刘向杰, 陈青, 黄潇,等. 基于 NX 的洗扫车副车架快速设计系统关键技术研究[J]. 智能计算机与应用,2025,15(5):180-187. DOI:10.20169/j.issn.2095-2163.250525

# 基于 NX 的洗扫车副车架快速设计系统关键技术研究

刘向杰<sup>1</sup>,陈 青<sup>1</sup>,黄 潇<sup>2</sup>,聂 宇<sup>1</sup>,季 霞<sup>3</sup> (1 盐城工学院 机械工程学院,江苏 盐城 224051;2 东南大学 成贤学院,南京 210088; 3 东华大学 机械工程学院,上海 201620)

摘 要:针对大吨位洗扫车副车架设计过程中存在的设计周期长、重复性设计多以及无法快速改型等问题,提出了基于 NX 的洗扫车副车架的快速设计的方法。首先,运用自顶向下的设计方法结合 NX/WAVE 技术对副车架进行控制结构框架设计; 其次,对主要零部件进行参数化建模,运用 Menuscript 技术定制菜单对话框;最后,通过 Visual Studio 2015 编译链接生成动态 链接库文件,实现参数化零部件与相应菜单之间的映射。在此基础上开发洗扫车副车架快速设计系统。运用该系统对副车 架进行设计,不仅能够形成严谨的产品结构和设计流程,而且还极大提高建模效率,缩短副车架的开发周期并减少开发成本。 关键词:洗扫车副车架; NX/WAVE;控制结构框架设计;二次开发

中图分类号: TP391 文献标志码: A 文章编号: 2095-2163(2025)05-0180-08

# Research on key technologies of rapid design system of subframe of sweeper based on NX

LIU Xiangjie<sup>1</sup>, CHEN Qing<sup>1</sup>, HUANG Xiao<sup>2</sup>, NIE Yu<sup>1</sup>, JI Xia<sup>3</sup>

(1 School of Mechanical Engineering, Yancheng Institute of Technology, Yancheng 224051, Jiangsu , China;

2 Chengxian College, Southeast University, Nanjing 210088, China;

3 College of Mechanical Engineering, Donghua University, Shanghai 201620, China)

**Abstract**: Aiming at the problems of long design cycle, repeated design and inability to quickly modify the subframe of largetonnage sweeper washer van in the design process, a rapid design method based on NX-based sweeper subframe is proposed. Firstly, the top-down design method combined with NX/WAVE technology is used to design the control structure frame of the subframe. Secondly, the main components are parametrically modeled, and the menu dialog box is customized using Menuscript technology. Finally, a dynamic link library file is generated through the Visual Studio 2015 compilation link to realize the mapping between the parametric components and the corresponding menus. On this basis, a rapid design system for the subframe of the sweeper is developed. The use of this system to design the subframe can not only form a rigorous product structure and design process, but also greatly improve the modeling efficiency, shorten the development cycle of the subframe and reduce the development cost.

Key words: wash sweeper subframe; NX/WAVE; control structure frame design; secondary development

# 0 引 言

洗扫车作为一种多功能高效环卫车辆,在道路 环卫中起到至关重要的作用,也因功能多样化而成 为市场上最畅销的道路清洁车辆之一。但洗扫车的 结构复杂,若依照以往的设计方法,设计人员工作量 大,重复性工作过多,整个产品设计出来往往会花费 大量的人力和财力<sup>[1]</sup>。针对客户不同的需求,无法 在原有产品的基础上实现快速变形设计,导致响应 市场变化能力弱,以及在设计过程中无法重用已有 大量知识,新产品的推出很难借鉴已开发产品的经 验等诸多问题。因此研究如何实现洗扫车的副车架

作者简介:刘向杰(1997—),男,硕士研究生,主要研究方向:智能化设计理论与技术;黄潇(1993—),男,讲师,主要研究方向:产品数字化设 计与制造;聂 宇(1998—),男,硕士研究生,主要研究方向:智能化设计理论与技术;季 霞(1983—),女,教授,主要研究方向: 高性能精密加工技术,3D 打印技术。

通信作者: 陈 青(1975—),女,副教授,主要研究方向:产品数字化设计技术,清扫车风机结构设计及优化研究,阀体特征数字化工艺设计研 究。Email: lxj5354jxl@163.com。

181

快速设计,减少开发周期显得尤为重要。

本文以18T洗扫车副车架为研究对象,通过自顶向下的设计理念,结合NX/WAVE技术建立洗扫车副车架整体控制参数化模型,借助二次开发工具, 创建具有NX风格的洗扫车副车架人机交互界面模板。在实际设计过程中,设计人员只需点击相对应的操作按钮,便可生成基础版洗扫车副车架控制结构,再进一步修改设计参数,就将获得符合设计人员预期的洗扫车副车架三维模型,能够大幅提高副车架建模效率,缩短新产品的开发周期并减少开发成本。

# 1 NX 二次开发技术概述

#### 1.1 WAVE 技术

WAVE<sup>[2-3]</sup>是 NX 软件上的一种实现自顶向下 设计的重要工具,通过采用关联性复制几何体的方 法来控制总体结构<sup>[4-6]</sup>,提供了设计中所需要的自 顶向下设计环境。

#### 1.2 PTS Author

PTS<sup>[7-8]</sup>(Product Template Studio)产品模板工 作室,也被称为可重用模块。通过对产品结构进行 分析,提取出相应的尺寸参数,建立参数表达式,在 此基础上运用 PTS 创建可视化的参数化的对话框。

## 1.3 二次开发相关技术

运用 NX 二次开发的应用程序通常包括 3 部分,分别是设计菜单与功能区、设计对话框、设计代码。

Menuscript<sup>[9]</sup>能够实现菜单与功能的编写。本 文通过 Menuscript 技术创建洗扫车副车架控制结构 模板的人机交互菜单界面以及洗扫车副车架零部件 的人机交互菜单界。设计对话框使用 NX 中 UI Block<sup>[10]</sup>与 PTS 来实现。代码设计使用 Visual Studio 2015<sup>[9-10]</sup>(VS 2015)调用 NX Open C/C++<sup>[11]</sup> 相关 API<sup>[11-12]</sup>完成。例如,通过 VS 2015 编译链接 生成的 \*.dll 动态链接库文件,能与菜单栏之间形 成映射,便于之后系统菜单的调用。

# 2 副车架快速设计系统构建流程

#### 2.1 创建洗扫车副车架控制结构

通过对比企业现有 18t 系列洗扫车中副车架主 要零部件的定位坐标,选取经常变动的定位坐标作 为主控制参数,并将这些定位坐标创建为模板,充分 利用 NX/WAVE 部件间关联性复制的强大功能,自 顶向下建立副车架整体控制结构参数化模型。设计 人员修改相应的坐标参数即可获得新的洗扫车副车 架控制结构。

#### 2.2 创建零部件参数化模型

对于洗扫车副车架而言,存在大量结构相似的 零部件,设计人员需要进行大量重复设计,这就造成 了设计效率低的弊端。通过将这些结构相似的零部 件创建 PTS 模板,形成零部件的交互式对话框构 建,能为产品设计者提供极大的方便。在遇到相似 零部件时,通过修改 PTS 人机交换界面中的设计参 数,能够迅速开发出新的、且和模板相类似的设计。

#### 2.3 创建人机交换界面主菜单与编译程序

运用NX提供的脚本语言MenuScript,编写洗扫 车副车架快速设计系统界面主菜单以及洗扫车副车 架控制结构模板功能模块。

通过配置 VS 2015 使其能够采用动态链接库技 术实现 UG 软件及用户应用程序之间的交互,将创 建的洗扫车副车架控制结构三维模型模板与之相对 应的功能模块进行链接,实现快速创建新的控制结 构模板;将创建的可重用的参数化模板存储的位置 与洗扫车副车架系统的菜单栏进行链接,实现用菜 单栏调用人机交互对话框与零件模型。方便用户调 用可重用模块,快速生成相应的零部件模型。

