

中等专业学校教学用书

炼鉄車間机械設備

章 仲 禹 編



中国工业出版社

前 言

炼鉄車間机械設備是冶金机械专业冶金車間机械設備課程的組成部分之一，按照本专业的培养目标与本課程的設課目的，本书着重于設備的結構分析并适当介紹了重要設備典型工作的受力分析与載荷确定方法。为了貫徹少而精的教学原則，本书将全部炼鉄設備按其工作典型程度（是否有代表性）及其在設備維修工作中的重要性（是否生产中要害設備）給予不同程度的論述。本书作为重点全面分析的設備有：高炉上料机、装料設備、堵出鉄口机、翻罐設備。只作結構分析的有：翻車机、称量車、焦炭篩、鑄鉄机、热风閥。只作整体結構介紹的有：桥型装卸机、开出鉄口机、渣口机、某些閥門設備等。对于工作无典型意义，維修中接触少或于生产实习中容易了解的設備，如鉄水車、渣水車等則不作具体介紹。

在本书中加强了对重要典型設備具体結構的說明。为了启发式教学的需要，使結構內容系統化，各項設備的結構分析均按以下綫索进行：先从設備的工艺要求出发來說明此項設備結構上的基本問題，然后根据工艺要求的改变、提高以及設備在实际使用中暴露出的缺陷，来进一步說明新型設備所采用的結構型式，以及它目前还存在哪些問題。

本书尽可能从炼鉄生产中实际存在的設備問題出发来进行論述。在用图的选择及文字的表达方面，都考虑了中专学生的实际水平。

每章末附有重点复习題、思考題及一些习題，可作为进行习題課及課程設計时的参考。

本书蒙北京鋼鉄学校呂毅强、谷永海、宋盛三等同志审稿及上海冶金机械学校、天津市冶金工业学校冶金机械教研組的同志提出不少宝貴意見，对于編写工作有很大的帮助，特此致謝。由于編者水平有限，本教材缺点一定不少，希望讀者多提意見。

編 者

1964年4月

目 录

緒論	1
§ 1. 現代高炉生产主要工艺过程及平面布置	1
§ 2. 現代高炉生产的特点, 它們对設備的要求及炼鉄設備的組成系統	3
第一章 供料設備	4
§ 1. 翻車机	5
1. 翻車机的主要类型及工作原理	5
2. 旋轉式翻車机的結構及其分析	7
§ 2. 桥型装卸机	10
1. 抓斗	12
2. 抓斗小車	14
§ 3. 貯矿槽开閉器	15
1. 扇形开閉器	15
2. 滾筒式开閉器	15
3. 电磁振動式开閉器	16
§ 4. 称量車	17
§ 5. 焦炭篩	20
1. 滾軸篩	21
2. 振動篩	23
第二章 高炉上料机	26
§ 1. 高炉上料机結構型式及其发展过程	26
1. 料罐式上料机	26
2. 料車式上料机	27
§ 2. 料車式上料机的結構及其分析	28
1. 料車	28
2. 料車卷揚机	30
3. 安全裝置	31
§ 3. 料車运动分析与上料机生产率計算	36
1. 料車运动分析	36
2. 上料机生产率計算与分析	37
3. 提高上料机生产率的途径	39
§ 4. 料車在曲軌上的受力分析及自返性計算	39
§ 5. 鋼繩拉力与卷揚机功率計算	41
1. 鋼繩靜拉力計算	41
2. 鋼繩動拉力計算	45
3. 鋼繩总拉力与电动机容量的确定	47

第三章 装料设备	49
§ 1. 布料器	49
1. 布料器的功用及工作原理	49
2. 布料器的结构及其分析	49
§ 2. 装料装置	55
1. 炉料沿炉喉半径分布的要求及装料装置的基本结构	55
2. 装料装置的结构分析	56
§ 3. 探料设备	60
§ 4. 高压操作设备及高压操作时装料设备的改进	62
1. 高压操作的基本概念	62
2. 高压操作设备	62
3. 高压操作时装料设备的改进	66
§ 5. 平衡杆	69
1. 平衡杆的工作原理	69
2. 平衡杆结构型式分析	71
3. 平衡杆的结构	72
§ 6. 平衡杆传动设备	74
1. 要求与结构	74
2. 安全装置	75
3. 料钟操纵设备的计算	78
第四章 炉前设备	82
§ 1. 堵出铁口机——泥炮	82
1. 出铁口堵口泥的分布状态及对堵出铁口机的要求	82
2. 汽动泥炮	83
3. 电动泥炮	85
4. 电动泥炮工作时受力分析与计算	89
§ 2. 开出铁口机	91
§ 3. 渣口机	93
第五章 铸铁设备	96
§ 1. 铸铁机本体结构	96
§ 2. 翻罐设备	104
1. 翻罐设备的要求与结构	104
2. 倾翻力矩与倾翻速度计算	108
第六章 高炉车间阀门设备	113
1. 热风炉阀门设备的位置及其工作情况	113
2. 冷风阀与热风阀	114
3. 烟道阀及放风阀	119
4. 其他热风炉阀门设备	121
主要参考书	122

