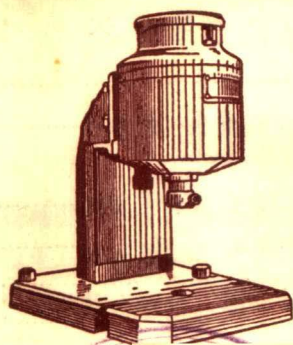


苏联冲压机丛书

电 磁 冲 床

斯路茨基、雅科符列夫

安德烈叶夫-磊巴科夫著



机械工业出版社

中国机械工业总公司

电 磁 冲 床

唐德海编 唐德海编

机械工业出版社



机械工业出版社

苏联 М. Е. Слуцкий, О. Н. Яковлев, Л. И. Андреев-рыбаков
著 'Электромагнитные штамповочные прессы' (Машгиз
1955 年第一版)

* * *

著者: 斯路茨基, 雅科符列夫, 安德烈叶夫-瓦巴科夫

译者: 李贵仁

NO. 1631

1958 年 5 月第一版 1958 年 5 月第一版第一次印刷

787×1092^{1/32} 字数 15 千字 印张 10^{1/16} 0,001—2,000 册

机械工业出版社(北京东交民巷 27 号)出版

机械工业出版社印刷厂印刷 新华书店发行

北京市书刊出版业营业
许可证出字第 008 号

统一书号 T15033·923
定价 (9) 0.10 元

— 电磁冲床

1 特性

冷压是制造各种不同零件的最先进方法之一。某些工业部門对冲制細小零件的大量生产提出不断增長的要求，这些工业部門包括：無線电技术、电气技术、汽車拖拉机、仪表、鐘表及地方工业部門等。

为冲制电气器材、無線电裝置、鐘表、服飾品、附屬品及文具等的細小零件，就需要小功率——总共只有 0.5~2 吨的冲床。与此同时，在各企业的冲压車間大体上都裝設着三吨和三吨以上的冲床，采用这些冲床来冲制大量的細小零件是極端不合理的。这种现象在很多情况下都将导致必須采用旧式構造的手动冲床或企业自制的冲床来冲制零件。

在这本小册子中叙述了新型的、借直流电源电磁鉄的作用而工作的小功率冲床。

采用电磁冲床可提高劳动生产率、节省生产面积和摆脱不合理的使用冲床設備的现象。用电磁冲床来代替手动冲床可以減輕工人的劳动、解脫其疲倦的体力劳动，因而也可以促使劳动生产率的显著提高和减少廢品。

电磁冲床的構造簡單，工作牢靠。在这些冲床上实现了动力机同工具机的完全有机結合。

在一般構造的机械冲床上电动机的旋轉借中間傳动环节轉变为滑塊的前进运动。該种冲床（圖 1）的構造較复杂并具有下列

缺点：旋轉組件容易磨損；冲床开动机構不能避免双冲击的可能性并需要經常修理；电动机在变載荷的不利情况下工作，这样將加速其磨損；有沉重的飞輪使軸承的摩擦增大并减低冲床的有效功率；凸出的运动部分对冲床工人有危險；在擋料工作中会使冲床破損（特殊構造的冲床例外）；电动机功率系数較低。

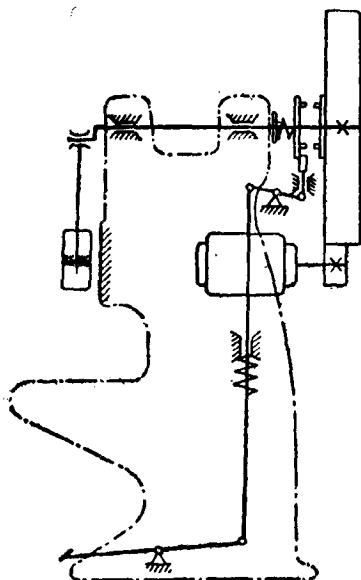


圖 1 曲軸冲床的动力圖。

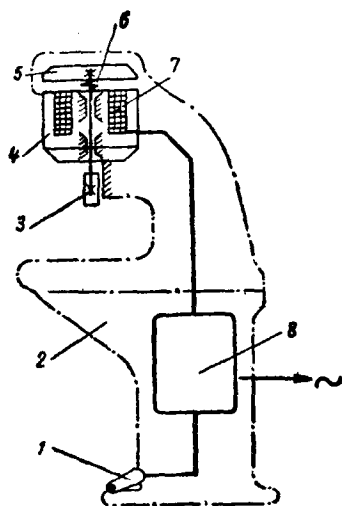


圖 2 电磁冲床的动力圖。

电磁冲床沒有上述缺点。在这里必需的压力是借电磁鉄，以直接傳送有效力于滑塊的方法而产生的。

电磁冲床（圖 2）由下列主要部件組成的：床身 2，电磁鉄的不动部分——定子 4，运动部分——电樞 5，綫圈 7，滑塊 3，回位彈簧 6，整流器和操縱系統 8，开动脚踏板 1。

当按压脚踏板时，操縱系統即使电磁鉄綫圈同直流电压的电源相接通。随着綫圈內电流的上升（綫圈具有極大的感应性，其

中的电流不是馬上就达到最大值的，磁通量即增長，电樞在磁通量的作用下便克服回位彈簧的阻力而吸向定子并使冲床的滑塊运动。随着电路的断电，冲床的运动部分即在彈簧的作用下返回原始位置。

滑塊同电磁鉄电樞的直接連接簡化了冲床的構造。电操縱是較先进的一种操縱，因該种操縱能扩大冲床的使用范围并提高其工作的牢靠性。

值得特別注意的是电磁冲床在自动作業綫上的使用合理性，由于其構造簡單和冲床及其电气設備工作的可靠性。

由于滑塊的高速运动，应指明电磁冲床于冲挤工序应用的可能性。

电磁冲床的創造先于作者所进行的研究工作和对各型电磁鉄（用以作为移动冲床工作機構的电动机）的工作程序的研究。

2 傳动电磁鉄

無論是交流或直流电源的电磁鉄都可以用作电磁冲床的电动机。

交流电磁鉄較之直流电磁鉄所具有的优点是，交流电磁鉄可以直接由工業用之交流綫路而供电，而直流电磁鉄的供电就必須經過变交流为直流的整流器。

尽管具有这些优点，强性交流电磁鉄因其經濟性小和構造复杂仍未能获得广泛的应用。必須指出：当交流供电时，会發生磁导体和供电綫路頻率的反复磁化。这时，于磁导体重大鋼質部分所發生的渦流会使电磁鉄加热。为使抗渦流的电阻增大，磁导体特用变压器鋼片制成，这样將大大地复杂和加貴电磁鉄的構造。

直流电磁鉄的优点是構造簡單和經濟性。該种电磁鉄的磁导

体可以是实心的。现代化的整流器系统简单并且使用可靠。

下面便阐述直流电源的电磁冲床。

电磁铁正确使用的标志是在冲压工序生产中材料变形力曲线同借电磁铁发挥的力之变化曲线的完全重合。在这种情况下，当电磁铁运动时即作最大的有效功。

圖3表示各种型式的电磁铁，而圖4是这些电磁铁的吸力曲线。

有平面吸力电磁铁的电磁铁（圖3甲）于短行程电磁铁的情况下具有较大的力。吸力于行程終了时急骤增大，因而这种电磁铁于用以完成下料、压印、矫形或其他需滑块短行程的工序的冲床上是极为合理的。

