

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2011.07.026

## 基于可重用文本配置模板的设计文档生成方法

钱垂军, 阎春平, 覃斌, 刘飞

(重庆大学机械传动国家重点实验室, 重庆 400030)

**摘要:** 为解决设计文档特定内容格式要求与载体文档格式差异性问题以及实现知识重用的目的, 提出一种基于可重用文本配置模板的设计文档自动生成方法。将知识模块转化为便于存储的可重用文本配置模板, 根据设计需求对文本配置模板进行选配, 生成模板视图集, 对模板视图集进行标识符解析、插入辅助文档等处理, 生成满足不同设计需求的设计文档。并以冷弯薄壁型钢结构文本配置模板生成相关的设计文档为例, 进行了应用验证。结果表明: 该方法效率较高, 能生成满足不同需求的设计文档。

**关键词:** 知识模块; 文本配置模板; 模板视图; 设计文档; 标识符

**中图分类号:** TP391 **文献标志码:** A

## Generation Method of Design Document Based on Reusable Text Configuration Templates

Qian Chuijun, Yan Chunping, Qin Bin, Liu Fei

(State Key Laboratory of Mechanical Transmission, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

**Abstract:** To solve the problem of specific content format requirement and difference in carrier document formats and realize the purpose of knowledge reuse, an automatic generation method of design document based on reusable text configuration templates was proposed. Firstly, knowledge modules were transformed into reusable text configuration templates which can easily be stored in computer. Secondly, according to design requirements, template view set was created by collocate the text configuration templates. And then, design document meeting different design demands was generated with a series of operations such as analysis of identifiers, insertion of auxiliary documents, and so on. Finally, a case of the cold bending thin-walled steel structure text configuration template generate related design documents was constructed. The result shows that this method has high efficiency, can generate meet different demand design document.

**Keywords:** knowledge module; text configuration template; template view; design document; identifier

### 0 引言

随着社会分工的细化、专业化, 个人或团队往往长期从事着相同或相似的工作, 知识的重用性变得越来越重要。近年来, 国内外就如何有效地组织管理与工作相关的知识资源, 实现知识重用这一问题展开了大量的研究。文献[1]针对产品研发不同阶段对文档数据管理要求不同的问题, 介绍了一种基于多库的协同文档管理系统; 文献[2]针对旧的产品设计知识文档信息构建产品设计知识库的问题, 提出了基于决策树和支持向量机的产品设计知识文档分类方法; 文献[3]介绍了一种基于多种技术的 Word 设计文档自动生成平台, 已成功应用于卫星热控系统的文档设计; 文献[4]针对基于工作流分布式层次结构文档管理的问题, 提出了一种随子系统文档变动而更新整个网络与之相关的文档的方法; 文献[5]针对医疗系统, 构建了一种实现多学科协调的文档管理框架; 文献[6]提出了一种文档动态管理技术,

建立文档动态管理模型。这些研究成果从不同方面提出了解决方案, 不同程度上达到了知识重用的目的, 取得一定的成果。

在通过知识资源重用自动生成设计文档方面, 现有研究仍存在不足。设计文档具有设计内容、内容格式与文档载体格式 3 方面的需求: 设计内容需求要求知识资源具有可配置性; 内容格式需求要求知识资源具有格式设置信息, 并在存储过程中严格按照格式规范输入; 文档载体格式与知识资源存储载体格式存在不一致, 设计文档的载体要求表达力强, 而知识资源存储载体要求便于管理、易于维护。为了快速生成满足上述 3 方面需求的设计文档, 笔者在研究知识模块、文本配置模板与设计文档三者之间关系的基础上, 提出了一种基于可重用文本配置模板的设计文档自动生成方法。

### 1 文本配置模板生成设计文档的原理

设计文档是陈述工程与产品的设计过程与设计

收稿日期: 2011-04-18; 修回日期: 2011-05-17

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(50975299)

作者简介: 钱垂军(1984—), 男, 湖南人, 硕士研究生, 从事 CAD/CAE、制造系统工程等研究。

结果的信息载体。相似特性的工程与产品的设计文档具有相同的知识模块, 比如轴类零件设计一般都要进行轴的强度、刚度、挠度等工作能力校核, 通过改变知识模块部分参数, 或参数实例化就可以生成相应的设计文档。知识模块中存在诸如公式、图形、多媒体等复杂数据, 而数据库系统现有功能还不能完全满足这些信息存储和访问的要求<sup>[7]</sup>。为了方便存储、管理和调用知识模块的内容, 把知识模块中适合于以文本方式存储的内容以文本形式直接存储文本配置模板中, 图片、图表、多媒体等其他内容用辅助文档存储, 用标识符表示法在文本配置模板中进行表达。

