

钢铁工业设备技术

GANGTIE GONGYE
SHEBEI JISHU

北京钢铁设计研究总院 译

冶金工业出版社



1073660

钢铁工业设备技术

北京钢铁设计研究总院 译

冶金工业出版社

内 容 提 要

本书根据日本钢铁协会1979年编辑出版的《鉄鋼業における設備技術》一书译出。书中全面介绍了日本现代钢铁工业设备技术及其发展,其中包括冶炼设备、轧钢设备、电气设备、设备诊断技术与维修技术,轧钢设备的冲击与热负荷和电气设备的可靠性等。

书中附有各种图表,对主要的新技术作了清晰的解说。

本书可供从事钢铁工业生产、钢铁设备设计、制造、维护、管理的人员及工科院校有关专业师生参考。

鉄鋼業における設備技術
昭和54年3月1・2日(第57回)
昭和54年3月22・23日(第58回)
社団
法人 日本鉄鋼協會

钢铁工业设备技术
北京钢铁设计研究总院 译

*

冶金工业出版社出版
(北京北河沿大街高祝院北巷39号)

新华书店北京发行所发行
冶金测绘印刷厂印刷

787×1092 1/16 印张 $20\frac{1}{4}$ 字数 480千字

1987年4月第一版 1987年4月第一次印刷

印数00,001~3,000册

统一书号: 15062·4351 定价4.15元



译者的话

60Hao/r

本书根据日本钢铁协会1979年编辑出版的《鉄鋼業における設備技術》一书译出。

目前，在国际上日本钢铁工业比较发达，钢铁设备技术也比较先进。此书全面、系统地叙述了日本现代钢铁工业设备技术及其发展，包括炼铁、炼钢、连铸、轧钢、金相热处理、电气、自动化、环境保护、能源节省等各方面的设备技术。此外，书中还介绍了确保设备高速高效率运行必不可少的设备诊断与维修技术。全书涉及的专业面广，内容丰富，并附有各种图表可供参考。目前我国钢铁工业迫切需要进行技术改造和设备更新，此书的翻译出版，有现实的参考价值，可为我国钢铁工业生产、改造与建设、钢铁设备的设计、制造与维护等提供借鉴。

本书由北京钢铁设计研究总院李嘉泰副总工程师及技术情报室李庆国、林承汉同志负责组织本院技术情报室及有关室的专业人员译出，由于桂珍、王克勤工程师负责全书的校对与汇编。

本书的翻译工作得到许多同志的热情帮助，在此表示衷心感谢。由于我们的外文和技术水平有限，书中如有理解不当和误译之处，敬请读者批评指正。

总 目 录

第一章 钢铁设备技术近年来的动向	德光健一著	1
	田作栋、于桂珍译 于桂珍校	
第二章 炼铁、炼钢设备的最近发展	宫嶋信雄著	34
	于桂珍译 马魁铎、宋玉贵校	
第三章 轧钢设备的最近发展	鈴木昭男著	89
	王克勤译 陈瑛等校	
第四章 钢铁工业电气设备的最近发展	小坂宏夫著	154
	池英淑译 扑世云校	
第五章 钢铁工业设备诊断技术	金倉、三養基著	205
	吴音译 唐羨如校	
第六章 关于轧钢设备的冲击与热负荷问题	井上、慶之助著	226
	赵淑贞译 陈述良、王克勤校	
第七章 钢铁厂电气设备的可靠性及存在问题	板東真治著	247
	池英淑译 李春和校	
第八章 轧钢设备维修技术	岩崎重雄著	279
	吴音译 唐羨如校	

目 录

第一章 钢铁设备技术近年来的动向	1
第一节 近年来钢铁工业的发展	1
一、设备的大型化和高效率化	1
二、自动化、省力化和计算机化	5
三、节省能源和资源	8
第二节 钢铁设备的演变	9
一、炼铁设备	9
1. 高炉设备	9
2. 矿石预处理设备	11
3. 焦炉设备	13
4. 自动化	14
二、炼钢设备	15
1. 炼钢炉设备	15
2. 炉外精炼设备和铁水预处理设备	16
3. 连续铸钢设备	17
4. 检测与控制技术	17
5. 除尘设备及其他	18
三、轧钢设备	18
1. 初轧机	18
2. 厚板轧机	19
3. 热带钢轧机	20
4. 冷带钢轧机	22
5. 型钢轧机	23
6. 钢坯加热炉	24
第三节 近年来维修技术的动向	24
一、维修组织机构的演变	25
二、PM思想的演变	25
三、维修人员的培训	26
四、维修业务的系统化	27
五、设备诊断技术	27
第四节 对外技术交流	28
一、从引进技术到设备国产化	28
1. 高炉设备	29
2. 烧结设备	29
3. 焦炉设备	29

4. LD转炉	29
5.连续铸钢设备	29
6.轧钢设备	30
二、技术出口	30
参考文献	33
第二章 炼铁、炼钢设备的最近发展	34
第一节 前言	34
第二节 炼铁设备	35
一、设备的大型化和附属设备的现代化	35
1.炼铁设备的大型化	35
2.原料处理设备	37
3.炉顶装料设备	41
4.高压设备	41
5.高温送风设备	45
6.出铁设备	47
7.长期稳定运行设备	48
8.自动控制设备	51
9.建设与改造技术	52
二、环境保护设备	53
1.防止SO _x 和NO _x 设备	53
2.防尘设备	54
3.废水处理设备	55
4.防止噪音设备	55
三、节省人力、能源、资源设备	56
1.节省能源设备	56
2.节省资源设备	59
3.省力化、自动化设备	61
第三节 炼钢设备	65
一、转炉设备	65
1.提高生产率和省力化的设备	65
2.提高钢质量的设备	68
3.节省能源设备	72
4.环境保护设备	74
5.采用底吹转炉	76
二、连续铸钢设备	77
1.连铸机型式的演变	77
2.提高生产率的技术	79
3.自动化、省力化设备	85
4.节省能源设备	86

5. 维修技术·····	87
第四节 今后的展望·····	87
参考文献·····	88
第三章 轧钢设备的最近发展·····	89
第一节 轧钢设备的发展情况·····	89
一、提高生产率·····	89
1. 高速化·····	89
2. 增大原料的单重与设备大型化·····	90
3. 连续化·····	91
4. 合理化·····	93
二、提高质量·····	94
第二节 最新的轧钢设备·····	95
一、最新的液压压下装置·····	95
1. 液压压下装置的发展·····	96
2. 在各种轧机上的应用情况·····	97
二、大能力地下卷取机·····	97
1. 卷筒·····	97
2. 卷筒驱动装置·····	97
3. 张力辊和助卷辊·····	98
4. 控制方法·····	98
三、高速酸洗·····	98
1. 高速化、自动化、省力化·····	99
2. 脱鳞技术·····	99
3. 入口、出口侧延误时间的减少·····	101
4. 喷水清洗的隔栅循环法·····	101
四、全连续式冷轧机·····	102
1. 设备的组成·····	102
2. 全连续式冷轧机的特点·····	104
五、六辊式轧机·····	105
1. 六辊式轧机的概况·····	105
2. 六辊式轧机的原理和构造·····	106
3. 六辊式轧机的特点和效果·····	106
六、连续退火处理设备·····	106
1. 连续退火处理设备的概况·····	106
2. 对连续退火处理设备的评价·····	109
七、最新的卷取设备——带钢的连续卷取机和开卷机·····	109
1. 设备的特点·····	110
2. 各种技术问题的解决·····	111
八、H型钢的连续轧机·····	111

1. 连续轧制的特点	112
2. 张力轧制的特点和连续轧制的控制方式	112
3. 连续轧制设备的举例	113
九、高速线材轧机(成组整体轧机)	114
1. 轧辊及轧辊传动机构	115
2. 轧辊轴承与润滑	116
十、直接软化处理	117
第四节 配套技术的发展	119
一、计算机控制	119
1. 轧制过程的数学模型	119
2. 仪表装置的发展动向	120
3. 板厚自动控制(AGC)	121
4. 热带钢连轧机的计算机控制	123
5. 均热炉最佳控制系统	123
二、液压技术	124
1. 液压压下装置	124
2. 弯辊装置	125
3. 其他的液压装置	125
4. 液压装置的高压化和工作油的改进	126
三、轴承和润滑技术	127
1. 辊颈轴承的发展过程	127
2. 最新的辊颈轴承和润滑技术	127
四、轧机驱动系统的扭转振动分析	132
五、制造技术	133
1. 轧辊的制造技术	133
2. 轧机牌坊的制作技术	135
3. 齿轮的制作技术	135
六、施工技术	136
1. 基础施工技术	137
2. 现场机械加工技术	138
第五节 轧钢设备的发展方向	139
一、钢坯低温出炉	139
1. 低温出炉的效果	140
2. 低温出炉的各种问题和措施	140
二、直接轧制和钢坯热装炉	141
1. 直接轧制	141
2. 钢坯热装炉	143
三、板形控制和钢板凸度控制	144
四、新的轧制方法	145

1. 连铸连轧法	145
2. 板坯的侧面大压下轧制法和板宽自动控制	145
3. 异步轧制法 (P V 轧制法)	146
4. 其他特殊的钢板轧制法	146
5. 采用可变凸度软轧辊的平整轧制	147
6. P P M 式 (Press Piercing Mill——压力穿孔机) 无缝钢管穿孔轧制法	147
7. 大压下量行星横轧机	148
参考文献	150
第四章 钢铁工业电气设备的最近发展	154
第一节 钢铁厂电力系统中的各种问题及最近的设备状况	154
一、钢铁厂电力设备概况	154
1. 生产规模的扩大所引起的各种问题	154
2. 合营发电方式和自备发电方式	155
二、钢铁厂电力负荷的特点	158
1. 电压波动及抑制电压波动的措施	158
2. 高次谐波的产生及减少高次谐波的措施	160
3. 保安电源	162
三、近年来钢铁厂的电力设备	164
1. 配电系统及其组成	164
2. 能源中心系统	167
3. 节电系统	170
第二节 轧机驱动方面的问题及最近的设备状况	173
一、轧机驱动用电气设备的发展	173
二、轧机驱动的一些问题及最近的发展	175
1. 驱动系统机械强度问题	175
2. 轧机驱动用电动机的最近发展	180
3. 电动机电源装置的最近发展	184
三、轧机驱动用电气设备的新动向	186
1. 可逆式热轧机	186
2. 热连轧机	188
3. 无缝钢管轧机	188
第三节 钢铁厂自动化系统的发展及新动向	195
一、计算机控制与自动化系统	195
二、自动化系统的新动向	199
1. 炼铁、炼钢车间的自动化系统	199
2. 轧钢车间的自动化系统	201
参考文献	204
第五章 钢铁工业设备诊断技术	205
第一节 日本维修方法的演变	205

第二节 设备诊断技术概况	206
一、维修技术的一些问题	206
二、设备诊断技术的意义	207
三、设备诊断技术的基本体系	208
第三节 设备诊断所需要的主要技术	208
一、设备诊断理论	208
二、检测技术	210
1. 应力参数检测技术	210
2. 征兆参数检测技术	212
第四节 设备诊断用的计测仪器种类及其判断	216
一、简易诊断用计测仪表	216
1. 检查装置	216
2. 设备监督装置	217
二、精密诊断用监测装置	217
1. 设备诊断装置	217
2. 诊断用解析装置	218
第五节 诊断适用系统的概况	219
一、适用于设备管理部门的诊断系统	219
二、适用于设备修理部门的诊断系统	222
三、适用于设备建设部门的诊断系统	222
第六章 关于轧钢设备的冲击与热负荷问题	226
第一节 关于冲击与热负荷问题的基本概念	226
一、关于冲击	226
1. 冲击负荷及由此产生的应力	226
2. 受冲击部件的强度	228
二、热负荷	231
1. 热负荷和由它所产生的应力	231
2. 承受热负荷部件的强度	231
第二节 轧钢设备的冲击与热负荷的实际情况	232
一、冲击负荷	232
1. 实际测定情况	232
2. 负荷的实际状态	232
二、热负荷	235
1. 实际测定情况	235
2. 负荷的实际状态	235
第三节 轧钢设备的损坏及其特点	238
一、损坏事例	238
1. 辊道	238
2. 轧辊	239

3. 驱动系统·····	239
4. 地下卷取机·····	242
二、 破损的特征·····	242
第四节 存在问题与其考查、改进措施·····	242
一、 关于冲击负荷·····	242
1. 关于冲击负荷的特性·····	242
2. 关于冲击负荷的评价方法·····	242
3. 冲击负荷的减轻·····	243
二、 热负荷·····	243
1. 热负荷特性·····	243
2. 热负荷的减轻·····	243
三、 设备损坏的防止·····	243
1. 损坏能防止吗? ·····	243
2. 防止破坏断裂的方案·····	243
3. 防止破坏断裂措施的要点·····	244
四、 关于冲击与热负荷问题的研究方向·····	244
1. 目前的措施·····	244
2. 将来的课题·····	245
参考文献·····	246
第七章 钢铁厂电气设备的可靠性及存在问题·····	247
第一节 综合统计·····	247
一、 机械设备和电气设备的比较·····	247
1. 故障·····	247
2. 维修费·····	248
3. 建设费·····	248
4. 维修比较·····	248
二、 产量、维修费和故障时间·····	249
三、 电气故障的原因分析·····	249
1. 冶炼设备·····	250
2. 轧钢设备·····	250
3. 全部设备·····	250
4. 各种设备的故障时间·····	250
第二节 电动机·····	251
一、 大型直流电动机的故障分析·····	251
1. 各种设备的各种故障原因分析·····	251
2. 故障部位和原因的关系·····	252
二、 整流子竖片故障·····	253
1. 设备规格·····	253
2. 故障状况及其原因·····	253

3. 防故障措施及其效果	253
4. 其它故障的原因及其防止措施	253
三、辐架故障	254
1. 设备规格	254
2. 故障情况及其原因	254
3. 防故障的措施及其效果	254
4. 今后的发展	254
四、整流子固定螺栓	254
1. 设备规格	255
2. 故障情况及其原因	255
3. 防止故障措施及其效果	255
4. 其它例子	255
五、关于轧机的异常力矩	256
六、主轧机电动机的机械屈服强度问题	257
七、用安全销	257
八、整流不好问题	258
1. 整流所需要的电刷特性	258
2. 单机冷却与整流不好	258
九、双电枢结构的保护装置	259
十、直流主电动机电枢接地检查	260
第三节 控制装置	261
一、可靠性和预防维护的可能性	261
二、控制用继电器的可靠性	261
1. 可靠性试验	261
2. 接触不良的试验结果	262
3. 重要保护继电器的电子化趋势	263
三、程序控制器和计算机的可靠性	263
1. 使用实例和系统构成	263
2. 小型计算机的可靠性	266
3. 程序控制器的可靠性	267
四、控制装置和集成电路化	267
1. 元件的可靠性	267
2. 可靠性设计	268
3. 自动控制用插件、放大器的故障率	268
五、可控硅的可靠性	268
1. 可控硅的故障率	268
2. 可控硅的定期检查和预防维护的可能性	269
3. 检查运行中可控硅的异常状态	270
4. 换流失败时的保护	271

第四节 电源设备及其它	271
一、空气断路器的结构及其故障实例	271
1.超高压断路器的种类	271
2.空气断路器的故障	271
3.空气断路器的结构及其故障实例	271
二、使用光导纤维的热金属检测器(HMD)	272
三、电力电缆的“水树”现象	273
1.状况	274
2.推测发生“水树”的机理	274
3.制造电缆和敷设电缆时的注意事项	275
四、绝缘不良的检查	275
1.用直流高压法检查电缆绝缘状况	275
2.用油中瓦斯分析法检查变压器绝缘	275
3.检查绝缘不良中的一些问题	276
五、采用电子计算机故障监视装置	276
1.鹿岛厂主轧机电动机的监视装置	276
2.程序控制监视装置	277
第八章 轧钢设备维修技术	279
第一节 现代设备管理和生产维修	279
一、预防维修	280
二、事后维修	280
三、改良维修	280
四、维修预防	281
五、质量维修	282
第二节 预防维修	282
一、合理的设备检查方法	282
二、工程计划系统	283
三、情报管理系统	285
四、维修费管理制度	286
五、备件管理制度	287
六、润滑管理	288
1.背景	288
2.循环式润滑油供油系统	291
3.油脂(干油)	291
4.液压装置	292
第三节 改良维修	295
一、焊补技术	296
二、表面处理技术	297
1.镀铬	297

2.代库仑·····	297
3.喷镀·····	297
4.渗氮法·····	298
5.表面淬火·····	299
6.金属碳化物扩散渗透处理·····	300
三、离线全面检修·····	300
1.离线全面检修的必要性·····	300
2.部件的完全检修·····	300
3.全面检修和计划维修·····	301
4.全面检修举例·····	301
四、现场就地加工技术·····	302
1.加工设备·····	302
2.加工程序·····	302
3.现场就地机械加工举例·····	304
第四节 维修预防·····	304
第五节 结束语·····	305
参考文献·····	307

10-00



IV

第一章 钢铁设备技术近年来的动向

近二十年来，日本钢铁工业的发展速度是很惊人的。到七十年代初期，其粗钢产量达到了12000万吨，无论在质量和数量方面都成为可以与美国、苏联并驾齐驱的世界主要产钢国。但是，以1974年石油冲击为转折点，日本的经济从高速转向低速，随之钢铁工业设备技术也发生了质的变化。具体表现为：1) 从追求设备大型化、高速化、自动化、连续化和省力化，努力提高生产率以及发展环保技术方面，转向发展节省资源、能源和提高产品利润等技术领域。2) 在设备维修技术方面，从优先保证设备最高作业率，转向保持最低生产成本的维修方式。3) 在对外技术交流方面，开始扩大技术出口。

本文仅以以上内容为背景谈一谈近年来日本钢铁设备技术的发展动向。

第一节 近年来钢铁工业的发展

第二次世界大战以后，日本钢铁工业得到迅速恢复。五十年代中期日本经济开始进入高速发展时期，达到每五年粗钢产量翻一番的高速度。1964年粗钢年产量超过了西德，成为仅次于美国和苏联的产钢国，1973年创造了年产粗钢11932万吨的记录，从而跨进了年产一亿吨钢的时期。之后，设备能力继续增长，预计1979年粗钢生产能力可增加到14000万吨。但自从1974年发生石油冲击以来，日本受到各先进工业国压缩总需要量政策的影响，国内外钢铁市场萧条，钢铁工业减产。1977年粗钢产量只有10240万吨，刚刚超过一亿吨。特别是各大钢铁公司，不得不把开工率限制在70%左右，1978年才逐月略有回升。目前日本钢铁工业所面临的新问题是要克服日元急剧增值带来的产品出口不利条件，同时要在开工率低的情况下进一步降低产品成本。

回顾日本钢铁工业发展的进程，简言之，到七十年代中期，可以说是设备的大型化、高效率化、自动化、省力化的时期，尔后则大力发展节省能源、资源和环保措施，积极进行技术革新，并以优越的选址条件和高技能的劳动力为基础，使日本钢铁工业在国际竞争中立于不败之地。

一、设备的大型化和高效率化

日本四面临海，便于填海造地，具备建设大型沿海钢铁厂的极为有利的条件。日本的钢铁工业以前曾进行过三次合理化计划，尤其是在1961年开始的第三次合理化计划期间，在各公司扩建原有钢铁厂的同时，都在开辟新厂址，兴建大型沿海钢铁厂。

到1977年，日本年产粗钢600万吨以上的

●原书误印为昭和57年，应为昭和52年。——译者注

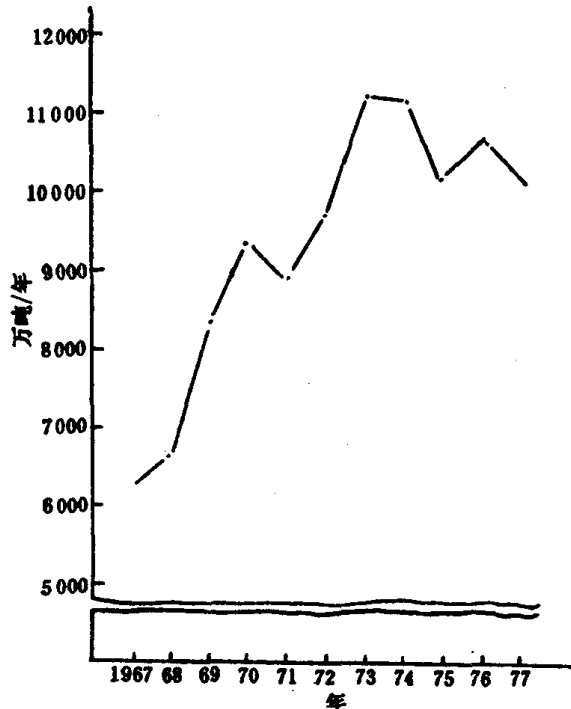


图 1—1 日本粗钢产量变化
(铁钢统计委员会“铁钢统计要览”)

钢铁厂共有九个,这些大型沿海钢铁厂的总年产粗钢能力约占全国粗钢年产量的70%,与各国相比,占压倒优势。图1—2为日本主要钢铁厂年产粗钢能力的情况。

经营这样的大型钢铁厂,原料的准备是个重要问题。1974年日本进口矿石14182万吨,达到了最高峰,同年也创造了进口原料煤5890万吨的记录。

日本钢铁原料的海运距离在世界上是最长的,运输费用约占原料成本的三分之一。故在保证原料进口来源的同时,采取措施降低运费就成了重要问题。

为此,日本原料运输专用船大型化发展很快,1977年有船144艘,总载重量为1380万吨,十年间总吨位增加了1.4倍,其中包括3艘20万吨级以上的大船。

新型钢铁厂设有能停泊大船,水深16~20米的专用码头,配备了每小时1500吨级的卸料吊车,在力求提高卸料效率的同时还采取了高效能的堆料机自行堆料,块矿和粉矿全部分层堆料和增加堆料层数,以及重新筛分高炉原料等措施,在处理大批量原料时,应充分注意原料质量的稳定。

新型钢铁厂的总图布置分L型、S型、Z型和直线型等型式。在钢铁厂里运费所占比重很大,可以说:“钢铁厂就是运输行业”。上述各种总图布置是随厂址条件不同而异的。不论是皮带机输送,还是厂区铁路运输,物料运送距离都要求最短。总之,近年来新建的新兴钢铁厂是按照从原料堆场到炼铁、炼钢、轧钢,最后到成品出厂等的物料流程来布置设备的,因此与老钢铁厂相比要合理得多,而直线型的总图布置是最理想的型式。图1—3为钢铁厂直线型平面布置的一例。

总图布置的合理化结合着炼铁、炼钢、轧钢设备的大型化与高效率化,使钢铁厂单位面积的粗钢年产量大幅度增加,如1960年前,占地330万米²的钢铁厂年产粗钢约100万吨,而现在同样占地面积的厂最高年产量却达600万吨。

高炉大型化是现代化钢铁厂的象征。过去的高炉容积一直停留在2000米³左右,而在1967年新日铁公司堺厂、住友金属工业公司和歌山厂投产了2500米³的高炉,在1969年日本钢管公司福山厂又投产了3000米³的高炉。后来,在七十年代初新建了4000米³的特大型高炉。到1977年,日本建成投产的4000米³以上高炉共有13座,而以1976年10月点火的新日铁公司大分厂的5070米³高炉为最大。1978年世界上现有2000米³以上的大型高炉共计107座,日本占38座。图1—4是日本2000米³以上高炉座数的变化情况。

然而在处于严重减产的形势下,到1977年底日本现有的68座高炉中停产的已达20座。

日本的高炉操作技术,在高炉大型化和发展其外围技术的同时,采用高风温、高压炉顶操作,明显地提高了利用系数,降低了焦比。但是,近年来在经济萧条的形势下,以不损害经济利益和设备寿命为目的地减产技术的研究,便成为当务之急,而且不得不从过去追求的

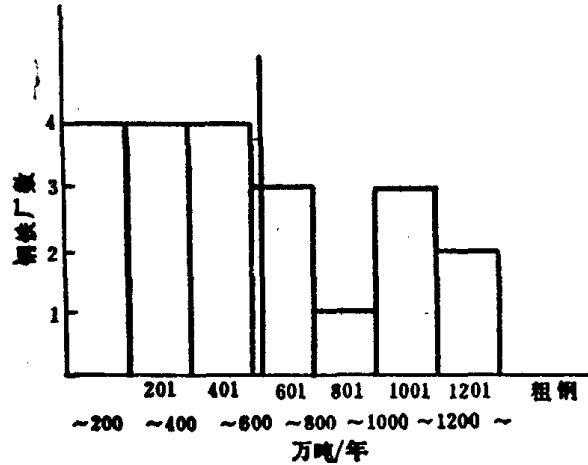


图1—2 日本主要钢铁厂的年产粗钢能力 (1977年底至今)

(根据钢铁联盟统计资料绘制)

图注: $\bar{x} = 6134$ 万吨(粗钢)/年·製鉄所