緒 論

§1. 現代高爐生產主要工藝過程及平面布置

現代高爐生產主要工藝過程，除爐內冶煉外，計有：1) 供料；2) 上料與裝料；3) 渣鐵運輸與處理；4) 熱風供應及煤氣除尘等几部分。

現代高爐生產過程及設備系統見圖 0-1。

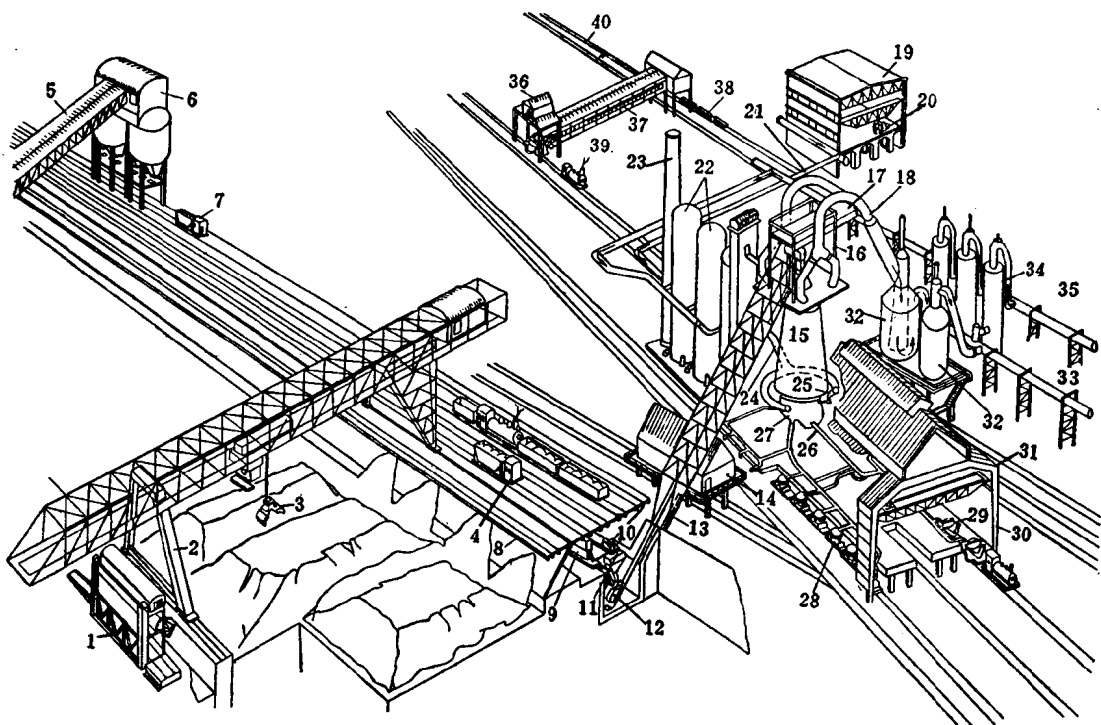


圖 0-1 現代高爐車間總圖

- 1—翻車機；2—門型起重機；3—抓斗；4—運礦車；5—焦炭運輸帶；6—貯魚塔；
7—運魚車；8—料倉高道；9—稱量車；10—焦炭篩；11—稱量漏斗；12—料車；
13—斜橋；14—卷揚機室；15—高爐；16—爐頂支架；17—檢修起重機；18—煤氣
上升管；19—風機房；20—風機；21—冷風管；22—熱風爐；23—煙囪；24—熱
風管；25—風口裝置；26—出鐵溝；27—出渣溝；28—渣水罐車；29—鐵水罐車；
30—鑄造場；31—鑄場起重機；32—除尘器；33—荒煤氣管；34—靜电除尘器；
35—精煤氣管；36—傾翻卷揚機；37—鑄鐵機；38—運鉄塊列車

矿石供料过程是：翻車機 1 將礦車運來的矿石卸入卸礦溝中，然後由橋式裝卸機 2 的抓斗 3 把矿石抓起，在貯礦場上平鋪成料堆，然後再把矿石從貯礦場上抓入運礦車 4 中，由運礦車運至並卸入爐旁的貯礦槽 8 內。某些不需要中和的原料（如燒結礦、石灰石等）可以直接用自卸式列車運至貯礦槽上部並卸入貯礦槽內。貯礦槽的溝下有稱量車 9，它將

各种原料从貯矿槽中取出并卸入料車 12 內。

焦炭供料过程是：焦炭經皮带运输机 5 运入貯焦塔 6 內，然后經它下部的閘門漏入运焦車 7 中，由运焦車运至貯焦槽。在貯焦槽下部卸料口处安有焦炭篩 10（用它将焦粉篩去）和称量漏斗 11，当打开称量漏斗的閘門时，焦炭便卸入料車內。

上料与装料的过程是：在卷揚机室 14 內安有料車卷揚机，它将料車沿斜桥 13 提升，并将原料卸入装料設備 14 內的料钟上，在卷揚机室內尚有料钟卷揚机。

渣鉄的运输处理过程是：出鉄时鉄水沿鉄水沟 26 流入鉄水罐車 29 中，然后运往平炉車間去炼鋼或送往鑄鉄机間 39 鑄成鉄錠。翻罐設備 36 将鉄水注入鑄鉄机 37 內，鑄成鉄錠。炉渣沿渣水沟 27 注入渣水罐車 28 內。

热风供应及煤气除尘的过程是：鼓风机 20 将冷风鼓入热风炉 22 內。热风沿热风管 24、风口装置 25 送入炉內。冶炼中生成的煤气經上升管 17、煤气下降管 18，粗除尘器 32，在洗滌塔內洗滌，然后經半精煤气管 33，再于电除尘器 34 內进一步除尘，成为精煤气，最后沿精煤气管 35 送至热风炉燃烧。燃烧生成的废气則由烟囱 23 排出，精煤气也可送至其他車間应用。

除此以外，高炉炉前尚有开出鉄口机、堵出鉄口机、渣口机和桥式起重机 31。

高炉車間有两种典型平面布置型式：組合式与島屿式，分別介紹如下。

組合式布置的方式見图 0-2，其特点是：将高炉出鉄场与热风炉組排在一条直綫上，这样就可以将每两个高炉合成一組，两高炉共用一个出鉄场，另两高炉共用一个烟囱；因此車間两侧的主要干綫在車間範圍內就无法用斜道相联。

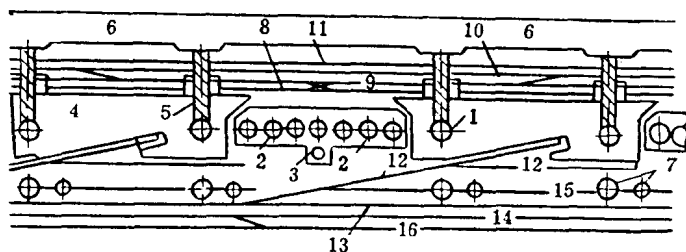


图 0-2 組合式平面布置

1—高炉；2—热风炉；3—烟囱；4—出鉄场；5—料車上料机；6—料仓；7—除尘器；8—渣水罐車停車綫；9与10—渣水罐車行走綫；11—清理焦粉綫；12—鉄水罐車停車綫；13与14—鉄水罐車行走綫；15—除尘綫；16—通过綫

組合式車間布置中設備紧凑、集中，基建投資少，但是它只适用于 700 米^3 以下的高炉。对于更大型高炉，运输能力則不能适应。

为了克服上述缺点将每座高炉的热风炉与出鉄场斜向布置，使它們与車間两侧的主要干綫成某一角度，这样就可以利用每座高炉两侧的支綫将車間两侧的主要干綫联接起来。而且每座高炉有自己独立的鉄水罐車及渣水罐車停車綫，有单独的炉前輔助材料运输綫，可直接将輔助材料运入出鉄場內。这样每座高炉形成一个独立的生产区，故这种車間布置形式称为島屿式，这种高炉車間的布置型式見图 0-3。

