



数字化助力铁区精细化管理

天津荣程祥泰投资控股集团

张学启 陆明春

2020年4月17日

提纲

01 什么是智能制造？

02 荣程集团的智慧工厂建设

03 数字化赋能铁区精细化管理

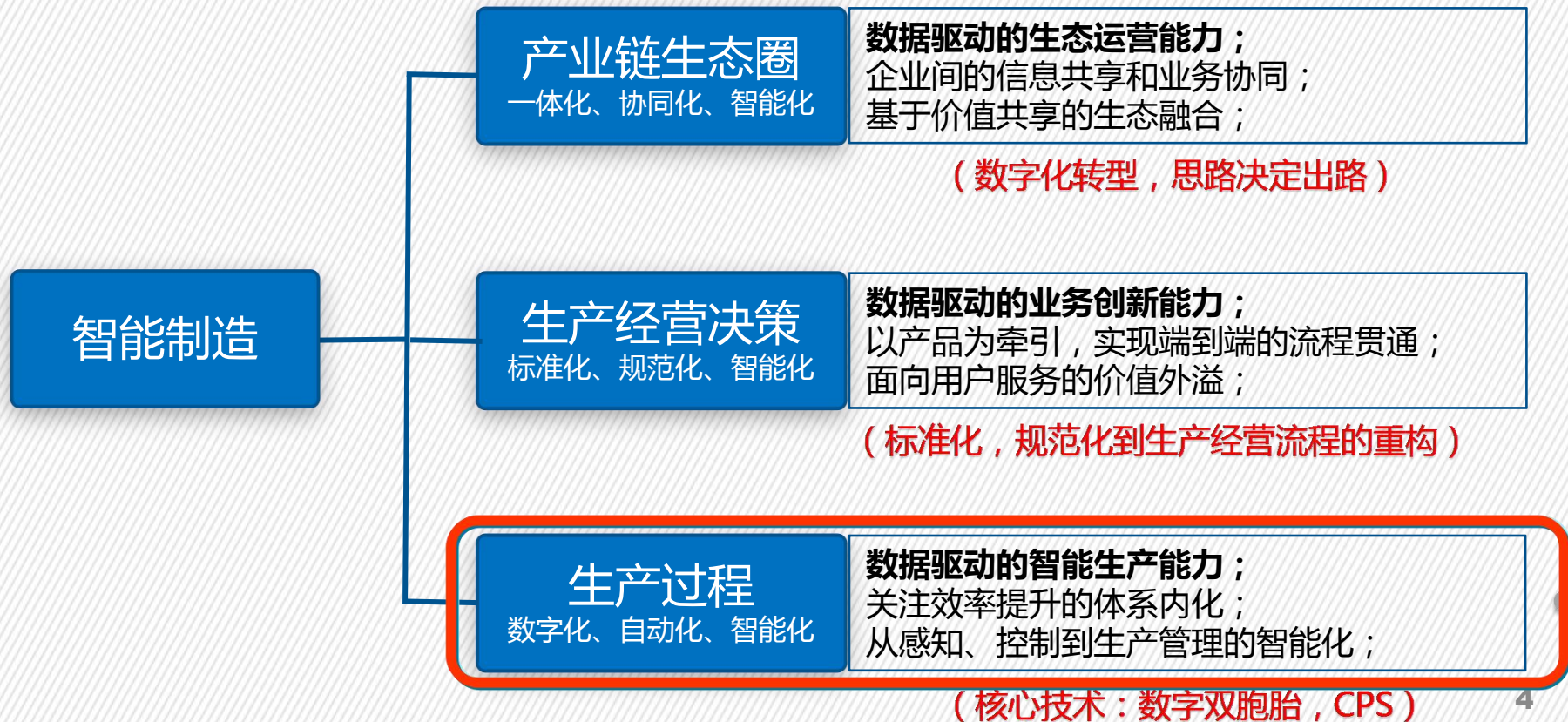


1

什么智能制造？



什么是智能制造？

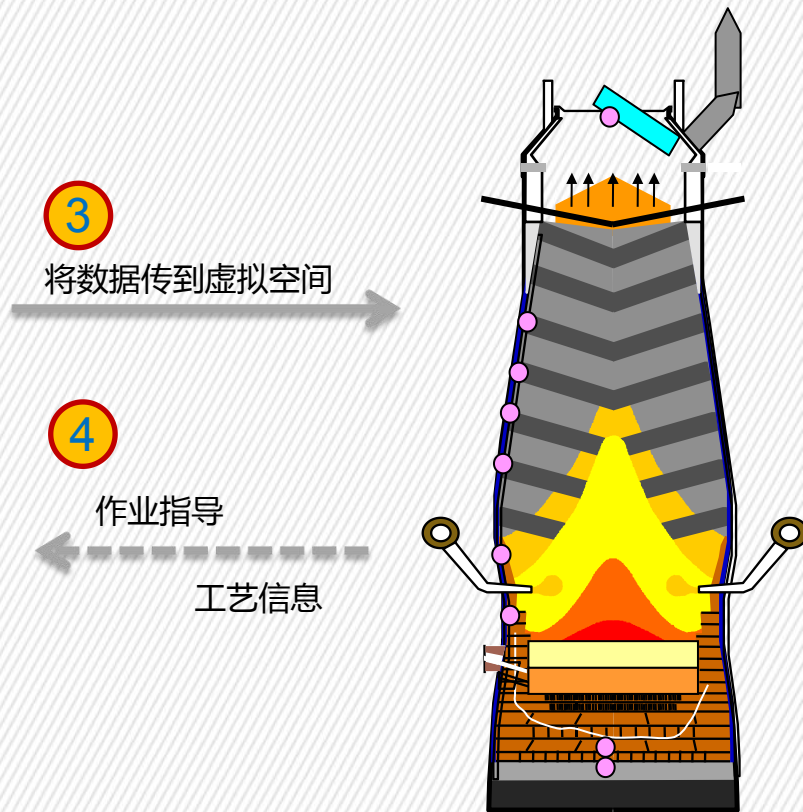




数字双胞胎_高炉_工序



① 真实空间（高炉）



② 虚拟空间（仿真高炉）



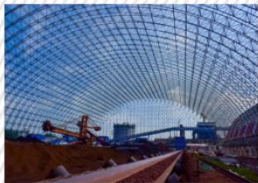
数字双胞胎_产线

烧结生产可视化



- BTP温度监控
- 料层温度模拟
- 环冷温度降模拟
- 加水控制

原料生产可视化



- 3D数字化料场

智能化改造后

高炉生产可视化

布料模拟

- 料面形状模拟
- 边缘矿焦比计算
- 平台矿焦比计算

炉内冶炼数字化

- 料面跟踪
- 冶炼周期计算

炉体3D监控

- 炉体温度3D显示
- 冷却水3D显示

炉体安全预警

- 炉体水温差预警监控
- 冷却设备诊断与管理
- 数据趋势分析

炉喉可视化

炉体可视化



软熔带模拟

软熔带模拟

- 软熔带形状模拟
- 软熔带顶部位置模拟
- 软熔带根部位置模拟

煤气流速模拟

- 边缘煤气流速
- 中心煤气流速

炉缸可视化

炉缸侵蚀3D监控

- 侵蚀线绘制
- 温度场绘制

炉缸渣铁液面3D显示

- 渣铁液面实时计算
- 一键出铁



基于数字双胞胎的全流程质量管理

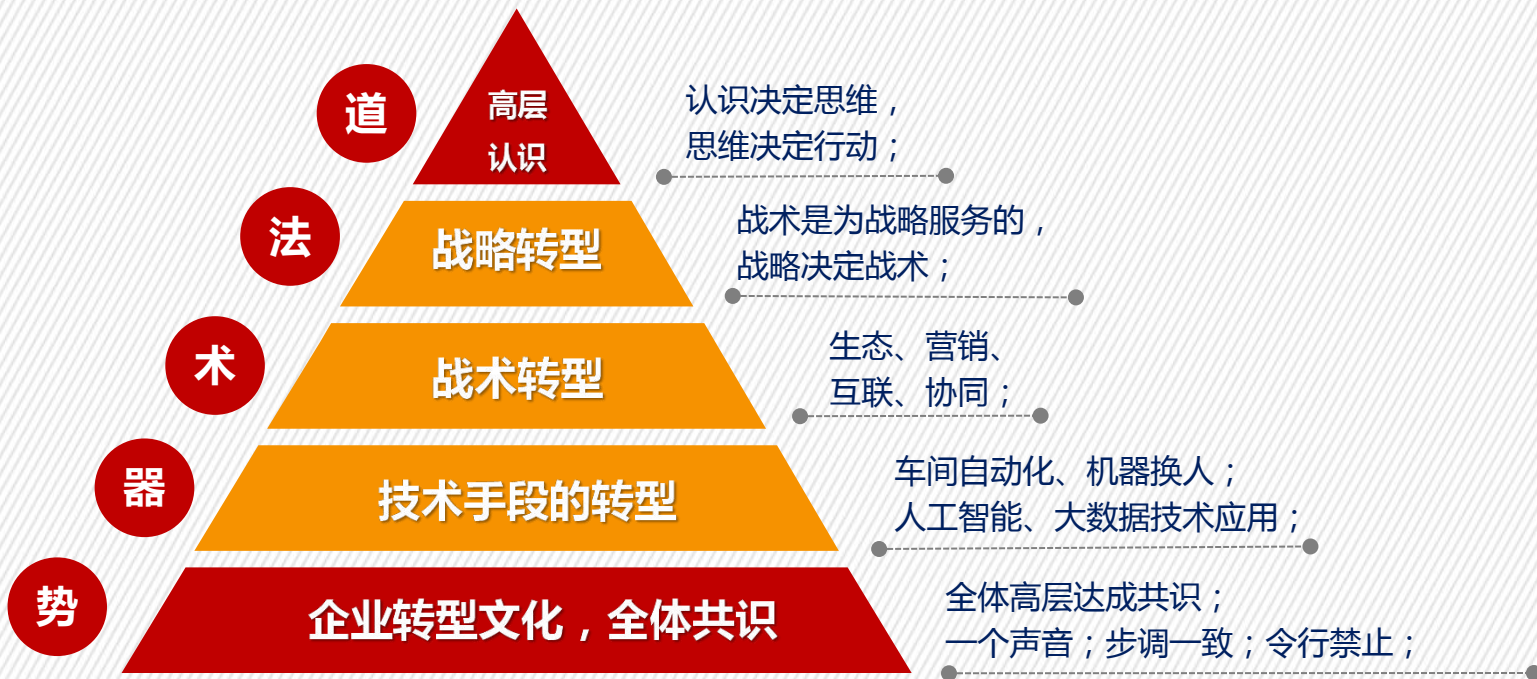


- **过程质量管理**：通过全过程质量精细化管理以及质量相关参数预测，降低事后的质量异议，实现质量溯源。
- **质量提升**：通过大数据分析，挖掘影响质量的因素，改进冶金规程和操作规程。

基于数字双胞胎的质量管控平台



智能制造，首先是思维的转变





智慧工厂——从数字化到自动化到智能化





小结

智能制造，本质是利用新的技术手段（大数据，人工智能等）延伸和取代人类专家的脑力劳动。并进行高度集成化，以实现整体最优。

智能制造不仅仅是新技术的应用，更是思想的转变，如果没有思想的转变，智慧工厂的建设只会流于形式；



2 荣程集团智慧工厂建设



铁区智能化建设目标—以高炉稳定高效为核心的多目标优化

问题

解决方法

1) 铁区生产复杂度高；

- 高炉冶炼受原料和操作上百项因素耦合影响；
- 非线性，大滞后，分析和控制难度大；
- 传统的工艺模型，专家系统只解决单工序问题；

2) 传统的信息系统存在数据孤岛，算力不足问题；

- 传统信息系统按系统功能划分若干个独立的系统；
- 每个系统无法支撑各工序间数据和信息的高速融合与耦合计算；

3) 基于工序和产线分散设置控制室；

- 铁区独立、分散的30多个操作室；

4) 按工序设置的垂直管理模式；

- 功能分立，信息不畅，严重影响组织效率和生产效率；
- 根深蒂固；

1) 建设“人机料法环”全面数字化；

- 全面采集数据；

2) 建设大数据平台；

- 工业互联网技术的大数据平台；

3) 大数据挖掘和分析；

- “数据+知识”建模；
- 多工序协同、实时优化模型；

4) 扁平化一体化铁区智能优化决策管控模式

- 技术维度和管理维度支撑扁平平台；
- 从单元智能化，向铁区全局智能化；



“人机料法环”的数字化



梳理各岗位作业标准，制定作业指令；交接班标准；
通过移动APP，实现铁区各操作岗位“人”的数字化。——手机岗位化。



1. 设备数字化；2. 机理数字化；两方面融合；
并通过机器视觉、智能感知相结合；



1. 质；2. 量；两个维度，以时间为轴线进行跟踪；
100多种物料；



将工艺规范、操作规程标准化、数据化；
实现操作在线监控；通过大数据分析，优化生产操作和决策；



1. 对高炉原料质量有重要影响的大气环境因素进行监测，建立环境数据与
生产数据耦合的关联分析；2. 各危险源点的监测与报警；



铁区智能化建设目标—以高炉稳定高效为核心的多目标优化

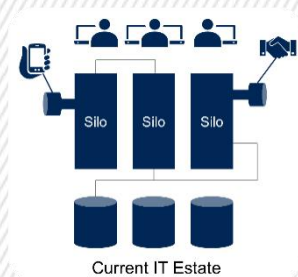
人

机

料

法

环



多目标优化平台

20多万点数据采集；
20多个决策优化模型；



- 吨铁成本降低20元；
- 燃料比平均降低10kg/tHM；
- CO₂排放减少13.2万吨/年；
- 人均劳产率提高500吨/人年；

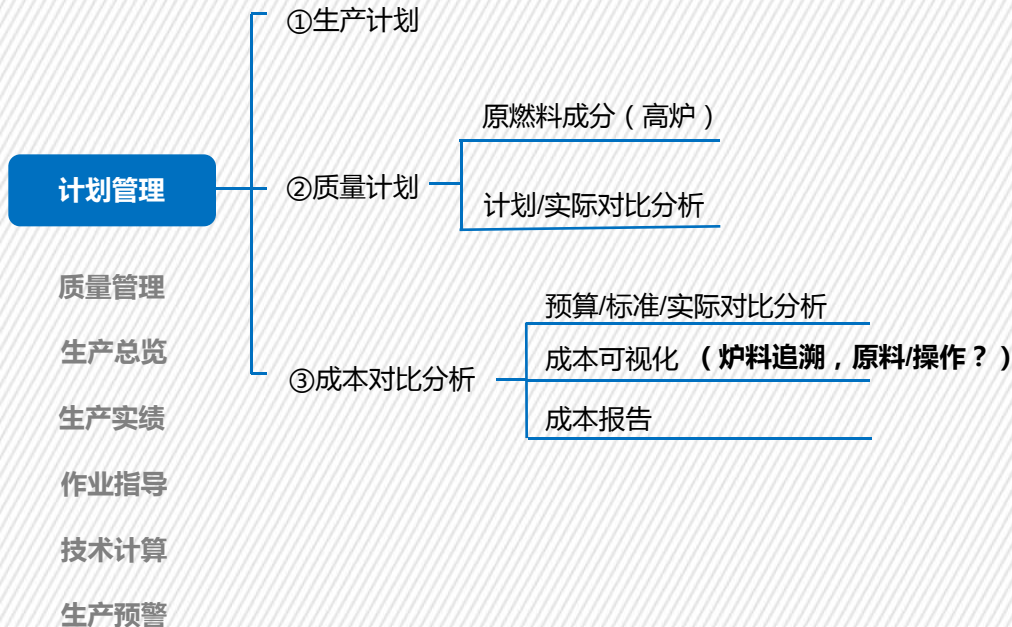
3

数字化赋能的 铁区精细化管理





数字化赋能的铁区精细化管理





增加了检化验频次——成分追踪到批

2020-11-22

2020-11-23

查询

混匀矿成分

TFe

CaO

SiO₂

MgO

Al₂O₃

S

TFe %



混匀矿成分变化趋势

日期	CaO实绩	SiO ₂ 实绩	近3批平均CaO	近3批平均SiO ₂
11-23 05	0.15	4.56	0.14	4.55
11-23 02	0.15	4.56	0.14	4.55
11-23 01	0.15	4.56	0.14	4.55
11-23 00	0.15	4.56	0.14	4.55

烧结矿实测成分

TFe

FeO

CaO

SiO₂

R

镁铝比

铝硅比

S

TFe %



烧结矿成分预测

TFe

FeO

CaO

SiO₂

R

镁铝比

铝硅比

S

当前值 预估值



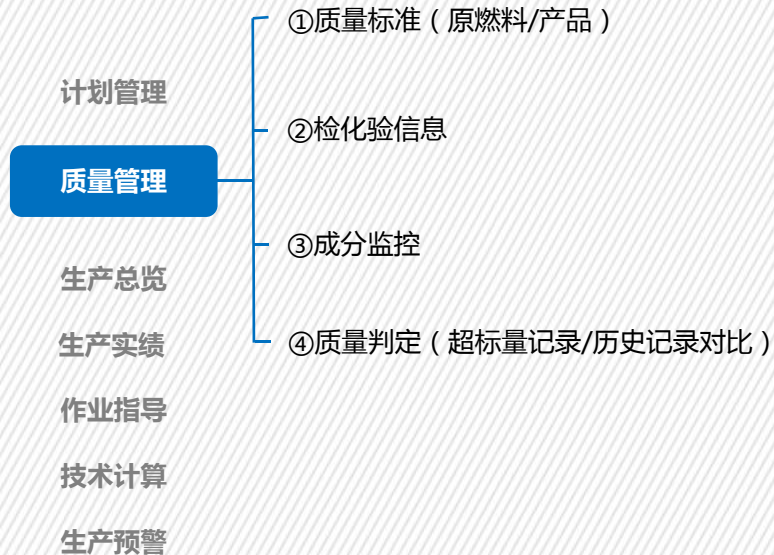
料仓正在使用物料

配置

日期	堆号	混匀矿	白云石	石灰石	生石灰	燃料	冷返矿	原因选择	原因描述	操作人	操作
11-23 13	791	50.52	8.30	3.50	0	3.68	32.00				修改
11-23 12	791	50.52	8.30	3.50	0	3.68	32.00				修改

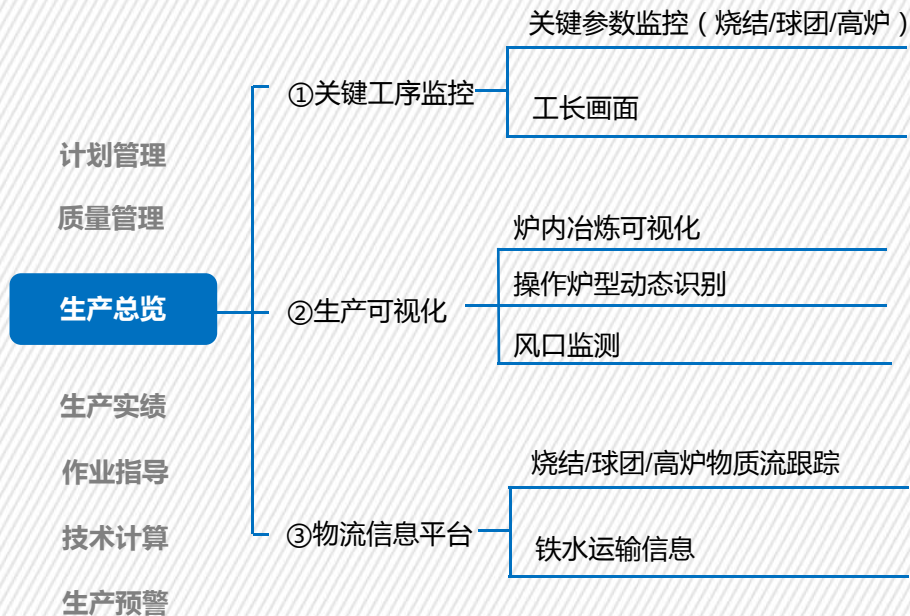


数字化赋能的铁区精细化管理





数字化赋能的铁区精细化管理





操作炉型动态识别

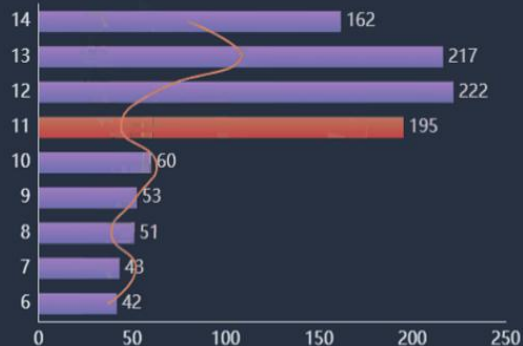
炉缸侵蚀

操作炉型

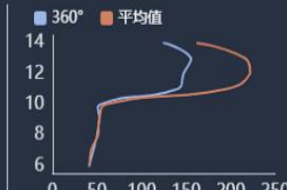
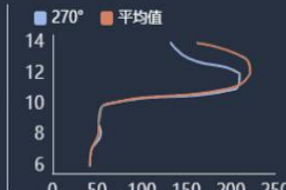
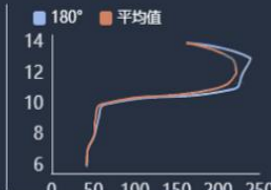
本体温度监控

水温差监控

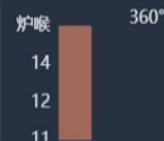
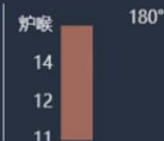
操作炉型



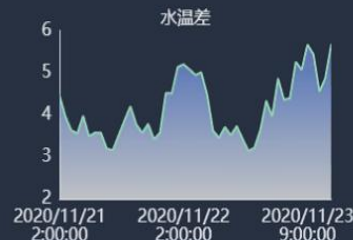
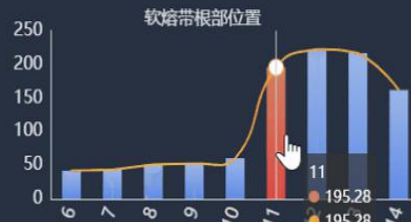
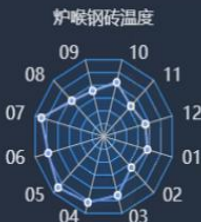
各方向操作炉型



渣皮预测模型



气流分布



参数

历史最佳

当前

煤气利用率 41.92 45.72

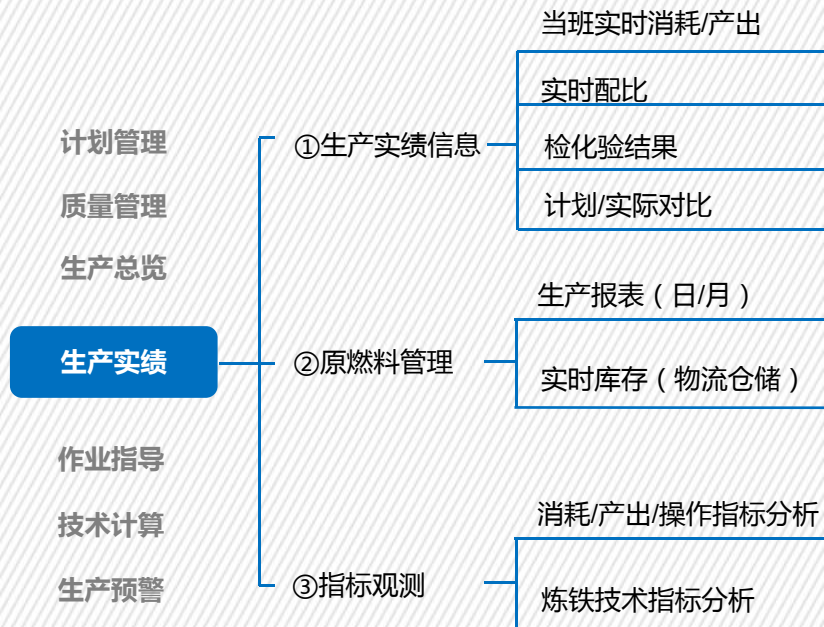
透气性指数 0 34

喷煤量 30.23 39.22

风温 1146 1189

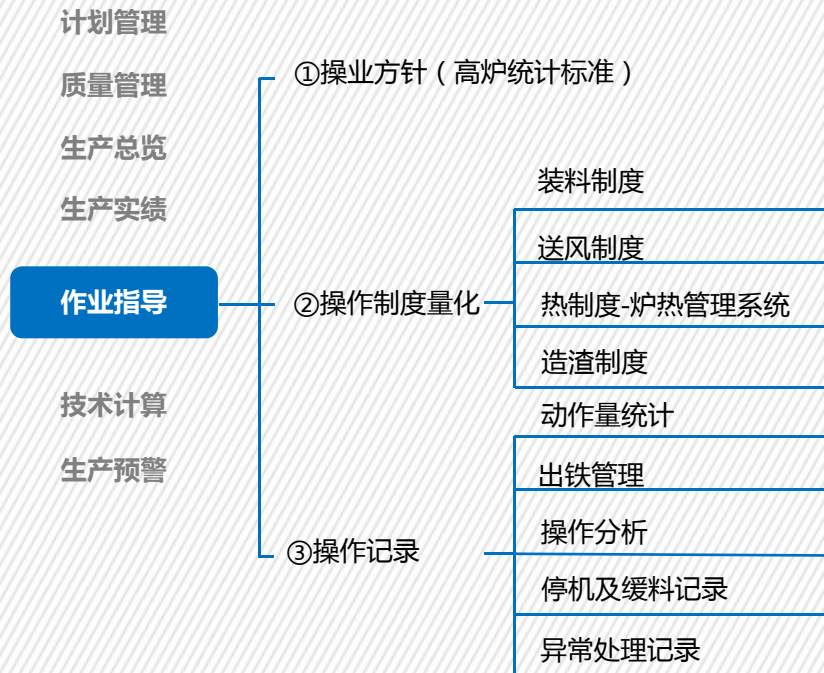


数字化赋能的铁区精细化管理





数字化赋能的铁区精细化管理





数字化赋能的铁区精细化管理

计划管理

质量管理

生产总览

生产实绩

作业指导

技术计算

生产预警

①一体化配料

一次配料计算

二次配料计算

高炉配料计算

②高炉布料计算及优化





一体化的配料优化

一体化计算

库存引入: ☐

计划用料时间: 2021-04-14 16:08:05

2021-04-15 16:08:05

大数据约束配置

日产量计划: 烧结矿 0

球团矿 0

高炉 0

配料目标配置: ☐ 铁水成本最优 ☐ 产量最优 ☐ 质量最优

计算

高炉配料

除尘设定

燃料设定

固定成本设定

指定品种

自动约束

参数设置

+	Fe	SiO2	Al2O3	MgO	P	S	Loi	H2O	TiO2	Price	上限
PB铁块	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
上限	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
下限	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
入炉料	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

渣Al2O3 x	R2 x	S负荷 x
请输入上限	请输入上限	请输入上限
请输入下限	请输入下限	请输入下限
烧结1 x	烧结2 x	烧结3 x
请输入上限	请输入上限	请输入上限
请输入下限	请输入下限	请输入下限

烧结配料

固定成本设定

指定品种

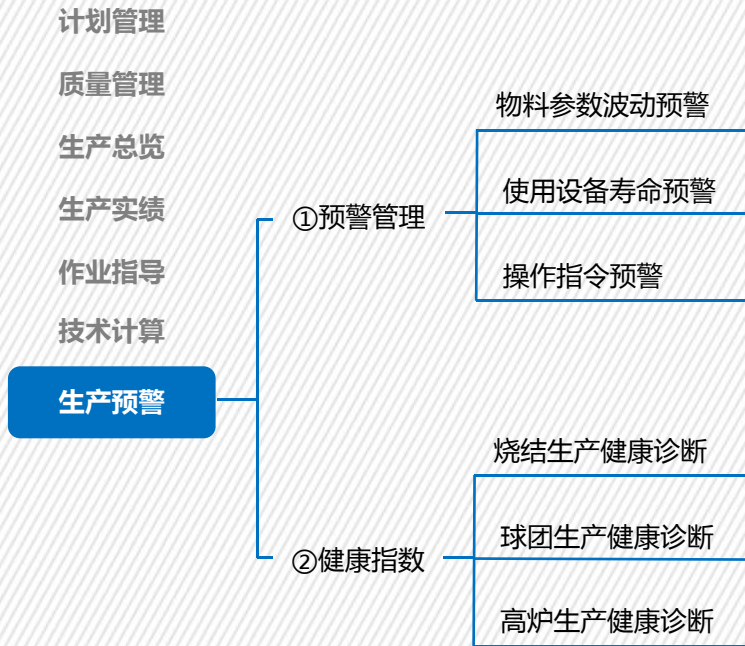
参数设置

+	Fe	SiO2	Al2O3	MgO	P	S	Loi	H2O	TiO2	Price	上限
PB铁块	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
上限	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
下限	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

渣Al2O3 x	R2 x	S负荷 x
请输入上限	请输入上限	请输入上限
请输入下限	请输入下限	请输入下限
烧结1 x	烧结2 x	烧结3 x
请输入上限	请输入上限	请输入上限



数字化赋能的铁区精细化管理



原料场总览

粉料类



成品库存

混匀矿	喷吹煤	焦炭
1,048,111 t	735,111 t	5,801,111 t
烧结矿	球团	块矿
484,111 t	300,111 t	40,011 t

原料结构



4高炉



5高炉



265烧结



230烧结



球团

- 混匀矿
- 熟料率
- 燃烧
- 生石灰
- 肥煤

4#高炉

89.0

score

5#高炉

89.0

score

230烧结

89.0

score

265烧结

89.0

score

球团

89.0

score

报警

- BFG NODE_23_21 告警值:39.32 流苏超限-高报 2019-05-29 16:16:00 x
- BFG NODE_23_21 告警值:39.32 流苏超限-高报 2019-05-29 16:16:00 x
- BFG NODE_23_21 告警值:39.32 流苏超限-高报 2019-05-29 16:16:00 x
- BFG NODE_23_21 告警值:39.32 流苏超限-高报 2019-05-29 16:16:00 x
- BFG NODE_23_21 告警值:39.32 流苏超限-高报 2019-05-29 16:16:00 x
- BFG NODE_23_21 告警值:39.32 流苏超限-高报 2019-05-29 16:16:00 x



月产量 t

13,600 t -300 ▼

4高炉

12,750

13,600 t -300 ▼

5高炉

12,750

13,600 t -300 ▼

烧结

12,750

13,600 t -300 ▼

球团

12,750

经济指标

焦比/煤比(kg/t)



1#高炉

2#高炉

燃比率(kg/t)



烧结

固体消耗
500kg/t

球团

膨润土单消耗
11kg/t

煤气消耗
500kg/t

技术指标

燃耗



燃耗



燃耗



燃耗



燃耗



质量指标

成分	1高炉	2高炉	成分	烧结	球团
Si	0.72	0.72	TFe	0.72	0.72
S	0.73	0.73	CaO	0.73	0.73
P	0.74	0.78	Al2O3	0.74	0.74
Ti	0.75	0.79	R2	0.75	0.75



谢谢！

天津荣程祥泰投资控股集团

张学启 陆明春

2020年4月17日