淮海工学院

口程口□□告□

□程名称：

通信系口的口算机仿真口口

目： PCM

通信系口的性能分析与

口子工程学院

MATLAB

仿真

系

学

(院)

期：

班口

：

名：

号：

姓

学

：

成口：

名：

日期：

word文档可自由复制口

1

1.1

研究背景与研究意口

数字化e口代，我口身口的数字口品越来越多，像数口相机，

手机，数字口

口等等。我口重点关注的是口些口代无口通信系口有一个共同的特点，

那就是它

口采用的都是数字制式。

在口口段，

数字通信系口相口模口通信系口有着巨大的

□口。

脉冲口口(PCM口制是一种将模口信号成数字信号的口口方式，

主要运

用与口音□口。于20世40年代，在通信技口中就已□□□了口一□口技口，

并迅速在光口通信、

于通信口域，

口星通信、数字微波通信中得到广泛□用，

目前它不口运用

口广泛运用于口算机、遥控遥口、数字口表广播口口等口多口域。

借助于MATLAB件，

可以直口方便的口行□算和仿真。

1.2 口程□□的目的和任

通信系口的口算机仿真口□□程口□目的在于使学生在口程□□□程中能

在口践中充分利用所学理口知口分析和研究□□□程中出口的

巩固和口大所学知口面， 口以后走向工作口位口行□□打下一定

口理口□系口口，

各口技□□口，

的基口。

口程口口的任口是：

(1)掌握一般通信系口□□的口程、步口、要求、工作内容及□口方法；掌

握用口算机仿真通信系口的方法。

(2)口口学生网□□□能力。

(3)□口学生口合运用口□知口的能力，

提高学生口行通信工程口口的能力。

2PCM通信系口

2.1 PCM通信系口介

信源

抽口

量化

PCM口口

信道口

一

信道口

口

性能分

析

解口

信道

噪声

口1PCM通信系口框口

word文档可自由复制口口

PCM

系口的原理框口，本次口程口□□用

Matlab口行仿真， 仿真基本框口

如1所示。

PCM主要□点是：抗干口能力口； 口□性能口定， 口距离信号再生中口口噪

声不累口， 且可以使用□□□口和□□□口和保密口口等来提高系口有效性、

靠性、保密性。

可

2.2PCM通信系口的性能指

1.□口率：口口接收的口元数在口送口□元数中所占的比例，

口□系口中被□□的概率。

口口率是口元在

2.□信率：指口口接收的信息量在口送信息口量中所占的比例。

3PCM通信系口主要模

3.1模口信号的抽

3.1.1

抽口定理

抽口是□□上□口的模口信号口成一系列口口上离散的抽口序列的口程。

抽

口定理要解决的是能否由此抽口序列无失真地恢复出原模口信号。

口信号数字化的理口依据。

抽口定理是模

根据乃奎斯特抽口定理：

原信号， 抽口口率□大于

若口□度有限的，

2倍信号最高口率。

要从抽口信号中无失真地恢复

3.1.2

抽口口程

抽口的□程是将口入的模口信号与抽口信号相乘，

Ts的周期脉冲信号，抽口后得到的信号称口抽口序列。

通常抽口信号是一个周期

口幅度A口率f的信号口行的周期性口描即是口信号的抽口。

口音信号口率

8kHZ， 此次口程口□也是采用

fs=8kHZ的抽口口率， 抽口周期T=1/fs。所以由音口信号和抽口函数可得抽口后的

在4kHZ以内， □□中口音的抽口口率采用的是

信号口：S=As in(w\*n\*T) ， 抽n个口。每隔口口t

□低通口□的口音信号口行取口。

(□□t要尽量小，如0.001s)

3.1.3 MATLAB口抽口的仿真口果

(1)口域抽口

MATLA醒序运行仿真出的一百个点的序列，

口形成的波形口正弦波如口所示。

word文档可自由复制口口

原始语音信号

3

0

-1

-2

-3

4

0.5

1.5

2.5

3.5

0

3

4

x10~

￥2原始口音信号

口音信号幅度A=3.5，

口率f=2K；

1rpp

一

抽样脉冲信号

0.9

0.8

0.7

0.6

0.5

0.4

0.3

0.2

0.1

0

o

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

n

￥3抽口脉冲信号

抽口口率fs=8K，抽口周期Ts=1/fs

word文档可自由复制口口

时域抽样信号图

19999999999999?

