

高铬合金耐磨铸铁生产技术

焦作煤业集团赵固（新乡）能源有限责任公司（河南 453634） 张复宝

一、高铬铸铁的熔炼

1. 高铬铸铁化学成分（见下表）

高铬铸铁的化学成分（质量分数）（%）

C	Cr	Mo	Cu	Mn	Si	S	P
2.6~ 3.1	18~ 22	1.7~ 2.1	0.7~ 1.2	0.5~ 0.7	0.4~ 0.9	<0.05	<0.06

2. 原料要求

(1) Cr 铁 $w_{Cr} = 55\% \sim 65\%$, $w_C \leq 4\%$ （考虑成本因素，亦可采用 $w_C > 8\%$ 的高碳铬铁，但相应需增大废钢用量）。

(2) Mn 铁 $w_{Mn} = 55\% \sim 65\%$, $w_C = 6\% \sim 8\%$ 。

(3) Mo 铁 $w_{Mo} = 58\% \sim 65\%$, $w_C = 0.05\% \sim 0.15\%$ 。

(4) 废钢 $w_C < 0.6\%$ 。

另外，还需工业纯铜和废旧电极块（用于调整碳含量）等。

3. 熔炼工艺要求

(1) 出炉温度 高铬铸铁的熔点比一般铸铁高，约为 1200°C ，出炉温度约为 1500°C ，熔炼选用中频感应电炉。

(2) 炉衬 采用酸性或碱性炉衬均可，炉衬的配比、打结、烘干和烧结均按常规工艺进行。

(3) 装料 一般按正常顺序加料，先将灰生铁、钼铁等难熔铁合金装入炉底，而后将废钢等按照下紧上松的原则装填（有助于塌料）。

(4) 送电熔化 将电炉功率调至最大进行熔化，由于 Cr 的熔炼损耗较大（约 $5\% \sim 15\%$ ），故铬铁应在最后加入，通常是待废钢全部熔化后加入烤红的铬铁。

(5) 脱氧 待金属炉料全部熔化并提温至 1480°C 后，再加入锰铁、硅铁及铝进行脱氧。

(6) 浇注 在中频感应炉中熔化，温度不必太高，温度达到 1480°C 时即可出炉，铁液在包内应停留一段时

间进行镇静，视工件大小不同可在 $1380 \sim 1410^\circ\text{C}$ 之间进行浇注。

二、生产工艺要点

(1) 高铬铸铁铸造性能较差，其热导率低，塑性差，收缩量大，且有大的热裂和冷裂倾向，在铸造工艺上要将铸钢和铸铁的特点结合起来考虑，必须充分注意铸件的补缩问题，其原则与铸钢件相同（采用冒口和冷铁，且遵循顺序凝固原理）。由于合金中铬含量高，易在铁液表面结膜，所以看起来铁液流动性差，但实际上流动性较好。

(2) 造型宜采用水玻璃硅砂等强度高且透气性好的砂型，涂料应采用耐火度高的高铝粉或镁粉与酒精混合拌制。另外，为获得细晶粒组织和好的表面质量，在铸件外形不太复杂的情况下，金属型铸造也被广泛采用。

(3) 高铬铸铁的收缩量与铸钢相近，模样制作上其线收缩率可按 $1.8\% \sim 2\%$ 进行计算。在砂型制作上，其冒口大小可按碳钢的规定进行计算，而浇注系统则按灰铸铁计算，但需把各截面积增加 $20\% \sim 30\%$ 。

浇冒口的选择应注意两个方面：一是要保证铸件工作带（使用部位）的质量；二是要尽量提高铸件的成品率。

(4) 由于高铬铸件的冒口不易切除，因此造型时在冒口形式上宜采用侧冒口或易割冒口。

(5) 在具体零件的铸造工艺设计上，要注意不能让铸件出现受阻收缩，以免造成开裂。另外，浇注后开箱温度过高也极易造成铸件开裂， 540°C 以下的缓冷是十分必要的，应使铸件在铸型中充分冷却，然后再开箱清砂，或开箱后先勿清砂而堆在一起（铸件、浇冒系统等）围干砂缓冷。开箱周围环境必须保持干燥，不得潮湿有水，否则极易造成铸件裂纹。

(6) 浇注温度要低，有利于细化树枝晶和共晶组织，而且可避免出现因温度过高而造成的收缩过大及表

面粘砂等缺陷。浇注温度一般比其液相线 (1290 ~ 1350℃) 高 55℃ 左右, 轻小件一般控制在 1380 ~ 1420℃, 壁厚 100mm 以上的厚重件控制在 1350 ~ 1400℃。

