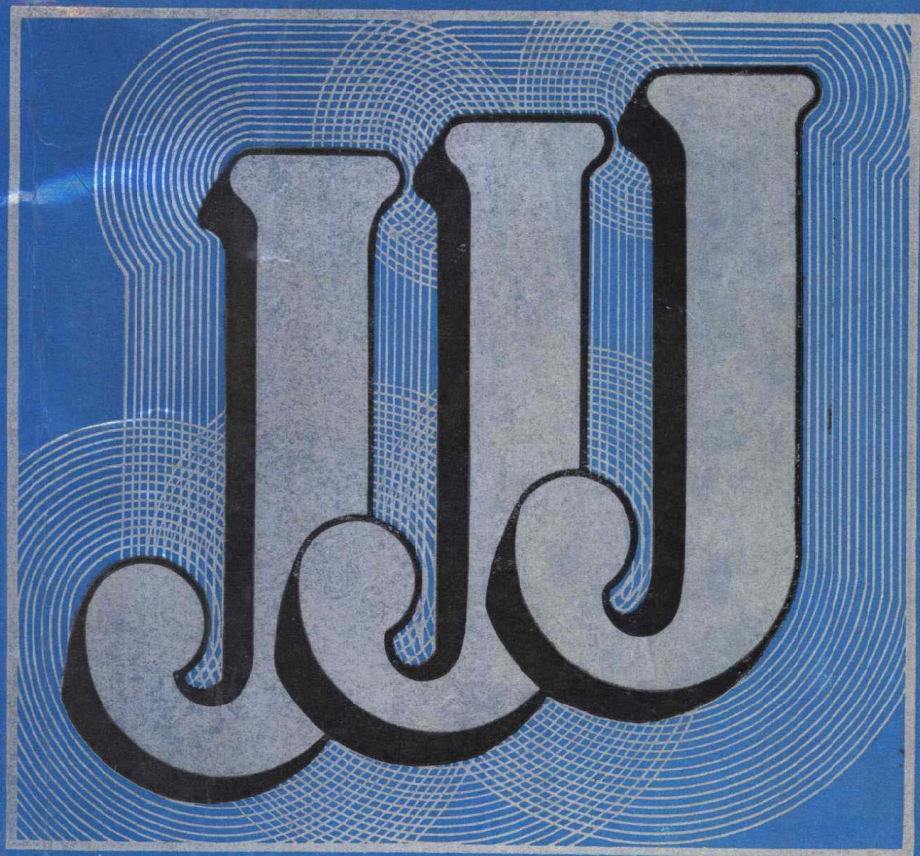


国家机械工业委员会统编

中级管道工工艺学

机械工人技术理论培训教材

JIXIE GONGREN JISHULILUN PEIXUN JIAOCAI



机械工业出版社

机械工人技术理论培训教材

中级管道工工艺学

国家机械工业委员会统编



机械工业出版社

本书共分九章，较详细地阐述了中级管道工必须掌握的技术理论知识和操作技能，其主要内容有：常用弯管设备的制作，管道工程中常用水泵及风机的安装与维修，常用测量仪表的安装，管道水力计算知识，管道工程施工及验收，以及给排水管道、热力管道和车间内部常见工业管道的安装和维修等知识。

本书为中级管道工培训教材，也可供从事管道工程施工和设计的工程技术人员参考。

本书由沈阳水泵厂林亲深、沈阳重型机器厂严丹编写，沈阳重型机器厂马福安、沈阳第一机床厂刘永和审稿。

中级管道工工艺学

国家机械工业委员会统编

责任编辑：俞逢英

责任校对：刘志文

封面设计：林胜利 方 芬 版式设计：乔 玲

责任印制：张俊民

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业许可出字第117号）

北京市房山区印刷厂印刷

机械工业出版社发行·新华书店经销

开本 787×1092¹/₃₂·印张11·字数242千字

1988年11月北京第一版·1988年11月北京第一次印刷

印数00,001—38,000·定价：4.20元

ISBN 7-111-01168-6/TU·4

前 言

1981年，原第一机械工业部为贯彻、落实《中共中央、国务院关于加强职工教育工作的决定》，确定对机械工业系统的技术工人按照初、中、高三个阶段进行技术培训。为此，组织制定了30个通用技术工种的《工人初、中级技术理论教学计划、教学大纲（试行）》，编写了相应的教材，有力地推动了“六五”期间机械行业的工人培训工作，初步改变了十年动乱造成的工人队伍文化技术水平低下的状况，取得了比较显著的成绩。

