

高等软件工程

分布式轧钢系统

领域分析文档

队长：汪丽萍

成员：汪凌风 吴寒娇 赵文孝 沈一聪

目录

- 一、 项目要求阐述 3
 - (1) 轧钢的概念 3
 - (2) 轧钢机的组成和原理 3
 - (3) 轧钢的工业自动化控制 4
 - (4) 轧钢系统的分布式特点和需求 5
- 二、 领域定位 6
- 三、 主要术语及解析 6
- 四、 领域系统架构分析 9
- 五、 领域系统运行环境 9
 - (1) 速度快 11
 - (2) 环境 12
 - (3) 高温 12
- 六、 领域系统主要流程分析 13
 - (1) 轧钢整体流程简要介绍 13
 - (2) 精轧区控制过程详述 14
 - (3) 精轧轧制规程计算策略 16
- 七、 领域系统用户识别 17
 - (1) 粗轧系统 错误!未定义书签。
 - (2) 冷却卷取系统 错误!未定义书签。
 - (3) 精轧系统 错误!未定义书签。
- 八、 待开发系统的目标分析 18

(1) 系统总体目标要求	19
(2) 钢板厚度控制的方法	18
(3) 子系统目标要求.....	19

一、 项目要求阐述

轧钢系统的核心功能是把传送带输入的钢坯轧成符合厚度要求的钢板, 要求全钢板厚度误差不超过厚度要求的 1%, 每小时的轧钢量通过轧速来度量。系统由轧轮作动器、钢板轨道作动器、钢板运行速度传感器、钢板厚度传感器、控制模型组成。这些组件通过总线网络进行连接, 控制回路时间(即控制周期)为 50ms。

分布式轧钢系统的关键词主要有二, 分别是“轧钢系统”和“分布式”。

(1) 轧钢的概念

轧(钢)是一种在工业生产中被广泛应用的金属加工过程, 即让未加工的金属(钢)块通过单对或多对滚轮(托辊对)从而达到减少并平均金属块的各处厚度的目的, 形式上与生活中日常可见的擀面过程类似。通过托辊架将多组托辊对固定在一处, 轧钢机可以快速的将钢锭加工成各种需要的形状, 例如钢板、带钢、线材以及各式各样的型钢。根据被加工金属的温度是否高于再结晶温度, 轧可以分为热轧和冷轧, 本文选择了热轧作为主要分析方向。



图 1.1 托辊对及托辊对

(2) 轧钢机的组成和原理

连轧机是钢热连轧的核心部件, 是成形产品厚度和质量的主要控制环节。热连轧机主要包括工作机架及其传送装置和主电动机。轧辊、轴承、轧辊调整装置、导卫装置及机架等组成工作机座; 主联轴器、减速器、齿轮机座、万向或梅花接轴等组成传动装置。这一机器系列统称为主机列。

图 1.2 轧机主机列简图

1- 齿轮机座；2-减速机；3-飞轮；4-万向接轴；5、6-主联轴器；

7-电机; 8-工作机座

一台钢板轧机主要由以下部分组成：直接轧制板带的工作辊，由电机通过齿轮盒主轴驱动；用于调节辊缝开度的压下装置以及轧制线高度调整的机构；用于安装轧辊以及其他部件并承受轧制负荷的机架；轧辊平衡装置以及液压弯辊装置；用于支撑工作辊以减少其弯曲变形的支持辊；用于驱动轧辊转动的传动装置和主电动机等。

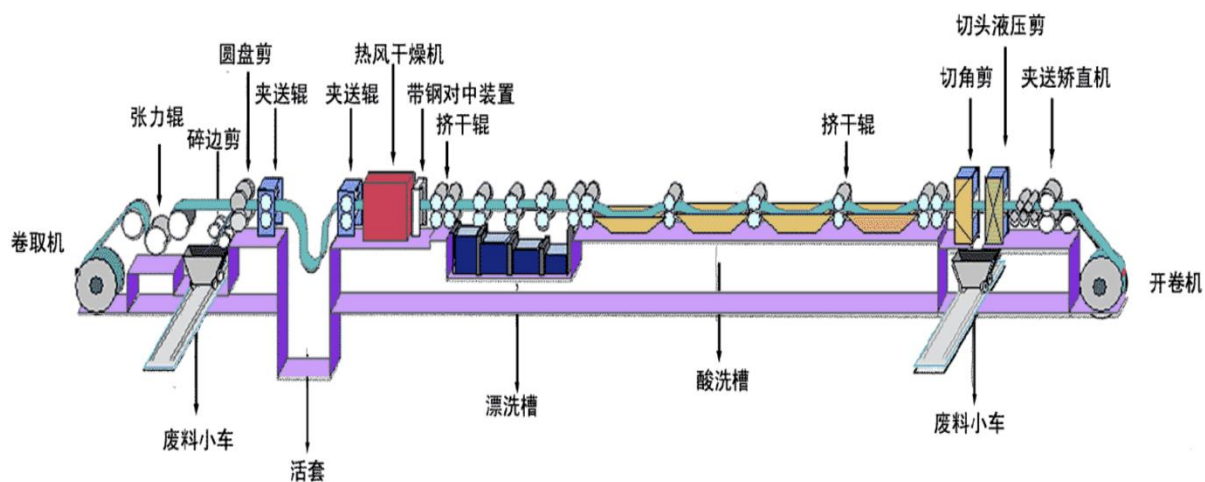


图 1.3 轧机过程图

(3) 轧钢的工业自动化控制

轧钢工业生产中的自动化是根据现场控制对象的检测值和设定值的偏差,按预定方式自行调节控制量使输出稳定在设定范围的控制过程。从工程技术上来看,可以把过程自动化具体理解为:在各种不同的生产过程中,采用自动检测、电动执行等自动化装置和电子计算机,组成控制系统,使各种过程变量保持在所要求

