

610847

RIBEN

LIANZHU
JISHU

57733
7/5522



成都科学技术大学图书馆
基本馆藏

日本连铸技术

〔日〕井上俊朗等著

733
5522

鞍钢情报研究所

前 言

本书译自日本新日本钢铁公司出版的〔制铁研究第294号(1978)〕一连铸特集一书。该书共分十一章，全面介绍了新日铁公司的连铸设备、生产技术和操作经验，并附有各种图表三百余个，照片五十余张，对从事钢水连铸技术的生产、科研、设计、教学人员均有一定的指导意义。

本书由鞍钢情报研究所张跃兴、莽国浩、赵吉峰、白丙中、孟宪忠、周国忠等六名同志合译，由叶文龙、白丙中同志校对。

限于译、校者的水平，其中难免有错，衷心希望读者批评、指正。

鞍钢情报研究所

一九八〇八月

目 录

- 一、新日铁大型板坯连铸机工艺技术的进步 (1—26页)
- 二、新日铁方坯、小方坯连铸机操作技术的提高..... (27—40)
- 三、不锈钢的连铸和铸坯质量..... (41—56)
- 四、连铸的基础现象..... (57—75)
- 五、连续铸造方坯的内部裂纹..... (76—85)
- 六、连铸板坯的内部裂纹..... (86—99)
- 七、连铸板坯的中心裂纹..... (100—110)
- 八、连铸坯中的非金属夹杂物..... (111—129)
- 九、连铸板坯的中心偏析..... (130—140)
- 十、连铸坯的表面缺陷..... (141—156)
- 十一、新日铁的连铸设备..... (157—169)

一、新日铁大型板坯连铸机 工艺技术的进步

概 要

关于新日铁数年来普通钢大型板坯连铸机工艺技术的进步和开发技术已作了叙述，其成果，至今在生产效率上浇铸时间已超过了85%，通常所用的浇铸速度已超过了1.5米/分；在产品质量方面，有些品种已达到了50~80%不需表面清理的技术水平。同时，包括高级钢和质量要求很严格的钢在内，大部分品种都达到了连铸化生产。

1、绪言

新日铁公司的普通钢大型板坯连铸生产技术，于1970年，八幡、广畑、君津和名古屋等厂设置了连铸机，接着于1972年大部分的全连铸车间开始投产，随着用户对产品质量要求的日趋严格和那时发生的石油危机而要求节能和节省资源的呼声日趋强烈，与此相结合至今五年来取得了飞跃的发展。

其内容包括：高作业率和高速连铸生产技术的确立提高了生产效率；提高了板坯内部质量和表面质量而确立了不需表面清理的技术和扩大了品种；特别是计测和自动化技术的确立带来了以省力化及包括所有技术领域在内的综合性技术的发展等。

以下就其各项内容加以叙述并说明其进步的原委，同时想借此为找出今后发展的方向以求一助。

2、工艺技术发展的经过

钢的连铸生产方法作为炼钢过程的一环最初应用到工业生产上是五十年代的前半期。

新日铁公司首先以提高不锈钢的收得率为目标，于1960年12月在光钢厂引进了连铸设备，接着于1965年7月在室兰厂以研制国产连铸机为目标同日立公司制造厂合作共同研制成了连铸设备。其后，随着连铸的省力、省能和提高收得率等优点的产生，特别是在为提高厚板坯料和热连轧坯料的质量，也迫切要求实现连铸化生产，于是，于1970年八幡厂引进了神户制钢—苏联式连铸机，广畑、君津、名古屋各厂引进了弧型日立—德马克式连铸机，大型板坯连铸机时代来到了。

与这些厂并行，自1969年以来，大分厂首先开始了全连铸技术的研制工作。在连铸相当于沸腾钢的热、冷轧坯料时，引进了美国钢公司的外沸内镇钢冶炼技术，与此同时，在已设的连铸机上对铝镇静钢和外沸内镇钢也同时积极地进行了工业性连铸生产试验。

在事前充分明确了目标之后，于1972年4月，作为全连铸工厂开始投产。

表1是各厂连铸机的规格，图1是当时各公司引进连铸设备的概况，图2是表示新日铁连铸生产的比例。

各公司1970年连铸生产的比例都在5%左右，仅仅用了七年时间急速地引进连铸技术，现已增长到30%。

虽然新日铁公司也大致以同样的幅度增长，但从所属各厂的情况来看，从百分之百连铸化的大分厂到全铸锭生产的堺厂，连铸的比例波动很大，1976年降至日本国内同行业的第3位。从产品种类来看，厚板、螺旋焊管、电磁钢、镀锡钢板的连铸化在发展，对其他方面的热、冷轧钢板却落后了一步，但同技术的开发带来的品种的扩大和进入75年代各厂连铸机的增设相结合，连铸比正在急剧上升。此外与此并行，同铸锭方法相比，尤其是以降低成本和产品质量稳定化为目的正在进行新的连铸钢的研制工作。

各厂板坯连铸机的规格

表1

厂名	投产时间	主要规格	钢种和尺寸	常用连铸速度 (米/分)	连铸比例 %	产量 万吨/月
室兰	1965、7	与日立制造厂共同研制的立式连铸机，长16.7米；铸坯断面最大255×1300毫米。	板坯厚：215毫米； 不锈钢，铝镇静钢。	0.55	19	1.2
若津	1970、9	日立造船公司—德马克方式单弧型，半径10.5米；机长22.8米；铸坯断面最大300×2200毫米。	板坯厚：210毫米； 厚板、热轧材、冷轧材	0.65~0.7 最大1.2	24.9	12.5
名古屋	1970、11	日立造船公司—德马克方式单弧型，半径10.5米；机长28.9米；铸坯断面最大300×2150毫米。	板坯厚：245毫米； 厚板、热轧材	0.8~0.85 最大1.15	32	13.5
广畑	1970、5	日立造船公司—德马克方式单弧型，半径10.5米；机长23.5米；铸坯断面最大300×2150毫米。	板坯厚：200毫米和250毫米；厚板、电磁钢、热轧材、冷轧材。	0.7 (板坯厚为200毫米时) 0.65 (板坯厚为250毫米时)	22	8
光	1960、12	住友—康克斯特，立式，机长9米，铸坯断面最大130×1300毫米。	板坯厚：130~140毫米 不锈钢	最高 1.0	96	1.9
八幡 (第二炼钢)	1970、6	神户制钢—苏联方式，立式，机长16.3米；铸坯断面最大300×1800毫米。	板坯厚：200毫米 电磁钢、厚板、热轧材	0.75	10	7
大分 (1~3号机)	1972、4	日立造船公司—德马克方式单弧型，半径10.5米；机长28米(1~2号机)37米(3号机)铸坯断面最大300×2200毫米。	板坯厚：250毫米 厚板、热轧材	最高 1.35	100	35
大分 (4、5号机)	1976、3 (4号机) 1976、8 (5号机)	日立造船公司—德马克方式单弧型，半径10.5米；机长38米；铸坯断面最大300×2200毫米。	板坯厚：250毫米 外沸内镇静钢	最高 1.8	100	80

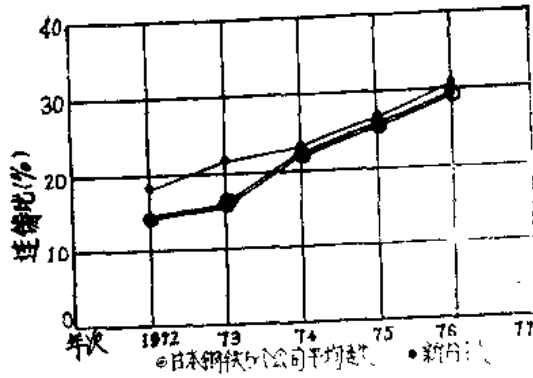


图1 日本五个钢铁公司的连铸比

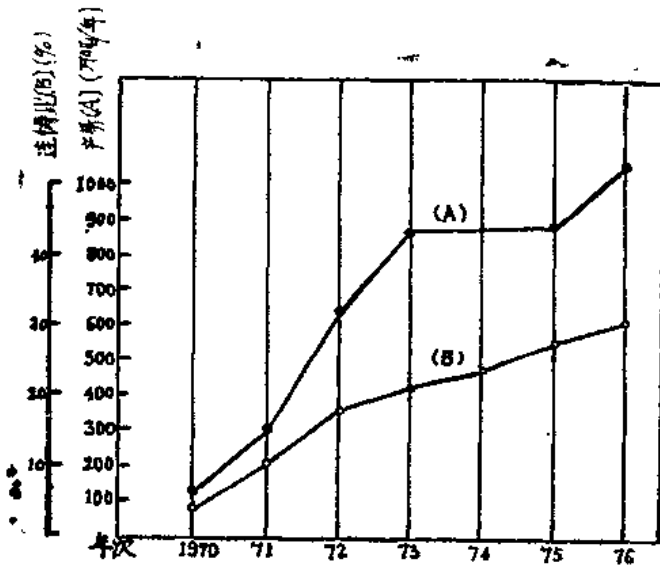


图2 新日铁公司连铸产量和连铸比

3、工艺生产技术

至1970年，在八幡、广畑、君津、名古屋四厂相继建设了大型板坯连铸机，接着于1972年，全连铸化的大分厂开始投产。这样，在新日铁公司以普通钢大型板坯连铸机为对象的连铸技术的研制工作，就以这五个厂为中心迅速开展起来了。

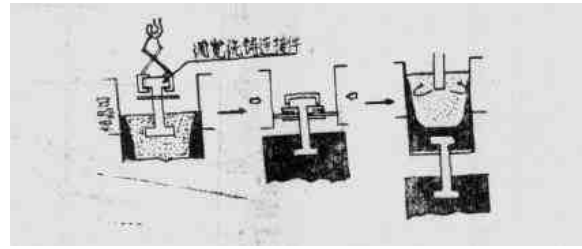
以下，将各厂基于各个要求以及按照公司一贯的计划对提高产量和提高质量所采取的各种措施叙述如下。

3-1 提高作业率

1) 调宽浇铸技术

为增大连铸中的炉/结晶器（以下简称CH/CAST）和提高作业率，在生产计划上要想把同一规格、同一钢种统一起来是很困难的，对此，希望不考虑板坯宽度和钢种就可连续浇铸下一炉钢。

为此，在八幡厂于1971年设计了YNB调宽浇铸法。如图3所示，为发挥立式连铸机的特长，使用调宽浇铸连接件，在不拉出钢坯的状态下变更宽度或交换结晶器，然后立即再开始浇铸。通过这种浇铸方法，于同年七月进行了三十次调宽浇铸，创造了168炉连续浇铸的记录，这在当时占世界纪录的第二位。



注：该图虽然仅表示出减宽时浇铸（反调宽浇铸）但增宽浇铸（正调宽浇铸）时也同样是可能的

图3 YNB调宽浇铸法（八幡厂）

图4和图5示出了调宽浇铸的CH/CAST以及出坯一准备浇铸时间的变化。

在拥有弧型连铸机的广畑厂，于1974年也研制成功了称之为铸坯引锭方式的同样方法，在弧型连铸机上取得了同样的成果。

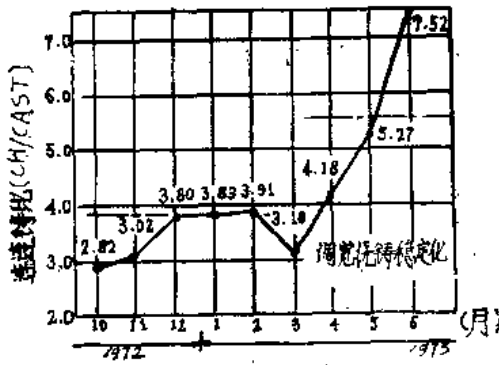
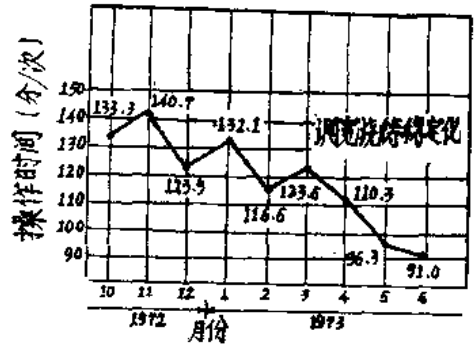


图4 YNB调宽浇铸稳定化前后连连铸比的比较（八幡厂）



操作时间是表示出坯准备和待机时间之和

图5 YNB调宽浇铸稳定化前后操作时间的变化（八幡厂）

2) 调宽技术

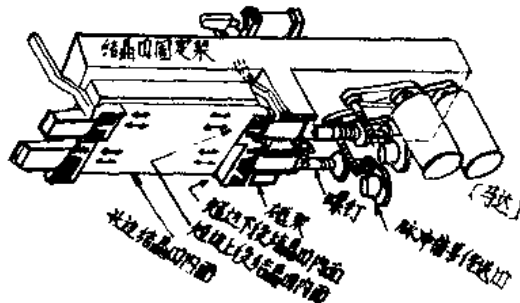
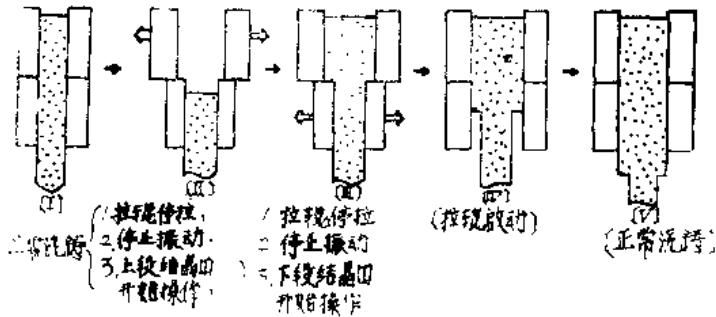
广畑厂并没有停留在引锭方式上，而是在很短时间内一于1972年进一步研制出了调宽技术。即分为上下两段，采用以油压马达传动的分别独立前进、后退机能的宽度可调结晶器，可使铸坯宽度自由地增宽和减宽。此外，在名古屋厂，通过对已设结晶器的简单改造，确立了调宽技术，于1975年已实际投产，现在，达到了每月可进行约400次调宽的程度。这种方法也是通过油压马达移动短边。上述这些调宽技术都是新日铁公司先于世界其他国家而研制成功的。

不管哪一种技术，调宽方法都有两种。一种是在很短时间内停止浇铸，一举完成移动短边的方法，如图6所示，调宽后的铸坯呈L字形，所以叫做“L调法”。另一种是，浇铸不停止，慢慢移动短边使之后退的方法，铸坯呈Y字形，所以称之为“Y调法”。

另一方面，不仅不同的尺寸可连连铸，就是钢种不同时也可连连铸，即所谓异钢种连连铸技术也得到了确立，名古屋厂自1975年起实际应用了此项技术。这种方法是以前断前后不同成分的钢水，使之不混合为目的，在不同炉次的钢水的连接处插上一块铁

板。按照这种方法，如图7所示，可将成分混合区控制在最小限度，任何一种不同钢种的炉次都可进行连连铸，只要将连浇部分前后切去一米就足够了。

这样，调宽技术和异钢种连连铸技术的研制相结合，在名古屋厂，如图8和图9所示，随着调宽技术实际成绩增加的同时，CH/CAST以及产量也大幅度地得到了提高。另外，于1975年11月，树立了月平均连连铸率为19.1CH/CAST，作业率为92.6%的世界纪录。



宽度可调结晶器的机理

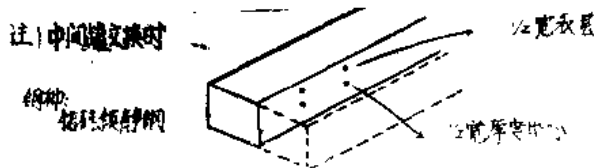
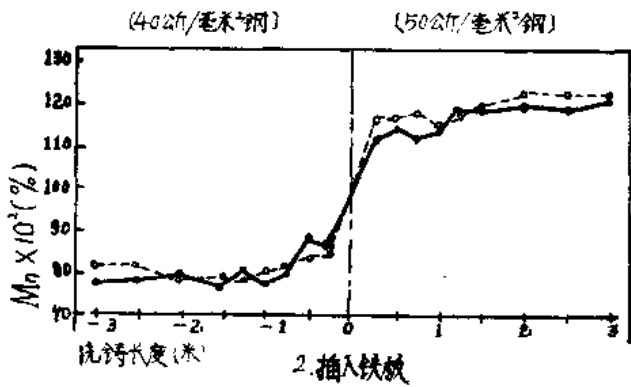
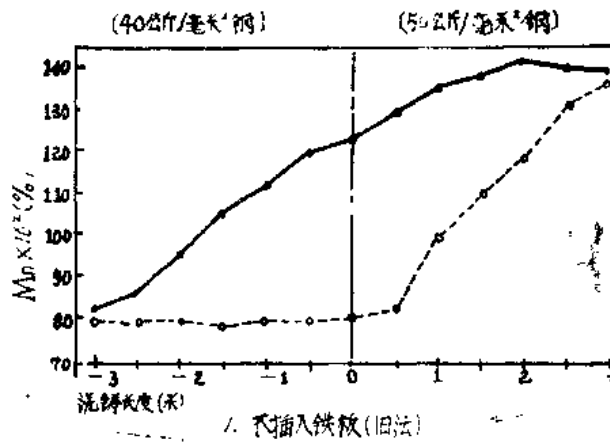
图6 调宽结晶器 (广畑厂方式之例)

3) 防止换罐时浇铸速度下降

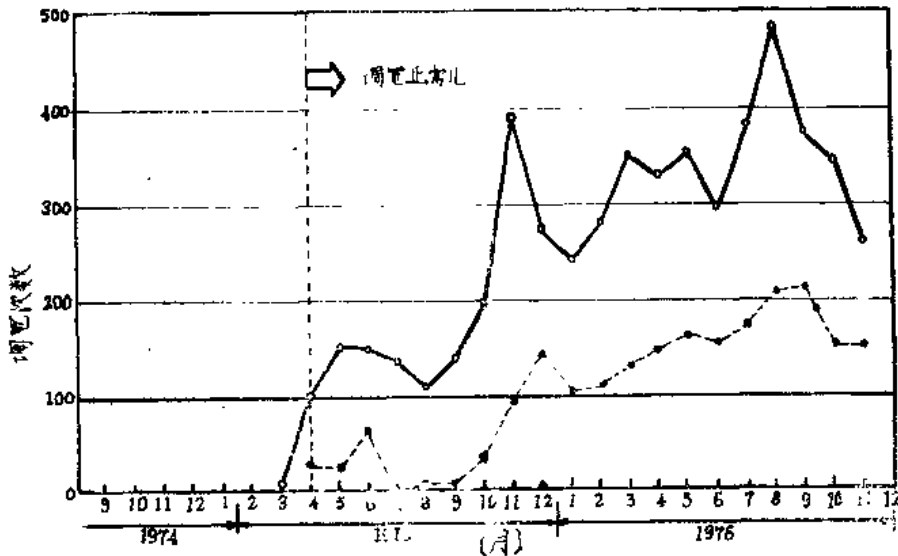
要想使连连铸操作顺利进行，钢水罐和中间罐必须迅速可调。

在大分厂，采用由回转塔进行的换罐方式，过去换罐所需要的时间是3分钟，现在可缩短1.5分钟。但是，为防止发生中心裂纹和表面缺陷，有必要在换罐过程中稍微降低一些浇铸速度，因此，中间罐的大型化也是很必要的。于是，由于仅用浇铸吊车而不具备钢水罐车，所以在换罐时间较长的八幡厂，于1975年，将中间罐的容量从15吨扩大到32吨。此外，为能高速度浇铸，对在换罐过程中浇铸速度下降很大的大分厂，1~3号机采用了35吨中间罐，1976年开始投产的4号和5号机采用了45吨的中间罐，目前正在计划将中间罐扩大到65吨。中间罐的大型化是防止浮渣卷入造成板坯质量下降的重要措施。

作为解决这种罐时出现各种问题的其他方法，在名古屋厂，接着在片津厂，正在研制称之为“LLTM方式”的技术。如图10所示，这样方式是加浇了中间钢水。通过采



●—● 1/2宽厚度中心; ○—○ 1/2宽表层
图7 异钢种连连铸的成分变动(名古屋厂)



6. ○—○ L调和Y调之和; ●—● 仅L调 图8 调宽操作次数的演变(名古屋厂)

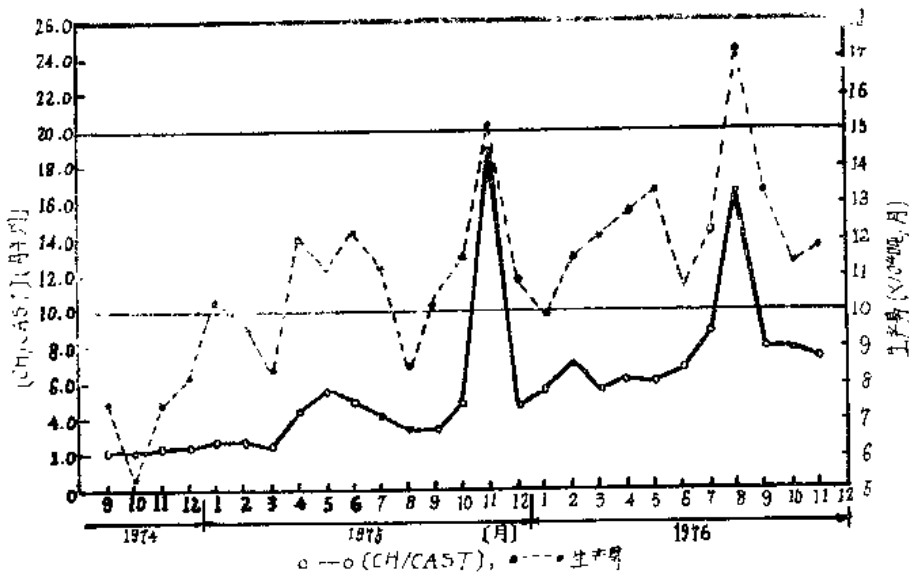


图9 CH/CAST和产量的演变(名古屋)

用这种方式,中间罐内的钢水可在换罐过程中盛满,这样就可经常以一定速度进行浇铸,并且浮渣也不能混入中间罐内,从而期望提高板坯的表面质量和内部质量。此外,名古屋厂自1977年10月以来,开始了从这种方式中取消中间罐的“LLM方式”的正式试验。

4) 提高作业率的状况

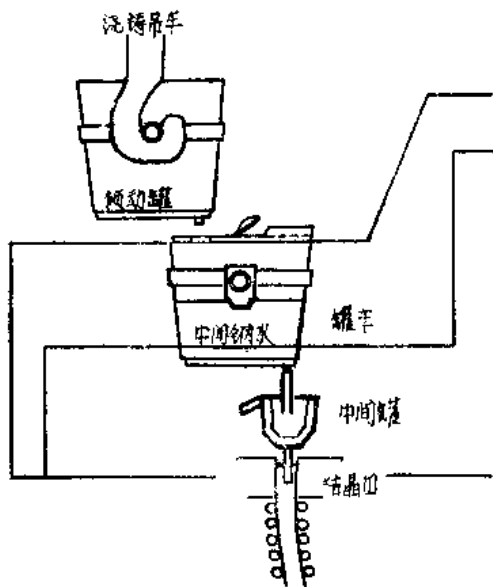


图10 LLTM方式(名古屋厂)

当要提高作业率时,提高如前所述的以连连铸技术为中心的工艺技术是不可少的,同时,提高包括浇铸准备时间在内缩短浇铸停歇时间的设备技术也起着重要的作用。例如:

- ① 缩短准备时间: 大分厂采用的引锭杆是上部插入方式的永久式引锭头;
- ② 缩短维修时间: 延长导辊寿命, 大分厂的4号机和5号机取用快速换辊机构、研制设备的诊断技术等;
- ③ 缩短事故的停浇时间: 在大分厂的1~3号机上研制成了从结晶器到支持辊可一起更换的整套振动架。

通过上述的努力,至今各厂的作业率都比开工初期显著提高。

表2示出了新日铁公司经过努力改进所取得的二个厂的实际成绩。

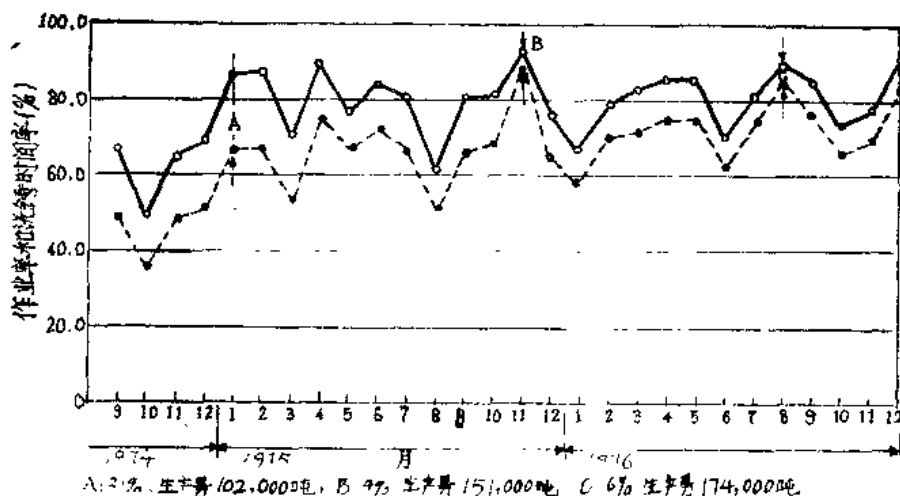
新日铁公司的作业率和生产量的记录

表2

钢厂	时间	(CH/CAST)	作业率 %	浇铸时间率 %	生产量 吨/月	平均浇铸速度 米/分	平均板坯规格 毫米
名古屋	1975年11月	19.1	93.1	88.8	150935	0.88	1514
大分	1976年12月	3.2	92.0	66.9	251751	1.44	1703

名古屋厂的例子是取其连连铸技术的提高所产生的提高连铸时间率的世界记录，大分厂的例子是取其高速连铸技术的确立所带来的提高产量的世界记录，各有其意义。从维持这样高水平的作业率现状来看，今日看来包括准备时间在内的作业率已经没有什么意义了，着眼点放在意味着有本质意义的浇铸时间率的改善方面将是很必要的。

图11中示出了名古屋厂浇铸时间率的演变。



○—○作业率；●—●浇铸时间率

A—21%，生产量102,000吨；B—4%，生产量151,000吨；C—6%，生产量174,000吨

图11 作业效率的演变 (名古屋厂)

3-2 高速浇铸操作

高速浇铸的优点是，不仅提高了生产效率，缩短了浇铸时间，同时可降低转炉终点温度，进而延长转炉寿命，减少了因耐火材料造成的事故，特别是可减少表面针孔、表层夹杂物等产生的表面缺陷。但是，在一般情况下，浇铸速度一增大，就会造成铸坯的内部质量劣化，同时，拉漏等操作上的事故也将增加。因此，实施高速浇铸实际上是很困难的。

在设置了1炉350吨的大型转炉并将此全部钢水用连铸进行处理的大分厂，对要想与转炉相匹配必须提高浇铸速度，从而增大吨/小时产量的想法极为强烈，并竭尽全力对此问题进行了积极的配合，终于在1975年先于世界其他国家，首先在3号机上实现了250毫米厚板坯以最高1.9米/分的速度进行了浇铸，第二年，在4号和5号机上实现了

250毫米厚板坯以平均1.6米/分的速度进行的浇铸。

历来阻碍高速浇铸的主要因素有以下各点：

- ①操作不稳定，主要是起因于结晶器正下口形成薄凝固壳而造成的拉漏现象；
- ②内部质量的劣化：
 - a、内部裂纹；
 - b、中心裂纹；
 - c、中心偏析；
 - d、夹杂物的增加。
- ③表面裂纹缺陷的增加。

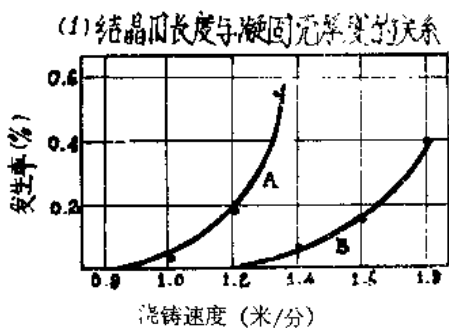
为解决这些问题，进行了许多技术研制工作。

1) 防止拉漏的措施

日立造船—德马克公司的圆弧型连铸机结晶器的长度是700毫米。在大分厂3号机上，随着高速连铸的发展，于1973年起开始了长结晶器试验，在4号和5号机上采用了900毫米的结晶器。其目的是使结晶器下口上的凝固壳增厚和均匀。

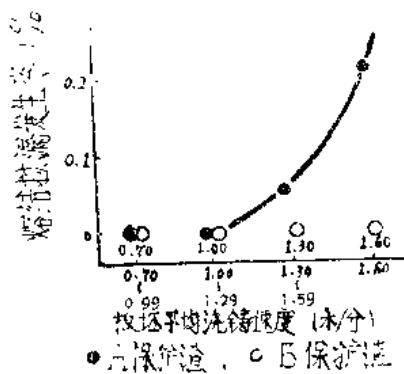
如图12所示，结晶器的凝固壳厚度对拉漏的影响极大。此外，也因结晶器内出现熔结而致拉漏。随着高速化，结晶器表面热负荷的增大更进一步影响了保护渣的技术性能。

图13示出了不同牌号保护渣造成拉漏的变化之一例。



A—结晶器；B—长结晶器 (2) 拉漏发生率

图12 拉漏的发生率 (大分厂)



注：熔结拉漏发生率(%)等于(拉漏件数/板坯块数)×100

图13 不同牌号保护渣料熔结拉漏发生率 (大分厂)

2) 防止中心偏析的措施 (电磁搅拌)

电磁搅拌是给与板坯未凝固液芯部分以电磁的推力，通过搅拌钢水，控制柱状晶成长，使等轴晶长大，从而减轻了板坯的中心偏析。

新日铁公司1973年在君津厂确立了电磁搅拌技术，于1976年导入到大分厂，进一步确立了高级钢的高速浇铸技术。

照片1 是进行电磁搅拌的板坯的铸造组织。如该照片所示，有以下特点：

- ①在搅拌流动所及的范围上，从其凝固部分可观察到带状的负偏析带 (WB)；

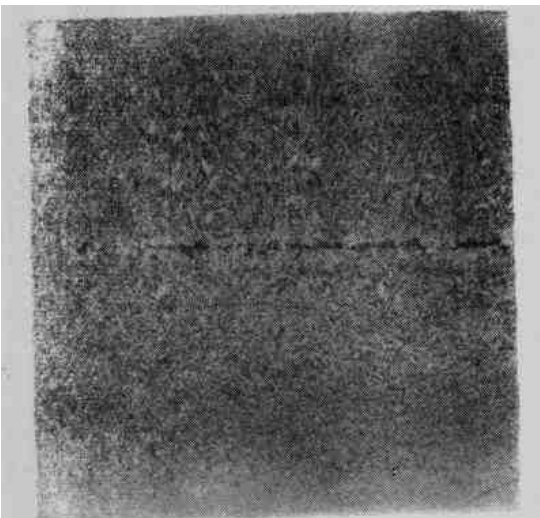
②从铸坯表面附近的激冷细晶体的正下方WB，后缘侧都有柱状晶成长，但是，从WB到内侧不一定都变成自由品；

③当自由晶率高时可减轻中心偏析。

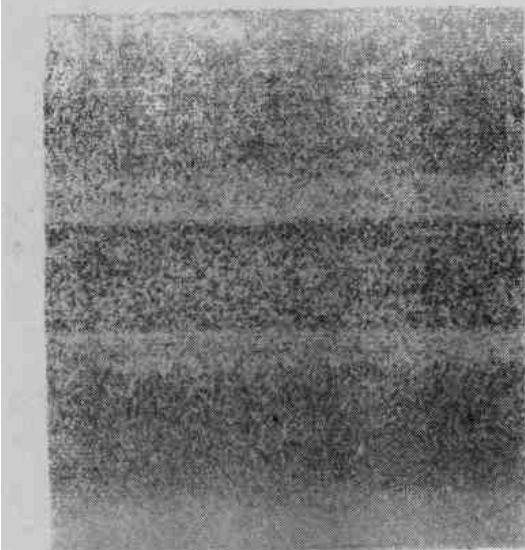
图14表示出了变换电磁搅拌的安装位置，以各种浇铸速度—4~5个标准进行搅拌的调查结果。由该图可知，存在有搅拌效果达到最大时的液芯厚度值。

图15以厚板轧制后的钢板偏析评级形式表示出了电磁搅拌效果。该图清楚表明，中心偏析不管是平均值还是波动值都明显地得到了改善。

表3列出了对40公斤/毫米²厚板坯、50公斤/毫米²厚板坯的硫偏析带基准目标的完成率。以这些结果为基础，对一般厚板来说达成了以1.3米/分的浇铸速度进行操作的自标。

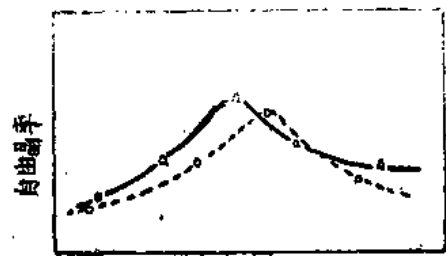


(1) 比较坯



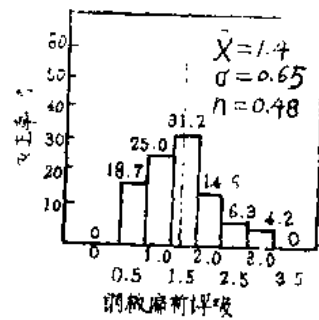
(2) 搅拌处理坯

照片1 铸坯横断面硫印 (大分厂)

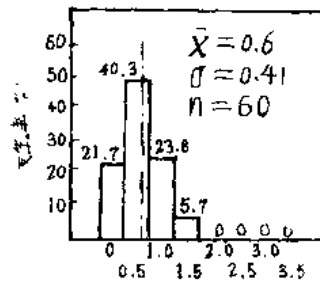


液芯厚度
由弯液面至电磁搅拌置：—△—8.4米；---○---10.5米

图14 液芯厚度和电磁搅拌效果 (大分厂)



(a) 处理坯



(b) 比较坯
取样位置：中央部位薄片板坯钢板

图15 搅拌处理坯的钢板偏析评级(大分厂)

铸坯硫偏析带基准目标完成率 (大分厂) (单位, %) 表3

设置位置 (自弯液面开始)(米)	速度 硫偏析带	全速度范围		0.7~0.8米/分		0.9~1.0米/分		≥1.10米/分	
		A	B	A	B	A	B	A	B
		8.4	76.3	100	91.7	100	50.0	100	57.4
10.5	66.3	79.1	28.4	57.0	50.0	100	92.3	92.3	

注: A: 50公斤/毫米²级厚板坯基准目标; B: 40公斤/毫米²级厚板坯基准目标

3) 防止内部裂纹的措施 (压缩浇铸)

内部裂纹除了在导辊明显地配置不当等异常情况下发生外, 一般都是仅在越过矫直点凝固完了的浇铸速度中发生, 且随浇铸速度加快程度加大。因此, 过去在浇铸厚板等钢种时, 都是在矫直点以前使之完全凝固。

为解决这个问题, 在大分厂, 于1973年研制了压缩浇铸法 (CPC), 确立了对 250 毫米厚板坯即使以 1.8 米/分的速度浇铸也可完全防止发生内部裂纹的技术。现在, 对全部钢种都可进行在矫直点以后使之凝固的高速浇铸。

内部裂纹发生的原因, 考虑到有这几点: 即铸坯受到的矫直变形, 在拉辊之间发生的鼓肚矫直产生的内部变形及凝固壳内的热变形等。

图16表示的是在高速浇铸下瞬间停浇, 直至保持铸坯在机内凝固结束的试验结果。

由图确认: 内部裂纹从弯曲拉坯辊处开始发生, 同时在矫直点前急剧增加, 矫直变形也是发生内裂纹的一个很大原因。

图17是矫直时的应力示意图; 图18示出了普通浇铸时发生内裂纹的频率。

为此, 实施了矫直时给与压缩应力、使之减少矫直产生的拉伸应力的压缩浇铸试验。其结果, 表明压缩浇铸有减轻内裂纹的效果。

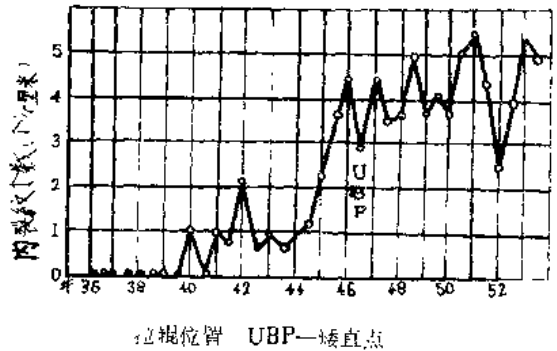
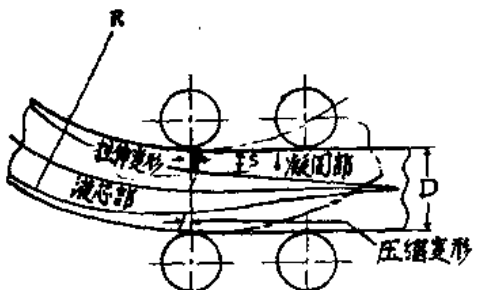


图16 连铸机内裂纹发生状况 (大分厂)



R: 弯圆半径, S: 板坯凝固厚度, D: 板坯厚度
图17 普通浇铸矫直时的应力示意图

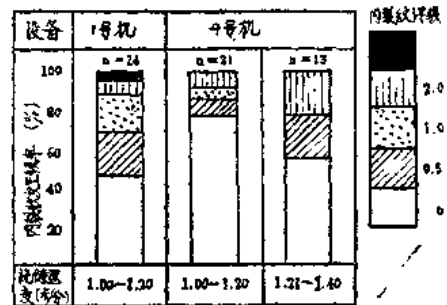


图18 1号机和4号机普通浇铸中的内裂纹发生率 (大分厂)

压缩浇铸的想法，如图19所示，是强制使铸坯断面发生压缩应力，使它抵消或缓和弯曲矫直时铸坯内部变形产生的拉伸应力，从而防止发生内裂纹。

上述的结果，如图20所示，完全可做到防止高速浇铸时的最大缺点—内裂纹。

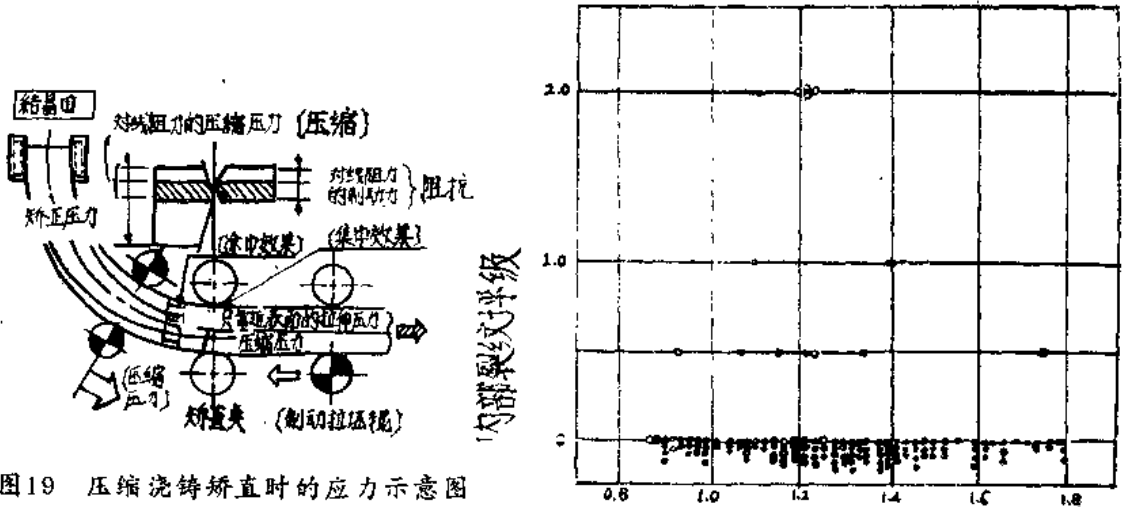
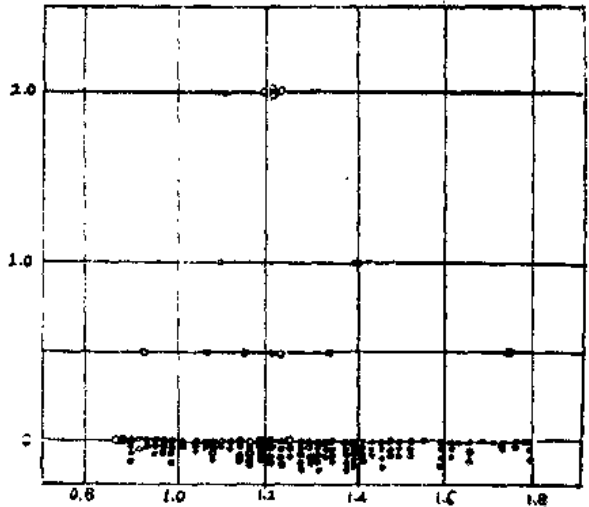


图19 压缩浇铸矫直时的应力示意图



浇铸速度, 米/分 ○—普通浇铸; ●—压缩浇铸

图20 4号机浇铸速度和内裂纹的关系 (大分厂)

4) 防止中心裂纹的措施

中心裂纹，如图21所示，可分为A型和B型两种。防止发生中心裂纹的措施，一般有导辊定位管理和在矫直点前使之完全凝固的浇铸方法等。弄清在矫直点以后使之完全凝固时发生中心裂纹的机理是很重要的。

要了解中心裂纹的实际状态，通过对断裂面和低倍侵蚀的状况进行观察可清楚知道，中心裂纹是在凝固收缩时发生的缩孔。此外，从裂纹的状态来看，也可了解中心裂纹同液芯厚度、矫直点和导辊排列位置不当之间的关系。

这样就可知道，中心裂纹的发生与矫直变形和辊子间的鼓肚变形有很大关系，并且，浇铸速度的变动也构成了发生裂纹的一个因素。因此，要防止高速浇铸时发生中心裂纹，很重要的措施就是加强导辊的校准和喷水冷却的管理，特别是要使浇铸速度稳定化和采用结晶器液面控制等。



图21 中心裂纹的类型

5) 设备方面应注意的问题

当大分厂建设4号机和5号机时，以基本的设计为基础，特别是在以高速浇铸技术为中心提高生产效率方面，从设备角度采取了许多必要的措施。也就是说，为确保比较稳定的高速浇铸技术，也同时兼顾了结晶器、导辊排列和喷水冷却方法方面的许多改革之处。另外，为保证质量，如图22和图23所示，通过缩短导辊间距，提高振动架刚性和均匀化而计划采用压缩浇铸设备。另外，也全面地采取了中间罐的大型化和设备的省力化、缩短准备时间以及提高作业率等措施。

其结果，如前所述，于1976年12月，5号连铸机创造了月产25万多吨板坯的世界记录，使连铸机的生产能力面貌为之一新。

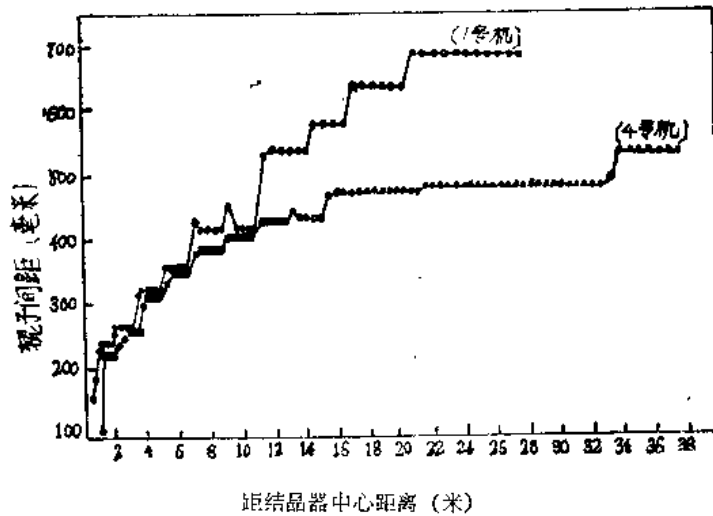
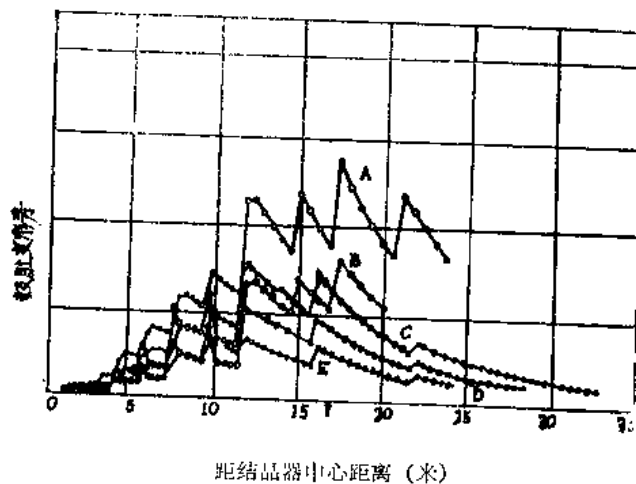


图22 1号机和4号机拉坯辊子间距(大分厂)



A—1号机(1.2米/分); B—1号机(1.0米/分); C—4号机(1.6米/分);
D—4号机(1.4米/分); E—4号机(1.2米/分)。

图23 1号机和4号机鼓肚变形量(大分厂)

3-3 铸坯无需表面清理技术的确立

铸坯质量大致可分为内部质量和表面质量。有关内部质量已在“高速浇铸技术的确立”一节中叙述过了，在此叙述一下有关为提高表面质量所采取措施的经过。

改善连连铸铸坯质量的对策，无论是对内部质量还是表面质量，急速发展起来的原因之一，是因为比较高级的钢种也可进行连铸生产。同时，对铸坯表面来说，以削减清理费用和提高收得率，从而降低成本为目标，特别是以1971年的石油危机为转机，要求节省能源的观点来看，揭示出了将来即使是连铸坯也可实施直接热装炉或直接进行轧制的方向。作为第一阶段，为省略铸坯在低温下局部清理和检查，第二阶段为省略低温机械火焰清理从而确立完全无表面清理的技术而付出了努力。

以下就铝镇静钢、中高碳硅——铝镇静钢和外沸内镇钢，并以主要连铸该钢种的工厂为例介绍一下不同钢种的无表面清理技术的确立状况。

1) 铝镇静钢无清理化的实现

在铝镇静钢冷轧钢板上，最严重的缺陷是称之为裂痕的表面缺陷。其原因是在板坯表层内夹杂有氧化铝聚集物，为解决这个问题，各厂采取了各种措施。

在名古屋厂，其近邻紧靠着丰田汽车工业公司、本田技研工业公司和三菱汽车工业公司等用户，连铸坯中冷轧坯占的比例很高，从操作一开始就要求有高表面质量的冷轧钢板。为此，很早就把它列入日程，反复采取了各种措施，而特别取得明显效果的是消除铝镇静钢裂痕所采取的如下二项措施：

- ①从中间罐的浸入式水口向钢水吹氩；
- ②钢水罐——中间罐中间装着长水口的无氧化浇铸。

关于第一种措施，于1971年秋开始采用了通过中间罐的浸入式水口分段接合部的吹氩，强制使混入结晶器内的氧化铝聚集物上浮的操作。这种效果如图24所示。

其后，在各个车间进行了吹氩方法的改进工作，1976年，广畑厂炉材研究室研制成的微孔透气砖的吹氩，由于氩气泡的微细化和均匀性飞速提高了产品质量。

图25示出了微孔透气砖吹泡的效果。

在采取通过吹氩强制使氧化铝聚集物在结晶器内上浮的方法的同时，另一方面，为减少氧化铝聚集物的生成，开始了改善脱氧剂投入方法的工作，采取了种种措施。其中，如第(2)点已述，名古屋厂于1975年3月开始实施的由钢水罐——中间罐之间的耐火材料的密封，对达到板坯无表面清理起到了很大作用，就是过去很难达到的汽车外板通过这种方法也达到了铸坯无表面清理即可生产的目标。

图26表示出了LLTM的操作效果。

通过采取防止钢水氧化的措施而减少了氧化铝的生成量，这不仅可防止中间罐浸入式水口的堵塞，也可提高中间罐的工作指标(炉/中间罐)，也有利于提高生产效率。

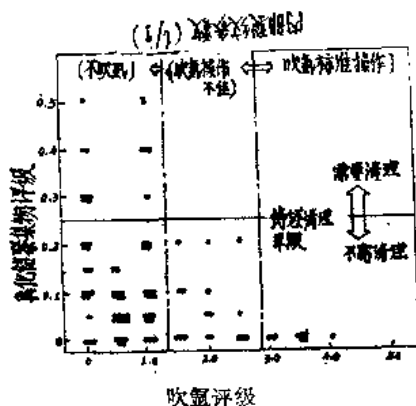


图24 吹氩效果(名古屋厂)