

全國地方高爐會議資料選輯之三

土洋結合爐煉鐵經驗

河南省冶金工業局編



河南人民出版社

325

35

內 容 提 要

本書介紹了湖南、陝西、河北各省高爐煉鐵的先進經驗。有2.5立方米，4.25立方米，6.17立方米，7.2立方米高爐煉鐵的技術操作經驗。有河北撫寧杜莊煉鐵廠6.5立方米建爐及生產的經驗。是當前高爐煉鐵很好的技術資料。

全國地方高爐會議資料選輯之三

土洋結合爐煉鐵經驗

河南省冶金工業局編

※

河南人民出版社出版（鄭州市行政區經五路）

河南省書刊出版營業許可証出字第一號

地方國營鄭州印刷廠印刷 河南省新華書店發行

※

豫總書號：1360

787×1092 耗1/31·1 $\frac{9}{16}$ 印張·35,000字

1958年9月第1版 1958年9月第1次印刷

印數：50,085冊

統一書號：：T151.05·34

定價：（9）0.19元

目 录

陝西商县2.5m ³ 小型高爐开爐不順的原因分析·····	(1)
湖南萍源县虎溪山鉄厂4.25m ³ 低身高爐	
經驗总结·····	(5)
湖南利民煉鉄厂6.17m ³ 秀馬赫氏矮高爐	
生产試驗总结·····	(25)
河北省唐山專員公署地方工業局撫宁杜庄煉鉄厂	
建厂及生产的情况·····	(36)
地方国营开原县鋼鉄厂7.2m ³ 高爐总结·····	(41)

陝西商縣 2.5M^3 小型高爐

開爐不順的原因分析

我省第一批 2.5M^3 小高爐為了在黨的生日“七一”投入生產，在省局的直接領導與支持下，各縣人民及築爐工人，鼓足了幹勁，不分晝夜的工作，終於在6月底建成了4座（其中 2.5M^3 有兩座因設備不全未按時開爐），有兩座着手組織開爐，由於時間的緊迫，准备工作欠周特別是某些設備不符合要求加之其他設備簡陋，同時原料的準備很差，所有的原料幾乎均未化驗，焦炭的灰分和有害雜質很高，商縣的焦炭灰粉高達34%再加上技術方面缺乏經驗，生產工人未受到應有的操作訓練，結果使我們在銅川和商縣兩地開爐幾次，均因爐缸凍結和挂料而遭失敗，分析這幾次開爐失敗的原因，除各地有其自己的原因而外，但它們之間有幾個共同的原因。就我們的看法，簡述如下：

（一）原料沒有化驗，使配料缺乏根據

我省在冶金方面特別是煉鐵事業，還是一項新的工作，因此對於各地所有的礦石的理化性能，特別是在冶煉方面的性能還很不了解，即使它們的化學成分已經知道，在冶煉過程中還会有很多問題，遇到很多困難，使冶煉進程受到影響，但是在第一批 2.5M^3 小型高爐開爐時幾乎所有的原料均未進行化學分析，這使高爐配料，特別是對生產有重要意義的開爐配料毫無根據，這是在開爐工作中的一个很大缺點，雖然在銅川也利用

化鉄爐进行了試驗，但沒有得到什么可以用来指导配料的結果和可靠的数据。

應該指出的是有些同志甚至有些領導同志对于原料准备和原料理化性能的了解还没有給予应有的重視，他們認為不化驗也可以出鉄，生产的生鉄同样可以銷售和使用。我們認為这种看法是不正确的。

(二) 配料不正确

随着对原料性質缺乏了解，而使配料感到困难，甚至發生錯誤，是完全可以理解的。在这种情况下，要使配料正确几乎是不可能的，但是从一般知識和經驗中尚可做到一些估計，使配料不致發生絕大錯誤，这一点还是可能的，但是从这几次开爐中有几次开爐却超出这个范围，甚至發生了不应产生的錯誤，象銅川第二次开爐时配料情况为：

	矿石	焦炭	灰石
第一种	100	50	60
第二种	200	100	160

應該認為开爐时剛剛加入矿石就采用这样的焦炭負荷是絕不允许的，因为在开爐时，高爐的行程还未轉入正常，不应使爐况有突然的剧烈轉變，特別是爐子很小受不起風霜，而且我們 2.5m^3 的小高爐所用的热風爐为換热式的热風爐，用煤燃燒，風溫很低，焦炭灰分又很高毫無一点理由采用以上所列的配料比。

