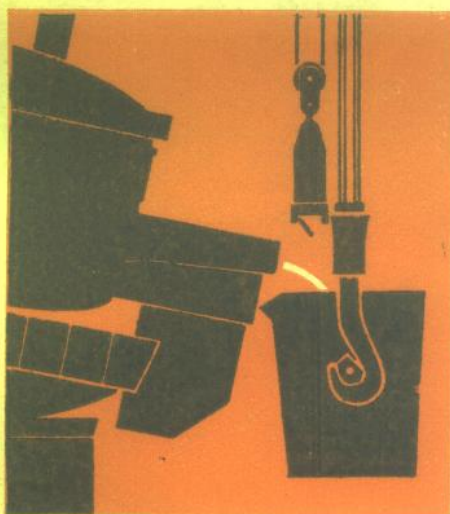


■ 电炉炼钢车间 作业机械化



冶金工业出版社

内 容 提 要

《电炉炼钢车间作业机械化》是根据苏联冶金出版社1982年出版的Б. А. 阿吉柯夫等编著的“Механизация работ в электро-сталеплавильных цехах”一书翻译的。

本书共分六章，概述了电炉炼钢生产的主要工艺过程和设备；研究了车间作业综合机械化及其基本方向；介绍了苏联和其他国家电炉车间原料场、炉子工段、铸锭工段以及铸锭车准备工段作业机械化的经验；提出了有关的新设想；同时给出了计算机械化水平和使用效率的资料。

本书可供钢铁厂、机械厂及设计与研究部门的工程技术人员和工人使用，也可供大、中专院校有关专业的师生参考。

电炉炼钢车间作业机械化

〔苏〕Б. А. 阿吉柯夫 著

刘景林 汪培初 译

责任编辑 王华宗

冶金工业出版社出版

（北京北河沿大街嵩祝院北巷39号）

新华书店北京发行所发行

江西印刷公司排版

河北省阜城县印刷厂印刷

*

850×1168 1/32 印张5 $\frac{1}{8}$ 字数134千字

1988年5月第一版 1988年5月第一次印刷

印数00,001~2,100册

ISBN 7-5024-0130-X

TF·37 定价1.50元

前 言

第十一个五年计划的主要任务之一，是提高劳动的技术装备水平，竭力推广生产过程的机械化和自动化，不断减少从事体力劳动的工人数。

生产过程的机械化，除能改变劳动特征外，还可提高劳动生产率，增加产量。

电炉炼钢生产的特点是，高温条件下的繁重体力劳动量很大，劳动机械化的问题非常突出。同转炉炼钢一样，电炉炼钢生产也是主要的炼钢方法。在许多发达的国家里，电炉钢在钢总产量中所占的比例为20~30%。苏联在1981~1985年间以及到1990年这一期间，按规定电炉钢的产量要增长0.6倍，而工业产品靠劳动生产率的提高要增长90%以上，这是苏联经济发展和社会进步的基本目标。

因此，通过完善工艺过程，改进劳动组织，合理布置车间及设备，采用可减轻炼钢工、配料工、铸锭工劳动强度的设备和机械来装备车间，以提高电炉炼钢生产的机械化水平，具有很大的意义。

为了提高电炉炼钢生产的机械化水平，并过渡到综合机械化，从而进一步实现自动化，必须对从冶炼原料准备直至铸锭为止的整个生产过程全部实现机械化。

在电炉炼钢车间，铁合金的卸料和装料、扒渣、旧炉衬的拆除、钢锭模保温帽的加热及其他工作，花费了许多时间和体力劳动。在许多车间里，象补炉、冶炼过程中添加造渣剂和合金剂等工序仍未实现机械化。

本书叙述了苏联各钢铁企业劳动机械化方面多年的先进经验，列出了电炉炼钢生产中许多与减少繁重劳动比例有关的理论和实际研究结果。书中介绍的许多机械化设备投资不大，且在工

厂条件下可以制造。

书中除介绍了许多车间现行的机械化设备外，还提出了一些技术方案，这些方案虽然尚未在实际生产中试验，但从作者的观点看，对于从事机械化问题研究的工作人员是大有裨益的。书中还阐述了确定劳动机械化水平和迅速减少繁重体力劳动的途径等方面的问题。

