



应用型本科规划教材

ARCHITECTURAL PHYSICS

建筑物理

◆ 主 编 邢双军
副主编 靳慧霞 齐海元
闫清生 杨秀芹



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

TU11/10

2008

应用型本科规划教材

建筑物理

主 编 邢双军

副主编 靳慧霞 齐海元

闫清生 杨秀芹



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

责任编辑：董美蓉 封面设计：陈 旭 印刷：浙江出版集团

浙江出版集团（0571）88073232

内 容 简 介

本教材是“应用型本科建筑学专业规划教材”。针对应用型本科院校的建筑学专业特点和教学要求而编写。编写内容强调“三本”特色,本着“因材施教”的原则,概念清楚,突出应用,尽量减少计算,追求易教易学的效果。写作形式上力求活泼新颖,增加了许多来自现场的照片,趣味生动,吸引学生。

本书以建筑声学、建筑光学、建筑热工学为核心,包括物理环境概论、建筑声学基本知识、吸声与隔声、室内声学音质设计、噪声控制、建筑光学基本知识、天然采光、建筑照明、建筑热工学基础知识、建筑围护结构的传热、建筑保温、建筑防热、建筑日照、建筑节能等 14 部分内容。

本教材可作为建筑学、城市规划、园林景观等专业建筑物理课程的教材,也可供从事建筑设计与建筑施工的技术人员和土建专业成人高等教育师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑物理 / 邢双军主编. —杭州:浙江大学出版社,
2008. 1

应用型本科规划教材

ISBN 978-7-308- 05685-4

I. 建… II. 邢… III. 建筑学:物理学—高等学校—教材 IV. TU11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 196813 号

建筑物理

主 编 邢双军

责任编辑 王 波

封面设计 刘依群

出版发行 浙江大学出版社

(杭州天目山路 148 号 邮政编码 310028)

(E-mail: zupress@mail. hz. zj. cn)

(网址: <http://www.zjupress.com>

<http://www.press.zju.edu.cn>)

电话: 0571—88925592, 88273066(传真)

排 版 杭州好友排版工作室

印 刷 德清县第二印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 21.25

字 数 517 千

版 次 2008 年 4 月第 1 版 2008 年 4 月第 1 次印刷

印 数 0001—3000

书 号 ISBN 978-7-308-05685-4

定 价 32.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话(0571)88072522

应用型本科院校建筑学专业规划教材

编 委 会

主 任 陈云敏

副主任 亓 萌 邢双军 李延龄

委 员 (以姓氏笔画为序)

王志蓉 田轶威 许瑞萍

陈 飞 应小宇 杨云芳

林贤根

层次建筑学类专业人才培养的系列教材。在此基础上,组建了编委会,确定共同编写“应用型本科院校建筑学专业规划教材”系列。

本套规划教材具有以下特色:

在编写的指导思想上,以“应用型本科”学生为主要授课对象,以培养应用型人才为基本目的,以“实用、适用、够用”为基本原则。“实用”是对本课程涉及的基本原理、基本性质、基本方法要讲全、讲透,概念准确清晰。“适用”是适用于授课对象,即应用型本科层次的学生。“够用”就是以注册建筑师知识结构为导向,以应用型人才为培养目的,达到理论够用,不追求理论深度和内容的广度。

在教材的编写上重在基本概念、基本方法和基本原理的表述。编写内容在保证教材结构体系完整的前提下,追求过程简明、清晰和准确,做到重点突出、叙述简洁、易教易学。

在作者的遴选上强调作者应具有应用型本科教学的丰富教学经验,有较高的学术水平并具有教材编写经验。为了既实现“因材施教”的目的,又保证教材的编写质量,我们组织了 two 支队伍,一支是了解应用型本科层次的教学特点、就业方向的一线教师队伍,由他们通过研讨决定教材的整体框架、内容选取与案例设计,并完成编写;另一支是由本专业的资深教授组成的专家队伍,负责教材的审稿和把关,以确保教材质量。

