

建筑光环境设计

高履泰

水利电力出版社

汇于光环境之中；介绍各类建筑的光环境设计要点，力求能够实用；对光环境主要内容从发展观点论述，阐明这一学科的发展脉络；而且在取材上收集比较全面，使全书具有完整的系统性，便于读者理解。

本书的内容在安排上力图富有创见性，例如建筑环境工程学的体系，天然光环境和人工光环境的设计方法，光环境的艺术处理，天然光资源的利用和电能的节约，人工光环境的评价，各类建筑的眩光限制，日照与城市建设的关系，城市夜景的美化，以及建筑光环境的最近发展等，都是当前建筑环境新颖的课题。

在撰写本书时，考虑到设计人员的工作需要，选材尽量与设计业务密切结合，因此书中列出了大量数据和图表，突出地介绍光环境设计要点和一些实例，同时也列举了计算公式，便于定量，但是为了建筑师使用便利，全书的主调还是定性多于定量的。

在撰写本书的过程中参阅和引用了许多有关建筑光环境的文献，列于卷末，谨对原著者表示诚挚的谢忱。又第二章第四节的插图的底图是由刘锋同志制作的，对此深表谢意。特别是本书原稿承中国照明学会王时煦副理事长悉心审校，并惠予资料，以供补充，在此谨表示衷心的感谢。

本书原稿虽经反复修改，但因建筑光环境设计正处于研究探索之中，加以著者水平所限，难免有不妥甚至错误之处，恳请读者批评指正。

高履泰

1991年1月

(京)新登字115号

建筑光环境设计

高 履 泰

*

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号)

各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 10印张 219千字
1991年11月第一版 1991年11月北京第一次印刷

印数 0001—2200 册

ISBN 7-120-01410-2/TU·29

定价 8.80元

内 容 提 要

本书从技术和艺术两方面介绍了建筑环境工程学的体系和建筑光环境的基础知识；论述了天然光环境和人工光环境的设计标准、计算方法、设计方法、艺术处理及节能措施；详尽地阐述了各类建筑的眩光限制、日照与城市建设的关系、城市夜景的美化，以及建筑光环境的最新发展等当前建筑环境的新颖课题。为方便阅读，书后附有基本符号表和常用词汇汉英对照等。

本书可供从事建筑和电气（包括照明）专业的设计人员、科研人员及管理人员阅读，并可作为大专院校建筑学专业的教材，也可作为建筑电气专业学习照明设计的教材。

前 言

近年来,建筑科学日益进步,人们对生活质量的追求不断增高,社会上的一些环境问题亟待解决。所有这些都迫切要求建筑师摒弃陈规,扩大视野,革新设计观念,将注意力转移到创造环境上来。

为了创造建筑环境,现在已经发展了一门新兴的学科,即建筑环境工程学。它研究如何处理建筑的热环境、声环境、光环境、色彩环境等综合环境问题。光环境就是其中的一个组成部分。

建筑光环境在建筑环境工程学中越来越占有重要的地位。在现代建筑中,诸如大面积玻璃窗和玻璃幕墙的大量采用、天然光资源的利用、建筑装饰、灯光设计、光环境的艺术处理、城市夜景设计、照明节能措施等,都是展现在建筑师面前的现实课题,需要精心设计,以满足创造现代环境的要求。

正如建筑从来是技术和艺术的综合体一样,建筑光环境也包含技术部分和艺术部分。这两者在设计中是完全不可分割、相辅相成的。在当前迫切需要创造环境的形势下,不仅建筑师,而且照明技术工作者,都应该懂得建筑光环境的技术和艺术,并在这样的基础上相互理解和配合,作好建筑光环境设计。

