

设计参考资料

线棒材专辑

6

2001

北京首钢设计院

设计参考资料

(6)

2001 年 6 月

线棒材专辑

目 录

达涅利公司为线棒材生产再铸辉煌.....	1
提高棒材轧机的性能和可靠性—机架主轴结成一体.....	7
纵横驰骋的格尔道集团公司.....	21
采用“T-д”工艺生产线材的质量特点.....	30

达涅利公司为线棒材生产再铸辉煌

Richard Barrett

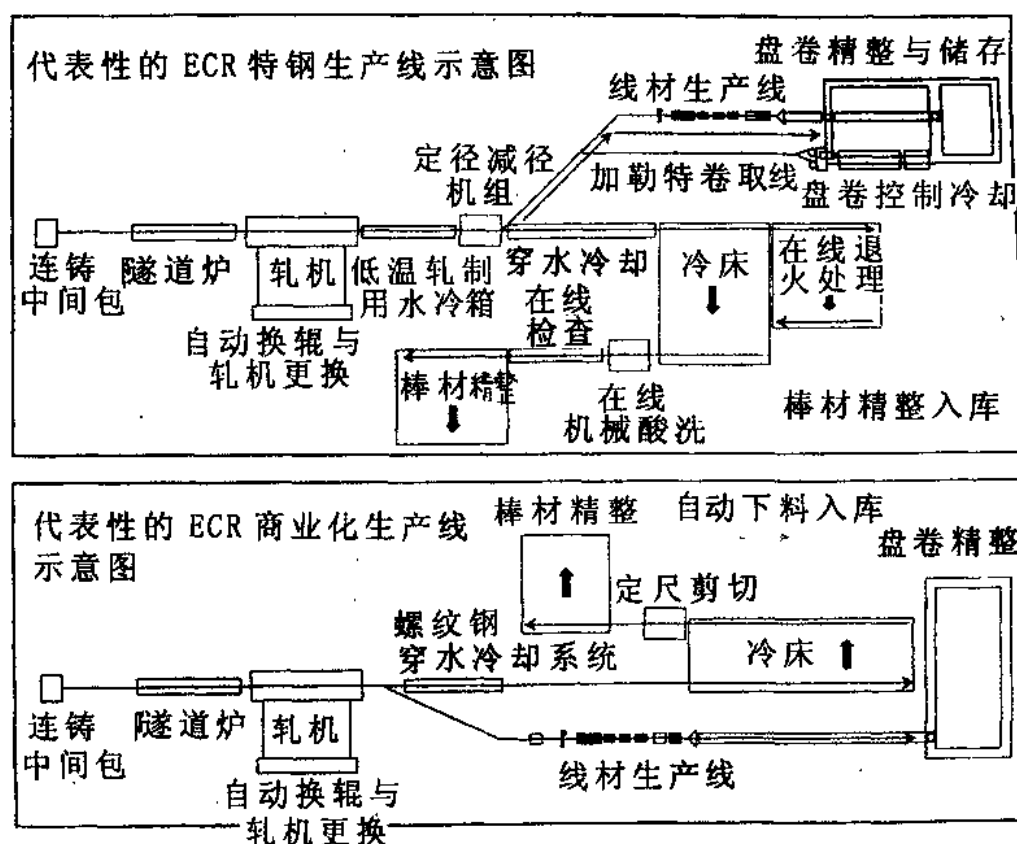
意大利设备生产商达涅利公司已生产出“无头铸轧”生产线设备，使先前各自独立的生产工艺集成为成套综合生产线。从而大大降低了长材产品的生产成本。

勿庸置疑，业内人士都知道近年来长条材钢材产品，市场严峻，利润微薄。而板带材生产商却无此困扰，他们至少可有选择地进行投资，从而采用一流的先进工艺技术如薄板坯连铸连轧技术，极大地提高生产率，降低生产成本。

