DOI: 10.3724/SP.J.1224.2019.00049

工 程 管 理

建筑领域国家标准设计信息系统的构建模式与意义

王建武[1]，陈 伟[2]

(1. 中国建设科技集团股份有限公司，北京 100120；
2. 人民卫生出版社有限公司，北京 100021)

摘 要: 国家标准设计信息系统以用户需求为导向，以设计决策辅助功能为核心，以推动建筑领域标准化工作的深度与广度为目标，主要包括标准化信息数据库、设计决策支持系统、协同对接管理系统、质量控制与情报检索系统四部分。在建筑领域中创立国家标准设计信息系统，可以提高标准化工作的精准性、自洽性、实时性，更有效地推进建筑设计标准化和本土化的有机结合，同时也可以促进建筑学科与大数据、云计算、人工智能等前沿技术的学科交叉。

关键词: 建筑学；标准设计；信息系统；决策支持系统

中图分类号: F42 **文献标识码**: A **文章编号**: 1674-4969(2019)01-0049-08

建筑学主张根据每个项目的功能需求、环境背景、美学倾向、文化脉络、社会影响等因素，量体裁衣式地制定个性化技术解决方案，强调多维度影响因素归纳分析与设计结果之间的逻辑性。

标准化是现代科学技术进步的内在趋势，建立适用于建筑学领域的国家标准设计信息系统(National Design Standardization Information System，NDSIS)，即根据每个工程项目的个体特征量身定制标准设计信息系统，不是如字面上所显示的为每个项目单独创制规范、标准或系统，而是根据项目的规划条件、业主需求、政策导向、设计内容与技术选择差异，对标准化信息进行适应性判别与大数据分析，提升类型学亚群分类的能力。系统根据使用主体与目标的不同，提供个性化、差异化的逻辑构架与内容，强调信息的有效性与及时性，过滤无关信息，为工程的立项、设计、审查、施工、监督管理等相关工作提供辅助。

1 研究背景

1.1 创立国家建筑标准设计信息系统的契机

近年来，国家对标准化工作十分重视，2016 年习近平在致第 39 届国际标准化组织大会的贺信中指出，“标准是人类文明进步的成果。从中国古代的车同轨、书同文，到现代工业规模化生产，都是标准化的生动实践。中国将积极实施标准化战略，以标准助力创新发展、协调发展、绿色发展、开放发展、共享发展。”首先，伴随国家工程设计标准化工作的深入，信息数

收稿日期: 2018–06–02; 修回日期: 2019–01–14
基金项目: 国家重点研发计划课题(2017YFC0702405)
作者简介: 王建武(1980–)，男，硕士，高级工程师，主要从事工程标准化研究。E-mail: 13681203801@126.com
陈 伟(1985–)，女，本科，策划编辑，主要从事选题策化与图书出版工作。E-mail: 13811148178@139.com

据量日趋庞大，国标电子书库或国家工程建设标准体系平台仅支持线上检索功能，信息读取方式基本是实体内容的“影印版”，对特定项目设计的指导辅助功能有限，其基本逻辑构架见图 1(a)。以此为契机，创新平台系统构架，将检索功能升级为辅助设计功能，将实现能够适应个体项目，具有针对性、信息收集反馈功能的标准化系统。其次，大数据分析工具以及云平台、数据挖掘技术的出现，使得建立精准化个体导向的信息系统成为可能。最后，我国大多数工程依赖标准化设计的程度远高于西方国家，因此将标准化工作向纵深方向推进具有实际意义，而且与西方国家行业协会主导标准化工作的模式不同，我国标准化工作基本是“行政驱动、政府主导”，因此相关系统的上线可以协助标准化管理部门收集分析基础数据、实时监督，并为政策的制定提供支持。

1.2 国内外相关系统发展概况

“决策支持信息系统”的概念是 20 世纪 70 年代由 MIT 的 Michael S.Scott 和 Peter G.W.Keen 提出的。30 多年以来，该技术与人工神经元网络技术、人工智能技术、网络技术相结合，创新层出不穷，目前主要应用在军事策略分析、工程与企业管理决策、医疗信息管理与辅助诊疗等领域。在建筑设计工程标准化领域，国际上的决策支持系统开发主要分为以下两大研究方向。

