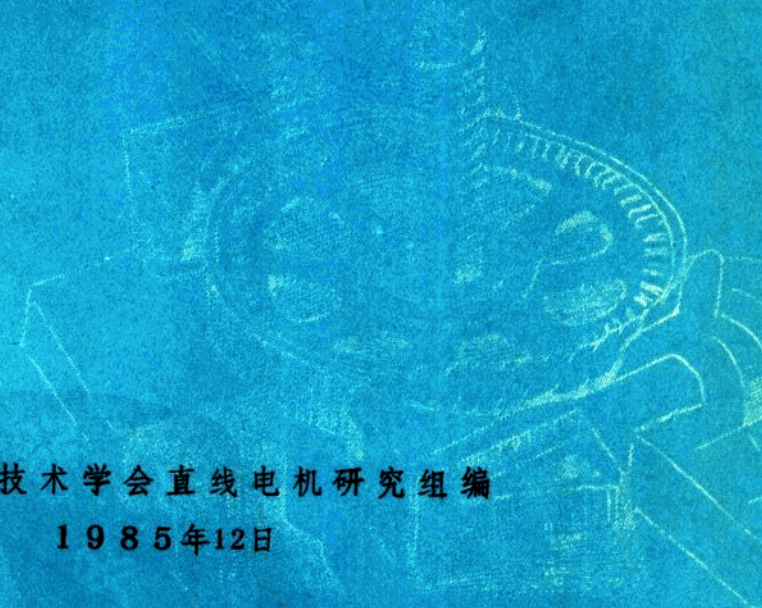




直线电机科技成果汇编

第 一 集



中国电工技术学会直线电机研究组编

1985年12日

直线电机科技成果汇编

第一集

中国电工技术学会直线电机研究组编

1985.12

汇 编 说 明

直线电机是一种很有发展前途的新型电机。其不需要中间转换装置即能直接产生直线运动，具有结构简单、速度和推力易于控制、散热条件好和应用范围广、适应性强等一系列优点。最近十几年来，这类电机发展很快，世界不少国家正在大量研制和推广，在许多需用直线运动的场合得到了实际应用。近几年来，国内不少大中专院校、科研单位和工厂积极开展了各类直线电机的基本理论和开发应用研究，设计了各种单机和系列，取得了可喜的进展。一九八二年九月，中国电工技术学会在昆明召开全国首次直线电机学术讨论会，会上交流了有关直线电机理论和应用论文30多篇。一九八三年八月，中国电工技术学会于鞍山召开了全国直线电机应用推广经验交流会，反映了国内研究，应用直线电机的概况和成绩。为了促进直线电机的应用推广，使这一新颖的电力传动装置在有关领域的技术进步中发挥更大效益，会议委托我们汇编了本专集第一集，供有关同志借鉴。

本专集侧重收集国内已通过鉴定的各类直线电机研制应用成果，对尚未鉴定但确有成效的研制、应用成果亦酌情编入。

本专集由下列单位进行编辑：广西机械工业研究所（主编）、机械部第七设计研究院、贵州省机械研究所。

鉴于我们水平有限，在编辑中难免存在错误和缺点，谨请读者批评指正。

编者

一九八五年十月

目 录

感应直线电机类

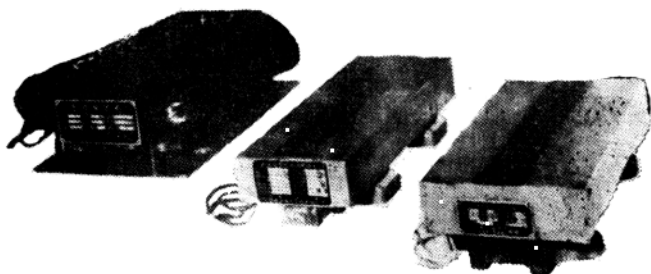
- 直线异步电机的理论研究在系列设计中的应用……………上海工业大学 (1)
- X线颅脑断层扫描试验装置用的直线电机……………上海工业大学 (2)
- 直线电机在铁路道口栏门上的应用
……………上海工业大学、太仓通用机械厂、上海第一钢铁厂 (3)
- 直线电机应用于割麻装置……………上海工业大学 (4)
- 直线电机在驱动小车上的应用……………上海工业大学 (5)
- 喷粉管道开闭装置——铜环次级管型直线电机……………上海工业大学 (6)
- ZSR血沉仪……………上海工业大学 (7)
- 直线电机机械手……………上海工业大学、上海电机厂 (8)
- 直线电机在自动门的应用……………上海工业大学 (9)
- 50公斤摇臂式电磁锤……………西安交通大学、西北耐火材料厂 (10)
- 160吨高冲程电磁螺旋压砖机……………西安交通大学、西北耐火材料厂 (11)
- 直线电机操动高压油断路器……………西安交通大学、铜川市开关厂 (13)
- 直线电机加速器……………中国科学院电工研究所、上海新华无线电厂 (14)
- 用电磁内热、直线电机技术制成的新茶机……………浙江大学 (15)
- 直线电机及其定位驱动系统的研究应用……………贵州省机械研究所 (16)
- 感应直线电机在吹塑薄膜自动切割装置中的应用……………广西机械工业研究所 (18)
- 圆盘直线电机驱动的压铸机……………广西机械工业研究所、南宁市电机厂 (20)
- 感应直线电机传送传箱……………广西机械工业研究所、南宁市电机厂 (22)
- ZT—1型直线电机推车机……………陕西省铜川矿务局科研所、铜川矿务局王家河煤矿 (23)
- 电力电容器环形试验线……………机械部第七设计研究院 (25)
- GG85M型圆筒直线电机及DGM—10J型电动栏木……………太仓光学机械厂 (27)

微特直线电机类

- 平面电机绘图机·····中国科学院电工研究所 (28)
- PE型数控平面绘图机·····上海微电机研究所 (30)
- 斩波付镜系统用永磁直线电机·····上海工业大学 (32)
- 直线电机笔式记录仪·····浙江大学直线电机科研组 (33)
- ZX—01短音圈电机·····中国科学院电工研究所 (35)
- ZHD—01振动电机·····中国科学院电工研究所 (36)
- 143SZX001短动圈直线电机·····上海微电机研究所 (37)
- 180SZX003长动圈直线电机·····上海微电机研究所 (38)
- 20CX002直线测速发电机·····上海微电机研究所 (39)
- 20CX003直线测速发电机·····上海微电机研究所 (40)
- 20CX004、20CX005锥形绕组直线测速发电机·····上海微电机研究所 (41)
- JDS 2—0 1 两片盘直线伺服定位机构及直线直流电动机、
直线测速发电机、直线位置传感器·····上海微电机研究所 (42)

直线异步电机的理论研究 在系列设计中的应用

上海工业大学



《直线异步电机的理论研究》是由上海市高等教育局和一机部(78)一机技字567号文下达的科研任务。上海工业大学电机教研室针对国内对直线异步电动机使用的需要,完成了以下的工作:

1、从麦克斯韦方程出发,考虑到纵、横向的边缘效应,对非磁性次级直线异步电机进行了理论分析;再考虑了次级材料的电磁饱和问题,对磁性次级直线异步电机进行了理论分析。经鉴定认为:在理论分析中,对各种因素的影响考虑比较全面,得出的设计公式比较精确,对直线电机的理论研究作出了较大的贡献。

2、根据理论研究成果编制了用电子计算机计算的设计程序。经样机试制,设计值与试验数据基本吻合。经鉴定认为:设计程序正确、实用,可以推广。

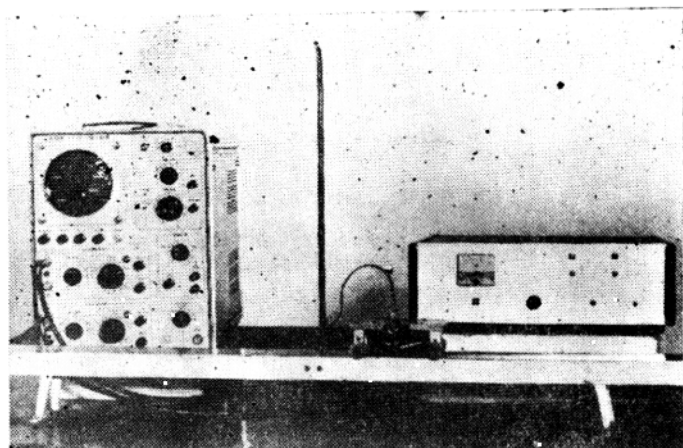
3、设计了一个直线异步电动机系列,计钢次级共30种规格,铜、铝次级共50种规格,其中同步速有3、4.5、6、9、12米/秒五种规格,静止推力从30~150公斤十八种规格。经鉴定认为:根据当时的现有资料,其主要技术经济指标达到或接近国外同类型产品的先进水平。而提出系列的品种、规格及主要技术经济指标可供工厂试制生产的选择,并可作为今后制定直线异步电动机技术条件时参考。

4、所制造的一些直线电机,当时已在冲床自动送料装置、悬臂吊车、军用活动坦克靶、铁道道口电动门等场合使用,运行正常、可靠,取得了相应的经济效果。

这项研究任务是在1979年9月18日由上海市高等教育局组织鉴定的,样机由江苏省太仓特种电机厂、宁波二轻机械厂及无锡港下直线电机厂制造。组织鉴定单位的审查结论是:同意鉴定意见,加强推广应用。

X线颅脑断层扫描试验装置用的直线电机

上海工业大学



直线电机和调频方波电源是应上海医疗器械研究所的要求而研制的，应用在x线颅脑断层扫描模拟装置上，以产生脉宽为 2.7 ± 0.1 毫秒的256个脉冲以满足x线颅脑断层装置的计算机部分的调试需要。

运载光栅的小车用二相直线电机驱动，电机的技术参数如下： $u = 15$ 伏， $A = 0.6$ 安； $V_s = 2.2$ 米/秒；推力为0.6牛顿；电源频率25~45赫；速度可调范围在250~550毫米/秒；要求匀速的范围是396.4~419.2毫米/秒。

二相直线电机的电源采用变频的方波电源，其输出电压波形呈方波，在任何频率状态下其输出的两相电压的相位始终保持 90° 电角度的相位差，且其相序可由外信号控制，以便实现直线电机的正、反向运行。

这项研究任务是在1981年7月10日由上海工业大学组织鉴定的，鉴定意见：这种装置国内尚未见报导，二相方波电源及二相直线电机可望在仪器仪表行业中得到推广应用，组织鉴定单位的审查结论是：同意鉴定意见。

直线电机在铁路道口栏门上的应用

上海工业大学 太仓通用机械厂 上海第一钢铁厂



目前应用在铁路道的栏门主要有二种形式，对于重要的道口或道口比较宽的地方，采用移动式栏门。在非主要的道口或较窄的道口，采用栏杆式栏门。这二种形式的栏门都是应用直线电机驱动的，以取代结构复杂、维修困难的钢丝绳拖动的栏门装置。

应用在上海市共和新路道口上的栏门是用钢次级扁平型直线电机作为驱动部件，栏门边框的槽钢就作为直线电机的钢次级。由于道口操作是由专人负责，所以它的控制线路非常简单，该门自1974年安装使用至今已近十年，受到了道口操作工人的好评。

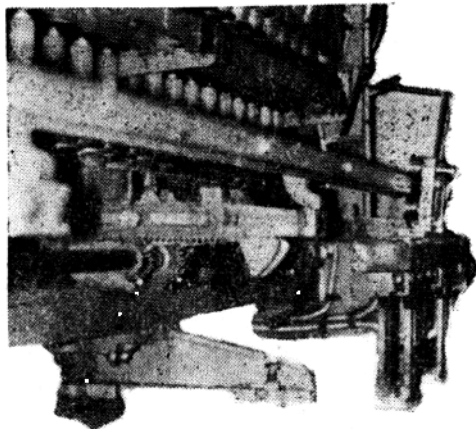
栏门的直线电机技术参数如下：

推力24公斤；同步速6.6米/秒；Y接电压380伏。

栏杆门的驱动元件可以用扁平型直线电机也可以用圆筒型直线电机，通过连杆带动栏杆作弧形运动达到开闭的目的。它克服了老式栏杆门的缺点，优点较多。1980年12月27日通过校级鉴定。鉴定意见是：对于铁路栏杆门，选择直线异步电机作为动力是恰当的，属国内首创，设计是合理的，经实践说明结构简单，运行可靠，维护和使用方便，易于调节，耗电较少，能减轻劳动强度，改善劳动条件。组织鉴定单位上钢一厂审查结论：同意鉴定意见，加强推广应用。

直线电机应用于割麻装置

上海工业大学



直线电机驱动的割麻装置是纺织机械的新型结构。在麻纺厂中，麻锭纺满后需将麻线割断，过去由人工操作，在12米行程内用剪刀将100个麻锭的麻线剪断；现用直线电机驱动的割麻装置代替，割麻全程只需4秒时间，减轻了工人的劳动强度，提高了生产效率。

直线电机割麻装置由直线电机初级、次级、刀架、异轨等组成，刀架和次级连成一体，沿导轨作直线运动。

直线电机接通电源后，次级刀架在电磁推力作用下，产生加速度作直线运动，离开初级时具有最大动能，并滑行至终端，在滑行过程中将麻线一一割断。

直线电机为单边平面型，三相供电，电源频率50周，额定线电压380V、起动推力39公斤、同步速6.6米/秒，次级导体板采用铜钢复合次级，紫铜板厚2毫米，机械气隙1毫米。

直线电机割麻装置，结构简单，运行可靠，目前已随麻纺机出口到南亚一些国家。此装置还可以应用于其他类似的场合。本装置于1984年5月通过校级鉴定。

直线电机在驱动小车上的应用

上海工业大学



为了实战训练,解放军某部需要一辆活动坦克靶,经多种方案比较,确认该小车选用直线电机驱动最为理想,它不仅具有控制调速方便;改变运动方向容易,且具有结构简单、成本低、维护方便等优点,更重要的是活动坦克靶可以遥控,操作人员可以远离活动靶,工作非常安全。

活动坦克靶选用的直线电机规格如下:

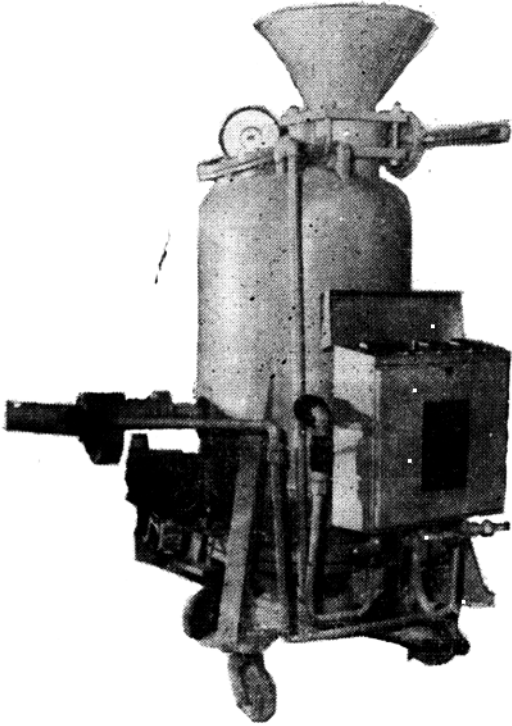
扁平型钢次级;推力100公斤;同步速9米/秒;将直线电机安置在小车的底部随同小车一起运动(即动初级)。馈电是用三根 45×45 的角铁输送,次级采用14#槽钢铺设在二根轨道之间,整个小车的行程为180米,小车上安装着根据要求的钢板坦克模型,小车的运行速度为6米/秒,通过用活动坦克靶训练后的战士其射击命中率大大提高,直线电机在驱动活动坦克靶上的应用成功,说明直线电机应用在运输小车上是很有发展前途的。

活动坦克靶驱动小车,自1979年安装完毕,投入运行至今已有数年,实践证明它是安全可靠,深受部队的领导和战士的欢迎。

喷粉管道开闭装置

——铜环次级管型直线电机

上海工业大学



管型直线电机通常称为圆筒型直线电机，它的结构分为二部分，初级铁心是片状硅钢圆环，其中放入饼式线卷圈，次级铁心是一根在钢管上嵌置铜环的厚壁钢管。

喷粉管上原来采用了一整套繁杂的气动开关，使得原装置体积庞大、笨重，操作困难，伴有噪声，一旦发生故障无法及时修复，造成停工停产的严重后果。采用管式直线电机装置之后，结构简单，体积小，维修方便，而且造价也为原气动装置的 $1/3$ 。该装置已在不少钢厂运行二年左右，运行正常，效果显著。目前上海工业大学已生产喷粉管装置近百台，分别在上海及各省市投入使用。

管式直线电机除了喷粉管上作为管道开闭应用之外，还可用作窗帘的移动，幕布的开放，电动门的滑动，阀门的开闭，轨道的离合，以及作机械手、电动锤之用等。由于管型直线电机结构简单、铁心、

绕组制造方便，装配简单，使用安全可靠，因此它的用途将会越来越广。

喷粉管上管型直线电机的技术指标如下：

电磁推力 $F_s = 24\text{kg}$ ； 同步线速度 $V_s = 6\text{米/秒}$ ；

输入功率 $P_1 = 1.7\text{瓩}$ ； 同步效率 $\eta_s = 83.6\%$ ；

功率因数 $\cos\varphi = 0.59$ ； 定子槽数 $Q_1 = 6\text{槽}$ ；

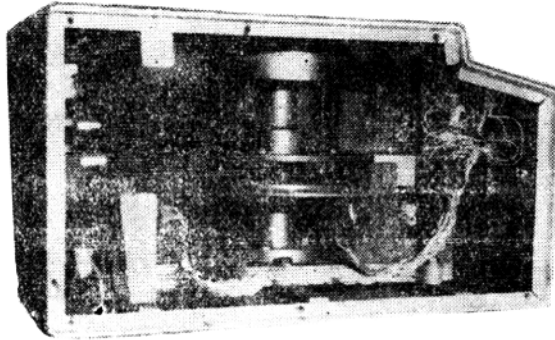
单位功率的电磁推力 $\frac{F_s}{P_1} = 14.1\text{kg/kw}$ ；

极数 $P = 2\text{极}$ ； 相电压 $U_1 = 220\text{伏}$ 。

本项目整机于1980年11月由上海市高教局、上海市冶金局组织通过鉴定。

ZSR 血 沉 仪

上海工业大学



ZSR血沉仪是由上海工业大学卫生科和上海铁路中心医院提出而研制的，根据国外文献介绍ZSR法测定的血沉与常用的魏氏法或温氏法测定的血沉相比，实验证明ZSR法具有下述优点：

- 1、试验结果不受贫血的影响；
- 2、操作时间短；
- 3、用血量少；
- 4、无性别差异；
- 5、血液在冷藏的条件下经24小时后，重复试验的结果仍一致。

仪器选用电容分相圆盘式直线电机驱动，可以直接得到400转/分的旋转速度，使仪器省却了齿轮减速装置，因此结构简单，加工方便，机械磨损小，振动和噪音也比较小。圆盘采用铝制的，所以它的转动惯量小，起动力矩大，特别适宜于要求频繁正、反转的场合。

仪器的技术指标：

- 1、额定电压交流220伏；
- 2、消耗功率不大于25瓦；
- 3、转速400转/分，精度0.5%；
- 4、每隔45秒反转一次，且仪器上的试管旋转180°位置，整个工作时间为3分钟，仪器自动停车，时间控制精度为1%。

这项科研项目于1978年12月23日由上海工业大学和上海铁路中心医院组织鉴定，组织鉴定单位审核意见：同意鉴定结论，已在组织小批生产，报送上级部门审核。

直线电机机械手

上海工业大学

上海电机厂

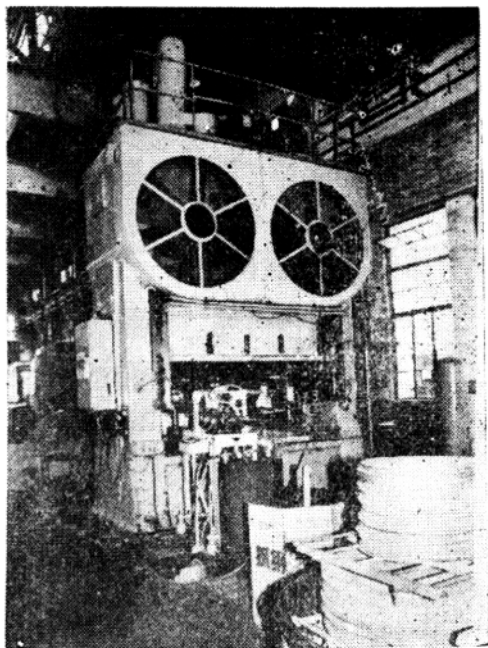


图1 全貌

用途：上海电机厂冲剪车间冲制12.5万、30万瓩大型汽轮发电机定子扇形片时，从250吨闭式双点压力机中自动取出冲片。

技术规格：直线感应电机推力：16公斤
运行方式：次级运动
机械手臂行程距离：1500毫米
与压力机配合使用次数：

17次/分

手臂承重：5公斤

机械手重量：500公斤

简要原理：利用直线电机的次级作往复直线运动。当压力机连续运行的每一次行程发出信号以后，直线电机接通电源，脱离定位，装有接料手臂的直线电机次级，向前运动到上、下模中间，手臂接住从上模落下的冲片，立即退回到起始位置。待第二次行程信号发出后，再次接料，周而复始与压力机配合连续运行。本机械手采用调压调速，电气控

制，单向气缸缓冲并加速次级运动，用机械插肖定位保持机械手的起始位置，采取电气联锁保持与压力机安全同步。

经济效果：该直线电机机械手于1974年8月研制成功，先后在100吨、160吨、250吨压力机上试用，并于75年6月定为250吨压力机加工汽轮发电机冲片自动下料装置。使用至83年11月已运行3311万次。与气动、

液压、机械传动相比，直线电机机械手具有行程长、速度快、结构简单、制造使用维修方便、造价低廉等优点，保证了冲床工人的手不入虎口，确保安全生产，降低劳动强度，每班次节省一名操作工人。

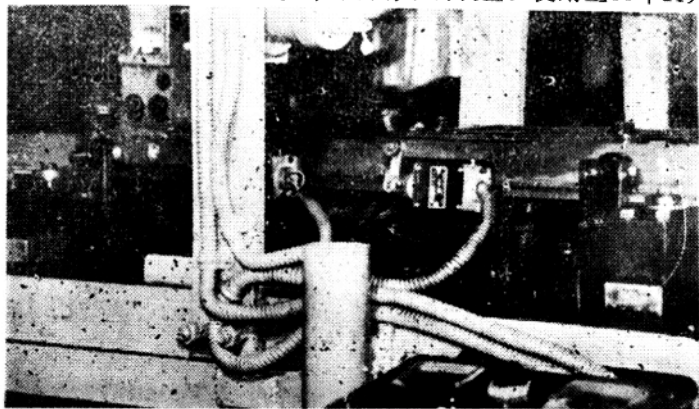
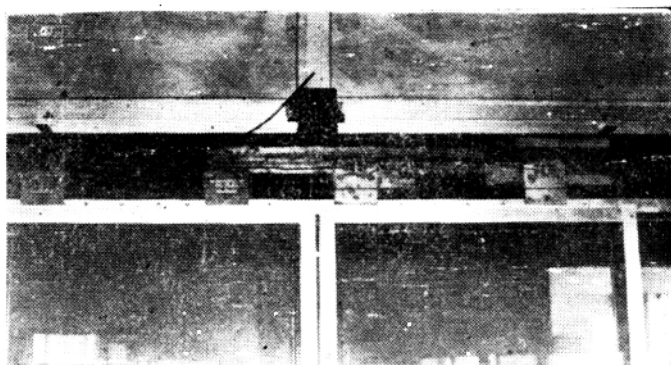


图2 细部

直线电机在自动门上的应用

上海工业大学



随着“四化”建设的发展和旅游事业的兴起，城市设施逐步趋向现代化，宾馆、医院、科研单位、车间都希望能安装上可以自动开闭的门，以满足特定的要求，应用直线电机驱动的自动门与其它的传动方式相比，因为它不需要减速装置和电磁离合器，由直线电机的初级直接驱动安装在门楣上的次级带动门作直线运动，因此结构简单、紧凑、维护方便、噪音小、成本低、节能等优点，且直线电机的初级在环氧树脂封装后，对工作环境的要求也低于其它的传动方式。经青岛惠泉宾馆、北京糕点二厂的使用，证明其性能良好、工作可靠，是一种比较先进的自动门的驱动装置。

直线电机驱动的青岛惠泉宾馆的自动门所选用的直线电机的主要技术指标：

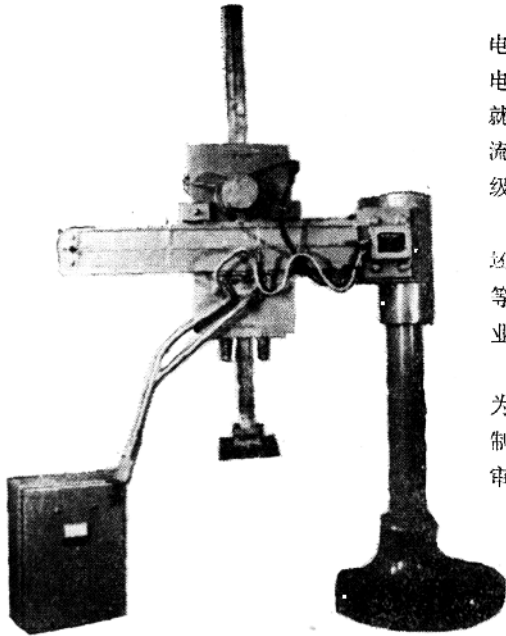
同步速	4.5米/秒
推力	6.5公斤
行程	不受限制（视门的要求而定）
电源	三相380±10%伏
接法	Y
次级材料	紫铜板厚2毫米、宽76毫米、复合在10毫米的钢板上
额定电流	1.65安、启动电流等于额定电流
每相电阻	29欧
开门时间	<2.5秒
闭门时间	<3秒

该装置已于83年11月25日在北京由中国建筑总公司设备配件出口公司、中国科学院电工研究所、北京市仪表总公司等三单位主持鉴定，鉴定意见：用于自动门上的直线异步电动机，经实践证明结构简单，运行可靠，维护使用方便，易于调节，耗电较少噪音低。

自动门选择直线电机作动力，设计合理，是一种比较先进的驱动装置，将直线异步电机作为自动门的驱动元件属国内首创。

50公斤摇臂式电磁锤

西安交通大学 西北耐火材料厂



本设备如附图所示，它是一种利用直线电动机作为主动力的新型锻打设备。当直线电机的初级线圈通以三相交流电，在气隙中就产生平移磁场，由此在次级锤杆中感生电流产生提升力，把锤杆连同锤头提起。当初级线圈断电，锤杆与锤头就自动下落打击工件。

它可用于耐火材料行业打制耐火砖坯，也可进行诸如捣实、破碎、小冲量锻打等工种，因此可以广泛应用于其它有关的工业部门。

运用直线电机的原理制造电磁锤，不仅为我国在这方面填补了空白，且先于国外研制成功。1981年7月经国家科委评选委员会审定发明项目，授予四等奖。

本设备的主要规格及性能如下：

- 1、锤杆与锤头总重50公斤；
- 2、锤头尺寸：250×350毫米²，最大行程1100毫米；

行程1100毫米；

- 3、全行程打击速度40次/分，半行程打击速度60次/分；
- 4、直线电机启动时输入功率7千瓦，电流30安。

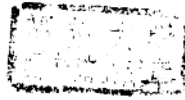
国内耐火材料厂一般用夹杆（板）锤打制异型砖坯。与它相比，本设备有如下一些特点：

点：

- 1、能将电能直接转换成机械能，损耗小，且运行时只间歇通电，故耗电量低，较之夹杆（板）锤节省电能一半以上，每年每台可节约电能一百度。
- 2、利用电气线路进行控制，操作方便灵活，减轻劳动强度，打击速度可提高40%。
- 3、因采用无接触传动，结构紧凑，制造方便，维修简便，运行时噪声小。
- 4、锤杆有较好的导向机构，运行稳定。
- 5、利用电磁闸实现制动，安全可靠。

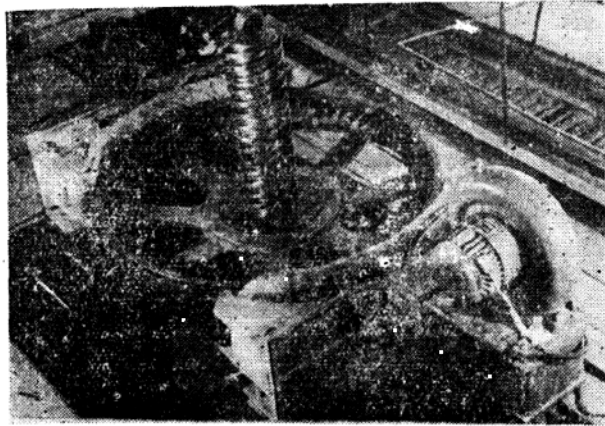
鉴定部门：陕西省冶金局；鉴定日期：1980年8月

587479



160吨高冲程电磁螺旋压砖机

西安交通大学 西北耐火材料厂



用途耐火砖坯成型设备

结构和作用原理电磁螺旋压砖机是用两台弧形电动机作为传动力。两台电机分别装在不平轮的两侧的对称位置上，通过两支架和压机的横梁相固定（参看图片）。电机的转子即不平轮本身是由铸钢件加工而成。轮中心与一旋转丝母相固定，丝母通过止推轴承装在压机的横梁上，旋转丝母与丝杆（即锤杆）相联系，丝杆的下端与滑块（即冲头）相联系。当电机通电后，定子和转子的空气隙中产生定向运动的电磁场，并在不平轮轮缘的表面钢内感应电势及电流，由此产生电磁转矩，使不平轮作定向转动。由于不平轮能按需要作正、反方向旋转，旋转丝母亦随之而转动，带动丝杆冲头作上、下往复运动，以达到冲压目的。

技术指标打击能量1920公斤·米，滑块最大行程850毫米，最大行程时每分钟打击次数10次，最大冲击电流60—70安，电机平均功率22千瓦，功率因数0.99，机电效率31.87%。

经济效果（和原压砖用摩擦螺旋压砖机相比）

1、电磁螺旋压砖机的耗电量与摩擦螺旋压砖机相比为1：2~3。按正常生产，每台机组每年能节电3万度以上。

2、砖坯废品率下降10%左右，产量提高10%以上，每台机器全年能增加收益15—20万元。

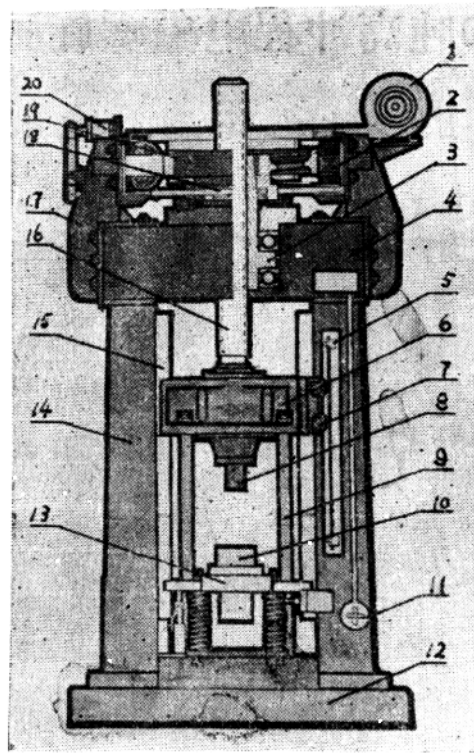
3、每年节省维修费用5000~8000元。

4、制造成本可节省5000元左右（一台）。

5、安全性提高、劳动强度减轻、并改善了劳动环境。

组织鉴定部门：陕西省冶金局

鉴定日期：1980年8月



高冲程电磁螺旋压砖机结构示意图

- | | | | |
|---------|----------|-------------|-------|
| 1、风机 | 2、左右弧形定子 | 3、旋转螺母 | 4、横梁 |
| 5、行程开关 | 6、滑块(冲头) | 7、撞块 | 8、上模 |
| 9、左右拉杆 | 10、下模 | 11、操作手把 | 12、底座 |
| 13、浮动台 | 14、左右立柱 | 15、左右滑道 | 16、丝杆 |
| 17、左右支架 | 18、抱闸装置 | 19、电机转子(平轮) | 20、气缸 |