这种布置形式車輛調度方便，生产率高，它适用于容积为 1000 米^3 以上的高炉。

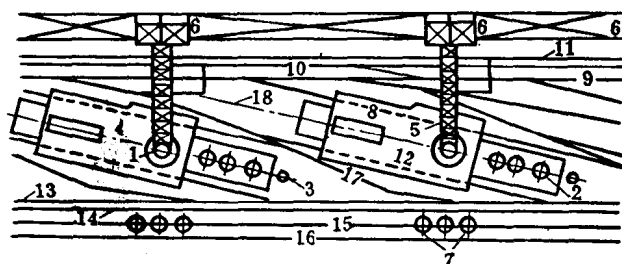


图 0-3 島屿式平面布置图

1—16—意义与图 0-4 相同；17—調車棧；18—輔助材料棧

§2. 现代高炉生产的特点，它們对設備的要求及炼鉄設備的組成系統

現代高炉生产具有以下特点：

1) 生产規模大：一座 1386 米^3 的高炉，日产生鉄 2300 吨，炉渣 1400 吨，日耗原料 4800 吨，焦炭 1800 吨。如車間內有四座这样的高炉，則平均每分钟約有 20 吨的原料与焦炭运入并装入炉內，并有 7 吨生鉄、4 吨炉渣要运走并加以处理；

2) 工作延續時間长：高炉开炉后要延續不断地工作六至十年，即工作中休风的时间也很少，先进高炉每年休风率只有 0.5%；

3) 工作連續性强：各工段的生产彼此紧密相連，任何一个环节停頓或減产就会影响整体；

4) 高度机械化与自动化。

这些生产特点反映在炼鉄設備方面的共同要求是：应有高的生产率、工作可靠、结构简单、耐用、而且损坏时能迅速修理。此外，炼鉄設備还应滿足生产工艺的特殊要求，如在高压、高温、多尘气流中如何保持密封，如何提高零件抗磨能力，如何減少高温鉄水容器的热应力等等。

本书按生产工艺过程将全部炼鉄設備分为以下几項进行介紹：供料設備；上料設備；装料設備；炉前設備；鑄鉄設備和閥門設備。

重点复习題与思考題

- 1) 試繪簡图說明炼鉄車間各項机械設備在生产中的作用及其相互关系。
- 2) 繪出所熟悉的炼鉄車間各項机械設備在車間內的布置图，并簡單說明此車間的布置特点。

第一章 供料設備

高炉冶炼中应用的原料种类繁多，用量很大，因此供料机械化在整个高炉生产中占有很重要的地位。目前我国不少旧式高炉車間，供料系統仍是生产薄弱环节之一，消耗劳动力很多。

对供料設備的主要要求是：

- 1) 生产率要大；
- 2) 在运输过程中，对原料的破碎要少；
- 3) 要尽可能除去运输过程中已形成的碎末。

典型的高炉供料設備組成系統可用下图表示：

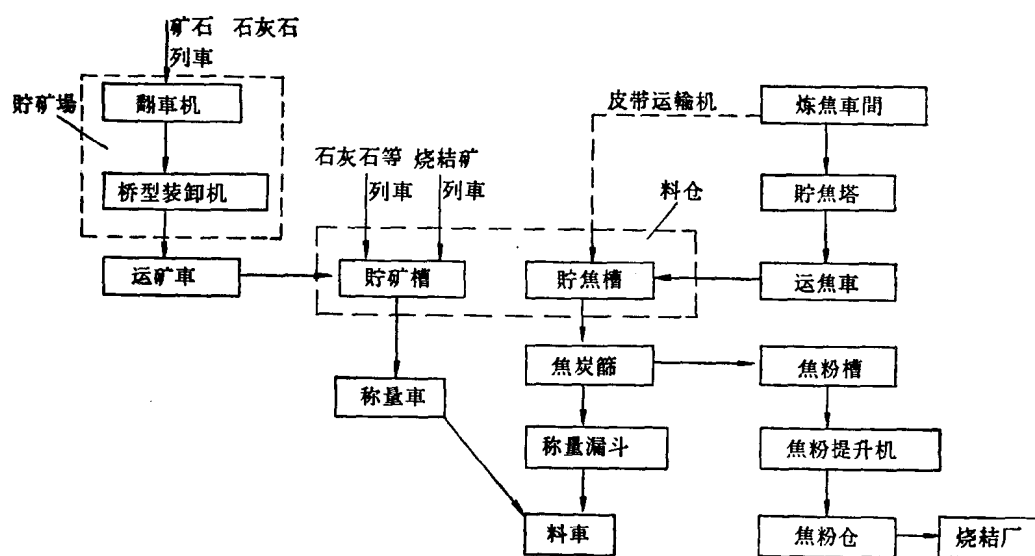


图 1-1 典型高炉供料系統

这种类型的供料系統生产率大，便于进行矿石的中和，适用于以天然富矿作为原料的高炉車間，但是由于采用了运输車輛向料仓送料，原料的破碎率大(尤其是焦炭)，所以废除了运焦車貯焦仓改用皮带运输机直接向料仓送料，此时料車坑的断面图见图 1-2。

