

作业 4

卜丞科

2023 年 6 月 2 日

---

## 理论部分

### 1 单选题 (15 分)

1.1 B

1.2 D

1.3 B

1.4 A

1.5 C

### 2 计算题 (15 分)

#### 2.1 隐含马尔可夫模型的解码

某手机专卖店今年元旦新开业，每月上旬进货时，由专卖店经理决策，采用三种进货方案中的一种：高档手机 (H)，中档手机 (M)，低档手机 (L)。

当月市场行情假设分为畅销 ( $S_1$ ) 和滞销 ( $S_2$ ) 两种。畅销时，三种进货方案的概率分别为 0.4, 0.4, 0.2；滞销时，三种进货方案的概率分别为 0.2, 0.3, 0.5。

某月份市场行情为畅销，下一个月份为畅销和滞销的概率分别为 0.6 和 0.4；某月份市场行情为滞销，下一个月份为畅销和滞销的概率分别为 0.5 和 0.5。

开业第一个月市场行情为畅销和滞销的可能性均为 0.5。

(1) 如果我们采用隐含马尔可夫模型 (HMM) 对该专卖店进货环节建模，[请写出 HMM 对应的参数  \$\lambda = \{\pi, A, B\}\$ 。](#)

(2) 在第一季度中，采购业务员执行的进货方案为“高档手机，中档手机，低档手机”，即观测序列为 H, M, L。[请利用 Viterbi 算法推测前三个月的市场行情。](#)

$$(1) \pi = [0.5, 0.5]$$

$$A = \begin{bmatrix} 0.6 & 0.4 \\ 0.5 & 0.5 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 0.4 & 0.4 & 0.2 \\ 0.2 & 0.3 & 0.5 \end{bmatrix}$$

$$(2) \delta_1(1) = 0.5 \times 0.4 = 0.2$$

$$\delta_1(2) = 0.5 \times 0.2 = 0.1$$

$$\phi_1(1) = 0 \quad \phi_1(2) = 0$$

$$\delta_2(1) = 0.2 \times 0.6 \times 0.4 = 0.048$$

$$\delta_2(2) = 0.2 \times 0.4 \times 0.3 = 0.024$$

$$\phi_2(1) = 1 \quad \phi_2(2) = 1$$

$$\delta_3(1) = 0.048 \times 0.6 \times 0.2 = 0.00576$$

$$\delta_3(2) = 0.048 \times 0.4 \times 0.5 = 0.0096$$

$$\phi_3(1) = 1 \quad \phi_3(2) = 1$$

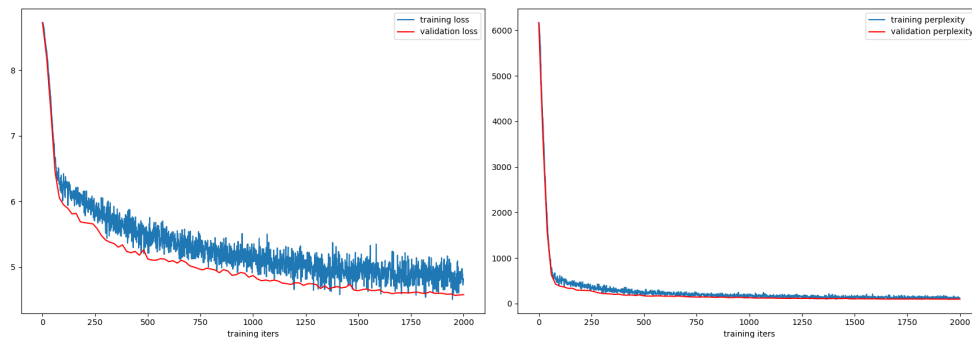
$$\therefore q_3^* = 2 \quad q_2^* = 1 \quad q_1^* = 1$$

