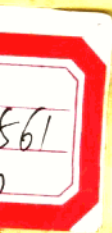


張 業 源 編 著

# 小高炉简易热工測量

冶金工业出版社



# 小高爐簡易熱工測量

張世源 編著

編圖：歐陽惠麟 設計：潘 尹 朱曉青 校對：毛聯安

— \* —

冶金工業出版社出版（北京市東直門外45號）

北京市書刊出版業營業許可證出字第093號

北京市通州區印刷廠印 新華書店發行

— \* —

1959年3月第一版

1959年4月北京第二次印刷

印張5.000張（總字數6,000字）

787×1092·1/32·25,000字·印圖1

— \* —

統一書號15062·1501 定價0.11元

## 前 言

自从党中央提出全民办钢铁以来，全国各地先后建立了大批小高炉，目前这些小高炉正在进行技术改革，正在逐步设置必要的热工测量仪表，他们的工作中是十分需要关于热工测量方面的通俗知识的。

根据因陋就简的原则，作者愿意介绍一点关于小高炉的简易热工测量，作为一个通俗的资料以供参考，内容力求通俗易懂，对于一些对测量影响不大的因素，尽量简化，甚至不予考虑。

由于水平所限，错误在所难免，希望多加指正。

## 目 录

|                    |    |
|--------------------|----|
| I、冷风压力和热风压力测量..... | 1  |
| II、爐頂煤气压力测量.....   | 4  |
| III、冷却水压力测量.....   | 5  |
| IV、热风溫度测量.....     | 5  |
| V、爐頂煤气溫度测量.....    | 12 |
| VI、热风爐爐頂溫度测量.....  | 13 |
| VII、冷却水溫度测量.....   | 13 |
| VIII、风量测量.....     | 14 |

炼铁生产的特点之一是内部变化过程不能直接看到，必須通过各种仪表对生产过程进行观察，而小高爐对于条件变化的敏感程度大于大高爐，因此需要設置必要的仪表，使操作人员清楚的掌握爐况，及时采取措施，才能保証高爐的順行。

小高爐可以設置以下热工測量項目：冷风压力、热风压力、爐頂煤气压力、冷却水压力、热风溫度、爐頂煤气溫度、热风爐爐頂溫度，冷却水溫度以及冷风流量。

## I、冷风压力和热风压力測量

鼓风机正常工作是保証高爐順行的重要因素之一，不少地方的动力条件不够好，风压不够稳定，如果没有风压測量装置，将增加冶炼工作的困难，尤其是当鼓风机由于某种原因停止工作时，煤气进入冷风主管可能引起爆炸事故。当鼓风机不工作、风压降至零点时，应及时将窥視孔的盖打开，以免煤气倒流进入冷风主管引起爆炸。根据风压的大小可以判定爐內料柱的通风度，料柱通风正常时，风压是經常保持一定的正常范围的，通风恶化时，或是悬料时，风压升高。看来风压測量对于检查鼓风机工作是否正常和管道損失情

况，以及对生产操作起着重要的作用，分别测量冷风和热风压力可以观察热风爐的工作情况。下面着重介绍用水銀柱压力表的方法，也有人将这种表叫做 U 型压力計。如果有条件采用记录式压力表可参考下列介绍的规格和型号訂貨。

### 一、測量系統：

因为測量的是靜压力，故取压地点应与流束垂直，在管道上升一个小孔，其直径为14公厘左右，焊上 $\frac{1}{8}$ "黑鉄管，用导压管接至压力表的一端即可，导压管最好有 1 : 10 的坡度，以使积水不能存在导压管里，保証正常測量。

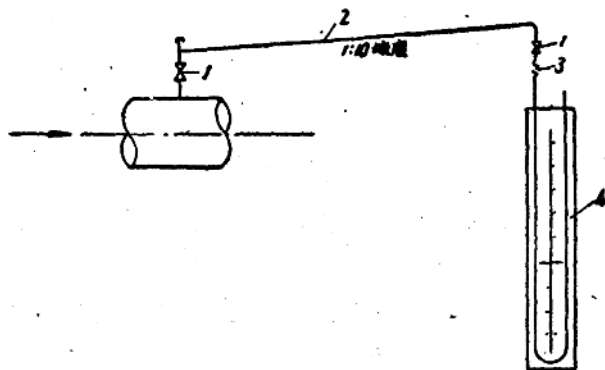


图 1 风压測量系統图

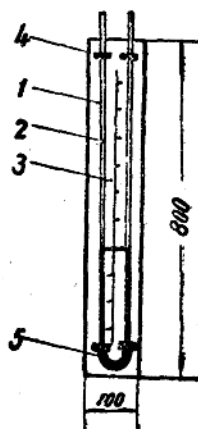
1—閘板閥門（規格为 $\frac{1}{8}$ "）；2—导压管（黑鉄管，規格为 $\frac{1}{8}$ "，如果没有黑鉄管，用橡胶管亦可，其內径为8公厘）；3—橡胶管（內径为8公厘）；4—压力計（水銀柱压力表或叫做 U 型压力計）

