

焦炭质量变差后的首钢高炉生产

竺维春

张卫东 赵瑞丰

(首钢技术研究院 北京 100041)

(炼铁厂)

摘要 本文主要分析了焦炭质量变化对2号高炉十字测温边缘及中心温度的影响,提出了焦炭质量变差后高炉布料制度的调剂措施,通过分析实例提出了焦炭质量变差后高炉失常下的恢复措施及如何在现有条件下稳定高炉生产。

关键词 焦炭 煤比 布料 十字测温

THE PRODUCTION OF THE SHOUGANG BFS AFTER THE DETERIORATE OF THE COKE QUALITY

ZHU Weichun WANG Yinsheng ZHANG Weidong ZHAO Rui feng

(The Shougang Technical Research Institute & The Shougang Ironmaking Plant)

ABSTRACT The affect of the change of coke quality to the brim and center temperature of the cross temperature at the No2 BF has been analysed. The relief measure of the charging institution has been advanced in the condition of lower coke quality. By the means of analysing the example, the comeback measure that the BF is out of gear has been put forward, the methods of stabilizing BF production has been advanced at present.

KEY WORDS coke, PCI rate, charging, cross temperature

1 前言

2002年12月以来,焦炭紧张,小户外购焦的使用带来了焦炭质量的不稳定,外购焦炭质量有的很好,有的很差,造成了高炉焦炭质量的波动。高水分、高灰、高硫焦炭在首钢高炉使用,造成了炉况不稳甚至失常,给炼铁生产带来很大的被动。如何适应这种变化,尽量降低其影响是一个重要的研究课题。本文着重分析了2号高炉十字测温边缘、中心温度及其影响因素的变化规律,探讨了1~4号高炉焦炭质量变化前后的冶炼制度及炉况变化,提出了稳定高炉生产、提高煤比的措施。

2 焦炭质量对高炉生产的影响

1995年初,1号高炉大量使用介休焦,其成分不稳定灰分有时高达25%,且热强度太差,被迫大量退负荷保证炉缸热度,同时导致炉缸工作不好,烧坏大量风口,在炉温较高的情况下难以停风,风口经常灌渣,渣中 FeO 长期在0.5%以上,甚至达到1%,停风后风口存在大量焦粉,换风口时常塌焦炭。炉内调整很被动。3月后焦炭的配比稳定,质量改善,上述现象逐步消除^[1]。

1995年焦炭质量变差对高炉的影响不象现在影响这么大,因为那时焦炭负荷较低,煤比在50kg/t左右,焦炭质量变化对软融带的影响相对较小,而现在煤比较高(高于100kg/t),焦炭质量的变化对软融带的影响明显,而且焦炭负荷退下来以后,还得尽快攻上去,以追求最好的效益及最大的产量。来回攻守退给高炉生产造成了极大的被动。目前条件下各高炉现有焦炭质量对应的焦炭负荷是多少?其适宜煤比是50kg/

联系人 竺维春,高级工程师,首钢技术研究院钢铁研究所工艺组;

通讯地址 北京市石景山区厂东门,邮编:100041,电话:01088296019,传真:01088295026.

t 还是 100 或 150kg/t, 是一个值得探讨的问题。焦炭质量与焦炭负荷及煤比的关系, 可以说随着焦炭负荷的加重(煤比的提高)越需要高的焦炭质量。从 2002 年 2 号高炉生产实践看, 70% 一炼焦 + 30% 合格外购焦对应的焦炭负荷是 5.4t(煤比 170~180kg/t)再往上打煤比, 压量关系紧张, 高炉显得不稳, 有可能说明这种焦炭质量以及相关原料质量就对应着这么高的煤比。通过冶炼制度的探索, 煤比能够稳定到更高水平还有待生产实践的探索。

表 1 焦炭反应性及反应后强度

取样地点或厂家	时间/年.月.日	反应性/%	反应后强度%
大型	2002.12	26.45	61.62
		22.76	66.92
		31.64	53.03
煤泥坑	2002.12	26.18	66.13
		30.51	51.63
1 号高炉	2003.1.8	22.12	65.95
	2003.1.9	22.59	68.07
2 号高炉	2002.12	23.04	67.41
	2003.1.8	23.67	69.17
4 号高炉	2003.1.6	24.92	58.94
	2003.1	22.81	66.33
百子湾	2003.1	43.04	39.11
	2003.3	35.32	42.70
离石	2003.1	28.26	61.73
侯马	2003.1	28.65	70.80
古交	2003.1	26.34	63.76
播明	2003.1	24.22	69.26
新河	2003.1	24.14	63.51
利凯	2003.1	26.24	60.61
镇成底	2003.1	31.29	58.51
新开	2003.1	23.42	66.82
金线龙	2003.1	22.44	70.33
大毕庄	2003.1	27.85	62.43
邯汽	2003.2.26	29.19	58.86
华享清	2003.3	33.19	53.44
店上	2003.3	30.34	54.08
石家庄	2003.3	31.13	53.57
黄楼	2003.3	25.81	50.83

注 ① 宝钢要求: 反应性 < 26%, 反应后强度 > 66%。

② 以 2 号高炉为例, 2002.12~2003.3.11 外购焦中灰分最高 15.74%(古交), 水分最高 17.8%(大型)。

焦炭灰分高, 不但固定碳含量降低, 而且灰分在炼焦过程中不能熔融, 对焦炭中各种组织的粘结不利, 使裂纹增多, 强度降低。灰分与焦质的膨胀性不同, 在高炉内加热后, 灰分颗粒周围产生裂纹, 使焦炭碎裂、粉化^[2]。高灰高硫焦质量不好, 高温下强度降低(表 1), 易粉化, 影响了软融带及炉缸死料堆的透气性、透液性。2002 年 12 月, 4 号高炉停风时, 焦炭与初渣、铁粘结在一起, 风口区的焦炭很碎, 停风时风口易涌渣说明了这一点。另一方面, 高灰高硫焦炭的使用导致焦比升高, 带来了渣量的提高和硫负荷的提高, 渣量增大, 降低高炉下部透气性, 给煤比提高带来困难。而硫负荷的提高给铁水质量带来威胁, 被迫提高炉渣碱度, 使同一温度水平下初渣及炉缸中炉渣流动性降低, 使炉缸死料柱的透液性、透气性降低, 下部压差增大。且由于炉缸不活及软融带根部不稳定, 引起风口损坏数增加(表 2)。

3 冶炼制度

3.1 送风制度、炉缸热制度及冷却制度

首钢 1~4 号高炉皆是矮胖高炉, 矮胖高炉送风制度相对于同容积高炉则鼓风动能要大些, 且炉顶压力

表 2 高炉技术经济指标

炉别	时间 /年.月	风量 /Nm ³ .min ⁻¹	风温 /°C	风压 /MPa	顶温 /°C	塌料次数 /次	风口损坏 /个	焦比 /kg.t ⁻¹	煤比 /kg.t ⁻¹	渣比 /kg.t ⁻¹	休风率 %
1号高炉	2003.1~2	5087	1098	0.325	168	5	16	394	98	297	0.44
	2002	4979	1119	0.329	209	5	10	351	147	300	0.94
2号高炉	2003.1~2	3405	1162	0.306	199		6	339	143	324	0.12
	2002	3307	1060	0.285	217	16	10	347	145	297	1.37
3号高炉	2003.1~2	4756	1021	0.309	147	4	3	428	70	334	0.35
	2002	4746	1107	0.319	210	3	3	351	139	317	2.34
4号高炉	2003.1~2	4039	907	0.281	207	1	17	537	47	318	5.25
	2002	4425	1046	0.312	214	9	9	399	109	322	1.95

充足的物理热、活跃的炉缸工作状况是矮胖高炉顺行之必要条件 因为这影响到软融带根部的位置和炉缸死料柱的透液性、透气性。物理热的降低会降低熔融渣铁的流动性,焦炭质量变差降低死料柱的渗液性、透气性,熔融渣铁在风口回旋区渗不下去,从易于损坏风口及中缸。炉缸不活跃往往是鼓风动能低、或死料柱渗液性降低造成。在风口面积不变时,鼓风动能低往往伴随着高炉小时煤气量的降低从而造成同一通道(边缘或中心)下部供热能力的降低,使高温带下移,即软融带根部位置的降低,从而使熔融滴落区降低,从而使边缘煤气通道体积降低,使下部透气性变小;同时提温时小时喷煤量提高,也使未燃煤粉增多,影响下部透液性(高炉死料柱的透气性与其中的未燃煤粉含量、小于3mm焦粉的含量有关^[3]),风温的提高也使鼓风动能加大,增加了下部压差。另一方面,炉温降低时,软融带下移,使炉腹炉腰处的渣皮易于结厚(在冷却水压不变时),使边缘煤气的通道变小,因此高炉接受风量及热量的能力降低。同时提高热度,往往造成初渣及渣铁粘稠,渣铁流动性降低,往往使煤气不均匀分布性变大,高炉容易出现热气流(即管道易发生)。故高炉忌热度及碱度的大幅度波动,因为热度大幅度提高后,碱度大幅度升高,使渣流动性降低,粘度增大。如何改变?大幅度提高热度时,可同时加锰矿、萤石。如果发现炉墙温度大幅度降低,应加均热炉渣。

较长时间的慢风会造成鼓风动能的降低,从而使炉缸的活跃度降低,炉缸边缘或炉底渣铁滞留量均加大,降低了炉缸的透液性,出铁速度变慢,高炉易出现蹩风现象,高炉也就不吃风、不吃热,这时加萤石、锰矿做高炉温(或炼铸造铁)能够使渣铁流动性改善,消除结厚现象,从而能够接受风量。一般保持鼓风动能对炉缸的活跃是很关键的,故在慢风及恢复时往往停风堵风口来保持一定的风速和动能。

为了避免慢风时炉腰和炉腹处渣皮结厚应在慢风时及时降低至适宜的水压,而不是炉墙温度已低才降,即建立适宜的风量与水量或水压对照表,以保证渣皮的稳定,而不能让渣皮一会儿结厚了,一会儿掉了;目的是保证适宜的操作炉型及避免渣皮脱落对炉缸热制度的影响。因慢风降低水压(水流速不低于规定)的同时一定要保证冷却壁水温差不超过规定,对重点位置重点监控(如炉腰、炉腹处冷却壁水温差建立起慢风时的监测规定,缩短监测周期)。

3.2 布料制度

3.2.1 鼓风动能与十字测温

在高炉正常操作之下布料制度是稳定的。在炉况失常之下布料制度的调剂至关重要,因为它关系着炉料的初始分布和软融带的形状。在大幅度变换布料制度时煤气分布是跟着变的,但不是完全与之相对应,因为还有高炉操作炉型及下部煤气初始分布的影响(送风制度)。上部布料制度和下部送风制度和高炉操作炉型及原燃料的质量和分布决定了炉喉煤气的分布。2号高炉鼓风动能与炉喉十字测温的对应关系说明(表3),在高炉炉型、焦炭质量稳定的前提下,鼓风动能的变化不会影响边缘和中心煤气的分布比例,而是边缘和中心的煤气流量随鼓风动能(有时伴随煤气量的增加而增加、有时因鼓风面积的变化而变化)的增加而增加,随鼓风动能的降低而降低。由表3还可见顶温的波动与十字测温边缘及中心温度相一致。

3.2.2 O/C与十字测温

布料制度的作用是确定炉喉径向的O/C(矿焦比)的分布及原燃料装入的合理顺序以延长炉体寿命并

保持炉喉边缘及中心煤气的分布比例。从 1、3 号高炉炉喉煤气 CO₂ 值(%)与高炉炉喉径向 O/C 分布规律来看,炉喉边缘及中心煤气与高炉炉喉径向 O/C 分布有很大的关系。不同年代投产的高炉因炉体水箱的损坏程度不一,及高炉操作炉型的不一,采取了适合于本炉的布料制度^[4]。

针对 2 号高炉无炉喉煤气取样分析,分析了十字测温边缘与中心温度与高炉炉喉径向 O/C 分布的关系(表 3)。十字测温边缘温度与 O/C 有很好的相关性,O/C 越高,边缘温度趋于降低。十字测温中心温度受 O/C、煤比、鼓风动能等影响。在 2002 年 7 月 17 日之前,虽然中心处 O/C 高,但由于煤比较低(焦炭负荷低)温度高。7 月 17 日~8 月 26 日,中心焦炭负荷降低,O/C 略低,但由于煤比较高,中心温度略有降低。8 月 27 日~10 月 26 日,中心焦炭负荷维持在较高水平,中心温度维持在较低水平。

表 3 2 号高炉鼓风动能与十字测温、顶温的关系

时间/月.日	边缘温度/℃	边缘 O/C	中心温度/℃	中心 O/C	动能/W	顶温/℃	焦炭负荷	煤比/kg.t ⁻¹
7.01	254	0.38	189	4.55	8530	204	4.38	150
7.02	271	0.39	202	4.73	12319	226	4.48	137
7.04	246	0.39	200	4.73	9426	204	4.53	137
7.06	251	0.39	196	4.73	9453	219	4.53	144
7.07	240	0.39	196	4.73	9340	212	4.60	128
7.08	251	0.40	201	4.82	9642	226	4.66	140
7.09	227	0.41	200	4.91	9768	214	4.72	145
7.10	213	0.41	196	4.91	9002	213	4.72	145
7.11	245	0.41	199	4.91	9507	236	4.72	156
7.16	238	0.42	197	5.09	8957	240	4.88	167
7.17	235	0.45	198	4.45	9374	228	4.88	156
7.18	233	0.46	191	4.64	8327	229	4.94	167
7.19	238	0.47	190	3.73	8465	225	4.71	185
7.20	241	0.48	194	3.73	9709	218	4.82	151
8.01	153	0.47	191	3.55	8282	191	4.75	142
8.02	216	0.47	195	3.90	9546	226	4.81	161
8.03	177	0.47	184	3.80	8853	185	4.75	157
8.04	222	0.47	198	3.90	10083	216	4.81	182
8.05	229	0.47	193	3.90	8980	221	4.81	159
8.06	217	0.47	196	3.90	9896	197	4.81	159
8.07	237	0.47	201	3.90	11500	208	4.81	156
9.25	237	0.50	189	3.73	10416	222	5.06	158
9.26	231	0.50	191	3.82	10874	206	5.06	161
10.01	233	0.51	191	4.20	9544	237	5.19	123
10.02	249	0.52	189	4.20	11930	230	5.26	152
10.04	184	0.52	190	4.20	9119	205	5.26	170
10.05	191	0.52	191	4.20	9052	214	5.26	163
10.07	155	0.52	186	4.20	8775	193	5.29	174
10.11	209	0.53	189	4.20	10799	213	5.33	147
10.12	202	0.53	190	4.20	11899	199	5.33	176
10.13	210	0.53	189	4.20	11668	198	5.33	160
10.23	249	0.53	186	4.20	13173	225	5.40	170
10.24	168	0.53	187	4.20	10126	159	5.40	173
10.25	142	0.53	160	4.20	6678	200	5.40	157

3.2.3 焦炭质量与十字测温

2 号高炉焦炭质量、鼓风动能与十字测温中心、边缘温度的关系:焦炭质量不稳定时,动能是影响因素之一,但焦炭质量起主要作用。在煤比基本稳定时,焦炭质量好,十字测温中心高边缘低,焦炭质量差,十字测温中心低边缘高(表 4)。2003 年 3 月 4~9 日煤比降低,焦炭负荷降低,十字测温中心温度降低,边缘升高,原因是焦炭质量变差(一炼焦炭分升高),死料堆透液性透气性降低。2003 年 2 月 25~28 日高灰高硫焦作用,动能较大,但十字测温边缘中心温度皆低,说明边缘和中心的透气性皆低。2002 年 12 月 24~31 日煤比

降低,动能升高(风温升高影响),边缘温度降低,中心温度有降低趋势但仍处于较高水平,说明煤比降低,煤气体积降低,边缘、中心温度下降,但由于焦炭质量较好(灰分低),死料堆透液性透气性变好,中心温度降低的幅度较小。

表 4 十字测温边缘、中心温度与 O/C 之间的关系

时间/年.月.日	边缘温度/℃	中心温度/℃	动能/W	煤比/kg. t ⁻¹	焦炭灰分/%
2002.12.01	151.3	234.0	10081	169.28	11.11
2002.12.02	215.3	283.0	10609	166.59	12.39
2002.12.07	153.0	214.0	10998	176.85	12.72
2002.12.08	193.0	246.0	11718	175.08	12.73
2002.12.09	211.5	252.0	8719	172.81	12.52
2002.12.10	243.0	324.0	8101	156.07	12.51
2002.12.11	235.3	288.0	9652	144.02	12.30
2002.12.22	193.3	326.0	8808	159.84	12.40
2002.12.23	208.0	362.0	8209	144.00	12.31
2002.12.24	190.8	363.0	8401	154.92	12.13
2002.12.25	183.0	320.0	8435	143.52	12.10
2002.12.26	182.5	339.0	8880	131.79	12.50
2002.12.27	186.0	351.0	8818	139.12	12.60
2002.12.28	176.5	287.0	9175	140.52	12.24
2002.12.29	173.5	298.0	9048	135.32	13.10
2002.12.30	170.5	307.0	9379	118.51	12.40
2002.12.31	158.8	278.0	9600	129.66	12.51
2003.1.01	165.0	300.0	9183	139.38	12.26
2003.2.12	163.8	242.0	9210	131.62	12.56
2003.2.13	162.5	228.0	9459	144.23	12.57
2003.2.14	154.3	232.0	9827	130.33	12.44
2003.2.15	151.3	242.0	9543	133.46	12.48
2003.2.16	163.5	253.0	9519	137.75	12.13
2003.2.24	196.8	338.0	8547	141.84	12.32
2003.2.25	169.5	235.0	9986	137.61	13.49
2003.2.26	164.8	209.0	9922	140.48	12.99
2003.2.27	160.0	215.0	9181	130.77	13.47
2003.2.28	142.8	203.0	8930	175.78	13.95
2003.3.01	154.5	215.0	9281	118.39	12.88
2003.3.02	133.3	182.0	9435	126.04	12.85
2003.3.03	154.8	223.0	9603	133.40	12.89
2003.3.04	170.5	219.0	8966	132.47	12.81
2003.3.05	180.3	257.0	9491	119.55	13.01
2003.3.06	185.3	193.0	9537	122.13	13.28
2003.3.07	191.3	192.0	9046	112.22	13.14
2003.3.08	200.0	188.0	9274	96.71	12.80
2003.3.09	181.0	177.0	9665	115.87	12.50

3.2.4 布料调剂

2002年12月11日焦炭在中心加1环,即 $\alpha \rightarrow \alpha$,边缘和中心温度保持了相对稳定(表5),说明在焦炭质量变差的前提下,通过增加中心的焦炭量,保持了中心、边缘煤气的相对稳定.高炉煤比虽有降低,但保持在较高水平.另一方面,也说明在焦炭质量变差的前提下,为了维持一定的焦炭负荷保持较高煤比及较好的技术经济指标,适当增加中心的焦炭量是可行的.主要原因是首钢高炉是矮胖高炉,保持中心的透液性、透气性十分重要。

从表5可见,2002.12.1~2003.3.11与2002.7.1~10.25相比,十字测温边缘、中心温度降低,标准偏差升高,说明焦炭质量变差的前提下,煤气流稳定性变差,炉况稳定性变差.十字测温总体温度降低(顶温也

有反映),说明高炉透气性变差。其它高炉顶温也有不同程度的降低(表2)。

表5 2号高炉十字测温各点温度及标准偏差(℃)

时间/年.月.日		十字测温位置					
		1(边缘)	2	3	4	5	中心
平均	2002.7.1~10.25	217	160	69	100	144	285
标准偏差	2002.7.1~10.25	29	22	11	13	18	41
平均	2002.12.1~2003.3.11	187	168	62	110	143	259
标准偏差	2002.12.1~2003.3.11	50	15	15	24	31	60

4 3号高炉长期顺稳实践

4.1 简介

首钢3号高炉(2536m³)于1993年6月3日开炉。在中速磨煤制粉系统、盘式喷吹系统和干熄焦炭投入使用后,技术经济指标大幅提高,焦炭负荷最高达到5.18,焦比317kg/t。

焦炭质量变差后,焦炭负荷从接近5.0的水平降到了3.6的水平,焦比升高了一百多公斤。为了克服原燃料带来的负面影响,3号高炉加强了入炉原燃料的管理,不断摸索创新,总结经验,实现了炉况长期顺行稳定(3号高炉2003年4~11月份的焦炭质量和生产指标如表6所示)。

表6 焦炭质量和生产指标

项目 时间	焦炭质量 %						M ₁₀	超产 t	焦比 kg/t	煤比 kg/t
	水分		灰份		硫份	最高				
	平均	最高	平均	最高	平均					
4月	7.3	15.6	12.8	15.96	0.71	7.7	8.2	3224	428.2	77.9
5月	8.2	19.6	12.9	15.98	0.70	7.8	8.6	1308	409.2	94.4
6月	8.7	21.8	13.0	15.22	0.73	7.9	10.2	2537	396.2	103.8
7月	8.6	19.8	13.0	15.2	0.73	8.0	9.2	1135	401.4	98.0
8月	8.6	19.8	13.0	15.0	0.73	8.1	10.6	860	385.8	109.8
9月	9.0	17.2	12.9	16.02	0.73	8.2	9.6	2575	370.8	118.8
10月	8.3	15.0	13.0	14.02	0.75	8.0	9.4	6009	373.7	117.3
11月	8.4	20.0	13.2	15.8	0.79	8.6	12.2	6260	383.5	100.5

注:①7月份由于炉顶布料溜槽磨漏而影响生产指标;

②超产计算中扣除了无计划检修。

4.2 维持较高炉温、全风的操作方针

高炉冶炼是一个连续而复杂的物理化学过程,生产要取得较好的技术经济指标,必须实现高炉炉况稳定顺行,而炉温稳定、充沛是高炉炉况顺行的基础。全风操作是为了保证送风制度合理,以达到煤气流合理分布、炉缸工作均匀活跃,是炉况顺行的必要条件。使用高灰份焦炭后,炉温的波动加大,低炉温经常出现,生铁质量受到威胁。尤其在低炉温情况下,炉缸煤气分布不均匀,气流更加不好控制。如此恶性循环,极易导致炉况失常。例如2003年3月2日发生的炉冷事故:1日中班综合负荷变轻(3.15降到2.90),入炉外购焦炭水分15.8%、灰份13.9%,分别升高了8%和1%,炉温降低、冶炼强度高,夜班炉温低([Si]0.16%)气流不稳、压差高,加焦炭退负荷(200Kg/批),后期料尺失常、风量不全;白班接班后没有及时提高风温使用水平,提温不坚决,最终导致炉冷事故。因此,在当前条件下高炉生产必须保持全风操作,以炉温为基础,控制合适的冶炼强度;“不贪不追”。发现炉温低或者铁水物理热不足后提温要坚决,遇到压差高风量不全时,不能以低炉温适应压量关系。注意观察原燃料和炉况的变化,及时到位地调整焦炭负荷,确保高炉稳定顺行。

4.3 装料制度

近几年来,3号高炉的装料制度基本保持了合理稳定,炉况顺行,尤其是2002年上半年,取得了良好的生产指标(焦比330kg/t,煤比155kg/t)。随着炉衬侵蚀不断加重,造成炉型越来越不规整。因原燃料的影响,装料制度就需要不断调整,来适应其变化。2003年1月至8月,3号高炉经过一系列发展中心稳定边缘的调整,有效地打开了煤气的中心通路,同时保持边缘不过重,终于满足了炉况的需要,实现了炉况顺行稳

定。

在 2003 年 1 季度,为了适应原燃料变化,装料制度以疏导边缘为主,使用 ak26°29'26"、aj34°32'29"26" 23°20'、K414(环)、J521222(环)。结果发现边缘气流不稳,中心不开,炉况表现为:指数大、关系不稳,顶温低、吃热能力差,低炉温经常发生。4 月初检修后,把布料角度同时扬了一度改为 ak27°30'27"、aj35°33'30" 27°24'21";又逐步把环数改为:K423→K433→K333、J521212→J421222→J421213。同时,考虑矿批与风量水平的关系及其对煤气流的影响,在 1 月中旬把矿批从 55~56 吨缩到 54 吨左右,目的也是促进中心煤气的发展。经过调整,炉喉煤气第 4 点重的现象基本消除,分布较为合理;炉况稳定性明显好转,可操作性加强,能够较好的控制炉温,边缘气流得到了有效控制,操作中杜绝了管道和悬料,为高炉生产长期稳定、获得良好的经济指标奠定了基础。炉喉煤气曲线调整前和调整后的分布如图 1 所示。

4.4 热制度

在确立了以维持较高炉温为基础的指导思想后,不断从炉况波动中吸取教训,总结出了适合当前生产条件的热制度。

首先,在日常生产中要严格的把炉温控制在 0.4% 以上,铁水温度必须大于 1470oC,并把它作为调整焦炭负荷的主要依据。比如炉温不足 0.4% 且铁水温度连续低于 1470oC,就必须退负荷适应,直到炉温、铁水温度正常为止;如果炉况顺行好需要加重焦炭负荷时,炉温必须稳定在 0.4% 以上。实践证明,这样做能够减少炉况波动和提高加负荷的成功率。

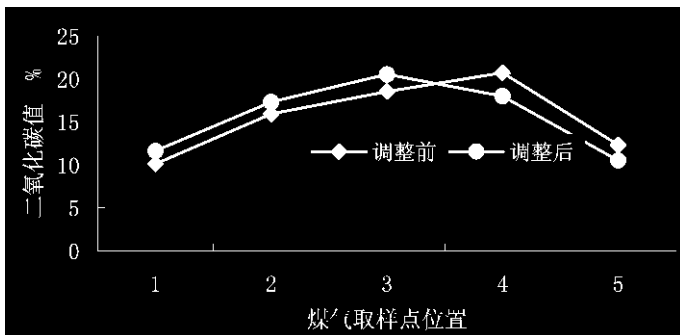


图 1 炉喉煤气曲线

其次,在炉况顺行条件允许的前提下提高炉温水平,这样可以减少原燃料波动对炉温的影响,减少低炉温的发生次数。生产中发现,因低炉温造成的炉况波动,低炉温次数越少炉况恢复就越快。因此,炉温总体水平提高后,全风率有了明显提高,有利于炉况长期顺行稳定。3 号高炉 2003 年 5 月~11 月炉温水平、低炉温次数对炉况的影响如表 7 所示。

4.5 炉渣碱度控制

炉渣碱度的控制有以下要求:在合适的炉温下有较好的流动性、稳定性及足够的脱硫能力,能够促进高炉顺行。在炉温不好控制时期,为保证生铁质量炉渣碱度掌握偏高,计算碱度定为 1.30,生铁含硅按 0.35% 计算。5 月份以后,3 号高炉的生铁一级品率始终保持在 96% 以上,有炉况顺行好的原因也有炉渣碱度偏高的原因。当时计算碱度还是 1.30,按 $[Si] = 0.4\%$ 计算。经过长期观察发现,生铁中 $[Si] > 0.6\%$ 后铁中硫磺过低,铁水流动性差,过于粘稠时出铁太慢,甚至造成炉门难开。同时还发现,低炉温时炉渣粘度大幅降上升,炉内表现为压差高、气流不稳;当炉温上行后炉渣流动良好,炉内气流稳定。这些都说明了炉渣碱度偏高,稳定性不好,影响了软熔带的透气性。为了避免低炉温高碱度影响炉况顺行和高炉温高碱度影响炉前出铁,在 8 月初我们把计算碱度从 1.30 降到 1.28,9 月初再降到 1.25。炉渣碱度下调后,炉前工作有了明显改善,对炉况顺行也起到了促进作用。

表 7 炉温水平对炉况和生产指标的影响

项目 时间	平均 [Si] %	[Si] < 0.2% 次数	铁水温度 ℃	一级品率 %	炉况波动 次数	炉况波动时间 h	焦炭 负荷
5 月	0.39	27	1487	91.73	3	8/16/24	3.90
6 月	0.42	7	1489	96.44	1	8	3.98
7 月	0.42	12	1490	97.33	3	<8/8/16	4.03
8 月	0.45	2	1494	98.69	1	<16	4.25
9 月	0.46	3	1502	98.2	0	—	4.25
10 月	0.50	3	1499	98.97	1	<8	4.35
11 月	0.55	1	1506	99.29	0	—	4.12

4.6 工长操作管理

在日常生产中,严肃工长操作的连贯性,强调操作方针和“攻守退”措施的执行,具体应做到以下几点 ①

要求工长要认真贯彻工段的指导思想,以整座高炉的顺稳为目标来完成本班的生产工作。在炉温和强度的控制上,三个班必须统一操作,做好炉温,使高炉首先具备稳定的基础。强度控制均匀,让下一班好分析、易操作,尤其在原燃料突然变化时,能给高炉留下充分的调整时间,从而使炉况稳定。例如:某次甲班工长跑63批料超出规范2批、丁班风压控制超标,虽然未造成不良影响仍进行了严厉的批评考核。通过严格管理,工长从思想认识、炉温控制及强度均衡等方面都有了较大提高;②要求工长在操作中全面了解影响炉况的因素,做到心中有数。在当前形势下,做好炉温是炉内工长的工作重点,要想做好这一点就必须勤观察、细分析、精操作、严管理。除了对渣铁做到勤看多看外,还要对原料成分、综合负荷变化、风温水平和冶炼强度进行综合分析判断。在操作中“不追不贪”,控制好气流,发现气流不稳要及时减风适应。此外,还要根据实际情况及时调整好炉渣碱度,这样既有利于操作又有利于炉况顺行;③要求工长做到及时了解入炉原燃料的质量及变化,加强与原料调度的联系。当得知后续焦炭不好时,尽可能不做进攻性调整。密切注意综合负荷的变化和料尺工作情况,正确判断炉况的发展方向,及时调整焦炭负荷,确保炉况不因原燃料变化而大幅波动。在炉况不太好但又判断不准时,除了了解全厂形势、加强与当班主任和工段领导的沟通外,就是小幅度降低焦炭负荷,以免延误时机,造成更大损失。

4.7 外围管理

4.7.1 原燃料管理

原燃料管理体现在以下几个方面:①集中力量清理筛网保证筛分效果。要求上料班组全体成员每班对筛网进行一次全面彻底清理外,岗位职工还要加强检查随时清理。②严格控制筛分速度。筛分速度除了用时间控制外又加入了流量控制(单筛:矿石 $< 50\text{Kg/s}$ 、焦炭 $< 20\text{Kg/s}$),能够直观的了解筛分效果,以便及时通知岗位工人调整牙板。③修改杂矿的计量程序,对生矿、球团矿的计量实行补偿,确保计量准确,矿批重量稳定的同时也降低了炉渣碱度的波动。④改变焦炭和杂矿的入炉顺序,把自产焦炭放在后面,入炉时布在中心,改善了料柱中心的透气性。在其到达炉缸后提高了死焦区焦炭的稳定性,有利于炉况顺行。杂矿和焦丁按合理的顺序平铺在结矿上面,保证料层均匀促进气流稳定。

4.7.2 出铁管理

针对高炉温状态下出铁时间长、炉门难开等弊端,2003年5月以后对炉前出铁提出了新要求:在现有条件下尽可能缩短出铁间隔,加强炉门维护及时出净渣铁。首先缩短了出铁间隔(基本保持在25分钟以内),出铁正点率提高到98%以上。其次,加强炮泥的管理和炉门维护,提高炉门合格率。通过对炮泥特性的观察、出铁情况的分析,及时了解炮泥质量,如果发现炮泥质量有问题,要尽早换备用优质炮泥,操作上从杜绝跑泥入手,使炉门合格率提高到95%以上,做到及时出净渣铁,为炉况长期顺稳创造了条件。

5 结语

焦炭质量变差引起焦炭的骨架作用变差,炉缸死料柱透液性、透气性降低,风口损坏数增加,顶温降低,焦炭负荷下降,煤比降低。在焦炭质量变差的前提下,为了保持较高煤比及较好的技术经济指标,适当增加中心的焦炭量是可行的,目的是保证合理的操作炉型及稳定的边缘、中心煤气比例。在高炉能够实施的前提下,把质量较好的本厂焦布在中心,以增强死料柱的透液性、透气性。

因焦炭质量变差引起的炉况波动,布料制度不宜作大的调整,宜退焦炭负荷恢复风量及炉缸热水平。

当前生产条件下保持高炉顺稳的措施为:①保证全风;②长期稳定的较合理装料制度;③较高水平的炉温;④适当降低炉渣碱度。

参 考 文 献

- 1 张卫东等.关于强化大型矮胖高炉的探讨.首钢科技.1999.2.
- 2 由文泉等.实用高炉炼铁技术.冶金工业出版社.2002年.P29.
- 3 李家新等.大喷煤量高炉冶炼的理论与实践.包头钢铁学院学报.1999.6
- 4 内部资料.1、3号高炉提高煤比研究.2002年.