

การพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพสำหรับสายการผลิตรางสายไฟฟ้าและตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า



นายธีระพงษ์ กังสนารักษ์

ศูนย์วิทยพัทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2539

ISBN 974 - 633 - 524 - 3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 20503210

26 ก.ค. 2549

A QUALITY CONTROL SYSTEM DEVELOPMENT FOR LADDER AND CONTROL
SWITCHBOARD MANUFACTURING PROCESS



Mr. Theerapong Gungsanarugs

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Industrial Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1996

ISBN 974 - 633 - 524 - 3

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

ธีระพงษ์ กังสนารักษ์ : การพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพสำหรับสายการผลิตรางสายไฟฟ้า และตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า (A QUALITY CONTROL SYSTEM DEVELOPMENT FOR LADDER AND CONTROL SWITCHBOARD MANUFACTURING PROCESS) อ.ที่ปรึกษา : รศ.คำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย, 297 หน้า. ISBN 974-633-524-3

การพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งให้ผู้ผลิตควรที่จะให้ความสนใจ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของผู้ใช้งาน เช่น รางสายไฟฟ้าและตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพในสายการผลิตรางสายไฟฟ้าและตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าที่เหมาะสมกับโรงงานตัวอย่าง จากการสำรวจสภาพทั่วไปของโรงงานตัวอย่างพบว่าทางโรงงานยังไม่มีระบบควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังไม่มีข้อกำหนดทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์ วิธีการปฏิบัติงานและเอกสารต่างๆทางด้านคุณภาพซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของระบบควบคุมคุณภาพ

โดยในการพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพได้นำเทคนิคการควบคุมคุณภาพมาใช้ได้แก่ ใบตรวจสอบ แผนภูมิแสดงเหตุและผล วิธีการทางสถิติและการศึกษาสมรรถภาพกระบวนการผลิตมาใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินผล เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาทางด้านคุณภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น วิทยานิพนธ์นี้จึงได้นำเสนอระบบควบคุมคุณภาพสำหรับสายการผลิตรางสายไฟฟ้าและตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า โดยมีแนวทางการพัฒนาดังนี้ 1.การจัดตั้งองค์กรด้านควบคุมคุณภาพ 2.การจัดระบบเอกสารที่ใช้ทางด้านควบคุมคุณภาพ 3.การกำหนดมาตรฐานการควบคุมคุณภาพของรางสายไฟฟ้าและตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าตั้งแต่การตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบ การควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตและการตรวจสอบผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม.....
สาขาวิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม.....
ปีการศึกษา..... 2538.....

ลายมือชื่อนิติ..... ธีระพงษ์ กังสนารักษ์.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... รศ.คำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... รศ.คำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย.....

C616360: MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD:

QUALITY CONTROL SYSTEM / LADDER / CONTROL SWITCHBOARD

THEERAPONG GUNGSANARUGS : A QUALITY CONTROL SYSTEM DEVELOPMENT FOR LADDER AND CONTROL SWITCHBOARD MANUFACTURING PROCESS. THESIS ADVISOR: ASSO. PROF. DAMRONG THAVEESAENGSAKUTHAI, 297 pp. ISBN 974-633-524-3

A quality control system of product is an one of the important factors which manufacturer should consider. For the electrical products which are concerned in safety when user using such as ladder and control switchboard. This thesis has an objective to develop an appropriate quality control system for ladder and control switchboard manufacturing process of the study factory. It was found that no quality control system in the study factory furthermore, no product quality specification, procedure and quality records which were important parts of quality control system.

In a quality control system development, this thesis used quality control techniques such as check sheet, cause & effect diagram, statistical method and process capability study for inspection, analysis and evaluation that find out efficiency resolution on quality problem. Therefore this thesis proposed the quality control system for ladder and control switchboard manufacturing process as follows :

1. Set up organization of quality control department.
2. Set up quality records system.
3. Set up quality control standard for ladder and switchboard which composed of raw material inspection, in process quality control and finished product inspection.

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา 2538

ลายมือชื่อนิสิต *ธีระพงษ์ กุญชร*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา *T. Prof*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือ และให้คำแนะนำจากบุคคลหลายฝ่ายเป็นอย่างดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา และขอกราบขอบพระคุณศาสตราจารย์ ดร. ศิริจันทร์ทองประเสริฐ , รองศาสตราจารย์ ชอุ่ม มลิลลา และอาจารย์ จิรพัฒน์ เสงประเสริฐวงศ์ คณาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่ได้กรุณาเป็นประธานคณะกรรมการ และกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณกรรมการผู้จัดการใหญ่ , ผู้จัดการฝ่ายต่างๆ และพนักงานในโรงงานตัวอย่างทุกท่าน ที่ได้กรุณาช่วยเหลือในการอนุเคราะห์สถานที่ และให้ความสะดวกต่างๆ ตลอดเวลาที่ได้เข้าไปศึกษาในโรงงานตัวอย่าง จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ท้ายสุดนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดาและมารดา ซึ่งเป็นผู้มีพระคุณอย่างหาที่เปรียบใดๆ มิได้

ธีระพงษ์ กังสนารักษ์

มีนาคม 2539

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญรูป	ฐ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 สภาวะความเป็นมา แนวทางเหตุผล และปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ขั้นตอนการวิจัยและดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	3
1.6 การสำรวจงานวิจัย	4
2. การศึกษาสภาวะทั่วไปของอุตสาหกรรมรางสายไฟฟ้า และตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า	6
2.1 สภาวะทั่วไป	6
2.2 วัตถุประสงค์	13
2.3 งานดัดขึ้นรูปโลหะแผ่น	15
2.4 งานเชื่อมโลหะ	26
2.5 กระบวนการผลิตรางสายไฟฟ้า	43
2.6 กระบวนการผลิตตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า	45
3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย	49
3.1 การควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับ	54
3.2 การจัดองค์การสำหรับคุณภาพ	81

บทที่	หน้า
3.3 ข้อกำหนดทางคุณภาพของรางสายไฟฟ้า	83
3.4 ข้อกำหนดทางคุณภาพของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า	84
4. การศึกษาการดำเนินงานและสภาพปัจจุบันของโรงงาน	133
4.1 การศึกษาด้านการบริหารงานคุณภาพ	133
4.2 การศึกษาด้านการผลิต	135
4.3 การศึกษาด้านอุปกรณ์การผลิต	138
4.4 การศึกษาปัญหาด้านคุณภาพ	141
5. การควบคุมคุณภาพในสายการผลิตรางสายไฟฟ้า	144
5.1 การตรวจสอบนำเข้า	146
5.2 การตรวจสอบในกระบวนการผลิต	159
5.3 การตรวจสอบขั้นสุดท้าย	170
5.4 การวิเคราะห์สมรรถภาพกระบวนการผลิต	177
6. การควบคุมคุณภาพในสายการผลิตตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า	186
6.1 การตรวจสอบนำเข้า	186
6.2 การตรวจสอบในกระบวนการผลิต	196
6.3 การตรวจสอบขั้นสุดท้าย	199
7. ระบบเอกสารที่ใช้งานด้านควบคุมคุณภาพ	221
7.1 การจัดตั้งโครงสร้างองค์กรด้านคุณภาพ	222
7.2 การใช้เอกสารด้านคุณภาพในขั้นตอนต่างๆ	225
8. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	259
8.1 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากระบบควบคุมคุณภาพที่เสนอ	260
8.2 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับระบบควบคุมคุณภาพที่เสนอ	261
รายการอ้างอิง	263
ภาคผนวก ก. ตัวอย่างคู่มือวิธีการทำงาน	265
ภาคผนวก ข. พื้นที่หน้าตัดที่สูงสุดและต่ำสุดของสายตัวนำทองแดงที่เหมาะสมสำหรับ การต่อ	277
ภาคผนวก ค. ตัวอย่างชนิดต่างๆ ของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า	279

ภาคผนวก ง. การวัดระยะห่างและระยะตามผิวฉนวน	290
ภาคผนวก จ. สหสัมพันธ์ระหว่างแรงดันปกติของระบบจ่ายไฟ และแรงดันทนอิมพัลส์ ที่กำหนดของอุปกรณ์	294
ประวัติผู้วิจัย	297



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงกำลัง, ขนาด, ความเร็ว และอัตราส่วนต่างๆ ของเครื่องเพรสเบรก ...	24
2.2 แสดงชนิดและผลกระทบของฟลักซ์	30
2.3 การแบ่งประเภทของลวดเชื่อมไฟฟ้าชนิดเหล็กเหนียว (JIS Z3211-1976) ..	32
2.4 การแบ่งประเภทลวดเชื่อมไฟฟ้าชนิดเหล็กกล้าอะลูมิเนียม (AWS A5.1-78)	33
2.5 ลวดเชื่อมไฟฟ้าชนิดหุ้มสารพอกหุ้มสำหรับเชื่อมพอกผิวแข็ง (JIS Z3215-1972)	34
2.6 แสดงรายละเอียดทางเทคนิคของลวดเชื่อมสำหรับการเชื่อมแบบอาร์คใช้ก๊าซคลุม (AWS A5.18-79)	41
2.7 แสดงรายละเอียดทางเทคนิคของลวดเชื่อมสำหรับการเชื่อมแบบอาร์คใช้ก๊าซคลุม CO ₂ (JIS Z3312-1974)	42
3.1 ตารางเปรียบเทียบประเภทของการควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับ	56
3.2 คำแนะนำในการเลือกใช้มาตรฐานของแผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ	59
3.3 แสดงชนิดของแผนภูมิควบคุม	69
3.4 ค่า PCR ต่ำสุดที่ควรจะเป็น	78
3.5 ดัชนีแสดงค่ามาตรฐานการป้องกันการเข้าของน้ำ	94
3.6 ข้อจำกัดของการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ	96
3.7 ค่ามาตรฐานแฟกเตอร์ n และตัวประกอบกำลัง	100
3.8 พื้นที่หน้าตัดมาตรฐานของสายตัวนำทองแดงที่ใช้กับกระแสทดสอบ	113
3.9 พื้นที่หน้าตัดมาตรฐานของสายตัวนำทองแดงที่ใช้กับกระแสทดสอบ	113
3.10 แรงดันจนวนที่กำหนดกับแรงดันทดสอบทางไดอิเล็กตริก	116
3.11 แสดงกระแสผิวดพ้องในวงจรส่วนห่อหุ้มตัวได้ กับเส้นผ่าศูนย์กลางสายทองแดง	121
3.12 แรงดันทนไดอิเล็กตริกสำหรับ อิมพัลส์, ความถี่ไฟฟ้ากำลัง และการทดสอบกระแสตรง	130
3.13 ระยะห่างต่ำสุดในอากาศ	131
3.14 แรงดันทดสอบที่ต่อตรงกับหน้าสัมผัสเปิดของอุปกรณ์ที่ใช้แยกเอกเทศ	131

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
3.15 ระยะตามผิวฉนวนที่ต่ำที่สุด	132
5.1 ชั้นคุณภาพและลักษณะการใช้งาน	147
5.2 ความหนาและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน	148
5.3 ความกว้างและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน	149
5.4 ความยาวและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน	149
5.5 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของน้ำหนัก	150
5.6 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของขอบโค้ง	150
5.7 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความราบ	151
5.8 ส่วนประกอบทางเคมีของเหล็กแผ่น	151
5.9 ความต้านทานแรงดึงและความยืด	152
5.10 ขนาดของหัวดัด	153
5.11 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้าง	154
5.12 ขนาดแนะนำสำหรับเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีชนิดแผ่นเรียบและชนิดม้วน ...	155
5.13 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความหนา	156
5.14 มวลและความหนาของสังกะสีเคลือบที่เทียบเท่า	157
5.15 การใช้งานของการตัดเจาะด้วยช่องว่างขนาดต่างๆ	162
5.16 แสดงคุณลักษณะต่างๆ ซึ่งเป็นผลกระทบโดยปัจจัยการเชื่อม ของการ เชื่อมแบบอาร์คใช้ก๊าซคลุม CO ₂	167
5.17 แสดงปัจจัยการเชื่อมมาตรฐานของการเชื่อมแบบอาร์คใช้ก๊าซคลุม CO ₂ ...	168
5.18 แสดงปัจจัยการเชื่อมมาตรฐานของการเชื่อมแบบอาร์คใช้ก๊าซคลุม CO ₂ ลวดเชื่อมแกนบรรจุฟลักซ์ระบบกึ่งอัตโนมัติ	169
5.19 การกำหนดระดับชั้น น้ำหนัก/ช่วงห่าง	174
5.20 ความกว้างเหล็กแผ่นหลังจากตัดตามขนาดขึ้นส่วนรางสายไฟฟ้าด้านข้าง (Rail)	178
5.21 ตารางแจกแจงความถี่ของข้อมูลในตารางที่ 5.20	179
5.22 ความกว้างเหล็กแผ่นหลังจากตัดตามขนาดขึ้นส่วนรางสายไฟฟ้าด้านข้าง (หลังวิเคราะห์)	182

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
5.23 ตารางแจกแจงความถี่ของข้อมูลในตารางที่ 5.22	183
6.1 แบบและรูปภาพตัด	188
6.2 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของขนาด ความหนา ความยาว ความได้จาก ความโค้ง และระยะเยื้องศูนย์กลางสำหรับเหล็กฉาก เหล็กรูปรางน้ำ เหล็กรูป ตัวไอ และเหล็กรูปตัวที	189
6.3 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของขนาด ความหนา ความยาว ความได้จาก ความโค้ง ระยะเยื้องศูนย์กลาง ความเว้าของลำตัว และความได้จากของปลาย ตัด สำหรับเหล็กรูปตัวเอช	190
6.4 ชั้นคุณภาพ และส่วนประกอบทางเคมีเมื่อวิเคราะห์จากบ้ำ	191
6.5 ชั้นคุณภาพ ความต้านแรงดึงที่จุดคราก ความต้านแรงดึงและความยืด และความต้านการกระแทก	191
6.6 ค่าแรงดันและกระแสที่กีดในการเลือก Disconnecting switch	192
6.7 ค่าแรงดันต่างๆ สำหรับการเลือก Lighting arrester	192
6.8 แสดงค่าต่างๆ ของ Oil circuit breaker	193
6.9 แสดงค่าต่างๆ ของ Load break switch	194
6.10 แสดงค่าต่างๆ ของ Power fuse	194
6.11 Power fuse ที่ใช้กับหม้อแปลงไฟแรงสูงและใช้กับมอเตอร์ไฟแรงสูง	195
6.12 แสดงค่าแรงดันพิกัด , ขนาดพิกัด และแรงดันแท้ปของหม้อแปลงไฟแรงสูง	195
6.13 แสดงตัวอย่างการใช้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางอิเล็กโทรด	199
6.14 คุณลักษณะของลวดเชื่อมไฟฟ้าที่ใช้กับการเชื่อมโครงสร้างเหล็กกล้า	200
6.15 แสดงตำแหน่งของเฟสและขั้วของวงจรมิน	203
6.16 ตัวอย่างแสดงการใช้สีแยกสายของแต่ละเฟสและแต่ละขั้ว	204
6.17 แสดงค่าความต้านทานของฉนวนที่เหมาะสมกับการใช้งาน	206
6.18 แสดงแรงดันทดสอบและระยะเวลาในการทดสอบขึ้นกับชนิดของอุปกรณ์ ไฟฟ้า	207

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงตัวอย่างรางสายไฟฟ้าที่ใช้กันอยู่ทั่วไป	7
2.2 ตัวอย่างรายละเอียดแสดงการประกอบชิ้นส่วนการจับขึง	8
2.3 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ที่ติดตั้งในระบบรางสายไฟฟ้า	9
2.4 ตัวอย่างตู้ควบคุมสายพานลำเลียง	12
2.5 เหล็กแผ่นและแผ่นแถบที่ใช้ในการทำรางสายไฟฟ้า และตู้ควบคุมระบบ ไฟฟ้า	14
2.6 แสดงตัวอย่างฟิวส์, เซอร์คิตเบรกเกอร์ และรีเลย์ป้องกันกระแสเกิน	14
2.7 การแบ่งแยกประเภทกรรมวิธีการตัด	15
2.8 ตัวอย่างการตัดโดย tool เคลื่อนที่ในแนวตรง	16
2.9 ตัวอย่างการตัดโดย tool เคลื่อนที่ในลักษณะหมุน	16
2.10 การตัด V-bending 90° ด้วยรัศมีพื้นที่ขนาดเล็ก	17
2.11 การตัด V-bending 90° ด้วยรัศมีพื้นที่ขนาดใหญ่	17
2.12 grain direction ที่ขนานกับแนวที่ทำการตัด	19
2.13 grain direction ที่ทำมุม 90° กับแนวที่ทำการตัด	20
2.14 การทำงานตัดด้วยรัศมีตัดขนาดเล็ก	20
2.15 รอยแตกหลังการตัด 180°	20
2.16 ขอบที่เสียรูปในการตัด	21
2.17 ลักษณะของเครื่องเพรสเบรก	22
2.18 ลักษณะของพื้นที่และด้ายที่ใช้ในการพับขึ้นรูปโดยเครื่องเพรสเบรก	25
2.19 แสดงการแยกประเภทวิธีการเชื่อม	27
2.20 แสดงการเชื่อมแบบอาร์คด้วยลวดเชื่อมชนิดสารพอกหุ้ม	28
2.21 แสดงคุณลักษณะของการถ่ายเทโลหะจากลวดเชื่อม	28
2.22 เครื่องเชื่อมกระแสสลับ	36
2.23 แสดงหลักการเชื่อมแบบอาร์คใช้ก๊าซคลุม	37
2.24 การจำแนกประเภทวิธีการเชื่อมแบบอาร์คใช้ก๊าซคลุม	38
2.25 แสดงการเกิดสะเก็ดเชื่อมของการเชื่อมแบบอาร์คใช้ก๊าซคลุม CO ₂	40

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.26 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของหยดโลหะถ่ายเท กับความถี่ของกระแสลัดวงจร ระยะเวลากระแสลัดวงจร และอัตราอาร์กอนผสมในก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	40
2.27 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเติมโลหะและกระแสเชื่อม	43
2.28 ขั้นตอนการผลิตรางสายไฟฟ้า	44
2.29 ขั้นตอนการผลิตตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า	48
3.1 คุณภาพคือความพึงพอใจของลูกค้า	49
3.2 Chart แสดงความสัมพันธ์ของกิจกรรมเพื่อคุณภาพระดับต่างๆ ที่จะก่อให้เกิด Company Wide Quality Control หรือ TQC	53
3.3 ความรับผิดชอบต่อคุณภาพเพื่อความเป็นเลิศของทุกคนในองค์กร	53
3.4 วิธีการตรวจสอบสำหรับการควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับ	55
3.5 กระบวนการของการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับ	57
3.6 ประเภทของแผนการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับ	58
3.7 ใบตรวจสอบประเภทข้อบกพร่อง	60
3.8 ใบตรวจสอบสำหรับสำรวจสาเหตุที่เกิดเศษเหลือจากการกัก seamless tights	61
3.9 ใบตรวจสอบสำหรับสำรวจการแจกแจงของกระบวนการผลิต	62
3.10 ตัวอย่างใบตรวจสอบตำแหน่งข้อบกพร่องในการพันสัรถยนต์นั่ง	63
3.11 ตัวอย่างใบตรวจสอบการทำงานและตรวจสอบยืนยันของรถยนต์	64
3.12 แสดงแผนภาพเหตุและผล	66
3.13 ตัวอย่างแผนภูมิควบคุม	69
3.14 แสดงความยาวของ RUN ที่ผิดปกติ	71
3.15 แสดงแนวโน้มที่ผิดปกติ	71
3.16 แสดงความผิดปกติของการเข้าใกล้เส้นสามซิกม่า	72
3.17 แสดงความผิดปกติของแนวโน้มขึ้นและลงในช่วงเหมือนกัน	72
3.18 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโตของข้อบกพร่องในการพันสัรถยนต์นั่ง	73
3.19 ตัวอย่างฮิสโตแกรมแสดงความสูงของพนักงาน	74

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.20 กรณีที่มีความสัมพันธ์เป็นบวกมาก	75
3.21 กรณีที่มีความสัมพันธ์เป็นบวกน้อย	75
3.22 กรณีที่มีความสัมพันธ์เป็นลบมาก	75
3.23 กรณีที่มีความสัมพันธ์เป็นลบน้อย	75
3.24 กรณีที่ไม่มีความสัมพันธ์กันเลย	76
3.25 กรณีที่มีความสัมพันธ์กันแต่ไม่เป็นเชิงเส้น	76
3.26 อัตราส่วน $(U_N + \Delta U) / U_N$ เป็นฟังก์ชันกับเวลา	106
3.27 Maximum permitted harmonic component of normal system voltage	107
4.1 ผังโครงสร้างองค์กรของโรงงานตัวอย่าง	134
4.2 แสดงกระบวนการผลิตรางสายไฟฟ้า	136
4.3 แสดงกระบวนการผลิตตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า	137
4.4 แผนภูมิแกงปลาแสดงการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ในโรงงาน ตัวอย่าง	143
5.1 การวัดระยะโค้ง	150
5.2 การวัดความไม่ได้จาก	150
5.3 การวัดความราบ	151
5.4 ทิศทางการตัดโค้งขึ้นทดสอบ	153
5.5 บริเวณที่สังกะสีต้องไม่ลอก รั่ว หรือแตก	158
5.6 การวัดความไม่ได้จาก	158
5.7 แสดงขั้นตอนที่เกิดขึ้นในระหว่างการตัด	160
5.8 ผลของเคลือบเรซินระหว่างพื้นที่กับคานและผิวรอยตัด	161
5.9 ความสัมพันธ์ระหว่างเคลือบเรซินกับผิวที่ได้จากการตัด	161
5.10 ขั้นตอนการตัดรูปตัววี	163
5.11 แสดงลักษณะเส้นหรือครีบ (Burr) ของชิ้นงาน	163
5.12 แสดงมุมเอียงหัวเชื่อมและทิศทางการเชื่อม	165
5.13 แสดงระยะห่างระหว่างนอชเชิลกับโลหะงานและกระแสเชื่อมและรูปแบบ การเชื่อมลึก	166

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.14	อีสโตแกรมแสดงความกว้างของเหล็กแผ่นหลังตัดตามขนาด 179
5.15	แผนภูมิแก๊งปลาแสดงการวิเคราะห์ความถูกต้องของขนาดชิ้นงาน 181
5.16	อีสโตแกรมแสดงความกว้างของเหล็กแผ่นหลังตัดตามขนาด(หลังวิเคราะห์) 183
6.1	รูปร่างรอยต่อมาตรฐานใช้กับโครงสร้างเหล็กกล้า 201
6.2	แสดงตำแหน่งของเฟสแต่ละเฟสเมื่อมองจากด้านต่างๆ 203
6.3	แสดงตัวอย่างการตรวจดูสีของเฟสโดยใช้ผังวงจรเฟสเดียวและหลายเฟส .. 204
6.4	Test pin ใช้ในการทดสอบอันตรายจากไฟฟ้าช็อคในการใช้งานภาวะปกติ-1 209
6.5	Test Chain หรือ Test Pin ใช้ในการทดสอบอันตรายจากไฟฟ้าช็อคในการ ใช้งานภาวะปกติ-2 210
6.6	Test Chain และ Push Pull Gauge ใช้ในการทดสอบอันตรายจากไฟฟ้าช็อค ในการใช้งานภาวะปกติ-3 211
6.7	การทดสอบความคมของขอบด้วย Sharp Edge 211
6.8	การทดสอบ Deflection ด้วย Pressure Test Ball 212
6.9	การทดสอบความแข็งแรงทางกล-1 ด้วย Spring Impact Hammer 213
6.10	การทดสอบความแข็งแรงทางกล-2 ด้วย Test Finger 214
6.11	การทดสอบการกัดด้วย Ball Pressure ความทนทานต่อความร้อน, ไฟ และ การเกิดรอย 215
6.12	การทดสอบส่วนที่ร้อนในอุณหภูมิสูง-1 โดยใช้ Test Finger 216
6.13	การทดสอบส่วนที่ร้อนในอุณหภูมิสูง-2 โดยใช้ Test Hook 216
7.1	ผังโครงสร้างองค์กรด้านคุณภาพ 223
7.2	แสดงวิธีการในการตรวจสอบนำเข้า 227
7.3	แสดงรายละเอียดของป้ายชนิดต่างๆ 235
7.4	แสดงวิธีการในการตรวจสอบในกระบวนการผลิต 237
7.5	แสดงวิธีการในการตรวจสอบขั้นสุดท้ายผลิตภัณฑ์รางสายไฟฟ้า 243
7.6	แสดงวิธีการในการตรวจสอบขั้นสุดท้ายผลิตภัณฑ์ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า 246
7.7	ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ใบควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตของเครื่อง พับโลหะ 251

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
7.8 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ใบรายงานการตรวจสอบการเพิ่มขึ้นส่วนวงสายไฟฟ้า	252
7.9 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ใบรายงานการตรวจสอบขนาดหลังเชื่อมประกอบวงสายไฟฟ้า	253
7.10 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ใบรายงานการตรวจสอบแนวเชื่อม	254
7.11 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ใบรายการสังเค็อบผิวโลหะด้วยวิธีชุบ Hot-Dip galvanized	255
7.12 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ใบทดสอบผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าด้านความปลอดภัย	256



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย