

73.2
1658

中等专业学校教学用书

黑色冶金企业的电气设备

下 册

Б. А. 列維坦斯基 著
王 霏 申济湘 译校

冶金工业出版社

圖 書 介 紹

下列圖書讀者如有需要請到當地新華書店選購，書店缺貨時，請函知“北京新華書店發行所”

或“冶金工業出版社”以便設法供應。

- 冶金工廠安全技術原理… B.M. 蘇洛賓斯基著……………1.20元
- 冶金車間的電氣設備（中等教材）B.K. 波爾捷夫著……上冊 1.10元
- 冶金車間的電氣設備（中等教材）B.K. 波爾捷夫著……下冊 1.30元
- 黑色冶金企業電氣設備（上）（中等教材）B.A. 列維坦斯基著…1.40元
- 金屬的特快分析法…第一機械部上海材料應用科學研究所編…0.46元
- 金屬的腐蝕和保護… Г.Т. 巴赫華洛夫著……………2.00元
- 現代高爐… А.Ф. 諾沃斯帕斯基著……………2.20元
- 黑色電冶金學（上）Ф.П. 斯特魯戈夫什科夫著……………1.80元
- 電弧爐煉鋼… А.Н. 索科洛夫著……………0.90元
- 電氣安裝工程質量標準的基本要求… Ю.Н. 阿塞烏洛夫著……0.46元
- 黑色冶金熱工手冊… И.А. 齊霍米羅夫著

一卷一分冊 1.10 元

一卷二分冊 1.60 元

一卷三分冊 1.90 元

一卷四分冊 1.30 元

二卷三分冊 1.20 元

二卷四分冊 0.95 元

中等專業學校教學用書

黑色冶金企業的 电气設備

下 冊

Б. А. 列維坦斯基 著

王 霽 申濟湘 譯校

冶金工業出版社

本書經苏联黑色冶金工業部教育司審定為黑色冶金中等專業學校“工業企業電氣設備”專業教學參考書。

本書結合現代巨型冶金企業主要操作（煉鐵、煉鋼、軋鋼）的工藝過程和所用機械來敘述黑色冶金企業的電氣設備。內容包括黑色冶金電氣設備的一般特征、關於計算和選擇電力驅動裝置的指示、算例、最重要的控制線路的特征，以及電氣設備的布置、供電、布線、機構的自動檢查和控制等方面的知識。除用作教學參考書外，也可供冶金車間的工程技術人員及電氣工長參考。

本書中譯本分兩冊出版。上冊內容包括黑色冶金工業所用電氣設備的一般特征和高溫冶煉用的電氣設備；下冊內容包括煉鋼和軋鋼用的電氣設備。

Б. А. Левитанский

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ
Металлургиздат (Москва—1955)

黑色冶金企業的電氣設備（下冊） 王霖 申濟湘 譯校

編譯：歐陽惠霖 設計：趙香苓、魯芝芳 責任校對：曹桂芝

1958年9月第一版 1958年9月北京第一次印刷 11,000冊

$850 \times 1168 \cdot \frac{1}{32} \cdot 245,030$ 字 · 印張 $10 \frac{28}{32}$ · 定價 1.80 元

冶金工業出版社印刷廠印 新華書店發行 書號 0577

冶金工業出版社出版（地址：北京市燈市口甲45號）

北京市書刊出版業營業許可證出字第093號

下 册 目 录

第三章 煉鋼生产的电气設備	8
A. 平爐車間的电气設備	8
§ 1. 平爐車間的装备和工作情形	8
§ 2. 平爐車間电气設備的一般特征	10
§ 3. 混鉄爐的电力驅動	11
§ 4. 平爐車間的供电和布綫	16
B. 吊車的电气設備	19
§ 5. 冶金吊車	19
§ 6. 吊車机构电力驅動类型的选择和电动机容量的計算	23
§ 7. 吊車的控制綫路	27
§ 8. 提升机构三相驅動裝置的調速	31
B. 热过程的自动化	34
§ 9. 自动检查和調节热过程的意义	34
§ 10. 測量溫度	35
§ 11. 測量压力和負压	38
§ 12. 測量气体和液体的流量	39
§ 13. 自动調节	42
§ 14. 平爐的检测仪器和自动裝置	44
§ 15. 平爐換向裝置的自动控制綫路	49
Γ. 轉爐煉鋼車間的电气設備	53
§ 16. 車間設備的一般特征	53
§ 17. 轉爐轉机构的电力驅動	55
§ 18. 鼓风机的电力驅動	60
A. 电爐煉鋼	60
§ 19. 电爐的作用原理	60
§ 20. 电弧煉鋼爐的构造和技术特征	65
§ 21. 电弧爐的电气状况	67
§ 22. 电弧爐的电气綫路和电气設備	71
§ 23. 电弧爐的自动調节器	77
第三章参考文献	81

