

# 井式炉组合吊具的创新设计与应用

张宇涵，杨杰

宁夏天地西北煤机有限公司 宁夏石嘴山 753000

**摘要：**结合产品的结构特点、装炉方式及加热时炉内放置位置，根据“积木式”的设计思路，设计了一种通用性强、简便轻量、经久耐用、安全可靠的井式炉组合吊具，可适用于工件渗碳、淬火、回火、正火及退火等多种热处理作业，装炉量提高了3~8倍，吊具使用寿命较长，有效降低了生产成本。

**关键词：**热处理；组合吊具；渗碳；装炉量

## 1 序言

工装夹具在热处理作业中具有非常重要的作用，尤其在采用井式炉作业时，更是离不开工装夹具，同时与热处理质量也有密切的关系。其中热处理工装夹具通常会随着工件一起加热、冷却，需要重复使用，易产生氧化、变形和开裂等问题，同时还会带走部分热量，占总热量的18%~29%<sup>[1]</sup>，这无疑也增加了热处理的生产成本。由于工装夹具设计、材料选用不合理等原因，造成产品次品率居高不下、热处理成本高、生产效率低等问题屡见不鲜，同时存在一定的安全隐患。

宁夏天地西北煤机有限公司热处理设备多为井式炉，产品种类较多、批量大，因此设计一种通用性强、简便轻量、经久耐用、安全可靠的热处理组合吊具尤为重要。

## 2 组合吊具设计

结合常见零部件的结构特点、装炉方式及加热时炉内放置位置，根据“积木式”的设计思路，设计的吊具采用分体式结构，如图1所示，由吊杆将圆盘、底座、调整套串联起来。根据处理工件的大小、重量、形状，通过更换调整套任意组合，实现吊具的层次、高度及装载量的灵活适配。吊具上的栅孔设计可实现工件自由悬挂、平稳固定，保证炉内气氛的流动性，并能够满足加热均匀和冷却均匀两方面的要求，以保证工件热处理后的硬度均匀和

变形量最小。

优点在于吊具各个组成部分装卸组装简单，调试、维护保养简单易行，而且安全可靠，避免工件在起吊过程中因滑落而造成安全隐患及质量事故。

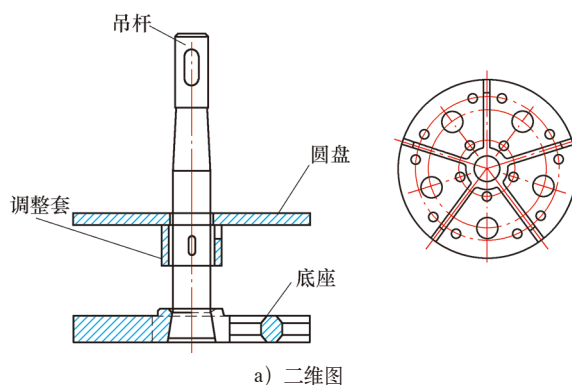
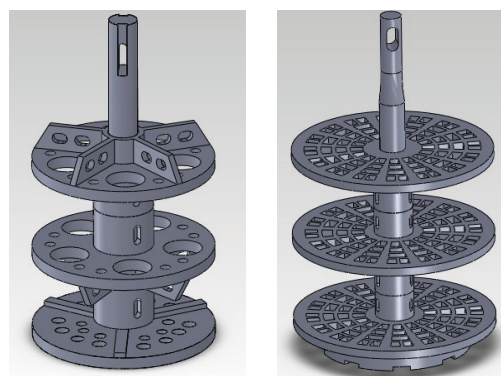


图1 组合吊具

此外，圆盘正反面均可以使用，具有互换性，拉筋可有效地控制吊具的变形并提高其使用寿命。

基金项目：宁夏回族自治区重点研发计划项目（2020BDE23004）。

### 3 实用案例

渗碳工件的装炉、出炉工序一般都在比较高的温度下操作，因此对吊具要求较高：需定位准确、吊挂安全牢靠、省时省力、轻巧灵活、操作方便，同时还要具备足够的强度和刚度，不易变形开裂<sup>[2]</sup>。常见的吊具一般为两脚或四脚吊具配合料框使用，安全可靠性能差，出炉时，两个工人分别站在炉台旁，一人进行操作指挥，凭经验和感觉吊钩料框，操作时间较长，稍有不慎就会被高热气浪灼伤面部，有时还会因吊具变形造成起吊不准而翻框，给人员、设备、质量带来一定的损失<sup>[3]</sup>。

逆止器是大型带轮机制动系统的关键部件之一，其中逆止器内外圈，如图2所示，其要求具有较高的表面硬度、耐磨性和承载能力。通常内外圈有效厚度较大，而综合性能要求较高，常用的大型逆止器直径高达2m以上，工件有效厚度 $\geq 120\text{mm}$ 。如果采用普通热处理方法，性能指标始终达不到技术要求。相关资料显示，渗碳钢深层渗碳可有效解决这一难题<sup>[4]</sup>。

深层渗碳是渗层有效厚度 $>3.5\text{mm}$ 的渗碳。与普通渗碳相比，深层渗碳工艺非常复杂，渗层的厚度不单纯是靠温度、炉内碳势及保温时间的增加而增大，技术难度较高，代表了渗碳的综合技术水平<sup>[5]</sup>。通常深层渗碳工艺周期达几十甚至上百小时，因此对渗碳设备和工艺、吊具具有相当苛刻的要求：要有稳定的渗碳炉系统，设计使用可靠的深层渗碳工艺及吊具，以及在变形控制和开裂预防上采用有效措施，完善的深层渗碳质量控制体系。



图2 逆止器内外圈

在试验过程中，采用这种组合吊具，可满足渗碳工件加热均匀、装卸便捷的要求。炉内渗碳气氛可通过底座及圆盘中的栅孔有效流动，有利于工件表面吸

收。吊杆便于起吊，一人便可进行出炉操作，工人距离炉台较远，避免了热浪的灼伤，如图3所示。



a) 工件出炉



b) 渗碳后抛丸处理的工件

图3 逆止器内外圈深层渗碳

此外，由于工件始终处于自由、平稳、悬挂状态，可有效地防止热处理工件的变形。该组合吊具简单、强度高，在进行热处理时能够均匀地释放淬火应力，减少吊具开裂，可以延长使用寿命，保证生产安全，具有显著的经济效益。

该组合吊具已批量投入使用，可适用于工件渗碳、淬火、回火、正火及退火等多种热处理作业。该组合吊具灵活性好，可合理装炉，最大限度地利用设备空间，节约40%的装炉、出炉和装卸零件等辅助时间，更好地适应热处理作业特点，使装炉量提高了3~8倍，提高工作效率，降低了工人的劳动强度，保证了工人职业健康安全。

#### 参考文献：

- [1] 雷延权，傅家骥.金属热处理工艺方法500种[M].北京：机械工业出版社，1998.
- [2] 卢德智，刘满红.改进热处理工艺及装备—实现节约能源[J].新技术新工艺，2005（11）：30-32.
- [3] 张红卫，马祝升.大型圆环类零件淬火吊装工具[J].金属加工（热加工），2014（13）：92-93.
- [4] 张诚，杨杰，康冬伟.20CrMnMo钢深层渗碳工艺的探究[J].煤矿机电，2019，40（2）：41-43.
- [5] 武斌，韩福海.大型渗碳件的深层渗碳[J].现场经验，1997（12）：10-12.