

手机相关基本
知识

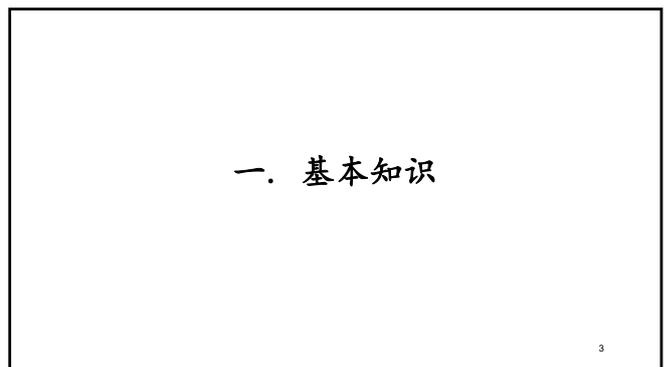
手机信号相
关实验

实验数据处
理及分析

0dB - 45dB
 0dB - 45dB
 0dB - 45dB
 0dB - 45dB

实验位置	APN	频段	实验位置	APN	频段
宿舍北楼	302	307	操场东	319	314
宿舍1楼东	97	96	宿舍南11号	99	90
2号(西)	84	84	东区礼堂门	92	88
宿舍门楼路			11		
上(西)	93	93	东文苑	80	82
宿舍南楼东			(原游泳池)		
教室	85	85	第二教学楼	90	91
东区篮球场	94	94	第三教学楼	90	90
第一教学楼			(西)		
(西)	86	83	东南餐厅	85	86
英东广场			(西)		

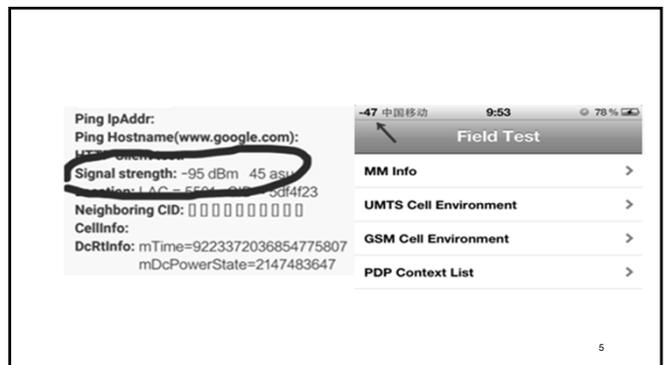
4



1 手机信号相关

- iPhone, 则在拨号系统中拨打 “*3001#12345#*” 即可进入工程模式, 拉下菜单后左上角的数字即为信号强度, 单位是dBm。
- Android, 则只需拨打 “*##4636#*##*” 即可在 Phone information 一栏中看到Signal strength的大小。
- 单位: 需要注意的是, dBm (1毫瓦的分贝数) 是衡量手机信号强度的通用指标, asu (alone signal unit 独立信号单元) 是Google给Android手机定义的特有信号单位。

4



2 简单公式推导

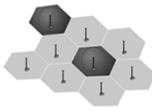
$$iR + \frac{1}{C} \int idt + L \frac{di}{dt} = \mathcal{E}$$

$$\frac{d^2q}{dt^2} + 2\beta \frac{dq}{dt} + \omega_0^2 q = \omega_0^2 q_0$$

$$\begin{cases} \omega_0 D - \omega_0 = \omega_0 \\ \omega_0 B - \omega_0 = 0 \\ \omega_0 E - \omega_0 = \omega_0 \omega_0 - \omega_0 \\ \omega_0 H - \omega_0 = \omega_0 \omega_0 - \omega_0 \end{cases}$$

3 手机基站的位置

移动通信之所以采用蜂窝式正六边形结构，是因为在顶点到几何中心等距的多边形中，能够完整（无重叠）地覆盖某一区域可能的几何形状有：正方形、等边三角形和正六边形三种形状。在正方形、等边三角形和正六边形中，边长相等时正六边形的面积最大。所以，移动通信中采用蜂窝式正六边形结构。



对于在自由空间中接受点接受信号时需要考虑功率通量密度s。故作为球面波的无线电波在到达接受天线口面时的功率通量密度为： $s = \frac{P_{in} \cos \theta}{4\pi d^2}$

直观反应手机信号强度的物理量，是自由空间的接收电平，也就是接收机入口处的接受功率p可以根据上式得：

$$p^* = s a_p \eta_e = \frac{P_{in} \cos \theta a_p \eta_e}{4\pi d^2}$$

二. 关于信号强度的实验

1 实验目的

(1) 探究寝室信号较好的位置，寻找信号变化的规律，并总结出一些有用的经验；(2) 比较不同手机（小米与iPhone）的信号获取差异；(3) 比较不同运营商（移动与电信）的信号差异；(4) 通过采样科大校园内不同地区的信号值，得到科大手机信号平均水平，并据此分析原因。

2 实验原理

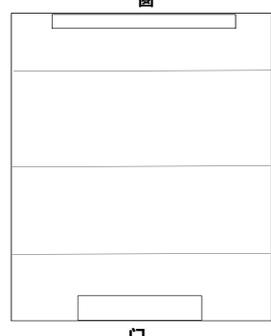
本实验通过调出iPhone6 plus（移动SIM卡，以下简称A机）、小米手机（移动SIM卡，以下简称B机）与iPhone6 plus（电信SIM卡，以下简称C机）系统中自带的手机信息，并记录下此处该无手机壳的手机的信号强度。

3 实验数据（表格内数据为电平的绝对值/dBm）

表格1

实验位置	A机	B机	C机	实验位置	A机	B机	C机
宿舍A窗户处（不开窗）	110	110	113	宿舍B窗户处（不开窗）	112	112	112
宿舍A窗户处（开窗）	102	102	113	宿舍B窗户处（开窗）	102	103	112
宿舍A距离1m	108	113	118	宿舍B距离1m	105	106	114
宿舍A距离3m	113	116	124	宿舍B距离3m	110	112	115
宿舍A门处	119	121	118	宿舍B门处	118	115	120
宿舍C窗户处（不开窗）	103	103	110	宿舍D窗户处（不开窗）	100	102	107
宿舍C窗户处（开窗）	100	101	102	宿舍D窗户处（开窗）	99	94	102
宿舍C距离1m	103	101	107	宿舍D距离1m	99	95	105
宿舍C距离3m	109	107	114	宿舍D距离3m	109	102	107
宿舍C门处	112	112	112	宿舍D门处	109	106	110/

注：宿舍ABCD均在230楼



窗

单位：绝对值dBm

100~102

102~105

105~113

113~125

门

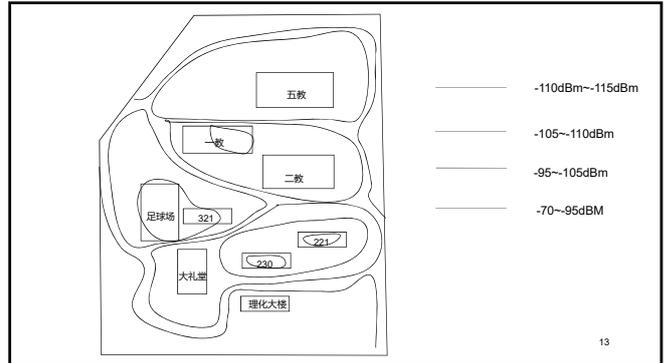
表格2

实验位置	A机	B机	实验位置	A机	B机
理化大楼外（均）	91	88	大楼1楼	88	83
电梯前	100	96	电梯内（均）	125（2G时80）	129（2G时79）
6楼（均）	92	93	18楼（均）	94	93
程教授办公室外	108	107			

表格3

实验位置	A机	B机	实验位置	A机	B机
宿舍水房	102	107	楼道内	119	118
宿舍1楼大厅(均)	97	96	宿舍出门1步	90	90
宿舍门前路上(均)	84	84	东区礼堂门口	92	88
同步辐射实验室	93	93	东区空地(原游泳馆)	80	82
东区篮球场	85	85	第二教学楼(均)	90	91
第一教学楼(均)	94	94	第五教学楼(均)	90	90
美食广场(均)	86	83	东苑餐厅	85	86
西门	81	81	金寨路黄山路交叉口	82	82
足球场	76	78	郭沫若路	86	84

12



表格4

实验位置	A机	实验位置	A机
221楼112寝室窗户处(不开窗)	102	窗户处(开窗)	100
距窗1m	102	距窗3m	107
走廊处	112	2楼走廊	113
3楼走廊	109	4楼走廊	109
321楼某宿舍窗户处	103	距窗1m	104
距窗3m	110	走廊处	113

(注: 表1中AB宿舍窗户朝向北, CD宿舍窗户朝南; 表1表2中“宿舍”均指230号宿舍楼; 表2表3中“(均)”表示该处不同位置取4个数据取平均; 表3中“(2G时xx)”表示由于在电梯内4G信号切换成2G信号后的信号强度)

14

三. 实验数据处理与分析

15

1 定性分析

由表1, (1) 朝南的宿舍信号较朝北的宿舍电平更高; (2) 开窗会使窗户处信号强度增加3~10dBm, 朝北的宿舍变化幅度更大; (3) 距窗1m与距窗3m信号变弱约6dBm; (4) 电信SIM卡信号均略差于移动SIM卡。

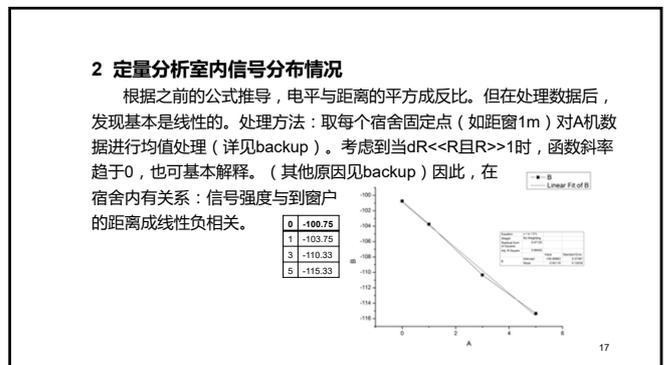
由表2, (1) 手机为了保证信号会自动调整使用网络类型, 以尽量维持通话; (2) 理化大楼内电平正常, 而程教授办公室门口电平略低。

由表3, (1) 宿舍楼内与宿舍楼外信号差距较大, 每向外1m信号增强6dBm; (2) 东区室外信号要远好于室内, 相差约10~20dBm; (3) 主要建筑物中, 宿舍楼电平最低, 信号最差。

由表4, (1) 221号楼与320号楼宿舍内部信号变化趋势与230基本相同;

对比以上数据可得, (1) iPhone6 plus 与小米手机在信号获取方面相近, 多数情况基本相同; (2) 宿舍平均电平水平最低;

16



3 实验总结

(1) 根据网上搜集到的资料, 城镇信号覆盖电平标准是大于-90dBm。而根据试验发现, 虽然几乎所有数据都小于-90dBm, **但本次实验的数据都是根据使用率更高的4G网记录的**。而在电梯内(信号最差的地方)手机信号自动切换成了2G网时, 两部手机的示数均大于-90dBm。这说明科大宿舍内信号还是有覆盖的。

(2) 根据实验, 若以手机由4G自动转为2G时的接收电平为4G信号最低覆盖标准, 则**4G信号的覆盖标准约为-120dBm**。并且相较于2G, 在相同电平的情况下4G要好于2G。

(3) 咨询舍管得知, 宿舍内并没有安装信号屏蔽仪。那么根据实验结果, 宿舍楼的电平水准在东区偏低的可能解释是:**整个宿舍楼由窗户窗框与造楼钢筋等金属物体形成了一个基本包含整个寝室楼的空间, 使得对于本应该信号强度波动不大的东区校园中出现了这样一个信号“黑洞”**。根据表1和表2中靠窗户的距离相关实验与靠宿舍楼门的距离相关实验可以得出这样的合理猜想。但真实情况是否是这样, 或者是否还有其他原因, 我在这里并没有能够全部及时探究出来, 在这里向各位致歉。

(4) 可以通过在室内增设一个**信号增强器**来达到增强信号的效果。如果认为太贵, 根据相关资料, 只需**从窗外引入一根导线, 将一端靠近手机后**, 会发现手机信号可以有约10dBm的增加。但是这样的装置过于简陋, 仅限单人使用, 且效果也不是特别显著, 因此并不推荐大家使用这种方法。

(5) 根据我的实验, **在宿舍内信号强度高于-115dBm处**打电话、发短信是**没有影响的**。因此在这些情况下影响用户体验的主要是蜂窝数据连接。当手机自动从4G网转变成2G网、或手机显示无服务时可以通过打开手机内的飞行模式来进行恢复。

(6) 在寝室里若想增强信号, 可以把窗户打开。因为根据之前的猜测, 关闭窗户会使得房间外墙对于信号的吸收更强, 也就是电磁屏蔽泄漏率更低。其他可采取的办法有: 站(坐)在窗边也可以: 根据建立的模型(信号强度与到窗户的距离成线性负相关)可知。如果信号还是不尽如人意, 则可以选择到宿舍楼外, 那里信号极佳。

四. 鸣谢

感谢程教授的点拨!
 感谢借给我实验器材与场地的物院同学们!
 感谢少院姚青松同学对我的实验思路及数据处理的建议, 以及其舍友对我实验的支持!
 感谢在座各位倾听报告! 内容还不全面, 海涵!

五. BACKUP

- 手机壳会对手机信号有5~10dBm的影响(降低), 因此并不建议使用带有金属的手机壳。
- 由于实验数据较多不能全部展示, 故部分只取平均值作为分析对象而展示。处理数据时之所以取均值, 是因为之前预处理时发现是线性的。因此线性关系的比例系数也是成比例的, 故在数学处理时可以求平均。但的确不是等精度实验(不是同一时间同一位置的实验), 所以限于实验仪器, 姑且这样处理也是相对合理的。
- 由于篇幅所限, 本实验只能探究有限的变量, 故有不周全处希望大家能够补充。

- 分析时数据精度为2dBm。虽应是1dBm, 但发现手机在同一位置放置超过1min, 则示数会基本保持不变, 波动幅度一般不超2dBm。故取波动幅度2dBm为精度。
- 在每一个位置需要停留至少1min才能读取数据, 否则数据容易不准。
- 无线电通信的一般形式:



- 单位解释: 首先解释dBm。dBm可称为分贝毫瓦, 例如可以表示分贝毫伏, 或者分贝毫瓦。电压或电场E(mV)与U'(dBm)的换算公式为: $U'dBm=20lgE$; 功率与P(瓦特)换算公式: $P'dBm=30+10lgP$ (P:瓦; P':单位为dbm)。dBm是一个表示功率绝对值的值, 也可以认为是以1mW功率为基准的一个比值。计算公式为: $10*log(功率值/1mw)$ 。例如对于0.01mW的功率, 按dBm单位进行折算后的值应为: $10log(0.01/1)=-20dBm$ 。由于手机信号强度一般较小, 折算成为dBm一般都是负数。dBm值越大, 表明信号越好。
- 而对于asu这个单位, iOS系统并没有采用这种量度方式。仔细来说, 在GSM(2G网络)下它们之间的关系是: $1dBm=-113+2*asu$; 而在LTE(4G网络)下它们的关系是 $1dBm=asu-140$ 。也正是因为换算过程中的容易混淆, iPhone便没有采用asu这个单位。

8. 电磁屏蔽

当电磁波到达屏蔽体（常见为金属材料）表面时，由于空气与金属的交界面上阻抗的不连续，对入射波产生的反射。这种反射不要求屏蔽材料必须有一定的厚度，只要求交界面上的不连续。未被表面反射掉而进入屏蔽体的能量，在体内向前传播的过程中，被屏蔽材料所衰减。也就是所谓的吸收。在屏蔽体内尚未衰减掉的剩余能量，传到材料的另一表面时，遇到金属—空气阻抗不连续的界面，会形成再次反射，并重新返回屏蔽体内。这种反射在两个金属的交界面上可能有多次的反射。总之，电磁屏蔽体对电磁的衰减主要是基于电磁波的反射和电磁波的吸收。

那么但就手机而言，最直观的例子就是：如果你将你的手机放在一个用铁丝织成的网中，会发现手机信号立刻下降大约20dBm甚至变成无服务。因为信号本就是电磁波。