### 二、U 型压力計的制作：

用U型压力計測量風壓是一種既省錢又可靠的方法，做好后裝入水銀并使水銀面與零位重合，为了不使水銀蒸发，在水銀面上加入几滴水。制作尺寸如图2。

图2 U型压力計制作图

1—木板（高800公厘，宽100公厘，厚20公厘）；2—玻璃管（内径5公厘，厚2公厘，长800公厘）；3—刻度紙（可以利用坐标紙，並写上公厘数，最終在下部的1/4处标零位）；4—固定片（薄铁片）；5—橡胶管（直径要根据玻璃管来选择，並将其套在玻璃管上）



三、如果有条件購買記錄式压力計，可根据以下名称及规格提出訂貨。

名称：气囊式自动記錄压力計

规格：0.2, 0.5, 0.8, 1.0, 1.6……单位公斤/公分<sup>2</sup>

电源：220伏，127伏，110伏

型号：MC—610（电动記錄），MC—410（鐘表記錄）

訂貨举例：气囊式自动記錄压力計，刻度 0—0.5公斤/公分<sup>2</sup>，电源：220伏，型号：MC—610。

## II、爐頂煤氣壓力測量

根據爐頂煤氣壓力的大小，可以判定爐內料柱的通風度，料柱通風正常時，爐頂煤氣壓力是經常保持在一定的正常範圍的。通風惡化時或者懸料時，爐頂煤氣壓力降低；當壓力降低到一定程度時，除塵器可能回火爆炸，這種爆炸事故在某些地方經常發生。高爐順行與否，從爐頂煤氣壓力可以比較靈敏地反應出來。

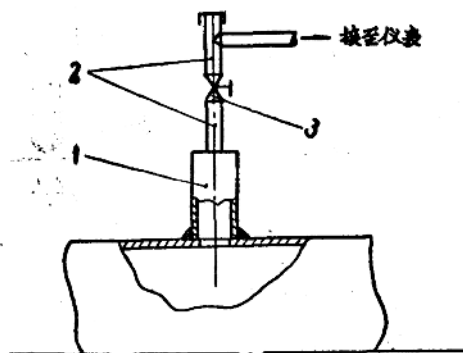


圖 3 爐頂煤氣壓力取出口

1—2"黑鐵管；2—3/4"黑鐵管；3—3/4"閘板閥門

測量爐頂煤氣壓力也是採用U型壓力計，但玻璃管內裝的不是水銀而是水，為了醒目還可以滴入幾滴紅鋼筆水。如果當地水可能凍結，應裝變壓器油或其他粘度小的油類或別的液體，但必須根據所用液體的比重換算成水柱高度。

為了測量真實的爐頂煤氣壓力，取壓地點應選擇在上升

管附近，并且要在放散管前面，以便不因放散而影响测量的真实性。根据某些小高爐使用情况看来，取压口經常被灰尘堵塞，致使仪表不能正常测量，必須到爐頂进行通扫，既不方便又很危险。因此取压口应用較粗的管子制作（如图3）。

由于爐况变化，有时煤气压力波动很大，在某些特殊情况下，压力計內所充之液体会被压到外面，这时必須重新装入。

### III、冷却水压力測量

冷却水对于保护风口不被烧坏有着极其重要的作用，冷却水停止几分鐘都是不能允許的。查检冷却情况好坏是根据进出口水的溫度，但检查冷却水是否正常是根据水的压力。

冷却水压力用弹簧压力表測量，压力表刻度范围的选择原则是：使指針經常指示在全刻度的 $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ 处，例如水压是5公斤/公分<sup>2</sup>，則刻度范围应选择0—8公斤/公分<sup>2</sup>的。安装情况如图4，如果可能冻结的話应采用保温措施。

### IV、热风溫度測量

采用热风炼鉄不但能使高爐順行，而且可以降低焦比，节省燃料，并改善生鉄質量。風溫越高，焦比就可以降得越低。热风溫度的高低随着热风爐型式和条件的不同而不同。

但要尽量使其提高，一般应达到 $550\sim 600^{\circ}\text{C}$ 。利用变化风温的方法促使高爐順行，是掌握高爐的手段之一，應該注意小高爐对于操作的敏感性，留适当的后备热，热风溫度不能用到最高，以免当爐况发生驟然变化时，无法采取措施，致造成操作事故，或使小事故变为大事故。

