

不完整球面以铣代车加工

■ 太原机车车辆配件厂（山西 030003） 田建忠

摘要：带柄不完整球面可以利用数控车床加工，但存在效率低、成品率不高的问题，为此利用立式铣床，通过旋风铣加工方案较好地解决了这一技术问题，加工质量和效率也得到了明显提高。

半球形折角塞门是铁道机车车辆风制动系统的重要配件，产品消耗量大，密封性能和闭合动作要求准确、可靠。阀芯作为其中的一个关键零件，其加工精度的高低，将直接影响产品的使用性能。阀芯制造时，由于在零件的中部带有一个不完整球面，给加工带来了困难。针对阀芯球面利用数控车床加工时存在效率低、加工表面质量不高的问题，设计了在普通立式铣床上专用的旋风铣装置，取得了较好的效果。

1. 阀芯结构分析

阀芯材质为铝青铜ZQAL9-4，

强度、耐磨性、耐蚀性及铸造性均良好，整体为杆类结构，中部有不完整球面，用于阀门的开启与闭合，半球右端面上的沟槽用于安装橡胶密封垫，阀芯的左端沉孔用来安装弹簧进行复位之用。图1所示为阀芯的结构尺寸要求。

为了直观地分析产品结构特点，画出阀芯三维结构如图2所示。

从图2可以看出，阀芯球面结构不完整，约为整球的1/3，采用车削加工时为断续切削，由此产生的离心力将导致机床运转不稳，影响切削加工精度及表面质量。

2. 数控车床半球加工轨迹及程序编制

阀芯加工时，先通过普通卧式车床按图1要求将 $\phi 25^{+0.065}_{-0.149}$ mm外圆及根部圆角R1mm加工到位。选用的数控车床型号为CAK6150C，数控系统为KND。加工时用三爪自定心卡盘夹持已加工好的 $\phi 25$ mm外圆，尾部顶尖顶紧，分粗、精车二次完成。粗车的切削余量为3 mm，预留0.5 mm加工量，待精加工时加工到尺寸要求。

阀芯数控加工的运动轨迹如图3所示，其中 O_1 为杆身及正向圆弧部分坐标原点， O_2 为反向圆弧

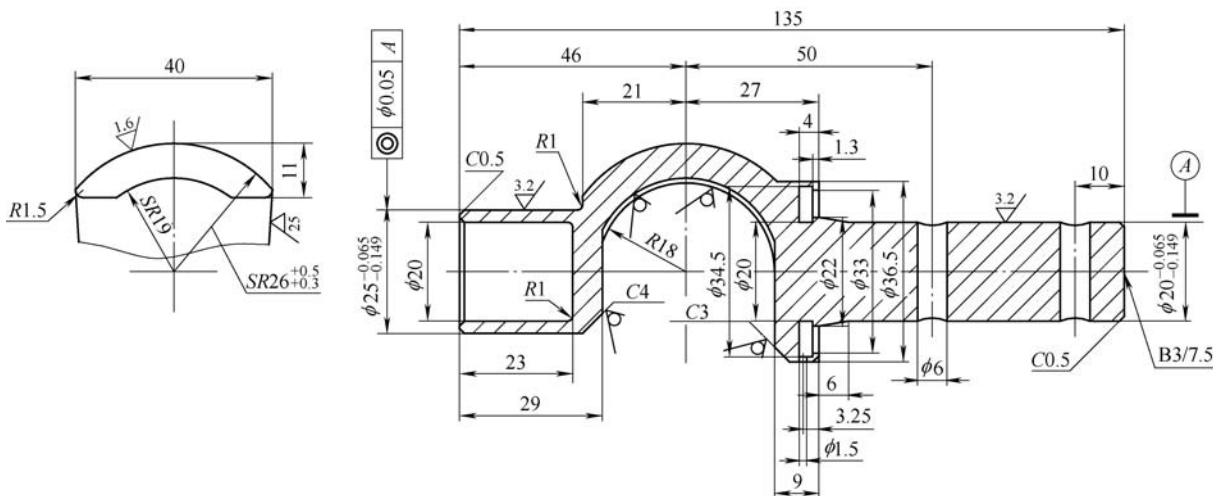


图1 阀芯结构尺寸要求

部分坐标原点。

根据加工轨迹生成如下加工程序：

O0001

(1) 粗加工杆身及正向圆弧部分

T0101

N10 G99 M03 S900

N12 M08

N14 G0 X30 Z0

N16 G01 X-1.0 F0.15

N18 G0 X20.5 W1.0

N20 G01 Z-56.0 F0.2

N22 G01 X22.0 W-6

N24 G01 X37.0

N26 G01 W-7.92

N28 G03 X59.0 Z-89 R26.4

N30 G01 W-1.0 F0.2

N32 G0 X200 Z200

(2) 精加工杆身及正向圆弧部分

T0202

N10 G99 M03 G900

N12 M08

N14 G0 X19.0 Z2.0

N16 G01 Z0 F0.15

N18 G01 X19.9 W-0.5

N20 G01 Z-56.0

N22 G01 X22 W-6

N24 G01 X35.5

N26 G01 X36.5 W-0.5



图2 阀芯三维结构图

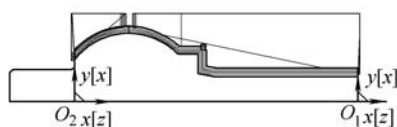


图3 阀芯加工运动轨迹

N28 G01 W-7.92

N30 G03 X58.5 Z-89 R26.4

N32 G01 W-1.0 F0.2

N34 G0 X200 Z200

(3) 粗、精加工反向圆弧部分

T0303

N10 G99 M03 S900

N12 M08

N14 G0 X150 Z-2.0

N16 G0 X37.0

N18 G01 Z0 F0.15

N20 G02 X59.0 Z21 R26.4

N22 G0 X150

N24 G0 Z-2.0

N26 G0 X36.5

N28 G01 Z0 F0.15

N30 G02 X58.5 Z21 R26.4

N32 G01 W1.0 F0.2

N34 G0 X200

N36 G0 Z200

N38 M09

N40 M30

数控车床加工时，被加工件球面不完整，机床运转时有离心力，转速不宜过高，加之数控加工圆弧面时采用了插补原理，使得加工效率不高，表面质量难以达到使用要求。

3. 旋风铣球面加工原理

针对数控加工存在的问题，设计出铣床用于旋风铣球面的加工装置。实际加工时，将分度头置于工作台上，利用分度头卡盘将工件小端夹牢，另一端沉孔处配堵头，并用顶尖顶住。机床主轴（连同旋风铣装置）偏转一个角度 α （后面另有计算），开动铣床，使主轴旋转，同时手摇分度头手柄均匀旋转，利用铣刀刀尖

在围绕轴心旋转的工件上铣削完成，即运用包络法原理加工出球面。

工件加工时的三维立体效果如图4所示。

4. 主轴偏转角及对刀尺寸计算

采用旋风铣装置加工球面时，机床主轴需偏转一个角度 α ，根据图5所示的旋风铣加工原理图进行如下计算。

(1) 主轴偏转角 α 计算

$$FC=AB=(OB^2-OA^2)^{0.5}=(26.4^2-21^2)^{0.5}=16 \text{ (mm)}$$

$$OB=OC=26^{+0.5}_{+0.3} \text{ (mm)}$$

$$OE=(OC^2-EC^2)^{0.5}=[26.4^2-(36.5/2)^2]^{0.5}=19.08 \text{ (mm)}$$

$$FE=EC-FC=36.5/2-16=2.25 \text{ (mm)}$$

$$\tan\alpha=FE/AE=FE/(AO+OE)=2.25/(21+19.08)=0.056$$



图4 旋风铣加工球面三维立体效果图

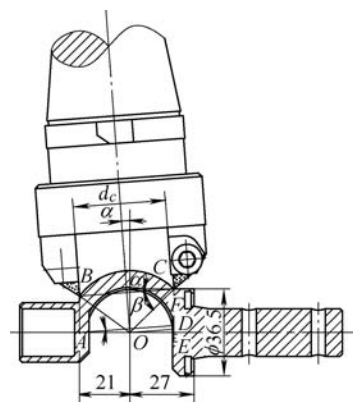


图5 旋风铣加工原理图

$$\alpha=3.213^{\circ}=3^{\circ}12'47''$$

(2) 对刀尺寸 d_c 计算

$$\sin(\alpha+\beta)=EC/OC=(36.5/2)/26.4=0.691$$

$$\alpha+\beta=43.73^{\circ}$$

将 α 值代入得

$$\beta=43.73^{\circ}-3.213^{\circ}=40.517^{\circ}$$

$$\cos\beta=(d_c/2)/OC$$

$$d_c=2 \times OC \times \cos\beta=2 \times 26.4 \times \cos 40.517^{\circ}=40.139 \text{ (mm)}$$

