

炼铜反射炉自动化经验

И. А. 布罗沃依 Ю. А. 具霍夫斯基 著
И. И. 扎别列日内 И. М. 拉法洛维奇

夏玉琼译

中国工业出版社

76.1812
164
C.3

炼铜反射炉自动化經驗

И.А. 布罗沃依 Ю.А. 貝霍夫斯基 著
И.И. 扎別列日內 И.М. 拉法洛維奇

夏玉琰 譯

ЗКС 70/35

ЗКС 70/35

中国工业出版社

本书介绍苏联四个主要炼铜厂在实施反射炉和精炼炉热制度自动调节和热工测量中取得的经验。书内叙述了将炉子作为调节对象进行研究的方法，炉子自动化之前的准备工作，在各种生产条件下采用的自动化原理线路，在炼铜厂安装自动装置的特点，自动装置各部份的研究结果，并特别介绍了自动装置的调整方法，以及炉子自动化后获得的技术经济效益。

本书读者对象是炼铜工厂计器车间的技术人员，炼铜炉的操作人员，设计研究机关的工作人员，以及其他冶金工厂的工程技术人员和大专学校师生。

И. А. Буровой, Ю. А. Выховский

И. И. Забережный, И. М. Рафалович

ОПЫТ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА
ОТРАЖАТЕЛЬНЫХ МЕДЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ

Металлургиядат (Москва, 1953)

* * *

炼铜反射炉自动化经验

夏玉琼 译

*

冶金工业部图书编辑室编辑 (北京城市大街78号)

中国工业出版社出版 (北京佟麟阁路10号)

(北京市书刊出版事业许可证出字第110号)

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 • 各地新华书店经售

*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ • 印张 $10^{1/8}$ • 插页 1 • 字数 242,000

1963年1月北京第一版 • 1963年1月北京第一次印刷

印数 001—420 • 定价 (10—7) 1.70元

*

统一书号: 15165 • 241 (冶金—86)

序 言

对俄国技术发展史^①的研究清楚的証明，自动調节理論和实践方面的优先地位无疑地是屬於我們祖国的。

俄国卓越的发明家、矿山机械师 И.И. 波尔朱諾夫 (1728~1766) 依靠俄国伟大的学者 М.В. 罗蒙諾索夫創立的热力学說，在巴尔那烏拉的柯雷瓦諾-沃斯克列先斯克冶炼工厂发明并創制了世界上第一台双汽缸蒸汽机，按照发明者的意見，它应当“減輕我們后代人的劳动”。这台在1766年开始使用的“火力机”有一个 И.И. 波尔朱諾夫发明的直接作用的浮子式水位調节器。这就是技术历史上第一个基于比例动作原理的自动調节器。

只是在1774年，詹姆士·瓦特才利用了类似的原理来調节蒸汽机轉数，后来这个原理攫取了“瓦特原理”的称号，然而公平的講，它是应当以 И.И. 波尔朱諾夫来命名的。

在这以后的年代里也曾发明了一些自动調节器，但它們純粹是在經驗的基础上作成的。这一重要技术部門的革新是彼得堡工艺学院的教授 И.А. 維什涅格勒茨基 (1831~1895) 的著作完成的。他創立的自动調节的經典理論闡述于他在1887年出版的两部著作里：“論直接作用的調节器”和“論間接作用的調节器”。这一理論，特別是維什涅格勒茨基图解法直到現在还被利用着。

在自动調节技术方面，我們的偉大学者、俄罗斯航空之父 Н.Е. 茹柯夫斯基 (1847~1921) 也作了不少研究。他在1909年出版了“机器行程的調节理論”一書。

几个五年計划的胜利完成保証了苏联工业、科学和技术在质量和数量上的巨大增长，在国内創造了发展仪器制造业和生产自

① В.Б. 达尼列夫斯基：“俄国技术”，列宁格勒出版社1949年出版。Л.古米列夫斯基：“俄国工程师”，青年近卫軍出版社1947年出版。

动化的一切条件。现在，采矿工业、加工工业、动力、运输、通信、建筑以及农业等部门都广泛地应用着自动化的发动机、蒸汽锅炉、各种机床和机组。在某些情况下，整个生产部门（如轧钢和汽车活塞的制造等）都实现了自动化。

这些成就是建立在苏联学者们在自动调节技术方面的著作基础上的，如A.A. 安得罗诺夫、M.A. 艾节尔曼、И.Н. 沃兹涅先斯基、Е.Г. 杜特尼柯夫、С.А. 康托尔、Ю.Г. 柯尔尼罗夫、А.В. 米哈依罗夫、Е.Л. 尼古拉依、Б.Л. 皮文、В.В 索罗多夫尼柯夫、А.В. 谢格良也夫，以及其它许多学者。

具有历史意义的苏联共产党第十九次代表大会关于苏联发展第五个五年计划的指示指出了苏联工业、农业、商品流通、交通运输及通信事业进一步发展的宏伟纲领，并对继续提高人民的物质福利、健康及文化水平也给予了很大的注意。

关于有色冶金方面，指示中规定：

“大大扩大有色金属的生产。在五年期間，有色金属生产的大约增加情形如下：精制铜增加百分之九十，铅增加一点七倍，铝至少增加一点六倍，锌增加一倍半，镍增加百分之五十三，锡——百分之八十。

使采矿和费力的劳动机械化，使生产过程自动化并提高其速度，增加从矿砂中成套地提取各种金属的提取量，保证进一步增加上等金属的产量，大大扩大和改进对现有企业的生产能力的利用，并建立新的企业”^①。

自动化——这是改进生产的基本手段之一。在现代，它是高级技术的典范。我国黑色冶金炉的自动化已实现得相当广泛。譬如在1951年，全部生铁产量中有95%是自动调节风温的高炉冶炼出来的；全部钢的产量中有87%是自动化平炉炼出来的。冶炼部门有自己的仪器制造厂、研究机关（冶炼厂自动化托拉斯的自

① 见“苏联共产党（布）第十九次代表大会关于一九五一年至一九五六年苏联发展第五个五年计划的指示”中译本第四页，人民出版社，一九五二年，北京。

动装置中央試驗所ЦЛИА)和設計及安裝調整机构。

在有色冶金方面,只是在1949年才着手进行炼銅炉自动化,試驗工作結束于1952年初。第一批自动化的对象是我国四个主要炼銅工厂的三台反射炉和两台精炼炉^①。

炼銅反射炉自动化工作的胜利完成,在很大程度上是因为它一开始就是在各个有关单位,如有色金屬科学研究所(国立有色研究所)、設計安裝調整机构(仪器設計安裝公司),以及冶金工业部的机关工作人員和已运用着自动調节裝置的工厂的工作人員的合作的基础上进行的。

国立有色研究所对准备自动化的炉子,从它們作为自动調节对象的特点出发,作了詳細的研究。根据研究結果,对每台炉子作了下列的工作:

1)編制了炉子热制度自动調节和自动热工检查的設置任务書(見第二章第2节);

2)編出了关于改进炉子本身及其輔助設備結構和状况的措施一覽表(見第二章第4节);这些措施的及时实现可以期望采用自动裝置的效果得到提高。

每台炉子的热制度調节和热工检查自动化原理綫路都經過許多工厂和国立有色研究所审查,之后,才作出施工設計和进行安裝。自动裝置的設置安裝工作,在仪器設計安裝公司是由Б.М.茲維尼果罗茨基、М.Д.庫津和М.В.沙文勒仲领导完成的。

在这时期,有色研究所給工厂和仪器設計安裝公司提出了对若干已发现的問題的意見,并进行了补充研究(关于精炼炉上溫度冲击的选取方法,中压重油噴咀的改进和煤槽內粉煤位置信号器的研究,等等)。

在反射炉的自动裝置安裝完毕之后,就开始进行調整。在調整工作开始之前,制訂并批准了“調整技术規程”,它包括对自动裝置各单独部份及整个自动裝置系統工作的相应的具体要求

^①关于精炼矿反射熔炼及銅火法精炼的工艺过程的簡要叙述,見第一章第2节。

(見第五章第1节)。各种仪表由仪器設計安装公司的工作队調整，而热制度和工艺过程的調整(包括确定和实行改进的热制度)是由有色研究所的工作队在工厂工作人員积极参加下完成的。

整个調整工作是在几昼夜的試运转期間完成的。試运转由厂长委派的专门委员会(工作小组)进行监督。之后，自动装置全部都交給車間进行經常性生产。

为了保证自动装置能不間断地有效地工作，在調整期間，工长、炼銅工和技术检查科的检查員都学习了自动装置的运用方法；工厂計器車間的工作人員則学习了自动装置的維護和修理。而有色研究所和仪器設計安装公司的調整隊員就作了他們的教師。

技术訓練是按照专门編写的教学大綱(附录5)进行的。訓練結业时，組織了考試委员会，对學員举行了考試。

在炼銅炉热制度自动調節的方法方面，苏联专家們是沒有老前輩的，但現在，这些方法已在很短時間內研究出来并且开始得到应用了。必須指出，在几个五年計劃期間，我国的仪器制造业也和其他工业部門一样发展和巩固了；自动化設計事业有了較穩固的基础；培养了有經驗的安装和調整干部——这些情况对苏联专家們的成就起了很大的促进作用。

同时，炼銅生产上試用自动裝置的上述新的組織形式也起了良好的作用。

本書敘述的炼銅用反射炉和精炼炉热过程自动化的經驗，無疑地对于有焰炉和其他有色冶金生产实行自动化也是有幫助的，因为各种炉子自动化的原理系統，一方面固然由于炉子結構形式和工艺特征不同而具有各自的特点，但另方面也有相同的地方。

在实现炼銅炉自动化的工作中，和本書作者們一道参加工作有基洛夫格勒厂、紅烏拉尔厂、巴尔哈什厂及培什馬厂的工程技术人員和工人，仪器設計安装公司莫斯科分公司和斯維尔德洛

夫斯克分公司的工作人員，此外在有色研究所所長 И.А. 斯特利金及主管科學工作的副所長 Л. М. 尤哈坦諾夫的積極參加下，該所的下列工作人員也參加了工作：Ф.Г. 叶果羅夫、А.И. 布羅夫、Л.Ю. 別特羅娃、И.Т. 馬特維也夫、М.Н. 沙莫古羅夫、В.С. 奧爾利柯娃和А.С. 本托夫尼柯夫。

寫作本書時，我們預計讀者對熱制度自動調節系統的各個元件，包括各種計器儀表的結構與基本工作原理，是熟悉的。關於其中若干自動裝置的較詳細內容可見諸第四章。

本書各個章節的寫作分工如下：

И.М. 拉法洛維奇——序言、第一章、第二章第3節、第三章、第六章第2節；

И.А. 布羅沃依——第二章第5節、第四章、第五章第2節的1、2、3、4各小節、第五章第3節的1、2、3三小節、第五章第4節的1、2兩小節、附錄1，

Ю.А. 貝霍夫斯基——第二章第1、2節、第五章第3節的第4小節、第五章第5節的1、3、4三小節、第五章第6節、第六章第1節、附錄2、3、4、5，

И.И. 扎別列日內——第五章第5節的第2小節、第六章第3節；

И.И. 扎別列日內和 И.М. 拉法洛維奇——第二章第4節；

И.А. 布羅沃依和 Ю.А. 貝霍夫斯基——第五章第1節；

Ю.А. 貝霍夫斯基和 И.И. 扎別列日內——第五章第2節的第5小節和第五章第4節的第3小節。

我們對校閱本書底稿時提出了很多寶貴意見的技術科學博士 Д.И. 李索夫斯基教授和本書編輯 Л.А. 查里霍夫工程師表示感謝。

目 录

序言.....	5
第一章 反射爐和精炼爐热制度自动調节的特点	10
第1节 爐子热制度自动調节和自动热工检查的任务	10
第2节 反射爐和精炼爐的结构和工作制度简介	17
第二章 炼銅爐自动化前的預先研究和准备工作	34
第1节 对爐子进行的研究工作	34
第2节 自动調节、热工检查及远距离控制的设计任务书的編制	51
第3节 自动装置对炼銅爐及其輔助设备的结构和状况的要求	57
第4节 爐子热制度实施自动調节的准备工作	62
第5节 在部份自动化的爐子上进行的初步試驗	89
第三章 热制度自动調节、远距离控制和热工检查的原理綫路	104
第1节 三台反射爐和一台精炼爐的自动化原理綫路	104
第2节 炼銅爐自动装置的安裝特点	117
第四章 調节系統各部份的調整和試驗	127
第1节 爐内压力調节部份.....	127
第2节 燃料-空气比例調节部份	144
第3节 溫度調节部份	161
第4节 重油調节部份	179
第五章 自动調节系統的調整	183
第1节 調整工作的組織	183
第2节 燃料-空气比例調节裝置的調整	187
第3节 压力調节裝置的調整	216
第4节 溫度調节裝置的調整	234
第5节 自动調节对爐子工作制度的影响	255
第6节 工艺操作人員和計器車間工作人員的培訓	272
第六章 炼銅爐热制度自动調节和热工检查的效果和任务	276
第1节 反射爐和精炼爐热制度自动調节和热工检查的技术經濟效果	276

第2节 反射爐和精炼爐热制度自动調节的任务	238
第3节 炉内气体压力自动調节部份	292
第4节 順利实施爐子热制度自动化所必需的組織措施	295
附录	
1. 自动調节裝置維護規程 (巴尔喀什厂反射爐熔炼工和 工长适用)	296
2. 自动調节裝置維護規程 (培什馬厂条錠爐熔炼工和工长 适用)	301
3. 自动調节裝置維護規程 (培什馬厂条錠爐仪表工适用)	305
4. 爐子自动化之前进行研究时的主要观察結果的記錄格式, 以及仪表和調节裝置的試驗結果的記錄格式	311
5. “用粉煤加热的自动化反射爐的控制”教学大綱 (反射 爐熔炼工、工长、技术检查科检查員适用)	321
参考文献	324

76.1812
164
C.3

炼铜反射炉自动化經驗

И.А. 布罗沃依 Ю.А. 貝霍夫斯基 著
И.И. 扎別列日內 И.М. 拉法洛維奇

夏玉琮 譯

(ZK570/35)

ZK570/35

中国工业出版社

本书介绍苏联四个主要炼铜厂在实施反射炉和精炼炉热制度自动调节和热工测量中取得的经验。书内叙述了将炉子作为调节对象进行研究的方法，炉子自动化之前的准备工作，在各种生产条件下采用的自动化原理线路，在炼铜厂安装自动装置的特点，自动装置各部份的研究结果，并特别介绍了自动装置的调整方法，以及炉子自动化后获得的技术经济效益。

本书读者对象是炼铜工厂计器车间的技术人员，炼铜炉的操作人员，设计研究机关的工作人员，以及其他冶金工厂的工程技术人员和大专学校师生。

И. А. Буровой, Ю. А. Выховский

И. И. Забережный, И. М. Рафалович

ОПЫТ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА

ОТРАЖАТЕЛЬНЫХ МЕДЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ

Металлургиядат (Москва, 1953)

* * *

炼铜反射炉自动化经验

夏玉琼 译

*

冶金工业部图书编辑室编辑 (北京前门大街73号)

中国工业出版社出版 (北京德胜门内大街10号)

(北京市书刊出版事业许可证出字第110号)

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 • 各地新华书店经售

*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ • 印张 $10^{1/8}$ • 插页 1 • 字数 242,000

1963年1月北京第一版 • 1963年1月北京第一次印刷

印数 001—420 • 定价 (10—7) 1.70元

*

统一书号: 15165 • 241(冶金—86)

目 录

序言.....	5
第一章 反射爐和精炼爐热制度自动調节的特点	10
第1节 爐子热制度自动調节和自动热工检查的任务	10
第2节 反射爐和精炼爐的结构和工作制度简介	17
第二章 炼銅爐自动化前的預先研究和准备工作	34
第1节 对爐子进行的研究工作	34
第2节 自动調节、热工检查及远距离控制的設計任务書的編制	51
第3节 自动装置对炼銅爐及其輔助设备的结构和状况的要求	57
第4节 爐子热制度实施自动調节的准备工作	62
第5节 在部份自动化的爐子上进行的初步試驗	89
第三章 热制度自动調节、远距离控制和热工检查的原理綫路	104
第1节 三台反射爐和一台精炼爐的自动化原理綫路	104
第2节 炼銅爐自动装置的安裝特点	117
第四章 調节系統各部份的調整和試驗	127
第1节 爐内压力調节部份.....	127
第2节 燃料-空气比例調节部份	144
第3节 溫度調节部份	161
第4节 重油調节部份	179
第五章 自动調节系統的調整	183
第1节 調整工作的組織	183
第2节 燃料-空气比例調节装置的調整	187
第3节 压力調节装置的調整	216
第4节 溫度調节装置的調整	234
第5节 自动調节对爐子工作制度的影响	255
第6节 工艺操作人員和計器車間工作人員的培訓	272
第六章 炼銅爐热制度自动調节和热工检查的效果和任务	276
第1节 反射爐和精炼爐热制度自动調节和热工检查的技术經濟效果	276

第2节 反射爐和精炼爐热制度自动調节的任务	238
第3节 炉内气体压力自动調节部份	292
第4节 順利实施爐子热制度自动化所必需的組織措施	295
附录	
1. 自动調节裝置維護規程 (巴尔喀什厂反射爐熔炼工和 工长适用)	296
2. 自动調节裝置維護規程 (培什馬厂条錠爐熔炼工和工长 适用)	301
3. 自动調节裝置維護規程 (培什馬厂条錠爐仪表工适用)	305
4. 爐子自动化之前进行研究时的主要观察結果的記錄格式, 以及仪表和調节裝置的試驗結果的記錄格式	311
5. “用粉煤加热的自动化反射爐的控制”教学大綱 (反射 爐熔炼工、工长、技术检查科检查員适用)	321
参考文献	324

序 言

对俄国技术发展史^①的研究清楚的証明，自动調节理論和实践方面的优先地位无疑地是屬於我們祖国的。

俄国卓越的发明家、矿山机械师 И.И. 波尔朱諾夫 (1728~1766) 依靠俄国伟大的学者 М.В. 罗蒙諾索夫創立的热力学說，在巴尔那烏拉的柯雷瓦諾-沃斯克列先斯克冶炼工厂发明并創制了世界上第一台双汽缸蒸汽机，按照发明者的意見，它应当“減輕我們后代人的劳动”。这台在1766年开始使用的“火力机”有一个 И.И. 波尔朱諾夫发明的直接作用的浮子式水位調节器。这就是技术历史上第一个基于比例动作原理的自动調节器。

只是在1774年，詹姆士·瓦特才利用了类似的原理来調节蒸汽机轉数，后来这个原理攫取了“瓦特原理”的称号，然而公平的講，它是应当以 И.И. 波尔朱諾夫来命名的。

在这以后的年代里也曾发明了一些自动調节器，但它們純粹是在經驗的基础上作成的。这一重要技术部門的革新是彼得堡工艺学院的教授 И.А. 維什涅格勒茨基 (1831~1895) 的著作完成的。他創立的自动調节的經典理論闡述于他在1887年出版的两部著作里：“論直接作用的調节器”和“論間接作用的調节器”。这一理論，特別是維什涅格勒茨基图解法直到現在还被利用着。

在自动調节技术方面，我們的偉大学者、俄罗斯航空之父 Н.Е. 茹柯夫斯基 (1847~1921) 也作了不少研究。他在1909年出版了“机器行程的調节理論”一書。

几个五年計划的胜利完成保証了苏联工业、科学和技术在质量和数量上的巨大增长，在国内創造了发展仪器制造业和生产自

① В.Б. 达尼列夫斯基：“俄国技术”，列宁格勒出版社1949年出版。Л.古米列夫斯基：“俄国工程师”，青年近卫軍出版社1947年出版。

动化的一切条件。现在，采矿工业、加工工业、动力、运输、通信、建筑以及农业等部门都广泛地应用着自动化的发动机、蒸汽锅炉、各种机床和机组。在某些情况下，整个生产部门（如轧钢和汽车活塞的制造等）都实现了自动化。

这些成就是建立在苏联学者们在自动调节技术方面的著作基础上的，如 A.A. 安得罗诺夫、M.A. 艾节尔曼、И.Н. 沃兹涅先斯基、E.Г. 杜特尼柯夫、C.A. 康托尔、Ю.Г. 柯尔尼罗夫、A.B. 米哈依罗夫、E.Л. 尼古拉依、Б.Л. 皮文、B.B 索罗多夫尼柯夫、A.B. 谢格良也夫，以及其它许多学者。

具有历史意义的苏联共产党第十九次代表大会关于苏联发展第五个五年计划的指示指出了苏联工业、农业、商品流通、交通运输及通信事业进一步发展的宏伟纲领，并对继续提高人民的物质福利、健康及文化水平也给予了很大的注意。

关于有色冶金方面，指示中规定：

“大大扩大有色金属的生产。在五年期間，有色金属生产的大约增加情形如下：精制铜增加百分之九十，铅增加一点七倍，铝至少增加一点六倍，锌增加一倍半，镍增加百分之五十三，锡——百分之八十。

使采矿和费力的劳动机械化，使生产过程自动化并提高其速度，增加从矿砂中成套地提取各种金属的提取量，保证进一步增加上等金属的产量，大大扩大和改进对现有企业的生产能力的利用，并建立新的企业”^①。

自动化——这是改进生产的基本手段之一。在现代，它是高级技术的典范。我国黑色冶金炉的自动化已实现得相当广泛。譬如在 1951 年，全部生铁产量中有 95% 是自动调节风温的高炉熔炼出来的；全部钢的产量中有 87% 是自动化平炉炼出来的。冶炼部门有自己的仪器制造厂、研究机关（冶炼厂自动化托拉斯的自

① 见“苏联共产党（布）第十九次代表大会关于一九五一—一九五六年苏联发展第五个五年计划的指示”中译本第四页，人民出版社，一九五二年，北京。

动装置中央試驗所(ЦЛИА)和設計及安裝調整机构。

在有色冶金方面,只是在1949年才着手进行炼銅炉自动化,試驗工作結束于1952年初。第一批自动化的对象是我国四个主要炼銅工厂的三台反射炉和两台精炼炉^①。

炼銅反射炉自动化工作的胜利完成,在很大程度上是因为它一开始就是在各个有关单位,如有色金屬科学研究所(国立有色研究所)、設計安裝調整机构(仪器設計安裝公司),以及冶金工业部的机关工作人員和已运用着自动調节裝置的工厂的工作人員的合作的基础上进行的。

国立有色研究所对准备自动化的炉子,从它們作为自动調节对象的特点出发,作了詳細的研究。根据研究結果,对每台炉子作了下列的工作:

1) 編制了炉子热制度自动調节和自动热工检查的設計任务書(見第二章第2节);

2) 編出了关于改进炉子本身及其輔助設備結構和状况的措施一覽表(見第二章第4节);这些措施的及时实现可以期望采用自动裝置的效果得到提高。

每台炉子的热制度調节和热工检查自动化原理綫路都經過許多工厂和国立有色研究所审查,之后,才作出施工設計和进行安裝。自动裝置的設計安裝工作,在仪器設計安裝公司是由Б.М. 茲維尼果罗茨基、М.Д.庫津和М.В.沙文勒仲领导完成的。

在这时期,有色研究所給工厂和仪器設計安裝公司提出了对若干已发现的問題的意見,并进行了补充研究(关于精炼炉上溫度冲击的选取方法,中压重油噴咀的改进和煤槽內粉煤位置信号器的研究,等等)。

在反射炉的自动裝置安裝完毕之后,就开始进行調整。在調整工作开始之前,制訂并批准了“調整技术規程”,它包括对自动裝置各单独部份及整个自动裝置系統工作的相应的具体要求

^①关于精炼矿反射熔炼及銅火法精炼的工艺过程的簡要敘述,見第一章第2节。