

电动机启动、 节能综合技术解决方案



湖北万征电气有限公司

一、概述

1.1 电动机系统的简述

电动机系统包括电动机、被拖动装置、传动系统、控制（起动、调速）系统、补偿设备以及管网负荷等，是一个涉及多学科、多专业、多领域的复杂系统。电动机系统首先通过电动机将电能转化为机械能，再通过被拖动装置（如风机、水泵、压缩机、机床、传动带等）做功，实现各种所需功能。

1.2 电动机工作原理

电动机是利用通电线圈在磁场中受力转动的现象实现把电能转换成机械能的设备。电动机按使用电源不同分为直流电动机和交流电动机，电力系统中的电动机大部分是交流电动机，可以是同步电动机或者是异步电动机。电动机主要由定子与转子组成。通电导线在磁场中受力运动的方向跟电流方向和磁感线方向有关。电动机工作原理是磁场对电流受力的作用，使电动机转动。

各种电动机中应用最广的是交流异步电动机（又称感应电动机）。它使用方便、运行可靠、价格低廉、结构牢固，但功率因数较低，调速也较困难。大容量低转速的动力机常用同步电动机。同步电动机不但功率因数高，而且其转速与负载大小无关，只决定于电网频率，工作较稳定。但同步电动机价格也较高，使用寿命一般也较异步电动机短，因此限制了其使用。以前在要求宽范围调速的场合多用直流电动机。但它有换向器，结构复杂，价格昂贵，维护困难，不适于恶劣环境，但随着电力电子技术的进步，各种交流调速手段层出不穷，在需要调速的宽范围场合一般都是用交流变频设备。

1.3 三相异步电动机常用的几种起动方法简介

1、直接起动

直接起动的优点是所需设备少，起动方式简单，成本低。电动机直接起动

的电流是正常运行的 5 倍左右，理论上来说，只要向电动机提供电源的线路和变压器容量大于电动机容量的 5 倍以上的，都可以直接启动。这一要求对于小容量的电动机容易实现，所以小容量的电动机绝大部分都是直接启动的，不需要降压启动。对于大容量的电动机来说，一方面是提供电源的线路和变压器容量很难满足电动机直接启动的条件，另一方面强大的启动电流冲击电网和电动机，影响电动机的使用寿命，对电网不利，所以大容量的电动机和不能直接启动的电动机都要采用降压启动。

2、降压启动

采用降压启动，电动机的启动电流及启动转矩与其端电压的平方成比例降低，相同的启动电流的情况下能获得较大的启动转矩。如启动电压降至额定电压的 65%，其启动电流为全压启动电流的 42%，启动转矩为全压启动转矩的 42%。

启动电流小，启动转矩较大，只允许连续启动 2~3 次，但性能较好，在鼠笼式异步电动机上使用较广。

3、Y- Δ 降压启动

定子绕组为 Δ 连接的电动机，启动时接成 Y，速度接近额定转速时转为 Δ 运行，采用这种方式启动时，每相定子绕组降低到电源电压的 58%，启动电流为直接启动时的 33%，启动转矩为直接启动时的 33%。启动电流小，启动转矩小。

Y- Δ 降压启动的优点是不需要添置启动设备，有启动开关或交流接触器等控制设备就可以实现，缺点是只能用于 Δ 连接的电动机，大型异步电机不能重载启动。

启动电流小，但二次冲击电流大，其启动转矩较小，允许启动次数较高，设备价格较低，适用于定子绕组为三角形接线的 6 个引出端子的小型电机，如 Y2 和 Y 系列电动机。

4、转子串电阻启动

绕线式三相异步电动机，转子绕组通过滑环与电阻连接。外部串接电阻相当于转子绕组的内阻增加了，减小了转子绕组的感应电流。从某个角度讲，电动机又像一个变压器，二次电流小，相当于变压器一次绕组的电动机励磁绕组电流就相应减小。根据电动机的特性，转子串接电阻会降低电动机的转速，提高转