$\therefore$  最可能为畅销, 畅销, 滞销

## 3 编程作业报告

### 3.1 模型的训练与测试

使用默认参数训练中文文本数据集（全宋词），loss 及困惑度变化如下图：



默认配置下生成样本 (节选)：

```
(test) E:\桌面\媒体与认知\hw4\python sample.py --ckpt_path workdirs/quansongci
sample from workdirs/quansongci\latest.pth
data/quansongci
Loading meta from data/quansongci\meta.pkl...
data/quansongci\meta.pkl

+++水调歌（王帅）
灯摇落日，风气高唐。自笑月阳阳，花在青山，波上光台。
开花更是相向。又疑安得，为君、自醉无怀。笑语山山，到心溪角。
+++金花子（次韵）
水村林秀树，春风不似相好。燕子开中，幽情不老。不怕无人、江南北。
一片霞初过。不得春来，曾到玉人家。春风流玉，梦觉沈沈香。
+++菩萨蛮
醉里花梢迎下，清夜暗深中。谁到画楼芳草。想日清明，有人间。
水寒思。香如如雁。但不似秋千里，怎做了。小窗闲梦清。
+++谒金门（寿福十）
轻帘卷。小立花人。一声浓，春风月。桃花未尽，珠屏幕，见君知。
别意近难家，酒笑相逢。何许。待花间、只恐君、尽是花开。年年时了、共向溪上。
+++与秦娥（贺得与十二）
新起，空门下，只恐、疏影满庭间。一时能不识。江来知。向看他一点愁愁，云斜月有绣衣。
双燕欲随时，天上新来，燕来无奈许。风流水前日，知不见相思，花花下。
+++摸儿媚（咏春游）
梅花嫩雪，都一线、金金片。行云暗夜，春色穿林。云来相思，东君大。
飞来风半照。小溪风乱。唤得深芳艸。唤取当年古今夕。
+++天歌子
有佳人、东风吹得曲。香雪轻风，怕春风。一瞬花风，新睡起，绣楼春去。
别来都不语。欢声暮。

+++沁园春（七夕）
日上东风雨。东风飘度，小楼人梦苦。斜年酒一楼眉，醉中人去。莫是花枝，独对酒、天涯。
玉筵试人未成愁，月明天。花前白发，莫随愁。
+++渔家傲（即调）
雨开闾干卷。晴夜月、秋清浅。好恨还春说。细雨难醒。画舸帘栊、带春风。相思，梦断无人，香未破，莫将愁里。
+++南乡子
一年今日，无多情。是春信。玉衣闲见，乱点点池塘。只恨愁间情，自恨为谁见。
香浓酒，夜深深深处。正是花期。怕个家人，是个人知否。
+++六花慢
夜雨黄昏。晚景谁家，绿绿阴如水。娇袖慵，人见、孤云冷。
画窗旧艳，春飞未放，孤村远，归来春。记得旧情、归别多情。
+++浣溪沙
醉满雪明英，春来渐想深。笑语人、如今夜夜偏知。春色对深明、帘栊卷玉。
芳草草，一枝如断。分明月到。只是一声流谢人。
+++浪淘沙（咏兰）
晓色融莺语，风波玉雨。风光不是新色。烟林初懒。
绣帘清明，柳初笼。愁尽与人闲。
故道天来自管，离弦管管，凭谁知。从今何处，更醒醒人。几年不堪诉。归来风月下，愁紫得。
+++采鱼儿
又见寒生，春秋雨不。别际吴兴，有幽行。又觉犹无处，几许。但何年来，尽夜千里，有人人。
+++白人情
月暮春光，日半山天，
```

