

中国机械工程学会十周年年会

多宝冲天炉強化熔炼

专题论文集

中国机械工程学会十周年年会秘书处編

· 內 部 发 行 ·

中国工业出版社

中国机械工程学会十周年年会

多宝冲天炉強化熔炼 专题讨论文集

中国机械工程学会十周年年会秘书处編

中国工业出版社

113/54

多宝冲天炉强化熔炼专题论文集

中国机械工程学会十周年年会秘书处編

*

机械工业图书編輯部編輯 (北京阜成門外百万庄)

中国工业出版社出版 (北京佟麟閣路丙10号)

(北京市书刊出版事业許可証出字第110号)

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 • 各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ • 印张 $15^{1/4}$ • 字数365,000

1962年3月北京第一版 • 1962年3月北京第一次印刷

印数0001—2,150 • 定价 (11-9) 2.65元

*

統一书号: 15165 · 1702 (一机-349)

目 次

1. 多宝冲天炉专题討論意見的綜合.....編者... 1
2. 多宝冲天炉的試驗与研究.....上海市机械工艺研究所等... 9
3. 多宝冲天炉的实践与理論探討.....陈晓光等...58
4. 輔风回气热风冲天炉的初步研究.....丁家盈等...86
5. 关于在冲天炉上使用二次送风的一些看法.....周重光等...99
6. 冲天炉打开渣孔操作.....北京机电局... 106
7. 从强化送风論多宝冲天炉.....楊昌祖等... 117
8. 关于曲綫炉膛冲天炉的一些問題和意見.....丁家盈等... 134
9. 旋渦式强化器强化冲天炉的研究.....山西省机械工业研究所... 140
10. 有关碱性冲天炉几个技术問題的研討.....丘瑞平等... 151
11. 外热式废气回收热风炉的使用与研究.....广东省佛山水泵厂... 162
12. 陝西地区頂帽式冲天炉的强化和
 白口鑄鉄变灰口問題.....陝西省机械工业研究所... 178
13. 多宝冲天炉.....北京市机械工程学会鑄造专业組... 187
14. 南京地区高效冲天炉調查小結.....江苏省机械工程学会... 204
15. 冲天炉的强化熔炼.....国营天津紡織机械厂... 219
16. 湖南省使用多宝冲天炉的效果及其分析..... 236

多宝冲天炉专题讨论意见的综合

• 编者 •

多宝冲天炉是大跃进以来广大铸造工作者创造的先进经验，在生产上起了很好的作用，引起全国机械工业生产部门、高等学校、科研单位的广泛注意。中国机械工程学会十周年年会把多宝冲天炉列为重要专题，除宣读了有关论文十一篇外，还展开了为时三天的热烈讨论与争辩。由于会议时间的限制，讨论就只集中在下列三方面：1）二次送风；2）开渣口操作及前炉回气；3）曲线炉膛。讨论结果，不少意见有了比较统一的想法，某些观点有了新的发展，同时也涌现出不少新论点。但由于试验数据和理论分析都嫌不足，大家认为需要继续做些工作，在1962年将召开的全国铸造年会上再来深入研讨与辩论。

现将讨论内容综合整理如下：

一、二次送风

二次送风在全国各地机械厂的铸造车间中采用很多，一些厂认为采用后效果较好，故仍继续应用，但也有一些厂觉得采用后效果不大，目前已不再使用。

对二次送风的效果和原理存在不同看法，但大家都认为：采用二次送风后都可在不同程度上提高铁水温度和熔化率，而金属元素烧损却略有增大。

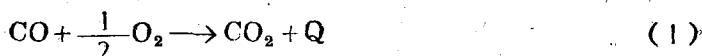
二次送风的主要目的，是想在底焦以上一定部位（据各地推荐，对直径600~900毫米的冲天炉来说，位于底焦面以上200~300毫米）送入适量二次空气，使炉气中的CO燃烧成 CO_2 ，放出热量，以预热炉料，并希望生成的 CO_2 在继续上升途中基本上不再被焦炭还原成CO，这样就可以达到提高铁水温度、提高冲天炉热效率和节约焦炭的目的。但在实际观测的数据中波动很大，甚至在同一工厂、同一炉子，却测量到相反的结果。一些报告认为，在一定位置送入适当的二次空气后，可使加料口处炉气中的CO含量降低，并引用了上海一些工厂的试验数据，这些厂使用二次风前，加料口炉气中CO含量为4~9%；使用后降低到1.5~2.4%。另外一些报告则说明，据他们试验与实测结果，在不同高度上送入二次空气前后，在加料口处炉气成分基本没有什么变化。他们在试验炉主风口以上1300、1600、1900毫米处送入二次风，加料口处炉气中CO含量均在7~10%（此时焦比为1:8）。在其它生产厂测定的结果也一样，使用前后变化不大。他们还认为，加料口处炉气中CO含量与焦比有关，焦比愈低，则CO含量也愈小。

由于测定的结果不同，因此对二次进风的作用也就有着不同的看法。一方认为，二次风主要是烧掉炉气中的CO（当然也烧掉少量焦炭和金属），并用其产生的热量来预热炉料，从而提高铁水温度及冲天炉热效率。而另一方则认为，二次风的效果主要是靠燃烧层焦和氧化金属来获得的，而这样的利用是否经济合理，很值得研究。

