

国外建筑设计方法与实践丛书

研究实验室建筑

[美] 丹尼尔·D·沃奇 / 帕金斯与威尔公司 著

徐 雄 冯铁宏 祝东海 译

徐 雄 校



中国建筑工业出版社

研究实验室建筑

[美] 丹尼尔·D·沃奇/帕金斯与威尔公司 著

徐 雄 冯铁宏 祝东海 译

徐 雄 校

中国建筑工业出版社

著作权合同登记图字: 01-2002-6302 号

图书在版编目 (C I P) 数据

研究实验室建筑 / (美)沃奇著; 徐雄等译. —北京:
中国建筑工业出版社, 2004
(国外建筑设计方法与实践丛书)
ISBN 7-112-06352-3

I. 研… II. ①沃…②徐… III. 试验房屋—建筑设计 IV. TU244.5
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 013460 号

Building Type Basics for Research Laboratories / Stephen A. Kliment, Series Founder and
Editor; Daniel D. Watch / Perkins & Will, author
Copyright © 2001 by John Wiley & Sons, Inc.
All rights reserved.
Translation Copyright © 2004 China Architecture & Building Press

本书由美国 John Wiley & Sons, Inc. 图书公司正式授权我社在世界范围翻译出版本书中文版

本丛书中文版策划: 张惠珍 马鸿杰 董苏华
责任编辑: 董苏华
责任设计: 郑秋菊
责任校对: 赵明霞

国外建筑设计方法与实践丛书

研究实验室建筑

[美] 丹尼尔·D·沃奇 / 帕金斯与威尔公司 著
徐 雄 冯铁宏 祝东海 译
徐 雄 校

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)
新华书店经销
北京海通创为图文设计有限公司制作
北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本: 787 × 1092 毫米 1/16 印张: 18³/₄ 插页: 8 字数: 480 千字
2004 年 7 月第一版 2004 年 7 月第一次印刷
定价: 53.00 元

ISBN 7-112-06352-3

TU · 5607 (12366)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

献给为了创造更好的研究环境而每日奋斗，并为改善我们所有生活质量的科学新发现作出贡献的研究者、管理者、实验室工程师、建筑师同仁和工程师。

原书编者序

斯蒂芬·A·克利门特 (Stephen A. Kliment), 英文版丛书策划及编辑

这本关于研究实验室设计的书是“国外建筑设计方法与实践丛书”的又一本新作。它并不是一本充满彩色图片却缺乏有用内容, 仅在咖啡茶几上充当摆设的书。相反, 它包含了那类建筑师、顾问和他们的业主需要预先得到的重要信息, 尤其是在一个工程关键的前期阶段。当建筑实践变得越来越普遍而设计公司在更大范围的建筑类型中寻求委托的时候, 这套丛书提供了此类基础信息的一个方便、实用的资源。

就像丛书中的其他书一样, 这一卷书紧密地进行组织以便使用。本书的核心是一个建筑类型在它设计的早期阶段将被最频繁问及的一组20个问题。这些问题涵盖了这样一些关注点, 比如策划和初步设计, 方案的进程和管理, 针对此类型的独特的设计关注点, 还有场地规划。同时被包括在内的还有建筑规范和美国伤残人士法案 (ADA) 事宜, 工程技术系统, 能量与环境的挑战, 还有特殊的装备, 室内设计和材料问题, 照明和声学考虑, 道路识别, 以及改造/升级。最后的问题包括国际挑战, 运行和维护, 以及费用和可行性的考虑。

要深入发掘这20个问题中的任何一个的话, 那就从本书末尾所附列表开始, 找到你需要的一类问题的位置, 并翻到它所指的页数。

这本书的构思服务于三类使用者: 建筑师, 他们的工程师和其他顾问; 以及正在策划一个实验室, 并且渴望在面试和选择一个建筑师之前让自己了解这个课题的私人、政府与学院实体。建筑系学生将同样会发现此书的用处, 可以在关于这种建筑类型的工作室难题中取得领先。

实验室设计正在跨越一个在空间计划、形式和机构使用上都刻下永恒变化的分水岭。正像作者丹尼尔·沃奇 (Daniel Watch) 所指出的那样, 三个条件推动了实验室的设计:

- 全球市场。随着美国和许多其他国家在研究上投入大量资金, 试图提高在科学和技术上的发展水平而使它们变得更富于竞争力, 一个全球性的研究市场正在出现。私人 and 公共部门之间全球性联合的增长将刺激从单个建筑到大型研究园区的研究机构设计和建造。
- 团队研究。独立的研究者为了追求一座科学的圣杯而通宵达旦的时代已经被学院、政府或私人企业中科学家和工程师团队工作, 以及经常跨学科边界的大型联合体工作的时代所代替。团队的概念决定了研究机构的设计, 因为实验室建筑现在必须在建筑中的每一处为研究者的聚集和交谈提供富于吸引力的场所。谁又知道在这种非正式的环境中会产生怎么的科学突破呢?

- 应用计算机技术。新的软件能够以前所未闻的速度处理庞大的数字，在几秒钟内跨越任何距离来传输文件，并且为来自世界各个相距遥远的角落的研究者创造实时的讨论空间。这对实验室设计的启示是巨大的，要求在整座建筑中到处使用电子通讯系统。无线网络的到来可以很好地简化这些系统，但在这本著作中，由于这种新兴技术的一些不确定性，有线系统保持了在设计中的前沿地位。

这些趋势的一个明显结果就是需要在实验室机构中设计一定的灵活度。尽管它们比单一目的的实验室要花费更多，灵活的实验室证明自己在长期的过程中会更加经济。结果是，设计将越来越不再属于单一的专业而要适应一系列学科。一个普通的实验室可能要配备成能为整个研究团队提供所有可以得到的资源，甚至包括示范的制造工厂。

丹尼尔·沃奇将他的材料组织在五个章节中。第一章描述实验室设计模式，按照刚才描述的各种影响。第二章根据所有者、使用者和目标定义了三种主要的实验室类别，也就是私人企业、学院和政府。这一章节包括空间指导方针。第三章和第四章分别涵盖了建筑和设计的问题。第三章尤其集中于设计模块、重要邻接、工作台、人体工效学、通风橱以及保安。第四章涉及了四个主要的工程系统——结构、机械、电气、管道，另外还有通讯和改造。第五章提供了有用的费用指导。

我希望这本书作为指导、参考和启示能很好地服务于建筑师。

前言

丹尼尔·沃奇 (Daniel Watch)

在我作为一名建筑师的早期，我设计过许多种类的建筑，包括定制住宅、多户公寓、高层公寓、大型交通工程、城市设计和城市规划项目、一个足球运动场、公司办公楼、医院办公楼，以及一些设计竞赛。在1990年，当我受雇于克林·林德奎斯特的费城公司(Philadelphia firm of Kling Lindquist)时，我得到了为英国斯蒂夫尼奇(Stevenage)的葛兰素公司(Glaxo)做我第一个实验室工程的机会。这个计划是只做了第一期的180万平方英尺(GSF)。这是一个精彩的方案和一次有价值的体验。葛兰素公司的人教给我设计高质量的实验室的重要性。在那个工程以后，我知道自己想要设计更多的实验室，原因是工作复杂，有和研究者一起工作的机会，而且更是因为实验室机构的繁荣建设。

从此以后，每次我去一个新的城市，我都会花时间去拜访学院和公司的实验室。我甚至花费我假期的一部分时间去参观实验室机构。有些时候，我发现自己使用多次往返飞机票(frequent flyer ticket)在周末飞越整个美国去研究一个刚刚发布的实验室工程。结果我看了大量的实验室，遍布整个美国。我看得越多，我就更加了解这大量的实验室和广泛的设计解决方法。我开始记录下自己已经学到的经验，拍摄建筑，并且发展了一个广阔的资料库。

现在我有机会将自己的研究与业主和其他建筑师分享。我发现自己正在为业主和建筑师作一次实验室之旅来向他们显示什么是有用的，并且使他们具有自行研究的习惯。特别令人愉快的就是带着业主去作基地访问。假如一个业主问我一个我还不能给出完全答复的问题，我会花时间进行研究并找到答案。为业主和其他建筑师问过我的问题找到答案是这本书的一个重要成因。

在我今天为每一个工程工作时，我关注于创造全新和独特的解决方法，它得适合于研究者、管理者、实验室工程师，以及我正在与之工作的建筑和工程设计团队。当我把自己曾经负责过的每个工程的平面和立面挂在墙上时，我很高兴地看到没有任何两个是相似的。我总是要求自己、业主和设计团队变得富于创造力并且“超出常规”去思考，从而利用可以得到的钱和计划来创造一流的实验室环境。我将继续询问其他人在他们的实验室机构中哪些是有用的，同时我也希望人们将依然谦和并与我分享他们的知识。

这本书的信息来源包括我受雇于帕金斯与威尔公司(Pekins & Will)以及其他建筑公司期间完成的工程，同样还有资料书、参考书，以及我从过去五年参观过的超过150个实验室机构中学到的经验。书中的照片、图和其他图像——它们自始至终解释并加强着主题——来自美国（大约这儿给出插图的工程的一半）、英国、韩国和中国的大约50个研究实验室工程。

致 谢

我想要感谢许许多多与我分享他们已经学到经验的研究者、管理者、实验室工程师和业主。我感谢他们的评论、建议和时间。在过去五年中拜访大约 150 座研究建筑并且与这些专家交谈曾帮助我了解了许多实验机构的设计选择和细节。

我感谢那些允许我展示他们工程照片或图纸的人们。

我深深地感谢一些与我一起合写书中某些部分的专家：约翰·尼尔森（John Nelson），联合工程（机械、电气和管道）有限公司（Affiliated Engineers, Inc.）的执行总裁；菲利普·洛夫格伦（Philip Lofgren），苏沙年（Shooshanian）工程联合有限公司（Shooshanian Engineering Associates, Inc.）（信息技术）的通讯技术主管；沃尔特·P·摩尔（结构）的迈克·弗莱彻（Mike Fletcher）；史蒂文·沙拉切（Steven Sharlach）和贝文·休茨（Bevan Suits），帕金斯与威尔公司的标志和图形设计者；理查德·普里斯（Richard Price），帕金斯与威尔公司的可持续设计；约瑟夫·瓦格纳（Joseph Wagner），帕金斯和威尔公司的私人部门实验室。

我想要感谢瑞克·约翰逊（Rick Johnson）和费舍尔·汉密尔顿（Fisher Hamilton）的关于最新工作台设计的信息、图画和插图。

我希望向帕金斯与威尔公司以下的人表达我的谢意，感谢他们的成果、图形和精神支持：艾丽斯·安格斯（Alice Angus），蒂帕·托雷特（Deepa Tolat），加里·麦克奈（Gary McNay），金伯利·波尔金霍恩（Kimberly Polkinhorn），兰斯·科比（Lance Kirby），马西·施奈德（Marcy Snyder）和里斯弗拉戈（Reese Frago）。

我也想感谢我的妻子特瑞（Terrie）以及女儿梅根（Megan）和卡莉（Kalie），感谢她们在我花时间整理这本书时的耐心和理解。

目 录

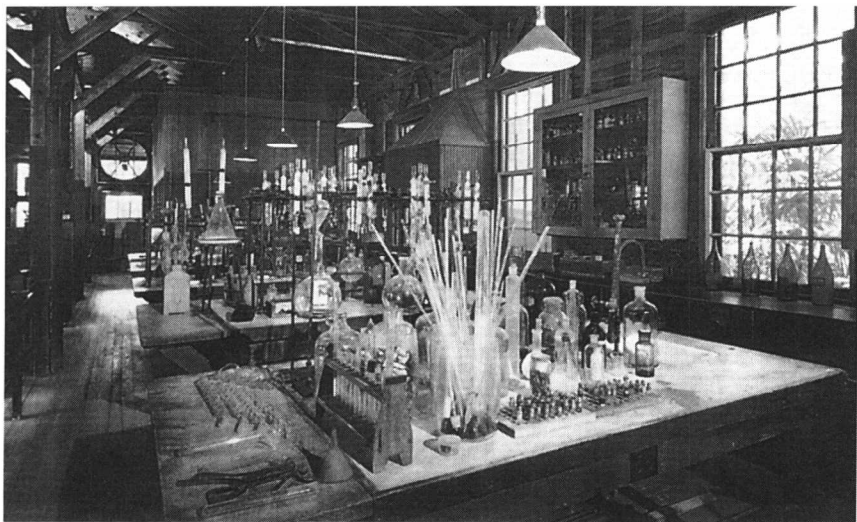
原书编者序	斯蒂芬·A·克利门特	vii
前言		ix
致谢		xi
引言		1
第一章	一种新的设计模式	3
第1节	适合团队研究的社会化建筑	3
第2节	“开放”实验室与“封闭”实验室的对比	9
第3节	灵活性	11
第4节	技术设计	20
第5节	可持续性	27
第6节	科学园区	33
第二章	实验室类型	37
第1节	私人性质实验室	37
第2节	政府实验室	53
第3节	学院实验室	68
第三章	建筑设计问题	101
第1节	策划、设计和建造程序	101
第2节	通常的建筑设计问题	105
第3节	实验室模块——实验室设计的基础	106
第4节	场地规划	110
第5节	外部形象	110
第6节	建筑体量	124
第7节	内部空间	125
第8节	邻接	141
第9节	内部装修	151
第10节	声学问题	152
第11节	工作台	152
第12节	人体工效学	156

第 13 节	通风橱	157
第 14 节	安全、保安和规范考虑	160
第 15 节	道路识别、标志和图示	172
第 16 节	专用实验区域	177
第 17 节	专用的设备和设备空间	182
第 18 节	动植物研究设施	185
第四章	工程设计问题	199
第 1 节	结构体系	199
第 2 节	机械系统——通常设计问题	204
第 3 节	通风橱——机械系统设计问题	216
第 4 节	电力系统	221
第 5 节	照明设计	224
第 6 节	电话/数据系统	228
第 7 节	信息技术	229
第 8 节	壁橱	230
第 9 节	演示厅的视听工程	230
第 10 节	管道系统	233
第 11 节	试运行	240
第 12 节	改造/维修/适应性利用	240
第 13 节	机构管理问题	242
第五章	费用指导	245
第 1 节	工程费用	245
第 2 节	可承受性/价值工程学	248
第 3 节	工程交付的选择	255
第 4 节	工程融资的趋势	256
第 5 节	费用问题的总结	256
附录: 21 世纪实验室倡议		257
参考书目和引用		261
英汉词汇对照		263
研究实验室建筑基本设计资料		285
译后记		288

引言

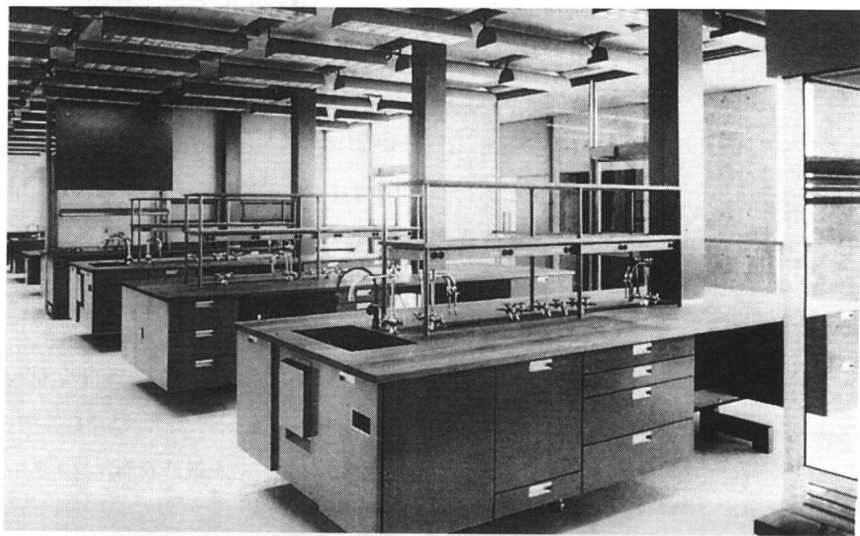
早期的实验室，比如佛罗里达州迈尔斯堡（Fort Myers, Florida）的托马斯·爱迪生（Thomas Edison）研究所，是简单的工作区域，具有基本的工作台和直线的操作程序。技术是有限的，而且只有很少的设备来服务于研究。

实验室设计的第一次重要变迁是在20世纪60年代，伴随着加利福尼亚州拉霍亚（La Jolla, California）萨尔克研究所（Salk Institute）的夹层空间的发展。乔纳斯·萨尔克（Jonas Salk）率先努力创造了首个鼓励变化的实验室机构，允许科学家设计适合他们研究的空间。



◀ 托马斯·爱迪生化学研究实验室，佛罗里达州迈尔斯堡，1928年

▼ 夹层空间的发展。萨尔克研究所和生物研究所，加利福尼亚州拉霍亚。建筑师：路易斯·I·康（Louis I. Kahn）



现在我们正在见证实验室设计的第二次重要变迁。这次变迁的三个关键驱动力是竞争性全球市场的发展，团队研究的趋势，以及计算机技术被用于加速研究进程。

全球性市场正在改变着研究的面貌。许多国家，包括美国在内，都正在为科学和技术（S&T）投入资金和人力资源，并且正在承认这样的投资对于社会和经济繁荣来说是一个重要的支柱。个体科学家和工程师，企业公司和学术研究机构都正在利用科学和技术日益增加的国际性，而这种国际性为科技工作者日益增强的国际流动性，科学出版业的国际合作，国际企业联合的发展，以及技术秘诀的全球流动所见证。全球性市场刺激了一些大型研究公司的合并和联合。由于私人和公共部门的合作，研究园区正在被建造并且以一个很快的步伐成长起来。

无论在国内或在国际上，重大的飞跃越来越可能由研究团队而不是个体作出。科学的全球化反映在科学出版业的普遍趋势中——那就是越来越多的合作。在1995年，发表在科学杂志上的一半论文是由多位作者合作的，而在这些论文中的几乎30%都包括国际合作。团队合作对于有效共享信息和加速研发进程来说是必要的。合作与共享资源成为了共识。花在实验室中的时间越来越少，而更多的时间被用于会议中，无论面对面的或是电话的会议。研究者正要求在他们的实验区域中拥有休息区，以鼓励自发的以及有计划的工作会议来交换信息和思想。另外，实验小组也必须能够快速而且低成本地来改变自己的实验室空间。实验室布置正朝着考虑交互式研究的方向转变。结合计算机的使用，能轻易移动的工作台，并且结合能低价有效改造的工程系统的灵活家具对于一个研究机构的长期成功正变得越发的重要。

如同在当今的任何企业中一样，计算机是实验室中的一种生活方式和必需品。市场正要求在比以往更短的时间内获得比以往更多的“发明”，而公司为了首先获得一个新的发明而激烈竞争。计算机技术正在加速从开发到市场的整个研究进程。计算机正在鼓励研究者重新改造自己的实验室环境。

计算机在研究中的萌芽使用意味着需要更多的干性实验室——装配可移动的工作台来摆放计算机硬件和研究仪器。产生更多发明创造的要求引发了升级现有实验室，建造新的实验室机构，以及提供支持功能比如示范工厂和制造机构的需要。

以上三个要素——全球市场，团队研究，以及日益增长的计算机使用——为一种新的实验室模式的发展提供了环境，它也就是我们在第1章中首先要关注的课题。

第一章

一种新的设计模式

一种新的实验室设计模式正在出现——一种创造满足当前需要且能适应未来要求的实验室环境的模式。一些重大的需要正在推动这种模式的发展：

- 建立鼓励互动和团队研究的“社会化建筑”（Social Building）的需要
- 在“开放”实验室和“封闭”实验室之间获得一种适当平衡的需要
- 具有灵活性以适应变化的需要
- 技术设计的需要
- 环境可持续性的需要
- 在一些情况下，需要发展科学园区来促进政府、私人企业和学院之间的合作

在1998年的秋季，美国室内设计师协会（American Society of Interior Designers, ASID）完成了一个调查，确定了创造一个多产工作场所的五个重要原则。尽管这些原则只是普遍适用于各种工作场所，它们作为良好实验室设计的基础也都是有价值的。这些原则转化为以下的设计和管理准则：

- 通过营造鼓励交流和互动的团队氛围来改善人们的表现。
- 将设计的环境作为一个工具而不仅仅是另一项开销。提供充分的资源共享，包括团队成员和设备。适应人体工效学的需要，比如说舒适的座位和灵活的工作台。

营造一种诱人、令人愉悦的办公室氛围。

通过在声学上设计提供适当私密水平的声音工作环境，减少妨碍雇员注意力集中的分散和干扰。

- 重新设计工作程序和物理环境来改善工作台乃至整座办公楼内的工作流程。在流程中实现工作效率并减少干扰。
- 更新并维护技术从而使雇员以其最高的效率进行工作。提供合适的工具——计算机、软件及其他适当的设备。以适应未来需要的眼光作出购买和规划的决策。
- 提供培训和教育的机会。保持充足的服务职员数量。提供有竞争性的薪金、奖金、奖励，以及其他激励方式。运用灵活的政策，比如弹性的上班制和远程办公。

第1节 适合团队研究的社会化建筑

尽管为大众所熟悉的科学家形象大多是离群索居者的模样，现代科学却是一项高度社会化的工作。那些最富于创造力而且最成功的科学家对他们同事工作的内容和方式都非常熟悉。一旦他们获得新的方法和工具，他们就表现出一种惊人的能力来使用它们。因此，只有当既推动有组织交流又推动非正式交流，并且灵活使用空间和共享资源的建筑服务于科学时，科学才



▲ 楼梯平台提供机会让人们进行交流。耶鲁大学博耶分子医学中心 (Boyer Center for Molecular Medicine, Yale University), 康涅狄格州纽黑文 (New Haven, Connecticut)。建筑师: 西萨·佩利联合事务所 (Cesar Pelli & Associates)

▼ 楼梯顶部作为休息区。范德比尔特大学斯蒂文森中心综合化学楼 (Stevenson Center Complex Chemistry Building, Vanderbilt), 田纳西州纳什维尔 (Nashville, Tennessee)。建筑师: 帕耶特联合股份有限公司 (Payette Associates, Inc.)



能最好地发挥作用。

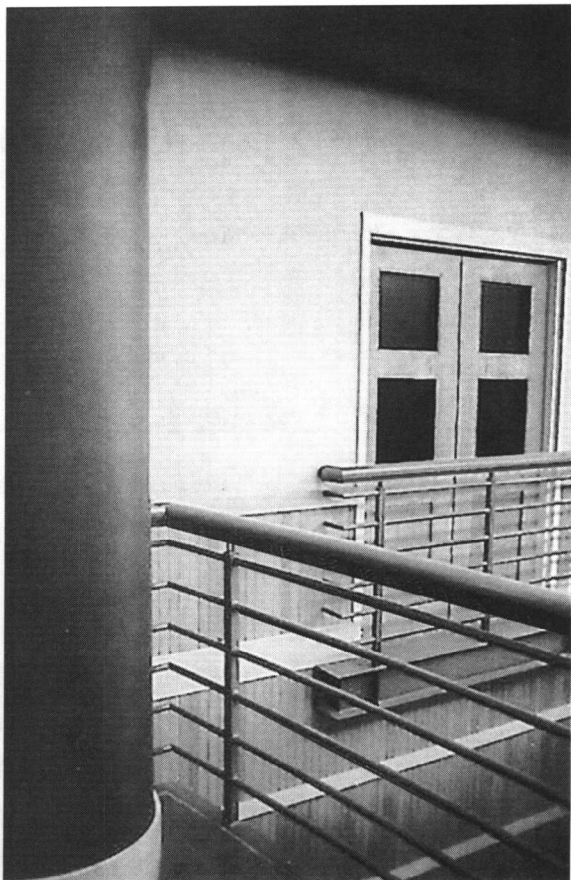
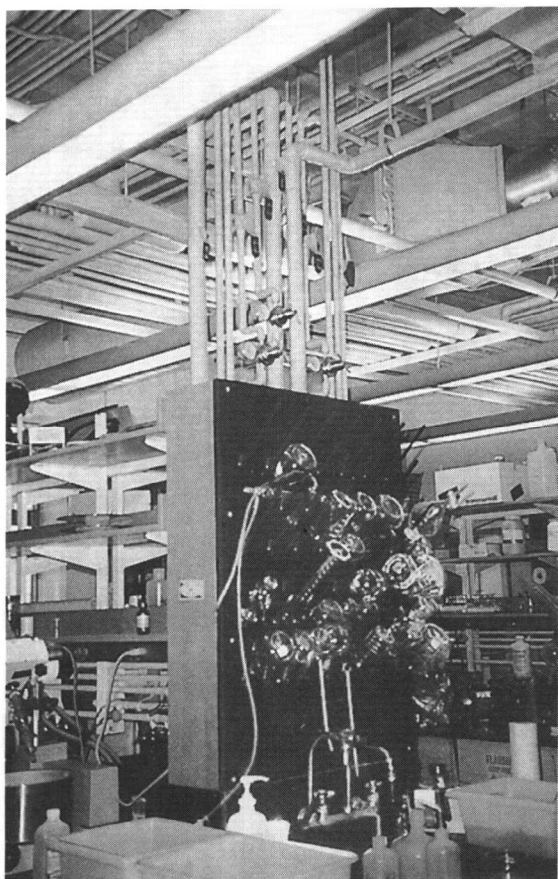
一座“社会化建筑”为在那儿工作的人们培养了互动的交流。随着不再强调部门分离而着重由团队 (随项目的变化而变化) 来进行项目研究的新型研究模式的出现, 实验室设计者必须更加注意实验室建筑社会化的一面。

一、会面场所

设计这样一种环境时的一个重要考虑

就是建造场所——比如休息室、会议室和中庭空间——在那儿人们可以在他们的实验室外聚集而交谈。甚至楼梯——消防楼梯或者中庭之外的楼梯, 具有嵌入式的窗椅——也能提供机会让人们会面并且交流思想。设计者必须在公共空间中寻找这样的机会, 积极利用建筑中每一英尺的空间。

在设计会面空间时——无论正式或是非正式的——应当注意使用多种让眼睛舒



适的颜色和材料。研究证明,使用颜色来塑造室内空间能让所有在里面生活和工作的人健康而且舒适。日光照明,一个同样重要的考虑,将在关于可持续性的部分章节中讨论。

设备和空间的共享可以创造更多的机会让人们相遇并交流信息。意识到这一点,设计者就可以将仪器室设计成穿廊,这样既节省空间和资金,又可以鼓励研究者共享设备。公共的服务空间,比如制冷室、玻

璃器皿储藏室和化学药品储藏室,都可以位于整座建筑或每一层的中央位置,而凹室可以用来放置制冰机或脱离子水设备。将中央位置设计成实验室服务区域可以帮助在获得一个更低价设计的同时获得一座更为社会化的建筑。

在学院实验室中,社会化的机会可以通过大型讲演厅入口的功能区域,校园的外部空间,休息室,邮筒和存衣空间,靠近研究所办公室的“起居室”,学生休息厅,中

► 适当演绎的暴露管道被理解为“高科技”。弗吉尼亚大学化学楼增建部分 (Chemistry Addition, University of Virginia), 夏洛茨维尔 (Charlottesville)。建筑师: 艾伦斯韦格联合股份有限公司 (Ellensweig Associates, Inc.)

▲ 多种的颜色和材料让人眼舒适。耶鲁大学博耶分子医学中心, 康涅狄格州纽黑文。建筑师: 西萨·佩利联合事务所



▲ 瓷砖图案增加了视觉趣味。范德比尔特大学斯蒂文森中心综合化学楼，田纳西州纳什维尔。建筑师：帕耶特联合股份有限公司

▼ 共享的设备间既推动了一座社会化的建筑也促进了资源的有效利用。南卡罗来纳州医科大学斯通眼科研究所 (Storm Eye Institute, Medical University of South Carolina)。LS3P 联合有限公司

► 公用区域内的制冰机增加了相互交流的机会。范德比尔特大学斯蒂文森中心综合化学楼，田纳西州纳什维尔。建筑师：帕耶特联合股份有限公司

►► 大型的聚集空间为特殊事件所需要，另外也作为迎接使用者之用。俄亥俄州立大学小弗尔纳·G·瑞弗楼 (Vernal G. Riffe, Jr., Building, Ohio State University)，哥伦布 (Columbus)。建筑师：帕金斯和威尔公司

庭，大体量空间和沿走廊空间——所有学生和教员可能在教室外遇见并讨论新思想的区域来获得。

二、适合团队研究的实验室

基本实验室，面向个体的研究者，正在变得越来越不重要。合作化研究需要科学家与多学科专家组成的团队，他们共同构成了学科交叉的研究单位。由于数据在整个组内共享并且与其他组分享，也由于网络连接着全世界的人们和组织，设计者正要用新的方式来组织空间。实验室研究者可以通过以下方式支持合作化研究：

- 创造灵活的工程系统和工作台，鼓励研究团队改变自己的空间以满足需要。
- 设计办公室和书写区作为人们以团队方式工作的场所。
- 设计以团队为基础的研究中心。

