



SVG静止无功发生器

产品手册（高压篇）

深圳市禾望电气股份有限公司（股票代码：603063）专注于新能源和电气传动产品的研发、生产、销售和服务，主要产品包括风力发电产品、光伏发电产品、电气传动产品、电能质量产品和储能产品等，拥有完整的大功率电力电子装置及监控系统的自主开发及研发实力与测试平台。公司通过技术和服务上的创新，不断为客户创造价值，现已成为国内新能源领域最具竞争力的电气企业之一。

在电能质量改善和治理领域，禾望电气自主研发了高性能、高可靠性、易操作的SVG静止无功发生装置，能有效稳定电网电压，降低系统损耗，具有无功功率补偿、动态谐波补偿、低电压穿越、高电压穿越、功率因数补偿等功能，已广泛运用于区域电网、风电、光伏、石化、煤炭、钢铁、油田和轨道交通等多个领域和行业。

【荣誉】



国家科学技术进步奖



CNAS认可实验室资质



国家级高新技术企业

【质量体系】



质量管理体系



环境管理体系



职业健康安全管理体系

总部·深圳

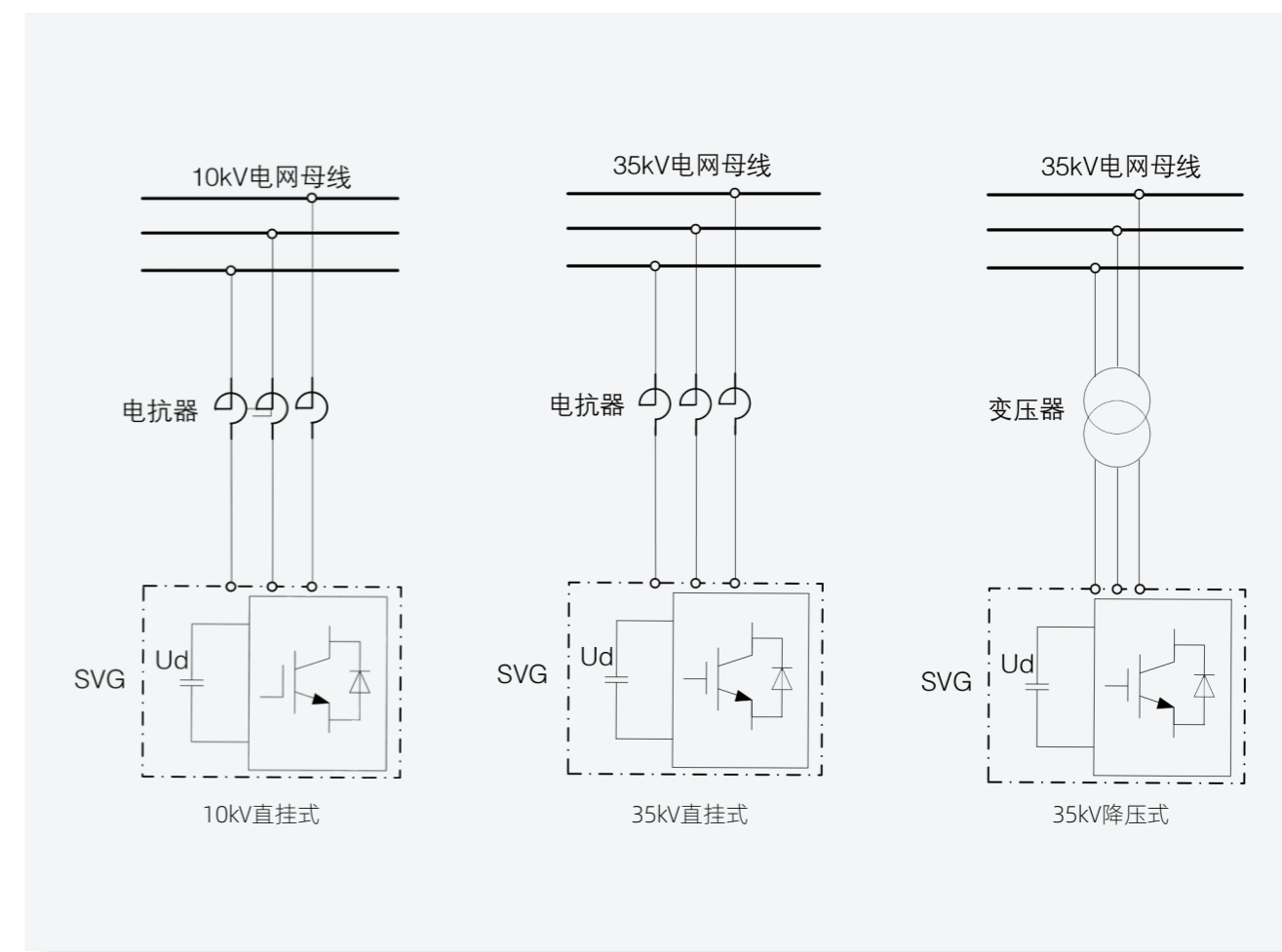
5大研发制造基地：深圳、苏州、西安、河源、武汉

30个服务基地：布局全球市场，为更多客户提供全面服务



禾望电气自主研发的新一代高压静止无功发生器（HSVG, Hopewind Static Var Generator），立足无功补偿和谐波治理的现实需求，助力发电、输电、用电等企事业单位消除电网污染、稳定电网电压、提高电能质量和输电能力。产品拥有完全自主知识产权，包含3kV、6kV、10kV、20kV、27.5kV和35kV等系列，拥有风冷、水冷和空调冷等冷却方式，单机功率涵盖1.0Mvar~100.0Mvar，支持多台并联扩容。

HSVG采用IGBT功率器件组成自换相桥式电路，通过变压器或电抗器并联在电网上。HSVG通过PWM技术自动调节桥式电路交流侧输出电压的相位和幅值，或直接调节交流侧电流，使桥式电路吸收或者发出满足要求的无功电流，实现动态无功补偿的目的，其与电网母线连接方式如下所示（以10kV和35kV为例）：

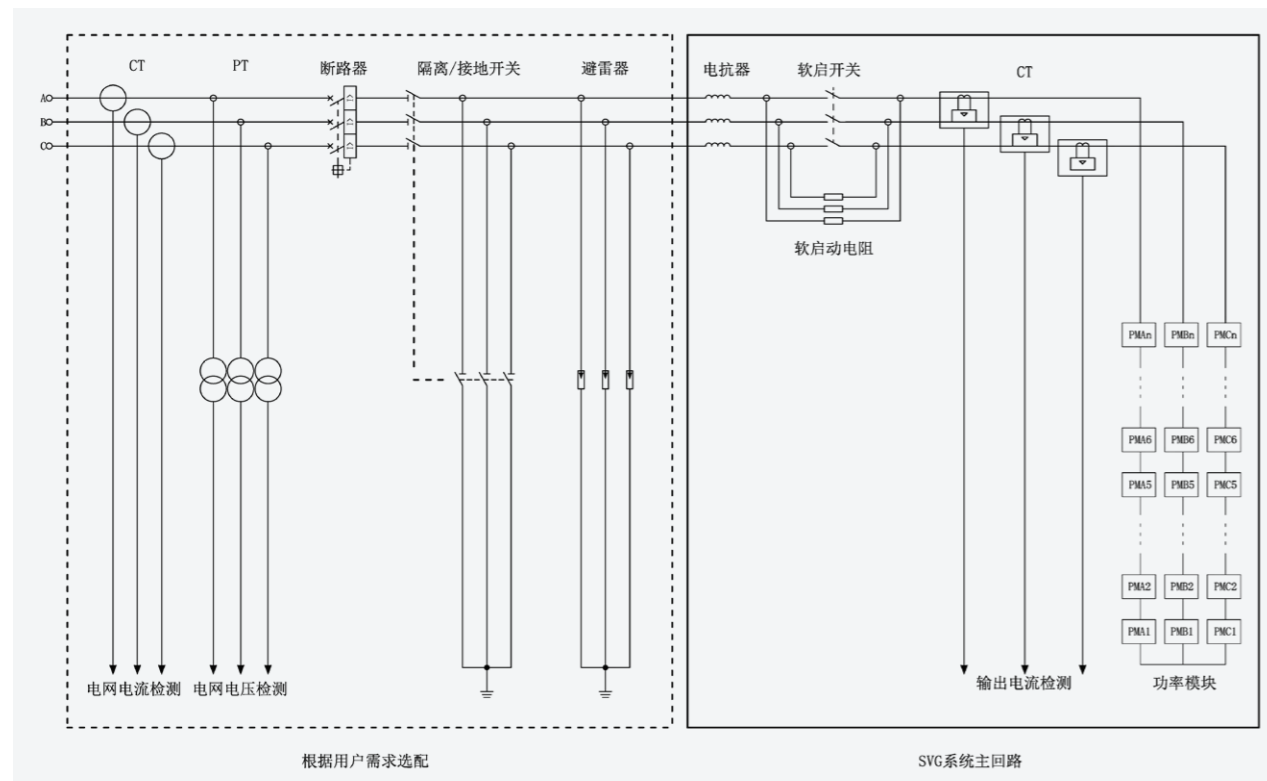


>> 禾望新一代静止无功发生器——HSVG

HSVG由启动部分、控制部分和功率部分组成。启动部分包含启动开关和启动电阻组成，完成整机工作前对功率部分电容预充电过程，控制系统完成检测电网电压和补偿对象的电流、发出控制命令和接受调度命令等功能。功率部分是HSVG的无功调制主体，多个功率单元串联组成。HSVG 并联于电网中，相当于一个可变的无功电流源。能有效维持电网电压、改善电网电流 THD、补偿负载无功功率、补偿负载谐波电流、提高补偿点功率因数，能满足风电场和太阳能电场的高电压和 低压穿越要求。在补偿范围内，具有抑制电网电压波动和校正电网电压不平衡的能力。



HSVG主电路采用链式拓扑结构，不同电压等级的产品由不同数量的功率单元串联组成，可Y形或△形连接，连接示意图如下（以Y形为例）。



命名规则

H **SVG** **1** - **10** - **4000**

公司名称:
H-hopewind

产品名称:
SVG-静态无功发生器

产品系列代号:
0-低压, 1-高压

并网点电压:
66-66kV, 42-42kV, 35-35kV, 27.5-27.5kV, 10-10kV, 6-6kV, 3-3kV

额定容量:
1000-1Mvar...4000-4Mvar...10000-10Mvar...100000-100Mvar



