# 采购需求及技术规格要求

1. 货物需求一览表

标的列表如下：

|  |
| --- |
| 表1.1.1 高功率NPC变频器的相关组件 |
| 序号 | 组件 | 数量（组台套） | 参数/功能/性能 |
| 1 | 开关柜 | 1 | 新标KYN28A-12,(1面馈线，具体见单线图纸)。包括开关柜远程操作软件一套。 |
| 2 | 工频整流变 | 1 | 干式，7000kVA-10kV/2.17kV/2.17kV+ 中性点引出2档无载分接调压开关（电动）。 |
| 3 | 工频相控整流 | 1 | 12脉波串联，2.17kV进线，输出DC2.5kV，功率5MVA\*2，相控调节（含快熔）。  |
| 4 | 直流母线 | 1 | 12mF薄膜电容(3500V);1mH水冷电感;电容器与IGBT的连接必须用低电感叠层母排；固态均压组件；CROWBAR装置；接地保护装置。 |
| 5 | NPC逆变器 | 1 | NPC-7000kVA单体NPC逆变器。 |
| 6 | 集成控制系统 | 1 | 硬件：全部高功率NPC变频器整体控制系统的设备、板卡，需实现控制可控硅整流、直流母线均压与泄放、NPC逆变器、高压侧打火检测与重启、过压过流保护、人机交互与后台通信，具体硬件配置见表1.1.2。 |
| 软件：实现NPC反馈控制所需的工频整流控制、直流偏磁控制、打火重启控制、束流中断控制四大运行工况的软件开发，需涵盖可控硅整流拓扑(高压电机软起产品)、NPC逆变拓扑(三电平光伏逆变器)、高压整流拓扑(气体放电电源)、开关柜远程操作软件。交付时必须交付NPC控制软件源程序。 |
| 7 | 附件 | 1 | 各类屏柜、电阻、电感、电容、连接管/排/缆/槽等。 |
| 8 | 备品备件 | 1 | 触摸屏一块，及其它必要的易损件。 |
| 9 | 专用工具 | 1 | DSP开发仿真器，及其它必要的工具。 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | 表1.1.2集成控制系统-硬件配置表 |
| 序号 | 电路 | 数量（组台套） | 功能/性能 |
| 1 | 可控硅交流电压采样 | 6 | 1. 需实现可控硅输入电压AC2170V，经2500V/100V的CT采样。
2. 需实现精度0.5%，带宽1000Hz，量程140Vrms。
 |
| 2 | 可控硅交流电流采样 | 6 | 1. 需实现可控硅输入电流1330A，经1500A/5A的CT采样。
2. 需实现精度0.5%，带宽1000Hz，量程5Arms。
 |
| 3 | 可控硅直流电压采样 | 2 | 1. 需实现可控硅输出电压DC2500V，经3000V/100V的霍尔采样（必须采用LEM的DV 3000/SP1电压传感器）。
2. 需实现精度0.5%，带宽1000Hz，量程140Vdc。
 |
| 4 | 可控硅直流电流采样 | 2 | 1. 需实现可控硅输出电流1800A，经2000A/0.1A的霍尔采样。
2. 需实现精度0.5%，带宽1000Hz，量程0.1Adc。
 |
| 5 | NPC输出交流电流采样 | 3 | 1. 需实现NPC输出电流1458A，经2000A/0.1A的霍尔采样。
2. 需实现精度0.5%，带宽2000Hz，量程0.1Arms。
 |
| 6 | 可控硅/IGBT触发光纤驱动 | 26 | 1. 需实现可控硅驱动12路
2. 需实现NPC的IGBT驱动12路
3. 需实现均压的IGBT驱动2路
 |
| 7 | 高压电流采样板HIS | 1 | 1. 需实现PWM信号，光纤1频率10kHz。
2. 需实现通断信号，光纤2。
 |
| 8 | 过流保护装置 | 2 | 1. -200kV端过流保护装置，光信号输出
2. -400kV端过流保护装置，光信号输出
 |