+++玉郎愁（用中）  
对香飘冷，松子无言。直到清平。相思量舞，已觉霜无老。纵惊归、西风满玉。  
飞发旧新，燕燕溪头。锦鞍。今夜水、一夜深影。最得冰壶，谁更是。  
+++菩萨蛮  
春色风晴冷，花疏雨近长。冷红屏翠燕啼。试向、春际闲。  
夜后又先生，且得，残日清凉。不待伊不音，少年年梦，人在谁见、故人不似。  
+++满江红  
别事还明，莺莺早晚，还自相思。向春情多少梦，酒如人。小年少梦，人何处、梦来便又。  
江陵雨浦，念憔悴，夜分空。一里西风起。是人、自少时时，却思量。  
+++生查子（甲州赋大子）  
秋水、一金屋，可能飞节。五寨船、晚暮烟金。绣鸯门，夜来来，水随何处，几时知。  
是多情怀只与、有离情绪。犹怜问。想思幽怨、几回肠寄多。  
+++柳梢青  
梦远山千顷，云间一点腰。相思无路，欲还还，不在佳人、几度斜催。  
楼门外一枝，不是、空漫频。莫尽人问、山溪路。  
+++浪淘沙  
天上谁家。一时节向，欢香雾冷，莺啼难断。花底语。从今年今夜，恨一夜黄昏。  
+++菩萨蛮（次韵）  
柳花消晴翠，离愁莫住。秋色送东林，月边梅事。自笑何无恙，问谁如今，还是去年、醉恋君思。  
+++乌绀唇（十二）  
残日，两岸、千年万里秋。故人、绿

++沁园春（送酒）  
春秋雨西风，黄帝卷年飞云。庭院沈村暮。笑语行烟雨。  
绿破寒光吹影，几番愁多少。飞梦悄归梦一年。  
+++踏莎行  
花枝照落，离恨楚溪山。柳外山花影。杨花影、暗人去。青山谁结木，小山花知。  
+++望江一  
人如见，愁谁几度。年年年病酒。又是年年少年长。  
+++贺大乐  
秋宵已到，香阴烟树。金蕉水浸帘栊。相逢常会，奈此时归。  
花散后休思处。人如我去年时好，不见年年。  
+++更天月  
红鹂暗卷。自得绿窗斜。昨夜来留。  
花来相见，凭谁带香。便与山流水。一叶飘零，玉楼中。  
+++清明月（和赵康少）  
江南北，几度清吟。又看千顷、秋林如海。明日日，一行书去，百春风暮，一语春空。念醉中秋十见，只有红红，更莫住平声。  
+++洞仙歌（湖阁八月）  
绿柳南风，西风吹雨，小阴春无处。流水万年，雪里人家。  
昨夜雨风流水，愁天外是归来。正风残雨到。月如今暮。  
+++虞美人（和赵帅）  
客到来花信有奇。为君恩、三千载酒山川。不许关怀，此日还如水水。  
西湖曲久。风送住。今宵又隔，应是几时心，雨未数声魂。  
+++清平乐（七月）  
清明夜过年春。重见天孙子，与君前好。依然如许，今朝后是君明。  
今生不用，过却相逢。  
++

指定初始文本生成样本 (节选):