目前高炉冶炼正在朝着百分之百地使用自熔性燒結矿或球团矿的方向发展，这样便沒有必要使用桥型装卸机，而全部使用皮带运输机向料仓送料。

由图 1-1 看出，高炉供料系統主要組成設備有翻車机、桥型装卸机、料仓开閉器、称量車及焦炭篩等，以下将分別介紹。

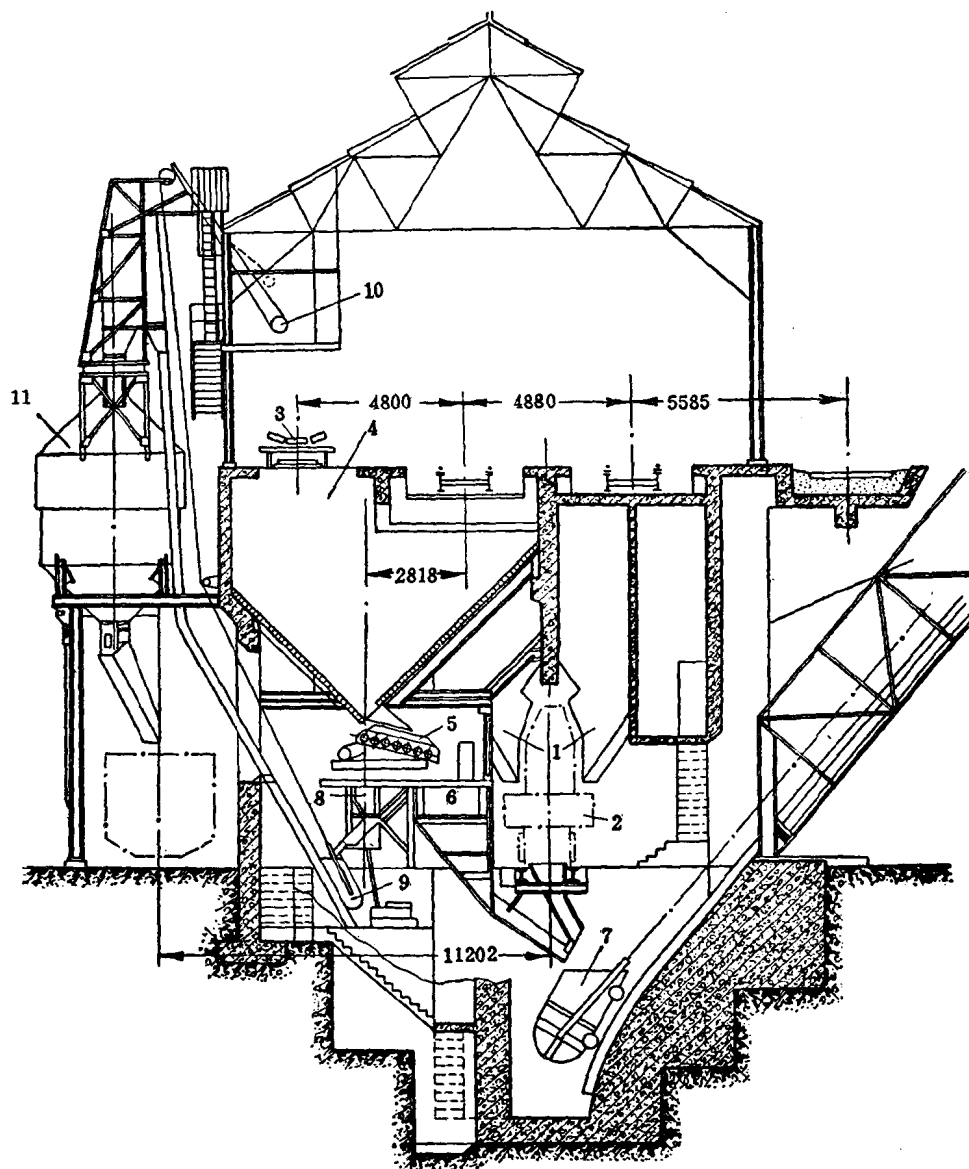


图 1-2 料車坑断面图

1—貯矿槽；2—称量車；3—焦炭运输皮带；4—貯焦槽；5—焦炭筛；6—称量漏斗；
7—料車；8—焦粉槽；9—焦粉車；10—焦粉卷揚机；11—焦粉仓

§1. 翻 車 机

1. 翻車机的主要类型及工作原理

翻車机是用来翻卸矿車的重型机械，它的要求是能翻卸各种型式的矿車；生产率要高；卸翻时消耗能量要少以及结构要简单、可靠。目前翻車机主要类型有侧式与旋轉式两种。

侧式翻車机是将矿車繞其一側的纵軸翻轉卸料的（轉角为 160° ），它的结构与工作

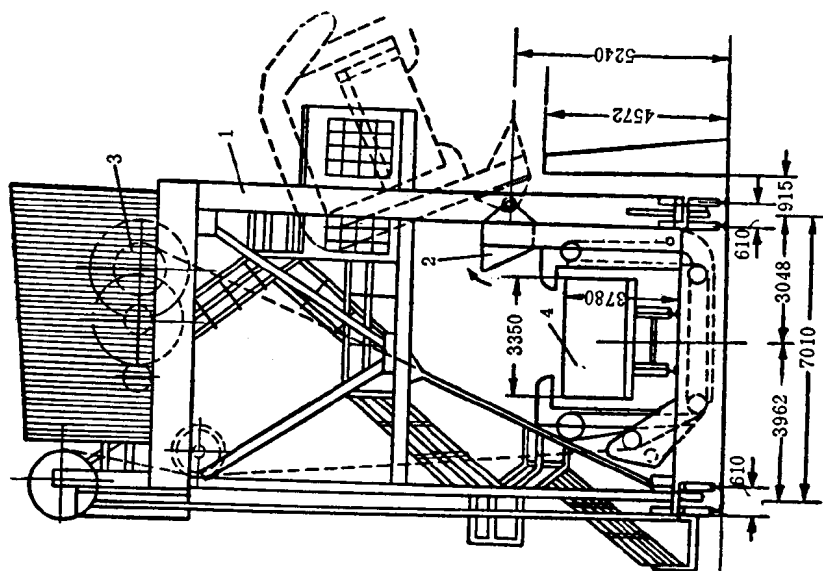


图 1-3 侧式翻车机

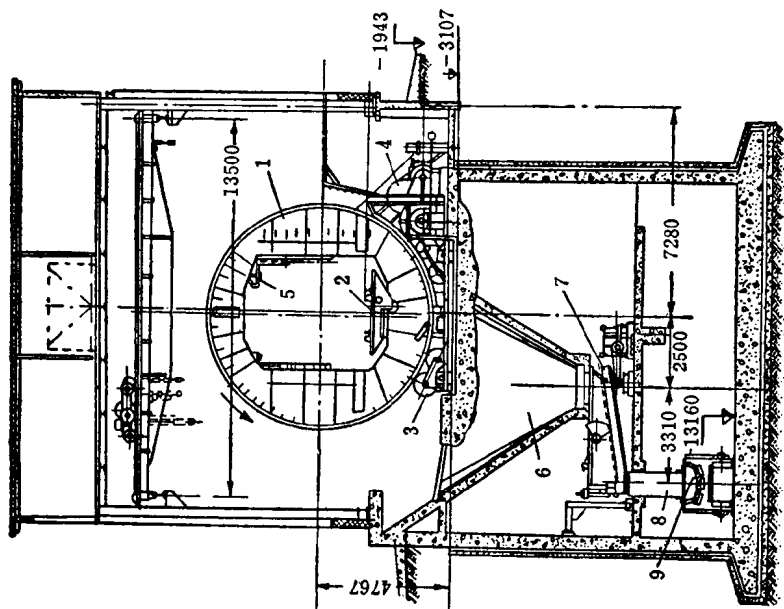


图 1-4 旋转式翻车机

概况见图 1-3。用专门的推車机将矿車 4 推入翻車机架 1 內的翻車台 2 上,然后用压爪将車体压住,开动卷揚机 3,将矿車向一侧傾翻,这种翻車机能沿軌道纵向行走。

旋轉式翻車机是将矿車繞其本身的纵軸翻轉卸料的(轉角为 130°),它的结构与工作概况见图 1-4。用機車将矿車引上翻車机机架 1 內的翻車台 2 上,开动机架旋轉机构 4,一方面使压車机构 5 将車体压住,另一方面使机架 1 在托輪 3 上旋轉,使矿車也随同繞本身纵軸旋轉卸料。旋轉式翻車机是固定在車間內工作的,为了及时将卸出的原料运走,在翻車机下安有料仓 6,将原料經摆动給料器 7,卸料槽 8 及傾斜式皮带运输机 9 运到貯矿场上来。

