铁路货车车轴数控车床程序编制

■ 中车贵阳车辆有限公司 （贵州 550017） 光旭东

摘要：以铁路货车RE2B型车轴数控车床加工程序编制为例，分析了编程的要求和需要解决的问题。通过正确选择机床、刀具、切削用量和利用数控系统的编程功能，保证了工件尺寸和轮廓形状精度，用变量编程手段解决了轮座尺寸频繁修改问题，采取措施满足数控车削与后续磨工序的有效衔接，保证了车轴加工的质量和效率。

1. 产品及加工要求

目前，有代表性的铁路货车车轴主要有3个型号：RD2型、RE2B型和RF2型，分别用于60吨级、70吨级和80吨级铁路货车，这几种类型的车轴都是由轴颈、防尘板座、轮座和轴身组成，两端面有中心孔和3个螺纹孔。在车轴制造厂进行锻造和半精坯的加工，半精坯的轴身、两端面中心孔和3个螺纹孔均加工到位；在轮轴组装厂用半精坯车、磨轴颈、防尘板座和轮座到位。下面以RE2B型车轴为例，介绍加工要求和数控车床加工程序编制中解决的若干问题。RE2B型车轴半精坯和成品分别如图1和图2所示。

2. 加工工序安排

RE2B型车轴在轮轴组装厂的加工及组装工序为：在数控车床上粗车、精车，各直径段留磨量0.4～0.5mm，轴颈长210mm，留磨削量0.1mm，两端顶尖顶中心孔，床头为死顶尖，床尾为活顶尖，用三爪自定心卡盘夹紧轴颈部位，需调头加工→在外圆磨床上磨轮座到尺寸，两端顶尖顶中心孔，拨动轴端三螺纹孔旋转，需调头加工→在数控成形磨床上磨轴颈、防尘板座直径、圆弧面和轴颈长度到尺寸，两端顶尖顶中心孔，拨动轴端三螺纹孔旋转；如用单头成形磨床加工，则需调头加工；如用双头成形磨床加工，则一次装夹加工→在探伤机上探伤车轴→在数控立式车床上加工车轮孔→在专用油压机上将2个车轮与车轴压装，结合面为车轮孔与车轴的轮座面，为过盈配合。

在数控车床上的粗车和精车是在一次装卡中，分多次走刀完成，精车后的尺寸如图3所示。

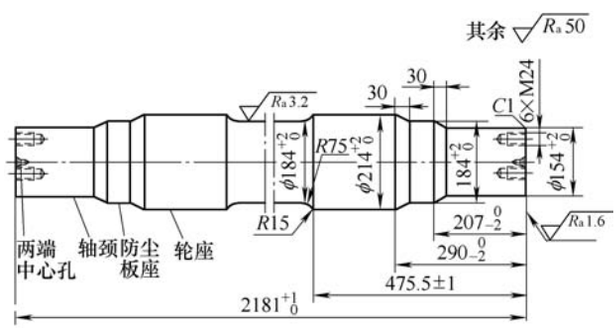

图1 RE2B型车轴半精坯简图

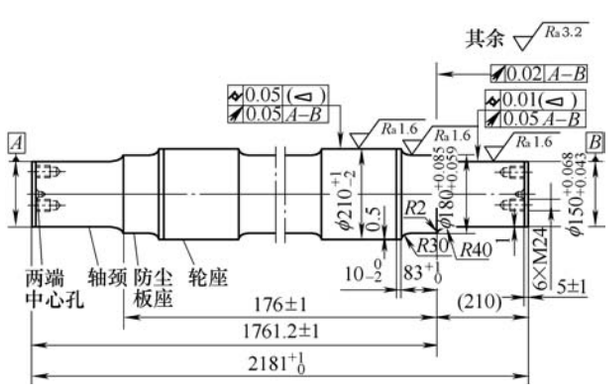

图2 RE2B型车轴成品简图

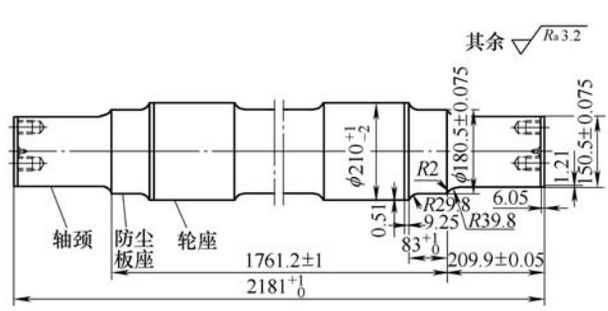

图3 RE2B型车轴精车工序简图

3. 确定加工步骤和切削参数

按上述车轴加工的车削工序安排，在一次装夹中，车完一端的轴颈、防尘板座和轮座，包括粗车和精车，调头后车另一端。粗车和精车各用一把机夹可转位车刀，在粗车后给出换刀指令。