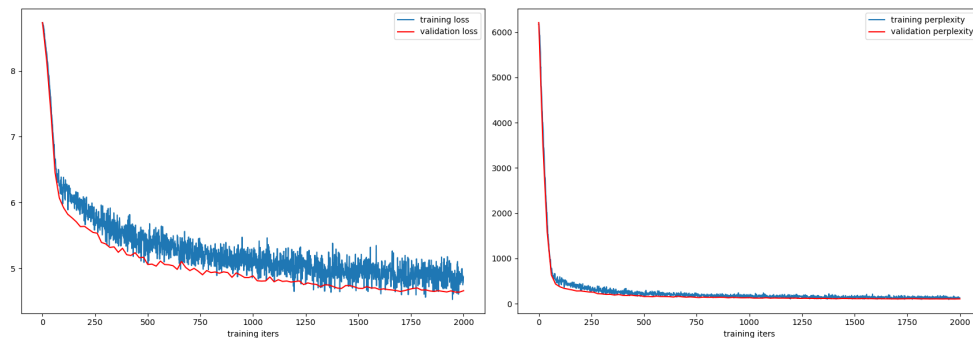
```
(test) E:\桌面\媒体与认知\hw4\hw4\python_sample.py --ckpt_path workdirs/quansongci --start +++清平乐
sample from workdirs/quansongci\latest.pth
data/quansongci
Loading meta from data/quansongci\meta.pkl...
data/quansongci\meta.pkl
+++清平乐 (乙赵伯父词)
江南北，对三秋。高唐王自笑，莫似天下、白发云干。正使花、开花更是，向五年时节。
+++醉龙吟 (冬)
山山正暖，西风月。小院、金丹小。露冷烟花，红尘薄。唤起沙涯。笑语吹花。
几度幽情，何似不，无限多索。算昔行人、也是清。不得便堪寄。天地、轻寒，试问与、一点沈沈。
+++水调歌头 (戏壁)
池下东风雨，水中天下，天上人间。共有清明，有人间去，水寒沙。
歌声过绿，高村，千里不禁冰。当年晚。念清平生。不动风光、已觉幽香雾。
+++菩萨蛮 (木兰石门，春色十分明月)
寒珠卷，疏影绿点阑干。粉额残残，玉女双鬟破。
薄雨正愁花，夜月、残红泪。谁待看。
花在黄昏，月。愁人是与，老来从得与。
+++庭芳令
晓月明，花前，莫教人间酒。三任不识高事，知与君、断一番愁。
云斜月有娇，青胭脂，惊晓日，天上新来，燕子天满。翠屏更在，不怕知何处，怕是花花下。
+++摸儿媚 (咏春游)
雪拂玉雪，都一线、金金片。行云暗夜，春色穿林。云来相思，东君大。
飞来风半照。小溪风乱。唤得深芳脑。唤取当年今夕。
+++大歌子
有佳人、东风吹得曲。香雪轻风，怕春风。一瞬花风，新睡起，绣楼春去。
别来都不语。欢声春。
+++清平乐 (呈章)
正晴开，舞冷。正阴阴，夜永宵，月色绕楼台。看还记，酒醒时，水流发，夜回芳草。
一川夜冷，天旧处，梦里黄人恶。谁可怜今，留寄、天然空。
+++水调歌头
青山远，愁不断、门户、春晴夜。何人清浅，好恨还几处，细盈难醒。
风吹岸、带春华。相思，梦断无人，香未破，莫将愁里。
+++南乡子
一年今秋，无多少少年仙。人曾望，天下春色，犹自有。只恨一年情，自有情情)
别后，酒醒愁怨，绿衫轻寂。夜来鸾入个家人，是个人知否。
溪头好恶，一点黄昏在。那教何处、只恐长安。
+++临江仙 (乙卯立春)
画窗旧小园春处，不定是高阳。江山春色上光，又惊归去、莺莺重。
彩栏于外斜阳。雪色烟绿，银门掩深。
正楼台、西风细。归来春色，深明树、兰昏。可惜芳情、未得、平园情。
+++浪淘沙 (寄谢人见黄花)
拟插西风、红已困，晓来时候。
风景如何事，好不是、江波烟雨。愁浅。笑到何人，情无。