相信这套精心策划、认真组织、精心编写和出版的系列教材会得到相关院校的认可,对于应用型本科院校建筑学类专业的教学改革和教材建设起到积极的推动作用。

系列教材编委会主任

浙江大学建筑工程学院常务副院长

教育部长江学者特聘教授

陈云敏

2007年3月

本书由浙江万里学院杨秀芹、邢双军、靳慧霞、齐海元、闫清生、毛万红、王跃强等编写。本书可作为建筑学、城市规划、园林景观等专业建筑物理课程的教材，也可供从事建筑设计与建筑施工的技术人员和土建专业成人高等教育师生参考。

前言

告 白

凡 1 年 8002

本教材针对应用型本科院校的建筑学专业特点和教学要求进行编写。在内容上，本着“因材施教”的原则，概念清楚，突出应用，尽量减少计算，追求易教易学的效果。写作形式上力求活泼新颖，增加了许多来自施工现场的照片，趣味生动，吸引学生。

本书以建筑声学、建筑光学、建筑热工学为核心，包括物理环境概论、建筑声学基本知识、吸声与隔声、室内声学音质设计、噪声控制、建筑光学基本知识、天然采光、建筑照明、建筑热工学基础知识、建筑维护结构的传热、建筑保温、建筑防热、建筑日照等 13 部分内容。

本教材可作为建筑学、城市规划、园林景观等专业建筑物理课程的教材，也可供从事建筑设计与建筑施工的技术人员和土建专业成人高等教育师生参考。

本书由邢双军任主编。编写成员有邢双军、靳慧霞、齐海元、闫清生、杨秀芹、毛万红、王跃强。具体编写分工如下。

第 0 章物理环境概论，由平顶山工学院杨秀芹编写；

第 1 章建筑声学基本知识，由浙大宁波理工学院靳慧霞编写；

第 2 章吸声与隔声，由浙大宁波理工学院靳慧霞编写；

第 3 章室内声学音质设计，由浙江理工大学毛万红编写；

第 4 章噪声控制，由浙大宁波理工学院靳慧霞编写；

第 5 章建筑光学基本知识，由浙大宁波理工学院齐海元编写；

第 6 章天然采光，由浙大宁波理工学院齐海元编写；

第 7 章建筑照明，由浙江万里学院邢双军编写；

第 8 章建筑热工学基础知识，由浙大宁波理工学院闫清生编写；

第 9 章建筑维护结构的传热，由浙大宁波理工学院闫清生编写；

第 10 章建筑保温，由平顶山工学院杨秀芹编写。

第 11 章建筑防热，由浙江万里学院王跃强编写；

第 12 章建筑日照，由浙江万里学院王跃强编写；

全书由浙江大学张三明副教授主审。他对全书进行了认真仔细的审阅,并在前期提出了建设性的意见,对本书的编写给予了大力支持,在此表示感谢。

本书在编写过程中参考借鉴了一些国内外著名学者主编的著作,在此,对他们一并表示衷心的感谢。

编者

2008年1月

本书在编写过程中参考借鉴了一些国内外著名学者主编的著作,在此,对他们一并表示衷心的感谢。

本书在编写过程中参考借鉴了一些国内外著名学者主编的著作,在此,对他们一并表示衷心的感谢。

本书在编写过程中参考借鉴了一些国内外著名学者主编的著作,在此,对他们一并表示衷心的感谢。

本书在编写过程中参考借鉴了一些国内外著名学者主编的著作,在此,对他们一并表示衷心的感谢。

本书在编写过程中参考借鉴了一些国内外著名学者主编的著作,在此,对他们一并表示衷心的感谢。

本书在编写过程中参考借鉴了一些国内外著名学者主编的著作,在此,对他们一并表示衷心的感谢。

本书在编写过程中参考借鉴了一些国内外著名学者主编的著作,在此,对他们一并表示衷心的感谢。

目 录

第 0 章 物理环境概论	1
0.1 自然环境与建筑环境	1
0.2 建筑环境对人的行为影响	2
0.3 建筑物理学的研究与发展	7
第一篇 建筑声学	
第 1 章 建筑声学基本知识	11
1.1 声音的基本性质	12
1.2 声音的计量	23
1.3 人的听觉特性	28
复习思考题	35
第 2 章 吸声与隔声	36
2.1 吸声材料和吸声结构的作用与分类	36
2.2 常用吸声材料	40
2.3 常用吸声结构	46
2.4 建筑隔声	52
2.5 固体声隔绝的计量与评价	63
复习思考题	68
第 3 章 室内声学音质设计	69
3.1 室内声学原理	69
3.2 室内音质设计	75
3.3 分类建筑的声学设计	88
复习思考题	98

