



郑州机械研究所有限公司  
Zhengzhou Research Institute of Mechanical Engineering Co. Ltd.



# Development and Application of Digital Casting Expert System

## 数字化铸造专家系统开发与应用

**Speaker: LI Zengli**  
**Date: October 18, 2022**  
**Qingdao, China**

**报告人: 李增利**  
**日期: 2022年10月18日**  
**中国·青岛**

# Contents

## 目录

1

**Introduction**  
引言

2

**Problems and Requirements Analysis**  
问题及需求分析

3

**System Design and Structure**  
系统设计与结构

4

**Function and Use Cases**  
功能及使用案例

5

**Conclusion**  
总结

# 1. Introduction引言



According to the digitalization requirements of metal castings production, with database, logic programming, visualization digital technologies etc., the Digital Casting Expert System has been developed and applied in foundries, realizing knowledge and data digital management, real-time data acquisition, statistics and analysis ability improvement, extracting key information, and expert level decision-making.

针对铸造生产数字化需求，采用数据库、逻辑编程、可视化等技术，开发应用了数字化铸造专家系统，实现了知识和数据数字化管理、数据在线采集、统计分析能力提升、关键信息提取和专家级决策。



## 2. Problems and Requirements Analysis 问题及需求分析



Mainly introduce three foundries (Fa, Fb, Fc) and the problems they encountered in production and management. 主要介绍三家铸造企业及其在生产和管理中遇到的问题。

**Fa: foundry department of a diesel engine manufacturer 某柴油发动机制造企业铸造事业部**

□ **Castings: cylinder blocks and cylinder heads of diesel engine 铸件: 发动机缸体缸盖**

□ **Production Capacity: 80,000 metric tons per year 产能: 8万吨/年**

□ **Production Conditions: robot moulding and continuous pouring 生产条件: 机器人造型、连续浇注**

□ **Software applications: ERP, SPC, numerical simulation software, etc. 软件应用: ERP, SPC, 数值模拟软件等**

□ **Main Problems: casting expert and technical knowledge were not centrally managed, so a large number of production data had not been analyzed in depth to improve production quality 主要问题: 铸造专家和技术知识没有集中管理, 大量的生产数据没有得到深度分析以提高生产质量**



**Automatic Core Assembly  
自动组芯**



## 2. Problems and Requirements Analysis 问题及需求分析



**Fb: foundry department of one research institute, mainly engaged in research and production of wear-resistant, heat-resistant and corrosion-resistant iron castings and steel castings with complex structure**

**某研究所铸造事业部，主要从事复杂结构耐磨、耐热、耐蚀铸铁铸钢件研究与生产**

□ **Production Capacity: 3000 metric tons per year 产能：3000吨/年**

□ **Casting Features: In 2020, Fb produced nearly 120 kinds of cast iron and steel castings about more than 70 material grades, the weight of which ranged from 1.4 kg to 7000kg 铸件特点：2020年，生产将近120余种铸件，超过70个材料牌号，重量从1.4kg到7000kg**

□ **Software Applications: JSCAST, InteCAST 软件应用：JSCAST，华铸CAE模拟软件**

□ **Main Problems: multi material, complex structure and high-quality castings production relies heavily on experts and experience, and manually data records and statistics cannot meet the needs of management and decision-making 主要问题：多材质、复杂结构和高质量铸件生产对专家经验高度依赖，手工数据记录和统计无法满足管理和决策需要**



**Special castings  
特种铸件**

## 2. Problems and Requirements Analysis 问题及需求分析

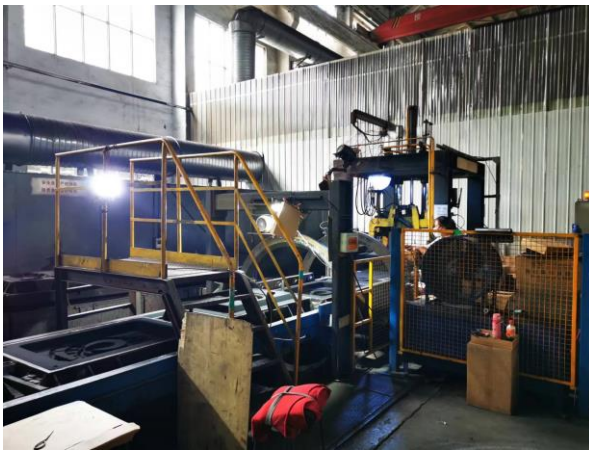


**Fc: a foundry mainly produce ductile iron castings of automobile steering gear box on green sand moulding machines, with casting capacity 60,000 metric tons per year.**

**Fc是主要生产球墨铸铁汽车转向器的铸造厂，采用潮模砂造型线，年产6万吨铸件。**

**With the improvement of the customer request for casting performance, the foundry has conducted research and production on high-strength and high-plasticity ductile iron castings. However, due to the lack of process data collection, management and in-depth analysis, the root-cause of casting quality instability has not been found out for a long time.**

