

文章编号:1003-8345(2003)06-0047-03

铁液温度对球铁件质量的影响

郭振廷

(郑州大学 材料工程学院, 河南 郑州 450002)

摘要:结合河南、安徽等省二十多家工厂的调研结果,叙述熔炼温度、球化处理温度和浇注温度对球墨铸铁件质量的影响。指出与十多年前相比,冲天炉的熔炼温度和出铁温度提高了30~50℃,温度变化范围大为缩小,铁液含硫量也明显降低,但生产中应采取措施,确保不同铸件有恰当的温度范围。

关键词:熔炼;铁液温度;球铁质量

中图分类号: TG250 **文献标识码:** A

Influence of Molten Iron Temperature on Quality of Nodular Iron Castings

GUO Zhen-ting

(College of Materials Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: Linking with the results obtained from investigation of more than 20 works in Henan and Anhui provinces, the influences of melting temperature, nodularizing temperature, and pouring temperature on quality of nodular iron castings was described. It was pointed out that, compared with the situation of more than ten years ago, the melting and tapping temperature has been raised by 30~50℃, the range of temperature fluctuation has been greatly narrowed, and sulphur content of molten irons has been decreased obviously. However, measures should be adopted to ensure different castings to be poured in their proper temperature ranges.

Key words: melting; temperature of molten iron; quality of nodular iron

要稳定地生产优质球铁件,就必须有高温、高纯净度(低氧化)、成分符合要求、稳定性好的优质铁液。最近我们调查了河南、安徽等省二十多家企业,测量了铁液的熔炼温度、球化处理温度和浇注温度。与十多年前相比,冲天炉的熔炼和出铁温度平均提高了30~50℃,温度变化范围大为缩小,铁液含硫量也明显降低。下面仅就铁液温度与球铁件质量的关系进行论述。

1 熔炼温度

无论采用何种熔炼方式,铁液必须有一定的过热,熔炼温度的高低直接影响到铁液的成分和纯净度。提高熔炼温度,能细化石墨,有利于消除炉料的遗传性。随着温度的变化,铁液中的含气量

也将发生变化。资料介绍,温度超过1450℃,再提高,铁液中氧含量将大幅度下降,氮含量、氢含量略有上升^[1]。用冲天炉熔炼,而又没有保温炉的条件下,熔炼温度的高低,还直接决定了球化处理温度的高低和处理后铁液的铸造性能。但是过度提高温度,不仅能耗大增,而且对铸铁的力学性能也无好处,甚至有害。

所调查的企业中,部分厂全部生产球铁,少数厂以球铁为主,均有一定的规模,个别的规模还很大,如年产10000~20000t球铁件。冲天炉熔炼,出铁温度偏低(如表1),温度波动范围大,有的高达100℃以上(如表2),少数保持在1440~1480℃,仍需提高。导致铸件内在质量低、稳定性差,且因皮下气孔、渣孔等缺陷造成的废品高。

2 球化处理温度

这里所指为冲入法球化处理。笔者认为:熔化

收稿日期:2003-07-31

作者简介:郭振廷(1945.3-),大学,本科,副教授,目前从事铸铁合金及熔炼的科研与教学工作。

表1 冲天炉出铁温度^{①②}

Tab.1 Tapping temperatures of cupolas

| 温度/℃ | 1 340~1 420 | 1 380~1 450 | 1 440~1 480 |
|--------|-------------|-------------|-------------|
| 所占比例/% | 13.3 | 46.7 | 40 |

①测量时多为各厂自配的仪器,少数是我们所带,全部使用浸入式热电偶;②所调查(测试)冲天炉总数为100%。

表2 冲天炉铁液出炉温度的差别^①

Tab.2 Differences of tapping temperatures of cupolas

| 温度差别 $\Delta t/^\circ\text{C}$ | ≤ 50 | 50~120 |
|--------------------------------|-----------|--------|
| 所占比例/% | 47 | 53 |

①不测首包温度, Δt 指同一炉次最高温度与最低温度的差值。

温度可以达到1 500~1 550℃,球化处理温度可以控制在1 460~1 520℃(如表3)。一般浇注薄壁小件、单包浇注时间长,采用分包浇注,相邻两包间隔时间长时,处理温度应该高些,反之则应低些。若球化处理温度变化较大时,还应更换不同含镁量的球化剂(如表4)。

