

模具

轨道交通用车轮分体式锻造模具的结构改进

侯沛云

(太原重工轨道交通设备有限公司, 山西 太原 030032)

摘要: 为降低轨道交通用车轮模具的制造成本, 对原整体模具结构进行分类拆分。根据车轮锻坯特征尺寸将原消耗性模具分别分为易磨损的消耗性部件和少、无磨损的通用部件。对于消耗性部件尽可能降低其体积和重量, 对于少、无磨损部件则设计为系列化通用模具, 以供不同规格车轮长期使用。与原整体模具结构相比, 分体模具结构具有节约原材料、实现独立修复性等显著的优点。通过计算与对比, 得出使用分体模具后其易磨损模具总重量比使用整体模具时降低了47.7%, 单件车轮的模具总投料重量降低了28.4%, 从而有效地降低了模具制造成本。生产实践表明, 改进后的分体模具结构可适用于所有常规车轮的锻造使用, 并在生产中取得了良好的应用效果。

关键词: 车轮; 分体结构; 消耗性模具; 通用性模具; 整体模具结构

DOI: 10.13330/j.issn.1000-3940.2023.07.023

中图分类号: TG315.2; TG76

文献标志码: A

文章编号: 1000-3940 (2023) 07-0170-07

Structure improvement on split forging mold of wheels for rail transit

Hou Peiyun

(Taiyuan Heavy Industry Rail Transit Equipment Co., Ltd., Taiyuan 030032, China)

Abstract: In order to reduce the manufacturing cost of wheel molds for rail transit, the original overall mold structure was classified and split, and according to the characteristic sizes of wheel forging billet, the original consumable molds were divided into consumable parts that were easy to wear and the general parts with little or no wear. Then, the volume and weight of the consumable parts should be reduced as much as possible, and the little and no wear parts were designed as a series of general molds for the long-term use of wheels with different specifications. Compared with the original overall mold structure, the split mold structure has the advantages of saving raw materials and realizing independent repair. Furthermore, through calculation and comparison, it is concluded that the total weight of the easy-wear mold after using split mold is reduced by 47.7% compared with that of the overall mold, and the total feeding weight of the mold for a single wheel is reduced by 28.4%, which effectively reduces the manufacturing cost of the mold. The production practice shows that the improved split mold structure is available for the forging of all conventional wheels and achieves good application results in production.

Key words: wheel; split structure; consumable mold; general mold; overall mold structure

轨道交通用车轮被广泛应用于铁路机车车辆、高速列车、城市轨道交通、工矿冶金及起重设备、港口机械等领域^[1]。这些车轮普遍采用模锻+轧制复合成形的工艺制造, 其生产具有连续、高效的显著特性^[2-5]。因车轮锻造模具的使用频次高、承受载荷大并承受冷热循环交变应力等, 工作条件较为恶劣, 极易发生磨损、变形、热疲劳和龟裂等多种形式的失效, 模具的使用寿命较低^[6-9]。模具成本成为车轮制造成本的重要组成部分, 因此, 降低车

轮模具费用是车轮制造企业的迫切任务。

图1为车轮原有的锻造成形模具结构, 其主要缺点为:

(1) 体积大、制造成本高, 不同模具的磨损速度存在很大差别, 任何一件模具产生缺陷进行返修加工后, 与之相关的其他模具表面即使尚未产生缺陷, 也均需进行相同返修量的加工, 以确保锻件的形状尺寸不变, 造成了正常模具寿命的缩短与返修费用的增加;

(2) 由于模具外形大, 即使模具使用到报废尺寸, 其剩余部分的重量依然占模具原重量的很大比例, 模具材料的利用率较低。以上现象均会使车轮制造企业的模具制造费用居高不下。

通过分体式设计, 可以有效降低复杂模具和大

收稿日期: 2022-10-13; 修订日期: 2023-01-20

基金项目: 山西省科技重大专项计划“揭榜挂帅”项目
(202101110401009)