第四章 軋鋼生產的電氣設備	82
A. 工藝過程和軋鋼機設備	82
§ 1. 蘇聯的軋鋼生產	82
§ 2. 軋制和軋鋼機一般結構	83
§ 3. 軋鋼機的主傳動和機構	87
§ 4. 軋鋼機分類	89
§ 5. 軋鋼機按軋制方式和電力驅動類型的分類	92
B. 軋軋驅動裝置的電動機的容量計算及其選擇	93
§ 6. 軋制的基本關係	93
§ 7. 軋制的能量消耗和計算驅動裝置的一般規則	97
§ 8. 按軋制單位能量消耗試驗曲線計算 電動機容量 (實用法)	100
§ 9. 多機架式軋機電動機容量的計算 及其選擇。阿達美茨基曲線	107
§ 10. 按試驗曲線計算的實例	109
B. 非可逆式非調速軋鋼機的電氣設備	111
§ 11. 選擇電力驅動類型的一般指示	111
帶同步電動機的軋鋼機電力驅動	114
§ 12. 同步電動機的特性和啟動條件	114
§ 13. 同步電動機主要電路的接線圖和啟動方法的選擇	118
§ 14. 同步電動機激磁電路的接線圖	123
§ 15. 同步電動機控制線路 (啟動用接觸器盤)	126
帶感應電動機的軋鋼機飛輪電力驅動	133
§ 16. 選擇感應電動機飛輪驅動裝置的條件	133
§ 17. 飛輪驅動裝置的基本關係和負載曲線	134
§ 18. 飛輪驅動裝置容量的計算。電動機和飛輪的選擇	136
§ 19. 飛輪驅動裝置最好的機械特性 $s = f(M)$ 和自動轉差率調節器	140
§ 20. 液體轉差率調節器	142
§ 21. 帶液體轉差率調節器的飛輪驅動裝置的特性	142
§ 22. 接觸器式轉差率調節器	153
§ 23. 轉差率繼電器的結構和工作	155
§ 24. 液體轉差率調節器和接觸器式轉差率調節器的比較	157

Г. 非可逆式調速軋鋼机的电气設備	158
§ 25. 非可逆式調速軋鋼机电力驅動类型的選擇	158
帶感应電動机的串級裝置	159
§ 26. 感应电动机調速的各种方法	159
§ 27. XOM3 (哈尔科夫电机工厂)型恒功率串級裝置的綫路	164
发电机—电动机系統	166
§ 28. Г-Д 系統的性能和特性	166
§ 29. 对連續式軋鋼机电力驅動的基本要求	171
§ 30. 帶旋轉变流机的連續式軋鋼机的控制綫路	173
§ 31. 电压和速度的自动調節器	177
§ 32. 帶可控水銀整流器的連續式軋鋼机的电力驅動	178
§ 33. 帶焊接式 VPB 的連續式小型軋鋼机的控制綫路	183
Д. 可逆式調速軋鋼机的电气設備	185
§ 34. 軋制制度和對电力驅動的基本要求	185
可逆式驅動裝置容量的計算和电机的選擇	188
§ 35. 驅動裝置計算特性的原始数据和繪制	188
§ 36. 軋鋼电动机和变流机组的選擇	194
§ 37. 計算和選擇开坯机主傳動电机的例子	198
可逆式軋鋼電動机的控制	202
§ 38. 对控制系統的基本要求	202
§ 39. 慣性环节和过渡过程的加速	203
§ 40. 可逆式軋鋼电动机控制系統的发展	206
§ 41. 拟制控制綫路的一般原則	209
§ 42. 初軋机主傳动的原理綫路	210
軋鋼電動机的电机控制	213
§ 43. 发电机电压的控制	214
§ 44. 电动机磁通的控制	219
§ 45. 反过調和穩定	224
§ 46. 操作控制	225
§ 47. 恒压激磁机和綫路自动开关的控制	227
§ 48. 計算电阻的指示	229
§ 49. 电气設備的布置	231
§ 50. 軋鋼電動机的保护	232

