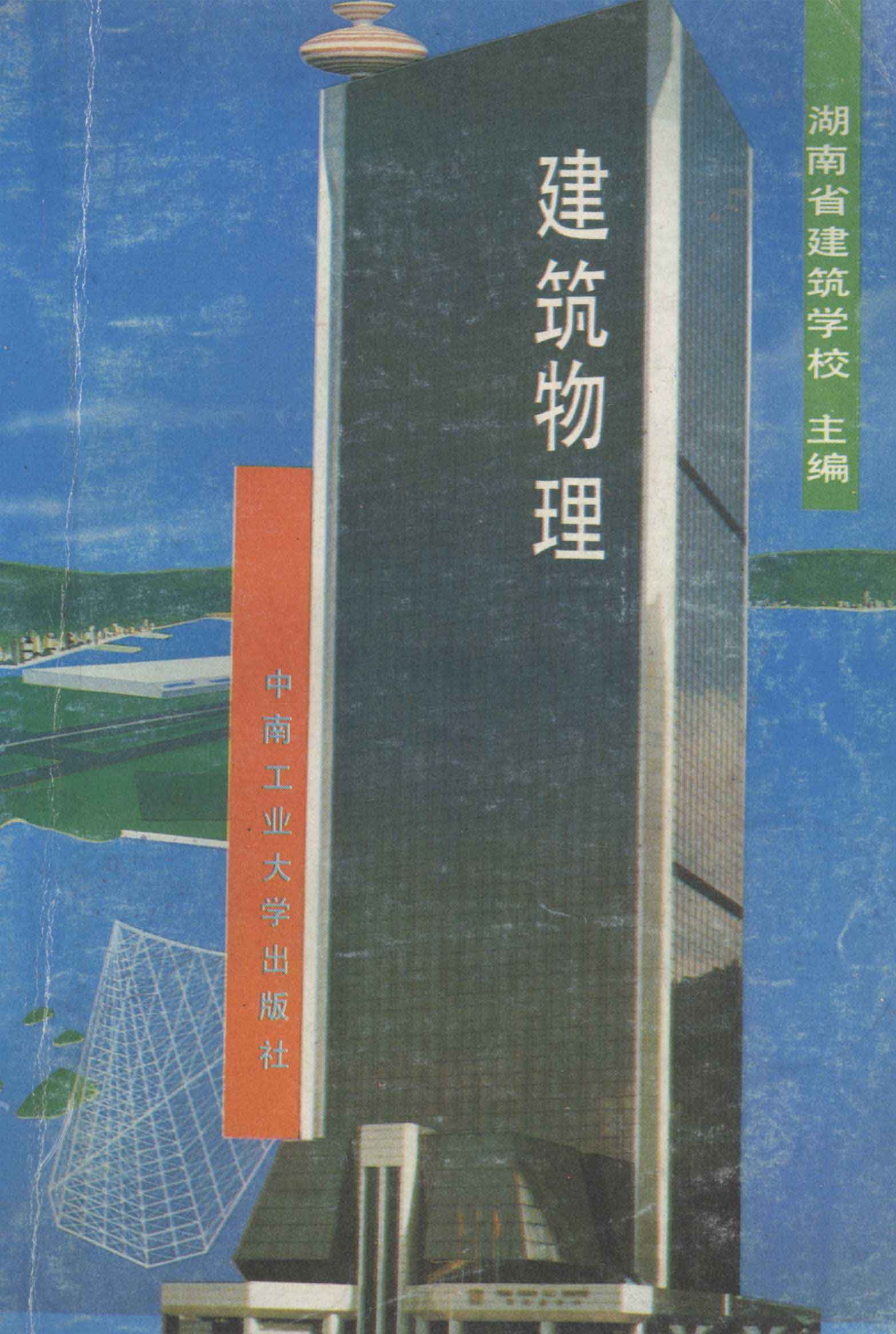


湖南省建筑学校 主编

建筑物理

中南工业大学出版社



建 筑 物 理

湖南省建筑学校 主编



中南工业大学出版社

内 容 提 要

本书着重介绍建筑物理基本知识。全书分建筑热工学、建筑光学和建筑声学三篇，共九章。书中扼要叙述了建筑中有关热、光、声的物理现象、传递规律，介绍了部分材料的热、光、声特性，阐述了建筑防热、建筑防寒与防潮、建筑遮阳、建筑采光、室内工作照明、建筑艺术照明、建筑中的噪声控制、室内音质设计等基本设计原则和基本设计计算方法。

