

济源职业技术学院材料工程学院冶金全流程协
同智慧虚拟工厂采购项目

政府采购合同

甲方（采购人）：济源职业技术学院

乙方（中标人）：山东星科数字科技有限公司

签订日期：2026 年 09 月 16 日

采购合同

合同编号：_____

甲方：济源职业技术学院

乙方：山东星科数字科技有限公司

甲乙双方根据招标编号“济源职业技术学院材料工程学院冶金全流程协同智慧虚拟工厂采购项目”招标文件、乙方投标文件及中标通知书，依据《中华人民共和国民法典》、《中华人民共和国政府采购法》等有关法律法规规定，就乙方向甲方提供中标设备及安装调试事宜，本着平等自愿的原则，经双方协商达成一致，签订本合同，以明确双方的权利和义务，确保双方共同执行。

一、设备清单

序号	设备名称	参数（型号）	单位	数量	单价（元）	备注
1	高炉炼铁、转炉炼钢、连铸实物模型	星科 定制	套	1	786000	无
2	高炉、转炉、连铸数字孪生系统	星科 定制	套	1	330000	无
3	转炉全流程智能体	星科 定制	套	1	230000	无
4	多模态数据感知与融合	星科 定制	套	1	48000	无
5	智能取样分析系统	星科 定制	套	1	190000	无
6	碳捕集与利用系统	星科 XK-TBJ-F1.0	套	1	48000	无
7	高炉、转炉、连铸生产仿真教学实践系统	星科 定制	套	1	280000	无

8	无线麦克风一拖四	狮乐 SH-10	套	1	1700	无
9	功放机	狮乐 AV-8820	台	1	2200	无
10	8 英寸音箱	狮乐 BX108	套	4	700	无
11	电源时序器	狮乐 YW-9	台	1	800	无
12	反馈抑制器	狮乐 YW-3	台	1	1400	无
13	教师教学工作站	acer Veriton H500	套	5	8300	无
14	教学工作站	acer Veriton H500	套	49	6700	无
15	32U 网络机柜	慕胜华腾 A6.6632	台	1	1800	无
16	48 口全千兆交换机	维盟 WS-8052GX	台	2	900	无
17	路由器	COMFAST CF-WR673BE	台	1	800	无
18	专业防静电地板	鑫永好 600*600*40	平米	125	380	无
19	机房管理维护软件	噢易 噢易终端安全保护系统V8.0	点	54	800	无
20	多媒体教室管理软件	噢易 噢易多媒体网络教室软件V9.0	套	1	3000	无
	合计	小写：¥2388800.00元 大写：人民币贰佰叁拾捌万捌仟捌佰元整				

二、设备的交付、安装调试

（一）交货时间：60日历天

（二）交货地点：济源职业技术学院；

（三）甲方应在设备到达指定地点前两日内，提供符合安装条件的场

地；

（四）乙方负责设备、软件安装调试，并承担设备、软件安装调试的所有附件和材料（含室内的各类管线）；且应留足甲方首次单独调试和验收所用材料；

（五）乙方应向甲方一次性提交设备的使用说明书、合格证书及相关材料；

（六）乙方应免费对甲方至少三名人员进行培训，使甲方三名人员均能够熟练掌握该批设备和软件的操作使用、故障诊断与排查、系统维护等相关技术，并能够判断和解决设备的一般故障；

（七）乙方在安装调试设备时，应严格执行施工规范、安全操作规程、防火安全规定、环境保护规定，如出现安全事故由乙方负全责；

（八）乙方应遵守国家或地方政府及甲方有关部门对施工现场管理的规定，妥善保管好施工现场周围建筑物、设备管线等财务不受损坏。做好施工现场保卫和垃圾消纳等工作；

（九）乙方在施工中未经甲方同意，不得随意拆改原建筑物结构及各种设备管线。

三、设备验收

（一）乙方提供的设备、软件与附件必须为最新生产的原装正品，各项指标符合国家检测标准和出厂标准，合同中未列明的，以满足设备正常使用和乙方投标文件承诺为准。

（二）乙方提供的产品不符合规定或质量不合格，由乙方负责更换，并承担换货发生的一切费用。

（三）甲方对设备规格型号及软件有异议的应在全部货物安装后十个工作日内以书面形式向乙方提出。

（四）乙方应保证所提供的设备和软件不侵犯第三方专利权、商标权、著作权、版权或其他合法权益，若侵犯了第三方上述权利，并导致第三方追究甲方责任，甲方受到的一切损失，应由乙方承担。

（五）乙方履约完成并提交验收申请后七个工作日内，甲方按国家相关标准和招投标相关文件自行组织有关专业人员进行验收。验收合格后由甲方签署验收证明文件。如产生异议，可在项目验收（完毕）后三个工作日内由第三方重新进行验收，费用由申请方承担。

（六）验收内容为仪器设备和软件的数量、质量、运行情况和人员培训情况。

四、合同总金额及付款方式

（一）合同总金额：人民币贰佰叁拾捌万捌仟捌佰元整，¥2388800.00元。

（二）合同价为济源职业技术学院的交货价，含设备的供货、安装、调试、环境建设、培训、售后服务、垃圾外运等一切费用。该价在合同履行期间固定不变。

（三）甲乙双方采用人民币转账方式结算。乙方开具以济源职业技术学院为客户名称的发票。

（四）合同签订后支付合同金额的30%（即人民币716640元，大写：柒拾壹万陆仟陆佰肆拾元整），同时供应商须向采购人提供等额的保函，预付款保函期限100日历天；剩余70%（即人民币1672160元，大写：壹佰陆拾

柒万贰仟壹佰陆拾元整）在项目验收合格后一年内进行支付。交货期：60 日历天，质保期：自验收合格之日起1年，乙方提供相应质量保函，质量保函期限365日历天。

五、质量保证、保修条款及售后服务

（一）严格按照招标文件要求和投标文件承诺，质保时间凡系统出现故障，0.5 小时内响应，1 小时内到达现场，12 小时内解决问题，24 小时如不能及时解决问题，乙方为甲方提供备机服务，直到原设备修复。

质保期外，免费上门服务。凡系统出现故障，1小时内响应，6 小时内到达现场并解决问题。对于硬件方面的故障，派专业工程师现场维修，如需更换零配件，只收取零配件费用；对于软件方面的故障，现场处理，终身免费维护。

（二）乙方应向甲方免费提供 7×24 小时电话服务，内容包括：对于乙方所有产品的技术问题的解答；对于乙方所有产品的市场信息的咨询；对于乙方所有产品的升级与修补的咨询；对于乙方公司客户服务流程及商务流程的咨询。

乙方售后服务电话：0531-88885376；联系人：宗壮壮；地址：山东省济南市高新区舜华路街道新泺大街786号南楼401；

六、权利及义务

（一）甲方在验收时对不符合招标文件要求和投标文件承诺的产品有权拒绝接收，并追究违约责任；

（二）甲方有义务在合同规定期限内协助履行付款；

（三）甲方有义务对乙方的技术及商业秘密予以保密；

（四）乙方有权利按照合同要求及时支付相应合同款项；

（五）乙方有义务按照招标文件要求和投标文件承诺提供良好服务。

七、违约责任：

（一）甲乙双方均应遵守本合同，如有违约，将赔偿因违约给对方造成的经济损失，并向对方支付合同总额20%的违约金；

（二）若因乙方原因导致逾期交货，从逾期之日起每个工作日按本合同总价2%的数额向甲方支付违约金；逾期二十个工作日以上的，甲方有权解除合同，乙方除向甲方支付本合同总价20%的违约金外，由此造成甲方的经济损失由乙方承担；

（三）甲方如果无正当理由拒绝收货，按甲方违约处理。

（四）乙方若不按合同履行服务承诺，每出现一次违约情况，应向甲方支付赔偿金人民币500元（伍佰元）。三次以上违约，乙方将承担甲方为维修服务所产生的所有费用，并取消乙方今后五年参与甲方设备招投标的资格；

