

机械加工工艺与热处理或表面处理匹配研究

张学功

(天津久荣工业技术有限公司 天津 300380)

摘要: 当热处理或表面处理的结果符合机械加工工艺要求时, 加工出合格的零部件是有保障的, 若结果不符合要求, 一要研究热处理或表面处理自身工艺的改进, 二要研究材料特性与所选用的热处理或表面处理是否相符, 三要研究机械加工工艺与所选用的热处理或表面处理及排序是否合适。在考虑便于加工操作、满足质量及成本要求的前提下, 制定符合技术要求的机械加工工艺能与所选用的热处理或表面处理相匹配是本文通过实例论述的重点。

关键词: 焊接; 热处理; 内应力; 变形; 表面处理

0 引言

机械加工单位往往会优选一家热处理或表面处理单位合作, 当加工周期、质量、成本等因素不能满足要求时, 会另选其他单位合作。由于各家单位技术保障能力的不同, 面对相同技术要求的产品质量也会存在差异, 当这种差异在质量可接受的范围内时, 所编制的机械加工工艺能与这种差异相匹配, 工艺便会更具通用性。下面通过实例进行说明。

零件技术要求: 材料为 45 钢; 成活尺寸为 $30_{-0.15}^{0.1} \times 50_{-0.15}^{0.1} \times 500$ (含表面镀镍厚度), $30_{-0.15}^{0.1} \times 50_{-0.15}^{0.1}$ 四面粗糙度均为 $R_a 0.8$, 其余 $R_a 6.3$; 淬火 HRC40 ~ 45; 表面化学镀镍, 厚度 0.015 ~ 0.02mm。

工艺路线: 备板材料 → 调质 HB220 ~ 250 → 铣 500 成, 粗铣 $30_{-0.15}^{0.1} \times 50_{-0.15}^{0.1}$ 四面各单面留量 0.5mm → 盐浴炉淬火 HRC40 ~ 45 → (考虑镀层厚度) 磨 $30_{-0.15}^{0.1} \times 50_{-0.15}^{0.1}$ 四面至 $30_{-0.18}^{0.14} \times 50_{-0.18}^{0.14}$ → 表面化学镀镍, 厚度 0.015 ~ 0.02mm → 检验, 入库。

实际投产: 一家热处理厂淬火前认为铣序单面留量小, 盐浴炉淬火变形量大会导致留量不足, 要求将工艺单面留量增大至 1mm。实际盐浴炉淬火后测得 30×50 四面单面的最大变形平面度为 0.3mm, 其余各序均合格。实际结果表明工艺制订的单面留量 0.5mm 与所选用的热处理是相匹配的。

为了减少热处理或表面处理出现不符合技术要求的现象, 同时考虑便于加工操作, 满足质量及成本的要求, 制订符合技术要求的机械加工工艺能与所选用的热处理或表面处理相匹配是本文通过实例论述的重点。

1 焊接对加工工艺的影响

1.1 点焊

图 1 所示钻模是由 5 件焊成的钻模, 工艺路线: 5

件均使用 $t=15\text{mm}$ 的平板料上铣床加工周边尺寸而成, 件 2 的 9 孔及件 3、件 4 的 M8 孔焊前成活 → 分别用 C 型夹紧器将件 1、件 3、件 4、件 5 与件 2 按图示位置尺寸精确定位夹紧 → 在件 1、件 3、件 4、件 5 的全长两端及 200×150 周边点焊焊实, 焊点分布均匀, 在点焊的过程中及点焊后 C 型夹紧器不能松动 → 点焊后自然冷却至室温再静置 2h 后卸下 C 型夹紧器, 钻模就可以使用了。若焊后发现位置尺寸不对, 还可以将焊点打磨掉, 再重复上述的工艺路线。

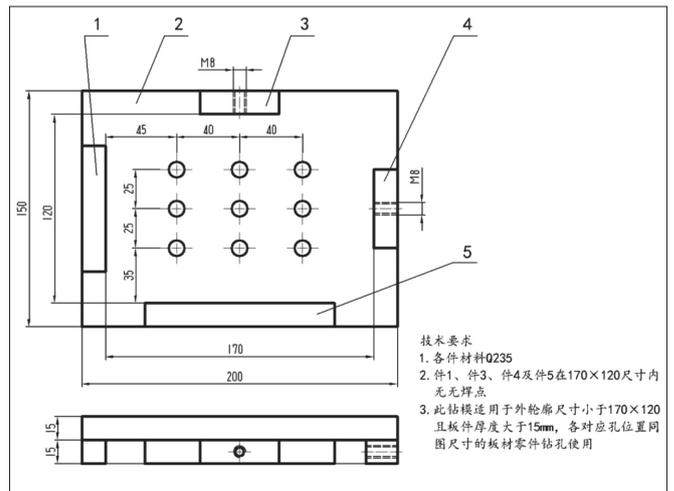


图 1 钻模

此方式的焊接件未经热处理去除焊接内应力的实际变形量可以忽略不计。但以动平衡为检验标准的焊接体, 对焊前加工、焊接过程、焊后加工及热处理的每一工序都提出了严格的精度保障要求, 而变形量及质心偏移是最不能忽视的问题。

1.2 螺旋焊接体

图 2 所示螺旋各件材料为 1Cr18Ni12Mo2Ti 的焊接体, 以通过动平衡为最终检验的工艺设计方案如下。

圆与件1配间隙2~4mm,同轴孔与件5配间隙2mm,并车焊接坡口→件5毛坯车中间外圆成活,两端与件3孔配间隙2mm,其余粗车留量,保同轴度→件2、件4、件6各件均选用t16平板火焰切割下毛坯料,加工成活,件6分别与件1及件5有1mm的间隙量。

(2) 焊接工艺路线:件1毛坯外圆上的卡箍胎具在焊接装配前不能拆卸,防止件1变形影响装配;使用焊接定位工装确保各件位置分布及间隙均匀→点焊、预热、控制焊接温度满焊熔透无缺陷焊接,确保焊道高度及焊道熔深均匀达标,清渣打磨,焊口匀称→去应力退火→焊口超声波探伤。

(3) 焊后加工工艺路线:立车找正件1孔及件5外圆装卡(找同轴),粗车各部尺寸留量,确保整体中心对称均匀→振动时效→精车成,焊口加工均匀,确保整体中心对称均匀→动平衡,合格入库。

2 热处理对加工工艺的影响

退火可消除铸、锻、焊、轧、冷加工等所产生的内应力。退火在实际应用中还有一个重要的作用就是降低硬度,提高塑性,改善切削性能。如,火焰切割45钢板料,由于高温切割后的快速冷却,切口可达淬火的硬度,切割后可进行退火或正火处理以降低加工硬度。

调质不但可作为重要零件的最终热处理,而且还常作为某些精密零件的预先热处理,以减少最终热处理中的变形,并为获得较好的最终性能提供组织基础。可见,调质起着承上启下的重要作用,比如,为了保证工件心部的力学性能,氮化前应进行调质等热处理。

毛坯经退火或正火或调质后一般都留有较大的加工量,热处理造成的变形量基本不会影响后序的加工。如果调质后的加工量过大,加工的内应力也会随之增大,这会对加工质量的稳定性造成一定的影响,此外,加工后所留的调质深度也可能无法保证,所以,无论是铸、锻件还是凸状或凹状,也无论是实心还是空心等需要调质但余量较大的零件,都需要粗加工后再调质。

