

如何防止机床铸件裂纹

青海华鼎齿轮箱有限责任公司 （西宁 810021） 杨秀兰

随着我国经济的发展，与机床需求紧密相关的领域将进行有规模、有深度的调整和改造。在这样的发展趋势下，对机床铸件性能有了更高的要求。毛坯生产厂家为了保证机床铸件性能（如强度、硬度），采用降低碳、硅含量，以及在时效处理时加快冷却速度的方法，导致在生产或时效处理过程中常出现铸件变形和裂纹，甚至断裂的现象。针对上述现象，我们在实践中总结出防止机床铸件产生裂纹的几点措施。

1. 化学成分

（1）采用高碳低硅 推荐机床铸件的化学成分如表 1 所示。

表 1 推荐机床铸件的化学成分（质量分数）（%）

牌号	C	Si	Mn	P	S
HT250	3.25 ~ 3.35	1.85 ~ 2.10	0.8 ~ 1.2	<0.12	0.06 ~ 0.10
HT300	3.15 ~ 3.25	1.80 ~ 2.00	0.8 ~ 1.2	<0.12	0.06 ~ 0.10
HT350	3.10 ~ 3.20	1.75 ~ 1.95	0.8 ~ 1.2	<0.12	0.06 ~ 0.10

（2）高碳当量 在选择碳当量时，尽量采用高碳当量，对防止机床铸件产生裂纹有好处。国内外机床铸件碳当量对比如表 2 所示。

表 2 国内外机床铸件碳当量对比 （%）

牌号	碳 当 量	
	国内	国外
HT250	3.75	3.95
HT300	3.55	3.82
HT350	3.45	3.76

（3）高硅碳比 把硅碳比控制在 0.57 ~ 0.62，高碳、低硅时，机床铸件不易产生裂纹。国内外机床铸件硅碳比对比如表 3 所示。

（4）控制锰硫比 在生产灰铸铁件时，应考虑锰硫比即 $Mn = 1.71S + (0.2 \sim 0.3)$ 。实际生产过程中把锰硫比例稍作提高，尤其对 HT250、HT300 等

材质。

表 3 国内外机床铸件硅碳比对比

牌号	硅 碳 比	
	国内	国外
HT250	0.51	0.59
HT300	0.50	0.59
HT350	0.50	0.59

（5）低合金化 铁液中加入合金元素能增加奥氏体枝晶数量，增加并细化珠光体，强化铁素体，细化石墨及共晶团，改善截面敏感性。一般控制 $w_{Cu} = 0.40\% \sim 0.60\%$ 或 $w_{Cr} = 0.20\% \sim 0.35\%$ ，也可以加入其他合金元素如 Sb、Sn、Mo 等。但是，实际生产中很少用一种元素，都是组合使用如 Cu 与 Cr、Cu 与 Sb、Cu 与 Sn 等，在使用过程中应全面考虑，才能真正起到合金化的作用。

2. 配料

控制好炉料配比，减少机床铸件裂纹倾向，也能够保证铸件的内部质量。尤其是采用电炉熔化，应该更加注意炉料配比。实际生产中配料为：生铁 + 废钢 + 回炉料 + 增碳剂（按成熟配比加入）。

3. 孕育处理

孕育能够促进石墨化，减少机床铸件白口，改善断面均匀性，控制石墨形态，减少其他石墨和铁素体的形成，以获得较好的片状石墨。但是，孕育方法的选择极为重要，采用不同的孕育方法，可获得长短和薄厚不同的石墨形态，它对机床铸件性能起到决定性的作用。金相组织是机床铸件是否产生裂纹最本质的原因。目前，应用较多的几种孕育方法如瞬时孕育（专用漏斗）、浇口杯和浮硅孕育等，已经取得了明显的效果，图 1 和图 2 所示为使用孕育剂的种类和数量都是相同的，只是孕育方式不同所获得的石墨形态。



图 1

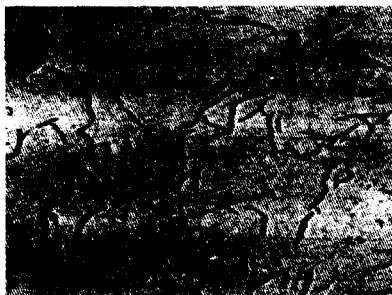


图 2

4. 时效处理

国内铸件时效处理有热时效、振动时效、自然时效三种方式，其中以热时效为主。在热时效的过程中，常出现机床铸件裂纹、变形等缺陷。主要是由于热处理工艺不合理或人为操作原因造成的，曾有热处理过程中 18t 工作台从中间断裂的案例，最后分析主要是热时效处理不当造成的铸件断裂。为了防止在铸件热处理过程中出现裂纹、变形等缺陷，应注意以下几点。

(1) 装炉温度 装炉温度应低于 150℃。

(2) 升温不能过快 升温速度一般取 30 ~ 100℃/h，复杂铸件控制在 20℃/h 以下。

(3) 保温时间不足和温度过高 保温时间不足则造成铸造应力消除差，过高则造成强度和硬度下降。保温温度一般为 500 ~ 600℃，保温时间一般为 2 ~ 6h（可按壁厚来计算，如 25mm/h）。

铸件时效处理的最高温度可按下式选择：

$$t = 480 + 0.4\sigma_b$$

式中， σ_b 为直径 30mm 标准试棒的抗拉强度（MPa）。

铸件保温时间和最高温度应综合考虑铸件的壁厚、大小、结构、材质等因素，并非壁厚 100mm 的铸件保温 4h 就是最好。

(4) 降温速度快 若降温速度快，则应力消除效果差。随炉冷却速度应控制在 30℃/h 以下，得出如表 4 所示的数据。

表 4

降温速度/℃·h ⁻¹	消除应力幅度（%）
130	6 ~ 27
50	42
30	85

另外，延长机床铸件在型内的冷却时间，对于防止机床铸件裂纹非常有利。

5. 采用热处理工艺

我们在生产中采用的热处理工艺如图 3 所示。

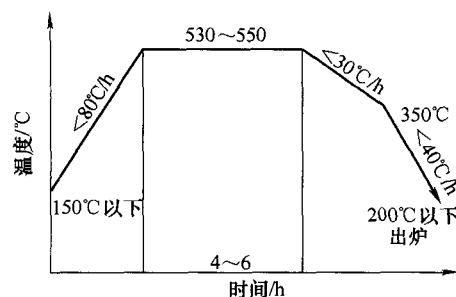


图 3

6. 结语

通过对机床铸件的化学成分、炉料配比、孕育方法及时效处理的控制，已取得明显的效果。目前，已经生产了 156 件产品（820t），没有发现机床铸件裂纹缺陷，为生产高强度和高硬度大型机床铸件打下了坚实的基础，解决了困扰多年的疑难问题。

MW (20120520)

中国南车铸钢件标准修改建议 获北美铁路协会认可

日前，中国南车长江公司在应用 AAR 铸钢件标准 M—201 时发现问题，并提出修改建议，得到北美铁路协会（AAR）认可。

凭借多年来对铸造工艺技术的探索和国内外铸造技术标准的研究经验，中国南车长江公司材料与冶炼专家焦辉在应用 AAR M—201 标准时发现，第 5.3.2 条款中所规定的金属热处理回火工序中的温度差控制数据计算有误，在华氏温度差转换成摄氏温度差时，误将温度差值当作一个具体温度值来计算，造成了与实际技术要求相差 17.56℃ 的误差。对于采用摄氏温度的制造商，如果采用该温度差，生产的铸钢件性能和量均无法达到标准要求，不但为制造商生产经营带来风险，也将为应用商带来安全与质量风险。