支持无功功率补偿、谐波补偿、负载不平衡补偿，新能源及电网需求的低压穿越与高压穿越技术。

■ 多种补偿模式

支持无功设定、恒电压、恒无功、恒功率因数、恒负荷补偿等多种补偿模式，满足不同场景下的补偿需求。

■ 实时跟踪，快速响应

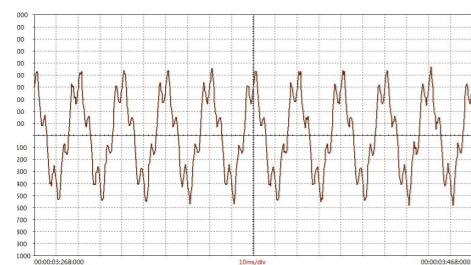
HSVG响应速度 < 5ms，能够良好适应最新电网需求。

■ 有效抑制电压闪变

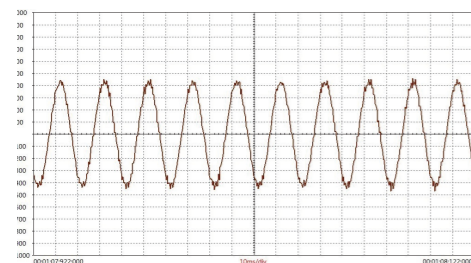
电网适应性与设备利用率大大提高。

■ 动态谐波补偿

可同时有效补偿2次~13次谐波，达到很好的谐波治理效果。



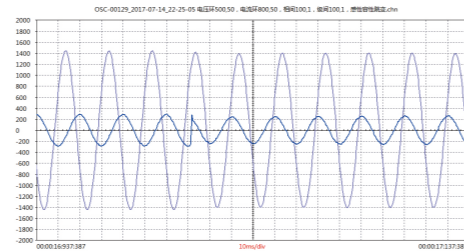
(补偿前-谐波较大)



(补偿后-谐波较小)

■ 双向连续动态无功补偿

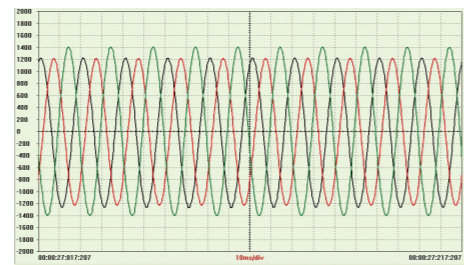
从感性无功到容性无功可自动平滑调节。



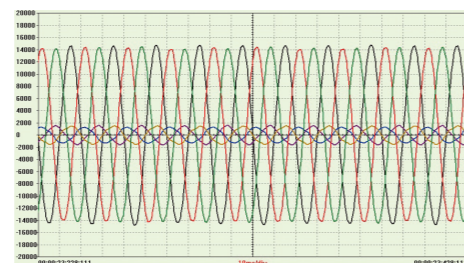
(从感性无功到容性无功)

■ 分相补偿

分相补偿技术，可有效校正三相无功不平衡，稳定电网电压。



(补偿前-电网电压不平衡度严重)



(补偿后-改善电网电压不平衡度很小)