鉴于原机械工业部1985年对《工人技术等级标准（通用部分）》进行了全面修订，原教学计划，教学大纲已不适应新《标准》的要求，而且缺少高级部分；编写的教材，由于时间仓促、经验不足，在内容上存在着偏深、偏多、偏难等脱离实际的问题。为此，原机械工业部根据新《标准》，重新制定了33个通用技术工种的《机械工人技术理论培训计划、培训大纲》（初、中、高级），于1987年3月由国家机械工业委员会颁发，并根据培训计划、大纲的要求，编写了配套教材149种。

这套新教材的编写，体现了《国家教育委员会关于改革和发展成人教育的决定》中对“技术”工人要按岗位要求开展技术等级培训”的有关精神，坚持了文化课为技术基础课服务，技术基础课为专业课服务，专业课为提高操作技能和分解解决生产实际问题的能力服务的原则。在内容上，力求以

406145 / 3708.01

基本概念和原理为主，突出针对性和实用性，着重讲授基本知识，注重能力的培养，并从当前机械行业工人队伍素质的实际情况出发，努力做到理论联系实际，通俗易懂，具有工人培训教材的特色，同时注意了初、中、高三级之间合理的衔接，便于在职技术工人学习运用。

这套教材是国家机械工业委员会委托上海、江苏、四川、沈阳等地机械工业管理部门和上海材料研究所、湘潭电机厂、长春第一汽车制造厂、济南第二机床厂等单位，组织了200多个企业、院校和科研单位的近千名从事职工教育的同志、工程技术人员、教师、科技工作者及富有生产经验的老工人，在调查研究和认真汲取“六五”期间工人教材建设工作经验教训的基础上编写的。在新教材行将出版之际，谨向为此付出艰辛劳动的全体编、审人员，各地的组织领导者，以及积极支持教材编审出版并予以通力合作的各有关单位和机械工业出版社致以深切的谢意！

编好、出好这套教材不容易；教好、学好这些课程更需要广大职教工作者和技术工人的奋发努力。新教材仍难免存在某些缺点和错误，我们恳切地希望同志们在教和学的过程中发现问题，及时提出批评和指正，以便再版时修订，使其更完善，更好地发挥为振兴机械工业服务的作用。

国家机械工业委员会
技工培训教材编审组

1987年11月

目 录

前言

第一章 煨管设备及弯管计算	1
第一节 弯管的一般知识	1
第二节 弯管计算及下料	4
第三节 常用煨管设备	15
复习题	20
第二章 管材的线膨胀及伸缩器	22
第一节 管材的线膨胀及伸缩量的计算	22
第二节 管道的固定支架及自然补偿	26
第三节 伸缩器的选用和安装	30
复习题	44
第三章 管道的水力计算及强度计算	45
第一节 管道的流速和流量	45
第二节 管道的阻力损失	48
第三节 管道的水力计算	52
第四节 管道的强度计算	63
复习题	67
第四章 常用测量仪表	69
第一节 温度测量仪表	69
第二节 压力测量仪表	73
第三节 流量测量仪表	79
第四节 液位测量仪表	83
复习题	86

第五章 管道工程施工	87
第一节 施工准备	87
第二节 管道施工的一般要求	98
第三节 管槽洞的预留与套管安装	103
第四节 室内管道安装	107
第五节 室外管道安装	112
第六节 管道工程验收	117
复习题	119
第六章 水泵与风机	120
第一节 离心式水泵的工作原理及分类	120
第二节 离心泵的基本构件	122
第三节 离心泵的基本工作参数	123
第四节 离心泵的安装	129
第五节 水泵管路及附件的安装	137
第六节 水锤及其预防	140
第七节 水泵的运行和维护管理	142
第八节 离心泵常见故障和排除方法	145
第九节 通风机的的工作原理及构造	148
第十节 通风机的性能参数	151
第十一节 通风机的安装	155
第十二节 通风机的运行管理	158
第十三节 通风机常见故障及排除方法	160
复习题	162
第七章 给排水管道安装与维修	164
第一节 给水系统的组成与分类	164
第二节 给水管道水力计算知识	165
第三节 室内给水管道的安装	172
第四节 水箱及气压给水装置	177
第五节 消防管道系统的安装	184