设备主要元器件品牌限定如下：

|  |  |
| --- | --- |
| **主要器件** | **品牌** |
| 可控硅 | 中车、ABB、英飞凌或性能相当于或优于参考品牌的其他品牌产品 |
| IGBT | 中车、英飞凌、东芝或性能相当于或优于参考品牌的其他品牌产品 |

1. 工程技术要求

**2.1 货物需求**

需求：组件及基本包装、运输、现场技术支持与服务。

分包：不分包。

**2.2 设备的主要用途及功能**

高功率NPC变频器是CRAFT NNBI 高压电源系统中最重要的组成部分，通过前级整流建立5kV直流储能母线电压，再通过单体NPC逆变器将直流电压转换成大功率150Hz交流电压,通过占空比的控制, 证当负载打火或束流中断时吸收电网注入的能量，进而控制负载的输出电压及各类复杂的控制要求，需设计或研制开关柜、相控整流、直流母线、NPC逆变器、大功率水电阻柜等五个组件，并最终组屏集成为高功率NPC变频器系统。

**2.3 高压不可控NPC逆变器的技术规范**

CRAFT-NNBI超高压电源需要2台NPC逆变器。本次招标为-200kV单元所使用的NPC逆变器。

* + 1. **使用工作条件**
			1. 环境条件
* 户内安装,海拔高度:<1000米，地震烈度7级，水平加速度0.2g。
* 适于在气温为-10℃～50℃和相对湿度为90％的环境条件下运输和贮存。
* 适于在气温-5℃～40℃和相对湿度85％的环境条件下连续运行。
* 户外日照强度：≤0.1W/cm2
* 户外最大风速：35m/s
* 户外覆冰厚度：≤10 mm
* 污秽等级：Ⅲ级
* 负载类型：加速器极板
	+ 1. **基本参数**
			1. 负载性能介绍

计划建造的CRAFT对 NBI 系统提出了极高的参数要求，必须采用基于射频离子源的 N-NBI 系统。需要研制一套基于射频离子源的NNBI 工程。CRAFT NNBI 的设计指标为负离子引出束流强度大于 35A、负离子束综合指标达到能量 400keV(一期)，束流稳定持续时间达到3600 秒，中性化效率优于 50%。加速器高压电源作为该的重要组成部分， CRAFT NNBI 加速器高压电源设计参数如下表所示。

|  |
| --- |
| 表2.3.1.1CRAFT NNBI 加速器高压电源设计参数 |
| 指标 | 参数 | 说明 |
| 额定输入功率 | 7000kVA |  |
| 额定输出电压 | 200kV |  |
| 额定输出电流 | 25A |  |
| 输出电压范围 | 20-100%连续可调 |  |
| 输出电压精度 | <±2% |  |
| 输出电压纹波 | <±5% |  |
| 上升时间 | <80ms |  |
| 故障关断时间 | <100us |  |
| 运行方式 | 稳态运行(最长3600s) |  |

高功率NPC变频器须通过控制与保护等功能，实现下列特殊的功能要求

1. 由于加速器极板间的 Breakdown 是频繁而不可避免的，因此不视为故障。但在发生 Breakdown 时，为了限制涌入加速器的浪涌能量，要求电源在 100μs 内迅速关断（电源内部可控器件可靠关断），然后等待 20ms后立刻自动重启。
2. 加速器极板间的 Beam-off 虽然也比较频繁，但因为会在高压侧造成过电压，被视作一种故障，此时电源需要尽快关断，不再自动重启，等待上一级控制系统的指令。
3. 因为NBI系统在进行物理实验时可能需要调节加热功率，因此要求电源的输出电压 20%~100%连续可调，且输出电压精度不低于±2%。
4. 因为NBI的束流发散度受加速器高压电源波动的影响比较大，所以要求输出电压纹波在任意输出电压下都小于±5%（10%）。
5. 为了防止电源启动时，有较大的启动电流和电压过冲，要求电压上升时间为 80ms以内。
6. 发生Breakdown时，为了保护加速器和电源自身，需要将涌入加速器的能量限制在10J 以内。
	* + 1. 设计基本原则

