

前 言

本書是根據雷達、通訊及導航等三個專業的統一教學大綱而編寫的，故全書內容以照顧三個專業的共同要求為基本準則。資料來源是以蘇聯最新出版的教科書為主，爲了及時吸收科學上的最新成就起見，部份材料也由雜誌上取得，另有一部份爲數不多的材料，則是出於自己的推導，它們是以往教學實踐的初步總結。在資料的組織過程中，除了照顧到教學計劃及教學大綱所製訂的教學要求外，還遵照本課程的特點，作了如下的一些考慮：

(1) 本課程的第一個特點，是它的教學內容的廣泛性，例如單就無線電波的播播這一問題來講，實際上就已足夠我們作終身的研究。爲了要在有限的教學時間內，使同學們能夠認清無線電波這一物理現象的基本實質和獲得概括性的了解起見，本書特別強調了全面和重點相結合的原則，『重點』是結合各專業課程的需要，『全面』則是照顧理論體系的完整。對於一些雷同的平行的理論，則採用典型說明的方法，庶免整個理論體系陷於瑣碎和龐雜。對於一些比較深奧的理論，則着重於物理概念的說明，略去一些不必要的嚴格推導，以免事物的本質反被艱澀的數學運算所遮蓋；同時，對這些理論難點的所在，還採用了化整爲零，由簡至繁的原則，以逐步深入，逐步充實的推導辦法來完成理論的過渡。此外，在編寫本書時，也特別照顧了理論體系的嚴密性，從已有的論點過渡到新的論點，從簡單的理論過渡到複雜的理論等，都儘量指出事物發展規律的必然性，以求把整個理論體系緊密地聯繫起來，這樣，俾可有助於同學們能夠應用已知來理解未知，一方面可以加深學習的印象，另一方面也可激發同學們追求科學真理的興趣。

(2) 本課程的第二個特點是它必須應用到艱深複雜的數學。無線電波問題實際上就是『場』的問題，因此在『應用數學』上所討論的一系列問題在本課程中都要牽涉到。依據過去的經驗，有少數同學往往是事前並沒有將數學學得夠好，而在學習本課程的時候，又常常是將已學得的一些數學概念已忘得非常生疏了。雖然，本課程的基本任務是說明無線電波現象的物理本質，但有一些問題在其分析的定量概念上，也不可能完全不藉助於一些數學工具。爲了解決這些實際上可能發生的困難，在本書中也適量地加入了一些必要的基本的數學理論，它們是被放在次要的地位上，和物理概念的分析過程結合起來。同時，本書每節每款中都舉有一些實用的

典型例題，以求告訴同學們怎樣利用所學得的理論來分析實際問題的方法。同學們應該熟悉這些例題，並透過這些實例的精神，從而對所學概念進一步地獲得較為形象的理解。

(3) 本課程的第三個特點是：它是一個比較新型的課程，直至現在，整個理論體系還沒有達到完全成熟的階段，新的理論和新的創造正在不斷地湧現出來，而它的進展又是那樣地迅速，以致擺在我們面前的學習對象，經常是令人感到五彩繽紛，學不勝學。同一個課程對不同的專業而言，很可能存在着大不相同的學習領域，而同一種教科書對不同的專業而言，也就很難滿足各個不同的要求。由於直至現在還沒有完全符合於我們教學大綱的要求的教科書，因此參考書籍的缺乏和它們內容的不盡恰當，就造成了同學們課外學習的困難。姑念到，在我們的同學們中間，必然會存在着很多成績優良的同學，他們的學習在達到我們課內的要求後，儘有餘力來進行一些比較深入的鑽研。為此，在本書中也適量地加入了一些為數不多的參考材料，這樣，可以避免同學們在參考其他書籍時由於片斷的學習而遭遇到困難，同時，也可相應地豐富我們理論體系的内容。這些參考材料，以附有※這一符號標誌出來，以茲與我們必學的内容相區別。不過，應該着重指出，這些參考材料，祇是對學有餘力的同學們而設的，並且希望他們在教師的指導下進行學習，庶免鑽入了理論的死角，失去了正確的學習方向；至於對一些成績較差的同學來講，則倒希望他們學多不如學好，不要食而不化，這樣不獨會失去學習的信心，甚至反而不會達到預期的教學要求。

以上所提的一些原則，是在編寫本書時作者的教學思想的主要依據。因限於業務水平，同時對哲學和文學上的素養還遠不夠要求，所以在這些原則的執行程度上，將必然存在着很多缺點。衷心的希望同學們在學習過程中，通過學習的實踐，隨時地提出改進的意見，同共合作，來不斷地改進我們的教學工作。

