

现代高炉检测与 自动控制技术

冶金部自动化研究所

1986.5.

现代高炉检测与 自动控制技术

(内部资料)

冶金部自动化研究所

1986.5.

前 言

根据“七五”规划，钢铁工业的重点是扩建和改建高炉，现代新型高炉必须有相应的自动化技术配合，尤其需要高炉专用的检测及控制装置。国内许多生产、科研、设计、教学单位急需这方面的资料。根据这些情况，我们查阅了近期的期刊及近年出国考查资料，收集、整理、编写了这本《现代高炉检测与自动控制技术》（内部资料）。主要介绍美国、日本、英国、西德等国的高炉自动化技术，包括从原料场到出铁场的计算机及仪表控制系统，所选用的设备型号、功能以及数学模型等。此外还着重介绍了近年来开发的高炉专用检测装置，并对如何开展高炉自动化提出建议。我们期望通过这本资料能对从事高炉自动化工作的同志有所帮助。

本书由马竹梧同志总审，参加编辑工作的同志有：曹桂苏、王文栋、盛伟志、徐慰珠、张福星、沈黎颖。由徐慰珠、盛伟志担任责任编辑。

由于编写、编辑水平有限，该资料中难免有错误和不妥之处，我们衷心希望读者提出批评和指正。

冶金部自动化研究所情报研究室

1986.5.

目 录

我国发展高炉自动化的策略.....	(1)
一座现代化巨型高炉计算机自动化系统——美国内陆钢铁公司	
7号高炉的控制与自动化.....	(13)
美国西屋电气公司“WDPF”系统在高炉控制中的应用.....	(48)
判断高炉炉况的GO—STOP系统.....	(57)
用新开发的传感器研究高炉内部状况.....	(72)
新日铁名古屋3号高炉仪表控制系统.....	(80)
日本千叶厂6号高炉的仪表和计算机控制系统.....	(85)
高炉煤气分布的检测和设备故障的检查.....	(96)
微波检测技术在高炉中的应用.....	(101)
高炉顶部料面温度分布监测系统.....	(112)
高炉煤气分析系统.....	(117)
美国和加拿大高炉控制技术概况.....	(123)
日本高炉的发展概况.....	(132)
英国高炉自动化进展.....	(141)
西德高炉生产概况.....	(149)

我国发展高炉自动化的策略

马竹梧 邹立功

一、高炉自动化历史的回顾

1. 国际上高炉自动化发展回顾

生铁冶炼已有两千多年的历史了，但高炉生产历史却只有六百多年，于19世纪末高炉冶炼开始发展较快，其容积增大到500立方米以上，操作上开始使用一些简单仪表。直到二次世界大战以后才逐渐摆脱目测、估算，凭观看出铁时的铁水颜色和火花等来判断成份和炉热的状态。50年代的自动化主要是仪表测量控制和电力传动控制系统，前者主要是测量高炉和热风炉操作上必须了解的参数，如冷热风压力、风量、炉顶压力、温度和料线、热风炉燃烧用的煤气流量、拱顶及废气温度等，此外还有监视高炉砌体温度和冷却水流量、压力等仪表。在控制方面已经设有热风温度、冷风温度、热风炉燃烧和热风炉总管煤气压力等自控装置。以后由于开发了高压操作、富氧鼓风、风口喷吹燃料等工艺，于是又增加了这方面的检测和自动控制。在电控方面则主要是称量、上料和热风炉换炉等自动控制。七十年代开发了无料钟炉顶控制。仪控和电控在70年代以前基本上是分离的，彼此联系很少。

1958年以后，电子计算机进入高炉领域，开始只作为数据处理和打印报表，随后发展到作上料、称量和批重、水分等控制和补正。1964年高炉计算机开始使用数学模型作为操作指导，首先是法国钢铁研究院（IRSID）提出了表征炉况的模型，在煤气温度和炉料温度相等处作为分界，把高炉分成两个部分，基于热平衡计算，算出评价炉况的炉热指数 W_u 以及 W_u 和铁水含硅量的关系。美国内陆钢铁公司则计算十个参数：按碳平衡算出炉身效率；氢气平衡；炉顶温

度；理论燃烧区温度；热变化以及炉顶煤气体积；瞬时产量；瞬时焦炭耗量；真实焦耗和瞬时炉身效率等，以此监视高炉状态。于是世界各国都竞相研究，但都是在以上两种方法的基础上发展的。后来居上的是日本，日本钢管首先研制出水江模型，接着各钢铁公司均研制出模型。著名的有新日铁模型和川崎制铁的GO—STOP模型。新日铁模型（宝钢1号高炉也用此模型）是以三个模型（铁水含硅量统计法预测模型，风口前端温度含硅量预测模型，计算风口前焦炭理论温度 T_c 而求出理论炉热指数模型）来综合判断炉热并给出建议动作量的操作指导，现在又加上计算炉料下降、透气性指数等和炉热模型综合判断，并加上操作工长的经验而形成新的AGOS模型。川崎的GO—STOP模型是计算全差压、炉料下降、炉顶煤气温度、热状态、炉身部分压力降、炉顶煤气利用率、炉身内衬温度和炉缸内残留渣铁等八个参数，并把它们的变化值和确定指标比较，综合判断炉况并划分为“良好”，“注意”和“不好”这三种状态，利用这一系统对炉况进行的判断与熟练操作工比较，命中率达93.9%。许多国家（如西德蒂森厂）已购进这种模型，并且川崎已把它发展成改进式GO—STOP系统。

最近，又出现了新方法建模的炉况模型，它跳出传统的热平衡和物料平衡等工艺理论或统计法建模理论，而用现代控制理论，把高炉认作为一个灰箱，按多输入输出对象在线辨识法来建模，但这些方法均在研究中。

热风炉控制模型在60年代末已有发展，如西德西门子公司以最优加热、热损失和燃料耗量最少为基础模型。但也是日本后来居上，例如新日铁的热风炉流量设定模型，

60年代以来,随着高炉大型化,新工艺、新检测技术和微电子学的发展,使高炉特殊检测技术和仪表有了较快发展,首先是炉身静压使用吹气法解决了堵塞问题而被大量采用,然后采用露点原理而制成了氯化锂湿度计,测量进出口流量差而解决风口检漏问题,制作高温耐火文氏管而解决支管风量检测,使用热成像法制成炉顶温度分布仪,还有微波料面计,风口喷煤粉或煤粉油混合物的各支管流量计等等(图1)。

[illegible]

集散系统(多回路,几十种算法,具有完善的显示、打印功能,丰富的支持软件,面向问题的编程语言等),如日本横河的YEWPACK MARK—I,西门子的Teleperm—M、美国的N—90型系统),它能和网路一起,与过程计算机连成分布系统,其功能可分散,又能集中操作,有利于及时监视炉况,为高炉高产、优质和低耗创造了有利条件。

2. 我国高炉自动化发展回顾

虽然我国生铁冶炼已有多年的历史,但在1952年以前产量不高,高炉容积不大,只有一些电气化的上料系统和简单的指示仪表,记录仪表很少。1952年底从鞍钢8号高炉开始建设了一批从苏联引进的900~1513m³的高炉,并在鞍钢、本钢、武钢、包钢陆续投产,其测量仪表、控制和电控与上节所述类似,与世界水平大致相等,而且大多用记录仪表,工长按记录曲线及趋势来判断炉况。

50年代末,已有些研究院、工厂开始研制高炉特殊检测装置,如利用弯头测量各个风口热风流量,炉身静压力测量,氯化锂温度计等。60年代中,仪表开始换代,故新建高炉均改用电动单元组合仪表组成系统,69年试验以国产电子计算机作为高炉数据收集,打印报表和研究以压量指数来判断炉况。1971年制成成套锗逻辑元件、无触点逻辑元件组成的上料系统,代替常规继电器系统,并用于梅山高炉中。75年则采用LG11, LG12硅逻辑元件制成湘钢750m³高炉的上料自动控制系统。

1977年以后,由于微处理机的发展和我国的开放政策,使高炉自动化进入新发展时期,其进展可归纳为下列几个方面。

(1)花大量外汇成套引进 例如从日本引进的宝钢1号高炉三电系统,其电控方面使用七台Memocon—Sc184H型PLC作为配料上料以及热风炉换炉等自控之用,测量仪表及控制主要用I系列仪表,并用三台Centum集散系统作喷吹控制,炉身砌体烧损和热风炉炉壳温度监视以及风口检漏之用,特殊仪

表有高炉料面温度热成象仪、风口支管热风量、风口温度和炉身静压力、炉喉煤气成份分析等检测。使用一台内存64K,并带有两个512K磁鼓的YODIC—1000型计算机作过程监控级,并执行11种功能:原料数据处理(库存量等);原料装入数据处理(跟踪、料批重和焦炭水份补足等);热风炉流量设定模型;热风炉炉壳温度监视;高炉炉体温度监视;数据通讯;数据及图形显示;高炉炉内数据处理(上述的新日铁模型);技术计算;渣铁数据处理和数据打印等。

(2)国内改造或移地大修 如首钢1237m³新二号高炉,花不少外汇从国外买成套硬件,包括两台上料及热风炉控制用的美国哥德公司的M584型PLC,一套美国贝利公司的作为仪控和数据收集的N-90集散系统。首钢4高炉、3高炉也是用两台M—584型PLC作高炉上料,热风炉换炉和热工检测及控制之用,但都属基础自动化范畴,即仅代替过去的仪表及上料继电器逻辑系统,没有过程计算机和数学模型。

(3)国内制作的单项微型机控制系统 投产最多的是上料批重称量和焦炭水分补足系统,仅冶金部自动化研究所提供或协作单位按该所图纸制成的设备就有15套。该所有两种系统,一种是用国产MC—14500一位机作上料控制,而用Z80微机作称量和补足控制;一种是用西门子的S5—115U型PLC作上料称量和补足控制。鞍钢、武钢、重钢等大钢厂也已用天津进口的M—584型PLC作成上料配料和补足系统。

热风炉燃烧控制微机系统也已在四川青花钢铁厂应用和鉴定,它使用自校正理论组成系统,包括空燃比、废气温度和含氧量、拱顶温度等控制,是目前最完备和按最新理论组成的系统。其它如并联送风的热风温度控制、冷风温度控制微机系统也已投入应用,可以说单项控制国内均可解决。

(4)国内研制的特殊仪表 主要有冶金部自动化研究所总负责的“六五”国家科

技攻关的9项高炉检测仪表,包括该所及有关单位承担的热风炉废气残氧分析及燃烧控制仪;双管电磁流量计式风口检漏仪;高炉炉身砌体烧损仪;焦矿料层下降测量仪;炉热指数仪;渣铁温度测量仪;风口温度检测仪;炉喉煤气成份分析仪以及炉顶料面热成象仪,其中除第4及第9项外均已通过冶金部鉴定。此外,部自动化所还研制了喷吹煤粉单支管流量计、测炉身静压用恒流阀、风口检漏用卡门流量计、风口支管热风流量计(1000℃以下用高温流速管、1000℃以上用耐火材料的文氏管)、料线智能仪(直接把一次自整角机发出电压用单片机变成数码)等等。

(5) 数学模型的进展 已经投入在线应用的有风口前端温度预报铁水含硅量模型(重钢),模糊数学预报铁水含硅量模型(太钢)以及高炉炉热指数模型(部自动化所、武钢和部武汉钢铁设计院),后者是最成功的炉况模型,也是国家科技攻关项目,已通过鉴定。其硬件是由Intel公司的SBC板组成,模型是以消化日本引进的宝钢1号高炉模型为基础并开发喷煤粉高炉的炉热指数模型,在武钢实践中表明,预报炉热指数Tc与生铁含硅变化趋势一致,与测定铁水温度

相比,命中率高于85.8%(计算精度按允许波动范围 $\pm 25^{\circ}\text{C}$ 算,预报时间平均为56.15分钟),这个系统还有下列优点,即可监测:矿、焦称量情况;喷吹情况;下部透气性情况;风口前端火焰温度变化情况;间接还原带CO与H₂利用率;冷却设备有无漏水等。此外还可研究如下的冶炼过程:不同炉料与下部透气性关系;同一炉料不同操作制度与下部透气性关系;不同冶炼条件和操作制度与煤气利用率的关系。本模型的应用已证明对大型高炉年经济效益超过百万元。

二、世界最新的高炉自动化系统

83年以后投产的系统的特点是三电一体化,采用分布式系统。

1. 西德西门子公司的系统(图2)

如图2所示分为基础自动化(设备级)和过程自动化(监控级)两部分,基础自动化共有9个子项(图2),过程自动化功能为:配料装料图表计算;数据收集显示打印;技术计算;炉况模型数据处理;软融带模型数据处理等。整个系统由西门子标准设备组

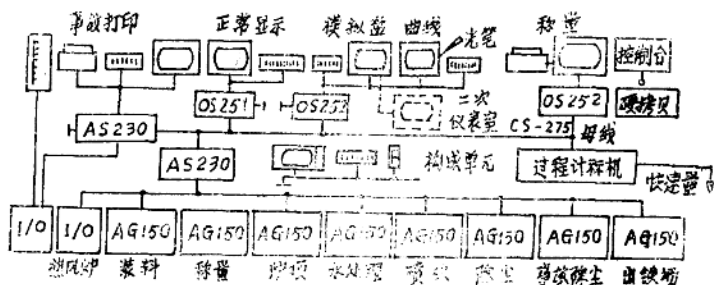


图2 西德西门子公司的的高炉自动化系统

成,使用System—700过程计算机,S5—150型PLC和Teleperm—M集散系统(包括CS—275型母线,AS—230型子系统和OS—252型操作人员站等),西门子公司的这类系统已在多个高炉中使用(表1)。

2. 美国西屋公司的系统

图3是西屋公司为我国西南某钢铁公司提出的计划系统,也是两级控制。其过程计算机的功能如下:(1)配料计算;(2)理论焦炭燃烧温度计算;(3)悬料指数计算;

表1 1980年以后西门子公司提供的高炉自动化系统

年	厂 名	功 能	设 备 内 容
1980	芦森堡1号高炉	皮带式称量、上料系统	使用S5—150型PLC
1980	西德豪斯厂	热风炉、上料、无料钟	2台300—R30过程机
1980	西德Mannesman厂B高炉	同上，水处理，除尘	S5—150型PLC, Teleperm仪表
1983	土耳其Käraback厂	全 套	同 上
1985	荷兰Hoogovens厂	全 套	同 上
1985	西德Dillingen厂F高炉	全 套	同 上

(4) 铁水含硅量预测模型; (5) 软融带火材料烧损和剩余厚度计算; (8) 打印估算模型; (6) 炉料分布模型; (7) 耐火材料烧损和剩余厚度计算; (8) 打印各种报表及显示。

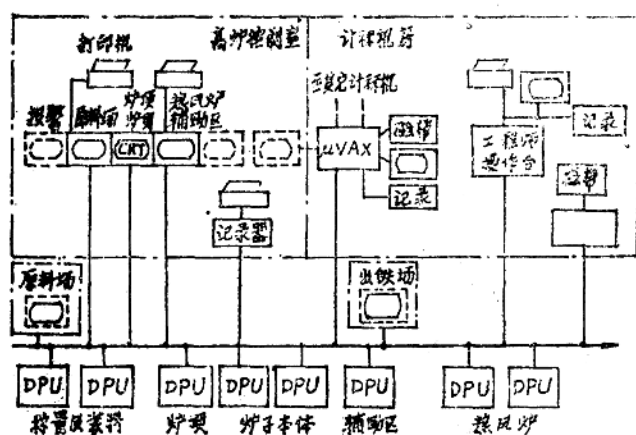


图 3 西屋公司的高炉自动化系统

整个系统使用目前最先进的该公司1982年才开发的WDPF型工业控制用分布式系统，其特点为：

(1) 可作连续、批量和逻辑等控制以及数据采集和处理。

(2) 具有分布式系统和分布式数据库，各个站用高速数据通道连接起来，可用同轴电缆（最长6公里，可接254个站）或光纤通道（1.2公里，64个站），各站可完成特定任务，无主、从站之分，没有主计算机。

(3) 高速数据通道采用周期（1秒到100ms）广播方式，每秒传送16000个模拟量或256000个数字量，还可在100ms剩余时间作其它通讯之用。

(4) 每个DPU的通讯控制器具有在线诊断功能，有故障的DPU能自动退避。

(5) 有很强的数据、制表、图形和记录等专用支持软件，使用面向问题的语言来编程。

我国台湾省的CSC公司3号高炉就是使用类似的系统。

3. 美国GE公司的系统

图4示出了该公司供钢铁冶炼用的CO&M(集中操作及维护系统),有关过程控制系统见图5。其基本结构也是分两级,设

备级使用该公司生产的S3、S6等型号PLC以及一些连续控制用MMC型设备,但过程计算机则用美DEC公司的VAX型计算机。

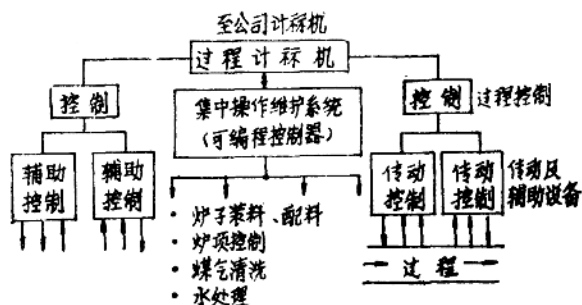


图4 美国GE公司的CO&M系统

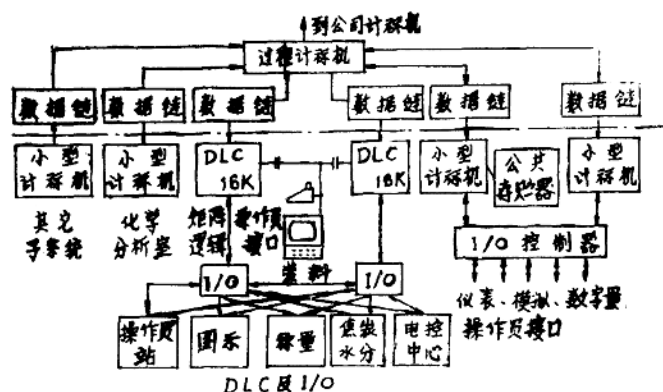


图5 GE公司的过程控制系统

4. 日本日立公司的系统(图6)(表2)

它包括两个单元的多个计算机系统,其中一台作为模型开发和支持,计算机系统功能为:(1)准确地检测出高炉内部过程状态;(2)和操作人员对话指导炉内过程和状态;(3)改善过程管理的准确性;(4)用SPC法来控制炉子作业。

其软件结构包括:(1)循环数据处理;(2)非循环数据处理;(3)装料处理;(4)热风炉数据处理;(5)数据通

迅;(6)高炉管理;(7)渣铁管理;(8)人机联系管理;(9)高炉数据库。

本系统设备先进,软件、硬件结构思想先进,系统灵活,易于扩展和维护。

5. 日本横河、安川公司的系统(图7)

本系统是准备为我国某高炉提供的系统。其功能大致和宝钢1号高炉相同,但增加了软融带模型和无料钟控制,设备是采用最新的分布式系统。

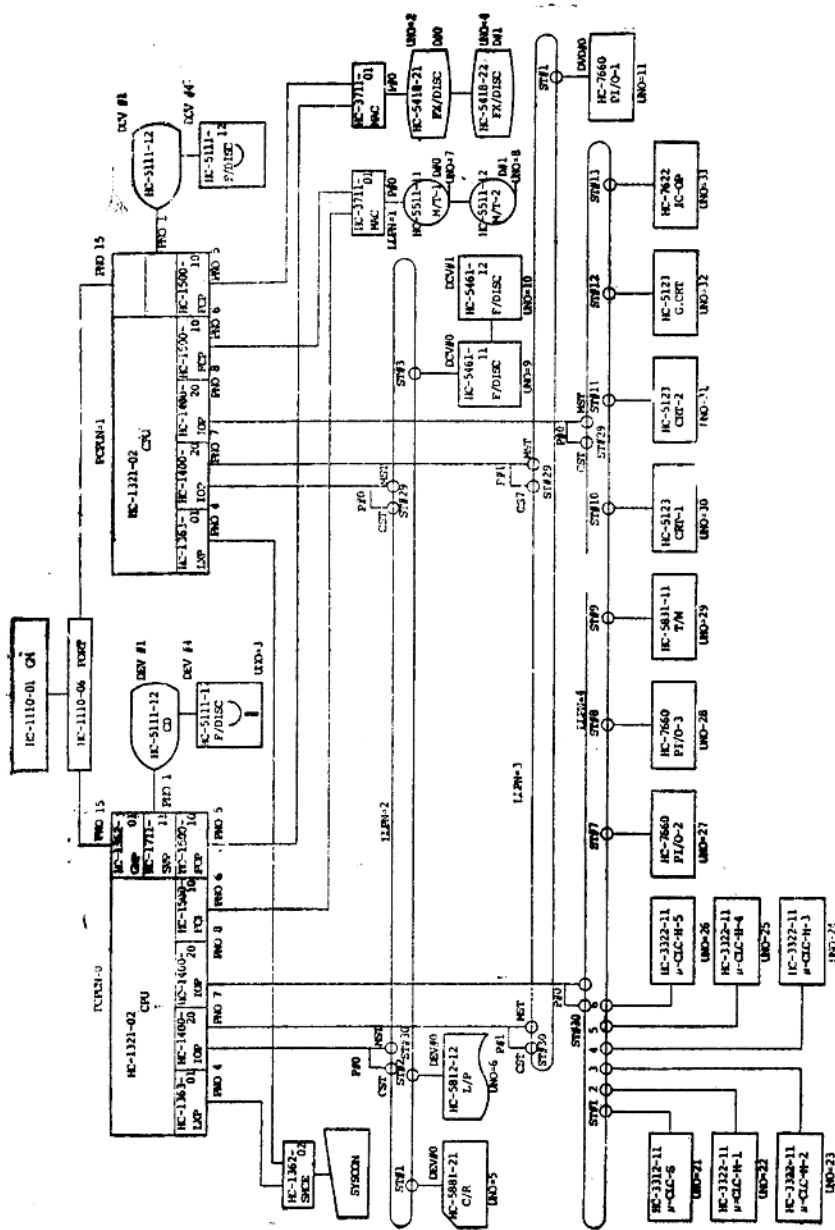


图 6 日立的高档计算机系统

表2 日立公司近十年提供的高炉计算机系统

投产日期	计算机型号	使用工厂	投产日期	计算机型号	使用工厂
1976.1	H-500	新日铁釜石	1982.2	H-80	新日铁君津2
1977.2	H-80	新日铁广畑一2	1985.3	H-80E	神钢加谷川
1977.12	H-80	神钢加谷川	1985.9	ZxV90/50	新日铁室兰一2
1978.2	H-80	神钢加谷川	1985.7	V90/50	新日铁釜石一1
1978.8	H-80	新日铁君津一3	1985.12	V90/50	新日铁户畑一1
1979.5	H-80	新日铁户畑一3	1986.4	ZxH-80M	新日铁君津一3
1979.12	H-80	神钢加谷川	1987.5	H80M, V90/50	新日铁君津一4

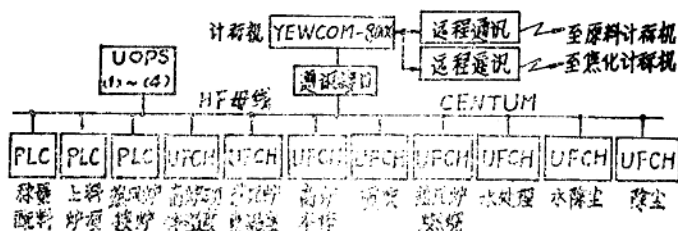


图7 横河、安川公司的高炉自动化系统

三、发展我国高炉自动化策略和国内配套问题

面对以下事实：

(1) 现代高炉日趋大型化，炉容2000到5000m³，每昼夜出铁5000~12500吨，操作稍一失常，损失就很大；

(2) 高炉处于钢铁厂咽喉位置，要及时供给钢厂合格的铁水，是钢铁厂耗能最大的机组，约占75%，节能是关键问题；

(3) 高炉是密闭机组，环境比较恶劣；

(4) 新工艺、新设备不断发展；

(5) 现代检测技术、计算技术、网络技术、数据处理和显示技术的发展，可用性、可靠性和可维护性增加，性能、价格越来越好。

由于以上原因，实现高炉自动化是工艺进一步发展的需要，而且在世界各国得以高

度发展，在国内也成为迫切要解决的问题。

“七五”期间至少有十座1200~3200m³的大型高炉新建成或移地大修，还有上百个中小高炉准备改造，而目前许多单位都想进口解决三电系统，有的打算成套引进（1000万美元以上），有的只准备引进不包括特殊仪表的成套硬件（至少需100万美元），也有的只拟搞基础级而引进有关硬件（约60~70万美元）。如果一座高炉自动化所需外汇按平均180万美元计算（其中特殊仪表占50万美元），则十座高炉至少需耗美元1800万，这是很难解决的，这样大量引进不仅备件难以解决，且严重依赖外国，不利于今后发展，因此寻求国内配套是当务之急。

1. 高炉三电设备国内配套的可行性研究

下面就能否国内配套的问题分五个方面剖析：

(1) 仪表问题 通用仪表国内已有三十年的

生产、设计和使用经验,特别是近年来开发和引进了制造技术,如DDZ—Ⅱ型仪表;引进日本横河的Ⅰ系列仪表;北辰EK系列仪表;美国罗斯蒙特变送器制造技术等,说明已完

全具有国内配套能力,无需再引进。

特殊仪表则如表3所示,除少数不过关外,绝大部分可国内解决。

表3 国外工业上正式使用的特殊仪表在国内的情况一览表

序号	名 称	国 内 情 况	解 决 办 法
1	炉顶热成象仪	东北工学院正在研制	若工期紧可引进
2	微波或激光料面计	无	引进样机,仿制
3	无料钟料槽空满信号	首钢等高炉已有	国内解决
4	无料钟溜槽位置倾角	首钢等高炉已有	国内解决
5	炉顶煤气成份分析	本钢制造,已鉴定	向本钢定货
6	炉喉煤气成份分析	本钢制造,已鉴定	向本钢定货
7	炉身砌体烧损监视	部自动化所及本钢制造,已鉴定	部自动化所供货
8	炉身静压力测量	重钢及部自动化所已解决	部自动化所供货
9	风口热风流量测量	部自动化所制造	部自动化所供货
10	各风口喷煤粉量测量	部自动化所及首钢研制,已鉴定	部自动化所供货
11	风口漏水检测计	部自动化所制成,已鉴定	部自动化所供货
12	焦炭水份测量仪	无锡电子仪器厂产品	由于不太过关,可引进
13	冷风湿度测量仪	重钢制造	向重钢定货
14	渣铁温度测量仪	部自动化所、北钢院均有产品	国内解决
15	风口温度测量仪	重钢制造,已鉴定	向重钢定货
16	热风炉炉皮温度测量仪	技术上与炉身烧损类同	部自动化所配套
17	渣铁量测量仪	用称量方法解决	部自动化所配套

(2) 电控及仪控系统 如4表所示,1~4项属PLC控制,部自动化所引进西门子S5—115U

表4 电控及仪控系统(国外已有的)在国内情况一览表

序号	名 称	国 内 情 况	解 决 办 法
1	无料钟炉顶及其控制	宝钢引进无料钟炉顶,西冶仿制	国内配套
2	上料控制	机械部分,部自动化所电气配套	国内配套
3	沟下称量控制及补正	部自动化所配套,各大钢厂均已使用	国内配套
4	热风炉自动换炉	同 上	国内配套
		首钢已有	国内配套

5	热风炉燃烧控制	部自动化所项目, 已鉴定	部自动化所供货
6	常规热工参数控制(如炉顶压力、 鼓风温度、湿度等)	已有多年经验, 国内可解决	可使用大连仪表厂引进日立技术生产的指示调节计(V187MA—E型)或四川仪表总厂从山武公司引进的KMM型仪表或引进的集散系统由设计院直接设计定货即可
7	辅助系统的控制, 如水处理、 煤气清洗	国内已设计、投产过类似系统	

表5 国内已有的高炉过程控制计算机功能及数模在国内的情况一览表

序号	名 称	国 内 情 况	解 决 办 法
1	炉况控制 硅统计模型 炉热指数模型 综合判断、操作指导	部自动化所已有研究报告 部自动化所、武钢、武设国家项目, 已鉴定 部北京钢研院研究过, 可解决	部自动化所可成套 部自动化所可成套 国内解决
2	热风炉燃料、空气设定及模型	技术上无困难	部自动化所移植、成套
3	软融带推断及模型	宝钢2号高炉要引进	部自动化所移植、成套
4	无料钟控制及模型	宝钢2号高炉要引进	部自动化所移植、成套
5	原料数据处理	宝钢1号高炉要引进	部自动化所移植、成套
6	原料数据装入处理	部自动化所, 各大钢厂均已使用	部自动化所移植、成套
7	数据通讯	技术上无困难, 类似技术已在其它厂实现	部自动化所移植、成套
8	数据显示	同 上	同 上
9	数据记录	同 上	同 上
10	技术计算	同 上	同 上
11	高炉砌体温度处理	部自动化所等已研制, 已鉴定	同 上
12	热风炉炉壳温度分布	技术上无困难	同 上
13	渣铁数据处理	同 上	同 上

型PLC, 天津仪表厂引进美国哥德公司M—584和M—884型PLC, 无锡引进美国GE公司的S—3、S—6型PLC, 冶金部已完全无需花外汇再去引进, 如有外汇则可成批引进如日本的YEW—PACK或西门子的Teleperm—M等集散系统。

(3) 过程计算机及数学模型 如表5所示数模及软件完全没有必要引进。

(4) 关于基础硬件问题

1) 关于PLC 已在前面叙述过。

2) 关于仪表控制器 国内有大连仪表厂从日立引进的带微处理机的V187MA—E型指示调节器, 它是4点模入, 1点设定用模入, 2点数入, 2点模出, 3点数出, 有6种控制算法, 23种运算方法。上海调节器厂和四川仪表总厂引进日本山武的Digitronik系列数字仪表性能与V187MA—E型仪表相仿, 故仪用控制器不引进也可从国内购买和配套。

3) 关于过程计算机 华南计算机公司已在广州引进法国技术, 建立了Solar型过程机生产线, 部自动化所已使用这种机器, 不久将用于太钢七轧厂偏八辊轧机作为监控之用。国内市场也可采购到系列引进的PDP—11和VAX型过程机(四机部推荐机型, 今后要国产化), 故没有必要再花外汇引进。

4) 关于网络 部自动化所已在制造工业控制网络, 不日即投产应用, 故有可能不引进。

5) 关于编制应用软件的设计能力 首钢高炉全部设备级自动化都是硬件进口, 而设计和编制软件则是该厂解决。各大钢厂对上配料PLC系统已设计过多台。部自动化所已提供或即将提供32套高炉各单项系统, 该所十多人已被西门子公司聘用, 并被称为合格的工程师到西德承担宝钢冷连轧PLC及鞍钢热连轧基础和过程自动化的应用软件编制工作, 宝钢2号高炉也拟由我所自己编制应用软件, 故设计高炉软件可由国内承担。

综上所述, 结论是: 我们可不必全靠外

国公司而有能力在国内配套。特别是有已引进的宝钢1号和2号高炉的成套系统可供借鉴, 故今后除引进个别不过关硬件或不掌握的技术外, 再也不能全套引进, 一定要立足于国内。

2. 发展我国高炉自动化的策略

(1) 当务之急是如何解决“七五”建设中10个大高炉的自动化问题。

1) 几种可能的方法

a) 全套引进 宝钢1号高炉三电系统共1501万美元, 日本新日铁和川崎制铁对鞍钢七高炉计算机和仪表成套报价分别为1000和900万美元, 如果考虑到现在物价指数上涨, 则成套引进估计每套1700万美元。

b) 只引进成套硬件, 在外国人指导之下由我方编制软件 西屋对我国某1300m³高炉(图3)报价110万美元, 但不包括全部仪表, 如还需引进少量特殊仪表, 则还要再加上50万美元, 这样每个高炉耗外汇约110~160万美元, 6个高炉约耗外汇660~960万美元。

c) 只引进硬件, 但多套统一谈判 估计可减少20%, 即每个炉子需90~136万美元。

d) 统一引进国内解决不了的硬件 即过程机, PLC不再引进, 初步估算, 用外汇150万美元可解决5~6个高炉自动化, 平均每个炉子约25~30万美元(不包括或只包括个别特殊仪表)。

e) 全部设备由国内市场采购和配套。

2) 几种方法的选择 综上所述, 我们认为最可靠而又接近世界水平的是第d)种方法, 每个高炉约需外汇25~30万美元, 为引进全套硬件的四分之一, 当然如无外汇则只好用第e)法。

3) 关于组织问题 建议仿效日本方法, 例如新日铁, 由八幡事业本部进行设计, 而由电气公司设备成套, 并负责投产。在我国, 则设计院相当八幡事业本部, 部设备制造总公司或部自动所等其它单位相当于电气公司, 当然还可由他们找些单位分

包，后者相当于日本的协力厂。

4) 关于国内配套系统问题 我们提出两种可能方案，见图8及图9。

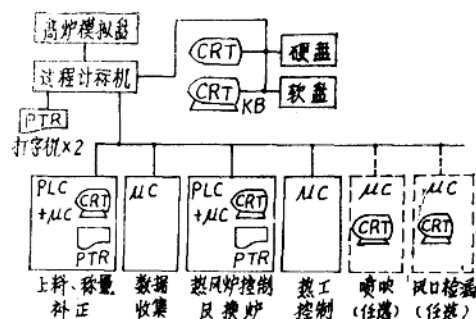


图8 1000m³容积以下高炉全套三电系统

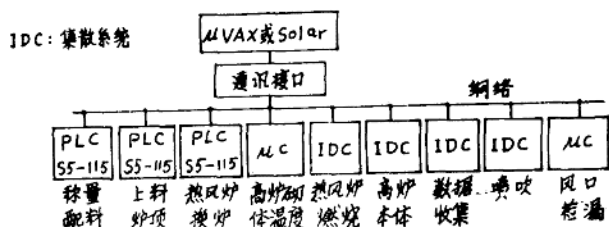


图9 1000m³~2500m³容积高炉全套三电系统

的关系，故冶金部也应用这种策略。我们参观过西门子，GE，日立，安川，横河和山武等电气公司，看来生产这类设备并不困难。因此我们建议在一些有条件的部属工厂或部属研究所，增加百来万美元的投资，用以购买必须的测试和数控设备就可解决这一问题，此外为使产品跟上国际发展，还须设专门队伍来研究与开发新产品。

(2) 解决高炉自动化的长远策略。

1) 继续开发特殊仪表和数学模型 这是一个为保持不落伍和赶上世界水平的问题，采取消化移植引进技术，然后创新。要作好规划，组织好高等学院，研究院所和工厂，分工协作，并定点生产。

2) 在冶金系统内部生产和开发基础自动化设备 钢铁工业自动化长期上不去，主要是苦于无好的装备，可以说也有一个无米之炊问题，故应有选择地生产制造些关键硬件。美GE公司的工业自动化系统，其过程机是购自DEC公司，因为难以和DEC公司竞争，而基础自动化所用设备（PLC等）则自行生产，因为它与工艺和控制思想有着密切

3) 发展小成套自控设备以供改造高炉自动化的应用 高炉自动化其实可分成许多小成套，如上配料及水份补偿小成套；无料钟控制小成套；喷吹控制小成套；热风炉控制小成套；数据收集小成套等。在统一规划之下，发展一种网络使这些小成套系统能连起来，这样钢铁厂便可按投资的可能分别购买，逐步补齐。

一座现代化巨型高炉计算机自动化系统的概况

——美国内陆钢铁公司 7 号高炉的控制与自动化——

吕 维 松

在六十年代和七十年代近20年时间内，为了节约燃料，满足迅速发展的氧气顶吹转炉生产对铁水质量的严格要求，炼铁工艺和高炉装备出现了一些重要的变化，表现在：

(1) 加强了入炉原料的准备工作，使炉料成份更加稳定，配料重量更加准确；

(2) 提高了送风温度，并对送风的风量、温度、湿度进行了更加严格的控制以有效地控制和稳定炉况；

(3) 从风口喷吹燃料（渣油或煤粉）；

(4) 高炉容积迅速加大，至七十年代，已陆续有一批炉容达 $3500\sim 4500\text{ m}^3$ ，日产铁近万吨的巨型高炉投入生产；

(5) 高炉炉顶装料设备更多地采用带旋转布料溜槽的无料钟炉顶，使入炉原料具有更多样化的布料形式，从而改善高炉炉况。

这一系列变化使高炉的操作愈趋复杂，人们普遍感觉到，那种基于试一步、看一步的高炉传统操作方法已经很难获得高炉最佳的运行条件了，必需更加深入地掌握高炉冶炼过程，并改变多年来高炉过程参数的检测仪表甚少，仅有的一些仪表精度又差（如炉顶煤气分析、送风风量及原料称量）及控制技术过于单一的状态。

此后，世界各国都对高炉内部的化学反应和热交换过程进行了广泛的研究。同时，又因控制技术、计算机技术和过程检测技术的迅速发展使高炉的控制和监控方法出现了极大的变化。到七十年代后期，已经形成了

一代崭新的高炉自动化系统和新的炉操作方式。

现代化大型骨干钢铁企业内的巨型高炉，炉容达 $3500\sim 4500\text{ m}^3$ ，日产铁近万吨，燃料消耗低，铁水质量稳定，是近20年来炼铁工艺技术的开发研究和先进的自动化技术相结合、共同攀登新的生产技术水平的卓越典型。自动化系统提供了多种多样的控制和监视等功能，使高炉操作员能有效地掌握巨型高炉庞大复杂、地理位置上比较分散的各生产分系统的实际运行情况；协调不误地指挥各种生产机械按预定程序运行，将所需各类原料准确和有节奏地配合高炉炉内巨大料柱的融化和下降情况源源不绝地布入炉内指定的部位；根据实测的大量现行生产过程数据和存贮的历史数据，计算和推断出高炉内部炼铁过程进展情况应采取的最佳操作措施；还能迅速发现庞大复杂生产系统中已经出现的和潜在的故障并加以报警，自动找到故障点和确定故障性质，引导操作员迅速正确地处理事故、以消除隐患。

现在，无论是新建或改建的高炉，几乎都配置了复杂的检测设施和功能齐备的计算机自动化系统，以协助高炉操作员完成各项生产操作，这已是当前各国普遍采用的水平了。虽然，由于设计思想不同，具体条件不同或经济条件不同，大型和巨型高炉具体采用的自动化系统有不同的模式，但有一点是共同的，那就是人们都已经深深地感到离开了功能齐备的自动化系统，现代化巨（大）型高炉的高效率、低能耗和稳定地运行将是