本书注意介绍新技术、新材料、新规范和新标准，注意紧密联系工程实际，内容深入浅出，通俗易懂，注重实用。

本书为建筑工程类中专建筑装饰专业试用教材，还可作为中专建筑学、工业与民用建筑等其它专业的教材或教学参考书，也可供建筑设计、室内装饰设计、电气照明设计等技术人员参考。

建 筑 物 理

戴 瑜 兴 主 编

责任编辑：肖梓高

*

中南工业大学出版社出版发行
湘潭市东平印刷厂印装
湖南省新华书店经销

*

开本：850×1168 1/32 印张：10 字数：252 千字 插页1

1991年8月第1版 1991年8月第1次印刷

印数：0001-6000

*

ISBN 7-81020-382-7/TU·003

定价：5.50元

前 言

本书是根据建设部系统中专建筑装饰专业研究会组织制定的教材编写计划而编写的。

全书分三篇九章。第一篇为建筑热学工学，主要介绍了室内外热环境、材料的热特性、建筑防热、建筑遮阳、建筑防寒与防潮等；第二篇为建筑光学，主要介绍了材料的光学性质、光气候与采光标准、采光口及其设计、室内工作照明与照明标准、建筑艺术照明等；第三篇为建筑声学，主要介绍了声波的产生和传播及各种主要特性、常用吸声材料和吸声结构的吸声原理和吸声特性、室内声学原理、噪声评价标准、室内音质评价标准、噪声的控制方法及原则、室内音质设计等。

本书内容按课时总数约70学时进行编写的。在讲授时，各校可根据本校的实际教学时数对内容适当增减，标有*号的内容可作为选学内容。

本书由广州市房建中等专业学校区世强主审，万军、张文清、谢国荣等老师也参加了本书的审稿工作；后又承中国建筑学会建筑物理学术委员会委员、湖南大学杨新民副教授提出了宝贵意见。在本书的编写和出版发行过程中，得到了广州市房建中等专业学校、北京建筑工程学校等校有关领导和老师的热情支持和帮助。值此，谨致以衷心的感谢。

本书由湖南省建筑学校戴瑜兴主编。各章的编者：张亚青（第一、三、四章）；戴瑜兴（绪论及第六、七、八章）；张亚

青、戴瑜兴（第二章）；周刃荒、张亚青（第五章）；戴瑜兴、周刃荒（第九章）。

由于教学经验不足，业务水平有限，加之时间仓促，书中缺点和错误在所难免，殷切希望给予批评指正。

编者

1990年12月

目 录

前 言	
绪 论	(1)

第一篇 建筑热工学

第一章 建筑热工学基本知识	(6)
§ 1-1 室内外热环境	(6)
§ 1-2 热传递	(11)
§ 1-3 稳定传热	(18)
§ 1-4 周期性不稳定传热	(29)
§ 1-5 建筑材料的热特性	(32)
第二章 建筑防热	(37)
§ 2-1 建筑防热的基本途径	(37)
§ 2-2 室外综合温度	(39)
§ 2-3 围护结构的隔热设计	(45)
§ 2-4 自然通风	(56)
§ 2-5 建筑遮阳	(61)
第三章 建筑防寒与防潮	(71)
§ 3-1 防寒设计	(71)
§ 3-2 建筑防潮	(87)

第二篇 建筑光学

第四章 建筑光学基本知识	(95)
§ 4-1 基本光量	(95)
§ 4-2 材料的光学性质	(106)
§ 4-3 影响视度的因素	(111)
第五章 天然采光	(119)

§ 5-1 光气候和采光标准	(119)
§ 5-2 采光口及其设计	(123)
第六章 建筑照明	(136)
§ 6-1 电光源	(136)
§ 6-2 灯具	(146)
§ 6-3 室内工作照明	(152)
§ 6-4 建筑艺术照明	(171)