-6

3

2

-1

-2

-3

-4

中d

o

o

odd

o

o

o

10

20

30

40

50

60

70

80

90

100

0

n

￥4口域抽口信号

每隔0.000001s□行取口，

在-0s到0.004s口□段T内，

信源的口音口信

号口y=As in(w\*t) ， 抽口后的信号口：S=As in(w\*n\*T) ， 抽100个口， 即n=[1， 100] 。

(2)抽口信号的口□

原音口信号f=2.0kHZ的□□信号，

抽口信号， 口域相乘□□□域卷口，

抽口口率是8kHZ， 两个信号相乘即口已

所以已抽口信号的□□□是周期离散的，

如

果只口示一个周期(0-8kHZ) 的， 只在2.0kHZ和6.0kHZ有口， 如3，

析与□口仿真口果正好吻合。

理口分

180

160

140

抽样信号频谱

120

100

馨

80

60

40

20

0

1000

2000

3000

4000

5000

6000

7000

8000

￥5抽口信号

word文档可自由复制口口

3.2

量化和口

量化就是将一个有口口幅度口的信号映射成取口离散的抽口。 口离散的抽口。婴化方案可分

口□准量化和矢量量化，

和非均匀量化。

口量量化中每个信源口出被分口量化，

又分口均与量化

3.2.1

均匀量化

口大的口入信号□是小的口入信号一律采用相同的量化□隔。

口适口幅度大

的口入信号，同口又要□足精度要求，就需要增加口本的位数。但是，□口音信

号来口，大信号出口的机会并不多，

增加的口本位数就没有充分利用。

□了克服

□个不足，就出口了非均匀量化的方法。

3.2.2

非均匀量化

非均匀量化是根据信号的不同区口来确定量化口隔的。

口于信号取口小的区

口，其量化口隔

出的口点。

△v也小；反之，量化口隔就大。它与均匀量化相比，

有两个突

□□中，非均匀量化的□口方法通常是将抽口□通□□□再口行均匀量化。

通常使用的口口器中，

大多采用口数式□□。

广泛采用的两种口数□□律是

□律和A□□律。美国采用“□□律，我国和欧洲各国均采用

A□口律，所口A

□□律也就是□口器具有如下特性的□口律：

Ax .0<xs1

1+In A x 1sx<1

1+In A A

y=

y=

1+In A

A

由于A律□□□□复口，

常使用

13折口法口口，□口特性口如

4所示：

7一6一5一4一3一2一81一一

CH)

K7)

(6)

米压缩

128

壶

品

￥613

折口法口口

word文档可自由复制口口

3.2.3

□□是把量化后的信号□成代口的□程。其反口程称□□.

□□的原理：把量化后的所有量化口，按其量化口平的大小次序排序起来，

并列出个口口的口字。

自然口和折叠口等。

折□□□□中采用

PCM□□中一般采用二口制口□，

口音信号数字化国口口准

常用的二口制口型

有

G.711采用的是折叠口型。A

A律13

8位二口制口，□□有

M=2°=256个量化口，即正、□口入

正口各8个区口。每个区

幅度范口内各有128个量化口。每根折□□一个区口，

口均匀量化成16个量化口平。

内口的口序。

13折口□□□位的安排按照极性口、段落口、段

A律PC MO□□：

极性口

C1

段落口

段内

C2C3C4

C5C6C7C8

C1：极性口， 1口正；0口□，表示信号的正口极；

口口在即第

C2C3C4段落口，表示信号口□□口在

有8种口合，分口表示□□的

8个区口中的哪个区口，

000~111共

8个分段，即第1至8段；

C5C6C7C8段内口，表示区中的16个均匀量化口，

表示每段的16个分口。

0000~1111共有16中口合，

3.3

信道口￥

□□

信道口□的目的就是增口数字信号的抗干口能力。

易受到噪声干口， 口了减少差口， 我□□□□信息的口元按一定的□口加入保

成分(口督元)，口成所口的抗干口□口。主要□口方法是增加冗余位。常口的

□□□口有口性分□口、 循口口、卷口口等等。 本口程采用了口性分口□中的典

型口口方式(7，4)□明口和(15，8)循口□□。程序(口附口)中口两种□口方

式；口收到的信号口要口行口口 ，信道口□是信道口口的逆口程。

数字信号在信道中口口容

3.4

数字口制/解

□口完成后的信息序列口不能再信道中口口，必□□口制后才能口射出

去，数字口制就是把数字基口信号的口口搬移到高口口，

形成适合在信道中口口

的口通信号。

口数字信号制的方式有很多种，

基本的口制方式有振幅口控 (ASK、口移

口控(FSK) 、口口相移口控(PSK) 、差分相移口控(DPSK等， 本口程口□中口采

用的是振幅口控(ASK。

数字解口：在接收端可以采用相干解口或者非相干解口□原数字基口信号。

word文档可自由复制口

3.5性能分析

3.5.1PCM通信系口的主要参数口置

信噪比(SNR范口：dB=[-25：5：25]

信源模口：我口口定原始信号的幅口

信源口□/□□：取口□□口隔

A 3.5， 口率f2KHZ

t：0.000001s，范口T是-0s-0.04s

；抽口

口率fs=8K，抽口数量n=100，

口行非均匀量化。

3.5.2PCM系口中噪声的影响

PCM系口的噪声主要有两种：量化噪声和加性噪声。在

低通口波器的口出信号口

m(t)=m(t)+n。(t)+n。(t)

1中的PCM系口的

其中

m(t)：接收端口出的信号成分；

n.(t)

：由量化引起的口出噪声成分

n。(t)

：由信道加性噪声引起的口出噪声成分。

Emt)

在接收端口出信号的口信噪比口

=

/

N。

N。+N。

N。：量化噪声的平均功率；

N。：信道加性噪声的平均功率

(1)量化噪声口系口的影响

PCM系口口出端的量化信号与量化噪声的平均功率比口

So=M²

N。

口于二□制□口，口其口口位数口

N

口上式又可写

So

=22N

N。

(2)加性噪声口系口的影响

口考口信道加性噪声口

PCM系口的□出信噪比□

S=-

1

N。

4pe

从上式可以看出，由于□□引起的信噪比与□口率成反比。

word文档可自由复制口口

(3)

PCN系口接收端口出信号的口信噪比

Rv

1+4p.2w=1+4p.2w

Em(t)l

M²

S。

N。

N。+N。

于是4p.22N<<1，所

p。将极小，

在接收端口入大信噪比的情况下，

So

~22N

以口信噪比近似口

(1)

N。

与只考口量化噪声情况下的系□口出信噪比是相同的。

4p。22N>>1，口又可近似口

在接收端口入小信噪比的情况下，

有

424

Nq

S

N=

与只考口噪声干口□系口的□出信噪比是相同的。

4p.2

4pe

10以下是不口的，

由于在基口□□□口率降到

PCM系口的性能。

所以此口通常用式

(1)来估算

3.5.3 MATLAB仿真分析系□□□律

系口口口率仿真口如

4：从仿真口可以看出，信噪比越大，口口率越低，与

理口相符；可以直口的看出口口率在有信道口□的情况下明□低于无信道口口

的情况，尤其是当信噪比

dB>5□，

有信道口口的系口的□口率几乎口

0，其口□

可靠性口好于无信道口□的情况

，“

两种信道口□方式(7，4)□明□□和(15，8)循口□□在此□□系□中，性

能相当。由口可以得知通口信道口□可以增加通信系口的可靠性。

10

-o-：o汉既

-口—-bs无

+-g\*循

一明

信道编码

环码

10

10°

10

-25

-20

-10

dB

-5

0

-15

5

￥7系口口口率-信噪比仿真曲口口

word文档可自由复制口

4心得体会

口□口人以口作的冲口，

口中口口技大道山和

在口学期的□□□程中，

在收口知口的同口，

在此口程中，我口通口口找大量口料，不懈的努力，

在各种其它能力上也都有了提高。

口收

口了口口，收口了成熟，

口培养了独立思考、

不

口手操作的能力，

更重要

的是，我口学会了很多学口的方法。而□是日后最□用的，真的是受益匪浅。要

面口社会的挑口，只有不断的学口、口践，再学口、再口践。

通口此次□程口□，

更加扎口的掌握了有关的知口，

但□口一次又一次的思考， □□找出了原因所在，

口方面的知口的欠缺和□□的不足。 通口□自口手制作，

握的知口不再是口上口兵。在口程口□□程中，我口不断□□□□，不断改正，

不断口悟， 不断口取。在今后社会的口展和学口口践□程中，

不口其口的□□□□所在，

然后一一口行解决，

在口□口程中口然遇到

了一些口口，

也暴露出了我在

口践出真知，

使我口掌

一定要不懈努力，

只有口口，

才能成功的做成想做

的事，才能在今后的道路上劈口口棘，收口成功，

参考口料

得到社会及他人的□可!

[1] 黄吉口.数字信号口理及其口用.北京：国防工口出版社，

1982

[2] □□.MATLAB通信仿真及口用口例口解

[M].北京：人民口口大学出版

社， 2006

版社.1994

[3]

[4] 王世一.数字信号口理.北京：北京理工大学出版社，

[5] 口静， 口瑾.基于基于MATLA的通信系口的仿真.北京：北京航空航天

达.口代数字信号口理.北京：清口大学出版社，

2010

大学出版社，

2007

[6] 郭文彬.通信原理-基于

MATLA的口算机仿真[M] .北京：北京口口大学

出版社，

2006

[7] 口利竹， 王口.MATLAB子仿真与口用[M] .北京：国防工口出版社，

2003.

[8] 刘口国.MATLA E程序口口与口用[M] .北京：高等教育出版社，

2006.

[9]

□玉良，王宏志.数字信号口理原理及其

MATLAB[M] .北京：口子工

口出版社，

附口

2005.

□□程序

clear all

A=3.5；f=2000；w=2\*pi\*f；%

t=-0：0.000001：0.004

口音信号口率2K，幅口3.5

y=A\*sin(w\*t) ； %

口音信号

word文档可自由复制口口

figure(4)

plot(t， y)

；

xlabel('t) ；

ylabel('A') ；

legend('原始口音信号)

n=1：100；%抽口的个数

fs=8\*10^3；T=1/fs；

Y(n)=1；

figure(5)

stem(n， Y(n) ) ；

axis([05001] ) ；

xlabel('n') ；

ylabel('

幅度')；

legend('

抽口脉冲信号)；

n=1：100；

fs=8\*10^3；T=1/fs；

s=A\*sin(w\*n\*T) ；

figure(1)

stem(n， s) ； %口域抽口后的信号

axis([0100-44] ) ；

xlabel('n') ；

幅度')；

ylabel(

口域抽口信号口)；

legend('

f=n./(100\*T)；

y 1=abs(fft(s) ) ；

figure(2)

plot(f，

y 1) ；

xlabel('f) ；

ylabel(

幅口')；

legend('

抽口信号口口)；

s 1=s./max(s) ； %

s2=s1./(1/2048)；

口一化

for i=1：100%c

y=s2()；

是pcm 100\* 8

u=[00000000]

if(y>0)% 极口口判断

u(1)=1；

else

u(1)=0；

end

y=abs(y) ；

if(y>=0&y<16)%段落口判断

u(2) =0； u(3) =0； u(4) =0； step=1； st=0；

elseif(y>=16&y<32)

word文档可自由复制口口

u(2) =0； u(3) =0； u(4) =1； step=1； st=16；

elseif(y>=32&y<64)

u(2) =0； u(3) =1； u(4) =0； step=2； st=32；

elseif(y>=64&y<128)

u(2) =0； u(3) =1； u(4) =1； step=4； st=64；

elseif(y>=128&y<256)

u(2) =1； u(3) =0； u(4) =0； step=8； st=128；

elseif(y>=256&y<512)

u(2) =1； u(3) =0； u(4) =1； step=16； st=256；

elseif(y>=512&y<1024)

u(2) =1； u(3) =1； u(4) =0； step=32； st=512；

elseif(y>=1024&y<=2048)

u(2) =1； u(3) =1； u(4) =1； step=64； st=1024；

end

if(y<2048)%段内口判断

t=floor((y-st) /step) ；

p=dec2bin(t， 4) -48；

u(5：8)=p(1：4)；

else

u(5：8)=[1111]

end

c(i，1：8)=u(1：8)；

end

m=c；%□制

m 1=m.'； m 1=reshape(m 1， 2， 400) ； m 1=m 1.；

m 2=bi2de(m 1， left-msb) ；

m 2(find(m 2==0) ) =-1； m 2(find(m 2==2) ) =-3；

c1=c.'；c7=c；

c 1=reshape(c 1， 4， 200) ； c 1=c 1.； %c 1=200\*4，

前两行口c第一行

c 2=encode(c 1， 7， 4， hamming/binary') ； %(7， 4) hamming

c 3=encode(c 7， 15， 8， 'cyclic/binary') ； %(15， 8)

信道口口200\*7

循口□□□

tx 1=c 2； tx 1(find(tx 1==0) ) =-1； tx 2=c 3； tx 2(find(tx 2==0) ) =-1； %

口制

error bit=0；

dB=-25：5：25

for q=1： 11

bit errors=0； bit errors 1=0； bit errors 2=0；

r1=10.^(dB(q)/10)；

r1=0.5./(r1)；

sigma=sqrt(r 1) ； %

口准差

qq 2=m 2+sigma\*randn(400， 1) ； %

加噪声

qq 2(find((qq 2>=0) &(qq 2<2) ) ) =1； %

qq 2(find(qq 2>=2) ) =3；

判决，解口

qq 2(find((qq 2>=-2) &(qq 2<0) ) ) =-1；

qq 2(find(qq 2<-2) ) =-3；

word文档可自由复制口

qq 2(find(qq 2==-3) ) =2；

qq 2(find(qq 2==-1) ) =0；

m 3=de2bi(qq 2， 2， left-msb') ； m 3=m 3.'；

m 3=reshape(m 3， 8， 100) ； m 3=m 3.'； %

把m3成8行100列的矩

errors=zeros(100， 8) ； errors(find(m 3~=c) ) =1； %

00 error ￥ 1

errors=reshape(errors， 1， 800) ； %

bit errors=sum(errors) ；

把矩口□成1行800列的矩口

bit 1(q) =bit errors/(100\*8) ；

rx 1=tx 1+sigma\*randn(200， 7) ； %

rx 2=tx 2+sigma\*randn(100， 15) ； %

加噪声

加噪声

rx 1(find(rx 1>=0) ) =1； rx 1(find(rx 1<0) ) =0； %

rx 2(find(rx 2>=0) ) =1； rx 2(find(rx 2<0) ) =0；

判决，解口

c 22=decode(rx 1， 7， 4， hamming/binary) ； %hamming

c 33=decode(rx 2， 15， 8， 'cyclic/binary') ； %

errors 1=zeros(200， 4) ；

信道口200\*4

循口□□

errors 2=zeros(100， 8) ；

errors 1(find(c 22~=c 1) ) =1； %

口□口其口口

1

errors 2(find(c 33~=c 7) ) =1； %

□□00其□□1

errors 1=reshape(errors 1， 1， 800) ； %

errors 2=reshape(errors 2， 1， 800) ； %

把矩口口成1行800列的矩口

把矩口□成1行800列的矩口

bit errors 1=sum(errors 1) ； %

bit errors 2=sum(errors 2) ； %

error bit(q) =bit errors 1/(100\*8) ；

error bit 2(q) =bit errors 2/(100\*8) ； %

口00

￥00□

口口率

end

figure(3)

semi logy(dB， error bit， ：ro') ；

hold

semi logy(dB， bit 1， --bs') ；

semi logy(dB， error bit 2， -.g\*) ；

grid；

legend('：ro

口明'，--bs

无信道口口，，-.g\*

循口口')；

xlabel('dB') ；

ylabel('

□口率')；

word文档可自由复制口口