

## 黄河三角洲(滨州)热力有限公司 350MW 机组旁路烟道改造项目

### 技术要求

#### 第一章 技术规范

##### 1、总则

- 1.1 本技术规范书适用于黄河三角洲(滨州)热力有限公司 350MW 机组旁路烟道改造项目，它提出了全部设计（包含 CFD 数值模拟）、设备制造（含现场制作设备）、设备及材料供货、运输、拆除、安装、调试、试验、培训、资料移交、售后服务等方面的技术要求，本项目采用 EPC 总承包方式。
- 1.2 发包人在本技术规范书中提出了最低限度的技术要求，并未规定所有的技术要求和适用的标准，承包人应提供一套满足本技术规范书和所列标准要求的高质量产品及其相应服务。对国家有关安全、环保等强制性标准，必须满足其要求。
- 1.3 承包人应执行本技术规范书所列标准。如有不一致（或矛盾）时，按较高、较严格的标准（条款）执行；本技术规范书若有前后不一致之处，以发包人解释为准。
- 1.4 改造项目所用设备采用的专利涉及到的全部费用均已包含在承包人的报价中，发包人不承担有关专利的一切责任和额外的费用。
- 1.5 合同签订后 15 日内，按本技术规范书要求，承包人提出合同设备的设计、制造、检验/试验、装配、安装、调试、试运、验收、试验、运行和维护等标准清单给发包人，由发包人确认。
- 1.6 在签订合同之后，到承包人开始制造之日的这段时间内，发包人有权因规范、标准发生变化而提出一些补充要求，在设备投料生产之前，承包人应在设计上予以修改，但价格不作调整。
- 1.7 承包人对供货的所有系统的材料和设备质量责任，包括分包（或采购）的设备、零部件和材料。承包人对于分包设备和主要外购零部件推荐 3 家或以上产品，最终厂家必须经发包人确认，技术归口及协调由承包人负责。
- 1.8 **增加旁路烟道后，需要对锅炉钢结构进行校核，承包人投标时需提供相应的校核和补强方案；**如有负载增加到其它结构上，应根据负载性质确定校核方式，并根据校核结果进行相应的处理和补强。
- 1.9 承包人应保证提供的省煤器烟气旁路具有良好的调节性能。在调试及质保期内，由于承包人的原因影响机组正常、安全、经济运行，承包人应承担相应责任，并及时采取有效措施解决设备问题。

- 1.10 承包人资料应采用国际单位制（SI），英文资料应附有中文译文，承包人提供设计阶段所需的资料与图纸，电子版文档采用 WORD2010, 电子版图纸要求为 CAD 格式。
- 1.11 本工程采用 KKS 标识系统，要求承包人提供的所有技术文件（包括图纸）和设备均采用 KKS 标识系统。设备编码系统按照《电厂标识系统编码标准》（GB/T 50549）。
- 1.12 承包人负责改造范围内警示、设备、管道、阀门标识、标志、色环、介质流向的制作安装，制作及安装标准按发包人要求执行。
- 1.13 承包人施工的安全管理、标准化作业、文明生产必须按发包人的相关管理制度执行，特殊作业特殊作业人员应持有相应的特殊作业证（高处作业证、焊工证等）。
- 1.14 由于承包人设计、制造、采购供货、安装等问题而导致设备无法正常按期投产、供货设备无法长期连续、安全、经济、稳定、可靠地运行，不能满足技术性能要求，承包人负全部责任。
- 1.15 本工程涉及的所有拆除的设备、材料为发包人所有，由承包人根据发包人的要求送到指定位置。施工过程应满足当地政府对环保、安全的要求，施工过程产生的垃圾、土方、施工废料等由承包人负责处理，处理方案符合环保安全等的要求。发包人有权依据电厂安全、环保管理规定对承包人进行考核。
- 1.16 所有采购设备及部件（包括进口设备、零部件和原材料等）需要提供制造厂质量检验证明及合格文件。
- 1.17 对于各项改造内容，承包人可提出满足改造目标要求的其他等效方案，并对其应用业绩进行说明，供发包人选择。
- 1.18 本工程质保期为一年。在质保期满后，由于承包人的原因影响机组正常、安全、经济运行，承包人有义务和发包人一起研究分析原因，共同采取有效措施解决设备问题。
- 1.19 承包人应提供并具有相应资质：1）投标人为中华人民共和国境内合法注册的独立法人或其他组织，具有独立订立合同的权利。2）电力工程施工总承包二级以上资质，A 级锅炉制造许可证（已换证的投标人应具有对应的特种设备生产许可证）或承装（修、试）电力设施许可证（一级）。
- 1.20 承包人自 2018 年 1 月 1 日（以合同签订时间为准）至今具有 300MW 及以上燃煤发电机组的高温烟气旁路改造 EPC 合同业绩 2 项。

## 2、工程概况

### 2.1 项目概况

目前，限制黄河三角洲（滨州）热力有限公司 1×350MW 超临界燃煤发电机组深度调峰运行的制约条件主要是低负荷下脱硝装置入口烟温低于设计最低连续投运温度，为深挖机组调峰

潜力，提升机组运行灵活性，提升机组低负荷下锅炉的安全运行能力，需对机组进行旁路烟道改造工作。

## 2.2 设计和运行条件

黄河三角洲（滨州）热力有限公司 1×350MW 超临界燃煤发电机组，锅炉为哈尔滨锅炉厂有限责任公司生产的超临界变压直流煤粉炉，单炉膛、一次中间再热、平衡通风、露天布置、固态排渣、全钢构架、全悬吊结构、前后墙对冲燃烧方式Π型布置、内置式启动分离器。锅炉最大连续蒸发量为：1172t/h，额定蒸发量为：1081t/h。锅炉型号为：HG-1172/25.4-YM1，锅炉额定蒸汽参数为 25.4MPa/571℃/569℃。炉后尾部布置两台三分仓回转式空气预热器。炉顶采用二次柔性密封。

### 2.2.1 锅炉主要技术参数

| 项目 \ 负荷      | 单位  | BMCR  | BRL   | THA   | 75% THA | 50% THA | 最低稳燃负荷 |
|--------------|-----|-------|-------|-------|---------|---------|--------|
| 过热器出口蒸汽流量    | t/h | 1175  | 1081  | 991   | 735.6   | 568     | 454.4  |
| 再热器出口蒸汽流量    | t/h | 992   | 958   | 840   | 619     | 416     | 339    |
| 过热器出口压力      | MPa | 25.40 | 25.17 | 21.89 | 17.13   | 13.16   | 10.58  |
| 再热器进口压力      | MPa | 4.51  | 4.12  | 3.89  | 2.88    | 2.22    | 1.79   |
| 再热器出口压力      | MPa | 4.32  | 3.95  | 3.73  | 2.77    | 2.13    | 1.72   |
| 过热器出口蒸汽温度    | ℃   | 571   | 571   | 571   | 571     | 571     | 571    |
| 再热器出口蒸汽温度    | ℃   | 569   | 569   | 569   | 569     | 569     | 545    |
| 省煤器进口水温      | ℃   | 285   | 282.3 | 280   | 267     | 255     | 247    |
| 省煤器出口水温      | ℃   | 324   | 319   | 315   | 299.5   | 283.7   | 270.9  |
| 空气预热器进口一次风温度 | ℃   | 30    | 30    | 30    | 30      | 30      | 30     |
| 空气预热器进口二次风温度 | ℃   | 23    | 23    | 23    | 23      | 23      | 23     |
| 空气预热器出口一次风温度 | ℃   | 321.7 | 317.8 | 316.1 | 306.7   | 297.2   | 291.7  |
| 空气预热器出口二次风温度 | ℃   | 333.9 | 329.4 | 326.7 | 313.9   | 301.1   | 295.0  |
| 锅炉热效率        | %   | 93.64 | 93.73 | 93.81 | 93.72   | 93.83   | 93.94  |