动力矩，有更好的起动性能。

在这种起动方式中，通过使串入电机转子回路中的电阻值由最大逐渐平滑减小为零，使电动机转速逐渐平滑达到额定转速，可以获取较平滑的起动过程，从而实现绕线式大中型电动机的重载平滑起动。

5、软起动器

软起动器是一种集电机软起动、软停车、轻载节能和多种保护功能于一体的新颖电机控制装置。它的主要构成是串接于电源与被控电机之间的三相反并联晶闸管交流调压器。运用不同的方法，改变晶闸管的触发角，就可调节晶闸管调压电路的输出电压。在整个起动过程中，软起动器的输出是一个平滑的升压过程，直到晶闸管全导通，电机在额定电压下工作

软起动器的优点是降低电压起动，起动电流小，适合所有的空载、轻载异步电动机使用。缺点是起动转矩小，不适用于重载起动的大型电机。

通常为斜坡电压起动，也可突跳起动，起动电流、转矩、上升和下降时间可调，有多种控制方式，可带多种保护，允许起动次数较高，设备价格最高。

6、变频器

通常，把电压和频率固定不变的交流电变换为电压或频率可变的交流电的装置称作“变频器”。该设备首先要把三相或单相交流电变换为直流电（DC）。然后再把直流电（DC）变换为三相或单相交流电（AC）。变频器同时改变输出频率与电压，也就是改变了电机运行曲线上的 n_0 ，使电机运行曲线平行下移。因此变频器可以使电机以较小的起动电流，获得较大的起动转矩，即变频器可以起动重载负荷。

1.4 电动机能源消耗情况及主要电动机节能技术简介

电动机广泛应用于冶金、石化、化工、煤炭、建材、公用设施等多个行业和领域，主要有以下几种应用：

流体运动(泵、风机、压缩机)

物料加工(切削、搅拌、研磨、钻等)

物流运输(传送带、电梯等)

电动机消耗了全球发电总量超过 60% 的电量，绝大多数用电设备都离不开

电动机。根据欧盟“提高高效电动机和驱动的市场份额”。研究报告显示，工业用电动机消耗电能占工业用电消耗的73%。

根据统计测算，我国2011年电动机保有量17亿千瓦，总耗电量约3万亿千瓦小时，其中工业领域电动机总用电量为2.6万亿千瓦小时，约占工业用电的75%。

近年来，我国电动机及系统能效水平逐步提高，但总体能效水平仍然较低。从电动机本身看，我国电动机效率平均水平比国外低3-5%，目前在用高效电动机仅有3%左右；从电动机系统看，运行效率比国外先进水平低10-20%。工业领域电动机能效每提高1%，可节约用电260亿千瓦小时，可节省大量的电费，减少因能源过度消耗造成的环境污染问题。

根据不同应用的工艺情况的具体不同，电动机应用中存在的能源浪费问题也不一样，各种应用中存在的能源浪费原因主要如下：

流体运动——输出流体的参数（量，压力等）与需求的不匹配造成输出浪费。

物料加工——传动过程中的能量损耗

物流输送——传动、制动中的能量损耗

针对这几种浪费，近年来，人们花费了大量精力推出大量技术手段提高电动机应用效率，减少能源浪费，综合主要有以下几种：

1、调速技术。这类技术是针对上文中第一类浪费而来。因为没有调速功能的设备输出总是大于等于需求，大于的那一部分就会造成浪费，因此人们采用调速的设备来匹配输出与需求之间的关系，减少浪费带来的能源损失。调速技术包含交流变频技术、直流变频、转子变频、串阻调速；

2、能量回馈技术。这类技术主要是针对物料加工与物流输送中，电动机需要频繁启停的特点，在停止过程，或物料下降过程中，使电动机制动所需要的能量转化为电力并存储使用的一种技术。常用于门机、电梯、起重机，离心机，传送带等设备，通常与变频技术结合使用。

3、电动机补偿技术。常用补偿设备对电动机进行无功功率补偿，提高电动机效率技术功率因数，使电动机高效运行，这类技术尤其对普通不需要调速的电动机有极大的节能意义。

二 起动技术解决方案

2.1 鼠笼式异步电动机起动技术解决方案

鼠笼式异步电动机

鼠笼式异步电动机起动设备一览表

WDLQ 系列高低压笼型电机起动器
WDDRQ 系列低压固态软起动器
WDGRQ 系列高压固态软起动器
WDGRY 系列高压固态软起动一体柜
WDGJR 系列高压降补软起动柜
WDCKQ 系列磁控软起动器

1、WDLQ 系列高低压笼型电机起动器

WDLQ 系列笼型电机起动器是在笼型电机的定子回路中串入三相液体电阻，液阻随电动机的起动而自动接入，利用液体电阻的连续可调特性，使电机的端电压逐步上升，起动转矩也逐步增加，平滑无冲击软起动，起动电流约为额定电流的 2.5~3.5 倍，可连续起动 3~5 次，起动过程对电网无冲击干扰，无谐波污染。适用于三相交流 380V、3kV、6kV、10kV，额定功率到 30000kW 的鼠笼型异步电动机或同步电动机的软起动。广泛应用于冶金、石油、化工、水利、电力、轻工、机械、煤炭、建材、军工、汽车、市政工程、制药等行业的泵类、风机、压缩机、破碎机、皮带传输机等各大、中容量高低压电机的重载起动，是传统的电抗器降压起动、直接起动的理想的替代产品。

WDLQ 系列笼型电机液阻起动装置具有以下技术特点：

(1) 采用移动极板来改变液体电阻的方式，使液体电阻有较宽的可调范围，从而使该系列起动器能很好地适应不同负载状况的电机平滑起动的要求。因为不同负载的电机的起动力矩要求差异较大，而且同一电机在降压起动过程中，电压应在较宽范围平稳逐步升高，才能确保以最小的起动电流平滑起动电机。用最优化起动器电解质配比设计，为每台电机配制最佳液体电阻，从而使每台起动器达到最佳起动效果。

(2) 水箱采用特种材料制备，能长时间承受 150℃ 高温，不会变形、不会老化，绝缘性能好，耐腐蚀性强，经久耐用。

(3) 在每个水箱盖板上装有蒸气排放管道通向柜体顶部外面，从而避免了固



定密封式液体电阻曾经出现过的因起动过程发热严重，使水蒸汽急剧聚集而造成爆炸的重大事故隐患。

(4) 具有独立的二次器件室与液阻隔离，避免了液阻柜内可能形成的轻微的弱碱环境对二次电器元件长期轻微浸蚀可能造成的寿命折损。

(5) 三个水箱之间、水箱与柜体之间采用高压绝缘子或者绝缘板条相结合的方式 进行绝缘隔离和固定，使各水箱固定牢固可靠，并使每个高压回路具有很高的耐压等级，确保了起动器的使用安全。

(6) 结构简单、可靠性强，不仅经济实用，而且安装和操作简单、维护方便。

(7) 具有多种主回路接线方式，可以与各种不同型号的高压开关柜配合。

(8) 对于大型起动器，采用变频器控制升降电机的转速，小型起动器通过调整行程和延时时间，可以方便调节起动时间，以满足不同负载时起动时间不同的需要。

2、WDDRQ 系列低压固态软起动器

WDDRQ 系列固态软起动装置是通过控制晶闸管的触发角来控制输出电压的大小，满足电机起动过程中不同的电流及电压要求。在电机起动过程中，固态软起动装置按照预先设定的起动曲线，增加电机的端电压，使电机平滑加速，从而减少了电机起动时对电网、电机本身、相连设备的电气及机械冲击。广泛应用于各种大中型低压电动机的降压软起动，是低压电动机比较理想的起动设备。