**随着客户对铸件性能要求的提高，进行了高强度高塑性球墨铸铁件的研究和生产，但是由于缺乏数据的采集、管理和深度分析，长时间没有找到新研制铸件质量不稳定问题根源。**



**Automatic Moulding Line**  
自动造型线



**Automatic Pouring Line**  
自动浇注线



**Steering Gear box Castings**  
转向器铸件

# 2. Problems and Requirements Analysis 问题及需求分析

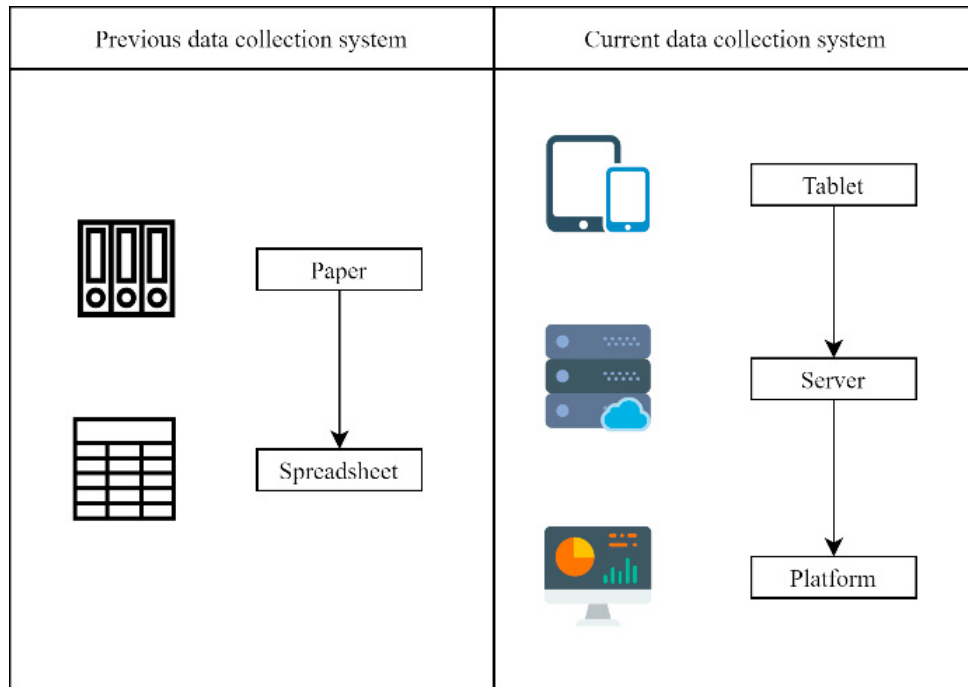


**Requirements: digitalization methods and implements**

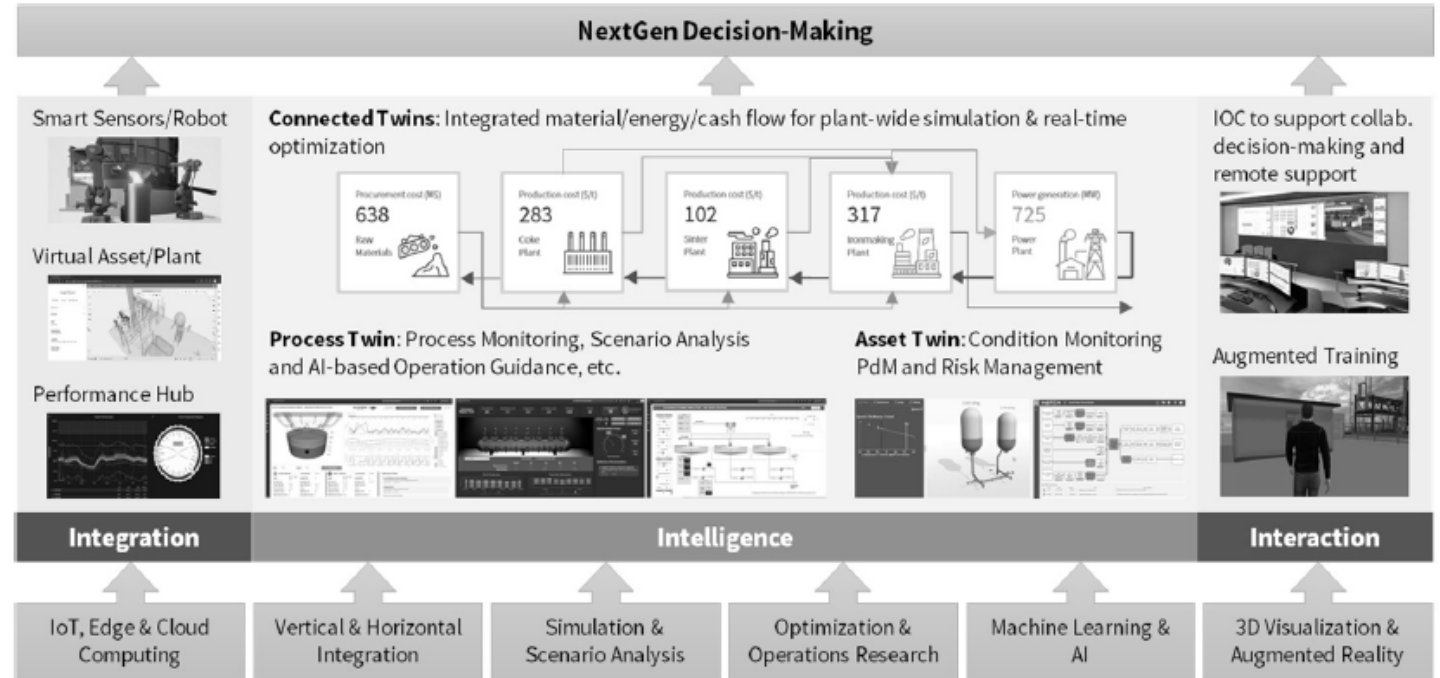
需求：数字化方法及工具

Through digitalization to improve castings quality, production stability and management level is necessary. At the same time, implements and advanced digitalization methods are equally important.

通过数字化提高铸件质量、生产稳定性和管理水平是必要的。同时，工具和先进的数字化方法同样重要。



**Digital Data Acquisition**  
数字化数据采集



**Digital Twins Framework**  
数字孪生框架



# 3. System Design and Structure 系统设计与结构



Centering on castings, with sand casting production process as the main line, by using the database management system, the expert database was established. The expert database consists of the data about casting materials, process design, defects, molds, thermal analysis and production.

以铸件为中心，以铸造生产工艺过程为主线，应用数据库管理系统，建设专家数据库，包括铸造材料、工艺设计、铸造缺陷、模具、热分析和铸件生产等方面的数据。

数字化铸造专家系统

缺陷知识库

已选中 1 项 | 修改 | 删除

缺陷代码: B111

缺陷名称: 气孔

所属类别: 孔洞类

缺陷定义: 气孔是铸件内由气体形成的孔洞类缺陷。其表面一般比较光滑，主要呈梨形、椭圆形、圆形、或针头形。大孔孤立存在，小孔则成群分布。

分布位置: 位于铸件最高浇注位置表层或近表层

形状特征: 孔壁光滑，表面常有氧化色，多呈梨形或椭圆形，小孔呈针状。

原因推测: 1. 砂型、砂芯中挥发物（水分、粘结剂、附加物）含量高；2. 砂型、砂芯透气效果差；3. 铁水浇注温度低。

防止方法: 1. 使用含挥发物少的造型材料；2. 提高砂型、砂芯透气效果；3. 提高铁水浇注温度。

补救措施: 1) 超出验收标准时应报废处理。2) 符合验收规范部位的气孔可采用补焊、焊补等方法维修。

典型图片: [Image 1] [Image 2] [Image 3]

浏览量: 21 | 创建人: | 创建时间: | 最近修改人: 虞寿庭 | 修改时间: 2017-04-13 15:20:08

Casting Defects Expert Knowledge  
铸造缺陷专家知识

数字化铸造专家系统

生产明细

李瑞利

查询类别: 铸件名称 | 请输入关键字 | 生产日期: 本年 | 2022-01-01 | - | 2022-12-31 | 查询

铸件名称	所属类别	铸造编号	订单编号	生产工序	生产日期	件数	单重	总重(kg)
177 右油缸缸耳座	中铁臂架	22-04-10	2022-04-1		2022-09-08	4	100	360
178 右油缸缸耳座	3m试验台炉臂铸件	22-056-04	2022-056	造型	2022-09-08	4	120	360
179 下部油缸耳座	中铁臂架	22-041-03	2022-041	浇注	2022-09-08	4	59	236
180 上部油缸耳座	中铁臂架	22-041-09	2022-041		2022-09-08	4	18	72
181 开式半齿轮	煤化工炉器	22-048-01	2022-048		2022-09-08	1	2346	2346
182 大臂连接座	中铁臂架	22-055-01	2022-055		2022-09-08	6	374	2244
183 上部油缸耳座	中铁臂架	22-041-09	2022-041	清理	2022-09-07	28	18	504
184 下部油缸耳座	中铁臂架	22-041-03	2022-041		2022-09-07	20	59	1180
185 支撑油缸耳座ZT023	中铁臂架	22-051-03	2022-051		2022-09-07	16	59	944
186 伸臂臂导向套	中铁臂架	22-041-06	2022-041		2022-09-07	14	178	2492
187 上部油缸耳座	中铁臂架	22-041-08	2022-041		2022-09-07	8	147	1176
188 下部油缸耳座	中铁臂架	22-041-05	2022-041		2022-09-07	1	273	273
189 出料轴端TT	TT磨盘水轮机	22-057-05	2022-057		2022-09-07	1	2660	2660
190 中间轴端TJ540	机车	22-052-01	2022-052		2022-09-07	1	1958	1958
191 上部油缸耳座	中铁臂架	22-041-09	2022-041	入库	2022-09-07	28	18	504
192 下部油缸耳座	中铁臂架	22-041-03	2022-041		2022-09-07	20	59	1180
193 支撑油缸耳座ZT023	中铁臂架	22-051-03	2022-051		2022-09-07	8	59	472
194 伸臂臂导向套	中铁臂架	22-041-06	2022-041		2022-09-07	5	178	890
195 右油缸缸耳座	机车	22-052-02	2022-052	浇注	2022-09-07	1	280	280
196 树脂复合高筒件ZGM133N	金属复合材料	22-032-01	2022-032		2022-09-07	12	40	480
197	金属复合材料	22-032-01	2022-032		2022-09-07	12	40	480
198	金属复合材料	22-032-01	2022-032		2022-09-07	12	40	480
199 右油缸缸耳座	机车	22-052-02	2022-052	造型	2022-09-06	1	280	280
200 内衬轴环3712	3m试验台炉臂铸件	22-056-05	2022-056		2022-09-06	1	420	420

Casting Production Data  
铸造生产数据

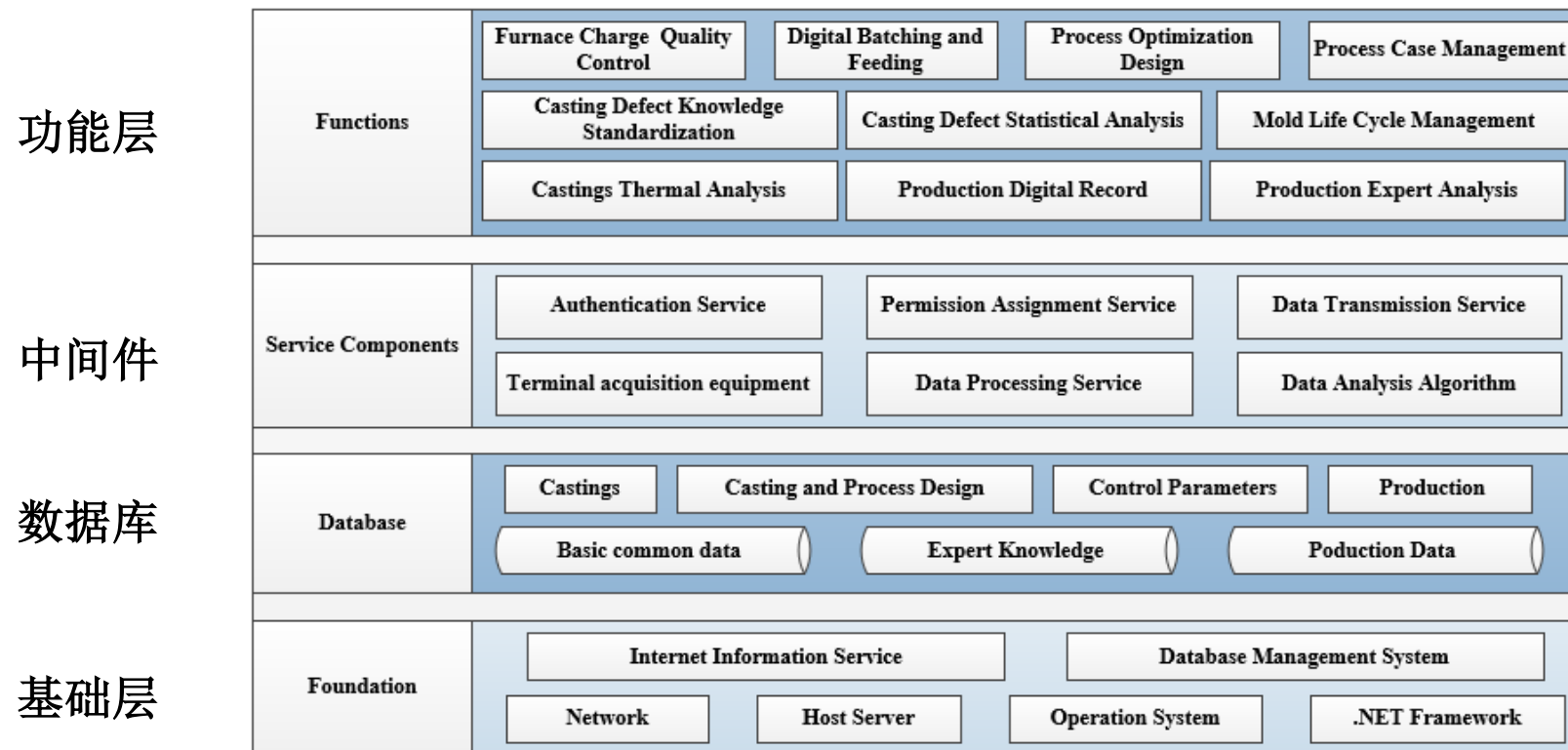


# 3. System Design and Structure 系统设计与结构



Digital Casting Expert System adopts modularized function design, characterized by high cohesion and low coupling. The human-computer interaction interface and data digitalization program of the system is coded in C# language.

“数字化铸造专家系统”采用模块功能设计，具有“高内聚、低耦合”的特点。采用C#语言编写人机交互界面和数字化程序。



System Structure 系统结构

# 4. Function and Use Cases 功能及使用案例



## 4.1. Furnace Charge Visualization Management 炉料可视化管理

Furnace charge quality control, visual inventory management, optimizing ingredients  
炉料质量控制，可视化库存管理，优化配料

数字化铸造专家系统

李增利 在线

生产标准

文件名称	文件大小	文件编号	发布日期	上传者	说明	上传时间
GBT 13621-2009 铸铝合金压铸件.pdf	1.42MB	GBT 13621-2009	2009-04-01	admin	压铸合金标准规范汇编	2015-10-16 10:30:00
28 GBT 13822-1992 压铸有色金属试样.pdf	76.24KB	GBT 13822-1992	1992-11-05	admin	压铸合金标准规范汇编	2015-10-16 10:31:00
29 GBT 15114-2009 铝合金压铸件.pdf	582.75KB	GBT 15114-2009	2009-04-01	admin	压铸合金标准规范汇编	2015-10-16 10:31:00
30 GBT 15115-2009 压铸铝合金.pdf	1.10MB	GBT 15115-2009	2009-04-01	admin	压铸合金标准规范汇编	2015-10-16 10:33:00
31 GBT 15116-1994 压铸铝合金.pdf	293.52KB	GBT 15116-1994	1994-07-20	admin	压铸合金标准规范汇编	2015-10-16 10:38:00
32 JBT 3070-1982 压铸镁合金技术条件.pdf	39.43KB	JB/T 3070-1982	1982-03-15	admin	压铸合金标准规范汇编	2015-10-16 10:39:00
33 GBT 2100-2002 一般用途耐蚀钢铸件.pdf	230.36KB	GBT 2100-2002	2002-05-17	admin	铸钢标准规范汇编	2015-10-16 10:40:00
34 GBT 5613-2014 铸钢牌号表示方法.pdf	157.06KB	GBT 5613-2014	2014-09-03	admin	铸钢标准规范汇编	2015-10-16 10:41:00
35 GBT 5615-1985 铸钢件热处理状态的名称、定义及代号.pdf	79.03KB	GBT 5615-1985	1985-11-25	admin	铸钢标准规范汇编	2015-10-16 10:44:00
36 GBT 5677-2007 铸钢件射线照相检测.pdf	1.41MB	GBT 5677-2007	2007-08-23	admin	铸钢标准规范汇编	2015-10-16 10:45:00
37 GBT 5680-2010 奥氏体锰钢铸件.pdf	266.84KB	GBT 5680-2010	2010-12-23	admin	铸钢标准规范汇编	2015-10-16 10:46:00
38 GBT 6967-2009 工程结构中、高强度不锈钢铸件.pdf	314.89KB	GBT 6967-2009	2008-12-31	admin	铸钢标准规范汇编	2015-10-16 10:47:00
39 GBT 7233.1-2009 铸钢件 超声检测 第1部分：一般用途铸钢件.pdf	806.05KB	GBT 7233.1-2009	2009-10-30	admin	铸钢标准规范汇编	2015-10-16 10:48:00
40 GBT 7233.2-2010 铸钢件 超声检测 第2部分：高承压铸钢件.pdf	1.16MB	GBT 7233.2-2010	2010-12-23	admin	铸钢标准规范汇编	2015-10-16 10:49:00
41 GBT 7659-2010 焊接结构用铸钢件.pdf	403.75KB	GBT 7659-2010	2010-12-23	admin	铸钢标准规范汇编	2015-10-16 10:49:00
42 JBT 6985-1993 铸造用模撒榄石砂.pdf	314.56KB	JB/T 6985-1993	1993-07-27	admin	铸造用造型材料标准规范汇编	2015-10-16 10:51:00
43 JBT 9226-2008 砂型铸造用涂料.pdf	853.32KB	JB/T 9226-2008	2008-03-12	admin	铸造用造型材料标准规范汇编	2015-10-16 10:52:00
44 GBT 718-2005 铸造用生铁.pdf	97.13KB	GBT 718-2005	2005-05-13	admin	铸造用生铁及铁合金标准规范汇	2015-10-16 10:54:00
45 GBT 1412-2005 球墨铸铁用生铁.pdf	106.07KB	GBT 1412-2005	2005-05-13	admin	铸造用生铁及铁合金标准规范汇	2015-10-16 10:54:00
46 GBT 8492-2014 一般用途耐热钢和合金铸件.pdf	372.75KB	GBT 8492-2014	2014-09-03	admin	铸钢标准规范汇编	2015-10-16 10:54:00
47 GBT 2272-2009 硅铁.pdf	1.93MB	GBT 2272-2009	2009-07-08	admin	铸造用生铁及铁合金标准规范汇	2015-10-16 10:59:00
48 GBT 3282-2012 钛铁.pdf	462.41KB	GBT 3282-2012	2012-12-31	admin	铸造用生铁及铁合金标准规范汇	2015-10-16 11:00:00
49 GBT 3648-2013 钨铁.pdf	569.55KB	GBT 3648-2013	2013-12-17	admin	铸造用生铁及铁合金标准规范汇	2015-10-16 11:00:00
50 GBT 8493-1987 一般工程用铸造碳钢金相.pdf	2.85MB	GBT 8493-1987	1987-12-28	admin	铸钢标准规范汇编	2015-10-16 11:00:00

显示第 1 - 50 条记录 检索到 123 条记录

Standards of Furnace Charge 炉料标准

# 4. Function and Use Cases 功能及使用案例

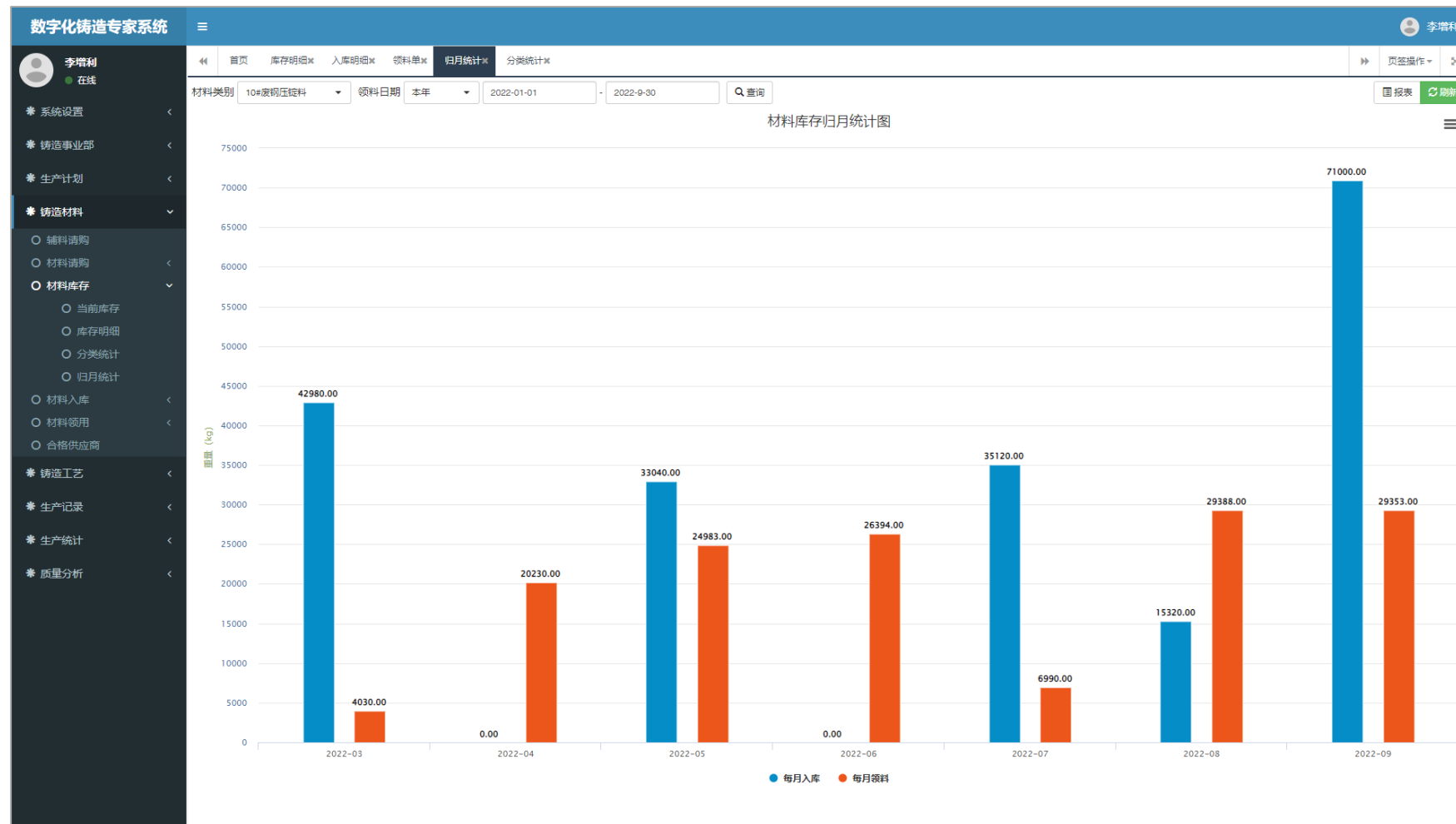


## Dynamic visual statistical analysis of the charge storage and consumption 炉料存消动态统计分析

□ Inventory Monitoring  
库存监控

□ Purchase Reminder  
提醒采购

□ Batching Optimization  
配料优化



Monthly Statistics of Furnace Charge in 2022 in Fb 2022年Fb炉料归月统计

## 4. Function and Use Cases 功能及使用案例



**Use effect: inventory optimization of large quantities of precious materials, ensure enough and high-quality furnace charge for the production, reduce the capital occupation as much as possible.**

**使用效果: 大宗贵重原材料库存优化, 保证了生产所需炉料数量与质量, 最大程度降低资金占用。**



电炉加配料与管理系统

炉号	3	基料	49011家		
配料配比表 (kg)					
主料	600kg	250	250	105	总重
辅料	15	15	30	10	1800
配料成分表 (%)					
SiC	SiS <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	AlP	SiS	
3.22	2.56	0.8	0.211	0.04	
0.262	0.218	0.058			

郑州机械研究所©CopyRight



**Integrated Management of Weighing and Composition Adjustment Parameters**  
**配料称重和成分调整参数集成管理**



# 4. Function and Use Cases 功能及使用案例



## 4.2. Casting Process Optimization Design 铸造工艺优化设计

### Parameters of Castings and Production Process 铸件及其生产工艺参数

数字化铸造专家系统 PC版 管理员

欢迎首页 缺陷标准库 生产线 铸件基本信息 页签操作

已选中 1 项 | 修改 删除

物料号	铸件名称	铸件代号	材质	抗拉强度	硬度	铸件类型	结构	壁厚	排序号	
1	14012956	430气缸体	Z430-1002114	HT250	≥250Mpa	187-235HBS	气缸体	湿式	5	1
2	14012592	J1000气缸体	ZJ1000-1002114B	HT250	≥250Mpa	187-235HBS	气缸体	湿式	5	5
3	14019980	JX400气缸体	ZJX400-1002114SF2	HT250	≥250Mpa	187-235HBS	气缸体	湿式	5	7
4	14012786	J3200气缸体	ZJ3200-1002114	HT250	≥250Mpa	187-235HBS	气缸体	湿式	5	9
5	14020326	E0400气缸体	ZE0400-1002114A	HT250	≥250Mpa	187-255HBS	气缸体	干式	5	10
6	14020322	E2100气缸体	ZE2100-1002114C	HT250	≥250Mpa	187-255HBS	气缸体	干式	5	11
7	14013451	G0100气缸体	ZG0100-1002015B	合金铸铁	≥241.33Mpa	190-230HBS	气缸体	干式	5	13
8	14012905	G2000气缸体	ZG2000-1002015SF1	合金铸铁	≥241.33Mpa	190-230HBS	气缸体	干式	5	14
9	14018037	G1B00气缸体	ZG1B00-1002114SF1	合金铸铁	≥241.33Mpa	190-230HBS	气缸体	干式	5	15
10	14003536	G2200气缸体	ZG2200-1002114	合金铸铁	≥241.33Mpa	190-230HBS	气缸体	干式	5	18
11	14017190	D30气缸体	ZD30-1002114E-1	HT250	≥250Mpa	187-255HBS	气缸体	湿式	5	19
12	14013263	D30气缸体	ZD30-1002114SF1	HT250	≥250Mpa	187-255HBS	气缸体	湿式	5	20
13	14015252	D30气缸体	ZD30-1002114SF3	HT250	≥250Mpa	187-255HBS	气缸体	湿式	5	21

生产准备信息

刷新 + 添加

生产线	铸件状态	每箱件数	每件重量 (Kg)	最大轮廓尺寸	体积	表面积
1	铸一	批产	1	186.83	837 X 326 X 432	
2	铸四	批产	1	188.05	837 X 326 X 432	

产品基本信息

刷新 + 添加

产品图号	状态	产品备注	
1	J1000-1002114B	定型	定型
2	J1100-1002114	定型	定型
3	JYAP0-1002114SF1	定型	定型
4	J1000-1002114C	试制	试制
5	JX400-1002114	试制	试制

# 4. Function and Use Cases 功能及使用案例



## Digitalization of Process Parameters, Gating, Riser, Chills, etc. Information 工艺参数、浇注系统、冒口、冷铁等信息数字化

工艺参数 - 铸造工艺管理系统

铸造工艺管理系统 系统设置 4163 JX400气缸体

欢迎使用本系统 工艺参数

工艺参数管理

起模斜度  
铸造合金流动性  
铸件最小铸出孔  
最小铸出圆角  
铸件尺寸公差  
最小壁厚  
最小壁间距  
机械加工余量  
铸件收缩率  
铸件重量公差  
起模斜度

工艺参数表  
工艺参数管理

铸件收缩率 铸造合金流动性 最小铸出圆角 铸件尺寸公差 最小壁厚 机械加工余量

数据管理

铸件种类 模样长度 受阻收缩(下限) 自由收缩(下限)  
缩孔和裂纹倾向 备注 受阻收缩(上限) 自由收缩(上限)

清空 保存 删除

编号	铸造种类	模样长度	缩孔和裂纹倾向	受阻收缩率(下限)	受阻收缩率(上限)	自由收缩
6	球墨铸铁(珠光体...			0.80	1.20	
7	球墨铸铁(铁素体...			0.60	1.20	
8	可锻铸铁(珠光体...			1.20	1.80	
9	可锻铸铁(铁素体...			1.00	1.30	
10	白口铸铁			1.50	1.50	
11	铸钢(湿型机器造...)	≤650 (...)				
12	铸钢(湿型机器造...)	650~1850 ...				
13	铸钢(湿型机器造...)	> 1850 ...				
14	铸钢(湿型机器造...)	≤500 (...)		2.00	2.00	
15	铸钢(湿型机器造...)	500~1200 ...		1.50	1.50	
16	铸钢(湿型机器造...)	1201~170...		1.25	1.25	
17	铸钢(湿型机器造...)	> 1700 ...		1.00	1.00	
18	锡青铜			1.20	1.20	
19	无锡青铜			1.60	1.80	

记录 17 of 26

冒口设计 - 铸造工艺管理系统

铸造工艺管理系统 系统设置 4163 JX400气缸体

欢迎使用本系统 冒口设计

计算条件

铸件材质: 灰铸铁  
冒口标准结构: 圆柱形无... 冒口型号: H/D=1.1  
补缩部分体积Vc(cm³): 12319 补缩部分散热面积Sc(cm²): 8644  
直浇道模数M直(cm): 0.2 横浇道模数M横(cm): 0.1

计算结果

冒口体模数MR(cm): 2.14 冒口颈模数MN(cm): 0.38

推荐尺寸

冒口体 冒口颈  长方体  圆柱体

冒口体直径D(mm): 130.0 直径d(mm): 18  
冒口体高度H(mm): 143.0 高度h(mm): 8

冒口结构	Vc	Sc	MR	MN	D	H	e	W	L	d	h	
无冒口窝	12319	8644	2.14	0.38	130.0	143.0	7.6	40	25			删除
无冒口窝	12319	8644	2.14	0.38	130.0	143.0	7.6	50	25			删除
无冒口窝	12319	8644	2.14	0.38	130.0	143.0				16	10	删除
无冒口窝	12319	8644	2.14	0.38	130.0	143.0				18	8	删除

计算模数 计算尺寸 添加 保存 导出

# 4. Function and Use Cases 功能及使用案例



Management of expert process knowledge, numerical simulation results, and process production cases  
专家工艺知识、数值模拟结果、工艺生产案例管理

数字化铸造专家系统 PC版 管理员

欢迎首页 缺陷标准库 生产线 铸件基本信息 工艺文件管理中心

设置 刷新 查询

返回上一级 当前位置: 铸一 > 铸一6MK系列气缸体 (KJ100) > 作业指导书 > 制芯 >

<input type="checkbox"/>	名称	文件类型	文件大小	最新修改时间	版本	版本说明
<input type="checkbox"/>	1.10A-新砂输送-6MK系列气缸体.doc	.doc	365.00KB	2017-07-10	1.1	
<input type="checkbox"/>	1.15A-L1L2芯砂配制-6MK系列气缸体.doc	.doc	422.00KB	2017-07-10	1.2	
<input type="checkbox"/>	1.20A-L1L2射芯-6MK系列气缸体.doc	.doc	430.50KB	2017-07-10	1.2	
<input type="checkbox"/>	1.25A-主体芯轴芯-6MK系列气缸体.doc	.doc	429.00KB	2017-07-10	1.1	
<input type="checkbox"/>	1.30A-主体芯修芯-6MK系列气缸体.doc	.doc	297.50KB	2017-07-10	1.1	
<input type="checkbox"/>	1.35A-主体芯浸涂-6MK系列气缸体.doc	.doc	227.50KB	2017-07-10	1.1	
<input type="checkbox"/>	1.40A-Z8480芯砂配制-6MK系列气缸体.doc	.doc	336.00KB	2017-07-10	1.3	
<input type="checkbox"/>	1.45A-Z8480射芯-6MK系列气缸体.doc	.doc	419.00KB	2017-07-10	1.2	
<input type="checkbox"/>	1.50A-Z8480修芯-6MK系列气缸体.doc	.doc	284.00KB	2017-07-10	1.1	
<input type="checkbox"/>	1.55A-人工组芯-6MK系列气缸体.doc	.doc	749.00KB	2017-07-10	1.1	
<input type="checkbox"/>	1.60A-辅助芯浸涂-6MK系列气缸体.doc	.doc	274.50KB	2017-07-10	1.2	
<input type="checkbox"/>	1.65A-主体芯烘烤输送-6MK系列气缸体.doc	.doc	236.00KB	2017-07-10	1.2	
<input type="checkbox"/>	1.65B-辅助芯烘烤输送-6MK系列气缸体.doc	.doc	208.50KB	2017-07-10	1.2	
<input type="checkbox"/>	1.70A-机器人自动下芯-6MK系列气缸体.doc	.doc	260.00KB	2017-07-10	1.1	

# 4. Function and Use Cases 功能及使用案例



Based on process cases, refine design algorithms, establish design models, and realize rapid design  
 基于工艺实例，提炼设计算法、建立设计模型，实现快速设计

名称	计算系数/mm	直浇道高度/mm	铸件高度/mm	P值/mm	铸件重量/kg	工艺出品率/%	浇注时间/s	最小截面积/cm³	设计者	设计日期	操作
...	...	...	...	...	...	...	20.000	0.600			
...	...	...	...	...	...	...	20.000	0.600			
...	...	...	...	...	...	...	20.000	0.600			
...	...	...	...	...	...	...	20.000	0.600			
...	...	...	...	...	...	...	20.000	0.300			
...	...	...	...	...	...	...	15.000	0.170			
...	...	...	...	...	...	...	30.000	5.000			
...	...	...	...	...	...	...	30.000	5.000			
...	...	...	...	...	...	...	20.000	0.600			
...	...	...	...	...	...	...	20.000	0.600			
...	...	...	...	...	...	...	30.000	5.000			

Process Cases Accumulated In Fa  
 Fa积累的工艺实例

计算最小截面积

计算条件示意图

$$\text{最小截面积} = (\mu \times m + \text{工艺出品率}) / (t \sqrt{H_p})$$

综合修正系数(μ):  mm  
 直浇道高度(H):  mm  
 铸件高度(hc):  mm  
 P值(hc):  mm  
 工艺出品率:  %  
 铸件重量:  kg  
 浇注时间(t):  s  
 最小截面积:  mm

模板及截面积

选择模板: 一箱两件四缸汽缸体卧浇浇注系统

截面名称	截面系数/mm	截面积/cm³
S1		16.0000
S2		8.0000
S3(过滤网)		20.0000
S4		14.0000
S5		8.0000
S6		6.0000
S7		2.0000
S8		12.0000
S9		2.0000
S10		2.0000

Gating Design Model In Fa  
 Fa浇注系统设计模型



# 4. Function and Use Cases 功能及使用案例



## 4.3. Mold Life Cycle Management 模具生命周期管理

Digitalization of mold life cycle information, including basic information, working status, inventory location, use records, inspection record, maintenance records and scrap records etc.

模具生命周期信息数字化，包括基本信息、工作状态、库存位置、使用记录、检验记录、维修记录和报废记录等。

序号	生产线	使用单位	适用设备	类型	模具编号	图号	模具名称	砂芯或砂型名称及数量	每盒(型)铸件台数	周检频次	检验项目
181	铸一	铸一造型	HW58—造型机	外型模具	H51-501000A5-1	V91-501000-10021145F1-2A0...	501000气腔外型上模	上冲型1#		15000	常规检
182	铸一	铸一造型	HW58—造型机	外型模具	H51-501000A8-1	V91-501000-10021145F1-2A0...	501000气腔外型下模	下冲型1#		15000	常规检
183	铸一	铸一制芯	Loraxm508—制芯中心	芯盒模具	L5-901000A1-1	V91-901000-10021145F2-2A0...	901000气腔1#冲芯盒	5A, 3A, 4A, 5A各1个		15000	常规检
184	铸一	铸一制芯	Loraxm508—制芯中心	芯盒模具	L5-901000A2-1	V91-901000-10021145F2-2A0...	901000气腔2#冲芯盒	5A, 7A, 5A, 10A各1个		15000	常规检
185	铸一	铸一制芯	Z34004芯机	芯盒模具	L6-901000A3-1	V91-901000-10021145F2-2A0...	901000气腔3#冲芯盒	2#冲芯盒1个		15000	常规检
186	铸一	铸一制芯	Z34004芯机	芯盒模具	L6-901000A4-1	V91-901000-10021145F2-2A0...	901000气腔4#冲芯盒	13#冲芯盒1个, 14#冲芯盒1个, 15#...		15000	常规检
187	铸一	铸一制芯	Z34004芯机	芯盒模具	L6-901000A5-1	V91-901000-10021145F2-2A0...	901000气腔5#冲芯盒	16#冲芯盒1个		15000	常规检
188	铸一	铸一制芯	Z34004芯机	芯盒模具	L6-901000A6-1	V91-901000-10021145F2-2A0...	901000气腔6#冲芯盒	11#冲芯盒1个		15000	常规检
189	铸一	铸一制芯	Z34004芯机	芯盒模具	L6-901000A7-1	V91-901000-10021145F2-2A0...	901000气腔7#冲芯盒	12#冲芯盒1个		7500	常规检
190	铸一	铸一造型	HW58—造型机	外型模具	H51-901000A5-1	V91-901000-10021145F2-2A0...	901000气腔外型上模	上冲型1#		15000	常规检
191	铸一	铸一造型	HW58—造型机	外型模具	H51-901000A8-1	V91-901000-10021145F2-2A0...	901000气腔外型下模	下冲型1#		15000	常规检
192	铸一	铸一制芯	Loraxm508—制芯中心	芯盒模具	L5-901000A1-2	V91-901000-10021145F6-2A0...	901000气腔1#冲芯盒	5A, 3A, 4A, 5A各1个		15000	常规检
193	铸一	铸一制芯	Loraxm508—制芯中心	芯盒模具	L5-901000A2-2	V91-901000-10021145F6-2A0...	901000气腔2#冲芯盒	10A, 5A, 7A, 5A各1个		15000	常规检
194	铸一	铸一制芯	Z34004芯机	芯盒模具	L6-901000A3-2	V91-901000-10021145F6-2A0...	901000气腔3#冲芯盒	2#冲芯盒1个		15000	常规检
195	铸一	铸一制芯	Z34004芯机	芯盒模具	L6-901000A4-2	V91-901000-10021145F6-2A0...	901000气腔4#冲芯盒	16#冲芯盒1个		15000	常规检
196	铸一	铸一制芯	Loraxm508—制芯中心	芯盒模具	L5-V2100A1-1	V91-V2100-1002114-CA001...	V2100气腔1#冲芯盒	A3A, A4A, A5A, A6A, A7A, A8A, A9A, A10A...		15000	常规检
197	铸一	铸一制芯	Loraxm508—制芯中心	芯盒模具	L5-V2100A2-1	V91-V2100-1002114-CA001...	V2100气腔2#冲芯盒	B3A, B4A, B5A, B6A, B7A, B8A, B9A, B10A...		15000	常规检
198	铸一	铸一制芯	Loraxm508—制芯中心	芯盒模具	L5-V2100A1-2	V91-V2100-1002114-CA002...	V2100气腔1#冲芯盒	A3A, A4A, A5A, A6A, A7A, A8A, A9A, A10A...		15000	常规检
199	铸一	铸一制芯	Loraxm508—制芯中心	芯盒模具	L5-V2100A2-2	V91-V2100-1002114-CA002...	V2100气腔2#冲芯盒	B3A, B4A, B5A, B6A, B7A, B8A, B9A, B10A...		15000	常规检
200	铸一	铸一制芯	Z34004芯机	芯盒模具	L6-V2100A3-1	V91-V2100-1002114-CA001...	V2100气腔3#冲芯盒	A1A, B1A, B2A...		15000	常规检
201	铸一	铸一制芯	Z34004芯机	芯盒模具	L6-V2100A4-1	V91-V2100-1002114-CA001...	V2100气腔4#冲芯盒	2#冲芯盒1个		7500	常规检
202	铸一	铸一制芯	Z34004芯机	芯盒模具	L6-V2100A5-1	V91-V2100-1002114-CA001...	V2100气腔5#冲芯盒	11#冲芯盒1个, 12#冲芯盒1个, 13#...		15000	常规检
203	铸一	铸一制芯	Z34004芯机	芯盒模具	L6-V2100A5-2	V91-V2100-1002114-CA002...	V2100气腔5#冲芯盒	11#冲芯盒1个, 12#冲芯盒1个, 13#...		15000	常规检
204	铸一	铸一制芯	Z34004芯机	芯盒模具	L6-V2100A6-1	V91-V2100-1002114-CA001...	V2100气腔6#冲芯盒	13#冲芯盒1个, 14#冲芯盒1个, 15#...		15000	常规检
205	铸一	铸一制芯	Z34004芯机	芯盒模具	L6-V2100A6-2	V91-V2100-1002114-CA002...	V2100气腔6#冲芯盒	13#冲芯盒1个, 14#冲芯盒1个, 15#...		15000	常规检
206	铸一	铸一造型	HW58—造型机	外型模具	H51-V2100A5-1	V91-V2100-1002114-CA001...	V2100气腔外型上模	上冲型1#		15000	常规检
207	铸一	铸一造型	HW58—造型机	外型模具	H51-V2100A8-1	V91-V2100-1002114-CA001...	V2100气腔外型下模	下冲型1#		15000	常规检
208	铸一	铸一造型	铸一造型下芯(手工)	下芯模具	H51-V2100A1-1	V91-V2100-1002114-CA001-01	V2100气腔下芯模具	下芯模具		25000	常规检
209	铸一	铸一制芯	Loraxm508—制芯中心	芯盒模具	L5-V5A100A1-1	V91-V5A100-1002114-CA001...	V5A100气腔1#冲芯盒	3A, 4A, 5A, 6A, 7A, 8A, 9A, 10A...		15000	常规检
210	铸一	铸一制芯	Loraxm508—制芯中心	芯盒模具	L5-V5A100A2-1	V91-V5A100-1002114-CA001...	V5A100气腔2#冲芯盒	3A, 4A, 5A, 6A, 7A, 8A, 9A, 10A...		15000	常规检
211	铸一	铸一制芯	Loraxm508—制芯中心	芯盒模具	L5-V5A100A1-2	V91-V5A100-1002114-CA002...	V5A100气腔1#冲芯盒	3A, 4A, 5A, 6A, 7A, 8A, 9A, 10A...		15000	常规检
212	铸一	铸一制芯	Loraxm508—制芯中心	芯盒模具	L5-V5A100A2-2	V91-V5A100-1002114-CA002...	V5A100气腔2#冲芯盒	3A, 4A, 5A, 6A, 7A, 8A, 9A, 10A...		15000	常规检
213	铸一	铸一制芯	Z34004芯机	芯盒模具	L6-V5A100A3-1	V91-V5A100-1002114-CA001...	V5A100气腔3#冲芯盒	1A, 1A, 1A, 1A...		15000	常规检
214	铸一	铸一制芯	Z34004芯机	芯盒模具	L6-V5A100A4-1	V91-V5A100-1002114-CA001...	V5A100气腔4#冲芯盒	2#冲芯盒1个		7500	常规检

# 4. Function and Use Cases 功能及使用案例



Each mold life cycle data is complete and traceable, and that ensures the quality of the molds and improves the accuracy of castings. In Fa more than 2000 molds has been well managed from 2016.

模具生命周期数据完整可追溯，保证模具质量、铸件完整。自2016年以来，在Fa超过2000多个模具得到良好管理。

工装模具更改单编辑

更改单信息

年份: 2016 出更改或请修单单位: 事业部 套数: 8 更改或请修单编号: [输入框]

更改单接收日期: [输入框] 更改或修理内容: [A] 修改属性: ②工艺更改 改前砂芯处理: [输入框]

验证要求: 组芯验证、划线 实施更改单位: [输入框] 验证流转卡号: [输入框]

模具修改计划

计划送修改日期: [输入框] 计划修改完成日期: [输入框] 实际修改完成日期: [输入框]

财务订单号: [输入框] 装备改模订单号: [输入框]

模具名称	模具编号	计划送修改日期	计划修改完成日期	实际修改完成日期	财务订单号	装备改模订单号	操作
...	L7-012000A01-1	2016/3/8	2016/3/16	2016/3/16			[X] [+] [↓]
...	L7-012000A02-1	2016/3/8	2016/3/16	2016/3/12			[X] [+] [↓]
...	L7-012000A03-1	2016/3/8	2016/3/16	2016/3/16			[X] [+] [↓]
...	L7-012000A04-1	2016/3/8	2016/3/16	2016/3/16			[X] [+] [↓]
...	L7-012000A01-2	2016/4/20	2016/4/28	2016/4/8			[X] [+] [↓]
...	L7-012000A02-2	2016/4/20	2016/4/28	2016/4/23			[X] [+] [↓]
...	L7-012000A03-2	2016/4/20	2016/4/28	2016/4/7			[X] [+] [↓]
...	L7-012000A04-2	2016/4/20	2016/4/28	2016/4/7			[X] [+] [↓]

注意事项

1、更改单编号一经添加不可更改；2、添加相同更改单编号，将覆盖更新此更改单号对应全部原有信息。

确定 取消

Molds Modification 模具更改单

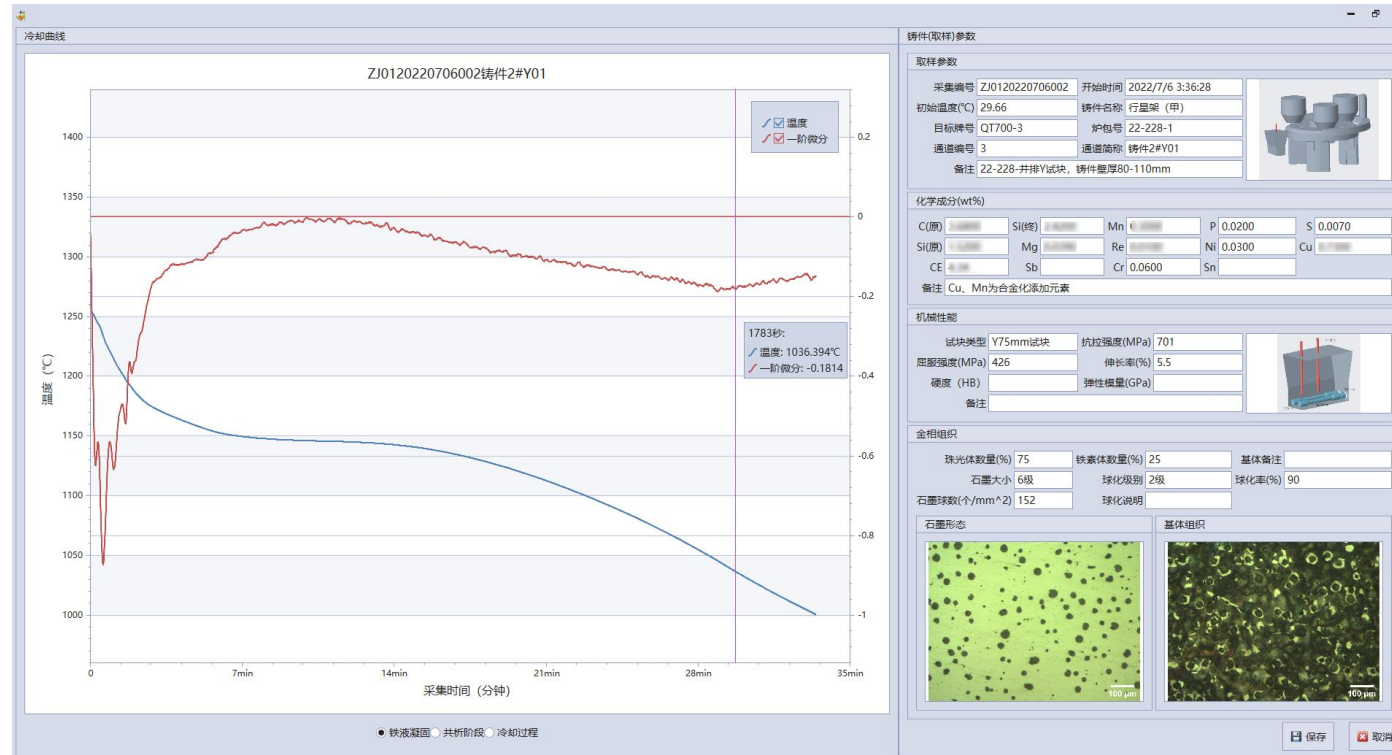
# 4. Function and Use Cases 功能及使用案例



## 4.4. Casting Thermal Analysis 铸件热分析

Acquire the real-time time-temperature data, with algorithm processing and visualization, establish the correlation of composition, microstructure, properties and solidification or eutectoid characteristics of castings.

在线采集“时间-温度”数据，通过算法处理和可视化，建立铸件成分、组织、性能与凝固、共析特征的关系。



Used to Develop New Casting In Fc 在Fc应用于新品开发



# 4. Function and Use Cases 功能及使用案例



## 4.5. Casting Defects Statistical Analysis 铸造缺陷统计分析

Uniquely name and code casting defects, digitalize casting defects knowledge, statistical analyze defective castings, form valuable experience cases.

对缺陷进行唯一性的命名和编码，缺陷知识数字化，缺陷铸件统计分析，形成宝贵经验案例。

缺陷代码: B111 缺陷名称: 气孔 所属类别: B孔洞类 阅读量: 72

缺陷定义: 气孔是出现在铸件内部或表面, 鼓面形状呈圆形、椭圆形、腰圆形、梨形或针头形, 孤立存在或成群分布的孔洞。

分布位置: 铸件最高浇注位置表面或近表面

形状特征: 多呈梨形或椭圆形, 尺寸较大, 孔壁光滑, 表面常有氧化色。

创建人: 曲青宝 创建时间: 2014-10-08 11:23:21  
最近修改人: 曲青宝 修改时间: 2016-05-18 17:29:55

原因推测:  
1. 砂型、砂芯中挥发物(水分、粘结剂、附加物)含量高;  
2. 砂型、砂芯排气效果差;  
3. 铁水浇注温度低。

防止方法:  
1. 使用含挥发物少的造型材料;  
2. 提高砂型、砂芯排气效果(气冲静压式造型线排气孔需保持畅通);  
3. 提高铁水浇注温度。

补救措施:  
1. 气孔超出验收标准时应报废;  
2. 单独的气孔可进行焊补;  
3. 成群分散小气孔可采用渗透处理方法进行填补。

缺陷代码	缺陷名称	缺陷类别	缺陷定义	阅读量
A001	多肉	A多肉类	所有多肉缺陷	81
A111	披锋	A多肉类	垂直于铸件表面的厚度不均匀的薄片状金属突起物, 系结合面间挤入所致, 又称飞边或...	31
A112	脉纹	A多肉类	通常指与铸件表面垂直的脉纹状凸起, 或呈单条状, 或呈网状。	13

共 188 条 设置每页行数: 50 1 / 4 转到

当前用户: 曲青宝 角色类型: 系统管理员 在线时长: 3小时5分25秒 IP地址: 192.168.112.1



# 4. Function and Use Cases 功能及使用案例



In the application in Fa, information of more than 600,000 casting defects was centrally managed from 2017 to 2021. The casting defect prevention technology has been continuously improved, and overall scrap rate controlled under 2.0%.

在Fa的应用过程中，2017-2021共计60万条铸件缺陷信息得到集中管理，缺陷防止技术得到持续提高，综合废品率控制在2%以下。



# 4. Function and Use Cases 功能及使用案例



## 4.6. Production Progress Visualization 生产进度可视化

Digitalize the castings production quality system records, statistical analysis key parameters such as pouring time, furnace temperature, chemical composition, etc., visualize production progress  
铸件生产质量体系记录数字化, 浇注时长、浇注温度、化学成分等关键参数统计分析, 生产进度可视化

The screenshot displays a web-based interface for a 'Digital Casting Expert System'. The main area contains a table with columns for 'Order No.', 'Part Name', 'Material', 'Furnace No.', 'Pouring Time', 'Temperature', 'Chemical Composition', 'Status', 'Operator', 'Inspector', 'Quantity', and 'Remarks'. The table lists various casting orders with their respective details and progress indicators.

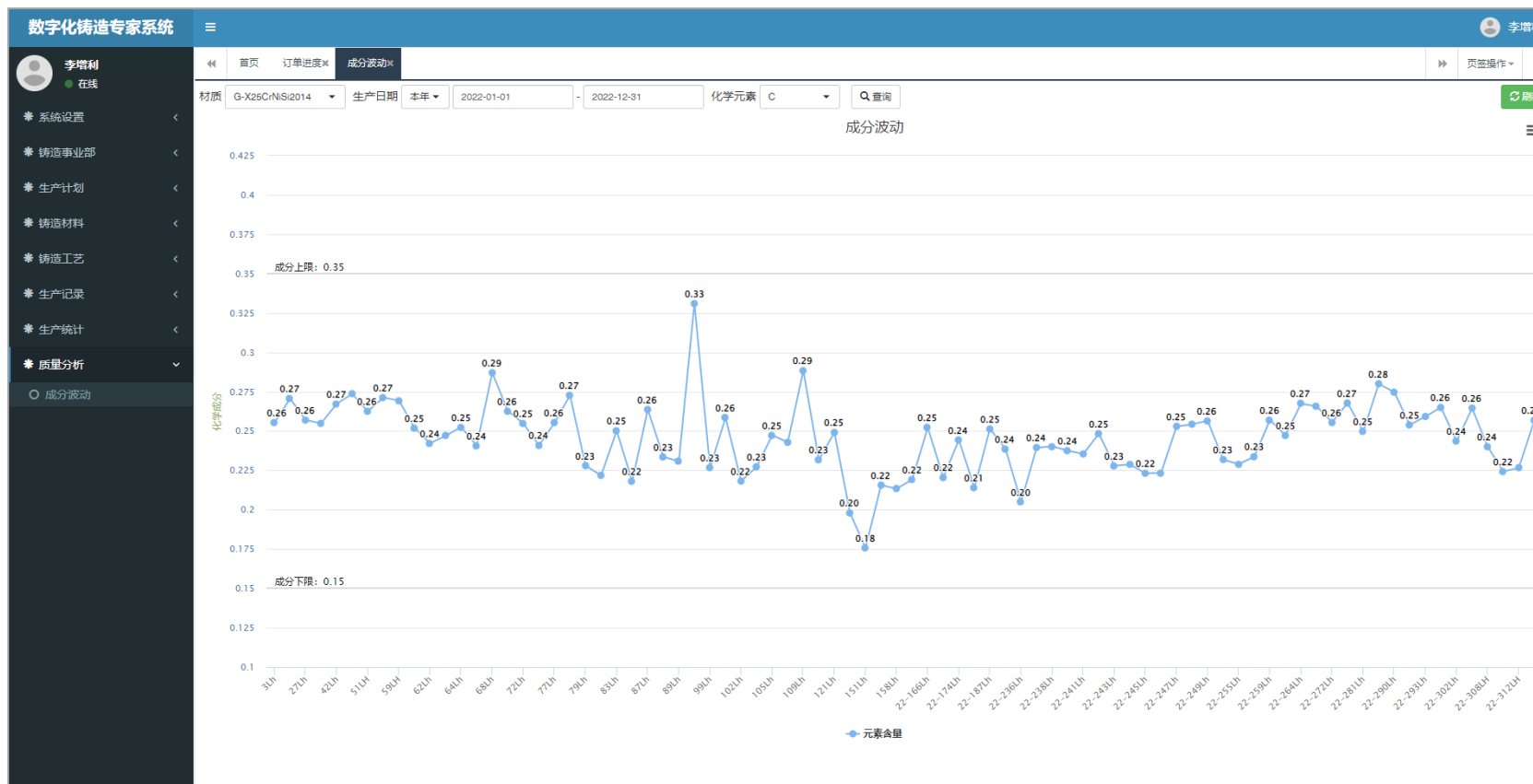
订单编号	铸件名称	材料名称	炉号	浇注时长	温度(°C)	化学成分	浇注	浇注	人员	在制品	废品数	库存数量	
177	22-021-01	标准件HT200 T700	HD01-09-0002	标准件	1	2000	2000	100%	100%	01	1	0	1
170	22-022-01	Inconel 600	Inconel 600	高温合金	3	10	30	33	33	03	0	0	0
179	22-023-01	标准件HT200 T700	HD01-09-0002	标准件	1	4362	4362	100%	100%	01	0	0	1
180	22-018-02	标准件HT200 T700	HD01-09-0002	标准件	9	220	1990	90%	90%	03	0	0	0
181	22-019-01	标准件HT200 T700	HD01-09-0002	标准件	5	274	1370	50%	50%	03	0	0	5
182	22-015-17	标准件	ZT010	中碳钢	15	104	950	100%	100%	03	0	0	18
183	22-015-18	标准件	ZT010	中碳钢	15	108	2340	100%	100%	03	4	0	23
184	22-015-15	标准件	ZT010	中碳钢	10	150	1500	100%	100%	03	0	0	10
185	22-015-14	标准件	ZT011	中碳钢	5	150	750	100%	100%	03	1	0	5
188	22-015-13	标准件	ZT015	中碳钢	15	55	825	100%	100%	03	0	0	19
187	22-015-12	标准件	ZT014	中碳钢	15	97	1455	100%	100%	03	1	0	27
186	22-015-11	标准件	ZT009	中碳钢	15	230	3450	100%	100%	03	0	0	15
189	22-015-10	标准件	ZT017	中碳钢	15	28	425	100%	100%	03	13	0	13
190	22-015-09	标准件	ZT025	中碳钢	30	18	540	100%	100%	03	4	0	34
181	22-015-08	标准件	ZT007	中碳钢	15	147	2205	100%	100%	03	1	0	14
189	22-015-07	标准件	ZT026	中碳钢	15	59	885	100%	100%	03	0	0	16
193	22-015-06	标准件	ZT025	中碳钢	15	175	2625	100%	100%	03	13	0	37
194	22-015-05	标准件	ZT004	中碳钢	15	273	4095	100%	100%	03	5	0	14
185	22-015-04	标准件	ZT020	中碳钢	15	139	2085	100%	100%	03	1	0	16
186	22-015-03	标准件	ZT022	中碳钢	20	59	1170	100%	100%	03	0	0	34
197	22-015-02	标准件	ZT016	中碳钢	15	104	1560	100%	100%	03	0	0	13
198	22-015-01	标准件	ZT001	中碳钢	15	371	5565	100%	100%	03	0	0	15
199	22-017-01	标准件	ZT018	中碳钢	20	160	3200	100%	100%	03	0	0	20
200	22-015-05	标准件	ZT021	中碳钢	1	202	202	100%	100%	03	0	0	1

# 4. Function and Use Cases 功能及使用案例



Based on data driven method, quality fluctuations are monitored, hence problems found and solved timely. Using the system is an effective way to ensure castings quality.

基于数据驱动监控质量波动，问题能够及时发现和解决，应用本系统是保证铸件质量的有效方法。



Carbon element content of casting material within control range in Fb in 2022.  
2022年Fb铸件成分（C元素）在控制范围之内

- ❑ **Through investigating digitalization requirements in foundries, establishing expert database, designing system structure and programing data digitalization function code, the Digital Casting Expert System has been developed.**  
通过调研铸造企业数字化需求，建设专家数据库，设计系统结构和功能编码，开发了数字化铸造专家系统。
- ❑ **With multiple function modules and versions, the system has been well used for furnace charges visual management, casting process optimization design, casting defect statistical analysis, mold life cycle data management, casting thermal analysis and production progress visualization in several foundries.**  
通过模块化和多版本的应用，系统在多个铸造企业的炉料可视化管理、铸造工艺优化设计、铸造缺陷统计分析、模具生命周期数据管理、铸件热分析和铸造过程可视化等方面应用良好。
- ❑ **By adopting the system or the function modules, the scrap rate is less than 2% , convenient process design algorithm extracted from experience cases ,more than 2000 molds life cycle data well managed in Fa, and the elements content within control ranges resulting stable casting quality in Fb , and thermal analysis used to develop new castings in Fc.**  
通过应用本系统不同功能模块，Fa废品率控制在2%以下，从经验案例中提炼了简便的工艺设计算法，2000多个工装模具得到良好管理;Fb 元素含量控制在范围之内，促进了铸件质量的稳定；Fc应用热分析进行了新品的开发。
- ❑ **For different foundries, an appropriate digital casting expert system can aid to acquire production data timely, manage expert knowledge efficiently, extract insights and key information, realize expert analysis, and better decision-making.**  
对于不同的铸造企业，一个合适的数字化专家系统，有助于数据在线采集、专家知识高效管理、提炼关键信息、实现专家分析和更好的决策。





郑州机械研究所有限公司  
Zhengzhou Research Institute of Mechanical Engineering Co. Ltd.

CAM

**Thank You!**

**谢 谢!**