第4章 噪声控制	99
4.1 噪声的危害	99
4.2 噪声评价	100
4.3 环境噪声的控制	105
4.4 建筑中的吸声减噪	112
4.5 建筑隔振与消声	114
复习思考题	116

第二篇 建筑光学

第5章 建筑光学基本知识	118
5.1 眼睛与视觉	118
5.2 光的度量单位	121
5.3 材料的光学性质	125
复习思考题	128
第6章 天然采光	129
6.1 光气候与采光标准	129
6.2 采光口	134
6.3 采光设计	138
复习思考题	143
第7章 建筑照明	144
7.1 人工光源	144
7.2 灯具、开关和调光	155
7.3 工作照明设计	163
7.4 环境照明设计	169
7.5 绿色照明简介	186
复习思考题	187

第三篇 建筑热工学

第8章 建筑热工学基础知识	189
8.1 人体舒适度与室内气候	189
8.2 室外气候与热工分区	196

8.3 传热方式	200
8.4 湿空气的物理性质	208
复习思考题	210
第9章 建筑围护结构的传热	211
9.1 稳定传热与各部分热阻	212
9.2 周期性传热与热惰性指标	222
9.3 简谐热作用下平壁的周期传热计算	228
9.4 温度波在平壁内的衰减和延迟计算	231
复习思考题	233
第10章 建筑保温	234
10.1 建筑保温设计的基本原则	234
10.2 围护结构的保温设计	239
10.3 传热异常部位的设计要点	246
10.4 围护结构的防潮设计	255
复习思考题	271
第11章 建筑防热	272
11.1 室外热环境与防热途径	272
11.2 外围护结构的隔热措施	275
11.3 房间的自然通风	282
复习思考题	287
第12章 建筑日照	288
12.1 日照的基本原理	288
12.2 日照间距的确定	292
12.3 窗口遮阳	294
复习思考题	298
附 录	299
附录1 常用材料吸声系数和吸声单位	299
附录2 常用建筑围护结构的隔声指标	300
附录3 部分民用建筑各类房间照明标准	302
附录4 灯具概算表	310
附录5 建筑材料热物理性能计算参数	316
附录6 严寒和寒冷地区采暖居住建筑各部分围护结构传热系数限值 $[W/(m^2 \cdot K)]$	319