§ 51. 示波照像和驅動裝置合理工作状态的建立	239
Е. 冷轧机的电气设备	242
§ 52. 工艺过程和冷轧机结构	242
§ 53. 对电力驱动的基本要求及其选择的指示	242
§ 54. 連續式冷轧机的控制綫路	247
§ 55. 帶鋼張力的自动調节	250
§ 56. 帶鋼厚度的測量和自动調节	252
§ 57. 連續机列的电气设备	255
Ж. 軋鋼机机构的电气设备	257
§ 58. 机构的电力驱动的一般特性	257
§ 59. 机构驅動裝置的阿达美茨基图表 和軋制停歇時間的确定	260
§ 60. 机构驅動裝置的接触器變阻器控制綫路	261
§ 61. 机构驅動裝置的电机式控制綫路	263
§ 62. 軋道的电力驱动	271
§ 63. 压下裝置的电力驱动	282
§ 64. 推床和翻鋼机的电力驱动	284
§ 65. 鋼錠車的电气设备	285
§ 66. 剪断机的电力驱动	286
§ 67. 滑道的自动化驅動裝置	294
3. 軋鋼机的自动控制	301
§ 68. 軋鋼机自动化的主要任务	301
§ 69. 軋鋼机自动控制用的特殊器械	303
§ 70. 小型軋鋼机机构的自动控制	311
§ 71. 剪断机挡板的自动控制	315
§ 72. 可逆式軋鋼机自动控制原理	318
§ 73. 可逆式軋鋼机压下裝置的自动控制	319
II. 軋鋼車間电气设备的布置。供电	321
§ 74. 总 論	321
§ 75. 主电室	322
§ 76. 电机和主电室的通风	325
§ 77. 循环潤滑系統	327
§ 78. 接触器板室和控制台	330

§ 79. 軋鋼車間的变电所和配电	333
§ 80. 軋鋼車間中的綫路和布綫	336
§ 81. 冶金工厂的供电	339
第四章参考文献	346

第三章

煉鋼生产的电气設備

大部分生鉄——約占全部高爐熔煉量的90%——被煉制成鋼。剩下的生鉄直接用作鑄件，主要是用在机械制造上。

在现代冶金中采用下列方法来獲得鋼：

- a) 在大多数用煤气加热的火焰爐中熔煉——平爐煉鋼法；
- б) 在轉爐中用空气吹煉鉄水——貝司麦法和托馬斯法；
- в) 在電爐中熔煉。

应用最广的是平爐煉鋼法，它到现在几乎完全代替了貝司麦法。電爐熔煉用来生产特殊鋼和高級優質鋼以及鉄合金。

A. 平爐車間的电气設備

§ 1. 平爐車間的装备和工作情形

在苏联应用最广的是固定式平爐。

通常采用高爐煤气和焦爐煤气的混合气来加热平爐。經蓄热室后进入烟道的废气具有相当高的溫度(450—600°)，所以现代平爐附装有利用废气显热的废热鍋爐。这种鍋爐装有排风机。

目前制造的现代平爐的容量(爐料金屬部分的重量)达400吨以及更高的数值。

自己有高爐車間的冶金工厂把大部分生鉄在液体状态下加上废鋼、鉄矿石、石灰石和补加料放到平爐中熔煉。这种方法叫做废鋼矿石法。通常爐料的金屬部分包含55—70%鉄水和45—30%废鋼。