鉴于与提高机械化水平和减少体力劳动有关的技术方案很多，作者并不奢望详尽论述劳动机械化的问题，但我们希望书中提出的建议对于在电炉炼钢生产中针对繁重体力劳动采取机械化措施方面将是有益的。

在本书中，作者只限于论述敞开式电弧炉炼钢的机械化问题，不涉及电渣重熔、真空电弧重熔、感应真空重熔、等离子电弧重熔等钢水精炼装置作业机械化的问题。

目 录

前 言

第一章 电炉车间的炼钢和浇注	(1)
1-1 炉料、加入剂及补炉料的特性.....	(1)
1-2 电炉炼钢工艺.....	(4)
1-3 浇注.....	(9)
第二章 机械化的一般问题	(15)
2-1 机械化的概念.....	(15)
2-2 机械化水平的确定.....	(19)
2-3 提高机械化水平的方法.....	(23)
2-4 机械化的经济效益.....	(28)
第三章 原料场作业的机械化	(33)
3-1 金属炉料的供应.....	(33)
3-2 造渣剂、铁合金和补加料的供应.....	(36)
3-3 镁砂及块状物料的卸车、贮存与装运.....	(43)
3-4 辅助作业的机械化.....	(49)
第四章 炉子工段作业的机械化	(53)
4-1 炉子清理和补炉.....	(54)
4-2 炼钢炉料的装炉.....	(63)
4-3 电极接长.....	(73)
4-4 电炉供气.....	(77)
4-5 放渣和清渣.....	(80)
4-6 温度测定.....	(89)
4-7 钢水的搅拌.....	(91)
4-8 取样、向试验室送样及传递分析结果.....	(96)
4-9 向盛钢桶中加入脱氧剂及合金剂.....	(99)
第五章 铸锭工段作业机械化	(106)
5-1 用盛钢桶浇注钢锭.....	(106)
5-2 盛钢桶内衬.....	(119)

5-3	浇注时钢水温度的测定及其重量的确定	(136)
5-4	铸锭工段炉渣、废耐火材料及垃圾的清理	(141)
第六章	铸锭车准备工作的机械化	(145)
6-1	钢锭脱模工段	(145)
6-2	钢锭模清理	(146)
6-3	保温帽的准备	(148)
6-4	钢锭模的涂油	(151)
6-5	耐火材料的供应	(153)
	参考文献	(156)

第一章 电炉车间的炼钢和浇注

电炉炼钢生产的目标, 在于获得一定化学成分的优质钢。当然, 这个任务的完成必须是在原材料、电力消耗最低, 总的人工劳动消耗, 特别是体力劳动消耗最少的情况下完成。电炉车间炼钢生产过程包括炉料的准备、炉料装炉、炉内工艺过程的完成、冶炼产品的出炉、钢水的进一步处理和将其运送到下道工序。在此过程中, 体力劳动的消耗水平在很大程度上决定于炉料的种类、车间物料的流动线路、物料的装炉方法、冶炼工艺、钢水炉外精炼方式和浇注方法。

1-1 炉料、加入剂及补炉料的特性

1-1-1 废钢

废钢是电炉炼钢生产的主要原料。根据废钢质量、铁水消耗量和冶炼钢种不同, 每吨成品钢的废钢消耗量介于0.7~1.2 t之间。

废钢与金属废料分成两类(未加合金者和加有合金者)和三等(按纯度和堆比重)。根据化学成分, 未加合金的废钢又分成9级, 而加有合金者则分成82级。

废钢分类的高度准确, 是成功完成订货和冶炼时劳动消耗最低的基本保证。

钢铁厂本身的回炉废钢, 是在冶炼的不同阶段形成的。铸造时所形成的废料系废钢、半截锭或钢锭, 应标明其相应的牌号, 或标明该钢种所属等级。浇口可直接在电炉炼钢车间解体, 且可同半截锭一起用于冶炼相应牌号的钢种。电炉炼钢生产相应牌号钢种的浇口和废钢, 也可送至碎铁车间破碎。

