

# Компьютерная система управления 550 мм экспериментальным станом горячей прокатки

Ян Гао, Цзяньпин Ли, Веньонг Ниу, Ян Ву

Перевод: Левченко Р.С.

Государственная ключевая лаборатория прокатки и автоматизации  
Северо-восточный университет  
Шэньян, Китай

**Аннотация**—Данная статья подробно описывает оборудование, процесс, конфигурация компьютерной системы управления. Стратегия управления и алгоритм системы контроля датчиков в экспериментальный стан для горячей плоской прокатки. Двухступенчатый компьютер Система управления используется. Они соответственно базовая автоматизация система и система управления процессом. Параметры процесса, такие как зазор и толщина пластины, могут быть точно контролированы система автоматического управления. Практическое применение показывает, что система имеет характеристики разумной структуры, Надежная производительность, высокая точность управления и идеальной функцией.

## 1. ВСТУПЛЕНИЕ

В последние годы сталелитейная промышленность Китая сделала замечательные достижения. Тем не менее, продукты высокого класса все еще не в состоянии сломить зависимость от импорта. С целью повысить конкурентоспособность основного чугуна и стали предприятия, разработка нового продукта, новый процесс и новая технология становится все более и более важной. термо- Механическое управление процессом (ТМСР) обеспечивает мощный способ [1]. Тем не менее, отсутствие оборудования, которое раньше моделирование процесса горячей прокатки серьезно затрудняло независимые возможности исследований и разработок [2]. Нацеленность на необходимость НИОКР, Государственная ключевая лаборатория Роллинг и автоматизация (RAL, Северо-Восточный университет) Разработан комплект опытного опытного стана горячей прокатки. Это оказывает сильную поддержку не только развитию новых продукт, новый процесс и новые технологии, но и к улучшение существующего процесса.

## 2. ОБРАБОТКА ОБОРУДОВАНИЕ И ОБРАБОТКА ТЕЧЬ

Экспериментальный блок включает в себя два коробчатых сопротивления печи. Оператор перемещает нагретую плиту из печи и положить его на стол печи у гидравлического погрузчика. После удаления накипи, плита передается к столу захода на посадку и вращающийся стол. Основываясь на предустановленной скользящей стратегии, это поворачивается за поворотным столом или передается на рабочий стол. В агрегате используется двухсторонняя реверсивная мельница. Диаметр рулона 750мм и длина рулона 550мм. Комбинированный электромеханическое и гидравлическое завинчивание принимается как форма винтовой системы [3]. Два гидравлических направляющих пластины установлены на входе и выходе мельницы, чтобы предотвратить отклонение хода проката. Комбинированное охлаждение система, включающая ламинарный режим охлаждения и туман Режим охлаждения принят после мельницы. Различное охлаждение стратегии могут применяться в соответствии с требованиями обработка и производительность. Охлаждающая кровать устанавливается после зона охлаждения для размещения свернутых пластин или для имитации Процесс охлаждения средней и тяжелой плиты. Гидравлический Резак устанавливается после охлаждения кровати. Есть смоделированная намотка печь в агрегате. Обработываемая деталь, подходящая к размеру Размер с помощью гидравлического ножниц размещается в моделируемой намотке печи и затем охлаждают с заданной скоростью охлаждения до моделировать процесс намотки полосы.

## 3. АППАРАТУРА И СЕТЬ КОНФИГУРАЦИИ

Двухуровневая компьютерная система управления, состоящая из базовая система автоматизации (L1) и система управления процессом (L2) применяется для реализации всех функций управления [4]. На рис.1 показана аппаратная и сетевая конфигурация система управления.