作者简介: 侯沛云 (1969-), 女, 硕士, 高级工程师

E-mail: sxtlyhy@163.com

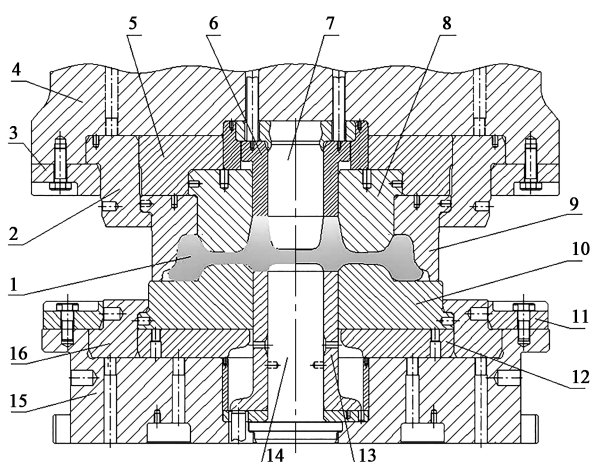


图1 原整体模具结构示意图

1. 车轮轮坯 2. 上适配环 3. 上压紧盘 4. 上模座 5. 上垫盘
6. 上活套 7. 上芯棒 8. 上成形模 9. 成形环 10. 下成形模
11. 下压紧盘 12. 下垫盘 13. 下活套 14. 下芯棒
15. 下模座 16. 下适配环

Fig. 1 Schematic diagram of original overall mold structure

型模具的制造和使用成本, 特别是对于易磨损和更换频率较高的模具, 效果更明显。本研究通过对已有车轮锻造模具采用分体式设计, 改进模具的结构形式, 实现模具易磨损部分的单独更换, 降低模具的成本。

1 车轮模具分体结构改进

为解决车轮原有锻造模具的弊端, 最大限度地降低模具制造成本, 在满足装配要求与使用性能的基础上, 现对模具结构进行改进设计, 其总体思路为: 根据模具磨损部位与磨损程度的不同, 将原模具进行拆分, 使其中易磨损部件与少、无磨损部件成为互相独立的部分, 有效地减小消耗性的部件在直径、高度方向的尺寸或体积, 使其重量明显降低; 对于少、无磨损部件则根据轮坯特征尺寸进行分档, 设计为不同规格的系列化通用模具, 适合于不同规格车轮的长期使用。模具发生失效后, 只需将直接接触锻坯的易磨损部分进行返修或报废, 其他部分则可正常使用, 模具的材料利用率得到明显提高; 同时, 对大件模具进行高度调整设计, 实现其独立修复性, 不再因模具组成中某一模具产生缺陷而导致整组模具的全部返修加工。

1.1 上模具的改进设计

1.1.1 上适配环、上垫盘、成形环与上成形模改进设计

在车轮成形过程中, 原上模组成中的上适配环、

上垫盘与坯料始终不接触, 属于不磨损的结构性通用模具部件。改进时, 根据车轮的直径范围对上适配环内径与上垫盘内外径进行了分档设计, 并相应定义为一二级上适配环与上垫盘(图2)。这样, 在生产不同规格的车轮时, 只需选择相应规格的一级上适配环与上垫盘即可。一级上适配环的分档设计使不同规格车轮对上适配环的需求起到了调节作用, 在模具工作过程中一级上适配环与上垫盘基本不磨损, 可作为通用系列模具供车轮锻造生产长期甚至永久使用。

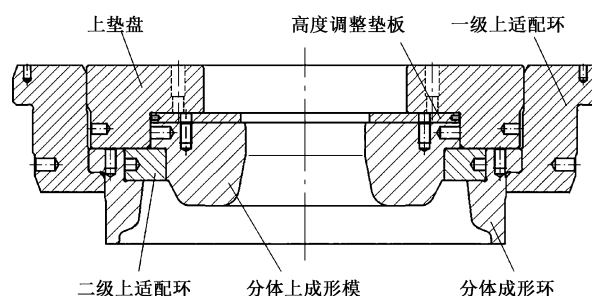


图2 成形环与上成形模分体结构

Fig. 2 Split structure of forming ring and upper forming mold

在原上模组成中, 由于成形环上部的凸台高度较高、内径较小, 使成形环的锻造下料重量较重, 模具材料利用率较低。实践表明, 在轮坯成形过程中, 成形环内侧圆锥曲面的磨损速度快而且较为严重, 而凸台下底面则只发生轻微磨损。鉴于此, 根据锻坯径向特征尺寸, 将成形环易磨损的主体部分与凸台分离设计, 分别命名为分体成形环与二级上适配环。分体成形环上部采用台阶设计, 对二级上适配环进行支撑与定位, 而二级上适配环则依据轮坯径向尺寸进行系列化分档设计(图2)。对成形环拆分设计后, 易磨损的分体成形环作为消耗性部件, 使用磨损到限后仅需将其报废处理, 而磨损较小的二级上适配环作为通用部件可以长期使用。同时, 通过对锻造压机下压行程参数进行调整, 可较大幅度降低成形环定位台阶与二级上适配环的高度。通过以上改进措施, 明显减少了成形环的体积和重量, 降低了其制造费用。

原上成形模(图1中上成形模8)在轮坯锻造成形过程中受到金属流动产生的剧烈摩擦与变形压力, 是整个锻模中发生磨损、龟裂等缺陷最严重的部件, 消耗量与加工返修频率均较高。根据对现有车轮成形坯外侧轂辋距等轴向特征尺寸的统计, 再兼顾模具使用强度与单次返修量、返修次数等因素, 将原上成形模拆分为分体上成形模和高度调整垫板

两部分, 见图 2。高度调整垫板根据上成形模单次返修量与返修次数设计为相应厚度的系列化通用部件; 将处于不同返修次数的上成形模与相应厚度的垫板配合使用, 可使两者的总体高度尺寸保持恒定, 这样就有效地避免了上成形模的返修对其他未磨损模具的影响, 同时降低了上成形模的体积与重量。

1.1.2 上活套与上芯棒分体改进设计

上活套的主要作用是成形轮坯外侧轮毂端面, 仅下端面存在一定程度的龟裂、磨损, 其余部分不产生使用缺陷。为避免局部轻微磨损造成整件模具报废, 将上活套磨损部分与非磨损部分进行了拆分, 分别设计为带有工作面的分体上活套和通用的上活

套座, 两者采用上、下穿插和周向定位。为实现两者的合理连接, 在分体上活套的配合面加工 V 型槽, 在上活套座的相应配合位置加工螺纹孔, 使用内六角锥端紧定螺钉与 V 形槽进行配合, 将分离的两部分进行连接 (图 3)。根据对现有车轮锻坯轮毂内、外径特征尺寸的统计结果, 将上活套座设计为 3 种尺寸规格作为系列通用模具使用。为节约模具原材料, 在满足轮坯外侧毂辋距等轴向特征尺寸和模具使用性能、装配关系的基础上, 上活套座作为通用部件, 其高度尺寸应尽可能大, 分体活套作为专用部件, 其高度尺寸则应尽可能小, 以尽量降低消耗部件的体积比例。

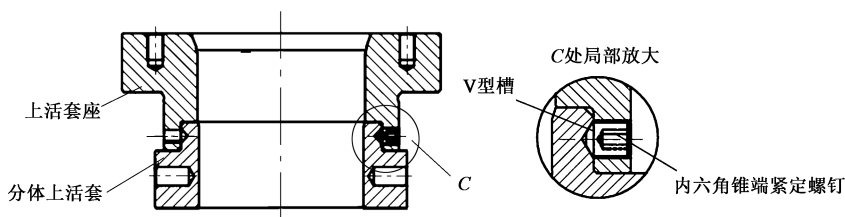


图 3 上活套分体结构

Fig. 3 Split structure of top loop

原轮坯芯料的外侧形状尺寸由上芯棒来成形。轮坯成形时, 金属流动与挤压使芯棒的圆锥端部产生严重磨损或龟裂, 导致芯棒的消耗量很大。为避免局部磨损造成整件模具报废, 将上芯棒磨损部分与非磨损部分进行拆分, 设计为带有工作面的上芯棒头和通用的上芯棒座两部分, 拆分后的结构如图 4 所示。根据现有车轮成形坯内孔直径的统计结果,

将上芯棒座直径设计为 3 个尺寸规格的系列化通用模具。同样地, 为节约模具原材料, 在满足轮坯外侧辋距等特征尺寸和模具使用性能、装配关系的基础上, 上芯棒座作为通用部分, 其高度尺寸应尽可能大, 上芯棒头作为专用部分, 其高度尺寸则应尽可能小, 以此尽量降低易消耗部分的体积比例。

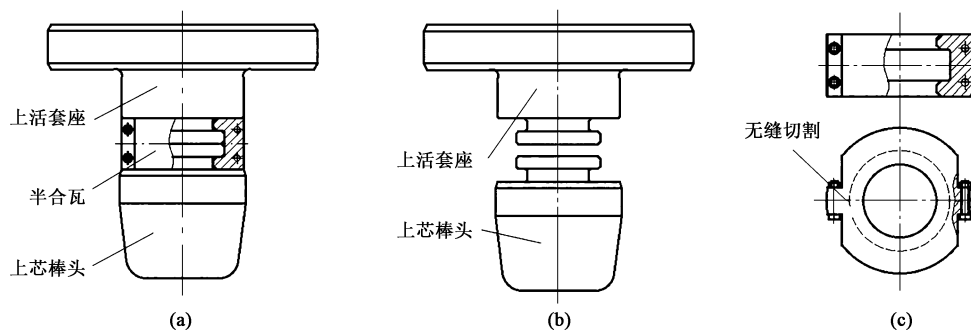


图 4 上芯棒分体结构

(a) 上芯棒组件 (b) 上芯棒座和上芯棒头 (c) 半合瓦

Fig. 4 Split structures of upper mandrel

(a) Upper mandrel assembly (b) Upper mandrel seat and upper mandrel head (c) Hemizygous tiles

芯棒分体设计后, 轮坯成形后从上模具中脱模时, 上芯棒头要承受很大的脱模力。因上芯棒头本身直径小、承受强度极限小, 上芯棒头与上芯棒座两部分的定位及连接方式是芯棒分体设计的重点和

难点。在改进的设计中, 将上芯棒座与上芯棒头的连接部分设计为固定槽宽的环形凹槽, 利用特制的两件无缝切割的半合瓦, 将上芯棒座与上芯棒头在凹槽处进行连接, 两件半合瓦之间使用 4 个内六角

圆柱头螺钉紧固（图4）。这种半合瓦连接方式实现了上芯棒座与上芯棒头两部分之间的同心定位与连接作用，且安装拆卸简单、便捷。

通过对上活套和上芯棒进行以上设计，生产过程中仅需将磨损失效的分体上活套和上芯棒头报废，而用料占比较大的上活套座、上芯棒座与半合瓦则作为通用模具可以长期使用，有效地减少了活套和芯棒的制造成本。

1.2 下模具的改进设计

与上模具的分体设计思路相同，下模具的改进设计同样是将模具拆分为易磨损的消耗模具和少、无磨损的通用模具部分，尽可能降低消耗性模具的重量，将少、无磨损部分设计为系列通用模具，进而降低模具的制造成本。

对下适配环与下垫盘，根据车轮的直径范围进行分档设计，相应被定义为一二级下适配环与下垫盘，在使用过程中作为通用模具长期使用。对于下成形

模，根据一级下适配环的分档设计规格与轮坯轮缘直径特征尺寸，在兼顾模具使用强度与单次返修量、返修次数等返修规定的基础上，将其拆分为二级下适配环、分体下成形模和高度调整垫板3部分，大幅度降低了下成形模的重量，见图5a。同样地，不同返修次数的下成形模需与相应厚度的高度调整垫板配合使用，可使两者的总体高度尺寸保持恒定，有效地避免了下成形模的返修对其他未磨损模具的影响，同时降低了下成形模的体积与重量。

对于原下活套和下芯棒，分别将其拆分为分体下活套和下活套座、下芯棒头和下芯棒座；在满足使用性能与装配关系的基础上，将下活套座和下芯棒座设计为3个尺寸规格的系列通用模具。分体下活套和下活套座采用V型槽+锥端紧定螺钉的方式连接，与分体结构的上活套、上活套座的连接方式相同，见图5b；下芯棒头和下芯棒座采用半合瓦的方式连接，与分体结构的上芯棒头、上芯棒座的连接方式相同，见图5c。

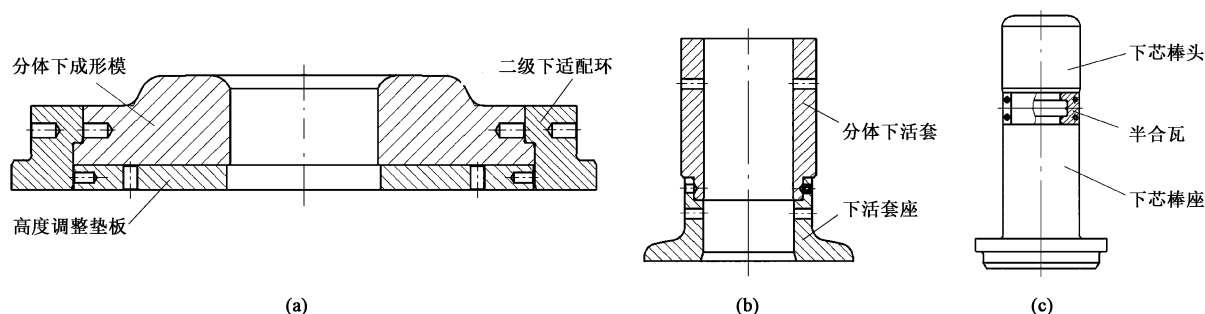


图5 下模具分体改进结构

(a) 下成形模分体结构 (b) 下活套分体结构 (c) 下芯棒分体结构

Fig. 5 Improved split structure of lower molds

(a) Split structure of lower forming mold (b) Split structure of lower loop (c) Split structure of lower mandrel

1.3 车轮分体模具的装配

在上述设计方法的基础上完成了模具的分体改进设计，组装后为分体锻造模具结构（图6）。其可实现与原整体模具结构相同的功能，所生产的车轮锻件形状、尺寸满足要求，产品质量也与使用整体模具生产的车轮无差异。

2 车轮分体改进模具的优点

与原整体模具相比，分体模具具有以下显著优越性：

(1) 大幅度地减小了模具重量，使模具材料及其制造、返修费用显著减少，最大限度地降低了模具成本。

(2) 生产过程中如果发生模具磨损或失效，只

需将与加热坯料接触的专用部分进行返修或更换，而无需将整组部件进行修复或报废，大幅度提高了相关模具的使用寿命。

(3) 将模具中不直接参与成形的部件设计为通用模块，并使其标准化、系列化，可供所有常规车轮产品锻造生产长期甚至永久使用。

(4) 上、下成形模发生磨损后，可按规定的单次返修量与返修次数进行修复，与对应高度的调整垫板配合使用，可确保其模具总体高度的恒定。这样可使上、下成形模的修复、使用对其他模具的正常使用不会产生影响，同时实现了上、下成形模的多次重复利用性与独立修复性。

(5) 产品专用消耗性模具使用到限后，残留部分重量相对模具初始重量的比例大幅度下降，模具的材料利用率得到显著提高。

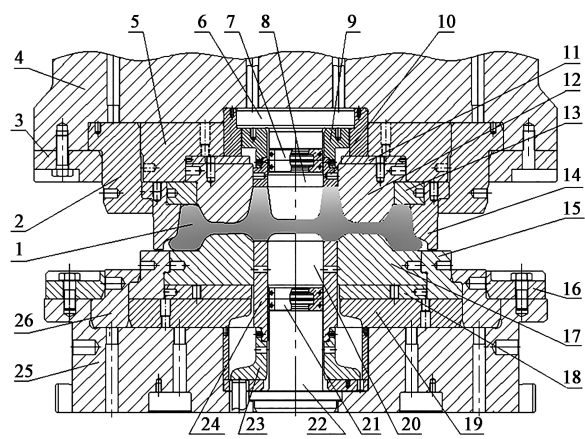


图 6 分体结构模具示意图

1. 车轮轮坯 2. 一级上适配环 3. 上压紧盘 4. 上模座 5. 上垫盘
6. 上芯棒座 7. 半合瓦 8. 上芯棒头 9. 上活套座
10. 分体上活套 11. 高度调整垫板 12. 分体上成形模
13. 二级上适配环 14. 分体成形环 15. 二级下适配环
16. 下夹紧盘 17. 分体下成形模 18. 高度调整垫板
19. 下垫盘 20. 下芯棒头 21. 半合瓦 22. 下芯棒座
23. 下活套座 24. 分体下活套 25. 下模座 26. 一级下适配环

Fig. 6 Schematic diagram of split mold structure

3 分体模具改进后的效果

车轮成形模具结构经过以上分体改进后，模具

中易消耗性部件材料的成本在模具整体成本中占比明显减少，以普通的直径为 $\Phi 920\text{ mm}$ 的车轮为例，其模具结构改进前后的易磨损模具重量见表 1。从表 1 中可以看出，改进后的分体模具总重量下降了 47.7%。

近年来，不少学者对热成形模具寿命进行了预测研究^[10-11]。对于锻造模具寿命问题，最常用的计算方法有两种，即采用一次热锻后模具磨损量与锻造次数的乘积作为总磨损量，或将多次锻造的磨损结果取平均值与锻造次数的乘积作为总磨损量，之后，分别与许用磨损量相比较得出模具使用寿命^[12]，但这两种方法均不足以真实反映出车轮各成形模具的实际寿命。为对单件车轮的模具用料问题进行合理分析，近年来，通过对车轮整体模具和对应分体模具各组件寿命周期内（包括各次返修）可生产的车轮总件数进行长期统计（其中通用模具的数量多为约数），可计算出单件车轮所消耗的各模具投料重量，进而可获得单件车轮分别使用整体、分体模具时的模具总投料重量，如表 2 所示。由表 2 可知，使用分体模具时，单件车轮可比其使用整体模具时的总投料重量减低 28.4%，可大幅度地降低模具制造成本。

表 1 $\Phi 920\text{ mm}$ 车轮模具结构改进前后其模具重量对比

Table 1 Comparison of mold weight before and after improvement for $\Phi 920\text{ mm}$ wheel mold structure

重量	成形环	上成形模	上活套	上芯棒（头）	下成形模	下活套	下芯棒（头）	总重量
改进前/kg	851	778	116	161	1260	158	174	3498
改进后/kg	434	503	42	39	664	98	48	1828
降低比率/%	49.0	35.3	63.8	75.8	47.3	38.0	72.4	47.7

表 2 单件车轮分别使用整体、分体模具时模具投料重量对比

Table 2 Comparison of mold feeding weight for single wheel using overall and split mold structures

整体模具					分体模具					每件车轮模具 投料降低比率/ %
模具名称	投料重量/ kg	返修 次数	生产车轮 数量/个	每件车轮模具 投料用量/kg	模具名称	投料重量/ kg	返修 次数	生产车轮 数量/个	每件车轮模具 投料用量/kg	
成形环	1660	2	2103	0.789	分体成形环	1040	0	1554	0.669	15.1
					二级适配环	280	0	450000	0.001	
上成形模	1050	4	3257	0.322	分体上成形模	850	4	3286	0.259	19.6
					高度调整垫板	240	0	620000	0.000	
上芯棒	290	4	3330	0.087	上芯棒头	65	0	1850	0.035	59.8
					上芯棒座	205	0	600000	0.000	
					半合瓦	28	0	305000	0.000	
上活套	235	4	7863	0.030	分体上活套	75	0	4238	0.018	39.9
					上活套座	165	0	650000	0.000	

续表 2

整体模具					分体模具					每件车轮模
模具名称	投料重量/ kg	返修 次数	生产车轮 数量/个	每件车轮模具 投料用量/kg	模具名称	投料重量/ kg	返修 次数	生产车轮 数量/个	每件车轮模具 投料用量/kg	具投料降低 比率/%
下成形模	1860	4	3567	0.521	分体下成形模	1020	4	3556	0.287	44.3
					高度调整垫板	425	0	650000	0.001	
					二级下适配环	880	0	550000	0.002	
下芯棒	300	4	3576	0.084	下芯棒头	75	0	1987	0.038	54.8
					下芯棒座	220	0	600000	0.000	
					半合瓦	28	0	305000	0.000	
下活套	465	4	7954	0.058	分体下活套	195	0	4359	0.045	22.4
					下活套座	290	0	650000	0.000	
总计				1.893					1.355	28.4

本套分体模具的结构组成,适用于所有常规车轮的锻轧生产。图 7 为车轮模具分体设计后生产中实际使用的成形下模具组件及其装配后的实物照片。目前已在车轮生产中得到了推广应用,并在生产实践中得

到了良好的使用效果。使用该模具结构生产的车轮锻件很好地满足了车轮成品的加工,并保持了正常的产品合格率。使用该模具结构可使企业的模具制造费用大幅度下降,对企业实现降本增效具有重要的现实意义。

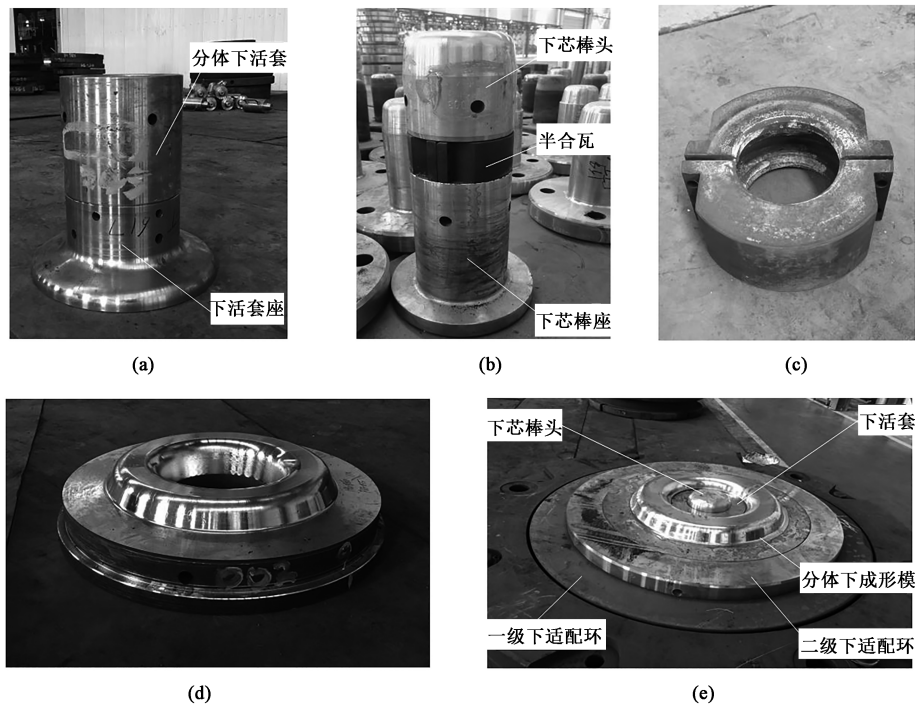


图 7 车轮成形下模具实物图
(a) 下活套组件 (b) 下芯棒组件 (c) 半合瓦 (d) 分体下成形模 (e) 下成形模具装配

Fig. 7 Physical pictures of lower molds for wheel forming

(a) Lower loop assembly (b) Lower mandrel assembly (c) Hemizygous tiles (d) Split lower forming molds (e) Lower forming molds assembly

4 结论

(1) 将轨道交通用各类车轮锻造模具结构进行了分体式改进设计,将其中易磨损的部件实现单独制造和更换,有效地减小了它们在整体模具结构中

的比例,同时也实现了减重设计,最大限度地降低了模具制造成本。

(2) 与原整体模具结构相比,分体模具还具有的优点包括:模具失效后仅需对产品专用模具进行返修或更换,不会对同组其他未磨损模具造成浪费;将少无磨损部件设计为系列化标准通用模具,可供

车轮生产长期或永久使用；实现了上、下成形大型模具的多次重复利用性与独立修复性；专用消耗性模具使用到限后，残留部分重量大幅度下降，模具的材料利用率得到了显著提高。

(3) 目前，这种分体模具结构已在车轮生产中得到了普遍的推广应用，并在生产实践中取得了良好的使用效果，对企业实现降本增效具有重要的现实意义。

参考文献：

[1] 张宇, 霍苗苗, 陈霞, 等. 城市轨道交通车辆车轮踏面经济型镟修应用研究 [J]. 铁路计算机应用, 2022, 31 (2): 73-78.
Zhang Y, Huo M M, Chen X, et al. Application research on economical lathing of wheel tread for vehicle of urban rail transit [J]. Railway Computer Application, 2022, 31 (2): 73-78.

[2] 刘华堂, 白辉东. 辗钢整体车轮轧制过程冲孔质量改进 [J]. 山西冶金, 2021, 44 (4): 210-212.
Liu H T, Bai H D. Improvement of punching quality in forging and rolling process of rolled steel integral wheel [J]. Shanxi Metallurgy, 2021, 44 (4): 210-212.

[3] 孙晓明. 高铁车轮塑性成形过程数值模拟及模具磨损研究 [D]. 太原: 太原科技大学, 2020.
Sun X M. Research on Numerical Simulation of Plastic Forming Process and Die Wear of High-speed Rail Wheels [D]. Taiyuan: Taiyuan University of Science and Technology, 2020.

[4] 白辉东, 刘华堂, 侯沛云. 立式九辊轧机的孔型标定与调整 [J]. 锻压技术, 2022, 47 (5): 181-187.
Bai H D, Liu H T, Hou P Y. Groove calibrating and adjusting for vertical nine-high rolling mill [J]. Forging & Stamping Technology, 2022, 47 (5): 181-187.

[5] 侯沛云, 杜晓钟. 车轮轧制用斜辊径向通裂失效分析 [J]. 太原科技大学学报, 2022, 43 (1): 29-33.
Hou P Y, Du X Z. Failure analysis of radial overall crack of oblique roller in wheel rolling [J]. Journal of Taiyuan University of Science and Technology, 2022, 43 (1): 29-33.

[6] 韦光珍, 张玉平, 王东. 锻造比对新型锻造模具钢磨损和冲击

性能的影响 [J]. 热加工工艺, 2020, 49 (11): 111-113.
Wei G Z, Zhang Y P, Wang D. Effect of forging ratio on wear and impact properties of new forging die steel [J]. Hot Working Technology, 2020, 49 (11): 111-113.

[7] 李彦奎, 吕彦明, 倪明明. 航空叶片模具设计参数对模具磨损影响分析 [J]. 材料科学与工艺, 2019, 27 (3): 79-84.
Li Y K, Lyu Y M, Ni M M. The analysis of influence of design parameters of air blades on die wear [J]. Materials Science and Technology, 2019, 27 (3): 79-84.

[8] 张浩, 郭磊. 基于 FEA 的齿坯锻造模具寿命的提高 [J]. 锻压技术, 2022, 47 (10): 250-256.
Zhang H, Guo L. Improvement of service life for gear blank forging die based on FEA [J]. Forging & Stamping Technology, 2022, 47 (10): 250-256.

[9] 杨子帅, 吴博雅, 李奇颖, 等. 汽车前轴成形模具磨损行为的实验与数值模拟研究 [J]. 锻压技术, 2022, 47 (9): 188-195.
Yang Z S, Wu B Y, Li Q Y, et al. Experimental and numerical simulation study on wear behavior of forming die for automobile front axle beam [J]. Forging & Stamping Technology, 2022, 47 (9): 188-195.

[10] 张继方, 晋会杰, 徐颖若. 齿轮温锻模具磨损失效分析 [J]. 锻压技术, 2022, 47 (5): 38-44.
Zhang J F, Jin H J, Xu Y R. Analysis on wear failure of warm forging die for gear [J]. Forging & Stamping Technology, 2022, 47 (5): 38-44.

[11] 杨红超, 淳道勇, 和永岗, 等. GH4169 合金叶片挤杆工序模具磨损及寿命的数值模拟分析 [J]. 锻压技术, 2021, 46 (3): 198-207.
Yang H C, Chun D Y, He Y G, et al. Numerical simulation analysis on wear and life of mold in bar extrusion process for GH4169 alloy blade [J]. Forging & Stamping Technology, 2021, 46 (3): 198-207.

[12] 齐双强. 活塞预锻模具磨损失效研究 [J]. 锻压技术, 2021, 46 (3): 21-26.
Qi S Q. Research on wear failure for pre-forging die of piston [J]. Forging & Stamping Technology, 2021, 46 (3): 21-26.

+++++

《铜和铜合金 锻件》国家标准发布信息

根据国家市场监督管理总局、国家标准化管理委员会于 2023 年 5 月 23 日发布的“2023 年第 2 号”公告，由全国锻压标准化技术委员会组织修订的国家标准《铜和铜合金 锻件》正式发布，相关信息见表 1。

请各相关企业积极执行新的国家标准。欲购买标准文本者，可与全国锻压标准化技术委员会秘书处联系。

表 1 《铜和铜合金 锻件》国家标准发布信息

序号	标准号	标准名称	发布日期	实施日期
1	GB/T 20078—2023	铜和铜合金 锻件	2023-05-23	2023-12-01

通信地址：北京市海淀区学清路 18 号全国锻压标准化技术委员会秘书处
电 话：010-62920652、010-82415085 E-mail: duanya2005@126.com

邮 编：100083
联系人：魏 巍

全国锻压标准化技术委员会秘书处