

20CrMnTi 轴齿轮热处理与切削加工性的探讨与应用

于春艳

(辽宁冶金技师学院机电系, 辽宁 本溪 117000)

摘要:文章针对低碳合金钢在制造承受冲击载荷作用的齿轮或齿轮轴时,既要满足表硬心韧,又要具备良好的切削加工性能这一课题,提出了对该件制造工艺路线的改进措施。

关键词:金属材料;热处理;金相组织加工性

中图分类号:TG162

文献标识码:A

文章编号:1009-2374(2010)31-0020-02

1 热处理与切削加工性简介

通常,在机械零件产品设计与制造过程中,常把根据零件在具体工作条件下合理选择材料看成是一项十分重要的工作。经实践检验,根据所选择的材料如何合理安排该零件在加工制造过程中的热处理与切削加工性的关系的工艺路线,也是不可忽视的。

直流电动机控制系统是一种准解耦矢量控制系统,由于永磁体只产生固定幅值磁场,因而永磁无刷直流电动机系统非常适合运行在恒转矩区,一般采用电流滞环控制或电流反馈型SPWM法完成。若进一步提高转速,也可采用弱磁控制。

(3) 永磁无刷直流电动机的不足。永磁无刷直流电动机受永磁材料工艺的影响和限制,功率范围较小,最大仅几十千瓦。永磁材料在受振动、高温和过载电流作用时,导磁性可能会下降或发生退磁,将降低其性能、甚至损坏电动机,所以在使用中要保证其不发生超载。永磁无刷直流电动机在恒功率模式下,控制系统较复杂,这使驱动系统造价较高。

2.2.4 开关磁阻电动机 这是一种新型电动机,结构比其它电动机简单,转子上无滑环、绕组和永磁体等,只在定子上有简单的集中绕组。绕组端部较短,无相间跨接线,维修容易,可靠性好。转速可达15000 r/min,效率为85%~93%,比交流感应电动机高,易冷却,调速范围宽,控制灵活。易实现各特殊要求的转矩、速度特性,能在较大的速度范围内保持高效率。但它有较高的非线性特性,驱动系统复杂,一般由功率变换器、控制器、位置检测器组成。由于为双凸极结构,存在转矩波动,所以噪声较大。另外,因其输出转矩波动大,功率变换器的直流电流波动也大,所以在直流母线上需装一很大的滤波电容。

经比较,采用永磁无刷直流电动机系统作为改装的动力系统较合适。由于改装用于研究与教学使用,车速无特别要求。设计时速为最高45公里/小时,电机的额定功率,公式为:

材料的切削加工性主要指被切削的难易程度、材料被切削后的表面粗糙度及刀具的使用寿命等几个方面。

钢的切削加工性的好坏与其化学成分、金相组织和机械性能有关。在确定了化学成分之后,如何通过热处理的方法来改变钢的金相组织和机械性能是改善钢的切削加工性的重要途径之一。

不同成分的钢在不同热处理状态下,显示不同的金相组织和机械性能,它们对钢的切削加工性有极其重要的影响。

下面就20CrMnTi轴齿轮的加工制造过程来阐述它的热处理与切削加工性的关系。

2 该零件的设计结构及技术

该零件的设计结构及技术要求如下:

结构如图1所示:

$$Pe = \frac{1}{3600\eta_T} \left(mgf + \frac{C_D A V_{\max}^2}{21.15} \right) V_{\max}$$

其中 m 为车重,约1000kg;

f 为滚动摩擦系数,取0.03; C_D 风阻系数,取0.4; A 迎风面积,取2m; V_{\max} 最高设计时速,取45km/h; η_T 为传动效率,取0.9;经计算约为5kW。

设计常规时速为30公里/小时,可确定电机的额定转速,公式为:

$$M_N = \frac{i_g \times i_0 \times v_n}{0.377 \times r}$$

i_g 为传动比,取3; i_0 为主减速比,取3.3; V_n 常规车速; R 为滚动半径,为0.27m;经计算约为2917r/min。

所以选额定电压48伏,额定功率5kW,额定转速为3000 r/min的直流无刷电动机及控制系统,可实现无级调速、再生制动、智能换向,过压、过流保护,温度监控等功能。为实现调速,将原车油门踏板改成电位器调速踏板。电机装在车中部,通过减速器与传动轴相连。四块蓄电池装在汽车中后部的地板上,使车身的载荷分布更均匀。

3 结论

经试验,改装后汽车最大速度大于40km/h,最大行驶里程60km,最大爬坡度20%,可作教学或园区代步工具。通过此次改装试验,证明利用普通汽油车改电动汽车方案可行,如加以改进,可满足日常代步的需求,同时也可减少废气污染。

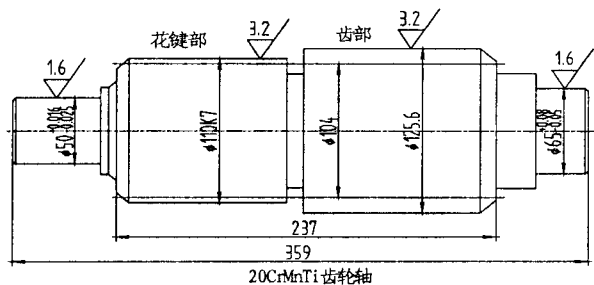


图 1

技术要求: (1) 锻件不得有任何锻造缺陷。 (2) 正火处理 HB180~217。 (3) 表面渗碳硬度为 HRC58~64, 心部硬度为 HRC33~48, 过渡层硬度变化应该缓慢直到基体低碳, 渗碳深度为 1.0 ~ 1.4mm, 含碳量为 0.8% ~ 1.05%, 花键不渗碳。 (4) 金相检验标准应符合《汽车渗碳齿轮金相检验标准》(JB1673-75) 规定。 (5) 低温回火做喷丸处理 (注: 花键部齿根部同时铣成)。

根据上述零件的结构特点与技术要求, 现拟定如下工艺路线: 下料→锻造→正火处理→粗加工→探伤→铣齿→渗碳→去碳精加工→淬火+低温回火→喷丸处理→精磨。之所以拟定这样的工艺路线, 其根据如下: 在下料锻造成轴齿轮毛坯后, 由于锻造使毛坯内部组织不均匀, 存在残余内应力, 而且部分有偏析等缺陷。这样的钢件机械性能低劣, 不利于切削加工。所以根据合金相图: 对于 20CrMnTi 这种低碳合金钢来说, 应加热到 950℃ ~ 970℃, 保温 3 ~ 4 小时左右, 使该零件的成分转变为均匀的奥氏体组织, 然后在空气中冷却获得较多的索氏体和少量的铁素体组织, 使硬度得到提高的正火处理。这样既获得了合适的硬度 (HB170~230), 同时残余的内应力也在保温、空冷过程中消除掉。既满足技术要求 1 和 2 两条, 又便于下道工序的切削加工。本工序之所以选用正火热处理方法, 是因为 20CrMnTi 合金钢含碳量过低, 退火钢中含有大量的柔软的铁素体, 钢的延展性非常好, 切削时易粘着刀刃而形成刀瘤, 而且切屑是撕裂断裂, 以至使表面粗糙度变差, 刀具寿命也受到影响, 不利于切削加工。

接着进行粗加工。由于零件要求花键部与齿轮同时铣成, 而且齿面还有渗碳要求, 而花键和其他表面无此要求, 并且这些表面都有较高的光洁度要求。这样, 在本工序车削过程中, 一定要对齿表面以外的其他各处包括花键表面, 留有去掉渗碳层适当的切削余量。齿部 Φ125.6 外圆车好, 以便在下道工序铣齿。

但在技术要求中, 锻件不得有任何锻造缺陷, 所以随其后的工序要进行探伤, 避免在下道工序中出现缺陷, 浪费所发生的加工费。对于探伤后确认无缺陷, 在进行铣齿 ($Z=13$ $M=8$ $\alpha=20^\circ$)

齿加工完以后, 进行渗碳。采用井式炉 920℃ 渗碳, 渗碳时间根据所要求的渗碳层厚度 1.0 ~ 1.4mm 查表《920℃ 渗碳时渗层厚度与时间的关系》, 确定为 6 小时。具体渗碳后该零件组织如图 2 所示, 表层为珠光体与二次渗碳体混合的过共析组织, 其中二次渗碳体呈网状, 心部为珠光体与铁素体混合的亚共析原始组织, 中间为过渡区, 越靠近表面层铁素体越少。这样渗碳以后, 就为淬火+低温回火工序做好了准备。

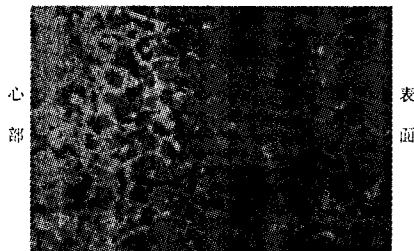


图 2 20CrMnTi 轴齿轮渗碳缓冷后的金相组织

渗碳后, 应对不要求有渗碳层的其余各外圆进行去碳精加工, 此时还有考虑 Φ50、Φ88、Φ65 各处有较高的光洁度要求, 一定要留有 0.5mm 左右的磨量。然后对齿表面进行淬火+低温回火, 以获得马氏体组织。

由实验得出: 20CrMnTi 合金钢经淬火+低温回火热处理后, 最终组织为: 表面为细小的片状回火马氏体及少量的残余奥氏体和碳化物, 硬度为 HRC 58~62 左右, 而心部是由回火低碳马氏体、铁素体和细小的珠光体组成, 其硬度为 HRC 35~45, 并且具有较高强度以及足够高韧性和塑性。符合零件的技术要求。假如在渗碳与淬火+低温回火之间不设有去碳精加工的工序, 那么 Φ50、Φ88、Φ65 各外圆都跟着进行淬火+低温回火, 则会造成这几处表面与齿面硬度一样, 无法进行切除余量加工, 达不到最终尺寸与光洁度的要求, 所以在此工序之前, 必须去除渗碳层。

上述工序完成后进行喷丸处理, 其目的之一: 是为了清除上道工序生成的氧化皮, 使表面光洁; 之二: 作为一种强化手段, 使零件表面压应力进一步增大, 有利于提高疲劳强度。

最后, 进行精磨, 磨去表层的最后加工余量, 使表面的光洁度达到图纸的设计要求。至此, 完成 20CrMnTi 轴齿轮的整个加工过程。其热处理工艺曲线如图 3 所示:

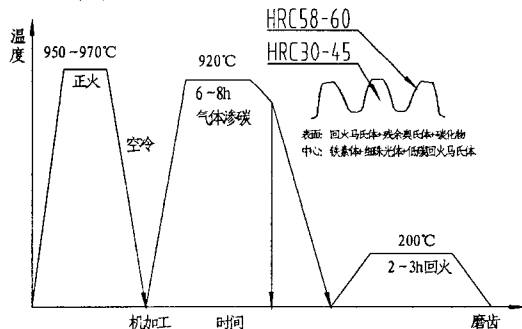


图 3 20CrMnTi 轴齿轮的热处理工艺曲线

按上述工艺路线制造出来的该轴齿轮, 经实践检验满足了它在工作中的各项性能指标, 达到了预期的目的。

由此可见, 对于一个产品的制造, 在选择材料之后, 如何安排它的加工制造过程是一项复杂的工艺, 同时也是一项很重要的工作。特别是热处理工艺对钢的切削性能起着极其重要的影响。因此, 对切削加工性差的材料, 除了从冷加工角度采取一些措施外, 通过改变材料的热处理工艺方法, 使之获得合适的组织以改善其切削的加工性, 应予以足够的重视。

参考文献

- [1] 史美堂. 金属材料及热处理 [M]. 上海科学技术出版社, 2001.