

轧制力传感器的研制与应用

余姚市通用仪表有限公司 罗伏隆，翁建明

广州钢铁集团金仪自动化有限公司 陈湘林

【摘要】 轧钢是连续的不间断作业，为了保证轧机上的辊轮两端的力值一致，并指示和控制轧制力，通常需要安装轧制力传感器来测量轧辊两端的力值。寻找替代进口的国产大量程测力传感器，一直以来是轧钢企业的夙愿。轧制力传感器的国产化，是国内测力与称重传感器制造企业技术全国各传感器制造技术的攻关方向之一。

余姚市通用仪表有限公司为适应冶金行业轧制力检测的需要，发明专用工作夹具，研发试制大吨位平板式结构的轧制力传感器。轧制力传感器产品在冶金轧制生产线得到试用，轧制力达 17.5MN（兆牛），基本适应轧制生产工艺的需求，解决冶金轧制力检测的需求。轧制力传感器获得中国实用新型发明专利，专利号：ZL201020049997.7。

【关键词】 冶金；轧钢；轧制力；检测；传感器

一、概述

在现代钢铁冶金企业中，从炼钢厂出来的钢坯还仅仅是半成品，必须到轧钢厂去进行轧制以后，才能成为合格的产品。从炼钢厂送过来的连铸坯，首先是进入加热炉，然后经过初轧机反复轧制之后，进入精轧机。轧钢属于金属压力加工，在热轧生产线上，轧坯加热变软，被辊道送入轧机，最后轧成用户要求的尺寸。轧制生产线如图 1 所示。

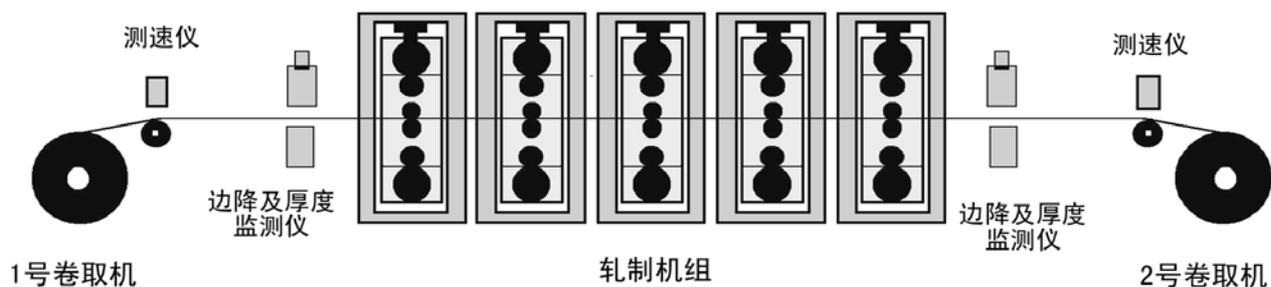


图 1 轧制生产线原理示意图

轧钢是连续的不间断的作业，钢带在辊道上运行速度快，设备自动化程度高，效率也高。一般连铸坯的厚度为 150~250mm，先经过初轧，经辊道进入精轧轧机，精轧轧机由 7 架 4 辊式轧机组成，机前装有测速辊和飞剪，切除板面头部。精轧机的速度可以达到 23m/s。为了保证轧机上的辊轮两端的力一致，并指示和控制轧制力，通常在下辊轮轴承箱下面的两端安装轧制力传感器来测量辊轮两端的力。由于传感器是在非常恶劣的环境下测量轧制力或负载力，在金属轧机严重过载或偏载的条件下长期工作，需要传感器有很高的可靠性和准确性，需要对轧制力或负载的变化响应快。

随着国内钢铁企业炼钢技术不断发展，用钢量不断增加，对钢材的性能要求也不断提高，钢厂对轧钢工艺也越来越重视，轧钢工艺也在不断完善。新的工艺更注重轧钢的质量，在各个方面都配备相应的设备来检测、完善轧钢工艺。轧制力传感器是用来测试钢坯在轧制过程中负载力的控制，对钢材的质量起到关键性的作用，而轧制力传感器本身需要很强的抗过载能力，制造加工困难，所以市场产品紧缺。

