

# 虚拟齿轮测量中心测头系统可视化建模

刘佳奇, 卢春霞, 尹培丽

西安工业大学

**摘要:** 通过对虚拟齿轮测量中心测头可视化实现方法进行研究,分析了测头信号的采集原理和测头结构,确定了测头的参数化结构模型。在 VC++6.0 基础上采用数据库检索和 3DMAX 建模方法,生成不同参数的 3DS 格式测头模型,并利用数据库检索调用测头模型文件,最终在虚拟齿轮测量中心加载显示实际效果图。

**关键词:** 虚拟齿轮测量中心; 测头模型; Mysql 数据库

**中图分类号:** TG806; TH164

**文献标志码:** A

**DOI:** 10.3969/j.issn.1000-7008.2019.03.031

## Visual Modeling for Measuring System of Virtual Gear Measuring Center

Liu Jiaqi, Lu Chunxia, Yin Peili

**Abstract:** This paper studies the visualization method of the probe in the virtual gear measuring center. The acquisition principle and the structure of the probe are analyzed, and the parameterized structure model of the probe is determined. Based on VC++6.0, the techniques of database retrieval and 3DMAX modeling, the 3DS format probe model with different parameters is generated and the probe model file is called by database retrieval. Finally, the effect drawing is displayed in the virtual gear measuring center.

**Keywords:** virtual gear measuring center; probe model; Mysql database

## 1 引言

虚拟齿轮测量中心(Virtual Gear Measuring Center,以下简称 VGMC)代表了虚拟环境下真实齿轮测量中心的机械结构、工作状况及测量过程。它通过精度可控的三角面片替代真实工件,建立通用的碰撞检测模型,用 VGMC 代替 CNC 齿轮测量中心实现全测量过程的仿真<sup>[1,2]</sup>。测头是齿轮测量中心的核心部件之一,针对不同的测量需求,通过更换不同形式的测头来实现不同的测量任务<sup>[3,4]</sup>。本文分析了测头系统信号采集原理和不同测头的安装结构,总结了测头生成参数,并利用数据库技术将 VGMC 和测头模型库进行关联,实现了 VGMC 中测头系统的可视化功能。

## 2 测头结构模型分析

CNC 齿轮测量中心主要使用扫描式测头<sup>[5]</sup>。扫描式测头由测头本体、测杆、测球、加长杆等部分组成<sup>[6]</sup>。CNC 齿轮测量中心的规格确定后,其选用的测头型号一般不会更换,而测针往往会根据测量任务进行更换。

### 2.1 信号采集原理

如图 1 所示,测头系统由测头(传感器)和测针

两部分组成,它们之间通过螺纹等连接方式组合在一起。在齿轮测量中心进行工件测量时,测针的顶部直接接触工件表面,使测针发生偏移并传递到测头内部的传感器,传感器将偏移量转换成电信号输出,并经过模数转换和标度变换后,最终输出偏移量即测头系统采集信号<sup>[7]</sup>。

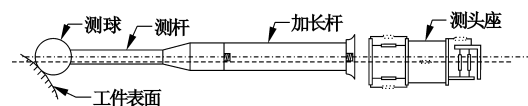


图 1 测头信号采集原理

### 2.2 测头与测针结构分析

CNC 齿轮测量中心的测头型号固定,可采用一维 TESA 测头或三维测头。针对不同被测对象或被测任务,往往需要采用不同的测针安装结构,有时也需要对测针进行更换。

如图 2 所示,对外齿齿轮进行测量时采用图 2a 和图 2b 两种结构。对内齿齿轮进行测量则一般采用图 2c、图 2d、图 2e 三种安装结构。被测工件的规格不同,选择的测针尺寸也往往不同。例如,在进行小模数齿轮测量时,可以选用测球较小的测针,对模数较大的齿轮进行测量时,可以选用更长的加长杆以满足测量要求。测针尺寸参数见表 1。

### 2.3 VGMC 测头功能分析

虚拟齿轮测量中心是真实齿轮测量中心的映射,一是显示与实际高度相似,二是性能(输入输出

特性)也与真实系统一致。因此,虚拟齿轮测量中心应能根据用户选择实现齿轮测量中心的测头配置,并根据不同测量任务随时更换测针。

①根据仿真的实体对象配置不同测头,一旦选定测头,不可更换。测头加载应在 VGMC 初始化时完成;

②测针在 VGMC 运行过程中可随时更换,并能及时更新视图场景,并在检测过程中按照新的测针特性进行测头输出信号校正。

因此需要根据具体测针结构尺寸参数,生成对应的视图和特性。

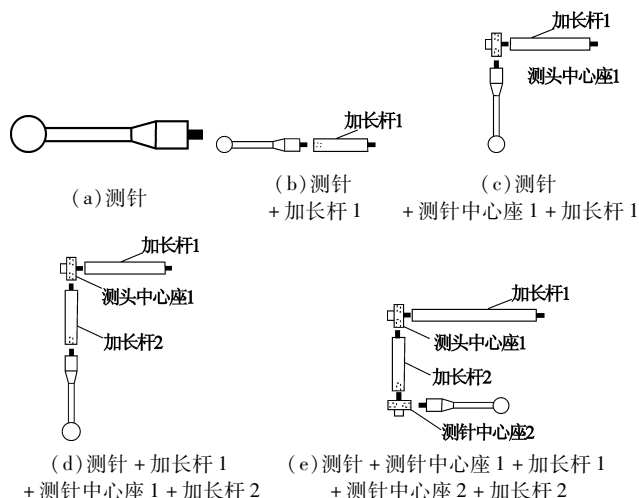


图2 测针结构模型

表1 测头系统参数

类别	参数
测针	1. 测针_测球材料
	2. 测针_测杆材料
	3. 测针_螺纹尺寸
	4. 测针_测球直径
	5. 测针_测杆直径
	6. 测针_测针长度
	7. 加长杆_材料
	8. 加长杆_直径
	9. 加长杆_长度
测头座	1. 测头结构类型
	2. 测头类型

### 3 测头可视化方案

#### 3.1 VGMC 测头可视化方案

①将各种类型的测头通过参数化建模方法,由第三方软件生成 3DS 格式的文件;

②由于测头规格尺寸繁多,因此将尺寸参数及模型文件存入数据库,将不同结构类型、不同型号的测头分别建立表单,并存储在数据库中;

③VGMC 中调用测头时,通过索引的方式在数

据库中查找测头模型的文件名;

④在 VGMC 中加载查找到的测头模型,最终实现测头的显示功能。测头具体加载流程见图 3。

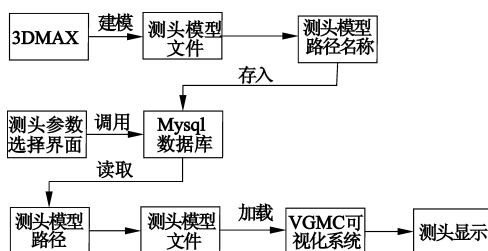


图3 测头模型加载流程

### 3.2 Mysql 数据库设计

#### (1)数据库表单设计

数据库一共需要 8 张表单,分别对应图 2 中的 5 种测头安装结构、一维测头座、三维测头座和相对法测量齿距的双一维测头。关键变量名和表单名总结见表 2,需对每张表单的属性进行设计。以图 2b 所示的结构模型为例,表单属性包括测针的几何尺寸参数和材料、加长杆的几何尺寸参数和材料、测针螺纹尺寸、模型文件的检索路径及文件名称等(见表 3)。其他测头结构模型的表单与该表类似。

#### (2)数据库表单调用方法

对表单内测头 ID 进行命名,选择测头安装结构时,将在数据库搜索对应测头结构的表单。每张表单内存储有按规则定义好的测头 ID、测头的几何参数和测头模型文件路径。程序关键代码如下:

//通过匹配 ct\_jgmx 示值,确定获取哪个表单。其中 ct\_jgmx 可以取 1、2、3、4、5 共五个值,分别对应了五种结构下的测头模型。此处表示选取了图 2b 结构测头模型表。

```

if (ct_jgmx == 2)
{
    res = mysql_query(&myCont, "select * from probe. type_b");
}
.....
result = mysql_store_result(&myCont); //保存查询到的数据到 result
.....
while (sql_row = mysql_fetch_row(result)) //获取 result 中具体的数据并保存
{
    .....
    //将数据库信息存储到数组,包括 addr 和 filename
    data[a][i] = atof(sql_row[i]);
    .....
}
    
```

### 3.3 VC 测头可视化加载

从数据库中获得测头模型文件后,需要在 VC 中加载才能在 VGMC 中显示出来。因此在程序中需要添加下列关键代码:

```

.....
//addr, filename 均通过数据库查找的
//addr 是模型文件路径,通过在该路径下查找模型文件
名 filename
strcat( g_sMediaPath, addr );
//模型文件名为 filename,此将读取的 3DS 模型存入到
g_3dsModel[0]中
g_3dsModel[0]. LoadModelFromFile( filename );
//在此处将上一步读取的 3DS 模型文件显示出来
g_3dsModel[0]. Draw();
    
```

表 2 关键变量名和表单名

表单名称	表单属性
Type_b (对应图 2 中的 b 类型结构)	1. 测针_测球材料
	2. 测针_测杆材料
	3. 测针_螺纹尺寸
	4. 测针_测球直径
	5. 测针_测杆直径
	6. 测针_测针长度
	7. 加长杆_材料
	8. 加长杆_直径
	9. 加长杆_长度
	10. 测头模型文件路径
	11. 测头模型文件名称

表 3 Type\_b 测头数据

变量名(表单名)	作用
ct_jgmx	变量名,用来匹配测头结构模型的变量,取值范围为:1、2、3、4、5
Type_a	表单名,对应图 2 中(a)结构模型
Type_b	表单名,对应图 2 中(b)结构模型
.....	.....
cz_cqcl	变量名,表示测针_测球材料
cz_cqzj	变量名,表示测针_测球直径
cz_cgzj	变量名,表示测针_测杆直径
.....	.....
addr	变量名,表示模型文件路径
filename	变量名,表示模型文件名称

### 3.4 实现效果

通过上述几步,完成测头的参数化建模设计,包括建立测头生成界面,绘制测头模型, Mysql 提供后端数据支持。图 4 和图 5 为测头生成 UI 界面和两种测头模型效果。其中,加长杆 1 表示离测针较近的加长杆,加长杆 2 表示离测针较远的加长杆。



图 4 UI 界面效果

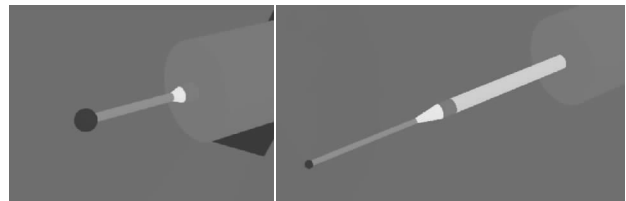


图 5 无加长杆测头和有加长杆测头模型

## 4 结语

本文对 CNC 齿轮测量中心测头结构模型进行剖析,讨论了各种测头模型安装结构,确定了测头库实现方案。在 VGMC 基础上使用 Mysql 数据库技术创建了测头库系统,并提出一种测头模型可视化方法,给出了实现效果图,完善了 VGMC 的功能。

### 参考文献

[1] Yin Peili, Wang Jianhua, Lu Chunxia. Measuring software test verification for complex workpieces based on virtual gear measuring instrument[J]. Measurement Science Review, 2017, 17(4): 197-207.

[2] 陈虹,冯灏,王建华. 虚拟齿轮测量中心及其应用[J]. 工具技术, 2011, 45(2): 116-120.

[3] 武怀强,闫利文,闫炎. 基于贝叶斯网络测头误差建模研究[J]. 机械工程师, 2016(1): 39-40.

[4] 张白,石照耀. 三维扫描测头的标定方法[J]. 北京工业大学学报, 2013, 39(4): 481-486.

[5] 石照耀,韦志会. 精密测头技术的演变与发展趋势[J]. 工具技术, 2007(2): 3-8.

[6] 杨新刚,黄玉美,李艳,等. 三维测头探测误差的评定准则及高精度评定方法研究[J]. 计量学报, 2008, 29(3): 207-210.

[7] 胡洪平. 三维精密线性测头的研制[D]. 北京:北京工业大学, 2014.

第一作者:刘佳奇,硕士研究生,西安工业大学机电工程学院,710021 西安市

First Author: Liu Jiaqi, Postgraduate, College of Mechanical Engineering, Xi'an Technological University, Xi'an 710021, China