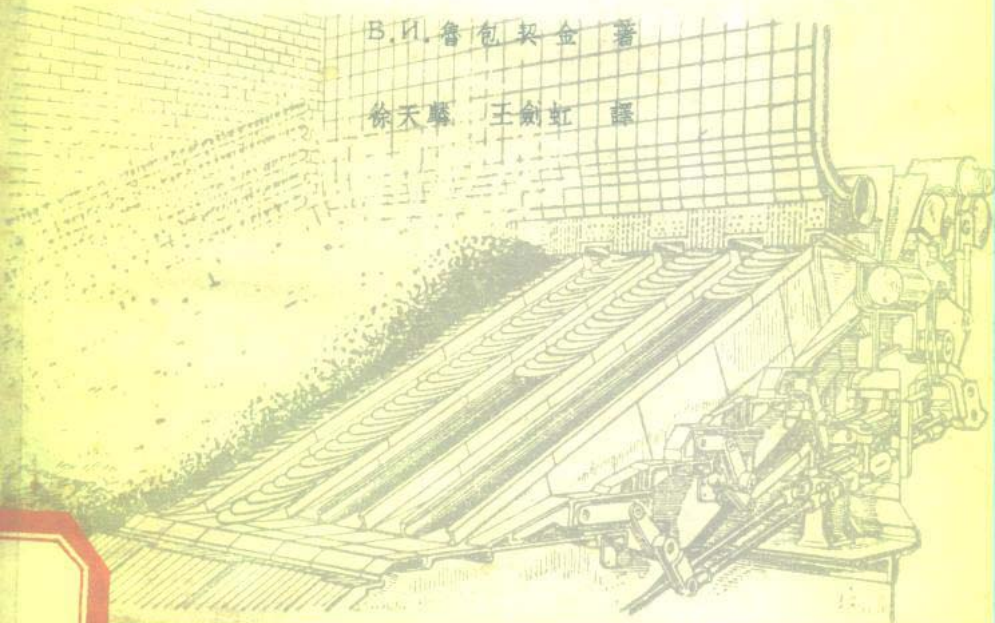


船用蒸汽鍋爐的机械爐膛

В.И.魯包契金 著

徐天驊 王劍虹 譯



人民交通出版社

这本小册子简短地评述了船用分層燃燒式机械爐膛，并且指出了它們在海船上采用的前景。对于具有較多优点的推板式爐膛作了比較詳細的闡述。

小册子的目的在于向海上船隊中的一般技術人員介紹船用分層燃燒式爐膛的型式和結構，介紹在海船上加煤和除渣过程机械化的方法。

这本小册子还可供海河運輸部所屬學校的學生在學習船用蒸汽鍋爐課程时作为参考書。

船用蒸汽鍋爐的机械爐膛

Б. Н. ЛУБОЧКИН

МЕХАНИЧЕСКИЕ ТОПКИ СУДОВЫХ ПАРОВЫХ КОТЛОВ

ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА МОРСКОГО И РЕЧНОГО ФЛОТА
Москва 1953 Ленинград

本書根据苏联海河出版社1953年莫斯科俄文版本譯出

徐天麟 王劍虹譯

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版營業許可証出字第〇〇六号

新华書店發行

人民交通出版社印刷厂印刷

1959年4月北京第一版 1959年4月北京第一次印刷

开本: 787×1092 1/32 印張: 3 張

全書: 62,000 字 印数: 1—1500 册

統一書号 15044-6149

定价(13): 0.44 元

L80-2

目 录

前 言

第一章	固体燃料的分层燃烧	3
第二章	机械爐膛	8
§1.	分层燃烧机构的方案	8
§2.	上給式爐膛	13
§3.	下給式爐膛	20
§4.	平給式爐膛	23
§5.	海船机械爐膛的最好型式	26
第三章	推板式爐膛	33
§1.	爐膛工作方案	33
§2.	船用爐膛的結構及其运用	43
第四章	加煤机械化	67
第五章	除渣机械化	74
附录1	船用分层燃烧式机械爐膛的基本特性	81
附录2	安装于水管鍋爐的船用推板式机械爐膛的 建議性使用規則(机械部分)	91

