

doi:10.11835/j.issn.1674-4764.2016.04.011



《绿色建筑评价标准》分析与设计对策

时刚¹, 王立雄², 张余力¹, 褚泽晶¹, 高宏韬¹

(1. 天津天怡建筑设计有限公司, 天津 30084;

2. 天津大学 天津市建筑物理环境与生态技术重点实验室, 天津 30072)

摘要: 绿色建筑的实施效果依赖于设计人员对相关评价标准的理解和执行, 通过对 2014 版《绿色建筑评价标准》的编制特点进行分析, 研究其在建筑设计阶段涉及到的 87 项评价条款, 根据不同专业及技术措施对其分类统计, 计算出不同专业及技术措施的得分情况, 根据这些数据分析绿色建筑设计工作的特点及侧重方向, 结合建筑设计阶段 8 个设计专业的 100 余项申报文件在不同设计阶段的分布情况, 总结出绿色建筑过程中设计人员在不同设计阶段的设计任务及工作重点, 提出绿色建筑的设计对策。

关键词: 绿色建筑; 评价; 分析; 设计; 对策

中图分类号: TU201.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-4764(2016)04-0064-08

Design countermeasures of the Assessment Standard for Green Building

Shi Gang¹, Wang Lixiong², Zhang Yuli¹, Chu Zejing¹, Gao Hongtao¹

(1. Tianjin Tianyi Architectural Design Co. Ltd, Tianjin 300084, P. R. China; 2. Tianjin Key Laboratory of Architectural Physics and Environmental Technology, Tianjin University, Tianjin 300072, P. R. China)

Abstract: The implementation effect of green buildings depended on the designer's understanding and implementation of the relevant evaluation standards. 87 evaluation terms involved in the design stage of green buildings were studied through analyzing the formulation characteristics of new *Assessment Standard for Green Building*. Its classified statistics was conducted according to different professional and technical measures, on which scores of different professional and technical measures were calculated. The characteristics and highlights of green building design were analyzed based on the data. Combining with the distribution of over 100 filings in different design stages involving in 8 design professions during architectural design, the design tasks and working focus of the designers in different design stages during the design process of green buildings were summarized, and the design principles and countermeasures of green buildings were put forward.

Keywords: green building; assessment; analysis; design; countermeasures

收稿日期: 2016-04-27

基金项目: 中天建设集团技术研发项目(ZTYF—2015—08)

作者简介: 时刚(1971-), 男, 高级建筑师, 主要从事绿色建筑设计研究, (E-mail) tyshigang@163.com。

王立雄(通信作者), 教授, 博士生导师, (E-mail) wlxiong0011@sina.com。

Received: 2016-04-27

Foundation item: R & D Project of Zhongtian Construction Group(No. ZTYF-2015-08)

Author brief: Shi Gang (1971-), senior architect, main research interest: green building design, (E-mail) tyshigang@163.com.

Wang Lixiong (corresponding author), professor, doctoral supervisor, (E-mail) wlxiong0011@sina.com.

绿色建筑的基本目标是为使用者提供一个健康、舒适的生活空间,在最低限度影响环境的条件下,最高效地利用能源^[1],而绿色建筑评价标准作为衡量建筑环境性能的标尺,对绿色建筑的发展具有重要指导和推动作用^[2]。目前世界各国都非常重视推广和发展绿色建筑,并根据自身的国情和特点制定相应的评价方法或标准,如德国的 DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen)^[3]、美国的 LEED (Leadership in Energy & Environmental Design Building Rating System)^[4]、法国的 HQE (High Environmental Quality) 等^[5]。中国在 2006 年编制过《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378—2006)^[6](以下简称为“2006 版标准”),但该评价标准是特定阶段的适应性标准,随着社会和建筑科技的进步,该版评价标准已经不能适应绿色建筑的发展需求。在此背景下,《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378—2014)(以下简称为“2014 版标准”)于 2015 年 1 月 1 日被住房和城乡建设部批准实施,成为新国家标准^[7]。只有深入了解 2014 版标准,并遵循相应的设计对策才能更好地完成绿色建筑设计,达到落实标准的真正目的。目前,针对绿色建筑设计对策的研究,大部分都是在 2006 版标准基础上开展的^[8-11],2014 版标准与 2006 版标准在内容与评价要求上有很大区别,需要针对 2014 版标准的特点和各项指标进行深入分析,并开展大量的绿色建筑设计实践,才能掌握其在设计中应用的原则与对策,更好地为绿色建筑的设计提供理论指导和技术支持。

1 2014 版《绿色建筑评价标准》的编制特点

通过在绿色建筑设计项目中对 2014 版标准的应用,发现该标准的编制目标是为了更好地实现建筑的资源效益与环境效益,创造出环境友好的建筑,所有条款设置均以该目标为中心进行展开。条款设置的主要特点是:重点突出节能、节水、节地、节材与室内环境的要求,注重过程控制,定性定量评价相结合。在绿色建筑设计及实践过程中要根据这些特点灵活操作与应用。

1.1 重点突出节能、节水、节地、节材与室内环境的要求

为了突出绿色建筑的资源与环境效益,2014 版

标准中把“节能、节水、节地、节材、室内环境”这些要求分成了不同章节,采用相同的行文结构,规定了绿色建筑应满足的要求及相应措施应得的分数。这些章节涵盖了绿色建筑实施过程中的不同方面,从多个专业方向对绿色建筑提出了相应的控制要求与设计指标,需要不同专业的设计人员充分了解其他专业的设计要求,才能更好地协同合作,完成绿色建筑设计。

1.2 注重过程控制

绿色建筑是贯穿规划、设计、施工和运营各个阶段的系统工程,绿色建筑的各阶段工作不应相互独立,需要互相嵌套,前后呼应。因此,2014 版标准在条款设置时充分考虑到过程控制,要求设计人员在绿色建筑的不同设计阶段相互配合。这也提高了标准在具体落实过程中的难度,对绿色建筑设计的项目负责人和各专业相关人员提出了更高的要求。

1.3 定量和定性评价相结合

2014 版标准将旧标准中部分定性要求的条款进一步细化,并增加了一些新的条款,除了定性判断条款外,还增加了大量定量评价的条款,并设置了分值和权重。对于定量要求的条款,根据“量”的不同,对应不同的得分,从而使评分系统更加科学,指标更加明确。设计人员需要根据绿色建筑的预期目标,选择合适的方案及技术措施,获取合理的评价分值。

1.4 评价方式与评分要求

2014 版标准设有 8 大类评价指标,每类评价指标均包含若干“控制项”、“评分项”,“控制项”为必须满足的条件,“评分项”设有相应的分值,可以根据项目的特点进行选择,将获得的得分相加即为本类指标的得分。将各大类指标得分加权重求和,再加上“创新与提高”的附加得分就是项目的最终得分,根据最终得分是否达到 50 分、60 分、80 分,确定绿色建筑的等级为一星级、二星级、三星级。

2 绿色建筑设计阶段评价指标、评价条款及设计文件分析

2014 版标准在绿色建筑设计阶段主要涉及到 5 类评价指标:节地、节能、节水、节材与室内环境质量^[12],其参评条款数量多达 87 项,且涉及各相关专业,内容繁杂,因此,需要对相关条款进行数据统计并加以分析,才能使设计人员能更清晰地了解 2014 版标准的要求,更高效地进行绿色建筑设计工作。

2.1 评价指标得分分析

2.1.1 节地与室外环境 该指标的设置目的是为了减少建筑对土地资源的占用,创造更适宜的室外环境。一共设置 19 项条款,其中控制项 4 条、评分项 15 条,主要涉及规划和建筑两个专业,以规划专业涉及条款最多,为 15 条,条款工作集中在设计前期和方案设计阶段,以被动技术居多。其评价条款具体得分情况如图 1 所示,其中节约用地条款分值最高,为 19 分;其次是绿化用地、公共交通和绿色雨水设施,评价分值均为 9 分,在设计的前期和方案设计阶段的总图设计中要重点考虑这几项指标的要求。具体技术措施包括:提高绿地率,在设置绿地时应结合日照分析,尽可能提高公共绿地的面积;在出入口设置时考虑靠近公交站点,并尽量设置人行通道联系公交站点;充分考虑透水铺装,设置具有雨水调蓄功能的雨水花园和生态设施。总体来说,节地与室外环境评价指标要求在规划设计过程中综合考虑项目选址、适当提高容积率、创造便利的交通、减少场地环境影响等因素。

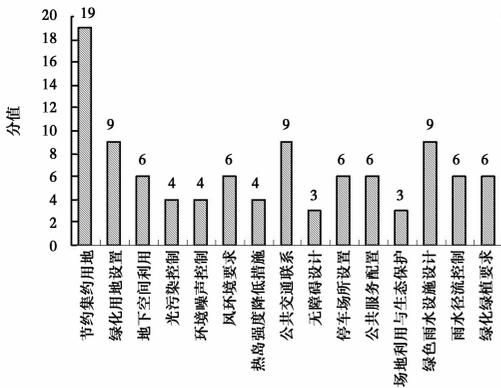


图 1 节地与室外环境得分柱状图

Fig. 1 Score histogram of land-saving and outdoor environment

2.1.2 节能与能源利用 该指标的设置目的是促进建筑向更节约、更高效的能源利用方向发展。一共设置 20 项条款,其中控制项 4 条、评分项 16 条,主要涉及暖通、建筑、电气 3 个专业,以暖通专业涉及条款最多,为 10 条,条款工作集中在初步设计和施工图设计阶段,在初步设计时需要建立建筑模型进行能耗模拟,优化建筑节能方案^[13]。其评价条款具体得分情况如图 2 所示,其中围护结构热工性能、系统选择与优化、可再生能源利用 3 个条款分值最高,为 10 分,其他条款分值分布相对平均。具体实现措施包括:较现有国家节能标准将围护结构保温

性能提高 5%~10%;供暖、通风与空调系统进行合理选择与优化,使能耗降低 5%~15%;根据当地气候特点及建筑需求,合理地利用可再生能源进行发电、提供生活热水或作为空调系统的冷热源。本项评价指标主要要求相关专业在设计时考虑优化建筑整体热工性能、降低采暖空调能耗、高效照明、电气节能及能源综合利用等措施。

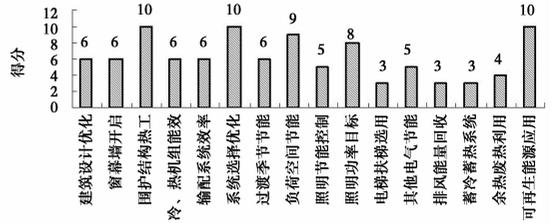


图 2 节能与能源利用得分柱状图

Fig. 2 Score histogram of energy saving and energy utilization

2.1.3 节水与水资源利用 该指标的目的在于提高用水效率,减少水资源浪费。一共设置 15 项条款,其中,设计阶段不参评 1 条、控制项 3 条、评分项 11 条,主要涉及给排水和暖通 2 个专业,以给排水专业涉及条款最多,为 11 条,条款工作集中在初步设计和施工图设计阶段,以主动技术居多。其评价条款具体得分情况如图 3 所示,其中非传统水资源利用率分值最高,为 15 分,其次是日均用水量、卫生器具用水效率等级、节水灌溉技术及冷却水技术各占 10 分。本项评价指标主要通过在水给排水设计上采用节水技术措施,如:利用非传统水源进行室内冲厕、灌溉、洗车、道路浇洒以及空调冷却水补水;通过选取优质管材、密闭性好的阀门等措施防止水的渗漏;选用节水效率达到三级以上的节水型器具;选取适合当地气候的乡土植物^[14]等方法,来实现绿色建筑评价的要求。

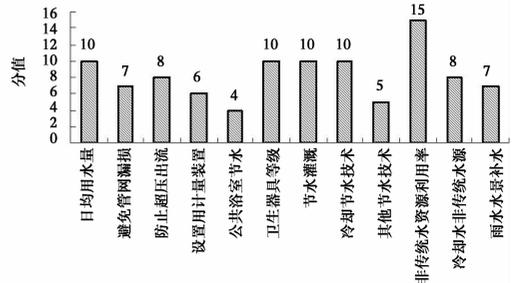


图 3 节水与水资源利用得分柱状图

Fig. 3 Score histogram of water saving and water resource utilization

2.1.4 节材与材料资源利用 该指标的目的在于提高材料利用率,降低建筑对材料的消耗。一共设置17项条款,其中设计阶段不参评3条、控制项3条、评分项11条,主要涉及结构和建筑2个专业,以结构专业涉及条款最多,为8条,条款工作集中在初步设计和施工图设计阶段。其评价条款具体得分情况如图4所示,其中土建装修一体化、选用本地建筑材料、采用预拌混凝土、采用高强度建筑材料,采用可循环再利用材料这几项评分条款分值最高,均为10分,其他选项分值分布平均。具体技术措施包括:在进行方案设计时将室内装修方案一同考虑,完成一体化设计;尽量选用距施工现场500 km以内的建筑材料;选用距离工地距离较近的预拌砂浆与预拌混凝土,尽量减少现场湿作业;在结构选型时混凝土结构选用400 MPa以上的受力钢筋或C50以上的混凝土,钢结构建筑则要选用至少50% Q345以上的高强度钢筋。本项评价指标主要要求设计人员通过建筑形体设计、循环利用材料、增强建材的耐久性等措施来达到评价要求,结构及建筑专业需要在方案设计时精心考虑建筑体型,并合理选择结构形式及材料来实现绿色建筑对节材的要求。

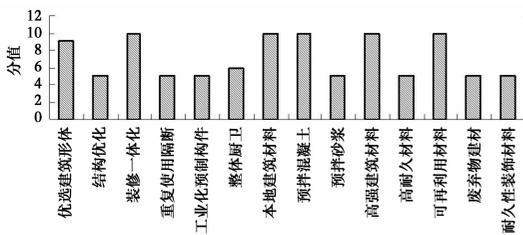


图4 节材与材料资源利用得分柱状图

Fig. 4 Score histogram of material-saving and the utilization of material resource utilization

2.1.5 室内环境质量 健康舒适的室内环境品质,是工作生活的重要保障^[15],此类指标的目的在于通过控制室内物理环境质量,以达到创造舒适、健康的室内环境的目的。指标一共设置20项条款,其中设计阶段不参评1条、控制项7条、评分项12条,主要涉及暖通和建筑2个专业,以建筑专业涉及条款最多,为12条,条款工作主要集中在初步设计和施工图设计阶段。其评价条款具体得分情况如图5所示,其中,分值最高的是改善自然采光、自然通风和采用可调节遮阳措施,得分分别为14分、13分和12分;其次是隔声性能、空调末端独立调节以及室内空气质量监控,其他评分项分值较为平均。具体技术措施

包括:通过采光设计提高满足室内采光系数要求的地上、地下建筑面积,并避免产生眩光;透明围护结构部分应采用可调节遮阳措施,面积比例不低于25%;通过优化平面布局和构造措施提高居住建筑和公共建筑的通风效果。本项评价指标要求设计时重点考虑控制室内的热湿环境、声环境、光环境及空气质量,建筑及暖通专业设计人员在技术方案设计时应加强对室内物理环境质量的控制。

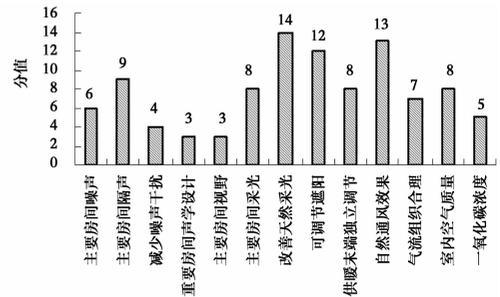


图5 室内环境质量得分柱状图

Fig. 5 Score histogram of Indoor environment quality

2.1.6 施工管理 建筑施工是将方案落实为绿色建筑的重要过程,在这一过程中各方人员都应对设计文件中的绿色建筑的重点内容进行深入理解与把握,设置施工管理这一类指标的目的在于保障绿色建筑的实施,完善施工过程中的组织与管理。施工管理指标一共设置17项条款,其中控制项4条、评分项13条,其评价条款具体得分情况如图6所示,其中分值最高的是土建装修一体化,分值为14分,该条款在节材指标中也有要求,其次是施工过程中减少废弃物、采用工具化定型模板,得分均为10分,其他评分项分值较为平均。在方案设计时要注意这些条款,充分考虑到施工时的需求,避免设计施工脱节影响绿色建筑的实施效果。

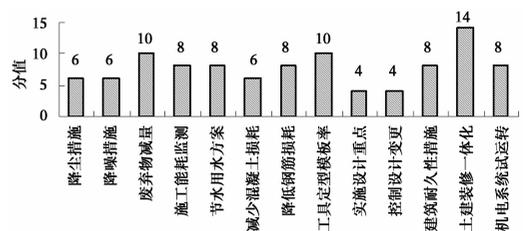


图6 施工管理得分柱状图

Fig. 6 Score histogram of Construction management

2.1.7 运营管理 绿色建筑的效果最终会在运营管理的过程中得到体现,设计人员应该对运营管理的评价要求有所理解,才能更好的完成绿色建筑的

方案设计。运营管理指标一共设置 18 项条款,其中控制项 5 条、评分项 13 条,其评价条款具体得分情况如图 7 所示,其中分值最高的是智能化系统的运行效果,分值为 12 分,这就要求在设计过程中对智能化控制系统进行优化,使其运行能够满足绿色建筑要求,其次是物业管理的体系认证、公共服务设施定期优化、垃圾分类收集处理,得分均为 10 分,其他评分项分值较为平均。在方案设计时要注意这些条款,考虑运营管理时的实际需求,针对相应条款进行优化,更好的实现绿色建筑的目标。

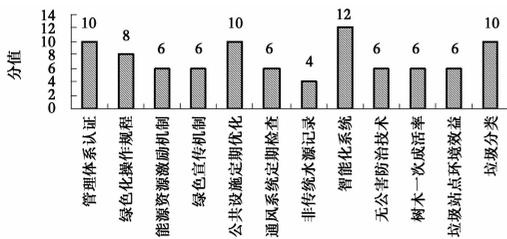


图 7 运营管理得分柱状图

Fig. 7 Score histogram of Operation management

2.1.8 提高与创新 提高与创新是为了鼓励在满足前面条款的基础上,对绿色建筑的性能进行进一步的提升而设置的条款。分为 2 部分,一部分是对前面已有的条款指标进行性能提升,侧重于“提高”;另一部分是鼓励采用新的技术手段来实现绿色建筑的目标,侧重“创新”。本类指标进行评价时采用实际得分制,满足条件即可得分,没有权重系数,直接在总得分上进行附加,是得分效率最高的,同时也是较难实现的条款。在进行绿色建筑设计时要根据建筑的特点和当地的气候条件进行相应的提高与创新,推动绿色建筑向更高水平发展。

2.2 新版《绿色建筑评价标准》的条款设置特点分析

2.2.1 按照专业参与度进行划分 参与绿色建筑设计阶段工作的主要有规划、景观、建筑、室内、结构、建筑电气、给水排水、暖通空调等 8 个专业,每个专业都有主要负责的条款,负责的条款数量不同,其参与度也有所不同。如图 8 所示,通过对 2014 版标准中的条款数量进行统计,发现建筑专业负责条款数量最多,为 20 条,参与度最高;其次是暖通空调和规划专业各 15 条,给排水专业 12 条。这主要是 2014 版标准注重绿色建筑的环境品质,因此强化了与室内外环境直接相关专业的参与度,在绿色建筑设计过程中需根据这些要求安排合理的人员分配。

2.2.2 按照主被动技术措施划分 通过统计新评

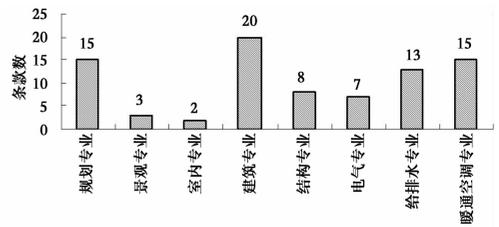


图 8 不同专业条款数量分布柱状图

Fig. 8 Histogram of the distribution of different professional terms

价标准评分条款中涉及主动建筑技术措施和被动建筑技术措施的条款可以发现,涉及主动技术的条款 40 条,涉及被动技术的条款 47 条,被动措施比主动措施多 17.5%。被动建筑措施是主动措施的基础,被动措施设计相对合理会使后期的主动措施更加有效。被动措施主要涉及场地规划、建筑设计、结构设计、景观设计等专业,在设计时要考虑科学的建筑平、立、剖面布局及组合形式,充分利用自然采光、自然通风等被动技术降低能源消耗^[6];主动措施则主要涉及给水排水和暖通空调专业,主要考虑通过采用高效设备实现建筑的能源节约,降低资源消耗。主、被动技术相结合的系统方案可大幅降低建筑的能源消耗^[7],因此,在设计过程中主、被动技术都应引起重视,设计人员应遵循“被动优先、主动优化”的设计原则。

2.3 新版《绿色建筑评价标准》各专业得分分析

对公共建筑和居住建筑涉及到的 8 个设计专业条款进行统计,用得分与该条款指标权重系数求积,再求和,得到不同专业的相关得分,发现得分情况如图 9 所示,各专业得分中,建筑专业的得分最高,其中公共建筑得 33.6 分、居住建筑得 31.26 分,其次是给水排水、暖通、规划,然后是结构、景观、室内设计专业。居住建筑和公共建筑在不同专业的得分上区分度不大,由此可见,无论是公共建筑还是居住建筑,建筑设计专业是绿色建筑设计的核心,应加强建筑专业人员的绿色建筑知识储备,强化其主导作用。

2.4 不同专业的联系与相关性分析

在绿色建筑设计过程中通常由一个专业主导相关条款的工作,其他专业进行配合辅助,通过统计不同专业的主导条款数量和其他专业配合完成的条款数量,如图 10 所示,可以发现不同专业间的联系和相关性。以规划和建筑专业为例,从图中可以看出,规划专业主导条款为 15 条、需要建筑专业配合完成

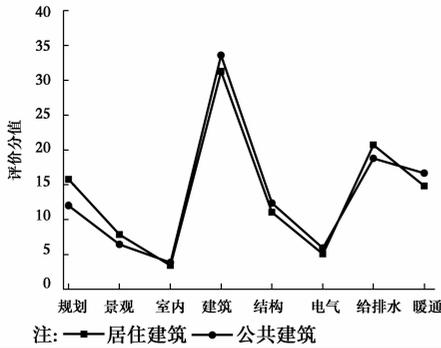


图 9 不同专业评价得分分布曲线

Fig. 9 Score distribution curve of different professional evaluations

7 条、景观专业配合完成 6 条,可见规划与建筑、景观专业的联系较为密切,与其他专业联系较弱;建筑专业主导条款 23 条,需要与暖通专业配合完成 6 条、结构专业 4 条、规划专业 2 条、电气专业 2 条,建筑专业与暖通专业相关性最高,其次是结构、规划、电气,这也充分体现出绿色建筑对于节能和节材的要求。在绿色建筑设计过程需要根据配合情况,分析不同专业的相关性,对不同专业的协作方式和方

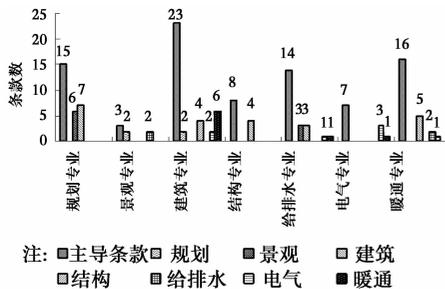


图 10 不同设计专业协同合作条款数量分布柱状图

Fig. 10 Histogram of different professional cooperation terms

2.5 不同设计阶段各专业申报文件分析

绿色建筑设计及申报过程中涉及到说明书、图纸、计算书等不同设计文件,这些文件总量约为 100 项,每项文件均会涉及到不同专业和不同的设计阶段,通过这些文件对进行数据统计,绘制不同专业在不同设计阶段的文件量曲线,如图 11 所示,可以分析出不同专业在绿色建筑过程中相应的工作重点和切入时机。从图中可以看出,绿色建筑设计与传统设计的流程有所不同,各专业在设计的前期阶段工作就已经开始,8 个专业均有相应的工作需要从前期阶段开始介入,并随着设计工作的深入逐步进入到方案设计、初步设计,直至施工图完成。总体

来说,建筑专业在前期阶段负责方案的被动技术设计,而后期阶段负责配合其他专业完成主动技术的优化,因此,工作总量远高于其他专业,每个阶段都要参与 40 条以上的文件;而其他专业的工作分布都有各自的特点,规划专业的工作是负责场地规划和总图设计,工作集中在在设计前期和方案设计阶段,随着设计工作向施工图深入,其工作量急剧减少;而暖通、电气专业主要负责系统设计、设备选取等主动技术,前期设计阶段工作量较少,随着设计的深入,工作内容持续增加;景观、给排水专业在前期及方案阶段会涉及到场地排水设计的问题,工作内容略多于初步设计及施工图阶段,不同专业在不同设计阶段的工作重点有所不同,在绿色建筑的过程中需要根据这些特点和规律加以应用,获取切实可行的设计对策。

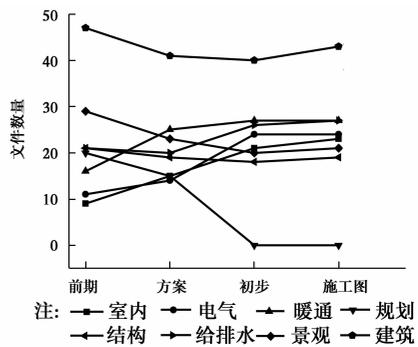


图 11 不同设计阶段各专业文件数量分布曲线

Fig. 11 Number distribution curve of professional documents in different design stages

3 绿色建筑设计的对策分析

通过对 2014 版标准的分析可以看出,绿色建筑在设计过程中涉及不同专业,内容繁杂,只有厘清 2014 版标准的评价条款,对其指标体系、等级划分及得分要素等特点进行深入剖析,才能掌握绿色建筑设计的核心内容,更好地完成绿色建筑的设计工作。总体来说,进行绿色建筑时的具体对策应遵循如下原则:

1) 进行绿色建筑时,不能再遵循传统建筑设计各专业按部就班线性介入的工作流程,在设计正式开始前,就应成立设计项目组,各专业人员进入并全程跟进项目,分阶段提出优化设计策略,供团队权衡判断,最终获得最优的绿色建筑方案。

2) 在绿色建筑的设计前期阶段,规划和建筑专业与建设方的沟通应加强,了解建设方对于项目绿

色化的目标和要求。进行方案探讨时着重考虑建筑的平面布局、景观绿化、竖向设计等外部环境的绿色设计策略;其他专业,如结构、给水排水、电气等,需进行一些前期干预,及时修正设计前期不利于实现绿色建筑目标的因素,为规划、建筑等前期工作较多的专业提供技术支持。

3)在方案设计阶段,建筑专业与结构、电气、暖通、给排水等专业加强沟通,共同推进绿色建筑的设计。在此阶段需要结合场地特点及周边环境重点完成建筑的自然采光、自然通风、太阳能利用等被动技术方案,为后期主动技术的更好实施奠定基础。

4)在初步设计阶段,结构及暖通、电气等设备专业的工作开始强化,建筑专业需结合其他专业的技术要求,通过计算机模拟分析,进一步完善优化建筑方案。此阶段要求确定建筑的开窗、遮阳等较为细节的技术方案,并开始进行采暖、空调、照明等主动措施的绿色技术方案设计。

5)在施工图设计阶段,各专业对前一阶段的主、被动技术方案进行进一步深化,完善各项绿色建筑技术措施,编制各专业图纸及技术说明,对照2014版标准评价条款进行严格审查,确保前期的绿色设计目标已全部完成并落实到施工图文件中,保障绿色建筑方案的顺利实施。

6)各专业设计人员在每一设计阶段的初期和末期,必须及时召开工作会议,总结前一阶段的工作成果,整理设计过程中出现的问题,商讨下一阶段的进程及解决方案,保证前后工作的顺畅衔接,最终确保绿色建筑设计目标得以贯彻实施。

4 结 论

通过对新版《绿色建筑评价标准》的分析研究可以发现,绿色建筑最终目标是实现资源、环境的综合效益,这个目标的实现,要求不同专业的设计人员,根据绿色建筑的特点,遵循相应的设计原则通力协作。只有真正了解新评价标准的内涵,在实践中运用合理的设计对策,才能完成优秀的绿色建筑方案,实现绿色建筑的预期目标,推动绿色建筑事业的发展。

参考文献:

- [1] 中国建筑材料科学研究院. 绿色建材与建材绿色化[M]. 北京:化学工业出版社,2003.
- [2] 李涛,刘丛红. 建立以性能为导向的中国绿色建筑评价体系[J]. 建筑学报,2012(Sup2):182-185.
- LI T, LIU C H. Establishing a performance-oriented Chinese green building assessment system [J]. Architectural Journal, 2012 (Sup2): 182-185. (in Chinese)
- [3] KÖNIGA H, CRISTOFARO M L D. Add to selected records benchmarks for life cycle costs and life cycle assessment of residential buildings [J]. Building Research & Information, 2012, 40(5):1-23.
- [4] TISAK D. LEED as a business model of sustainability commitment [J]. Strategic Planning for Energy & the Environment, 2015,34(4):10-57.
- [5] DARUS Z M, HASHIM N A, SALLEH E, et al. Development of rating system for sustainable building in Malaysia [J]. Wseas Transactions on Environment & Development, 2009, 5(3):39-44.
- [6] 叶凌,郑欣欣,丁之茵. 中国以绿色建筑标准提升建筑性能[J]. 建筑科学,2015,31(6):156-162.
- YE L, ZHENG X X, DING Z Y. Improvement of building performance by green building standard in China [J]. Building Science, 2015, 31(6): 156-162. (in Chinese)
- [7] 王瑶瑶,宋永发. 新旧版《绿色建筑评价标准》在公共建筑中的比较分析[J]. 建筑科学,2015,31(8):41-45.
- WANG Y Y, SONG Y F. Application of *Assessment Standard for Green Building (Updated)* in public buildings[J]. Building Science, 2015, 31(8): 41-45. (in Chinese)
- [8] 严芳,王畅. 从建筑设计的基本流程到绿色建筑全流程设计探讨[J]. 住宅科技,2012(2):41-44.
- YAN F, WANG C. Exploration from basic flow of architectural design to whole-process flow design of green architecture[J]. Housing Science, 2012(2):41-44. (in Chinese)
- [9] 刘凯英,田慧峰. 基于《绿色建筑评价标准》的绿色建筑设计流程优化[J]. 施工技术,2014,43(4):60-62.
- LIU K Y, TIAN H F. Optimization of green building design process on the basis of *Evaluation Standard for Green Building* [J]. Construction Technology, 2014, 43(4):60-62. (in Chinese)
- [10] 王益. 绿色建筑的绿色性与设计流程[J]. 工程与建设, 2010,24(6):756-758.
- WANG Y. Green building green features and the design process [J]. Engineering and Construction, 2010, 24(6):756-758. (in Chinese)
- [11] YE L, CHENG Z J, WANG Q Q, et al. Developments

- of green building standards in China [J]. *Renewable Energy*, 2014, 73: 115-122.
- [12] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 绿色建筑评价标准:GB/T 50378—2014 [S]. 北京:中国建筑工业出版社,2014.
- Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China. Assessment standard for green building: GB/T 50378-2014 [S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2014. (in Chinese)
- [13] ABAZA M. High performance buildings using whole building integrated design approach [J]. *Strategic Planning for Energy and the Environment*, 2012, 31(4): 19-34.
- [14] 薛明,蔡昭雄,沈晓东,等. 后勤工程学院绿色建筑水资源综合利用系统设计实践[J]. *土木建筑与环境工程*, 2014, 36(Sup1):12-15.
- XUE M, CAI C X, SHEN X D, et al. Water resources comprehensive utilization system design of green building: green building demonstration project of Logistical Engineering University of PLA [J]. *Journal of Civil, Architectural & Environmental Engineering*, 2014, 36(Sup1): 12-15. (in Chinese)
- [15] NCUBE M, RIFFAT S. Developing an indoor environment quality tool for assessment of mechanically ventilated office buildings in the UK-A preliminary study [J]. *Building and Environment*, 2012, 53(5): 26-33.
- [16] 彭瑗. 绿色发展理念在建筑设计和城市规划中的具象化[J]. *四川建筑科学研究*, 2015, 41(2):212-214.
- PENG Y. Green development concept symbolization in architectural design and urban planning [J]. *Sichuan Building Science*, 2015, 41(2): 212-214. (in Chinese)
- [17] PANA O M J N O, GONÇALVES H J P. Solar XXI building: Proof of concept or a concept to be proved? [J]. *Renewable Energy*, 2011, 36(10): 2703-2710.

(编辑 胡英奎)