这两种翻車机可比較如下:

1) 側式翻車机可以移动,故可以将原料直接卸入卸矿沟各段长度內,而旋轉式翻車机是固定的,需要料仓、給料器、皮带运输机等一系列輔助运输设备;

2) 側式翻車机结构較复杂,机器总重达 650 吨,而旋轉式只有 390 吨(包括輔助设备在內);

3) 旋轉式翻車机旋轉軸綫近于矿車的重心,傾翻时消耗功率較少,卸料周期也較短,旋轉式翻車机旋轉传动功率約 100 仟瓦,而側式則需要 250 仟瓦左右。

我国目前以旋轉式翻車机应用較多。

2. 旋轉式翻車机的结构及其分析

从以上翻車机的工作过程可見,旋轉式翻車机的结构主要由以下几部分组成:机架及其旋轉机构;翻車台装置;压車机构等,以下将逐一說明。

1) 机架及其旋轉机构 旋轉式翻車机机架 1、2 是一繞固定中心綫旋轉的框架,中間有矿車引入的孔道,为了便于旋轉,框架两端固定有圓形滾圈 3,滾圈下各用四个托輪 4 将机架支托起来。为了使托輪之間輪压均匀,托輪是两两用均衡梁相联的,托輪上还鑄有輪緣,以防机架軸向串动。

机架是用鋼绳拉动旋轉的,在两端滾圈 3 上繞有鋼绳 15、16,当电动机 6 經減速箱 7、传动纵軸 10,使其两端的卷筒 9 旋轉时,就会卷动鋼绳 15、16,拉动机架在托輪上旋轉,使矿車翻轉卸料。

2) 車台装置 翻車机主要结构特点之一是具有能横向移动的車台装置,因为为了便于矿車引入机架,机架側壁与矿車車身之間具有較大的側向間隙(150~400 毫米),如果沒有車台装置,翻車时将产生很大的冲击。車台装置的结构见图 1-6,它是一辆用 5 对横向滾輪 3 支托的平台車,平台上有矿車引入的軌道 7。翻車时,車台及其上矿車一齐先向一侧移动,使矿車車身貼靠在机架側壁的緩冲梁上(图 1-5, 17),以后再繼續翻轉卸料。为了防止在翻轉时,平台 1 从横向軌 2 上脫落,在每个横向滾輪 3 的兩側安有一对防脫鈎槽 6,为了防止矿車車輪由軌道 7 上橫滑脫軌,故在軌道 7 旁安有防滑护軌 8。

在翻車机处于原始位置时,翻車平台的軌道 7 必須与外界車軌保持在一条直綫上,所以在翻車平台的一侧安有定位压紧弹簧 14,平台两端有固定在托架 9 上的挡輪 10 及固定在地基上的定位挡鉄 11,平时弹簧是压紧的,平台在弹簧弹力作用下使挡輪頂紧在挡鉄

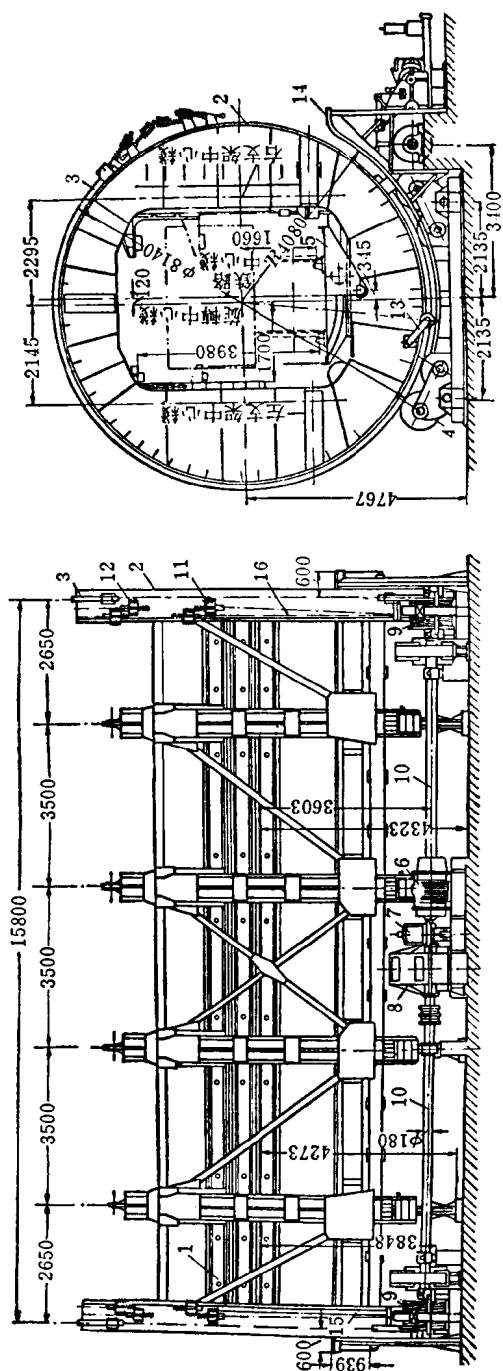


图 1-5 旋轉式翻車机

1、2—机架；3—滚筒；4—托辊；5—翻車台；6—电动机；7—制动器；8—减速箱；9—卷筒；10—传动轴；11、12—弹簧缓冲器；13—制动杠杆；14—弧形托座；
15、16—钢丝绳

上, 此时平台上的軌道与外界軌道正好对准。

当机架旋轉卸料时, 由于弹簧另一端是固定在机架側壁上的, 所以弹簧固定端距挡鉄 11 的距离就会增大, 翻車台在弹簧的作用下向一側移动, 直至翻車平台頂靠机架側壁为止。当机架轉回时, 挡鉄 11 經挡輪 13 又重新将翻車平台推回原始位置, 并压紧弹簧。