1)针对专项规范与标准对设计进行达标检测、审查、管理的判别与支持系统开发。

早期 C.L.Dym[1](1988)开发了一种设计自动检测原型系统，检验医院的建筑消防疏散设计是否符合美国生命安全规范(Life Safety Code)要求。研究基于当时新兴的 CAD 技术平台，将专家支持系统嵌入，其规则处理器程序采用“if/then”逻辑形式。虽然研究涉及的规范内容范围较小，且检测仅针对特定建筑类型，但该研究具有首创性。Delis[2-3](1991)同样针对美国生命安全规范构建消防设计检测系统，其创新点主要在具体算法方面。Avgoustinos 等[4](2009)利用多主体模拟平台研究建筑火灾安全标准问题，疏散模拟系统基于离散式逻辑建构(distributed architecture)，主要包括一系列决策指挥节点(decision nodes)与感应节电(sensor nodes)，可以实时分析多种工况下人员逃生情况，提供最优化的疏散决策支持评价。

Paul Williams[5](1995)以澳大利亚建筑规范(BCA)为对象，研究规范新增条文或变更条文作用效能的评价机制，采用概率与随机理论定量分析规范修改的代价、风险、与收益之间的关系等，并以此为基础建立决策系统框架。Lan Ding 等[6] (2004)以澳大利亚建筑规范(BCA)中的无障碍设计部分 AS1428 为对象，应用 Solibri 模型检查工具(SMC)与 Express 数据处理器(EDM)两种支持系统，对设计进行对比性分析，结果发现后者对模型的处理能力更强，对规范编程的适应性也更好，但不像 SMC 一样可与 CAD 平台直接对接。

Jong Bum Kim[7](2011)将 BIM 参数化技术应用在设计决策支持系统中，主要关注与建筑形态相关的规范与标准。规划管理机关与项目设计单位之间的沟通可以通过本系统实现，既可进行设计合规性检测，也可提供可视化、参数化的规划条件描述，在建筑高度控制、场地布局要求、公共空间形态控制、经济技术指标要求等方面实现规范与设计的交互式研判。

2)近年来关于标准化文本的有效信息提取、分类处理，逻辑建构的专项研究，是决策支持系统发展的关键技术之一。

Zhang[8](2017)比较了规范自动检测系统中，标准条文的两种基本程序构造模式。结果显示，树状程序构造模式比传统逻辑构造方式更加符合系统需求，在可读性与读取速度方面优势明显。

Salama 等[9](2011)利用人工智能中的自然语言处理技术提升了规范标准条文信息的抽取效率与准确性。

国内相关系统研究处于起步阶段，在规范与标准信息决策支持系统方面，国标电子书库或国家工程建设标准体系平台仅支持标准、规范、图集的线上检索功能，信息读取方式基本是实体内容的“影印版”，对特定项目设计的指导辅助功能有限。

2 国家建筑标准设计信息系统的逻辑建构

2.1 NDSIS 的逻辑架构

适用于建筑学领域的国家标准设计信息系统(NDSIS)以用户需求为导向，以设计决策辅助功能为核心，以推动标准化工作深度与广度为目标。系统基本逻辑框架见图 1(b)，主要包括标准化信息数据库、设计决策支持系统、协同对接管理系统、质量控制与情报检索系统四部分。

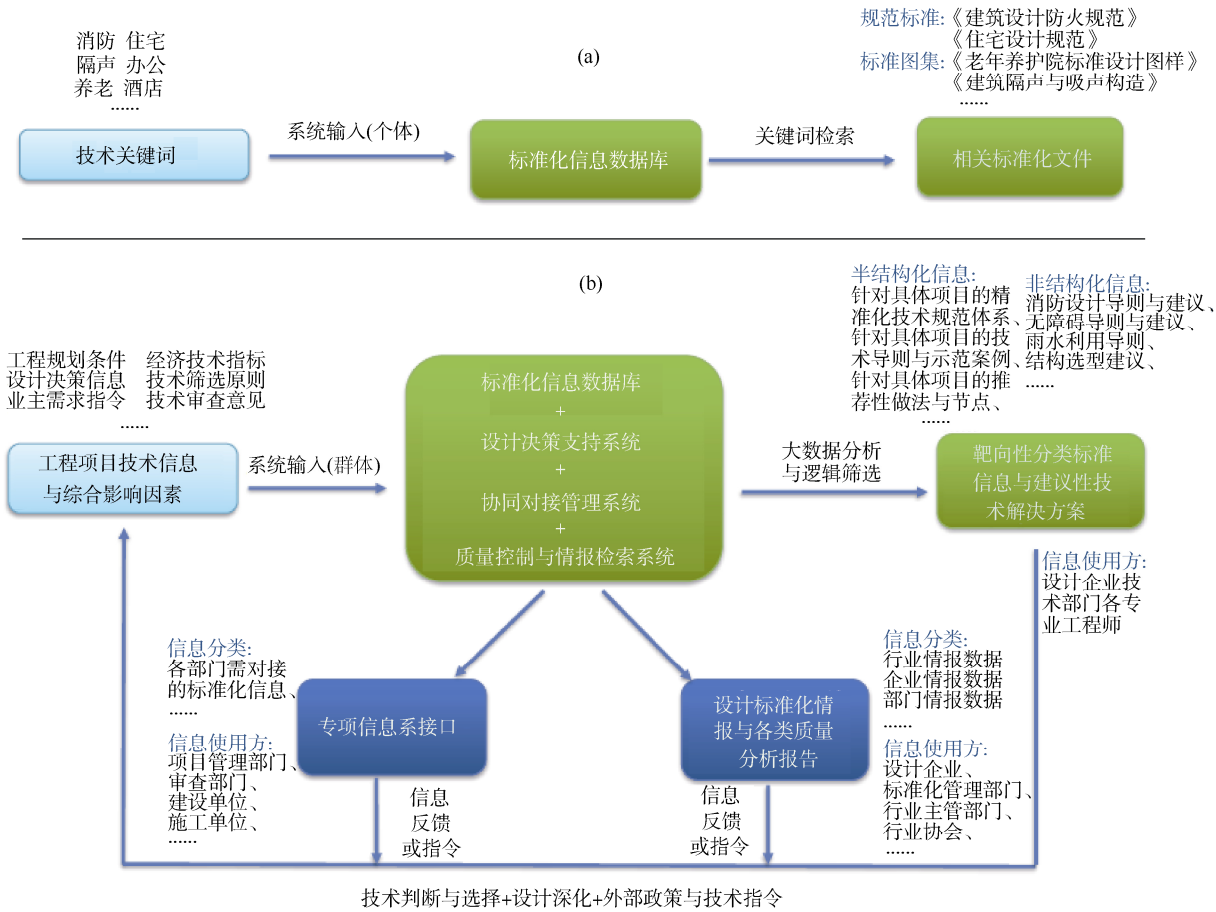

图 1 新旧系统构架对比((a)现行国标电子书库与国家工程建设标准体系平台基本构架;(b)国家标准设计信息系统(NDSIS)基本逻辑构架)

1)标准化信息数据库：包括以下三类数据信息。(1)法规、标准等数据库信息。我国采用“两类”(强制性标准和推荐性标准)“四级”(国家标准、行业标准、地方标准、企业标准)的建筑技术标准体制，而标准图集则采用“两级”(国家、地方标准图集)“四类”(指导性图集、标准配套图集、通用图集、专项图集)框架[10-11]，此外各部委还会针对新出现的工程问题，不定期发布行政性技术文件。而《建筑设计资料集》、《全国民用建筑工程技术措施》等也是标准化工作的有效参考技术

资料。数据库包括以上现行国家、地方、行业工程规范与标准、标准图集、设计资料集的内容，主要是结构化、条文化的数据，信息的属性与标引应满足系统的技术分类要求。(2)工程经验大数据分析、既往技术决策数据研判、产品选择信息等非知识库信息。收集、存储、分析实际工程技术经验与设计决策数据是实现本系统设计辅助功能的重要基础。建筑工程具有复杂性与实践性特征，因此，基于非知识库的大数据分析方法与基于知识库的分析手段应当受到同样的重视。信息常以报表或图形形式存放在数据库中，并增加时间维度来实现数据库的动态连续性。(3)专家知识库。包括那些不能用模型方法描述的与标准化设计相关的专家知识和经验，即专家的决策知识和经验知识，同时也包括一些针对特定问题或领域的专门知识。专家知识库包含事实库和规则库两部分。

2)设计决策支持系统(Design Decision Supporting System，DDSS)：辅助专业设计师通过数据、模型和知识，以人机交互方式进行半结构化或非结构化决策的计算机应用系统。它为设计师提供分析问题、建立模型、模拟决策过程和方案的环境，调用各种信息资源和分析工具，帮助设计师提高决策水平和质量，是标准信息系统的核心子系统与重点发展方向。其主要由模型库、方法库、问题处理系统及人机互动接口部分组成(原理结构见图 2)，并结合数据库运行。

(1)模型库及其管理系统是 DDSS 的核心，模型的建立通常是根据解决问题的要求而定的。目前我国标准化体系正在向国际上通用的“技术法规——技术标准”[12-14]体制改革，因此按照 WTO/TBT 协议原则，模型库可以包括以下六类模型：结构安全模型，消防安全模型，卫生、健康与环境模型，噪声防护模型，节能与绿色建筑模型，施工与使用安全模型等。(2)方法库及其管理系统主要负责存储和管理各种数值方法和非数

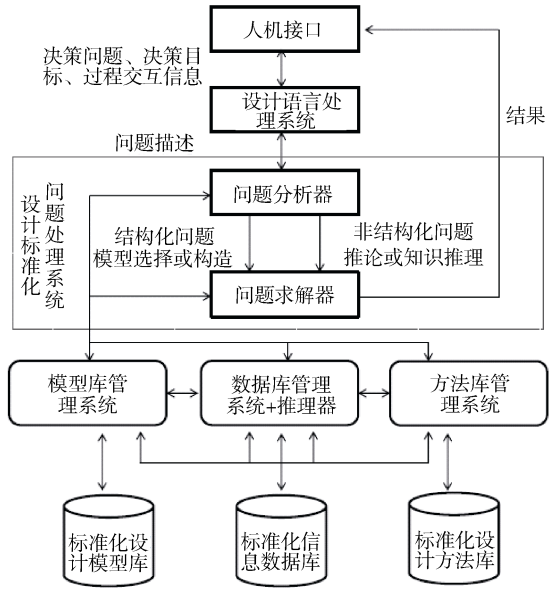

图 2　设计决策支持系统(DDSS)原理结构图

值方法。包括方法的描述、存储、删除等问题。方法库包括基本数学方法(插值法、拟合法等)、统计分析法(回归分析、相关性分析、因子分析等)、优化方法(线性规划法、非线性规划法、动态规划法等)、预测方法(时间序列法等)、计划方法(矩阵运算法、计划评审法等)等几类。(3)设计标准化问题处理系统由分析器与求解器两部分组成。其主要功能一方面是通过交互式信息沟通，分析项目特点与设计师的技术需求；另一方面是利用模型库、数据库、方法库的标准化信息，构造出求解问题的模型与方案，并精准匹配算法、变量与数据等。(4)人机互动接口部分接受设计师用自然语言或图形语言表达的待决策问题及目标，经过设计语言处理系统，通过语法、语义、图形图像识别分析等手段，将其转化为计算机系统语言。

3)协同对接管理系统：主要利用云平台、大数据技术，为项目上下游参与部门与单位提供专项接口，提供其需要的设计标准化信息，协调综合各单位对设计标准的独立要求，负责输入、读取或反馈相关技术信息。建设单位、规划、消防、园林、文物等部门、施工图审查单位可将规划条件、专项技术要求、政策信息、审批要求等标准

化内容输入、传达给设计相关各方，并通过系统监督、审查、协调标准执行情况。设计、施工、监理单位通过系统掌握各部门标准化技术要求，并将标准具体执行情况及时反馈、备案。国内外在设计协同平台的研究与构建方面取得了一定进展[15]，有 Autodesk 公司的 Buzzsaw 系统(已停止业务开发)，Bentley 开发的应用于中国尊项目的 ProjectWise 协同管理平台，理正公司基于互联网+产品与云平台建设的 SaaS 系列软件，金慧 BuildingEasyTM 系统等。笔者建议结合标准化工作特点，建立覆盖全产业链、全流程的协同管理系统。

4)质量控制与情报检索系统：标准化信息情报与质量控制信息采集在各个尺度上均具有现实意义。设计企业可以通过相关数据支持自身的经营决策与人员技术评定，行业主管部门及行业协会可以收集分析相关大数据，对标准化工作的执行做出客观、准确的评价。建设监督管理部门可以及时了解、监督具体项目的实施过程。质量控制与情报检索系统关注行业标准化实施动态，提供部门、企业、区域、行业等不同尺度的情报信息，为政策制定、行业发展规划、标准化推广提供数据支持。

2.2 NDSIS 系统的突出特点

本文所建立的国家标准设计信息系统具有以下三个特点。1)精准化与智能化。设计决策支持系统不再是简单的规范检索引擎，而是通过人机交互方式，全面掌握项目基础信息，并基于同类型项目大数据分析及数据库、专家知识库分析，实现辅助决策功能，对特定项目设计中的技术问题提供精准化的系统解决思路与建议。在设计各阶段，系统既可以回应结构化问题，也可以对半结构化甚至非结构化问题给出解答。表 1 为具体解决方案分类。表 2 以一个严寒地区新建居住建筑项目的屋面构造体系选择为例，说明系统的数据输入(Input)与标准化信息输出(Output & Suggestions)模式。通过关键词与问题描述、相关基本信息录入，系统经过对数据库的筛选、分析、判别，提出对项目屋面体系的设计建议、规范条文与图集做法选择。其中条文与构造做法经过适用性分析，剔除无关或不适用的信息，直接针对特定项目的要求。2)协同性与共享性。系统的参与主体囊括了与项目相关的立项、设计、审查、施工、监督等部门，使得标准化信息的传递与执行协调一致，准确而高效。根据使用主体的不同，信息的筛选具有针对性与实用性。3)开放性。数据库不仅收录标准、规范等信息，而且收集各项目标准化技术数据与解决方案经验、专家知识等，因此系统具有自我学习能力，随着时间的推移与应用项目的增多，可提升自身信息处理能力。

3 系统技术兼容性设想

国家建筑标准设计信息系统的开发必须注意与行业内其他前沿技术体系的兼容性。BIM(Building Information Modeling)技术通过参数模型整合各种项目的相关信息，是实现建筑业精细化、信息化管理的重要工具，本系统若与 BIM 实现对接将具有革新意义，标准化信息平台将从辅助设计角色转化为直接参与设计的技术手段，进一步提升标准化工作的深度与广度。AI(Artificial Intelligence)人工智能致力于构造智能计算机或智能系统，并使它能模拟、延伸、扩展人类智能。AI 符号处理方法、神经元网络连接机制、系统集成的方法均可运用到本平台的决策系统构建中，使得平台的智能化水平与信息处理能力提升到前所未有的高度。EPC(Engineering Procurement Construction)是指公司受业主委托，按照合同约定对工程建设项目的设计、采购、施工、试运行等实行全过程或若干阶段的承包。由于 EPC 强调设计在整个工程建设过程中的主导作用，因此本平台在 EPC 各阶段均有广泛的应用前景。

表 1　国家建筑标准设计信息系统解决方案分类

	宏观系统性决策	中观建筑设计导则	微观节点与产品选择
结构化问题	• 高层商务酒店的建筑专业规范体系是什么？ • 甲类厂房的消防规范体系是什么？ • 现行规范中的强制性条文有哪些？	• 北京市城八区公共建筑墙体局部采用粘土砖是否符合国家、地方性规范？ • 学校建筑各功能房间隔声要求与墙、板、窗等构件隔声标准是什么？ • 建筑防火设计规范中 6.2.5 条的条文说明与解释图示是什么？ • 高层塔楼的消防救援场地设计有什么具体要求？	• 岭南地区的绿化屋面标准构造层次与节点做法？ • 宽度 20 米的洞口是否可选用钢质防火卷帘？ • 高层办公楼采用双层幕墙的构造标准图及相关规范要求？
半结构化问题	• 北京市三环内政府服务建筑应参照绿建一星还是二星标准设计？ • 住宅小区内的无障碍设施有哪些？ • 市级规划展览馆功能布局建议，资料集中有哪些相关设计案例？	• 高层办公楼采用机械排烟还是自然排烟系统？ • 商业建筑内 15X15X9(H)米的中庭消防设计是否需要采用大空间智能化系统？ • 博览建筑的节能计算在什么情况下需要进行热工性能权衡判断？	• 东北严寒地区的地下室可选用几种类型的防水材料，性价比如何？ ·5A 级高档写字楼室内装修有哪些典型做法选择？ 高速双轿厢电梯有哪些品牌，其土建技术参数有哪些异同？ • 人防物资库口部有几种形式，相关技术措施有哪些？
非结构化问题	• 海绵城市理念如何运用在文化产业园区的水系统设计与治理中？ • 住宅小区如希望采用装配式建造方式，应满足哪些条件，与普通建造方式相比有哪些优势与劣势？ 300 间客房，建筑面积 4 万平米的度假型酒店，机电系统一般如何配置？	• 养老社区与普通社区相比有哪些特殊功能需求与配套技术措施及规范要求？ • 商业综合体中的电影院有哪些技术要求，以往项目中，其影厅规模如何配置？ • 超高层避难层与消防疏散应注意哪些技术问题？ • 异型大跨屋面采用哪种屋面系统比较好？	• 北京地区经济适用住宅的非承重外墙建议选用哪种墙体材料与构造方式？ 6m 超高隔墙采用什么构造体系与技术措施保证其安全性？ • 清水混凝土外墙如何处理保温层构造？

