

● 主编 叶云岳 杨贤诚

中国直线电机应用 成果汇编

ZHONGGUO ZHIXIAN
DIANJI YINGYONG
CHENGGUOHUEIBIAN

冶金工业出版社

中国直线电机应用成果汇编

叶云岳 杨贤诚 主编

北 京
冶 金 工 业 出 版 社
2000

图书在版编目(CIP)数据

中国直线电机应用成果汇编/叶云岳等主编. —北京:
冶金工业出版社, 2000. 9

ISBN 7-5024-2639-6

I. 中… II. 叶… III. 直线电机-应用-中国-文集
IV. TM359.4-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 38079 号

出版人 卿启云(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)

责任编辑 张 卫 李 梅 美术编辑 李 心 责任校对 王永欣 责任印制

北京源海印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2000 年 9 月第 1 版, 2000 年 9 月第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16; 6.5 印张; 152 千字; 93 页; 1-1500 册

20.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010)65289081

(本社图书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)



《中国直线电机应用成果汇编》编辑委员会

顾 问：陈世坤 龙遐令 凌金福
主 任 委 员：顾积栋
副主任委员：蔡廷锡 徐善纲 鱼振民 叶云岳
委 员：（以姓氏笔画为序）
 叶云岳 吴长春 杨贤诚 鱼振民
 金能强 顾积栋 徐善纲 傅丰礼
 蔡廷锡
编 审：顾积栋 蔡廷锡

前 言

直线电机是一种由电能直接转换成直线运动机械能的动力源,在许多需要由旋转运动转换成直线运动的场合使用时,可以省掉由旋转运动转变成直线运动的中间机构,从而使装置得到简化,并提高运行的可靠性,减少其维护工作量,且易于自动控制,在合适的场合下使用时还可以提高系统的效率。因此,直线电机在工业、交通、国防及民用等领域都有广泛的开发前景。特别是在高速列车、导弹和炮弹的发射等方面可以发挥其独特的作用。直线电机还可以用于磁浮、磁选、液态金属传送、搅拌等特殊领域中。

自 20 世纪 70 年代以来,国内外在直线电机理论与应用研究方面发展迅猛。我国在高速、低速以及特殊领域直线电机的研究和应用,特别是在直线电机与产品结合方面取得了较多的研究成果。中国电工技术学会直线电机专业委员会于 1985 年已经编辑了《直线电机科技成果汇编》一书及《直线电机原理和应用》的录像片。自 90 年代以来,我国直线电机的研究特别是在与计算机结合应用方面取得了多方面的成果,如中国科学院电工研究所的“平面直线电机绘图机”、上海大学的“直线异步电机”曾获国家科技进步二等奖;西安交通大学和西北耐火材料厂研制的“三相铁磁分离器”、“电磁锤”获国家发明三等奖,“电磁螺旋压力机”获国家发明四等奖;上海大学、浙江大学、中国科学院电工研究所、上海微电机研究所等单位的 20 余项研究成果还获得省部级科技成果奖。据此,中国电工技术学会直线电机专业委员会于 1998 年决定,将近 10 年来国内在直线电机研究和应用方面的成果,结合 1985 年的成果汇编进行重新编辑正式出版,以此介绍给在此领域中工作的广大科技工作者参考,以使直线电机这项新技术为我国社会主义建设起到添砖加瓦的作用。

在本书成稿汇编过程中,编者得到了国内各有关单位的大力支持,为我们提供了大量的研究成果、资料;浙江大学和杭州宇恒公司承担了大量编选工作;西安交通大学、上海大学、浙江大学、中国科学院电工研究所等单位的老师参加了本书的审稿工作,提出了宝贵的意见,在此一并表示衷心地感谢。

由于我们工作联系不够广,在收集材料的过程中可能会有遗漏之处;同时,我们水平有限,在编选过程中,也可能会有不当之处,希望读者提出批评指正。
本成果汇编一般按鉴定或专利授权前后顺序编排。

中国电工技术学会
直线电机专业委员会
主任委员 顾积栋执笔
2000年6月

目 录

1. 直线电机机械手	上海大学等 (1)
2. 50kg 摇臂式电磁锤	西安交通大学等 (3)
3. ZSR 血沉仪	上海大学 (5)
4. 直线电机在驱动小车上的应用	上海大学 (6)
5. 喷粉管道开闭装置——铜环次级管形直线电机	上海大学 (7)
6. 电磁螺旋压力机	西安交通大学等 (8)
7. 电磁打箔机及其电控装置	西安交通大学 (10)
8. 143SZX001 短动圈直线电机	上海微电机研究所 (12)
9. 20CX003 直线测速发电机	上海微电机研究所 (13)
10. PB 型数控平面绘图机	上海微电机研究所 (14)
11. 圆盘直线电机驱动的压铸机	广西机械工业研究所等 (17)
12. 直线电机在铁路道口栏门上的应用	上海大学等 (19)
13. 感应直线电机传送砖箱	广西机械工业研究所等 (20)
14. 用电磁内热、直线电机技术制成的新茶机	浙江大学 (22)
15. 直线电机笔式记录仪	浙江大学 (24)
16. X 线颅脑断层扫描试验装置用的直线电机	上海大学 (26)
17. ZX—01 短音圈直线电机	中国科学院电工研究所 (27)
18. 锥形绕组直线测速发电机	上海微电机研究所 (28)
19. 180SZX003 长动圈直线电机	上海微电机研究所 (29)
20. 平面电机绘图机	中国科学院电工研究所 (30)
21. 天文用直线电机	中国科学院电工研究所 (32)
22. 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 (34)
23. ZT—1 直线电机推车机	陕西省铜川矿务局科研所等 (35)
24. 直线电机在自动门上的应用	上海大学 (36)
25. ZHD—01 振动直线电机	中国科学院电工研究所 (38)
26. 直线电机加速器	中国科学院电工研究所等 (39)
27. JDS2—01 两片盘直线伺服定位机构	上海微电机研究所 (41)
28. 圆筒形三相直线异步电动机	太原理工大学等 (42)
29. 浮法工艺生产玻璃锡槽用直线电机	上海大学等 (43)

30. 双电枢旋转 - 直线异步电动机 太原理工大学 (45)
31. 直线电机驱动的无绳传动窗帘机 浙江大学等 (47)
32. 高速邮政分拣机驱动用变频直线异步电机 上海大学等 (49)
33. 低速磁悬浮列车驱动用直线感应电机
..... 中国科学院电工研究所 (50)
34. 直线振动电动机 太原理工大学 (52)
35. 三相交流铁磁分离器 西安交通大学等 (53)
36. 提高矿用直线电机效率和功率因数的研究 焦作工学院 (55)
37. 直线交流永磁同步伺服电机及其控制系统 沈阳工业大学 (57)
38. 直线电机驱动的冲压机 浙江大学等 (59)
39. 直线电机驱动的空气压缩机活塞动力特性研究 焦作工学院 (61)
40. 直线同步电动机提升系统的理论与控制研究 焦作工学院 (63)
41. 直线电机驱动的输送系统 浙江大学 (65)
42. 直线电机驱动的多功能保健床 浙江大学 (67)
43. 外壳次级式管形直线感应电动机 浙江大学 (69)
44. 直线电磁驱动装置 浙江大学 (71)
45. 直线电机驱动的电自动绕线机 宁波大学等 (74)
46. 工业垃圾中金属细粉分选机 西安交通大学 (76)
47. 测井用震源直线电机 西安交通大学 (77)
48. 斩波副镜系统用永磁直线电机 上海大学 (78)
49. 直线电机应用于割麻装置 上海大学 (79)
50. 快速制动双绕组平面直线异步电动机 西安交通大学 (80)
51. 工业垃圾的新利用——多元素高抗磨模具
..... 西安特种机电研究所等 (82)
52. 直线电机驱动的带式高速分拣机 贵阳普天通信机械厂等 (83)
53. 低速弧形直线电动机 浙江大学 (85)
54. 盘形直线电机旋转餐桌 浙江大学 (86)
55. 弧形直线电动机搅拌器的研制 西安交通大学 (87)
56. 直线电机驱动矿石自动取样机 山西铝厂设计院等 (89)
57. 直线电机驱动电梯门 浙江大学 (91)
58. 直线电机驱动的各种票据传送系统 浙江大学 (92)

1. 直线电机机械手

上海大学 上海电机厂

上海电机厂冲剪车间冲制 12.5 万 kW、30 万 kW 大型汽轮发电机定子扇形叶片时,需从 250t 闭式双点压力机中自动取出叶片,该取片结构利用了直线电机的次级做往复直线运动。当压力机连续运行的每一次行程发出信号以后,给直线电机接通电源,脱开定位,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叶片,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(见图 1)采用调压调速、电气控制、单向气缸缓冲并加速次级运动,用机械插销定位保持机械手的起始位置,采取电气连锁保持与压力机安全同步。其技术性能指标如下:

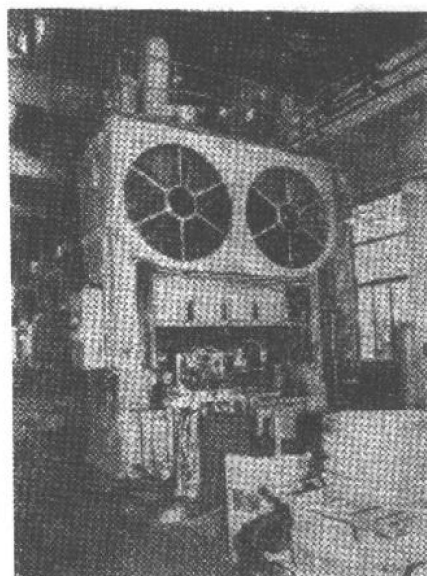


图 1 直线电机机械手

直线感应电机推力	160N
运行方式	次级运动
机械手臂行程距离	1500mm
与压力机配合使用次数	17 次/min
手臂承重	50N
机械手质量	500kg

本直线电机机械手于 1974 年 8 月由原上海工业大学与上海电机厂研制成功,先后在 100t、160t、250t 压力机上试用,并于 1975 年 6 月被确定为 250t 压力

机加工汽轮发电机叶片自动下料装置。与汽动、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,并同时确保了生产安全(特别是保证了冲床操作工人手指的安全),降低劳动强度,每班次节省一名操作工人。

联 系 人: 蔡廷锡

通讯地址: 上海市愚园路 1280 弄 87 号 邮编 200050

联系电话: 021-62514389

2. 50kg 摇臂式电磁锤

西安交通大学 西北耐火材料厂

本设备如图 1 所示,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时,在气隙中就产生平移磁场,由此在次级锤杆上感生电流产生提升力,把锤杆连同锤头提起。当初级线圈断电时,锤杆与锤头就自动下落打击工件。

本设备可用于耐火材料行业打制耐火砖坯,也可用于诸如捣实、破碎、小冲量锻打等生产工艺,因此可以广泛用于其他有关的工业部门。其技术性能指标如下:

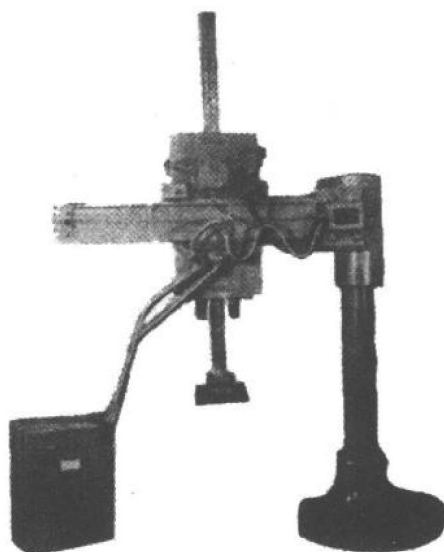


图 1 50kg 摇臂式电磁锤

锤杆与锤头总重量	50kg
锤头尺寸	250mm × 350mm
最大行程	1100mm
全行程打击频率	40 次/min
半行程打击频率	60 次/min
直线电机启动时输入功率	7kW
电流	30A

本设备同国内耐火材料厂打制异型砖坯常用的夹杆(板)锤相比,具有如下一些特点:

(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 10000kW·h。

(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。

运用直线电机的原理制造电磁锤,先于国外研制成功。1981年7月经国家科委评选委员会审定为发明项目,被授予四等奖。

联系人:陈世坤

通讯地址:陕西省西安市西安交通大学一村45舍303室 邮编710048

联系电话:029-2669237

3. ZSR 血沉仪

上海大学

ZSR 血沉仪是由原上海工业大学为上海铁路中心医院提出的需求而研制的。根据国外文献介绍,采用 ZSR 法测定血沉和采用常用的魏氏法或温氏法测定血沉相比,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 24h 后,重复试验的结果仍一致。

仪器选用由电容分相圆盘式直线电机驱动,可以直接得到 400r/min 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,振动和噪声也比较小。圆盘采用铝制的,所以它的转动惯量小,启动力矩大,特别适宜于要求频繁正、反转的场合。其技术性能指标如下:

额定电压	交流 220V,单相
消耗功率	$\leq 25\text{ W}$
转速	400r/min
精度	0.5%

ZSR 血沉仪每隔 45s 反转一次,且仪器上的试管旋转 180°位置,整个工作时间为 3min,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 日由原上海工业大学和上海铁路中心医院组织鉴定,并已小批量生产。

联系人: 蔡廷锡

通讯地址: 上海市愚园路 1280 弄 87 号 邮编 200050

联系电话: 021-62514389

4. 直线电机在驱动小车上的应用

上海大学

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为扁平型钢次级,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 $45\text{mm} \times 45\text{mm}$ 的角铁输送,次级采用 14 号槽钢铺设在两根轨道之间,小车上安装着根据要求制成的钢板坦克模型。通过采用活动坦克靶训练,战士的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车上是很有发展前途的。其技术性能指标如下:

推力	1100N
运行速度	6m/s
行程	180m

活动坦克靶驱动小车,自 1979 年由原上海工业大学安装完毕并投入运行,实践证明它安全可靠,深受部队的领导和战士的欢迎。

联系人:蔡廷锡

通讯地址:上海市愚园路 1280 弄 87 号 邮编 200050

联系电话:021-62514389

5. 喷粉管道开闭装置

——铜环次级管形直线电机

上海大学

管形直线电机通常称为圆筒形直线电机,它的结构分为两部分,初级铁心是片状硅钢圆环,其中放入饼式线圈;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。管式直线电机装置(如图1)结构简单、体积小、维修方便,而且造价低(只为原气动装置的1/3)。该装置已在不少钢厂运行,运行正常,效果显著。其技术性能指标如下:

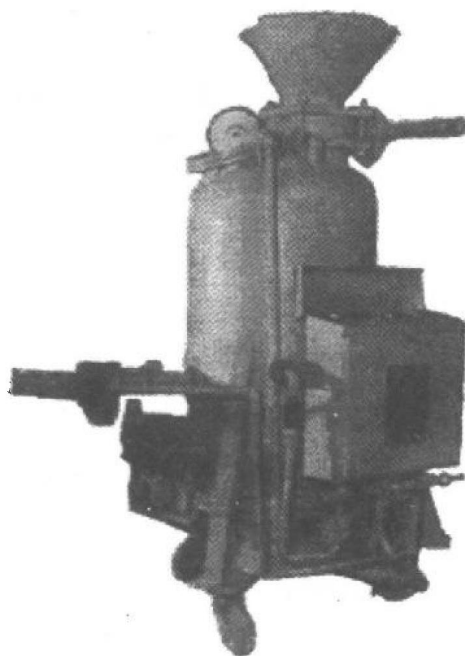


图1 喷粉管道开闭装置

电磁推力	240N	同步速度	6m/s
输入功率	1.7kW	同步效率	83.6%
功率因数	0.59	相电压	220V

本项目整机于1980年11月由原上海工业大学研制,通过了上海市高教局、上海市冶金局组织的鉴定。

联系人:蔡廷锡

通讯地址:上海市愚园路1280弄87号 邮编200050

联系电话:021-62514389

6. 电磁螺旋压力机

西安交通大学 西北耐火材料厂

电磁螺旋压力机(如图 1)是利用两块弧形电动机直接(无接触)带动飞轮做旋转运动,并带动丝杆和滑块做冲压动作。这种新型的传动方式替代了原来摩擦压力机的摩擦传动部分,具有效率高、消耗小、维修量小、制造成本低、便于自动化流程中使用等优点,能用于机械、耐火、陶瓷、轻工等工业领域。其技术性能指标如下:

公称压力	1600kN
最大打击能量	20000N·m
最大行程	850mm
每分钟打击次数(最大行程时)	10 次
最大冲击电流	75A
机电效率	31.87%



图 1 电磁螺旋压力机

电磁螺旋压力机与摩擦压力机生产使用情况如表 1。

表 1 160t 高冲程电磁螺旋压力机和摩擦压力机生产使用情况比较表

项 目		湘潭钢铁厂耐火材料分厂		西北耐火材料厂	
		160t 电磁螺旋 压力机	160t 摩擦 压力机	160t 电磁螺旋 压力机	160t 摩擦 压力机
班产量	原摩擦压力机定额/块·班 ⁻¹	400	400	700	700
	实际完成量/块·班 ⁻¹	500 ~ 600	不易完成定额	800	800
每块砖生产周期/s		20 ~ 30		20 ~ 25	20 ~ 25
质 量	半成品合格率				
	检验次数	327 块/年	305 块/年	19 块/10 天	
	不合格块数/块·年 ⁻¹	8	92	0	
	合格率/%	97.5	68.8	100	
	气孔率	18 ~ 21	19 ~ 22	16 ~ 20.5	
半成品外形尺寸合格率/%		90	80 左右	99.2	
耗电量 ^① /kW·h·t ⁻¹		13.12	25.53	约 6	
维修 费用 ^②	机械	一年固紧几 次螺钉	仅牛皮消耗一 项耗 3000 多元	2038 元 424 工时	8427 元 1330 工时
	电气	100 元左右		800 元 350 工时	400 元 200 工时

①湘潭钢铁厂的耗电量为全年平均值,包括辅助设备用电;西北耐火材料厂的耗电量不包括辅助设备用电。

②西北耐火材料厂的维修费用为按摩擦压力机大修期平均计算,湘潭钢铁厂为 1982 年一年内实际费用,不包括大修费用。

该成果 1980 年通过原冶金工业部鉴定,曾获部科技成果三等奖;1985 年获国家发明四等奖。该成果曾小批量生产,已生产(包括摩擦压力机的改造)近百台,已在全国中、大型耐火材料厂生产中使用。此设备技术资料可以转让,可提供全部技术资料并可协助生产成品。

联 系 人: 顾积栋

通讯地址: 陕西省西安市西安交通大学三村 15 舍 103 室 邮编 710048

联系电话: 029-2660137