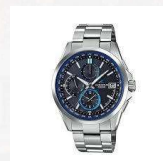


❖ 无线通信安全技术

- 无线个域网
- 无线局域网
- 无线城域网
- 无线广域网

❖ 甚低频VLF与低频LF(3kHz-300KHz)

- ❖ 这个频段极强的穿透力，波长动辄数十千米，因此可以轻易覆盖整个地球范围，因此最初就被用于航空、航海的导航。众多民航客机、轮船都通过VLF频段进行导航和管理，在这个频段上还有潜艇使用的声纳系统等。



电波对手手表：68.5KHz

中频MF (300KHz~3MHz) —— 广播电台与无线电导航

利用该频段传输声音等信息，我国规定中波广播频段为525-1605KHz，间隔9KHz，



❖ 高频HF (3MHz~30MHz) —— 全球通讯

- ❖ 高频称之为短波。由于高频可以通过电离层反射实现超远距离的传输而不需要发射站有极高功率，所以在高频区间人类首次实现了覆盖全球的广播电台以及覆盖全球的通讯电台。



短波电台

VHF甚高频 (30MHz-300MHz) —— 无线电视

- ❖ 这个频段包括：FM广播、对讲机、BP寻呼机、无绳电话，无线电视



❖ UHF特高频 (300MHz~3GHz) —— 数字通讯

- ❖ 现代数字通信系统大都采用该频段：GSM、WCDMA、WiFi、蓝牙、GPS

SHF超高频 (3GHz~30GHz) —— 高速传输



- ❖ 从802.11n开始5GHz非授权频段就被用来实现千兆以上的WiFi速度。到了802.11ac, 5GHz下更是可以实现1700Mbps的传输速度以及MU-MIMO功能。
- ❖ 5G通讯标准, 除了5G工作在原有LTE网络2.4GHz频段之前, 还加入28GHz mmWave毫米波子集, 以确保5G时代所制定的超高速传输率能得以实现。

EHF极高频 (30~300GHz) —— 未来通信



- ❖ 在下一代WiFi标准802.11ad中直接选用了60GHz频段从而实现最大7Gbps的传输率
- ❖ Wireless HDMI标准通过60GHz频段实现了HDMI信号10米内的无线传输

THF太赫兹辐射 (300GHz~3THz) —— 蓝海



- ❖ 该频段的电磁波已经具有了光波的种种特性, 以至于THF可以像射线一样对物体进行扫描, 虽然成像质量不如X射线, 但是它对于物体并没有放射性作用。



红外线通信



- ❖ 红外线在物理上是指波长在780 um以上的光波, 拥有类似可见光的特性, 有着较强的方向性, 无法穿透不透明的障碍。目前的红外线无线通讯的传输距离较短, 传输速度也较慢(4Mbps以内), 使用这种传输媒介时, 通讯双方的红外线连接埠间必须存在可视直线, 并且距离较近。



