

■ 江苏森威集团有限责任公司/蔡永辉
■ 江苏盐城工学院/王 平

汽车起动机输出轴结构优化

汽车起动机输出轴（见图1）是起动机中的关键零件，要求具备抗冲击、抗疲劳、轻量及传递大转矩等特性。因为现有输出轴结构及加工工艺难以保证输出轴的高品质，且加工效率低，为此，我公司通过反复的工艺试验和分析研究，研发了一种汽车起动机输出轴的新型结构和加工工艺，产品质量达到了起动机厂家的要求，获得了较好的经济效益和社会效益。

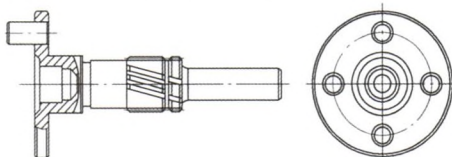


图1 汽车起动机输出轴

工艺分析

汽车行星齿轮式减速起动机结构紧凑，传动比大，效率高。分析原因，其输出轴与电枢轴同轴线且同旋向，电枢轴无径向载荷，振动轻，整机的尺寸小。行星齿轮式减速起动机还具有如下优点：负载平均分配在三个行星齿轮上，可以采用塑料内齿圈和粉末冶金行星齿轮，使质量减轻，噪声降低；尽管增加行星齿轮减速机构，但是起动机的轴向其他结构与普通起动机相同，故配件可以通用。因此，行星齿轮式减速起动机应用越来越广泛，很多乘用车及商用车都采用了行星齿轮式减速起动机。

图2是行星齿轮式减速起动机的剖面图，其组成：电磁开关501、齿轮502、拨叉503、直流电动机504和行星齿轮离合器505，其中行星齿轮离合器由以下零件组成：单向器505a、输出轴505b、齿圈505c和行星齿轮505d。车辆起动时直流电动机504在直流电压作用下产生旋转力矩，它通过行星齿轮离合器505及齿轮502驱动发动机曲轴旋转，使汽车发动机起动。

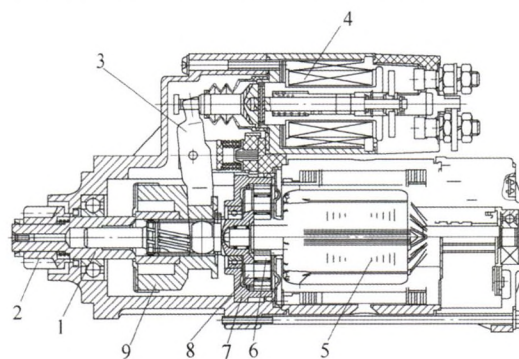


图2 行星齿轮式减速起动机

1.505a 2.502 3.503 4.501 5.504 6.505d 7.505b 8.505c 9.505

现输出轴505b的通常结构如图3所示，由输出轴505b₁及行星齿轮轴505b₂（三个或四个）组成分体结构。由于输出轴505b在车辆起动过程中主要传递力矩，所以行星齿轮轴505b₂与输出轴505b₁的压装控制要求很高，配合过盈量大易引起输出轴505b₁和a处开裂，配合过盈量小易引起行星齿轮轴505b₂脱落，此两种情况均易引起起动机的早期失效，且由于输出轴505b₁需

在热处理后进行压配行星齿轮轴505b₂，热处理的变形不易控制，从而引起压配过盈量不一致。

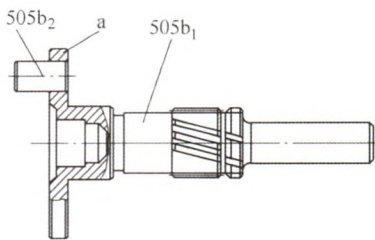


图3 现有起动机输出轴

现有起动机输出轴工艺路线：下料（锯料或锻料）→球化退火→抛丸→表面处理（磷皂化或涂高分子润滑剂）→锻造（两次或三次）→切削加工→行星齿轮轴孔加工（切削加工或冲裁加工）→花键加工→产品淬火处理→压配行星齿轮轴→磨削等，由于产品是在淬火后进行压配行星齿轮轴，热处理的变形使输出轴的孔径公差变大，使压配后产品存在不稳定现象。另外，现有输出轴为分体结构，主要是由于行星齿轮轴505b₂的横截面积相对于输出轴505b₁法兰面积比小，即对锻造变形量太大（远大于90%），无法进行锻造成形。因此，如何消除分体式结构而导致的行星齿轮轴脱落隐患及压配过盈量不一致的问题显得尤为重要。

改进措施

为了解决上述技术问题，在结构上将行星齿轮轴与输出轴通过挤压成一体式结构，如图4所示。

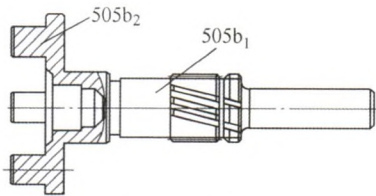


图4 改进后的起动机输出轴

改进后的起动机输出轴加工工艺：

- (1) 下料 通过锯切下料或锻造下料。
- (2) 第一次球化退火 将起动机输出轴的毛坯加热到Ac1（727℃）以上20~30℃，保温一段时间，然后缓慢冷却。
- (3) 抛丸 去除表面氧化皮等杂质提高外观质量。
- (4) 第一次表面处理 对起动机输出轴的毛坯进

行磷皂化或涂高分子润滑剂。

- (5) 锻造 进行锻造两次或者三次。
- (6) 第二次球化退火 将起动机输出轴的毛坯加热到Ac1以上20~30℃，保温适当时间，然后随炉缓慢冷却，冷到500℃左右出炉空冷。
- (7) 再度抛丸 使工件的表面达到一定的粗糙度要求。
- (8) 第二次表面处理 以便形成一层磷皂化膜，便于后续锻造。
- (9) 凸台锻造加工 在输出轴的中部进行凸台锻造加工，使锻造变形量减小，适合锻造加工（见图5）。

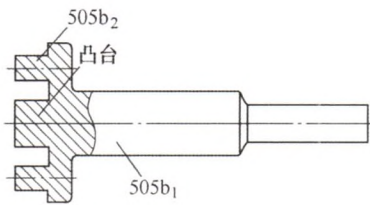


图5 输出轴锻造毛坯结构示意图

- (10) 切削加工 去除凸台。
- (11) 花键加工 用花键滚刀在花键轴铣床上按展成法加工。
- (12) 淬火处理 将起动机输出轴的毛坯加热到某一适当温度并保持一段时间，随即浸入淬冷介质中快速冷却。
- (13) 磨削成形 用磨具切除起动机输出轴毛坯上多余材料进行成形。

结语

经过改进后，起动机输出轴由现有的分体式结构改为整体式结构，产品性能稳定，解决了行星齿轮轴脱落的隐患。同时，在加工工艺方面，增加材料分流凸台，减小锻造变形量，使输出轴上行星齿轮轴适合锻造，使用锻造方法加工整体式输出轴，利用分流锻造原理增加材料分流凸台，使锻造加工可行，极大地提高了加工效率，降低了产品加工成本。

关键词：

起动机 输出轴 行星齿轮 结构优化

(收稿日期20131011)