



行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書
(出國類別：實習)

九十年度聯合技術協助訓練計畫赴美國研習
「手機電磁波吸收率(SAR)量測技術」實習出國報告

服務機關：經濟部標準檢驗局

出國人職稱：工程師

姓名：陳滄洲

出國地點：美國

出國期間：中華民國九十年七月十四日至八月五日

報告日期：中華民國九十年八月三十日

行政院研考會/省(市)研考會 編號欄

目

錄

頁次

一、前言	3
二、行程說明	5
三、心得報告	6
(一) 電磁波能量吸收率(SAR)之簡介	6
(二) SAR 之實際量測	8
(三) SAR 量測相關的軟硬體設備	11
(四) 各類機構對於電磁波及手機輻射影響人體層面之 相關評析	31
四、總結	37
五、建議	42

一、前言

行動電話發明迄今已有二十年餘，風行全球造成一股狂潮，估計全世界至少有七億以上的使用人口，連國民所得較低之中國大陸地區也有一億以上人口使用行動電話，在歐、美、日本、香港、台灣等地區更是成長到至少 75%人口的使用率。除了小孩、老人外，幾乎人手一機，拉近人與人之間的距離，充分享受行動電話帶來的便利。隨著全球行動通訊市場的蓬勃發展，我國無線通訊工業在 1999 年的產銷情況也十分出色，依據工研院電通所的資料顯示，1999 年的產值達到新台幣 163.24 億元，較 1998 年成長 33.30%，歸納其成長的原因包括下列兩項：（1）我國投入行動終端產品（行動電話及數位無線電話手機）研發的設備廠商，開始掌握 OEM 商機。其中，行動電話手機在 1999 年的總產量（含海外生產部）已將近 280 萬具，較 1998 年大幅成長近 30 倍；（2）全球市場對衛星導航及定位的需求快速成長，在該應用風潮下，目前我國已有許多廠商投入全球定位系統（GPS）相關產品的研發及生產行列，也促使我國 GPS 產品在 1999 年的產值較 1998 年成長 28%。近年來，無線通訊更掀起資訊狂潮，短距離無線通訊技術 藍芽（Bluetooth），因其低成本、低耗能，適用於 IA(資訊家電)產品的特色，已被全球大多數資訊、通訊、家電廠商，視為未來重要關鍵技術。預估到西元 2004 年時，相關藍芽應用產品市場將逼進 4.5 億台，而藍芽的領域重心，也將逐漸由攜帶型終端產品、筆記型電腦、PDA 等，擴及數位相機，印表機、掃描器等。中華民國無線通訊聯盟會長翁樸山表示，21 世紀將是無線通訊的世紀，而藍芽技術的規格標準一致，需求量多，價格低廉，可應用的

產品眾多，非常適合成為台灣核心產業的項目，也是以成為類似目前 PC 與半導體的國際市場。至於藍芽技術要達到普遍化，大概還需兩至三年的時間，台灣對於未來藍芽技術的關鍵零組件也將會有某個程度的掌握度，這也會使台灣在此領域的競爭力更為加強。

因此,台灣在未來無線通訊產業將有極大的市場空間，其中手機發展最為耀眼，然而全球廣大的手機用戶與社會大眾相當關心手機所產生的輻射波是否會影響身體健康及專家學者的研究報告中也一再預警其對人體的傷害。全球三大手機製造廠商諾基亞、摩托羅拉及易利信不約而同的發表聲明，將致力於研發 SAR 的手機，並於西元 2001 年開始為行動電話貼上輻射量 SAR 值的標籤。SAR 值的高低是指行動電話對人體造成輻射量的多寡，目前全球以 FCC(美國聯邦通訊委員會)對手機強制要求須通過此一標準，日本也於西元 2000 年通過，將於西元 2001 年起要求手機製造商在此一項目上通過標準，其標準將採用 CENELEC 1995 2.0 W/ kg 來檢測及發放手機合格標示。所以我們可以知道人體之電磁波能量吸收率(SAR)問題已日漸被世人所重視，雖然行動電話的發射天線其產生的電磁輻射是否會對人體本身產生傷害或影響尚無定論，但是經由 SAR 量測來檢驗電磁波的能量，以防止使用不良產品，並避免過高的電磁輻射能量進入人體內，進而使傷害降至最低的限度。有鑑於此，本人感到萬分榮幸有這次機會赴美國瞭解 SAR 量測相關的軟體/硬體設備、

標準、量測方法及各類機構對於手機輻射量影響人體層面之研究報告，為國內即將推展手機產品之 SAR 驗證測試等檢驗業務做好先期準備工作。

二、行程說明

- (一) 七月十四日,由台北搭機赴美國紐約市,旋即轉機赴華盛頓特區。
- (二) 七月十五日至七月十六日到達地點: 華盛頓特區, 拜訪 USDA The National Institute of Standards and Technology's Electronics/Electrical Engineering Lab.。
- (三) 七月十七日至七月十九日到達地點: 麻薩諸塞州波士頓, 拜訪 Gradient Corporation、 Harvard University School of Public Health、 TUV Rheinland North America。
- (四) 七月二十日到達地點: 紐約州賓翰頓, 拜訪 IBM Endicott EMC Test Lab.。
- (五) 七月二十一日至七月二十四日到達地點: 科羅拉多州丹佛, 拜訪 Criterion Technology Corp.、 The National Institute of Standards and Technology-Boulder Lab.。
- (六) 七月二十五日至七月三十日到達地點: 加州舊金山, 拜訪 IDC、 Compliance Certification Services、 Intertek Testing

ServicesNA,Inc.。

(七) 七月三十一日至八月一日到達地點: 加州聖地牙哥, 拜訪 NEMCO EESI, Inc.。

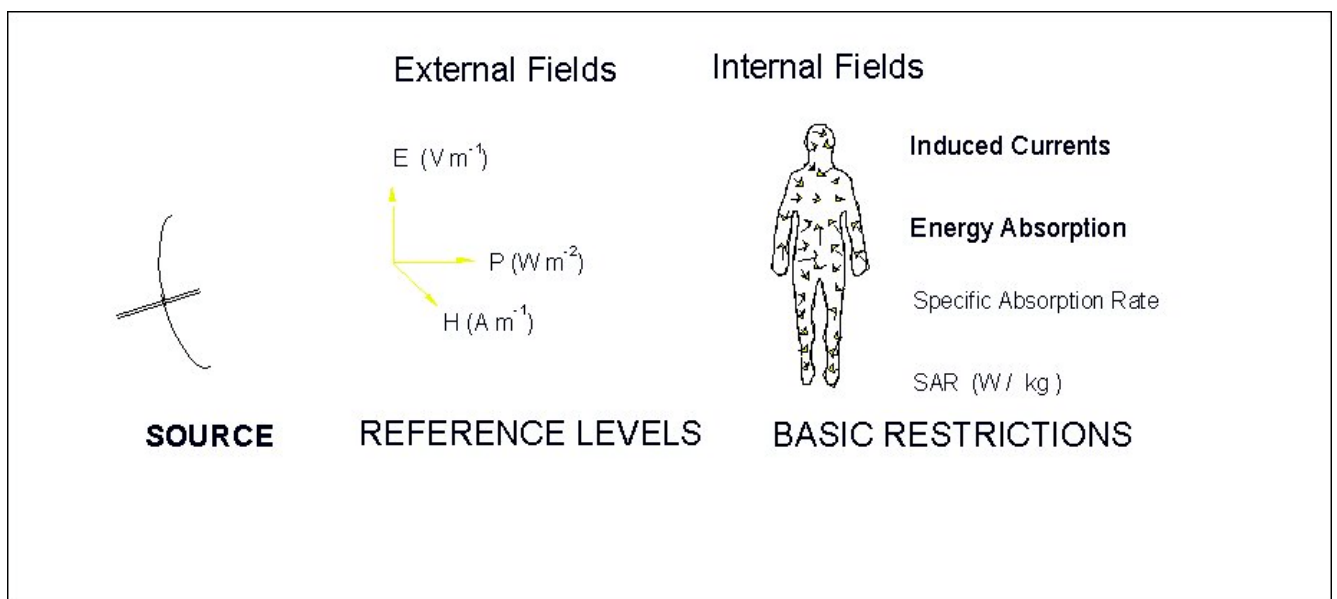
(八) 八月二日至八月四日到達地點: 加州洛杉磯, 拜訪 UCLA Electrical Engineering Department、 Compatible Electronics,Inc.、 Aegis Lab.Inc.。

(九) 八月五日到達地點: 台北, 由洛杉磯搭機返回台灣。

三、心得報告

(一) 電磁波能量吸收率(SAR)之簡介:

SAR 定義：英文全名為 Specific Absorption Rate，即單位時間內，單位質量所吸收的電磁波能量，單位為 W/ kg。



通常可由人體模型的量測 動物組織或數學理論的推算來了解 SAR 的分

佈，下列兩種測量可以用來計算 SAR：

1、電場量測 - 因為 SAR 是與人體組織（以下以組織代稱之）內的電場強度，導電性以及質量密度有關，因此可以用小型的電場探針來量測。

2、溫度量測 - 組織內的溫度升高與 SAR 有關，因此可用溫度探針來量測組織內的溫度，推算出該區域的電磁波強度。

SAR 的計算式如下：

$$SAR = \frac{d}{dt} \left(\frac{dw}{dm} \right) = \frac{d}{dt} \left(\frac{dw}{\rho \, dv} \right)$$

dw : 電磁能增加率(W)

dm : 質量(kg)

dv : 體積(m³)

ρ : 組織密度(kg/m³)

SAR 亦可用下式來表示：

$$SAR = \frac{\sigma E^2}{\rho}$$

E : 在組織內全部的電場強度(V/m)

σ : 導電係數(S/m)

ρ : 組織的密度(kg/m³)

有關 SAR 的量測技術,其操作程序及 SAR 值之標準主要是以 ANSI/IEEE std C95.1-1992 Edition 為標準，對於操作頻率介於 100KHz 和 6GHz 之間的可攜帶式裝置的吸收率暴露極限如表一所示。

表一 FCC 對操作頻率介於 100KHz~6GHz 之間的可攜帶式裝置的吸收率(SAR)暴露極限。

全身平均*平均比吸收率	部份軀體**之平均比吸收率	四肢尖端***之平均比吸收率
(一)職業性/受控環境		
0.4W/Kg	8.0W/Kg	20.0W/Kg
(二)一般民眾/非受控環境		
0.08W/Kg	1.6W/Kg	4.0W/Kg

*平均範圍包含四肢尖端之全部人體。

** 亦稱局部比吸收率(Localized SAR) , 其平均範圍為四肢尖端除外之任一質量 為 1 公克的立方體組織。

*** 四肢尖端係指 hands wrists、 feet 和 ankles , 其平均範圍為任一質量 為 10 公克的 立方體組織。

(二) SAR 之實際量測:

有關 SAR 的量測可略分為以下四個部份：

第一部份：電場探針 (E-Field probe) 在自由空間 (Free space) 中的校正

首先準備 E-field probe , 該探針須具備下列特性：

1、不能干擾電磁波

- 2、等向性 (Isotropic)
- 3、體積要小
- 4、高靈敏度
- 5、可靠性及堅固

E-field probe 有三個極小的 Dipole 天線，其角度互為正交，這 3 個天線即為 3 個 Channel，Dipole 天線長度為 1 2.5mm。每一個 Dipole 天線均由高阻抗的導線連接並且重疊，可防止被電磁波感應而影響到後級的放大器。

此外還需有一部高精準度的機械手臂，以免探針在三度空間近測試移動時造成太大的誤差。因目前行動電話頻率最高可達 1.9GHz，故 RF(無線電射頻)信號產生器的頻率至少要 2GHz 以上，待信號產生後，在 E-field probe 後端有一個 3-Channel 的放大器，可將三個 Dipole 天線的信號放大，再經由傳輸線將信號送至電腦中計算。

第一次校正電場探針時可得到 Sensor factor (SF)，此值可做為日後校正其他電場探針時之參考。

第二部份：模擬人腦的組織液之調配與特性

模擬人腦組織的電子特性及其成分如下表所示：

模擬人腦組織的電子特性：

頻率 835MHz~925 MHz	(介電質係數 F/m)	(導電係數 S/m)
	41.8 ~ 46.2	0.85 ~ 0.95
頻率 1500MHz~1800 MHz	(介電質係數 F/m)	(導電係數 S/m)
	38 ~ 41	1.2 ~ 1.5
成 份	肌 肉	人 腦

水	52.4 %	40.4 %
糖	45.0 %	56.0 %
鹽	1.5 %	2.5 %
HEC	1.0 %	1.0 %

其中 HEC: Hydroxyethylcellulose(氫氧乙基纖維素)

第三部份：探針在模擬組織液內的校正

首先選擇一室內溫度變化不大的空間。接著將已於第一部份校正過的電場探針與溫度探針一起放入組織液內，但必須選擇一種 4 線的鐵弗龍溫度探針，用此種特殊的材質，可防止 RF 信號被誤判。藉電場探針和溫度探針在組織液內的量測，我可以得到 mv-W 及 -W 的關係，可利用於推算出 Conversion Factor (CF)。

當我們實際在繪製 mv-W 的曲線圖時會發現，量測值是一條逐漸下彎的曲線，並非直線，當對應到 -W 圖時會有誤差，因此才要推算 Conversion factor 來補償非直線的部份，而計算 CF 的方式如下：

$$SAR \cdot t = C \cdot T \dots\dots\dots(1)?$$

t：RF Power 送出之持續時間（一般為 30sec）

C：熱容量係數。（Brain 的 C 值為 2.7J/ /g）

T：相對於 RF Power 的溫度增加率。

$$\text{又 } CF = (SAR / V) \cdot \text{Sensor Factor} \dots\dots\dots(2),$$

其中 Sensor Factor(SF) 在第一部份已得到

V：電壓增加率。

(1),(2)式合併可得：

$$CF = ((C \cdot T) / (V \cdot t)) \cdot \text{Sensor Factor}$$

將已知的 C，代入式中，即可得 CF 值。

第四部份：待測物的 SAR 實測

要得到待測物的 SAR，首先要準備一具假人（即人體模型），假人的外殼有如人體的皮膚，要愈薄愈好，當內部注入模擬組織液後，整體的大小、外型、電氣特性就類似真人一樣，外殼材質是 1.5mm 厚的玻璃纖維，可支撐超過 150 磅的組織液重量。整個測試過程類似在組織液中校正 Probe 一樣，只是發射天線換成行動電話（即待測物），容器改為假人，並且不用溫度探針。可由下列公式求得 SAR 值，

$$SAR = ((Peak(mv) + 1cm(mv)) / 2) * (Conversion Factor(CF) / Sensor Factor(SF))$$

其中 Peak(mv): 探針最前端在人體模型之表皮處量到的電壓值。

1cm(mv): 探針最前端距離人體模型之表皮 1cm 處量到的電壓值。

Sensor Factor(SF): 在第一部份已得到。

Conversion Factor(CF): 在第三部份已得到。

（三） SAR 量測相關的軟硬體設備:

PRODUCTS(產品介紹): DASY3 Dosimetric Assessment System(劑量測定評估系統)

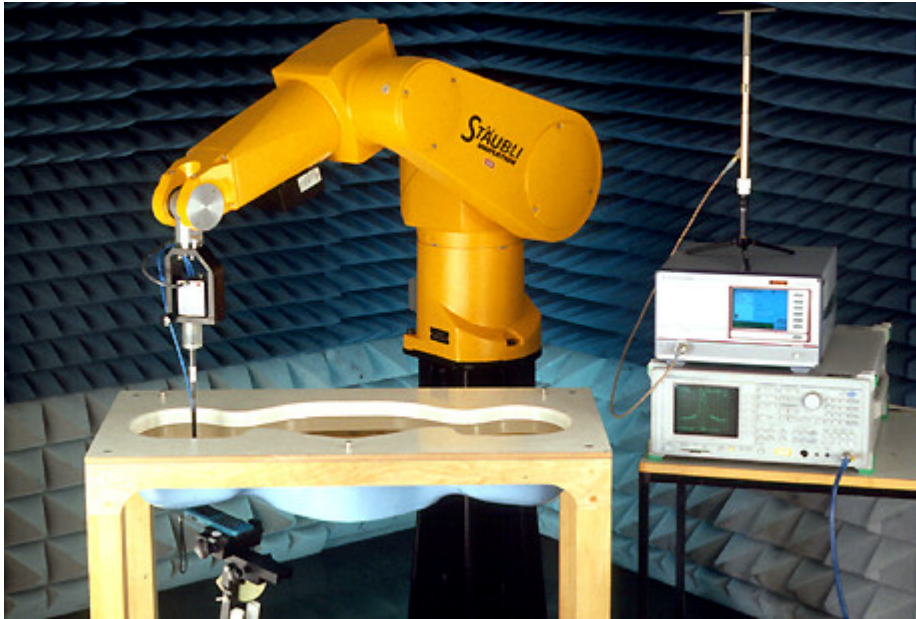
1、 DASY3professional & DASY3compact(DASY3 專業型 & DASY3 輕巧型)

- 2、 Probes(探針)
- 3、 Data Acquisition Systems(資料存取系統)
- 4、 Software(操作軟體)
- 5、 Phantom(模型)
- 6、 Robots(機器人;自動化控制機)
- 7、 Validation Kits & Calibration Dipoles(測試有效性用之裝備/儀器 & 校正用之偶極天線)

SAR 量測相關的軟硬體設備簡述如下

- 1、 DASY3professional & DASY3compact(DASY3 專業型 & DASY3 輕巧型)

SPECIAL PACKAGE DASY3professional ▲



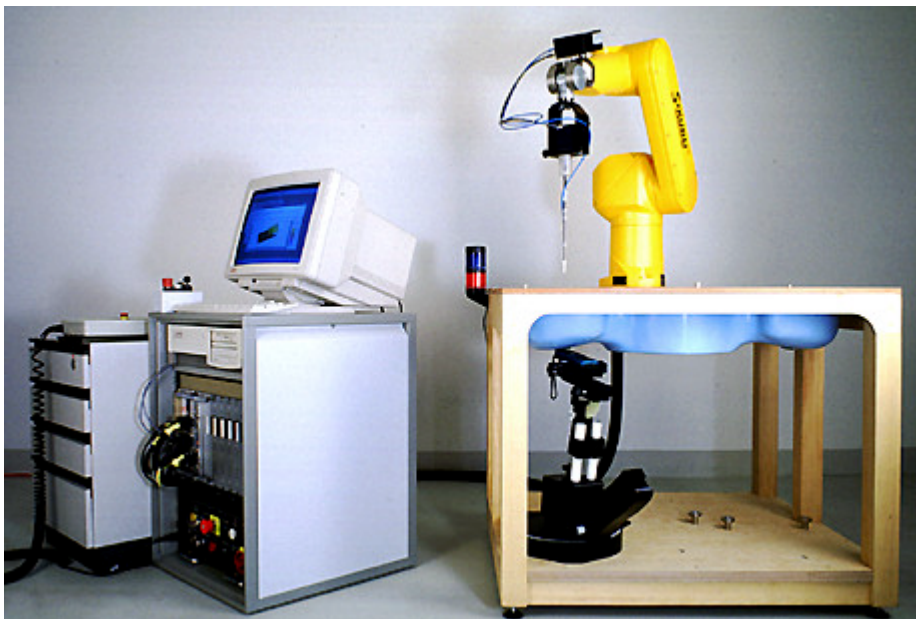
Application

The DASY3 professional package allows the broadest range of applications: Dosimetry in the Generic Twin Phantom or large of mobile phones, base station antennas, etc. Several phantoms and setups can be used around the robot (e.g., two generic phan easy expansion to future applications.

Components

- 2 E-Field Probes ET3DV6
- 1 E-Field Probe ER3DV6R
- 1 H-Field Probe H3DV6
- 1 Dummy Probe DP1
- 1 Data Acquisition System DAS3
- 1 SAM Twin Phantom V4.0
- 1 Mounting Device for Transmitters V3.0
- 1 Staubli Robot RX90L and CS7M incl. Cabinet
- 1 Robot Socket with LB1 adaptor
- 1 Robot Arm Extension V3.0
- 1 Robot Remote Control V3.0
- 1 System Validation Kit D900V2 (or D835V2)
- 1 System Validation Kit D1800V2 (or D1900V2)
- 1 Light Beam Switch for Probe Tooling LB1
- 1 Software DASY3 Vx.x
- 1 Software DASY3 Evaluation

SPECIAL PACKAGE DASY3compact ▲



Application

DASY3compact package is optimized for dosimetric evaluation of mobile phones. It is an easy to use tool which provides e Compared to DASY3professional, based on the RX90 or RX90L, it has a reduced range limiting the applications to general

Components

- 1 E-Field Probe ET3DV6
- 1 Dummy Probe DP1
- 1 Data Acquisition System DAS3
- 1 SAM Twin Phantom V4.0C
- 1 Mounting Device for Transmitters V3.0
- 1 Staubli Robot RX60L and CS7M incl. Cabinet
- 1 Robot Arm Extension V3.0
- 1 Robot Remote Control V3.0
- 1 Light Beam Switch for Probe Tooling LB1
- 1 System Validation Kit D900V2 (or D835V2)
- 1 Software DASY3 Vx.x
- 1 Software DASY3 Evaluation

2、Probes(探針)

ET3DV6 / ET3DV6R ▲



Isotropic E-Field Probe for Dosimetric Measurements

Construction

Symmetrical design with triangular core
Built-in shielding against static charges
PEEK enclosure material (resistant to organic solvents, e.g., glycol)

Calibration

In air from 10 MHz to 2.5 GHz
In brain and muscle simulating tissue at frequencies of 450 MHz, 900 MHz and 1.8 GHz (accuracy $\pm 8\%$)
Calibration for other liquids and frequencies upon request

Frequency

10 MHz to > 6 GHz; Linearity: ± 0.2 dB (30 MHz to 3 GHz)

Directivity

± 0.2 dB in brain tissue (rotation around probe axis)
 ± 0.4 dB in brain tissue (rotation normal to probe axis)

Dynamic Range

$5 \mu\text{W/g}$ to $> 100 \text{ mW/g}$; Linearity: ± 0.2 dB

Surface Detection

± 0.2 mm repeatability in air and clear liquids over diffuse reflecting surfaces (ET3DV6 only)

Dimensions

Overall length: 330 mm
Tip length: 16 mm
Body diameter: 12 mm
Tip diameter: 6.8 mm
Distance from probe tip to dipole centers: 2.7 mm

Application

General dosimetry up to 3 GHz
Compliance tests of mobile phones

ER3DV6 / ER3DV6R ▲



Isotropic E-Field Probe for General Near Field Measurements

Construction

One dipole parallel, two dipoles normal to probe axis
Built-in optical fiber for surface detection system (ER3DV6 only)
Built-in shielding against static charges
PEEK enclosure material (resistant to organic solvents, e.g., glycol)

Calibration

In air from 100 MHz to 3 GHz (absolute accuracy $\pm 5\%$);
Calibration for dielectric liquids can be provided upon request

Frequency

100 MHz to > 6 GHz; Linearity: ± 0.2 dB (100 MHz to 3 GHz)

Directivity

± 0.2 dB in air (rotation around probe axis)
 ± 0.4 dB in air (rotation normal to probe axis)

Dynamic Range

2 V/m to > 1000 V/m; Linearity: ± 0.2 dB

Dimensions

Overall length: 330 mm
Tip length: 16 mm
Body diameter: 12 mm
Tip diameter: 8.0 mm
Distance from probe tip to dipole centers: 3.4 mm

Application

General near field measurements up to 6 GHz
Field component measurements
Fast automatic scanning in phantoms (ER3DV6)



3-Dimensional H-Field Probe for Small Band Applications

Construction

Three concentric loop sensors with 3.8 mm loop diameters
Resistively loaded detector diodes for linear response
Built-in shielding against static charges
PEEK enclosure material (resistant to organic solvents, e.g., glycol)

Frequency

Frequency 200 MHz to 3 GHz ($\pm 5\%$)
output proportional to frequency

Directivity

± 0.25 dB (spherical isotropy error)

Dynamic Range

10 mA/m to 2 A/m at 1 GHz

E-Field Interfer.

$< 10\%$ at 3 GHz (for plane wave)

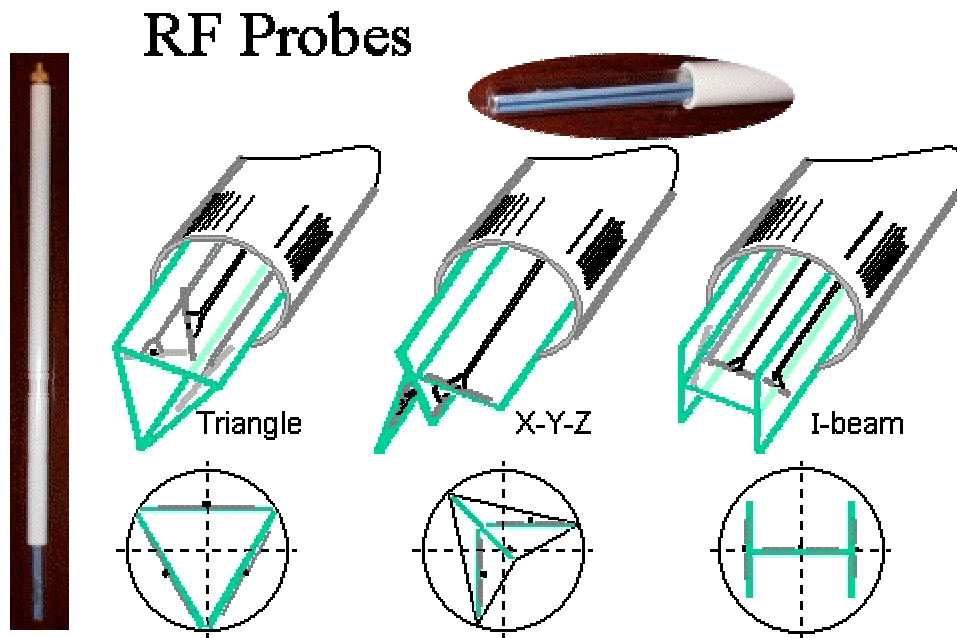
Dimensions

Overall length: 330 mm
Tip length: 40 mm
Body diameter: 12 mm
Tip diameter: 5.0 mm
Distance from probe tip to loop centers: 2.5 mm

Application

General magnetic near-field measurements up to 3 GHz
Field component measurements

Surface current measurements
Measurements in air or solutions
Low interaction with the measured field



DP1

Dummy Probe for Robot Training and Teaching Purposes

Construction

Dimensions of outer shell identical to those of ET3DV5
Built-in optical fiber for surface detection system

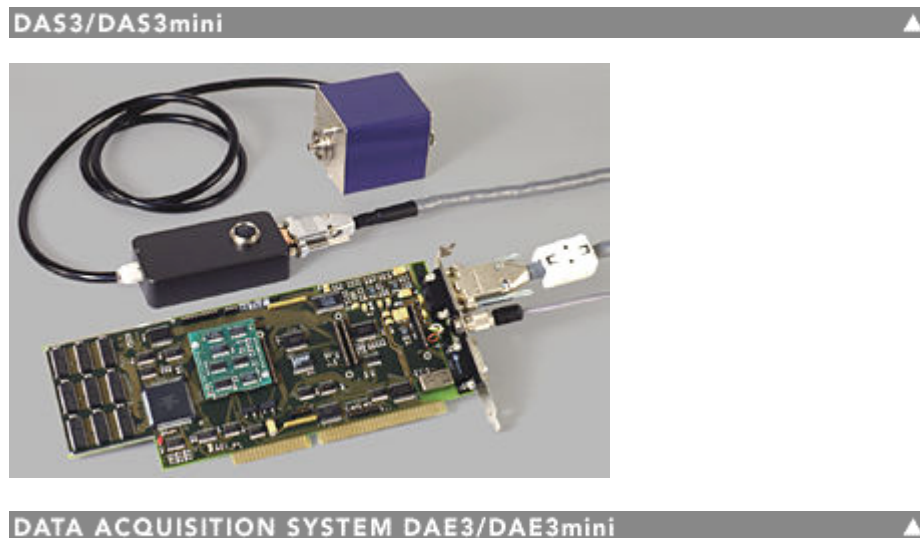
Surface Detection

± 0.2 mm repeatability in air and clear liquids over diffuse reflecting surfaces

Application

Training and installation of phantoms for dosimetric probes

3、Data Acquisition Systems(資料存取系統)



Features

Signal amplifier, multiplexer, A/D converter and control logic
Serial optical link for communication with PC Interface Card (fully remote controlled)
2 step probe touch detector for mechanical surface detection and emergency robot stop (DAS3 only)

Measurement Range

1 μV to > 200 mV (16 bit resolution and two range settings: 4mV, 400mV)

Input Offset Voltage

< 1 μV (with auto zero)

Input Resistance

200 M²/TD>

Input Bias Current

< 50 fA

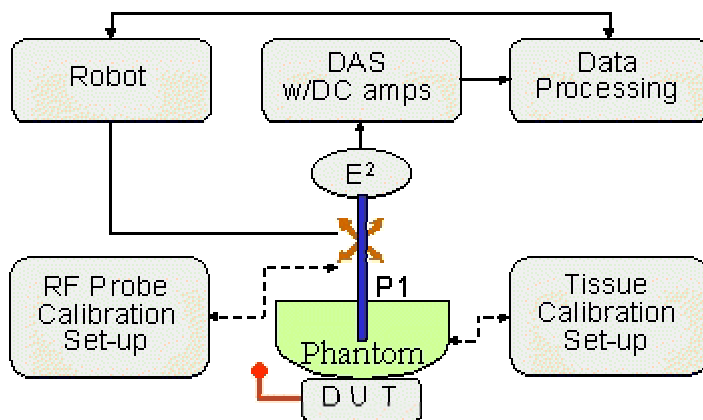
Battery Power

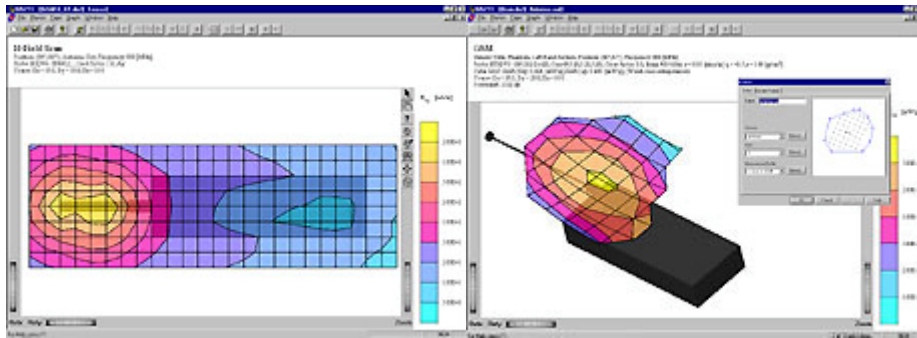
> 10 h of operation (with two 9 V NiMH accus)

Dimensions

60 x 60 x 68 mm

4、Software(操作軟體)





Application

User-friendly 32-bit application for Windows NT or 95, Help File, Manual
Complete system for robot based field measurements

Robot Control

Complete robot control for probe positioning in free space or in phantoms
Mechanical or optical surface detection in phantoms
Automatic probe tooling for precise positioning

Field Measurements

Support for E-, H-field and temperature probes (up to three sensors per probe)
Scope or multimeter display including statistics (avg, min, max, std dev)
Single and continuous measurement modes
Output in μV , V/m, A/m, mW/cm^2 , SAR, dB rel, % rel, etc.
Multiple measurement profiles (measurement time, sample time, accuracy)
Data logging to ASCII-files

Field Scans

Measurements in lines, planes and volumes in free space or restricted volumes (phantoms)
Cube measurements with surface extrapolation and spatial SAR evaluation for 1g and/or 10g
Time measurements (source power drift, temperature rise)
Probe rotation measurements (isotropy)
Batch processing of multiple scans
Export of field scans into ASCII-files or direct export to EXCEL

Visualization

3D isoline distribution, scatter graphics, polar graphics
Device visualization in 3D graphics
Freely configurable output graphic formats with automatic title generation

Compliance Testing

Predefined measurement procedures according to CENELEC/FCC guidelines
<15 min per device position, no user interaction needed during measurement (maximum search, fine cube measurement and device power)

System Validation

Predefined system validation procedure
(checks surface detection, probe isotropy, SAR measurement and evaluation)

Phantom

Easy and fast phantom setup with reference points in predefined phantoms

Parameter Handling

Different access levels (password protected) for parameter modifications

Any number of predefined settings (probes, phantoms, grids, graphic formats, liquids, devices) can be stored for future use

Import and export of parameter sets (e.g., import of config files for SPEAG components)

Additional Features

Measurements in background possible

Control of external devices (power meter, signal generator) through GPIB for probe calibration

Requirements

At least Pentium 150 MHz, 32 MB RAM, 2 MB graphic card, Windows NT or 95

Stäubli Robot RX, Data Acquisition Electronics V2 or V3, PC-Card V2

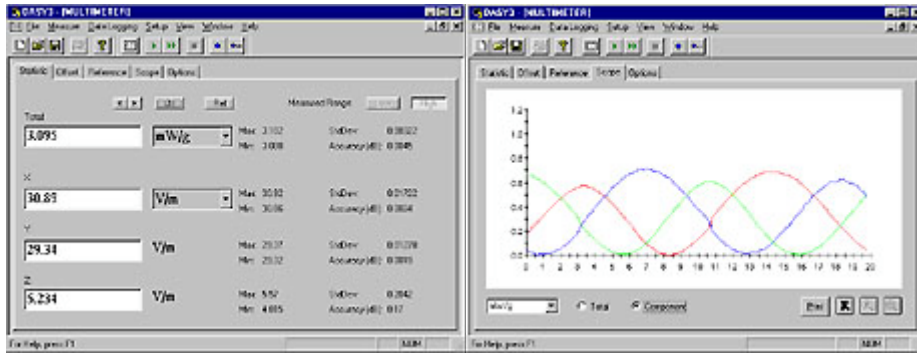
DASY3 Evaluation (Additional License) ▲

Visualization/Evaluation Component of DASY3 (without Data Acquisition and Robot Control)

Requirements

2 MB graphic card, Windows NT or 95

DASY3mini ▲



Application

User-friendly 32-bit application for Windows NT or 95, Help File, Manual

Field Measurements

- Support for E-, H-field and temperature probes (up to three sensors per probe)
- Scope or multimeter display including statistics (avg, min, max, std dev)
- Single and continuous measurement modes
- Output in 犿, V/m, A/m, mW/cm², SAR, dB rel, % rel, etc.
- Multiple measurement profiles (measurement time, sample time, accuracy)
- Data logging to ASCII-files

Data Acquisition

Measurements in background possible

Options

- OLE/LabView interface to control DASY3mini from other applications (LabView, EXCEL, etc.)
- Support for third party or customer probes

Requirements

At least Pentium 150 MHz, Windows NT or 95, Data Acquisition Electronics V2 or V3, PC-Card V2

5、Phantom(模型)



Construction

Fiberglass shell integrated in a wooden table. The shape of the shell is based on data from an anatomical study designed to determine the maximum exposure in at least 90% of all users. It enables the dosimetric evaluation of left and right hand phone usage as well as body mounted usage at the flat phantom region. A cover prevents evaporation of the liquid. Reference markings on the phantom allow the complete setup of all predefined phantom positions and measurement grids by manually teaching three points with the robot.

Shell Thickness

2 ± 0.1 mm

Filling Volume

Approx. 20 liters

Dimensions

Height: 810 mm; Length: 1000 mm; Width: 500 mm

Available

Special request

GENERIC TWIN PHANTOM V3.0C ▲

Construction

The same phantom as the Generic Twin Phantom V3.0. The table is wider and more sturdy for a direct mounting of the RX60L robot (see DASY3compact).

Dimensions

Height: 810 mm; Length: 1000 mm; Width: 750 mm

Available

Special request

MOUNTING DEVICE FOR TRANSMITTERS V3.0 ▲

Construction

In combination with the Generic Twin Phantom V3.0/V3.0C, the Mounting Device (POM) enables the rotation of the mounted transmitter in spherical coordinates whereby the rotation point is the ear opening. The devices can be easily and accurately positioned according to CENELEC, FCC or other specifications. The device holder can be locked at different phantom locations (left head, right head, flat phantom).

GENERIC HEAD PHANTOM V3.5 ▲



Construction

Fiberglass construction based on an anatomically shaped male model (head circumference approx. 580 mm). The model is truncated at mid torso and has a sealed screw cap on the top of the head. It can be mounted on a turntable.

Shell Thickness

2 mm

Filling Volume

Approx. 5 liters

Dimensions

Height 250 mm; Width: 250 mm; Depth: 200 mm

Application

Assessment of radiation pattern

Available

Special request

GENERIC TORSO PHANTOM V3.6 ▲



Construction

Construction Fiberglass construction based on an anatomically shaped male model (head circumference approx. 580 mm). The model is truncated at mid torso and has a sealed screw cap on the top of the head. It can be mounted on a turntable.

Shell Thickness

2 mm

Filling Volume

Approx. 12 liters

Dimensions

Height 500 mm; Width: 500 mm; Depth: 320 mm

Application

Assessment of radiation pattern

Available

Special request

WHOLE-BODY MANNEQUIN 2.0

Construction

Fiberglass construction based on an anatomically shaped male model
Right arm is formed as if holding a device in front of the mouth; left arm is stretched upward
Opening for measurements on the back side (head, trunk, arm, leg)
Includes wooden mounting support

Shell Thickness

3 - 4 mm

Filling Volume

Approx. 60 liters (all sections filled)

Dimensions

Height: 1950 mm; Width: 550 mm; Depth: 400 mm

Available

Special request

SAM V4.0

Construction

Fiberglass shell integrated in a wooden table. The shape of the shell corresponds to the phantom defined by SCC34-SC2. It enables the dosimetric evaluation of left and right hand phone usage as well as body mounted usage at the flat phantom region. A cover prevents evaporation of the liquid. Reference markings on the phantom allow the complete setup of all predefined phantom positions and measurement grids by manually teaching three points in the robot.

PRELIMINARY

Shell Thickness

2 ± 0.1 mm

Filling Volume

Approx. 20 liters

Available

Fourth Quarter 2000

SAM V4.0C ▲

Construction

The same phantom as the Twin Phantom V4.0. The table is wider and more sturdy for a direct mounting of the RX60L robot ([see DASY3compact](#)).

PRELIMINARY

Available

Fourth Quarter 2000

SAM V4.1/V4.1L (Face-Down) ▲

Construction

Fiberglass shell integrated in a wooden table. The shape of the shell corresponds to the phantom suggested by SCC34-SC2. It enables the dosimetric evaluation of dispatch radios (in front of the head) as well as body mounted usage. The addition V4.1L also enables simulation of the legs. A cover prevents evaporation of the liquid. Reference markings on the phantom allow the complete setup of all predefined phantom positions and measurement grids by manually teaching three points in the robot.

PRELIMINARY

Shell Thickness

2 ± 0.1 mm

Filling Volume

Approx. 20 liters

Available

First Quarter 2001

SAM V4.5 ▲

Construction

Fiberglass construction corresponding to the phantom defined by SCC34-SC2. The model is truncated at the base of the neck and has a sealed screw cap on the top of the

head. It can be mounted on a turntable.

PRELIMINARY

Shell Thickness

2 mm

Filling Volume

Approx. 5 liters

Dimensions

Height 250 mm; Width: 250 mm; Depth: 200 mm

Application

Assessment of radiation pattern

Available

First Quarter 2001

SAM V4.6 ▲

Construction

Fiberglass construction corresponding to the phantom defined by SCC34-SC2. The model is truncated at mid torso and has a sealed screw cap on the top of the head. It can be mounted on a turntable..

PRELIMINARY

Shell Thickness

2 mm

Filling Volume

Approx. 12 liters

Dimensions

Height 500 mm; Width: 500 mm; Depth: 320 mm

Application

Assessment of radiation pattern

Available

First Quarter 2001

6、Robots(機器人;自動化控制機)



ROBOT CONTROL UNIT ▲



ROBOT ARM EXTENSION V3.0 ▲

Construction

POM

Function

Keeps probe aligned to the tool axis of the robot

ROBOT REMOTE CONTROL V3.0 ▲

Function

Safety circuitry for turning the arm power on and off
Extensions for additional safety devices
Key switch to override safety chain in manual mode

7、 Validation Kits & Calibration Dipoles(測試有效性用之裝備/儀器 & 校正用之偶極天線)

SYSTEM VALIDATION KITS ▲



Symmetric Dipoles for System Validation

Construction

Symmetrical dipole with $\lambda/4$ balun
Enables measurement of feedpoint impedance with NWA
Matched for use near flat phantoms filled with brain simulating solutions
Includes distance holder and tripod adaptor

Calibration

Calibrated SAR value for specified position and input power at the flat phantom in brain simulating solutions

Frequency

835, 900, 1500, 1640, 1800, 1900 MHz

Return Loss

> 20 dB at specified validation position

Power Capability

> 100 W

Options

Dipoles for other frequencies or solutions and other calibration conditions are available upon request

Dimensions

- D835V2: dipole length: 161 mm, overall height: 330 mm
- D900V2: dipole length: 149 mm, overall height: 330 mm
- D1500V2: dipole length: 86.2 mm, overall height: 300 mm
- D1640V2: dipole length: 79 mm, overall height: 300 mm
- D1800V2: dipole length: 72 mm, overall height: 300 mm
- D1900V2: dipole length: 68 mm, overall height: 300 mm

CALIBRATION DIPOLE D1800V3 ▲



Broadband Calibration Dipole 1800 MHz

Construction

Symmetrical dipole with built-in two step matching network and balun

Frequency

1700 MHz - 1900 MHz

Return Loss

> 20 dB over frequency band

Power Capability

50 W continuous

Options

Other frequencies and bandwidths on request

Dimensions

Dipole length: 78 mm; overall height: 330 mm

Available

Special request

(四)各類機構對於電磁波及手機輻射影響人體層面之相關評析:

1、世界健康組織(WHO)曾表示人體暴露於極低頻的電磁波中，不會產生生理影響。美國國會技術評核室(OTA)亦曾由許多實驗結果發現，是否暴露在電磁波之下，對生物並無差異。

英國國家放射線防護委員會(NRPB)認為無線電波沒有足夠的強度損傷人體基因組織(DNA)，也不會引起癌症。

美國南加州電力公司(SCE)一項針對36,221位員工所做的調查顯示：這些員工雖然比一般民眾接觸較多的電磁波，但整體受訪者在白血病、腦瘤、癌症的罹患機會上與一般民眾相同，並沒有比較高的傾向。

美國聯邦通訊委員會（FCC）與電機電子工程學會（IEEE）這兩大組織在 1990 年代開始支援一些回顧性研究之後發表陳述：迄今尚無有力的科學證據能證明常規使用的非游離電磁波會危害人體。

美國勞工部（DOL）沒有確信的證據支持「暴露在家電器具、電力線及顯示幕等所釋出的極低頻電磁波下，會有害健康。」

瑞典國家電力安全局（NESB）於 1994 年發表電磁場資訊小冊，說明尚無法證實磁場對人體是否有影響。

2、依八十六年國內環保署曾委託國立陽明大學執行相關研究計畫報告指出，國外在過去一、二十年來已經在非游離輻射對人體之生物效應方面有相當的研究。然在研究輻射頻率範圍、輸出功率大小、研究對象、與實驗設計方法上，均有相當程度的差異，所以在結論上仍非常的分歧，而絕大部份的研究結果仍是：並無明顯的證據顯示，長期或短期暴露電磁輻射的環境下，會與某些特定生物效應（如腫瘤）有直接關係。又依經濟部標準檢驗局八十九年四月十三日標檢(八九)三字第 0004639 號函指出，國際上包括國際衛生組織及美國、歐洲(包含瑞典)等政府及相關機構，均長期進行相關研究，惟對於超低頻電磁輻射對人體是否有害，以及何種範圍以下為安全或何種範圍以上為危險，均尚無醫學上之定論。

3、根據英國貿易工業部(DTI)曾於 2000 年 8 月份公佈的報告表示，

凡行動電話用戶使用耳機等個人免持式裝置（ P H K ,personal hand-free kit ），將可以減少輻射波對人體的潛在危險。報告中指出，就暴露在輻射波環境下的危險性高低而言，使用 P H K 的受測者，能比未使用該裝置的受測者「大幅減少」輻射波的直接侵害。然而英國消費者聯盟的研究小組對此報告仍相當存疑。

這份報告是出於獨立醫生顧問 S A R 測試公司。報告中指出，當受測者使用個人手持式裝置時，在輻射波的讀數下降了許多，因此能降低行動電話用戶暴露在輻射波中的危險性。該研究共測試了五種天線內建或外建的不同型號手機，包括易利信 A1018、諾基亞 7110、Maxon 3201 三款外建天線行動電話，以及諾基亞 8210 與 3210 兩款內建天線行動電話。通訊部長海惠特表示：「政府的報告提供了一件相當明確而清楚的消息：使用個人免持式裝置，可以比直接使用行動電話，大幅減少暴露在輻射波中的危險。」

另一方面，英國消費者聯盟則相當質疑這項報告的結果。因為該聯盟今年稍早所公佈的一項研究報告中即指出，P H K 的作用就像天線一般，因此反而會將三倍以上的輻射量傳導入人耳中。然而，目前仍沒有任何醫學上的證據證明行動電話所發出的輻射波，可能會致癌或造成其他人體健康上的問題。但是目前也沒有任何明確的證據，可以證明行動電話上的輻射波對人體無害。該聯盟目前正在進行一項更深入的行動電話輻射波相關研究，而研究結果將會適時公佈，以澄清部份相關的疑點。消費者聯盟雜誌的編輯派克表示：「我們支持我們在今年稍早公佈的報

告中，所提出有關個人免持式裝置的論點。消費者必須了解任何個人免持式裝置，均不能保證可以降低行動電話所放射出輻射波，此外，在一些實驗案例中，個人免持式裝置反而增加了輻射波的吸收。」

行動電話零售業者則認同官方最新研究結果，並表示該結果支持業者曾自行做過的研究。汽車電話賣場（Carphone Warehouse）執行董事丹斯頓說：「本次英國政府的研究發現，完全符合行動電話製造商、業界各協會和近期澳洲消費者協會所做的研究。」此外在貿易工業部（DTI）的研究報告中，順便也針對免持聽筒設備使用者提出一些建議：

- 讓耳機線自然垂下，避免與臉頰碰觸；
- 保持耳機線遠離行動電話接收天線；
- 確保行動電話不與身體直接碰觸，當置於口袋中時，應使按鍵面向身體放置。

目前為止尚無科學證據顯示，幾乎快成為現代生活必需品的行動電話會導致癌症或其他健康問題。同年，芬蘭亦公佈一項研究指出，行動電話無線電波只會使人腦溫度輕微上升。而瑞典研究人員則發現，與行動電話接觸的腦側罹患腦癌機率較高。

4、行動電話普及率已經達到 70 % ,幾乎是人手一機之狀況下,其所產生之電磁波會不會對人體健康產生傷害（特別是腦部、神經內分泌系統、器官功能等）? 至今仍沒有很明確的科學證據提出最終答案。有鑑於此，工研院量測技術發展中心曾於八十九年間以高頻電場測定儀

（HOLADAY MSE-4433）搭配自動擷取數據軟體及 PC，監測不同廠牌

行動電話,所測得之電場強度可提供相關研究單位進一步參考。 該實驗設計時任意選擇兩種知名廠牌(M牌和N牌)的行動電話,於撥出及接收訊號兩種狀況下測量實際儀器接收電場強度,測量距離是模擬實際使用行動電話時與人頭部之距離,測量時間約 36 秒所得結果如下圖所示。根據 IEEE Std C95.1--1999 對於非控制環境下最大允許暴露值,針對 頻率範圍為 300-3000MHz , 電場功率密度是【 $f/1500$ 】 , 而我們若使用 900MHz 的行動電話則最大允許暴露值 (MPE) (如後說明)為 0.6 mW/cm^2 ; 1800MHz 最大允許暴露值為 1.2 mW/cm^2 。另外該標準所規定的最大允許暴露值是以平均時間 (averaging time) 30 分鐘為判斷依據,因此若暴露於不同時間下應做適當修正計算 , 公式如下 :

$MPE' = MPE \{ T_{avg}/T_{exp} \}$; 其中 mW/cm^2 為功率密度之單位。

舉例來說上述測量 N 牌行動電話 , 當傳送訊號(900MHz 為例)時間為 36 秒(T_{exp}),經公式修正後實際最大允許暴露值(MPE')為 30 mW/cm^2 ,因此如以現行手機強度都低於最大允許暴露值,詳細數據整理如下:

廠牌

手機頻率

P_{avg} (mW/cm^2)

T_{exp} (秒)

T_{avg} (秒)

MPE (mW/cm^2)

MPE' (mW/cm^2)

符合 MPE'?

N

收訊

900
0.004
36
1800
0.6
30
ok

1800
0.004
36
1800
1.2
60
ok

M

傳送

900
0.034
36
1800
0.6
30
ok

1800
0.034
36
1800
1.2

60

ok

雖然受檢測手機之電波強度均符合規定，但減少手機使用時間是保護民眾健康不二法門。

註：

MPE 與 SAR 的比較：

MPE(Maximum Permissible Exposure)

- (1)顧名思義,即所能允許的最大電磁場曝露量。
- (2)遠場的量測。
- (3)與曝露的時間有關。
- (4)公共場所(指一般民眾/非受控環境)與職場(指職業性/受控環境)的規格不同。
- (5)單位為 mW/cm^2 , W/m^2 。

SAR(Specific Absorption Rate)

- (1)即單位時間內，單位質量所吸收的電磁波能量；SAR 乃是以 dosimetry(劑量測定法)對暴露於 EMR 的人體組織所吸收 RF(射頻)能量之強度大小及分佈所做的定量分析。
- (2)近場的量測。
- (3)適用於非常近距離所使用的無線通信產品(e.g. 手機...等)。
- (4)與曝露的時間有關。
- (5)公共場所(指一般民眾/非受控環境)與職場(指職業性/受控環境)的容許值不同。
- (6)全部人體、部份軀體(亦稱局部，e. g. 頭部) 與四肢尖端之平均值 SAR 不同。
- (7)單位為 W/Kg 。

四、總結

(一)台灣手機電磁波標準採美規，需符合 1.6W/Kg SAR 安全標準

1、國內電信總局為維護行動電話使用者權益，業於八十九年十二月十三日下午邀請行政院衛生署、行政院消費者保護委員會、財團法人中華民國消費者文教基金會、台灣區電機電子工業同業公會及手機業者等三十五個機關單位，召開「行動電話手機電磁波警語內容、標示方式及規範電磁波能量吸收率(SAR)之實施時程」會議，研商相關事宜並達成下列三點共識：

(1) 為維護行動電話手機用戶權益，並應立法機關及消費者保護團體之要求，經參照歐美先進國家之嚴格做法，請手機業者加註警語及標示電磁波能量吸收率值(SAR)。警語內容為「減少電磁波影響，請妥適使用」，SAR 內容為「SAR 標準值 1.6W/Kg；送測產品實測值為：___ W/Kg」。

(2) 有關手機加註警語及標示 SAR 值之實施，請業者自九十年元月一日開始配合，惟考量手機業者需製作警語及進行 SAR 測試，爰予手機業者半年緩衝(準備)期，於九十年七月一日起確實實施。

(3) 電信總局將採用美國 FCC 之 SAR 標準值 1.6W/Kg 為我國手機 SAR 之規範值，另手機業者所標示之 SAR 實測值，須向電信總局提出測試報告或相關佐證數據，電信總局亦將彙整手機業者所提各機型之 SAR 實測值公布於電信總局網站，以利各界查詢並供消費者選購手機時之參考。

2、標準採用：

一般電磁輻射環境中(該設備與人體保持在 20 公分以內距離)電磁波能量吸收對生物體單位質量比值係稱為 SAR (Specific Absorption Rate)，電信總局採用 FCC PART 2.1093、FCC OET Bulletin 65(Supplement C)、ANSI/IEEE C95.1 及 ANSI/IEEE C95.3 之標準值及量測程序規定，

為電信總局 SAR 之規範值及測試方法。

3、標示位置：

(1) 電磁波警語標示：

警語內容-----「減少電磁波影響，請妥適使用」。

標示方式-----設備本體適當位置標示，且於設備外包裝或使用說明書上標明。

(2) SAR 標示：

SAR 內容-----「SAR 標準值 1.6W/Kg；送測產品實測值為：
___W/Kg」。

標示方式-----設備外包裝或使用說明書上標明。

4、各機型送測手機樣品之 SAR 最大實測值

各機型手機送測樣品之 SAR 最大實測值				
中華民國 90 年 7 月 23 日更新資料				
廠牌	型號	SAR 實測值	申請公司	審定號碼
OKWAP	iP88	0.841W/Kg	英資達(股)公司	R90-DG16-S
OKWAP	i18	0.922W/Kg	英資達(股)公司	R90-DG24-S

OKWAP	i3698	0.821W/Kg	英資達(股)公司	R89-DG63-S
GVC	A758	0.87W/Kg	致福(股)公司	R90-DG10-S
GVC	GD268E	0.863W/Kg	致福(股)公司	R89-DG21-S
GVC	GD168D	0.864W/Kg	致福(股)公司	R89-DG13-S
GVC	GD168F	0.805W/Kg	致福(股)公司	R88-DG90-S
G.PLUS	i-100	1.29W/Kg	積加電訊有限公司	R90-DG42-S
G.PLUS	i-200	1.39W/Kg	積加電訊有限公司	R90-DG43-S
OKWAP	i66	0.0702W/Kg	英資達(股)公司	R90-DG38-S
COMPAL	XG2	1.33W/Kg	仁寶電腦工業(股)公司	R90-DG34-S
DNET	DNET-168	1.01W/Kg	卓立國際(股)公司	R89-DG86-S
DNET	DNET-688	1.3W/Kg	卓立國際(股)公司	R89-DG87-S
Panasonic	EB-GD80	1.16W/Kg	松下資訊科技(股)公司	R90-DG54-S

行動電話 SAR 值評比一覽表

單位：W/KG

廠商名稱	型號	SAR 值
Ericsson	T18s	0.61
	T28s	1.49
	A1288S	0.795
	SH888	0.42
Nokia	6150	0.69
	6210	1.19
	3210	1.14
	3310	0.75
	7110	0.76
	8110	0.73
	8210	0.72
	8810	0.22
	8850	0.22
Motorola	V2188	0.54
	V2288	0.54
	V3688	0.02
	T2288	0.54
	T2688	0.54
	P7689	1.00
	LF2000	0.79
Panasonic	GD52	0.98
	GD90	1.07
	GD92	1.07
	GD93	1.07
Siemens	3508i	0.99
	3518i	0.99
	3568i	1.14
Philips	SAVY	1.11
	GENIE	1.05

資料來源：電子時報整理，2000/12

製表：劉至強、柯博偉

註：該數據為美國 FCC 公佈。

(二) 由於我國目前尚無 SAR 手機驗證測試的能力，所以必須將產品送至國外（如美國）執行測試，如此時間及費用也相對提高。因此，對於產業將有不利的影響，國外手機製造廠商已開始注意到天線在 SAR 值的改善方案，並開始投入相關的研發工作，此原理為利用天線內部遮蔽方式，將天線輻射能量對人體方向加以改變轉移，使對人體的傷害降低，但並不影響其他電波之發射及接收功能，將可有效的降低手

機所產生的 SAR 值，對國內手機製造商而言有正面實質的幫助。另關於手機使用者在使用時對於手機之 antenna gain(天線增益)、radiation pattern(輻射圖騰) 及 input impedance(輸入阻抗)造成的影響亦是值得手機製造廠商及研究機構值得深入研究的課題。

(三) 歐盟將限制手機及無線話機之電磁波輻射量

歐盟電工委員會(CENELEC)於 2001 年 7 月 20 日公告，該委員會已批准 EN 50360 產品標準，此產品標準是規範行動電話應符合人體暴露於電磁波範圍(300MHz-3GHz)之基本限制，未來在歐盟銷售的行動電話都必須符合這個標準，以減少消費者暴露在大量手機輻射量。EN 50360 標準適用於任何接近人體耳朵之無線電傳輸設備，如行動電話 無線話機。其測試方法乃引用亦於 2001 年 7 月批准之 EN 50361 標準，EN 50360 標準已於 2001-7-26 歐盟公報中公告。

(四) 本報告為關於環境中大哥大通訊之非游離性電磁輻射源，其環境電磁場的量測與實驗室量測有很大的不同，除了要研究量測原理、量測儀器，量測方法外，環境條件很複雜，輻射場的變化往往也很大，因此需要根據環境電磁場量測的特點和規律，研擬適用的量測儀器 計畫方法、還要針對每一類典型的輻射源研究具體的量測方法，形成一套科學的、實用的量測規範，量測數據是才是可靠的。因此，在電磁場的量測技術

準則方面，宜參考 IEEE Std 291-1991 的量測規範；在生物效應方面，宜參考 IEEE C95.1-1991 電磁場的安全標準。目前國際上約有十幾個國家已制訂了射頻電磁場的安全標準，但這些標準的範圍相差很懸殊，主要是由於對電磁波的生物學作用性質和機制轉換的認識有嚴重分歧所致。因此，電磁輻射安全標準的制訂不是一成不變的，需要經過長期的實驗測試，不斷的修改以獲得較完善及具有一致性共識之標準。

五、建議

我們除了積極購置及引進與美國 FCC 同一標準的量測儀器設備之外，建議應常遴派具有相關專業知識與語言背景的承辦人員在年度計畫預算確實編列之內(不致於發生類似本計畫參與人員完全遵照行程安排下卻無法於既定預算下按照實際狀況核銷發生費用，造成不少自費倒貼情形)，能夠參與國內外產官學界有關 SAR 的各種電磁波生物效應之研究、檢驗技術之提昇、以及標準之制定/修正等訓練課程或研討會，以期在國內剛起步的 SAR 量測技術方面能臻為精進與純熟，同時掌握國際間研究 SAR 量測知識的脈動，進而提供國內手機業者與世界同步標準的 SAR 測試/驗證服務。

