บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัยและแผนการดำเนินงานค้นคว้า

3.1. ระเบียบวิธีวิจัย

เนื่องจากการการออกแบบการทดลองเป็นการวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติคือ ANOVA ซึ่งการวิเคราะห์แบบ ANOVA นั้นสามารถวิเคราะห์ได้เฉพาะผลลัพท์ที่เป็นข้อมูลแบบผันแปร (Variable data) แต่สัดส่วนของเสียที่จะใช้ในการวิเคราะห์ผลครั้งนี้นั้นเป็นตัวข้อมูลแบบจำนวนนับ (Attribute data) จึงต้องทำการหาตัวแปรทดแทนในการทดลองที่เป็นข้อมูลแบบผันแปรและมีความสัมพันธ์กับสัดส่วนของเสียโดยใช้ Correlation test ในการวิเคราะห์ผลความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 95%

ใช้ Gage R&R ในการตรวจสอบความสามารถของเครื่องมือ คน และวิธีการวัดดัชนีชี้วัดทดแทน เพื่อความมั่นใจถึงความถูกต้อง ความแม่นยำ และความสามารถแยกแยะข้อมูลได้

การวิเคราะห์เริ่มด้วยทำการคัดกรอง ตัวแปรทุกตัวด้วยการออกแบบการทดลองแบบ 2-level factorial หลังจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ผลกระทบและความสัมพันธ์ของปัจจัยทำโดยใช้ การออกแบบการทดลองแบบ general full factorial โดย MINITAB ด้วยระดับนัยสำคัญ 95% ซึ่งจำนวนการจำลอง สามารถคำนวนหาโดยใช้ฟังก์ชัน Power and Sample size -> 2-Level Factorial Design ใน MINITAB โดยใช้การตรวจจับที่ 95% (Power = 0.95) ซึ่งต้องมีการเก็บข้อมูลปัจจัยทดแทนในปัจจุบันเพื่อคำนวนข้อมูลเบื้องต้นที่ต้องใช้เช่น ค่าความส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน

จำนวนปัจจัยที่ทำการปรับในการทดลองจะอ้างอิงตามคู่มือทางเทคนิค (Technical data sheet) ของฟิล์มป้องกันการชุบทอง (DuPont Electronic Technologies, 2002) เท่านั้นซึ่งมีทั้งหมด 6 ปัจจัย โดยมีการกำหนดช่วงค่าปัจจัยต่างๆ ดังนี้

- อุณหภูมิสารเคมี(Chemical temperature) 27–32 องศาเซลเซียส
- ความดันหัวฉีดเคมี(Chemical spray pressure) 20–35 psig
- ความเข้มข้นเคมี(Chemical concentration) 0.7-1.0 wt%
- ระยะเวลาในการล้าง(Dwell time) 36–46 วินาที
- อุณหภูมิน้ำล้าง (Rinse water temperature) 21-25 องศาเซลเซียส
- ความดันหัวฉีดน้ำล้าง (Rinse water spray pressure) 20–35 psig

ซึ่งในการทดลองนี้จะใช้ปัจจัยค่าสูงและต่ำดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.1 ปัจจัยค่าสูงและต่ำตามคู่มือทางเทคนิค

ปัจจัย	ค่าสูง	ค่าต่ำ
อุณหภูมิสารเคมี(Chemical temperature)	27.0	32.0
ความดันหัวฉีดเคมี(Chemical spray pressure)	20.0	35.0
ความเข้มข้นเคมี(Chemical concentration)	0.7	1.0
ระยะเวลาในการล้าง(Dwell time)	36.0	46.0
อุณหภูมิน้ำล้าง (Rinse water temperature)	21.0	25.0
ความดันหัวฉีดน้ำล้าง (Rinse water spray pressure)	20.0	35.0

โดยตัวแปรชนิดอื่นที่อยู่นอกเหนือจากนั้นจะทำการควบคุมให้เป็นค่าคงที่โดยจะทำการทดลองด้วย ล๊อตวัสดุ (Material lot) ล๊อตการผลิต (Production lot) และเวลาการผลิตเดียวกันใน 1 จำนวนการจำลองเพื่อลดความความแปรปรวนอันเนื่องมาจากวัสดุ และ สามารถตรวจจับความแปรปรวนจากช่วงเวลาการผลิตที่ต่างกัน

ผลสัมฤทธิ์ของการทดลองนี้สามารถวิเคราะห์ได้โดย

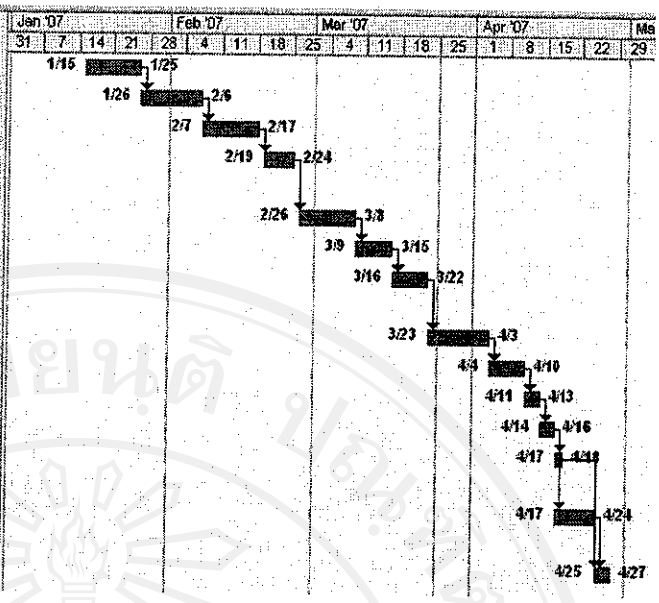
1. ผลิตงานอย่างต่อเนื่อง 10 ล็อต โดยทำการสุ่มเก็บข้อมูลของดัชนีชี้วัดที่อ้างอิงถึงของเสีย และทำการวิเคราะห์ความแตกต่างกับมาตรฐานการออกแบบด้วย การเปรียบเทียบกลุ่มตัวอย่างด้วยประชากรเดี่ยว ที่ระดับนัยสำคัญ 95% เพื่อทำการยืนยันผลการพยากรณ์ด้วยสมการพยากรณ์
2. ผลิตงานอย่างต่อเนื่อง 1 สัปดาห์ สุ่มเก็บข้อมูลและทำการเปรียบเทียบของเสีย ด้วยการเปรียบเทียบ 2 สัดส่วน กับของเสียก่อนการปรับปรุงที่ระดับนัยสำคัญ 95%

3.2. แผนการดำเนินงานค้นคว้า

การดำเนินงานค้นคว้านี้มีขั้นตอนทั้งหมด 14 ขั้นตอนซึ่งแผนงาน เริ่มต้นที่วันที่ 15 มกราคม 2550 โดยคาดว่าขั้นตอนทั้งหมด 14 ขั้นตอนจะแล้วเสร็จภายในระยะเวลา 3 เดือนครึ่งซึ่งตรงกับวันที่ 27 เมษายน 2550 โดยแผนระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนเป็นไปตามตารางแผนการดำเนินงานวิจัย ดังรูปที่ 26

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

	Task Name	Duration
1	ตรวจสอบปัจจัยและดัชนีชี้วัดที่ใช้ในการวิเคราะห์	10 days
2	ทำ Gage R&R ของวิธีการวัด ดัชนีชี้วัด	10 days
3	คำนวณหาจำนวนการทดลองที่เหมาะสม (Replicate)	10 days
4	ออกแบบการทดลองแบบ 2-Level Factorial เพื่อคัดกรองปัจจัย	6 days
5	ทดลองและเก็บข้อมูลตามแผนการทดลอง	10 days
6	วิเคราะห์ผลการคัดกรองปัจจัย	6 days
7	ออกแบบการทดลองแบบ general full Factorial เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบ	6 days
8	ทดลองและเก็บข้อมูลตามแผนการทดลอง	10 days
9	วิเคราะห์ผลกระทบทางหลักและทางปฏิกิริยา	6 days
10	สร้างสมการพยากรณ์ดัชนีชี้วัดที่ได้จากการวิเคราะห์	3 days
11	พยากรณ์ปัจจัยที่ดีที่สุดสำหรับกระบวนการผลิต	2 days
12	ทดลองผลิตงาน 10 ล๊อต พร้อมสุ่มตรวจดัชนีชี้วัดเป็นช่วงๆ	2 days
13	ทดลองผลิตงาน 1 อาทิตย์ และทำการเปรียบเทียบของเสีย ด้วยการเปรียบเทียบ 2	7 days
14	สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	3 days



