

# 日处理 1000吨五氧化二钒 自动化控制系统

初  
步  
方  
案

2009-02-24

## 日处理 1000吨五氧化二钒自动化设计方案

自动控制是工艺生产过程中的关键环节。根据工艺生产过程对自动化仪表的要求,结合国内五氧化二钒行业的生产实践经验及经纬科技相关专业的理论基础,本工程自动化仪表的设计原则是:在满足生产要求,提高生产效率,保证产品质量,节能减排的前提下,以经济实用可靠为原则,采用成熟可靠的检测控制手段,结合采用新技术和新设备。

本工程设计执行国家行业标准 HG/T20505-2000、HG/T20507-20516-2000

### 1、控制水平:

根据五氧化二钒的生产工艺特点,设置磨矿工序、焙烧工序、浸出和萃取工序控制系统。采用 DCS或 PLC控制手段,实现生产过程的自动化控制。

#### 1.1、磨矿工序:

磨矿工序的主要任务,就是将大块的矿石经破碎 干燥 球磨后,磨制成粒度符合生产要求的干粉矿。本工序控制的目的是实时监控破碎、输送、磨制设备的运行情况,降低电能消耗,并且达到开机、停机、事故的顺序连锁,杜绝带料开车,避免事故扩大。

#### 1.2 焙烧工序:

焙烧工序是五氧化二钒生产的关键环节,粉矿(或粒矿)在回转窑内经过高温焙烧提高五氧化二钒的转化率是本工序的主要任务,因而有效的、稳定的控制回转窑烧成段的温度,降低燃料的消耗,就是

该工序控制的主要目的。

### 1.3 浸出工序：

浸出工序的主要任务，是将固相中的五氧化二钒，在一定的条件下浸出到液相中，并回收利用浸出渣中的有效成分。提高浸出率，调配合格浸出液成分，控制浸出液固比是本工序自动控制的主要目的。

### 1.4 萃取工序：

萃取工序的主要任务，是将净化液在经预处理后进行萃取反萃提取品质高的五氧化二钒。有效的控制净化液萃取、反萃的过程是本工序自动控制的主要目的。

## 2 现场仪表选型：

对现场仪表的选型力求有成熟使用经验，技术上既要有先进性，又要考虑到经济适用。仪表的传递信号为 4-20mA, 仪表电源 24V(DC) 或 220V(AC)；调节阀用电动执行机构（或气动执行机构），电源 220V(AC)。对测量酸、碱强腐蚀的介质，选用检测仪表具备如下功能：接触介质部分材质为哈氏合金 B( C) 或 316S 不锈钢、法兰及接头为 316S 不锈钢、垫圈为聚四氟、电器壳体为低铜合金、涂层为环氧树脂。

温度仪表：采用热电偶、热电阻、铠装热电组和红外窑炉热像仪；

压力仪表：采用国产差压变送器、压力变送器及法兰隔膜压力变送器，弹簧管压力表和隔膜压力表；

流量仪表：采用标准孔板配国产差压变送器，国产电磁流

量计和国产涡街流量计。

物位仪表：采用国内组装的进口件仪表和引进仪表相结合。

主要有射频导纳物位计、雷达物位计、以及国产法兰隔膜液位变送器。

调节阀：采用引进技术生产的电动（或气动）调节阀。类型有单座阀、套筒阀、偏心旋转阀和高性能蝶阀；

二次仪表：采用国产数字式显示器，闪光灯报警仪和调节器，重要参数采用国产无纸记录仪。

### 3 控制系统选型及配置

#### 3.1 DCS解决方案：

DCS过程控制系统采用国产知名先进的计算机集散控制系统。

DCS系统包括现场控制站、工程师站、操作站、打印机站。

控制站：包括控制站电源、主控制卡、数据转发卡、通信及控制总线均按 1:1 冗余配置，完成数据采集、回路控制及复杂控制算法。

工程师站：完成程序开发、系统诊断、控制诊断、控制系统组态、数据库和画面的编辑及修改。

操作员站：实现整个系统的状态监视、控制操作、数据管理等功能。

DCS 过程控制系统的输入 / 输出信号均采用隔离，系统供电采用 UPS 及防雷器。DCS 系统单独接地，接地电阻小于 4 $\Omega$ 。

#### 3.2 PLC解决方案：

根据工艺和现场实际，设置粉料磨系统和焙烧系统两套控制

站。粉料磨系统采用 S7-400 CPU和分布式 I/O系统，在控制集中区安放分布式 I/O, 通过 Profibus DP总线与本站控制器通讯，实现数据传递和控制；焙烧控制系统采用 S7-400系统，两台分布式 I/O分别对两套回转窑系统进行数据采集和控制；两个控制站均设置工业以太网通讯模块( CP443-1), 通过工业以太网交换机组成全厂以太网通讯网络( Industrial Ethernet), 与中心控制室通讯；中心控制室设置一台工程师站和两台操作站, 工程师站实现组态编成、修改和维护，同时起到数据采集和处理功能，操作站实现现场控制和操作。