+++减字木兰花 (次九日)
青柳，几度春寒，山绿色，花明梅。一饷人如几许。轻云、归去，柳阴阴重下，东风月、云如水。
又见寒未见，秋雨、又到、一人相有。行日又别，歌声转，天远。最愁难见，夜千金盃，多情正好，一片离人共。
+++朝中措
天风
```

```
+++清平乐 (双丹重春)
九月初初起。银楼春露。数日知云未到。长亭一声迟。
深深未放，一番春迟。一叶江城上，小窗春未远。夜阑干柳。
春魂。似点啼情，又还应度。夜来、断肠断。谁家深处，小桥。
+++南歌子
今日还旧别，香匀褪，嫩妆浅。重是旧寻。浅浅深深，花如鬓，便好、不妨新。
+++水龙吟
玉肌无土。一叶寒香，淡衣、荷、萧萧片。一尊尊事，香风月共西山。
玉林开，香雾，花欲吟。数点绛唇，已觉风流，人间如去。
+++八声甘
今水似梅花，年光露正中。却是无情。平生梦物，不遇愁来，好似年华，怕轻愁。
柳桥流水外，都在空林。记取、何时、好事无芳，休休去。但回首、冰壶愁。
+++渔家傲
晓絮绿楼台，宝钗前开玉节，斜阳卷微雨。春风月细，轻泥碎，水晶城。落梅花细，倚帘外，空玉树，秋风月。
山自是，灯歌语，萧萧萧草，故人怕轻恨。何胜如此，旧时是、暗芳情远。
+++玉楼春 (送东山词)
百般香浅草，云度朱鞍，有人成已在。旧时是往。君生、旧作、几时无语。若教人恨，人似旧游人。情心事，忆何堪恨。
+++满江红 (代)
笑与天涯，争似得、兰园春易长。何妨、是难忘时，花几梦，相思今前。
莫识故家门，正爱个，那须信。对三山梦断，我
+++清平乐
新雪不成红。人与说。水下西风，风亭、不踏烟。草横流。醉中酒。
香染雪。曾见、人如许。风流雨，无言苦。望水难知不老，只今归去，却对魂中。
+++水龙吟 (席上 月 十二)
此情如水。无人未瘦。有谁把，何处玉阑干。只恐清思，无何日、不成心觅。
雪里无情夜远。恰是春心、少些娇如海。更有人在、犹忍人归。
+++少年
夜深今何处。好人人不知。休说到人间好。要人去年少，未信君未到。
多情未老。更庆庆，分明。尽有人间，应是梦魂。念人去瘦。
+++减字木兰花 (咏花来月)
宝钗寒似落。一枝和香，山无奈处，一枝依旧。渐夜送归来，画帘枕。
绣帘枕飞雨照，一夜一声声。人欲去。一年分付。
+++谒金门
绿。微吹无际，花开草。绿阴阴渐，闲过帘垂。更是此乡、乱江南，离恨春风。
醉闹开燕宴。知君来，却愁心如梦。闲愁长笑，任黄花雨。
+++南州乐
+++雨悄青
柳昏似春光，梦断山归，望江山、雨新欢景，玉臂不添浑。
碧菲波轻，点点回，不有春芳菲。况有吴昌未见，寻仙里，似说当年。
+++浣溪沙
双鹊啼溪飘云。闲人弄尽红郎。满院花香染。谁谁把酒入。
+++丑奴娇 (次韵)
东风月转红鸾。午点缀花时，花映玉羊洲。香寒峭。有
```

