

转炉传动机构

(设计、计算、检修、维护)

胡 厚 德 編 著

上海科学技术出版社

內 容 提 要

本书总结了实际工作中关于轉炉傳动机构的设计、計算、檢修和維護方面的經驗，并汇集了有关資料，对轉炉傳动設備作了比較完整和系統地叙述。书中介紹的设计公式、驗算方法以及安裝檢修的数据，都很切合实用。

本书可供鋼鐵厂中的技術人員和檢修技工参考。

轉 炉 傳 动 机 构

(设计、計算、檢修、維護)

胡 厚 德 編 著

*

上海科学技术出版社出版

(上海南京西路2004号)

上海市书刊出版业营业許可証出093号

上海市印刷五厂印刷 新华书店上海发行所总經售

*

开本 850×1168 1/32 印張6 插頁1 字數166,000

1959年10月第1版 1959年10月第1次印刷

印數1—1,500

統一書号: 15119 · 1282

定 价: (十四)1.10元

序 言

在社会主义建設大跃进的形势下，祖国的鋼鐵工业正在一日千里地飞跃发展，其中轉炉炼鋼在鋼鐵生产中占有重要地位。在轉炉炼鋼設備中，除了轉炉炉体結構以外，絕大部分是机械傳动設備和供給吹炼的风电設備，因此做好轉炉傳动設備的設計、檢修和維護工作，具有一定的意义。

本书总结了实际工作中关于轉炉傳动机构的设计、檢修和维护方面的經驗，也彙編了有关資料，特别是对驗算現有轉炉設備的强度，和挖掘这些設備的潜在能力作了系統的介绍。这些設計公式、驗算方法以及許多安装檢修的数据，都較切合实用，可供冶金工厂的技术人員和檢修技工参考。

由于个人的經驗和水平有限，书中如有錯誤，希望得到各方面的批評和意見，作为今后修改的依据。

在編著过程中，得到有关厂的协助，并承梁广桂同志校閱，謹此致謝。

胡厚德 1959年1月

目 录

第一章 緒論	1
一、轉炉傳动机构概述	1
二、轉炉傳动机构各部分的构造和性能	5
第二章 齿輪减速箱的設計計算	12
一、轉炉齿輪的設計計算原則	12
二、齿輪强度計算种类	13
三、齿輪表面强度計算	13
四、齿輪弯曲强度計算	25
五、齿輪的設計例題	33
六、齿輪强度核算例題	37
七、轉炉减速齿輪强度的核算例題	41
第三章 蝸輪减速箱的設計計算	46
一、蝸輪傳动的計算参数	47
二、圓柱形蝸杆的蝸輪設計計算	50
三、蝸杆强度及剛度的計算	55
四、蝸輪傳动的发热計算	58
五、蝸輪减速箱潤滑油的选择	59
六、蝸輪用銅齿冠与鑄鉄輪殼配合座計算	61
七、确定蝸杆螺紋及蝸輪輪齿的尺寸	65
八、蝸輪材料选择	67
第四章 蝸輪傳动的設計例題	71
一、蝸輪的設計計算例題	71
二、蝸杆軸的設計計算例題	79
第五章 轉軸和心軸的强度設計計算	85
一、靜强度安全系数的計算	86
二、疲劳安全系数的計算	87

三、实心轉軸的計算举例·····	94
四、轉炉齒輪空心轉軸的計算举例·····	98
第六章 轉炉風圈与支承軸樞凸緣連接螺釘的強度計算·····	101
一、螺釘的靜強度計算·····	101
二、螺釘的疲勞強度計算·····	105
三、計算举例·····	107
第七章 轉炉傾动力矩和功率的計算·····	112
一、确定旋轉轉炉重心座标位置·····	112
二、确定轉炉的傾动力矩·····	120
三、确定旋轉轉炉时所需的靜功率·····	124
第八章 电动机容量的選擇·····	125
一、电动机容量的計算·····	125
二、周圍环境溫度高于規定溫度时电动机容量的驗算·····	130
三、起動調整控制器的選擇·····	130
第九章 电磁制动器的計算·····	131
一、电磁制动器的選擇·····	131
二、制动輪銷子強度驗算·····	134
三、电磁鉄綫圈校驗·····	134
第十章 手动机构計算·····	139
第十一章 轉炉設備的修理組織和維護要則·····	140
一、轉炉設備的修理組織·····	140
二、轉炉設備的修理制度·····	141
三、轉炉設備的維護要則·····	142
第十二章 切齒齒輪的檢修和安裝·····	143
一、切齒齒輪的檢驗方法·····	143
二、齒輪的裝配·····	144
三、齒輪的磨損和修理·····	147
四、齒輪減速箱的潤滑方式和潤滑油的選擇·····	150
五、齒輪傳动的快速修理法·····	152
第十三章 蝸輪傳动的檢修和安裝·····	153
一、蝸輪的裝配和檢查·····	153

二、蜗輪傳动的快速修理法·····	157
三、蜗輪減速箱中滚动軸承的安裝方法·····	158
第十四章 軸的裝配和修理·····	159
一、軸的裝配·····	159
二、軸的修理·····	162
三、鍵連接的裝配·····	164
第十五章 軸承的裝配和檢查·····	165
一、滑动軸承的裝配和檢查·····	165
二、滚动軸承的裝配和檢查·····	168
第十六章 制动器彈性联轴节的裝配和檢查·····	172
附录·····	176
参考文献·····	190

第一章 緒 論

一、轉爐傳動機構概述

目前中小型煉鋼廠用轉爐煉鋼占很大比例，在上海轉爐鋼與平爐鋼的產量比例約為 5:1，這是由於轉爐煉鋼具有生產率高、操作簡便、建造迅速、維持費用低等優點，因此它對發展我國鋼鐵生產有着很大的作用。

轉爐除了用耐火材料砌成的爐壁和鋼板的外殼外，其餘都是機械傳動設備和供給能源的風電設備，這些設備的運轉是否正常，是直接影響鋼產量和質量的重要因素之一。

轉爐的分類如下：

按爐壁材料性質分為：酸性爐和鹼性爐。酸性爐壽命比鹼性爐長，酸性爐比鹼性爐耗電量少，消耗電力相同時，酸性爐的出鋼溫度高。酸性鋼流動性好，可澆鑄薄壁鑄件，此外還具有冶煉時間短、生產率高等優點。酸性爐的缺點是要求高質量的貝氏生鐵。

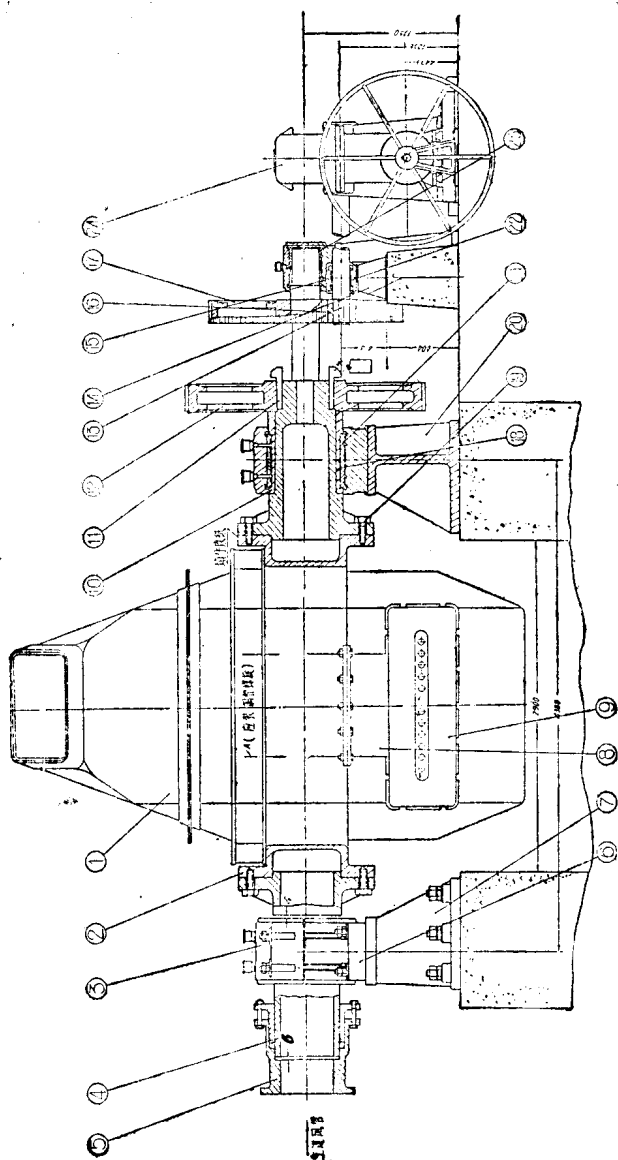
按風口管的位置可分為：底吹、側吹、頂吹等型式。

按驅動裝置可分為：電力驅動、液壓驅動和手動機構。

電力驅動的輔助設備不多，製造和裝配都很簡便，所以使用比較廣泛。液壓驅動的輔助設備很多，製造和裝配較複雜，蘇聯有這種驅動裝置的爐子。

按爐身裝置方式可分為：活動的和固定的轉爐。

固定爐身的轉爐：其特點是爐體不能單獨裝卸，爐身與支承耳軸、齒輪箱中的低速級齒輪相連接。如果爐齡為 30 爐的轉爐要新砌爐襯，就得停風，直到爐襯完全冷卻，然後拆除爐襯、新砌爐襯最後進行烘爐，因此需要很長的時間，才能重新投入生產，修爐工人勞動較繁重，與用同一生產能力的活動轉爐相比，則大大減少了整個車間的生產率。



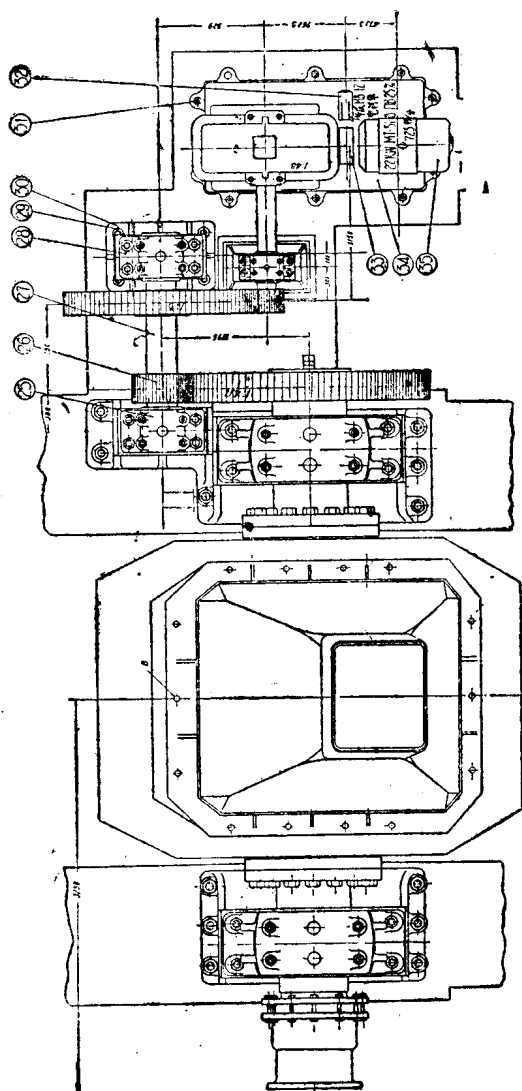


图 1 8 吨渦鼓型側吹碱性轉爐傳動机构总图

活动炉身的轉炉：其特点是炉体可以独立装卸，当换炉衬时，只要拆除与风圈连接的有楔螺栓，就能单独吊出炉身至修炉工段，对車間生产和檢修工作有利。

現在一般炼鋼轉炉多采用活动炉身的側吹轉炉，并用电动机驱动（碱性炉、酸性炉都有），現将其傳动机构叙述如下：

中小型冶金工厂所应用的側吹碱性轉炉和側吹酸性轉炉，其机电设备的装置是相同的。但炉产量相同时，碱性轉炉的机电设备能力要比酸性轉炉的大一些，因为碱性轉炉的炉体重量较大，因而要有較大能力的桥式起重机来吊装轉炉，这又使厂房結構沉重。这种轉炉安置在厂房的一側，有的安装在有炉坑的鋼筋混凝土基础上，也有安装在高架的鋼筋混凝土基础上。安装在有炉坑的鋼筋混凝土基础上的轉炉厂房高度較低，但消除炉坑中的鋼渣比較困难；而安装在高架的鋼筋混凝土基础上的轉炉，消除鋼渣比較方便，可以将鋼渣直接注入渣車中，从铁路运走，但其厂房要很高，一般比有炉坑的轉炉高3~4公尺。

电动渦鼓形側吹碱性轉炉的傳动机构如图1。炉体1安置在风圈2上，用有楔螺栓固定，为了防止傾动轉炉时发生相对移动，使有楔螺栓剪断，在风圈的前后二面与炉体的连接处用4只調整螺旋固定，如图1中的A，这些螺旋应随炉身温度变化作适当調节。风圈二側有軸頸，以便支持在二邊的滑动軸承6、20上，軸承应用螺釘与混凝土的基础固定，风圈的軸頸4是空心的，从风机送来的空气由此进入风箱9，因此是主要进风管，軸承20上的軸頸也有做成空心的，不过孔徑比主进风管要小得多，有时也作輔助进风管之用，以增加熔炼风量。这边軸頸主要是安装减速齿輪12，該齿輪直接轉动风圈带动轉炉。减速齿輪26、16、17及渦輪减速箱由电动机35来驱动。电磁制动器32能刹住轉炉在任何角度时的位置。

人力驱动的轉炉傳动机构用于小型吹炼轉炉（炉产量在500公斤以下），由于設備簡單，制造時間短，費用很少，对发展农村炼鋼事业將有一定的作用，不过这种机构还需要逐步地改进。图2为手动轉炉机构的略图，只要用人工轉动手輪，傳遞动力至渦輪減

速箱,通过一对开启式圆柱齿轮就能驱动炉体。炉体由炉帽、炉身和炉底三部分組成。炉身二边鉚接之軸頸可以支持在軸承架上,軸承一边的軸頸是空心的,从风机送来空气经过軸頸,进入炉身下部的风箱。这种炉子是固定式的,更换炉衬时,要拆卸二边的軸承盖,拧松进风管与軸頸的连接輪釘,然后将炉体与軸頸、大齒輪一起吊出到指定地点进行檢修。这种轉炉傳动机构沒有制动器,因

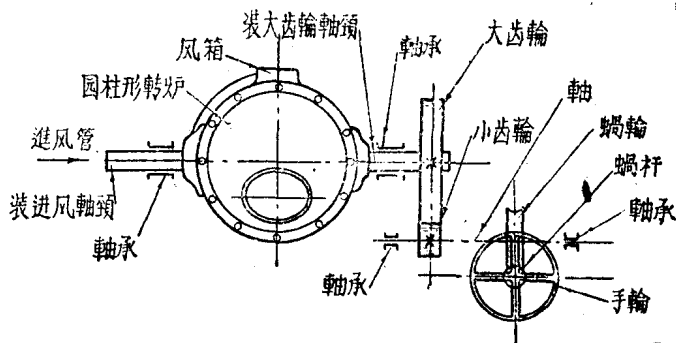


图 2 手动轉炉机构略图

此蜗輪减速箱应具有确切的自鎖作用,当炉子轉到任何角度时,如人手放开手輪,都不致引起炉体自由轉动。如果蜗輪不起自鎖作用,是不允許操作的。

二、轉炉傳动机构各部分的构造和性能

1. 轉炉炉体 是轉炉的主体,按外形可分为圆柱形炉壳和渦鼓形炉壳,如图 3 a、b。轉炉除内部炉衬材料(如鎂磚、矽磚、石棉、石英、耐火磚等)以外,外部就是用鋼板做成的壳体。鋼板用 CT. 3 鋼,鋼板厚度为 12~16 公厘,随炉容量的大小和形状而定,在个别部分也用 25 公厘厚的鋼板及相应的角鋼等鋼材做外壳构件的。制造炉壳时分炉帽、炉身和炉底三部分进行,各自按图样尺寸冷弯成所需的

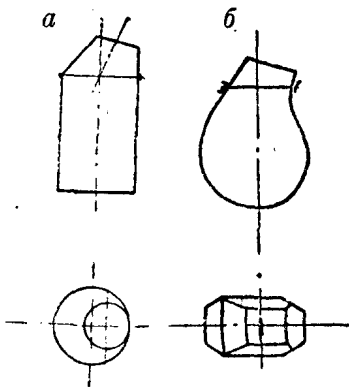
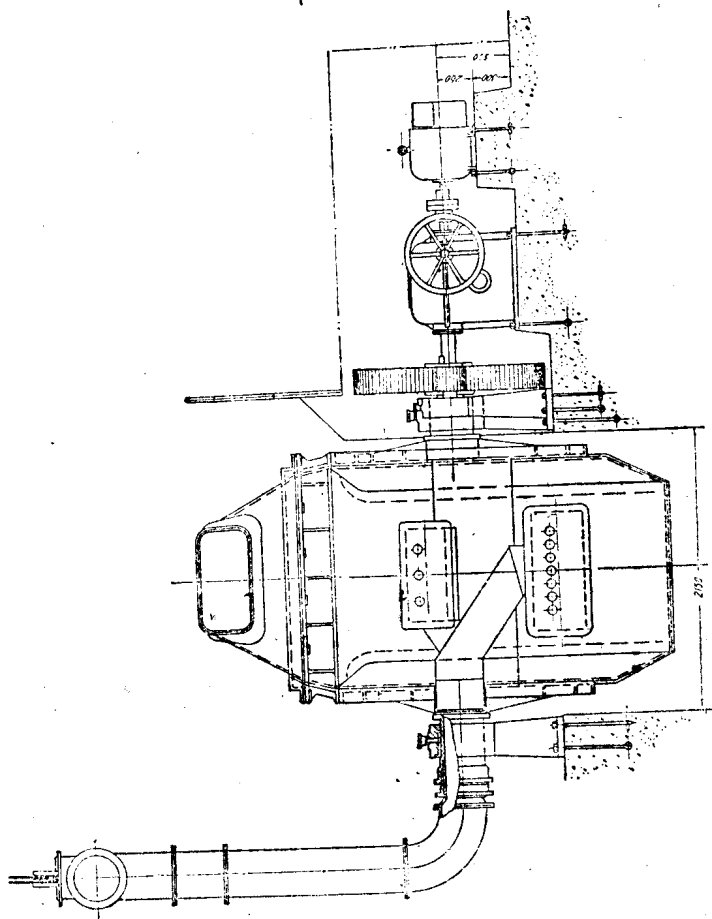


图 3



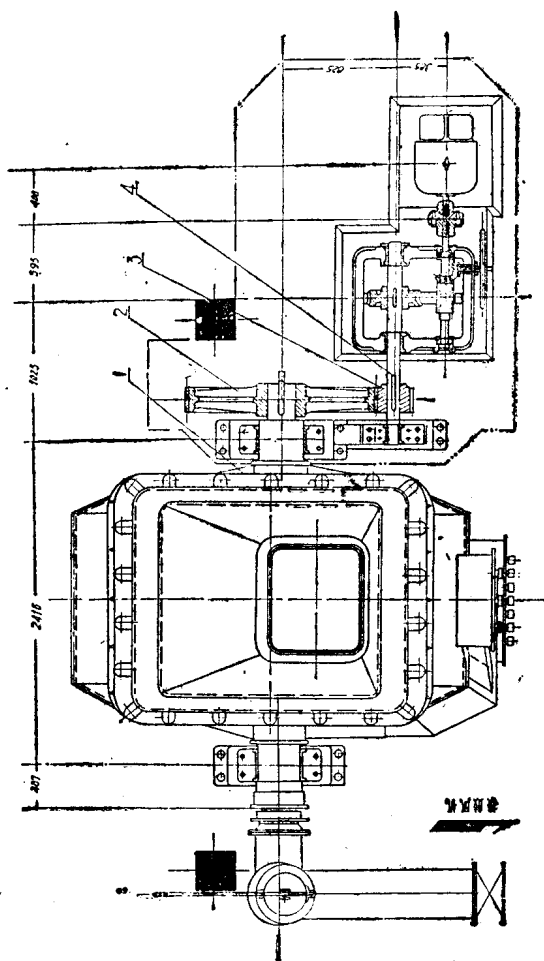


图 4 固定炉身的筒截形薄炉

形状。在炉身四周还应有排成棋盘式直径为 10 公厘的小孔。然后将对接縫焊接，再将炉身与炉底鋼板焊接起来。炉帽与炉身是分离不焊的，在上下合攏处各做出凸緣，鉗好螺孔，等砌好炉衬后，才能用螺釘固定，如图 1 B 所示。

炉身下部还镶有突出的鋼板，以便连接风箱。活动轉炉炉身的中間部分用鋼板或角鋼焊上一圈凸緣，凸緣上鉗出圓孔，以便通过有楔螺栓与风圈上的螺孔固定。合縫的接触面应平直无隙，同时上緣鉗孔与下面螺孔的中心要对准，調整螺旋应掉紧，这样不容易发生因有楔螺栓剪断而致轉炉脱离风圈落地的危险。

对于固定式轉炉，如图 4 所示。炉体二边用鑄鋼的空心軸相连接，一般采用鉚釘连接，在鉚接以前軸頸摩擦面要经过机床加工，加工用 3 級精度，材料用 35-5015 的鑄鋼。

温度对轉炉外壳的影响非常严重，如外壳直径为 1600 公厘的圓柱形轉炉，因受热后膨胀或变形，直径会扩大 10~20 公厘，有时因炉衬被燒蝕后，甚至使炉壳鋼板和风圈也被燒熔而破，当然这种现象是不允許发生的。外壳鋼板的温度是很高的（可到 200~300°C 以上），变形大而不均匀，例如图 4 所示的固定式炉体，常常因变形引起齒輪 2、3 啮合不良，有时会将小齒輪轉軸 4 压弯。軸樞的軸頸与軸瓦因不均匀接触磨損极快。如果是活动炉身，就可以避免这些不正常现象。膨胀时利用調整螺旋及有楔螺栓来調节。

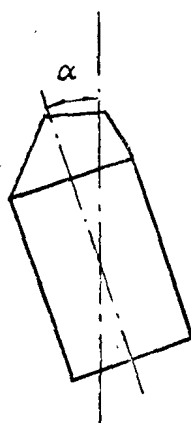


图 5

轉炉的轉速很慢，快慢程度由轉炉容量而定，一般在 0.5~1.0 轉/分范围内。如炉产量为 10 吨的渦鼓形側吹轉炉采用 0.6 轉/分。同一轉炉最好采用变速装置，在出鋼和装入鉄液时轉速可以較快些，如 0.6 轉/分，而在吹炼期間，轉速要求低于 0.6 轉/分。因为吹炼期間液体金属和鋼渣逐漸吹損，液面下降，为了保持风口与液面一定距离，炉体要間歇性地向风口方向傾側。虽然这种速度運轉時間很短，如炉产为 6 吨的側吹轉炉只需要在 20° 的范围内傾动，但是它对鋼的质量影响却很大。如用調速装置可以提高鋼的质量，这种調速

裝置建議用調速电动机或用其他机构来解决。

轉炉吹炼角度的控制决定于操作人員对炉形的熟悉程度，最好装有角度指示器，使操作更加方便。吹炼角度的表示法为：以炉体垂直中心綫与垂直地面的直綫相交角 α 計算，如图5。当二中心綫重合时角 α 为零度，炉体向左轉为出鋼口方向，角度逐渐增大，可从零度到360度回复原位。

