

高炉简易測量仪表的 制造和使用

蔣曉隆
宋長恆

毛仁昌
周倍倩

編著

冶金工业出版社

高爐簡易測量儀表 的制造和使用

國家計量局

蔣曉隆 毛仁昌 編
宋長恒 周倍倩

冶金工業出版社

如何更好地掌握爐內情況，是目前土高爐提高冶煉技術中的一個重要問題。

為土、小高爐裝上簡易的測量儀表——風量計、風壓計、風溫計和土光學高溫計後，爐前工就能掌握爐內情況，大大提高了冶煉技術。

本書所介紹的土、小高爐簡易測量儀表是從實踐中選出的較好的型式，製造簡單，就地取材。國家計量局已在常州現場會議上決定推廣。

本書是各地煉鐵工作者不可缺少的資料。

國家計量局

高爐簡易測量儀表的製造和使用

蔣曉隆 王仁昌 編
宋長恒 周信衡

編輯：歐陽惠霖 設計：魯芝芳 朱毅英 校對：劉霞芸

1959年3月第一版

1959年3月北京第一次印刷 9,500 冊

850×1168·1/32·51,000 字·印張 $2\frac{2}{3}$ ·定價 0.29 元

中央民族印刷廠印

新華書店發行

書號1411

冶金工業出版社出版（地址：北京市燈市口甲45號）

北京市書刊出版業營業許可証出字第093號

前 言

这本小册子的内容，是介绍国家计量局华东工作组、江苏省计量管理所、上海市计量管理处和常州市计量检定所组成的联合工作组在常武铁钢三厂一立方米横林式土高爐上試装简单土仪表来掌握爐内情况的經驗。

在土高爐上試装简单土仪表的試驗成功，对保証土高爐的正常出鉄起着很重要的作用。通过仪表上风量、风压、风温的变化，可以反映出爐子里的内病以及送风系統毛病；同时使工人对爐内的变化情况做到心中有数。操作工人只要經常地看看仪表上的变化，就能够及早发现問題，对症下药，主动采取措施，延长土爐寿命，保証土爐的正常生产。而且还可以降低煤耗，使操作工人能主动的控制爐子，摆脱被动的局面；不致于一旦发现问题，已是毛病沉重，不可救药而被迫停爐。

稍大一些的高爐安装这种土仪表，也同样可以反映爐况，指导生产。

根据土、小高爐的生产情况，为了便于广大的鋼鉄战士能够迅速地掌握这套仪表的使用方法，我們采取了多用图表和用文字說明相結合的方法編写。

这些初步的經驗，还不够完整，需要进一步通过实践再提高，希讀者随时指正。

目 录

一、风量、风压、风温、对土爐炼鉄的重要性	1
二、簡便的土高爐仪表	1
(一) 玻璃 U 型管	2
(二) 毕托管	2
1. 玻璃毕托管	2
2. 陶瓷毕托管	3
3. 竹笔杆毕托管	3
(三) 玻璃棒式水銀溫度計	5
(四) 照像胶片光天高溫計	5
三、土仪表在土高爐上的測量部位的选择、安装和维护	8
(一) 測量部位	8
(二) 土仪表的安装	8
(三) 土仪表的维护	10
四、土仪表的使用方法	10
(一) U 型 管 和 毕 托 管 的 使 用	10
1. 风量計的讀数与計算	11
2. 风压計的讀数	12
(二) 水銀溫度計的使用	12
(三) 照像胶片光天高溫計的使用	12
五、怎样通过仪表掌握情况	13
六、风量計算公式推导	14
(一) 流量速度公式	14
(二) 流量公式	16
(三) 橫林式 1 立方米土高爐风量計算公式	18
七、不同管道直径 (80~250 毫米) 的压差和风量的換算表	18
(一) 压差和风量換算表的說明	18
(二) 溫度、压力修正系数的說明	19

一、风量、风压、风温

对土爐炼鉄的重要性

影响土爐正常出鉄的原因很多：如爐料、操作技术等等都会影响土爐正常出鉄。土爐最容易犯的毛病是爐溫低、鉄渣不分、出渣不出鉄。根据在常州的試驗結果来看，风量不正常是造成不能正常出鉄的一个主要原因。从风量計、风压計、溫度計这三个仪表，反映爐况的关系来看，风量是主体。一切爐內情况的变化，都很灵敏的反映在风量的变化上；风压和风溫則是伴随着风量的变化提供輔助材料。

风量过小，爐料得不到充份的燃烧，爐溫就会逐渐降低；风量过大，氧化鉄就得不到充分的还原。在正常的情况下，风量大，风压也高；风量大，风溫也高。因此，相对爐溫也高。

土高爐到底需要多少风量才能正常出鉄呢？很难规定一个准确的数字作为标准。土爐不同于洋爐，受外界影响較多；如深夜气候凉时对爐溫也有影响。各种不同的爐子需要的风量也就不同，所以需要测风量。有了仪表，就可以把土爐正常出鉄时的风量、风压、风溫、鉄水溫度的数据記下来，作为这个爐子的实际需要量。再根据这个数量来控制生产。通过仪表测风量不但可以反映爐况的变化，而且还可以反映出鼓风机系統毛病，以及鑑定鼓风机的有效能力。

二、簡便的土高爐仪表

9月在上海召开的全国計量工作會議，提出了計量要以“工业为主”，首先为鋼鉄元帅服务的方針；以及苦战三个月为鋼鉄元帅戴上“望远鏡”的战斗口号以后。仅在一个多月的時間內，各地創造性地試制成功了84种土高爐仪表。这里只介紹其中的几

种能够就地取材、容易制造、使用方便的土仪表。

(一) 玻璃 U 型管

它是用一根玻璃管，弯成“U”字形状（如图 1）做成的，所以叫做 U 型管。或者用二根直玻璃管并立在一起，下端用橡皮管接通（如图 2）。U 型管可用来测风量，也可用来测风压。

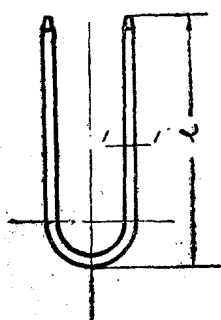


图 1 U 形管
管长 1 视需要而定
单位：毫米

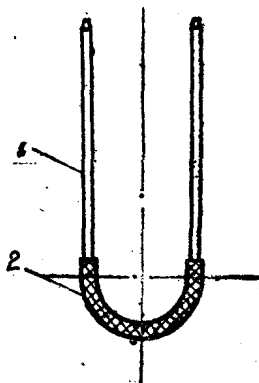
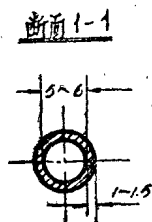


图 2 用橡皮管连接的 U 形管
1—直玻璃管，内径 5—6，壁厚 1—1.5；
2—连接的橡皮管
单位：毫米

U 型管的长短，要根据风量、风压的大小来定。用在土高爐上风量计的 U 型管，一般 300 毫米长就够用了。太长了既浪费玻璃，使用也不方便。风压计的 U 型管，如管内注水就要长一些（1 立方米高爐約 600 毫米长，2 立方米約 1400 毫米长，3 立方米約 1600 毫米长……），但根据实际风压的大小来定更合适些。如管内注水银，有 400 毫米长就够用了。

刻度上的“零点”定在标尺的中间，读数较为方便。标尺用座标纸或刻腊纸油印，用浆糊或图钉固定在木板上。U 型管也固定在木板上，以免损坏。

(二) 毕托管

1. 玻璃毕托管

是二根内径2毫米、外径8毫米的玻璃管，一根是全压管，一根是静压管。全压管的一端弯成 90° ，弯角处半径要稍为大些，以免内孔变形，弯头部份长度为30~40毫米，末端要做成圆球形状（内孔2毫米），头部未做成圆球形的系数为0.67，如做成圆球形，则精度可以提高，测定的结果要更准确些。静压管就是一根直玻璃管。玻璃毕托管的构造如图3所示。玻璃毕托管的优点是：

- (1) 玻璃不易导热，不大会烧坏橡皮管；
- (2) 制造工艺简单，一小时约可做20多个；
- (3) 材料来源比较广，而且很便宜；
- (4) 玻璃不生锈，内孔光滑，精度较好。

