

全国低成本自动化学术会议

论 文 集

(第 一 届)

冶金部自动化研究院



中国自动化学会应用专业委员会
中国自动化学会计算机应用专业委员会
中国金属学会冶金自动化学会

前 言

低成本自动化LCA起源于第一次工业革命。发展到七十年代由于自动化、计算机技术高速发展提供了良好的技术手段。同时世界性市场的形成和竞争日益激烈提出了进一步发展工业自动化的需要。于是形成了计算机集成制造自动化(CIM)和计算机集成生产自动化(CIP)的概念和发展模式。日、美、欧等一些工业发达国家的大型企业和跨国公司陆续投入了大量人力物力,正在努力实行高投资高技术高效益高风险的CIM或CIP的发展模式。与此同时,国际上许多技术经济专家和企业家们也看到,一个企业要实行CIM或CIP需要投入巨额资金,还要有足够数量高层次科技人员经过较长时间专门培训才能有效掌握使用。许多中小企业并不具备这些条件。于是人们对低成本自动化LCA的发展模式重新进行了评价并再次被人们所重视。在大量中小企业中实行LCA并取得了显著技术经济效益。学术界从八十年代中期开始,国际自动控制联合会IFAC于1986年和1989年先后二次在西班牙和意大利召开了第一、二届低成本自动化LCA国际学术会议。同时IFAC技术局也已确定将LCA定为系列学术会议之一(IFAC已批准1997年第5届LCA国际学术会议将在北京举行)。目前这些IFAC学术会议的内容虽然主要是在科学技术方面,但却有着深刻的社会、经济发展意义。

我国是发展中国家。在我国目前的国力和工业水平情况下,绝大多数大、中、小企业都需要实行LCA的发展模式。为了在我国大力发展LCA,中国自动化学会应用专业委员会、计算机应用专业委员会、中国金属学会冶金自动化学会联合发起召开这次“全国第一届低成本自动化学术会议”。会议征文通知发出后,得到了全国工业科技界各方面科技工作者的响应,踊跃投寄了稿件。这本论文集编印了录取的一百五十多篇论文。

我们希望通过这次会议和这本论文集的交流推广,能在推进和发展我国LCA方面起到一些作用。今后我们还计划召开第二、三、……届LCA会议,在1997年还要召开第5届IFAC低成本自动化国际会议。热诚欢迎广大科技工作者与我们共同合作,为不断提高LCA会议水平和发展我国LCA技术共同努力。

这次征文工作得到了作者和作者所在单位的大力支持,我们表示衷心感谢。

由于编印本论文集的时间较为紧张,错误和不足之处请读者批评指正。

编 者

1992年5月30日

于北京冶金部自动化研究院

目 录

1. 结合我国国情大力发展低成本自动化	陈振宇(1)
2. 低成本自动化与水泥工业技术改造	王耕田等(6)
3. 低成本自动化及其在钢铁工业的实践	马竹梧等(11)
4. 宝钢连铸坯热装轧制的生产管理系统	王文瑞(19)
5. 电力电子技术的现状与发展	李序葆(27)
6. 用DCS 进行自控改造应注意的几个问题	左国庆(33)
7. 计算机集散控制系统(DCS) 在石油化工和冶金工业中的应用	邱昌年等(38)
8. 精馏塔的非线性推断控制	罗荣富等(46)
9. 醇酸树脂生产过程微机温度控制系统	邱求元等(52)
10. 人工神经网络用于寻找高效催化剂	王景芳(56)
11. ZPC-1酒精蒸馏微机控制系统	刘朝禄等(63)
12. 小化肥厂简易DCS 系统的实现	徐 飞(68)
13. 冷换热器弹簧自动清垢实验设计与建模处理	王景芳(72)
14. SDS 系列优化控制小型集散系统	卢焕昌等(76)
15. 微机—常规仪表组合实时监控系统在常压减压装置上的应用	魏少敏等(80)
16. 一种简单实用的综合控制系统对加热炉出口温度的控制	罗 真(88)
17. 化工最优化计算方法	吴秀金(93)
18. 尼龙66卧式缩聚器的智能控制	刘延林等(98)
19. 轮胎硫化罐微机自动控制系统	张国明等(103)
20. PC机在轮胎定型硫化工艺程序控制上的应用	张 力等(109)
21. 实用的中小规模集散系统的研究	王景武(113)
22. 低成本自动化技术在石油钻井勘探中的应用	吴吉波(118)
23. 一种可用于过程控制系统的实时多任务软件的应用	肖林学等(121)
24. 一种经济实用的“爆炸危险区”的方法	何瑞铨(127)
25. 链系统方法在火电厂煤粉炉控制中的应用	陈铁军等(131)

26. 微机低成本高效益控制应用两例·····	施为尧(135)
27. 远动系统资料管理系统·····	廖启文等(139)
28. 水电站用计算机实现自动化时的成本、效益分析·····	金和平等(143)
29. 开关变位分类统计在SCADA 系统中的实现·····	金兴胜(148)
30. 微机监测在高炉鼓风机的应用·····	鲍恩义(153)
31. 可编程序控制器与鼓风机防喘振系统·····	鲍恩义(157)
32. PLC 过程控制系统在中板四辊轧机上的应用·····	雷 锋等(161)
33. 高炉煤气余压回收系统·····	张扬林(168)
34. 可编程控制器直流驱动装置Cs137液位控制器在方坯连铸机上的应用·····	宋予强等(173)
35. 我国活性石灰COKE竖炉第一套自动称量混匀配料系统的研制·····	宋书亭等(178)
36. 低造价自动配料系统在烧结生产中的应用·····	宋书亭等(183)
37. 安钢二号高炉计算机控制系统·····	田永祥等(188)
38. 飞锯定尺PLC 控制系统设计·····	赵卫忠(193)
39. 轧钢链式加热炉微机控制的实现·····	王显科等(200)
40. 轧机的位总线控制与控制算法·····	梁启宏等(204)
41. 计算机控制和工作站监视系统在本钢高炉上的设计及应用·····	张文宏等(208)
42. 二自由度不完全微分PID 控制器的控制方式及参数选择·····	李甲申(211)
43. 宝钢热轧厂吊车终端和PLC 协同控制·····	张孝彬(217)
44. 济钢高炉喷煤自动控制系统·····	姜长军等(222)
45. 三电自动化系统在转炉过程控制中的应用·····	宋育刚等(227)
46. 新型薄壁空腹钢门窗异形料轧机控制系统的研制·····	王月娟等(234)
47. 布袋式除尘系统的PC控制·····	黄庆琦(238)
48. 环型加热炉动态数学模型及炉温在线最优设定方案·····	胡少文等(242)
49. 真空自耗电弧炉微机控制系统·····	金 荐等(246)
50. 一种实用智能型模糊控制器·····	周业华(250)
51. 钢带光亮退火连续型生产线全线自动化系统·····	朱安远等(254)
52. 浸出渣回转干燥窑的计算机控制·····	桂卫华等(261)

53. 轧机辅机交流调速装置的低成本对策·····	沈龙大(266)
54. 30T 液压式电弧炼钢炉的计算机控制·····	叶 桦等(269)
55. 低成本单片机在轧钢自动化的应用·····	王力勋(274)
56. 三辊中板轧机压下回升自动加速装置·····	黄逸群等(277)
57. 自磨机双参数自动控制系统·····	余仲宣(281)
58. 一个分布式计算机信息系统·····	屈惠民(285)
59. 生产过程的计算机质量管理QC和统计工艺控制SPC 数据系统·····	曾岁三(289)
60. 鞍钢板坯连铸机交流调速的应用及调试·····	孙连玉(295)
61. PC在高线飞剪控制中的应用·····	陈宝琨等(302)
62. 小型矿山生产调速微机监测系统的探索与实践·····	杨卫国(306)
63. 钢水测温信息反馈系统·····	吕辉利(311)
64. 焦炉加热微机控制系统·····	刘显南(314)
65. 基于预报模型实现低成本电炉炼钢自动化·····	孙延广等(317)
66. 自控技术在450mm 冷带三连轧机的应用·····	张 岳(321)
67. 位总线分布式控制系统在工业过程控制中的应用·····	白凤红等(329)
68. 板坯加热炉的炉压控制·····	王昌华(333)
69. 模糊控制的轧机厚度自动控制系统的研究·····	肖 军等(336)
70. 采用新方法温度控制系统·····	钟国民等(341)
71. STD 总线微机炉温控制系统·····	张保平等(345)
72. 低投资高效益的加热炉最佳燃烧系统的设计及实施·····	武 彬等(349)
73. 集散控制系统在马钢中板厂加热炉中的应用·····	黄履安等(353)
74. 燃油加热炉智能仪表控制·····	王福利等(359)
75. 鲁棒自校正显示算法及其在电加热控制系统中的应用·····	马 孜等(363)
76. 专家系统在电阻炉温度群控中的应用·····	徐德浓(367)
77. STD 炉温模糊控制系统·····	方康玲等(371)
78. 工业燃煤锅炉节能控制系统·····	黄道君等(375)
79. 二次调节的节能和位置自适应控制系统的研究·····	蒋晓夏等(379)

80. 高压气瓶旋压收口自动控制系统研究及应用	罗兴权(383)
81. MCS-8098 在荧光磁粉探伤机上的应用	何颂平等(388)
82. 开关阀式气动控制系统	刘庆和等(391)
83. FANUC-BESK3T-A数控装置在梯形环斜端面磨床上的应用	李惕新等(397)
84. 改善BCS刀具破损自动监控系统准确性的措施	李 君(401)
85. 微机控制冲床系统	钱凤岐等(404)
86. 捷克 $\phi 130$ 数控铣镗PLC的国产化改造	董兴华等(410)
87. 线切割机床自动编程·自动控制系统	陈铭新等(413)
88. 万能材料试验机的微机自动化	李新军等(418)
89. 电液位置伺服系统自适应控制及其单片机实现	王 茂等(424)
90. 压力容器焊缝自动跟踪系统	吴学曼等(430)
91. 基于局部网的在线分配式数控系统	陈 伟(432)
92. 多机器人微机监控与管理系统	易 科(436)
93. 数控线切割机床交互式自动编程系统	陈九明等(441)
94. PC控制湿沙处理过程的方法与实践	李兆平(444)
95. 合理降低编组站自动化的投入成本	牟广森(448)
96. 铁路机车车载微机控制系统	陆 伟(455)
97. 道路交通流最优预测与交叉路口感应最优控制	李立源等(459)
98. 铁路客车试验自动化系统	王连富(466)
99. 对美国先进的车辆指挥系统的评述	徐金久(469)
100. 集散式舰船机舱自动化系统及其可靠性研究	郑元璋等(474)
101. 变频调速反馈控制系统的研究和计算机快速寻优的设计	林 棋等(481)
102. 交流电动机变频调速系统	吴敏浩(486)
103. 低造价, 多电机跟踪, 用PLC 编制的PID 程序	孙长龄(490)
104. 步进电动机自同步系统特性的研究	孙 力等(493)
105. 一种新型调速系统的研制	汪小武(500)
106. 步进电机的总线控制系统	易继错等(504)

107. 智能型SCR 串级调速装置触发、保护控制器	吴建国等(510)
108. 低成本无速度传感器高性能交流调速系统的设计	王长江等(516)
109. 低成本节能型电机出厂参数测试微机控制系统	杨惠卿等(525)
110. 高性能低成本微机调速系统	李 伟等(529)
111. 具备累积称量法的玻璃配料微机自控系统的实现	黎洪生(534)
112. 水泥库位监测管理系统	罗转翼等(539)
113. 微型计算机控制系统在钢化玻璃生产中的应用	畅太波(543)
114. 玻璃料道温度控制系统	燕育民等(550)
115. 一个具有较高性价比的微机多用户办公系统软件	袁晓光等(556)
116. 以多准则决策法分析我国DCS 的发展策略	刘宝坤等(562)
117. 现代滤波理论的应用、发展及效益分析	王培德等(567)
118. PLC 应用中的逻辑设计	荣大龙(571)
119. 单片机在分布式收银机系统中的应用	张秀宇等(575)
120. 分布式PLC 系统结构与联网应用	严晓华等(582)
121. 可编程序控制器在开清棉联合机上的应用	庄惠震(586)
122. 单板机的二次开发及接口	魏建蓉(590)
123. 单片机在自动进给机构中的应用	郭怡倩等(594)
124. SKD-901分散型计算机控制系统	高以成等(598)
125. 一种在简单PLC 上实现多输出水平的控制系统	叶正明等(604)
126. 单片机技术在微波测量接收机中的应用	赵 强(608)
127. 可编程自动控制器在导弹阵地某测控系统中的应用	李艾华(612)
128. 一种低成本高性能分布式微机控制系统	袁南儿等(617)
129. 一种低成本可编顺控器的研制和应用	张家余等(621)
130. 浅谈实现低成本自动化LCA 的策略	高秀珍(627)
131. 组合式数显仪及NGTS-01简易集散系统	郑鹿鸣等(631)
132. 开发DCS上的LCA技术及应用	许心传等(634)
133. 经济实用的大功率不间断电源	原怀西等(638)

134. 意大利COMAS 制丝线电控系统.....靳殷实等(642)
135. 可编程序控制器(PLC)在制冷自动化中的应用研究..... 苏金贵等(651)
136. 集散控制系统控制器的自诊断技术.....陈振中等(656)
137. HC—1 型胶接结构智能检测仪的控制系统.....何 鹰等(660)
138. 电能三级计量和变压器运行工况微机管理系统.....卢衍桐等(664)
139. 热天平微计算机测量系统.....刘星浦等(668)
140. 高精度金属探测器.....王恒山等(672)
- ✓ 141. BANG BANG—FUZZY控制策略研究.....杨 宁(675)
142. 论我国LCA的发展环境和对策..... 徐晓星(681)
143. 滞后系统的滑模变结构预估控制器.....刘新群等(684)
144. 非线性状态观测器及其在分散控制中的应用.....钮晓鸣(689)
145. 基于经验控制规则的通用控制器设计探讨.....张南纶等(692)
- ✓ 146. 低成本自动化的设计方法.....赵天奇(698)
147. 经济型生产线物料小车控制与仿真.....赵 弄(702)
- ✓ 148. 高性价比FUZZY智能控制器的研究..... 杨 立等(706)
149. 潮汐模型两级微机控制系统.....冯培悌等(711)
150. 远程实时计算机通信系统的设计与实现.....薛啸宇等(715)
151. 智能光纤遥控系统.....孙凯生等(719)
152. 嵌入式控制—LCA的一种有效实用控制方式..... 邬宽明(723)
153. 医院门诊收费网络系统.....吴国仕等(728)
154. 微机染色群控系统.....邓伟平等(734)

结合我国国情大力发展低成本自动化

陈 振 宇

冶金部自动化研究院

[摘要] 本文综合论述了工业自动化技术的发展与低成本自动化LCA的关系, 低成本自动化所包含的内容及其特点。在对我国工业企业自动化现状进行分析后提出, 我国工业企业应普遍大力发展低成本自动化, 并对其意义和作用进行了阐述。

一、工业自动化技术的发展与低成本自动化

从第一次工业革命开始诞生了近代工业自动化技术。自那时起一直到本世纪七十年代, 发展和应用于工业的, 都属于低成本自动化的范畴。到七十年代以后由于全国性以及跨国性大公司的形成和全球性商品市场竞争加剧, 这对企业各种信息集成提出了更高的要求, 而计算机技术的飞速发展正好为此提供了技术手段。正是由于这种需要和可能, 各种规模和各种程度的计算机集成自动化系统应运而生。于是在工业生产中起牵引作用的制造业首先提出了计算机集成制造自动化(CIM)的概念。接着在基础流程工业中提出了计算机集成生产自动化(CIP)的概念。从八十年代开始, 在一些工业发达国家如日、美、欧等对发展CIM和CIP日益重视。有一些实行CIM和CIP集成程度不等的工厂企业, 开始取得了低成本、低消耗和高劳动生产率的效益, 并能迅速响应市场需求, 快速推出用户订货的各种新型高质量产品。提高了企业在国际市场中的竞争能力, 取得了显著经济效益。向CIM和CIP进军在一些参与国际竞争的大企业和一些跨国性公司中逐渐形成一种热潮。其中特别是美国工业企业面临日本、德国的激烈竞争, 处于市场日益缩小、出口日益萎缩的困境。他们在总结经验教训后得出, 陷入困境的主要原因是美国的劳动生产率增长太慢, 生产与经营自动化水平和发展速度赶不上日本、西德。于是提出要通过实现CIM和CIP来赢得竞争, 用CIM和CIP来实现更新等口号。一批大企业陆续投入了大量资金来推行CIM和CIP来实现大规模的技术更新和改造。

但与此同时, 国际上许多技术和经济专家们已看到, 一个企业要实行CIM和CIP需要投入巨额资金。从一些已经和正在进行的工程来看, 大体上实行CIM和CIP所需计算机和自动化装备的总投资, 要占到企业设备总投资的50%左右或更多一些。对于现有的广大企业特别是中小企业, 很难承受起这样巨大的投资强度。而且由于CIM和CIP的技术发展尚不成熟, 各大计算机自动化公司所能供应的各种实行CIM和CIP的技术手段, 都具有很大的特殊性, 相互间不能互换和通用。在实行CIM和CIP时, 需要有足够数量的高层次科技人员, 经过较长时间专门培训才能掌握使用。这种条件往往大多数中小企业并不具备。另一方面在实行CIM和CIP过程中, 人们已经发现, 现代计算机、自动化、人工智能等先进技术, 并不能在企业生产经营活动全过程中, 全部代替人实现“自动化”。企业从市场调研开始至经营决策、计划、管理、采购、生产、销售、服务又返回至市场, 形成生产经营活动循环全过程。在这一循环过程中的每一个环节都需要人来参与, 尽管现代计算机自动化人工智能技术发展至今已有了很高水平, 但与人的智能活动和复杂的技能活动相比仍有许多无法取代之处。其中特别是与人的创造性灵活辩证思维过程相比, 机器还是处于十分笨拙的状态。因此对

于决定企业生死存亡命运的关键经营决策过程，主要还得靠企业领导人的智慧和才干。而CIM或CIP所能提供的支持，还只限于对一些企业内外环境、技术经济等各种信息的汇总、统计、逻辑分析等基础性工作。这对于一些大型企业集团或跨国公司拥有大型或超大型信息集合的情况，采用CIM或CIP向企业领导层提供这种基础性服务显得比较重要。而对于大量中小企业的领导人，他们没有那样严重地面对这种基础信息爆炸的威胁。一般只要建立管理信息系统MIS或是局部MIS，以及巧妙地利用社会信息资源，就可以满足企业经营决策活动的需要。于是广大中小企业的技术发展向何处去，是否也要遵循CIM和CIP发展模式的问题，提到了各国技术和经济专家和企业家们的议事日程。人们对低成本自动化LCA的发展模式重新进行了评价并再次被人们所重视。学术界从八十年代中期开始，国际自动控制联合会IFAC于1986年和1989年先后二次在西班牙和意大利召开了第一、二届低成本自动化LCA国际学术会议。同时IFAC技术局也已确定将LCA定为系列学术会议之一（IFAC已批准1997年第5届LCA国际学术会议将在北京举行。）目前这些IFAC学术会议的内容虽然主要是在科学技术方面，但却有着深刻的社会、经济发展意义。深入分析低成本自动化LCA的内容和特点，明确发展LCA的意义和作用，对于我们这些正在向工业现代化进军的发展中国家意义犹为重大。

二、低成本自动化LCA的内容与特点

工业企业自动化系统经过多年发展，日益复杂和完善。参照近年ISO国际标准组织技术报告提出的意见，企业自动化系统的分级结构可以如图1如示。其中图1(a)较适应于制

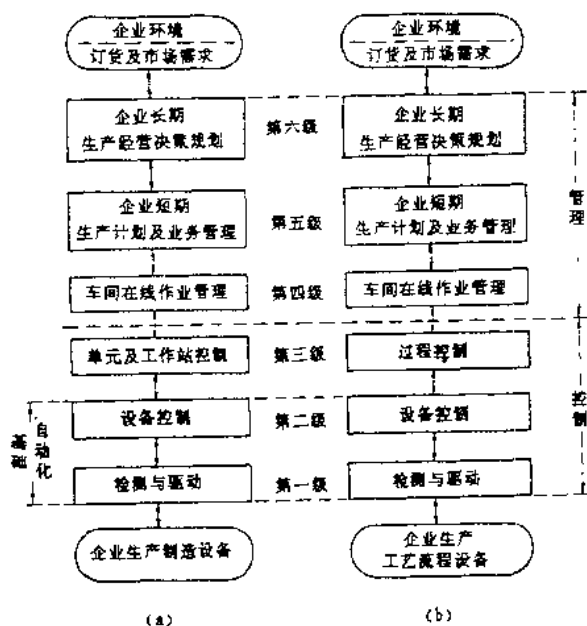


图1 企业自动化系统分级结构

造工业企业，图1(b)较适应于流程工业企业。这两类企业在自动化系统分级结构中差异较大的是第三级。对于制造工业一般是对一组或若干台实现一类制造加工功能设备的集中优化控制，如磨削加工单元控制，刀具加工工作站控制等。对于流程工业一般是对生产流程

中具有部分或一段相对独立生产功能设备的集中优化控制,如高炉过程控制,精馏塔过程控制等。图中没有列出企业中技术、设计、设备、仓库等和各种辅助部门的功能,一般它们都处在第五级的位置。

在上述六级自动化系统中,LCA内容所复盖的重点是在第一、二级基础自动化。这两级直接保证企业产品的质量与数量,能最大限度地发挥计算机自动化技术的特长和功能,克服和弥补人的能力的不足,取得最为显著的技术经济效益。其次LCA内容在技术经济条件合适时也包括制造业中的第三级单元及工作站控制和流程工业中的过程控制。对于一个具体的生产制造工艺机组或生产线实行LCA基础自动化及过程控制的完善程度可以有很大差别。这主要取决于主体生产制造设备的先进程度。对于现代化的先进主体设备,相应实行LCA的项目和内容就较为先进完善。对于一般老主体设备,实行LCA的项目和内容就相对较少。具体实行LCA方案的制订,要综合考虑技术、经济、投资效益等多种因素确定。一般情况下这两者自动化装备部分与设备总投资的比例差别并不很大,大体上都在10%至15%左右。至于第四、五、六级管理功能,一般是选择其中最具有技术经济效益的单项和局部管理作为LCA实施的内容,而不是建立整个企业管理信息系统或是管理控制一体化集成系统。

从上述LCA的内容可以看到,LCA的特点主要表现为:

1)技术经济效益显著,产出投入比高,投资回收期短。经过对一些已经实行LCA技术改造的项目进行统计分析后可以得出,实现LCA所需仪器仪表控制装置、电力传动供电控制装置、计算机系统的“三电”设备的投资数约占生产制造工艺设备总投资的10%至15%,其中也包含引进部分国外先进自动化硬件装备的费用在内。(对于某些以电力传动为主要生产设备如轧钢设备系统,由于大功率供电控制装置费用很高,则“三电”总投资数较高如扣除这部分费用,则仍在上述投资比例范围内。)如果实行LCA的内容主要是基础自动化部分,则投资数接近于下限,如同时包括过程控制自动化则投资数接近于上限。当然这一实行LCA的投资比例数是一种总体概念。对于各个具体工程项目可以有一些出入。实践经验也表明,对于技术改造项目,只要方案选择正确,实行LCA后在节能、降耗、提高质量产量等方面可以取得显著的技术经济效益和社会效益。一般在1至2年内即可全部回收投入的资金。对于新建的现代化工程项目,LCA装备和系统往往已成为主体生产制造工艺设备的有机组成和必备部分,否则将无法生产。

2)不要求对已有生产制造工艺过程作出重大改变,投资风险小。这是相对于实行CIM或CIP的一种特点。对于许多已有的工业企业,在实行CIM或CIP时,往往需要适当调整和简化生产制造工艺过程。一方面是为了使生产过程更为合理化,同时也为了减少实行CIM或CIP的复杂性和提高全系统的可靠性。这种涉及生产工艺过程和装备变化的全面技术改造,需要投入巨大人力物力,往往具有较大风险性。一旦生产经营战略决策有误,损失也就会十分巨大。而在实行LCA技术改造时,对于生产制造工艺装备,一般只进行适度的更新改造。实行生产控制自动化和部分生产经营管理自动化的技术经济效益分析,具有明确的可行性和现实性。

3)实行LCA在企业中构成弱连系独立岛,需要充分发挥职工的主观能动性。按照LCA模式实行企业生产制造基础自动化和部分过程控制或单元控制自动化以及一些局部或单项管理自动化,在企业中形成了许多局部自动化生产制造独立岛。在独立岛内,全部生产制造

工艺和自动化水平都可以达到当代先进水平,可以保证生产出高质量高水平的产品。在各独立岛之间,由于没有实现CIM或CIP模式的高度信息集成,相互间一般只保持必要的弱通信联系。各独立岛各工序之间的信息传输和管理,还需要依靠职工和操作人员的介入。当遇到各种异常生产情况时,一般都需要依靠职工的经验进行分析判断和采取相应处理措施。在实行LCA模式的现代化企业中,提高人员的素质发挥职工的主观能动性就显得格外重要。

4)采用“短、平、快”高新技术实现LCA。为了保证企业生产出高水平高质量的产品,企业中各关键生产机组和生产线都应具备达到当代先进水平的条件。相应的自动化装备也必需力求先进、可靠和优良的性能价格比,也应当尽可能应用各种行之有效的各种高新技术理论方法和手段。当代自动化技术装备发展迅速日新月异,新技术新产品层出不穷。在实行LCA时可供选择的自动化装备方案很多,一般选择成熟适用的“短、平、快”技术装备方案已能满足实现LCA局部自动化的要求,不需要处处追求最新的技术成就。一方面是最新技术产品价格昂贵,同时在实施LCA中也无足够条件全面充分地发挥最新技术的效能,难以获得好的性能价格比。在现阶段采用各种型号的可编程序控制器PLC、集散控制系统DCS、微机和超级微机、局域网络、服务器、工作站等技术工具是组成各种高性能价格比LCA系统的优选方案。

三、在我国应大力发展低成本自动化LCA

在日、美、欧一些工业发达国家,工业自动化正在按照二种不同模式向前发展。一方面一些大型企业和跨国公司正在努力实行CIM和CIP技术,这是一种高投资高技术高效益高风险的发展模式。在这些国家中一般只有资金雄厚的大公司,才有条件采用这种发展模式。另一方面他们现有的大量中小企业是在实行LCA的发展模式。许多企业的实践表明,只要努力加强企业中关键生产制造机组和生产线的先进性,充分发挥各个自动化独立岛的功能和职工的主观能动性。这些企业同样也能生产出高水平高质量好性能价格比的产品。同样也可以有很强的竞争力。

我国是发展中国家,经济实力和工业水平与发达国家相比尚有很大差距。除去极少数外向型参与国际竞争的一些重点企业,有组织有领导地集中人力物力以试点方式努力探索实行CIM和CIP发展模式以外。在我国目前的国力和工业水平情况下,绝大多数大、中、小企业都应当实行LCA发展模式。随着大、中、小企业生产制造工艺装备水平的差异和其他技术经济条件的不同,他们实行LCA的水平也可以有差异甚至是较大的差异。在制订实施LCA方案时,对于企业每一个技术改造或建设项目都要全面权衡技术、经济、发展等各方面的关系来确定自动化项目内容的齐全程度和自动化装备的先进程度,这样才能使每一个LCA工程项目都获得最好的技术经济投资效益。

我国现有的工业企业从装备水平来看,大体可以分为三类情况。第一类是近年来陆续新建成的大中型骨干企业。其生产制造工艺装备的现代化自动化程度,大部分已经实现了LCA,有的生产制造自动化独立岛之间还实现了少部分和程度不等的集成。这样的企业在我国是少数。他们今后的发展主要是跟上国内外技术进步的步伐,不断提高和更新。对于企业中自动化程度较差的部分,可以逐步实行LCA进行填平补齐。另一类是大量一般中小企业。他们的装备水平参差不齐,有的较为现代化,有的十分落后,将来属于更新淘汰之

列。对于有发展前途的较为现代化的生产制造工艺装备，无疑也应当按照LCA发展模式进行发展和提高，使企业能跟上技术进步的步伐，生产出高水平高质量的产品，获得更好的技术经济效益。第三类是已有一段生产历史的大中型骨干老企业，不少是五、六十年代建成投产。在几十年生产建设发展中，虽然已对许多生产线和机组陆续进行了技术改造。但由于资金有限等原因，企业内新老设备并存，技术改造任务的欠帐较多。这类企业数量较多，而且是我国工业生产的主力军，也是我国工业经济收入的主要来源，在国民经济中起着举足轻重的作用。他们现在都面临着如何利用好有限的资金，规划制订好企业技术改造的实施方案，使企业逐步走上现代化道路的课题。在这些企业中实行LCA进行技术改造，将是我国在现阶段可选择的最佳发展模式。这些骨干企业不改造没有出路。如果按照国外一些正在或已经实行CIM或CIP企业的发展模式来进行技术改造，不仅我国国力不能负担，而且由于企业内外普遍的技术和人才条件不足，仓促上马实行CIM或CIP，不但不能取得好的投资效益，而且会造成大量人力物力的浪费。这在国外实行CIM或CIP的初期也都有过类似的教训。这些企业在制订实行LCA项目规划时，企业领导者应当统览全局综合规划，可以分期分批地对生产质量数量起关键作用、技术经济效益显著的机组和生产线，依次逐个进行LCA技术改造。由于是实行局部自动化，与未实行技术改造的其他部分牵涉较少。企业中实行LCA技术改造的项目可以一步一个脚印，干一项收到一项效益。这样既节省了一次投入资金的数量，同时又在实践中逐步培养壮大了科技职工队伍，为今后进一步发展提高打下了基础。实际上实行LCA和实行CIM或CIP之间两者虽然有着许多重大的差别，但却也没有不可逾越的界线。如果企业在实施LCA技术改造计划时，加强统筹规划，考虑到将来各生产制造自动化独立岛之间的协调性和信息集成的可能性，那末在资金、技术、人才等条件具备时，进一步发展就可以重新更新自动化装备，实行CIM或CIP或是部分集成。事实上由于当代电子自动化技术发展迅速，一代自动化装备的寿命只有七、八年左右，实行LCA的自动化装备当进一步发展实行CIM或CIP时，原来LCA装备的寿命也已结束，其投资也早已回收。因此企业在规划将来实行CIM或CIP时，一般不需要过分考虑现在实行LCA的具体技术延续性。

综上所述，我国绝大多数工业企业都应当实行LCA的发展模式。这是我国工业在向现代化发展进程中，从我国现实国情出发，综合考虑技术、经济、企业文化等各方面因素的全局优化发展道路。

低成本自动化与水泥工业技术改造

王耕田 王昕琦

河北省科学院自动化研究所

〔摘要〕本文通过对河北省自动化研究所研究和开发的水泥生产过程自动控制各环节计算机控制系统的剖析,说明低成本自动化与我国传统产业自动化技术改造的关系,并进一步探讨其发展前景。

关键词:生料配料、立窑控制、计算机控制、低成本自动化、集散控制。

一、前言

以星罗棋布的中、小立窑企业构成了我国水泥生产的特点。数千家立窑厂基本上多是所谓因陋就简、土法上马建起来的。就是这些小企业占了全国年产2亿吨水泥的80%,不仅满足全国城乡民用和一般工业等建筑的需要,而且出口量在逐年增加,可见其在国民经济建设中的重要地位。然而,深入企业内部则不难看出,存在着主要生产过程都靠人工、凭经验操作与控制、生产工艺不合理、能耗高等问题。产品质量不能保证,产量不易提高和稳定,可以说是典型的我国传统产业的模式。

水泥生产是典型的过程工业,连续生产。它主要的工艺过程有:原材料开采与处理、生料制备、熟料煅烧、水泥制成、包装等。近十年来,国内有不少大专院校、科研单位涉足这个行业,在不同深度和广度上进行了以节能和提高产品质量为中心的工艺的和自动化技术的改造,取得了重大的经济和社会效益。

二、典型环节的技术改造

河北省科学院自动化研究所,从1979年开始,在几个主要生产环节上做了大量的研究和改造工作。

(一) 生料配料与粉磨控制

早在1980年,在改进配料称的基础上,根据用石灰石、粘土、铁矿石和煤的四组分配料方程,经简化得出递推控制算法。

$$\begin{aligned} X_{1i} &= X_{1i-1} (C_m - K_1) / (C_i - K_1) \\ X_{2i} &= K_2 - X_{1i-1} \end{aligned} \quad (1)$$

式中 X_{1i} : 石灰石第 i 次控制的配比 X_{2i} : 粘土第 i 次控制的配比

C_m : 氧化钙控制的目标值 C_i : 氧化钙第 i 次测量值

K_1, K_2 与铁矿石(X_3), 煤(X_4)有关的系数。

$$X_3 = X_{3i-1} - KX_{3i-1} (Fe - F_m) \quad (2)$$

式中, X_3 : 第 i 次铁矿石的配比

K : 比例系数

F_m : 三氧化二铁的控制目标值

F_i : 三氧化二铁第 i 次测量值

用此算法把配料控制与磨机看作一个整体被控对象, 以出磨生料氧化物成分为被控参数, 研制了实现(1)、(2)式运算的模拟电子计算机, 实现了原料配比的自动调节。

随着微处理机应用研究的发展, 到1984年, 又改进了配料称, 推出了“水泥生料粉磨微机控制系统” [1], 目前此系统经几次改进已产品化, 在全国上百家水泥厂推广应用。使出磨生料合格率提高20—30%。

(二) 水泥立窑连续稳定煅烧控制

烧煅熟料是水泥生产最关键的环节, 立窑煅烧也是众多工业炉窑中最难实现自动控制的一种。至今主要工艺参数仍然不能直接测量。在80年代初期, 采用多种措施, 对窑上煅烧前后各环节进行技术改造, 采用“用外围多项条件保证煅烧连续稳定的策略” [2], 取得了很大经济效益, 也为进一步深化改造打下了理论和实践的基础。

随着微处理机的应用、控制理论和生产工艺的发展, 80年代逐步形成了图1所示的工艺流程。图中可见, 立窑煅烧可以划分为四个部分: 料、煤配比、予加水成球、煅烧、卸料料封。从控制角度, 它是多变量、强耦合、时变的复杂系统。通过大量的理论分析和实践, 采用现代控制理论和人工智能技术相结合, 成功地实现了水泥立窑煅烧全过程的自动控制 [3]。控制系统结构示于图2。

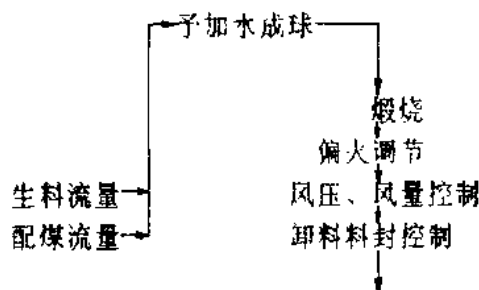


图1水泥立窑煅烧控制流程

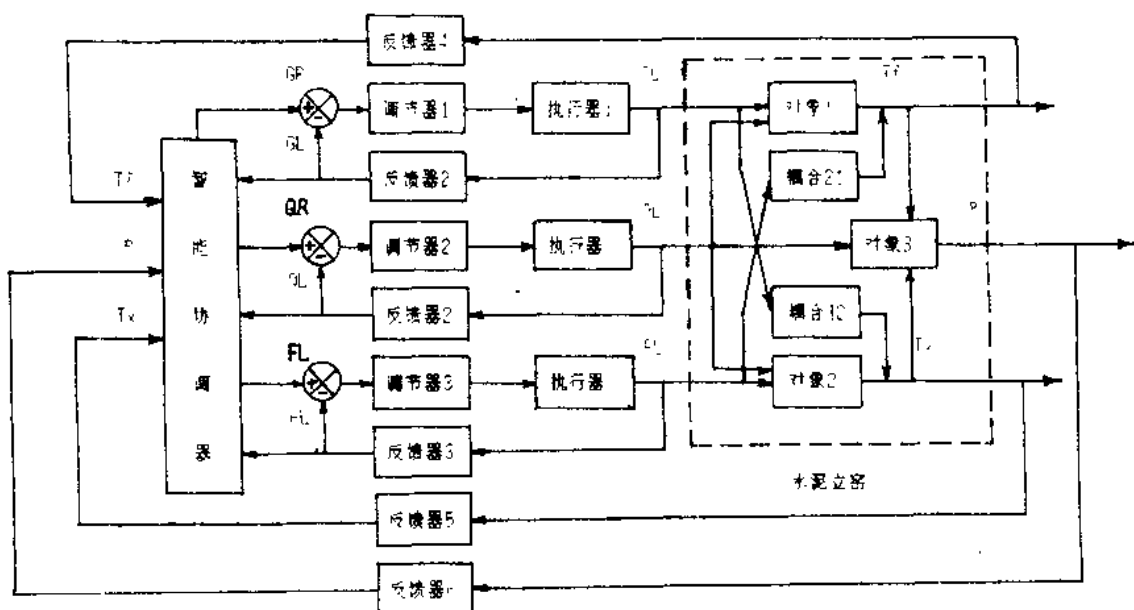


图2水泥立窑窑管能协调控制系统

图中, T_f : 烟气温度, T_x : 卸料温度, P : 通风阻力。GL、QL、FL分别为加料量、供风量和卸料量。这些量构成一个三输入三输出的对象。图中表明它们之间的耦合关系。

自动控制系统构成是:

1. GL、QL、FL构成三个独立的内环, 采用数字PID算法, 它们的优化给定值由智能协调器控制。在正常范围内QL采用定值调节, GR采用参数自动调整定Fuzzy-PI调节器 [4], FR采用自校正调节器。

2. 对象1、2均为积分环节, 其输出 T_f 和 T_x 是立窑煅烧的关键参数——底火温度和位置的间接代表。即它们都反映料层的厚薄、底火的深浅等。同时它们都影响通风阻力 P 的大小。在立窑煅烧中, P 是较灵敏的参数。它即反映煅烧状态是否稳定, 又可在较大范围内变化, 因此我们选 P 为协调变量, 根据它的变化范围和各个输入、输出的现实的和历史的知识, 结合人工经验, 制定出产生式规则集。

3. 协调原则是, 通过最小二乘递推辨识和模糊辨识相结合方法, 辨识出使 P 产生偏差诸因素对 P 作用的强弱比例。然后, 分别采取控制策略, 协调控制输出是使 P 在给定范围内GL和FL的优化给定值GR和FR。

4. 本系统采用二级分布式控制系统实现。文献 [3] 已介绍。

(三) 水泥及其强度预报

水泥生产过程除一些典型过程的自动控制过程之外, 还有很多复杂的计算、质量管理等环节, 可由计算机辅助完成。水泥及其强度预报就是其中之一。强度用1天、3天、7天、28天样件试压确定, 是最重要的性能指标。能够根据早期(1天、3天)预报28天强度, 对生产控制具有重要意义。设28天强度能用线性方程(3)式表示。

$$Y = c_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_n X_n \quad (3)$$

式中 Y : 28天强度

$a_0 \dots a_n$: 加权系数

$x_1 \dots x_n$: 构成 Y 的各因素。

对已经做了 m 样品, 得到 m 组数据 $Y_1 \dots Y_m, X_{11} \dots X_{im}, (i=1 \dots n)$ 用多元线性最小二乘回归法, 可辨识 $a_0 \dots a_n$, 再依新的 $X_1 \dots X_n$ 就可预报新 Y 。

实际做时, 取 m 足够大, 进行一次估计之后, 得到 $\hat{A}(m) = (\hat{a}_0(m), \hat{a}_1(m), \dots, \hat{a}_n(m))$ 。

再依据第 $m+1$ 次的 $X(m+1) = (X_1(m+1), \dots, X_n(m+1))$

可用递推算法估计 $Y(m+1)$ 得到28天强度预报值, 我们用递推算法如下。

$$\hat{A}(m+1) = \hat{A}(m) + P(m) X(m+1) [Y(m+1) - X(m+1) \hat{A}(m)] \quad (4)$$

$$P(m+1) = \frac{1}{\lambda} [P(m) - P(m) X(m+1) (\lambda + X^T(m+1) P(m) X(m+1))^{-1} X^T(m+1) P(m)] \quad (5)$$

预报28天强度

$$Y(m+1+28)/m+1 = \hat{A}(m+1) X(m+1) \quad (6)$$

式中 λ 为遗忘因子 $0.95 \leq \lambda < 1$

详细请见文献 [5]。

提前预报水泥及其熟料强度, 可以即时出厂水泥, 也可以对混合材加入量等进行调节, 对保证产品质量, 合理增加混合材, 降低水泥成本都大有好处。取得明显经济效益。

三、做法与体会

上述几例表明,采用低成本自动化技术,实现连续生产过程各局部自动控制,以低的投入取得了较大经济效益,很适合我国国情。但是,随着生产的发展,技术的进步,不可能只停留在这个水平上,而是向着“控制、管理”一体化的方向发展。为适应这种发展模式,在从事水泥企业技术改造中,采取如下作法:

(一) 由上而下的设计,由下而上的实施。

注意到CIMS(computer Integrated Manufacturing System)技术的发展。并依据水泥厂的特点,以“控制、管理一体化”模式,进行总体设计,这个模式如图3所示。

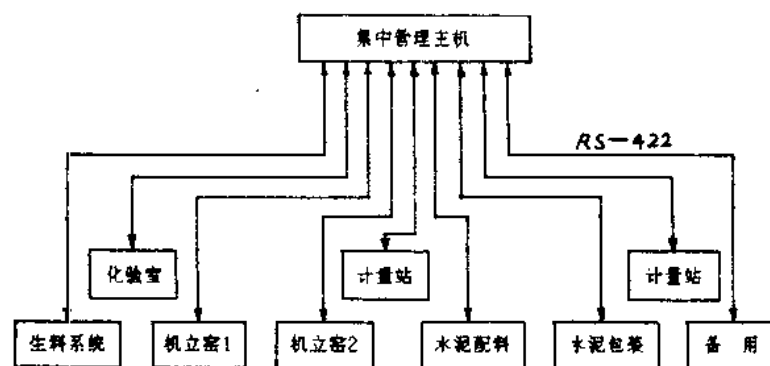


图3 集中管理系统

它由以下几部分组成

1. 各主要生产环节的局部自动控制。一般采用STD工业控制机、自动化仪表、PLC等构成二级分布式,形成独立自动控制系统。
2. 原材料、中间产品、成品,能源消耗等计量系统。因为流程工业,原材料、中间产品、成品都通过输送设备传输。所以能够通过计量设备,如核子称、皮带称、绞刀称等,用微处理机采集物流并进行累计处理。
3. 质量监督与生产控制。水泥生产过程质量监督与生产控制是十分严格的,执行监督与控制的是化验室。化验室要定期取原材料、燃料、中间产品和成品进行化验、分析和强度试验等,随时取样进行生产监督。根据所得结果,进行配料计算、调节控制指标等。设置在化验室的计算机,联结有关环节,执行着上述任务。
4. 上位机通过工业局域网,把上述各部分连成整体。构成了生产过程的控制与管理统一体。

在我国目前的情况下,从上而下实现控制、管理一体化,无论从财力、人力和技术上都是不现实的。所以我们采取从下而上的实施办法。走从局部到全局的路,在任何局部设计时,都必须充分考虑到适应将来的全局。除生产配料、立窑煅烧外,我们还研制了新型包装机、核子称、电耗计量微机系统等局部自动控制环节。

(二) 研究开发与推广

局部低成本自动化,有的很容易形成廉价机电一体化的产品,经济、社会效益好,一般使用后,一年就可收回全部投资,很受用户欢迎。我们采取成熟一个推广一片的做法,