本书的目的就是为广大的建筑师和照明技术工作者提供有关建筑光环境设计的必要的知识,以期弥补各自专业方面的不足,通过密切的协作,最后作出合理的建筑光环境设计。

本书的特点是综合阐述光环境的技术和艺术,将两者融

目 录

前 言

第一章 建筑光环境	1
第一节 建筑环境工程学	1
第二节 建筑光环境的基础知识	7
第三节 建筑光环境艺术	43
第二章 天然光环境设计	46
第一节 天然光源和建筑材料	46
第二节 窗和室内光环境	64
第三节 天然光环境设计	74
第四节 天然光的环境艺术	88
第三章 人工光环境设计	100
第一节 人工光源	100
第二节 照明灯具	114
第三节 照明方式	126
第四节 设计内容和步骤	137
第四章 光环境设计和眩光限制	197
第一节 眩光的基本概念	197
第二节 眩光的评价	206
第三节 窗的眩光及其限制	211
第四节 照明眩光的限制	219
第五节 各类建筑的眩光限制	223
第五章 建筑群的光环境	240
第一节 日照形成的室外光环境	240
第二节 日照及其作用	241
第三节 日照标准	242

第四节	日照和建筑布置	248
第五节	日照和道路系统	253
第六节	日照的限制	254
第六章	现代室外人工光环境设计	257
第一节	现代城市照明夜景	257
第二节	建筑物的室外人工光环境设计	259
第三节	古建筑的室外人工光环境设计	266
第四节	纪念性建筑物的室外人工光环境设计	267
第五节	街道、广场等的夜景	268
第六节	公园的夜景	273
第七节	绿地的夜景	275
第八节	水面的夜景	276
附录一	基本符号表	282
附录二	平行平面方位系数 (AF) 和垂直平面方位 系数 (af)	286
附录三	常用词汇汉英对照	293
参考文献		308

第一章

建筑光环境

第一节 建筑环境工程学

一、概述

本世纪70年代以来，由于工业不断发展，工程建设迅速增加，生态平衡受到损害，人们的生活水平逐渐提高，人们对环境的认识和过去相比逐渐加深，已经不再局限于建筑与人的关系，进而扩大到环境和建筑与人的关系。为了解决这些关系，产生了一门新的环境科学的分科，称为建筑环境工程学或建筑环境控制学。此分科当前还在不断探索和发展之中。

所谓环境是指围绕着人的有形的或无形的一切外部条件。这些外部条件是直接或间接与人有着密切联系的。至于建筑环境则包括建筑物本身及其内外空间。这两者的区别是建筑物是实体，而内外空间是空虚的。

建筑环境工程学是考虑以人为对象而控制、调节或处理建筑物及其周围环境的工程学。建筑环境工程学也称为建筑环境控制学，其内涵相同，只因后者是强调对建筑环境的控制而这样命名的。

建筑环境工程学从学科体系来说，属于建筑技术体系，但是在应用方面不仅为发挥建筑功能创造条件，而且有时利用环境技术能够协助解决建筑艺术或环境艺术领域中的若干

问题。

建筑环境工程学是一门综合学科。它的总的任务是解决在建筑环境中对人关怀的问题。从其具体细节来考虑要满足以下的要求：

- (1) 生存要求：指安全性、保健性。
- (2) 生活要求：指便利性、舒适性、经济性。
- (3) 行为要求：指功能性、多样性、审美性。

建筑环境工程学包括的领域是比较广泛的。从狭义来说，它是处理人和建筑物对于外部自然现象的反映的技术，因此它包括气候、空气、通风、换气、排烟、冬季热工、夏季热工、防潮、音质、吸声、隔声、噪声控制、日照、采光、照明、色彩等内容。从广义来说，它又是利用机械、电力等手段积极地调节、控制或处理建筑环境的技术，因此也包括给排水、供热、空调、防火等内容。但是由于可用建筑设备来处理后者，故在本书中专阐述前者。

上述的空气、热、声、光、色彩等从其性质来说都是物理化学因素。由于它们对建筑环境发生重大的影响，因而成为环境因素。按照这些环境因素创造的建筑环境来考虑，可分为空气环境、热环境、声环境、光环境、色彩环境等。