“高功率NPC变频器”设计应考虑以下4项基本原则：

###### 可靠性

设计应能保证在规定的运行环境和运行条件下，确保其连续可靠工作。

###### 安全性

设计应能保证其在正常运行、外部电网事故及异常时本身的安全性，同时系统本身的投入、切除、正常运行及异常时不会对系统运行产生不良影响。其设计应有可靠的技术措施，包括自动控制、联动保护、可靠接地、闭锁系统、围栏或警告标志。

###### 功能性

设计应能保证其针对负荷特点，满足预期正常、故障的各项功能要求（见2.4.1），可观可控可测，输出达到指标要求。

###### 经济性

满足可靠性、安全性、功能性的前提下，设计以制造成本和运行损耗最低为原则进行优化设计和研制。

* + - 1. 高功率NPC变频器工艺及性能要求

###### 设计拓扑结构

“高功率NPC变频器”的设计须遵照下图2.3.1.1 NNBI高压电源所示拓扑结构，该结构由 10k V 交流电网供电，主要包括开关柜、12 脉波可控硅整流器、直流母线、三相三电平 NPC 逆变器、隔离升压变压器、高压不控整流器、高压直流NPC逆变器和控制系统等，“高功率NPC变频器”为前四部分及控制系统的综合集成。



图2.3.1.1 NNBI高压电源拓扑结构图

###### 各单元工艺和性能要求

开关柜

用于控制电网10kV进线，并抑制变压器的励磁涌流对电网的冲击，必须配备软起动电阻柜，通过进线柜和软起电阻柜中10kV真空断路器的配合控制达到电源能够正常启动的目标。10kV高压开关柜及软起动电阻柜的配置见下图及下表。

表2.3.1.2 10kV开关柜参数表（供参考）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 参数 | 单位 | 指标（参考） |
| 1 | 额定电压 | kV | 12 |
| 2 | 额定电流 | A | 508 |
| 3 | 额定频率 | Hz | 50 |
| 4 | 额定短时耐受电流 | 主回路 | kA | 等于额定短路开断电流 |
| 接地回路 | 主回路的87% |
| 5 | 额定短路持续时间 | 主回路 | s | 4 |
| 接地回路 | 2 |
| 6 | 额定峰值耐受电流 | 主回路 | kA | 等于额定短路关合电流 |
| 接地回路 | 主回路的87% |
| 7 | 额定短路开断电流 | kA | 25，40 |
| 8 | 额定短路关合电流 | kA | 63； 100 |
| 9 | 雷电冲击耐受电压(峰值) | 相间、对地 | kV | 75 |
| 隔离及真空断口 | 85 |
| 10 | 工频耐受电压(1min 有效值) | 相间、对地 | 42 |
| 隔离及真空断口 | 48 |
| 11 | 辅助回路和控制回路工频耐受电压(1min有效值) | 2 |
| 12 | 控制回路操作电压 | V | AC 220 |
| 13 | 加热、照明电压 | V | AC 220 |
| 14 | 外壳防护等级/门打开 |  | IP4X/ IP2X |
| 15 | 柜宽 | mm | 800，1000 |
| 16 | 柜数目 | 面 | 1面进线柜+两面馈线柜+1面电阻柜 |
| 17 | 电阻（线绕） | 欧姆/功率 | 50Ω/15kW |



图2.3.1.2 10kV高压开关柜单线图

其它要求：

1. 配备远程控制程序客户端，通过远程计算机能够控制开关柜的分合，而软起电阻柜的真空断路器与总进线柜的真空断路器连锁分合，自动运行，不需控制。
2. 开关柜及柜内主要元器件应选择质量优的知名品牌，铭牌应齐全、清晰。

工频整流变压器

1. 类型：环氧浇注干式变压器；
2. 绝缘等级：F级；
3. 防护等级：有外壳
4. 冷却方式：风冷或自冷
5. 变压器容量：7000kVA
6. 短路阻抗：10%；
7. 联结组别：△/△/Y；副边接两套可控硅相控整流串联形成直流5kV。
8. 最高运行电压：1.1$U\_{N}$；
9. 高压侧额定电压：10kV;
10. 低压侧额定电压：2170V/2170V；
11. 配件：2档无载分接调压开关（电动操作）
12. 应选择质量优的知名品牌，铭牌应齐全、清晰。

可控硅工频整流器

可控硅整流电源是整个系统的前级部分，为NPC直流母线提供能量，该电源由主回路、控制系统组成。主回路由：交流进线部分、可控硅整流器、直流回路构成；控制系统由：微型计算机控制板、信号检测系统、触发隔离电路、保护电路构成。可控硅整流额定参数如下：

表2.3.1.3 相控整流器参数表（供参考）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 参数 | 指标 |
| 1 | 单机组额定整流电压 | 2500Vdc |
| 2 | 单机组额定整流电流 | 2000Adc |
| 3 | 单机组直流脉波数 | 6 |
| 4 | 系统机组串联数量 | 2 |
| 5 | 系统等效直流脉波数 | 12 |
| 6 | 系统额定整流电压 | 5000Vdc |
| 7 | 系统额定功率 | 7000kVA |
| 8 | 冷却方式 | 水冷 |

控制器

控制器的主要功能是完成核心的控制。当整流器作为电流源时，控制器要完成电流闭环控制。当整流器作为电压源时，控制器要完成电压闭环控制。此外，控制器还要完成脉冲形成、脉冲分配、脉冲功放、α角校正等功能。 控制器必须具有200MHz主频，双核处理器，便于后续软件升级（建议选择美国TI数字信号处理器最新型号TMS320F28377D，如配置性能相当于或优于参考品牌的其他品牌产品，则需提供书面证明材料）。应为全数字型软件控制，结构紧凑，节省空间。所有的开环和闭环控制以及通讯功能可以灵活地组态和编程，以控制不同的工艺设备。

通过串行接口，标准的PC机也可以对控制器设定参数。模型计算机和人机接口可以在线修改控制器内部的参数，以适应不同的工作状况。

1. 触发隔离电路

每组脉冲都要通过电光转换器转成光脉冲信号，在主柜的光电转换器中转成电脉冲，加到可控硅的控制极上。这个光电转换器的工作电源要各自独立，触发电源对地绝缘要达到10kV的等级。

1. 信号检测

整流器的检测信号主要是输出电流和输出电压。电流检测有2种方法。第一种方法是在每台整流变压器的副边进线电缆处安装电流互感器，这里检测的是4个三相桥的电流，经过最大值选择器选出4个三相桥中电流最大值，作为电流反馈信号。第二种方法是利用串联在直流回路的分流器检测电流，经光电隔离后送到控制系统。 电压是在直流回路的取样电阻上检测的。也要光电隔离后送到控制系统。