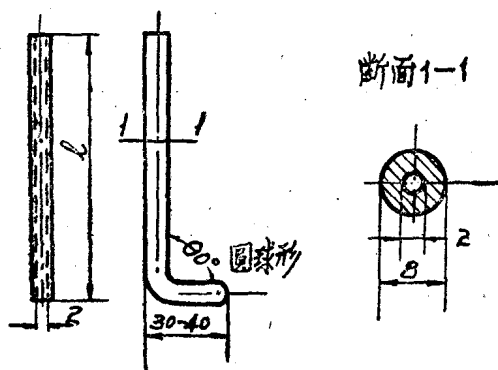


图3 玻璃毕托管

图中 $l = \text{所测管道半径} + 50 \sim 80$

单位：毫米

玻璃的种类很多，各种玻璃的耐温程度也不一样。根据不同风温的要求，可以选择不同程度的耐温玻璃来制造毕托管。据了解几种玻璃的间接耐温（不是直接接触到火）情况是：

- (1) 普通玻璃间接耐温约 300°C ；
- (2) 中性玻璃间接耐温约 400°C ；
- (3) 半硬质玻璃间接耐温约 500°C ；
- (4) 纯硬质玻璃间接耐温约 700°C 。

2. 陶瓷毕托管

陶瓷的最大特点是能耐高温, 约达 1000°C 左右。配石英19%、长石42%、陶土39%制成的毕托管, 可耐温 $600\sim 700^{\circ}\text{C}$ 。如需耐更高的温度, 可以适当增加石英的比例, 减少长石的成份, 最高能耐 1400°C 。制造简单, 而且可以大批生产。只要内孔做得光滑一些, 90° 弯角一端头部做成圆球形, 使用的结果很好, 不大会影响精度。陶瓷毕托管不但适用于小土炉, 而且也适用于比较大一些的高炉。其内径为3毫米, 外径为9毫米和标准的毕托管比较所得的系数为1.14 (如图4)。

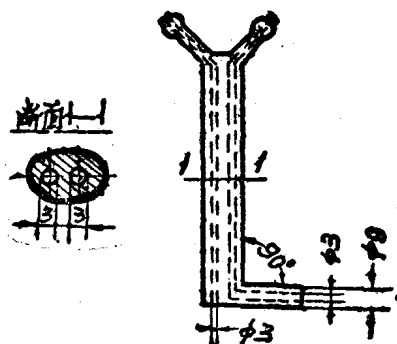


图4 陶瓷毕托管

壁上倒角表面需光滑

单位: 毫米

3. 竹笔杆毕托管

竹制笔托管可以用来测定冷风。制造非常简单, 只需二根竹管或笔杆。最好是用制毛笔的竹子, 内孔比较小, 竹壁比较厚, 并且很坚固。每个竹管的一端留一个竹节, 在竹节的上面用2毫米的锋利钻头鑽一个孔。孔要鑽得规矩, 鑽成锥形孔更好些。如头部鑽孔内径为2毫米, 外径9毫米 (竹杆本身的内径不要太大, 约 $3\sim 5$ 毫米合适), 系数为1.02, 使用起来也很灵敏 (如图5)。

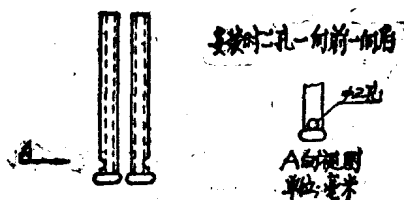


图 5 测冷风笔杆毕托管

(三) 玻璃棒式水银温度计

测量风温的仪表也有多种，土高爐上用水銀溫度計比較好。使用簡單方便，又可直接讀數。医药公司及玻璃仪器商店都可买到。測量范围的大小，可根据热风温度的情况进行選購(如图 6)。



图 6 水銀溫度計

(四) 照像胶片光灭高温計

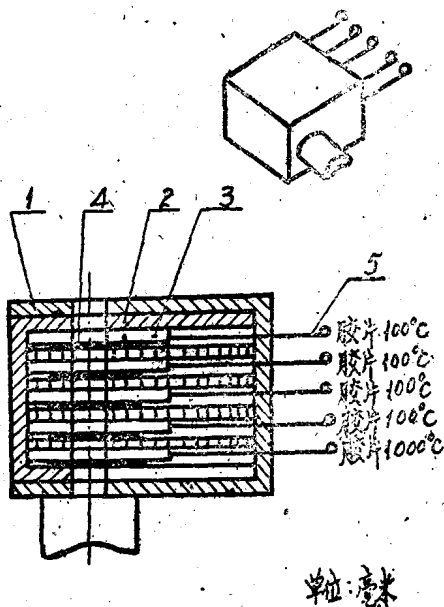
这种光学高温計的外形是一个硬紙盒子，盒子的两端各有一孔，一端用来对准鉄水，一端用作目鏡。盒中有几片深色透光片（光灭片），片上装有鉄絲，可以用鉄絲把光灭片左右拉动。

每片光灭片能通过的光綫皆对应于一定的溫度，所以把高温計对准鉄水，把光灭片一片一片地加上，直到发光物刚好看不到为止，将光灭片的对应溫度加起来便是所測的溫度。

因为各种深色的玻璃片不易找到，所以便用照像胶片代替。把胶片在不同的光度下曝光，冲出来的黑色底片便可应用。

这种高温計取材容易、制造簡單，不用金屬，不需电源，穩定可靠。用 36° 照像胶片，4.5 光圈，10 分之 1 秒時間，对着天空照（晴天、无云、不对着太阳）。照完后，請照像館冲洗出来，片子是 1000°C。由于各人的照像技术不同，晴天也沒有标

准，冲洗时间也有不同，有的够 1000°C ，有的不够 1000°C ，如有洋光学高温计，可以用来比较定度。还可以照些度数小一点的片子（即感光少一些），冲洗出来会成为 100°C 、 200°C 、 500°C ……。用二片或三片合起来定为 1000°C 。 1000°C 的可作为基片，再加上4片，每片为 100°C 的付片，就可装成 1400°C 的土高温计了。晚上也可做光灭片，在墙上贴一张白纸，离白纸1米处，用200瓦的灯泡作照明，照像机对着白纸（距离约0.7米）用不同的光圈和感光时间，可得不同度数的片子。若光圈4.5、时



号	名 称	规 格	材 料	备 注
1	底 盒		硬 纸	
2	配 盒		硬 纸	
3	拉 片		硬 纸	
4	光 灭 片	28×20	胶 底 片	钉在拉片3
5	拉 丝	长90, $\phi 1$	硬 铁 丝	紧在拉片3

图 7 光灭式高温计装配图

間1秒，可照出每片为 500°C 。 100°C 的片子可利用漏过光的废底片来做，如用废的飞机照像底片（3X），也就是走过光的废底片（要求沒有经过任何药水洗过的），不通过显影就直接用定影药定影。用醋酸漂洗后再用清水漂洗，通过酒精加以凉干，剪成三小片合在一起是 100°C 。这些方法照像馆都会，只要说明了，一定会做得更好。有了片子以后，再配上一个硬纸壳子就成土高温计了（如图7，8，9，10）。

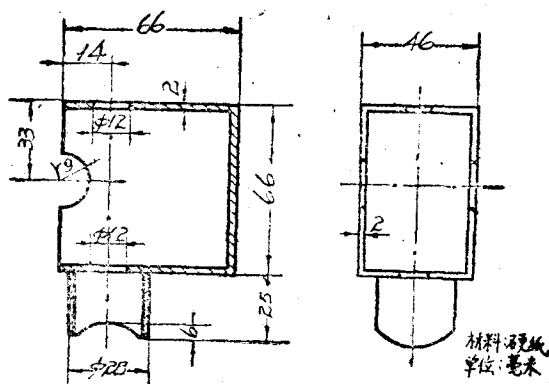


图8 度盒

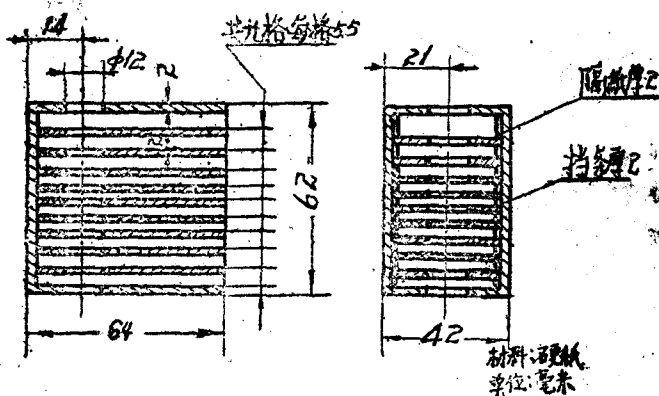


图9 配盒

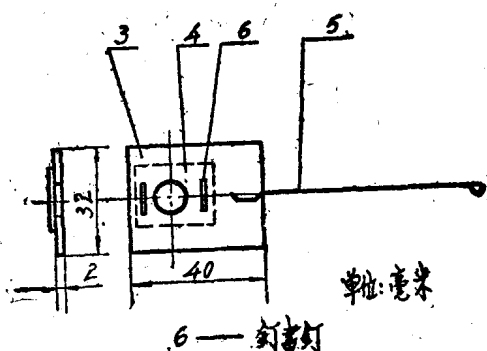


图 10 拉片、光灭片、拉絲装配图

三、土仪表在土高爐

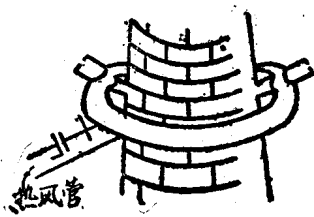
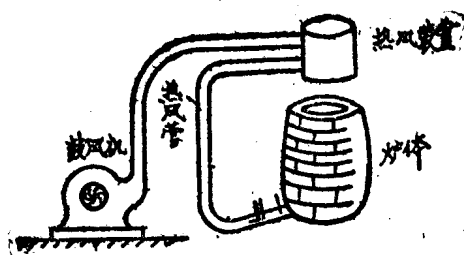
上的測量部位的选择、安装和维护

(一) 測量部位

土高爐有大有小，爐型各有不同。有的有热风爐，有的无热风爐。虽有不同之处，但总的輪廓还是相差不多的。組成爐子煉鉄的部分很多：有爐身、鼓风机、热风爐、热风管、冷风管、总风管、支风管等等。选择合适的部位，可以測出比較准确的风量，容易发现問題。有热风爐的高爐，安装在热风管上（如图11）。沒有热风爐的安在冷风管上。靠近爐子約1米距离比較合适。

(二) 土仪表的安装

仪表安装不正确，也会影响到測出的风量不正确。影响最大的是毕托管，先将毕托管和U型管用橡皮管連結起来，用細鉄絲或繩將毕托管架好，以免接头处漏风。弯管插入风管的深度为管径的 $\frac{1}{2}$ （如图12），直管插在靠管壁处，再用細鉄絲或繩紧固好。为了节约橡皮管，风量計、风压計最好挂在爐壁或木柱上。装在通风口的右边，一方面可以不妨碍操作，一方面通风口的工人观察仪表比較方便（如图13）。



图例符号
 11 — 装热电偶
 1 — 装温度计

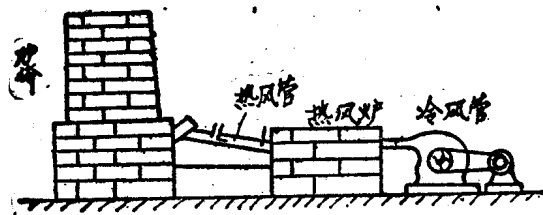


图 11 安装部位示意图

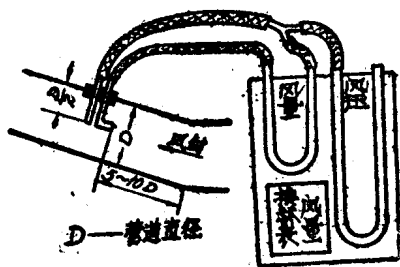


图 12 毕托管的安插

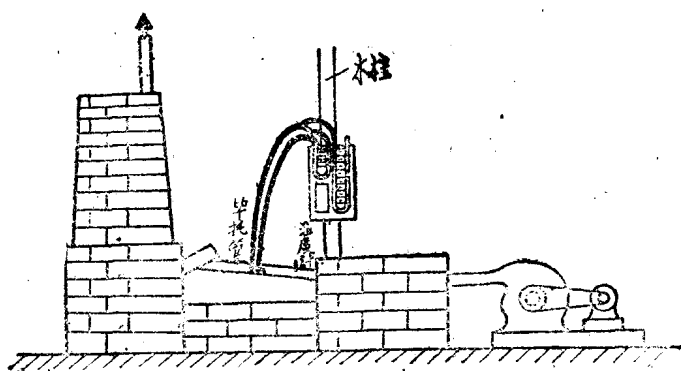


图 13 仪表安装图

(三) 土仪表的维护

1. 冬天使用风量计、风压计时要注意 U 型管的保温，不使用时，应将玻璃管内的水倒掉，防止结冰冻裂。
2. 玻璃毕托管在使用前，要预热一下，再插入热风管内，这样可以防止冷热所引起的爆裂。
3. 测量热风温度的水银温度计，要用铁皮做一个保护套管，再插入热风管内使用，这样可以延长温度计的使用寿命。
4. 照像胶片光灭高温计的外壳是用硬纸做成，使用后，最好用纸或布包好挂起来，避免灰砂落在胶片上和操作时碰坏。

四、土仪表的使用方法

U 型管和毕托管用来测量鼓入高炉的风量和风压。而土高温计则用来在出铁或出渣时，在铁口或渣口处进行炉温的测定。

(一) U 型管和毕托管的使用

在 U 型管和毕托管按第三节所述方法安装后，开动鼓风设备，则 U 型管的液面产生压差，可分别在风量计及风压计上读出

压差格数（每格为一毫米）。

风量、风压的讀数和計算：

1. 风量計的讀数与計算

在測风量的U型管里讀出压差格数后，要从格数折算成每分鐘多少立方米的风量，最原始的方法是用計算，計算式（算式的推导及为什么有这些修正系数見附录一）为：

$$Q = 208.5 \times D^2 \sqrt{\frac{h}{\gamma}} \cdot \alpha \cdot K$$

式中 Q——风量，单位 立方米/分；

D——管道直径，单位米；

h——压差格数，单位毫米；

γ ——所測流体的比重，空气的 $\gamma = 1.205$ 公斤/立方米；

α ——毕托管插入管道深度的修正系数。当插入深度为管道直径的 $\frac{1}{2}$ 时，則不需修正。当插到管道中心則需修正。如管道直径小于 2 米，修正系数 $\alpha = 0.83 \sim 0.84$ 。如管道直径大于 2 米，修正系数 $\alpha = 0.93$ ；

K——温度、压力的修正系数；

ξ ——毕托管的修正系数，如下表所示：

表 1

毕托管系数

材 料	系 数	規 格
耐温玻璃	0.57	内径 2 毫米、外径 8 毫米
普通玻璃	0.72	内径 6 毫米、外径 8 毫米
陶 瓷	1.14	内径 3 毫米、外径 9 毫米
竹 子	1.02	孔径 2 毫米
标 准	1.04	

注：此系数是与标准毕托管用比较的方法得出来的。

但用計算太复杂，不容易掌握，不是一个好方法。在与爐前工人共同劳动中，我們发现查表法与定范围法可以推广。

查表法：在一定的管道直径下，压差格数与风量的大小成比例，可以按上述算式计算。所以可以列出一个风量表来。可先在风量计上数出液面间的格数（每格一毫米），然后查表得风量。各种管道直径的风量表见附录二。

定范围法：在一定管道直径下，压差格数多，风量亦大。在我們已知正常出铁情况的风量数值范围后，可以在风量计的标度上划几道红线或黑线，定出范围。工人同志把这方法叫做“三道防线，掌握风量”。第一道是红线，第二道是蓝线，第三道是黑线；在红线范围内表示正常，在蓝线范围内表示风量不够，发出警报；在黑线范围内表示问题严重，需要立即找出毛病，进行抢救。这个方法既简单又方便，一看就会。工人同志很快就会掌握这三道防线。

2. 风压计的读数

在风压计的U形管中，过去灌注水银，水银不易找，可以用水来代替。注水时，可直接在风压计上读出水柱的格数，每格一毫米。风压的读数一般以毫米水柱来表示。如U形管中注水银，可将读出的格数乘以13.6即为毫米水柱。

（二）水银温度计的使用

水银温度计用来测定热风温度，可以直接在温度计上读数。

（三）照像胶片光灭高温计的使用

照像胶片式的光灭高温计用来测定铁、渣的温度。当出铁或出渣时，使用人站在离铁口或渣口2—3米距离，进行观察。加入基片1000℃已看不见火光，则铁、渣温度在1000℃以下。再加入一个副片，看不见火光，则铁、渣温度在1100℃以下。每加入一片，温度增100℃。