建筑环境工程学要依靠一些学科作为它的基础，形成自己的学科体系。这些学科包括：

- (1) 自然科学。物理学、化学、生物学、生理学、生态学、人体工效学、建筑学等。
- (2) 社会科学。心理学、经济学、美学、法律学等。

此外，还需要依靠一些工程、甚至生活方面的知识作为实施环境技术的基础。

建筑环境工程学与建筑科学领域中的其他分科有着非常

密切的联系。运用它的理论和技术可协助这些分科解决一些实际业务问题。

在城市中存在如下情况：土地不足，人口集中，居住地区密集，居住面积不足，环境日益恶化，日照、通风条件恶劣。在这种情况下，建筑环境工程学能协助城市规划和建筑设计解决城市环境和建筑外部环境的问题。

在建筑设计时要求构造能够防御风雨、保温、隔热、通风、防湿、吸声、隔声、采光等。建筑环境工程学能为建筑构造发挥它的功能创造条件。

建筑形式的现代化与建筑结构、建筑设备的发展有着极密切的关系。建筑设备消耗能源很大。建筑环境工程学不仅要研究舒适、省力和减少生理负担，而且还要研究节能。

二、发展简况

我国建国以前，由于城市建设有限，新建筑的数量也不多，因而在建筑设计中只是考虑热工、采光之类的问题，在建筑环境工程方面值得总结的内容很少。

建国以后，我国进行了大规模的城市建设。由于当时的形势，我国的建筑科学受到苏联及东欧国家的建筑科学的很大影响。在建筑环境工程方面也是这样。这时的建筑设计对住宅、教室等考虑了日照、隔声、保温、隔热等问题。1958年我国进行了大型公共建筑设计，如人民大会堂、中国历史博物馆、中国革命博物馆、美术馆、民族文化宫等，并展开了为这些设计需要的建筑环境工程的研究，取得了成果。50年代末期，原建筑工程部所属的建筑科学研究院成立了建筑物理研究所，开始进行了光、声、热、辐射方面的研究。这时我国在工业建筑设计中也注意到利用人工环境。

1960年春该建筑科学研究院召开了第一届全国建筑物理

学术会议。在这次会议上提出了相当数量关于气候、空气、热、声、光、辐射方面的论文。接着在1962年该院又召开了第二届全国建筑物理学术会议。这次会议的论文质量又有所提高。因此60年代初期我国的建筑环境工程学已奠定了初步基础。

70年代，全世界的建筑界重视环境问题。人们对环境的认识加深，不再限于建筑与人的密切关系。1978年冬已改名的中国建筑科学研究院召开了第三届全国建筑物理学术会议，同时中国建筑学会成立了建筑物理学术委员会。这些会议都促进了我国建筑环境工程学的继续研究。70年代末期我国在建筑环境工程学方面开始与国外建立了学术联系。

80年代以来，我国建筑环境工程学更加为建筑环境设计服务。各大学建筑系的建筑物理课程有了统一教材。原城乡建设与环境保护部在苏州建立了环境工程学院。我国建筑环境工程学与国外的学术交流日益增多。1982年召开了第四届全国建筑物理学术会议；1986年又召开了第五届全国建筑物理学术会议，会后出版了第五届建筑物理学术会议论文选集。通过这两次会议更壮大了建筑物理学者的队伍。1987年我国成立了中国照明学会，会后加入了国际照明委员会(CIE)。1987~1988年有关建筑声学 and 天然采光的国际会议都在我国召开，更推进了国内外的学术交流。80年代后期，人们对于“人类、居住、环境”的认识更加提高，诸如能源的开发，人工智能在建筑环境工程学中的利用，建筑环境设计理论和实践的进一步的发展，都已提到日程上来。1990年中国建筑学会又召开了第六届全国建筑物理学术会议，为90年代建筑环境工程的学术研究指出了方向。

三、建筑环境设计

近年来，在研究和发展建筑环境工程学的基础上，已从

控制、调节的范畴转向到创造最优化的环境条件上来，并将一些建筑环境工程的理论应用到设计中，这样就发展为建筑环境设计。

在人类悠久的历史中，物质文明和精神文明不断发展。这些文明（指哲学、经济、技术等）是以环境（指地区、场地或空间）为依托来体现的。在建筑环境设计中，环境是要进行设计的对象，但要遵循本节概述中所提出的总的任务和有关的要求。