粗加工后的留量=表面的凹凸缺陷量、焊接及热处理变形量及找正装卡误差等综合因素所产生的半精加工量+精加工量

可见,热处理变形量小留给后序的加工量就少。若热处理变形量想通过校直的方式纠正,则需增加一道去校直内应力的工序。

图5所示轮胎主轴的加工工艺路线如下。

锻造毛坯→退火→粗车→调质→车序:孔 $60+0.03$ 0留精车量, $R_a0.8$ 各外圆留量 $0.6\sim 0.7\text{mm}$,其余成→磨 $R_a0.8$ 各外圆留磨量 0.25mm →铣键槽,铣钻 $\phi 25$

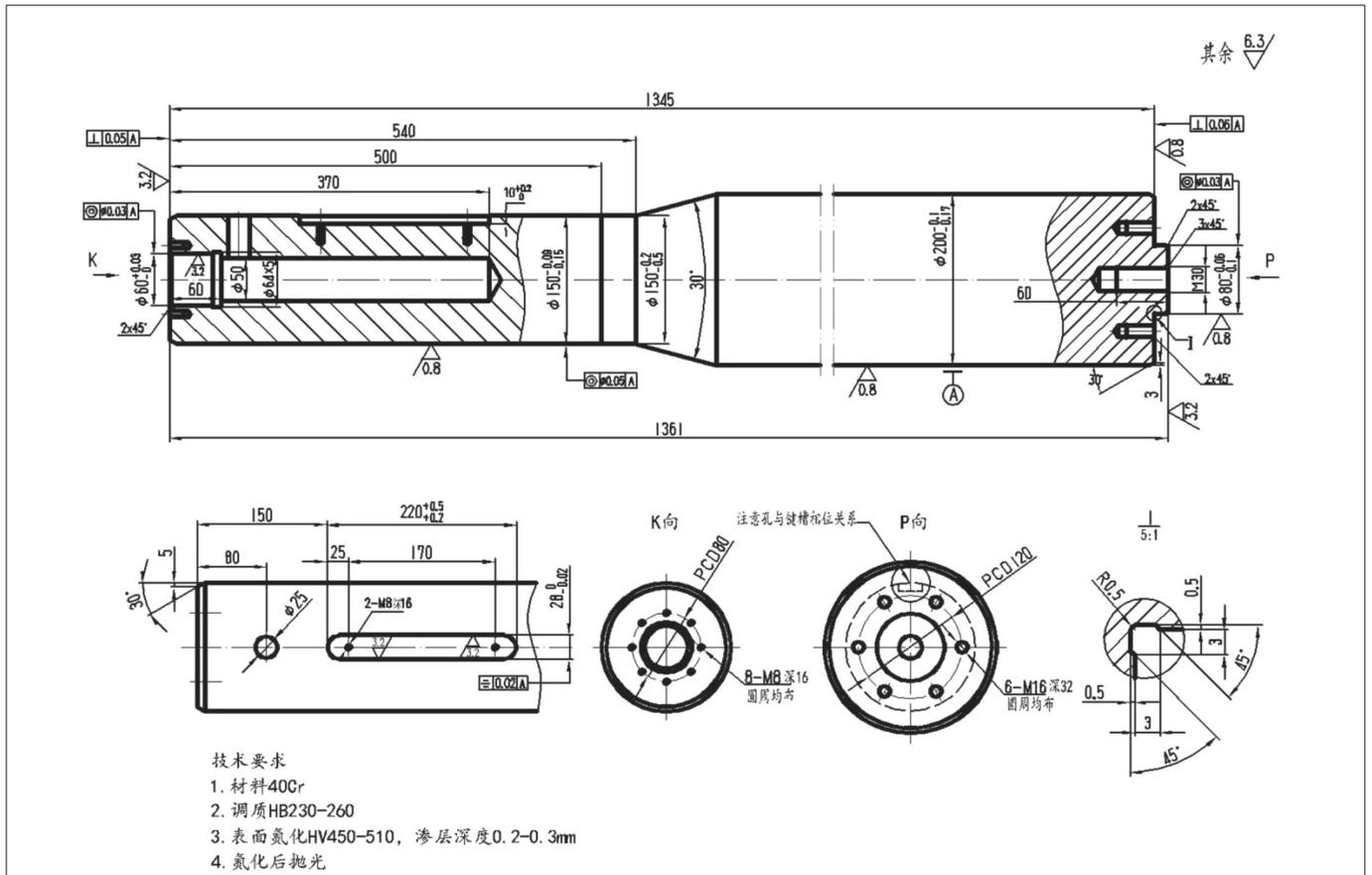


图5 轮胎主轴

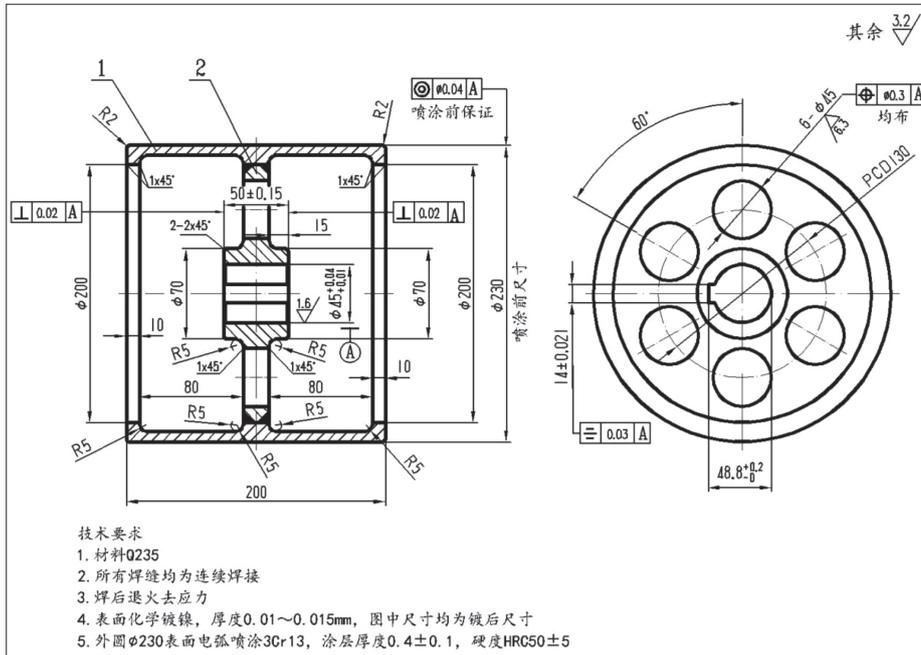


图6 驱动轮的加工工艺路线

孔成→钳序钻攻两端各螺孔成→(为保证成活尺寸的稳定, 氮化前进行)低温时效→磨 $R_a0.8$ 各外圆留精磨量 $0.16 \sim 0.2\text{mm}$ 。留量说明:由于氮化变形很小,所以,氮化前留精磨量 $0.08 \sim 0.1\text{mm}$ 应该是没有问题的,但实际应用中出现过氮化后外圆变形较大, $\phi 200$ 精磨掉 0.16mm 后才刚好磨圆,但尺寸已超差,后通过调整与此件配做零件孔的尺寸才保证了此轴的正常使用。此后,一方面控制氮化变形量,一方面将加工工艺精磨量调整至 $0.16 \sim 0.2\text{mm}$,就没再发生磨量不足的现象→表面氮化 $\text{HV}450 \sim 510$,渗层深度 $0.3 \sim 0.35\text{mm}$ 。渗层深度说明:精磨去掉 $0.16 \sim 0.2\text{mm}$ 的磨量(单边磨量 $0.08 \sim 0.1\text{mm}$)后,实际留渗层深度应符合 $0.2 \sim 0.3\text{mm}$ 的技术要求→精磨 $R_a0.8$ 各外圆及阶台端面成→精车孔 $\phi 60^{+0.03}$ 成,其余未磨表面抛光→检验,入库。

图4中的技术条件,若将“氮化 $\text{HV}450 \sim 510$ ”改为“外圆 $\phi 80$ 表面激光淬火 $\text{HRC}45 \sim 50$ ”,因激光淬火的应力及变形极小,表面光洁,无需再精加工,所以,工艺路线调整为:锻造毛坯→退火→粗车→调质→加工成活→外圆 $\phi 80$ 表面激光淬火→检验,入库。

3 表面处理对加工工艺的影响

对零件进行表面处理,如煮黑、镀锌、镀镍、镀铬、磷化、喷漆、材料喷涂等,若不影响使用,零件可直接加工至图纸尺寸后表面处理,成活尺寸若要求包括表面处理的厚度,则加工就需预留出表面处理的尺寸。

件1及件2备料、粗车、焊接成毛坯→去应力退火→车外圆 $\phi 230 \times 200$ 及孔 $\phi 45^{+0.04}_{-0.01} \times 50 \pm 0.15$ 留精车量,其余成→钳序 $6-\phi 45$ 孔成→低温时效→车序考虑镀镍厚

度,镗孔 $\phi 45^{+0.04}_{-0.01}$ 至 $\phi 45^{+0.06}_{-0.04}$ 至中差,200成,外圆 $\phi 230$ 留量 1mm ,各倒角成。留量说明:因外圆 $\phi 230$ 表面进行电弧喷涂 $3\text{Cr}13$ 后不再做任何加工及表面处理,这就要求零件先进行表面化学镀镍,而镀镍后不能保证外圆 $\phi 230$ 没有镀层,所以,镀镍前外圆要留出镀镍后的精车量,外圆 $\phi 230$ 精车去除镀层后,确保零件是在基体表面进行电弧喷涂 $3\text{Cr}13$,而不是在镀镍层表面喷涂→线切割考虑镀镍厚度,切割孔键槽 $14 \pm 0.021 \times 48.8^{+0.2}$ 至上差成→表面化学镀镍,厚度 $0.01 \sim 0.015\text{mm}$ →精车外圆 $\phi 230$ 成→外圆表面电弧喷涂 $3\text{Cr}13$,镀层厚度 0.4 ± 0.1 ,硬度 $\text{HRC}50 \pm 5$ →检验,入库。图7所示为正常使用中的驱

动轮。

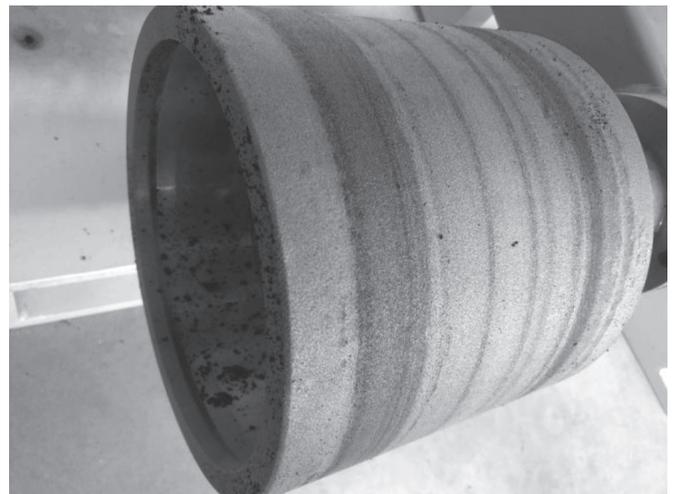


图7 正常使用中的驱动轮

4 结语

为了减少热处理或表面处理出现不符合技术要求的现象,在考虑便于加工操作、满足质量及成本要求的前提下,制订符合技术要求的机械加工工艺能与所选用的热处理或表面处理相匹配是零部件质量的保证。

参考文献:

[1] 成大先. 机械设计手册(第一卷)[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.

作者简介: 张学功(1967.01-), 男, 天津人, 本科, 中级工程师, 研究方向: 机械制造工艺及自动化。