黄河三角洲(滨州)热力有限公司 350MW 机组旁路烟道改造项目

| 项目 \ 负荷    | 单位                | BMC    | BRL    | THA    | 75% THA | 50% THA | 最低稳燃负荷 |
|------------|-------------------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|
| 燃料消耗量 (实际) | t/h               | 145.08 | 139.70 | 135.08 | 102.83  | 70.88   | 57.96  |
| 炉膛截面热负荷    | MW/m <sup>2</sup> | 4.23   | 4.07   | 3.94   | 2.99    | 2.05    | 1.68   |
| 炉膛容积热负荷    | kW/m <sup>3</sup> | 84.06  | 80.94  | 78.27  | 59.34   | 40.82   | 33.31  |
| 炉膛出口过剩空气系数 | —                 | 1.19   | 1.19   | 1.19   | 1.23    | 1.28    | 1.291  |
| 空气预热器进口烟气温 | ℃                 | 370    | 364    | 361    | 343     | 325     | 316    |
| 空气预热器出口烟气温 | ℃                 | 130    | 128    | 125.6  | 116.1   | 105.6   | 107.8  |

2.2.2 设计燃料燃料特性:

| 原煤分析                                  |       |        |        |
|---------------------------------------|-------|--------|--------|
| 项 目                                   | 设计煤质  | 校核煤质 1 | 校核煤质 2 |
| 工业分析:                                 |       |        |        |
| 全水分 Mt (%)                            | 4.0   | 15.8   | 16.1   |
| 空气干燥基 Mad (%)                         | 1.0   | 9.17   | 9.62   |
| 灰份 Aar (%)                            | 30.55 | 17.91  | 9.34   |
| 挥发份 Vdaf (%)                          | 19.7  | 36.34  | 34.76  |
| 低位发热量 Q <sub>net, v, ar</sub> (MJ/kg) | 21.48 | 19.67  | 22.75  |
| 可磨性系数 HGI                             | 79    | 56     | 54     |
| 元素分析:                                 |       |        |        |
| 碳 Car (%)                             | 56.2  | 54.29  | 59.95  |
| 氢 Har (%)                             | 2.85  | 3.22   | 3.23   |
| 氧 Oar (%)                             | 4.87  | 9.69   | 10.28  |
| 氮 Nar (%)                             | 0.82  | 0.70   | 0.71   |
| 接收基全硫 St, ar (%)                      | 0.71  | 0.39   | 0.39   |
| 游离二氧化硅 SiO <sub>2</sub> (F) (%)       | 7.55  | 3.74   | 2.71   |
| 灰熔点温度 DT (℃)                          |       | 1200   | 1140   |

|                                    |       |       |       |
|------------------------------------|-------|-------|-------|
| ST ( °C )                          | >1500 | 1240  | 1180  |
| FT ( °C )                          |       | 1300  | 1260  |
| 冲刷磨损指数                             | 1.3   | 3.7   | 1.6   |
| 灰成分                                |       |       |       |
| SiO <sub>2</sub> (%)               | 50.94 | 57.96 | 47.56 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%) | 36.31 | 17.53 | 18.45 |
| SO <sub>3</sub> (%)                | 1.92  | 4.05  | 6.48  |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%) | 3.26  | 6.24  | 8.86  |
| MgO (%)                            | 0.42  | 1.04  | 1.16  |
| CaO (%)                            | 1.84  | 6.30  | 9.96  |
| Na <sub>2</sub> O (%)              | 0.24  | 0.8   | 1.08  |

2.2.3 锅炉主要界限尺寸：

| 名称             | 单位             | 数据      |
|----------------|----------------|---------|
| 炉膛宽度           | mm             | 15287.3 |
| 炉膛深度           | mm             | 13217.3 |
| 顶棚拐点标高         | mm             | 59000   |
| 上层煤粉燃烧器中心至屏底距离 | mm             | 19127   |
| 炉膛容积           | m <sup>3</sup> | 9468    |
| 辐射受热面          | m <sup>2</sup> | 5369    |
| 水平烟道深          | mm             | 47470   |
| 尾部竖井前烟道深       | mm             | 50600   |
| 尾部竖井后烟道深       | mm             | 59800   |
| 水冷壁下集箱标高       | mm             | 6500    |

2.2.4 SCR 脱硝系统设备：

脱硝系统采用选择性催化还原法（SCR）脱硝工艺，烟气从锅炉省煤器后烟道引出，通过 SCR 反应器进行脱硝反应后，再送回空气预热器前烟道。采用尿素水解制氨脱硝还原剂。SCR 反应器采用高尘布置方式，布置在锅炉省煤器与空预器之间，催化剂采用蜂窝式，按照“2+1 层”模式布置，采用蒸汽吹灰方式。在设计煤种、锅炉 BMCR 工况、处理 100%烟气量条件下在

入口 NO<sub>x</sub> 含量在 400mg/Nm<sup>3</sup> 时，脱硝总效率不小于 85%、氨的逃逸率不大于 3ppm，SO<sub>2</sub>/SO<sub>3</sub> 转化率小于 1%，NO<sub>x</sub> 排放浓度小于 35mg/Nm<sup>3</sup>。

SCR 脱硝装置主要设备规范：

| 项目                                   |             | 单位  | 技术参数      |
|--------------------------------------|-------------|-----|-----------|
| SCR 反应器                              | 制造厂         |     | 无锡华光      |
|                                      | 数量          | 套   | 2         |
|                                      | 内空尺寸        | mm  | 9890×9990 |
|                                      | 材质          |     | Q345B     |
|                                      | 每台机组反应器数量   | 个   | 2         |
|                                      | 反应器初装催化剂层数  | 层   | 2         |
|                                      | 反应器备用催化剂层数  | 层   | 1         |
|                                      | 运行温度        | ℃   | 310~420   |
|                                      | 最高允许运行温度    | ℃   | 420       |
|                                      | 最低允许运行温度    | ℃   | 320       |
|                                      | 允许运行温度内机械寿命 | 年   | 10        |
|                                      | 烟气流速        | m/s | 15        |
| 脱硝效率                                 | 初装          | %   | >87       |
|                                      | 24000 小时    | %   | >85       |
| 氨的逃逸                                 | 初装          | ppm | <3        |
|                                      | 24000 小时    | ppm | <3        |
| SO <sub>2</sub> /SO <sub>3</sub> 转化率 | 初装          | %   | <1        |
|                                      | 24000 小时    | %   | <1        |
| 催化剂烟气阻力                              | 单层初装烟气阻力    | Pa  | ≤400      |
|                                      | 两层初装烟气阻力    | Pa  | ≤800      |
| 催化剂寿命                                | 催化剂化学寿命     | 小时  | 24000     |
|                                      | 催化剂机械寿命     | 年   | 10        |

### 2.3 热控部分介绍：

黄河三角洲（滨州）热力有限公司 350MW 发电机组采用机炉电集中控制，分散控制系统采用美国艾默生 Ovation 3.5.1 系统。其功能包括数据采集系统（DAS）、模拟量控制系统（MCS）、炉膛安全监控系统（FSSS）、顺序控制系统（SCS）等。覆盖包括锅炉及其辅机系统、汽轮机及其辅机系统、发电机变压器组及厂用电源系统、旁路系统等。公用设备（燃油泵房、

辅机冷却水泵房、空压机系统、化学加药、厂用电源公用系统等)的控制由 DCS 公共系统实现。

烟气在线监测系统采用赛摩飞世尔 42i、17i 系列气体分析仪。煤、油火检全部采用 ABB 公司的 UvisorTM SF810 系列火焰探测器。电动执行机构选用 SIPOS 系列、EMG 系列、ROTORK 系列产品,气动阀门定位器采用 FISHER 6200 系列、ABB V18345 系列、萨姆森 3730 系列等产品。

### 3、设计要求

3.1 省煤器烟气旁路烟道设备、装置的设计(包含 CFD 数值模拟)、制造、调试配合、消缺等,应符合相关的中国法律、规范以及最新标准。对于标准的采用应符合下述原则:首先应符合中国国家标准(GB)、部颁标准及电力行业标准(DL)。

3.2 承包人应根据本规范书要求设计高温烟气旁路系统,并至少应满足以下总的技术要求:

3.2.1 采用成熟、可靠的、已成功应用案例的技术;

3.2.2 改造后,机组在 30%BMCR 负荷时脱硝入口烟温应不低于 300 °C, 20%BMCR 负荷时脱硝入口烟温应不低于 295°C。

3.2.3 本改造工程要求锅炉必须设置两路旁路烟道,每路旁路烟道上设置 1 台旁路烟道调节挡板门和 1 台旁路烟道关闭挡板门。同时省煤器出口烟道也安装调节挡板,机组低负荷旁路烟道挡板门开启时,可通过调节省煤器出口挡板门开度适当增加烟气阻力,以保证足够的烟气流入旁路烟道。

3.2.4 承包人整体设计时考虑烟道内部堵灰清灰及挡板门卡涩问题,烟道旁路挡板泄漏率应不大于 1%。旁路关断挡板门应设置密封风系统。

3.2.5 原锅炉钢构架荷载未考虑尾部烟道旁路荷载,可能需对原构架进行改造或补强。锅炉钢构架的改造方案应由承包人进行设计和校核。如有负载增加到其它结构上,应根据负载性质确定校核方式,并根据校核结果进行相应的处理和补强;以上工作所用的厂家资料、费用由承包人负责。

3.2.6 承包人应到现场详细勘察,充分考虑改造工程现场的复杂性。如果新增支架、烟风道等对原有锅炉区域的各种管道、平台扶梯、电缆桥架等有影响,对原有管道、电缆桥架及平台等的修改方案必须经过发包人的审核批准,且所有改造、移位费用由承包人负责。

3.2.7 承包人需设计提供不停炉安装部分尾部烟道旁路的方案,机组停运后改造完成全部工程时间不大于 30 天。

### 4、技术要求

#### 4.1 改造原则及范围

- 4.1.1 本项目为黄河三角洲(滨州)热力有限公司 350MW 机组高温烟气旁路改造项目，工程采用 EPC 方式。
- 4.1.2 改造范围包括烟气抽取口受热面及防磨改造、烟道系统（包括挡板门、导流混流装置、膨胀节等）、锅炉钢构架加固、保温、楼梯平台及电、控、消、暖等专业相应的改造等。
- 4.1.3 本EPC项目各阶段的设计工作要遵守国家和本项目招标文件有关章节所列的质量的法律、法规和技术标准、规范、规程，并是签订正式合同的技术协议不可分割的组成部分。承包人完成设计后，必须通过由最终用户组织的技术评审，方可执行，但不解除承包人对本EPC项目的技术先进性、工程质量、工期、技术指导和售后服务应负的责任和义务；
- 4.1.4 本 EPC 项目工艺系统及其附属等设备的选型和配置要合理、安全可靠、技术先进、性价比最优。承包人应选用先进的、可靠的工艺方式，高性能的设计方案及高质量的设备，所采用的工艺必须是技术先进、成熟可行的，所选系统布置合理、运行稳定可靠、操作方便、易于维护。
- 4.1.5 根据本EPC项目地所处环境，应使得EPC项目与环境和谐，做好节能、水土保持、绿化、环保、防洪、排水等措施。设备须有防沙尘、防潮、防盐雾、防雷电防护、接地措施。
- 4.1.6 承包人应根据本技术规范书要求，设计从低过转向室接引的烟气旁路，采用成熟、可靠的、已成功应用案例的先进技术。
- 4.1.7 系统具备高的可利用率，节省能源和原材料，并确保人员和设备安全。
- 4.1.8 承包人需说明脱硝系统全负荷投运烟气旁路改造设计方案（包括图纸）、热力计算书等。
- 4.1.9 承包人整体设计时须考虑旁路烟道内部堵灰及旁路烟道关闭挡板门的卡涩问题。
- 4.1.10 旁路烟道关断挡板门和调节挡板门后各增设不少于 2 个温度测点，温度测点采样位置具有参考性，能有效反应旁路烟道挡板门后状态，同时将温度测点远传至 DCS。承包人要保证设计的所有调节挡板门、关闭挡板门等能够在远方集控室操作，与发包人 DCS 相兼容。DCS 画面清晰方便操作。
- 4.1.11 为保证旁路烟道高温烟气与省煤器出口烟气具有良好的混合效果，防止混合后烟气温度偏差过大，**需在烟道不同位置安装导流、混流装置**，并根据 CFD 数值模拟结果优化导流、混流装置的布置，必要时需采取多旁路烟道混入措施。
- 4.1.12 承包人需对旁路烟道、锅炉尾部竖井烟道以及脱硝反应器入口烟道内的烟气流场进行 CFD 数值模拟，优化旁路烟道及均流、混流装置的布置方案。
- 4.1.13 改造范围内所有的压力管道、锅炉受热面管等的金相检验（含探伤、拍片、材质检验等）所采用的标准必须符合国家、行业的规范和技术标准，同时所有的检测、检验费用全部由承包人负责。

## 4.2 技术要求

改造范围包括抽烟口受热面及防磨改造、烟道系统（包括膨胀节、烟道、旁路烟道调节挡板门、旁路烟道关闭挡板门、导流混流装置、相应的电气、热控电缆设备、满足系统运行的各类测量仪表、DCS 系统改造（卡件、组态等）、锅炉钢构架加固、支吊架、保温油漆、楼梯平台等。具体技术要求如下：

#### **4.2.1 烟道**

4.2.1.1 烟道应保证在各种工况条件下能安全运行进行设计。烟道设计应能够承受如下负荷：烟道自重、整体膨胀、风荷载、雪荷载、地震荷载、灰尘积累、内衬和保温的重量等。旁路烟道尺寸选择应满足机组在 30%BMCR 负荷时脱硝入口烟温应不低于 300℃的需要, 在 20%BMCR 负荷时脱硝入口烟温应不低于 295℃的需要。同时考虑锅炉受热面管的防磨要求，要求抽烟口烟速选择不大于 9m/s。

4.2.1.2 旁路烟道材质和壁厚必须满足设计抽烟口烟气温度和刚度要求，旁路关断挡板门前和门后 2m 范围内材质要求不低于 304 不锈钢，其余烟道材质要求不低于 12Cr1MoV，壁厚要求不小于 6mm。烟气抽取口选取在锅炉后烟道转向室处，在所有无鳍片管的迎烟面加装不锈钢防磨板以达到防止高速烟气磨损散管的目的。

4.2.1.3 旁路烟道总截面积不应小于 8m<sup>2</sup>，烟气流速不大于 9m/s。

4.2.1.4 应在适当位置配有足够数量和大小的人孔门，并设有相应平台，以便于维修和检查以及清除积灰。另外，人孔门应与烟道壁分开保温，以便于开启。人孔门采取能快速开关的型式，不采用由较多法兰螺栓封闭的型式。

4.2.1.5 烟道内部应设置导流板或整流板，保证改造后烟气流场布置合理均匀，不得对尾部受热面造成积灰形成烟气走廊。

4.2.1.6 为了使与烟道连接的设备的受力在允许范围内，特别要注意考虑烟道系统的热膨胀，热膨胀应通过膨胀节进行补偿。

4.2.1.7 烟道支撑件考虑挡板门开关的行程，保证挡板开关不受阻。

#### **4.2.2 挡板门**

4.2.2.1 必须确保在旁路退出的情况下关闭挡板门能够可靠隔绝烟气，杜绝机组在任何负荷下的旁路烟道的内漏，保证隔绝效果。挡板泄漏率设计为零泄漏的密封挡板。关闭挡板门尺寸合适，保证动作灵活，要合理布置，执行机构要选择国内产品。烟道调节挡板门要选用技术成熟的产品，动作可靠、灵活，执行机构要选择进口品牌产品。所选用的材质必须充分考虑满足安装部位高温烟气运行要求。所有挡板门布置在高灰区域，要求挡板门的选型、安装位置的设计上必须充分考虑挡板门积灰的问题，杜绝由于积灰产生卡涩、卡死或动作不灵活、开关不到位等问题。要求提供相应的技术、设计专题说明。

旁路挡板选用平行百叶窗型式。挡板要有足够的强度及刚度，做到除了正常挡板承重件外，不需要在烟道中另外增加加强板或支撑件等。能承受风道的最大运行压力及温度，当热风道热胀冷缩时能承受热胀力或收缩力而不变形。为了防止烟道内部堵灰及挡板门卡涩，挡板应布置在垂直烟道内。