2. 风圈部分 是用来承托活动炉身和引风进炉之用，材料建議用35-5015鑄鋼。如容量10吨的碱性轉炉风圈重量达13吨左右，为了減輕重量，其断面应做成空心的方框形状，壁厚为25~40公厘。小型轉炉也可用中等强度的鑄鉄做风圈，壁厚相应地减少。

风圈的二側就是軸頸，风从一边的空心軸頸可以通到风箱的风口，风圈另一側軸頸直接装有減速齒輪。为了使軸頸减少磨損，用机床加工和磨光，二个軸頸与风圈做成可拆卸的，用螺釘連接，在結合面上各自加工。軸頸表面加工精度不低于3級精度($\nabla\nabla\nabla_7$)。如因軸頸表面容易磨損，可另加套筒，以便加工檢修。

为了防止炉体受热后膨脹，风圈的內徑应大于炉壳外徑約2~3%，如炉产量为4吨的圓柱形轉炉炉壳外徑为1600公厘，則风圈內徑应为1630公厘，这30公厘的間隙等外壳膨脹后，將縮到15公厘，因此在吊拆炉体时仍不会卡住。

为了使风圈膨脹，一般应在进风一边軸頸与軸瓦間留有一定間隙，如图16₁，同时与套入的风管也有間隙凸緣，如图16。

3. 风圈的支座軸承 可用鑄鉄件或焊接的鋼板做成。由于风圈的受热变形，特别是固定式轉炉，它們的軸頸位移很大，接触不良，加上周圍灰砂落入或潤滑油蒸发枯燥等原因，軸頸的磨損很快。为了保护軸頸使其少受磨損，軸瓦材料的选择非常重要。一般軸瓦采用含錫青銅，上軸瓦可用減磨鑄鉄。

4. 蝸輪減速裝置 在轉炉傳动机构采用蝸輪減速有二个目的：第一，可获得大的減速比，因为轉炉轉速极慢，在电动机轉速已固定时，如果不用蝸輪，而只用齒輪來減速，勢必要加大齒輪啮合直徑到数公尺，或者增加齒輪副的級数，使机构龐大而不經濟，因此这种設計是不合理的。第二，用蝸輪減速裝置可获得自鎖作

用,这是其他齒輪所不及的。用齒輪與齒條也可能達到自鎖作用,但是減速比不能象蝸輪那麼大。當然蝸輪減速裝置也存在缺點,就是自鎖作用帶來了低效率,使蝸輪容易發熱,而且也引起了功的損失。但對轉爐來講,其優點是勝過缺點的。

蝸輪減速裝置可分為高速級蝸輪和低速級蝸輪二種。高速級蝸輪就是其蝸杆的轉軸通過聯軸節直接與電動機的轉子軸相連接,其優點是安裝方便,不因風圈軸頸的變形而使蝸輪嚙合不精確。由於減速箱離轉爐較遠,周圍環境溫度較低,因此與同樣減速箱而裝置在低速軸(即風圈軸頸上的蝸輪箱)上的蝸輪相比,潤滑油發生的熱量散熱要快得多。這樣蝸輪的磨損就大大降低。它的缺點是效率比低速軸上的蝸輪略高,此時務需注意自鎖作用。另外輪齒的加工精度要求高些。低速軸上的蝸輪是裝在風圈軸頸伸出的一端軸上的,其優點是有穩定的自鎖作用,由於速度低,輪齒的加工精度可以低一些。但其風圈和軸頸一變形,就使輪齒嚙合不正確,加上靠近爐體,周圍環境溫度較高,使潤滑油散熱條件差,因而蝸輪磨損很快。如果以同樣材料制的蝸輪相比,低速軸上的蝸輪比高速軸上的蝸輪磨損要快一倍左右。蝸輪的設計、材料的選擇等問題將在蝸輪設計計算一章中詳細敘述。

