

# 动态电压恢复装置 (WDVR)

---

产品手册



**威凡智能电气高科技**有限公司是专业从事节能与电能质量治理、电力综合自动化系列产品研发和制造的高新技术企业，是中国电源学会电能质量专业委员会委员单位和中国电能质量治理行业骨干企业。

公司与中国工程院、清华大学联合成立了国内唯一专注于电能质量治理的“院士专家工作站”，建有国家级“博士后科研工作站”、“电力电子工程技术研究中心”、“电力安全与优化技术省级工程中心”，并成立了“威凡高科南京研究院”和“威凡高科北京研究院”，专业从事电能质量领域的前沿课题研讨、关键技术研究及新品研发。公司建有国内唯一的“高压大容量全载实验室”、“EMC实验室”等六大检验试验室。依托高端科研和制造平台，专业为各种行业用户提供切实高效的节能与电能质量治理、电力自动化控制与保护系统解决方案，产品的各项性能指标已处于国内领先、国际先进的地位。产品主要包括静止无功发生器 (WSVG)、高压静止型动态无功补偿装置 (WSVC)、有源滤波装置 (WAPF)、动态电压恢复装置 (WDVR)、高压自动无功补偿及滤波装置、



# 厚德载物

德者，  
通天地万化，论德使能，  
载物之基也；  
威者，  
善威则叶荣，礼德贤愚，  
兴业之要也；  
凡者，  
安志则心平，内外兼修，  
守业之法也。  
德，威，凡，盖源于人。  
人以企业为舞台，  
企业以人为根本，  
悟威之道，乃成大业。  
厚德者无疆，  
威凡者致远矣！



低压动态无功补偿装置等全系列无功补偿滤波装置以及高低压空心/铁心电力电抗器、变频器专用电抗器及各类特制电抗器、变电站/电厂综合自动化系统、计算机监控系统、高低压微机保护测控装置、配网自动化等多个品种。

公司已通过 ISO9000 质量管理体系、ISO14001 环境管理体系、OHSAS18000 职业健康安全体系、国际 SEI 软件成熟度 CMMI3 级认证，是“江苏省高新技术企业”和“江苏省重点软件企业”。产品已广泛应用于电力、有色冶金、石化、汽车、造船、光伏材料、电气化铁路、煤炭、建材、造纸、机械制造、大型场馆等众多行业。

秉承“厚德载物”的企业宗旨，倡导“以人为本、固本立业”的企业文化，牢记“始于客户需求，终于客户满意”的服务理念，坚持“客户利益、员工价值、股东回报”三者兼顾的利益共同体原则。追求永不停步、创新永无止境，为取得长足发展，公司已开始上市运作并矢志打造成为各类优秀人才的创业舞台，以最优质的产品、最前沿的技术和最周到的服务回馈用户，为社会的科技进步做出更大贡献！

# 目录 CONTENTS

01	产品简介	05	造纸行业
02	WDVR 的工作原理	06	化学纤维制造行业
02	系统组成	06	食品加工行业
03	型号命名	06	单晶硅、蓝宝石生产加工行业
03	使用条件	06	轨道交通行业
03	环境条件	07	技术方案比较
03	电气条件	07	UPS 方案
03	其他使用条件	07	双电源切换方案
03	特殊使用条件	07	变频器中间储能 +UPS 方案
04	技术指标	08	动态电压恢复装置 WDVR 方案
04	执行标准	08	技术方案对比表
05	典型应用行业	09	装置外形图
05	半导体制造行业	09	选型指南
05	石油炼化和煤化工行业	10	资质荣誉
05	火力发电行业	11	典型业绩



## 产品简介

随着工业化的发展，一些新型电力负荷对电能质量的要求不断提高，电能质量已经成为电力企业和用户共同关心的问题。在电能质量的诸多问题中，以电压暂降、短时中断、电压暂升、闪变等为代表的暂态电能质量问题造成的危害最为普遍。统计表明，大型电力用户，幅度超过 20% 的暂降年发生率在 10 ~ 20 次左右。许多自动化连续生产型企业，如半导体生产、石油炼化、烟草、发电、乳制品加工等行业，每次电压暂降发生造成的经济损失达数十万至数百万元之多。

暂态电能质量问题实际上就是暂态电压质量问题，雷击、短路、接地、重合闸、大电机启动、误操作等因素都可能导致暂态电压质量问题的发生，因此，国际电工委员会（IEC）指出：一定数量的暂态电压质量问题是无法避免的，用户设备应具备一定的承受能力。

1988 年，N. G. Hingorani 博士提出了 Custom Power（用户电力技术）概念，即把大功率电力电子技术和配电自动化技术综合起来，以用户对电力可靠性和电能质量要求为依据，为用户配置所需要的电力供给。其后近 10 年时间内基于 Voltage Source Inverter（电压源型逆变器）的电能质量控制技术迅速发展。动态电压恢复装置 WDVR（Dynamic Voltage Restorer）是用户电力技术群中的一个重要分支，可以消除电压暂降、暂升、瞬时中断、谐波等暂态电压质量问题对用户敏感负荷的影响。

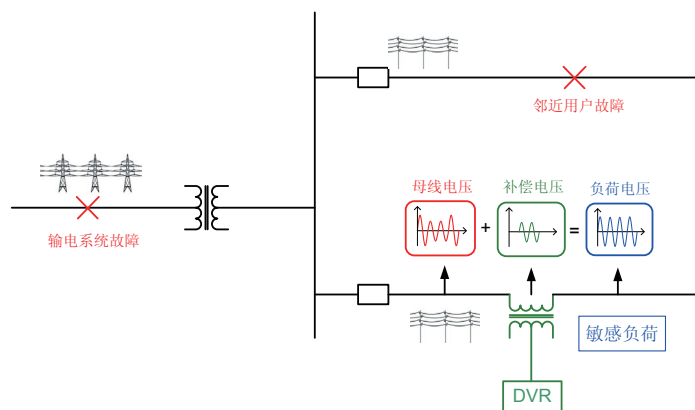


图 1 动态电压恢复装置 WDVR 工作示意图

WDVR 是一种电压源型电力电子补偿装置，串接于电源和重要敏感负荷之间，它具有很好的动态性能，当发生系统电压质量问题时，能在不超过 2ms 的时间内，将负荷侧供电电压恢复到正常值。

1996 年，美国 Westing-house Electric Corporation（西屋公司）在 Wescon（西部电子展览和会议）上首次发表了 WDVR 的研究报告以及实验结果。同年 8 月，世界上第一台 2MVA 的 WDVR 在美国北卡罗莱纳州的 Duke 电力公司投入工业运行。1999 年 5 月，Siemens（西门子）公司在加拿大 Dawson Creek 地区一条 12.5kV/500kVA 的配电线路上安装了世界第一台杆上紧凑型 WDVR。2000 年，ABB 公司在以色列一家著名的微处理器制造厂投入运行了两套当时最大容量的 WDVR。

清华大学电机系柔性输配电系统研究所，2002 年开始理论研究和样机研制工作，2004 年研制完成第一台工业样机，2006 年，国内首套 250kW/0.4kV 动态电压恢复装置在河南投入使用。

## WDVR 的工作原理

动态电压恢复装置工作过程如下图所示：当 WDVR 检测到系统电压超过设定幅值时，立即启动补偿，产生一个幅值和相角可调的电压，与系统电压进行叠加，保证输出电压恒定，负载不受影响。

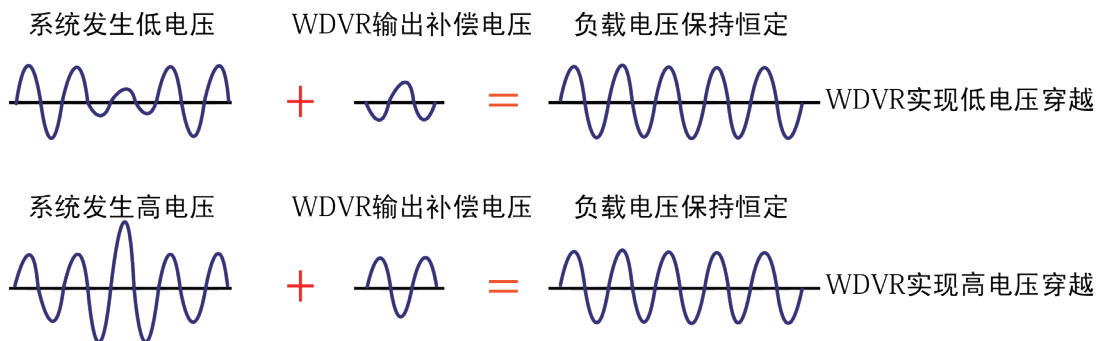


图 2 动态电压恢复装置 WDVR 工作原理示意图

## 系统组成

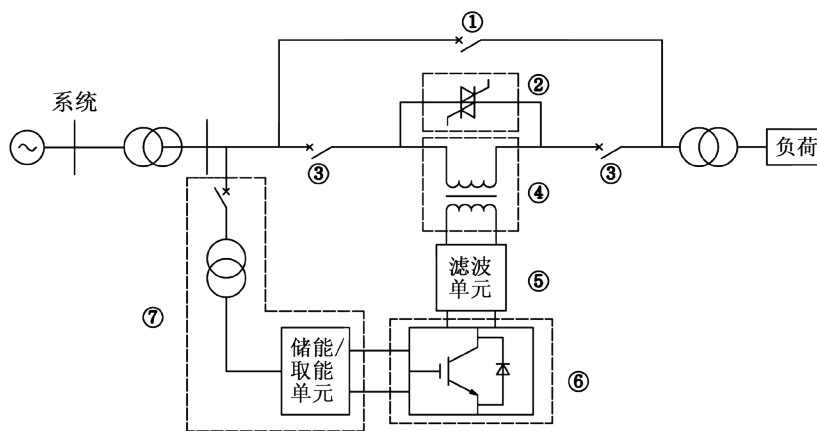


图 3 动态电压恢复装置原理示意图

说明：

- ①机械旁路开关，由断路器、接触器等机械开关构成，用于装置保护和旁路；
- ②固态旁路开关，由可控电力电子器件构成，可快速旁路换流单元，用于装置保护及旁路；
- ③接入开关，可由断路器、接触器等机械开关构成，与旁路开关配合，在不影响负荷供电的情况下，实现动态电压恢复装置的投切，以进行装置检修、维护；
- ④变压器，可选，一般在中高压系统中采用，用于实现装置和系统之间隔离及电压变换；
- ⑤滤波单元，用于滤除换流器输出电压中的谐波分量；
- ⑥换流单元，动态电压恢复装置的核心单元，通常是一个基于全控器件的电压源型换流器，将直流电压换流成交流电压，用于补偿系统电压暂降；
- ⑦储能 / 取能单元，动态电压恢复装置在补偿状态时提供能量的单元。



## 型号命名

WDVR — □ / □ — □ □



## 使用条件

### 环境条件

- a) 环境温度：-25℃ ~ +45℃
- b) 相对湿度：5% ~ 95%
- c) 大气压力：86kPa ~ 106kPa

### 电气条件

- a) 控制电源
  - 1) 交流电源
    - 额定电压：220V、380V；电压偏差：±20%
    - 频率：50Hz；频率偏差：±2.5Hz
    - 电压谐波总畸变率：≤8%
  - 2) 直流电源
    - 额定电压：110V、220V
    - 电压偏差：-20% ~ 10%
    - 电压纹波系数：≤5%
- b) 负荷电流波形
  - 最大电流峰值应小于 3 倍装置额定补偿电流

### 其他使用条件

- a) 安装场所应无剧烈的机械振动
- b) 安装场所应无损坏绝缘及腐蚀金属的有害气体及蒸汽
- c) 安装场所应无导电性或爆炸性尘埃，应无强电场或强磁场
- d) 安装场所不受阳光直接照射，无雨雪及严重霉菌侵袭
- e) 安装倾斜不大于 5°

### 特殊使用条件

如在与上述任一条件不符的特殊条件下使用时，用户应向制造商提出，并与制造商达成专门的协议。

## 技术指标

### 装置整机响应时间

装置整机响应时间小于 2ms。

( 整机响应时间是指检测到系统供电电压超限, 至装置输出补偿, 负载侧供电电压恢复至设定值的全部时间 )

### 额定补偿度

- 1) 储能型 WDVR 补偿度: 0 ~ 200% 额定电压
- 2) 系统取能型 WDVR 电压暂降补偿度:  
三相 40% 额定电压  
两相 30% 一相 60% 额定电压  
两相 20% 一相 80% 额定电压
- 3) 系统取能型 WDVR 电压暂升补偿度:  
150% 额定电压

### 额定补偿时间

- 1) 储能型 WDVR 额定补偿时间与储能装置的容量有关, 常规配置为 0.5s ~ 10s
- 2) 系统取能型 WDVR 支持长时间补偿

### 电压不平衡度

装置处于补偿状态下, 负荷侧电压不平衡度小于 4%

### 频率跟踪误差

频率跟踪误差小于  $\pm 0.2\text{Hz}$

### 电压总谐波畸变率

空载、额定补偿电压下的电压总谐波畸变率小于 4%

### 损耗

装置在电子旁路状态下的损耗小于额定补偿容量的 1%

### 电压补偿精度

电压补偿误差小于设定值的 2%

### 电压损失

电压损失小于 2%

### 最小补偿间隔时间

- 1) 储能型 WDVR 最小补偿间隔时间小于 5s
- 2) 系统取能型 WDVR 无最小补偿间隔时间限制

### 噪声

在正常工作条件下, 装置及其所属部件运行噪声小于 40dB

## 执行标准

DLT 1229—2013 动态电压恢复装置技术规范

GB/T 30137—2013 电压暂降与短时中断

GB/T 17626.11—2008 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验

GB/Z 17625.6—2003 电磁兼容 限值对额定电流大于 16A 的设备在低压供电系统中产生的谐波电流的限制

GB/T 17626.1—2006 电磁兼容 试验和测量技术抗扰度试验总论

GB/T 17626.14—2005 电磁兼容 试验和测量技术电压波动抗扰度试验



## 典型应用行业

### 半导体制造行业

半导体行业对生产工艺、环境（如温度、空气清洁度等）等要求很高，而且半导体工厂是一个相互关联的系统，任何一个环节出现问题，整条工艺生产线都要停下来。如冷却机（chiller）因电压暂降停下来，温度达不到生产要求，其他工艺也会因连锁故障停下来。正在加工的产品（如晶圆等）报废，而重新启动满足生产的要求要较长的时间（至少半个小时）。



### 石油炼化和煤化工行业

石油炼化和煤化工行业的生产特征主要有以下几个方面：对安全可靠要求较高、生产工艺具有很强的连续性、自动化程度较高、装置之间关联度非常复杂、设备的种类繁多运行年代参差不齐。正是因为具备了这些特征，石油炼化和煤化工行业对电力系统的暂态电能质量依赖程度越来越深。



### 火力发电行业

火力发电厂辅机之间的关联程度非常高，辅机运行的可靠性不但关系到并网机组的运行安全，也关系到电网的运行安全，根据国家电网公司调度中心文件要求，《大型汽轮发电机组一类辅机变频器高、低电压穿越技术规范》，给粉机、给煤机、空预机变频器应具备承受暂态电能质量问题的能力，即高、低电压穿越能力。



### 造纸行业

现代化造纸厂生产线各工艺部分之间的联系非常紧密，其中纸张传送、挤压、干燥部分因工艺的需求，采用了 PLC 控制的变频调速器驱动，对供电系统的暂态电压质量问题非常敏感，一次电压暂降造成设备停车，生产线需要进行清理，设备需要重新校准，生产恢复时间较长。



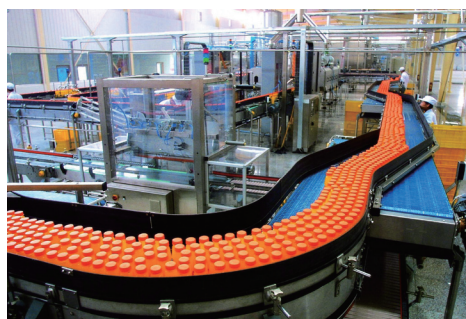
### 化学纤维制造行业

化学纤维制造行业具有生产流程长、检测控制回路多、生产控制方案复杂、安全可靠要求高的特点，大量使用 DCS 或 PLC 控制变频器驱动电机，对系统电压的敏感度非常高，一个环节的中断，往往给企业带来巨大的经济损失。



### 食品加工行业

无菌冷灌装生产线是保证灌装封口后的饮料内微生物控制在允许范围内（即商业无菌），为了保证灌装的成功，生产线必须满足以下基本要求：产品经过超高温瞬时杀菌达到无菌状态；包装材料和密封容器要无菌；灌装设备达到无菌状态；灌装和封盖要在无菌环境下进行；关键控制点的建立、监测、记录和控制。因此在关键环节（瓶杀、瓶冲、无菌、封盖、瓶盖）对电源要求非常苛刻。任何电压暂降或短时中断事故，都将引起关键设备停机，使生产环境中的无菌环境遭到破坏，从而污染产品、影响生产，导致较大损失。



### 单晶硅、蓝宝石生产加工行业

单晶硅和蓝宝石的生产周期较长，任何因电压暂降或短时中断引起的停机事故，都会造成大量产品的报废。同时，单晶硅和蓝宝石加工采用线切割，对供电电压品质要求也非常高，电压扰动和短时中断都会造成线切割内部的硅棒全部报废，损失很大。



### 轨道交通行业

轨道交通行业拥有着数量庞大的自动扶梯，近年来，出于节能和运行工艺的要求，自动扶梯几乎全部由 PLC 或控制器控制变频器驱动。由于暂态电能质量问题引起的自动扶梯瞬时停运事件数量呈上升趋势，轻则引起高峰期拥堵，重则导致行人摔伤。





技术方案比较

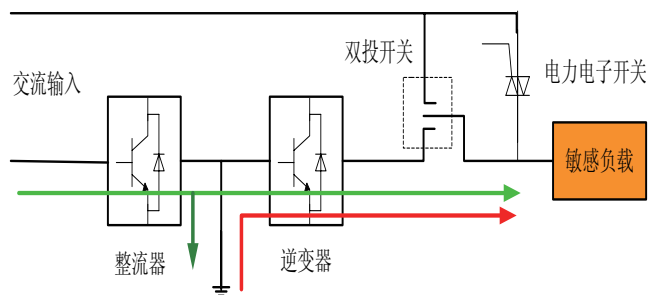
UPS 方案

优点:

根据蓄电池的容量, 可应对较长时间的停电  
在线式工作, 敏感负荷不受电源侧的影响

缺点:

由于所有电力都要经过 AC/DC 和 DC/AC 变换, 损耗较大  
蓄电池的使用寿命有限  
三相四线的动力 UPS 价格较高



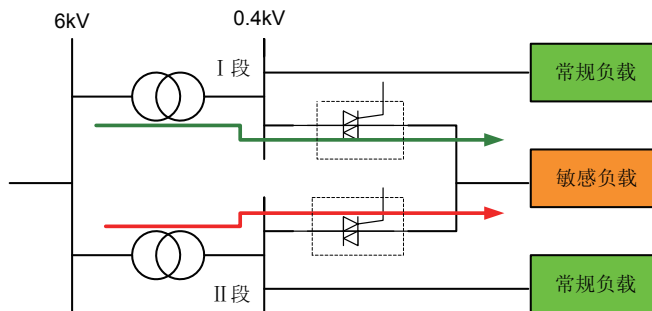
双电源切换方案

优点:

可应对长时间的停电

缺点:

如果电压扰动出现在 6kV 或以上电源时, 电源切换无效



变频器中间储能 + UPS 方案

优点:

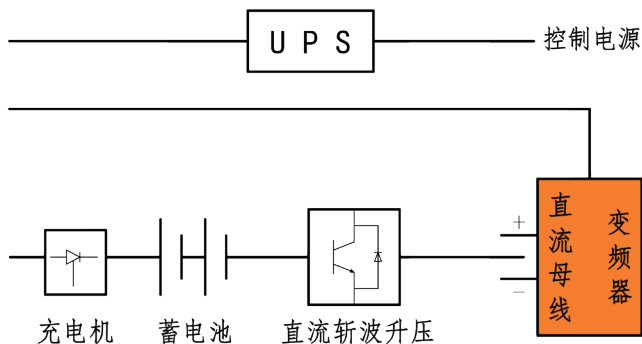
根据蓄电池的容量, 可应对较长时间的停电

低电压发生时, 响应速度较快

缺点:

无法实现高电压穿越

控制电源需要另加 UPS 保护, 设备较多  
采用此类方案后, 变频器厂家将不再负责三包服务



### 动态电压恢复装置 WDVR 方案

优点：

可治理包括电压短时中断在内的电压暂降和暂升问题

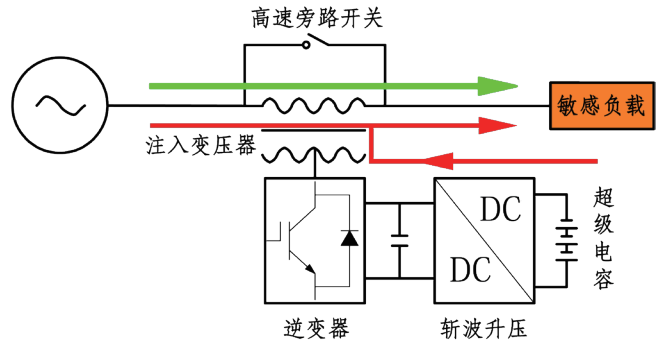
高速旁路、电力电子开关、双向逆变器实现了三冗余设计，可靠性高

接线简单，四进四出，同时起到对控制电源的保护

超级电容的使用寿命大于 15 年

缺点：

超级电容容量有限，无法实现长时间供电



### 技术方案对比表

序号	对比科目	UPS 方案	双电源切换方案	变频器中间储能 + UPS 方案	WDVR 方案
1	响应时间	0	大于 20ms	1ms	小于 2ms
2	低电压穿越能力	可实现 0 电压补偿	如备用电源正常则可以实现	可实现 0 电压补偿	可实现 0 电压补偿
3	高电压穿越能力	可实现	如备用电源正常则可以实现	不具备高电压穿越能力	具备 180% 额定电压的高电压穿越能力
4	装置故障负载供电保持能力	UPS 串联在电源与负载之间，发生故障会导致负载供电短时中断	电力电子开关故障会导致负载供电长时间中断	装置自身故障不影响负载工作	三重旁路设计，装置自身故障不影响负载工作
5	补偿时间	10 ~ 30 分钟	长时间	10 ~ 30 分钟	1-10S 可选
6	运行损耗	装置容量的 8% 左右	装置容量的 5% 左右	装置容量的 2% 左右	装置容量的 1% 以下
7	装置寿命	3 ~ 5 年，更换电池	15 年以上	3 ~ 5 年，更换电池	15 年以上
8	现场工程量	很少	较多	非常多	很少
9	对变频器质保期的影响	无	无	变频器厂家将终止服务，不再承担变频器的任何质量责任	无
10	价格	高	较高	中等	较低



## 装置外形图



## 选型指南

额定功率 (kW)	额定电压 (kV)	柜体尺寸 (宽 × 深 × 高) mm	备注
1.5-22	0.38	600*700*1200	标准补偿时间 1 秒
30-55	0.38	600*800*2200	标准补偿时间 1 秒
75-132	0.38	800*800*2200	标准补偿时间 1 秒
160-400	0.38	1600*800*2200	标准补偿时间 1 秒

说明:

- 1、本产品设计的标准电压补偿能力为：系统供电电压发生 0 ~ 150% 任意幅值的电压暂降、电压暂升和短时中断时，通过WDVR的补偿，可保证负载供电电压恢复至额定电压的  $\pm 2\%$  以内，标准补偿时间为 1 秒钟。
- 2、可应用户要求，提供任意补偿时间的 WDVR 产品，柜体安装尺寸以最终设计图纸为准。
- 3、WDVR 具备单台装置为 N 台负载提供电压补偿的能力，条件是 N 台设备的总功率小于等于单台 WDVR 的设计容量。WDVR 对负载的性质无要求。





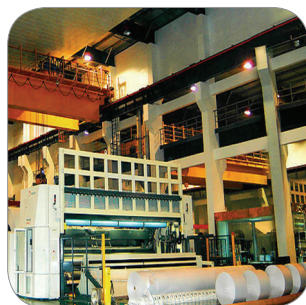
### ◆ 石油化工

中海油  
胜利油田  
扬子石化  
开元（老挝）化工



### ◆ 钢铁冶金

宝钢安徽分公司  
武钢集团  
沙钢集团  
越南和发钢铁



### ◆ 造纸

海南金海浆纸业  
APP 金东纸业  
山东博汇纸业  
武汉金凤凰纸业



### ◆ 交通运输

神华甘泉铁路  
济南高铁站  
宁波北仑港  
鄂尔多斯机场

### ◆ 科研 / 电子

中船 725 研究所  
中电 39 研究所  
江西红板电子  
江苏光鼎电子科技

### ◆ 矿业

中煤集团姚桥煤矿  
陕西府谷煤矿  
江苏韦岗铁矿  
越南农山铁矿

### ◆ 食品 / 医药

中粮成都粮油工业  
双汇集团  
济南药业集团  
辽宁省人民医院

### ◆ 火电

华能淮阴电厂  
京能华宁热电  
内蒙古准能电厂  
越南农山电厂





## 本公司还提供如下产品

高压系列无功补偿及滤波装置

低压系列无功补偿及滤波装置

综合保护及自动化监控系统

用科技让电尽其所能

### 威凡智能电气高科技有限公司

WEIFAN INTELLIGENT ELECTRIC TECHNOLOGY CO.LTD.  
(原江苏南自电效科技有限公司)

地址: 中国 • 江苏 • 镇江新区金港大道68号

Add: NO.68, Jiangsu province Zhenjiang District Dagang Jingang Boulevard

电话(Tel): (+86 511)80865063 80865062

传真(Fax): (+86 511)80865155 80865180

客服热线(Customer Service Hotline): 4008060188

邮编(P.C.): 212132

网址(Web): [www.wfgkx.com](http://www.wfgkx.com)

邮箱(E-mail): [wfgkx@wfgkx.com](mailto:wfgkx@wfgkx.com)