在讨论中有许多同志试图从理论角度来解释二次进风的机理作用，从而探讨二次进风能否达到充分燃烧炉气中所含的CO、放出热量、加强炉料预热过程的预期目的。部分同志认为二次送风能够达到预期目的，其论点如下：

二次进风的位置应该选择在炉温为800~1000°C之处。在生产实践中，一般选择在底焦以上200~300毫米处。这是在考虑了提高热交换效果、使金属少氧化，以及希望炉温有利于CO的燃烧而不利干碳的燃烧和CO₂的还原的前提下提出的。因此在这种条件下反应进行的情况应该是：

1. 由于CO的燃点是在650~700°C，因此下列反应可以充分进行



2. 二次风中的氧与预热带中焦炭的燃烧反应也可能进行



但在800~1000°C的条件下，反应(2)(3)是在动力区进行的（根据一般燃烧反应曲线），并属于多相反应，所以与气相反应 $\text{CO} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2$ 相比，应该缓慢得多，因而可以认为是次要的。

3. 二次风燃烧CO以后，产生了CO₂，虽使炉温提高，但仍不足以提高到使固体碳还原CO₂成CO的地步。由于炉温升高不多，在预热带中绝大部分的炉气温度低于1000°C， $\text{CO}_2 + \text{C} \longrightarrow 2\text{CO} - \text{Q}$ 不能充分进行。又根据冲天炉预热带传统的炉气成分变化曲线看来，在这个地区炉气成分不会发生明显的变化。此外，由于炉气在预热带的流速很高，约20米/秒，气流和层焦的接触时间很短，因而使CO₂的还原反应受到了限制。

4. 关于金属氧化的问题：由于二次进风区炉温低，铁料在这个地区还是大块固体，与熔化带以下铁水滴相比，其表面积和体积之比甚小，而且二次风数量又不多，因此送入二次风后，虽然会使金属烧损量略有增加，但数量甚微，影响不大。

根据上面的分析，这些同志认为在二次进风区域，烧掉的主要是炉气中的CO，而不是焦炭和金属。根据某些厂的试验数据看来，在二次进风前后，加料口炉气的CO含量，约由4~9%降低到1.5~2.5%，甚至有低到0.6%的。这样，在预热带中烧掉部分CO，收回部分化学热损失，就可以提高燃烧的完全程度、提高了热效率，也就有可能提高焦比，相应地也就提高了熔化率；如焦比固定不变，则回收的热量可使铁料预热到更加充分的程度，因此也就有可能在熔化带更高的部位熔化，相对地就延长了过热路程，提高了铁水温度。

另一部分同志则有不同的见解，他们认为，从实际情况出发，在二次进风区域所起的反应情况如下：

1. 二次进风区影响反应进行的主要条件的探讨

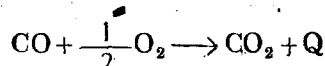
1) 炉温——根据某厂实际测定结果，在二次进风口附近，炉温约为1000°C左右，但在进风口以上300毫米，炉温高达1200°C左右。在上海某些厂据间接测定和推测，也得到了相同的結果。因此认为二次进风区炉温不是800~1000°C而是高得多。按实际情况分析，二次送风地区的燃烧情况应该类似于主风带的情况，高温地区应在进风口以上一定的距离。并根据计算，每燃烧1%CO，可使炉气温度提高90~100°C。因此，当二次进风口附近炉温为1000°C左右时，稍高地区炉温应该达到1200°C以上。

2) 炉气成分——参加反应物质的浓度:

根据上海地区某些厂的炉气分析数据,在二次进风区以前的炉气成分,一般认为:
 CO 4~8%, CO_2 14~18%, O_2 0.6~1.4%, 氧化性较强。

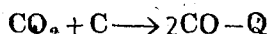
2. 各种反应进行的可能性

1) CO 的燃烧反应:



上述反应是气相反应,在二次进风口处,由于炉温较低,所以能顺利进行。但在上部较高地区,由于炉温提高,而且 CO_2 的浓度增大, CO 的浓度减少,因此反应受到抑制。

2) CO_2 的还原反应:



上述反应在 700~800°C 时开始进行,而在 1000°C 以上则剧烈进行。在二次进风口附近,炉温较低,故反应进行得较慢,但在稍高地区,炉温增高,而且 CO_2 的浓度增大,因此 CO_2 的还原可以充分进行。至于所提出的预热带传统炉气成分变化曲线,是在一定的炉气成分和较低温度的情况下产生的。在我们的具体情况下, CO_2 含量较多,炉温较高,所以 CO_2 的还原反应有条件进行。此外,炉气流速虽快,但是反应速度更快,而且在炉膛中充满炉料,气流通路曲折,更增加了 CO_2 被还原的可能性。

3) 在二次进风口地区,炉温较高,金属炉料表面可能处在熔融或半熔状态,而且在金属熔化成滴以前,炉气和金属炉料不断接触,时间较长,因此氧化损耗应该较多。

4) 焦炭的燃烧:在二次进风口地区焦炭呈赤热状态,遇到二次风中的 O_2 及炉气中的 CO_2 , 可以进行燃烧。

这部分同志中,也有两种意见,一种意见认为在二次进风地区,燃烧反应是多相同时进行的,各种反应都在进行,但是在二次进风口附近以 CO 的燃烧反应为主,在较高地区则以 CO_2 的还原反应为主。另一种意见则认为,在二次进风区域内主要烧焦炭而不是烧 CO_2 。从上海地区的某些厂试验数据看来,在二次进风口前后,所取得的炉气成分变化不大。例如:

