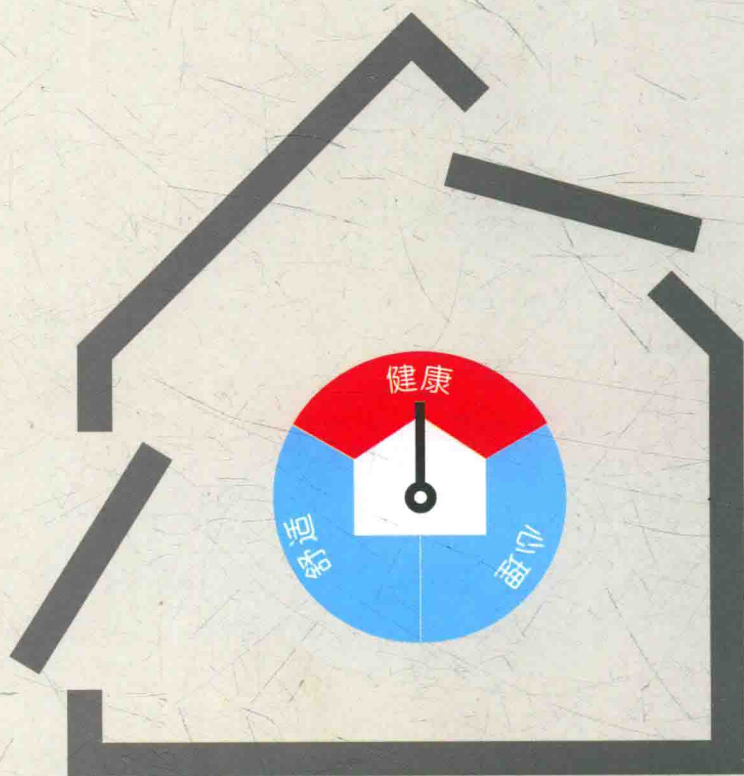


GUIDELINE FOR HEALTH OF INDOOR ENVIRONMENTS

室内环境 健康指南

何 森 主编



中国建筑工业出版社

室内环境健康指南

何 森 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

室内环境健康指南/何森主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2016.3

ISBN 978-7-112-19214-4

I. ①室… II. ①何… III. ①居住环境-影响-健康-指南
IV. ①X503.1-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 042071 号

本书试图从一个全新角度来看待室内环境健康问题, 使用广义健康概念, 涉及预防医学、人类工效学、健康心理学、建筑气候学、建筑材料学、美学等学科内容, 从疾病预防、生理舒适、工作效率、心理保健等方面评价室内环境对建筑空间占用者健康的正面和负面影响, 进而找到更好的环境设计和改善方案。

本书分为 7 章, 第 1 章建筑性能评价, 介绍以绿色建筑为代表的建筑评价体系, 及地球资源和环境、健康促进概念; 第 2 章环境健康学, 介绍预防医学、人类工效学、健康心理学。这些学科给出了身心健康的评价参数; 第 3 章建筑气候学, 介绍气候分区与建筑特点, 合理利用气候资源可以增加室内光、热舒适度减少能源消耗和设备维护; 第 4 章绿色建材体系, 介绍了绿色建材的特点及材料对建筑性能的影响; 第 5 章建筑物理学, 介绍了与建筑物理性指标有关的专业知识, 并特别增加室内空气质量和用水质量内容; 第 6 章室内环境健康评价, 介绍使用卫生性、舒适性、美学、人类工效、心理健康指标对建筑环境评判的基本原则; 第 7 章主动建筑体系, 介绍欧洲 Activehouse 主动建筑体系主要内容和案例, 供学习参考。

本书供节能人员、室内人员、环境人员和普通读者使用, 并可供大中专院校师生参考。

责任编辑: 吕 娜 郭 栋

责任设计: 董建平

责任校对: 陈晶晶 张 颖

室内环境健康指南

何 森 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京科地亚盟排版公司制版

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 20 $\frac{1}{2}$ 字数: 474 千字

2016 年 4 月第一版 2016 年 4 月第一次印刷

定价: 49.00 元

ISBN 978-7-112-19214-4

(28467)

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)

本书编委会

主 编：何 森

参编人员：浦 实 郎宇福 田 波 殷明刚

阮亚琼 赵金彦 臧海燕 郭成林

陈 庆 刘志军 宋哈楠

序 言

由于社会分工越来越细，建筑领域的专家越来越专业化，他们从各自专业出发研究建筑节能、研究绿色建筑、研究健康舒适，盲人摸象的方法很难突破专业的局限性完整地认识世界，让建筑领域的专家从医学健康角度去评价和改进室内环境，综合考虑建筑的热、湿、光、声、美学对人体心理和生理的影响，是困难的。何森老师做到了，这基于他深厚的理论功底、丰富的实践经验和勤奋的学习能力。我认真拜读了他《室内环境健康指南》的初稿，对他的工作深深表达敬意。我和何森老师都是中关村绿色建筑创新技术联盟的发起者，关于绿色建筑的核心价值有很多共同的认识。