平均熔煉時間为8—12小时，这相当于每天炼3—2爐。

一个185吨平爐的日生产率為475吨。如在大企业中每人每

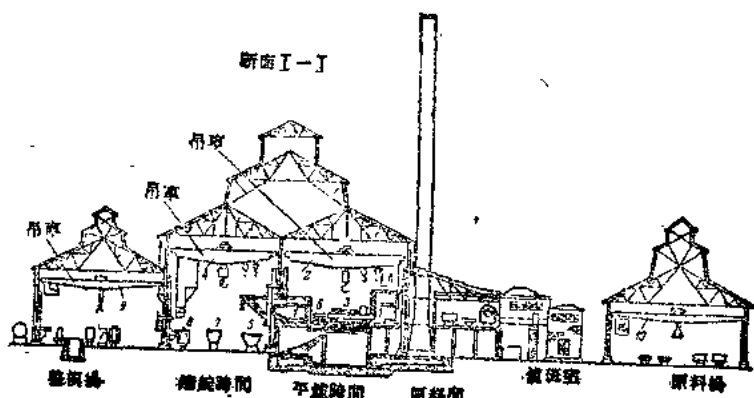
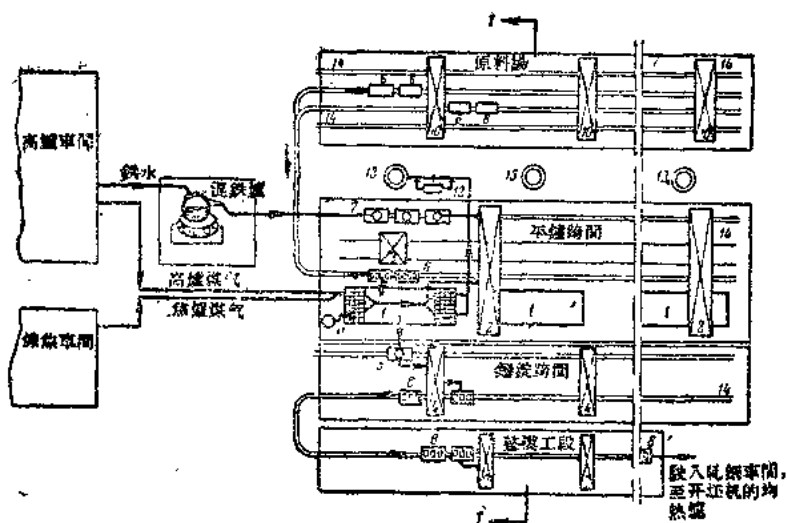


圖 1-1 平爐車間

a—車間的簡化平面圖和工藝過程的示意圖；b—橫断面 I—I

1—185 噸平爐；2—125/35 噸注鐵水吊車；3—4.5 噸裝料機；4—300/75/15 噸鑄造吊車；5—鑄鋼橋；6—粉箱車；7—鐵水罐車；8—鋼錠模車；9—175/25/15 噸鋼錠脫模吊車；10—10/10 噸電磁抓斗吊車；11—平爐的送風機；12—廢熱鍋爐；13—煙筒；14—鐵道

4000吨左右的炼钢生铁，即相当于用废钢矿石法炼6000吨左右的钢，这就需要10—14个185吨的平炉。炉子在平炉车间的平炉跨间内沿水平轴线排成一行。大量炼钢原料的准备和运输已完全机械化了。

平炉车间（图Ⅱ-1）包括下列主要工段：混铁炉工段、原料场、平炉跨间、铸锭跨间和整模工段。平炉跨间和铸锭跨间共同位在主厂房内，其余工段则位在平行于主厂房的独立厂房内。

储存在原料场的物料装在料箱里送入炉中。物料装入料箱是借电磁吊车和抓斗吊车来进行的。载着装好料的料箱的列车用蒸汽机车运到平炉跨间内，停在平炉前正对着装料口的地方。料箱中的料用装料机3装入炉中。

铁水用特殊的注铁水吊车注入，这种吊车的构造跟混铁炉吊车相似。

为了把炉子加热，从专门的煤气导管送入高炉煤气和焦炉煤气。空气用单独的送风机11送入。废气通过废热锅炉12以后，经烟筒13逸出到大气中。铸钢桶5用铸锭吊车4运往钢锭模8。