1. 光电隔离系统

主回路交流侧和直流侧对地电位为2.5kV,而控制系统与地等电位，所以，凡是主回路和控制系统之间的信号（触发脉冲和电压、电流的检测信号）都要隔离。

直流母线

直流母线是可控硅整流电源和NPC逆变器之间的“蓄水池”，主要作用是为可控硅整流电源输出稳压，为NPC逆变器提供稳定的直流母线。直流母线环节包括扼流电感、电容器、泄能均压之路、CROWBAR装置和必要的检测、接地等辅助部件。扼流电感用来抑制相控整流器的输出电流纹波和限制母线电容的充电电流上升率，初步设计为 1mH（具体参数由供应商设计并经甲方确认）；电容器为负载提供无功功率的同时，还具有稳定直流母线电压、抑制暂态过程中直流母线电压波动的功能；泄能支路在电源发生短路或者电源停机后将电容器组中的能量释放掉；辅助部件监测直流母线环节的电压等电气参数，同时确保系统的安全。直流母线额定参数如下：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 参数 | 指标 |
| 1 | 单组额定电压 | 2500Vdc |
| 2 | 单组额定电容量 | 30mF |
| 3 | 系统机组串联数量 | 2 |
| 4 | 系统机组额定电压 | 5000Vdc |
| 5 | 系统机组额定电容量 | 12mF |
| 6 | 稳态时最大波动 | ±6% |
| 7 | 暂态时最大波动 | ±9% |

电容器是直流母线环节的关键，其选型和取值对整个电源的体积、成本、重量和性能都有重要的影响。自愈式金属化薄膜电容器工作电压高、容值偏差小、损耗小、寿命长、对温度不敏感等优点，使其逐渐成为大功率变流器直流支撑电容的主流选择。

自愈式金属化薄膜电容器有干式和油浸式两种，由于油浸式电容器不可避免的存在绝缘油泄露问题，因此本项目要求采用干式自愈式金属化薄膜电容器作为直流母线环节主电容器。

NPC逆变器

高压电源的开断和输出电压调节主要是通过控制低压侧逆变器实现的，逆变环节是其核心环节，很大程度上决定了加速器电源的性能。NPC逆变器包括：半导体功率器件、吸收电路、驱动电路、保护电路、叠层母线。额定参数要求如下：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 参数 | 指标 |
| 1 | 输入电压 | 2\*2500Vdc |
| 2 | 输出电压 | 方波 |
| 3 | 输出频率 | 150Hz |
| 4 | 输出占空比调节范围 | 1%~99% |
| 5 | 调制方式 | 定频调宽 |
| 6 | 输出功率 | 7000kVA |

器件要求：

1. 辅助电源应采用知名品牌的独立外置开关电源，不得采用分立器件自搭设计；
2. 功率模块IGBT采用国产一线品牌（中车品牌或原装进口）；
3. 功率模块IGBT驱动器应采用知名品牌驱动核，采用磁隔离技术，满足EN50178的安全要求，不采用

光耦隔离；不得采用分立器件自搭设计。

1. 直流支撑电容必须采用薄膜电容，应选择质量优的知名品牌。

系统仿真要求：

为便于NPC逆变器与整体系统的联合调试，供应商必须提供仿真模型，采用PSIM软件搭建系统仿真图，并进行全参数控制模型仿真，输出波形均需满足原设计方案的要求，提供仿真文件、波形截图、说明及相关程序文件等，出具验证系统工作可行性报告。

设备接入电网要求

CRAFT N-NBI高压电源功能样机工作在额定电压：10kV，额定频率50Hz的电网条件中。进线电压波动±20%，频率波动±2%范围内，能够满负荷连续运行，并保证温升不会过限。接入电网应：

1）系统设计应根据拟安装地点系统接线及运行方式、谐波水平(含背景谐波)和无功等因素，按全面规划、合理布局、分级滤波，减少对电网的污染；

2）设计时应核算波系统按拓扑结构组合运行时，系统所在系统不得发生有危害的谐振，且考核点的谐波水平在设计限值范围内；

3）系统设计应考虑频率波动、支路参数变化和系统参数变化对系统的阻抗特性和谐波水平产生的影响，确保系统和系统安全稳定要求；

4）系统运行及退出时，其对所接系统引起的电压偏差、频率变化、电压波动及三相电压不平衡应分别满足GB/T 12325、GB/T 15945 、GB/T 12326 、GB/T 15543的规定范围。