主要的回炉废钢来源于轧钢车间和锻造车间。其种类为切边、废品和精整废料。正确分选这些废料, 作好标记并组织好废

料的贮存与运输，是电炉炼钢车间正常工作的前提。

金属废料的外形尺寸非常重要。炉料堆积密度小，则必须往炉子中堆积炉料，经常清理砂封；需要扒平炉料，以便往炉体上安放炉顶。在这种情况下，势必导致炉子的产量降低，劳动量增加。但也不希望炉料中有过大的块料，如钢锭、半截锭、大块废钢等。使用大块废钢时，炉子必须开弧操作，这会引 起 炉 衬 过 热，炉衬寿命降低，炉子产量下降。此外，往炉膛上部四周装入大块废料，有可能损坏电极。鉴于此类原因，建议采用重量不超过炉料五十分之一的废块料。^[1]

准备金属废料时，采用拣选分类、火焰切割和剪切、破碎、压型、压块、落锤破碎等方法。

生产某些牌号的钢种时，使用经过专门冶炼的炉料坯，通常此种炉料坯的碳、硫和磷的含量都较低。作为炉料冶炼出来的锭子经过压延，然后切成一定尺寸的块料。

对于发展电炉炼钢生产来说，采用金属化的球料作为炉料的含铁组分是大有前途的。经过焙烧和金属化的球料，含铁量可达90~95%，就硫、磷和伴生杂质而言，它是很纯的炉料。此种料可经过炉顶装料孔连续地装入电炉中。

1-1-2 造渣剂

在碱性电弧炼钢炉中炼钢时，采用新烧石灰、石灰石、萤石、粘土废砖、砂子和用过的熔剂“AHΦ”造渣。

在所有的造渣剂中，使用量最大的是石灰（达22kg/t钢）。电炉炼钢只使用新烧的石灰，不准使用粉状的熟石灰。为避免混入水分，石灰用密封式容器运输和贮存。石灰的块度为50~180mm。

在装料期和氧化期（不在精炼期）可向炉中加入石灰石代替石灰造渣。当炉料熔化时，石灰石被加热焙烧，析出的碳酸气搅动钢水，促进熔池内温度均匀，并排出其中的气体和非金属夹杂物。石灰石应在破碎和烘烤后使用。石灰石不吸水，可以长时间存放。

萤石含85~95%的氟化钙，用以降低碱性渣的熔化温度。

砂子亦可降低炉渣的熔化温度，但同时也会降低炉渣的碱度。

在冶炼不锈钢时，为了稀释含镁渣，以及为了部分代替昂贵的萤石，粘土废砖也可用作造渣材料。

用过的熔剂“AHΦ”含氟化钙很高，亦可用于稀释炉渣。

1-1-3 脱氧剂及合金剂

用于钢水在炉内和盛钢桶中脱氧的脱氧剂有锰铁、硅铁、铝、钛铁、硅锰合金、硅钙合金、硅钡合金、硅铝锰合金、镍镁中间合金及稀土金属。加入钢中的合金剂有铬、镍、钴、铝、铜、钼、钨、锰铁、硅铁、铬铁、钒铁、钛铁、钨铁、铌铁、镍铁、硼铁等。

脱氧剂及合金剂应含有较高的合金元素，不含对钢水有害的夹杂物。其块度应不大于150~200mm。脱氧剂和合金的大部应经过灼烧后加入电炉中。在某些情况下，炉渣使用粉状硅铁和焦炭粉脱氧。

1-1-4 增碳剂

钢水采用焦炭和废电极增碳。

1-1-5 氧化剂

为了使磷、硅、锰氧化，并使碳含量达到必要的限度，应往钢水中加入氧。使用铁矿石、烧结矿、球团、氧化铁皮和纯氧作为氧源。

采用新炉料炼钢时，在氧化期向炉中加入铁矿石。氧化期加入的矿石，其块度应为50~100mm。块度过细，会滞留在炉渣中，而块度过大，又会使钢水和炉渣产生大量泡沫。

目前，主要采用气态氧作为氧化剂。氧气除能使钢水中的各种元素氧化外，还能加快熔化过程，迅速提高钢水温度。熔池吹氧时，使用含水量不超过 1g/m^3 的99.5%的纯氧，氧气压力为1~1.2MPa。电炉炼钢车间的单位耗氧量为20~24 m^3/t 。

1-1-6 补炉料

补炉料分打结料和补炉料两种。苏联的碱性电弧炉，不论冶炼

什么钢种，炉底和炉坡一般都使用镁砂打结。打结炉底普遍使用牌号МПП-85镁砂， MgO 含量不低于85%。打结料的粒度组成是：小于0.1mm的颗粒15~25%，0.1~3mm的颗粒42~74%，3~6mm的颗粒10~30%，大于6mm的颗粒不超过3%^[2]。

