การจัดสรรค่าเผื่อที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการประกอบชิ้นส่วนประกอบเพลาและเครื่องสูบน้ำมันรถยนต์

นาย รณชัย ศิโรเวฐนุกูล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2541
ISBN 974-639-422-3
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 18394310

OPTIMAL ALLOCATED TOLERANCES FOR THE ASSEMBLY OF COMPONENT SHAFT AND OIL PUMP

Mr. Ronnachai Sirovetnukul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1998

ISBN 974-639-422-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การจัดสรรค่าเผื่อที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการประกอบชิ้นส่วนประกอบเพลาและเครื่องสูบน้ำมันรถยนต์
โดย	นาย รณชัย ศิโรเวฐนุกูล
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ศาสตราจารย์ ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ดร. ปารเมศ ชุติมา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... **คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย**
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ศุภวัฒน์ ชุติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... **ประธานกรรมการ**
(รองศาสตราจารย์ ชัรูญ มหิทธาฟองกุล)

..... **อาจารย์ที่ปรึกษา**
(ศาสตราจารย์ ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ)

..... **อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม**
(อาจารย์ ดร. ปารเมศ ชุติมา)

..... **กรรมการ**
(อาจารย์ จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์)

บทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

รณชัย ศิโรเวฐนุกูล : การจัดสรรค่าเผื่อที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการประกอบชิ้นส่วนประกอบเพลาและเครื่องสูบน้ำมันรถยนต์ (OPTIMAL ALLOCATED TOLERANCES FOR THE ASSEMBLY OF COMPONENT SHAFT AND OIL PUMP) อ. ที่ปรึกษา : ศ. ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ, อ. ที่ปรึกษาร่วม : ดร. ปารเมศ ชุติมา, 146 หน้า. ISBN 974-639-422-3.

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการหาค่าเผื่อที่เหมาะสมที่สุด ที่มีต้นทุนการประกอบต่อชิ้นที่ต่ำที่สุด พร้อมทั้งเปรียบเทียบต้นทุนการประกอบของค่าเผื่อเดิมที่ออกแบบกับค่าเผื่อที่ทำการจัดสรรใหม่ ต่อจากนั้นแสดงการวิเคราะห์ความไวในกรณีคู่ค่าเผื่อกรณีต้นทุนแปรผันเปลี่ยนแปลง และแสดงการวิเคราะห์ความไวในกรณีคู่ค่าเผื่อเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้เนื้อหาในงานวิจัยยังแสดงวิธีการหาต้นทุนคงที่และต้นทุนแปรผันต่อชิ้น ณ เปอร์เซ็นต์การผลิตต่าง ๆ

ในการวิจัยผู้วิจัยได้หาค่าเผื่อที่เหมาะสมที่สุดจากการประกอบชิ้นส่วน 2 ชนิด คือ ชิ้นส่วนประกอบเพลาและชิ้นส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำมันรถยนต์ สำหรับรูปแบบฟังก์ชันต้นทุน-ค่าเผื่อที่ใช้ในการวิจัยได้ใช้รูปแบบ Reciprocal ซึ่งเป็นรูปแบบที่เหมาะกับกระบวนการทางเครื่องจักรกลและสมการขอบข่ายจำกัดได้ใช้รูปแบบสถิติ ซึ่งเหมาะสมกับการปฏิบัติงานจริงในระบบการผลิต ส่วนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการจัดสรรค่าเผื่อที่เหมาะสมที่สุดผู้วิจัยใช้วิธีลากรานจ์มัลติพลายเออร์ทำการจัดสรร ซึ่งเป็นเทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดวิธีหนึ่งในหลาย ๆ วิธีของโปรแกรมไม่เป็นเส้นตรงที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย

ในการวิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบต้นทุนเมื่อค่าเผื่อเดิมถูกจัดสรรใหม่ ปรากฏว่าทำให้สามารถประหยัดต้นทุนได้ 16.13 บาท/คู่ ซึ่งเมื่อปริมาณการผลิตมากขึ้นก็จะทำให้ค่าเผื่อที่ถูกจัดสรรใหม่ประหยัดขึ้นโดยแปรผันสอดคล้องกับปริมาณการผลิต

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ	ลายมือชื่อนิสิต รณชัย ศิโรเวฐนุกูล
สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2541	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

3971411621 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING
KEY WORD: OPTIMAL ALLOCATED TOLERANCES / ASSEMBLY COST / LAGRANGE MULTIPLIERS
RONNACHAI SIROVETNUKUL : OPTIMAL ALLOCATED TOLERANCES FOR THE ASSEMBLY OF COMPONENT SHAFT AND OIL PUMP. THESIS ADVISOR : PROF. SIRICHAN THONGPRASERT, Ph.D. THESIS COADVISOR : PARAMES CHUTIMA, Ph.D. 146 pp. ISBN 974-639-422-3.

The main objectives of this research are to study optimal allocated tolerances with minimum assembly cost per workpiece and to compare the assembly cost per workpiece using both original designed tolerances and new allocated tolerances. Sensitivity of changing variable costs and a pair of tolerances are analysed. Furthermore, the research demonstrates the way to find fixed cost and variable cost per workpiece at each particular percentage of production.

The research is performed to find optimal allocated tolerances by using two component parts, which are the component shaft and the component oil pump. For cost-versus-tolerance functions used in this research, reciprocal model (or reciprocal tolerance curve) is employed. This model appears to best fit the machining process data. The constraint equation uses a statistical model which is found to fit the real operation in the manufacturing system. The solution to the problem of optimal allocation of tolerances employs the Lagrange multipliers method. This method is one of the most popular optimization techniques for nonlinear programming.

In analysing the cost comparison between original designed tolerances and new allocated tolerances, it is found that the new allocated tolerances can reduce the assembly cost by 16.13 baht per pair of component parts. Furthermore, it is also evidenced that whenever the volume of production is increased, the assembly cost of production is reduced accordingly.

ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	**ลายมือชื่อนิสิต**	รณชัย ศิโรเวชนุกูล
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	**ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา**	
ปีการศึกษา	2541	**ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม**	

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ศาสตราจารย์ ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร. ปารเมศ ชุติมา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รวมทั้งรองศาสตราจารย์ จรูญ มหิทธาฟองกุล ประธานกรรมการ และ อ. จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการช่วยเหลือให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ พร้อมทั้งตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของการวิจัยด้วยดีตลอดมา อีกทั้งขอขอบคุณครูและอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาและโรงงาน ทีบีเค กรุงเทพ จำกัด ที่ให้ความสะดวกด้านสถานที่และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลองตลอดช่วงของการวิจัย ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องทุก ๆ ท่าน และเนื่องจากทุนการวิจัยครั้งนี้บางส่วนได้รับมาจากทุนอุดหนุนงานวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย จึงขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ซึ่งให้การสนับสนุนในด้านการเงิน ตลอดจนสมาชิกในครอบครัวและเพื่อน ๆ ที่คอยช่วยเหลือให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

นาย รณชัย ศิโรเวฐนุกูล

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญรูป ..... ฎ

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ ..... ฐ

บทที่

1. บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย 6

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7

1.6 การสำรวจผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9

2. แนวความคิดพื้นฐานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 16

2.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับค่าเผื่อและชนิดการสวมใส่ 16

2.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการแก้ปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด 20

2.3 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการหาต้นทุนคงที่และต้นทุนแปรผัน (ผันแปร) 23

3. การเตรียมข้อมูลเบื้องต้น 48

3.1 การระบุค่าเผื่อเริ่มต้น 48

3.2 การหาค่าเผื่อเติมจากการปฏิบัติการจริง 49

3.3 การเปรียบเทียบค่าการสวมใส่แบบหลวมเฉลี่ยและค่าเผื่อการประกอบ 66

4. การเตรียมสมการฟังก์ชั่นต้นทุน – ค่าเผื่อ 67

4.1 สมการฟังก์ชั่นต้นทุน – ค่าเผื่อ 67

4.2 การหาค่าต้นทุนที่เกี่ยวข้องของค่าคงที่ A 86

4.3 การหาค่าต้นทุนที่เกี่ยวข้องของค่าคงที่ B 106

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.4 ผลการศึกษาและจัดจำแนกบัญชีต้นทุนการผลิต 113
5. สมการขอบข่ายจำกัดและเทคนิควิธีการจัดสรรค่าเผื่อที่เหมาะสมที่สุด 122
5.1 สมการขอบข่ายจำกัด 122
5.2 เทคนิควิธีการจัดสรรค่าเผื่อที่เหมาะสมที่สุด 123
5.3 การวิเคราะห์ความไว 130
5.4 การวิเคราะห์ผล 133
6. สรุปผลโครงการวิจัยและข้อเสนอแนะ 134
6.1 สรุปโครงการวิจัย 134
6.2 ข้อเสนอแนะ 135
รายการอ้างอิง 137
ภาคผนวก 141
ภาคผนวก ก 142
ภาคผนวก ข 144
ประวัติผู้เขียน 146

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่	ชื่อตาราง	
1	ตารางที่ 1.6.1.1 แสดงรูปแบบความสัมพันธ์ฟังก์ชั่นต้นทุนกับค่าเผื่อ.....	13
2	ตารางที่ 2.1.3.1 แสดงตัวอย่างของการสวมใส่ต่าง ๆ (เครื่องหมายเทียบตรงกับรูปที่2.1.3.2) (หน่วยเป็น มม.).....	20
3	ตารางที่ 2.3.4.3.1 แสดงวิธีต่าง ๆ ในการจัดสรรต้นทุนค่าโสหุ้ยการผลิต.....	41
4	ตารางที่ 2.3.4.3.2 แสดงวิธีต่าง ๆ ในการจัดสรรต้นทุนจากแผนกบริการเข้าสู่แผนกผลิต.....	42
5	ตารางที่ 2.3.4.3.3 แสดงการสะสมและการจัดสรรต้นทุนค่าโสหุ้ยเข้าสู่แผนกผลิต.....	43
6	ตารางที่ 3.1 แสดงการระบุมิติเริ่มต้นของชิ้นส่วนเครื่องสูบน้ำมันรถยนต์และชิ้นส่วนเพลา.....	48
7	ตารางที่ 3.2.2.1 แสดงการบันทึกค่าเส้นผ่านศูนย์กลางที่วัดได้ของเครื่องสูบน้ำมันรถยนต์.....	59
8	ตารางที่ 3.2.2.2 แสดงการบันทึกค่าเส้นผ่านศูนย์กลางที่วัดได้ของเพลา.....	60
9	ตารางที่ 3.3.1 แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้ระหว่างการออกแบบกับการปฏิบัติการจริง.....	66
10	ตารางที่ 4.1.1 แสดงการกำหนดประเภทต้นทุนของต้นทุนค่าโสหุ้ยการผลิต.....	80
11	ตารางที่ 4.1.2 แสดงรอบเวลาการผลิตชิ้นส่วนเครื่องสูบน้ำมันรถยนต์.....	82
12	ตารางที่ 4.1.3 แสดงเวลาการจัดเตรียมปรับตั้งเครื่องจักรและเวลาการเปลี่ยนเครื่องมือโดยเฉลี่ยต่อวัน.....	83
13	ตารางที่ 4.1.4 แสดงเวลาว่างเฉลี่ยต่อวัน.....	84
14	ตารางที่ 4.1.5 แสดงเปอร์เซ็นต์การผลิตชิ้นส่วนเครื่องสูบน้ำมันรถยนต์และเพลา ณ ปริมาณการผลิตต่าง ๆ.....	86
15	ตารางที่ 4.2.1 แสดงการจัดสรรต้นทุนต่อกะของชิ้นส่วนเครื่องสูบน้ำมันรถยนต์ในแผนกหล่อ ณ % การผลิตต่าง ๆ.....	87
16	ตารางที่ 4.2.2 แสดงการหาต้นทุนแรงงานทางตรงต่อชิ้น ณ % การผลิตต่าง ๆ.....	89

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่	ชื่อตาราง	
17	ตารางที่ 4.2.3 แสดงต้นทุนค่าเสื่อมราคาชิ้นส่วนเครื่องสูบน้ำมันรถยนต์.	95
18	ตารางที่ 4.2.4 แสดงต้นทุนค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษาชิ้นส่วนเครื่องสูบน้ำมันรถยนต์.....	96
19	ตารางที่ 4.2.5 แสดงต้นทุนค่าสวัสดิการสังคมของสายการผลิตชิ้นส่วนเครื่องสูบน้ำมันรถยนต์.....	101
20	ตารางที่ 4.2.6 แสดงต้นทุนค่าเสื่อมราคาชิ้นส่วนเพลาโดยการประมาณการ	103
21	ตารางที่ 4.3.1 แสดงต้นทุนค่าวัสดุโรงงานของสายการผลิตชิ้นส่วนเครื่องสูบน้ำมันรถยนต์.....	108
22	ตารางที่ 4.3.2 แสดงต้นทุนค่าไฟฟ้าของสายการผลิตชิ้นส่วนเครื่องสูบน้ำมันรถยนต์.....	109
23	ตารางที่ 4.3.3 แสดงต้นทุนค่าน้ำประปาของสายการผลิตชิ้นส่วนเครื่องสูบน้ำมันรถยนต์.....	110
24	ตารางที่ 4.4.1 แสดงบัญชีต้นทุนการผลิตต่อการทำงานหนึ่งกะของเครื่องสูบน้ำมันรถยนต์และเพลา.....	119
25	ตารางที่ 4.4.2 แสดงบัญชีต้นทุนการผลิตต่อการทำงานสองกะของเครื่องสูบน้ำมันรถยนต์และเพลา.....	120
26	ตารางที่ 4.4.3 แสดงบัญชีต้นทุนการผลิตต่อการทำงานสามกะของเครื่องสูบน้ำมันรถยนต์และเพลา.....	121
27	ตารางที่ 5.2.1 แสดงตัวอย่างการจัดสรรค่าเผื่อสำหรับต้นทุนที่ต่ำที่สุด ณ ปริมาณการผลิต 1,778 ชิ้น.....	125
28	ตารางที่ 5.2.2 แสดงการทดสอบความถูกต้องของคู่ค่าเผื่อที่เหมาะสมที่สุด	127
29	ตารางที่ 5.2.2(ต่อ) แสดงการทดสอบความถูกต้องของคู่ค่าเผื่อที่เหมาะสมที่สุด	128
30	ตารางที่ 5.2.3 แสดงต้นทุนการประกอบในการผลิตหนึ่งกะ, สองกะ หรือสามกะ ณ ปริมาณการผลิต ต่าง ๆ.....	129
31	ตารางที่ 5.2.3 (ต่อ) แสดงต้นทุนการประกอบในการผลิตหนึ่งกะ, สองกะ หรือสามกะ ณ ปริมาณการผลิต ต่าง ๆ.....	130
32	ตารางที่ 5.3.1 แสดงการวิเคราะห์ความไวกรณีต้นทุนแปรผันเปลี่ยนแปลง	131
33	ตารางที่ 5.3.2 แสดงการวิเคราะห์ความไวกรณีคู่ค่าเผื่อเปลี่ยนแปลง.....	132

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่	ชื่อรูป	
1	รูปที่ 1.3.4.1	แสดงรูปร่างชิ้นส่วนประกอบเพลา..... 4
2	รูปที่ 1.3.4.2	แสดงรูปร่างชิ้นส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำมันรถยนต์..... 4
3	รูปที่ 1.3.4.3	แสดงรูปร่างการประกอบชิ้นส่วนประกอบเพลาและเครื่องสูบน้ำมันรถยนต์..... 5
4	รูปที่ 1.4.1	แสดงแผนผังขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย..... 7
5	รูปที่ 1.4.2	แสดงแผนผังการจัดสรรค่าเผื่อที่เหมาะสมที่สุดให้ได้การประกอบต้นทุนที่ต่ำที่สุด..... 8
6	รูปที่ 1.6.1.1	แสดงการวิเคราะห์ค่าเผื่อเทียบกับการจัดสรรค่าเผื่อ..... 11
7	รูปที่ 1.6.1.2	แสดงการจัดสรรค่าเผื่อที่เหมาะสมที่สุดสำหรับต้นทุนที่ต่ำที่สุด. 12
8	รูปที่ 1.6.1.3	แสดงการเปรียบเทียบรูปแบบฟังก์ชั่นต้นทุนกับค่าเผื่อ..... 13
9	รูปที่ 2.1.3.1	แสดงรูปร่างช่องว่างกับความแน่น..... 19
10	รูปที่ 2.1.3.2	แสดงชนิดของการสวมใส่..... 19
11	รูปที่ 2.3.3.1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างนายหน้ารวมกับจำนวนเงินที่ขายได้ 31
12	รูปที่ 2.3.3.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนวัตถุดิบกับจำนวนหน่วยที่ผลิต..... 31
13	รูปที่ 2.3.3.3	แสดงต้นทุนแปรผัน..... 31
14	รูปที่ 2.3.3.4	แสดงต้นทุนคงที่รายเดือน.....33
15	รูปที่ 2.3.3.5	แสดงต้นทุนคงที่รวมรายเดือนในทางปฏิบัติ.....33
16	รูปที่ 2.3.3.6	แสดงต้นทุนคงที่..... 33
17	รูปที่ 2.3.3.7	แสดงการเปลี่ยนแปลงในระดับกิจกรรม..... 34
18	รูปที่ 3.2.1.1	แสดงรูปร่างของเกจทรงกระบอก..... 50
19	รูปที่ 3.2.1.2	แสดงรูปร่างของไมโครมิเตอร์วัดด้านนอก..... 51
20	รูปที่ 3.2.1.3	แสดงรูปร่างของเกจวงแหวน..... 51
21	รูปที่ 3.2.1.4	แสดงรูปร่างของแท่นจับไมโครมิเตอร์..... 54
22	รูปที่ 3.2.1.5	แสดงรูปร่างของเครื่องทดสอบปรับเทียบ..... 54
23	รูปที่ 3.2.1.6	แสดงรูปร่างของชุดเกจบล็อคสี่เหลี่ยมผืนผ้าเพื่อทำการตรวจสอบไมโครมิเตอร์วัดด้านนอก..... 55

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่	ชื่อรูป	
24	รูปที่ 3.2.2.1 แสดงการตั้งค่ามาตรฐานโดยใช้เกจวงแหวน ∅ 13 มม.	56
25	รูปที่ 3.2.2.2 แสดงการวัดเครื่องสูบน้ำมันรถยนต์ที่จุดวิกฤติด้วยเกจทรงกระบอก.....	57
26	รูปที่ 3.2.2.3 แสดงการจับไมโครมิเตอร์วัดด้านนอกด้วยแท่นจับไมโครมิเตอร์.....	58
27	รูปที่ 3.2.2.4 แสดงการวัดเพลาที่จุดวิกฤติด้วยไมโครมิเตอร์วัดด้านนอก.....	58
28	รูปที่ 3.2.2.5 แสดงกราฟ Probability Plot ของเครื่องสูบน้ำมันรถยนต์.....	62
29	รูปที่ 3.2.2.6 แสดงกราฟ Frequency Histogram ของเครื่องสูบน้ำมันรถยนต์.	63
30	รูปที่ 3.2.2.7 แสดงกราฟ Probability Plot ของเพลา.....	64
31	รูปที่ 3.2.2.8 แสดงกราฟ Frequency Histogram ของเพลา.....	65
32	รูปที่ 4.1.1 แสดงรูปร่างแผนภูมิการจัดองค์การบริหารของโรงงานตัวอย่าง.	69
33	รูปที่ 4.1.2 แสดงแผนผังขั้นตอนกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเครื่องสูบน้ำมันรถยนต์.....	72
34	รูปที่ 4.1.2 (ต่อ) แสดงแผนผังขั้นตอนกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเครื่องสูบน้ำมันรถยนต์.....	73
35	รูปที่ 4.1.3 แสดงแผนผังขั้นตอนกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลา.....	75
36	รูปที่ 4.1.4 แสดงแผนผังขั้นตอนวิธีการหาค่าคงที่ A และค่าคงที่ B.....	76
37	รูปที่ 5.2.1 แสดงกราฟฟังก์ชั่นต้นทุนกับค่าเผื่อของชิ้นส่วนเครื่องสูบน้ำมันรถยนต์กับชิ้นส่วนเพลา ณ ปริมาณการผลิต 1,778 ชิ้น.....	128

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

สัญลักษณ์และคำย่อ	คำอธิบาย
C	ต้นทุนการผลิตชิ้นส่วน
A	ต้นทุนคงที่ต่อชิ้น
B	ต้นทุนแปรผันที่กำหนดค่าเผื่อออกแบบต่อชิ้น
TAM	รูปแบบการจัดสรรโดยรวม (Total Allocation Model)
Tol	ค่าเผื่อ (Tolerance)
$\varnothing$	เส้นผ่านศูนย์กลาง
T_{ASM}	ค่าเผื่อการประกอบ (Tolerance Assembly)
RSS	ผลบวกกำลังสอง (Root Sum Squared)
LP	โปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming)
NLP	โปรแกรมไม่เป็นเส้นตรง (Nonlinear Programming)
$f(x)$	ฟังก์ชั่นเป้าหมาย
$g_i(x)$	ฟังก์ชั่นขอบข่ายจำกัด
x_i	ค่าตัวแปรการตัดสินใจ
$x_{i\ min}$	ค่าตัวแปรการตัดสินใจต่ำที่สุดที่เป็นไปได้
$x_{i\ max}$	ค่าตัวแปรการตัดสินใจสูงที่สุดที่เป็นไปได้
∇	เกรเดียนท์ (Gradient)
PCR	ค่าอัตราส่วนสมรรถภาพกระบวนการ (Process Capability Ratio)
Burden	ต้นทุนค่าโสหุ้ยการผลิตหักลบจากต้นทุนค่าเสื่อมราคา
สรอ.	สหรัฐอเมริกา
T_i	ค่าเผื่อของชิ้นส่วนแต่ละชิ้นส่วนที่จะนำมาประกอบ
λ	ลากรานเจียน มัลติพลายเออร์ (Lagrangian Multiplier)
L	ลากรานจ์ มัลติพลายเออร์ (Lagrange Multipliers)
T_{fix}	ค่าเผื่อที่กำหนดให้จากผู้ขายรายอื่น
ซ.ต.พ.	ซึ่งต้องพิสูจน์ (Q.E.D.)
ϕ	ฟังก์ชั่นลากรานเจียน (Lagrangian Function)
T_{i1}	ค่าเผื่อเดิมของชิ้นส่วนแต่ละชิ้นส่วน
T_{i2}	ค่าเผื่อที่ถูกจัดสรรใหม่ของชิ้นส่วนแต่ละชิ้นส่วน