三、高铬铸铁的热处理

1. 退火

由于高铬制品其铸态硬度较高, 为改善工件的机械加工性能, 所有毛坯必须进行必要的软化退火处理。具体工艺 (工艺曲线见图 1, 以壁厚不超过 100mm 且外形较复杂铸件为例) 如下。

首先将需处理工件在室温下装入热处理炉, 然后随炉缓慢升温至 400℃ 左右进行保温 1 ~ 2h, 随后将炉温升至 600℃ 再进行保温 1 ~ 2h, 之后以不超过 150℃/h 的升温速度, 将炉温快速升至 950℃ 后进行 2 ~ 3h 的保温, 而后停止加热, 待炉温自然降至 820℃ 左右, 此后可控制电炉以 10 ~ 15℃/h 的降温速度将炉温降至 700 ~ 720℃, 并在此温度保温 4 ~ 6h (工件越厚其保温时间应越长) 后停炉, 工件可视情况随炉冷却或出炉置于静止的空气中冷却至室温 (以获得珠光体基体, 满足性能要求, 便于切削加工)。

具体生产中, 若所处理工件形状较为简单, 也可采

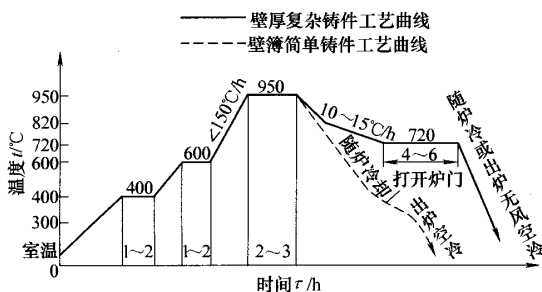


图1 退火热处理工艺曲线

用较快速的退火工艺, 即在升温至 950℃ 并保温 3h 后停炉, 之后可随炉冷却至 400℃ 左右, 然后打开炉门, 继续冷却至 300℃ 以下, 工件即可出炉空冷。

工件退火后可进行机械加工, 由于高铬白口铸铁在淬火过程中尺寸变化比铸钢和灰铸铁小的多, 一般无须矫正尺寸, 对于按工艺要求需磨削加工的工件所留磨削量也可很小。

2. 淬火

将机械加工后的工件室温装炉, 以小于 80℃/h 的升温速度将炉温升至 600℃ (若工件较厚或形状较复杂,

可在温升至 300℃、400℃、500℃、600℃ 时分别给予 0.5h 的保温), 之后以不超过 150℃/h 的升温速度将炉温升至淬火温度 950 ~ 980℃ 后进行保温, 保温时间为 2 ~ 4h (视工件厚薄不同保温时间有所差别, 越厚保温时间越长), 而后将工件快速出炉进行空冷, 若遇环境温度较高, 淬火时应辅以强风和水雾喷洒, 以强化冷却, 淬火工艺曲线如图 2 所示。

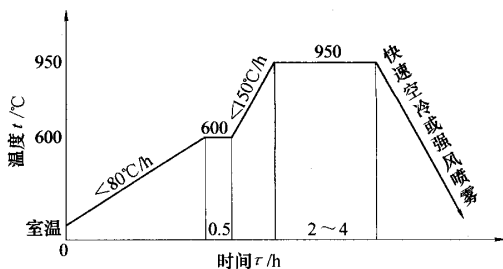


图2 淬火热处理工艺曲线

3. 回火

为降低铸件残余应力和脆性, 并保持其淬火得到的高硬度和耐磨性, 同时也使马氏体得以回火, 以及残余奥氏体有所减少, 应对淬火后的工件再进行 230 ~ 260℃ 的回火处理。具体工艺为: 将工件在室温状态下装炉, 再升温至 230 ~ 260℃, 保温 3 ~ 6h, 之后出炉空冷。

四、高铬合金铸铁的性能

(1) 其硬度性能在铸态时为 50 ~ 54HRC, 退火后为 38 ~ 43HRC, 淬火后为 60 ~ 67HRC。

硬度随碳含量变化而变化, 低碳时韧性好而硬度低, 适用于冲击载荷较大的场合; 高碳时硬度也稍高, 适用于冲击载荷较小的场合, 表现出良好的耐磨性。

(2) 高铬白口铸铁密度为 7.6 ~ 7.7g/cm³。

(3) 其线收缩率为 1.8% ~ 2.0%, 体收缩率 7.5% ~ 8.0%, 在 1400℃ 时流动性为 300 ~ 500mm。

五、结语

(1) 根据高铬铸铁性能特点, 合理制定熔炼工艺, 以满足基体组织要求。

(2) 热处理是获得合格高铬铸铁的必要手段, 因此制定合理的热处理工艺显得十分重要。热

(20060930)