

**Electromagnetic Simulation Software** 

# Wireless Insite Training (3.3) Chinese Version(Material Section)

• 這份教材歡迎任何有需要的用戶索取,用戶可以自由分享或是引用其內容

315 S. Allen St., Suite 416 | State College, PA 16801 USA | +1.814.861.1299 phone | +1.814.861.1308 fax | sales@remcom.com | www.remcom.com | © Remcom Inc. All rights reserved.

## 介紹REMCOM公司

- 發展簡歷
  - 成立于1994年
  - 總部位于美國賓州State College
  - 約35-40名員工
  - 開發與銷售各種高頻電磁模擬軟體幷提供技術支援
  - 透過與諸多代理商的合作展開全球布局與發展業務
  - 客戶包括學界,商業單位以及各種政府機關





## REMCOM 公司軟體產品一覽

	產品一覽
XFdtd	運用FDTD演算法之三維時域全波模擬軟體,可用于各種天綫設計,各種無綫通信相關產品之設 計工作,進階版本也支援生物電磁相關計算,同時可用于材料以及包含物理光學等許多電磁相 關之研究
Wireless InSite Wireless Insite	運用射綫追踪算法發展之無綫電波傳播模擬軟體,可以用于預測傳播路徑,涵蓋範圍,計算吞 吐量和接收功率等許多工作,幷支持5G/MIMO規格之相關應用建模
XGTD	運用射綫追踪算法發展之電大尺寸平臺模擬軟體,可用于遠場輻射,雷達截面積(RCS),或是電磁兼容等相關研究,活躍于天綫配置,電大尺寸平臺設計等應用
WaveFarer	結合射綫追踪算法以及近場傳播模型技術之雷達模擬軟體,應用頻率範圍高達79GHz以上,可以建立汽車等動力機械動態運動場景加以模擬,評估雷達配置于動力機械上之後在環境中的工作特性



## 仿真計算的概念和效益

- 模擬計算可以節省時間,减少製作原型樣品所需的時間和耗費的原料,降低研發工作的成本
- 模擬計算可以快速地進行各種試誤和修正工作的循環
- 用于模擬的模型可以重複使用,稍作修改或是使用其中一部分就可建立新的模型用于其他專案
- GPU加速技術可以大幅降低模擬計算所需時間,增加其實用性
- 在許多產業模擬計算已經成爲工業標準,重要性與日俱增



## 淺談射綫追踪算法

- Wireless Insite 所采用的射綫跟踪算法(Ray Tracing)是一種透過再三維空間中建立路徑,并且透過這些路徑和接觸面的互動來計算物理量變化的數學方法。
- 使用Ray Tracing的算法引擎有X3D, Full-3D, Urban Canyon以及Vertical Plane, 其中X3D采用GPU加速, Full-3D是使用CPU的傳統計算引擎, Urban Canyon多用于室外, Vertical Plane多用于長距離場景。
- 射綫由TX產生,依照Theta及Phi方向的間隔設定打出,然後接觸到個別物體表面之後,產生各種互動,一直到在允許的互動次數之內到達RX爲止。
- 路徑是否有效會由到達之後的功率來判定,并且用戶可以選擇要顯示多少條路徑。











## 建立一個用于Wireless Insite的模擬場景

### ● 建立用于Wireless Insite的場景會包含幾個要素

- 1. 地形,建築物,室内設計結構,各種物體等環境特徵
- 2. 發射器及接收端口,以及配合運用之天綫和載波
- 3. 材料模型和材料參數
- 4. 包含用戶擬分析之區域範圍的算法模型(Study area)
- 5. 由發射器和接收端口所組合而成的通訊系統

### • 使用者需要準備的資訊和事前規劃

- 1. 地理地形圖,建築物或是室內規劃或是特定須考量的物體等環境資訊
- 2. 確認是否可以直接使用軟體內建的材料庫或有一個材料清單以及所需的材料參數
- 3. 根據使用的天綫及載波,會需要有天綫的參數或是載波的波形頻率等資訊
- 4. 依據經驗或特殊需求,考慮選用算法模型或對其進行的特殊設定或調整
- 5. 厘清需要取得的輸出資訊有哪些

### REMC

### Wireless Insite 3.3 : Materials



© Remcom Inc. All rights reserved.

## Material:材料的觀念

- Wireless Insite的模擬場景中,射綫接觸物體的表面,接著發生反射,透射,繞射,散射等現象的同時也消耗能量,產 生多段路徑,一直到到達接收端爲止.
- 射綫接觸物體的表面, 會發生的行爲跟物理現象, 是由材料特性决定,所謂的材料(Material)在Wireless Insite代表的是對路徑或能量損耗的影響,而不是描述特定均質物體的物理特性。
- 材料的影響觀念上可以理解爲兩個階段,第1個階段是射綫接觸到了一個表面(Surface),第2個階段是軟件去判斷材料 對路徑造成的影響以及對訊號的能量造成的影響。
- Wireless Insite 中的材料,是用特定數學模型來描述一個面(Surface)的物理特性,唯一的例外是植被類型feature的材料,這一類材料代表的是一個區域
- 模型中在同一個位置的一個表面,可以透過材料的配置,變成多層不同材料組合成的複雜材料
- 用戶建立了逼真的模型後可以進一步調整以及配置材料,讓模型更貼近真實的狀况