4.2.2.2 叶片采用流线型翼面结构, 外部无肋板或撑条。

4.2.2.3 挡板门在厂内组装后，进行冷态调试，保证转动灵活，无卡阻现象，密封件接触良好。在热态运行下转动灵活，密封良好。

4.2.2.4 挡板门的所有构件（包括叶片），可以简单、快捷地从框架上拆卸。

4.2.2.5 挡板门按 CE 标准设计，框架和叶片采用钢板整体冲压成型。框架每只角上装一只吊耳，采取相应措施，保证起吊时框架不产生扭曲变形。

4.2.2.6 每个叶片组件的应力值不超过相关标准的等级，同时考虑扭应力与弯曲应力。设计时要考虑消除当叶片处于关闭位置时两边的温度差而引起的翘曲。

4.2.2.7 挡板门轴承采用外置式双轴承结构，并采用耐高温轴承，不采用轴套结构。

4.2.2.8 为防止挡板门变形，旁路关断挡板门和调节挡板门材质选用 304 不锈钢，最终选型由发包人确认。关断挡板门应设置密封风系统。

4.2.2.9 主烟道挡板门材质选用不低于 12Cr1MoV，最终选型由发包人确认。

#### **4.2.3 导流及混流装置**

4.2.3.1 为解决旁路烟道投运后烟温不均的问题，需要对导流及混合系统进行配套优化改造。

4.2.3.2 导流及混合系统需采用 Q345B 或以上材质，厚度不低于 6mm。

4.2.3.3 导流及混合系统的支撑设计应有相应的防磨措施，支撑管材质需选择 Q345B 或以上材质钢管制作，钢管、防磨瓦或防磨角钢厚度不低于 6mm。

#### **4.2.4 膨胀节**

4.2.4.1 膨胀节的设计满足锅炉、烟道的膨胀要求，并预留补偿裕度至少 10%。

4.2.4.2 膨胀节的制造应符合美国 EJMA 标准、CE 标准和我国 GB/T12777 标准，其选材及结构应满足耐温、耐腐蚀、耐压、阻燃、积灰、密封等的要求，在结构设计上要充分考虑产品的刚度和强度。

4.2.4.3 设计时充分考虑非金属补偿器保温棉内部的积灰问题，要求保温棉两侧均加装不锈钢钢丝网固定。

4.2.4.4 考虑到产品的现场安装难度，膨胀节发货要满足运输要求，要求整件交付，不允许现场拼接。

4.2.4.5 非金属膨胀节采用封闭式迷宫结构，由金属机架以及非金属隔热部分组成。旁路烟道高温段膨胀节框架材质选用 304 不锈钢，低温段膨胀节框架材质选用 304 不锈钢，非金属部分

由硅酸铝纤维等材质组成。膨胀节分包时，在定标前，承包人需以传真形式通知发包人，发包人认可后方可定标。

4.2.5 钢结构

4.2.5.1 钢结构的选材和制造，应符合现行使用的有关国家标准、行业标准和部颁标准或引进国的标准。

4.2.5.2 钢结构尽可能不在现场进行拼接。制作完毕的钢结构、连接板必须根据图纸清册进行编号，方便现场安装。

4.2.5.3 原锅炉钢构架载荷未考虑烟气旁路荷载，承包人需对原构架进行改造或补强。锅炉钢构架的改造方案及修改引起的基础荷载变化由有设计资质单位进行设计及统计，并提交原设计单位进行构架和基础的校核。以上工作所用的厂家资料（未交付供方的涉及技术保密资料）费用由承包人负责。

4.2.5.4 钢结构防腐说明：

- a、所有钢结构做防腐油漆涂装前应进行喷砂除锈达到 Sa2.5 除锈等级，并达到油漆产品要求的粗糙度；
- b、底漆为环氧富锌底漆两遍，漆膜厚度 60um；
- c、中间漆为环氧云铁中间漆三遍，漆膜厚度 100um；

4.2.6 平台、格栅、栏杆

4.2.6.1 如果没有另外规定，所有钢结构平台都要覆盖热镀锌钢格栅板。

4.2.6.2 钢格栅要水平排列，而且在任何方向看都是统一的形式，每块钢格栅由焊在平台上的螺钉固定或焊接固定。

4.2.6.3 用于放置重物的平台和主要平台按活荷重为 4kN/m<sup>2</sup> 设计，其他结构按 2kN/m<sup>2</sup> 的荷载设计。

4.2.6.4 所有格栅边缘和切边用与格栅材料同样尺寸的钢条封闭。

4.2.6.5 所有格栅经过热浸镀锌处理，镀层均匀，并且牢固粘附，以便在格栅正常使用时不会引起镀层脱落和断裂， 不进行冷镀锌处理。

4.2.6.6 所有平台边缘都设置有至少高于平台 100mm 的护板，护板最小厚度是 3mm。

4.2.6.7 所有平台和扶梯按国家标准在每边都安装栏杆。栏杆高度按规范设计，不小于：

|                 |               |
|-----------------|---------------|
| 平台和通道           | 1050mm        |
| 20m 标高及以上的平台和通道 | 1200mm        |
| 楼梯              | 900mm         |
| 栏杆支撑杆间的距离为      | 800mm~1000 mm |
| 栏杆的最小外径         | 34mm          |

每米栏杆顶部抵挡的水平推力不小于 3000kN

#### 4.2.7 保温

4.2.7.1 保温的设计应满足《火力发电厂保温油漆设计规程》（DL/T5072-2007）的要求。

4.2.7.2 承包人应提供锅炉供货范围内保温和油漆的设计和供货。保温材料品种和性能由承包人提出建议与发包人商定，不能采用含有石棉成份等有害健康的产品，烟道的外护板采用不低于 0.75mm 厚的 750 型（GSB05-1426-2001）彩钢板，颜色与锅炉机组现场保持一致。

4.2.7.3 锅炉热力设备及管道等的保温表面温度在锅炉正常运行条件下，当环境温度（距保温表面 1m 处空气温度）小于等于 27℃时，不应超过 50℃；当环境温度大于 27℃时保温表面温度允许比环境温度高 25℃。

#### 4.2.8 仪表及控制

4.2.8.1 承包人配套提供的热工一次检测元件的选型应与全厂的选型一致，以减少备品备件的种类，并最终由发包人确认。

4.2.8.2 承包人配套供货的仪表和控制设备符合国家最新标准和相应国际标准的市场主流产品，不得提供国家已公布淘汰或将淘汰的产品。

4.2.8.3 本工程所有涉及热工控制的控制设备、控制电缆、电源电缆、电源分配柜、仪表保护/保温柜、就地远传测点等设备及安装材料由承包人负责供货及安装，并负责控制逻辑设计及组态，上位机数据库增加及画面改造，所需费用由承包人承担。工程配套的 DCS 系统硬件由承包人根据现场情况及控制点位配置提出硬件需求，**承包人负责 DCS 硬件设备的采购**。承包人为本次改造系统增加的 DCS 硬件安装在发包人指定 DCS 机柜内。在设计 DCS 控制系统时必须保留足够的 I/O 备用量，按 15%余量设计。测量一次元件的设置还满足所改造范围内所有设备的连锁及保护。

4.2.8.4 提供的就地仪表和检测元件符合国际标准，且规格型号齐全，测量元件的选择符合控制系统的要求。所有的连锁保护不允许采用电接点型仪表。严禁使用非标准测量元件。所有热控仪表、挡板的安装，必须考虑设备维护的方便性，必要时，需加装维护平台。

4.2.8.5 承包人供货范围内的仪表和控制设备，包括测温元件及仪表阀门等都详细说明其 KKS 编号、型号和规范、安装地点、用途及制造厂商，并在设备上有相应的标识。特殊检测装置提供安装使用说明书。热工测量单位及接口规范采用国家法定计量单位制。

4.2.8.6 承包人提供的所有测点设在介质稳定且具有代表性和便于安装维护的位置，并符合有关规范和规定的要求。测点数量满足对机组运行状态监控和性能试验的需要。

4.2.8.7 所有模拟量接口信号为 4~20mA DC（热电偶及热电阻除外），送至 DCS 的 DI 信号由 DCS 供电，采用 48V DC 供电方式。所有至 DCS 及电气控制回路的接点输出为双刀双掷（DPDT）无源接点类型，接点容量（安培数）至少满足如下要求：

|                 | 230V AC | 115V DC | 230V DC |
|-----------------|---------|---------|---------|
| I - 接点闭合（感性回路）： | 5A      | 10A     | 5A      |
| II- 连续带电：       | 5A      | 5A      | 5A      |
| III-接点分断：       | 2.5A    | 2A      | 0.5A    |

