



中国现代自然科学家选集丛书

中国南方图书公司北京编辑部 组编

魏寿昆 选 许家仪 编

魏寿昆选集

冶金工业出版社

中国现代自然科学家选集丛书

魏寿昆选集

中国南方图书公司北京编辑部 组编

魏寿昆 选 许家仪 编

冶金工业出版社

中国现代自然科学家选集丛书

魏寿昆 选集

中国南方图书公司北京编辑部 组编

魏寿昆 选 许家仪 编

★

冶金工业出版社出版发行

(北京北河沿大街嵩祝院北巷19号)

新华书店总店科技发行所经销

冶金工业出版社印刷厂印刷

★

850 × 1168 1/32 印张 12 3/8 插页 1 字数 328 千字

1990年7月第一版 1990年7月第一次印刷

印数00,001~850册

ISBN 7-5024-0628-X

N·7 定价13.00元

序 言

魏寿昆教授德高望重。他在冶金教育和科研园地上已经辛勤耕耘了半个多世纪。为我国培育了一代又一代的冶金科技人才，堪称我国现代冶金教育的一代宗师。他在冶金科研领域中做了许多创导性的科研、开发工作，取得重要成果。这些都是他为祖国冶金事业发展做出的卓越贡献。数十年来他发表了大量学术论文和专著，给同行和后学者献出了丰富的知识财富。

在当前出版学术著作极为困难的情况下，在中国南方图书公司资助下，冶金工业出版社决定出版本《选集》，这是很有见地的。这是冶金界值得庆贺的。

魏老和编者嘱为《选集》撰一序言。这对我来说是一项难以胜任的重大嘱托。但是却之不恭，得此机会通读了他数十年来的代表性著作，深受教益。

本《选集》中收入的著作，我觉得代表了作者不同时期主要科技活动的方向和成就。

40年代的6篇论文，是他早期从事冶金工程研究的代表作。当时我国的冶金工业可以说是处在由古老的土法生产向现代工业开始转变之中。早在中青年时代，他就运用早期留学欧洲获得的当时先进的冶金科技知识和方法，来分析、研究和解决抗战后方我国冶金建设中遇到的一些重要问题，并取得令人瞩目的成果。尽管当时后方的条件对发展生产和科技极端不利，但这些著作以其严谨的调查、实验、论述和中肯的见解在冶金科技界产生了很好的作用和影响。有的技术成果曾获得当时的发明专利。

50至70年代，选集作者的科研重点主要集中于化学热力学在冶金反应中的应用。早在1930年前后，西方钢铁界就开始日益自觉地引用科学，逐步地使冶金从过去以经验为基础的技艺向以科学为基础的现代技术转化。冶炼本来就是化学过程，把化学工业

已有的理论引用到冶金是十分自然的事。最早也是最成功的尝试是化学热力学的应用,后来它成了研究或控制冶金反应的理论基础。但是由于冶金科技界引用化学热力学起步较晚,而且有些理论问题和许多有关冶金体系的热力学数据尚待进一步研究或测定。所以在国外,更不用说在我国,当时化学热力学在冶金中应用的广度和深度都还很有限,而且它的意义也不是很快就得到广泛承认的。《选集》中此期间的许多著作,主要是从总的方面和在若干重要领域或问题上,深入地阐明了冶金过程热力学的基本概念和应用范例。这对我国广大冶金科技工作者熟悉和应用这门科学起了促进作用。其中两本专著系统地论述了学科的主要内容和应用方法,还收入了国际上已有的有关数据,对国内冶金科技工作者有很大帮助,因而得到广泛引用。这一系列卓有成效的研究工作,使魏老当之无愧地成为我国冶金物理化学学科的倡导者和主要带头人之一。

80年代,作者和他的合作者又对若干具体的二元、多元冶金体系的热力学进行了研究。我国一些铁矿资源因含特殊成分而对其开发利用带来了困难或问题。这些研究工作都是针对这些实际问题而进行的。这批研究成果在一个重要方面为更好地开发利用这些复杂成分的资源提供了科学依据,也给学科研究本身增添了新的内容。

忝为魏老同时代的一名冶金工作者,我深感他的全部学术活动自始至今都与祖国冶金工业的发展息息相关。通读魏老的《选集》,仿佛可以隐约听到我国冶金事业从古老而落后向现代化前进的脚步声。改革开放的继续深入为我国冶金事业的更大发展开拓了光辉前景。深信并预祝魏老今后一如既往,活跃在冶金科技的前沿,引导和帮助一支满怀献身精神的冶金科技队伍,为祖国富强作出更大贡献。

邵象华

1989年4月于北京

目 录

序言

贝色麦法炼钢去磷问题.....	1
四川白云石去钙提镁之研究.....	26
人造镁氧烧制镁砖之研究.....	49
小型新式炼铁炉之设计与作业.....	56
国产钼矿提钼及钼化合物并炼制钼钢钼铁之研究.....	104
20年来中国之冶金工程研究.....	129
活度在冶金物理化学中的应用 (节选其前言并 第12节)	143
炼钢过程中铁液内磷、碳等元素氧化的热力学.....	172
空气顶吹过程中熔渣的气态脱硫.....	189
高炉型渣脱硫的离子理论.....	212
固体电解质定氧电池的近况、应用及展望.....	237
冶金过程热力学 (节选其前言及第1章9~11节、 第12章4节)	257
熔铈及熔融金属中元素选择性氧化的热力学.....	303
利用固体电解质定氧电池测定Fe-Nb熔体中铈的活度的 研究.....	321
钢液中钙-磷平衡的研究.....	338
Fe-As-C-j熔体中As活度的研究	351
Nb, Si在铁液中活度相互作用的研究.....	356
评《“过程冶金”评介》——再论冶金过程动力学及冶 金反应工程学.....	368
附录一 魏寿昆学术著作目录.....	381
附录二 本书所用计量单位与我国法定计量单位的 换算关系.....	388

CONTENTS

Preface

Problems on the Dephosphorization during Steelmaking with the Bessemer Process	(1)
The Decalcification of Sichuan Dolomite	(26)
Manufacture of Magnesite Brick with the Magnesium Oxide Extracted from Dolomite	(49)
Design and Operation of the Modern Baby Blast Furnaces	(56)
Extraction of Molybdenum and Its Compounds from Jiangxi Molybdenite and Experimental Study on the Production of Ferro-molybdenum and Molybdenum Steels	(104)
A Review of the Research Work on Metallurgical Engineering in China since the Last Twenty Years	(129)
"Activity and Its Application in Physical Chemistry of Metallurgy"—Selected Quotations from the Foreword and Section 12	(143)
The Desulfurization of Molten Slags in the Gaseous Phase during Top-Blown with Air	(172)
Thermodynamics of the Oxidation of Phosphorus, Carbon and Other Elements in Molten Iron Bath during Steelmaking	(189)
The Ionization Theory of Desulfurization with the Blast- Furnace-Type Slags	(212)
The Present Status, Uses and Future Outlook of the Solid Electrolyte Oxygen Concentration Cells	(237)
"Thermodynamics of Metallurgical Processes"—Selected Quotations from the foreword, Section 9-11 in Chapter 1 and Section 4 in Chapter 12	(257)

VI CONTENTS

Thermodynamics on the Selective Oxidation of Elements in Molten Matte and Metals	(303)
Activity of Niobium in Molten Iron by the Solid Electrolyte Oxygen Cell Technique	(321)
Chemical Equilibrium between Arsenic and Calcium in Steel Melt.....	(338)
Activity Interaction Effect between Niobium and Silicon in Liquid Iron	(351)
Activity of Arsenic in Fe-As-C-j Melt	(356)
Comment on "A Survey of Process Metallurgy"—Once More Discussion on the Kinetics of Process Metallurgy and the Metallurgical Reaction Engineering	(368)
Appendix 1 Publications of Professor Wei Shoukun	(381)
Appendix 2 Conversion Factors between Units Used in This Book and Those Standard Units Adopted Lately in China	(388)

贝色麦[●]法炼钢去磷问题

——四川钢厂炼钢方法之研讨

(1943年)

四川铁矿，无论系赤铁矿或菱铁矿，含磷之高，均属于非贝色麦矿之列。所得铁冶炼钢，自不能用酸性贝色麦法以去磷。

小型钢厂为铸钢之便，应采用碱性贝色麦法，提高铁液温度，利用锰质以去磷。本文对低磷非贝色麦铁去磷方法之理论、采用碱性贝色麦法之必要、铁液温度之增加、锰质之提高与热平衡之关系，阐述极详。

大型钢厂，自经济立场论当以马丁炉法去磷为上策。惟鉴于四川省矿之欠纯、废钢之缺乏、毛铁之多含炉渣，为适合四川省环境计，似以采取双炼法为宜（即以酸性贝色麦去硅锰及一部之碳，再用碱性马丁炉法以去磷及余碳）。

一、引言

抗战军兴，后方钢铁事业蓬蓬迈进。灰口铁由小型新式炼铁炉冶炼成功，利用该铁以炼钢，遂为中心研讨之一问题。因耐火材料及设备种种问题，马丁炉尚少采用。求其简便，各方多采用贝色麦法以炼钢。惟川省铁矿含磷大部在0.1~0.2%以上（见第1表）；以2吨铁矿炼铁1吨计，铁内含磷约在0.2~0.4%。菱铁矿含磷虽较少（见第2表），但因含铁较低，往往3吨矿炼铁1吨，铁内含磷亦恒达0.15%以上（见第3表）。意即谓所得铁，在贝色麦回转炉内，若用酸性法冶炼，磷质无法除去，致所得之钢有冷脆（Cold shortness）之弊，不能用之轧制钢板或拉制钢丝，而一切低温机械处理俱不能施用。但若用碱性贝色麦法冶炼，在普通工作情形之下，所用铁含磷至少应在1.7%之

●现译为贝塞麦——编者注。

第1表 四川省赤铁矿成分表

产 地	成 分 (%)				储量 (兆吨)
	Fe	SiO ₂	P	S	
綦江土台场 (1)	56.70	13.94	0.334	—	—
綦江麻柳滩 (1)	50.71	12.20	0.302	—	—
綦江大罗坝 (1)	48.93	25.00	0.261	0.20	—
綦江白石塘 (1)	55.45	14.08	0.323	痕迹	—
綦江 (平均) (1)	53.62	16.82	0.310	0.06	4.7
涪 陵 (2)	50.87	7.73	0.12	0.29	2.0
彭 水 (2)	45.60	8.08	0.10	0.08	0.6
酉 阳 (2)	46.80	15.34	0.08	0.04	—
洪 雅 (2)	56.81	10.39	0.06	痕迹	2.2
巫山抱龙河 (2)	58.03	6.26	1.05	0.06	0.5
奉节山脚坝 (2)	43.57	27.02	0.51	0.01	—
万源田家坝 (2)	46.87	20.78	0.05	0.07	—
广元大浪会 (2)	26.13	14.01	1.04	痕迹	1.0
			全部储量		11.8

注：(1)李贤诚：綦江铁矿志(1937)。

(2)川康矿产之化学成分，工业中心七卷二期(1938)；杨树棠：钢声创刊号(1943)。

(3)侯德封、苏孟守：四川地质调查所矿产专报第四号，30~39(1941)。

第2表 四川省菱铁矿成分表

产 地	成 分 (%)				
	Fe	Mn	SiO ₂	P	S
巴县蔡家乡 (1)	39.50	3.99	9.89	0.08	0.04
江北土沱 (1)	35.77	1.52	8.64	0.09	0.10
江北龙王洞 (1)	35.39	4.38	9.60	0.09	0.27
江 北 (1)	39.70	—	9.23	0.11	痕迹
巴县歌乐山 (2)	38.26	—	16.66	0.06	—
永川时合厂 (2)	38.51	—	7.80	0.08	痕迹
珙县罗通坝 (2)	42.40	—	19.32	0.28	—
威远连界场 (2)	36.53	—	10.87	0.07	—
古 蔺 (1)	33.75	—	19.42	0.11	0.09
彭 水 (1)	39.36	—	15.11	0.05	0.33
犍 为 (1)	38.68	—	9.44	0.13	痕迹

续第2表

产 地	成 分 (%)				
	Fe	Mn	SiO ₂	P	S
屏山 (4)	36.76	—	13.94	0.10	痕迹
达县铁山蛮子洞 (5)	41.29	—	8.05	0.13	微量
铜梁中厂 (3)	53.88	—	8.70	0.14	痕迹
奉节矿洞坡 (5)	38.87	—	12.96	0.08	痕迹
	全部储量				10.0兆吨

注：(1)本所化验报告第916号。

(2)安朝俊：钢铁汇报第一号，119(1941)。

(3)安朝俊：钢铁汇报第一号，71(1941)。

(4)川康矿产之化学成分分析，工业中心七卷二号 (1938)。

(5)侯德封、苏孟守：四川省地质调查所矿业专报第四号40~54(1941)。

第3表 后方各厂铸铁成分表

厂名或地点	矿石	冶炼方法	成分(%)					备 注
			C	Si	Mn	S	P	
綦江土铁	赤土	法	3.00	0.20	0.05	0.05	0.70	重庆炼钢厂分析 (1)
涪陵土铁	赤土	法	3.30	0.19	0.01	0.05	0.22	重庆炼钢厂分析 (1)
酉阳土铁	赤土	法	3.20	0.20	0.09	0.05	0.35	重庆炼钢厂分析 (1)
威远土铁	菱土	法	3.00	0.18	0.25	0.06	0.22	重庆炼钢厂分析 (1)
江北蜀江铁厂	菱	小型半新	2.10	2.20	0.95	0.23	0.22	重庆炼钢厂分析 (1)
大渡口钢铁厂	赤	新 法	—	2.47	1.64	0.03	0.67	本所化验报告294号
人和铁厂	菱	小型新法	—	7.37	2.41	0.01	0.13	本所化验报告413号
人和铁厂	菱	小型新法	—	6.18	2.01	0.02	0.21	本所化验报告432号
人和铁厂	菱	小型新法	—	4.32	2.42	0.01	0.14	本所化验报告429号
渠江公司	菱	小型新法	—	3.35	0.40	0.07	0.28	本所化验报告587号
渠江公司	菱	小型新法	—	5.33	0.53	0.05	0.22	本所化验报告636号
陵江炼铁厂	菱	小型新法	—	2.50	2.08	0.05	0.18	本所化验报告462号
陵江炼铁厂	菱	小型新法	—	3.40	1.53	0.05	0.17	本所化验报告515号
陵江炼铁厂	菱	小型新法	—	6.90	1.00	0.01	0.30	本所化验报告600号
陵江炼铁厂	菱	小型新法	—	1.79	1.78	0.03	0.16	本所化验报告936号

注：(1)陈树功：钢铁汇报第一号，145(1941)。

第4表 中国重要铁矿成分表(四川省除外)

产 地	矿 别	成 分 (%)				储量 (兆吨)
		Fe	SiO ₂	P	S	
(甲) 非贝色麦矿						
察哈尔龙关	赤	58.17	13.81	0.14	0.03	79
察哈尔宣化烟筒山	赤	47.80	25.00	0.15	0.02	13
绥远武川白云鄂博	磁	67.40	10.27	0.07	—	34
安徽当涂北区	赤、磁	59.09	8.80	0.39	0.11	11
安徽当涂南区	赤、磁	55.04	18.05	0.29	0.07	
安徽铜陵铜官山	赤、磁	58.61	9.43	0.08	0.13	5
江苏江宁凤凰山	赤	49.89	18.84	0.29	0.05	4
江苏铜山利国驿	赤	59.85	9.64	0.06	0.28	3
江西九江城门山	赤、褐	42.05	27.08	0.19	0.17	6
江西萍乡上株岭	赤	58.00	9.00	0.51	—	2
江西永新乌石山	赤	50.00	8.77	0.55	0.05	6
湖北大冶	赤、磁	61.33	5.33	0.10	0.15	25
湖北宜都	赤	57.50	15.00	0.20	0.50	5
湖北建始	赤	50~55	—	0.12	痕迹	16
湖北长阳	赤	45~50	15.00	0.20	痕迹	26
湖北恩施	赤	50.00	15.00	0.20	0.15	22
湖南茶陵谭家山彤山	赤	59.20	8.80	0.28	0.10	10
湖南宁乡	赤	51.70	17.17	0.37	0.15	12
湖南安化	赤	53.12	15.50	0.55	痕迹	3
福建安溪潘田	赤、磁	66.30	1.18	0.15	0.82	12
广东紫金	磁	65.51	3.58	0.10	0.45	5
广东云浮	赤、褐	54.80	6.60	0.15	0.30	7
西康桑经	赤	42.42	6.55	1.06	无	1
西康倒马坎	赤	52.10	13.20	0.08	痕迹	3
西康盐边攀枝花	赤	51.93	7.60	0.12	痕迹	10
西康会理毛姑坎	磁	64.79	3.19	0.25	0.02	4
辽宁庙儿沟 ⁽¹⁾	赤、磁	36.41	46.21	0.05	0.02	70
辽宁弓长岭 ⁽²⁾	赤、磁	33.84	51.31	0.07	0.16	268
辽宁鞍山 ⁽²⁾	赤、磁	36.00	46.00	0.03	0.02	400
辽宁锅底山 ⁽²⁾	赤、磁	29.31	56.00	0.05	0.12	2
河北滦县 ⁽²⁾	赤、磁	30.00	52.00	0.05	0.04	32
(乙) 贝色麦矿						
山东金岭镇	赤、磁	55.30	10.50	0.04	0.65	14

续第4表

产 地	矿 别	成 分 (%)				储量 (兆吨)
		Fe	SiO ₂	P	S	
河南巩县	赤	53.48	10.60	0.02	0.15	13
河南武安红山	赤、磁	60.70	9.40	0.02	0.08	1
安徽繁昌桃冲	赤、磁	61.36	11.16	0.02	0.01	5
安徽鸡冠山	赤、镜	51.38	13.25	0.04	0.03	4
浙江长兴李家山	赤、磁褐	63.22	2.65	痕迹	0.07	9
湖北鄂城	赤	54.47	20.70	0.02	0.02	10
湖北灵乡	赤、磁	60.65	10.31	0.03	痕迹	6
福建德化绮阳	赤、磁	58.00	0.70	痕迹	0.16	2
贵州威宁妈姑	赤	65.85	0.90	痕迹	0.01	6
贵州水城观音山	赤、褐	60.56	0.80	痕迹	痕迹	35
西康冕宁泸沽	磁	65.85	4.90	0.05	痕迹	8
云南易门	赤	62.73	7.16	—	—	4

注：(1)摘录自丁格兰著之中国铁矿志，各期地质汇报及第五次中国矿业纪要。

(2)该五种矿砂用选矿法富集后，磷即增高，变为非贝色麦矿。

上，方能达到回转炉内钢液之温度。后方铁含磷最高者只不过0.7%，该法之不适用者明矣。

我国铁矿含磷之在0.05%之下，堪足称为贝色麦矿 (*Bessemer ores*) 者实不多觐。著名之大冶、龙烟，俱属于非贝色麦矿之列 (见第4表)。自非贝色麦矿炼得之铁 (含磷高于0.1%) 以炼钢，正当之方法如下：

- (1) 碱性平炉 (即马丁炉) 法；
- (2) 双炼法 (*Duplex process*):
 - (甲) 酸性贝色麦法，继以碱性马丁炉法；
 - (乙) 酸性贝色麦法，继以碱性电炉法；
- (3) 酸性贝色麦法，继用伯林氏 (*Perrin*) 综合炉渣去磷法；

(4) 炼铁炉冶制托马斯铁^①，用碱性贝色麦法以炼钢；

(5) 搅钢法 (*Puddling process*) 以制熟铁，再用坩埚法以制钢。兹将各法一一加以讨论：

(1) 以碱性马丁炉炼钢，所用铁铁含磷通在0.15~0.50%之间，最高可达2%。炼得之钢，磷质可低至0.01~0.03%，而碱性贝色麦法，磷质最低只能减至0.04~0.06%，是就去磷问题论，马丁炉法已较贝色麦法为优；矧后者所得之钢，含氧太多，质又远劣乎。后方钢厂之不采用马丁炉法者，非技术上有困难（大渡口迁建委员会钢铁厂之马丁炉，多次试验，磷已减低至0.03%之正常状态^[1]），乃设备上及其它诸多问题耳。马丁炉所需酸性硅砖已能自制，惟镁砖问题尚待解决。川省煤质太劣，灰分太高，气体发生炉之发生炉气 *Producergas* 质量不佳，致马丁炉难达所需之温度，炼钢工作时受影响。马丁炉作业，依作用方法需用大量废钢或较纯之铁矿，此二种原料在四川大量储置均感困难，且其设备费远高于小之贝色麦炉。凡此种种，俱为后方各厂——特别资本不大之商厂——感觉困难之问题。其所以采用小型贝色麦炉者，乃迫不得已舍本求末之下策也。

(2) 双炼法之意义，乃在用酸性贝色麦炉去铁内之硅锰及大部之碳，再用碱性马丁炉或电炉以去磷及硫，工作时间，自较上述之第一法为短，而钢之产量可较增，后方各厂之不采用本法者，亦因设备及资本方面有困难耳。

(3) 伯林氏综合炉渣去磷法，首创于法人 Perrin 氏，最近已大规模蒙印度之塔塔钢铁公司 (*Tata Iron & Steel Co Ltd*)^[2] 采用。该公司所产之铁，含磷在0.28~0.40%之间。初用双炼法，以25吨酸性贝色麦炉吹去硅锰及大部之碳，继精炼于250吨碱性马丁炉以去磷，工作极为满意。为缩短冶炼时间，

① 托马斯铁即碱性贝色麦铁，德文系 *Thomaseisen*，故名。工业上普通所称碱性生铁 (*Basic pig iron*)，大都指碱性马丁炉铁而言。为免混淆起见，碱性贝色麦铁应名为托马斯铁。

增加产量计，该公司工程师Yaneske氏试用伯林氏法以综合炉渣去磷，其法原理如下：先以酸性贝色麦炉吹炼至硅、锰、碳至微量时，倾去酸性炉渣，再自20余尺之高度将钢液下倾于一盛综合炉渣之盛斗（Ladle）内。综合炉渣之化学成分如下： CaO 47~55%， $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 > 25\%$ ， SiO_2 6~10%，而 Fe_2O_3 量至少应大于20%。盛斗内去磷反应即时完成，磷可自0.27%最低减至0.017%。此法在印度试验2年之久，成绩极著，故以大规模设厂采用。惟本法对于小规模之钢厂，决难适用，其理由如下：

（甲）须有一特制之碱性马丁炉，以配熔人造综合炉渣。马丁炉之困难仍须解决，若然，何不如单采用碱性马丁炉法以炼钢，其不更简便乎？

（乙）贝色麦炉工作台须离铸钢台20余尺，以备将钢液倾下，此种设备在小厂极难办到。

（丙）若欲制高碳或其它合金钢，须另备一马丁炉式熔炉，盖伯林氏法只适制低碳钢，如是又增高设备费。

利用伯林氏法原理，可以综合炉渣自铁内去磷，亦曾由Yaneske氏试验成功⁽³⁾，其法即将炼铁炉流出之铁（含硅须在0.5%之下），直接倾入相距25尺内盛炉渣之盛斗内，则铁内磷质可自0.3%降至0.05%以下，同时铁内硅质亦被氧化至微量。铁含硅若高于0.5%，则去磷作用甚小。Yaneske氏曾试以纯铁矿（含铁60~66%）加入铁液以去硅，铁内硅质可被氧化20~50%，然后再倾入综合炉渣以去磷。依此法若利用川省土法炼制之白口铁板^①（含硅约0.2~0.3%），熔化后自相当高度倾入综合炉渣，则磷质即可减低至微量。惟熔化综合炉渣需碱性马丁炉或电炉，而倒倾之相当高度，俱为小型钢厂设备上之困难。后方某钢厂曾以铁矿及石灰加入铁板溶液，再施人工搅拌作去磷之试验，但尚少结果云。

（4）炼铁炉冶制托马斯铁，工作上毫无困难，且其作业较

①即白口生铁——编者注。

冶灰口铸铁为尤易。后者之矿砂降下时间●为20~30小时，焦比若用标准焦炭恒在1.3之上；而前者因含磷甚高，铁之流动性强，且磷被还原入铁之温度较低，矿砂下降时间只需8~12小时，而焦比亦较低。换言之，以同一炼炉，若用以制托马斯铁，所用焦炭量较少，而每日所产之铁铁量仍较多。故若铁矿成分适宜，自炼铁炉制托马斯铁，再用碱性贝色麦炉炼钢去磷乃一良策。惟因为维持贝色麦炉内温度起见，铁铁至少应含磷1.7%之上。在炼铁炉内，所有矿内磷质，俱被还原而入铁。故欲制托马斯铁，以2吨铁矿制铁1吨计，铁矿含磷至少应达0.85%。查我国高磷铁矿发现极少，且高磷矿床往往与低磷者同生，致平均含磷量甚低。据已往分析，只南京凤凰山（见第5表）有矿样3种，其磷达0.85%之上，且高磷者竟达1.76%，惟该赤铁矿矿床之平均含磷量只为0.39%。后方高磷铁矿，有四川省巫山、广元，西康省荣经等处，然储量究属若干，是否与低磷铁矿床同生，尚待勘查。是我国制托马斯铁，缺乏相当之铁矿，已不待言、若欲以普通铁矿炼制托马斯铁，则势非加入磷矿不可。我国磷矿发现者，只有

第5表 中国高磷铁矿成分表

产 地	试料号数	浅槽号数	成分(%)			
			Fe	SiO ₂	P	S
南京凤凰山 (1)	6	Ⅲ	47.42	17.72	1.21	0.04
南京凤凰山 (1)	22	X	40.82	16.95	0.84	0.05
南京凤凰山 (1)	23	X	39.52	23.96	1.76	0.04
四川巫山抱龙河 (2)	—	—	58.03	6.26	1.05	0.06
四川广元大浪会 (2)	—	—	26.13	14.01	1.04	痕迹
西康荣经春天沟 (2)	—	—	46.86	3.40	0.84	无
西康荣经齐家河 (2)	—	—	37.98	9.79	1.28	无

注：(1)丁格兰：中国铁矿志，173(1924)。

(2)侯德封、苏孟守：四川地质调查所矿产专报第四号36~39(1941)。

●矿砂降下时间，德名Durchsatzzeit。参阅拙著“炼铁炉炉身之设计”之第2表，科学，604 (1939)。

江苏东海锦屏山之磷灰石及昆明附近之纤核磷灰石 (*Phosphorite*)。前者距钢铁工业区较远,后者昆明炼钢厂或可利用。川省欲制托马斯铁,在高磷铁矿储量未确定之前,只有向炉内加入骨灰一途。查动物骨骼含水14~44%,其余系固体。后者1/3系有机质,2/3系无机质;而无机质内85%系磷酸钙。换言之,兽骨内含有32~48%磷酸钙,亦即6.4~9.6%之磷也。若欲制含磷2%之铕铁,即除2吨铁矿外,另需0.2~0.3吨兽骨。因其内含氧化钙,石灰石之加入量或可减少,或竟不另再加。惟兽骨质轻多孔,故占体积极大,用时最好烧成骨灰。为免增烟道灰尘损失 (*Flue dust loss*)起见,在加入炼铁炉之前,或有与铁矿细砂共同焦凝 (*agglomerated*) 之必要。

兽骨之为物价虽不昂,然若以日出10吨之炼铁炉计,即每日需2~3吨,为量亦可观,是否有此大量之来源,乃应考虑之大问题也。

抑尤有进者,托马斯铁因在炉内停留时间颇短(矿砂下降时间只8~12小时),故含硅不高,当系高磷白口铁,除供碱性贝色麦炉炼钢外别无用途。小型钢铁厂之产物,当以自普遍性销路之产品为目标,托马斯铁既无市场,自难向此方向提倡也。

(5) 以搅炼法制熟铁所用之铕铁,含磷可高0.6~0.8%,该法去磷毫无困难,但因所得熟铁含碳极低,若欲制中碳或高碳钢,需用坩埚法加碳熔炼。查搅炼炉容量不过500磅,而坩埚容量不过50磅,故本法只能小规模工作以制高碳钢或合金钢,成本且极高。

川省土法炒制毛铁,原理与搅炼法极相似,故毛铁含磷可极低,加碳可制钢。但因土法工作极不规则,致毛铁成分毫无标准,而所含炉渣量亦极高。大量采用,质、量二方面均有问题耳。

依上所述,川省铁矿无论赤铁矿或菱铁矿,所炼铕铁,以单筒设备论,适宜采用马丁炉法以炼钢。现时后方多数钢厂采用贝色麦法者,乃舍本求末之下策。然因川省铁矿产地散漫,只适宜小规模经营;有小型炼铁厂,更需有配合之小型钢厂,而贝色麦