## Material:材料的觀念,

- Wireless Insite軟件自帶材料資料庫,建模時軟體會同時將材料配置于用戶建立或導入的 feature,一個feature通常會由多個表面(Surface)構成,每一個表面都可以配置不同的材料
- 依照材料特性以及模擬的需要, Wireless Insite 將材料分成數個不同種類.
- Wireless Insite 用不同數學模型描述不同種類材料,不同種類材料在跟射綫接觸時會有不同的行 爲,對路徑造成不同的影響,比方說有的材料不會發生透射,功率損耗等計算方式也不盡相同, 數學部分的細節和公式,用戶可以在Reference Manual第10章找到,這一份教材的重點在操作 和應用,故不詳加叙述
- 用戶可以依照建模的需要,或訊號頻率等條件,並依照現場狀况或是經驗考慮合理的物理現象來 選擇正確的材料種類且視需要調整參數
- 用戶也可以建立自定義的材料來使用,細節可以參考Reference Manual 附錄 F 一節

REMC

© Remcom Inc. All rights reserved.

- Wireless Insite 3.3.3 版之中,材料分爲兩大類別,分別是植被與非植被類型的材料,前者可以用于絕大多數的Feature,後者僅能用于植被。
- 非植被類型材料,一共有7種,同時包含兩種額外衍生出來的蒙蒂卡羅(Monte Carlo)材料。
- 蒙蒂卡羅材料中的Multi-Material材料,代表的是一個表面可能由多種不同的材料不均匀的分布所構成,因而用一個隨機性質的數學模型來描述射綫在這個平面上可能接觸到不同材料的現象。
- 蒙蒂卡羅材料中的Variable Parameter材料,代表的是介電係數,厚度,粗糙度等參數,可能會以均匀 (uniform)分布或是正態(normal)分布的方式變化的材料。
- 植被類型的材料, 實務上用戶通常可以直觀選用最接近場景中的植被的那一種材料, 也可以簡化爲造成信號衰竭的區域現象, 同時用戶需注意在X3D以及Full-3D兩種傳播模型中認定方式不同



- 非植被類型材料,包括以下7種。
- Dielectric Half-Space:這種材料不會有透射的現象,透射係數爲0,反射係數可以隨著頻率以及入射角 而改變,最常見的是City 類別的大樓外墻還有 Terrain,定義這種材料需要的參數包括,介電係數, 導電度,表面粗糙度還有厚度。
- Layered Dielectric: 這是一種用有限厚度的多層材料構成的材料類別,可以想像成多層板材,每一層可以是不同的物質,厚度也可以不一樣,定義這種材料需要的參數包括,介電係數,導電度,表面粗 糙度還有厚度,仿真時會假設電磁波必然先接觸第1層且從第1層入射。
- PEC Backed Layer:這種材料在概念上是由一層介電材料,還有第2層完美導體(PEC)所構成的兩層材料,仿真時會假設電磁波必然先接觸第1層的介電材料且從第1層入射,然後接觸到第2層的完美導體,所以不會發生透射,透射係數爲0,定義這種材料需要的參數包括介電材料層的介電係數,導電度,表面粗糙度還有厚度,以及完美導體層的厚度。

- Constant Coefficient:這種材料的參數不會隨著入射角和頻率而改變,可以對不同極化方向 設定個別的參數.
- PEC:即爲所謂完美導體,這種材料會完全反射能量不會發生透射,透射係數爲0,定義 這種材料需要的是厚度和表面粗糙度,在損耗幾乎可以忽略時,可以用來近似模型中的良好 導體
- Free Space:就是所謂的自由空間,使用這種材料的表面在模型中會是透明的,電磁波會完 全透射,不發生任何反射
- User Defined : Wireless Insite允許用戶建立自定義的材料,材料的反射係數以及透射係數 等參數可以隨著頻率或入射角改變,用戶可以用表格的方式定義這些信息建立特定的材料, 在仿真時Wireless Insite會去讀取用戶輸入的表格,必要時進行內插來修正參數。



- Wireless Insite 3.3.3支持 4 種植被材料數學模型, 分別是: Complex Permittivity, Lossy dielectric, Attenuation, BioPhysical這4種。
- 軟件自帶的資料庫裏面的植被材料爲Attenuation, BioPhysical這兩種.
- Attenuation類別的植被材料采用一個比較簡單的方式去計算植被覆蓋範圍內訊 號隨距離的衰竭。
- BioPhysical類別的植被材料,考慮到植物的種類以及分布狀况等條件,用比較 複雜的數學模型對信號做修正。



- Wireless Insite 3.3.3 自帶的資料庫,包含多種常見的建材,地板,地面,土地,植被,以及數種常見的通用材料
- 當一個材料配置到一個表面(Surface)上的時候,這個材料的參數或是數學模型, 會變成這個表面的屬性的 一部分, 而不再跟材料庫有任何關聯,所以不會影響到材料庫裏面的原始數據.
- 建立feature時,軟件會自動配置默認的材料,用戶可以依照需要調整
- Feature建立後,用戶同樣可以視需要對各種feature以及表面的材料進行配置或修改
- 用戶可以參考教材的建模之章的教學來更改每一個平面的材料





### REMC

© Remcom Inc. All rights reserved.

