

การสำรวจและออกแบบแนวสายส่งค้ำยสูง โดยเทคนิคการสำรวจด้วยภาพถ่าย



พินิต เล็ก อูษะสูต

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2527

ISBN 974-563-678-9

009408

117169598

A Photogrammetric Technique for Alignment Survey
and Location Design of High Voltage Transmission Lines

Major Lek Chudasuta

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Survey Engineering

Graduate School

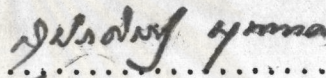
Chulalongkorn University

1984

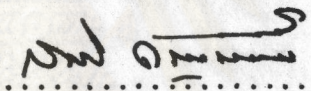
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การสำรวจและออกแบบแนวสายส่งค้ำยกสูง โดยเทคนิคการสำรวจด้วยภาพถ่าย
โดย พันตรี เล็ก จุฑะลุต
ภาควิชา วิศวกรรมสำรวจ
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.วิชา จิวาสัย

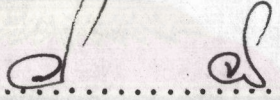


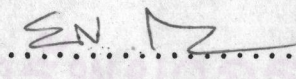
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

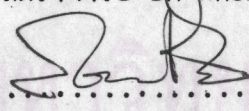

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุญาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์สมหญิง ตัญญาภรณ์)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชา จิวาสัย)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ยศ สักกะโกเศศ)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สวัสดิ์ชัย เกรียงไกรเพชร)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การสำรวจและออกแบบแนวสายส่งศักย์สูง โดยเทคนิคการสำรวจด้วย
 ภาพถ่าย

ชื่อนิสิต พันตรี เล็ก จุฑะสุด

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. วิชา จิวาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมสำรวจ

ปีการศึกษา 2526



บทคัดย่อ

การสำรวจเพื่อออกแบบเบื้องต้นของแนวสายส่งศักย์สูงในประเทศไทยที่ผ่านมาจะใช้
 การสำรวจทางภาคพื้นดิน วิธีการดังกล่าวนอกจากต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูงและอยู่ในท้องถิ่นแล้ว
 บางครั้งอาจมีปัญหาและอุปสรรคเกี่ยวกับที่ดินที่แนวสำรวจผ่าน อาทิ เช่น พื้นที่อันตรายจากอิทธิพล
 ในท้องถิ่นหรือผู้ก่อการร้าย เป็นต้น

งานวิจัยนี้ได้ทดลองนำเทคนิคการสำรวจด้วยภาพถ่ายมาใช้สำรวจออกแบบเบื้องต้น
 เพราะนอกจากจะหลีกเลี่ยงอุปสรรคและแก้ปัญหาบางประการได้แล้ว ยังสามารถศึกษาพื้นที่ได้
 กว้าง และพิจารณาได้หลาย ๆ แนว เพื่อให้ได้แนวที่เหมาะสม

การสำรวจแนวสายส่งด้วยเทคนิคของภาพถ่ายประกอบด้วย การบินถ่ายภาพตามแผน
 งานที่กำหนด การสำรวจทางจุดควบคุมภาคพื้นดิน การทำข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศ การสร้างรูป
 จำลองสามมิติ การจัดทำแผนที่และรูปตัดตามแนวด้วยเทคนิคการสำรวจด้วยภาพถ่าย เพื่อใช้
 ประกอบในการกำหนดตำแหน่งและความสูงเสา ตลอดจนเป็นแนวทางสำหรับประเมินการก่อน
 การก่อสร้างสายส่ง

แผนที่มาตราส่วน 1:2,500 และรูปตัดตามแนวมาตราส่วนทางตั้ง 1:500 ทำจากแถบ
 ของภาพถ่ายมาตราส่วน 1:8,000 สองแถบ คลุมพื้นที่เนินเขา ป่า และสวนยาง ประมาณ
 8.6 กิโลเมตร ประกอบด้วยรูปจำลอง 11 โมเดล มีจุดควบคุมภาคพื้นดินทางราบและทางตั้ง
 บริเวณต้น ตรงกลาง และปลาย ของแต่ละแถบ

การเปรียบเทียบจากแผนที่และรูปตัดตามแนวพบว่า การสำรวจด้วยเทคนิคภาพถ่าย
ให้ผลใกล้เคียงกับการสำรวจภาคพื้นดิน และให้ความถูกต้องทางราบกับทางตั้ง ประมาณ
0.70 และ 0.30 เมตร ตามลำดับ ซึ่งเพียงพอสำหรับงานเขียนแผนที่ในมาตราส่วน
1:2,500 และรูปตัดตามแนวมาตราส่วนทางตั้ง 1:500

การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายและระยะเวลาของการสำรวจทั้งสองแบบปรากฏว่า
การใช้เทคนิคของภาพถ่ายจะประหยัดกว่าและรวดเร็วกว่า เมื่อแนวสายส่งมีระยะมากกว่า
40 กม. ขึ้นไป ความแตกต่างในด้านค่าใช้จ่ายโดยประมาณแสดงในรูปสมการ โดยให้ Δy
เป็นความแตกต่าง ของค่าใช้จ่ายเป็นบาท และ x เป็นระยะทางของแนวสายเป็นกิโลเมตร
จะได้

$$\Delta y = -1,450 + 5,512.6(x - 20) - 13.3(x - 20)^2$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title A Photogrammetric Technique for Alignment Survey
and Location Design of High Voltage Transmission
Lines

Name Maj. Lek Chudasuta

Thesis Advisor Associate Professor Wicha Jiwalai, Ph.D

Department Survey Engineering

Academic Year 1983

ABSTRACT

Alignment survey and location design of high voltage transmission line in Thailand, so far, has been carried out by ground surveying. This technique is rather costly and requires a considerable amount of time-consuming fieldwork. Moreover, in some areas there are various problems and obstacles in the field along the proposed route eg. local dark power, sensitive area etc.

In this research an attempt was made to apply a photogrammetric technique for a preliminary survey and design. Its advantages are not only the solution to the said problems but also the provision of alternative route selection and wider coverage of the terrain.

The photogrammetric technique for alignment survey and location design consists of photographing the terrain along the planned route; establishing ground control; execution of aerial triangulation; restitution of stereo models; photogrammetric mapping and profiling. The plan and profile is then used for preliminary design of tower locations and tower heights. and construction cost

estimation.

The plan at scale 1:2,500 and profile with vertical scale 1:500 were derived from two strips of aerial photographs at scale 1:8,000 covering hilly terrain, forest and rubber plantation. The coverage along the centerline is about 8.6 kilometers and consists of 11 stereo-models. There are 3 bands of ground control in each strip i.e. one at the beginning, one in the middle, and one at the end.

When compare the plan and profile obtaining from photogrammetric survey to those from ground survey it was found that they are in good agreement. The accuracy from photogrammetric technique are 0.70 meter in planimetry and 0.30 meter in height which are sufficient for planimetric scale of 1:2,500 and height scale of 1:500.

From the comparison of cost and time between the two techniques, it was found that the photogrammetric technique is faster and more economic when the length of the route is more than 40 kilometers.

The difference in cost can approximately be described mathematically as

$$\Delta y = -1,450 + 5,512.6 (x - 20) - 13.3 (x - 20)^2$$

where Δy is the difference in cost (in Bahts) -

x is the length of the route (in kilometers)



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจทุก
ท่าน ที่ได้สั่งสอนให้ความรู้ คำแนะนำโดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เขียนขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์
ดร.วิชา จิวาลัย อาจารย์ที่ปรึกษา ที่กรุณาแนะนำแก้ไขในการเขียนโดยตลอด ขอ
ขอบพระคุณ ศาสตราจารย์สมหวัง ตัณฑลักษณ์, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ยศ สักขณโกเศศ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สวัสดิ์ชัย เกரியงไกรเพชร ที่ได้กรุณาแนะนำแนวในการดำเนินการและแก้ไข

ขอขอบพระคุณ กรมแผนที่ทหารและกรมการศึกษาวิเศษ กองบัญชาการทหารสูงสุด
ที่กรุณาอนุเคราะห์วัสดุ อุปกรณ์และทุนการศึกษาตามลำดับ ขอขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัยที่
กรุณาให้ทุนการวิจัย ขอขอบพระคุณ พ.อ.หญิง สิตรา ชูจินดา และ พ.ท.สัมพันธ์ กรตนากรณ
ที่เสนอโครงการและสนับสนุนให้ผู้เขียนและข้าราชการในหมวดรังวัดจากรูปถ่ายได้รับการศึกษา
ในระดับมหาบัณฑิต

ขอขอบพระคุณ พ.ท.ชวลิต นาคามดี, พ.ต.เรวัต สัตมณี และเจ้าหน้าที่ร่วมงาน
ที่ช่วยอนุเคราะห์ในด้านการศึกษาทางอากาศ ขอขอบพระคุณ พ.อ.โสภาส นิมมานพ,
พ.ท.สุรพล กระแสฉัตร ที่กรุณาอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับอุปกรณ์การสำรวจและภาพถ่าย
ขอขอบคุณ พ.ต.มานิช ประคัมสำนัต ที่กรุณาช่วยประมาณการค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการบินถ่าย
ภาพ ขอขอบคุณ ร.อ.อภิชาติ แล่งรุ่งเรือง และ ร.อ.ชุต พรหมเดช ที่ร่วมดำเนินการ
สำรวจในภูมิประเทศ ขอขอบคุณ ร.อ.หญิง วันเพ็ญ พัดพาดิ ที่ช่วยงานลงหมึกฯ

ขอขอบพระคุณ ดร.ประจวบ - คุณสุวิทย์ วรรณพฤกษ์ และคุณเกรียงศักดิ์ สันทรัตระกูล
พร้อมผู้ร่วมงานของบริษัทศรีอุทอง จำกัด ที่ช่วยอนุเคราะห์ค่าใช้จ่ายในระหว่างงานสนาม และ
ให้ความสะดวกในการดำเนินการตามลำดับ

ขอขอบพระคุณ คุณชำนาญ ธนากร, คุณกฤษฎา ฮิวปรีชา และเจ้าหน้าที่บางท่าน
ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ที่กรุณาให้ข้อมูลเกี่ยวกับงานสายส่งฯ ขอขอบคุณ คุณอารมณ โสคติอำรุง
และ คุณอรดี กาญจนภิ ที่กรุณาละเวลาช่วยพิมพ์วิทยานิพนธ์ ตลอดจนทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้
วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงด้วยดี

ล ำ ร ๒ ญ



	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ช
รายการตารางประกอบ	ค
รายการรูปประกอบ	บ
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและขั้นตอนของการสำรวจวางแผนล ำ ยล ำ งทางพื้นดิน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการนำ การสำรวจด้วย เทคนิคภาพถ่ายมา ใช้	2
1.3 ขอบเขตการศึกษาและวิ เ คราะห์	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยนี้	4
2 การสำรวจออกแบบแผนล ำ ยล ำ งค ำ ยล ำ งของทาง การไฟฟ้าผลิ ต	5
2.1 ศ ำ น ำ	5
2.2 ลักษณะข้อก ำหนดและ เงื่อนไขการวางล ำ ยล ำ ง	6
2.3 วิธี การสำรวจออกแบบล ำ ยล ำ งค ำ ยล ำ งโดยการสำรวจภาคพื้นดิน	7
2.4 เกณฑ์ก ำหนดของงานสำรวจ	8
2.5 อุปสรรคและปัญหาที่มัก จะเกิดขึ้นกับการสำรวจทางพื้นดิน	10
2.6 ข้อดี- ของการสำรวจโดย เทคนิคการสำรวจด้วยภาพถ่าย	12
3 หลักการและทฤษฎีที่ เกี่ยวข้อง ในการสำรวจด้วยภาพถ่าย	14
3.1 ศ ำ น ำ	14
3.2 การวางแผนงานในการสำรวจด้วย เทคนิคภาพถ่าย	17

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	3.2.1 การเลือกกำหนดแถบแนวสาย	17
	3.2.2 การวางแผนบินถ่ายภาพ	17
	3.2.3 การวางแผนกำหนดจุดควบคุมภาคพื้นดิน	18
3.3	การถ่ายภาพทางอากาศ	20
	3.3.1 กล้องถ่ายภาพทางอากาศ	20
	3.3.2 มาตรฐานส่วนของภาพถ่าย	20
3.4	จุดควบคุมภาคพื้นดินในงานภาพถ่าย	21
3.5	การขยายขยายสามเหลี่ยมทางอากาศ	23
	3.5.1 การเตรียมงานก่อนการทำขยายสามเหลี่ยม	25
	3.5.2 การทำขยายสามเหลี่ยมทางอากาศโดยรูปจำลองอิสระ	26
3.6	การปรับแก้ขยายสามเหลี่ยมด้วยวิธีการปรับแก้ทั้งบล็อคกับขยายสามเหลี่ยม โดยรูปจำลองอิสระ	29
4	วิธีดำเนินการวิจัย	32
	4.1 การวางแผนงาน	33
	4.2 การดำเนินงานถ่ายภาพทางอากาศ	35
	4.3 การสำรวจจุดควบคุมภาคพื้นดิน	38
	4.3.1 การสำรวจสังเขปตามแนวสายวงรอบ	40
	4.3.2 การวัดระยะยะและการวัดมุม	41
	4.3.3 การวัดแอซิมูทจากดวงอาทิตย์	42
	4.3.4 การถ่ายระดับด้วยกล้องระดับ	43
	4.3.5 การคำนวณการปรับแก้ค่ารั้งวัดจากกล้อง	43
4.4	การทำขยายสามเหลี่ยมทางอากาศและการปรับแก้	44
	4.4.1 การเลือกตำแหน่งจุดผ่าน	45
	4.4.2 การทำสำรบัญกลุ่มรูปจำลอง	45
	4.4.3 การถ่ายจุด	46

สำราญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4.4.4 การทำข้ายล้าวมเหลี่ยมทางอากาศโดยรูปจำลองอิสระ	47
4.4.5 การปรับแก้ค่าพิกัด	
4.5 การสร้างรูปจำลองและการเขียนแผนที่กับรูปตัดตามแนว	50
4.5.1 การเตรียมงานและสร้างรูปจำลองกลุ่มมิติ	51
4.5.2 การถ่ายทอดรายละเอียดทางราบ, ลงตำแหน่งเสา และ จุดอ้างอิง	53
4.5.3 การบันทึกและลงเส้นระดับตามแนว	54
4.6 การเปรียบเทียบความถูกต้องและค่าใช้จ่ายของการสำรวจแนวสายส่ง ทั้งสองวิธี	57
4.6.1 การเปรียบเทียบความถูกต้อง	57
4.6.1.1 ความถูกต้องของงานสำรวจด้วยภาพถ่าย	57
4.6.1.2 ความถูกต้องของงานสำรวจภาคพื้นดิน	60
4.6.2 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย	61
4.6.2.1 ค่าใช้จ่ายของการสำรวจด้วยเทคนิคภาพถ่าย	61
4.6.2.2 ค่าใช้จ่ายของการสำรวจทางภาคพื้นดิน	70
4.6.3 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการวางแนวสายระยะ 20 - 120 กม.	74
4.7 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการ	89
5 วิเคราะห์ผลและข้อเสนอนแนะ	92
5.1 สรุปลักษณะงานวิจัย	92
5.2 วิเคราะห์ผลและข้อเสนอนแนะ	93
เอกสารอ้างอิง	97
ภาคผนวก	99
ก. รูปงานรังวัดทางราบและทางตั้ง	99
ข. คำรังวัดงานวงรอบ	100
ค. การคำนวณงานวงรอบ	112

สารบัญ (ต่อ)

ภาคผนวก	หน้า
ง การคำนวณค่าระดับสูง	116
จ การวัดและคำนวณแอมป์ริส	139
ฉ การคำนวณตำแหน่งจุดศูนย์กลางท่อน้ำ	142
ช การปรับแก้ขยับลำกล้องเหลี่ยมทางอากาศด้วยโปรแกรม PAT M-43.....	144
ซ แสดงรายละเอียดของภูมิประเทศในแต่ละรูปจำลอง	157
ฌ สารบัญระวางแผนที่และรูปตัดตามแนว	168
ญ งานเขียนแผนที่และรูปตัดตามแนว	169
ประวัติ	174

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
4.1	แสดงการวัดมุมราบ	41
4.2	แสดงการวัดมุมตั้ง	42
4.3	แสดงการประมาณความถูกต้องของรูปสี่เหลี่ยม	58
4.4	แสดงผลความถูกต้องของงาน	61
4.5	การเปรียบเทียบงานสำรวจทั้ง 2 วิธี ในระยะ 60.5 ก.ม.	73
4.6	แสดงรายการค่าใช้จ่ายและเวลาในการสำรวจแนวสายส่งด้วยเทคนิค ภาพถ่าย	74
4.7	แสดงค่าใช้จ่ายและเวลาในการสำรวจแนวสายส่งทางภาคพื้นดิน	86
4.8	การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายและเวลาในการสำรวจแนวสายส่งแต่ละแบบ, ระยะ	87

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
2.1	แผนที่และรูปตัดตามแนวที่ได้จากการสำรวจภาคพื้นดิน	9
3.1	ขั้นตอนการสำรวจแนวสายส่งโดยเทคนิคภาพถ่าย	15
3.2	การวางจุดควบคุมทางราบกรณีที่ 1	19
3.3	การวางจุดควบคุมทางราบกรณีที่ 2	19
3.4	การวางจุดควบคุมภาคพื้นดินในบล็อค	19
3.5	รูปจำลองที่ต่อเข้ากันในลักษณะของแถบรูปจำลอง	27
3.6	รูปจำลองที่ประสานเป็นบล็อค	27
3.7	การหาพิกัดของจุดศูนย์กลางห้วค้ำของ เครื่องร่างแผนที่โดยวิธีสองระดับ ...	28
4.1	แสดงแนวสายส่งประมาณบนแผนที่มาตราส่วน 1:50,000	35
4.2	ดัชนีภาพถ่าย มาตราส่วน 1:15,000	36
4.3	ดัชนีภาพถ่าย มาตราส่วน 1:8,000	37
4.4	การวางตำแหน่งจุดควบคุมภาคพื้นดินในแถบของรูปจำลอง	38
4.5	การวัดระดับ	43
4.6	แสดงตำแหน่งของจุดในภาพถ่าย	46
	4.6.1 กราฟเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของการสำรวจแนวสายส่ง	88
4.7	สารบัญแสดงจุดควบคุมภาพถ่าย	91
5.1	ภาพคู่สามมิติแสดงแนวสายส่งและจุดอ้างอิง	96