

บทที่ 16

กล้องถ่ายภาพทางอากาศและลักษณะของภาพถ่ายทางอากาศ

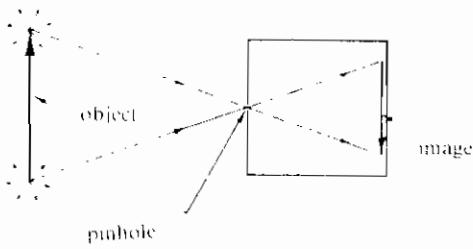
รศ. วันทนี ศรีรัช

วัตถุประสงค์

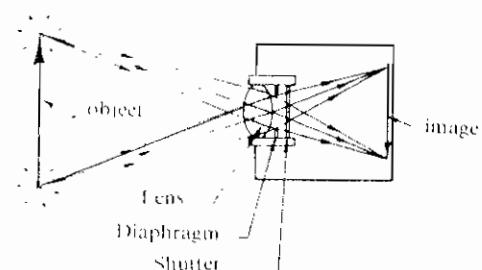
1. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจถึงประเภทของกล้องถ่ายภาพทางอากาศและความเหมาะสมในการถ่ายภาพ
2. เพื่อให้นักศึกษาทราบถึงการฉายแสงที่ใช้ในการถ่ายภาพทางอากาศและทำแผนที่
3. เพื่อให้นักศึกษาจำแนกประเภทของภาพถ่ายทางอากาศได้
4. เพื่อให้นักศึกษาอธิบายประโยชน์ของการถ่ายภาพทางอากาศเหลือมล้ำได้
5. เพื่อให้นักศึกษาทราบถึงความจำเป็นในการวางแผนการบินเพื่อถ่ายภาพทางอากาศ
6. เพื่อให้นักศึกษาอธิบายรายละเอียดต่าง ๆ ที่พบอยู่บนขอบรวมภาพถ่ายทางอากาศได้
7. เพื่อให้นักศึกษาทราบเกี่ยวกับลักษณะและประเภทของภาพถ่ายต่อ

16.1 กล้องถ่ายภาพทางอากาศ

กล้องถ่ายภาพที่ใช้กันในระยะเริ่มแรกเป็นกล้องบ็อกซ์แบบรูเข็มที่ประกอบด้วยรูเข็มด้านหนึ่ง และด้านตรงข้ามเป็นวัสดุไวแสง แต่ในการถ่ายภาพต้องใช้เวลามาก เนื่องจากรูเข็มยุ่มให้แสงผ่านได้น้อย ก้าวะขยายรูเข็มให้ใหญ่เพื่อให้แสงผ่านได้มาก ภาพที่ได้ก็จะพร่า การที่จะให้ขนาดของช่องที่แสงผ่านใหญ่ขึ้น และทำให้ภาพคมชัดด้วยนั้นก็ได้มีการคิดค้นใช้เลนซ์แทนรูเข็ม จึงทำให้เกิดกล้องถ่ายภาพแบบใช้เลนซ์ขึ้น



กล้องถ่ายภาพแบบรูเข็ม



กล้องถ่ายภาพแบบใช้เลนซ์

รูปที่ 16.1 เปรียบเทียบกล้องถ่ายภาพแบบรูเข็มและกล้องถ่ายภาพแบบใช้เลนซ์

สำหรับกล้องถ่ายภาพทางอากาศมีหลักเกณฑ์ทั่วไปเช่นเดียวกับกล้องถ่ายภาพธรรมชาดแบบใช้เลนซ์ นับตั้งแต่ปี ค.ศ. 1858 เมื่อ LAUSSE DAT ประสบผลสำเร็จในการทดลองถ่ายภาพทางอากาศเป็นครั้งแรกในประเทศฝรั่งเศสแล้วนั้น ก็ได้มีการคิดค้น และพัฒนากล้องถ่ายภาพทางอากาศอยู่ตลอดมา อาทิเช่น กล้องถ่ายภาพในปัจจุบันนอกจากจะประกอบด้วยเลนซ์แล้วยังประกอบด้วยไอดีอะแฟรม และชัตเตอร์ เพื่อช่วยในการควบคุมการถ่ายภาพ เป็นต้น การพัฒนาเทคโนโลยีต่าง ๆ เพิ่มขึ้นเหล่านี้มีผลทำให้กล้องถ่ายภาพทั่วไป และกล้องถ่ายภาพทางอากาศมีประสิทธิภาพในการผลิตภาพถ่ายทางอากาศสูงมาก ดังที่เห็นใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

กล้องถ่ายภาพทางอากาศที่ใช้กันมีหลายประเภท แต่กล้องที่นิยมใช้ คือ กล้องถ่ายภาพ 35 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นกล้องที่มีราคาถูกกว่าและใช้ได้ง่ายจึงทำให้กล้องถ่ายภาพ 35 มิลลิเมตร จัดเป็นกล้องที่ดีประเภทหนึ่งที่เหมาะสมใช้กันในพื้นที่ไม่กว้างมาก ส่วนกล้องถ่ายภาพ 70 มิลลิเมตร มักนิยมใช้ในโอกาสพิเศษ ลักษณะของกล้องถ่ายภาพทางอากาศจะต้องออกแบบให้สามารถถ่ายภาพได้เป็นจำนวนมากในเวลาอันรวดเร็ว และมีความถูกต้องทางเรขาคณิตสูง

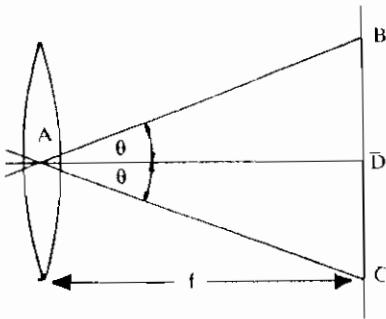
ในปัจจุบันมีกล้องถ่ายภาพทางอากาศที่ใช้กันอยู่กว่า 100 ชนิด โดยแบ่งออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. SINGLE LENS FRAME CAMERA
2. MULTILENS FRAME CAMERA
3. STRIP CAMERA
4. PANORAMIC CAMERA

1. **SINGLE LENS FRAME CAMERA** เป็นกล้องถ่ายภาพทางอากาศที่ใช้กันมากที่สุดในปัจจุบัน เกือบจะกล่าวได้ว่าการถ่ายภาพสำหรับทำแผนที่ต่าง ๆ โดยเฉพาะในงานสำรวจทุกสาขา และภาพถ่ายทางอากาศที่ใช้ในงานทั่ว ๆ ไปจะได้จากกล้องถ่ายภาพประเภทนี้ เพราะจะได้ภาพที่มีความถูกต้องทางเรขาคณิตมากที่สุด กล้องแบบนี้จะใช้ระบบเลนซ์ที่มีความบิดเบี้ยวน้อยตั้งอยู่ในตำแหน่งคงที่โดยสัมพันธ์กับพื้นภาพ (FOCAL PLANE) ให้ภาพที่มีขนาด 23×23 เซนติเมตร (9×9 นิ้ว) และความชุของฟิล์มยาวตั้งแต่ 100 – 150 เมตร (100 – 500 ฟุต) ภาพถ่ายแต่ละภาพจะได้มาจากการเปิดชัตเตอร์แต่ละครั้งโดยการควบคุมอัตโนมัติของเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ที่เรียกว่า INTERVALOMETER

เมื่อกล้องถ่ายภาพโฟกัสสัตถุที่ระยะอนันต์ (INFINITY) ระยะจากเลนซ์ถึงฟิล์มคือระยะโฟกัสหรือความยาวโฟกัส (FOCAL LENGTH) ใช้สัญลักษณ์ f แทน โดยทั่วไปความยาวโฟกัสจะมีค่าโดยประมาณเท่ากับเส้นทแยงมุมของพื้นที่สี่เหลี่ยมของภาพบนฟิล์ม กล้องถ่ายภาพชนิด SINGLE LENS FRAME ประกอบด้วยเลนซ์ที่มีความยาวโฟกัสต่างกัน จากรูปที่ 16.2 มุมของแสงทั้งหมดที่ผ่านเข้าไปยังเลนซ์ และทำให้เกิดภาพมีค่า = 2θ หรือ 2θ กีดูมุมรับภาพ (ANGULAR FIELD OF VIEW) นั่นเอง มุมรับภาพจะแตกต่างไปตามความยาวโฟกัส กล่าวคือ มุมรับภาพจะใหญ่ขึ้น ถ้าความยาวโฟกัส (f) ยิ่งสั้นลง และมุมรับภาพจะเล็กลงถ้าความยาวโฟกัสยิ่งยาวขึ้น กล้องแบบ FRAME CAMERA นี้เราอาจแบ่งตามมุมรับภาพออกเป็น 3 ชนิดที่สำคัญ คือ

1. มุมกว้างมาก (SUPER-WIDE ANGLE) มุมรับภาพใหญ่กว่า 100 องศา ความยาวโฟกัสประมาณ 90 มิลลิเมตร
2. มุมกว้าง (WIDE ANGLE) มุมรับภาพอยู่ระหว่าง 75-100 องศา ความยาวโฟกัสประมาณ 150 มิลลิเมตร
3. มุมธรรมชาติ (NORMAL ANGLE) มุมรับภาพไม่เกิน 75 องศา ความยาวโฟกัสประมาณ 210-300 มิลลิเมตร



รูปที่ 16.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวโฟกัสและมุนรับภาพ
มุนรับภาพ คือ 20 ซึ่งเป็นมุนระหว่าง AB และ AC
AD คือ ความยาวโฟกัส¹
BC คือ เส้นทางของมุนของพิล์มที่ใช้

ถ้าความยาวโฟกัสยาวกว่า 300 มิลลิเมตร เช่น ยาวถึง 500 มิลลิเมตร มุนรับภาพจะยิ่งเล็กลงไปอีก คือประมาณ 36 องศา เราจะจัดเข้าอยู่ในประเภทกล้องมุนแคบ (NARROW ANGLE)

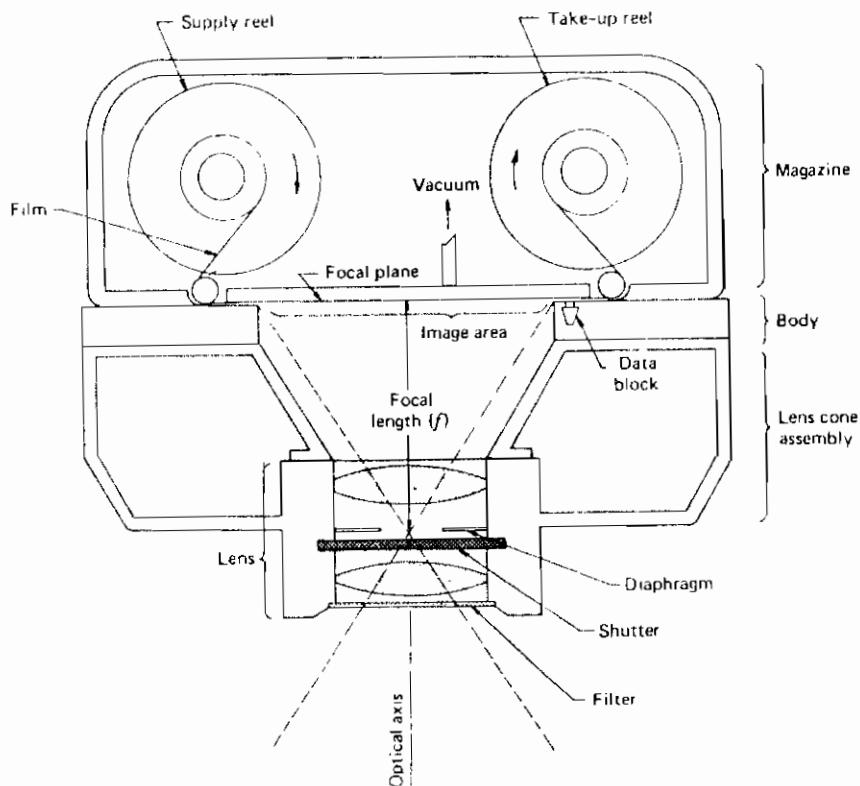
การเลือกใช้กล้อง SINGLE LENS FRAME ที่มีระเบียบความยาวโฟกัสต่าง ๆ กันขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายในการถ่ายภาพ ถ้าถ่ายภาพเพื่อทำแผนที่ ค่าความยาวโฟกัสที่ใช้มากที่สุดคือ 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) ส่วนกล้องที่มีความยาวโฟกัส 90 มิลลิเมตร ($3\frac{1}{2}$ นิ้ว) และ 210 มิลลิเมตร ($8\frac{1}{4}$ นิ้ว) ก็นำมาใช้เช่นกัน กล้องถ่ายภาพที่มีค่าความยาวโฟกัสเหล่านี้จะให้ค่าทางเรขาคณิตดีที่สุด รวมทั้งให้ความคงที่ของมาตรฐานส่วนเกือบทั้งหมดทั้งภาพถ่ายที่ใช้ทำแผนที่ด้วย สำหรับกล้องที่มีความยาวโฟกัสยาวขึ้นในขนาด 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) ใช้สำหรับทำภาพถ่ายด้วย MOSAIC เพื่อการลดตะแวง และการแปลงภาพถ่าย เป็นต้น กล้องถ่ายภาพที่มีค่าความยาวโฟกัสยาวนี้ สามารถช่วยลดความคลาดเคลื่อนอันเนื่องจากความสูงต่างของภูมิประเทศ (RELIEF DISPLACEMENT) ได้ หรือจะพูดได้ว่ากล้องถ่ายภาพที่มีค่าความยาวโฟกัสสั้นกว่าจะให้ค่าความคลาดเคลื่อนนี้องจากความสูงต่างของภูมิประเทศสูงกว่า และในระยะสูงบิน (FLYING HEIGHT) ที่เท่ากับกล้องที่มีความยาวโฟกัสสั้นกว่าจะถ่ายภาพครอบคลุมพื้นที่ได้กว้างกว่า (มุนรับภาพใหญ่กว่า) กล้องที่มีค่าความยาวโฟกัสยาวกว่า

ส่วนประกอบสำคัญของ SINGLE LENS FRAME CAMERA คือ กล่องฟิล์มกล้องถ่ายภาพ (CAMERA MAGAZINE) ตัวกล้อง (CAMERA BODY) และส่วนประกอบกรวยเลนซ์ (LENS CONE ASSEMBLY)

กล่องฟิล์มกล้องถ่ายภาพจะอยู่แยกจากตัวกล้องเพื่อบังกันไม่ให้ฟิล์มกระแทกกับแสงซึ่งจะทำให้ฟิล์มเสียใช้การไม่ได้ และจำต้องระวังเกี่ยวกับเรื่องนี้ในขณะทำการถ่ายภาพ ทางอากาศเมื่อใช้ฟิล์มหมุนและต้องเปลี่ยนฟิล์มใหม่ ภายในกล่องฟิล์มกล้องถ่ายภาพจะบรรจุม้วนฟิล์ม ข้างหน้าจะเป็นฟิล์มที่ถ่ายแล้ว (SUPPLY REEL) ส่วนอีกด้านจะเป็นฟิล์มที่ยังไม่ได้ถ่าย (TAKE-UP REEL) นอกจากนี้ยังมีเครื่องมือที่ทำให้ฟิล์มหมุนไปข้างหน้าและทำให้ฟิล์มเรียบ การทำให้ฟิล์มเรียบในขณะถ่ายภาพโดยทั่วไปทำได้โดยดูดให้แผ่นฟิล์มแนบกับแผ่นสูญญากาศ (VACUUM) ซึ่งผิวน้ำของแผ่นดังกล่าวจะอยู่บนพื้นภาพ (FOCAL PLANE) พื้นภาพคือ พื้นราบที่รวมลำแสงทุกประกายทั้งหมด แกนกล้องถ่ายภาพ (OPTICAL AXIS OF CAMERA) จะตั้งฉากผ่านศูนย์กลางของระบบเลนซ์

ตัวกล้องซึ่งมี DRIVE MECHANISM ติดอยู่ด้วยสำหรับทำหน้าที่เลื่อนฟิล์มทำให้ฟิล์มเรียบ รวมทั้งขันและกดชัตเตอร์ (SHUTTER) ตัวกล้องจะติดตั้งอยู่ในเครื่องบินบนแท่นติดตั้งกล้อง ตัวกล้องจะหมุนหรือเลื่อนขึ้นลงในแท่นได้ เพื่อช่วยให้แกนของกล้องอยู่ในแนวเดียว กับแนวบิน ความสำคัญอีกประการของแท่นคือ ช่วยป้องกันความสั่นสะเทือนจากตัวเครื่องบิน ไม่ให้ผ่านไปถึงตัวกล้อง

ส่วนประกอบกรวยเลนซ์ มีทั้งเลนซ์ ฟิลเตอร์ (FILTER) ไดอะแฟร์ม (DIAPHRAM) และชัตเตอร์ เลนซ์เป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดส่วนหนึ่งของกล้องถ่ายภาพทางอากาศ จะเป็นตัวรับรวมรังสีของแสงจากวัตถุให้มาโฟกัสที่พื้นภาพข้างหลังเลนซ์ (FOCAL PLANE) เลนซ์จะช่วยให้ได้ภาพถ่ายที่คมชัด และมีความถูกต้องทางเรขาคณิต อย่างไรก็ตาม ในการผลิตเลนซ์อาจจะเกิดความผิดพลาดขึ้นได้ทั้งในขณะผลิตและประกอบส่วนต่าง ๆ ของเลนซ์เข้าด้วยกัน ซึ่งมีผลทำให้เลนซ์ไม่สามารถนำภาพไปโฟกัสได้ในตำแหน่งที่ถูกต้องที่สุดบนพื้นภาพ ตามที่ควรจะได้ จึงอาจกล่าวได้ว่าไม่มีเลนซ์ประเภทใดที่จะช่วยในการถ่ายภาพให้ได้ภาพที่สมบูรณ์ที่สุด แต่เลนซ์ของกล้องถ่ายภาพทางอากาศจัดอยู่ในประเภทของเลนซ์ที่ดีที่สุด ฟิลเตอร์เป็นเครื่องจำกัดแสง ในการใช้มีจุดมุ่งหมายเพื่อจัดรองแสงบางแสงไว้และผ่านแสงอื่นออกไป และยังช่วยในการตัดหมอกทำให้ผู้ถ่ายภาพสามารถควบคุมภาพได้มากขึ้น ไดอะแฟร์ม ชัตเตอร์ และความไวของฟิล์ม จะควบคุมจำนวนแสงที่จะผ่านไปยังเลนซ์ให้ไปตกที่ฟิล์มในจำนวนที่เหมาะสม ไดอะแฟร์มจะควบคุมขนาดของเลนส์ผ่านศูนย์กลางของเลนซ์ขณะเปิดถ่ายภาพ ไดอะแฟร์ม



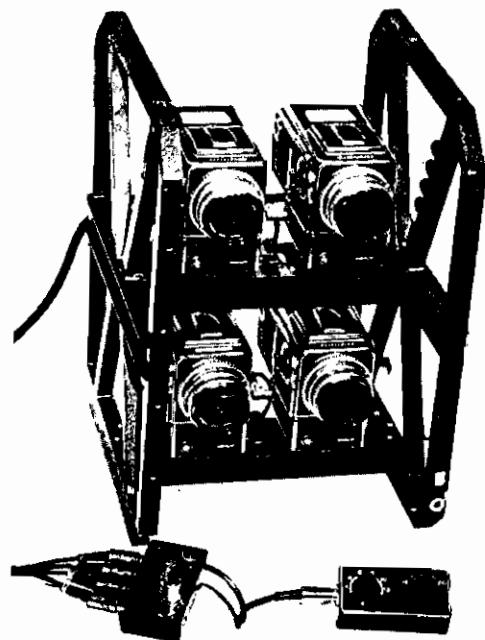
รูปที่ 16.3 ส่วนประกอบสำคัญของกล้องถ่ายภาพทางอากาศ

ทำด้วยแผ่นโลหะบางชั้นกันเป็นกลีบตั้งอยู่หลังเลนซ์ หรืออาจอยู่ระหว่างเลนซ์ 2 อัน มีช่องครองกลาง ช่องของไ/doeแฟร์มนี้เรียกว่า ช่องรับแสง (APERTURE) ขนาดของช่องรับแสงนี้จะเปลี่ยนได้เพื่อควบคุมจำนวนแสงที่จะผ่านเลนซ์เข้าไป ช่องคลายม่านดา (IRIS) ของนัยน์ตาคนเราช่องปกติจะเปิดอยู่ตลอดเวลาและสามารถปรับให้มีขนาดเล็กหรือใหญ่ได้ ขนาดของช่องรับแสงช่องประกอบด้วยแผ่นไ/doeแฟร์มนี้ปรับให้มีขนาดต่าง ๆ ตามชุดของตัวเลขที่ติดอยู่บนตัวกล้องเรียงลำดับดังนี้ คือ 1.4, 2.8, 4, 5.6, 8, 11, 16, 32 เรียกว่า F-NUMBER หรือ F-STOP

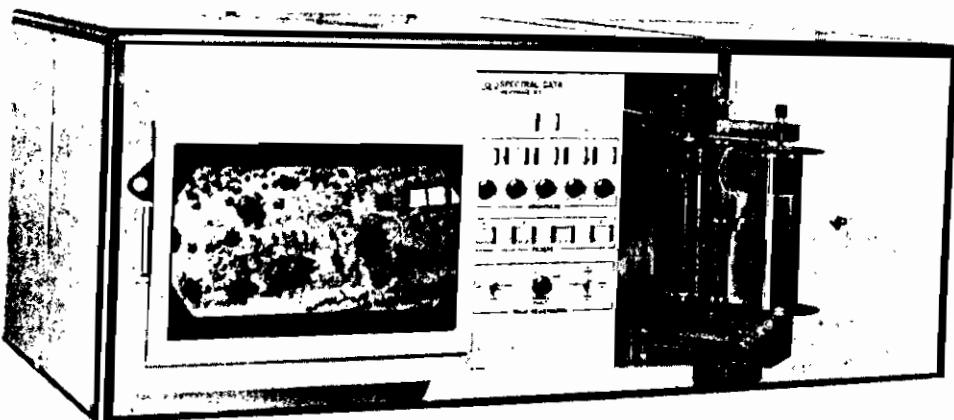
$$F - STOP = \frac{\text{ความยาวโฟกัส}}{\text{เส้นผ่าศูนย์กลางของช่องรับแสง}}$$

โดยมีข้อสังเกตว่า ถ้า F-STOP เป็นตัวเลขมากช่องรับแสงจะเปิดน้อยแสงสว่างที่เข้าไปยังพิล์มจะน้อย ถ้า F-STOP เป็นตัวเลขน้อยช่องรับแสงจะเปิดมาก แสงสว่างที่เข้าไปยังพิล์มมากนั่นคือ ถ้าเราตั้งหน้ากล้องที่ f/5.6 ปริมาณของแสงจะน้อยกว่าตั้งหน้ากล้องที่ f/4 และที่ f/5.6 จะมีแสงที่ผ่านไปกระทบพิล์มเป็น 2 เท่าของ f/8 และถ้าตั้งกล้องที่ f/5.6 ปริมาณของแสงบน

ฟิล์มจะลดลงเป็นจำนวนครึ่งของแสงที่เข้าเมื่อตั้งที่ f/4 ซึ่งถ้าเปิดช่องแสงเล็ก ก็ต้องเปิดเวลา
รับแสงให้นาน และถ้าเปิดให้ช่องรับแสงใหญ่ดองเปิดเวลาให้เร็ว โดยทั่วไปถ้าใช้ F-STOP
มากขึ้นความคมชัดของภาพก็จะดีขึ้นโดยเฉพาะบริเวณมุมภาพ ดังนั้นจึงนิยมใช้ช่องรับแสงที่
เล็กที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เลนซ์กล้องถ่ายภาพทางอากาศส่วนใหญ่จะมีช่องรับแสง f/4 ถึง
f/5.6

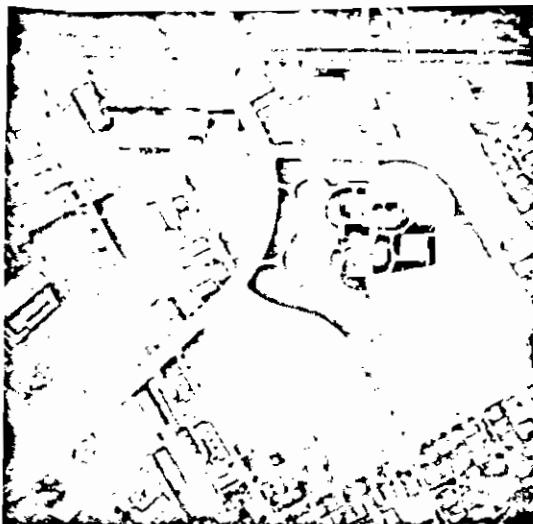


รูปที่ 16.4 MULTILENS FRAME CAMERA แบบหนา

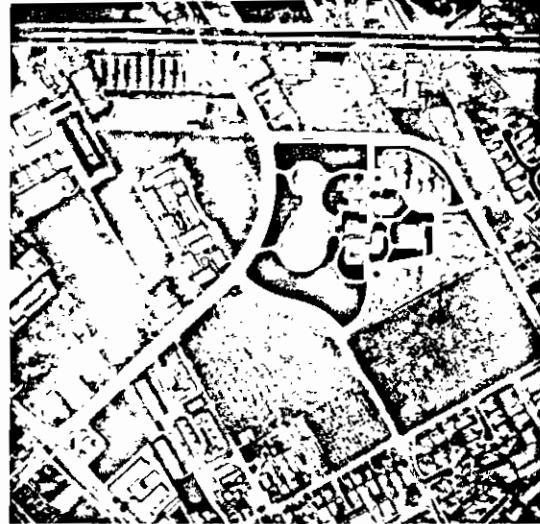


รูปที่ 16.5 เครื่องมือ COLOUR ADDITIVE VIEWER

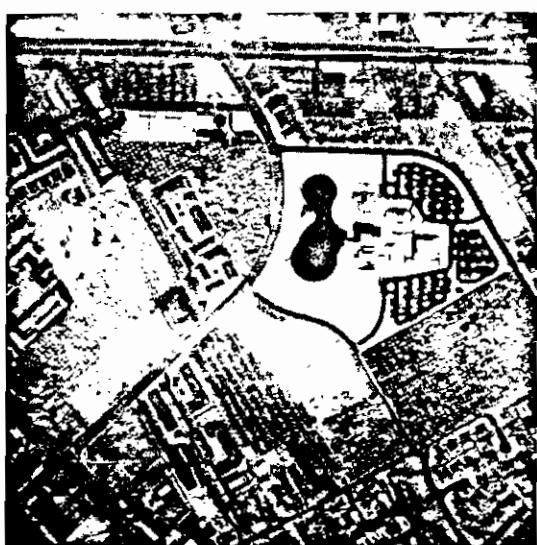
1. Red



2. Blue



4. Infrared



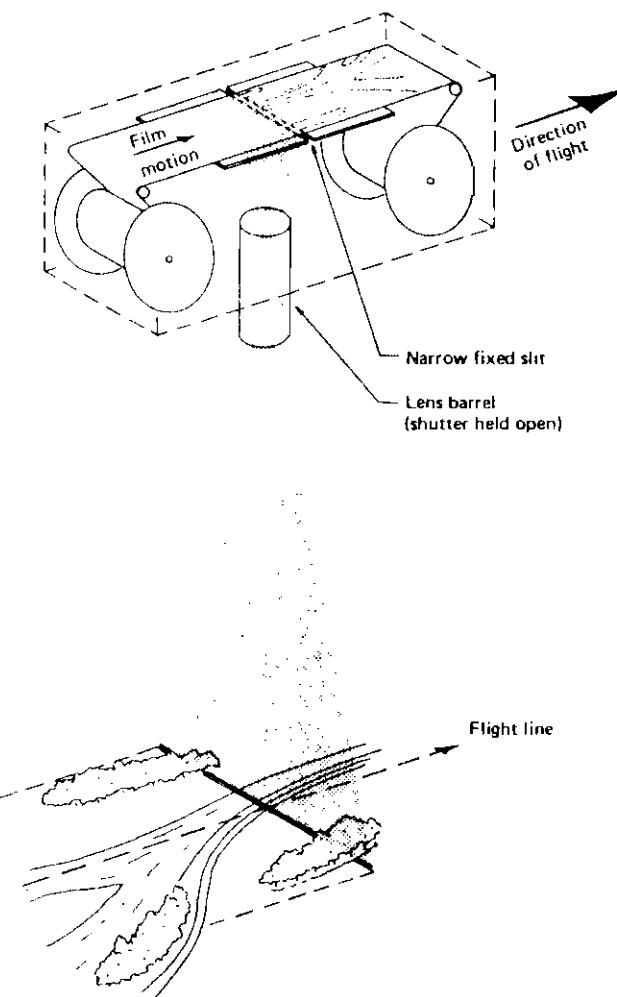
3. Green



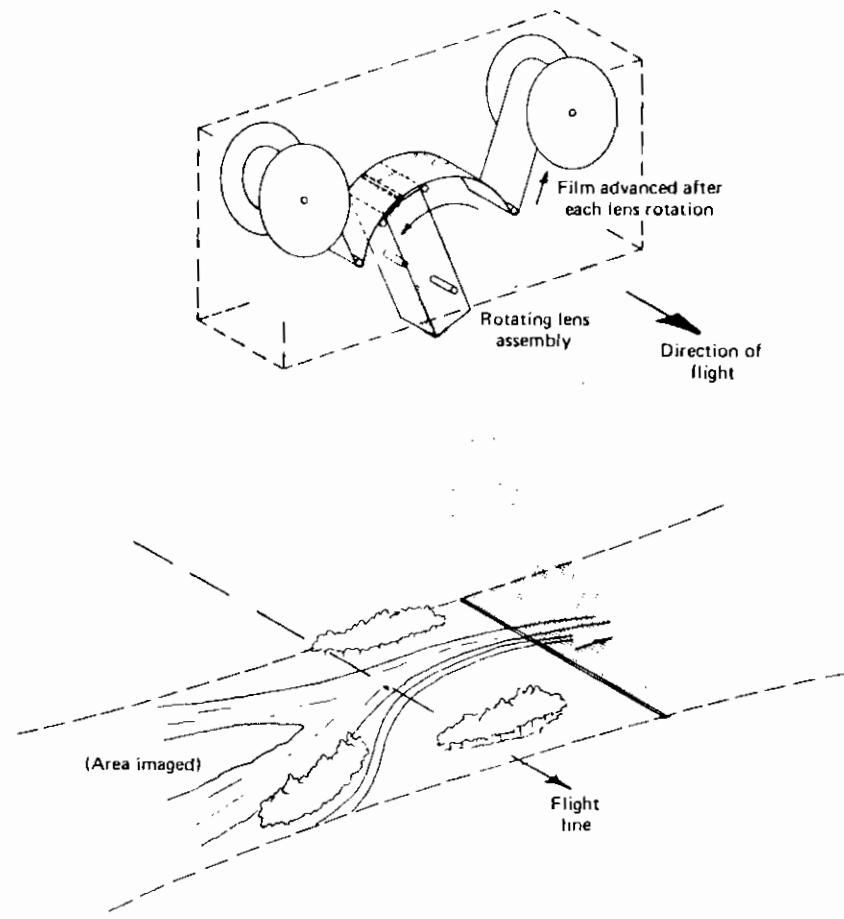
รูปที่ 10.6 ภาพ MULTIBANDS โดยใช้ฟิล์มขาวดำอินฟราเรดและใช้ฟิลเตอร์ต่างกัน

สำหรับชัตเตอร์จะคงอยู่ควบคุมเวลาของแสงที่จะผ่านเลนซ์เข้าไปปกกระหบฟิล์มในระยะเวลาที่จำกัด หากช่วงเวลานานแสงก็จะผ่านไปได้มาก หากช่วงเวลาสั้นแสงก็จะผ่านไปได้น้อย ปกติชัตเตอร์จะปิดอยู่ต่อลดเวลาจะเปิดก็ต่อเมื่อเปิดให้แสงเข้าเท่านั้น การเปิดปิดชัตเตอร์จำกัดความเร็วด้วยการจัดเป็นเศษส่วนของวินาที คือ $1/2$, $1/5$, $1/10$, $1/25$, $1/50$, $1/100$, $1/1000$ บันทึกส่องจะเขียนด้วยเลขไว้แทนเศษส่วน คือ 2 , 5 , 10 , 25 , 50 , 100 , 1000 การถ่ายภาพจำเป็นต้องดึงให้ได้อะแพร์และความเร็วชัตเตอร์สัมพันธ์กัน ถ้ามีการเปลี่ยนก็ต้องเปลี่ยนตามไปด้วยกัน การดึงเลนซ์ $1/100$ วินาทีกับ $f/4$ จะให้แสงผ่านเข้าเท่ากับดึงเลนซ์ที่ $1/25$ กับ $f/8$ หรือ $1/400$ กับ $f/1.4$ การเปิดหน้ากล้องถ่ายภาพจะสนับสนุนให้ถ่ายภาพที่เคลื่อนไหวด้วยความเร็วเพื่อกันไม่ให้เกิดการไหวของภาพ และการเปิดหน้ากล้องให้กว้าง หรือ F-STOP เป็นตัวเลขน้อยช่วยให้แสงเข้ามากยังพิล์มมากขึ้นซึ่งจำเป็นในขณะที่ถ่ายภาพมีแสงสว่างน้อย นอกจากนั้นการเปิดได้อะแพร์ยังต้องสัมพันธ์กับการโฟกัสและการดึงระยะชัดลึก (DEPTH OF FIELD) เพื่อจะได้ภาพที่คมชัดเจน กล้องถ่ายภาพทางอากาศที่ดึงดังบนเครื่องบินที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วขณะบินถ่ายภาพนั้น ถ้าใช้เวลาในการถ่ายภาพนานหรือบินถ่ายในระยะด้วยจะได้ภาพที่พร่าไม่คมชัด จึงจำเป็นต้องใช้เวลาในการเปิดชัตเตอร์สั้นมากขณะทำการถ่ายภาพ และการใช้เวลาช่วงสั้น ๆ นี้จะลดผลเสียหายอันเกิดจากการสั่นสะเทือนที่จะมีต่อกุญแจของภาพด้วย ความเร็วชัตเตอร์ของกล้องถ่ายภาพทางอากาศส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง $1/100$ หรือ $1/1000$ วินาที

2. MULTILENS FRAME CAMERA กล้องแบบนี้มีคุณสมบัติพื้นฐานมาจาก FRAME CAMERA เว้นแต่กล้องชนิดนี้มีเลนซ์ตั้งแต่สองหรือมากกว่าสองเลนซ์ขึ้นไป และมีการใช้พิล์มและฟิลเตอร์ที่แตกต่างกันด้วย การถ่ายภาพจะถ่ายที่เดียวพร้อม ๆ กันสองภาพหรือมากกว่านั้น รูปที่ 16.6 เป็นภาพที่ได้จากกล้อง MULTILENS โดยใช้พิล์มขาวดำอินฟราเรดและใช้ฟิลเตอร์ต่างกันหรือเรียงภาพที่ได้นี้ว่าภาพ MULTI-BANDS ปัญหาสำคัญในการใช้ภาพถ่ายเหล่านี้ก็คือการวิเคราะห์ภาพในบริเวณเดียวกันหลาย ๆ ภาพ จึงได้มีการประดิษฐ์เครื่องมือเช่น COLOUR ADDITIVE VIEWER เพื่อช่วยในการแปลงวิเคราะห์ภาพเหล่านี้



รูปที่ 18.7 การถ่ายภาพแนว STRIP CAMERA



รูปที่ 16.8 การถ่ายภาพของ PANORAMIC CAMERA

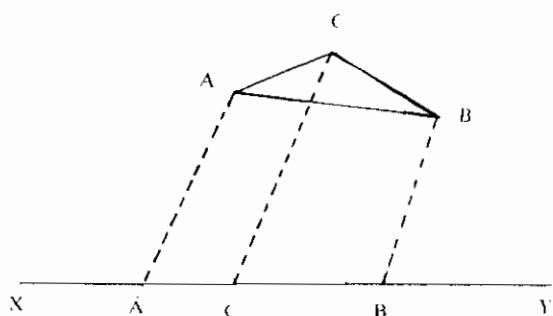
3. STRIP CAMERA เป็นกล้องที่สามารถถ่ายภาพต่อเนื่องเป็นแนวในทิศทางเดียว กันแนวนิ่น กล้องแบบนี้ออกแบบให้ฟิล์มเคลื่อนที่ผ่านช่อง (SLIT) เล็ก ๆ บนพื้นภาพของตัวกล้อง โดยให้ความเร็วของฟิล์มดังกล่าวเท่ากับความเร็วของเครื่องบิน ชัตเตอร์ของกล้องจะเปิดตลอดเวลาที่มีการถ่ายภาพ กล้องถ่ายภาพประเภทนี้ใช้ถ่ายภาพในความสูงไม่มากนัก จึงได้รายละเอียดในภาพมากกว่าภาพที่ได้จาก FRAME CAMERA ดิ่มกล้องประเภทนี้จะใช้ถ่ายภาพเพื่อศึกษารายละเอียดที่มีความยาว เช่น เพื่อใช้เลือกแนวทางสำหรับการสร้างทางรถไฟ ถนน การวางท่อน้ำมัน แต่ปัจจุบันกล้องประเภทนี้ไม่นิยมใช้ เพราะมีกล้องประเภทอื่นใช้ได้ผลดีกว่ามาก

4. PANORAMIC CAMERA กล้องประเภทนี้จะถ่ายภาพเป็นแนวของภูมิประเทศจากขอบฟ้าด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง ซึ่งแนวของรูปที่ได้จะอยู่ในลักษณะที่กว้างกับแนวบินในรูปที่ 16.8 แสดงการถ่ายภาพของ PANORAMIC CAMERA เมื่อเปรียบเทียบกับ FRAME CAMERA และ PANORAMIC CAMERA จะถ่ายภาพคลุมพื้นที่กว้างกว่า ภาพจะมีรายละเอียดมากกว่า แต่มีข้อเสียที่มีความคลาดเคลื่อนแห่งอยู่ ไม่มีความเที่ยงตรงทางเรขาคณิต มาตรารส่วนของภาพจะแตกต่างกันมาก บริเวณใกล้ริมขอบห้องสองของภาพจะย่อเล็กลงมาก

16.2 ชนิดของการฉายแสง (TYPE OF PROJECTION)

แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

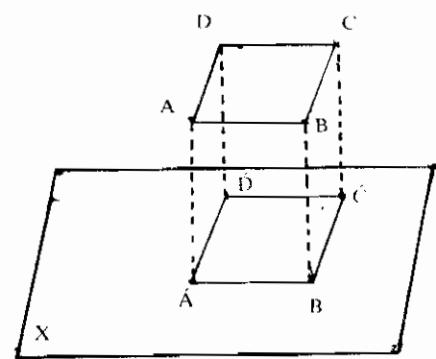
1. PARALLEL PROJECTION



รูปที่ 16.9 PARALLEL PROJECTION

จากรูปที่ 16.9 สามเหลี่ยม ABC ที่ฉายลงบนเส้น XY PROJECTION A-bar, B-bar, C-bar ทุกเส้นจะขนานกันหมด

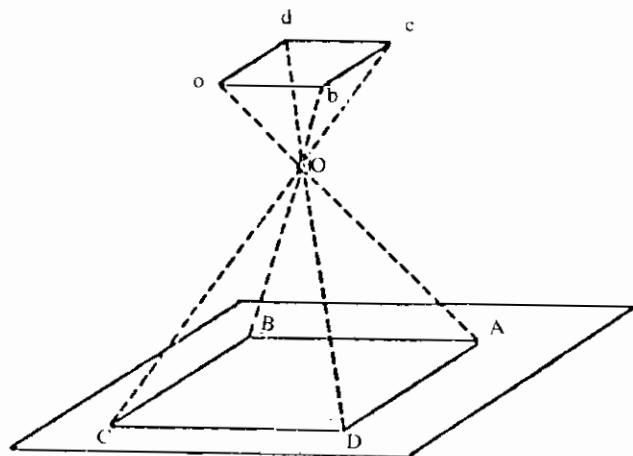
2. ORTHOGONAL PROJECTION



รูปที่ 16.10 ORTHOGONAL PROJECTION

การฉายแสงวิธีนี้ ลำแสงของสี่เหลี่ยม ABCD จะหายตั้งหากกับพื้นภาพ

3. CENTRAL PROJECTION การฉายแสงวิธีนี้ลำแสงทุกเส้นจะฉายผ่านจุด PERSPECTIVE CENTER (ดูคำอธิบาย PERSPECTIVE CENTER ในบทที่ 18) และการถ่ายภาพทางอากาศที่ถ่ายด้วยกล้องถ่ายภาพจากเครื่องบิน โดยใช้เลนซ์รวมแสงให้ปรากฏบนแผ่นฟิล์มนั้นจัดเป็นการซึ่งทรัลโปรเจคชัน



รูปที่ 16.11 CENTRAL PROJECTION

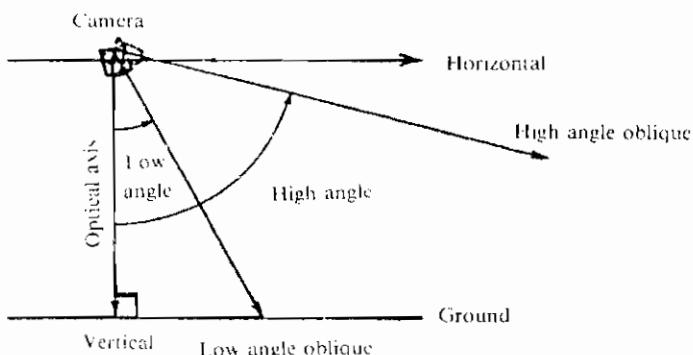
จากรูปที่ 16.11 จะเห็นว่าแสงทั้งหมดจะส่องผ่านจุดคงที่ คือจุด O หรือ PERSPECTIVE CENTER จุด a, b, c และ d บนแผ่นฟิล์มจะสัมพันธ์กับจุด A, B, C และ D บนพื้นภูมิประเทศจริง กรรมวิธีดังกล่าวนี้ทำให้ภาพถ่ายที่ได้มามาตรاس่วนไม่เท่ากัน จะเห็นได้ชัดในภาพถ่ายเฉียงมากกว่าภาพถ่ายตั้ง มาตรас่วนในภาพถ่ายจะแตกต่างจากด้านหน้าไปยังด้านหลัง และจากริมด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง ผิดกับการทำแผนที่ซึ่งเป็น ORTHOGONAL PROJECTION การโปรเจคชันอยู่ในลักษณะที่ตั้งจาก ดังนั้นมาตรас่วนบนแผนที่จะเท่ากันตลอด

16.3 ประเภทของภาพถ่ายทางอากาศ

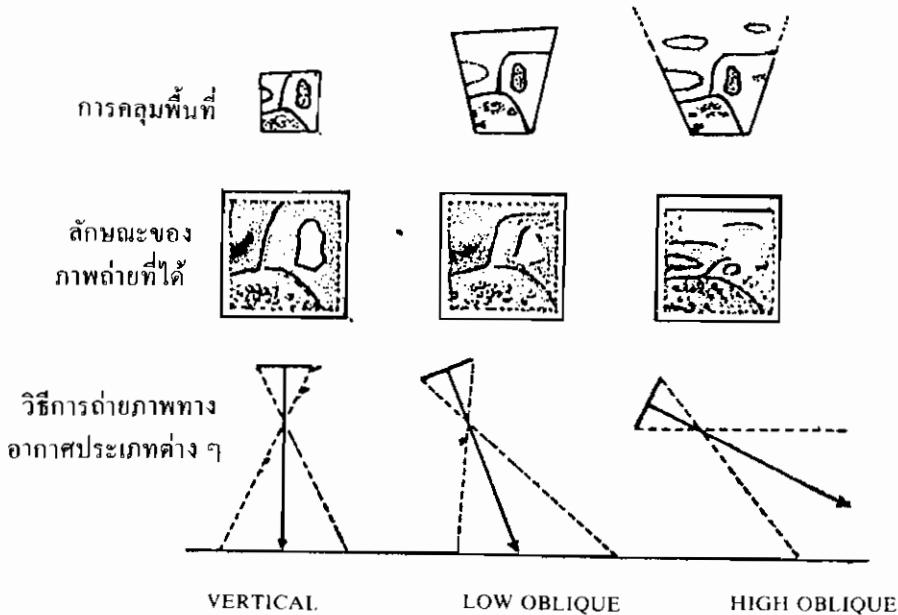
ภาพถ่ายทางอากาศที่ถ่ายด้วยกล้องแบบ FRAME CAMERA จำแนกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. ภาพถ่ายตั้ง (VERTICAL PHOTOGRAPH)
2. ภาพถ่ายเฉียง (OBLIQUE PHOTOGRAPH)

ภาพถ่ายดิ่ง คือภาพที่ถ่ายโดยให้แกนกล้องอยู่ในแนวตั้ง หรือเกือบจะตั้งกับพื้นผิวของลักษณะภูมิประเทศ อย่างไรก็ตามเป็นการยกที่จะได้ภาพถ่ายดิ่งจริง ๆ เพราะแนวแกนกล้องมักจะเอียงจากแนวตั้งเนื่องจากการเอียงหรือการเบนของเครื่องบินโดยไม่สามารถควบคุมได้ เมื่อแกนกล้องเอียงเพียงเล็กน้อยจากแนวตั้งภาพที่ได้จะเป็นภาพเอียง (TILT PHOTOGRAPH) การเอียงโดยไม่เจตนา ถ้าไม่เกิน 3-4 องศา แล้วในทางปฏิบัติถือว่าภาพถ่ายเอียง ถังกล่าวเป็นภาพถ่ายใกล้ดิ่ง (NEAR VERTICAL PHOTOGRAPH) หรือภาพถ่ายดิ่ง ภาพถ่ายดิ่งที่ถ่ายบนพื้นที่ราบจะใช้แทนแผนที่ได้ แต่ถ้าถ่ายบนพื้นที่ไม่ราบรื่นจะใช้แทนแผนที่ไม่ได้ ภาพถ่ายดิ่งเป็นภาพที่ผลิตได้ไม่ยากราคาไม่แพงมาก สามารถนำมาศึกษาหรือดูให้เห็นเป็นภาพสามมิติได้จึงนำมาใช้ศึกษาในงานด้านต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง เช่น ศึกษาลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะของดินและการใช้ที่ดิน ชนิดของพืชพรรณธรรมชาติ การหาพื้นที่ รูปแบบของระบบแม่น้ำและการวัดหาพื้นที่ รวมทั้งใช้ในการคำนวณรังวัดจากภาพถ่ายและงานแปลงความหมายเพื่อใช้ในกิจการต่าง ๆ เป็นต้น ภาพถ่ายทางอากาศที่จะศึกษาในหนังสือเล่มนี้ก็คือ ภาพถ่ายดิ่งนี้เอง



รูปที่ 16.12 เปรียบเทียบมุมที่แนวแกนกล้องทำกับแนวระดับเมื่อถ่ายภาพดิ่ง ภาพถ่ายเอียงต่ำและภาพถ่ายเอียงสูง



รูปที่ 18.13 สักษณะของภาพถ่ายดิจิทัล ภาพถ่ายเฉียงและการคุณพื้นที่

ภาพถ่ายเฉียง เป็นภาพที่ถ่ายโดยที่แกนกล้องเอียงจากแนวตั้งแยกเป็น 2 ชนิด

1. ภาพถ่ายเฉียงสูง (HIGH OBLIQUE PHOTOGRAPH) เป็นภาพถ่ายที่เห็นขอบฟ้า ปรากฏอยู่บนภาพด้วย

2. ภาพถ่ายเฉียงต่ำ (LOW OBLIQUE PHOTOGRAPH) เป็นภาพถ่ายที่ไม่ปรากฏขอบฟ้าบนภาพ

เนื่องจากภาพถ่ายเฉียงมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นมาก จึงไม่นิยมนำมาใช้ในการคำนวณรังวัตจากภาพถ่าย แต่สามารถนำมาใช้ในงานแปลภาพถ่ายในบางกรณี ภาพถ่ายประเทกนีมีลักษณะคล้ายคลึงกับภาพปกติที่มองเห็นด้วยสายตาคนเรา ภาพถ่ายเฉียงใช้ช่วยในการศึกษาด้านต่าง ๆ เช่น ศึกษาลักษณะภูมิประเทศและพื้นที่ลุ่มน้ำในระดับความสูงไม่มาก การจำแนกพื้นที่พรพรรณธรรมชาติ การศึกษาเกี่ยวกับชุมชน และชนบทเป็นต้น



รูปที่ 16.14 ภาพถ่ายดึง



รูปที่ 16.15 ภาพถ่ายเฉียงค่า



รูปที่ 16.16 ภาพถ่ายเฉียงซูง

ข้อเปรียบเทียบระหว่างภาพถ่ายดิจิทัลและภาพถ่ายเฉียง

	ภาพถ่ายดิจิทัล	ภาพถ่ายเฉียงตัว	ภาพถ่ายเฉียงสูง
1. คุณลักษณะ	ความเรียง (TILT-T)	ไม่ปรากฏของผ้าใบ ภาพ	ปรากฏของผ้าใบ ภาพ
2. การคลุมพื้นที่	น้อยที่สุด	มาก	มากที่สุด
3. พื้นที่	เป็นรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส	เป็นรูปสี่เหลี่ยมคงหมู่	เป็นรูปสี่เหลี่ยมคงหมู่
4. มาตราส่วน	เกือบท่ากันสม่ำเสมอ	ลดลงจากด้านหน้าไป ด้านหลังแต่เปลี่ยน แปลงน้อยกว่าภาพ ถ่ายเฉียงสูง	ลดลงจากด้านหน้าไป ด้านหลังมาก
5. ความแตกต่างเมื่อ เปรียบเทียบกับ แผนที่	น้อยที่สุด	มาก	มากที่สุด
6. อื่น ๆ	ทำแผนที่ง่ายที่สุด		ประยุ้ดรายจ่าย เหมาะสมหัวรับพิจารณา ภูมิประเทศทั่วไป

ความสามารถจะถ่ายภาพดิจิทัลและภาพเฉียงพร้อมกันได้โดยใช้กล้องที่มีตั้งแต่สองเลนซ์ขึ้นไปถ่ายภาพพร้อมกัน ตัวอย่างเช่น ภาพถ่าย TRIMETOGON ที่ใช้ในกองทัพอากาศสหรัฐอเมริกานั้น ใช้ระบบกล้องสามกล้อง ซึ่งประกอบด้วยกล้องด้านกลางจะถ่ายดิจิทัลลงมา ในขณะที่อีกสองกล้องจะถ่ายทำมุม 30 องศาจากแนวбинไปทางซ้ายและทางขวา ภาพถ่ายทั้งสามที่ได้จะคลุมพื้นที่จากขอบผ้าด้านหนึ่งไปยังขอบผ้าอีกด้านหนึ่ง หรือกล้องเก้าเลนซ์ (NINE - LENS CAMERA) ของ U.S. COAST AND GEODETIC SURVEY ซึ่งเลนซ์กลางจะถ่ายดิจิทัลมาล้อมรอบด้วยเลนซ์ที่เหลือจะถ่ายภาพทำมุม 38 องศาจากแนวดิจิทัล อย่างไรก็ตามภาพที่ได้จากกล้องหลายเลนซ์ต่าง ๆ เหล่านี้ไม่เหมาะสมที่จะใช้ทำแผนที่ เพราะมีลักษณะทางเรขาคณิตที่ค่อนข้าง слับซับซ้อน แต่ยังนิยมใช้ทางด้านการทหาร

การถ่ายภาพดึงอาจถ่ายเป็นภาพเดี่ยว เป็นแนว (STRIP) หรือเป็นบล็อก (BLOCK) การถ่ายภาพเดี่ยวไม่นิยมถ่าย เพราะจำเป็นจะต้องถ่ายพื้นที่ที่จะศึกษาทั้งหมดให้อยู่ในภาพเดียวเท่านั้น ซึ่งจะทำได้เมื่อพื้นที่มีขนาดเล็กหรือถ่ายด้วยมาตราส่วนที่เล็กมากเท่านั้น

การถ่ายเป็นแนว หมายถึง การถ่ายภาพพื้นที่ทั้งหมดให้คุณอยู่ในกลุ่มภาพที่ถ่ายในแนวบินเดียวกัน การถ่ายภาพแบบนี้จะถ่ายด้วยมาตราส่วนใหญ่เพื่อใช้ในการสำรวจ หรือทางรถไฟ เป็นต้น

การถ่ายภาพส่วนใหญ่จะถ่ายเป็นบล็อก กล่าวคือเครื่องบินจะบินถ่ายไปและย้อนกลับมาตามแนวบินที่ตรงและนานกันด้วย ใน การถ่ายแต่ละแนวบินจะถ่ายภาพให้มีการเหลือมล้ากับภาพถัดไปและในภาพของแนวบินข้างเคียงด้วย การเลือกทิศทางของแนวบินจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ขนาดและรูปร่างของพื้นที่ที่จะถ่ายภาพทิศทางและมุมของดวงอาทิตย์ เป็นต้น

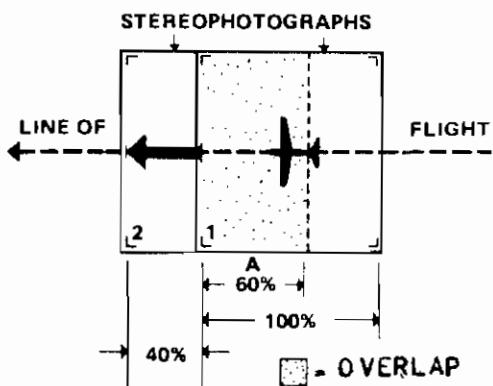
ภาพถ่ายทางอากาศที่ใช้โดยทั่วไปจะอัดบนกระดาษอัดภาพ 2 ชนิด คือ บาง (SINGLE WEIGHT) และหนา (DOUBLE WEIGHT) กระดาษชนิดบางอาจจะถูกขาดง่าย ภาพที่ใช้กระดาษบางชนิดที่ไม่หดโดยทั่วไปจะใช้ทำภาพถ่ายต่อ (MOSAIC) เพราะดัดได้ง่ายกว่า และไม่โค้งอ ส่วนภาพถ่ายที่ใช้กระดาษหนาจะได้ปรีบในข้อที่ว่าใช้งานได้ทนทานกว่า เช่น หมายที่จะใช้ในการออกแบบสนาม การขยายภาพถ่ายเดี่ยว ๆ ก็มักจะใช้กระดาษแบบหนา ความก้าวหน้าทางด้านการใช้พลาสติกและรากาที่ถูกกลง ทำให้มีการใช้แผ่นโพลีเอสเตอร์ (POLYESTER) ในการผลิตภาพถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายที่ใช้แผ่นโพลีเอสเตอร์นี้จะกันน้ำ และไม่มีกีกขาดง่ายจึงเหมาะสมที่จะใช้ในการออกแบบสนามมากที่สุดแต่มีข้อเสียปรีบในแบบที่มีราคาแพงกว่าการใช้กระดาษประมาณครึ่งหนึ่ง

ภาพถ่ายที่ใช้อาจจะมีผิวภาพทึบมันและด้านหรือกึ่งด้าน ภาพถ่ายที่ใช้กระดาษบางอาจจะอัดเป็นภาพทึบผิวมัน ด้านหรือกึ่งด้าน ภาพถ่ายที่ใช้กระดาษหนาโดยทั่วไปจะอัดได้ภาพผิวด้านหรือกึ่งด้าน ส่วนภาพถ่ายที่ใช้แผ่นโพลีเอสเตอร์จะทำเป็นภาพผิวกึ่งด้าน ภาพถ่ายผิวมันจะให้ความคมของภาพมากกว่าผิวด้าน จึงทำให้ภาพถ่ายผิวมันเหมาะสมที่จะใช้ในงานแปลภาพถ่ายและในการอัดภาพซึ่งมากกว่าภาพถ่ายผิวด้าน ส่วนภาพถ่ายผิวด้านหรือกึ่งด้านนั้น สะดวกที่จะใช้น้ำหมึก ดินสอสีหรือดินสอย่างอ่อน ๆ ลากทำเครื่องหมายบนภาพมากกว่า ภาพผิวมันซึ่งจะต้องใช้หมึกพิเศษหรือดินสอ GREASE จึงจะลากเครื่องหมายให้เห็นได้ชัด

16.4 การถ่ายภาพเหลือมล้ำ

การถ่ายภาพแต่ละภาพจะคลุมพื้นที่จำกัดซึ่งจะขึ้นอยู่กับขนาดของมุมรับภาพและระยะสูงบินของเครื่องบิน กล้องแบบมุมกว้างจะสามารถถ่ายคลุมพื้นที่ได้กว้างกว่ากล้องแบบมุมธรรมชาติ และเมื่อบินถ่ายภาพในระยะสูงขึ้นก็จะถ่ายภาพคลุมพื้นที่ได้มากขึ้นตามตารางด้านล่าง จะเล็กลงตามตัวอย่าง

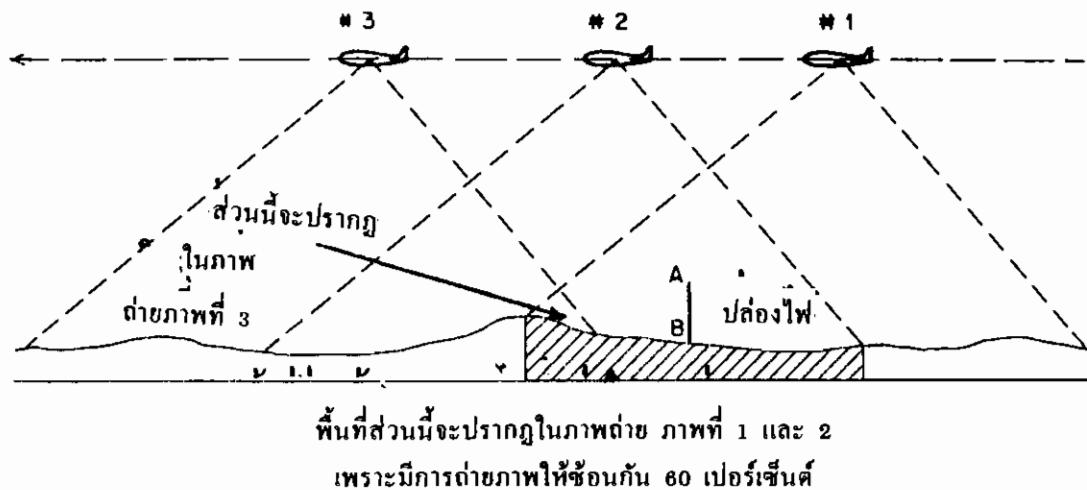
การถ่ายภาพจะถ่ายไปตามแนวบิน (FLIGHT LINE) โดยจะถ่ายให้ภาพเหลือมล้ำ หรือซ้อนกันกับภาพถัดไปที่เรียกว่า “OVERLAP” หรือ “ENDLAP” โดยทั่วไปจะถ่ายให้ภาพซ้อนกับภาพถัดไปประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ การถ่ายให้มีพื้นที่ซ้อนกันในเปอร์เซ็นต์สูงกว่านี้จะใช้เฉพาะในบางกรณีเท่านั้น



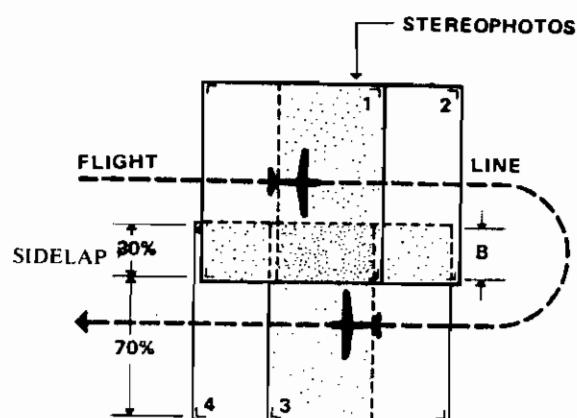
รูปที่ 16.17 การถ่ายภาพให้มี OVERLAP

การถ่ายภาพให้ซ้อนกัน 60 เปอร์เซ็นต์จะเห็นว่า ระหว่างภาพที่ 1 และภาพที่ 3 ยังมีส่วนพื้นที่ซ้อนกันอยู่อีก 10 เปอร์เซ็นต์ดังในรูปที่ 16.17 ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าแม้จะถ่ายภาพที่ 2 ขาดไปหนึ่งภาพ การถ่ายภาพก็ยังครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด นอกจากนั้นยังให้มีการถ่ายซ้อนกันในแนวบินข้างเคียงประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์ และเรียกว่า “SIDELAP” การถ่ายให้ซ้อนกันนอกจากเพื่อจะได้แน่ใจว่าได้มีการถ่ายคลุมพื้นที่ทั้งหมดแล้วยังเพื่อให้มีบริเวณที่ซ้อนกันซึ่งจะใช้มองภาพสามมิติหรือภาพทรายทรง (STEREOMODEL) ได้ และจะเป็นส่วนที่ใช้แปลเพื่อศึกษาหาข้อมูลต่าง ๆ

การถ่ายภาพ



รูปที่ 16.18



รูปที่ 16.19 การถ่ายภาพให้มี SIDELAP

16.5 การวางแผนการบินถ่ายภาพทางอากาศ

ความต้องการภาพถ่ายในบริเวณที่ต้องการจะศึกษาเกิดขึ้นได้ในหลายกรณี เช่น ในบริเวณนั้นอาจจะไม่เคยมีภาพถ่ายมาก่อนเลย หรือมีแต่ลักษณะเกินกว่าที่จะนำมาใช้ได้ หรือภาพถ่ายที่มีอยู่อาจทำการถ่ายในฤดูกาลที่ผิดจุดประสงค์ของผู้ใช้ เช่น มีภาพถ่ายที่ถ่ายเพื่อใช้ทำแผนที่ลักษณะภูมิประเทศ ซึ่งจะถ่ายในฤดูที่มีพืชพรรณธรรมชาติปกคลุมน้อย ทำให้ภาพถ่ายดังกล่าวไม่เหมาะสมกับผู้ใช้ที่ต้องการวิเคราะห์เกี่ยวกับพืชพรรณธรรมชาติ ยิ่งกว่านั้น ภาพถ่ายที่มีอยู่อาจจะมีมาตรฐานไม่เหมาะสมกับงานที่ประสงค์จะทำหรืออาจเป็นภาพที่ถ่ายด้วยพิล์มที่ไม่เหมาะสม เช่นผู้วิเคราะห์ต้องการภาพสีผิดธรรมชาติของบริเวณที่ทำการศึกษา แต่พบว่ามีเพียงภาพขาวดำเท่านั้น หรือผู้ใช้ต้องการภาพถ่ายที่ใช้พิล์ม ฟิลเตอร์และการถ่ายพิเศษ ซึ่งภาพที่มีอยู่แล้วไม่อาจสนองความต้องการได้

เมื่อมีความต้องการภาพถ่ายใหม่ ๆ ผู้ใช้จำเป็นต้องเข้าไปมีส่วนในการวางแผนของคนผู้วางแผนด้วย เรื่องต่าง ๆ ที่จะต้องคำนึงถึงในการวางแผนการบินถ่ายภาพที่สำคัญคือ อากาศ สภาพอากาศที่ไม่ดี เช่น มีฝน พายุจัด หมอก เมฆ หรือแสงสว่างไม่พอຍ่อมมีผลทำให้ต้องเลื่อนการบินถ่ายภาพได้ ในหลาย ๆ บริเวณตลอดระยะเวลาหนึ่งปีจะมีเพียงไม่กี่วันที่เหมาะสมในการถ่ายภาพมากที่สุด เพื่อถือประโยชน์จากวันที่อากาศดีนี้อาจต้องทำการถ่ายภาพหลาย ๆ โครงการในวันเดียวกัน โดยทั่วไปจะทำการบินถ่ายภาพระหว่าง 10 นาฬิกาตอนเช้าและ 14 นาฬิกาในตอนบ่าย เพราะได้รับแสงสว่างมากที่สุด และมีเงาอยู่ที่สุด นอกจากนั้นต้องคำนึงถึงระบบไฟกั๊งของกล้องที่ใช้ ขนาดและมาตรฐานของภาพถ่าย พื้นที่ภูมิประเทศที่จะถ่ายภาพ ระยะสูงบินเฉลี่ยจากบริเวณที่จะถ่ายภาพ เปอร์เซ็นต์ OVERLAP และ SIDELAP ที่ต้องการความเร็วของเครื่องบินที่ใช้เป็นต้น

จากข้อกำหนดต่าง ๆ ดังได้กล่าวแล้ว คนผู้วางแผนจะต้องทำการคำนวณ และทำแผนที่แนวบินให้กับคนผู้บินถ่ายภาพเพื่อแสดง

1. ระยะสูงบินจากการตั้งน้ำหนะเลปานกลางจากบริเวณที่จะถ่ายภาพ
2. ตำแหน่งทิศทาง และจำนวนแนวบินของบริเวณที่จะถ่ายภาพ
3. ช่วงระยะห่างของการเปิดหน้ากล้องถ่ายภาพแต่ละครั้ง
4. จำนวนภาพที่จะถ่ายในแต่ละแนวบิน
5. จำนวนภาพที่ต้องถ่ายทั้งหมด

เราอาจใช้ภาพถ่ายเก่า ดัชนีภาพถ่ายต่อ (INDEX MOSAIC) หรือแม้แต่ภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อวางแผนการบินถ่ายภาพได้ (รายละเอียดการคำนวณต่าง ๆ เพื่อเตรียมการวางแผนการบินดูได้ในบทที่ 18)

16.6 การบินถ่ายภาพทางอากาศ

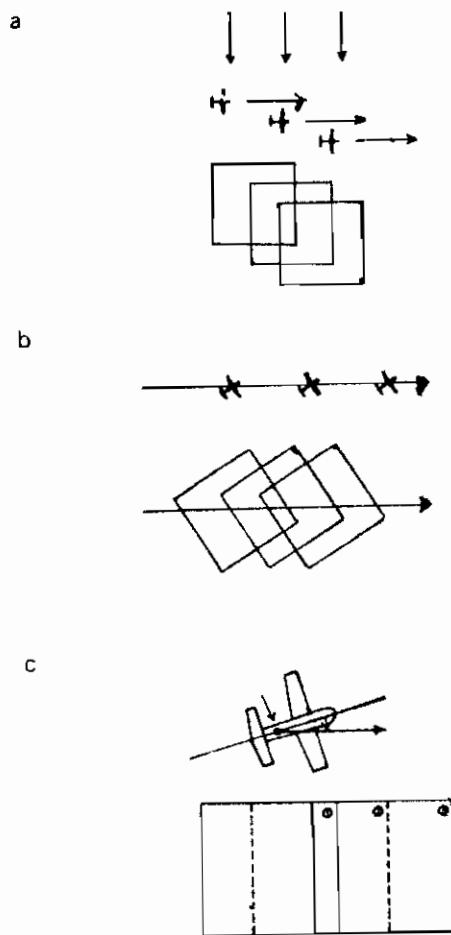
การที่จะได้ภาพถ่ายทางอากาศที่ดีควรจะทำการถ่ายภาพในสภาพดีไปนี้คือ

1. เครื่องบินต้องบินในแนวตรงและรักษาความเร็วสม่ำเสมอไว้เพื่อจะถ่ายภาพให้มี OVERLAP 60 เปอร์เซ็นต์ตลอดแนวบิน
2. เครื่องบินต้องหมุนด้วยระบบที่กำหนดไว้และจะต้องรักษาแนวบินต่อไปให้ขนานกับแนวบินแรก และถ่ายภาพให้มี SIDELAP ประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์ตลอดแนว
3. ต้องรักษาระยะสูงบิน (FLYING HEIGHT) ตามที่กำหนดไว้โดยตลอด
4. กล้องถ่ายภาพดองไม่มีอียง (TILT) ในขณะถ่ายภาพ

การที่จะบินถ่ายภาพในสภาพดังกล่าวนี้ คณะผู้บินถ่ายภาพจะต้องมีความชำนาญในการบินอย่างมาก โดยทั่วไปเป็นการยกเพระเมื่อทำการบินถ่ายภาพในระดับสูง ๆ กระแสน้ำที่แรงจะพัดเข้าหาเครื่องบินทำให้เครื่องบินบินเฉอกอกไปออกแนวบินที่กำหนดไว้ซึ่งมีผลทำให้ลดปริมาณพื้นที่ที่จะถ่ายครอบคลุมลงดังในรูปที่ 16.20 a และ b ปัญหานี้นักบินจะแก้ไขด้วยการหมุนกล้องถ่ายภาพทางอากาศเพื่อแก้ความเบน (DRIFT) จนกระทั่งสามารถถ่ายภาพไปตามแนวบินที่กำหนดไว้ซึ่งช่วยให้ได้ภาพถ่ายที่สมบูรณ์ขึ้นดังในรูปที่ 14.20 c

ในการถ่ายภาพทางอากาศจะกระทำในขณะที่เครื่องบินกำลังเคลื่อนที่ ฉะนั้นจะเกิดการไหของภาพขึ้นซึ่งจะปรากฏให้เห็นในภาพถ่ายหรือไม่ขึ้นอยู่กับมาตราส่วนของภาพถ่ายโดยเหตุที่สายตาของมนุษย์ไม่สามารถมองเห็นความคลาดเคลื่อนที่เล็กกว่า 0.05 มิลลิเมตร ดังนั้นการไหของภาพจะเห็นชัดในภาพถ่ายมาตราส่วนใหญ่เท่านั้น

ในปัจจุบันเพื่อแก้ไขความผิดพลาดต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นในขณะถ่ายภาพ จึงมีการติดตั้งเครื่องมือช่วยต่าง ๆ พร้อมไปกับกล้องถ่ายภาพทางอากาศด้วย เพื่อจะได้ทราบข้อมูลอื่น ๆ ในขณะเครื่องบินบินถ่ายภาพ เครื่องมือเหล่านี้ได้แก่ STATOSCOPE, AIRBORNE PROFILE RECORDER (APR), HORIZON CAMERA, GYROSCOPE เครื่อง STATOSCOPE เป็นเครื่องมือที่มีความไวกว่าเครื่องมือบอกร่องรอยระยะสูงบิน (ALTIMETER) STATOSCOPE จะใช้ช่วยวัดความแตกต่างของความกดอากาศที่สัมพันธ์กับการถ่ายภาพ ๆ แรก โดยลักษณะนี้เรา



รูปที่ 16.20

๙.๒๖ การช้อนของภาพถ่ายทางอากาศเมื่อเกิดการเบนขึ้น

การช้อนของภาพถ่ายทางอากาศภายหลังจากการหมุนปรับกล้องถ่ายภาพทางอากาศจะสามารถทราบความแตกต่างของระดับสูงบินจากระดับน้ำทะเลเป็นกลางในขณะบินตามแนวบินเพื่อถ่ายภาพ ทำให้สามารถกำหนดระดับสูงบินไม่ให้ต่ำหรือสูงเกิน 1-2 เมตรได้ เครื่อง AIRBORNE PROFILE RECORDER ใช้เรดาร์ส่งจากเครื่องบินลงมายังพื้นผิวภูมิประเทศแล้วจะสะท้อนกลับไปยังเครื่องรับ ระยะเวลาที่สัญญาณเรดาร์เดินทางไปและกลับจะถูกบันทึกไว้ซึ่งจะแปลงเป็นระดับสูงบินจากเครื่องบินกับพื้นผิวภูมิประเทศได้ ถ้าบันทึกค่าความสูงนี้ไว้ตลอดระยะเวลาทำการบินก็จะสร้างภาพหน้าตัด (PROFILE) ของลักษณะภูมิประเทศจากระดับน้ำ

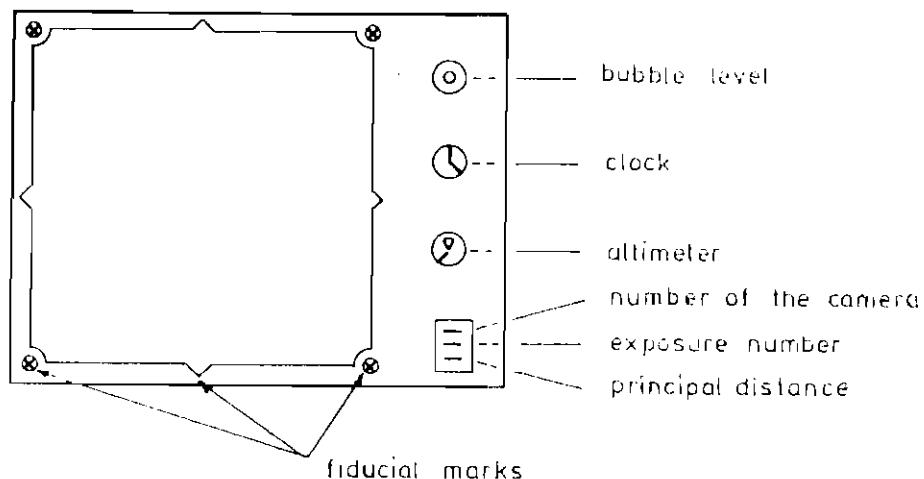
จะเลปานกลางได้ และถ้านำเขารายละเอียดความแตกต่างของระยะสูงบินที่บันทึกโดยเครื่อง STATOSCOPE มาใช้ร่วมด้วยแล้วก็จะช่วยให้การทำภาพตัดของลักษณะภูมิประเทศถูกต้องมากยิ่งขึ้น HORIZON CAMERA ใช้ร่วมกับกล้องถ่ายภาพทางอากาศ เพื่อถ่ายภาพของขอบฟ้าซึ่งช่วยให้ทราบการเอียงของเครื่องบินโดยประมาณ ส่วน GYROSCOPE จะใช้เพื่อช่วยให้กล้องถ่ายภาพอยู่ในลักษณะคงที่และรักษาแนวตั้ง และยังช่วยวัดความเอียงของกล้องจากแนวตั้งด้วย เครื่องมือค้าง ๆ เหล่านี้จะช่วยในการจัดวางภาพถ่ายคู่ให้ถูกต้องเมื่อนำมาใช้งานโดยเฉพาะในงานรังวัดภาพถ่ายจากทางอากาศ แต่เป็นเครื่องมือที่ทำให้ราคาภาพถ่ายทางอากาศสูงขึ้นด้วย

16.7 ขนาดและรายละเอียดบนภาพถ่ายทางอากาศ

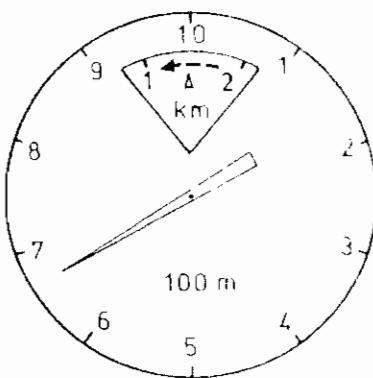
ขนาดของภาพถ่ายทางอากาศที่ผลิตขึ้นใช้มากที่สุด คือ ขนาด 9×9 นิ้ว (23×23 เซนติเมตร)

รายละเอียดบนภาพถ่ายที่สำคัญนั้นจะถ่ายให้ด้วยบันพิล์มถ่ายภาพทางอากาศ ขณะเปิดหน้ากล้องทำการถ่ายภาพแต่ละภาพ รายละเอียดดังกล่าวมี

1. ภาพฟองระดับ (BUBBLE LEVEL) ใช้สำหรับการเอียงของภาพถ่าย โดยประมาณ ถ้าไม่มีการเอียงเกิดขึ้นฟองระดับควรอยู่ ณ จุดศูนย์กลาง



รูปที่ 16.21 รายละเอียดบนภาพถ่ายทางอากาศ



รูปที่ 16.22 แสดงหน้าปัด ALTIMETER ระยะสูงบินในภพนี้ประมาณ 1,670 เมตร

2. ภพหน้าปัดนาฬิกา (CLOCK) ใช้เวลาขณะเปิดหน้ากล้องถ่ายภาพ เพื่อการวิเคราะห์เงาของวัตถุที่ปรากฏบนภาพถ่าย และยังช่วยในการบอกทิศด้วย เช่น ถ้าหน้าปัดนาฬิกาแสดงเวลาเช้าทิศทางที่เงาซึ่งเป็นทิศตะวันตก เป็นต้น

3. ภพหน้าปัด (ALTIMETER) ใช้สำหรับระยะสูงบินโดยประมาณ เพื่อช่วยในการคำนวณหาความสูงของภาพถ่าย

4. ภพตัวเลขแสดงค่า (PRINCIPAL DISTANCE ของเลนซ์กล้องถ่ายภาพทางอากาศ ค่านี้อาจใช้แทนค่าระยะโฟกัส (FOCAL LENGTH) ใน การคำนวณหาความสูงได้)

5. เครื่องหมายในลักษณะต่าง ๆ กันซึ่งอาจจะอยู่ตรงมุม หรือกึ่งกลางของขอบภาพ เรียกว่า FIDUCIAL MARKS ซึ่งจะช่วยในการหาจุดกึ่งกลาง (PRINCIPAL POINT) และแนวบินของเครื่องบิน (ตามความเป็นจริงเส้นตรงที่ต่อระหว่างจุด FIDUCIAL ทั้งสองเรียกว่า FIDUCIAL CENTER) แต่สำหรับกล้องถ่ายภาพที่ได้รับการปรับแก้ตีแล้วจุดนี้จะทับสนิทกับ PRINCIPAL POINT)

6. ตัวเลขแสดง RUNNING NUMBER ของภาพถ่าย

7. วัน เดือน ปี ที่ทำการถ่ายภาพ ทำให้ทราบถึงฤดูกาลที่ทำการถ่ายภาพ นอกจากนี้ยังมีรายละเอียดที่เขียนเพิ่มเติมบนฟิล์มถ่ายภาพทางอากาศ ก่อนที่จะนำไปพิมพ์เป็นภาพ เช่น หมายเลขภาพถ่าย เลขและอักษรระบุข้อความการบิน หน่วยที่ถ่ายภาพ เป็นต้น

รายละเอียดอาจจะมีมากกว่านี้ขึ้นอยู่กับความจำเป็นและความสำคัญที่ผู้ใช้และผู้ผลิตภาพถ่ายทางอากาศจะได้กลุ่มร่วมกัน

16.8 ภาพถ่ายต่อ (MOSAIC)

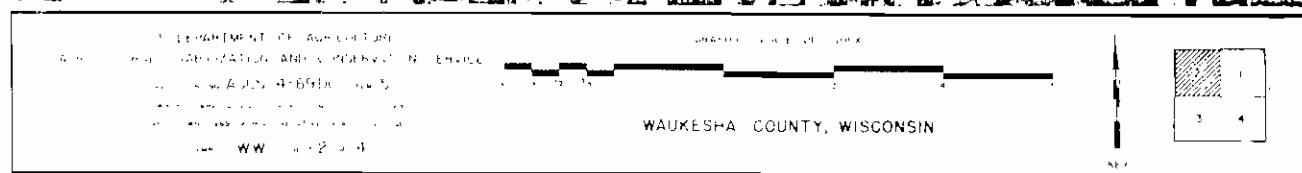
เป็นการประกอบภาพถ่ายทางอากาศเดียว ๆ จำนวนมากเข้าด้วยกันเพื่อทำเป็นภาพถ่ายต่อเนื่องภาพเดียวทั้งพื้นที่ที่ทำการถ่ายภาพ ภาพถ่ายต่อมักนิยมทำจากภาพถ่ายทางอากาศแบบภาพเดียว ภาพถ่ายต่อที่สร้างขึ้นอย่างดีจะมีลักษณะทั่วไปเหมือนภาพถ่ายใหญ่ที่มาภาพถ่ายต่อแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท

1. ภาพถ่ายต่อแบบไม่ควบคุม (UNCONTROLLED MOSAIC) หมายถึง MOSAIC ที่ได้จากการต่อภาพถ่ายทางอากาศกันเข้าโดยไม่คำนึงถึงจุดบังคับภาคพื้นดิน (CONTROLLED POINT) เนื่องจากไม่ได้ปรับแก้ภาพถ่ายเดียวที่ใช้ให้มีมาตรฐานเดียวกันทั้งหมด และความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการเอียงของกล้อง และความแตกต่างของระดับความสูงในภูมิประเทศยังคงอยู่ ดังนั้นภาพถ่ายต่อแบบไม่ควบคุมจึงไม่ถูกต้องมากนัก การแก้ไขให้มีข้อผิดพลาดน้อยลงอาจทำได้โดยเลือกใช้เฉพาะบริเวณส่วนกลางของภาพถ่าย ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนน้อยมาก

2. ภาพถ่ายต่อแบบบังคับควบคุม (SEMI - CONTROLLED MOSAIC) หมายถึง MOSAIC ที่ได้จากการต่อภาพถ่ายทางอากาศกันเข้าโดยมีจุดบังคับภาคพื้นดินจำกัดหรือไม่ทั่วพื้นที่ เนื่องจากภาพถ่ายที่ใช้ยังไม่ได้ปรับแก้มาตรฐานและความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการเอียงและความสูงต่างของภูมิประเทศ จึงยังเป็นภาพถ่ายต่อที่ไม่ถูกต้องที่เดียว

3. ภาพถ่ายต่อแบบควบคุม (CONTROLLED MOSAIC) หมายถึง MOSAIC ที่ได้จากการต่อภาพถ่ายทางอากาศกันเข้าโดยมีจุดบังคับภาคพื้นดินกระจายทั่วพื้นที่ ภาพถ่ายที่นำมาใช้ได้มีการปรับแก้ให้มีมาตรฐานเดียวกันรวมทั้งปรับแก้เนื่องจากการเอียงของกล้องในขณะถ่ายภาพด้วย ภาพถ่ายต่อประเภทนี้เป็นแบบที่ถูกต้องที่สุดในทั้งสามแบบ

ภาพถ่ายต่อเหมาะสมที่จะใช้ในการวางแผนการใช้ที่ดิน และโครงการทางวิศวกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจออกแบบโครงการสร้างใหญ่ ๆ เราอาจใช้ภาพถ่ายต่อแทนแผนที่ในการสำรวจด้วยภูมิประเทศ และอาจใช้ลงรายละเอียดผังแบบและเกณฑ์กำหนดการก่อสร้างลงบนภาพถ่ายต่อได้โดยตรง ซึ่งช่วยให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายได้มากโดยไม่ทำให้ความถูกต้องลดลงเลย นอกจากนั้นภาพถ่ายต่อยังมีประโยชน์ในงานอื่น ๆ อีกมาก เช่น ใช้ศึกษารายละเอียดทางธรณีวิทยา ใช้สำรวจทรัพยากรธรรมชาติ บันทึกการเดินทางของเมืองบันทึกแนวเขตกรรมสิทธิ์ที่ดิน เป็นต้น



รูปที่ 16.28 ภาพถ่ายต่อ (MOSAIC)

สรุป

กล้องถ่ายภาพทางอากาศที่ใช้กันในปัจจุบันพัฒนามาจากกล้องบื้อกซ์แบบรูเบ็ม โดยคิดค้นนำเลนซ์มาใช้แทนรูเบ็ม รวมทั้งการพัฒนาเทคโนโลยีต่าง ๆ อีกหลายด้านจนทำให้กล้องชนิดนี้ มีประสิทธิภาพในการถ่ายภาพสูงมาก กล้องถ่ายภาพทางอากาศที่ใช้กันมีหลายประเภทที่สำคัญคือ SINGLE LENS FRAME CAMERA, MULTILENS FRAME CAMERA, STRIP CAMERA และ PANORMIC CAMERA ที่ใช้กันมากที่สุดคือ SINGLE LENS FRAME CAMERA กล้องประเภทนี้จะประกอบด้วยเลนซ์ที่มีความยาวโฟกัสหรือระยะโฟกัสต่างกัน (ระยะโฟกัสคือระยะจากเลนซ์ถึงฟิล์ม) และระยะโฟกัสนี้จะแตกต่างไปตามมุมรับภาพ กล่าวคือถ้าระยะโฟกัสยิ่งยาวขึ้นมุมรับภาพก็จะยิ่งเล็กลง เราอาจแบ่งกล้องแบบนี้ตามมุมรับภาพออกเป็น มุมกว้างมาก (superwide angle) มุมกว้าง (wide angle) และมุมธรรมชาติ (normal angle) กล้องชนิดมุมกว้างนิยมใช้กันมากที่สุดโดยมีมุมรับภาพประมาณ 75-100 องศา และระยะโฟกัสประมาณ 150 มิลลิเมตร การถ่ายภาพทางอากาศโดยใช้กล้องมุมรับภาพต่างกันจะให้ผลแตกต่างกัน เช่น กล้องถ่ายภาพที่มีระยะโฟกัสยาวขึ้นจะช่วยลดความคลาดเคลื่อนอันเนื่องจากความสูงต่างของภูมิประเทศได้ดีขึ้น แต่จะครอบคลุมพื้นที่ถ่ายภาพได้น้อยลง

ในการถ่ายภาพด้วยกล้องถ่ายภาพทางอากาศ โดยใช้เลนซ์รวมแสงให้ไปปรากฏบนแผ่นฟิล์มจัดเป็นการฉายแสงแบบ CENTRAL PROJECTION กรรมวิธีดังกล่าวนี้ทำให้ภาพถ่ายที่ได้มีมาตรฐานไม่เท่ากันทั้งภาพ ซึ่งผิดกับการทำแผนที่ที่ใช้การฉายแสงแบบ ORTHOGONAL PROJECTION และมีผลให้มาตรฐานบนแผนที่เท่ากันตลอด

ภาพถ่ายทางอากาศจำแนกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่คือ ภาพถ่ายดิจิตอลและภาพถ่ายเดียว ภาพถ่ายดิจิตอลเป็นภาพที่ถ่ายโดยแนวแกนกล้องจะอยู่ในแนวเดียวหรือเกือบจะเดียวกันพื้นผิวภูมิประเทศโดยอ้างได้ไม่เกิน 3-4 องศา จัดเป็นภาพถ่ายที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดจึงใช้กันมากที่สุด และสิ่งที่จะกล่าวในตำราเล่มนี้ก็ควรหันมาดูในหน้าปั๊มภูมิประเทศ ในการที่แนวแกนกล้องอ้างจากแนวเดียวเกิน 3-4 องศาอาจจะได้ภาพถ่ายเดียว ถ้าอ้างจนเห็นขอบฟ้าปรากฏในภาพจะเรียกว่า ภาพถ่ายเดียวสูง ถ้าไม่ปรากฏขอบฟ้าในภาพจะเรียกว่า ภาพถ่ายเดียวต่ำ การถ่ายภาพจะถ่ายไปตามแนวบินโดยให้เหลือมล้าหรือซ้อนกับภาพถัดไปในแนวบินเดียวกันประมาณ 60% และซ้อนกันในแนวบินข้างเคียงประมาณ 20-30% เพื่อประโยชน์ในการนำรีเวณที่ซ้อนกันมาประกอบดูเป็นภาพสามมิติหรือภาพทรงตรงได้ และจะเป็นบริเวณที่ใช้อ่านแปลเพื่อศึกษาหาข้อมูลต่าง ๆ

ในการวางแผนการบินถ่ายภาพจำเป็นต้องทำแผนที่แนวบิน และการคำนวณรายละเอียดต่าง ๆ ที่จำเป็น รวมทั้งการวางแผนแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นในขณะบินถ่ายภาพ ให้แก่คณาจารย์บินถ่ายภาพ สำหรับภาพถ่ายทางอากาศที่ผลิตขึ้นมาใช้นั้นจะพบว่ามีรายละเอียด ข้อมูลประกอบอยู่บนขอบภาพถ่าย รายละเอียดที่สำคัญ เช่น ภาพฟองระดับเพื่อบอกว่ามีการ เอียงของกล้องถ่ายภาพขณะทำการถ่ายภาพเกิดขึ้นหรือไม่ หน้าปั๊มหน้าพิกัดเพื่อบอกเวลาขณะ ทำการถ่ายภาพ หน้าปั๊ม Altimeter เพื่อบอกค่าระยะความสูงของการบินนั้นจะกำหนดถ่าย ให้ติดอยู่บนฟิล์มถ่ายภาพทางอากาศขณะเปิดหน้ากากถ่องทำการถ่ายภาพแต่ละภาพ ส่วน รายละเอียดที่สำคัญของลงไปจะนำมาเขียนเพิ่มเติมบนฟิล์มภาพถ่ายทางอากาศก่อนที่จะนำไปพิมพ์เป็นภาพ

สำหรับภาพถ่ายทางอากาศที่ถ่ายคลุมพื้นที่กว้าง ๆ เมื่อนำมาประกอบกันจะทำให้ เกิดเป็นภาพถ่ายต่อเมื่อต่อเนื่องกันภาพถ่ายใหญ่ที่มาได้ ภาพถ่ายต่อแบบออกตามขั้นของ ความถูกต้องจากน้อยไปหามากตามลำดับดังนี้คือ ภาพถ่ายต่อแบบไม่ควบคุม ภาพถ่ายต่อแบบ กึ่งควบคุม และภาพถ่ายต่อแบบควบคุม ซึ่งภาพถ่ายต่อนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในงาน ด้านต่าง ๆ ได้มาก

คำถามท้ายบท

1. ลักษณะของภาพถ่ายดิจิทัลคือข้อใด?
 - 1) แกนของกล้องถ่ายภาพตั้งฉากกับพื้นโลก
 - 2) แกนของกล้องถ่ายภาพทำมุ่งมากกว่า 3 องศากับพื้นโลก
 - 3) แกนของกล้องถ่ายภาพทำมุ่งมากกว่า 10 องศากับพื้นโลก
 - 4) แกนของกล้องถ่ายภาพทำมุ่งมากกว่า 30 องศากับพื้นโลก
2. FOCAL LENGTH คือระยะที่วัดจาก
 - 1) เลนซ์ถึงฝาครอบกล้องถ่ายภาพ
 - 2) เลนซ์ถึงวัตถุที่ถ่ายทำ
 - 3) เลนซ์ถึงฟิล์ม
 - 4) เลนซ์ถึงแกนกล้อง
3. สิ่งที่ไม่จดอยู่ในรายละเอียดรอบข้อมูลวงภาพถ่ายคือ
 - 1) พองระดับ
 - 2) หน้าปักมั่นนาฬิกา
 - 3) วัน เดือน ปีที่ทำการถ่ายภาพ
 - 4) หน่วยที่ทำการถ่ายภาพ
4. ประโยชน์ที่สำคัญที่สุดของการถ่ายภาพทางอากาศให้มี OVERLAP และ SIDELAP คือ
 - 1) เพื่อความประทับใจ
 - 2) เพื่อนำไปใช้รูปภาพสามมิติ
 - 3) เพื่อความถูกต้องของรายละเอียด
 - 4) เพื่อไม่ให้ข้อมูลบางอย่างขาดหายไป
5. MOSAIC ในที่นี้หมายถึงอะไร?
 - 1) การนำเอาแผ่นกระเบื้องมาติดต่อกัน
 - 2) การนำแผนภูมิมาประกอบเป็นภาพ
 - 3) การนำภาพถ่ายทางอากาศทางตั้งมาติดต่อกัน
 - 4) การนำแผนที่ทางดิจิทัลมาติดต่อกัน

5. 3)

4. 2

3. 4)

2. 3)

1. 1)

ตอบ