意大利设备生产商达涅利公司已意识到长条材生产商在采用高科技设备方面已远远落后。不过现在可以相信无头铸轧（简称 ECR）生产线设备将于 9 月份正式投产，这将为线棒材生产商提供强有力地支持。

据该公司宣称，降低生产成本的关键在于缩短生产周期，减少中间处理环节，同时将现今还彼此各自独立的处理工序集成一综合生产线。尤其是，该公司建成了第一套这样的生产线，该生产线年生产能力为 50 万 t，占地总长为 800m。它建在了阿塞雷贝托里萨浮钢铁厂（ABS），该厂是达涅利公司自己的钢铁厂，位于意大利北部的乌迪内附近，是一个

包括有连铸、轧制及热处理工艺的特殊钢棒材生产厂（见图）。



该生产线的主要生产设备有：连铸机、17架连轧机、125m 长的在线温度补偿用辊式隧道炉。全线自炼钢至轧制出成品全部采用自动化控制及全程温度自动控制，以生产出优质产品。

成品轧机出口侧设有一套科克斯/达涅利公司的定径减径机组，以满足不同精轧工艺的需要，还包括有在线机械式酸洗机组，4台砂轮式圆盘分段剪，拨皮机及堆垛台架，最后长长的冷却生产线可满足10~90mm棒材最佳冷却工艺的需要。圆棒与方棒以及用于工程建设及汽车工业的大圆棒盘卷均可由ABS钢铁厂生产。

1 连铸速度是关键

连铸速度是无头铸轧生产线（ECR）的核心，它制约了下游其他所有生产工艺与工序的节奏。如对于不锈钢（AISI304，316）的生产，其生产速度约为3.5m/min，而对于碳钢来说，其连铸速度接近不锈钢的2倍达到了6.5m/min。

这些数字非常关键，因为连铸速度在5m/min或5m/min以上的钢种，则无需在连铸机与轧机之间进行分段剪切，可实现全连续轧制。但对于连铸速度较低的则要采用半连续轧制生产线，并需要在起始段采用总长为65m的双流隧道炉作缓冲系统。以贮存45m长的坯料，这样才能保证轧机正常生产时前后轧件的头尾衔接，实现无头轧制，钢的可铸性能决定了生产线采用一套或二套双流连铸机。每套设备生产能力90t/h。

针对以上两种情形，对于160×200mm的铸坯在进入轧机轧制前都要求在隧道炉里均热处理15~20min。弹簧钢，

时效硬化钢与回火硬化钢及碳钢，都可适于全连续轧制生产。而对于微合金钢（含硼，钒元素）及轴承钢等，则如同不锈钢样要求半连续轧制生产。

所谓全连续生产的“无头”是指从 31t 精炼炉至轧机末架，铸坯直接进入轧机轧制，全线进行全自动速度控制。对于生产效率，达涅利公司如此解释说，即假设至少有 6 台连铸机顺序作业，无头半连续轧制生产效率比无头全连续轧制的效率稍低，分别为 97.5%，98.5%。

其连铸机采用卡钳式结构，检修维护方便快捷，不像通常铸机，检修时需用车吊吊装耗时费时，而其轧机采用抽屉型紧凑式无牌坊结构，据说可在 5 分钟内实现全自动换辊，并取消了先前需要人工在线进行的轧辊调整及导卫安装代之以自动化操作，而通过定径减径机组“自由尺寸轧制”可在无需更换轧机机架的情况下就能实现多品种规格产品的生产。

该套设备是根据多品种钢生产的需要而非尺寸规格多而设计的。前述已提到的轴承钢，其典型的订单规模为 250-300t，生产这一钢种至少三套连铸机顺序工作，而对于特殊钢的生产，要生产所有不同规格尺寸的产品，据估计平均需 6 套连铸机顺序工作，隧道炉的缓冲能力要确保轧机更换轧制规格时不致于干扰连铸机的生产，避免注入中间包的钢水不致受干扰而中断，则生产单一规格产品所需的坯料最

小重量要求为 25t，而坯料重量达 30-40t 时，则更有利于组织生产。

根据钢种的不同，ABS 钢铁厂对今年初投产的热处理设施将实行在线精确控制，从而使最终成品具有低的表面硬度和高的强度与塑性，并具有均匀一致的金相组织。这些产品无需进行离线矫直，因为它们在经过位于冷床与检查站之间的在线机械式酸洗后，将已有足够的直度以通过在线涡流探伤检查和超声波探伤检查，最终成品将打包整齐，并自动打印质检证书。

据说，这样一条生产线从炼钢至成品入库贮存仅需 100 人三班制工作即可。

2 效益可观

这样一条新的生产线，总的来说能带来多人的实际效益呢？单就轧制过程而言，不仅减少了氧化铁皮的生成量且几乎消除了表面脱碳。如对于高碳合金钢，二次碳化物沉淀减少。同时提高了设备生产率与使用率，改善了材料的屈服性能，并使最终成品具有均匀一致的性能。达涅利公司的一个目标就是除了大约有 4-6% 的净工作时间，用于轧线移位调整与换辊，4% 的时间为机械或电气故障外，要求中间包内拥有熔融钢水的有效作业时间达到 90-92%，此外，包括象表面精整，热处理及在线检查等工序所节省的累积费用在内，据设备生产商预计，对于特钢生产商来说，吨钢成本节省费用

将达 50 美元。它甚至说即便是非常保守地估计，这一数字也将达到 40 美元/t。这样，对于一个年产 50 万 t 产品的生产厂来说，其每年节省的生产成本就达 2 亿美元。如果是对于一个年产 80-90 万 t 碳钢长材产品生产商，据估计其节省的单位成本为 15-20 美元/t，这样的话每年节省成本可达 1.6 亿美元。

达涅利公司投资 20 亿美元在 ASB 建设了这样一条生产线，而且打算出售部分关键技术作为单独的软件包，这最小的“黑闸子”将包括从铸机到轧机末架出口侧的专有技术。一些潜在的用户正期望率先于 20-22 个月内在一片绿地上能建设一个这样的工厂。

表 1 达涅利公司建在 ABS 厂的第一条 ECR 生产线产 品大纲

棒 材	圆钢: $\phi 20-100\text{mm}$
	方钢: 40-100mm
	盘卷 圆钢 $\phi 15-50\text{mm}$
钢 种	碳钢, 时效硬化钢, 时效与回火钢微合金钢、轴承钢、弹簧钢和 不锈钢。

何云飞 译自《MBM》2000, 12

提高棒材轧机的性能和可靠性 ——机架主轴结成一体

Parthiv R.Amin

1.背景资料

位于 Alton 的 Laclede 钢公司生产棒材、管材和带材已经有 89 年的历史了。其 35.6cm 棒材轧机由 19 个卧式和立式机架组成，分别为 9 个粗轧机架、4 个中间机架和 6 个精轧机架。该套设备所生产的产品范围为：圆材从 2.14cm 到 8.9cm，方材最大 10.2cm。

与换辊相比较，Laclede 钢公司在操作中将更换机架引入到生产实践中来，即将整个机架从基础上拆卸下来，用另一个替代，而不是卸下旧辊再安装新辊。更换卧式机架，其安装和拆卸并不比标准的换辊更复杂（图 1）。但对于立式机架，由于电动机，齿轮箱和主轴均安装在地下（图 2），所以在更换时不便于观察。由于驱动轴的离合器面在安装时必须准确对中，为了与壳体间留有间隙，以便当机架以一定角度安装时，能够保证接合良好，所以“盲装”是一个复杂的过程。

相对于不同的轧辊配置，并根据正在轧制的产品，将驱

动轴设计为能够直接插入式，以适应更换机架的需要。抓住主轴的中心轴，轻轻滑到相应的机架处，对由此产生的轧辊位移进行调节。通过固定连接，将主轴的轧辊端固定在轧辊端的槽上（图 3 中的支架以及图 1 中的 6）。

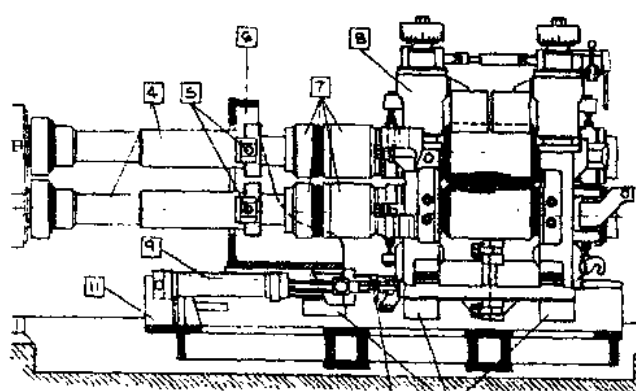


图 1 卧式机架

2. Laclede 钢公司的主轴问题

这些年来，Laclede 钢公司一直使用最初由 Moeller 和 Neumann 公司设计的齿轮轴，备件由当地供货商提供。由于经常发生意外停机，因此轧机的这些主轴就存在着连接的问题。主轴的寿命从 2 班到 6 周不等，因主轴离合器面脱离而造成废品。

轧机中问题最多的是 5 号、7 号和 8 号中间机架。原来的设备上用的是由当地供货商提供的备件，这些备件没有适当的质量控制，材料，热处理和加工精度，造成备件不匹配，

从而导致故障频繁发生，降低了可靠性。

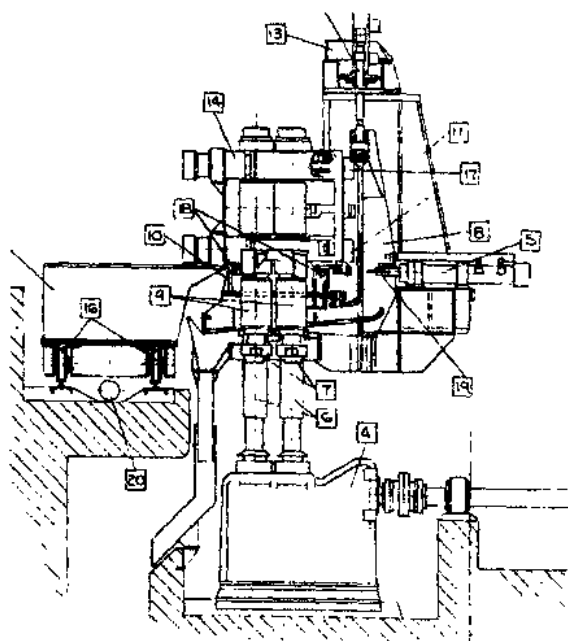


图 2 立式机架

1994 年，备件维修费用以及由于废品所造成的意外停机的费用为 19.5 万美元；这一数字还不包括维修工时和生产损失费用。除了废品外，立式机架还受到水和轧钢屑通过主轴进入齿轮箱的困扰，给齿轮箱造成极大的损坏。

1994 年，Laclede 钢公司就如何提高轧机主轴性能的问题咨询了供货商。由于受到资金的限制，认为一次更换全部齿轮轴是行不通的。Laclede 钢公司为了平稳过渡，准备在几年之内逐步更换齿轮轴。这样就研究出两种不同的解决方案：第一个方案是对现有齿轮轴进行改造，以提高其可靠性；第

二个方案则是把现有齿轮轴换掉，代之以更可靠的、极易维修的万向接头。两个选择方案均由 Kop-Flex 提出：Laclede 钢公司决定与 Kop-Flex 合作，并由 Kop-Flex 确定选择何种方案以及如何完成改造过程。

以前 Kop-Flex 是 Koppers 公司的动力传动部门，成立于 1920 年，发明了第一个齿轮联轴节，以 Fast 联轴节而闻名。现在 Kop-Flex 是 Emerson 电力公司分部的动力传动部，总部在马里兰州的巴尔的摩，二厂在加拿大安大略的 Rexdal。自 1991 年以来设计和生产各种类型的联接件，包括齿轮型联轴器，篦条，弹性联轴器，圆盘联轴器，齿轮轴和万向接头，以 Maxxus 而知名。

3. 成本、效益分析

Laclede 钢公司综合考虑了增加产量的费用和用节省的维修成本购买零件的费用，计算出更换万向轴的投资回报。与现有主轴相比，其中因停机所耽误时间的费用和维修费用减少了 50%。增加的产量按平均 35t/h 计算，9 个月的投资回报为 120%。

结果，Laclede 钢公司决定在其问题最多的机架（7 号水平机架）上安装新的万向接头，并对其他机架上现用的齿轮轴的设计进行改进。从而决定在证实新的万向轴运转顺利之前，暂不扩大投资。

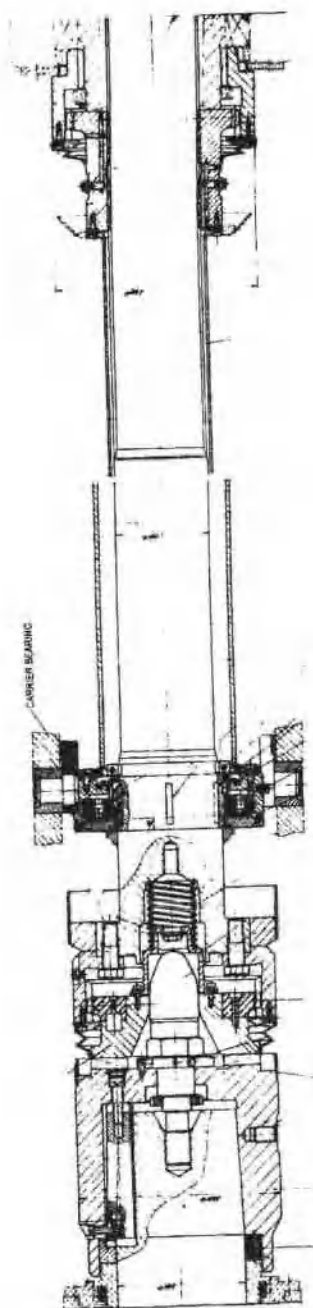


图 3 齿轮接轴原设计

4.万向接头的设计问题

Kop-Flex 在为 7 号机架的驱动轴设计新的万向接头时遇到几个问题。现有的图纸过时了，不能反映对原有轧机所作的最新更改。最大的问题之一是在维修时将万向接头安装在允许的空间内，需留出轴向移动（伸缩套筒式）所要求的允许空间。由于万向接头每端的轴承接头有一定的长度，所以该空间非常有限。在较复杂的情况下，不得不对万向接头进行改进，使之与现有轧辊移动机架连接，并允许快速装/卸轧辊/机架，以缩短停机时间（图 3 的承载轴承和图 1 的 6）。

Laclede 钢公司希望得到在中间和精轧机架处的卧式和立式机架均适用的通用万向接头。立式机架需要对付水和水垢进入齿轮箱端的问题，以及伸缩套筒段的进水问题。

5.万向接头的设计要求

为了更加了解轧机的技术要求，Laclede 钢公司和 Kop-Flex 公司组织工程师和维修人员研究现有技术和问题，并决定应该怎么办。这一过程不仅可研究主轴在正常情况下的操作情况，还使原来的图纸充实了新的内容。和轧制车间的员工一起研究生产状况，使设计最适合轧机操作要求。对万向接头的设计要求如下：

- 1) 以安全可靠的方式缩短计划外停机时间；
- 2) 在现有空间内，由于轧辊移动和直径的限制，适合

于所有对开轴承套环的约束条件（图 3）：

- 3) 在辊端组装简便易行，更换轧辊/机架的工时最少；
- 4) 维修和操作容易。

Laclede 钢公司的万向接头设计于 1995 年完成（图 4 和图 5），万向联轴节于 1996 年初安装在 7 号机架上。



图 4 万向联轴节设计，剖面图



图 5 万向联轴节设计，立体图

万向接头满足 Laclede 钢公司规定的全部要求：

- 1) 改进的开口轴环位置可满足万向接头轴承要求增加的空间（图 3）；
- 2) 在立式机架上，将辊端组装件设计为一种没有螺栓的特殊花键，以便于盲装；
- 3) 卧式机架和立式机架之间的所有零件均可通用，且带

有一个特殊的密封板以防止水损坏齿轮箱端（图6）；

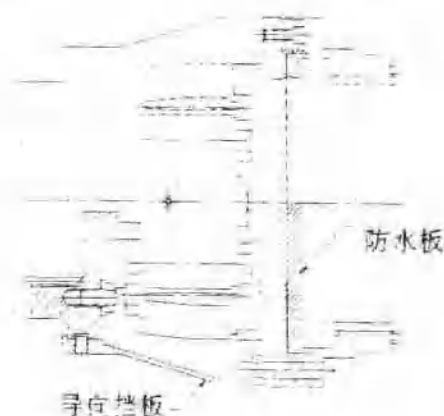


图6 在齿轮端防水侵入的密封挡板

4) 减少备品备件，降低库存费用，除中轴和传动齿轮端槽外，中间机架和精轧机架之间的所有零件均可通用；

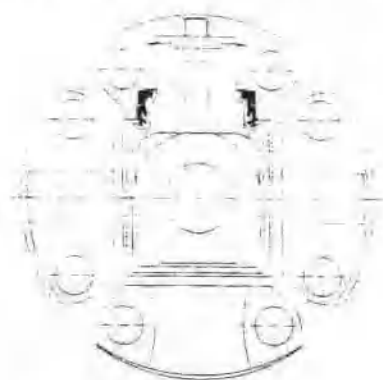


图7 组件块式万向接头（Maxxus），在十字接头和轴承配套零件处采用特殊的双层密封，以只让润滑脂入内，而杂质/轧制液排除在外。

5) 万向接头选用组件块式的 Maxxus(图7)，因为与传统

的凸缘万向接头相比，它能够传递更大的扭矩。在万向接头的十字接头和轴承配套零件处采用特殊的双层密封，以只让润滑脂入内，而将杂质/轧制工艺润滑-冷却液排除在外。这些密封还延长了规定的润滑周期；

6) 为了保持机架之间的可互换性，同时减少库存，将万向接头设计为卧式和立式两种轧机的中间机架和精轧机架均可通用的。

6. 改进齿轮轴设计

由于该项目的资金限制以及该车间需要消耗其现有的齿轮轴零件，更换整个万向接头还做不到，因此就要对齿轮轴进行改进，以此作为更换计划的过渡阶段。在重新检查了现有齿轮轴以后，发现不仅他们的设计有问题，而且零件的材料也有问题，从而导致零件寿命短及造成计划外停机。改进齿轮轴设计的目的是将零件的费用降至最低，同时通过设计和材料的改善，全面提高可靠性，以达到缩短计划外停机时间的最终目的。

对现有齿轮轴设计的改进主要有如下四项：

1) 齿轮以令人吃惊的速度加速磨损，因此其材料要换成更硬一些的表面经氮化处理的合金钢。氮化钢对于较高的滑动速度（或压力速度）来说具有更好的耐磨性能。与表面经过热处理的其它合金钢相比，经氮化工艺处理过的较高的表