

---

# 变流单元专用制冷系统 技术要求

---

## 目录

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| 一、总则.....                     | 4         |
| 二、规范性引用文件.....                | 4         |
| 三、工艺流程说明.....                 | 4         |
| 3.1 主循环回路.....                | 5         |
| 3.1.1 主循环泵.....               | 5         |
| 3.1.2 主循环回路过滤器.....           | 5         |
| 3.1.3 加热器.....                | 5         |
| 3.2 去离子回路.....                | 6         |
| 3.2.1 离子交换器.....              | 6         |
| 3.2.2 精密过滤器.....              | 6         |
| 3.3 稳压系统.....                 | 6         |
| 3.3.1 方案一膨胀罐稳压.....           | 6         |
| 3.3.2 方案二氮气稳压.....            | 错误！未定义书签。 |
| 3.3.3 补水回路.....               | 8         |
| 3.4 管路及冷却介质.....              | 9         |
| 3.5 温湿度检测和电加热器.....           | 9         |
| 3.6 水-风换热器.....               | 9         |
| 3.7 电动阀.....                  | 9         |
| 3.8 柜体.....                   | 9         |
| 3.9 噪声.....                   | 9         |
| 四、控制及监控.....                  | 10        |
| 4.1 一次回路.....                 | 10        |
| 4.1.1 动力电源.....               | 10        |
| 4.1.2 对主设备的保护.....            | 10        |
| 4.2 二次回路.....                 | 10        |
| 4.2.1 控制电源.....               | 10        |
| 4.2.2 PLC.....                | 10        |
| 4.2.3 采样仪表（采样点详见系统工艺流程图）..... | 10        |
| 4.4 操作模式.....                 | 11        |
| 4.4.1 手动模式.....               | 11        |
| 4.4.2 自动模式.....               | 11        |

---

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 4.5 人机界面 .....                | 11 |
| 4.5.1 控制柜指示灯 .....            | 11 |
| 4.5.2 人机界面 .....              | 11 |
| 4.6 控制逻辑 .....                | 12 |
| 4.6.1 主循环泵 .....              | 12 |
| 4.6.2 补水泵 .....               | 12 |
| 4.6.3 温度控制 .....              | 12 |
| 4.6.4 仪表故障 .....              | 12 |
| 4.6.5 系统的报警与故障（跳闸） .....      | 12 |
| 4.7 远程传输 .....                | 13 |
| 4.7.1 开关量输出节点 .....           | 13 |
| 4.7.2 远程启停 .....              | 13 |
| 4.7.3 在线显示参数 .....            | 13 |
| 4.7.4 在线显示状态 .....            | 13 |
| 4.8 电气元件及接线 .....             | 14 |
| 五、出厂实验 .....                  | 14 |
| 5.1 一般检验 .....                | 14 |
| 5.2 仪表功能检验 .....              | 14 |
| 5.3 压力及密封试验（静压试验） .....       | 14 |
| 5.4 水力性能试验 .....              | 14 |
| 5.5 绝缘、耐压、接地电阻试验 .....        | 14 |
| 5.6 模拟控制与保护性能试验（控制性能试验） ..... | 15 |
| 5.7 连续运行试验 .....              | 15 |
| 5.8 与上位机通讯功能测试 .....          | 15 |
| 六、现场试验 .....                  | 15 |
| 6.1 安装检验 .....                | 15 |
| 6.2 绝缘、接地电阻及耐压测试 .....        | 15 |
| 6.3 密封试验 .....                | 15 |
| 6.4 24 小时连续运行试验 .....         | 16 |
| 6.5 与上位机通讯功能试验 .....          | 16 |
| 七、交付文件与验收 .....               | 16 |
| 7.1 设计图纸的提交和买方认可。 .....       | 16 |
| 7.2 图纸、说明书、试验报告的交付。 .....     | 16 |
| 八、附件 .....                    | 17 |

---

---

|                        |    |
|------------------------|----|
| 附件 1: 水冷却系统设计参数表 ..... | 17 |
| 附件 2: 配置说明 .....       | 17 |

---

## 一、总则

- 1) 本协议书的使用范围，仅限于进行设备订货、安装、调试及售后服务等方面。
- 2) 本协议书提出的是最低限度的技术要求，并未对一切技术细节作出规定，也未充分引述有关标准和规范的条文，乙方应保证提供符合本协议书和有关最新工业标准的成熟优质产品。
- 3) 在签订合同之后，甲方保留对本协议书提出补充要求和修改的权力，乙方应允诺予以配合，如提出修改，具体项目和条件由甲、乙双方商定。
- 4) 本协议书所使用的标准如与乙方所执行的标准发生矛盾时，按较高标准执行。
- 5) 本协议书作为订货合同的技术附件，与合同正文同时生效。
- 6) 本协议只在本次订货事宜中有效。

## 二、规范性引用文件

以下标准中如存在差异，以最新版标准为准。

|                    |                         |
|--------------------|-------------------------|
| GB 50235-2010      | 《工业金属管道工程施工规范》          |
| ISO 1127           | 《不锈钢管.尺寸、公差和单位长度的规范质量》  |
| GB 11920-2008      | 《电站电气部分集中控制设备及系统通用技术条件》 |
| GB/T 29629-2013    | 《静止无功补偿装置水冷却设备》         |
| GB/T 14598.10-2012 | 《量度继电器和保护装置》            |
| GB/T 3766-2001     | 《液压系统通用技术条件》            |
| GB/T 13384-2008    | 《机电包装通用技术条件》            |
| GB/T 191-2008      | 《包装储运图示标志》              |
| GB/T 13306-2011    | 《标牌》                    |
| GB/T 3616-1994     | 《管路压力试验要求》              |
| GB/T 13922-2011    | 《水处理设备性能试验》             |
| JB/T 5833-2013     | 《电力变流器用水冷却装置》           |
| JB/T 2932-1999     | 《水处理设备技术条件》             |
| DL/T 596-1996      | 《电力设备预防性试验规程》           |

## 三、工艺流程说明

变流单元的内冷却系统各自独立，采用的是类似工程中目前最先进的工程方法。冷却系统的设计和制造基准是保证装置在各种额定的环境条件下适应变流单元的各种运行工况。

冷却系统能长期稳定运行，不允许有变形、泄漏、异常振动和其他影响变流单元正常工作的缺陷。管路系统的设计保证其沿程水阻为最小。所有机电设备和仪表的选型，均选择国际知名的可靠产品，

---

---

材料的选择考虑了系统在长期高电压运行环境下产生的腐蚀、老化、损耗的可能性。冷却系统的密封方式和密封材料的选型确保冷却系统正常运行时无泄漏。

恒定压力和流速的冷却介质源源不断流经被冷却器件带走热量，温升水至循环泵的进口，经主循环泵加压进入换热设备进行热交换，完成一次闭式循环。为控制冷却系统的循环冷却水温度，在换热器进出管路之间设置电动调节阀，当室外环境温度较低和变流单元低负荷运行或零负荷时，由电动调节阀实现冷却水温度的调节。电加热器对冷却水温度进行强制补偿。

为适应大功率电力电子设备在高电压条件下的使用要求，防止在高电压环境下产生漏电流，冷却介质必须具备应符合 10kV 绝缘国家标准的电导率 ( $\leq 0.3\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ )。因此主循环冷却回路上并联了去离子水处理回路。预设流量的一部分冷却介质流经离子交换器，不断净化管路中可能析出的离子，与主循环回路冷却介质在高压循环泵前合流。与离子交换器连接的补水装置和与膨胀罐连接的恒压系统保持系统管路中冷却介质的充满及隔绝空气。

系统中各机电单元及传感器由 PLC 自动监控运行，水冷系统的运行参数和报警信息即时传输至主控制器，并可通过主控制器远程操控水冷系统，实现冷却系统与主机的无缝接合。

### 3.1 主循环回路

冷却介质由主循环泵升压后，进入水-风换热器进行与室外空气的二次散热，然后流向被冷却器件，将被冷却器件的热量带走，温升水回流至高压循环泵的进口，而形成密闭式循环。

冷却水进出口法兰规格见附件水冷系统技术参数表。

#### 3.1.1 主循环泵

设置 2 台主循环泵，一用一备，工作模式为轮换工作，可定时自动切换和手动切换，工作时间可调。提供密闭循环流体所需动力，选用知名品牌不锈钢离心泵。泵体采用机械密封，接液材质为 316 不锈钢或更优材质，设过流和过热保护。每台主循环泵进口分别设置关断阀门，方便维护。

循环泵优先选用格兰富不锈钢立式离心泵，稳定可靠，7.5kW 以下水泵电机轴承为免维护轴承，无需注油维护简便，根据使用条件定期更换轴承。

#### 3.1.2 主循环回路过滤器

为防止循环冷却水在快速流动中可能冲刷脱落的刚性颗粒进入阀体，在阀组进口管路设置精度为 200 $\mu\text{m}$  机械过滤器，采用网孔标准不锈钢滤芯。在工厂调试后或现场试运行后，因管路内在施工时可能留有颗粒及材料碎屑，应该取出滤芯进行清洗。在后期运行过程中可进行每年检查冲洗。

