、通风系统、空调系统、供电系统、给排水系统、安全防护系统、冷藏系统、消杀系统、信息系统、标识系统。第七章对智能化医学实验室的设备例如实验室主要仪器、实验室台柜、实验室生物安全柜等作了详细介绍。第八章主要是关于智能化医学实验室建设时所用的一系列建设材料的详细介绍，让医疗行业即使不太了解建筑装饰行业的人士对建筑装饰有个直观的了解。第九章属于实验室设计的应用，通过案例的详细介绍让读者对实验室建设有个全面的了解，并且列出了智能化医学实验室设计和建设中常见的问题供使用者借鉴。

感谢所有为本书默默奉献及提供帮助的人，特别要感谢百特智能化实验室技术有限公司，作为国内智能化医学实验室设计和建设的一流企业，他们为本书提供了大量的案例、插图及设计方案，也希望他们能以本书为载体，更好地回馈医疗机构、回馈社会。

由于编者水平有限，《智能化医学实验室设计与建设指南》虽是我们再版编写，书中一定存在不足和错误，敬请各位读者予以谅解，多提宝贵意见，激励我们进步。

编者

2018年7月3日

□ 目录MULU

序	1
前言	3
第一章 智能化医学实验室的定义及建设模式	1
第一节 智能化医学实验室的定义及建设的重要性	1
第二节 智能化医学实验室的建设模式	2
第二章 智能化医学实验室设计基础	4
第一节 智能化医学实验室设计规范	4
第二节 智能化医学实验室建设设计流程	8
第三章 医学实验室的智能化	17
第一节 医学实验室环境的智能化	17
第二节 医学实验室设施的智能化	29
第三节 医学实验室样本传输的智能化	35
第四节 医学实验室管理系统的智能化	41
第四章 智能化医学实验室空间设计指南	47
第一节 智能化医学实验室的空间设计	47
第二节 智能化医学实验室各区域的设计要求	62
第五章 智能化医学实验室安全要求	103
第一节 医学实验室生物安全要求	103
第二节 医学实验室消防安全要求	115
第三节 医学实验室信息安全要求	119

第四节	医学实验室危化品安全要求	126
-----	--------------	-----

第六章 智能化医学实验室系统工程 129

第一节	医学实验室洁净系统	129
第二节	医学实验室通风系统	142
第三节	医学实验室空调系统	150
第四节	医学实验室供电系统	155
第五节	医学实验室给排水系统	165
第六节	医学实验室安全防护系统	176
第七节	医学实验室冷藏系统	188
第八节	医学实验室消杀系统	190
第九节	医学实验室信息系统	194
第十节	医学实验室标识系统	199

第七章 智能化医学实验室仪器设备 203

第一节	医学实验室检测仪器	203
第二节	医学实验室台柜	216
第三节	医学实验室生物安全柜	223
第四节	超净工作台	233
第五节	实验室通风柜及集气设备	234
第六节	其他设备	240

第八章 智能化医学实验室建材 247

第一节	墙体及表面装饰用材的分类	247
第二节	吊顶用材的分类	263
第三节	地面用材的分类	268
第四节	门窗的种类	275
第五节	水电材料	283

第九章 智能化医学实验室建设与设计的应用 292

第一节	医学实验室整体工程设计案例	292
第二节	医学实验室设计与建设常见问题剖析	325

参考文献	330
------	-----

智能化医学实验室的定义及建设模式

▶ 第一节 智能化医学实验室的定义及建设的重要性

智能化医学实验室，是指在医学实验室的设计、建设和营运中，利用互联网、物联网、大数据和人工智能等技术平台，借助信息终端远程操作医学实验室设备和设施，满足对取自人体的标本进行生物学、微生物学、免疫学、化学、免疫血液学、血液学、生物物理学、细胞学、病理学或其他检验的实验室，它可以对所有与实验研究相关的方面提供咨询服务，包括对检验结果的解释和对进一步的检验提供建议。