附录 7 夏热冬冷地区居住建筑各部分围护结构传热系数限值不同朝向、不同窗墙面积比的外窗传热系数	320
附录 8 标准大气压下不同温度时的饱和水蒸气分压力(Pa)	321
参考文献	326
1.1 绪论	1.1.1 建筑物理的概念
1.2 建筑物理的发展概况	1.2.1 建筑物理的发展概况
1.3 建筑物理的研究对象	1.3.1 建筑物理的研究对象
1.4 建筑物理的研究方法	1.4.1 建筑物理的研究方法
1.5 建筑物理的研究意义	1.5.1 建筑物理的研究意义
2 建筑热工	2.1 建筑热工的基本概念
2.2 建筑热工的基本参数	2.2.1 建筑热工的基本参数
2.3 建筑热工的基本原理	2.3.1 建筑热工的基本原理
2.4 建筑热工的基本计算	2.4.1 建筑热工的基本计算
2.5 建筑热工的基本实验	2.5.1 建筑热工的基本实验
3 建筑采光	3.1 建筑采光的基本概念
3.2 建筑采光的基本参数	3.2.1 建筑采光的基本参数
3.3 建筑采光的基本原理	3.3.1 建筑采光的基本原理
3.4 建筑采光的基本计算	3.4.1 建筑采光的基本计算
3.5 建筑采光的基本实验	3.5.1 建筑采光的基本实验
4 建筑通风	4.1 建筑通风的基本概念
4.2 建筑通风的基本参数	4.2.1 建筑通风的基本参数
4.3 建筑通风的基本原理	4.3.1 建筑通风的基本原理
4.4 建筑通风的基本计算	4.4.1 建筑通风的基本计算
4.5 建筑通风的基本实验	4.5.1 建筑通风的基本实验
5 建筑保温	5.1 建筑保温的基本概念
5.2 建筑保温的基本参数	5.2.1 建筑保温的基本参数
5.3 建筑保温的基本原理	5.3.1 建筑保温的基本原理
5.4 建筑保温的基本计算	5.4.1 建筑保温的基本计算
5.5 建筑保温的基本实验	5.5.1 建筑保温的基本实验
6 建筑遮阳	6.1 建筑遮阳的基本概念
6.2 建筑遮阳的基本参数	6.2.1 建筑遮阳的基本参数
6.3 建筑遮阳的基本原理	6.3.1 建筑遮阳的基本原理
6.4 建筑遮阳的基本计算	6.4.1 建筑遮阳的基本计算
6.5 建筑遮阳的基本实验	6.5.1 建筑遮阳的基本实验
7 建筑声学	7.1 建筑声学的基本概念
7.2 建筑声学的基本参数	7.2.1 建筑声学的基本参数
7.3 建筑声学的基本原理	7.3.1 建筑声学的基本原理
7.4 建筑声学的基本计算	7.4.1 建筑声学的基本计算
7.5 建筑声学的基本实验	7.5.1 建筑声学的基本实验
8 建筑电声	8.1 建筑电声的基本概念
8.2 建筑电声的基本参数	8.2.1 建筑电声的基本参数
8.3 建筑电声的基本原理	8.3.1 建筑电声的基本原理
8.4 建筑电声的基本计算	8.4.1 建筑电声的基本计算
8.5 建筑电声的基本实验	8.5.1 建筑电声的基本实验
9 建筑照明	9.1 建筑照明的基本概念
9.2 建筑照明的基本参数	9.2.1 建筑照明的基本参数
9.3 建筑照明的基本原理	9.3.1 建筑照明的基本原理
9.4 建筑照明的基本计算	9.4.1 建筑照明的基本计算
9.5 建筑照明的基本实验	9.5.1 建筑照明的基本实验
10 建筑节能	10.1 建筑节能的基本概念
10.2 建筑节能的基本参数	10.2.1 建筑节能的基本参数
10.3 建筑节能的基本原理	10.3.1 建筑节能的基本原理
10.4 建筑节能的基本计算	10.4.1 建筑节能的基本计算
10.5 建筑节能的基本实验	10.5.1 建筑节能的基本实验

第0章 物理环境概论

学习目标:了解自然环境与建筑环境的关系,建筑环境与人的行为模式的关系,建筑环境对人的交流行为的影响,建筑环境对人的健康行为的影响,建筑物理学的发展等。掌握建筑环境对人的感觉、知觉的影响。

0.1 自然环境与建筑环境

环境是人类赖以生存和发展的基础。环境是指人类赖以生存并以人为中心围绕着人的物质世界。环境是一个极其复杂的、互相影响、互相制约的辩证的自然综合体。

“环境”有两层含义(图 0-1 建筑室内—环境系列的关系)。一层含义是,室内环境是指包括室内空间环境、视觉环境、空气质量环境、声光热等物理环境、心理环境等许多方面。另一层含义是,把室内设计看成自然环境—城乡环境(包括历史文脉)—社区街坊、建筑室外环境—室内环境,这一环境系列的有机组成部分,是“链中一环”,它们相互影响相互制约。