5. 齒輪減速裝置 齒輪減速箱可以採用標準設計的也可以自行設計合適的減速箱結構。齒輪可用圓柱直齒齒輪或圓柱斜齒齒輪,圓柱斜齒齒輪接觸較好,同樣參數的斜齒齒輪比直齒齒輪強度要高些。輪齒的斜度不宜過大。圓柱齒輪如裝在高速級軸上,最好用閉式傳動方式,以減少磨損、提高輪齒的使用壽命。如果齒輪裝在低速級軸上,可用開式傳動方式,因速度低磨損不頂快。

圓柱齒輪傳動比蝸輪傳動的效率高一些,功的損失很少。裝在風圈軸頸端的齒輪,由於風圈受熱變形,使齒輪嚙合不精確,甚至使小齒輪轉軸發生變形。為了防止這個缺點,建議將小齒輪轉軸切短,改用齒輪聯軸節與中速級大齒輪轉軸相聯。

6. 制動器裝置 常用三相交流電磁制動器,多為長沖程,短沖程不宜採用,因制動時間太快,會使爐內金屬液攪動過分劇烈。

制動器的電磁線圈與電動機定子繞組線圈並聯,當電動機一

通电, 銜鉄立即被綫圈磁力綫吸上, 通过杠杆使閘輪瓦块释放, 閘輪便能与电动机轉子軸一起轉动。

这种制动器都用彈性联轴节, 在半个制动輪中带有皮質圓圈, 以减少对齿輪的冲击作用。安装时要使制动閘輪(与閘块相連)装在減速箱一边, 因为制动器的目的, 就是当馬达毀坏或蝸輪未起自鎖作用时, 刹住傳动机构, 不使轉炉因偏心載荷而发生傾复危險。

7. 驅動电动机 都采用三相交流綫繞式感应电动机, 在选择电动机时, 首先应了解轉炉的工作制度, 即电动机的工作制度(IIIB%)。由于轉炉的工作制度是短期反复負荷, 起動接电次数很頻繁, 如炉产量为 10 吨的側吹渦鼓形轉炉与炉产量为 4 吨的側吹圓柱形轉炉, 經实际測定, 每小时的接电次数为 200~300 次。图 6 所示为 5 吨側吹圓柱形酸性轉炉的电流曲綫图, 是用自动电流記錄仪实测出来的, 在計算时可供参考。

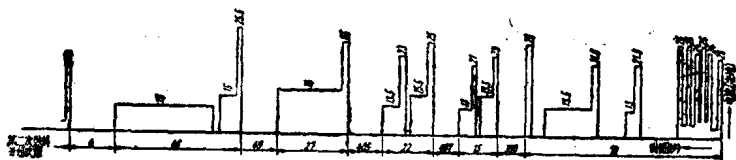


图 6 5 吨圓柱形側吹酸性轉炉在一个工作循环期間的負荷图表

該图負荷所裝入的液体金属为 5 吨, 經過工作循环周期 30 分钟, 其中工作操作过程为 24 分钟, 送风吹炼时间为 21 分钟。操作过程的順序如下(自右至左):

注入液体金属(炉口同时逐渐上升)→开始送风进行吹炼→調整吹炼角度→吹炼→調整吹炼角度→吹炼→停止送风开炉口下降准备出鋼→靜止(等吊車, 这是不正常現象)→开始出鋼(炉口逐渐下降)→停歇時間, →第二次裝料开始吹炼。

該图表吹炼時間比較长些, 原因是原材料含杂质較多, 該轉炉在正常情況下, 平均工作循环周期是 17~20 分钟鑄錠一次。

由图表及測得的结果表明, 这类容量和形式的轉炉, 其工作制度約为 25%, 所以我們选择工作制度为 IIIB 25% 的、起重机用綫繞式感应电动机(MT 型或 MTB 型)。如用 MT 型(或 MTB 型)电动机, 必須精确选择起動調整电阻器及可逆控制器、继电器等电气設備。

8. 手动驅動机构 装置这种机构是必要的, 而且應該經常檢查, 往往因車間发生突然断电事故或电动机本身发生故障时, 会使炉內风口被金属液堵塞而发生轉炉報廢、生产停止等严重事故。