目 录

前 言

第一章	固体燃料的分层燃烧	3
第二章	机械爐膛	8
§1.	分层燃烧机构的方案	8
§2.	上給式爐膛	13
§3.	下給式爐膛	20
§4.	平給式爐膛	23
§5.	海船机械爐膛的最好型式	26
第三章	推板式爐膛	33
§1.	爐膛工作方案	33
§2.	船用爐膛的結構及其运用	43
第四章	加煤机械化	67
第五章	除渣机械化	74
附录1	船用分层燃烧式机械爐膛的基本特性	81
附录2	安装于水管鍋爐的船用推板式机械爐膛的 建議性使用規則(机械部分)	91

前 言

1951~1955年苏联发展国民经济的第五个五年计划规定，要大大增加使繁重工作机械化的机器的生产。

燃用固体燃料的船用鍋爐的操作是最繁重的过程。所以，党和政府提出的燃料燃燒机械化的任务是苏联海运工作者所面临的最重要的任务。

将生火的繁重的体力劳动换成机械操縱，不仅可得到一定的技术经济效果，而且也減輕了生火的劳动。

采用苏联热工人員設計的，使固体燃料燃燒机械化的裝置，能够将生火从繁重的体力劳动中解放出来，并且大大地提高他們的熟練程度。改用机械方法燃燒燃料，以及用机械自动操縱，将能大大提高鍋爐的蒸汽产量。

在船队中創用和采用固体燃料机械燃燒的新的有效方法方面，海河運輸部进行了大量的工作。

在苏联海上船队中，已經有几十座水管鍋爐装备了完全机械化的分层燃燒式爐膛。

为火管迴流式鍋爐專門制成了实验性的机械爐膛結構，并且进行了試驗。这个任务最为困难，到目前为止还没有解决。

这本小册子的主要任务是向海上船队的技术人員介紹船用机械爐膛的型式和結構。此外，它还可供海河運輸部所屬學校的学生在学习相应的課程时作为参考。

著者謹向提供了許多指示的Я.З.彼年瑞克講師和本書的編輯Ю.С.薩莫依洛夫致以深切的謝意。

对于将由出版社轉来的关于这本小册子的一切严格的批評，著者也預先表示感謝。

第一章 固体燃料的分层燃烧

海上船队每年要消耗数十万吨燃料，所以，如何在海船上正确合理的燃烧燃料是一个具有重大国民经济意义的问题。

目前在许多海船上都以重油为燃料。燃用液体燃料能够减轻船舶的燃料装载量，并且生火也不必进行繁重的体力劳动。但是，由于液体燃料对于我国的国民经济具有特殊的价值，因此所有的商船应当转而燃用固体燃料。在船上每节约一吨石油，或者说，当船上的锅炉从燃用液体燃料改为燃用固体燃料以后，从海上船队节约下来的成千上万吨的石油，都能促进苏联国民经济的发展。

能够燃用固体燃料，并且足以保证燃料燃烧过程完全机械化的新式炉膛设备的制成和采用，乃是使海船最后都改用固体燃料的主要基础。

基于我国科学在创造有效的燃用固体燃料的炉膛设备方面所获得的成就，在使用固定式锅炉的工业中，实际上已经完全不用液体燃料了。

固定式锅炉可以燃用各种各样的固体燃料：烟煤、无烟煤、泥煤、木柴、刨屑、煤团等。

种类这样繁杂的固体燃料，对于海上船队是不合适的。对于海船具有重大意义的是单位体积（公尺³）燃料的热值，因为如果采用低热值的燃料（木柴、泥煤等），船舶的航行半径^①就会大大缩短。

① 船舶的航行半径是指船舶在不添加燃料的条件下所能达到的最远距离。

因此，海船燃用的主要固体燃料是各种牌号的烟煤和少数
的无烟煤。

船队采用的烟煤的热值为5000~7600大卡/公斤，湿度为
5~18%，挥发物含量为18~36%。可见，与固定式装置相比
较，船队燃用的是比较优质的燃料。海船采用的煤的组成成份
也是多种多样的：从煤屑（粒度为0~3公厘）占60%的原煤
（其中大块煤的粒度可达500公厘）起，直到洗选的“核桃”
煤（粒度为10~20公厘）都有。

