

### 产品简述 (Product Profile)

#### Crowbar电阻器--低电压穿越技术

Crowbar电阻主要应用于风力发电逆变器的低电压穿越技术中。它用在风力发电机转子侧，用于旁路转子侧变流器。当电网发生低电压扰动时，防止直流母线电压过高和转子电流过大。主要工作在故障状态，阻尼定子磁链。Crowbar电阻能在瞬时把巨大能量耗散掉。

#### Low voltage ride through technology

A Crowbar Resistor is applied to rotor side of wind turbine, installed in converter system. It can reduce DC-link and low voltage of power network problem. It is working under fault conditions. It could dispathch thousands of joules of energy in a very short time.



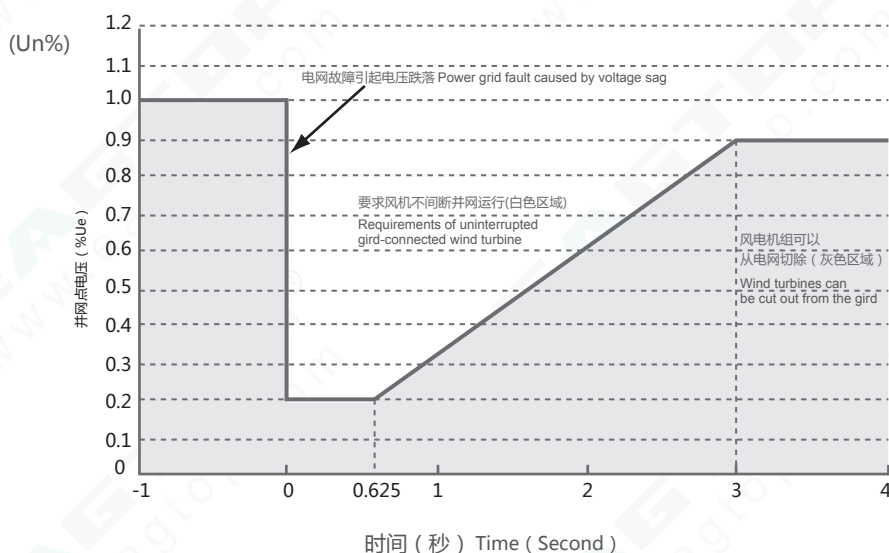
### Crowbar电阻的寿命评估 (Life Time of Crowbar Resistor)

(以1.5MW风力发电机为例，环境温度 < 60°C)

(Take 1.5WM windmill generator for example, environmental temperature < 60°C)

200J	1次/秒 1 times/second	
220KJ	1次/30分钟 1 times/half an hour	350000次 (20年寿命) 350000 times(20 years of life)
640KJ	1次/星期 1 times/week	1000次 (20年寿命) 1000 times(20 years of life)
1360KJ	1次/月 1times/month	250次 (20年寿命) 250 times(20 years of life)

### 风电机组低电压穿越要求 (Low Voltage Ride Through Wind Turbine)



# Crowbar/Chopper电阻

## Crowbar/Chopper Resistor

### ■ Crowabr电阻器分类(Crowbar Resistors Category) :

#### 栅格结构-自然风冷

M : 电阻材料的质量。单位 : kg  
Q : 电阻材料吸收的能量。单位 : kJ  
C : 电阻材料的比热容。单位 : kJ/kg.K  
 $\Delta t$ : 电阻材料的温升。单位 : K

以1.5MW风力发电机为例 :

电阻材料 : SUS304.

$Q_{max}=1360KJ$   $C=0.5kJ/kg.K$   $\Delta t=400K$

$M=1360/(0.5 \times 400)=6.8Kg$

电阻材料重量 : 约6.8Kg

辅助材料重量 : 约20Kg

#### Grid Structure-Natural Cooling

M: Mass of resistance material in kg  
Q: Energy absorbed by resistor mass in kJ  
C: Specific Heat Capacity of resistor material in kJ/kg.K  
 $\Delta t$ : Temperature Rise of resistor in K

Take 1.5MW Windturbine as an Example:

$Q_{max}=1360kj$   $C=0.5kJ/kg.K$   $\Delta t=400K$

$M=1360/(0.5 \times 400)=6.8kg$

Resistor Mass: about 6.8kg

Other Material Mass: about 20kg



#### 夹层结构-自然风冷

M : 电阻材料的质量。单位 : kg  
Q : 电阻材料吸收的能量。单位 : kJ  
C : 电阻材料的比热容。单位 : kJ/kg.K  
 $\Delta t$ : 电阻材料的温升。单位 : K

以1.5MW风力发电机为例 :

电阻材料 : SUS304

$Q_{max}=1360KJ$   $C=0.5kJ/kg.K$   $\Delta t=400K$

$M=1360/(0.5 \times 400)=6.8Kg$

电阻材料重量 : 约6.8Kg

辅助材料重量 : 约20Kg

体积 : 500×450×150 ( mm )

#### Sandwich Structure - Natural Cooling

M: Mass of resistance material in kg  
Q: Energy absorbed by resistor mass in kJ  
C: Specific Heat Capacity of resistor material in kJ/kg.K  
 $\Delta t$ : Temperature Rise of resistor in K

Take 1.5MW Windturbine as an Example:

$Q_{max}=1360kj$   $C=0.5kJ/kg.K$   $\Delta t=400K$

$M=1360/(0.5 \times 400)=6.8kg$

Resistor Mass: about 6.8kg

Other Material Mass: about 20kg

Size: 500x450x150(mm)



#### 管式结构-自然风冷

M : 电阻材料的质量。单位 : kg  
Q : 电阻材料吸收的能量。单位 : kJ  
C : 电阻材料的比热容。单位 : kJ/kg.K  
 $\Delta t$ : 电阻材料的温升。单位 : K

以1.5MW风力发电机为例 :

电阻材料 : SUS304

$Q_{max}=1360KJ$   $C=0.5KJ/kg.K$   $\Delta t=400K$

$M=1360/(0.5 \times 400)=6.8Kg$

电阻材料重量 : 约6.8Kg

辅助材料重量 : 约12Kg

#### Tubular Structure - Natural Cooling

M: Mass of resistance material in kg  
Q: Energy absorbed by resistor mass in kJ  
C: Specific Heat Capacity of resistor material in kJ/kg.K  
 $\Delta t$ : Temperature Rise of resistor in K

Take 1.5MW Windturbine as an Example:

$Q_{max}=1360kj$   $C=0.5kJ/kg.K$   $\Delta t=400K$

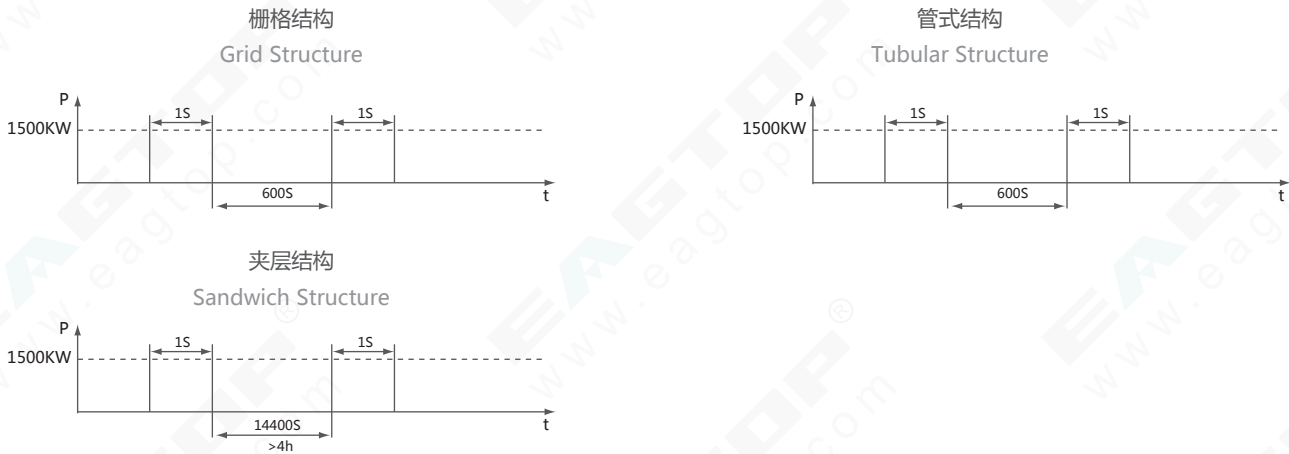
$M=1360/(0.5 \times 400)=6.8kg$

Resistor Mass: about 6.8kg

Other Material Mass: about 12kg



### 工况比较 (Operation Circling Comparison)



### 结构比较 (Size Comparison)

	重量 Weight ( Kg )	体积尺寸 Size ( mm )	实际温升 Temperature Rise ( °C )	价格 Price
栅格结构 Grid Structure	26	500×450×150	450	中 Moderate
夹层结构 Sandwich Structure	28	491×320×200	200	低 Low
管式结构 Tubular Structure	45	300×200×120	50	高 High

### 电阻材质比较 (Resistor Material Specifications)

	密度 ( g/mm ) <sup>3</sup>	电阻率 ( Ω·mm /m ) <sup>3</sup>	热容 ( J/g·K )	导热率 ( w/m ·°C ) <sup>2</sup>	温度特性 ( ppm/°C )
SUS304	0.008	0.68	0.5	13.2	< 1400
SUS316	0.008	0.73	0.45	13.23	< 900
SUS310	0.008	0.71	0.46	13.2	< 600
Cr20Ni80	0.0084	1.09	0.441	60.5	< 100