在商县开爐的配料中也沒有考虑到使爐渣在这样的小高爐所能达到的溫度下获得足夠的流动性，爐渣中 Al_2O_3 的含量如何降低到合理的范围，几乎未做考虑，商县的焦炭中含有33%的灰分，使用这样的焦炭煉鉄不但在开爐时要很好地考虑，就是

在正常生产时也应給以足夠的重視。

(三) 开爐时沒有統一的技术指导和組織領導

对于煉鐵工業我們还缺乏經驗，同时对各县來說又都是史無前例的事情，因而求成心切，表現了急于求成的急躁情緒，沒有准备妥当就进行开爐，这样不可避免地产生事到临头，忙乱無措的現象，同时往往由于一个人一个意見，并且都在高爐上付諸实践，結果把爐况搞垮。

技术負責同志在掌握高爐过程方面还缺乏經驗，对于一些片面的或者不正确的意見不能表示坚决反对的态度，結果使爐况受到影响。

(四) 設備不符合要求，开爐前亦未認真檢查

有些設備在出厂前缺乏質量的檢查和驗收，同时在安裝之前也沒有进行預裝，因而在建爐过程中或开爐时發現問題，甚至因此而影响到开爐工作的順利进行，再加上开爐前的檢查工作做得不徹底，結果在开爐后發生停水、停电、停截冷却設備漏水各管道系統的漏風現象，給开爐工作帶來难以克服的困难。

例如：銅川和商县兩地的風机均不符合要求，銅川的風机能力为 M^3 /分的風量和3,500MM—水柱的風压，显然对2.5 M^3 高爐來說是過大了，商县的風机，風压为500MM，水柱又太小，这样的設備对兩地的开爐工作都已經造成了影响。

商县因停电13小时，使第一次开爐爐缸冻结，而使整个开爐归于失敗。因此，各地都應該重視設備的質量，并在开爐前周密地做好檢查，一定在設備方面很有把握的情況下再行开爐，否則急于求成会得到相反的后果。

(五) 缺少必要的仪表

虽然这不是决定性的因素，但应承認，在缺乏操作經驗的情况下，这个问题也有其一定作用，誰都知道，有关仪表的指示是操作人員的耳目，而我們开爐时，却連一个最簡單的仪表也沒有。

本来在配料方面操作技术經驗和設備上存在的問題，就已經使操作人員感到很大困难了，再加上，值班人員失去耳目，因而只有憑着运气在那里开爐了。

(六) 焦炭灰分过高，使造渣感到困难

特别是商县所用的焦炭灰分很高，而 Al_2O_3 又是其中的主要成分因而如何使爐渣具有良好物理性和化学性感到很大困难在不了解这种焦炭的具体成分时，按照一般經驗配料，也必然造成爐渣不易流动甚至凝結于爐內的惡果。

通过以上的几点原因分析，为了今后把开爐和正常生产工作做好，提出几点措施意見供給有关方面考虑。

1. 开爐前矿石，焦炭和石灰石应进行完全分析。

2. 开爐前应做好原料的准备工作，开爐料应特別加以選擇。

如矿石为褐鉄矿或菱鉄矿，最好先行焙燒这样可以提高入爐含鉄量提高和改善矿石的还原性能。

3. 積極設法提高焦炭質量。目前我省焦炭質量，还不能令人滿意，灰分和有害雜質十分高，其原因：1. 煉焦煤沒有經過洗选。2. 破碎程度差，甚至有些地方不破碎，影响焦炭理化性。3. 利用單种煤煉焦，不能得到良好的焦炭質量应配煤煉焦，要提高焦炭質量，应根据以上三点相应地采取措施。

