

側吹碱性轉爐 后吹操作对生产的影响

唐山鋼厂技术科 著



冶金工業出版社

本書為唐山鋼廠關於側吹鹼性轉爐後吹操作所做的試驗研究總結。書中具體分析了後吹操作對生鐵消耗、生產率、爐襯壽命、鋼質量等方面的影響，指出了後吹對生產的危險性，並提出了消滅後吹應走的途徑。

本書可供轉爐煉鋼工人、技術人員閱讀，也可供學報、研究機關煉鋼工作者參考。

目 录

一、試驗概述	1
二、后吹前后爐气的变化	2
三、后吹与生鉄消耗	3
四、后吹对生产率的影响	8
五、后吹对爐衬寿命的影响	9
六、后吹与爐渣生成量	10
七、后吹与吹炼温度	12
八、后吹与去 S	13
九、后吹前后爐液氮含量的变化	16
十、后吹前后鋼水含氧量的变化、对合金吸收率的影响、鋼的非金屬夹杂物和机械性能的影响	18
十一、在采用后吹操作时的留渣問題	30
十二、消灭后吹应走的途径	33
十三、結論	35
附 录	
附录 1. 3—2528 爐鉄的氧化損失及爐衬侵蝕計算	37
附录 2. 二炼 3—515 后吹期間某一阶段鋼水温度的变化	50
附录 3. 后吹期間氧化 1% 的鉄温度变化数	53
附录 4. 留渣操作的有关計算	56

侧吹碱性轉爐后吹操作对生产的影响

唐山鋼厂技术科

——后吹是不好的，为在青島举行的冶金部全国轉爐提高質量經驗交流會議所坚决反对，本总结的試驗結果进一步証实后操作对生产是不利的，这一問題应引起大家更广泛的注意，以便把目前在有些个别工厂和个别爐子存在的后吹操作，彻底消灭——

一、試驗概述

7月上旬，在我厂第一和第二炼鋼車間对后吹操作作了二十余爐較全面的試驗和研究。試驗是在当时日常操作方法的基础上进行的，即在寻常的吹炼过程中采取渣、鋼和爐气样品，并用热电偶测量了后吹前后爐液温度的差别。

試驗条件和后吹主要情况簡如表 1。

表 1

	爐体 类型	鉄水装 入 (T)	爐容积 (M) ³	鼓风机 規 格	实际鼓入 爐內的湿 空气量 (M ³ /分)	达正常終 点时純鼓 风時間	后吹 時間	备 註
一煉	直筒	≈7.0	3.5	150 M ³ /分, 250 mmHg	≈70	18~24	≈10分	采用富 O ₂ 鼓风, 富氧 程度約为 25%
二煉	渦鼓	≈11.0	10.5	250 M ³ /分, 380 mmHg	≈140	13~24	≈10分	

試驗結果表明：后吹每延持一分鐘，吹損即增大1%。

后吹如延持10分鐘，則爐衬浸蝕量增大一倍多，爐爐如此，則爐齡將因后吹而縮短一倍以上。后吹還可使爐渣生成量成倍地增長，造成運輸困難。特別嚴重的是：鋼水及爐渣含氧量急劇增加，因而增大合金消耗量，不少爐數鋼中的非金屬夾雜物因脫氧去成物的增加而增大一倍甚至二倍之多，這就嚴重地惡化了鋼的機械性能。

圖1~4示出典型爐數的操作流程，從圖中可以看出，后吹前后爐液、爐渣和爐氣的变化情況。

文中所列爐號，凡爐座后三位數者為二煉爐數，例如：3—510；爐座后四位數者為一煉爐數，例如：3—2799等。

与后吹操作有关的几个主要問題將在下面逐一討論。

二、后吹前后爐氣的变化

這次試驗中，我們着重採取了后吹前后的爐氣樣品，可以看出：當爐液C降低至0.1%左右時，爐氣中的總氧量（包括自由氧和 CO_2 及CO氣體中的含氧量）急劇減少，該時 O_2 、 CO_2 及CO的體積百分數總和往往不足3%，而碳烙印三者的總和皆超過20%。我們可以這樣說：爐氣成分是吹煉終點的另一標誌。