的给定值上，并在人的控制下合理的协调全部生产过程，实现稳定优质生产的一种手段。

连轧机是一个复杂的控制系统，可以分为主传动子系统、液压压下子系统、板形控制子系统、传送速度控制子系统。其中最重要的控制系统便是液压压下子系统，如图 1.4 所示。

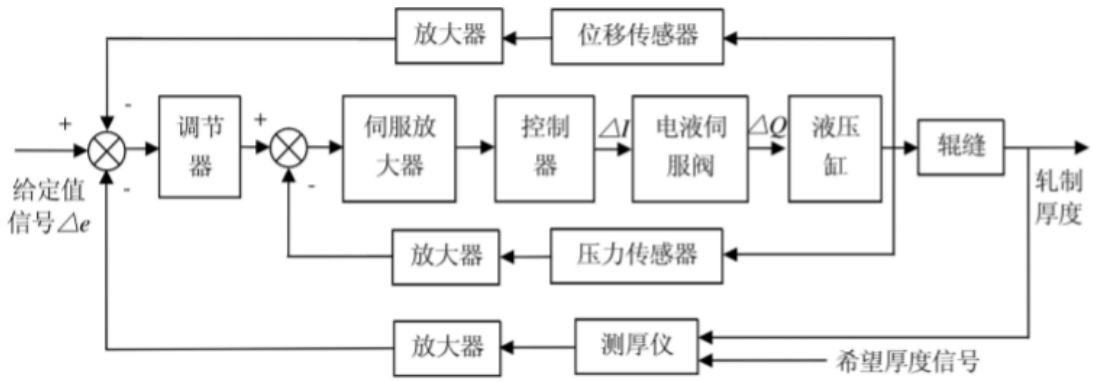


图 1.4 液压轧机控制框图

（4）轧钢系统的分布式特点和需求

轧钢系统包括多个分布式子系统，例如液压压下和轧辊位置控制子系统、液压恒压力控制系统、机电设备控制子系统、工艺参数自动控制子系统等，多个控制功能联系密切并且相互影响，共享输入输出模块，因此要求数据信息在各控制站之间以及 CPU 之间能够快速更新。因此，轧钢自动化系统要求具有高速控制能力和高速通讯能力，通常采用快速分布式计算机控制系统，并以此系统为基础开发专业功能强大的软件，以形成适用于轧钢生产过程的计算机控制系统。

以带钢热连轧机组为例，7 个机架上集中了仅 10 个机电设备的位置控制，20 多个液压位置或恒压力控制，各种厚度自动控制，板形自动控制，主速度控制，活套张力控制，活套高度控制等，总共将近有 55 个控制回路。因此系统要求采用多控制器，同时控制器内采用多处理器的结构。轧钢自动控制系统由于众多的控制量的控制结果最终都呈现在轧辊和轧件之间的变形区内，因此各功能间有明显的相互影响。在整个轧钢自动化系统中，热连轧自动化系统是结构最复杂的自动化系统。

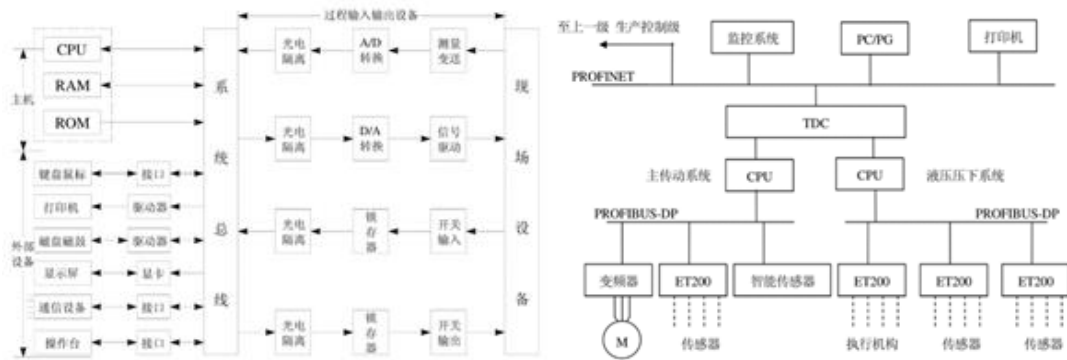


图 1.5 轧钢系统总线连接图

二、 领域定位

分布式轧钢系统在现实世界有着大量的可以对照的真实系统存在。在全球范围内，钢材的生产约有 90%为轧制方式生产，这种轧制的生产方法具有生产品种多、效率高、生产过程连续性强、易于实现自动化和机械化等优点。当今，我国的轧制技术和轧钢机械在生产的过程中不断得到发展和创新，钢板热连轧机正在向着大型化、高精度、高速化和自动化方向发展。

三、 主要术语及解析

1. 轧制

金属材料在旋转轧辊的压力作用下，产生连续塑性变形，以改变其断面形状和尺寸的工艺方法。同义词：压延。

2. 轧制分类

轧钢方法按轧制温度不同可分为热轧与冷轧；这里通常有一个误区，那就是：大家通常认为热轧就一定是高温下的轧制，而冷轧就是常温或低温下的轧制。确切地说，冷轧与热轧的界限应该以再结晶温度来区分，即低于再结晶温度的轧制为冷轧，高于再结晶温度的轧制为热轧。本项目主要对热轧过程中的精轧系统进行分析研究。

