



JPHF 系列无环流静止式进相器

使用说明书

湖北襄开电力设备有限公司



一、概述

无环流静止式进相装置是专为大功率绕线式异步电动机设计的就地式无功功率补偿装置，它串接于交流绕线式异步电动机的转子回路，用以提高电动机的功率因数和效率，降低电机的能量损耗，从而达到节能降耗的效果，提高企业的经济效益。

无环流进相控制装置是九十年代机电一体化的高新技术，系采用交-交变频和微机控制技术开发而成，可用于取代感应式旋转进相机。它克服了旋转式进相机“整流子”结构特别怕尘埃、使用寿命短、维修频繁、规格少、难以与电动机达到最佳匹配等缺点。

1) 异步电动机无功补偿方式种类及特点

交流异步电动机无功补偿方式大致可分为两大类

a、 定子侧并联电容补偿；b、 转子侧进相补偿

2) 比较两种无功补偿方式的特点

a、 定子侧并联电容补偿：定子侧并联电容补偿可以是集中补偿，也可以是就地补偿。无论哪种补偿，其无功补偿总是在定子侧的电网上进行，只是提高了电网的功率因数，减小了供电线损，而对电动机本身工作状态没有任何改善。

b、 转子侧进相补偿：此类补偿方式针对绕线式电动机，在转子绕组上进相补偿。除了具有定子侧电容器补偿提高电网功率因数，降低电网线损的优点以外，这还真正的提高了电动机本身的功率因数、效率和过载能力，并降低了电动机的工作电流和温升。常见的有旋转式进相机和静止式进相机，近年来，静止式进相装置得到越来越广泛的应用。

3) 绕线式电机转子侧进相补偿装置种类及特点

绕线式电机转子侧进相补偿装置可分为两大类：旋转式进相机及静止式进相机。比较两类进相机的特点如下：



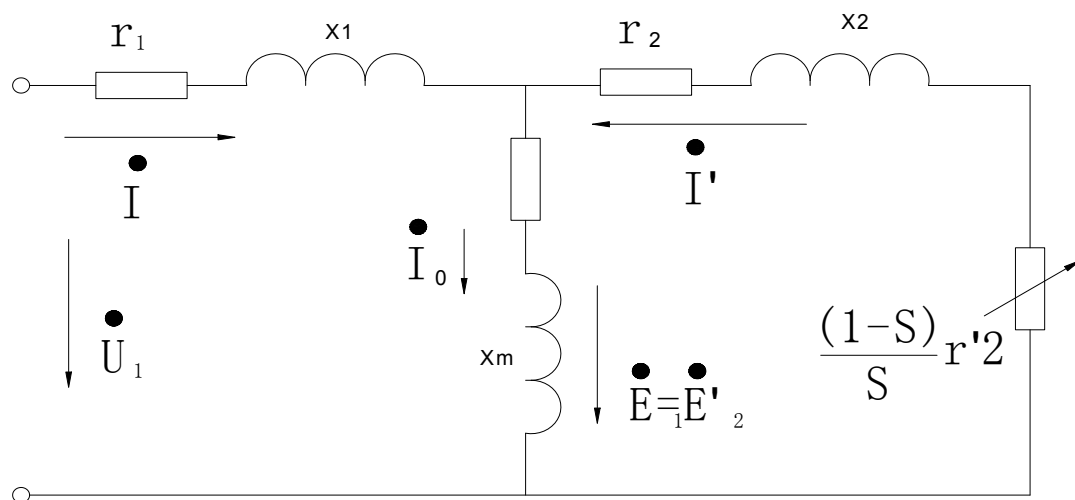
- a、 旋转式进相机：为国外三十年代的技术国内八十年代的产品，有明显的无功功率补偿效果，但由于它是整流子旋转电动机，所以它特别怕灰尘，故障率较高、维修频繁、寿命短。
- b、 无环流进相控制装置：一种静止式进相机，是国内九十年代初期开发研制的新产品，国外无同类产品报道。其采用晶闸管组成的交—交变频器替代了旋转式进相机中的整流子旋转电动机，降低了故障率，提高了运行可靠性，延长了使用寿命。
- 4) 本公司无环流进相控制装置的特点
除一般的无环流进相控制的共性外，我公司生产的 JPHF 系列无环流进相控制装置与其它同类产品相比，具有优化的线路设计、高效的微机控制、优良的电器选件等优点，产品长期工作稳定、安全、可靠，进相补偿效果明显。

二、工作原理

1) 绕线式电机转子侧进相补偿原理

异步电机负载运行时的电路分析

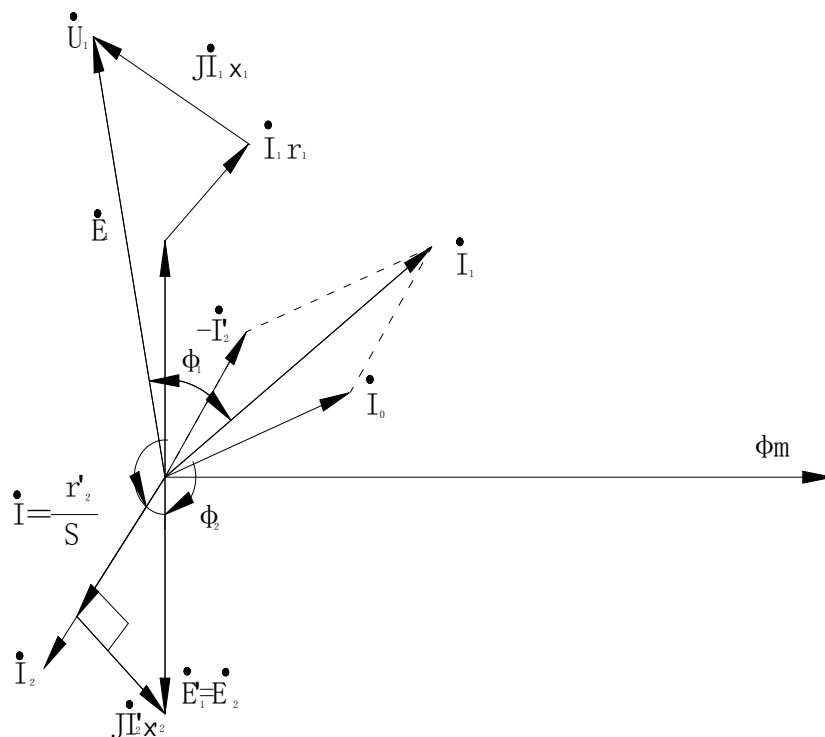
异步电机带负载运行时的等效电路图及各物理参数的相量关系图如图（1）、（2a）所示：



图（1） 异步电动机等效电路图



由异步电动机等效电路图（1）和相量关系图（2a）可知，电机功率因数 $\cos \phi_1$ 决定于电网电压 U_1 与电机定子电流 I_1 之间的夹角 ϕ_1 ，电机定子电流的大小决定于电机转子电流 I_2 及空耗电流 I_0 ($I_1 = I_2 + I_0$)。由此可见，提高转子电流 I_2 或减小 I_2 与 E_2 的夹角 ϕ_2 ，均可使定子电流 I_1 向逆时针方向转移，亦即 ϕ_1 减小，电机的功率因数得以提高。

