

钢铁冶金

创新思维

● 黄志坚 编著



冶金工业出版社

<http://www.cnmp.com.cn>

钢铁冶金创新思维

黄志坚 编著

北 京
冶 金 工 业 出 版 社
2009

内 容 简 介

技术创新首先是思想的解放与思维的创新。为帮助广大工程技术人员进一步提高综合素质,尤其是科学思维与创新思维方面的素养,适应新形势和新任务,特编著本书。本书共10章,系统总结与论述了当代冶金工程技术创新与创新思维的基本理论问题;国内重要钢铁企业技术创新的理论探索与成功实践;冶金领域技术发明、技术开发、工程设计的创新思维方法;系统论、相似论、逻辑学、辩证唯物论等对当代冶金工程技术实践的指导及它们在冶金工程技术活动中的具体运用;冶金工程各种失误的主观原因(尤其是思维方法的偏差),提出避免失误的措施。

本书注重理论与实际应用密切结合,学科交叉与综合创新,紧跟冶金科学技术的发展前沿;注意从国内外冶金工程技术领域相关专业及冶金工程技术工作各环节的实际问题中提炼出新理论,尽量使理论与方法具有较高的概括性和普遍的适用性;充分运用冶金工程技术、思维科学、创新理论、逻辑学、系统论、辩证唯物论等多学科的相关知识,系统地构筑有效解决实际问题的新知识体系。

本书可供冶金行业广大工程技术人员、高等工科院校及职业技术学院的教学人员、工矿企业的管理人员、科学技术方法论研究人员等阅读。

图书在版编目(CIP)数据

钢铁冶金创新思维/黄志坚编著. —北京:冶金工业出版社,
2009.3

ISBN 978-7-5024-4795-3

I. 钢… II. 黄… III. ①炼钢—技术革新 ②炼铁—技术革新 IV. TF4

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第016042号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷39号,邮编100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 postmaster@cnmip.com.cn

责任编辑 刘小峰 美术编辑 张媛媛 版式设计 葛新霞

责任校对 白 迅 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-4795-3

北京兴华印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2009年3月第1版;2009年3月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16;20.5印张;498千字;315页;1-2000册

59.00元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街46号(100711) 电话:(010)65289081

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

21 世纪是钢铁冶金科技与工程高速发展与演变时代,是竞争日趋激烈的时代,是充满创新与改革的时代,这一切对我国广大冶金工程技术人员的素质提出了更高的要求。在技术创新体系中,人是最具活力的因素。技术创新首先是思想的解放与思维的创新。为帮助广大工程技术人员进一步提高综合素质,尤其是科学思维与创新思维方面的素养,适应新形势和新任务,特编著了此书。

全书共分 10 章,整个结构体系由五部分组成。第一部分(第 1 章)主要论述当代冶金工程技术创新与创新思维的基本理论问题。第二部分(第 2 章)系统总结与概括国内重要钢铁企业技术创新的理论探索与成功实践。第三部分(第 3~5 章)主要论述冶金领域技术发明、技术开发、工程设计的创新思维方法。第四部分(第 6~9 章)论述系统论、相似论、逻辑学、辩证唯物论等横断学科对当代冶金工程技术实践的指导及它们在冶金工程技术活动中的具体运用。第五部分(第 10 章)分析冶金工程各种失误的主观原因(尤其是思维方法的偏差),提出避免失误的措施。

本书写作的基本指导思想是积极贯彻科学发展观,紧跟冶金科学技术的发展前沿理论与实际应用密切结合,实现学科交叉与综合创新。本书致力于充分运用冶金工程技术、思维科学、创新理论、逻辑学、系统论、辩证唯物论等多学科的相关知识,系统地构筑有效解决实际问题的新知识体系。在写作上力求通俗浅显,便于广大读者阅读与理解。

本书力求从国内外冶金工程技术领域不同专业(冶炼、压力加工、冶金机械与自动化、能源与环保等)及冶金工程技术工作各环节(研究、开发、设计、工艺、设备、质量、安全等)的实际问题与典型案例中提炼出新的理论,尽量使理论与方法具有较高的概括性和普遍的适用性。

本书对冶金工程技术界广大读者进一步掌握分析与解决实际问题和技术创新的思维方法,有一定的启发、引导、示范、借鉴、参考作用。本书同时分析了工程技术工作的主观失误,提出了避免失误的措施,这对有关读者是很有帮助的。

本书可供冶金行业广大工程技术人员,技师、技术工人,高等工科院校及职业技术学院的学生与教师、研究生及其指导教师,工矿企业领导干部,科学技术

方法论研究人员等参考。

长期以来,广州珠江钢铁有限责任公司总工程师毛新平、副总工程师廖一凡等对作者的工作提供了重要的帮助。在此,向二位领导表示衷心的感谢,也向珠钢及广钢集团的领导和同志们致谢。

冶金工程技术创新思维是一重大而意义深远的课题,它需要广大冶金工程技术人员积极实践与探索。本书的探讨和实践是初步的、有限的,因此,真诚期待国内同行在冶金工程技术创新与创新思维领域取得更大的成就。

作 者
2008 年 12 月

目 录

1 冶金创新思维概论	1
1.1 当代工业技术创新的特点	1
1.1.1 突破传统	1
1.1.2 更好地满足用户各类新需求	2
1.1.3 多学科交叉综合	2
1.1.4 显著的效益	2
1.2 冶金工业的技术创新	3
1.2.1 冶金工业概述	3
1.2.2 技术创新是冶金技术发展的核心	3
1.2.3 技术创新是推动经济发展的重要手段	6
1.2.4 冶金工业创新的方向与目标	8
1.2.5 冶金技术创新的规律	9
1.2.6 冶金工业的自主创新	10
1.3 冶金工程中的创新思维	16
1.3.1 思维与思维科学	16
1.3.2 工程技术的创新思维	16
1.3.3 创新思维的形式	17
1.3.4 创新思维的重要特征	18
1.3.5 冶金工程创新思维的重要性	20
2 冶金企业技术创新探索与实践	21
2.1 宝钢发展战略创新思维	21
2.1.1 概述	21
2.1.2 A-U 模型的主要特征	22
2.1.3 完善优化的 A-U 模型	23
2.1.4 宝钢发展战略与创新思路	25
2.2 依靠自主创新,建设创新型武钢	27
2.2.1 站在长远发展的高度认识自主创新的战略意义	27
2.2.2 以构建自主创新体系为重点推进创新型武钢的建设	27
2.2.3 以实施自主创新战略为重点提高创新型武钢的实效	28
2.3 以科学发展观引领自主创新——太钢提高自主创新能力的探索与实践	30
2.3.1 自主创新擦亮不锈钢品牌	31
2.3.2 自主创新提升关键技术	32
2.3.3 自主创新转化先进技术	32

2.3.4 为员工自主创新营造良好氛围	33
2.4 莱钢循环经济的模式探索与实践	34
2.4.1 基本情况	34
2.4.2 战略思路	35
2.4.3 发展模式	35
2.4.4 具体实践	36
2.4.5 小结	41
2.5 坚持自主创新,建设创新型攀钢	42
2.5.1 攀钢依靠自主创新取得的主要成效	42
2.5.2 攀钢自主创新主要工作	44
2.5.3 攀钢自主创新思路	45
2.6 首钢科技创新体制建设探索与实践	46
2.6.1 首钢科技创新体制建设课题的提出	46
2.6.2 首钢科技创新体制建设基本思路	48
2.6.3 首钢科技创新体制建设主要内容及实践	49
2.6.4 首钢科技创新体制建设效益和效果	55
2.7 大力推进技术创新,实现鞍钢跨越式发展	56
2.7.1 技术进步和自主创新取得的重大成就	56
2.7.2 技术创新的工作和效果	57
2.7.3 技术创新的主要做法	58
2.7.4 自主创新人才队伍建设	60
2.7.5 企业自主创新中存在的主要问题	61
2.8 正确处理好四个关系快速提升马钢核心竞争力	62
2.8.1 概述	62
2.8.2 正确处理好产量规模与品种质量的关系	63
2.8.3 正确处理好全面创新与重点突破的关系	64
2.8.4 正确处理好创新主力与创新合力的关系	64
2.8.5 正确处理好技术创新与管理创新的关系	65
2.9 广钢集团暨珠江钢铁自主创新探索与实践	66
2.9.1 广钢集团产学研相结合的技术创新道路	66
2.9.2 成长中的创新型珠江钢铁	68
3 冶金技术发明与革新创新思维	71
3.1 发明概论	71
3.1.1 发明的概念	71
3.1.2 发明的类型	71
3.1.3 发明的意义	72
3.1.4 发明与专利	73
3.1.5 发明的产生	73
3.2 发明与革新是技术创新的基本形式	74

3.2.1 发明与革新的一般过程	74
3.2.2 技术发明和革新的程序	76
3.3 发明与革新思维方法	78
3.3.1 发明与革新的经验方法	78
3.3.2 技术发明革新的传统方法	81
3.3.3 发明与革新的综合方法	84
3.3.4 切割—组合法	90
3.3.5 捕捉机遇法	91
3.4 发明实例:用连铸薄带生产无取向电工钢板的方法	92
3.4.1 技术目标	92
3.4.2 技术特点	92
3.4.3 工艺要点	93
3.5 发明实例:转炉烟气半干法除尘工艺	95
3.5.1 概述	95
3.5.2 半干式高效喷雾冷却除尘塔	95
3.5.3 湿式电除尘	96
3.5.4 炉口喷雾	96
3.5.5 风机交流变频调速	97
3.5.6 水冲灰与污水处理	97
3.5.7 喷枪雾化气体	97
3.5.8 半干法减少循环水量的机理	97
3.5.9 半干法节能和提高系统能力的机理	97
3.5.10 结论	98
4 冶金技术开发思维创新	99
4.1 技术开发概述	99
4.1.1 技术开发的概念	99
4.1.2 原理性和局部性技术开发	99
4.1.3 组合式和移植式技术开发	100
4.2 新产品开发基本方法	101
4.2.1 新产品开发的构思和预测	101
4.2.2 新产品开发的程序和试制	103
4.3 产品创新	104
4.3.1 产品创新的特征	104
4.3.2 产品创新的模式	104
4.3.3 产品创新与工艺创新	105
4.4 珠钢汽车大梁板系列产品开发实例	107
4.4.1 产品标准及主要技术参数	107
4.4.2 主要设备及生产工艺	107
4.4.3 试制结果及分析	108

4.4.4	实际应用情况	111
4.4.5	成分设计与带状组织控制	112
4.4.6	小结	113
4.5	济钢翼板钢研制开发实例	113
4.5.1	概述	113
4.5.2	可行性分析	114
4.5.3	主要研制过程	114
4.5.4	试制与生产	115
4.5.5	小结	115
4.6	太钢森吉米尔轧机轧辊开发实例	115
4.6.1	概述	115
4.6.2	森吉米尔轧机轧辊制造工艺	116
4.6.3	轧辊质量及使用情况	118
5	冶金工程设计创新思维	119
5.1	工程设计概论	119
5.1.1	工程设计的概念	119
5.1.2	工程设计的本质特征	119
5.1.3	工程设计的程序	120
5.1.4	设计思维与设计创意	121
5.2	工程技术设计的传统方法	123
5.2.1	模型试验设计方法	123
5.2.2	常规设计方法	124
5.2.3	理想化设计方法	125
5.2.4	经验设计方法	125
5.3	现代工程设计	126
5.3.1	现代工程设计相关技术	126
5.3.2	现代工程设计特点	127
5.3.3	现代工程设计的规律	128
5.4	长治钢铁集团公司 60 万 t H 型钢厂设计实例	129
5.4.1	项目简况	129
5.4.2	技术特点	130
5.5	涟钢铁水脱硫工程工艺设计实例	133
5.5.1	总图定位	133
5.5.2	脱硫剂的选择	134
5.5.3	工艺布置	134
5.5.4	主要技术参数	136
5.5.5	效果	136
5.5.6	小结	136
5.6	酒钢变电站远程视频监控系统设计实例	136

5.6.1	远程视频监控系统总体要求与设计原则	137
5.6.2	系统总构成	137
5.6.3	视频监控软件的功能	139
5.6.4	关键技术	139
5.6.5	小结	140
6	冶金工程中的系统论	141
6.1	系统论概述	141
6.1.1	系统的概念	141
6.1.2	系统论	141
6.1.3	系统方法	142
6.2	工程、工程系统与工程系统论	143
6.2.1	工程	143
6.2.2	工程系统	144
6.2.3	工程系统论	145
6.2.4	工程系统论在工程科学体系中的地位	146
6.3	冶金工程的流程性	147
6.3.1	概述	147
6.3.2	流程的含义	147
6.3.3	流程中的科学问题	149
6.3.4	钢铁制造流程运行的本质	151
6.3.5	“流”的行为与流程功能的拓展	152
6.3.6	要重视研究钢铁流程	152
6.3.7	动态—有序的精准设计与钢厂的结构优化	153
6.3.8	新一代钢铁制造流程的内涵	155
6.3.9	研究钢厂制造流程的重要意义	155
6.4	冶金工程的复杂性	156
6.4.1	复杂性工程观	156
6.4.2	复杂性问题研究方法论	159
6.4.3	复杂系统思维方式	164
6.4.4	系统方法在轧钢连续加热炉应用实例	166
6.5	冶金系统优化理论与方法	171
6.5.1	工程系统优化概述	171
6.5.2	连钢新2号焦炉加热温度优化控制实例	173
6.5.3	宣钢炼钢系统优化实例	176
6.5.4	马钢1号连续热镀锌机组卷取张力的优化实例	180
6.5.5	天钢钢结构厂房优化设计实例	183
6.6	冶金工程决策理论与方法	187
6.6.1	工程技术决策概述	187
6.6.2	科学决策的思维模式	188

6.6.3	工程决策科学化与民主化	193
6.6.4	宝钢战略规划与科学决策实例	198
6.6.5	基于层次分析法的中国钢铁企业循环经济发展战略选择实例	199
6.6.6	工程决策风险分析	203
7	冶金工程中的相似论	207
7.1	相似概论	207
7.1.1	相似的定义	207
7.1.2	相似的基本规律	207
7.1.3	狭义相似论	209
7.2	相似与科学思维	210
7.2.1	相似性研究是探讨事物相互联系的思维方式	210
7.2.2	模拟是一种相似性创造	211
7.3	相似论指导下的冶金工程技术方法	211
7.3.1	工程问题相似的类型	212
7.3.2	几个重要的相似问题	212
7.3.3	相似原理在冶金工程技术问题分析中的应用	213
7.3.4	从典型冶金过程问题看现象相似的数理本质	214
7.3.5	比较、鉴别与移植	216
7.3.6	类比推理	217
7.4	模拟试验	219
7.4.1	概述	219
7.4.2	珠钢 CSP 生产线均热炉过程模拟实例	219
7.5	建模与仿真技术	221
7.5.1	概述	221
7.5.2	宝钢冷连轧机轧制过程动态仿真与控制优化实例	223
7.6	基于案例的推理	225
7.6.1	概述	225
7.6.2	案例推理在技术开发中的应用	225
7.6.3	基于案例推理的优化型智能决策技术	225
7.6.4	案例推理在故障诊断中的应用	228
7.6.5	案例推理在轧机活套液压系统故障诊断中的应用实例	229
8	冶金工程中的逻辑思维	233
8.1	冶金工程逻辑思维概述	233
8.1.1	逻辑思维的概念	233
8.1.2	逻辑思维能力	234
8.2	冶金工程中的推理	234
8.2.1	归纳推理及应用概述	234
8.2.2	演绎推理及应用概述	237
8.2.3	归纳与演绎的对立统一	239

8.2.4	科学归纳法与创新	239
8.2.5	概率预测与归纳划类	240
8.2.6	归纳和演绎在管理中的应用	241
8.2.7	高炉专家系统推理机制实例	241
8.3	冶金工程中的模糊推理	244
8.3.1	模糊推理概述	244
8.3.2	基于模糊推理的热轧带钢宽度控制实例	244
8.4	冶金工程中的论证	247
8.4.1	论证概述	247
8.4.2	直接论证与间接论证	248
8.4.3	论证的规律和规则	248
8.4.4	烧结机机头烟气脱硫方案选择及论证实例	249
8.4.5	用 WRe3/WRe25 热电偶测钢水温度方案的论证实例	251
8.5	冶金工程逻辑思维的要害	253
8.5.1	机理分析与逻辑分析相结合	253
8.5.2	逻辑分析与历史考证相结合	254
8.5.3	分析与综合相结合	254
8.5.4	定性分析与定量分析相结合	257
8.5.5	避免逻辑错误	257
9	冶金工程中的辩证唯物论	259
9.1	工程技术与唯物辩证法	259
9.1.1	工程技术中充满了辩证法	259
9.1.2	唯物辩证法是解决工程技术问题的锐利思想武器	259
9.2	辩证法在轧钢工程设计中应用	261
9.2.1	可选方案	261
9.2.2	设计方案技术经济比较	261
9.2.3	决策	262
9.2.4	小结	262
9.3	工程建设项目三大目标控制的辩证法	263
9.3.1	三大目标及其控制	263
9.3.2	三大目标的辩证关系	264
9.3.3	三大目标辩证关系的重要指导作用	265
9.4	工程技术矛盾的妥善解决	266
9.4.1	工程技术中的矛盾	266
9.4.2	解决矛盾的策略	267
9.4.3	抓住主要矛盾	272
9.4.4	高炉冶炼锰铁特殊矛盾的解决	273
9.5	工程技术中的认识论	276
9.5.1	对工程技术系统(对象)的认识过程	276

9.5.2	工程技术问题探究的基本途径	278
9.5.3	工程技术问题分析与探究的重要方法	281
9.5.4	在实践与探索中不断提高认识与增长才干	286
10	冶金工程失误主观因素	290
10.1	冶金技术发明与革新中的失误	290
10.1.1	创新意图不能实现的原因	290
10.1.2	成功的创新与发明的特点	290
10.1.3	冶金工业知识产权保护问题	291
10.2	冶金技术开发与建设项目中的失误	291
10.2.1	概述	291
10.2.2	技术开发失误典型实例分析	293
10.2.3	减少技术开发失误的要点	294
10.3	冶金工程设计中的失误	296
10.3.1	忽略了某些重要因素而导致的设计失误	296
10.3.2	对相关因素的判断错误带来的失误	297
10.3.4	分析计算、数据处理或技术措施选择不当导致失误	297
10.4	冶金工程项目实施过程中的失误	298
10.4.1	工程质量控制不严造成的失误	298
10.4.2	管理不善造成的失误	299
10.5	冶金系统运行维修中的失误	300
10.5.1	运行维修中的人因失误的原因与特征	300
10.5.2	钢铁冶金工业运行维修失误典型实例	303
10.5.3	工艺参数设置不当引起热轧带钢轧制过程卡钢与堆钢	307
10.5.4	人因失误控制对策	307
10.6	冶金设备故障诊断中的误诊	308
10.6.1	故障误诊分析	308
10.6.2	降低误诊率的基本途径	310
10.7	小结	312
	参考文献	313

1 冶金创新思维概论

现代技术是运用科学的原理、科学方法开发出来的改造客观世界的手段,如工艺方法、生产装备、仪表、仪器、自动控制系统以及新产品、新装备等。这是一类经过开发、加工的知识、方法与技能体系。技术是需要很多资金开发出来的有经济目的、社会目的的知识系统。

什么是创新?创新就是首创前所未有的具有相当价值的事物或形式。创新的精髓就是不断解放思想、实事求是、与时俱进。

技术的特点在于突出发明与创新。

技术创新,是在一定的社会经济条件下,通过研究开发或应用新技术形成更有效的现实生产力,从而获得经济效益和社会效益的过程。

1.1 当代工业技术创新的特点

技术创新以获得效益为目的,对生产要素和生产条件进行新的组合,建立效能更强、效率更高的新生产经营体系,从而推出新的产品、新的生产(工艺)方法,开辟新的市场,获得新的原材料或半成品供给来源或建立企业新的组织,它包括科技、组织、商业和金融等一系列活动的综合过程。

技术创新从新思想萌芽开始直至形成生产力并成功地进入市场,涉及一系列的多层次活动。在大多数情况下,创新的成功取决于科技能力与市场需求机会的有效结合。信息是科研与经济联结的必要关键环节,是科学技术环节循环与经济创新循环耦合的中介。技术进步一方面来自科学技术的推动,另一方面来自经济结构的拉力,技术创新正是在这两种因素的复杂结合中产生的。

技术创新的主要特点是突破传统,更好地满足用户的需求,学科交叉,显著的效益等。

1.1.1 突破传统

技术创新就是要在生产活动中采取基于新思想的技术,以实现生产要素的新的组合。这种新技术与旧的传统技术有所不同,而要有所发展和突破,如果仍是沿袭传统技术,只有细微的改动,没有赋予传统以新的思想,不能在根本上对其造成改变或冲击,那只能称为模仿,不叫创新。

技术创新作为生产力诸要素的重新组合,要在思想方法上对传统思维有所不同,在此新的思想基础上重新组织各种生产要素,使创新资源围绕创新过程流向实现各种创新要素的横向联系,形成特定的组织化结构,以实现技术发明和商业化应用。

技术创新应该包括采用新的生产方法(主要体现在生产过程中应用新工艺或新的生产组织形式等);引入一种新的产品或赋予产品一种新的特征等。

实现技术创新首先要发展一种新的技术思想,这种思想应该突破传统旧思想的束缚,实现生产思维方式的转变。

技术创新是对传统思想的变革,是对旧的方法的发展和批判,突破传统并非否定传统,而是对各种生产要素和创新资源的重新组合和配置。思想观念上对传统的突破才是技术创新的思想内涵和基础所在。

1.1.2 更好地满足用户各类新需求

20 世纪 80 年代以来,新技术革命特别是信息技术的发展,正不断改变着人们的生产和生活方式。人们要求个性化多样化的产品,越来越多的消费者以完全不同的方式决定自身的消费,要求市场满足其特定目的、特定环境和特定时间的产品,导致单一同类产品的多样化。21 世纪的消费者行为更具有选择性,产品要满足顾客的个性需求,制造要求“客户化、小批量、快速交货”,批量生产的产品逐渐为个性化多样化的产品所取代。企业有可能与客户交互工作,满足客户的多项需求。

瞬息万变的市场使交货期成为竞争力诸因素中的首要因素。竞争环境的压力迫使生产者采取快速反应措施,快速反应市场需求,满足消费者不断萌发的需求。现代社会的技术更新速度加快,微机的更新时间越来越短,消费品市场更加日新月异。

1.1.3 多学科交叉综合

技术创新的一个重要途径就是多学科的交叉和综合。

现代科学技术的发展呈现高度分化而又高度综合的两种趋势,一方面学科和研究方向越来越细,越来越专;另一方面,不同的学科和研究领域相互交叉,经过知识综合而形成新的学科和研究领域,两者相辅相成,互相促进,但是后者对技术创新尤为重要。学科交叉对于科技创新与突破的重要性,已为科技界所共识,技术突破和发展的新的生长点,往往是一些交叉学科和边缘学科,这些新技术的出现并非多学科的简单叠加,而是其内在思想的碰撞和融合,往往还以新的学术思想为纽带,新的思想总是对传统的思想有所冲击,甚至有根本性的冲突。

1.1.4 显著的效益

技术创新应该能够创造良好的经济效益与社会效益,才能够生存和进一步发展。

一项新的技术如果不能维持自身的发展,不能创造公众认同的产品,也就变不成钱,它迟早要被淘汰,因此技术创新必须同市场紧密联系,必须创造出价值。从这个意义上讲,不能产生经济效益的技术研制,不能称为真正的技术创新。经济效益是评价项目创新成功与否的重要标志之一。例如,攀钢历经六年自主开发、荣获国家科技进步一等奖的科技攻关项目“钢铁钒钛磁铁矿高炉强化冶炼新技术”。该技术开创了国内外用普通大型高炉冶炼低入炉品位的特殊矿达到高利用系数的先河。依靠该技术,攀钢在入炉品位仅 46% 的条件下,使高炉利用系数实现跨越性的优化。1993 年高炉利用系数为 $1.615 \text{ t}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$,1998 年为 $1.972 \text{ t}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$,1999 年后为 $2.147 \text{ t}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$,产生了巨大的经济效益,年均创经济效益 2.2909 亿元。这项成果的护炉技术在全国 80 多座高炉中推广,有 64 座高炉的寿命已延长了 3 年,年增经济效益达 10 亿元。

除经济效益外,在对环境要求日益严格的今天,技术创新还必须符合科学发展观的要求。一个技术创新应该是在既获得利润的同时又能够维护环境的良好发展,才有广阔的长期发展前景。

1.2 冶金工业的技术创新

冶金工业的产生与发展离不开技术创新,现代冶金工业的飞速进步更是与技术创新息息相关。

1.2.1 冶金工业概述

冶金工业是人类从自然资源中提取有用金属和制造材料的工业门类。从人类最早加工和使用钢铁材料到今天已有三千多年历史。中国在古代炼钢方面曾经书写过光辉篇章。在近一百多年的现代工业生产发展中,冶金工业作为一门基础材料工业,发挥了重大作用。但在这一时期,由于长期受封建制度的影响、帝国主义的侵略和旧社会官僚腐败,我国在冶金学和钢铁工业的发展方面相对于发达国家落后了。

冶金工业的技术理论体系是冶金学,这是研究从自然资源中提取有用金属和制造材料的学科。20 世纪上半叶以来,主要是由于外国冶金学者的研究,冶金学逐步成为一门主要以热力学为理论基础的、独立的专业学科。

近几十年来,冶金学知识体系和结构,随着冶金技术的发展和相关学科的进步,也在发生变化。计算机技术的发展和广泛应用,使冶金学理论和工艺的研究方法、冶金生产及其控制技术发生了重大变革。由传统冶金学和传统冶金工艺学所构成的知识体系和结构,已不能完全满足现代冶金工艺发展和理论研究的需求。在国外首先发展起来的“冶金反应工程学”成为了现代冶金学的一个重要分支。

我国现代冶金学理论方面的研究主要起步于 20 世纪 70 年代,近四十年来,国内许多冶金学者根据现代冶金学发展的趋势,吸收国外先进经验,注意促进多学科知识的交叉,逐步将计算机技术、传输理论、化学反应工程学、材料学等引入冶金学的理论研究和工艺开发中,并取得较大的进展,特别是在不同时空尺度条件下,在发展冶金流程工程学、现代电炉炼钢学及薄板坯连铸连轧理论方面,具有中国特色,应用指导生产,促进了我国钢铁工业的发展,为我国逐渐成为一个创新型国家作出了贡献。

1.2.2 技术创新是冶金技术发展的核心

1.2.2.1 技术创新促进了钢铁工业的诞生

冶金工业的产生和发展离不开技术创新,纵观飞速发展的现代钢铁冶金工业,更是与技术创新息息相关。转炉炼钢法的出现和其后的 1880 年碱性平炉炼钢法的创新逐步淘汰了搅钢炉工艺,使钢的生产能力大幅度提高,并以液态炼钢工艺为核心,形成了高炉→炼钢→铸锭→开坯→轧钢→热处理等工艺组成的钢铁制造生产流程。此流程适时地满足了当时社会对钢铁产品的需求,支撑了工业革命启动的人类社会的工业化进程(当时这一进程出现在欧洲和北美)。随着钢铁生产能力的大幅度增长,钢铁厂数量增多,从业人员增加,使得以手工作坊为主的钢铁冶炼技艺形成了产业,即诞生了钢铁工业。

工业革命发源地的英国在 19 世纪钢产量处于领先地位。1871 年,英国钢年产量为 33.4 万 t,德国为 25.1 万 t,法国为 8.6 万 t,美国仅为 7.4 万 t。炼钢工艺技术革命后,英国产钢大国地位受到挑战。美国因具有矿石、焦炭资源优势 and 迅速推广贝氏炼钢法,则到 1890 年钢产量已超过英国成为世界第一产钢国。德国也超过英国居第二。

1.2.2.2 技术创新推动了 20 世纪全球钢铁工业的大发展

碱性平炉炼钢工艺在 20 世纪得到推广,成为炼钢的主导工艺,特别是在美国发展更快。美国 1900 年钢产量为 1035.2 万 t,占世界总产量的 36.3%。电力的出现使蒸汽机被电动机取代,这一创新加速了钢铁工业的发展。1906 年,全世界钢产量超过 5000 万 t,1927 年超过 1 亿 t。尽管 20 世纪 30 年代的经济危机使全球钢产量下降到 1 亿 t 以下,但危机后钢产量又恢复到 1 亿 t 以上。

经济发展对钢铁的需求发生显著变化。二战以后,随着汽车工业的发展,住宅、高速公路、港口、机场等基础设施的建设,农业机械化、家用电器的应用推广,石油天然气输送管道的建设以及机械化、自动化技术的推广应用,对性能好、价格低的结构材料 and 功能材料的需求越来越迫切。与其他材料相比,钢材因在质量、性能和价格上最合适,为人类社会实现工业化的首选材料,故其成为发展的重点。

同时,全球出现了许多高品位的铁矿石供应基地,使铁矿石的供应趋向国际化,进而为钢铁工业的大发展提供了物质保证,并使铁矿石资源贫乏的国家能够依靠科技进步而成为主要产钢国。

20 世纪中期以来出现的钢铁制造技术创新推动了钢铁工业的大发展。从 50 年代开始钢铁工业以空前的速度(年均 1900 万 t)增长,1973 年全球钢产量超过 7 亿 t。其后,由于石油危机及全球性经济萧条等原因,使钢产量下降并起伏波动,但总趋势还是增长,到 2000 年全球钢产量超过 8 亿 t。在 20 世纪的 100 年中,世界钢产量增加 28 倍,可认为 20 世纪是钢铁工业大发展的世纪。这个大发展的推动力就是技术创新。20 世纪世界钢产量的演变情况见图 1-1。

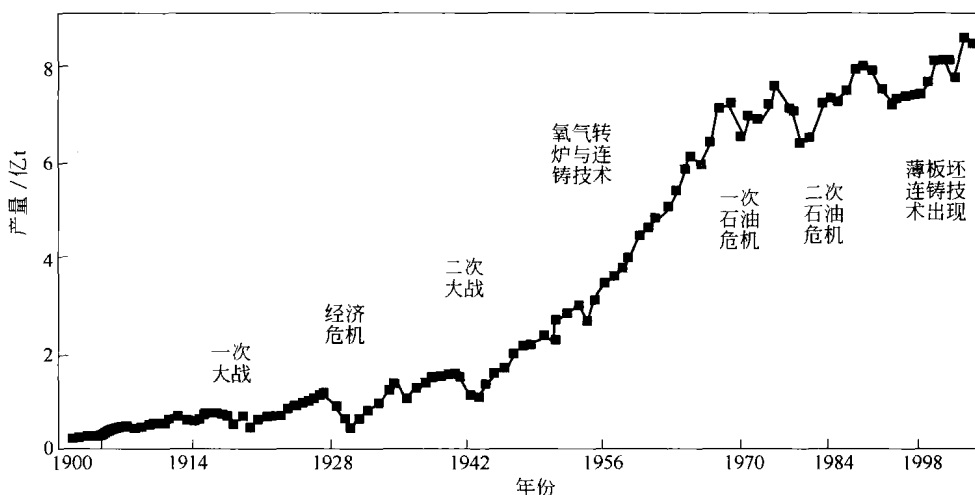


图 1-1 20 世纪世界钢产量的演变

A 氧气转炉炼钢技术推动了钢铁工业大发展

进入 20 世纪 50 年代,制氧工业的进步使氧气机产能大幅度提高,氧气成本下降,氧气炼钢的条件日趋成熟。1950 年,奥地利的 VOEST ALPINE(奥钢联)公司在 30 t 转炉上成功开发出氧气转炉炼钢的 LD 法,并与瑞士的 BOT 联合以专利方式向全世界推广。50~70 年