采用沈阳机床股份有限公司沈一车床厂的CAK80270Ac数控车床，数控系统为SIEMENS 802DSL-Sl。该机床是沈一车床厂根据铁路货车车轴的加工要求设计的，在通用机型基础上，对床头、床身和尾座各部位均作了加强设计。

粗车和精车均采用90°左扁刀，刀杆均为DCLNR 3232P 12。采用山特维克刀片，粗车刀片选用CNMG120408-PM4325，精车刀片选用CNMG120404-PF4215。采用先进的刀具，在机床和设备等条件允许情况下，宜选用较高的切削速度，可适当降低进给量，对保证加工质量有利。根据机床和所选刀具的特性，确定最大背吃刀量为3mm。

用AutoCAD软件将成品、半精坯和精车工序轮廓画在同一张图上，可清楚地看出各部位加工余量，在这张图上增加各次进给的加工轨迹线，形成RE2B型车轴加工轨迹图，作为编程的依据（见图4）。

在作图时发现：轴颈和防尘板座的圆弧部位（半精坯为圆锥面的部位）余量较大，必须多次走刀才能完成切削，圆柱体部位的余量不大，可分别在粗车和精车各安排一次进给完成切削。分别编制粗、精车连续加工程序和单独精车程序，主要运行粗、精车连续加工程序，单独精车程序用于特殊场合，如返修等。

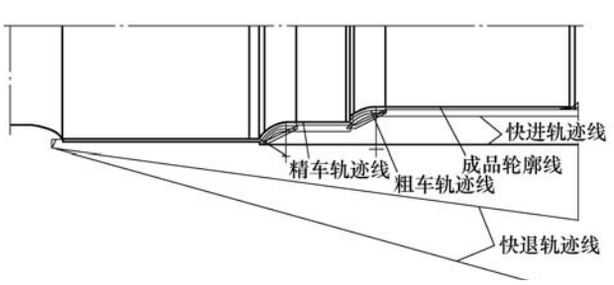

图4　RE2B型车轴加工轨迹图

粗车过程中，先将轴颈和防尘板座后端的圆弧部位（半精坯为圆锥面的部位）大部分余量切削掉，按最大背吃刀量3mm，两个圆弧部位先安排2次走刀，每次走刀圆弧半径加3mm，此后，车刀退回端面位置，将轴颈圆柱和后端圆弧部位、防尘板座圆柱和后端圆弧部位、轮座全部车削一遍，完成粗车。

根据《全面提高铁路货车轮轴造修及运用质量措施》的要求，分别确定了粗车完成时各段的尺寸，最后一刀精车的切削深度：轴颈和防尘板座定为0.46mm，轮座定为0.5mm，精车后轴颈、防尘板座与轮座的磨量（直径尺寸）为0.4～0.5mm。

因半精坯车轴价值较高，要最大程度避免在加工过程中产生报废，在粗车和精车的开始段，轴颈部位各加一次车15mm长测量段程序，完成后自动停车，人工测量。如尺寸合格则人工按2次“启动”按钮继续运行程序；如尺寸有问题，则终止程序，分析处理问题，如果是在粗车时终止程序运行，则解决问题后重新运行粗、精车连续加工程序；如果是在精车时终止程序运行，则运行单独精车程序。以RE2B型车轴为例，粗车前测量段直径为153mm，精车前车的测量段直径为ϕ151mm。

按加工要求，结合机床和刀具的条件，确定粗、精车各段的切削参数，见表1：

表1　切削参数

加工步骤	加工直径ϕ/mm	切削深度/mm	切削速度/m·min^{-1}	主轴转速/ r·min^{-1}	进给量/mm·r^{-1}
粗车轴颈后端圆弧部位	181.4	≤3	≤148.17	260	0.35
粗车防尘板座后端圆弧部位	211	≤3	≤149.15	225	0.35
粗车轴颈圆柱段	151.4	≤2.3	149.83	315	0.4
粗车防尘板座圆柱段	181.4	≤2.3	148.17	260	0.4
粗车轮座	211	≤2.5	149.15	225	0.4
精车轴颈圆柱段	150.48	0.46	151.28	320	0.35
精车轴颈后端圆弧部位	180.48	0.46	≤170.10	300	0.3
精车防尘板座圆柱段	180.48	0.46	153.09	270	0.35
精车防尘板座后端圆弧部位	210	0.46	≤158.34	240	0.3
精车轮座	210	0.5	158.34	240	0.35

