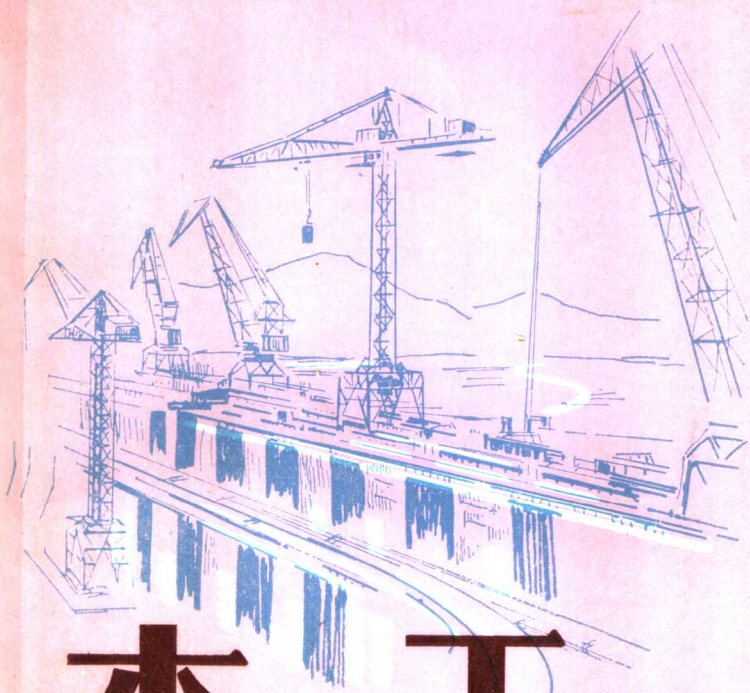


水利水电工程施工工人丛书



# 木工

水利电力出版社

水利水电工程施工工人丛书

# 木 工

---

武汉水利电力学院 水利施工及  
建筑材料 教研室編

水 利 电 力 出 版 社

## 内 容 提 要

本书介绍了常用木材的基本性能，木工放样，水工模板的基本类型、构造、安装、拆除以及模板支撑结构的受力分析等。

本书可供从事水利水电工程施工的木工工人阅读，也可作为培训水电工程施工工人和水利院校工农兵学员的讲义。

水利水电工程施工工人丛书

木 工

武汉水利电力学院水利施工及  
建筑材料教研室编

水利电力出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷

1974年9月北京第一版

1974年9月北京第一次印刷

印数 00001—92250 册 每册 0.18 元

书号 15143·3082

## 前 言

在毛主席革命路线的指引下，无产阶级文化大革命以来，我们遵照伟大领袖毛主席有关教育革命的教导，走出校门，深入工地，“要向生产者学习，向工人学习”，接受工人阶级再教育。在深入三大革命实践斗争中，提高了我们执行毛主席革命路线的自觉性。为了学习总结工农兵在三大革命运动中的丰富实践经验，我们广泛听取了具有生产实践经验的同志，特别是工人师傅对水利水电工程施工的意见，并收集了这方面的资料。

当前，批林批孔运动正在深入发展，革命生产形势一派大好，为了适应广大工农兵抓革命，促生产的需要，满足他们为革命学技术的迫切要求，我们编写了《水利水电工程施工工人丛书》。这套丛书中除了介绍水利水电工程主要工种施工的一般知识外，也适当编写了一些基础理论及有关计算的内容。

本丛书主要是在330水利工地、101水利工地及湖北排子河工地编写和修改的。这些工地的领导、工人和技术人员给了我们大力支持和具体帮助。我院施工专业及水工建筑专业的工农兵学员也提出不少好的意见。这次正式出版前，又得到有关水电工程局寄来许多宝贵的建议，在此表示致谢。由于我们路线觉悟不高，施工经验不足，理论水平有限，因此丛书中的缺点、错误及不妥之处肯定不少，热诚地希望读者提出批评、指正。

编 者

1974年2月

# 目 录

## 前 言

|     |   |
|-----|---|
| 概 说 | 1 |
|-----|---|

## 第一章 常用木材的基本性能、木材加工

|               |    |
|---------------|----|
| 及铅丝铁钉的规格      | 2  |
| 第一节 常用木材的种类   | 2  |
| 第二节 常用木材的基本性能 | 4  |
| 第三节 木材的量方     | 11 |
| 第四节 木材的加工     | 15 |
| 第五节 铅丝与铁钉的规格  | 18 |

