数控重型轧辊磨床磨削与测量软件系统开发

齐重数控装备股份有限公司 （黑龙江齐齐哈尔 161005） 卢 琛

摘要：根据重型轧辊的磨削和工件测量特点，以及用户操作需求，进行了数控重型轧辊磨床磨削和测量软件系统的研究与开发。这套软件系统利用VC和VB编程开发，通过数控系统提供的通信接口与机床进行数据交换，完成了直线、锥度及圆弧等多种曲线的磨削和测量功能。

RG300数控重型轧辊磨床是我公司在总结长期生产重型高精度机床经验的基础上，吸取了国际上先进的优化设计手段，自主研制的具有国际同类产品先进水平的机床产品。该产品采用德国西门子数控系统，使用我公司开发的轧辊磨削与测量软件系统，主要承担冷轧辊机的工作辊、中间辊，以及造纸机、烘缸、橡胶、塑料和印染业中各种压辊的粗、精磨削加工。除可以磨削中凸或中凹的辊身外，还可以用作大型外圆磨床，完成辊身、辊颈及辊颈支撑部位的外圆磨削、辊颈锥面磨削、辊身端面磨削、辊身倒角磨削、辊身与辊颈间过渡圆弧的磨削等。

复杂轧辊曲线磨削加工程序复杂，并分为多个步骤，这些工作难度较大，对操作者编程水平要求高，因此需要机床厂家提供指导操作并简化其工作的操作平台。对平台软件系统的要求主要包含以下功能：①直线、锥度、圆弧及SIN等各种复杂辊形NC程序的自动生成。②工序管理功能，实现轧辊磨削、砂轮修整和测量的自动化流程控制。③砂轮截形的自动修整。④轧辊测量装置的自动标定。⑤轧辊安装的锥度测量。⑥轧辊直径、直线度及圆度等精度指标的测量和自动评定。⑦轧辊参数、加工工艺参数和测量结果的数据存储与管理。⑧测量报告的打印。

1. 软件系统架构和主要功能

数控重型轧辊磨床磨削与测量软件系统功能架构框如图1所示。由于不同的开放式系统提供的通信接口不同，为了提高软件系统的适用性，减少重复工作，在设计时与数控系统的数据交互由单独的数据通信模块完成，业务逻辑部分通过软件系统内的数据接口与数据通信模块进行数据交互，这样在部署到不同的数控系统时，仅改变数据通信模块的底层通信部分即可，极大地减少了重复性工作，提高了软件的兼容性。

由于数控重型轧辊磨床磨削与测量软件系统功能较多，受篇幅限制，以下仅介绍主要功能模块的设计。

（1）工序管理。工序管理中把整个轧辊磨削的工作分为不同工序进行，工作顺序由用户自由设定，实现自动化加工过程。工序管理主要包含工件描述、磨削、砂轮修整和测量。工件描述为必填项，在工件描述中编辑通用参数，如周期进给轴、插补轴

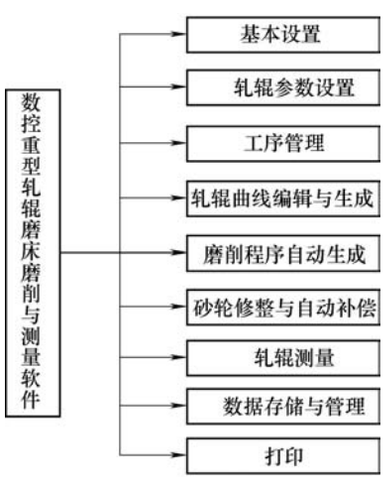

图1 软件系统功能架构

及进给保护区等。磨削、砂轮修整和测量工序可以由操作者自由组合，工序管理界面如图2所示。

多段辊形的磨削加工往往需要操作者分析辊形整体形状，进行合理分割。分解后的每段辊形可以有针对性的分别加工。多段辊形的组合加工，需要进行科学合理的工序排列并相应调整砂轮修整，因此加工编程难度较高，加工现场手动编程很难保证加工高精度和质量的稳定性，而且加工效率也必然降低。另外，由于加工情况纷繁复杂，为便于操作者灵活处理加工过程，需要人机界面提供一个可以定义工件辊形，并能合理连接各个单独工序的平台。简化制定加工方案的过程，提高加工效率。工序管理流程如图3所示。

图2　工序管理界面

（2）轧辊曲线编辑与生成。常见轧辊包含直线、锥度、圆弧及SIN等多种不同的辊形，为了使软件系统可以自动生成不同辊形对应的磨削、砂轮修整和测量所需的NC程序，设计了轧辊曲线编辑与生成模块。该模块允许操作者编辑多条不同的轧辊曲线，在选择不同的曲线类型时，软件系统根据不同辊形对参数的需求，自动切换对应的人机界面。

（3）砂轮修整。数控重型轧辊磨床除了加工常见辊形外，还包括磨削中凸或中凹曲线辊面，及CVC辊面和任意曲线辊面等复杂形状的加工。加工编程难度高，加工过程复杂，精度要求严格，因此砂轮的修整就成了轧辊辊形加工的重要环节。凭借手动编程修整砂轮同样难以保证加工高精度和质量的稳定性，加工效率也很低。另外，要求针对辊形加工的不同和工序前后的不同，进行粗磨、半精磨、精磨和抛光磨。可见加工过程中对于砂轮形状的要求很高，砂轮的修整对于加工精度也有很大影响，需要配合加工工序准确修整砂轮形状。由软件系统自动在后台根据加工参数生成砂轮修整NC程序，不仅能确保加工精度，而且极大地提高了砂轮修整的效率。

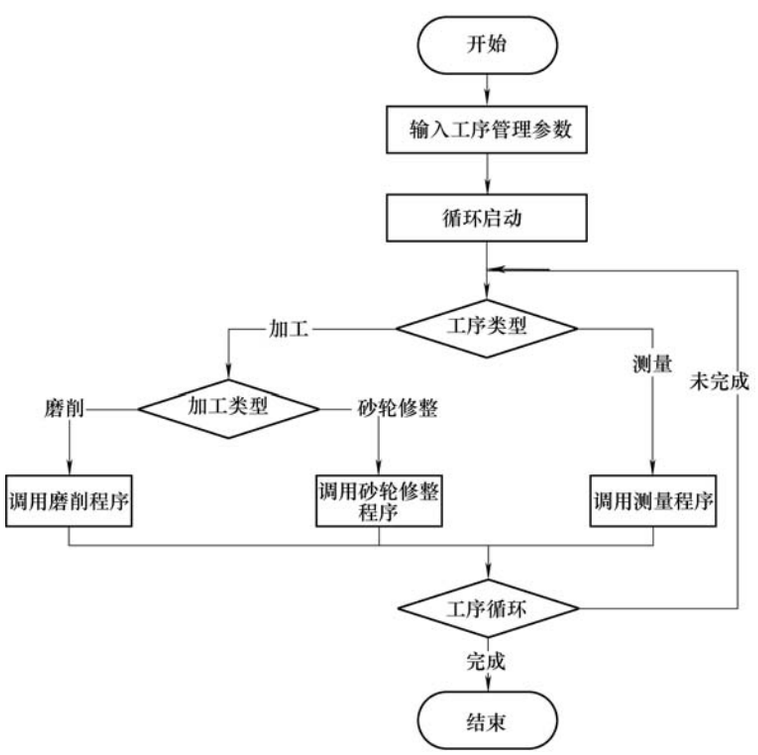

图3　工序管理流程

（4）轧辊测量。轧辊的测量由布置在测量臂上的两个测头完成。每个测头的校准用同一个布置在机床尾座上的校准件实现，校准过程由程序控制自动完成。校准后，测头能够测量轧辊直径和轧辊辊形母线形状。测量过程中轧辊旋转，工件转速需要与测量系统匹配（大直径工件的表面线速度会影响测头测量），测量系统记录测头的测量值，并将机床数控系统获取的轧辊旋转角度和测头Z轴位置同时存入系统。旋转过程中将记录几千个测量结果，把这些测量结果与相应的轧辊旋转角度位置匹配，软件系统将自动计算测量的轧辊辊形。轧辊测量示意图如图4所示。

测量结果将被存储在一个数据库中，可以用多种格式导出，也可以在测量系统的人机界面中显示，用于即时分析。导出格式包括CSV、Excel和3D-DXF。其

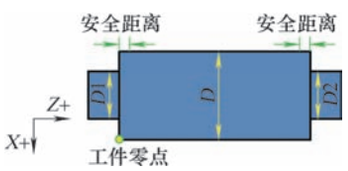

图4　轧辊测量示意图

中，3D-DXF格式可以用于三维图像的生成。直径测量结果通过放大刻度显示，便于分析。打印报告包括工件的序列号，由操作者输入测量系统。轧辊直径测量和圆度测量的检测报告如附表和图5所示。

2. 结语

本文介绍的数控重型轧辊磨床磨削与测量软件系统具有良好的人机交互性，方便操作者使用机床。该软件系统按照数控重型轧辊磨床加工和测量的特定工艺要求设计，可以自动控制轧辊从磨削、砂轮修整到测量的整个过程，加工过程中可以实时显示机床动态数据。软件系统采用模块化设计，数据通信和业务逻辑部分为独立的接口模块，方便与不同的系统配合使用。