第三篇 建筑声学

第七章 建筑声学基本知识	(185)
§ 7-1 声学基础	(185)
§ 7-2 室内声学原理	(202)
§ 7-3 吸声材料和吸声结构	(211)
第八章 建筑中的噪声控制	(225)
§ 8-1 噪声的评价标准	(225)
§ 8-2 噪声的控制方法及原则	(230)
§ 8-3 建筑隔声	(240)
第九章 室内音质设计	(258)
§ 9-1 音质评价标准	(258)
§ 9-2 房间的混响设计	(260)
§ 9-3 房间的体型设计	(264)
§ 9-4 房间的扩声设计	(274)
§ 9-5* 各类建筑的声学设计	(278)
附录1 建筑材料的热工指标	(288)
附录2 灯具的概算图表	(293)
附录3 灯具利用系数	(301)
附录4 材料的吸声系数	(313)
主要参考书目	(315)

绪 论

一、建筑物理的研究对象

建筑物理是建筑环境科学的基本组成部分。其主要内容有建筑热工学、建筑光学和建筑声学。建筑物理是研究建筑中的热、光、声等物理现象和材料的热学、光学和声学性能，论述为获得良好的热、光、声环境的设计原理及方法。

建筑热力学的任务是介绍建筑热工原理，论述如何通过建筑规划、设计和装饰上的相应措施，有效地防护和利用室内外热湿作用，经济合理地解决房屋的保温、防热、遮阳、防潮、节能等问题，以创造良好的室内热环境并提高围护结构的耐久性。当然，单靠建筑上的措施，在许多情况下，是不能完全满足要求的，往往还需要采取一些设备措施。如寒冷地区设置采暖设备，在炎热地区设置通风设备等。但必须指出，不论采取什么措施，都应首先充分发挥建筑措施的作用，再配合必不可少的设备，才能做出技术上和经济上都合理的设计。

建筑光学是介绍与建筑有关的光学基本知识，各种采光口的采光特性、采光设计的方法，人工照明的光学特性、一般室内工作照明和建筑艺术照明的形式和处理原则及方法。在建筑采光设计上，论述如何充分利用天然光这一丰富资源，设计出合理的窗口形式和窗口面积以及恰当的窗口位置，使室内获得良好的采光环境；在室内工作照明设计上，论述如何根据室内需要的照度，在尽可能节约照明用电的前提下，恰当地选择光源类型和灯具，确定合理的照明形式和灯具布置方案，以在室内创造出有一个有适当照度的光环境；在建筑艺术照明处理上，论述如何通过灯具的装饰作用与建筑的装修和构造处理有机地结合起来，利用不同的光

分布和构图，形成特有的艺术气氛。

建筑声学是介绍建筑声学原理，论述如何通过建筑规划中的建筑布局、建筑设计中的房间体型和容积的设计、室内装饰设计中的吸声材料和吸声结构的合理布置，以及建筑构造上的相应措施，处理好有关声学的问题。在各类不同要求和用途的建筑中，有效地控制室内外噪声，使其获得最佳音质效果，以创造良好的室内声环境。

二、建筑物理的作用和意义

建筑物理是研究建筑环境与物理因素间相互关系的科学。它的内容涉及到建筑学、材料学、物理学、生理学、心理学等，是一门综合性较强的学科。建筑物理是培养建筑（装饰）设计人员必不可少的重要课程。建筑设计人员和建筑装饰设计人员，必须掌握一定的建筑物理知识，否则就不可能完满地解决建筑中有关热、光、声环境的设计问题，也就不可能保证现代建筑应有的设计质量。

必须认识到，从建筑规划、设计到局部的构造设计和室内装饰设计，甚至施工管理，自始至终都涉及建筑物理的有关知识和技能。例如，在建筑规划中，如不考虑噪声的危害而将有强烈噪声产生的工厂布置在居民区内，必将影响居民的生活和休息。房间的朝向、间距不合理，则在炎热地区必将加剧室内过热现象，而在寒冷地区又会得不到应有的日照而影响室内卫生。又如在室内装饰上，若在大礼堂里装上大吊灯，不但没有起到装饰美化环境的作用，反而会显得很失调。

在单体建筑（装饰）设计中，由于大多数建筑都对其热、光、声方面有具体要求，且在许多情况下，这些要求对房屋的使用质量具有重大甚至是决定性意义，当然离不开建筑物理技术。例如，就室内气候而言，如大量工业与民用建筑的保温、防潮和

