

73.2079
S D K

0173135

中小型电机技术革新

资 料 汇 编

上海市电器科学研究所

毛 主 席 语 录

**鼓足干劲，力争上游，多快好省
地建设社会主义。**

**中国人民有志气，有能力，一定
要在不久的将来，赶上和超过世界
先进水平。**

前 言

在党的社会主义建设总路线光辉照耀下，电机行业广大革命职工遵照伟大领袖毛主席“**认真看书学习，弄通马克思主义**”的伟大教导，深入开展批修整风运动，狠批刘少奇一类骗子所推行的反革命修正主义路线，进一步提高了阶级斗争，路线斗争和在无产阶级专政条件下继续革命的觉悟。在“**抓革命，促生产**”中，广大革命职工坚决贯彻“**独立自主，自力更生**”的伟大方针，高举《**鞍钢宪法**》的旗帜，深入开展“**工业学大庆**”运动，破除迷信，解放思想，大搞技术革新的群众运动，在新产品、新技术、新工艺、新材料方面，取得了不少新的成果，为社会主义建设作出了贡献。

在有关领导部门和电机制造厂大力支持和配合下，我们根据最近几年“电机工人通讯”和“中小型电机技术情报”所出版的资料为基础，并收集和补充了有关资料，进行整理、编辑，出版“中小型电机技术革新资料汇编”。这些资料有的是比较成熟的，有的尚待进一步完善、提高。仅供参考。

本汇编共分产品、工艺、材料、新技术四个部分，共有203个项目。

由于我们工作不够深入，了解情况不全面，因而还有很多好的经验没有收集到，再加上水平有限，汇编内容可能存在缺点和错误，请批评指正。我们希望各单位能经常提供双革四新成果资料，以便汇编交流。

目 录

(内部资料 注意保存)

I 产 品 部 分

一、中型异步电动机

- 箱式结构中型异步电动机.....大连电机厂(1)
无滑环无外接起动装置的JR型异步电动机.....杭州发电设备厂(3)
采用八角形带齿冲片结构的中型铝线电机.....合肥电机厂(8)

二、小型异步电动机

- JRO2 三相绕线转子异步电动机.....昆明电机厂(11)
JO2-L 三相小型铝线异步电动机.....(12)
JO3 三相小型铝线异步电动机.....(14)
JO4 三相小型异步电动机.....(15)

三、发 电 机

- 400 千瓦无刷结构谐波励磁同步发电机.....
.....广州电机厂、广州造船厂、广州电器科学研究所(16)
T2S(谐波励磁)同步发电机.....江西高安电机厂(20)
40 千瓦谐波励磁同步发电机.....哈尔滨小型电机厂(26)
2 千瓦单相汽油发电机组.....闽东电机厂(30)
50 千瓦复合式中频发电机.....上海先锋电机厂(31)
绕笼型中频发电机组.....开封电机厂(34)
将带励磁机的同步发电机改为无刷发电机.....江西吉安电机厂(35)

四、潜水电机

- 6000 伏充水湿式潜水电机.....上海人民电机厂、上海市电器科学研究所(38)
JQS 井用潜水电机.....天津市卫东电机厂(41)
JQSY 井用充油式潜水电机.....哈尔滨仪表设备厂(42)
用磁棒转子作制动保护的潜水电泵.....上海人民电机厂(47)

五、制动、起重用电机

- 杠杆式电制动电动机.....大连电机厂(49)
双杠杆式电制动电动机.....上海起重电机厂(50)
傍磁制动三相鼠笼异步电动机.....沈阳市第二电机厂(51)
175 千瓦起重冶金用直流电动机.....上海电机厂(53)
起重及冶金用三相异步电动机.....大连第二电机厂等(53)

六、变速电机

- 电磁调速异步电动机.....
沈阳市第二电机厂、上海电器成套厂、上海先锋电机厂、上海市电机综合研究所 (55)
三相鼠笼型可控硅调压调速电机.....上海沪东电机厂 (58)
115 千瓦 绕线式异步电机可控硅串级调速.....
.....上海立新造纸厂、上海先锋电机厂、上海轻工设计院 (63)
低噪音低振动双速电动机.....上海市电器科学研究所 (69)

七、特殊电机

- 三相力矩电动机.....上海沪东电机厂 (70)
辊道电动机.....大连电机厂 (71)
屏蔽电动机.....佳木斯电机厂等 (72)
单、三相两用电动机.....浙江省嵊县革命委员会 (74)
ZZF150 型电机.....上海直流电机厂 (77)
摆线针轮减速电动机.....江 门、博 山、合 肥、上海沪东电机厂 (77)

II 工 艺 部 分

一、铸 造

- 铸造车间机械化简介.....佳木斯电机厂 (81)
白煤粉化铁.....广东东莞机电厂 (83)
开边式冲天炉.....江 门 电 机 厂 (85)
射压造型.....上海跃进电机厂等 (86)
半自动抛砂机.....上海电机厂 (88)
流态砂造型.....湘潭电机厂 (90)
抛丸清砂和浸漆生产线.....沈阳第二电机厂 (91)
电子秤在冲天炉配料中的应用.....博 山 电 机 厂 (92)
造型机程序控制盘.....上海人民电机厂 (93)
造型流水线.....上海人民电机厂 (96)
落锤式敲铁机.....上海人民电机厂 (97)