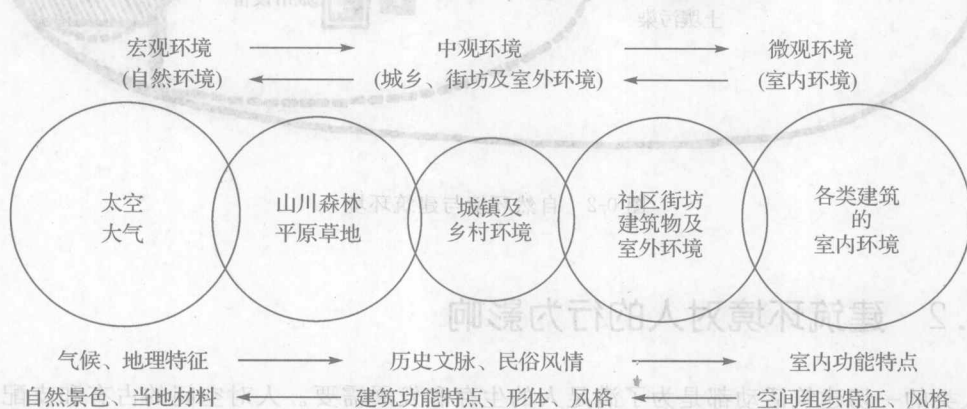


图 0-1 建筑室内—环境系列的关系

环境一般可分为自然环境和社会环境,随着科学技术的高度发展,人工环境也应运而生。自然环境就是指环绕于我们周围各种自然因素的总和,它是由生物圈所构成并保持平衡的物质世界。社会环境是指人类的社会制度、经济状况、职业分工、文化艺术、卫生等上层

建筑和生产关系。人工环境是指人类为了满足生产及生活需要,采用人工方式创造的物理环境。

人类自古以来,最初为了保护自己,创造洞穴以抵御降雨、大风、寒冷、炎热、及敌人。这些洞穴与当初动物的巢穴相同,仅防身而已,以后开始利用窗户自然采光,利用开口通风换气,巧妙地利用自然获得舒适的生活环境。现代社会的发展,人民生活水平的提高和科学技术的进步,人们对高质量居住条件包括对室内各种舒适环境的要求越来越高。室内环境以及与其共存的建筑,被人们不断地研究和改善,并采用建筑设备提供给室内自然所不能给予的舒适环境,由此产生了人工环境学。

城市环境是自然环境的一部分,除了构成城市的物理环境外,它还包括人类活动所形成的社会环境。在城市物理环境中建筑是城市环境的重要组成部分。直接影响人类生活工作的主要是建筑中的室内环境,它受建筑物室外气温、风速及日照等的影响。因此建筑环境包含了室内环境以及环绕建筑的室外环境。图 0-2 展示了自然环境、城市环境、建筑环境、室内环境之间的关联。

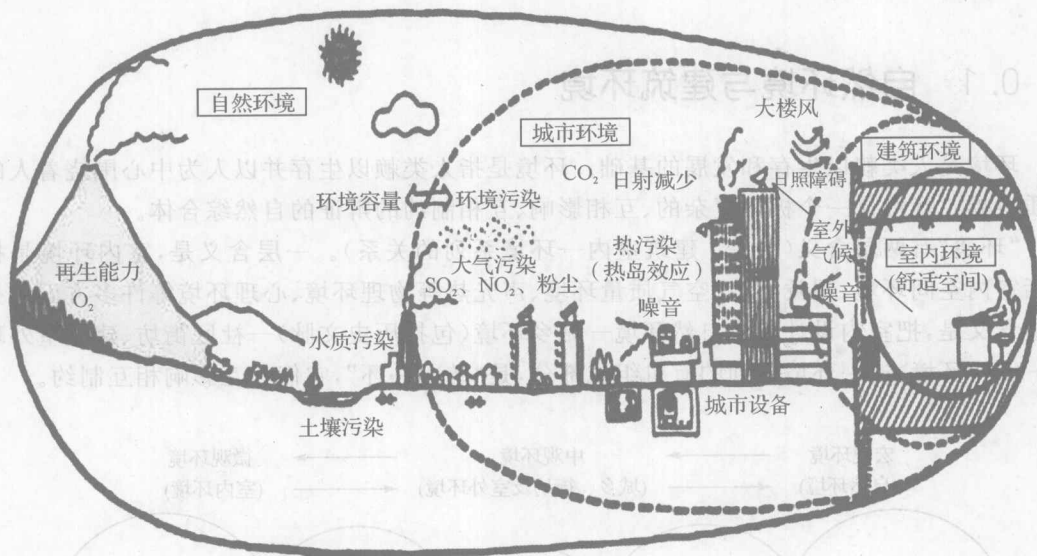


图 0-2 自然环境与建筑环境

0.2 建筑环境对人的行为影响

人类的一切建筑活动都是为了满足人的生存和发展需要。人对空间的占有和支配是生命的渴望和本能,作为人类聚居需要的建筑及其环境首先要满足人的生理需要及安全需要,使住者有其房,这体现了建筑的物质功能。

