



[12]发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 93105532.6

[51] Int.Cl⁵

B21B 1/46

[43] 公开日 1993年11月24日

[22]申请日 93.5.11

[30]优先权

[32]92.5.12 [33]US [31]07 / 881,615

[71]申请人 迪宾公司

地址 美国宾夕法尼亚州

[72]发明人 约翰·E·汤姆斯

乔治·W·迪宾斯

[74]专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

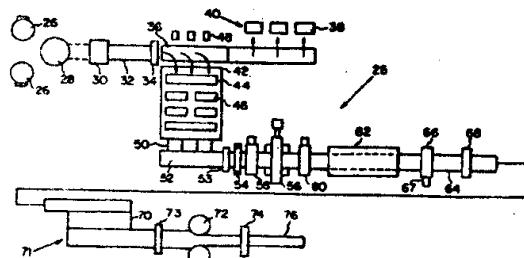
代理人 何培硕

说明书页数： 20 附图页数： 4

[54]发明名称 中厚度板坯连铸机和直列热轧带板材
作业线的方法及装置

[57]摘要

一种制造卷板、成卷取形态片材或分立板材的方法和装置，该装置是一中间厚度板坯连铸机以及直列热轧带材及板材辊轧作业线，包括有：一连续的带材铸造机；一剪切机；一板坯收集和储存区域；一再加热炉；一进给及回返台；一热可逆轧机；一对卷取炉，设置在该热可逆轧机机构的相反侧部上；以及一精制作业线，位在该对卷取炉的下游。这种方法及装置所耗能量少，成本低。



利 要 求 书

1. 一种制造卷板、成卷取形态片材或分立板材的方法，其特征在于，包括有下列步骤：

a. 连续地铸造一具有厚度界于 3.5 英寸到 5.5 英寸的钢股；

b. 剪切该钢股成为一预定长度的板坯；

c. 进给该板坯进入一直列加热炉；

d. 抽取该板坯到一连续的处理作业线上，此处理作业线包含一热可逆轧机，此热可逆轧机在其一上游侧和一下游侧的各者位置有一卷取炉；

e. 使该板坯平式来回通过该热可逆轧机，以便在不超过三次通过该热可逆轧机之后形成一大约 1 英寸或更小厚度的中间产品；

f. 使该中间产品通过该热可逆轧机以进而减小其厚度，以及在该上游或下游卷取炉的一者中卷取该中间产品；

g. 使该被卷取的中间产品来回过该热可逆轧机以将此被卷取的中间产品减至一所希望厚度的最终产品，该中间产品在每一次通过该热可逆轧机时是被收集入并进给出该等卷取炉的各者；以及

h. 将该最终产品精制成卷板、分立板材或成卷取形态片材的一者。

2. 根据权利要求 1 所述制造卷板、成卷取形态片材或分立板材的方法，其特征在于，进而包括有下述步

骤：当在加热炉下游遭遇到延迟时，自一位在该铸造机下游以及靠近该加热炉的板坯拿取区域移除板坯，并在充填该等板坯进入该加热炉之前，储存该等板坯于该加热炉上游一储存区域。

3. 根据权利要求 1 所述制造卷板、成卷取形态片材或分立板材的方法，其特征在于，进而包括有：在平式通过该板坯之前，使该板坯通过一立辊轧边机的步骤。

4. 根据权利要求 1 所述制造卷板、成卷取形态片材或分立板材的方法，其特征在于，包括铸造一钢股成为一界于 3.75 英寸到 4.5 英寸之间的厚度。

5. 根据权利要求 1 所述制造卷板、成卷取形态片材或分立板材的方法，其特征在于，包括铸造一钢股成为一大约 4 英寸的厚度。

6. 根据权利要求第 1 项所述制造卷板、成卷取形态片材或分立板材的方法，其特征在于，包括于六次或更少次数通过该热可逆轧机中将该中间产品减至该最终产品。

7. 根据权利要求 1 所述制造卷板、成卷取形态片材或分立板材的方法，其特征在于：该最终产品的精制步骤包括：使其通过一直列冷却站以冷却该最终产品，以及之后在一直列地下卷取机上使其冷却，供作为卷板或成卷取形态片材移除。

8. 根据权利要求第 1 项所述制造卷板、成卷取形态片材或分立板材的方法，其特征在于，其中该最终产品的精制步骤包括：在直列上剪切成一分立长度的板材。

冷却该板材、以及经由至少一侧部剪切机和端部剪切机和一堆侧机的一者精制该板材。

9. 根据权利要求第1项所述制造卷板、成卷取形态片材或分立板材的方法，其特征在于，包括铸造一具宽度界于24英寸到120英寸之间的钢股。

10. 一种中间厚度板坯连铸机以及直列热轧带材及板材辊轧作业线，其特征在于，包括有：

a. 一连续的带材铸造机机构，供形成一界于3.5英寸到5.5英寸厚度的钢股；

b. 一位在该铸造机机构下游的直列剪切机，供切割该钢股成为一所欲求长度的板坯；

c. 一板坯输送台，与该剪切机成直列并包含一板坯拿取区域在该板坯输送台横向可操作；

d. 一板坯收集和储存区域，靠近该板坯输送台并适用于自该板坯拿取区域接收板坯；

e. 一再加热炉，有一进入端与该板坯输送台以及该板坯收集和储存区域成直列，供自任一者接收板坯；

f. 一进给及回返台，设置在该再加热炉的一出口端；

g. 一热可逆轧机机构，与该进给及回返台成直列，供在不超过三次平式通过中减小离开该再加热炉的板坯至一1英寸或更小尺寸的中间厚度产品；

h. 一对卷取炉，一者位在该热可逆轧机机构的上游以及另一者位在该热可逆轧机机构的下游，该等卷取炉在当该中间厚度产品通过该等卷取炉之间以及通过该

热可逆轧机机构时可接收并放出该中间厚度产品，以便将该中间厚度产品减小至一最终产品厚度；以及

i. 一精制作业线，位在该对卷取炉以及该热可逆轧机机构的下游并与的成直列。

11. 根据权利要求10所述中间厚度板坯连铸机以及直列热轧带材及板材辊轧作业线，其特征在于：该精制作业线依序包括一冷却站、一地下卷取机、一板台、一剪切机、一冷却器轨道、板材侧部和端部剪切机以及一堆垛机。

明 书

中厚度板坯连铸机和直列热轧带 板材作业线的方法及装置

本发明涉及板坯的连续铸造和轧制，并特别是关于一种整合式中等厚度连铸机和一热可逆轧机。

由于钢铁工业中板坯的连续铸造的出现，公司一直试图经由一直列的设置方式将热轧带材辊轧机结合于连铸机，以便加大产能并减少设备和所需的资金投资。在此方面初期的努力，为将产制出等级在6英寸到10英寸的板坯的连铸机整合于既有的连续或半连续热轧带材辊轧机。此等既有的热轧带材辊轧机包括一再加热炉、一粗轧机组（或一可逆式粗轧机座）以及一六或七个机座的精轧机，具每年1.5到5百万吨的产能。此辊轧机设置方式为现今大型钢铁公司辊轧厂的设计，并且由于高资金费用，新的此种设计热轧带材辊轧机将不太可能会再被建造。然而，对于低价位整合式连铸机—热轧带材辊轧机的需求，并无法为现有的设计所解决。甚者，此种前技辊轧机就产品混合以及因而就市场需求来看，是极度不具弹性。

