

# 长平矿选煤厂的设计特点

张信龙<sup>1</sup>, 庞鼎峰<sup>2</sup>, 侯晋兵<sup>3</sup>, 李恩强<sup>4</sup>, 张丽<sup>4</sup>, 可雪杰<sup>4</sup>

- (1. 天地科技股份有限公司 开采设计事业部, 北京 100013;
2. 泰戈特(北京) 工程技术有限公司, 北京 100022;
3. 山西长平煤业有限责任公司, 山西 高平 048400;
4. 大地工程开发(集团) 有限公司, 北京 100102)

**摘要:** 介绍了长平矿选煤厂在选煤方法、工艺流程、设备选型、工艺布置、自动化控制等方面的设计特点, 对选煤厂设计思路进行了总结和分析。该设计以“设计合理、技术先进、系统可靠、整体配套、管理方便、效益优先”为指导思想, 采用了先进的选煤方法和工艺流程, 主要设备均采用世界知名的选煤设备, 工艺系统布置合理高效, 自动化程度高, 进而形成了高效的运行系统, 产品结构调整灵活。该厂的成功设计对其他类似选煤厂的设计具有一定的参考意义。

**关键词:** 无烟煤; 选煤厂; 重介质选煤; 分级入选; 堆取料机; 均质化; 定量装车

中图分类号: TD94

文献标识码: A

文章编号: 1006-6772(2013)01-0016-05

## Design features of Changping coal preparation plant

ZHANG Xin-long<sup>1</sup>, PANG Ding-feng<sup>2</sup>, HOU Jin-bing<sup>3</sup>, LI En-qiang<sup>4</sup>, ZHANG Li<sup>4</sup>, KE Xue-jie<sup>4</sup>

(1. Coal Mining and Designing Department, Tiandi Science & Technology Co., Ltd., Beijing 100013, China;

2. Taggart (Beijing) Engineering Co., Ltd., Beijing 100022, China;

3. Changping Mining Co., Ltd., Gaoping 048400, China;

4. Dadi Engineering Development Group Co., Ltd., Beijing 100102, China)

**Abstract:** Introduce the design characteristics of Changping coal preparation plant from the aspects of separation methods, technological process, equipments selection, process layout and automation control. Analyse the design thought of the coal preparation plant. The guiding ideology consists of reasonable design, advanced technique, reliable system, integral complement, convenient management, benefits maximization. Adopt advanced separation method and technological process. The main separation equipment is well known. The degree of automation is high that forms reasonable and efficient process. The products structure can be flexibly adjusted. The design of Changping coal preparation plant provide reference for other coal preparation plants.

**Key words:** anthracite; coal preparation plant; dense-medium separation; preparation of sized raw coal; stocker-reclaimer; homogenization; quantitative loading

山西长平煤业有限责任公司长平矿井位于沁水煤田高平勘探区赵庄详查区南部的山西省高平

市寺庄镇, 距王台铺矿 50 km。长平矿井采用斜立混合开拓方式, 综合机械化放顶煤开采工艺, 胶带

收稿日期: 2012-11-05 责任编辑: 武英刚

作者简介: 张信龙(1979—) 男, 黑龙江勃利人, 工程师, 工学学士, 从事选煤厂设计工作。

引用格式: 张信龙, 庞鼎峰, 侯晋兵, 等. 长平矿选煤厂的设计特点[J]. 洁净煤技术, 2013, 19(1): 16-20.

运输机提升运输方式,最大提升能力为 1600 t/h。长平矿选煤厂位于长平矿井工业场地内,建设规模 3.0 Mt/a,实际生产能力可达 4.5 Mt/a,入选长平矿井全部原煤,属矿井型无烟煤选煤厂。长平矿选煤厂采用原煤检查性手选,块煤重介浅槽排矸,末煤有压二产品重介旋流排矸,粗煤泥螺旋分选,细煤泥浓缩压滤回收的工艺流程。洗选系统采用钢结

构的联合建筑形式,应用模块化理念进行设计<sup>[1]</sup>。

## 1 煤质特征

长平矿井主要可采煤层为 3 号煤层,煤层可采厚度为 3.18 ~ 5.95 m,平均 4.6 m。3 号煤层煤质特征见表 1。3 号煤层的煤质特征可概括为低中灰、特低硫、低磷、高发热量的贫煤和无烟煤。

表 1 3 号煤层煤质特征

	工业分析						黏结指数	
	$M_{ad}/\%$	$A_d/\%$	$V_{daf}/\%$	$S_{t,d}/\%$	$P_d/\%$	$Q_{b,d}/(MJ \cdot kg^{-1})$	$G_{R,I}$	
原煤	1.01 - 3.55 1.79	15.51 - 21.10 17.98	11.18 - 12.41 11.05	0.35 - 0.47 0.40	—	27.83 - 29.61 28.71	—	
精煤	0.51 - 1.62 1.06	6.96 - 9.18 8.22	8.82 - 10.98 9.77	0.35 - 0.54 0.41	0.0093 - 0.055 0.032	—	0	
元素分析(精煤)/%				煤灰成分分析(原煤)/%			精煤回收率/%	煤类
$\omega(C_{daf})$	$\omega(H_{daf})$	$\omega(O_{daf})$	$\omega(N_{daf})$	$Fe_2O_3 + CaO + MgO + K_2O + Na_2O$	$SiO_2 + Al_2O_3 + TiO_2$	ST/°C		
91.33 - 91.841 91.631	3.82 - 4.00 3.88	2.53 - 2.64 2.60	1.44 - 1.56 1.50	9.44 - 15.40 12.42	76.81 - 77.70 77.26	>1390	33.57 - 66.76 64.47	PM、WY3

注:表中分数为  $\frac{\text{最小值} - \text{最大值}}{\text{平均值}}$ 。

## 2 产品结构

长平矿选煤厂选煤方法为分级重介质分选,选

后产品主要有洗中块、洗小块、洗末煤、洗粒煤和筛末煤。选后产品特点与用途见表 2。

表 2 选后产品特点及用途

产品	粒度/mm	$A_d/\%$	$M_t/\%$	用途
洗中块	100 ~ 25	$\leq 14$	$\leq 8$	化工用煤,供化肥厂制造合成氨
洗小块	25 ~ 13	$\leq 14$	$\leq 8$	化工用煤,供化肥厂制造合成氨,部分用于有色冶炼行业
洗末煤	13 ~ 0	$\leq 11$	$\leq 10$	冶金用煤,主要用作高炉喷吹用煤或制造碳素材料、钢铁冶金的烧结矿
洗粒煤	13 ~ 6	$\leq 16$	$\leq 10$	与焦炭配合使用生产电石或做立窑烧制水泥的燃料
筛末煤	13 ~ 0	$\leq 26$	$\leq 8$	动力用煤

## 3 选煤流程及工艺布置

### 3.1 合理灵活的工艺流程

根据煤质特征、产品结构等基础资料和确定的相关设计原则,在对煤质数据进行详细分析和对可能工艺方案综合比较预测基础上,设计块煤和末煤分别入选,采用重介质选煤方法,分级粒度为 13 mm,入选上限为 100 mm,下限为 0.1 mm。

经过几十年的生产实践和科学研究,重介质选煤技术以分选效率高,分选粒度及密度范围宽,工艺操作简单、调节方便,易于实现自动化控制等优点成为目前山西选煤厂技术改造和新建选煤厂的

首选工艺<sup>[2]</sup>。在第一定粒度范围内,螺旋分选机在较高分选密度时分选精度高,分选下限低<sup>[3]</sup>,根据用户对产品质量的要求及市场分析,结合该地区同类型选煤厂生产实践,采用块煤(100 ~ 13 mm)重介浅槽分选,末煤(13 ~ 1 mm)有压二产品重介旋流器分选,粗煤泥(1.0 ~ 0.1 mm)螺旋分选,细煤泥(0.1 ~ 0 mm)浓缩压滤回收的联合工艺。末煤入选比例可调,可以实现全部入选、部分入选或不入选。

原煤经过除铁器除铁后进行预先筛分,筛孔孔径为 100 mm, +100mm 块煤经检查性手选后破碎至 -100 mm 与筛下物汇集后由分级筛进行 13 mm 干法分级,100 ~ 13 mm 块煤和 13 ~ 0 mm 末煤分别

进行洗选。100 ~ 13 mm 块原煤进入块煤分选系统,经 13 mm 脱泥筛脱泥后进入重介浅槽分选。分选后的洗块煤经脱水脱介后再分级为 100 ~ 25 mm 洗中块和 25 ~ 13 mm 洗小块。13 ~ 0 mm 末原煤进入末煤分选系统,经末煤脱泥筛进行 1 mm 脱泥,块煤脱泥筛筛下水也进入末煤脱泥筛,脱泥后 13 ~ 1 mm 末煤进入重介旋流分选系统进行分选。分选后的末精煤脱水脱介后,13 ~ 8 mm 作为洗粒煤,而 8 ~ 1 mm 再采用离心脱水机二次脱水作为洗末煤产品,末矸石脱水脱介后,13 ~ 8 mm 洗粒矸可作为块矸石,也可直接掺入旁路的末原煤中作为筛末煤产品,而 8 ~ 0 mm 直接作为末矸石。块煤脱泥筛筛下水在末煤系统开车时打入末煤脱泥筛,当末煤系统不开车时,打至螺旋矸石脱水筛,回收末煤作为筛末煤产品。末煤脱泥筛筛下水进入煤泥水系统,经分级旋流器分级后,底流(1.0 ~ 0.1 mm)采用螺旋分选机分选,分选后的精煤经过浓缩后,由离心机脱水后掺入末精煤产品中,尾煤经过浓缩后,由螺旋矸石脱水筛脱水后掺入末矸石或筛末煤中。分级旋流器溢流(0.1 ~ 0 mm)进入浓缩机处理。浓缩机底流采用压滤机脱水,煤泥可以掺入末原煤,也可以单独落地,经过烘干后掺入末原煤。

洗选系统灵活,生产工艺成熟、先进,精煤回收率高,产品结构搭配灵活,对市场多元化需求适应性强。

### 3.2 简洁完善的工艺布置

长平矿选煤厂布置受当地地形与开采条件的制约,以长平煤矿为中心分为东、西两块。西面山上为生产指挥中心及生产系统,东面则是原煤准备和产品装车,两地直线相距约 1.8 km,由原煤带式输送机栈桥及产品煤带式输送机地道联接为一个整体。设计采用新技术、新结构、新材料,力争将长平矿选煤厂建设成一个以市场为导向,以经济效益为中心的现代化选煤厂。

1) 选用香蕉筛,手选带和 MMD 筛分破碎机的方式处理矿井毛煤。主井毛煤直接进入原煤准备车间处理,一旦原煤准备车间出现故障,将影响矿井的正常生产,因此原煤准备车间设置为双系统,一开一备。设计配置有除铁器,能更好的清除煤中杂铁,消除后续流程设备的故障隐患<sup>[4]</sup>。

2) 采用设置缓冲仓(溢流煤仓)、安装定量给煤设备或定量配煤系统等方式来保证原料煤的均衡供给,不但可保证系统设备稳定、可靠地运行,也能

保证洗选效果和产品质量<sup>[5]</sup>。

3) 随着采煤技术的发展以及用户对煤质要求的提高,单一用于储存原煤的储煤场已不能适应市场,在大型或特大型选煤厂中设置均质混煤场是十分必要的<sup>[6]</sup>。原煤储煤场内布置有一台圆形均质混匀堆取料机,储煤场储煤能力为  $10^5$  t。本类型堆取料机中堆料机采用定点堆料方法,将物料堆积在料仓内完成堆料作业。堆料机采用悬臂式带式输送机堆料,并通过液压油缸的伸缩达到俯仰功能,对块煤防碎有良好效果。取料机采用门架式单刮板取料机,门架一端设在中心柱处,另一端支撑在环形轨道上。通过门架的回转实现刮板取料机 330° 回转取料。与常规的条形储煤场及设备相比,其储存物料量大,占地面积小,场地的利用率高,污染低。另外,由于圆形料场物料的供给点在其中心,堆取料设备都是围绕定心工作,可实现全自动作业。

4) 原煤 13 mm 的干法分级布置在分级车间,湿法脱泥布置在主厂方块煤系统内,干法湿法分级进行分离布置。当原煤分级筛等质量和噪音都相对较大的设备放在模块的最上层时,尽管采取完善的除尘措施,但由于是原煤分级,不可避免地造成厂房内的噪音和煤尘污染,而且这样布置增加了主厂房的高度。从长远考虑,无论从环保和生产管理上,在主厂房外进行干法分级要优越得多。

5) 主厂房采用模块化设计理念,各分选单元独立设置,提升场地大,设备检修和更换方便,生产操作方便易行、灵活性强、投资有效利用率高。块煤系统和末煤系统设置相对独立的重介悬浮液系统,有利于悬浮液密度的稳定与控制,便于生产管理。

6) 当浓缩机出现故障或正常检查需要排空时,可通过浓缩机下的放料阀直接放入浓缩机正下方的事故池。浓缩机与事故池为重叠式布置,通过事故池中的返回水泵可随时将池中煤泥重新给入浓缩机中。

7) 影响动力煤选煤厂经济效益的指标除了灰、水、硫含量及发热量外,块煤产率的大小也是一个十分重要的因素<sup>[7]</sup>。在运输环节中的转载点和圆筒仓采用新型模块式螺旋溜槽,同时煤流减少落差,溜槽内设置集料箱等方式,减少了块煤产品产率的损失,保证了块煤产品限下率。块精煤产品分级选择在进入产品装车仓之前,确保块煤产品限下

率,也避免了在仓上分级对建筑结构的影响。

8) 为了提高装车速度和准确度,引进了快速定量装车系统。该系统配备有配煤和自动采样功能,以及完整的数据采集系统及微处理机称重控制系统,具有工作稳定可靠、称重精度高、装车速度快的特点<sup>[8]</sup>。定量装车站可实现装车能力 5000 t/h,称量精度为  $\pm 50$  kg,采用半自动/手动控制方式,缓冲仓容量 500 t,称量仓容量 100 t,设置有一套自动采、制样系统,满足电气化铁路线装车要求。

9) 选煤厂在原煤和产品运输环节设置有电子皮带秤和在线灰分仪,可以实现在线数量质量检测。同时利用动力配煤工程,确保产品质量,提高产品产率,有效增强了产品市场竞争力<sup>[5]</sup>。

10) 选煤厂块精煤和末精煤产品均选用圆筒仓,在山上场地设置储存仓,在山下场地设置装车

仓,有效保证生产和销售的不均衡性,并且在场地预留有扩建条件。

#### 4 设备选型

设备选型具有适应性强、技术先进、性能可靠、整体配套、高效低耗、可操作性强的特点。主要设备或其关键部位选择世界知名的矿物加工设备,且在国内经过较长时间运行考验,包括重介浅槽分选机、旋流器、螺旋分选机、破碎机、筛分机、离心机、絮凝剂添加系统、磁选机、浓缩机、压滤机、装车站的电控和液压系统、带式输送机减速器等设备。其余设备均采用经生产实践考验并经国家鉴定过的国内先进设备,如堆取料机、渣浆泵、带式输送机、刮板输送机、电动机和起重机等设备。长平矿选煤厂主要设备选型见表 3。

表 3 长平矿选煤厂主要设备选型

名称	规格	台数
原煤分级筛 1	3.0 mm × 6.1 mm 单层香蕉筛,筛孔 100 mm	2
原煤破碎机	MMD500 标准型分级破碎机,排料 ≤ 100 mm	2
堆取料机	CSR1500/750.100 φ100 m	1
原煤分级筛 2	4.3 mm × 7.3 mm 单层香蕉筛,筛孔 13 mm	1
块原煤分级脱泥筛	3.6 mm × 4.8 mm 单层香蕉筛,筛孔 13 mm	1
块煤重介分选槽	T18054 入料段宽 5.4 m,刮板宽 1.37 m	1
块精煤脱介脱水筛	3.6 mm × 7.3 mm 单层香蕉筛,筛孔 2 mm	1
块矸石脱介脱水筛	1.8 mm × 6.1 mm 单层香蕉筛,筛孔 2 mm	1
块煤磁选机	φ914 × 2972 单滚筒	1
末煤脱泥筛	3.6 mm × 6.1 mm 单层香蕉筛,筛孔 1 mm	1
末煤重介旋流器	φ1300 mm 有压两产品重介旋流器	1
末精煤脱介脱水筛	3.6 mm × 7.3 mm 双层香蕉筛,筛孔上层 8/下层 1 mm	1
末精煤离心机	φ1400 卧式振动离心机	2
末矸石脱介脱水筛	2.4 mm × 6.1 mm 双层香蕉筛,筛孔上层 8/下层 1 mm	1
末煤磁选机	φ914 × 2972 双滚筒,背靠背	1
分级旋流器	φ380 mm × 12	1
螺旋分选机	3 头 4 转煤用分选机,每组 24 头	2
螺旋产品旋流器	φ450 mm × 2	1
煤泥离心机	φ1000 卧式刮刀离心机	2
螺旋矸石旋流器	φ380 mm × 1	1
螺旋矸石脱水筛	2.4 mm × 4.8 mm 直线振动筛,筛孔 0.75 mm	1
煤泥浓缩机	φ26 m 高效浓缩机,中心传动、自动提耙	1
压滤机	40 N 1516/12000 隔膜压滤机, $F = 426$ m <sup>2</sup>	4
煤泥破碎机	PN - 800 - 00	1
块煤分级筛	3061 双层香蕉筛,筛孔上层 25 mm,下层 13 mm	2
快速装车站	单塔单线火车定量快速装车站, $Q = 5000$ t/h	1

## 5 电气、建筑物设计和环保措施

### 5.1 自动化的控制系统

长平矿选煤厂工程电气系统由一个开放的实

时多任务计算机监控系统、MCC 和变频调速器、现场仪表/传感器以及其他电器设备组成,控制系统可扩展。

根据选煤厂工艺系统及各系统分布情况,即各

子系统分布距离大,且控制任务复杂。故将生产过程的控制采用分布式 PLC 控制系统,主厂房作为控制主站,外围系统作为远程 I/O 控制分站,与控制主站以总线通讯的方式相连。设备控制采取就近的原则。系统中操作台、上位机监控机设在主厂房的控制室内;控制主机安装在主厂房低压配电室 MCC 内。监控计算机同 PLC 之间采用高速工业以太网通讯,通讯速率为 100 MB/s,通讯介质是超五类双绞线;设备控制采取就近的原则即远程 I/O 分站安装在各车间的 MCC 中,分站与控制主站之间通过总线进行数据采集与交换,通讯介质采用光缆,以实现全厂工艺生产设备的监控<sup>[9]</sup>。

长平矿选煤厂的分布式 PLC 控制系统采用 PAC Systems RX3i 可编程自动化控制器和工业以太网、光纤通信技术相结合,与传统的控制系统相比,该系统具有很强的可靠性、灵活性、开放性和安全性,大大提升了控制系统在工厂网络上的通讯性能。

## 5.2 新材料新技术的建筑物设计

模块式主厂房的厂房外围为轻钢门架结构,内部空间开敞,可以布置贯通整个厂房的起重机,方便设备检修及维护。厂房门架钢结构及内部模块钢结构各构件均工厂化制作,加工精度高,现场全螺栓组装,施工受季节影响小,施工工期短。模块结构布置灵活,所有振动设备支座布置在钢柱上,支承结构与主模块脱开,有效避免了设备运行引起的结构共振。模块结构均按结构的动力计算和固有频率设计,设备工作频率不会与振源层和受振层发生共振,工作人员视觉作业、舒适性均感觉良好。模块厂房底层设有集水坑,厂内的跑冒滴漏水和生产系统的清扫水可集于此。模块基础采用整板基础,不会产生沉降和变形,方便业主的生产和管理。模块化选煤厂遵循以人为本的设计理念,始终将操作者和管理者的感受放在第一位。各模块之间均设置联系平台,所有主厂房内楼梯角度均为 35°,交通便捷。

总之,模块式厂房设计紧跟时代发展潮流,是选煤工业随科技进步而发展的重要表现,必将产生可观的经济效益<sup>[10]</sup>。

## 5.3 健全的环保措施

选煤厂生产过程产生的煤泥水采用洗水闭路循环、煤泥厂内回收的工艺流程,在设计上达到洗水不外排的要求。在设备选型时选用了辐射噪声小、振动小的先进设备。选用新型模块式螺旋溜

槽,减少了溜槽落差,对于冲击噪声较大的溜槽铺设橡胶垫,从而减弱钢板的噪声。原煤储存采用加盖密闭式原煤储煤场储煤,避免了煤尘外逸。

## 6 结 语

2010-12-28,长平矿井 300 万 t/a 技术改造项目顺利通过验收。到目前为止,选煤厂的各种产品质量全部合格,生产能力及各项经济技术指标均达到设计要求。长平矿选煤厂顺利投入运行与高质量的设计分不开。长平矿选煤厂系统各个环节相互配套、协调,实现全系统的整体高效运行。选煤方法和工艺流程先进合理,产品结构调整灵活,主要机电设备达到国际先进水平,厂区布置功能分工明确,工艺系统布置合理高效,自动化程度高,新材料新技术在选煤厂中广泛应用,环保措施完善。整个设计具有“设计合理、技术先进、系统可靠、整体配套、管理方便、效益优先”的特点,对其他类似选煤厂的设计具有很好的借鉴作用。

### 参考文献:

- [1] 张峻彦. 赵庄选煤厂的工艺设计及工程实践[J]. 山西焦煤科技, 2007(3): 27-30.
- [2] 孔令同, 韩智慧, 徐宏祥. 山西省选煤工艺的研究与思考[J]. 洁净煤技术, 2010, 16(1): 21-24.
- [3] 韩恒旺, 李炳才, 訾涛, 等. 粗煤泥分选设备及分选工艺研究[J]. 洁净煤技术, 2011, 17(2): 12-14.
- [4] 杨军伟, 李桂华, 李红旭. 煤炭矿山大中型除铁器的选型与应用[J]. 洁净煤技术, 2011, 17(2): 18-20.
- [5] 李振涛, 张新民, 陈恒. 浅谈大型无烟煤选煤厂的设计与改造[J]. 选煤技术, 2008(5): 67-69.
- [6] 陈子彤. 圆形均质混煤场在选煤厂设计中的应用[J]. 煤炭加工与综合利用, 1993(4): 9-12.
- [7] 郭金山, 郑挪成, 李德春. 块煤防碎的新方法[J]. 煤炭加工与综合利用, 2000(5): 16-17.
- [8] 张峻彦, 许文科. 快速定量装车系统在赵庄矿选煤厂的应用[J]. 山西焦煤科技, 2007(7): 39-41.
- [9] 可雪杰. 长平选煤厂分布式控制系统的设计[J]. 煤炭加工与综合利用, 2011(4): 33-35.
- [10] 王志辉, 杨建勋, 王举龙, 等. 模块式结构设计在阳光选煤二厂的应用[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(2): 13-16.