มติชน

วันเสาร์ที่ 5 พฤษภาคม พุทธศักราช 2550 ปีที่ 30 ฉบับที่ 10647 หน้า 20

ก 7554

การเสริมสมรรถนะยูเรเนียมคืออะไร

ท่านที่ติดตามข่าวต่างประเทศเกี่ยวกับประเทศอิหร่านได้ดำเนินโครงการเสริมสมรรถนะยูเรเนียม ซึ่งประเทศตะวันตกกำลังคัดค้านโครงการนี้อยู่ทุกวันนี้ หลายท่านคงสงสัยว่า **การเสริมสมรรถนะยูเรเนียมคืออะไร**

ผมจึงใคร่ขอทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเสริมสมรรถนะยูเรเนียมพอเป็นสังเขป เพื่อให้ติดตามข่าวนี้ได้อรรถรสมากขึ้น

ก่อนอื่นขอทำความเข้าใจเกี่ยวกับธาตุยูเรเนียมเสียก่อน **ธาตุยูเรเนียม** (Uranium) ใช้สัญลักษณ U เป็นธาตุในลำดับที่ 92 ในตารางธาตุ อยู่ในอนุกรมธาตุแอคติไนด์ (Actinide series) เป็นธาตุที่มีเลขอะตอม (Atomic Number) 92 หมายความว่าในนิวเคลียสมีจำนวนโปรตอน 92 อนุภาค ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกว่าเป็นธาตุยูเรเนียม แต่ในนิวเคลียสของยูเรเนียมมีจำนวนอนุภาคนิวตรอนที่แตกต่างกัน จึงทำให้มวลอะตอม (Atomic Mass) แตกต่างกันตั้งแต่มวลอะตอม 226 ถึง 242 ดาลตัน (Dalton) เรียกว่า **ไอโซโทป** (Isotope) ของยูเรเนียม ซึ่งมี 16 ไอโซโทป แต่ในปัจจุบันมีเหลืออยู่ในธรรมชาติเพียง 3 ไอโซโทปคือยูเรเนียมที่มีมวลอะตอม 234. 235 และ 238 (ใช้สัญลักษณ์ U234, U235 และ U238 ตามลำดับ)

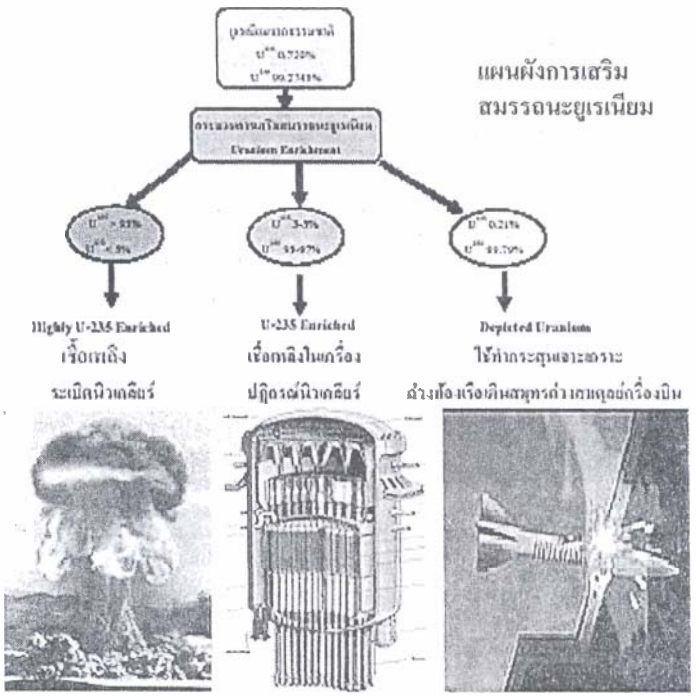
ในธาตุยูเรเนียมในธรรมชาติ 1 ก้อน จะมีสัดส่วนของ U234 อยู่ 0.005% U235 อยู่ 0.720% และ U238 อยู่ 99.2745% (U234 มีน้อยมากไม่นำมาพิจารณา) ซึ่งทางวิทยาศาสตร์เรียกสัดส่วนนี้ว่า **เปอร์เซ็นต์ อะบันแดนซ์** (Natural Abundance percentage)

ยูเรเนียมตามธรรมชาติยังไม่สามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ได้ (ยกเว้นใช้ในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแบบ British Magnox Reactor ของอังกฤษที่ใช้กราไฟต์เป็นสารหน่วงนิวตรอน (Moderator) และ CANDU ของแคนาดา ที่ใช้น้ำชนิดหนัก (Heavy Water)* เป็นสารหน่วงความเร็วนิวตรอน) ถ้าจะต้องการนำยูเรเนียมตามธรรมชาติมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ทั่วๆ ไป จะต้องเพิ่มสัดส่วนของ U235 ให้เพิ่มมากขึ้นเป็น 3-5% แต่ถ้าจะใช้ทำระเบิดนิวเคลียร์จะต้องเพิ่มสัดส่วน U235 uinnii **95%** แต่ในปัจจุบันระเบิดนิวเคลียร์ใช้ธาตุพลูโตเนียม** (Plutonium-Pu239) เป็นเชื้อเพลิง เพราะมีขนาดมวลวิกฤต (critical mass)*** น้อยกว่า U235 (มวลวิกฤตของ U235 ประมาณ 52 กิโลกรัม Pu239 ประมาณ 10 กิโลกรัม)

กระบวนการทำให้ธาตุยูเรเนียมจากธรรมชาติมีสัดส่วนของ U235 สูงขึ้น เรียกว่ากระบวนการเสริมสมรรถนะยูเรเนียม (Uranium Enrichment) ดังแสดงโดยสังเขปในรูป

U235 มีนิวเคลียสที่ไม่เสถียรเมื่อรวมตัวกับนิวตรอนจะเกิดปฏิกิริยาการสลายนิวเคลียส (Nuclear Fission) ให้พลังงานมหาศาล พร้อมปล่อยนิวตรอน 2-3 อนุภาคนิวตรอนนี้จะถูกลดความเร็วแล้วเกิดปฏิกิริยาต่อเนื่อง ที่เรียกว่า **ปฏิกิริยาลูกโซ่นิวเคลียร์ฟิสชั่น** (Nuclear Fission Chain Reaction) ส่วน U238 เมื่อรวมตัวกับนิวตรอนจะไม่เกิดปฏิกิริยาดังกล่าวแต่จะเกิดการสลายตัวให้รังสีเบต้า (Beta) กลายเป็นธาตุ เนปจูเนียม-239 Np239 และสลายตัวให้รังสีเบต้าอีกครั้ง กลายเป็นธาตุพลูโตเนียม-239 Pu239 ใช้เป็นเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ได้เช่นเดียวกันกับ U-235 (ครึ่งชีวิต-Half Life)**** ของ U239, Np239 และ Pu239 เท่ากับ 23.54 นาที, 2.35 วัน และ 2.41 ▮x ▮0 4 ปี ตามลำดับ)

ถ้าพิจารณาครึ่งชีวิตของ U239, Np239 ที่สั้นมาก U239, Np239 จะสลายตัวเป็น Pu239 เกือบทั้งหมดอยู่ในแท่งเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ที่ใช้แล้วซึ่งอาจจะกล่าวได้ว่าในการใช้เชื้อเพลิงนิวเคลียร์ที่มี U235 กับ U238 จะเกิดเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ชนิดใหม่ขึ้นมาจากการสลายตัวของ U239 ที่เกิดขึ้นในเครื่องปฏิกิริยานิวเคลียร์ และสามารถสกัดแยกเอา Pu239 จากแท่งเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ที่ใช้แล้วไปทำระเบิดนิวเคลียร์หรือเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ในเครื่องปฏิกรณ์ได้อีกด้วย



แผนผังการเสริมสมรรถนะยูเรเนียม

ธาตุยูเรเนียมเกิดในแร่หลายชนิด มีในประเทศแคนาดา ออสเตรเลีย อุซเบกิสถาน คาซักสถาน รัสเซีย สหรัฐอเมริกา แอฟริกาใต้ ในประเทศไทยพบบ้างเล็กน้อย โดยเกิดปะปนอยู่ในสายแร่ดีบุกในรูปของแร่ยูซีไนต์ การสกัดแยกยูเรเนียมใช้วิธีสกัดด้วยกรดให้ยูเรเนียมละลายออกมาจากแร่แล้วทำให้บริสุทธิ์โดยกระบวนการแลกเปลี่ยนไอออน (Ion exchange) หรือการสกัดด้วยตัวทำละลาย (Solvent extraction) จะได้สารละลายยูเรเนียมบริสุทธิ์นำมาตกตะกอนแล้วเผาให้อยู่ในรูปยูเรเนียมออกไซด์ (U3O8) ซึ่งมีสีเหลือง ที่เรียกว่าเค้กเหลือง (Yellow cake) ในเค้กเหลืองจะมีทั้งยูเรเนียม-235 และยูเรเนียม-238 (U235= 0.720% U238= 99.2745%) เนื่องจากยูเรเนียมทั้งสองไอโซโทปเป็นธาตุเดียวกันจึงเกิดปฏิกิริยาทางเคมีเหมือนกัน จึงไม่สามารถใช้วิธีทางเคมีแยก U235 และ U238 ออกจากกันได้

ดังนั้นในกระบวนการเสริมสมรรถนะยูเรเนียมต้องใช้วิธีการทางกายภาพในการเพิ่มจำนวน U235 ทั้งนี้เพราะ U235 และ U238 มีมวลอะตอมที่แตกต่างกัน จึงใช้วิธีเปลี่ยนยูเรเนียมให้อยู่ในรูปของสารยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์ (Uranium Hexafluoride UF6) ซึ่งเป็นก๊าซ แล้วให้ก๊าซนี้ซึมแพร่ผ่านเนื้อเยื่อ เรียกระบบนี้ว่า Gaseous Diffusion Enrichment Process โดยใช้คุณสมบัติของ U235 ที่จะเคลื่อนตัวในเนื้อเยื่อได้ดีกว่า U238 หลักการนี้จะสามารถเพิ่มจำนวนของ U235 ให้สูงขึ้นได้ กระบวนการเสริมสมรรถนะยูเรเนียมอีกวิธีหนึ่ง ใช้วิธีการนำก๊าซ UF6 เข้าเครื่องเหวี่ยงความเร็วรอบสูง (50,000-70,000 รอบต่อนาที) โดยใช้หลักการ U238 ซึ่งหนักกว่า U235 ทำให้ U238 จะถูกเหวี่ยงให้หนีจากศูนย์กลางของเครื่องเหวี่ยงได้มากกว่า U235 ก็สามารถแยกยูเรเนียมที่มี U235 สูงขึ้นได้ วิธีการนี้เรียกว่า Gaseous Centrifugal Uranium Enrichment Process

การเสริมสมรรถนะยูเรเนียมในยุคแรกๆ ประมาณต้นปี ค.ศ.1940 ใช้วิธีแยกอิออนของยูเรเนียม-235 และยูเรเนียม-238 ในสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Ion beam Electromagnetic separator) เพื่อผลิตยูเรเนียม-235 ความเข้มข้นสูง เพื่อใช้ทำระเบิดปรมาณูถล่มเมืองฮิโรชิมาของญี่ปุ่น (ระเบิดปรมาณูที่ถล่มเมืองนางาซากิ ใช้พลูโตเนียม-239 เป็นเชื้อเพลิง)

แต่ในยุคปัจจุบันใช้กระบวนการเสริมสมรรถนะยูเรเนียม 2 ระบบคือ 1.ระบบการแพร่ของก๊าซยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์ (UF6) ผ่านเนื้อเยื่อ (Gaseous Diffusion Uranium Enrichment Process) 2.ระบบการเหวี่ยงก๊าซ UF6 ในเครื่องเหวี่ยงรอบสูง (50,000-70,000 รอบต่อนาที) (Gaseous Centrifugal Uranium Enrichment Process) ค่าใช้จ่ายในการเสริมสมรรถนะยูเรเนียมเพื่อใช้ทำเป็นเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ เพื่อผลิตไฟฟ้าพบว่าเท่ากับ 5% ของค่าใช้จ่ายในการผลิตไฟฟ้าทั้งหมด กรณีเสริมสมรรถนะด้วยระบบการแพร่ผ่านเนื้อเยื่อของ UF6 และเท่ากับ 3% กรณีเสริมสมรรถนะยูเรเนียมด้วยระบบเครื่องเหวี่ยง (การเสริมสมรรถนะยูเรเนียมระบบการแพร่ (Diision) ใช้พลังงานมากกว่าระบบเครื่องเหวี่ยงประมาณ 50 เท่า) เมื่อยูเรเนียมมาผ่านกระบวนการเสริมสมรรถนะได้ส่วนที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงนิวเคลียร์แล้ว ส่วนยูเรเนียมที่เหลือหรือหางยูเรเนียม (Depleted Uranium) ซึ่งมี U235 อยู่น้อยกว่าปกติ และมี U238 มากกว่าปกติ จะถูกนำไปใช้เป็นเกราะสะท้อนนิวตรอนในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์และในระเบิดนิวเคลียร์ หรือนำไปผลิตเป็นกระสุนเจาะเกราะที่มีวิถีกระสุนไกล มีแรงกระแทกเป้าสูงขึ้น หรือใช้ถ่วงท้องเรือเดินสมุทรป้องกันเรือโคลง ใช้ถ่วงสมดุลในเครื่องบิน ทั้งนี้เพราะยูเรเนียมมีน้ำหนักมากกว่าตะกั่ว 1.67 เท่า หรือหนักกว่าน้ำ 19.07 เท่า เมื่อมีปริมาณเท่ากัน (ยูเรเนียมมีความหนาแน่น=19.07, ตะกั่ว=11.4 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

แสวง เกิดประหม

ฝ่ายวิศวกรรมสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

E-mail water108water@yahoo.com