（五）甲方严格遵循本合同中各软件使用许可使用本软件,不可对软件产品进行解密或将产品交给他人解密；

（六）乙方不得私自分包、转包项目，如有违反，由乙方承担全部责任

（七）因不可抗力造成违约，甲乙双方再另行协商解决。

八、争议及解决办法

双方本着友好合作的态度，对合同履行过程中发生的违约行为及时进行协商解决，但仪器设备及软件的技术参数不得低于招标文件要求和投标

文件承诺，如不能协商解决则应向甲方住所地人民法院诉讼，相关费用由过错方支付。

九、合同生效及其它：

（一）乙方提供的产品的技术规格、质量保证、保修条款、售后服务，符合企业标准及招标要求；如有偏差以招标文件、投标文件、合同三文件指标最高高于正偏差为准；

（二）合同所有附件均为合同的有效组成部分，与合同具有同等的法律效力；

（三）本合同经双方代表签字后生效。本合同共六页，一式叁份，每一份具有同等的法律效力；

（四）本合同未尽事宜，甲乙双方可签订补充协议，与本合同具有同等法律效力。

甲方：济源职业技术学院

乙方：山东星科数字科技有限公司

地址：济源市黄河大道东段

地址：山东省济南市高新区舜华路街道新泺大街786号南楼401

甲方代表（签字）：

乙方代表（签字）：

（甲方公章）

（乙方公章）

合同签订地：河南省济源产城融合示范区

合同签订日期： 2026 年 09月16日

附件：

序号	设备名称	技术参数及响应	数量	单位
1	高炉炼铁、转炉炼钢、连铸实物模型	品牌型号：星科 定制 一、总体说明： 1. 高炉炼铁、转炉炼钢、连铸实物模型由模型台座、冶金工艺模型及电气控制系统组成（三个模型能展示冶炼动态过程）。 2. 3个工序单工序尺寸3.2米*2.4米*1.8米（±0.1米），设备电压220V，单工序功率4.8kW。 3. 模型台座,单工序台座尺寸3.2米*2.4米*0.4米，采用钢木结构。 二、高炉炼铁实物模型 1. 实物模型位于模型台座之上，匹配台座尺寸。主体材质为金属框架，设备模型及装饰件采用金属或塑料材质。 2. 设备模型包括：供料系统：上料系统*1，旋转布料器*1、矿槽*1、焦槽*1、筛分机*2、称量装置*2、主皮带*1；送风系统：鼓风机*1、热风炉*4、冷热风管道、阀门、风口装置若干；喷吹系统：中速磨、储煤罐*1、喷吹罐*1、输送管道*1； 煤气净化系统：重力除尘系统*1、布袋除尘系统*1、TRT发电系统*1、冷却塔*1；高炉本体系统：炉壳*1、炉衬*1、冷却壁*1、炉顶装料设备*1、框架支柱、检测仪表；高炉本体*1（展示五段炉型、块状带、软融带、滴落带、焦炭回旋区、渣铁反应）；炉前出铁场*1、出铁口*2、泥炮*2、开口机*2、水渣池*1、炉前铁沟渣沟*1、渣铁分离器*2、摆动溜嘴*2、铁水运输火车*2、鱼雷罐车*1、铁水罐车*1、装饰、支撑平台类物件若干。 3. 模型支持的动作效果包括： (1) 上料主皮带采用动态光效演示矿批、焦批从槽下配料系统运送到炉顶的过程。 (2) 旋转布料器在布料时旋转转动，非布料时停止转动。 (3) 顶燃式热风炉剖面展示内部结构，可见燃烧室、蓄热砖、冷风入口、煤气入口、烟气出口、热风出口等结构。 (4) 动态光效演示顶燃式热风炉燃烧和送风两种状态的燃烧状态和空气流向；动态光效演示高炉煤气经炉顶依次通过重力除尘、旋风除尘、布袋除尘系统，完成环保除尘净化。 (5) 除尘系统包含重力除尘、旋风除尘、布袋除尘系统及其连接管道。 (6) 模型可以演示高炉出铁全过程。开口机开铁口后铁水经渣铁分离、摆动溜嘴流入敞口铁水罐，火车头通过铁运轨道将铁水罐运走，渣经粒化塔后进入水渣池。出铁完成后泥炮机完成堵口。	1	套

	(7) 高炉煤气管道、重力除尘管道、布袋除尘管道需用流光表现煤气、烟气流向。 (8) 以上所有动作均设有位置限位器，动作及灯光表现可与仿真软件联动。 三、转炉炼钢实物模型 1. 转炉炼钢生产实物模型（含台座）长宽高尺寸约3.2米*2.4米*1.8米（±0.1米）。主体材质为金属框架，设备模型及装饰件采用金属或塑料材质。 2. 设备模型包括：转炉本体系统：炉体（水冷炉口、炉壳、炉帽、炉身、炉底、炉衬（三维建模示意工作层、填充层、永久层）、出钢口、支撑系统（三维建模示意托圈、耳轴、耳轴轴承及轴承座）、倾动机构；原材料供应系统：铁水罐、废钢斗、铁水行车、废钢行车、散装料供应系统（选择全皮带上料系统或多斗提升和管式振动输送机上料系统）、合金料系统（料仓3个）；供氧系统：氧枪（三维建模展示枪身和拉乌尔喷头的结构）及升降系统、副枪系统（含探头架）、底吹元件；除尘系统：烟罩、汽化冷却烟道、一级文士管、重力脱水器、二级文士管、弯头脱水器、丝网脱水器、风机、煤气柜、放散烟囱；其他：挡火门、钢包、钢包台车、渣包及渣包台车。 3. 模型支持的动作效果包括： (1) 转炉可前后180度旋转，完成加废钢、兑铁水、出钢、倒渣等动作、炉内用灯光表现冶炼、停炉等状态 (2) 铁水加料行车可将铁水罐吊运至转炉前，提升铁水罐底部完成模拟兑铁水动作，完成后退回原位。 (3) 废钢加料行车可将废钢斗吊运至转炉前，提升废钢斗后部完成模拟加废钢动作，完成后退回原位。 (4) 烟罩可升降、炉门可开闭。 (5) 氧枪可升降，配合炉内灯光，可模拟降氧枪开始吹炼动作。 (6) 钢包车可进退配合转炉完成出钢模拟，渣罐车可进退配合转炉完成出渣模拟。 四、连续铸钢实物模型 1. 依托真实连铸车间现场布局、设备结构尺寸与生产工艺逻辑，搭建缩比连铸全流程数字孪生仿真系统2机2流板坯连铸机，完整复刻连铸生产全工序关键装备、空间布局、机械动作、工艺联动关系及生产可视化效果。系统严格按照现场设备结构参数、运动轨迹、控制逻辑进行建模与物理仿真，实现设备三维可视化、动态模拟运行、工艺过程仿真、动作还原与场景特效模拟，可真实还原连铸生产全过程。 （1）板坯连铸实物模型（含台座）长宽高尺寸3.2米*2.4米*1.8米（±0.1米）。主体材质为金属框架，设备模型及装饰件采用金属或塑料材质。 （2）实物模型包含大包回转台、钢包、中包车、中包烘烤器、结晶器、引锭车、火切设备等关键设备；三维建模设备复刻连铸全流程所有核心工艺设备及内部结构细节，具体包含大包回转台、钢包、中间包、中包车、中包烘烤器、结晶器、二冷区成套设备、拉坯矫直设备、引锭系统、火焰切割设备等全部关键工艺装备。		
--	--	--	--

	(3) 实物模型模型支持的动作效果包括：大包回转台可实现横向前后旋转模拟运载钢包动作，引锭车可实现引锭动作，灯光跟随引锭车进行逐步点亮模拟钢坯运动。三维场景支持动作及效果包括：蝶式大包回转台：可实现0°～360°双向平稳回转，完成钢包待机位与浇注位快速切换、钢包精准对位。钢包：实现滑动水口打开、水口开度控制操作，进行更换滑动水口等操作。中间包：实现钢水测温、取样操作、塞棒安装、开浇操作、加覆盖剂操作、浸入式水口安装；板坯结晶器及电磁搅拌装置：实现结晶器振动参数设定与调节、液位实时调控、冷却水设定与调节、板坯宽度调节作业，更换结晶器等（以上设备三维动画展示内外部结构），所有的操作在屏幕上显示。 五、电气控制系统 1. 操作台3台。操作台尺寸1000*800mm*750mm, 不锈钢台面，金属台壳，台面上电气控件根据实际需求定制；可与实物模型联动，控制仿真软件内的工艺执行与硬件动作，为便于使用维护，软硬件通信协议采用基于TCP/IP的通信协议完成通信。含网面弓背椅3把。操作台电源模块使用自动空气开关通断电源，设有短路保护单元、漏电保护单元、接地保护、急停保护等。电源具备单相三线交流输出：安全护套座输出与三极多功能插座输出，直流稳压电源：24V DC输出。操作台电源配置数字化智能管控终端。 2. 数字化智能管控终端：可监控设备在线、离线、故障状态；支持远程上电、断电、定时操作控制操作；采集电压、电流、功率实时数据；查看设备使用人、使用时间、操作内容的使用记录；实时查看实训设备使用情况，设备活跃度（使用次数）、设备使用时长、设备故障次数；以图文形式对设备的使用情况进行数据统计，按照一定时间周期进行统计分析。 3. 具备设备运行状态监测功能 运行状态：支持设备运行状态实时监测，采用颜色标识区分状态：红色—设备在线未运行状态(关机)；绿色—设备在线运行状态（开机）；灰色—设备离线状态（未连接）。 运行数据:实时监测设备电压、电流数据，实时监测运行情况。 4. 具备设备使用数据统计分析功能： 系统打开默认显示历史设备分析数据，包含： 设备历史数据：记录设备上次使用数据（开机时间、设备用电量、运行时长） 累计数据：记录设备累计使用数据（累计使用时长、设备故障次数、累计用电量） 今日数据：今日用电量情况分析 数据分析：支持生成每周、每月、每年设备使用数据统计分析，提供多维度数据视图。需包含以下核心数据：设备使用人数、设备用电统计、使用总人数、使用次数等分析。 5. PLC3套。工作存储器128KB；24VDC 电源，集成后含16 路开关量输入，16 路开关量输出、具有1 路模拟量；		
--	---	--	--