控制系统要求

控制系统主要分为可控硅相控整流控制和NPC逆变器控制两个部分。

1. 可控硅相控整流控制功能。采集交流电压、交流电流，采用软件锁相技术，相控整流技术，计算出触发相位角度，并通过光纤传给可控硅驱动电路。
2. NPC逆变器控制功能。控制NPC逆变器的逆变频率及调制比，与前级可控硅相控整流协调工作。

 控制单元硬件要求：

* 1. 采用工业级高性能DSP作为处理器，处理器应内部集成ADC芯片，对功率单元模拟信号进行高速采集。为保证可靠性，不使用外挂ADC芯片，不采用FPGA/CPLD方案，对于整机控制DSP芯片，还需具备：
	2. 处理器时钟频率不低于200MHz，且开发使用频率也不低于200MHz，不降频使用；
	3. 处理器性能方面，单字长定点指令平均执行速度应不低于800MIPS;
	4. 闪存：≥1MB
	5. SRAM: ≥204KB。
	6. 投标方应提供详细的控制单元设计方案和实施方案。

控制单元算法要求：

1. 同步控制：检测输出电压分量，极板“打火”快速检测，动态调节NPC逆变器输出电压的正负脉宽比例，达到稳定电压的要求。
2. 目标电流提取及追踪：通过输出电压的反馈，获得目标电压。控制系统采用闭环控制的方式，自动适应控制对象和系统自身的变化，实现对目标电压的快速追踪。系统对目标电压的提取和追踪能力，是衡量系统性能的主要标准。
3. NPC直流电压均压控制：在控制上必须采取措施对直流电压的不平衡加以抑制，并指明直流电压均压方法及保护措施。

控制其它要求：

投标方应依据相控整流和NPC多电平逆变技术相结合的方式，最终实现电压不平衡抑制的详细算法过程，并出具相关仿真波形。

保护系统要求

系统具有完善的状态检测和保护功能，对系统可能发生的所有故障均能实现有效判断，并迅速反应。为了提高系统保护的可靠性和有效性，系统的保护过程按照以下三级保护进行设计：

1. 第一级：封锁NPC逆变器功率器件的触发脉冲。
2. 第二级：动作CROWBAR装置，熔断直流快熔；
3. 第三级：用户开关柜内断路器跳闸。

当DSP检测到发生了不可恢复的故障， DSP就会在同一时间封锁全部功率单元体的触发脉冲，使电流迅速变为零，并通过光信号发送电源故障状态信号。当DSP接收到高压侧打火或过流信号时，封锁IGBT信号，锁存20ms后自动接触封锁信号，继续响应总控发送的START信号。并且实现相应的闭锁调节功能：

1. 控制器具有CT断线检测及闭锁调节功能；
2. 控制器具有PT断线检测及闭锁调节功能；
3. 控制器内部电路具有完善的保护功能，内部出现任何电路故障均不会有误动作输出；
4. 本系统开关跳闸时，报警并闭锁主控制器的无功出口。

总体要求保护类型包括但不限于：

1. 系统级的保护功能：
* 过电压保护；
* 过电流保护；
* 人工急停保护；
* 冷却系统异常保护。
* 升压变偏磁保护
1. 功率单元的保护功能：
* 直流侧过电压与欠电压保护 ；
* 直流电压不平衡保护；
* 驱动板故障保护；
* 过温保护；
* 通信故障保护；
* SCR相控桥输入过流保护
* 自动旁路保护。
1. 控制系统保护功能：
* 控制电源失电保护；
* 通信故障保护；
* 控制器故障保护。
1. 告警功能：
* 系统应具备上电自检功能，自检异常时闭锁全部操作，并发出告警信息；
* 同步信号异常告警功能。

 通讯与显示

1. 通讯单元：

控制器应具有和上位机通讯的标准化接口，具有强大、灵活的通信功能，实现就地和远方通讯。要求系统可以提供两路高速的电气以太网接口、串行打印接口等多种通讯方式，方便用户可以根据需要选择。