炉底和炉坡一般每炉都使用镁砂细粉修补，有时也使用白云石砂、铬矿或铬镁砖废砖粉。

1-2 电炉炼钢工艺

长时间以来，冶金学只是作为冶炼优质钢而发展的，其特征是生产规模较小，优质钢的总成本费用中冶炼工序所占的比例相当低。因此，降低劳动消耗和实现各道工序机械化的问题显得并不重要。

由于优质钢的需求量迅速增加和电炉容量的扩大，开始使用电炉大规模生产普通牌号的钢种；加之苏联社会的广泛变革，因而减少电炉冶炼的劳动量就具有了重要的意义。这就要求深入研究电炉冶炼的物理化学过程，从简化冶炼工艺、提高炉子产量和降低体力劳动消耗等方面，重新审定炼钢工艺。

电弧炉炼钢的传统工艺包括补炉、装料、氧化期和还原期，还包括在冶炼过程中控制炉渣成分的双渣法冶炼。

1-2-1 清炉和补炉

这一时期的主要任务是，使炉底和炉坡保持原始的轮廓，打结层具有规定的厚度，足以防止钢水从炉中漏掉。炉底清渣和清除残钢，对于防止熔池上涨和保证补炉料粘结在炉底工作层上都是必要的。如果补炉料与残渣和残钢相混，则补贴层的耐火度便会降低。此外，残渣及残钢层下可能出现坑洞，若不及时填补，则炉底将可能漏钢。

造渣时造出足够稀的渣，很好地打开出钢口，可减少清理炉底和炉坡的劳动量。

修补炉底和炉坡时，一般使用粒度小于3mm的干镁砂。在冶炼不锈钢的电炉中，个别情况下，使用镁砂和铬矿的混合物或

铬镁砖细粉补炉。某些厂在冶炼滚珠轴承钢时，使用粒度小于3mm的煅烧白云石砂补炉。装料口炉门坎使用大颗粒（3~6mm）的镁砂修补。

1-2-2 装料

电弧炉普遍采用上部装料法。因此，炉子可以敞开，炉料由料罐装入炉膛，此时，料罐中的装料顺序预先决定了炉料在炉膛中的分布情况。料罐底部装小块料，而大块料则与中块料交替装在料罐中央，以便使其处于电极之下。中块料装在料罐的上部和四周。料罐最上部再装小块料。

为达到最佳的装料，金属炉料基本块度应是：大块料40%，中块料45%，小块料15%。例如，对红十月钢厂100t电炉的研究结果表明^[3]，金属料的最佳组成包括以下种类的废钢：大块废钢和废料（开坯机的大块切头，尺寸为500×1000×200至500×200×500mm的大块废钢）占25%；中块废钢和废料（型材轧制车间的小块切边，堆积密度不低于3t/m³的A2牌号的块状废钢）占50%；尺寸不大于800×600×600mm的打捆废钢占10%；碎金属屑占15%。

当碳含量不足时（碳含量应比标记的下限高0.3~0.5），应往炉料中加入生铁、碎焦、废电极。生铁一般是装在全部炉料的上部，而碎焦和废电极则装在料罐下部小块料之上。

为加速造渣，在往炉子中装料之前，或者在用料罐装料之前，加入2~3%的石灰（按重量计）。为保证脱磷效果，在熔化期往炉料中加入1~1.5%的铁矿石。

1-2-3 熔化

如果炉料分布适当，则电弧迅速熔化上部覆盖的小块料，并沉进熔坑中，熔坑比电极直径大30~40%。熔坑扩大的速度，决定于输给电弧的功率。苏联现有电炉的特点是，单位有效功率较低（100~200t的炉子，功率为180~250kW/t），且电极熔损大（ $d_p/d_e \geq 3$ ）。在这种电炉中，为预防炉底被电弧烧损、电极被塌落的炉料损坏和熔化速度过快，采取熔池转动或用料箱拨动

炉料的办法。此两种办法都需要停炉和损失热量。此外，装设熔池转动机构，会使炉子结构更加复杂。

增大电弧功率（达300~600kW/t），减少电极熔损（ $d_p/d_e \leq 3$ ）时，炉料中会熔成一个总坑，熔化速度加快，可以避免电极损坏，电能消耗量也会降低。

使用炉门和炉顶煤气氧气烧嘴，也可以加快炉料的熔化速度，消除炉料塌落的可能性。

1-2-4 氧化期

氧化期的基本任务是，把磷含量降低至 $<0.015\%$ ，大量放渣以防磷含量回升，除掉溶于钢水中的氢、氮和非金属夹杂物，使碳、锰、硅等氧化，并将钢水加热至1480~1520℃。

当加入石灰和铁矿石时，磷发生氧化。根据炉渣自由流动的程度，往炉子中加入一批新的石灰和矿石。新渣生成，可进一步降低钢中的磷含量，在温度升高的情况下，避免炉渣中的磷进入钢水中。

在磷含量降低到规定的浓度以后，往钢水中吹入气态氧，碳被迅速氧化。当碳含量比下限低0.02~0.2%，磷含量低于0.010%。钢水温度稍高于出钢温度时，开始大量扒渣，此时，可认为氧化期结束。

1-2-5 还原期

还原期间应该完成下列任务：钢水脱氧、脱硫、调整化学成分、将钢水加热至出钢温度和造成高碱度的稀渣。

氧化期扒渣以后，根据所炼钢种的牌号不同，造含钙铝的渣、白渣或电石渣。还原期多半生成钙铝渣。造钙铝渣时，加入石灰、萤石和粘土熟料的混合物，三者的比例为5:1:1，加入量为钢的重量的2.0~3.5%。生成炉渣混合物后，开始钢水脱氧。脱氧时，可以直接往钢水中加脱氧剂（深部脱氧）或往渣中加脱氧剂（扩散脱氧）。

采用第一种方法时，脱氧剂（锰铁、硅铁、铝等）以块状形式加入钢水中。此种方法的优点是时间短，其缺点是反应产物可

能残留在钢水中。深部脱氧时熔池可能很深，但钢水的比表面积对脱氧速度没有影响。

如果是扩散脱氧，则粉状脱氧剂（焦粉、硅铁等）加到渣上。采用此种方法时，渣中的氧被脱掉，而由于平衡位移，钢水中的氧进入渣中。扩散脱氧的优点是，钢水受非金属夹杂物的污染少，但脱氧过程较长。脱氧速度决定于钢水的比表面积。

冶炼某些牌号的钢种时，可直接在氧化期扒渣之后进行深部脱氧，然后造还原渣，并用混合脱氧剂来处理炉渣。

当炉渣碱度较高，FeO含量低于0.5%，且钢水温度较高时，在脱氧良好的熔池中，钢水迅速脱硫。若对钢水进行搅拌，则脱硫速度更快。在出钢时若以本身的炉渣处理钢水，也可达到迅速脱硫的效果。在某些情况下，为达到更完全的脱硫，可更新还原渣再出钢。

在还原期，根据铬、钒、硅、锰、铈、硼和钛的含量调整钢水。有时直接往盛钢桶中加钛。必要时，镍、钼和钨的含量在还原期开始时进行调整。

在冶炼结束前的3~5min内，钢水用铝最终脱氧，并对炉渣进行稀释。

1-2-6 单渣冶炼工艺

电弧炉炼钢工艺得以完善，是靠降低各工序的劳动强度和提高炉子产量的方法来实现的。例如，在电弧炉中冶炼碳素钢、低合金钢和中合金钢的单渣工艺获得了推广应用^[4]。在此种情况下，免去了繁重的和长时间的氧化渣的扒渣工序，电炉产量提高了5~15%，电耗、脱氧剂和造渣剂的耗量也都降低了。

例如，车里雅宾斯克钢铁厂100t电炉在冶炼40X钢时，在熔化期加入石灰（占钢水重量的2~2.5%）和铁矿石（2~3%）^[4]。钢中杂质被加入的铁矿石和熔池吹氧所氧化。当钢水中达到规定的碳含量以后，加入硅铁（1kg/t钢）和锰铁（以钢水中的平均含量计），开始在氧化渣下精炼10~25min。氧化期结束时取样，获得钢样分析结果后，往熔池中加入铬铁，精炼至碳含量达