### 3.2.1 S7-400简介

可编程控制器( PLC) 是集计算机技术、自动控制技术、通信网络技术于一体的新型自动控制装置。其性能优越，已被广泛应用于工业控制的各个领域。PLC应用已经成为一个控制领域的潮流，随着我国科技水平的不断发展和提高，PLC技术将在我国得到更加全面的推广和应用。

SIMATIC S7-400是用于中、高档性能范围的可编程序控制器。它已成功地用于范围广泛的自动化领域。模块化无风扇的设计，坚固耐用，容易扩展和广泛的通讯能力，容易实现的分布式结构以及用户友好的操作使 SIMATIC S7-400成为中、高档性能控制领域中首选的理想解决方案。坚持不懈的创新和改革使 S7-400这个广泛应用的自动化平台能持续不断的升值。

### 3.2.2 分布式 I/O和 DP主从站

#### 3.2.2.1 分布式 I/O 设备实现以下功能

控制 CPU 位于中央位置

I/O 设备 (输入和输出) 在本地分布式运行。

功能强大的 PROFIBUS DP 具有高速数据传输能力，可以确保控制 CPU 和 I/O 设备稳定顺畅地进行通讯。

### 3.2.2.2 Profibus DP

PROFIBUS DP 是开放总线系统，符合标准 IEC 61784-1: 2002 Ed1 CP 3/1, 使用传输协议 DP ( DP 是德语术语 dezentrale Peripherie [分布式 I/O] 的缩写 )。

物理上，PROFIBUS DP 是基于屏蔽双线 ( RS 485) 的电气网络，或是基于光纤电缆 ( FCC) 的光学网络。传输协议 DP 使控制 CPU 和分布式 I/O 之间实现快速、循环的数据交换。

DP 主站是控制 CPU 和分布式 I/O 之间的连接链接。DP 主站通过 PROFIBUS DP 与分布式 I/O 交换数据并监视 PROFIBUS DP。分布式 I/O ( 即 DP 从站 ) 负责在现场准备编码器和执行器数据，使得数据可以通过 PROFIBUS DP 发送至控制 CPU。

ET 200M 分布式 I/O 系统是 SIMATIC S7 自动化系统的 DP 从站，即 STEP 7 为对 DP 主站系统中的 ET 200M 组态、分配参数、编程、调试和诊断提供支持。IM 153-1 的特殊服务和功能 ( 例如，可组态的 FM) 只有在 SIMATIC S7 中才可以完全使用。如果在 DP 标准主站 ( 例如 S7-400) 上使用 ET 200M, 组态工具还将提供对 GSD 文件的支持。

### 3.2.3、分布式 I/O 设备和网络

ET 200M分布式 I/O设备是具有 IP 20 防护等级的模块化 DP 从站。ET 200M具有 S7-300 自动化系统的组态技术，由一个 IM 153-x(本系统用 IM 153-1) 和多个 S7-300 的 I/O模块组成。

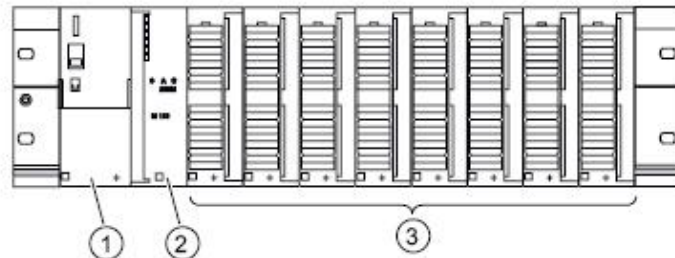


图 1 ET 200M分布式 I/O设备

a 接口模块 IM 153-1

b 最多 8 个 I/O 模块 S7-300

### 3.2.4 工业以太网

工业以太网广泛应用于工厂的控制级通讯，以实现 PLC与PL之间，PLC与上位机之间的通讯，在技术上它与 IEEE802.3及 IEEE802.3u兼容。西门子系列工业以太网系统包括：工业以太网交换机，PLC工业以太网通讯处理器，PC机工业以太网通讯处理器。

结合现场实际，本系统采用总线型通用工业以太网交换机，可以实现冗余或非冗余网络；工业以太网通讯处理器采用 CP443-1；PC机工业以太网处理器用于 PC机或服务器等设备连接到工业以太网中。

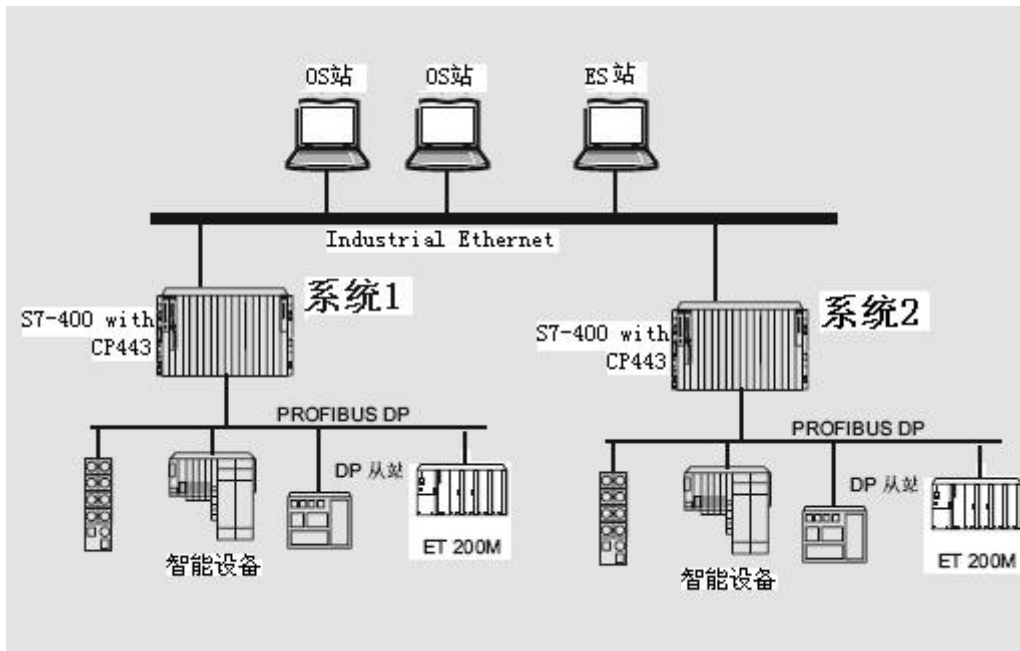


图 2 系统网络结构

### 3.2.5 上位机组态、管理：

采用稳定可靠的工业控制计算机结合上位组态软件 WINCC、OPC、STEP7，对生产控制系统进行组态，实现应用程序的编制，实时显示记录工艺参数，生成生产报表等。

## 4 主要工序仪表检测及控制内容

### 4.1 磨矿工序：

为确保储存罐料位的准确，避免粉尘对料位监测系统的干扰，选用雷达料位计作传感器，将 4-20mA 的信号传送给 DCS(PLC) 控制系统，实现料位的准确测量；输送设备、除尘设备电动机的控制，实现就地手动控制与远传自动控制相互转换，并通过 DCS(PLC) 控制系统实现开机顺序连锁、停机反顺序连锁及故障停机连锁，避免输送设备造成压料启动，除尘设备无功运行；将皮带秤、烘干机的相关信号

引入 DCS( PLC) 控制系统，实现生产系统物料平衡控制与质量控制。

#### 4.2 焙烧工序：

焙烧系统的高效可靠运转直接关系着五氧化二钒的正常生产，因而本设计采用窑炉自动控制系统，通过对窑体系统各种运行参数的实时在线监测，有效提高焙烧系统运行的安全性和经济性，避免因设备故障给生产带来的损失。窑炉自动控制系统主要有中心综合控制系统、窑头火焰观测系统等几大部分组成。本系统对生产现场的热工参数实现自动检测与控制，对电器设备进行远程自动控制和现场手动控制；对重要主机设备的电流等技术参数进行重点检测。现场传感器完成对现场模拟信号的采集；现场继电器等元件实现对开关信号的采集和控制，将采集到的信号送入中心控制系统中，并可在现场实现信号处理、控制算法、顺序控制和故障诊断等功能。窑头火焰观测系统在窑头采用内窥式高温工业电视监控系统对窑内进行观测，利用该系统可清楚看到窑内喷火嘴的火焰状况、物料翻滚情况，及时掌握物料焙烧情况。并将相关信号传送给 DCS( PLC) 控制系统，记录运行参数，实现集中控制的目的。

DCS( PLC) 控制系统通过对粉矿下矿量与进磨矿渣比例的控制，达到粒度的控制。

#### 4.3 浸出工序：

本工序在五氧化二钒生产过程中非常重要，浸出液的配比控制直接影浸出效果，因而采用电磁流量计、电动（气动）调节阀与 DCS（ PLC) 控制系统实现配置浸出液各种物料的控制，严格控制物料比例。将浸出槽、硫酸高位槽等的液位信号，脱硅槽等的温度信号及真空受液罐的真空度引入现场仪表控制系统，以掌握浸出液的分离效果。

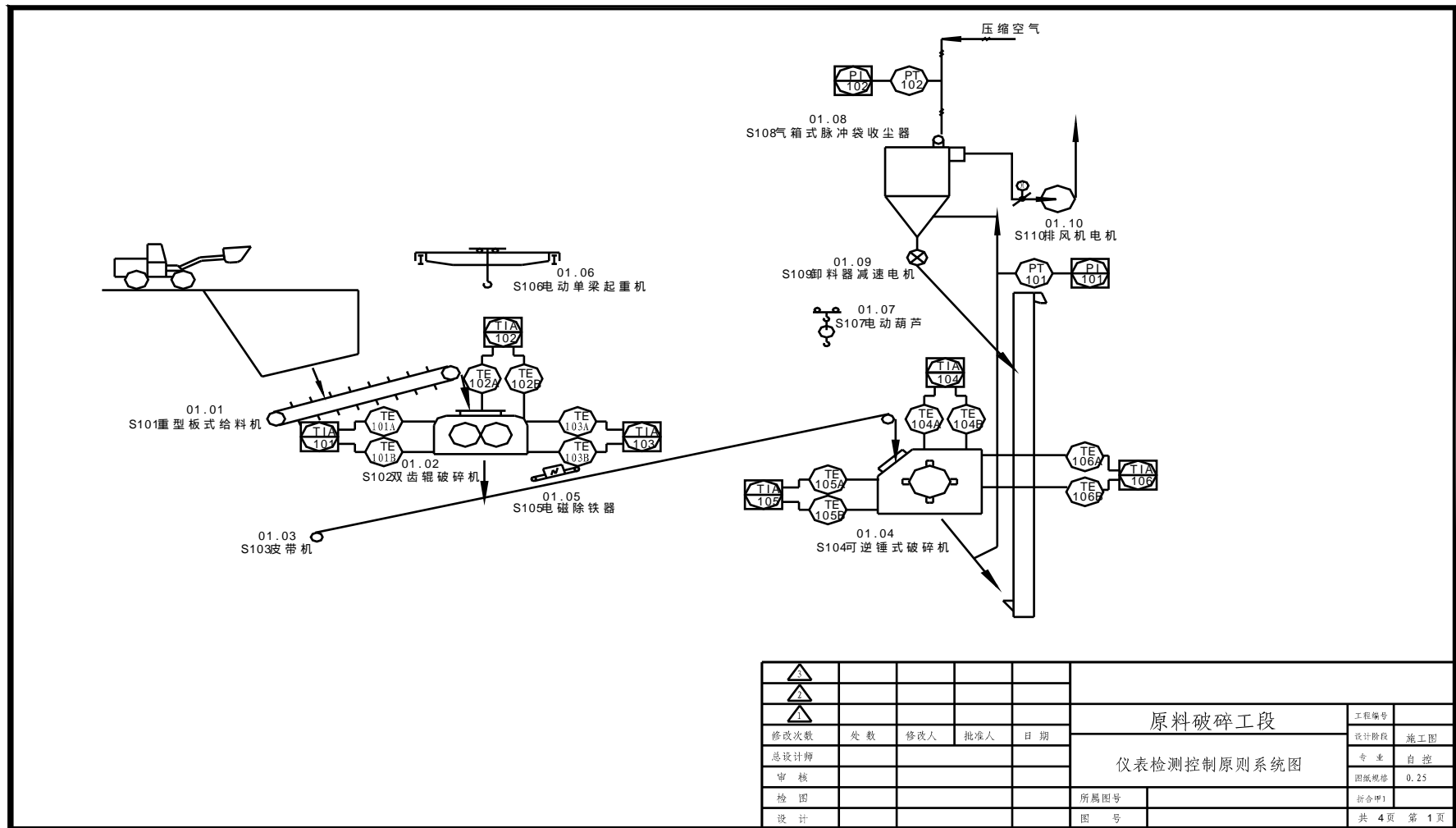
#### 4. 4 萃取工序：

本工序通过仪表盘控制，掌握萃取和反萃时各物料的流通状况，用电磁流量计实现物料流量检测、仪表盘流量计算仪和无纸记录仪实现流量计量。

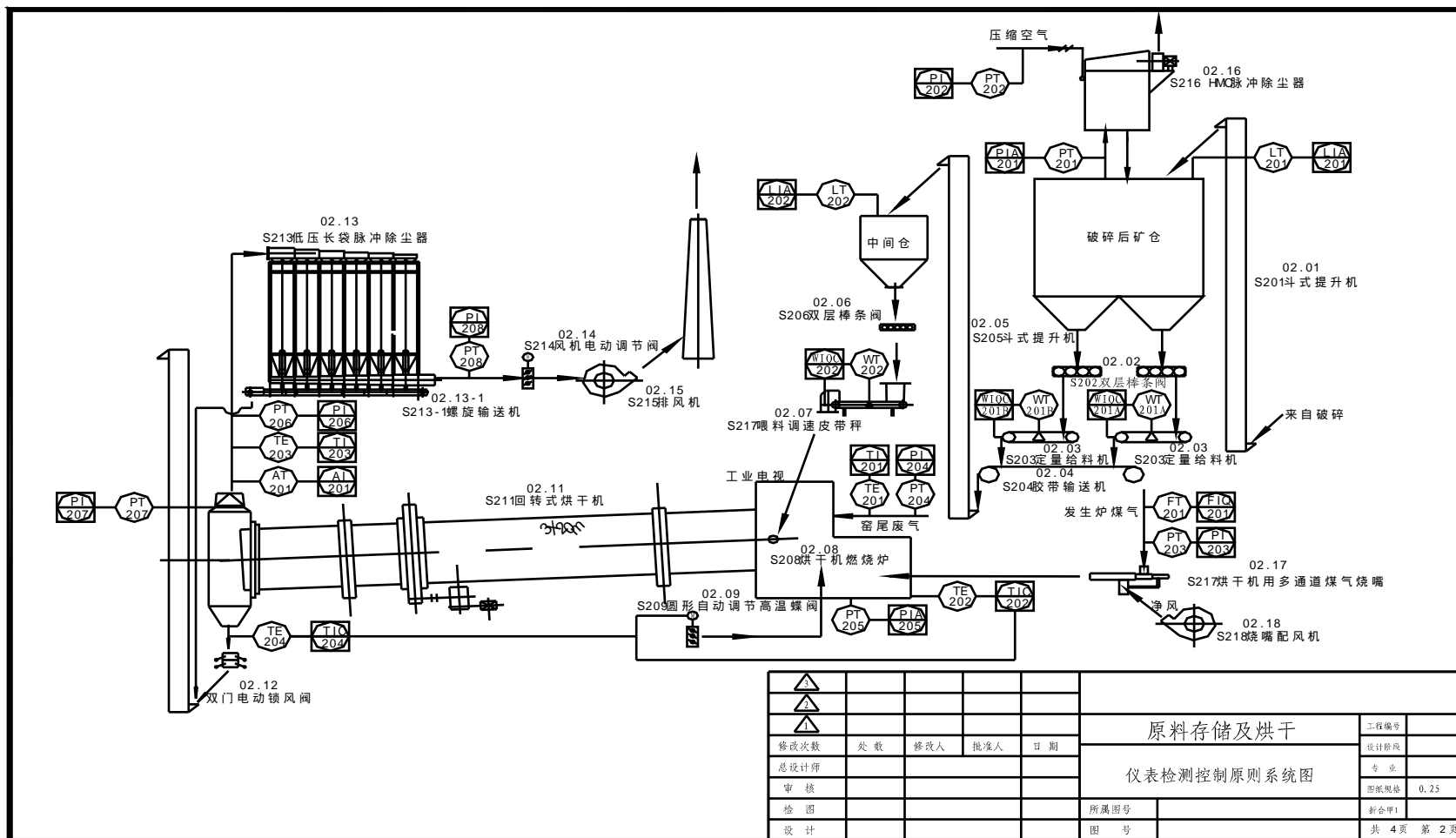
#### 5 电源和接地系统

电源采用双路供电，系统供电通过 UPS 保证断电不间断运行，防止数据丢失；系统所需 24VDC 电源通过冗余开关电源提供。仪表供电采用市电供电，防止现场出现问题影响主控系统运行；现场仪表供电设计 220VAC 和 380VAC 供电，调节风门等大功率用电设备采用 380VAC 单独供电，流量计等小功率仪表采用 220VAC 供电；变送器等供电采用配电隔离器供电。

接地系统单点接地，避免与防雷地和电气地冲突，接地电阻要求小于 1 $\Omega$ ；控制柜与安装支架采用绝缘措施，避免接地混淆。



附图 ( 1) 矿石输送



附图 (2) 烘干