人们在谈论绿色建筑的时候，是不是片面地强调了建筑节能？很少有专家系统地阐述绿色建筑与建筑节能、健康舒适的关系，从事建筑节能的人总结了两句话：被动优先，主动优化。我总是感觉没有达到究竟的认识，于是我写了四句话：被动优先，主动优化，满足人性，亲近自然。绿色建筑、建筑节能和健康舒适密不可分，只有非常节能的建筑，才能够用很小的能耗代价实现较高的舒适度；只有绿色环保的建筑，才能保证身体健康。

中国传统文化提出了六根“眼、耳、鼻、舌、身、意”的概念，对应“色、声、香、味、触、法”六种感觉，好的建筑自然要让人的“六根”都舒适，用人的生理器官和心理感受来衡量建筑的好坏。满足人性，就是满足舒适健康的需要；亲近自然，就是实现人与自然的和谐。有观点认为舒适与健康是矛盾的，建筑太舒适了会让身体越来越不适应大自然，或许有些道理。但是，近50年来，中国人的健康水平已经发生了巨大变化，现在影响中国人身体健康的主要是心脑血管、肺癌等慢性疾病，这些慢性疾病与室内环境关系密切。建筑承载着人类从出生到死亡的全生命周期，健康舒适不仅是生理需求，还与生命安全有关，保障健康舒适应该是建筑的基本功能，是对老、幼、病、孕等体弱人群的保护。因此，我们应该树立健康管理的观念。

城市人群80%以上的时间待在室内，环境因素是影响人们健康的四项因素之一（其他三项为：人体基因、生活方式、医疗水平），因为行业壁垒，中国建筑环境并未与健康管理发生关联。“健康中国”已经成为十三五期间国家战略之一，《健康中国建设规划》将会实施，健康产业将进入快速发展期。中关村绿色建筑创新技术联盟利用平台优势先行一步，尝试用健康管理理论指导室内环境的设计和改善，把医学意义的健康舒适作为室内环境的主要目标，把室内环境改善变成健康管理的支撑性业务之一，让建筑起到健康促进功能，与卫生领域的行业合作，打造健康管理的完整产业链。

何森老师的《室内环境健康指南》应该是国内率先阐述健康与建筑相互关系的书籍，

在这个互联网⁺的历史时期，技术创新重要，商业模式创新更为重要，随着 2020 年小康社会的实现，健康概念必将对传统建筑行业带来革命性的影响。这本书的意义在于带给读者信息和启迪，以健康管理角度看待室内环境，对建筑领域的专家、医务工作者和普通居民都有科普指南意义。

朱江卫

中关村绿色建筑新技术联盟理事长

2015 年 12 月 2 日

奥林匹克森林公园低碳馆

前 言

随着技术进步，建筑已经远远超出为人类庇护恶劣气候的作用，而成为人类所依赖的生活、工作和学习的主要场所。建筑物的设计、建造和运营维护不当会造成使用者安全危害、罹患疾病、心理障碍和幸福缺失，病态建筑综合症只是这个问题冰山的一角，建筑对健康更深层次的影响还远远没有了解深透。只要建筑产业不改变设计、建造和管理方式，不改变追求商业利益最大化的理念，那么就一定会有人成为不良室内环境的健康牺牲者。

通过对室内环境与建筑占用者疾病、舒适和工效关系研究的不断深入，发现许多不利问题都是由建筑设计缺陷所造成的。各专业单独设计，而各专业措施之间相互牵制，造成最终使用效果不能令建筑使用者满意。使用机电设备表面上可以解决环境设计问题，如增加照明灯数量来提高照度；使用空调来改变空气温度；采用鲜艳的材料来表现装饰效果，但却不愿考虑这些措施带来的不利后果，如人工照明的亮度和光谱无法和日光匹配，昼夜使用会造成人的生物周期紊乱；空调噪声会让人厌倦；来历不明的材料会释放有害物质（如甲醛）损伤肺器官。而城市中人在建筑中所花费的时间却越来越长，我们有1/3以上的时间花在自己或别人的办公室或学校内，有1/2以上的时间花在家里。如果可以更换室内环境的话，我们所受的气体污染会不会减少、我们工作和学习效率会不会提高、我们是不是可以睡得更香，我们心理能更健康吗？好室内环境不仅要能用仪器测量的物理量指标来评价，更要用建筑空间占用者的疾病减少、舒适增加、工作效率提高和心理健康程度来评价，这才是以人为本的设计理念，也是本书的出发点。

