**甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司**

**大宽幅板坯连铸关键技术开发与应用项目技术服务采购**

**技术规格书**

**甲方：甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司炼轧厂**

**乙方：**

甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司（以下称甲方）与

（以下称乙方）就甲方大宽幅板坯连铸关键技术开发与应用项目，经双方协商，达成如下技术规格协议：

**一、总则**

1.1本技术规格协议所提出的是最低标准的技术要求，并未对一切技术细节做出规定，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有关标准和技术文件的优质服务。

1.2乙方提供技术服务研究过程规范，数据真实可靠，结果分析合理、有据，研究报告规范、美观。

1.3乙方在试验过程中不得随意更改内容，需要时，提出更改理由及方案，经甲方同意后更改；

1.4乙方在提供技术服务中，发生侵犯专利的行为时其侵权责任与甲方无关。

**二、技术服务范围**

宽厚板轧制钢种多含Nb、V、Al等合金成分的微合金，供宽厚板板坯连铸过程高发角部横裂纹缺陷，造成钢板边部20~50mm宽度裂纹缺陷。同时，在宽厚板坯过程，因铸坯角部及窄面在铸流内动态变形，距窄面30~80mm宽度的铸坯宽面偏离角区极易产生凹陷及其表面与皮下裂纹缺陷，由此造成轧制中厚板距边部40~100mm宽度区域产生表面裂纹缺陷。此外，受宽厚板展宽轧制的工艺特点影响，宽厚板轧制过程边部高发30~90mm宽度的边线裂纹缺陷（亦称“边直裂”或“边部黑线”等）。上述3方面宽厚板生产过程的边部质量缺陷，极易致使钢板边部的切边宽度普遍达40~80mm/边，造成宽厚板因过大的切边宽度而降级或低成材率。此外，随着连铸坯厚度增加，铸坯内部中心偏析、中心疏松等内部缺陷加剧，极易造成中厚板探伤不合。因此针对上述问题，该项目关键技术内容研究如下：

**1、宽厚板连铸坯表面质量研究与控制**

(1) 典型钢种及其规格中厚板轧制过程形变研究

立足酒钢中厚板产线布局及其不同厚度规格连铸坯轧制中厚板工艺，采用数值模拟方法，构建其典型钢种的220mm厚度断面宽厚板坯轧制三维热/力耦合有限元模型，仿真分析典型展宽比及各轧制道次压下量与温度控制模式下中间坯的变形与温度演变。在此基础上，仿真分析获得中间坯窄面形状演变规律、各道次压下量下中间坯窄面上下翻至其边部的宽度、以及中间坯边部及窄面等温度演变规律，定量确定典型钢种及连铸坯轧制典型规格中厚板的潜在边线裂纹宽度。

(2) 最佳窄面凹形量的内凹形板坯坯型结构设计

采用上述数值模拟方法，构建220mm厚度规格的不同窄面凹形量凹形坯轧制过程热/力耦合有限元计算模型；立足上述典型规格钢板及其轧制工艺，仿真分析不同窄面凹形量板坯轧制过程的中间坯窄面变形等规律，定量获得不同窄面凹形量板坯轧制过程铸坯角部在中间坯及钢板边部的分布演变，确定并设计满足中厚板轧制目标边部裂纹宽度控制的直角结构窄面凹形坯坯型参数。

(3) 窄面内凹形板坯结晶器凝固行为研究

基于研究内容确定的220mm厚度断面的最优直角结构窄面内凹形板坯的坯形结构参数，构建基于现有宽面结晶器铜板与窄面凸透镜结晶器铜板的结晶器内坯壳三维凝固热/力耦合计算模型，仿真分析典型连铸工艺下最优直角结构窄面内凹形板坯在结晶器内的凝固传热规律。

(4) 凸透镜结晶器及足辊结构研发设计

基于研究内容最优直角结构窄面内凹形板坯在结晶器内的凝固传热规律，设计220mm断面结晶器窄面铜板的边部平直区锥度补偿结构、中部凸形弧面高度及其弧面沿结晶器高度方向的曲线分布、以及镀层等结构。在此基础上，仿真分析对应断面铜板的水槽分布结构对结晶器传热的影响规律，设计获得满足现场工业化生产、窄面铜板及铸坯温度场分布均匀的凸透镜结晶器铜板结构，绘制其加工结构图纸。在此基础上，结合现场实际结晶器窄面足辊框架及窄面凹形坯结构，设计凸形弧面辊面足辊及其加工图纸。

(5) 新结晶器及其足辊的锥度补偿与冷却工艺设计

基于上述新型凸透镜结晶器及其凸面弧面窄面足辊结构，结合酒钢板坯连铸机现场实际，确定采用上述新型凸透镜结晶器连铸生产不同钢种的窄面铜板锥度工艺和冷却控制工艺、足辊各辊偏斜量分配等。设计可有效控制铸坯偏离角区凹陷发生、实现窄面凹形坯稳定生产的连铸工艺。

(6) 连铸与轧制跟踪与调试

立足于上述凸透镜结晶器及其足辊的锥度与冷却等控制工艺，试验调试与跟踪典型钢种在典型连铸工况下的铸坯生产，获得适用于大规模工业化生产的窄面凹形坯连铸工艺及装备，并跟踪窄面凹形坯轧制，最终获得满足轧制宽厚板目标边部裂纹宽度控制要求的集成技术。

