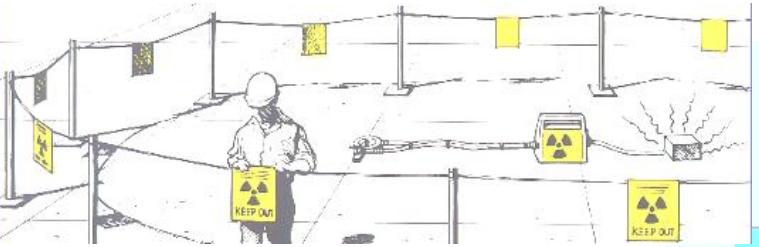
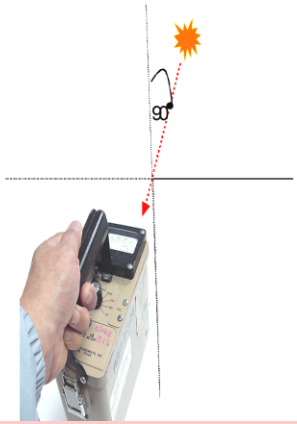
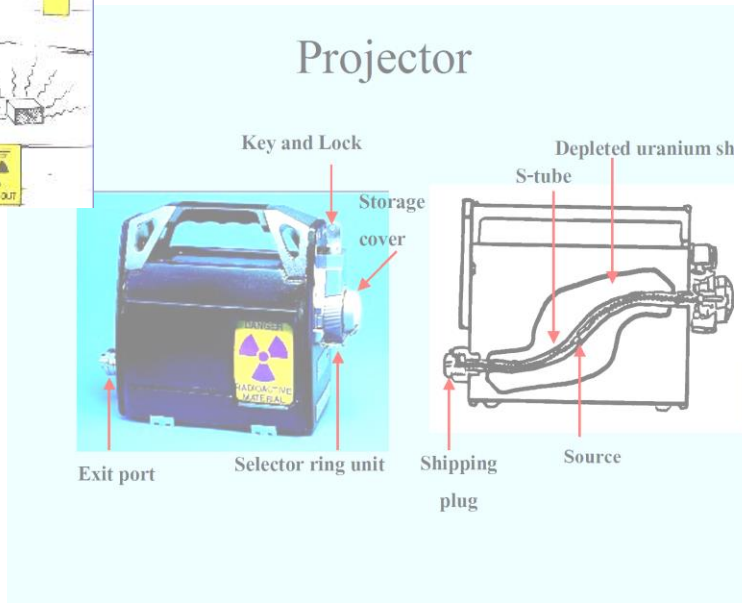
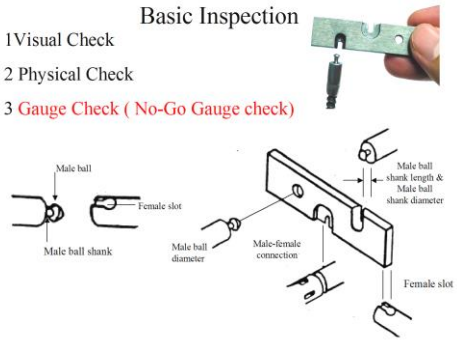
อุปกรณ์ถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมา และการตรวจสอบความปลอดภัย









โกมล เซียสกุล
กลุ่มกำกับดูแลการใช้รังสีทางอุตสาหกรรม
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

เนื้อหา

1. อุปกรณ์ถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมามีประโยชน์ใช้งานอย่างไร
2. อุปกรณ์ถ่ายภาพด้วยรังสีมีส่วนประกอบอะไรบ้าง

และมีมาตรฐานเป็นอย่างไร

3. การตรวจสอบสภาพการใช้งาน **PROJECTOR , DRIVECABLE**

UNIT, GUIDE TUBE มีวิธีการอย่างไร

4. แนวปฏิบัติการใช้อุปกรณ์ถ่ายภาพด้วยรังสีมีอะไรบ้าง
5. การตรวจวัดค่าระดับรังสีและการตรวจสอบการรั่วหรือการเปรอะเปื้อน

ทางรังสี ของอุปกรณ์ถ่ายภาพด้วยรังสีมีหลักการอย่างไร

การทดสอบสอบแบบไม่ทำลาย

Non Destructive Testing :NDT

ใช้สารแทรกซึม (Penetance Testing :PT)

ใช้คลื่นความถี่สูง (Ultrasonic Testing :UT)

ใช้กระแสไฟฟ้า Eddy (Eddy Current Testing :ET)

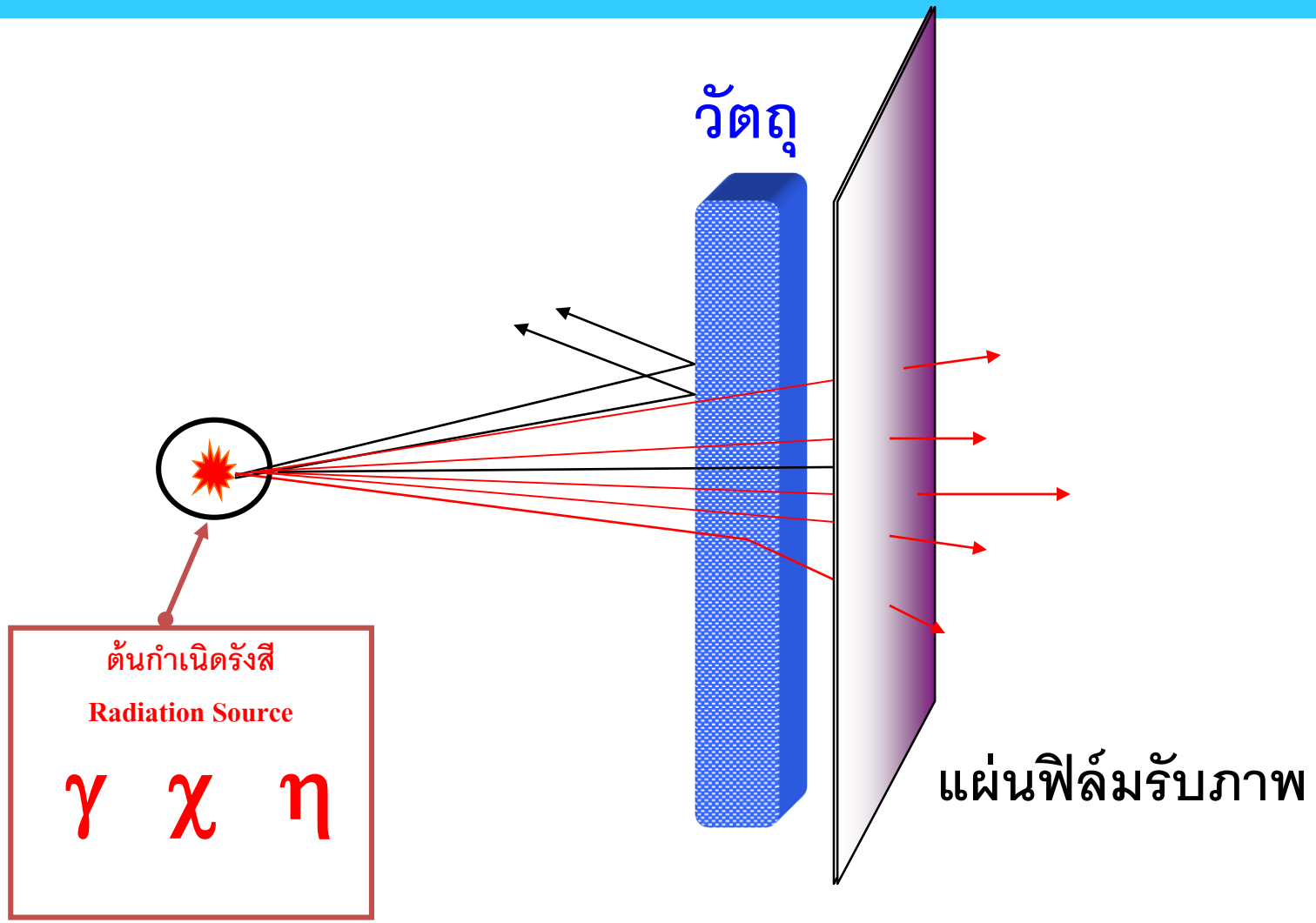
ใช้อนุภาคแม่เหล็ก (Magnetic Paticle Testing :MT)

ใช้รังสี (Radiographic Testing :RT)

- Gamma Radiography
- Neutron Radiography
- X-Ray Radiography

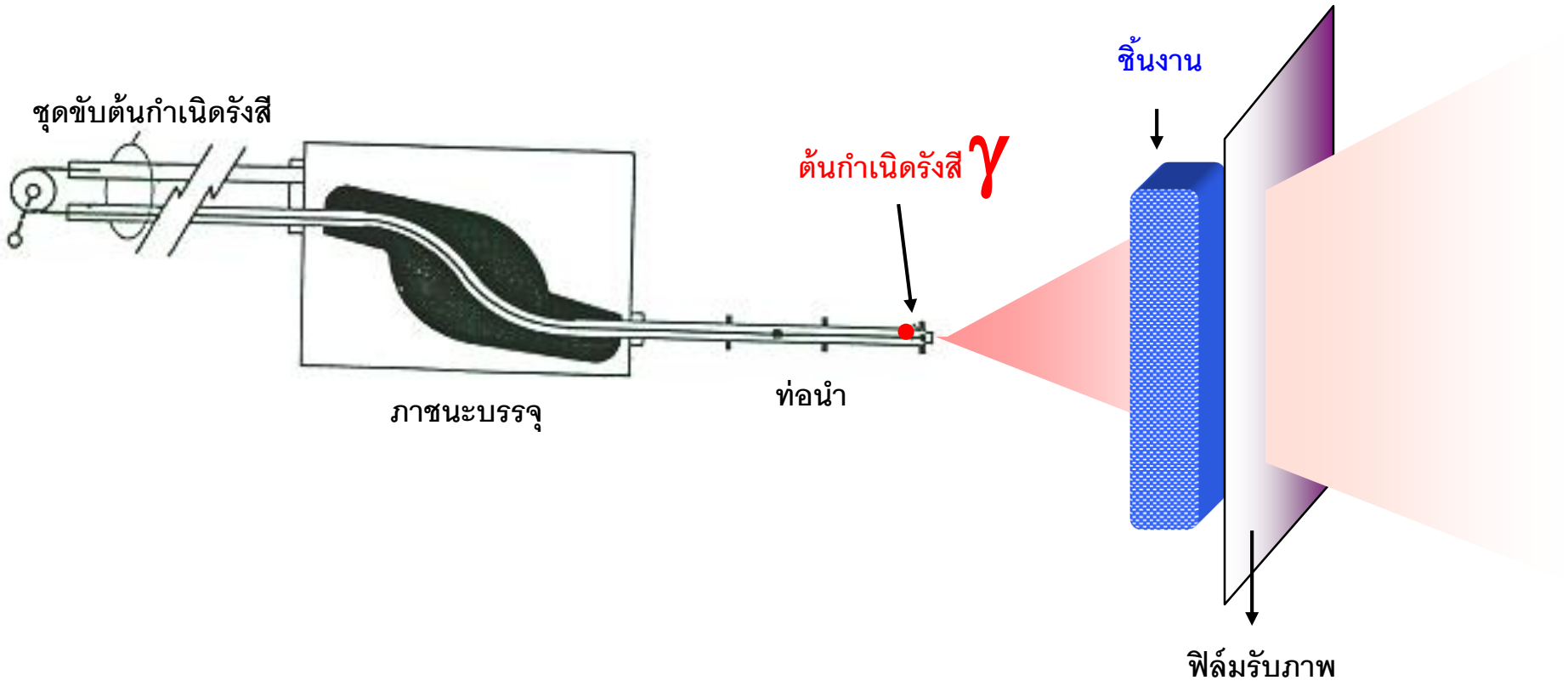
Radiographic Testing : RT

รังสีทะลุผ่านวัตถุ (Transmission) ตกกระทบฟิล์มรับภาพ



อุปกรณ์ถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมา

Gamma Radiography

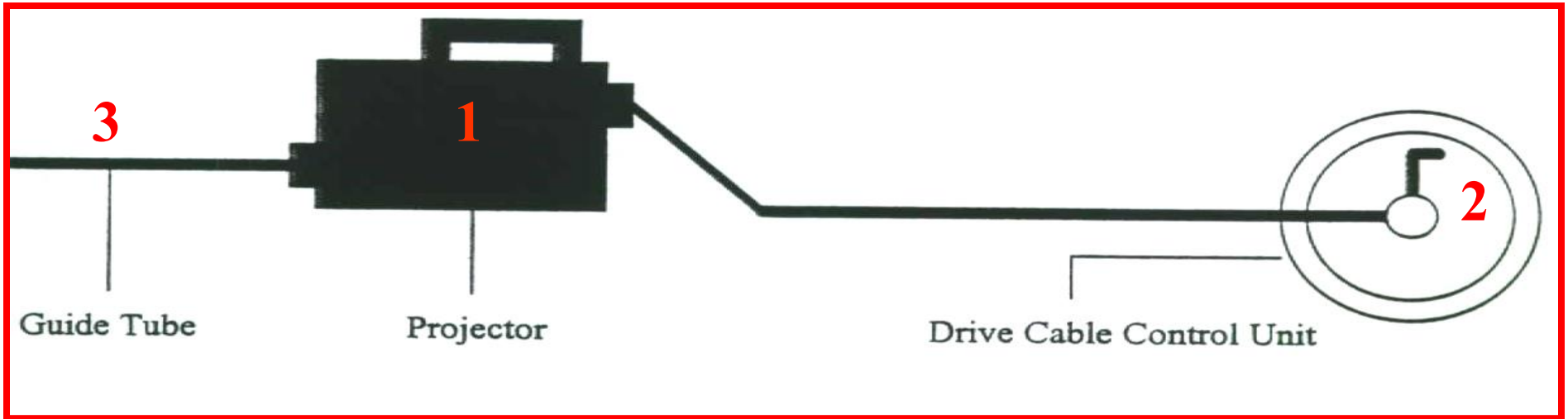


KEEP OUT
KEEP OUT

ส่วนประกอบอุปกรณ์ถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมา

Gamma Radiography

1. ภาชนะบรรจุต้นกำเนิดรังสี (PROJECTOR , CAMERA)
2. ชุดขับต้นกำเนิดรังสี (DRIVE CABLE CONTROL UNIT)
3. ท่อนำต้นกำเนิดรังสี (GUIDE TUBE)



1. ภาชนะบรรจุต้นกำเนิดรังสี
(PROJECTOR , CAMERA)
ส่วนประกอบ

1. Housing

2. Depleted uranium shield

3. Selector ring unit

4. Storage cover

4. Key and Lock

6. S-tube

7. Shipping plug

8. Exit port

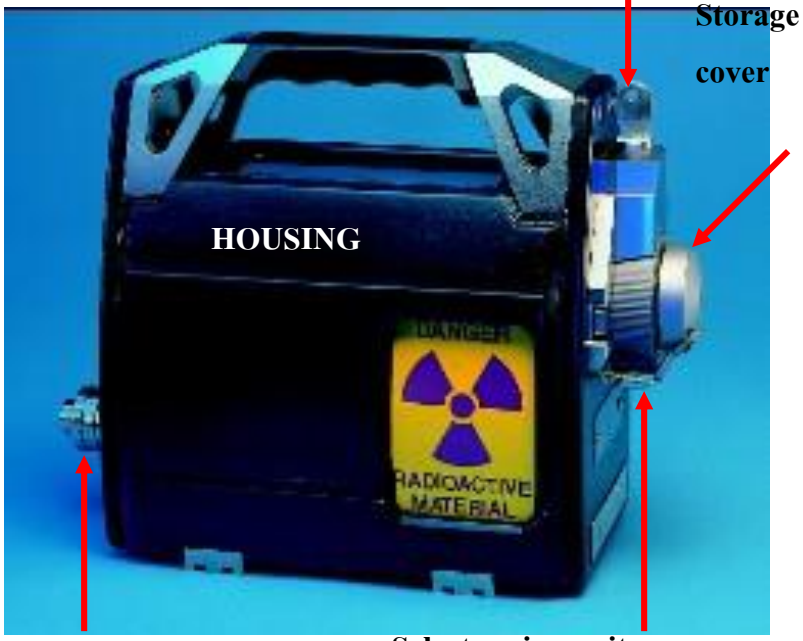
Gamma Radiography

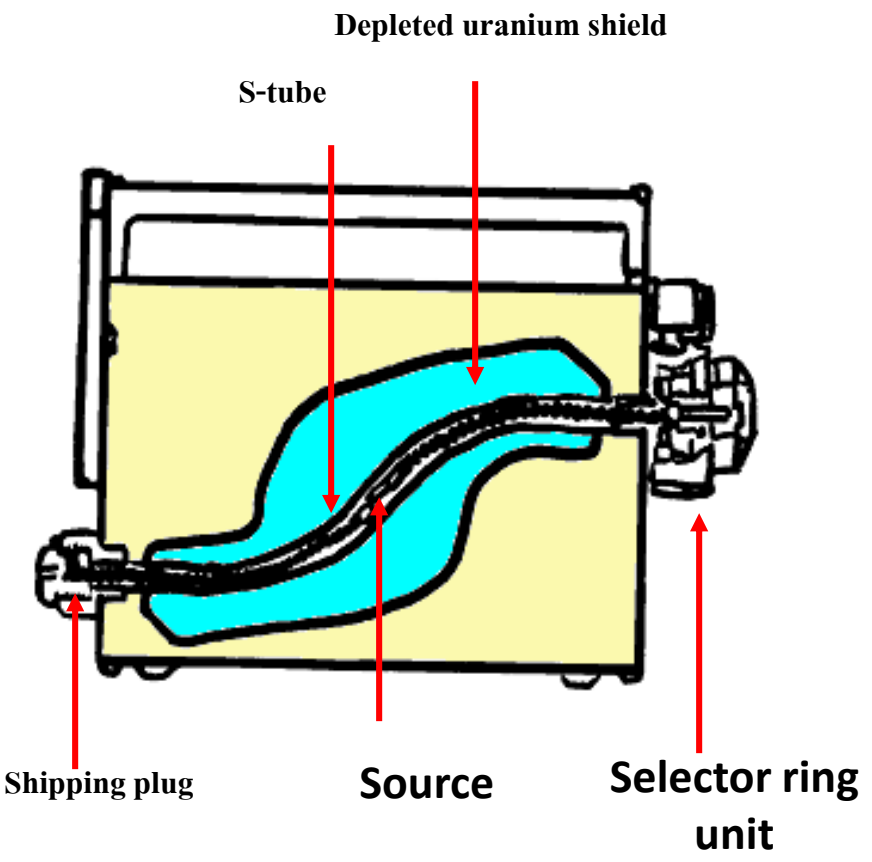
PROJECTOR (CAMERA)