主过滤器配置 1 台，材质不低于 316 不锈钢。

#### 3.1.3 加热器

电加热器置于主循环回路。主要用于当供水温度接近凝露温度时对冷却介质进行温度补偿，防止凝露。

---

加热管具有最低水温控制功能，当水温降低到设定温度时（可设置，最低水温出厂设定 5℃），加热管自动启动维持水温。

加热器材质不低于 316 不锈钢。

加热器应保证在水泵未运行时禁止开启。

### 3.2 去离子回路

去离子回路是并联于主循环回路的支路，主要由离子交换器及相关附件组成，对主循环回路中的部分介质进行纯化。通过对冷却水中离子的不断脱除，达到长期维持极低电导率的目的。离子交换树脂采用非再生树脂，吸附容量大，耐高温、高流速，专用于微量离子的去除。

在主循环回路设置有电导率传感器，当检测到偏高值时，发出报警信号，提示更换离子交换树脂。更换时不影响系统运行。

去离子回路采用 316 材质。

#### 3.2.1 离子交换器

系统设置 1 台离子交换器。选用非再生树脂作为原料进行特殊配比，操作温度： $\leq 60^{\circ}\text{C}$ ，，流速范围：20-40BV/h。。该树脂维护周期不少于 1 年。

罐身材质不低于 316 不锈钢。主回路中冷却水的电导率小于  $0.3\mu\text{S}/\text{cm}$ （10kV 绝缘国家标准的电导率）。离子交换器内装进口免维护离子交换树脂。

树脂品牌：罗门哈斯、漂莱特或同等性能树脂

#### 3.2.2 精密过滤器

离子交换器出口设置精密过滤器，以拦截可能破碎流出的树脂颗粒，采用可更换滤芯方式。离子交换器回路不断向主回路注入超纯水以维持主回路水质低于设定值，由离子交换器、精密过滤器、直读式转子流量计等组成去离子循环系统。精密过滤器首次维护周期为半年，后期建议一年一次。

滤芯：10 $\mu\text{m}$ ，PP 材质，1 套。

### 3.3 稳压系统

在主回水管路上并联有膨胀罐，保证整个水系统在温度变化、水分消耗、轻微渗漏时始终保持足够的循环水量而设置的。正常循环时水进入膨胀罐，而罐内气体被压缩，当系统水分流失时，气体膨胀补足水分。

在系统中因温度变化而引起体积变化，从而导致管路内压力变化，膨胀罐会将压力维持在一定的范围之内，保证系统安全运行。

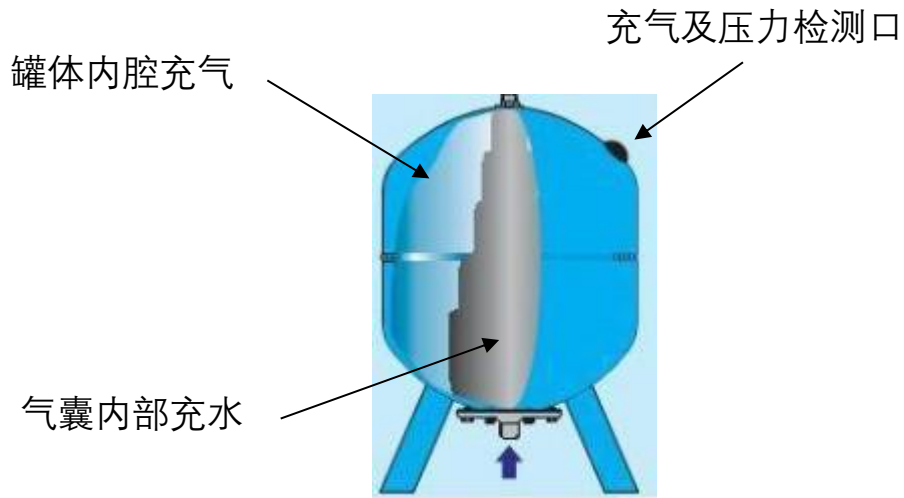
#### 3.3.1 膨胀罐稳压

膨胀罐采用进口品牌元件，膨胀罐内部装有 EPDM 材质气囊，在气囊与罐体之间预充有一定压力氮气。膨胀罐内压力下降时可用随机配带打气筒向其内充气。

膨胀罐可在线更换，压力检测一年不少于一次，可用随机配带的胎压计进行检测。

---

系统设置 1 台膨胀罐。



- 膨胀罐介绍

膨胀罐是为了保证整个水系统在温度变化、水分消耗、轻微渗漏时始终保持足够的循环水量而设置的。正常循环时水进入膨胀罐的内部气囊，而罐内氮气被压缩，但系统水分流失时，氮气膨胀补足水分。