二次进风口下: CO_2 15.7%; CO 8.9%; O_2 0.8%

二次进风口上: CO_2 14.0%; CO 8.9%; O_2 0.5%

因此证明,二次进风的结果,主要是燃烧焦炭和金属而不是燃烧炉气中的 CO , 在生产实践中所反映出的铁水温度和熔化率略有提高,金属烧损略有增加,也正好说明了这个论点。

通过上面的讨论,有些同志提出,是否有可能找到一个适当的位置和送风方式以鼓入恰如其份的空气,使在二次进风区域主要燃烧炉气中的 CO , 而少烧焦炭及金属和少使 CO_2 还原。另一些同志则认为,采用改变位置的办法可能性不大,因为位置低的地方炉温高,不能达到主要是燃烧 CO 而不被还原成 CO_2 的目的。但位置太高又会使 CO 烧不起来(因为 CO 的燃烧点在 700°C 以上方能进行),而且位置太高会缩短炉料预热路程,所以位置允许变化的范围不大。至于,是否能找到合乎理想的送风方式和送风量,还有待于进一步的研究。

进一步的討論涉及到炉气中化学热能的利用問題。一些同志提出，在討論冲天炉效果时，不能单从热平衡来考虑，而应同时考虑到热的分配問題，即这些热量是否用在最需要的地方。因此在有条件的情况下，从理論分析、利用炉气中的化学热和物理热来提高风温，以提高过热区的最大溫度，从而提高鉄水溫度，其效果将比用其来預热炉料大得多。这些意見得到全体同志的支持。但是，大家也認識到，炉外預热空气会增加炉子结构的复杂性和一定的基建投資，而且对目前机械厂所用的中小型炉子來說，由于熔化时间短（4~6小时），材料、設備供应有一定困难，是否能允許这样做还值得研究。因此有些同志认为，对这些炉子來說，从它們实践中的經驗，能够利用二次送风的方法来預热炉料，并相应的采用炉內热交换器来預热空气，以达到提高鉄水溫度的目的还是可取的。当然，应该把提高鉄水溫度与保証鉄水质量（特别是元素烧損問題）統一起来，从全面的經濟观点来衡量其最終效果。但是根据目前所得数据，虽然肯定使用二次进风后，烧損略有增加，但到底烧損多少，缺少确实数据，也还需要进一步試驗。

討論中大家也注意到，冲天炉应包括燃烧、传热和冶金三个基本过程。随着对鉄水质量要求的提高，冲天炉的冶金作用愈来愈重要，冶金过程不仅是元素烧損問題，氧化鉄多少、含气量多少等也是一些主要問題。有些情况鉄水溫度看来很高，但“站不住”，流动性不好。这些都与炉气成分有关。因此千方百計的烧掉 CO 是否是唯一追求的問題，值得商討。

在討論时大家都一致認識到，冲天炉的基本操作，如送风制度、焦炭块度、鉄料块度、底焦高度、料批重量等都必須按一定的工艺規程来进行。这些因素对冲天炉熔炼过程的影响很大。大家还认为，强化送风能提高熔化率和鉄水溫度，但必須与元素烧損和鉄水质量結合起来，因而不能沒有一定限制。在討論送风强度問題时，有些代表根据自己厂中实测的結果，推荐用 $110 \sim 150 \text{米}^3/\text{米}^2\text{分}$ ， $160 \sim 180 \text{米}^3/\text{米}^2\text{分}$ 等。而另一些代表則根据他們的試驗和按加料口炉气成分、熔化率、焦比的概略計算，认为送风强度 $105 \sim 115 \text{米}^3/\text{米}^2\text{分}$ 最好。但是从工厂现实情况看来，有許多厂由于条件限制和在操作中注意不够、漏风严重、炉气的抽取时间、化驗分析的准确性等，影响計算的正确性，因而两者相差很大。主要問題是实际送入炉內的风量到底有多少，目前尚难提出确切数据，这个問題还需要反复的用各种方法来核定。

大家还提出，采用强化送风后，操作工艺也应相应的改变。对底焦高度問題应予以足够的重視。

許多代表建議，在下一次全国鑄造年会前后，如有可能再組織一些力量，采用合理的操作工艺，用較准确的測量仪表和方法，对二次送风进行单項的效果測定：

- 1) 观测二次进风对冲天炉热效率、熔化率、鉄水溫度、元素烧損等影响；
- 2) 在冲天炉上不同位置，用不同的送风方法，送入不同的二次风量，观测二次风入口到处到加料口炉气成分和溫度分布与变化情况，并綜合分析其經濟效果；
- 3) 加强对冲天炉內燃料、氧化还原、热传导、与冶金过程的理論研究，并与实际密切配合，以提高理論水平。

二、开渣口操作及前炉回气

开渣口操作是在熔化过程中把前炉出渣口打开，使部分空气下行，经过炉缸，使炉缸

焦炭部分燃烧，提高了炉缸温度。燃烧产物经过桥，然后从前炉渣孔排出，同时高温炉气也加热了前炉，因此降低了铁水通过炉缸和前炉时所损失的热量，相对地提高了铁水温度。渣口出气量是开渣口操作的主要参数，并通过鼓风压力、过桥和渣孔尺寸等来加以控制。