由于人是环境的人,环境是人的环境,也就是说人是环境不可分割的一部分,所以建筑环境的形成过程应以满足人们生活和生产的需要为目的。同时,人又是环境的核心、主体,建筑室内外环境都应以人为本,为人服务,为人创造舒适宜人的环境,为此人们较多地研究

人与环境的内在关联,即人与环境的交互作用。

0.2.1 建筑环境与人的行为模式

人和环境的交互作用表现为刺激和效应,效应必须满足人的需要。需要反映为人在刺激后的心理活动的外在表现和活动空间状态的推移,也就是人的行为。这是新的建筑设计理论“建筑行为论”的研究内容。

刺激是环境对人体的作用 and 影响,分为外感官刺激、内感官刺激和内外感官综合刺激(即心理刺激)。效应是人对感官刺激做出的相应反应,有外感官生理效应、内感官生理效应和心理效应。如当人们突然听到很响的声音时,会自觉地捂起耳朵,以适应环境的刺激。同样,当闻到强烈的异味刺激时,也会捂起鼻子,闭紧嘴巴。无论是个体或群体,都受到环境各种因素的作用,人和环境是相互作用的,如图 0-3 所示。



图 0-3 人与环境之间的关系

1. 人的行为模式

人的行为模式就是人在建筑环境中的行为特性、规律的概括总结和模式化。按行为内容分类,有静态模式和动态模式,静态模式有秩序模式、分布模式;动态模式有流动模式、状态模式。下面各举一例说明。

(1) 秩序模式

秩序模式是用图表来记述人在环境中的行为秩序。如图 0-4 所示的人在厨房的炊事行为。

图中捡切、清洗、配菜、烧煮这四种行为是有一定秩序的,不可颠倒。这就要求厨房设计时,其中的洗槽、台板、灶台等设备布置,应遵照炊事行为的秩序,以满足使用功能要求。



图 0-4 人在厨房的炊事行为

流动模式

流动模式是将人的流动行为的空间轨迹模式化。这种轨迹不仅表现出人的空间状态的移动,还反映了行为过程中的时间变化。如图 0-5 所示的人在户内的流动行为。

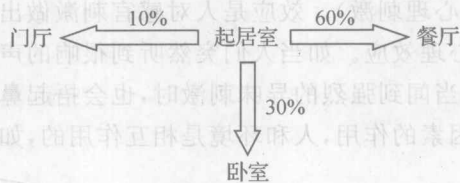


图 0-5 人在户内的流动行为

从图 0-5 可以看出,身处起居室的门厅,去餐厅的次数最多,即空间选择概率占 60%。这就要求户内设计时必须考虑人在这两个空间的流动规律,也即这两个空间的密切程度,应将餐厅与起居室靠近布置,为人们创造更适宜的居住环境。

2. 环境刺激与人的行为效应

建筑环境对人的行为的影响是通过刺激产生的,刺激与人的行为的关系如图 0-6 所示。

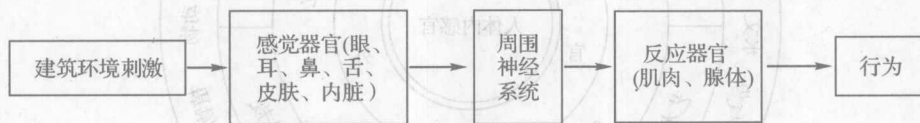


图 0-6 刺激与行为关系示意图

图 0-6 表示了环境刺激所引起的效应。刺激量中等时,人会能动地做出自我调节;刺激量过大时,人们会主动地调整或改变环境,甚至创造新的环境。刺激效应是人类发展的基础,也是人类建筑活动的原动力。如原始人为躲避风雨等大自然侵害,就躲进洞穴。不能容身时,则筑棚而栖。进入文明社会,为满足生理和心理的需要,适应环境的变化,人们则开始大量的建筑活动,创造新的环境。当室内黑暗时,人们安装照明设备改善黑暗环境。当室内过冷过热时,人们会装上空调设备;为了美观,人们会绿化美化室内环境等。

环境是人类赖以生存的物质基础,建筑环境是其中的一部分。构成自然环境的物质条件包括物理环境、化学环境、生物环境和社会环境,这些环境都会作用于人,对人的行为产生影响。表 0-1 给出环境的构成以及各种条件刺激下人的行为效应表现。