第六节	室内热水管道的安装	186
第七节	排水管道系统的组成	188
第八节	排水管道计算知识	189
第九节	室内排水管道的安装	194
第十节	室内卫生器具的安装	198
第十一节	屋面雨水管道的安装	200
第十二节	室外给水管道的安装	204
第十三节	室外排水管道的安装	207
第十四节	给排水管网中的附件及构筑物	213
第十五节	给水管道的试压及冲洗消毒	217
第十六节	排水管道的充水试验	220
第十七节	给水管道的维修管理	221
第十八节	排水管道的维修管理	224
复习题		227

第八章 采暖管道系统的安装与维修 229

第一节	采暖系统的组成及分类	229
第二节	房间热损失计算基本知识	233
第三节	热水采暖系统的工作原理及基本图式	239
第四节	热水采暖系统室内管道布置	247
第五节	蒸汽采暖系统的分类及基本图式	252
第六节	散热器的安装	257
第七节	室内采暖系统管道的安装	265
第八节	室外供热管道的敷设和安装	269
第九节	热水采暖系统的附件安装	272
第十节	蒸汽采暖系统中的附件安装	279
第十一节	采暖系统的试压	284
第十二节	蒸汽采暖与热水采暖的比较	287
第十三节	辐射采暖	289
第十四节	暖风机采暖	294

第十五节 高温水采暖	299
第十六节 采暖系统的运行、调整	303
第十七节 采暖系统常见故障及其排除	309
复习题	314
第九章 各种工业管道的安装与维修	317
第一节 车间内部工业管道安装的一般规定	317
第二节 压缩空气管道的安装和维修	319
第三节 氧气管道的安装	327
第四节 乙炔管道的安装	330
第五节 煤气管道的安装	335
第六节 燃油管道的安装与维修	339
复习题	342

第一章 煨管设备及弯管计算

弯管按其制作方法不同，可分为煨制弯管、冲压弯管和焊接弯管。煨制弯管又分为冷煨和热煨两种。本章着重介绍常用煨管设备的结构特点、性能及操作等方面的知识，以及煨制弯管的下料计算。

第一节 弯管的一般知识

弯管是改变管道方向的管件。在管子交叉、转弯、绕梁等处，都可以看到弯管。

煨制弯管具有较好的伸缩性、耐压高、阻力小等优点。因此，在施工中常被采用。

弯管的主要形式有：各种角度的弯头、U形管、来回弯（或称乙字弯）和弧形弯管等，如图1-1所示。

弯头是带有一个任意弯曲角的管件，它被用在管子的转弯处。弯头的弯曲半径用 R 表示。 R 较大时，管子的弯曲部分就较大，弯管就比较平滑； R 较小时，管子的弯曲部分就较小，弯得就较急。

来回弯是带有两个弯曲角（一般为 135° ）的管件。来回弯管子弯曲端中心线间的距离叫做来回弯的高度，用字母 h 表示。室内采暖立支管与干管及散热器连接，管道与不在同一平面上的接点连接时，一般需采用来回弯。