无线网络概述



- ❖ 无线网络是以数据通信为目的、通过无线通信技术和网络协议将网络设备联接起来组成的网络。

需要解决的两个主要问题

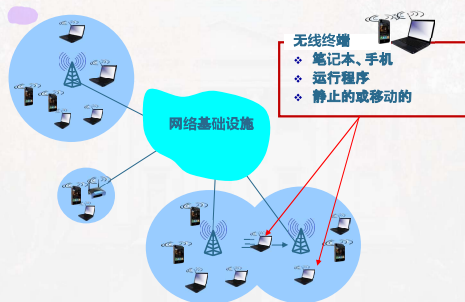
- ❖ 它是将无线通信技术与组网技术高度融合产生的一种新的网络形态。

- 无线性: 基于无线媒介上的传输通信。
- 移动性: 需要为那些不停改变无线接入点的用户提供持续的通信。

无线网络分类

- ❖ 支持多媒体应用, 以末端接入、局部接入或城域覆盖为主要网络形式。
- 移动通信网络: 2G, 3G, 4G, 5G, 6G, 7G, 8G, 9G, 10G, 11G, 12G, 13G, 14G, 15G, 16G, 17G, 18G, 19G, 20G, 21G, 22G, 23G, 24G, 25G, 26G, 27G, 28G, 29G, 30G, 31G, 32G, 33G, 34G, 35G, 36G, 37G, 38G, 39G, 40G, 41G, 42G, 43G, 44G, 45G, 46G, 47G, 48G, 49G, 50G, 51G, 52G, 53G, 54G, 55G, 56G, 57G, 58G, 59G, 60G, 61G, 62G, 63G, 64G, 65G, 66G, 67G, 68G, 69G, 70G, 71G, 72G, 73G, 74G, 75G, 76G, 77G, 78G, 79G, 80G, 81G, 82G, 83G, 84G, 85G, 86G, 87G, 88G, 89G, 90G, 91G, 92G, 93G, 94G, 95G, 96G, 97G, 98G, 99G, 100G, 101G, 102G, 103G, 104G, 105G, 106G, 107G, 108G, 109G, 110G, 111G, 112G, 113G, 114G, 115G, 116G, 117G, 118G, 119G, 120G, 121G, 122G, 123G, 124G, 125G, 126G, 127G, 128G, 129G, 130G, 131G, 132G, 133G, 134G, 135G, 136G, 137G, 138G, 139G, 140G, 141G, 142G, 143G, 144G, 145G, 146G, 147G, 148G, 149G, 150G, 151G, 152G, 153G, 154G, 155G, 156G, 157G, 158G, 159G, 160G, 161G, 162G, 163G, 164G, 165G, 166G, 167G, 168G, 169G, 170G, 171G, 172G, 173G, 174G, 175G, 176G, 177G, 178G, 179G, 180G, 181G, 182G, 183G, 184G, 185G, 186G, 187G, 188G, 189G, 190G, 191G, 192G, 193G, 194G, 195G, 196G, 197G, 198G, 199G, 200G, 201G, 202G, 203G, 204G, 205G, 206G, 207G, 208G, 209G, 210G, 211G, 212G, 213G, 214G, 215G, 216G, 217G, 218G, 219G, 220G, 221G, 222G, 223G, 224G, 225G, 226G, 227G, 228G, 229G, 230G, 231G, 232G, 233G, 234G, 235G, 236G, 237G, 238G, 239G, 240G, 241G, 242G, 243G, 244G, 245G, 246G, 247G, 248G, 249G, 250G, 251G, 252G, 253G, 254G, 255G, 256G, 257G, 258G, 259G, 260G, 261G, 262G, 263G, 264G, 265G, 266G, 267G, 268G, 269G, 270G, 271G, 272G, 273G, 274G, 275G, 276G, 277G, 278G, 279G, 280G, 281G, 282G, 283G, 284G, 285G, 286G, 287G, 288G, 289G, 290G, 291G, 292G, 293G, 294G, 295G, 296G, 297G, 298G, 299G, 300G, 301G, 302G, 303G, 304G, 305G, 306G, 307G, 308G, 309G, 310G, 311G, 312G, 313G, 314G, 315G, 316G, 317G, 318G, 319G, 320G, 321G, 322G, 323G, 324G, 325G, 326G, 327G, 328G, 329G, 330G, 331G, 332G, 333G, 334G, 335G, 336G, 337G, 338G, 339G, 340G, 341G, 342G, 343G, 344G, 345G, 346G, 347G, 348G, 349G, 350G, 351G, 352G, 353G, 354G, 355G, 356G, 357G, 358G, 359G, 360G, 361G, 362G, 363G, 364G, 365G, 366G, 367G, 368G, 369G, 370G, 371G, 372G, 373G, 374G, 375G, 376G, 377G, 378G, 379G, 380G, 381G, 382G, 383G, 384G, 385G, 386G, 387G, 388G, 389G, 390G, 391G, 392G, 393G, 394G, 395G, 396G, 397G, 398G, 399G, 400G, 401G, 402G, 403G, 404G, 405G, 406G, 407G, 408G, 409G, 410G, 411G, 412G, 413G, 414G, 415G, 416G, 417G, 418G, 419G, 420G, 421G, 422G, 423G, 424G, 425G, 426G, 427G, 428G, 429G, 430G, 431G, 432G, 433G, 434G, 435G, 436G, 437G, 438G, 439G, 440G, 441G, 442G, 443G, 444G, 445G, 446G, 447G, 448G, 449G, 450G, 451G, 452G, 453G, 454G, 455G, 456G, 457G, 458G, 459G, 460G, 461G, 462G, 463G, 464G, 465G, 466G, 467G, 468G, 469G, 470G, 471G, 472G, 473G, 474G, 475G, 476G, 477G, 478G, 479G, 480G, 481G, 482G, 483G, 484G, 485G, 486G, 487G, 488G, 489G, 490G, 491G, 492G, 493G, 494G, 495G, 496G, 497G, 498G, 499G, 500G, 501G, 502G, 503G, 504G, 505G, 506G, 507G, 508G, 509G, 510G, 511G, 512G, 513G, 514G, 515G, 516G, 517G, 518G, 519G, 520G, 521G, 522G, 523G, 524G, 525G, 526G, 527G, 528G, 529G, 530G, 531G, 532G, 533G, 534G, 535G, 536G, 537G, 538G, 539G, 540G, 541G, 542G, 543G, 544G, 545G, 546G, 547G, 548G, 549G, 550G, 551G, 552G, 553G, 554G, 555G, 556G, 557G, 558G, 559G, 560G, 561G, 562G, 563G, 564G, 565G, 566G, 567G, 568G, 569G, 570G, 571G, 572G, 573G, 574G, 575G, 576G, 577G, 578G, 579G, 580G, 581G, 582G, 583G, 584G, 585G, 586G, 587G, 588G, 589G, 590G, 591G, 592G, 593G, 594G, 595G, 596G, 597G, 598G, 599G, 600G, 601G, 602G, 603G, 604G, 605G, 606G, 607G, 608G, 609G, 610G, 611G, 612G, 613G, 614G, 615G, 616G, 617G, 618G, 619G, 620G, 621G, 622G, 623G, 624G, 625G, 626G, 627G, 628G, 629G, 630G, 631G, 632G, 633G, 634G, 635G, 636G, 637G, 638G, 639G, 640G, 641G, 642G, 643G, 644G, 645G, 646G, 647G, 648G, 649G, 650G, 651G, 652G, 653G, 654G, 655G, 656G, 657G, 658G, 659G, 660G, 661G, 662G, 663G, 664G, 665G, 666G, 667G, 668G, 669G, 670G, 671G, 672G, 673G, 674G, 675G, 676G, 677G, 678G, 679G, 680G, 681G, 682G, 683G, 684G, 685G, 686G, 687G, 688G, 689G, 690G, 691G, 692G, 693G, 694G, 695G, 696G, 697G, 698G, 699G, 700G, 701G, 702G, 703G, 704G, 705G, 706G, 707G, 708G, 709G, 710G, 711G, 712G, 713G, 714G, 715G, 716G, 717G, 718G, 719G, 720G, 721G, 722G, 723G, 724G, 725G, 726G, 727G, 728G, 729G, 730G, 731G, 732G, 733G, 734G, 735G, 736G, 737G, 738G, 739G, 740G, 741G, 742G, 743G, 744G, 745G, 746G, 747G, 748G, 749G, 750G, 751G, 752G, 753G, 754G, 755G, 756G, 757G, 758G, 759G, 760G, 761G, 762G, 763G, 764G, 765G, 766G, 767G, 768G, 769G, 770G, 771G, 772G, 773G, 774G, 775G, 776G, 777G, 778G, 779G, 780G, 781G, 782G, 783G, 784G, 785G, 786G, 787G, 788G, 789G, 790G, 791G, 792G, 793G, 794G, 795G, 796G, 797G, 798G, 799G, 800G, 801G, 802G, 803G, 804G, 805G, 806G, 807G, 808G, 809G, 810G, 811G, 812G, 813G, 814G, 815G, 816G, 817G, 818G, 819G, 820G, 821G, 822G, 823G, 824G, 825G, 826G, 827G, 828G, 829G, 830G, 831G, 832G, 833G, 834G, 835G, 836G, 837G, 838G, 839G, 840G, 841G, 842G, 843G, 844G, 845G, 846G, 847G, 848G, 849G, 850G, 851G, 852G, 853G, 854G, 855G, 856G, 857G, 858G, 859G, 860G, 861G, 862G, 863G, 864G, 865G, 866G, 867G, 868G, 869G, 870G, 871G, 872G, 873G, 874G, 875G, 876G, 877G, 878G, 879G, 880G, 881G, 882G, 883G, 884G, 885G, 886G, 887G, 888G, 889G, 890G, 891G, 892G, 893G, 894G, 895G, 896G, 897G, 898G, 899G, 900G, 901G, 902G, 903G, 904G, 905G, 906G, 907G, 908G, 909G, 910G, 911G, 912G, 913G, 914G, 915G, 916G, 917G, 918G, 919G, 920G, 921G, 922G, 923G, 924G, 925G, 926G, 927G, 928G, 929G, 930G, 931G, 932G, 933G, 934G, 935G, 936G, 937G, 938G, 939G, 940G, 941G, 942G, 943G, 944G, 945G, 946G, 947G, 948G, 949G, 950G, 951G, 952G, 953G, 954G, 955G, 956G, 957G, 958G, 959G, 960G, 961G, 962G, 963G, 964G, 965G, 966G, 967G, 968G, 969G, 970G, 971G, 972G, 973G, 974G, 975G, 976G, 977G, 978G, 979G, 980G, 981G, 982G, 983G, 984G, 985G, 986G, 987G, 988G, 989G, 990G, 991G, 992G, 993G, 994G, 995G, 996G, 997G, 998G, 999G, 1000G, 1001G, 1002G, 1003G, 1004G, 1005G, 1006G, 1007G, 1008G, 1009G, 1010G, 1011G, 1012G, 1013G, 1014G, 1015G, 1016G, 1017G, 1018G, 1019G, 1020G, 1021G, 1022G, 1023G, 1024G, 1025G, 1026G, 1027G, 1028G, 1029G, 1030G, 1031G, 1032G, 1033G, 1034G, 1035G, 1036G, 1037G, 1038G, 1039G, 1040G, 1041G, 1042G, 1043G, 1044G, 1045G, 1046G, 1047G, 1048G, 1049G, 1050G, 1051G, 1052G, 1053G, 1054G, 1055G, 1056G, 1057G, 1058G, 1059G, 1060G, 1061G, 1062G, 1063G, 1064G, 1065G, 1066G, 1067G, 1068G, 1069G, 1070G, 1071G, 1072G, 1073G, 1074G, 1075G, 1076G, 1077G, 1078G, 1079G, 1080G, 1081G, 1082G, 1083G, 1084G, 1085G, 1086G, 1087G, 1088G, 1089G, 1090G, 1091G, 1092G, 1093G, 1094G, 1095G, 1096G, 1097G, 1098G, 1099G, 1100G, 1101G, 1102G, 1103G, 1104G, 1105G, 1106G, 1107G, 1108G, 1109G, 1110G, 1111G, 1112G, 1113G, 1114G, 1115G, 1116G, 1117G, 1118G, 1119G, 1120G, 1121G, 1122G, 1123G, 1124G, 1125G, 1126G, 1127G, 1128G, 1129G, 1130G, 1131G, 1132G, 1133G, 1134G, 1135G, 1136G, 1137G, 1138G, 1139G, 1140G, 1141G, 1142G, 1143G, 1144G, 1145G, 1146G, 1147G, 1148G, 1149G, 1150G, 1151G, 1152G, 1153G, 1154G, 1155G, 1156G, 1157G, 1158G, 1159G, 1160G, 1161G, 1162G, 1163G, 1164G, 1165G, 1166G, 1167G, 1168G, 1169G, 1170G, 1171G, 1172G, 1173G, 1174G, 1175G, 1176G, 1177G, 1178G, 1179G, 1180G, 1181G, 1182G, 1183G, 1184G, 1185G, 1186G, 1187G, 1188G, 1189G, 1190G, 1191G, 1192G, 1193G, 1194G, 1195G, 1196G, 1197G, 1198G, 1199G, 1200G, 1201G, 1202G, 1203G, 1204G, 1205G, 1206G, 1207G, 1208G, 1209G, 1210G, 1211G, 1212G, 1213G, 1214G, 1215G, 1216G, 1217G, 1218G, 1219G, 1220G, 1221G, 1222G, 1223G, 1224G, 1225G, 1226G, 1227G, 1228G, 1229G, 1230G, 1231G, 1232G, 1233G, 1234G, 1235G, 1236G, 1237G, 1238G, 1239G, 1240G, 1241G, 1242G, 1243G, 1244G, 1245G, 1246G, 1247G, 1248G, 1249G, 1250G, 1251G, 1252G, 1253G, 1254G, 1255G, 1256G, 1257G, 1258G, 1259G, 1260G, 1261G, 1262G, 1263G, 1264G, 1265G, 1266G, 1267G, 1268G, 1269G, 1270G, 1271G, 1272G, 1273G, 1274G, 1275G, 1276G, 1277G, 1278G, 1279G, 1280G, 1281G, 1282G, 1283G, 1284G, 1285G, 1286G, 1287G, 1288G, 1289G, 1290G, 1291G, 1292G, 1293G, 1294G, 1295G, 1296G, 1297G, 1298G, 1299G, 1300G, 1301G, 1302G, 1303G, 1304G, 1305G, 1306G, 1307G, 1308G, 1309G, 1310G, 1311G, 1312G, 1313G, 1314G, 1315G, 1316G, 1317G, 1318G, 1319G, 1320G, 1321G, 1322G, 1323G, 1324G, 1325G, 1326G, 1327G, 1328G, 1329G, 1330G, 1331G, 1332G, 1333G, 1334G, 1335G, 1336G, 1337G, 1338G, 1339G, 1340G, 1341G, 