高速动车组天线梁连接座凹槽车削加工质量问题攻关

唐山机车车辆有限公司 （河北 063035） 吴 坡 郑建科 裴 鹏 王 伟

摘要：针对转向架试验项目的天线梁连接座*R*16mm与22.5°连接凹槽处车削存在的质量问题进行了详细的分析，结合现场试制加工，经过了多次修磨车刀和调试程序，最终得以攻克，大幅提升了产品的质量，为后期类似产品的加工提供了参考。

1. 问题描述

转向架项目是公司2015年的重点项目，对该项目产品的质量要求是公司截至目前的最高级别质量要求。天线梁连接座作为该项目构架的关键部件，其质量的要求程度也不能例外，连接座内部凹槽的加工尺寸如图1所示。在前期车削加工的凹槽*R*16mm与22.5°连接处出现了接刀棱角，并且加工的表面粗糙度值很大，勉强满足图样要求，但要达到工艺人员和公司对该项目产品的要求，还有很大的距离。相关人员针对质量问题进行了详细的分析和研究，经过分析得出结论：接刀棱角处无法由一把车刀完成，需要两把车刀（内孔车刀和凹槽车刀）进行接刀，在接刀处由于刀尖半径和加工坐标等误差累积，产生了接刀棱的问题。这个问题对工艺人员和操作者提出了新的挑战，要解决这一难题，必须从刀具和加工程序上想办法解决，争取使该产品质量达到相关人员的预期效果。

图2所示是前期加工程序的模拟效果，发现在内孔车刀与凹槽车刀加工的接刀处会出现棱角，分析原因发现两把车刀加工受车刀刀身极限尺寸的限制，导致此处必须进行接刀加工，由于刀尖半径和加工坐标等误差在此处产生了累积，加工完成的实际产品最终表现出接刀棱（见图3）。图3所示的质量问题是表面粗糙度质