室内环境的健康促进是这样的：比起其他室内环境，人们在这里可以得到更多的阳光、更亲近自然、远离疾病源头、环境舒适美观、生活工作学习效率高、心理状态良好。也就是说，室内环境不再是影响身心健康的负面因素，而是促进健康的因素。所有这一切不再以物理量指标，如温度、湿度、新风量、人均面积作为评价条件，而是以减少还是增加空间占用者的健康价值来评价。建筑的价值会随着健康价值的提升而得到提升。

建筑节能是国家战略，但节能措施不能以降低空间占用者的疾病预防、舒适美学、工作效率的心理健康为前提。很多建筑为了提高物理性指标，采用人为控制的方法，如调低亮度、减少供热、停止新风而取得节能效果，却没有发现这样做会对空间占用者的身体健康、心理舒适和工作效率产生不利的影响，从全社会价值角度上看是得不偿失的。许多建筑材料中含有邻苯二甲酸酯类的增塑剂，其会在人体和动物体内发挥着类似雌性激素的作用，干扰内分泌、使男子精液量和精子数量减少、精子运动能力低下、精子形态异常，严重的会导致睾丸癌，导致男子终生不育。许多工作场合没有天然采光，常年处于人工照明条件下工作，工作人员往往出现心理郁闷、情绪低落等状态。建筑所有者

和设计者不考虑使用者健康的设计脱离了建筑设计应以人为本的原则，将会对未来带来巨大的健康价值损失。以上这一切都是建筑物理控制指标的缺陷问题。

以健康为本的室内环境理念并不意味着与现有建筑标准体系相悖，而是对其进行创新。也就是需要在现有建筑体系之上实行健康促进工作，增加卫生（疾病预防）性、舒适（物理美学）性、工效（环境效率）性和心理（心理健康）性的评价内容，以便可以充分保证空间占用者的健康价值。健康的价值体现在健康生命质量、环境满意度和高工作效率上，其经济效益会远高于成本投入。比如威卢克斯中国有限公司在搬入按主动建筑体系设计的新办公楼之后，一年内的病假率降低了 80%，仅凭这点就能带来良好的经济利益。以人为本的建筑环境不仅是建筑性能数值优异，而且其舒适度也是可以被该建筑空间内的人用眼、耳、口、心所能感受到的，许多成功的样板间已经证明了这一点。

过去 50 年中国死亡疾病模式发生了巨大变化，从以传染病为主转变成了以慢性疾病，如恶性肿瘤、脑血管、心脏病和呼吸道疾病为主。这些慢性疾病的原因在很大程度上取决于环境因素和我们自己的心理状态，这些因素我们可以用行动来改变的，也就是说在很大程度上健康掌握在我们自己的手中。本书试图从一个全新角度来看待室内环境健康问题，使用广义健康概念，涉及预防医学、人类工效学、健康心理学、建筑气候学、建筑材料学、美学等学科内容，从疾病预防、生理舒适、工作效率、心理保健等方面评价室内环境对建筑空间占用者健康的正面和负面影响，进而找到更好的环境设计和改善方案，可同时使用“正面清单”和“负面清单”方式，前者更多是用现有技术体系物理指标评价客观环境，而后者着力消除室内环境对占用者的主观不利感受，两者双管齐下达到最优的健康评价。期待本书今后能在健康环境具体实施工作中起到指南作用。本书分为 7 章，第 1 章建筑性能评价，介绍以绿色建筑为代表的建筑评价体系，及地球资源和环境、健康促进概念；第 2 章环境健康学，介绍预防医学、人类工效学、健康心理学。这些学科给出了身心健康的评价参数；第 3 章建筑气候学，介绍气候分区与建筑特点，合理利用气候资源可以增加室内光、热舒适度，减少能源消耗和设备维护；第 4 章绿色建材体系，介绍了绿色建材的特点及材料对建筑性能的影响；第 5 章建筑物理学，介绍了与建筑物理性指标有关的专业知识，并特别增加室内空气质量和用水质量内容；第 6 章室内环境健康评价，介绍使用卫生性、舒适性、美学、人类工效、心理健康指标对建筑环境评判的基本原则；第 7 章主动建筑体系，介绍欧洲 Activehouse 主动建筑体系主要内容和案例，供学习参考。

贴士：2014 年欧洲民众健康调查

2014 年，通过对欧洲奥地利、比利时、捷克、丹麦、法国、德国、匈牙利、意大利、荷兰、挪威、波兰和英国的 12000 名人士进行的调查，得到“健康住宅晴雨表”的调查结果。调查发现：

(1) 欧洲人渴望健康住宅，35% 的人士认为新鲜空气和日光对健康最重要；

(2) 欧洲人需要新鲜空气和阳光以感受家的温暖, 29%的男性、41%的女性认为如果搬到新的住宅中, 室内空气质量和日光是最重要的;

(3) 拥有健康住宅是一项被低估的, 且未公开承认的公众健康因素;

(4) 对健康住宅的关注和实际行动尚无连贯性, 公众对健康住宅的认识还不够清晰;

