

หัวข้อ โครงการงานวิจัยอุตสาหกรรม	การลดสัดส่วนผลิตภัณฑ์ไม่ตรงข้อกำหนดประเภท axial play low ในกระบวนการประกอบสปินเดิลมอเตอร์
หน่วยกิต	6
ผู้เขียน	นายภัทรศิษฐ์ มหวงศ์วิริยะ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมคุณภาพ
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหกรรม
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2557

#### บทคัดย่อ

โครงการงานวิจัยอุตสาหกรรมนี้เป็นการศึกษาปัญหาของกระบวนการประกอบโรเตอร์ในอุตสาหกรรมผลิตสปินเดิลมอเตอร์ ผลจากการศึกษาพบว่าปัญหาสัดส่วนผลิตภัณฑ์ไม่ตรงข้อกำหนดทั้งหมดตั้งแต่วันที่เดือนมิถุนายน 2556 ถึงธันวาคม 2556 สูงถึง 4.8% ของจำนวนงานป้อนเข้า ซึ่งเกินกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ไม่เกิน 1% ของจำนวนงานป้อนเข้า ปัญหาอันดับแรกที่ส่งผลต่อตัวชี้วัดดังกล่าว คืออาการไม่ตรงข้อกำหนดประเภท axial play low จากกระบวนการประกอบโรเตอร์ ซึ่งมีสัดส่วนผลิตภัณฑ์ไม่ตรงข้อกำหนดประเภท axial play low อยู่ที่ 1.51% ของจำนวนโรเตอร์ที่ผลิตด้วยเครื่องจักรตัวอย่างจากการวิเคราะห์ผ่านแผนภาพสาเหตุและผลภายใต้เทคนิค โนโลยีเฉพาะทางพบว่าปัจจัยที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดอาการไม่ตรงข้อกำหนดประเภท axial play low คือปัจจัยด้านการปรับตั้งระยะกอดและความเร็วของมอเตอร์ที่ใช้กด โดยปัจจัยดังกล่าวมีอิทธิพลร่วมที่ส่งผลต่อความผันแปรของค่า axial play จึงทำการปรับปรุงโดยการออกแบบการทดลองแบบ  $2^k$  แฟคทอเรียล และหาค่าที่เหมาะสมของปัจจัยในการปรับตั้งเครื่องจักรด้วยวิธีพื้นผิวตอบสนอง และดำเนินการปรับตั้งค่าใหม่ให้กับกระบวนการ เมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังดำเนินการแสดงให้เห็นว่า บรรลุผลในการลดสัดส่วนผลิตภัณฑ์ไม่ตรงข้อกำหนดได้กล่าวคือ ลดสัดส่วนชิ้นงานที่มีค่า axial play ต่ำกว่าข้อกำหนดลงได้จาก 1.51% ของชิ้นงานป้อนเข้าที่ผลิตโดยเครื่องจักรตัวอย่าง เหลือ 0.48% ของชิ้นงานป้อนเข้าที่ผลิตโดยเครื่องจักรตัวอย่าง ส่งผลให้สัดส่วนผลิตภัณฑ์ไม่ตรงข้อกำหนดในกระบวนการประกอบโรเตอร์ลดลงเหลือ 3.79% ของงานป้อนเข้า นอกจากนี้ยังทำให้เริ่มการปรับปรุงสายการผลิตอื่น ๆ ที่มีปัญหาอาการ axial play low ในลักษณะเดียวกันกับกรณีศึกษานี้มีการปรับปรุงไปในทิศทางที่ดีขึ้น

คำสำคัญ : กระบวนการประกอบโรเตอร์ / การออกแบบการทดลอง/ สปินเดิลมอเตอร์ / Axial play

Industrial Research Project Title	Reducing the Nonconforming Products of Axial Play Low Nonconformity
Industrial Research Project Credits	6
Candidate	Mr. Pattaradit Mahawongviriya
Industrial Research Project Advisor	Assoc. Prof. Kitisak Ploypanichcharoen
Program	Master of Engineering
Field of Study	Quality Engineering
Department	Production Engineering
Faculty	Engineering
Academic Year	2014

Abstract

This industrial research is the study of assembly process in a manufacture of rotor spindle motor. The study found nonconforming products in the process, from June 2013 to December 2013 reached 4.8% of the total work inputs. At these levels it exceeded the goal that should less than 1% of the total work inputs. As shown in the collected data, there were some nonconforming products that not conform axial play low in the rotor assembly process. A machine was selected as a representative of the process of interest. The study found that the nonconforming products of axial play low was produced at 1.51% of the total rotors produced by this machine. Applying the cause and effect diagram under the intrinsic technology, consideration, the potential cause were the setting of press distance and the speed of motor. Because of the interaction effect between these factors,  $2^k$  factorial and the response surface method are applied to figure at the optimal levels of these factors. Then, the optimal solutions were implemented in the rotor assemble process. As shown in the results, the percentage of the nonconforming products of axial play was reduced to 0.48 of the total rotors produced by the interesting machine. Then, the nonconforming products in the rotor assembly process were reduced to 3.79% of the total products. In addition, this approach was implemented in the similar production lines. As shown in the primary results, the nonconforming products of axial play low trended to be decreased.

Keywords: Axial Play/ DOE / Rotor Assembly / Spindle Motor

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยอุตสาหกรรมครั้งนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน โดยเฉพาะ รศ.กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและชี้แจงเคลือบการคิดต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงานวิจัยให้เป็นระบบ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปพัฒนาต่อยอดในด้านการทำงาน และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันของผู้วิจัยและขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบทุกท่านซึ่งประกอบไปด้วย ดร.อุษณีย์ คำพูล ผศ. ดร.เจริญชัย โขมพัตราภรณ์ และคุณไพโรจน์ เลิศบัณฑิตกุล ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำเกี่ยวกับกระบวนการวิเคราะห์สาเหตุรากเหง้าของปัญหา รวมไปถึงให้คำปรึกษาในประเด็นต่างๆด้านเทคนิคเฉพาะทางเพื่อให้การทำโครงการวิจัยอุตสาหกรรมสำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี ตลอดจนคณาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมคุณภาพทุกท่านที่ให้ความรู้ และคำแนะนำต่างๆ ให้แก่ผู้วิจัย

โครงการนี้จะไม่สามารถสำเร็จได้ ถ้าหากไม่ได้รับความร่วมมือที่ดีตลอดมา ผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณบริษัทกรณีศึกษา โดยเฉพาะคุณไพโรจน์ เลิศบัณฑิตกุล ผู้จัดการฝ่ายสปีนเดลมอเตอร์ ที่ให้คำแนะนำและข้อมูลต่างๆ รวมถึงข้อเสนอแนะที่เกี่ยวกับการทำโครงการนี้แก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดี และผู้ที่เกี่ยวข้องในบริษัททุกๆ ท่านที่กรุณาช่วยเหลือให้ข้อมูลในส่วนต่างๆ ของโครงการวิจัย และให้ความสนับสนุนในด้านต่างๆ เป็นอย่างดีในระหว่างที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนเพื่อนๆ และพี่ๆ ในสาขาวิศวกรรมคุณภาพที่ได้ให้คำแนะนำต่างๆ สุดท้ายผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวของผู้วิจัย ที่ให้การสนับสนุนทางการศึกษา การให้คำปรึกษา และให้แรงบันดาลใจแก่ผู้วิจัยตลอดมา ตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จการศึกษาด้วยดี รวมถึงบุคคลอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวถึงในที่นี้แต่มีส่วนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี ประโยชน์อันใดที่เกิดจากโครงการวิจัยอุตสาหกรรมเล่มนี้ ขอมอบแต่บิดา มารดา บวรอาจารย์ และผู้มีพระคุณของผู้วิจัยทุกท่าน

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
รายการตาราง	ช
รายการรูปประกอบ	ฅ
ประมวลศัพท์และคำย่อ	ฉ
<b>บทที่</b>	
<b>1. บทนำ</b>	<b>1</b>
1.1    บทนำ	1
1.2    วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3    ขอบเขตการดำเนินงานวิจัย	2
1.4    ระเบียบดำเนินงานวิจัย	3
1.5    ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
<b>2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย</b>	<b>4</b>
2.1    ทฤษฎีสำหรับการบ่งชี้ปัญหาด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์	4
2.2    ทฤษฎีสำหรับกลวิธีการแก้ไขและปรับปรุงคุณภาพ	7
2.3    ทฤษฎีสำหรับเทคโนโลยีเฉพาะด้าน	24
2.4    งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	28
<b>3. สภาพปัญหาของบริษัทที่ทำการศึกษา</b>	<b>31</b>
3.1    ข้อมูลทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษา	31
3.2    สภาพปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา	33
3.3    ความต้องการและความคาดหวังในตัวผลิตภัณฑ์ของลูกค้า	38
3.4    การทำความเข้าใจถึงปัญหา	39
3.5    การกำหนดหัวข้อปัญหาและตัวชี้วัดในโครงการงานวิจัย	54

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>4. การดำเนินโครงการ</b>	<b>59</b>
4.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	59
4.2 การวิเคราะห์ระบบการวัด	60
4.3 การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ	67
4.4 การศึกษาและวิเคราะห์เพื่อระบุปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาที่ต้องการศึกษา	70
4.5 แนวทางการเลือกปัจจัยมาทำการศึกษาและการพิสูจน์สาเหตุ	77
4.6 การออกแบบการทดลอง	81
4.7 การทดลองเพื่อระบุค่าปรับตั้งที่เหมาะสมของปัจจัย	87
4.8 การยืนยันผลจากการปรับเปลี่ยนระดับของปัจจัยทั้ง 2	102
4.9 การวางแผนควบคุมระดับปัจจัย	107
<b>5. สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ</b>	<b>109</b>
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	109
5.2 ข้อเสนอแนะและข้อจำกัดในการทำงานวิจัย	111
5.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากการดำเนินโครงการวิจัย	111
<b>เอกสารอ้างอิง</b>	<b>113</b>
<b>ประวัติผู้วิจัย</b>	<b>115</b>

## รายการตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	บทสรุปสำหรับวิวัฒนาการด้านคุณภาพ	5
2.2	การประยุกต์ใช้เครื่องมือพื้นฐานในโครงการวิจัย	11
2.3	จำนวนอนุภาคแขวนลอยที่ยอมให้มีในห้องสะอาดแต่ละระดับ	27
3.1	ความต้องการและความคาดหวังในผลิตภัณฑ์ของลูกค้าของบริษัท	38
3.2	วิธีการคิดสัดส่วนผลิตภัณฑ์ไม่ตรงข้อกำหนดของบริษัทกรณีศึกษา	44
3.3	ลักษณะอาการไม่ตรงข้อกำหนดในกระบวนการประกอบ โรเตอร์	48
4.1	ค่าชิ้นงานสำหรับตรวจสอบระบบการวัด	61
4.2	แผนการทดลองการวิเคราะห์ระบบการวัด	62
4.2	แผนการทดลองการวิเคราะห์ระบบการวัด (ต่อ)	63
4.3	ข้อมูลค่า axial play ของชิ้นงาน โรเตอร์ที่มาจากวัสดุ 21 ลอต	67
4.4	วิเคราะห์จุดเกิดเหตุของอาการไม่ตรงข้อกำหนด axial play low	69
4.5	การระบุกระบวนการต้นเหตุของอาการ axial play low	70
4.6	ผลจากการระดมสมองเพื่อหาปัจจัยและการวิเคราะห์ผลต่อค่า axial play	72
4.7	ระดับปรับตั้งของปัจจัยที่ใช้สำหรับการทดลอง	77
4.8	ตารางค่า axial play ที่ได้จากการทดลอง	82
4.9	ผลการทดลองและค่า axial play ที่ได้จากการทดลอง	87
4.10	การออกแบบการเคลื่อนที่เพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุด	92
4.11	การทดลองการเคลื่อนที่ขึ้นเขาด้วยเส้นทางที่ชันที่สุด	93
4.12	ผลการทดลองด้วยระดับปัจจัยใหม่	95
4.13	ตารางการทดลอง และค่า axial play ที่ได้จากการทดลอง	97
4.13	ตารางการทดลอง และค่า axial play ที่ได้จากการทดลอง (ต่อ)	98
4.14	ผลการเก็บข้อมูลค่า axial play ในการวิเคราะห์ความสามารถกระบวนการ	102
4.15	ผลการทดสอบการปรับปรุง	103
4.16	แผนการควบคุมพารามิเตอร์ที่เครื่องกด	106

## รายการรูปประกอบ

รูป		หน้า
2.1	เงื่อนไขที่เพียงพอต่อการสร้างความพึงพอใจให้ลูกค้า	5
2.2	คุณภาพตามพฤติกรรมของลูกค้า	6
2.3	กระบวนการตัดสินใจโดยข้อเท็จจริง	9
2.4	ความผันแปรของกระบวนการระยะสั้นและระยะยาว	13
2.5	โครงสร้างแผนภาพก้างปลา	14
2.6	ตัวอย่างแผนภาพก้างปลาแบบวิเคราะห์ความผันแปร	15
2.7	ตัวอย่างแผนภาพก้างปลาแบบกำหนดรายการของสาเหตุ	16
2.8	ตัวอย่างแผนภาพก้างปลาแบบจำแนกตามกระบวนการผลิต	17
2.9	ลักษณะของตัวแบบความผันแปรโดยสาเหตุธรรมชาติ (ก) และตัวแบบความผันแปรโดยสาเหตุผิดพลาด(ข)	19
2.10	วิธีการอย่างมีลำดับขั้นตอนของการวิเคราะห์พื้นผิวผลตอบสนอง	22
2.11	เส้นทางการเคลื่อนที่ขึ้นเขาที่ชันที่สุด	23
2.12	ส่วนประกอบภายในสปินเดิลมอเตอร์	26
3.1	โครงสร้างเชิงองค์กรของบริษัทกรณีศึกษา	32
3.2	สปินเดิลมอเตอร์ขนาดต่างๆ	34
3.3	แนวโน้มจำนวนการสั่งซื้อสปินเดิลมอเตอร์ประเภทไฮเอนด์จากลูกค้าในปี 2556	35
3.4	สัดส่วนจำนวนการสั่งซื้อจากลูกค้า 3 รายตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงธันวาคม 2556	36
3.5	กระบวนการหลักในการประกอบสปินเดิลมอเตอร์	40
3.6	กระบวนการผลิตสปินเดิลมอเตอร์	41
3.7	สัดส่วนจำนวนการสั่งซื้อสปินเดิลมอเตอร์ hi-end 3.5 นิ้วในแต่ละรุ่นตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงธันวาคม 2556	42
3.8	จำนวนข้อร้องเรียนตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม 2556	43
3.9	สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่ไม่ตรงข้อกำหนดต่อยอดผลิตในกระบวนการพันขดลวด	45
3.10	สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่ไม่ตรงข้อกำหนดต่อยอดผลิตในกระบวนการประกอบสเตเตอร์	45
3.11	สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่ไม่ตรงข้อกำหนดต่อยอดผลิตในกระบวนการประกอบโรเตอร์	45
3.12	สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่ไม่ตรงข้อกำหนดต่อยอดผลิตในกระบวนการประกอบชุดท้าย	46
3.13	แผนภาพพาเรโตอาการที่ไม่ตรงข้อกำหนดที่เกิดในกระบวนการประกอบโรเตอร์ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม 2556	47

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูป	หน้า	
3.14	ขั้นตอนของกระบวนการประกอบโรเตอร์	49
3.15	การเคลือบสารหล่อลื่นที่เพลลา	49
3.16	การประกอบโคนล่างเข้ากับเพลลา	50
3.17	การเคลือบฟิล์มที่ชิ้นงานฮับ	50
3.18	การประกอบเพลลาเข้ากับชิ้นงานฮับ	51
3.19	การเคลือบสารหล่อลื่นที่เพลลา	51
3.20	การประกอบโคนบนเข้ากับชิ้นงานฮับ	52
3.21	การวัดค่า axial play ในโรเตอร์	52
3.22	การกดละเอียดของการประกอบโรเตอร์	53
3.23	ลักษณะการขยับของอาการ axial play (ก) และชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้องกับอาการ axial play (ข)	53
3.24	ตัวอย่างลักษณะการเคลื่อนที่ของชิ้นงาน โคน	54
3.25	ตัวอย่างตำแหน่งการหยุดของชิ้นงาน โคน	55
3.26	เป้าหมายโครงการของโครงการวิจัย	57
3.27	เป้าหมายธุรกิจของโครงการวิจัย	58
4.1	ตำแหน่งที่ทำให้เกิดอาการ axial play	59
4.2	เครื่องมือในการวัดค่า axial play (axial play tester)	60
4.3	ลักษณะการวัดค่า axial play ของเครื่อง axial play tester	60
4.4	ผลจากการประมวลด้วยคอมพิวเตอร์แบบกราฟิกสำหรับการวิเคราะห์ระบบการวัด	64
4.5	ผลจากการประมวลด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับการวิเคราะห์ระบบการวัด	65
4.6	ผลลัพธ์ทางคอมพิวเตอร์ของการวิเคราะห์ความสามารถกระบวนการ (ก่อนปรับปรุง)	68
4.7	ลักษณะการจับคู่ของวัสดุที่ส่งผลโดยตรงกับค่า axial play	73
4.8	ลักษณะการจับคู่ของวัสดุเพื่อลดความผันแปรของค่า axial play	73
4.9	แผนภาพก้างปลาแสดงปัจจัยที่เป็นสาเหตุของปัญหา axial play low	75
4.10	การยืนยัน $\sigma$ ของปัจจัยแรงกดว่าทั้ง 2 ระดับปัจจัยมาจากเงื่อนไขเดียวกัน	77
4.11	ผลการทดสอบปัจจัยแรงกดจากโปรแกรม Minitab	78
4.12	การยืนยัน $\sigma$ ของปัจจัยระยะกดว่าทั้ง 2 ระดับปัจจัยมาจากเงื่อนไขเดียวกัน	78
4.13	ผลการทดสอบปัจจัยระยะกดจากโปรแกรม Minitab	79
4.14	การยืนยัน $\sigma$ ของปัจจัยความเร็วมอเตอร์ว่าทั้ง 2 ระดับปัจจัยมาจากเงื่อนไขเดียวกัน	79

## รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูป	หน้า
4.15 ผลการทดสอบปัจจัยความเร็วมอเตอร์จากโปรแกรม Minitab	80
4.16 ผลการหาขนาดตัวอย่างด้วยโปรแกรม Minitab	81
4.17 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์การทดลอง $2^2$ แฟคทอเรียลร่วมกับบล็อก	83
4.18 กราฟวิเคราะห์การแจกแจงของข้อมูลการทดลอง $2^2$ แฟคทอเรียล	83
4.19 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยด้วยโปรแกรม Minitab	84
4.20 แผนภาพแสดงผลจากอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยระยะกดและปัจจัยความเร็วมอเตอร์ที่ใช้กด	85
4.21 การหาขนาดตัวอย่างด้วยโปรแกรม Minitab	86
4.22 ผลการวิเคราะห์การทดลอง $2^2$ แฟคทอเรียล แบบเต็มรูปแบบและทำการทดลองซ้ำที่จุดกึ่งกลาง	88
4.23 กราฟวิเคราะห์การแจกแจงของข้อมูลการทดลอง $2^2$ แฟคทอเรียลแบบเต็มรูปแบบและทำการทดลองซ้ำที่จุดกึ่งกลาง	88
4.24 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยแบบเต็มรูปแบบและทำการทดลองซ้ำที่จุดกึ่งกลางด้วยโปรแกรม Minitab	90
4.25 ผลการวิเคราะห์ระดับปัจจัยใหม่ด้วยโปรแกรม Minitab	96
4.26 ผลการวิเคราะห์ระดับปัจจัยใหม่ด้วยโปรแกรม Minitab	99
4.27 ค่าที่เป็นไปได้ที่ทำให้ค่า axial play ของชิ้นงานเข้าใกล้เป้าหมาย	100
4.28 ค่าที่เป็นไปได้ที่ทำให้ค่า axial play ของชิ้นงานเข้าใกล้เป้าหมาย	101
4.29 ผลลัพธ์ทางคอมพิวเตอร์ของการวิเคราะห์ความสามารถกระบวนการ (หลังปรับปรุง)	103
4.30 ผลการวิเคราะห์หลังปรับปรุงและก่อนปรับปรุงกระบวนการด้วยโปรแกรม Minitab	105
4.31 แผนภูมิควบคุมของสัดส่วนผลิตภัณฑ์ไม่ตรงข้อกำหนดหลังการปรับปรุง	105
4.32 ผลของการปรับปรุงกระบวนการ	106

**ประมวลศัพท์และคำย่อ**

2 <sup>k</sup> factorial design with center point	=	การทดลอง 2 <sup>k</sup> แฟคทอเรียลแบบเพิ่มจุดกึ่งกลาง
actuator	=	ตัวกระทำ
assignable cause	=	สาเหตุจากความผิดพลาด
axial play	=	การขยับขึ้น-ลงของชิ้นงานฮับใน แนวแกนของโรเตอร์
block	=	วิธีกันผลกระทบจากความผันแปร
cause and effect diagram	=	แผนภาพสาเหตุและผล
CCD	=	central composite design
clean room	=	ห้องสะอาด
cloud computing	=	เทคโนโลยีการประมวลผลข้อมูลผ่านทางระบบ อินเทอร์เน็ต
common cause	=	สาเหตุโดยธรรมชาติ
cone	=	ชิ้นส่วนของสปินเดิลมอเตอร์
control Limit	=	พิกัดควบคุม
Cp	=	ดัชนีความสามารถที่กระบวนการควรจะทำให้ ระยะสั้น
Cpk	=	ดัชนีความสามารถที่กระบวนการทำได้จริงระยะ สั้น
curvature	=	ลักษณะพื้นผิวแบบโค้ง
design of experiment	=	การออกแบบการทดลอง
factor	=	ปัจจัย
factorial experiment	=	การออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียล
fishbone diagram	=	แผนภาพก้างปลา
genba	=	สถานที่เกิดเหตุ
genbutsu	=	ของจริง
genjitsu	=	ความจริง
genri	=	ทฤษฎี
gensoku	=	หลักการ
hi-end spindle motor	=	ประเภทสปินเดิลมอเตอร์แบบความเร็วรอบสูง

### ประมวลศัพท์และคำย่อ (ต่อ)

hub	=	ชิ้นส่วนของสปินเดิลมอเตอร์
hypothesis	=	สมมุติฐาน
input	=	ปัจจัยป้อนเข้า
interaction effect	=	อิทธิพลร่วม
intrinsic technology	=	เทคโนโลยีเฉพาะทาง
kN	=	กิโลนิวตัน
main effect	=	อิทธิพลหลัก
MB	=	megabytes
measurement system analysis	=	การวิเคราะห์ระบบการวัด
normality test	=	การทดสอบความเป็นปกติของข้อมูล
OFAT	=	one-factor-at-a-time
output	=	ผลผลิต
pareto diagram	=	แผนภาพพาเรโต
PC	=	personal computer
Pp	=	ดัชนีความสามารถที่กระบวนการควรจะได้ ระยะยาว
Ppk	=	ดัชนีความสามารถที่กระบวนการทำได้จริงระยะ ยาว
process capability	=	การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ
QC	=	quality control
QI	=	quality improvement
randomization	=	การสุ่ม
replication	=	การทำภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน
response surface methodology	=	วิธีการพื้นผิวตอบสนอง
sample	=	สิ่งตัวอย่าง
sample size	=	ขนาดของสิ่งตัวอย่าง
shaft	=	ชิ้นส่วนของสปินเดิลมอเตอร์
slider	=	หัวอ่านและเขียนของฮาร์ดดิสก์ไคร์ฟ
stability	=	เสถียรภาพ

## ประมวลศัพท์และคำย่อ (ต่อ)

standard spindle motor	=	ประเภทสปินเดิลมอเตอร์แบบความเร็วรอบปกติ
steepest ascent	=	วิธีขึ้นเขาที่ชันที่สุด
steepest descent	=	วิธีลงเขาที่ชันที่สุด
TB	=	terabytes
trivial many	=	สิ่งสำคัญน้อยมีจำนวนมาก
unconscious	=	สามัญสำนึก
variable	=	ตัวแปร
vital Few	=	สิ่งสำคัญมากที่มีจำนวนน้อย
µm	=	ไมโครเมตร