當C降至0.06~0.1%以下而繼續吹煉時，應該被認為是后吹。

后吹期間，爐氣組成不再發生明顯的變化（見表2）。CO₂与CO比值虽仍因吹煉的淺、深而有所增減，但其含量的絕對值甚小，对吹煉基本上無所影響。随着后吹時間的延長，爐溫有所提高，爐氣中的自由 O_2 量也略顯上升，但一般皆

未超过2%。

后吹前后爐气的組成*

表2

	碳 焰 期			后吹开始后的 0~5 分鐘內			后吹开始后的 5~10 分鐘內		
	CO ₂ %	CO%	O ₂ %	CO ₂ %	CO%	O ₂ %	CO ₂ %	CO%	O ₂ %
一 煉	9.75	18.38	0.33	1.10	0.48	0.80	0.95	1.83	0.38
二 煉	10.12	12.1	0.20	1.63	1.85	1.0	0.44	2.30	1.04

* 表列数字为各5爐的平均数。

三、后吹与生鉄消耗

后吹期間，鉄在无休止地被氧化，吹損大小与后吹時間成正比（見表3~6，并參閱附录1）。在我厂的具体条件下（鼓风强度較小，鼓入爐中的湿空气量仅为10~15 M³/分/T鉄水），后吹每延持一分鐘，吹損即可增大1%左右。

如果当C降至0.06~0.1%时即停止吹煉，从表中可以明显看出：吹損仅为8~10%之間。这就是說，在当前使用高硫鉄的条件下，如果消灭后吹，每吨鋼的生鉄消耗可立即降至1250公斤左右。例如废品率是1%，浇口及浇余废鋼为60公斤/吨鋼，化鉄爐熔損約为5%，則生鉄消耗仅为：

$$(1000 + 1000 \times 1\% + 60) \div (1 - 10\%)$$

$$\div (1 - 5\%) = 1250 \text{ 公斤/吨鋼}$$

如果增大机鑄鉄块的用量，减小化鉄爐的熔損，生鉄消耗还可降低。

但若把后吹延持到10分鐘，則吹損即达20%左右，生鉄消耗将超过1400公斤。

3-2528 爐每吹煉 100 kg 鉄水的鉄水損失、爐襯損失和爐渣生成量

表 3

項 目	全爐鼓風時間	渣量 (公斤)	C 損 (公斤)	Mn 損 (公斤)	S 損 (公斤)	P 損 (公斤)	Si 損 (公斤)	鉄的損失 (公斤)		吹項 (以純氣量計算) 公斤/100 公斤鉄水	爐襯侵蝕 公斤/100 公斤鉄水
								以渣中鉄計算	以用氧量計算		
開爐至扒渣	6'50"	7.5	1.00	0.048	0.00288	+0.00384	0.825	-0.816 +1.0 = 1.384	1.384	3.26	2.4
扒渣至扒后	18'33"	8.75	2.394	0.125	0.034	0.214	0.048	2.0+1.0 =3.0	3.00	5.815	1.54
開爐至扒后 ₁	25'25"		3.394	0.173	0.03688	0.2173	0.873	4.784	4.50	9.075	3.94
扒后 ₁ 至扒后 ₂	3'25"	13.4	0.0103		0.025	0.015		1.18+0.4 =2.38	2.30+0.12 =2.42	2.47	1.76
扒后 ₂ 至扒后 ₃	3'30"	12.0	0.0150		0.0205	0.0085		3.18+0.4 =3.48	2.90+0.12 =3.02	3.03	1.48
扒后 ₃ 至扒后 ₄	2'30"	7.5	0.0013		0.0130	+0.014		2.75+0.2 =2.95	2.60+0.06 =2.66	2.088	1.44
扒后 ₄ 至扒后 ₅	5'10"	9.7	0.0039		0.0054	+0.0013		3.9+0.5 =4.4	3.80+0.15 =3.95	3.906	3.3
扒后 ₅ 至扒后 ₆	14'35"	0.037			0.0039	0.0388		12.81	11.32	11.56	7.98
總 計	40'00"		3.413	0.173	0.1008	0.256	0.873	17.6	15.82	20.635	11.92

3-2532 爐，每吹煉 100 kg 鐵水的鐵水損失、爐襯損失和爐渣生成量

表 4

	全爐鼓風時間	渣量 (公斤)	C 損 (公斤)	Si 損 (公斤)	Mn 損 (公斤)	S 損 (公斤)	P 損 (公斤)	Fe 損 公 斤		吹損(以 耗 O ₂ 量 計算)	爐 襯 損 耗 公 斤/100 公 斤 鐵 水
								以渣中氧 化鐵計算	以耗 O ₂ 量 計 算		
開風到扒渣	3'40"	8.24	0.805	0.72	0.0615	0.0070	0.288	-0.735+1.0 +1.0=1.265	1.265	3.1465	2.18
扒渣到扒后 (小計)	18'20"	10.6	2.533	0.262	0.095	0.019	0.2407	2.898+1.0 =3.898	3.898	7.0477	1.83
開風到扒后 ₁	22'	18.84	3.388	0.982	0.1565	0.026	0.5287	5.163	5.163	10.1942	4.01
扒后 ₁ 到扒后 ₂	3'25"	11.5	0.0295	0	0	0.02	0.024	2.989+0.3 =3.289	2.76+0.09 =2.85	2.9235	0.915
扒后 ₂ 到扒后 ₃	2'40"	13.6	0.001	0	0	0.003	0.002	1.938+0.3 =2.238	2.035+0.09 =2.125	2.131	2.03
扒后 ₃ 到扒后 ₄	3'10"	10.7	0.0025	0	0	0.015	0.001	2.73+0.3 =3.03	2.721+0.09 =2.811	2.8295	0.825
扒后 ₄ 到扒后 ₅	2'30"	12.0	0.0095	0	0	0.003	0.003	6.64+0.3 =6.94	1.32+0.09 =1.41	1.4255	3.2
扒后 ₅ 到扒后 ₆ (小計)	11'45"	0.0425	0	0	0	0.041	0.03	9.497	9.196	9.3695	5.97
總 計	33'45"	3.4305	0.982	0.1565	0.0670	0.5587	14.660	14.359	19.5037	9.96	

3—515 爐每吹煉 100 kg 鐵水的鐵水損失、爐襯損失和爐渣生成量

表 5

	全爐鼓風時間(分)	渣量 (公斤)	C 損 (公斤)	Si 損 (公斤)	Mn 損 (公斤)	S 損 (公斤)	P 損 (公斤)	Fe 損 (公斤)		吹損(以耗 O ₂ 量計算)		鼓爐鐵損	
								以渣中氧 化鐵計算	以耗O ₂ 量計算	公斤/ 100公 斤鐵水	公斤/ 100公 斤鐵水	公斤/ 100公 斤鐵水	公斤/ 100公 斤鐵水
開風至扒渣	8.60	10.3	1.47	0.66	0	0.026	0.336	-0.666+1.0 +1.0=1.334	1.334	3.820	3.68	2.88	2.78
爐渣至渣后 ₁	10.50	8.9	1.46	0	0.02	0.035	0.236	0.807+1.0 =1.807	1.807	3.558	3.43	0.38	0.37
扒后 ₁ 至扒后 ₂	2.84	11.4	0.116	0	0	0.009	0.005	2.207+0.32 =2.507	2.16	2.290	2.21	0.75	0.72
開風至扒后 ₂ (小計)	21.34		3.046	0.66	0.02	0.070	0.571	5.648	5.301	9.668	9.32	4.01	3.87
扒后 ₂ 至扒后 ₃	5.84	16.2	0.002	0	0	0.022	0.006	4.2+0.8 =5.000	6.74+0.24 =6.980	7.010	6.76	0.10	0.10
扒后 ₃ 至扒后 ₄	5.59	20.8	0.020	0	0	0.010	0.010	5.05+0.8 =6.050	4.07+0.24 =4.310	4.330	4.18	3.27	3.17
扒后 ₄ 至扒后 ₅ (小計)	11.43		0.022	0	0	0.032	0.004	11.050	11.290	11.340	10.94	3.37	3.27
總計	32.77		3.068	0.66	0.02	0.102	0.567	16.698	16.591	21.108	20.26	7.38	7.14

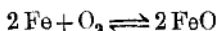
註: 表列數字皆以 100 公斤扒鐵水為準, 如換算成鉄水, 應除以 1.0382。

3 545 爐每吹煉 100 kg 鉄水の損失、爐渣損失和爐渣生成量

表 6

時 間	全爐鼓風時間	渣量 (公斤)	C 損 (公斤)	Si 損 (公斤)	Mn 損 (公斤)	S 損 (公斤)	P 損 (公斤)	鉄 損 失 kg 發		吹煉損失爐渣損蝕 (以耗 O ₂ 量計算)	kg/100 鉄 水
								以渣中氧化鉄計算	以耗 O ₂ 量計算		
開風~扒渣	8.75'	9.8	1.82	0.74	0.00	0.009	0.284	1.0+1.0 -0.528 =1.472	1.0+1.0 -0.528 =1.472	4.385	2.78
扒渣~扒后 ₁	12.00'	26.2	1.64	0.05	0.05	0.018	0.132	1.0+2.48 =3.48	1.0+2.48 =3.48	5.37	2.72
開風到扒后 ₁ (小計)	20.75'		3.46	0.79	0.11	0.027	0.416	4.952	4.952	9.755	5.50
扒后~扒后 ₂	6.00'	26	3.02	0	0	0.010	0.001	0.3+8.29 =8.59	0.09+5.53 =5.62	5.859	2.53
扒后 ₂ ~扒后 ₃	4.92'	22.1	-0.01	0	0	-0.002	-0.008	0.6+6.39 =6.99	0.18+3.07 =3.25	3.65	4.69
扒后 ₁ ~扒后 ₃ (小計)	10.92'		0.01	0	0	0.008	-0.009	15.28	8.87	9.509	7.22
總 計	31.67'		3.47	0.79	0.11	0.035	0.407	20.232	13.822	18.734	12.72

为了进一步的認清后吹对生鉄消耗的影响，我們不妨研究一下后吹期間爐內的主要变化。这时爐液中可被氧化的 Si、Mn、P、C 等元素的含量已經很少。只有鉄元素还大量存在，成为鼓入空气的主要消耗者，仅应是按照下式进行的：



只要繼續鼓入空气，在一般炼鋼温度下：这个反应是不休止的，直到鉄全部被氧化为止。而且反应速度和氧气的利用率也不会因熔池温度的有限升高而发生显著改变，因为：

1. 上述反应式在炼鋼温度下的自由能变化是(1)：

$$\Delta Z = -122310 + 32.52 T$$

在炼鋼温度下，上式的自由能变化永远是負值，这就是說，上述反应永远向右进行，只要是繼續鼓风，一直进行到鉄被氧化完了。

2. 后吹期間，爐气成分沒有显著变化，后吹后期較后吹前期爐气中的自由 O_2 含量虽略有增长，但其絕对值很小(見表 2)。

我們已經清楚地看到：后吹期間鼓入空气(中的氧气)，除了和蝕落爐衬中的碳作用而略有消耗外，絕大部分是与鉄作用，从而急剧地增大吹損。計算結果表明：每吨鉄水每多鼓入 10 kg 湿空气，吹損即增大 8 公斤，即 0.8%。

四、后吹对生产率的影响

在試驗期間，后吹時間多在 10 分鐘左右，約为正常純鼓风時間的 50%。試驗爐数的后吹对吹炼時間的影响如下表：

后吹对吹炼时间的影响

表 7

	吹炼总时间, 分 (包括辅助时间)	后吹估用时间, 分 (包括倒渣时间)	后吹延长吹炼总时间, %
一. 炼	52.88'	21.31'	$\frac{21.31'}{52.88' - 21.31'} = 67.50\%$
二. 炼	50.80'	14.56'	$\frac{14.56'}{50.80' - 14.56'} = 40.18\%$

由于吹损增大, 影响生产率平均约 10.6%, 故后吹对一、二炼生产率总的影响分别为:

$$\text{一炼} = 67.50\% + 10.62\% = 68.12\%;$$

$$\text{二炼} = 40.18\% + 10.67\% = 50.85\%.$$

此外, 后吹还可缩短炉龄, 造成断吹、增大渣量, 延长吊渣斗和清渣等辅助时间, 如果考虑这些因素, 则对生产率的影响就更为严重。

五、后吹对炉衬寿命的影响

从表 3—6 中可以看出: 后吹期间炉衬的消耗量已经超过正常终点前 (例如 0.06—0.1% C 以前) 的侵蚀量。这就是说: 在当时条件下, 如果全部消灭后吹, 则炉衬寿命可立即提高一倍多。

炉衬侵蚀和生铁消耗一样, 也随后吹时间的延长而增加, 在我厂具体条件下, 后吹每延持一分钟, 炉衬消耗约增大 0.6%, 即每吹炼 100 公斤铁水增大炉衬消耗 0.6 公斤。如果延持 10 分钟, 则将使炉衬寿命缩短一倍以上。

高氧化铁炉渣对炉衬特别是白云石炉衬具有很大的侵蚀能力。炼钢工们都熟悉这样一个事实: 在后吹期间, 即使一次

加入鉄水重量的 5% 左右的石灰，只要吹煉 1—2 分鐘，石灰即全部熔化，這就不難理解高氧化鉄爐渣對含有 50% 左右 CaO 的白云石爐襯的侵蝕作用了。

六、后吹与爐渣生成量

后吹期間，鉄大量被氧化，爐襯大量被侵蝕，即使不另加入新的渣料，渣量也在迅速增大。

根据分析資料，鉄被氧化量的 $\frac{4}{5}$ 左右成为 FeO ，約 $\frac{1}{5}$ 成为 Fe_2O_3 。前面已經說到，后吹每延持一分鐘，鉄的氧化損失約達 1%，爐襯侵蝕量約為 0.3—0.7%。如以 0.5% 計，則每后吹一分鐘，在不另加渣料的条件下，吹煉每噸鉄水時渣量將增加：

$$\left(1 + \frac{4}{5} \times \frac{16}{56} + \frac{1}{5} \times \frac{48}{112} + 0.5\right) \times \frac{1000}{100} = 18.14 \text{ 公斤}$$

如果后吹 10 分鐘，則每噸鉄水將因后吹而增大渣量 181.4 公斤，這個數字已經接近正常吹煉時爐渣發生量的總和。

事實上，后吹期間尚另加入大批渣料，爐渣的增加量還大於上述數字，幾爐曲型爐數實際產生的渣量（即須由車間運出的渣量）如表 8 所示（參閱表 3—6）。

爐渣生成量的增多，給吊渣、清渣、運渣等帶來一系列困難。特別在第二煉鋼車間，吊渣斗次數頻繁，不但增大了輔助時間，影響生產率，而且破壞了轉爐生產的連續性，從而影響許多技術經濟指標的提高。目前清渣和運輸問題仍然是妨礙我廠鋼產量躍升的一大關鍵，因而消除后吹減少爐渣的生成量就更顯得重要了。

吹焊过程中实际产生的渣量①

表 8

車 間	爐 号	如 果 不 后 吹 时 产 生 的 渣 量 公斤/吨钢水	后 吹 后 产 生 的 总 渣 量 公斤/吨钢水	渣 量 增 大 %
一 煉	3-2528	$75 \times \frac{9}{10} + 87.5 - 25 = 130$	$75 \times \frac{9}{10} + 134 \times \frac{4}{5} + 120 \times \frac{7}{8} + 75 \times \frac{9}{10} + 97 - 25 = 419$	222.31
	3-2532	$82.4 \times \frac{4}{5} + 106 - 30 = 141.8$	$82.4 \times \frac{4}{5} + 106 \times \frac{2}{3} + 115 \times \frac{1}{3} + 107 \times \frac{2}{3} + 120 - 30 = 428.2$	201.97
	平 均	135.9	423.6	211.70
二 煉	2-3-515③	$103 \times \frac{2}{3} + 89 \times \frac{1}{3} + 114 - 30 = 182.5$	$103 \times \frac{2}{3} + 89 \times \frac{1}{3} + 114 \times \frac{1}{3} + 162 \times \frac{1}{3} + 208 - 30 = 369$	102.90
	2-3-545	$98 \times \frac{1}{2} + 262 - 30 = 281$	$98 \times \frac{1}{2} + 262 \times \frac{2}{3} + 260 \times \frac{2}{3} + 221 - 30 = 588$	109.25
	平 均	231.75	478.5	106.47

① 表中式内各项第一个数字为各阶段渣量的生成量,第二个数字是倒(折)出渣渣的比率,最后一数字为留渣量。

② 一煉后吹期每次倒渣较净且加入大量石灰,重新造渣,故渣量形成更多。

③ 3-515因試驗时規定加入渣料較少,故比3-545渣量相对地減少了。

七、后吹与吹炼温度

后吹可以提高吹炼温度。

我們曾在后吹前后用热电偶测量了爐內的鋼水温度，見表9所示。應該說明，測量时热电偶的插入深度不够一致，影响了測得数字的准确性，但仍具有参考意义。从測得数字中，大体上可以这样說，在我厂的具体条件下，每后吹一分鐘，約可提高鋼水温度 2—5°C。

