

目 录

緒 論

§ 1. 天綫及饋綫的作用	7
§ 2. 天綫及饋电設備的发展概况	8
§ 3. 天綫在中国的发展概况	8
§ 4. 天綫的分类	9
§ 5. 本課程所包括的范围	9

第一篇 天綫的饋电綫

第一章 波导的激励和不均匀波导

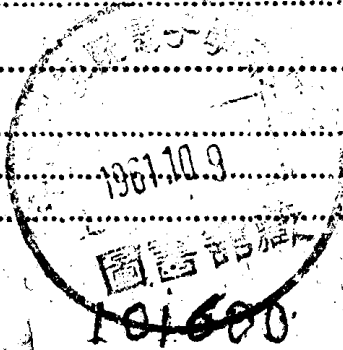
§ 1-1. 波导激励的一般概念	13
§ 1-2. 矩形波导內的場	14
§ 1-3. 矩形波导的激励, 用电偶极子来激励	16
§ 1-4. 不均匀波导及其研究方法	19
§ 1-5. 矩形波导中的特征阻抗与等效阻抗	20
§ 1-6. 波导的短路、空載和匹配	22
§ 1-7. 矩形波导中的膜片	23
§ 1-8. 諧振窗	26
§ 1-9. 波导的分支	27
§ 1-10. 波导桥形連接	30
§ 1-11. 波导中插銷 (螺釘)	31

第二章 傳輸綫和負載的一般匹配方法

§ 2-1. 一般概念	32
§ 2-2. 傳輸綫上的匹配作用	32
§ 2-3. 阻抗匹配	37
§ 2-4. 四分之一波长阻抗变换器	38
§ 2-5. 渐变波阻抗的傳輸綫作为阻抗变换器	42
§ 2-6. 利用串联的电抗支綫作匹配	43
§ 2-7. 可移动的单一并聯匹配支綫	44
§ 2-8. 双并聯匹配支綫	46
§ 2-9. 波导匹配元件	49

第三章 傳輸綫元件

§ 3-1. 双导綫和四导綫	51
(一) 架空的双导綫	51
(二) 架空的四导綫傳輸綫	51



D-636/03

§ 3-2. 同軸綫.....	52
§ 3-3. 電纜綫(对称電纜).....	56
§ 3-4. 天綫——饋電設備的例子.....	58
§ 3-5. 饋電綫的连接部分.....	59
§ 3-5a. 固定連接器.....	59
§ 3-5b. 旋轉連接器.....	60
(一) 同軸綫旋轉連接器.....	60
(1) 接触型的同軸綫旋轉連接器.....	60
(2) 不直接接触型的旋轉連接器(或称电容型連接器).....	61
(二) 圓柱波导旋轉連接器.....	62
(三) 矩形波导的旋轉連接.....	62
(1) 利用同軸綫作矩形波导的旋轉連接.....	62
(2) 利用圓柱波导作矩形波导間的旋轉連接.....	62
§ 3-6. 短路活塞.....	65
§ 3-7. 波导管的折轉、变曲、扭轉和分支.....	67
§ 3-8. 全匹配負載.....	69
§ 3-9. 衰减器.....	70
(一) 吸收衰减器.....	70
(二) 极限(过极限)衰减器.....	71
(三) 高功率衰减器.....	
(四) 某些新型的衰减器.....	
§ 3-10. 定向耦合器.....	

第四章 天綫轉換开关 79

§ 4-1. 天綫轉換开关的功用和对它的主要要求.....	79
§ 4-2. 米波波段雷达站天綫轉換开关.....	79
§ 4-3. 分米波及厘米波段雷达站天綫轉換开关.....	84
§ 4-4. 寬頻带天綫轉換开关.....	87
§ 4-5. 平衡式天綫轉換开关.....	88

第二篇 电磁波的輻射和接收的一般理論

第五章 場的基本單元 91

§ 5-1. 馬克士威尔方程.....	91
§ 5-2. 有关电磁波輻射的一般知識.....	94
§ 5-3. 基本电振子(赫芝偶极子)的輻射場.....	97
§ 5-4. 基本电振子的方向图.....	98
§ 5-5. 基本电振子的輻射功率和輻射电阻.....	100
§ 5-6. 基本磁振子的輻射場.....	101
§ 5-7. 基本裂縫的輻射.....	104
§ 5-8. 基本輻射面單元.....	106

第六章 自由空間的对称振子	108
§ 6-1. 关于輻射导綫問題的提出	108
§ 6-2. 对称振子上电流的分布	111
(一) 电流分布的表达函数	111
(二) 振子二端有負載的情形下沿振子的电流分布	111
§ 6-3. 已知对称振子上的电流分布求远区內的輻射場	112
§ 6-4. 对称振子的輻射功率和輻射阻抗	117
(一) 烏莫夫——波印廷向量法	117
(二) 感应电动势法	119
§ 6-5. 对称振子的輸入阻抗	120
§ 6-6. 对称振子的有效高度和縮短率	124
(一) 对称振子的有效高度	124
(二) 对称振子的縮短率	126
第七章 耦合振子	127
§ 7-1. 两耦合振子方向性的分析及方向性乘积定理	127
§ 7-2. 两平行振子阻抗的分析	132
(一) 感应电动势法	134
(二) 用感应电势法求两个彼此平行半波振子的相互輻射阻抗	135
(三) 半波振子的輻射阻抗	138
§ 7-3. 无源反射器和引向器	139
(一) 无源振子中电流的計算	140
(二) 方向图的計算	142
第八章 發射天綫的参量	144
§ 8-1. 引言	144
§ 8-2. 方向性系数 D	145
§ 8-3. 天綫的效率 η_A	148
§ 8-4. 天綫的增益系数	148
§ 8-5. 波瓣寬度	149
第九章 輻射系統	150
§ 9-1. 直綫性均匀天綫陣方向性的分析	152
§ 9-2. 同相的綫性天綫陣	156
§ 9-3. 同相水平面型天綫陣	161
§ 9-4. 同相水平面型天綫陣中振子电流分布不均匀对方向性的影响	164
§ 9-5a. 具有行波的綫性天綫的輻射	171
§ 9-5b. 具有行波的周期性結構的輻射系統	181
§ 9-6. 均匀場分布情形下矩形口徑的輻射	182
§ 9-7. 不均匀場分布情形下矩形口徑的輻射	185
§ 9-8. 当場分布均匀的情形下圓形口徑的輻射	185

第十章 地面对天线性能的影响	193
§ 10-1. 一般概念	193
§ 10-2. 地面对方向性图的影响	194
(一) 平面理想导体地面上, 水平对称振子在铅垂平面内的方向图	194
(二) 平面理想导体地面上, 铅垂对称振子在铅垂平面内的方向图	197
(三) 地面对天线阵方向性图的影响	198
(四) 当地面为非理想导体时, 地面对方向图的影响	199
§ 10-3. 地面对辐射阻抗输入阻抗的影响	200
§ 10-4. 地面对不对称振子辐射的影响	201

第十一章 接收天线的理论	202
§ 11-1. 一般概念	202
§ 11-2. 对称接收振子	203
§ 11-3. 应用互易定理分析一般接收天线	206
§ 11-4. 接收天线的参量	208
§ 11-5. 方向性作用与干扰	211

第三篇 天线设备, 超高频天线

第十二章 线性振子所组成的天线	222
§ 12-1. 对称振子	222
§ 12-2. 振子的馈电研究	223
§ 12-3. 折合振子	229
§ 12-4. 同相水平天线	231

第十三章 槽形天线	242
§ 13-1. 前言	242
§ 13-2. 在有限尺寸的金属平板上槽形天线的辐射	242
§ 13-3. 矩形波导壁的槽形天线	245
§ 13-4. 在圆框形表面上的槽形天线	252

第十四章 喇叭天线	254
§ 14-1. 波导口径的辐射	254
§ 14-2. 喇叭天线及其口径上的场	256
§ 14-3. 喇叭天线的方向图及方向性系数	260
§ 14-4. 喇叭天线的設計方法	262

第十五章 透镜天线	264
§ 15-1. 一般概念	264
§ 15-2. 介质透镜天线	266
§ 15-3. 金属加速透镜天线	274
§ 15-4. 透镜带宽的确定和折射率的选择	277

§ 15-5. 金屬——綑紋延迟透鏡	278
§ 15-6. 波束扫描透鏡天綫	278
第十六章 拋物面天綫	281
§ 16-1. 一般概念	281
§ 16-2. 旋轉拋物面天綫	281
§ 16-3. 旋轉拋物面表面上的电流分布	283
§ 16-4. 旋轉拋物面天綫的方向图	287
§ 16-5. 旋轉拋物面天綫的方向系数	291
§ 16-6. 旋轉拋物面天綫的輻射器	294
§ 16-7. 由拋物面上反射的場对輻射器的影响	296
§ 16-8. 拋物面天綫的技术公差	298
§ 16-9. 旋轉拋物面天綫方向图的偏轉	300
§ 16-10. 旋轉拋物面天綫的結構	301
§ 16-11. 拋物面天綫的設計步驟和实例	303
第十七章 特殊波束天綫	307
§ 17-1. 引言	307
§ 17-2. 获得特殊波束天綫的原理	308
§ 17-3. 获得扇形波束天綫的方法	309
§ 17-4. 获得余割平方波束天綫的方法	312
§ 17-5. 获得刀形波束和方头形波束天綫的方法	314
§ 17-6. 获得可控制波束天綫的方法	317
§ 17-7. 反射面的設計	317
§ 17-8. 圓极化天綫	318
第十八章 表面波天綫	323
§ 18-1. 前言	323
§ 18-2. 表面波	323
§ 18-3. 表面波天綫	330
§ 18-4. 結束語	335
第十九章 介質天綫，八木天綫和螺旋天綫	337
§ 19-1. 前言	337
§ 19-2. 介質天綫的一般概念	337
§ 19-3. 在无限长的均匀圓截面介質棒中場的分布	338
§ 19-4. 介質天綫的輻射特性	345
§ 19-5. 介質天綫陣	347
§ 19-6. 八木天綫的一般概念	349
§ 19-7. 用感应电动势法研究八木天綫	349
§ 19-8. 用行波天綫观点研究八木天綫	351
§ 19-9. 螺旋天綫的一般概念	359

§ 19-10. 螺旋天綫的輻射場	360
§ 19-11. 螺旋天綫方向图的計算	363
§ 19-12. 螺旋天綫的計算	366
§ 19-13. 其他型式螺旋天綫	367

第二十章 航空工程天綫370

§ 20-1. 航空工程天綫概述	370
§ 20-2. 低頻天綫	375
§ 20-3. 环形天綫	378
§ 20-4. 高頻天綫	382
§ 20-5. 超高頻天綫	390

目 录

緒 論

§ 1. 天綫及饋綫的作用	7
§ 2. 天綫及饋电設備的发展概况	8
§ 3. 天綫在中国的发展概况	8
§ 4. 天綫的分类	9
§ 5. 本課程所包括的范围	9

第一篇 天綫的饋电綫

第一章 波导的激励和不均匀波导

§ 1-1. 波导激励的一般概念	13
§ 1-2. 矩形波导內的場	14
§ 1-3. 矩形波导的激励, 用电偶极子来激励	16
§ 1-4. 不均匀波导及其研究方法	19
§ 1-5. 矩形波导中的特征阻抗与等效阻抗	20
§ 1-6. 波导的短路、空載和匹配	22
§ 1-7. 矩形波导中的膜片	23
§ 1-8. 諧振窗	26
§ 1-9. 波导的分支	27
§ 1-10. 波导桥形連接	30
§ 1-11. 波导中插銷 (螺釘)	31

第二章 傳輸綫和負載的一般匹配方法

§ 2-1. 一般概念	22
§ 2-2. 傳輸綫上的匹配作用	32
§ 2-3. 阻抗匹配	37
§ 2-4. 四分之一波长阻抗变换器	38
§ 2-5. 渐变波阻抗的傳輸綫作为阻抗变换器	42
§ 2-6. 利用串联的电抗支綫作匹配	43
§ 2-7. 可移动的单一并聯匹配支綫	44
§ 2-8. 双并聯匹配支綫	46
§ 2-9. 波导匹配元件	49

第三章 傳輸綫元件

§ 3-1. 双导綫和四导綫	51
(一) 架空的双导綫	51
(二) 架空的四导綫傳輸綫	51

D-636/03

§ 3-2. 同軸綫.....	52
§ 3-3. 電纜綫(对称電纜).....	56
§ 3-4. 天綫——饋電設備的例子.....	58
§ 3-5. 饋電綫的连接部分.....	59
§ 3-5a. 固定連接器.....	59
§ 3-5b. 旋轉連接器.....	60
(一) 同軸綫旋轉連接器.....	60
(1) 接触型的同軸綫旋轉連接器.....	60
(2) 不直接接触型的旋轉連接器(或称电容型連接器).....	61
(二) 圓柱波导旋轉連接器.....	62
(三) 矩形波导的旋轉連接.....	62
(1) 利用同軸綫作矩形波导的旋轉連接.....	62
(2) 利用圓柱波导作矩形波导間的旋轉連接.....	62
§ 3-6. 短路活塞.....	65
§ 3-7. 波导管的折轉、变曲、扭轉和分支.....	67
§ 3-8. 全匹配負載.....	69
§ 3-9. 衰减器.....	70
(一) 吸收衰减器.....	70
(二) 极限(过极限)衰减器.....	71
(三) 高功率衰减器.....	
(四) 某些新型的衰减器.....	
§ 3-10. 定向耦合器.....	

第四章 天綫轉換开关 79

§ 4-1. 天綫轉換开关的功用和对它的主要要求.....	79
§ 4-2. 米波波段雷达站天綫轉換开关.....	79
§ 4-3. 分米波及厘米波段雷达站天綫轉換开关.....	84
§ 4-4. 寬頻带天綫轉換开关.....	87
§ 4-5. 平衡式天綫轉換开关.....	88

第二篇 电磁波的輻射和接收的一般理論

第五章 場的基本單元 91

§ 5-1. 馬克士威尔方程.....	91
§ 5-2. 有关电磁波輻射的一般知識.....	94
§ 5-3. 基本电振子(赫芝偶极子)的輻射場.....	97
§ 5-4. 基本电振子的方向图.....	98
§ 5-5. 基本电振子的輻射功率和輻射电阻.....	100
§ 5-6. 基本磁振子的輻射場.....	101
§ 5-7. 基本裂縫的輻射.....	104
§ 5-8. 基本輻射面單元.....	106

第六章 自由空間的对称振子	108
§ 6-1. 关于辐射导线问题的提出	108
§ 6-2. 对称振子上电流的分布	111
(一) 电流分布的表达函数	111
(二) 振子二端有负载的情形下沿振子的电流分布	111
§ 6-3. 已知对称振子上的电流分布求远区内的辐射场	112
§ 6-4. 对称振子的辐射功率和辐射阻抗	117
(一) 烏莫夫——波印廷向量法	117
(二) 感应电动势法	119
§ 6-5. 对称振子的输入阻抗	120
§ 6-6. 对称振子的有效高度和缩短率	124
(一) 对称振子的有效高度	124
(二) 对称振子的缩短率	126
第七章 耦合振子	127
§ 7-1. 两耦合振子方向性的分析及方向性乘积定理	127
§ 7-2. 两平行振子阻抗的分析	132
(一) 感应电动势法	134
(二) 用感应电动势法求两个彼此平行半波振子的相互辐射阻抗	135
(三) 半波振子的辐射阻抗	138
§ 7-3. 无源反射器和引向器	139
(一) 无源振子中电流的计算	140
(二) 方向图的计算	142
第八章 发射天线的参量	144
§ 8-1. 引言	144
§ 8-2. 方向性系数 D	145
§ 8-3. 天线的效率 η_A	148
§ 8-4. 天线的增益系数	148
§ 8-5. 波瓣宽度	149
第九章 辐射系统	150
§ 9-1. 直线性均匀天线阵方向性的分析	152
§ 9-2. 同相的线天线阵	156
§ 9-3. 同相水平面型天线阵	161
§ 9-4. 同相水平面型天线阵中振子电流分布不均匀对方向性的影响	164
§ 9-5a. 具有行波的线天线的辐射	171
§ 9-5b. 具有行波的周期性结构的辐射系统	181
§ 9-6. 均匀场分布情形下矩形口径的辐射	182
§ 9-7. 不均匀场分布情形下矩形口径的辐射	185
§ 9-8. 当场分布均匀的情形下圆形口径的辐射	185

第十章 地面对天线性能的影响	193
§ 10-1. 一般概念	193
§ 10-2. 地面对方向性图的影响	194
(一) 平面理想导体地面上, 水平对称振子在铅垂平面内的方向图	194
(二) 平面理想导体地面上, 铅垂对称振子在铅垂平面内的方向图	197
(三) 地面对天线阵方向性图的影响	198
(四) 当地面为非理想导体时, 地面对方向图的影响	199
§ 10-3. 地面对辐射阻抗输入阻抗的影响	200
§ 10-4. 地面对不对称振子辐射的影响	201

第十一章 接收天线的理论	202
§ 11-1. 一般概念	202
§ 11-2. 对称接收振子	203
§ 11-3. 应用互易定理分析一般接收天线	206
§ 11-4. 接收天线的参量	208
§ 11-5. 方向性作用与干扰	211

第三篇 天线设备, 超高频天线

第十二章 线性振子所组成的天线	222
§ 12-1. 对称振子	222
§ 12-2. 振子的馈电研究	223
§ 12-3. 折合振子	229
§ 12-4. 同相水平天线	231

第十三章 槽形天线	242
§ 13-1. 前言	242
§ 13-2. 在有限尺寸的金属平板上槽形天线的辐射	242
§ 13-3. 矩形波导壁的槽形天线	245
§ 13-4. 在圆框形表面上的槽形天线	252

第十四章 喇叭天线	254
§ 14-1. 波导口径的辐射	254
§ 14-2. 喇叭天线及其口径上的场	256
§ 14-3. 喇叭天线的方向图及方向性系数	260
§ 14-4. 喇叭天线的設計方法	262

第十五章 透镜天线	264
§ 15-1. 一般概念	264
§ 15-2. 介质透镜天线	266
§ 15-3. 金属加速透镜天线	274
§ 15-4. 透镜带宽的确定和折射率的选择	277

§ 15-5. 金屬——綑紋延迟透鏡	278
§ 15-6. 波束扫描透鏡天綫	278
第十六章 拋物面天綫	281
§ 16-1. 一般概念	281
§ 16-2. 旋轉拋物面天綫	281
§ 16-3. 旋轉拋物面表面上的电流分布	283
§ 16-4. 旋轉拋物面天綫的方向图	287
§ 16-5. 旋轉拋物面天綫的方向系数	291
§ 16-6. 旋轉拋物面天綫的輻射器	294
§ 16-7. 由拋物面上反射的場对輻射器的影响	296
§ 16-8. 拋物面天綫的技术公差	298
§ 16-9. 旋轉拋物面天綫方向图的偏轉	300
§ 16-10. 旋轉拋物面天綫的結構	301
§ 16-11. 拋物面天綫的設計步驟和实例	303
第十七章 特殊波束天綫	307
§ 17-1. 引言	307
§ 17-2. 获得特殊波束天綫的原理	308
§ 17-3. 获得扇形波束天綫的方法	309
§ 17-4. 获得余割平方波束天綫的方法	312
§ 17-5. 获得刀形波束和方头形波束天綫的方法	314
§ 17-6. 获得可控制波束天綫的方法	317
§ 17-7. 反射面的設計	317
§ 17-8. 圓极化天綫	318
第十八章 表面波天綫	323
§ 18-1. 前言	323
§ 18-2. 表面波	323
§ 18-3. 表面波天綫	330
§ 18-4. 結束語	335
第十九章 介質天綫，八木天綫和螺旋天綫	337
§ 19-1. 前言	337
§ 19-2. 介質天綫的一般概念	337
§ 19-3. 在无限长的均匀圓截面介質棒中場的分布	338
§ 19-4. 介質天綫的輻射特性	345
§ 19-5. 介質天綫陣	347
§ 19-6. 八木天綫的一般概念	349
§ 19-7. 用感应电动势法研究八木天綫	349
§ 19-8. 用行波天綫观点研究八木天綫	351
§ 19-9. 螺旋天綫的一般概念	359

§ 19-10. 螺旋天綫的輻射場	360
§ 19-11. 螺旋天綫方向图的計算	363
§ 19-12. 螺旋天綫的計算	366
§ 19-13. 其他型式螺旋天綫	367

第二十章 航空工程天綫370

§ 20-1. 航空工程天綫概述	370
§ 20-2. 低頻天綫	375
§ 20-3. 环形天綫	378
§ 20-4. 高頻天綫	382
§ 20-5. 超高頻天綫	390

緒 論

§ 1. 天綫及饋綫的作用

全部無線電通訊、廣播、定位和導航等都是依靠無線電波來進行的，而無線電波的發射和接收則是依靠天綫來完成。天綫是電波的出口和入口；發射天綫將高頻電流能量轉換成電磁波的能量，而接收天綫則將電磁波的能量還原成高頻電流能量。從發射機到天綫以及從天綫到接收機之間的連接是依靠饋綫來實現的。因此天綫及饋電設備就成為整個無線電系統中一個不可缺少的重要部份。

發射天綫和接收天綫所進行能量轉換過程的相逆特點確定了它們的可逆性。如同發電機和電動機的可逆性相似，發電機將機械能轉變為電能，而電動機則將電能轉變為機械能，它們彼此是可逆的。

天綫的可逆性不僅表現在發射天綫可以用作接收天綫或反之，並且表現在天綫用作發射時的參量與用作接收時的參量保持不變。

學習天綫及饋電設備的目的是研究不同幾何結構形式的天綫完成能量轉換的性能如何，饋電綫輸送能量的性能如何，從而根據我們掌握的知識設計合乎我們要求的天綫和饋電設備。

設計良好的天綫不但能滿足電氣性能上的指標，而且能滿足一般技術要求的指標。在電氣性能方面的指標有方向性、頻率特性、天綫的效率以及所能承受的高壓能力等。在一般技術要求的指標方面有體積、重量、經濟、安全以及操作簡單等。對於不同用途的天綫各有其不同的要求，例如對於雷達天綫，我們要求它的方向性應比較尖銳，將電波的能量集中到一個方向，但對廣播天綫則要求天綫的方向性在水平面上大致均勻，讓各方面的聽眾都能接收滿意。不合理的設計不但造成浪費，而且會產生許多不必要的干擾，甚至在國防使用上帶來不可彌補的損失。對於一個質量低劣的天綫，儘管我們加大發射功率，在接收點仍然會收不到訊號。在接收點收不到訊號的原因可能是天綫本身沒有起好能量轉換的作用，也可能是天綫輻射的能量分散到不必要的方向上去了。因此一個設計不好的天綫不可能完成無線電波傳送訊號的作用，正如同一個啞吧和一個聾子一樣，既不能發話也不能收聽。

一般對饋電綫所提出的要求是：在電氣性能方面，饋電綫應具有最小的能量損耗，沿綫可允許的傳輸功率盡可能的大，傳輸綫不應有“天綫效應”，即是說饋電綫不應產生不必要的輻射而改變天綫的方向圖，此外饋電綫工作時應具有足夠的穩定性等；一般的技術要求為：饋電綫應有合適的尺寸和重量、足夠的機械強度、製造價廉、使用方便等。同樣的，一個設計不好的饋電綫，也不能很好的完成輸送訊號的任務。即使天綫和其他各分機性能良好，但由於饋電綫不合要求亦會產生極其不良的後果。這正如同質量低劣的鐵路一樣，不能很好的完成運載貨物的任務。

由此可見，天綫和饋電設備不只是無線電系統中的一個重要組成部分，而且起着極其重要的作用。

§ 2. 天綫及饋电設備的发展概况

天綫及饋电設備的发展是和整个无綫电技术的发展同时并进的，并且在很大程度上决定于无綫电技术的成就及其应用范围。

最早的天綫是赫芝振子，天綫本身就是产生衰减振荡波的发生器。随着长波电台的建立，在十九世紀末叶和二十世紀初出现了規模龐大的长波天綫，对于这种不对称接地天綫許多学者提出了各种理論分析和工程計算的方法。直到1925年前后，在发现了短波可以用于远距离通訊之后，大型的定向天綫产生了，于是有关天綫陣中振子与振子之間的耦合問題引起了广泛的兴趣。感应电动势法就是在当时提出来的。与短波天綫发展的同时，在中波天綫方面也有相应的发展，例如許多学者在抗衰落天綫方面进行了研究工作。为了解决利用电离层通訊早晚更換波长改調天綫的麻煩，应用于短波波段的寬頻带天綫——籠形天綫、菱形天綫等陸續产生了。这里应该指出的是我国天綫前輩李强同志，他于1935年在苏联担任研究員时，对菱形天綫进行了大量研究工作，肯定了行波不輻射和菱形天綫的行波輻射并不矛盾；并断定菱形天綫的行波为“类行波”；同时演出了各种輻射电阻、增益、行波的衰减及輻射特性的基本公式。在第二次世界大战以后超短波在电视和雷达等方面的应用日益重要。布劳德电视振子以及由此演化的蝙蝠翼电视天綫开始出现。同时随着波长向厘米波方向发展，光学設備，如抛物面、透鏡等开始在雷达和中继通訊中作为天綫設備得到了愈来愈广泛地应用，有关这方面的理論也有很大的充实和提高。这里应该提出的在这一方面有貢獻的学者有毕斯托里闊尔斯，謝尔庫諾夫、斯托拉頓、巴罗等人。

目前无綫电电子学的发展正以一日千里的速度在飞跃前进。超音速噴气式飞机、洲际導彈的出现，人类飞向宇宙时代的开始，都对天綫提出了迫需解决的課題。这里包括超远程警戒的高增益天綫問題、寬角快速扫描問題、精确跟踪問題、圓极化問題、微型化問題、耐高溫問題、低噪音問題等等。目前有关这一方面的研究工作正在緊張地进行着。例如表面波天綫、螺旋天綫、槽形天綫、透鏡天綫等。

伴随着天綫发展的过程，在饋电設備方面也有很大的发展。最早的饋綫是采用对称或不对称的明綫。随着波长的縮短，为了减小損耗，避免不必要的輻射，对同軸電纜的质量要求愈来愈高。到了厘米波和毫米波段，波导管开始显现其特出的优点。因此第二次世界大战以后有关这一方面的理論分析和实验研究工作正如雨后春笋大量涌现出来。同时对于各种波导元件的研制工作也在日新月异地进行。尤其是当人們发现了将鉄淦氧磁体放在波导管中可以产生許多宝贵的特性之后，为整个波导管技术开拓了一大片研究园地。新型的饋綫也在不断出现。自从1950年德国古柏提出了敷有介质的单导綫可以傳輸表面波的結論之后，利用单綫傳輸的研究工作开始得到了重視。另外一种新型的傳輸綫是1952年提出的扁带綫，沿綫傳輸的損耗与波导管不相上下，也可傳輸到几兆瓦功率。优点是尺寸小，便于大量生产，缺点是輻射損失相当大。

§ 3. 天綫在中国的发展概况

在解放前由于帝国主义的压迫和掠夺以及国民党的反动統治，窒息了我国科学事业的发展，使我国无綫电电子学技术处于极端落后的状态。那时，通訊和广播事业都极不发达，只有少数电力不大的无綫电台和广播电台。設有无綫电专叶的高等学校为数也很少。科学研究机构更寥寥无几。无綫电器件制造厂更少得可怜，几乎全部无綫电零件都靠外国进口。

解放以后，在中国共产党的领导和关怀下，无綫电电子学技术得到了飞跃的发展。天綫这

一学科也开始逐渐成长起来。目前我国在天线的設計、实验和建造方面都已经在不同程度上使用了世界上最先进的技术。现在已建成了许多长波、中波、短波和超短波天线。其中如菱形天线、鱼骨天线、八木天线、同相水平天线、等。这是在中国共产党领导下通过苏联的无私援助和中国从事天线工作的工人和技术人员的共同努力所取得的成就。与此同时，也开始了天线方面的研究工作，并培养出一批技术干部。

在一九五六年，党提出了向科学进军的号召，并发动全国著名的科学家制订了我国科学技术发展的十二年远景规划。在这个规划中，对天线，特别是超高频天线这一学科的发展方向、研究计划、研究机构的设置以及干部培养等方面都作了具体的安排。自从1958年我们党提出“鼓足干劲、力争上游、多快好省地建设社会主义”的总路线以后，在全国工农业大跃进的新形势下又促进了无线电电子学、超高频技术和天线的发展。北京和上海等地先后建立了电视广播电台。所用的天线是多层蝙蝠翼天线。此外，其他型式的天线的制造和应用也得到了很大的发展。

几年来，由于党在科学研究领域中加强领导，天线技术的研究工作已围绕国防及国民经济建设事业服务，因之，研究机关和高等学校中的研究工作亦正围绕这方面在进行着许多新型天线的研究和试验。

与天线发展的同时，在馈线方面也有极大的进展。目前我国已能自行制造质量较高的高频电缆。此外在微波方面极其重要的波导系统也正在好几个地方进行生产。

我国在天线这一门学科上虽还年轻，但毫无疑问，在党的正确领导下，我们前进的速度将是惊人的。在不久的将来，我们一定会在这一门学科上超过任何资本主义国家。

§ 4. 天线的分类

天线的分类大致可按波长来划分，当然它们之间的界限也不是截然划分的。在长中波天线中主要有 Γ 形、T 形、伞形、梳形以及框形等天线。在短波天线中主要有半波振子、对称振子、线形振子天线阵（包括八木天线和同相水平天线等）、菱形天线、鱼骨形天线等。在超短波天线中主要有振子天线、槽形天线、喇叭天线、透镜天线、反射面天线、介质天线、螺旋天线、表面波天线等。

以上所述各种天线又可演化出许多其他天线。此外，在实际应用时也经常会采用上述天线的复合天线。例如喇叭—抛物面天线。这是喇叭和抛物面合组成反射器的复合天线。

在馈线方面主要可分三种：一种是双馈线，主要用在长中波，当然在短波也可以用，但随着波长的缩短，沿馈线的损耗和辐射将愈来愈大。第二种是同轴线，主要用在超短波的米波和分米波段。第三种是波导，主要用在厘米波和毫米波段。这是由于当波长愈来愈短时，同轴线的内导体将招致愈来愈大的损耗，而采用空心的波导则可避免这项损耗。

除了上述三种主要的馈线之外，还有许多其他类型的馈线，例如，四线馈线、扁带线、单线传输线等等，不过它们的应用比之上述三种馈线是少得多了。

§ 5. 本课程所包括的范围

本课程包括三大部份。第一部份是天线的馈电设备。主要内容叙述馈电线的匹配方法、类型、尺寸选择以及各种波导元件的作用。第二部份。叙述电磁波的辐射和接收的一般理论。主要内容有单元、单振子、耦合振子以及天线阵的辐射场、辐射阻抗等计算方法、地面对天线的影响、发射天线与接收天线的互易性以及它们的参量等。第三部份介绍实际应用的天线型式及其性能，着重介绍超高频天线。主要内容有线性振子组成的天线、槽形天线、喇叭天

綫，透鏡天綫、反射表面天綫、特殊波束天綫、表面波天綫、介質、八木、螺旋天綫等。此外还对航空用天綫略作簡單介紹。

第一篇 天线的馈电线

传输线(或馈电线),系指将高频能量从电路的某一段传输输送到另一段所用的设备,例如从发射机传输到发射天线或从接收天线传输到接收机的设备。传输线是天线——馈电设备不可缺少的一部分。

传输线所具有的几何长度,与其中所激励起的振荡波长是可以比拟的。大家知道,这样的电路称为长线。自然,像无线电技术基础课程中所研究的长线理论,在研究天线——馈电设备中,起着很重要的作用。

天线——馈电设备中所常用的传输线有以下形式:架空平行双导线,屏蔽的双导线,架空的四导线,同轴线和波导管。同轴线依其导线相互位置的固定方法又可分为垫圈式同轴线,固体介质的同轴线和金属绝缘子同轴线。波导管依其横截面的形状又可分为矩形波导管和圆柱形波导管。这些传输线的构造如图1所示。

一般说来,不管传输线的构造如何(波导管除外),均可用两条平行导线的形式来表示。这两条导线的长度远大于两导线间的距离,且是具有分布常数的电路。有时候,波导管亦可用等效的两平行导线的形式来表示。

对传输线提出以下的要求:

(一)传输线应具有最小的能量损耗。这些损耗包括导线中电阻而产生的热损耗,导线间介质中所产生的损耗,和发射到外部空间的辐射损耗。

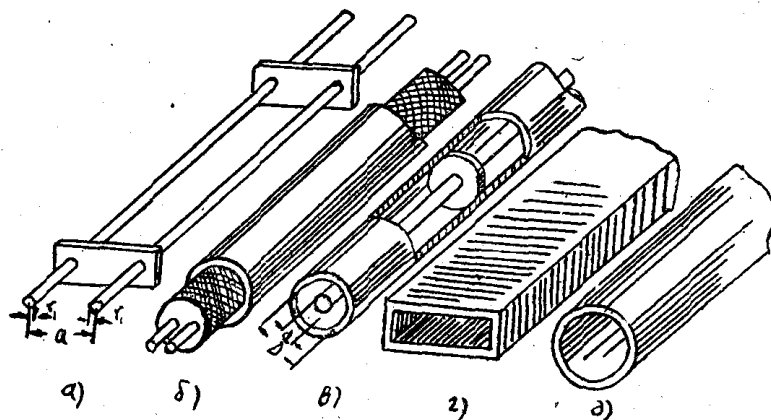
(二)沿线路允许传输的最大高频振荡功率应当尽可能的大。

(三)传输线不应改变天线的方向性图。因此必须消除传输线上的能量辐射。欲消除这种“天线效应”,必须在所给的工作波长下应适当选择传输线的型式和几何结构。

(四)传输线的电参量应稳定到这样的程度,以致于外部媒质的温度,湿度和压力的改变,以及机械振动和其他不稳定的因素,均不影响到天线设备的工作稳定性。

(五)传输线应有适当的尺寸和重量。

(六)传输线应有一定的机械强度,并便于装配。在制造上也要尽可能的简单。使用中



各种类型的传输线