## 第二章 木工放样

|                |    |
|----------------|----|
| 第一节 常用的几种几何作图法 | 20 |
| 第二节 圆柱体相交的放样   | 22 |
| 第三节 渐变段的放样     | 28 |

## 第三章 模 板

|                |    |
|----------------|----|
| 第一节 模板的基本类型与构造 | 42 |
| 第二节 模板的侧压力     | 52 |
| 第三节 模板固定及受力分析  | 59 |
| 第四节 模板的安装      | 72 |
| 第五节 模板的拆除      | 79 |

## 概 说

木工，是水利水电工程施工中的重要工种之一。无论是水工混凝土建筑物的模板制造与安装，或者为水利水电工程服务的临时性或半永久性木结构物，都是这一工种所必须完成任务。

在水利水电建设中，由于混凝土建筑物占相当大的比重，混凝土浇筑量往往很大，其相应的模板的工作量也就很大。目前在水利水电工程上应用的模板，除采用木模以外，还普遍地应用混凝土预制模板。另外，钢模的应用也逐渐增多。

木材是一种优良的建筑材料，它具有质轻、坚硬、制造方便，产地普遍等优点，因此，在水利水电工程施工中，木模应用最为广泛。木模结构一般有两个组成部分：一为模板，用以拼装成混凝土构件的形状；一为支架，用以固定模板的位置，并承受混凝土的侧压力，有时还需要承受混凝土的重量。所以要求模板拼装严密，否则，浇筑后的混凝土，就要产生蜂窝、麻面、削弱结构的强度。木模支架必须稳固，如不牢固，就会使构件发生歪斜，以致使建筑物产生很大变形，严重的甚至造成质量事故。这一切都要求在安装木模过程中，一定要严格保证质量，不允许有忽视质量的现象。为此，安装一定要准确，必须按照测量点线进行安装，以准确地达到结构物所要求的型状。

对木模的型式、根据结构物的形状、施工方法与施工条

件，要求尽量使结构简单、运输和安装方便、拆除容易。

木模在施工中是一项暂时性的工程，但它需要的木材数量很大，根据毛主席关于“厉行节约、反对浪费这样一个勤俭建国的方针”的教导，要求作到用料适当，物尽其用，并注意材料的保管，以节约木料，降低损耗，提高周转次数，使木模费用降低到最小限度。

毛主席教导我们：“读书是学习，使用也是学习，而且是更重要的学习。”因此，我们学习木工的有关知识，不能只从书本学习，而必须着重于在生产实践中学习，向具有丰富实践经验的工人师傅学习。

另外，还需要说明的是：近年来在水利水电工程施工中，所采用的滑升模板，多用钢材制造，似乎不完全属于木工的范畴，但在谈及模板作业时，为了介绍这类模板的施工，暂时把它也归并在木工之内。

## 第一章 常用木材的基本性能、 木材加工及铅丝铁钉的规格

### 第一节 常用木材的种类

#### 一、树木的分类

木材的种类很多，按其生长时的树叶形状不同，可分为针叶树和阔叶树两大类。针叶树因材质较软，又名软木树，大部分是常绿树，如松、杉、柏等，易于加工，有较高的强

度，是目前水利施工中的常用木材；阔叶树因材质较硬，又名硬木树，冬季落叶，所以也叫落叶树，如榆、柞等，强度大，一般加工较难，多用于工业民用建筑中的室内装修。

## 二、常用木材的主要树种

具体来说，属于针叶树类的常用木材有：红松、白松、沙松、鱼鳞松、落叶松、马尾松以及杉木、柏木等。

（1）红松 心材与边材界限分明，边材较狭窄，呈黄白色，心材色黄略带微红，年轮清晰、均匀，含树脂多，抗腐朽力较强。

（2）白松 又名臭松，心材与边材区别不明显，颜色浅，通常为淡黄白色，含树脂较少，木质轻软，富有弹性。

（3）沙松 边材呈白色，心材呈淡黄褐色，纹理细致，年轮整齐，其性质与白松相近。

（4）鱼鳞松 产于四川的叫云杉，带黄红色，并有光泽，纹理稍密，年轮整齐，材质轻软。

（5）落叶松 又名黄花松，边材色白，心材呈黄褐或微红色，年轮整齐，构造较粗，比红松坚硬略脆，含树脂多，耐水性强，抗腐朽力较强。

（6）马尾松 心材与边材的区别不很明显，颜色黄褐，略带红色，材质轻，构造略粗，因内部含有较多的树脂，故在水中很耐久。

（7）杉木 心材呈淡黄褐色，略带红色，边材稍淡，年轮清晰、均匀，构造细密，材质轻软。

（8）柏木 散发有香气，边材黄色微红，心材为桔红色，略带红色，构造略粗，材质轻，坚韧耐久，适宜于在水中作桩柱。



## 第二节 常用木材的基本性能

毛主席教导我们：“节约是社会主义经济的基本原则之一。”木材是工程建设中的三材（木材、钢材、水泥）之一，同时又是国家的统一调配物资。我们了解木材的基本性能，很主要的一个方面，就是要根据木材的性能，量材使用，充分发挥它的强度和其它特点，以达到完成生产任务和节约木材的目的。

木材的基本性能，主要是指它的物理性能和力学性能。属于物理性能方面的，是它的容重（即单位体积重量）、含水率以及湿胀、干缩、翘曲和开裂，而对木材性能影响最大的则是含水率；属于力学性能方面的，是它的受拉、受压、受剪切和受弯曲时的强度。

### 一、木材的物理性能

#### 1. 容 重

木材的容重大小，是与树种和含水量有关。常用木材的标准容重如下：

|           |                            |
|-----------|----------------------------|
| 白松、鱼鳞松、杉木 | 450~550公斤/米 <sup>3</sup> ； |
| 红松、冷松     | 500~600公斤/米 <sup>3</sup> ； |
| 落叶松、铁松    | 600~700公斤/米 <sup>3</sup> ； |
| 马尾松、柏木    | 650~750公斤/米 <sup>3</sup> 。 |

这些常用木材，在新砍伐状态中的容重，约为850~900公斤/米<sup>3</sup>左右。

#### 2. 含水率及湿胀

木材的含水率大小，是以木材中所含水分的重量与木材

干燥后重量的比值的百分数来表示，即，

$$W = \frac{Q_w - Q}{Q} \times 100\% \quad (1)$$

式中  $W$ ——木材含水率(%)；

$Q_w$ ——木材在干燥前的重量；

$Q$ ——木材在 $100^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ) 烘干后的重量。

当木材的含水率在纤维饱和点以上时，含水率的变化不会引起木材尺寸的改变，若在纤维饱和点以下时，则随着含水率的增减而引起膨胀和收缩现象如图1所示。

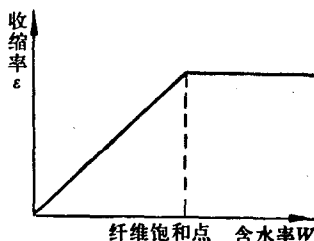


图1 木材的纤维饱和点

所谓纤维饱和点，就是木材吸附水达到最大值，而无自由水存在时，在这种状态下木材所具有的含水率称为纤维饱和点。木材的平均纤维饱和点的含水率约为30%。

木材含水率的大小，对其强度有很大的影响。在一般情况下，木材含水率愈高，强度愈低。但木材含水率的大小，对木材各种强度的影响不是完全相同的。含水率的增加，对抗拉和抗剪强度影响较小，而对抗压和抗弯强度则影响较大。例如，含水率增加1%，抗压和抗弯强度将降低3~5%；含水率增加10%，抗压和抗弯强度则将降低30~50%。当然，在含水率为30%或者更高时，其抗压和抗弯强度，就

不会按上述比例继续降低了。这是因为木材的构造是由管状细胞组成的，细胞壁为网状纤维，在网状纤维之间充满着易被水软化的胶质。干燥的木材，这种胶质是坚实的，能较好地与纤维共同抵抗外力；潮湿的木材，这种胶质被水软化变为可塑状态，失去与纤维共同抵抗外力的能力，因此，木材的强度就相应降低。但含水率大于细胞壁最大吸水能力时（即超过纤维饱和点），水分变化对细胞壁就没有什么影响了，因而，对木材强度也就没有多大影响。

常用的木材，按含水率大小，可分为三类，即：潮湿木材——含水率大于25%；半干木材——含水率为18~25%；干燥木材——含水率小于18%。

含水率大的木材，首先是不好加工，加工后的成品，由于水分蒸发，会出现收缩、翘曲、裂缝、腐烂以及接头、榫眼松动，影响结构物的受力性能和使用寿命。

### 3. 干缩、翘曲和开裂

木材由潮湿变为干燥后，因为细胞膜水分减少，体积就会产生收缩。木材的收缩度在长度方向很小，而在横度方向（即正切年轮方向的切向）最大，边材向心材（即年轮半径方向）的收缩度则在横度与长度之间。硬质木材的收缩要比软质木材为大。如果木材的收缩不均匀，就会产生变形而引起翘曲和开裂。

由于木材径向和切向的收缩变形不同，在收缩时，沿年轮切线方向产生拉应力，因而使木材产生翘曲或开裂，如图2所示。

容重较大的木材，由于收缩变形较大，所以容易使木材开裂。在锯料中由于木材年轮被切断，所以其开裂较圆木为少。木材端部因含水率受蒸发降低较快，所以也容易开裂。

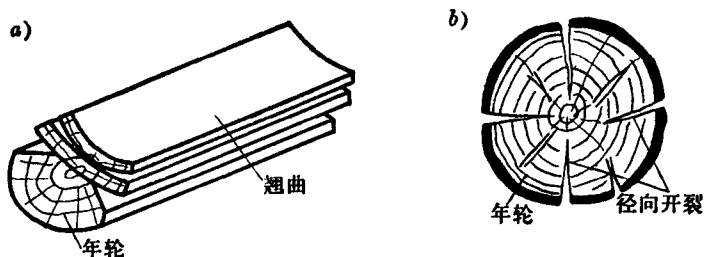


图 2 木材的翘曲和开裂

为了避免木材在制造和使用过程中因干缩而产生翘曲和开裂，所以，一般木结构所用的木材含水量不宜过大（ $\leq 25\%$ ）。

现将几种常用木材的物理性能和加工性能，综合列于表 1：

表 1 几种常用木材的物理性能和加工性能

| 树种  | 内部组织   | 15%含水率的收缩率(%) |      |      | 翘曲程度 | 硬度 | 强度 | 耐久性    |    |        | 加工性能     |
|-----|--------|---------------|------|------|------|----|----|--------|----|--------|----------|
|     |        | 径向            | 切向   | 体积   |      |    |    | 干燥于空气中 | 水中 | 湿反度变化中 |          |
| 杉木  | 纹理直纤维粗 | 0.10          | 0.26 | 0.39 | 小    | 软  | 中  | 良好     | 较好 | 良好     | 受钉不好，易开裂 |
| 红松  | 纹理直纤维细 | 0.12          | 0.32 | 0.46 | 中    | 软  | 中  | 良好     | 较好 | 良好     | 易于加工     |
| 黄松  | 纤维粗    |               |      |      | 中    | 硬  | 大  | 良好     | 较好 | 良好     | 难于加工，易开裂 |
| 马尾松 | 纤维粗    | 0.15          | 0.30 | 0.42 | 中    | 硬  | 大  | 良好     | 良好 | 不好     | 好刨，受钉，性脆 |
| 白松  | 纹理直纤维粗 | 与红松相近         |      |      | 中    | 较软 | 中  | 良好     | 较好 | 不好     | 好刨，疤大，受钉 |

注：表中的收缩率为含水率降低 1% 时的收缩率。

根据生产实践经验，作模板用松木较好，因为松木价格低（比杉木低 $1/3$ ），加工性能好（好刨、好钉），强度较大，经得住敲击，重复使用次数多。但松木有收缩不均匀、变形较大的缺点，所以对精度要求较高的模板，不宜使用，如水电站的尾水管、进水口的渐变段模板，则需要用杉木。

脚手架用杉木较适宜，因杉木具有长、直、轻和易于加工、变形小、不易腐烂和比较耐久等优点。

## 二、木材的力学性能

木材的力学性能是用它的强度来表示的。一般将清材（即无木节、无裂缝等缺陷的木材）作成标准试件，在试验室加荷载（包括压、拉、弯曲和剪切等），当荷载加到足够大时，试件破坏了，破坏时试件单位面积上所受的力，即为破坏时的应力值，这个应力值就叫做材料的极限强度。木材的极限强度和木材的品种、容重、含水率和产地等因素有关。

