บทที่ 2

เครื่องมือสำรวจสถานีรวม (TOTAL STATION)

2.1 ความเป็นมา

ในการปฏิบัติงานสำรวจเพื่อผลิตแผนที่ภูมิประเทศนั้น ความสำเร็จของผลงานที่ได้รับขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆหลายประการ และประสิทธิภาพของเครื่องมือสำรวจที่ใช้ก็นับว่าเป็นหนึ่งในปัจจัยที่นับว่ามีความสำคัญอย่างมากไม่น้อยเมื่อเปรียบเทียบกับปัจจัยอื่นๆ ในอดีตที่ผ่านมาการพัฒนาการทางด้านเครื่องมือสำรวจเป็นไปอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะเครื่องมือสำรวจสถานีรวมซึ่งมีพัฒนาการมาจาก กล้องสำรวจประเภทเชิงทัศน์-เชิงกล (Optical-Mechanical Theodolite)[1] กล้องสำรวจประเภทอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Theodolite) และเครื่องวัดระยะทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Distance Meter) โดยนำเอาข้อดีต่างๆของเครื่องมือแต่ละชนิดมาผนวกเข้าในเครื่องเดียวกัน

ปัจจุบันบริษัทผู้ผลิตเครื่องมือสำรวจแต่ละแห่ง ได้หันมาเน้นการผลิตเครื่องมือสำรวจสถานีรวมในปริมาณเพิ่มมากขึ้น และแนวโน้มการผลิตกล้องสำรวจประเภทเชิงทัศน์-เชิงกล จะค่อยๆลดปริมาณลงจนถึงขั้นเลิกการผลิตไปในที่สุด โดยที่การพัฒนาระบบเครื่องมือสำรวจสถานีรวมในอนาคตจะเน้นหนักในด้านการพัฒนาระบบบันทึกข้อมูลที่สามารถอำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้งาน ตลอดจนการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สำหรับใช้ในการปฏิบัติงานภาคสนาม ซึ่งจะช่วยให้การประมวลผลข้อมูลจากการรังวัดภาคสนามทำได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วยิ่งขึ้น

ในการรังวัดงานสำรวจโดยเครื่องมือสำรวจสถานีรวม อุปกรณ์บันทึกข้อมูลที่ได้จากการรังวัดนับว่ามีความสำคัญและสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการนำข้อมูลรังวัดมาทำการประมวลผลได้เป็นอย่างดี ด้วยเหตุผลที่อุปกรณ์บันทึกข้อมูลดังกล่าวสามารถช่วยให้ข้อมูลจากการรังวัดภาคสนาม ถูกส่งต่อเข้ามาใช้ในการประมวลผลในสำนักงานได้อย่างสมบูรณ์

อุปกรณ์สำหรับบันทึกข้อมูลที่มีใช้งานในปัจจุบันมีหลายแบบขึ้นอยู่กับชนิดและประเภทของเครื่องมือสำรวจสถานีรวมที่นำมาใช้งานร่วมกัน บริษัทผู้ผลิตเครื่องมือสำรวจสถานี

---

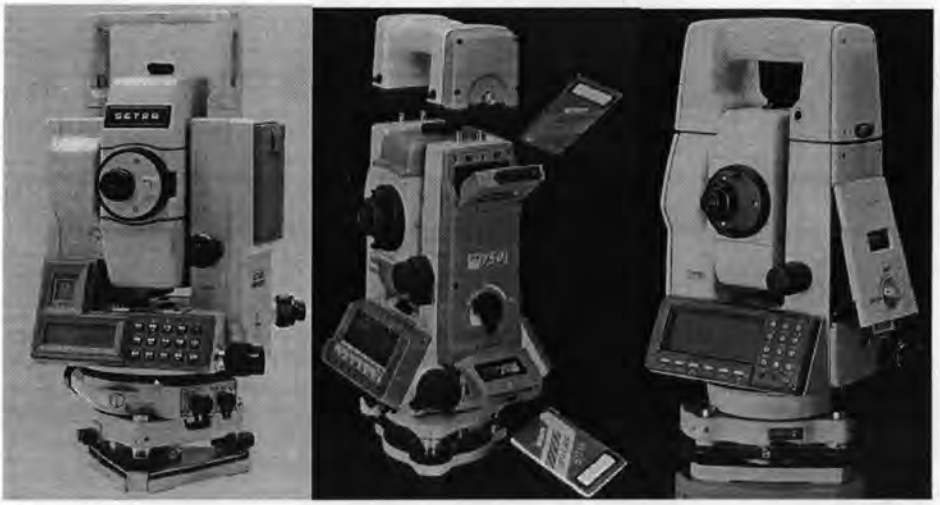
[1] วิชัย เยี่ยงวีรชน, เอกสารประกอบการอบรม การสำรวจด้วยเทคโนโลยีใหม่ กองสำรวจการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (กรุงเทพมหานคร: 2535), หน้า 5.

รวมแต่ละบริษัทพยายามที่จะพัฒนาอุปกรณ์บันทึกข้อมูล ให้สามารถใช้งานร่วมกับเครื่องมือสำรวจสถานีรวมของตนได้เป็นอย่างดี โดยเน้นด้านความสะดวกสบายของผู้ใช้งานในสนาม และความคล่องตัวในการนำอุปกรณ์บันทึกข้อมูลมาเชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์อื่นๆ เพื่อส่งถ่ายข้อมูลมาทำการประมวลผลในสำนักงานต่อไป อย่างไรก็ดีรูปแบบของอุปกรณ์บันทึกข้อมูลแต่ละประเภทต่างมีจุดเด่นและจุดด้อยในตัวซึ่งแตกต่างกัน ดังนั้นผู้ใช้งานจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจในคุณสมบัติอุปกรณ์บันทึกข้อมูลแต่ละประเภทอย่างถ่องแท้ เพื่อให้สามารถเลือกใช้อุปกรณ์บันทึกข้อมูลให้เหมาะสมกับงานที่ต้องการ และให้เข้ากันได้กับอุปกรณ์ต่างๆของเครื่องมือสำรวจสถานีรวมที่มีใช้งานอยู่ในปัจจุบัน

2.2 ประเภทของเครื่องมือสำรวจสถานีรวม

จากการที่มีการเครื่องมือสำรวจสถานีรวมมาใช้งานตั้งแต่ ค.ศ. 1965[2] และมีวิวัฒนาการมาอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ในปัจจุบันมีเครื่องมือสำรวจสถานีรวมใช้งานอย่างแพร่หลายและมีประเภทของเครื่องมือสำรวจสถานีรวมแบบต่างๆผลิตออกจำหน่ายมากมาย โดยสามารถจัดแบ่งประเภทของเครื่องมือสำรวจสถานีรวมได้เป็นประเภทใหญ่ๆ 2 ประเภท ดังต่อไปนี้

2.2.1 แบบประกอบเครื่องวัดระยะทางภายในตัวกล้อง



รูปที่ 2.1 เครื่องมือสำรวจสถานีรวมแบบประกอบเครื่องวัดระยะทางภายในตัวกล้อง

---

[2] NIKON Corporation, NEW-A SERIES TOTAL STATIONS SALES MANUAL. (Tokyo: NIKON Corporation, 1991), p.2.

เครื่องมือสำรวจสถานีรวมประเภทนี้ ถูกออกแบบให้หน่วยการวัดระยะทางอิเล็กทรอนิกส์ประกอบอยู่ภายในตัวกล้อง (ดูรูปที่ 2.1 ประกอบ) โดยมีหน่วยประมวลผลกลางของเครื่องมือสำรวจสถานีรวมทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆภายในตัวกล้องทั้งหมด อาทิเช่น จอภาพแสดงผล แป้นคีย์บอร์ด เป็นต้น ลักษณะการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆภายในเครื่องมือสำรวจสถานีประเภทดังกล่าวนี้ มีระบบการทำงานในแบบ Synchronize Process โดยสามารถสั่งการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆร่วมกันผ่านทางแป้นคีย์บอร์ดซึ่งถูกออกแบบไว้ ซึ่งจะช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งานได้เป็นอย่างดี

ข้อดีของเครื่องมือสำรวจสถานีรวมประเภทนี้ก็คือ การที่แนวเล็งของหน่วยการวัดมุมและหน่วยการวัดระยะทางถูกออกแบบให้เป็นแนวเล็งร่วมแกนเดียวกัน (Coaxial Axis)[3] ซึ่งจะสามารถลดปัญหาอันเกิดจากการที่แนวเล็งของหน่วยการวัดระยะทางเบี่ยงเบนไปจากแนวเล็งของหน่วยการวัดมุม ทำให้การเล็งเป้าหมายทำได้ค่อนข้างสะดวก และสามารถใช้งานร่วมกับเป้าเล็งได้หลายชนิด

อย่างไรก็ตามการที่หน่วยการวัดระยะทางถูกประกอบอยู่ภายในตัวกล้อง ทำให้ไม่สามารถถอดแยกส่วนเพื่อนำไปใช้งานร่วมกับเครื่องมือสำรวจอื่นๆได้ หรือในกรณีที่อุปกรณ์ภายในของเครื่องมือสำรวจสถานีรวมส่วนใดส่วนหนึ่งเกิดการชำรุดเสียหายอาจส่งผลทำให้อุปกรณ์อื่นๆเกิดการชำรุดเสียหายตามไปด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง แผงวงจรหลัก (Main Board) ซึ่งเป็นอุปกรณ์สำคัญที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อื่นๆทั้งหมดภายในเครื่องมือสำรวจสถานีรวมประเภทนี้ โดยที่บริษัทผู้ผลิตและจำหน่ายเครื่องมือสำรวจสถานีรวมควรมีการสำรองแผงวงจรหลักนี้ไว้เพื่อสามารถถอดเปลี่ยนได้ทันทีในกรณีที่เกิดการชำรุดเสียหายขึ้นในระหว่างการปฏิบัติงาน

2.2.2 แบบประกอบเครื่องวัดระยะทางภายนอกตัวกล้อง

เครื่องมือสำรวจสถานีรวมประเภทนี้สามารถถอดแยกอุปกรณ์เป็น 2 ส่วนหลักๆ ได้แก่กล้องสำรวจอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Theodolite) ซึ่งทำหน้าที่เป็นหน่วยการวัดมุม และเครื่องวัดระยะทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Distance Meter) ซึ่งทำหน้าที่เป็นหน่วยการวัดระยะทาง (ดูรูปที่ 2.2 ประกอบ) โดยที่อุปกรณ์ทั้งสองสามารถส่งผ่านคำสั่งควบคุมการทำงานต่างๆหรือข้อมูลถึงกันได้ ผ่านทางช่องสัญญาณสื่อสาร (Communication Ports) และสายสัญญาณ (Cables)ชนิดต่างๆ

---

[3] TOPCON Corporation, GEODATIC TOTAL STATION. (Tokyo: TOPCON Corporation, 1992), p.48

รูปที่ 2.2 เครื่องมือสำรวจสถานีรวมแบบประกอบเครื่องวัดระยะทางภายนอกตัวกล้อง

ในส่วนของจอภาพแสดงผลและปุ่มคำสั่งควบคุมการทำงานต่างๆ ถูกออกแบบให้มีทั้งในส่วนของกล้องสำรวจอิเล็กทรอนิกส์ และในส่วนของเครื่องวัดระยะทางอิเล็กทรอนิกส์ อันเป็นผลมาจากการที่เครื่องวัดระยะทางอิเล็กทรอนิกส์ถูกแยกออกเป็นคนละส่วนกับตัวกล้อง อย่างไรก็ตามสำหรับกล้องสำรวจอิเล็กทรอนิกส์รุ่นใหม่ๆบางรุ่น สามารถสั่งทำการวัดระยะทางได้ทั้งปุ่มคำสั่งบนตัวกล้องและปุ่มคำสั่งบนเครื่องวัดระยะทาง โดยที่กรณีของการสั่งงานวัดระยะทางโดยใช้ปุ่มคำสั่งบนตัวกล้องค่าระยะทางที่ทำการวัดได้ จะถูกส่งค่ามาแสดงผลบนจอภาพที่ตัวกล้องโดยอัตโนมัติ

สำหรับจุดอ่อนของเครื่องมือสำรวจสถานีรวมประเภทนี้ก็คือ การที่แนวเล็งของหน่วยการวัดมุมและแนวเล็งของหน่วยการวัดระยะทางไม่อยู่ในแนวแกนเดียวกัน ถึงแม้ว่าแนวเล็งของหน่วยการทำงานทั้งสองจะถูกออกแบบและปรับแก้จากโรงงานผู้ผลิตให้ได้แนวที่วางตัวขนานกันก็ตาม แต่เมื่อได้รับการกระทบกระเทือนระหว่างการขนย้าย จะทำให้แนวเล็งทั้งสองเกิดเบี่ยงเบนออกจากกันได้อย่างเป็นอิสระจากกันซึ่งจะส่งผลถึงความผิดพลาดในการรังวัดข้อมูลต่างๆระหว่างการปฏิบัติงาน

นอกจากปัญหาที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นยังอาจเกิดปัญหาอื่นๆในทางปฏิบัติได้ดังต่อไปนี้ความไม่สะดวกเนื่องจากจำเป็นต้องใช้เป้าเล็งชนิดที่เป็นเป้าวัดมุมและปริซึมวัดระยะทางแยกตำแหน่งออกจากกัน ความไม่สะดวกเนื่องจากต้องถอดประกอบเครื่องมือวัดระยะทางทุก

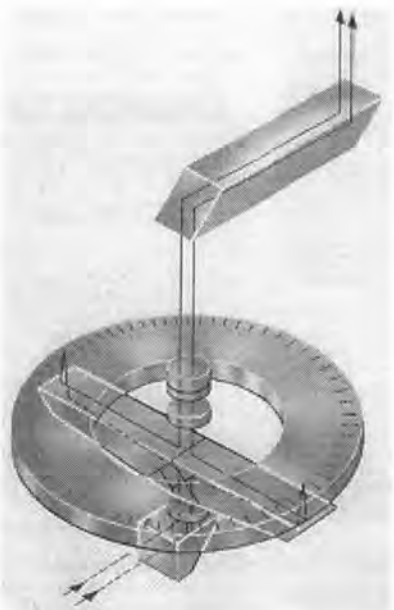
ครั้งที่มีการย้ายจุดปฏิบัติงาน ความไม่สะดวกในการวัดมุมด้วยกล้องหน้าซ้ายและหน้าขวาเนื่องจากเครื่องมือสำรวจสถานีรวมชนิดประกอบเครื่องวัดระยะทางภายนอกตัวกล้องนี้สามารถทำงานได้เพียงกล้องหน้าใดหน้าหนึ่งเท่านั้น

ส่วนดีของเครื่องมือสำรวจสถานีรวมแบบประกอบเครื่องวัดระยะทางภายนอกตัวกล้อง ก็คือสามารถถอดเปลี่ยนเครื่องวัดระยะทางอิเล็กทรอนิกส์ไปใช้งานกับเครื่องมือสำรวจอื่นๆ ได้หรือในกรณีที่เครื่องวัดระยะทางอิเล็กทรอนิกส์เกิดชำรุดเสียหาย ก็จะไม่ส่งผลให้อุปกรณ์อื่นๆ เกิดชำรุดตามไปด้วย ทำให้การซ่อมแซมต่างๆ ทำได้ง่ายกว่าการชำรุดเสียหายที่เกิดกับเครื่องมือสำรวจสถานีรวมแบบประกอบเครื่องวัดระยะทางภายในตัวกล้อง

2.3 ส่วนประกอบของเครื่องมือสำรวจสถานีรวม

เพื่อให้ผู้อ่านเกิดความเข้าใจในรายละเอียดและส่วนประกอบต่างๆของเครื่องมือสำรวจสถานีรวมได้อย่างถูกต้องและเพื่อแสดงรายละเอียดหลักๆที่เครื่องมือสำรวจสถานีรวมส่วนใหญ่พึงมี จึงขอกล่าวถึงส่วนประกอบต่างๆพอสังเขป ดังต่อไปนี้

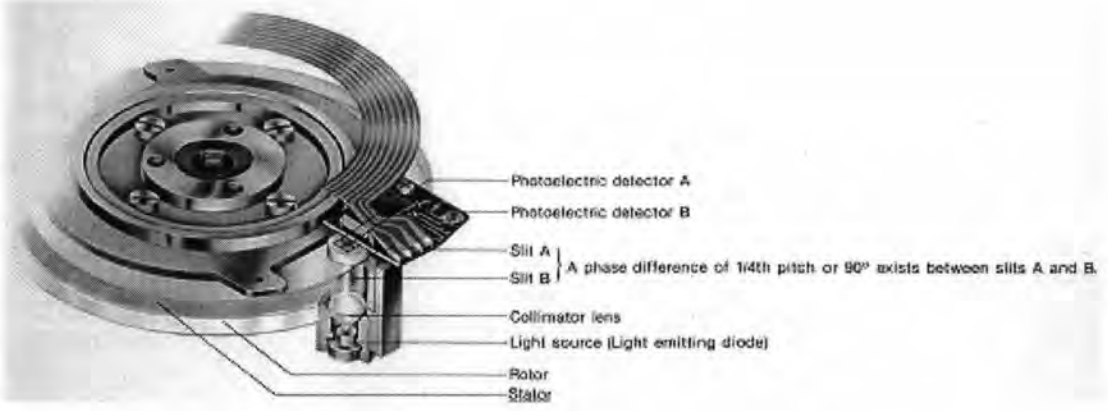
2.3.1 หน่วยการวัดมุม (Angle Measurement Unit)



รูปที่ 2.3 จานองศาสำหรับกล้องสำรวจระบบ เชิงทัศน์-เชิงกล

หน่วยการวัดมุมของเครื่องมือสำรวจสถานีรวม นับว่าเป็นหัวใจที่สำคัญของระบบ และมีความแตกต่างจากระบบการวัดมุมของกล้องในระบบเชิงทัศน์-เชิงกลอย่างสิ้นเชิง กล่าวคือ กล้องสำรวจระบบเชิงทัศน์-เชิงกลใช้วิธีการอ่านมุมโดยตรง (Direct Reading) จากจานองศาซึ่งถูกแบ่งขีดมุมโดยการหมายตำแหน่งและเขียนเลขหมายลงบนจานองศา การอ่านค่าตัวเลขที่ปรากฏบนจานองศากระทำผ่านกล้องขยายกำลังสูงโดยใช้ระบบการสะท้อนแสงผ่านเลนส์และปริซึมต่างๆ มายังสายตาของผู้อ่าน ดูรูปที่ 2.3 ประกอบ

ในทางตรงกันข้ามระบบการอ่านมุมที่ใช้ในเครื่องมือสำรวจสถานีรวม อาศัยหลักการอ่านมุมโดยการแปลงสัญญาณแสง (Optical Encoder)[4] ดูรูปที่ 2.4 ประกอบ ลักษณะจานองศาที่ใช้เป็นจานองศาแก้ว (Glass Scale) ซึ่งถูกแบ่งขีดเป็นแถบรหัสลักษณะแบบ Bar Code การอ่านค่ามุมทำได้โดยฉายแสงจากอุปกรณ์ผลิตคลื่นแสง (Light Emitting Element)[5] ผ่านไปบนจานองศาแก้ว โดยที่อีกด้านของจานองศาจะมีอุปกรณ์รับสัญญาณแสง (Light Detector)[6] ทำหน้าที่รับสัญญาณแสงเพื่อนำมาแปลความหมายเป็นค่ามุมที่อ่านได้จากจานองศาต่อไป



รูปที่ 2.4 จานองศาที่ใช้สำหรับระบบวัดมุมโดยการแปลงสัญญาณแสง

ระบบการแบ่งแถบรหัสบนจานองศาที่นิยมนำมาใช้งานสำหรับเครื่องมือสำรวจสถานีรวมในปัจจุบัน สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

---

[4] NIKON Corporation, NEW-A SERIES TOTAL STATIONS SALES MANUAL, p.18.

[5] เรื่องเดียวกัน,

[6] เรื่องเดียวกัน,

2.3.1.1 ระบบแปลงสัญญาณแบบเพิ่มค่า (Incremental Encoder)[7]

เป็นระบบการอ่านมุมจากจานองศาที่มีการแบ่งแถบรหัสในรูปแบบเพิ่มค่า (Increment) ซึ่งการแปลค่ามุมจากแถบรหัสบนจานองศา กระทำโดยการกำหนดค่ามุมศูนย์ ณ จุดใดๆบนจานองศา ตามที่ผู้ใช้เป็นผู้กำหนดขึ้นเทียบกับแนวเล็งที่ใช้เป็นแนวอ้างอิง จากนั้นเมื่อทำการหมุนกล้องไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกา (เครื่องมือสำรวจสถานีรวมบางรุ่นสามารถวัดค่ามุมในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาได้ด้วย) ระบบการแปลงสัญญาณแสงจะแปลงค่ารหัสสัญญาณเป็นค่ามุมเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของจำนวนแถบรหัสที่นับได้ สำหรับความละเอียดของมุมที่แปลค่าได้จะขึ้นอยู่กับความละเอียดในการแบ่งแถบรหัสสัญญาณที่ถูกกำหนดโดยบริษัทผู้ผลิตตามประเภทการใช้งานของเครื่องมือสำรวจสถานีรวมนั้นๆ ระบบการแปลงรหัสสัญญาณโดยวิธีนี้บางครั้งอาจเรียกว่า ระบบการแปลงรหัสสัญญาณแบบสัมพัทธ์ (Relative Encoder) รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะของจานองศาชนิด Incremental Encoder

รูปที่ 2.5 ลักษณะของจานองศาชนิด Incremental Encoder

อย่างไรก็ดีการผลิตจานองศาให้ได้ความละเอียดสูงมากๆ จำเป็นต้องเลือกใช้เครื่องมือสำหรับแบ่งแถบรหัสที่มีความละเอียดสูงมากเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเลือกใช้วัสดุในการผลิตจานองศาก็นับว่ามีความสำคัญต่อความละเอียดของเครื่องมือสำรวจสถานีรวมด้วยเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากต้องคำนึงถึง ความคลาดเคลื่อนจากการเบี่ยงเบนของคลื่นแสงที่เกิดจากความยาวของคลื่นแสงและขนาดของแถบรหัส

---

[7] เรื่องเดียวกัน, หน้า.20

2.3.1.2 ระบบแปลงสัญญาณแบบสัมบูรณ์ (Absolute Encoder)[8]

เป็นระบบการอ่านมุมจากจานองศาที่มีการแบ่งแถบรหัสในรูปแบบสัมบูรณ์ (Absolute) ซึ่งการแปลค่ามุมจากแถบรหัสบนจานองศา กระทำโดยการแปลค่ามุม ณ จุดใดๆบนจานองศา ตามรหัสของแถบรหัสที่ถูกกำหนดขึ้นโดยเฉพาะ ตำแหน่งต่างๆบนจานองศาจะสามารถแปลค่ามุมได้เพียงค่าเดียวโดยไม่ซ้ำค่ากัน ดังนั้นตำแหน่งแสดงค่ามุมศูนย์ที่ใช้เป็นแนวศูนย์อ้างอิงสำหรับตำแหน่งอื่นๆบนจานองศาก็จะมีเพียงตำแหน่งเดียว ทิศทางการหมุนกล้องเพื่อเพิ่มค่ามุมจะถูกกำหนดในทิศทางตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกา อย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น ขึ้นอยู่กับวิธีการกำหนดรหัสของแถบรหัส โดยที่การแปลงค่ารหัสสัญญาณจากแถบรหัสเป็นค่ามุมต่างๆนั้นอาศัยการแบ่งเป็นหลายร่องแถบรหัส (Tracks) ดูรูปที่ 2.6 ประกอบ ทั้งนี้จำนวนร่องแถบรหัสจะขึ้นอยู่กับความละเอียดเชิงมุมของจานองศาที่ถูกกำหนดขึ้น และความละเอียดของมุมที่แปลค่าได้จะขึ้นอยู่กับความละเอียดในการแบ่งแถบรหัสสัญญาณที่ถูกออกแบบโดยบริษัทผู้ผลิตตามประเภทการใช้งานของเครื่องมือสำรวจสถานีรวมนั้นๆ

รูปที่ 2.6 ลักษณะของจานองศาชนิด Absolute Encoder

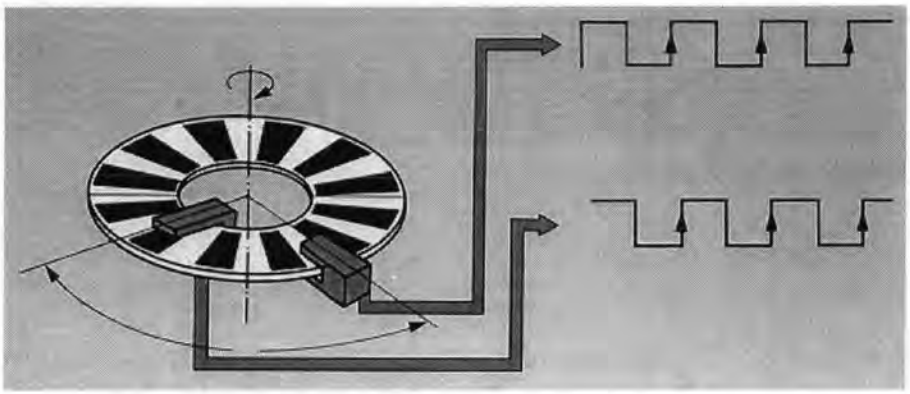
เนื่องจากการแบ่งแถบรหัสในระบบแบบสัมบูรณ์นี้นับว่ามีความค่อนข้างซับซ้อนและต้องการความละเอียดสูงกว่าการแบ่งแถบรหัสในระบบแบบเพิ่มค่า ตลอดจนการแปลค่ามุมจากแถบรหัสก็มีความซับซ้อนกว่าระบบการอ่านมุมแบบเพิ่มค่า ส่งผลให้บริษัทผู้ผลิตเครื่องมือสำรวจส่วนใหญ่ไม่นิยมนำระบบจานองศาแบบนี้มาใช้งานมากนัก ส่วนใหญ่จะนำมาใช้กับเครื่องมือสำรวจสถานีรวมที่ต้องการความละเอียดสูงในด้านการวัดมุมเท่านั้น

ลักษณะการแปลค่ามุมจากจานองศาแบบสัมบูรณ์นี้ อาศัยหลักการทำงานในระบบ Dynamic Angle Measurement[9] ดูรูปที่ 2.7 ประกอบ ซึ่งวัดค่ามุมโดยการสแกนจาน

---

[8] เรื่องเดียวกัน, หน้า 22.

องศาทุกครั้งที่ทำการรังวัดมุม โดยที่จะมีอุปกรณ์รับสัญญาณ 2 ตัว ติดตั้งไว้บนจานองศา ตัวหนึ่งถูกยึดติดอยู่กับที่ Fixed Light Barrier (L_S) อีกตัวหนึ่งสามารถเคลื่อนที่ได้ตามทิศทางการรังวัด Moving Light Barrier (L_R) ช่องแต่ละช่องบนจานองศาถูกกำหนดให้มีระยะห่างเชิงมุมที่ทราบค่าสมมุติให้เท่ากับ ϕ_0



รูปที่ 2.7 การวัดมุมระบบ Dynamic Angle Measurement

จากการที่จานองศาในระบบ Absolute Encoder มีลักษณะการวัดมุมในระบบ Dynamic Angle Measurement ทำให้สามารถขจัดความคลาดเคลื่อนอันเกิดเนื่องจากการแบ่งแถบรหัสบนจานองศา (Graduation Error)[10] โดยที่ในการแปลค่ามุมจากจานองศาแต่ละครั้งจานองศาจะถูกสแกนมุมโดยรอบ แล้วจึงนำเอาค่ามุมมาทำการเฉลี่ยค่าอีกครั้งทำให้ค่ามุมที่วัดได้มีความถูกต้องมากขึ้น และในทำนองเดียวกันค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากจานองศาเกิดการเยื้องศูนย์ (Eccentric Error)[11] ก็สามารถขจัดออกไปได้โดยการติดตั้งอุปกรณ์รับสัญญาณ L_R และ L_S จำนวน 2 คู่ ไว้ในตำแหน่งตรงข้ามกัน เพื่อให้การแปลค่ามุมจากจานองศาแต่ละครั้งเกิดจากการนำเอาค่าเฉลี่ยของมุมที่แปลค่าได้จากจานองศาทั้งสองด้านที่อยู่ตรงข้ามกัน

2.3.2 หน่วยการวัดระยะทาง (Distance Measurement Unit)

หน่วยการวัดระยะทางของเครื่องมือสำรวจสถานีรวม มีลักษณะและวิธีการทำงานเช่นเดียวกันกับเครื่องวัดระยะทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Distance Meter) โดยที่ใน

---

[9] เรื่องเดียวกัน, หน้า 23.

[10] ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ และ สัญญา เสาวภาพ, งานรังวัดแผนที่ภูมิประเทศ หนังสือประกอบการสอนหมายเลข ส.24-01 (กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524), หน้า 45.

[11] เรื่องเดียวกัน, หน้า 45.

เครื่องมือสำรวจสถานีรวมรุ่นใหม่ๆนิยมออกแบบให้หน่วยการวัดระยะทางเป็นอุปกรณ์ที่ประกอบอยู่ภายในตัวเครื่อง และแนวเล็งของหน่วยการวัดระยะทางจะซ้อนทับเป็นแนวเดียวกับแนวเล็งของหน่วยการวัดมุม ซึ่งจะช่วยให้เกิดความสะดวกในการใช้งานร่วมกับการเป้าเล็งทั้งชนิดปริซึมเดี่ยว (Single Prism) และ ชนิดปริซึมประกอบเป้าเล็ง (Single Prism With Target Plate)

สำหรับหลักการทำงานของหน่วยการวัดระยะทางของเครื่องมือสำรวจสถานีรวม[12] อาศัยทฤษฎีการคำนวณระยะทางจากวัดช่วงเวลาในการเดินทางของคลื่นแสงอินฟราเรด (Infrared) จากเครื่องส่งสัญญาณ (Transmitter) ไปยังปริซึมสะท้อนคลื่นแสง (Reflector) และสะท้อนกลับมายังเครื่องรับสัญญาณ (Detector) ดูรูปที่ 2.8 ประกอบ

รูปที่ 2.8 การทำงานของหน่วยการวัดระยะทาง

การคำนวณหาระยะทางระหว่างจุดตั้งกล้องและปริซึมสะท้อนแสงนี้ มีสูตรการคำนวณดังต่อไปนี้

$$D = C \times \Delta T/2$$ [13]

โดยที่ D คือ ระยะทางระหว่างจุดตั้งกล้องไปยังปริซึม

C คือ ความเร็วในการเคลื่อนที่ของแสง 300,000 กม./ชม.

ΔT คือ ช่วงระยะเวลาที่คลื่นแสงเดินทางจากเครื่องส่งไปยังปริซึม และสะท้อนกลับมายังเครื่องรับสัญญาณ

หากต้องการความละเอียดของระยะทางอยู่ในเกณฑ์ 1 มม. จะสามารถทำได้โดยการวัดช่วงเวลาที่แสงใช้ในการเดินทางให้มีความละเอียดถึง 3.333×10^{-12} วินาที ซึ่งในทางปฏิบัติการวัดช่วงเวลาให้ได้ความละเอียดดังกล่าว ทำได้ค่อนข้างยากเพราะต้องใช้เครื่องมือที่มีความละเอียดและความถูกต้องในการจับเวลาสูงมากตามไปด้วย ดังนั้นจึงได้นำวิธีการวัดค่า

---

[12] NIKON Corporation, NEW-A SERIES TOTAL STATIONS SALES MANUAL, p.30

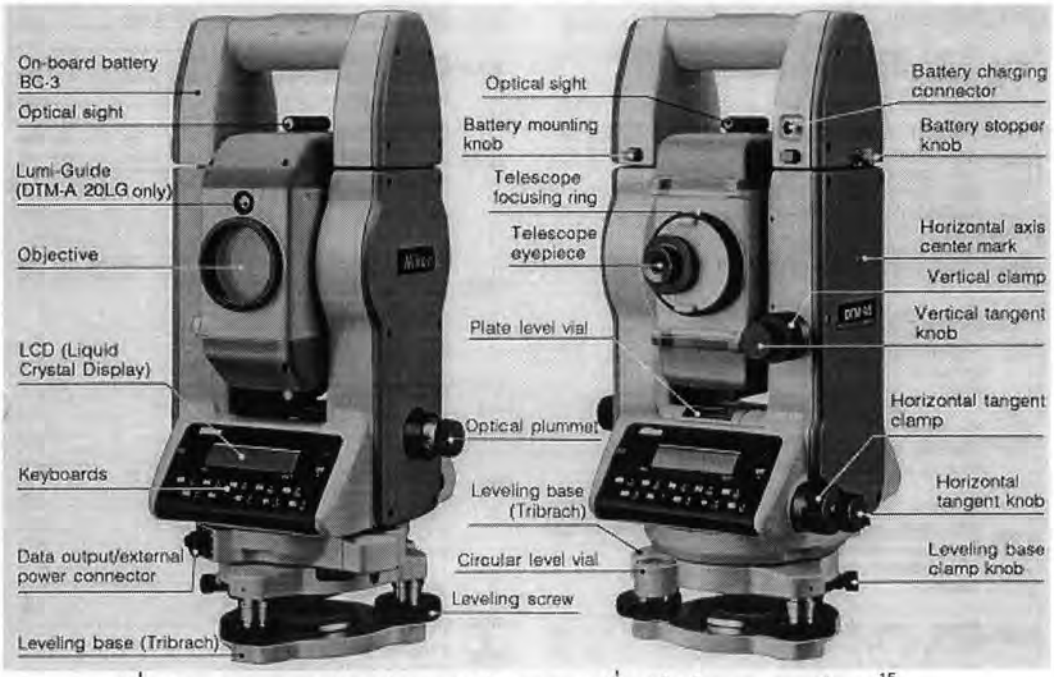
[13] เรื่องเดียวกัน,

ความต่างเฟสของคลื่นแสง (Phase Different Measurement)[14] มาใช้แทน ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงความจำเป็นที่ต้องใช้เครื่องมือในการวัดช่วงเวลาที่มีความละเอียดสูงมาก โดยที่ความละเอียดของระยะทางที่วัดได้โดยวิธีนี้จะขึ้นอยู่กับความยาวช่วงคลื่นและความถี่ของคลื่นแสงที่ถูกส่งไปยังปริซึมสะท้อนแสง ในระหว่างทำการวัดระยะทาง

ความละเอียดในการวัดค่าความต่างเฟสแปรผันเป็นสัดส่วนกับความยาวคลื่นที่ใช้งาน และในปัจจุบันเครื่องมือที่ใช้งานสามารถวัดค่าความต่างเฟสได้ละเอียดถึง 1/10,000 เท่าของความยาวช่วงคลื่น ดังนั้นการวัดระยะทางโดยวิธีวัดความต่างเฟสนิยมใช้ความถี่หลายความถี่พร้อมกัน และการกำหนดความถี่สำหรับใช้งานนิยมกำหนดความถี่ที่เป็นสัดส่วนแบบทวีคูณ

2.4 ส่วนประกอบอื่นๆ

นอกจากระบบการทำงานหลักๆดังที่ได้กล่าวมาแล้ว อันดับต่อไปจะอธิบายถึงส่วนประกอบอื่นๆของเครื่องมือสำรวจสถานีรวมแต่ละรุ่นแต่ละแบบ ซึ่งส่วนใหญ่จะมีลักษณะโดยทั่วไปคล้ายคลึงกับส่วนประกอบของกล้องสำรวจระบบอิเล็กทรอนิกส์หรือกล้องสำรวจในระบบเชิงทัศน์-เชิงกล รูปที่ 2.9 แสดงรายละเอียดต่างๆที่ควรจะมีในเครื่องมือสำรวจสถานีรวมโดยทั่วไป



รูปที่ 2.9 ภาพแสดงส่วนประกอบต่างๆของเครื่องมือสำรวจสถานีรวม[15]

---

[14] เรื่องเดียวกัน, หน้า 32

[15] เรื่องเดียวกัน, หน้า 3.

2.4.1 กล้องส่องแนว (Telescope)[16] คือ กล้องโทรทัศน์สำหรับใช้ส่องที่หมายที่ต้องการ แนวเล็งของกล้องเป็นแนวที่ผ่านศูนย์กลางเลนส์ตา (Eyepieces) ไปยังจุดตัดของสายใย (Crosshair) แนวเล็งดังกล่าวนอกจากจะใช้แทนแนวเล็งสำหรับการวัดมุมแล้ว ในระบบเครื่องมือสำรวจสถานีรวมแบบที่มีหน่วยการวัดระยะทางประกอบอยู่ภายในตัวกล้องซึ่งใช้ระบบแกนร่วมกันแบบ Coaxial Axis นั้น แนวดังกล่าวยังสามารถแสดงแนวเล็งของการวัดระยะทาง หรือแทนแนวทางการเคลื่อนที่ของคลื่นแสงอินฟราเรด ของหน่วยการวัดระยะทางนั่นเอง

2.4.2 แป้นพิมพ์ (Keyboard) คือ ปุ่มที่ใช้สำหรับป้อนข้อมูลต่างๆระหว่างทำการรังวัด (ดูรูปที่ 2.10 ประกอบ) ในบางครั้งสามารถทำงานเป็นปุ่มสำหรับสั่งการทำงานพิเศษต่างๆ

รูปที่ 2.10 แป้นพิมพ์ (Keyboard) แบบต่างๆ

เช่น การวัดระยะทาง, การบันทึกข้อมูล เป็นต้น โดยที่ลักษณะการจัดวางตำแหน่งของปุ่มต่างๆขึ้นอยู่กับการออกแบบและประโยชน์ใช้สอยของกล้องแต่ละแบบแต่ละรุ่น ในเครื่องมือสำรวจสถานี

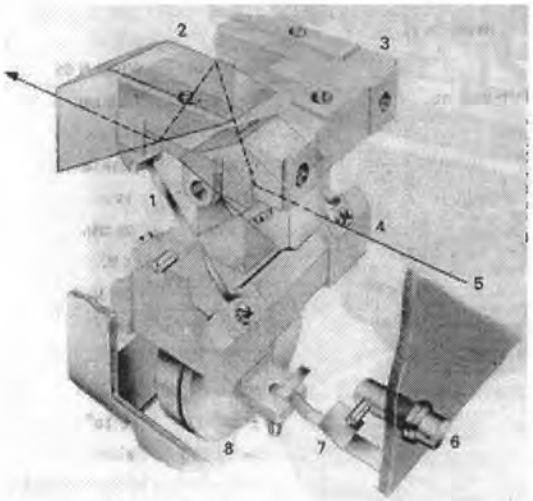
---

[16] ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ และ สัญญา เสาวภาพ, งานรังวัดแผนที่ภูมิประเทศ หนังสือประกอบการสอนหมายเลข ส.24-01, หน้า 22.

รวมรุ่นใหม่ๆมักจะออกแบบให้ปุ่มต่างๆของแป้นพิมพ์ สามารถทำงานได้หลายหน้าที่หรืออาจใช้ระบบการสั่งงานแบบ Pull-Down Menu เพื่อให้ใช้ปุ่มคำสั่งน้อยลง

รูปที่ 2.11 จอแสดงผลของเครื่องมือสำรวจสถานีรวม

2.4.3 จอแสดงผล (Screen Display) คือ จอภาพที่ใช้ในการแสดงผลข้อมูลจากการรังวัดต่างๆ อาทิเช่น มุมราบ, มุมดิ่ง, ระยะลาด, ระยะราบ, ระยะดิ่ง และข้อมูลอื่นๆ (ดูรูปที่ 2.11 ประกอบ) นอกจากนี้ในบางครั้งยังสามารถใช้แสดงข้อความโต้ตอบกับผู้ใช้งานได้ เช่น การแสดงข้อความเตือนต่างๆ หรือแสดงข้อผิดพลาดต่างๆของระบบในระหว่างการใช้เครื่องมือสำรวจสถานีรวม



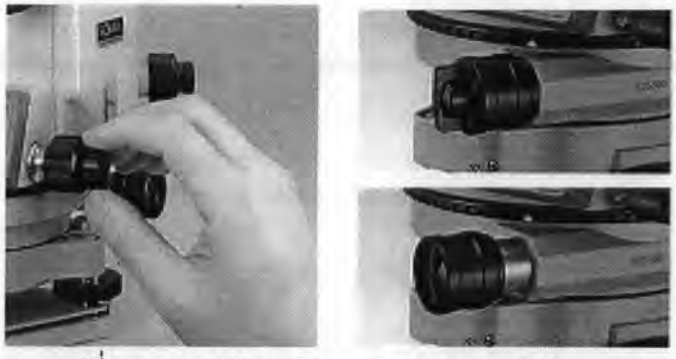
รูปที่ 2.12 การทำงานของ Automatic Vertical Compensator

2.4.4 อุปกรณ์ชดเชยความผิดของมุมดิ่งแบบอัตโนมัติ (Automatic Vertical Compensator)[17] คือ อุปกรณ์สำหรับชดเชยความผิดพลาดทางมุมของจานองศาดิ่ง ซึ่งเกิดเนื่อง

---

[17] NIKON Corporation, NEW-A SERIES TOTAL STATIONS SALES MANUAL, p.35.

จากการที่แกนดิ่งของจานองศาดิ่งไม่ขนานกับทิศทางแนวดิ่งของโลก โดยที่การชดเชยความผิดดังกล่าวสามารถทำได้ในช่วงที่จำกัด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและช่วงการทำงานของระบบที่นำมาใช้ (ดูรูปที่ 2.12 ประกอบ)



รูปที่ 2.13 ควงสาย (Clamp Screw) แบบต่างๆ

2.4.5 ควงสายต่างๆ (Clamp Screw)[18] คือ ระบบควงสายและควงบังคับต่างๆ ทั้งหมด ที่ใช้ควบคุมการหมุนของตัวกล้องทั้งในทิศทางรอบแกนราบ และรอบแกนดิ่ง ส่วนมากจะเน้นการออกแบบให้สะดวกต่อการใช้งาน และต้องมีความแม่นยำในการเคลื่อนที่ค่อนข้างสูง เพื่อให้สามารถจับเป้าเล็งในขณะรังวัดข้อมูลได้อย่างถูกต้อง (ดูรูปที่ 2.13 ประกอบ)

2.4.6 ช่องรับส่งสัญญาณภายนอก (Communication Port) คือ ช่องสำหรับเชื่อมต่อสายสัญญาณเพื่อใช้ในการสื่อสารข้อมูลระหว่างหน่วยประมวลผลภายในตัวกล้องและอุปกรณ์ภายนอกต่างๆ (External Device) โดยมีการกำหนดมาตรฐานการส่งต่อสัญญาณเช่นเดียวกับอุปกรณ์สื่อสารอื่นๆโดยทั่วไป สำหรับวัตถุประสงค์การใช้งานจะเน้นในด้านการส่งต่อของข้อมูลจากการรังวัดไปยังอุปกรณ์สำหรับบันทึกข้อมูลต่างๆ อาทิเช่น สมุดสนามแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Fieldbook), คอมพิวเตอร์แบบกระเป๋าหิ้ว (Notebook Computer), คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer) เป็นต้น

อันดับต่อไปจะกล่าวถึงประเภทของอุปกรณ์บันทึกข้อมูลสนาม สำหรับใช้งานร่วมกับเครื่องมือสำรวจสถานีรวม พร้อมทั้งยกตัวอย่างอุปกรณ์บันทึกข้อมูลสนามชนิดต่างๆที่มีใช้งานในปัจจุบันอย่างละเอียด

---

[18] ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ และ สัญญา เสาวภาพ, งานรังวัดแผนที่ภูมิประเทศ หนังสือประกอบการสอนหมายเลข ส.24-01, หน้า 21.

2.5 ประเภทของอุปกรณ์บันทึกข้อมูลสนาม (Types of Data Recorder)

สามารถจำแนกประเภทของอุปกรณ์บันทึกข้อมูลสนาม สำหรับใช้งานร่วมกับเครื่องมือสำรวจสถานีรวมที่มีใช้งานในปัจจุบันได้เป็น 3 ประเภทหลักๆ ดังต่อไปนี้

รูปที่ 2.14 สมุดสนามอิเล็กทรอนิกส์แบบต่างๆ

2.5.1 สมุดสนามอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Fieldbook)[19]

เป็นอุปกรณ์บันทึกข้อมูล ใช้ประกอบภายนอกเครื่องมือสำรวจสถานีรวม โดยมีสายสัญญาณทำหน้าที่เชื่อมต่อการส่งต่อสัญญาณระหว่างเครื่องมือสำรวจสถานีรวมไปยังสมุดสนามอิเล็กทรอนิกส์ (ดูรูปที่ 2.14 ประกอบ) ลักษณะการสื่อสารข้อมูลเป็นแบบสื่อสารข้อมูลสองทิศทาง (Two-way Communication)[20] กล่าวคือสามารถสั่งงานและส่งต่อข้อมูลได้ทั้งจากเครื่องมือสำรวจสถานีรวมไปยังสมุดสนามอิเล็กทรอนิกส์และจากสมุดสนามอิเล็กทรอนิกส์ไปยังเครื่องมือ

---

[19] NIKON Corporation, NEW-A SERIES TOTAL STATIONS SALES MAUAL. (Tokyo: NIKON Corporation), p.35

[20] Leica Heerbrug, GRE4 USER GUIDE. (Switzerland: Leica Heerbrugg), p.60.

สำรวจสถานีรวม โดยที่ต้องทำการตั้งค่าพารามิเตอร์ในการส่งข้อมูลให้สามารถเข้ากันได้ตามมาตรฐานที่ผู้ผลิตได้ออกแบบไว้ ในบางครั้งสายสัญญาณที่ใช้อาจทำหน้าที่เป็นสายสำหรับส่งกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไปยังอุปกรณ์ทั้งสองได้ด้วย จุดอ่อนข้อหนึ่งของอุปกรณ์บันทึกข้อมูลแบบประกอบภายนอกนี้อยู่ที่สายสัญญาณที่ใช้และการกำหนดมาตรฐานต่างๆในการส่งสัญญาณ ทั้งนี้เพราะว่าถึงแม้จะมีเครื่องมือสำรวจสถานีรวมหรืออุปกรณ์บันทึกข้อมูลที่มีคุณภาพมากเพียงใดก็ตาม หากไม่สามาถเชื่อมต่อรหัสสัญญาณให้สื่อสารถึงกันได้ประสิทธิภาพของเครื่องมือที่มีอยู่ก็ไม่สามารถก่อให้เกิดประโยชน์แต่อย่างไร

2.5.1.1 ลักษณะของสมุดสนามอิเล็กทรอนิกส์

อุปกรณ์บันทึกข้อมูลสนามประเภทสมุดสนามอิเล็กทรอนิกส์นี้ มีลักษณะภายนอกคล้ายคลึงกับเครื่องคิดเลข อาจมีส่วนแตกต่างจากเครื่องคิดเลขทั่วๆไปบ้างบางประการ อาทิเช่น สามารถกันน้ำได้ดี (Water Resistance) ใช้งานได้ในทุกสภาพอากาศ (All Weather Usage) มีขนาดกระทัดรัดและน้ำหนักเบา (Small and Light Weight) เป็นต้น อย่างไรก็ตามสามารถนำเอาเครื่องคิดเลขชนิดโปรแกรมได้ (Programmable Calculator) บางรุ่น มาใช้งานแทนสมุดสนามอิเล็กทรอนิกส์ได้

ส่วนประกอบหลักๆ ที่ควรจะมีในอุปกรณ์บันทึกข้อมูลสนามประเภทสมุดสนามอิเล็กทรอนิกส์ มีดังต่อไปนี้

2.5.1.1.1 จอภาพแสดงผล (Screen Display) เป็นส่วนสำหรับการแสดงผลข้อมูลต่างๆ บางรุ่นอาจแสดงผลได้ทั้งตัวเลขและตัวอักษร โดยส่วนใหญ่มักเป็นจอภาพแบบ LCD (Liquid Crystal Display) สามารถปรับความเข้ม ความคมชัดของภาพ และสามารถเปิดแสงสว่างได้สำหรับดูผลข้อมูลในที่มืด

2.5.1.1.2 ปุ่มควบคุมการทำงาน (Control Keys) เป็นส่วนสำหรับใช้ป้อนข้อมูลต่าง ๆ ทั้งที่เป็นปุ่มฟังก์ชั่น (Function Keys) และปุ่มตัวเลข ในบางรุ่นสามารถป้อนข้อมูลตัวอักษรได้ด้วย โดยที่คำสั่งในการสั่งทำงานในเครื่องแต่ละรุ่น อาจมีความแตกต่างกันบ้างในรายละเอียด แต่อาศัยหลักการทำงานพื้นฐานในลักษณะคล้ายคลึงกัน

2.5.1.1.3 หน่วยความจำหลัก (Main Memory) เป็นหน่วยความจำประเภท Random Access Memory (RAM)[21] หรือ Read Only Memory (ROM)[22] ใช้

---

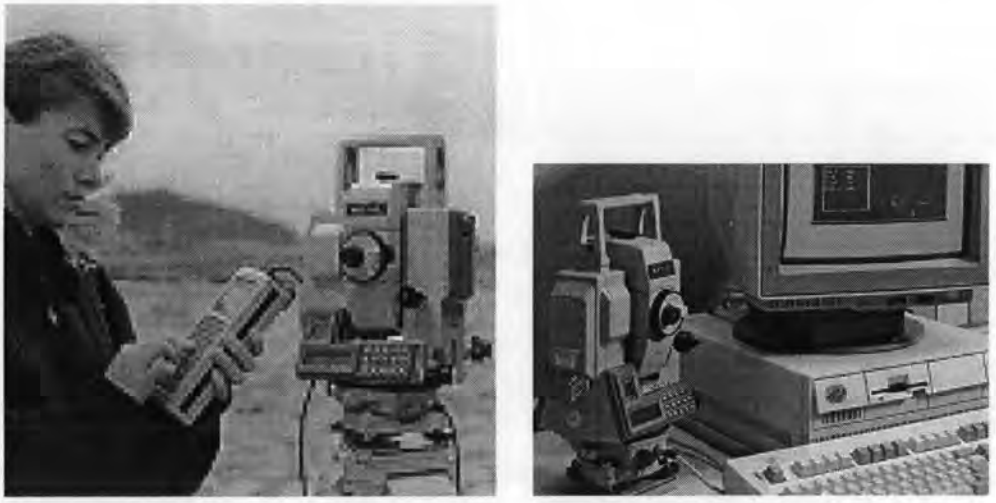
[21] ราชบัณฑิตยสถาน, ศัพท์คอมพิวเตอร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน (กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535), หน้า 112.

[22] เรื่องเดียวกัน, หน้า 117.

สำหรับเก็บบันทึกระบบจัดการต่าง ๆ ตลอดจนถึงโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ในการทำงาน ส่วนมากจะมีขนาดของหน่วยความจำในช่วงระหว่าง 64 Kbytes ถึง 1 Mbytes

2.5.1.1.4 หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) เป็นหน่วยความจำประเภท Random Access Memory (RAM) ใช้สำหรับเก็บบันทึกข้อมูลต่างๆ จากการรังวัด โดยมีรูปแบบข้อมูล (Data Format) ที่ทำการบันทึกแตกต่างกันออกไปตามลักษณะของข้อมูลจากการรังวัด ซึ่งที่ถูกกำหนดโดยรูปแบบมาตรฐานของเครื่องมือสำรวจสถานีรวมแต่ละชนิด โดยมีขนาดของหน่วยความจำในช่วงระหว่าง 32 Kbytes ถึง 512 Kbytes สำหรับสมุดสนามอิเล็กทรอนิกส์บางรุ่นสามารถเพิ่มเติมหน่วยความจำโดยใช้แผ่นความจำแบบ Memory Card หรือ Interchangeable Memory Card[23] ได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน

2.5.1.1.5 ช่องต่อสายสัญญาณ (Communication Port) ใช้สำหรับเสียบต่อสายสัญญาณ เพื่อทำหน้าที่เป็นทางผ่านเข้าออกของข้อมูลระหว่างอุปกรณ์บันทึกข้อมูลไปยังเครื่องมือสำรวจสถานีรวม ในบางครั้งอาจใช้เป็นขั้วสำหรับต่อเข้ากับแบตเตอรี่ภายนอกได้ด้วย นอกจากนี้ในสมุดสนามอิเล็กทรอนิกส์บางรุ่นอาจมีช่องต่อสายสัญญาณมากกว่า 1 ช่อง เพื่อประโยชน์ในการเชื่อมต่อสัญญาณเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ในการส่งถ่ายข้อมูล รูปที่ 2.15 แสดงการเชื่อมต่อสายสัญญาณจากสมุดสนามอิเล็กทรอนิกส์ไปยังเครื่องมือสำรวจสถานีรวมและจากเครื่องมือสำรวจสถานีรวมไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์



รูปที่ 2.15 การเชื่อมต่อสายสัญญาณของเครื่องมือสำรวจสถานีรวมกับอุปกรณ์ต่างๆ

---

[23] Leica Heerbrug, GPC1 USER MANUAL. (Switzerland: Leica Heerbrugg, 1992), p.9

2.5.1.1.6 อุปกรณ์จ่ายกระแสไฟฟ้า (Power Supply) เป็นอุปกรณ์ประกอบสำหรับสำรองกระแสไฟฟ้า ที่จำเป็นต้องใช้ระหว่างเปิดเครื่องทำงาน และใช้เลี้ยงหน่วยความจำภายในของสมุดสนามอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนมากเป็นแบตเตอรี่ประกอบภายในแบบชาร์ทไฟได้ (Rechargeable Battery)

2.5.1.2 คุณสมบัติพิเศษของสมุดสนามอิเล็กทรอนิกส์

จากการที่สมุดสนามอิเล็กทรอนิกส์ถูกออกแบบให้มีหน่วยความจำหลักสำหรับเก็บบันทึกระบบจัดการต่างๆ และโปรแกรมประยุกต์สำหรับใช้ในการปฏิบัติงานสนามซึ่งทำการติดตั้งมาให้พร้อมภายในตัวเครื่อง ดังนั้นสมุดสนามอิเล็กทรอนิกส์จึงสามารถอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งานในลักษณะการทำงานด้วยโปรแกรมอัตโนมัติ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถสร้างโปรแกรมการทำงานสำหรับการทำงานเฉพาะอย่างได้เองโดยใช้ภาษาที่ผู้ผลิตจัดทำขึ้น โดยสามารถศึกษารายละเอียดการเขียนโปรแกรมได้จากคู่มือการใช้งานของสมุดสนามอิเล็กทรอนิกส์แต่ละรุ่น

รูปที่ 2.16 เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดกระเป๋า (Pocket Computer)

เนื่องจากระบบจัดการต่างๆ ที่ใช้ในสมุดสนามอิเล็กทรอนิกส์รุ่นใหม่ๆ มีแนวโน้มการพัฒนาในลักษณะใกล้เคียงกับเครื่องคอมพิวเตอร์ จนสามารถกล่าวได้ว่าสมุดสนามอิเล็กทรอนิกส์ในปัจจุบันก็คือเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กชนิดหนึ่ง ซึ่งถูกออกแบบสำหรับใช้ในงานสำรวจภาคสนามโดยเฉพาะ ดังนั้นจึงมีความพยายามที่จะนำเอาเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดกระเป๋า (Pocket Computer)[24] ดูรูปที่ 2.16 ประกอบ มาประยุกต์ใช้งานแทนสมุดสนามอิเล็กทรอนิกส์แต่ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากข้อแตกต่างบางอย่างในรายละเอียด

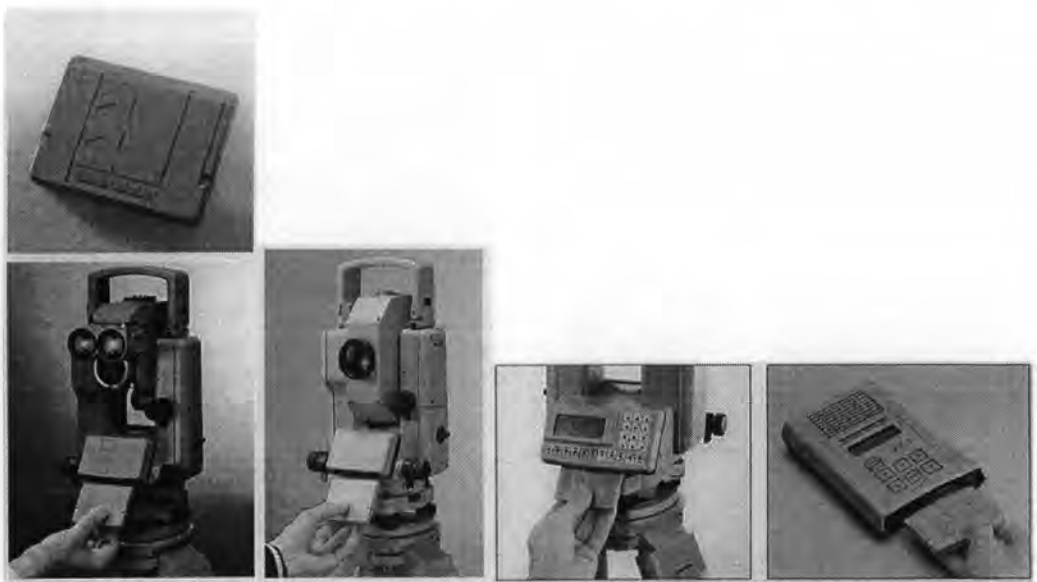
---

[24] TOPCON Corporation, GEODATIC TOTAL STATION. p.48

ภายในตัวเครื่อง อาทิ เช่น ความทนทานต่อสภาพอากาศ ความกระทัดรัดของตัวเครื่องซึ่งมีผลต่อความคล่องตัวในการนำออกใช้งานภาคสนาม ตลอดจนความสามารถของแบตเตอรี่ในการสำรองไฟฟ้าให้เพียงพอต่อการใช้งานในแต่ละวัน เป็นต้น

2.5.2 แผ่นบันทึกข้อมูล (Recording Module)[25]

เป็นอุปกรณ์สำหรับบันทึกข้อมูลอีกแบบหนึ่ง ใช้ประกอบภายในเครื่องมือสำรวจสถานีรวม โดยที่เครื่องมือสำรวจสถานีรวมที่สามารถใช้กับแผ่นบันทึกข้อมูลชนิดนี้ได้ จำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์สำหรับอ่านเขียนข้อมูล (input/output Device) ไว้ภายในตัวเครื่อง ซึ่งจะทำหน้าที่ในการอ่านเขียนข้อมูลที่ได้จากการรังวัดลงบนสื่อบันทึกข้อมูลประเภทแผ่นบันทึกข้อมูล การสื่อสารระหว่างแผ่นบันทึกข้อมูลกับเครื่องมือสำรวจสถานีรวม เป็นการสื่อสารข้อมูลแบบสองทิศทาง (Two - Way Communication) สามารถอ่านและเขียนข้อมูลจากการรังวัดซึ่งบันทึกอยู่ในแผ่นบันทึกข้อมูลโดยการสั่งงานจากเครื่องมือสำรวจสถานีรวมในการส่งถ่ายข้อมูลจากแผ่นบันทึกข้อมูลเข้าสู่อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ทำได้โดยใช้เครื่องอ่านแผ่นบันทึกข้อมูล (Record Module Reader) เป็นตัวกลาง ข้อมูลที่อยู่ภายในแผ่นบันทึกข้อมูลจะถูกอ่านโดยเครื่องอ่านแผ่นบันทึกข้อมูล และส่งต่อไปยังอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ต่างๆ อาทิเช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ เป็นต้น ในกรณีที่ต้องการถ่ายข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์กลับมาเก็บไว้ในแผ่นบันทึกข้อมูลก็สามารถทำได้ โดยสั่งงานจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ผ่านมายังเครื่องอ่านแผ่นบันทึกข้อมูลเช่นกัน



รูปที่ 2.17 การใช้งานแผ่นบันทึกข้อมูล (Record Module)

---

[25] Leica Heerbrug, WILD GIF10 USER MANUAL. (Switzerland: Leica Heerbrugg, 1987), p.26

2.5.2.1 ลักษณะของแผ่นบันทึกข้อมูล

อุปกรณ์บันทึกข้อมูลสนามประเภทแผ่นบันทึกข้อมูล มีลักษณะเป็นแผ่นแบนขนาดกระทัดรัด สามารถพกพาได้ง่าย และสามารถใช้งานโดยการเสียบแผ่นบันทึกข้อมูลเข้ากับช่องเสียบ (Slots) ซึ่งติดตั้งอยู่ภายในตัวกล้อง (ดูรูปที่ 2.17 ประกอบ) ทำการบันทึกข้อมูลโดยการสั่งงานจากปุ่มควบคุมบนตัวกล้อง ข้อมูลในการรังวัดและข้อมูลรหัสต่างๆจะถูกบันทึกลงบนหน่วยความจำของแผ่นบันทึกข้อมูลจนเต็มและจะปรากฏข้อความเตือนบนจอแสดงผลให้ผู้ใช้งานรับทราบก่อนทุกครั้ง หากจำเป็นต้องทำการบันทึกข้อมูลรังวัดอย่างต่อเนื่องก็สามารถถอดเปลี่ยนแผ่นบันทึกข้อมูลแผ่นใหม่เข้าแทนที่ได้โดยง่ายลักษณะการบันทึกข้อมูลอาศัยหลักการเช่นเดียวกับการบันทึกข้อมูลลงบนแผ่นดิสเก็ตคอมพิวเตอร์ (Computer Diskette) ในส่วนของระบบจัดการ (Operation System) ที่ใช้ควบคุมการทำงานของแผ่นบันทึกข้อมูลนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบของบริษัทผู้ผลิตแต่ละราย ซึ่งอาจมีวิธีการและหลักการทำงานที่แตกต่างกันออกไป

ส่วนประกอบต่างๆ ที่ควรจะมีในอุปกรณ์บันทึกข้อมูลประเภทแผ่นบันทึกข้อมูล มีดังต่อไปนี้

2.5.2.1.1 หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) เป็นหน่วยความจำประเภท Random Access Memory ใช้สำหรับเก็บบันทึกข้อมูลต่างๆ จากการรังวัด มีรูปแบบข้อมูลตามรูปแบบข้อมูลมาตรฐานซึ่งถูกกำหนดโดยระบบจัดการด้านข้อมูลของเครื่องมือสำรวจสถานีรวม แผ่นบันทึกข้อมูลส่วนใหญ่มีขนาดของหน่วยความจำระหว่าง 16 Kbytes ถึง 516 Kbytes

2.5.2.1.2 แบตเตอรี่สำรองสำหรับหน่วยความจำ(Backup Battery) เป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าที่สำรองกระแสไฟฟ้าสำหรับใช้เลี้ยงหน่วยความจำภายในแผ่นบันทึกข้อมูลเพื่อป้องกันการสูญหายของข้อมูล ส่วนแบตเตอรี่ใช้ แบบ Ni-Cd ขนาดเล็ก บรรจุอยู่ภายในแผ่นบันทึกข้อมูล โดยจะช่วยให้ข้อมูลที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำภายในสามารถเก็บรักษาอยู่ได้เป็นระยะเวลานานตราบเท่าที่ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้เลี้ยงหน่วยความจำมีปริมาณลดลงจนไม่เพียงพอ อย่างไรตามเพื่อเพิ่มความมั่นใจในการใช้งาน และความเชื่อถือได้ของข้อมูลภายในแผ่นบันทึกข้อมูล ควรมีการถอดเปลี่ยนแบตเตอรี่สำรองตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ภายในคู่มือการใช้งาน

2.5.2.1.3 ช่องสื่อสารสัญญาณ (Communication Port) เป็นอุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่อการถ่ายทอดสัญญาณต่างๆ ระหว่างเครื่องมือสำรวจสถานีรวมไปยังแผ่นบันทึกข้อมูล มีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับช่องต่อสายสัญญาณในอุปกรณ์บันทึกข้อมูลประเภทสมุดสนามอิเล็กทรอนิกส์ แตกต่างกันที่ไม่ต้องใช้สายสัญญาณในการเชื่อมโยง เนื่องจาก

เป็นการเชื่อมต่อภายในตัวเครื่องโดยอาศัยขั้วทองทองเหลืองสัมผัสกันโดยตรง นอกจากนี้ช่องสื่อสารสัญญาณจะทำหน้าที่เป็นทางผ่านของกระแสไฟฟ้า สำหรับใช้ระหว่างการทำงานของแผ่นบันทึกข้อมูลไปด้วยในตัว

2.5.2.2 คุณสมบัติพิเศษของแผ่นบันทึกข้อมูล

เนื่องจากการใช้งานโดยใช้อุปกรณ์บันทึกข้อมูลประเภทสมุดสนามอิเล็กทรอนิกส์ มีความยุ่งยากในเรื่องของการเชื่อมโยงระบบโดยผ่านสายสัญญาณ อีกทั้งความยุ่งยากในการถอดประกอบเครื่องมือระหว่างการใช้งาน ดังนั้นแผ่นบันทึกข้อมูลจึงถูกออกแบบให้สามารถลดปัญหาดังกล่าว ทำให้เกิดความสะดวกในด้านการใช้งานดังกล่าวได้เป็นอย่างดี อีกทั้งมีขนาดกระทัดรัด ช่วยให้การพกพาสะดวกสามารถนำแผ่นบันทึกข้อมูลติดตัวไปยังที่ต่าง ๆ ได้ง่าย

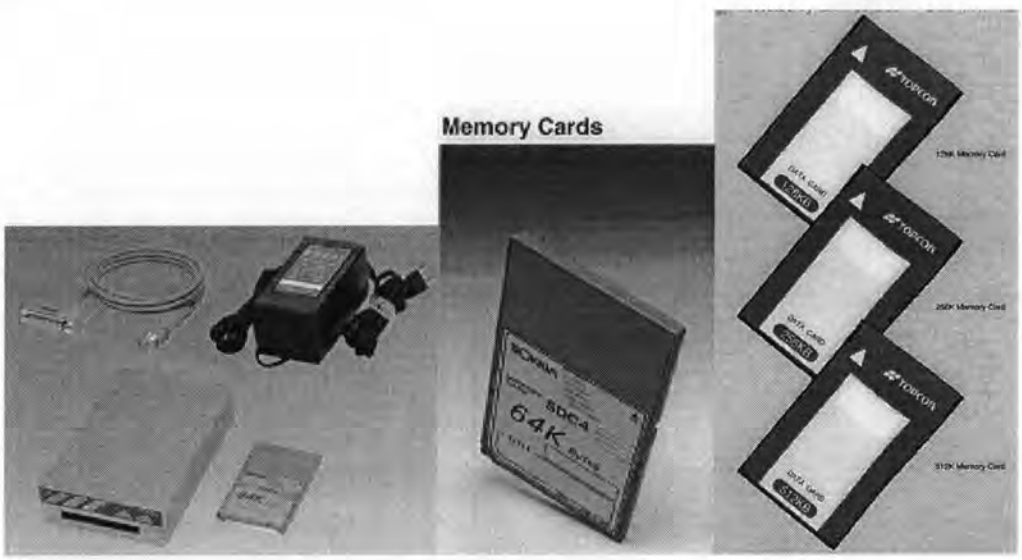
นอกจากเน้นด้านความสะดวกในระหว่างการใช้งานแล้วยังสามารถแก้ปัญหาด้านความซับซ้อนในการสั่งปฏิบัติงานได้ด้วย โดยการสั่งบันทึกข้อมูลรังวัดสามารถป้อนคำสั่งได้จากปุ่มควบคุมของเครื่องมือสำรวจสถานีรวมเพียงอย่างเดียว แต่อย่างไรก็ตามความสามารถพิเศษในด้านการเขียนโปรแกรมประยุกต์ต่างๆ ซึ่งมีในสมุดสนามอิเล็กทรอนิกส์จะขาดหายตามไปด้วย ดังนั้นผู้ใช้งานควรเลือกชนิดของอุปกรณ์บันทึกข้อมูลให้เหมาะสมกับลักษณะงานที่ต้องการ

2.5.3 แผ่นความจำแบบ PCMCIA

เป็นอุปกรณ์สำหรับบันทึกข้อมูลที่พัฒนาให้มีลักษณะภายนอกและคุณสมบัติต่างๆเช่นเดียวกับ PCMCIA Card (Personal Computer Memory Card International Association) ซึ่งใช้ในอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ชนิดกระเป๋าหิ้ว โดยมีหลักการทำงานในการบันทึกข้อมูลเช่นเดียวกับระบบการทำงานของแผ่นบันทึกข้อมูลสนามดังที่ได้กล่าวมาแล้ว อาจกล่าวได้ว่าแผ่นความจำแบบ PCMCIA ที่นำมาใช้บันทึกข้อมูลสนามนี้ ก็คือแผ่นบันทึกข้อมูลชนิดหนึ่งที่พัฒนาให้สามารถส่งถ่ายข้อมูลเข้ากับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ได้โดยตรงตามมาตรฐานของ PCMCIA Card ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งถ่ายข้อมูลระหว่างเครื่องมือสำรวจสถานีรวมและเครื่องคอมพิวเตอร์ให้เกิดความสะดวกมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้จะช่วยลดความจำเป็นในการการใช้เครื่องอ่านแผ่นบันทึกข้อมูลลงได้ เนื่องจากอุปกรณ์อ่านเขียนข้อมูลของ PCMCIA Card นี้เป็นถือเป็นอุปกรณ์มาตรฐานสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยทั่วไป ดังนั้นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์รุ่นใหม่ๆที่สามารถใช้งานร่วมกับ PCMCIA Card ก็จะสามารถใช้งานร่วมกับแผ่นบันทึกข้อมูลชนิดนี้ได้เช่นกัน

2.5.3.1 ลักษณะของแผ่นความจำแบบ PCMCIA

อุปกรณ์บันทึกข้อมูลสนามประเภทแผ่นความจำแบบ PCMCIA มีลักษณะเป็นแผ่นแบนและมีขนาด (กว้างxยาวxสูง) ตามมาตรฐานของแผ่น PCMCIA Card (ดูรูปที่ 2.18 ประกอบ) ทั้งนี้เพื่อให้สามารถเสียบได้พอดีกับช่องเสียบ PCMCIA Card ซึ่งติดตั้งอยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยทั่วไปช่องเสียบแผ่นความจำแบบ PCMCIA ที่ใช้กับเครื่องมือสำรวจสถานีอาจมีได้หลายช่องเสียบ จัดแบ่งเป็นช่องเสียบแผ่นความจำสำหรับบันทึกข้อมูลหรือแผ่นความจำสำหรับโปรแกรมงานสำรวจต่างๆ ภายในช่องเสียบแต่ละช่องจะมีช่องสื่อสารสัญญาณสำหรับการสื่อสารรหัสสัญญาณติดต่อกับแผ่นความจำในระหว่างการส่งถ่ายข้อมูล หรือการส่งถ่ายโปรแกรมด้านงานสำรวจ



รูปที่ 2.18 แผ่นความจำแบบ PCMCIA และอุปกรณ์ประกอบ

สำหรับส่วนประกอบต่างๆ ที่มีในแผ่นความจำแบบ PCMCIA โดยส่วนใหญ่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับแผ่นบันทึกข้อมูลโดยทั่วไป จะมีความแตกต่างกันบ้างในส่วนของอุปกรณ์อ่านเขียนข้อมูลเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้เนื่องจากแผ่นความจำแบบ PCMCIA ที่กล่าวถึงนี้ สามารถใช้อุปกรณ์อ่านเขียนข้อมูลแบบเดียวกับ PCMCIA Card ที่มีใช้งานในคอมพิวเตอร์ทั่วๆไป

2.5.3.2 คุณสมบัติพิเศษของแผ่นความจำแบบ PCMCIA

เนื่องจากอุปกรณ์บันทึกข้อมูลสนามประเภทแผ่นความจำแบบ PCMCIA ถือเป็นการพัฒนาการอีกขั้นหนึ่งของแผ่นบันทึกข้อมูล โดยที่ยังมีความสามารถพื้นฐานหลักๆที่ควรจะมีในแผ่นบันทึกข้อมูล และในขณะเดียวกันก็จะเพิ่มเติมความสามารถพิเศษอื่นๆขึ้นมา ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของ ขนาดของหน่วยความจำที่สามารถเพิ่มได้สูงขึ้น ตลอดจนความสามารถในการส่งถ่ายข้อมูลเข้าสู่อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ต่างๆได้โดยตรงอย่างรวดเร็ว ซึ่งช่วยลดความจำเป็นในการใช้อุปกรณ์ประเภทเครื่องอ่านแผ่นบันทึกข้อมูลลงได้ นอกจากนี้การที่แผ่นความจำแบบ PCMCIA มีคุณสมบัติพิเศษในการบรรจุโปรแกรมงานสำรวจต่างๆที่จัดทำขึ้นสำหรับใช้งานได้นั้น จะช่วยให้การพัฒนาโปรแกรมด้านงานสำรวจสำหรับใช้งานร่วมกับเครื่องมือสำรวจสถานีรวมตลอดจนการพัฒนาเทคนิคและวิธีการใหม่ๆสำหรับงานสำรวจในอนาคตเป็นไปอย่างกว้างขวางมากยิ่งขึ้น