3、WDGRQ 系列高压固态软起动器

WDGRQ 系列高压固态软起动器是由多个晶闸管串并联而成，通过控制晶闸管的触发角来控制输出电压的大小，可以满足电机起动过程中不同电压和电流要求。在电机起动过程中，WDGRQ 系列高压固态软起动器按照预先设定的起动曲线，增加电机的端电压，使电机平滑加速，从而减少电机起动对电网、电机和相连设备的电气和机械冲击。当电机起动达到额定转速后，旁路真空接触器或断路器接通，电机起动完成。电机运行过程中，软起动装置继续监控电机，实时测量电机电流、电压，并提供各种故障保护。

WDGRQ 系列高压固态软起动器是一种新型的中高压电机软起动器，适用于 10KV 及以下的中高压交流电动机。该设备采用电力电子技术、光纤技术、可控硅串并联等先进技术，对电动机起动和运行过程进行全面控制和保护，与其它传统设备相比



较，其特有的智能控制方式，既可以方便准确的设置起动转矩、起动电流、起动时间、停机时间等参数，又可以与微机、PLC 等进行联网控制。WDGRQ 系列高压固态软起动器还具有功耗低、高可靠性、高灵敏度、无触点、免维护、无环境污染、安装方便等优点。

应用场合：电力系统、机械制造、水泥生产、冶金、矿山、采油、化工、水处理、石化等行业，6KV，10KV 等电压等级的中高压交流异步电机的起动。

应用举例：泵、风机、抽油机、空气压缩机、球磨机、起重机、压缩机、破碎机、输送机、升降机、离心机、轧钢机、离心机等多种负载机械。

WDGRQ 系列高压固态软起动器技术特点及优势：

(1) 独特的同步信号异常的软硬件抗干扰机制，使设备具有强大的抗干扰能力，保证了设备在现场复杂的工况及干扰源的下能够可靠的工作。

(2) 采用 PID 调节的电流环控制，有效消除电机软起动过程中的喘振，平稳的起动电机。

(3) 采用多点备份存放多点比较读取带自校验自恢复的存储机制来保证参数及故障记录的存取，保证了存放在 EEPROM 中参数及故障记录的正确可靠性。

(4) 采用动态的模糊控制理念，根据负载转矩的大小、自动微调电机的起动时间与电机的起动转矩，从而更加精准的控制起动参数，精确实现电机平滑加速，解决了人为设定的起动曲线与负载转矩曲线不精确的难题。

(5) 采用液晶或触摸式面板的人机界面，方便的进行各种起动参数的设定及故障参数的调取和查看。

(6) 采用恒流起动方式平滑起动，起动电流倍数可在现场根据实际起动情况在 2 倍~4 倍间进行调整，确保起动效果最佳。

(7) 起动时间可在现场根据实际起动情况在 0~100 秒内调整设定，有效保证了起动效果。

4、WDGRY 系列高压固态软起动一体柜

WDGRY 系列高压固态软起动一体柜是为解决用户现场安装空间有限的问题而设计，它采用高压柜和固态软起动柜一体化设计，起动单元核心控制部件采用 WDGRQ 系列高压固态软起动器独特的控制部件，运行单元根据用户需求可选用真空断路器或真空接触器，即具有 WDGRQ 系列高压固态软起动器优异的起动及保护性能，又具

有高压柜的所有功能。

本产品具有体积小、功耗低、高可靠性、高灵敏度、无触点、免维护、无环境污染、安装方便等优点，广泛应用于电力系统、机械制造、水泥生产、冶金、矿山、采油、化工、水处理、石化等行业对电动机控制、起动设备体积要求小巧的场合。

WDGRY 系列高压固态软起动一体柜技术特点及优势：

(1) 在 WDGRQ 系列高压固态软起动器的基础上，大量使用高压绝缘板材，在保证设备整体绝缘性能的前提下，使晶闸管阀组件小型化，从而实现将高压开关柜和高压固态软起动柜一体化设计，达到柜体体积小、占地面积小的目的，比单独的高压柜和软起动柜占地面积减少一半，该设计一举解决了困扰多年的现场就地安装空间有限的难题。