建筑环境设计按照物理、化学因素的性质可分为空气环境设计、热环境设计、声环境设计、光环境设计、色彩环境设计等，各有不同的规范和要求。

建筑环境设计与建筑设计不同。建筑设计的主要任务是满足建筑物的功能要求，而建筑环境设计的主要任务是使建筑物的内外环境具备充分的条件来满足建筑物的功能要求。因此建筑设计在很大程度上有赖于建筑环境设计。

建筑环境设计与室内（室外）设计、居住小区设计、景观设计、古建筑维修设计、城市规划有着密切的关系。图1-1说明建筑环境设计和其他设计的关系。

概略地说，建筑环境设计程序是，首先由建筑设计者作出建筑设计方案，然后由建筑环境设计者在此基础上通过技术处理（有时还有艺术处理）作出建筑环境设计，最后由建筑设计者和建筑环境设计者对建筑环境作出综合评价。图1-2是建筑环境设计程序示意图。

目前在审核设计图纸时，特别重视是否具有环境效益。建筑环境效益已经被作为评选优秀设计的重要指标。由此可见建筑环境设计已经受到国家城市规划设计管理机构的高度重视。

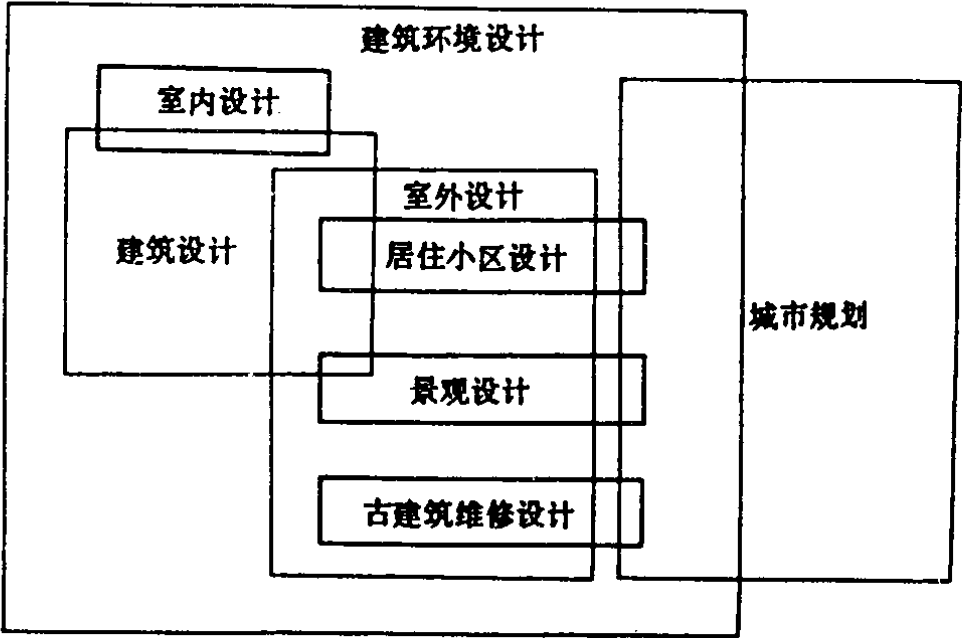


图 1-1 建筑环境设计与其他设计的关系

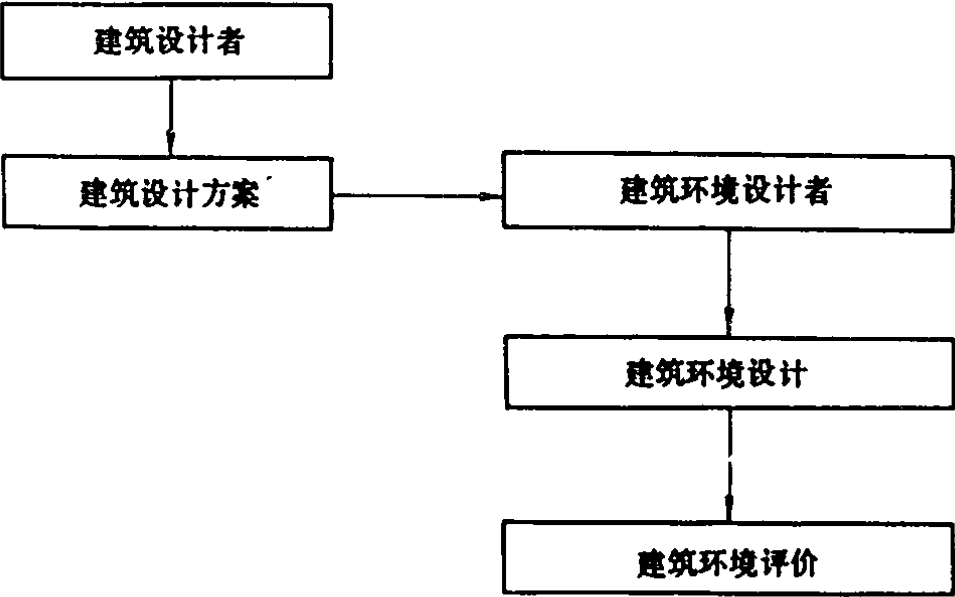


图 1-2 建筑环境设计程序示意图

第二节 建筑光环境的基础知识

一、自然环境和人工环境

在人、建筑物与环境的关系中有自然环境和人工环境。根据对人关怀的观点，这两者都受到人们的重视，也都是进行设计的对象。

自然环境指自然界中自然形成的环境。它包括地形、地貌、山水、绿地及其他大自然固有的生态，保持着生态平衡。建筑物依靠这样的环境条件形成景观及园林等，以满足人们的生存和生活要求。自然环境属于室外环境，占有广阔的空间，一般由土木工程、园林工程、环境保护技术来处理。