首先, 根据不同的设计内容需求对文本配置模板进行选择、组合、解析等处理, 生成不同内容需求的中介文档; 中介文档的内容格式继承了文本配置模板的内容格式, 同时根据文本配置模板的格式标识符信息进行调整, 以达到设计文档特定内容格式的要求; 然后, 根据文档载体格式需求, 对中介文档进行编辑、解析等处理之后转换成特定载体格式的设计文档, 再根据相关标识符信息插入辅助文档, 并解析未处理的标识符。这样, 就可以根据不同的设计需求对文本配置模板进行选配、变量参数替换、标识符解析等处理, 生成不同内容、特定内容格式、特定文档载体格式的设计文档, 并达到文本配置模板重用的目的。整个过程如图1。

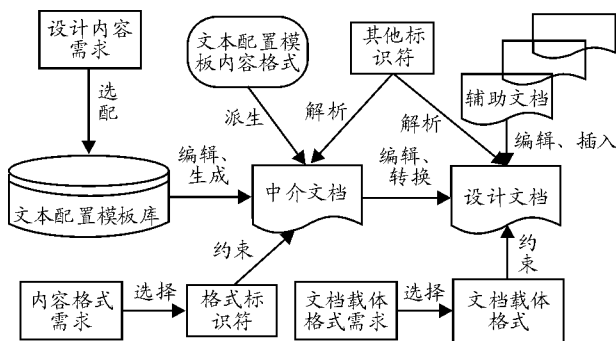


图1 文本配置模板生成设计文档原理

## 2 文本配置模板

### 2.1 知识模块

知识模块是指多角度描述工程与产品功能、行为、结构等信息集合的载体。知识模块的内容来源于技术规范、技术手册、经验总结等中的部分内容, 是设计文档中内容的提取与抽象。

### 2.2 文本配置模板

同类事物具有相似性, “模板”就是基于这一原

理而产生的: 其基本思想是从一组相似的事物中抽象出一种框架型的模式, 任何一个类似的事物都可作为以模板为超类派生类的实例<sup>[8]</sup>。

设计文档可以看成是由多个知识模块经过组合与参数实例化等处理而得到。知识模块中不能或不便直接存储的信息, 需将其依据相应规则转化为便于存储的文本形式之后再存储。知识模块经过转化之后存储在计算机中的文本形式数据就被定义为对应的文本配置模板, 文本配置模板内容格式决定于设计文档内容的格式。

### 2.3 标识符表示法

知识模块中存在不便或不能直接存储在文本配置模板中的内容, 如复杂表达式、变量参数、图片、多媒体等。为了存储不便或不能直接存储的内容或相关信息, 根据相应的映射规则将其转化为便于存储的文本形式之后再存储, 这种方法定义为标识符表示法, 相应的规则定义为标识符规则。其中经转化之后得到的文本形式信息定义为标识符, 可分为格式标识符、复杂表达式标识符、变量参数标识符、插入文件标识符等。

#### 1) 格式标识符

在设计文档中大部分内容的格式是一致的, 可以设置默认的格式, 但有些内容通常具有特殊格式的要求, 可以按一定规则将其格式信息转化为格式标识符, 在生成设计文档的过程中再将格式标识符记录的信息进行解析还原。

#### 2) 复杂表达式标识符

复杂表达式本身也是文本形式内容, 其中可能包含上标、下标、特殊字符等, 在文本配置模板中不能或不便存储。可以通过制定相应规则将复杂表达式中不能或不便存储的内容转化为文本配置模板能够存储的表达形式, 在生成设计文档的过程中再根据对应的规则将其解析还原。

#### 3) 变量参数标识符

在设计知识模块时有些参数无法给出具体的值, 只有在应用时根据实际情况来确定, 在文本配置模板中用唯一的标识符去标识对应参数, 同时把这参数记录在参数表中。在生成设计文档时, 先给参数赋值, 之后再替换对应的标识符。

#### 4) 插入文件标识符

图片、表格、多媒等内容体在文本配置模板存储文档中不便存储, 通常以独立的文件形式存储在文件夹中。在文本配置模板中需记录其插入设计文

档的位置、格式以及其在计算机中的路径、文件名以及其类别等信息,可以用插入文件标识符来表示。

### 2.4 知识模块、文本配置模板与辅助文档映射关系

知识模块经过标识符替换后生成文本配置模板和辅助文档。文本配置模板的内容全部转化为文本,便于存储与管理。三者关系如图 2。

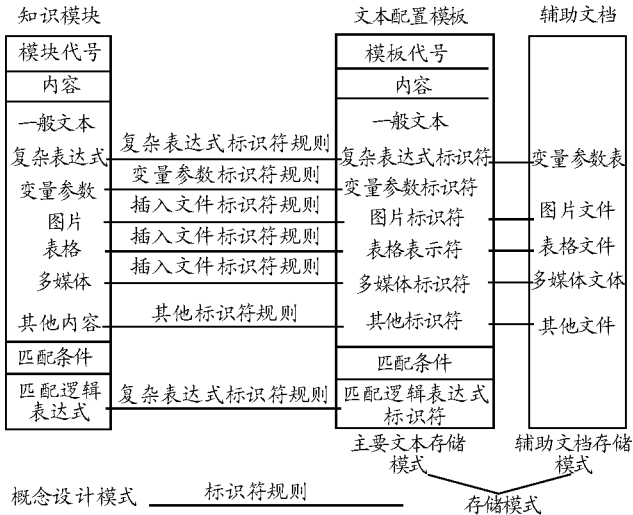


图 2 知识模块、辅助文档与文本配置模板映射关系

### 2.5 文本配置模板的数据结构

文本配置模板库逻辑结构的形式定义为一个二元组  $TempSet(ts)$ ,  $ts = \{K^{Temp}, R\}$ 。其中:  $K^{Temp}$  是数据元素的有限集合  $K^{Temp} = \{t^n | n \geq 0\}$ ;  $R$  是  $K^{Temp}$  上二元关系的有限集合,分为集合型结构  $R = \{\}$  和线性结构  $R = \{<t^i, t^{i+1}> | 0 \leq i \leq n-1\}$ 。

文本配置模板  $t^n = \{TempID^n, ContSet^n, MapLogic^n\}$ 。其中,  $TempID^n$  是文本配置模板  $t^n$  代号标识符;  $MapLogic^n$  是文本配置模板  $t^n$  的配置条件,当成立时文本配置模板  $t^n$  参与配置。 $ContSet^n$  表示文本配置模板  $t^n$  的内容,可用表达式  $ContSet^n = \{ID_i, I, J, Matter_{ij}, MapLogic_i\}$  来进行表示,  $ID_i$  是数据的代号标识符;  $I = \{I_1, I_2, I_3, \dots, I_m\}$ , 代表  $t^n$  的行标识;  $J = \{J_1, J_2, J_3, \dots, J_n\}$ , 代表  $t^n$  的列标识;  $Matter_{ij}$  代表文本配置模板的在  $(I_i, J_j)$  位置的属性值,包括一般文本、变量参数标识符、特殊文本标识符、图表标识符、格式标识符、其他标识符等内容;  $MapLogic_i$  是  $ContSet^n$  的配置条件,当成立时,数据  $Matter_{ij}$  内容参与配置。 $t^n$  的  $TempID^n$ 、 $MapLogic^n$  与  $ContSet^n$  中的  $ID_i, I, J, MapLogic_i$  统称为文本配置模板的配置属性。 $ContSet^n$  的存储数据结构如表 1。

表 1  $ContSet^n$  的数据结构表

ID	$J_1$	$J_2$	$J_3$	...	$J_n$	Maplogic
$ID_1$	$Matter_{11}$	$Matter_{12}$	$Matter_{13}$	...	$Matter_{1n}$	$Maplogic_1$
$ID_2$	$Matter_{21}$	$Matter_{22}$	$Matter_{23}$	...	$Matter_{2n}$	$Maplogic_2$
$ID_3$	$Matter_{31}$	$Matter_{32}$	$Matter_{33}$	...	$Matter_{3n}$	$Maplogic_3$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
$ID_m$	$Matter_{m1}$	$Matter_{m2}$	$Matter_{m3}$	...	$Matter_{mn}$	$Maplogic_m$

### 3 文本配置模板生成设计文档的方法

设计文档的内容可看成由 模块  $c^i$  组成,文档对应模块集逻辑结构的形式定义为一个二元组  $DocSet = \{K, R\}$ 。其中,  $K = \{c^m | m \geq 0\}$ ; 模块之间的关系是线性结构  $R = \{<c^i, c^{i+1}> | 0 \leq i \leq m-1\}$ 。设计文档中的一模块  $c^i$  是配置模板集中对应模板  $t^i$  经过一定处理生成,要包括变量参数标识符解析、复杂表达式标识符解析、插入文件标识符解析、格式标识符解析等处理。

文本配置模板  $t^n$  经过  $ContSet^n$  中的  $ID_i, I, J$  和  $MapLogic_i$  选后得到部分内容  $Matter_{ij}$  的集合定义成模板图,用  $TempView(v)$  表示,  $v$  对应一文本配置模板  $v = f(t)$ , 其中  $f$  为对应法则; 文本配置模板库经过  $TempID^n, MapLogic^n$  选后得到的部分模板集合,定义模板图集用  $TempViewSet$  表示。模板图集有与文本配置模板库类似的数据结构,可分为集合形结构模板图集和线性结构模板图集,分别用  $Collective TempViewSet(cvs)$  和  $Linear TempViewSet(lvs)$  表示。文本配置模板库与集合形结构模板图集存在一对多的转化关系  $cvs = F(ts)$ , 一个文本配置模板库可生成多个集合形结构模板图集,其中  $F$  为对应法则; 集合形结构模板图集与线性结构模板图集存在一一对应的转化关系  $lvs = \varphi(cvs)$ , 其中  $\varphi$  为对应法则。配置模板库、集合形结构模板图和线性结构模板图关系如图 3。

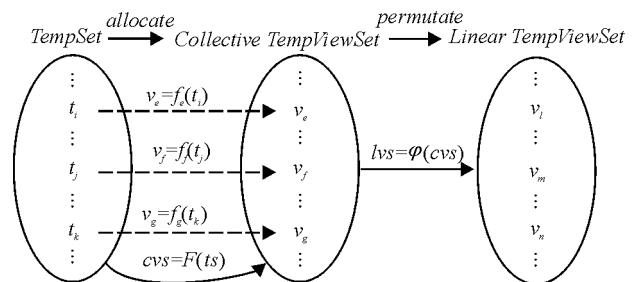


图 3 配置模板、模板视图之间的转化

文本配置模板的存储文档与设计文档的文档载体格式存在 性,文本配置模板不能直接转化为

设计文档, 需要借助一种文档作为中介, 先将存储文档的内容转化为中介文档, 中介文档经过标识符解析、编辑等处理转化为设计文档。中介文档应具有的可容性和易编辑性。设计文档应表达方式多样、表达力强, 提供的外部编辑接口, 分为临时设计文档与最终设计文档。

文本配置模板生成设计文档的过程如图4, 分为3个阶段, 分别为存储文档阶段、中介文档阶段和设计文档阶段, 5个步骤, 分别是:

1) 根据用户输入信息与对应法则  $F, f$  对文本配置模板库, 对文本配置模板进行选择、重组, 生成集合形结构模板视图。其中对应法则  $F, f$

是依据配置模板的配置属性与用户输入信息而得到的。

2) 根据用户输入信息与对应法则  $\phi$  编辑集合形结构模板视图, 并生成线性结构模板视图。其中对应法则  $\phi$  依据配置模板的配置属性与用户输入信息而得到的。