U形管是成正半圆形的管件。管子的两端中心线间的距离 d 等于两倍弯曲半径 R 。U形管可代替两个 90° 弯头，经常用来连接上下配置的两个圆翼形散热器。

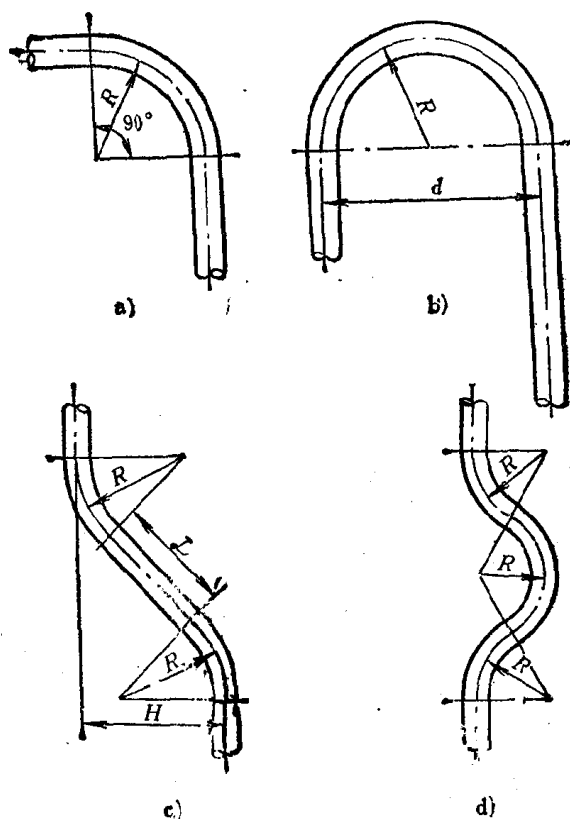


图1-1 弯管的主要形式

a) 弯头 b) U形管 c) 来回弯 d) 弧形弯管

弧形弯管是带有三个弯曲角的管件。中间角一般成 90° ，侧角成 135° 。弧形弯管用于绕过其它管子，在有冷热水供应的卫生设备配管时，经常采用弧形弯管。

弯管尺寸由管径、弯曲角度和弯曲半径三者确定。弯曲角度根据图纸和施工现场实际情况确定，然后制出样板，照样板煨制并按样板检查煨制管件弯曲角度是否符合要求。样

板可用圆钢煨制，圆钢的直径根据所煨管径的大小选用，10~14mm即可。弯管的弯曲半径应按管径大小、设计要求及有关规定而定。既不能过大，也不应选得太小。因为弯曲半径过大，不但用材料多，而且管子弯曲部分所占的地方就大，这样会给管道装配带来困难；弯曲半径选得太小时，弯头背部管壁由于过分伸长而减薄，使其强度降低，而在弯头里侧管壁被压缩，形成皱纹状态。因此，一般规定：热煨弯管的弯曲半径应不小于管子外径的3.5倍；冷煨弯管的弯曲半径应不小于管子外径的4倍；焊接弯头的弯曲半径应不小于管子外径的1.5倍；冲压弯头弯曲半径应不小于管子外径。

弯管时，弯头里侧的金属被压缩，管壁变厚；弯头背面的金属被拉伸、管壁变薄。弯曲半径越小，弯头背面管壁减薄就越严重，对背部强度的影响就越大。为了使管子弯曲后不致对原有的工作性能有过大改变，一般规定管子弯曲后，管壁减薄率不得超过15%。管壁减薄率可按下式进行计算：

$$A = \left(1 - \frac{R}{R + \frac{D_w}{2}} \right) \times 100\% \quad (1-1)$$

式中 A ——管子弯曲后外侧母线处管壁的减薄率（%）；

D_w ——管子外径（mm）；

R ——弯管的弯曲半径（mm）。

弯管时，由于管子弯曲段内外侧管壁厚度的变化，还使得弯曲段截面由原来的圆形变成了椭圆形。弯管断面形状的改变，会使管子的过流断面面积减小，从而增加流体阻力，同时还会降低管子承受内压力的能力。因此，一般对弯管的椭圆率做以下规定：管径小于或等于150mm时，椭圆率不得大于10%；管径小于或等于200mm时，椭圆率不得大于8%。

管道的椭圆率可按下式进行计算:

$$T = \frac{d_1 - d_2}{d_1} \times 100\% \quad (1-2)$$

式中 T ——椭圆率 (%);

d_1 ——最大椭圆变形处的长径 (mm);

d_2 ——最大椭圆变形处的短径 (mm)。

应用水、煤气钢管和直缝焊接钢管制作冷煨弯管或热煨弯管时, 管子的焊缝应位于距侧面中心线 45° 的地方, 如图1-2所示。以免弯曲时, 管子焊缝开裂。

煨制弯管一般不允许产生皱纹, 如有个别起伏不平的地方, 其高度亦不得大于以下规定: 管径小于或等于 125mm 时, 不得超过 4mm; 管径小于或等于 200mm 时, 不得超过 5mm。

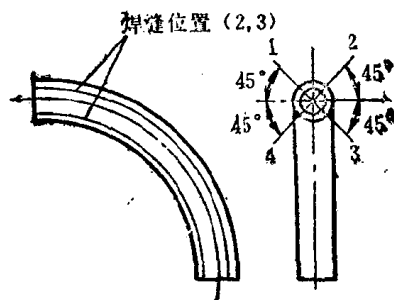


图1-2 有缝钢管弯曲时焊缝的位置

第二节 弯管计算及下料

在进行弯管工作之前, 必须先算出管子弯曲段的展开长度, 并划出弯曲的始点, 以便弯曲后能得到正确的半成品件。

一、 90° 弯管的计算

90° 弯管在管道工程中应用最广, 其弯曲半径 R 因制作方法不同而异。对于冷煨弯管, 常取 $R = (4 \sim 6)D$; 热煨弯管取 $R = 4D$; 冲压弯头或焊接弯头, 常取 $R = (1 \sim 1.5)D$ 。弯曲半径确定以后, 即可计算出弯曲部分的下料长度, 并能确定热煨时的加热长度, 如图1-3所示。从图中可知, 管道弯