1342G, 1343G, 1344G, 1345G, 1346G, 1347G, 1348G, 1349G, 1350G, 1351G, 1352G, 1353G, 1354G, 1355G, 1356G, 1357G, 1358G, 1359G, 1360G, 1361G, 1362G, 1363G, 1364G, 1365G, 1366G, 1367G, 1368G, 1369G, 1370G, 1371G, 1372G, 1373G, 1374G, 1375G, 1376G, 1377G, 1378G, 1379G, 1380G, 1381G, 1382G, 1383G, 1384G, 1385G, 1386G, 1387G, 1388G, 1389G, 1390G, 1391G, 1392G, 1393G, 1394G, 1395G, 1396G, 1397G, 1398G, 1399G, 1400G, 1401G, 1402G, 1403G, 1404G, 1405G, 1406G, 1407G, 1408G, 1409G, 1410G, 1411G, 1412G, 1413G, 1414G, 1415G, 1416G, 1417G, 1418G, 1419G, 1420G, 1421G, 1422G, 1423G, 1424G, 1425G, 1426G, 1427G, 1428G, 1429G, 1430G, 1431G, 1432G, 1433G, 1434G, 1435G, 1436G, 1437G, 1438G, 1439G, 1440G, 1441G, 1442G, 1443G, 1444G, 1445G, 1446G, 1447G, 1448G, 1449G, 1450G, 1451G, 1452G, 1453G, 1454G, 1455G, 1456G, 1457G, 1458G, 1459G, 1460G, 1461G, 1462G, 1463G, 1464G, 1465G, 1466G, 1467G, 1468G, 1469G, 1470G, 1471G, 1472G, 1473G, 1474G, 1475G, 1476G, 1477G, 1478G, 1479G, 1480G, 1481G, 1482G, 1483G, 1484G, 1485G, 1486G, 1487G, 1488G, 1489G, 1490G, 1491G, 1492G, 1493G, 1494G, 1495G, 1496G, 1497G, 1498G, 1499G, 1500G, 1501G, 1502G, 1503G, 1504G, 1505G, 1506G, 1507G, 1508G, 1509G, 1510G, 1511G, 1512G, 1513G, 1514G, 1515G, 1516G, 1517G, 1518G, 1519G, 1520G, 1521G, 1522G, 1523G, 1524G, 1525G, 1526G, 1527G, 1528G, 1529G, 1530G, 1531G, 1532G, 1533G, 1534G, 1535G, 1536G, 1537G, 1538G, 1539G, 1540G, 1541G, 1542G, 1543G, 1544G, 1545G, 1546G, 1547G, 1548G, 1549G, 1550G, 1551G, 1552G, 1553G, 1554G, 1555G, 1556G, 1557G, 1558G, 1559G, 1560G, 1561G, 1562G, 1563G, 1564G, 1565G, 1566G, 1567G, 1568G, 1569G, 1570G, 1571G, 1572G, 1573G, 1574G, 1575G, 1576G, 1577G, 1578G, 1579G, 1580G, 1581G, 1582G, 1583G, 1584G, 1585G, 1586G, 1587G, 1588G, 1589G, 1590G, 1591G, 1592G, 1593G, 1594G, 1595G, 1596G, 1597G, 1598G, 1599G, 1600G, 1601G, 1602G, 1603G, 1604G, 1605G, 1606G, 1607G, 1608G, 1609G, 1610G, 1611G, 1612G, 1613G, 1614G, 1615G, 1616G, 1617G, 1618G, 1619G, 1620G, 1621G, 1622G, 1623G, 1624G, 1625G, 1626G, 1627G, 1628G, 1629G, 1630G, 1631G, 1632G, 1633G, 1634G, 1635G, 1636G, 1637G, 1638G, 1639G, 1640G, 1641G, 1642G, 1643G, 1644G, 1645G, 1646G, 1647G, 1648G, 1649G, 1650G, 1651G, 1652G, 1653G, 1654G, 1655G, 1656G, 1657G, 1658G, 1659G, 1660G, 1661G, 1662G, 1663G, 1664G, 1665G, 1666G, 1667G, 1668G, 1669G, 1670G, 1671G, 1672G, 1673G, 1674G, 1675G, 1676G, 1677G, 1678G, 1679G, 1680G, 1681G, 1682G, 1683G, 1684G, 1685G, 1686G, 1687G, 1688G, 1689G, 1690G, 1691G, 1692G, 1693G, 1694G, 1695G, 1696G, 1697G, 1698G, 1699G, 1700G, 1701G, 1702G, 1703G, 1704G, 1705G, 1706G, 1707G, 1708G, 1709G, 1710G, 1711G, 1712G, 1713G, 1714G, 1715G, 1716G, 1717G, 1718G, 1719G, 1720G, 1721G, 1722G, 1723G, 1724G, 1725G, 1726G, 1727G, 1728G, 1729G, 1730G, 1731G, 1732G, 1733G, 1734G, 1735G, 1736G, 1737G, 1738G, 1739G, 1740G, 1741G, 1742G, 1743G, 1744G, 1745G, 1746G, 1747G,

