

การเลือกและพัฒนาแม่พิมพ์เติมชนิดโปรเกรสซีฟ
สำหรับการผลิตข้อต่อสายไฟฟ้า



นายอำนาจ แก้วสามัคคี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2541
ISBN 974-639-923-3
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**SELECTION AND DEVELOPMENTS OF EXISTING PROGRESSIVE DIE
FOR ELECTRICAL TERMINAL PRODUCTION**



Mr. Umnart Kawsamukkee

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**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 974-639-923-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การเลือกและพัฒนาแม่พิมพ์เดิมนชนิดโปรเกรสซีฟสำหรับการผลิต
ข้อต่อสายไฟฟ้า

โดย

นาย อานาจ แก้วสามัคคี

ภาควิชา

วิศวกรรมอุตสาหกรรม

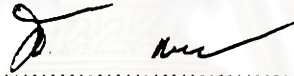
อาจารย์ที่ปรึกษา

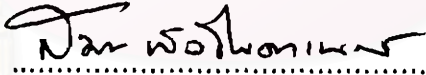
อาจารย์ ดร. สมชาย พัวจินดาเนตร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

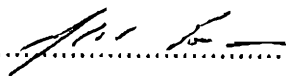

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ฑูติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ)


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร. สมชาย พัวจินดาเนตร)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย วิจิรวณิช)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน)

อำนาจ แก้วสามัคคี: การเลือกและพัฒนาแม่พิมพ์เดิมชนิดโปรเกรสซีฟ สำหรับ
การผลิตข้อต่อสายไฟฟ้า (SELECTION AND DEVELOPMENTS OF EXISTING
PROGRESSIVE DIE FOR ELECTRICAL TERMINAL PRODUCTION)

อ.ที่ปรึกษา : ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร, 243 หน้า. ISBN 974-639-923-3.

งานวิจัยนี้เป็นการเสนอแนวทางในการเลือกและพัฒนาแม่พิมพ์ข้อต่อสายไฟฟ้าเดิมที่มีอยู่ให้สามารถผลิตชิ้นงานข้อต่อสายไฟฟ้าที่มีรูปแบบใหม่ โดยใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่าซึ่งมีขั้นตอนการวิจัยดังนี้คือ ฝ่ายการตลาดได้ทำการศึกษารถตลาดและเสนอให้ผลิตชิ้นงานใหม่โดยทำการเลือกและพัฒนาแม่พิมพ์เดิม โดยชิ้นงานนี้จะมียอดขายเฉลี่ย 50,000 ชิ้นต่อเดือน จึงได้รับเลือกให้เป็นชิ้นงานนำร่องในการพัฒนาแม่พิมพ์เก่าเพื่อผลิตสินค้าที่ต้องการ ซึ่งในระหว่างนั้นก็ได้ทำการศึกษาและเก็บรวบรวมสภาวะแม่พิมพ์ที่มีอยู่เดิม ทำให้ได้แม่พิมพ์ที่จะนำมาเลือกและพัฒนาจำนวน 28 แม่พิมพ์จากทั้งหมดที่มีอยู่จำนวน 40 แม่พิมพ์ โดยได้จัดแบ่งแม่พิมพ์เก่าออกเป็น 4 กลุ่มเรียงตามลำดับของโอกาสในการนำแม่พิมพ์มาพัฒนาจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด และได้ออกแบบแผนภูมิเพื่อใช้สำหรับในการเลือกและพัฒนาแม่พิมพ์เดิม จากนั้นได้ดำเนินการเลือกแม่พิมพ์มา 1 แม่พิมพ์เพื่อทำการพัฒนาให้สามารถผลิตชิ้นงานใหม่ แล้วได้รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับชิ้นงานเก่าและชิ้นงานใหม่ขึ้น ในขั้นตอนต่อไปจึงได้วิเคราะห์หน้าที่ พบหน้าที่ที่เป็นหน้าที่พื้นฐานเพื่อเป็นแนวทางการผลิตชิ้นงานใหม่ ต่อจากนั้นได้สร้างสรรค์ความคิดออกมา 6 วิธีการในการพัฒนาแม่พิมพ์เดิมให้ทำหน้าที่พื้นฐานข้างต้นได้ หลังจากได้ประเมินผลจึงได้เลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดกับโรงงานตัวอย่าง คือการพัฒนาแม่พิมพ์เดิมโดยการออกแบบแก้ไขแม่พิมพ์เดิมเองแล้วจ้างบริษัทภายนอกทำขึ้นส่วนให้บางส่วน, บางส่วนทำเองภายใน และบางส่วนซื้อชิ้นส่วนมาตรฐานสำเร็จรูปมาประกอบเข้าไปในแม่พิมพ์เดิม จากนั้นได้ทำการทดลองแม่พิมพ์พบว่าสามารถผลิตชิ้นงานใหม่ได้ตามขนาดกำหนด โครงการนำร่องนี้จึงเป็นที่พอใจของคณะกรรมการที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้แผนงานวิศวกรรมคุณค่าร่วมกับเทคนิคในการออกแบบแม่พิมพ์ เป็นวิธีการที่สามารถลดต้นทุนในการออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ลงได้ร้อยละ 84 ของราคาแม่พิมพ์ใหม่ เมื่อมีการพัฒนาให้ผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ได้ โดยยังคงหน้าที่และวัตถุประสงค์การใช้งานของแม่พิมพ์ไว้ โดยนอกจากนี้ผลการศึกษายังช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับฝ่ายต่าง ๆ รวมถึงการแก้ปัญหาของแม่พิมพ์ให้ลดน้อยลงอีกด้วย

วิศวกรรมอุตสาหกรรม

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม

สาขาวิชา 2541

ปีการศึกษา

ลายมือชื่อนิติกร อ.อำนาจ แก้วสามัคคี

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ดร. พัวจินดาเนตร

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

3972508021 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD: SELECTION AND DEVELOPMENTS/PROGRESSIVE DIE/ELECTRICAL
TERMINAL/VALUE ENGINEERING

UMNART KAWSAMUKKEE : SELECTION AND DEVELOPMENTS OF EXISTING
PROGRESSIVE DIE FOR ELECTRICAL TERMINAL PRODUCTION.

THESIS ADVISOR : SOMCHAI PUAJINDANETR, Ph.D. 243 pp. ISBN 974-639-923-3.

This research presented a development method of existing progressive die of electrical terminal to produce a new model of the terminal. Applying value engineering technique. Marketing department studied and proposed to produce a new model of electrical terminal via selecting and developing of an existing die. The sale quantity of new product forecasted was 50,000 pieces per month, so it was accepted as the project for die development. The existing dies conditions were studied, and the 28 dies from the total of 40 dies were divided into 4 groups ordered from the maximum to minimum chance for selecting and developing of the die. The flow diagram of the existing die development was designed. An existing die was selected to develop to produce a new product. The information of old and new product were collected, and the functions of the products were analysed to verify the basic function used to produce the new product. Then the 6 alternatives of the dies development based on the basic function were proposed. The best method which suitable to the model factory product was chosen after evaluation. This method was old die development by engineers in the factory. The die parts were made by internal engineer's factory, and some specific parts were made by external and bought from supplier. The parts assembled into old die and trial result giving output product met to specific dimensions required. The project was satisfied by staff concerned. The result of the implementation of using value engineering and die design technique indicated that the progressive die design and manufacturing cost were reduced by 84 percentage of the price of the brand new die. The basic functions and objective functions of the die renewed were maintained. The value engineering technique also helped solving problems arisen from various departments and reducing die failure problems.

ภาควิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม
สาขาวิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม
2541
ปีการศึกษา.....

ลายมือชื่อนิสิต..... ศันนาจ แก้วสารีวงศ์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... ดร. รสสุภาภรณ์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ลงได้ด้วยคำแนะนำเป็นอย่างดี สำหรับการแก้ไข ปัญหาต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ โดย ดร. สมชาย พัวจินดาเนตร ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาใน การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ รวมทั้งยังได้ทำการตรวจสอบข้อบกพร่องและแนะนำให้แก้ไขให้มีความ สมบูรณ์ ร่วมกับ ศ.ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ ซึ่งเป็นประธานกรรมการการทำวิจัยครั้งนี้, รศ. ดร.วันชัย วิจิรวณิช และ ผศ. สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน ซึ่งเป็นกรรมการในการทำวิจัย ทั้งใน เวลาทำงานประจำและนอกเหนือเวลาทำงานประจำ จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ คุณสุจิน มาลาบุตรณีที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจตั้งแต่ขั้นตอน เสนอโครงร่างจนเสร็จสิ้นสมบูรณ์ คุณลัดดา คงสุชี ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการพิมพ์และ ตรวจสอบวิทยานิพนธ์ และคุณวุฒิชัย เหลืองเอกทิน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการเขียนแบบ แม่พิมพ์ประกอบการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ ๆ และผู้มีพระคุณทั้งหลายที่ทำให้มี โอกาสศึกษามาจนกระทั่งปัจจุบันนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ข
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 หลักการและเหตุผล.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 เทคนิคการซ่อม-ออกแบบแม่พิมพ์ที่มีความละเอียดขนาดเล็ก.....	5
2.2 หลักการพื้นฐานเกี่ยวกับวิศวกรรมคุณค่า.....	75
2.3 การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	143
3. การประยุกต์ใช้งานกับโรงงานตัวอย่าง.....	145
3.1 การศึกษาและเก็บรวบรวมสภาวะแม่พิมพ์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน.....	145
3.2 การประยุกต์ใช้แผนงานวิศวกรรมคุณค่ากับการเลือก และพัฒนาแม่พิมพ์ชนิดโปรเกรสซีฟว์ของโรงงานตัวอย่าง.....	152
4 การอภิปรายผล.....	236
4.1 การปรับปรุงข้อบกพร่องของแม่พิมพ์ให้ดีขึ้น.....	236
4.2 ข้อดีและข้อจำกัดของการใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า.....	237

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	239
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	239
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	240
รายการอ้างอิง.....	241
ประวัติผู้วิจัย.....	243



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่ออายุคมัตตของอินเลิร์ทพันธ์และอินเลิร์ทตาย.....	7
2.2 เปอร์เซ็นต์ของวัสดุต่าง ๆ ตามลักษณะรอยตัดเฉือนในรูปที่ 2.10.....	17
2.3 ลักษณะรอยตัดเฉือนที่แตกต่างกันตามเคลือบเร็นซ์ที่แตกต่างกันในรูปที่ 2.10.....	18
2.4 เปอร์เซ็นต์เคลือบเร็นซ์ของวัสดุต่าง ๆ สำหรับงานทั่วไป.....	19
2.5 เคลือบเร็นซ์สำหรับงานที่ต้องการความเที่ยงตรงและงานทั่วไป.....	20
2.6 เคลือบเร็นซ์รวมทั้งหมดสำหรับงานแบบลึงกิ่งอลูมิเนียม.....	26
2.7 แสดงเคลือบเร็นซ์ต่อต้านซึ่งมีหน่วยเป็นนิ้ว สำหรับแม่พิมพ์ลามิเนชั่น.....	26
2.8 ค่าเผื่อต่อต้านสำหรับการตัดขอบเรียบสำหรับเหล็ก, ทองเหลืองและเงินเยอรมัน.....	28
2.9 ค่าเผื่อในการตัดขอบเรียบสำหรับอลูมิเนียม.....	29
2.10 ค่าเผื่อขัดเซยสำหรับการเปลี่ยนแปลงขนาดของชิ้นงานในลักษณะรูกลม.....	29
2.11 แสดงมุมหลบที่ใช้ออกแบบสำหรับตายที่มีการออกแบบต่างกัน ซึ่งสัมพันธ์กับ ความหนาวัสดุดิบ.....	48
2.12 แสดงคุณสมบัติความต้านทานแรงเฉือน และเปอร์เซ็นต์การกดซึมลึก ของวัสดุชนิดต่าง ๆ	63
2.13 แสดงต้นทุนของดินสอไม้.....	109
2.14 แสดงการจำแนกหน้าที่.....	110
2.15 แสดงต้นทุนของหน้าที่.....	110
2.16 แสดงการประเมินต้นทุนรวม.....	111
2.17 ตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างหน้าที่, ต้นทุน, คุณค่าหน้าที่ และดัชนีคุณค่า.....	113
3.1 แสดงสภาวะแม่พิมพ์ของโรงงานตัวอย่าง.....	145
3.2 ข้อมูลทางเทคนิคของแม่พิมพ์เดิม 4 กลุ่มที่จะนำมาพัฒนา (เรียงจากชิ้นงาน รูปร่างแหวนขนาดเล็กไปหารูปร่างวายนขนาดใหญ่).....	149
3.3 ข้อมูลทางเทคนิคของแม่พิมพ์เดิมที่จะนำมาพัฒนาของโรงงานตัวอย่าง (เรียงตามกลุ่มที่มีโอกาสนำมาพัฒนาจากมากไปหาน้อย).....	150
3.4 ขนาดที่สัมพันธ์ต่อการนำแม่พิมพ์มาพัฒนาของชิ้นงานที่มีในแคตตาล็อก แต่ยังไม่มีแม่พิมพ์ที่ใช้ในการผลิต.....	151

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
3.5 แสดงรายการชิ้นส่วนแม่พิมพ์ Y6-4 (TH).....	175
3.6 แสดงรายการชิ้นส่วนแม่พิมพ์ Y6-5S.....	224
3.7 แสดงผลการตรวจสอบขนาดต่าง ๆ ของชิ้นงาน ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ย จากตัวอย่างสุ่ม 10 ชิ้น.....	229
3.8 ข้อเสนอแนะเรื่องต้นทุนของแม่พิมพ์ที่ใช้ผลิตชิ้นงาน Y6-5S.....	233
3.9 ข้อเสนอแนะเรื่องต้นทุนของแม่พิมพ์ที่ใช้ผลิตชิ้นงาน Y6-3 และ Y6-4S.....	234
3.10 ข้อเสนอแนะเรื่องต้นทุนของแม่พิมพ์ที่ใช้ผลิตชิ้นงาน Y6-5S, Y6-3 และ Y6-4S.....	235

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 แสดงลักษณะรูปร่างชิ้นงานชนิดวางและชนิดแหวน.....	3
2.1 แสดงรูปร่างชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่และเล็ก.....	8
2.2 แสดงรูปร่างชิ้นงานที่อ่อนแอ, ชับซ้อน และชิ้นงานที่แข็งแรง, ไม่ซับซ้อน.....	8
2.3 แสดงบริเวณขอบคมตัดของอินเสิร์ต ดาย ที่ผ่านการเจียระไน ด้วยเครื่องโปรไฟล์โกรนเดอร์.....	10
2.4 แสดงทิศทางขอบคมตัดที่ตั้งฉากและขนานในการรับแรงจากการเจียระไน.....	11
2.5 การวางตามทิศทางของการเคลื่อนที่ของอินเสิร์ตพันธ์ แต่จะทำให้ อินเสิร์ตพันธ์อ่อนแอ เมื่อเจียระไนอาจแตกหักได้ง่าย.....	11
2.6 การวางตามรูปร่างลักษณะของอินเสิร์ตพันธ์ เพื่อให้ชิ้นงานสามารถ รับแรงกระแทกได้มากกว่าและไม่แตกหักง่ายขณะเจียระไน.....	12
2.7 แสดงเคลือบเร็นท์, รอยกดซีมติก และรอยแตก.....	14
2.8 แสดงลักษณะของรอยตัด.....	14
2.9 แสดงเคลือบเร็นท์ที่มากและน้อยจนเกินไป.....	15
2.10 แสดงลักษณะรอยตัดเฉือนที่เคลือบเร็นท์ต่างกัน.....	17
2.11 แสดงตำแหน่งที่ออกแบบเคลือบเร็นท์ให้สัมพันธ์กับชิ้นงาน, ขนาดพันธ์และตาย.....	21
2.12 แสดงวิธีการคิดขนาดของพันธ์และตายตามลักษณะงาน.....	21
2.13 แสดงเคลือบเร็นท์ของแม่พิมพ์ที่แบ่งตามกลุ่มวัสดุ โดยการใช้เปอร์เซ็นต์ ความหนาของโลหะตามที่แนะนำ.....	22
2.14 แผนภูมิการปรับเปลี่ยนความหนาวัสดุ โดยมีฐานบนเคลือบเร็นท์แม่พิมพ์ ที่ได้รับการสร้างขึ้นมาแต่เดิมแล้ว.....	25
2.15 แสดงโครงสร้างต่าง ๆ ของแม่พิมพ์ในลักษณะโครงภาพตัดทมน.....	32
2.16 แสดงขณะพันธ์เคลื่อนที่ตัดกระดาษที่รูปแผ่นเรียบและเคลื่อนที่เข้าไปในตาย.....	33
2.17 แสดงลักษณะต่าง ๆ ของอินเสิร์ตพันธ์ และอินเสิร์ตตาย ที่ไม่สามารถใช้งานต่อไปได้ ภายหลังการเจียระไนลับคมตัด เนื่องจากหมดอายุการใช้งาน.....	35
2.18 แสดงลักษณะแนวศูนย์กลางการตัดของอินเสิร์ต พันธ์ และ อินเสิร์ต ดาย ที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง.....	36

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.19 แสดงอิทธิพลของอินเลิร์ต สตรีปเปอร์ที่มีผลต่อแนวศูนย์กลางของอินเลิร์ตพันธ์.....	37
2.20 แสดงอิทธิพลของเคลียแรนซ์ที่มีผลกระทบต่อรอยตัด และทิศทาง การตัดขึ้นรูปของชิ้นงาน.....	38
2.21 แสดงขนาดอินเลิร์ต พันธ์ ที่ขนาดโค่นพันธ์เท่ากัน แต่คมตัดมีขนาดหรือ รูปร่างที่แตกต่างกัน.....	38
2.22 แสดงอินเลิร์ตตายและอินเลิร์ต สตรีปเปอร์ ที่มีโอกาสประกอบผิดได้.....	39
2.23 แสดงลักษณะการประกอบขึ้นส่วนอินเลิร์ต ร่วมกับสเปเซอร์.....	40
2.24 แสดงลักษณะการประกอบสเปเซอร์ด้านข้างที่หักหรือยับย่น และ ที่เลื่อนไปรองอยู่ใต้อินเลิร์ต ตาย.....	41
2.25 แสดงเคลียแรนซ์ที่มากเกินไประหว่างคมตัดพันธ์และตาย ที่มีการออกแบบมุมหลบ หรือรีลีฟ แองเกิล หลาย ๆ ลักษณะ.....	42
2.26 แสดงการเคลื่อนที่ทำงานของแม่พิมพ์ ให้คมตัดของพันธ์และตาย เคลื่อนที่ตัดวัตถุดิบและปลดเศษหรือชิ้นงานออกจากปลายพันธ์ ด้วยสตรีปเปอร์เพลท ตกลงสู่ตายเพลท.....	43
2.27 แสดงการยึดติดของชิ้นงานหรือเศษติดกับปลายพันธ์ เนื่องจากแรงยึด ของฟิล์มน้ำมัน.....	44
2.28 แสดงการยึดติดกับระหว่างชิ้นงานหรือเศษติดกับผนังรูตาย และปลายพันธ์ ที่ผลิตโดยการเจียรไนและไวร์คัท.....	45
2.29 แสดงลักษณะการอาร์คผนังรูตายด้วยอิเล็กโทรด และระยะที่จะทำการอาร์ค.....	46
2.30 แสดงมุมหลบที่ออกแบบมากเกินไป ทำให้เศษตัด หรือสแครปถูกดึงขึ้นมาบนตาย เพลท.....	47
2.31 แสดงขนาดคมตัดที่เหลือน้อยเกินไปของตาย ภายหลังจากเจียรไนลับคมตัด.....	49
2.32 แสดงรูปร่างที่ไม่สามารถออกแบบช่วยให้ล๊อคตัวเองได้ลักษณะกลม, รูปเหลี่ยม และรูปที่สามารถออกแบบให้ล๊อคตัวเองได้.....	50
2.33 แสดงลักษณะต่าง ๆ ของวิธีป้องกันชิ้นงานหรือเศษตัด ถูกดึงขึ้นมาบนตายเพลท.....	51
2.34 แสดงแนวศูนย์ที่ไม่ตรงกันระหว่างอินเลิร์ตตายกับส่วนที่อยู่ด้านล่าง.....	53

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.35 แสดงการทำมุมเอียงที่แน็คกิ้ง เพลาท หรือโลเวอร์ตาย.....	54
2.36 แสดงการทำกรขยายขนาดรูที่ผนังรูตายให้มีขนาดโตขึ้น.....	54
2.37 แสดงการออกแบบแก๊วอินเลอร์ เพื่อให้ได้แนวศูนย์ที่ต้องการ.....	55
2.38 แสดงตายแยกส่วน ซึ่งไม่เหมาะสมกับลักษณะงานที่มีรูปร่างขนาดเล็ก.....	56
2.39 แสดงให้เห็นถึงตัวแยกสแครปที่ใช้ในการแยกและเปลี่ยนทิศทางการของเศษตัด.....	58
2.40 แสดงให้เห็นถึงระนาบเอียงที่วางอยู่ต่ำกว่า และทำให้ชิ้นงาน หรือเศษตัดตกออกได้ง่าย.....	58
2.41 แสดงขณะเริ่มสัมผัสระหว่างฟันซี่, ตาย กับวัสดุในงานตัดเฉือน ซึ่งจะไม่มีเวคเตอร์ของแรงแนวอนเกิดขึ้นในขณะนี้.....	60
2.42 แสดงแรงในแนวอนที่ระยะครึ่งหนึ่งของการกดชิมลิก.....	61
2.43 แสดงแรงในแนวอนที่ระยะกดชิมลิกเต็มที่.....	62
2.44 แสดงการเริ่มต้น การสัมผัสระหว่าง ทำการขึ้นรูป และดึงขึ้นรูป.....	65
2.45 แสดงเวคเตอร์ของแรงที่การตัดขึ้นรูปที่มุม 45 องศา.....	66
2.46 แสดงเวคเตอร์ของแรงที่การตัดขึ้นรูปที่มุม 60 องศา.....	66
2.47 แสดงฟันซี่และตายขณะทำการตัดเฉือนวัสดุ โดยไม่ได้ทำฮิลที่ฟันซี่ และเคลียแรนซ์ ระหว่างฟันซี่กับตายเท่ากันตลอด เส้นรอบรูปชิ้นงานที่ทำการตัดเฉือน.....	67
2.48 แสดงฟันซี่และตายขณะทำการตัดเฉือนวัสดุ โดยออกแบบฮิลที่ฟันซี่และ เคลียแรนซ์ตามเส้นรอบรูปของฮิล จะน้อยกว่าเคลียแรนซ์ปรกติ โดยมีค่า จาก 0 ถึง 0.005 มม.....	68
2.49 แสดงการออกแบบทำฮิลที่ฟันซี่ในงานตัดขึ้นรูป.....	68
2.50 แสดงรูปร่างและตารางในการออกแบบช่วยลดความเสียหายเนื่องจากแรงรุน และแรงในการตัดเฉือน.....	69
2.51 แสดงลักษณะตายเพลาทที่มีคมตัดในการตัดเฉือนขั้นตอนต่าง ๆ เป็นขึ้นเดียวกัน.....	70
2.52 แสดงความสัมพันธ์ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไฟลิตต ฟิน, รูไฟลิตต บนแผ่นวัสดุ และรูผ่านบนตาย เพลาท.....	71

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.53 แสดงการบ่อนที่ไม่ถูกต้อง ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นภายหลังการใช้ ขนาดพื้นที่โตขึ้น.....	74
2.54 แสดงการแก้ไขชายเขตเดิม ให้เป็นแบบอินเสิร์ต ดาย.....	74
2.55 แสดงระดับของเทคนิคเฉพาะและของเทคนิคการจัดการ.....	76
2.56 วัฏจักรของผลิตภัณฑ์.....	77
2.57 แสดงเครื่องซึ่งที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณค่ากับหน้าที่การใช้งาน และต้นทุน.....	78
2.58 ตัวอย่างแบบฟอร์มข้อมูล.....	86
2.59 แสดงแบบฟอร์มสรุปข้อมูล.....	90
2.60 แสดงแบบฟอร์มที่ใช้ในการบันทึกคำจำกัดความของหน้าที่.....	95
2.61 แสดงการบันทึกแบบฟอร์มคำจำกัดความของหน้าที่ โดยใช้คำกริยา-คำนาม และหน้าที่ของแต่ละชั้นส่วน โดยแยกเป็นหน้าที่พื้นฐานและหน้าที่รอง.....	96
2.62 แสดงการประเมินหน้าที่ต่าง ๆ ของแม่พิมพ์.....	101
2.63 แบบฟอร์มการประเมินผลหน้าที่ของโครงการหัวต่อ.....	102
2.64 ผลสรุปน้ำหนักที่ได้ประเมินของโครงการหัวต่อ.....	103
2.65 การบันทึกผลสรุปจากการประเมินความสัมพันธ์ของหน้าที่ในแบบฟอร์ม คำจำกัดความหน้าที่.....	104
2.66 ตัวอย่างการประเมินผลแบบแมทริกซ์.....	107
2.67 แสดงความสัมพันธ์ต้นทุนในการเปลี่ยนแปลง, การประหยัด ในช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์.....	108
2.68 แสดงรายละเอียดในแผนภูมิ FAST.....	115
2.69 แผนภูมิ FAST ที่สัมพันธ์กับผู้ใช้หรือลูกค้า.....	117
2.70 หน้าที่ระดับสูง และหน้าที่พื้นฐานของเครื่องดูดฝุ่น.....	119
2.71 แสดงหน้าที่ระดับสูง, หน้าที่พื้นฐานอันดับแรก และหน้าที่พื้นฐานอันดับรอง.....	120
2.72 แสดงแผนภูมิ FAST เฉพาะในส่วนของน้ำรองหรือหน้าที่สนับสนุน ของเครื่องดูดฝุ่น.....	122

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.73 แสดงการจัดเรียงคุณสมบัติในการออกแบบเครื่องหมายในป้าย.....	123
2.74 การวิเคราะห์รูปร่างลักษณะในการออกแบบเครื่องหมายในป้าย.....	124
2.75 แสดงตัวอย่างการบันทึกความคิดสร้างสรรค์ของหน้าที่ปิดกันช่องว่าง.....	127
2.76 แสดงแบบฟอร์มการพัฒนาหน้าที่.....	130
2.77 แสดงการบันทึกและการพัฒนาหน้าที่นำกระแสไฟฟ้า.....	131
2.78 แสดงแบบฟอร์มประเมินผลความคิด.....	133
2.79 แสดงแบบฟอร์มประเมินผลความคิด.....	134
2.80 แสดงแบบฟอร์มสำหรับที่ปรึกษา.....	137
2.81 แสดงแบบฟอร์มใบเสนอราคา.....	138
2.82 แสดงแบบฟอร์มที่ใช้ในการเสนอแนะ.....	141
2.83 แสดงตัวอย่างในการเขียนข้อเสนอแนะลงในแบบฟอร์ม.....	142
3.1 แสดงแผนภูมิในการคัดเลือกแม่พิมพ์มาพัฒนา.....	148
3.2 แสดงชิ้นส่วนโลเวอร์ตายเซ็ด.....	157
3.3 แสดงชิ้นส่วนตายเพลท.....	158
3.4 แสดงชิ้นส่วนสตริปเปอร์เพลท.....	159
3.5 แสดงชิ้นส่วนพันธ์เพลท.....	160
3.6 แสดงชิ้นส่วนพันธ์แบ็คกิ้ง เพลท.....	161
3.7 แสดงชิ้นส่วนอ็อปเปอร์ตายเซ็ด.....	162
3.8 แสดงชิ้นส่วนชิ้นงาน Y6-4.....	163
3.9 แสดงชิ้นส่วนโปรไฟล์ พันธ์.....	164
3.10 แสดงชิ้นส่วนคัทออฟพันธ์.....	165
3.11 แสดงชิ้นส่วนมาร์คกิ้ง พันธ์.....	166
3.12 แสดงชิ้นส่วนเบนดิง พันธ์ 1~4.....	167
3.13 แสดงชิ้นส่วนเบนดิงตาย 1~4.....	168
3.14 แสดงชิ้นส่วนคอย์นิง พันธ์.....	169
3.15 แสดงชิ้นส่วนคอย์นิง ตาย.....	170

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.16 แสดงชิ้นส่วนมาร์คกิ้ง ตาย.....	171
3.17 แสดงชิ้นส่วนไกด์นำวัสดุ.....	172
3.18 แสดงชิ้นส่วนสแครปคัตเตอร์.....	173
3.19 แสดงชิ้นส่วนพูชเซอร์.....	174
3.20 แสดงภาพประกอบของชิ้นส่วนแม่พิมพ์.....	178
3.21 แสดงคำจำกัดความของหน้าที่โครงการแม่พิมพ์ Y6-5S.....	179
3.22 แสดงการประเมินหน้าที่ต่าง ๆ ของแม่พิมพ์.....	191
3.23 กราฟแสดงน้ำหนักของแต่ละหน้าที่ของโครงการพัฒนาแม่พิมพ์ Y6-4(TH) ผลิตชิ้นงาน Y6-5S.....	192
3.24 แสดงคำจำกัดความของหน้าที่โครงการแม่พิมพ์ Y6-5S.....	193
3.25 แสดงการพัฒนาหน้าที่ของแม่พิมพ์ Y6-4(TH) ให้ผลิตชิ้นงาน Y6-5S.....	198
3.26 แสดงชิ้นส่วนโลเวอร์ตายเซ็ด.....	199
3.27 แสดงชิ้นส่วนตาย เฟลท.....	200
3.28 แสดงชิ้นส่วนสตริปเปอร์ เฟลท.....	201
3.29 แสดงชิ้นส่วนพันซ์เฟลท.....	202
3.30 แสดงชิ้นส่วนพันซ์ แบ็คกิ้ง เฟลท.....	203
3.31 แสดงชิ้นส่วนอัปเปอร์ตาย เซ็ด.....	204
3.32 แสดงชิ้นส่วนชิ้นงาน Y6-5S.....	205
3.33 แสดงชิ้นส่วนโปรไฟล์ พันซ์.....	206
3.34 แสดงชิ้นส่วนคัทออฟ พันซ์.....	207
3.35 แสดงชิ้นส่วนมาร์คกิ้ง พันซ์.....	208
3.36 แสดงชิ้นส่วนเบนดิงพันซ์ 1-4.....	209
3.37 แสดงชิ้นส่วนเบนดิง ตาย 1-4.....	210
3.38 แสดงชิ้นส่วนสลิตดิง พันซ์.....	211
3.39 แสดงชิ้นส่วน คอยนิง พันซ์.....	212
3.40 แสดงชิ้นส่วนคอยนิง ตาย.....	213

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.41 แสดงชิ้นส่วนมาร์คกิง ดาย.....	214
3.42 แสดงชิ้นส่วนไกด์นำวัสดุ.....	215
3.43 แสดงชิ้นส่วนสกรูปัดเตอร์.....	216
3.44 แสดงชิ้นส่วนเพียร์ซิง โปรไฟล์ พันซ์.....	217
3.45 แสดงชิ้นส่วน เพียร์ซิงโปรไฟล์ พันซ์ โฮลเดอร์.....	218
3.46 แสดงชิ้นส่วนคัทออฟ พันซ์ โฮลเดอร์.....	219
3.47 แสดงชิ้นส่วน คัทออฟ ดาย.....	220
3.48 แสดงชิ้นส่วน เพียร์ซิง โปรไฟล์ สตรีปเปอร์.....	221
3.49 แสดงชิ้นส่วน คัทออฟ สตรีปเปอร์.....	222
3.50 แสดงชิ้นส่วนพูชเซอร์.....	223
3.51 แสดงภาพประกอบชิ้นส่วนที่จ้างทำจากบริษัทภายนอกเข้าไปแล้วที่พันซ์เพลท, สตรีปเปอร์เพลท และด้ายเพลทของแม่พิมพ์ Y6-4(TH) เดิม.....	226
3.52 แสดงรูปชิ้นงาน Y6-5S ที่ได้ภายหลังการทดลองผลิตเทียบกับชิ้นงาน ก่อนพัฒนาคือ Y6-4(TH).....	228
3.53 แสดงข้อดี ข้อเสียในโครงการพัฒนาแม่พิมพ์ Y6-4(TH) ผลิตชิ้นงาน Y6-5S.....	231