铸完钢以后，把钢锭模运到整模工段，在那里用专门的吊车进行所谓钢锭脱模的工序。

脱下的钢锭模经适当的处理后返回到铸锭跨间，而载着凝固的但仍然炽热的钢锭的列车则开往轧钢车间开坯机的均热炉去。现代轧钢机所轧制的钢锭重量为5—10吨或更重。

§ 2. 平炉车间电气设备的一般特征

从上面所讲平炉车间的装备可以看出，固体燃料和液体金属的一切装卸操作，以及盛有金属的桶在车间范围内的运输，都是用吊车来实现的。吊车机构的电力驱动，按其数量和作用来说，是平炉车间电气设备的主要型式。

已经说过，由于设有废热锅炉，为了排出气体，装设排风量为120—180米³/小时和压力200—400毫米水柱的排风机。排风机（抽气机）的驱动最好采用同步电动机（表Ⅱ-1）。

表 1-1

廢熱鍋爐排風機電動機的技术数据

平爐容量 (銘錄磚 爐頂)	排風機 型 式	額 定 數 据			电动机容量 千瓦
		排風量 1000米 ³ /小時	風 力 毫米水柱	速 度 轉/分	
125	Д-11-15.5	140	240	750	180
185	Д-11-16.5	170	245	750	220
220—250	Д-190	200	250	750	250
370	Д-11-17.5	200/220	275/250	750	300
440—500	特殊型式	250	250	750	325

为了驱动混鉄爐注鉄口盖板提升装置和混鉄爐的鼓风机、換向閥的絞車、平爐的鼓风机、平爐的爐門、消防泵和其他輔助机构、采用鼠籠式感应电动机。混鉄爐廻轉机构用直流电动机来驅動。

为了測量、检查和調节热过程，采用電測高溫計、電位計、感应电桥和其他电气仪表及器械。

影响电气设备选择的平爐生产特点为：

- 1) 工艺过程的連續性；
- 2) 要在車間范围内运输大量用桶盛装的熔融液体金屬；
- 3) 周围环境的溫度很高——50—60°及更高。

机构及其电力驅動发生故障或工作中断，会使金屬濺出或形成死鉄，而这是不允许的。因此对平爐車間电气设备提出的主要要求就是工作可靠和不間断。装在車間里的电气设备应当为冶金型的：具有B級或BC級耐热絕緣，机械强度和絕緣强度較高。电动机采用封閉式的，主要是冶金用的MTB和MTKB系列三相电动机和MII系列直流电动机。电器主要是接触器式的，安装在严密封閉的柜中。对供电和布綫的可靠性方面也有較高的要求。

§ 3. 混鉄爐的电力驅動

混鉄爐的主要机构（廻轉机构、打开注鉄口盖板的机构和鼓风机）都应用电力驅動。出鉄口的盖板借杠杆和連杆系統用手来

开閉。

为了驱动提升和下降盖板的絞車，可以采用 MTK 型冶金型的鼠籠式感应电动机，4—6 千瓦，900 轉/分，380 伏， $\eta B = 15\%$ ，具有由磁力启动器或不大的接触器板組成的可反向控制綫路。对于鼓风机，采用容量 7—10 千瓦、1000—1500 轉/分、长期運轉（ $\eta B = 100\%$ ）的封閉式鼠籠型感应电动机。为要远距离控制鼓风机的驱动装置，可以采用磁力启动器。