松木的极限强度（含水率为 $15\%$ 时）约为：顺纹受压—— $300$ 公斤/厘米 $^2$ ；弯曲—— $600$ 公斤/厘米 $^2$ ；顺纹受剪—— $60$ 公斤/厘米 $^2$ 。

木材在长期荷载作用下的强度，叫做持久强度。它的持久强度约为极限强度的 $2/3$ 。

试验室中作出的木材极限强度，因用的是无木节和无裂缝等缺陷的试件作出的，但在实际中，木材常有天然缺陷，同时还考虑到结构物的耐久性、温度、湿度的变化，木材的品种，受力的情况以及制作不标准等因素影响，所以在设计计算中，不能直接采用极限强度作标准，而必须打一个折扣，即考虑一个安全系数。极限强度被安全系数一除，叫做

许用应力，常以符号 $[\sigma]$ 来表示。例如木材的顺纹受拉极限强度约为 1000 公斤/厘米<sup>2</sup>，但许用应力 $[\sigma]$ 只取 70 公斤/厘米<sup>2</sup>，安全系数约为 14。

由于木材组织的不均匀性，各个方向的强度相差很大，所以在确定木材的许用应力时，要区别以下几种不同的受力情况（参看图 3）。

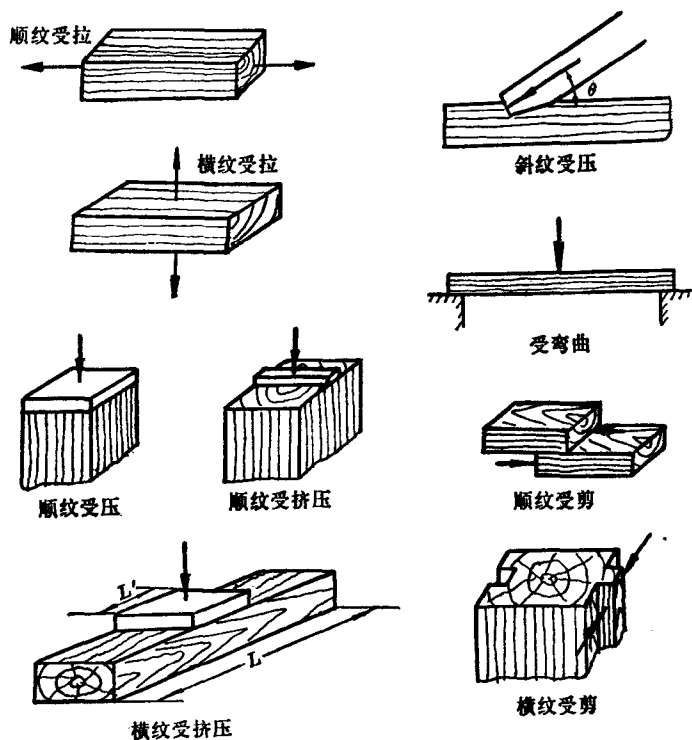


图 3 木材的受力情况

### 1. 受 拉

分顺纹和横纹两种,横纹受拉为顺纹受拉强度的2~5%。

### 2. 受压和受挤压

受压和受挤压,也分顺纹和横纹两种。横纹受压强度为顺纹受压强度的1/7~1/10。横纹受挤压时的强度随 $L'/L$ 之比而变化。

### 3. 斜纹受压

斜纹受压是压力与木纹成一角度 $\theta$ 。

### 4. 受弯曲

梁受力以后发生弯曲,如向下弯曲,则是梁的顶部受压,下部受拉,不能按上述的受拉和受压的情况来考虑,应按弯曲的拉压考虑。

### 5. 受剪切

也分顺纹受剪切和横纹受剪切两种。横纹受剪时,抗剪强度较弱,只有顺纹受剪的一半。

木材的基本许用应力值,见表2。

表 2 木材的基本许用应力值

| 应 力 种 类        | 符 号                                 | 用于永久建筑物<br>(公斤/厘米 <sup>2</sup> ) | 用于临时建筑物<br>(公斤/厘米 <sup>2</sup> ) |
|----------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 弯 曲 应 力        | $[\sigma_{弯}]$                      | 100                              | 120                              |
| 顺纹拉应力          | $[\sigma_{顺拉}]$                     | 70                               | 85                               |
| 顺纹压应力<br>和挤压应力 | $[\sigma_{顺压}]$<br>$[\sigma_{顺挤压}]$ | 100                              | 120                              |
| 横纹压应力<br>和挤压应力 | $[\sigma_{横压}]$<br>$[\sigma_{横挤压}]$ | 15                               | 18                               |

表 2 所列的许用应力值系基本许用应力值，在应用中尚须根据建筑物性质、受力情况和木材的品种及性能，以及施工标准等条件，分别乘以相应的修正系数。

### 第三节 木材的量方

通常我们在谈木材的需要量时，常常是说多少方，或者是说多少立方米。因此，这就有一个木材的量方问题。加工后的方木和板条，因其形状规则，比较容易量方，但对于未加工的木材，由于其形状不是那样规则，所以它的量方问题，需要作一个统一的规定和要求。

木材的量方，分原木和原材两种量方。树木伐倒后，只经修枝而不按一定规格进行造材的伐倒木，叫做原条。如经过造材者，就叫做原木。原条是以中间直径为准来计算方量；原木是以稍头直径（即小头直径）为准来计算方量。

原木计算方量的公式为：

$$V = \frac{\pi L}{8} (d_1^2 + d_2^2) \quad (2)$$

式中  $V$ ——原木的量方体积（米<sup>3</sup>）；

$d_1$ ——稍头直径（米）；

$d_2$ ——大头直径（米），且  $d_2 = d_1 + nL$ ，其中  $n$  为直径的变率，如木材的天然直径变率为每 1 米长度增加直径 0.2~2 厘米，即为其长度的 0.2~2%；

$L$ ——木材的长度（米）；

$\pi$ ——圆周率。

现摘录部分原木与原条的量方体积，如表 3 及表 4 所示。



表 3 原木 体 积 表

| 体 积 (米 <sup>3</sup> )<br>长 度 (米)<br>梢 头 直 径 (厘米) | 5.0    | 5.5    | 6.0   | 6.5   | 7.0   | 7.5   |
|--------------------------------------------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| 10                                               | 0.0256 | 0.0591 | 0.066 | 0.073 | 0.080 | 0.088 |
| 11                                               | 0.063  | 0.070  | 0.078 | 0.086 | 0.095 | 0.104 |
| 12                                               | 0.073  | 0.082  | 0.092 | 0.101 | 0.111 | 0.121 |
| 13                                               | 0.085  | 0.096  | 0.106 | 0.117 | 0.128 | 0.140 |
| 14                                               | 0.098  | 0.110  | 0.122 | 0.134 | 0.147 | 0.160 |
| 15                                               | 0.112  | 0.125  | 0.138 | 0.152 | 0.167 | 0.181 |
| 16                                               | 0.126  | 0.141  | 0.156 | 0.172 | 0.188 | 0.204 |
| 17                                               | 0.142  | 0.158  | 0.175 | 0.192 | 0.210 | 0.228 |
| 18                                               | 0.158  | 0.176  | 0.195 | 0.214 | 0.234 | 0.254 |
| 19                                               | 0.176  | 0.196  | 0.216 | 0.237 | 0.259 | 0.281 |
| 20                                               | 0.194  | 0.216  | 0.239 | 0.262 | 0.285 | 0.309 |
| 21                                               | 0.213  | 0.237  | 0.262 | 0.287 | 0.313 | 0.339 |
| 22                                               | 0.232  | 0.259  | 0.286 | 0.314 | 0.342 | 0.370 |
| 23                                               | 0.254  | 0.283  | 0.312 | 0.342 | 0.372 | 0.403 |
| 24                                               | 0.276  | 0.307  | 0.339 | 0.371 | 0.404 | 0.437 |
| 25                                               | 0.299  | 0.332  | 0.366 | 0.401 | 0.430 | 0.472 |
| 26                                               | 0.323  | 0.359  | 0.395 | 0.432 | 0.470 | 0.509 |
| 27                                               | 0.347  | 0.386  | 0.425 | 0.465 | 0.506 | 0.547 |
| 28                                               | 0.373  | 0.414  | 0.456 | 0.499 | 0.543 | 0.587 |
| 29                                               | 0.400  | 0.444  | 0.488 | 0.534 | 0.581 | 0.628 |
| 30                                               | 0.427  | 0.474  | 0.522 | 0.579 | 0.620 | 0.670 |