Gamma Radiography ที่ใช้ในประเทศไทย

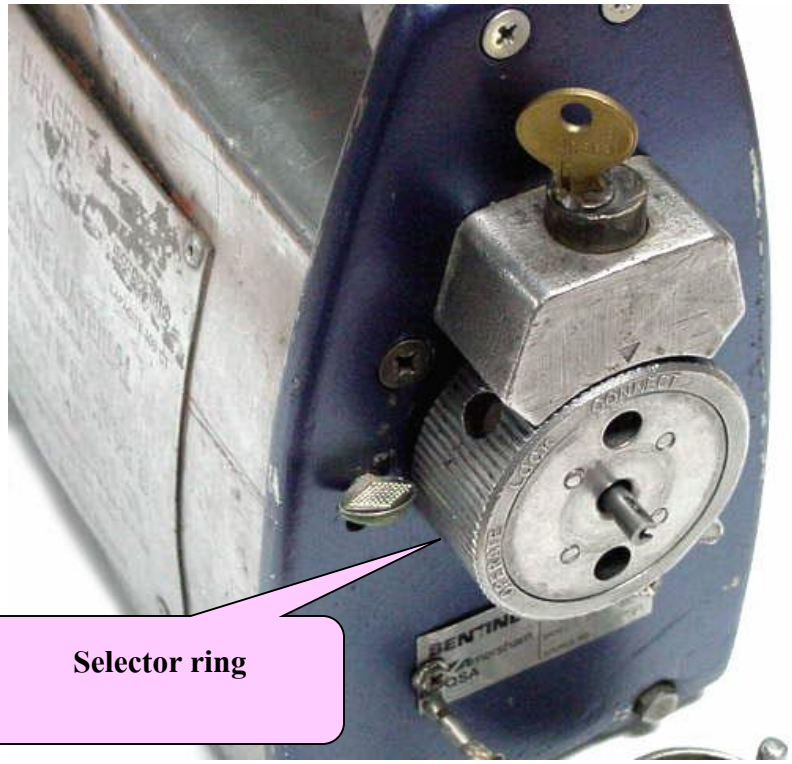
รุ่น	ความจุสูงสุด (Ci)	ต้นกำเนิดรังสี	จำนวนชุด
660 / 660A	100 / 120	Ir-192 , Se-75	112
660B	140	Ir-192 , Se-75	45
880	150	Ir-192 , Se-75	65
Spec-2T	200	Ir-192	6
Spec-150	150	Ir-192	8
IR-100	120	Ir-192	3
741	33	Co-60	3

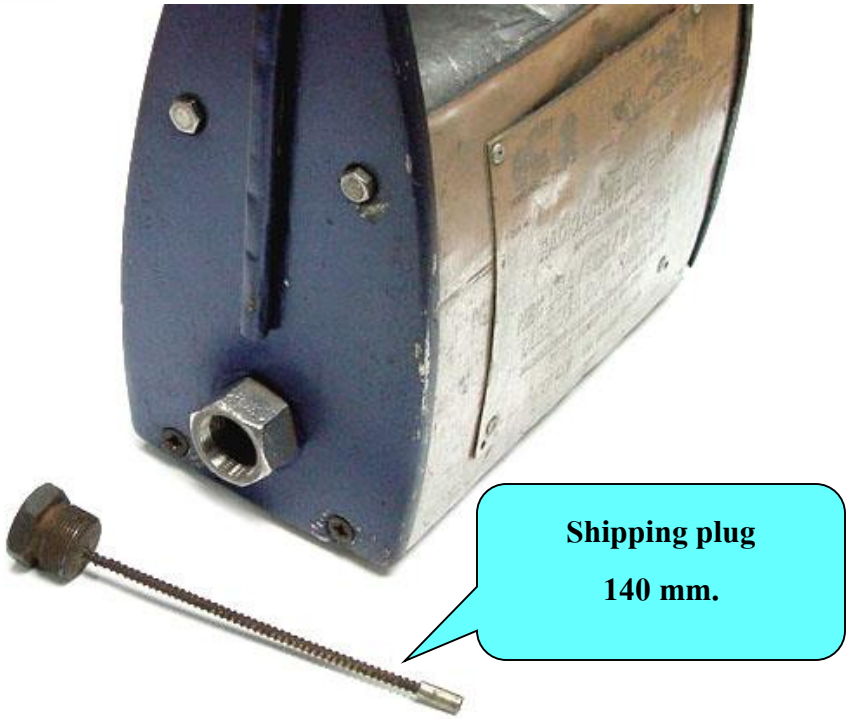
Projector

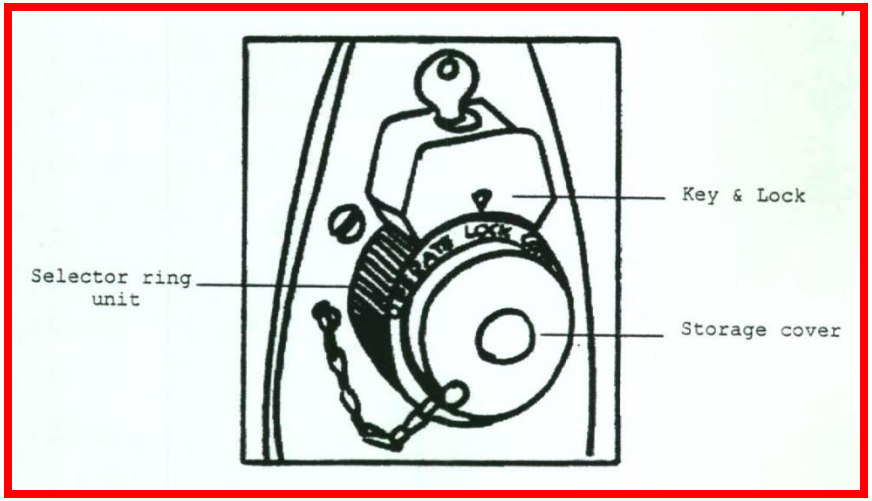

Key and Lock
Storage cover
HOUSING
DANGER
RADIOACTIVE MATERIAL
Exit port
Selector ring unit