适宜采用IEC61850通讯规约，实现与上位监控系统和电气综合自动化系统的接口，实现远方监控方式。

1. 与本系统连接的模拟信号
* PT信号：采集系统电压，用于系统计算以及电压同步，如果考核点不是系统电压，则再接入考核点PT信号；系统接入点电压（PT）：AC100V，精度0.2级。
* CT信号：采集考核点电流，用于系统计算变压器电流。CT次级电流5A，精度为0.2级。如果无计量级CT，也可以是测量级0.5级。
* VT信号：采集直流输出电压，用于系统计算直流母线电压，直流输出电压：DC100V，精度0.5级。
* 提供给本系统的模拟量信号：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 名称 | 性质 | 说明 | 备注 |
| 1 | CT信号 | AI(5A/1A) | 考核点三路CT电流信号提供给本系统 | 精度0.2级次级电流5A |
| 2 | PT信号 | AI(100V) | 网侧或考核点PT电压信号提供给本系统 | 精度0.2级 |
| 3 | VT信号 | AI(100V) | 采集直流电压 | 精度0.5级 |

1. 本系统与现场的通讯接口

本系统控制系统采用RS485或以太网通讯方式，RS485接口可支持Modbus-RTU通讯协议或电力CDT通讯规约，以太网通讯协议为IEC/104。通讯接口：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 名称 | 性质 | 说明 | 备注 |
| 1 | 通讯接口 | 两路RS485 | 与现场通讯的接口 | Modbus-RTU协议 |
| 2 | 通讯接口 | 以太网2路 | 与现场通讯的接口默认 | TCP/IP协议 |

1. 本系统接收DCS的开关量
* 外部故障输入：可以作为本系统正常运行的条件，闭合联跳。
* 故障报警：系统出现故障时发出警报，1路常开点。
1. 高压开关柜到本系统的连接点
* 高压联动跳闸：即联跳高压开关接点。ZR本系统出现重故障时，自动分断高压开关，1路常开点，闭合有效。
* 高压合闸允许：允许将高压开关合闸，1路常开点，闭合有效。
* 高压就绪：高压准备就绪，高压开关提供给ZR本系统的1路常开点，闭合有效。

本系统与高压开关柜的连接信号：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 名称 | 性质 | 说明 | 备注 |
| 1 | 高压就绪 | DI开关量 | 表示上级开关柜给ZR本系统的合闸位置信号 | 无源干接点 |
| 2 | 高压合闸允许 | DO开关量 | 表示ZR本系统给上级开关柜的合闸允许信号 | 无源干接点 |
| 3 | 高压联动跳闸 | DO开关量 | 表示ZR本系统给上级开关柜的紧急分闸信号 | 无源干接点 |

1. 显示单元功能

控制系统采用液晶触摸屏（尺寸17英寸以上），具有友好的人机界面，数据一年以上。可提供如下功能：

* 应能接收外部模拟信号，自动分析其频率、幅值、相位，并显示在触摸屏上。
* 实时电量参数显示（电压、电流、功率因数，无功功率、有功功率等）；
* 实时曲线和历史曲线（电流、电压、功率）；
* 历史事件记录（故障记录、操作记录、停机原因记录）；
* 控制器本体具有不低于50次的故障录波事后召唤显示功能；
* 运行数据记录；
* 故障录波；
* 无功阶跃录波；
* 电压阶跃录波；
* 在线电能监测功能；
* 功率模块单元状态监视；
1. 软件版本查询功能
* HMI存储空间查询；
* IGBT系统单元状态监视；
* 显示系统的输出电流及波形，显示10KV侧的电压和电流；
* 显示当前时间、保护定值、保护动作时间，显示保护类型、保护动作事件等信息。
* 当各类保护动作或监视的状态发生变化时，控制系统将自动记录事件发生的类型、相别及动作值，事件按顺序记录，可通过人机界面进行查询，并通过远程通信上传至终端。动作次数可永久保存，即使掉电也不丢失。