Туре	Description	Location	
One-layer dielectric	Glass	C:\Program Files\Remcom\Wireless InSite 3.3.0.4\mater	ials'Glass.mtl
One-layer dielectric	ITU Glass 2.4 GHz	C:\Program Files\Remcom\Wireless InSite 3.3.0.4\mater	ials/ITU Glass 2.4 🔨
One-layer dielectric	ITU Glass 28 GHz	C:\Program Files\Remcom\Wireless InSite 3.3.0.4\mater	ials\ITU Glass 28
One-layer dielectric	ITU Glass 3.5 GHz	C:\Program Files\Remcom\Wireless InSite 3.3.0.4\mater	ials'ITU Glass 3.5
One-layer dielectric	ITU Glass 39 GHz	C:\Program Files\Remcom\Wireless InSite 3.3.0.4\mater	ials'ITU Glass 39
One-layer dielectric	ITU Glass 5 GHz	C:\Program Files\Remcom\Wireless InSite 3.3.0.4\mater	ials\ITU Glass 5 G
One-layer dielectric	ITU Glass 60 GHz	C:\Program Files\Remcom\Wireless InSite 3.3.0.4\mater	ials\ITU Glass 60
One-layer dielectric	Glass	C:\Program Files\Remcom\Wireless InSite 3.3.3\\materia	ds\Glass.mtl
One-layer dielectric	ITU Glass 2.4 GHz	C:\Program Files\Remcom\Wireless InSite 3.3.3\\materia	ds\ITU Glass 2.4 G
One-layer dielectric	ITU Glass 28 GHz	C:\Program Files\Remcom\Wireless InSite 3.3.3\\materia	ds'ITU Glass 28 G
One-laver dielectric	ITU Glass 3.5 GHz	C:\Program Files\Remcom\Wireless InSite 3.3.3\\materia	ds\ITU Glass 3.5 G
<			
		Material filter: Glass	Clear filter
		- To wood	

• 透過輸入關鍵字, 搜尋特定材料

Layered dielectric properties [Read-only]

Layer#	Description	Permitti	Conductivity	Thickness
l		6.270	0.01221	0.00300
	Colory			71.
,	-0101:			Plot
	DS Enabled		Diffuse Scat	ttering

 滑鼠連擊兩次,可以打開窗口,在唯讀的模 式下瀏覽材料的信息



• 軟體中的常用或預設材料

種類

Layered

Dielectric

	City類別Feature的常用或默認材料						
名稱	種類	Permittivity	Conductivity (S/m)	Thickness (m)			
混凝土 (Concrete)	Layered Dielectric	7	0.015	0.3			
磚頭(Brick)	Layered Dielectric	4.44	0.001	0.125			
木材(Wood)	Layered Dielectric	5	ο.	0.03			
玻璃(Glass)	Layered Dielectric	2.4	0	0.003			
瀝青(Asphalt)	Dielectric Half- Space	5.72	5e-4	N/A			

Floorplan類別Feature的常用或默認材料

Permittivity

2.8

Conductivity (S/m)

0.001

Thickness (m)

0.013

### 常用于大樓外墻以及屋頂,瀝青經 常用于馬路。

• 常用于房屋內部隔間墻壁。

### REMC

drywall)

名稱

多層墻壁,第1層

及第3層(Layered

• 軟件中的常用或默認材料

常用或默認的地形地貌材料								
名稱	種類		Permittivi	ty	Conductivity (S/r	n)	Thickness (m)	
泥土(Wet Earth)	Dielectric I	Half-Space	20		0.02		N/A	
乾泥土(Dry Earth)	Dielectric H	Half-Space	4		0.001		N/A	
乾燥沙地(Dry Sand)	Dielectric H	Half-Space	4		0.0002		N/A	
淡水(Fresh Water)	Dielectric H	Half-Space	81		0.22		N/A	
海水(Sea Water)	Dielectric H	Half-Space	81		20		N/A	
		其	他常用或黑	狀認材料				
名稱		種類		反射係數		透射係	<b>《</b> 數	
自由空間 (Free Space) Free Space			0		1			
完美吸收體 (Perfect Abso	orber)	Constant C	oefficient	0		0		

### 可以用來描述各種地 形地貌或者是水面。

### REMC

© Remcom Inc. All rights reserved.

常用或預設的植被材料						
名稱	種類	Permittivity	Conductivity (S/m)	Thickness (m)		
帶有葉子的茂密闊葉林 (Dense Deciduous Forest In Leaf)	BioPhysical	N/A	N/A	N/A		
帶有葉子的稀疏闊葉林 (Sparse Deciduous Forest In Leaf)	BioPhysical	N/A	N/A	N/A		
落葉的茂密闊葉林(Dense Deciduous Forest Out of Leaf)	BioPhysical	N/A	N/A	N/A		
落葉的稀疏闊葉林(Sparse Deciduous Forest Out of Leaf)	BioPhysical	N/A	N/A	N/A		
茂密的針葉林(Dense Pine Forest)	BioPhysical	N/A	N/A	N/A		
稀疏的針葉林(Sparse Pine Forest)	BioPhysical	N/A	N/A	N/A		
草地 (Grass)	BioPhysical	N/A	N/A	N/A		

- 植被代表的是一個區域對電磁波的能量損耗的狀况,而非代表特定材料在一個平面上對射綫的效應。
- Wireless Insite 會透過用戶輸入的信息換算出一個相當的植被的介電係數等參數,用于計算植被區域的消耗能量相關計算。
- 用戶可以直接選擇最接近現實中場景狀况的植被來使用,如果用戶有相關的信息也可以自行修改植被材料的參數。
- 分布在一個範圍之內的植物有在現實中有很多隨機性,植被材料是一種觀念上用來近似這種環境因素的材料,而不是 真正的要反映出一片葉子或一根草的介電係數。

### REMC

- Wireless Insite 材料庫提供一些在不同的工作頻率下參數會有變化的材料供用戶選用,其資訊基本上是來自于ITU數據 庫。
- 材料名稱後面會有一個代表頻率的標注,如"ITU Ceiling board 2.4 GHz"。
- 用戶可以直接就對應的頻率來選擇材料即可。

常用的 Wi-Fi 頻段材料						
	2.4	1GHz	5GHz			
材料名稱	相對介電係數	導電度(S/m)	相對介電係數	導電度(S/m)		
混凝土(Concrete)	5.31	0.066221437	5.31	0.119959271		
乾燥墻壁(Dry Wall)	2.94	0.021552391	2.94	0.036228401		
木材(Wood)	1.99	0.012011805	1.99	0.026378732		
玻璃(Glass)	6.27	0.01221435	6.27	0.02930827		
天花板(Ceiling Board)	1.5	0.001384547	1.5	0.003252009		
地板 (Floorboard)	3.66	0.014365084	3.66	0.038735631		
完全乾燥地面 (Very Dry Ground)	3	0.001362146	3	0.008659557		
中等乾燥地面 (Medium dry Ground)	13.74263889	0.145818416	12.77009884	0.482379843		
潮濕地面 (Wet Ground)	21.1366793	0.468129353	15.75916683	1.215492448		



常用的 5G/ 毫米波頻段材料					
	28	60 (	GHz		
材料名稱	相對介電係數	導電度(S/m)	相對介電係數	導電度(S/m)	
混凝土(Concrete)	5.31	0.483829146	5.31	0.896666691	
乾燥墻壁(Dry Wall)	2.94	0.122593378	2.94	0.210221831	
木材(Wood)	1.99	0.167171345	1.99	0.3783732	
玻璃(Glass)	6.27	0.228667481	6.27	0.567431997	
天花板(Ceiling Board)	1.5	0.024132019	1.5	0.058569453	
地板 (Floorboard)	3.66	0.397453894	3.66	1.11333046	
完全乾燥地面 (Very Dry Ground)	3	0.3	3	0.75	
中等乾燥地面 (Medium dry Ground)	5.7	6.5	4.3	14	
潮濕地面 (Wet Ground)	5.7	9.5	4.3	15	

• 相對介電係數(Relative Permittivity)對于頻率較爲穩定,導電度的變化較大。



- 用戶可以從Wireless Insite的材料庫中選用需要的材料,并且依照需要修改參數。
- 材料一旦跟feature產生鏈接就脫離跟材料庫的關係變成那個 feature或是表面(surface)屬性的一部份。
- 用戶也可以從頭開始建立新材料,自行選擇材料的種類並填入參數。

In use	Туре		Description		Feature	Diffuse	Scattering Model	
Yes Yes Yes	One-layer ( One-layer ( One-layer (	lielectric lielectric lielectric	Concrete Brick Concrete		Material Test Room [Floor plan] Material Test Room [Floor plan] Material Test Room [Floor plan]	None None None	•	崩材料配合的Feature
• E	經和Fe	ature配	合起來的材料	)				之名稱和種類
<								
Туре		Description		Location		Note	s	
Dielectric hal One-layer die One-layer die Biophysical Biophysical Attenuation	lf-space electric electric	Asphalt_1G Brick Concrete Dense decid Dense decid Dense foliag	Hz uous forest, in Leaf uous forest, out of leaf ze	C:\Program Files\R C:\Program Files\R C:\Program Files\R C:\Program Files\R C:\Program Files\R C:\Program Files\R	emcom/Wireless InSite 3.3.0.4/materials/Aspha emcom/Wireless InSite 3.3.0.4/materials/Erick emcom/Wireless InSite 3.3.0.4/materials/Concr emcom/Wireless InSite 3.3.0.4/materials/Dense emcom/Wireless InSite 3.3.0.4/materials/Dense emcom/Wireless InSite 3.3.0.4/materials/Dense	lt_1GHz mtl ete.mtl deciduo deciduo foliage	计判定中的原	5 #4-次平
< Biophysical	••	Dense Pine I	e Forest	C:\Program Files\R C:\Program Files\R	emcom/Wireless InSite 3.3.0.4/materials/Dense	pine for	材料庫中的原	<b>泵始</b> 資料



### • 建立各種不同類型材料,以及所需填寫的信息

New	>	Project	
<u>O</u> pen	>	Feature	>
<u>I</u> mport	>	- T <u>r</u> ansmitter Set	>
Copy to personal databa	ase	Receiver Set	>
Duplicate		Transc <u>e</u> iver Set	>
<u>D</u> elete		Antenna	
<u>R</u> eplace		Comm. system	
Plot		<u>M</u> aterial	
- Description		<u>S</u> tudy area	
Froperties		Waveform	

### • 滑鼠右鍵選單之中選擇, New->Material

### Constant coefficient properties

REMC

Short description:	
Thickness (m):	3.000e-01
Roughness:	0.000e+00
Ref. coefficient (parallel):	1.000000
Trans. coefficient (parallel):	0.000000
Ref. coefficient (perp.):	1.000000
Trans. coefficient (perp.):	0.000000
Color:	Plot
	OK Cancel Apply

 參數不隨頻率以及入射角而 變的材料

Create new material	
Choose a material type:	
Dielectric half-space	•
Constant coefficient	
Dielectric half-space	
Lavered dielectric	
PEC backed layer	
Perfect electrical conductor	
User-defined file	
Monte Carlo multi-material Monte Carlo variable parameter single layer	



Dielectric half-space properties

Short description:		
Thickness (m):	3.000e-01	
Roughness (m):	0.000e+00	
Conductivity (S/m):	1.500e-02	
Permittivity:	15.000000	
Color:		Plot
DS Enabled 🕅	Diffuse Scattering	
	OK Cancel	Apply

• 不會發生透射的dielectric half-space類型材料。



• 只需要設定厚度的 free space

### PEC backed layer properties



• 具有PEC底層的雙層材料.

### 建立各種不同類型材料,以及所需填寫的信息 ٠

New	>	Project	
Open	<u>O</u> pen >		>
<u>I</u> mport	>	- Transmitter Set	>
Copy to personal database		Receiver Set	>
Duplicate		Transc <u>e</u> iver Set	>
<u>D</u> elete		Antenna	
<u>R</u> eplace	Comm. system		
Plot	Plot		
		Study area	
Properties		Waveform	

### 滑鼠右鍵選單之中選擇, New->Material



### Layered dielectric properties

hort descrij	ption:			
)ielectric l	ayers:		1	1 1
Layer#	Description	Permitti	Conductivity	Thickness
C	Color:			Plot
	DS Enabled		Diffuse Scat	tering
		01	K Cance	l Apply

Гуре	Description
)ne-layer dielectric	Brick
)ne-layer dielectric	Glass
me-layer dielectric	W000.
Add Material	Remove Material
olor:	

Monte Carlo Multi-Material Properties

PEC	pro	perties

Short description:	
Thickness (m):	0.000e+00
Roughness:	0.000e+00
Color:	Plot
DS Enabled 🥅	Diffuse Scattering
	OK Cancel Apply
• 完美	¢導體PEC

[No reflections]

No transmissions

Cancel

用戶自定的材料

Apply

OK

Color:

•

Monte Carlo varia	able-parameter sin	gle layer material pr
Short description:		
Parameter	Value	
Permittivity	15.000000	Monte Carlo
Conductivity	0.015000	Monte Carlo
Roughness	0.010000	Monte Carlo
Thickness	0.300000	Monte Carlo
Color:		
		OK Cancel

參數會變化的蒙迪卡羅材料

多層介電材料

### 多種材料構成的蒙蒂卡 羅材料

### © Remcom Inc. All rights reserved.



建立多層介電材料的流程 •

### Lavered dielectric properties Short description: Dielectric lavers Layer# Description Permitti... Conductivity Thickness New layer Duplicate layer Delete layer Color: Plot Move up DS Enabled Move down Edit layer pply

	ipuon.				
Dielectric l	ayers:				
Layer #	Description	Permitti	Conductivity	Thickness	
		Die	electric layer pro	operties	
			Description:	layer 1	
			Thickness (m):	3.000e-01	
	Color:	1	Roughness (m):	0.000e+00	1
	DS Enabled	- 0	onductivity (S/m):	1.500e-02	1
	T-12 17119/D160		Permittivity	15 000000	-

按下滑鼠右鍵, 在菜單中選擇New layer

٠

REMC

填入各層材料的參數

•

建立多種類複合蒙蒂卡羅材料的流程

Monte Carlo Multi-Material Properties	Monte Carlo Multi-Material Properties	Choose material	
Short description: Materials Included (first material listed is used if MC inactive)           Type         Description	Short description: Materials Included (first material listed is used if MC Type Description Add Material Remo	Choose a material from the current project:          In use       Type       Description         Yes       One-layer dielectric       Concrete         Yes       One-layer dielectric       Brick         Yes       One-layer dielectric       Concrete         Yes       One-layer dielectric       Concrete         Ves       One-layer dielectric       Concrete         Create a new material       >	Short description: Materials Included (first materia Type Descripti One-layer dielectric Brick One-layer dielectric Glass One-layer dielectric Wood
Color:OKCancel	Color:	Or from the material database:           Type         Description           Dielectric half-space         Asphalt_1GHz           One-layer dielectric         Brick           One-layer dielectric         Concrete	Color:
按下Add Material按鈕,開始添加材料	<ul> <li>從清單中</li> </ul>	選擇要使用的材料	心氏目相

Layered dielectric properties

1 [Front]         layer 1         15.00         0.01500         0.300 m           2         layer 2         15.00         0.01500         0.400 m           3 [Back]         Layer 3         15.00         0.01500         0.600 m	Layor #	Description	Permitti	Conductivity	Thickness
3 [Back] Layer 3 15.00 0.01500 0.600 m	1 [Front] 2	layer 1 layer 2	15.00 15.00	0.01500 0.01500	0.300 m 0.400 m
	3 [Back]	Layer 3	15.00	0.01500	0.600 m
Color:	C	Color:			Plot

### 用戶視需要加入各層材料並且命名,完成建立材料, • 射綫入射會接觸標示著Front的第1層

Monte Carlo Multi-Material Properties

•

- l listed is used if MC inactive) Remove Material OK Cancel 完成配置
- 射綫在接觸到使用這類材料 的表面之後, 會依照機率分 布來决定接觸到的是哪一種 材料。
- 如果Studyarea中的Monte Carlo 選項沒有開啓, 射綫 接觸到使用這個材料的表面 時,就會視爲接觸到清單中 的第1種材料。

• 建立參數變化型蒙迪卡羅材料



- Monte Carlo Variable Parameter Material這一類材料的 參數, 會隨著幾率分布而變化。
- 建立這種材料之後,可以針對介電係數,導電率,粗糙度以及厚度,設定參數變化跟分布的方式.
- 按下Monte Carlo按鈕之後,在跳出的窗口勾選Activate Monte Carlo for.... 選項就可以開始進行編輯.

### • 設定用戶自定類型材料



- 建立材料之後, 輸入名稱以及厚度
- 如果材料要有反射還有透射的現象,勾選方塊之後就會 需要導入描述材料參數的文檔



- 用戶制定類型的材料,要額外輸入反射係數和透射係數檔案來描述材料在不同 入射角,或是工作頻率的行爲。
- 這些檔案都是txt格式,用戶可以自行手動編寫其內容.
- 在檔案中關于入射方向等與坐標有關的部分,X3D跟Full-3D這兩個算法引擎的 定義方式不同,用戶必須要注意才能正確撰寫給這兩個引擎使用的材料檔案
- 檔案內部信息的細節用戶可以在軟件自帶的說明書(Reference Manual)之中的 附錄F一節找到.



### Material:設定與配置

Yes         PEC         Metal               Type         Description           Dielectric half-space         Asphall 10Hz           One-layer dislectric         Brick           One-layer dislectric         Concrete           Biophysical         Dense deciduous forest, out of leaf           Attenuation         Dense deciduous forest, out of leaf           Attenuation         Dense Prine Forest            Material filter.	New     >       Open     >       Import     >       Copy to personal database     4/x       Duplicate     4/x       Delete     4/x       Replace     4/x       Plot     4/x	PEC properties  Short description: Metal  Thickness (m): 0.000e+00  Roughness: 0.000e+00  Color: Plot  DS Enabled Diffuse Scattering	PEC properties         Short description:       Metal         Thickness (m):       00000+00         Roughness:       00000+00         Color:       Plot         Diffue Scattering       Interaction:         OK       Cancel         Apply       Plot includence (?, 1000         Plot to coefficients       Perspendicular         Plot:       Diffue Scattering         OK       Cancel         Apply       Plot includence (?, 1000         Plane of includence (?, 1000       Prequency (MHz):         Plane of includence (?, 1000       Angeler, ?         Plane of includence (?, 1000       Angeler, ?         Plane of includence (?, 1000       Interaction:         Plane of includence (?, 1000       Angeler, ?         Plane of includence (?, 1000       Interaction:         Prequency (MHz):       ?         Diffue science (?, 1000       Angeler, ?         Oto	
滑鼠左鍵連擊兩次或是 擇 Properties	在右鍵菜單中選	OK     Cancel     Apply       OK     Cancel     Apply       ・     打開材料参數窗口,可以 進行各種調整       PEC properties     通行各種調整       Short description:     Metal       Thickness (m):     0.000e+00       Bunchess     000	A C I J J A P A J J J C C I J J A J J C C I J A J J C C I J A J C C I J A J A J A J A J A J A J A J A J A J	- C X
● 按下Color按鈕可		Roughness:  DU00e+00    Color:  Plot    DS Enabled  Image: Cancel Apply    OK  Cancel Apply	Diffuse scattering properties	
這個材料的顏色的 景中標注出來	史士在場	<ul> <li>勾選DS Enabled 可以開啓散射選項,讓射綫</li> <li>在接觸到這個材料的時候會發生散射的現象</li> </ul>	Advanced parameters Use reflection coefficient Incidence Angle - -40 0 20 40 60 Angle [?	80



## Material : Diffuse Scattering

PEC properties		Diffuse scattering properties
Short description: Thickness (m):	Metal	Scattering model Lambertian
Roughness:	0.000e+00	Cross-pol fraction 0.4
Color: DS Enabled 🖬	Plot	Alpha 4
Do Lindera Je	OK Cancel Apply	Lambda 0.75
		Advanced parameters
		Use reflection coefficient TIncidence Angle
		OK

Diffuse scattering	j properties	
Scattering model	Lambertian	•
Scattering Factor	0.4	
Cross-pol fraction	0.4	
Alpha	4	
Beta.	4	Inci
Lambda	0.75	fi

• Lambertian模型: 均匀的朝向每一個方 向發生散射.



- Diffuse Scattering 配置的視窗有三種散射模型可以選擇
- Lambertian:均匀的朝向每一個方向發生散射.
- Directive: 朝向反射的前進方向發生散射
- Directive with Back Scatter: 朝向反射前進的方向發生 散射, 同時也朝反方向發生散射

- Scattering Factor: 代表入射的電磁場能量發生散射的比例, 範圍從 0 到1, 預設數值爲 0.4
- Cross-pol Fraction: 代表散射的功率發生交叉極化的部份相 對于入射電磁場的比例,範圍從0到1,預設值爲0.4

## Material : Diffuse Scattering

### Diffuse scattering properties



• Directive模型:朝向反射的前 進方向發生散射



- Scattering Factor: 代表入射的電磁場能量發生散射 的比例, 範圍從 0 到1, 預設值爲 0.4
- Cross-pol Fraction: 代表散射的功率發生交叉極化 的部份相對于入射電磁場的比例, 範圍從0到1,預 設數值為 0.4
- Alpha:代表往前方散射的波束的寬度,數值範圍從 1~10,預設值爲4



## Material : Diffuse Scattering

### Diffuse scattering properties



Directive with Backscatter 模型:朝 向反射的前進方向發生散射,同時朝 反方向也發生散射



- Scattering Factor:代表入射的電磁場能量發生散射的比例,範圍從0到1,預設值爲0.4
- Cross-pol Fraction: 代表散射的功率發生交叉極化 的部份相對于入射電磁場的比例, 範圍從0到1,預 設值爲 0.4
- Alpha:代表往前方散射的波束的寬度,數值範圍從 1~10,預設值爲4
- Beta:代表往後方散射的波束的寬度,數值範圍從 1~10,預設值爲4
- Lambda:代表往前與往後散射的兩個波束的功率比例,數值範圍從0~1,預設值爲0.75

### REMC

,

### Material : Diffuse Scattering

Advanced parameters	
Use reflection coefficient 🔽	Incidence Angle 💌
	Incidence Angle
_	Normal Incidence
	OK Cancel

- 這個進階選項被啓用時,軟體會將鏡面反射的功率密度的一部分分配到散射
- 這個選項會降低發生散射之後的路徑在反射部分的功率密度,如果發生透射, 則透射部分的功率密度不變
- Incidence Angle: 使用射綫的入射角度來計算反射係數
- Normal Incidence: 將入射方向視爲該平面的法綫方向來計算反射係數,

 在現實環境中散射現象有其隨機性,也跟現場的狀况有關,用戶在選擇散射模型以及填寫相關參 數時,可能需要跟量測數據進行比較,來求得最準確的結果

٠

- 散射的計算需要配合X3D StudyArea 裏面的 Diffuse Scattering選項,一個模型裏,必須同時有會發生散射的材料,并且在X3D StudyArea 裏面要打開Diffuse Scattering選項,才會發生散射
- 散射的計算較爲複雜,所以會讓模擬的時間變長



### Material: Feature 相關配置





• 用滑鼠點選要改變材料的Face,再從 右鍵菜單選擇, Change Material

REMC



Project View視窗確認

- 材料(Material)作爲一個表面(Face)的屬性,會最直接的影響到接接觸到這個表面的射綫路徑接下來會如何 發展,如是否發生透射或是散射
- 一個表面的材料,也會影響到接觸到這個表面的路徑會被消耗多少能量,進而影響接收功率等模擬結果.
- 植被類型的材料, 會影響到通過植被區域的路徑, 大量消耗其能量.
- 以下使用範例來說明,不同的材料對路徑以及仿真結果的影響





- 進行不同材料效果比較仿真的房間,長78米寬40米, 高度爲三米。
- 標準的對照組,地板,外墻,屋頂,皆爲混凝土, 只有中間的隔間墻是使用磚塊建構的磚墻。

- 共有一個發射器(TX),至于左下角,另外有兩個點狀的接收器(RX),位于房間中央的隔間墻兩側各一個,主要用來演示路徑以及透射.
- 同時在房間內放置一個接收器陣列,每隔一公尺一個接收器 單元,布滿整個房間,用來演示整體接收功率,在不同位置 的差异。



### REMC

• 以下列出在範例之中使用的材料

名稱	參數	名稱	參數
標準對照組,材料爲磚頭 Brick	Permittivity : 4.44 Conductivity : 0.001 S/m Thickness : 0.125 m	PEC Backed Layer PEC底層多層材料	第1層 Permittivity : 4.44 Conductivity : 0.00125 S/m Thickness : 0.3 m 第2層 PEC
Free Space,自由空間,無隔 間墻	無	Constant Coefficient 恒定參數材料	厚度: 0.3 m 粗糙度: 0.02 法向反射係數: 0.7 法向透射係數: 0.4 切綫方向反射係數: 0.7 切綫方向反射係數: 0.4
PEC	完美導體	Dielectric Half-Space 柏油 (Asphalt)	Permittivity : 5.72 Conductivity : 0.00005 Thickness : 0.3 m 粗糙度 : 0



• 以下列出在範例之中使用的材料

名稱	參數	名稱	參數
多材料構成之蒙蒂卡羅材料	<ol> <li>Concrete</li> <li>Brick</li> <li>Glass</li> <li>Wood</li> </ol>	參數變化型蒙蒂卡羅 材料	Permittivity : 15 Conductivity : 0.015 S/m Thickness : 0.3 m 粗糙度 : 0.01
植被	Dense deciduous forest, in Leaf 茂密的闊葉林,未落葉		