习惯使用QRMg8RE7或QRMg8RE5球化剂的企业,当铁液温度提高以后,应注意选用Mg含量相适应的球化剂,并建议生产条件相对稳定的企业选用球化剂中Mg、RE含量范围要小于JB/T9228-1999(球墨铸铁用球化剂)中规定的范围,即使是单一冲天炉熔炼的铁液选用球化剂中Mg

表3 球化处理温度

Tab.3 Nodularizing temperatures

| 生产条件 | 球化处理温度/℃ | 选用球化剂 | 所占比例 ^① /% |
|-----------------------------------|-------------|--|----------------------|
| 0.5 t或1 t感应电炉,铁液 $w(\text{S})$ | | QRMg8RE3 | |
| 0.025%~0.035%,汽车零件、铁路配件、出口铸件等。 | 1 480~1 520 | $w(\text{Mg})$ 6.5%~7.5% $w(\text{RE})$ 2.5%~3.0% | 10~20 |
| 电炉熔炼、脱硫后铁液 $w(\text{S})$ 小于0.02%。 | 1 480~1 520 | $w(\text{RE})$ 1.0%~2.0% | 10~20 |
| 单一冲天炉熔炼、铁液 $w(\text{S})$ | | QRMg8RE5 | |
| 0.04%~0.06%,0.5~1 t处理包,汽车零件、出口铸件。 | 1 440~1 480 | QRMg8RE7 $w(\text{Mg})$ 7.5%~8.0% | 30~40 |
| 单一冲天炉熔炼、铁液 $w(\text{S})$ | | QRMg8RE7 | |
| 0.04%~0.06%,0.5~1 t处理包,汽车零件、农机件。 | 1 400~1 450 | $w(\text{Mg})$ 8.0%~8.5% $w(\text{RE})$ 6.0%~6.5% | 40~60 |

①所调查企业生产铸件总量为100%。

表4 铁液温度与稀土镁硅铁合金中含镁量的关系^①Tab.4 Relationship between temperature of molten iron and magnesium content of REMgSiFe alloys^①

| 铁液温度/℃ | 1 400~1 450 | 1 450~1 500 | 1 500~1 550 |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|
| 合金中 $w(\text{Mg})/\%$ | 8~10 | 6~8 | 5~6 |

含量要高于RE含量1.5%~2.0%为好。如冲天炉熔炼,铁液温度为1 420~1 460℃,铁液含硫为0.04%~0.06%,球化剂中Mg、RE含量分别为8.0%~8.5% Mg,6.0%~6.5% RE较为好用。单一冲天炉熔炼铁液用的球化剂中RE含量也不宜过低,即使球化剂中添加有Ba、Sb等微量元素,RE含量小于3%~4%是不可取的,参考表3,根据处理温度选定一种球化剂后,处理温度偏高,球化剂起爆快、反应时间短,镁烧损多,容易造成球化不良。大量的现场观察发现,凡是反应时间小于30~40 s者,几乎全部球化不良或迅速产生球化衰退。处理温度偏低时,球化剂起爆慢、反应时间长,镁的吸收率高;若温度太低,容易产生球化剂熔化不完全,在包底结块,铁液表面有熔融渣膜。实际观察到的现象与图1所示曲线的规律是一致的。即温度高,铁液表面在镁蒸汽的保护下,表面洁净,随着温度的降低,表面出现浮皮——即镁、稀土等元素的氧化物、硫化物。温度低表面渣的出现对渣孔缺陷有一定的影响。

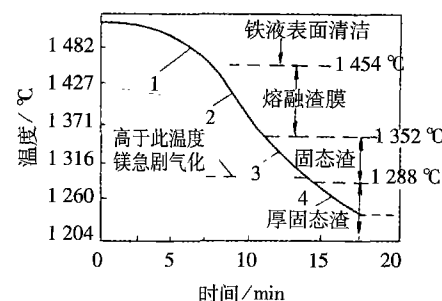


图1 空气介质中,熔融镁球铁表面渣膜与温度的关系^②
(用Ni-Mg合金处理的球铁)

Fig.1 Relationship between slag film formation on surface of molten nodular iron in air medium and temperature^②

3 浇注温度

控制合适的浇注温度能保证铸件质量,有利于采用合理的铸型工艺,有效降低废品。球墨铸铁特有的铸造缺陷,如皮下气孔、缩松、缩孔、石墨漂浮、夹渣等都与浇注温度有关。一些企业工艺控制不严格,同包铁液浇注开始到结束温差太大,特别是单一感应电炉熔炼时,有的浇注开始到结束温差达80℃以上。这就是一些企业经常提到的:炉料配比不变,浇注相同的铸件,铸型工艺一样,往往出现有的铸件很好,有的有皮下气孔、有的有缩松、渗漏等缺陷的原因。可以说,对于壁厚变化不

大的铸件,用同包铁液浇注,因前后温差太大,就会造成铸件废品明显增加。

一般浇注温度低,容易产生皮下气孔、冷隔、浇注不足,以及 MgO 、 SiO_2 等氧化物的夹渣缺陷。因此薄壁小件的浇注温度不宜低于 $1\ 300\ ^\circ C$;浇注温度过高,铁液液态收缩量大,容易产生缩松、缩孔缺陷;对厚壁铸件,浇注温度过高,液态保持时间长,容易产生球化衰退,或碎块状石墨;浇注温度过高,容易产生石墨漂浮。如资料介绍,碳当量为4.47%,铸件厚度大于 $20\ mm$,浇注温度 $1\ 400\ ^\circ C$ 以上便产生石墨漂浮,同样厚度,浇注温度降至 $1\ 340\ ^\circ C$,碳当量大于4.53%,才产生石墨漂浮^[1]。浇注温度过高,容易产生粘砂,铸件表面粗糙等等。所以,当生产条件相对稳定时,即铸件壁厚大小,以及铸型工艺相对稳定时,同类铸件的浇注温度应控制在一个较窄的范围内,如工艺水平高的企业,将浇注温度的波动范围控制在 $10\ ^\circ C$ 以内^[3]。

影响浇注温度高低的因素有:球化处理温度、球化处理过程中的降温,浇注时间的长短以及浇注过程的降温速度等。影响较大的是相邻两包球化处理间隔的时间长短,既影响球化处理过程降温的多少,也影响浇注过程的降温速度。这就是同样的铸件及工艺条件,同样大小的球化处理包,单独用电炉熔炼时球化处理温度要高于用冲天炉熔炼时球化处理温度。另一个影响较大的因素是:浇注时间的长短和是否分包浇注(如表5)。

分析表5中的序号1、2、4和5,显然,提高浇注温度,减少浇注过程的温差,可采取提高球化处理温度,连续处理,集中浇注的办法。序号7和8的企业,采取冲天炉和电炉双联熔炼,中间加脱硫处理,是比较先进的工艺。

4 结束语

目前,国内大多数的企业,在球铁的生产中,同包铁液从浇注开始到浇注结束温差控制在 $20\ ^\circ C$ 以内是很困难的。但必须认识到这一温差太大对球铁质量以及铸件成品率的影响,一般企业应把这一温差控制在 $40\ ^\circ C$ 以内作为努力的目标。或者按铸件的不同,先浇薄壁小件,后半包浇注厚度较大的铸件,以降低同种铸件浇注温差的差别。生产中应尽量提高铁液的熔炼温度,控制球化处理温度,保证合适的浇注温度。为了降低同包铁液浇注

表5 浇注过程铁液温度的变化

Tab.5 Changes of molten iron temperature during pouring process

| 序号 | $t_1/^\circ C$ | $t_2/^\circ C$ | $t_3/^\circ C$ | $\Delta t_1/^\circ C$ | $\Delta t_2/^\circ C$ | 生产条件 |
|-----|----------------|----------------|----------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|
| 1-1 | - | 1360 | 1308 | - | 52 | 3 t/h冷风冲天炉,0.7 t筒体包,连续处理分 |
| 1-2 | - | 1371 | 1322 | - | 49 | 包浇注;小汽车零件、出口铸件;单包浇注 |
| 1-3 | - | 1374 | 1340 | - | 34 | 时间5~8 min。 |
| 2-1 | 1446 | 1370 | 1298 | 76 | 72 | 5 t/h冷风冲天炉,1 t转鼓包连续处理,分 |
| 2-2 | 1456 | 1392 | 1313 | 64 | 79 | 包浇注;中小汽车零件、出口铸件;单包浇 |
| 2-3 | 1455 | 1392 | 1308 | 73 | 84 | 注时6~8 min。 |
| 3-1 | - | 1393 | 1362 | - | 31 | 5 t/h冷风冲天炉,1 t转鼓包连续处理,大 |
| 3-2 | - | 1385 | 1351 | - | 34 | 包浇注;汽车后桥壳;单包浇注时5~7 min。 |
| 3-3 | - | 1392 | 1360 | - | 32 | |
| 4-1 | - | 1403 | 1324 | - | 79 | 5 t/h冷风冲天炉,0.8 t筒体包,连续处理, |
| 4-2 | - | 1422 | 1340 | - | 82 | 大包浇注;小汽车零件;单包浇注时间10~ |
| 4-3 | - | 1421 | 1341 | - | 80 | 20 min。 |
| 5-1 | 1516 | 1393 | 1301 | 123 | 92 | 5 t/h热风冲天炉,0.8 t筒体包,连续处理, |
| 5-2 | 1515 | 1367 | 1292 | 148 | 75 | 大包浇注;小汽车零件;单包浇注时间10~ |
| 5-3 | 1507 | 1373 | 1301 | 134 | 72 | 20 min。 |
| 6-1 | 1520 | 1430 | 1310 | 90 | 120 | 0.5 t感应电炉,0.5 t筒体包,分包浇注,1炉 |
| 6-2 | 1515 | 1432 | 1280 | 83 | 152 | 熔化时间70~80 min,单包浇注时间8~10 |
| 6-3 | 1520 | 1420 | 1315 | 100 | 105 | min,中小汽车零件、铁路配件。 |
| 7-1 | 1503 | 1387 | 1306 | 116 | 81 | 1 t感应电炉,1 t筒体包,分包浇注;1炉熔 |
| 7-2 | 1465 | 1385 | 1288 | 80 | 97 | 化时间60~70 min,单包浇注时间6~10 |
| 7-3 | 1484 | 1376 | 1283 | 108 | 93 | min;中小汽车零件、出口铸件。 |
| 7-4 | 1470 | 1373 | 1300 | 97 | 73 | |
| 8-1 | 1478 | 1410 | - | 68 | - | 3 t/h冲天炉与1 t感应电炉双联熔炼,1 t |
| 8-2 | 1470 | 1405 | - | 65 | - | 筒体包,分包浇注,两包处理间隔时 |
| 8-3 | 1475 | 1401 | - | 74 | - | 间15~20 min,单包浇注时间6~10 |
| 8-4 | 1470 | 1415 | - | 55 | - | min,中小汽车零件、出口铸件。 |
| 9-1 | 1518 | 1376 | 1274 | 142 | 102 | 1 t感应电炉,1 t筒体包,分包浇注;1 |
| 9-2 | 1523 | 1424 | 1329 | 99 | 95 | 炉熔化时间70~80 min,单包浇注时 |
| 9-3 | 1514 | 1433 | 1324 | 81 | 109 | 间10~15 min;中小汽车零件。 |
| 9-4 | 1508 | 1391 | 1302 | 117 | 89 | |

说明:① t_1 为球化处理温度, t_2 为开始浇注温度, t_3 为浇注结束温度, Δt_1 为球化处理过程降温, Δt_2 为每包铁液开始浇注到浇注最后一箱时的降温;②球化处理温度:冲天炉为出炉槽温度,电炉为出炉前炉内温度;③序号2和6的 t_2 为开始浇注大包内温度,序号1、7和9的 t_2 为第1小包内温度, t_3 为最后1小包内温度。④序号3、4和5的 t_2 为在大包内浇注第1箱时的温度, t_3 为大包内浇注最后一箱时的温度。

开始到结束的温差,球化处理时,不仅要使用热包,加强铁液表面的覆盖保温,以及浇注完以后,清除残渣、余铁等措施,还应尽量采用连续处理,集中快速浇注的办法。建议有条件的企业,采用冲天炉与感应电炉双联熔炼加炉外脱硫的先进工艺。

参 考 文 献

- [1]张伯明.铸造手册铸铁(第二版)[M].北京:机械工业出版社,2001.1:362~380.
- [2]陈国桢,肖柯则,姜不居.铸件缺陷和对策手册[M].北京:机械工业出版社,1996:291~192.
- [3]张惟德.球墨铸铁在我厂的应用情况及有关的质量控制[C].现代球墨铸铁技术研讨会论文集,2001.11:62~64.