虽然船队实质上只燃用一种固体燃料——烟煤，但是燃烧
这种煤的方法却可以是极不相同的。

第一种方法是将煤制备成细碎的煤粉，使煤粉与空气精细
地混合后，在炉膛容积中燃烧。这种燃烧方法称为火室式。

固体燃料的火室燃烧方法，在固定式装置中得到广泛采
用，但是没有推广到船上来。

科罗布佐夫工程师在“Г.季米特洛夫”号蒸汽机船上进行燃
用煤粉的试验表明：在船上直接搬用这种型式的固定式装置是
有困难的。

这些困难是：煤粉炉膛在低负荷时工作不稳定，飞灰会堵
塞锅炉的传热面，炉膛点火需要专门的装置，煤粉制备装置的
尺寸庞大，以及为磨煤而消耗的能量很大。

近年来由于出现了机械炉膛，能够经济地燃烧块煤，不必
进行复杂的加工，因此，则可不指望将来会在海船上采用煤
粉炉膛装置。

由苏联学者建议和拟定的第二种方法，是在专门安排的具
有适宜形式的空气流中燃烧小块燃料（碎煤）。这种称为涡流
式的燃烧方法，对于海船来说，确具有无可置疑的好处。涡流
式炉膛不要求将煤碾磨得很细，煤的粒度准备只要限制在4~6

公厘即可。这种爐膛的效率高，燃料燃燒的全部过程都可以完全机械化。它的热負荷可以达到：爐膛容积—— 12×10^6 大卡/公尺³；爐膛横断面积—— 17×10^6 大卡/公尺²。这个情况对于船用鍋爐极为重要，因为这样就可大大减小爐膛裝置的尺寸并減輕它的重量。

渦流式爐膛是一个呈圓筒形的渦流室。在渦流室的一个端盖上开有供排出烟气的口（喉口），碎煤从另一端盖的中心或渦流室的側壁供入后，立即被經由开在渦流室側壁上的口（噴嘴）进入的空气流所包围，于是就发生燃燒：燃燒在空气流中部分地进行，和部分地在复盖着流动煤渣层的室壁上进行。空气从噴嘴噴出的速度为150~170公尺/秒，因而促使碎煤强烈燃燒。燃燒中形成的煤渣就以流体状态通过在爐膛排烟口下面所开的出渣口排出。

目前，海河运输部的設計机构正在設計一种船用的渦流式爐膛。一旦在船上采用了这种爐膛，必将使蒸汽机船舶的动力裝置达到一个新的发展阶段。

固体燃料的第三种燃燒方法——分层式，在船上获得非常广泛的采用。

到目前为止，人工操作的水平布置的固定爐棚还是海船上分层燃燒式爐膛的基本类型。人工操作的固定爐棚之所以在船上获得推广，是因为它具有下述优点：

- 1) 可以燃燒种类极不相同的燃料：从富有揮发物的强粘結性烟煤到瘦煤及无烟煤；
- 2) 負荷极低时，爐膛的工作也很稳定；
- 3) 設備簡單，修理容易，运用可靠；
- 4) 無論哪种船用鍋爐——水管鍋爐或迴流式火管鍋爐都可以裝备这种爐膛。

与此同时，人工操作的爐膛也有許多缺点。主要的缺点是：

1) 爐膛操作(投煤、耙火、清爐等)需要繁重的体力劳动；
2) 能够操作的爐膛長度比較短(1.8~2公尺)，这就使人工操作的爐膛不能用于中功率及大功率的鍋爐；

3) 人工操作时，爐棚的热負荷有限，不超过 $(600\sim 750) \times 10^3$ 大卡/公尺²时，由于生火体力有限，爐膛的出力不能进一步提高；

4) 爐膛工作的效率(它的出力及經濟性)与生火的熟練程度有很大的关系；

5) 煤层放热极不均匀，在清爐时甚至降为零。

还必须指出，在投煤、耙火和清爐时，必須常常开启爐門，以致有大量冷空气进入爐膛，这就恶化了燃燒过程，并使管子、牽条、鉚縫的接头受到損伤，因而使鍋爐的整个修理間隔期縮短。

