

中等专业学校教学用书

炼钢車間机械設備

上海冶金机械学校冶金机械教研組編



中国工业出版社

中等专业学校教学用书



炼钢車間机械設備

上海冶金机械学校冶金机械教研組 編

中国工业出版社

本书是根据1963年制订的冶金車間机械設備教学大綱編写的，讲述平炉、轉炉和电炉炼鋼車間典型机械設備的工作原理、結構分析、技术性能以及主要参数計算等知識，适用作中等专业学校冶金机械专业教材。

书中第一、二、四章由孙家驥編写，第五、六、八章由張昌富編写，第七章由楊传书編写，第三章的編写和全书总校工作由姚源同担任。全书由北京鋼铁学校呂毅强、赵銓昌审閱。

炼鋼車間机械設備

上海冶金机械学校冶金机械教研組 編

*

冶金工业部工业教育司編輯（北京猪市大街78号）

中国工业出版社出版（北京佟麟閣路丙10号）

北京市书刊出版业营业許可証出字第 110号

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $5 \frac{1}{8}$ ·插頁3·字数 89,000

1965年11月北京第一版·1965年11月北京第一次印刷

印数0001—1,590·定价（科四）0.65元

*

統一书号：K15165·4206（冶金-649）

目 录

第一章 炼钢车间概论	1
§ 1 平炉炼钢车间	1
§ 2 转炉炼钢车间	2
§ 3 电炉炼钢车间	5
第二章 炉料运送及贮存机械设备	5
§ 1 原料场及其机械设备	6
§ 2 混铁炉	9
第三章 装料机	16
§ 1 地上装料机的构造	16
§ 2 地上装料机的计算	23
§ 3 桥式装料机的构造	27
§ 4 桥式装料机的计算	31
第四章 平炉附属机械设备	36
§ 1 平炉换向设备	33
§ 2 补炉机	43
第五章 铸锭机械设备	45
§ 1 铸锭方案及设备	45
§ 2 铸锭起重机	47
§ 3 地浇机	55
第六章 脱模设备	56
§ 1 地上固定式脱模机	56
§ 2 桥式脱模起重机	59
第七章 转炉设备	66
§ 1 转炉倾动机构	66
§ 2 转炉倾动力矩计算	68
§ 3 转炉耳轴位置确定原则	72
§ 4 纯氧顶吹转炉生产工艺及设备概述	73
第八章 电炉设备	75
§ 1 电炉炉体结构	75
§ 2 电炉机械设备	79
主要参考文献	86

第一章 炼鋼車間概論

鋼鉄联合企业应包括炼鉄、炼鋼、軋鋼三个主要生产車間。根据企业規模大小，往往設有若干輔助生产車間和設施。例如焦化、耐火材料和机修車間，供电、供水、供气等动力車間，以及产品、副产品处理設施和运输設施。企业規模通常以炼鋼車間的生产能力来表示，因为它和炼鉄、軋鋼車間有密切联系。炼鋼車間用炼鉄車間生产的鉄水作原料，而将它生产的鋼錠送往軋鋼車間軋制。所以，炼鋼車間是鋼鉄联合企业生产的中心环节。

目前我国炼鋼采用的基本方法是平炉、轉炉和电炉炼鋼法。

炼鋼生产对机械設備的要求是：

- 1) 与車間生产力相适应的設備能力；
- 2) 工作时絕對安全可靠；
- 3) 机械化自动化程度高；
- 4) 在有足够的强度和刚度的前提下減少設備自重。

§ 1. 平炉炼鋼車間

平炉炼鋼生产过程是由送料、装料、冶炼、鑄錠、脫模和整模这五个基本操作环节組成的。

根据車間生产能力大小，平炉車間布置有两种典型型式：

1. 吊車供料系統的車間布置

适用于中小型平炉車間。具有下列特点（图1-1）：

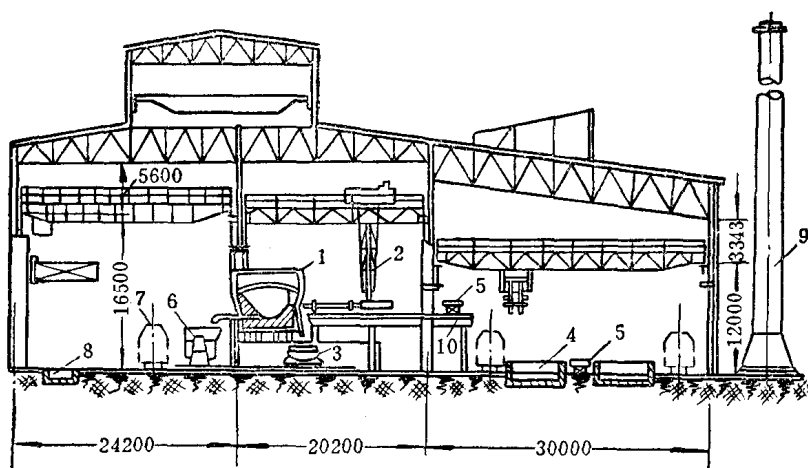


图 1-1 吊車供料系統平炉車間的联合厂房断面

1—平炉；2—桥式装料机；3—渣罐；4—料仓；5—料箱；6—盛鋼桶；7—炉渣清除機；8—鑄錠坑；9—平炉烟囱；10—炉前工作平台的露台

- 1) 全部生产操作环节集中布置在一个联合厂房内。
- 2) 冷料利用原料吊車将料箱送到炉前工作平台的露台上；鉄水利用鑄錠吊車从炉后兑入平炉。
- 3) 使用桥式装料机装冷料，它的挑杆可以繞垂直軸綫旋轉。
- 4) 采用坑鑄和自由脫模。出鋼、鑄錠、脫模、整模、修理盛鋼桶和处理渣罐等工作都在鑄錠跨間内进行。

这种布置的特征是設備配置紧凑集中和机械设备的专门化程度低。对于产量不大的中小型平炉車間，采用这种布置是合理的和經濟的。

随着炉子容量和車間产量的增大，上述布置便不能滿足生产的要求了。这是由于：

- (1) 送料装料能力低。因为原料吊車送料慢和炉前露台料箱貯备能力低以及桥式装料机每装一箱料要旋轉 360° ；
- (2) 鑄錠跨間担負了繁杂的工作，产生拥挤和干扰現象。

2. 铁路供料系统的車間布置(图1-2~1-4)

适用于大型平炉車間。它的特点是：

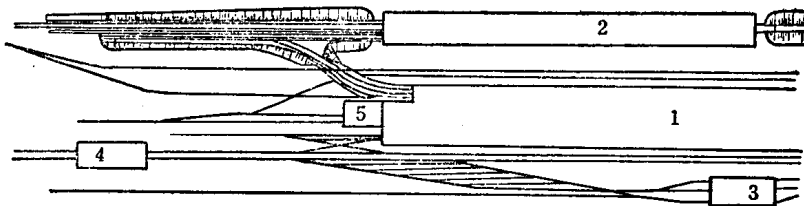


图 1-2 铁路供料系統平炉車間各独立厂房的布置

1—主厂房；2—原料场；3—整模間；4—脫模間；5—混鉄炉間

1) 不同性质的操作在各自独立的厂房内进行(图1-2)。除主厂房外，尚建設独立的原料场、混鉄炉間、脫模間和整模間，它們与主厂房用铁路加以联系，从而使跨間和机械設備作业专门化程度大大提高；

2) 铁路供料。滿載冷料的料箱小車从原料场通过铁路(图1-2)将料箱送到主厂房炉前的料箱貯备間(图1-4)，准备装料时只要通过炉前斜道将料箱小車送到炉門前即可(图1-3)；鉄水从混鉄炉間也通过铁路送到炉前平台(图1-4)从炉前兑入炉内；

3) 用地上装料机装冷料，因为料箱已送到炉門前，挑杆不必再繞垂直軸綫旋轉(图1-4)；

4) 采用車鑄和强迫脫模。鑄錠跨間主要进行鑄錠操作(图1-4)。为了提高脫模效率采用脫模机进行强迫脫模。

这种布置方案，由于整个車間占地多、基建和設備投資大，只适用于大型平炉車間。

§ 2. 轉炉炼鋼車間

轉炉炼鋼生产的下列特点影响着轉炉車間的布置。

1) 吹炼周期很短。一般20~30分钟吹炼一炉，所以生产率很高(一座45吨轉炉相当一座500吨平炉的产量)。

2) 需要向炉内鼓风;

3) 吹炼周期短, 供料紧张, 决定了供料系统的重要性。

4) 侧吹碱性转炉渣量大, 所以在车间布置中清渣问题应给以足够重视。

转炉炼钢生产过程由化铁、吹炼和铸锭脱模三个基本操作环节构成。

侧吹转炉车间有二种典型布置型式:

1. 单跨地坑式车间布置

炉子布置在地坑上, 出钢、出渣在地坑中进行, 所以厂房矮, 造价低。全部操作在一个厂房内, 很拥挤。由于炉坑深, 清渣困难且影响炉座作业率; 当炉坑防水不严时有爆炸危险性, 所以劳动条件差。采用坑铸, 当炉座多而厂房长时, 吊车调度困难且利用率不高。只适用于炉子容量在3吨以下, 炉座不多的转炉车间。

2. 双跨高架式车间布置

这种车间厂房由主跨和副跨构成(图1-5)。主跨进行化铁、吹炼和修炉。钢水用钢水车送到副跨, 在副跨进行铸锭、脱模等工作。

这种车间布置主要特点是炉体采用高架支承方式, 出钢、出渣方便, 而且又减轻吊车负担(利用钢水车和渣盘车); 车间宽敞, 劳动条件好。适用于采用高磷铁水吹炼的大中型侧吹转炉车间。

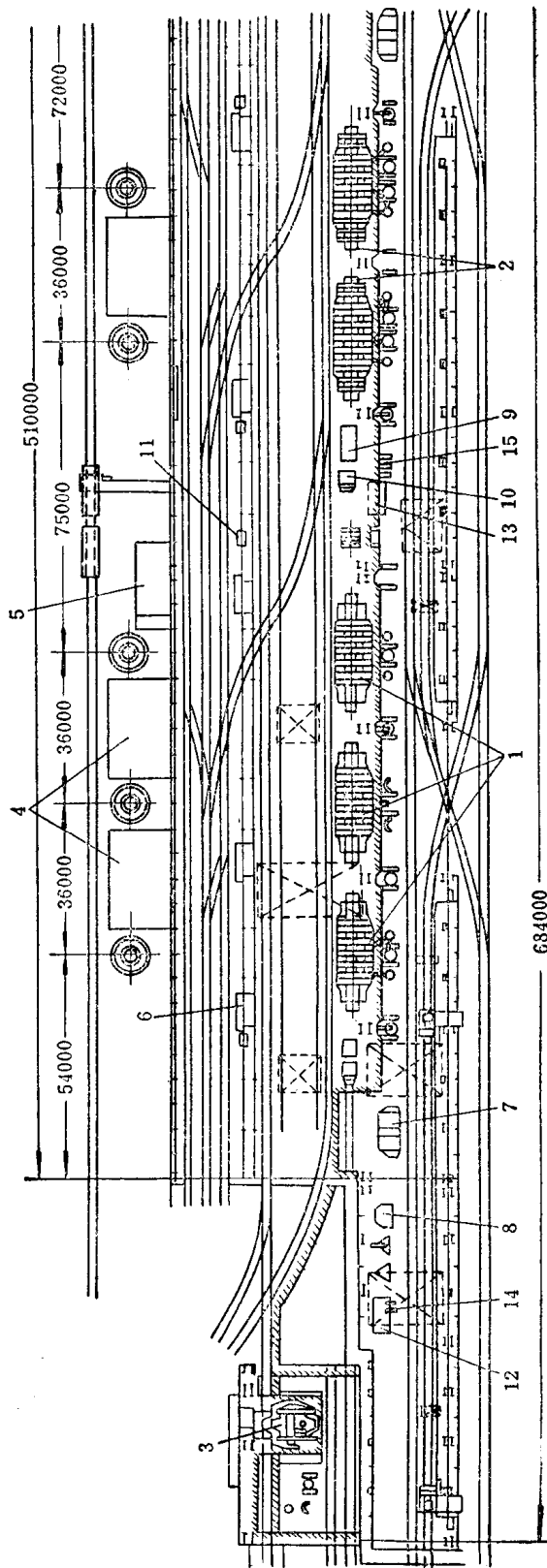


图 1-3 500吨平炉车间主厂房平面图

- 1—250吨平炉; 2—500吨平炉; 3—1300吨混铁炉; 4—废热锅炉; 5—快速分析室; 6—平炉操作室; 7—盛钢桶修理坑; 8—中间盛钢桶修理坑; 9—铁合金料仓; 10—铁合金加热炉; 11—鼓样罐; 12—中间盛钢桶塞棒安装室; 13—盛钢桶塞棒安装室; 14—中间盛钢桶塞棒干燥炉; 15—盛钢桶塞棒干燥炉

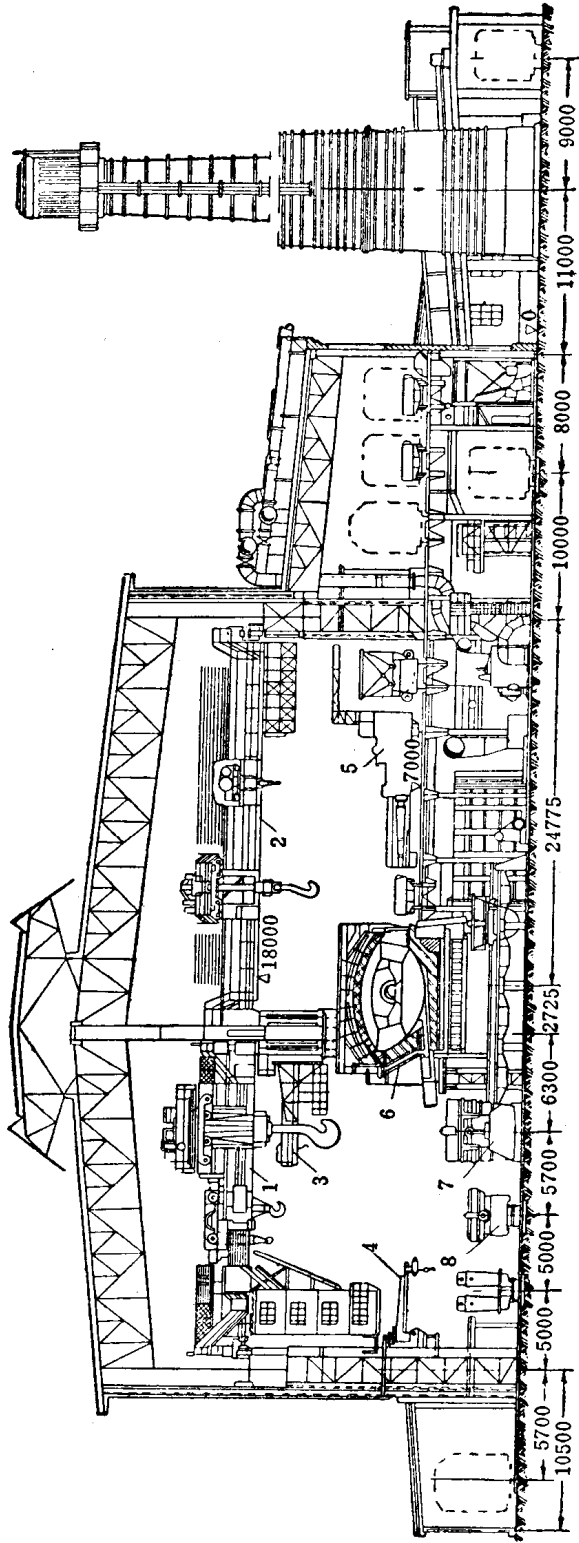


图 1-4 500吨平炉車間主厂房断面图

1—350/75/15吨鑄錠起重機；2—125/30吨兌鉄水起重機；3—5吨悬臂起重機；4—1.5吨移动式悬臂起重機；
5—10吨地上裝料機；6—500吨平炉；7—270 吨盛鋼桶；8—渣罐

§3. 电炉炼鋼車間

电炉炼鋼生产主要特点是：鋼产量总的来讲沒有平炉和轉炉高，但鋼的质量很高，一般含硫在0.03%以下而且合金成分烧損少，这是平炉、轉炉鋼比不上的。它能够生产高級优质合金鋼，供現代技术和国防用。电炉鋼利用电能熔炼，所以电能消耗較大，成本亦較高。目前工业中应用的电炉主要是电弧炉。

电炉車間布置仍取决于炉子容量、車間产量与生产工艺等因素，0.5~3吨以下电弧炉車間多采用单跨地坑式布置，原料准备、熔炼、鑄錠、脫模都在同一跨間进行，紧凑而拥挤，机械化程度低。5吨以上电弧炉車間多采用多跨高架式布置，原料准备、熔炼、鑄錠和脫模都在独立跨間进行且机械化程度高。采用机械化炉頂装料。炉子容量在40吨以上的大型电弧炉車間，其布置与大型平炉車間无原則上的区别。

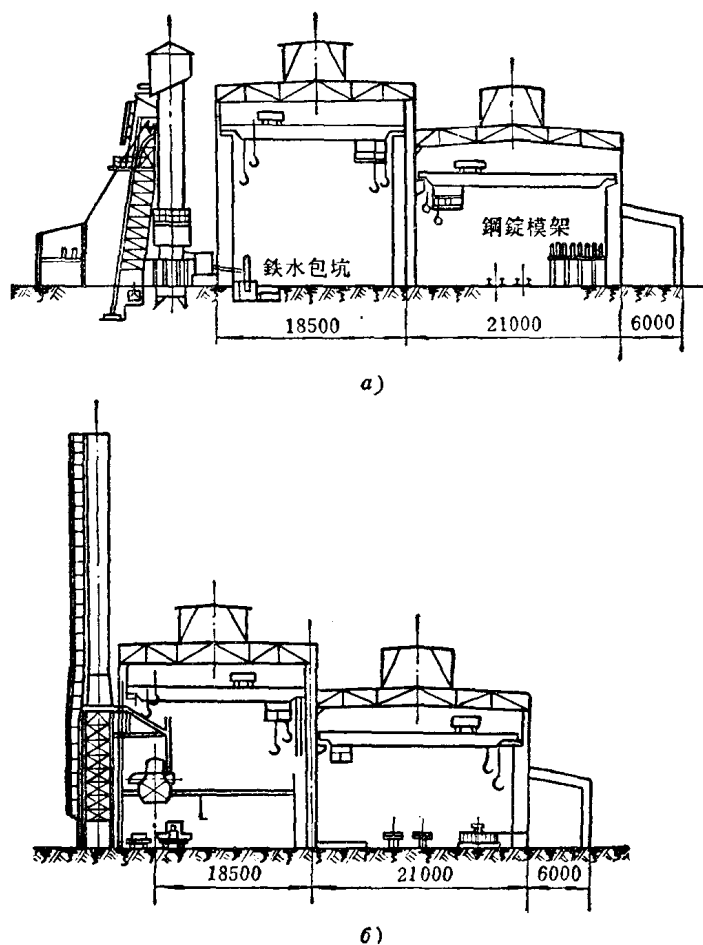


图 1-5 双跨高架式轉炉車間断面图

a—沿轉炉中心剖視； b—沿化鉄炉中心剖視

第二章 炉料运送及貯存机械設備

平炉炼鋼应用的炉料有冷料和热料两类。冷料包括金属料（废鋼鐵）和散状料（氧化剂、脫氧剂、熔剂等）。热料主要是鉄水。

現代化平炉車間具有高度的生产力。一座500吨平炉日产量将近1500吨鋼，而需要各种炉料在2000吨以上。如車間炉子总容量为1750吨，則每天将消耗上万吨炉料。

各种炉料及时、足量、均衡有节奏的供应，是平炉正常生产并充分發揮其生产潜力的重要保証。

由于平炉炼鋼生产炉料需要量大和高温重载的特点，要求采用高生产率高度机械化自动化的設備去完成炉料的装卸、貯存、称量和运送等作业。

平炉車間炉料运送和貯存按冷料与热料分二个系統进行。冷料的装卸、貯存在原料场

进行，热料则在混铁炉间进行。

§ 1. 原料场及其机械設備

1. 原料場

1) 吊車供料系統的平炉車間原料場

这类車間都采用地面式原料場，它属于主厂房的一个跨間(即原料跨間，參见图1-1)，并与炉子跨間平行地布置。它的地面标高与主厂房地面标高相同。

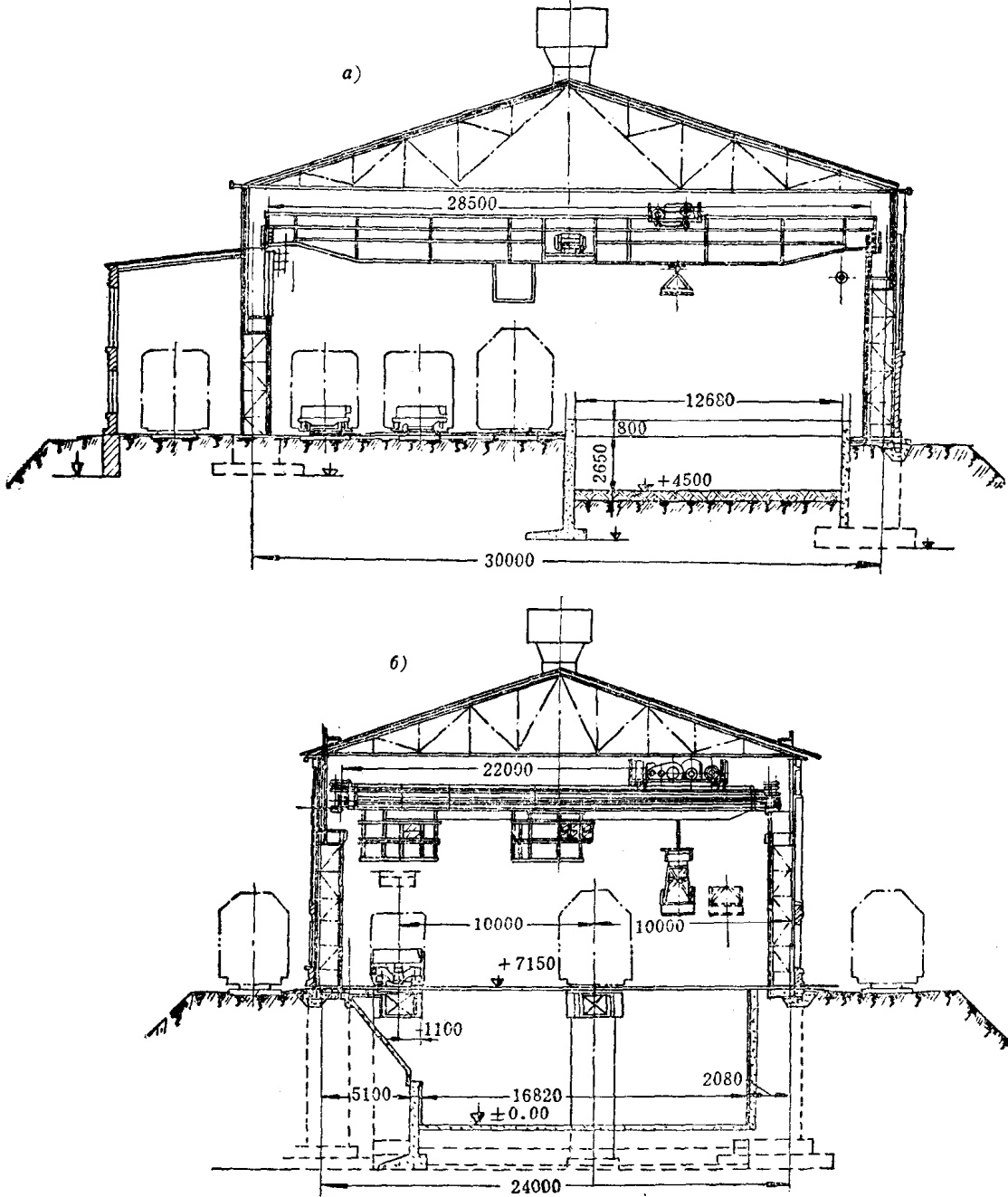


图 2-1 高起式原料場

a—废钢铁原料場；b—散状料原料場

冷料用铁路车皮从厂外拉来，在此进行卸车、贮存、装料箱和称量等作业，并将准备好的料箱用料箱起重机吊运到炉前平台的露台上。

地面式原料场在多数小型车间中它属于主厂房的一个跨间而并不单独建造，因而造价低。与炉子跨间联系紧密，供料路线短，在小型车间中供料灵活方便。由于要用吊车进行卸料、装料箱、吊运等作业，所以吊车作业繁杂多样，负荷率较高，为了吊车台数不致过多，一般这里采用多用途吊车，在其小车上配置几套取物机构。例如磁力一料箱吊车，既

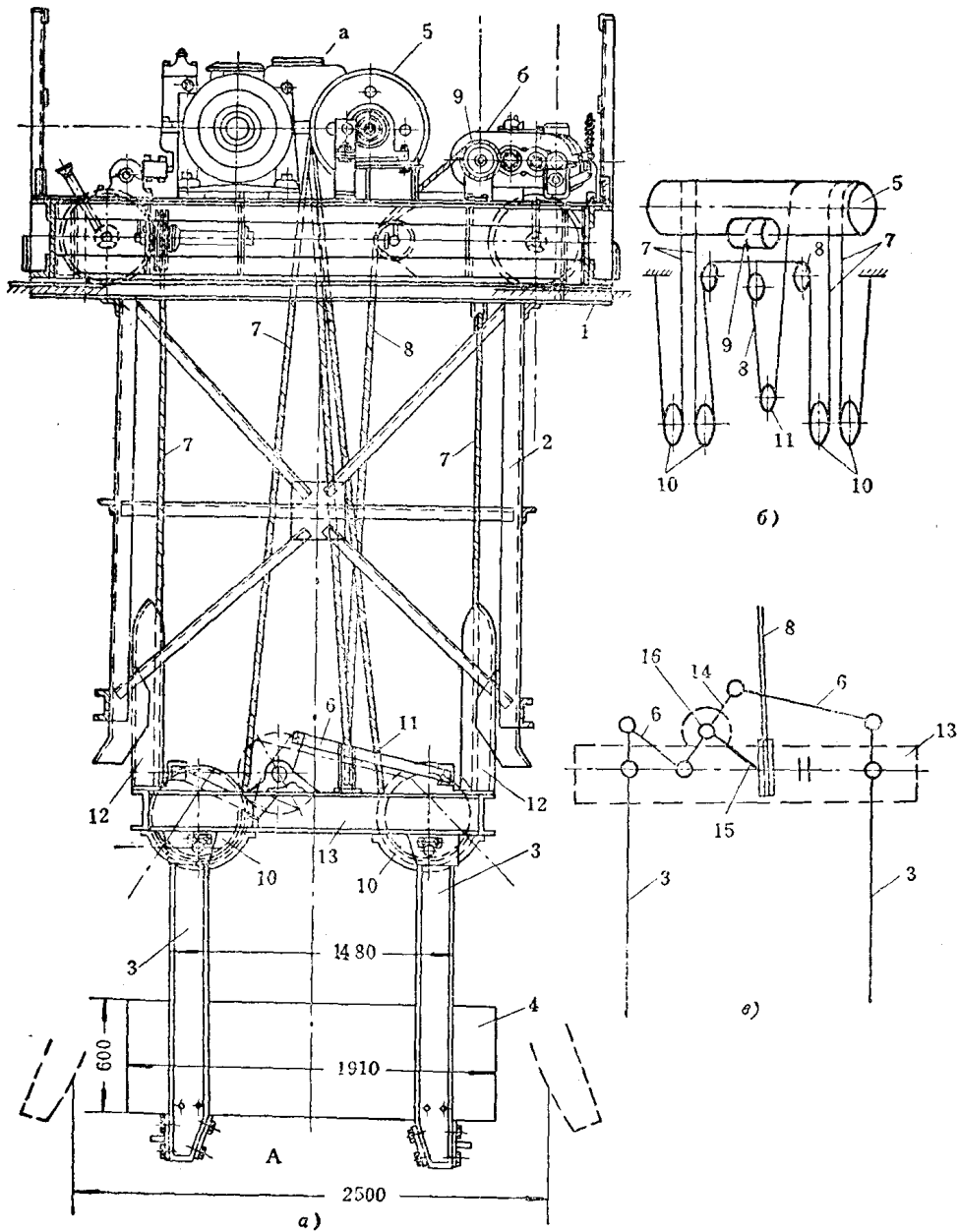


图 2-2 磁力一料箱起重机料箱夹具操纵机构

- 1—起重机小车底架；2—刚性框架；3—料箱夹具；4—料箱；5—卷筒；6—拉杆；
7—夹具升降钢丝绳；8—夹具开闭钢丝绳；9—卷筒；10—动滑轮；11—滑轮；12—导
向架；13—升降框架；14—连杆；15—曲柄；16—曲柄轴

能对废钢铁进行各项作业又能吊运料箱和完成称量的辅助作业。

2) 铁路供料系统的平炉车间原料场

这类车间多采用高起式原料场(图 2-1)。它作为一个独立厂房建造在主厂房前面并同主厂房平行布置(参见图 1-2),二者通过铁路栈桥联系起来。

高起式原料场采用地上或半地上式废钢铁贮存槽并配备磁力吊車;散状原料用卸車栈桥式地下料坑贮存并配备抓斗吊車(图 2-1)。

高起式原料场高出厂区地面之上,它的軌面标高与主厂房工作平台軌面标高相适应。料箱小車通过铁路栈桥从这里运到主厂房的料箱儲备間等待装炉。

为了便于冷料运入高起式原料场,它的一端或二端用带坡度的倾斜铁路与厂区地面铁路相联系。

高起式原料场貯备量大,供料及时,料场位置与大小受主厂房布置的影响很小,比之地面式料场更有扩大面积之余地;供冷料采用料箱小車,每列小車可运送 60 个左右的料箱。卸装能力高;设备专业化程度高——冷料由自卸式車皮直接卸入料槽或料坑;废钢铁由专门的磁力吊車装入料箱,散状料则由抓斗吊車装入料箱。因它的造价高,所以高起式原料场只适用于大型平炉车间。

2. 原料場机械設備

原料場机械設備主要是磁力—料箱起重機(图 2-2, 2-3)。这类起重機只用在吊

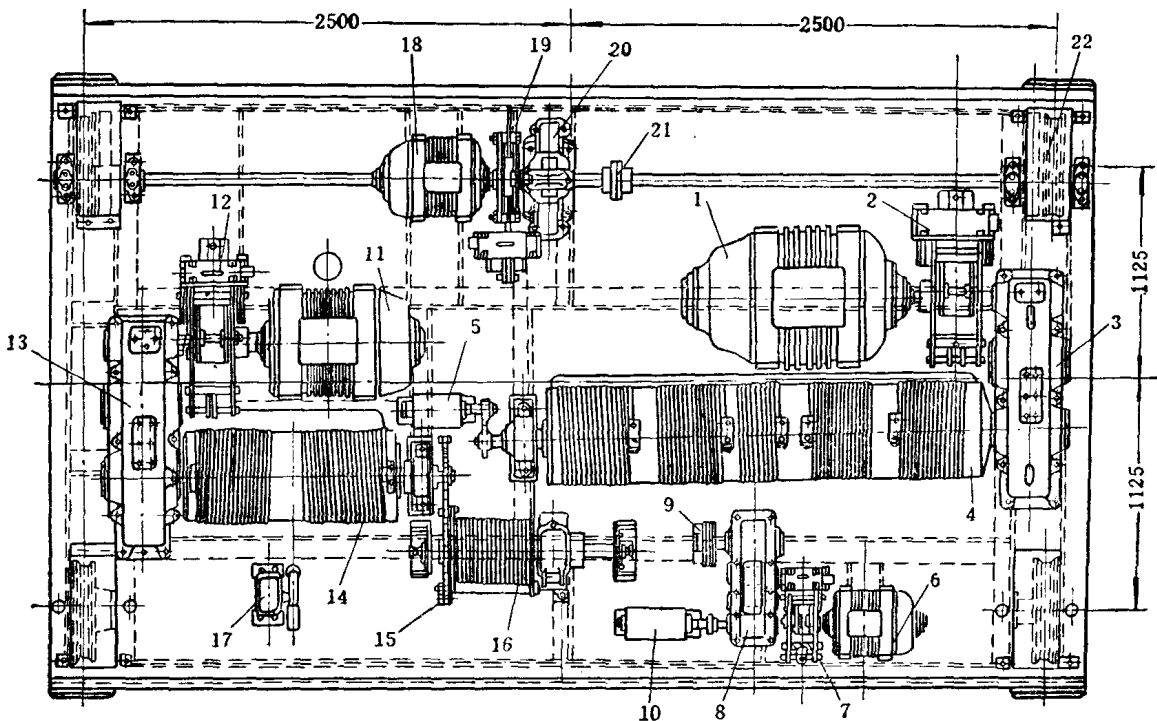


图 2-3 磁力—料箱起重機小車布置

- 夹具升降机构: 1—电动机; 2—制动器; 3—减速机; 4—卷筒; 5—轉軸式終点断电器
 夹具开閉机构: 6—电动机; 7—制动器; 8—减速机; 9—卷筒; 10—轉軸式終点断电器
 磁盤升降机构: 11—电动机; 12—制动器; 13—减速机; 14—卷筒; 15—齒輪传动;
 16—電纜卷筒; 17—杠杆式終点断电器
 小車走行机构: 18—电动机; 19—制动器; 20—减速机; 21—联軸节; 22—車輪

車供料系統平爐車間的原料場中，利用它的料箱夾具機構和大小車走行機構將料箱吊運到爐前工作平台的露台上。其標準起重量為10噸（用於50噸以下平爐）和15噸（用於100~200噸平爐）。利用它的磁盤升降機構裝卸廢鋼鐵。

料箱夾具操縱機構示於圖2-2。剛性框架2固定在小車底架1上，導向架12作夾具的導向與穩定用；夾具3是一對倒Ⅱ形鋼制框架，其上端與升降框架13鉸接，夾具3內可並列放置3~4個料箱。框架13上有四個滑輪10，升降鋼繩7從卷筒5放下來繞過滑輪10吊住框架13（參見圖2-26）。開閉鋼繩8從卷筒9放下來繞過滑輪11再回升繞進卷筒5，這樣當卷筒5單獨開動時料箱夾具只作升降運動，料箱隨之而升降。

夾具3作開閉動作可以攫取或放下料箱4，其開閉動作借連杆機構實現（圖2-2B）：拉杆6鉸接在夾具3的頂端並與連杆14相鉸接，14之中點與軸16固定，而軸16支承在框架13上的軸承中，曲柄15固定在16上，15另一端有滑輪11。當卷筒5不動，卷筒9轉動時，滑輪11由於鋼繩8的帶動而提升，通過這套連杆使3作張開動作；當卷筒9放下鋼繩8時，夾具3在自重下閉合。

磁力—料箱起重機小車的平面布置示於圖2-3。

磁力和抓斗起重機在原料場中得到廣泛應用，它們與通用橋式起重機不同點主要在於取物裝置上。

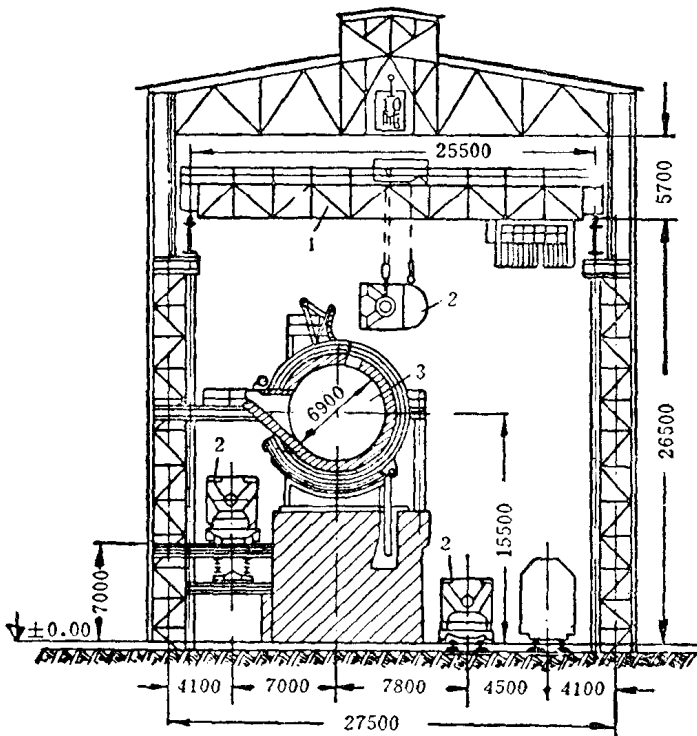


圖 2-4 混鐵爐間斷面圖

1—125/30噸注鐵水吊車；2—80~100噸鐵水罐；3—混鐵爐

§2. 混 鐵 爐

1. 混鐵爐間(圖 2-4)

混鐵爐間是大型平爐車間鐵水貯存、混勻、保溫 and 稱量的場所。

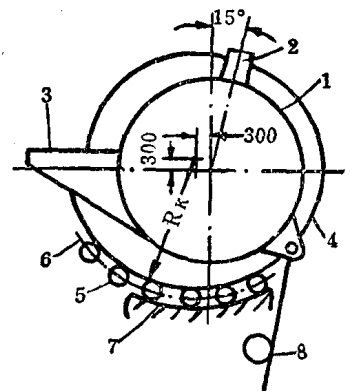
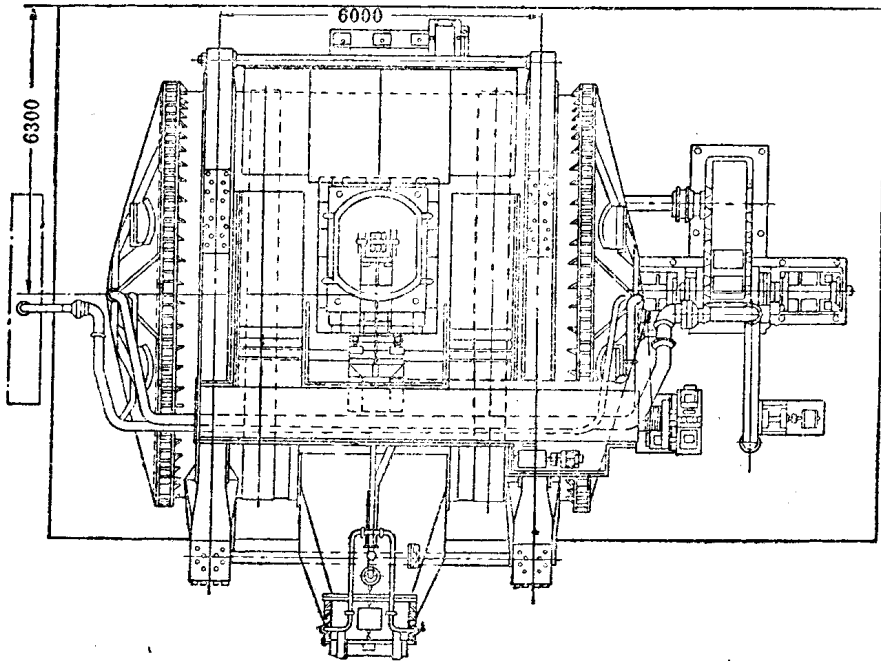
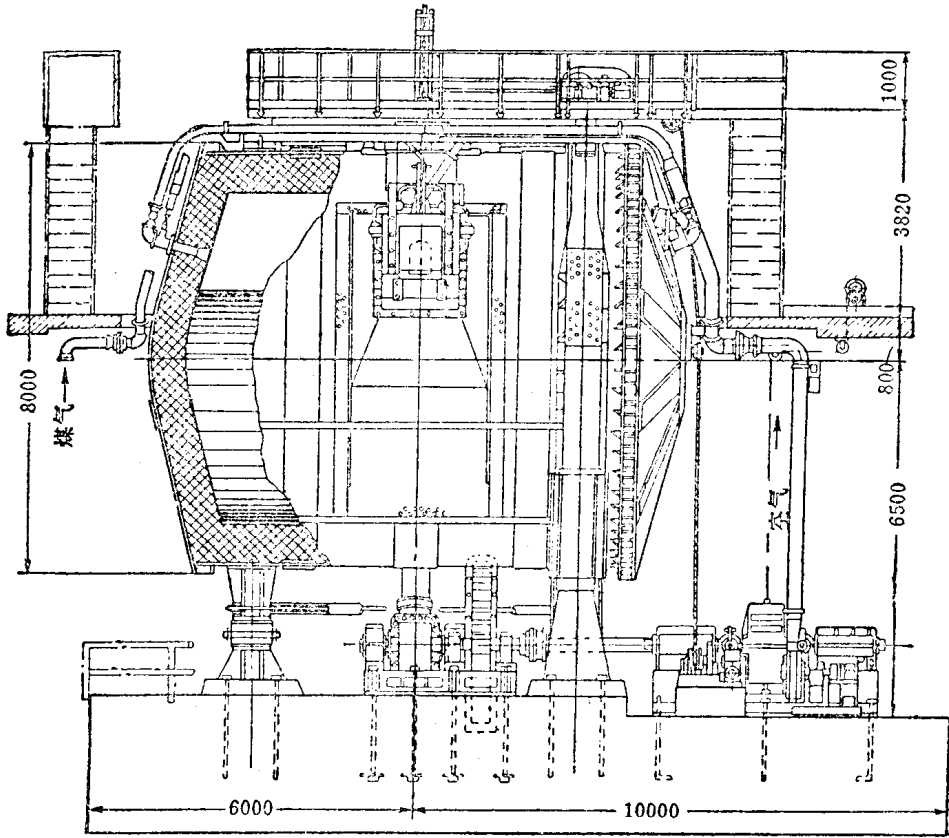


圖 2-5 混鐵爐構造簡圖

1—爐體；2—鐵水倒入口；3—鐵水倒出口；4—托圈工作圓弧；5—支承輥子；6—輥子夾板；7—軌座；8—齒條傾動機構

平爐需用鐵水和高爐出鐵在時間上不能經常一致，為了及時供應平爐用鐵水并使平爐能獨立地有節奏地工作，必須在高爐車間與平爐車間之間建築混鐵爐間，鐵水暫時貯存在混鐵爐內。

混鐵爐安裝在架高的基礎上，並有爐體傾動機構，以便倒出鐵水。鐵水倒出口一邊有



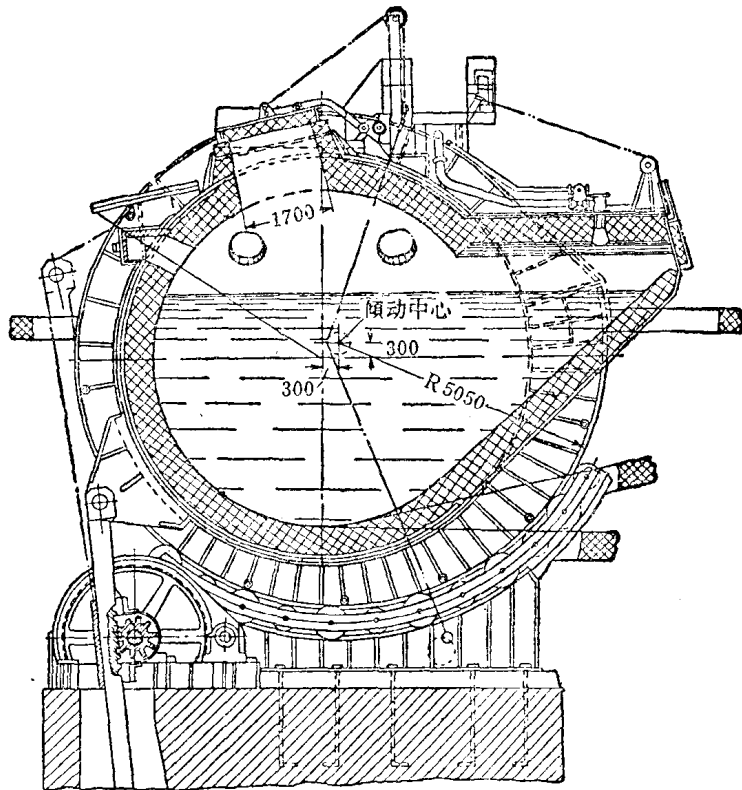


图 2-6 1300 吨混铁炉总图

架高的铁路，它与平炉炉前工作平台轨面有同一个标高（比较图 2-4.与图 1-4），铁水罐车就由这条架高铁路送到平炉炉前。

吊车供料系统的中小型平炉车间，没有单独的混铁炉间，只有安装在鑄錠跨间一端或二端的混铁炉。

2. 混铁炉构造(图 2-5~2-8)

混铁炉有三个基本组成部份：炉体、炉盖开闭机构和炉体倾动机构。

1) 炉体

炉体包括炉壳、托圈、倒入口、倒出口和炉内砖衬等（图 2-5，2-6）。

从保温要求出发，炉型应作成球状，但这会引起制造与使用上的很大困难。一般采用中间为圆柱形二端端盖为近于球面的短圆柱炉型（图 2-6），其长度与外径之比近于 1

$$\left(\frac{L}{D} \approx 1\right)。$$

炉壳用 25~35 毫米厚的钢板焊成或铆成，二个端盖通过螺钉与中间圆柱形主体连接，以便于拆装修炉。在炉体中间垂直平面内配置铁水倒入口、倒出口和齿条推杆的凸耳。倒入口中心与垂直轴线成 15° 倾角，以便于铁水倒入和混匀。倒出口中心与垂直轴线约成 60° 倾角。在工作中，炉壳温度达 $300\sim 400^\circ\text{C}$ ，为了避免变形，在圆柱形部份装有二个托圈。同时，全部炉体重量也通过托圈支承在轆子和轨座上。为了铁水保温和防止倒出口结

瘤现象，炉体端部与倒出口上部配有煤气空气管，用火焰加热（图 2-6）。

2) 炉盖开闭机构

倒入口倒出口皆有炉盖。炉盖的开闭状态应不受炉体倾动的影响，并且当炉体处在任何位置时，开闭机构应能操纵炉盖。

图 2-6 的炉盖开闭机构很好地满足了这个要求。通过地面绞车放出的钢绳绕过炉体上的导向滑轮去独立地驱动炉盖。因为钢绳引上炉体第一个导向轮时，钢绳的引入点是布置在炉体倾动中心上的。所以当炉体倾动时，炉盖状态不受影响。

3) 炉体倾动机构

由图 2-5、图 2-6 不难看出，混铁炉的托圈、轆子及其夹板、弧形轨座三者的关系相当于滚动轴承的内座圈、滚动体及其隔离罩和外座圈的关系。三者的中心便是炉体的倾动中心。倾动中心比炉体的几何中心高 300 毫米并向倒出口偏 300 毫米。

对混铁炉倾动机构的要求是：

- (1) 机械或电气部份产生故障时，炉体能自动返回原位；
- (2) 炉壳变形时，机构仍能正常地工作；
- (3) 机构应不会受到铁水和熔渣的烧损。

图 2-6 与图 2-7 是典型的齿条倾动机构，它们很好地满足了上述三点要求。整个机构主要由四级闭式齿轮与一级闭式齿条传动组成，为了工作可靠，在高速轴上配置二台电动机。

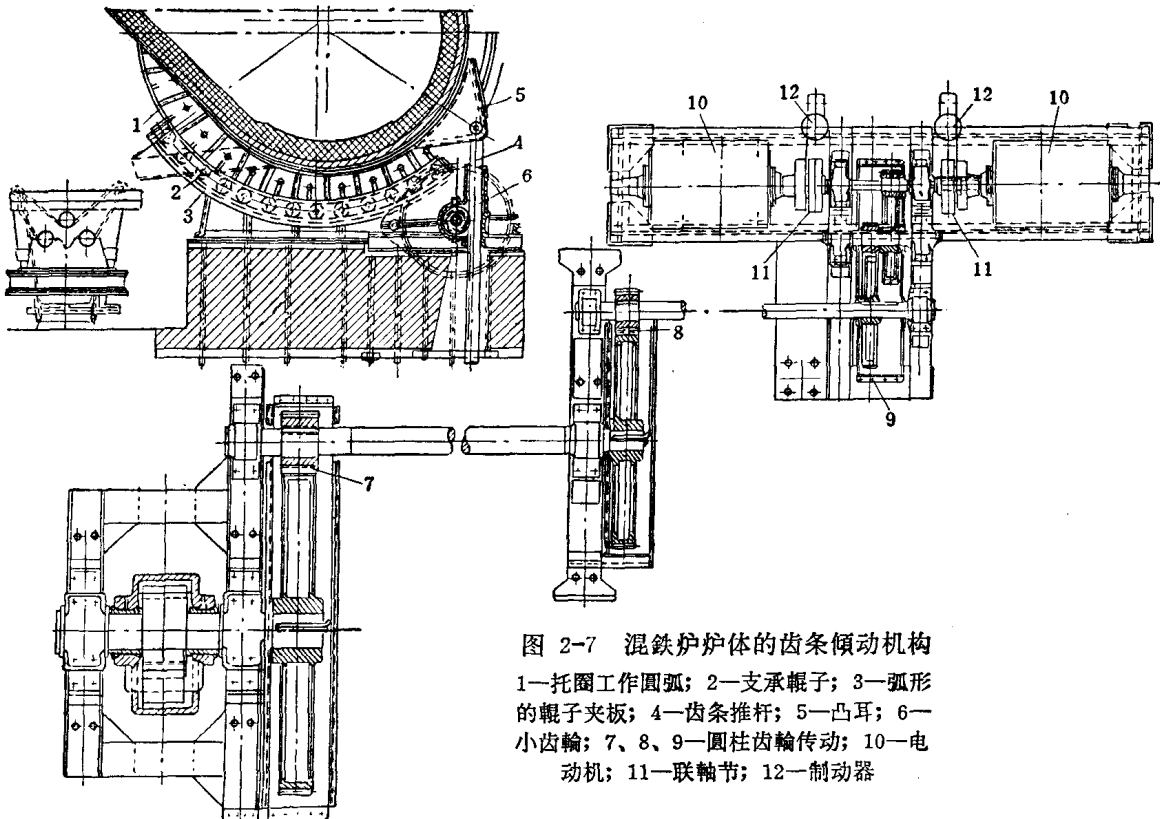


图 2-7 混铁炉炉体的齿条倾动机构
1—托圈工作圆弧；2—支承轆子；3—弧形的轆子夹板；4—齿条推杆；5—凸耳；6—小齿轮；7、8、9—圆柱齿轮传动；10—电动机；11—联轴节；12—制动器

齿条倾动机构中的推杆（齿条）在炉子倾动时是作平面运动的，即推杆不但有直线运动而且同时有平面转动。为此采用如图 2-8 的齿条箱结构。因为推杆与齿条箱在倾动过程中可以在小齿轮轴上旋转一个角度。

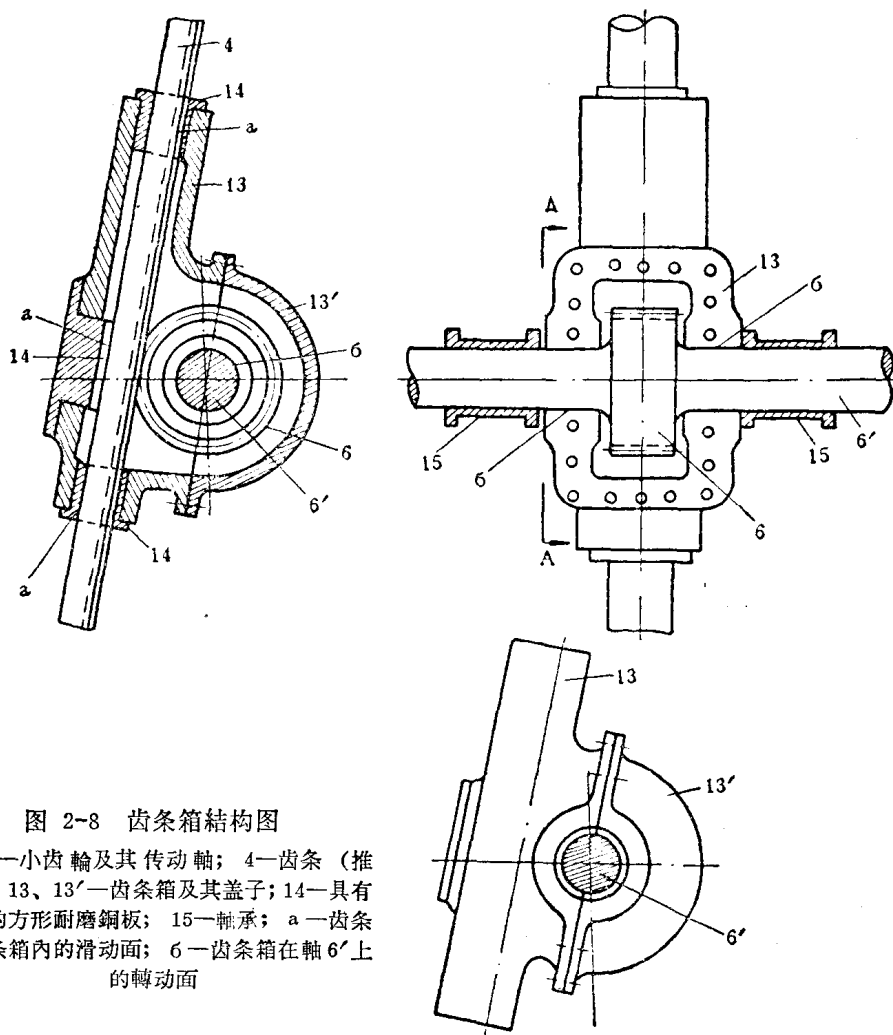


图 2-8 齿条箱结构图

6、6'—小齿轮及其传动轴；4—齿条（推杆）；13、13'—齿条箱及其盖子；14—具有油槽的方形耐磨铜板；15—轴承；a—齿条在齿条箱内的滑动面；6—齿条箱在轴 6' 上的转动面

3. 混铁炉倾动力矩计算

混铁炉倾动时总阻力矩 ΣM 由三部份组成（图 2-9）：

$$\Sigma M = M_G + M_Q + M_F$$

式中 M_G ——空炉自重对倾动中心引起的阻力矩（图 2-9 a）；

M_Q ——炉内铁水重量对倾动中心引起的阻力矩（图 2-9 b），

M_F ——轆子支承部份摩擦力对倾动中心引起的阻力矩（图 2-9 c）。

1) 计算空炉自重引起的阻力矩 M_G

首先必须求出空炉重量（ G ）及其重心位置（ X_c, Y_c ）。为此，可将炉壳和砖衬分割成若干个简单的几何体，分别算出各个几何体的体积（ V_i ）、重量（ g_i ）和重心坐标（ X_i, Y_i ），则空炉重心位置可按平行力系求中心公式算出：