洗扫车副车架快速设计关键技术的研究流程如 图 1 所示。



图1 洗扫车副车架快速设计关键技术研究流程图



# 3 洗扫车副车架控制结构划分

本文所研究的洗扫车副车架控制结构主要体现 在部件之间的位置约束关系。洗扫车实例的设计结 构如图 2 所示。首先,对洗扫车副车架进行自顶向 下逐层分解,通过 NX/WAVE 技术对洗扫车进行控 制结构划分,对洗扫车副车架的结构依次构建出总 体结构布局、部件结构布局、子部件结构布局、组件 结构布局以及零件结构布局,图 3 为洗扫车副车架 自顶向下结构划分流程。









#### Fig. 3 Flowchart of the subframe structure of the sweeper from top to bottom

其次,对洗扫车副车架结构分析后,提取主要零 部件的定位参数,将参数向下逐层划分,建立上层控 制结构与下层控制结构间的关联关系,洗扫车副车 架控制结构自顶向下的参数表达模型如图4所示。 最后,将主要零部件的定位参数创建为 PTS 模板, 如图 5 左侧所示。通过修改部件间的坐标参数,就 可快速生成新的布局模型,这对新产品的设计提供 了极大的便利。图 5 右侧为洗扫车副车架控制结构 框架模型,其它层级的控制结构划分与总体结构框 架划分方法类似,直至划分到单独的零件为止。





Fig. 4 Top-down parameter representation model of subframe control structure of the sweeper





# Fig. 5 Reusable sweeper control structure model

# 4 零部件参数化模板制作

参数化创建模板的核心在于使用参数、表达式 等数字化符号来驱动模型的生成与改型。在 NX 12.0的环境下创建参数化零部件模板包含一系列 步骤,如图6所示。



图6 参数化模板制作流程

#### Fig. 6 Parameterize the template production process

本文以洗扫车副车架的升降杆焊合件连接板零 件为例,利用 NX 提供的参数化建模方法,建立参数 表达式如图 7 所示,根据参数表达式建立三维模型 如图 8 所示。此后进入 NX 自带的 PTS 模板,创建 零部件可视化人机交互对话框,如图 9 所示。设计 人员可通过修改对话框中升降杆焊合件连接板的相 关参数:长度、宽度、厚度、孔距、孔径、倒角等,能快 速实现零部件的变更。



Fig. 8 Parametric 3D models



图 9 零部件可视化人机交互对话框



# 5 人机交换界面主菜单与编译程序定制

本文通过 VS2015 与 NX12.0 相结合实现菜单 栏与零部件模板之间的映射关系,具体操作流程如 图 10 所示。

5.1 洗扫车副车架控制结构框架模板菜单

通过创建模板菜单,可以将提前建立好的控制 结构模型模板固化在 NX 设计系统中。在 NX 软件 的安装目录环境下找到表 1 中的注册文件,并编写 代码,创建模板菜单。



#### 图 10 具体操作流程

#### Fig. 10 Specific operation process

表1 注册文件表	ż
----------	---

Table 1	Registration	file	form
---------	--------------	------	------

模板注册配置文件	管理的模板文件	应用环境
ugs_model_templates_simpl_chinese. pax	建模、装配	本地
nxdm_ugs_model_templates_simpl_chinese. pax	建模、装配	本地

在表1的第1个文件模板中输入以下代码: <Units>Metric</Units>//模板的单位 <PaletteEntry id="d21">//模板序号 </ObjectData> <References/> </PaletteEntry> <Presentation name="洗扫车副车架控制结构模 在表1的第2个文件模板中输入以下代码: 板" description = "洗扫车副车架控制结构模板" > <PaletteEntry id="d21">//模板序号 //控制模板的名称显示 <References/> <Presentation name="洗扫车副车架控制结构模 <PreviewImage type = "UGPart" location = 板" description="洗扫车副车架控制结构模板"> "model\_template.jpg"/> //控制模板文件类型与位图名称 //控制模板的名称显示 </Presentation> <PreviewImage type = "UGPart" location = "@DB/洗扫车副车架控制结构模板/A"/> <ObjectData class = "ModelTemplate" > <Filename>洗扫车副车架控制结构模板.prt< //控制模板文件类型 /Filename>//定义 PAX 相同路径下的模板文件名称 </Presentation>

<ObjectData class = "ModelTemplate" >

<Filename>@ DB/洗扫车副车架控制结构模 板/A</Filename>

<Units>Metric</Units>//模板的单位

<ItemType>Item</ItemType>

<RelationType>master</RelationType>

</ObjectData>

</PaletteEntry>

洗扫车副车架控制结构模板注册完成后,打开 NX 新建选型时,便可直接调用控制结构框架模板 如图 11 所示,点击确定按钮后系统将弹出图 5 所示 画面,设计人员结合实际情况修改参数,获得新的控 制结构。

AD 1	NARSHIT	46176		146804 XMH104
#2 <b>EXB</b> (16)	04/- 396	49	-0.8 -000	NE DESPICES SE
816			A	NR.
COMM.			i.	8
		80 84		
			41.4	Dr.
200	89 80	28	N-TEM	10
r 400	28 21	9220	NT AU	Ter
(1) M E	NE - 2+	90245	N7 AU	MS I
2. 完成的意义计	计结晶型设计 毫米	ARC/IN	N7 AU	Ax
ENR BR	新会 至4		NT ALL_	
以世界和性	<b>图明智化内宫 圣</b> 书	9020	TVT ALL	MAY
化化物化量	机械管理机器 亞米	800	N7 AU	SR: MONTH TRAINING
2456B	市代市场方面 毫米	<b>州2前</b>	NI AU	NAME AND ADDRESS OF AD
S BREDERINGSON	AM 21	1000	-	POR. 879
0 ett	基本环境 · 至非	94240	*	Extension extensions and a second sec
医文件员				
Trg.Sebore 983			3	
如何天 四人工时以上提供是主义	·····································	THEM	10	
14. 3.24				
-	-	P1		

图 11 洗扫车副车架控制结构模板

#### Fig. 11 Template for the subframe control structure of the sweeper

### 5.2 零部件主菜单页面

(1)开发环境配置。在电脑系统目录下创建新 的环境变量 UGII\_USER\_DIR,使用 UGII\_USER\_DIR 环境变量指定文件夹,便于存放二次开发程序及菜 单代码。副车架快速设计系统开发目录环境变量见 图 12。

安最值(V): D\FCI_TOOLS	

图 12 创建环境变量 Fig. 12 Create environment variables

(2)定制用户目录。定义环境变量下的根目录确定之后,还需创建官方规定的子目录。子目录中 包含"startup"、"application"、"udo"、"udf"、"dfa"等 其他目录,根据实际需要创建其他目录。本文主要 对"startup"、"application"目录用法进行描述,用法 见表 2,对其他目录无过多介绍。

(3)定制零部件主菜单页面。副车架快速设计 系统的一级菜单放置在"窗口"菜单之后,二级菜单 主要包含副车架焊合件、纵梁橡胶垫、水泵支架、升 降杆组合件、过度吸口焊合件、保险杠焊合件、箱体 橡胶垫、接近开关支架若干具体的功能命令。副车 架脚本菜单的创建思路如下,并将其保存在 "startup"目录下。

	表 2	子	日录用法	
	-			

	Table 2 Subdirectory usage
子目录	用法
startup	放置调用零部件的菜单文件(*.men 或*.btn),动态链接库文件(*.dll)等
application	存放对话框模版文件生成的对话框文件(*.dlx 或*.dlg)、MenuScript(*.men 或*.btn)、位图
	(*. bmp 或*. bma)、以及动态链接库文件(*. dll)等

① 首先声明菜单脚本的版本号 VERSION 120, 之后添加编写菜单的固定语 EDIT UG\_GATEWAY\_ MAIN\_MENUBAR。

②前文提及将副车架快速设计系统的菜单放 置到"窗口"菜单后,一级菜单的脚本代码即以 AFTER UG\_WINDOW 开始,以 END\_OF\_AFTER 作 为结束语。脚本代码 UG\_WINDOW 表示"窗口"菜 单的标识符。关键字 CASCADE\_BUTTON 代表一级 菜单的标识符,而关键字 LABEL 代表一级菜单的标 签,紧随其后的是一级菜单在 NX 中显示的中文名 字。副车架快速设计系统一级菜单脚本代码如下: VERSION 120 //声明菜单脚本版

EDIT UG\_GATEWAY\_MAIN\_MENUBAR//固定 语句

AFTER UG\_HELP//在主菜单帮助按钮后添加 按钮列表

CASCADE\_BUTTON FCJ\_TOOLS\_MODELING// 菜单名称

LABEL 副车架快速设计系统//显示菜单的名字(一级菜单)

END\_OF\_AFTER//结束一级菜单编辑

③ 二级菜单脚本代码起始语句为 MENU FCJ\_ TOOLS\_MODELING,以 END\_OF\_MENU 作为结束 语。二级菜单的脚本代码如下:

MENU FCJ\_TOOLS\_MODELING//定义菜单(二 级菜单)

BUTTON FU\_CHE\_JIA\_HAN\_HE\_JIAN\_BTN// 菜单名称

LABEL 副车架焊合件//显示菜单的名称(二级 菜单)

BITMAP fuchejiahanhejian. bmp//指定按钮显示 位图的文件名

ACTIONS fuchejiahanhejian. dll//指定菜单将执行的程序

.....

BUTTON JIE\_JIN\_KAI\_GUANG\_ZHI\_JIA\_ BIN//菜单名称

LABEL 接近开关支架//显示菜单的名称(二级 菜单)

BITMAP jiejinkaiguanzhijia. bmp//指定按钮显示位图的文件名

ACTIONS jiejinkaiguanzhijia. dll//指定菜单将执行的程序

END\_OF\_MENU

保存菜单文件后,重新启动 NX 后可得到可视 化人机交互菜单页面,如图 13 所示。

.796	黄连	al Astronomy	-6.R.	肥	-	曲面	-分析	RU	190	ΤŖ	國主
16	14		La!	-4	2	5	1		1	4	
Rittle .	1150	er Hrass	<b>水泉</b> 波蘭	THEFT	Bitts	SAC	(Red S	inis a	世活事具情	建始开来	28

#### 图 13 可视化人机交互菜单页面

#### Fig. 13 Visual human-computer interaction menu page

#### 5.3 编译程序

通过 Block UI Styler 自动生成与对话框文件对 应的. hxx 头文件和. cxx 源文件,利用 VS2015 编译 链接将其生成\*. dll 动态链接库文件,部分主要代 码示例如图 14 所示。建立了参数化模板与零部件 主菜单页面之间的映射关系,当点击图 13 中的任意 菜单按钮后,系统弹出选择点的对话框见图 15。选 择洗扫车副车架控制结构框架模板上对应的坐标 点,系统将自动导入与之对应的参数化零部件模型, 极大地提高设计效率。

.000punt:Seastion #itesiania.# NORpan:Seastimus/RetBestim() .000punt:Fert #wartHert(InteGension-Pferte()-Offact()); .000punt:Part #displayPert(InteGension-Pferte()-Gimpley());
Fointed pointly + pointe-Stint().
<pre>MMDpum::PariImporter:=PariImporter: pariImporter: = vectfunt=SimportImager()-<createfortimporter();< pre=""></createfortimporter();<></pre>
partImporter1-StefFileNema("0:\\2014\USEME", #514上基金成\\DESIGN_House, out_前体相反型_art"
partImporter1=StetScald(1.6):
partimeteri-Mentrestelleneficom (falm) ,
partImporterI=>TevInportVinveSiriluel.
partimentari-ArtimentGaskistr(sim),
partimenteri-Teclaymiption(Milgen: Furtimenter:Layer)ptionlyneWard),