(5) 欧洲人愿意在健康环境方面采取行动的前提是: 投入要有实际效果回报。

调查结论 1: 健康生活从家开始, 健康因素的排列按下面的顺序:

(1) 晚上睡好觉 (居家生活);

(2) 住宅通风 (居家生活);

(3) 多吃水果和蔬菜 (摄入食物);

(4) 保证家中有充足的日光 (居家生活);

(5) 花时间在户外活动 (保持运动);

(6) 忌烟 (摄入高热量食物);

(7) 经常锻炼 (保持运动);

(8) 避免污染化学品 (居家生活);

(9) 正确服用膳食补充剂 (摄入食物)。

调查结论 2: 欧洲对不健康住宅的关注排名仅次于对疾病、压力和疲劳的关注。

调查结论 3: 健康住宅的责任人, 排名顺序: 业主、建筑师、建筑公司、建材商、法律、居住使用者、其他人。

调查结论 4: 欧洲人改善建筑环境的排名顺序是: 住宅舒适度、能源成本、房间功能、日光量、住宅大小、室内空气质量、外部景观、建筑风格、建筑材料对室内环境的影响。

调查结论 5: 欧洲人的睡眠质量调查表明, 16%~30%的就业人口患有失眠症。只有室内环境舒适才能睡个好觉, 这包括新鲜空气、热舒适度、无噪声以及卧室完全黑暗。但调查表明, 并非所有欧洲人都了解睡好觉对卧室环境有哪些要求。

调查结论 6: 超过三分之一的欧洲家庭中有人患有哮喘过敏症。但欧洲人似乎不太了解这些疾病与室内空气环境的关联, 也不太了解室内环境健康的重要性。

调查结论 7: 欧洲人对能源成本的关注排名第二, 仅次于住宅舒适度。

调查结论 8: 只有 25%的欧洲人在建筑建造和改建时考虑对地球环境 (环保和生态) 的影响, 是 9 项指标中最低的。

调查表明欧洲人改造住宅最关注的项目是: 浴室 (44%)、地板 (39%)、厨房 (39%)、建筑保温 (38%)、墙壁 (38%)、供暖 (34%)、窗户 (34%)、扩大建筑 (20%)、空调系统 (19%)。

(威卢克斯中国公司提供)

目 录

第 1 章 建筑性能评价	1
1.1 绿色建筑评价体系	1
1.2 地球资源与环境	6
1.3 室内环境健康促进	15
第 2 章 环境健康学	23
2.1 预防医学	24
2.2 人类工效学	37
2.3 健康心理学	54
第 3 章 建筑气候学	62
3.1 中国建筑气候分区	62
3.2 城市气候与建筑特点	68
3.3 气候资源有效利用	78
第 4 章 绿色建筑材料	86
4.1 绿色建材体系	86
4.2 建材基本性能	89
4.3 减少材料中有害成分	95
4.4 材料对建筑性能的影响	101
第 5 章 建筑物理学	105
5.1 室内环境设计要求	106
5.2 室内环境物理测量	110
5.3 建筑光学	113
5.4 建筑热工学	129
5.5 建筑声环境	146
5.6 室内空气质量	157
5.7 建筑用水质量	182
5.8 建筑节能	192

5.9 建筑物理模拟	210
5.10 建筑室内环境系统	216
第6章 室内环境健康评价	227
6.1 室内环境健康评价原则	227
6.2 室内环境美学	231
6.3 室内环境卫生性评价	243
6.4 室内环境舒适性评价	249
6.5 室内环境工效性评价	254
6.6 室内环境心理性评价	260
6.7 室内环境健康对策	267
6.8 既有建筑室内环境改善	276
6.9 未来展望	288
第7章 主动式建筑体系	291
7.1 主动式建筑体系简介	291
7.2 主动式建筑雷达图	293
7.3 主动式建筑实践	297
附录 I 常用建筑材料热工指标	307
附录 II 主要城市气象参数	311
附录 III 室内环境健康准则	313
后记和致谢	317

第1章 建筑性能评价

建筑性能评价体系是一个评判标准，有评价体系后才能对不同建筑或不同建筑方案进行评判打分。评判可以在设计过程中进行，对不同的设计方案展现的性能进行比较，选择出最佳方案予以实施。也可以对既有建筑改造前后的性能进行评价，确定其改造效果。目前，世界上最流行的是绿色建筑评价体系，从“使用者”、“管理者”和“地球环境”三个维度出发，确定建筑的健康效果、资源消耗、生态影响各项评分。现有建筑体系均使用量化指标打分，因此评价体系采用计算和实测物理量指标作为评分依据，按项目总得分来评价一个建筑的总体水平（星级）。绿色建筑是一个综合评价体系，但不同国家处于不同的发展阶段，因此其对上述三项评分采取不同的权重系数，侧重使用者价值的重视“健康”，侧重社会资源管理的政府重视“节省资源”，而侧重地球生态的环保组织重视“可持续发展”。平行于绿色建筑评价体系，还有以使用者健康为主要要素的“健康建筑”评价体系，“健康住宅”评价体系等。本章节其余内容介绍了地球资源、生态环境保护和健康的一些概念，这些概念是绿色建筑体系的基础，希望这部分内容可以帮助对绿色建筑评价不熟悉的读者做一些基础解读。

