

衢州元立金属制品有限公司  
300m<sup>2</sup> 烧结机余热利用发电工程

技术方案书

渝石网络 (http://www.fishsting.com)

2011 年 09 月

## 目 录

1	项目概况 .....	3
1.1	概述 .....	3
1.2	场地条件和自然条件 .....	3
1.2.1	厂址条件 .....	3
1.2.2	气象条件 .....	4
2	基本设计条件 .....	5
2.1	烧结机及环冷机数据资料 .....	5
3	工程设想 .....	8
3.1	总体技术方案 .....	8
3.2	余热锅炉及汽轮发电机组的主要参数 .....	9
3.3	本工程锅炉特点 .....	10
3.3.1	余热锅炉特点 .....	10
3.3.2	锅炉给水、炉水、蒸汽品质要求 .....	12
3.4	汽轮机发电机组特点 .....	12
3.5	设计方案简述 .....	13
3.5.1	热力系统 .....	13
3.5.2	环冷烟气系统 .....	13
3.5.3	水工及给排水系统 .....	13
3.5.4	化学水处理系统 .....	14
3.5.5	电气系统 .....	14
3.5.6	热控自动化 .....	14
3.5.7	土建部分 .....	14
3.5.8	总图部分 .....	15
3.6	余热发电技术经济指标 .....	15

4	工程进度 .....	17
5	承包范围和界限 .....	18
5.1	承包范围 .....	18
5.2	承包界限 .....	18
6	设备选择 .....	19
7	投资概算及经济分析 .....	22
7.1	投资估算 .....	22
7.1.1	编制原则及依据 .....	22
7.1.2	投资估算编制范围 .....	22
7.1.3	工程静态投资情况 .....	22
7.2	静态经济评价 .....	22

## 1 项目概况

### 1.1 概述

在钢铁生产过程中，烧结工序的能耗约占钢铁企业总能耗的 15%，仅次于高炉炼铁工序，位居第二。烧结过程的余热资源包括烧结生产过程的废气显热和烧结矿的产品显热两部分，前者是从烧结机下部风箱中抽出来的由烧结废气所携带的物理显热，后者是从烧结矿冷却机上部风箱排出来的由热风（或称冷却废气）所携带的物理显热，两者约占烧结工序总热量收入的 20%和 40%。充分回收利用这两部分余热资源可最大限度地降低烧结工序的工序能耗。

衢州元立金属制品有限公司原有 2 台 90m<sup>2</sup> 烧结机和 2 台 116m<sup>2</sup> 烧结机，目前在三期工程中新建 1 台 300m<sup>2</sup> 烧结机。同时，在厂区中现有 4 台 60t/h 的转炉余热锅炉（**转炉烟道汽化冷却系统**），另外还准备新建一台 60t/h 的转炉余热锅炉，5 台余热锅炉每小时产生 0.8Mpa 的饱和蒸汽一共 40t/h，5 台余热锅炉所使用的给水为工业软水，其产生的饱和蒸汽主要用来预热现有 4 台烧结机的烧结矿料及烘干炼钢所产生的污泥，同时还供食堂和浴室使用。

准备新建的 300m<sup>2</sup> 烧结机配 1 台 360m<sup>2</sup> 环冷机，环冷机分 5 个区段冷却矿料，每区段每段各配置 1 台 46.7x10<sup>4</sup>Nm<sup>3</sup>/h 的鼓风机，风压约 3648Pa；上述各鼓风机的送风经环冷机各段，和高温烧结矿料换热后，分别向大气排放 100~400℃左右的“低温废气”，废气中还含有一定数量的矿物粉尘。

时值目前国家能源紧缺、大力提倡生产过程的节能降耗的关键时期，衢州元立金属制品有限公司决定响应中央号召，建设烧结余热回收项目，以期完成钢铁企业的节能降耗任务，也能为企业解决部分用电负荷，同时也能为公司创造可观的经济效益。

### 1.2 场地条件和自然条件

#### 1.2.1 厂址条件

衢州元立金属制品有限公司坐落于浙江省衢州市柯城区，地理位置优越，交通运输便利。公司地处位于浙江省西部，钱塘江上游，金华衢州盆地西端，南接福建 南平，西连江西 上饶、景德镇，北邻安徽 黄山，东与省内金华、丽水、杭州三市相交，是闽浙赣皖四省边际中心城市，浙西生态市，国家历史文化名城，国家化学工业基地。

公司属地---衢州市，矿产赋存种类多，全市已探明储量的矿产 32 种，矿产地 96 处，

其中大型矿床 5 处，中型矿床 15 处。已探明矿产中居全省前列的有石煤、石灰岩、黄铁矿、叶蜡石、大理岩、耐火粘土、铀矿等。位居全国前十位的有石煤、石灰岩矿。主要矿产及累计探明储量有：煤 813 万吨，石煤 7.37 亿吨(预测总量 61 亿吨)、石灰岩 5.81 亿吨(预测总量 31.3 亿吨)、黄铁矿 3345 万吨(有省内最大的硫铁矿生产矿山)、叶蜡石 270 万吨、莹石 301 万吨、大理岩 1726 万立方米，耐火粘土 181.9 万吨、含钾砂岩 702 万吨，磷矿 494 万吨、钒矿(石煤层中伴生五氧化二钒)310 万吨、铀矿 4500 吨。此外，金属矿产也探明部分储量：铜矿 2.22 万吨(2 处)、铅矿(5 处)2.91 万吨、锌矿(5 处)8.89 万吨、钨矿(2 处)1842 吨、锡矿(2 处)1927 吨、银矿(伴生)153 吨、黄金(2 处)84 公斤。天然饮用矿泉水源地 3 处。

### 1.2.2 气象条件

衢州市属亚热带季风气候区，有四季分明、冬夏长春秋短、光温充足、降雨丰沛而季节分配不均的地带性特征。常年平均气温在 16.3~17.3℃，1 月平均气温 4.5~5.3℃，7 月平均气温 27.6~29.2℃。无霜期 251~261 天。年日照总时数沿江平原地区在 1900 小时以上，山区不足 1600 小时，太阳年辐射量 4566.2 兆焦耳。每年 3~6 月为多雨期，多年平均年降水量为 1843 毫米。全年风向沿江平原地区为东北风和东北偏东风，山区地形复杂，风向较乱，台风较难深入境内。

## 2 基本设计条件

### 2.1 烧结机及环冷机数据资料

表 2-1 300m<sup>2</sup> 烧结机系统运行数据表（单台参数）

序号	名称	单位	数据	备注
1	台数	台	1	
2	烧结面积	m <sup>2</sup>	300	
3	烧结料层厚度	mm	650	
4	烧结机利用系数	t/(m <sup>2</sup> .h)	1.3	设计值
5	原、燃料年耗量			
	混匀矿	10 <sup>4</sup> t	277.99	参考其他项目
	焦粉	10 <sup>4</sup> t	8.50	
	无烟煤	10 <sup>4</sup> t	8.50	
	生石灰	10 <sup>4</sup> t	27.798	
	白云石	10 <sup>4</sup> t	18.532	
	高炉煤气	10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	15444	
	高炉煤气低位发热量	kcal/m <sup>3</sup>	800	
5	烧结工序能耗	kg 标煤/t 烧结矿	70.50	
6	年成品烧结矿产量	10 <sup>4</sup> t	328.68	
7	烧结、环冷机机速比		0.36~1.08	
8	主抽风量	m <sup>3</sup> /min	2x17000	150℃
9	作业时间	h	7920	330 天

表 2-2 360m<sup>2</sup> 环冷机运行数据表

序号	名 称	单 位	数 据	备 注
1	环冷冷却面积	m <sup>2</sup>	360	
2	环冷机入口矿料温度	°C	700~850	
	环冷机矿料处理量	t/h	610	
3	环冷风机台数	台	5	
4	每台风机设计风量	Nm <sup>3</sup> /h	467413	
5	每台风机设计风压（标态）	Pa	3648Pa	
6	每台风机功率	kW	635	
7	1# 风机范围内废气温度	°C	370	
	2# 风机范围内废气温度	°C	270	
8	1# 风机范围内废气含尘量	mg/Nm <sup>3</sup>	1000	
	2# 风机范围内废气含尘量	mg/Nm <sup>3</sup>	300	
9	环冷机料层厚度	mm	800~1000	

根据上述烧结机和环冷机的物料参数，并经烧结机和环冷机的物料平衡和热平衡计算，确定本项目的烟气设计参数如表 2-3 所示。

表 2-3 环冷机余热回收烟气数据表

序号	名 称	单 位	360 m <sup>2</sup> 环冷机		备注
			无凝加	有凝加	
1	冷却机 1 区废热烟气温度	°C	390	400	
	冷却机 2 区废热烟气温度	°C	293	303	
2	冷却机 1 区段可用废气量	Nm <sup>3</sup> /h	35×10 <sup>4</sup>	35×10 <sup>4</sup>	
	冷却机 2 区段可用废气量	Nm <sup>3</sup> /h	35×10 <sup>4</sup>	35×10 <sup>4</sup>	

### 3 工程设想

#### 3.1 总体技术方案

由于 360 m<sup>2</sup> 环冷机 3 区段及以后的排出烟气温度的很低，回收价值较低，所以本设计仅利用 360 m<sup>2</sup> 环冷机的 I 区段、II 区段较高温度的烟气进行余热回收。

本余热利用发电工程拟在新建的 360m<sup>2</sup> 环冷机附近各配置 1 台双压余热锅炉，将环冷机 I 区段、II 区段较高温度的烟气通过余热锅炉产生的中压蒸汽及低压蒸汽用于汽轮发电机发电。另外根据业主要求，将 5 台 60t 的转炉余热锅炉的 10t/h 左右的余汽引入凝结水加热器中加热除盐水，减少除氧器的自用蒸汽，增加汽轮机的发电量。

环冷机烟气的利用方案，拟采用烟气循环系统，即：环冷机排出的烟气进入余热锅炉回收热量，余热锅炉排出的约 150℃ 烟气再由增设的循环风机送入环冷机冷却矿料。这样做的好处在于：第一，可以大幅提高余热锅炉的能量回收效率；第二，可以大幅度减少烟气中粉尘直接排空带来的环境污染；第三，热风冷却烧结矿可减少高温矿料的急冷破碎现象，提高烧结矿料品质。

根据场地实际情况，环冷机双压余热锅炉布置在烧结环冷机附近的空地上，汽轮发电机房、循环水系统则根据场地实际情况，布置在余热锅炉附近的空地上。

#### 3.2 转炉余热锅炉热负荷主要参数

表 3-1 转炉余热锅炉热负荷参数表

序号	项目	数据	备注
1	余热锅炉	压力 (Pa)	0.8
		蒸发量 (t/h)	40
	产汽合计		
2	90m <sup>2</sup> 烧结机	台数 (台)	2
		用汽量 (t/台·h)	5.4
3	116m <sup>2</sup> 烧结机	台数 (台)	2
		用汽量 (t/台·h)	6.96
4	污泥烘干	污泥量 (t/天)	220
		用汽量 (t/h)	3.82

序号	项目		数据	备注
5	食堂和浴室	用汽量 (t/h)	1.5	
	用汽合计			
	平衡			

### 3.3 余热锅炉及汽轮发电机组的主要参数

表 3-2 环冷机双压余热锅炉参数表

序号	项目		数据		备注
			无凝加	有凝加	
1	I段烟气	烟气量 (Nm <sup>3</sup> /h)	350000	350000	
		温度 (°C)	390	400	
2	II段烟气	烟气量 (Nm <sup>3</sup> /h)	350000	350000	
		温度 (°C)	293	303	
3	余热锅炉 中压蒸汽	压力 (MPa)	1.96	1.96	
		温度 (°C)	375	375	
		流量 (t/h)	45	45	
4	余热锅炉 低压蒸汽	压力 (MPa)	0.49	0.49	
		温度 (°C)	229	229	
		流量 (t/h)	16	23	
5	排烟温度 (°C)		145	155	
6	数量 (台)		1		

考虑蒸汽进汽机前的温度损失为 5°C，压力损失 0.1MPa，经计算，得到汽轮机参数如下：

表 3-3 配套补汽凝汽式汽轮发电机组：

序号	项目	数据		备注
		无低加	有低加	
1	汽轮机额定功率 (MW)	11	12	
2	汽轮机计算功率 (MW)	10.8	11.7	

3	中压主汽进汽压力 (MPa.a)	1.86	1.86	
4	中压主汽进汽温度 (°C)	370	370	
5	中压主汽额定进汽量 (t/h)	45	45	
6	补汽进汽压力 (MPa.a)	0.45	0.45	
7	补汽进汽温度 (°C)	220	220	
8	补汽额定进汽量 (t/h)	16	23	
9	汽轮机排汽压力 (kPa)	7.0	7.0	
10	发电机额定功率 (MW)	12		
10	数量 (套)	1		

饱和蒸汽，直接补汽，换除盐水。

详述换除盐水的益处。

### 3.4 本工程锅炉特点

#### 3.4.1 余热锅炉特点

本设计余热锅炉拟采用双压无补燃自然循环锅炉，适用于环冷机排放烟气的余热回收及除尘。

锅炉采用双通道烟气进气系统，高温烟气经部分高压受热面换热，低温烟气经部分低压受热面换热，高温烟气烟温降至与低温烟气相当后，两股烟气混合再与其余的受热面换热，充分利用烟气的不同品质，实现烟气热能的梯级利用。图 3.3-1 为余热锅炉余热利用的 Q—T 图，图中红线代表单压蒸汽系统锅炉吸收的焓值，红线和绿线组合代表双压蒸汽系统锅炉吸收的焓值，棕线代表烟气所含的焓值，组合线比红线更逼近棕线，也就是说双压蒸汽系统锅炉比单压蒸汽系统锅炉吸收的焓值越接近烟气所含的焓值，即烟气余热的回收利用率越高。双压蒸汽系统能更充分利用烟气各能级的热能，降低排烟温度，提高烟气余热的利用率。

余热锅炉尾气采用循环风机送进环冷机，实现烟气循环利用，不但提高了锅炉的进口烟温，提高了锅炉的蒸发量和主蒸汽温度，同时大幅度减少了烟气中烟尘的排放。

余热锅炉产生的 2 路不同压力的蒸汽，全部是过热蒸汽，完全能够满足普通低压汽轮机的进汽要求；和闪蒸饱和蒸汽余热锅炉相比，不但大幅降低了汽轮机的造价，同时提高了汽轮发电机的发电效率。

余热锅炉中压蒸汽进入汽轮机高压段做功，低压蒸汽从低压段入口进入汽轮机做

功，采用双压汽轮机虽然增加了汽轮机的造价，但是发电产生的经济效益相当明显。

锅炉自带除氧器，采用自身除氧，除氧蒸汽由锅炉低压系统提供。

锅炉采用全自然循环蒸发系统。

余热锅炉受热面采用管箱结构、螺旋鳍片管错列布置，受热面管子及集箱均布置在管箱内，集箱管接头引出至管箱外，管箱外设置保温材料。汽包液位设置差压式水位变送器、就地水位计及远程摄像传输装置。就地水位计采用一套为玻璃云母片双色就地水位计和一套为双色磁性翻板就地水位计。

余热锅炉的受热面及炉墙应在锅炉缺水、或蒸汽不流动的情况下，继续通过高温热烟气 5 分钟以上不损坏。

锅炉采用塔式布置，钢结构支撑，锅炉为负压运行，各段烟气通道系统均能承受烧结环冷机排气温度变化带来的冲击。余热锅炉炉墙密封应作 7000Pa 风压试验检查无明显漏风。

锅炉采取有效的膨胀设计、防磨设计。

锅炉人孔门设置应有利于检修运行。

锅炉尾气（140~150℃）采用再循环风机送进环冷机。

锅炉炉顶及锅炉给水泵设有检修起吊设施。

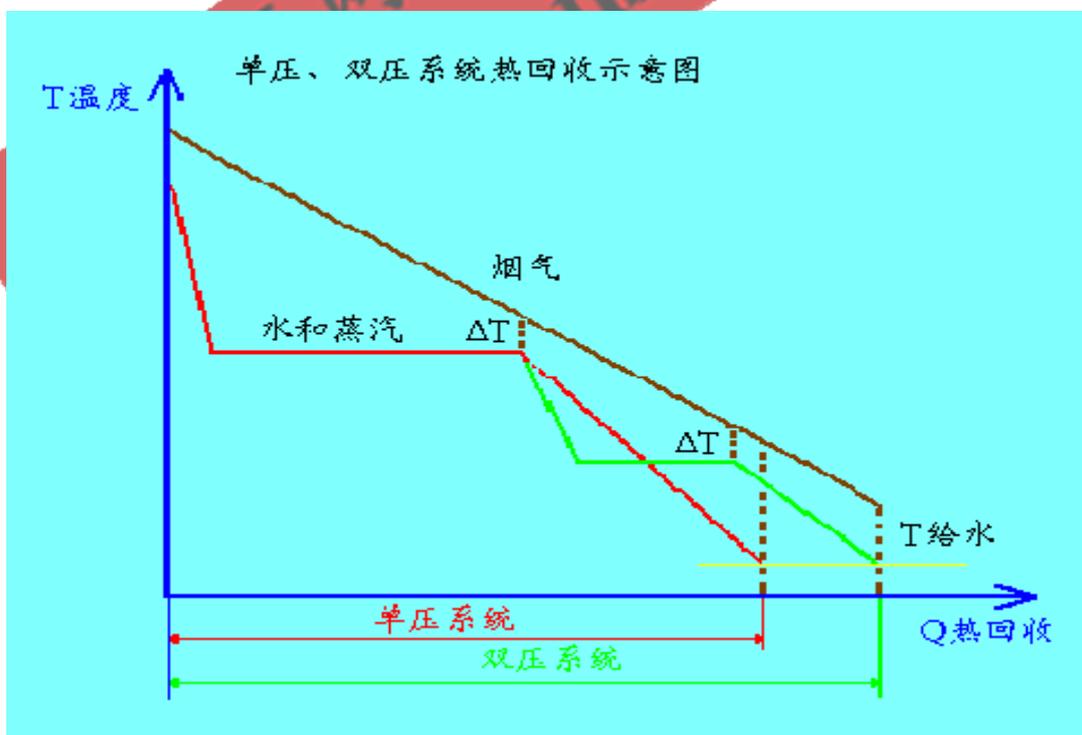


图 3.3-1 余热锅炉余热利用的 Q—T 图

### 3.4.2 锅炉给水、炉水、蒸汽品质要求

锅炉给水、炉水、蒸汽品质要求符合 GB/T12145-1999 《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量标准》的要求。

对于中低压余热锅炉：

#### (1) 给水

硬度	≤2.0	μmol/L
溶解氧	≤15	μg/L
铁	≤50	μg/L
铜	≤10	μg/L
油	<1.0	mg/L
PH (25°)	8.8~9.2	
二氧化硅	应保证蒸汽二氧化硅含量符合标准	

#### (2) 凝结水

硬度	≤2.0	μmol/L
溶解氧	≤100	μg/L
二氧化硅	应保证炉水中二氧化硅含量符合标准	

#### (3) 炉水

磷酸根	5~15	mg/L
PH (25°)	9.0~11	

#### (4) 蒸汽

钠	≤15	μg/kg
二氧化硅	≤20	μg/kg
铁	≤20	μg/kg
铜	≤5	μg/kg

### 3.5 汽轮机发电机组特点

本工程根据烧结环冷余热锅炉的性能参数，选用 1 台补汽凝汽式汽轮机，配合 3 台双压无补燃自然循环余热锅炉使用，能够达到充分利用低参数余热蒸汽发电的需要。

汽轮机为凝汽式汽轮机，采用国内产品，汽轮机设计应能满足滑参数运行要求（稳定运行的进汽参数范围为：0.8MPa~1.96MPa，蒸汽过热度不小于 25℃），并能够快速启动。

汽轮机采用数字电液调速系统。

汽机凝汽器带有真空除氧功能。

汽轮发电机采用国内产品，励磁方式为无刷励磁（或静止可控硅励磁）。

### 3.6 设计方案简述

#### 3.6.1 热力系统

本设计方案为 1 台双压余热锅炉配套 1 台补汽凝汽式汽轮发电机组。

来自余热锅炉的中压主蒸汽及低压蒸汽分别进入汽机进口前中低压母管后，再接入汽轮机的中压及低压进口，各进口管道上均设置隔离阀。主蒸汽管道架空敷设至汽机间。

本次设计采用锅炉自身除氧系统，除氧用汽由余热锅炉低压蒸发器提供。

本设计拟采用射水抽气器做为冷凝器抽真空设备，射水抽气器具有能耗低、噪音小、运行可靠、负荷适应范围大等优点，本设计机组配置 2 台射水泵，1 用 1 备，无需再另外配置启动抽汽系统。

原则性热力系统见图附图 1。

#### 3.6.2 环冷烟气系统

循环风机出口风（原有 1、2 区段的环冷鼓风机作备用）通过环冷机被加热到 300~420℃ 后，分别通过 I、II 段烟道后引入到环冷余热锅炉，烟气通过余热锅炉换热后，温度降为 150℃ 左右，然后通过循环风机再回送入环冷机冷却矿料。当余热锅炉故障时，切换挡板门关闭，烟气排空，环冷机需要的冷却风由 1、2 区段原有鼓环冷风机供应。

原则性烟气系统图见图附图 2。

#### 3.6.3 水工及给排水系统

本期工程汽轮机凝汽器所需的冷却水采用机力冷却塔的二次循环供水系统。方案一设计循环水量为 5000t/h，（按夏季工况凝汽量 65 倍核算）选用 2 台循环水泵，循环水泵集中布置于冷却塔附近，采用室内布置方式。

冷却塔采用钢混结构的逆流式机械通风冷却塔（2×2500m<sup>3</sup>/h），冷却塔的进出水温差为 10℃。冷却塔采用新型塑料填料，以提高冷却塔换热效率；为了降低塔内气流阻力，采用管式结合配水方式；为减少飘滴对环境的影响和节约用水，冷却塔装有除水器。

本期工程的循环水补给水源为钢铁厂工业水管网，所需补给水量约为 100t/h。

### 3.6.4 化学水处理系统

余热发电工程需要补充除盐水量约为 3t/h。

为了提高补给水水质，降低锅炉排污率，提高蒸汽品质以更好确保机组安全可靠运行，本工程补给水处理系统采用反渗透+混床工艺。同时考虑反渗透膜安全可靠运行，在反渗透前设备前设置了多介质过滤器和活性炭过滤器预处理设备。

根据有关设计规定，本工程设计锅炉补给水处理系统预处理设备出力按 2x5t/h 设计，反渗透+混床设备出力按 2x5t/h 设计，锅炉启动或事故时采用除盐水箱的储水满足锅炉用水的需要。

### 3.6.5 电气系统

1 台 12MW 机组，出口电压 10.5kV，出口母线分为两段，每段各出一路联络线分别接入烧结配电室的两段 10kV 母线上。厂用电源分别由两段母线上引接。此接线方案的优点是简单可靠，可以在发电机故障停运或一条线路故障时，保证余热炉的运行，以最大可能的利用余热。

电气监控系统采用分布式数据处理系统，分三层设置，即数据采集和 I/O 接口，通讯管理机以及后台工作站，各层间各自独立工作，互不影响。通过电气监控系统可对整个电厂的 10kV 配电装置、厂用变压器、发电机进行遥测、遥控、遥信，继电保护等；电厂监控系统主要由微机监控装置、微机保护装置、微机同期装置等构成，后台具备远动功能，带至上级变电所的光纤通道。

### 3.6.6 热控自动化

本工程根据机组的热力系统特点，采用 DCS 控制，机、炉、电集中控制室布置在汽机间。循环水泵房相关参数通过通讯口进入集中控制室，电气综保后台机布置在集中控制室。控制均以 LCD 和键盘/鼠标为机组主要监控手段。操作台上设有处理紧急状况的紧急按钮。

除设备自带的二次仪表外，基本不再设置盘装仪表，均采用 DCS 无盘化操作。

本工程采用机、炉、电同室控制，控制室布置在汽机间运转层。在控制室楼板下设电缆桥架，所有电缆经电缆桥架引入控制盘、柜。控制室内设机、炉 I/O 机柜、继电器柜、计算机电源柜、辅助柜、热控配电柜、汽机操作员站、锅炉操作员站、电气操作员站，打印机和生产电话。

### 3.6.7 土建部分

汽机房跨度 15 米、柱距 6 米、长度 30 米。汽机房共分二层、±0.00m、7.00m 层。

汽机布置在主厂房 7.00m 层。顶部为钢屋架、钢檩条、钢支撑、彩钢板屋面。屋架下弦标高为 18.65m。屋架下设一台桥式吊车，轨顶标高为 14.70m。

紧靠汽机间布置辅房，跨距 9m，长度和汽机间横断面相同；辅房底层布置高、低压配电设备，运转层布置集控室。

主厂房抗震构造措施按《建筑抗震设计规范》8 度区的有关规定执行。

### 3.6.8 总图部分

平面布置主要根据生产工艺流程要求，本着方便管理、检修、工艺流程舒畅的原则，同时兼顾了安全、防火、环保等要求进行的。

余热锅炉位于环冷机附近，占地 26mx14m，循环风机布置在余热锅炉附近，占地 15mx7m，汽轮发电机主厂房占地 39mx15m。冷却塔占地 45mx15m。

### 3.7 余热发电技术经济指标

根据汽水及能量平衡计算，我们得到本工程的技术经济指标如下：

表 3-3 余热发电工程技术经济指标表

序号	项 目	单 位	数 据	
			无凝结	有凝加
1	锅炉总蒸发量	t/h	45+16	45+23
2	汽机总进汽量	t/h	45+16	45+23
3	汽机总发电量	kW	11000	12000
4	厂用电量	kW	2426	2638
5	厂用电率	%	22.5	22.5
6	年运行小时数	h	7920	7920
7	年总发电量	10 <sup>6</sup> kWh	85.4	92.9
8	年总供电量	10 <sup>6</sup> kWh	66.2	71.9
9	平均汽耗率	kg/kW	5.72	5.89
10	发电标煤耗	kg /kWh	0.438	0.438
11	供电标煤耗	kg /kWh	0.565	0.565
12	供电节约标煤量	t/a	28990	31521

注：厂用电量扣除了停用的原有 1#、2#环冷鼓风机用电量。

本余热利用发电工程建设在烧结环冷生产线区域范围内，本工程不但没有增加大气污染物的排放，反而将原来直接向空排放的高温烟气回收后进行循环利用，循环风中的废气尘粒主要成份为矿料，经除尘器和余热锅炉收集后予以回收利用，大幅度减少了环冷机的烟尘排放，对大气环境保护具有非常重要的意义。计算过程见下表 3-4。

表 3-4 环保节能效益计算表

序号	项 目	单位	数值	
			无凝结	有凝加
一	供电、供热效益		年运行时间 7920h	
1	机组平均功率	MW	11	12
2	年发电量	GWh/a	85.4	92.9
3	机组年供电量	GWh/a	66.2	71.9
4	供电折合标煤量	吨/a	28990	31521
二	环保效益			
1	环冷机 1、2 段风量	万 Nm <sup>3</sup> /h	2×46.7	2×46.7
2	环冷机 1、2 段可利用风量	万 Nm <sup>3</sup> /h	35+35	35+35
3	环冷机 1 段废热气含尘量	mg/Nm <sup>3</sup>	1000	1000
4	环冷机 2 段废热气含尘量	mg/Nm <sup>3</sup>	300	300
5	年减排烟尘量（可回收利用）	t	721.87	721.87
6	年节约标煤	t	28990.2	31521.5
7	年减排 SO <sub>2</sub> 量（按 S <sub>y</sub> =0.6%, 烟气不脱硫计算）	t	310.4	337.5
8	年减排 CO <sub>2</sub> 量	t	66307.3	72097

注：计算用发电标煤耗按当地标准煤耗为准。

## 4 工程进度

本工程主机设备为 2 台双压余热锅炉、1 台汽轮发电机组。由于锅炉和双压补汽式汽轮机均为非标准产品，设计制造周期较长，是制约本工程进度的主要因素。

参照“电力工程项目建设工期定额”及国内同类型厂建设的经验，结合本工程具体要求，本工程施工综合进度如下（供参考）：

- |                 |     |
|-----------------|-----|
| ① 施工准备          | 1 月 |
| ——土建施工周期        | 4 月 |
| ② 主机设备安装周期      |     |
| ——余热锅炉系统设备      | 4 月 |
| ——汽轮发电机组        | 3 月 |
| ③ 辅机及系统管道安装周期   | 3 月 |
| ④ 主机设备分部调试      | 1 月 |
| ⑤ 联合调试及 72h 试运行 | 1 月 |

考虑各个阶段的交叉及影响，项目总工期约为 12 个月。

## 5 承包范围和界限

### 5.1 承包范围

(1) 承包方将提供上述整套的、先进的、成熟的、完整的安全可靠的，且设备的技术经济性能符合本技术规范书要求的烧结环冷机及汽轮发电系统及其配套附属设备。

(2) 承包范围：整个烧结环冷机余热蒸汽发电系统范围内所有系统的设计、设备采购及系统的安装、调试；余热发电系统包括 2 台余热锅炉系统、1 台汽轮发电机组系统、循环冷却水系统以及上述各系统的土建、电气及控制系统。

(3) 上述内容以外的项目（如项目报批、电力接入系统、三通一平及地基处理等），不在承包方承包范围内。

### 5.2 承包界限

余热锅炉烟气系统双方的分界在图纸上用分界线表示。余热发电汽水系统：承包方只负责“热力系统图”中设备及系统。

## 6 设备选择

本工程范围内的设备选择，按照国产一流设备或合资品牌产品为主，关键电控设备选用进口产品，本方案中开列的设备型号仅供前期参考，具体的设备型号及数量需在初步设计和施工图阶段明确。



主要设备及材料表		衢州元立金属制品有限公司 烧结环冷机余热利用发电工程			编号			
					共 2 页		第 1 页	
浙江西子联合工程有限公司		主要设备一览表			设计阶段		方案	
序号	名称及规格	单位	数量		电力(kW)		备注	
			合计	原有	单台	合计		
一	烧结余热锅炉							
1	双压余热锅炉	台	1				杭州锅炉厂	
	中压蒸汽 1.96MPa, 375°C, 45t/h							
	低压蒸汽 0.49MPa, 229°C, 23t/h							
	入口烟气量: 350000/350000Nm <sup>3</sup> /h							
	入口烟温 400/300°C							
	排烟温度 150°C							
二	循环风机	台	1					
	风量: 750000Nm <sup>3</sup> /h, 全压升: 5800Pa							
	风温: 150°C							
	入口压力: -2600Pa							
三	中压给水泵	台	2		100	200	一用一备	
	流量: 80m <sup>3</sup> /h							
	扬程: 280m							
	配套电机功率: 100KW 380V	台	2					
四	补汽凝汽式汽轮发电机组	套	1					
1	功率: 12MW							
	中压蒸汽进汽参数:							
	蒸汽压力: 1.86 MPa (A)							
	蒸汽温度: 370°C							
	额定进汽量: 45t/h							
	低压蒸汽补汽参数:							
	蒸汽压力: 0.45MPa (A)							
	蒸汽温度: 220°C							
	额定进汽量: 23t/h							
	额定排汽压力: 7kPa (A)							



## 7 投资概算及经济分析

### 7.1 投资估算

#### 7.1.1 编制原则及依据

(1) 费用构成及计算标准执行中华人民共和国国家发展与改革委员会二〇〇七年第 1808 号文“公布《火力发电工程建设预算编制与计算标准》（2006 年版）”。

(2) 编制办法执行国家电力公司国电电源[2002]247 号文颁发的“关于印发《电力工程基本建设预算编制办法》等三个办法的通知”。

(3) 定额采用国家经贸委发布的《电力工程建设概算定额》（2006 年修订本）、《电力工程建设预算定额》（2006 年修订本），不足部分参考类似工程。

(4) 置性材料价格：价格参照目前的市场价计入概算。材机价差调整按照电定总造[2009]9 号文精神，按照河北省发电工程概预算定额价格水平调整系数进行调整。”

(5) 建筑工程材料价格：材料价格按《电力工程建设概算定额》（2006 年修订本）中的价格执行，并按照河北省市场造价信息价格调价差，价差计入总概算表中。

#### 7.1.2 投资估算编制范围

本项目投资额计及余热锅炉、汽轮发电机、烟气系统、汽水系统、化学水系统、循环水系统等,包括所含电气、热控、水工、土建等费用。

#### 7.1.3 工程静态投资情况

静态投资：约 万元，千瓦造价：元（按 12MW 容量计算）。

### 7.2 静态经济评价

本工程年运行成本及静态收益估算如下表：

序号	项目	数值		单价	金额（万元）
		无凝加	有凝加		
一	售电收入				
1	年发电量 kWh	8540×10 <sup>4</sup>	9286×10 <sup>4</sup>	年运行时间按 7920h	
2	自用电量 kWh	1922×10 <sup>4</sup>	2089×10 <sup>4</sup>	年运行时间按 7920h	厂用电扣除原有风机停用的电量
3	年售电量 kWh	6619×10 <sup>4</sup>	7197×10 <sup>4</sup>	0.54 元/kwh（不含税）	
	<b>收入合计</b>	<b>3574.2</b>	<b>3886.4</b>		
二	运行成本				
1	工业水 t	100.0×10 <sup>4</sup>		1.0 元/t	100
2	工资福利	40 人		3.0 万元/人·年	120
6	大修理费			2.5%	103
7	材料费			12 元/MWh	156
8	其它费			12 元/MWh	156
	<b>合计</b>				<b>635</b>

按静态效益分析：

本工程静态投资额为 万元。本期工程建成后，在两种方案中，年售电收入分别为 3574.2 万元和 3886.4 万元。扣除运行成本 635 万元，年收益分别为 2939.2 万元和 3251.4 万元。静态投资回收期为 年（不含建设期），约 个月（不含建设期）即可回收全部建设投资。

**说明：**

招标文件中的数据全部来自渝石网络（<http://www.fishsting.com>）所编写的软件《烧结机双压余热发电性能计算》计算所得，计算结果与实际运行数据几本吻合，在网上获得了大量的工程技术人员认可。

该软件是本人在浙江西子工作时根据相关资料编写的，在投标过程中完成的，凭借该软件成功中标，同时也是西子第一次凭借自己的实力中标的第一个项目（以前西子的项目总是带着杭锅的专业人员参加技术谈判），标价为 6280 万，在中标过程中打败了 6

---

家大型的余热发电总包企业，据说这个项目本来应该属于武汉都市环保中标，因为他们是最早跟踪这个项目的，很可惜被我的这个软件击败，因为我把这个软件免费送给了项目负责人，因此他们投标过程中的所有小动作我都知道。

