

บทที่ 11

สรุปและข้อเสนอแนะ

การจัดการกำลังรีแอกทีฟในระบบจำหน่ายเป็นแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงสมรรถนะและประสิทธิภาพของระบบ เช่น การลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียและการควบคุมขนาดแรงดันบัส ปัญหาการจัดการกำลังรีแอกทีฟแบ่งออกเป็นปัญหาการติดตั้งตัวเก็บประจุและปัญหาการควบคุมแรงดัน/กำลังรีแอกทีฟ ปัญหาการติดตั้งตัวเก็บประจุเป็นการวางแผนเพื่อกำหนดแนวทางการติดตั้งให้เหมาะสมทั้งตำแหน่ง ขนาด และชนิดของตัวเก็บประจุ ส่วนปัญหาการควบคุมแรงดัน/กำลังรีแอกทีฟเกี่ยวข้องกับการดำเนินงาน เพื่อกำหนดจุดทำงานของตัวเปลี่ยนจุดแยกหม้อแปลงและตัวเก็บประจุให้เหมาะสมกับปริมาณโหลดในแต่ละช่วงเวลาและให้สอดคล้องกับสถานะการทำงานของอุปกรณ์อื่นๆ ปัญหาทั้งสองจัดเป็นปัญหาการหาค่าเหมาะที่สุดเชิงการจัดซึ่งมีลักษณะเฉพาะบางประการที่ทำให้ขั้นตอนวิธีการหาค่าเหมาะที่สุดทั่วไปขาดประสิทธิภาพในการหาผลเฉลยเหมาะที่สุด

วิทยานิพนธ์นี้เลือกใช้วิธีการหาค่าเหมาะที่สุดด้วยกลุ่มอนุภาค หรือเรียกอย่างย่อว่า “วิธีกลุ่มอนุภาค” ในการแก้ปัญหาการจัดการกำลังรีแอกทีฟ ข้อดีของวิธีกลุ่มอนุภาค คือ ขั้นตอนการคำนวณไม่ยุ่งยาก มีความรวดเร็วในการค้นหาผลเฉลย รวมทั้งมีเสถียรภาพของการเข้าสู่ผลเฉลยอย่างใดก็ตาม เนื่องจากปริภูมิการค้นหาของปัญหาการติดตั้งตัวเก็บประจุและปัญหาการควบคุมแรงดัน/กำลังรีแอกทีฟมีผลเฉลยเหมาะที่สุดเฉพาะที่จำนวนมากซึ่งให้ค่าฟังก์ชันจุดประสงค์ใกล้เคียงกับค่าฟังก์ชันจุดประสงค์ของผลเฉลยเหมาะที่สุดดวงกว้าง อีกทั้งผลเฉลยเหมาะที่สุดเฉพาะที่เหล่านี้ยังกระจัดกระจายอยู่ในหลายพื้นที่ของปริภูมิการค้นหา ในบางครั้ง กระบวนการค้นหาผลเฉลยของวิธีกลุ่มอนุภาคจึงไม่สามารถหลุดจากผลเฉลยเหมาะที่สุดเฉพาะที่จุดใดจุดหนึ่งเพื่อไปค้นหาผลเฉลยในบริเวณอื่นๆ ของปริภูมิการค้นหา

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอ “วิธีกลุ่มอนุภาคเชิงปรับตัว” เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องดังกล่าว หลักการของวิธีกลุ่มอนุภาคเชิงปรับตัว คือ ต้องทำให้กลุ่มอนุภาคพ้นจากผลเฉลยเหมาะที่สุดเฉพาะที่ แล้วออกไปค้นหาผลเฉลยที่บริเวณอื่นในปริภูมิการค้นหา โดยเรียกการดำเนินการเช่นนี้ว่าการ “กระตุ้น” กลุ่มอนุภาค ซึ่งทำได้ด้วยการปรับตำแหน่งของอนุภาคทั้งหมดด้วยการสุ่มสร้างตำแหน่งขึ้นใหม่แทนการปรับตำแหน่งด้วยความเร็ว การกระตุ้นจะเกิดขึ้นในรอบการคำนวณซึ่งต้องการให้กลุ่มอนุภาคหลุดพ้นจากผลเฉลยเหมาะที่สุดเฉพาะที่ หลังจากนั้นจึงกลับมาปรับตำแหน่งของอนุภาคด้วยความเร็วในรอบการคำนวณถัดไป

การกำหนดรอบการคำนวณสำหรับกระดุนกลุ่มอนุภาคที่นำเสนอแบ่งได้เป็น 2 วิธี วิธีแรกให้กระดุนกลุ่มอนุภาคเมื่อถึงรอบการคำนวณที่กำหนดไว้ ส่วนวิธีที่สองให้กระดุนกลุ่มอนุภาคเมื่อค่าฟังก์ชันจุดประสงค์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงครบตามจำนวนรอบที่กำหนด ผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นถึงความสามารถของวิธีกลุ่มอนุภาคเชิงปรับตัวในการให้ผลเฉลยที่ดีขึ้น อย่างไรก็ตาม วิธีกลุ่มอนุภาคเชิงปรับตัวสามารถให้ผลเฉลยที่ดีขึ้นก็ต่อเมื่อกำหนดรอบการคำนวณในการกระดุนกลุ่มอนุภาคได้อย่างเหมาะสม เพราะการกระดุนกลุ่มอนุภาคบ่อยครั้งเกินไปจะรบกวนกระบวนการค้นหาซึ่งกำลังค้นหาผลเฉลยอย่างละเอียดในบริเวณที่เหมาะสมของปริภูมิการค้นหา และส่งผลให้วิธีกลุ่มอนุภาคเชิงปรับตัวไม่สามารถให้ผลเฉลยที่ดีขึ้น

อย่างไรก็ตาม รอบการคำนวณที่เหมาะสมหรือจำนวนครั้งที่เหมาะสมในการกระดุนกลุ่มอนุภาคไม่สามารถกำหนดได้ล่วงหน้า เนื่องจากขึ้นกับปัจจัยหลายประการ อาทิ ขนาดหรือจำนวนบิตของระบบจำหน่ายที่พิจารณา และจำนวนรอบการคำนวณสูงสุดที่กำหนดไว้ ด้วยเหตุนี้ เมื่อต้องการใช้วิธีกลุ่มอนุภาคเชิงปรับตัวกับปัญหาการจัดการกำลังรีแอกทีฟใดๆ จึงจำเป็นต้องทดลองกระดุนกลุ่มอนุภาคเพื่อให้พอทราบรอบการคำนวณที่เหมาะสมสำหรับการกระดุน ก่อนที่จะนำมาใช้งานจริงในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ สิ่งที่ต้องระวังอีกประการหนึ่ง คือ การใช้วิธีกลุ่มอนุภาคเชิงปรับตัวเป็นความพยายามในการหาผลเฉลยที่ดีที่สุดเท่าที่เป็นไปได้เท่านั้น แต่ไม่สามารถรับประกันได้ว่าผลเฉลยที่ได้จะเป็นผลเฉลยเหมาะสมที่สุดกว้าง

วิทยานิพนธ์นี้ นำวิธีกลุ่มอนุภาคเชิงปรับตัวที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับ 1) ปัญหาการติดตั้งตัวเก็บประจุในระบบจำหน่ายสมดุลและระบบจำหน่ายไม่สมดุลซึ่งมีโหลดไม่เชิงเส้นต่ออยู่ในระบบ และ 2) ปัญหาการควบคุมแรงดัน/กำลังรีแอกทีฟในระบบจำหน่ายทั้งแบบจุดประสงค์เดียวและแบบหลายจุดประสงค์เชิงพีชคณิต นอกจากนี้ ยังใช้แก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องอีกสองเรื่อง คือ การควบคุมแรงดัน/กำลังรีแอกทีฟในระบบจำหน่ายที่ติดตั้งแหล่งผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัว และการวางแผนกำลังรีแอกทีฟในระบบส่งด้วยตัวชดเชยวาร์แบบสถิตและตัวเก็บประจุอนุกรมควบคุมด้วยไทรสเตอร์ การศึกษาในหัวข้อต่างๆ เป็นการทดสอบกับแบบจำลองระบบจำหน่ายซึ่งดัดแปลงจากระบบจำหน่ายจริงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคและแบบจำลองระบบส่ง IEEE ขนาด 14 บัส

ผลจากการศึกษาทั้งหมดแสดงถึงความสามารถของวิธีกลุ่มอนุภาคเชิงปรับตัวในการค้นหาผลเฉลย และแสดงถึงประโยชน์ของการจัดการกำลังรีแอกทีฟตามแนวทางที่ได้จากวิธีกลุ่มอนุภาคเชิงปรับตัว การจัดการกำลังรีแอกทีฟอย่างเหมาะสมทั้งในส่วนของการวางแผน การดำเนินงาน และการประสานการทำงานร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ สามารถปรับปรุงสมรรถนะและประสิทธิภาพของระบบจำหน่ายไฟฟ้าให้ดียิ่งขึ้นเมื่อประเมินด้วยผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์จากการลดลงของ

กำลังไฟฟ้าสูญเสีย โดยที่ยังสอดคล้องกับเงื่อนไขบังคับทางด้านเทคนิคและด้านการงานซึ่งเกิดจากความต้องการของระบบและอุปกรณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้อง

สิ่งที่ควรศึกษาต่อไปเกี่ยวกับการใช้วิธีกลุ่มอนุภาคพื้นฐานและวิธีกลุ่มอนุภาคเชิงปรับตัวเพื่อแก้ปัญหการจัดการกำลังรีแอกทีฟทั้งปัญหาการติดตั้งตัวเก็บประจุและปัญหาการควบคุมแรงดัน/กำลังรีแอกทีฟ คือ การเพิ่มความสามารถในการค้นหาผลเฉลย ด้วยการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ (จำนวนอนุภาคในกลุ่ม จำนวนรอบการคำนวณสูงสุด สัมประสิทธิ์ความเร่ง ค่าถ่วงน้ำหนักความเฉื่อย และแนวทางการกระตุ้นกลุ่มอนุภาค) ให้เหมาะสมกับฟังก์ชันจุดประสงค์และเงื่อนไขบังคับ รวมทั้งขนาด (จำนวนบิต) ของระบบจำหน่ายที่กำลังพิจารณา นอกจากนี้ ยังอาจใช้เลือกใช้วิธีการแปรผันอื่นๆ ของวิธีกลุ่มอนุภาค (เช่น การใช้ค่าสัมประสิทธิ์การบีบตัว การจำกัดความเร็วของอนุภาค) มาประยุกต์กับการแก้ปัญหา