医学实验室的智能化包括远程电话及电视会议、讲演设备、移动的视听设备、数据、音频、视频和计算机的结合，实验室的智能化通过总线方式统一管理，将实验室内的各种仪器设备连接到一起实现实验室网络化，并通过各种引出方式实现与移动网络、电信网络、电视网络等连接，从而使工作人员在任何时间、任何地方任意控制内外的各种信息。不仅可以实现手机遥控、面板遥控、自动记忆等简单功能，还可实现宽带上网、远程监控和数字电视遥控等功能。智能化系统包括通信接入系统、电话交换系统、信息网络系统、综合布线系统、信息化应用系统、建筑设备管理系统、公共安全系统、智能化系统设计，应根据实验室的规模和功能需求等实际情况，选择配置相关的系统。

实验室是科技的摇篮，是汇聚人类灵气和文明的场所。当今的实验室应该是智能化实验室，智能化给实验室装上聪明的大脑，成为人类密不可分的朋友，一个智能、绿色、安全的实验室已成为每个实验人员孜孜不倦的追求。建设一个合规的、适用的、安全的智能化医学实验室是每一个实验人员的主要任务。

医学实验室的专业化设计最初是根据人体工程学原理和实验人员操作习惯来对操作台、消毒柜、通风柜等进行布局。随着新的检验技术特别是大型自动化分析设备的应用，实验室设计要求也发生改变，需要突破原有固定操作台的布局模式，设计成具有灵活可变、人性化、智能化等特色。

▶ 第二节 智能化医学实验室的建设模式

智能化医学实验室建设模式是一种满足当前实验室需要且能适应未来发展的实验室模式，符合实验室设置、许可和认证认可的要求，具有安全、健康、节能、环保、人性化、智能化、灵活可变等特点。

一、人性化

人性化设计是合理利用实验室建筑中的空间，科学地进行功能分区，并且充分考虑医院的发展前景，预留实验室空间，为实验室工作人员提供高效的工作场所及舒适的学习空间。

1. 适合促进科学研究的现代化模式

现代实验室强调实验人员相互交流，特别是学习交流实验人员的团队精神，人性化设计应尽量利用实验建筑中的空间，提供给实验人员会面并且交流的机会。包括休息室、会议室、办公室、楼梯空间等，尽量增加实验人员交流见面的机会。

追求空间视觉美学，整洁明朗的外观和色彩，安全舒适的室内环境，体现时代特征的配置，满足工作人员的健康和舒适的需要。

2. 开放式和分隔式相结合的实验室模式

在符合实验室生物安全规范的前提下，根据各专业特点，实验室应采用开放式和分隔式相结合的实验室模式，使人们不感觉到急促压抑，可以相互看得见，却又有他们自己相对独立的空间。

适合开放式专业：临检、生化、免疫、血液等。

适合分割式专业：微生物、HIV 筛查、PCR 室等。

二、智能化

智能化实验室包括电话及电视会议、讲演设备、移动的视听设备，数据、音频、视频和计算机的结合，智能化实验室通过总线方式统一管理，将实验室内的各种仪器设备连接到一起实现实验室网络化，并通过各种引出方式实现与移动网络、电信网络、电视网络等连接，从而使工作人员在任何时间任何地方任意控制内外的各种消息，实现宽带上网、远程控制等功能。

智能化系统包括通信接入系统、电话交换系统、信息网络系统、信息化应用系统、建筑设备管理系统、公共安全系统、环境智能化、实验家具的智能化等，应根据实验室的规模和功能需求等实际情况，选择配置相关的系统。

三、灵活可变

使灵活性最大化一直是设计或改造一个实验室的重要关注点，灵活性最大化

意味着实验室装备不仅应具有优良的使用功能，还应具备以后有重大改造或新建时，墙体、供给系统、工作台的重组使用率高，减少人力物力浪费。

1. 灵活的供给系统

灵活的供给系统对大多数实验室来说极为重要。实验室必须能够在墙和顶棚上进行方便的连接或断开，以考虑设备快速、低成本的组接。供给系统需要满足初始的要求，并且要适应预计的未来发展计划。

2. 灵活的室内环境

实验室正在向模块化发展，实验室的工作台可设计成活动的，服务柱可调节移动，并且能够充分利用实验室的空间，可以进行灵活重组，固定在墙体地板上的对接站包括电路、水路、通信等输入口，具有快速连接和断开的特点，方便和实验台重组，即插即用。

四、绿色环保

安全、健康、环保、节能是实验室的要素。设置安全防护系统，以资源效率、健康环境和生产力为基础的可持续节能建筑已成为现实，降低设备能耗，提高能量效率，减少有害物质或垃圾，改善室内和室外环境，保护人体健康，有效利用环保材料和资源，循环再利用并增加再生产品的使用已成为必然趋势。

▶ 第一节 智能化医学实验室设计规范

无论是新建、改建或扩建实验室，都是一个非常严谨复杂的过程，必须符合实验室建设的相关设计规范与标准。在实验室设计中有关空间、工作台、储藏柜、通风设施、照明等都应遵循其相关规定及要求，建立高效、功能完善和考虑周全的实验室。

一、医学实验室设计原则及基本要求

1. 实验室选址、设计和建造应符合国家和地方环境保护和建设主管部门等的规定和要求。

2. 实验室的防火和安全通道设置应符合国家的消防规定和要求，同时应考虑生物安全的特殊要求；必要时，应事先征询消防主管部门的建议。

3. 实验室的安全保卫应符合国家相关部门对该类设施的安全管理规定和要求。

4. 实验室的建筑材料和设备等应符合国家相关部门对该类产品生产、销售和使用的规定和要求。

5. 实验室的设计应保证对生物、化学、辐射和物理等危险源的防护水平，控制在经过评估的可接受程度，为关联的办公区和邻近的公共空间提供安全的工作环境，及防止危害环境。

6. 实验室的走廊和通道应不妨碍人员和物品通过。

7. 应设计紧急撤离路线，紧急出口应有明显的标识。

8. 房间的门根据需要安装门锁，门锁应便于从内部快速打开。

9. 需要时（如：正当操作危险材料时），房间的入口处应有警示和进入限制。

10. 应评估生物材料、样本、药品、化学品和机密资料等被误用、被偷盗和被不正当使用的风险，并采取相应的物理防范措施。

11. 应有专门设计以确保存储、转运、收集、处理和处置危险物料的安全。
12. 实验室内温度、湿度、照度、噪声和洁净度等室内环境参数应符合工作要求和卫生等相关要求。
13. 实验室设计还应考虑节能、环保及舒适性要求，应符合职业卫生要求和人机工效学要求。
14. 实验室应有防止节肢动物和啮齿动物进入的措施。
15. 动物实验室的生物安全防护设施还应考虑对动物呼吸、排泄、毛发、抓咬、挣扎、逃逸、动物实验（如：染毒、医学检查、取样、解剖、检验等）、动物饲养、动物尸体及排泄物的处置等过程产生的潜在生物危险的防护。
16. 应根据动物的种类、身体大小、生活习性、实验目的等选择具有适当防护水平的、适用于动物的饲养设施、实验设施、消毒灭菌设施和清洗设施等。
17. 不得循环使用动物实验室排出的空气。

二、医学实验室空间设计要求

空间规划是实验室设计最重要的部分，适当的实验室空间是保证实验室检测质量和工作人员安全的基础。空间不足是实验室的安全隐患，并影响实验室的工作质量。

1. 合理化的空间

根据放置设备的需要决定空间的合理化分配。同时，应从发展眼光确定实验室空间大小，以便在较长时间内能容纳新添置的仪器和设备，保证高效、安全完成临床工作。

2. 空间分配原则

空间分配总原则是让工作人员感到舒适，又不产生浪费，综合考虑工作人员的数量、分析方法和仪器的大小等因素。

3. 工作空间

工作空间的大小应保证最大数量的工作人员在同一时间工作。应将有效的空间划分为清洁区（办公室、休息室、学习室）、缓冲区（储存区、供给区）、污染区（工作区、洗涤区、标本储存区）。工作区应包括工作人员所占面积和来回走动空间。工作空间和走动空间应转化为在地板上占用的面积大小。