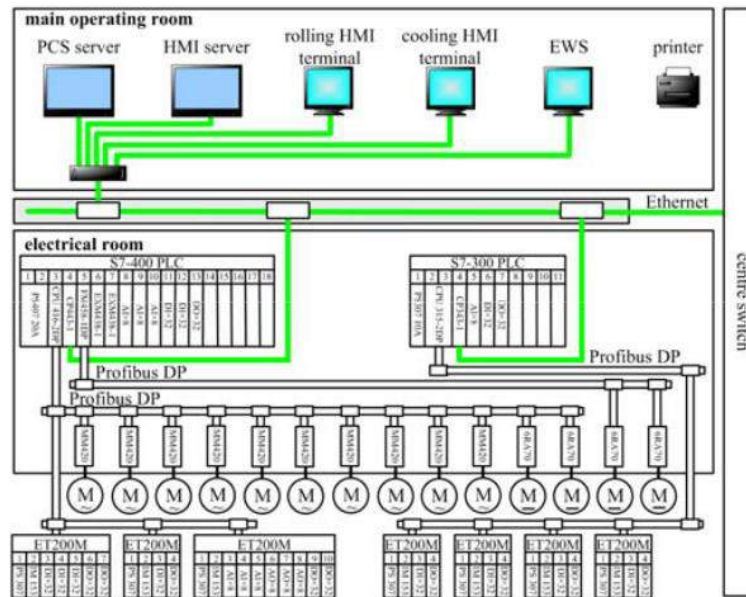


Рисунок 1 – Аппаратная и сетевая конфигурация системы

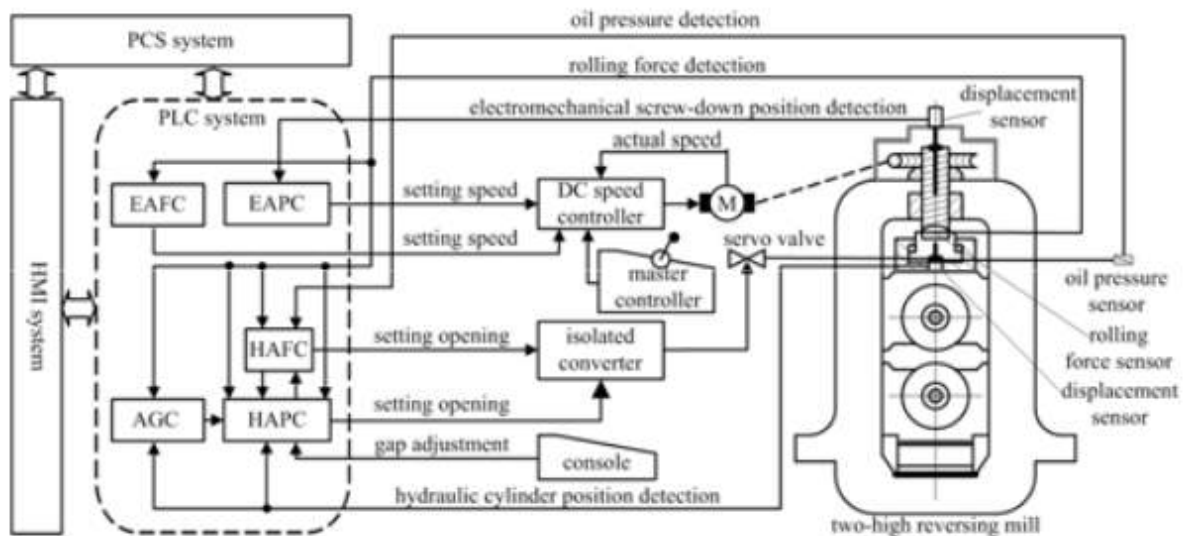
Базовая система автоматизации состоит из Siemens S7-400 PLC и Siemens S7-300 PLC. ПЛК S7-400, структура которого представляет собой процессор 416-2DP, добавил функциональный модуль FM458 применяется для реализации контрольных функций основного оборудования. Функции управления, в том числе основной порядок система основного и вспомогательного привода мельницы, контроль положения входных и выходных направляющих пластин, охлаждение после управление качением, управление охлаждающим слоем и общая логика реализован процессором 416-2DP. Функциональный модуль FM458 используется для реализации электрического автоматического управления положением (EAPC), гидравлический автоматический контроль положения (HAPC) и автоматическое управление манометром (AGC). ПЛК S7-300 является применяется для реализации функций управления вспомогательными оборудование, включая систему смены рулона, гидравлическую систему и гидравлическая режущая система. ПЛК S7-400 обменивается данными с ПЛК S7-300 через промышленный Ethernet. ET200M Система используется в качестве системы удаленного ввода-вывода.

Система управления процессом состоит из процесса прокатки Система управления, система управления процессом охлаждения и Система отчетности. Система управления процессом прокатки вычисляет и устанавливает график движения в соответствии с PDI данные плиты. Система управления процессом охлаждения вычисляет и устанавливает режим охлаждения после прокатки в соответствии с требования к обработке, такие как конечная температура прокатки, Конечная температура

охлаждения и скорость охлаждения. Роллинг и данные охлаждения записываются и архивируются системой отчетов. Система управления процессом и базовая система автоматизации обмениваются данными друг с другом через промышленный Ethernet.