5. 旋风铣加工装置的设计

旋风铣加工装置主要由刀片4、对刀块2及刀体1等零件组成，具体结构如图6所示。刀体的锥柄部分装入铣床主轴锥孔内，刀体下部开有两条 $5.2\text{mm} \times 10\text{mm}$ 的导槽，用于安装刀片。两刀尖的距离应为球面的弦长尺寸（后面另有计算），必须严格保证。调整时，将对刀块装入刀体定位孔内，用六角头螺栓5进行紧固，当两刀片贴靠到对刀块定位圆柱面后，用内六角头螺栓3对刀片进行紧固。刀片紧固后，可松开六角头螺栓5，取出对刀块。

根据以上原理，设计出刀体的结构，如图7所示。

图8所示为对刀块的具体结构。

按照以上设计参数调整机床与刀具的正确位置后进行加工，选择二次进刀，粗加工时切削深度为 3mm ，主轴转速为 600r/min ，粗加工后球面的单边留量为 0.5mm ，以保证刀尖不易磨损，同时得到所要求的加工表面粗糙度值；精加工时的主轴转速为 950r/min ，操作时注意手摇分度头时应尽量均匀一致。实践证明，采用旋风铣削加工工艺后，效率得到明显提高，加工精度满

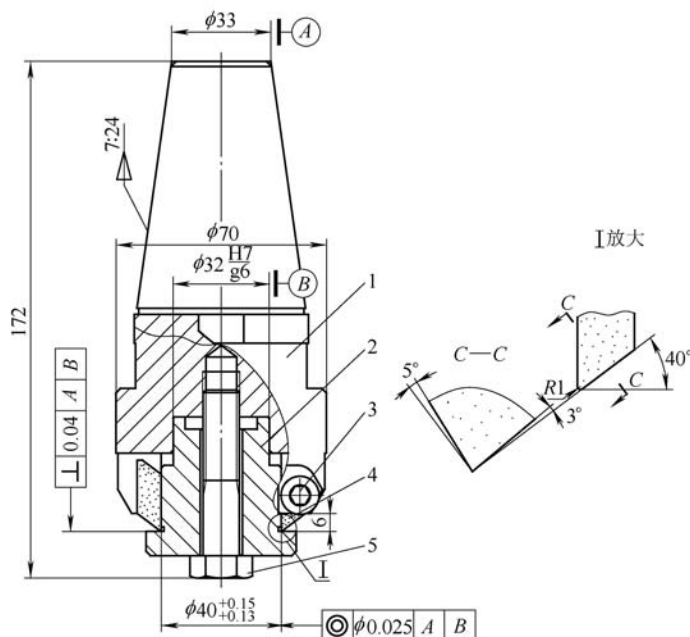


图6 旋风铣装置装配图

1.刀体 2.对刀块 3.内六角头螺栓 $M8 \times 16$ 4.刀片 5.六角头螺栓 $M12 \times 55$

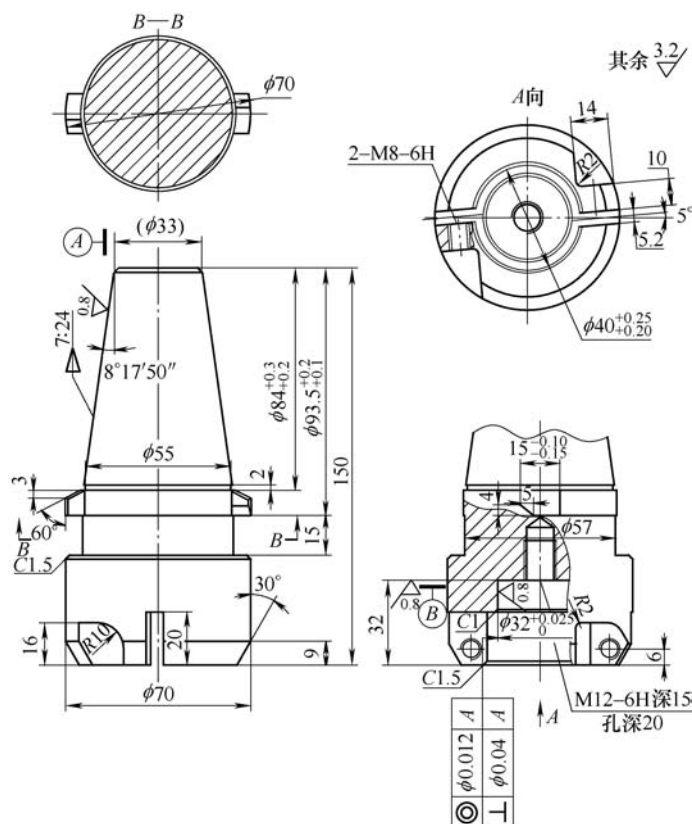


图7 刀体

足产品图样要求。

6. 结语

采用旋风铣加工工艺后，阀

芯球面的加工效率和精度较数控加工有明显提高，产品质量达到了使用要求。具体优点是：①生

高速列车轮对加工工艺优化

■ 中车南京浦镇车辆有限公司（江苏 210031） 李立华

摘要：对国内CRH型某动车组用测力轮对加工工艺进行分析，寻找工艺薄弱环节，制定合理的工艺方案和工艺措施，保证轮对加工质量并提高生产效率。