用热电偶測量的后吹期間鋼水温度变化的变化 表9

爐 号	后吹前鋼水温度, °C	后吹后鋼水温度变化, °C
5—2799	1614	加石灰32 kg/T, 吹煉 5'40" 后温度达 1664°C, 升高50°C
5—2800	1600	加石灰30 kg/T, 吹煉 2'35", 温度达 1612°C, 升高 12°C
5—2802	1632	加石灰25 kg/T, 吹煉 3'10", 温度达 1642°C, 升高 10°C
2—3—514	1564	未加料, 吹煉 4'35", 温度达 1621°C, 升高 57°C
2—3—515	1582	加石灰33 kg/T, 吹煉 6'50", 温度达 1591°C, 升高 9°C

我們也还作了后吹期間鋼水温度的变化計算，計算結果是：

1. 如果鋼水C降至終点后不另加渣料而繼續吹煉，在我厂具体条件和雨季条件下；每氧化1%的铁元素，可使鋼水温度升高3.5°C左右(詳見附录3)，升高数字随鋼水收得率的减小而增大。

2. 在第2—3—515爐的一段后吹時間內，后吹开始前

倒出爐渣的 $\frac{1}{3}$ ，另加入石灰 27.4 公斤/T，后吹了 5.84 分鐘，鉄被氧化 6.98%，鋼水溫度由 1595°C 升至 1632°C，即增加了 37°C (詳見附录 2)。

可以看出，計算結果与實測結果大体上是一致的，即每氧化 1% 的鉄元素，可以升溫 2~5°C。

必須郑重說明：指出后吹可以升溫之一事实，絲毫也不意味着我們贊成用后吹方法来提高溫度。如果單純依靠后吹，升溫 30~50°C，將用氧化 10% 左右的鉄的代價換得，这不仅急剧增大生鉄消耗，还带来其他一系列的严重惡果，何况我們还有寬广的途径来提高吹煉溫度呢(詳見第十二节)!

八、后吹与去 S

后吹期間去 S 量的多少，与操作方法有很的关系。从試驗中可以看出这些事实：

1. 如果爐渣已經熔化，不倒渣，亦不另加新的渣料，則延迟后吹時間对去 S 沒有显著效果，如表 10 所示。在这种情况下，渣中 S 的浓度还逐漸减小，乃因渣量增大所致。

2. 如果后吹开始前(包括多次后吹的开始时)倒出部分渣子并加入新的渣料，則去 S 效果显著，如图 5 所示，平均約为 25% 左右，即每倒渣并新加渣料后吹一次，可将該次后吹开始时的含 S 量去除 25% 左右。但吹煉 3 分鐘左右即可达到預期效果，过分延長時間，对去 S 來說也沒有多大好处。

上述关系，在图 1~4 中也能够看到，后吹時間的間隔愈短，鋼水 S 变化曲綫的斜度愈大，否則就愈小。这也說明

在不倒灌、不新加燃料条件下, 后吹时煙液 S% 的变化

	爐 号	后 吹 前		后吹時間	后 吹 后		$[\Delta S]\% = \frac{[S]_{前} - [S]_{后}}{[S]_{前}} \%$
		$[S]_{前}$	$(S)_{前}$		$[S]_{后}$	$(S)_{后}$	
一	3—2528	0.085	0.2	3 分 25 秒	0.082	0.15	3.5%
	3—2529	0.055	0.205	2 分 42 秒	0.052	0.180	5.45%
	3—2531	0.060	0.104	3 分 20 秒	0.053	0.122	11.8%
	3—2532	0.058	0.202	2 分 40 秒	0.055	0.19	5.16%
	5—2304	0.073	0.27	3 分 25 秒	0.066	0.22	9.6%
	平 均	0.066	0.196	3 分 06 秒	0.0615	0.173	6.81%
二	3—510	0.137	0.17	4 分 30 秒	0.132	0.09	3.64%
	3—512	0.128	0.14	5 分 05 秒	0.107	0.14	16.4%
	3—513	0.113	0.23	4 分	0.092	0.23	21%
	3—515	0.092	0.20	2 分 50 秒	0.083	0.24	9.8%
	平 均	0.117	0.185	4 分 06 秒	0.103	0.175	11.9%