**2、宽厚板连铸坯内部质量研究与控制**

（1）厚板坯连铸二冷电磁搅拌工艺研究

采用Ansys商业软件，构建厚板坯连铸二冷辊式电磁搅拌电磁、流动、传热、凝固和溶质扩散多物理场耦合数学模型，研究厚板坯连铸二冷电磁搅拌工艺参数（安装位置电流强度、频率、搅拌模式等）对电磁搅拌强度、厚板坯液相穴钢液流动、传热、凝固溶质分布等的影响规律，明确连铸二冷辊式电磁搅拌工艺参数对厚板坯连铸凝固均匀性和末端形貌的定量影响规律，优化厚板坯连铸二冷电磁搅拌工艺参数，确保厚板坯均匀凝固，为后续凝固末端高效可控压下奠定基础。

（2）厚板坯连铸凝固末端压下工艺研究

采用Ansys商业软件，构建厚板坯连铸钢液流动、传热、凝固和末端压下多物理场耦合数学模型，研究厚板坯连铸凝固末端压下工艺参数（压下位置、压下量、压下率等）对连铸坯中心偏析的影响规律，明确厚板连铸坯凝固末端轻压下工艺参数对厚板坯中心偏析波动指数的定量影响规律，从而为均质化连铸坯生产提供理论支撑。

（3）外场协同控制工艺研究

采用Ansys Fluent商业软件，构建厚板坯连铸二冷辊式电磁搅拌和凝固末端压下技术于一体的外场协同控制多物理场耦合数学模型，研究厚板坯连铸二冷电磁搅拌工艺对连铸坯凝固末端形貌的影响规律，及其对凝固末端压下效果的影响规律，从而针对不同钢种制定合理的厚板坯连铸二冷电磁搅拌工艺和轻压下工艺，开展现场工艺实验，优化厚板坯连铸二冷电磁搅拌和凝固末端压下工艺，显著改善铸坯中心偏析、疏松，提高厚板坯内部质量。

**三、技术服务要求**

**3.1主要技术要求**

1、开发形成220mm厚度的凸透镜结晶器及足辊技术，所制备的连铸坯角部无明显可见裂纹；

2、铸坯偏离角区凹陷深度超过1.5mm的发生率≤0.1%，由于铸坯偏离角区表面和皮下裂纹造成的钢板缺陷发生率降低50%以上；

3、轧制上述所制备的耐磨钢（NM400、NM500）、低合金高强钢（Q550D/E、Q690D/E）、低合金结构钢（Q355NE、Q420NE、Q420Q）、容器钢（345R）等连铸坯，轧制后的钢板边部裂纹的每边宽度不超过40mm/边。考核量：每个钢种不低于300吨，每类钢种各断面的总重量不低于1000吨；

4、相同镀层涂镀方式下的结晶器窄面铜板通钢量不低于现有窄面平面形铜板的过钢量。

5、典型钢种（耐磨、高强、容器）连铸坯中心偏析不超过C类1.5级，中心疏松不超过1.5级，中间裂纹、角裂、三角裂不超过0.5级；

6、完成220mm、280mm、320mm厚度铸坯生产量各大于1000吨，单钢种≥300吨。

**3.2技术服务质量要求**

3.2.1研究过程规范，数据真实可靠。

3.2.2结果分析合理、有据，研究报告规范、美观。

3.2.3乙方在试验过程中不得随意更改内容，需要时，提出更改理由及方案，经甲方同意后更改。

3.2.4甲方派技术人员参与整个研究过程。

**3.3项目进度要求**

2026年12月31日前，完成全部委托研究内容，并将研究报告及实验数据提交给甲方。

**四、质保期要求**

4.1 双方确定因履行本合应遵守的保密义务如下：

甲方：

1.保密内容（包括技术信息和经营信息）：乙方课题研究相关成果。

2.涉密人员范围：项目参加人员，包括直接或间接参与合作事项的管理人员、职员、顾问和其他雇员。

3.保密期限：合同有效期及合同终止后两年内。

4.泄密责任：赔偿乙方本合同金额的20%。

乙方：

1.保密内容（包括技术信息和经营信息）：甲方公司技术信息、经营信息、人员信息等在内的所有与甲方公司运营相关的信息。

2.涉密人员范围：项目参加人员，包括直接或间接参与合作事项的管理人员、职员、顾问和其他雇员。

3.保密期限：合同有效期及合同终止后两年内。

4.泄密责任：赔偿甲方本合同金额的20%。

4.2 乙方所提供的技术服务需通过酒钢专家委员会考评。

**五、售后服务要求**

5.1乙方提供技术服务过程以及完成技术服务后对甲方应进行必要的技术培训，针对甲方项目执行期间存在的疑问提供必要的技术培训。

**六、双方责任**

6.1甲方责任

6.1.1因甲方错误提供运行环境参数及物料技术参数导致的采购异议问题，由甲方承担所有责任。

6.1.2合同期内因甲方未按使用说明书要求进行试验造成的设备损坏情况，由甲方承担所有责任。

6.2乙方责任

6.2.1因乙方疏忽或预前确认不到位造成的错误服务由乙方承担所有事后处理责任。

6.2.2乙方未按此合同所述条款进行服务造成的损失由乙方承担所有责任。

**七、违约责任**

8.1乙方对未按协议具体条款提供技术服务、延期提供技术服务、未按期提供服务或不服务的情况造成的损失负全部责任。

**八、其它**

8.1本技术协议作为技术服务合同的附件之一，为设计、生产、验收产品质量的技术依据。关于技术服务完成时间、付款方式、服务及酬金、违约责任及处理办法等，均以合同为准。

8.2本技术规格协议与合同具有同等的法律效力。

8.3本技术规格协议中未尽事宜，双方协商解决。

8.4本技术规格协议一式四份，甲方三份，乙方一份。

8.5本技术规格协议为标前技术规格协议，如乙方未中标，本协议自动失效。

**甲方单位名称：甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司炼轧厂**

**甲方代表： 年 月 日**

**乙方单位名称：**

**乙方代表： 年 月 日**