

電力安全研討會

其他國家 / 地區的 電氣安全實務要點概述

香港理工大學
電機工程學系 副系主任
勞偉籌 博士工程師

20/12/2012

幾個重要點

- 帶電作業
- 保護邊界
- 電弧保護
- 從高處墮下
- 安全頭盔
- 安全鞋

提到的國家/地區：美國，歐洲，澳大利亞/新西蘭

美國:帶電作業或帶電線路附近工作

- 安全模型(**Safety Model**)第3階段控制危害(**Control Hazard**)：安全的工作環境
- 應盡量避免帶電作業或在帶電線路附近工作
 - 帶電電路上工作: 意味著實際接觸帶電的部分。
 - 帶電電路附近工作: 工作足夠接近帶電部分，即使你可能在不帶電的部件工作。

基本上你真的需要在帶電電路上 或附近工作僅包括：

- 採取電壓和電流測量，
- 打開和關閉，斷開斷路器，
- 上下架電路斷路器，
- 拆卸面板，
- 打開電氣設備門作檢查。

真的要帶電作業或在帶電線路附近工作

- 應該遵循標準的書面程序，並培訓這些常見任務。例如：在開啓和關閉電氣開關時，使用左手法則（如果電氣開關是在設備的右側，站到設備的右側，用你的左手操作開關）。
- 雇主應建立工作許可證(Work Permit System)制度，必須由有資格的主管授權。

工作許可證至少應包含以下信息：

- 描述電路和設備、及其位置，
- 解釋為什麼必須做這“帶電”工作，
- 許可證所涵蓋的日期和時間，
- 描述要使用的安全措施，
- 導致觸電的危險分析和保護邊界，
- 導致電弧的危險分析和保護邊界，
- 需要安全地執行工作的個人防護裝備(PPE)，
- 誰做這工作，以及如何將不合資格的人被遠離，
- 完成工作前簡報的證據，完成討論工作的具體危害的證據。
- 通電工作的審批簽名（授權或批准管理，安全主任，業主等）。

真的帶電作業或在帶電線路附近 工作你必須做到以下幾點

- 有一個書面的工作許可證。
- 佩戴合適的**PPE (NFPA 70E)**，以防止觸電和電弧。從不穿出合成材料製成的服裝(如醋酸、尼龍、聚酯、聚丙烯、或人造絲 - 單獨或結合與棉花)。這種服裝是危險的，因為它可以燃燒和融化在你的皮膚上。
- 使用適當的防護設備，如絕緣工具和/或處理設備。他們應該有合適的額定電壓。

接近邊界 (Approach Boundary)

- 外露帶電部件的風險取決於你的距離。
- 三個關鍵“邊界”，以保護自己免受電擊
- 一個關鍵“邊界”，以保護你免受電弧閃爍或爆炸。
- 這些邊界是由美國國家防火協會(National Fire Prevention Association) 設立（NFPA 70E）。

300-600伏(V)的帶電部件的電擊 邊界(Electric Shock Boundaries)

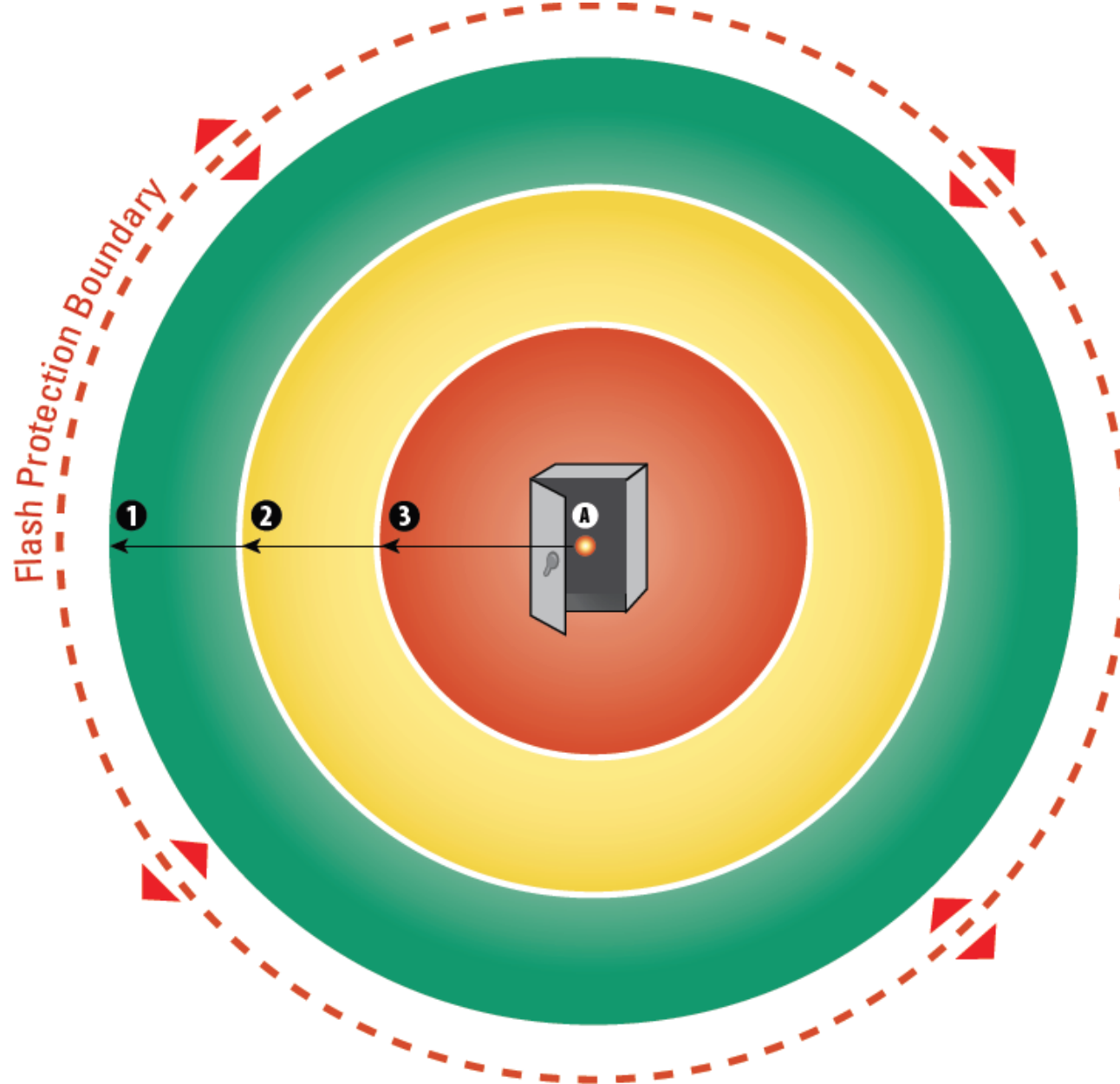
爲

- 禁止接近邊界(**Prohibited Approach Boundary**): 1英寸
- 限制接近邊界(**Restricted Approach Boundary**): 1英尺
- 限制的接近邊界(**Limited Approach Boundary**): 3英尺 6英寸

- **有限接近邊界:** 是一個不合資格的人可接近的最近距離 (除非合資格人士伴隨著你)。一個合資格的人，是一個已獲得授權的人及對該設備的運行，結構和危險有培訓的人。
- **限制接近邊界:** 是帶電部件外露，一個合資格的人可以在沒有適當的個人防護裝備及絕緣工具時，最接近的距離。
- **禁止接近邊界:** 是最嚴重的距離，是你必須保持與外露帶電部件的距離，以防止在空氣中的閃絡或電弧。更近的話，等於直接接觸帶電部件等。

電弧防護邊界

- 爲防止灼傷，還有一個更邊界式的電弧保護邊界，就是你需要**PPE**以防止無法治愈的燒傷(如果有電弧閃光)。
- **300-600伏(V)** 的帶電部件的電弧防護邊界爲：
4英尺



- ❶ Limited Approach Boundary
- ❷ Restricted Approach Boundary
- ❸ Prohibited Approach Boundary
- Ⓐ Energized Part

Figure 9
Shock Protection Boundaries

電弧閃 (Electric arc/flash)

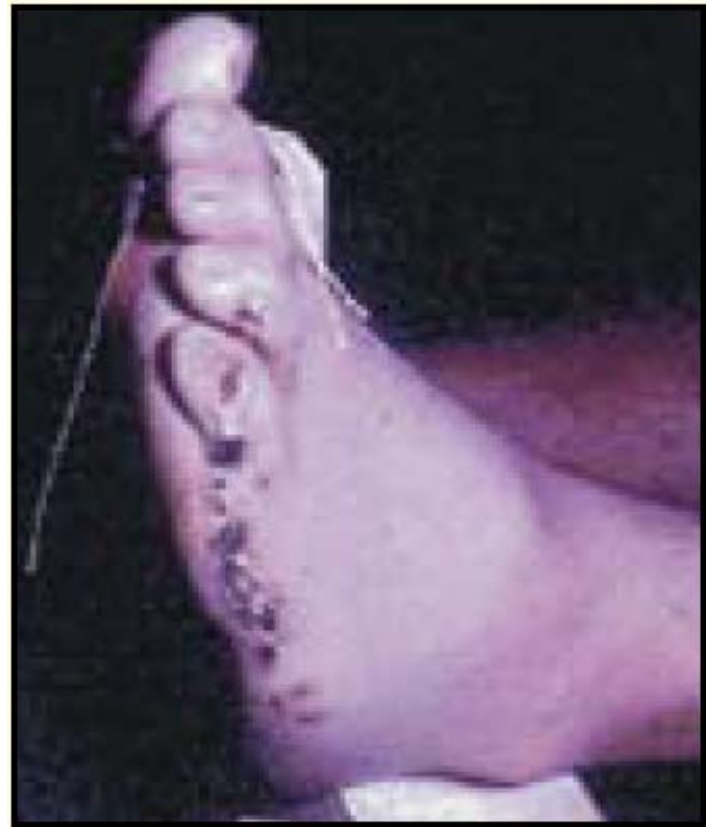
- 弧閃是一個意外的突然釋放，由電力通過空氣產生的熱和光的能量。
- 通常是由導體之間的意外接觸做成。
- 在電弧終端的溫度可達到或超過**20,000**度（**°C**），**4**倍的太陽的表面溫度。
- 電弧周圍的空氣和氣體是瞬間被加熱和導體被汽化，被稱為電弧放電產生的壓力波 (**Arc Blast**)。

- 人員直接暴露於弧閃/弧爆炸事件，是可能受到第三度燒傷，可能失明、休克。爆炸的效果可能使聽力喪失。
- 即使是相對小弧閃，可能會導致嚴重的人身傷害。
- 次級影響: 包括有毒氣體，空氣中的碎片，損壞電器設備電和附件。
- 高電弧的熔融溫度和汽化的金屬迅速點燃附近易燃材料。這些火災可能導致廣泛的財產損失和產生對人員的更大危害。

- http://www.youtube.com/watch?feature=endscreen&NR=1&v=8hO1s_SFHe0
- <http://www.youtube.com/watch?v=QNbmkaXBESc>



Source: Fluke Corporation



Source: NIOSH, US

ARC-FLASH METRICS

$$\text{Energy (E)} = \text{Power (P)} \times \text{Time (t)}$$

$$\text{Power (P)} = \text{Volts (V)} \times \text{Amps (I)}$$

$$\text{Calories (E)} = \text{Volts (V)} \times \text{Amps (I)} \times \text{Time (t)}$$

$$1 \text{ Calorie} = 4.1868 \text{ watt-seconds}$$

$$1 \text{ Joule} = 1 \text{ watt-second}$$

入射能量:結果/例子

- 0.0033 cal/cm²**: 在地球赤道地面的表面上，太陽在**0.1**秒產生的能量。
- 1 cal/cm²**: 相當於一個指尖一秒鐘暴露於香煙打火機的火焰的能量。
- 1.2 cal/cm²**: 將立即導致二度燒傷，裸露的皮膚的能量。
- 4 cal/cm²**: 瞬間點燃棉襯衫的能量。
- 8 cal/cm²**: 將立即導致無法治愈的裸露的皮膚三度燒傷的能源量

INCIDENT ENERGY (cal/cm²)	HAZARD RISK CATEGORY
0 to 1.2	0
1.21 to 4	1
4.1 to 8	2
8.1 to 25	3
25.1 to 40	4

PPE REQUIREMENTS

Hazard Risk Category	Required Minimum Arc Rating of PPE (cal/cm ²)	Typical Protective Clothing Systems Clothing Description	Minimum Flash Protection Boundary (in.)
0	N/A	1 layer of non-melting, flammable fabric with weight of at least 4.5 oz/yd ²	6
1	4	1 layer of a FR shirt and FR pants or FR coverall	15
2	8	1 or 2 layers of FR shirt and FR pants with conventional cotton underwear	45
3	25	2 or 3 layers of FR shirt, FR pants plus FR coverall cotton underwear	60
4	40	3 or more layers of FR shirt, FR pants plus multi-layer flash suit	~120

Derived from NFPA 70E Table 130.7(C)(11)

電弧防護：歐洲類似的方法

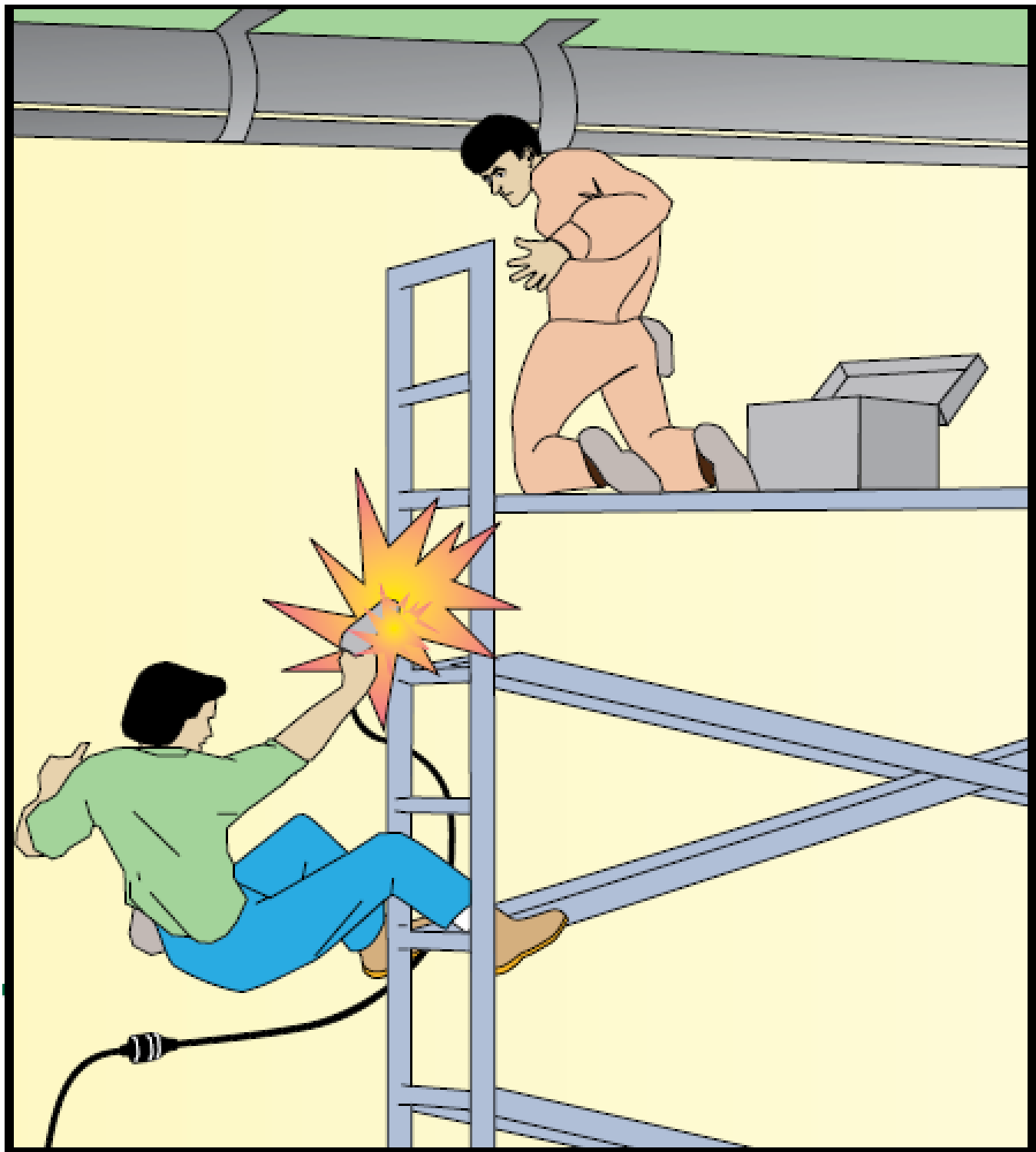
- 通過風險評估，決定所需的預防措施，需要確定電弧閃光將衍生的危害。
- 風險評估的需要，體現在歐洲法通過指令 **(Directive) 89/391**（**EU**工作場所的健康與安全指令）**(EU Workplace Health and Safety Directive)**
- 歐洲電弧指南(**The European Arc-Guide**)使用**IEEE 1584 (Guide for Performing Arc Flash Calculations)**指南執行弧閃的危害嚴重程度的預測(**prediction**)計算，然後訂出一個明確的預防(**prevention**)，保護(**protection**)和發布(**publish**)的風險評估週期。
- 開發歐洲電弧指南，一步步指導用戶作電弧危害的管理。

AU/NZ:防止從高處墮下

- 高度大於2米時，”**2003年職業健康與安全（預防跌倒）規例**”是指在考慮和實施措施（俗稱控制的層次結構**a hierarchy of control**）的命令。要求責任承擔者，在合理實可行的措施下，盡可能把風險降到最低。考慮採取什麼措施使用時，必須徵詢有關的職業健康與安全代表和員工。這是一個法律的要求。請參考下表應遵循的順序。
- 兩米或以下，上面的不是一個法律的要求，但是，它是一個有用的指南，以控制與這些工作相關的風險。職業健康與安全法案**2004** “需要提供一個安全的工作環境，不會危害健康。這包括防止跌倒兩米或以下。

ORDER FOR CONSIDERING WHAT SAFETY MEASURES TO USE

- 1. Can the work or some of the work be done from the ground or a solid construction?**
- 2. Can a passive fall prevention device be used?**
(Note: a passive fall prevention device is material or equipment or a combination thereof that is designed for preventing falls and, after initial installation, does not require any ongoing adjustment, alteration or operation by any person to ensure the device's integrity.) *(Example: elevated work platforms – fixed work platforms, cherry pickers, step platforms, building maintenance units; scaffolding; guard railing; safety mesh; special forklifts such as order picking forklifts, purlin trolleys, etc.)*
- 3. Can a work positioning system be used?**
E.g. industrial rope access system or travel restraint system.
- 4. Can a fall injury prevention system be used?**
E.g. safety net, catch platform or fall arrest harness system.
- 5. If none of the above measures are reasonably practicable or do not minimise the risk of a fall then a fixed or portable ladder or administrative control must be used.**



ANSI標準的安全頭盔

- 你必須戴上合適的安全頭盔工作。
- 適合電氣工作:，自**1997**年以來批准的所有安全頭盔上標有“**E類**”。**1997**年之前批准的安全頭盔上標有“**B級**”。
- 此外，分爲“**1型**”或“**2型**”。**1型**安全頭盔，保護你，從頭頂部的碰撞。**2型**安全頭盔，保護從頭頂部和側面的碰撞。

ANSI標準的安全

- **ANSI**的批准代碼通常印刷的靴或鞋內的舌頭。
- 如果它被批准用於電氣工作。鞋將被標記為“**EH**”。
- **ANSI**審批印章本身並沒有必然意味著鞋類提供觸電危險保護。
- 皮革製成的鞋類產品必須保持乾燥，以保護您的觸電危險，即使它被標記為“**EH**”。

ANSI Z41 = ANSI footwear protection standard
PT = **P**rotective **T**oe section of the standard
91 = year of the standard (in this example 1991)

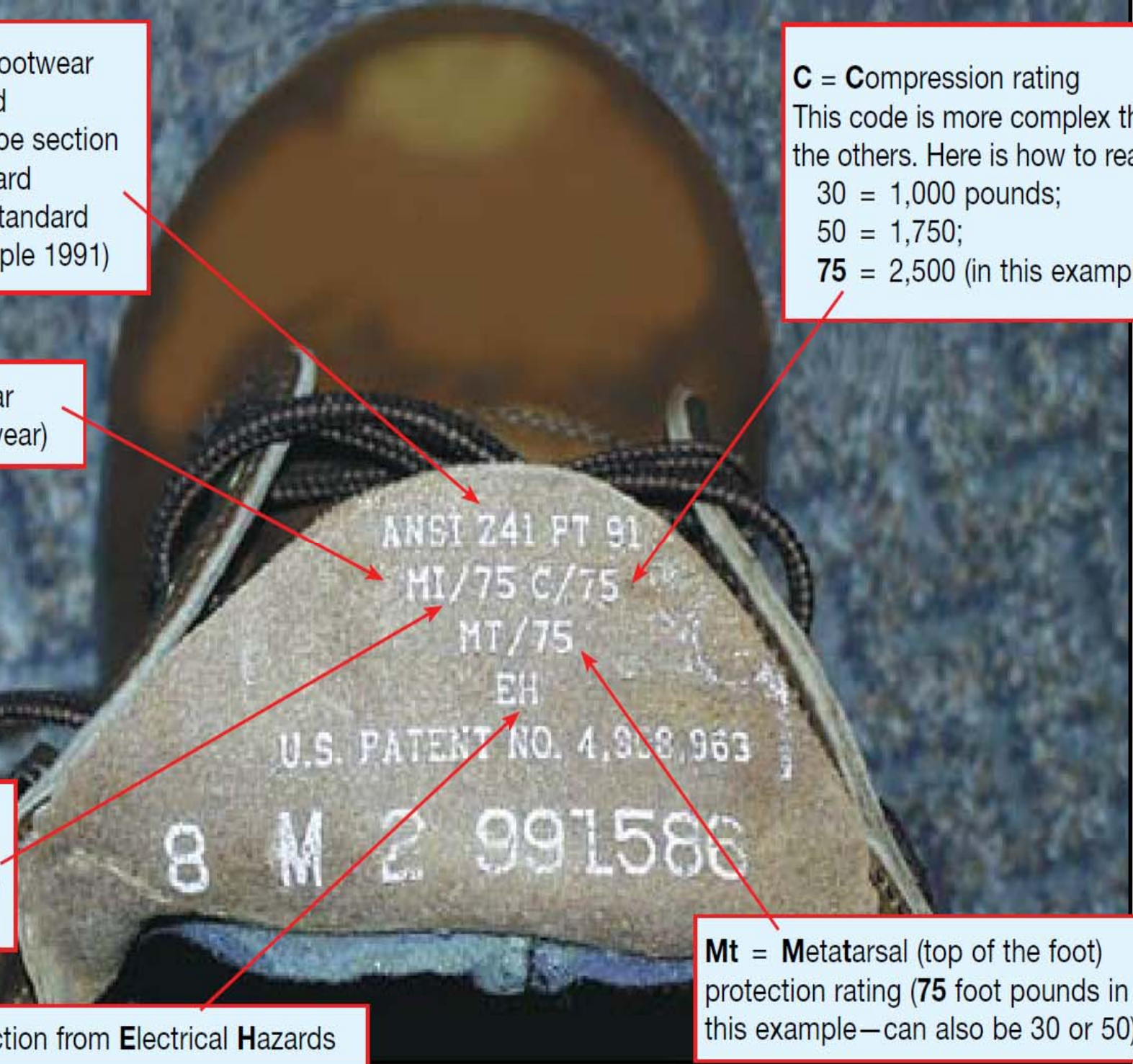
C = **C**ompression rating
This code is more complex than the others. Here is how to read it:
30 = 1,000 pounds;
50 = 1,750;
75 = 2,500 (in this example)

M = **M**ale footwear
(**F** = **F**emale footwear)

I = **I**mpact rating
(**75** foot pounds in this example—can also be 30 or 50)

EH = protection from **E**lectrical **H**azards

Mt = **M**etatarsal (top of the foot) protection rating (**75** foot pounds in this example—can also be 30 or 50)



結語

- **Standards/practices compliance** 按照標準/規則
- **Assessment of risk** 緊係要做風險評估
- **Equipment for personal protection** 要帶個人防護裝備
- **Test before you act** 最先試電後開工
- **Fall-from-height protection** 梯跌保護
- **You, as an active participator** 全心全意投入
- **1st priority is always human life** 一人只得一命、生命最寶貴。

- Standards/practices compliance
- Assessment of risk
- Fall-from-height protection
- Equipment for personal protection
- Test before you act
- You, as an active participator
- 1st priority is always human life

SAFETY 1st

- 安(按)照標準/規則
- 全心全意投入
- 第(梯)跌保護
- 一人只得一命、生命最寶貴。
- 最先試電後開工
- 緊係要做風險評估
- 要帶個人防護裝備

安全第一緊要

Thank you 謝謝

Q&A 問與答