บทที่ 2

การสำรวจทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 การสำรวจทฤษฎี

2.1.1 มาตรวิทยา (Metrology)

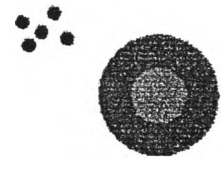
มาตรวิทยา เป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการวัด การวัดคือการใช้เครื่องมือและวิธีการในการกำหนดค่าตัวเลข ให้กับวัตถุเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุกับคุณสมบัติบางอย่าง ดังนั้นเพื่อสร้างความเข้าใจในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการวัดจึงควรศึกษานิยามเบื้องต้นที่ใช้แพร่หลายในกิจกรรมการวัด

ความแม่นยำ (accuracy) คือ ความสามารถในการวัดเมื่อเปรียบเทียบผลการวัดกับค่าจริงที่ถูกวัด เนื่องจากการวัดโดยทั่วไปผู้วัดไม่ทราบค่าที่แท้จริง ดังนั้นในการทำการวัดที่ต้องการความเที่ยงตรงสูงจึงต้องคำนึงถึงความไม่แน่นอน(uncertainty)ของการวัด

ความเที่ยงตรง (precission) คือ ความสามารถในการวัดซ้ำ(repeatability) แนวความคิดนี้ถูกนำไปใช้ในการวัดที่ต้องวัดมากกว่าหนึ่งครั้ง

จากภาพประกอบที่ 2.1 แสดงความแตกต่างระหว่างความเที่ยงตรงและความแม่นยำโดยที่แต่ละรูปแทนการยิงปืน 5 ครั้งของคนแต่ละคนทั้งหมด 4 คน ภาพประกอบที่ 2.1ก. แสดงว่าผู้ยิงขาดความแม่นยำ และเที่ยงตรง ภาพประกอบที่ 2.1ข. มีความเที่ยงตรงแต่ขาดความแม่นยำ ภาพประกอบที่ 2.1ค. มีความแม่นยำแต่ขาดความเที่ยงตรง ภาพประกอบที่ 2-1ง. มีทั้งความแม่นยำและความเที่ยงตรง หรือเปรียบเทียบแสดงในลักษณะการกระจาย(distribution) ของข้อมูลได้ดังภาพประกอบ ที่ 2-2

ภาพประกอบที่ 2.1ก.

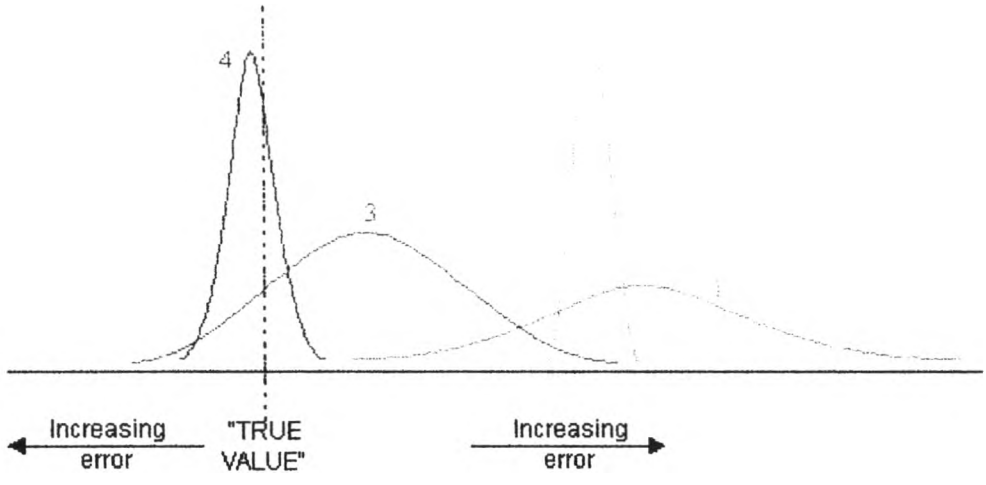


ภาพประกอบที่ 2.1ข.

ภาพประกอบที่ 2.1ค.

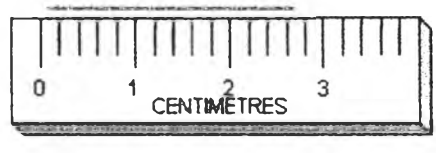
ภาพประกอบที่ 2.1ง.

ภาพประกอบที่ 2.1 ความแตกต่างระหว่างความเที่ยงตรงและความแม่นยำ



ภาพประกอบที่ 2.2 การเปรียบเทียบความแม่นยำและความเที่ยงตรงในลักษณะการกระจาย

ความละเอียดของเครื่องมือวัด (resolution หรือ graduation) คือ ค่าความแตกต่างที่น้อยที่สุดที่เครื่องมือวัด สามารถแสดง ตัวอย่างเช่น ไม้บรรทัดในภาพประกอบที่ 2.3 มีความละเอียด 2 มิลลิเมตร ความสามารถในการอ่านค่าวัดที่อยู่ ระหว่างขีดแสดงค่าวัดจะเป็นส่วนหนึ่งของความไม่แน่นอนของการวัด เมื่อพิจารณาเฉพาะความละเอียดของ เครื่องมือวัด เมื่อใช้วัดเส้นที่อยู่เหนือไม้บรรทัดนั้น ค่าวัดที่ได้ คือ 2.6 $\pm$ 0.2 เซนติเมตร ถ้าใช้เครื่องมือวัด ที่มีความ ละเอียด 0.05 มิลลิเมตร ค่าวัดที่ได้อาจ จะเป็น คือ 2.65 $\pm$ 0.05 เซนติเมตร



ภาพประกอบที่ 2.3 ไม้บรรทัดมีความละเอียด 2 มิลลิเมตร

การวัดขั้นพื้นฐาน ได้แก่ การวัดความยาว(length),มวล(mass), เวลา(time),อุณหภูมิ (temperature) และ กระแสไฟฟ้า (electric current) สำหรับเครื่องมือวัดที่กล่าวถึงในวิทยานิพนธ์นี้จะเป็นเครื่องมือที่ใช้ วัดความยาว ซึ่งใช้ในการวัดพิกัดความคลาดเคลื่อนทางมิติ และพิกัดความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต

พิกัดความคลาดเคลื่อนทางมิติ (dimensional tolerance) ใช้สำหรับควบคุมขนาดทางมิติ (dimension)ของชิ้นงานซึ่งเป็นลักษณะเบื้องต้นโดยทั่วไปที่ต้องควบคุม

พิกัดความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต (geometric tolerance) ใช้สำหรับควบคุมลักษณะทางเรขาคณิตที่นอกเหนือจากขนาดทางมิติ สามารถสรุปพิกัดความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตและสัญลักษณ์ที่ใช้แสดงพิกัดความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตได้ดังตารางที่ 2.1

พิกัดความคลาดเคลื่อนทางรูปทรง *(Form Tolerance)* ถูกออกแบบขึ้นเพื่อควบคุมลักษณะเฉพาะตัวของรูปทรง (form) หรือ รูปร่าง (shape) บางส่วนของชิ้นงานโดยไม่มีความสัมพันธ์กับลักษณะอื่น ของชิ้นงานนั้น เช่น ความราบ (flatness) , ความเป็นเส้นตรง (straightness) , ความเป็นวงกลม (roundness or curculanity) และความเป็นทรงกระบอก (cylindricity)

ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์ที่ใช้แสดงพิกัดความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต

ประเภทของพิกัดความคลาดเคลื่อน	คุณลักษณะของพิกัดความคลาดเคลื่อน	สัญลักษณ์
พิกัดความคลาดเคลื่อนทางรูปทรง	ความเป็นเส้นตรง	—
	ความราบ	▱
	ความเป็นวงกลม	○
	ความเป็นทรงกระบอก	⌭
	เส้นรอบนอกแบบเส้น	⌒
	เส้นรอบนอกแบบพื้นผิว	⌓
พิกัดความคลาดเคลื่อนทางทิศทาง	ความขนาน	//
	ความตั้งฉาก	⊥
	ความเป็นมุม	∠
พิกัดความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่ง	ตำแหน่ง	⌖
	ความร่วมศูนย์	◎
	ความสมมาตร	⌯
พิกัดความคลาดเคลื่อนของการหนีศูนย์	ความหนีศูนย์แนววงกลม	↗
	ความหนีศูนย์รวม	⌰

พิกัดความคลาดเคลื่อนทางทิศทาง *(Orientation Tolerance)* ถูกออกแบบขึ้นเพื่อควบคุมลักษณะของชิ้นงานที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะอื่นของชิ้นงานนั้น ดังนั้นจะต้องมีการกำหนดจุดอ้างอิง เช่น ความขนาน
(parallelism) ,ความตั้งฉาก (perpendicularity or squareness) และความเป็นมุม (angularity)

พิกัดความคลาดเคลื่อนทางการหนีศูนย์ *(Runout Tolerance)* ถูกออกแบบขึ้นเพื่อใช้กับชิ้นส่วนที่มีการหมุน สำหรับควบคุมการร่วมแกนของลักษณะที่เป็นทรงกระบอก หรือ พื้นผิวส่วนปลายเมื่อเทียบกับแกน อ้างอิง

พิกัดความคลาดเคลื่อนของเส้นรอบนอก *(Profile Tolerance)* ถูกออกแบบขึ้นเพื่อใช้ควบคุมลักษณะความผิดปกติของรูปร่าง (shape)หรือ พื้นผิว (contour) โดยจะเทียบกับลักษณะอื่นของชิ้นงานนั้นหรือไม่ก็ได้ เส้นรอบนอกแบบเส้น (profile of line) และ เส้นรอบนอกแบบพื้นผิว (profile of surface)

พิกัดความคลาดเคลื่อนของตำแหน่ง (Location Tolerance) ใช้ควบคุมตำแหน่งของศูนย์กลางของ ขนาดของลักษณะที่ต้องการ เช่น ตำแหน่งของแกนของรู (position) และความร่วมศูนย์ (concentricity)

2.1.2 ระบบการควบคุมและการสอบเทียบเครื่องตรวจสอบ เครื่องมือวัด และเครื่องทดสอบ

2.1.2.1 การควบคุมเครื่องตรวจสอบ เครื่องมือวัด และเครื่องทดสอบ

ทฤษฎีที่นำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบการควบคุมเครื่องตรวจสอบ เครื่องมือวัด และเครื่องทดสอบ อ้างอิงจากมาตรฐานอุตสาหกรรมของต่างประเทศ เช่น ISO9000 (1994) หัวข้อ 4.11 เรื่อง Control of Inspection ,Measuring , and Test Equipment เนื่องจากมาตรฐาน ISO9000 เป็นการควบคุมระบบคุณภาพโดยรวม ดังนั้นการ ควบคุมเครื่องมือวัดซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อระบบคุณภาพ ตามหัวข้อ 4.11 จึงเป็นการควบคุมคุณภาพเบื้องต้น ของเครื่องมือวัด

ดังนั้นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่นำมาประยุกต์ใช้ร่วมด้วย คือ ISO/IEC Guide 25 General Requirements for the competence of Calibration and Testing Laboratories ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ใช้สำหรับให้การรับรองห้องปฏิบัติการ ตรวจวัดและทดสอบ เพื่อสร้างความมั่นใจในการรับรองผลวัดและทดสอบในด้านเทคนิคซึ่งไม่ได้กล่าวถึงในมาตรฐาน ISO9000 และ มาตรฐาน ISO 10012 ซึ่งเป็นคำอธิบายเพิ่มใช้ประกอบกับ ISO9000 หัวข้อ 4.11

2.1.2.2 การสอบเทียบเครื่องตรวจสอบ เครื่องมือวัด และเครื่องทดสอบ

เครื่องตรวจสอบ เครื่องมือวัด และเครื่องทดสอบที่ใช้ในการศึกษานี้ส่วนใหญ่เป็นของบริษัทผู้ผลิตจากญี่ปุ่น ดังนั้นวิธีการที่นำมาใช้ในการสอบเทียบ และการประเมินเพื่อตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธผลการสอบเทียบจึงอ้างอิง จากมาตรฐานอุตสาหกรรมของประเทศญี่ปุ่น(Japanese Industrial Standard) และมาตรฐาน อุตสาหกรรมระหว่างประเทศ (International Standard – ISO)หรือคู่มือของบริษัทผู้ผลิต ในกรณีที่ ไม่มีเอกสารอ้างอิงวิธีการสอบเทียบจะทำโดยใช้การตรวจสอบตามลักษณะการทำงานของเครื่องมือ

2.2 การสำรวจวรรณกรรม

สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น) ,2538

หนังสือเล่มนี้ได้อธิบายหลักการและโครงสร้างของเครื่องมือวัดต่างๆ รวมถึงการประยุกต์ใช้ขั้นพื้นฐานซึ่งเป็นเทคนิคในการวัดตรวจสอบในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกล มีการยกตัวอย่างการใช้งานจริงให้เห็นชัดเจน หนังสือเล่มนี้จะแตกต่างจากตำราวิชาการโดยทั่วไปเนื่องจากไม่ใช่หลักทฤษฎีโดยเฉพาะแต่เป็นสิ่งที่ผู้เขียนได้มาจากประสบการณ์การใช้งานเครื่องมือวัดต่าง ๆ ด้วยตนเอง

สุรนิตย์ ชาลีคาร ,2539

วิทยานิพนธ์นี้เกี่ยวกับการปรับปรุงระบบเครื่องตรวจ เครื่องวัด และเครื่องทดสอบเพื่อการประกันคุณภาพ สำหรับโรงงานผลิตพทาลิก แอนไฮไดรด์ โดยใช้แนวทางการจัดการด้านประกันคุณภาพ และประเมินผลจากค่าใช้จ่ายต้นทุนด้านคุณภาพและการบำรุงรักษา

American Society of Tool and Manufacturing Engineers..1967

หนังสือเล่มนี้ได้อธิบายทฤษฎีเกี่ยวกับมาตรวิทยาและหลักการพื้นฐานของการวัด โครงสร้างและหลักการใช้งานเบื้องต้นของเครื่องมือวัดประเภทต่างๆ รวมถึงการบริหารการตรวจสอบและการควบคุมคุณภาพ

Craig Hubber ,1994

บทความนี้กล่าวถึงแนวทางการคำนวณค่าใช้จ่ายในการสอบเทียบจนถึงการตัดสินใจว่าจะดำเนินการสอบเทียบอย่างไร

Gary K. Griffith ,1994

หนังสือเล่มนี้ได้อธิบายวิธีการใช้เครื่องมือวัดละเอียดสำหรับตรวจสอบคุณภาพชิ้นงาน โดยเน้นถึงวิธีการวัดค่าพิกัดความผิดพลาดทางเรขาคณิต (geometric tolerance) เช่น ความราบ (flatness) ความเป็นเส้นตรง (staightness) ความเป็นวงกลม (roundness) ความเป็นทรงกระบอก (cylindricity) ความขนาน (parallerism) ความตั้งฉาก (perpendicularity) ฯลฯ

Mitutoyo Corporation

เป็นเอกสารของบริษัทผู้ผลิตเครื่องมือวัดซึ่งกล่าวถึงวิธีการใช้งานเบื้องต้นและข้อควรระวังในการใช้งานเครื่องมือวัดดังต่อไปนี้ micrometers , callipers , height gauges , dial indicators , dial test indicators , และ bore gauges

Mitutoyo Corporation

เป็นเอกสารของบริษัทผู้ผลิตเครื่องมือวัดซึ่งกล่าวถึงจุดประสงค์และความสำคัญของการตรวจสอบเครื่องมือวัดตามระยะเวลา การกำหนดช่วงระยะเวลาในการตรวจสอบ การรักษาความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัด อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้สำหรับการตรวจสอบเครื่องมือวัดตามระยะเวลา