人工操作爐膛的这些缺点迫使人們寻求消除它們的途徑。

这样的途徑就是将人工操作的爐膛改成机械爐膛。

苏联的科学研究所和有关机构推荐了数十种不同結構的爐膛，其中有許多种已經在固定式裝置中运用过許多年了。

海船工作的特殊条件对于爐膛結構提出了許多限制，因此，在船上直接搬用固定式爐膛就很困难，有时甚至完全不可能。这特別說明了在海船上采用机械爐膛还为数不多的原因。

在1930~1940年期間，在外国出現了机械爐膛的許多結構，其中絕大多数都不能滿足对船用爐膛提出的要求。在資本主义企业中首先考虑私人利益的技术思想，在船用鍋爐制造方面也不可能是进步的。

許多大鍋爐公司完全拒絕为廻流式及联合式鍋爐制造完全

机械化的爐膛。他們声称在技术上解决这个問題是不可能的。

只有苏联已經成功地解决了为任何类型的船用蒸汽鍋爐裝备完全机械化的分层燃燒式爐膛的問題。

苏联在燃料燃燒技术方面所达到的水平，使我們能够解决固体燃料分层燃燒——从向爐膛添加燃料直到从爐膛清除灰渣——完全机械化的問題。

机械爐膛的发展以及进一步改善，在不断地进行。

在創造分层燃燒式船用机械爐膛方面，苏联学者和設計師解决了許多复杂的技术問題。

主要的問題是要完全免除生火的繁重的体力劳动。生火的作用应当归结为操縱爐膛机械。然而这还不够。应当保証更进一步使爐膛的結構能够改为自动調节和自动操縱。鍋爐裝置改为自动調节是完全可能的，并且要在最近的将来在具有分层燃燒式爐膛的船用鍋爐中实现。此时，生火的作用将仅限于監督爐膛机械的工作，并且在必要时进行一番修理。

机械爐膛应当保証能够燃用目前在海上船队中燃用的一切种类的烟煤。

由于换用不同于設計的煤种，因而需要改造爐膛的結構时，这种工作应当可以由船員自力进行，或者在必要时由修船厂的三級工进行。

海船的运行条件对于机械爐膛工作的可靠性提出了較高的要求，因为爐膛的損坏（因而也就是鍋爐的損坏）可能导致发生船舶沉沒的慘劇。例如，在风浪中当航速大大降低时，船舶可能因事故而遭复沉。

为要提高运用中的可靠性，每种爐膛都应当保証能够迅速换为人工操作。这虽然也会使鍋爐的功率降低，但是無論什么时候都不会使它陷于停頓。当船舶搖摆时，爐膛应当在橫傾 40°

和縱傾 20° 的條件下也支持得住。

除了運用的可靠性以外，機械爐膛還应当在工況急劇變化及最低負荷時穩定地工作。這在船舶作機動操縱時非常需要。當然，還要提出經濟上的條件，即當它與人工操作的爐膛相比較時，要能夠證明裝置和運用爐膛的耗費都是合理的。所以，在一切工況下，機械爐膛的效率都应当高於人工操作的爐膛。

為了判斷某種機械爐膛的結構的優缺點，必須首先簡略地熟悉一下目前在海船上所裝備的分層燃燒式爐膛。

第二章 機械爐膛

§ 1 分層燃燒機構的方案

分層燃燒式機械爐膛在結構上雖然種類極多，但是仍舊可以將它劃分為三種基本類型。

不管結構的形式怎樣，在每種爐膛中都可以看出空氣和燃料（燃燒所必需的兩大要素）的典型流動方向。分層燃燒機構的分類正是取決於這種流動方向。

圖 1 所示為分層燃燒機構的三種基本方案。

因為對於任何一種分層燃燒式船用爐膛來說，水平的（或略為傾斜的）爐柵總是爐膛的不可缺少的元件，因此，只要談到燃料流對於爐柵的方向就足以說明煤在煤层中燃燒的任何一種方案的特征。

這樣，根據方案甲、乙和丙（圖 1）、全部船用爐膛可以劃分為三種基本類型：

- 甲、从煤层上面供給燃料的爐膛（上給式爐膛）；
- 乙、沿着煤层供給燃料的爐膛（平給式爐膛）；
- 丙、从煤层下面供給燃料的爐膛（下給式爐膛）。

在上給式爐膛(圖1, 甲)中, 冷的煤粒添加在熾熱的煤層上。這時, 由於受到火燄炬(位於煤層上面)的熱幅射, 受到從煤層放出的熾熱煙氣的沖刷, 以及受到灼熱焦炭的幅射等三方面的作用, 煤迅速地被加熱了。

在加熱過程中, 含於煤中的水分和揮發物都析出來了。

主要由氣態碳氫化合物組成的揮發物, 在 $300\sim 500^{\circ}\text{C}$ 的溫度下着火, 同時分解成比較簡單的气体: 二氧化碳、一氧化碳、氫、甲烷等。一氧化碳、氫和甲烷與空氣中的氧相化合, 燃燒成為二氧化碳和水蒸汽。揮發物的燃燒反應既在煤層中進行, 也在煤層上面的爐膛容積中進行。為了使揮發物完全燃燒, 必須使它与富有氧的空氣很好的混合, 並且燃燒區的溫度也必須高。

析出揮發物以後所形成的焦炭主要由炭組

成。焦炭與空氣中的氧積極化合, 產生了很高的燃燒溫度。焦炭燃燒區是放熱的基本區, 燃料在這裡進行預熱並析出水分和揮發物。隨着焦炭的燒盡, 它逐漸地下陷到爐柵上。

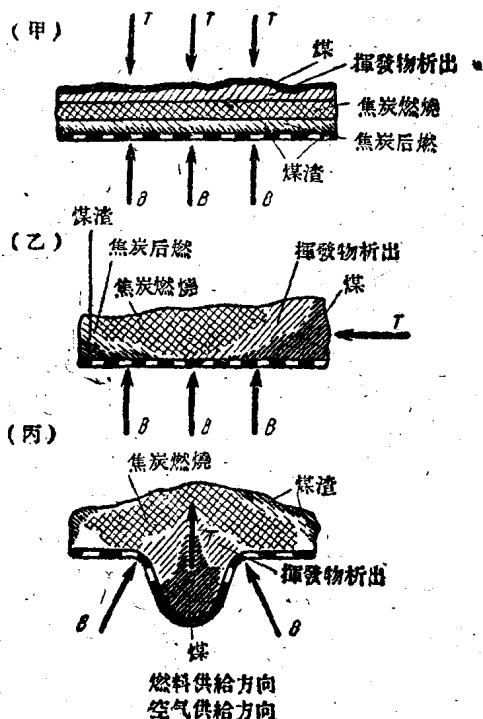


圖1 燃燒機構的基本方案

因此，燒尽了的煤渣区就自然地分布在爐棚表面上。由于煤渣的导热性低，又处在焦炭燃燒区与爐棚之間，因而就保护了爐棚，使之免于燒坏。

上給式爐膛的主要优点是将燃料添加在具有高溫并放出大量热的煤层上。这样，即使添加的是冷煤，其中的大部分也能迅速着火，同时，对于揮发物含量极少（4~6%）的瘦煤和无烟煤（它們的发火温度高达550~650°C），也能保証着火。

当焦炭层較厚时，从煤层下面供給的空气，将由于燃燒着的焦炭的吸收而迅速地失去氧。实验証明，当焦炭燃燒层的厚度为其粒度平均尺寸的3~4倍时，空气通过这个焦炭层以后的含氧量实际上等于零，也就是說，为了要使从煤层上面部分析出的揮发物完全燃燒，却几乎没有氧。在这种情况下，煤层将向爐膛容积放出不完全燃燒的产物（主要是一氧化碳）。从燃尽这种未完全燃燒的气体所得到的热量可达在爐膛中放出的总热量的40%。

依靠通过煤层上具有燒穿窟窿，焰口等个别部分进入爐膛的空气中的氧，也依靠專門向爐膛容积供給的二次空气中的氧，不完全燃燒的产物在爐膛容积中部分地燃尽了。

依靠經由煤层的个别部分冲进来的空气，不可能使气体完全燃尽。讓空气这样冲进来也是不好的，因为这将增大过量空气系数，終于导致排烟热損失的增大。

如果使从煤层析出的气体与压进爐膛的二次空气流在爐膛容积內有效地混合，則这种不完全燃燒的产物可以完全燃尽。

在煤层中和爐膛容积中的燃燒如果組織得正确，就能实际上完全消除由于从煤层放出的不完全燃燒产物（一氧化碳、氫等）沒有燃尽而造成的热損失（即化学不完全燃燒損失）。

实际上，煤在煤层中的燃燒过程要比上面所說的复杂得多，

可是，对于反映最終的綜合过程來說，將燃燒作这样一个叙述还是充分准确的。

根据煤在这种上給式爐膛中的燃燒过程，对于現今使用着的固定式水平爐棚的管理規定了一些“操作須知”。

在这些“操作須知”中特別建議：拋煤量不应过多（2~3 鏟），但是要拋得有規律，并且使拋进去的煤能均匀地散布在煤层表面上，以形成薄的（厚度80~100公厘）煤层。

上給式爐膛的主要缺点是燃燒过程不連續，这是由于爐渣不断地积結，妨碍空气进入煤层所致。清爐除渣就破坏了过程的連續性。当燃用强粘結性煤时，为了保証向煤层供給空气，就要求把火并疏松煤渣，这也破坏了燃燒过程的連續性。因此，可以得出結論說：按照上給式系統来創造完全机械化的爐膛是极其困难的，因为这个系統沒有为燃燒过程的連續性提供条件。

平給式爐膛却能滿足这种要求，这时，煤层沿着爐棚运动（或者与爐棚一同运动，或者在各种不同的机械推杆的作用下运动）。

在这种爐膛中，燃料的供給和燃燒以及煤渣的清除都是連續不断的，这就为燃料燃燒过程的机械化提供了比較好的条件。

此外，还須指出，在平給式爐膛中，使把火和疏松煤渣机械化的方法比其它一切类型的爐膛所用的方法都要簡單些。

平給式爐膛的主要缺点是煤添加进煤层中以后着火緩慢。如果說从上面向煤层添加的煤粒经过了加热、干燥、析出揮发物等过程，在几分鐘之內就能着火，那么在平給时，由于緊靠着冷煤供給区附近沒有高溫热源，所以煤粒的着火要緩慢得多。

在这种情况下，热的傳播方向与空气流和向爐棚供給冷煤的方向相反。只是厚的冷煤层的上面部分才受到火炬的幅射作用。同时，緊靠着爐棚的煤粒进入燃燒过程最为緩慢。这样，揮发物的发火和焦炭着火的障面就大大地拉長了，并且据有傾斜的位置（图 1，乙）。

为了使添进煤层的冷煤加速着火，在这种类型的爐膛中有时还在爐棚的前面部分設置一个下部点火槽，用燃燒着的焦炭堆滿，形成补充火源。

关于改善这种爐膛的煤层着火的方法将在下面比較詳細地介紹（參看 § 4）。但是，無論采用哪种加速着火的方法，都只能減輕而不能消除平給式爐膛的这种缺点。

着火的緩慢和受到限制都使爐膛工作的强化遭受到困难。实际上，如果想要增大平給式爐膛的出力，就必须增多加入煤层的煤量，然而这样就可能使加煤速度超过加煤以后的着火速度。这时，燃燒障面将越来越移向爐棚末端，直到爐棚上的煤完全停止燃燒为止。但是，由于煤粒停留在爐棚上的時間內不能完全燃尽，也就是說，机械不完全燃燒的损失愈益增大，因而远在熄火以前，爐膛的工作就已經极不經濟了。

象这样的对爐膛工作强化的限制（从煤的着火条件來說），也是下給式爐膛（图 1，丙）的缺点。

在下給式爐膛中，煤是从焦炭燃燒层下面，由專門的煤槽送入。空气也是从爐棚下面向上送入。因而，空气流与燃料流的方向相同，而与从燃燒着的焦炭到冷煤的热流方向相反。所以在下給式爐膛中，煤的干燥、揮发物的析出和煤的着火等过程都比平給式的还要慢些。

