

# 可拓集成模式的工程图学试题库组卷方法研究

李瑞森, 张树有, 伊国栋, 谭建荣

(浙江大学机械工程学院, 浙江 杭州 310027)

**摘 要:** 工程图学试题库具有功能需求多样化、专业类别差异化、试题形式图形化等特点, 为了更好地满足工程图学课程考试与评价需求, 提出一种可拓集成模式的工程图学试题库构建与组卷方法。在分析工程图学试题组卷需求的基础上, 规划了工程图学试题库组卷系统体系架构, 构建了可拓展的工程图学试题库, 研究了集成模式的试题库组卷方法, 并开发了相应的工程图学试题库组卷系统。

**关 键 词:** 工程图学; 组卷系统; 可拓题库; 集成模式

中图分类号: TP 391

DOI: 10.11996/JGj.2095-302X.2016060851

文献标识码: A

文 章 编 号: 2095-302X(2016)06-0851-06

## Research on the Test Paper Generating Method of Engineering Graphics Based on the Extension and Integration Mode

Li Ruisen, Zhang Shuyou, Yi Guodong, Tan Jianrong

(College of Mechanical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou Zhejiang 310027, China)

**Abstract:** The engineering graphics test database has the features of diversified functional requirements, different majors and graphical exam content. A test paper generating method of engineering graphics based on the test database was presented to meet the requirement of engineering graphics examination and evaluation. This article established the architecture of test paper generating system, built an extendable test database, researched the test paper generating method of integration mode, and developed an engineering graphics test paper generating system.

**Keywords:** engineering graphics; test paper generating system; extendable test database; integration mode

工程图学是工科院校普遍开设的一门量大面广的基础课程, 对培养学生工程思维、图形思维及进一步学习专业技术知识等具有十分重要的作用。近年来, 许多高校针对工程图学在教学体系、教学内容、教学方法、教学手段等方面都进行了多种改革尝试<sup>[1-5]</sup>, 但工程图学的课程考试仍然是图学课程教学成果检验的必要手段, 因此工程图学试题库建设是图学课程评价体系的重要组成部分<sup>[1-3,5]</sup>。

工程图学题库与其他课题题库相比, 具有如

下特点:

(1) 试题形式图形化。由于工程图学的大部分试题均以图形形式出现, 一般的通用试题库无法满足工程图学的组卷需求<sup>[6-7]</sup>, 同时试题图形信息量大, 试题的属性表达依赖于教师评判, 存在部分主观和局限性。对试题库系统的试题存储管理提出了较高要求。

(2) 题库功能需求多样化。在学校层面, 需要面向教考分离的自动组卷和快速等效组卷; 在教师用户层面, 需要用户主导过程把控的计算机辅

助组卷、便捷的试题查询和统计分析；在教学过程层面：需要根据教学进度快速进行单元测验、阶段测验、期中测验、期末测验等不同范围的试题组卷。对试题库系统的组卷功能完备性提出了较高要求。

(3) 面向专业类别差异化。工程图学在专业上分为机械、土建、水工、其他工科大类等不同分支。各高校由于采取多种教学改革模式，工程图学的教学计划、教学内容、教学要求均不相同，这导致各高校对于工程图学的试卷内容需求存在较大差异。

目前，各高校一般是根据实际情况分别开发专用的试题库组卷系统进行自动组卷，或者利用现有的工具软件进行人工组卷，缺乏能广泛适用

于大多数高校的试题库组卷系统。因此，开发一套具有以下特点的工程图学试题库组卷系统变得十分必要：试题与试卷的表达分析内容符合用户学校的课程专业实际情况，试题的组卷过程体现用户的选题组卷意图，试题组卷结果满足工程图学的教学考察要求<sup>[8]</sup>。

## 1 试题库组卷系统体系结构

在研究当前工程图学试题库系统技术的基础上<sup>[9]</sup>，以提升试题库系统自适应性能，扩大试题库系统应用范围为目标，考虑试题库自动组卷与人工组卷的协同情况<sup>[10]</sup>，提出一种可拓集成模式的工程图学试题库组卷系统构建方法。系统的主要组成结构如图 1 所示。