3. 连铸坯

连铸坯是炼钢炉炼成的钢水经过连铸机铸造后得到的产品。

4. 带钢

带钢是各类轧钢企业为了适应不同工业部门工业化生产各类金属或机械产品的需要而生产的一种窄而长的钢板。带钢又称钢带，是宽度在 1300mm 以内，长度根据每卷的大小略有不同。

5. 粗轧

粗轧是将几层钢板叠在一起,用二辊轧机热轧成薄于 2mm 的薄板的工艺。

6. 卷取

卷取机是将热轧或冷轧钢材卷取成卷筒状的轧钢车间辅助设备,在热带钢连轧机(热连轧机组)、冷带钢连轧机和线材轧机上布置在成品机座之后;在单机座可逆冷带轧机上则安装在轧机的前后。此外,它也安设在连续酸洗机组、纵剪、退火、涂层等各种精整机组中。

7. 坯料

轧制轧材的原料,包括铸锭、铸坯和经初轧或开坯的半成品轧材等。

8. 除鳞

除掉加热过程(一次氧化)或热轧过程(二次氧化)中产生的氧化铁皮,从而提高产品的表面质量,主要工具是除鳞机和高压水。

9. 精整

为使轧后的轧材具有合乎技术条件要求的尺寸、形状和各种性能,从而进行的一系列处理工序,如冷却、热处理、矫直、锯切、剪切、清理、检查、堆垛、称重、包装等。

10. 轧机

用轧制的方法生产钢材和其他金属材的机器。在狭义上,轧机仅指参与金属塑性变形的机器本身;在广义上,轧机常常是指轧制生产过程中所包括的一整套机械设备。

11. 精轧机组

精轧机组是热轧带钢生产的核心部分,一般由 4 架轧机组成,均为悬臂辊环式机架,平立交替布置。机架间设有立活套以实现无张力轧制。精轧机组布置在粗轧机组中间辊道或热卷箱的后面。

12. 轧制压力

轧制压力(轧制总压力、轧制力)是由于金属通过轧辊时产生塑性变形所需要的作用力。确定轧制压力的方法有三种,即实测法、经验公式计算法和理论公式计算法。实际上,无论是用实测法还是理论计算法所得到的轧制压力均是作用于轧辊上的各力垂直分量之和。

影响轧制压力的因素很多,其主要因素有压下量、轧径、轧件宽度、轧件厚

度、轧制温度、摩擦系数、轧件成分、轧制速度等。在其他条件不变的条件下，轧制压力随着量的增加而增加，随着轧辊直径的加大而加大，随着轧制温度的增大而减小，随着摩擦系数的增加而增加，随着轧件化学成分的不同而不同，随着轧制速度的变化而变化。

13. 压下量

在轧制过程中轧件的高、宽、长三个尺寸都发生变化。轧制后轧件高度的减少量叫做压下量。

14. 压下装置

压下装置是调整工作辊辊缝的装置，有两种形式：电动压下装置和液压压下装置。常用的是液压压下装置。液压压下装置直接通过安装在牌坊上横梁与轴承座之间的液压缸进行轧辊位置控制。液压缸的行程有 3 种：短行程（小于 50mm）、中行程（小于 200mm）、长行程（大于 200mm）。短行程仅作为 AGC 功能之用。中、长行程除了有 AGC 功能之外，还承担辊缝预设功能。液压压下比电动压下机构大为简化，而控制精度比电动压下大幅度提高。

15. 活套

为了维持机架间物流平衡，保持板带张力恒定，在板带轧机精轧机组的机架之间装有活套。活套机构设置的第一个目的就是作为套量检测装置对机架之间的活套量进行测量，并通过活套高度控制系统的调节保持套量恒定，保证连轧过程稳定进行。活套机构设置的第二个目的是作为执行机构进行带钢恒定小张力控制，以避免拉钢、堆钢现象，尽可能减小各机架之间和各功能之间通过带钢张力的变化而产生的耦合和互扰。

16. 飞剪

横向剪切运行中的轧件的剪切机叫做飞剪，位于粗轧机组出口侧，精轧除鳞箱前，它的功能是将进入精轧机的中间带坯的低温和形状不良的头尾端剪切掉，以便带坯顺利通过精轧机组和输出辊道，送到卷取机，防止穿带过程中卡钢和低温头尾在轧辊表面产生辊印。是一种能快速切断铁板、钢管、纸卷的加工设备，是冶金轧钢行业、高速线材及螺纹钢定尺剪断机，是现代轧制棒材剪断中的产品，具有耗电少、投资成本低的特点。

17. 轧辊

轧机上使金属产生连续塑性变形的的主要工作部件和工具。轧辊主要由辊身、辊颈和轴头 3 部分组成。辊身是实际参与轧制金属的轧辊中间部分。它具有光滑

的圆柱形或带轧槽的表面。辊颈安装在轴承中，并通过轴承座和压下装置把轧制力传给机架。传动端轴头通过连接轴与齿轮座相连，将电动机的转动力矩传递给轧辊。轧辊在轧机机架中可呈二辊、三辊、四辊或多辊形式排列。

18. 终轧（卷取）温度

终轧温度是指热轧板带离开最后一道精轧机时的温度；而之后的卷取温度是指板带到达卷取机时的温度，这两个温度对热轧板带成材后的金相组织、晶粒大小有着极大影响，从而对其机械性能影响巨大。