(2) 具有 WDGRQ 系列高压固态软起动器所有的优异起动及保护性能。

(3) 减少高压开关柜和软起动柜的接线电缆，投入使用后无需其它维护，可以大量节约维护成本。

5、WDGJR 系列高压降补软起动柜

如今人们对电网的运行质量要求也越来越高，由于电网的诸多因素的限制，在大型电机起动的时候，极大的起动电流会对电机及电网产生很大的不良影响，造成电网电压的波动，会影响其它用电设备及电网的正常运行，为了解决大型电机的起动问题，我公司研发出 WDGJR 系列高压降补软起动器，它适用于 6-10kV 高压大型电机的软起动，具有起动电流小、起动力矩大、电网压降小等特点，起动时对电网冲击小，起动特性基本接近变频软起动，但是它具有比变频软起动结构简单，操作方便、基本免维护、无谐波等诸多优点。

WDGJR 系列高压降补软起动器可广泛应用于钢铁、化工、冶金、建材、煤矿等领域的风机、水泵、压缩机、空分等设备及其它大型电机的软起动。

6、WDCKQ 系列磁控软起动器

磁控软起动装置是在电机的定子回路串入磁饱和电抗器，通过闭环控制调节电抗器控制绕组中直流电流的大小，改变电抗器铁芯的磁导率，从而改变初级绕组的阻抗，使电抗器阻抗值在预定的时间内由大到小自动无极减小，电机端电压逐渐上升至全压，实现电机软起动。

可广泛应用于钢铁、化工、冶金、建材、煤矿等领域的风机、水泵、压缩机、

空分等设备及其它大中型电机的软启动。

2.2 鼠笼式异步电动机启动技术解决方案

绕线式异步电动机
器

绕线式异步电动机启动设备一览表
WDYQ 系列液体电阻起动器
WDYQ9 系列密闭型液体电阻启动

1、WDYQ 系列液体电阻起动器

WDYQ 系列液体电阻起动器是在电机转子回路中串入特种液态电阻，启动过程中液态电阻的阻值自动实现从大到小无极变化，直至电阻值接近为零，液态电阻被自动切除，电机投入运行。

WDYQ 系列液体电阻起动器主要适用于额定电压 380V-10kV 的大、中型绕线式异步电动机的**重载**平滑软启动，尤其是电网电压不稳或偏低的情况。

技术特点及优势：

(1) 启动性能好，传动电机带动极板上、下移动，从而改变与静极板的距离，使液体电阻满足电动机启动的要求，实现最佳的启动效果，对机械设备的冲击大为减小，可延长设备的使用寿命，启动性能远优于频敏变阻器、油浸变阻器、铸铁电阻等启动器。

(2) 水箱采用能耐 150℃ 以下高温不变形的进口聚丙烯板焊接制成，具有耐腐蚀，耐高压，绝缘性能好等特点，其综合性能远优于经绝缘处理的金属水箱。

(3) 电极采用经特殊防腐工艺处理的紫铜材质，具有优越的导电性能和抗腐蚀性能，综合性能远优于其它合金材料制作的极板。

(4) 采用最优化启动器电解质配比，从而确保启动过程平滑，启动电流小于电机额定电流的 1.3 倍，减小电机启动温升。

(5) 水箱采用特殊设计使转子三相在水箱中拥有一个公共星点，使三相液体电阻完全平衡，从而保证了电机启动的平稳性。

(6) 具有启动超时、失压、超行程、超温等多重保护功能，确保启动器工作及电机运行的安全。

(7) 水箱热容量大，启动温升高，可连续启动 3-5 次，增加外部散热装置，可以实现频繁启动

(8) 对于北方用户，可以增设加热装置，防止起动器停用时间过长导致液体在低温时结冰。还可以根据用户的特殊要求增加循环泵装置（属特殊配置，合同签订时需另行注明），可以防止电解质结晶。