Система НМІ используется для установки графика движения вручную и отображать данные процесса и информацию о тревоге.

#### 4. КОНТРОЛЬ СТРАТЕГИЯ И КОНТРОЛЬ АЛГОРИТМ



Фигура 2 – Структура системы управления датчиками

На рис.2 показана структура системы управления датчиками. контроль датчика осуществляется путем контроля зазора между верхней и нижней рулонами. Две винтовые системы, включая электромеханическую систему и гидравлическую систему, используются в блоке. Электромеханическая винтовая система обнаруживает зазор, управляя винтами, которые приводятся в движение двумя винтовыми двигателями через турбины и червяки. Она имеет преимущества длительного эффективного путешествия и высокой скорости завинчивания на большом расстоянии. Но скорость ответа медленно в коротком пути, точность позиционирования низкая, и это может не работать при высокой нагрузке. Гидравлическая система завинчивания определяет зазор, контролируя открытие сервоклапана. Она имеет высокую скорость динамического отклика и высокую точность позиционирования. Она может быстро регулировать зазор при высокой нагрузке. Но эффективное путешествие короткое. В основном используется для компенсации точности контроля зазора.

электромеханического винта система опускания и регулировка зазора между валками в режиме прокатки процесс.

Винтовая система имеет два режима управления: режим автоматического позиционного управления (АРС) и Режим автоматического управления силой (АФС). Система АРС в том числе электромеханический АРС (ЕАРС) и Гидравлический БТР (НАРС) используется в режиме прокатки. АФК Система включает в себя электромеханический АФК (ЕАФС) и Гидравлический АФС (НАФС). Применяется для контроля силы между верхним рулоном и нижним рулоном в режиме ноль регулировка зазора и проверка жесткости.

Комбинированный электромеханический и гидравлический контроль зазоров Метод используется для контроля зазора без нагрузки. электромеханическая система завинчивания запускается, когда отклонение между фактическим положением и положением установки больше заданного значения и останавливается, когда элемент управления Точность системы ЕАРС удовлетворена. Тогда гидравлический Система завинчивания начинает обеспечивать точность контроля зазора. Этот метод обеспечивает как скорость завинчивания, так и зазор контролировать точность. Это в полной мере использует преимущества электромеханическая система завинчивания и гидравлический винтовая система.

Пружина прокатного стана вызвана взаимодействием валки и заготовка при прокатке. Это приводит к отклонение между фактической толщиной и настройкой толщина. Контроль зазора в процессе прокатки основан на уравнение пружины прокатного стана. Фактическая толщина непрерывно рассчитывается по уравнению в соответствии с фактический зазор и сила качения. Тогда регулировка зазора значение может быть рассчитано по отклонению между Расчетная толщина и настройка толщины. И фактический Толщину заготовки можно контролировать, регулируя разрыв Этот метод управления называется автоматическим Датчик контроля (АГС). Система АГС может быть реализована только гидравлической системой завинчивания, потому что Электромеханическая система не может работать под большой нагрузкой.