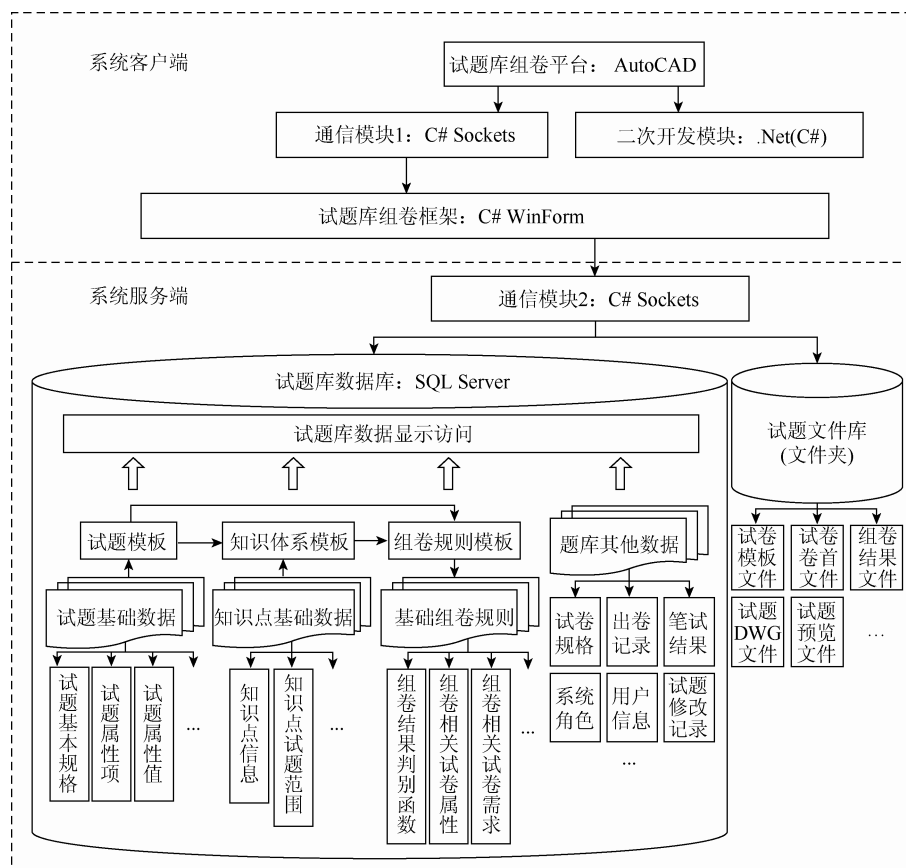


图 1 试题库组卷系统组成

试题库组卷系统分为客户端和服务端两部分。

客户端部分主要由试题库组卷平台、试题库组卷框架及其中间通信模块构成。试题库组卷平台即 AutoCAD，利用 AutoCAD 的 .Net API(C#) 进行二次开发，用于试题库试题的绘制、排版、打印等工作。试题库组卷框架采用 C# 语言编写，承担试题数据的管理、筛选搜索、组卷等功能的具

体实现。组卷框架与 AutoCAD 二次开发模块均由同一语言编写，可以方便地实现组卷框架与 AutoCAD 软件之间的数据通信。

服务端部分主要由可拓试题数据库、试题文件库及通信模块组成。可拓试题数据库针对试题库中的多元变化数据(试题属性、知识体系、组卷规则等)建立 3 层数据结构，通过增加数据库底层

的基础数据量进行试题库的总体数据扩展,增加数据库中间层的模板数据增加试题库的基础数据关联映射模型以满足用户需求的多样性变化,通过数据库顶层的显示层提供对系统客户端的数据访问服务。试题文件库采用文件夹形式构建,存放试题库中的试卷模板、试题、组卷结果等文件数据。通信模块用于实现服务端与客户端之间的数据通信。

当试题库组卷系统的客户端和服务端均安装在同一台计算机上时,试题库组卷系统作为单机程序使用。考虑到组卷单位用户对试题库的数据共享需求,可以专门用一台计算机安装试题库的服务端部分,在其他日常使用的计算机上安装试题库的客户端部分,系统服务端的通信模块增加试题库的用户验证及权限管理功能,以实现组卷单位局域网环境的网络试题库组卷系统。

## 2 工程图学可拓试题库构建方法

试题库建立过程通过各种途径收集工程图学的试题题目,采用统一的试题绘制方法在AutoCAD中绘制试题文件,需要考虑因素包括试题的幅面大小划分、试题的图层设置、试题的字体线型标注样式等。试题文件完成后需确定试题的属性信息,包括试题所属知识点、试题名称、试题类型、试题难度、做题时间、试题区分度等,记录在数据库中。但是普通的题库数据库由数据表格组成,存在表格数据整体性、表格列固定性和表格结构封闭性的特点,记录的试题数据只能表达某一高校单个专业的工程图学课程信息,无法反映各高校千差万别的工程图学课程现状。具体表现为:

(1) 题库的试题属性信息(试题难度、做题时间、试题区分度等)的具体数值受组卷对应的课程教学、专业情况影响,需要根据不同高校不同专业进行动态变化以反映实际情况。

(2) 题库的知识分类体系与高校的工图课程设计密切相关,需要根据不同高校专业进行个性化定制。

(3) 题库的组卷规则是用户组卷意图的体现,考虑到题库的组卷规则与试题属性信息、知识分类体系关联变化,需要能做到规则的动态扩展与修改,以获得最佳的组卷结果。

本文系统考虑采用一种可拓的题库数据信息

组成结构,可以根据用户需求动态拓展试题库顶层显示信息,以实现试题库的试题属性信息可拓、试题库知识分类体系可拓、试题组卷规则可拓。

基本思路是通过将试题库数据进行结构离散化分解并封装基元数据,根据用户需求动态构建试题库基元数据到用户可读信息的关联映射,获得多样的试题库信息表达模型,满足不同需求用户。基元数据表示试题库数据库中可拓的最小数据结构对象,不可再分解。

以试题的属性信息为例说明可拓题库的构建过程:

**步骤1.** 分析试题属性信息结构。试题属性中的试题名称、试题长、试题宽、试题知识点、试题类型等项属于试题的客观信息,不随用户需求变化,统一存储于同个数据表中。得分率、做题时间、备注等项会随不同高校不同专业变化,需作为题库的基元数据进行分解封装。

**步骤2.** 提取步骤1信息结构中的基元数据对象(属性),并建立数据表格进行存储,记为试题属性项表。通过记录各试题属性的具体信息包括属性的名称、数值类型、取值限制等,使组卷系统能正确应用属性进行试题的搜索选题工作。

**步骤3.** 提取步骤1信息结构中的基元数据对象的值,并建立数据表格进行存储,记为试题属性信息表。用于记录各试题的基元数据的具体值,包括试题难度、做题时间等。数据表采用三列结构以实现试题属性的离散化,单个试题对应的基元属性项可具有若干个,且数目不定。

**步骤4.** 提取步骤1信息结构中的客观信息数据(试题名称、幅面、知识点、试题类型等),并建立数据表格进行存储,记为试题信息表。

**步骤5.** 建立步骤2~4中数据表格的关联关系,记为试题属性模板表。用于记录当前组卷环境下试题附带的属性编号信息,试题属性模板编号作为标识列,不同高校不同专业的用户在进行组卷时可以分别设置专用的试题属性模板,以匹配教学要求。

**步骤6.** 以步骤5建立的数据表为入口,实现某一试题模板下的试题属性信息表达模型。具体采用数据库的多表连接方法进行数据表组合连接,形成整合数据视图,数据视图是数据表的结果映射,能随数据表内容实时更新。具体数据视图及操作语句如图2所示。

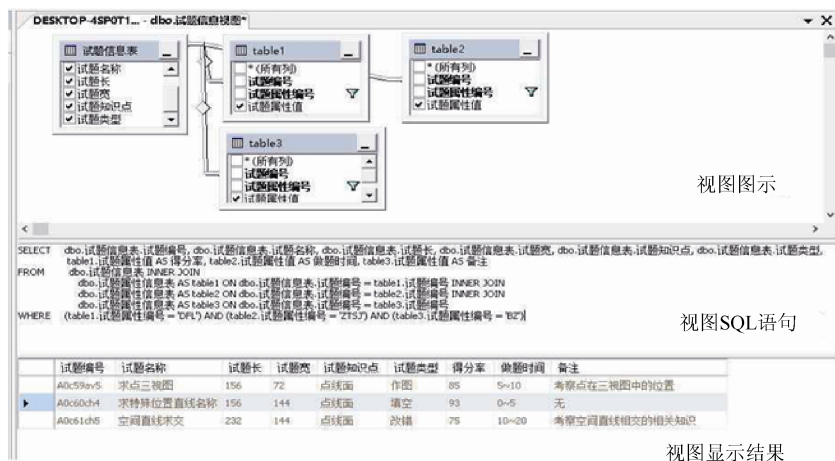


图2 数据视图

由以上步骤可知,可拓化改造后的试题属性数据视图与最初的试题数据表格具有相同的表达结构。通过在步骤 2~5 中的数据表中增添新的属性数据记录并改变步骤 6 中的数据库操作语句,即可获得具有不同数据列的试题属性信息,实现题库在试题属性上的可拓性。通过相同的步骤同理可以实现试题库知识分类体系和组卷规则的可拓性。

可拓的工程图学试题库实现了试题库中题库数据存储结构、题库数据显示结构与题库上层功能的分层隔离,仅需修改题库数据记录即可匹配大部分的用户需求,大大降低了试题库系统在用户多样化需求下的修改成本。

### 3 多集成模式的迭代交互组卷方法

工程图学的自动组卷一般采用基于过程的组卷方式<sup>[7-8]</sup>,从用户输入试卷要求到试卷成卷阶段,数据信息单向传递,缺少阶段性的数据信息反馈途径,组卷结果往往呈现出“结果很符合”与“结果很不符合”的极端二元状态。而用户在对组卷结果进行修正时,由于组卷界面缺乏直观的试卷效果显示,因此试题的修改替换过程通常局限于组卷界面或者需要在组卷界面与 AutoCAD 界面之间来回切换进行。

利用现有工具进行的人工组卷采用基于对象的组卷方式,用户绘制试卷、选择试题、试题排版等操作全部围绕同一软件工具界面进行。组卷过程完全可见,用户可以随时对半成品的试卷进行判断分析,并在软件界面调入多道同类试题进行对比选择,操作所见即所得,用户体验较好。

由于在组卷时能方便地进行试题的横向类比,因而组卷结果能适用于各类复杂的考试要求。但是由于不采用数据库进行试题数据管理,用户一般只能通过试题的知识点等有限条件进行试题的查找,对于历次组卷结果也难以进行有效的管理分析与统计。

通过综合考虑以上不同组卷方式的优缺点,本文提出一种既使用数据库对试题进行统一管理,又满足试题组卷过程的可视化与迭代交互需求的半自动计算机辅助组卷方法。通过试题库系统与 AutoCAD 多方面集成,使用户在组卷过程中既可以针对部分试题进行自动组卷,也可在自动组卷过程中随时切换为人工组卷模式,进行特定试题的详细对比筛选。组卷过程中试卷状态由试题库系统操作在 AutoCAD 窗体实时呈现,试卷中各试题的信息(位姿坐标、题序、分数等)实时反馈到试题库系统进行保存记录,实现组卷过程中试题数据在整个系统范围内的实时同步。

#### 3.1 知识树与试题关联集成

在组卷过程中,试题库系统中以工程图学知识树为代表的试题组卷知识与规则信息与 AutoCAD 中的试题试卷图形互相关联,试题库系统窗体与 AutoCAD 界面有机结合,避免组卷时窗体的反复切换。在自动组卷过程中,试题库系统的试题组卷知识与规则信息起主导作用,因此采用 Windows 系统的 API 函数,将 AutoCAD 界面嵌入试题库系统的框架窗体,在框架窗体的左侧、上方、右侧分别布置试题知识树列表、试题搜索工具栏、试卷内容交互与状态信息显示栏,窗体形式如图 3 所示。

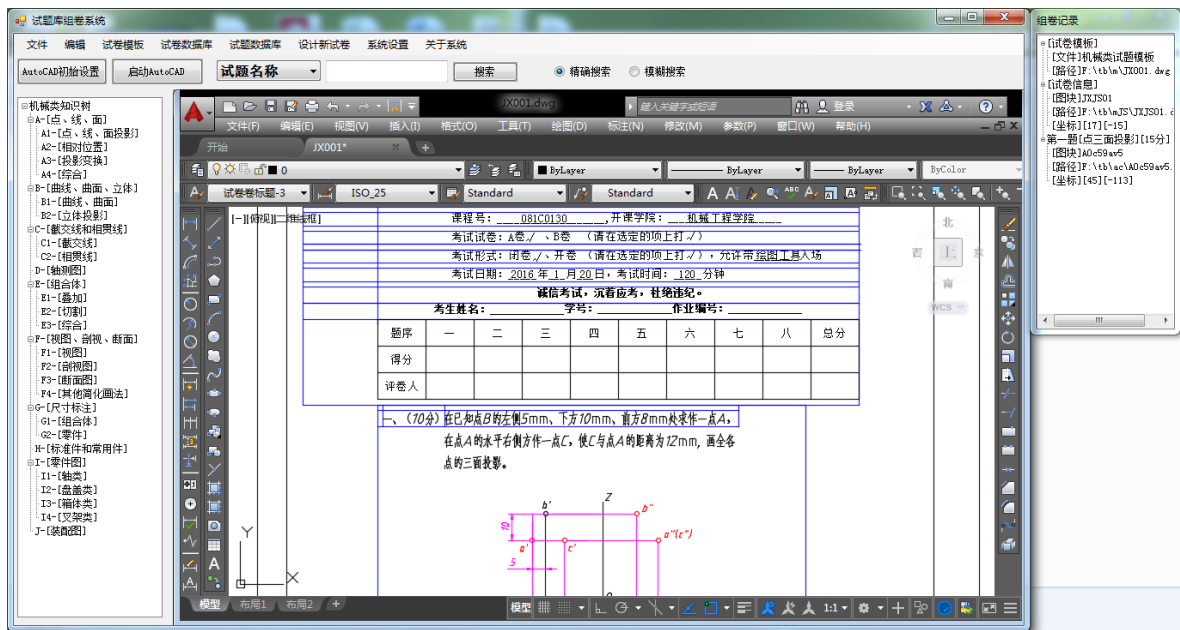


图3 基于试题知识导向的关联集成

在人工组卷时,用户主要根据试题与试卷的图形呈现状态<sup>[11]</sup>对试卷进行评判,因此人工组卷过程以 AutoCAD 界面为主,试题库的功能模块以对话框和工具条的形式出现,在完成试题搜索选择等操作后,对应功能界面隐藏并把程序焦点自

动切换至 AutoCAD 界面并利用 AutoCAD 的命令窗口显示试题库当前的组卷状态,为试卷的评判提供参考信息。实现与 AutoCAD 普通绘图操作的完全匹配,用户可以采用类似于二维制图的方式直接“绘制”试卷。窗体形式如图 4 所示。

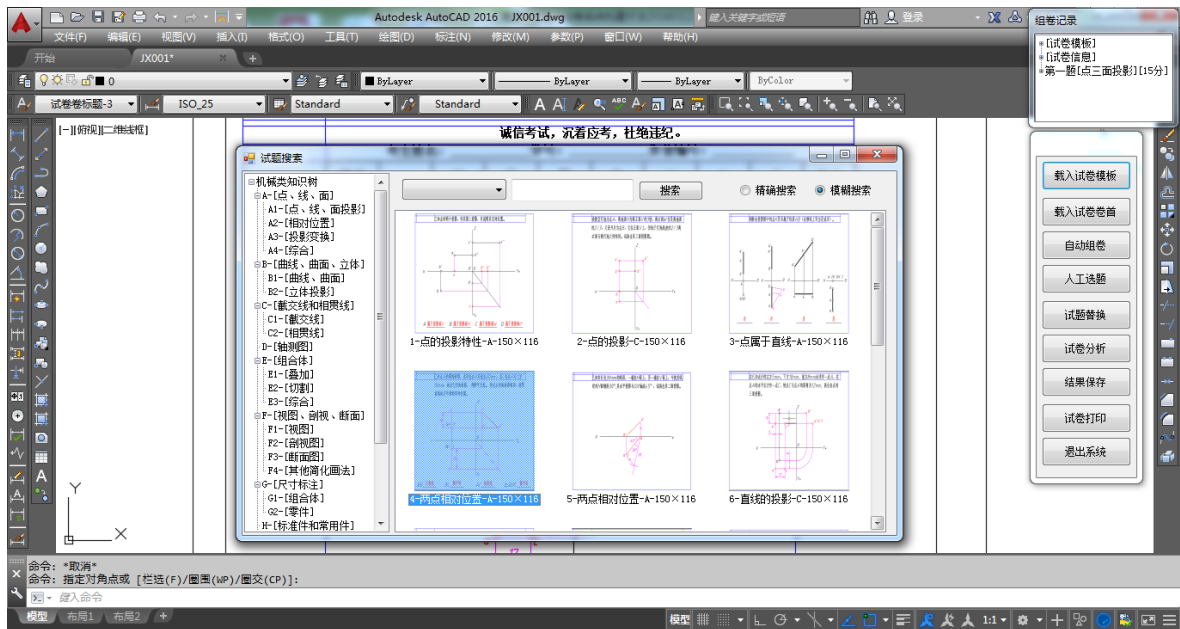


图4 基于试题图形导向的关联集成

### 3.2 异构系统间关联数据集成

试题库组卷系统中,试题库组卷框架与 AutoCAD 是 2 个独立的子系统,试题库框架记录

用户组卷操作过程数据,AutoCAD 记录试卷的图形结果数据。通过组卷过程数据与试卷图形数据之间的关联映射,可实现试题库组卷系统内部数

据的双向互通,为迭代交互的组卷过程提供基础支撑。试题库组卷系统采用 Windows 套接字(Socket)编写单独的数据通信模块完成内部数据互通,在系统体系框架下实现系统功能的模块化与关联集成,降低计算机软硬件环境变化对组卷系统的影响并使组卷系统能轻松实现从单机组卷程序向网络版组卷系统的转换。

### 3.3 迭代交互驱动的关联集成

即试题库组卷框架与 AutoCAD 之间的试题操作命令的传递及执行,包括根据试题组卷需求驱动的试题载入、修改、打印等操作和根据试题操作信息驱动的试题编号赋分、同类试题类比、试卷分析评价等。由于数据通信模块采用多线程的工作模式,试题库组卷系统采用 C# 中的函数回调方法和事件触发机制完成系统内驱动数据到函数命令的映射调用。以试题载入的例子说明驱动调用过程:由试题组卷框架向 AutoCAD 发送在试卷中载入试题的命令,命令内容包括试题的编号、试题文件路径、试题插入点坐标等信息。AutoCAD 的二次开发模块获得命令信息后,通过函数回调方法将命令信息存入主线程的特定窗体控件,进而触发设置的控件事件函数,在事件函数中访问并调用 AutoCAD 完成试题的插入操作。

系统采用 AutoCAD 二次开发模块中的图块(Block)和拖拽类(EntityJig)实现试题插入过程的可视化及操作撤销效果。在试题插入过程中,试题的插入点坐标由用户的鼠标位置确定,随着鼠标的移动,计算机屏幕上会出现随动的试题动态更新图像,当用户确定鼠标位置时,试题在相应坐标进行图块插入,当用户取消插入操作时,试题图像直接消失。整个试题操作过程通过二次开发的方法将 AutoCAD 中的图块基础操作与试题库中的试题筛选搜索功能集成,在满足操作过程可视化的基础上配置强大的试题筛选能力,实用性更强。

## 4 结 论

本文通过分析当前工程图学试题组卷过程的需求特点和技术难点,提出了可拓集成模式的工

程图学试题库组卷方法,在构建可拓题库的基础上,通过试题库系统的知识树与试题关联集成、异构系统关联数据集成、交互驱动关联集成,实现多集成模式的工程图学试题迭代交互组卷,为工程图学类试题库系统的应用研究提供参考。

### 参 考 文 献

- [1] 童秉枢,田 凌,冯 涓,等. 10 年来我国工程图学教学改革中的问题、认识与成果[J]. 工程图学学报, 2008, 29(4): 1-5.
- [2] 焦永和,张 彤,陈 军,等. 第 7 次普通高等学校图学教育现状的调查与研究[J]. 工程图学学报, 2009, 30(3): 168-172.
- [3] 王建华,郝育新,刘令涛. 工程图学计算机辅助教学实践与思考[J]. 图学学报, 2012, 33(6): 116-120.
- [4] Jin Y, Shan H B, Wang X H, et al. Related measures on improving the teaching quality of DGED course [J]. Computer Aided Drafting, Design and Manufacturing (CADDM), 2013, 23(2): 71-75.
- [5] 许国玉,兰朝凤. 机械制图融合式交互课件研究与教学实践[J]. 图学学报, 2015, 36(6): 960-965.
- [6] Sun H M, Jia R S. Research on the analysis and design of general test database management system [J]. Procedia Engineering, 2012, (29): 489-493.
- [7] 代美泉. 基于 CAXA 的机械课程自动组卷软件[J]. 图学学报, 2012, 33(3): 120-124.
- [8] 夏超文,徐滕岗,钱 杨,等. 工程图学试题库系统设计与实现[J]. 东华大学学报: 自然科学版, 2006, 32(5): 137-140.
- [9] 熊胜华,谢正坚,何 涛. 计算机辅助结构设计与分析的集成框架研究[J]. 图学学报, 2012, 33(4): 129-135.
- [10] 周 剑,肖 甫,汤浩锋,等. 基于综合集成法的复杂产品协同设计过程模型及框架研究[J]. 图学学报, 2013, 34(3): 72-78.
- [11] Gao S, Huang L. Software development for the management of CAD drawings [J]. Computer Aided Drafting, Design and Manufacturing (CADDM), 2015, 25(4): 39-43.