บทที่ 3

หลอดไฟ โคมไฟ และการติดตั้งไฟถนน

หลอดไฟฟ้า เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่ให้แสงสว่าง ส่วนใหญ่เป็นแบบที่ให้กำเนิดแสงจากพลังงานไฟฟ้า คุณสมบัติที่สำคัญ และต้องคำนึงถึงเกี่ยวกับหลอดไฟฟ้าที่ใช้ส่องสว่างทั่วไปได้แก่ ฟลักซ์การส่องสว่าง ประสิทธิภาพการส่องสว่าง อายุการใช้งานของหลอด แบบของไส้หลอด ความทนทาน และความเหมาะสมในการใช้งานสีหรือสเปคตรัมของแสง ค่าทางไฟฟ้าในการใช้งาน

ประสิทธิภาพการส่องสว่างเป็นสิ่งสำคัญมาก และต้องคำนึงถึงการพัฒนาหลอดไฟฟ้าทุกแบบ พลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้กับหลอดส่วนใหญ่เปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน และบางส่วนของรังสีที่ตามองไม่เห็นเทคนิคใหม่ ๆ เช่น การเพิ่มอุณหภูมิทำงานของไส้หลอดให้สูงขึ้น หรือใช้หลอดก๊าซดีซชาร์จ ซึ่งเพิ่มสารบางชนิดเข้าไป สามารถทำให้เกิดส่วนของรังสีที่ตามองเห็นมากขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิผล (efficacy) การส่องสว่างและอายุการใช้งานของหลอดหลายแบบได้รับการพัฒนาให้มีอายุยาวขึ้น

หลอดไฟในอุดมคติที่มีแสงสีขาว และมีการแผ่รังสีตลอดทั้งสเปคตรัมเท่ากัน จะมีประสิทธิภาพการส่องสว่างสำหรับช่วงความยาวคลื่นจาก 380 ถึง 780 นาโนเมตร (nanometer ย่อว่า nm) เพียง 0.35 ซึ่งในทางทฤษฎีจะให้ค่าประสิทธิผลสูงสุด 238 ลูเมนต่อวัตต์

3.1 <u>หลอดไฟ</u> (Lamp)

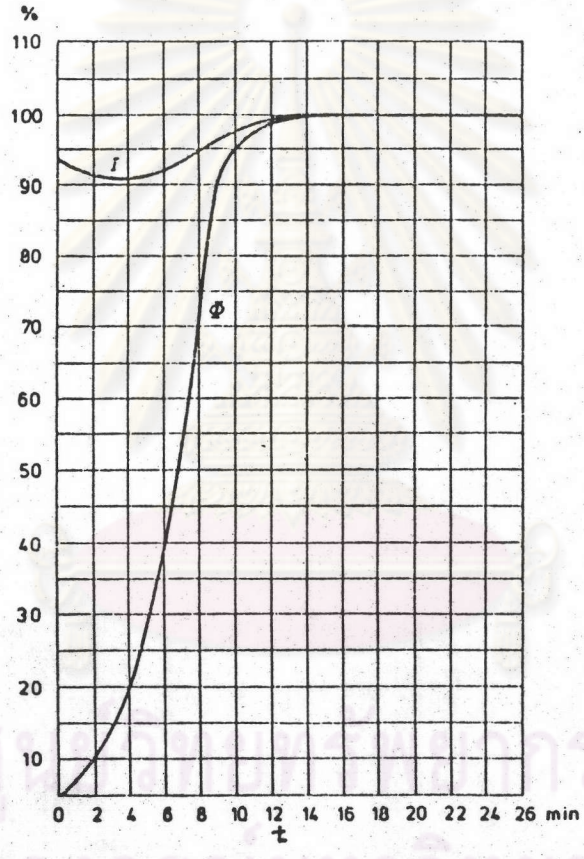
3.1.1 หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent)

หลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นหลอดไฟฟ้าแบบใช้ดีซชาร์จความดันไอปรอทต่ำมีผิวด้านในฉาบด้วยสารฟอสเฟอร์ มีประสิทธิผลการส่องสว่างประมาณ 30 ถึง 60 lm/w ปัจจุบันมักไม่นิยมใช้ติดตั้งไฟถนนสายสำคัญ ๆ ใช้เฉพาะถนนในชนบทเท่านั้น เนื่องจากมีขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับปริมาณแสงที่ส่องออกมา

3.1.2 หลอดโซเดียมความดันไอต่ำ (Low Pressure Sodium)

หลอดโซเดียมความดันไอต่ำเป็นหลอดไฟฟ้าแบบดีซชาร์จในไอโซเดียม ตัวหลอดดีซชาร์จ

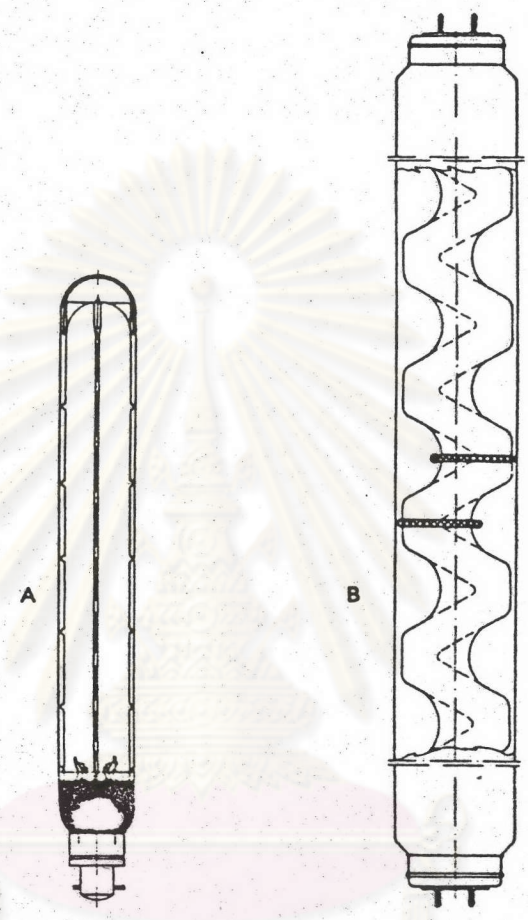
จะมีหลอดแก้วสวมครอบภายนอกอีกชั้นหนึ่ง ที่ผิวในของหลอดเคลือบด้วยวัสดุสะท้อนแสงอินฟราเรด แต่แสงอื่น ๆ ผ่านได้ดีทั้งนี้เพื่อเป็นฉนวนความร้อน และทำให้อุณหภูมิภายในหลอดดีซชาร์จสูงถึงประมาณ 350°C การถ่ายประจุในไอโซเดียมจะเกิดขึ้นได้ที่ความดันเพียง 10^{-3} ทอร์ แต่เนื่องจากโซเดียมในหลอดเย็นเป็นของแข็งและมีความดันไอต่ำมาก จำเป็นต้องเติมก๊าซบางชนิดในหลอด เช่น ก๊าซนีออน เพื่อช่วยในการจุดหลอดและเผาให้โซเดียมกลายเป็นไอ เวลาที่ใช้ในการจุดหลอดจนได้ฟลักซ์การส่องสว่างเต็มที่ประมาณ 10 ถึง 20 นาที ดูรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงกระแสใช้งาน (I) และฟลักซ์การส่องสว่าง (ø) ของหลอดโซเดียมความดันไอต่ำตั้งแต่เริ่มจุดหลอดใช้งาน

แสงที่ได้จากหลอดเป็นแสงสีเหลือง แบบโมโนโครเมติคมีความยาวคลื่น 588/589 nm เนื่องจากแสงเกือบทั้งหมด มีความยาวคลื่นในช่วงใกล้กับที่ตามีความไวต่อแสงสูงสุด เราจะได้ประสิทธิผลการส่องสว่างของหลอดชนิดนี้มีค่าสูงสุดสำหรับหลอดที่มีการฉนวนความร้อนดี ๆ จะมีประสิทธิผลการส่องสว่างเกิน 150 lm/w รูปที่ 3.2 แสดงให้เห็นส่วนต่าง ๆ ของหลอด