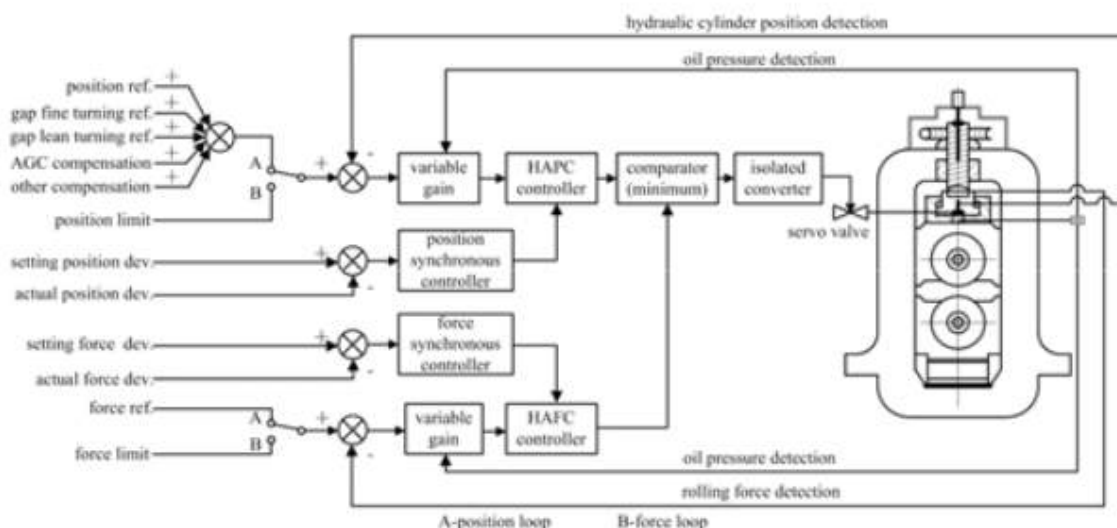


Рисунок 3 – Принцип управления сигналом гидравлического цилиндра AGC

На рис.3 показан принцип управления сигналом АРУ гидроцилиндр [5]. Система НАРС используется для контроля разрыв без нагрузки и используется в качестве внутреннего контура системы AGC. Он также используется для расчета предела позиции в AFC Режим. Система НАФС рассчитывает предел силы в Режим АРС для защиты гидроцилиндра и др. оборудование.

Позиционный синхронный контроллер и сила синхронный контроллер используется для синхронизации движения гидравлического цилиндра ведущей стороны и рабочая сторона гидроцилиндра.

Поток гидравлического масла течет через сервоклапан зависит от открытия клапана и давления разница двух сторон порта клапана. Система имеет свойство переменного усиления [6, 7]. Это не выгодно, чтобы настроить параметры. Чтобы улучшить производительность, в систему встроены нелинейный компенсатор. Нелинейная компенсация делится на два условия. Когда масло течет через сервоклапан в гидравлический цилиндр, перепад давления  $\Delta P = P_s - P_n$ , И когда вытекает гидравлического цилиндра, перепад давления  $\Delta P = P_l$ . В практическое применение, переменный коэффициент усиления корректируется следующим образом:

$$K_p = \sqrt{\frac{\Delta P_n}{\Delta P}} \quad (1)$$

Куда  $K_p$  переменный коэффициент усиления,  $\Delta P_n$  это рейтинг перепад давления (МПа),  $\Delta P$  разница давлений двух стороны порта клапана (МПа),  $P_s$

это давление масла источника и PI давление масла в гидроцилиндре, измеряется датчиком давления масла (МПа).

Высокоточная модель AGC необходима для получения высокой точность толщины. Относительная модель AGC применяется в этом система контроля. На рис.4 показан принцип управления относительная AGC.