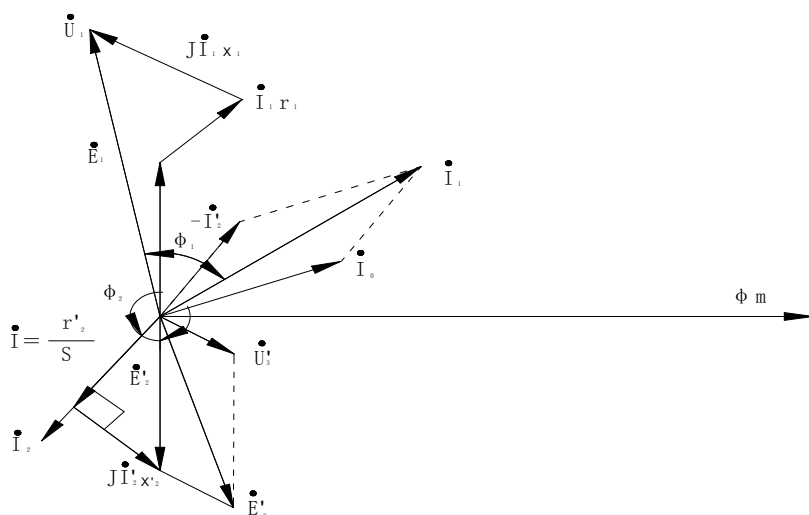


图（2a）异步电动机等效电路的相量关系图

2) 绕线式电动机转子进相补偿的数学模型

根据异步电动机等效电路的相量关系图分析可知，若在转子回路附加一个与转子电流 I_2 同频而相位滞后 90° 的附加电压 U_3 （相当于电容补偿），如图（2b）所示。则合成转子电压为 $E_3 = (E_2 + U_3)$ ，因转子功率因数 $\cos \phi_2$ 只与转差率 s 有关， s 基本不变，则 I_2 与 E_3 夹角不变，故而 I_2 与 E_2 的夹角 ϕ_2 变小，因此可以达到提高功率因数的效果。

若附加电压适当，从向量图可知不仅可以提高电机功率因数，同时可以减小定子侧电流。



3) 进相控制要求:

静止式无环流进相控制装置采用交-交变频器, 将 50Hz 的工频电压转变为与电动机转子电流同频的低频电压附加回电机的转子回路, 并使该附加电压滞后转子电流 90°, 达到电动机转子侧串接电容器的效果。这个附加电压是由 50Hz 的基波组成。图 (3) 为转子电流、附加电压的关系图。图 (4) 为矢量图。

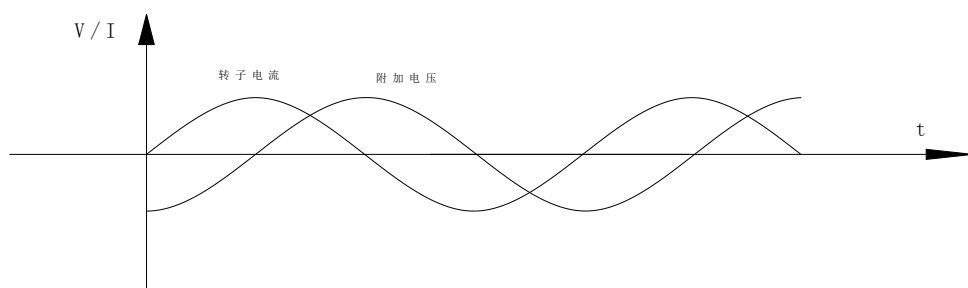


图 (3) 转子电流、附加电压的相位关系图

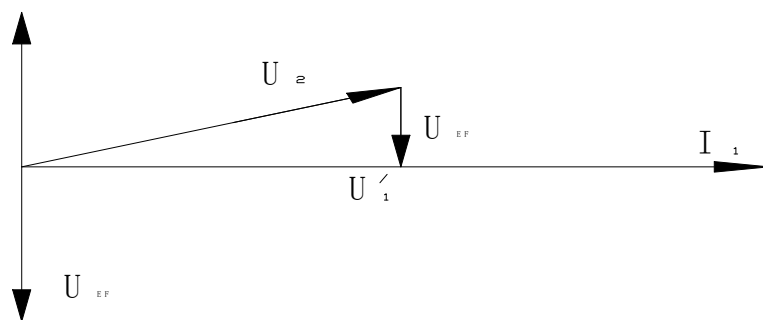
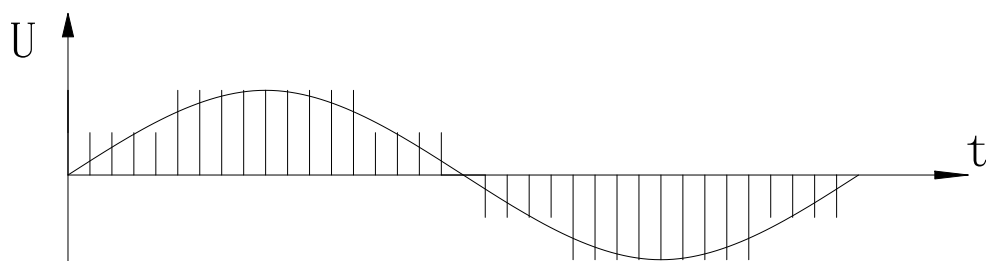