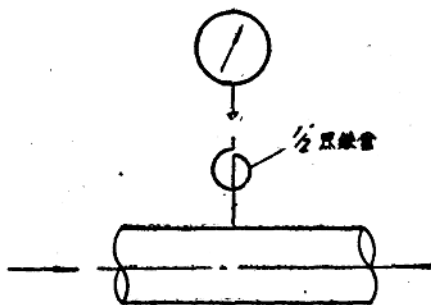


图 4 弹簧压力表安装图

#### 一、风温高于 $500^{\circ}\text{C}$ 时：

由于高于 $500^{\circ}\text{C}$ 的水銀溫度計制作困难，很难买到，因此必須采用热电偶高溫計进行測量，热电偶安装在环风管前面的热风管道上，高溫計可以装設在操作室内，以供操作人员观看，高溫計有指示的和记录的，可根据不同要求和条件选用指示的或记录的，在小高爐生产中采用指示高溫計就可以滿足生产要求了。

#### 1. 測量系統（如图 5）：

感溫元件可采用鎳鉻——鎳鉍热电偶，它最高可以測到 $1100^{\circ}\text{C}$ 。将热电偶插入热风管道中，其插入深度的选择是要

使热电偶端头插到流束中心、与热电偶配合工作的是一个与该种热电偶相配的高温计，其刻度可根据情况选择 $0-600^{\circ}\text{C}$ 、 $0-800^{\circ}\text{C}$ 、 $0-1100^{\circ}\text{C}$ 。用双芯补偿导线将热电偶与高温计的正与正、负与负分别连接，在高温计附近的端子上装一个绕线电阻，调整这个电阻使线路电阻值达到高温计刻度板上规定的数值。

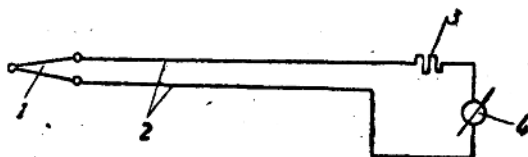


图 5 热电偶高温计测量系统图

1—热电偶；2—补偿导线；3—绕线电阻；4—高温计

如果买不到补偿导线，可用普通的橡胶绝缘导线代替，但必须将高温计指示之数值加上热电偶接线端（或冷端）温度方为真正的热风温度。例如高温计指示为 $550^{\circ}\text{C}$ ，热电偶接线端处温度为 $50^{\circ}\text{C}$ 则热风温度为 $550^{\circ}\text{C} + 50^{\circ}\text{C} = 600^{\circ}\text{C}$ 。或者将高温计的指针用零位调整器调到热电偶冷端处的温度值，然后再接通导线，则高温计指示的温度值即为热风温度，不必再加上热电偶冷端温度。

为了使导线不致损坏，应将其穿在铁管中加以保护。

2. 热电偶的安装位置应该选择为迎着流束的地方，如图6，这样才能保证测量的正确和灵敏，如果不可能迎着流束安装，要与管道成一倾角，如图7，安装部件如图8。

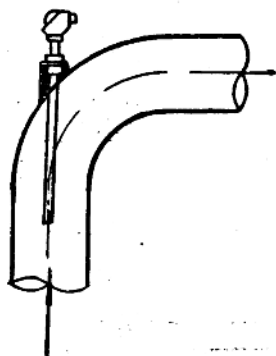


图 6 安装图

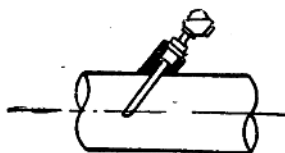


图 7 安装图

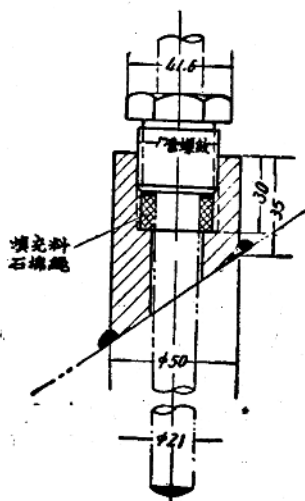


图 8 部件图

### 3. 訂貨单举例:

(1) 镍铬——镍铝热电偶, 长度 500 公厘, 插入深度为可调节的, 耐热钢作保护管, 型号 TX—X III, 数量 1 支。

(2) 补偿导线, 供镍铬——镍铝热电偶用, 芯线截面为 2.5 公厘<sup>2</sup>, 型号 КПО—2×2.5M 数量 20 公尺。

(3) 毫伏指温计, 分度 XA, 刻度 0—800°C, 型号 МПБ—46, 数量 1 台。

注: 如果选用记录式高温计, 第三项为: 自动记录毫伏计, 分度 XA, 刻度 0—800°C, 电源: 220 伏, 型号 СГ—1V, 数量 1 台。

### 二、风温低于 500°C 时

风温低于 500°C 时, 可以用水银温度计, 也可以采用热电偶高温计。

#### 1. 热电偶高温计的选用:

测量系统与高于 500°C 的测量系统相同, 但热电偶为铬铜的, 这种热电偶最高可以测量到 600°C, 訂貨单举例如下:

(1) 铬合金——铜合金热电偶, 长度 500 公厘, 插入深度为可调节的, 耐热钢作保护管。型号 TXK—X III。数量 1 支。

(2) 补偿导线, 供铬合金——铜合金热电偶用, 芯线截面 2.5 公厘<sup>2</sup>, 型号 КПО—2×2.5XK, 数量 20 公尺。

(3) 毫伏指温计, 分度 XK, 刻度 0—600°C, 型号 МПБ—46, 数量 1 台。

#### 2. 水银温度计的选用:

这是一种最简单和最省钱的温度计, 它的缺点是不能把示数传到远方, 只能在被测地点观看。刻度 0—500°C, 尾部

的长度应该能使水銀泡正好插到管道中心处，最好購買有保护套的水銀溫度計。

溫度計要安装在既安全又能看到的地方，最好使溫度計迎着流束安装，如图9，条件不允許时可傾斜安装，如图10，或直立安装，如图11，但不得臥倒安装。

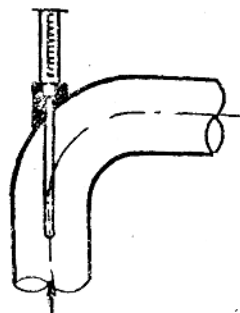


图 9 安装图

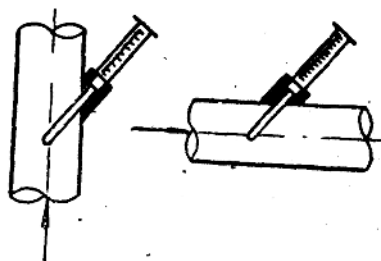


图 10 安装图

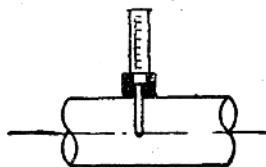


图 11 安装图

如果溫度計本身不带保护套，則必須按照图12作一个套管方能进行测量，套管內装些銅屑以减少测量滞后，上面以石棉繩密封以消除外界影响。

温度与毫伏对照表 (镍铬——镍铝)

| 温 度℃ | 毫 伏  | 温 度℃ | 毫 伏   | 温 度℃ | 毫 伏   |
|------|------|------|-------|------|-------|
| 0    | 0    | 210  | 8.53  | 410  | 16.83 |
| 10   | 0.40 | 220  | 8.93  | 420  | 17.25 |
| 20   | 0.60 | 230  | 9.24  | 430  | 17.67 |
| 30   | 1.00 | 240  | 9.74  | 440  | 18.09 |
| 40   | 1.61 | 250  | 10.15 | 450  | 18.51 |
| 50   | 2.02 | 260  | 10.56 | 460  | 18.94 |
| 60   | 2.43 | 270  | 10.97 | 470  | 19.37 |
| 70   | 2.85 | 280  | 11.33 | 480  | 19.79 |
| 80   | 3.26 | 290  | 11.80 | 490  | 20.22 |
| 90   | 3.68 | 300  | 12.21 | 500  | 20.65 |
| 100  | 4.10 | 310  | 12.62 | 510  | 21.03 |
| 110  | 4.51 | 320  | 13.04 | 520  | 21.50 |
| 120  | 4.92 | 330  | 13.45 | 530  | 21.93 |
| 130  | 5.33 | 340  | 13.87 | 540  | 22.35 |
| 140  | 5.73 | 350  | 14.29 | 550  | 22.78 |
| 150  | 6.13 | 360  | 14.72 | 560  | 23.21 |
| 160  | 6.53 | 370  | 15.14 | 570  | 23.63 |
| 170  | 6.93 | 380  | 15.56 | 580  | 24.06 |
| 180  | 7.33 | 390  | 15.93 | 590  | 24.49 |
| 190  | 7.73 | 400  | 16.40 | 600  | 24.91 |

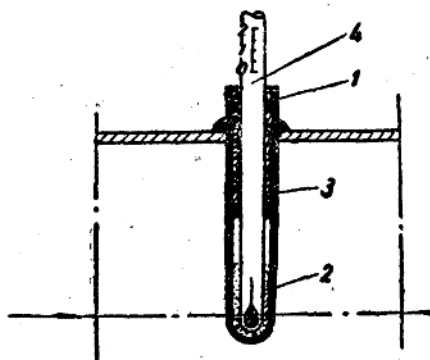


图 12 部件图

1—金属套管 (直径比温度计直径稍大即可); 2—铜层; 3—石  
棉层; 4—热电偶温度计

三、如果买不到高温计，可以利用普通的毫伏计进行测量，其测量范围应选择为0—100毫伏，刻度可不必改为温度刻度，利用下列“温度与毫伏对照表”进行对照即可。

温度与毫伏对照表（鉻合金——銅合金）

| 温 度℃ | 毫 伏   | 温 度℃ | 毫 伏   | 温 度℃ | 毫 伏   |
|------|-------|------|-------|------|-------|
| 0    | 0     |      |       |      |       |
| 10   | 0.65  | 210  | 15.48 | 410  | 32.35 |
| 20   | 1.31  | 220  | 16.30 | 420  | 33.22 |
| 30   | 1.93  | 230  | 17.12 | 430  | 34.03 |
| 40   | 2.66  | 240  | 17.95 | 440  | 34.95 |
| 50   | 3.35  | 250  | 18.77 | 450  | 35.82 |
| 60   | 4.05  | 260  | 19.60 | 460  | 36.68 |
| 70   | 4.76  | 270  | 20.43 | 470  | 37.55 |
| 80   | 5.48  | 280  | 21.25 | 480  | 38.42 |
| 90   | 6.21  | 290  | 22.08 | 490  | 39.29 |
| 100  | 6.95  | 300  | 22.91 | 500  | 40.16 |
| 110  | 7.69  | 310  | 23.75 | 510  | 41.03 |
| 120  | 8.43  | 320  | 24.60 | 520  | 41.91 |
| 130  | 9.18  | 330  | 25.45 | 530  | 42.79 |
| 140  | 9.93  | 340  | 26.31 | 540  | 43.68 |
| 150  | 10.69 | 350  | 27.16 | 550  | 44.56 |
| 160  | 11.46 | 360  | 28.02 | 560  | 45.45 |
| 170  | 12.24 | 370  | 28.89 | 570  | 46.34 |
| 180  | 13.03 | 380  | 29.76 | 580  | 47.23 |
| 190  | 13.84 | 390  | 30.62 | 590  | 48.12 |
| 200  | 14.66 | 400  | 31.49 | 600  | 49.02 |

## V、爐頂煤氣溫度測量

爐頂煤氣溫度是高爐操作人員對生產過程進行觀察的重要參數之一，根據爐頂煤氣溫度可以判斷爐內焦炭負荷的輕重。

當小高爐常見事故之一——爐冷事故出現時，一開始就會反應在爐頂煤氣溫度的降低上，如果操作人員能夠注意此

种情况，并及时采取措施，将能够避免发生爐冷事故。

爐頂煤氣溫度測量系統與熱風溫度測量系統相同。如果熱電偶的型號與熱風溫度熱電偶相同，可以共用一台高溫計，用一個多點切換開關切換指示任一溫度。

## VI、熱風爐爐頂溫度測量

測量熱風爐爐頂溫度的目的，就是使操作人員明了熱風爐燃燒情況，以免爐頂溫度過高，將爐頂燒壞。

測量熱風爐爐頂溫度也是用熱電偶高溫計，因為溫度可能高到 $1000^{\circ}\text{C}$ ，熱電偶要選用鎳鉻——鎳鉻的。如果高爐的所有熱電偶都選用同一種型號，則可以共用一台高溫計，這是一個很經濟的作法。切換開關的型號為PMT，並有4點、6點、12點之分。可根據需要選擇任一種。

## VII、冷卻水溫度測量

根據冷卻水出口溫度，可以判斷風口冷卻情況的好壞，可以找出最合理的冷卻水量。因為冷卻水過多時，將帶走大量熱量，增加高爐的熱損失；如果冷卻水量不足，則風口由於溫度過高將被燒壞，造成風口漏水，不但對爐缸溫度有極大影響，同時還很容易引起爆炸事故，以致被迫停爐。因此冷卻水溫度測量是一個重要的測量項目。

採用水銀溫度計測量冷卻水溫度，刻度範圍可選擇