4.2.8.8 承包人配套提供的仪表和控制设备，承包人应提供具体的设备清单和 DCS 卡件分配方案，考虑与 DCS 协调改造的配合方案，直至满足现场需要及取得业主认可。分配控制回路和 I/O 信号时，使一个控制器或一块 I/O 的通道板损坏时对机组安全运行的影响尽可能小。与其它控制系统之间的信息交换采用 I/O 通道时，有电隔离措施。所有 I/O 通道的各路信号通路之间相互隔离，它能在各 I/O 通道对现场接线和对其它 I/O 通道之间提供 1500V 以上的有效隔离值。至执行回路的开关量输出信号采用隔离继电器输出，并由承包人对继电器线圈提供工作电源。控制系统与模拟量信号相连时，采取电隔离措施。系统每种的 I/O 点有 15% 的裕量。通讯总线的负荷率 $\leq 30\%$ 。电源余量 $\geq 40\%$ 。电气模拟量输入采样周期 $\leq 50\text{ms}$ ，非电气模拟量输入采样周期 $\leq 200\text{ms}$ ，开关量采样周期 $\leq 100\text{ms}$ 。所有开关量输出均采用继电器隔离输出，输出接点容量：AC220 3A。所有的硬件应能在环境温度为 $-10\sim 70^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 5~95% 的范围内连续运行。

4.2.8.9 承包人配套提供热电偶选用耐磨防腐蚀不锈钢保护套管，采用双支 K 型热电偶，与现运行的保持一致（安徽天康、天津中环、浙江伦特、重庆川仪或其他同档次品牌产品，最终厂家必须经发包人确定）。对于烟气测量，测温保护套管为防磨型。精度：I 级（ $\pm 0.4\%$ ）。耐磨周期不少于一个主机大修周期。所有热电偶其引出线有防水式接线盒，其引出线有防水式不锈钢接线盒。并根据管路来选择螺纹连接型或焊接型。就地布置的测量元件、仪表、变送器、开关等热工测点等必须符合在户外长期稳定运行的要求，并安装在就地不锈钢保护箱柜中，防护等级不低于 IP65，厚度不小于 2mm，布置在易于检修的场所，根据需要配套安装防护栏杆、检修平台。

4.2.8.10 承包人提供改造工程所需要的所有电缆及电缆敷设，包括控制电缆、电力电缆、通讯电缆及专用电缆等，所有电缆应为阻燃电缆，具有较好的电气性能，机械物理性能以及不延燃性。应能满足本工程的实际工作环境，并满足有关国际、国家规范和标准。承包人提供的热控动力电缆 ZC-YJV-0.6/1.0kV 最小截面为  $2\text{ mm}^2$ ，控制电缆 ZC-KVVP-450/750V 最小截面为  $1.0\text{ mm}^2$ ，控制电缆 ZC-DJYP2VP2-300/500V 最小截面为  $1.0\text{ mm}^2$ 。

#### 4.2.9 电动执行机构

本工程所有的执行器均采用电动执行机构。电动执行机构的进口品牌采用德国 SIPOS7-HIMOD, 德国 EMG-DIM、ROTORK IQ3 或同等质量产品, 国产品牌采用罗托克 IQC 上海贸易有限公司川仪、恒春/扬修同等质量产品。

电动执行器采用智能一体化的产品, 应能满足其工作环境的温度、湿度等要求, 其保护等级至少为 IEC 标准 IP67, 包括电动机和接线盒。电动执行机构电机运行的频率范围为正常的  $\pm 5\%$ , 电压范围为正常电压的  $+10\% \sim -10\%$ 。如果电压降到正常值的 85%, 且转矩和轴向压力正常, 执行机构的电动机也能启动。执行器应能通过手轮, 对执行机构实行就地手动操作。应在执行机构上安装就地位置指示仪, 相应地面可清楚地观察到。所有的执行机构应带有接线端子或插座与电力电缆和控制电缆相连。这些插头应按照 IEC309, 或等同标准, 制造完好。所有执行机构的力矩、全行程时间、精度、回差等性能指标应能满足热态运行时工艺系统的要求和有关的电动执行机构规范要求。应采用三相 380VAC, 50Hz 的工作电源, 用于调节的执行机构应为连续型, 接受  $4 \sim 20\text{mA DC}$  的控制信号。所有调节型执行器应装有带 4-20mA DC 输出信号的电子位置传感器和 0-100%标度的就地位置指示器。

电动执行机构的电动机额定持续工作负荷, 至少比驱动阀门所要求的功率最大值高 40%, 必须具备自动调节和连锁功能, 自动控制参数、逻辑组态合理, 不能对现有脱硝系统运行造成不良影响。

本工程中使用的调节型执行机构需符合本工程实际需要提供, 并用稳定可靠, 执行机构动力供电设计应保证动力柜内有 10%的冗余备用。调节型执行机构须采用电动智能一体化执行机构, 关断两位型执行机构须采用电动一体化执行机构, 最终由发包人选定。

电动一体化执行机构必须符合在户外长期稳定运行的要求, 防护等级不低于 IP67, 并有防雨棚等附件。一体化电动装置要求: 电动装置的机械部件与电子单元在设计原理、制造工艺、及整机性能上均应是先进的、安全的、可靠的、高质量的定型产品。所有电动装置均为一体化的产品。电动装置均采用电压 380VAC、三相、50HZ, 并满足 IP67 防护等级。对一体化电动装置控制应有以下要求:

- (1) 应带一体化控制单元, 具有故障自诊断功能, 且操作调试简便。
- (2) 一体化电动装置的控制单元应具备无触点电子式电机自动换向功能。
- (3) 发包人仅提供 380VAC 动力电源和控制指令(均为无源干接点开关量信号), 控制指令为全开、全关或中途停止的开关量信号。一体化电动装置应具备开、关自保持或中途停止功能, 且自上述功能应能在智能型控制单元中实现。
- (4) 智能一体化电动装置就地操作面板, 配备远控/就地操作切换开关, 并提供保护措施防止就地误操作。就地操作仅在调试检修时使用, 正常运行时均接受 DCS 系统的远方控制。
- (5) 应配置手轮和手/电动切换装置。在电动操作时, 能安全地将手轮脱开。

(6) 应能送出以下无源干接点各一付供用户使用, 接点容量 220VAC, 5A: 全开位、全关位、开方向过力矩、关方向过力矩、执行机构故障。

(7) 应配备就地机械式阀位显示器。

(8) 电机应带有热保护功能

(9) 对全开和全闭之间要求保持中间位置的执行机构装有一个位置指示变送器, 把 0~100% 的信号转换成 4~20mA DC 信号(二线制)。

所供控制箱/柜的外壳防护等级, 室内为 IP52, 室外为不低于 IP55 (防腐)。盘柜的色标及安装在电子室的盘柜尺寸最终由发包人确认。阀门和热工测点等设备的接线盒避开高温位置固定牢固并可拆卸, 材料为 304 不锈钢产品, 厚度大于 1.5mm。对随机所配控制箱及控制柜的要求。

#### 4.2.10 受热面管

4.2.10.1 因抽烟口而涉及改造的受热面管即为后烟井后墙管子, 其材质规格应与原设计一致。在满足旁路烟气量的前提下, 尽可能减少受热面管的改造数量。

#### 4.3 安装要求

4.3.1 在本工程的施工安装过程中, 承包人应遵守合同及技术协议提出的各项技术要求、相关设计文件规定的技术要求及本工程采用的各相关规范和标准所规定的技术要求。

4.3.2 满足锅炉施工质量验收及评价规程的要求。施工前应严格执行施工图纸会审制度。

4.3.3 依据制造厂改造方案及现场安装作业指导标准要求, 在制造厂现场工代的指导下进行锅炉的改造施工。

4.3.4 必须满足设计图纸的技术要求和批准的施工图。

4.3.5 满足制定的施工方案程序。

4.3.6 严格执行制定的施工组织设计, 质量保证计划及安全措施。

#### 5、标准和规范

5.1 承包人在本项目实施中所涉及的各项规程, 规范和标准遵循现行最新版本的国际和中国国家标准。承包人提供所使用的标准。本技术协议书所使用的标准如遇与承包人所执行的标准发生矛盾时, 按较高标准执行。如果本技术协议书与现行使用的有关国家标准以及部颁标准有明显抵触的条文, 承包人及时书面通知发包人进行解决。本工程应遵守的规范和标准(但不限于此):

电力部《火力发电厂基本建设工程启动及竣工验收规程》(1996 版)

电力部《电力建设施工及验收技术规范》

电力部《火电工程启动调试工作规定》

电力部《火力发电厂设计技术规程》(2000 年版)

|                          |                  |
|--------------------------|------------------|
| 电气装置安装工程低压电器施工及验收规范      | GB 50254-1996    |
| 钢结构设计规范                  | GB 50017-2003    |
| 建筑结构荷载规范                 | GB 50009-2001    |
| 建筑抗震设计规范                 | GB 50011-2010    |
| 固定式钢梯及平台安全要求             | GB 4053.1~3-2009 |
| 火力发电厂保温油漆设计规程            | DL/T5072-2007    |
| 工业企业噪声控制设计规范             | GBJ 87-1985      |
| 气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口 | GB/T 985.1-2008  |
| 碳素结构钢和低合金结构钢热轧薄钢板和钢带     | GB912-2008       |
| 优质碳素结构钢热轧厚钢板和钢带          | GB711-2008       |
| 优质碳素结构钢                  | GB699-1999       |
| 钢结构工程施工质量验收规范            | GB50205          |
| 发电厂、变电所电缆选择与敷设设计规程       | SDJ26            |
| 电业安全工作规程(热力和机械部分)        |                  |
| 设备制造厂说明书及相关检修维护手册        |                  |
| 火电施工质量检验及评定标准 2009       |                  |
| 进口设备及引进技术的相应国家标准         |                  |

5.2 本工程采用统一的 KKS 编码标识系统。编码范围包括承包人所供系统、设备、主要部件和构筑物等。承包人在设计、制造、运输、安装、试运及项目管理等各个环节使用 KKS 编码。

## 6、性能保证

### 6.1 性能保证值

- 1) 机组在 30%BMCR 负荷下脱硝入口烟温应不低于 295 °C, 在 20%BMCR 负荷下脱硝入口烟温应不低于 290 °C。
- 2) 100%额定负荷时脱硝系统入口烟气温度 < 420 °C。
- 3) 旁路挡板门泄漏率 < 1 %。
- 4) 100%额定负荷时, 旁路烟道挡板关闭, SCR 入口烟温 (旁路烟道下接口后) 与改造前相比不升高。
- 5) 旁路烟道关断挡板的可靠性: 无卡涩。

### 6.2 质量保证

- 1) 设备整体寿命不少于 15 年。
- 2) 在设备投运后一年内出现产品质量问题, 承包人在接到发包人通知后必须 24 小时内到达现场免费修理或更换。更换的部件, 应重新提供一年的质保期。

### 6.3 保证值没有达到时:

- 1) 新的系统和设备将被安装、投用、测试和优化调整,并被发包人有条件地接收。在有条件地接收后,发包人将进行验收试验,以检验所有保证值是否符合要求。如有任何缺陷,承包人将负责补救工作和重新供给的全部费用,包括替换、增加或修改系统和设备,以使其达到规定的保证值。
- 2) 承包人负责对系统进行重新改造以达到要求,并承担改造费用,包括设备、材料以及人工费等,发包人不承担任何费用。
- 3) 改造后,尽管对机组正常运行不产生明显影响,但总的保证值未达到,将根据性能验收试验的结果,对承包人进行考核。

### 6.4 性能验收试验

改造后性能验收试验的目的是验证尾部烟道旁路性能是否符合性能保证值。

在所有的安装结束后,发包人将确定系统是否运行良好,是否完全满足技术协议书的要求,并确认其性能是否达到承包人的保证值。性能验收试验必须由经双方认可的第三方测试机构完成。承包人应派出授权代表对试验进行见证,费用自理。

性能验收试验在竣工验收后三个月内进行,具体试验时间由双方商定。所有的性能保证值必须同时满足。性能验收试验通过,视作设备的验收接受。

## 7、改造方案

在锅炉后竖井烟道水平低温过热器上方(在标高 58.7m 与 61.0m 的刚性梁之间)设置两条旁路烟道在脱硝入口烟道与省煤器出口烟气混合,提高低负荷下 SCR 装置入口的烟气温度。旁路烟道上加装调节挡板,根据不同负荷下烟温提升需求调节旁路烟气量;同时省煤器出口烟道也安装调节挡板,机组低负荷旁路烟道挡板门开启时,可通过调节省煤器出口挡板门开度适当增加烟气阻力,以保证足够的烟气流入旁路烟道。

本工程烟气旁路烟道自锅炉竖井烟道转向室处引出,接入 SCR 入口水平烟道。每台机组设两个旁路烟道,考虑裕量。

抽烟口处后包墙进行弯管让管处理,以保证烟道的净流通面积。抽烟口出口烟道处布置非金属膨胀节,以吸收锅炉与旁路烟道的膨胀差;之后依次布置为旁路烟气关断挡板和旁路烟气调节挡板。旁路与脱硝烟道接口处布置非金属膨胀节,以吸收两者间的膨胀差。

旁路烟道关断挡板门前和门后 2m 范围内的烟道材质为 304 不锈钢,设计温度不低于 650℃;旁路烟关断挡板门后 2m 之后的烟道材质为 12Cr1MoV,设计温度不低于 500℃。

旁路烟道入口处设置平行百叶窗式关闭挡板门,满足旁路不启用时的隔断作用,挡板门泄漏率不大于 1%,同时考虑烟道的运行压力及温度因素,保证足够的强度及刚度,旁路烟道关断挡板门和调节挡板门材质为 304 不锈钢,主烟道调节挡板门材质为 12Cr1MoV。旁路烟道水

平段底部设有一定的向下倾角，使烟气中的灰尘不易沉积。

旁路烟道设有调节挡板，当负荷变化时根据烟气温度变化情况可以适当调节挡板开度，调节引入的烟气量。考虑烟道的运行压力及温度因素，保证足够的强度及刚度。

为解决旁路烟道与锅炉包墙之间以及与原脱硝入口烟道之间的热膨胀问题，在旁路烟道入口和出口处分别设有非金属膨胀节。膨胀节满足锅炉及烟道的膨胀要求并预留 10%裕度，入口膨胀节框架材质选用 304 不锈钢，出口膨胀节框架材质选用 304 不锈钢。

为保证旁路烟道高温烟气与省煤器出口烟气具有良好的混合效果，需在烟道不同位置安装导流、混流装置，并根据 CFD 数值模拟结果优化导流、混流装置的布置。旁路烟道外部铺设保温材料及外护板。保温材料采用硅酸铝及岩棉材质，厚度根据介质温度计算而定，保证外护板温度满足表面最大温度：当环境小于等于 27℃时，不应超过 50℃；当环境温度大于 27℃时保温表面温度允许比环境温度高 25℃。

## 8、清洁和油漆

设备包装前涂防腐漆，以便在运输保管中起防腐作用。设备凡需要油漆的所有部件均采用耐盐雾的特种油漆（耐高温）。油漆、保温设计符合《火力发电厂保温油漆设计技术规范》（DL/T5072-2004）。

## 9、包装和运输

9.1 设备的包装应符合 GB/T13384 标准的规定，并采取防雨、防潮、防锈、防震等措施，以免在运输过程中，由于振动和碰撞引起轴承等部件的损坏。设备出厂时，零部件的包装符合 JB2647 的规定，分类装箱，遵循适于运输、便于安装和查找的原则。

9.2 所有开口、法兰、接头应采取保护措施，以防止在运输和储存期间遭受腐蚀、损伤及进入杂物，油系统设备及管路应采取适当措施装运，保证其防锈、防腐。需要现场连接的螺纹孔或管座的焊接孔应采用螺纹或其它方式予以保护。遮盖物、紧固件不应焊在设备上。

9.3 包装标准及示意图。

9.4 大部件储存要求参见国家有关标准。承包人应保证提供设备的包装至少满足现场露天存放 3 个月的要求。

## 10、设备标志

10.1 设备铭牌应采用耐腐蚀材料制造。

10.2 铭牌应安放在运行人员容易看到的地方。

10.3 铭牌上应该有耐磨损的下列内容，但不限于此。

a) 制造厂国别；b) 制造厂名称；c) 设备型号；d) 设备名称；e) 出厂日期编码；f) 出厂检验编码；g) 主要技术参数。

## 第二章 供货范围

### 1、一般要求

1.1 本改造工程为总承包工程（EPC），包括设计、制造（含现场制作）、设备及材料供应、运输、储存、安装、施工、调试、技术服务、人员培训、性能考核、试验、检验、售后服务、试运行、消缺和最终交付等所有工作。现场钢构架承载校核及加固设计、供货、施工。

1.2 承包人提供详细供货清单，清单中依次说明型号、数量、原产地、生产厂家等内容。对于属于整套系统运行和施工所必需的部件，即使本合同附件未列出和/或数目不足，承包人仍须在执行的同时无偿补足。

1.3 承包人完成工程配套的 DCS 系统改造（DCS 系统硬件设备安装及调试、点位设计及配置，控制逻辑设计及组态，上位机数据库增加及画面改造），工程配套的 DCS 系统硬件由承包人根据现场情况及控制点位配置提出硬件需求，**承包人负责 DCS 硬件设备的采购。**

1.4 提供所供设备的进口清单。

1.5 承包人提供的技术资料清单见第四章。

1.5 承包人设备进口件和配套部件的生产厂家（原产地）由发包人最终确认。

## 第三章 技术服务和设计联络

### 1、承包人现场技术服务

1.1 承包人现场服务人员的目的是使所供设备安全、正常投运。承包人要派合格的现场服务人员，见下表，如果此人月数不能满足工程需要，承包人要追加人月数，且不发生费用。

1.2 承包人现场服务人员应具有下列资质：

1.2.1 遵守法纪，遵守现场的各项规章和制度；

1.2.2 有较强的责任感和事业心，按时到位；

1.2.3 了解合同设备的设计，熟悉其结构，有相同或相近机组的现场工作经验，能够正确地进行现场指导；

1.2.4 身体健康，适应现场工作的条件。

1.3 承包人现场服务人员的职责

1.3.1 承包人现场服务人员的任务主要包括设备催交、货物的开箱检验、设备质量问题的处理、指导安装和调试、参加试运和性能验收试验。

1.3.2 在安装和调试前, 承包人技术服务人员应向发包人技术交底, 讲解和示范将要进行的程序和方法。对重要工序, 承包人技术人员要对施工情况进行确认和签证, 否则发包人不能进行下一道工序。经承包人确认和签证的工序如因承包人技术服务人员指导错误而发生问题, 承包人负全部责任。

1.3.3 承包人现场服务人员应有权全权处理现场出现的一切技术和商务问题。如现场发生质量问题, 承包人现场人员要在发包人规定的时间内处理解决。如承包人委托发包人进行处理, 承包人现场服务人员要出委托书并承担相应的经济责任。

1.3.4 承包人对其现场服务人员的一切行为负全部责任。

1.3.5 承包人现场服务人员的正常来去和更换事先与发包人协商。

#### 1.4 发包人的义务

发包人要配合承包人现场服务人员的工作, 并在生活、交通和通讯上提供方便。

1.5 热控安装人员必须具备相关资质, 且不能少于 4 人, 并于安装前 1 个月提供相关资质报审。

### 2、培训

2.1 为使合同设备能正常安装和运行, 承包人有责任提供相应的技术培训。培训内容应与工程进度相一致。

2.2 培训计划和内容由承包人列出。

| 序号 | 培训内容 | 课时(天) | 培训教师构成 |    | 地点 | 备注 |
|----|------|-------|--------|----|----|----|
|    |      |       | 职称     | 人数 |    |    |
| 1  |      |       |        |    |    |    |
| 2  |      |       |        |    |    |    |

2.3 培训的时间、人数、地点等具体内容甲乙双方商定。

2.4 发包人为承包人培训人员提供设备、场地、资料等培训条件。

### 3、设计联络会

设计联络会议的目的是保证设计阶段工作的顺利进行, 以及协调和解决设计和接口中的问题, 使设计工作按期完成。下面所述会议计划和议程是初步的, 具体内容将在合同谈判中确定, 设计联络会次数将视工程需要双方商定(暂定 1 次)。

时间: 合同生效后 15 天。

地点、会期: 发包人所在地 1 天。

到会人员: 发包人及其相关单位、承包人。

设计联络会由发包人主持, 会议所在地单位提供会务、交通方便。

有关设计联络会内容会前一周双方商定。

双方均应在设计联络会会议纪要或所达成的协议上签字，具有覆盖性及与合同同等的法律效力。除以上联络会议外，发包人有必要时可书面或采用其它方式与承包人联系，双方应以书面或会议形式答复，书面通知和各方代表口头联系的信息应提交给发包人确认。

施工过程中如有设计上的问题，发包人和承包人代表将根据现场实际情况，以书面形式或在现场协调会上解决，所有协议经各方签字后生效。

承包人所有的设计、关键图纸资料及相关变更等都需经过发包人确认。发包人关联单位和承包人必要时可采用书面或其它方式联系，书面通知和双方代表口头联系的信息应及时通知发包人确认，双方确认的事项以书面确定为准。

## 第四章 技术资料和交付进度

### 1、总的要求

技术资料及一次设计材料在合同签订后 15 日内交付。

### 2、技术资料和交付进度

#### 2.1 一般要求

2.1.1 承包人提供的资料应使用国家法定单位制即国际单位制（语言为中文）。其中提供的图纸须同时提供 AUTOCAD 电子文本。所有设备上的铭牌、警告和标签必须使用中文。

2.1.2 资料的组织结构清晰、逻辑性强。资料内容正确、准确、一致、清晰完整，满足工程要求。

2.1.3 承包人资料的提交应及时、充分，满足工程进度要求。承包人提供的技术资料分为配合设计阶段，设备监造检验、施工调试试运、性能试验验收和运行维护等四个方面。承包人须满足以上四个方面的具体要求。

2.1.4 对于其它没有列入合同技术资料清单，却是工程所必需文件和资料，一经发现，承包人应及时免费提供。

2.1.5 发包人要及时提供与合同设备设计制造有关的资料。发包人提供的数据及资料供承包人参考，承包人应自行分析这些资料是否科学合理，若承包人利用以上数据进行设计导致的设计或制造问题发包人不承担任何责任。

2.1.6 承包人提供的施工用技术资料为纸质 8 套，电子文本 2 套。所有资料以纸质资料为准，电子文档应与纸质资料保持一致。最终资料提交后不得任意修改，设备到货后与所提资料不符所造成的一切返工和损失由承包人负责赔偿。

2.1.7 承包人必须确保以上条款所确定的图纸资料的交付进度，承包人对发包人来往信函、确认文件必须在 3 个工作日内作出反应，对确认文件在 5 个工作日内未作出确认，逾期视为自然确认。

## 2.2 资料提交的基本要求

### 2.2.1 配合设计的资料和图纸

承包人应及时提供满足工程设计的参数、装配图纸和资料，所供资料均应能满足工程设计、安装、调试、生产、维修的需要。在提供纸质文件的同时，应同时提供电子版文件（不含图纸）。最终图纸注明定货合同号并有明显的最终版标记。

#### 2.2.1.1 尾部烟道旁路改造的设计方案

#### 2.2.1.2 尾部烟道旁路改造施工图纸

#### 2.2.1.3 管道仪表图

#### 2.2.1.4 供货清单（各附件材质、规格、数量应分别列出）

#### 2.2.1.5 设备监造检查所需要的技术资料

#### 2.2.1.6 控制 I/O 清册、电缆清册

2.2.2 承包人应提供满足合同设备监造检查/见证所需要的全部技术资料。

2.2.3 施工安装、调试、试运、超临界机组性能试验和运行维护所需的技术资料（发包人提供具体清单和要求，承包人细化，发包人确认）。

2.2.4 承包人须提供的其它技术资料（发包人提供具体清单和要求，承包人细化，发包人确认）。包括但不限于：

2.2.4.1 检验记录、试验报告及质量合格证等出厂报告。

2.2.4.2 承包人提供在设计、制造时所遵循的规范、标准和规程清单。

2.2.4.3 设备资料文件（包括设备发运和装箱的详细资料，设备存放与保管的技术要求，运输超重超大件的明细表和外形图）。

2.2.4.4 详细的产品质量文件：包括材质、材质检验、焊接、热处理、加工质量、外形尺寸和性能检验/试验等的证明。

2.2.5 承包人向发包人发货时随机供应的资料。

2.2.5.1 设备安装使用维护说明书（含装配图纸）。

2.2.5.2 装箱清单（包括产品质量检验文件等）。

## 第五章 设备交货及安装调试进度

### 1 工程进度

本项目改造工期按停机接口工期 30 天安排，承包人应以签订合同时间为节点，排出施工计划。在满足安全和工程质量前提下，排出最优化的工期（停炉施工时间不超 30 天，总工期不超 5 个月，暂定停炉施工时间 9 月份），并提出详细的保证措施（如机具、人力、重点分包

单位、施工方案等)内容。

承包人应根据各自的特点,并编制详细的工期网络图。

承包人应合理控制工期,满足发包人最大发电需要。

承包人在按下表提交设计、设备交货及工程进度计划,发包人确认。(以签订合同为起点)