19. 前滑

前滑是指轧制过程中，被轧金属的出口速度大于轧辊圆周速度的现象，其描述参数称为前滑值。前滑是轧制时金属纵向延伸和摩擦力作用的结果。

四、 领域系统架构分析

理想状态下，本系统应当采用闭环控制，即作为被控的输出以一定方式返回到作为控制的输入端，并对输入端施加控制影响的一种控制关系。

首先，整个软件系统有如下主要功能：

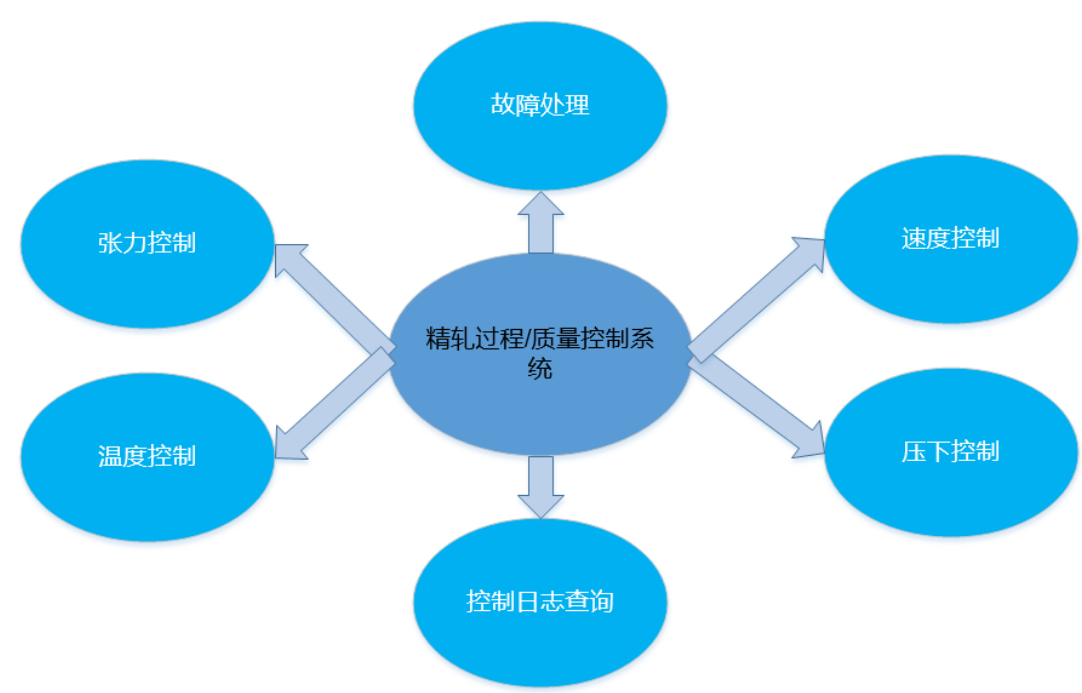


图 4.1 系统功能描述

操作员在用户操作界面可以设定初始参数，查看历史控制参数和故障信息，

四个参数控制则通过传感器给出的数据，通过控制器计算，再传递给作动器进行协同工作。

假设本设计具有 5 台轧机，为了能够实现 50ms 的控制周期，系统采用时间片划分和流水线的思想，控制器按顺序交替控制各台轧机，在各台轧机作动时，控制器计算其他轧机需要的控制参数，如下图所示：

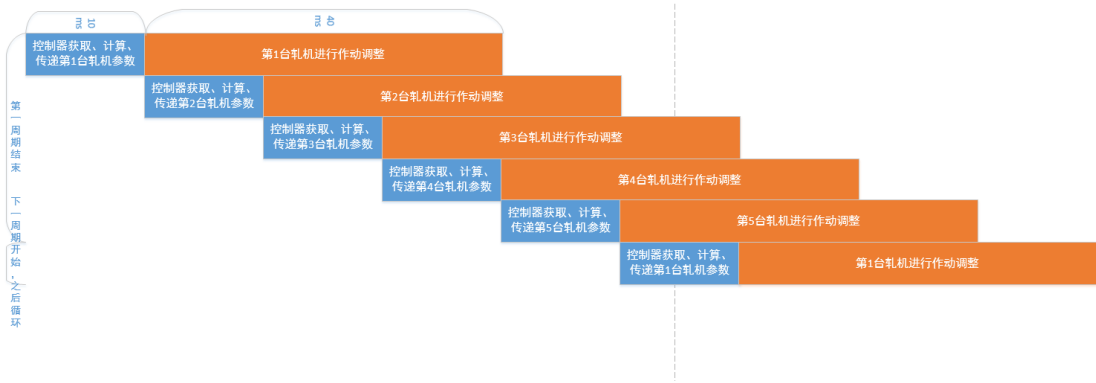


图 4.2 流水示意图



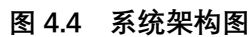
图 4.3 10ms 内控制器具体操作

为了实现这种调度，系统需要一个计时器和一个子系统调度模块，计时器在每个周期向控制器发出信号，控制器在计算阶段也需要检查传感器数据是否异常，采集数据的时候也要检查作动器是否发出正常执行反馈。如果连续出现异常情况，则将数据发往故障处理系统进行处理。

分布式轧钢系统主要由计算机（软件）、PLC、单片机、传感器以及作动器这五部分组成。

分布式轧钢系统中只含有一台计算机对整个系统进行监控。计算机软件包括故障隔离模块以及用户界面，用户可以通过用户界面实时查看分布式轧钢系统中所有轧机的工作状态以及故障情况，并且可以设置每一台轧机的工作参数，厚度控制器的控制参数以及调度控制器的调度策略。故障隔离模块负责检测、诊断并隔离系统中出现的每一种故障，并把故障信息实时汇总到用户界面，使用户及时的做出反应。

设计系统架构图如下:



轧钢现场往往伴随着高温、水雾、粉尘等各种恶劣条件，轧钢不仅环境差，生产速度非常快且轧材温度高，因此如何解决以上问题实现在线检测则是现在轧钢急需解决的问题之一。

轧钢现场的速度非常快，因此需要进行高频检测。测量频率是衡量测径仪品质的重要指标。在测量高速运动的轧制产品时，测量频率越高测量点的间隔越小，检测出产品缺陷几率也就越高。如下图所示，假设轧材的轧制速度为 100m/s，每米范围内有 6 个缺陷点。当测量频率为 100Hz 时，每米最多检测到 1 个缺陷点；当测量频率为 500Hz 时，则有可能在 1 米范围内检测到多个缺陷点。

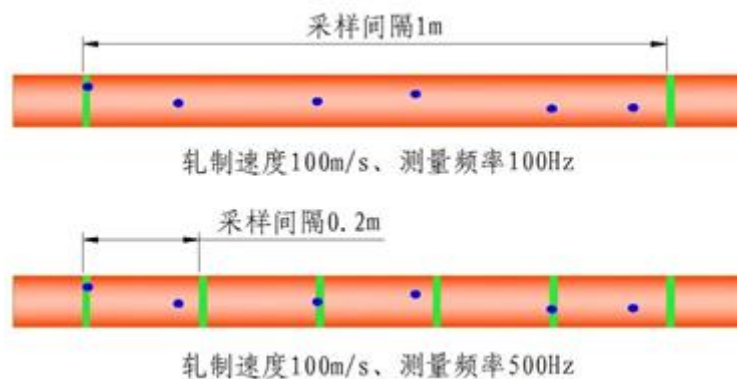


图 5.1 高频检测

高频测量的实现需要两个条件：一是高扫描频率的 CCD 芯片；二是数字化的信号采集系统。蓝鹏测径仪采用了新型的扫描频率为 15MHz 的高频线阵 CCD 芯片，与全数字化信号采集系统相结合，采样频率最高可达 1000Hz。从而实现高频检测，避免了速度过快测量，轧钢测径仪对运动中的被测物进行高速测量，可以保证每部分都能进行高精度的检测。

(2) 环境

轧钢现场环境恶劣，为此轧钢测径仪要采用良好的防护设计，外壳采用全铸铁结构，防护严密，工控机计算，并采用专利技术正压分流冷却防尘技术，进行冷却防尘，高压鼓风机进行吹扫，防止测头被粉尘、水雾挡住，造成测量不准等。并采用多种技术使其可以在恶劣环境中进行检测。为了提高测径仪的环境适应性和性能稳定性，开发出的电路系统直接将采集到的原始数据传送至工控机计算。在测径仪及其安装现场只有一个信号采集电路和一些简单的通讯设施，避免了高温、粉尘和电磁干扰对计算电路的影响，提高了测径仪对现场环境的适应性。同时，减少了计算电路也等于减少了一个出故障的环节，使得全套设备的运行稳定性大大提高。

(3) 高温

钢材在生产中，热轧钢材温度非常高，在安装时采用过钢部件，过钢部件是引导轧材通过测径仪的机械结构件，主要由进钢导槽、出钢导槽、导风套、水套等零件组成。其中进钢导槽和出钢导槽是与轧材直接接触的零件，其作用是为轧材导向，保障轧材安全通过测径仪。进、出钢导槽间留有一定的间隙作为测量区，发射镜头射出的光通过测量区射向接收镜头。其中独立过钢部件在进钢导槽前部或进钢导槽上增加反吹结构将轧材上带的水及氧化灰尘吹掉，以免影响测径仪的测量精度。非独立过钢部件则采用正压分流式冷却、防尘一体化技术，不需要使用轧制车间的水对测径仪冷却，不需要使用轧制车间的压缩空气和洁净氮气，防尘效果显著，适用于轧制现场的水汽含量高、氧化灰尘多的恶劣条件。

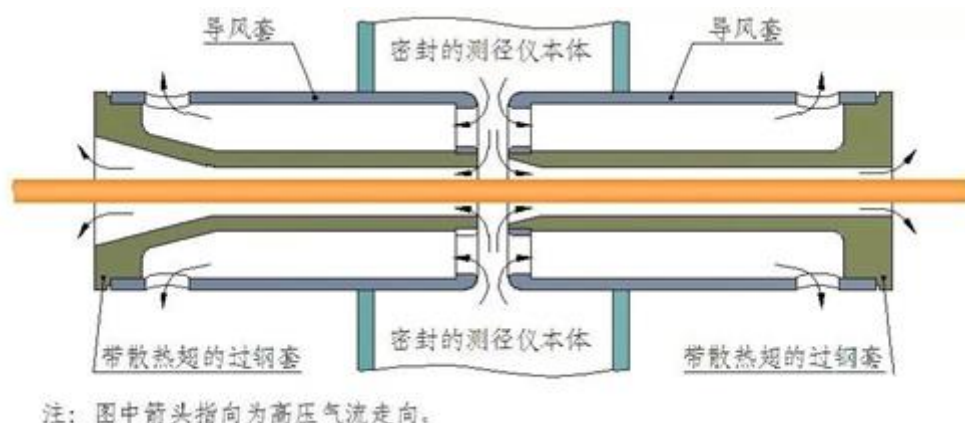


图 5.2 气流示意图

轧钢现场虽然环境恶劣，但随着技术的发展，以能实现各种工业的自动化，测量设备也在不断网自动化的行业发展，轧钢测径仪可进行自动化的检测数据，实时显示，检测外径、椭圆度、错辊耳子缺陷、测径仪温度、进行热补偿等多种功能均可实现，为轧钢人员带来巨大的便利。

六、 领域系统主要流程分析

(1) 轧钢整体流程简要介绍

工业生产中应用的绝大部分板带钢都是由轧制过程生产的，板坯来自于连铸车间或者板坯库，经过热连轧过程变为满足强度、尺寸等要求的带材，直接供给于各项生产制造活动或者作为原材料供下道工序冷轧使用。典型的带钢热连轧工艺过程如下：

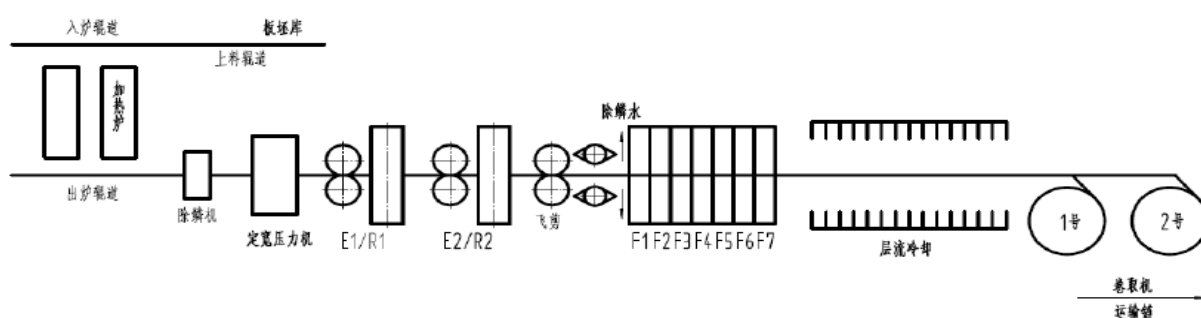


图 6.1 带钢热连轧工艺

检查合格的热态连铸板坯，由连铸车间出坯跨的出坯辊道送往炉前。在入炉辊道上由托钢机托至步进加热炉受料台架上，再由步进梁托入炉内加热。板坯在加热炉内被加热到约 1250℃，用出钢机将加热后的板坯从加炉中托出放到出炉辊道上，送往高压水除鳞装置清除板坯表面氧化铁皮。

根据所轧制带钢厚度，粗轧机组将板坯轧为厚度为 30-50mm 的中间带坯，在粗轧机组后设测宽仪，高温计等测量仪表。粗轧轧出的中间坯经过中间辊道送往精轧区，中间辊道可设有保温罩用于减少输送过程中的温降，也可采用热卷箱保温并减少头尾温差。

为保证精轧质量，进入精轧机的中间坯温度应在 1050-1150℃之间，不合格的中间坯在中间辊道上由中间坯推出装置推至收集台架上。合格的中间坯经过中间辊道送至飞剪，经飞剪切头切尾，再经过精轧除鳞装置除去二次氧化铁皮，然后送入精轧机组轧制到成品带钢厚度。

精轧机组机架间设有液压活套装置，使带钢进行恒定微张力轧制，保证带钢的轧制精度。在精轧机后设有测厚仪、测宽仪、板型仪或凸度仪，测量并显示带钢的厚度、宽度，与精轧机组的 F1-F7 液压 AGC 控制系统、弯辊横移系统配合，以提高带钢纵向尺寸精度和减少带钢横向厚度公差。带钢终轧温度控制在 850℃-950℃之间。轧制后的带钢通过输出辊道经夹送辊送入卷取机卷取。在精轧机组和卷取机之间的辊道上设有层流冷却装置，分别对带钢上、下表面进行喷水冷却，根据带钢的钢种、厚度、速度和终轧温度的要求来调节喷水集管的组数和水量，将带钢卷取温度控制到 550℃-650℃之间。

经卷取机卷取成卷后，由卸卷小车卸卷、并由打捆机打捆，由步进梁式运输机运至快速链上。再由运输系统分别送往检查线和成品库。合格的钢卷经称重喷印后，送往成品库，检查返回钢卷由后线打捆机打捆后送往成品库，分类堆放。

（2）精轧区控制过程详述

轧件在精轧过程中，带钢首先经过精轧除鳞箱去除表面的再生氧化皮，然后经过精轧进行连续轧制，将带钢轧制到预期的产品厚度。如图所示：

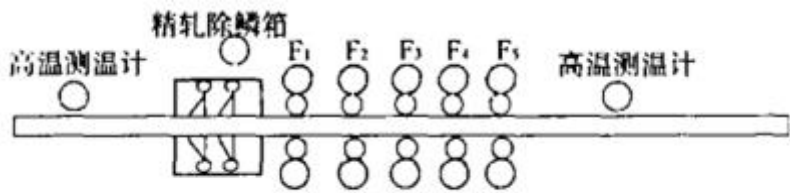


图 6.2 精轧过程示意图

精轧区控制功能结构图如下：

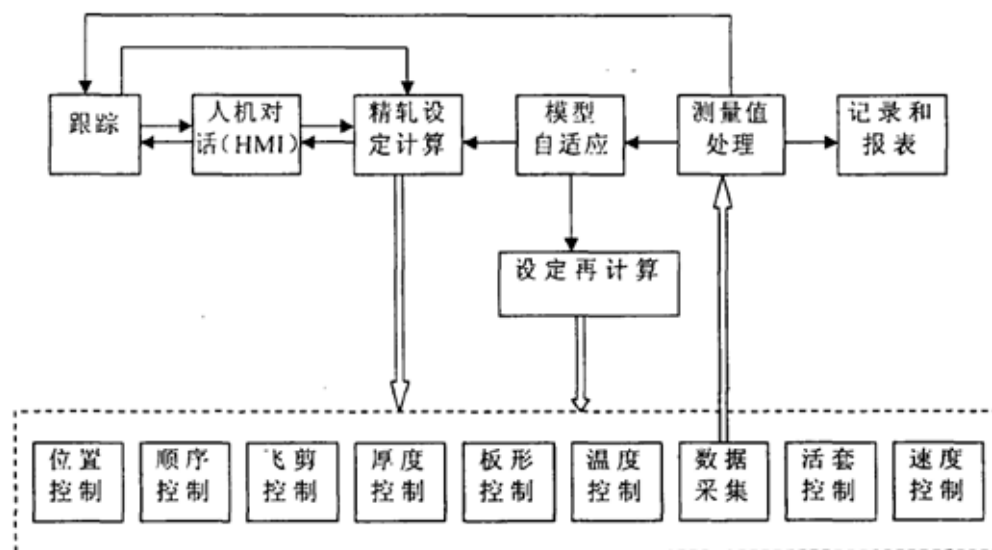


图 6.3 精轧区控制功能结构图

精轧设定计算过程，当带坯到达粗轧出口处，计算机对这一带坯进行数据采集和处理，然后就进行精轧设定计算，通过数学模型，计算出精轧区域控制所需要的基准值。主要是根据带钢成品的目标厚度和来料带坯厚度，用压下分配模型决定各机架的出口板厚，用表格法决定精轧机组末机架的穿带速度，或者用温度模型反过来推算，为确保精轧机组出口温度达到目标值所需要的精轧机组末机架的穿带速度；以精轧机组末机架为基准机架，用秒流量相等的原理和前滑模型，求出各机架轧机的穿带速度；根据粗轧出口实测温度，用温度模型求出带钢在各机架的出口温度，用轧制力模型计算各机架的轧制力；用功率模型来检查压下分配及速度分配是否在轧机限制条件的范围之内，如果超过限制值，则必须修改压下分配和速度分配；根据预报给出的轧制力，用弹跳模型计算各机架的弹跳量；最后，用辊缝模型求出各机架的辊缝设定值。

带钢热轧数学模型将涉及三个主要工艺参数，即轧制温度、轧制力和前滑。数学模型主要是实现设定计算和质量控制功能。为了实现带钢热连轧轧机设定及质量控制，在精轧区主要涉及以下数学模型：

温降模型。温度对于热轧来说是最重要的一个参数，温降模型不仅用于终轧温度及卷取温度控制，而且是设定模型中的一个重要模型，温度预报对轧制力预报有直接影响，因此必须精确预报每一台轧机的轧制温度。

轧制力模型。由于板带轧制时的弹跳现象，轧制力变动将是影响厚度精度的主要因素。轧制力模型亦是轧机设定是否正确（是否能顺利穿带）的主要因素。轧制力模型包括了变形阻力模型、变形区应力状态模型等。

前滑模型。前滑模型用于连轧机组各机架速度设定计算轧机方面的模型。轧机方面的模型主要是弹跳方程，主要用来对轧机的辊缝进行设定计算。

（3）精轧轧制规程计算策略

精轧机组的数学模型主要是对轧制规程进行计算，在设备安全运行的情况下以获得最好质量的产品，精轧机组轧制规程计算程序框图如图所示。

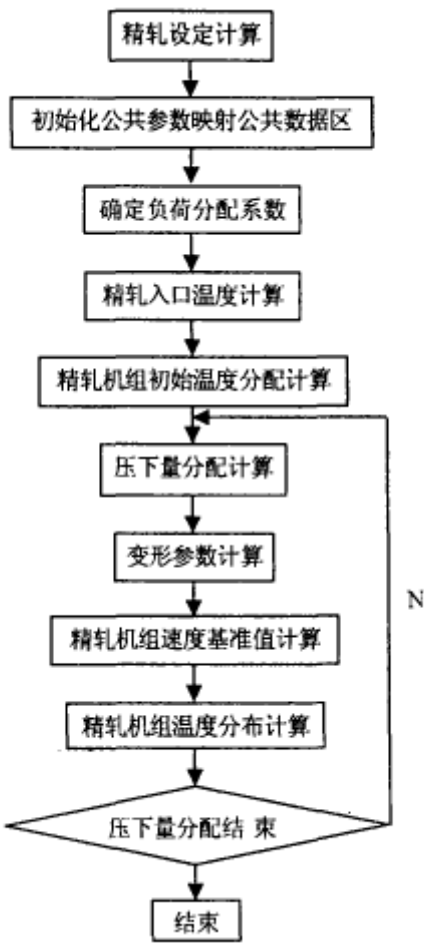


图 6.4 精轧机组轧制规程计算程序框图

1 参数初始化

准备设定计算所需的各初始参数值。

2 负荷分配系数计算

在对各参数初始化的前提下，根据工作机架的个数，将带坯厚度到成品厚度所需要的总负荷按一定比例分配到各工作机架上。

3 精轧初始温度计算

在获得轧件在精轧入口机架前高温计的实测温度的基础上，根据轧件速度、

高温计与首架的距离、采用相应的温降模型，求得精轧初始机架的轧件温度。

4 精轧机组初始温度分布计算

根据精轧入口温度、末机架出口目标温度、负荷分配系数等求得。

5 压下量分配计算

采用能耗分配方法，由负荷分配系数及相应的轧制参数完成各机架厚度的分配，进而求得相应的变形参数。

6 精轧机组速度基准值计算

根据终轧温度、末机架出口速度以及秒流量相等原则确定。

7 精轧机组温度分布计算

根据各机架的出口速度、机架间距、温降模型得到。

七、 领域系统用户识别

轧钢的精轧系统包含了四个功能子模块：分别是操作员操作界面子系统、数据采集子系统、精轧控制子系统和故障诊断及处理子系统。

这四个子系统要完成的功能以及相应的用户如下：

1. 操作员操作界面子系统：

在精轧流程中，需要操作员在操作界面完成启动和停止轧制流程功能，查看系统状态数据（包括了轧件在每个轧辊下的当前厚度、轧件的温度、传送带速度、每个轧辊的角速度、每组液压缸活塞杆位置、每个活套的高度数据）和查看系统故障信息（包含了各个设备名，故障类型编号，故障严重程度）的功能，并且需要操作员在轧件进入精轧前根据规格说明书设定系统的初始参数（包括各个轧辊的压下量和各个辊轴转速等）。

因此确定该系统的用户为操作员。

2. 数据采集子系统

为了实现对轧件厚度的控制，每个控制周期要完成一次“传感器数据采集-控制器计算改变量-控制相应作动器作动”过程，数据采集子系统包含了对各个相应的位置、速度、温度、厚度信息的采集，而实现这些数据采集功能的为传感器组。

因此确定该系统的用户为传感器组。

3. 精轧控制子系统

精轧控制子系统需要完成的功能是控制辊轴压下、控制温度、控制带钢张力、控制带钢速度从而实现对厚度的控制。

为了实现该控制, 需要相应作动器根据控制器下送来的相应的数据改变量实现相应的作动。

因此确定该系统的用户为作动器。

4. 故障诊断及处理系统

精轧过程中除了正常的轧制流程, 也会发生设备故障。故障诊断及处理系统用以实现检测故障, 定位故障设备, 发出警报以及强制停止精轧机架功能, 从而实现故障隔离。

该系统的用户为故障隔离模块。

为了实现这四个子系统模块每个控制周期的调度, 需要计时器开始计时停止计时并产生唤醒信号, 以及子系统调度控制器来调度控制子系统模块。因此分别还有计时器用户和子系统调度控制器用户。

八、 待开发系统的目标分析

在现代的工业制造中, 自动化技术的应用不仅可以节省人力, 提高速度, 也提高了生产产品的质量。因此轧钢生产过程引入自动化技术能使得生产效率、企业效率、节约能耗等方面有巨大的改善和提高。待开发的分布式轧钢系统(钢板厚度控制系统)用自动化技术与连轧机控制相结合, 采用多层次计算机管理模式实现数据采集、计算和输出。

(1) 钢板厚度控制的方法

1. 影响厚度的因素

为了实现钢板的厚度控制, 需要了解影响钢板最终轧制厚度的因素。这些因素主要有两方面: 轧件和轧机。

轧件方面影响板厚的因素有钢板张力的变化, 坯料厚度的不同和变形抗力。轧机方面包括支撑辊的偏心影响, 该影响会导致轧辊每旋转一周辊缝都会产生周期性的变动, 同时轧机方面还包括了轧机工作机座的弹性变形以及轧辊在轧制过程中发生的热膨胀和磨损。综上所述对厚度的影响主要是四个因素: 轧制压力、空载辊缝、轧机的纵向刚度系数和轴承油膜厚度。

2. 控制厚度的方法

通过对上述影响厚度因素的讨论，针对这些因素，控制厚度的方法有调整压下（改变辊缝），调整张力和调整轧制速度。这些方法由控制液压压下、控制张力（包括控制活套高度）、控制速度共同配合实现。

（2）系统总体目标要求

该系统需要在控制周期时间内，通过数据采集模块将采集到的实际数据反馈给控制系统，控制系统根据设定的数据，通过计算偏差，修正相应的轧机位置和传动速度，使得轧制的钢板厚度能在设定的误差范围内。

1. 精度要求

热连轧是一个非常复杂的金属塑性大变形的过程，对钢板厚度的控制是复杂且困难的。分布式轧钢系统的核心目标是把传送带输入的钢坯轧成符合厚度要求的钢板，要求全钢板厚度误差不超过厚度要求的 1%。

2. 速度要求

轧钢生产过程自动化的对象为机电、液压系统，由于对象惯性小、响应快，因此要求控制周期为 50ms。

3. 界面显示要求

该精轧系统需要向操作员显示可操作界面，可供操作员在该界面上完成启动和停止精轧流程，查看系统状态数据和系统故障信息以及设定初始参数。

4. 故障检测和处理要求

该系统需要实现对故障的检测和定位以及发出故障警报和故障时强制停止精轧机架。

（3）子系统目标要求

1. 数据采集子系统

用户：传感器

用户输入：采集数据的信号。

计算：调用自己数据采集的方法，获取相关的数据，如轧件温度，轧辊压下，轧辊转速等。

输出：将采集到的数据传送给子系统调度控制器模块。

2. 精轧控制子系统

用户：作动器

用户输入：子系统调度控制器传输来的（位置，速度等）改变量数据。

计算：作动器调用自己的作动操作。

输出：相应的作动（辊轴相应的压下改变、活套的高度改变、轧机辊转速改变等）。

3. 操作界面子系统

用户：操作员

功能：设定初始参数

用户输入：操作员输入的压下量和轧辊速度等相应的初始参数

输出：作动器做相应的作动响应。

功能：启动/停止精轧

用户输入：启动/停止精轧流程信号

输出：精轧流程启动/停止

功能：查看系统状态

用户输入：操作员点击查看系统状态（查看系统状态信号）

计算：获取传感器数据以及故障状态数据

输出：在界面显示传感器数据（包括轧件厚度、轧辊速度等）以及故障状态（包括故障设备 id、故障类型等）。

4. 故障检测和处理子系统

用户：故障隔离模块

用户输入：由传感器获取的设备状态数据和设备 id

计算：通过匹配设备状态数据和已知故障诊断是否发生故障

输出：如果发生故障输出定位的故障设备 id 和故障类型发出故障警报并强制停机；如果未发生故障发送无故障信号给子系统调度控制器。