#### 图 14 动态链接库文件下的部分主要代码示例

Fig. 14 Some of the main code examples under Dynamic Link Library files



Fig. 15 HMD of the selected point

#### 5.4 实例应用

用户启动 NX 后,点击"新建"按钮,选择"洗扫 车副车架控制结构模板",系统将弹出图 5 右侧所 示画面,依次点击洗扫车副车架的菜单选项按钮,系 统将在对应的坐标位置导入相应参数化零部件模 板,即可快速生成洗扫车副车架三维模型。洗扫车 副车架整体三维参数化模型如图 16 所示。设计人 员改变 PTS 中的位置坐标参数以及各种尺寸参数, 即可获得新的洗扫车副车架三维模型。



#### 图 16 洗扫车副车架整体三维参数化模型

Fig. 16 Overall 3D parametric model of the subframe of the sweeper

### 6 结束语

本文基于洗扫车副车架的结构特点,运用自顶向下设计理念结合 NX/WAVE,创建了洗扫车副车 架制结构框架,并形成固化的模板。运用 NX 二次 开发的相关技术,创建了系统菜单栏并实现了主菜 单页面与零部件之间的映射关系。通过该系统,设 计人员可以快速调用参数化模板,根据实际设计参 数进行修改设计,当洗扫车副车架控制结构的参数 发生变更时,将实时生成新的模型,减少设计效率 低、重复设计的弊端,并且使产品设计迭代更新的速 率得到提升,极大地缩短产品的设计周期。

#### 参考文献

- [1] 李艳,向东,李啟文,等. 起重机快速轻量化设计系统研究及应用[J]. 机械工程学报,2018,54(9):205-213.
- [2] 杨博,吕颂,王小蒙,等. 基于 NX 的试验工装三维自顶向下设 计方法研究[J]. 工程建设与设计,2020(14):138-139.

- [3] 杜明星,刘雪东,祁燔,等. 基于 UG/WAVE 的蒸压釜参数化设 计[J]. 机械设计与制造,2017(9):208-210.
- [4] 余溥东. 基于 NX 的微耕机典型部件三维参数化设计系统研究 [D]. 重庆:重庆三峡学院,2018.
- [5] 刘利鑫. 基于 NX/WAVE 的砌块成型机自顶向下设计方法
  [J]. 木工机床,2021,165(4):25-27.
- [6] 王浩,王锦程,赵振杰,等. 基于 TeamCenter 和 NX 的航天产品 自顶向下协同设计方法研究[J]. 智能制造,2018(Z1):49-52.
- [7] 张俊,孙树礼,谭孝天. 基于 NX 的挖掘机关键部件参数化设计 系统构建与分析[J]. 煤炭技术,2019,38(6):132-135.
- [8] 李继. 基于参数化技术的产品快速设计研究与实现[J]. 机械 与电子,2019,37(6):35-37.
- [9] 周慧兰,史莉,王钊,等. 基于 UG/Open 和 Visual Studio2010 的 热流道喷嘴快速设计系统二次开发关键技术[J]. 现代制造工 程,2023(3):91-95.
- [10] 郭欣宇, 司海伯, 苗盈, 等. 基于 NX 二次开发的汽车车灯圆点 配光纹快速建模[J]. 机电工程技术, 2022, 51(9):48-51.
- [11] 赵橄培. 基于 NX 的铁路道岔轨件参数化设计系统研发[J]. 机械工程师,2021(4):76-78.
- [12] 张旭,郑清春,胡亚辉,等. 基于 UG 二次开发的微织构刀具参数化设计[J]. 机械制造与自动化,2018,47(3):35-39.