

1934609

分类号 _____ 密级 _____

UDC _____

学 位 论 文

北京首钢新钢有限责任公司型材轧钢厂一作业 区活套系统改造项目分析

作者姓名：宋建光

指导教师：韩颖 教授

东北大学工商管理学院

申请学位级别：硕 士 学 科 类 别：专业学位

学科专业名称：项目管理

论文提交日期：2008年6月30日 论文答辩日期：2008年7月7日

学位授予日期： 答辩委员会主席：樊治平 教授

评 阅 人：樊治平 教授 郭燕清 教授

东 北 大 学

2008年7月

100000

A Dissertation in **Program Evaluation**



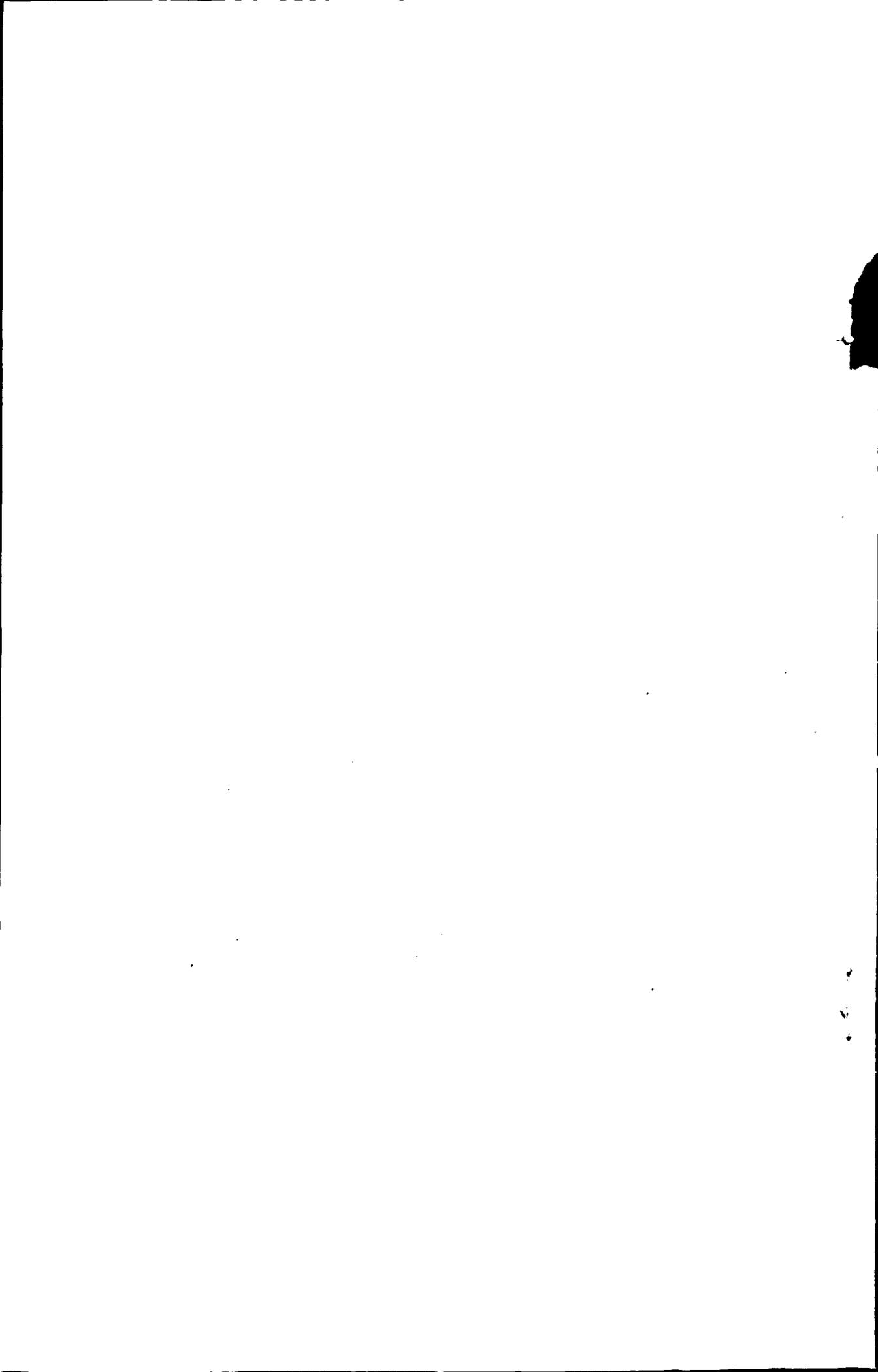
**The Analyse of Beijing shougang xingang
Co.Ltd. sectiond Material Rolling plant chance
NO.1 looper system Modification Programme**

By Songjianguang

Supervisor: Professor Han Ying

Northeastern University

July2008



独创性声明

本人声明，所呈交的学位论文是在导师的指导下完成的。论文中取得的研究成果除加以标注和致谢的地方外，不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包括本人为了获得其他学位而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示谢意。

学位论文作者签名： 徐建光

日期： 2008年7月7日

学位论文版权使用授权书

本学位论文作者和指导教师完全了解东北大学有关保留、使用学位论文的规定：即学校有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和磁盘，允许论文被查阅和借阅。本人同意东北大学可以将学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索、交流。

作者和导师同意网上交流的时间为作者获得学位后：

半年 一年 一年半 两年

学位论文作者签名：

导师签名：

签字日期：

签字日期：

北京首钢新钢有限责任公司型材轧钢厂一 作业区活套系统改造项目分析

摘 要

在现代化的小型连轧机上,为保证产品尺寸精度普遍采用微张力和无张力轧制控制技术,以消除轧制过程中各种动态干扰引起的张力波动和由此引起的轧件尺寸波动。根据小型连轧机的轧机布局和变形特点,一般在粗、中轧机组采用微张力控制,而在中、精轧机组则采用张力轧制控制——即活套控制。据有关资料介绍,为使产品尺寸精度稳定,在18—20个架次的小型连轧线上应配备不少于六套的活套装置。

近些年,国内外的棒材连轧机控制系统发生了改变。过去电气控制系统为模拟控制系统,现在新上的棒材连轧机控制系统和旧的棒材生产线改造,全部采用全数字控制系统,在控制精度和活套调节控制上都得到了很大的提高。首钢型材轧钢厂一作业区原电控系统为上世纪六、七年代的模拟可控硅控制系统,现在过去了几十年,这些电控设备存在元器件经常失灵,稳定性差和控制精度差等现象。1996年研制的精轧机组1#-3#三个活套,控制系统老化,早已失去活套调节功能,活套处于间断、不稳定的使用状态,对轧机张力控制仍然靠操作工用肉眼观察、经验判断、手动调节,使得产品尺寸精度在很大程度上取决于操作人员的技术水平,岗位人员的工作环境恶化,限制了产品尺寸精度和附加值的进一步提高。

为了进一步提高小型棒材的产品质量,从而提高首钢产品竞争力,2006年型材厂一作业区进行了一系列的工艺和设备的技术改造。包括电控系统改造,所有的轧机传动系统采用全数字的控制系统及精轧机组活套装置改造。

本项目由首钢型材轧钢厂、首钢技术研究院、首钢高新技术开发有限公司控制设备分公司三个单位共同完成。型材厂为业主单位,技术研究院负责活套器设计、电子公司负责电控系统设计。2006年对这套电控系统进行了改造,所有的轧机传动系统采用了全数字的控制系统,为了在精轧机组之间实现无张力轧制,将原有精轧机之间的三个活套增加到了六个活套,并都投入运行了。采用全数字的控制系统后,系统的稳定性和控制精度都得到了很大的提高。特别是活套设备的增加和它们的正常运行,对多种产品的品质都得到了提高。

本文选取首钢型材厂一作业区活套系统改造项目为研究对象，利用项目管理理论及方法，对项目从投资前、实施中以及运行后进行了综合分析。

此项工程的成功是活套系统理论和现场实际情况相结合的结果，也是利用项目管理技术进行项目实施的有力尝试，是以往经验再应用和再发展的结果，是首钢搬迁结构调整改造过程中的一个典型项目，这对今后类似项目将有较大的借鉴价值。

关键词：活套；改造；项目管理

The Analyse of Beijing shougang xingang lo.Ltd.sectiond Material Rolling plant chance NO.1 looper sydtem Modiftcation Programme

Abstract

On the morden minitype tandem mill,we akways adopt micro tension and no tension rolling control technology to keep the precision of production's dimension so as to eliminate the tension fluctuation and production's dimension fluctuation caused by all kinds of dynamic interference , Because of the features of the minitype tandem mill's layout and deformation,the rough mill and the middle mill group adopt micro-tension control , and the middle mill and the finishing mill group adopt tension control,that is looper control. According to instruction of some relevant documents , not less than 6 sets,loopers should be installed in the minitype tandem mill of 18 to 20 rollers .

In recent years,both of the domestic and foreign bar matorial tandem mill's control system have been changed .In the past , the electric control system is stimulant control system.However,now the new bar material tandem mill's control system and the modification of the old bar production line are all adopting all-dification contol system ,so it has great improvement both in precision control and looper modification. control.The former electric control system of shougang sectional material tandem mill's chance NO.1 is the stimulant silicon control system of 1960s and 1970s,and now tens of years has passed , the parts of these electric sevice always doesnot work , and their stability and to NO.3 looper of the finishing mill groups made in 1996 has become aged , and the looper is in dis continuance and unstable running condition.Besides,the tandem mill's tension control is done through operater is optical observation , experience and manual adjustion,so the production dimension precision depends on operater is technology.However,the working environment is getting worse,so it restricts the further improvement of production is dimension precision and added value .

To further improve the minitype bar material production's control precision and quality so as to improve shougang production's competitive ability, in 2006, shougang sectional material plant chance NO.1 has carried out a series technology modification of process and device.This includes the modification of electric control system,the modification of finishing mill group and all the stand mill is drive systems adopt the all-digital control

system .

This programme is completed by three units together: shougang sectional Material Rolling plant, shougang Technology Institute and shougang Hi-tech Development Co.Ltd . shougang sectional Material Rolling Plant is the owner, shougang Technology Institute is responsible for the looper's design and shougang Electric corporation is responsible for the electric control system's design. In 2006, this set of electric control system has been changed, and all the stand mill's drive systems adopt all-digital control system. In order to achieve no tension rolling among the finishing mill group, the former three loopers among the finishing mill group have been increased into six, and all the six loopers have been put into running. After the adoption of the all-digital control system , both of the stability and the precision of system have been greatly improved. Especially the addition of the looper and its normal running improve the quality of a lot of kinds of production .

This paper selects the modification programme of shougang sectional Material Rolling Plant chance NO.1 looper system as its objective, and makes comprehensive analyse for this programme. before the investment , in the implententation and after its running by the programme management theory and methods .

The succless of thit projeot comes from the combination of the looper system theory and the actual situation on site. It is also a powerful try to imiplement the programme through programme management technology, a fruit of reusing and re-developing the former experience and a typical projelt during shougang's moving construction modification. This will play a great reference role for the later projects of this kind .

Key words: looper ; modification ; progeamme management .

目 录

独创性声明	II
摘 要	II
第一章 绪 论	1
1.1 研究背景	1
1.1.1 中国钢铁工业发展现状	1
1.1.2 我国小型轧钢技术装备的发展现状	1
1.1.3 北京首钢新钢有限责任公司型材轧钢厂装备的发展史	2
1.1.4 型材厂面临的形势	2
1.1.5 一作业区活套系统改造项目简介	3
1.2 研究内容及意义	3
1.2.1 研究内容	3
1.2.2 研究意义	4
第二章 项目管理的概述	5
2.1 项目管理概念及发展	5
2.2.1 项目管理的概念	5
2.1.2 项目管理发展	5
2.2 项目计划及质量控制	5
2.2.1 项目计划	5
2.2.2 项目质量控制	6
2.3 项目进度计划及预算	6
2.3.1 项目进度计划	6
2.3.2 项目预算	6
第三章 一作业区活套系统改造前活套状况分析	9
3.1 首钢型材厂概述	9
3.1.1 首钢简介	9
3.1.2 型材厂简介	9
3.2 活套器概述	12
3.3 国内棒材连轧机组活套使用情况	12
3.4 改造前活套系统的运行状况	14
3.5 改造前活套系统存在的问题及不改造的后果	14

第四章 活套系统改造方案的选择与确定	15
4.1 活套系统的设计原则	15
4.2 活套改造方案比较及确定	15
4.2.1 活套改造方案	15
4.3.2 活套改造方案的比较	16
4.3.3 活套改造方案的确定	17
4.4 所确定的改造方案	17
4.4.1 改造内容设计	17
4.4.2 活套控制系统设计	23
4.4.3 项目实施及进度安排	34
4.4.4 项目质量保证与控制	37
第五章 改造方案的评价	43
5.1 改造方案的运行情况	43
5.1.1 活套在螺纹钢生产中应用效果	43
5.1.2 活套在螺纹钢生产中应用效果	44
5.1.3 活套的使用后为实现稳定的负差轧制提供了保证	46
5.2 工程投资及资金来源	47
5.3 运行费用	48
5.4 项目运行效果及效益	49
5.4.1 项目运行效果	49
5.4.2 项目效益	49
第六章 经验总结及建议	51
6.1 经验总结	51
6.2 经济效益和社会效益	52
6.3 建议	52
参考文献	53
致 谢	55

第一章 绪论

1.1 研究背景

1.1.1 中国钢铁工业发展现状

改革开放以来,钢铁工业作为我国国民经济的基础产业,得到迅速发展,产量显著增长,1996年我国的钢材总产量达到1.28亿吨,首次突破1亿吨,是1978年的6.6倍;2003年的产量突破2亿吨,是1996年的2倍;2006年的产量达到4亿吨,接近是1996年的4倍。

由于钢铁业的迅猛发展,1993年我国的钢产量超过了美国,仅次于日本位居世界第二位,自1996年起,我国的钢产量已连续11年位居世界第一位。

在经历了以数量扩张为主的发展时期后,钢铁工业已进入了以行业发展快、生产集中度逐步提高、结构逐步调整、全面提升竞争力为主,走可持续发展道路的阶段。

1.1.2 我国小型轧钢技术装备的发展现状

近年来,我国小型轧钢技术装备的发展呈现出以下几个突出的特点:技术装备更新快、设备产能高、产品主要面向内销、管理水平逐年提高。据有关资料统计,2004年,我国小型材产量占全国钢材总产量的1/4,超过了7000万吨。同期,美国小型材产量占其钢材总产量的比例还不到20%;日本小型材产量占其钢材总产量的20%。由此可见,我国小型材无论是在绝对产量上,还是在占钢材的比例上均远远高于美国和日本。总的来说,我国小型轧机正在向连续化、高精度方向发展。国内小型连续式轧机已成为小型轧机的主流,其产量已经超过了小型材产量的60%。截至2004年年底,全国共投产连续及半连续式小型轧机80余套,设计生产能力超过3000万吨/年,其国产化设备超过了40%。国内引进和自行设计的全连轧小型棒材生产线,已逐渐替代掉老式的横列式轧机,产品质量得到大大改善,各项消耗指标大幅降低。同时,热装热送、切分轧制、在线检测和在线热处理,以及无头轧制、全数字活套控制等具有国际先进水平的技术得到推广应用。多年来,由于先进技术装备的引进和旧设备的技术升级,经过国内科研设计院所以及生产单位等多方的合作努力,我国一些小型材生产企业已经进入国际先进水平行列。

1.1.3 北京首钢新钢有限责任公司型材轧钢厂装备的发展史

北京首钢新钢有限责任公司型材轧钢厂（以下简称为型材厂）的前身是首钢300小型，300小型连轧机组是原苏联援建中国的项目之一，它集中了原苏联国内各种轧机的先进技术，年产能力为30万吨小型钢材。这套连轧机组共有17架轧机，分粗轧和精轧两部分，呈纵向一字排列。轧件可在各架轧机中连续轧制，具有速度快、质量稳定、自动化水平高、操作简便可靠等优点。1959年秋季，安装工程破土；1960年8月，正当工程建设和生产准备的关键时刻，原苏联单方面撕毁合同并撤离全部专家，带走了全部图纸资料。面对种种困难，施工人员攻克了一个又一个技术难关，1961年5月1日，300小型连轧机终于在首钢建成投产了，当时轧机采用的是直流电机传动，但由苏联提供的直流电供电装置是落后的水银整流器，这种装置经常发生“熄弧”“逆弧”“缸体击穿”等故障，而且汞蒸汽污染危害大，电能消耗高。1975年通自主创新轧机控制系统全部更换成了可控硅整流装置，淘汰了落后的水银整流器。1983年公司决定从加拿大斯泰尔科公司引进小型材切分轧制技术。2004年通过厂的进一步自主创新轧机控制系统全部更换成了可靠性更强、精度更高的全数字控制系统。正是由于系列的设备改造得实现，使得型材厂各种设备技术能得到不断创新，各项指标一直处在同行业前列，使设计能力为30万吨/年的这套小型连轧机，年产量达到近百万吨，创造了世界之最。2000年通过与首钢中小型轧钢厂的合并，使年产量提高到250万吨，成为全国最大的小型轧钢厂。

1.1.4 型材厂面临的形势

随着2008年奥运会的临近首钢搬迁和产品结构调整，型材厂也将逐渐减少产品产量，将于2010年停产。为了确保搬迁调整过程中首钢型材轧钢厂的效益最大化，职工的收入不受太大的影响，首钢总公司要求各单位在资金投入不大的情况下，通过技术创新，提高产品的质量和精度，提高高附加值产品的比重，也对活套系统的改造提出更高的要求。

首钢是国有大型企业，其下属企业有型材厂、北京首钢股份有限公司二炼钢厂、北京首钢新钢有限责任公司三炼钢厂、北京首钢股份有限公司中厚板厂、北京首钢股份有限公司高速线材厂等。型材厂地处北京市石景山区，成立于1961年，有着约40多年的生产历史，年产小型材约250万吨，是首钢的龙头企业，也是首钢产品生产和质量效益实现的最终窗口。型材厂，特别是其一作业区产品质量工作的好坏，将直接影响着是首钢的产品质量的形象和企业的经济效益。

首钢型材轧钢厂一作业区（以下简称为一作业区）其前身就是300小型，由于轧机

控制系统所具有的局限性、原有活套的老化、构造的单一性以及数量的不足等原因,产品精度上不去,高附加值产品的开发得不到实现;100%地实施钢材的负差轧制、理重交货,得不到精度保证。在生产过程中,因产品精度不够造成的废品量相当多,在某种程度上影响着首钢产品在用户心中的形象和企业的经济效益。因此对活套系统进行改造,刻不容缓。

1.1.5 一作业区活套系统改造项目简介

2005年底,一作业区提出了对活套系统进行改造计划,结合前期轧机控制系统全数字化改造的有利条件,争取利用现有有限的场地、尽可能少的资金,对活套系统进行改造,确保改造后,圆钢产品精度能达到国家GB702-2004中二级以上生产标准,螺纹钢头尾尺寸完全在国家标准GB1499-1998之内。并立即着手进行前期活套改造方案的调研,制定活套改造方案。

2006年3月开始实施活套系统的改造(以下简称改造项目),由于前期方案考虑比较周全,以及改造期间,通过制定项目计划、进行项目进度、项目费用以及项目质量控制等项目管理手段,2006年7月,改造项目正式投入运行,并一次性试车成功。

通过对老跑槽的改造、活套控制系统进行改造以添加3个新的跑槽等,共花费资金103.02万元。

改造后,该活套系统改造后,一次试车成功;通过一段时间的运行,精轧机组机架间张力控制效果较好,螺纹钢达到国家头尾尺寸完全在国家标准GB1499-1998之内,圆钢产品精度能达到国家GB702-2004中二级以上生产标准,运行费用低、维护方便,受到大家一致好评。

1.2 研究内容及意义

1.2.1 研究内容

本文以一作业区活套系统改造项目为研究对象,对项目从投资前期、投资期、运行期等方面开展的工作着手,对项目前期现场调研、方案的选择、方案的确定、制定施工进度计划、资金控制计划、质量控制计划,并对运行情况进行可行性分析。具体内容如下:

- ① 项目改造所用基本概念、理论和方法。
- ② 改造前一作业区状况分析。
- ③ 活套系统改造方案的选择与确定过程分析,并对项目施工过程中的进度安排、

资金安排、质量控制等方面进行全面研究。

- ④ 运用项目管理的技术手段，对项目进行综合评价。
- ⑤ 通过对此改造项目进行分析，为今后类似工程提出合理建议。

1.2.2 研究意义

本项目为已经实施项目，本人自始至终参与了本项目，选用此项目为研究对象目的在于，通过运用改造前所用的项目管理技术以及活套控制技术等方面知识，对改造方案选择、实施、投入运行后的情况进行综合分析，总结有益的经验以及教训，旨在为今后活套系统改造以及小型材产品精度的提高和产品质量稳定性提高等方面工作更好地开展提供借鉴；为首钢搬迁和结构调整过程中，对类似的短平快项目提供有效参考，使企业搬迁过程中效益最大化，减轻国家负担；同时也为今后在类似工程中，积极有效的利用项目管理的技术手段，提供更有力的项目管理技术以及经验，为今后的类似工程取得更好效果提供可靠资料。

第二章 项目管理的概述

2.1 项目管理概念及发展

2.2.1 项目的概念

项目管理就是以项目为对象的系统管理方法，通过一个临时性的专门的柔性组织，对项目进行高效率的计划、组织、指导和控制，以实现项目全过程的动态管理和项目目标的综合协调和优化；它的日常活动通常围绕项目计划、项目组织、质量管理、费用控制、进度控制等五项基本任务来展开。

本文中的项目管理，主要是指对一作业区活套系统进行改造，在整个改造过程中，运用既有规律又经济的方法对此项目进行高效率的计划、组织、指导和控制的手段，并在时间、费用和技术效果上达到预定目标。

2.1.2 项目管理发展

随着知识经济的发展和信息社会的进步，项目管理已经成为了已经成为了企业和社会创造精神财富、物质财富和社会福利的主要方式，也逐渐成为发展最快和使用最广泛的管理模式之一。全球最发达的企业机构和政府部门都已经广泛应用项目管理模式进行运作，如波音、ABB、IBM、摩托罗拉公司等。这些著名的公司，经过十年的发展和时间摸索。都已经形成了一套成熟的企业项目管理体系和在企业中项目管理的完整做法，使公司在激烈的全球性竞争中获得了很大的发展。

进入21世纪后，特别是随着我国加入WTO以后，我国企业参与国际合作的机会越来越多，在企业的发展过程中，也开始逐渐利用项目管理，并取得良好效果。

此次活套系统项目改造，将充分利用项目管理的科学手段，从项目计划着手，制定项目进度计划、资金计划、质量控制等，确保项目的顺利实施。

2.2 项目计划及质量控制

2.2.1 项目计划

项目计划是项目组织根据项目目标的规定，对项目实施工作进行的各项活动做出周密安排，它是项目顺利实施的基础。项目计划围绕项目目标的完成，系统地确定项目的

任务、安排任务进度、编制完成任务所需的资源预算等，从而保证项目能够在合理的工期内，用尽可能低的成本和尽可能高的质量完成。

按项目管理的知识领域划分，项目计划主要包括以下几个方面：项目范围计划、项目进度计划、项目费用计划、项目质量计划、沟通计划、风险应对计划、采购计划、变更控制计划。

2.2.2 项目质量控制

项目质量控制是质量管理中致力于确保产品达到质量要求的工作，其目标主要是确保项目质量能满足有关方面所提出的质量要求（如实用性、可靠性、安全性等）；它要求监控具体的项目结果、确定其是否符合相关标准，并识别消除引起不满意绩效的原因的方法；是确保项目结果符合质量标准，并且在出现偏差时采取纠正措施的活动。一般情况下，只有当项目质量处于控制之下，才能保证项目整个过程得到改善，他既包括项目的可交付成果，也包括项目的管理成果。

2.3 项目进度计划及预算

2.3.1 项目进度计划

项目进度计划是在工作分解结构的基础上，对项目、工作做出的一系列事件计划。进度计划将表示工作预计将在何时开始和结束。制定项目进度计划，一般出于以下几个目的：

- (1) 保证按时获利以补偿已经发生的费用支出；
- (2) 协调资源；
- (3) 使资源在需要时可以利用；
- (4) 预测在不同时间上所需的资金和资源的级别以便赋予项目以不同的优先级；
- (5) 满足严格的完工时间约束。

项目进度计划的编制，一般包括以下几个步骤：项目描述、项目分解、工作描述、工作责任分配表制定、工作先后关系确定、工作时间估计、绘制网络图、进度安排等。

2.3.2 项目预算

项目预算也称为项目费用计划，其目的就是在费用估算的基础上，将估算的项目费用分配到每一项具体工作上，做为衡量项目执行情况和控制费用的基准之一。

项目预算的编制，一般包括两个步骤：首先根据项目的费用估算将其分摊到项目中

的各个工作包中；在整个工作包期间进行每个工作包的预算分配。

在项目质量管理过程中，努力贯彻 6s 质量管理思想。6s 质量管理要求产品合格率达到 99.99966% 的水平，其核心思想就是追求质量无极限。在贯彻 6s 思想中，采用 DMAIC (define 确定-measure 测量-analyze 分析-improve 改进-control 控制) 绩效改进模型。

第三章 一作业区活套系统改造前活套状况分析

3.1 首钢型材厂概述

3.1.1 首钢简介

首钢始建于 1919 年，解放前 30 年累计产铁 28.6 万吨。1978 年钢产量达到 179 万吨，成为全国十大钢铁企业之一。

改革开放以来，在邓小平理论和“三个代表”重要思想的指引下，首钢的发展取得了长足发展。自 1979 年到 2006 年，发展成为包括炼铁厂、炼钢厂、型材厂、中板厂、迁钢公司、首秦公司、顺义冷轧、京唐公司以及其它辅助厂矿等 47 家下属单位。型材厂主要以螺纹钢为主，产品质量工作的好坏，将直接影响着首钢的改革与发展。

3.1.2 型材厂简介

型材厂具有 47 年厂龄，是从事大规模型材产品生产的钢铁企业，固定资产原值 12 亿元，现有在岗职工总数 896 人。

型材厂做为首钢集团北京地区的主要钢铁生产厂，拥有三条全连续小型轧钢生产线，具有生产目前全系列钢筋的综合能力，2007 年钢材总量 265 万吨，是我国规模最大的棒材生产基地。主要产品为 F12—F40 的 HRB335、HRB400、HRB500 国标螺纹钢，F14—F40 的矿用圆钢、优质碳素结构圆钢、低合金圆钢、特殊用途圆钢，以及加、美、日、英、德等国家标准的钢材。经过不断探索创新，掌握并拥有控轧控冷、切分、轧制系统自动化控制、计算机自动计数装置等大工业生产的先进技术，具有独特的管理方法、技术诀窍和生产专利，生产工艺稳定，产品质量可靠，供货诚信及时，赢得了国内外用户的广泛赞誉，荣获国家免检产品、冶金产品实物质量金杯奖、北京市名牌产品、首钢十大名优产品等诸多称号。

多年来，首钢型材厂的“SG”牌热轧钢筋依靠良好的产品质量和企业声誉，赢得了广泛信任和好评，市场份额不断扩大，在巩固华北地区紧密层客户的基础上，成功开辟了河南、山东、上海、天津、河北等国内市场和韩国、日本等海外市场，产品畅销全国 40 余个省市，同时出口到加拿大、美国及东南亚的国家和地区，广泛应用于国家重点工程黄河小浪底、三峡工程、国家大剧院、首都机场、奥运“水立方”等重大工程项目，在国内外享有盛誉。

近年来, 型材厂按照“立足自身, 巩固优势, 苦练内功, 挖掘潜力, 持续创新, 努力建设未来新首钢中精品长材基地”的企业发展战略, 大力推进技术创新, 以增强企业经济效益和综合竞争实力为目标, 以产品结构调整、新品种开发为突破口, 以提升“双高”产品比重为手段, 以技术进步、工艺升级为动力, 以产学研有机结合为方向, 努力培育具有自我知识产权的新技术、新工艺、新产品, 成功开发了高强度级别钢筋、精轧螺纹钢、国家 973 计划超细晶钢筋, 不断实现向精品化型材生产的跨越式发展。深入推进 ERP 信息化建设, 强化基础管理, 注重各类人才的培养使用, 坚持全心全意依靠职工群众办企业, 在物质文明和精神文明建设上进步显著, 先后获得国家级、市级和首钢级荣誉称号 50 余项。认真落实首钢企业精神和“十大理念”, 以“自强自立, 永争第一”的型材精神作为全体员工的共识。愿与社会各界携手并进, 扩大经济技术和资源合作, 以优质产品竭诚为广大用户服务。

3.1.2.1 企业产品

[HRB400 钢筋混凝土用热轧带肋钢筋]型材厂作为中国最大的热轧钢筋生产单位, 从“六五”期间在冶金部的领导下就开始了热轧 HRB400 钢筋的研究, 十几年来每年都按英标出口钒微合金化钢筋。1999 年起进行钒氮微合金化 HRB400 钢筋的研究工作, 具有稳定的原料来源和先进的工艺路线, 采用蓄热式烧嘴节能、全连轧、控轧控冷、全数字控制、切分、分级冷却和步进式齿条冷床、自动打捆机等先进工艺技术及设备, 生产出的钢筋强度高, 塑性高于国标, 性能稳定, 成本较低, 规格为 f 10mm-40mm, 并承诺所供货均为新品, 无锈、无油污, 钢筋表面无任何肉眼可见的细小裂纹, 深受用户好评, 是首钢新钢公司和型材厂的主导产品, 先后获得国家质量技术监督局颁发的产品质量免检证书、北京市经济委员会和北京市质量技术监督局颁发的北京市名牌产品证书、国家建筑钢材质量监督检验中心颁发的冶金产品质量认证证书、国家冶金工业局颁发的冶金产品实物质量金杯奖证书, 2003 年以来, 连续两届入选“首钢十大名优产品”。

[矿用高强度圆环链用钢]矿用圆钢主要用于制造煤矿矿井内刮板机用圆环链, 须经冷弯、焊接和编链, 再经淬火和回火处理, 在高强度下使用。要求冷弯性能良好, 成分稳定在一个较窄的范围内, 以保证圆环链强度稳定。型材厂早于二十世纪 60 年代就已实现了矿用高强度圆环链用钢的批量生产, 市场占有率曾达到 80% 以上, 代表钢号为 25MnV、20MnV, 是首钢公司的传统名牌产品和名优产品, 曾获得国家“银奖”称号。该产品采用高刚度连轧机和全数字控制系统控轧技术, 产品尺寸均匀、偏差小、化学成分均匀、性能稳定、有害元素硫磷含量低、包装精美。这一老产品经过几十年的锤炼和改进, 目前规格已扩展到 $\phi 14\text{ mm}—\phi 40\text{ mm}$ HRB400, 遍及华北地区及东北地区, 显示了良好的市场前景。2000 年以来, 随着首钢炼钢工艺、连铸工艺的不断改进和轧制工艺的

进一步成熟,首钢矿用圆钢的产品质量迅速提高,在外形尺寸、切割、冷弯、焊接等工序环节上均达到或超过了国家标准,实物质量达到了国内先进水平。

[预应力混凝土用螺纹钢筋]又称精轧螺纹,具有强度高、耐腐蚀、利于施工等特点,广泛应用于公路斜坡处理、隧道、煤矿巷道、高速铁路和港口大坝建设。型材厂自二十世纪 90 年代末开始,向专用用户提供此种钢筋,年规格批次在 5000 吨以上。采用专用坯料、专用孔型、专用设备和特殊工艺,可充分满足用户使用要求,确保产品质量。目前型材厂在预应力混凝土用螺纹钢筋的生产上,已具备全规格系列产品的供货能力,实现了 $\phi 20$ 、 $\phi 25$ 、 $\phi 32$ 、 $\phi 36$ 等规格的批量生产,产品外形尺寸标准,性能优良,端部质量良好,全面符合相应的国标、德标要求,可在施工条件不良、不能焊接、现场腐蚀性强、需要预应力安装等条件下,直接使用连接管,满足不同施工现场和施工要求。

[外标螺纹钢筋]自二十世纪八十年代以来,型材厂在全面具备国家标准各规格螺纹钢筋生产能力,坚守国内螺纹钢生产企业龙头地位的同时,稳步迈入国际钢筋产品的生产行列。多年来,随着不断改进技术、完善工艺、精良装备,目前已形成了生产加、德、美、日、英等国家标准系列产品的能力。可针对不同国别钢筋的原料、工艺、成品标准要求,分别组织特定的坯料冶炼,进行不同的轧制过程控制,充分满足了用户对不同定尺长度、支数包装的要求。已多次向外商提供美标 NO.3—NO.10、加标 10M—30M、日标 D13—D36、英标 $\phi 10$ — $\phi 40$ 等多种规格的螺纹钢筋,产品质量高、供货及时,供货量由 1998 年的不足万吨,发展到目前的 18 万吨,市场份额不断扩大,受到了国际用户的高度评价。

3.1.2.2 管理体系

首钢型材轧钢厂自 1996 年起,通过了 ISO9002 质量体系认证,自此坚持不懈地做好贯标工作,并推动质量管理与国际标准接轨,有效保障了首钢型材的产品质量,为不断开拓市场、牢固占领市场创造了有力条件。

型材厂的主打产品螺纹钢筋等做为首钢名牌产品,2004 年至 2006 年出口逐年递增,已出口到世界各地 16 个国家和地区,产品质量上乘,出口检验合格率连续 3 年以上达到百分之百,长期处于稳定状态,在国际市场上具有良好的质量信誉,受到国内外客户的一致好评。2000 年,获得国家颁发的产品证书,产品荣获“冶金产品质量金杯奖”、北京市名牌产品称号。2005 年 4 月,获得“二类生产企业”资格。2006 年 8 月,获得“一类生产企业”资格;9 月份再次获得中船级社质量认证公司颁发的“质量管理体系认证证书”。

近年来,型材厂适应新形势下市场经济的要求,认真贯彻 ISO9000:2000 标准计划,把质量管理的重点放在新产品、高附加产品的开发生产和管理、产品质量攻关及工艺稳

定、质量标准体系与 ERP 运行的衔接等方面,以大力推进管理创新、建立先进的企业质量文化为动力,以加快产品结构优化升级为主线,以完善工厂科技创新体系、抓好双高与拳头产品开发生产、争创名牌产品为目标,进一步改进和完善首钢型材的管理体系,促进 ISO9000 管理在厂经营生产工作中的充分运用。

质量方针:依靠科技进步,加快结构调整,满足顾客需要,培育品牌产品,持续创新发展

质量目标:

- (1) 坯到材综合成材率大于等于 97.40%
- (2) 产品综合合格率大于等于 99.40
- (3) 百分之百完成新产品、双高产品生产任务
- (4) 产品顾客满意度达 90 分

3.2 活套器概述

在现代高速小型钢连轧半连轧生产中,活套器的使用是轧机机组速度自动调节控制系统必不可少的环节。为了保证产品尺寸精度,通常在精轧机组中设置若干个活套器,它使相邻机架间的带钢在微张力贮存一定的活套量,作为机架间速度不协调时的缓冲环节,从而消除轧制过程中各机架间动态速度变化引起的轧件尺寸精度的波动,实现微张力轧制。活套辊为自由辊,用气缸驱动。每个活套器都装有活套扫瞄器,显示活套辊位置,控制活套辊高度,并随时反馈信息进行调整,活套量一般在 0~500 mm。在整个轧制过程中,从轧件被第二架精轧机咬钢起套到轧件尾部脱出末架精轧机,全过程实行计算机自动控制。

3.3 国内棒材连轧机组活套使用情况

小型连轧机使用的活套形成器按其出套方向,可分为三种形式:下活套、侧活套(又称为水平活套)和立活套。其各自特点见表 3.1。

从表 2-1 可以看出,由于下活套的工作可靠性差,日常维护又不太方便,现已基本不再选用,应用比较广泛的活套形式主要是立式活套和水平活套。活套形式的确定主要取决于孔型系统和精轧机组的布置形式。

国内 90 年代新建或改建的小型棒材生产线大多采用立活套,或立式和水平组合活套,从操作控制方面比较立式活套更容易一些。如:杭钢小型连轧线 1996 年投产,采用的是意大利 POMINI 公司设计的立活套,经过多年生产使用和结构改进,大大减少了活套故障,活套工作稳定可靠,保证了棒材的尺寸公差和表面质量。

表 3.1 小型连轧机活套形式特点

Table 3.1 minitype tandem mill

活套形式		下活套	侧活套	立活套
适用范围	全水平布置轧机	各机架间	各机架间	各机架间
	成品轧机为水平机架的立—平布置轧机	平—立机架间	各机架间	平—立机架间
	成品轧机为立式机架的平—立布置轧机	各机架间	立—平机架间	各机架间
结构特点		无需推套器和平分导槽下底板,要通过控制系统频繁开闭。扫描器在侧下方。	由推套器、导向辊和平分导槽组成。推套器通过控制系统频繁地推出和收回。扫描器在正下方。	由推套器、导向辊和平分导槽组成。推套器通过控制系统频繁地推出和收回。扫描器在侧上方。
工作可靠性		一般	较高	较高
日常维护		不方便	比较方便	比较方便

唐钢棒材厂于 1995 年全套引进意大利 DANIELI 公司具有国际 90 年代先进水平的小型棒材连轧设备,在精轧机各架间设计了上拉起套立式活套。同样经过结构改进减少了活套故障,保证了产品尺寸精度。

承钢连轧厂是从德国引进的二手设备,于 1990 年建成投产,经过不断对全线设备和工艺的改造,其中包括对活套装置的改造、从首钢引进切分轧制技术和轧后控冷技术,到 2000 年已达到 60 万吨水平。全线 18 架轧机,其中粗轧 8 架、中轧 4 架、精轧 6 架。在精轧机组各机架间均设有活套装置,共 5 个,1#和 3#为立式活套,2#、4#和 5#为水平活套。在轧制圆钢和螺纹钢(切分和单线)时均投入使用。活套起套、收套迅速,套形稳定,自动控制无需人工干预,实现了精轧无张力轧制保证了产品尺寸精度。

3.4 改造前活套系统的运行状况

一作业区连轧机组是六十年代从前苏联引进的,长期以来,轧机间的张力检测和控制水平一直比较落后,到1980年精轧机组仅有一个活套装置,经过一段时间的使用设备老化,活套失去了调节的功能。1996年经公司批准立项由型材厂牵头,控制公司和技术中心参加再一次进行“精轧机组活套联调系统研究”(项目编号为96科-16)。经过一年多的攻关和调试,设计了四个单线活套(1#-4#)和一个双线活套(3#),最终用于生产的只有1#-3#三个活套。该项目分别于1997年7月和1998年6月两次申请公司验收。但是,由于一作业区电控系统为模拟可控硅控制系统,电控、操作和设备等因素的影响,使活套处于间断、不稳定的使用状态,经济效益不明显。

3.5 改造前活套系统存在的问题及不改造的后果

(1) 活套系统精度极低,对轧机速度干预的精确度小,尺寸波动大,产品质量不稳定;

(2) 活套系统活套个数少,仅2个能使用,对轧机系统干预程度低,严重影响产品的精确度;

(3) 推辊采用衬套结构,在国内有使用该技术的企业,但该活套器机构不合理、故障率高、损坏严重、更换频繁;

(4) 风管管路系统严重老化,风压不稳,断风情况经常会发生,导致推辊推不来,堆钢故障经常发生,企业经济效益受到影响;

(5) 活套控制系统采用模拟控制系统,系统抗干扰能力差,速度控制不稳定,产品尺寸时大时小,目前用户急需的按照全负差控制的产品无法生产,产品销路受到严重的限制,产品附加值上不去;

(6) 由于产品精度上不去,产品品种少,不能满足用户需求;

(7) 产品质量稳定性差,尺寸波动大,质量故障多,生产停机时间长,生产作业率低,企业效益上不去;

(8) 设备运行过程中人为的干预多,岗位人员的劳动强度大,加之运行过程中故障较多,处理故障时间长,劳动强度更大。关于活套系统改造的基本理论和方法。

第四章 活套系统改造方案的选择与确定

基于活套系统应达到的标准和改造前活套系统存在的问题及不改造的后果,提出了若干个改造方案,在对各方案进行全面分析的基础上,确定了较优的方案。

4.1 活套系统的设计原则

活套系统设计原则:

(1) 节省占地。首钢型材厂一作业区所在区域轧机间距小,基础的处理费用高。因此采用的活套设备应在活套功能可靠的前提下,尽量布置紧凑,利用现有厂房内的少量空地布置活套设备,节省占地。

(2) 尽量减少施工对生产的影响。首钢型材厂一作业区是有着40多年的生产线,工艺成熟,生产稳定,只是因为活套系统问题导致尺寸精度不高。新增活套设施施工时,场地狭小,周围障碍多,在施工图设计及制作活套设备时就要考虑制定好施工方案,尽量减少对原生产工艺的影响。

(3) 方便操作、维护和检修。新增的套型检测等装置,应便于观察生产情况及岗位工人的清扫,不妨碍工人的操作和生产设备的维修。选用的活套设备要适合该处的轧钢生产特点,工作可靠。

(4) 节省投资。在活套系统技术先进、装备节能可靠的前提下,严格控制工程投资,降低工程费用,针对施工难度大的特点,安排好施工计划,以实现用最省投资,达到最佳效果。

(5) 设计标准。满足首钢型材厂一作业区生产的要求,螺纹钢达到国家头尾尺寸完全在国家标准GB1499-1998之内,圆钢产品精度能达到国家GB702-2004中二级以上生产标准,改善操作区工作条件。

4.2 活套改造方案比较及确定

为保证活套效果,提出了多个改造方案,并对其进行了比较分析。

4.2.1 活套改造方案

首钢型材厂活套系统的活套跑槽、信息采集和套型控制点较多,依据现场条件,提出两套活套系统的改造方案。

4.2.1.1 改造方案一

此方案将活套系统划分为两个系统，对旧活套器10#-11#、11#-12#、12#-13#进行利旧，添加9#-10#、14#-15#、15#-16#轧机间双线跑槽，共同负责切分轧制系统；新建一套活套系统，负责单线轧制，主要包括：9#-10#、10#-11#、11#-12#、12#-13#、14#-15#、15#-16#轧机间单线跑槽，推辊压缩空气管路、信息采集和套型控制点。

4.2.1.2 改造方案二

此方案是将10#-11#、11#-12#、12#-13#活套器改为单线和切分共用活套器，同时将活套跑槽推辊和压缩空气管路予以适当改进，确保活套原有活套信息采集和套型控制点以及新增活套信息采集和套型控制点（新增活套点与方案一）的活套效果相同。添加9#-10#、14#-15#、15#-16#轧机间双线跑槽和9#-10#、14#-15#、15#-16#轧机间单线跑槽。

4.3.2 活套改造方案的比较

从活套跑槽、信息采集和套型控制、投资等方面对所提出的改造方案进行比较分析。

4.3.2.1 风量比较

方案一：由于该方案是将原有活套系统进行利旧改造，单线和切分轧制分工明细，推辊压缩空气管路、信息采集和套型控制点，风量基本上可以保证。

方案二：对原有活套压缩空气进行适当变更，加大原有活套风量，活套风量能够得到保证。

4.3.2.2 活套跑槽更换（停机时间比较）

方案一：由于两台活套设施相对独立，更换单线和切分规格时需要更换跑槽6处，时间教长达2小时，还需要两台天车4人配合，作业率不高。

方案二：更换单线和切分规格时只需要更换跑槽3处，时间只需要1小时，基本上在更换品种时间范围内就可以解决，一台天车2人配合，作业率高。

以小时产量100吨，每吨效益500元，每月更换品种5次计算；仅停机时间一项每月方案二效益比方案一多创效益25万元，全年作业率按90%计算，每年方案二比方案一多创效益270万元。

4.3.2.3 一次性投资比较

方案一：此方案是对原有活套器进行改造，并新增9个活套跑槽，初步估算，此方案投资约87.37万元，投资相对较低。

方案二：此方案是将此方案是将10#-11#、11#-12#、12#-13#活套器改为单线和切分共用活套器，旧活套几乎不能利旧，增加新的活套跑槽及推辊和压缩空气管路予以适当

改进，需要增加费用15.65万元。

方案二合计投资103.02万元，比方案一增加投资15.65万元。

4.3.2.4 运行费用比较

方案一：此方案有两套活套设施，需要配备岗位人员4人，加上年电费、备件费、维修费，每年大概需要运行费用35万元。

方案二：此方案也为两台活套设施，需配备岗位人员4人，加上电费、备件费、维修费等，每年大概需要运行费32万元。

方案一比方案二多3万元，主要原因是方案二前3个（10#-11#、11#-12#、12#-13#）活套器为公用系统，备件数量可以减少，因此备件费及维修费用降低了；而岗位人员相同主要原因是该区域其它岗位人员可以协助该岗位。

4.3.2.5 场地限制比较

方案一：新增9台活套设施，将原有活套设施场地充分利用，对生产不会造成影响，基本上能够满足现场条件需要。

方案二：新增12台活套设施，另外布局活套器管网，占地面积较大，但不影响生产，能满足现场条件。

4.3.3 活套改造方案的确定

由方案比较可知，方案一和方案二都能满足现场生产的各种基础条件，方案一利旧率高，一次性投资偏低为 87.37 万元，比方案二低 15.65 万元。但方案二每年的运行费用比方案一低 3 万元，因为更换跑槽时间不影响作业率，每年多创效益 270 万元，而且工人劳动强度低。

综合各方面情况，认为方案二更为合理，故选择方案二进行实施。

4.4 所确定的改造方案

4.4.1 改造内容设计

4.4.1.1 活套器本体改造

由于电话套器和布袋活套器内部结构不一样，需要将电话套器内部极板、极线、振打锤顶盖等进行全部拆除；但由于电话套器壳体、输灰装置和布袋活套器可以通用，对此部分可以进行充分利旧。

将电话套器改造为长袋低压脉冲活套器，具体改造内容如下：

(1) 拆除

将原有电话套器箱体内的极板、极线、振打装置、顶盖等全部拆除。

(2) 利旧

- a. 保留并利旧内容：活套器壳体、灰斗、进出口喇叭、输、卸灰装置；
- b. 充分利用电话套器钢结构，利用现有顶部大梁，改造为布袋活套器的上箱体；
- c. 活套器进风口保持形状不变，但为防止气流冲刷布袋，在进风处设置导流板。

(3) 新增

- a. 由于新增活套点，活套器需新设出风管道，最后并入原活套器出风管道中，确保新增活套点的活套效果；
- b. 根据布袋活套器内部结构需要，在拆除原有壳体内部结构的基础上，新增滤袋、框架、喷吹装置、上箱体、花板、压气、送气系统；
- c. 出于活套器外观美观以及冬季防冻考虑，改造完后活套器外壳采用彩板密封，里面以海绵作为保温材料；

气流分布板；

4.4.1.2 精轧机组活套装置布置

该作业区精轧机组为平—立交替布置，10#、12#、14#、16#轧机为水平轧机，11#、13#、15#立式轧机，成品轧机为水平式轧机。单线生产时，精轧机组孔型为椭圆—圆系统。切分生产时，12#—14#轧机孔型为切分专用孔型，15#和16#轧机为双线轧制。根据轧机布置形式和孔型系统，活套装置形式均为水平式活套，共6个。其中1#—4#活套为单线、双线生产共用，5#和6#分为单线水平活套和双线立交水平活套两种。活套系统见图4.1。

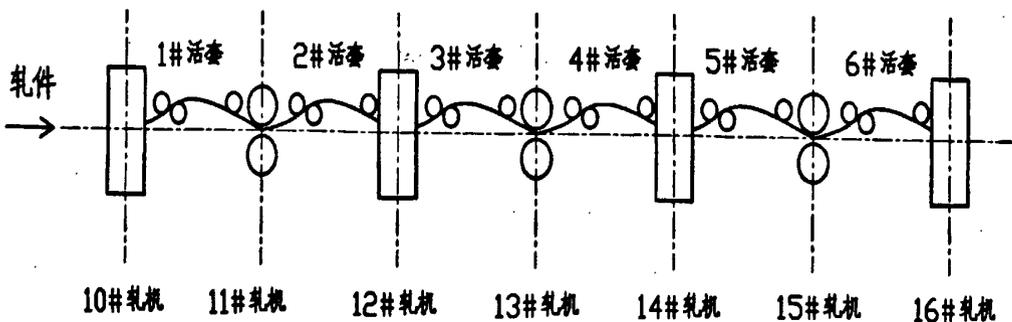
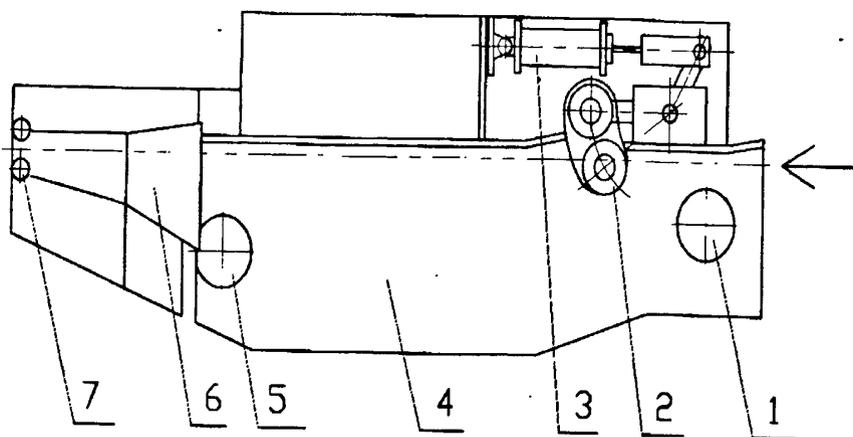


Figure 4.1 The figure for looper system

图 4.1 活套系统图

4.4.1.3 活套装置设计

活套装置结构见图 4.2，其中图 4.2 (a) 为单线活套装置结构图、图 4.2 (b) 为双线立交活套装置结构图。活套装置由活套台架、气缸、起套辊、入口挡辊和出口挡辊等组成。单、双线活套装置结构主要区别是活套台架、起套辊和入口挡辊结构不同。



1- 入口挡辊 2- 起套辊 3- 气缸 4- 活套台架
5- 出口挡辊 6- 导出装置 7- 小导辊

Figure 4.2 (a) The figure for one line looper system

图4.2(a)单线活套装置结构图

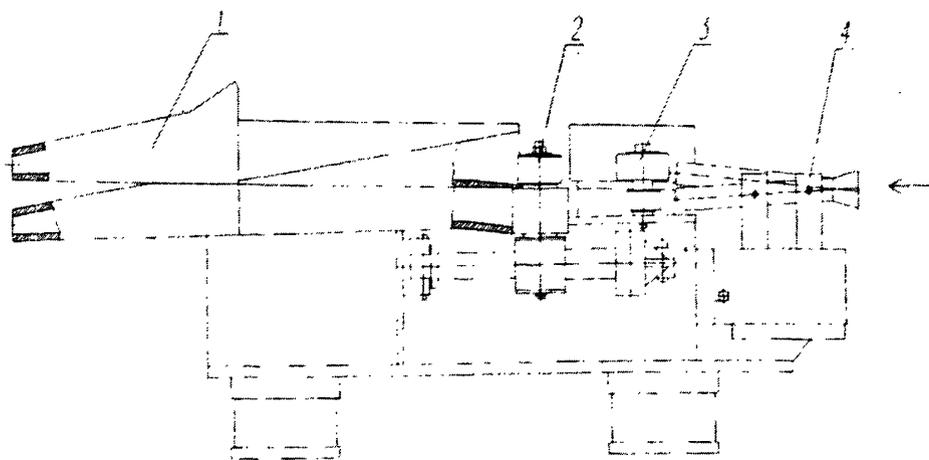


Figure 4.2(b)The figure for two lines looper system

图4.2(b)双线立交活套装置结构示意图

水平活套活套装置中主要部件起套辊、入口挡辊和出口挡辊的位置布置、直径大小最为关键。因为，在轧制过程中，是通过起套辊来引导、偏转轧件，使其形成近似的正弦曲线。如果布置不合理，则不能形成所需要的活套，同时活套不稳定，造成轧制不能顺利进行。

4.4.1.4 挡辊位置设计

挡辊位置设计如图 4.3 所示，入口挡辊 A 与出口挡辊 B 之间距离为活套宽度 L。活套宽度的最大值 L_{max} 取决于机间距离及活套形式。一般 L_{max} 的选取在考虑了轧机导卫及活套机构安装所需要的距离外，应尽可能的取大一些（一般小于 3000mm）。本活套宽度 L 设计为 1600mm。入口挡辊 A 与轧机出口导位之间距离为 $L_{入}$ ，出口挡辊 B 与轧机入口导位之间距离为 $L_{出}$ 。根据活套结构 $L_{入}$ 为 400mm， $L_{出}$ 为 800mm。

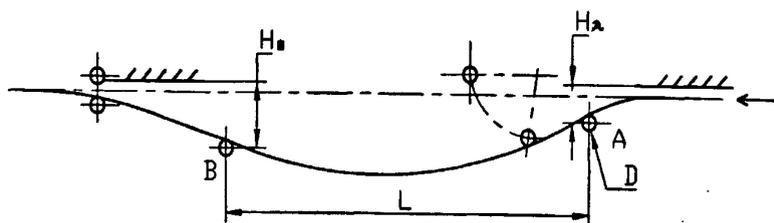


Figure 4.3 The figure for the position of stop roll

图 4.3 挡辊位置示意图

挡辊纵向位置确定后，挡辊的横向位置——即挡辊与导槽内边的距离 H 就很重要，它直接影响活套形状，即不能过大也不能过小。因为，在轧制中轧件具有很大的刚性，若 H 过小，在入口挡辊与轧机出口导卫之间不能呈“直线型”，过大，在出口挡辊与轧机入口导卫之间也不能呈“直线型”，如图 4.4 所示，都将会在轧机导卫板上产生粘钢现象，使轧件表面擦伤、导卫单向磨损严重、轧件单向出耳子、活套挡辊磨损严重。

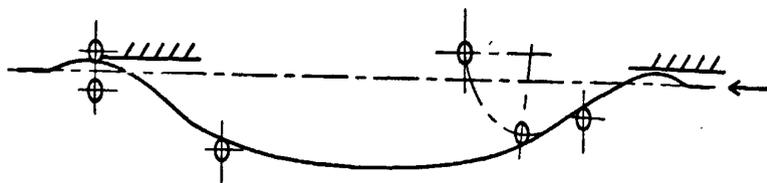


Figure 4.4 The figure of looper with stop roll in different position

图 4.4 挡辊纵向位置过大、过小活套形状示意图

挡辊位置调节：为适应轧制不同规格的轧件，设计中考虑了挡辊位置进行调节(以

轧制线为基准),可在垂直轧制线方向进行适当的调整挡辊位置,调节范围 0-70mm。同时,保证调节后轧件与挡辊相接触,且转动灵活,减小轧件与挡辊的摩擦。

4.4.1.5 挡辊直径设计

活套进出口挡辊直径大小也很重要。直径过小,钢件在成套时接触面小,易粘钢。另外挡辊易磨损,轧件表面或出现擦伤、“折叠”现象。直径过大会造成机构设计不合理。

单线活套装置挡辊直径设计为 200mm。双线立交活套挡辊是由直径不同的两个同轴辊组成,根据轧机形式和立交活套台架结构设计为上大下小,上辊直径为 140mm、下辊直径为 100mm。

4.4.1.6 起套辊位置、直径设计

起套辊的位置设计一定要保证其原始位置距轧制线有一定距离,并且达到最终位置时距轧制线不能过高或过低。起套器高度 H_0 可按下式计算: $H_0 = kL$ 式中, H_0 为起套辊高度, k 为修正系数,取 0.2-0.5, L 为活套宽度。

当起套辊过高时,起套辊处于较大的压力状态下,磨损量大,而且出现明显的“三角形”活套,如图 4.5 (a) 所示。“三角形”活套使轧件产生张力,张力过大时严重影响轧件尺寸。“三角形”活套在套高调整过程中上下振荡,极不稳定。而当起套辊过低时,则出现“平活套”,如图 4.5 (b) 所示。在套高调整中,起套辊与出口挡辊之间的

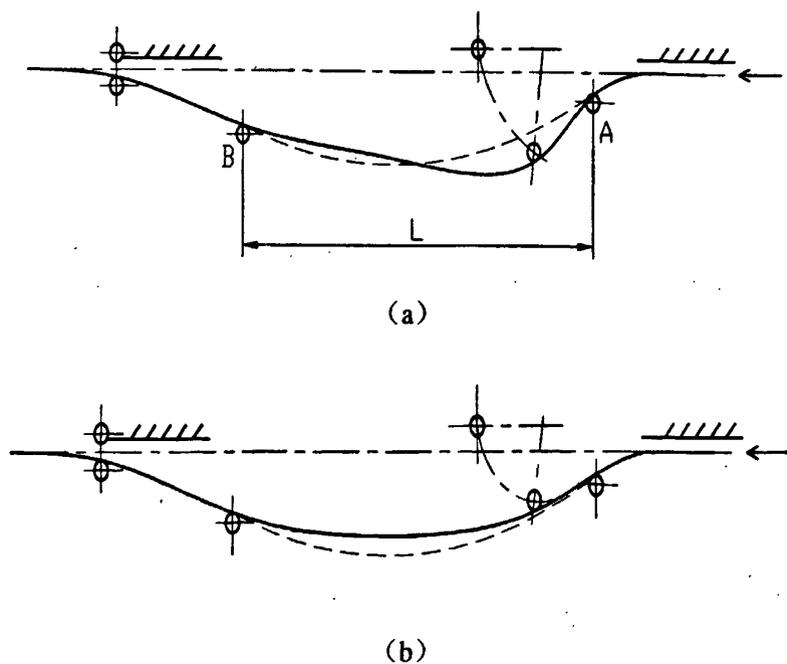


Figure 4.5 The figure of looper with looper-making roll in low and high

图 4.5 起套辊过高、过低活套形状示意图

轧件无规则摆动。

综合考虑本设计选择最大套高为 400mm。

起套辊直径设计：双线立交活套起套辊也是由直径不同的两个同轴辊组成，起套辊的大、小辊位置应与挡辊相反，为上小下大。上辊直径为 120mm、下辊直径为 200mm。单线活套起套辊大小与挡辊相同直径为 200mm。

4.4.1.7 结构优化

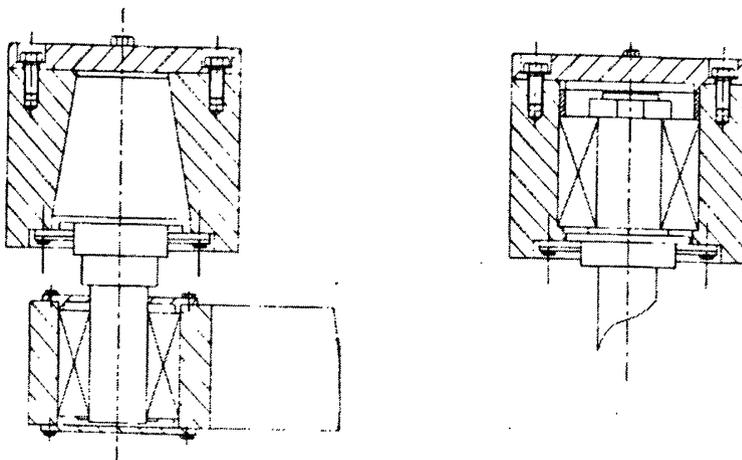
在整体活套设计中，针对现场应用最关心的机构可靠、实用、方便、通用等方面进行了优化设计。

① 导出装置和小导辊与活套台架设计成分体式结构，当更换轧件规格或导出装置和小导辊磨损时，只需要更换导出装置和小导辊，可实现活套台架共用。

② 出口末端加设一对转动灵活、拆卸方便的小挡辊，对钢件的顺利导向起到了很好的作用，同时减少了导出装置的磨损和钢件表面的擦伤。

③ 起套辊与固定轴连接处，由于动作频繁，磨损严重，需经常整体更换起套辊。本设计在连结处设计了铜制耐磨套圈。当磨损严重时只需要更换套圈，从而降低易损件成本。

④ 起套辊结构：原结构为起套辊直接安装在锥型轴上，与轴紧配合，通过下方的园柱型轴与轴承传动。该结构工作时起套辊受力不均匀、转动不灵活。本次设计采用起套辊直接与滚动轴承配合，克服了上述问题。如图 4.6 所示。



(a)before modified

(b)after modified

(a) 改进前

(b) 改进后

Figure 4.6 The structure fissure of loop-maker rool before and after modified

图 4.6 改进前、后起套辊结构示意图

4.4.2 活套控制系统设计

4.4.2.1 活套控制系统的现状

近些年，国内外的棒材连轧机控制系统发生了改变。过去电气控制系统为模拟控制系统，例如，一作业区电控系统。现在新上的棒材连轧机控制系统和旧的棒材生产线改造，全部采用全数字控制系统，在控制精度和活套调节控制上都得到了很大的提高，并且，新上的活套数量都得到了增加。

一作业区原电控系统为上世纪六、七年代的模拟可控硅控制系统，现在过去了几十年，这些电控设备存在元器件常失灵，这样稳定性差和控制精度差等现象，越来越满足不了生产的需要。原有的系统中精轧机组只有四个活套，控制系统老化，早已失去活套调节功能，限制了产品质量的提高，影响成材率。为了保证产品的品质，2004 年对这套电控系统进行了改造，所有的轧机传动系统采用了全数字的控制系统，为了在精轧机组之间实现无张力轧制，将原有精轧机之间的四个活套增加到了六个活套，并都投入运行了。采用全数字的控制系统后，系统的稳定性和控制精度都得到了很大的提高。特别是活套设备的增加和它们的正常运行，对多种产品的品质都得到了提高。六个活套的工艺布置见图 4.7。

在一作业区电气控制系统改造中，精轧机组利用活套控制实现无张力轧制。精轧机之间的活套调节是级联调节，是逆轧制方向。现在就一作业区电气控制系统改造后的活套控制进行总结。

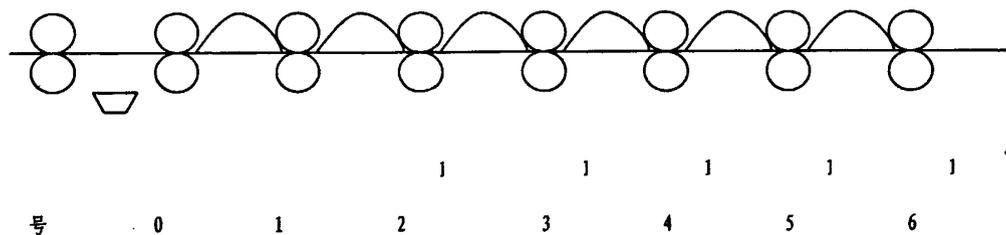


图 4.7 精轧机组活套工艺布置示意图

Figure 4.7 The layout figure of finish mill looper

4.4.2.2 活套控制基本设备构成及作用

(1) PLC

按 PLC 的最低配置设计，包括：

- ① PLC 基板 (RACK) 1 套, 用于插放 PLC 模块。
- ② 电源模块 1 块, 用于向 PLC 供电。
- ③ 中央处理器 (CPU) 1 块, 用于处理和运行程序。
- ④ 开关量输入模块 1 块, 用于接收活套扫描器检测的感光信号。
- ⑤ 开关量输出模块 1 块, 用于活套推辊的驱动。
- ⑥ 模拟量输入模块 1 块, 用于接收和转化活套扫描器检测的套高信号。

(2) 活套位置检测器 (以下简称扫描器)

用于检测活套高度, 把套高信号转化为 0—10 V 的信号。要求此设备扫描角度为 30°, 输出 0—10V 的电压信号, 有一感光合的开关量输出点。供电电源为 24V。

(3) 隔离器

用于隔离扫描器与 PLC 的模拟量输入, 防电信号互相干扰。

(4) 气动活套推辊

由 24V 电磁阀驱动, 得电后推辊动作推出, 失电推辊返回。用于支撑轧件, 形成活套。

4.4.2.3 活套控制的工作原理

(1) 级联调控制原理

活套的控制不能影响其它轧机间的级联调控制关系, 级联调控制原理如下:

为了保证各轧机间不堆钢和拉钢, 连续轧制, 各机架金属秒流量必须相等, 一般以成品机架金属秒流量为基准。即:

$$A_i V_i = A_f V_f$$

式中 A_i —连轧机的任一机架的轧出轧件的断面积, mm^2

V_i —连轧机的任一机架的轧制速度, mm/s

A_f —成品轧件断面积, mm^2

V_f —成品机架的轧制速度, mm/s

$$V_i = A_f / A_i * V_f$$

而 $V_i = \pi D_i n_i / 60$

或 $n_i = 60 V_i / \pi D_i$

式中 D_i —轧机的轧辊工作直径, mm

n_i —轧机的轧辊转速, rpm

$$D_i = D_{oi} + G_i - H_{mi}$$

式中 D_{oi} —轧辊辊身直径, mm

G_i —辊缝值, mm

Hmi—轧出轧件平均高度，mm

相应的主传动电机速度应是：

$$nmi = ni * ii$$

式中 nmi—轧机主电机转速，rpm

ii—轧机主传动系统传动速比

按各轧机之间秒流量相等的原则，并根据棒材轧机的特点，采用逆轧制方向调节，

图 4.8 为级联调节的框图。

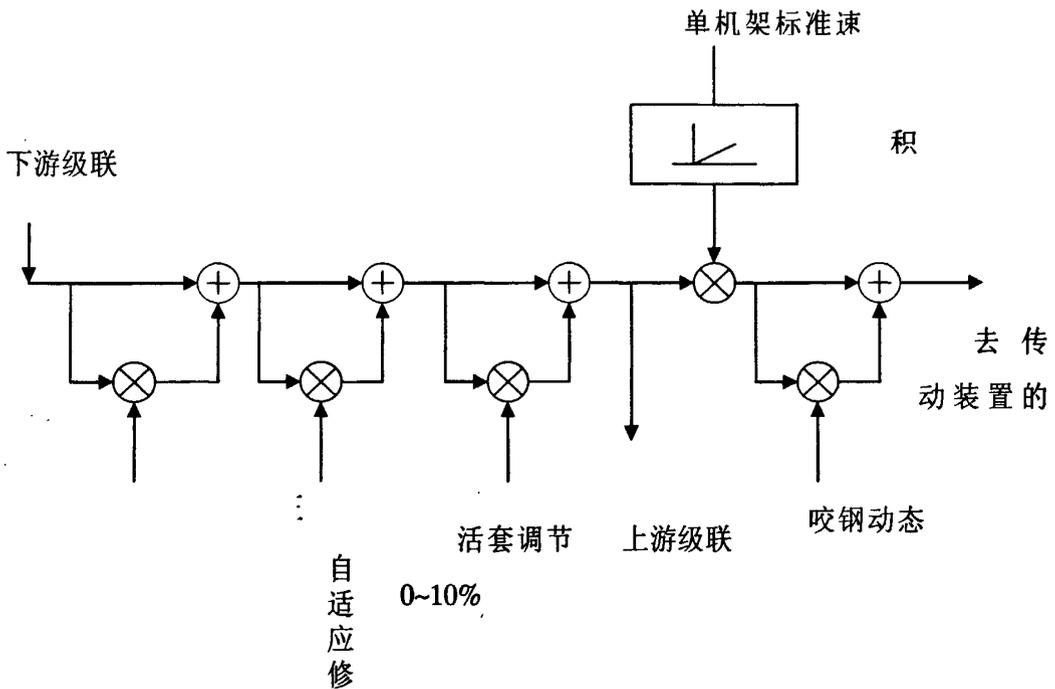


图 4.8 级联调节框图

Figure 4.8 The loop diafran of cascady refulation

当本机架手动级联升/降时，上游各轧机与同样当前转速的百分数的转速升/降，这样保证上游各机架金属秒流量相等，不会造成上游各机架堆钢或拉钢，既当本机架转速为 100 rpm，上游某一个机架为 200 rpm 时，本机架手动级联增加 5%，即本机架的速度为 105 rpm，按同一百分数传递关系，上游某一机架在转速没有进行操作时应为 210 rpm，这样保证了它们在本机架转速手动级联调节后，它们之间的速比关系没有变化。

这里活套调节也是级联调节，如当本机架转速为 100 rpm，上游某一个机架为 200 rpm 时，当活套调节量为 5%，根据上述框图的关系，即本机架的速度为 105 rpm，按同一百分数传递关系，上游某一机架在转速没有进行操作时应为 210 rpm；如当本机架转

速为 100 rpm，上游某一个机架为 200 rpm 时，当活套调节量为-5%，根据上述框图的关系，即本机架的速度为 95 rpm，按同一百分数传递关系，上游某一机架在转速没有进行操作时应为 190 rpm。

(2) 活套控制原理

两机架间的活套控制环节与上游一单机架轧机速度控制系统，理论上相当于构成一个三环控制系统，即活套位置环，速度控制环和电流环，如图 4.9 所示。

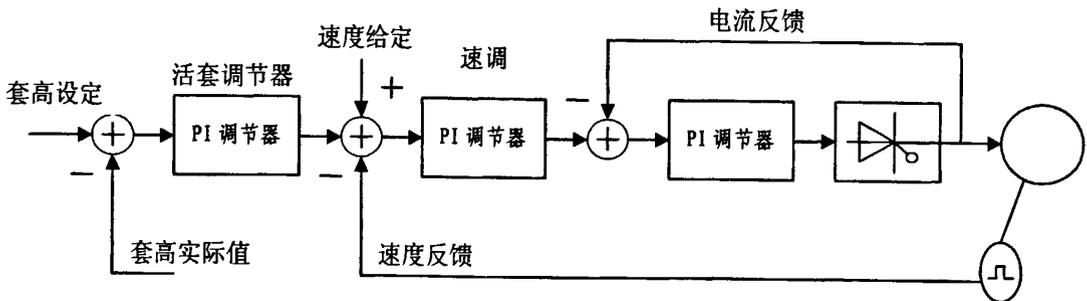


图 4.9 活套控制原理示意图

Figure 4.9 The fissure of looper control phylosophy

这里套高设定为上位机活套高度设定，套高实际值为活套扫描器检测来的活套高度信号。在实际编程时，是按上面级联调节的框图的方式进行编程的。

S7PLC 活套控制的基本算法示意图如图 4.10。

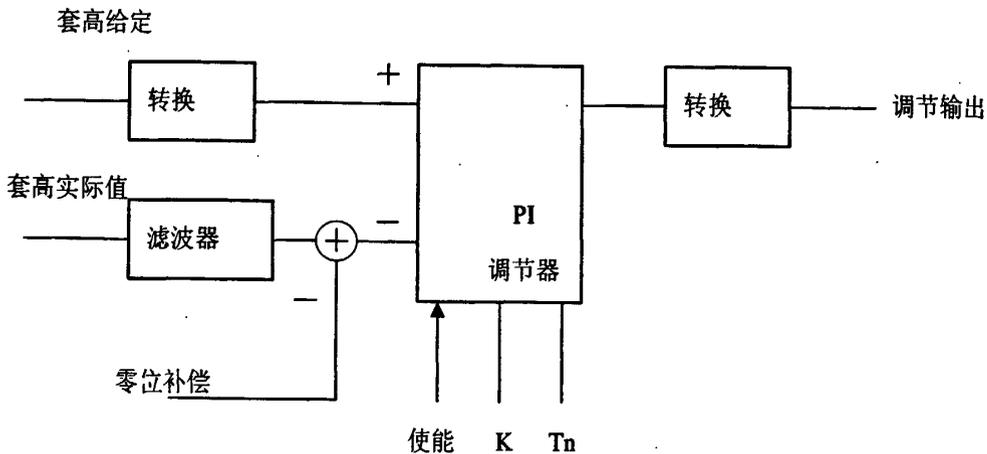


图 4.10 活套控制基本算法示意图

Figure 4.10 The fissure of acgorithm for looper control

(3) 程序控制说明

扫描器检测到的套高位置，经滤波消除干扰后，得到套高位置实际值，对套高求平方后得到实际要用于调节的套高量，（在实际的编程和调试时，可以不用平方）。参考

高度（套高设定值）也用同样方法转换成参考套量（套高给定值）后送入 PI 活套调节器。根据生产的实际情况调整好 PI 活套调节器的比例系数 K 和积分时间常数 T_n 。

① 套高实际位置经扫描器检测，变成 0-10V 的电压信号，这 0-10V 的电压信号再经过电压隔离器转换为 0-10V 电压信号，这信由 PLC 模拟量输入模块变换进入 PLC，PLC 经转换成 0-100 之间的规格量，再经过滤波、零位补偿处理才参加调节。

② 上位设定的套高（0-600 毫米）也要进行经转换成 0-100 之间的规格量才能参加调节，同时转换后的量要受起套和收套的逻辑控制后进入调节器。

(4) 套/收套逻辑

① 起套 一般根据活套所在的两机架有轧钢的电流信号和扫描器检测到有光信号后延时起套。也可根据机架前的光电开关感光延时起套。以 5 号活套的起套为例。当 5 号扫描器感光后，等待 15 号轧机咬钢电流信号到来，当有两个信号后，根据工艺要求设定的延时间延时，当延时时间到后，活套辊推套，延时活套 PI 调节器使能。如果用前面 9 号和 10 号之间的热金属检测器感光信号延时推套，活套 PI 调节器使能也可以，但是，延时时间要进行计算，如果设得太短了，可能会使 15 号轧机未咬入钢就推套了，造成轧件窜出机架的事故。因而为了安全这种方法还要用上 15 号轧机咬钢电流信号互锁。图 4.11 为用 5 号扫描器和 15 号轧机咬钢电流信号来起套的时序图。

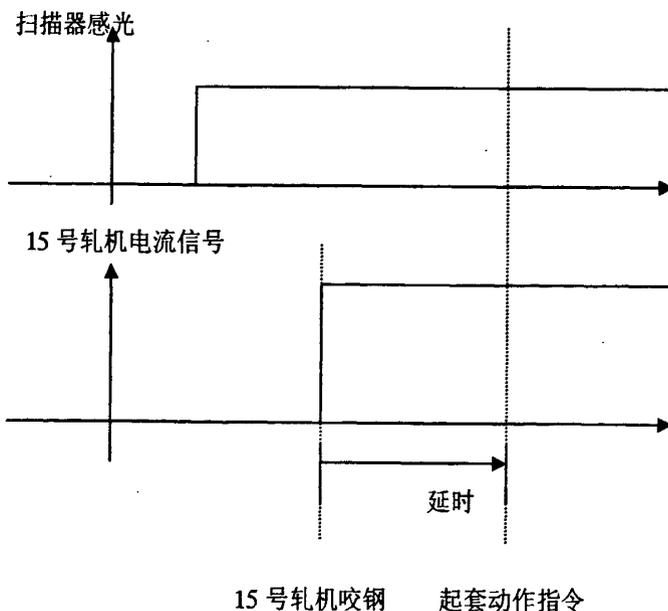


图 4.11 起套时序

Figure 4.11 Sequence of looper estacishing

② 收套

可以根据本活套上游的某机架的抛钢信号或上游某机架间的热金属检测器失光信号作为条件延时收套。以 5 号活套的收套为例，当钢尾到达 12 号机架后，根据工艺要求设定的延时间延时，当延时时间到后，先降活套给定，然后撤消活套 PI 调节器使能，延时发出收推套辊的信号，活套收套。当然也可以用 9 号和 10 号之间的光电开关失光信号作为条件，进行延时活套收套。

在型材厂一作业区采用 9 号轧机和 10 号轧机之间的热金属检测器失光信号作为条件，图 4.12 为其收套时序图。

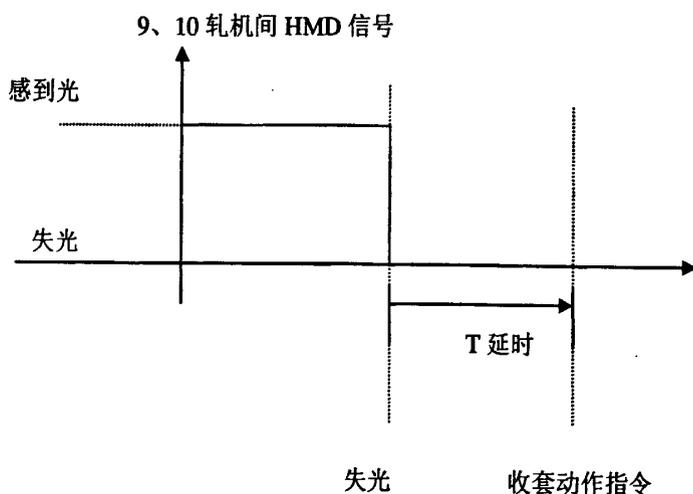


图 4.12 收套时序图

Figure 4.12 Sequence of looper emptying

4.4.2.4 WINCC 监控画面

对于每个活套，wincc 监控画面都具有以下监控内容：

(1)套高设定

套高设定范围为 0-600mm，一般情况下设为 150mm。操作工可以根据实际生产工艺，进行设定。

(2)实际套高显示

显示扫描器检测的活套实际套高，实际套高是动态的，范围为 0-600 毫米。

(3)套高零位补偿

主要用来补偿当没有投套时扫描器检测的活套实际套高，这样当投套后，扫描器检测的套高更能反应实际套高，并且用于参加调节。

(4) 最大调节量设定

指此活套的最大调节量，用%表示，若设 6%，活套相邻的前一机架的转速为 800rpm，

则活套的最大调节量为 $800 \times 0.06 = 48(\text{rpm})$ 。

(5) 起套延时间 T1

指活套检测到起套的信号后, 延时起套的时间。即检测到起套的信号后, 若活套没有被禁用, 则延时 T1, 延时时间到后, 活套推辊推出, 活套 PI 调节器使能, 开始调节, 活套进入调节状态。起套延时间 T1 范围 0—10 秒。

(6) 收套延时间 T2

指活套检测到收套的信号后, 延时收套的时间。即检测到收套的信号后, 若活套在调节工作状态, 则延时 T2, 延时时间到后, 活套推辊收回, 活套 PI 调节器禁止, 活套进入停止状态。即活套调节撤出。收套延时间 T2 范围 0—10 秒。

(7) 扫描器感光指示

当扫描器检测到有红钢时, 感光指示灯亮, 说明有钢, 反之不亮, 说明无轧件。

(8) 用活套或甩活套选择

操作工可以根据实际生产工艺要求, 进行选择。若选择了用活套, 在过钢过程中, 只要有满足起套条件, 活套就工作、就调节。反之, 选择了甩, 在过钢过程中, 即使有满足起套条件, 活套也不工作、不调节。

(9) 活套投入工作和停止调节显示

当活套工作时, 推辊已推出, 调节器投入调节, 显示活套投入工作。反之则显示停止调节。

(10) 活套高、低位显示

当活套工作时, 推辊已推出, 调节器投入调节, 若活套位置太高显示高, 若活套位置太低位显示低。

4.4.2.5. 关键技术

根据首钢型材厂一作业区电控系统和生产工艺的特点, 设计了适合该生产线的控制方法。

为了保证活套的顺利投入和稳定运行, 在咬钢时, 需对咬钢速降进行补偿。为了保证轧钢时有电流信号准确可靠, 必须对电流信号进行采样滤波。采样滤波一般采用几次取平均值法, 在调时是, 可以根据现场的具体情况, 确定采样的时间和次数。对于用于起/收套逻辑的开关量信号 (如热金属检测器和扫描器感光信号), 应进行防抖动处理。

(1) 电流信号采样滤波方法如下:

$$A_i = \frac{A(i-3) + A(i-2) + A(i-1) + A(i)}{4}$$

其中 A_i — 第 i 次采样滤波处理后的电流值;

$A(i-3)$ —第 $i-3$ 次采样电流值;

$A(i-2)$ —第 $i-2$ 次采样电流值;

$A(i-1)$ —第 $i-1$ 次采样电流值;

$A(i)$ —第 i 次采样电流值。

$A(i)$ 、 $A(i-1)$ 、 $A(i-2)$ 和 $A(i-3)$ 是电流值每隔一定时间的采样值。这理一般情况下要使电流值信号较平滑,可以增加采样次数,但是这可能增加信号的反应延迟。要使电流值信号跟接近实际,得减少采样时间。增加采样次数,减少采样时间都会增加 PLC 的 CPU 的运算量,加大了 CPU 的负荷。因而可以根据现实情况调整到一合适的采样时间和采样次数。在型材厂一作业区调试时,采样间隔时间定为 30ms,采样次数为 4 次。

(2)有电流信号的处理

为了减少干扰,防止误信号出现,在型材厂一作业区里采用了迟滞比较器原理的方法对电流信号进行有电流信号的检测。其原理如图 4.13。

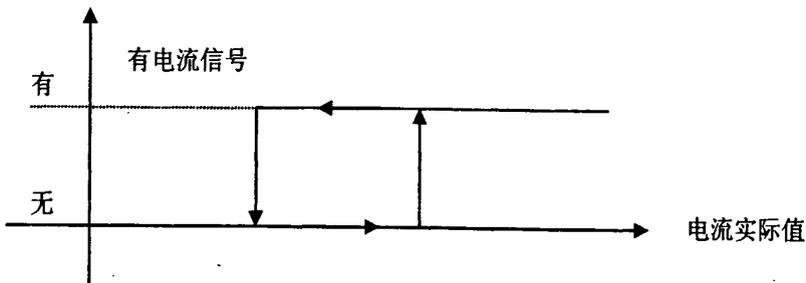


图 4.13 有电流信号迟滞比较器原理示意图

Figure 4.13 TRhe figure of current signal hysteresis comparator

(3)咬钢速降补偿

由于轧机在咬钢时轧机有速降,会造成轧出的轧件尺寸受到影响。因而为了保证产品质量,可以在钢咬入轧机之前对轧机增加一定的转速,当钢咬入后,撤消这附加的转速,从而达到补偿速降效果。同时,这样帮助咬钢,使活套能顺利投入调节。具体视现的方法为当轧机前一机咬钢后,而后一机架未咬入钢时投入附加补偿转速给定,一旦本机架咬入钢后,附加补偿转速给定按一定的斜率逐渐减少,最终到一定小的值后完全撤出。以 15#轧机为例,附加补偿转速给定量的大小可以由上位计算机给出,也可以由 PLC 固定给定。在型材厂一作业区中采用了附加补偿转速给定的量可以由上位机给出的方法。这样操作工可以根据生产需要,调正附加补偿转速给定量从而达到比较好地补偿速降,提高产品质量。

4.4.2.6 活套调试、运行中出现的问题及解决方法

(1) 活套调试

活套套高设定为 150mm 左右, 根据生产工艺设定起/落套时间, 活套最大调节量, (活套调节量一般为轧制转速的 5%, 但最大可以达到 10%)。

整扫描器的扫描范围

使套高 0—600mm 对应扫描器输出 0—10V。可以调整扫描器和钢导槽的距离进行调整扫描范围。

调整套高零位

为了保证红钢在可靠的检测范围内, 在没有推辊推出(投套时), 扫描器检测红钢的位置应在 50mm 左右, 调整扫描器的低扫描点, 使 PLC 的实际套高显示在 50mm 左右。调整完毕后, 可以通过 wincc 画面设定套高零位补偿量, 达到消除零位的影响。

活套推辊

手动试活套推辊, 检测推辊灵敏情况, 有无卡塞的情况, 气动阀压够否等, 若有问题, 换备件或修理。使之满足投套的机械条件。

试起/落套逻辑关系

手动模拟轧钢, 测试活套起/落套的逻辑关系正确否? 若不对, 修改程序。直到正确为止。

测活套最大调节量是否与设定的符合

强制 PLC 活套 PI 调节器, 使之输出饱和, 看上游机架是否以相同百分数升或降。若不对, 检查和修改程序。

活套 PI 参数

在过钢和活套已投入情况下若发现活套反应太快/太慢, 可以调整活套 PI 调节器的 P 值(增益), 若活套不稳定, 可调节 I 分量(积分时间 T)。

调整起套时间和收套时间

根据生产工艺, 可以先计算起套时间和收套时间, 进行预设定。然后, 根据生产情况再进行调整。

调整活套调节器使能和推套器动作协调, 可以通过调整它们之间的延时时间来完成。

(2) 运行中出现的问题

①活套推辊撞出后一根红钢钢头, 造成事故。检查收套逻辑, 和收套延时时间的设定。发现收套逻辑正确, 收套延时时间设得合理, 经查机械, 是推套辊返回反应迟钝, 换推套辊后正常。

②有时5号活套有时不收套。经查,发现9号、10号之间的热金属检测器坏了,更换后,正常。

③有时5号活套有时一会儿大,一会小不稳定,一段时间又正常,仔细检查,发现由于受轧线温度和水蒸气等环境因素的影响,扫描器工作不稳定。更换扫描器后,正常。

(3)制作安装说明

①施工中所用材料、加工工艺应严格按图纸要求进行,如要代换和改变,使用的材质和改变后的性能不得低于原标准;

②所有跑槽底座和槽孔,现场根据跑槽槽孔的大小和位置开孔;

③所有压紧装置中的斜铁均用细铁丝系在M8螺母上,防止遗失。M8螺母现场紧靠压紧装置焊接在罩体上;

④图中除已有说明外,各件之间及安装方式均为焊接,焊缝不小于连接件最小板厚;

⑤密闭罩顶板与框架之间为间断焊,其它均为连续焊接;

⑥密闭罩现场安装时,根据现场情况,若遇到罩体与工艺设备干涉时,可对其进行局部修改。同时,由于现场复杂,设计图册未考虑周全的地方,由现场施工人员进行完善;

⑦密闭罩制作完成后应刷防锈底漆两遍,安装完后刷再面漆一遍。

4.4.2.7 基础设施改造

(1) 活套系统照明设施

活套系统分室内、室外照明,照明总功率约为60KW,其中活套器区域设照明100W×2,风机区域100W×2;

(2) 安全照明及检修设施

活套系统设检修箱共2台,以方便系统检修。

(3) 防雷

活套系统烟囱、活套器顶部等较高建筑物设防雷装置。设计包括防雷接地,保护接地级等。

(4) 接地

a.在活套器顶部安装两支避雷针做避雷装置,避雷针要求可靠接地,接地电阻小于10欧姆。

b.设备保护接地采用TN-C-S接地系统,控制柜体、电机外壳等平时不带电,故障情况可能带电的设备、金属结构等均要求可靠接地,接地电阻小于4欧。

c.仪表及计算机系统单独接地,接地电阻小于4欧姆。

d.新增接地系统应与工艺的电气接地系统连通。

(5) 电气安全设施

a.所有高低压用电设备及所有正常不带电事故状态下可能带电的外漏设备,导体均须可靠接地,接地电阻须小于4欧姆。

b.控制室内设备布置时,均应保证足够的安全距离。

c.进入活套器内部检修时,应使用24V安全照明灯具或手电筒照明。

(6) 通讯设施

由于系统与轧机控制系统共用,因此通讯设施与轧机操作室共用;

(7) 线路铺设

所有管线明敷,室内外均通过电缆桥架或穿管敷设,电缆分线盒和端子箱做防尘、防雨设施,动力电缆与仪表、通讯电缆共用电缆桥架但分层布置。系统管线沿活套设备及管道敷设时应保持足够的安全距离。

电缆桥架、电缆沟及电缆在敷设中外露的部分应涂防火、防鼠涂料。

4.4.2.8 土建

(1) 主要设计依据

a.工艺专业提供的设计委托资料;

b.首钢型材厂有关基础资料;

c.国家现行有关规范和法规:

①《混凝土结构设计规范》和1993年局部修订(GBJ10-89)

②《建筑抗震设计规范》和1993年局部修订(GBJ11-89)

③《建筑结构荷载规范》(GBJ9-78)

④《建筑地基基础设计规范》(GBJ7-87)

⑤《建筑设计防火规范》(修订本)(GBJ10-89)

⑥《构筑物抗震设计规范》(GB501901-93)

(2) 主要设计参数

风荷载: 0.35kN/m²

地震高防烈度: 8度

地基承载办标准值暂定: 150kPa

(3) 建筑材料及施工条件

a.本工程所采用的材料均可在当地采购。

b.根据工程的复杂程度及施工要求,本工程需国家二级以上施工企业施工。

(4) 建(构)筑物简要说明

a控制室。活套系统控制室利旧;活套系统控制室与改造后的轧机操作室共用,在生产线的5#台,该房平面尺寸为3.5m×5m,高为2m,对该控制室进行适当的装饰处理。

b风机基础。活套系统风机基础利旧。

4.4.3 项目实施及进度安排

工程项目实施整体方案及进度安排如下。

4.4.3.1 成立项目经理部

为顺利完成本活套建设项目，该活套改造项目将成立项目经理部。

4.4.3.2 工程实施内容

根据改造方案，对工程内容进行项目划分，组织施工，安排施工力量进行场地布局。

主要施工项目及部署：

- (1)拆除工程：需改造的活套系统部件、风管管路、旧跑槽、旧电缆等；
- (2)设备制造：跑槽及其附件(6套)；
- (3)设备及配件供货：低压配电柜、电脑控制柜、风机叶轮、仪表显示柜、压力变送器、变送器保护箱、工控机操作台、光电扫描器、电缆及桥架；
- (4)土建工程：跑槽基础改造、光电扫描器基础改造；
- (5)安装工程：跑槽安装、光电扫描器基础安装、压气系统安装等；
- (6)调试：调试跑槽、光电扫描器。单体无负荷和整体有负荷调试，并一次达标。

4.4.3.3 施工进度计划

施工进度计划见下表4.3。

根据施工计划，该项目于2006年5月1日正式开始施工，6月1日试车，7月1日前正式投入运行。由于本工程投资较小，配套专业单一（首钢型材厂设备和技术专业负责）、但改造工作量大，技术指标要求高，施工时间短，施工过程中将重点考虑施工质量、施工周期以及项目资金，首钢型材厂将充分利用总承包单位首钢电子公司多年的工作经验，并组织最强项目经理部和最精干施工队伍，精心组织，确保本工程按时、保质的完成。为此，在此次项目改造中，将着重解决以下几个方面的问题：

(1) 为了顺利完成活套改造项目，要求首钢电子公司施工人员在进驻厂区施工之前由首钢型材厂、首钢电子公司以及首钢诚心监理公司各方派代表组成的领导小组，人员4至6人。其主要任务为统一协调、组织指挥各专业施工队伍进场时间、施工项目及施工区段，统一协调解决在施工中遇到的水、电、风、气（汽）接点，成品和半成品的堆放工作。

4.4.3.5 主要施工机具汇总

交流弧焊机	BX ₁ 500	2台
火焰气割	乙炔	2台

4.4.3.6 施工过程中的现场安全管理及措施

- (1) 各施工单位必须成立现场安全管理小组，确定专职或兼职安全员；
- (2) 开工前，由首钢电子公司统一在首钢型材厂安全科办理安全协议，文明施工，防止施工现场扬尘污染，签订责任书，否则不允许开工；
- (3) 首钢型材厂、首钢电子公司以及下属各分包单位在施工期间必须坚持每天现场协调会上讲安全，通报不安全因素，并要求整改；
- (4) 各施工单位专职安全员定期现场检查，电、火等要害部位发现隐患及时处理；
- (5) 各施工单位在需动火施工前，必须办理动火安全协议，否则不允许施工；
- (6) 对施工现场要设置安全标志牌、警示牌；
- (7) 凡上岗人员一律穿戴好劳保用品（工作服、工作鞋、安全帽等）；
- (8) 施工人员可拒绝违反操作规程的命令；
- (9) 各施工单位在开工前必须制定安全措施，并对班组进行交底，做到人人心中有安全意识；
- (10) 房屋施工时，三层以上必须设置安全网，不得留有空档；设置安全出入口；
- (11) 在厂房顶上施工期间，严禁往作业区内扔施工边角料，以免影响生产；
- (12) 所有用电单位必须严格进行用电安全教育，施工电缆要每天班前检查，防止漏电；
- (13) 对吊具、吊索，施工前要认真检查；
- (14) 高空安装或施工时，严禁从高空往下投掷备件、杂物、焊条等，以免伤人。操作者高空作业时必须系安全带；
- (15) 各施工单位进入现场后对本单位临时仓库、设施要严格进行管理，做好防火防盗工作；
- (16) 各施工单位要在各施工电解焊机和动火（氧气切割）前必须在首钢型材厂安全科申报，由统一在型材厂保卫部门办理动火手续，否则不允许施工，严禁工地使用明火；
- (17) 各施工单位在进场前必须将进场的各种机具、周转材料、电料等建立统一明细清单并交付首钢电子公司后，由首钢电子公司统一在首钢型材厂设备科、保卫科登记备案，以便退场时办理物品出门手续。

4.4.4 项目质量保证与控制

4.4.4.1 质量保证

项目的工程质量保证和质量控制GB/T19001-1994idtISO9001: 1994（设计、开发、生产、安装和服务的质量体系）为模式，确保工程项目及过程质量达到优良水平。

质量方针：技术先进，设计精心，服务周到，顾客满意。

质量目标：工程咨询，工程设计文件符合规定的质量标准，达到现行规范和规定要求，满足合同的约定，验收合格率确保100%。

4.4.4.2 项目质量控制

工程设计质量直接关系到工程项目的设备材料采购、施工安装和试车，同时对投产后的连续稳定运行、安全生产都有十分重要的影响。

此次设计管理和控制将满足GB/T1991-1994质量保证体系的要求，全部设计工作将按设计策划、设计接口、设计输出、设计评审、设计验证、设计确认，设计更改程序进行控制，并建立详尽的设计质量记录，确保设计文件的有效性和完整性。

(1) 设计阶段质量控制节点

a. 设计方案认可后，方案的技术细节需进一步落实，得到公司主管部门以及作业区确认：

- b. 设备制造图及施工图完成后经输出图纸的三级审核；
- c. 对施工人员充分技术交底。

(2) 采购质量控制

项目的设备材料采购将执行公司的采购控制程序、顾客提供产品审查控制程序、不合格品控制程序、纠正和预防措施控制程序。

采购质量的主要控制节点：

- a. 提出全面、准确的采购文件和技术条件；
- b. 设备制造质量控制节点；
- c. 对供货商进行资质和业绩审核；
- d. 采购合同的鉴定与审查；
- e. 材料、设备的质检记录和证明；
- f. 装运前检查；
- g. 现场开箱检查；
- h. 采购重点质量控制对象是：跑槽、光电扫描器、气动阀、电器控制元器件、地基水平度及高度。

(3) 设备制造质量控制

购买的钢材必须有合格证, 材质检验报告; 制造人员必须按图制造, 若有材料替换, 必须得到设计人员和用户许可; 对设备制造的每道工序须有自检报告和记录; 制造过程及出厂前, 对制造产品进行检验; 出厂前检验及包装、运输符合技术要求。

设备制造质量控制节点:

- a. 跑槽的水平度逐个检验, 应符合设计要求和精度;
- b. 活套风管管路逐个检查和调试, 每套气动阀均正常工作;
- c. 光电扫描器的扫描角度;
- d. 跑槽上表面加工, 保证平面平整度;
- e. 跑槽支柱、梁平直度;
- f. 设备的焊接质量, 焊缝高度、砂眼、焊渣等;

(4) 施工安装质量控制

施工质量是影响工程建设项目质量的主要原因之一。因此, 施工质量控制是保证项目质量的重要手段和环节。

本项目的施工质量控制, 采取将施工各过程分解、设备控制节点并检查确认的方法。同时根据各控制节点对工程项目质量的性质、安全、寿命、可靠性等的影响程度, 分类 A, B, C 三级进行控制。其中 A 级为最重要的质量控制节点, 须由项目承包商、施工人员和业主或监理代表共同确认。

安装过程质量控制节点:

- a. 选择熟练的、有经验的安装人员;
- b. 对安装人员进行充分技术交底和培训;
- c. 落实切实可行的施工组织设计;
- d. 周密的安全措施;
- e. 跑槽、光电扫描器组件的安装定位;
- f. 焊接质量的控制 (漏焊、虚焊、砂眼、毛刺)
- g. 风管安装接口严密性和牢固性;
- h. 光电扫描器安装垂直度;
- i. 阀门安装的严密性、到位状况;
- j. 压气管路清扫;
- k. 控制系统调试;
- l. 单机设备调试;
- m. 设备除锈、油漆质量;

o.. 保温、防水质量;

n. 安装质检报告。

(5) 运输包装质量控制

要求包装适合长途联运多次搬运、装卸的坚固包装,不能造成运输过程中箱件破损、设备和零件散失。并根据需要分别加上防潮、防锈、防腐蚀的保护措施。产品包装前,应经过仔细检查清理,不留异物,并保证零部件齐全。

对于包装箱内和捆扎内的各散装部件,标记清楚它们在装配图中的部件号、零件号。

在每件包装箱的两个侧面上,用不褪色的油漆明显易见的中文字样印刷以下标记:

目的站;收货单位名称、电话;设备名称、机组号、图号;箱号/件号;毛重/(公斤):体积(长×宽×高)。

对于重量为二吨以上货物,在包装箱的侧面以运输常用的标记和图案标明重量及挂绳位置,以便于装卸搬运。根据需要,将在包装箱上明显地印刷“轻放”、“勿倒置”和“防雨”等字样。

对于裸装货物,将用金属标签或直接在设备本身上注明有关内容。

每件包装箱内都将附有详细装箱单,注明分件名称、数量、机架号。外购件箱内都将附产品出厂质量合格证明书、技术说明书等。

技术协议书中列明的备品备件将按每套设备分别包装,并在包装箱上加以注明。

各种设备及松散零星的部件采用良好的包装,装入完善的箱件内。

以栅格或箱子类容器包装的设备及零部件,应当不至于被偷窃,或被其它物品及雨水造成损坏。

防止用同一箱号标明任何两个箱件。设备、材料、构件等均以汽车运输。货物长×宽×高尺寸符合长途运输要求。

(6) 关键工序制造质量控制

搞好活套跑槽关键工序制造质量控制,将采取以下关键工序控制措施:

a. 关键工序质量控制点确定遵循以下原则:

- ① 产品生产过程中生产难度大,质量不稳定,不合格较多的工序;
- ② 对关键特性,重要特性的质量有重大影响的工序;
- ③ 用户或下道工序,反映问题多的工序;
- ④ 加工周期长,原材料昂贵,出废品经济损失较大的工序。

b. 控制手段:

- ① 工序间实行首件三检制度,即自检、互检、专检;
- ② 关键工序定人员、定设备、定操作工艺和检验方法;

③ 关键部位在制作过程中未经质检部门检验同意不得进入下道工序;

④ 特殊工序的检验必须制订执行专用技术文件和质量控制文件。

控制顺序为进货检验控制、工序间检验控制和最终检验控制, 检验原始记录按规定存档。

(7) 产品制造、安装、验收标准及规范

a. 设备制造标准

JB/ZQ4000.2-86 切削加工件通用技术要求

JB/T5911-91 器焊接件技术要求

JB/ZQ4000.4-86 火焰切割通用技术要求

GB700-88 普通碳素结构钢技术条件

GB1125389 普通碳素结构钢和低合金结构钢冷轧薄钢板

GB3274-83 普通碳素结构钢低合金结构钢热轧钢板技术

GB699-88 优质碳素结构钢号和一般技术条件

GB985-986-88 焊接接头的基本型式与尺寸

GBJ17-88 钢结构设计规范

GB8923-88 防锈等级

b. 设备安装标准

GB50150-91 电气装置安装工程电气设备交接试验标准

GB50168-92 电气装置安装工程电缆线施工及验收规范

GB50257-96 电气装置安装工程爆炸和火灾危险环境电气装置

c. 设备验收标准及规范

GBJ205-83 钢结构工程施工及验收规范

(8) 其它

由于首钢型材厂活套系统暂时还没有地勘资料, 本工程基础均按常规设计, 待进行地质检测后, 再作调整。

工业安全

① 活套系统等建(构)筑物, 根据《工业与民用电力装置的接地设计规范》等要求, 设有防雷、防电击措施:

② 设有转动设备均配带安全防护措施;

③ 安全用电措施。按照《电气设备安全设计导则》进行设计, 保证安全生产。在电源箱等部位设置安全护栏, 并标以显著安全标志。在需要经常维修处, 设低压安全照明;

④ 防机械伤人和坠落措施。凡带转动、移动的设备设置防护栏, 凡有地坑、人孔处

设盖板和护栏，凡离地面2米以上高度需经常操作、维修处，设置带护栏的走道和平台：

⑤防红钢红窜出的安全防护挡板。

第五章 改造方案的评价

5.1 改造方案的运行情况

经过一个月的项目施工，该项目1#—6#单双线活套一次试车成功，并在直径14—20mm单线圆钢、直径10—16切分螺纹钢和直径25mm单线螺纹钢生产中投入使用。项目投入运行后，活套系统起套、收套灵活，该活套设施整体运行状况良好，自动控制无需人工干预，实现了精轧无张力轧制，并顺利通过首钢型材厂工程组验收。

5.1.1 活套在螺纹钢生产中应用效果

国标GB702-86中规定的热轧圆钢直径尺寸允许偏差见表5.1。

表 5.1 热轧圆钢直径尺寸偏差

Table 5.1 Diameter offset of hot round bar

圆钢直径 mm	精度组别		
	允许偏差, mm		
	1组	2组	3组
>7—20	±0.25	±0.35	±0.40

1#-6#活套在 $\phi 14-\phi 20$ mm圆钢生产中正常投入使用，现对活套使用前、后轧件实际尺寸进行统计对比，结果见表5.2。

表 5.2 圆钢实际轧件尺寸统计

Table 4.3 The dimension statistics of round bar produces

规格 mm	使用活套前尺寸, mm			使用活套后尺寸, mm		
	中部	尾部	中尾差	中部	尾部	中尾差
$\phi 14$	13.7-14.3	14.3-14.5	0.3-0.6	13.7-14.3	14.1-14.4	0.1-0.3
$\phi 16$	15.7-16.4	16.4-16.6	0.4-0.8	15.9-16.2	16.2-16.4	0.1-0.4
$\phi 20$	19.6-20.2	20.3-20.4	0.5-0.8	20.0-20.2	20.3-20.4	0.1-0.4

注：5.2中的中尾差为同一根钢的中部与尾部尺寸差。

从表5-2中的统计结果可以看出,使用活套前f 14—f 20 mm圆钢中部和尾部尺寸波动范围大,且尾部尺寸超差比较严重,尺寸精度只能达到国标GB702-2004中3组精度。使用活套后f 14—f 20 mm圆钢中部和尾部尺寸波动范围缩小,尺寸精度提高了一个级别,达到国标GB702-2004中2组精度。

5.1.2 活套在螺纹钢生产中应用效果

钢筋混凝土用热轧带肋钢筋GB1499-1998标准中规定带肋钢筋采用月牙肋表面形状时的尺寸和允许偏差见表5.3。

表 5.3 热轧带肋钢筋尺寸和允许偏差, mm

Table 5.3 The dimension and permissive tollercnce of hot rolled steel bor ,mm

规格 mm	内径 d		纵肋高 h1		横肋高 h	
	公称尺寸	允许偏差	公称尺寸	允许偏差	公称尺寸	允许偏差
f 10	9.6	±0.4	1.0	±0.5	1.0	+0.4 -0.3
f 12	11.5		1.2	±0.8	1.2	±0.4
f 14	13.4		1.4		1.4	
f 16	15.4		1.5		1.5	
f 25	24.2	±0.5	2.1	±0.9	2.1	±0.6

在生产中实际测量的轧件尺寸为轧件内径和轧件最大外径。将生产中实际测量的轧件宽度尺寸按GB1499-1998标准中规定方法换算成实际纵肋高h1(即轧件最大外径减去轧件内径再除以2倍)与标准允许值比较结果见表5-4。轧件内径尺寸比较结果见表5.5。轧件最大外径比较结果见表5.4。

活套系统未投入使用前,在精轧操作过程中,轧机转数、轧件堆拉关系完全靠操作工凭经验进行调整,操作不稳定,容易造成钢筋最大外径(俗称两旁尺寸)忽“肥”忽“瘦”,使钢筋负差率控制不稳定。又通过压料调整轧件内径尺寸来控制负差率,造成频繁收料,使调整时间长、检废量大、轧辊磨损量大换辊增多,降低了作业率,钢筋尺寸控制精度低。

表5.4各规格钢筋纵肋高h1, mm

Table 5.4 The height of each type of steel bar

规格	纵肋高 h1		
	标准允许范围	使用活套前尺寸	使用活套后尺寸
f 10	0.5-1.5	0.35-1.40	0.90-1.5
f 12	0.4-2.0	0.35-2.25	0.95-2.0
f 14	0.6-2.2	0.30-2.10	1.20-2.0
f 16	0.7-2.3	0.35-2.25	1.25-2.0
f 25	1.2-3.0	1.35-3.20	1.85-3.0

表5.5各规格钢筋内径, mm

Table 5.5 The inner-diameter of each type of steel bar ,mm

规格	内径 d		
	标准允许范围	使用活套前尺寸	使用活套后尺寸
f 10	9.6±0.4	9.6	9.3-9.5
f 12	11.5±0.4	11.4-11.6	11.2-11.3
f 14	13.4±0.4	13.2-13.6	13.1-13.2
f 16	15.4±0.4	15.2-15.5	15.1-15.2
f 25	24.2±0.5	24.1-24.4	23.8-24.1

表5.6各规格最大外径, mm

Table 5.6 The max external diameter of each typer,mm

规格	轧件最大外径	
	使用活套前尺寸	使用活套后尺寸
f 10	10.3-12.4	11.1-12.4
f 12	12.2-16.0	13.1-15.2
f 14	14.0-17.4	15.0-17.0
f 16	15.9-20.0	17.7-19.2
f 25	26.9-30.6	27.8-30.0

2006年下半年改造后的精轧机组活套系统投入生产使用后,在精轧操作过程中,轧

机转数、轧件堆拉关系自动控制无需人工干预，轧件尺寸控制水平提高。从表5-4、5-5、4-6统计结果可以看出，使用活套前轧件纵肋高 h_1 波动范围大，且超出标准允许范围的上、下限值。使用活套后轧件纵肋高 h_1 在标准允许范围内波动，且波动值缩小。轧件内径 d 控制在负偏差范围内。

因此，精轧机组活套系统投入生产使用后，减少了尺寸调整时间，提高了产品质量，减少了检废，为实现稳定的负差轧制提供了保证。

5.1.3 活套的使用后为实现稳定的负差轧制提供了保证

本课题所研究的轧机活套装置，就是保证负差率稳定而不可缺少的主要手段。表5-7为型材厂一作业区2006年螺纹钢各规格负差率统计数据。

表 5.7 2006 年螺纹钢各规格负差率统计，%

Table 5.7 The statistics of minus offset for each type of steel bar in 2006,%

规格	1-5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
f 10	/	1.53	3.09	2.77	3.45	3.01	3.11	1.85
f 12	2.81	3.34	3.24	3.22	3.28	3.1	3.24	3.26
f 14	2.39	2.89	2.57	3.79	2.88	/	4.68	2.64
f 16	2.89	/	/	1.93	2.78	2.59	/	2.52
f 25	0.89	/	/	2.22	1.69	1.53	1.9	1.95

从轧钢工艺角度分析，要保证准确、稳定的负差率，除了根据钢材标准规定的重量偏差值，设计能生产出符合标准规定的负差轧制孔型。选用耐磨性好的轧辊材质和制订严格的工艺措施外，还必须设法清除轧制过程中因轧制温度、轧辊磨损、电气波动等动态因素造成的轧制张力。如果靠人工观察，手动调整的方式消除张力，除了不同操作者操作水平上存在差异外，同一操作者受自身的健康状况、心理、情绪、疲劳程度等方面影响，也很难保证长时间重复操作的准确性。而在线棒材轧机上配置轧机活套装置，其目的正是通过自动化的设备消除轧件在轧机间运行中承受的张力，从而保证成品钢材沿长度方向的断面尺寸均匀一致。这一点在型材厂一作业区活套使用前后的成品尺寸数据统计变化上已得到充分的体现，使用活套后，钢材的水平外径尺寸波动明显减小。

因此，可以说虽然由于种种原因，目前我公司并未 100%地实施钢材的负差轧制、理重交货，但轧机活套装置的研制和应用成功，为我们将来获得负差效益打下了良好基

础。并且实现负差轧制可以提高材料的利用率，降低钢材的消耗，节约能源，创造了潜在的经济效益。

5.2 工程投资及资金来源

工程总价103.02万元，其中设备费66.91万元、建筑工程费0.60万元、安装工程费17.90万元以及其它费18.12万元，具体情况见表5.1

表5.1 首钢型材厂活套改造工程投资综合估算表

Table 5.1 Looper system project of shougang sectional Material Rolling Plant investment synthesis estimate table

序号	工程项目及名称	单位	数量	单价 (万元)	概算价值 (万元)				备注	
					设备费	建筑费	安装费	其它 费用		合计
一	机械部分				32.1	0.6	3.4		36.1	
1	活套跑槽	台	12	2	24		1.2		25.2	
2	管道检修	吨	10	0.75	7.5		2		9.5	
3	跑槽基础改造	台	6	0.1		0.6	0.2		0.8	
4	推辊	个	12	0.05	0.6				0.6	
二	电气部分				34.81		13.99		48.8	
1	低压配电柜	台	2	2	4		0.36		4.36	
2	电脑控制柜	台	1	8.2	8.2		0.74		8.94	
3	编程软件	套	1	1.6	1.6				1.6	
4	仪表显示柜	台	1	3.47	3.47		0.31		3.78	
5	工控机系统	套	1	4.1	4.1		0.1		4.2	
6	组态软件	套	1	6.2	6.2				6.2	
7	压力变送器	台	4	0.81	3.24		0.32		3.56	
8	变送器保护箱	台	4	0.05	0.2		0.02		0.22	
9	工控机操作台	台	1	0.3	0.3		0.04		0.34	
10	光电扫描器	台	7	0.5	3.5		0.1		3.6	
11	电气施工						12		12	
三	合计				66.91	0.60	17.39		84.90	

四	甲方费用	3.5	3.5	
1	建设单位管理费	0.85	0.85	三*1%
2	监理费	0.68	0.68	三*0.8%
3	质量监督检查费	1	1	
4	审计费	0.42	0.42	三 *0.05%
五	设计费	3	3	
1	基本设计费	4	4	
2	非标设备设计收费	1	1	
六	三+四+五		99.35	
七	税金	3.35	3.35	六 *3.41%
八	六+七		102.70	
九	合同交易服务费		0.32	北京 建委收
十	合计（总造价）		103.02	

项目资金来源：公司技改专项资金。

5.3 运行费用

(1) 人工费

该活套器配岗位人员4人，按每人年收入5万元计算，共需要人工费20万元。

(2) 维修费

设备和管道为钢结构，维修费可按工程总价的2%估算，约为2.06万元。推辊共计12套，为易损耗件，使用寿命一般为6个月，单价500元/平米估算，平均每年花费1.2万元；光电扫描器共7个，也易磨损，按每年损耗2个，每个单价按5000元参考，平均年损耗1万元；其它部件以实际使用情况评估。

综上，系统每年运行费用约为40万元。

5.4 项目运行效果及效益

5.4.1 项目运行效果

该项目投入运行后,岗位人员劳动强度、生产故障大大降低,生产作业率大大提高,产品档次明显提高。圆钢产品达到国标GB702-2004中3组精度标准,比改造前提升一个标准,螺纹钢产品质量稳定,负差率月平均稳定在3%以上,满足了用户要求。

5.4.2 项目效益

5.4.2.1 经济效益

(1) 降低废品

2006年四季度活套系统改造后,检废量为784吨,比上年同期的977.44吨减少193.44吨,按照合格品与废品价差1700元计算,减少废品可降低成本52万元/每年。

(2) 提高产品精度

活套系统的投入使用为生产高精度的圆钢提供了控制手段,仅2006年四季度就多生产CrMoA系列高附加值圆钢4892.42吨,多创效益392万元/年。

(3) 节约故障停机时间

活套系统的投入使用,每月平均降低轧钢调整、轧钢故障、废品待检时间合计60分钟,分钟产量以1.42吨计算,创效益22万元/年

以上合计年直接经济效益466万元,除掉项目投资103.02万元,年运行费用40万元,当年就可收回投资,并创效益322.98万元。

5.4.2.2 质量效益以及社会效益

活套的使用后为实现稳定的负差轧制提供了保证。钢材的负差轧制、理重交货,就是钢厂提高经济效益的一个有效方法。对于一个年产70万吨钢材的轧钢厂,如果平均负差率达到3%,按钢材平均价4000元/吨,并扣除轧制费用后计算,年增加效益8000多万元。并且实现负差轧制可以提高材料的利用率,降低钢材的消耗,节约能源,创造了潜在的经济效益。此项目的成功实施,大大提高了首钢型材厂以及首钢产品的社会形象,取得了较好的质量效益以及社会效益。

第六章 经验总结及建议

根据首钢一作业区轧制工艺及其机械和具体生产工艺的要求,在活套设备和结构以及电控系统优化设计方面,形成了具有首钢特色的针对旧设备通过技术改造创新来设计活套机械设备和数字化电控系统的系统方法,型材厂一作业区活套系统的成功设计和应用是老企业通过先进技术改造和创新从而挖掘设备潜力、提高产品质量的成功典范。

6.1 经验总结

(1) 在活套设备和结构方面采用了优化设计方法

由于型材厂一作业区连轧机组是上世纪60年代建立,轧钢设备和电控系统已明显落后,在此旧设备上进行技术改造并配置活套系统,需要克服的工艺技术难度较大,国内外可照搬的技术数据十分有限。虽然Dancili和Pomini拥有先进的活套系统,但在旧工艺设备上,通过技术改造和创新,对旧设备更新换代,要解决一系列关键性的工艺和设备问题,特别是要克服精轧段恶劣的工作环境限制,同时要求设计的活套设备的结构参数(这包括起套辊、挡辊等关键设备的布置形式和直径参数等),要满足具体连轧工艺的稳定和顺利进行。在活套系统结构优化设计方面,从提高设备运行可靠性和可操作性以及减少导卫等设备装置磨损要求出发,进一步对活套系统的结构和参数进行了优化,使活套设备的使用性能上升到一个新水平。

(2) 应用了先进的数字化活套控制系统并进行优化设计

根据首钢型材厂一作业区生产工艺及其对电控系统的要求,活套自控系统的设计要与现有的连轧工艺及设备相适应,这是整个活套系统设计的一项重要内容。为了克服传统模拟控制系统可靠性、稳定性和控制精度差等缺点,现代化工业生产上正在广泛应用数字化控制系统,因此在一作业区活套系统的控制系统上,应用了先进的可编程控制器(PLC)系统,在吸收国内外先进自控技术的基础上,成功地设计和制造出适用于首钢现有连轧生产的数字化活套电控系统,从而极大地提高了连轧机组活套控制的自动化水平,同时形成了一整套具有首钢自主知识产权的连轧小型棒材活套装备及其数字化电控系统优化设计的方法。

(3) 活套投入生产后极大地提高了负差轧制水平和产品质量

首钢型材厂一作业区的活套系统应用于生产之后,其产品质量显著提高。首先由于活套系统从设备技术条件方面保证了实现较为稳定的精轧无张力连续轧制过程,其圆钢产品的几何形状和尺寸精度显著提高,这包括大大减少了其横断面尺寸偏差和纵向长度

方向的尺寸波动。在热轧螺纹钢方面,生产数据已经表明,在活套系统投入运行之后,各种不同规格螺纹钢的负差率均有显著提高。

6.2 经济效益和社会效益

此次活套系统改造,由于采用了项目管理的手段以及技术经济学等分析方法,整体上来说是成功的。经济效益统计结果显示,自首钢型材厂一作业区的活套系统投入生产之后的近一年时间来,由于全面提高了产品质量和降低产品生产成本(这包括减少尺寸超差、提高尺寸精度等)以及生产率的显著提高,其产品的市场竞争力大为提高。生产在不到一年时间里,该活套系统投入生产后,已经直接为首钢产生了几百万的经济效益。同时由于连轧机组自动化控制水平的提高和生产条件以及操作环境的改善,因此该活套系统的成功设计制造并应用于实际生产,在产生很大经济效益的同时,也产生了显著的社会效益。同时,采用项目的管理技术,应用于各项工程,是保证项目成功实施的有效手段,也将能更好的促进企业的发展。

6.3 建议

随着用户对产品质量的标准越来越高,传统小型材钢铁企业进行活套改造,将是今后企业发展的大方向。同时,搞好企业质量工作,不但能够取得一定经济效益,同时能够取得巨大的社会效益。

此次活套系统的成功改造,也为今后类似的改造,提供了宝贵的可参考经验:

- (1) 在今后活套系统改造,一定要考虑岗位人员的劳动强度;
- (2) 在活套系统管网改造过程中,如现场条件允许,可以将串联管道改造为并联管道,以降低管网阻力,提高活套风量;
- (3) 活套改造过程中,跑槽的安装时间要控制在更换品种的时间范围内;
- (4) 在活套系统的选择中,经验表明,跑槽分单、双线优势多;
- (5) 一段时间的运行表明,采用先进的电脑控制柜,有利于岗位人员对该活套设备的维护与管理;
- (6) 各种活套改造方案的选择,一定要符合生产实际;
- (7) 随着项目管理这门科学的进一步发展和首钢结构调整步伐的加快,北京地区的首钢企业采用项目管理的手段,以少量的资金,很短的时间,对现有设备进行技术改造,争取在停产前获得最大的经济效益,是目前首钢及类似企业的明智选择;
- (8) 今后类似项目中,采用项目管理手段,有助于项目的成功实施并取得良好效益。

参考文献

- [1]邱菀华 现代导论[M], 北京: 机械工业出版社, 2005, 1-9
- [2]卢向南 项目计划与控制[M], 北京: 机械工业出版社, 2006
- [3]李世俊 小型型钢连轧生产工艺与设备[M], 北京: 冶金工业出版社, 1999 560-561
- [4]刘京华.京华文集[M], 北京: 冶金工业出版社, 2004 54-56
- [5]白思俊 项目管理案例教程[M], 北京: 机械工业出版社, 2004
- [6]张承巨 项目管理应用实践与研究[A], 哈尔滨工程大学论文集, 1999
- [7]郭蕊 国内外项目管理研究的理论、框架及其进展[J], 现代管理科学, 2006, 05: 11-12
- [8]吴之明, 卢有杰 项目管理引论[M], 北京: 清华大学出版社, 2000
- [9]徐光颜, 陈辉, 刘滔清 POMINI 高架棒材精轧机活套器结构设计改造[J], 江西冶金, 2007年27卷第4期 25-27
- [10] 王利平, 刘金奎 高速线材活套系统的改造[J], 中国设备工程, 2005.07: 30-35
- [11]葛娟 Microsoft Project 2003 项目管理与应用[M], 北京: 北方交通大学出版社, 2006
- [12] 刘峰, 吴树涛 活套扫描器在轧线中的应用及常见故障分析[J], 仪器仪表标准化与计量, 2004年第3期
- [13] (美) 戴维·I·克兰 项目管理——战略设计与实施[M], 北京: 机械工业出版社
- [14] (美) 维尔朱 (Verzuh, E.) 著, 刘霞等译 项目管理: 模板、解决方案与最佳实践 (第2版) ——项目管理核心资源库[M], 北京: 电子工业出版社出版, 2006
- [15] (美) 罗西瑙 著, 王丽珍等译 项目管理——最佳实践案例剖析 (第4版) [M], 北京: 电子工业出版社, 2008

致 谢

本课题在选题及研究过程中得到韩颖教授的悉心指导，并为我指点迷津，帮助我开拓研究思路，精心点拨、热忱鼓励。在论文写作过程中，韩颖老师一丝不苟的作风，严谨求实的态度，踏踏实实的精神，不仅授我以文，而且教我做人，给我以终生受益无穷之道。对韩颖老师的感激之情是无法用言语表达的。

感谢东北大学樊治平教授、郭燕清教授、戢守峰教授等老师们对我的教育培养。他们细心指导我的学习与研究，在此，我要向诸位老师深深地鞠上一躬。

东北大学工商管理学院，为我论文的顺利完成提供了良好的研究条件，谨向各位老师、各位领导表示诚挚的敬意和谢忱。

感谢我单位领导、同事以及同学，对我学习生活的关心和帮助。

最后，向我的父亲、母亲、岳父、岳母、爱人、和刚出生2个月的儿子致谢，感谢他们对我的理解与支持！

