แหล่งกำเนิดแสง

ภัคนัย ทองทิอัมพร

ผู้ที่มีสายตาปกติคุ้นเคยกับแสงเป็นอย่างดี และรู้ว่าแสงทำให้เกิดการเห็นภาพและวัตถุต่าง ๆ ช่วยให้เราสามารถบอกขนาดรูปร่างตลอดจนสีของวัตถุได้ ซึ่งถ้าปราศจากแสงแล้ว เราจะอยู่ในความมืด และไม่อาจมองเห็นลักษณะของสิ่งต่าง ๆได้เลย

แสงเป็นแหล่งพลังงานรูปหนึ่งที่เคลื่อนที่ได้เช่นเดียวกับพลังงานอื่น ๆ เช่น พลังงานกล พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน การเคลื่อนที่ของพลังงานแสงจะอยู่ในรูปของคลื่นเช่นเดียวกับการเคลื่อนที่ของคลื่นวิทยุ คลื่นโทรทัศน์ และคลื่นของรังสีต่าง ๆ ช่วงคลื่นเหล่านี้จะมีความถี่ และความยาวคลื่นเฉพาะตัวที่แตกต่างกันออกไป กล่าวคือ ความถี่หรือความยาวคลื่น จะเป็นตัวกำหนดชนิดของพลังงานเหล่านี้ ถ้าเรานำเอาพลังงานที่เคลื่อนที่เหล่านี้มาจัดลำดับกันจากพลังงานที่มีความยาวคลื่นต่ำสุด มาจนถึงพลังงานที่มีความยาวคลื่นยาวที่สุด เราจะเห็นแสงเป็นแถบพลังงานเล็ก ๆแถบหนึ่ง ซึ่งมีช่วงความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 380-760 นาโนเมตร(nanometers) พลังงานแสงในช่วงคลื่นดังกล่าวนี้ ทำให้คนสายตาปกติเกิดการมองเห็นได้ พลังงานอื่น ๆที่ความยาวคลื่นสั้นกว่า 380 นาโนเมตร ได้แก่รังสีอัลตราไวโอเลต รังสีเอกซ์ฯ และพลังงานที่มีช่วงความยาวคลื่น ยาวกว่า 760 นาโนเมตร ได้แก่ รังสีอินฟราเรด คลื่นวิทยุ คลื่นโทรทัศน์ ไม่ได้ทำให้เกิดการมองเห็น

แหล่งกำเนิดแสงที่มนุษย์สร้างขึ้น

ถ้าเราเผาแท่งเหล็กแท่งหนึ่งที่ความร้อนสูงมาก ๆ แท่งเหล็กจะเริ่มร้อนแดง และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้แก่แท่งเหล็กมากขึ้นอีกเรื่อย ๆ มันจะเปลี่ยนสีออกไปทางส้ม และเหลืองจ้า สว่างในที่สุด ในการเผาแท่งเหล็กดังกล่าวนี้ นอกจากเราจะได้พลังงานแสงออกมาแล้วยังมีรังสีอัลตราไวโอเลต และรังสีอินฟราเรด ออกมาด้วยอุปกรณ์ที่เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่มีการประดิษฐ์ขึ้นมีดังต่อไปนี้

1. **หลอดไฟอินเซนเดสเซนซ์** (Incendescence lamp)

เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่เกิดจากโลหะทองเหลืองที่ร้อนขึ้นเมื่อมีการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับโลหะทองเหลือง เมื่อโลหะทองเหลืองร้อนขึ้นเรื่อย ๆ จะทำให้โลหะนี้มีสีที่แตกต่างกันไปตามอุณหภูมิที่สูงขึ้นจากสีแดงตุ่น ๆ ไปเป็นสีแดงสด สีเหลือง และสีฟ้า ซึ่งความยาวคลื่นของแสงจะลดลงไป เมื่อโลหะมีอุณหภูมิสูงขึ้น จึงเป็นเหตุให้การกระจายพลังงานของแสงจากหลอดไฟนี้ ขึ้นกับอุณหภูมิของโลหะที่เพิ่มขึ้น

2. **หลอดไฟทังสเตน** (Tungsten filament lamp)

เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่ได้จากขดลวดทังสเตน ซึ่งผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปแล้วทำให้ขดลวดนี้ร้อนขึ้น โดยแสงที่เกิดขึ้นนี้จะมีการกระจายพลังงานแสงอย่างต่อเนื่องตลอดความยาวคลื่นตั้งแต่ 380-760 นาโนเมตร แสงที่ได้จากหลอดไฟประเภทนี้จะเป็นแสงสีเหลืองกว่าแสงแดดตอนกลางวัน ซึ่งทำให้การมองเห็นสีของวัตถุแตกต่างกันออกไป

3. **หลอดไฟทังสเตน-ฮาโลเจน** (Tungsten-halogen lamp)

จะคล้ายกับหลอดไฟทังสเตน แต่จะมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่า ทั้งนี้เพราะไอระเหยของทังสเตนที่เกิดจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะไปจับกับสารฮาโลเจน เช่น โบรมีน หรือ ไอโอดีน ทำให้เกิดสารทังสเตนเฮลายขึ้น เมื่อไปกระทบกับทังสเตนก็จะแตกตัวเป็นทังสเตนไปเกาะกับขั้วหลอดและฮาโลเจน ก็จะเป็นแก๊สที่ไหลวนอยู่ภายในหลอด ทำให้หลอดไม่เป็นสีดำ เนื่องจากทังสเตนเฮลายไม่ไปเกาะที่ผิวภายในหลอด อีกทั้งแสงที่ให้มีการกระจายอย่างต่อเนื่อง

4. **หลอดฟลูออเรสเซนซ์** (Fluorescent lamp)

เป็นหลอดที่ให้แสงที่มองเห็นได้ และรังสีอัลตราไวโอเลตอันเกิดจากไอปรอท แต่รังสีอัลตราไวโอเลต จะถูกผงฟลูออเรสเซนซ์ดูดไว้และปล่อยพลังงานออกมาในช่วงที่พลังงานแสงที่มองเห็นได้ และทำให้เกิดการเรืองแสง

5. **หลอดไฟซีนอนอาร์ก** (Xenon arc Lamp)

เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้า ให้แก่หลอดไฟชนิดนี้แก๊สที่อยู่ภายในหลอดจะให้พลังงานแสงที่เป็นรังสีอัลตราไวโอเลต และรังสีอินฟราเรด เมื่อมีการใช้แผ่นกรองแสงเพื่อลดรังสีอัลตราไวโอเลต และแผ่นกรองความร้อน เพื่อลดความเข้มของรังสีอินฟราเรด จะทำให้ได้พลังงานแสงที่กระจายออกมาใกล้เคียงกับพลังงานของแสงแดดตอนกลางวัน ที่เรียกว่าแหล่งกำเนิดแสง D[65]

แหล่งกำเนิดแสงที่สร้างขึ้นมาจากที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น จะต้องสามารถปรับเทียบกับแสงมาตรฐานได้ และมีคุณภาพของแสงที่คงที่ จึงได้มีการกำหนดมาตรฐานของแหล่งกำเนิดแสงไว้ดังนี้

มาตรฐานแหล่งกำเนิดแสง

ในระบบ CIE (Commission International de l' Eclairage) กำหนดมาตรฐานของแหล่งกำเนิดแสงได้แก่

1. Illuminant A มีการกระจายพลังงานใกล้เคียงกับหลอดไฟทังสเตน หรือหลอดไฟ Incandescence มี color temperature ประมาณ 2848 K จุดโครมาดิเนตที่ X = 0.4476 และ Y = 0.4075

2. Illuminant B เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่ได้จากการนำ Il-

luminant A มาผ่านแผ่นกรองแสงใช้แทนแสงแดดตอนเที่ยง มี color temperature ประมาณ 4900 K จุดโคออดิเนตที่ X = 0.3485 และ Y = 0.3518

3. Illuminant C เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่ได้จากการนำ Illuminant A มาผ่านแผ่นกรองแสง ใช้แทนแสงแดดตอนกลางวัน มี color temperature ประมาณ 6700 K โดยที่จุดโคออดิเนต X = 0.3101 และ Y = 0.3163 (จุดโคออดิเนตเป็นจุดที่บอกตำแหน่งของสี)

4. Illuminant D เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่ใช้แทนแสงแดดตอนกลางวัน เช่นกัน แต่จะแบ่งละเอียดตาม color temperature จากสีเหลือง จนถึงสีน้ำเงิน เช่น D_{55}, D_{60}, D_{65} และ D_{75}

โดยที่ D 65 คือ D = daylight และ 65 เป็น color temperature ของแสงแดดตอนกลางวัน ที่ 6500 K

และ D 75 คือ D = daylight และ 75 เป็น color temperature ของแสงแดดตอนกลางวัน ที่ 7500 K

สำหรับ Illuminant D ที่มีตัวเลขน้อยต่อท้าย จะมีสีออกเหลืองมากกว่าตัวที่มีตัวเลขมาก ซึ่ง Illuminant D ยิ่งมีตัวเลขมากเท่าไร ก็จะยิ่งมีสีออกฟ้า หรือน้ำเงินมากขึ้นเท่านั้น

จากการที่ได้กล่าวถึง color temperature ไว้บ้างแล้วนั้น color temperature จะหมายถึงสีที่ปรากฏจริงของแหล่งกำเนิดแสงซึ่งจะแสดงอยู่ในเทอมของวอร์ม (warm) หรือ คูล (cool) และ CRI (ดัชนีการตอบสนองสี = color rendering index) จะเป็นการวัดค่าหลอดที่มีอิทธิพลต่อสีที่ปรากฏบนวัตถุ

ในการกำหนดอุณหภูมิสีนั้นจะพิจารณาเปรียบเทียบกับแหล่งอ้างอิง ซึ่งทั่วไปที่รู้จักกันในชื่อของวัตถุดำ (black body) โดยแหล่งกำเนิดแสงนี้จะคิดว่าเป็นชิ้นส่วนของโลหะที่มีสีดำเมื่อเย็นตัวลง แต่เมื่อผ่านพลังงานไฟฟ้า เข้าไปตลอดเนื้อโลหะนี้จะทำให้เกิดความร้อนบนโลหะ และต่อมาก็จะเกิดการเรืองแสง ซึ่งในขณะที่เริ่มเรืองแสง แสงที่เปล่งออกมา จะเป็นสีแดงส้ม และถ้ายังให้ความร้อนขึ้นไปเรื่อย ๆอุณหภูมิก็จะสูงขึ้น สีที่ปรากฏออกมา ก็จะเปลี่ยนสีกลายเป็นสีส้ม สีเหลือง สีน้ำเงิน และเป็นสีน้ำเงินขาว เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นมาก ดังนั้น ณ ตำแหน่งทุกๆ จุดของขั้นตอน ถ้าได้ทำการวัดอุณหภูมิของวัตถุสีดำ อุณหภูมิที่วัดได้จะเป็นอุณหภูมิสีและจะมีหน่วยเป็น " สเกลเคลวิน" ซึ่งจะมีค่าเท่ากับอุณหภูมิที่เป็น $^{O}C + 273$ และอุณหภูมิสีนี้ จะเปลี่ยนตามสีของวัตถุดำที่ร้อนขึ้นเสมอ

จากหลักการนี้จะพบว่าอุณหภูมิสี เป็นการวัดอุณหภูมิเฉพาะวัตถุดำเท่านั้น ถ้าในการพิจารณาแหล่งกำเนิดแสงอื่นๆ แล้วจะเรียกว่า "อุณหภูมิสีที่เกี่ยวพันกัน หรืออุณหภูมิสีเทียบเคียง (correlated color temperature : CCT) "แทนดังตัวอย่าง เช่น แหล่งกำเนิดแสงชนิดหนึ่งมีค่า CCT

เท่ากับ 4100 K จะถือว่าเป็นหลอดฟลูออเรสเซนซ์ ชนิดคูลไวท์ (cool white) ซึ่งจะคล้ายกับสีปรากฏบนวัตถุดำ ณ ที่อุณหภูมิ 4100 K หรือหลอดเผาไส้มาตรฐานที่มี ค่า CCT เท่ากับ 2700 K ถ้าพิจารณาบนวัตถุสีดำแล้วสีที่เปล่ง ออกมาจากวัตถุดำ จะมีสีเหมือนหลอดเผาไส้ ถ้าอุณหภูมิบนวัตถุดำมีค่าสูงถึง 2700 K

จากที่กล่าวมาข้างต้นทั้งหมดนั้น ถ้าแหล่งกำเนิดแสง 2 ชนิด มีค่า CCT ใกล้เคียงกันอาจจะทำให้สีที่ปรากฏคล้ายกัน แต่อย่างไรก็ตามแหล่งกำเนิดแสงถึงแม้จะมีสีปรากฏคล้ายกันแต่ไม่ได้แสดงว่าจะมีผลต่อสีวัตถุเหมือนกัน ดังนั้น จะต้องใช้ดัชนีการตอบสนองสี(color rendering index :CRI) มาประกอบการพิจารณาจึงจะทำให้การมองเห็นสีถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ตารางแสดงความสัมพันธ์ของแหล่งกำเนิดแสงกับอุณหภูมิสี

แหล่งกำเนิดแสง	อุณหภูมิสี (K)
เทียนไข	1,900 - 1,950
หลอดที่มีไส้เป็นคาร์บอน	2,100
หลอดที่มีไส้เป็นทังสเตน 40 W	2,700
หลอดที่มีไส้เป็นทังสเตน 150-500 W	2,800 - 2,900
หลอดโปรเจกเตอร์	2,850 - 3,250
หลอดคาร์บอนอาร์ก	3 ,700 - 3 ,800 และ มากกว่า
หลอดฟลูออเรสเซนซ์	3,000 - 7,500
แสงจันทร์ (moonlight)	4,100
แสงแดด (sunlight)	5,300 - 5,800
แสงตะวัน (daylight)	5,800 - 6,500