1.1 绿色建筑评价体系

绿色建筑正在全球方兴未艾，世界各国目前都制定有自己的绿色建筑体系，其主要包括英国 BREEAM、美国 LEED、ENERGY STAR、中国绿色三星 ESGB、日本 CAS-BEE、德国 DGNB、法国 HQE、加拿大 GBTool、澳大利亚 NABERS、印度 GRIHA、阿联酋 Estidama、韩国 KGBC、西班牙 VERDE、新加坡 Green Mark、瑞典 ECB、中国香港 BEAM 以及中国台湾 Green Building Label 等。除此之外，还有欧洲的 Activehouse（见第7章）、美国的 WELL 等侧重于建筑使用者健康的建筑评价体系。

1. 中国绿色建筑体系

英国建筑研究院绿色建筑评估体系（BREEAM）始创于1990年，是世界上第一个也是全球最广泛使用的绿色建筑评估方法。2004年，中国建设部发起“全国绿色建筑创新奖”标志着中国绿色建筑进入全面发展阶段。

2006年，建设部正式颁布《绿色建筑评价标准》；2013年，国务院转发发改委、住房和城乡建设部《绿色建筑行动方案》；2014年，《绿色建筑评价标准》GB/T 50378—2014发布，并于2015年1月1日起执行。由此标志中国绿色建筑进入快速发展期，同时绿色建筑评价标识项目数量始终保持强劲的增长态势。截止2015年6月，全国共评出

3194项绿色建筑评价标识项目,总建筑面积达到3.5亿平方米。其中,设计标识3009个,占94.2%,建筑面积为3.37亿平方米;运行标识185个,占5.8%,建筑面积为2194.8万平方米。2015年上半年绿色建筑标识656个,建筑面积6820.7万平方米,已远超2014年同期水平。

这期间,中国也出台了关于医院、工业、办公楼、学校等绿色建筑标准。值得说明的是《绿色建筑评价标准》GB/T 50378—2014的评分方式是沿用的美国LEED标准。绿色建筑评价标准采用的是“量化评价”方法:除少数必须达到的控制项外,其余评价条文都被赋予了分值;对各类一级指标,分别给出了权重值。

《绿色建筑评价标准》GB/T 50378—2014适用范围由住宅建筑和公共建筑中的办公建筑、商场建筑和旅馆建筑,扩展至各类民用建筑。对各评价指标评分,并以总得分率确定绿色建筑等级。标准指标包括:节地与室外环境、节能与能源利用、节水与水资源利用、节材与材料资源利用、室内环境质量、施工管理、运营管理7类。分为设计评价和运行评价。设计评价不随施工管理和运营管理二项评价。

绿色建筑分为一星级、二星级、三星级3个级别。7项指标,每项得分为100分,再使用权重计算总得分,根据总得分确定绿色建筑的等级。每类指标的评分项得分不应小于40分,权重计算后的总得分在达到50、60、80分时被评定为一星级、二星级、三星级绿色建筑。

中国各省市的《绿色建筑评价标准》是根据当地的实际情况编制,但与国标相差不会太大。2008年,中国绿色建筑评价标识仅有10个(全部星级总和);从2012年起开始迅猛增加;直到2013年底,中国绿色建筑评价标识项目已有1446个。其中,仅有85个是运营标识。说明了国内绿色建筑存在的问题,实际上绿色建筑只做设计标识不做运营意义是不大的。中国现在有许多建筑同时做LEED和绿标认证。

2. 美国 LEED 体系

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), 即“绿色能源环境设计先锋奖”, 是美国绿色建筑协会 (USGBC) 设立并于2003年开始推行的绿色建筑的评价认证工具。

LEED属于自愿采用的评估体系标准。此评级系统适用于商业建筑、公共建筑、住宅建筑以及社区开发,是目前在世界各国的各类建筑环保评估、绿色建筑评估以及建筑可持续性评估标准中,被国际公认为第三方绿色建筑最完善、最有影响力的评估体系。自推出之日起,LEED评估体系已经逐渐进化成为符合市场需要的,满足各种建筑类型的,拥有领先科技的评级系统,它把建筑环境对自然环境和人类健康影响融入体系进行考核。由USGBC会员委员会、分委员会、工作组与美国绿色建筑协会会员共同开发,在USGBC会员投票通过之前,每次更新内容都将先递交给LEED指导委员会和美国绿色建筑协会董事会审阅,从而不断完善整个LEED体系,整个修正过程坚持透明、开放、合理包容的有效原则。