轮对承载车辆全部重量，且在轨道上高速运行，同时承受着从车体、钢轨两方面传递来的其他各种静、动载荷，受力极其复杂，是影响车辆运行安全性的关

键部件之一。随着近年来轨道交通行业的迅速发展，新型产品越来越多，轮对加工变得越来越复杂，难度加大。如何在现有资源下优化加工工艺，降低生产成本

显得尤为重要。本文通过对国内CRH型某动车组用测力轮对加工工艺进行分析，针对加工难点设计专用工装，通过现场工艺验证，不仅保证了产品质量，而且提高了生产效率。

1. 轮对加工难点分析

国内CRH型某动车组测力轮对结构如图1所示，主要由车

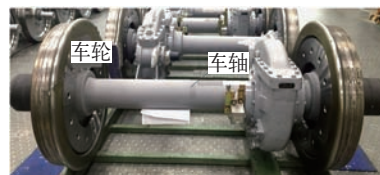


图1 测力轮对结构图

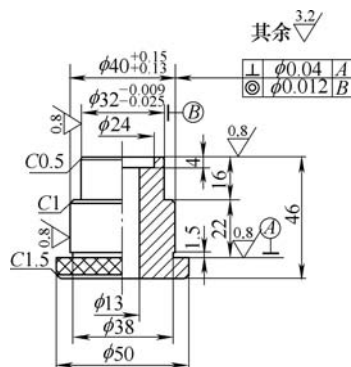


图8 对刀块

产效率得到提高。原来在数控车床加工一件阀芯约需30min，现在利用旋风铣工艺只需10min即

可完成，工效提高了三倍。②加工精度满足了使用要求。原来加工后的工件其表面加工纹理沿圆周分布，且沟槽较明显，表面粗糙度值 $R_a=6.3\mu\text{m}$ ，现在生产的工件加工纹理呈圆弧状，在阀芯处于关闭状态时，密封性良好，表面粗糙度值 $R_a=1.6\mu\text{m}$ ，确保了阀门的使用要求。③克服了不完整球面车削加工时断续切削和离心力引起的机床跳动、运转不平稳等弊端。该装置结构简单、操作方便、使用快捷及成本低廉，实

用性强，对同类产品的加工具有一定的借鉴作用。

参考文献：

- [1] 袁哲俊. 金属切削刀具[M]. 上海：科学技术出版社，1984.
- [2] 张耀宸. 机械加工工艺设计手册[M]. 北京：航空工业出版社，1987.
- [3] 上海柴油机厂工艺设备研究所. 金属切削机床夹具设计手册[M]. 北京：机械工业出版社，1984.

MW（截稿日期：20160725）