รูปที่ 3.1 ตารางแผนการดำเนินงานวิจัย

3.3. รายละเอียดขั้นตอนการค้นคว้า

ตรวจสอบปัจจัยและดัชนีชี้วัดที่ใช้ในการวิเคราะห์

เนื่องด้วยการออกแบบการทดลอง ที่จะใช้ทำการวิเคราะห์ในการค้นคว้าอิสระ (Independent study) ครั้งนี้ ต้องใช้ข้อมูลแบบแปรผันเป็นตัวแปรที่ใช้วัดเพื่อวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติผลลัพธ์ (KPOV) ซึ่งเกิดขึ้นจากผลกระทบการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติการป้อน (KPIV) จึงต้องทำการหาตัวแปรแปรผัน (Variable parameter) ตัวอื่นมาทดแทน โดยใช้การวิเคราห์ทางสถิติ correlation test ที่ระดับนัยสำคัญ 95%

ทำ Gage R&R ของวิธีการวัด ดัชนีชี้วัด

เครื่องมือวัดที่จะนำมาใช้ในการวัดดัชนีปัจจัยนั้นจำเป็นต้องจัดทำ Gage R & R ของเครื่องมือนั้นกับงานที่จะทำการวัดเพื่อความมั่นใจว่าสามารถใช้เครื่องมือวัดชนิดนี้ได้อย่างเหมาะสม โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินนั้นคือ เครื่องมือวัดชนิดนั้นต้องสามารถครอบคลุมการตรวจจับความเปลี่ยนแปลงของปริมาณพื้นที่ผิวเปิดชุบของฟิลม์ป้องกันการชุบได้ ต้องมีความแปรปรวนใน Reproducibility และ Repeatability น้อยกว่าความแปรปรวนของงานเองและผู้ทดลองการวัดทั้ง 2 ควรวัดได้ค่าที่ใกล้เคียงกัน

การหาจำนวนการจำลองการทดลอง (Replicate) ที่เหมาะสม

ก่อนที่จะทำการออกแบบการทดลอง ต้องทำการหาจำนวนการจำลองการทดลอง (Replicate) ที่เหมาะสมเสียก่อน โดยในที่นี้จะใช้ฟังก์ชั่น Power & Sample size -> 2-Level factorial

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

design ใน MiniTAB ในการคำนวนหาซึ่งต้องการข้อมูล 4 ค่าคือ จำนวนปัจจัย (Number of factor) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ความสามารถการตรวจจับ (Power value) และจำนวนจุดกลาง (Number of center point) ซึ่งค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสามารถหาได้จากการสุ่มเก็บข้อมูลในสายการผลิตปัจจุบัน

ออกแบบการทดลองแบบ 2-Level Factorial เพื่อคัดกรองปัจจัย

ก่อนทำการทดลองต้องทำการออกแบบการทดลองเสียก่อนเพื่อป้องกันการสับสนในลำดับการทดลองโดยใช้โปรแกรม MiniTAB ซึ่งจำนวนในการจำลองการทดลองทั้งหมดสามารถคำนวณได้โดย

จำนวนครั้งการทดลองทั้งหมด = จำนวนการจำลองการทดลอง * $2^{\text{จำนวนปัจจัยที่ต้องการปรับเปลี่ยน}}$

ทดลองและเก็บข้อมูลตามแผนการทดลอง

หลังจากได้แบบแผนการทดลองการคัดกรองปัจจัย แล้วจึงทำการทดลองตามลำดับการสุ่มที่คำนวณได้โดยทำการเก็บข้อมูลดัชนีชี้วัดในทุกๆการทดลอง

การวิเคราะห์ผลการคัดกรองปัจจัย

เมื่อได้ข้อมูลการทดลองตามแผนการทดลองแล้ว ต้องนำมาวิเคราะห์ด้วย Analyze factorial design โดยเน้นไปที่การหาปัจจัยที่มีผลกระทบเพื่อ คัดกรองปัจจัยที่ไม่มีผลกระทบออก เพื่อลดจำนวนการทดลองในการวิเคราะห์อย่างละเอียดโดย General full factorial design โดยใช้ความเชื่อมั่นที่ระดับนัยสำคัญ 95%

ออกแบบการทดลองแบบ General full factorial เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบ

ทำการออกแบบการทดลองอีกครั้งหนึ่งโดยนำเฉพาะปัจจัยที่มีผลกระทบใน การออกแบบการทดลองแบบ 2 level factorial มาออกแบบเท่านั้น ซึ่งก่อนการทดลองนั้นต้องทำการวางแผนการทดลองอีกครั้งโดย general full factorial ที่จะใช้นั้นเป็นแบบ 3 ระดับซึ่งจะทำให้

จำนวนครั้งการทดลองทั้งหมด = จำนวนการจำลองการทดลอง * $3^{\text{จำนวนปัจจัยที่ต้องการปรับเปลี่ยน}}$

ทดลองและเก็บข้อมูลตามแผนการทดลอง

หลังจากได้แบบแผนการทดลองแล้วจึงทำการทดลองตามลำดับการสุ่มที่คำนวณได้โดยทำการเก็บข้อมูลดัชนีชี้วัดในทุกๆการทดลอง

วิเคราะห์ผลกระทบทางหลักและทางปฏิกิริยา

นำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์โดยละเอียด ด้วยการวิเคราะห์ผลกระทบทางหลัก ผลกระทบการปฏิกิริยา และความสัมพันธ์แบบเส้นตรง ของแต่ละปัจจัย โดยใช้ความเชื่อมั่นที่ระดับนัยสำคัญ 95%

สร้างสมการพยากรณ์ดัชนีชี้วัดที่ได้จากการวิเคราะห์

หลังจากนั้นจึงนำปัจจัยที่มีผลกระทบทั้งหมดมาสร้างสมการพยากรณ์และวิเคราะห์ด้วย Regression model

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พยากรณ์ปัจจัยที่ดีที่สุดสำหรับกระบวนการผลิต

หาค่าปัจจัยที่ต้องปรับตั้งเพื่อได้ค่าดัชนีชี้วัดที่ดีที่สุดโดยการแทนค่าปัจจัยที่ต้องการตั้งลงในสมการพยากรณ์เพื่อคำนวณหาค่าปัจจัยที่ต้องการตั้งที่เหลือ

ทดลองผลิตงาน 10 ล๊อต พร้อมสุ่มตรวจดัชนีชี้วัดเป็นช่วงๆ

ทำการผลิตงานต่อเนื่อง 10 ล๊อตแล้วทำการสุ่มเก็บข้อมูลดัชนีชี้วัดจากงานทั้ง 10 ล๊อตโดยทำการเปรียบเทียบทางสถิติด้วยการเปรียบเทียบกลุ่มประชากรเดี่ยวกับค่าดัชนีชี้วัดที่เป็นเป้าหมาย โดยถ้าการเปรียบเทียบพบว่าไม่แตกต่างจะสามารถสรุปขั้นต้นได้ว่าสมการพยากรณ์มีความน่าเชื่อถือ

ทดลองผลิตงาน 1 อาทิตย์ และทำการเปรียบเทียบของเสีย ด้วยการเปรียบเทียบ 2 สัดส่วนกับผลการดำเนินงานก่อนหน้าการปรับปรุง

ทำการผลิตงานต่อเนื่องด้วยปัจจัยที่กำหนดไว้โดยเก็บข้อมูล ของเสียชุบไม่ติด และชุบเปื้อน ในแต่ละวันเป็นจำนวน 1 อาทิตย์ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับของเสียก่อนการปรับปรุงปัจจัยโดยวิธีการทางสถิติ การเปรียบเทียบ 2 สัดส่วน ถ้าการเปรียบเทียบพบว่ามีความแตกต่างเกิดขึ้น จะสามารถสรุปได้ว่าปัจจัยที่ได้ทำการปรับปรุงนั้นสามารถลดปริมาณของเสียได้จริง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved