

doi: 10. 11823/j. issn. 1674 - 5795. 2015. 06. 07

大尺寸螺纹测量设备的标准数据库及测量软件的设计

梁海龙, 佟岩, 杨磊

(四川航天计量测试研究所, 四川 成都 610100)

摘 要: 设计出了一种基于激光位移检测技术的螺纹测量设备, 实现了对大尺寸螺纹参数的非接触式测量。以现行的螺纹参数标准手册为理论依据构建标准螺纹数据库, 并开发出了专用的检测软件。

关键词: 螺纹; 数据库; 测量

中图分类号: TB92; TG85

文献标识码: A

文章编号: 1674 - 5795(2015)06 - 0029 - 04

Design of a Big Thread Parameters Database and Measurement Software

LIANG Hailong, TONG Yan, YANG Lei

(Sichuan Aerospace Measurement and Research Institute, Chengdu 610100, China)

Abstract: A multi-parameter technical system based on laser probing technique is proposed. Taking the present screw thread parameter handbook as standards, a database of standard screw thread is built, and the software for screw threads detection is developed.

Key words: screw thread; database; measurement

0 引言

螺纹是机械制造业中最常见的一种连接形式, 主要有紧固、联结、密封和传动等功能, 在制造业中有着广泛的应用^[1]。对于 M200 以内的螺纹, 通常可以使用常规的方法进行测量, 而对于型号产品中经常用到的 M200 以上的大尺寸螺纹, 则是一个测量难题。因此, 为了解决我院型号产品中的大尺寸螺纹测量的难点, 我们以激光传感器作为扫描测头, 并通过将转台与三坐标框架进行结合的方式, 设计出了一种大尺寸螺纹参数的非接触式测量设备, 成功实现了对螺纹综合参数的快速检测。

1 螺纹测量设备组成和测量原理

螺纹测量设备主要由扫描测头(激光位移传感器)、基体(三坐标测量机框架)、卧式转台(角度控制)以及专用的螺纹测量软件四个部分构成。激光位移扫描传感器装配在三坐标测量机的测量臂底部, 通过测量臂

的运动来带动其前后、左右、上下运动; 卧式转台装配在三坐标测量机的大理石平台中心, 由转台的转动带动被测螺纹量规进行旋转; 激光位移扫描传感器、转台和三坐标测量机框架系统通过专用的螺纹测量软件进行协调控制。螺纹测量设备的实物照片如图 1 所示。

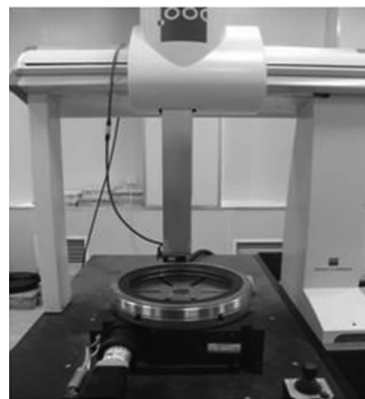


图 1 大尺寸螺纹参数的非接触式测量设备

当螺纹量规处于三坐标的空间坐标系下时, 螺纹牙型轮廓上的每一点相对于空间坐标系的原点都会存在着一个空间坐标值, 在通过激光位移传感器进行扫描求出轮廓面上各点的空间坐标值后, 使用专用的螺

收稿日期: 2015 - 07 - 07; 修回日期: 2015 - 07 - 22

作者简介: 梁海龙(1984 -), 男, 工程师, 工程硕士, 主要从事精密检测方向技术研究。

纹测量软件对扫描数据进行分析处理求出实际的牙型轮廓,最后由螺纹基本参数的几何定义求出各项参数的实测值。

获得螺纹的牙型轮廓线是基于激光位移检测技术检测螺纹方法的关键,以被测螺纹量规的轴截面为研究对象,首先由三坐标测量机传动系统控制激光位移传感器沿被测螺纹量规的轴向剖面从下而上运动对螺纹量规的牙型轮廓线进行扫描。当扫描传感器沿 Z 轴方向自下而上运动时,扫描传感器同时在螺纹专用测量软件发出的命令下开始对螺纹牙型轮廓线进行数据采集,并实时地存储到控制器上。

在扫描出相应位置的牙形轮廓线后,卧式转台旋转 90° ,激光位移传感器重复上一步的扫描过程,得出该位置轴向剖面的牙形轮廓线。在转台进行三次 90° 旋转、完成对被测螺纹量规的四次牙型轮廓线扫描后,再由专用的螺纹测量软件对采集到的 4 条牙型轮廓线数据进行滤波、拟合和构造等处理,然后以螺纹基本几何参数的定义为依据,计算求出被测螺纹量规的大径、中径、小径、牙型角和螺距等各项参数值。

最后测量人员通过专用螺纹测量软件中的螺纹标准数据库查出被测螺纹量规的各项基本几何参数的标称值,将由标准数据库中查出的标称值与通过软件计算求出的参数值进行对比,对被测螺纹量规的合格与否进行判定,并将判定结果显示在专用螺纹测量软件的界面上。

2 螺纹标准数据库的设计

整个螺纹测量过程中的一个重要内容是通过查找螺纹标准数据库得到被测螺纹量规的大径、中径、小径、螺距和牙型角等基本参数的标称值,该标称值是判断被检螺纹合格与否的最终依据。

2.1 螺纹标准数据库设计的基础理论

螺纹的主要参数有外内螺纹大径(d, D)、中径(d_2, D_2)、小径(d_1, D_1),螺距 P ,牙型角 α ,原始三角形高度 H 等,这些参数都是以基本三角形为基础,借助于不同的位置要素、公差、偏差修正量等相关参数由相应的公式计算而得。在 GB/T 197 - 2003《普通螺纹 公差》中分别对螺纹量规的大径、中径等基本参数公差的计算公式进行了表述。按照规定,螺纹量规的牙型半角公差依照螺距 P 进行分段处理^[2],截短螺纹牙型和完整螺纹牙型的半角偏差有所不同;螺纹量规的螺距公差则依照螺纹的长度 l 进行分段处理。

2.2 螺纹标准数据库的程序处理

螺纹参数的取得可以依据计算公式,也可以查找手册。由于螺纹量规型号众多,手册数据虽然有一定的数据相似性,但以录入方式建立螺纹标准数据库工作量大,且出错机率高,不适合建立多型号规格的螺纹标准数据库。在各种螺纹标准中,对于这些参数都有着明确的公式或数值。因此螺纹标准数据库的建立工作主要是以这些公式、数值计算为依据,通过计算得到不同规格螺纹的参数,从而将使用手册中的数值变成程序中的命令。由于各种公式、参数具有相通性、相似性,在对典型的普通螺纹量规参数计算过程进行分析后,形成统一的螺纹参数计算方法。螺纹基本几何参数的计算是根本,大多数计算结果与标准手册相同,但由于在实际生产中,个别修正量有所不同,部分螺纹参数计算结果与手册数据有微小差别,考虑到后期数据库的扩展及实现的方便性,最终以公式计算为主要编制依据,在比对的基础上针对个别参数进行系统的微小调整。

本数据库使用 Microsoft SQL Server 2005 对螺纹标准数据库进行开发,将普通螺纹量规的基本尺寸、顶径和中径公差、螺距公差等信息储存在数据库中,使用 SQL 语句调用与被测螺纹量规的型号相对应的信息,调用螺纹基本参数计算公式,得到螺纹量规的基本参数。螺纹量规专用检测程序中建立相应的对话框,实现对螺纹数据库的访问。

数据库可以表格形式独立存在,在程序中以特定索引调用,也可以程序命令直接镶嵌于子程序中,以对话框形式调用。为方便后续的扩展,本项目采用了第二种处理方式,在程序编制时单独建立数据库子程序,并以量规的型号规格及对话框中各指定参量为索引,调用不同的计算公式、位置参数及修正值,从而得到该量规所对应的螺纹参数(名义值及公差)。

2.3 数据库的验证

对于 M200 以下的常规普通螺纹量规,以螺纹标称尺寸、螺距、公差等级、精度四项为主要索引项,随机抽取螺纹量规的型号规格,采取程序计算机参数值与螺纹量规使用尺寸手册的参数值相对比的形式,进行参数结果对比。对于本项目所涉及的 M200 以上的大尺寸螺纹量规,由于常规手册上没有相应的螺纹参数值,则采取随机抽取这部分螺纹量规的方式与马尔测长机随机附带的螺纹标准数据库(ISO 标准)进行比对验证。

在螺纹参数计算过程中,中间参数等相关数据的

位数取舍不尽相同。对于有明确数值(如位置要素、公差值)的参数按其数值计算;一些计算得到的参数(如内螺纹中径公差 T_{D2} 和大径 D 等),其位数的取舍是在所在标称数据分段的优先数列的基础上进行圆整,而不是简单的四舍五入。同时,通止量规的有效位数取舍也有所不同,对于尾数是 5 的数据取舍也分别处理。经多次调整、分析、比对,得到螺纹标准数据库与手册数据相差小于 $1\mu\text{m}$ 。

3 测量软件的设计

3.1 测量软件的总体设计

螺纹测量设备的专用测量软件是整个测量设备的关键所在,测量软件首先应当具备友好的操作界面,其次在测量过程中还需要对设备的运动实行控制策略以避免激光位移扫描传感器与转台、被测螺纹产生碰撞。

当扫描传感器在对螺纹牙型轮廓进行数据扫描时,扫描数据能够实时的在测量软件的界面中进行显示。在数据扫描完成后,通过对扫描采集数据的计算处理,求出被测螺纹量规的螺距、牙型角、中径等参数的实测值,最后通过将各项参数的实测值与数据库中查出的理论值进行对比来判定被测螺纹是否合格。

基于以上对螺纹测量设备软件功能的分析,该螺纹测量设备的测量软件模块划分如图 2 所示。

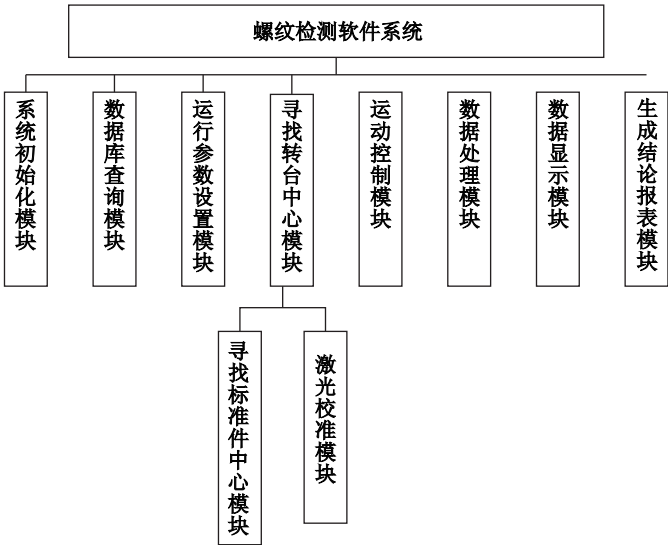


图 2 软件模块划分示意图

根据螺纹测量设备的工作原理以及功能模块的划分情况,螺纹测量设备软件流程图如图 3 所示。

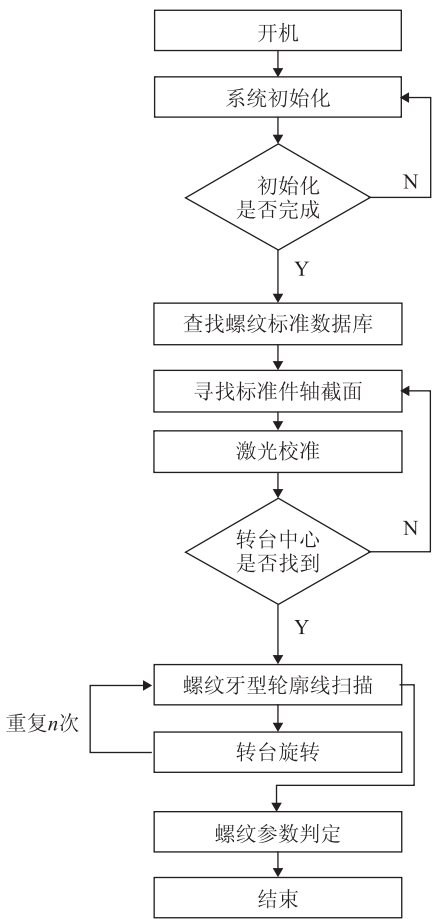


图 3 螺纹测量设备软件流程图

3.2 测量软件的主窗口

螺纹测量软件的主界面(局部)如图 4 所示。主界面的左侧是按照测量操作顺序从上至下依次排列的各个模块的控制命令,右上侧是螺纹标准数据库查询结果显示栏以及判定结果显示栏,右下侧是螺纹标准牙型和实际扫描牙型轮廓显示栏。



图 4 螺纹测量设备软件主窗口(局部)

3.3 初始化模块

使用螺纹测量设备测量前需要对三坐标测量机、激光位移传感器以及转台分别进行初始化。系统初始

化是对螺纹量规牙型轮廓进行扫描测量前的重要步骤,只有在初始化进程已经完成的前提下,测量设备各个部件才能正常运行,确保测量的顺利进行。

3.4 数据查询模块

测量人员在测量软件的“输入螺纹信息”子窗体中输入被测螺纹量规的规格,通过测量软件与数据库建立连接^[3],就能够从数据库中查得被测螺纹的大径、中径、牙型角、螺距等基本参数。

以查询普通螺纹 M200 × 6 - 6g ZZ 为例,首先在软件窗体中输入螺纹的型号为 M200 × 6 - 6g(公称直径 200,螺距 6,公差代号为 6g),然后选择被查询螺纹的种类为校止止(ZZ),点击检索数据库得出其参数值,如图 5 所示。图 5 中,大径最大值:199.619 mm;大径最小值:199.591 mm;中径最大值:195.714 mm;中径最小值:195.702 mm;小径最大值:193.110 mm。

图 5 输入螺纹信息子窗体

通过与《普通螺纹量规使用尺寸手册》中的标称值进行对比可知以上数据准确无误,对螺纹标准数据库的准确性进行了再次的验证。查询模块的主要功能是与后续通过数据处理求出的螺纹量规基本参数进行对比,作为被测螺纹量规是否合格的判定依据。

3.5 参数设置模块

激光位移传感器对牙型轮廓扫描的次数与卧式转台旋转的次数相一致,测量人员通过参数设置模块选择螺纹牙型轮廓的数据扫描次数。测量人员通过参数设置的子窗体对转台旋转次数进行选择,如图 6 所示。

图 6 运行参数设置子窗体

3.6 运行及数据处理模块

运行模块的主要的功能是对三坐标测量机、激光位移传感器和转台三者进行协调控制,保障螺纹牙型轮廓的扫描及扫描数据的获取,为后续螺纹基本参数的计算做铺垫。在运行模块中,激光位移传感器、卧式转台和三坐标测量机按照编写的程序完成对被测螺纹量规牙型轮廓的扫描。

数据处理模块是整个软件的核心部分,通过该模块对扫描出的牙型轮廓数据进行数据处理,然后由螺纹基本几何参数的定义求出被测螺纹量规的中径、牙型角以及螺距等基本参数,其结果显示在软件界面上,如图 7 所示。

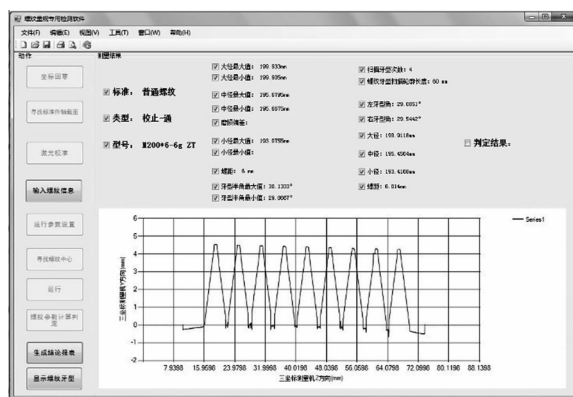


图 7 计算判定结果显示子窗体

3.7 数据显示模块

在激光位移扫描传感器完成对被测螺纹量规的牙型轮廓扫描后,测量人员通过点击“显示螺纹牙型”按钮,可以在软件子窗体中查看扫描出的螺纹牙型轮廓。

4 结束语

本文以现有的螺纹参数标准手册为理论依据,构建出了测量软件中的标准螺纹数据库,并验证了其准确性,为螺纹参数测量结果的判定提供了根据。同时介绍了测量软件的总体结构,以及重要模块的划分及功能介绍。

参考文献

- [1] 高延新,潘润岭,王文义. 浅议螺纹标准及其检测技术[J]. 航天标准化,1996(4): 22-23.
- [2] 国家质量监督检验检疫总局. GB/T 197-2003. 普通螺纹公差[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [3] 张怀庆,谢益成. Visual C. NET 编程精粹 150 例[M]. 北京: 冶金出版社, 2005: 168-170.