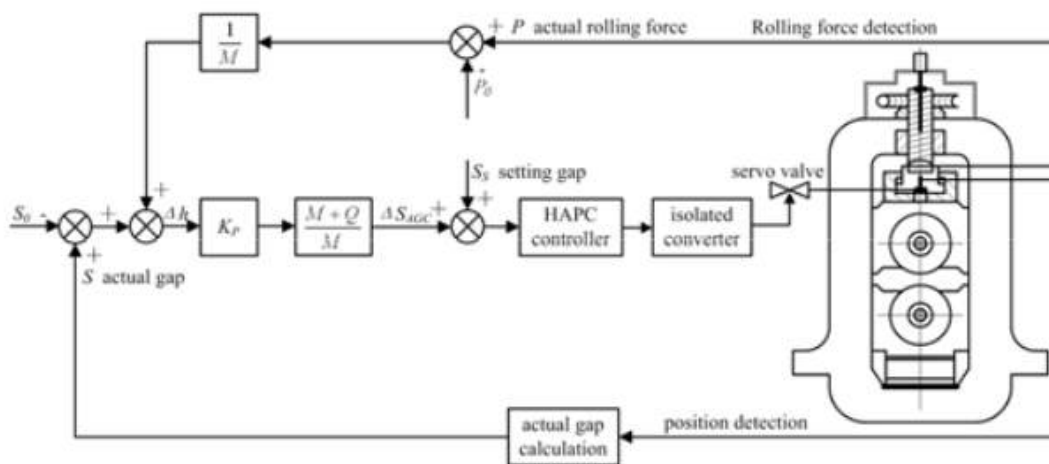


Рисунок 4 – Принцип управления относительной АРУ

Чтобы обеспечить точность толщины по длине, фактическая толщина головки заготовки, а не заданная толщина, используется в качестве контрольной цели. Когда относительная АРУ введена в эксплуатацию, система непрерывно пробует и записывает фактическую силу качения и фактический зазор двадцать раз после кусания стали длительностью 200 мс. Тогда арифметика среднее значение фактических данных силы качения используется в качестве заблокированная сила качения  $S_0$ , И данные фактического разрыва используются в качестве заблокированного разрыва  $P_0$ . Затем относительная AGC начинает регулировать разрыв и остановки при метании стали. Относительная модель управления AGC выглядит следующим образом:

$$\Delta h = (S - S_0) + \frac{P - P_0}{M} \quad (2)$$

$$\Delta S_{AGC} = K_p \left( \frac{Q + M}{M} \right) \cdot \Delta h \quad (3)$$

Куда  $S$  фактический разрыв,  $S_0$  заблокированный разрыв,  $P$  является фактическим сила качения,  $P_0$  заблокированная сила качения,  $M$  это мельница коэффициент жесткости,  $Q$  коэффициент пластичности работы кусок и  $K_p$  коэффициент увеличения пропорциональный регулятор.

## 5. ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Система введена в эксплуатацию в техническом центре определенного сталелитейный завод в октябре 2009 года. Некоторый прокатный процесс эксперименты для новых марок стали, таких как нержавеющая сталь 316, 430 из нержавеющей стали и X80 трубопровода стали, были сделаны. контроль точности электромеханического завинчивания Система составляет 0,1 мм. И это из гидравлического винта Система составляет 0,01 мм. Производительность системы стабильна и надежный. Точность контроля высокая.

Сигнал шага 0,1 мм подается на ведущую сторону и рабочая сторона отдельно при гидравлическом положении в системе использовался замкнутый контур, и позиция была устойчивый. Запишите фактические отклонения положения. Затем нарисуйте два кривые с данными. На фиг.5 показано, что динамический отклик время ведущей стороны составляет 18 мс, а рабочей стороны 16,5 мс.

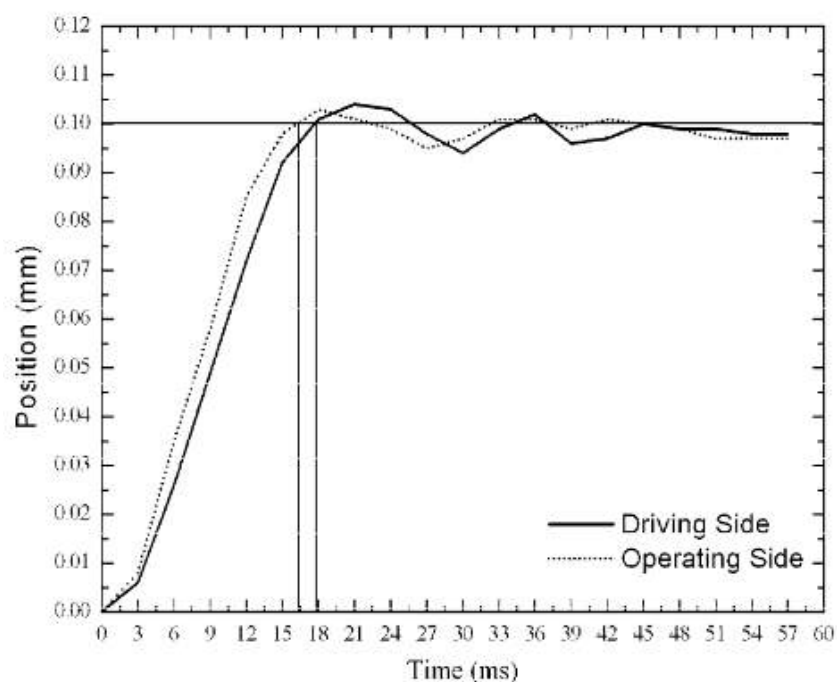


Рисунок 5 – Кривая: динамический отклик гидравлического цилиндра AGC



Три группы холодных тарелок выбраны. Каждая группа содержит десять штук. На каждом отрезке выбрано пятнадцать точек измерения по длине. Данные измерений обработано методом среднеквадратичного отклонения. Рис.6 показывает результаты измерения отклонения толщины отклонения пластин толщиной 5,0 мм, 10,0 мм и 20,0 мм меньше 0,06 мм, 0,10 мм и 0,14 мм по отдельности.