辊测量结果

直径编号	Z起点	Z终点	直径/mm	圆心X	圆心Y	圆度/mm	检测点数
101	2 240.00	2 340.00	2 246.804	0.001	−0.007	0.058	752
201	7 180.00	7 280.00	9 71.363	0.000	−0.001	0.010	754
301	2 190.00	2 290.00	2 246.813	−0.001	−0.010	0.054	1 126
401	3 400.00	3 500.00	2 021.180	−0.002	−0.008	0.012	752
402	3 480.00	3 580.00	2 020.643	−0.002	−0.007	0.009	756
403	3 560.00	3 660.00	2 020.109	−0.001	−0.008	0.010	752
501	3 960.00	4 060.00	1 780.787	−0.008	−0.008	0.022	1 124
502	4 060.00	4 160.00	1 780.784	−0.008	−0.008	0.027	1 112
503	4 160.00	4 260.00	1 780.772	−0.008	−0.009	0.030	1 110
601	4 600.00	4 700.00	1 519.715	0.000	−0.004	0.012	754
602	4 700.00	4 800.00	1 502.008	0.000	−0.005	0.015	754
603	4 800.00	4 900.00	1 484.307	0.000	−0.005	0.015	752
604	4 900.00	5 000.00	1 466.598	0.001	−0.004	0.016	754
605	5 000.00	5 100.00	1 448.885	0.000	−0.004	0.009	754
606	5 100.00	5 200.00	1 431.179	0.001	−0.004	0.009	754
701	5 400.00	5 500.00	1 296.533	−0.005	−0.004	0.020	1 126
702	5 500.00	5 600.00	1 296.539	−0.004	−0.003	0.014	1 112
703	5 600.00	5 700.00	1 296.542	−0.004	−0.003	0.011	1 126
801	6 900.00	7 000.00	971.289	0.000	−0.001	0.015	1 126
802	7 000.00	7 100.00	971.291	0.000	−0.001	0.014	1 112
803	7 100.00	7 200.00	971.355	0.000	−0.002	0.053	1 126

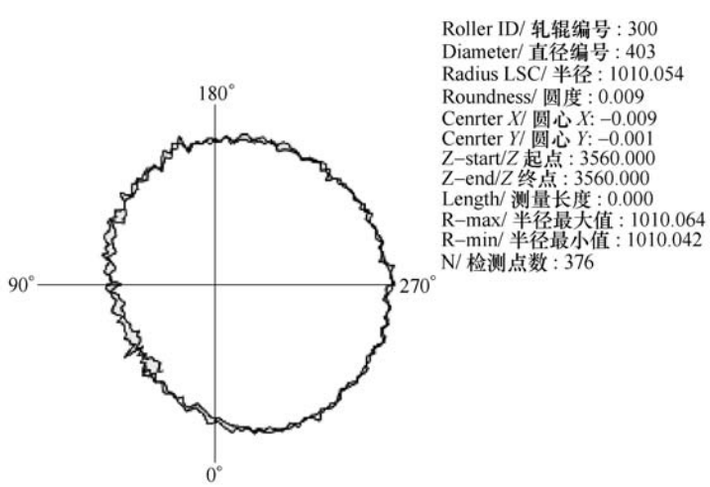

图5　轧辊圆度检测（极坐标图）

参考文献：

[1] 王先逵. 机械加工工艺手册（第2卷）：加工技术卷（第2版）[M]. 北京：机械工业出版社，2007.

[2] 王平，杜明义. 轧辊磨床参数选择对轧辊磨削质量的影响[J]. 轻合金加工技术，2006，34（6）：25-37.

[3] 孙鑫. VC++深入详解[M]. 北京：电子工业出版社，2012.

MW（收稿日期：20160106）

我国将加强知识产权市场管理与服务工作

国家知识产权局近日对加强2016年度知识产权市场管理与服务工作作出了安排，布署了7个方面的重点工作。一是各地要研究加强专利市场管理，促进市场健康持续发展；二是深化和拓展知识产权质押融资工作；三是进一步做好专利价值分析推广及应用试点工作；四是继续深化专利保险工作，优化已有险种，研究推出新险种，探索组合投保模式；五是加大专利奖的宣传力度，扩大影响力，充分发挥示范引领作用；六是各相关地区要加强展会服务，推动展会向市场化、专业化方向创新发展；七是建立数据报送系统，完善专利质押和保险工作情况报送机制。