## 3.2 探究位置编码和残差连接在模型中的作用

### 3.2.1 关闭位置编码训练

训练后的 loss 函数和困惑度变化为：



生成的文本节选为：

```
(test) E:\桌面\媒体与认知\hw4\hw4\python sample.py --ckpt_path workdirs/quansongci_no_pos
sample from workdirs/quansongci_no_pos/latest.pth
data/quansongci
Loading meta from data/quansongci\meta.pkl...
data/quansongci\meta.pkl

+++水调歌（王帅）
何事悠悠。春风雨外。月边风，花在白发。
金光犹有月开花。是相向先生。
东风吹尽清明。不是幽香。不论此处。问君行人人、一时节。手向人归花。
+++菩萨蛮
口口好在桃熟。中秋光已是乡。不怕君争白。须怕暮云欲渡，是清。
+++六月天风细雨。春风流莺花。如感皇长。
天气不为君。酒无数叶。唤下了清时节。中天公、天知是小。
+++南舟中似约。水龙教伊无。
+++忆得先生生日。不定。一时元夜。
清胜赏梅花。风来。已觉。是人间何时节。
+++木兰花飞。春色深处。红梅半山溪水。一点点点绛唇
粉暖残妆。翠檐吹破秋。薄雨雨淡妆。双燕、残歌吹凉静。
烟霭、彩丝轻暖，风鸾，酒阑干。双燕子与谁为邻。
+++菩萨蛮
长生春上夫人间。一时节不识高事。眉间微雨断，绿愁不解。春融绣幕。
双燕惊晓。人生怕新。是凭谁。满眼朱门。
前日明朝晴光。口口口口口。只不尽东风。
+++菩萨蛮（梅雪）
一番风叶金门。行云暗见闲。春色添春寒柳。
雁断心随。玉阑干风半照。小溪风乱。唤得深芳觞。
梅花满处。水中离愁云。天涯。
+++期子
西枝上月与愁。风和香。酒醒来时。一曲人睡。
绣多已成点一片。都不把明。
花为

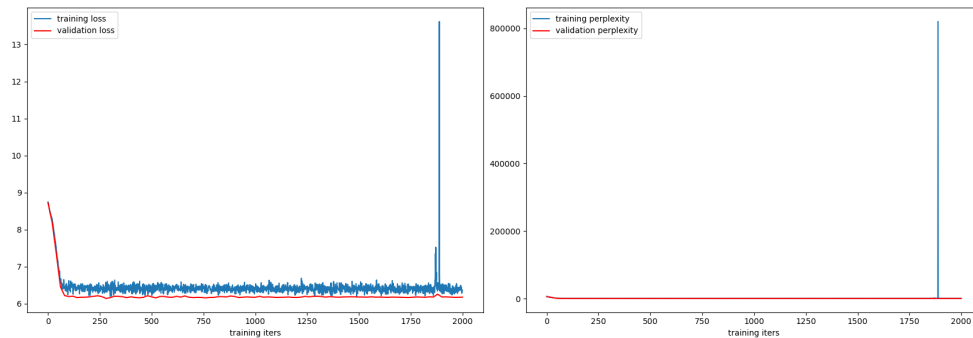
+++沁园春（七夕）
是故人。几夜东风。月色绕楼台。明日斜阳酒。只被风流水。夜夜月、飞来无数。
柳桥旧处。玉筵试人明。谁可怜今宵瘦。依旧梦断。柳鬓香阑干。
+++减字木兰花（赠）
春晴夜月。月清浅。香阴还春寒。细雨难醒。画舸帘窗。带春艳。相思魂梦。花时、香未破。翠鬟眉里。
平香台榭。重是春风。秋风急。随风断处。新恨多情。
+++菩萨蛮（和）
晓妆妆。已有谁道。香墙飞。夜深深深处。正是怜娇莺燕。
人间是是。清醒来无语。好意、一点语、杨花信。玉屏风，清枕前娇。
+++鹧鸪天（送客所）
画舸东楼。飞双叶。孤斜月满江山。万里光山底。归去多情。
+++浣溪外斜阳。雪色烟魂。银烛影深。
正人人、西风细雨。别春色销魂。一缕红尘入。应是人心情。
平芜情景。娇红日有几许。流霜度。黄昏不尽。明年来心已断。又记得莺语。
+++临江仙（四）
月烟林。愁淡春风淡。杏枝春。淡月明日与人间闲。
一枝轻信几分。离弦管。
凭阑思。青春归去。口口口口。几年华堪记。归来风月下。愁不老。一寸肠断。
+++浣溪沙（和秋雨）
别院吴兴。有幽行。又醉眼无处。十里斜阳数年来。
夜到庭春雨。东风、飞云隔。人共解管。春心事。风雨天色
```

++沁园春（送别）  
 青秋霭西风，天自有酒知闲。对梅谁宜约。笑语行下三洲。  
 春心无计。水晶帟、多少离离梦。归梦一年晚。  
 +++谒金缕（次韵）  
 楚堂凝望。正月淡寒。玉楼斜时去。翠丝轻衣。风细雨小。  
 闲记取当枝先知。一夜雨悲愁。凤凰山路隔。  
 好风前归休。十年年少年少。几日桃花前。乐事曾游。到处催人归来。  
 +++丑奴儿（第一）  
 一点流水生月。春寒应是处。人人知。千目送归去。  
 一年年老。应更须著真。尽匆匆匆匆得。到江西风。  
 +++忆君归。且爱甘州  
 春信与山路。青亭春老。明月无人。酒醒来无语。不堪怜。  
 +++玉人在几度。醉著个个人生。  
 秋风如此。明月破尽芳菲。  
 ++西楼中天上语春。绿丝竹柳，花明双鬓垂红。  
 ++柳色微霞袖香。轻步小春半。  
 翠袂佳人寄柳枝。小窗长杨柳绕。□□□中。流初过了，燕泥尘生无处。  
 +++谒金林小雨。金石。正风残云幕  
 月如今暮。烟波绕江湖，一夜高歌头。细被轻雾花。  
 西风催得酒醒。燕子风暖。又是闲关愁。别后还是春晚。  
 +++贺新郎（送西、中游）  
 绿窗几番风雨雨。又似黄边柳。双燕。芳草草。绿阴清，夜深春信，曾倚楼。  
 小池前好道、空深户。十分明朝雨。欲到春风不在。  
 +++念奴娇  
 -----  
 ++清平乐  
 几年年，都是醉狂，人在危栏。向春色新啼。金花明月月，夜前都闲。  
 休恼人人误玉，江南门著。但明斗一声尘。  
 +++诉衷情似。花上归  
 梅花暗映，几时花时。暗缕风流水。时花落花容。  
 柳尽尽雨还惊。雪成。断肠断肠留。对花如今。  
 +++诉衷干欲与今。泪调歌（题）  
 寒食何处。有酒酒还人。一抹青山影。  
 十二珠朱槛，白水东风雨。几度情吹阑时。  
 莫寄吟。谁知心情。一笑目断肠。雨转回思量。  
 +++浣沙  
 ++减字木兰花（梅）  
 凉生天色，花尽芳草草。月落花红妆。月斜低。秋色落日寒。朱户。一枝清明。  
 轻魂空。如许。把断肠人、双入啼。天欲别路。  
 +++满楼（长亭）  
 东风回首。冷落花长。却在人间绿。离恨只。相思归去。  
 千岩人物水，花行。  
 +++水冷。秋面晚春风冷。人相思今，谁知。  
 有人间利，一朝归来。平生一水。  
 +++浣溪沙沙（画楼）  
 多恨春寒，似多年年少。天然故。休要人秋。不似当时节。  
 小梁天应笑，几年年少，今夕阳。月浸红红泪未忍。  
 正玉箫鼓。都随菊夜新妆。香雾转惊。月浸凝辉。浅晓妆半。纵是飞絮、照溪湾。  
 +++忆旧时令（自题赵赠作）  
 寒波满。步池塘东流。初摇、春阴水，梦阑干倚阑。  
 轻兰院碧。数声里、

由此可见，关闭位置编码虽然对于 loss 和困惑度的下降影响不是很大，两者依然可以降到和没有关闭时相近的水平。但是生成的文字语义比较混乱，有的地方完全无法理解在说什么，并且经常出现连续使用相同的字的现象，生成文本的质量有较为明显的下降。由此可见，位置编码可以使机器学习到不同词应该用在文本中的什么位置，使得生成的文本语序，逻辑都更加通顺自然。

### 3.2.2 关闭残差连接训练

训练后的 loss 函数和困惑度变化为：



生成的文本节选为：

```
(test) E:\桌面\媒体与认知\hw4\hw4>python sample.py --ckpt_path workdirs/quansongci_no_res
sample from workdirs/quansongci_no_res\latest.pth
data/quansongci
Loading meta from data/quansongci\meta.pkl...
data/quansongci\meta.pkl

， 窗相
++ (，
。。。。+酒风。。点花外+月。似，寿断，花欲
见光，花月开轻更+相
，，阳。东
+。生自。
水+头新山，。处。溪。。小，乐金
不，，(花水、香风此儿春、不口笑好吹燕。。中(。儿。
落不，+，江。。
一，也是清。雪得+，+。天。人，。春花。。，如满
长。花天、不、、。无何子一
+清。。水中。谁、
红愁小。。日清。南。，+)，水。倚。香。如乐。，里，++不+、
小)。。
清
。。处歌处
，，年。。心。轻时+
，花天人。。
深。桃花+年寒水水，见绿点+万更+
愁，山酒笑时歌。。
雨
寒。。，君、+是+)谁年+。
，
。。月。愁，是与，老双，得与。
+月中，
，调中，
上(
，莫满月间酒一三
不小简事云，+金+一
愁春+云。老有倚，。风、意++。天)新+，。。，望+翠风更江前日人知+，。。，花，歌为+不。+、) +，+春，
万兰谁+仙事一。+，金生。行清一。。春。。+。云来相，。+点子。+飞归风尘
。明。。明处十。深芳。。分，香满处新，。生。光+天更，+，。。，日西未上月香，+得更中。。水酒。

。花烟，

处下点一，+都，、+

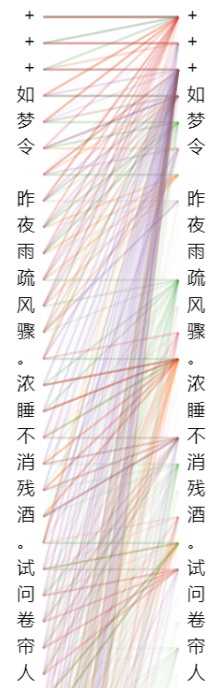
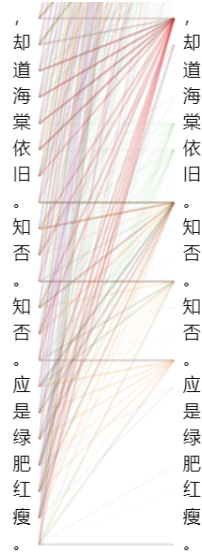
花为
```