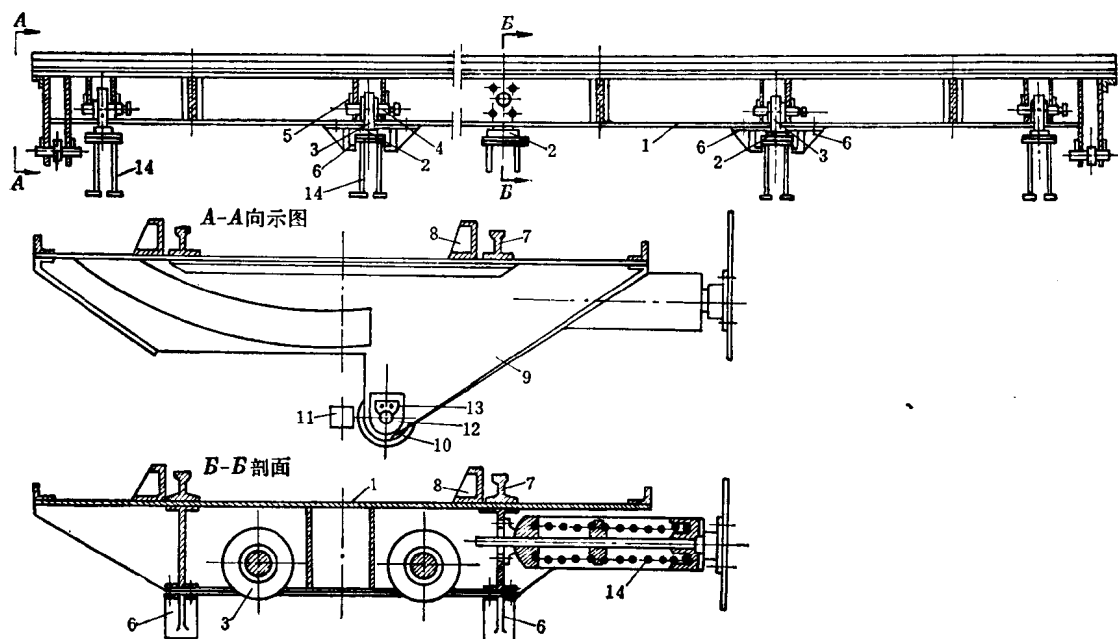


图 1-6 翻車台裝置

1—翻車平台; 2至11—見文中說明; 12—輪軸; 13—定軸板; 14—定位压紧弹簧

3) 压車机构 它是由四对独立的压爪組成的活动夹具, 翻車时, 完全利用机架的旋轉运动来使压車机构自动压紧矿車車身。每对压爪均有一套独立的鋼绳滑輪操纵系統, 它的结构和工作原理見图 1-7。压爪 1 的操纵鋼绳有三: 吊挂鋼绳 2、压紧鋼绳 3 及小車 牵动鋼绳 16。吊挂鋼绳 2 的左端挂住左压爪, 然后繞經小車 5 上的滑輪 4 等, 使鋼绳右端挂住右压爪。压紧鋼绳 3 的一端經弹簧緩冲器固定在翻車机机架上, 而另一端却纏在卷筒 8 上。小車 牵动鋼绳 16 的一端也是經過 弹簧緩冲器固定在机架上的, 而另一端則繞过小車 5 上的滑輪 17 等, 纏在卷筒 15 上。卷筒 8 与 15 都是 固定在軸 9 上的, 卷筒 8 上除安有带式制动器 10 外, 还安有棘輪裝置 11。由于压爪的重量很大, 使整个压車机构有拉動小車向左移动进行压紧矿車的运动趋势, 但是由于小車尾端 6 被基座上固定的挡杆 7 所阻挡, 使压爪停留在空中无法压下。

当机架沿图中逆时针方向旋轉时, 小車尾端 6 开始离开挡杆 7, 但在机架刚开始轉动时, 卷筒 16 仍被带式制动器与棘輪制动住, 故压爪仍然停住不动, 一直等到机架旋轉 $3^{\circ} \sim 5^{\circ}$ 后, 翻車台与矿車已向左移动, 使矿車車身紧靠机架側壁上的緩冲梁上, 压車机构此时才开始起作用, 它的制动杠杆 13 进入弧形托座 14 上, 压缩了弹簧 12, 使制动器与棘輪松開, 压爪靠自重压下, 并拉動小車 5 向左移动, 使鋼绳 16 拉動卷筒 15 旋轉, 卷

筒 8 亦随同转动，将放松了的压紧钢丝绳 3 卷紧，这样直至压爪压紧车身为止。以后机架再继续旋转时，制动杠杆 13 从弧形托座 14 上端滑出，在制动杠杆自重的作用下，又使制动器与棘轮重新将卷筒 8 等制动住，这样就可在今后的翻车过程中使压爪固定不动，紧紧地压紧矿车车身。

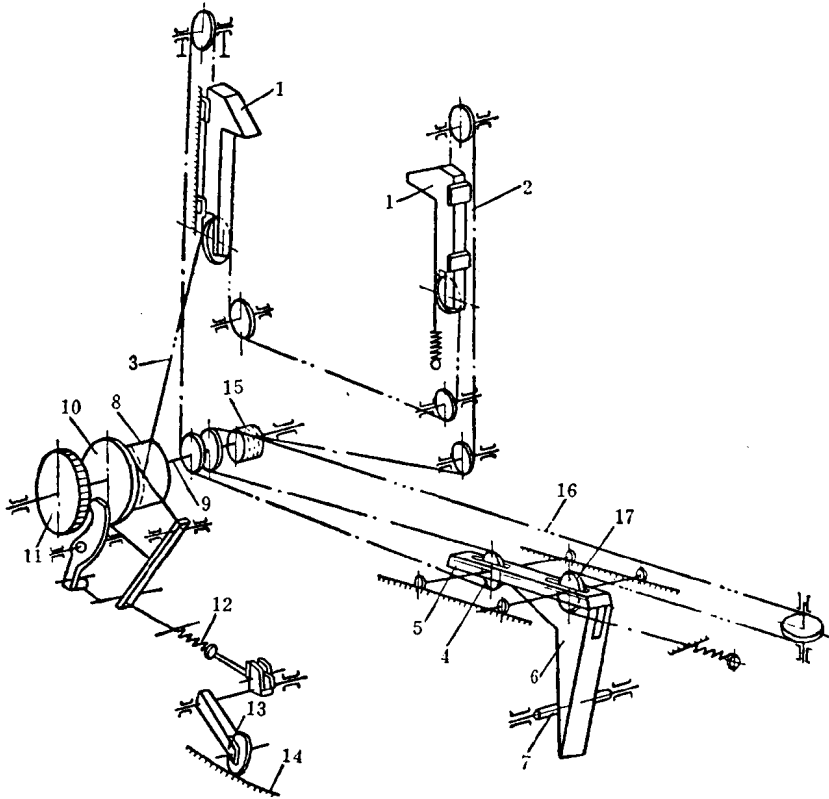


图 1-7 压车机构简图

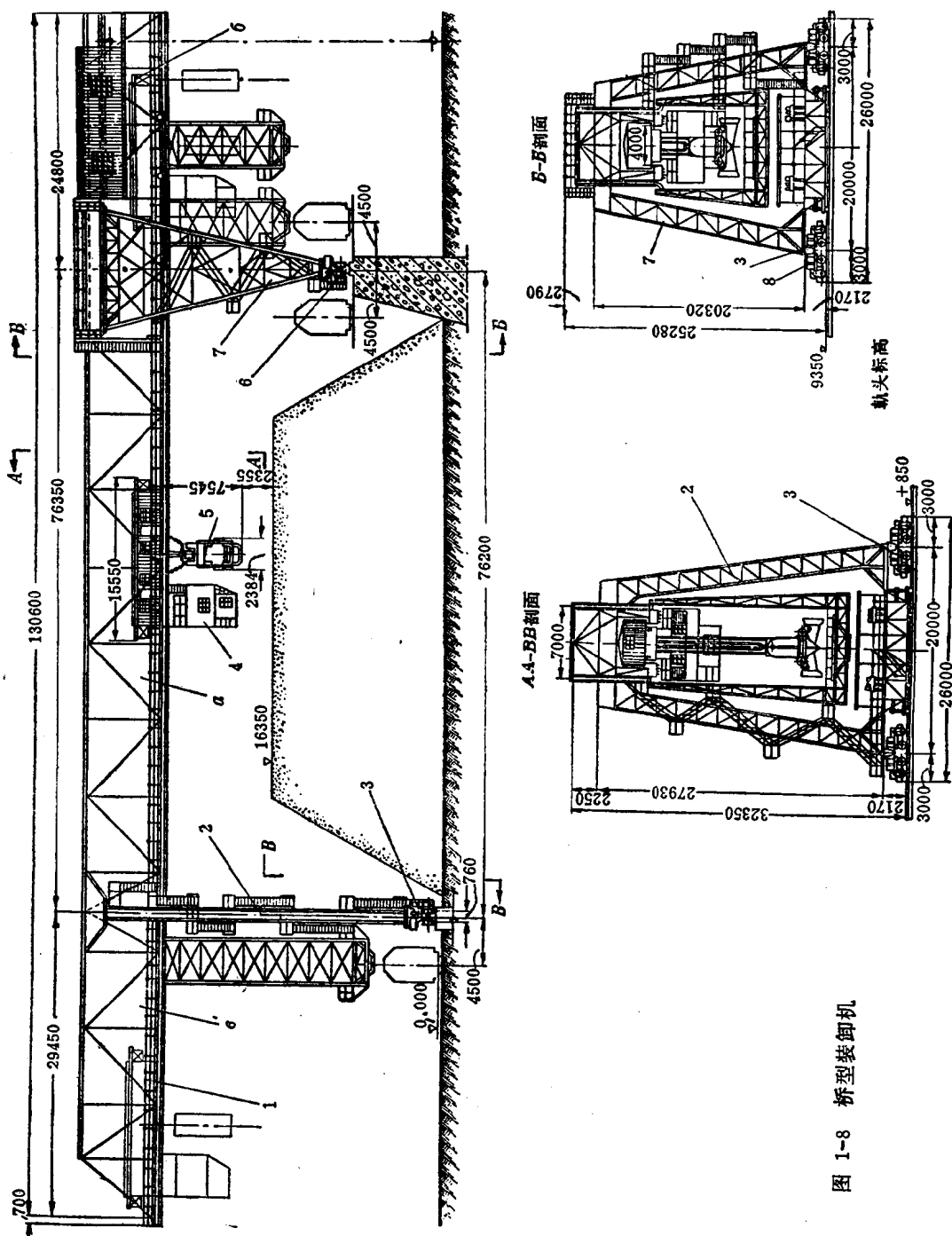
当机架返回旋转时，工作情况与上述相反。制动杠杆进入弧形托座后，使带式制动器与棘轮“松开”，小车 5 开始时随机架旋转，但以后因小车尾端被固定挡杆 7 挡住，机架再继续反转时，小车就相当于被挡杆拨向右移动，经吊挂钢丝绳 2 扯起压爪。当压爪提升时，压紧钢丝绳 3 拉动卷筒 8 旋转，卷筒 15 亦随同旋转，并将钢丝绳 16 卷紧。

旋转式翻车机生产率很大，用载重 95 吨的矿车，生产率可达 2200~2500 吨/小时。由于旋转式翻车机不能移动，需要一系列的辅助运输设备。

§2. 桥型装卸机

桥型装卸机是在贮矿场上进行原料装卸与矿石中和用的大型散粒原料装卸设备。由于贮矿场需要有较大的贮矿量，故桥型装卸机是一种大跨度，高架式抓斗起重机。为了便于工作，它具有桥式起重机的运动特性，即桥架能沿贮矿场纵向行走，抓斗小车可沿桥架作横向行走，抓斗又可开闭、升降。

桥型装卸机的总体结构见图 1-8。桥架 1 是一长百余米的金属框架，下面用两支架



(挠性支架 2 与刚性支架 7) 支托起来, 支架下有均衡梁 8、车轮及其传动行走机构 3, 这样就可以使桥架沿贮矿槽上的轨道 6 作纵向行走。桥架内侧铺有轨道, 带有抓斗 5 的抓斗小车 4 沿此轨道横向行驶。进行矿石中和时, 先用抓斗在悬臂端 (B 端, 卸矿沟处) 取来矿石, 在桥架中部 (A 段) 分层平铺, 平铺时抓斗小车边移动, 抓斗边张开, 这样逐层将矿石铺成料堆, 然后用抓斗沿料堆垂直方向垂直截取好几层的原料, 运至另一悬臂端 (E 端), 卸入运矿车内或直接卸入贮矿槽内。

桥型装卸机的结构可视为以下三部份组成, 桥架、支架及其行走机构、抓斗小车及抓斗。以下只介绍应用较为普遍的抓斗及抓斗小车。

1. 抓 斗

抓斗的基本结构见图 1-9, 它是由颚板 1、撑杆 2、下承梁 3、抓斗头 4 四部份组成。抓料时, 颚板一侧为撑杆撑住, 提升下承梁, 颚板即被强制挖掘, 为了增大挖力抓斗头与下承梁之间, 安有增力滑轮组 9。为了使抓斗各构件之间运动稳定, 在撑杆头部安有互相衔接的凸轮 10, 在颚板端还安有互相啮合的扇形齿轮 11, 这样就将抓斗各构件组成了一个四杆机构。

冶金厂所用的是一种双绳抓斗, 其抓斗头与下承梁分别由支承绳组 5 及开闭绳组 6 来

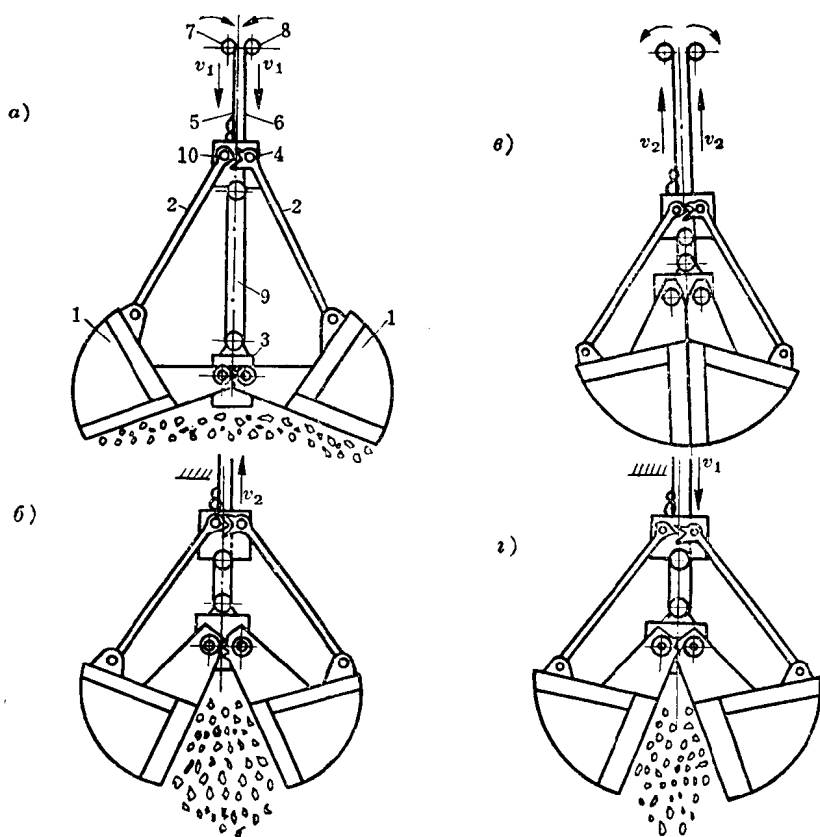


图 1-9 抓斗的工作过程

操纵。其工作过程分为以下四步：（1）张开的抓斗下降，靠抓斗自重及冲击力将顎板切入料堆（图 1-9, a），此时支承绳组与开闭绳组以同速 v_1 下降，抓斗自重主要靠支承绳承担，以免在抓斗下降过程中顎板自动关闭；（2）顎板闭合将原料挖入抓斗内（图 1-9, b），此时支承绳组松弛，开闭绳组以速度 v_2 向上抽起；（3）载料抓斗提升（图 1-9, c），此时支承绳组与开闭绳组以同速 v_2 上升；（4）抓斗张开卸料（图 1-9, d），支承绳不动，开闭绳以速度 v_1 下降，顎板张开。

目前应用较广泛的双绳抓斗结构见图 1-10，它是一种长撑杆式双绳抓斗与上图比较有以下改进处：（1）顎板与下承梁之间改用一公共铰链，这样就可以在顎板端不用容易磨损的扇形齿轮；（2）撑杆与抓斗头之间改用一边固

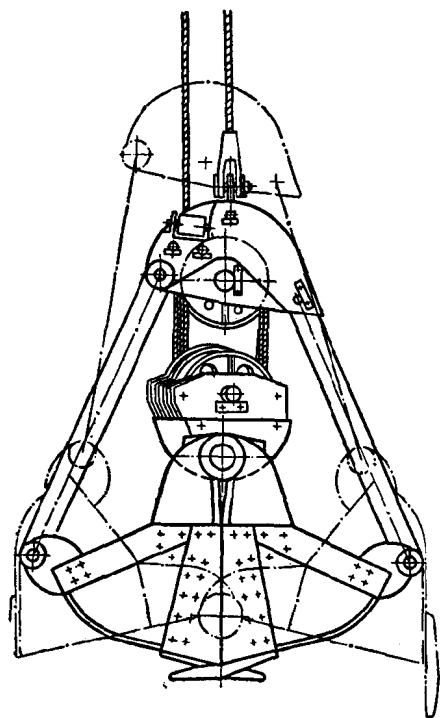


图 1-10 长撑杆式双绳抓斗

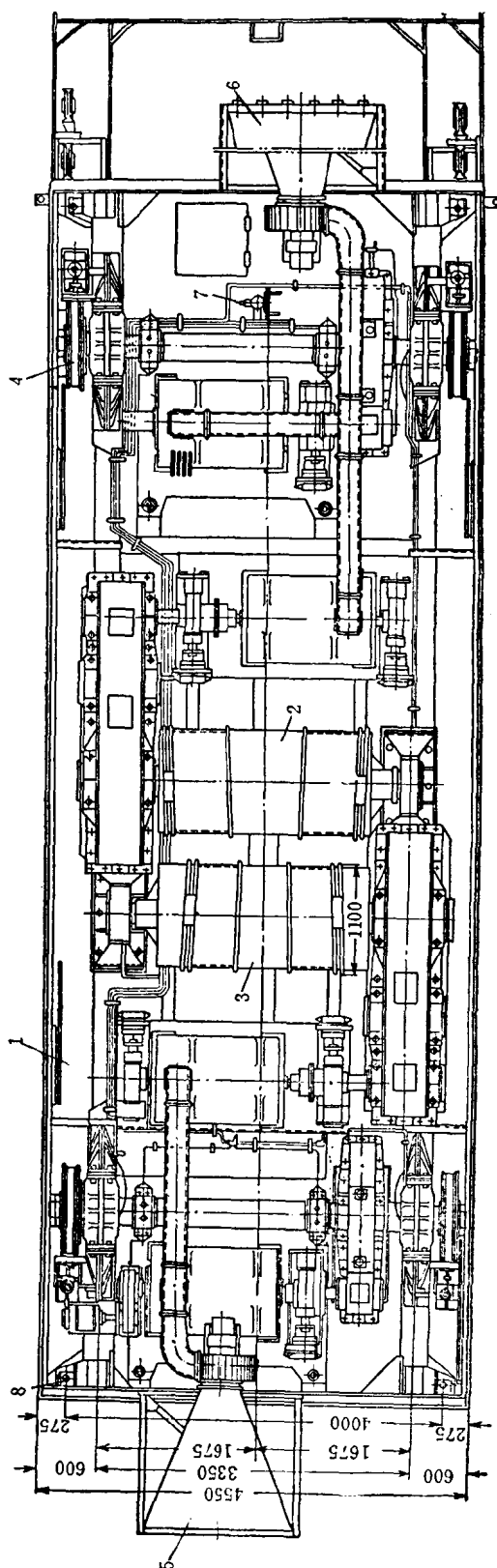


图 1-11 抓斗小车
5、6—冷却电动机的送风装置；7—抓斗提升终点开关；8—更换车用的千斤顶