图 (4) 转子电流、附加电压的矢量关系图

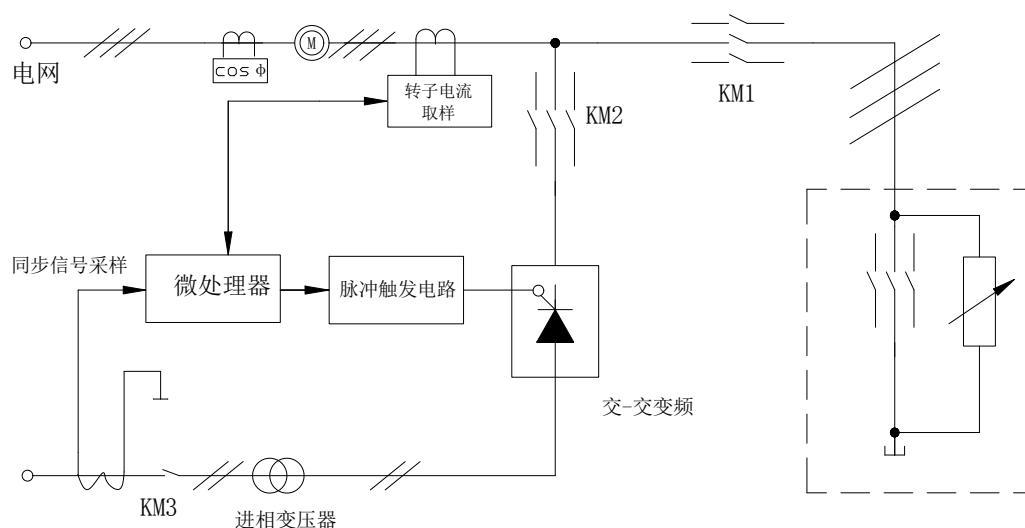


图(3)中,附加电压实际为两种幅值的矩形波又叠加而成,示意图如图(5)所示,其中正弦波为矩形波的包络曲线。



图(5) 矩形波附加电压

4) 工作原理框图如图(6)所示:

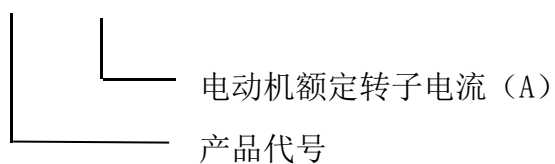


图(6) JPHF 进相控制装置工作原理方框图

三、型号说明

1) 产品型号说明

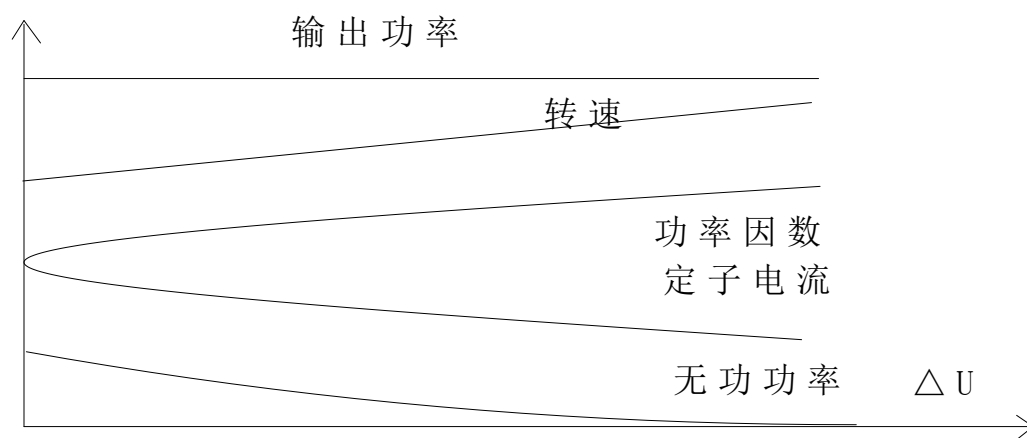
JPHF - □





四、主要技术参数及使用环境条件

- 1) 可使电机的功率提高到 0.95 以上，降低无功功率 60%以上。
- 2) 降低定子电流 10%-20%，并显著提高降低定子的温升，从而提高了电机的使用寿命。
- 3) 进相后可提高电机的效率和过载能力。
- 4) 本产品具有故障自动保护功能，进、退相自动转换，不影响生产的正常运行。
- 5) 绕线式电动机转子侧附加补偿电压后的各电机参数物理特性。



随着补偿电压 ΔU 的逐步升高，定子侧的无功功率逐渐减小，功率因数逐步上升，定子电流逐渐减小。当补偿电压升高到一定值后，定子侧的无功功率减小到接近于 0，功率因数上升到近似于 1，电机转速上升 1%左右，而电机的输出功率维持不变。

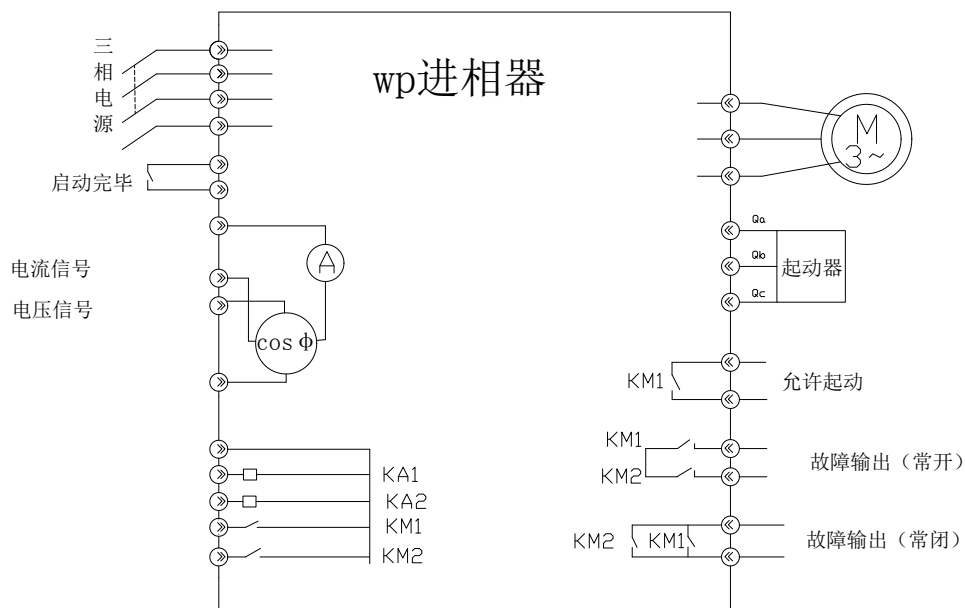
6) JPHF 系列无环流进相控制装置的安装技术条件：

海拔高度		不高于 1000m
环境参数	温度	不高于 40℃
	相对湿度	不高于 90%
	通风要求	无环流进相控制装置柜体上方 500mm 内不得有任何物体。如地沟属封闭式，需将无环流进相控制柜柜体架空 100mm。