表1中，粗车两圆柱段的最大切削深度是半精坯车轴为最大尺寸时的数据，实际上较少发生，多数情况是以表中数值减去0.5mm，如“最大2.3mm”，则以1.8mm居多。表中的切削速度公式为：$\pi \times D \times n$，式中，D为加工直径（m），n为主轴转速（r/min）。

4. 适应轮座尺寸变化的方法

车轴和车轮采用油压机压装，车轴轮座与车轮孔为基轴制过盈配合，在大批量生产时，可采用互换方式生产，即将车轴轮座直径和车轮孔直径限定在要求范围内，但在很多场合，需要根据车轮孔直径的变化改变车轴轮座直径尺寸。如果在程序中，将轮座尺寸输入为定数，则要根据不同需要进行计算，并修改多句程序，过程繁琐。为此，在程序中采用参数计算的方法，将轮座直径作为变量，来计算粗、精车程序段的其他相关坐标数值，程序如表2所示。

表2　参数计算程序

程序段数	程序内容	备注
N10	R1=210.0	轮座直径，可根据要求改变
N20	R2=(R1+1-181.4)/2	最后一刀粗车的X值
N30	R3=-1*SQRT(29.335*29.335 -(29.335-R2)*(29.335-R2))	最后一刀粗车的Z值
N40	R4=R1/2-104.35	精车轮座前斜面的X值
N50	R5=9.0/(R4-0.15)	精车轮座的斜率
N60	R6=-1*R5*R4	精车轮座前斜面的Z值

修改轮座尺寸的方法有两个：一个是在程序中不出现R1，在数控系统的面板中，将R1值输入到参数表中；另一个是修改程序中的R1值。如果该值要经常修改，则宜在面板中输入，如果大多数情况下用不变值，需要时再修改，则宜在程序中修改。权衡后，选择第二种做法，为便于修改，将其放在程序的第一段。在粗、精车轮座前的加工尺寸是不变的，所以在程序中，只需根据第一段的R1值计算其他坐标值就可以了。

5. 与后续磨工序的衔接

精车后的工序为在数控成形磨床上磨轴颈和防尘板座直径、圆弧面和轴颈长度到尺寸。采用双头磨床，在加工一根轴的过程中不调头，成形砂轮用数控系统驱动金刚石笔修整，一次切入即可磨完整个表面，图5所示为加工示意图。

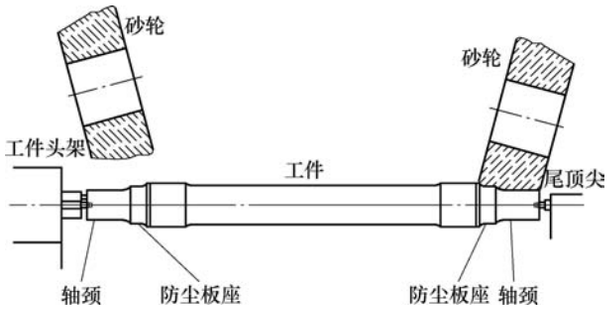

图5　数控成形磨床加工示意图

要做到各部位磨量均匀，就要掌握磨床砂轮修整程序的运行轨迹，这一轨迹与成品尺寸和形状要求吻合。为此，在编制车加工程序前要加载磨床的砂轮修整程序，用AutoCAD软件画出磨加工轨迹图，将其与车加工轨迹图（见图4）画在一张图上，得到各部位所留的磨量，在编制车床加工程序时，使车床与成形磨床加工的圆弧起始位置一致，能很好地保证两道工序无缝衔接。

6. 效果

考虑以上所有因素，在加工轨迹图（见图4）上得到各程序行的Z、X值，编写加工程序，流程图如图6所示。

按以上思路编制的加工程序，经试车调试后，证明工艺安排和切削参数合理，达到了加工尺寸及表面粗糙度质量稳定、加工效率高的效果，未出现过车

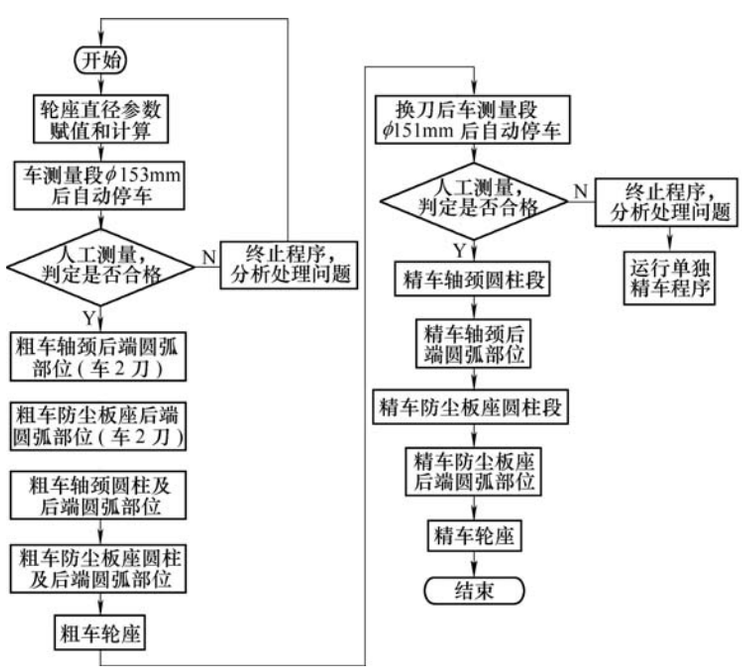

图6　RE2B型车轴加工程序流程图

基于NX的数控编程孔加工技术

常州兰翔机械有限责任公司 （江苏 213022） 彭 晨

摘要：本文介绍了应用NX软件进行孔加工程序的编程。主要说明钻孔加工过程，对应加工指令为G81，用于执行深入至指定深度，并在盲孔和通孔上快速退刀及基础点到指定点钻孔，用于基础钻孔。并针对数控编程中出现的问题提出解决方法。

在数控加工中，常常会用到钻孔加工中的诸多工序子类型程序，而在应用其进行编程时，涉及到钻孔的有多种，诸如加工中心孔等。在应用该工序时，常常会快速退刀到最小安全平面（*R*平面，对应G99）或安全平面（初始平面，对应G98），当产品需避让处较多时，常出现刀具干涉或退刀距离较长等问题。本文针对出现的问题，通过NX软件进行编程，寻求了一些解决方法和实用技术。

1. 常见问题

在数控加工钻孔中，特别是加工箱体类零件或框架类零件时，常会遇到许多不在同一平面、高低不一的孔。在加工该类零件时，常常会出现以下问题：钻削时，快速退刀到最小安全平面（*R*平面，对应G99），常会出现刀具干涉，如图1a所示；钻削时，快速退刀到安全平面（初始平面，对应G98），退刀距离较长，影响加工效率，如图1b所示；钻削时，增大最小安全距离，导致进刀的距离增加，影响加工效率，如图1c所示。

2. 创建刀具轨迹

创建工序，选择类型为“drill”，选择子类型“钻”，点击“应用”进入相应界面，在“循环类型”显示“标准钻”。最小安全距离默认为3，即孔加工安全进刀距离，如图2a所示。

点击“标准钻”后的“编辑参数”图标，进入“指定参数组”界面，点击“确定”，弹出“Cycle参数”界面，如图2b所示。在此界面中可以看到“Rtrcto-无”按钮，点击进入，弹出新界面，如图2c所示。

在此，重点说明弹出的新界面：

（1）选择“自动”，生成的轨迹是刀具快速退刀到“安全平面”。当然，这个“安全平面”需要在“钻”工序界面的“刀轨设置”的“避让”界面中，选择“Clearance Plane”进行设置。

（2）选择“设置为空”，生

轴加工报废的情况。

在车轴程序的编制过程中，用变量编程手段解决了轮座尺寸频繁修改的问题，应用半径补偿方法保证了圆弧部位形状及端面位置的准确性，在工序尺寸设计上与后续磨工序实现了较好衔接，这些方法对同类产品的编程有较好的借鉴作用。

参考文献：

[1] 上海市机电工业学校. 数控机床原理及应用[M]. 北京：机械工业出版社，2002.

[2] 杨海琴，侯先勤. SIEMENS数控车床编程及实训精讲[M]. 西安：西安交通大学出版社，1970.

[3] 刘明玺. 数控车床编程与操作[M]. 重庆：重庆大学出版社，2013.

[4] 于久清. 数控车床/加工中心编程方法.技巧与实例[M]. 北京：机械工业出版社，2011.

[5] 韩鸿鸾，高小林. 数控车削加工一体化教程[M]. 北京：机械工业出版社，2012.

MW （收稿日期：20160817）