3) 线性结构模板视图经过部分标识符解析、编辑, 插入中介文档。

4) 中介文档经过部分标识符解析、编辑, 输出到临时设计文档。

5) 临时设计文档经过标识符解析、编辑, 插入辅助文档生成最终设计文档。

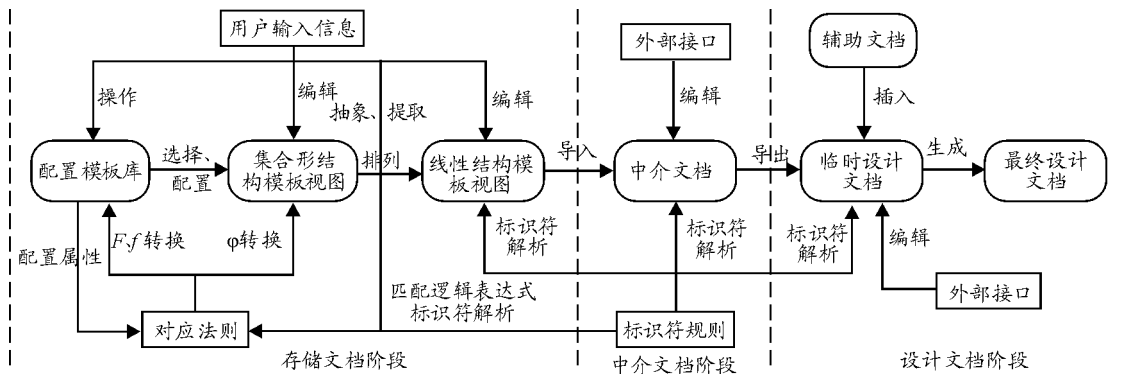


图4 文本配置模板生成设计文档的过程

fid	fsc_xx	fmajsgs	fgssm	fbz	fsc
5	"项目名称: "+FrjName			[font:黑体][size:小四]	
6	" "				
7	"◆ 单元"+alltrim(str(UnitNum,5,0))+ "校核"			[font:黑体][size:小四]	
8	" 验算规范: 冷弯薄壁型钢结构技术规范GB50018-2002"				
8	" 单元型材号: "+cl_xch				
9	" 型材强度设计值: 抗拉、抗压"+alltrim(str(f,5,1))+ "N/mm^2 抗剪"+alltrim(str(fv,5,1))				
10	" 型材弹性模量: E="+alltrim(str(Lte_LZ,10,2))+ "×10^5N/mm^2 "				
11	"1. 强度校核"			[font:黑体][size:五号]	
12	" 校核依据: N/A(#1n)+M(#1y)/W(#2ny)+M(#1x)/W(#2nx) ≤ f="+alltrim(str(f,5,1))+ "N/mm^2 "				
13	" σ : 材料截面设计最大正应力值 (N/mm^2) "				
14	" N : 轴力设计值: "+alltrim(str(N,10,3))+ "N "				
15	" A(#1n): 构件净截面面积: "+alltrim(str(An,10,3))+ "mm^2 "				
16	" M(#1y): 绕y轴弯矩设计值: "+alltrim(str(My,10,3))+ "N·mm"				
17	" M(#1x): 绕x轴弯矩设计值: "+alltrim(str(Mx,10,3))+ "N·mm"				
18	" W(#2ny): 对y轴的净截面抵抗矩: "+alltrim(str(Wny,10,3))+ "mm^3"				
19	" W(#2nx): 对x轴的净截面抵抗矩: "+alltrim(str(Wnx,10,3))+ "mm^3"				
20	" γ (#2ny): 截面y轴塑性发展系数: "+alltrim(str(R_sxy,10,3))+ " "				
21	" γ (#2nx): 截面x轴塑性发展系数: "+alltrim(str(R_sxz,10,3))+ " "				
22	" σ =N/A(#1n)+M(#1y)/W(#2ny)+M(#1x)/W(#2nx) (GB50018-2002 5.4.1) "				
23	" ="+alltrim(str(N,10,3))+ "/" +alltrim(str(An,10,3))+ "+ "+alltrim(str(My,10,3))+ "/" +al				
24	" ="+alltrim(str(Cgm,10,3))+ "N/mm^2"	Cgm=N/An+My/Wny+Mz/I	计算强度 (N/m		
25	" +alltrim(str(Cgm,10,3))+ "N/mm^2 ≤ f="+alltrim(str(f,5,1))+ "N/mm^2 "				Cgm<
26	"【强度满足要求!】"				Cgm<

图5 冷弯薄壁型钢结构校核文本配置模板

### 4 应用实例

下面以 型 结构文本配置模板生成相关的设计文档为实例，来描述文本配置模板自动生成设计文档的过程。建 行业 架、 架、网架、 等工程中大量用 型 结构件，在设计时 根 件都要进行强度校核、 度校核、 校核、细长比较核，人工编 设计文档，工作量 常大。笔者以 型 结构技术规范 GB50018-2002 为依据生成 型 结构文本

配置模板，如图 5。实例中 用 Microsoft Visual FoxPro 平台生成\*.dll 文件，文件 了 作数据库以及把线性结构模板 图 入中介文档的 有 数。以 Microsoft Visual C++ 6.0 为开发平台调用 \*.dll 文件中的 数和文档的外部接 来完成对数据库、中介文档和设计文档的 作。数据库选择 Access 数据库，中介文档 用 txt 文本文件，设计文档 用 Word 文档。文本配置模板生成 元 件校核文档如图 6。

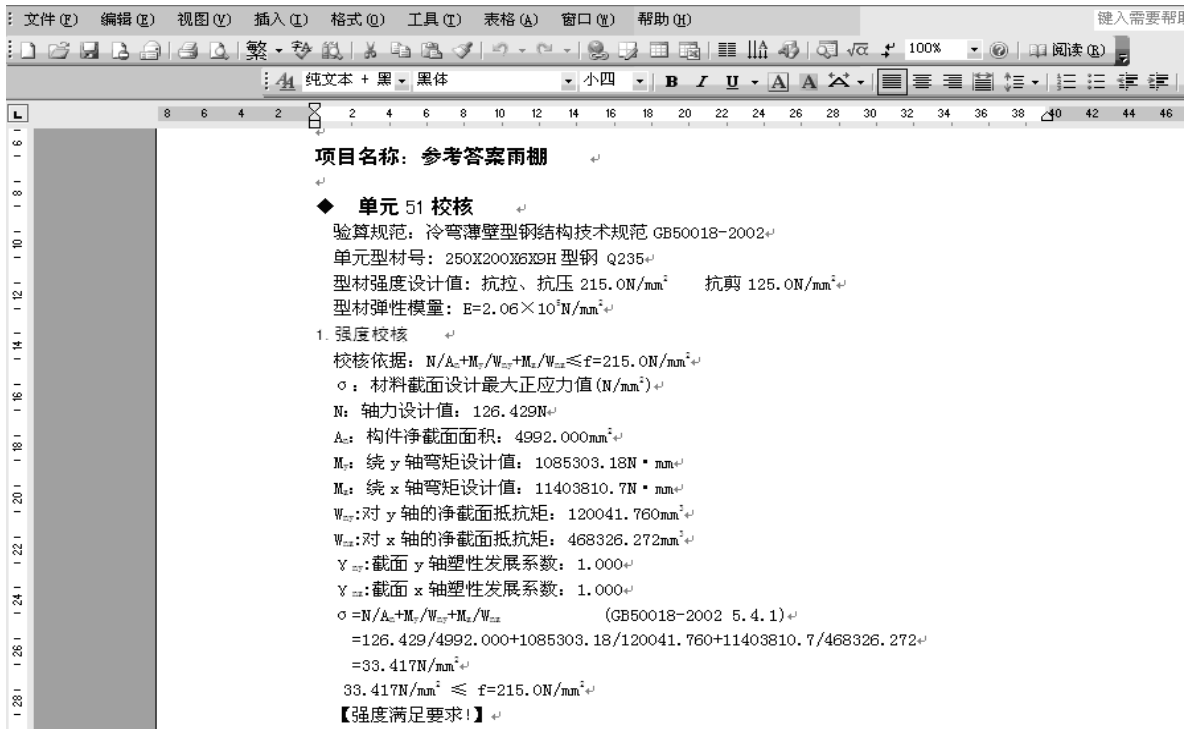


图 6 生成最终的 Word 设计文档

### 5 结论

实际应用 : 基于可重用文本配置模板的设计文档自动生成方法效 , 能生成满足不同需求的设计文档。由于文本配置模板可存在多种格式的表格中, 便于编辑和修改, 可以通过修改文本配置模板的内容和 快速实现对设计文档的修改。

#### 参考文献:

[1] 朱理, 尹建伟, 陈刚, 等. 基于多库的协同文档管理系统的研究[J]. 计算机集成制造系统, 2006, 12(3): 440-446.

[2] 车君华, 冯毅雄, 谭建荣, 等. 基于决策支持向量机的产品设计知识文档分类研究[J]. 计算机集成制造系统, 2007, 13(5): 891-897.

[3] 葛芬, 吴宁. 基于多种技术的 Word 设计文档自动生成

平台[J]. 电子科技大学学报, 2007, 36(2): 261-266.

[4] Eric Badouel, Maurice Tchoupé Tchendji. Merging hierarchically-structured documents in workflow systems[J]. Electronic Notes in Theoretical Computer Science, 2008, 203: 3-24.

[5] MAREIK E S. Cooperative document management[C]//. IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics. USA: IEEE Computer Society, 2003: 475-1480.

[6] 王莉娟, 张旭, 宁汝新, 等. 面向产品开发过程的文档动态管理技术[J]. 计算机集成制造系统, 2005, 11(6): 836-841.

[7] 陈明, 胡世德. 基于可扩展标记语言的桥梁抗震设计文档构建[J]. 同济大学学报, 2006, 34(10): 1303-1308.

[8] 谢超, 陈毓芬, 王英杰, 等. 基于参数化模板技术的电子地图设计[J]. 武汉大学学报信息科学版, 2009, 34(8): 956-960.