

冶金工业技术革新资料



第 4 号

炼铜转炉捅风眼机

铜官山冶炼厂

冶金工业出版社

冶金工业技术革新资料
第 4 号
炼钢转炉捕风眼镜
铜官山冶炼厂

冶金工业出版社出版
新华书店北京发行所发行
冶金工业出版社印刷厂印刷

787×1092 1/32 印张 1/2 字数 8 千字
1975年8月第一版 1975年8月第一次印刷
印数 00,001~2,500 册
统一书号: 15062·3202 定价(科一) 0.63 元

毛主席语录

我们不能走世界各国技术发展的老路，跟在别人后面一步一步地爬行。我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

炼铜转炉捅风眼机

铜官山冶炼厂

铜官山冶炼厂的广大职工，遵照毛主席“走自己工业发展道路”的伟大教导，高举“鞍钢宪法”的光辉旗帜，发扬敢想敢闯的革命精神，大搞技术革新和技术改造取得了丰硕成果。该厂组织以老工人为主体的“三结合”攻关小组，在既无样机又缺乏成熟资料的情况下，从1969年开始，于1970年就试制出一台8吨卧式转炉（机械）捅风眼机。以后又经过反复的试验，不断总结提高，终于在1973年国庆二十四周年前夕，成功地制成了一台15吨卧式铜转炉机械捅风眼机。经过四个多月生产试用，这台捅风眼机冲程和行走协调，平稳可靠，基本满足转炉生产要求。

在批林批孔运动的推动下，今年以来又陆续进行了多次

改进，增加摩擦离合器片，改进杠杆机构和弹簧夹杠装置，变回程为行程等。改进后，捅风眼机结构和性能更加完善，随着操作工人熟练掌握，劳动条件大大改善，消除了长期未解决的炉后操作工人笨重体力劳动，每台转炉可节省劳动力9~10人，每炉钢吹炼时间可缩短一小时左右。该厂第二台捅风眼机已于1974年9月安装投入生产，目前正在赶制其余四台捅风眼机，计划在1975年内全部实行转炉炉后捅风眼机械化。

一、结构原理

15吨转炉（机械）捅风眼机总体共分三个部分（见图1）。

1. 主体部分（结构简图见图2）

主体部分包括主减速箱及滑块和小平板车。主减速箱及滑块冲程部分均在小平板车上。主减速箱以马达带动三角皮带轮驱动。箱内第一挡高速轴采用C630车床摩擦主离合器，通过杠杆和撞块拨动离合器，使主减速箱第三挡主轴正反旋转，从第三挡轴到第五挡轴采用正齿轮传动，第五挡轴传给第6行和第6冲挡轴采用马尔他间隙机构（即十字车，见图3），交替地将扭矩传给行走部分和冲程部分。由第6冲挡轴传给第7挡轴，采用正齿轮传动。在第7挡轴上装有偏心轮，使连杆机构带动滑块，钎子往复运动。在第6冲挡轴上装有十字离合器，在某一风眼出事故而不需捅时，通过凸块、连杆机构，打开离合器，就不捅该风眼。由第6行轴通过伞齿轮与斜齿条传动，使小平板车（即主体部分，主体部分安装在小平板车上）在横架钢轨上移动。由此完成行走和捅风眼的交替动作。