2、WDYQ9 系列密闭型液体电阻起动器

WDYQ9 系列密闭型液体电阻起动器是我公司针对国外出口市场开发的高端液体电阻起动器，是我公司在对国内各种液体电阻起动器的技术特点及国外液体电阻起动器的技术要求进行充分调研的情况下设计开发而来，它兼有国内其他型式液体电阻起动器的优点，又克服了国内其他型式液体电阻起动器液体电阻水份蒸发快而影响起动性能的缺点，更加适应沙漠等气候干燥的环境下使用。

技术特点及优势：

(1) 全新的水箱结构设计：水箱为特殊的全密闭结构，可保证水蒸气不能挥发，同时设有压力释放保护装置，保证故障情况下的水箱及起动器的安全。

(2) 全新的传动机构设计：传动机构采用蜗轮丝杆升降机构，具有传动精确、平稳、可靠、紧凑、自锁、长寿命等特点，克服了国内其他型式液体电阻起动器传动机构精度差、可靠性差的缺点，大幅降低了起动器的故障率。

(3) 全新的散热系统设计：为了克服全密闭结构下液体电阻散热效果差，不利于连续起动的缺点，WDYQ9 系列密闭型液体电阻起动器在设计水箱结构时设有电解液循环散热系统，通过循环泵使水箱中的电解液循环通过散热系统使热量挥发到空气中，并在柜体结构时设计了优化的强制通风系统把液体电阻加热的空气强制排到起动器外，从而有效降低电解液的温度，解决了连续起动的问题，更加适应热带等年均气温较高的气候环境。

(4) 兼有国内其他型式液体电阻起动器的所有优点。

三、节能技术解决方案

3.1 电动机节能技术解决方案

1、定子变频技术

定子侧交流变频技术是目前应用最广泛的调速节能技术，其具有技术成熟，

安装使用方便，调速范围大，效率高等优点，主要应用于风机、水泵、压缩机等负载的节能。变频调速根据电动机输入电压的高低分为高压变频和低压变频两类，低压变频相对价格低廉，国产化程度较高，高压变频目前价格还比较昂贵。但相对于其带来的节能效果来说，变频器的价格远低于其带来的节能效果，因此，无论高低压变频目前在国内都已得到了大范围的使用。

(1) 技术原理与特点

变频器风机水泵类负载多是根据满负荷工作需用量来选型，实际应用中大部分时间并非工作于满负荷状态。采用变频器直接控制风机、泵类负载是一种最科学的控制方法，利用变频器内置 PID 调节软件，直接调节电动机的转速保持恒定的水压、风压，从而满足系统要求的压力。当电动机在额定转速的 80% 运行时，理论上其消耗的功率为额定功率的 $(80\%)^3$ ，即 51.2%，去除机械损耗、电动机铜、铁损等影响。节能效率也接近 40%，同时也可以实现闭环恒压控制，节能效率将进一步提高。

当风机的转速从 n_1 变为 n_2 时， Q 、 H 、 P 大致变化关系为：

$$Q_2 = Q_1 (n_2 / n_1)$$

$$H_2 = H_1 (n_2 / n_1)^2$$

$$P_2 = P_1 (n_2 / n_1)^3$$

Q - 风量 H - 风压 P - 风机功率

由上式可知风机（或水泵）流量与转速的一次方成正比，压力与转速的二次方成正比，而轴功率与转速的三次方成正比。因而，理想情况下有如下关系：

流量 (%)	转速 (%)	压力 (扬程) (%)	功率 (%)
100	100	100	100
90	90	87	72.9
80	80	64	51.2
70	70	49	34.3
60	60	36	21.6
50	50	25	12.5

由上表可见：当需求流量下降时，调节转速可以节约大量能源。例如：当流量需求减少一半时，如通过变频调速，则理论上讲，仅需额定功率的 12.5%，即可节约 87.5 %的能源。

(2) 典型应用场合

低压变频主要应用场合：

- 中央空调风机水泵变频
- 自来水、污水厂普通风机水泵变频，恒压供水等
- 空压机，冰机变频调速
- 电梯
- 工厂循环水泵，冷却水泵，各种其它小型泵类变频调速
- 工厂传动系统控制

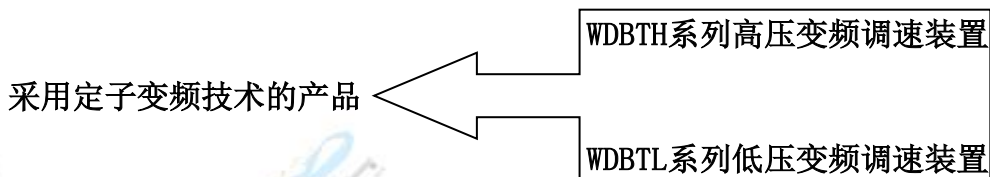
低压变频节能率随着工艺过程的不同而不同，一般在20-70%之间，通常在1.5年以内能收回投资。

高压变频主要应用场合：

- 水泥行业风机变频
- 钢铁行业中各类风机、水泵、渣浆泵等的变频改造
- 电力行业中引风机、鼓风机、循环水泵，凝结水泵等的变频改造
- 有色金属冶炼行业各类风机、空压机变频
- 玻璃冶炼行业各类风机变频
- 石油化工行业各类风机水泵变频
- 矿山风机水泵类变频

高压变频的节能率一般在10-30%之间，在环境不是过于恶劣的地区来说，高压变频节能是一个不错的选择。

(3) 采用定子变频技术的产品



A、WDBTH系列高压变频调速装置技术特点

- ①高-高直接高压供电：WDBTH高压变频调速装置高压直接输入，高压直接输出，无需输出升压变压器，设备占用面积小，适用于普通交流感应电机；
- ②高效率：WDBTH高压变频调速装置效率高达96%以上；
- ③高功率因数：WDBTH高压变频调速装置功率因数可达到0.95以上；
- ④无谐波输入：WDBTH高压变频调速装置输入使用了移相多重化整流技术，电压电流谐波小，输入无需增加谐波治理装置，不对电网产生污染；
- ⑤无谐波输出：WDBTH高压变频调速装置输出标准正弦波电流，电压电流谐波小，输出无需增加谐波补偿装置，不增加电机的运转噪音、不产生附加应力；
- ⑥高可靠性：WDBTH高压变频调速装置具有故障自动旁路和高压掉电重起功能，确保出现故障电机不停机运行；
- ⑦高安全性：WDBTH高压变频调速装置设计上遵循高压国家强制规范，高压主回路与控制回路之间采用光纤连接隔离，安全可靠；
- ⑧完善的保护和故障报警设计：WDBTH高压变频调速装置设置有完备的系统保护功能和功率单元保护功能，各种保护动作后，能实现故障自动记录、事故记忆，故障记录能自动记录各种保护的動作类型、動作时间，可以帮助技术人员分析故障原因，并进行故障定位；
- ⑨安装、调试、维护方便：功率单元按抽屉形式设计，功率单元与外接线采用接插件方式，无需人工接线，具有良好的互换性，方便更换。

B、WDBTL系列低压变频调速装置技术特点

- ①生产效率高、最佳状态运行、节能效果显著，节电率20~80%；
- ②调速范围广、调速精度高、响应速度快，大大提高产品质量和产量；
- ③软起动、软停止、运行平稳，电气及机械冲击小，显著延长设备的使用寿命；
- ④数字化智能控制，运行参数调整简便；
- ⑤设有过流、过热、过压、欠压、过载、失速等保护报警功能；
- ⑥故障自诊断、自处理，性能稳定可靠。

2、转子变频技术

转子变频技术最初可以看做是变频节能技术在绕线电动机上的应用，由于其具有成本低，可靠性好等特点，逐渐发展成为区别于普通定子侧变频的一种技

术。

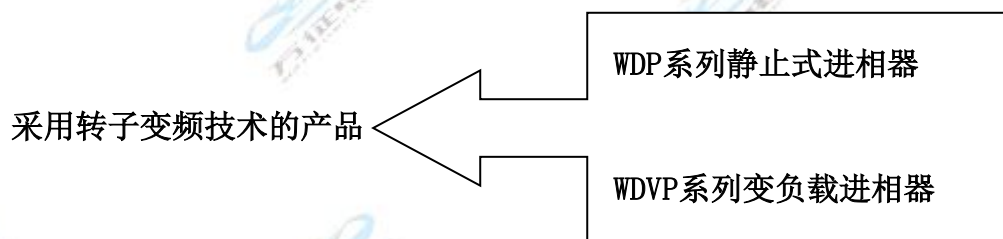
(1) 技术原理和特点

转子变频的节能原理与变频技术一样，这里就不再重复。

(2) 适用场合

主要运用在水泥、石化、水利、钢铁等行业的大型电动机。

(3) 采用转子变频技术的产品



进相器采用转子变频技术的一种特殊应用，其工作原理是将单相380V交流电，通过12只晶闸管和6只平衡电抗器，变换成与电机转子频率相同($f_1 \cdot s \approx 1\text{Hz}$)的三相交流电，该电流通入转子回路，在转子回路中产生一个超前于转子近 90° 的附加电势 E_k ，进而改善电机的功率因数，随着附加电势 E_k 的逐步升高，定子侧的无功功率逐渐下降，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零，功率因数上升到近似于1，从而降低定子电流，延长电机的使用寿命，达到节约能源、降低单位产品成本。

A、WDP系列静止式进相器技术特点

①采用先进的交—交变频技术和可控硅单片机控制技术，以达到最佳的节能效果，可使电机功率因数提高到0.95以上，无功功率降低60%以上，定子电流降低10%~20%，铁损、铜损降低20%~30%，节能效果明显。

②无转动部分，不怕灰尘、可靠性高、使用寿命长、维护方便，从根本上克服了自激式进相机“整流子”结构特别怕尘埃、寿命短、维修频繁等缺点。

③电机温升显著降低，过载能力和效率大大提高，电机使用寿命延长。

④具有故障自动保护功能，保障设备长期安全运行。

⑤操作简单，安装调试和维修保养均不影响正常生产，一年内可收回成本。

WDP系列静止式进相器可广泛应用于水泥、化工、矿山、冶金、钢铁、造纸、制药等行业大中型恒负载绕线式异步电机的补偿与节能。

B、WDVP系列变负载进相器技术特点

WDVP系列变负载进相器是针对普通静止式进相器在变负载工况下补偿与节能效果不好而开发的产品，其不但保留了WDP系列静止式进相器所有功能外，还能够自动跟踪电机负载变化情况，同时根据负载的变化情况自动调节相关补偿参数，使其补偿效果无论在何种负载状况下始终保持在理想的补偿状态。广泛适用于水泥、化工、木业、糖业、钢铁、冶金、矿山等行业中变负载场合绕线式异步电机的无功就地补偿，突破性地解决了变负载电机就地补偿的难题，填补了国内这一领域的技术和产品空白。其技术特点如下：

① 变负载工况下的补偿性能远优于普通静止式进相器：采用双CPU控制，可适时根据负载变化调整相关参数，达到动态补偿的目的，使功率因数始终处于最优状态。

② 采用先进的交—交变频技术和可控硅单片机控制技术，以达到最佳的节能效果，可使电机功率因数提高到0.95以上，无功功率降低60%以上，定子电流降低10%~20%，铁损、铜损降低20%~30%，节能效果明显。

③ 无转动部分，不怕灰尘、可靠性高、使用寿命长、维护方便，从根本上克服了自激式进相机“整流子”结构特别怕尘埃、寿命短、维修频繁等缺点。

④ 电机温升显著降低，过载能力和效率大大提高，电机使用寿命延长。

⑤ 友好人机界面，操作简单，具有全面、可靠的故障自动保护功能，维修保养不影响生产。