混鉄爐迴轉机构的电力驱动

运动系統和对电力驱动的要求

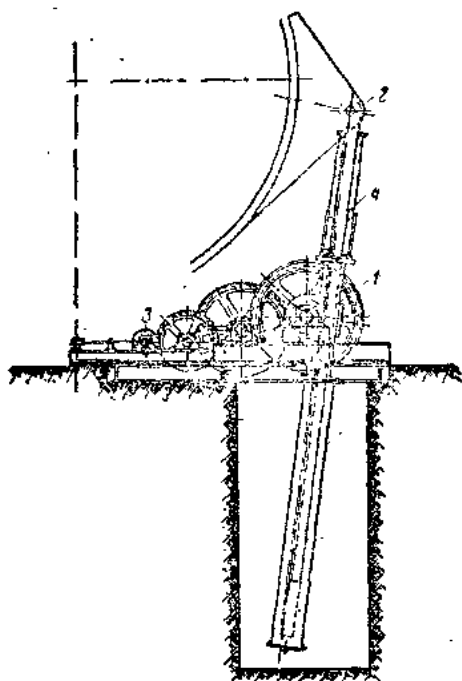


图 1-2 混鉄爐迴轉机构驱动裝置的运动系統

混鉄爐迴轉机构驱动裝置的运动系統如图 1-2 所示。

齿条 1 跟混鉄爐的套环 2 鉸接，並跟齿輪咬合。当齿輪旋轉时，齿条就移动，从而使混鉄爐迴轉某一角度以便把鉄水經出鉄口注入鉄水包中。外壳 4 保护齿条不被污損。

齿輪靠电动机 3 經三对圓柱齿輪传动裝置来旋轉。从电动机到混鉄爐迴轉軸綫的传动比在迴轉时要稍为变更，因为齿条对迴轉軸綫的相对位

置有所變更。對於容量 1300 噸的 Y3TM (烏拉爾重型機器製造廠) 出品的標準混鐵爐，傳動比的平均值可取為 7100。空混鐵爐重 600 噸。最大傾斜角 $\alpha_{\max} = 52^\circ$ 。

除了可靠性外，對混鐵爐迴轉機構的驅動裝置還提出下列要求：速度的變化平滑並且調速範圍廣；停止迅速而準確；控制中斷或電壓消失時混鐵爐能自動轉回原來位置。

滿足了頭兩個要求就可調節倒出鐵水流的大小並準確地配定鐵水包中的鐵水量，還可以防止金屬灑出。混鐵爐自動返回是必要的，以免鐵水包過滿而使金屬溢出到車間的地上。

混鐵爐听任它自由放置（不考慮電動機和機械制動力矩）時的平衡位置由下式來表明：

$$G_o l_o = G_q l_q,$$

這可由圖 II-3 看出。隨著混鐵爐中鐵水量的變化，這一等式要在不同的傾斜角下——從混鐵爐滿載時的 α_1 ，變到倒空時的 α_2 ——才能成立。

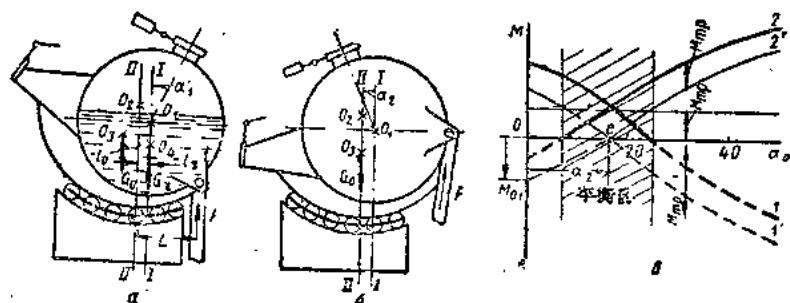


圖 II-3 混鐵爐的平衡位置

a—滿載的混鐵爐；b—空混鐵爐；c—空混鐵爐力矩對傾角關係的計算曲線；1—1'—混鐵爐返回時；2—2'—混鐵爐傾倒時；I—I—I—圓筒軸綫；II—II—迴轉軸綫； O_1 —圓筒中心； O_2 —迴轉中心； O_3 —空混鐵爐重心； O_4 —生鐵水重心； G_o —空混鐵爐重量； G_q —生鐵水重量； l_o 、 l_q — G_o 、 G_q 對迴轉軸的力臂；——外加力矩；……重量力矩

混鐵爐倒空時 $G_q l_q = 0$ ，于是在力矩 $G_o l_o$ 的作用下混鐵爐將傾斜到它的重心 O_3 位在迴轉軸綫 II—II 上為止。這一位置對應于

混鉄爐向傾斜方面廻轉角度 α_2 (約等于 17°)，这时力臂 $l_0 = 0$ ， $G_0 l_0 = 0$ 。

上述情形可用曲綫 1' 和 2' 來說明，这些曲綫的繪制沒有考虑摩擦力 (参考文献 14)。曲綫 2' 表示傾轉混鉄爐所需的轉矩 $M_0 = G_0 l_0$ 对轉角 α 的关系。当混鉄爐在垂直位置上，即 $\alpha = 0$ 时，有重量力矩 M_G 在作用，在它的影响下，混鉄爐要开始向倒鉄水的方向廻轉。随着傾斜度的增加，力臂 l_0 减小，于是轉矩也相应减小。当 $\alpha_2 \approx 17^\circ$ 时，轉矩 $M_0 = 0$ ，混鉄爐停下来。如要进一步傾轉，就需要一个力矩，这力矩由曲綫 2' 在横座标軸以上的綫段来表示。

为了使混鉄爐回到垂直位置，在 O_0 段上需要驱动裝置发出电动机力矩，而当 α 角数值更大时则需要制动力矩。返回的力矩曲綫 1' 跟曲綫 2' 对称，位在横座标軸的另一边。

考虑摩擦力时，如設摩擦力矩 $M_{\text{тр}}$ 不变，則曲綫 2 和 1' 将挪动一个 $M_{\text{тр}}$ 的数值，于是傾轉和返回所需的力矩将由相应的曲綫 2 和 1 来表示。在画断面綫的轉角区域内，向傾轉方向和返回方向作用的混鉄爐重量力矩都小于摩擦力矩，因此处在这一区域内的混鉄爐便保持靜止状态。

由于有摩擦，混鉄爐在不同装满程度时的平衡区 (以角度和 $\alpha_1 + \alpha_2$ 表示) 要縮小。

驱动电动机的容量計算和选择

混鉄爐的廻轉時間比起启动時間来是很长的。如果忽略启动期間的速度变化，則混鉄爐廻轉規定角度 α 所需的時間可用下法求出。

如电动机速度为 n_n ，假設混鉄爐以恆速廻轉，則每秒轉数为：

$$n_m = \frac{n_n}{60i},$$

式中 i ——由电动机軸到混鉄爐廻轉軸綫的传动比。

混鉄爐轉一轉的時間

$$t' = \frac{1}{n_M} = \frac{60i}{n_M}$$

混鉄爐轉 α 角的时间:

$$t_\alpha = \frac{60i}{n_M} \times \frac{\alpha}{360} = \frac{i\alpha}{6n_M} \text{ 秒。} \quad (\text{II-1})$$

取平均值 $n_M = 550$ 轉/分 和 $i = 7100$, 則按公式 (II-1) 可以求出混鉄爐的廻轉時間。例如, 轉最大角度 $\alpha_M = 52^\circ$ 的時間为:

$$t_{\alpha_M} = \frac{7100 \times 52}{6 \times 550} = 112 \text{ 秒。}$$

加速到穩定速度的時間为 5—8 秒, 这相当于混鉄爐轉 2° 左右的角度 [参考文献 14]。

由于启动時間較長, 而驅動裝置推算的飞輪力矩值不大, 所以启动力矩的动态分量不大, 电动机容量可以按靜阻力矩来求:

$$M_0 = M_o + M_v + M_T, \quad (\text{II-2})$$

式中 M_o ——混鉄爐自重产生的重量力矩;

M_v ——鉄水重量产生的重量力矩;

M_T ——摩擦力对廻轉軸綫产生的阻力矩, 其中考虑了混鉄爐鋼环对滾柱的滾动摩擦, 滾柱对支架的滾动摩擦, 邊緣摩擦和滾柱軸頸中的滑动摩擦。

克服一切靜阻力所需的齿条中最大力值, 可按下列式来求:

$$F_{\text{max}} = \frac{M_{c, \text{max}}}{L} \text{ 千克,}$$

式中 $M_{c, \text{max}}$ ——最大靜阻力矩值;

L ——力 F_{max} 对廻轉軸綫的力臂 (见图 II-3a)。

知道了力 F_{max} , 可按下列式求得电动机容量:

$$P = \frac{F_{\text{max}} v}{102 \eta} \text{ 千瓦,}$$

式中 v ——齿条移动速度, 米/秒。

1300 吨混鉄爐廻轉机构驅動裝置的計算容量为 75—90 千瓦。