根据使用说明，膨胀罐应用于水冷单元，可有效的防止“水锤”现象。膨胀罐为一内部带囊的密封容器，氮气充压。如上图所示。

- 技术特征

膨胀罐的主要技术特征都会在单独标贴中注明（见罐体），每个膨胀罐的外部都会标明生产年份、装备配套、体积、最高工作温度、最大工作压力及预充压力。每个膨胀罐或压力罐的标签不允许有任何撕毁或涂改。

产品操作需严格按照罐体标签上所示技术指导，遵守其限制范围。

- 膨胀罐稳压系统

- 1) 简介

膨胀罐位于水泵吸水口，连接管路配置膨胀罐维修球阀，排气阀（用于 100L 以上膨胀罐），排水排压球阀。安全阀在系统中起着重要作用，当膨胀罐未到检测期，气囊漏气，失去缓冲作用时，系统内介质热膨胀，当达到安全阀预定压力时，安全阀打开，排除多余介质，保证膨胀罐及系统管路安全。

- 2) 维护



---

维修保养工作必须严格按照规范进行。

膨胀罐至少一年检验一次，检查预充压力是否与开始时调试压力（出厂设置为 0.7bar）相同。

为了进行该操作，罐应保证完全是空的。通过球阀断开系统中与膨胀罐连接管路，打开下部排水阀，泄压。用胎压计在压力检测口检测。如果罐没有压力或小于预充压力，应用打气筒向内打气，边打边测试，或直接用带有压力表的打气筒充气。在没充分卸压和水的情况下，膨胀罐不允许随意拆卸。避免严寒及与金属一起在外放置。

### 3) 安全指示

请保证以下安全指示被严格执行，由此出现的任何差错都有可能造成人员、事物及罐本身的损害。

预充压力不能超过产品标签上所注的水平。

膨胀罐不允许在工作过程中进行拆卸。

严禁打击、燃烧或暴力打开罐子。

请严格按照标签上技术指导操作。

禁止超过最大工作压力和最高工作温度。

禁止将膨胀罐作为他用。

### 4) 膨胀罐故障判断

膨胀罐内部气体泄漏干净或气囊破损，当水温升高时，系统压力升高，达到主管路上安全阀设定值时，安全阀打开，保证系统安全运行。

膨胀罐故障表现为气囊破损或气囊与罐体接口处密封不严，当检测到膨胀罐压力远小于预充压力时，应该按下方法进行检查：

a. 用打气筒向膨胀罐内充气，小于膨胀罐体上规定压力，用肥皂泡或洗涤灵抹在连接法兰周边，观察气泡是否变大，如果变大，说明漏气。应该先放气，再松下压紧螺栓，重新安装。

b. 连接法兰周围如不漏气，拆下气囊，观察罐内部是否有水，如果有水，说明气囊破漏应及时更换气囊。

### 3.3.2 补水回路

主要包括补水箱和补水泵。

补水箱配置可视液位计和液位开关，当补水箱液位低于 100mm，提示操作人员向水箱中进行补水，保持补水箱中补充水的充满。

补水泵设计旁路，可以满足外接水源通过补水泵直接向系统中补水。

在补水箱液位出现低液位报警时，补水泵无法启动。

在设备正常投运处于自动模式工作时，补水操作采用自动方式，当系统回水管路低于设定压力时，系统发出补水信号，补水泵自动启动对系统进行补水，当系统压力达到预设值时水泵自动停止补水。

---

### 3.4 管路及冷却介质

所有的不锈钢设备、管道焊接采用氩弧焊工艺，并经过严格的试压、清洗过程。现场管道安装采用厂内预制、现场装配形式，以确保质量、安全和施工的快捷。

管道系统的最高位置设有自动排气阀，能自动有效的进行汽水分离和排气，保证最少的液体泄漏。为方便检修、维护及保养，水冷系统管道的最低位置设置了排污口、紧急排放口等，并保留有足够的检修空间。

本系统由于在高电压条件下工作，为避免冷却介质中存在杂质离子，导致各元件之间形成漏电流，要求冷却介质为高纯水。

主循环管道：标准设计 316 不锈钢，盐雾环境 316L 不锈钢。

去离子回路管道：标准设计 316 不锈钢，盐雾环境 316L 不锈钢。

冷源水管道：无盐雾环境 316 不锈钢，有盐雾环境 316L 不锈钢。

盐雾环境条件请参看附件水冷系统技术参数表。

### 3.5 温湿度检测和电加热器

设备设置有温湿度传感器，安装到变流单元柜体中，当冷却介质温度接近阀厅露点温度，管路及器件表面有凝露危险时，电加热器自动启动开始工作，至冷却介质温度高于露点温度时停止。