โซเดียมความดันไอต่ำแบบตัว ยู และแบบท่อยาว



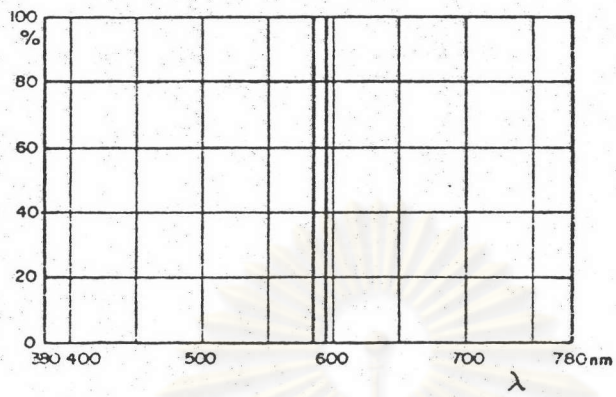
A = หลอดแบบขั้วเดียว หลอดดีซชาร์จตัวยู

B = หลอดยาวขั้วแบบหลอดฟลูออเรสเซนต์

รูปที่ 3.2 หลอดโซเดียมความดันไอต่ำ

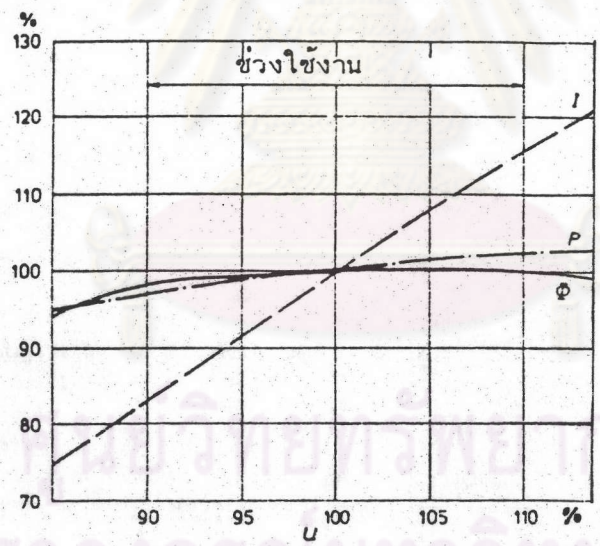
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความแรงรังสีทางสเปคตรัมของหลอดโซเดียมความดันไอต่ำแสดงในรูป 3.3



รูปที่ 3.3 ความแรงรังสีทางสเปคตรัมของหลอดโซเดียมความดันไอต่ำ

คุณสมบัติทางไฟฟ้าและแสงของหลอดโซเดียมความดันไอต่ำแสดงในรูป 3.4



รูปที่ 3.4 กระแสใช้งาน (I) กำลังไฟฟ้า (P) และฟลักซ์การส่องสว่าง (ø) ที่แรงดันไฟฟ้าต่าง ๆ ของหลอดโซเดียมความดันไอต่ำ

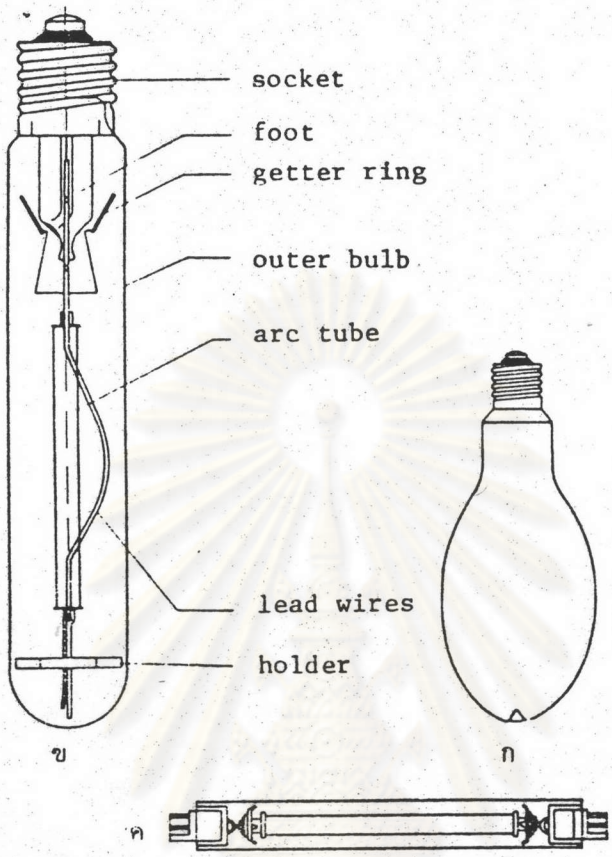
ตารางที่ 3.1 แสดงขนาดและค่าใช้งานต่าง ๆ ของหลอดโซเดียมความดันไอต่ำที่มีกำลังไฟฟ้าต่าง ๆ กัน

กำลังไฟฟ้าของหลอด	W	35	55	90	135	180	200
กำลังไฟฟ้ารวมอุปกรณ์ควบคุมกระแส	W	56	76	113	175	220	235
แรงดันไฟฟ้าใช้งาน	V	220/480	220/480	220/480	220/660	220/660	220
กระแสใช้งาน	A	1.4/0.6	1.4/0.6	2.1/0.9	3.1/0.9	3.1/0.9	2.3
เพาเวอร์แฟคเตอร์	cos φ	0.18	0.25	0.25	0.26	0.32	0.46
แคปซิเตอร์แก้-เพาเวอร์แฟคเตอร์ cos φ = 0.85	μF	19	18	27	39	37	18.5
แคปซิเตอร์แก้-เพาเวอร์แฟคเตอร์ cos φ = 0.9	μF	20	19	28	41	39	21
แคปซิเตอร์แก้-เพาเวอร์แฟคเตอร์ cos φ = 0.95	μF	22	21	31	46	44	25
ฟลักซ์การส่องสว่าง	lm	4600	7700	12 700	21 500	33 000	31 000
ประสิทธิผลการส่องสว่างรวม-อุปกรณ์ควบคุมกระแส	lm/W	82	100	110	123	150	132
ความส่องสว่างเฉลี่ย	cd/cm^2	10	10	10	10	10	8
เส้นผ่าศูนย์กลาง	mm	54	54	68	68	68	45
ความยาว	mm	310	425	528	775	1120	1200
ขั้วหลอด		Bj 22 d	Bj 22d	Bj 22 d	Bj 22 d	Bj 22 d	G 13

3.1.3 หลอดโซเดียมความดันไอสูง (High Pressure Sodium)

หลอดโซเดียมความดันไอสูง ทำงานที่ความดันไอ 220 ถึง 250 ทอร์ อุณหภูมิของหลอดสูงประมาณ 1200 °C ที่อุณหภูมิและความดันสูงเช่นนี้ใช้หลอดแก้วไม่ได้ต้องใช้หลอดที่ทำด้วยซินเธอร์อลูมินั่มออกไซด์ ซึ่งทนไอโซเดียมที่อุณหภูมิสูงได้อย่างดี และมีคุณสมบัติโปร่งแสง

รูป 3.5 แสดงภาพส่วนต่าง ๆ ของหลอดโซเดียมความดันไอสูง



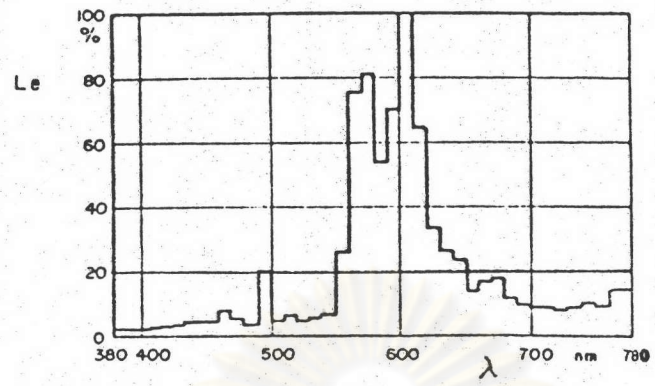
ก. หลอดรูปไข่มีขั้วเกลียว ผิวในของหลอดชั้นนอกฉาบด้วยสารฟอสเฟอร์

ข. หลอดแบบท่อมีขั้วเกลียว

ค. หลอดแบบ soffiten

รูปที่ 3.5 หลอดโซเดียมความดันไอสูง

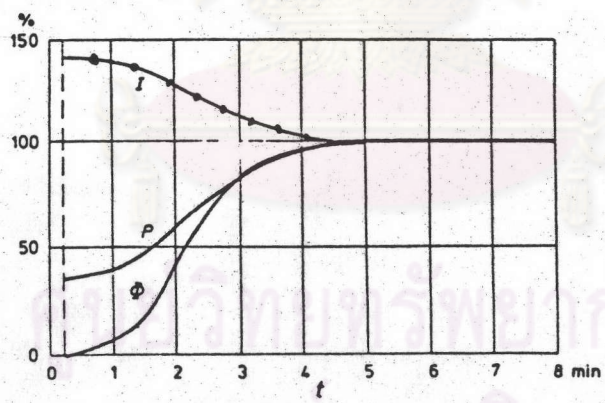
ดีซชาร์จไอโซเดียมความดันไอสูงจะให้สเปคตรัมเป็นเส้นจำนวนมากในช่วงความยาวคลื่นจากสีเขียวถึงสีแดง และให้สีของแสงเป็นสีเหลืองอ่อน ประสิทธิผลการส่องสว่างสูงมีค่าประมาณ 80 ถึง 120 lm/w รูป 3.6 แสดงความแรงรังสีทางสเปคตรัม ของหลอดโซเดียมความดันไอสูง



รูปที่ 3.6 ความแรงรังสีสเปคตรัม ของหลอดโซเดียมความดันไอสูง

อายุการใช้งานโดยเฉลี่ยของหลอดโซเดียมความดันไอสูง ค่อนข้างสูง การเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าในช่วง ± 5 % มีผลต่ออายุของหลอดน้อยมาก

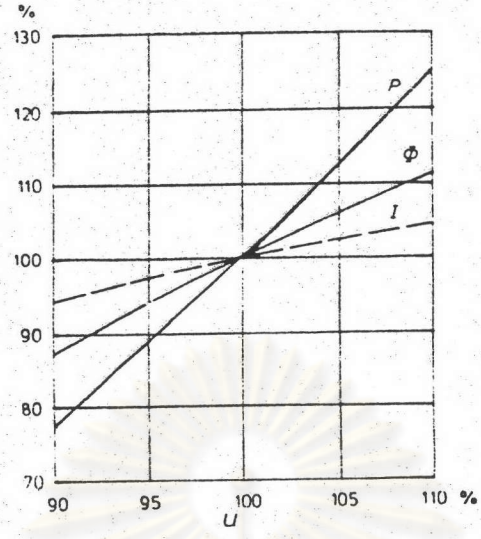
รูป 3.7 แสดงคุณสมบัติทางแสงและทางไฟฟ้าขณะเริ่มจุดหลอด



รูปที่ 3.7 กระแสใช้งาน (I) กำลังไฟฟ้า (P) และฟลักซ์การส่องสว่าง (ø) ของหลอดโซเดียมความดันไอสูงตั้งแต่เริ่มจุดหลอดใช้งาน

ในการจุดหลอดชนิดนี้ต้องใช้อิกนิเตอร์ซึ่งให้แรงดันไฟฟ้าสูงแบบอิมพัลส์

รูป 3.8 แสดงคุณสมบัติทางไฟฟ้าและแสงของหลอดโซเดียมความดันไอสูง



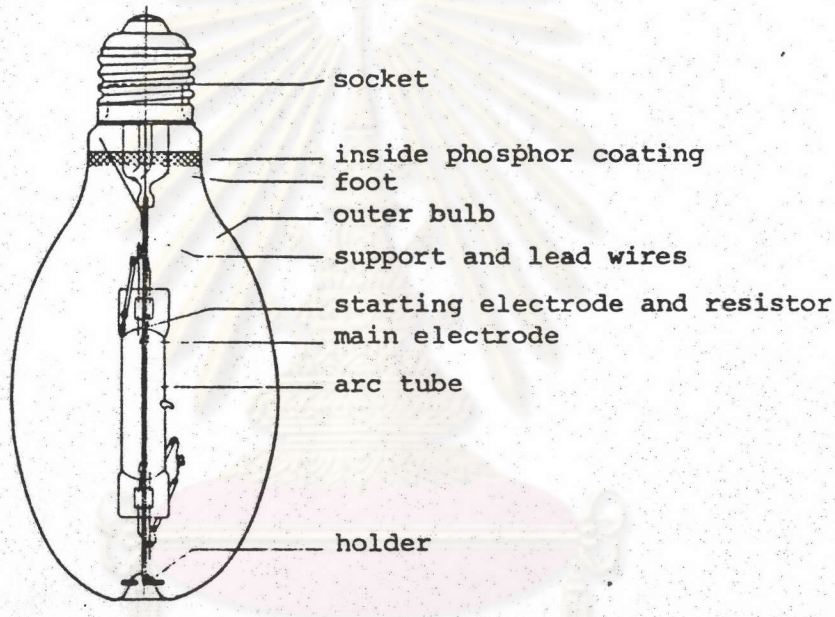
รูปที่ 3.8 กระแสใช้งาน (I) กำลังไฟฟ้า (P) และฟลักซ์การส่องสว่าง (ø) ที่แรงดันไฟฟ้าต่าง ๆ ของหลอดโซเดียมความดันไอสูง

ตารางที่ 3.2 หลอดโซเดียมความดันไอสูง กำลังไฟฟ้าแบบขนาดและค่าใช้งานต่าง ๆ

กำลังไฟฟ้าของหลอด W	250		400			1000	
แบบของหลอด	ฝ้า	แบบท่อ ใส	ฝ้า	แบบท่อ ใส	ใส	ฝ้า	แบบท่อ ใส
กำลังไฟฟ้ารวมอุปกรณ์ควบคุมกระแส W	275		450			1090	
แรงดันไฟฟ้าใช้งาน V	220		220			220/380	
กระแสใช้งาน A	3.0		4.4			9.8	
เพาเวอร์แฟคเตอร์ cos ϕ	0.43		0.47			0.5	
แคแปซิเตอร์แก้-เพาเวอร์แฟคเตอร์ cos ϕ = 0.85 µF	28.1		41.5			80	
แคแปซิเตอร์แก้-เพาเวอร์แฟคเตอร์ cos ϕ = 0.9 µF	30.6		45.2			90	
แคแปซิเตอร์แก้-เพาเวอร์แฟคเตอร์ cos ϕ = 0.95 µF	33.4		49.6			100	
ฟลักซ์การส่องสว่าง lm	25 000	25 500	47000	48000	48000	120000	130000
ประสิทธิผลการส่องสว่างรวม-อุปกรณ์ควบคุมกระแส lm/W	84	91	96	104	104	110	119
ความส่องสว่างเฉลี่ย cd/cm^2	17	400	20	500	500	25	600
เส้นผ่าศูนย์กลาง mm	90	46	120	46	23	165	65
ความยาว mm	226	257	292	285	205	400	382
ขั้วหลอด	E 40		E 40		Fc 2	E 40	

3.1.4 หลอดแสงจันทร์ (High Pressure Mercury)

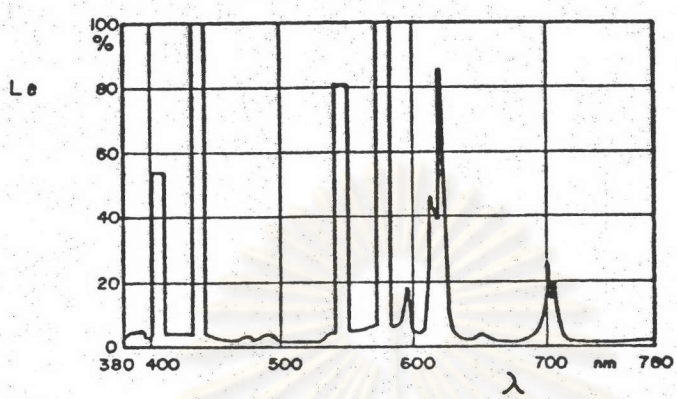
หลอดแสงจันทร์ประกอบด้วยหลอดดีชชาร์จทำด้วยแก้วควอทซ์ ขณะเกิดการถ่ายประจุความดันไอปรอทมีค่าประมาณ 10^5 Pascal (ประมาณ 1 atm) หลอดดีชชาร์จจะมีหลอดแก้วสวมครอบภายนอกอีกชั้นหนึ่ง ผิวในของหลอดฉาบด้วยสารฟอสเฟอร์ เพื่อดูดกลืนรังสีอุลตราไวโอเล็ต และเปลี่ยนเป็นแสงที่มีความยาวคลื่นยาวกว่า รูป 3.9 แสดงภาพส่วนต่าง ๆ ของหลอดแสงจันทร์แบบฉาบฟอสเฟอร์รูปอีลิปส์



รูปที่ 3.9 หลอดแสงจันทร์

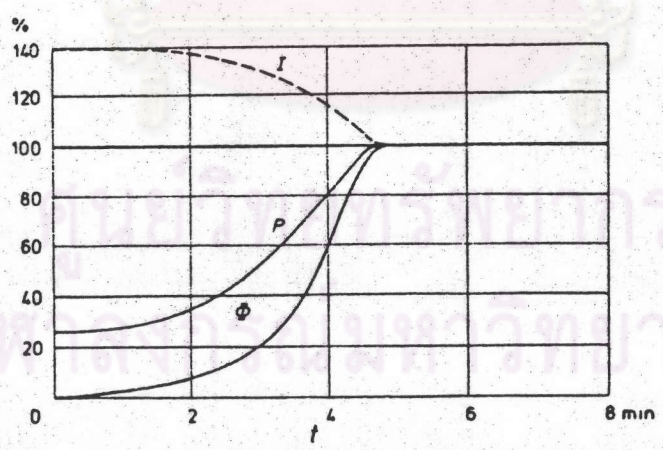
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความแรงรังสีทางส เปคตรัมของหลอดแสงจันทร์ แสดงในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 ความแรงรังสีทางส เปคตรัมของหลอดแสงจันทร์

เนื่องจากความดันไอปรอทในหลอดขณะ เย็นต่ำมาก ดังนั้นจึงจำ เป็นต้อง เติมก๊าซบาง ชนิดในหลอด เช่น ก๊าซนีออน หรือ อาร์กอน เพื่อช่วยในการจุดหลอดและ เผาปรอทให้กลาย เป็น ไอ เวลาที่ใช้ในการจุดหลอดจนได้ฟลักซ์การส่องสว่าง เต็มที่ประมาณ 3 ถึง 5 นาที ดูรูป 3.11

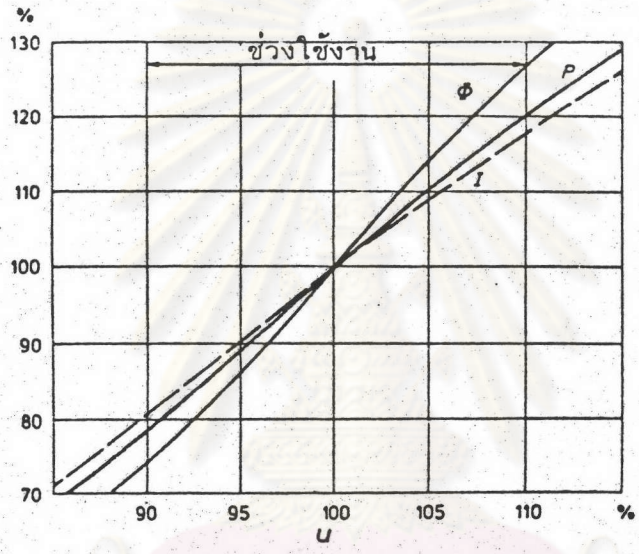


รูปที่ 3.11 กระแสใช้งาน (I) กำลังไฟฟ้า (P) และฟลักซ์การส่องสว่าง (ø) ของหลอดแสงจันทร์ตั้งแต่ เริ่มจุดหลอดใช้งาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ī 17139028

ถ้าตัดวงจรขณะหลอดทำงานเป็นเวลาประมาณนานกว่า 0.01 วินาที หลอดจะดับ เมื่อจุดหลอดใหม่ หลอดแสงจันทร์จะไม่ติดทันที ต้องทิ้งไว้จนหลอดเย็นจึงจุดหลอดได้ใหม่ ซึ่งใช้เวลาประมาณ 5 ถึง 15 นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแบบของหลอดแสงจันทร์ และดวงโคมไฟฟ้า ความดันไอปรอทภายในหลอดขณะทำงานประมาณ 2 ถึง 9 atm ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของหลอด อุณหภูมิที่หลอดดีชชาร์จสูงประมาณ 500 °C หลอดแสงจันทร์แบบฉาบด้วยฟอสเฟอร์อย่างดี ๆ จะให้ประสิทธิผลการส่องสว่างถึง 65 lm/w รูป 3.12 แสดงคุณสมบัติทางไฟฟ้าและแสงของหลอดแสงจันทร์



รูปที่ 3.12 กระแสใช้งาน (I) กำลังไฟฟ้า (P) และฟลักซ์การส่องสว่าง (ø) ที่แรงดันไฟฟ้าต่าง ๆ ของหลอดแสงจันทร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.3 หลอดแสงจันทร์แบบฉาบด้วยฟอสเฟอร์ กำลังไฟฟ้า ขนาดและค่าใช้งานต่าง ๆ

กำลังไฟฟ้าของหลอด W	50	80	125	250	400	700	1000	2000
กำลังไฟฟ้ารวมอุปกรณ์ควบคุมกระแส W	59	89	137	266	425	735	1045	2070
แรงดันไฟฟ้าใช้งาน V	220	220	220	220	220	220	220	380
กระแสใช้งาน A	0.6	0.8	1.15	2.15	3.25	5.4	7.5	8.0
เพาเวอร์แฟคเตอร์ cos φ	0.45	0.5	0.54	0.56	0.59	0.62	0.61	0.55
แคแปซิเตอร์แก้-เพาเวอร์แฟคเตอร์ cos φ ≈0.85 μF	5.3	5.7	7.8	13.6	19.8	34.4	42.0	21.0
cos φ ≈0.9 μF	5.8	6.5	8.9	15.9	23.4	40.5	50.7	27.3
cos φ ≈0.95 μF	6.4	7.4	10.3	18.7	27.7	48.0	61.7	34.3
ฟลักซ์การส่องสว่าง lm	2000	3800	6300	13500	23000	40000	55000	13000
ประสิทธิผลการส่องสว่างรวม-อุปกรณ์ควบคุมกระแส lm/W	34	43	46	51	54	54	53	63
ความส่องสว่างเฉลี่ย cd/cm^2	4	5	7	10	11	13	15	25
เส้นผ่าศูนย์กลาง mm	55	70	75	90	120	150	165	185
ความยาว mm	130	156	170	226	298	343	380	420
ขั้วหลอด	E 27	E 27	E 27	E 40	E 40	E 40	E 40	E 40

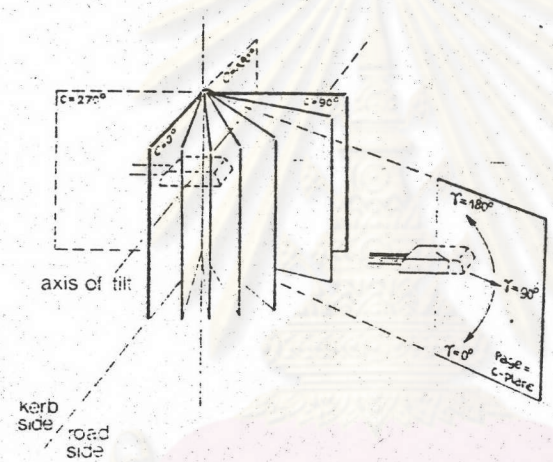
3.1.5 หลอดเมอคิวรีฮาไลด์ (High Pressure Mercury Halide)

หลอดเมอคิวรีฮาไลด์พัฒนามาจากหลอดแสงจันทร์ โดยการเติมสารจำพวกไอโอไดด์ของโลหะ เช่น โซเดียมไอโอไดด์ อินเดียมไอโอไดด์ ทัลเลียมไอโอไดด์ และดีสโปรเซียมไอโอไดด์ ในหลอดไอปรอท เนื่องจากจะมีสเปคตรัมเป็นเส้นจำนวนมากจากสารที่หายากเสริมสเปคตรัมของรังสีจากไอปรอท จะได้ประสิทธิผลการส่องสว่างเพิ่มขึ้นถึงประมาณ 95 lm/w และแสงที่ได้มีคุณสมบัติทางสีดีมาก ไม่จำเป็นต้องใช้สารฟอสเฟอร์ฉาบที่ผิวในของหลอดชั้นนอก การจุดหลอดเมอคิวรีฮาไลด์ต้องใช้แรงดันไฟฟ้าสูงกว่าแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้า ฉนั้นต้องใช้อินิเตอร์หรือสตาร์ทเตอร์ประกอบกับบัลลาสต์ในวงจรหลอดด้วย ส่วนคุณสมบัติอย่างอื่นก็คล้ายกับหลอดแสงจันทร์

3.2 โคมไฟ (Luminiare)

3.2.1 การกำหนดระนาบทางแสงของโคมไฟ

โคมไฟเป็นอุปกรณ์ในการหักเหแสงที่ออกจากหลอดไฟให้มีทิศทางต่าง ๆ ตามต้องการ ซึ่งความเข้มแห่งการส่องสว่างที่ออกจากโคมไฟในมุมต่าง ๆ กัน นั้นสามารถวัดได้โดยใช้โฟโตมิเตอร์ ส่วนมุมและทิศทางรอบ ๆ โคมไฟนั้นอาจระบุให้อยู่ในระนาบและมุมต่าง ๆ ของระบบ C-γ plane system ดังรูป 3.13



รูปที่ 3.13 C-γ plane system

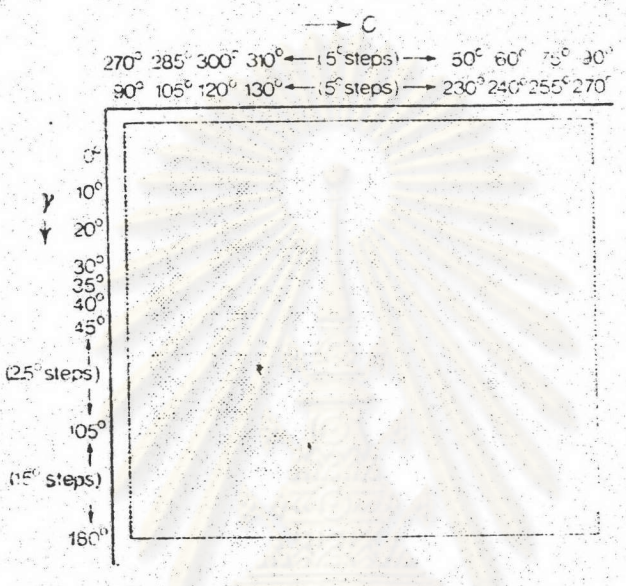
ซึ่ง C-γ plane system เป็นการแบ่งระนาบโดยตั้งฉากกับแกนของโคมไฟออกเป็นระนาบย่อย ๆ รอบแนวดิ่งตามมุมต่าง ๆ จาก C_o ถึง C_{360} โดยกำหนดระนาบที่ขนานกับแนวถนนด้านขวาของแกนโคมไฟเป็น C_o และแต่ละระนาบ C จะเป็นลักษณะการกระจายของแสงในมุม γ จาก 0° ถึง + 180°

3.2.2 การแสดงค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างของโคมไฟ

การแสดงปริมาณความเข้มแห่งการส่องสว่างของแสงที่ออกจากโคมไฟนั้น อาจแสดงได้หลายแบบด้วยกันดังนี้คือ

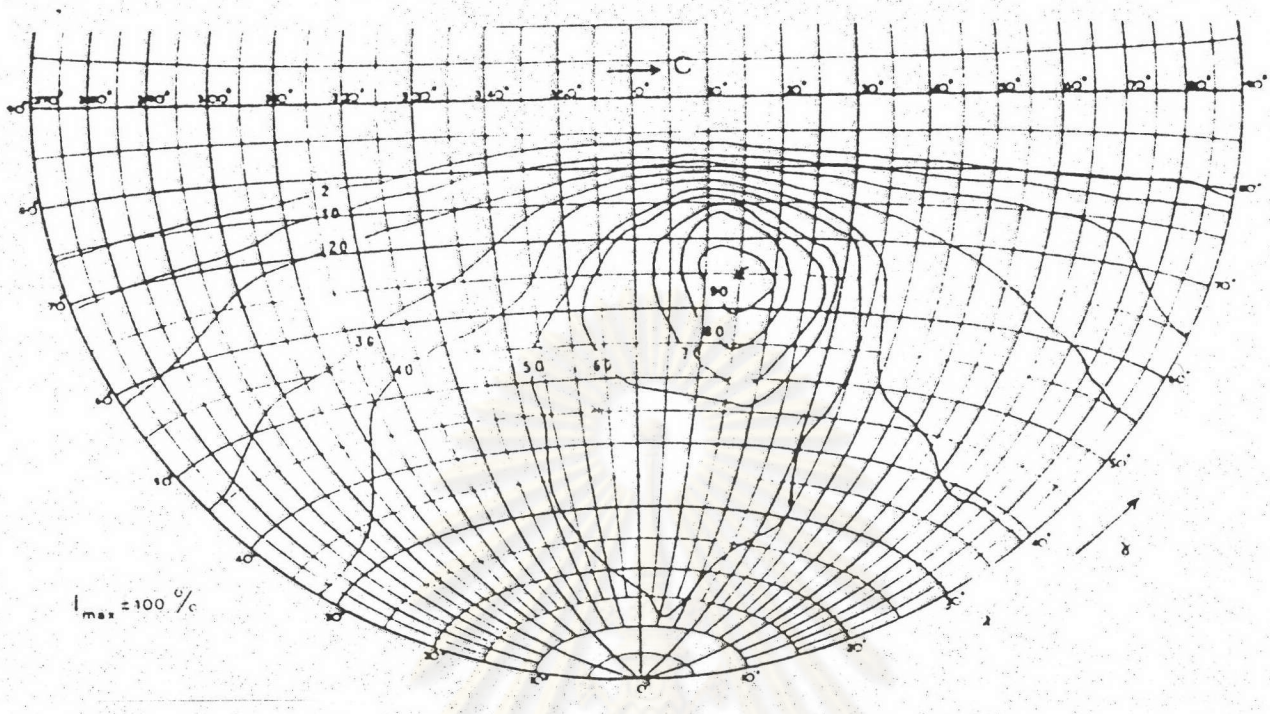
ก. ตารางความเข้มแห่งการส่องสว่าง เป็นวิธีการแสดงค่าความเข้มแห่งการส่องสว่าง

ออกมาเป็นตัวเลข เพื่อใช้ในการคำนวณโดยใช้คอมพิวเตอร์ ถ้าความเข้มแห่งการส่องสว่างของโคมไฟสมมาตรกัน รอบระนาบ C_{270} ถึง C_{90} การแสดงค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างของโคมไฟก็อาจจะแสดงเพียงด้านเดียวของโคมไฟก็พอ ดังรูป 3.14 และค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างในตารางจะเป็นแคนเดลา ต่อ 1000 ลูเมนของหลอดไฟ



รูปที่ 3.14 การแสดงตารางความเข้มแห่งการส่องสว่างของโคมไฟจากระนาบ C_{270} ถึง C_{90} และจากระนาบ C_{90} ถึง C_{270}

ข. ไอโซแคนเดล่าไดอะแกรม (Isocandela diagram) เป็นการแสดงค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างโดยใช้กราฟ ซึ่งสามารถจะรู้ค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างรอบ ๆ โคมไฟอย่างครบถ้วน สำหรับโคมไฟที่มีแสงสว่างออกมาอย่างสมมาตรรอบระนาบ C_{270} และ C_{90} ก็อาจแสดงค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างเพียงครึ่งระนาบก็พอ ดังรูป 3.15



รูปที่ 3.15 ไอโซแคนเดล่าไดอะแกรมของโคมไฟจากระนาบ C_{270} ถึง C_{90}

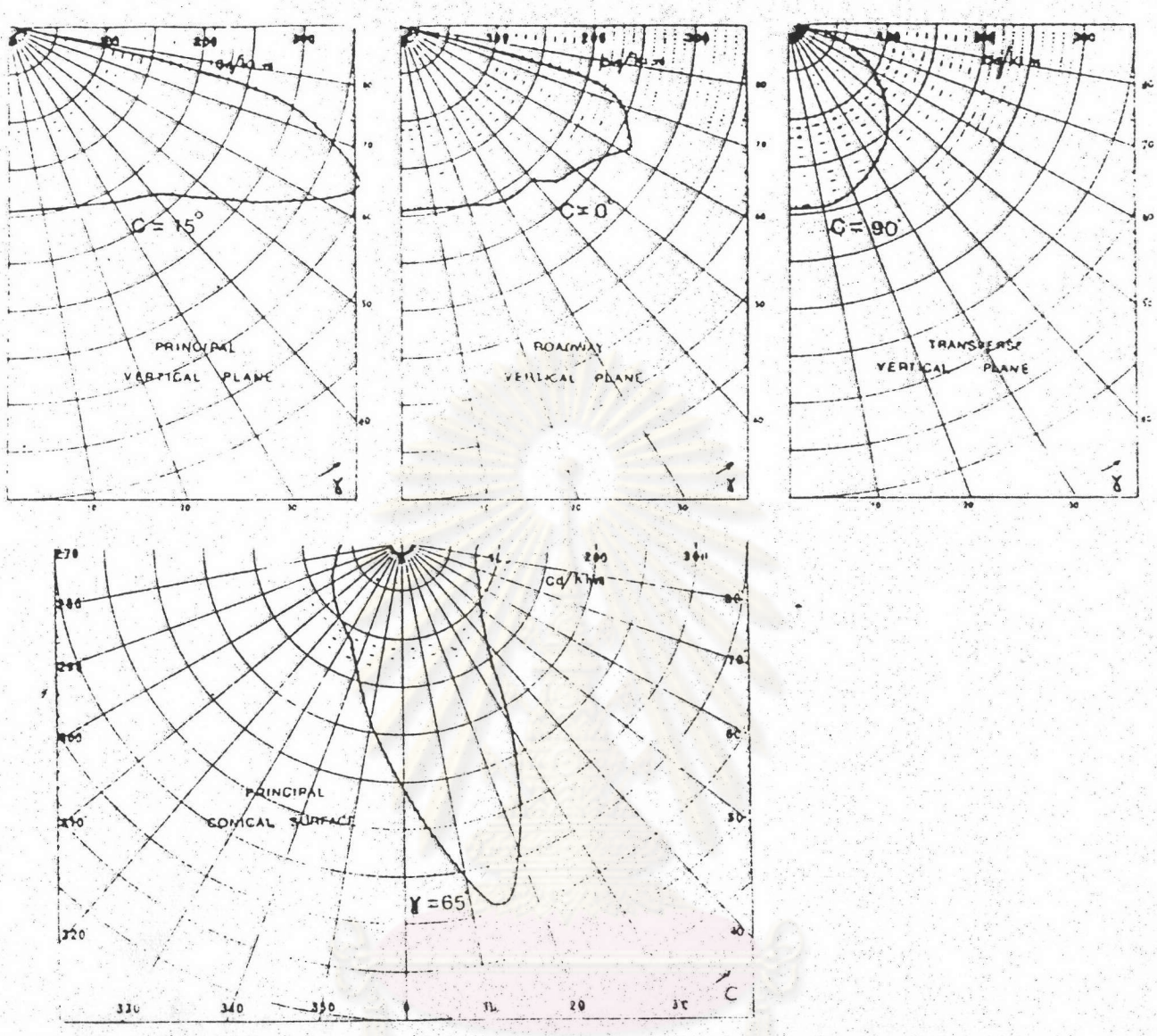
ค. โพลาไดอะแกรม (Polar diagram) เป็นการแสดงค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างเป็นกราฟในบางระนาบเท่านั้น ดังรูป 3.16 ซึ่งมีระนาบที่สำคัญ 4 ระนาบ คือ

1. Principal vertical plane เป็นระนาบของ C ที่มีค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างสูงที่สุด

2. Plane C_oถ้า principal vertical plane ไม่ใช่ระนาบ C_o ก็จะต้อง แสดงค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างในระนาบ C_o ทั้งนี้เพื่อจะได้รู้ผลของ discomfort glare ต่อไป

3. Transverse vertical plane คือระนาบ C_{90} นั่นเอง ทั้งนี้เพื่อรู้ถึงปริมาณแสงที่ส่องไปในแนวขวางถนน

4. Principal conical surface เฉพาะข้อนี้ไม่ใช่เป็นการแสดงค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างในระนาบใดระนาบหนึ่ง แต่เป็นการแสดงค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างสูงสุดผ่านมุม γ ที่คงที่เป็นรูปกรวย



รูปที่ 3.16 โพลาไดอะแกรมของโคมไฟทั้ง 4 ระนาบ

3.2.3 Flashed area

ค่า discomfort glare ของการติดตั้งโคมไฟถนนจะขึ้นอยู่กับพื้นที่ของโคมไฟที่เปล่งแสงออกมาที่มุม $\gamma = 76^{\circ}$ ของระนาบ C_0 ในกรณีที่ค่า Flash area คลาดเคลื่อนไป 10 % จะทำให้ค่า glare control mark ผิดไปเพียง 0.06 เท่านั้น

3.2.4 การแบ่งประเภทของโคมไฟ

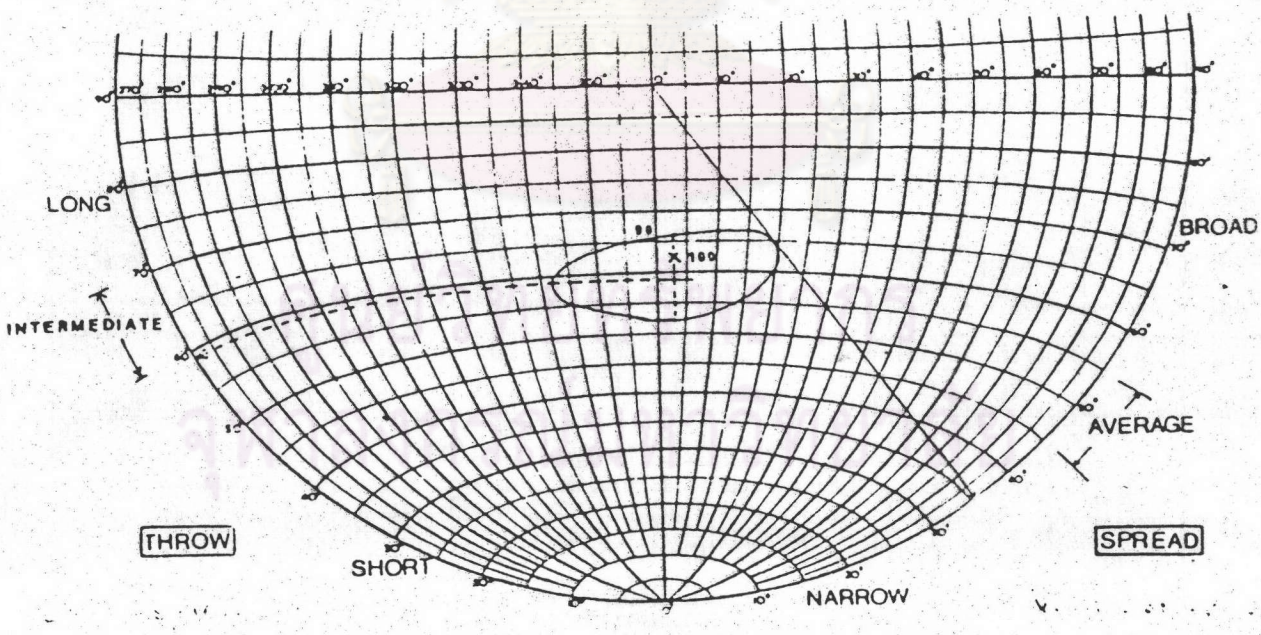
การแบ่งประเภทของโคมไฟที่ ซี ไอ อี ใช้มาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1965 แบ่งตามลักษณะของการกระจายความเข้มแห่งการส่องสว่างเป็น 3 ประเภท คือ cut-off, semi-cut-off,

และ non-cut-off ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 การแบ่งประเภทของโคมไฟตามมาตรฐาน ซี ไอ อี ตั้งแต่ปี ค.ศ.1965

	ค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างสูงสุดที่มุม ɣ		ค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างสูงสุดที่มุม ɣ น้อยกว่า
	80°	90°	
cut-off	30Cd/1000 lm	10 Cd/1000 lm	65°
semi-cut-off	100Cd/1000lm	50Cd/1000lm	75°
non-cut-off	any	any	-

ตั้งแต่ปี 1977 จนถึงปัจจุบัน ซี ไอ อี ได้จัดแบ่งประเภทของโคมไฟตามลักษณะของ throw, spread และ control ซึ่งอาจจะกล่าวโดยละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.17 แสดงลักษณะของ throw และ spread

ก. Throw เป็นลักษณะของแสงที่เปล่งออกจากโคมไฟที่ติดตั้งแล้ว ลงไปบนผิวถนนซึ่งอาจอธิบายให้ง่ายขึ้นโดยใช้รูป 3.17 จากไอโซแคนเดล่าไดอะแกรมที่เส้น 90 % I_{max} throw คือ ค่าเฉลี่ยของมุม γ นั่นเอง ตามรูป 3.17 ค่า Throw = 59°

ข. Spread คือปริมาณแสงที่ส่องลงไปบนผิวถนนเฉพาะด้านถนนเท่านั้นคือ ระนาบ C_o ถึง C_{90} ซึ่งจากรูป 3.17 ลากเส้นจากระนาบ C_o, γ = 90° สัมผัสเส้น 90 % I_{max} ไปจนถึงระนาบ C_{90} จะได้ γ = 36° ซึ่งก็คือค่า spread = 36° นั่นเอง

ค. Control คือค่า specific lantern index (SLI) นั่นเอง ซึ่งจากลักษณะทั้ง 3 อย่างที่กล่าวนี้อาจแบ่งโคมไฟได้ตามตาราง 3.5

ตารางที่ 3.5 การแบ่งประเภทของโคมไฟตามมาตรฐาน ซี ไอ อี ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1977

Throw		Spread		Control	
Short	$\gamma < 60°$	Narrow	$\gamma < 45°$	limited	SLI < 2
Intermediate	$60° \leqslant \gamma \leqslant 70°$	Average	$45 \leqslant \gamma \leqslant 55°$	moderate	$2 \leqslant SLI \leqslant 4$
Long	$\gamma > 70°$	Broad	$\gamma > 55°$	tight	SLI > 4

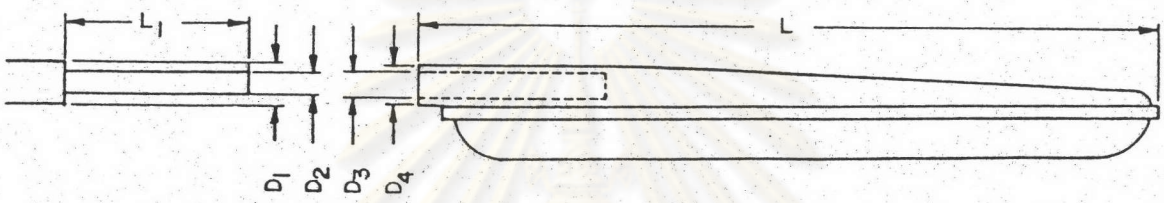
จากลักษณะการกระจายแสงของโคมไฟที่กล่าวข้างต้นนี้ ทำให้การแบ่งประเภทของโคมไฟอาจเป็นไปได้ 3x3x3 = 27 ประเภทที่แตกต่างกัน ซึ่งจะใช้งานกับลักษณะของถนนต่าง ๆ กัน เช่น โคมไฟประเภท broad-spread สามารถใช้กับเสาไฟต่ำและถนนกว้าง โคมไฟประเภท short-throw ไม่เหมาะกับเสาไฟต่ำ เว้นแต่ช่วงห่างของเสาไฟจะน้อยดังนี้เป็นต้น

3.3 เสาโคมและหลอดไฟฟ้าที่ใช้เป็นตัวอย่างในการวิจัย

3.3.1 เสาเป็นผลิตภัณฑ์ของ หจก. ฉื่อ จิ้น ฮั้ว กรุงเทพมหานคร เป็นเสาเหล็กกลมเรียวสำหรับติดตั้งโคมไฟฟ้าเข้าทางด้านปลายโคม ทำด้วยเหล็กชิ้นเดียวไม่มีการต่อ ชุบสังกะสีแบบร้อน และที่โคนเสาติดตั้งคาร์ทริดพิวส์ไว้ภายในเสาดังรูป 1.1, 1.2, 1.3 และ 1.4

3.3.2 โคม

ก. โคมไฟฟ้าถนนชนิดหลอดโซเดียมความดันไอต่ำ เป็นผลิตภัณฑ์ของ หจก.ฉื่อ จิ้น ฮั้ว กรุงเทพมหานคร เป็นแบบกันฝนใช้ภายนอกอาคาร ใช้กับหลอดโซเดียมความดันไอต่ำ หลอดติดตั้งกับปลายกิ่งเสาเหล็กโดยสอดเข้าทางด้านก้นโคม (side entry) ตัวโคมทำจากโลหะผสมไม่เป็นสนิม ฝาครอบโคมแบบถอดได้ทำด้วยพลาสติกอะคริลิคชนิดใส ภายในดวงโคมมีแผ่นสะท้อนแสงทำด้วยแผ่นอลูมิเนียมขัดเงา 1 ชุด ซึ่งมีขนาดดังรูปที่ 3.18 และมีการกระจายแสงดังภาคผนวกที่ 12



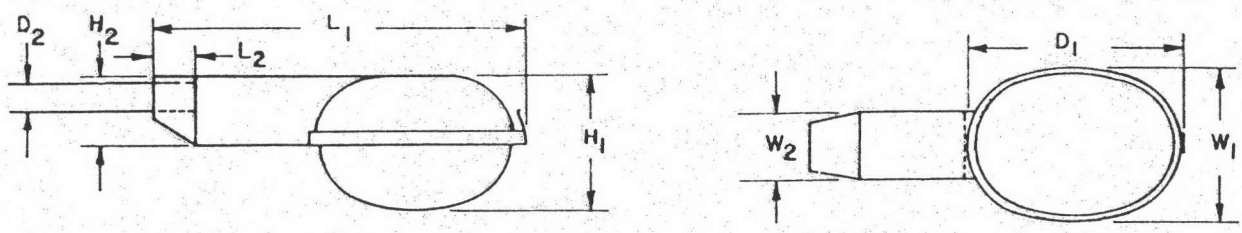
แบบ	หลอดไฟฟ้าวัตต์	ขนาด มม. L	H	W	L_1	D_1	D_2	D_3	D_4	น้ำหนัก กก.	เลขระหัสสำหรับสั่งซื้อ	ฝาครอบโคมอะหลัย
LS.1.135C	1x135	1460	220	235	400	80	60	62	72	14	LS.1.135C	LS.1.135G

H = ความหนาของดวงโคม

W = ความกว้างของดวงโคม

รูปที่ 3.18 ขนาดของดวงโคม และของเสาที่ใช้ติดตั้งโคมไฟถนน ชนิดหลอดโซเดียมความดันไอต่ำ

ข. โคมไฟฟ้าถนนชนิดหลอดโซเดียมความดันไอสูง เป็นผลิตภัณฑ์ของ หจก. ฉื่อ จิ้น ฮั้ว กรุงเทพมหานคร เป็นแบบกันฝนใช้ภายนอกอาคารใช้กับหลอดโซเดียมความดันไอสูง 1 หลอด ติดตั้งกับปลายกิ่งเสาเหล็กโดยสอดเข้าทางด้านก้นโคม (side entry) ตัวโคมทำจากโลหะผสมไม่เป็นสนิม ฝาครอบโคมแบบถอดได้ทำด้วยแก้วใสทนความร้อนผิวด้านในเป็นปริซึม ภายในดวงโคมมีแผ่นสะท้อนแสงทำด้วยแผ่นอลูมิเนียมขัดเงา 1 ชุด ซึ่งมีขนาด ดังรูป 3.9 และมีการกระจายแสงดังภาคผนวกที่ 10 และ 11



แบบ	หลอดไฟฟ้า วัตต์	ขนาด มม. L_1	L_2	H_1	H_2	W_1	W_2	D_1	D_2	น้ำหนัก กก.	เลขระหัสสำหรับสั่งซื้อ	ฝาครอบโคมอะหลัย
HS.1.250C	1x250	800	100	305	165	355	150	450	60	15	HS.1.250C	1.250G
HS.1.400C	1x400	850	100	305	165	355	150	450	60	17	HS.1.400C	1.400G

รูปที่ 3.19 ขนาดของดวงโคมและของเสาที่ใช้ติดตั้งโคมไฟถนนชนิดหลอดโซเดียมความดันไอสูง

3.3.3 หลอดไฟฟ้า

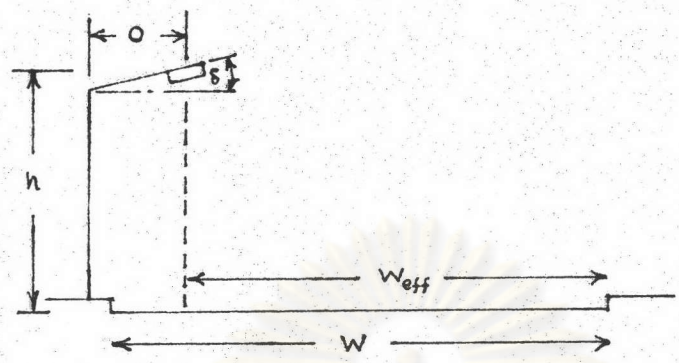
ก. หลอดโซเดียมความดันไอต่ำ ขนาด 135 วัตต์ เป็นหลอดชนิดรูปตัว ยู ดังรูป 3.2 (A)

ข. หลอดโซเดียมความดันไอสูง ขนาด 400 วัตต์ เป็นหลอดชนิดท่อยาว ดังรูป 3.5 (ข)

3.4 <u>การติดตั้งไฟถนน</u>

การติดตั้งไฟถนนซึ่งต้องติดตั้งเสาไฟที่ริมถนนหรือที่เกาะกลางถนนนั้น มีคำจำกัดความที่ควรทราบดังต่อไปนี้ ดูรูป 3.20

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.20 คำจำกัดความของการติดตั้งโคมไฟถนน

h เรียกว่า mounting height

o เรียกว่า overhang

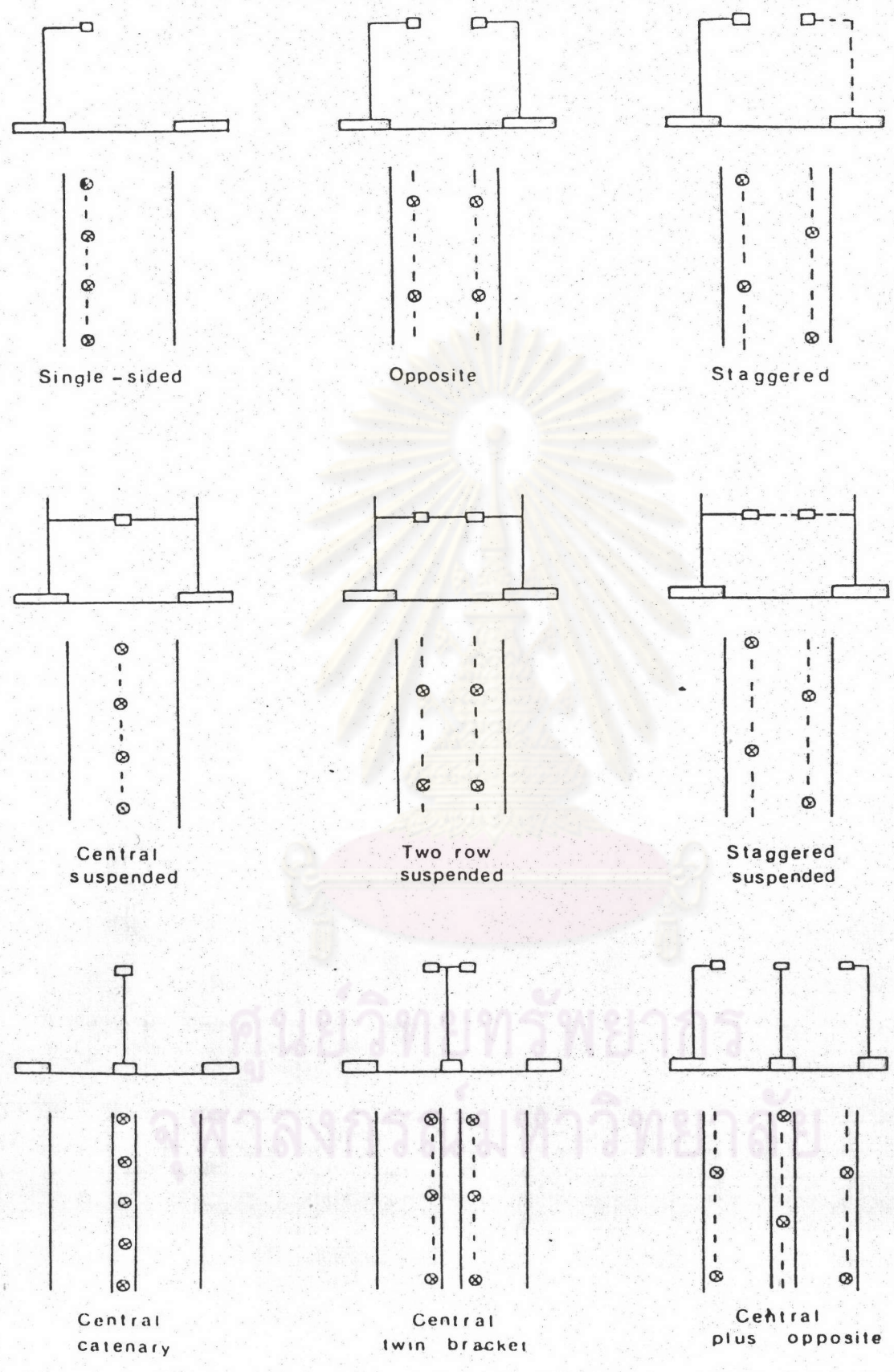
δ เรียกว่า tilt angle

W_{eff} เรียกว่า effective road width

W เรียกว่า road width

ในการติดตั้งไฟถนนนั้น มีวิธีการติดตั้งหลายแบบด้วยกันดังรูป 3.21 ซึ่งการที่จะติดตั้งไฟถนนแบบไหนก็แล้วแต่คุณภาพของไฟถนนที่ต้องการและการลงทุนในที่นี้ขอเสนอแนะ หลักการกว้าง ๆ ในการติดตั้งไฟถนนดังต่อไปนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.21 แสดงการติดตั้งโคมไฟถนนแบบต่าง ๆ

3.4.1 Mounting height

ก. แบบ single side ควรให้ $h \geq W_{eff}$

ข. แบบ staggered ควรให้ $h \geq \frac{2}{3} W_{eff}$

ค. แบบ opposite ควรให้ $h \geq \frac{2}{5} W_{eff}$ ซึ่งค่าที่เหมาะสมควรเป็น $\frac{2}{3} W_{eff}$ ถ้าหากมีเกาะกลางถนนซึ่งกว้างกว่า $\frac{1}{3}$ ของความกว้างของถนนแต่ละข้าง หรือมีการปลูกต้นไม้ที่เกาะกลางถนนแล้วก็ให้คิดการติดตั้งโคมไฟดัง เช่น การติดตั้งโคมไฟแบบ single side

ง. แบบ spanwire ควรใช้ในกรณีที่ไม่มีเกาะกลางถนน เป็นถนนที่ไม่กว้างนัก และสองข้างทางมีการปลูกต้นไม้หนาแน่นไม่สะดวกในการปักเสาไฟถนนในกรณีการติดตั้งแบบ spanwire นี้ให้ใช้

$$h \simeq 6 \text{ ถึง } 8 \text{ เมตร}$$

จ. แบบ twin central ควรให้ $h \geq W_{eff}$

ฉ. แบบผสมซึ่งอาจจะเป็นแบบ twin central กับแบบ opposite ก็ได้ และค่าของ h ก็ยังคงแนะนำให้ใช้ขนาดดังกล่าวมาแล้ว

ช. แบบ Catenary ในการติดตั้งโคมไฟแบบ Catenary นี้ แสงจากโคมไฟจะตัดขวางถนน ซึ่งต่างจาก 6 แบบ ที่กล่าวมาแล้ว และควรให้

$$\text{spacing/mounting height} \simeq 1.5$$

3.4.2 Spacing

ระยะห่างจากเสาไฟถนนขึ้นอยู่กับความสูงของเสาไฟถนน ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดค่า longitudinal uniformity ถ้าเสาไฟถนนยิ่งสูงก็จะทำให้ระยะห่างของเสาไฟถนนยิ่งกว้างขึ้นได้โดยที่ค่า longitudinal uniformity ยังคงอยู่ในพิกัดที่ยอมรับได้ และยังทำให้ค่าแกล์ลดลงอีกด้วย แต่ค่าความส่องสว่างเฉลี่ยจะลดลง

3.4.3 Tilt angle

ในกรณีที่จำกัดความสูงของเสาไฟถนน อาจทำให้ริมถนนด้านตรงข้ามกับโคมไฟมีแสงตกไม่เพียงพอ การกระดกโคมไฟให้เอียงขึ้นจากแนวระดับจะช่วยเพิ่มปริมาณแสงตกให้มากขึ้น แต่การ

เอียงโคมไฟมากเกินไปจะทำให้เกิดแกล์มากขึ้น ดังนั้นควรจะเอียงโคมไฟจากแนวระดับไม่เกิน 10 องศา ซึ่งค่าที่เหมาะสมควรเป็น 5 องศา

3.4.4 Overhang

ในการติดตั้งเสาไฟถนนจะต้องทำให้มองเห็นไฟถนนเป็นแนวเส้นเรียงไปตามขอบถนน เพื่อให้มีความสม่ำเสมอของแสงที่เข้าตาผู้ขับขี่ยวดยาน ดังนั้นในสภาพที่ขอบถนนไม่เว้าเข้าไป overhang ของโคมไฟจะต้องเท่ากัน แต่ถ้าเป็นบริเวณป้ายรถประจำทางที่เว้าเข้าไป เสาไฟถนนที่ปักในช่วงนั้นจะต้องมี overhang ยาวกว่าปกติ จนกระทั่งโคมไฟอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน

3.4.5 ทางโค้ง

ถนนที่มีรัศมีความโค้งน้อยกว่า 1000 เมตร ถือว่าเป็นทางโค้งในการติดตั้งเสาไฟถนน จะต้องลดระยะห่างของเสาไฟถนนลงเหลือ เพียง 50 ถึง 75 เปอร์เซนต์ ของระยะห่างของเสาไฟถนนในทางตรง และถ้าเป็นไปได้ในกรณีการติดตั้งไฟถนนแบบ single side ควรปักเสาไฟด้านนอกของโค้งถนน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย