



RQV 调速器止动簧热处理工艺改进

无锡威孚集团有限公司 (江苏 214031) 顾勇

止动簧是调速器补偿器体中的重要零件这一, 在工作过程中, 通过止动簧固定调节螺套的位置, 从而调节发动机在中低速时的油量 (见图 1)。由于该零件厚度仅为 0.5mm, 厚度极薄, 在热处理加热和冷却过程中结构易产生变形, 零件表面如发生脱碳或增碳, 对零件的力学性能影响也极大, 所以探索止动簧的热处理工艺有着重要意义。

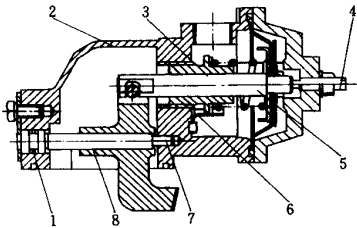


图 1 调速器补偿器体结构示意图

- 1. O 型密封圈 2. 补偿器体 3. 调节螺套
- 4. 限位螺钉 5. 膜片轴 6. 止动簧
- 7. 传动导杆轴部件 8. 传动导杆部件

一、止动簧技术要求及其用材分析

止动簧的工作状况要求该零件应具有高的弹性极限和疲劳极限, 较好的塑性, 以及尽可能高的强度和屈强比。如果硬度过高, 塑性和韧性差, 容易产生脆性断裂; 反之, 如果硬度过低, 塑性和韧性好, 但弹性不足。为了兼顾以上几个方面性能以及经济性, 止动簧的最终热处理的技术要求为 430 ~ 500HV10, 材料选用 65Mn-P-T-0.5 钢带冲压而成, 产地为江西省新余钢厂。该钢带的主要化学成分为: $w_C = 0.62\% \sim 0.70\%$ 、 $w_{Si} = 0.17\% \sim 0.37\%$ 、 $w_{Mn} = 0.90\% \sim 1.20\%$ 、 $w_{Cr} \leq 0.25\%$ 、 $w_{Ni} \leq 0.25\%$ 、 $w_P \leq 0.04\%$ 、 $w_S \leq 0.04\%$ 。

止动簧采用该钢带经落料和冲压成形而成, 钢带中的碳能有效地提高冷变形强化或马氏体相变强化的效果, 获得较高的强度和弹性极限。Mn 等合金元素的作用首先是提高钢的淬透性, 细化晶粒, 并使热处理后的内部组织得到强化, 使零件热处理后具有高的弹性极限和屈强比。

二、热处理工艺

图 2 是 RQV 调速器补偿器体中的一种典型的

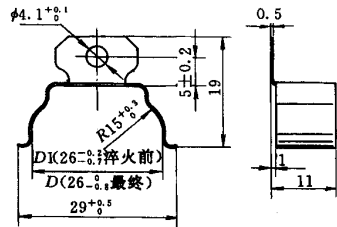


图 2 止动簧冲成形后的零件简图

止动簧零件示意图, 其主要工作面是止动簧内侧的圆弧面。该零件采用我公司从德国引进的技术, 原来采用井式炉和盐浴炉设备热处理的。生产工艺路线为: 落料→预先热处理(中间退火)→冲成形→最终热处理(淬火、回火)→校正→去应力→表面发蓝→入库待装配。

为了提高止动簧的产品质量, 结合了我公司的实际情况, 我们对该零件的工艺也做了以下改进。

1. 预先热处理工艺

预先热处理采用真空再结晶退火, 是为了保证冲成形的精度, 对落料后的零件 (见图 3) 进行退火处理的一种方法, 以适当降低材料的硬度, 提高材料的冷塑变形能力及有效防止冲成形时开裂。具体可按如下步骤进行 (其工艺曲线见图 4)。

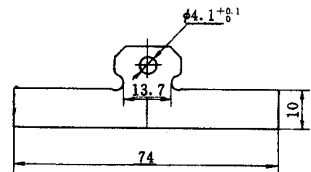


图 3 止动簧中间退火前零件简图

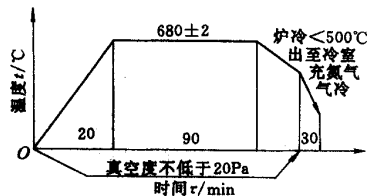


图 4 再结晶退火工艺曲线

(1) 装夹具 零件经去油和清洗干净后再装夹具, 把零件侧排放且均匀装于专用网盘中, 再把装有零件的网盘装入料筐, 一料筐可装 30 盘零件。



装炉方式对减少零件变形和硬度均匀相当重要,零件装至网盘高度的一半,零件上下层之间留有一定间隙,以保证加热时炉内气氛对流和零件受热均匀,这样还可以减少零件和网盘的变形,延长网盘的使用寿命。

(2) 再结晶退火 再结晶退火在 ZC2—65 双室油淬气冷真空热处理炉中进行,退火温度取 A_{c1} 以下,即 $(680 \pm 2)^\circ\text{C}$,到温后保温 90min 后缓冷至 500°C 转移至冷室充氮气冷却,随炉冷却 30min 后出炉,以上整个处理过程都由计算机程序自动控制。退火后得到球状珠光体组织,硬度为 170 ~ 190HV10。经过再结晶退火再冲成形可以消除落料过程中的冷成形加工硬化,以利于冲压成形,避免零件在冲成形过程中开裂,还可以延长冲模的使用寿命。

2. 最终热处理工艺

最终热处理工艺曲线见图 5,具体可按以下步骤进行。

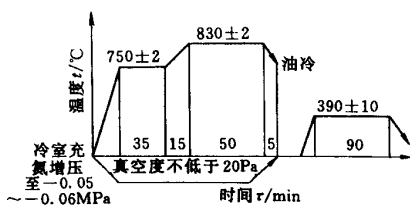


图 5 真空淬火和回火工艺曲线

(1) 装夹具 零件去油清洗干净后装夹具,装夹具方法同真空再结晶退火时的装夹具方法。

(2) 真空淬火 采用 ZC2—65 双室油淬气冷真空热处理炉加热,操作人员只需在自动控制柜的可编程序控制器中调用相应的程序,生产时采用自动进出料。为了保证零件受热均匀,先将零件加热至 $(750 \pm 2)^\circ\text{C}$ 保温 35min,然而再加热升温至 $(830 \pm 2)^\circ\text{C}$,在此温度保温 90min,整个过程中真空度不低于 20Pa,保温结束后,冷室充氮气增压至 $-0.05 \sim -0.06\text{MPa}$,油冷淬火,要求油温 $\leq 60^\circ\text{C}$,淬火冷却后得到的是细针状马氏体组织。用 HVA—10A 维氏硬度计测量其硬度,硬度为 785 ~ 825HV10。

(3) 去油清洗 淬火后的零件需在去油槽中去尽油渍,并在热水槽中清洗干净,温度为 $90 \sim 95^\circ\text{C}$,再用压缩空气吹干。

(4) 回火 弹簧淬火后必须及时回火,以适当降低硬度和脆性,减少或消除内应力,提高弹簧的

弹性极限、塑性和韧性,从而提高弹簧的使用寿命。回火设备选用 RJJ—36—6 井式回火炉,把淬火后的零件加热至 $(390 \pm 10)^\circ\text{C}$,保温 90min,出炉后在空气中冷却至室温,可得到细小均匀的回火托氏体基体组织(见图 6)。用 HVA—10A 维氏硬度计测量其硬度,硬度为 453 ~ 465HV10。



图 6 止动簧经淬火和回火处理后的金相显微组织 $\times 500$

三、工艺分析

1. 设备选择

止动簧厚度很薄,原来在中性盐浴炉中淬火加热时,常发生表面脱碳、过热或过烧现象,冷却后获得硬而脆的粗大马氏体,回火后最终将得到较粗大的回火托氏体基体组织,这将大大降低弹簧材料的使用寿命,尤其是表面存在脱碳层时,将大大降低疲劳极限,表面有增碳时,零件将较易脆断。因此,要选用真空炉加热。

本公司再结晶退火和淬火均采用国营首都机械厂公司制造的 ZC2—65 双室油淬气冷真空热处理炉,该设备主要有以下优点:

(1) 真空热处理炉控温精度为 $\pm 2^\circ\text{C}$,炉温均匀性 $\pm 5^\circ\text{C}$,比其他热处理炉精度高,启停炉方便,操作人员生产时只需调用可编程序控制器中的某个程序号,该设备便可按程序要求自动进行生产。

(2) 真空热处理炉具有无氧化脱碳,处理后的零件光洁,可提高后道工序表面发蓝的质量。

(3) 真空热处理的零件在加热时受热均匀,零件变形小。由于真空热处理具有真空除气作用,故零件经真空热处理后的力学性能,特别是塑性和韧性有明显提高。

2. 淬火加热温度和淬火介质选择

止动簧淬火加热首先要得到奥氏体组织,就必须加热至 A_{c3} 以上 $30 \sim 50^\circ\text{C}$,再考虑到止动簧较薄,为防止淬火转移中的过渡降温,故选取 $(830$



LOGO! 在加热炉控制中的应用

济南大学 (山东 250022) 张智杰

LOGO! 是 SIEMENS 公司的通用逻辑控制模块。它内部集成有延时继电器、脉冲继电器、时钟、自锁继电器、脉冲发生器、计数器以及与、或、非等功能模块, 使用方便, 可靠性高, 抗干扰能力强, 具有不同的输入和输出类型和可选的 ASI 接口, 应用比较灵活。利用相应的编程软件还可以在计算机上编程、调试和仿真, 并能快速下载程序, 适合于规模生产。

LOGO! 在小型的机械和装置的控制中有着广泛的应用。我们在加热炉控制系统的设计过程中充分利用了 LOGO! 的各功能模块, 满足了设计要求, 可以方便、快捷地实现控制目的。

1. 加热炉的控制要求

控制电动机的正转与反转。正转实现炉门的提升, 反转实现炉门的关闭。开始进料时, 进料门与

出料门同时上升, 当进料炉门碰到上位限制开关时, 进料与出料门电动机停止, 进料炉门不再提升。料杆推动料开始进料, 并有时间控制。进料结束后, 电动机开始反转, 进料炉门与出料门同时关闭。触到下部限制开关后电动机停止转动, 开始加热, 达到一定温度后, 停止加热, 电动机开始正转, 进料与出料门同时提升, 由料杆把新料推进, 把已加热的料顶出。通过往复循环, 实现对工业炉的控制。过程示意如图 1 所示。

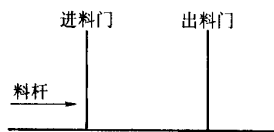


图 1



± 2) $^{\circ}\text{C}$ 较为合适。这是因为如果淬火加热温度过高, 将导致奥氏体晶粒粗大, 淬火后零件脆性增加, 止动簧淬火受力就容易发生脆性断裂; 但如果淬火加热温度过低, 淬火非马氏体组织较多, 淬火后硬度不足, 这将降低零件的使用寿命。淬火冷却采用 ZZ-1 真空淬火油冷却, 这是因为 ZZ-1 真空淬火油的冷却性能好, 在获得较高的硬度的同时, 淬火时变形也较小。马氏体组织经 $(390 \pm 10)^{\circ}\text{C}$ 回火处理后, 转变为细小均匀的回火托氏体组织, 该组织具有高的弹性极限和疲劳极限, 具有较好的塑性, 以及高的强度和屈强比, 且硬度适中。

3. 热处理变形的控制

止动簧薄而长, 当淬火加热和冷却时热胀冷缩, 外形易发生变形。以前采用井式炉用铁屑装包再结晶退火和盐浴淬火工艺, 使用部位尺寸 D 的精度难以控制, 故盐浴淬火后有校正和去应力两道工序, 工作量非常繁重。即使校正合格后, 由于校正时可能会产生新的缺陷, 止动簧的使用寿命显著降低, 但目前由于采用了真空退火和真空淬火热处理工艺, 可使热处理外形变化控制在一定范围内。

解决的主要方法为:

(1) 落料后经真空再结晶退火后再冲成形, 止

动簧冲成形精度得到提高。现在我们可以把冲成形的精度公差提高 0.3mm, 经热加工工艺人员反复摸索, 最终确定了冲成形的控制尺寸 (即淬火前的 $D1$), 以保证热处理后最终能符合产品图样要求。

(2) 设计了专用网盘, 改变了装炉方式, 热处理后硬度均匀, 变形得到了有效的控制。现在已取消了校正和去应力工序, 经专用塞规 100% 测量, 完全可以满足产品使用要求。同时, 也缩短了生产流程, 取得了很好的经济效益。

四、结论

弹簧淬火畸变且不容易矫正的各种薄型压缩弹簧一直是生产中的一个技术难题, 但经过我公司热加工工艺人员多次试验, 采用真空热处理设备对止动簧进行真空退火和真空淬火后, 能显著减少止动簧变形和表面脱碳, 提高止动簧弹性极限和屈强比, 从而完全杜绝了止动簧脆性断裂或弹性不足。采用专用网盘装炉等措施后, 外形变形得到了有效控制。现在生产工艺路线已改为: 落料 \rightarrow 预先热处理 (中间退火) \rightarrow 冲成形 \rightarrow 最终热处理 (淬火、回火) \rightarrow 发蓝 \rightarrow 入库待装配, 缩短了生产流程。热

(20040228)