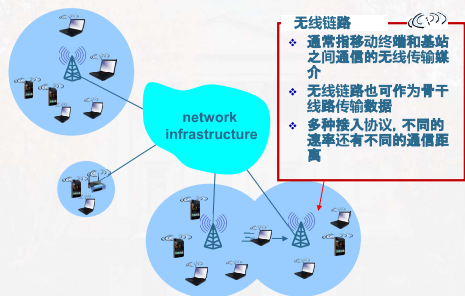
无线网络的组成



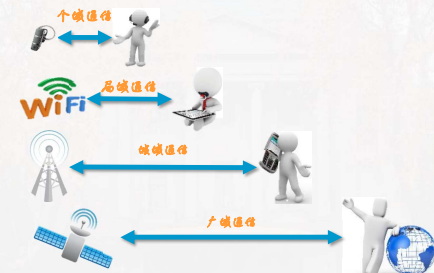
无线网络的组成



无线网络的组成

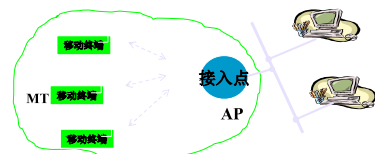


不同的应用场景都有不同通信解决方案



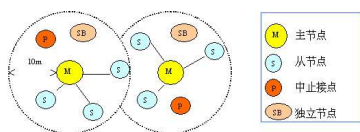
无线局域网

- 替代有线计算机局域网 (又称无线以太网)

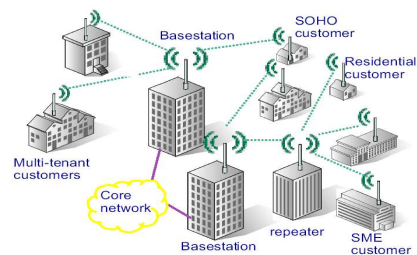
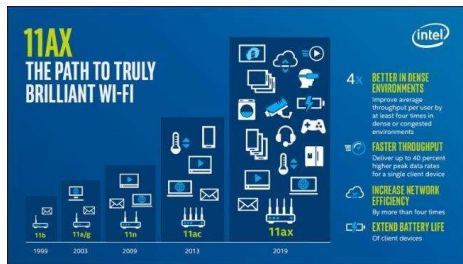


无线个域网

蓝牙 (Bluetooth) 目标:
 10米短距离无线连接, 替代便携或固定电子设备之间的连接电缆。
 频段: 2.4GHz 跳频
 传输速率: < 1Mb/s



WLAN系列标准(Wi-Fi)

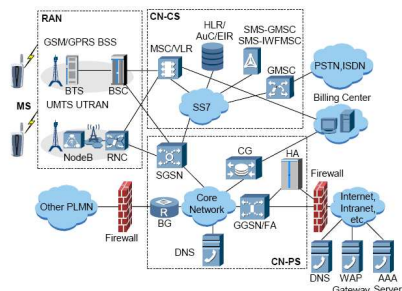


无线城域网

- ❖ World Interoperability for Microwave Access, 即全球微波接入互操作性, 另一个名字是802.16.
- ❖ Wi-Fi只能把互联网的连接信号传送到100米远的地方, WiMAX则能把信号传送50公里之远。Wi-Fi网络连接速度为54Mb/s, 而WiMAX为70Mb/s.
- ❖ 802.16标准适合的频段是10—66GHz, 802.16a是802.16的增补方案, 频段在2—11GHz.

无线广域网

- ❖ GSM, IS-95: 900MHz
- ❖ 3G:提供语音、多媒体数据业务的全球移动通信系统, 高速移动环境下数据传输率为144kbps, 步行慢速环境下为384kbps, 室内可达2Mbps。
- ❖ 4G: MIMO OFDM, 2—5GHz, 8 kbps to 384 kbps to 2 Mbps to 10 Mbps.
- ❖ 5G: 450MHz 到 6GHz, 24.25GHz-52.6GHz, 100MHz-400MHz带宽, 速率达到10Gbps。



无线网络安全攻击

- ❖ 易受窃听: 无线网络的电磁辐射难以精确地控制在某个范围之内, 攻击者只需架设一副天线即可获取数据。
- ❖ 难以检测: 在有线网络中窃取数据必须靠近传输线, 而在无线网络中攻击者可在远处隐藏。同时, 由于窃听属于被动攻击, 系统管理员很难发现是否被窃听。
- ❖ 易受插入攻击: 攻击者无需切开电缆就可向网络发送数据。
- ❖ 易受拒绝服务攻击(DoS): 这又可以分为两种情况, 一是大量发送垃圾信息阻塞信道, 一是不定期对某个移动设备发送虚假服务请求, 使该设备始终处于全额工作状态而迅速耗尽电池中的电能, 从而不能进行此后的正常工作。
- ❖ “基站”伪装: 在无线网络中通常有类似于基站的中心节点, 攻击者可用自己的大功率“基站”覆盖真正的基站, 而使得无线终端错误地与之连接。

移动通信

❖ 移动通信

- 指移动用户之间，或移动用户与固定用户之间的通信。

❖ 1921 第一个车载移动通信系统

❖ 1946 第一个商用移动无线电话，Bell and AT&T, 半双工(PTT模式)



❖ 1936 荷兰 the first practical mobile radio telephone

❖ 1946, 第一个电路板设计的战时手机开始商用

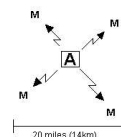


❖ 1973 第一个手持式的蜂窝手机，Motorola.

