

厚度计型和动态设定型 AGC 的统一性证明*

王 君 张殿华 王国栋
(东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室 沈阳 110006)

摘 要 从控制算法表达式 控制系统框图和 $P-h$ 图三方面, 证明了厚度计型和动态设定型两种压力 AGC 的统一性, 为轧机厚度控制系统确定 AGC 的形式提供了理论依据。
关键词 压力 AGC, 厚度计型 AGC, 动态设定型 AGC
分类号 TP 29

Verification of the Uniformity of Gaugemeter
and Dynamic Set AGC

Wang Jun, Zhang Dianhua, Wang Guodong
(Northeastern University)

Abstract It is proved that gaugemeter AGC and dynamic set AGC are uniform, in control algorithm, block diagram of control system and gaugemeter diagram.
Key words pressure AGC, gaugemeter AGC, dynamic set AGC

1 引 言

在轧制过程中, 由于辊缝中的轧件厚度至今尚无法实现实时直接测量, 所以压力 AGC(Automatic Gauge Control) 系统仍被广泛应用。压力 AGC 主要包括 BISRA AGC、厚度计型 AGC 和动态设定型 AGC 三种^[1]。其中, 厚度计型 AGC 利用位置和轧制力增量信号, 依据轧机弹跳方程估计厚度偏差, 然后考虑轧机压下效率补偿, 对轧机位置系统进行调节以消除厚差; 而动态设定型 AGC 从轧制力增量中减去位置调节量引起的轧制力增量, 得到扰动引起的轧制力增量, 再根据这个增量与消除厚差所需的位置调节量之间的对应关系, 对轧机位置系统进行调节以消除厚差。由于二者控制思路不同, 构成控制算法的表达形式也不同, 因而被认为是两种不同的控制系统。

本文从控制算法表达式、控制系统框图和 $P-h$ 图三条途径, 证明了厚度计型和动态设定型两种压力 AGC 是完全统一的。这一结论为轧机厚度控制系统设计者对各种形式压力 AGC 进行选择提供了

理论依据。

2 厚度计型 AGC

厚度计型 AGC 是轧机弹跳方程的直接应用, 其典型控制系统原理框图如图 1 所示。

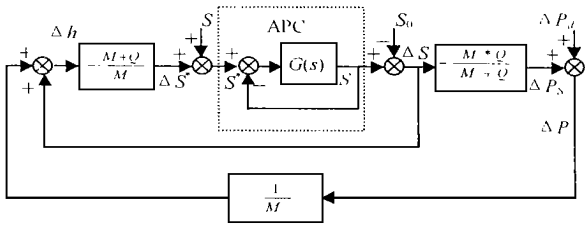
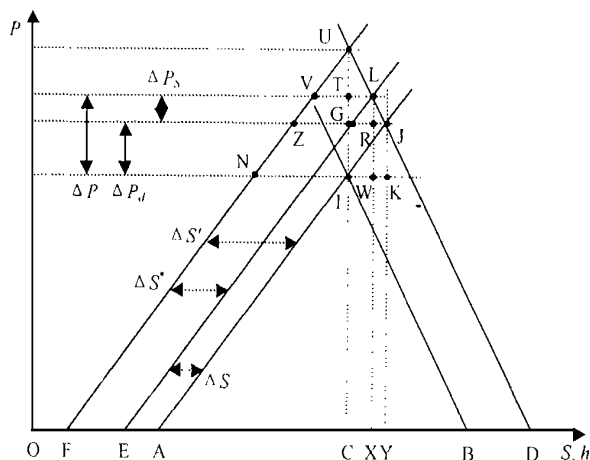


图 1 厚度计型 AGC 系统框图

图中 $G(s)$ 为位置控制系统调节器、电液伺服阀和液压缸及轧机系统的综合传递函数; S 和 P 分别为液压缸位置和轧制力实际值; S_0 和 P_0 分别为位置和轧制力锁定值; ΔS 和 ΔP 分别是以位置和轧制力锁定值为基准的位置和轧制力增量; ΔP_s 和 ΔP_d 分别是由位置调节量和外扰量引起的轧制力增量; Δh 是以锁定厚度为基准的厚度偏差; ΔS^* 和 ΔS 均为克服厚度偏差 Δh 所需的位置增量, 但前者以液压缸位置实际值 S 为基准, 后者以液压缸位置锁定值 S_0

* 国家自然科学基金项目(59995440)
© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net
1999- 05- 24 收稿, 1999- 09- 08 修回

图 4 厚度计型和动态设定型 AGC 的 $P-h$ 图

度曲线和轧件塑性曲线,且

$$OA = S_0, \quad OC = h_0, \quad CI = P_0$$

设某时刻由于扰动和控制的作用,轧机刚度曲线和轧件塑性曲线均发生变化,L 点为轧制工作点,以锁定工作点 I 为基准,则有

$$\Delta S = -AE, \quad \Delta h = CX, \quad \Delta P = LN$$

延长 CI 交 DL 延长线于 U,过 U 做 AI 的平行线交横轴于 F。下面证明用厚度计型 AGC 和动态设定型 AGC 算法,为完全消除厚差 Δh 所需的预调轧机刚度曲线均为 FU 线。

1) 对于厚度计型 AGC,注意到三角形 UTL 和 UTV,则有

$$UT = VT * M = TL * Q$$

$$TL = \Delta h, \quad \Delta S^* = -VL$$

所以

$$VL = (1 + Q/M) * TL$$

即 $\Delta S^* = - (M + Q) * \Delta h / M$ (21)

式(21)与厚度计型 AGC 控制算法(4)相同,从而证明对于工作点 L, FU 线即为厚度计型 AGC 算法对应的消除厚差 Δh 所需的预调轧机刚度曲线。

同理可证,只要轧件扰动因素一定,无论当时空载辊缝处于何处,即对应于 DL 线上的任一点, FU 线均为厚度计型 AGC 算法对应的消除厚差 Δh 所需的预调轧机刚度曲线。因此,厚度计型 AGC 算法结果只与 DL 线有关,而与位置调节过程无关。

2) 对于动态设定型 AGC,注意到三角形 LRW 和 LRJ,则有

$$LR = WR * M = RJ * Q, \quad WJ = -\Delta S$$

所以

$$LR = -\Delta S^* * M * Q / (M + Q)$$

$$\Delta P_d - IK = \Delta P_d - \Delta S^* * M * Q / (M + Q)$$

$$IK = GJ = \Delta P_d / M$$

对于三角形 UGZ 和 UGJ,同理可证

$$ZJ = GJ * (M + Q) / M, \quad \Delta S' = -ZJ$$

整理得

$$\Delta S' = -\Delta S^* * Q / M - \Delta P^* * (M + Q) / M^2 \quad (22)$$

(22) 式与动态设定型 AGC 控制算法(16)相同,证明对于工作点 L, FU 线即为动态设定型 AGC 算法对应的消除厚差 Δh 所需的预调轧机刚度曲线。

动态设定型 AGC 的控制思路是通过静态扰动观测器(15)将工作点移至 J,即锁定辊缝对应的轧机刚度曲线与 DL 交点, FU 线为动态设定型 AGC 算法对应的消除厚差 Δh 所需的预调轧机刚度曲线。这表明,只要轧件扰动因素一定,无论当时空载辊缝处于何处,动态设定型 AGC 算法结果只与 DL 线有关,而与位置调节过程无关。

上述分析显示,无论是厚度计型 AGC,还是动态设定型 AGC,对于同一轧件条件(轧件塑性曲线 DJ),其消除厚差的轧机弹跳曲线均为 FU 线,二者都只与 DJ 线有关,而与辊缝调节过程无关,且均具有辊缝一步设定到位的功能。

5 结 语

压力 AGC 是最常用的厚度控制系统。对于厚度计型 AGC 和动态设定型 AGC,由于二者控制思路不同,所构成的控制算法表达形式也不同,因而被认为是两种不同的控制系统。本文通过详细推导证明了二者是完全统一的。这为轧机厚度控制系统设计者对 AGC 控制方法的选择提供了理论依据。

参 考 文 献

- 1 张进之. 压力 AGC 分类及控制效果分析. 钢铁研究总院学报, 1987, 8(2): 87—94
- 2 张进之. 压力 AGC 数学模型改进. 冶金自动化, 1982, 6(3): 15—20

作 者 简 介

王 君 男, 1965 年生。1992 年在东北大学获自动控制理论及应用专业硕士学位, 现为东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室讲师。主要从事工业过程自动化系统的设计、研究和教学工作。

张殿华 见本刊 2000 年第 15 卷第 2 期第 216 页。

王国栋 见本刊 2000 年第 15 卷第 2 期第 216 页。