### 3.6 水-风换热器

本项目采用水-风换热器作为二次换热设备，换热器符合 ASME 标准。

### 3.7 电动阀

电动阀可调节流过换热设备的水流量与不经过换热设备的水流量的比例，用于冬天温度低及阀组低负荷运行时的冷却水温度调节，避免冷却水温度过低形成凝露的危险。

选用国际知名品牌系列型号电动执行器件，限位可调。电动调节回路在手动时可以手动调节闭合大小，自动时，由主回路的温度和设定值的差值自动调节闭合大小

### 3.8 柜体

水冷柜体采用钣金+静电喷涂设计，安装时与变流单元柜体并柜安装，整体外观与变流单元柜体保持一致。

柜体喷涂颜色根据客户需求执行。

柜体关门整体防护等级 IP32。

柜体内部控制箱要求考虑控制箱的门及门锁的等电位连接，具体要求参考相关的国家标准。

柜体内部设有外部电源线的走线固定附件，要求走线路径简洁美观。

### 3.9 噪声

水冷装置的室内部分噪声不应超过 75dB(A)，室外噪声不超过 60dB(A)，总体噪声控制指标应符合当地的环保标志要求。

---

测试时，环境噪声的水平至少应比装置的噪声低 6dB，且距被测装置 3m 内没有声音反射面（地面除外）。噪声检测点距产品外壳 1m，高度为产品高度的一半。

## 四、控制及监控

### 4.1 一次回路

#### 4.1.1 动力电源

本设备配有单独电气控制柜，采用 PLC 控制，人机界面，操作简单。为确保水冷系统安全稳定工作，仪表均采用国际知名品牌，防止由于水冷系统仪表故障导致变流单元停运。

主电源为两路 3PH+N AC 380±10% V，50±0.5Hz，三相四线制。电源容量详见附件水冷系统技术参数表。

现场必须提供可靠接地，接地电阻不大于 4Ω，确保设备运行的稳定和安全。

#### 4.1.2 对主设备的保护

对循环水冷却系统的主循环泵就地设置状态指示灯，指示当前设备的运行状态。提供对泵的短路、过流、过压和掉相保护。故障状态信息上传。

### 4.2 二次回路

#### 4.2.1 控制电源

二次回路采用两路 AC 220V 1KVA 电源供电，为独立供电，保证当供电系统故障或有其他扰动，冷却控制系统仍能正常运行，控制电源禁止使用在加热器、散热器等非控制回路器件。

#### 4.2.2 PLC

具备简洁、快速及强大的编辑能力，实现水冷系统的采样、监控及通讯功能、具备冗余功能

#### 4.2.3 采样仪表（采样点详见系统工艺流程图）

水冷系统仪表分为 3 类：现场指示、开关量信号、4~20mA 线性信号。通过控制系统连接和反馈，实现监视、控制、报警及保护功能。

控制系统接收并直接处理现场开关量信号。

控制系统接收现场变送器 4~20mA 信号，并将其参数在显示器上在线显示。如控制系统接收到现场变送器的超量程读数，将发出“传感器故障”报警信号。

采样仪表一览表，但不限于此：

| 序号 | 名称      | 作用       | 精度    | 备注     |
|----|---------|----------|-------|--------|
| 1  | 供水温度变送器 | 监控系统供水温度 | ±0.5% | 4~20mA |
| 2  | 回水温度变送器 | 监控系统回水温度 | ±0.5% | 4~20mA |
| 3  | 供水压力变送器 | 监控系统供水压力 | ±0.5% | 4~20mA |
| 4  | 回水压力变送器 | 监控系统回水压力 | ±0.5% | 4~20mA |

|    |           |            |                |        |
|----|-----------|------------|----------------|--------|
| 5  | 冷却水流量变送器  | 监控主循环回路流量  | ±1.5%          | 4~20mA |
| 6  | 冷却水电导率变送器 | 监控系统冷却水水质  | ±1%            | 4~20mA |
| 7  | 温湿度变送器    | 监控阀厅室内温、湿度 | ±0.2%FS, ±2%RH | 4~20mA |
| 8  | 去离子水流量计   | 显示去离子回路流量  | ±2.5%          | 现场指示   |
| 9  | 过滤器进压力表   | 显示过滤器进出口压力 | ±2.5%          | 现场指示   |
| 10 | 补水箱液位计    | 监视补水箱液位    |                | 现场指示   |
| 11 | 补水箱液位开关   | 监视补水箱液位    |                | 开关量输出  |

#### 4.4 操作模式

水冷控制系统操作分为手动模式、自动模式 2 种模式，通过选择开关实现。

##### 4.4.1 手动模式

- 手动位时，水冷系统处于手动操作模式。
- 通过操作屏启动/停止主循环泵、三通阀、加热器、补水泵。
- 手动模式运行一般在系统检修维护及调试时采用。
- 手动模式下各种检测、保护数据远传均有效。

注：电加热器只能在主循环泵运行的条件下才能启动。

##### 4.4.2 自动模式

在自动模式下：接受远程启动指令后，水冷系统自动启动，并根据整定参数监控水冷系统的运行状况和检测系统故障。PLC 自动调节冷却水温度、系统压力，对水冷系统参数的超标及时就地显示，报警信号灯亮；当参数严重超标有可能影响被冷却器件运行安全时就地显示，（跳闸）故障信号灯亮，自动发出（跳闸）故障信号。

主循环泵、电加热器等由 PLC 根据实际工作条件进行自动控制。

#### 4.5 人机界面

##### 4.5.1 控制柜指示灯

控制柜面板安装零部件运行状态指示灯，显示水冷系统主要部件是否处于正常运行状态。

- 运行指示灯：电源、主循环泵、补水泵、电加热
- 报警指示灯：报警、故障（跳闸）。

##### 4.5.2 人机界面

人机界面采用西门子触摸屏，可实时显示水冷系统各监控参数，可就地操作及设定参数，可实时显示报警信息。操作人员进行就地操作时，可随时正确掌握设备状况和避免错误，利于维护。操作界面可满足中英文切换（出口项目）。

---

## 4.6 控制逻辑

### 4.6.1 主循环泵

- 主循环泵采用一用一备的配置方式，互为备用，定期自动切换，切换周期默认为 168 小时，可以通过设置参数修改切换时间；水泵在切换不成功时应能自动切回。
- 通常情况下，即使被冷却器件退出运行，主循环泵也不停运，水冷系统保持运行。主循环泵只接受上位机发出的停止命令，水冷系统不能自行决定停运；
- 当系统检测到循环冷却水流量低并发出报警信号时，切换至备用泵运行；
- 当系统检测到循环冷却水供水压力低并发出报警信号时，切换至备用泵运行；
- 当系统检测到工作泵故障时，切换至备用泵运行；
- 自动运行模式下，可通过触摸屏按键手动切换工作泵与备用泵。

### 4.6.2 补水泵

补水泵单一配置。

本项目采用自动补水方式。在系统处于自动模式运行时，系统检测到回水压力下降至设定补水值时，水泵自动向系统进行补水。手动模式下可通过触摸屏上的按钮，手动控制补水泵向系统补水。

补水方式采用自动补水或手动补水，用户可在触摸屏上进行选择。

### 4.6.3 温度控制

电动三通阀受 PLC 的逻辑控制，自动控制循环水进入板式换热器的流量，从而保证冷却水水温恒定。

### 4.6.4 仪表故障

仪表故障逻辑说明：变送器异常，发出报警信号，在操作屏上显示“\*\*仪表故障，请检查”并上传至上位机。故障仪表恢复正常后，相关控制功能恢复；

供水温度变送器全部故障，电加热器不能启动，水温调节功能失效并发出故障（跳闸）信号；

变送器故障时不能引起相关的误报和误动作，故障仪表恢复正常后，相关控制功能恢复正常。

### 4.6.5 系统的报警与故障（跳闸）

PLC 接收处理变送器信号并根据设定的上下限，输出报警信息。报警信息分两种级别，报警（预警）和故障（跳闸）。

- 当系统检测到流量、压力、温度、液位低发出报警信号；
- 当系统检测到流量、压力、温度、液位超低发出故障（跳闸）信号；
- 当系统发出故障（跳闸）信号后，等待上位机发出指令，不可自行停止运转。

主要报警信息及参数设定见附件 2：报警限值一览表

---

## 4.7 远程传输

水冷系统设备状态监测及水冷系统报警信息等关键信息，通过硬节点与变流单元控制柜端子排连接。水温和压力在线参数可在水冷装置触摸屏实时显示，并通过 RS485 端子线方式（Modbus RTU 协议）上传至变流单元控制器。

开关量输入节点：

- 启动水冷系统；
- 停止水冷系统。

### 4.7.1 开关量输出节点

- 报警（水冷有轻微故障，但不影响被冷却器件的运行）；
- 故障（跳闸）（即需要立即停止水机系统运行，联锁停止变流单元运行的重故障点）；
- 控制系统故障（包括 PLC 故障、电源掉电等）；
- 请求停水冷（危害水冷系统运行的工况。上位机收到该信号后停运被冷却器件，被冷却器件完全停运后需停运水冷）；
- 水冷系统运行/停运。

注：当发出请求停水冷信号时同时发出故障（跳闸）信号，输出两路报警和两路故障信号。

### 4.7.2 远程启停

远程启动水冷命令，发出端指令为脉动信号（2S），接收端应为保持节点信号，即远程启动水冷后一直保持闭合，直到有停止水冷命令时断开；停止水冷命令应为一延时断开接点，需做开关量滤波处理，延时时间宜为 2 秒钟，防止有干扰脉冲误停水冷。远程启动水冷命令和停止水冷命令同时有效时，水冷装置不停机。

### 4.7.3 在线显示参数

- 冷却水流量。
- 供水温度。
- 回水温度。
- 供水压力。
- 回水压力。
- 冷却水电导率。

### 4.7.4 在线显示状态

- 主循环泵状态。
- 加热器状态。
- 三通阀状态；
- 补液泵状态。

---

## 4.8 电气元件及接线

- 接地导体的电流容量应至少大于本设备用电电流或大于 200A。
- 电线电缆采用阻燃、低烟和无卤并应具有以下最小截面：
  - 低压电力电缆 2.5mm<sup>2</sup>
  - 控制电缆 1.5 mm<sup>2</sup>
  - 照明电路电缆 2.5 mm<sup>2</sup>
  - 中压电缆 10.0 mm<sup>2</sup>
- 水冷装置柜门设置行程开关。
- 不同电压等级的端子应分开，并留有合适的距离。
- 设置 2 个分开的接地，所有接地线都需接到接地排上，配接地螺栓。
  - 金属铭牌。

## 五、出厂实验

### 5.1 一般检验

进行设备的外观检查；检查泵、测量仪表等组件的安装情况；检查电气部分的电气配线、标识和编号等是否符合设计文件及有关标准的规定。

### 5.2 仪表功能检验

各仪表读数、输出是否正常。

### 5.3 压力及密封试验（静压试验）

对冷却系统所有设备和管路施加 1.2MPa 的水压进行试验，保持时间 2 小时，各设备和管路应无破裂或漏水现象。

### 5.4 水力性能试验

做“流量——压力”曲线，测试工作点。将压力表、压力变送器、流量变送器接入水冷装置管路，手动启动主循环水泵，调整相关的阀门，使供、回水压力差大于系统阻力，且供水压力值小于进阀压力，此时流量满足设计需要，则判断系统供水性能满足设计要求。

### 5.5 绝缘、耐压、接地电阻试验

- 绝缘试验：
    - 在水泵、风机、电加热与外壳之间施加 AC500V 的电压，各相对地绝缘电阻不小于 5MΩ（连续测试持续时间不超过 10s）。
    - 控制柜中相间、相对地绝缘电阻不小于 10 MΩ（连续测试持续时间不超过 10s）。
  - 耐压试验：主电路对地（金属外壳）在工频 2000V/ min 持续 60s 无击穿。
  - 接地试验：测量接地电阻，控制柜、支架等接地电阻不大于 0.1 Ω。
-

---

## 5.6 模拟控制与保护性能试验（控制性能试验）

包括所有模拟量和开关量，人工制造故障点，一一印证控制系统是否符合设计要求。每个参数试验不得少于2次。项目包括但不限于如下：

- 手动功能试验；
- 参数设定试验；
- 水泵切换试验；
- 冷却水的供水、回水温度信号跳闸试验；
- 冷却水流量低跳闸试验；
- 冷却水压力高和压力低报警试验；
- 补水箱水位低的报警试验；
- 电阻率低的报警和跳闸试验；
- 电加热器启停试验。

## 5.7 连续运行试验

通过连续运行试验，验证设备的工作的可靠性。运行时间在6小时，阶段性记录设备运行数据，并在运行中对系统中的杂物进行清理，保证系统的洁净度。

开启整机运行，调整管路各阀门，使冷却水流量、压力、电导率等达到并维持在额定值，观察电机、水泵等主要部件，在试验期间应无异常现象发生，无泄漏。

## 5.8 与上位机通讯功能测试

验证水冷控制系统能否准确地把水冷系统的运行状态、告警报文、在线运行参数正确上传至上位机。

验证水冷控制系统与上位机之间的控制动作是否正确，上位机能否正确响应水冷控制系统的跳闸指令，水冷控制系统能否正确响应上位机的运行与停运指令等。

# 六、现场试验

按照 GB50150—2006《电气安装工程电气设备交接试验标准》的要求，负责指导现场安装、调试。检查管道、泵、测量仪表等组件的安装情况；检查电气部分的电气配线、标识和编号等是否符合设计文件及有关标准规定。