❖ 1978 第一个蜂窝网



New York Times
photograph of Dr. Cooper



❖ 第一阶段：20年代~50年代，短波频段，MTS-Mobile Telephone System

❖ 第二阶段：50年代~60年代，频段更高，IMTS-Improved Mobile Telephone System

❖ 第三阶段：70年代，出现模拟蜂窝移动通信系统

- 美：AMPS-Advanced Mobile Phone Service
- 日：NAMTS-Nippon Advanced Mobile Telephone System
- 北欧：NMT-Nordic Mobile Telephone System
- 英：TACS-Total Access Communication System

*以上均为模拟系统（1G）

- 所有系统都不兼容
- 不能全球漫游
- 低容量，不能支持大规模用户群

❖ 第四阶段：80年代起，数字蜂窝移动通信系统

- GSM
 - Group Special Mobile;
 - Global System for Mobile Communication
- 美：IS-54 与AMPS相容
- 日：PDC-Personal Digital Cellular
- 美：IS-95 (N-CDMA)

*以上为2G

- 容量增加
- 安全性增加
- 兼容性增强
- 使用TDMA或CDMA

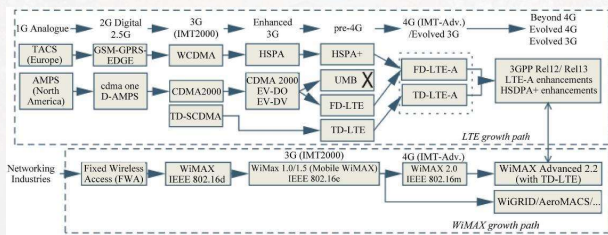
过渡阶段

- ❖ 2.5代: GPRS(General Packet Radio Services,通用分组无线服务)
 - 数据包交换
 - 网络连接采用流量计费
 - 带宽速率56kbps
- ❖ 2.75代: EDGE(Enhanced Data Rate for GSM Evolution, 增强型数据速率GSM演进)
 - 在现有GSM系统中采用新的调制方式
 - 带宽速率为384kbps

第三代移动通信系统

- ❖ IMT2000: International Mobile Telecommunication 2000 (ITU, 国际电信联盟)
 - 欧: WCDMA(UMTS, 3GPP组织);
 - 美: CDMA2000 (IS-95的继承者);
 - 中: TD-SCDMA;
 - 欧: EDGE;
 - 欧: DECT;
 - 美: WiMax (2007年加入);
- *以上为3G
 - 提供**高速**数据业务, 网络带宽2Mbps
 - 提供互联网, 语音和多媒体业务

3G演进路线



第四代移动通信系统

- ❖ IMT-Advanced规范 (ITU)
 - LTE(3GPP Release 8)->LTE-Advanced (3GPP Release 10)
 - LTE FDD (频分双工长期演进技术): 峰值速率: 下行150Mbps, 上行40Mbps。
 - LTE TDD (时分双工长期演进技术): 又称TD-LTE, 峰值速率: 下行100Mbps, 上行50Mbps。
 - WiMAX(IEEE 802.16e) ->WirelessMAN-Advanced (IEEE 802.16m)
- ❖ *以上为4G
 - 基于全IP (All IP) 分组交换网络。
 - 在高速移动性的环境下达到约100 Mbit/s的速率, 如移动接入; 在低速移动性的环境下高达约1 Gbit/s的速率, 例如游牧/固定无线网络接入的峰值数据速率。

第五代移动通信系统

- ❖ IMT-2020 (ITU)
 - 3GPP Release-16
- ❖ *以上为5G
 - 速率提高100倍: 10Gbps;
 - 延时降低100倍: <1ms;
 - 容量扩大100倍: >10w并发接入;
- ❖ 未来? 6G
 - 6G的传输能力可能比5G提升100倍, 网络延迟也可能从毫秒级到微秒级 (2030年);

移动通信发展趋势

1. IP化、宽带化、移动化成为技术发展方向
2. 多种技术相互竞争,促使技术更新加快
3. 移动互联网用户和PC互联网用户相互融合
4. 开放式的应用平台加速了应用和服务走向移动化
5. 多功能终端设备和应用导向设备发展迅速