本書的能夠及時完成，應該首先感謝組織的正確領導和全面的 support。在上冊即將完成時，又承周祖同、李苾、劉景伊、胡壽秋等教授同志，在本課程與其他專業課程的配合上，在本課程內容的深度和系統的安排上，都提供了非常寶貴的意見，使本書在付版之前，得到了及時的修正，謹向他們致以由衷的謝忱！

最後，殷切地盼望着同學們在學習的過程中不斷地取得優良的成績，一個勝利緊接着一個勝利！這門課程是比較難學的，但困難不會難倒新中國的每一個青年！前進吧，在毛澤東的旗幟下。全國人民在期待着我們的彙報！

吳鴻鈞

一九五五年八月

上 冊 目 錄

第一篇 電磁現象的波動本質及無線電平面波傳播的基本理論

第一章 在各向同性的均勻媒介質內平面無線電波的傳播.....11

第一節 馬克士威爾聯立方程式.....11

第二節 由馬克士威爾聯立方程式導出波動方程式.....12

第三節 波動方程式的求解和分析.....15

第四節 電場和磁場相互關係的唯一性及波阻抗概念的建立.....21

第五節 平面波電、磁場的幾何結構及其物理性能的總結.....24

第六節 平面無線電波的複合及電場極化的概念.....26

第一款 型式 I：平面線極化.....27

第二款 型式 II：平面圓極化.....28

第三款 型式 III：平面橢圓極化.....31

第七節 導體性電流的波效應，及在均勻半導電媒介質中平面

無線電波的傳播.....35

第八節 在不同波段內導體性電流波效應的品質分析.....41

第一款 在特性近於理想介質的媒介質中 n 和 p 公式的簡化.....41

第二款 在特性接近於理想導體的半導電媒介質中導體性電流波效應的鑑定.....43

第三款 中間媒介質中導體性電流其波段效應的鑑定.....44

第二章 在不均勻媒介質內平面無線電波在臨界面上

的反射、折射和散射.....53

第一節 多介質內無線電波傳播的研究方法，及反射的數學內容和物理本質.....53

第二節 當入射波為垂直極化射線的情況時由地球表面引起

的反射現象的研究.....55

第三節 當入射波為水平極化射線的情況時由地球表面引起

的反射現象的研究.....67

第四節 反射係數 $R_{\perp}$ 及 $R_{\parallel}$ 的實用圖表.....74

第五節 散射現象的概念及研究的方法.....83

第六節 一些常用的具有簡單幾何形狀的反射面其等效散面

積的計算公式的推導	87
第一款 平面反射面的等效散射面積	87
第二款 球面及圓柱面的等效散射面積	90
第三款 具有截面為橢圓的拋物柱體的等效散射面積的求法	94
第四款 等效散射面積的一些軍用數據	95
第七節 收訊半波振子的等效散射面積	98

第二篇 無線電波在地球表面上的傳播

第三章 無線電表面波的傳播 101

第一節 地面複雜性的簡化原則及等效電參數的概念	101
第二節 無線電表面波傳播的一般特性	103
第三節 當發射天線直接配置於地面時無線電表面波收發關係的計算	110
第一款 無線電波為垂直極化的情況	112
第二款 無線電波為水平極化的情況	125
第四節 無線電表面波傳播的波速，及波面的幾何結構和地面情況的依從關係	126
第五節 當天線直接配置於地面時，無線電表面波在不均勻地面上收發關係的計算	130
第一款 П.П.愛開斯萊法	130
(A)虛功率法	
(B)虛距離法	
第二款 М.П.多路哈諾夫及密里頓修正法	134
第三款 Е.П.費英貝爾格的嚴格解法	138
第六節 當天線架空配置時，在平面地面上無線電表面波收發關係的計算	141
第七節 無線電波的繞射，及天線架高時無線電表面波拐繞球形地面的傳播	150

第四章 無線電空間波的傳播 161

第一節 無線電空間波傳播的一般概念及收發關係的決定因素	161
第二節 游離層的物質基礎及大氣的物理性能	163
第一款 大氣結構的分層特性	163
第二款 大氣溫度的分層特性	164
第三款 大氣密度的分層結構	164
第三節 游離層的能量源泉及電離的有機過程	165
第一款 光游離的特點及游離波長的概念	166
第二款 碰撞游離的特點及電離電子伏的概念	166

第三款 氣體游離反應的化學平衡方程式·····	167
第四款 大氣游離的實際源泉·····	169
第四節 游離層分層結構的形成·····	175
第一款 在理想的大氣中, 游離層形成原理的定量分析·····	176
第二款 游離層能源的偏角效應·····	179
第三款 在實際大氣中游離層多層性結構的形成原理, 及一些有關的實際數據·····	180
第五節 游離層的等效電參數·····	183
第一款 不計及粒子碰撞時均勻游離層的等效電參數·····	184
第二款 當計及粒子碰撞時游離層等效電參數的修正·····	187
第六節 地磁場對游離層等效電參數的影響, 及雙重折射現象的概念·····	190
第一款 地磁場對運動電子所起作用的初步討論及地磁共振的概念·····	191
第二款 地磁場對游離層等效電參數修正效應的一般分析·····	193
第三款 數種特殊情況的簡化和分析·····	203
(A) 磁場不存在·····	203
(B) 磁場只含有縱向分量·····	204
(C) 磁場只含有橫向分量·····	212
(D) 磁場兼具有縱向分量及橫向分量·····	217
第四款 在地磁場作用下由粒子碰撞所引起的游離層對電波損耗的估計·····	219
第七節 垂直投射電波由游離層折回的條件, 及臨界頻率和虛高的概念·····	219
第一款 電波由游離層折回的條件及臨界頻率的概念·····	220
第二款 地磁場對臨界頻率的影響·····	224
第三款 游離層反射點的實高和虛高·····	227
第八節 游離層反射現象的一般分析及各項有關定理的推導·····	230
第一款 游離層對低頻電波的反射性能·····	231
第二款 游離層對高頻電波的反射性能·····	232
(A) 最高臨界頻率及正割定理·····	232
(B) 電道規跡的等效定理·····	235
(C) 地磁場的影響·····	237
第三款 游離層對中間頻率電波的反射性能·····	238
第九節 再論游離層對高頻率電波的反射性能, 及定距通訊時最高 可用頻率的計算·····	246
第一款 試探法·····	247
第二款 圖解法·····	249
第三款 A. H. 卡散切夫正割定理修正法·····	250
第四款 游離層圖解法·····	253
第十節 游離層的時間變化及穩定性·····	261
第一款 游離層的正規變化·····	261

(A)游離層的晝夜變化	261
(B)游離層的四季變化和月份變化	261
(C)游離層的11年週期性變化	262
第二款 游離層的不正規變化	264
(A)游離層突然騷動	264
(B)游離層暴變	264

第五章 無線電長、中、短波傳播的物理現象，及各相應波段空間波

收發關係的計算265

第一節 無線電波傳播其波段效應的四大類型及研究主題的確定265

第二節 在各實用波段內，游離層對無線電波的反射性和穿透性及

相應損耗的估計267

第一款 游離層對長波波段電波反射的特性	267
第二款 游離層對中波電波的反射性能及吸收效應的估計	270
(A)D層吸收效應的估計	270
(B)E層吸收效應的估計	271
第三款 游離層對短波波段無線電波的反射性能及吸收性能的特異性	272

第三節 在各不同波段內，空間波通訊收發關係的定量分析

及其物理現象276

第一款 長波波段收發關係的定量分析及對極效應	276
第二款 中波波段內收發關係的定量分析	283
第三款 短波波段內收發關係的定量分析	289
(A)月份吸收圖法	289
(B)A.H.卡散切夫法	291

第四節 長波傳播的特點與應用293

第一款 接收電場的偶然性波動及其穩定度的估計	293
第二款 電場強度的晝夜變化	294
第三款 季節的變化	295
第四款 太陽黑斑的影響	295
第五款 游離層騷擾的影響	295

第五節 中波傳播的特點與應用295

第一款 接收電場的偶然性波動及其穩定度的估計	299
第二款 接收電場的晝夜變化	299
第三款 接收電場的季節變化	300
第四款 太陽活動性11年週期的影響	300
第五款 游離層擾亂的影響	300
第六款 游離層中的非線性畸變及接收電場的虛珊葆——高爾考夫斯基效應	300

第六章 無線電超短波傳播的物理現象及計算方法	305
第一節 超短波傳播現象的一般概念	305
第二節 在照明區域內當大地可以視為理想平面時，接收電場強度的計算 ...	307
第一款 反射公式的推導及簡化的條件.....	307
(A) 反射公式的一般分析及電波的極化效應.....	311
(B) 第一級近似區域內 E_{θ} 和 E_{ϕ} 公式的簡化和統一.....	319
(C) 第二級近似區及地面性能為統一正弦定律及干擾花瓣的概念.....	323
(D) 第三級近似區及B.A.維堅斯基平方公式.....	328
第二款 反射概念的商榷及反射係數的修正.....	331
(A) 天線高度的修正，及天線的最小有效高度的概念.....	332
(B) 反射點實際範圍的置定，及弗烈涅爾區域的概念.....	335
第三節 在照明區域內當大地視為球形表面時反射公式的使用與修正	339
第一款 天線高度的修正及第二類等效高度的概念.....	339
(A) 型式一： r 很小的情況.....	342
(B) 型式二： r 很大的情況.....	343
(C) 型式三： r 為中間值.....	343
第二款 球形地面散射現象的分析及地面反射係數的修正.....	349
第三款 大氣折射的影響及地球曲半徑的概念.....	355
第四節 反射公式適用區域的確定，及半陰影區域內接收電場的計算	362
第一款 反射公式適用區域邊界的確定及B.A.爾克“天線標準高度”的概念.....	362
第二款 半陰影區域內接收電場的計算.....	365
第五節 在陰影區域內超短波接收電場的計算方法	366
第一款 國際無線電通訊協會曲線圖計算法.....	367
第二款 B.A.維堅斯基列線圖法.....	368
第三款 衰減因子圖表計算法.....	372
第六節 接收電場計算方法的總結及超短波傳播性能與收發距離的依從關係	375
第一款 照明區及陰影區域內接收電場計算方法的總結.....	375
第二款 半陰影區域接收電場的嚴格解法.....	376
第三款 接收電場與收發距離依從關係的計算.....	376
第七節 在一些特殊場合下超短波的傳播性能及接收電場的計算方法	389
第一款 大氣層低層的氣象情況對超短波傳播性能的影響.....	390
(A) 大氣層折射情況的類型及折射指數 M 的概念.....	390
(B) 在大氣超折射現象存在時超短波收發關係的定量分析.....	396
(C) 對流層內大氣的湍流對超短波傳播的散射效應.....	401
(D) 超短波在雨霧區域內的吸收作用與波長的關係.....	402
第二款 地面對特殊情況對超短波傳播性能的影響.....	403

- (A)粗糙不平地面的散射及森林區地面等效電參數的修正..... 404
- (B)超短波在丘陵地帶的傳播及複反射線的估計與鑑別..... 405
- (C)超短波在跨越障礙物時的傳播..... 406

第三篇 無線電波在波導內的傳播及諧振空腔理論的研究

✓第七章 無線電波在均勻波導內的傳播..... 409

第一節 波導的基本認識及研究範圍的確定..... 409

- 第一款 波導的幾何形狀對波導導波性能的決定作用..... 411
- 第二款 電波波型對波導導波性能的決定作用及電波三大類型的劃分..... 413
- 第三款 波導尺寸對波導導波性能的決定作用及波導臨界頻率的概念..... 414
- 第四款 波導的電磁結構對波導導波性能的決定作用及波導衰減常數的概念..... 415

第二節 均勻波導定量分析的數學基礎及“臨界條件指標” K_c 的概念..... 415

- 第一款 橫電磁波可導性的物理實質及其在空心波導內不能存在的理由..... 421
- 第二款 橫磁波(E型波)可導性的物理實質及其各項參數的頻率效應..... 425
- 第三款 橫電波(H型波)可導性的物理實質及其各項特性參數的頻率效應..... 430

第三節 波導傳播的總功率,及衰減常數其定量分析公式的一般推導..... 432

- 第一款 橫磁波在均勻波導內傳播的總功率及衰減常數的一般推導..... 434
- 第二款 橫電波在均勻波導內傳播的總功率及衰減常數的一般推導..... 437

第四節 平行平面板波導..... 439

- 第一款 平行平面板波導中橫磁波的傳播..... 440
 - (A) K_c 之值的確定及波目的概念..... 440
 - (B)電磁場各分量的確定及波場瞬時圖的作法..... 444
 - (C) E_n 波的因子分解及波導臨界條件的反射本質..... 451
 - (D)衰減常數 β' 的計算及導波性能的品質分析..... 460
- 第二款 平行平面板波導中橫電波的傳播..... 465
 - (A) K_c 之值的確定及電場瞬時圖的獲得..... 466
 - (B)衰減常數 β' 的計算..... 468

第五節 矩形波導的研究..... 472

- 第一款 矩形波導中橫磁波的傳播..... 472
 - (A) K_c 之值的確定及雙波目 nm 的概念..... 472
 - (B)電磁場各分量的確定及波場瞬時圖的描繪..... 475
 - (C)衰減常數 β' 的計算..... 477
- 第二款 矩形波導中橫電波的傳播..... 480
 - (A) K_c 之值的確定及波場瞬時圖的獲得..... 481
 - (B)衰減常數 β' 的計算..... 485
- 第三款 再論 H_{01} 型波在矩形波導內的傳播..... 491
 - (A)傳播性能的初步結論..... 491
 - (B) H_{01} 型波導的電路觀點及面電流分佈瞬時圖的作法..... 497
 - (C) H_{01} 型波導引總功率的計算..... 500

(D) H_{01} 型波內因子分解及反射概念的引申	503
第六節 圓柱形波導的研究	506
第一款 圓柱坐標系分析的數學基礎	507
第二款 圓柱形波導中橫磁波的傳播	509
(A) K_c 之值的確定及角波目和標波目的概念	509
(B) 電磁場各分量的表達式的確定及波場瞬時圖的獲得	511
(C) 衰減常數 β'_{nm} 的計算	512
第三款 圓柱形波導內橫電波的傳播	515
(A) K_c 之值的確定	515
(B) 電磁場各分量表達式的確定及波場瞬時圖的獲得	517
(C) 衰減常數 β'_{nm} 的計算	518
第四款 圓柱形波導內的數種低級波型	519
(A) 截止頻率的實用圖表及導管尺寸的選擇	520
(B) 傳播特性參數的函數表達式及各種波型衰減常數的比較	521
(C) 衰減常數在截止頻率附近的變化情形	523
(D) 波導的等值阻抗	525
(E) 電磁場各分量的函數表達式及波場瞬時圖的立體模型	527
第七節 橢圓柱形波導的簡略分析及圓柱形波導穩定性的鑑定	534
第一款 截止頻率的確定及波長瞬時圖的獲得	536
第二款 衰減常數 β'_{nm} 的計算	540
第八節 同軸線型波導	542
第一款 同軸線內橫磁波的傳播	542
第二款 同軸線內橫電波的傳播	545
第九節 波導的激勵	549
第十節 波導的等效傳輸線	554
第八章 無線電波在不均勻波導內的傳播及波導的阻抗匹配	559
第一節 不均勻波導的基本特點及阻抗匹配的一般概念	559
第一款 電壓駐波比的概念	562
第二款 反射係數的概念及其與駐波比的相互關係	563
第三款 等效阻抗及阻抗匹配的初步概念	564
第四款 伏列別特圖及其在阻抗匹配上的應用	567
第二節 障礙物的等效電抗，及其正負性的一般鑑定法	569
第三節 無線電波在接有金屬薄片障礙物的不均勻波導內的傳播	572
第一款 自感性金屬薄片等效電抗的計算	573
第二款 電容性金屬薄片等效電抗的計算	578
第三款 諧振性金屬薄片等效電抗的計算	583

第四節 無線電波在按有金屬桿障礙物的不均勻波導內的傳播	584
第一款 自感性金屬桿等效網絡的計算	584
第二款 電容性金屬桿等效網絡的計算	586
第三款 金屬桿插入深度的影響及調諧螺旋原理	591
第五節 由小截面波導 (H_{01} 型矩形波導) 過渡到大截面波導	593
第一款 第一種方法: 利用阻抗匹配器件	595
第二款 第二種方法: 利用四分之一波長阻抗轉換器及轉換器尺寸的設計	603
第三款 第三種方法: 利用漸變式波導間接過渡, 及漸變波導長度的設計	606
第六節 由同軸線 (TEM型) 過渡到矩波導 (H_{01} 型)	608
第一款 窄頻帶匹配	609
第二款 由利用阻抗匹配器件獲得寬頻帶匹配	612
第三款 由利用分枝同軸線獲得寬頻帶匹配	616
第七節 由矩形波導 (H_{01} 型) 過渡到圓柱形波導 (E_{01} 型)	621
第八節 無線電波在拐角、彎曲及扭轉型波導內的傳播	
(H_{01} 型矩型波導)	625
第一款 拐角的性能及其尺寸的設計	626
第二款 彎曲的性能及其尺寸的設計	629
第三款 扭轉的性能及其尺寸的設計	631
第九節 不均勻波導的其他問題及今後學習的方向	632
第九章 無線電波在諧振空腔內的自然振盪	633
第一節 諧振空腔的基本認識	633
第二節 立方體形諧振空腔的研究	634
第一款 諧振空腔的臨界條件及諧振頻率的確定	636
第二款 電磁場各分量表達式的確定及波場圖的作法	640
第三款 諧振空腔的品質分析及 Q 值的計算方法	642
第四款 諧振空腔的電路觀點及各項等值電參數的獲得	650
(A) 腔面上電流密度的分佈及等值自感量 L 的計算	651
(B) 等效電容量的計算及其各個不同定義的說明	653
(C) 諧振空腔的等值電路及其量級的概念	656
(D) 諧振空腔的等值輸入阻抗	657
第三節 圓筒形諧振空腔的研究	658
第一款 諧振頻率的確定	659
第二款 電磁場各分量表達式的確定	660
第三款 Q 值的計算及圓筒形諧振空腔的設計	662
第四款 等效電參數的計算	668
第四節 同軸線型諧振空腔的研究	671
第五節 具有旋轉對稱幾何型式的諧振空腔的近似分析方法	674

第一款 諧振頻率的近似解法.....	675
(A)環形空腔諧振波長的計算.....	676
(B)準環形諧振空腔頻率的計算.....	678
(C)Π字形空腔諧振頻率的計算.....	680
第二款 品質因素 Q 及等值電阻 R 的計算.....	688

上 冊 目 錄

第一篇 電磁現象的波動本質及無線電平面波傳播的基本理論

第一章 在各向同性的均勻媒介質內平面無線電波的線線.....11

第一節 馬克士威爾聯立方程式.....11

第二節 由馬克士威爾聯立方程式導出波動方程式.....12

第三節 波動方程式的求解和分析.....15

第四節 電場和磁場相互關係的唯一性及波阻抗概念的建立.....21

第五節 平面波電、磁場的幾何結構及其物理性能的總結.....24

第六節 平面無線電波的複合及電場極化的概念.....26

第一款 型式 I：平面線極化.....27

第二款 型式 II：平面圓極化.....28

第三款 型式 III：平面橢圓極化.....31

第七節 導體性電流的波效應，及在均勻半導電媒介質中平面

無線電波的傳播.....35

第八節 在不同波段內導體性電流波效應的品質分析.....41

第一款 在特性近於理想介質的媒介質中 n 和 p 公式的簡化.....41

第二款 在特性接近於理想導體的半導電媒介質中導體性電流波效應的鑑定.....43

第三款 中間媒介質中導體性電流其波段效應的鑑定.....44

第二章 在不均勻媒介質內平面無線電波在線界面上

的反射、折射和線射.....53

第一節 多介質內無線電波傳播的研究方法，及反射的數學內容和物理本質.....53

第二節 當入射波為垂直極化射線的情況時由地球表面引起

的反射現象的研究.....55

第三節 當入射波為水平極化射線的情況時由地球表面引起

的反射現象的研究.....67

第四節 反射係數 $R_{\perp}$ 及 $R_{\parallel}$ 的實用圖表.....74

第五節 散射現象的概念及研究的方法.....83

第六節 一些常用的具有簡單幾何形狀的反射面其等效散面

積的計算公式的推導	87
第一款 平面反射面的等效散射面積	87
第二款 球面及圓柱面的等效散射面積	90
第三款 具有截面為橢圓的拋物柱體的等效散射面積的求法	94
第四款 等效散射面積的一些軍用數據	95
第七節 收訊半波振子的等效散射面積	98

第二篇 無線電波在地球表面上的傳播

第三章 無線電表面波的傳播 101

第一節 地面複雜性的簡化原則及等效電參數的概念	101
第二節 無線電表面波傳播的一般特性	103
第三節 當發射天線直接配置於地面時無線電表面波收發關係的計算	110
第一款 無線電波為垂直極化的情況	112
第二款 無線電波為水平極化的情況	125
第四節 無線電表面波傳播的波速，及波面的幾何結構和地面情況的依從關係	126
第五節 當天線直接配置於地面時，無線電表面波在不均勻地面上收發關係的計算	130
第一款 П.П.愛開斯泰法	130
(A)虛功率法	
(B)虛距離法	
第二款 М.П.多路哈諾夫及密里頓修正法	134
第三款 Е.П.費英貝爾格的嚴格解法	138
第六節 當天線架空配置時，在平面地面上無線電表面波收發關係的計算	141
第七節 無線電波的繞射，及天線架高時無線電表面波拐繞球形地面的傳播	150

第四章 無線電空間波的傳播 161

第一節 無線電空間波傳播的一般概念及收發關係的決定因素	161
第二節 游離層的物质基礎及大氣的物理性能	163
第一款 大氣結構的分層特性	163
第二款 大氣溫度的分層特性	164
第三款 大氣密度的分層結構	164
第三節 游離層的能量源泉及電離的有機過程	165
第一款 光游離的特點及游離波長的概念	166
第二款 碰撞游離的特點及電離電子伏的概念	166

第三款 氣體游離反應的化學平衡方程式	167
第四款 大氣游離的實際源泉	169
第四節 游離層分層結構的形成	175
第一款 在理想的大氣中, 游離層形成原理的定量分析	176
第二款 游離層能源的偏角效應	179
第三款 在實際大氣中游離層多層性結構的形成原理, 及一些有關的實際數據	180
第五節 游離層的等效電參數	183
第一款 不計及粒子碰撞時均勻游離層的等效電參數	184
第二款 當計及粒子碰撞時游離層等效電參數的修正	187
第六節 地磁場對游離層等效電參數的影響, 及雙重折射現象的概念	190
第一款 地磁場對運動電子所起作用的初步討論及地磁共振的概念	191
第二款 地磁場對游離層等效電參數修正效應的一般分析	193
第三款 數種特殊情況的簡化和分析	203
(A) 磁場不存在	203
(B) 磁場只含有縱向分量	204
(C) 磁場只含有橫向分量	212
(D) 磁場兼具有縱向分量及橫向分量	217
第四款 在地磁場作用下由粒子碰撞所引起的游離層對電波損耗的估計	219
第七節 垂直投射電波由游離層折回的條件, 及臨界頻率和虛高的概念	219
第一款 電波由游離層折回的條件及臨界頻率的概念	220
第二款 地磁場對臨界頻率的影響	224
第三款 游離層反射點的實高和虛高	227
第八節 游離層反射現象的一般分析及各項有關定理的推導	230
第一款 游離層對低頻電波的反射性能	231
第二款 游離層對高頻電波的反射性能	232
(A) 最高臨界頻率及正割定理	232
(B) 電道規跡的等效定理	235
(C) 地磁場的影響	237
第三款 游離層對中間頻率電波的反射性能	238
第九節 再論游離層對高頻率電波的反射性能, 及定距通訊時最高 可用頻率的計算	246
第一款 試探法	247
第二款 圖解法	249
第三款 A. H. 卡散切夫正割定理修正法	250
第四款 游離層圖解法	253
第十節 游離層的時間變化及穩定性	261
第一款 游離層的正規變化	261

(A)游離層的晝夜變化	261
(B)游離層的四季變化和月份變化	261
(C)游離層的11年週期性變化	262
第二款 游離層的不正規變化	264
(A)游離層突然騷動	264
(B)游離層暴變	264

第五章 無線電長、中、短波傳播的物理現象，及各相應波段空間波

收發關係的計算265

第一節 無線電波傳播其波段效應的四大類型及研究主題的確定265

第二節 在各實用波段內，游離層對無線電波的反射性和穿透性及

相應損耗的估計267

第一款 游離層對長波波段電波反射的特性	267
第二款 游離層對中波電波的反射性能及吸收效應的估計	270
(A)D層吸收效應的估計	270
(B)E層吸收效應的估計	271
第三款 游離層對短波波段無線電波的反射性能及吸收性能的特異性	272

第三節 在各不同波段內，空間波通訊收發關係的定量分析

及其物理現象276

第一款 長波波段收發關係的定量分析及對極效應	276
第二款 中波波段內收發關係的定量分析	283
第三款 短波波段內收發關係的定量分析	289
(A)月份吸收圖法	289
(B)A.H.卡散切夫法	291

第四節 長波傳播的特點與應用293

第一款 接收電場的偶然性波動及其穩定度的估計	293
第二款 電場強度的晝夜變化	294
第三款 季節的變化	295
第四款 太陽黑斑的影響	295
第五款 游離層騷擾的影響	295

第五節 中波傳播的特點與應用295

第一款 接收電場的偶然性波動及其穩定度的估計	299
第二款 接收電場的晝夜變化	299
第三款 接收電場的季節變化	300
第四款 太陽活動性11年週期的影響	300
第五款 游離層擾亂的影響	300
第六款 游離層中的非線性畸變及接收電場的虛珊葆——高爾考夫斯基效應	300