当爐膛工作正常时，从燃料析出的揮发物在通过灼热的焦炭层（在这种情况下它位于煤层表面上）时即行燃燒。可是，

当爐膛工作強化時，冷煤的供給速度可能超過它的着火速度，煤來不及參與積極的燃燒過程便到達煤層表面。如果繼續增大供煤量，燃燒區將自煤槽被擠向兩側，直到停止燃燒為止。

在下給式爐膛中，由於加煤和除渣都是連續進行的，因而可以保持燃燒過程的連續性。雖然用壓力從下面加煤對於煤層來說是實現着某種耙火作用，但是在燃用強粘結性煤時，這還是完全不夠的。

按照不同於圖1所示的各種方案而工作的分層燃燒式爐膛，用於固定式的工業鍋爐，而沒有在海船上廣泛應用，原因是它們的結構（例如傾斜式爐棚、帶有劇烈耙火爐條的爐膛等）不能符合海船的運行條件^①。

為了判斷在海船上究以採用哪一種分層燃燒機構為宜，必須更詳細研究，按照這些方案工作的船用機械爐膛的型式和結構。

§2 上給式爐膛

上給式爐膛在海船上（主要是在英國船和美國船上）應用很廣，並且對於它的運用條件也進行了研究。

任何一種上給式爐膛都由三個主要部件組成：向拋煤機供給燃料的給煤機；保證向爐棚供給（拋擲）燃料的拋煤機；燃料在它上面進行燃燒的爐棚。

在圖45（見附錄1）中示出了裝置在船用迴流式鍋爐中的船用上給式爐膛。

這種結構現在已經陳舊了。中央鍋爐透平研究所（ЦКТИ）的工作人員已經設計成功並且付諸運用了一種比較完善的风力機械拋煤機（ПМЗ）式爐膛。但是，船用的ЦКТИ系流的爐膛

① 參看第一章，5~8頁。

尚未問世，雖然使它適應于船舶條件並沒有特殊困難。

這種爐膛的工作原理可從圖45清楚看出。

慣性式的給煤機將一份份的壓碎了的煤（煤粒尺寸30~40公厘）從煤斗1輸往迅速轉動着的拋煤機的轉子3的葉片。轉子的葉片相互間張成某種角度，這就保證煤能夠散佈在爐柵6的整個寬度上。轉子的每分鐘轉數決定了煤粒的拋程。

拋煤機的主要任務是：不管煤粒的尺寸怎樣，總要將煤均勻地散佈在爐柵面積上。

長期運用這種爐膛的結果指出：單純機械的、風力的或是蒸汽的拋煤機都不能保證爐柵上煤層的厚度均勻。在單純機械拋煤機中，細煤粒都集中在爐柵的前面部分；在單純風力拋煤機中，大煤粒都集中在爐柵的前面部分；而煤屑則落在爐柵的後面部分。拋煤機的這種特點，就使得爐膛工作僅僅在燃用煤屑含量最低的篩選煤時，才能保證滿意。如果爐膛燃用煤屑含量超過15~20%的原煤，則為了耙平爐柵上的煤層，人工操作幾乎不能間斷。

使用由機械式和風力式拋煤機綜合而成的風力-機械拋煤機時，原煤在爐柵面積上的散佈情況最為滿意。

在圖45上可以看到緊裝在轉子下面的二次空氣箱5。經過箱縫供給的二次空氣（風壓為50~60公厘水柱），不僅能改善煤在爐柵面積上的散佈情況，而且還能促使煤屑在懸浮狀態時，也就是在飛揚的時候，直接在爐膛容積中比較完全地燃燒。

ЦКТИ系統的ПМ3式爐膛加煤機械的現代結構示於圖2（二次空氣的噴嘴，與圖45所示的相似，布置在拋煤機下面）。

供煤量用改變柱塞1的行程數和行程長度的方法來調節，同時，轉子2的轉數與柱塞的行程數有一定的關係。轉子有四個葉片，布置成兩排。葉片用螺栓固定在轉子筒體上，因此，