

高炉出铁口及其维护

В. Д. 基 奇 科 著
И. Г. 波洛甫琴科
王 作 学 译

冶金工业出版社

亲爱的讀者：

为了改进我們的出版工作，更好地滿足讀者的需要，請您在讀过本書后，尽量地提出本書內容、裝幀、設計、印刷和校对上的錯誤和缺点，以及对我社有关出版工作各方面的意見和要求。來信請寄：“北京市灯市口甲 45 号冶金工業出版社”，並請詳告您的通訊地址和工作职务，以便經常联系。

冶金工業出版社

高爐出鐵口及其維護

В.Д. 基奇科 И.Г. 波洛甫琴科 著

王作學 譯

冶金工業出版社

本書系根据苏联冶金出版社出版的 В.Д. 基奇科及 И.Г. 波洛甫琴科著 “高爐出鉄口及其維護” 1955 年版譯出。

本書中敘述了出鉄口、服务於出鉄口的設備和工具的維護規程。說明了 堵泥的 物理-机械性能，堵泥的准
备、存放和使用的方法。研究了在出鉄口維護不好时發生各种毛病的情況；指出了保証出鉄口正常工作和不發生事故的措施。

本書是供高爐車間爐前工和工長學習的參考書与实用手冊，对中等冶金專業学校的学生也有用处。

本書蒙裴鶴年同志协助校閱，特此致謝

В.Д. Кичко И.Г. Половченко

ЧУГУННАЯ ЛЕТКА ДОМЕННОЙ ПЕЧИ И УХОД ЗА НЕЮ

Металлургиздат (харьков — 1955)

高爐出鉄口及其維護

王作學 譯

編輯：殷保楨，設計：周廣珍 趙香苓 責任校對：王蘭勳

1957年 11 月第一版 1957年 11 月北京第一次印刷 1,100 冊

850×1168 · 1/32 · 103,000 字 · 印張 $4\frac{6}{32}$ · 定價 (10) 0.70 元

冶金工業出版社印刷廠印

新華書店發行

書號 0729

冶金工業出版社出版 (地址：北京市灯市口甲 45 号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第 093 号

目 录

原序	5
第一章 出鉄口の装置, 它的加固与冷却	6
国立黑色冶金工厂設計院設計的	
1300 公尺 ³ 标准高爐的出鉄口 (1936 年)	7
1300 公尺 ³ 高爐的出鉄口	9
第二章 高爐出鉄口的工作条件	14
第三章 观察出鉄口状况的方法	17
第四章 出鉄口の堵塞	33
人工堵出鉄口	38
用泥砲堵出鉄口时爐前工作組的配置及主要作業	40
第五章 出鉄口用泥砲堵后的加固	44
第六章 出鉄口的烘干	48
第七章 维护出鉄口用的工具	54
工具的說明	54
第八章 現代高爐的出鉄口設備、設備的工作及其维护	61
电鑽	61
压缩空气鏈	62
开出鉄口用的其他机械	68
堵出鉄口用的机械	69
Y3TM 电动泥砲	71
第九章 堵泥的制备	84
对堵泥的要求	84
制造堵泥的原材料	86
制造堵泥的方法	89
堵泥往高爐的运送	92
堵泥的配料	92
驗算焙燒过的干泥化学成份的簡便方法 (不算碳)	100
第十章 煉各种生鉄时维护出鉄口的特点	109

煉制鋼生鉄	109
煉鑄造生鉄	113
煉矽鉄	115
煉錳鉄	116
煉鏡鉄	117
高爐高压操作时維持出鉄口的特点	117
第十一章 出鉄口工作中的特殊事故情况、产生的原因及防止的方法	119
第十二章 監督出鉄口狀況的組織	131
参考文献	133

原 序

出鐵口是高爐最重要的部份之一。

在現代化的大型高爐中，有大量溶化了的金屬經過出鐵口放出，給出鐵口的所有裝置帶來極其沉重的工作條件。

對出鐵口狀況的好壞沒有把握，往往妨礙高爐行程的強化，因而減低它的生產能力，並且不能正常地從爐中放出金屬。

所以高爐工作者的任務是經常維持出鐵口的良好狀況，以便在合格金屬損失最小的情況下保證正常地放出冶煉產品。

作到出鐵口正確工作的條件是：

- 1) 高爐操作人員精通自己的業務；
- 2) 提高爐前工作的一般技術水平，即維持工作地點的清潔，很好地維護設備和靈巧地使用工具和機械；掌握好維護出鐵口全部作業的先進方法；
- 3) 選用耐用性好的塔泥；
- 4) 使維護出鐵口用的機械進一步完善。

著者深深感謝在寫這本書的過程中給著者以巨大幫助的下列諸位同志：Г.Г. 奧列施金、И.Н. 卡爾達謝維奇、А.Н. 切楚羅、В.П. 彼夫佐夫、Г.Е. 斯泥齊科、Н.Ф. 馬屠赫諾、А.В. 杜布羅夫斯基、А.П. 加魯施科和 Н.П. 羅魏斯基。

第一章

出鉄口の装置、它的加固与冷却

在产量不大的旧式高爐上，出鉄口工作發生毛病是很經常的。出过不少大的事故，使一些高爐長期不能生产。

这些事故有：

- 1) 鉄水自动从出鉄口流出；
- 2) 漏鉄水和出鉄口框架与冷却器的损坏；
- 3) 出鉄口区域爐缸的燒穿，爐缸燒穿往往会引起破坏力很大的爆炸，爆炸对高爐维护人員是很危險的。

旧式高爐上發生这些事故，是由于下列原因引起的：爐缸的構造不良（爐缸护板不够强固和冷却差）；爐子的掌握不善；不知道可靠的维护出鉄口的方法和缺乏必要的設備；出鉄口裝置的構造不正确。

为了使在出鉄口附近工作不發生危險，在这一时期内創造了很多由許多可折換部件組成的出鉄口裝置的構造。这就是說高爐技術人員已認為出鉄口裝置的损坏几乎是不可避免的，並預先考虑好了不使高爐長時間停風便可以換去出鉄口裝置的零件。除此之外，需要可折換的零件还因为爐缸經常結鉄。爐缸結鉄使在正常的水平面上从出鉄口出鉄發生困难，並且必需改变出鉄口的水平面。在这样的情况下，可折換的出鉄口框架是完全必要的。

以前，認為冷却裝置不仅應該保証出鉄口框架和爐襯表面的冷却。並且要冷却爐缸深处的爐襯，所以很多出鉄口的構造中使用了出鉄口扁水箱，然而出鉄口扁水箱不但对砌磚的冷却不够，而且增加了爐前工作的危險性。使用这样的冷却器除了其他一些不方便的地方外，还要損害爐缸护板的紧密程度和經常地漏煤气，有时使爐渣或鉄水流到冷却器的外套里去。

高爐技術的發展、爐缸構造的完善和掌握爐況方法的改進，从根本上改變了出鐵口工作的條件，使許多可拆換的零件成為多餘的了，因此就能夠大大地簡化出鐵口的裝置。

在現代化的高爐上，爐缸有厚 36—40 公厘的連片鉚接或鉚接爐缸護板加固。

爐缸護板用冷卻器（大的嵌磚式冷卻壁或里面鑄有兩排冷卻水管的平板冷卻壁）從里面妥善地冷卻。這些冷卻器使砌磚的表面劇烈冷卻，保證了在砌磚損壞的地方生成可靠渣皮的良好條件。因為，這樣爐缸護板便不發生很大的溫度變形並比較強固，內部燒壞了的砌磚的完整性被破壞的可能性小了，因而生鐵在出鐵口區域和爐缸其他部份突然流到冷卻器和爐缸護板的可能性也小了。

由於爐況掌握得比較好，爐子的操作改善了很多，爐缸大量結鐵的可能性小了，因而放出冶煉產品的條件比較有利。所以只有在新建或長時間停修後的高爐開爐時，才需稍微改變出鐵口的狀況。在維護出鐵口的組織和技術上也發生了根本的變化。

使用比較完善的機械維護出鐵口，使出鐵口的開封甚為方便。堵口泥的準備改善了，擬訂了出鐵口出鐵前準備的可靠方法。高爐的維護也改善了很多，這樣，嚴格保持出鐵圖表和按期吹爐就有了可能。

所有這些，使出鐵口裝置的工作在高爐生產率增加到 5—10 倍的情況下幾乎不會發生大的事故：高爐工作者只需對付那些次要的毛病就行了。

在我國各工廠的現代化高爐上，最常見的出鐵口有兩種類型。

國立黑色冶金工廠設計院設計的 1300 公尺³標

准高爐的出鐵口（1936年）

如圖 1 所示，爐缸護板被出鐵口孔洞削弱的一段，用鉚在護板上的強有力的鑄鋼框架〔2〕妥善加固。鑄鋼框架的中間有一直角開口，開口周圍有法蘭，法蘭上有孔，孔中放上帶銷子的螺

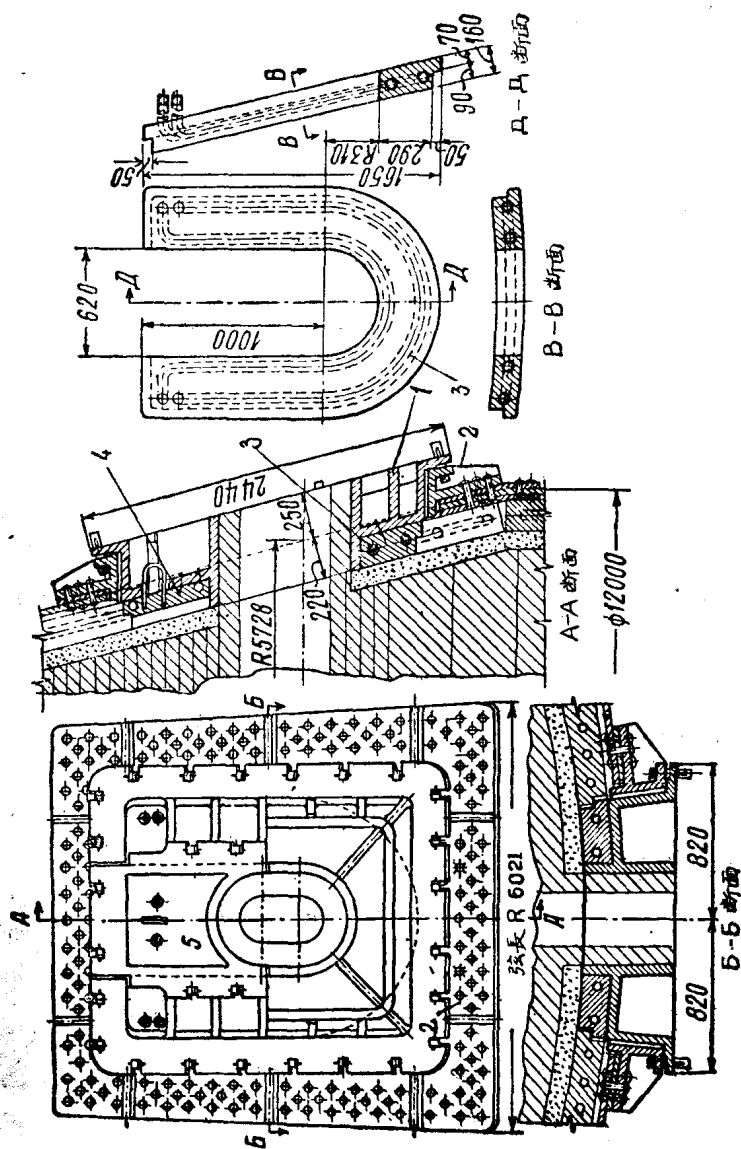


圖 1 1935 年設計的 1200 公尺³ 标准高爐的出鉄口

栓，用以加固框架中間的可拆換的部份。

直角開口里放有大的可拆換框架〔1〕和帶有使出鐵口成橢圓形的肋條狀邊緣的小框架〔5〕。

出鐵口框架的部份作成可拆換的，以便出鐵口被鐵水損壞時好修理。

出鐵口區域的爐缸上有孔洞，孔洞里上〔4〕下〔3〕放兩個可拆換的冷却器，冷却可拆換的框架和出鐵口。冷却器〔3〕和〔4〕在出鐵口的所有裝置中起最重要的作用，因此，具有這種冷却器是此種構造的主要優點。下面的蹄形冷却器〔3〕起的作用特別重要。

這些冷却器普通是裝單獨的進出水管。仔細監督水的溫度是爐缸人員的一項最重要的職責。

1300 公尺³ 高爐的出鐵口

根據很多高爐技術人員的意見，出鐵口的維護在最近有了相當的改進，不再需要使用出鐵口裝置的可拆換的零件（框架和冷却器）了。這就可以大大簡化出鐵口裝置的構造，如圖2與圖3所示。

從這些圖中看出，出鐵口周圍的爐缸冷却壁有幾個缺口，形成一個690×800公厘的直角開口。加固爐缸護板的鑄鋼框架鉗到缺口上。框架和出鐵口系依靠爐缸的冷却器來冷却。這種出鐵口裝置非常簡單。然而用這樣的裝置時，冷却器被鐵水損壞了就不能更換。所以對出鐵口，爐缸前牆和出鐵口泥套的維護，應該是特別細緻的。

在使用上述構造的出鐵口的過程中，還發現有其他的缺點。特別是出鐵口框架的強度（主要是剛性）不夠；因此有些高爐在出鐵口附近的爐缸護板上產生了裂隙。這些裂隙的形成，是由於出鐵時從外部來的高溫和封閉出鐵口時沉重的泥炮向出鐵口劇烈衝擊的長時期作用而產生了溫差張力的緣故。

加強出鐵口框架和它在爐缸護板上的加固，可以防止這些裂

全消除，但是上述兩種出鉄口裝置，在現代的使用条件下是完全能滿足需要的。發生这些目前少見的情况，主要是因为对出鉄口的維護不够仔細，一部份还因为高爐爐缸的一般構造裝置不完善的緣故。

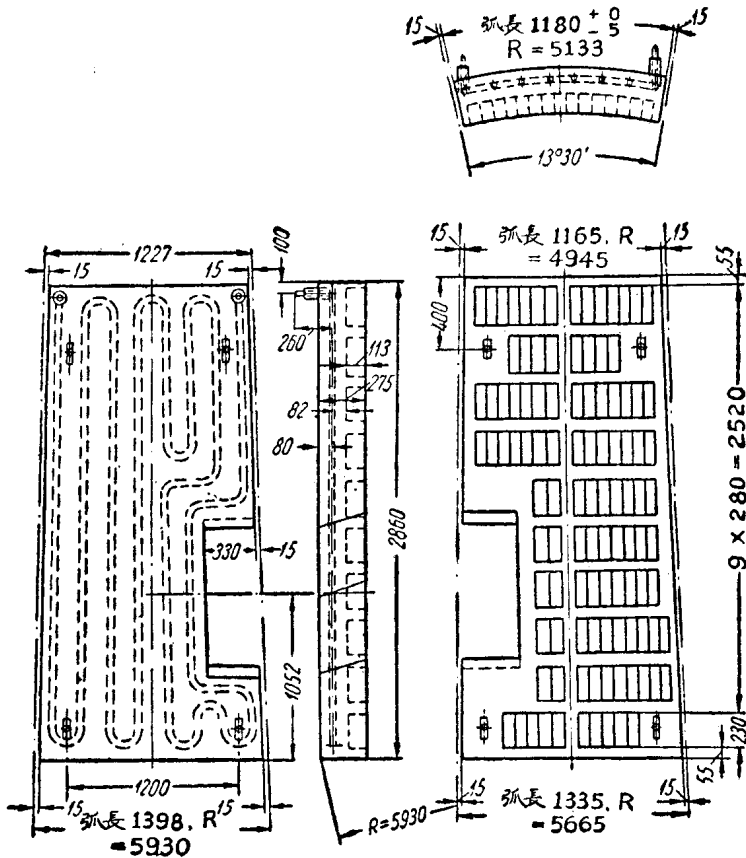


圖 3 出鉄口冷却壁

高爐爐缸的一般裝置虽然比起旧的構造来改进了很多，但至今还有很大的缺点。主要的缺点是爐缸底很深和在出鉄口的水平面以下积集着大量的鉄水。这个缺点無論爐底用高級耐火材料砌筑，或是用各种各样的砌筑方法，或者是用最好的爐子操作工艺方

法，想消除它是不可能的。爐缸護板的剛性不夠，不能保證在燒坏的砌磚或渣皮處不產生裂隙，使冷卻器損壞，甚至爐缸蝕穿。爐底水平面低得很厉害的時候，維護出鐵口的條件便大大惡化了。

無疑，隨着高爐生產技術的發展，爐缸的構造裝置將會大大改善，雖然這還需要很久的時間。

在現代的條件下消除出鐵口區域爐缸工作中的毛病，最簡單的方法是改善對出鐵口的維護。

在現代化的爐缸構造中抵抗機械負荷（原料、煤氣和冶煉的液體產品的壓力，砌磚中的溫度變形）作用的，是強固的爐缸護板。爐缸抗高溫的破壞影響和生鐵與爐渣的化學作用的強度，與其說取決於耐火爐襯，倒不如說取決於強烈的冷卻。冷卻能防止溫度變形，把爐襯冷卻到一定的程度，而且主要是保證即使在爐襯幾乎完全損失的情況下形成渣皮的可能性。所以，必須認為冷卻是保證爐缸工作能力和壽命長的有效方法。因此維護爐缸的冷卻設備和保持它經常的良好狀態，是高爐維護人員的首要問題。

監督出鐵口區域冷卻系統的狀況特別重要，因為冷卻裝置在這裡損壞的危險性最大，監督爐缸冷卻系統，首先必須監督冷卻器中的冷卻水和排出水的溫度差。

水的溫度用手量溫度計測量，並記在每班值班水道工的日誌里。這些讀數也記到爐子的班記錄簿里。作這樣的測量每班不得少於六次。如果某一個冷卻器中水的溫度差超過了規定，必須對它進行特別的監督，增加測量的次數。

爐前的冷卻器，包括出鐵口冷卻器在內，正常的溫度差不得超過 $3-6^{\circ}$ 。

溫度差的絕對值還沒有溫度差的变化速度的意義大。如果溫度差緩慢地变化 $1-2^{\circ}$ （在3至6晝夜內），這並不十分危險。這樣的變化可以由爐缸熱狀態变化和爐缸中渣皮厚度慢慢變化而引起。但如果溫度差增加相當快（在一班或一晝夜內），那怕沒有達到最大限度，也必須採取有效的措施。這樣的現象一般是在渣皮和砌磚的厚度發生劇烈變化（在爐缸某處產生了裂隙和渣皮

崩垮)的情況下發生, 這是非常危險的。有時這些現象使鐵水突然接近冷卻器, 在大多數的情況下將釀成爐缸爆炸。

除監督水的溫度外, 還必須按照圖表定期清洗冷卻器以防它的管子里產生積垢。冷卻器的清洗圖表根據水的性質(硬度)規定。如果個別部份的冷卻器里冷卻水的溫度差顯著提高, 必須增加它們的給水速度, 直到它們的給水壓力比較高為止。同時必須採取措施改變爐子的裝料和其工作制度, 縮小風口直徑; 也可以把危險地方附近的個別風口关上。對出鐵口區域冷卻器工作的監督必須特別細致。

第二章

高爐出鐵口的工作条件

出鐵口和爐缸前牆經常受到来自爐子里面 $1350-1400^{\circ}$ 的高溫的作用。

烘干和出鐵時，流鐵孔道週期地被加熱到很高的溫度。在出鐵末尾，吹爐期間有熱煤氣吹入出鐵口的时候，流鐵孔道里的溫度達到 1700° 。出鐵時流鐵孔道受到熔化金屬的冲刷和随后流出的爐渣的化學作用。吹爐的时候，堅硬的赤熱的碎焦，有时還有焦塊，随同煤氣一道進入流鐵孔道。它們運動的速度大，摩擦出鐵口的牆壁。

鐵水主要是冲刷流鐵孔道，爐渣除冲刷流鐵孔道之外，還能溶解堵泥。

爐渣起化學作用的程度，在很大程度上與它的化學成份和溫度有關。在許多情況下，爐渣成份會有顯著的變化，這決定於高爐的爐況。在所謂爐冷時，爐渣一般變酸，即二氧化矽的含量超過了煉該種生鐵的標準。爐子過冷，二氧化矽的含量提高很大；此外，爐渣含一氧化鐵和一氧化錳多。這樣的爐渣能夠極快地溶解堵泥，使爐缸前牆，以至於出鐵口的狀況惡化。

某些實際經驗證明，爐冷時一氧化鐵和一氧化錳含量高的酸性爐渣不侵蝕堵泥，相反的凝結在堵泥的表面上，不易從出鐵口流出，因此必須增加流鐵孔道的直徑。

冷的酸性爐渣凝在流鐵孔道的牆上的情形，在實際當中是有的。然而在爐缸前牆上，由於溫度提高而迅速改變了冷的狀態，凝結的爐渣熔化，使堵泥渣化。因此，酸性爐渣凝結在堵泥表面只稍微減弱了它對堵泥的化學作用。

溫度高的熱渣也給堵泥以非常強烈的化學作用；它們比一般

爐渣能更快地溶解塔泥，使出鐵口的狀況變壞。每次放出的鐵水特別是爐渣愈多，這給出鐵口狀況的壞影響愈大。

現代化的大型高爐每次要出 300—400 噸的生鐵和 50—60 公尺³的液體下渣。

出鐵和出渣不正常，特別能使出鐵口的狀況變壞，在很多情況下，爐缸堵塞時爐渣的流出比一般要早，並且幾乎在整個出鐵過程中都伴同着鐵水一起流出。

高爐的冶煉產品（生鐵和爐渣）普通是全風即在正常的風壓下放出。在現代化高爐中風壓達到 1.2—1.4 表壓，在高压操作時，甚至達到 1.7—2 表壓。

出鐵口水平面上的總壓力可達 3—4 表壓。

出鐵開始時，鐵水在上述壓力下流向流鐵孔道，在流鐵孔道里以極大的速度流動。因為包圍流鐵孔道的塔泥在出鐵前和出鐵過程中的加熱不均，在上述溫度的作用下它的里面產生了高溫差張力。

高溫是從流鐵孔道的一邊發生作用。但由於塔泥的導熱性不好，在它的深處長期地保持着低溫。加熱得較高的塔泥層首先膨脹，而後收縮；而加熱得較低的塔泥層很遲才開始膨脹，因而妨害加熱的表面層的膨脹。表面（早加熱的）層收縮時，里面的塔泥層才剛剛開始膨脹；於是塔泥中產生了張力，造成裂隙。

塔泥里有殘余的水份時，如果出鐵口沒烘好，水份迅速蒸發，造成巨大的壓力，促使塔泥破壞。由於溫差張力和蒸氣的壓力在塔泥中形成裂隙，使塔泥的完整性受到破壞。裂隙大時有時塔泥成塊地落到鐵水中去，以致出鐵口的狀況惡化。

冷卻設備損壞時有水進入爐缸，在水的作用下塔泥壽命顯著降低，水進入爐缸，出鐵後使爐缸前牆上的塔泥劇烈冷卻。這種冷卻後來在金屬的水平面上升的時候，被劇烈的加熱代替，使塔泥的熱負荷加強。溫度經常的提高和降低，促使塔泥里面產生裂隙，結果它的強度顯著減低。

對高爐過程的研究指出，除上述因素外，對出鐵口狀況有極