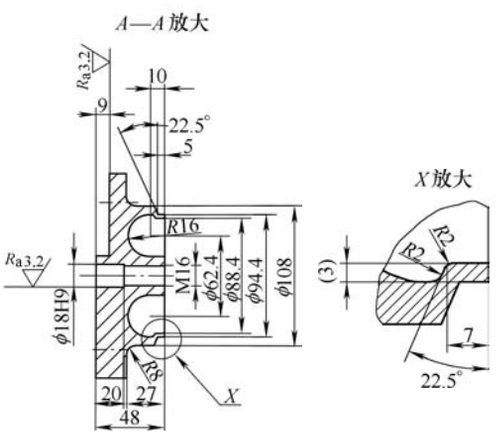

图1 天线梁连接座加工图

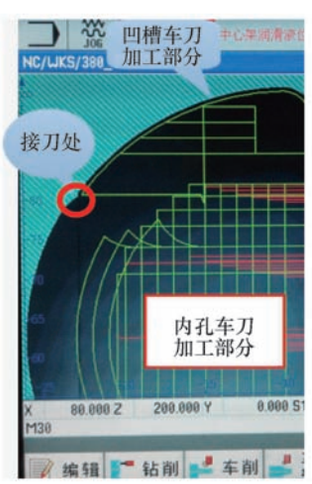

图2 加工程序模拟效果

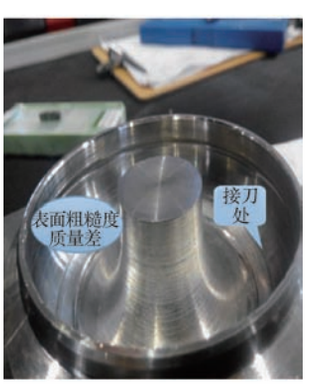

图3 加工后的效果

量差、接刀棱角大，通过用检测样板1和样板2进行检测，发现凹槽内弧均有间隙（见图4），无法达到相关人员对该项目质量要求的期望值。

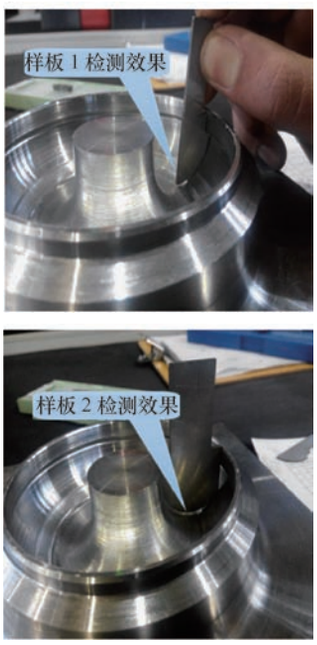

图4　样板1和样板2检测效果

由于在车削加工过程中，切削参数对加工零件质量、切削机床和刀具寿命及切削效率等都有很大的影响。例如，增加切削速度或进给量都可以减少实际的切削时间，但切削刀具的寿命将会显著缩短，同时加工零件的表面质量也会降低，甚至在表面上出现刀痕，尤其在轮廓加工中换刀和停顿，更容易在交接处出现刀痕，甚至出现接刀棱角。

数控加工不同于普通加工，操作者在普通机床加工中可以灵活掌握并适当调整以改善接刀痕迹，而数控加工则由程序控制进行零件轮廓形状的加工，要改善接刀痕迹的关键在于保证零件轮廓形状平滑连续的加工，尽量减少轮廓加工中的停顿，使车刀沿轮廓曲线延长线进行切入和切出，由于刀尖半径和加工坐标等误差在此处产生了累积，怎样才能合理的选择刀具切削参数，减少刀具在加工过程中的停顿以及降低各类误差的累积，尽可能地提高零件的加工质量和精度，这给修磨刀具和优化加工程序带来了不小的困难。

2. 质量问题分析

（1）刀具问题分析。针对上述两个质量问题进行了深入的分析研究，认为内孔车刀与凹槽车刀在接刀处的接刀棱角是两把车刀行程达到刀体的极限，同时在接刀处存在程序坐标计算误差和车刀刀尖测量误差等误差的累积，使得在接刀处出现两把车刀加工的盲区，即两把车刀都加工不到的地方，要想没有或减小接刀棱角，两把车刀的加工轨迹就得有重合部分。

由于两把车刀行程均已达到刀体的极限，要想行程有重合部分就得修磨刀体，即将现有车刀进行修磨，使其行程均有所增加，为保证两把车刀的行程有一定的重合部分，将内孔车刀的副后角进行了修磨，并将凹槽车刀加工时刀体头部与已加工的*R*16mm圆弧干涉部分进行了修磨，根据经验和多次尝试加工，进行确定修磨量和修磨位置，确保两把车刀的行程都有一定的增加（修磨后的车刀如图5所示），达到出现足够的重合部分，同时尽可能地不出现接刀棱角或使出现的接刀棱角尽可能的小。

（2）加工程序分析。将修磨后的车刀重新进行仔细测量刀

图5　打磨后的右旋内孔车刀和凹槽车刀

尖圆角，在保证产品合格的条件下努力提高加工的表面粗糙度质量，将连接座凹槽车削加工的编程坐标值按照数控机床的最小精度值进行精确，均精确到小数点后四位（见图6），即精确到0.1μm，尽可能的减小*R*16mm与22.5°连接凹槽处的测量和坐标误差，以解决加工表面粗糙度值高的问题。将修磨后测量的刀尖圆角半径及精确后的程序坐标点编辑到加工程序中，技术人员与操作者经过多次调试加工程序，并结合检测样板进行检验加工效

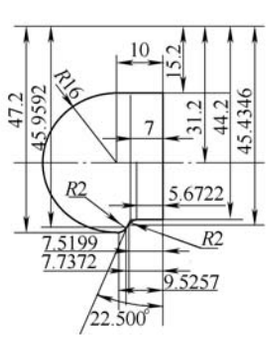

图6　加工程序编程的精确坐标点

果，通过不断优化加工程序，最终确定了优化后的加工程序，模拟效果如图7所示。这样从加工方式上攻克了*R*16mm与22.5°连接凹槽加工的技术难题，使两把车刀加工相接的位置基本上不会出现图3、图4所示的接刀棱角，样板检测也不再出现间隙，使在不降低生产效率的条件下大幅提升了产品的质量。

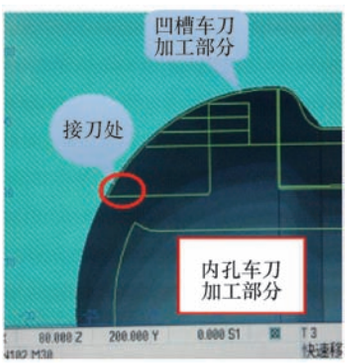

图7 优化后的加工程序模拟

按照最终优化后的加工程序进行试制加工，把车刀刀尖圆弧半径带来的接刀棱角降到了最低，加工出的天线梁连接座凹槽处尺寸精度高，几乎不需要打磨处理接刀棱角和加工表面粗糙度就能满足检测样板检测的标准要求，达到了相关人员预想的效果，保证了产品的质量，同时还提高了产品的加工效率。采用新方法加工的天线梁连接座凹槽检测的实际效果如图8所示，达到了检测样板检测的要求标准。

优化前后的加工程序对比如附表所示。

3. 结语

采用这种修磨车刀和精确编程坐标来优化加工程序的方法，不但攻克了天线梁连接座凹槽*R*16mm与22.5°连接处加工存在的接刀质量问题；还验证了通

加工程序对比表

工序	原加工程序	优化后的加工程序
端面凹槽加工	N1 DIAMON N2 G90G95G54G40G18G71 N3 S200M4 N4 T3D1 N5 G00X220.Z7.5 N6 G00X84.4 N7 CYC LE930(94,0,24,24,5,,0,0,0,2,2,2,2, 0.2,0,3,10610,,1,30,0.4,0,0.2,0.2,2, 1111110) N8 CYC LE930(94,0,24,24,10.4,,0,0,0,2,2,2,2, 0.2,0,3,10630,,1,30,0.1,0,0.2,0.2,2, 1111110) N9 G0Z10 N10 X200Z200 N81 G0X42.4 N82 G01Z-12F0.4 N83 Z-8 N84 G01X41.8F0.3 N85 Z-10 N86 G02X62.4Z-26CR=16 N87 G01Z-8F0.4 N88 X85.4 N89 Z-19.33 N90 G03X62.4Z-26CR=16 N91 G01Z10F0.4 G0Z200	N28 DIAMON N29 G90G95G56G40G18G71 N30 S200M4 N31 T3 N32 D2 N33 G00X220.Z10 N34 X84.4 N35 G01G42X34.4F0.3 N36 Z-10 N37 G02X62.4Z-24CR=14 N38 G02X88.4Z-15.19CR=14 N39 G01X80F0.4 N40 Z10 N41 G01X32.4F0.3 N42 Z-10 N43 G02X62.4Z-25CR=15 N44 G02X88.4Z-17.48CR=15 N45 G01X80F0.4 N46 Z10 N47 G40 G0Z200 N48 M05 N49 M00
内孔加工	N92 DIAMON N93 G90G95G54G40G18G71 N94 S400M3 N95 T5D1 N96 G00X220.Z7.5 N97 G00X80 N98 G01Z-14F0.3 N99 X88.4 N100 Z-7.9 N101 X80 N102 Z-12 N103 X89.4 N104 Z-8.19 N105 X80 N106 Z-11 N107 X90.4 N108 Z-10 N109 X80 N110 Z-10 N111 X91.4 X85.4 Z-19.33 G02X91.4Z-10CR=16 N112 G02X89.9Z-8.19CR=2 G01X89.35Z-7.9F0.3 N113 G03X88.4Z-6.08CR=2 N114 G01Z10F0.3 N115 G0Z200 M05	N50 DIAMON N51 G90G95G56G40G18G71 N52 S400M3 N53 T5D1 N54 G00X220.Z7.5 N55 G00X86.4 N56 G01Z-20.38F0.3 N57 Z-12 N58 X88.4 N59 Z-19.1 N60 Z-12 N61 X90.4 N62 Z-17.54 N63 Z-12 N64 X92.4 N65 Z-15.26 N66 G01X80F0.2 N67 G42G01X79F0.3 N68 Z-23.63 N69 G02X94.4Z-9.526CR=16 N70 G01X80F0.3 N71 Z10 N72 G40G0Z100 N73 M00 N74 G90G95G56G18G71 N75 S400M4 N76 T9D1 N77 G0Z10 N78 G42G01X80Z-9.626F0.4 N79 X94.4 N80 G02X91.918Z- 7.737CR=2 N81 G01X90.869Z-7.52F0.3 N82 G03X88.4Z-5.672CR=2 N83 G01Z2F0.3 N84 G40 G0Z200 N85 M05

插齿刀与插齿工艺存在的问题与对策

■ 尚亚（上海）国际贸易公司 （230106） 章宗城

摘要：本文论述了插齿刀的工作原理及工艺，并分析其存在的问题，从而制定了相应对策。

插齿滚齿同属展成法加工齿轮，展成法加工齿轮时，刀具也作为一个齿轮，与被加工齿轮各自按啮合关系要求的速比传动，从而包络切出齿形。不同于滚齿加工，插齿刀除按啮合关系传动外，还需同时作上下运动（见图1）。展成法优点是一把刀具可以加工相同模数、齿形角及不同齿数的各种齿轮。滚齿只能加工外齿轮，而插齿既可加工外齿轮，又可加工内齿轮，还能加工有台阶的齿轮块、人字齿轮及部分齿轮等。

1. 插齿工艺

插齿运动有：①插齿刀的往复运动即切削运动，其平均速度v即切削速度，v与冲程长度L、每分钟往复次数n的关系是：$v=2nL/1\ 000$（m/min）。②插齿刀按齿轮啮合关系回转的快慢，即圆周进给量的大小选定回转速度。③被加工齿轮应按齿轮啮合关系的选定回转速度。④插齿刀的径向进给，依此才可逐次切出全齿深。⑤让刀运动，插齿刀返回时，刀与毛坯间中心瞬时扩大一下，以免二者相碰。由于有刀具返回的空程及较复杂的运动，可知生产效率比滚齿低（见图2）。

（1）插直齿、斜齿。插直齿时，用直齿插齿刀作垂直上下往复运动。插斜齿时，需用斜齿插齿刀通过插齿机主轴上螺旋导轨导向作斜向上下往复运动。为了

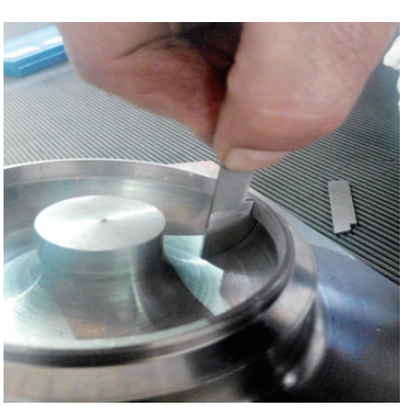

图8 样板1和样板2检测的实际效果

过修磨车刀刀体来增加标准车刀加工范围的方法合理；同时还充分证实了这种方法能提升加工表面粗糙度质量，大幅提升产品的加工效率；进一步证实了这种修磨刀具和优化加工程序的方法合理、正确。

参考文献：

[1] 郑建科，王伟. 轨道客车构架薄板类坡口铣削参数探讨[J]. 金属加工（冷加工），2015（2）：50.

[2] 何兵，车林仙，刘初升.车削加工工艺参数优化[J]. 现代制造工程，2013（2）：79-82.

[3] 陈家芳，潘建伟，鞠平. 使用金属切削计算手册[M]. 上海：上海科学技术出版社，2010.

[6] 冯志刚. 数控宏程序编程方法、技巧与实例[M]. 北京：机械工业出版社，2011.

[7] 周泽华. 金属切削原理[M]. 上海：上海科学技术出版社，1984.

MW（收稿日期：20160405）