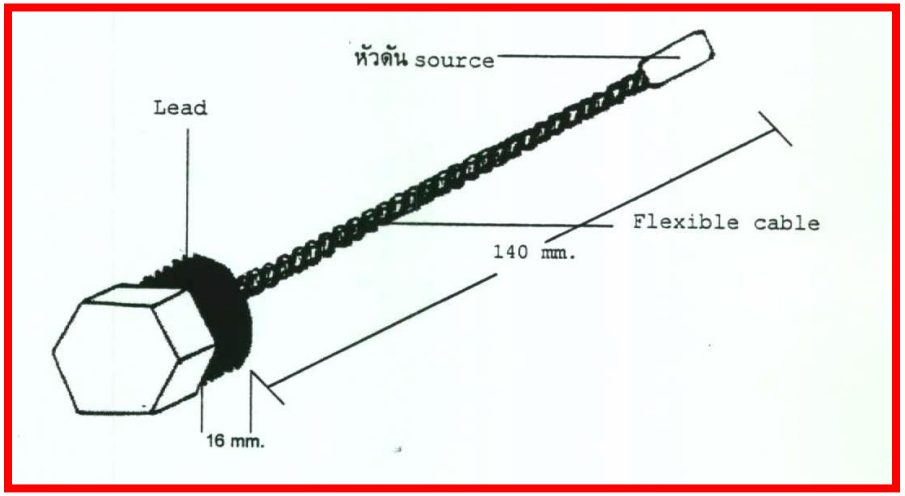

Depleted uranium shield
S-tube
Shipping plug
Source
Selector ring unit

PROJECTOR 660

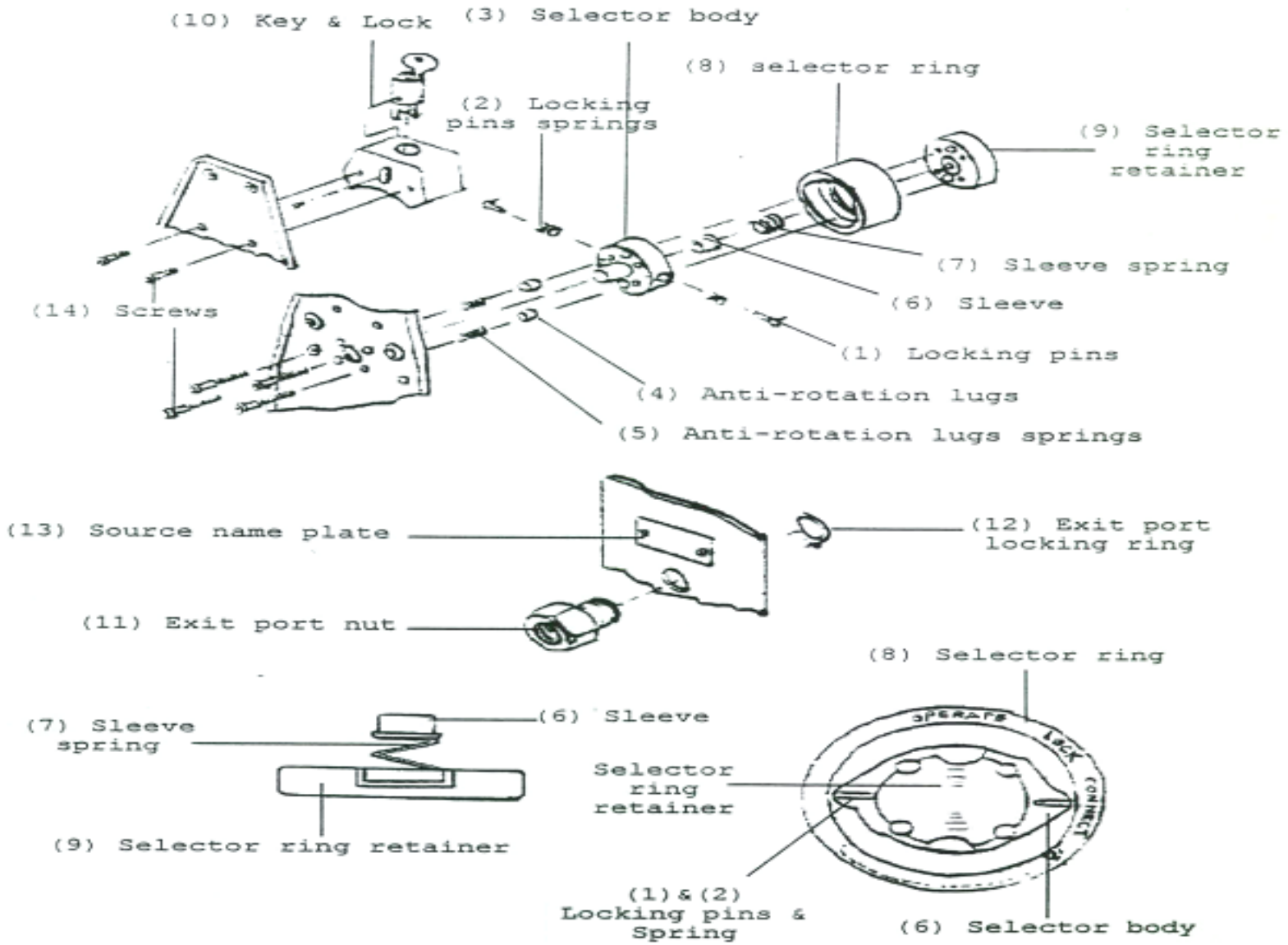




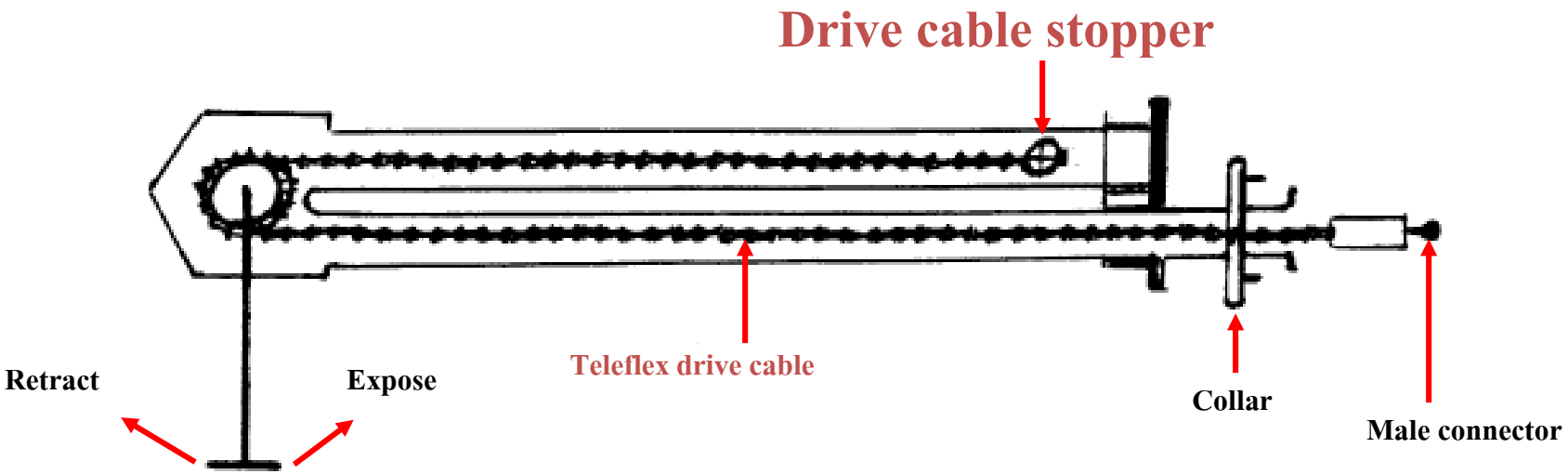


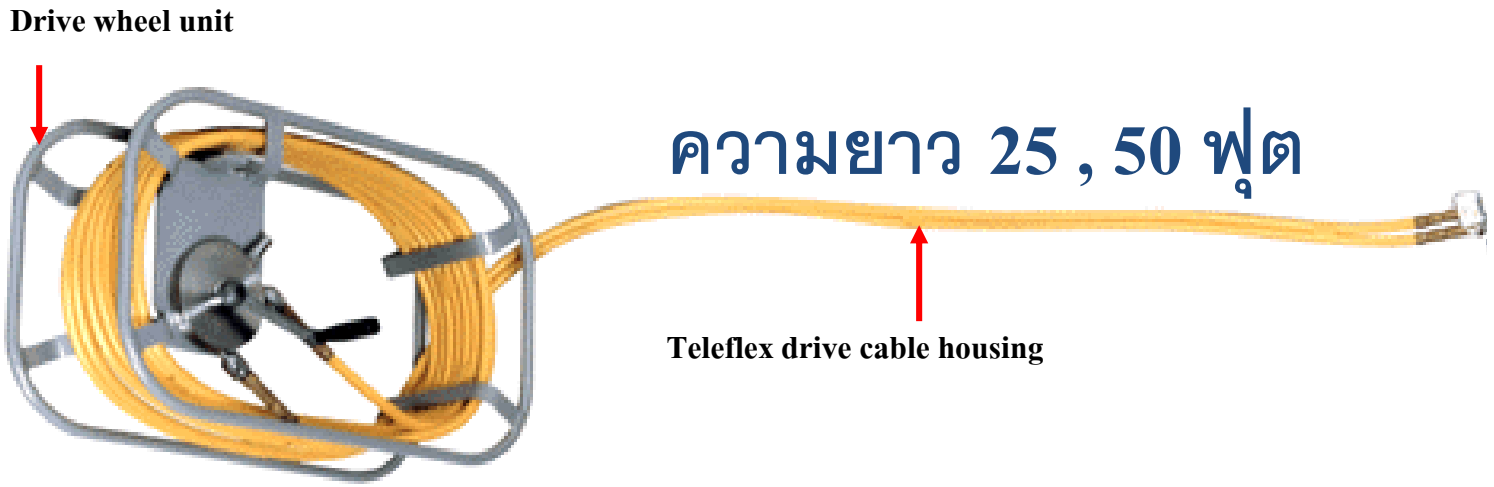


PROJECTOR 660

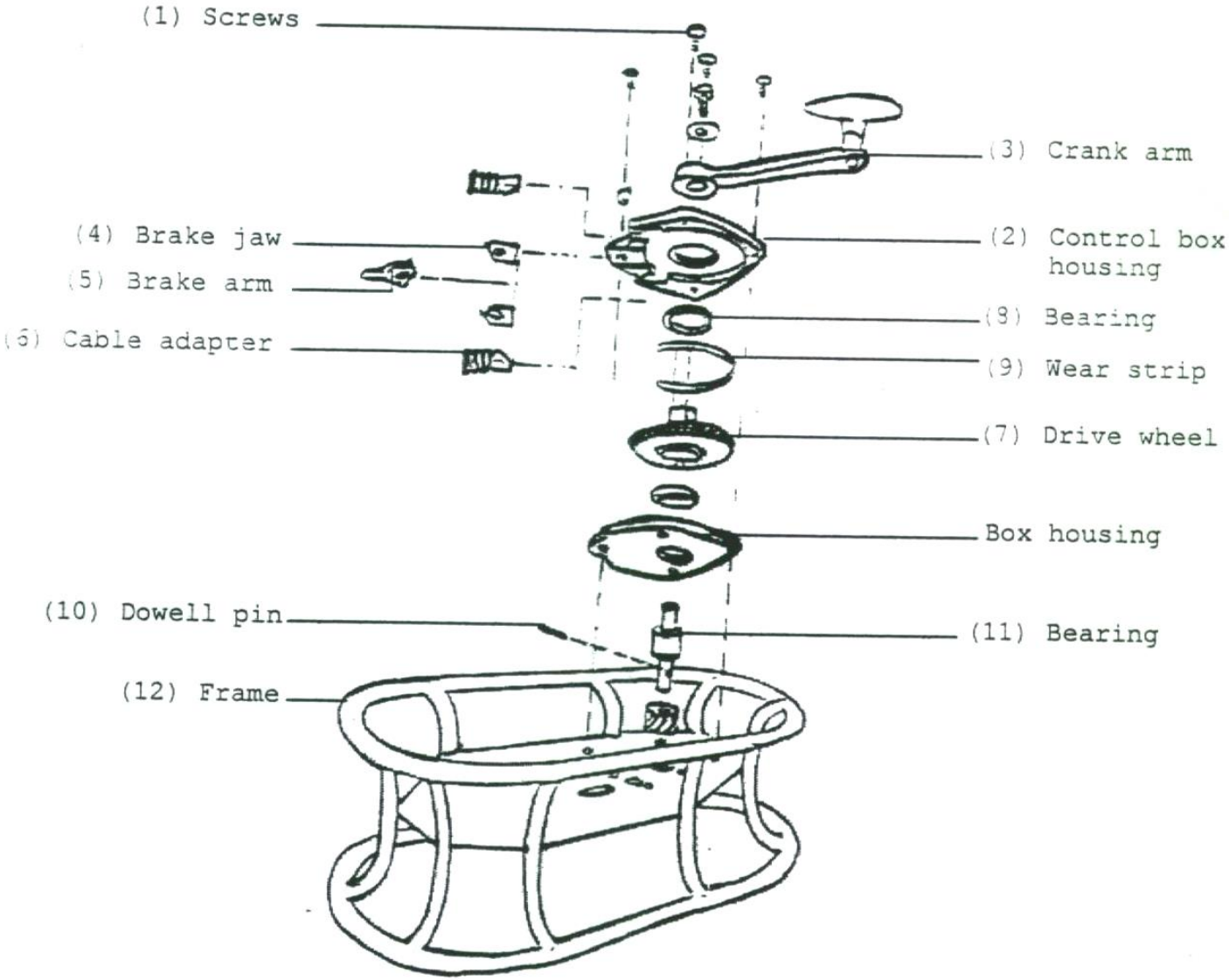


2. ชุดขับต้นกำเนิดรังสี (DRIVE CABLE CONTROL UNIT)





Drive cable control unit



3. 3. ท่อนำต้นกำเนิดรังสี (GUIDE TUBE)

Master guide tube

7 ฟุต

Extension guide tube

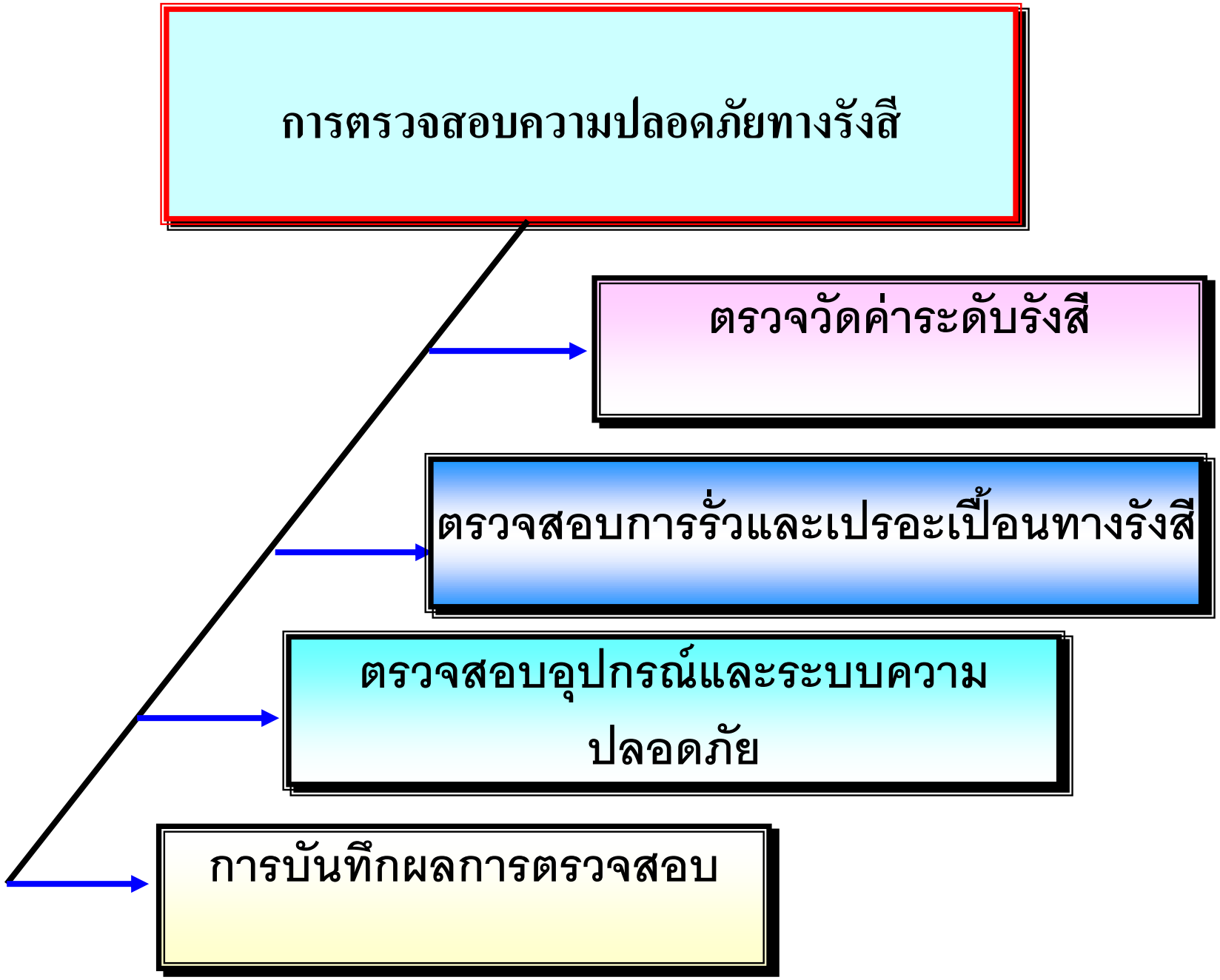
7 ฟุต

ส่วนประกอบชุดต้นกำเนิด

รังสี Ir-192 , Se-75

4. ชุดต้นกำเนิดรังสีแกมมา (GAMMA SOURCE

ส่วนประกอบชุดต้นกำเนิด
รังสี Ir-192 , Se-75


การตรวจสอบความปลอดภัยทางรังสี
ตรวจวัดค่าระดับรังสี
ตรวจสอบการรั่วและเปรอะเปื้อนทางรังสี
ตรวจสอบอุปกรณ์และระบบความปลอดภัย
การบันทึกผลการตรวจสอบ

การตรวจวัดค่าระดับรังสีและการเปรอะเปื้อนทางรังสี

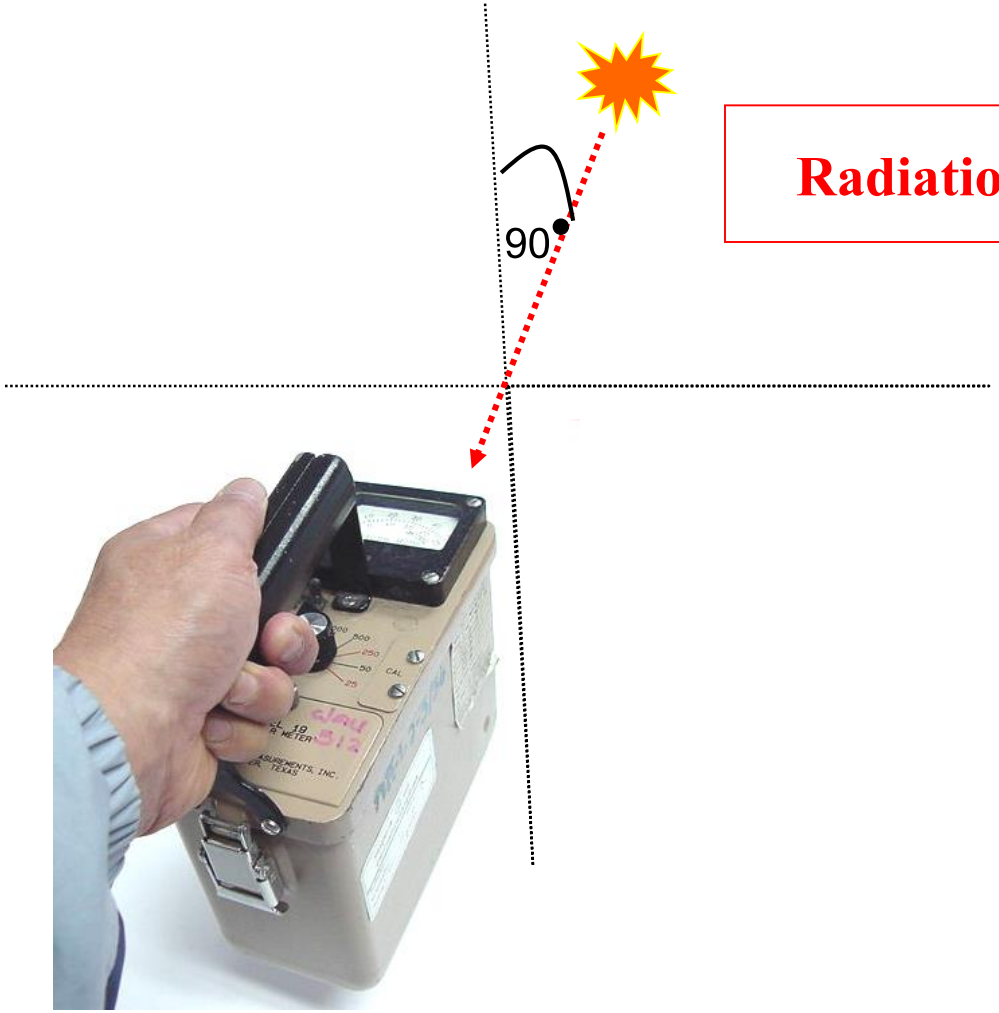
ค่าระดับรังสีสูงสุด

1. ระยะ CONTACT , 1 ft และ1 m. ที่ Projector เพื่อตรวจสอบการกำบังรังสี
2. บริเวณที่เก็บ
3. บริเวณปฏิบัติงานโดยทั่วไป

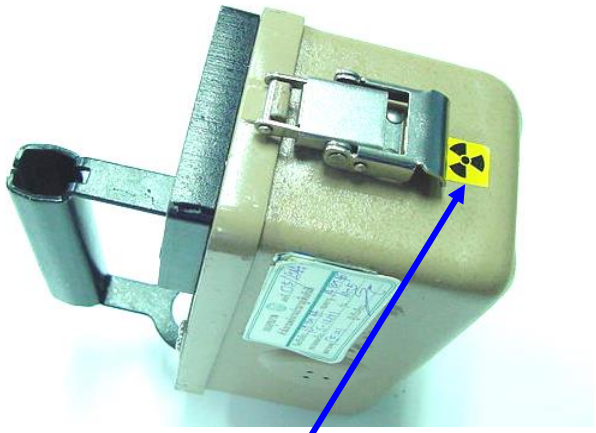
การเปรอะเปื้อนทางรังสี

- พบ (3-5 เท่าBackground)
- ไม่พบ

วิธีการตรวจวัดค่าระดับรังสี

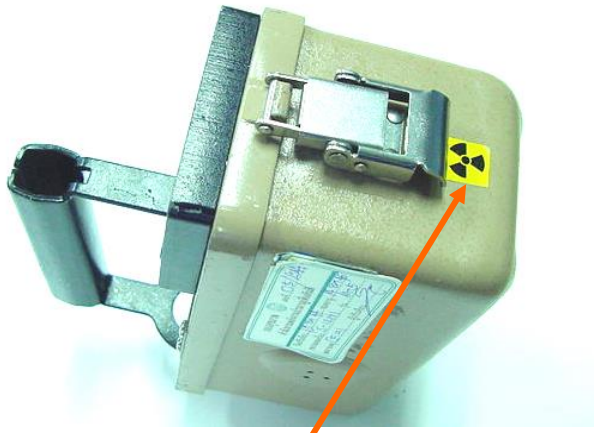


Radiation Source



ตำแหน่งปรับเทียบมาตรฐาน

การตรวจวัดค่าระดับรังสี
อย่างน้อยเดือนละครั้ง



ตำแหน่งปรับเทียบมาตรฐาน

ตรวจสอบการรั่วและเปรอะเปื้อนทางรังสี

SMEAR TEST/ WIPE TEST/ LEAKAGE TEST

อย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง

ตรวจสอบการรั่วและเปรอะเปื้อนทางรังสี

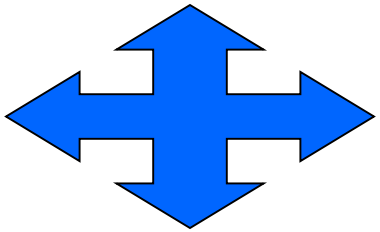
ไม่เกิน 0.005 μ Ci หรือ ≅ 3-5 เท่าของค่า Background:

Bg

การตรวจสอบอุปกรณ์และระบบความปลอดภัย

ความถูกต้อง/เหมาะสม , เกณฑ์มาตรฐาน , สภาพการใช้งาน

1.Visual Check



2.Physical Check

3.Gauge Check

- - Maximum Capacity Depleted uranium shield

- - Selector ring unit , Storage cover , Key and Lock , Shipping plug

- Exit port , Drive cable control unit , Guide tube

- Male - Female Connector Warning Sign

การคำนวณหาค่า

Maximum Capacity Depleted uranium shield (Ci_{Max})

ระดับรังสีที่ระยะสัมผัสต้องไม่เกิน 200 mRhr

ระดับรังสีที่ระยะสัมผัสสุทธิ = I_{net} mRhr ปัจจุบันบรรจุ Ir-192 = At Ci

ถ้าระดับรังสีที่ระยะสัมผัสสุทธิสูงสุด = 200 mRhr บรรจุIr-192ได้สูงสุด = At x 200 Ci

$$\therefore \text{Maximum Capacity ของ Projector} = \frac{A_t \times 200}{I_{net}} \text{ Ci}$$

(Ci_{Max})

A_t = ค่าปริมาณความแรงรังสี Ir-192 ณปัจจุบัน = $Ci_{(ปัจจุบัน)}$

I_{net} = ค่าระดับรังสีที่ระยะสัมผัส - ค่าระดับรังสี Background ของ Dpt.U (mR

= ค่าระดับรังสีที่ระยะสัมผัส - 2 mRhr

การคำนวณหาค่าระดับรังสีสูงสุด
เมื่อบรรจุ Ir-192 Maximum Capacity ต้องไม่เกิน 200 mRhr

Ir-192 ปัจจุบัน = At Ci ค่าระดับรังสีที่ระยะสัมผัสสุทธิ = I_{net} mR/hr

Ir-192 Max Cap. = Ci_{Max} ค่าระดับรังสีที่ระยะสัมผัสสูงสุด = $I_{net} \times Ci_{Max}$

$$\therefore \text{ค่าระดับรังสีที่ระยะสัมผัสสูงสุด} = \frac{I_{net} \times Ci_{Max}}{A_t} \text{ mR/hr}$$

A_t = ค่าปริมาณความแรงรังสี Ir-192 ณปัจจุบัน ($Ci_{(ปัจจุบัน)}$)

I_{net} = ค่าระดับรังสีที่ระยะสัมผัส - ค่าระดับรังสี Background ของ Dpt.U(mR/

= ค่าระดับรังสีที่ระยะสัมผัส - 2 mRhr

ค่าความจุสูงสุด Ir-192 ของ Prjector = Maximum Capacity = Ci_{Max}

ตัวอย่างที่ 1.

Projector มี Dpt.U น้ำหนัก 15.4 Kg

ปัจจุบันบรรจุ Ir-192 ปริมา ณ = 20 Ci → A_t หรือ Ci (ปัจจุบัน)

ค่าระดับรังสีที่ระยะสัมผัส = 35 mR/hr

จงหาค่า Maximum Capacity ของ Projector = ? (Ci_{Max})

ระดับรังสีที่ระยะสัมผัสสุทธิ = 35-2 mR/hr ปัจจุบันบรรจุ Ir-192 = 20 Ci

ถ้าระดับรังสีที่ระยะสัมผัสสุทธิสูงสุด = 200 mR/hr บรรจุIr-192ได้สูงสุด = 20 x 200 Ci

35-2

$$\therefore \text{Maximum Capacity ของ Projector} = \frac{20 \times 200}{33} = 121 \text{ Ci } (Ci_{Max})$$

ตัวอย่างที่ 2.

Projector มี Dpt.U น้ำหนัก 15.4 Kg

ปัจจุบันบรรจุ Ir-192 ปริมา ณ = 20 Ci → A_t หรือ Ci

(ปัจจุบัน)

ค่าระดับรังสีที่ระยะสัมผัส = 35 mR/hr

ค่า Maximum Capacity ของ Projector = 100 Ci (Ci_{Max}

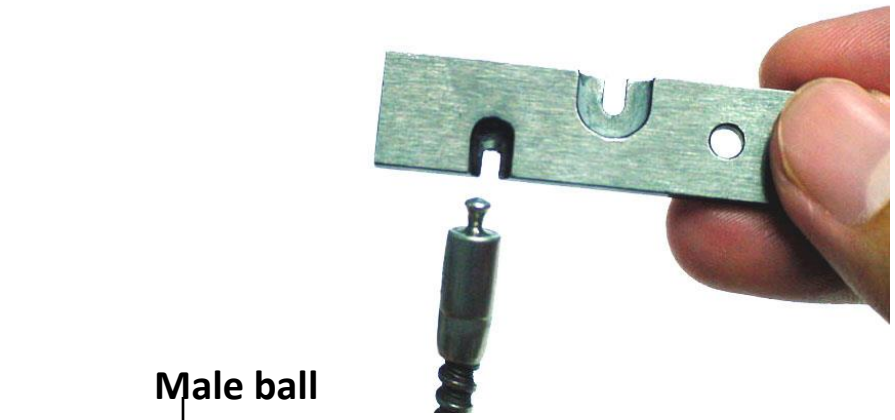
Ir-192 ปัจจุบัน = 20 Ci ค่าระดับรังสีที่ระยะสัมผัสสุทธิ = 35-2 mR/hr

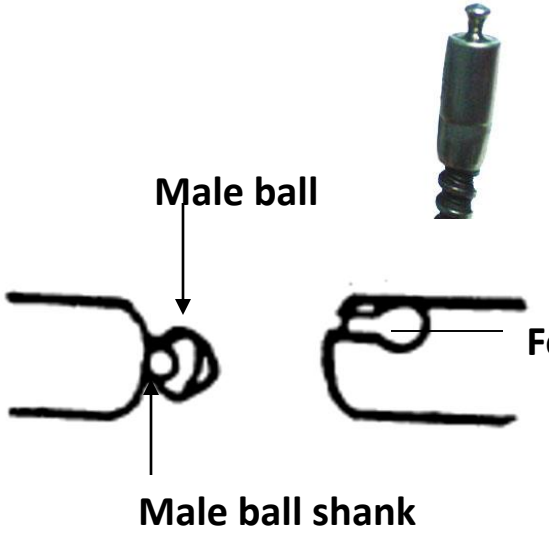
Ir-192 Max Cap. = 100 Ci ค่าระดับรังสีที่ระยะสัมผัสสูงสุด = 33 x 100

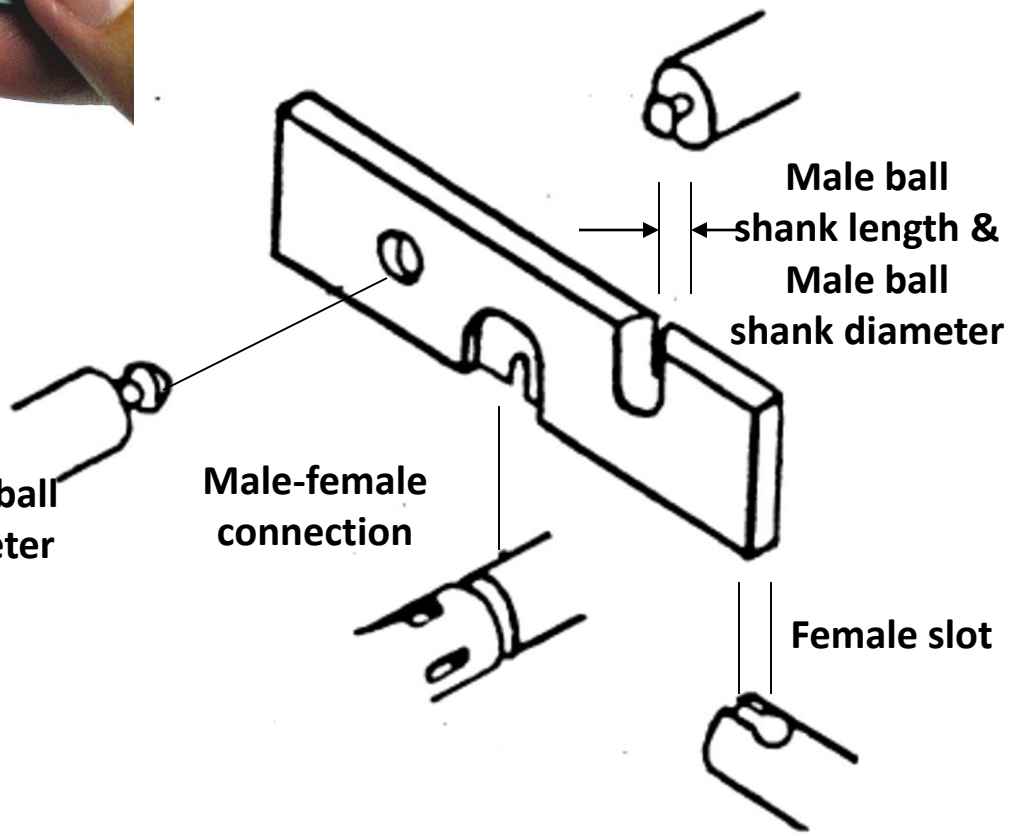
∴ ค่าระดับรังสีที่ระยะสัมผัสสูงสุด = 33 x 100 = 165 mR/hr

ตรวจสอบสภาพอุปกรณ์

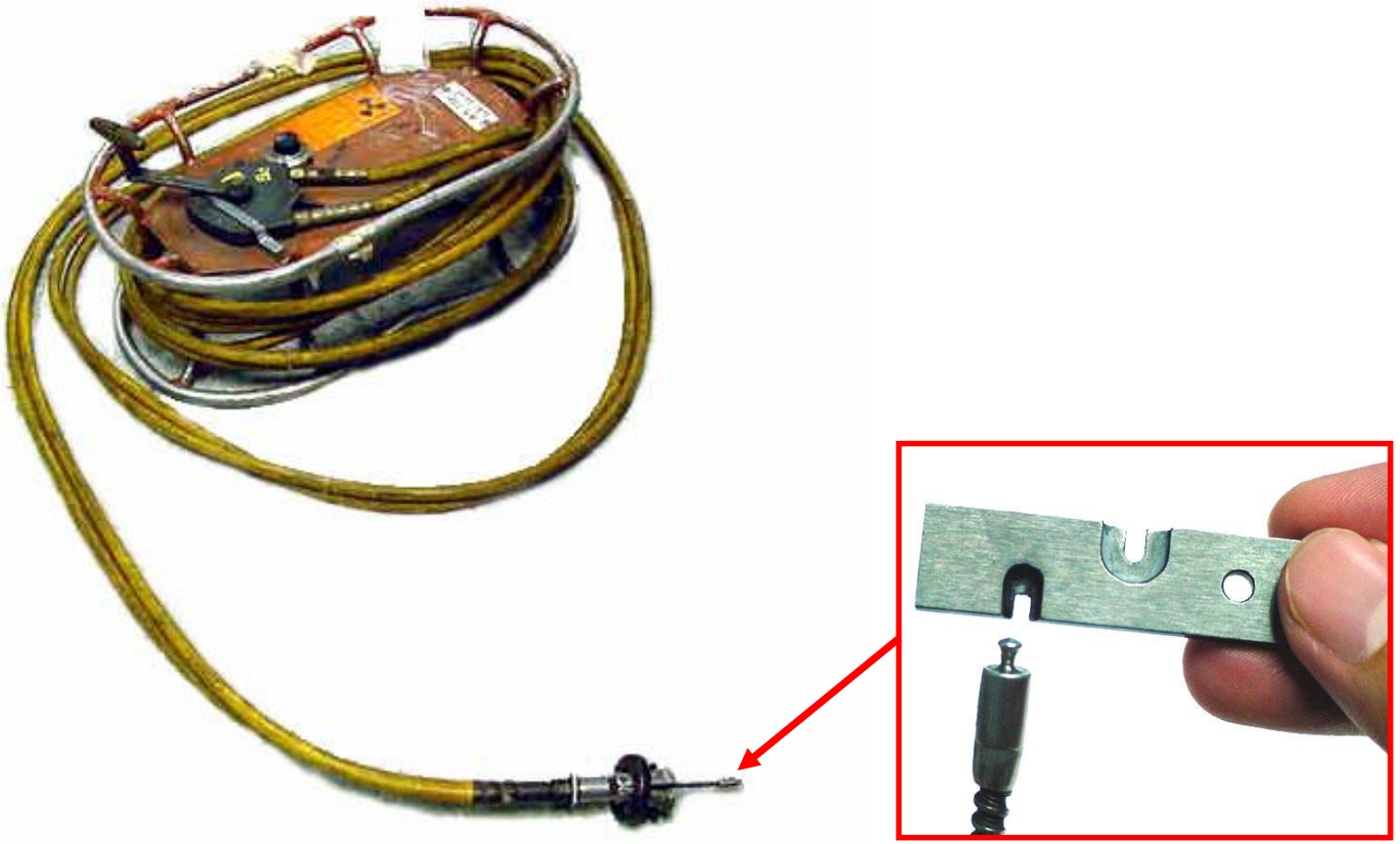
Male - Female Connector



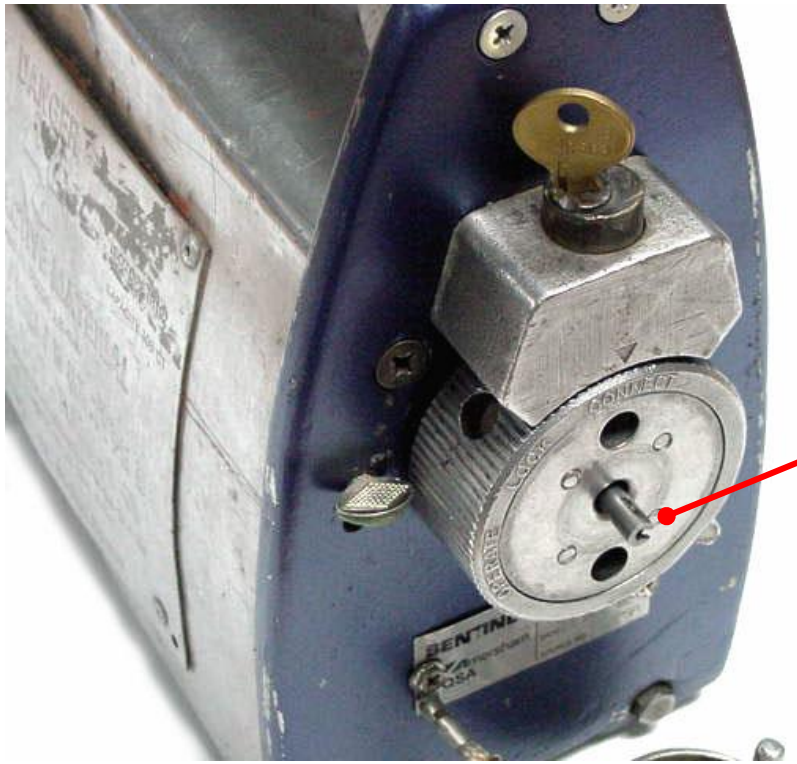


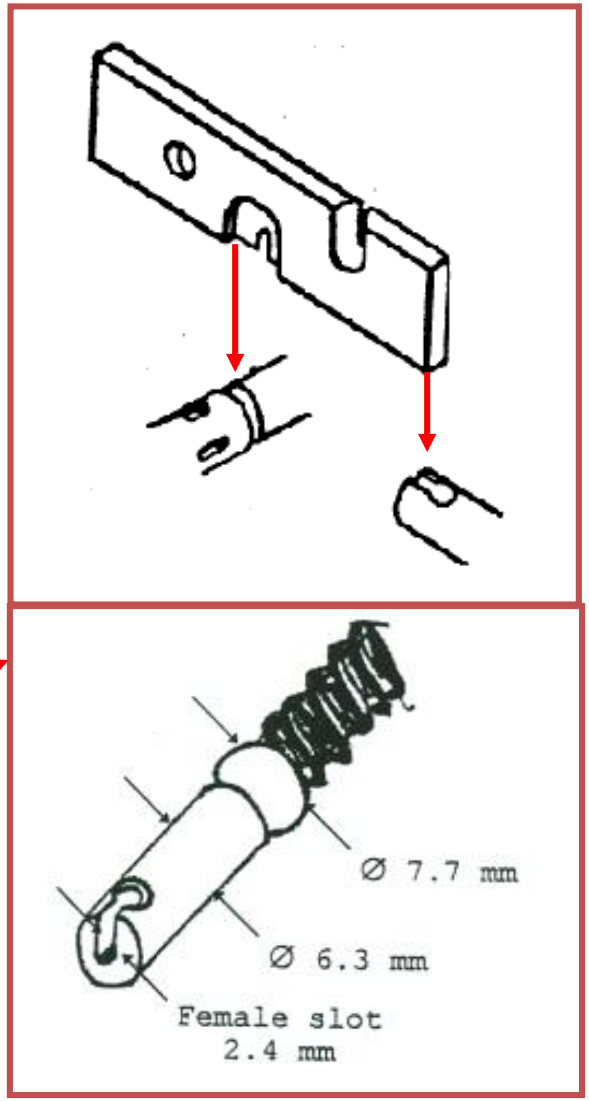


ตรวจสอบสภาพ Male Connector ชุดควบคุม



ตรวจสอบสภาพ Female Connector ต้นกำเนิดรังสี





Female Connector

ตารางบันทึกผลการตรวจสอบ 1

Item	Check list	Results					
		Visual Check			Physical Check		
		Poor	Fair	Good	Poor	Fair	Good
1	Projector Housing						
2	Selector ring unit						
3	Key & Lock						
4	Shipping plug						
5	Owner name plate						
6	Projector name plate						
7	Source name plate						
8	"Caution Radioactive Material" plate						
9	Teleflex drive cable housing						
10	Teleflex drive cable						
11	Female connector						
12	Male connector						
13	Drive wheel						
14	Brake						
15	Teleflex drive cable stopper						
16	Crank arm & frame						
17	Master guide tube						
18	Source stopper						
19	Extension I guide tube						
20	Extension II guide tube						
21	Nut & screw						

Organization _____
Projector code _____
Drive code _____
Extension I guide tube code _____
Extension II guide tube code _____
Inspector: _____
Date: _____/_____/_____

ตารางบันทึกผลการตรวจสอบ 2

Item	Check List	Results			
		Gauge Check			
		No-Go Gauge		Digital vernier/ Long tape	
		No	Go	Reading	Range
1	Male ball diameter				3.5 - 3.6 mm.
2	Male ball shank diameter				1.8 - 2.2 mm.
3	Male ball shank length				1.84-1.94 mm.
4	Female slot				2.3 - 2.4 mm.
5	Male-female connection				0.8 - 0.84 mm.
6	Male connector diameter	-	-		5.5 - 6.5 mm.
7	Male connector length	-	-		13.4 - 14.4 mm.
8	Female connector diameter	-	-		6.3 mm.
9	Female connector length	-	-		24 mm.
10	Shipping plug length	-	-		14 cm.
11	Teleflex drive housing length	-	-		25 - 50 ft.
12	Teleflex drive length	-	-		50 - 100 ft.
13	Master guide tube length	-	-		7 ft.
14	Extension I guide tube length	-	-		7 ft.
15	Extension II guide tube length	-	-		7 ft.

Organization _____
Projector code _____
Drive cable control unit code _____
Extension I guide tube code _____
Extension II guide tube code _____
Inspector: _____
Date: _____/_____/_____

ตารางบันทึกผลการตรวจสอบ 3

Radiation Leakage Test		
Contact	**1 ft.**	**1 m.**
mR/hr	mR/hr	mR/hr
<200 mR/hr	-	<10 mR/hr
Content Ir-192 =		Ci

Radioactive Material Leakage Test	
In S-tube	**At Drive cable**
dps	dps
<0.005 μCi	
Liquid scintillation counter: LSC	

Maximum capacity	=	$\frac{\text{Ci}_{\text{(ปัจจุบัน)}} \times 200}{\text{ระดับรังสีที่ contact projector - Dpt.U. BG}}$
Ci_{Max}	=	_____ Ci
Dpt.U. BG	=	2 mR/hr

Full Operating Test		
Poor	**Fair**	**Good**

Organization _____
Projector code _____
Drive cable control unit code _____
Radiation survey meter code _____
Inspector: _____
Date: _____/_____/_____

ข้อพึงปฏิบัติ
การใช้อุปกรณ์การถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมา

1. ต้องจัดทำคู่มือปฏิบัติงาน (ภาษาไทย) ในการใช้อุปกรณ์การถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาเพื่อเป็นแนวปฏิบัติงานของหน่วยงานปฏิบัติตามอย่างเคร่งคัด ซึ่งคู่มือดังกล่าวต้องครอบคลุมเนื้อหา ดังต่อไปนี้

1.1 แนวปฏิบัติในการตรวจสอบอุปกรณ์การถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาและเครื่องวัด/บันทึกรังสีให้พร้อมสำหรับปฏิบัติงาน

1.2 แนวปฏิบัติงานในการปฏิบัติงานถ่ายภาพด้วยรังสี

1.3 แนวปฏิบัติในการเก็บรักษา เคลื่อนย้าย และขนส่งต้นกำเนิดรังสี

1.4 แนวปฏิบัติในการเปลี่ยนถ่ายต้นกำเนิดรังสี

1.5 แนวปฏิบัติกรณีเกิดอุบัติเหตุ/เหตุฉุกเฉินทางรังสี การจัดเตรียมอุปกรณ์และบุคลากรเพื่อการนี้

1.6 แนวปฏิบัติในการใช้เครื่องวัดรังสีประจำตัวบุคคล (Film badge หรือ TLD)

1.7 มาตรการควบคุม/การจัดระเบียบบริหารงานในหน่วยงาน เพื่อให้แนวปฏิบัติในข้อ 1.1 ถึง 1.6 เกิดผลในทางปฏิบัติ

2. ต้องมีสถานที่เก็บและเปลี่ยนถ่ายต้นกำเนิดรังสี ที่ถูกต้องตามหลักวิชาการกล่าวคือต้องสามารถป้องกันการโจรกรรมและสามารถลดระดับรังสี
ให้อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยทั้งในกรณีใช้งานปกติและกรณีเกิดอุบัติเหตุทางรังสี

3. อุปกรณ์ถ่ายภาพด้วยรังสีต้องได้รับการตรวจสภาพการใช้งาน ณ สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติอย่างน้อยปีละครั้ง

4. Projector ที่ไม่มีระบบ Safety Lock ที่สามารถล็อคให้ต้นกำเนิดรังสี อยู่ภายใน Projector ในตำแหน่งที่ปลอดภัยโดยอัตโนมัติ เมื่อทำการปลดสายควบคุมหรือเลิกปฏิบัติงาน สำนักงานฯขอแนะนำให้เลิกใช้และห้ามนำเข้ามาในราชอาณาจักรอีกต่อไป และขอให้นำอุปกรณ์ถ่ายภาพด้วยรังสี ลักษณะดังกล่าวที่อยู่ในครอบครองไปรับการตรวจสอบการใช้งานที่สำนักงานฯ ภายใน 90 วัน

5. เพื่อป้องกันอุบัติเหตุทางรังสีอันเนื่องมาจากความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ ดังนั้น ห้ามดัดแปลงหรือเปลี่ยนแปลงต้นกำเนิดรังสีและชิ้นส่วนต่าง ๆ ของอุปกรณ์ถ่ายภาพด้วยรังสีในส่วนที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยทางรังสีให้ผิดไปจากมาตรฐานที่บริษัทผู้ผลิต Projector กำหนด เว้นแต่ได้รับอนุญาตและผ่านการตรวจสอบความปลอดภัยในการใช้งานจากบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ถ่ายภาพด้วยรังสีดังกล่าว และหรือจากหน่วยงานที่ได้รับมอบอำนาจจากบริษัทผู้ผลิตและมีหนังสือรับรองความปลอดภัยในการใช้งานเป็นลายลักษณ์อักษร

6. อุปกรณ์ถ่ายภาพด้วยรังสีเก่าที่ผ่านการใช้งานแล้วจากต่างประเทศ สำนักงานฯห้ามนำหรือสั่งเข้ามาในราชอาณาจักร เนื่องจากมีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุสูง เพราะชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ อาจจะอยู่ในสภาพที่ไม่ได้เกณฑ์มาตรฐาน เว้นแต่ ได้รับอนุญาตและผ่านการตรวจสอบความปลอดภัยในการใช้งานจากบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ถ่ายภาพด้วยรังสีดังกล่าว และหรือจากหน่วยงานที่ได้รับมอบอำนาจจากบริษัทผู้ผลิตและมีหนังสือรับรองความปลอดภัยในการใช้งานเป็นลายลักษณ์อักษร

7. เพื่อป้องกันการสูญหายและอุบัติเหตุทางรังสีที่อาจเกิดขึ้นได้ ต้องจัดทำป้ายโลหะติดกำกับ Projector ทุกเครื่องโดยระบุข้อความต่อไปนี้ให้ชัดเจน

คำเตือน “อันตรายวัสดุกัมมันตรังสี”

“(Caution Radioactive Material)”

ชื่อ/ที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์ หน่วยงานผู้เป็นเจ้าของ

สำนักกำกับดูแลความปลอดภัยทางรังสี สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ถ.วิภาวดีรังสิต เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

โทรศัพท์ 0 2562 0123, 0 2562 0091, 0 9200 6243

8. จะต้องแจ้งการเคลื่อนย้ายต้นกำเนิดรังสีทุกครั้ง เมื่อนำออกจากสถานที่เก็บตามที่ระบุไว้ในใบอนุญาตฯ หรือนำไปปฏิบัติงานในภาคสนาม โดยมีระเบียบการแจ้งดังต่อไปนี้

8.1 การแจ้งการเคลื่อนย้ายต้นกำเนิดรังสี กรณีนำออกไปเกิน 30 วัน ต้องแจ้งให้สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติทราบเป็นลายลักษณ์อักษร พร้อมระบุเหตุจำเป็น และสถานที่เก็บชั่วคราว โดยมีรายละเอียดของสถานที่เก็บชั่วคราว และวิธีการรักษาความมั่นคงวัสดุกัมมันตรังสีของสถานที่เก็บชั่วคราวนั้น ต้องเคลื่อนย้ายวัสดุกัมมันตรังสีหลังจากได้รับหนังสือตอบรับจากสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติเท่านั้น และต้องจัดทำสถิติการเคลื่อนย้ายประจำเดือนย้อนหลัง และส่งให้สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติอย่างน้อยเดือนละครั้ง

8.2. แจ้งการเคลื่อนย้ายต้นกำเนิดรังสี กรณีนำออกไปเกิน 7 วัน(แต่ไม่เกิน30 วัน) ต้องแจ้งสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติทราบเป็นลายลักษณ์อักษรล่วงหน้าทุกครั้ง และจะต้องจัดทำสถิติการเคลื่อนย้ายประจำเดือนย้อนหลัง และส่งให้สำนักงานฯ อย่างน้อยเดือนละครั้ง

8.3. กรณีนำออกไปไม่เกิน 7 วัน ควรแจ้งให้สำนักงานฯทราบโดยทางโทรศัพท์ หรือโทรสารก่อนและต้องทำสถิติการเคลื่อนย้ายประจำเดือนย้อนหลังและส่งให้สำนักงานฯอย่างน้อยเดือนละครั้ง

8.4. การแจ้งสถิติการเคลื่อนย้ายวัสดุกัมมันตรังสีย้อนหลังตามข้อ 8.1 ข้อ 8.2 และข้อ 8.3 ให้ใช้แบบรายงานดังที่กำหนด และให้รายงานแสดงการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของต้นกำเนิดรังสีแนบมาพร้อมกันด้วย

9. เมื่อนำหรือสั่งต้นกำเนิดรังสีเข้ามาในราชอาณาจักรเพื่อทดแทนต้นกำเนิดรังสีเดิมที่ไม่ประสงค์ใช้งานอีกต่อไป

9.1 จะต้องแจ้งหมายเลขต้นกำเนิดรังสีที่ต้องการจะเปลี่ยน พร้อมทั้งหมายเลข Projector ที่บรรจุต้นกำเนิดรังสีโดยใช้แบบการเปลี่ยนต้นกำเนิดรังสีที่สำนักงานฯกำหนด และยื่นต่อสำนักงานฯทุกครั้งที่ขออนุญาตนำหรือสั่งเข้ามาทดแทนต้นกำเนิดรังสีเดิม

9.2 ให้ส่งใบอนุญาตนำเข้า คืนสำนักงานฯทุกครั้งเมื่อดำเนินการนำเข้าเรียบร้อยแล้ว เพื่อสำนักงานฯจะได้ปรับปรุงบัญชีต้นกำเนิดรังสีหรือติดตามตรวจสอบต่อไป

10. ต้องรายงานผลการได้รับรังสีของผู้ปฏิบัติงาน (ผล Film badge หรือ TLD) ต่อสำนักงานฯทุกเดือน และกรณีมีผู้ได้รับรังสีเกินร้อยละ 30 ของเกณฑ์ที่กำหนดให้รีบสอบสวนหาสาเหตุที่ได้รับรังสีเกินนั้น และหามาตรการป้องกันอย่างเคร่งครัดมิให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับรังสีสูงอีก

11. ต้องจัดทำประวัติสุขภาพ และการได้รับรังสีของผู้ปฏิบัติงานทั้งหมด โดยจัดแยกเฉพาะตัวบุคคลและต้องแสดงปริมาณรังสีสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับตั้งแต่เริ่มปฏิบัติงานถึงปัจจุบัน และทุกครั้งที่ได้รับรายงานผลการได้รับรังสีจากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์หรือสำนักงานฯ ต้องแจ้งให้ผู้ปฏิบัติงานทราบเป็นลายลักษณ์อักษร