### • 模擬計算條件

### Sinusoid properties



### • 隔間墻模型采用之載波波形, 1GHz正弦波

### Sinusoid properties



• 植被模型采用之載波波形, 2.4GHz正弦波

### Half-wave dipole antenna properties



• 所有天綫一律採用預設之半波偶極天綫

### REMC

### © Remcom Inc. All rights reserved.

•	模擬計算條件	Study area properties			
	• 選擇X3D傳播模型,運用GPU加 ◀—	Short description: Propagation model:	Study area 1 X3D 💌		沿Theta以及Phi方向每0.25度發出一條射綫
速	Default			一條路徑最多6次反射	
		Ray spacing (?: 🔽	0.2500	•	一條路徑最多2次透射
		Number of reflections: 🔽	6	•	一條路徑最多1次繞射
		Number of transmissions: 🔲	2		
		Number of diffractions: 🔽	1		
		Include Terrain Diffractions:			
		CPU Threads:	Ray Casting Limits		
			Partitioning and Queuing		
		Foliage Model:	Weissberger Model 💌		技业新社约社笃体田的見Waissbargar Madal
		Foliage attenuation (dB/m):	1.000		值做無材料計算使用的定Weissberger Moder
			Atmosphere		
		APG Enabled: 🕅	APG Acceleration		
		MC Enabled: 🕅	Mo <del>ste</del> Carlo		
		MPE Enabled: 🖵	MPE		
		Diffuse Scattering Enabled: 🕅	<b>Biffuse</b> Scattering		• 需要使用蒙地卡羅材料時勾選,並作必要
			Output Requests		之調整
	<ul> <li>● 需要考慮散射時勾選並加以調整 → </li> <li>設定</li> </ul>		Boundary		
			OK Cancel		



• 模擬結果比較





Free Space 組接收功率

• 標準組接收功率





• 標準組RX1路徑 • 標準組RX2路徑



• Free Space 組RX1路徑



• Free Space組RX2路徑

### REMC

### © Remcom Inc. All rights reserved.

• 模擬結果比較



• 模擬結果比較



標準組RX2路徑

• 模擬結果比較



- PEC Backed layered 組接 收功率
- · 無透射,墙壁另一側無信 號

- PEC Backed layer 組 RX1路徑
- · 無透射,至RX2無路徑

### REMC

標準組RX1路徑

• 模擬結果比較





• Constant Coefficient 組接 收功率

• 標準組接收功率





• 標準組RX1路徑 • 標準組RX2路徑



 Constant Coefficient 組 RX1路徑



• Constant Coefficient RX2路徑

### REMC

### © Remcom Inc. All rights reserved.

• 模擬結果比較





• Constant Coefficient 組接 收功率

• 標準組接收功率





• 標準組RX1路徑 • 標準組RX2路徑



 Constant Coefficient 組 RX1路徑



• Constant Coefficient RX2路徑

### REMC

### © Remcom Inc. All rights reserved.

模擬結果比較:多材料構成之多層蒙蒂卡羅材料接收功率分布



土磚頭玻璃木材等4種材料分布的一個平面



材質

模擬結果比較:多材料構成之參數變化型單層蒙蒂卡羅材料接收功率分布



• 關閉蒙迪卡羅材料功能,介電係數等參數不 變化. 開啓蒙迪卡羅材料功能,介電系數等參數會
 隨著蒙迪卡羅功能設定的分布方式變化



- 模擬結果比較(植被,帶樹葉的茂密落葉林)
- 使用X3D算法模型時, 會使用X3D本身自帶的植被算法模型來計算, 而不使用植被材料本身的參數, 因而不同的植被材 料參數會被忽略
- 使用Full-3D算法模型時,就會使用材料本身的參數進行計算







• 標準組接收功率, 2.4GHz信號

- 植被組接收功率, 2.4GHz 信號
- 植被明顯的造成遮蔽

### REMC



- 材料在决定選用之後會成爲模型Surface的參數。
- 射綫在接觸模型表面之後,材料會决定路徑接下來的發展以及消耗的能量。
- 現實世界中的建材等材料種類,品質等變化都很大,難以在一個面上面都是均質分布,因此幾乎不可能建 立完全參數相同且準確的材料模型在巨觀的模型場景中使用,使用在場景中的材料參數是作爲一個代表值 來使用。
- 可以將一個平面設定成single sided,這樣一面是Freespace另一面則是原本設定的材料,可以用于特殊場合







- REMCOM 公司網站: <u>www.remcom.com</u>
- 中國總代理: 實密國際貿易 (上海)
  - 服務項目: 諮詢及對國內客戶報價和銷售
  - <u>http://www.schmidt-ssc.com/remcom/</u>
  - 郵箱: <u>christinama@schmidt.com.tw</u>
  - 電話: 13524674000 或 18411033831
  - Wechat ID : CAEsoftware0822
  - Q群名稱:REMCOM仿真軟件信息
  - QQ群號: 439531441
- 大中華區總代理: 旭好有限公司
  - 服務項目: 諮詢及技術支持, 國內客戶報價銷售由實密國際貿易(上海)負責
  - <u>www.qi-well.com</u>
  - 郵箱 <u>minson@qi-well.com</u>