国内各大钢厂的轧钢流水线，一般有 7 个四辊轮的精轧机。也就是说一条流水线上需要 56 个轧制力传感器。

目前全球只有加拿大的 KELK 公司和 ABB 公司拥有成熟的工艺，生产的轧制力传感器产品优于其他传感器厂家。国内只有少数公司在开发这种传感器。

由于 KELK 公司的传感器是根据客户要求单独设计的。每个传感器都有不同的地方。所以其价格也非常昂贵，每个轧制力传感器的价格在 50-60 万元。

寻找替代进口的国产大量程测力传感器，一直以来都是轧钢企业的夙愿。所以轧制力传感器国产化，也是国内测力与称重传感器制造企业技术攻关方向之一。

二、轧制力传感器的技术结构原理与技术指标

1、轧制力传感器的结构

TY-SLC-17.5MN 轧制力传感器为平板式轧制力传感器，外形结构如图 2 所示。弹性体机械结构设计如图 3 所示。

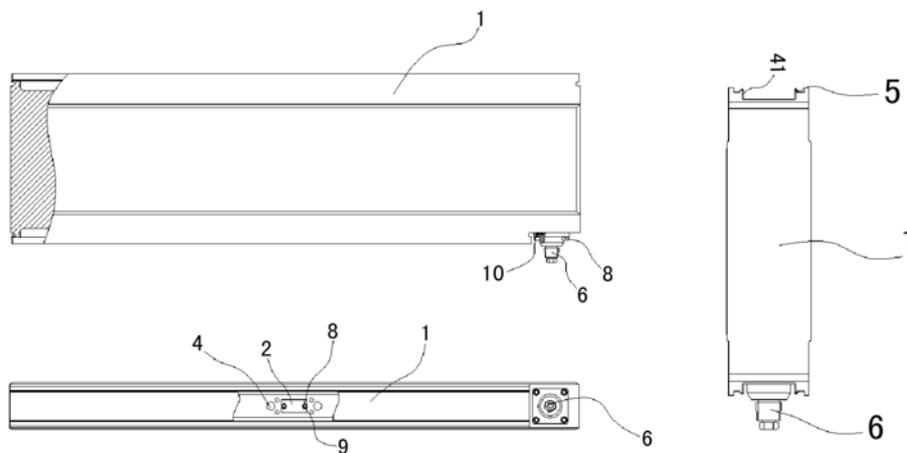


图 2 平板式轧制力传感器外形结构图

3、主要技术指标

最大测量范围：17.5MN。

激励电压：最大 15V，DC 或 AC。

线性度：小于满量程输出的 1~1.5%。

滞后：小于满量程输出的 0.5%。

重复性：小于满量程输出的 0.3%。

热零漂：满量程输出的±0.005%/。

温度补偿范围：20 ~ 150 。

负载极限：过载 300%无零漂，特性无变化，无机械损坏。

工作温度：0 ~ 150 。

三、制力传感器的制造与应用

1、TY-SLC-17.5MN 平板式轧制力传感器的设计制造

(1) 轧制力传感器量程为 17.5MN。

(2) 传感器采用一块 1000 × 290 × 94 的合金钢 (40CrNiMoA) 加工而成，加工时严格控制传感器上下接触面的平面度，平行度。

(3) 传感器弹性体为合金钢材料板形结构体，设有 12 组应变孔 (见图 2 弹性体)，应变孔内腔粘贴软线路板；应变孔采用深孔加工方法，深孔表面处理工艺；设计发明专用贴片装夹夹具，(专利工具 ZL200920118452.4) 进行深孔应变片的装夹，线路的布置，多应变片的桥路补偿。

(4) 由于轧制力传感器使用现场工况潮湿，水份大，需要传感器的密封性能良好，保证传感器内部的元器件不受损坏，采用氩弧焊焊接的方法来密封传感器，保证外界与内部元件的阻隔。

(5) 传感器的侧面设有管螺纹连接的防水接头，配置标准信号电缆线。

2、轧制力传感器的试用

轧制力传感器于广钢集团珠钢公司轧制生产线试用。

(1) 轧制力传感器所在轧机位置和安装结构如图 5，图 6 所示。

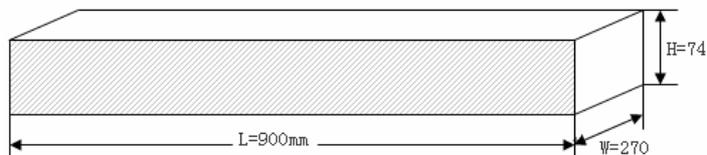
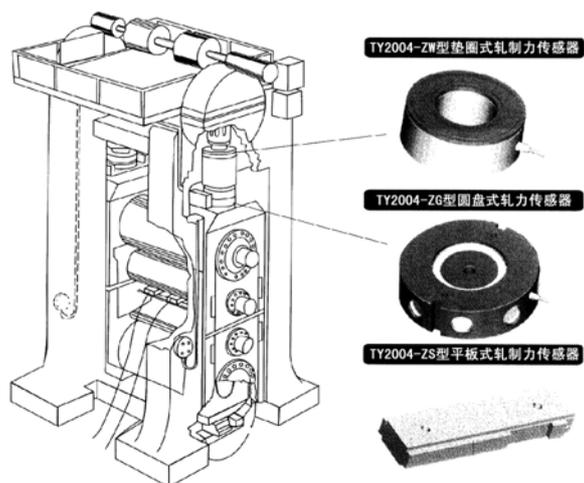


图 5 安装位置示意图

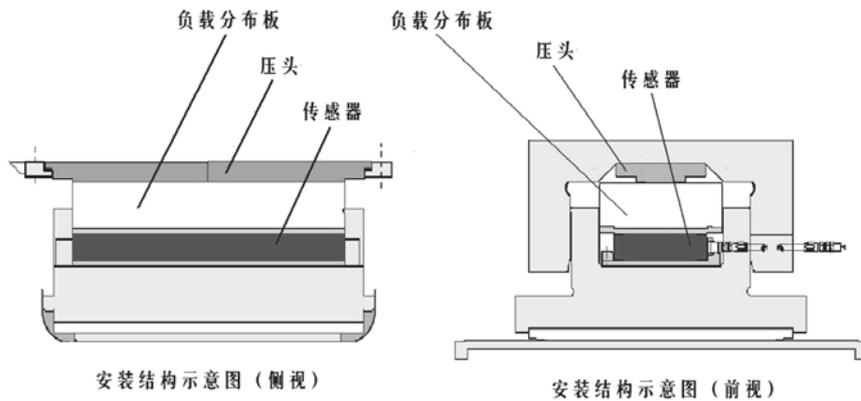


图6 安装结构示意图

传感器承载方式为上下平面均布受载，通过安装在传感器上下面的均压块，将压力均布的加载在传感器的上下面，使粘贴在弹性体上的应变片产生变形，应变桥路阻抗改变，输出与重量数值成比例的电信号。

(2) 轧制力测试系统安装

轧制力测试系统安装，如图7所示。

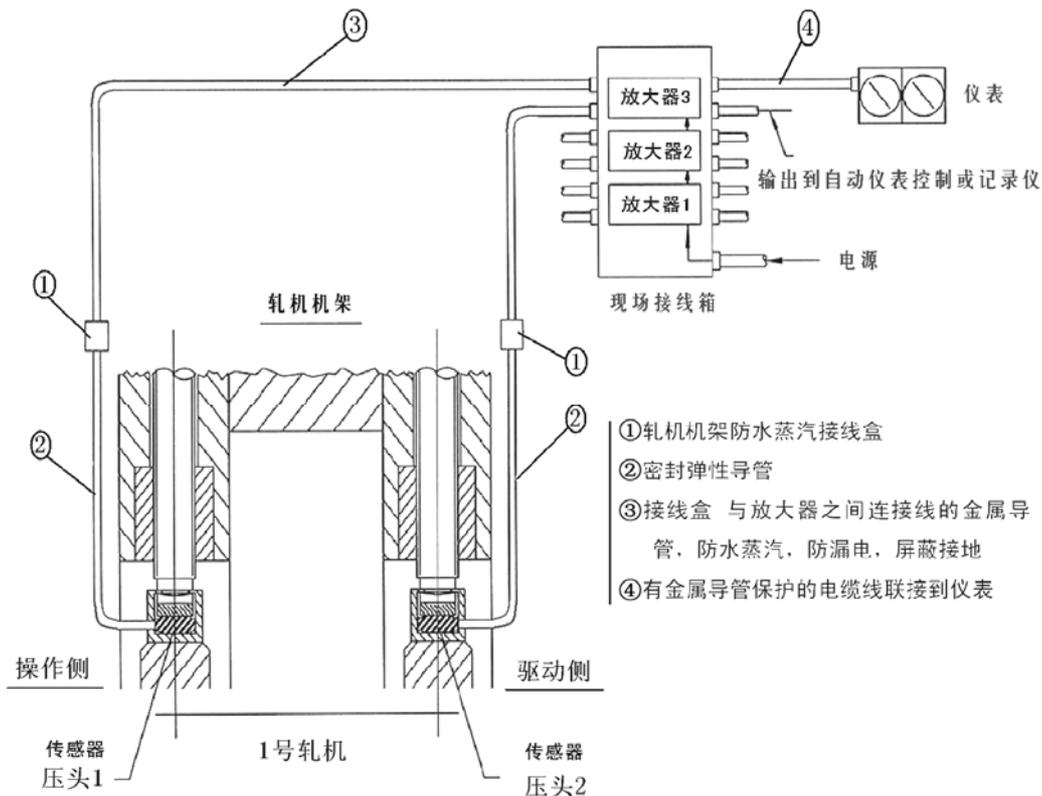


图7 系统安装示意图

系统联接时，应注重以下安装技术和配置：

轧机机架防水蒸汽接线盒；

密封弹性导管；

接线盒与放大器之间连接线的金属导管，防水蒸汽，防漏电，屏蔽接地；

有金属导管保护的电缆线联接到仪表。

四、轧制力传感器的技术特点

1、轧制力测力传感器具备如下技术特点

(1) 线性度好，回滞小；

(2) 受不均匀力影响小；

(3) 响应时间快；

(4) 抗过载能力强；

(5) 在线校准。

2、针对进口设备的不足，做了如下技术改进

(1) 测力传感器密封设计的改进

根据使用现场的实际工况条件和实际应用的经验，对一般常规的测力传感器进行改进设计：整体全部焊接，使其成为一个刚度很强的构件，在测力传感器通讯接口的密封方面，以方便传感器的日常检修更换作业为前提，在设计中充分考虑现场的使用维护要求，更换传感器，不需要动用过多的机械设备。

(2) 传感器的抗冲击设计

采用目前国际上先进的扭环式传感器，它具有 300% 的抗冲击能力。

(3) 抗水平推力的设计

当轧机启动或刹车对传感器形成巨大水平推力时，一般容易造成传感器移位，导致测量精度下降，甚至使测量系统失效，也容易使传感器受损，在设计中采用可靠的抗水平推力装置导向套保护传感器不受损伤。

(4) 解决了测力传感器工作时的高温威胁难题 (≤ 250)

应用进口高温自补偿应变计（如：KFH 系列）。这种应变计的丝栅材质为卡码，基底为玻璃纤维加强的聚酰亚胺，能与国产传感器用材质 40CrNimOA 钢的线胀系数匹配（自补偿），能在 $\leq +250$ 温度范围内长期工作。

3、TY-SLC-17.5MN 轧制力传感器，经中国测试技研究院检测校准，轧制力达 17.5MN。基本适应轧制生产工艺的需求和符合设计要求。

五、结束语

为适应冶金行业轧制力检测的需要，余姚市通用仪表有限公司根据 KELK 公司轧制力传感器产品的结构解剖和工艺解剖，发明了专用工作夹具，研发试制大吨位平板式结构的轧制力传感器。广州钢

铁集团属珠钢公司为改进轧制生产线的检测控制，轧制生产线应用了一套国产轧制力传感器，产品经中国测试技术研究院检测，轧制力达 17.5MN。基本适应轧制生产工艺的需求。

轧制力传感器申请了实用新型专利获得专利授权。专利号：ZL201020049997.7。

开发研制轧制力传感器，解决冶金轧制力检测迫切需求，该轧制力传感器具有线性度好，滞后小、受不均匀力影响小、响应时间快、抗过载能力强的技术特点。在冶金企业具有一定的推广应用价值。

作者联系方式

联系人：罗伏隆（华南理工大学毕业，高级工程师）

单 位：余姚市通用仪表有限公司

地 址：浙江省宁波余姚市城区明伟村荣达路 30 号

邮 编：315400

电 话：0574-62736258

电 邮：hnhylfl@126.com