到规定为止。精炼结束后，将钢水倒入盛钢桶，桶中事先加有块状硅铁和铝。一炉钢水的前一半倒入盛钢桶中时不夹带炉渣，后一半倒入盛钢桶中则夹带有炉渣。

按照此种工艺冶炼40X钢时，完全可以免去氧化渣的扒渣工序，炉子的产量提高12%，电能的单位耗量降低8.7%，硅铁及造渣剂的耗量也减少了。

1-2-7 钢水的炉外精炼

对钢水实行炉外精炼，有可能减轻电炉炼钢生产的繁重劳动，提高电弧炼钢炉的利用率和改善钢的质量；钢水实行炉外精炼，可实现脱硫、脱气、脱氧、除去非金属夹杂物、在盛钢桶中均衡钢水的温度和成分、加部分合金和调整化学成分以及深度脱碳等。钢水炉外精炼一般在盛钢桶中进行，只是在某些情况下，才在铸锭工段或辅助工段的专门装置中进行。

炉外精炼现有五种方法：合成渣法、吹惰性气体法、真空法、氩氧法、喷粉法。

各种炉外精炼方法也可以联合使用。例如，用合成渣处理钢水和真空脱气可以同吹氩配合使用，而喷粉法又可以与真空法配合使用。

钢水出炉后，在盛钢桶中用钙铝渣精炼的方法已获得了推广应用。采用此种方法时，两种反应相强烈混合，炉渣在钢水中发生乳化。由于炉渣的脱硫能力强，钢水和炉渣间的接触表面增大，被处理的钢水便发生深度脱硫（达到0.005~0.006%）。同时，发现非金属夹杂物的含量也有所降低。

使用合成渣精炼钢水时，钢的机械性能有很大提高；同时，电炉的产量提高（依钢种不同，可提高5~12%），而劳动强度则减轻了。

钢水吹氩处理是在钢水出炉时或在出钢结束后在盛钢桶中进行的。吹氩处理的基本目的在于钢水脱气和均衡盛钢桶中钢水的成分和温度。现有的钢水在盛钢桶中吹氩处理的方法如下：通过喷枪，通过安装在盛钢桶桶底的多孔塞和通过桶底砌体上的透气

缝等进行吹氩。此外，在铸锭时使用氩气保护钢流的方法，也获得了广泛的应用。

真空处理的实质在于，在降低压力的情况下，脱除钢水中的氢、氮和氧，钢水发生强烈的搅动，从而能够均衡其温度和化学成分。

使用最多的真空处理方法有提升法和循环法。采用这两种真空处理方法时，可从根本上改进电炉的炼钢工艺。在冶炼某些优质钢种时，有可能将双渣工艺（氧化渣和还原渣）改成单渣工艺。例如在冶炼不锈钢时，电弧炉只用来熔化炉料和脱碳，而精炼则可以在真空下进行。

完善低碳不锈钢冶炼工艺的较有前途的方法之一，是采用氩氧（或氮氧）吹炼法。采用氧气和中性气体的混合物吹炼钢水，可降低穿过熔融物的气泡中一氧化碳的分压力，使脱碳反应向需要的方向发展。

采用此种工艺时，在电炉中只熔化炉料，然后将半成品倒进外形类似转炉的反应器中。开始时，熔融物用含氩15~20%的氩氧混合气体吹炼。随着温度的升高和碳含量的降低，熔融物中氩的含量增至40~60%。最后4~5min，使用纯氩吹炼。在此种情况下，可保证使碳含量降到0.015~0.035%，铬含量达到19%。

采用钙、镁及其混合物（碳化钙、氰氮化钙）、钡、稀土金属等粉剂进行深部脱氧、脱硫、氮化处理及其他过程，为钢水精炼开辟了广泛的可能性。

1-3 浇 注

浇注的任务是将电炉出到盛钢桶中的钢水注入锭模或可结晶成钢锭或毛坯的装置中。

电炉炼钢车间所采用的基本浇注方法（见图1）有锭模浇注、连续铸钢、半连续铸钢和特种浇注（压力浇注、电渣保护浇注等）。

钢锭模浇注分下注和上注。上注可直接注入钢锭模或通过中间装置（中间盛钢桶或浇注漏斗）进行。

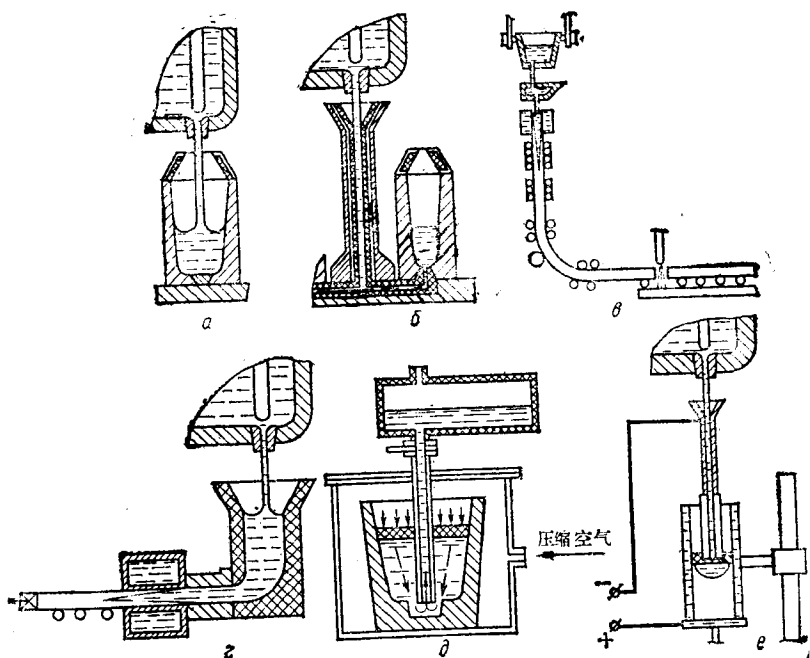


图1 铸锭的基本形式

a—上注；b—下注；B—连续铸钢；z—半连续铸钢；e—压力浇注；
e—电渣保护浇注

连续铸钢在立式、立弯式、弧型（曲线型）和水平式装置上进行。

半连续铸钢的装置（一般为水平式），通常用于浇注电渣重熔或真空电弧重熔电极。

特种浇注中应当强调指出的是压力浇注和电渣保护浇注。

浇注方法的选择根据钢的牌号、钢的结晶特点、对钢锭表面的要求、电炉炼钢车间的场地大小、工厂有否开坯轧制设备以及在一定程度上根据习惯确定。上述每种浇注方法的投资和劳动量（换算成每吨合格钢），不论是浇注本身和浇钢砖及设备的准备，还是相邻冶金车间（轧钢、耐火材料、运输等车间）的费

用，都是有差别的。

1-3-1 下注

电炉车间广泛采用下注法。钢水由盛钢桶流入中注管，继而经过流钢砖，由下部进入钢锭模。一般地说，经过一个中注管可以浇注安装在一个底盘上的4~12个钢锭模中，得到的钢锭重量可为300kg到14t。下注底盘的准备工作包括以下工序：清整钢锭模并涂油，清理中注管和底盘上的废钢及流钢砖的残留物，装配和干燥中注管和底盘，在流钢尾砖的孔上安装粘土导流砖和钢锭模。

下注有三种方法：铸坑浇注、车注和运输机浇注。在老的电炉炼钢车间都采用铸坑浇注。采用此种浇注方法时，劳动条件最不好，因为浇注设备的装配和解体及浇注都在同一个高温和高粉尘工段进行。采用铸坑浇注时，准备工作的某些工序很难实现机械化。

在现代化的电炉炼钢车间里，采用车注或运输机浇注的下注法。大型和中型电炉的电炉炼钢车间，基本上都采用车注。铸锭车的准备工作在专门的车间或电炉炼钢车间的工段里进行。

使用运输机下注时，在运输机上需设带钢锭模的底盘。兹拉托乌斯特和车里雅宾斯克钢铁厂的电炉炼钢车间，都使用5~10t的电炉。这些车间各装设了两台运输机（小型电炉组和大型电炉组各设一台）。浇注结束后，启动运输机，将铸锭车送往脱模工段，然后再送至车辆编组处。而且，运输机的一部分在铸锭工段，而另一部分则在辅助工段，并在这里进行中注管、底盘、保温帽的组装和干燥以及车辆编组。

1-3-2 上注

上注时，钢水从盛钢桶或中间装置直接注入钢锭模。钢锭模可以是无底式的，上小下大，装在单独的底盘上；也可以是实底式的，上大下小，带有保温帽。采用上注时，钢锭模的底或底盘上，一般都装设钢塞。铸锭车的准备工作包括清整钢锭模并涂油以及更换钢塞。上注的特点是，钢锭模的注满速度较快，钢水