此等困难点导致了所谓的薄板坯连铸机的发展，其典型地可产制出每年1,000,000吨钢铁的特定化产品。这些热轧带材辊轧机已被整合于等级在2英寸或更小的薄板坯连铸机。此等薄板坯连铸机现正受到欢迎，但是其并非没有本身的严重缺点。重大的缺点包括与所谓的薄板坯连铸机有关的品质和数量

限制。特别是，提供用于制造薄板坯的金属所需要的所喇叭（管）式模，会沿着薄壁板坯的表面造成高摩擦力和应力，致使产生出较差表面品质的成品。甚者，由于该喇叭式模子的有限的金属能力，2英寸带材连铸机是受限于大约7次加热的单一个中间包（tundish）寿命。

更重要的是，该薄连铸机因于需要而必须在高速下铸造，以防止金属在目前的铁水包设计中冷却。此乃要求位在板坯连铸机正下游处的隧道式烘炉需特别长，通常在500英尺的等级，以适应配合板坯的速率并仍然可提供热能输入至一在非常高速率下损失热能的薄板坯（2英寸）。由于所述板坯亦在一高速率下离开该隧道式烘炉，因此要求多机座连续热轧带材辊轧机可适应配合于快速移动的带材并将其轧制成平板和板片厚度。然而，此一系统在一般常态宽度下仍然不均衡，因为板坯连铸机有一每年大约800,000吨的产能，而连续辊轧机有一每年大约2.4百万吨的产能。资金费用则几近其所欲取代的早先前技系统。

此外，此薄带材程序仅可以一连续方式操作，意谓操作中任何位置的崩溃将停止整个作业线，其通常造成当时所被处理整个产品的刮除。

本发明的一目的，在于整合一中厚度板坯连铸机与一热轧可逆辊轧机。本发明的另一目的，在于采用一种平衡了板坯连铸机的速率以及辊轧机的速率的系统。本发明的又一目的，在于采用一种使用较少热能和电能的系统。本发明的再一目的，在于采用一种自动化系统，

其具少量资金投资、合理的地面空间需求、合理电能供应的辊轧设备以及低操作费用。

本发明提供出一种多样化的整合式铸造机和小型辊轧机，其可产制出每年 650,000 或更高成品吨数等级。此设备可产制出 24" 到 120" 宽的产品，并可例行地产制出 800PIW 的产品，1000PIW 的产品亦可能。其达成是利用一种有一固定式和可调式宽度模子（具一平直的矩形截面）而无喇叭式模子的铸造设备。此铸造机有一模子，其含足够的液体容积，以提供足够的时间作快速率的中间包更换，因而不会限制该铸造机于一次中间包寿命。本发明提供出一板坯概略两倍于该薄板坯连铸机所处理板坯的厚度，因而损失更少的热能且需要更少 Btu 能量的输入。本发明由于单位体积所减小的表面面积而可提供一具有较少尺寸损失的板坯，并且可容许一需要最少保养的再加热器或均衡炉的使用。甚者，本发明提供了一种可在传统铸造机速率和传统氧化皮清除技术下操作的铸造机。本发明提供了被并同使用于一热可逆辊轧机的最佳化厚度铸造板坯的选取，以提供出一平衡的产制能力。本发明有将铸造作业与辊轧作业分离的能力，若在一端有一延迟的话。此外，本发明提供了当铸造机中熔融金属化性改变或厚度改变时所形成过渡板坯的简易移除。

本发明是可达成上述所有优点，并同时保有一薄板坯连铸机的优点，包括低铁水静压头、低板坯重量、平直模子、较短长度的模子、较小所需模子半径、低冷却

需求、低燃烧费用或剪切能力、以及简单的机器构造。

本发明提供一种整合了一热轧带材及板材辊轧作业线的中间厚度板坯连铸机，其包括一可直接自该板坯连铸机、自设置在靠近该板坯连铸机出口的板坯运输台的一板坯收集及储存区域、或是自另一区域承接板坯的再加热炉或均衡炉。一进给及转出台被设置在该再加热炉的出口端并与一热可逆轧机成直列，而此热可逆轧机有一卷取炉设置在其另一侧。该热可逆轧机必须有可在 3 次平式通过中减小铸造板坯达大约 1 英寸或更小尺寸厚度的能力。该组合卷材、卷板、成卷状形态的板材、或是分立的板材精制作业线是延伸成直列并达该热可逆轧机暨与其整合的卷取炉的下游。精制设施包括一冷却站、一地下卷取机、一平板台、一剪切机、一冷床架空机构、一平板侧部和端部剪切机、以及一堆垛机。

为在该热可逆轧机和该板坯连铸机之间获致必要的平衡，乃需要产制具有厚度界于 3.5 英寸到 5.5 英寸，并最好是界于 3.75 英寸到 4.5 英寸，以及更佳地为 4 英寸的板坯。该等板坯在开始该中等厚度产品于该卷取炉之间卷取之前，当其被进一步减小至所欲求的精制产品厚度时，在热可逆轧机上于 3 次平式通过中是被减小至大约 1 英寸或更小尺寸。为了要提供制造达 1000PIW 或更高卷板、分立的板和成卷取形态的片体的能力，板坯宽度可自 24 英寸变化至 120 英寸。

一较佳操作方法包括自该板坯连铸机进给一剪切或火焰切割的板坯到一板坯台上，其是直接进给入一再加

热炉或均衡炉中，或是直接进给入一靠近该板坯台的板坯收集和储存区域中。此较佳方法进而包括自该板坯台进给该板坯直接进入该再加热炉或均衡炉。然而，此方法容许一先前所收集并储存板坯的进给入该炉中供进一步处理。

本发明提供一种制造卷板、成卷取形态片材或分立板材的方法，包括有下列步骤：

- a. 连续地铸造一具有厚度界于 3.5 英寸到 5.5 英寸的钢股；
- b. 剪切该钢股成为一预定长度的板坯；
- c. 进给该板坯进入一直列加热炉；
- d. 抽取该板坯到一连续的处理作业线上，此处理作业线包含一热可逆轧机，此热可逆轧机在其一上游侧和一下游侧的各者位置有一卷取炉；
- e. 使该板坯平式来回通过该热可逆轧机，以便在不超过三次通过该热可逆轧机之后形成一大约 1 英寸或更小厚度的中间产品；
- f. 使该中间产品通过该热可逆轧机以进而减小其厚度，以及在该上游或下游卷取炉的一者中卷取该中间产品；
- g. 使该被卷取的中间产品来回过该热可逆轧机以将此被卷取的中间产品减至一所希望厚度的最终产品，该中间产品在每一次通过该热可逆轧机时是被收集入并进给出该等卷取炉的各者；以及
- h. 将该最终产品精制成卷板、分立板材或成卷取

形态片材的一者。

前述制造卷板、成卷取形态片材或分立板材的方法，进而包括有下述步骤：当在加热炉下游遭遇到延迟时，自一位在该铸造机下游以及靠近该加热炉的板坯拿取区域移除板坯，并在充填该等板坯进入该加热炉之前，储存该等板坯于该加热炉上游一储存区域。

前述制造卷板、成卷取形态片材或分立板材的方法，进而包括有：在平式通过该板坯之前，使该板坯通过一立辊轧边机的步骤。

前述制造卷板、成卷取形态片材或分立板材的方法，包括铸造一钢股成为一界于 3.75 英寸到 4.5 英寸之间的厚度。

前述制造卷板、成卷取形态片材或分立板材的方法，包括铸造一钢股成为一大约 4 英寸的厚度。

前述制造卷板、成卷取形态片材或分立板材的方法，包括于六次或更少次数通过该热可逆轧机中将该中间产品减至该最终产品。

前述制造卷板、成卷取形态片材或分立板材的方法，其特征在于：该最终产品的精制步骤包括：使其通过一直列冷却站以冷却该最终产品，以及之后在一直列地下卷取机上使其冷却，供作为卷板或成卷取形态片材移除。

前述制造卷板、成卷取形态片材或分立板材的方法，其中该最终产品的精制步骤包括：在直列上剪切成一分立长度的板材、冷却该板材、以及经由至少一侧部剪切机和端部剪切机和一堆垛机的一者精制该板材。

前述制造卷板、成卷取形态片材或分立板材的方法，包括铸造一具宽度界于 24 英寸到 120 英寸之间的钢股。

前述一种中间厚度板坯连铸机以及直列热轧带材及板材辊轧作业线，包括有：

- a. 一连续的带材铸造机机构，供形成一界于 3.5 英寸到 5.5 英寸厚度的钢股；
- b. 一位在该铸造机机构下游的直列剪切机，供切割该钢股成为一所欲求长度的板坯；
- c. 一板坯输送台，与该剪切机成直列并包含一板坯拿取区域在该板坯输送台横向可操作；
- d. 一板坯收集和储存区域，靠近该板坯输送台并适用于自该板坯拿取区域接收板坯；
- e. 一再加热炉，有一进入端与该板坯输送台以及该板坯收集和储存区域成直列，供自任一者接收板坯；
- f. 一进给及回返台，设置在该再加热炉的一出口端；
- g. 一热可逆轧机机构，与该进给及回返台成直列，供在不超过三次平式通过中减小离开该再加热炉的板坯至一 1 英寸或更小尺寸的中间厚度产品；
- h. 一对卷取炉，一者位在该热可逆轧机机构的上游以及另一者位在该热可逆轧机机构的下游，该等卷取炉在当该中间厚度产品通过该等卷取炉之间以及通过该热可逆轧机机构时可接收并放出该中间厚度产品，以便将该中间厚度产品减小至一最终产品厚度；以及

i. 一精制作业线，位在该对卷取炉以及该热可逆轧机机构的下游并与的成直列。

前述中间厚度板坯连铸机以及直列热轧带材及板材辊轧作业线，其特征在于：该精制作业线依序包括一冷却站、一地下卷取机、一板台、一剪切机、一冷却器轨道、板材侧部和端部剪切机以及一堆垛机。

以下结合附图详细说明。

图 1 为前技薄带材连铸机和连续热辊轧机的一简图；

图 2 为显示出中间厚度带材连铸机和直列热可逆轧机以及卷取炉设计的一简图；

图 3 为一两英寸厚度板坯自固化到辊轧的一时间—温度图；

图 4 为一四英寸厚度板坯自固化到辊轧的一时间—温度图；以及

图 5 为将本发明峰值功率需求比较于一薄带材连铸机和连续热辊轧机的一条线图。

前技薄带材连铸机和直列连续热辊轧机是显示于图 1 中。该板坯连铸机 10 包含有一弧形喇叭式模子 12，熔融金属是经由进入端被进给入此弧形喇叭式模子 12 中。一电炉、浇包站和进给入该板坯连铸机 10 的中间包（未示出）亦是习知。该板坯连铸机 10 铸造出一股在 2 英寸或较小等级的钢，其是被由一剪切机或一火焰切割 16 切成适当长度的板坯，而此剪切机或一火焰切割是与该弧形模子 12 间隔开一适当的距离，以确保剪切前适当的固化作用。该薄板坯然后进入一长形隧道式

烘炉 18，在此处产生适当的热输入量以确保该板坯的整个质量是处于适当的温度，供导引进入位在该隧道式烘炉下游处的带材辊轧机 20。典型的带材辊轧机 20 包含有五个轧机机座 21，各轧机机座由一对工作辊 23 和一对支承辊 24 所组成。轧机机座 21 是间隔开并同步化，以便经由所有五个轧机机座连续地加工板坯。最后所希望厚度的带材是被卷取在一地下卷取机 22 上，并稍后进一步被处理成所欲求的成品钢辊轧产品。

该薄带材连铸机和连续热辊轧机具有许多优点，但亦有一些根本的缺点，例如不可出差错，因为连续的热轧带材辊轧机是被直接地整合于该铸造机，而其间无任何缓冲供适应该铸造机或该连续热轧带材辊轧机中的操作问题。

此外，热衰减对于一两英寸板坯，相较于一四英寸板坯是显着较大。对于该两英寸板坯，此乃需要一长的隧道式烘炉，以确保适当的辊轧温度。此是显示于图 3 中，在此处是显示出对于一两英寸板坯，透过一温度—时间曲线所表示的能量需求。以一两英寸厚度铸造板坯，铸态板坯的平均坯体温度是仅 1750°F ，此温度对开始热辊轧而言是过低。由于在该板坯的中央因其薄厚度而实质上无热能量的储积，因此需要额外的热能以达到所需要的 2000°F 平均坯体温度供作热辊轧。因此，既然该薄板坯是概略 150 英尺长，其通常是在一长隧道式烘炉中被加热。此一隧道式烘炉必须提供大约每吨 120,000 BTU 的热能，以使钢材达到 20

100°F 平均坯体温度供作热辊轧，以及必须提供额外的能量以便在该两英寸连续铸造机 / 辊轧机操作中，建立起将热能驱入该板坯中所需要的必要热能梯度。

此外，在该两英寸厚度板坯正缓慢行进通过该隧道式烘炉的同时，该隧道式烘炉的大气是正形成轧制氧化皮于该薄板坯的曝露表面上。此轧制氧化皮是有害于成品平板的品质并且在辊轧之前是最不易除去。通常所述轧制氧化皮是被由该多轧机机座连续轧机轧制入该板坯。有时候，轧制氧化皮可藉由高压喷水的应用而予去除。然而，对于该两英寸厚度板坯，此高压喷水将使钢被淬火而至轧制所无法接受的温度，破坏了再加热程序。另一方面，该四英寸板坯当然是一半长度并且有一半的曝露表面，以及因而累积较少的轧制氧化皮。甚者，此轧制氧化皮可藉由高压喷水简易地予除去，并由于稍后将谈到该四英寸板坯内部热能量的储积而不会影响到板坯温度。

如同对于该两英寸厚度板坯，在铸造程序中，外部冷却是被利用以产生一固体壳以包含住液态核心，其是概略处于 2800°F 中间包温度下。当壳积聚时，该液态核心是被消耗掉并且该板坯在整过厚度上变成为固体。此建立起铸造机的冶金长度。对于一四英寸板坯，自该板坯的中央 (2800°F 到 2600°F) 到表面有一温度梯度，具一平均温度 2300°F ，参见图 4。若板坯此时被置入一等温闭合罩中，该除去固化作用焰所需要的高内部温度梯度是提供了足够的热能，以

达成 -2000°F 平均板坯温度。在该等温闭合罩中，此均衡程序是在铸造板坯已固化之后随即达成，并且在进入隧道式烘炉之前是被切成数段。

此项工作所需要的时间是由热能所必须扩散的距离的平方和所固化质量的热扩散系数所决定。因为在均衡化之前该平均坯体温度是 2300°F 并且在均衡化之后该平均坯体温度仅需为 2000°F 以容许钢被热辊轧，每吨钢有大约 $120,000\text{BTU}$ 的多馀的焓。此热能量可被利用以维持该等温闭合罩的均一性，亦即补偿与在该闭合罩内建立等温环境有关的损失，以及因而该等温闭合罩仅需少量加热或不需加热。

本发明特殊优点的一在于，本发明相较于如先前所描述两英寸厚度板坯铸造机／连续辊轧机或类似程序，较低的电功率费用。图5藉由将多条连续辊轧机的峰值功率电涌（ 19000 仟瓦）比较于本发明可逆轧机的峰值（ 9000 仟瓦）而显示出此点。由于电力公司的计费合约是由两部分所组成—“需求”和“所消耗电力”，当操作程序需要有一短时间间隔的高峰值负荷时，“需求”部分为最贵的部分。高需求等于是较高的电力费用。图5显示出四个带材卷自一两英寸板坯，在高峰值负荷下，在四个轧机机座的精轧机上被辊轧，其所需时间与自一四英寸板坯于较低峰值负荷下，在热可逆轧机上各在九次通过中辊轧两个带材卷所需时间大约相同。

此外，或许更重要的是，许多电力公司无法提供高峰值负荷，如图5中所显示，这是因为发电机以及线容

量的限制。此是新兴国家所特别关注，因为在此等国家电力电网较弱并且传输线较长。本发明针对解决此问题，藉由提供新兴国家一可匹配于其现有电力系统和既有下部组织的低资金费用、高产量小型辊轧钢厂。

即使在复杂的系统中，在此需求平均超过例如 15 分钟间隔，对于一接受两两英寸板坯的四个或五个轧机机座的连续精轧机的需求是仍然显著大于对于一接受四英寸板坯的热可逆轧机。

本发明的中间厚度板坯连铸机以及直列热轧带材及板材作业线是显示于图 2 中。一个或多个电子熔融炉 26 在本发明组合式板坯连铸机以及板材及带材辊轧作业线 25 的进入端提供了熔融的金属。所述熔融的金属在被进给入该铸造机 30 的前是被进给入一装载炉 28。该铸造机 30 是进给入一矩形截面的模子（弧形或平直状）32。

一火焰切割（或剪切机）34 是设置在该模子 32 的出口端，以将现已固化的金属切割成所欲长度的 3.5 到 5.5 英寸厚度板坯，此板坯亦具有一 24 到 120 英寸的宽度。

该板坯然后在一台式输送机 36 上进给到一板坯拿取区域，在此其是被直接充填入一炉 42 或是自所述直列作业线被移走并被储存于一板坯收集和储存区域 40。较佳的炉为步进式炉，虽然一辊底式炉亦可被利用在某些应用中。用于某些板材产品的全尺寸板坯 44 以及分立长度板坯 46 是显示成位在该步进式炉 42 内。藉由

板坯推送器 48 或设置成用以间接充填步进式炉 42 以板坯 38 的充填臂装置，位在该板坯收集和储存区域 40 中的板坯 38 亦可被进给入该步进式炉 42 中。亦可自其他板坯场或储存区域充填板坯。因为中间厚度板坯较的薄板坯可保有热能达一更大程度，在许多操作模式中，所需要的就是温度均衡化。当然，在板坯被自离线场所导入的情况下，该炉必须有增加 BTU 以将板坯带至辊轧温度的能力。

各式板坯是经由该步进式炉 42 以传统方式被进给，并且是藉板坯退出器 50 予移除并置放在一进给及回返台 52。

氧化皮清除器 53 及 / 或一立辊轧边机 54 可被利用于所述板坯。一立辊轧边机通常无法被利用在一仅两英寸或更小尺寸的板坯。

进给及回返台 52 和立辊轧边机 54 的下游是一热可逆轧机 56，此热可逆轧机分别有一上游和一下游卷取炉 58 和 60。冷却站 62 是在该下游卷取炉的下游处。冷却站 62 的下游是一随同一卷取车 67 作动的卷取机 66，紧接着为一随同一剪切机 68 作动的板台 64。最后产品不是被卷在卷取机 66 上并由卷取车 67 移除，成为呈带材或卷板形态的板材，就是被剪切成板材形态供进一步处理。一板材产品是藉由包含一冷却床的转送台 70 被转送到一最后处理作业线 71。最后处理作业线 71 包含一板材侧部剪切机 72、板材端部剪切机 74 以及板材堆垛机 76。

本发明的优点来自于采用操作参数的结果。铸造钢股必须有一厚度界于 3.5 英寸到 5.5 英寸之间，最好是界于 3.75 英寸到 4.5 英寸之间，以及较佳地为 4 英寸厚度。宽度可概略自 24 英寸变化到 100 英寸，以产制出一达 1000 PIW 或更高的产品。

离开步进式炉 42 之后的板坯是平式来回通过热可逆轧机 56 不超过三次，可获致一板坯厚度大约 1 英寸或更小。该中间厚度产品然后在适当的卷取炉中被卷取，其在三次平式通过的情况下，将为下游卷取炉 60。之后，该中间厚度产品是来回通过热可逆轧机 56 并界于卷取炉之间，以便对成卷取形态的片材、卷板或板材产品获致所希望的厚度。获致最后产品的通过次数可作改变，但通常可在九次通过中完成之，其包含开始的平式通过。在最后一次通过，其通常始自于上游卷取炉 58，所欲求厚度的带材是在热可逆轧机中被卷取并继续通过该冷却站 62，在此其是适当地被冷却，供卷在一卷取机 66 上或供进至一板台 64 上。若所述产品为片材或呈卷取形态的板材，其将被卷在卷取机 66 上并由该卷取车 67 予移除。若其将直接制成板材形态，则其是进入板台 64，在此处其是被剪切机 68 剪切成适当的长度。之后该板材是进入一转送台 70，此转送台用作为一冷却床，以使得该板材可在精制作业线 71 上被精制，此精制作业线包括有氧化皮清除器 73、侧部剪切机 72、端部剪切机 74 以及堆垛机 76。

下述例子显示出可被制出的宽广范围产品。必须注

意的是，进入辊轧机的温度对于较宽的板坯较的对于较窄的板坯 (2000°F) 需较高 (2300°F)，所述较窄宽度在大多数的设施中将代表大部分的产品要求。

例 1

—74 英寸宽 \times 0.100 英寸厚成卷取形态片材是自一 4 英寸低碳钢板坯，依据下列辊轧排程制得：
(见附表例 1)

例 2

—52 英寸宽 \times 0.100 英寸厚成卷取形态片材是自一 4 英寸低碳钢板坯，依据下列辊轧排程制得：
(见附表例 2)

例 3

—98 英寸宽 \times 0.187 标称英寸厚卷板是自一 4 英寸低碳钢板坯，依据下列辊轧排程制成一实际厚度 0.177 英寸：

(见附表例 3)

例 4

—84 英寸宽 \times 0.140 英寸厚卷板是自一 4 英寸低碳钢板坯，依据下列辊轧排程制得：
(见附表例 4)

该中间厚度板坯连铸机以及板材及带材辊轧作业线提供了薄带材连铸机的许多优点而无其缺点。此设施的基本设计可预估在辊轧机上每小时将辊制 150 吨。市场需求明显将专注于产品混合，但是为了计算出达到每小时辊制 150 吨所需要的连铸速度此目的，吾人可假设大部分的产品混合将界于 36 英寸和 72 英寸之间。一在每小时 150 吨下辊制的板坯将需要每分钟 61 英寸的铸造速度。在 60 英寸宽度下，铸造速度增加到每分钟 73.2 英寸；在 48 英寸宽度下，铸造速度增加到每分钟 91.5 英寸；以及在 36 英寸宽度下，铸造速度增加到每分钟 122 英寸。所有这些速度是落于可接受的铸造速度中。

年度设计载重（吨数）可依据每年作业 50 周，一班 8 小时以及每周 15 班，每年可有 6000 小时作业时间，假设利用了 75% 的可用时间以及假设操作设施有 96% 的产量，则每年设计吨数将大约为 650,000 成品吨。

案例1

37.193 吨 级轧机行程 1005.PIW

轧机机架 名	规格 (英寸)	赤热 百分比	拉拔 (英寸)	辊缝 角 (度)	长度 (英尺)	带材速度 (FPM)	经过时间 (秒)
FCE:	4.0000	0	.0000	.00	74.00	0	.00
CM1:	2.6000	35.0	1.4000	17.57	113.85	628.0	15.88
CM2:	1.5000	42.3	1.1000	15.56	197.33	628.0	39.73
CM3:	.8000	46.7	.7000	12.40	370.00	628.0	81.65
CM4:	.4518	43.5	.3482	8.74	655.15	700.0	144.56
CM5:	.2888	36.1	.1630	5.98	1024.84	950.0	216.66
CM6:	.2000	30.8	.0889	4.41	1480.22	1300.0	293.23
CM7:	.1467	26.6	.0533	3.42	2017.95	1500.0	382.69
CM8:	.1170	20.2	.0297	2.55	2529.91	1500.0	492.64
CM9:	.1000	14.5	.0170	1.93	2960.00	1500.0	611.04

轧机机架 名	规格 (英寸)	进入温度 (°F)	离开温度 (°F)	轧制力 (10 ⁶ lb)	拉力 (10 ⁶ lb·ft)	马力	负荷比	均方根值 时间 (秒)
FCE:	4.0000	2300.00	2300.00	.0000	.0000	0.	.0000	.00
CM1:	2.6000	2239.67	2241.03	4.1612	1.5802	24058.	2.0019	43.72
CM2:	1.5000	2193.75	2201.54	4.6819	1.5727	23941.	1.9953	75.06
CM3:	.8000	2082.49	2084.68	5.4107	1.4435	21978.	1.8315	123.84
CM4:	.4518	2048.25	2057.04	4.8229	.8998	15269.	1.2724	93.76
CM5:	.2888	2012.50	1998.60	4.0827	.5142	11843.	.9869	65.36
CM6:	.2000	1955.96	1957.08	3.5959	.3288	10364.	.8637	53.39
CM7:	.1467	1914.11	1911.34	3.3138	.2299	8360.	.6967	41.00
CM8:	.1170	1865.15	1854.39	2.7717	.1400	5092.	.4243	18.90
CM9:	.1000	1807.26	1790.20	2.2795	.0846	3076.	.2563	7.78

距离 / 长度比 .5000
 组合轧机均方根值产量 219.126 TPH
 组合轧机峰值产量 219.126 TPH
 卷取开始时的通过次数 3 . CM3
 在 TS 最终坯体温度 25.00 ft. 英尺
 CFce #1 和轧机间距离 25.00 ft.
 轧机和 CFce #2 间距离 54.00 in.
 卷取炉直径 1750.00 Deg. F
 加速 / 减速率 200.00 FPM/sec
 在 TS 最终坯体温度 1790.20 Deg. F

23.513 吨

表例2:

1009.PIW

- 46.61-3.9370 / -1063

轧机机构 名	规 格 (英寸)	赤 热 百分比	拉 拼 (英寸)	辊 遮 角 (度)	长 度 (英尺)	带材速度 (FPM)	经 过时 间 (秒)
FCE:	3. 9370	.0	.0000	.00	75.46	.0	.00
CM1:	2.7559	30.0	1.1811	16.13	107.80	472.4	18.69
CM2:	1.7520	36.4	1.0039	14.87	169.57	524.9	43.07
CM3:	1.0000	42.9	.7520	12.86	297.08	590.6	78.71
CM4:	.5512	44.9	.4488	9.92	539.00	738.2	128.08
CM5:	.3091	43.9	.2421	7.28	961.27	984.3	192.43
CM6:	.2122	31.3	.0968	4.60	1399.83	1312.3	262.43
CM7:	.1599	24.6	.0523	3.38	1857.70	1312.3	353.36
CM8:	.1251	21.8	.0349	2.76	2375.57	1312.3	467.97
CM9:	.1063	15.0	.0188	2.03	2794.79	1312.3	595.75

轧机座 标 名	规 格 (英寸)	进入温度 (°F)	离开温度 (°F)	辊 轧 力 (10 ⁶ lb)	扭 力 矩 (10 ⁶ lb·ft)	马 力	负 荷 比	均 方 根 值 时 间 (秒)
FCE:	1.9370	2012.00	2012.00	.0000	.0000	0.	.0000	.00
CM1:	2.7559	2003.49	1999.79	.7608	1.1177	12801.	1.4175	27.51
CM2:	1.7520	1963.98	1958.37	.6782	.9484	12069.	1.2027	28.04
CM3:	1.0000	1888.64	1893.34	.9541	.8209	11752.	1.0411	33.20
CM4:	.5512	1878.14	1884.83	.3920	.7251	12976.	1.0809	51.84
CM5:	.3091	1864.68	1870.62	.5767	.5536	13210.	1.1004	71.86
CM6:	.2122	1847.80	1843.65	.5327	.2436	7749.	.6455	27.08
CM7:	.1599	1818.39	1805.02	.0859	.1445	4598.	.3830	12.60
CM8:	.1251	1776.58	1757.60	.0196	.1113	3542.	.2950	9.54
CM9:	.1063	1728.86	1701.74	.4785	.0582	1851.	.1542	3.04

轧机和 CFce #2 间距离 20.01 ft.
 距合轧机均方根值产量 .5000
 组合轧机峰值产量 142.086 TPH
 组合轧机峰值产量 142.086 TPH
 卷取开始时的通过次数 3 CM3
 加速 / 减速率 在 TS 最终坯体温度
 CFce #1 和轧机间距离 20.01 ft. 英尺

49.256

表例3

1005.PIN

轧机机座 名	规 格 (英寸)	赤 热 百 分 比	拉 拔 (英寸)	螺旋 角 (度)	长 度 (英 尺)	带材速度 (FPM)	经 过 时 间 (秒)
FCE:	4.0000	.0	.0000	.00	74.00	.0	.00
CM1:	2.8500	28.8	1.1500	15.92	103.86	628.0	14.92
CM2:	1.9000	33.3	.9500	14.46	155.79	628.0	34.81
CM3:	1.2000	36.8	.7000	12.40	246.67	628.0	63.37
CM4:	.8000	33.3	.4000	9.37	370.00	700.0	101.84
CM5:	.4950	39.4	.3150	8.31	610.31	700.0	160.90
CM6:	.3377	30.4	.1473	5.68	876.52	1200.0	209.61
CM7:	.2525	25.1	.0849	4.31	1170.96	1500.0	265.19
CM8:	.2040	19.3	.0488	3.27	1450.98	1500.0	321.98
CM9:	.1770	13.2	.0270	2.43	1672.32	1500.0	398.68

轧机机座 名	规 格 (英寸)	进 入 温 度 (°F)	离 开 温 度 (°F)	螺 轧 力 (10 ⁶ lb)	扭 力 矩 (10 ⁶ lb·ft)	马 力	负 荷 比	均 方 根 值 时 间 (秒)
FCE:	4.0000	2300.00	2300.00	.0000	.0000	0.	.0000	.00
CM1:	2.8500	2241.17	2240.50	4.6775	1.6096	2450.6	2.0422	41.38
CM2:	1.9000	2202.69	2206.31	5.0558	1.5789	2403.8	2.0032	59.73
CM3:	1.2000	2134.00	2132.39	5.5481	1.4833	2258.3	1.8819	83.47
CM4:	.8000	1996.94	2004.54	5.5314	1.3126	1888.4	1.5737	82.87
CM5:	.4850	1976.56	1971.51	6.4793	1.1493	1951.3	1.6261	142.95
CM6:	.3377	1943.25	1940.71	4.8974	.5877	1852.3	1.5436	104.13
CM7:	.2528	1923.51	1924.19	4.1044	.3694	1343.5	1.1196	63.41
CM8:	.2040	1895.94	1890.14	3.3006	.2221	8077.	.6731	28.00
CM9:	.1770	1859.62	1848.11	2.4641	.1216	4422.	.3685	9.09

轧机和 CFce #2 间距离 25.00 ft. (英尺)

卷取炉直 径

3000

组合轧机均方根值产量

288.317 TPH

组合轧机峰值产量

444.550 TPH

4 · CM4 ·

卷取开始时的通过次数

在 TS 最终坯体温度

25.00 ft. 英尺

54.00 in.(英寸)

1750.00 Deg. F(F¹)

200.00 FPM/sec(FPM / 秒)

184E.11 Deg. F(F¹)

案例4

42.219

- 84.00-4.0000/ .1400

1005.PIN

轧机机座 名	规 格 (英寸)	赤 热 百分比	拉 拔 (英寸)	輥 鏈 角 (度)	长 度 (英尺)	带 材 速 度 (FPM)	经 过 时 间 (秒)
FCE:	4.0000	.0	.0000	.00	74.00	.0	.00
CM1:	2.7050	32.4	1.2950	16.36	109.43	628.0	15.45
CM2:	1.7000	37.2	1.0050	14.40	174.12	628.0	37.09
CM3:	1.0000	41.2	.7000	12.01	296.00	628.0	71.34
CM4:	.5910	40.9	.4090	9.17	500.82	700.0	121.62
CM5:	.3876	34.4	.2034	6.46	763.63	950.0	177.22
CM6:	.2733	29.5	.1143	4.84	1082.95	1300.0	235.45
CM7:	.2032	25.6	.0701	3.79	1456.45	1500.0	302.46
CM8:	.1600	21.3	.0432	2.98	1850.00	1500.0	385.21
CM9:	.1400	12.5	.0200	2.03	2114.29	1500.0	469.78

轧机机座 名	规 格 (英寸)	进入温度 (°F)	离开温度 (°F)	輥 轧 力 (10 ⁶ lb)	扭 力 矩 (10 ⁶ lb-ft)	马 力	负 荷 比	均 方 根 值 时 间 (秒)
FCE:	4.0000	2300.00	2300.00	.0000	.0000	0.	.0000	.00
CM1:	2.7050	2240.37	2240.88	4.6421	1.7501	24985.	2.2213	51.59
CM2:	1.7000	2198.43	2202.75	4.9834	1.6522	23582.	2.0966	73.12
CM3:	1.0000	2111.30	2111.10	5.6252	1.5509	22137.	1.9081	115.63
CM4:	.5910	2081.04	2088.19	5.3408	1.1183	17792.	1.4826	98.21
CM5:	.3876	2051.80	2041.50	4.5043	.6583	14214.	1.1845	71.00
CM6:	.2733	2006.29	2007.07	3.9160	.4236	12515.	1.0429	57.90
CM7:	.2032	1971.36	1968.75	3.5466	.2958	10085.	.0404	43.79
CM8:	.1600	1929.28	1921.25	3.1563	.2030	6922.	.5768	25.87
CM9:	.1400	1879.66	1863.49	2.0924	.0896	3055.	.2546	5.48

距离 / 长度比
组合轧机均方根值产量
组合轧机峰值产量
卷取开始时的通过次数
CFce #1 和轧机间距离

.5000
280.116 TPH
323.529 TPH
3 ° CM3.
25.00 ft (英尺)

轧机和 CFce #2 间距离
卷取炉直径
卷取炉温度
加速 / 减速度
在 TS 最终坯体温度

25.00 ft (英尺)
54.00 in. (英寸)
1750.00 Deg. F (°F)
200.00 FPM/sec (FPM/秒)
1863.49 Deg. F (°F)

明书附图

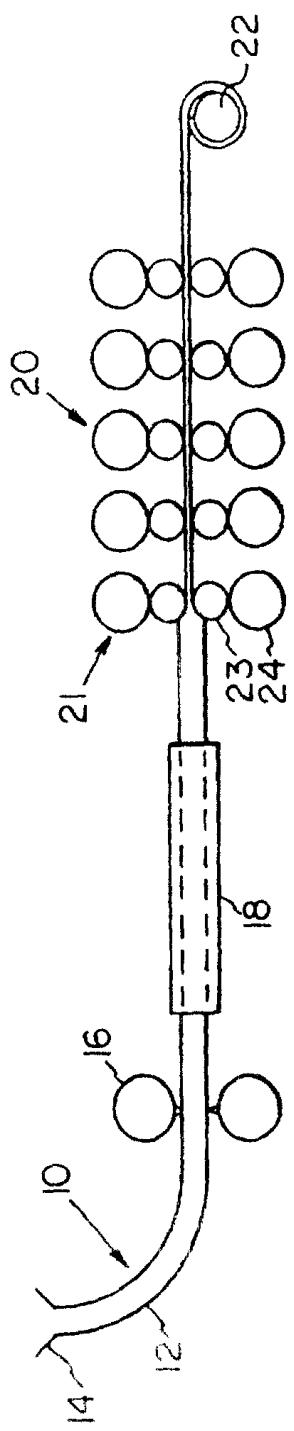


图1

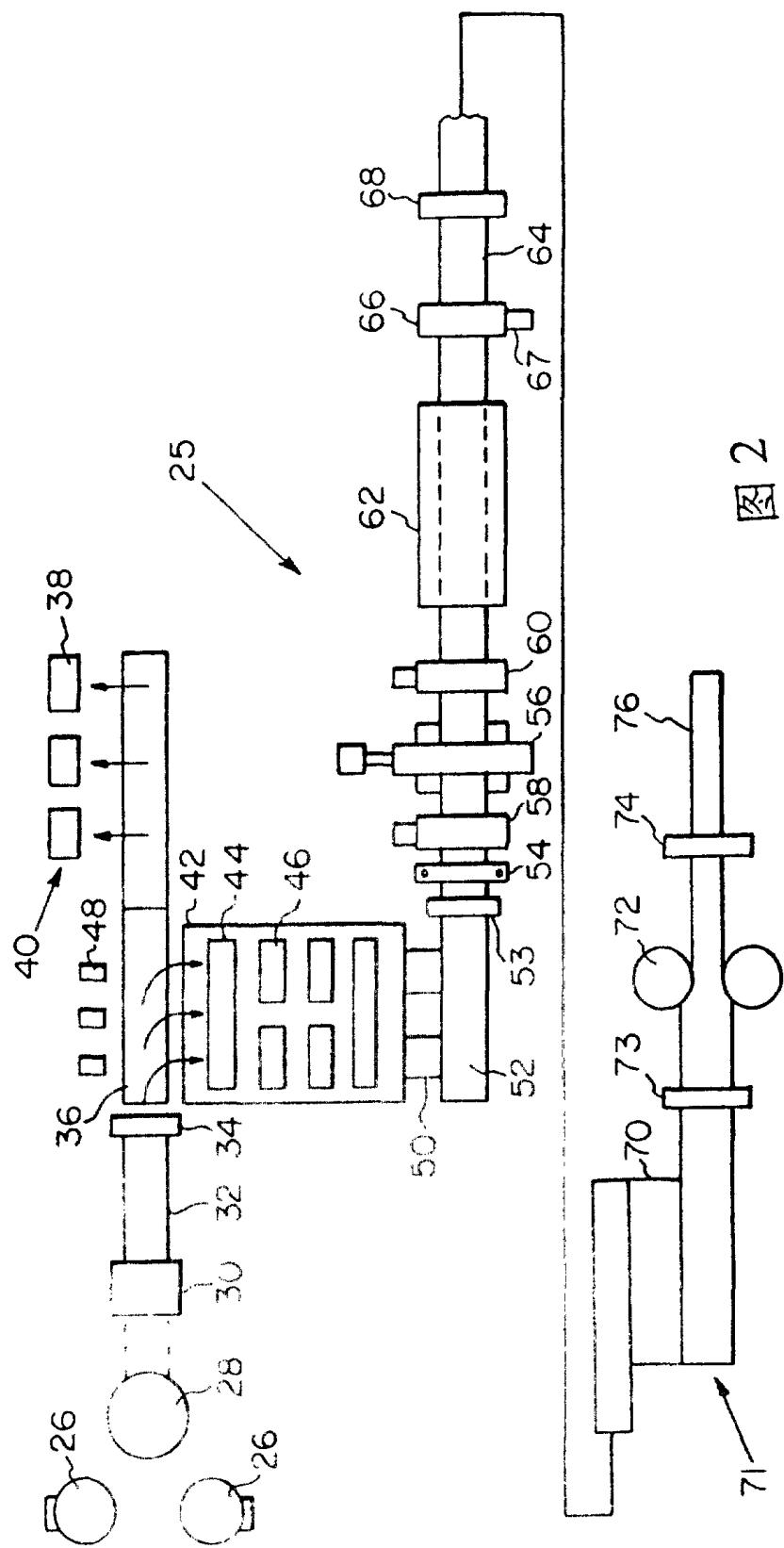


图 2

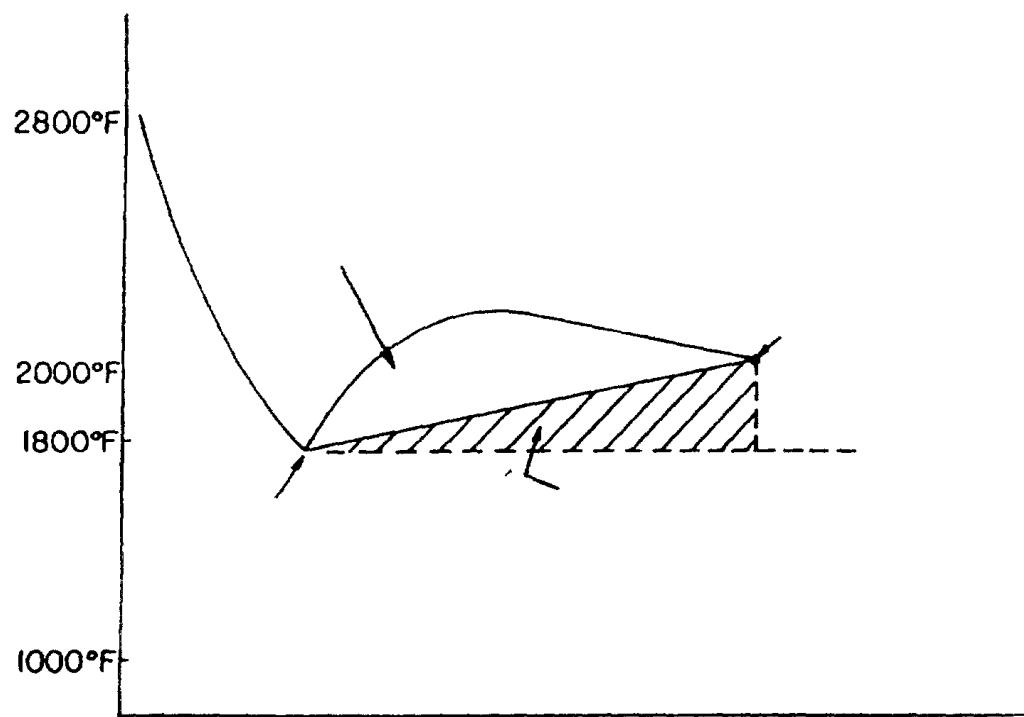


图 3

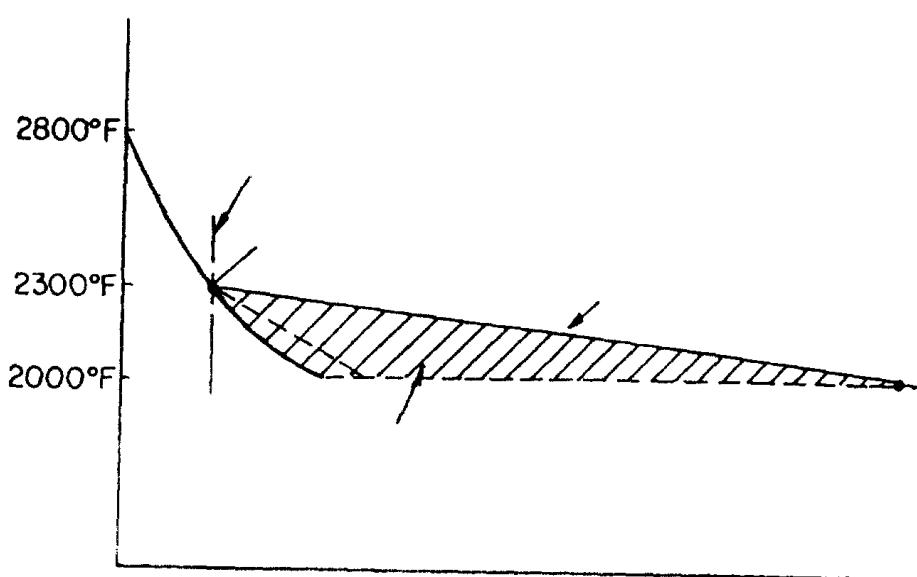


图 4

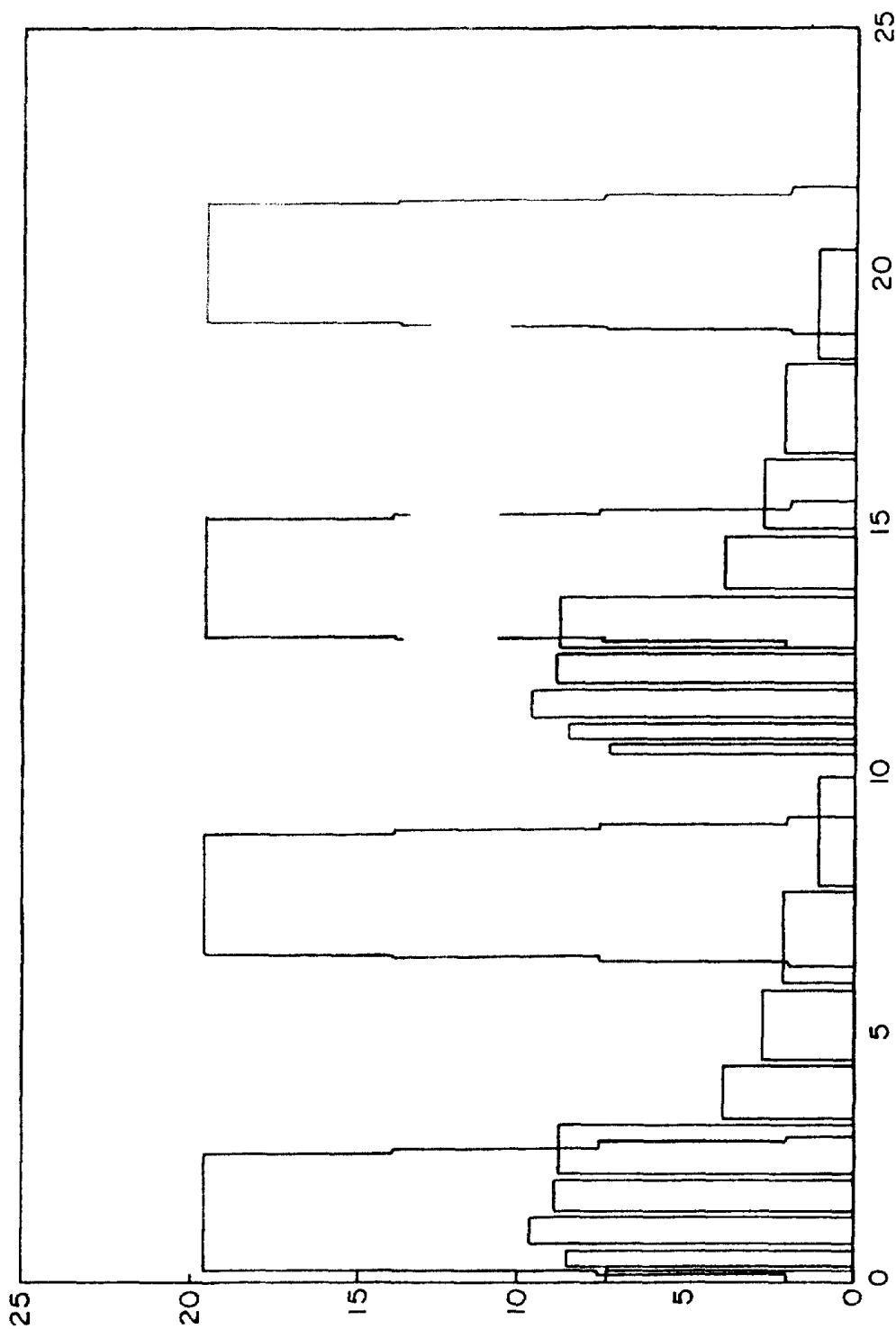


图 5