人工环境是以人工对自然现象进行利用、调节、控制而创造出来的环境。它包括空气、热、声、光、色彩等自然现象。近年来，由于能源短缺，迫切要求节能，以及考虑城市和建筑防灾等，人工环境日益受到重视。人工环境多半属于室内环境，占有较小的空间，一般由建筑环境工程来处理。

建筑环境涉及建筑物的内外环境，当然与自然环境和人工环境有着密切的关系。建筑环境与自然环境的结合在各国、各地区之间早有悠久的历史，积累了大量的经验，可资利用。然而对于建筑环境与人工环境关系的认识，则是由于科学技术的不断发展，人们迫切需要满足生存、生活、行为要求而逐渐加深的。在这方面应用的历史还比较浅，仍然处于不断开拓和总结之中。

二、建筑综合环境

无论在城乡建设规划中还是在建筑设计中，要解决的环境问题是很的，即要控制、调节、处理多种外界自然现象，

因此要应用建筑环境工程学综合解决建筑环境中的各项问题,从而创造出建筑综合环境。

在建筑环境中热、声、光、色彩等都是环境因素。例如在热环境中要考虑气候、空气、传热、保温、防露、防暑、通风、换气、防湿等环境问题。在声环境中要考虑吸声、隔声、噪声控制、防振、音质设计等环境问题。在光环境中要考虑采光、照明、日照、遮阳、眩光限制等环境问题。在色彩环境中要考虑色彩定量、色彩匹配、色彩调节、光源颜色、物体色、色彩设计、色彩效果等环境问题。由于建筑物本身是一个整体,因此对其中各项因素应该综合考虑和处理,从而创造出满足建筑功能的综合建筑环境。

在城市建设中同样存在着一定的外界环境因素,例如在城市的热环境中太阳辐射热、炎热气候、上空热岛效应等环境问题;在声环境中噪声污染等环境问题;在光环境中光气候、日照与阴影、光污染等环境问题;在色彩环境中安全色、交通标志、危险标志、道路照明的颜色等环境问题。因此对于整座城市来说,和单幢建筑物一样,也应该综合考虑环境问题,并对所有的环境问题进行全面的综合处理。

