

模具铸造镶块的标准化制造

何军¹, 龚俊林²

1. 湖北工业职业技术学院 湖北十堰 442000

2. 上海有助精密模具有限公司 上海 201139

摘要: 在对冲压模具加工制造铸造镶块的工艺优化的研究过程中, 具体分析了原制造工艺存在的问题, 从设备、刀具、工艺安装板及编程等方面进行优化, 提高了单个镶块的加工精度和整体模具制造效率, 形成了一套完整的加工模板和工序管控的流程, 实现了镶块制造工艺的标准化, 保证了镶块的互换性, 为镶块制造的自动化打下了基础。

关键词: 冲压模具; 铸造镶块; 加工中心; 数控程序; 制造工艺; 标准化

1 序言

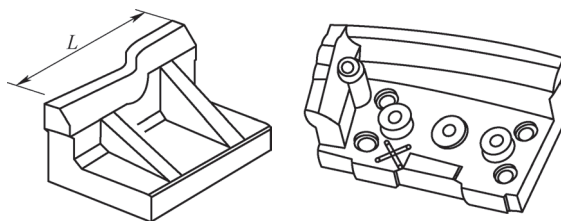
模具是定形、定值、精密、高效且经济的生产工具, 其发展水平体现了国家商品生产的发展程度, 为加快商品上市, 抢占市场先机, 就必须缩短模具的生产周期。传统模具是典型的单件生产, 装配主要采用修配, 工作零件的互换性较差、生产周期较长。

模具的标准化有利于设计水平、质量和效率的提高, 从而使模具生产由单件生产转为成批、通用的专业化生产, 降低生产成本, 缩短制造周期。模具零件可分为结构零件和工艺零件, 模具结构零件的标准在模具生产中已得到广泛的推广, 装配时调整少, 甚至不调整, 对于缩短制造周期、降低采购成本和提高模具质量, 有着极大的促进作用。由于模具工艺零件的差异性大, 装配过程研配工作较复杂, 所以对模具工艺零件制造的标准化研究可以将模具制造经验进行总结和推广, 加速模具商品化进程, 使得模具的流水线制造成为可能, 为企业带来巨大生产力。

2 原铸造镶块制造工艺介绍

铸造镶块在覆盖件模具中广泛应用于修边、整形结构中, 其数量大、形状复杂, 材料为空冷钢(材料牌号7CrSiMnMoV, 代号CH-1), 该材料是

一种以铸代锻的高碳低合金钢, 热处理方式采用表面火焰淬火, 淬火后硬度为50~55HBC, 具有热处理变形小的优点, 在冲压模具生产上应用广泛。图1所示为修边镶块的典型结构, 为了达到装配和维护的要求, 一般镶块长度 L 控制在300mm左右、质量<20kg。



a) 不带废料刀

b) 带废料刀

图1 修边镶块的典型结构

一套双槽门板修边模的镶块数量在100块以上, 为保证模具装配精度, 传统制造工艺将镶块单独完成底面铣削、磨削后, 进行靠山面、结合面的精加工, 再由钳工研修底面和结合面, 安装在底板上合铣型面和轮廓。该工艺的主要弊端为: ①生产组织上, 底板加工完成后才能安装镶块, 最后在底板上合铣, 不能做到制造过程中的并行生产, 耽误制造周期。②镶块装配时钳工研修工作量大, 镶块拼装质量取决于钳工的经验 and 技能水平。③占用了大型

CNC数控加工时间，机床有等待时间，增加了制造成本。④由于镶块数量多，在钳工拼装时存在累计误差，从而使得单件镶块的结合面、螺钉孔和销孔偏差大，互换性差，更换时必须回原厂修配制造，加大了维护成本。

3 镶块标准化工艺研究

(1) 镶块的标准化制造的难点 ①加工的工序内容多，不仅有型面、轮廓加工，还有结合面、靠山面、标识平面和孔加工等。②加工型面复杂，型面起伏大，对于不同区域需采用不同的加工策略。③毛坯不规则，毛坯余量不均匀，从而使得单件制造过程中耗费的装夹、对刀时间长，对机床操作人员来说，频繁的装夹、换刀和程序调用，劳动强度加大，还增加了出错的可能性。④对工艺编程人员的要求较高，编程人员不仅要掌握扎实的建模、刀具和编程知识，还需要有模具设计和装配制造的工艺经验。

(2) 镶块标准化制造工艺方案 在提高单个镶块制造精度的前提下保证整体合模精度，虽然增加了镶块的制造成本，但可以有效地缩短工艺流程，减少工艺等待时间，将顺序生产组织方式变为并行生产方式，改变模具单件配做制造理念，将镶块视为商品化制造产品来生产，保证了单个镶块的互换性，减少了维护等待时间，提升了后期服务满意度，缩短了模具整体制造周期。

对比表1、表2的新旧加工方案可以看到，修边模具镶块的工艺流程缩短，装夹次数减少，加工集中化程度提高，减少了累计误差，充分发挥了加工中心自动化、高精度的优势，减少了手工出错。采用新工艺方案的优点有：①制造过程自动化，采用加工中心单元，充分利用了加工中心刀库高效自动换刀功能，一次装夹即可完成粗、精加工，避免了基准转换误差。②制造工艺标准化，规定了镶块统一的装夹定位方法，按标准工艺流程数控加工。③加工数据规范化，将镶块上产品制造信息（PMI）显式表述，根据镶块功能、精度和工艺要求建立统一涂色标准。④数控编程模板化，制订的标准工艺规则最终是靠数控程序来体现，为提高编程效率，规范程序质量，减少人为差错，各个工序均采用标准的加工模板，实现数控程序的规范。

表1 修边镶块原工艺方案

加工设备及步骤	加工内容
普通铣床	虎钳装夹加工底面、结合面和靠山面
平面磨床	电磁吸盘找平，磨削底面
钳工	钻螺纹孔、螺钉孔和销钉孔，将镶块研配组装到模具底板上
数控机床	型面和一次轮廓精加工
热处理	表面火焰淬火
钳工	引销钉孔，合铰销孔，镶块装配到模具底板
数控机床	轮廓精加工

表2 修边镶块新工艺方案

加工设备及步骤	加工内容
加工中心	虎钳装夹加工底面，工艺板定位装夹加工型面、结合面、螺纹孔、螺钉孔、销孔和一次轮廓（按程序自动化加工）
热处理	表面淬火
钳工	装配到模具底板
加工中心	轮廓精加工

4 镶块标准化加工关键技术

(1) 铸造镶块快速装夹工具开发 为保证镶块的加工效率和质量，确保工艺方案的顺利实施，开发了以下快速装夹工具：①用于快速定位的工艺安装板（见图2），在工艺安装板上等距加工螺纹定位孔，将四周设计为可拆卸式的定位挡板，以适应镶块形状的多样性，便于调整及选择合适的夹紧方式。②定位T形块、定位销及定位螺钉（见图3），实现工艺安装板与机床台面、镶块与工艺安装板、镶块与工艺锁板的快捷安装。③工艺锁板（见图4），用于废料刀或热处理后不需型面二次加工的镶块的快速定位，工艺锁板背面设计有工艺槽，便于调整定位螺钉的距离尺寸。

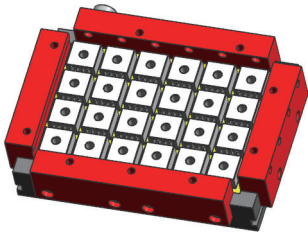


图2 工艺安装板

(2) 快速装夹工具的应用 如图5所示，在机床工作台上安装定位T形块，其位置由定位螺钉设

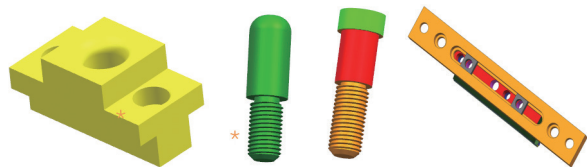


图3 定位T形块、定位销和定位螺钉

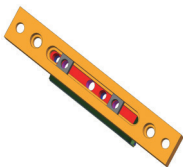
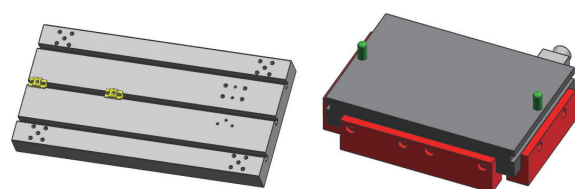
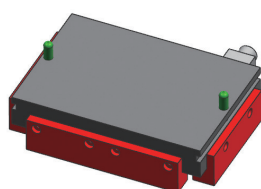


图4 工艺锁板

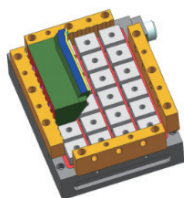
定为加工所用的编程坐标系。待镶块在工艺安装板上装夹完成后，通过工艺安装板底面的定位销，可以将工艺安装板精确定位到工作台，实现加工坐标的自动找正。



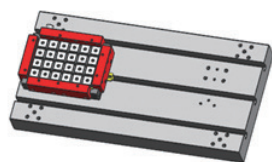
a) 机床工作台上的T形定位块



b) 安装板底面定位销



c) 镶块在安装板安装



d) 安装板在机床安装，自动找正

图5 工艺安装板在机床工作台上自动找正原理示意

工艺锁板在工艺安装板上自动找正原理如图6所示，对于修边模废料刀或热处理后只需轮廓加工的镶块，将镶块通过定位螺钉装在工艺锁板上，工艺锁板通过定位销安装到工艺安装板，实现了设备外的安装，自动定位加工基准，从而实现了快速更换定位。

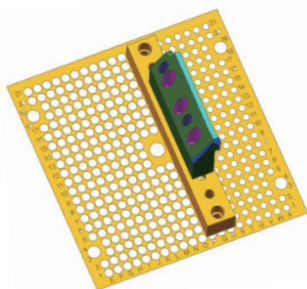


图6 工艺锁板在工艺安装板上自动找正原理示意

(3) 统一镶块编程原点、加工坐标系 加工坐标系是编程、加工的基准，根据不同的镶块类型，采用下面几种方法确定编程坐标系（MCS）。

1) 对于薄板件，设计时没有靠山面，非加工面

见光后坐标系设定如图7所示。

2) 对于有靠山面的镶块，加工前底面、靠山面到尺寸，加工坐标系设置如图8所示。

3) 凸模废料刀位于修边模下模，用于切断废料，一般无靠墙或只有单侧靠墙（见图9），毛坯面见光或靠山面到尺寸后，加工坐标系设置如图10所示。

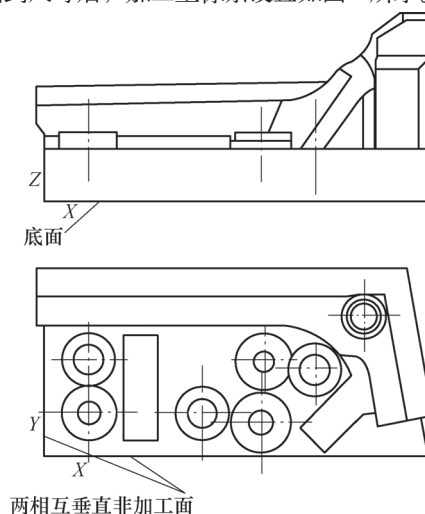


图7 毛坯面坐标系设定

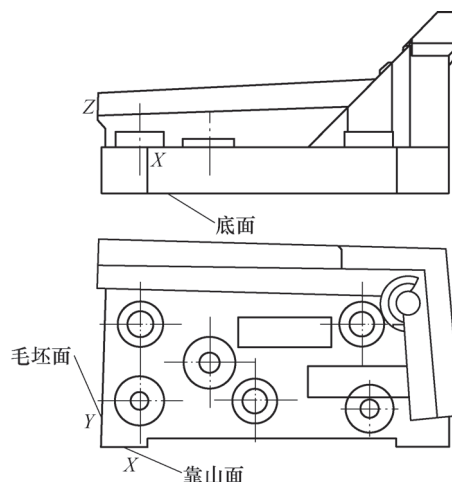


图8 靠山面坐标系设定

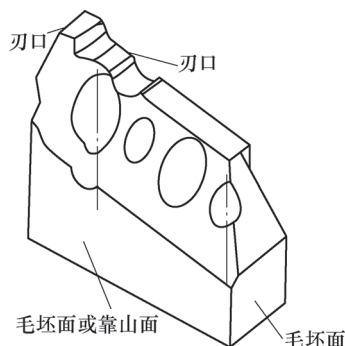


图9 料刀示意

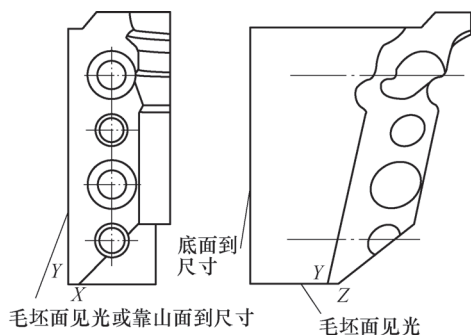


图10 料刀坐标系设定

(4) 镶块数控编程模板开发 数控加工程序是数控加工工艺的具体体现，其展示了制造过程中刀具的选择、刀轨的形式、走刀方式、对刀零点及机加工工艺参数的设置，程序的编制是整个加工任务的核心环节，数控程序的优劣决定了加工的质量和效率。为此规范了数控加工刀具的规格和加工方式。

1) 为减少数控刀具的库存，规范了加工刀具库（见表3），将加工中心配置统一刀具参数的刀库，同时在NX CAM中设置镶块加工刀库，在更换刀具时自动加载转速、进给率、步距与下刀量。

表3 加工中心刀具配置

刀名	直径/mm	半径/mm	刃数/个	刃长/mm	伸出长度/mm	备注
D21R0.8	21	0.8	2	—	150	开粗、螺旋铣孔、清根
D20R10	20	10	2	—	100	型面清根、半精
D20R10_J	20	10	2	—	120	精型面
D17R0.8	17	0.8	2	—	130	开粗、螺旋铣孔、清根
D10R5	10	5	2	—	50	精型面、型面清根
D10R5_H	10	5	2	—	70	精型面、型面清根
D6R3	6	3	2	—	35	精型面、型面清根
D6R3_H	6	3	2	—	50	精型面、型面清根
D30_CD	30	—	4	80	100	半精加工
D30_JD	30	—	4	120	130	半精加工
D16	16	—	4	—	65	精加工

2) 规范镶块编程标准化程度，有利于实现镶块加工的标准化和自动化。经过初期加工验证，得到了大量加工数据，包括加工几何信息（平坦、陡峭）、加工方式（型腔铣、区域铣、等高铣）、刀具（球刀、立铣刀、飞刀）、切削参数（加工余量、转速、进给、切削深度）和进刀方式（圆弧、直线）等。但模具镶块的个体差异性较大，很难找到加工共性，验证过的制造工程准则必须通过继承和集成才能规范标准的编程行为。为此开发了图11所示的镶块编程模板，该模板不仅融合了专家工艺知识，还具有一定的开放性，提供了衍生数控编程

知识的手段，拓宽了获取工艺知识的途径，编程人员还可以添加自己的模板，从而减轻编程的劳动强度，使编程人员的主要精力集中在镶块零件区域的规划上，保证了数控程序的一致性。

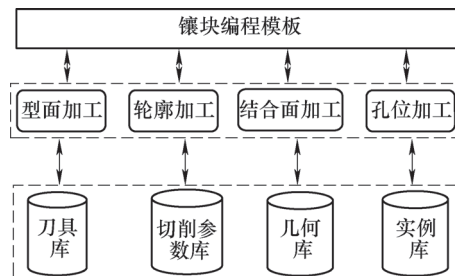


图11 镶块编程模板

5 镶块精度检测

精加工后的镶块从图12三坐标检测报告中可以看到型面、轮廓偏差为0.02mm，销孔孔位、孔径偏差为0.01mm，满足装配要求。大幅减少了钳工研磨量，经验证镶块备件可以满足模具装配互换性的要求。

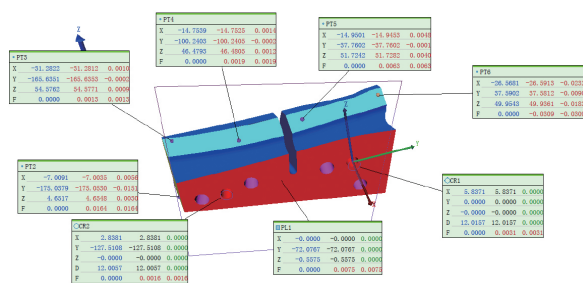


图12 三坐标检测结果

6 结束语

通过近几年来对铸造镶块标准化加工工艺的不断探索和改进，对提高制造精度、快速装夹、提高加工效率和规范编程等问题的研究，使模具的流水线制造成为可能，形成了镶块标准化工艺流程，为后续镶块的自动化、无人化制造实现打下了基础。

参考文献：

- [1]杨占尧. 最新模具标准应用手册[M]. 北京：机械工业出版社：2011.
- [2]屈晓光，孙洪伟. 多工位模具镶块制造工艺研究[J]. 汽车工艺与材料，2016（10）：66-72.
- [3]玉大浓. 模具制造过程工艺标准化分析[J]. 轻工科技，2018（1）：122-124.