		支持对I/O 模块进行扩展；支持标准Modbus-TCP 通讯、TCP/IP 协议；能够采集操作过程中的数据，并能与高炉、转炉、连铸数字孪生系统及转炉全流程智能体通信。 6. 动作执行电机及信号反馈系统3套。满足设备动作效果需求，并且所有动作均有限位或反馈信号。 7. 具备自动和联动两种运行模式。电气控制系统可实现两种模式的生产工艺流程模拟。自动模式下，设备自主运行动态生产过程；联动模式下，模型作为仿真软件的实物负载被控对象，与软件内的虚拟负载相互对照，虚实结合完成生产过程仿真实训。 8. 显示器3台，尺寸65英寸，4K分辨率，品牌型号：SKYWORTH 65BG22。 9. 智能控制器3台，品牌型号：acer Veriton H500，处理器6核心，基础频率3.0GHz，运行内存16G，图形计算处理器GTX 1650 4G，存储空间512GB SSD，带有27英寸显示装置，品牌型号：acer K270。		
2	高炉、转炉、连铸数字孪生系统	品牌型号：星科 定制 1) 高炉、转炉、连铸数字孪生系统与实物模型分别基于同一冶金产线原型打造。数字孪生系统可孪生呈现实物模型的运行状态，通过转炉全流程智能体下达的异常及故障可在炼钢数字孪生系统上进行预警报警，与转炉全流程智能体同步呈现异常状态，并与转炉炼钢实物联动。 2) 炼钢（转炉、连铸）数字孪生系统也可以复现冶金原型产线的离线孪生运行场景。 3) 高炉数字孪生工厂系统包括高炉本体、配料系统、上料系统、炉前出铁、喷煤系统、热风炉系统、炉前出铁等工业设备孪生。 4) 基于钢铁企业集控中心实际应用场景，以典型转炉炼钢车间为原型，搭建转炉炼钢数字孪生系统，融合真实生产数据、业务信息等，还原转炉炼钢生产状态原貌和智慧集中管控应用情景，体现炼钢厂运营管控的集中化、数字化和智慧化。 5) 转炉炼钢数字孪生系统数字化三维场景展现范围包含铁水倒罐站、转炉炼钢、LF精炼、方坯连铸和板坯连铸生产全流程，炼钢生产数字孪生工厂以120t转炉炼钢生产线作为物理孪生对象，数字再现从铁水接收、转炉炼钢、LF精炼、板坯连铸、方坯连铸全流程生产工艺。整个厂区主要产线设备包括120t转炉1座、LF 精炼炉1座、两机两流板坯连铸机1座，8机8流方坯连铸机1座。 6) 厂区3D孪生映射。炼钢数字孪生系统从生产线及各个业务系统经数据平台采集真实的生产数据，经后台业务逻辑处理，实时驱动产线设备运转和物料流转，实现真实厂区状态的3D孪生映射，高度还原厂区动态生产实景。炼钢数字孪生系统建模主要设备包括铁水罐，120t转炉，LF精炼炉，两机两流板坯连铸，8机8流方坯连铸，225t行车，210t行车，100t行车，32t电磁吊行车，钢包热修，废钢斗，钢包车，渣包车，钢包热修地平车、LF地平车、氧枪，副枪、大包回转台、中间包车、中间包、烘烤器、长水口及其机械手、扇形段、拉矫机、液压剪、及厂房区域。	1	套

		7) 业务数据可视化。将关键生产数据、业务数据、KPI指标、报警信息等日常生产运营关注的的数据信息与3D孪生工厂深度融合，实现可视化的业务运营。炼钢数字孪生工厂业务数据展示主要包含综合、生产、设备、质量、能源、安环六方面业务数据合转炉、连铸两工序专项监视呈现。 8) 综合画面展示业务数据包含：转炉当日生产统计，转炉月累计产量，铁耗，能源回收，厂内煤气热值、转炉煤气热值、生产数据；钢铁料消耗，钢水年产量完成情况，中间罐罐龄，钢坯产量计划，炼钢工序时长，当日质量信息。 9) 设备工艺参数：当前生产过程中铁水的入炉温度和成分、转炉的炉号、钢种、装入量、铁水和废钢重量、炉前炉后测温，吹氧时长，精炼炉的1#、2#号炉号、钢种、精炼时长，板坯和方坯连铸的炉号、钢种、大包重量和温度、中包重量和温度、拉速等实时指标。 10) 生产画面展示业务数据包含：月度作业率，当月铁水直上率，当月热送率，当月自开率，当月转炉冶炼金属收得率，当月铸坯收得率，炼钢工序时长，精炼炉当日生产统计、当月钢包浇注剩余量；方坯昨日和当月的生产指标，板坯昨日和当月的普碳、常规低合金、含铝品种钢指标，天车作业率。 11) 质量画面展示业务数据包含：当日一倒命中率，当日碳氧积，当日转炉终点碳，当日转炉脱磷率，初合金化各成分命中率，当日成品各成分命中率，当日氩后回磷比例，当日过热度命中率，当日恒拉率；当日平均冶炼周期、当日出站温度命中率、当日出站成分命中率、当日开罐炉次过热度，当日连铸浇次过热度，当日铁水命中率，当日废钢命中率，当日铸坯质量评分，当日铸机功能精度评分。 12) 能源画面展示业务数据包含：氧气消耗，电耗，氮气消耗，煤气消耗，氩气消耗，压缩空气消耗；能源回收，当日LF循环水，当日板坯循环水，当日方坯循环水，当日1#转炉循环水，当日4#转炉循环水。 13) 重点设备图纸及拆解。设备画面可进行转炉、精炼炉、板坯连铸、方坯连铸的设备拆解；设备画面可展示以下24种炼钢厂重点设备图纸：转炉本体、大包回转台、钢水过跨车、转炉氧枪、方坯结晶器、过跨车、转炉副枪、引锭杆、渣罐车、转炉挡火门、中包烘烤器、称量车、LF炉盖、中间罐、120t铁水罐、LF电极、210t行车、立渣罐、LF除尘管道、225t行车、钢水罐车、喂丝机、电磁吊车、废钢料槽。 14) 厂区漫游。可通过第一视角，在炼钢车间产线范围内进行全景漫游，沉浸式查看产线实时动态生产运转状态以及工艺、设备、物料等相关生产实时数据信息。系统提供一条自动漫游路线，漫游厂区全部主要工艺生产环节；提供工序漫游功能，程序循环在转炉、精炼、连铸等主要工艺前停留漫游；提供手动漫游功能，允许用户在孪生的厂区里自由行走参观。 15) 生产认知。漫游模式下，系统集成有冶金生产认知系统，炼钢厂认知包含了厂区全部工序区域，包括铁水预处理、氧气转炉炼钢、炉外LF精炼、连续铸钢的认知内容。氧气转炉炼钢认知内容包含安全认知、工艺认知、原理认知、设备认知、岗位认知，包括生产现场视频，现场照片，文字描述，设备拆装动画、工艺流		
--	--	---	--	--

		程动画等认知教学素材。 16) 访客模式中程序按照工序从铁前吊包-转炉-LF 精炼炉-板坯连铸-方坯连铸一整套炼钢生产工艺流程路线顺序进行漫游，以及针对特定工序单独制定的分镜头动画，重点展示主要工序。漫游时的设备运转和物料跟踪全部由历史实时数据驱动，生产状态与产线保持同步。漫游过程中，设备与物料上显示相应的生产状态或业务数据信息。数据显示信息包含：铁水罐、2 座转炉、LF 精炼炉、板坯连铸、方坯连铸生产过程中的状态数据。 17) 联机实训。大屏端启动数字孪生工厂，以 3D 孪生形式实时监控炼钢生产运行状态。教师端控制实训开始，系统按照预设的实训项开始时间和限时，依次触发异常工况或题目报警，语音提示学员尽快进行处理或答题。处理完成后，数字孪生工厂大屏端可提示已有学员完成实训，并显示实时排名和倒计时。 18) 应急模式。应急模式为全厂的CO和氧气报警点，包括连铸、热修、LF、转炉主控楼及炼钢厂外报警点。报警等级分为三种，绿色报警灯闪烁为正常状态，黄色报警灯闪烁为一级报警，红色报警灯闪烁为二级报警。当出现报警时，程序对应级别的报警灯闪烁，点击报警灯弹出报警弹窗。报警弹窗主要展示报警名称，报警类型，报警等级，报警数值，报警时间，报警点附近监控画面。		
3	转炉全流程智能体	品牌型号：星科 定制 (1) 总体说明 转炉炼钢生产仿真全流程智能体针对转炉吹炼、造渣、合金化等核心环节，将转炉吹炼、复吹监测、造渣加料等核心环节抽象为具备自主决策能力的智能体单元，集成9大核心智能体与4大辅助模块，实现全流程智能化覆盖。 核心智能体包括枪位智能控制体、造渣料智能体、合金化方案智能体、复吹运维智能体、渣况动态分析体、底吹气智能体、溅渣护炉智能体、出钢倾动智能体、异常事故预报智能体。辅助数据支持模块包括过程关键操作数据记录模块、重要过程冶炼数据查询模块、过程操作质量评价分析模块、转炉综合信息一览模块。通过智能体间的数据交互与协同控制，贯通转炉炼钢主流程，形成“感知-决策-执行-反馈”的动态控制闭环，实现全流程标准化、智能化控制。 (2) 枪位智能控制体 冶炼前，操作人员可通过氧枪模型系统设置多种吹炼模式，每条模式均可独立设定氧步、枪位、氧气流量及造渣料等参数，系统支持12条预设。用户可根据实际原料条件与冶炼工艺模板，灵活选择合适的吹炼模式。吹炼过程中，枪位智能控制体将依据所选模式的预设氧步，自动调节枪位高低，实现全程智能控制。系统也支持人工介入，可在任意阶段切换至手动操作，便于实时调整。 (3) 造渣料智能体	1	套

	冶炼前，操作人员可在氧枪模型系统的吹炼模式中，依据不同氧步预先设置石灰、生白、烧结矿物料的投入量。 吹炼过程中，造渣料智能控制体将根据预设氧步，自动完成称量与投料操作，实现造渣料的智能精准投入。系统同时支持人工介入，允许在手动与自动称量投料模式间切换，便于现场实时调整。 （4）合金化方案智能体 系统内可用合金料仓至少包含高碳锰铁、中碳锰铁、硅锰合金、高铝铁、增碳剂、硅铁等料仓，具备以上多种物料的储存与供料能力，支持自动及手动精确称量。在出钢过程中，系统可根据实时出钢量自动投入。同时，系统全程支持人工介入与手动操作，便于根据工艺要求灵活调整。 （5）复吹运维智能体 系统需支持复吹功能，当终点提枪检测（如TSC测定）后，若钢水成分未达到目标要求，可以进行下枪二次吹炼进行精准补吹。 （6）渣况动态分析体 该系统基于吹炼过程的实时数据，通过后台数学模型动态计算物料平衡与热平衡，实时分析并输出渣中关键成分（FeO、MgO、CaO、SiO₂）的含量。各成分数据可通过趋势曲线实时动态展示，实现对渣况的连续监测与智能分析，为操作人员提供直观的冶炼状态判断依据。 （7）底吹气智能体 该智能体支持在冶炼前对各工艺阶段（包括兑铁、吹炼前、吹炼、出钢、溅渣及倒渣）的底吹气体流量进行独立设定。同时提供全程吹氩、全程吹氮及按阶段自动切换氮气与氩气多种供气模式，实现对底吹工艺的全程智能控制与灵活配置。 （8）溅渣护炉智能体 该智能体提供三种自动溅渣模式，各模式的关键参数（如吹氮时间、底吹氮气流量、氧枪供氮流量及枪位）均可独立配置。吹炼过程支持最多七段式吹氮时序设定，溅渣期间，智能体将依据时序自动调节底吹流量、氧枪流量与枪位，实现精准联动控制，并在溅渣结束后执行自动提枪。 （9）出钢倾动智能体 该智能体支持设置转炉角度与停留时间，实现多步骤自动出钢流程，最多可编程28个连续步骤。同时可集成启用钢包车自动跟随、倾动自动执行、合金自动投入及抬炉自动完成等联动功能，实现出钢过程的全流程自动化。系统始终保留手动控制权限，便于操作人员根据实际情况进行干预和调整。 （10）异常事故预报智能体 该智能体支持对多种异常工况进行预警设置，涵盖点火异常、铁水爆炸、氧枪漏水、氧枪张力报警、副枪测		
--	--	--	--

		定时不上升、出钢倾动跳电、烟罩漏水、钢包漏钢等典型异常事故。当任一预警被触发，人员进行相应处理，并依据处理情况进行评分，实现对异常事件的快速响应与闭环管理。 （11）过程关键操作数据记录模块 该模块用于自动采集与归档冶炼全过程的关键操作数据。具体记录内容应包括：转炉的转动方向与角度、氧枪实时高度、吹炼模式的切换节点，以及加废钢、兑铁水、吹炼、出钢、溅渣、倒渣等各工序的精确时间戳。同时，系统应持续记录关键工艺参数，如枪位设定值、各类物料与合金的称量及投入时间与数量、氧气流量等。所有记录数据支持查询、导出与分析，为过程追溯、工艺优化与质量分析提供完整的数据支撑。 （12）重要过程冶炼数据查询模块 该模块提供全面的冶炼数据查询与统计功能。用户可根据生产计划、时间范围、操作人员、所属班组等多个维度进行组合查询，支持查看单人或多人的完整冶炼记录，并可快速筛选全部记录、最高评分记录、首次操作记录及末次操作记录。查询结果可灵活导出为详细过程报表或分类汇总表，便于进行数据比对、绩效分析与工艺复盘。 （13）过程操作质量评价分析模块 该模块基于多维评价指标对冶炼全过程进行系统化评分，涵盖过程操作、终点控制、脱氧合金化、造渣控制、冶炼周期、事故与其他异常、成本控制及工况稳定性等方面。系统依据预设规则对各项目进行精细评分，并自动记录扣分项、扣分分值及对应的评价依据，形成可追溯的评价档案，支持操作标准化管理与工艺持续优化。 （14）转炉综合信息一览模块 该模块集成冶炼全流程的关键信息，内容涵盖： 基础与计划信息：操作人员信息、生产计划、钢种成分要求及废钢配比； 过程监控数据：转炉投料记录、钢包投料信息、测温取样结果、停吹记录，以及冶炼过程中的化学元素趋势、钢液温度曲线、枪位变化曲线与渣成分变化曲线； 结果与评价信息：冶炼结束报告、成本计算结果、评分报告与综合评价。 系统以结构化面板与动态曲线相结合的形式直观呈现数据，支持关键指标跟踪、过程回溯与结果分析，助力实时决策与生产优化。		
4	多模态数据感知与融合	品牌型号：星科 定制 转炉炼钢多模态数据感知与融合系统融合烟气分析、音频化渣、火焰监测等多模态数据采集模块，从“嗅觉”“听觉”“视觉”多维度全面感知炉内冶炼状况。 （1）烟气分析功能	1	套

		基于转炉炼钢实物模型，系统模拟实时采集烟道烟气中氢、一氧化碳、氮气等气体体积分数，通过分析气体成分变化，判断炉内碳氧反应进程、脱碳速度，捕捉“起渣点”“溢渣敏感期”等信号。 程序界面以曲线形式呈现转炉烟气中氢气、一氧化碳、氮气的体积分数曲线，并能够通过文本或语音形式提示起渣点、溢渣敏感期等关键节点。 （2）音频检测功能 转炉音频化渣系统对转炉吹炼过程的噪声信号进行收集、检测、处理、剥离，得出噪声的强度参数，从而实时监控吹炼期间炉渣的变化情况。通常，噪声的强弱直接反映炉内碳氧反应的剧烈程度，对应化渣情况，声音较大时代表炉内炉渣有“返干”迹象，声音较小时代表炉渣有“泡沫化”迹象。 1）程序界面以曲线形式呈现连续的噪声强度数据，并给出噪声强度理想区间，通过观察曲线是否位于理想区间，使用户对本炉冶炼情况有一个直观的认知。 2）程序具有喷溅与返干预警线。炉口处的噪声强度与渣层厚度成反比。开始吹炼时，氧枪悬浮吹炼，渣面就是铁水液面，此时声强最大，随着泡沫的形成，渣面逐渐上升，氧枪进入淹没吹炼，音强逐渐降低。通过大量的实验，就可以找到实际炉况中喷溅和返干的临界音强值。 3）程序具有最佳化渣区域模型。该区域指炉渣泡沫程度适当，既不喷溅也不返干，碱度较好，流动性较好，脱碳速度适合的最佳造渣区域，音强曲线在此区域内运行能保证完成脱C脱P任务。 4）程序具有相对化模型。每炉工艺条件不同，实际生产设备状况差异很大，致使每炉绝对噪声的变化无章可循。实验发现转炉过程噪声与初始噪声的相对关系，具有不受工艺设备条件变化影响的特性，采用相对化计算方法，可避免由于各种因素的变化造成的误差。 （3）火焰监测功能 程序基于离线数据模拟高清摄像头采集的炉口火焰图像，经色彩空间转换、边缘检测等处理，分析火焰颜色、亮度与冶炼参数的关系，判断熔池脱碳速率。系统通过先进数据融合算法整合多维度数据，利用互补性提升渣况数据准确性与可靠性，为控制决策提供全面支持。 程序界面可呈现炉口火焰的监控视频，并根据监控视频的火焰位置、火焰形状、火焰亮度、火焰闪烁频率、温度场分布等参数，经模型处理后，程序对转炉点火成功、喷溅溢渣、吹炼终点等重要冶炼进程做出精准的判断。		
5	智能取样分析系统	品牌型号：星科 定制 一、智能取样分析设备 全自动测温，取样、定氧机器人，自适应精准定位钢水液面位置完成测温取样定氧；火花直读光谱仪（外观模型）和WH-LZ炉渣分析仪（外观模型）完成钢液和炉渣的检测，提升转炉炼钢智慧制造能力。	1	套

		(1) 机器人台座及相关负载模型采用独立模块化设计，便于拆装，可以安装到转炉炼钢实物模型上配合完成智能取样分析动作，同时具备后续迁移至其他版本实物模型的便捷设计。 (1) 机器人台座 尺寸约0.8米*0.6米*0.4米（±0.1米），采用钢木结构。底部配有福马轮。 (2) 机器人参数： 1) 控制轴数：6轴 2) 手腕可搬运质量：3kg 3) 重复定位精度：±0.02 mm 4) 本体质量：27kg 5) 可达半径：593mm 6) 本体防护等级：IP40 7) 控制柜防护等级：IP20 8) 驱动方式：AC伺服驱动 9) 手腕允许负载转矩：J4(4.45N.m)，J5(4.45N.m)，J6(2.2N.m) 10) 手腕允许负载转动惯量：J4(0.27kg.m²)，J5(0.27kg.m²)，J6(0.03kg.m²) 11) 最大单轴速度：J1(400°/sec)，J2(300°/sec)，J3(520°/sec)，J4(500°/sec)，J5(530°/sec)，J6(840°/sec) 12) 各轴运动范围：J1(±170°)，J2(+85°/-135°)，J3(+185°/-65°)，J4(±190°)，J5(±130°)，J6(±360°) (3) 设备模型：以火花直读光谱仪和炉渣分析仪为原型制作设备缩比模型，安放到机器人台座上。 (4) 11英寸平板电脑*1，品牌型号：xiaomi 25097RP43C。可实现智能取样分析系统结果展示,并可通过无线WIFI与转炉全流程智能体软件通信。 (5) 机器人可完成转炉炼钢实物模型副枪测温取样定氧探头更换、火花直读光谱仪和炉渣分析仪取样动作。 (6) 基于学校现有的金相检测单元进行维护升级，提供硬件加密狗1只，确保现有软硬件运行正常并升级至最新版本。		
6	碳捕集与利用系统	品牌型号：星科 XK-TBJ-F1.0 (1) 系统对冶金企业碳捕集与利用的烟气预处理、吸收再生系统、压缩干燥系统、制冷液化系统工艺控制过程进行仿真设计与实现。画面表现内容包括产线工艺流程关系示意、核心设备运行状态表现、工序及设备运行参数展示、生产控制参数设定、物料流转示意、切断阀、调节阀等阀门开关状态示意与控制、泵与电机等	1	套

		设备状态显示与控制。图标形状、颜色、动态表现等与仿真原型保持基本一致风格，界面数据显示合理。系统模拟制作现场必要的集控操作台或设备操作面板，以软件UI窗口的形式呈现，用户通过键鼠模拟现场操作台动作，操作台软面板控件类型与布局贴近实际生产现场，布局合理，便于操控。 （2）用户可在仿真程序中通过操作仿真的控制画面、集控操作台软面板或设备操作软面板及工种间配合的指令，模拟操作生产车间的关键设备，按照正常生产工艺流程完成碳捕集与利用。正常生产工艺操作包括条件准备、系统检查、参数设定、设备启停、物料流转控制、在线生产控制等操作。 （3）仿真实训程序中可设定3种典型异常工况，包括设备故障、生产参数异常等，每个异常工况包含异常表现、异常诊断、处置流程、生产恢复等内容。学员在仿真实训程序中模拟处理异常工况，通过控制画面状态或数据异常、系统报警等进行异常诊断，按照生产应急预案或异常处置标准规程完成异常处置流程，再判断是否中断生产、继续生产或重启生产、恢复生产，并完成相应操作。 （4）系统内置评价标准，从操作流程评价、工艺指标评价、效率指标评价等维度对每一次的仿真操作进行评价，并能够导出评价报表。报表内容包括实训任务完成情况、实训操作记录、实训任务得分明细等。用户在仿真实训程序中完成实训任务后，系统自动评估用户实训成绩，生成实训报表。		
7	高炉、转炉、连铸生产仿真教学实践系统	品牌型号：星科 定制 一、烧结生产仿真实训系统 系统高度仿真500平米烧结机生产工艺，可进行正常的烧结模拟生产，实现画面监控、人机实时交互、虚拟场景显示、服务器与客户端数据传输、生产参数设定、生产设备启停、在线成分控制及异常工况处理等功能。 1）系统可以提供考核评价系统，并能够导出用户操作日志、评分记录等，方便老师教学时使用。 2）3D模型画面及视角包括： 二混出口皮带画面、点火炉画面、烧结机机尾断面视角画面、成品皮带视角 3）上位机画面包括： 原料选择界面、配料计算界面、返矿系统主界面、配料混合主界面、原料配比界面、烧结系统主界面、层厚控制界面、风箱温度界面、废弃压力界面、点火系统主界面、点火操作界面、散料系统主界面、成品系统主界面 4）可考核任务包括： 配料计算、生产参数设定水量模型设定、设定空煤比和点火温度、进出料平衡计算、生产在线控制子系统启动、生产在线控制返矿系统启停及在线控制、计算设定料仓选用、生产在线控制配混系统启停及在线控制、烧结矿化学成分控制、生产在线控制烧结系统启停及在线控制、烧结料层厚度控制、风箱温度及废气压力判断控制、电动盲板阀操作、煤气排水器操作、煤气导入、点火炉烧嘴点火、预热炉烧嘴点火、生产在线控制	1	套

	成品系统子系统切换、异常诊断题目考核。 二、高炉炼铁生产仿真教学实践系统 1、总体说明 系统以4000立方米以上的国内大型高炉炼铁厂为原型，高度仿真现场生产工艺操作，包括高炉本体、槽下炉顶、热风炉、制粉喷煤、TRT等系统的生产监控及工艺规程，可实现在仿真的环境中进行高炉炼铁生产及管道气流、低料线等典型异常工况处理等功能。 系统具备完善的计划下达及自动评价体系，可自定义训练内容进行实训，并根据后台内置的评分标准自动评分。系统可导出实训详细报表，内容包括考核项得分、考核操作记录、考核评分记录等。 2、仿真系统参数： 有效容积：4070m³ 热风炉：4座外燃烧热风炉，采用“两烧二送”工作制 送风时间：120min，燃烧时间：105min，换炉时间：15min 热风温度：1200（max1250）℃ 助燃风机：两台，一备一用，风量为200000Nm³/h，静压为11kPa 风口数目：36个 铁口数目：4个 炉顶温度：150~250℃ 炉顶压力：250-260 KPa 全压差：风压 - 顶压 冷风流量：7000-7200 m³/min 热风风压：430-460 KPa 冷风压力：高于热风压力7Kpa 透气性指数：3.0左右 富氧量：37000 Nm³/h 富氧率：6.2左右 小时喷煤量：70 t/h 正常料线：1.2~1.6 m 生铁含硅量：0.2-0.5% 铁水温度：1505-1530℃		
--	---	--	--

	炉渣碱度： 1.23±0.03 3、功能规格： 1) 高炉炼铁生产仿真实训系统包含高炉本体模块、槽下炉顶模块、热风炉模块、TRT模块与喷煤制粉模块。 2) 仿真系统中控制画面有：高炉本体模块包含高炉本体主画面、温度监视、冷却系统、趋势画面、十字测温、炉身静压、风口检测、炉顶洒水、趋势弹窗、能源介质、禁止布料等子画面；槽下炉顶模块包含槽下主画面、槽下操作选择、料单设定、参数设定、胶带机监视、槽下液压等子画面与炉顶主画面、炉顶操作选择、西罐料单设定、东罐料单设定、料线与倾角、探尺等子画面；热风炉模块包含监控主画面、1号炉操作画面与趋势调节图、2号炉操作画面与趋势调节图、3号炉操作画面与趋势调节图、4号炉操作画面与趋势调节图、过程控制、换热器、状态监控、系统阀、风机操作、液压站等子画面；TRT模块包含TRT主系统画面、动力油系统、润滑油系统、轴监测系统、轴封氮气、冷却水系统、减压阀组、紧急停机子画面；喷煤制粉模块包含C列制粉系统、C列干燥炉、C列煤粉收集、D列制粉系统、D列干燥炉、喷吹双系列监控、喷枪双系列监控等子画面。 3) 仿真系统中三维建模炉前出铁场景，建模设备包括高炉本体、铁口、泥炮、开口机、开口机小车、钻杆、摆动溜嘴、铁水罐车、液压站、炉前铁沟渣沟 4) 仿真系统中三维场景中预置视角有：全局视角、出铁口远侧、出铁口左侧、开口机位置、泥炮机指针、摆动溜嘴视角、溜嘴指针、对中视角、泥炮机视角。 5) 仿真系统中实训考核项有：高炉本体模块具有休风、复风、管道气流、悬料、低料线、停电、停风、停水任务；槽下炉顶模块具有焦炭称量、焦炭排料、矿石称量、矿石排料、主皮带启动、主皮带停止、炉顶布料任务；热风炉模块具有燃烧转送风、送分转燃烧任务； TRT模块具有紧急停机、手动启机、正常停机、自动启机任务；喷煤制粉模块具有C系列手动启机、C系列停磨煤制粉、D系列手动启机、D系列停磨煤制粉、手动喷吹罐换罐、喷煤主管道堵塞任务。 三、高炉炼铁、转炉炼钢、连铸生产仿真教学实践系统 1. 总体说明 (1) 高炉炼铁、转炉炼钢、连铸生产仿真教学实践系统以国内典型的冶金生产线为仿真模拟对象，从高炉炼铁、转炉炼钢生产产线设备结构功能认知与组装、原材料识别、基本原理、原理+工艺+生产操作融合和异常处置等方面提炼出仿真教学实践内容，实现对冶金生产过程设备、原理、工艺、操作的全面认知和仿真实操。 (2) 系统设计为B/S架构，采用三维建模技术对产线设备进行建模，使用Unity/UE等业界主流的三维引擎驱动设备动作再现生产场景。系统具备用户管理及考核任务管理功能，具备教学模式与考核模式两种运行模式，并支持教学模式和考核模式的成绩查询与导出。		
--	---	--	--

					大套装配在一起，加上冷却水管等其它部件，形成高炉的风口装置。		
		喷吹		按照喷吹工艺流程完成设备组装	制粉系统、收粉系统、喷吹系统、管路喷煤枪。		
		煤气净化		按照煤气净化系统工艺流程完成设备组装。	重力除尘系统、布袋除尘系统、TRT发电系统、冷却塔；		
		渣铁处理		实现出铁放渣的过程演示，包含撇渣器的结构演示。	开口机、液压炮、铁水罐、水渣粒化装置、出铁场、水渣池、渣铁分离器、鱼雷罐车、铁水罐车。		
		综合		六大系统按照设备安装工艺流程完整组合。			
		原料识别		根据给出的要求判断原材料、产品的种类，并能根据给的信息正确识别。识别后弹出原料性质、作用等	铁矿石、烧结矿、球团矿、熔剂、其它含铁料、燃料、耐火材料、高炉产品、原燃料入炉要求、产品性能。		
		炼铁原理		能正确选出铁的氧化物还原、炉渣脱硫、炉缸反应、煤气和炉料运动对应的化学反应方程式和正确的热力学条件，选择正确后弹出热力学分析推导过程。	煤气和炉料运动的条件、化学反应方程式、热力学条件分析、热力学条件与现场工艺参数关系对应。		
		工艺流程		按高炉炼铁生产工艺流程（原料准备—上料—送风—喷煤—造渣—取样—出铁）选择工艺制度，选择正确后展示工艺制度内容、与现场操作一一对应关系、相关联的技术经济指标，全部选择正确后演示生产实景。	主要技术经济指标、装料制度、送风制度、炉缸热制度、造渣制度、现场操作。		
		异常工		判断炉况失常种类，根据种类能选择出失常原因、处理及预防措施，选择正确后展示对应的现场失常事故及处理。	炉料顺行和煤气分布条件、炉况失常种类、原因、处理及预防措施。		

		况					
		(2) 转炉炼钢					
		项目	系统	功能	内容		
		设备 组 装	本体系统	包括炉体+支撑+倾动三大部分，炉体组装按120吨转炉要求完成，炉衬按现场砌炉顺序完成，学生要选择正确的对应名称材质、砖型、砌筑方法，安装每完成一步弹出其材质、厚度、砌筑方法及作用。错误弹出对话框提示顺序不对。 支撑系统按照顺序：轴承座—耳轴—托圈—转炉，选择正确的部件拼装，安装每完成一步弹出其结构示意图、要求及作用。 倾动系统组装：按照全悬挂倾动系统选择正确的部件拼装，安装每完成一步弹出其结构示意图、要求及作用。 典型故障：模拟炉体突然不能倾动、倾动炉体失去控制事故，学生选择正确处理方法。	炉壳（钢板）：炉底（65mm）——炉身（75mm）——炉帽（65mm） 炉底：永久层（共四层分别是镁砖立砌230mm+粘土砖平砌3层各195mm——工作层（镁碳砖600mm） 炉身：永久层（镁砖或高铝砖115mm）——填充层（焦油镁砂100mm）——工作层（镁碳砖平砌700mm） 炉帽：永久层（镁砖或高铝砖150mm）——工作层（镁碳砖600mm）——填充层（焦油镁砂160mm）出钢口、水冷炉口、炉体的托圈、炉体和托圈的连接装置、以及支承托圈的耳轴、耳轴轴承和轴承座、倾动机构、液压系统、控制系统和安全保护装置等		
			原料供应	铁水供应：学生能根据提供的三种铁水供应方式，选择正确的供应设备并组装供应链，选择正确后弹出结构及使用并展示现场录像。 废钢供应：学生按照废钢准备—废钢装槽—废钢运输的顺序完成设备选择并组装废钢供应链，选择正确后弹出结构及使用并展示现场录像。 散装料供应：学生能根据提供的三种散装料	天车、铁水罐、磁盘吊、废钢槽、废钢斗的结构、工作原理；供应系统设备（料仓、称量斗、投入设备、多斗提升机、管式振动给料器等）的结构、工作原理		

				供应方式，选择正确的供应设备并组装供应链，选择正确后弹出供应流程图并展示现场录像。 典型故障：模拟称量料斗卡料、皮带机械故障等事故处理，学生选择正确处理方法。			
			供氧供气	供氧系统：学生能根据制氧-供氧流程选择正确的制氧供氧设备并组装供应链，选择正确后弹出结构及使用并展示工艺流程图。 学生会选择低吹元件完成低吹气供应，选择正确后弹出供气展示实景。 典型故障：模拟氧枪常见事故，学生选择事故原因和处理方法。	制氧机、低压储气管罐、、仪表、供氧线路、氧枪、氧枪升降系统、氧枪冷却系统、储氮罐、吹氩系统、设备结构、工作原理。氧枪漏水、点不着火、粘钢种类、原因、预防及处理。		
			除尘系统	学生能根据烟气净化及煤气回收流程（全干和全湿）选择正确的净化回收设备并组装除尘链，选择正确后弹出结构及使用与维护并展示工艺流程图。 其中静电除尘器需单独组装，组装成功后展示除尘原理。 典型故障：模拟活动烟罩升降、文氏管喉口堵塞等故障，学生选择处理方法。	烟罩、汽化冷却烟道、一级文士管、二级文士管、弯头脱水器、重力脱水器、丝网脱水器、静电除尘期、喷淋塔、逆止阀、煤气柜、风机的结构、工作原理、使用与维护。		
			综合	四大系统按照生产需求工艺流程完整组合。			
		原料识别		学生能根据生产要求选用正确的主原料（铁水、废钢、氧气）、造渣料（石灰、铁矿石、镁球等），选择正确后弹出入炉要求； 学生能通过合金料识别小实验辨别合金（硅铁、硅锰、锰铁、铝铁等）学生选择正确后展示实验效果，否则无效果。	铁水、废钢、氧气、石灰、铁矿石、镁球等原料入炉要求及选用、硅铁、硅锰、锰铁、铝铁等合金的识别方法。		
		炼	基本反应	能正确选出选择五大元素（C、Si、Mn、P、S	硅+锰+碳+磷+硫+氧+氢+氮各元素的性质		

		钢原理		的主反应和正确的热力学条件，选择正确后弹出元素的性质、对钢的影响、热力学分析推导过程。	及对钢的影响；热力学推导过程。
		工艺流程		能根据炼钢基本任务和现场生产流程选择工艺制度，选择正确后展示工艺制度内容、炼钢原理中的热力学条件与工艺制度和与现场参数的对应关系，全部选择正确后演示生产实景。 按照兑铁+加废—原料准备—降枪吹氧—加料造渣—加矿控温—测温取样—出钢—脱氧合金化—溅渣—出渣的生产顺序实施冶炼操作。	装料制度、造渣制度、 供氧制度、温度制度、 终点控制出钢及脱氧合金化内容、原理中的热力学条件、现场参数
		异常事故		根据现象判断冶炼事故种类，选择事故原因、处理及预防措施，选择正确后展示对应的现场事故及处理实景。	喷溅事故和返干事故的现象、判断依据、原因、处理及预防措施。
		(3) 连续铸钢			
		项目	系统	功能	内容
		设备组装	钢包	包括钢包本体、耐火材料、滑动水口、透气砖、大包回转台、钢包长水口等，按120吨钢包要求完成组装，钢包砌筑、滑动水口安装、透气砖安装、钢包长水口按现场操作顺序完成，学生要选择正确的对应名称材质、砖型、砌筑方法，安装每完成一步弹出其材质、厚度、砌筑方法及作用。错误弹出对话框提示顺序不对。 典型故障：模拟水口漏钢、渗钢、水口启	壳体包括耳轴、浇注水口机构、钢包透气吹气组件、倾翻装置、钢包包盖、大包除尘装置等结构。 大包回转台包括固定底座、中央支撑立柱、大型回转支承轴承、上下蝶形平行连杆机构、双侧回转悬臂、液压升降油缸、伺服驱动传动机构、钢包支撑支座、机械锁紧装置、回转限位缓冲机构、紧急制动机构、集中润滑总成及对位检测组件等结构。

				闭失灵、引流失败、透气砖底吹不通、堵气、透气砖漏钢、穿底等事故，学生选择正确处理方法。	滑动水口整套安装部件包括上水口→滑板→下水口、机械机构（上框架、下框架、滑道、压紧弹簧、弹簧压盖、紧固螺栓等）。透气砖安装组成部件包括砖体、座砖、供气底座、管路）。 长水口安装组成部件包括耐火件（长水口本体、下水口砖、密封纤维垫圈、耐火密封泥）、机械夹持部件、长水口夹持机械手（托圈、夹臂）、压紧油缸、缓冲弹簧、固定支架、氩封供气配件。 水口漏钢、渗钢、水口启闭失灵、引流失败、透气砖底吹不通、堵气、透气砖漏钢、穿底等事故现象、原因		
			中间包	包括中间包本体、耐火材料、中间包车、中包烘烤器等，进行各设备的安装。安装合格学生可以观看与现场相对应的工艺参数、三维动画。	中间包包括稳流器、挡渣墙、溢流堰、浸入式水口、塞棒机构、氩气调节系统（塞棒氩气、上水口氩气、水口氩封）、中包包盖等结构 中包车包括行走轨道、轮组行走机构、车体机架、液压升降微调机构、横向对位调节组件、锁紧定位装置。 中包烘烤器包括升降机架、燃气输送管路、燃烧喷嘴、保温罩体、对位调节结构及设备固定基座等结构		
			结晶器	进行结晶器（包括振动装置）的组装，合格后展示结晶器工艺参数、结晶器、结晶器调宽、结晶器振动装置动画。	结晶器系统包括组合式结晶器、结晶器振动装置组成、组合式结晶器包括宽面铜板组件、窄面铜板组件、内外水冷套、密封法兰、振动连接底座、窄边夹紧机构、电动调宽装		

				置、底部足辊组、冷却水配管、测温检测模块、润滑管路及定位锁紧结构，外侧包括冷却水槽、结晶器水缝冷却腔体、上下密封装配结构、水口精准对位结构、振动传动连接结构、漏钢预警传感等。 结晶器振动装置主要包含振动箱体、振动电机 / 伺服液压缸、偏心机构或四连杆导向机构、弹簧板（导向板）、结晶器支撑台架、限位缓冲部件、位移传感器等		
			二次冷却区	按照工艺流程进行二冷却区设备的组装，合格后进行二冷区对应结构名称、功能简介、工艺参数、三维动画的展示。	二冷区包括分段式支撑框架、多层夹持导向辊组、上下喷淋管路、分流喷淋喷嘴、管路固定支架、冷却风水循环配套结构等。	
			拉坯矫直区	按照工艺流程进行拉坯矫直区设备的组装，合格后进行拉矫直区对应设备结构名称、功能简介、工艺参数、三维动画的展示。	拉坯矫直区包括扇形段、机架主体、多组矫直辊、主动拉坯驱动辊、压下调节机构、同步传动组件、缓冲防护结构等结构 拉矫机由机架、上下拉矫辊组、压下油缸、减速传动机构、液压控制系统、位移检测元件组成，上下辊等	
			引锭系统	按照工艺流程进行引锭系统设备的组装，合格后进行引锭系统对应设备结构名称、功能简介、工艺参数、三维动画的展示。	引锭系统由引锭车体、行走驱动机构、牵引链条、引锭杆、引锭头、脱引锭装置、定位锁紧机构、复位导向结构、引锭杆对中装置等 脱引锭装置含脱锭架、液压油缸、顶头、限位支座、位移传感器、导向导轨等。	
			火焰切割机	进行火焰切割机的组装，合格后设备结构名称、功能简介、工艺参数、三维动画的展示。	火焰切割设备包括行走龙门机架、横向移动机构、同步跟踪传动机构、自动定尺检测设备、切割枪升降微调组件、火焰喷射切割机	

					构、同步运行机构及复位返回机构等		
			综合	按照生产工艺流程完整组合。			
			凝固理论	学生能正确选出凝固收缩、枝晶生长、两相区、成分过冷与微观偏析、凝固传热、三层坯壳、结晶器坯壳生长及表面缺陷等热力学条件，对轻压下技术，电磁搅拌技术进行选型参数，无误后弹窗查看相应原理的动画及相关技术的原理动画。	热力学条件的机理、轻压下技术，电磁搅拌技术的原理，与现场工艺参数对应。		
		操作	钢包	实现滑动水口打开、水口开度控制操作，进行更换滑动水口（上、下水口、上下滑板、调节滑板间隙）、钢包长水口安装及卸下、安装钢包透气砖操作。	滑动水口、钢包长水口、钢包砖三维动画、安装过程		
			中间包	实现钢水测温、取样操作、塞棒安装、开浇操作、加覆盖剂操作、浸入式水口安装、中间包水口砖的安装操作、中包车行走、液压升降调平、横向微调对位及机械锁紧定位功操作。中包烘烤器烘烤参数设定、烘烤作业。	塞棒、浸入式水口、中间包、测温枪、取样器等三维动画及相应操作过程		
			结晶器	实现结晶器振动参数设定与调节、液位实时调控、冷却水设定与调节、板坯宽度调节作业，更换结晶器、结晶器断面在线调宽、结晶器漏水检查操作、结晶器加保护渣操作（自动加渣机器人）、结晶器捞渣操作、结晶器振动机构检查、结晶器快速更换台操作、用锥度仪检查结晶器锥度、对弧样板的使用、结晶器锥度调节操作、电磁搅拌参数的调整操作。	结晶器振动装置三维动画、在线调宽原理		

			二次冷却区	实现扇形段更换、对弧、二冷水参数设定、调节作业、包括对弧样检查弧度、内分卡检查夹辊开口度、辊缝测量仪的使用操作。	扇形段三维动画及相关操作视频		
			拉坯矫直区	实现拉坯矫直操作	拉坯矫直操作视频		
			引锭系统	具备开机穿锭、结晶器底部封堵、初生铸坯牵引下行、铸坯导向输送功能，生产稳定后可自动完成脱锭、机构复位与设备归位作业，主要有装引锭头、脱引锭头、塞引锭头操作。	装引锭头、脱引锭头、塞引锭头操作视频		
			火焰切割	实现铸坯自动定尺检测、铸坯同步跟踪行走、高温钢坯火焰切割、坯料分段分离功能，适配多规格定尺切割作业。	火焰切割操作视频		
			毛刺机与打号机	实现去刺机操作与打号功能。	毛刺机与打号机结构名称、功能简介、工艺参数、三维动画。		
			横移台车	由车体、走行机构、台面粉辊道、驱动及电控系统组成，承接出坯辊道送来的高温铸坯，横向快速平移至冷床、精整区或下一工序辊道。	横移台车结构名称、功能简介		
			铸坯表面检测设备	实现缺陷在线识别、精准定位与分类、智能分类缺陷类型、质量判定与预警、数据追溯与分析等功能。	结构名称、功能简介		
			动态轻压下技术、结晶器液面控制技术、电磁搅拌技术	轻压下技术 调整压下区间、固相率、压下量、辊缝、压下速率与压力保护阈值操作。 电磁搅拌技术 调整工作电流、频率、搅拌转向、运行模	轻压下技术、电磁搅拌技术工作原理动画		

			式及冷却保护限值操作。 结晶器液面控制技术 调整液位设定值、塞棒升降行程 / 开度 、塞棒响应速度、PID 调节参数、高低液位报警阈值、液位滤波系数操作		
	工艺流程		按连铸生产工艺流程(钢包—中间包—结晶器—二冷—拉矫—引锭—切割等)选择工艺参数,选择正确后展示工艺参数内容、与现场操作一一对应关系、相关联的技术经济指标,全部选择正确后演示生产实景。	主要技术经济指标、工艺参数、各岗位的现场操作。	
	异常事故		根据铸坯缺陷判断铸坯质量缺陷种类,选择原因、处理及预防措施,选择正确后展示对应的现场事故及处理实景。	铸坯质量缺陷的特点、判断依据、原因、处理及预防措施。 水口堵塞、漏钢的原因、处理等	
	此次采购除了满足教学、实训需求外,还对钢铁企业相关高炉、转炉、连铸等工种及周边关联工种的职业技能培训,考虑到企业职工倒班性质,难以集中开展线下培训,提供与本次开发软件匹配的线上职业技能培训平台,企业职工可以通过线上平台在线学习并记录培训学时,可以关联仿真软件进行在线实训,投标人提供的“线上职业技能培训平台”是国家人力资源和社会保障部或者国家人力资源和社会保障部中国就业培训技术指导中心认定的具备职业技能线上培训资格的平台,提供100个职业技能培训账号。 1. 培训系统具备安全稳定、实名制认证学习的线上培训技术条件和完善的线上职业培训质量管控体系,能在一定程度上实现运行终端多元化(PC 网页端、手机微信端等)、培训方式多样化、线上培训人员全实名注册、学习人脸识别、考试人脸识别、具有学习记录及考试记录,学习过程可查询、可追溯,培训结果可评价。 2. 培训系统提供多种学习形式,方便培训学习形式,能够有效记录学员在线培训时间,确保记录可信且不可更改。 3. 有专门的技术团队和客服运营体系,确保及时响应、处置技术故障,能够快速、全方位的为培训学员提供线上或电话咨询。 4. 具备基于人脸技术的实名制注册功能、学习过程中固定或随机人脸识别功能、人离线断、防刷课功能,				

		方便培训机构及上级主管部门监管学员的学习情况。 5. 具备管理端培训学员培训进度、学习时长记录查询功能。 6. 具备管理端培训数据信息统计、功能查询、导出下载、截屏及培训合格证下载功能和学员学习档案导出功能。 7. 主要实现功能 (1) 具有人脸识别学习、有断点续传功能自动跳转到上次学习进度及学习进度实时查询、已完成课程和未完成课程筛选功能。 (2) 具有考试过程人脸识别功能。 (3) 基于人脸技术的实名制注册功能、学习过程中人脸识别功能、人离线断功能（达到设置间隔范围）、防刷课功能。 (4) 课程播放必须按顺序播放且不可拖拽快进，电脑端播放窗口失去焦点（切换窗口）或最小化后停止播放，停止计时。 (5) 管理端具有培训学员信息、实时学习记录、学习进度查询功能。 (6) 管理端具有培训数据信息统计、功能查询、导出下载、线上培训合格证下载和学员人脸识别学习档案导出功能；管理端具有管理机构培训监管功能(学员基本信息管理、学习进度监督)。		
8	无线麦克风一拖四	品牌型号：狮乐 SH-10 包括头戴式、领夹式、鹅颈式、手持麦各一。 频率范围：635-695MHZ 频率稳定度：±10ppm 调制方式：FM 频 偏：±20KHZ 音频响应：80-15KHz/±3dB 动态范围：90dB 信噪比：<90dB 综合失真：<0.5% 话筒重量：鹅颈0.7KG 主机净重：1.75KG 产品尺寸：480x215×50(mm) 包装毛重：5.85KG	1	套

		包装尺寸：545×308×183 (mm)		
9	功放机	品牌型号：狮乐 AV-8820 额定功率360W，输入灵敏度<300MV。 频率响应：35HZ-20KHZ (±3dB) 负载阻抗：4Q~8Q 电压：AC220V±10% 谐波失真：<0.5% 分离度：>45dB 产品重量：12.55KG 产品尺寸：480×342×103mm	1	台
10	8英寸音箱	品牌型号：狮乐 BX108 功率60W，额定阻抗4Ω。 频率响应：20HZ-20KHZ 峰值功率：120W 灵敏度：92dB±2dB 低频单元：8英寸90磁35芯 高频单元：号角钩磁25芯 材质：木质箱体 产品尺寸：287×240×470mm	4	套
11	电源时序器	品牌型号：狮乐 YW-9 支持8路受控输出，输出总电流30A。 输入电源：交流90V~220V50-60HZ 控制容量：每路最大输出电流13A总输出电流30A 时序间隔：每路之间间隔1S工作 产品尺寸：485mm×225mm×58mm	1	台
12	反馈抑制器	品牌型号：狮乐 YW-3 采样频率48KHz, 失真度0.1%。 模拟输入	1	台

		整机性能 2-XLR和2-TRS：平衡或非平衡输入方式 输入阻抗：平衡：20K；非平衡：10K 动态范围：>102dB(A计权) 线路输入电平：0dB两路 模拟输出 反馈抑制频响：±2dB(50Hz~20KHz) 2-XLR和2-TRS：平衡或非平衡输出方式 直通频响：+2dB(40Hz~20KHz) 输入阻抗：平衡：150Q；非平衡：300Q 增益提升：6-12dB 线路输入电平：0dB两路 电源消耗：<20W 产品尺寸：485*198*45(mm) 工作电源：AC220-240V/50-60Hz		
13	教师教学工作站	品牌型号：acer Veriton H500 1、CPU：国产处理器，C86架构，核心数8核，线程数16线程，主频3.0GHz，末级缓存16MB； 2、内存：32GB DDR4 3200内存，4个DIMM插槽，最大支持64GB； 3、硬盘：1TB M.2 PCIe SSD，支持SSD + 2×HDD三硬盘； 4、显卡：RTX3060 12GB独立显卡； 5、网卡：集成千兆以太网卡； 6、接口：11个USB接口（其中USB3.2接口9个），音频接口5个，1个串口，1个RJ45； 7、声卡：集成声卡芯片； 8、键盘/鼠标：USB有线抗菌防水键盘，具备液体导流槽；USB有线鼠标； 9、机箱电源：550W节能电源； 10、其他：机箱23L，顶置提手、开关键、Reset键； 11、插槽：2个PCIe x16，1个PCIe x8，2个M.2（非插卡或转接）； 12、操作系统：支持银河麒麟/UOS/支持windows操作系统 13、显示器：27英寸同品牌液晶显示器，显示器品牌型号：acer K270，分辨率1920*1080；	5	套

		14、网络同传：主板集成网络同传、硬盘还原功能，非第三方同传、还原软件； 15、产品认证： 1) 投标产品通过低噪音试验，声功率级1.34Be1，声压级3.36dB，提供认证证书； 2) 投标产品通过低频磁场辐射试验，在30cm距离上，磁场辐射值0.615%，提供认证证书； 3) 投标产品通过盐雾试验，主机外部耐腐蚀，提供认证证书； 4) 投标产品具备良好的生态兼容性，提供12种软件的兼容性互认证书，且必须包含操作系统3款、流式软件、版式软件、签章软件、及杀毒软件2款。		
14	教学工作站	品牌型号：acer Veriton H500 1、CPU：国产处理器，C86架构，核心数8核，线程数16线程，主频3.0GHz，末级缓存16MB； 2、内存：16GB DDR4 3200内存 3、硬盘：512GB M.2 PCIe SSD； 4、显卡：GTX1650 4GB独立显卡； 5、网卡：集成千兆以太网卡； 6、声卡：集成声卡芯片； 7、键盘/鼠标：USB有线键盘；USB有线鼠标； 8、机箱电源：300W电源； 9、操作系统：支持银河麒麟/UOS/支持windows操作系统 10、显示器：23.8寸同品牌液晶显示器，显示器品牌型号：acer acer K240Y，分辨率1920*1080；	49	套
15	32U网络机柜	品牌型号：慕胜华腾 A6.6632 32U网络机柜，尺寸600mm*600mm*1600mm，钢化玻璃门，冷轧钢材，1组风扇。	1	台
16	48口全千兆交换机	品牌型号：维盟 WS-8052GX 48口全千兆，19英寸标准机架安装，钢壳，非网管交换机，交换容量136Gbps，背板带宽256G，转发能力131Mpps。	2	台
17	路由器	品牌型号：COMFAST CF-WR673BE 双频Wi-Fi7、无线速率:3600M、千兆有线端口5个，其中一个为2500兆，支持Mesh。	1	台
18	专业防静电地板	品牌型号：鑫永好 600*600*40 单块尺寸600*600*40mm，总125平米瓷砖面防静电地板，包含物料及安装施工。	125	平米

19	机房管理维护软件	品牌型号：噢易 噢易终端安全保护系统V8.0 1. 支持B /S管理架构，可通过移动设备通过网页方式对机房进行远程管理，包括远程开关机、时间同步、系统切换、消息广播等操作； 2. 支持单个系统创建255个频道，减少磁盘重复占用，不同频道安装不同软件方便多院系上机； 3. 支持电脑本地硬盘操作系统（xp\win7\win8\win10\linux）的立即还原和还原点瞬间创建； 4. 可主动分析机器间的差异数据，只传输差异的数据。支持在Windows上层和底层环境进行数据差异拷贝，速度6G/分钟；	54	点
20	多媒体教室管理软件	品牌型号：噢易 噢易多媒体网络教室软件V9.0 1. 支持教师机与学生机互换。当教师机故障时，找任一台学生机插入加密狗就可以自动切换为教师机，无需重新安装程序，提高上课效率； 2. 教师机可以连续监看所选学生机屏幕。每屏可监视多个学生, 可设置每屏学生机的数量以及学生机屏幕轮循的时间间隔； 3. 支持班级管理，可将频道和班级进行绑定，用于不同的教室登录不同的频道进行上课； 4. 支持对学生视图自定义命令和排序，便于学生未点名时，通过座位信息快速找到学生；	1	套