二、压 铸

- 转子铸铝专用压铸机自动进铝装置.....上海电机公司 (98)
转轴热套.....广西百色电机厂 (101)
弹力压铸机.....上海跃进电机厂 (103)
转子压铸机械化.....大连电机厂 (105)
杠杆式压力铸铝机.....四川新生电机厂 (108)

三、切 削

- 机座加工自动线.....上海跃进电机厂 (110)
JO2 (#1~5) 机座加工自动线.....大连电机厂 (112)
机座 (#6~9) 占孔、攻丝专用机床.....沈阳市第二电机厂 (113)
双面铣床.....大连第二电机厂 (114)

JO2 (#3~5) 电动机机座加工组合机床	大连电机厂 (115)
加工端盖 (#6~7) 多头钻床	沈阳市第二电机厂 (116)
四工位半自动钻床	四川新生电机厂 (117)
加工端盖 (#4) 多头钻床	西安电机厂 (121)
射流控制加工轴承盖半自动车床	大连电机厂、旅大市机电研究所 (123)
转轴 (#1~4) 打中心孔刮平面专用机床	上海跃进电机厂 (125)
转轴 (#5~8) 铣端面打中心孔两工位专用机床	上海革新电机厂 (127)
射流控制转轴 (#5~8) 铣端面打中心孔专用机床	杭州发电设备厂 (128)
换向器云母自动下料机	上海汽轮机厂 (131)
换向器片间云母不下刻工艺	湘潭电机厂 (133)
换向器自动铣槽机	上海汽车电机厂 (134)
换向片自动开槽机	哈尔滨电机厂 (137)
刷座钻孔、攻丝专用机床	上海直流电机厂 (137)
偏心卡头	上海革新电机厂 (140)
加工摆线针轮专用机床	上海沪东电机厂 (140)
电机机座支持筋钻孔、攻丝用专用工具	北京重型电机厂 (142)
射流控制槽楔自动下料机	哈尔滨电机厂 (144)
圆柱式分度盘	江门电机厂 (145)
车削转子外圆的圆盘刀	大连电机厂 (147)
自动定心不停车夹头	上海汽车电机厂 (148)
JO2 (#3~5) 电动机转子、转轴加工自动线	大连电机厂 (150)
导轨表面淬硬机	江西电机厂 (150)
槽楔成型机	四川新生电机厂 (151)

四、冲压和模具

自制 300 吨大型冲床	江西电机厂 (152)
焊接结构 250 吨冲床	沈阳市第二电机厂 (153)
射流程序控制冲床	广州电机厂 (154)
定子冲片自动冲床	昆明电机厂 (157)
转子片自动冲槽装置	上海跃进电机厂 (159)
硅钢片冲剪自动线	大连电机厂等 (161)
冲片采用电磁夹盘来冲槽	沈阳市电机厂 (161)
冲床机械接料装置	四川东方电机厂 (162)
电火花加工	广州电机厂 (163)
采用线切割工艺, 冷冲凹凸模一次加工成形	上海直流电机厂 (167)
四电子管高频电火花机床电源及 DYT—3 液压头	上海沪东电机厂 (168)
电极同心、垂直度测量工具	上海电机模具厂 (169)
环氧树脂粘结电机冷冲模具	广州电机厂 (171)
JO2 (#1~4) 风罩拉深模	浙江江山电工器材厂 (173)
定子铁芯液压压床	上海革新电机厂 (174)
800 吨油压机	北京重型电机厂 (176)

高速锤锻造齿轮	上海汽车电机厂、上海机械制造工艺研究所 (177)
高速锤	博山电机厂 (180)
绝缘垫纸板冲压自动送料机构	沈阳市电机厂 (181)
双槽冲	上海电机厂 (181)
硬质合金复式模	大连电机厂、一机部电器科学研究院 (182)
定子冲片采用浮动刀口的全复式冲模	上海沪东电机厂 (186)
磨削硬质合金用自制树脂结合剂单层金刚石成型砂轮	大连电机厂 (187)
卧式转子理片机	四川新生电机厂 (192)
并头套、通风槽管成形自动机床	南京汽轮电机厂 (193)
转轴精锻	大连电机厂 (194)
五、焊 接	
多股圆铝线和铜电缆的直接焊接	杭州发电设备厂 (195)
铝—铜、铝—铝钎焊	湘潭电机厂 (196)
电机引出线铝—铝、铝—铜钎焊	天津工农电机厂 (197)
低压贮能对焊机	杭州发电设备厂 (198)
磷铜焊接升高片	沈阳市防爆灯厂 (200)
冷压对接焊机	上海电机厂 (201)
直流振动堆焊机	上海革新电机厂 (202)
氩气保护焊的劳动保护设备	上海电机厂 (204)
六、绕线嵌线	
万能绕线模	上海汽轮机厂 (205)
半自动张缩绕线模	沈阳市第二电机厂 (206)
快卸多用线圈绕线模	四川新生电机厂 (211)
三头绕线机	上海人民电机厂 (216)
交流定子线圈自动跳槽绕线机	包头电机厂 (218)
仿线径自动排线	包头电机厂 (219)
发电机磁极线圈扁绕机	昆明电机厂 (221)
压转子铜排拼头套的弯角机	沈阳市电机厂 (223)
铜排压弯压弧机	沈阳市电机厂 (224)
自动切线机	秦岭机电制造公司 (225)
JO2#3、4 极电机嵌线机简介	大连电机厂 (227)
电机定子下线机	沈阳电工机械厂 (230)
双弦绕组嵌线机 (转子)	秦岭机电制造公司 (232)
电机转子嵌线机	哈尔滨拖拉机配件厂 (233)
农排电机下线流水线	上海人民电机厂 (234)
定子端部成形器	四川新生电机厂 (235)
漆包线除膜	天津机车车辆机械厂 (237)
直流发电机转子线头刮漆膜机	哈尔滨拖拉机配件厂 (237)
七、绝缘工艺	
#1~4 低压电机一次浸漆工艺	上海跃进电机厂、上海市电器科学研究所 (239)

低压电机一次浸漆工艺	天津卫东电机厂 (245)
真空加压一次浸漆	佳木斯电机厂 (246)
无溶剂漆的压力浸漆工艺	南京汽轮电机厂 (247)
快干无溶剂漆的滴浸工艺及设备	
..... 广州电器科学研究所、哈尔滨绝缘材料厂、大连电机厂 (249)	
链轮传送式快干无溶剂滴漆工艺设备	广州市人民机修厂 (253)
B级胶绝缘线圈液压新工艺	江西电机厂 (255)
硅钢片氧化膜绝缘处理	佳木斯电机厂 (257)

八、环氧粉末涂敷

JR 型电动机转子铜排弹性环氧粉末涂敷	广州电机厂 (260)
发电机磁极线圈高温环氧粉末涂敷工艺	广州电机厂 (262)
中型绕线转子铜条环氧粉末熔敷工艺	长沙电机厂 (264)
高压线圈绝缘环氧粉末涂敷	长沙电机厂、广州电器科学研究所 (265)
粉末树脂熔槽绝缘工艺	成都电机厂 (267)
小型电机环氧粉末熔槽绝缘工艺	广东东莞机电厂 (268)
附录 I 弹性环氧粉末	广州电器科学研究所、广州南中塑料厂 (270)
附录 II 12—3环氧粉末	常州绝缘材料厂 (272)
附录 III 粉末去磁装置	广东东莞机电厂 (273)

九、总装及试验

以水代油清洗轴承	华东地区轴承防锈协作组 (274)
轴承压装专用设备	四川新生电机厂 (275)
风动扳手	上海汽车电机厂 (276)
电机装配机械化流水线 (JO2#1~5)	大连电机厂 (277)
静电喷漆自动线	上海跃进电机厂 (278)
水溶性电泳涂漆新工艺	湘潭电机厂 (281)
交流电泳涂漆	广州第一电器厂、广州电器科学研究所 (282)
电机绕组自动耐压试验机	江苏黄桥红旗电机厂 (284)
电机绕组自动控制耐压试验机	江西抚州电机厂 (286)
转子绕组匝间绝缘耐压试验设备	湘潭电机厂 (287)
JO2 (#1~5) 电动机 成品试验转盘	大连电机厂 (290)
振动式数字测速仪	上海市电器科学研究所 (290)
鼠笼转子导条质量检查仪	甘肃酒泉起重机厂 (292)
10公斤—米电磁式转矩测量仪	上海市电器科学研究所 (293)
电枢检验仪	上海市电动工具研究所 (295)
数字式力矩测试仪	上海微型电机厂 (297)
高通滤波器式火花指示器	浙江大学 (298)

II 材料部分

一、导磁材料

粉末冶金整体铁芯取代硅钢片铁芯	北京粉末冶金研究所 (303)
-----------------------	-----------------

用粉末冶金硅钢片制造电机北京电机厂 (304)
黑铁片代硅钢片
.....广东广宁电机厂、江西电机厂、江西高安电机厂、陕西渭南纺织机械厂 (304)

磁性槽楔

——磁性槽楔在小型电机中的应用试验西安电机厂、西安绝缘材料厂 (307)
——酚醛塑料复合酚醛铁粉的磁性槽楔上海先锋电机厂 (309)
——磁性槽楔在中型电机上的应用南京汽轮电机厂 (310)
——磁性槽楔对电机性能的影响湘潭电机厂 (311)

二、导电材料

自粘性漆包线制造分马力电机上海革新电机厂 (313)
电机转子用高电阻铝合金上海市电器科学研究所 (314)
聚脂水溶性电泳漆包线湖南造漆厂、湘潭电机厂、湘潭电线厂 (316)
自粘—可焊性漆包线天津卫东漆包线厂 (321)
高强度聚脂—亚胺漆包线天津卫东漆包线厂 (321)
高强度聚酰亚胺漆包线天津卫东漆包线厂 (322)
高强度聚酰胺—亚胺漆包线天津卫东漆包线厂 (322)

三、绝缘材料

粉云母制品

——环氧粉云母绝缘上海电机厂等 (324)
——柔软粉云母板和粉黄云母带西安绝缘材料厂 (326)
——环氧酚醛玻璃坯布和B级粉云母布复合绝缘材料在汽轮发电机槽绝缘
上的应用北京重型电机厂 (328)

聚二苯醚树脂绝缘漆天津合成材料厂 (328)
聚二苯醚树脂玻璃布层压制品上海绝缘材料厂、苏州溶剂厂、华东化工学院 (329)
硅橡胶上海电机厂 (331)
环氧酚醛玻璃布V形环上海绝缘材料厂 (334)
玻璃纤维酚醛塑料及应用佳木斯电机厂 (334)
半导体玻璃布层压板上海绝缘材料厂 (337)

无溶剂漆

——环氧聚脂型快干无溶剂漆
.....广州电器科学研究所、大连电机厂、哈尔滨绝缘材料厂 (339)
——#5151及#5152苯乙烯环氧—聚脂无溶剂漆上海长征造漆厂 (341)
——H43—5滴型无溶剂环氧胶
.....甘肃油漆厂涂料所、博山电机厂、青岛油漆厂 (341)

芳香聚酰胺薄膜粉云母玻璃布复合材料制品

.....上海云母绝缘材料厂、上海直流电机厂 (343)
聚酰亚胺薄膜摘“天津电工” (346)
复合聚酰亚胺薄膜(HF)上海合成树脂研究所 (347)
不饱和聚脂玻璃丝绑扎带

.....广州电器科学研究所、广州绝缘材料厂、广州制漆厂广州玻璃三厂 (347)

三聚氰胺醇酸树脂漆	上海电机厂 (350)
174 粉末树脂	西安绝缘材料厂 (350)
176 弹性粉末树脂	西安绝缘材料厂 (351)
玻璃纤维绝缘纸	

…镇江大东造纸厂、上海市电器科学研究所、南京玻璃纤维工业研究设计院 (352)

聚酯薄膜玻璃纤维纸箔	泰州绝缘材料厂 (353)
------------------	---------------

四、其它材料

菱苦土	上海电机厂 (357)
稀土镁球墨铸铁	佳木斯电机厂 (358)
单体浇铸尼龙 6 (MC 尼龙)	上海市造船公司 (359)
常温固化环氧胶	7 0 3 所 (361)
无机粘接剂	上海革新电机厂 (362)
导电粘合剂—HXJ—13 导电胶	7 0 3 所 (365)
MT 35 钢结硬质合金	广州标准件厂 (365)
新型电刷	哈尔滨电碳厂、上海电碳厂 (366)
#132 不去锈涂料	广州电器科学研究所 (367)
二硫化钨	本溪市牛心台化工厂 (368)

IV 新技术部分

一、电子计算机的应用

电子计算机选择与计算硅钢片套裁	上海先锋电机厂、复旦大学 (369)
应用电子计算机进行电机设计	
——JO2—L 系列 #9 机座铝线异步电动机电磁方案计算	杭州发电设备厂 (372)
数字程序控制切割机床	江西高安电机厂 (390)

二、“正弦”绕组

“正弦”绕组	华中工学院、湖北电机厂 (392)
--------------	-------------------

三、单绕组多速电动机

单绕组多速电动机	华中工学院、湖北电机厂、上海市电器科学研究所 (403)
----------------	------------------------------

四、龙门刨床可控硅调速系统

三相桥式反并联 (无环流) 调速系统	
.....	上海直流电机厂、同济大学、上海市电机综合研究所 (438)
三相零式反并联 (有环流) 调速系统	广州电机厂 (439)

☆ 一九七三年七月付印 ☆

一、中 型 异 步 电 动 机

箱式结构中型异步电动机

大 连 电 机 厂

七一年十一月份我厂试制成功了箱式结构250千瓦4极,6000伏高压三相异步电动机。该电动机为双轴伸,如图1所示。电气性能符合国家标准(JB563—64)。

电动机定子绕组为成型线卷,用双玻璃丝包扁线,其包扎绝缘为环氧粉云母带热压成型。嵌线后,真空浸渍1032漆,绝缘电阻良好,绝缘等级为B级。

结构采用了“可拆卸式”,定子铁芯靠两侧压板固定于铸铁底座内。由于两端轴承室与底座内支撑铁芯的圆面为一次装卡车成,从而保证了定转子同心度和气隙均匀度的要求。

外形为箱式结构与老系列(JS)比较具有以下特点:

1. 结构简单,使用、维护方便。
2. 制造加工、装配比较方便。
3. 体积小、重量轻、出力大,节约原材料。

该电动机中心高为400mm,体积缩小了37%,总重为1340公斤,老系列(JS)为2110公斤,减轻35%,矽钢片节约了13%。

4. 采用了塑料挡风板,缩小了高压电机绕组对地距离及外形尺寸。

总之,与JS系列比较,在相同中心高情况下,出力约提高了两个机座号。

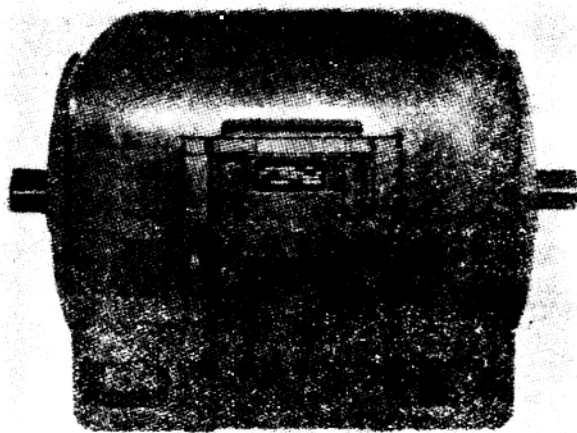


图1 箱式结构250千瓦4极6千伏鼠笼型三相异步电动机外形图

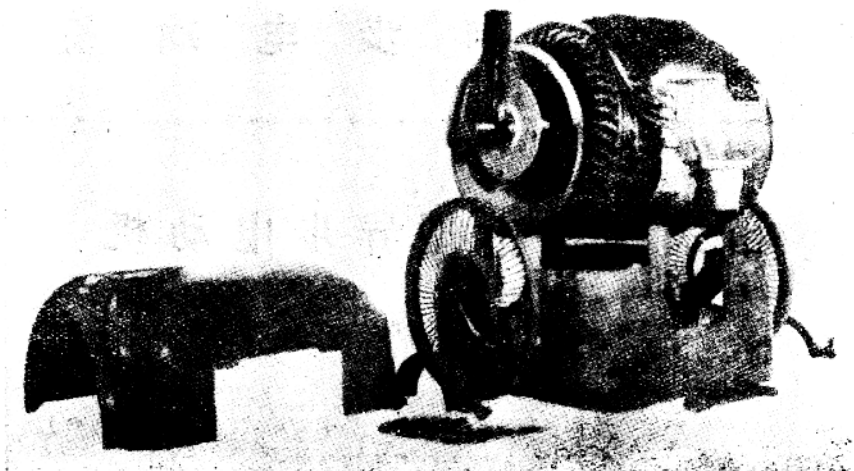


图2 电机全部零部件

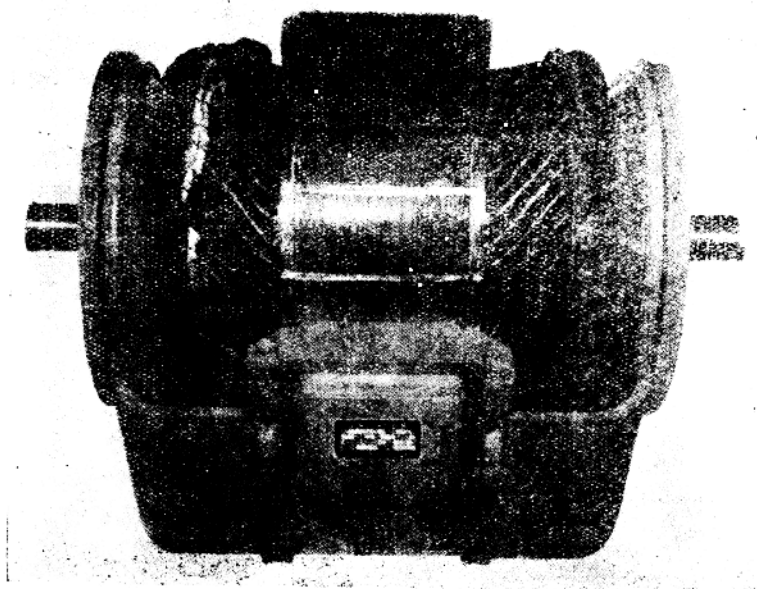


图3 定子装配图

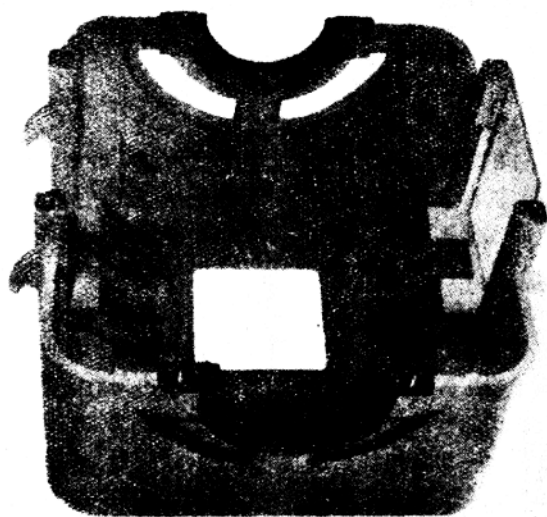


图4 电机底座：由铸铁铸成

无滑环无外接起动装置的JR型异步电动机

杭州发电设备厂

我厂在一九七一年八月提出并进行绕线型电动机用改变其转子绕组联接进行起动的试验和试制工作，立即得到厂党委的重视和支持。在干部、工人、技术人员三结合共同努力下，初步试制成功无滑环无外接起动装置JR型异步电动机。从而进一步解决了JR型电动机的复杂结构和繁复的起动问题。改进后的电动机简化了起动装置部分，可以减少另件100余个，减少金加工工时约20%，节省材料消耗和降低成本。同时用户还可以省去起动变阻器或频敏变阻器。以JR115-6，75千瓦电动机为例，就可省去一台70公斤重，价值600余元的油浸变阻器。节省了国家投资。

其中采用“移相50%正向连接”电动

机，已成功地按装在杭州市中村水泥厂，拖动 $\phi 1200 \times 4500$ 6吨球磨机运转，起动性能良好。该型电动机结构简单，无滑环，无需专门的起动装置，又无需另配起动电阻。使用、维护方便，深为用户欢迎。

问题的提出

传统的JR型系列三相绕线型异步电动机是卅年代的产品，有着较复杂的结构。这种电动机起动时在转子回路中接入起动电阻或频敏变阻器，以增加起动转矩，降低起动电流。当电动机起动完毕正常运行时，为了减少转子损耗又必须切除这些外接元件。为实现这个过程，JR型电动机就必须具有：滑环装置，通过它将静止的起动电阻或频敏

变阻器接入转子回路；短路装置：正常运行时将起动元件切除；举刷装置：减少运行时电刷磨擦损耗，以及转子出线盒等。这些装置和外接的起动电阻结构复杂，另件众多，不但消耗了大量金属材料 and 绝缘材料，生产周期也长。在 J R 型电动机制造数量日益增加的形势下，为了多快好省地建设社会主义，广大职工要求尽早革掉这个“尾巴”（指末端的滑环等起动部份）。在考虑了 J R 型电动机使用于调速的仅为生产总数的 1~2% 左右，大多数是用于变压器容量较小，直接拖带各种类型负载的实际情况，我们根据伟大领袖毛主席教导：“一切真知都是从直接经验发源的。”我厂在一九六八年未开始尝试制造旋转变阻器，革掉了滑环装置和外接的起动电阻装置，对简化 J R 型电动机起动问题起了一定的作用，收到了一定的效果。但由于其铁芯体积、重量受到一定的限制，涡流电阻不能增加很大，从而限制了起动转矩的进一步增加。使其仅能适用于轻负荷起动，而对于重负荷起动的电动机则仍必须使用繁复的起动装置和外接起动电阻。伟大导师列宁指出：“我们主张不断革命。我们决不半途而废。”为了进一步提高起动转矩，更广泛的适合各种不同的拖动负载，同时再进一步的简化起动装置，甚至革掉旋转变阻器，以降低成本，缩短制造周期，便于客户配套使用。我们在 J R 115—6 75 千瓦电动机（转子槽数 54，每极每相槽数 3）上试制了所谓“转子绕组改接联接电动机”，共作了三种改接方式，即：

- (1) 移相 50% 正向联接。
- (2) $\frac{1}{3}$ 反向改接联接。
- (3) $\frac{2}{3}$ 反向改接联接。

经过试验，效果良好，起动特性有显著改善，为无滑环、无外接起动电阻的 J R 型电动机进一步探讨提供了数据。

转子绕组改接联接方式及其原理简述

1. 移相 50% 正向联接：

当三相绕线型电动机起动时，将转子绕组的一半移相改接，如图 1 所示。图 2 为

$$Z_2 = 54 \quad q_2 = 3$$

的转子绕组展开图，转子绕组移相改接后，每相绕组有在几何位置上相差 120° 电角度的二部份绕组串联而成。

二部份绕组中流过的电流也相差 120° 电角度，因此每相的合成旋转磁势为改接前的 $\frac{1}{2}$ 倍，相当每相绕组的有效导体数减少了一半。或换言之，有效匝数在改接后减少了一半。于是电动机的阻抗折合系数及电势、电流比，改接后分别是改接前的 4.2.2 倍。但每相串联导体数与原来的一样，故折算到定子边的每相转子直流电阻较改接前增大了四倍。因为上、下层导体的电流不同相以及有效匝数的变化，转子绕组电抗的数值也起了变化，经我们分析计算约略可以认为：改接后电动机的转子电抗约为改接前的 1.2 倍。其结果是：

(1) 改接后从定子边看，转子电阻的增加远大于转子电抗的增加。

(2) 改接后从定子边看，总的转子阻抗增加了。

于是：改接后起动转矩增加，起动电流

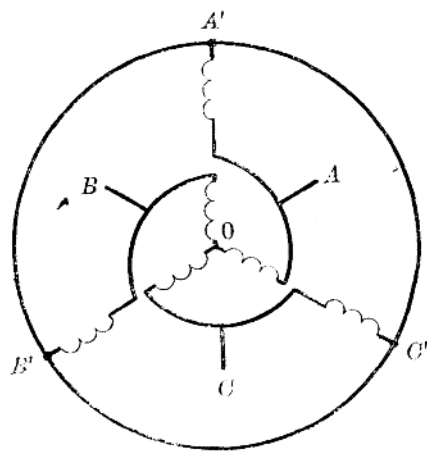


图 1 移相 50% 正向联接原理图

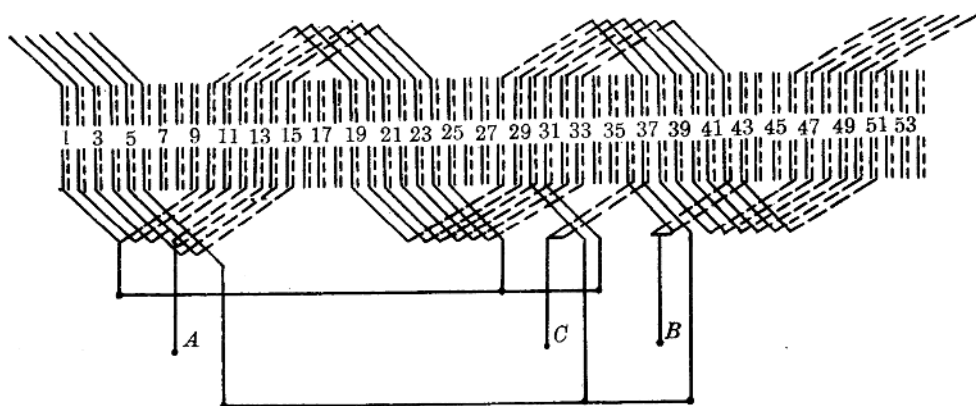


图2 $Z_2 = 54 q_2 = 3$ 移相50%正向联接绕组展开图

降低, 最大转矩略有降低。

JR 115—6 75千瓦电动机移相改接前后的起动特性示于图3。

从图3曲线上也可以看出: 起动转矩增加, 最大转矩略有下降。

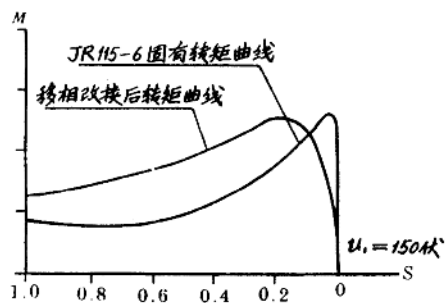


图3 移相50%正向联接改接前后的
 $M = f(S)$ 曲线

改接联接后的起动电流是低了, 但转子的起动电流并未减小。假设起动电流增加的倍数为 k 倍, 即:

$$I_{1st} = k I_{1H}$$

式中:

I_{1st} : 定子起动电流。

I_{1H} : 定子额定电流。

根据起动时的磁势平衡关系式, 这时:

$$I_{2st} = 2k I_{2H}$$

式中:

I_{2st} : 转子起动电流。

I_{2H} : 转子额定电流。

在转子绕组改接后, 如果起动电流的降低没有超过50%, 则改接后转子实际的起动电流将要较改接前增加。

例如: 如果改接以后, $k = 3 \sim 3.5$, 则实际的转子起动电流将达6~7倍左右。因此, 为了起动可靠, 转子绕组的并头套须要加强, 以防止由于接触不良而造成过热的事。

若电动机在改接联接起动完毕后就作为正常运行, 这时, 当负载为额定值时, 即:

$$I_1 = I_{1H}$$

则:

$$I_2 = 2I_{2H} \text{ (原理同前)}$$

即转子电流将是改接前的2倍, 因此其转子损耗为改接前的4倍。这时电机的温升及滑差均将是不允许的。由此, 在正常运行时, 就需要使转子绕组恢复到原来的接法。如果采用传统的机械装置来完成这个换接过程, 那么换接装置就将设计得相当复杂。假如我们把图1的A、B、C三点予以短接, 这只要装一个简单的短路装置来完成。这时转子绕组就相当于一个双转子。它形成二个三相平衡系统。两个系统的电势、电流各自独立平衡。其电势、阻抗则与各自系统内的匝

数成正比。两部份匝数可能不等，但二部份电流的数值相等，相位上也是相同的。它们所产生的旋转磁场在空间也是同相的，其合成是两者之和。由磁势平衡关系式可知，这时转子绕组中的电流：当 $I = I_{1H}$ 时， $I_2 = I_{2H}$ ，与改接前的转子电流相等。通过负载试验和实际运行证明也是如此。

2. 1/6反向联接和1/3反向联接：

我们在JR115—6 75千瓦电动机上进行了试验，转子槽数 $Z_2 = 54$ ，转子每极每相槽数 $q_2 = 3$ ，为便于接线，我们选择每相绕组的1/6及1/3导体分别在同相中反接，如图4、图5所示。

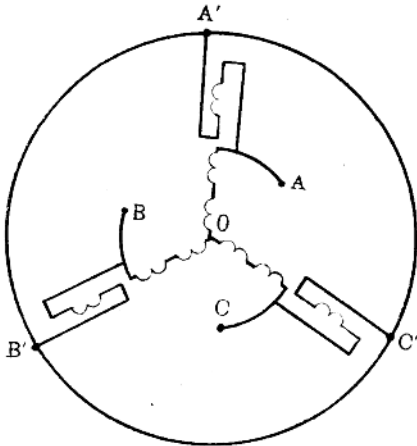


图4 $Z_2 = 54$ $q_2 = 3$ 1/6反接联接原理图

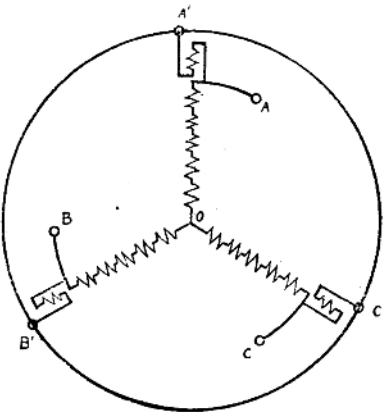


图5 $Z_2 = 54$ $q_2 = 3$ 1/3反接联接原理图

反接后，每相绕组中分别有1/6及1/3导体中流过的电流与绕组其他导体中流过的电流相反，即差 180° 电角度。也就是相当于每相有效匝数分别减少了： $2 \times \frac{1}{6} = \frac{1}{3}$ 及 $2 \times \frac{1}{3} = \frac{2}{3}$ 。这时电机的阻抗折合系数分别增加为3/2及9/2倍。与移相改接的原理相仿，折合后的阻抗改变了，从而改变了起动特性。

3. 三种改接联接方式的制动试验数据：

移相50%正向联接，1/6反向联接以及1/3反向联接的制动试验数据分别列表于1、2、3。

表1 移向50%正向联接制动试验数据：

$U_1(V)$	$I_1(A)$	$M(kg-M)$
140(0.369)	164(1.15)	11(0.15)
208(0.548)	246(1.72)	47.6(0.65)
280(0.736)	349(2.44)	68.5(0.935)
320(0.843)	410(2.87)	80.2(1.095)
380(1)	500(3.5)	131(1.79)

电动机的额定值为：

$$U_H = 380 V$$

$$I_H = 143 A$$

$$M_H = 75 kg-M$$

表2 1/6反向联接制动试验数据：

$U_1(V)$	$I_1(A)$	$M(kg-M)$
190(0.5)	212.5(1.487)	21(0.287)
294(0.774)	400(2.8)	74.5(0.994)
372(0.98)	550(3.84)	127.8(1.745)

表3 1/3反向联接制动试验数据：

$U_1(V)$	$I_1(A)$	$M(kg-M)$
201(0.53)	104(0.727)	13(0.178)
315(0.83)	218(1.525)	27(0.368)
382.5(1.005)	285(1.99)	47(0.642)

注：上列三表 括号内数据为标么值。

从试验中所得数据可以看出，为得到不同起动转矩值和起动电流值，可以根据每极

每相槽数 q_2 的数值合理选取各种不同绕组的联接方法。例：移相、反接等等来满足各种不同的起动特性要求。因此它可以适应各种不同负载的起动。

转子绕组移相50%正向联接

电动机的负载试验

经过移相50%正向联接后的JR115—6 75千瓦电动机，通过空载及负载起动试验，情况良好。现将试验数据列表于后：

空载起动试验数据：

$U_1(V)$	$I_1(A)$	$t(秒)$	$I_0(A)$	备 注
380	336	9	48	电动机空载电流 $I_0 = 33(A)$

满载起动试验数据：

$U_1(V)$	$I_1(A)$	$t(秒)$	$I_H(A)$	备 注
360	336	15.8	120	电动机实际额定电流 $I_H = 143(A)$

此外，我们以未经改接的标准系列JR115—6 75千瓦电动机，配以标准的油浸起动变阻器（变油1—5/42）作满负载起动试验以资对比。其试验数据如下：

JR115—6 75千瓦电动机负载试验数据：

$U_1(A)$	$I_1(A)$	$t(秒)$	$I_H(A)$	备 注
380	360	17.5	132	负载与改接后电机起动时相同

转子绕组改接后的电动机，每小时经连续额定负载起动十次，电机温升等情况良好。试验完毕后曾拆下端盖对转子绕组端部及并头套进行检查，未发现漆膜起泡，变色及并头套脱焊等现象。

结 构

移相改接后的电动机与JR型电动机在转子结构上的不同，全在于电动机的起动部份，移相改接后电动机的转子起动结构较之JR型电动机有了很大的简化和精简。现将两种结构示于图6和图7。

改接后的电动机转子结构特点是：除了利用原短路装置在起动完毕以便短接图1中A、B、C三点使转子成双路运行之外，其余部件如集电环，举刷装置，转子出线盒等都已省去，因此，不仅简化了结构，更重要的是取消了大量的金加工另件，降低了成本，减少工时，节省了原材料。

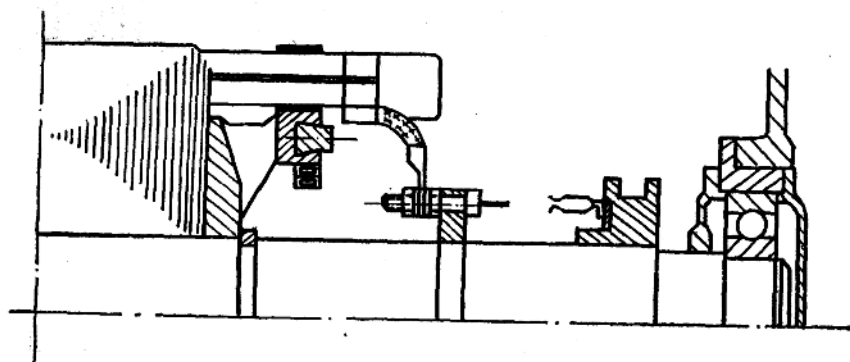


图6 改接后电动机转子结构