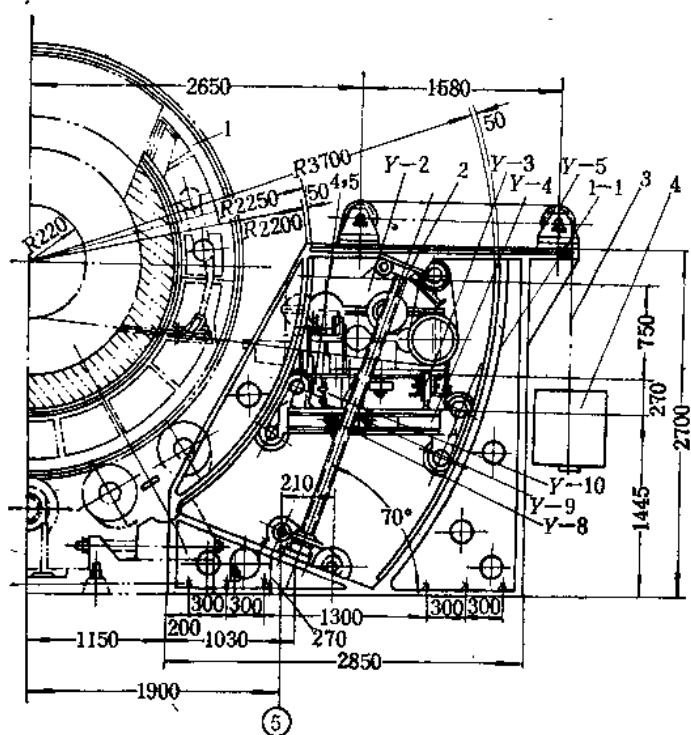


图 1 转炉插风眼机示意图

1—转炉；2—丝杆；3—钢丝绳；4—平衡重锤；4，5—螺栓、螺母；1-1—左R轨道；Y-2—变速机构；Y-3—变速机构车架；Y-4—变速机构升降车架；Y-5—滑轮及托架；Y-8—丝母小车；Y-9、Y-10—碰块

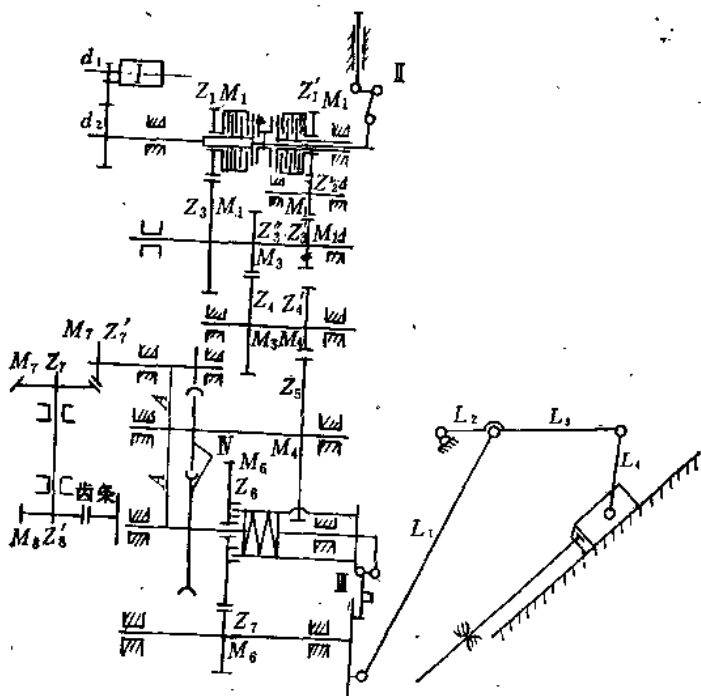


图 2 主体部分结构简图

I 为电动机, $N = 6.5$ 千瓦, $n = 1450$ 转/分, d_1 、 d_2 为三角皮带轮, $d_1 = \phi 125$, $d_2 = \phi 290$; $M_1 = 3$, $Z_1 = 44$, $Z'_1 = 40$, $Z_2 = 50$, $Z_3 = 88$, $Z'_3 = 80$, $\alpha_n = 20^\circ$; $M_3 = 4$, $Z'_3 = 17$, $Z_4 = 93$, $\alpha_n = 20^\circ$; $M_4 = 6$, $Z'_4 = 14$, $Z_5 = 66$, $\alpha_n = 20^\circ$; $A = 220$, $M_5 = 6$, $Z_6 = 72$, $Z_7 = 18$, $\alpha_n = 20^\circ$; $M_7 = 5$, $Z'_7 = 30$, $Z_8 = 60$, $\alpha_n = 20^\circ$; $M_{N_5} = 5.5$, $M_8 = 5.73$, $Z'_8 = 20$, $\beta = 16^\circ 16'$, $\alpha_n = 20^\circ$; $L_1 = 755$, $L_2 = 200$, $L_3 = 630$, $L_4 = 400$; II、III 为离合器控制机构; IV 为马尔他间隙机构

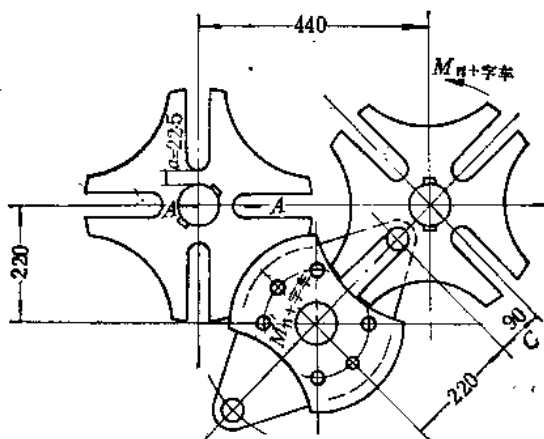


图 3 马尔他间隙机构示意图

2. 横梁部分

主体部分装在横梁上。

横梁上面有钢轨 2 根 (18 公斤/米); 钢轨间装有斜齿条 1 根; 两端装有 8 个被动轮及丝母小车 (图 4), 使横梁在丝杆上沿 R 轨道上下移动, 保证钢钎对准风眼的角度。横梁上装有往复行程控制撞块和风眼事故撞块。

3. R (半径、圆弧) 大架部分

R 大架, 左右各一个, R 大架上装有滑轮和重锤, 使丝杆受力较小。 R 中心即炉旋转中心。 R 大架中装有蜗轮、蜗杆传动的各一副。由马达带动三角皮带轮, 驱动蜗杆蜗轮, 蜗轮带动丝杆转动, 丝母小车作上下运动, 使横梁部分沿 R 大架作圆弧上下移动。

