

某轴类总成零件电子束焊接技术研究

孙红星，黄文刚

陕西法士特齿轮有限责任公司 陕西西安 710119

摘要：以变速器一种轴类总成零件电子束焊工艺加工过程作为研究对象，分析轴类总成焊接件产品的焊接深度、焊缝表面质量、焊缝弧口位置、焊接各圈缺陷累计伤、焊接参数及焊接件总成结构等关键内容，并结合轴类总成零件电子束焊接机器和焊接过程控制，得出了一种轴类总成零件电子束焊接工艺加工试验结果，能够更好地指导生产实践。

关键词：电子束焊接；焊接深度；焊缝缺陷

电子束焊接因具有不用焊条、不易氧化、工艺重复性好及热变形量小的优点而广泛应用于航天、原子能、国防及军工、汽车和电气电工仪表等众多行业^[1]。电子束焊接的基本原理是电子枪中的阴极由于直接或间接加热而发射电子，该电子在高压静电场的加速下再通过电磁场的聚焦就可以形成能量密度极高的电子束，用此电子束去轰击工件，将大的动能转化为热能，使焊接处工件融化，形成熔池，从而实现对工件的焊接。

研究内容

某轴类总成焊接件焊接深度约12~16mm，焊接深度大，质量要求高，焊接圆周上各圈缺陷累积伤长不能超过10%的焊接圆周长；单圈焊接圆周上每90°范围内焊缝缺陷的累积长度不能超过3%；焊接圆周上缺陷的连续长度不能超过2%的焊接圆周长。

电子束焊接轴类总成时存在以下问题：单圈焊接90°范围内缺陷累积长度超过3%，有连续贯穿伤，焊接表面弧坑大。

试验研究思路

1.提高焊接分件表面质量

- 1) 先使用超声波清洗机清洗焊接分件2min。
- 2) 用无尘布蘸取酒精擦拭焊接分件。
- 3) 将焊接分件在保温箱100℃保温1h。
- 4) 在保温箱预热后将两分件进行压装。
- 5) 再将压装好的总成件在保温箱100℃保温0.5h。

2.优化焊接参数，提高焊接真空度

- 1) 调试电子束焊接速度10mm/s。
- 2) 优化改进真空度提到2Pa以上。
- 3) 束流调整到90mA以上。
- 4) 延长束流下降时间为4s。

3.优化焊接深度，进行耐久试验和静扭试验

进行耐久试验和静扭试验主要是验证分析轴类总成焊接件产品在变速器某挡位的静态扭转强度，是变速器强度性能的一项重要指标^[2]，耐久试验和静扭试验

是一个破坏性试验，需要专门的试验台架来试验，通过本次试验，达到了焊接总成产品焊接质量要求。

4.焊接分件焊接位置外增加排气孔

焊接分件增加通气槽，利于焊接排气，焊接气体的有利排除，有助于焊接质量。

试验结果对比

1) 对比试验改进前后焊接表面弧坑质量，如图1所示。



a) 改进前 b) 改进后
图1 改进前后焊接表面弧坑质量

2) 满足焊接质量要求，起弧收弧位置没有贯穿伤，内部没有灰点或有较少的灰点。

结论

通过试验加工，分析轴类总成焊接件产品的焊接深度、焊缝表面质量、焊缝弧口位置及焊接各圈缺陷累计伤，通过提高焊接分件表面质量，优化焊接参数，提高焊接真空度，优化焊接深度，进行耐久试验和静扭试验，焊接分件增加排气孔等措施极大地提升了焊接内部质量和焊接弧坑质量，具有一定的生产指导意义。

参考文献：

- [1] 张益坤，成志富.电子束焊接技术在航天产品中的应用[J].航空制造技术，2008（21）：52-53.
- [2] 安相壁.汽车试验工程[M].北京：国防工业出版社，2006. **AUTO1950**

（上接第29页）

2.PS-DHT及平行轴-DHT情况分析

对以上DHT再进一步分析，比较PS-DHT/MMT-DHT的类型，2021年全球PS-DHT及MMT-DHT情况分析如图4所示。

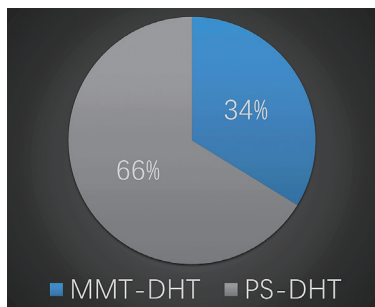


图4 AHT与PS-DHT及平行轴-DHT占比

从图4可以看出，PS-DHT占据了混合动力专用变速器的半数以上，主要原因是以丰田为主的汽车制造商一直深耕PS-DHT技术。日本的本田、三菱及中国自主品牌等则重点发展MMT-DHT技术。值得一提的是，近年来特别是2021年，自主品牌在MMT-DHT技术上取

得了一定的突破。

结语

本文全面地回顾梳理和分析了2021年全球乘用车混合动力的基本情况并分析了主要原因，在此基础上进一步分析全球混合动力变速器的基本情况，并分析了基本原因和发展趋势。笔者认为：在乘用车层面，混合动力乘用车将会继续获得发展且市场销量会进一步提高；在混合动力变速器层面，未来AHT技术将逐渐退出，各个汽车制造商将重点发展DHT技术，DHT的比例将继续上升。由于MMT-DHT相对于PS-DHT的专利门槛及技术难度较低，预计前者相对于后者的比例也将会继续上升。对混合动力乘用车和混合动力变速器的发展有一定的参考指导意义。

参考文献：

- [1] Marklines全球汽车产业平台. 2021全球新能源汽车销售数据. 2022. **AUTO1950**