三、光环境

光环境是建筑环境中的一个组成部分。它和热环境、声环境、色彩环境等并列,是建筑环境综合处理的一项主要内容。对建筑物来说,光环境是由光照射于其内外空间所形成的环境。因此光环境本身形成一个系统。

正如建筑环境要涉及室外和室内环境一样,光环境同样也要涉及室外和室内环境。

室外光环境是在建筑物外部空间由光照射而形成的环境。它的功能是要满足物理、生理(视觉)、心理、美学及社会等

方面的要求。影响室外光环境的因素是很多的,如天气条件、直射日光、天空光、人工光、遮挡物及其阴影等。

室内光环境是在建筑物内部空间由光照射而形成的环境。它的功能是要满足物理、生理(视觉)、心理、人体功效学及美学等方面的要求。影响室内光环境的因素也是很多的,如天然光、人工光、室内空间、陈设、家具、表面材料的质地、质感、色彩、室内绿化等。

从建筑环境设计的观点来考虑,与室内、室外光环境相对应,有室内光环境设计和室外光环境设计;从光源种类的观点来考虑,还有天然光环境设计和人工光环境设计。光环境设计涉及空间、光源、采光(或照明)方式、采光(或照明)技法、采光(或照明)的艺术效果,以及从物理、生理、心理和审美的角度作出的评价。

人们对光环境的需求越来越感到密切。在现代,光环境已成为建筑环境中的主要组成部分,因为它发挥着以下的作用:

(1) 天然光是取之不尽的能源,利用天然光创造光环境,可以有效地获得光能,弥补电耗,因此在节约能源方面有很大的潜力,符合节约能源的需要。

(2) 利用天然光或人工光形成光环境,可创造舒适明亮的环境气氛,从而发挥人们的视觉功效,保障视力健康和人身安全,振奋精神,提高工作效率,满足生理、心理、工效及安全的要求。

(3) 利用天然光或人工光实施构图技法,进行光的处理,可显示建筑空间,表现光的艺术效果,美化室内外环境。

(4) 光和色彩是密切相关的,有了光才能显示出色彩,两者协同表现出环境艺术,取得综合的艺术效果,因此光环境是形成色彩环境的基础。

(5) 无论建筑物的室内设计、立面设计、居住小区总体设计, 还是城市夜景照明设计, 都以光环境为基础。

四、光和视觉

(一) 视觉

光入射到人们的眼睛内发挥刺激作用而产生视知觉的综合。视知觉包括看到光的明暗, 物体的形状、颜色、动态、远近、深浅的所有知觉。视知觉不仅依靠光对神经系统的刺激, 而且依靠大脑对由光产生的神经脉冲信号进行解释、分析和判断, 最后形成视觉。这样, 光刺激从眼睛到大脑变成神经脉冲信号, 便在大脑中引起了生理变化, 而且作为行动表现出来, 形成视觉系统。因此从引起视觉的刺激来看, 光起着很重要的作用。无论在光环境中或在视觉环境中都要考虑光与视觉的关系。

(二) 眼睛

人们的眼睛大致是一个球状体, 直径约为 $21\sim 25\text{mm}$ 。眼球的前部是透明的角膜。角膜的后部是虹膜。虹膜形成瞳孔, 类似照相机的光圈的作用。瞳孔在明亮时缩小, 反之扩大。瞳孔直径的变化范围为 $2\sim 8\text{mm}$ 。虹膜的后部是晶状体, 可以调节焦点, 保证近视远眺时在视网膜上形成清晰的像。眼球内壁约有 $2/3$ 的面积覆盖着视网膜。在视网膜和晶状体之间充满了胶状透明的玻璃体。视网膜是透明的, 厚度约为 0.3mm , 而且有多层结构。其中的感光细胞位于视网膜的外侧。这感光细胞分为锥体细胞和杆体细胞两种。锥体细胞分布于视网膜的中心凹部附近。眼睛在明视觉的状态下, 锥体细胞能对光刺激和色刺激的知觉发挥作用。杆体细胞分布于视网膜的周边部分。眼睛在暗视觉的状态下, 杆体细胞只对弱光刺激的知觉发挥作用, 几乎不能识别物体的颜色或形状的