■ 自动旁路冗余功能

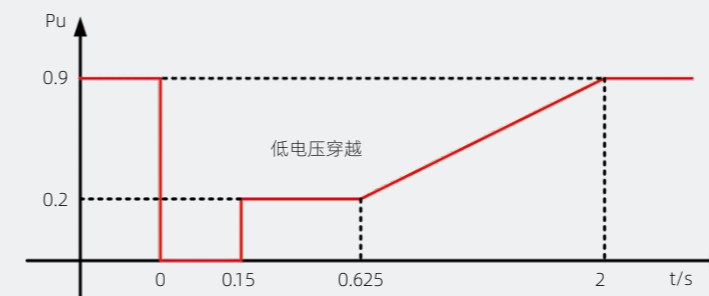
在N个功率阀组中设置了至少1个冗余单元，当有至少某一个功率阀组故障或失效时，可确保整套设备满足“N-1”的现场实际应用需求并通过增加SVG自动旁路开关，可以实现不停机情况下故障功率阀组自动旁路功能。



HSVG低压穿越功能

早前，市场SVC、SVG等无功补偿设备不具有低电压穿越期间发额定无功电流的功能，但越来越多的应用场合需要SVG在电网电压跌落期间能够保持不脱网，且向电网输出额定无功电流的要求，特别是新能源风力发电场和光伏电站。禾望电气SVG产品，具有在低电压穿越期间发额定无功电流的功能，填补了国内同类产品技术空白。禾望SVG区别对待电网电压对称跌落和不对称跌落的不同工况，计算和输出SVG正序分量、负序分量及零序分量的比值，实现SVG稳定运行情况下保证SVG无功电流输出连续性。

当电网电压异常跌落时，禾望SVG迅速发出额定无功电流，减弱SVG补偿点电网电压的跌落速率和幅度，避免新能源场站的反复脱网和并网导致电网故障进一步扩大问题。同时在电网电压恢复期间，帮助电网电压快速恢复至正常水平电网电压。



禾望SVG具备0电压穿越能力

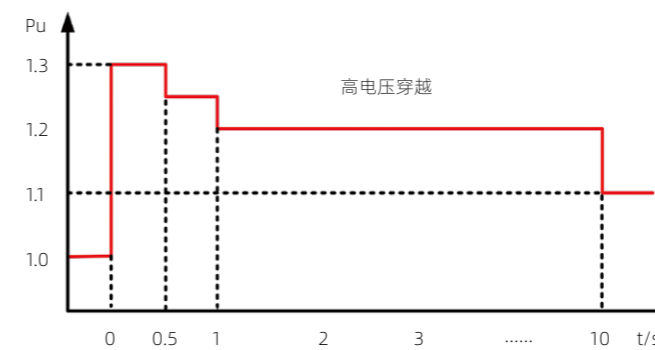


中国电力科学研究院低穿认证报告

HSVG高压穿越功能

电网电压跌落时，电网上的大量设备脱网，会造成局部电网电压升高，该现象在新能源领域尤其突出，这就要求新能源领域SVG具备电网电压低电压穿越后的高电压穿越能力。

禾望SVG检测到电网低电压穿越后电网高电压发生时，禾望SVG迅速向电网提供感性无功电流，同时采用软件手段平衡SVG各相有功功率，保持禾望SVG功率模块直流母线电压平稳且成套装置可靠运行，减弱SVG补偿点电网电压上升速率和幅度，避免电网高电压期间出现大量功率设备频繁脱网和并网现象。



禾望SVG具备苛刻的高穿能力



中国电力科学研究院高穿认证报告

注：低电压穿越、高电压穿越是一个连续的过程，针对高低电压在“两个细则”和“十八反”中有明确要求。

高低电压穿越不只局限于新能源场站，在油气田、煤矿、钢厂、工业网末端等应用场合，由于电网弱，当有大负荷（比如大功率电机）启动和停止时会伴随电网电压的闪变波动，具备高低电压穿越功能的HSVG就能够有效平稳电网电压，提高系统利用率。

■ 占地小，功率密度高，可部署在狭小空间

功率密度高达757kvar/m³，最大限度为客户节省空间。

■ 严格测试，保证产品可靠性和稳定性

产品出厂前，均进行过可靠性实验和测试，电气性能、机械性能完全符合相关国家标准。产品已通过中国电力科学研究院质量检测、电能（北京）认证中心产品认证和国家电网高低电压穿越能力测试等。

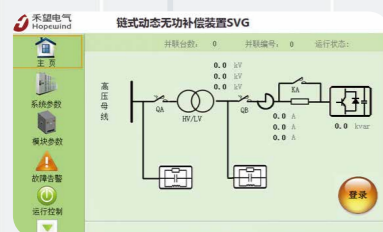


■ 模块化设计，使得安装和维护更加便利



■ 丰富的人机交互方式，操作运维简便易行

帐号分级管理，安全可靠
不同级别的帐号，具有不同的权限



触摸屏支持参数查看、参数设置、故障查看、运行控制等操作。



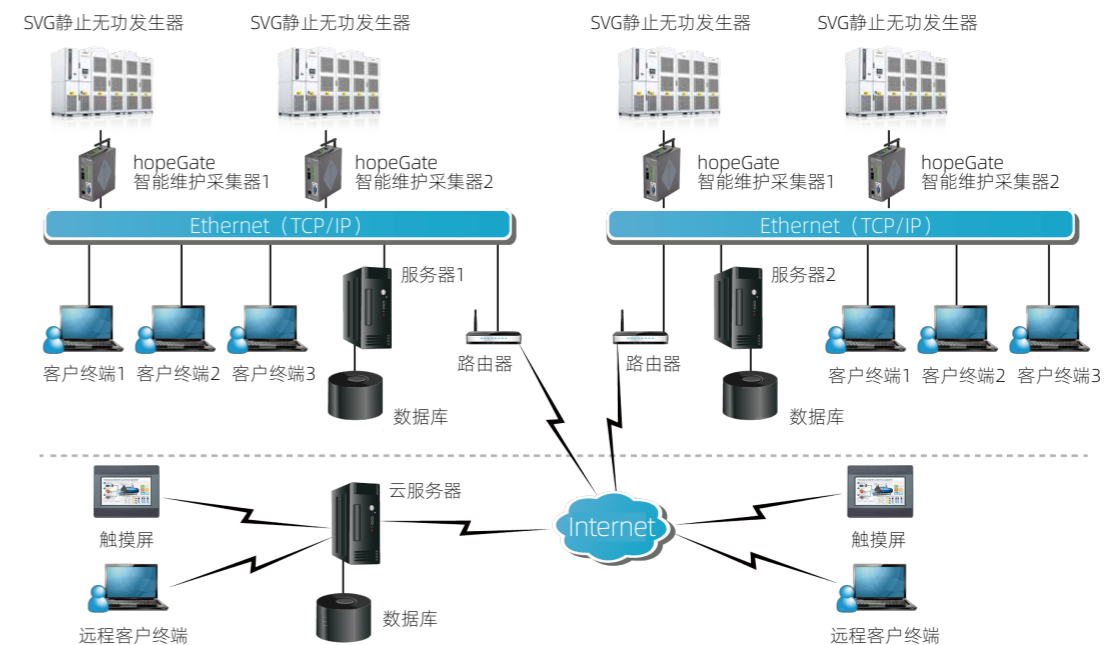
部署hopeView网络监控系统后，可通过手机、PC等移动终端进行智能运维。



配合hopeInsight后台软件，可在PC端对产品进行操作和维护。

禾望远程智能运维云服务系统利用大数据监测，充分发挥禾望电气的专业知识，为用户提供高效、智能的运维服务。

通过HSVG的大数据在禾望运维系统上的展示，能够实时了解所有HSVG的运行状况，及时获取HSVG的运行数据、事件记录、故障录波等信息；高速采集HSVG数据信息，根据获取的信息，对常见的故障进行专家系统智能诊断，复杂的故障，用户可将数据获取后上传至禾望运维系统，专业团队将在第一时间给予处理意见并反馈。



(hopeView网络监控系统组网示意图)

■ 远程智能运维系统 特色功能

远程智能运维

远程调度

不论何时何地，只要有互联网的地方，均可以通过移动终端对HSVG进行调度

智能诊断

配合专家系统及海量案例库，可自动分析与预测设备故障

运维协同

与禾望资深专家远程协作，专业人士如亲临现场，省时高效

10kV直挂式SVG是通过10kV电抗器直接接入母线电压10kV电网，单机功率等级为1.0Mvar~15.0Mvar。

技术参数

10kV系列产品（直挂式）																
额定容量 (Mvar)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
额定电流 (A)		58	115	173	231	289	346	404	462	520	577	635	693	751	808	866
主要参数	并网点电压范围	(75%~115%) (长期运行)														
	并网点频率范围	45Hz~55Hz / 55Hz~65Hz (长期运行)														
	并网点畸变率	THDu≤10% (适应能力)														
	并网点不平衡度	ε≤8% (适应能力)														
	无功输出范围	额定容性至额定感性, 连续调节														
	谐波补偿能力	2次~13次														
	功率因数	≥0.99 (补偿容量范围内)														
	整机效率	≥99%														
	无功响应时间	≤5ms														
	过载能力	110%连续过载, 120%过载1min														
	补偿方式	无功功率补偿、谐波补偿、负载不平衡补偿等														
	人机交互	远程智能监控 / 中文液晶触摸屏 (选配)														
控制电源	电源制式	三相四线制														
	电源电压	380V (-20%~+15%)														
	电源频率	47.5Hz~52.5Hz / 57.5Hz~62.5Hz														
	电压谐波THDu	≤8% (适应能力)														
	电压不平衡度	≤2% (适应能力)														
	供电电流	≤30A														
运行控制特性	运行及控制	本地控制、远程控制、调度系统														
通讯	接口方式	RJ45, 485等														
	通信协议	Modbus / 103 / 104规约等														
环境参数	海拔高度	≤2000m, 超过2000m需定制														
	运行环境温度	-40°C~+55°C (40°C以上降额运行, 每升高1°C降额2%)														
	相对湿度	≤95%, 无凝露														
	存储温度	-40°C~+70°C														
	安装环境	室内或集装箱内														
	防护等级	室内IP20, 集装箱IP54														
外形尺寸 (长*宽*高) (mm)	风冷	≤4300*1200*2200					≤5400*1200*2200									
	水冷	≤4000*1200*2300					≤4600*1200*2300									
重量 (kg)	风冷	≤6755					≤9000									
	水冷	≤3500					≤3900									

35kV降压式SVG是通过35kV/10kV降压变压器接入母线电压35kV电网，单机功率等级为1.0Mvar~15.0Mvar。

技术参数

35kV系列产品（降压式）																
额定容量 (Mvar)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
额定电流 (A)		17	33	50	66	83	99	116	132	149	165	182	198	214	231	247
主要参数	并网点电压范围	(75%~115%) Un														
	并网点频率范围	45Hz~55Hz / 55Hz~65Hz (长期运行)														
	并网点畸变率	THDu≤10% (适应能力)														
	并网点不平衡度	ε≤8% (适应能力)														
	无功输出范围	额定容性至额定感性, 连续调节														
	谐波补偿能力	2次~13次														
	功率因数	≥0.99 (补偿容量范围内)														
	整机效率	≥99%														
	无功响应时间	≤5ms														
	过载能力	110%连续过载, 120%过载1min														
	补偿方式	无功功率补偿、谐波补偿、负载不平衡补偿等														
	人机交互	远程智能监控 / 中文液晶触摸屏 (选配)														
控制电源	电源制式	三相四线制														
	电源电压	380V (-20%~+15%)														
	电源频率	47.5Hz~52.5Hz / 57.5Hz~62.5Hz														
	电压谐波THDu	≤8% (适应能力)														
	电压不平衡度	≤2% (适应能力)														
	供电电流	≤30A														
运行控制特性	运行及控制	本地控制、远程控制、调度系统														
通讯	接口方式	RJ45, 485等														
	通信协议	Modbus / 103 / 104规约等														
环境参数	海拔高度	≤2000m, 超过2000m需定制														
	运行环境温度	-40°C~+55°C (40°C以上降额运行, 每升高1°C降额2%)														
	相对湿度	≤95%, 无凝露														
	存储温度	-40°C~+70°C														
	安装环境	室内或集装箱内														
	防护等级	室内IP20, 集装箱IP54														
外形尺寸 (长*宽*高) (mm)	风冷	≤4300*1200*2200					≤5400*1200*2200									
	水冷	≤4000*1200*2300					≤4600*1200*2300									
重量 (kg)	风冷	≤6755					≤9000									
	水冷	≤3500					≤3900									

35kV直挂式SVG是通过35kV电抗器直接接入母线电压35kV电网，单机功率等级为7.0Mvar~100.0Mvar。

技术参数

35kV系列产品（直挂式）		7	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	.....	45	.....	60	.....	100
额定容量 (Mvar)		116	132	165	198	231	264	297	330	363	396	429	462	495	528	561	594	.....	742	.....	990	.....	1650
额定电流 (A)		116	132	165	198	231	264	297	330	363	396	429	462	495	528	561	594	.....	742	.....	990	.....	1650
主要参数	并网电压范围	(75%~115%) Un (长期运行)																					
	并网频率范围	45Hz~55Hz / 55Hz~65Hz (长期运行)																					
	并网畸变率	THDu≤10% (适应能力)																					
	并网不平衡度	ε≤8% (适应能力)																					
	无功输出范围	额定容性至额定感性, 连续调节																					
	谐波补偿能力	2次~13次																					
	功率因数	≥0.99 (补偿容量范围内)																					
	整机效率	≥99%																					
	无功响应时间	≤5ms																					
	过载能力	110%连续过载, 120%过载1min																					
	补偿方式	无功功率补偿、谐波补偿、负载不平衡补偿等																					
	人机交互	远程智能监控 / 中文液晶触摸屏 (选配)																					
控制电源	电源制式	三相四线制																					
	电源电压	380V (-20%~+15%)																					
	电源频率	47.5Hz~52.5Hz / 57.5Hz~62.5Hz																					
	电压谐波THDu	≤8% (适应能力)																					
	电压不平衡度	≤2% (适应能力)																					
	供电电流	≤130A																					
运行控制特性	运行及控制	本地控制、远程控制、调度系统																					
通讯	接口方式	RJ45, 485等																					
	通信协议	Modbus / 103 / 104规约等																					
环境参数	海拔高度	≤2000m, 超过2000m需定制																					
	运行环境温度	-40°C~+55°C (40°C以上降额运行, 每升高1°C降额2%)																					
	相对湿度	≤95%, 无凝露																					
	存储温度	-40°C~+70°C																					
	安装环境	室内或集装箱内																					
	防护等级	室内IP20, 集装箱IP54																					
外形尺寸 (长*宽*高) (mm)	集装箱式风冷	≤10000*3000*3000										-											
	集装箱式水冷	≤8000*3000*3000										≤10800*3000*3000					≤12600*3000*3500						
重量 (kg)	风冷	≤15000										-											
	水冷	≤11000										≤17000					≤40000						

案例一：风电场高低电压穿越应用案例

时间：2017年6月，2020年4月

地点：内蒙古通辽市高力板风电场、张北国家风电技术与检测研究中心等

2017年11月禾望在高力板风电场通过高低电压穿越能力测试，成为国内第一家具有高低电压穿越功能的SVG装置挂网运行厂家。

2020年4月禾望SVG再次按照最新标准，通过了国家风电技术与检测中心的故障电压穿越能力测试，是国内第一家通过此测试并获得报告的SVG厂家。



案例二：自动旁路型SVG应用案例

时间：2021年9月

地点：吉林省白城市多个风电场

吉林省电网对各场站入网设备的可靠性要求较高，对设备故障率考核严格，因此大多数项目采用自动旁路型SVG，每个模块配置真空接触器作为旁路开关，模块出现故障时，可将故障模块在线旁路掉，设备不停机能继续正常运行。我司支持N-2自动旁路，且具备模块交叉控制功能，旁路功能可靠性倍增，有效降低设备故障率，减少场站被考核风险，为场站提供稳定的无功支撑。



▶ 案例三：海上风电应用案例

时间：2019年10月、2021年9月

地点：江苏省南通市某风电场、山东省潍坊市某风电场、广东省湛江市某风电场等

海上风电项目重盐雾，污秽等级高，湿度最大可达90%以上，禾望SVG设备沿用海上风电变流器更严苛的设计要求，采用C5级防腐措施，环境适应性强，目前设备在现场环境中稳定运行无故障。



▶ 案例四：3000米高海拔应用案例

时间：2020年5月、2021年9月

地点：云南省大理市某风电场、四川省凉山州某风电场等

云南地区风电场原设备老旧无法运行，由禾望改造替换，在首轮并网调试中，禾望35kV直挂式水冷SVG一次性并网成功，满载运行，多种补偿模式下各项性能指标优良，打破行业挂而不用传说。

四川地区现场为新建项目，设备按照3000米海拔要求进行参数修正设计，适应高原运行要求。



▶ 案例五：4000米高海拔应用案例

时间：2020年6月

地点：四川省凉山州某风电场、四川省美姑县某风电场等

这些现场海拔4000多米，常年气温气压双低、空气稀薄、潮湿多雾、紫外线强烈，对设备运行有着极大的挑战，禾望SVG基于数百个高海拔风电场变流器的良好应用经验，在设计上严格按照高海拔要求对各项参数进行修正，设备现场运行良好得到业主赞扬。



▶ 案例六：5000米高海拔应用案例

时间：2021年9月

地点：西藏自治区山南市某风电场

此现场平均海拔5000米，存在高海拔、空气密度低、雨季湿度易凝露、旱季干燥、强雷暴区、紫外线强等特点，禾望SVG严格按照GB和IEC相关标准进行参数修正，并完美应用于现场，是国内第一家35kV大容量直挂水冷用于海拔5000米以上的SVG厂家。



▶ 案例七：大容量多机并联案例

时间：2021年12月

地点：山西某光伏电站等

该现场6台禾望35kV直挂式户外水冷SVG设备通过我司自研协调控制器，实现多台禾望SVG设备并联协调控制，完美满足了控制目标点的补偿需求。设备利用无功补偿与电能质量治理技术，帮助场站解决电压波动、谐波等电能质量问题，帮助电力设备安全运行，提高电网稳定性。



▶ 案例八：SVG+FC应用案例

时间：2020年6月

地点：湖南省永州市某风电场、山西省阳泉市某煤矿、河北省围场县某风电场等

这些现场3、5、7次以及17次等高次谐波严重超标，为满足无功补偿及谐波抑制等要求，禾望采用SVG+FC的综合补偿方案，固定补偿和动态补偿配合，完美解决现场的电能质量问题及无功需求。



▶ 案例九：户内水冷改造项目应用案例

时间：2020年10月、2022年5月

地点：内蒙古巴彦淖尔市某风电场、河北省唐山市某风电场、广东湛江市某风电场、山东德州市某光伏电站等

这些风电场原SVG因故障长期停运，且不满足耐频耐压的相关要求，禾望响应业主尽可能利旧省本的需求，借用了原软启装置及室内空间，尽可能减少改造工程量，整个改造方案获得业主的认可与好评。



▶ 案例十：农光互补应用案例

时间：2020年12月

地点：陕西省宝鸡市某光伏电站、广东省湛江市某光伏电站、宁夏银川市某光伏电站等

现场无功配比占到了场站容量的30%，大容量SVG对其控制系统的要求高，禾望自主研发的主控制器采用了先进的数字信号处理器DSP作为控制核心，完美应用于现场，满足大容量负荷无功补偿及电能质量治理的需求。



▶ 案例十一：预制舱式应用案例

时间：2020年6月

地点：四川省凉山州某风电场

风电场建设采用现代一体化预制舱式设计，场站所有一次设备均采用预制舱式结构，风电场按“无人值班”的原则进行设计，采用计算机监控系统，所供设备均应满足与计算机监控接口的要求，统一智能化管理，禾望SVG根据业主要求，对其预制舱体进行特殊定制，具备完善的消防、监控、照明等系统，完美匹配现代化风电场建设需求。



▶ 案例十四：光伏扶贫末端小电网项目应用案例

时间：2019年5月

地点：内蒙古自治区扎赉特旗某光伏电站、吉林省农安县某光伏电站、辽宁省大连市某光伏电站等

该现场使用13台禾望SVG整机，现场电压不平衡度大、频率波动较大且夹杂某些特定频次的谐波，禾望SVG频率适应性强，具备谐波抑制、不平衡适应和校正功能，在现场稳定运行表现良好。



▶ 案例十二：沙漠环境应用案例

时间：2018年11月

地点：内蒙古鄂尔多斯某沙漠光伏基地

项目地处沙漠地带，早晚温差大，多风沙尘土，禾望因地制宜，摒弃行业通用的前进后出通风方式，采用沉降式下进风的方式，极大的减少了与沙尘的直接接触，使得SVG完美运用于现场环境，稳定运行。



▶ 案例十五：煤矿应用案例

时间：2014年8月、2019年11月、2021年8月

地点：黑龙江省鹤岗市某煤矿、山西省晋中市某煤矿、山西省朔州市某煤矿等

煤矿用电负荷繁杂，功率因数低，谐波含量复杂，禾望SVG设备投入之后，功率因数从0.78提升到0.99，矿区避免了功率因数低罚款，用电设备故障率明显降低，提高了使用寿命。



▶ 案例十三：高温沙尘项目应用案例

时间：2019年3月

地点：越南邦美蜀JANG PONG某光伏电站、刚果（金）某光伏电站等

现场环境温度高、多沙尘、电网波动大，运行时常出现欠压，欠频等情况，十分考验SVG的电网适应能力，禾望SVG投运后，稳定了电网电压，有力保障了电站的正常运行。



▶ 案例十六：石油石化现场应用案例

时间：2018年1月

地点：河南省濮阳市某采油厂、山东省寿光市某炼油厂、河北省石家庄某压气站等

现场大容量直接启动的高压异步电动机的启动电流极大，易引起电网电压剧烈变化，影响同电网其他设备的正常运行，禾望SVG投运后实时跟踪电网电压波动，进行动态补偿，使得各设备能够正常运行，获得了业主的好评。



风禾尽起 志望千里



客服热线：400-8828-705

电 话：+86-755-86026786

网 址：www.hopewind.com