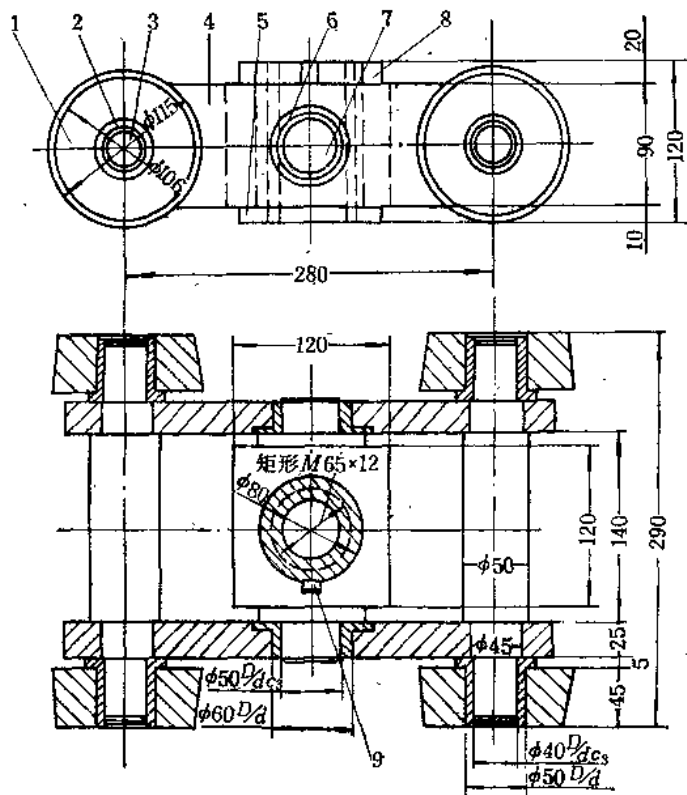


图 4 丝母小车示意图

- 1—车轮； 2—钢瓦； 3—车轮轴； 4—支承板； 5—丝母；
6—铜瓦； 7—丝母轴； 8—螺母； 9—键

二、机械性能

1. 主减速箱及滑槽冲程部分

电动机：功率 $N = 45$ 千瓦，转速 $n = 1450$ 转/分

钢钎冲程： $S=800\sim 900$ 毫米

总工作行程时间： $t_{总}=41.5$ 秒

总回程时间： $t_{回}=38$ 秒

风眼中心距： $S=180$ 毫米

钢钎正常捅力： $P=150\sim 200$ 公斤

钢钎最大捅力： $P_{*}=225$ 公斤

2. 横架部分（变速机构升降车架）

横架全长： $S=5.4$ 米

横架轨道长： $S=4.9$ 米。（钢轨18公斤/米）

轨距： $S=1.1$ 米

上下速度： $V=310$ 毫米/分

被动轮中心距： $S=5.25$ 米

3. R半径大架部分

电动机：功率 $N=7$ 千瓦，转速 $n=960$ 转/分

丝杆旋转速度： $n=26$ 转/分

丝杆螺距： $f=12$ 毫米

总配重： $G=44$ 吨

三、捅风眼机主要部件的受力分析与强度计算

1. 钎子滑块的四连杆机构力分析与电动机功率的验算
钎子滑块的四连杆机构力分析见图5。

预选电动机 JO51-4，功率 $N=45$ 千瓦，转速 $n=1450$ 转/分；

$$\text{电动机扭矩 } Mn_{电} = 97500 \frac{N}{n} = 97500 \times \frac{4.5}{1450} = 302 \text{ 公斤}$$

-厘米

为满足钎子滑块行程800~900毫米，由作图法求得 $L =$

130毫米, $L_1=755$ 毫米, $L_2=200$ 毫米, $L_3=630$ 毫米, $L_4=400$ 毫米。由力分析图求得 $\alpha=45^\circ$, $\gamma=77.5^\circ$ 。

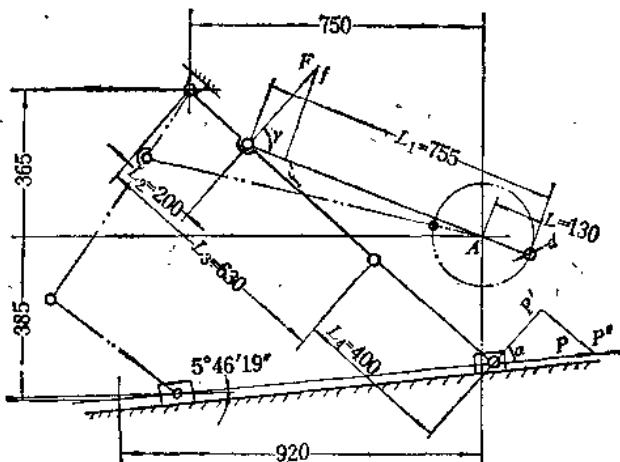


图 5 钎子滑块的四连杆机构力分析

根据生产实践, 取钎子最大通力 $P_x=225$ 公斤, 此力在钎子捅进和即将离开炉子时。若钎子离开炉子, 则钎子力为 0, 滑块的惯性力与摩擦力, 在此情况下, 不加验算。从图 5 中得出, 作用在垂直子连杆上的垂直力 P' :

$$P' = P_x \cdot \cos \alpha = 225 \times \cos 45^\circ = 155 \text{ 公斤}$$

连杆与滑块之间的摩擦力 P'' :

$$P'' = P_x \cdot f = 225 \times 0.1 = 22.5 \text{ 公斤}$$

式中 f —— 摩擦系数, 取 $f=0.1$ 。

作用在连杆上垂直力的总和 P_* 为:

$$P_* = P' + P'' = 155 + 22.5 = 177.5 \text{ 公斤}$$

由图 5 的力分析图中得出力 F 为:

$$F = \frac{P_n \cdot L_2}{L_1} = \frac{177.5 \times 630}{200} = 559 \text{ 公斤}$$

作用在连杆 L_1 的轴向力

$$f' = F \cdot \cos \gamma = 554 \times \cos 77.5^\circ = 123 \text{ 公斤}$$

作用在连杆 L_1 的垂直力

$$x = F \cdot \sin \gamma = 554 \times \sin 77.5^\circ = 541 \text{ 公斤}$$

由 F 力所产生对 A 点的扭矩 M_n 为:

$$M_n = X \cdot L + f' \cdot B \cdot \frac{d}{2} = 541 \times 13 + 123 \times 0.1 \\ \times \frac{5}{2} = 7065 \text{ 公斤-厘米}$$

式中 B ——摩擦系数, 取 $B=0.1$;

d ——偏心轮与连杆 L_1 连接件销轴直径。

由电动机传到十字车的总传动比为 i_{+**} 。

从图 2 得出:

$$i_{+**} = \frac{d_2}{d_1} \times \frac{Z_3}{Z_1} \times \frac{Z_4}{Z_3'} \times \frac{Z_5}{Z_4'} = \frac{290}{125} \times \frac{88}{44} \\ \times \frac{93}{17} \times \frac{66}{14} = 120$$

则电动机传到十字车的扭矩 $M'n_{+**}$ 为:

$$M'n_{+**} = M_n \cdot i_{+**} \cdot \eta_{+**} = 302 \times 120 \times 0.811 \\ = 29391 \text{ 公斤-厘米}$$

式中 η_{+**} ——电动机传到十字车的总效率, 取 $\eta_{+**} = 0.811$ 。

由图 3 得出:

$$M_{+**} = M'n_{+**} = 29391 \text{ 公斤-厘米}$$

这里略去十字车在传动中的摩擦所消耗功率而产生的扭

矩。

从图 2 得出：由十字车传到偏心轮的传动比

$$i = \frac{Z_7}{Z_6} = \frac{18}{72} = \frac{1}{4}$$

则电动机传到偏心轮轴的 A 点扭矩 $M_{n_{\text{轴}}}$ 为：

$$M_{n_{\text{轴}}} = M_{n_{\text{十字}}} \cdot i \cdot \eta = 29391 \times \frac{1}{4} \times 0.995 = 7340 \text{ 公斤-厘米}$$

式中 η ——传动效率，取 $\eta = 0.995$

从以上计算得出：由 F 力所产生对 A 点的扭矩，即对偏心轮的扭矩 $M_n = 7065$ 公斤-厘米，小于电动机传到偏心轮的扭矩 $M_{n_{\text{轴}}} = 7340$ 公斤-厘米

因为电动机的最大扭矩为额定扭矩的两倍，所以

$$M_{n_{\text{最大}}} = M_{n_{\text{轴}}} \times 2 = 7340 \times 2 = 14680 \text{ 公斤-厘米}$$

故按选取的电动机 JO51-4 的话，钎子最大插力

$$P_{\text{最大}} = 2 \cdot P_A = 2 \times 225 = 450 \text{ 公斤}$$

2. 马尔他机构（十字车）的强度计算

从上面计算得出由电动机传到十字车的扭力矩 $M_{n_{\text{十字}}}$ 为：

$$M_{n_{\text{十字}}} = 29391 \text{ 公斤-厘米}$$

作用在十字车上最大力 P ，由图 3 得出：

$$P = \frac{M_{n_{\text{十字}}}}{C} = \frac{29391}{9} = 3274 \text{ 公斤}$$

因十字车的薄弱环节在 A—A 断面，因此只计算 A—A 断面的应力 σ ，

$$\sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + \tau^2}$$

式中 σ_1 ——作用在十字车上 P 力所产生的拉应力，则

$$\sigma_1 = \frac{P}{F} = \frac{3274}{2.25 \times 4} = 364 \text{ 公斤/厘米}^2$$

式中 F ——断面积，由图 3 得出 $F = ab = 2.25 \times 4 \text{ 厘米}^2$ ；

τ —— Mn_{+**} 所产生的剪应力，则

$$\tau = \frac{Mn_{+**}}{0.2d^3} = \frac{29391}{0.2(12^3 - 7.5^3)} = 112 \text{ 公斤/厘米}^2$$

式中 0.2——系数；

d^3 ——十字车外径立方减去内径的立方，

由图 3 得出， $d^3 = 12^3 - 7.5^3$

所以 $\sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + \tau^2} = \sqrt{364^2 + 112^2} = 382 \text{ 公斤/厘米}^2$

十字车的材料用 45 号钢。

则十字车的材料屈服应力 $\sigma_s = 36 \text{ 公斤/毫米}^2$ ，取安全系数 $n = 4$ 。

$$\text{故许用应力 } [\sigma] = \frac{\sigma_s}{n} = \frac{36}{4} = 9 \text{ 公斤/毫米}^2 = 900 \text{ 公斤/毫米}^2$$

所以 A—A 断面的应力 $\sigma = 382 \text{ 公斤/厘米}^2$ （许用应力 $[\sigma] = 900 \text{ 公斤/厘米}^2$ ）

由以上计算得出十字车强度是够的（这里略去十字车的应力集中系数）。

转炉捅风眼机，由于生产时间较短，存在问题未能完全暴露，有待今后在生产实践中不断地总结经验，不断地改进，使之更加完善。