有平端铁心的吸入型电磁铁（圖3乙）具有较倾斜的吸入力曲线。该种电磁铁可以在用以完成装配、弯曲和其他不需长行程的工序的冲床上应用。

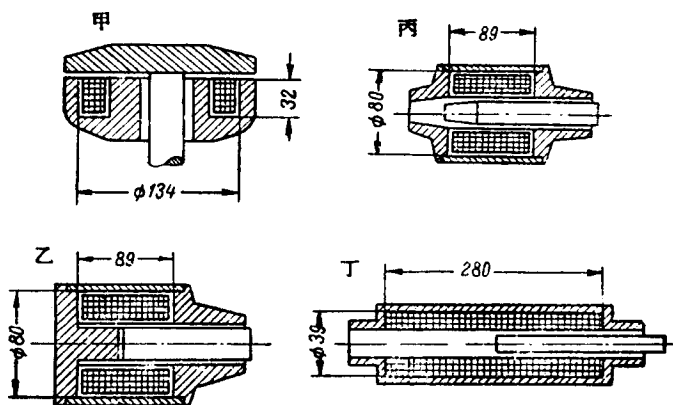


圖3 各型的电磁铁：

甲一有平面吸力电磁铁的电磁铁；乙一有平端铁心和挡头的吸入型电磁铁；丙一有斜削端铁心的吸入型电磁铁；丁一长行程螺管线圈电磁铁。

有斜削端鉄心的吸入型电磁鉄（圖 3 丙）具有还要大的行程。以改变鉄心末端及擋头形狀的方法可获得各种不同的吸力曲綫。例如采用阶式末端的鉄心，可以在相当的一段行程上获得实际不变的吸力曲綫。

螺管綫圈电磁鉄（圖 3 丁）同它的尺寸相比具有較大的行程。該种电磁鉄可在压力小，但行程大的冲床上应用。把螺管綫圈电磁鉄在一台冲床上和其他型电磁鉄，例如同圖 3 甲所示的电磁鉄相結合，就可以获得在行程結束时急驟上升的压力曲綫。該种冲床在行程的全部过程都由螺管綫圈电磁鉄工作，只于行程結束时才接通主要强力电磁鉄。該型冲床在完成装配或其他需要大行程

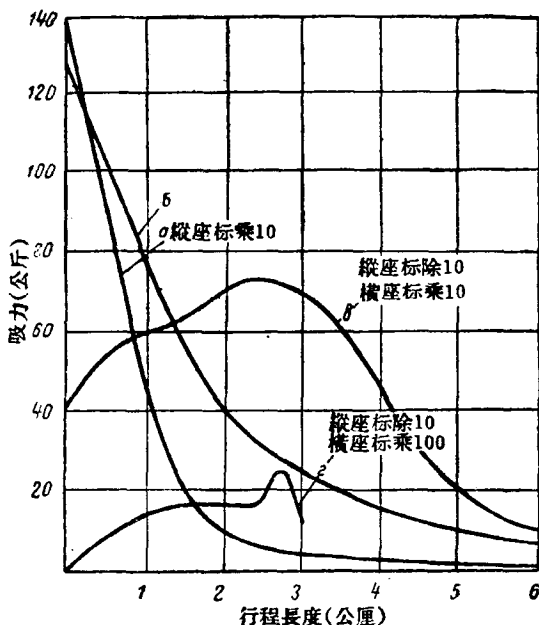


圖 4 电磁鉄吸力曲綫圖。曲綫的符号符合各型电磁鉄。

及行程結束時有最大沖力的工序時應用較為經濟。

為便于比較上述各種型式的電磁鐵，圖 3 表示出一些幾何尺寸，而磁動力（安培匝數），就所有各種型式的電磁鐵來說，都具有相同的數值。電磁鐵的經濟性表現在對於單位有效功有最小的重量。有效功是以行程過程所發揮力的平均值和行程長度的乘積確定的。

經濟性應以正確選擇電磁鐵的幾何形狀而獲得。磁導體的截面必須各段一樣。

選擇電磁鐵磁導體的材料具有重大意義。為產生磁通量，可以應用具有高導磁率、小矯頑磁力和磁滯及渦流損失小的軟磁性材料作為磁導體。該種磁性材料可以在能量消耗最小的情況下達到為獲得所需壓力所必須的大感應。

所採用的材料不只應具有好的磁性，同時也應易于機械加工并具有低的价值。這些材料包括含雜質少，尤其是含碳少的軟鋼類。隨着含碳量的增加將使矯頑磁力及電磁鐵電樞的下落時間增大，這樣將降低沖床的生產率，因為阻礙了它的回程。鋼的含碳量不應超過 0.2%。鋼內最好含硅，因這樣將增大抗渦流電阻和減低矯頑磁力，而這樣就可以減少電樞的下落時間。

製造磁導體時，最常應用的材料是阿爾姆科（АДМКО）型工業用純鐵或含碳量 0.08~0.2% 的優質低碳鋼。

機械加工對鋼的磁性有害。由於加工而產生的表面應力會減低導磁率和增大矯頑磁力。零件的體積愈小，內應力的影響愈大。

退火可排除機械加工的有害影響。在 750~800℃ 溫度下的石英砂中退火和接着以每小時 20~30℃ 速度的緩慢冷卻（不通空氣）可以獲得良好的效果。

線圈是電磁鐵的組成部分並用以產生磁通量。

綫圈有各種型別，它的選擇應根據電磁鐵的用途來決定。綫圈有無骨架式的或纏于骨架上的。無骨架綫圈是在可分解心棒上纏制的。各圈應靠緊無間隙。各層間墊有絕緣紙。綫圈的外部應用數層布條絕緣，然後在 $105\sim 110^{\circ}\text{C}$ 溫度下干燥 $1\sim 1.5$ 小時并浸潤。浸潤可以增加電氣和機械強度及提高散熱率。綫圈末端的引綫應制成多股的并很好的用電綫絕緣，其截面不應小于纏綫圈所用電綫的截面。

綫圈應自由地裝入定子口中并牢固地固定于定子上。工作時產生極大的力作用于綫圈上。綫圈固定得不好便會使引綫斷路和纏綫破損。纏綫圈時都應用牌號為 ПЭЛ-1、ПЭЛ-2 或 ПЭБО 的銅絕緣綫圈導綫。ПЭЛ-2 牌號的導綫具有最好的耐熱絕緣性。

二 冲床的構造、操縱和使用

3 電磁冲床的構造

圖 5 和圖 6 表示只用以進行一種工序（在厚度為 0.8 公厘以下的鋼板上冲制直徑為 4.2 公厘的孔）的電磁冲床。冲床所採用的是有平面吸力電樞的電磁鐵（圖 3 甲）。

在弓架 15（圖 6）即冲床底座上裝有電磁鐵。定子 14 內壓有引導電樞 9 前進運動的導套 12。定子的內部裝有纏于鋼制紙板骨架上的電磁鐵綫圈 13。電磁鐵電樞借調整螺塞 7 和頂杆 8 同可卸凸模 2 相連。彈簧 5 可以使電樞在工作后返回原始位置。電樞的行程用漲緊螺帽 10 調整。為減緩電樞返回上位置時的冲击，在電樞和螺帽間特裝有毛氈緩冲器 11。凸模的位置用螺塞 7 調整并用螺釘 6 定位，為此沿電樞上部的圓周特制有八個固定巢。凸模用

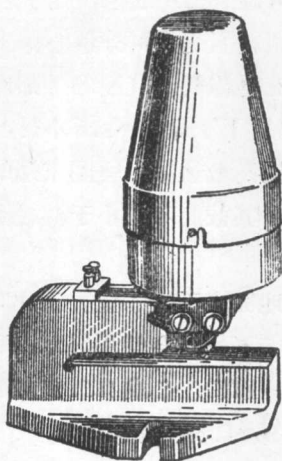


圖 5 ЭМИИ 0.4-1 型电磁冲床外觀圖。

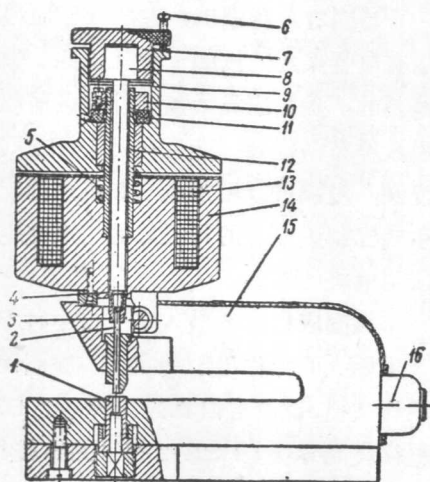


圖 6 ЭМИИ 0.4-1 型电磁冲床。

錐形夾頭 3 固定。彈簧 4 可以避免夾頭在工作時自行脫扣。可卸回模 1 裝在弓架的下部。裝有金屬保護套的電磁鐵線圈的末端經定子上的通孔引向下部并接于冲床弓架上的轉接器 16 上。

定子和電樞間裝有厚為 0.5 公厘的聚氯乙烯墊，以避免其接觸，因這樣會使電樞快速下落。此外，聚氯乙烯墊也可以減緩電樞和定子的沖擊。

因為冲床只用以沖制圓形孔，所以在結構中不設凸模的徑向定位裝置，凸模繞其軸線（同電樞一起）的旋轉是允許的。

冲床電磁鐵的上部裝有金屬安全罩。

電磁鐵的電樞和定子是使用 10 號退火結構鋼制成的。電樞的軸承用青銅制成。冲床的潤滑是通過電樞的側孔而實現的。滑油受毛氈墊（阻尼器）的攔阻。

冲床裝于木質台座上，其內裝有電源和操縱部分。冲床的開

动脚踏板位于台座的下部。

冲床在妥善维护的情况下能可靠地工作。这一点可拿半年不停工作而不用修理的冲床作为实例，在該時間內用冲床冲制了一千万个孔。

同上述構造不同的是圖 7 和圖 8 所示的用以完成各种冲压工序的电磁冲床。冲床的額定压力是 0.4 吨。在鑄造的床身 1（圖 8）上固定着有平端鉄心吸入型的电磁鉄。电磁鉄的定子 7 內裝有綫圈 8，其上压有圓盤 12。無骨架綫圈纏在青銅軸承 9 上，該軸承是用以引导鉄心 13 运动的。为提高机械强度和电气强度，綫圈浸有虫膠。为了改善散热性起見，綫圈安裝后应將混合物灌于定子腔內。

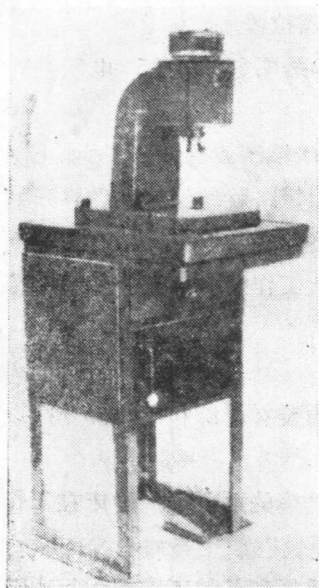


圖 7 ЭМН 0.4-2 型电磁
冲床外觀圖。

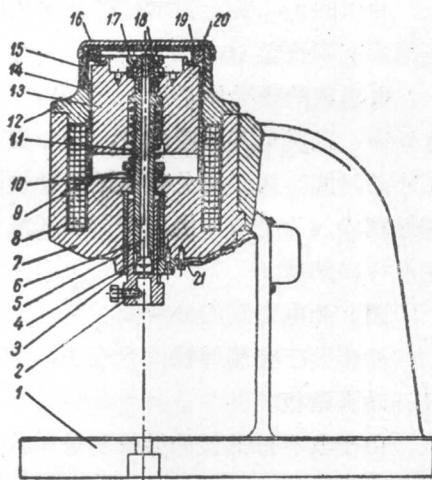


圖 8 ЭМН 0.4-2 型电磁冲床。

压于圓盤內的軸承 14 是鉄心的上部导路。鉄心同擋头間之末端間隙借碟形彈簧 10 来保証，同时也用以減緩冲击。

断电时彈簧处于壓縮状态，这样可加速鉄心的挺起。鉄心的进一步上升应借稍硬的圓柱形彈簧 11 来实现。

滑塊的行程应用漲紧螺帽 20 来調整。鉄心向上时为減緩冲击起見，螺帽和鉄心間特裝有碟形彈簧 19。鉄心的前进运动借挺杆 5 傳于滑塊 2。挺杆同鉄心的連接是借軸鍵 18 及彈簧墊圈而實現的游动連接。

滑塊的位置以轉动鉄心于这边或那边来調整，这时挺杆由滑塊內撐出或撐入，也用以使它上升或下降。滑塊的行程应以导向軸鍵 21 来保証，該軸鍵也可以避免它在軸承 3 內的轉动。滑塊用螺帽 17 借錐銷 4 和拉紧銷 6 定位于必需位置上。

冲床的上部裝有表示行程公厘数的透明刻度盤 15。电磁鉄的上部罩有安全盖 16。

电磁鉄的磁导体是用 10 号退火結構鋼制成的。青銅軸承上制有切溝，以避免其感应电流，比如繞圈短路就将延緩电磁鉄开始工作的時間。为了避免磁通过挺杆短路起見，后者系用非磁性不銹鋼制成。为了减少渦流的影响（增大工作速度），定子和鉄心都制有徑向切槽。

圖 9 为电磁鉄的分解圖。

冲床裝于金屬焊接的台座上，其內裝有电源和操縱部分，以及开动脚踏板。

由于具有好的緩冲裝置和关闭式結構的电磁鉄，冲床在工作时沒有声音。

圖 10 和 11 表示用以完成下料、矯形和其他不需要大行程工作的冲床。

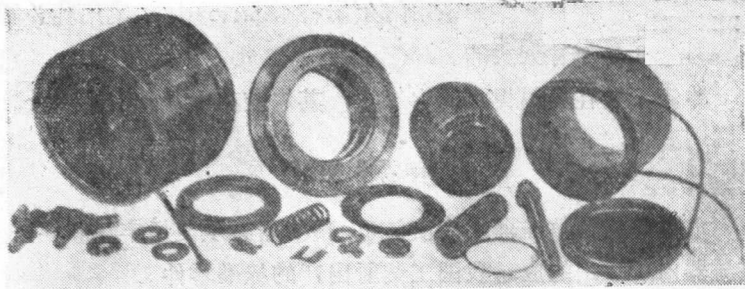


圖9 ЭМП 0.4-2 型冲床的电磁鉄分解圖。

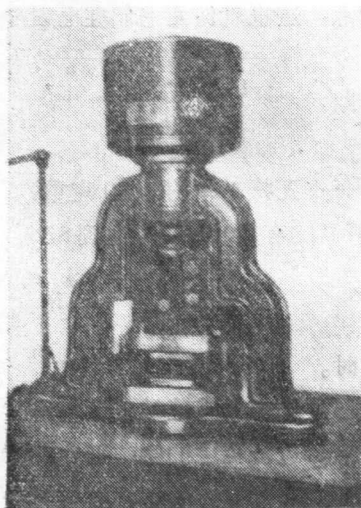


圖10 ЭМП 3-2 型电磁冲床外觀圖。

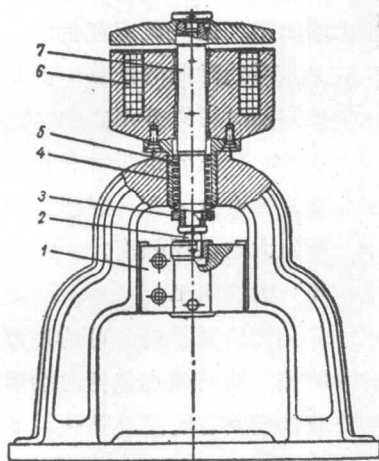


圖11 ЭМП 3-2 型电磁冲床。

冲床的压力約为 3 吨左右。冲床所采用的电磁鉄也同冲孔用冲床所采用的电磁鉄結構相同。为了节省工作地, 回位彈簧 5 (圖 11) 裝在电磁鉄下部的圓盤 4 內。行程用螺帽 3 調整。滑塊 1 的位置用自导柱 7 內撐出或撐入挺杆 2 来調整。电磁鉄的上部設有帶行程刻度盤的金屬安全罩。

电磁铁的鑄造磁导体系统用阿尔姆科 (Армко) 型工業用純鉄制成；綫圈 6 是無骨架式的。

冲床安裝在金屬焊接的台座上，其內裝有电源和操縱部分。

4 电源和操縱

电磁冲床借整流器供应直流电。整流器必須使用牢靠和經濟。整流器內所采用的应是我国工業所出产的标准零件。

硬半导体整流器，其中有硒整流器在工業中已获得了广泛的应用。这些整流器具有一系列的优点，这也就促使它們在电磁冲床上的应用。这些优点包括：

- 1) 可短時間的过载一直到短路；
- 2) 随时可以開車；
- 3) 不大的外廓尺寸和重量（每一瓦特功率約为 10 克重）；
- 4) 当电压为 80 伏特时具有較高的有效功率，可达到 85%；
- 5) 大的机械强度；
- 6) 構造簡單；
- 7) 使用期限長，可达几万小时。

硒整流器的缺点包括对潮湿和溫度改变的某些敏感性。此外，硒整流器还具有所謂「陈化」的缺点。这种現象的實質即在 1000 ~ 1500 小时工作后电压一直增加到 10%。这点一般都在制造整流器时考虑，为此在变压器中应預先繞有補助綫圈，以便随着陈化的程度而接通。

根据需要，硒整流器可順接和平接成組。硒整流器的主要电气性質应依伏特安培特性来决定。硒整流器的特殊性能是于电流增大时减小直电阻，因此不滿載时便会减低整流器的有效功率。

当采用硬式整流器时，最被广泛应用的是整流器單相桥接綫

路圖（圖 12）和拉里欧諾夫三相綫路圖（圖 13）。

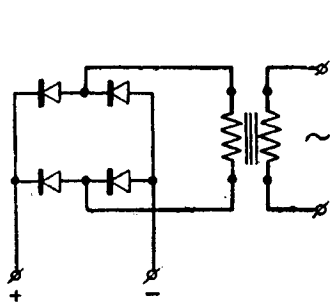


圖 12 整流器單相橋接綫路圖。

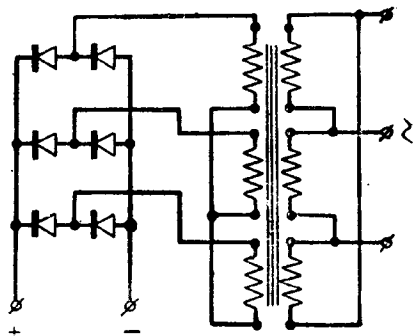


圖 13 [拉里欧諾夫] 整流器三相綫路圖。

小功率冲床供电所采用之桥接綫路圖的特点是較好的利用了变压器，反电压小和小的整流电压脉动值。

拉里欧諾夫綫路圖是由三相綫路供电时最好的一种綫路圖。該种綫路圖可达到变压器的最高利用率，反电压低和小的脉动值。它的缺点是必須制造稍为复杂的三相变压器。

采用單半波綫路圖是不合适的，因为在該种情况下会使磁导体反复磁化，使它加热并降低有效功率。

整流器的参数应以整流电压和电流值确定并于电磁鉄計算时規定。

在研究操縱綫路前，首先应分析电磁鉄綫圈內的电流改变曲綫。对电流曲綫的分析可以便于确定电磁鉄电樞在每一瞬間所产生的压力，繼而有关其調整的可能性。

当电磁鉄綫圈同直电压电源接通时，綫路的电流不能馬上就达到它的最大值，而要根据电磁鉄参数的不同，需經過某些時間。圖 14 所示的曲綫 1 是电樞不动时的电流曲綫，而曲綫 2 是电樞运

动时的电流曲线。在 t_1 时间内线圈内的电流达到使它的吸力超过回位弹簧阻力的大小，电枢开始以增长速度运动（吸力同空气间隙成反比）。

当电枢运动时，间隙的减小即使电流一直下降到 t_2 时间，这时电枢结束运动。然后，电流继续增长到它的最大值。

这样，电磁铁电路内电流的上升曲线就可能随着行程、空气间隙及电枢运动速度之大小而具有各种不同的特性。

电枢在运动时作了有效功。这时，能量的最小消耗将在做功（定子的冲击）后电路马上断电的情况下发生。因为该一瞬间甚至对同型电磁铁可能发生在各种时间内，所以应根据所规定行程的大小和所进行的工序来调整电流在电磁铁线圈内的停留时间。

增高电源的电压或降低线圈电阻（用较粗的电线绕制）都将增大冲床电磁铁的经济性。由曲线 3（图 14）可看出：电枢运动的开始和结束都较早，这样在完成同种工作时就将消耗较少的功率。电源电压的进一步增大对功率是无益的，因为这样将使涡流和产生大加速度的损失增加。

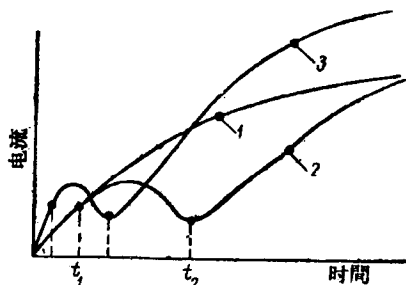


图 14 电磁铁内电流强度的改变曲线：
1—电枢不动时；2—电枢运动时；
3—加强的工作状态。

当选择电源电压的大小时，应考虑到：线圈内电路断电时会发生对绝缘有危险的高电压脉动。脉动值可达电源电压的 8~12 倍。根据这一原因，电磁铁电源最好选择较低的电压。小功率冲床的最有效的电压一般为 15~30 伏特。

图 15 表示小功率电磁冲床的操纵线路图。冲床用脚踏板 1 开