表 2　NDSIS 系统应用示例：屋面构造做法的选择

信息属性分类 (Property)	具体信息输入 (Input)	标准要求与建议做法 (Output & Suggestions)
关键词与问题描述	**屋面构造做法建议**	**屋面构造做法建议**
建筑类别	多层居住建筑	**1．建议构造体系：** ①构造体系：坡屋面；倒置式屋面； ②屋面防水等级：一级或二级；自粘性防水卷材； ③保温材料选择建议：挤塑聚苯板(EPS)或玻璃棉纤维 **2．相关规范与标准条文摘录** ①《屋面工程技术规范》GB 50345-2012；(…4.2.7，4.2.9…) ②《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ26-2010(…4.2.2-2，4.2.2-5…)； ③《倒置式屋面工程技术规程》JGJ230-2010(…4.3.3，4.3.7…) ④《种植屋面工程技术规程》JGJ155-2013(…4.1.7，4.2.3…) …… **3．标准图集做法与构造层次** ①06J204：屋面节能建筑构造(…10/Ⅱ8，10/Ⅱ12…) ②17CJ36-1：屋面防水系统建筑构造(一) (…14/C1，15/C3…) ③09J202-1：坡屋面建筑构造(一)(…K4/ka8，K5/ka13…) ④12J201：平屋面建筑构造 (…C2/C2，C2/C4…) ……
气候分区	严寒地区(IB)	
耐火等级	二级	
建造形式(新建/改造)	新建	
成本控制	施工成本与造价适中	
绿色建筑要求	无要求(—)	
是否有特殊要求或材料指定(例如是否要求绿化屋面、是否指定防水或保温材料)	无要求(—)	

4 结语与展望

4.1 创立系统的战略意义

本系统是国标电子书库与国家工程建设标准体系的升级版平台，一方面整合了现有各类标准化信息，另一方面，在设计工作中，实现了根据具体项目特点，筛选并获取精确标准信息的目的，提升了现有平台的实用性与便捷性。创建本系统的战略意义包括以下几方面。

1)我国幅员辽阔，工程设计具有显著的地理差异性，本标准设计信息系统具有个体适应性与灵活性，可以通过标准化方式实现本土化、地方化的设计需求。

2)提高标准化工作的精准性、自洽性、实时性。(1)系统降低了标准化信息检索成本，并为设计工作提供精准数据支持；(2)标准体系的复杂性与较高的发布、修订频率决定了体系中难免存在信息不一致甚至矛盾的情况，本平台具有信息集成、决策分析、权重判定等数据处理能力，可以及时发现、反馈、修正错误，在标准体系内部起到协同检查作用；(3)系统从管理者导向转为使用者导向，在一线设计工作与标准化体系之间建立良性互动渠道，使得政府新政策、行业新工艺、新方法能够较快地进入执行层面。

3)简政放权是近年来国家的基本国策之一，不少地方在优化项目行政、技术审批流程，并推进“互联网+”技术的应用，例如北京市正在推行的施工图多审合一改革(北京市规划国土发(2018)69、83号文)，本平台承载的设计信息以个体项目为基本构成单位，可以在立项、设计、审批、施工、验收、投产、监督检查全流程发挥作用，为各部门提供靶向性信息，成为设计质量控制与情报检索的有效途径。