4. 設備的可靠性

在加工廠中應進行預裝和質量的檢查和驗收，否則運到現場會給建爐造成影響，進而影響開爐及正常生產。

5. 開爐時要有統一的計劃和統一的技术指導和組織領導。

6. 開爐前所有設備應進行周密檢查。

7. 應該添置必要的那怕十分簡單的儀表可預備 400°C 的水銀溫度計和U型管壓力計。

8. 注意爐渣成分。

因開爐時使用了大量的空焦應特別注意渣中 Al_2O_3 的含量，考慮在配料中加入些螢石或高Mgo的石灰石，以改善渣的流動性。

9. 集中技术力量搞試驗田相應指導全面。

我們的技术力量薄弱，經驗不足單獨的工作能力還不夠，因此集中起來選擇一座高爐進行開爐試驗，是適宜的，否則各處都開爐面各處又都不順損失是很大的。

湖南漣源縣虎溪山鐵廠

4.25 M^3 低身高爐經驗總結

(一) 低身高爐的歷史情況

矮豎爐是由電高爐發展而來的，但由於電高爐生產時常發生棚架，遂有試驗降低爐子高度的企圖而產生低爐身的電高爐，由於這種矮爐對礦石及燃料的要求並不嚴格，可以採用粉礦較多的礦石及品質較差的燃料，對爐子透氣性上並不會發生什麼毛病，其結果燃料及電力消耗都有相當大的增加，實為缺點。

后来有人建議把電力矮高爐改為矮高爐，只用劣質燃料熔煉，在瑞士做了一個試驗，証明了其建議可以付諸實施，並且可以用來代替現時通用的高爐，由耗用燃料增加甚多，並且用了相當大數量的氧（ $720\text{M}^3/\text{T}$ 生鐵）當時他們用的矮高爐在風口以上的高度只有2.7公尺，每日產量只有8噸，如果稍加改進燃料可以大大降低下來的。

1953年歐洲七個國家在歐洲建了一座 41M^3 的矮高爐，他們採用了八種不同的礦石和劣質燃料作試驗，並研究用富氧及高壓操作，現時該爐用含鐵32%的礦砂歐洲品質不高的煤製成的焦炭及摻用一些原料作實驗，主要冶煉制鋼生鐵，除含S量波動較大外，爐渣 FeO 含量亦較大，主要由於原料粒度控制上未得到很好的處理的原故。

民主德國因國內所產礦砂主要為含鐵量20—24%的貧礦，所以他們對矮爐自1953年以來作了一些試驗，用褐焦煤和貧鐵礦熔煉，現在有十座矮高爐進行試驗。

總之，矮爐在目前世界史上來說，只是試驗性的生產，尚未進行大型工業性的生產。但是根據試驗的結果矮爐有它一定的優點和作用，在某些自然條件高爐受到一定限制時，矮爐更有它的優點，雖則矮爐在歷史上並不很久，從發展上來看是有它一定價值的。

（二）矮高爐的理論根據簡介

1. 矮爐加熱問題：

矮爐的料柱高度只有高爐的 $\frac{1}{4}$ （高爐料柱為20公尺，矮爐料柱只有5米），爐料在矮爐內的停留時間只有2—3小時，僅及在高爐內停留時間的 $\frac{1}{4}$ ，這樣對爐料的加熱及還原有進一步研究的必要。

爐料顆粒愈小每單位重量料塊的表面積愈大即受熱面積愈大，況且加熱時料塊的表面溫度接近加熱媒介的溫度，同時溫度也逐漸向料塊核心發展，故在加熱時核心溫度隨加熱時間的增長而逐步提高，料塊愈大核心溫度接近表面溫度所需時間愈長，料塊吸收加熱氣體的热量數量與其表面面積及表面的溫度和加熱氣體的溫度差成比例，如果表面溫度及加熱氣體溫度不變，則吸收到的热量和表面積成比例，換言之，與料塊顆粒的半徑平方數成比例，但加熱顆粒到一定溫度時其所需的热量則和料塊的容積成比例，也就是和料塊半徑的立方數成比例。