表 0-1 环境构成与人的行为效应

环境条件	构成因子	行为表现
物理环境	温度、湿度、气流、气压、声、光、放射线等	生理反应(感觉、视觉、听觉、皮肤感觉等)
化学环境	空气、各种气体、水、粉尘、化学物质等	生物化学反应(感觉、知觉、情绪活动)
生物环境	动物、植物、微生物等	生理反应、精神反应
社会环境	家庭、工作场所、学校、近邻等	知觉、情绪反应

0.2.2 建筑环境对人的感觉、知觉的影响

客观事物具有一定的属性,如颜色、声音、味道、气味、温度、软硬等。当事物的这些个别属性作用于人的感觉器官,大脑就产生对它的反应。这种由脑对直接作用于感觉器官的客观事物个别属性的反应就是感觉。感觉可以分为外部感觉和内部感觉,视觉、听觉、味觉、嗅觉、触觉等为外部感觉,而运动觉、平衡觉、机体觉等属于内部感觉。

人们是依靠感觉与知觉了解周围世界的。从感觉到知觉的连续过程当中,人类能认识世界,改造环境,首先是依靠人的感觉系统,由此才能实现人和环境的交互作用。人与建筑环境直接作用的主要器官是眼、耳、鼻、口、皮肤及由此产生的视觉、听觉、嗅觉、味觉和触觉,另外还有平衡觉和运动觉。如依靠嗅觉可以辨别有害气体(如燃气),也可以辨别植物的芬芳,创造良好的室内环境。再如皮肤对环境的反应,如皮下脂肪组织,可缓冲人体受到的碰撞,可防止内脏和骨骼受到外界的直接侵害。皮肤有散热和保温作用,具有“呼吸”功能,当外界温度升高时,皮肤的血管就扩张、充血,血液所带的体热就通过皮肤向空气发散;同时汗腺也大量分泌汗液,通过排汗带走体内多余的热量。当外界寒冷时,皮肤的血管就收缩,血量减少,皮肤温度降低,散热减慢,从而使体温保持恒定。

建筑室内环境质量直接影响人的感觉和知觉。感觉是人的大脑两半球对于客观事物的个别特性的反应,也有人定义为对现象环境的意象就是他对环境的感受。当室内环境不能满足内在分析器的生理和心理要求时,则会出现“建筑病综合症”。知觉是我们大脑两个半球对于一个具有某些统一特征的对象或现象所发生的反应。

室内环境的质量,包括空气的温度和湿度的高低、分布及流动情况,家具、设备等各个界面的分布状况,物体的大小、形状、冷暖度、质感强度等,直接刺激人的感觉器官,造成一定的知觉。如家具尺度是否科学,室内界面材料是否合理,室内气流组织好坏,都会影响人体血液循环。又如座椅面离地太高,人坐久了,就会影响下肢的血液循环,感觉很累,甚至造成腿脚麻木。再如人在水泥、石材等蓄热系数太小的室内地面,生活久了,就会感觉不舒服,冬天感到室内冷,夏天感觉室内热。

0.2.3 建筑环境对人的交流行为的影响

人们对居住环境的追求是希望有一所大而舒适的住宅,然而由于我国人口多、土地少、经济和物质技术条件等因素限制,人的需要不一定都能满足。但应该尽可能适应人的居住行为要求,因为人类既需要私密性也需要相互接触交流,环境可支持也可阻止这些需要的实现。

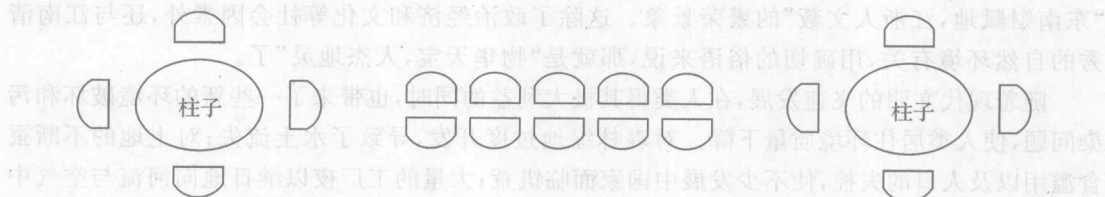


图 0-7 老年疾病治疗中心休息室座椅布置(一)