曲后，其弯曲段的外弧、内弧不是原来的直管实际长度，而只有弯管中心线的长度在弯曲前后不变，其展开长度等于原直管段长度。现设弯曲段起止端点分别为 a 、 b ，当弯曲角为 90° 时，管子弯曲段的长度正好是以 R 为半径所画圆的周长的 $1/4$ ，其弧长用弯曲半径来表示，即为

$$\text{弧长 } \widehat{ab} = \frac{2\pi R}{4} = 1.57R$$

(1-3)

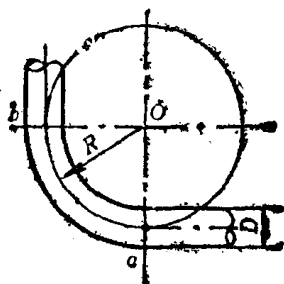


图1-3 90° 弯管

由式 (1-3) 可知， 90° 弯管弯曲段的展开长度为弯曲半径的 1.57 倍。

在弯制 U 形弯、反向双弯头或方形伸缩器时，如以设计图纸要求或实际测量得出的两个相邻 90° 弯头的中心距尺寸进行划线煨制，那么弯成的两个弯头中心距将比原来的距离要大些，这是由于金属管材加热弯曲时产生延伸的结果。下料时，应将两个弯头中心距减去这一延伸误差，再划出第二个弯头中心线和加热长度，这样才能使两个弯头弯好后，中心线间的距离正好等于所需要的尺寸。延伸误差如图 1-4 所示，其数值可按下式进行计算：

$$\Delta L = R \left(\lg \frac{a}{2} - 0.00875a \right) \quad (1-4)$$

式中 ΔL ——延伸长度 (mm);

R ——弯曲半径 (mm);

a ——第二个弯曲角的角度 ($^\circ$)。

下面以方形伸缩器为例，说明弯管划线下料计算方法。

在图1-5 a 中, 已知方形伸缩器的尺寸单位为 mm, 管径为 $D_e 150$, 弯曲半径 $R = 4D_e = 600\text{mm}$ 。

若划线在图1-5 b 的直线上进行, 并以左边端点 o 为起点, 由图上可以看出

$$oa = 1500 - R = 1500$$

$$- 600 = 900\text{mm}$$

ab 是弯曲部分, 其弧长为

$$\widehat{ab} = 1.57R = 1.57 \times 600$$

$$= 942\text{mm}$$

从 a 到 d 由两个反向 90° 弯加一直管段 bc 组成, 直管段 bc 的长度应减去延伸误差 ΔL , 则

$$bc = 2100 - 2R - \Delta L$$

由式 (1-4) 可知

$$\Delta L = 600 \times (1 - 0.00875 \times 90) = 127.5\text{mm}$$

$$\text{那么 } bc = 2100 - 2 \times 600 - 127.5 = 772.5\text{mm}$$

依此类推, 便可计算出各管段的下料长度, 如图 1-5 b 所示, 划线工作便可顺利进行。

在实际工作中, 煨制多个弯头组成的管件时, 划线工作都分几次去完成。首先在草图上计算出各段下料长度, 选取适当长度的直管; 然后从一端开始逐个弯头进行制作, 在前一个弯头制作好之后, 再划下一个, 以便处理在弯管工作中的尺寸误差。

二、任意弯管的计算

任意弯管是指任意弯曲角度和任意弯曲半径的弯管。这种弯管弯曲部分的展开长度可按下式进行计算:

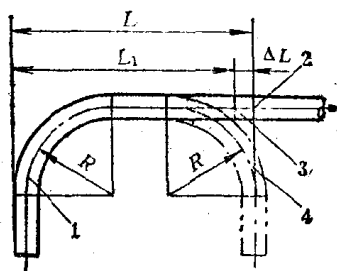


图1-4 U形弯划线示意图

- 1—第一个弯头 2—规定的第二个弯头中心线位置
3—实际第二个弯头中心线位置 4—第二个弯头

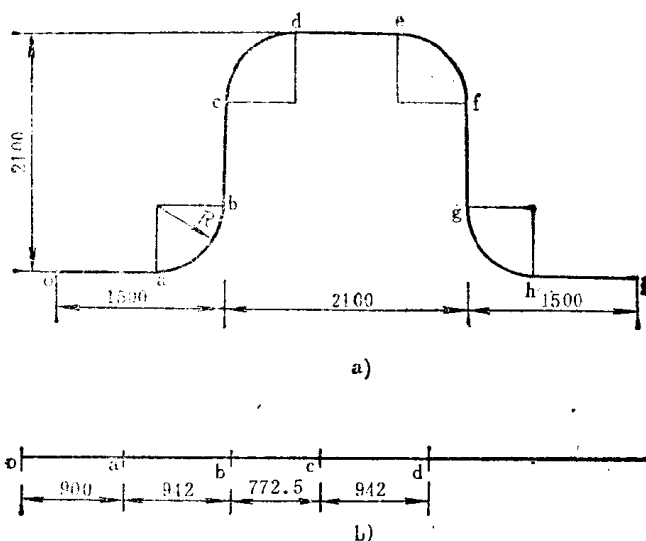


图1-5 方形伸缩器的下料

$$L = \frac{\pi \alpha R}{180} = 0.01745 \alpha R \quad (1-5)$$

式中 L ——弯曲部分的展开长度 (mm);

α ——弯曲角度 ($^{\circ}$);

π ——圆周率;

R ——弯曲半径 (mm)。

此外, 任意弯管弯曲段展开长度的计算, 还可按图 1-6 及表 1-1 进行。

下面举例说明表 1-1 的使用方法。

例 已知图 1-7 中弯头的弯曲角度 $\alpha = 25^{\circ}$, 弯曲半径 $R = 500\text{mm}$, 安装管段距转角点 M 的距离

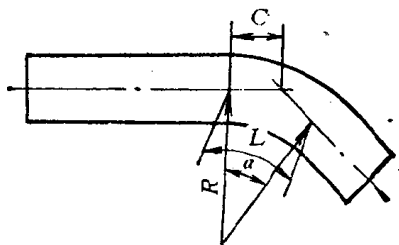


图1-6 任意弯管

表1-1 任意弯管计算

弯曲角度 α (°)	半弯直长 C	弯曲长度 L	弯曲角度 α (°)	半弯直长 C	弯曲长度 L
1	0.0087	0.0175	32	0.2867	0.5585
2	0.0175	0.0349	33	0.2962	0.5760
3	0.0261	0.0524	34	0.3057	0.5934
4	0.0349	0.0698	35	0.3153	0.6109
5	0.0436	0.0873	36	0.3249	0.6283
6	0.0524	0.1047	37	0.3345	0.6458
7	0.0611	0.1222	38	0.3443	0.6632
8	0.0699	0.1396	39	0.3541	0.6807
9	0.0787	0.1571	40	0.3640	0.6981
10	0.0875	0.1745	41	0.3738	0.7156
11	0.0962	0.1920	42	0.3839	0.7330
12	0.1051	0.2094	43	0.3939	0.7505
13	0.1139	0.2269	44	0.4040	0.7679
14	0.1228	0.2443	45	0.4141	0.7854
15	0.1316	0.2618	46	0.4245	0.8029
16	0.1405	0.2793	47	0.4348	0.8203
17	0.1494	0.2967	48	0.4452	0.8378
18	0.1584	0.3142	49	0.4557	0.8552
19	0.1673	0.3318	50	0.4663	0.8727
20	0.1763	0.3491	51	0.4769	0.8901
21	0.1853	0.3665	52	0.4877	0.9076
22	0.1944	0.3840	53	0.4985	0.9250
23	0.2034	0.4014	54	0.5095	0.9425
24	0.2126	0.4189	55	0.5205	0.9599
25	0.2216	0.4363	56	0.5317	0.9774
26	0.2309	0.4538	57	0.5429	0.9948
27	0.2400	0.4712	58	0.5543	1.0123
28	0.2493	0.4887	59	0.5657	1.0297
29	0.2587	0.5061	60	0.5774	1.0472
30	0.2679	0.5236	61	0.5890	1.0647
31	0.2773	0.5411	62	0.6009	1.0821