## 6.1 安装检验

进行设备的外观检查；检查管道、泵、测量仪表等组件的安装情况；检查电气部分的电气配线、标识和编号等是否符合设计文件及有关标准的规定。

## 6.2 绝缘、接地电阻及耐压测试

按相应例行试验方法进行试验。

## 6.3 密封试验

在水冷系统额定运行压力的1.2倍条件下连续运行3小时无渗漏。

---



---

## 6.4 24 小时连续运行试验

水冷系统在正常工况下持续无故障无渗漏运行，解决故障和渗漏点问题后重新开始。

## 6.5 与上位机通讯功能试验

按相应例行试验方法进行试验，包括硬接点控制及报警信息核查。

## 七、交付文件与验收

### 7.1 设计图纸的提交和买方认可。

技术协议签订前买方向卖方提供水冷系统柜体尺寸外观要求（尺寸、外观、锁、底座等）、水冷参数要求、内水管路接口位置、路由、水冷接头规格型号等；

卖方在合同签订后一周内提供工艺流程图、电气接口图、配水管路设计图纸、柜体外形图、内外水接口等。

买方收到卖方资料，在 3 日内确认并签字。

### 7.2 图纸、说明书、试验报告的交付。

水冷设备在正式交付使用前，必须经过出厂和现场两个阶段的测试和试验，并出具规范的试验验收报告文件。包括以下资料：（出厂资料为中英文）

- 合格证。
  - 用户手册。
  - 图纸：操作手册（使用说明书）、工艺流程图、电气原理图、管路总装图、机械总装图、换热器外形图等。
  - 出厂试验测试报告：
    - 一般检验报告
    - 压力试验报告
    - 水力性能试验报告
    - 绝缘耐压试验报告
    - 接地试验报告
    - 模拟控制及保护性试验报告
    - 密封性试验报告能
  - 现场调试及交付试验报告：（卖方指导安装调试）
    - 安装检验：
    - 密封性试验
    - 绝缘试验
    - 通讯试验
    - 连续运行试验
-

## 八、附件

附件 1：水冷却系统设计参数表

| 名称           | 参数                         | 备注       |
|--------------|----------------------------|----------|
| 水冷却系统型号      | LWA240-50C                 |          |
| 额定冷却容量       | 240kW                      |          |
| 冷却介质         | 纯水+乙二醇                     |          |
| 额定冷却流量       | 26 m <sup>3</sup> /h       |          |
| 去离子水流量       | ≤25L/min                   |          |
| 最大允许供水压力     | 5bar                       |          |
| 额定供水压力       | 3.5bar                     |          |
| 冷却水电导率值      | ≤0.3 μS·cm <sup>-1</sup>   |          |
| 供水温度         | ≤45℃                       |          |
| 回水温度         | ≤54℃                       |          |
| 被冷却器件额定流量时压损 | ≤2.5bar                    |          |
| 主循环过滤精度      | 200 μm                     |          |
| 去离子回路过滤精度    | 10 μm                      |          |
| 水冷装置设计压力     | 1.0 MPa                    |          |
| 水冷装置测试压力     | 1.2 MPa                    |          |
| 输配水管道设计压力    | 1.0 MPa                    |          |
| 输配水管道测试压力    | 1.2 MPa                    |          |
| 柜体颜色         | 用户指定                       |          |
| 三相电源         | AC380V 3PH+N 50Hz 两路       |          |
| 控制电源         | 2路 AC220V 50Hz, 独立电源       |          |
| 水冷主机尺寸       | 1200mm W×1025mm L×2400mm H |          |
| 空气散热器尺寸      | 尺寸 2500mm×10000mm (1台)     | ASME 空冷器 |

附件 2：配置说明

- 主要设备一览表

| 物料名称   | 参考型号              | 单位 | 数量 | 备注      |
|--------|-------------------|----|----|---------|
| 主循环泵   | CRN 32-4-2        | 台  | 2  |         |
| 空冷器    | 240kW             | 台  | 1  | ASME 标准 |
| 离子交换器  | 45L/台             | 台  | 1  |         |
| 精密过滤器  | 10 μm, 3/4"       | 台  | 1  |         |
| 止回阀    | DN65              | 件  | 2  |         |
| 电导率变送器 | 2850              | 件  | 1  |         |
| 液位开关   | ESC-19            | 件  | 1  |         |
| 温度变送器  | MBT3560, -50~100℃ | 件  | 2  |         |
| 压力变送器  | MBS3250, 0~10bar  | 件  | 2  |         |
| 流量变送器  | DN65              | 件  | 1  |         |
| 压力表    | 0~1.0MPa          | 件  | 1  |         |
| 温湿度传感器 | JWSK-6ACW         | 件  | 1  |         |
| 电动阀    | DN65 PN16         | 件  | 1  |         |
| PLC    | S7-1500           | 套  | 1  | 控制系统冗余  |
| 内部管路   | 复合 PVC 材质         | 套  | 1  |         |

内部管路示意图如下，外形尺寸不超过下图，内部尺寸符合设计要求：