## 第六章 监造、检查和性能验收试验

### 1、概述

1.1 本技术协议书用于合同执行期间对承包人所提供的设备(包括对分包外购设备)进行检验、监造和性能验收试验,确保承包人所提供的设备符合本技术协议书规定的要求。

1.2 承包人应在本合同生效后 15 天内,向发包人提供与本合同设备有关的监造、检验、性能验收试验标准。有关标准应符合本技术协议书的规定。

### 2、工厂检验

2.1 工厂检验是质量控制的一个重要组成环节。承包人须严格进行厂内各生产环节的检验和试验。承包人提供的合同设备必须签发质量证明、检验记录和测试报告,并且作为交货时质量证明文件的组成部分。

2.2 检验的范围包括:原材料和元器件的进厂,部件的加工、组装、试验至出厂试验。在制造商工厂的试验期间,应尽可能模拟实际工作条件。如果实际工作条件不能保证,应根据标准和基于热动态一般原则采用修正系数。

2.3 承包人检验的结果要满足相关要求,如有不符之处或达不到标准要求,承包人要采取措施处理直至满足要求,同时向发包人提交不一致性报告。承包人发生重大质量问题时,应及时将情况通知发包人。

2.4 工厂检验的所有费用包含在合同总价之中。

2.5 为了便于发包人了解进口配套设备的试验、组装及质量情况,如需要,发包人有权对进口设备进行独立检验。

2.6 发包人将派工程技术人员进行工厂检验,检验的程序应由发包人技术人员与承包人代表商议后共同确定。

### 3、设备监造

#### 3.1 监造依据

根据本合同和原国电(2002)267 号文《国家电力公司电力设备监造实施方法》的规定,以及国家有关规定执行。

#### 3.2 监造方式

文件见证、现场见证和停工待检，即 R 点、W 点、H 点。每次监造内容完成后，承包人和发包人代表均须在见证表上履行签字手续。承包人复印 3 份，交监造代表 1 份。

### 3.3 监造内容

| 序号                             | 监造部套     | 监造内容                       | 监造方式 |   |   |    |
|--------------------------------|----------|----------------------------|------|---|---|----|
|                                |          |                            | H    | W | R | 数量 |
| 1                              | 设计图纸制造文件 | 技术文件的正确性、可靠性和先进性。          |      |   | √ |    |
| 2                              | 质量控制文件   | 需要件明细表中所列工序的过程控制记录及质量检验记录。 |      |   | √ |    |
| 3                              | 外购设备     | 合格分承包商名录及鉴证资料、采购证明材料。      |      |   | √ |    |
| 4                              | 受热面管     | 材质及主要尺寸                    |      | √ |   |    |
| 注：H—停工待检，W—现场见证，R—文件见证，数量—检验数量 |          |                            |      |   |   |    |

### 3.4 对承包人配合监造的要求

3.4.1 承包人提前两周将设备监造项目及检验时间通知发包人，监造项目和方式由承包人、发包人协商确定。

3.4.2 发包人代表有权通过承包人有关部门查（借）阅合同与本合同设备有关的标准、装配图纸、资料、工艺及检验记录（包括之间检验记录），如发包人认为有必要复印，承包人应提供方便。

3.4.3 发包人人员在监造过程中如发现设备和材料缺陷或不符合规定的标准要求时，发包人有权提出意见，承包人应采取相应改进措施，以保证设备质量。无论发包人是否要求和知道，承包人均应主动及时向发包人提供合同设备制造过程中出现的较大的质量缺陷和问题，不得隐瞒。在发包人不知道的情况下承包人不得擅自处理。

## 4、性能验收试验

4.1 性能验收试验的目的在于检验合同设备的所有性能是否符合技术协议的要求。

4.2 性能验收试验的地点由合同双方确定，一般为发包人现场。

4.3 性能验收试验的时间：

- 1) 改造完毕投产 3 个月内，发包人将确定系统是否运行良好，是否完全满足技术协议书的要求，并确认其性能是否达到承包人的保证值。
- 2) 性能验收试验必须由经双方认可的第三方测试机构完成。承包人应派出授权代表对试验进行见证，费用自理。如果承包人要求额外增加试验工况，其费用由承包人负责，

并且在发包人的监控之下进行。

- 3) 性能验收试验在改造后 3 个月内进行, 具体试验时间由双方商定。所有的性能保证值必须同时满足, 不允许调整设置以使单个性能保证值满足要求。性能验收试验通过, 视作设备的验收接受。

- 4) 具体试验时间和性能试验用的煤质由双方协商确定。

4.5 性能考核试验由发包人主持, 承包人参加, 具体试验时间由发包人、承包人商议确定。试验大纲由第三方提供, 与甲、承包人讨论后确定。性能考核试验委托第三方的费用由承包人负责, 包含于投标总价内。如果第一次性能验收试验达不到本合同技术协议书所规定的一项或多项性能保证值, 则双方应共同分析原因, 澄清责任, 由责任一方采取措施, 并在第一次验收试验结束后 1 个月内进行第二次验收试验, 第二次性能验收试验的费用由第一次性能验收试验不达标的责任方支付。在第二次性能验收试验后, 如仍有一项或多项指标未能达到本合同技术协议书所规定的性能保证值, 双方应共同研究, 分析原因, 澄清责任: 如属承包人原因, 则应按本合同条款执行; 如属发包人原因, 本合同设备应被认为初步验收通过。

4.6 性能验收试验的内容: 应在机组 30%BMCR、100%BMCR 负荷工况下进行性能验收:

- 1) 脱硝入口烟气温度;
- 2) 旁路挡板门泄漏率。
- 3) 改造后尾部烟道流场均匀性验收。

4.7 性能验收试验的标准和方法: 见本规范书技术要求部分标准和规范。

4.8 性能验收试验结果的确认

- 1) 性能验收试验报告由测试单位编写, 报告结论双方均应承认。如双方对试验的结果有不一致意见, 双方协商解决。
- 2) 进行性能验收试验时, 一方接到另一方试验通知而不派人参加试验, 则被视为对验收试验结果的同意。
- 3) 在性能考核试验合格完成后, 第三方(性能验收试验承担方)应完成一份性能考核试验报告。所有验收试验中的缺陷、错误功能和相应校正工作均应记载, 并指明装置的保证性能是否符合要求。承包人与发包人必须签署此试验报告。

## 第七章 考核

1、性能验收考核: 实现机组最低发电出力降至 30%BMCR 时, SCR 入口温度 $>300^{\circ}\text{C}$ , 并在相应工况保证脱硝系统连续稳定运行, 项目实施后, SCR 入口烟气温度在对应负荷下每降低  $1^{\circ}\text{C}$ , 考核 1 万元。机组发电出力在 100%BMCR 时, SCR 入口温度 $\leq 405^{\circ}\text{C}$ 。项目实施后, SCR 入口烟气温度在对应负荷下每升高  $1^{\circ}\text{C}$ , 考核 1 万元。

2、工期考核: 承包人需满足发包人工期要求, 因承包人原因造成工期延期, 总工期每超工期一

天考核承包人合同款 30 万，一级网络图节点超期考核承包人合同款 3%，以后每超期一天考核 1 万元，如经承包人合理组织施工在下一节点赶回工期，可免于或减少考核。

3、安全考核：承包人在工程中遵守发包人安全管理规定，保障工程安全进行，如发生违章行为按照发包人安全管理规定考核（500-2000 元/项\*次）。

4、当性能验收试验指标达不到要求时，发包人也可选择接受第一次试验结果，不再进行二次性能试验，根据性能指标考核承包人合同款 10-20 万元，如经整改仍不能满足要求，发包人根据质量问题大小考核承包人合同款 0-100%或单方解除合同而不需承担责任。

5、性能质量考核：承包人对工程整体设计供货安装性能质量负责，如出现性能质量问题发包人根据性能质量问题大小考核承包人合同款 10-20 万元，如经整改仍不能满足要求，发包人根据质量问题大小考核承包人合同款 0-100%或单方解除合同而不需承担责任。

6、承包人明确表示无法完成改造工程或发包人有理由认为承包人无法满足发包人改造工程性能质量要求的，发包人有权终止全部或部分合同。发包人停止支付已终止部分的合同价款，承包人向发包人支付相当于终止部分合同货款总额 20%的违约金。

7、原则上考核额度不超过合同金额的 10%（不含重大人身安全、设备、施工质量、事故等）。