隔热处理不好，势必影响人们的正常生活和工作。而一座冷库的绝热防潮处理不合要求，一到炎热季节，库温上升，货物变质，将造成经济上的巨大损失。在光环境设计方面，仅就中小学教室因采光、照明条件差，致使青少年视力普遍下降的严重情况，就可看到其重要性。对于室内音质要求很高的房间，如影剧院、音乐厅、无线电播音室、录音棚等，则建筑（装饰）设计中声学处理具有决定性意义。噪声干扰，特别是住宅楼板隔声性能不好，是建筑（装饰）设计中必须认真解决的问题。

由此可见，建筑物理知识对提高建筑设计质量，促进建筑工业化具有重要的意义。因此，在专业教育和学习中，建筑物理的教学和学习，具有十分重要的地位；在建筑设计、室内装饰设计中，必须充分应用建筑物理技术。

三、怎样学好建筑物理学

在学习建筑物理时，首先应力求从物理概念上弄清热、光、声等物理现象在建筑中的传播规律。在学习物理概念和同它相联系的物理量时，要掌握它们本身的含意，了解为什么要提出这个概念，它是怎样建立起来的，对于物理量，还要知道它们的单位和测量（或查表、查手册）及计算的方法，同时还要注意与普通物理的联系和区别。在此基础上，一方面注意掌握热、光、声的设计原则，对于这些原则，应联系实际加以分析、体会、牢固掌握，灵活运用。另一方面要重视材料的有关性能和构造设计技能，对于一些常用的热工材料（保温、隔热、防潮材料等）、光学材料和照明灯具、声学材料（吸声材料与吸声结构），要了解其性能特点和应用范畴，怎样选择（查表或查手册），怎样布置。此外，还应了解计算公式的物理意义并能熟练进行计算。建筑物理中有些公式是经验公式，其计算结果与实际情况有点差别，有时甚至误差很大以至不适用，要知道误差的原因以及修正

的办法，这一点与普通物理有很大的区别，应引起重视。

在建筑物理中，有许多热、光、声方面的技术政策（国家颁布的规范、规程、标准等），对于这些技术政策，应当有所了解。

在学习过程中，要做到课前预习和课后复习，注意养成良好的学习习惯和学习方法，加强习题、实验的基础训练。

建筑物理的内容贯穿工程始终，从建筑规划、平剖面设计到材料的选用、构造处理、室内装饰，直至施工管理等。所以，必须紧密联系实际，才能真正学好建筑物理；只有将所学的知识融会贯通、择重而行，才可能解决好室内与室外、热与光与声以及技术与经济间的各种矛盾。

第一篇 建筑热工学

我国各地区的气候千差万别，这个差异严重影响各地区建筑的形式和特点。但任何地区的建筑物都常年经受室内外各种气候因素的作用，属于室外的气候因素如太阳辐射、空气温度、空气湿度、风、雨、雪等统称为“室外热作用”；而属于室内的如空气的温湿度、生产和生活散发的热量与水分等统称为“室内热作用”。室内外的热作用是影响建筑使用的重要因素，它直接影响建筑的室内小气候（即房间的冷与热、潮湿与干燥等），在一定程度上也影响了围护结构的耐久性。

本篇的任务就是介绍如何通过建筑上和规划上的措施，有效地防护和利用室内外热作用，经济合理地解决房屋的保温、防热、防潮等问题；如何配备适当的设备进行人工调节（如采暖设备、空调设备等）；如何创造和完善装配房屋的建筑构件（如采用具有各种物理特性的新隔热材料、饰面材料和结构材料等），以创造良好的室内环境并提高围护结构的耐久性。

第一章 建筑热工学基本知识

§ 1-1 室内外热环境

一、室外热环境

构成室外热环境的主要气候因素有：太阳辐射、温度、湿度和风等，下面分别加以讨论。

1. 太阳辐射 太阳辐射能是地球大气层的唯一热源，它是决定气候特征的主要因素，也是施加给建筑的主要热作用。

当太阳辐射通过大气层时，一部分辐射能量为大气层中的水蒸气、二氧化碳和臭氧等吸收；一部分被云层反射回外层空间；还有一部分被空气分子、尘埃微粒、微小水珠等折射或散射，因而削弱了到达地面的辐射。照射到地球表面的太阳辐射分为两部分；一是从太阳直接射达地面的部分称为直射辐射；一是经大气散射后到达地面的部分称为散射辐射。

影响太阳辐射强度的因素主要有太阳高度角、大气透明度、地理纬度、云量和海拔高度等。由于太阳的高度角不同，太阳穿透大气层的厚度亦不同，由于大气层中所含的云、烟、雾、尘及各种气体不一，太阳射线被反射、吸收、散射的量和比例也不一。用大气透明度来表征依地点、时间和位置不同，导致大气层透过阳光程度的差异。地表水平面的太阳辐射强度与太阳高度角、大气透明度成正比。由于纬度越高，太阳高度角越小，且光线通过的大气层越厚，所以，直接辐射弱些，而低纬度地区则相反，这就是为什么低纬度地区较高纬度地区太阳直接辐射强烈的

原因。散射辐射强度与太阳高度角成正比，而与大气透明度成反比。在多云的天气较无云的天气散射辐射强度大，同时海拔高的地方较海拔低的地方散射辐射强度小，这都是由于云的扩散作用造成的。

2. 空气温度 气温是评价一地区气候的主要指标之一，也是我们进行热工设计的重要依据。

空气温度一般是指距地面1.5m高处百叶箱内测得的温度。影响它的主要因素是太阳辐射能量、地形与地表面的覆盖情况以及大气环流的热交换作用等。气温的高低最主要是受太阳辐射的支配：太阳辐射并不能直接加热空气，而是透过笼罩在地球表面

的大气抵达地面后，其辐射被地面所吸收，被加热的地面成为第二热源，再通过导热方式加热与地表直接接触的空气，然后靠对流方式将热量传递给上层空气使之具有一定温度。由此可知，一天之内气温最高值出现在午后2时前后，而不在正午太阳高度角最大的时刻，而气温最低值亦不出现在午夜，而在日出前即气温最高

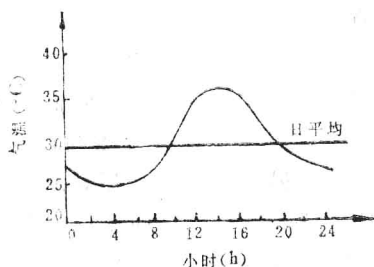


图1-1 气温日变化曲线

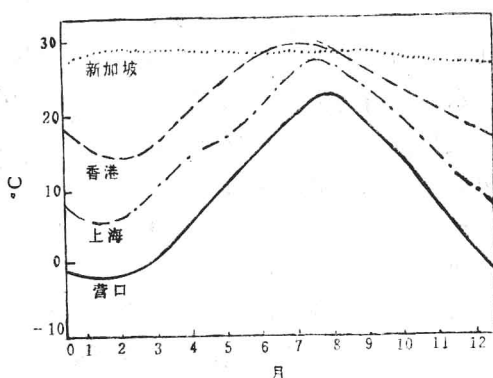


图1-2 气温的年变化

值出现的时间较太阳辐射最强的时间有个滞后。气温不但有明显的日变化，而且也有明显的年变化。一般说来，在大陆上气温最高值出现在7月份，最低出现在1月份。这些都是因为引起气温变化的主要因素，太阳辐射呈周期性变化的缘故。

3. 空气湿度 空气湿度是表示空气中含水气多少的物理量。一般用相对湿度表示。

空气的相对湿度随地点、时间的不同，变化很大。我国南方大部分地区因受海洋气候影响，其相对湿度一年内以夏季为最大，秋季最小。华南一带因春季海洋气团侵入则以初春最大，秋季最小，所以，南方地区在春夏之交气候较潮湿，室内地面常产生泛潮现象。

相对湿度的日变化趋势与气温日变化趋势通常相反。一般室温升高则相对湿度减少，温度降低则相对湿度增大。在晴天，最高值一般出现在黎明前，夏季约4~5时，虽然此时空气中水气含量少，但温度最低，所以，相对湿度最大；最低值一般出在午后，约13~15时左右，这时空气中含水气虽多，但温度已达最高，故相对湿度最低，如图1-3所示。

4. 风 由于太阳辐射热在地球上的照射不均匀，引起赤道和两极出现温差，从而产生大气环流。由大气环流形成的风叫季候风。这种风在一年之内随季节不同而有规律的变换方向。季候风对我国气候影响

很大，在夏季我国南方地区主要受东南季风和西南季风所控制。但由于地面上水陆分布、地势起伏、表面覆盖等不同，会引起小范围内的大气环流，即为地方风。地方风包括水陆风、山谷风、

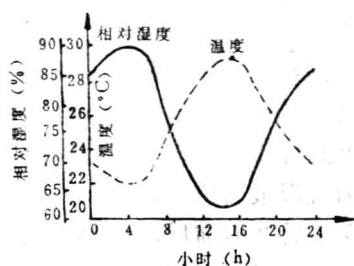


图1-3 相对湿度的日变化

庭园风、巷道风等，这些都是由于局部地方受热不均所引起的，故产生日夜交替变向。例如，山谷风是由于山坡比山谷受照时间长而且早，受照强度大、温升快，从而白天风沿坡而上，形成谷风；夜晚山谷散热慢，风顺坡而下，形成山风。

风通常是以水平运动为主的空气运动，所以，风的特征通常是用表示气流运动的方向和速度即所谓风向和风速来描述。风玫瑰图是用来直观反映一个地方的风速和风向的，它的表示方法是：首先将某地方同一个月中各个方位的风向出现次数统计起来，然后计算出各个方位出现的次数占总次数的百分比（即频率），在极坐标上用成比例的射线在各个方位上表示出来，最后将各射线的终点用直线连接起来成为闭合多角形。如图 1-4 表示某地夏季七月的风向频率分布。从图可见此地七月的风向以东南风居多。图

1-4(b)表示各方位的风速，其作图法是：先统计各种风速出现的次数，然后计算出它占总次数的百分比，按

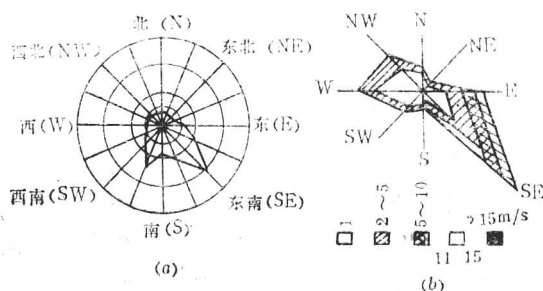


图1-4 风玫瑰图

一定比例点在风向方位射线上，用符号将不同风速区分开来。由图可见，此地七月东南风的风速较大。根据各地的年、季、月的风速平均值及最大值以及风向的平均数据，可以适当选择房屋朝向、间距及平面分布等。

5.降水 从海洋、大地蒸发出来的大量水气进入大气层，然后凝结，从空中降到地面上的液态或固态水分统称为降水。如雨、雪、冰雹等。通常用降水量、降水时间和降水强度来表示降

水的性质。降水量是用在不渗透的平面上，由于降水的结果而形成的水层高度来表示的，单位是毫米(mm)。两地的雨量可能相同，但降水的时间有长有短，降水时间是指一次降水过程从开始到结束持续的时间；而降水强度是指单位时间内的降水量，单位为毫米/小时(mm/h)或毫米/天(mm/day)。降水强度的等级，以24h的总量来划分：小雨<10mm；中雨10~25mm；大雨25~50mm；暴雨50~100mm。

我国的降雨状况的主要特点是：由于季风影响，雨量多集中在夏季。华南地区六月份的最大降雨量一般在200mm以上；长江流域地区在夏初（五月下旬至六月中旬，或六月上旬至七月中旬）将出现一个特定的长时间降雨过程称为梅雨现象，雨期约20~25天；珠江口和台湾南部在七、八月间多暴雨，暴雨一般作用范围小，持续时间短，但其降水强度大，有时1h降水量将近冬季一周的降水量，对建筑产生一定的影响。

二、室内热环境

影响室内气候的主要因素有：室内外热作用、建筑规划与设计、材料性能及构造方法、室内设备安置措施等。室外热作用对室内热环境的影响主要取决于围护结构材料的热物理性质（传热、传湿、透气等）及构造方法。如果围护结构抵抗热湿作用的性能良好，室外热作用对室内气候的影响就比较小。建筑规划与设计对室内气候也有很大的影响，如房屋的朝向、间距、环境绿化以及单体建筑的平剖面形式等一系列问题如未能很好综合处理，也难以实现所需的室内气候。在一般的民用建筑与冷加工车间，室内热作用主要只有人体及生活、生产设备散发的为数不多的热量和水分。所以，从以上分析可以看出，室内气候主要取决于室外热作用和安置的设备、所采取的措施。但是有些建筑中，房间内部热湿散发量及其分布状况却是室内气候的主要决定因