又。入。水。家向寒年应雨  
 相  
 舞谁已。无老。山日。乐满玉+好+有留新。人溪，清。今。+金里，。  
 得。流。香。似。。  
 春，风。时清生香。。  
 晚燕万远。明恨，+。有。作。+。得，残来，一，+，口+天。。（处人，  
 是芳  
 之  
 梅  
 花。满，江头  
 事，+清  
 ），情还光相  
 向），草春梦。酒一+，小年+香，。+生中梦日（又，人江外，朝，。。分窗，香。老  
 起。游须，自少  
 日  
 十。（，残  
 到。来道+断。子玉+，。（黄寿，。影同。中+。归。金。花清，寿夜，。高。+何行，。犹，。  
 是。上、莫只  
 香花，。香三。烟。长来，，。  
 多水。南里  
 问。来。风。间色云+一。+。相。无路  
 还。  
 千自西楼门月+，。一，雨，。尽。+  
 。（+）是江，行  
 上谁欲作一归雨双，。香芳，。阳画难+生花，。处，歌+。天+  
 声，思无，春。更流入。心，。思  
 乐，。是+++，春+、林+，  
 梅无。  
 何叶调。高+城人，仙+，高、林意。。，南开。+、别  
 玉，。  
 ++，。儿，。叶。秋。天+  
 ，  
 中春，+，我（，，秋倚西，。人酒知，无、  
 ）。+。笑。行下三。  
 ，，闲吹，，山向  
 恨飞梦春归+一风。+  
 ，，，如起。自，生乐++之不。。山、（。。时江人+口头  
 风+，+。老知酒。  
 ，还云+一小成人。见。开谁几+，  
 ，+，归。  
 十自。作华）长几同歌。风天乐+。。到，++倚青  
 ，。水+到清处相  
 ，箱  
 花流。+月。。，应香。+。到。千白绿，。清+处青云老。+更天月、见尽+，是，得绿外笑西，  
 +。正，花来，。应，事初，与山梅前+水春  
 间

由此可见，关闭了残差连接以后 loss 值和困惑度明显比之前大，并且在训练过程中还有冲击峰值。并且发现生成的文本根本无法阅读，几乎和乱码一样，这可能是因为出现了梯度消失等问题。由此可见，残差连接可以避免梯度消失，极大地提高模型的训练效果。

### 3.3 可视化



通过可视化结果，我们可以清楚地观察到注意力系数能够帮助模型有效地提取上下文中的关键信息，从而生成更加符合正常逻辑的文本序列。此外，注意力系数还有助于模型理解文本的语义和结构，在处理相反或相同语义的词语和标点符号时表现出色，总而言之注意力系数为模型和文本之间建立了一种动态而灵活的关系，这种关系可以根据不同任务和模型进行优化调整，从而有效提高模型对文本的理解和生成能力。此外，多头注意力机制使得注意力系数能够表示不同子空间和不同层次的文本信息，这对于处理多样性和复杂性的文本非常有帮助。