三、医学实验室工作台和设备

设计附属设施应最大程度满足实验室的功能，工作台和附属设备的质量、类型和布局影响着实验室的安全性。

工作台一般根据标准制造的，可以预订和直接向厂家购买。最好选择一小型

的建筑单元，可随意移动，重新设置，或重新组装。在选择工作台时，应征求工作人员意见。选择工作台的原则是“形状、舒适和功能”。

四、医学实验室的通风设计

为了实验室的安全，南北通透的实验室不主张做层流净化，如果实验室空气不能对流则必须装置中央空气处理系统。但现在绝大部分实验室在炎热的夏天仍广泛使用电扇，这将导致实验室传染性疾病的传播。特别是微生物和生物医学实验室应严禁使用电扇。

恰当的通风不仅仅去除实验室有害气味和毒气，而且也保证设备正常运行。

目前倡导在一般实验室，在使用蒸气和生化危险剂的区域，空气交换每小时12次。在有些区域空气交换达每小时16次。在设计供热、通风和空调系统方面，应仔细全面了解每间房间的用途，以达到理想要求。有烟囱或生物安全柜的房间，因处理生物危险材料，或饲养动物（临床实验室少见），所以需要单通道空气系统。

对于有大量烟雾产生，开展尸体解剖和组织学分析的房间应具备特殊的通风设备。

“开放实验室”通常包括了危险的和非危险的操作。为了使实验室的空气用于再循环，必须使用额外的设备来加热、制冷、除湿或过滤空气，这样可通过安装再循环空气处理系统以减少能量费用。

为了对每个实验室的空气处理器的效率进行评价，应周期性监控空气交换能力。

五、医学实验室的电源和通讯

1. 仪器所需电源的设计

在实验室仪器电源设计中，所设计的电源应充分考虑其布局合理，使用安全和方便，除考虑已满足现在使用需要外，应考虑今后实验室的发展，要有足够多的扩展量满足实验室的需要。在仪器电源设计中应注意以下几点：

- (1) 实验室所有仪器所需电量和所需电插座数量。
- (2) 电源插座是三孔或是二孔。
- (3) 各电源插座分布地方，保证使用安全和方便。
- (4) 各仪器所需电压（220V 或 380V）、电量。
- (5) 现在计算机已在实验室广泛应用，应充分考虑计算机所需插座。

2. 照明设计

实验室所需照明设备的数量由以下因素决定：工作的类型、工作台面的颜色、工作室天花板和墙壁的颜色、固定照明与工作面之间的距离、需要照明空间的

大小。

上述因素以及所需照明度标准一旦确定，即可选择一定数量的、符合照明度标准的照明设备。

国际规范与标准

- 1.ABSA 美国生物安全协会相关设计要求
- 2.ACGIH 美国政府工业卫生协会相关设计要求
- 3.AIA 美国建筑师协会相关设计要求
- 4.ANSI 美国标准协会相关设计要求
- 5.ASHRAE 美国采暖、制冷与空调工程师学会相关设计要求
- 6.ASTM 美国材料实验协会相关设计要求
- 7.NFPA 美国防火协会相关设计要求
- 8.NIH 美国全国卫生研究所相关设计要求
- 9.NRC 美国核控委员会相关设计要求
10. 世界卫生组织（WTO）实验室生物安全手册
11. 美国 CDC/NIH 微生物和生物医学实验室生物安全
12. 美国建筑师协会生物医学研究实验室规划设计手册

中国规范与标准

- 1.GB/T 19489-2004 《实验室生物安全通用要求》
- 2.GB/T 50346-2004 《生物安全实验室建筑技术规范》
- 3.WS233-2002 《微生物实验室和生物医学实验室通用安全准则》
- 4.GB/T 50073-2001 《洁净厂房设计规范》
- 5.JGJ 71-1990 《洁净室施工及验收规范》
- 6.JGJ 16-2008 《民用建筑电气设计规范》
- 7.GB 50303-2002 《建筑电气工程施工质量验收规范》
- 8.GB 50015-2003 《建筑给水排水设计规范》
- 9.GB 50242-2002 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》
- 10.GB 50019-2003 《采暖通风与空气调节设计规范》
- 11.GB 50243-2002 《通风与空调工程施工质量验收规范》
- 12.GB 50210-2001 《建筑装饰装修工程质量验收规范》
- 13.JGJ91-93 《科学实验建筑设计规范》
14. 建标 127-2009 《疾病预防控制中心建设标准》
- 15.GB 50189-2005 《公共建筑节能设计标准》