在單位時間內料塊每一單位面積吸收的热量不變，則料塊加熱到一定溫度的加熱時間與其半徑成比例，換言之，料塊愈大，料塊所需加熱的時間愈長，由表面向核心導熱的速度愈慢。

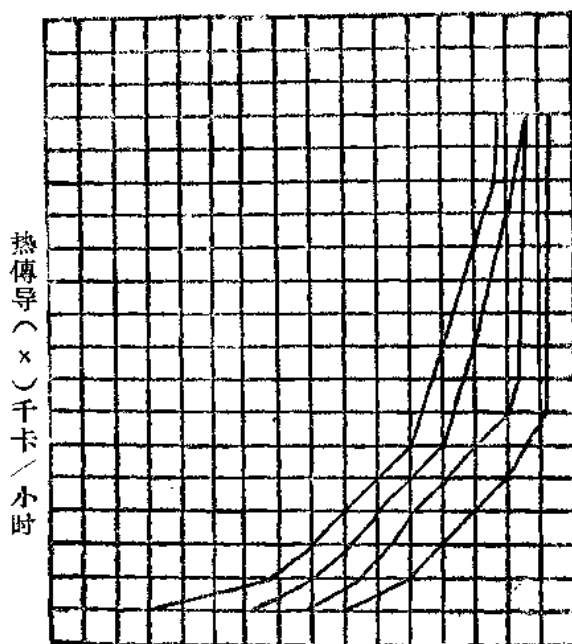
根據下列圖解，在煉鐵爐內如果料柱下降的速度相等，料柱為20米高，而礦石粒度為20毫米，若將礦石粒度改用30毫米的礦石5米高的料柱，其他條件不變時，則同一時間可以把礦石加熱到相同的溫度。

根據右述圖解，5米高的矮爐採用16毫米的爐料，就和一般高爐採用50毫米爐料在其他條件不變時，同一時間內，5米高的料柱尚可多吸收67%的热量。

總之，從上述分析中可以看出只要降低顆粒大小停留時間略減少降低料柱高度爐料加熱就不會過慢的。

2. 還原問題:

礦石在爐內的還原速度和礦石本性溫度氧化度還原氣體的運動速度及顆粒大小等都有關係，如果其他條件不變，那末還原速度和顆粒的大小有很大關係，一般來說速度相同時，同一礦石在同樣條件下還原，顆粒愈大者還原愈慢，反之，顆粒愈小則還原愈快。



粒度大小m/m堆高H25—30公尺

但是很多学者提出，矿石的还原速度和矿石的粒度成反比例，而这不能一概而论，而须以矿石本质和氧化程度如何。但在同一条件下颗粒的大小对矿石还原有它一定作用。

由上述所讲的总起来分析，矮炉采用15毫米以下的矿石，料柱高度5米时在加热方面等于50毫米块度及20米料柱的高炉在同一加热条件下，在同一时间可以吸收热量1.8倍，而按照还原速度来看由50毫米变为15毫米时，矿石的还原速度可以作为2倍计算。

这样看来，在矮炉里进行矿石的加热与还原作用，只需将矿石粒度确定在15毫米以下可以得到同20米料柱的高炉更优的

效果。

(三) 4.25立方米低身高爐建設的意圖

低身高爐煉鉄法是一种在高度上低于現代高爐的爐子进行煉鉄的方法。因为低身高爐可以使用粘結性低的煤所煉成的冶金焦为燃料，或者直接使用粘結性低的煤和非粘結性的煤及褐煤为燃料，更重要的是能冶煉（能直接）貧鉄矿，正因为使用了劣質煤与貧鉄矿，焦比虽然高一些，但产品的單位成本还是很低的，况且爐子結構簡單，因而投資少，基建時間快，在操作技術上也不复杂，这些都是低身高爐的基本特点。

根据我省現阶段所掌握的煤鉄資源情况：含鉄低的貧矿多，富矿少，劣質冶金焦和白煤分布很广，如果通过試点之后能証实低身高爐的优越性时，在全省遍地开花的建立起来，則無論在政治上或者在經濟上都是有非常重大的意义。

可是这种煉鉄方法国内尚無先例，国外亦無完整資料，我們在党的正确领导下，只經過20余天的設計時間，便完成了低身高爐的全套設計圖紙，4月30日我們到达現場开始施工，因該厂厂址主要是漣源鋼鉄厂投入生产后所造成的有利条件来考虑的，当前情况下附近無法取得很好的协作关系，不論在風电水的供应上与裝配修理上都需要自己解决，同时，在20天的建設時間里連續地遇着雨季，由于工程不大，無法施用雨季施工的方法，就在这样的基础上由于各級領導的重視与支持，全体职工的忘我劳动，只20天時間便完成了第一号爐子的基建工作，于22日开始投入生产，茲將生产前后低身高爐的情况簡介如下。

(四) 4.25M²低身高爐的結構說明

1. 矮高爐本体:

甲、爐型:

矮高爐爐型目前有兩種類型，一是長方形，另一種是保持了原來的高爐爐形，只是把爐子的各部分的高度縮小，而爐缸、爐腰、爐喉的直徑相對地擴大了，表上所列的爐型是屬於后者，我們為了能夠利用原有高爐的經驗，所以選擇了后者的類型。

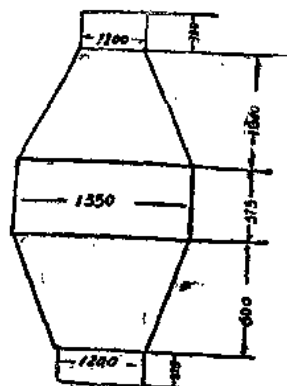
短期的實際操作證明（初步），保持高爐原有形狀的矮高爐爐況還是比較順行的，爐壁侵蝕與小高爐比較起來亦無顯著的差別，根據國外資料長方形類型的爐子，爐壁侵蝕是很嚴重的，尤其是風口上部，所以我們認為在規模不大的生產前提下，選擇小高爐原有形狀的爐子類型是比較合理的。

乙 爐型尺寸及其互相關系

單位：公厘（表1）

爐缸直徑	1200公厘	爐有效高/爐腰直徑	2.63
爐腰	1350公厘	爐喉直徑/爐腰直徑	0.815
爐喉	1100公厘	爐腰直徑/爐缸直徑	1.23
爐缸高度	750公厘	爐熔積/爐腹面積	3.76
爐腹高度	600公厘	爐缸容積	0.84
爐腰高度	375公厘	爐腹容積	0.764
爐身高度	1500公厘	爐腰容積	0.538
爐喉高度	330公厘	爐身容積	1.78
有效高度	3550公厘	爐喉容積	0.314
爐全高	4450公厘	爐熔積 M ³	4.25
風口中心綫	530		
渣口中心綫	340		

鐵口中心綫	131	
爐腹角	81°	
爐身角	86°	
爐缸斷面		
積 (M ²)	1.13	
風口數量	3	
出風口直徑	60公厘	



注：除爐喉容積時則爐全容積為
 $3.94M^3$ 因該處為下降口所占
料綫在爐口下降400m/m故
有效容積為 $3.94M^3$

二、風咀相隔距離1250mm

風咀伸入爐內長度60mm（下部）

表（一）為 $4.25M^3$ 矮高爐剖面尺寸的關係，爐子有效高僅3350公厘，但下降管安裝於爐喉部分佔用了爐喉的容積料綫高為400公厘，故實際有效高度只為3,150公厘，風口中心綫至最高裝料綫的高度僅為2580公厘，因為低身高爐的主要目的是使用劣質燃料，因而它的高度是根據所用的燃料的強度而確定的，為了能使用低質焦煤與白煤，以致於白煤粉的團塊，所以我們仿效日本八幡技術研究所的低身高爐高度為3550公厘，而確定了 $4.25M^3$ 低身高爐的高度為3350公厘，因而低身高爐與

高爐在構造上有显著不同的特点，主要在爐全高与爐缸直徑的关系上，茲將湖南小高爐与矮高爐的比較列表于后：

爐子名称	容 积 (M^3)	有效高度	爐缸直徑 (M)	有效高与爐 缸对徑比值	最低料綫
利民井, 高爐	32.01	10.465M	1.30M	8.05	
湘 华 高 爐	32.234	11.30M	1.35M	8.40	
安 平 高 爐	32.00	10.769M	1.50M	7.17	
新 邵 高 爐	11.973	8.00M	1.10M	7.27	
邵 东 高 爐	27.50	10.00M	1.50M	6.67	
人 和 高 爐	22.381	10.70M	1.30M	8.24	
虎溪山井, 矮 高爐	4.25	3.55M	1.20M	2.96	8153

根据表上分析湖南小高爐的有效高度与爐缸直徑的比值一般均在 6—8 之間，虽然近年来这个比值有了一些縮小，但比較矮高爐还是大得多，为了增加爐缸的燃燒强度，故將爐缸直徑向扩大的方向發展，这是矮高爐在爐全高与爐缸直徑等关系上与小高爐显著不同的地方，根据国外試驗的低身高爐其高度与直徑的比值有小于 1 者，所以在低身高爐的剖面尺寸上就可以体现出以下兩大特点。

(1) 爐身低，使用劣質燃料时并不影响燃料的透气性，可以得到爐况順行。

(2) 爐缸面积大(以爐子容积比較)燃燒强度大产量高，冶煉指标較好。

3. 爐牆厚度与冷却方法:

爐子名称	爐底砌磚 厚 度	爐 壁 砌 磚 厚 度			所使用內襯材料
		爐缸部分	爐腹及爐 腰 部 分	爐身部分	
井 1 矮高爐	600m/m	460	460	230	粘土耐火磚
井 2 矮高爐	600m/m	400	400	230	炭 打 填 料

上表为二种不同結構的矮高爐爐牆，其中 1 井矮高爐已于五月下旬投入生产，于七月中旬，因热风爐發生問題，曾悶爐 46 小时檢查爐壁侵蝕情况，除風口帶侵蝕 120 公厘外，其它部分尚称完好，这主要由于小型矮高爐爐壁散热严重，不但不必有冷却設備，反而有保温的必要，所以矮高爐爐襯施用粘土磚是完全可能的，况且不必另加冷却設備。

井 2 矮高爐使用炭打填料，爐牆厚度 400 公厘，其中內層砌有耐火磚 100 公厘，其余 300 公厘为炭搗填料筑成，其組成成份为小于 1 公厘的焦粉有 80%，瀝青为 6.7%，煤焦油 13.3%，爐缸与爐腹部分用 4.5 公厘鋼板作外壳，以噴水冷却，这座爐子虽然剛投入生产，但我們估較 1 井矮高爐用粘土耐火磚的寿命还可能延長一些。

4. 加料設備

由于 4.25M³矮高爐的有效高度仅 3150 公厘，若以風口中心綫算起，全高仅 2580 公厘，如果使用下降料鐘时最低料綫將更短一些，所以采用了上行料鐘（下降料鐘使用的作用是由于高爐漸次扩大，爐喉也相地加大了，在 5.3 公尺直徑的爐喉上，使用上升料鐘已是不可能的事），从高爐發展史上知道，以前小高爐上使用上行料鐘是比較普遍的，根据近年来小高爐的操作經驗，裝料制度以中心裝料为宜，这样可以使邊緣的煤气發展較強，爐子比較順行，而上升料鐘正适合这种要求，所以选

擇上升料鐘，對於1,100公厘的爐喉直徑而言，是可以使爐况順行的。

5. 風口設備

本矮高爐系採用三個風口，鋼風咀的出風口徑為60公厘外裝鐵套一個，除鋼風咀有冷卻水外，鐵套無冷卻設備採用風速每分鐘78公尺（風溫 400°C ，全風量 $27\text{M}^3/\text{分鐘}$ 的情況下）在標準情況時為 $31.7\text{M}/\text{分鐘}$ 。

6. 送風系統

本矮高爐日產五噸，焦比為2時，風量需用量在標準狀況下為 $18.1\text{M}^3/\text{分鐘}$ 。若管道系統風量損失為15%，則需風量 $20.8\text{m}^3/\text{分}$ 。

根據湖南氣候最高溫度 41°C ，氣壓為730公厘水銀柱，查表得 $K=0.8$ ，熱季時風量 $=20.80/0.08=26.1\text{m}^3/\text{每分鐘}$ ，由於低身高爐料柱短，風压低一般在 $100\text{g}/\text{Cm}^2-215\text{G}/\text{CM}^2$ ，故選擇井5叶氏鼓風機，可以完全滿足上述要求。

7. 熱風系統

由於 4.25M^3 矮高爐全風量操作時所需風量為系 $27\text{M}^3/\text{分}$ ，風溫要求 500°C 左右，配備管式熱風爐完全可以滿足需要 4.25M^3 矮高爐配3座 14m^2 受熱面積的熱風爐經常使用二座，一座備用，通過試驗風溫可達 500°C 以上已能滿足要求。

8. 低身高爐與小高爐結構的區別：

（1）矮高爐在高度上低於小高爐全高僅4,450公厘，爐料容積較小，完全可以不砌外殼，下部不須砌磚座，這樣在結構上較小高爐簡單，操作時亦較方便，不須象小高爐一樣經常在拱門內進行操作。

（2）由於矮高爐無外殼設備，爐頂面積很小，所以加料平台無法支持在爐頂外殼上，因此加料平台必須支撐於地面。