开渣口操作排出的高温炉气造成热损失和恶化车间气氛及劳动条件，因而把废气引回炉身预热炉料。通过过桥尺寸、回气管径及回气口大小来控制回气量。为了更好地利用回气废热，有的工厂在前炉上部装管状空气预热器，可以将空气温度提高 $30\sim 50^{\circ}\text{C}$ 。

这次年会中对这个问题分别从铁水温度、元素烧损、废热利用、及今后工作等几个方面加以讨论：

(一) 开渣口操作、前炉回气对铁水温度的影响

冲天炉用了开渣口操作、前炉回气以后，铁水温度确实有了一定的提高，一般单位反映铁水温度能由 $1330\sim 1350^{\circ}\text{C}$ 提高到 $1350\sim 1380^{\circ}\text{C}$ ，平均能提高 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ 。但是因为各生产单位条件不同，因而对铁水温度提高的程度亦有差别。

在讨论中一般反映提高铁水温度以后，过去由于铁水温度低所造成的铸件废品，比原来有所减少。

采用了这个“宝”以后，为什么会提高铁水温度？在炉缸处是否可以过热？同时，又为什么在提高铁水温度的同时，又能提高熔化率及铁焦比。会议对此进行了进一步的讨论。

经过会议详细讨论，认为提高铁水温度的原因有如下几方面：

1) 在未用开渣口操作、前炉回气以前，鼓进冲天炉内的空气全部向上，而炉缸处没有空气，所以炉缸区的焦炭基本上不能燃烧。炉缸内的温度低于过热铁水的温度，因而铁水进入炉缸是降温过程，一般降温 $40\sim 50^{\circ}\text{C}$ 左右。当用了开渣口操作、前炉回气以后，就改变了这种情况。鼓进冲天炉内的空气，除了保证向上的空气量以外，还有一部分空气向下进入炉缸内，这样，就使炉缸内的焦炭得到燃烧，从而提高了炉缸内的温度，同时也提高了前炉温度。使铁水通过炉缸或前炉时，不降低或少降低温度，也就相对地提高了出铁温度。

2) 前炉回气安装合适时，可以达到预热炉料的作用。对提高铁水温度有利。

3) 前炉的废气用来加热前炉顶上的空气预热器使空气预热。有人认为这可把 $100\sim 140^{\circ}\text{C}$ 的气温提高到 200°C 左右，使燃烧带的焦炭得到强烈的燃烧，这样就会使过热温度增高。

4) 在讨论提高铁水温度时，大家对炉缸是起保温作用呢，还是起过热作用，有不同的看法。经过讨论，一般认为在保证炉缸成中性和还原性气氛的前提下，铁水能保证质量要求。由于进入炉缸的空气不是很足，炉缸内的焦炭不会得到强烈的燃烧。炉缸内的气体温度就不会过高。因此，只能对铁水起保温作用。但是也有人认为，当加大回气量时，炉缸处焦炭有可能得到较完全燃烧。在这种情况下，铁水可以得到过热。但是应当指出，炉缸内的气氛氧化性过强对元素的烧损将增加。这样作是不合理的。

(二) 开渣口操作、前炉回气对元素烧损的影响

一般认为采用开渣口操作或前炉回气，元素烧损会有不同程度的增加。至于增加程度尚有不同意见。有人认为当回气量大时，虽然能提高铁水温度，但造成炉缸氧化气

氛，加剧了鉄水烧損。也有人认为，回气量过大时，炉缸焦炭烧損很快，造成底焦高度下降，可能使熔化在氧化区进行，造成元素烧損增加。但也有认为，开渣口操作或前炉回气大大提高了炉缸鉄水温度，由于硅、錳氧化是放热反应，抑制了硅、錳氧化过程进行。同时碳氧間亲和力超过了Si、Mn与氧間亲和力，可能造成，Si、Mn氧化的还原过程。因此，Si、Mn烧損不会有显著增加。

通过討論认为元素烧損是与炉缸和回气量的配合有关。配合恰当，則鉄水温度高，元素烧損少；配合不恰当，在炉缸浅、回气量大时，則造成烧損增加，甚至熔化不正常。如果炉缸深、回气量小，虽然烧損不增加太多，但效果也不显著。至于如何配合最好，意見不一。有人认为炉缸深度180~200毫米，回气量5~6%时合适。也有人认为炉缸深度在不低于400毫米时；回气量10~15%合适。这是根据不同試驗和生产条件提出的，确切参数尚有待进一步研究。

为了提高炉缸温度，有的工厂还采用了炉缸补充送风。这个方法是在距炉底130~150毫米处，互成120°装两个风口。这一措施等于多加一排风口，加长氧化区，增大元素烧損。由于距炉底太近，結渣严重，操作困难，对提高鉄水温度并不有利，相反地元素烧損却因此增加很多。

(三) 关于废热利用

所謂“废热”是指开渣口操作时从渣口排出炉气时带走的热量。高温炉气从渣口排出，一方面有热量損失，同时恶化車間气氛和劳动条件。所以一致认为应该加以合理利用。

有三种不同方案：

(1) 装前炉回气管，使炉气回到炉身预热炉料；

(2) 在前炉炉頂装换热器预热送风；

(3) 間歇式开渣口操作。

对这三种方案意見不一致，分述如下：

1. 装回气管：这个方案有人认为簡便可行，使炉料预热更充分，縮小熔化区，提高热效率。但回气管直径、回气量等参数与許多因素有关，采用回气管难以控制回气量。还有人认为回气量不大，回到炉身也不会起太大作用。

2. 前炉頂换热器：实践证明能提高风温40℃左右，从而能提高鉄水温度和热效率，故有人认为值得采用。但也有人认为，前炉頂装换热器会同时吸收鉄水及炉壁的輻射热，影响鉄水温度。并通过試驗和計算說明，只靠废气加热送风只能提高温度15~30℃（回气量10%）。其所以能将空气温度提高更多，是靠吸收鉄水和炉壁的輻射热，因此认为不宜采用。也有人认为前炉頂换热器积灰严重，效果不大，还要增加鼓风設備的能力，因此，在經濟上不合算。

3. 間歇式开渣口操作：认为炉缸散热系数不大，渣口只要間歇打开来加热炉缸，即可达到和經常打开渣口差不多的效果，使鉄水在炉缸中不致降低很多，同时也就减少了热損失。

一般认为废热利用价值与回气量和回气温度有关。至于上述三种方案那一种更合理，尚缺乏可靠論証和全面的經濟分析計算。

经过大家充分討論，对开渣口操作、前炉回气的認識有了进一步明确和提高。认为今后还应作深入研究。在研究和生产中应用时应注意下列几点：

1. 采用开渣口操作、前炉回气时，要考虑保证铁水质量；
2. 加强基本操作，合理选择鼓风制度，采用该“宝”的同时要适当增加鼓风量，以保证满足沿炉身向上的炉气量的同时，又有足够的回气量；
3. 回气量、炉缸深度、过桥尺寸等是采用该“宝”的主要工艺参数，但目前尚缺乏可靠的依据，今后应作深入系统研究；
4. 进一步研究该“宝”对冲天炉熔化铁水质量的影响，如铸铁中含氧量、化学成分变化、铸造性能和机械性能，也是摆在研究工作者面前的任务；
5. 对回气温度和成分变化的情况，还需要补作一些必要的试验。

三、曲线炉膛

曲线炉膛是冲天炉多宝配套中使用得比较有效的措施之一。与一般直筒形炉膛比较，经过各地区代表详细讨论，一致认为能够获得如下的主要效果：

1. 铁水温度提高 20°C 左右；
2. 熔化率稍有提高；
3. 由于燃烧带缩小，减少了底焦消耗量；
4. 减少高温炉气对炉壁冲刷作用，从而使炉衬侵蚀减小；
5. 可以避免或者减少中小型冲天炉的棚料事故；
6. 元素烧损与一般冲天炉比较没有变化。

目前各地区所采用的曲线炉型还不完全一致，不过大体上可以归纳为两种基本型式：一种是倒立酒瓶式，另一种是灯罩式。前一种是从加料口开始一直扩大至熔化带，使预热带增加容积较多。因此，同时预热的炉料亦增多，延长了炉气与炉料热交换过程，有利于炉料充分预热。但这种型式对原有炉的改装带来困难，因为，要扩大加料口以下部分，必须将料口的铁砖全部拆掉，重新修砌炉膛。而后一种灯罩型，可以保持原炉加料口下的铁砖不动（ d_1 ），缩小燃烧带（ d_3 ）和扩大中间部分（ d_2 ）。虽然这种炉型的预热带的容积比前一种小，但它由于上部的缩小，约束了气流，使它流向中心，在炉膛截面上，炉气分布较均匀，同样可以提高预热炉料的效率。至于上述两种炉型哪一种效果最好，目前尚缺乏依据，很难分辨。

对曲线炉膛各部分参数，各地区所采用的经验数据不完全相同，一致选择（参见图1、2）：（1） $d_3 = 0.8 \sim 0.9d_1$ ，因 d_3 收缩多少，一方面需根据原送风强度的大小，另一方面还需考虑到如收缩得过小，炉衬更多侵蚀；（2） $d_2 = 1.2 \sim 1.3d_1$ ，如 d_2 扩大太多，炉径增大，炉料下降时向边缘移动趋势增加，从而使熔化带最低点随着熔化时间的增长而逐渐下移，可能产生风口见铁的不良后果。

燃烧带缩小部分的高度（ H_2 ）应比熔化带低 $200 \sim 300$ 毫米。有的也推荐采用在最上一排风口以上 $200 \sim 300$ 毫米。 H_2 过高，铁料还未完全熔化可能产生棚料，同时也可能降低熔化率；过低对强化燃烧所起作用不大。至于上述参数相互间的最适宜的比例关系，目前仍缺乏可靠依据，有待进一步试验研究。

关于曲线炉膛对强化燃烧的机构原理问题，也是专题讨论中重点项目。各地代表根据已取得的一些试验数据加以理论上的分析，提出了以下各种见解：

1. 提高了燃烧带的送风强度 特别是在冲天炉送风强度不足的情况下，曲线炉膛

縮小燃燒帶，即等於提高送風強度，加強了燃料燃燒過程的進行，從而獲得較高的爐溫。

2. **改善爐中心區燃燒過程** 冲天爐爐膛內阻力很大，一般送風很難滿足爐中心區焦炭充分燃燒的要求，特別是对大型冲天爐而言，這種現象顯得更為突出。由於曲綫爐膛縮小了燃燒帶，在同樣送風條件情況下（風壓、風量、風口參數不變），提供了送風容易達到中心的條件，使爐中心的焦炭能夠得到充分燃燒。

3. **擴大了熔化帶和預熱帶** 一方面使儲料量增多，另一方面高溫爐氣在擴大部分的流速有所降低，延長爐料與爐氣熱交換過程。除此之外，有一些代表還認為燃燒帶的縮小，會增加爐氣上升的流速，避免爐氣沿爐壁上升，使熔化帶以上的區域爐氣分布比較均勻，這樣將有利於爐料的熔化和預熱。在討論過程中，有些代表不同意後一種的看法，他們認為對熔化帶以上區域來說，爐膛截面積增加反而會加劇爐氣的不均勻分布。由於目前對曲綫爐膛內氣體流動的試驗數據不多，最後未獲得一致的看法，有待進一步來論證。

根據上述各種解釋曲綫爐膛效果的理由，代表們又提出新的有關冲天爐的定型問題。這些問題經過討論，仍然未能得到解決。

1. 曲綫爐膛對提高送風強度、強化燃燒有利。那麼在送風強度合適的新設計的冲天爐或原有冲天爐是否應該採用曲綫爐膛。同時在用曲綫爐膛的情況下，送風強度提高到怎樣的程度最為合適，也是值得研究的問題。

2. 曲綫爐膛各部分參數相互間的關係，如各種不同爐徑的冲天爐、燃燒帶、燒化帶和預熱帶的直徑大小高度的比例，風壓、風量對爐型各參數的影響等，應如何選定。前面列舉的有關參數，僅僅是在現有生產實踐的基礎上總結出來的，這些數據尚缺乏足夠的依據。

3. 有些代表認為隨著熔化時間增長，現在採用的曲綫爐膛的凸出部分（燃燒帶）將被逐漸侵蝕不能保持原有理想的爐形，實際上起不到曲綫爐形的作用，必須研究強制冷卻的曲綫爐壁，或者採取其他措施來保證爐形不變。

總之，目前曲綫爐膛曾在很多工廠使用並取得相應的效果；但其作用原理特別是關於合理的爐形和正確的參數，由於缺乏系統和足夠的試驗數據，尚難作出肯定的結論。因此，在肯定生產實踐所取得的效果的同時，對曲綫爐膛的定型問題，或者有關發展方向問題，必須進行探討，以便挖掘其潛在能力。

在討論過程中，代表們着重提出，為了加強冲天爐的熔煉，除對各“寶”進行研究外，必須注意冲天爐的基本操作工藝和儀表的使用、控制等問題。此外，強化冲天爐的目的，首先是提高鐵水質量和降低成本。因此，研究工作應該有全面的經濟觀點，也就是應該把熔化、原材料消耗、冶金過程等問題結合起來考慮，在經濟合理的條件下，達到提高鐵水溫度，保證鐵水質量的目的。

會議着重就上述三方面進行討論，限於時間未能對各地推薦的許多文稿如碱爐、水冷、熱風冲天爐，渦流式強化器等強化冲天爐措施進行逐一討論，因此，會議除整理了討論結果外，還根據各地推薦文稿編印了這本文集，以便引起更廣泛更深入的討論。

多宝冲天炉的試驗与研究

• 一机部机械科学研究院、一机部第一設計院、
一机部第二設計院、南京工学院、山东工学院、
上海市机械工艺研究所。

一、試驗的目的与条件

(1) 試驗的目的

为了鑑定多宝冲天炉的效果，确定各个宝最合理的参数与作用，找出各宝之間的相互关系，并在此基础上試图作出多宝炉的系列設計及制訂出相应的熔化操作工艺規程，以进一步稳定和提高各个宝及其配套使用的效果。上海市第一机电工业局，根据第一机械工业部的指示于1960年底責成上海机械工艺研究所負責，与南京工学院，山东工学院，一机部机械科学研究院，第二設計院，第一設計院等五个单位共同协作組成多宝冲天炉研究小組，着手对多宝冲天炉进行較全面細致的試驗与研究。

我們在1961年3、4月份調查結果，上海地区应用多宝冲天炉是非常普遍的仅以机械工业局所属84个鑄造单位为例，118只化鉄炉，改装成多宝炉的有102只，占86.5%。各宝应用情况以三排小风口、炉胆預热、强化器、二次进风、前炉回气最为普遍，其中使用小风口的炉子有98只，炉胆預热的有86只，强化器有83只，前炉回气有36只，其他前炉預热，炉頂預热，曲綫炉膛，水冷炉壁。外热风等經驗也有使用，但不够广泛（电火花亦曾采用过，但現已不用）。上海地区多宝炉，单独采用一宝的較少，通常都是配套使用。

由于多宝冲天炉，大大地强化了冶炼过程，改善了焦炭的燃烧情况，从而提高了冲天炉的热效率。虽然由于各厂具体情况不同，反映出来的效果不尽一致，但总的效果是肯定的。根据我們調查与实地測定結果，主要的效果表现在下列几个方面：

(一) 鉄水溫度提高了40~50°C，使一般鉄水溫度均能保持1350~1400°C。

(二) 降低了焦炭消耗量，在原有基础上平均节约了35%的焦炭，最高鉄焦比达到15:1。

(三) 提高了生产率25~75%。

(四) 在元素烧損的变化中，虽然缺乏系統可靠的分析数据，但一般反映，当在选定合理工艺参数及进行正常熔化操作的条件下，硅錳烧損仍在一般冲天炉容許烧損范围之內，且脫硫能力較改装前有所增强。

(五) 炉衬侵蝕程度有所改善，据大隆厂反映，在使用强化器风口后，炉衬侵蝕量减少，且較均匀。振声和达丰两厂改装多宝炉后，修炉材料均减少一半以上，也可說明这一点。

(六) 由于鉄水溫度的提高，焦炭消耗量的减少，为鉄水脫硫去气除渣創造了有利的条件，因而可以提高鑄件的质量。

(七) 多宝炉提高了铁水的过热温度, 加强了焦炭的燃烧, 对炉料的适应性较大, 利用土焦土铁也能熔化出合乎要求的铁水, 从而保证生产的正常进行。

(八) 由于炉衬侵蚀减少, 风口可以少搞, 同时加料口炉气温度减低, 因而大大地改善了劳动条件。①

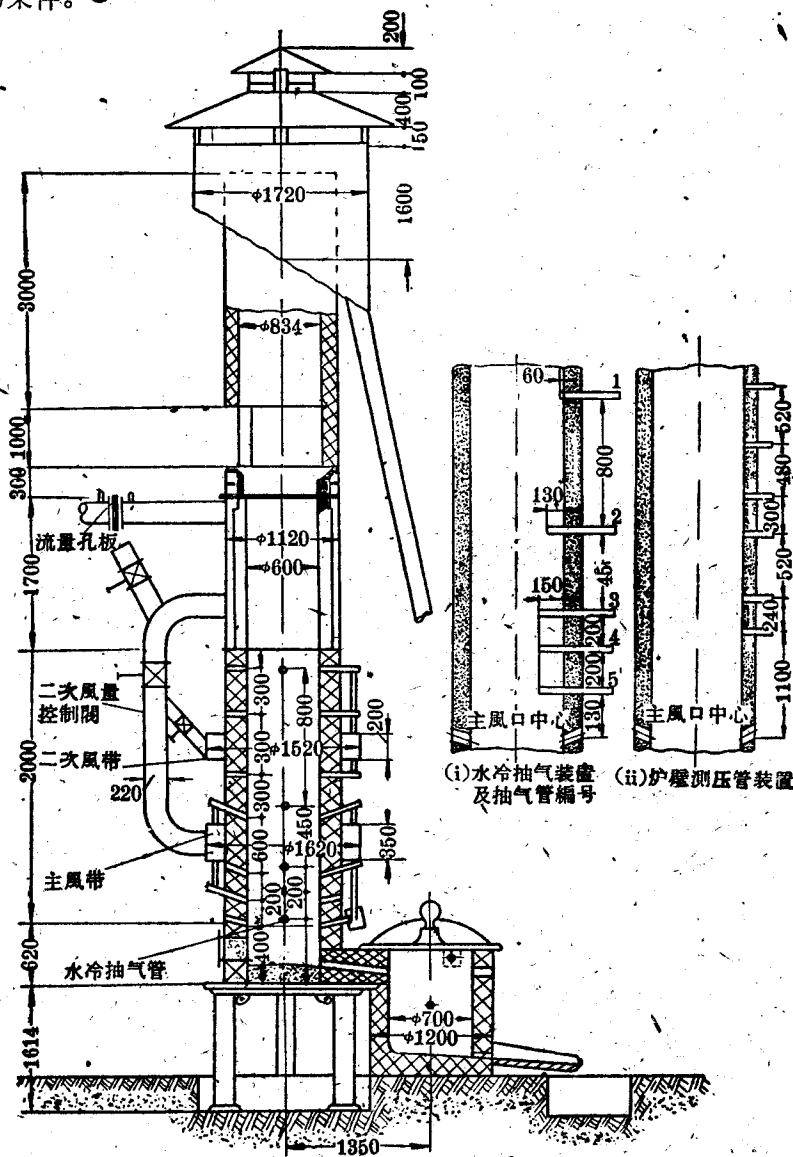


图 1 試驗爐簡圖

由于時間及試驗条件的限制, 我們选择了使用范围较为广泛, 效果较为显著的多排小风口, 預热送风, 曲綫炉膛及机理不明, 爭論較多的前炉回气, 强化器及二次送风等六个宝作为进行試驗研究的对象, 并为多宝冲天炉的设计提供較合适的工艺参数。

(2) 試驗的主要条件

① 关于上海地区多宝炉詳細情况, 研究小組另編写了一份“上海地区多宝冲天炉調查总结”可供参考。

(一) 試驗用炉：为了确保試驗数据的可比性，在进行工艺試驗前，在本所試驗工厂內建立了 $\phi 600$ 試驗炉 1 座(炉型结构见图 1)，大部分試驗均在該炉上进行，部分工艺試驗則在上海拖拉机厂，大隆机器厂，上海鑄造机械厂，上海鍋炉厂，第四紡織机械厂，江南鋼鐵厂等单位交錯进行。各試驗炉分工情况及主要参数分別見表 1 及表 2。

表 1 試驗炉分工表

工 艺 試 驗 名 称	試 驗 用 炉
三排小风口試驗	(1) 本所試驗厂，試驗炉
二次风試驗	(1) 本所試驗厂，試驗炉 (2) 上海拖拉机厂，3号炉 (3) 第四紡織机械厂 (4) 大隆机器厂 (5) 江南鋼鐵厂
前炉回气(放气)試驗	(1) 上海鍋炉厂(回气) (2) 上海拖拉机厂(放气) 3号炉 (3) 本所試驗工厂，試驗炉(放气)
强化器試驗	(1) 大隆机器厂 (2) 本所試驗工厂，試驗炉
热风选型試驗	(1) 本所試驗工厂，試驗炉
曲綫炉膛試驗	(1) 本所試驗工厂，1号炉 (2) 上海鑄造机械厂
多宝配合試驗	本所試驗工厂，試驗炉
冲天炉定型試驗	本所試驗工厂，試驗炉

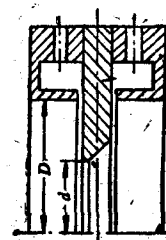


图 2

(二) 炉料：在試驗过程中，各炉所熔制鑄鉄牌号大都在 C415—32、C421—40 的范围内，鑄件变化基本不大，但所使用之焦炭质量波动范围較大，现将使用的焦炭平均成分列于表 3。

(三) 測量仪表及控制：

1. 溫度測量：其中包括鉄水溫度，炉气溫度，炉內溫度，热风炉胆炉壁溫度及热风溫度。由于測溫范围各有差異，故根据需选择不同的溫度計，如表 4 所示。

2. 风量測量：采用流量孔板測定总风管风量及二次风量，在总风管中所測之风量，因包括漏风損失及測量裝置的誤差，不可能代表真实送入炉內之风量，故另外尚用“燃烧焦炭所需实际空气量的方法”进行核算，其方法如下：

孔板裝置及計算：

所有試驗用炉孔板裝置采用下述尺寸比例：

$$d = (0.6 \sim 0.8) D$$

式中 D ——风管直径；

d ——孔板孔眼直径。

风量計算中考虑了在风管中流动气体的实际状态与标准状态的差別，給予下述修正：

$$Q = 60 \times \alpha \times \frac{x}{4} d^2 \sqrt{\frac{2g\Delta h}{(V_0 + f) \left(1 + \frac{f}{0.804}\right)}} \times \sqrt{\frac{p}{760}} \times \sqrt{\frac{273}{T}} \text{ 标米}^3/\text{分}$$

表 3

試驗炉名称	經常熔化鉄級	焦炭平均成份 %				
		固定碳	水份	灰份	揮发物	硫份
鑄造所試驗炉	15—32, 21—40 18—36,	70.0	2.75	24.4	2.64	0.755
鑄造所 1号炉	同 上	72.0		23	1.0	
上海拖拉机厂	同 上	73.37	3.01	23.70	0.32	0.84
上海第四紡織机械厂	同 上	70.8	1.77	25.33	1.80	0.69
大陸机器厂	15—32, 21—40 18—36, 28—48	72.37	2.40	15.76	6.06	1.38
江南鉄鉄厂	普通鑄鉄					
上海鍋炉厂	球墨鑄鉄	80.6	2.66	14.66	2.52	1.17
上海鑄造机械厂	普通鑄鉄	72.5		23.5		0.95

表 4

測量内容	溫度計名称	备 注
鉄水溫度	1. pH光学高溫計 2. 浸入式鉑鉑-鉑熱電偶附303型電位差計	未經溫度修正, 除拖拉机及大陸机器厂用該厂自己高溫計測外, 其余皆用此高溫計
加料口炉气溫度	鉄康銅熱電偶附303型電位差計	鉄康銅電偶系自制并經与鉑-鉑熱電偶校正
熱風炉胆炉壁溫度	同 上	
炉内溫度	鉑-鉑熱電偶附303型電位差計	
熱風溫度	300°C 水銀溫度計	

式中 α —— 流量系数;

V_0 —— 空气比重 = 1.29 公斤/标米³;

f —— 空气中含水量 (公斤/米³);

$\left(\frac{d}{D}\right)^2$	α	$\left(\frac{d}{D}\right)^2$	α
0.30	0.636	0.50	0.695
0.35	0.645	0.55	0.716
0.40	0.660	0.60	0.740
0.45	0.676	0.65	0.768

T : 实际空气溫度 = $273^\circ + t^\circ\text{C}$ 。

P : 管道内空气絕對压力 (毫米汞柱)。

Δh : “U” 形管压差, (毫米水柱)。

总送风量的核算:

根据每一公斤焦炭全部烧成 CO 时需要 4.45 米³ 空气可計算燃烧一公斤焦炭实际所需要空气量 Q_1 (米³)

$$Q_1 = 4.45(1 + \eta_r) \times f / 100 \text{ 米}^3$$

$\eta_r = \frac{\text{CO}_2}{\text{CO} + \text{CO}_2}$: 由加料口炉气分析所得之焦炭燃烧率。

f —— 焦炭固定碳含量的百分数。