第六章 無線電超短波傳播的物理現象及計算方法	305
第一節 超短波傳播現象的一般概念	305
第二節 在照明區域內當大地可以視為理想平面時，接收電場強度的計算	307
第一款 反射公式的推導及簡化的條件	307
(A) 反射公式的一般分析及電波的極化效應	311
(B) 第一級近似區域內 E_{θ} 和 E_{ϕ} 公式的簡化和統一	319
(C) 第二級近似區及地面性能為統一正弦定律及干擾花瓣的概念	323
(D) 第三級近似區及B.A.維堅斯基平方公式	328
第二款 反射概念的商榷及反射係數的修正	331
(A) 天線高度的修正，及天線的最小有效高度的概念	332
(B) 反射點實際範圍的置定，及弗烈涅爾區域的概念	335
第三節 在照明區域內當大地視為球形表面時反射公式的使用與修正	339
第一款 天線高度的修正及第二類等效高度的概念	339
(A) 型式一： r 很小的情況	342
(B) 型式二： r 很大的情況	343
(C) 型式三： r 為中間值	343
第二款 球形地面散射現象的分析及地面反射係數的修正	349
第三款 大氣折射的影響及地球曲半徑的概念	355
第四節 反射公式適用區域的確定，及半陰影區域內接收電場的計算	362
第一款 反射公式適用區域邊界的確定及B.A.爾克“天線標準高度”的概念	362
第二款 半陰影區域內接收電場的計算	363
第五節 在陰影區域內超短波接收電場的計算方法	366
第一款 國際無線電通訊協會曲線圖計算法	367
第二款 B.A.維堅斯基列線圖法	368
第三款 衰減因子圖表計算法	372
第六節 接收電場計算方法的總結及超短波傳播性能與收發距離的依從關係	375
第一款 照明區及陰影區域內接收電場計算方法的總結	375
第二款 半陰影區域接收電場的嚴格解法	376
第三款 接收電場與收發距離依從關係的計算	376
第七節 在一些特殊場合下超短波的傳播性能及接收電場的計算方法	389
第一款 大氣層低層的氣象情況對超短波傳播性能的影響	390
(A) 大氣層折射情況的類型及折射指數 M 的概念	390
(B) 在大氣超折射現象存在時超短波收發關係的定量分析	396
(C) 對流層內大氣的湍流對超短波傳播的散射效應	401
(D) 超短波在雨霧區域內的吸收作用與波長的關係	402
第二款 地面對特殊情況對超短波傳播性能的影響	403

(A)粗糙不平地面的散射及森林區地面等效電參數的修正	404
(B)超短波在丘陵地帶的傳播及複反射線的估計與鑑別	405
(C)超短波在跨越障礙物時的傳播	408

第三篇 無線電波在波導內的傳播及諧振空腔理論的研究

✓第七章 無線電波在均勻波導內的傳播 409

第一節 波導的基本認識及研究範圍的確定 409

第一款 波導的幾何形狀對波導導波性能的決定作用	411
第二款 電波波型對波導導波性能的決定作用及電波三大類型的劃分	413
第三款 波導尺寸對波導導波性能的決定作用及波導臨界頻率的概念	414
第四款 波導的電磁結構對波導導波性能的決定作用及波導衰減常數的概念	415

第二節 均勻波導定量分析的數學基礎及“臨界條件指標” K_c 的概念 415

第一款 橫電磁波可導性的物理實質及其在空心波導內不能存在的理由	421
第二款 橫磁波(E型波)可導性的物理實質及其各項參數的頻率效應	425
第三款 橫電波(H型波)可導性的物理實質及其各項特性參數的頻率效應	430

第三節 波導傳播的總功率,及衰減常數其定量分析公式的一般推導 432

第一款 橫磁波在均勻波導內傳播的總功率及衰減常數的一般推導	434
第二款 橫電波在均勻波導內傳播的總功率及衰減常數的一般推導	437

第四節 平行平面板波導 439

第一款 平行平面板波導中橫磁波的傳播	440
(A) K_c 之值的確定及波目的概念	440
(B)電磁場各分量的確定及波場瞬時圖的作法	444
(C) E_n 波的因子分解及波導臨界條件的反射本質	451
(D)衰減常數 β' 的計算及導波性能的品質分析	460
第二款 平行平面板波導中橫電波的傳播	465
(A) K_c 之值的確定及電場瞬時圖的獲得	466
(B)衰減常數 β' 的計算	468

第五節 矩形波導的研究 472

第一款 矩形波導中橫磁波的傳播	472
(A) K_c 之值的確定及雙波目 nm 的概念	472
(B)電磁場各分量的確定及波場瞬時圖的描繪	475
(C)衰減常數 β' 的計算	477
第二款 矩形波導中橫電波的傳播	480
(A) K_c 之值的確定及波場瞬時圖的獲得	481
(B)衰減常數 β' 的計算	485
第三款 再論 H_{10} 型波在矩形波導內的傳播	491
(A)傳播性能的初步結論	491
(B) H_{10} 型波導的電路觀點及面電流分佈瞬時圖的作法	497
(C) H_{10} 型波導引總功率的計算	500