	安全要求	安装地点应无危险、爆炸、腐蚀性气体。
电源电压要求	三相交流 380V \pm 10%，35A，50Hz。	
防护等级	IP20 IP30	

五、接线事项



- ☆ 尽量减少电磁接触器及继电器等干扰源与进相器近距离接触。
- ☆ 为防止意外事故发生，接地端子必须可靠地接地，否则可能会有触电情况发生。
- ☆ 主回路配线时，配线线径规格的选择，必须依照国家电工安全规定进行配线。
- ☆ 电机的容量及转子电流不应大于进相器的额定容量。

六、操作方法

（一）开车：

- （1）打开进相器前柜门，按下空气开关（QF1），进相器电源接通，柜体面板上的红色指示灯亮（HL1），等待主机起动，关闭柜门。
- （2）主机起动，一直到起动完毕、主机正常运转为止。

（二）投入进相



(1) 打开柜门，观察控制单元是否正常，控制单元正常时，各指示灯显示如下：

主控板（中间一块）。除上面三个指示灯（L1、L2、L3）周期性循环显示外，其它四个灯一直亮着（注意：此指电机在运转时的状态。若电机未转，L1、L2、L3 及 L6 为随机状态），其它五个灯一直亮着。

驱动板（两边两块）。其上各指示灯（12 个）均亮，并有轻微闪亮。若有任一灯不符合上述状态，则表明控制单元有故障，应维修好后方可进相。

(2) 用力按下“进相”按钮（SB1，绿色按钮），进相器面板上的红灯灭、绿灯亮（HL2），开始进相。进相器上的电流表指针快速下降并稳定、功率因数表指针快速上升至趋近 1 并稳定（指针位于“滞后”区域）。

(三) 退相：

用力按下“退相”按钮（SB2，红色按钮），红灯亮、绿灯灭，进相器即退出进相状态。

（强制退相，若按“退相”按钮不能正常退相，说明进相器强电回路出故障，应关断进相器内的 QF1，迫使进相器紧急退出进相状态，重点检修“进相”按钮 SB1）

(四) 停车：

进相器退相后，按下主机停车按钮，电机即停车。

注意事项：

- (1) 主电机起动前必须合上进相器内的空气开关（QF1），使进相器通电，否则，主机无法起动（按起动按钮无效）。
- (2) 严禁在主机运行期间切断进相器电源——断开进相器内的空开 QF1 或切断进相器供电电源。否则，会使主机停车。
- (3) 当设备大修后或进相器停用一段时间又重新启用时，第一次进相前应观察柜内控制单元上各指示灯是否正常（电机起动并正常运转后）。若正常，才可投入进相。
- (4) 进相后，当电机定子电流出现大幅摆动时，应立即退相，查出原因并检修后方可再投入使用。
- (5) 严禁频繁进相、退相、每次重复操作间隔不得少于 2 分钟。
- (6) 严禁随意插拔控制板。
- (7) 进相器检修不得在进相状态下进行，发现问题退相。



- (8) 必须严格遵守“先起动，后进相”的开机顺序，及“先退相，后停机”的停机顺序，不得反序操作。

七、基本维护

- (1) 要经常检查进相器冷却风机是否停转，若停转则及时退相，检修或更换风机，以免烧坏可控硅。
- (2) 要定期检修进相器内的两个大接触器的触头，以延长接触器的使用寿命，保障进相器及电机安全运行。
- (3) 要定期吹扫、清理进相器内的灰尘，以免过多的积灰影响进相器内变压器的正常散热和控制单元的正常工作的正常工作。尤其在进相器停用一段时间又重新起用时，必须清理。

八、检修指南

维护注意事项：

进相器的检修，必须由技术人员进行，严禁操作工随意处置。

进相器故障的查找顺序为：先查弱电、后查强电。即先检查制单元（控制板）是否正常，控制单元正常后，再查强电控制回路的故障。

因检修而要插、拔控制板时，应在退相后关断进相器内的空气开关 QF1（不影响主电机工作），严禁带电操作。而且插入时不得用力过大、过猛，以免损坏插针。任何和进相器有关的线路改动（如转子主回路相序、电源相序等），都必须重新调试。用户若遇到无法解决的故障，请及时与本公司联系。我公司随时为您提供技术支持。

（一）弱电故障的检修

从保护知识产权的角度考虑，我公司不为用户提供弱电部分（控制板）的线路图，但用户根据控制板上指示灯的状况及本说明书介绍的方法，即可排除基本的故障。

控制板上各指示灯所代表的意义如下：

- (1) 主板（中间一块）的指示灯（从上往下数）

▲ L1、L2、L3，电机转子三相电流指示

▲ L4，+5V 电源指示



- ▲ L5, 热故障指示
- ▲ L6, 缺相及自动故障保护指示
- ▲ L7, +15V 电源指示
- ▲ L8, -15V 电源指示

(2) 驱动板（两边两块）

分别代表 12 个可控硅的触发信号

在正常的情况下，各指示灯显示状态如下：

▲ 主板。除上面三个指示灯（L1、L2、L3）周期性循环显示外（注意：此指电机在运转时的状态。若电机未转，该三灯为随机状态），其它五个灯一直亮着。

▲ 驱动板。其上各指示灯（12 个）均亮并有轻微闪亮。

若有任一灯显示不符合上述状态，则应先确认电机是否正常运转，控制板是否插接好，然后接下述介绍的方法进行维修。

电机运行时，合上供电电源，观察三块控制板上指示灯状况，如任何一灯不符合正常状况，则属弱电故障。

1、三块板均不正常；

a、三块板上均有部分灯不亮，则：

(1) 更换主板上的 IC210；

(2) 如仍不行，则更换 2004。

b、三块板上只有个别灯亮，则：

(1) 检查控制板是否插好，稍微用力推紧；

(2) 如仍不行，更换两块驱动板上的 555 芯片。

C、三块板上灯全不亮，则：

(1) 确认电机是否起动完毕，星点接触器是否短接；

(2) 检查三块控制板是否插好；

(3) 起动器星点接触器是否吸合，常开辅助接点（进相器端子排上为 W，111）是否接通。

2、主控板故障（中间一块）

首先观察 L1-L3 是否正常循环闪亮，L4-L8 是否常亮。

A、L1-L3 三灯中有的循环亮，有的不循环，而其他各灯均亮，则更换芯片 IC211；



- (1) 如 L6 不亮，其他各灯亮，则检查：电机转子是否开路，电机是否在带负载运行；
- (2) 更换芯片 IC210；
- (3) 如仍是同一个灯不亮，则可能是主控板有故障或是相应电流传感器 TA 有故障。

B、 L1-L3 全都不循环：

- (1) 如 L4-L8 均亮，则更换 IC211；
- (2) 如 L6 不亮，其余各灯均亮，则观察电机是否正在带负载运行（不含起动状态），如一切正常则更换芯片 IC210、IC205、IC207。

C、 主板上 L6 不亮，其他各灯正常：

- (1) 更换主板芯片 IC207；
- (2) 更换主板芯片 IC209；
- (3) 检查主板上四位拨码开关是否找在运行状态（见前页）。

D、主板上 L4 不亮，其余各灯正常，则检查：

- (1) TM 输出铜排温度是否高于 75℃，如高于则检查：

I、轴流风机是否正常；

II、可控硅是否击空（检修见前页）；

- (2) 如低于 75℃，则检查温度开关是否开路（断开 QF1 时，测各个温度开关的两个管脚是否接通）。

3、主控板正常，驱动板不正常：

- a、一块驱动板上部分灯不亮，则更换该板上相应的芯片 2004；
- b、一块驱动板上灯全不亮，则更换该板上芯片 555；
- c、两块驱动板上灯全亮，个别灯没有快速闪亮或灯非常微弱，则抽出该板，检查插钎有无异常，有无烧焦现象，如无则重新插好，如仍有个别灯不闪，则驱动板坏。

（二）、强电故障检修

注：（1）进相器如出现故障，请首先确认该设备所用控制电源所配主电机转子相序没胡被改动过。

（2）当设备出现故障，请在主电机正常运行状态下，观察、控制板指示灯是否正常，如正常，请按强电检修步骤检查。



1、电机不能启动

- a、确认 QF 空气开关是否合上（应合上），电源是否正常；
- b、检查 KM1 是否吸合正常；
- c、检查 KM1 辅助触点 121、123 是否闭合且接触正常；
- d、检查起动设备及其它设备起动联锁。

2、按下进相按钮能进相，释放进相按钮立即退相。

- a、检查保险 FU 是否完好；
- b、检查 KM3 线包是否完好，能否正常吸合，应无短暂断路，触头号应无烧蚀、烧伤；
- c、检查 KMM 是否完好，能否正常吸合，有无短路、断路，辅助触头是否完好，有无烧蚀；
- d、检查 KM2 接触器是否能正常吸合，有无抖动现象（可单独用 380V 交流电压试验，但须注意线包是否有短路情况）辅助触头是否有烧蚀及粘结现象；KA 常闭接点是否粘连没有吸合；KM1 常闭点是否没有闭合。

3、进相后主电机停机

- a、确认电源相序（或转子相序）没有更改过，如更改过请重更改相序；
- b、确认电源电压正常（包括主电机定子电源和控制电源）；
- c、停主电机后，关断一次柜主电源（即高压隔离开关或低压空气开关刀开关）；
- d、关断进相器内空气开关 QF1，将主控板拨码开关打到试验状态，见 21 页，再合上空气开关 QF1；
- e、拆掉端子排上去往一次开关柜的停机联锁线（207、208、209 或 210），检查 KM2 或 KM3 上辅助触头是滞有污蚀、粘结现象；
- f、短接端子排上 W1，111 两根线；
- g、按下进相按钮，观察 KM2 接触器是否有抖动，测量任一对常开是否有闭合现象，或任一对常闭是否有断开现象，如有则属触点接触不良；
- h、如 KM2 有抖动发响或吸合不住现象，请将线圈拆除，更换线包内部分压电容器。

4、进相后电流大幅度摆动

- a、确认控制电源相序是否被改动，如改动过请重新更改相序；



- b、退相后确认电机电源是否有规律大幅度摆动，如是则属负载影响，如不摆请按以下步骤检查；
- c、检查（确认）控制板后部连接线有否接错和脱焊、虚焊、漏焊；
- d、检查 KM2 是否吸合良好，应无发响现象，否则检修线圈；
- e、检查轴流风机是否运行正常，如不转请检查 KM3、FU 是否正常，零线是否接通；
- f、进相状态下观察主控板（中间一块），上面三个指示灯（L1、L2、L3）是否有规律的循环闪亮，如有不正常闪亮，请参照弱电检修中的相关部分检查；
- g、关断 QF1 空开，用万用表 200K Ω 挡测可控硅阴阳极电阻是否正常，合上 QF1，测可控硅触发电压是否正常，如不正常请更换相应可控硅。

（附）可控硅检测方法：

从装可控硅的风道内引出并用 M4 的螺丝固定在绝缘板上的可控硅的触发极，而接有触发线的那个散热器端子为可控硅的阴极。判断可控硅好坏的简易办法是测其各极间的电阻，好的可控硅各极电阻如下：

触发极与阴极——几十欧姆；

触发极与阳极——几十千欧；

阴极与阳极——几十千欧。

不满足上述情况，即可判定可控硅坏。

更换可控硅后，务必压紧散热器，否则易产生过热而烧坏可控硅。

（附）主板拨码开关状态：

ON	<input type="checkbox"/>			
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4

试验状态

ON				
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4

运行状态

九、运输与储存

本装置的运输过程中，严禁横放、侧置，并加以防雨措施；

本装置（即使是带外包装的）不宜长期在户外储放。较长时间不用的柜子，应储放在干燥、通风的室内；