4.2 贡献与展望

适用于建筑学领域的国家标准设计信息系统的建立是目前标准化工作的迫切需要，也是建筑设计领域的技术发展方向之一。其服务对象目前主要面对民用及工业建筑中展现城市普通面貌的、非创作性的大量建筑类型，如住宅、商业、厂房等。我国的工程设计正在从规模化粗糙管理转向精准化标准管理，本系统将有效推动工程设计质量与管理质量的提升。

系统在普通房屋建筑工程领域中建立完善后，如经过实践检验有效，可适时推广到其他工程建设中，包括机场、体育场馆等复杂类型公共建筑、道桥、轨道交通、市政管网、园林等工程领域。

与现有平台比较，系统的突出特点是具有信息采集与智能学习功能，因此未来可能广泛应用于国家标准化管理大数据采集与相关舆情分析，成为推进国家标准化工作的有力技术工具之一。

参考文献

[1] Dym C L, Henchey R P, Delis E A, et al. A knowledge-based system for automated architectural code checking[J]. Computer-aided Design, 1988, 20(3): 137- 145.

[2] Efthymios A D, Alex D. Algorithmic Support for Intelligent Fire-code Checking[C]. Roc. of the 1991 IEEE Int. Conf. on Tools for AI San Jose, CA-NOV. 1991.

[3] Efthymios A D, Alex D. Automatic fire-code checking using expert system technology[J]. J Comput Civil Eng, 1995, 9(4): 141.

[4] Filippoupolitis A, Gelenbe E. A Distributed Decision Support System for Building Evacuation[C]. Catania, Italy, May 21-23, 2009: 323-330.

[5] Williams P. A regulation evaluation system：a decision support system for the Building Code of Australia[J]. Construction Management and Economics, 1995 (13): 197-208.

[6] Ding L, Drogemuller R, Jupp J. Automated code checking[C]. CRC for Construction Innovation, Clients Driving Innovation International Conference, 25-27 October 2004, Surfers Paradise, Australia.

[7] Jong Bum Kim, Mark J Clayton, Wei Yan. Parametric Form-Based Codes: Incorporation of land-use regulations into Building Information Models[J]. ACADIA Regional 2011: Parametricism: (SPC): 217-223.

[8] Zhang Jiansong. A logic-based representation and tree-based visualization method for building regulatory requirements[J]. Visualization in Engineering, 2017(5): 2.

[9] Salama D M, El-Gohary N M. Semantic modeling for automated compliance checking[J]. Computing in Civil Engineering, 2011, 20(3): 641-648.

[10] 住房与城乡建设部. 中国工程建设标准化发展研究报告[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013.

[11] 马先海. 地方工程建设标准化管理工作的探索与实践[C]. 第 12 届中国标准化论坛论文集, 杭州, 2015: 1533-1537.

[12] 邵卓民, 钱力航, 沈世杰, 等. 国外建筑技术法规与技术标准体制的研究[J]. 工程勘察, 2004, 1: 7-10.

[13] Hashem G, Tann J. The adoption of ISO 9000 standards within the Egyptian context: A diffusion of innovation approach[J]. Total Qual Manag Bus, 2007, 18(6): 631-652.

[14] Chini A R, Valdez H E. ISO 9000 and the U.S. construction industry[J]. J manage Eng, 2003, 19(2): 69-77.

[15] Bilge E, Chimay J A, Dino B, et al. Collaboration environments for construction: implementation case studies[J]. J manage Eng, 2008, 24(4): 234-244.

On the National Design Standardization Information System in the Building Industry

Wang Jianwu[1], Chen Wei[2]

(1. *China Construction Technology Consulting Co. Ltd*., *Beijing* 100120, *China*;
2. *People's Medical Publishing House Co. Ltd*., *Beijing* 100021, *China*)

Abstract: The national design standardization information system (NDSIS) is guided by users' needs, with design decision supporting as the core function, and aims to promote the depth and breadth of standardization system in the building industry. The system includes four parts: standardized information database, design decision support system, collaborative management system, and quality control and intelligent retrieval system. NDSIS can improve the accuracy, self-consistency, and timeliness of standardization so as to achieve localized design with a standardized approach. In so doing, it can also promote interdisciplinary integration of architecture and other cutting-edge technologies such as cloud computing, big data analytics and AI technology.

Key words: architecture; design standardization; information system; design decision supporting system