LEED评级系统旨在促进现代化建筑建造逐渐向绿色建筑转型,实现以下七个目标:

改善全球气候变化（逆转全球气候变化趋势）；增强个人健康和福祉；保护并恢复水资源；保护、增强及恢复生物多样性和生态系统功能；促进可持续和可再生材料资源循环利用；构建绿色经济基础；增强社会公平、环境正义、社区健康及生活质量。

以上目标是 LEED 评级体系先决条件和得分基础。在 BD+C 评估体系中，主要先决条件和得分被分为以下几类：①选址与交通（LT）；②可持续场址（SS）；③节水（WE）；④能源与大气（EA）；⑤材料与资源（MR）；⑥室内环境质量（EQ）。

这些目标通过认证过程中的得分来完成，根据相对重要性和权重系数，授予系统中每个得分项一定的分数。最终得分设定为加权平均：对目标贡献最直接的得分项往往也是权重最大的。项目团队通过满足这些先决条件并获得足够的得分项取得认证，以综合得分方式来证明目标的实现。认证被评为四个等级（认证级、银级、金级、铂金级），以资鼓励团队取得更高的成就，从而朝着目标更快前进。

LEED 的设计是在应对市场竞争的同时，解决环境挑战。项目取得认证体现了项目的前瞻性、创新、环境管理以及社会责任。LEED 是帮助建筑业主和运营人员的一种得力工具，为建筑入住者提供健康室内空间的同时，既提高建筑性能又扭亏为盈。

通过参与 LEED，业主、运营人员、设计师以及建造者给绿色建筑行业带来有意义的贡献。通过记录并跟踪建筑资源使用，不断贡献越来越多的知识，改进快速发展的绿色建筑领域研究。这样一来，未来项目的建造将建立在今天成功设计的基础之上，并给市场带来创新。

LEED 认证过程开始于业主完成项目注册和选择相应认证系统（见评级系统选择）。接着，项目设计师试图达到所有先决条件和想要尝试获得的得分项要求。在所需资料递交后，项目将进入初步审阅和最终审阅。初步审阅给可获得得分项，某些达不到要求的得分项提供技术建议，而最终审阅则根据项目最终得分区间，LEED 认证结果分为四级：认证级（40~49 分）；银级（50~59 分）；金级（60~79 分）；铂金级（80~110 分）。

3. 美国 WELL 体系

“健康建筑标准”是一个注重性能的体系，用于计量、验证和监控影响人类健康和福祉的建筑环境特征，包括空气、水、食物、光照、健身、舒适和心灵。目前还在试用阶段，可用于商业、多户住宅和机构市场部门的新建工程和大型重建工程。

1) 发展：通过多年向医学家精英和建筑行业从业者咨询，逐渐形成了“健康建筑标准”，它以医学研究为基础，这些医学研究证明了占用我们 90% 以上时间的建筑与我们的健康和福祉之间的关系对居住者的影响。“健康”制定了七个方面的性能要求，即空气、水、食物、光照、健康、舒适和心灵。

2) 管理：“健康建筑标准”由国际健康建筑协会（IWBI）管理。IWBI 是一个公益性公司（B 型公司），由一家健康房地产公司，即德洛斯创立，负责管理“健康建筑标准”，使其满足一项克林顿全球倡议行动倡议，使全世界都可以使用该标准。IWBI 将在方案全面公布之前，在 2014 年夏季对“健康建筑标准”进行一次透明的同业互查。

3) 评估和认证：“健康建筑标准”的认证由 IWBI 和绿色建筑认证协会（GBCI）同

时管理, GBCI 还负责“LEED 绿色建筑”的认证, 它担任着 IWBI 的第三方稽核员。取得“健康”认证需要对空气和水质量等“健康建筑”特征进行现场入住后审查, 为了保持该认证有效, 须每三年进行一次复审。

4) 健康和绿色建筑: “健康建筑标准”与“LEED (能源与环境设计先锋奖) 绿色建筑评级系统”、“生态建筑挑战”等其他主流国际可持续建筑方案一致。“健康”使绿色建筑从业者将人类健康和福祉与可持续性融合在一起, 创造既能使居住者受益, 又能改善环境影响的建筑。

目前的“健康”试点项目包括位于海地太子港的威廉·杰斐逊·克林顿儿童中心。该儿童中心和孤儿院用克林顿总统的名字命名, 将获得 LEED 铂金奖和“健康”认证。体现“健康”和 LEED 的一致性的近期的其他试点项目包括位于洛杉矶市中心的 CBRE (世邦魏理仕) 集团公司的新国际企业总部。CBRE 的新总部于 2013 年 11 月揭幕, 它将成为世界上第一个获得 LEED 金奖和“健康”认证的商业办公空间。

WELL 就是为了人类健康而创的建筑标准, WELL 立足于医学研究, 探索建筑与其居住者健康和福祉之间的关系。WELL 认证是与一流的医生、科学家和专业人士合作, 经过 7 年严谨研究的成果, 重点关注物理建造环境如何支持人类健康、生产效率、幸福与舒适, 将设计建造中的最佳实践与有理有据的卫生和健康措施相结合。认证能让业主和雇主知道他们的空间在促进人类的健康和福祉。WELL 是一套注重建筑环境中人的健康和福祉的系统。LEED 与 WELL 在认证指标上有 17% 的重叠部分, LEED 主要注重的是建筑本身的性能, 比如节水、节能这些方面, 但 WELL 更注重建筑是人在里面住、在里面用的时候, 这个建筑怎样影响到人。WELL 更多的是立足于医学研究机构, 探索建筑与其居住者的健康和福祉之间的关系, 其中达 102 项涉及空气、水、食物、光照、健身、舒适、心理健康等建筑环境特征的指标, 都在其认证监测之列。

WELL 建筑标准已开始进入中国, WELL 建筑标准是在中国人民寻求改善生活品质, 环保意识不断提升的时期被带到了中国, 它是 LEED、绿色三星和 BREEAM 等绿色建筑评级系统的强有力补充。

现今, 世界正在面临着众多的健康挑战, 不良因素正侵害着我们完好的身体、心理和社会生活福祉。当这些问题持续恶化, 科学界有责任在考量人类健康问题与建筑环境之间的关系时做到更具有针对性。有关 WELL 标准中的 102 小项内容见表 1.1-1。

WELL 健康建筑评价特征和分项

表 1.1-1

序号	特征	分 项
1	空气	1. 空气质量标准; 2. 禁止吸烟; 3. 通风效率要求; 4. 减少 VOC 排放; 5. 空气过滤; 6. 微生物和霉菌控制; 7. 建筑结构污染管理; 8. 健康的进口; 9. 清洁计划; 10. 杀虫剂管理; 11. 基础材料安全性; 12. 潮湿控制; 13. 空气吹扫; 14. 空气过滤装置管理; 15. 增大通风; 16. 湿度控制; 17. 直接排风; 18. 空气质量监测和保存; 19. 可开启窗户; 20. 户外空气处理系统; 21. 置换通风; 22. 虫害管理; 23. 空气净化; 24. 燃烧最小化; 25. 减少有害材料使用; 26. 增加材料安全性; 27. 抗菌表面; 28. 易清洁环境; 29. 清洁设备要求
2	水	1. 基础水质; 2. 无机污染物; 3. 有机污染物; 4. 农业污染物; 5. 水厂添加物; 6. 阶段水质检测; 7. 水处理设备; 8. 饮用水质量改进

续表

序号	特征	分 项
3	食品	1. 水果和蔬菜；2. 加工食品；3. 食物过敏；4. 洗手；5. 食物污染；6. 食品添加剂；7. 营养信息；8. 食品广告；9. 接触食品的安全材料；10. 盛器尺寸；11. 特殊饮食；12. 溯源的食品生产；13. 食品储藏；14. 食品生产；15. 专注的饮食环境
4	光照	1. 光照设计；2. 昼夜规律光设计；3. 防眩光控制；4. 防太阳眩光控制；5. 低眩光工作台设计；6. 颜色质量；7. 表面设计；8. 自动遮光和调光控制；9. 日光权；10. 日光模型；11. 日光透射区
5	健身	1. 户内健身通道；2. 奖励运动方案；3. 有组织的健身；4. 户外健身设计；5. 健身活动空间；6. 支持运动辅助设施；7. 健身设施；8. 适合运动家具
6	舒适	1. 残障人士可接受的标准；2. 工效学：视觉和身体；3. 外部噪声隔绝；4. 内生噪声控制；5. 热舒适性；6. 嗅觉舒适；7. 混响时间；8. 隔声罩；9. 吸声表面；10. 声障措施；11. 独立温度控制；12. 辐射热舒适
7	心理健康	1. 健康和保健意识；2. 一体化设计；3. 入住后调查；4. 美学设计 I；5. 亲近自然 I；6. 强适应性空间；7. 健康睡眠政策；8. 商务旅行；9. 工作地点的健康政策；10. 雇员家庭支持政策；11. 自体检；12. 压力和药物成瘾治疗；13. 利他主义；14. 材料信息透明度；15. 参加社会公正组织；16. 美学设计 II；17. 亲近自然 II；18. 创新设计点 I；19. 创新设计点 II

贴士：绿建之窗

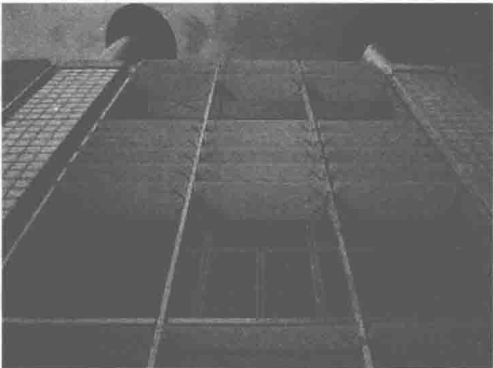
绿建之窗（www.gbwindows.cn）是全方位服务于绿色建筑全生命周期的综合服务平台。平台从绿色建筑人才服务、绿色建筑咨询、绿色建筑系列（风、光、热、声）软件、绿色建筑材料技术推广等体系为设计单位、施工单位、开发商和广大绿色建筑爱好者提供绿色建筑全方位服务的专业服务。平台以推动绿色建筑文明、培养绿色建筑人才、普及绿色建筑技术为使命，全面协助中国绿色建筑落地实施。

（绿建之窗提供）

扩展阅读：英国建筑研究院办公楼

英国建筑研究院的环境楼（Environment Building）为办公建筑提供了一个绿色建筑样板。能源系统是设计师为一个尺度适中的办公建筑精心设计的，使之成为新一代生态办公建筑的模范之作。

它的每年能耗和 CO₂ 排放性能指标定为：燃煤 47kWh/m²；用电 36kWh/m²；CO₂ 排放量 34kg/m²。舒适节能的暖通空调、通风与照明系统，该大楼最大限度利用日光，南面采用活动式外百叶窗，减少阳光直接射入，既控制



眩光又让日光进入,并可外视景观。采用自然通风,尽量减少使用风机。采用新颖的空腔楼板使建筑物空间布局灵活,又不会阻挡天然通风的通路。顶层屋面板外露,避免使用空调。白天屋面板吸热,夜晚通风冷却。埋置在地板下的管道利用地下水进一步帮助冷却。安装综合有效的智能照明系统,可自动补偿到日光水准,各灯分开控制。建筑物各系统运作均采用计算机最新集成技术自动控制。用户可对灯、百叶窗、窗和加热系统的自控装置进行遥控,从而对局部环境拥有较高程度的控制。环境建筑配备 47m^2 建筑用太阳能薄膜非晶硅电池,为建筑物提供无污染电力。

旧建材在围护结构中的再利用:该建筑还使用了8万块再生砖;老建筑的96%均加以再生产或再循环利用;使用了再生红木拼花地板;90%的现浇混凝土使用再循环利用骨料;水泥拌合料中使用磨细粒状高炉矿渣;取自可持续发展资源的木材;使用了低水量冲洗的便器;使用了对环境无害的涂料和清漆。

(<http://www.91jn.net/news/show.php?itemid=64>)

1.2 地球资源与环境

1. 太阳能利用

太阳辐射到地球大气层的能量仅为其总辐射能量的 $1/22$ 亿,太阳照射到地球上的能量相当于每秒钟500万吨煤。地球上的风能、水能、海洋温差能、波浪能和生物质能都来源于太阳。地球上的化石燃料从根本上说也是远古贮存下来的太阳能。狭义太阳能指光热、光电和光化学直接转换,而广义太阳能所包括的范围则非常大。太阳能既是一次能源,又是可再生能源。太阳能资源丰富、免费使用、无须运输、对环境无污染。但太阳能有两个主要缺点:一是能流密度低;二是强度受各种因素的影响不能维持不变。两大缺点大大限制了太阳能的有效利用。

太阳辐射是指太阳向宇宙空间发射的电磁波和粒子流,是地球大气运动的主要能量源泉。到达地面的直接辐射和散射辐射之和称为太阳总辐射。世界气象组织1981年公布的太阳常数值是 $1368\text{W}/\text{m}^2$ 。地球大气上界的太阳辐射光谱的99%以上在波长 $0.15\sim 4.0\mu\text{m}$ 之间。大约50%的太阳辐射能量在可见光谱区(波长 $0.4\sim 0.76\mu\text{m}$),7%在紫外光谱区(波长 $<0.4\mu\text{m}$),43%在红外光谱区(波长 $>0.76\mu\text{m}$),最大能量在波长 $0.475\mu\text{m}$ 处。由于太阳辐射波长较地面和大气辐射波长(约 $3\sim 120\mu\text{m}$)小得多,所以通常又称太阳辐射为短波辐射,而称地面和大气辐射为长波辐射。短波辐射和长波辐射在性能上有一定的差异。

在地球大气上界,北半球夏至时日辐射总量最大,从极地到赤道分布比较均匀;冬至时,北半球日辐射总量最小,极圈内为零,南北差异最大。南半球情况相反。春分和秋分时,日辐射总量的分布与纬度的余弦成正比。南、北回归线之间的地区,一年内日辐射总量有两次最大,年变化小。纬度越高,日辐射总量变化越大。如图1.2-1所示。