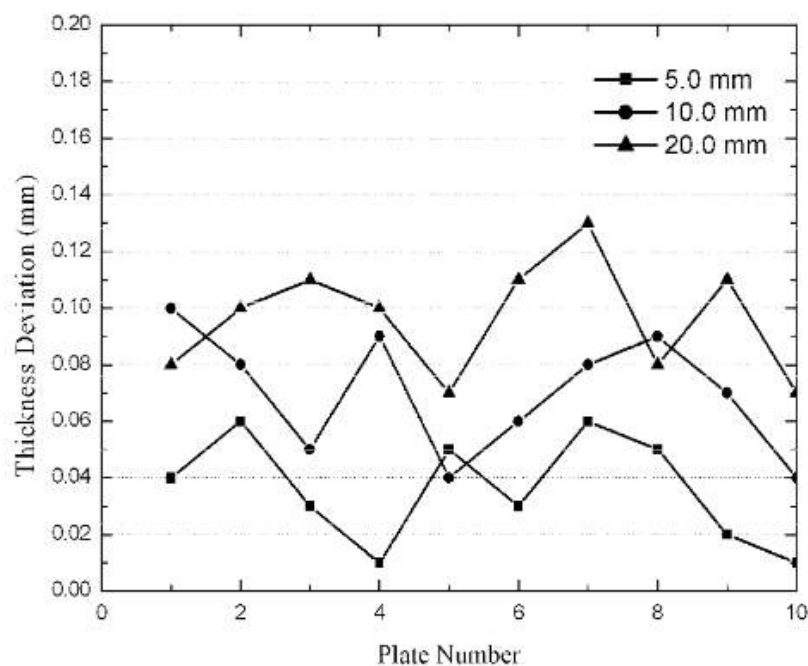


Рисунок 6 – Кривая: отклонение толщины плиты

## 6. ВЫВОД

Компьютерная система управления экспериментальной установкой который применяется для реализации технологии ТМСР разработаны. Система имеет характеристики разумного структура, надежная работа, высокая точность управления и идеальная функция.

Система контроля датчика применяется в сочетании электромеханический и гидравлический метод контроля зазоров, который в полной мере использует преимущества электромеханической системы завинчивания и гидравлической системы завинчивания. Не только скорость, но и точность завинчивания Система обеспечена.

Период эксплуатации новой продукции значительно укорачивается. И стоимость разработки снижается. компьютерная система управления имеет важное прикладное значение и практическое значение.

## СПИСОК ССЫЛОК

1. G. D. Wang, "Practice and industry applications for the new generation TMCP," *Shanghai Metals*, vol. 30, no. 3, pp. 1–4, May 2008.
2. G. D. Wang, D. Wu, Z. Y. Liu, Z. D. Wang, "Development and prosperity of steel rolling technology in China," *China Metallurgy*, vol. 19, no. 12, pp. 1–14, December 2009.
3. X. L. Hu, W. T. Liu, J. Wang, Z. Zhao, X. H. Liu, G. D. Wang, "Retraction less variable precision gap setting method of plate mill," *Journal of Iron and Steel Research*, vol. 17, no. 4, pp. 36–39, August 2005.
4. C. Y. He, D. Wu, J. Wang, G. D. Wang, "Development of architecture of computer control system for plate rolling process," *Journal of Northeastern University (Natural Science)*, vol. 27, no. 2, pp. 435–438, February 2006.
5. D. H. Zhang, J. Wang, J. P. Li, Q. S. Zhang, S. G. Zhao, R. F. Liu, "The AGC computer control system of a plate rolling mill," *Steel Rolling*, vol. 18, no. 1, pp. 51–55, February 2001.
6. J. Wang, D. H. Zhang, J. P. Li, W. Y. Niu, "Hydraulic roll gap control system of plate mill and its development in PLC," *Journal of Northeastern University (Natural Science)*, vol. 22, no. 4, pp. 435–438, August 2001.
7. W. Y. Niu, J. P. Li, J. Wang, B. Li, "AGC system for 3500 mm plate mill in Shougang group," *Metallurgical Industry Automation*, vol. 1, pp. 25–29, 37, 2006.