

环境工程治理技术丛书

# 工业锅炉除尘设备

国家环境保护局 科技标准司 主持  
环境工程技术协调委员会

杨明珍 陈松林 编著

沈光范 审校

中国环境科学出版社

1991

## 序

解决我国的环境问题，一靠政策，二靠管理，三靠科学技术。在政策上，我国已把环境保护划为一项基本国策并制定了一系列方针政策；在管理上，我们不断总结经验，加强制度建设，强化监督管理，正在建立环境保护工作的新秩序；在科学技术上，关键是要抓好两头，一头是集中财力物力和人力，围绕解决经济建设和社会发展中迫切需要解决的环境问题的关键性技术课题，认真开展科研攻关；另一头是大力开发和普遍推广效益好、见效快、适用性强的治理污染的技术成果，提高广大环境保护工作人员的业务水平和业务素质，帮助广大企业包括乡镇企业加速实现环境保护的技术进步。这是密切科技和生产的结合，迅速提高我国防治污染水平的重要途径。

十多年来，我国各科研院所、高等院校、设计单位以及工业地区的专业部门在污染防治、环境工程技术等方面取得了许多科技成果，积累了不少经验。把这些科技成果和经验加以归纳总结使多数人掌握，可以避免环保科研工作在一水平上的重复劳动。把国内科技研究同引进先进技术有效地结合起来，有利于加速对引进技术的消化、吸收和创新。

鉴于科学技术的重要性和交流总结经验的迫切性，国家环境保护局科技司和国家环境保护局环境工程协调委员会组织编写了这套《环境工程治理技术丛书》，在编写的体例上既不同于一般的科研成果报告，又不同于一般的教科书，而

是突出实用性和经验的总结。

本套丛书的编辑委员会承担了组织选题、编写和审稿等具体工作。丛书的内容有单元技术和设备、处理工艺技术和环境污染区域综合防治；废水、废气、废渣的处理与利用和环境影响评价等。在治理技术的编写中，一般包括国内外的技术进展，工艺技术的特点和原理，设计计算和实例介绍与分析，其中有的还包括作者对一些技术问题的讨论和看法。承担编写和审稿的同志大都是多年在第一线上从事这方面工作的专家。本套丛书共几十本，计划分批付印出版。

虽然我们力图使本套丛书深入浅出，图文并茂，具有科学性、实用性和先进性，但由于篇幅所限，每个问题的论述不可能面面俱到，加之从编写到编辑出版时间较紧，而科学技术本身又在不断发展，所以丛书中的缺点和错误在所难免，希望得到读者批评指正。

张崇华

1990年4月

# 目 录

第一章 工业锅炉排尘特性 .....	( 1 )
第一节 燃料及其燃烧 .....	( 1 )
第二节 烟尘的产生及危害 .....	( 9 )
第三节 各种不同燃烧方式锅炉的排尘浓度 .....	( 11 )
第四节 不同燃烧方式锅炉排尘分散度 .....	( 11 )
第五节 影响锅炉排尘浓度和分散度的主要因素 .....	( 13 )
第二章 机械式除尘器 .....	( 19 )
第一节 除尘设备的分类 .....	( 19 )
第二节 除尘器的几个主要技术参数 .....	( 20 )
第三节 重力沉降室 .....	( 23 )
第四节 惯性除尘器 .....	( 27 )
第五节 旋风除尘器 .....	( 30 )
第三章 湿式除尘器 .....	( 65 )
第一节 喷淋塔 .....	( 66 )
第二节 冲击式除尘器 .....	( 67 )
第三节 文丘里洗涤器 .....	( 69 )
第四节 水膜除尘器 .....	( 72 )
第五节 泡沫除尘器 .....	( 82 )
第六节 脱水装置 .....	( 84 )
第四章 电除尘器 .....	( 86 )
第一节 电除尘器工作原理 .....	( 86 )
第二节 电除尘器的设计计算 .....	( 87 )
第三节 电除尘器类型和构造 .....	( 91 )

第四节	电除尘器的应用·····	( 100 )
<b>第五章</b>	<b>袋式除尘器</b> ·····	<b>( 101 )</b>
第一节	袋式除尘器的工作原理·····	( 101 )
第二节	袋式除尘器的滤料·····	( 102 )
第三节	袋式除尘器的结构形式与清灰方式·····	( 105 )
第四节	袋式除尘器主要参数的确定·····	( 108 )
第五节	袋式除尘器的应用·····	( 109 )
<b>第六章</b>	<b>除尘器的选用及维护管理</b> ·····	<b>( 111 )</b>
第一节	除尘器评价·····	( 111 )
第二节	除尘器的选用原则·····	( 117 )
第三节	各种除尘器的适用范围·····	( 118 )
第四节	工业锅炉除尘器的选用·····	( 120 )
第五节	除尘器的安装使用及维护管理·····	( 123 )
<b>第七章</b>	<b>工业锅炉热工试验</b> ·····	<b>( 126 )</b>
第一节	试验要求·····	( 126 )
第二节	锅炉热平衡和锅炉热效率·····	( 128 )
第三节	锅炉正平衡热效率试验方法·····	( 131 )
第四节	锅炉反平衡热效率试验方法·····	( 137 )
第五节	锅炉热平衡测试计算实例·····	( 140 )
<b>第八章</b>	<b>锅炉烟尘测试方法</b> ·····	<b>( 147 )</b>
第一节	锅炉烟尘测试概要·····	( 147 )
第二节	尘粒的等速采样·····	( 149 )
第三节	采样位置和采样点的选定·····	( 152 )
第四节	烟气状态的测定·····	( 157 )
第五节	烟尘的采样·····	( 167 )
<b>参考文献</b>	·····	<b>( 175 )</b>
<b>附 录</b>	·····	<b>( 173 )</b>

## 第一章 工业锅炉排尘特性

工业锅炉是工矿企业生产上和各事业单位生活上不可缺少热力设备，目前我国共装备有工业锅炉30万台，60万蒸吨，主要分布在城区附近，年耗煤量达2亿吨，约占全国原煤产量的1/3，排尘量已近1000万吨。这些锅炉与电站锅炉相比，虽然其排尘量较小，但因数量很大，分布面广，加上这些工业锅炉煤种适应性较差，热效率偏低，燃烧不完全，烟囱低等原因，它造成的污染相当严重，是主要的大气污染源。

锅炉选用燃料（煤）的种类和品质，因锅炉的结构、燃烧方式和燃烧特性不同而不相同。因此，了解各种燃料的性质、燃烧特点及其排尘特性，对做好工业锅炉的除尘工作具有十分重要的意义。

### 第一节 燃料及其燃烧

工业锅炉中热量的来源是燃料燃烧时放出来的。锅炉的燃料可分为三类：固体燃料（煤）、液体燃料和气体燃料。燃料的种类和品种不同，它们的燃烧方式和燃烧设备也不同，排放的烟尘量也有悬殊的差别。我国目前工业锅炉上用的主要燃料是煤。

#### 一、煤的分类

国家科学技术委员会1958年推荐的“中国煤分类方案”，

将煤划分为10种，即无烟煤、贫煤、瘦煤、焦煤、肥煤、气煤、弱粘煤、不粘煤、长焰煤、褐煤。

对工业锅炉来说，最主要的指标是煤种适应性和锅炉热效率。煤种适应性和锅炉热效率主要与煤的挥发分和发热量有关，因此工业锅炉用煤按可燃基挥发分和应用基低位发热量的不同，可分成如表1-1所示。

表1-1 工业锅炉用煤分类

类 别	可燃基挥发分 $V^r(\%)$	水 分 $W^r(\%)$	灰 分 $A^r(\%)$	应用基低位 发热量 $Q_{DW}^r$ (kcal/kg)	
石煤、煤矸石	I类	<2	50~85	<1300	
	II类			1300~2000	
	III类			>2000	
褐 煤	>40	>20	>30	2000~3500	
无烟煤	I类	5~10	<10	>25	>3500~5000
	II类	<5	<10	>25	>5000
	III类	5~10	<10	>25	>5000
贫 煤	>10~20	<10	<30	≥4500	
烟 煤	I类	≥20	7~15	>40	>2700~3700
	II类	≥20	7~15	>40	>3700~4700
	III类	≥20	7~15	<25	>4700

1. 石煤、煤矸石 石煤是一种高灰分、高变质的无烟煤。石煤的特点是着火点高，含硫量也较高。

煤矸石的灰分很大，其应用基低位发热量一般在2000 kcal/kg以下，其挥发分视煤种不同而异。

2. 褐煤 褐煤的外表似木质，呈棕色，炭化程度高的颜色似烟煤，质地脆，干燥时易自行破碎，褐煤水分多，虽然

易点燃，但发热量不高。

3.无烟煤 无烟煤又称白煤，也叫硬煤，它质地坚硬、断面深黑色且有金属光泽。无烟煤发热量大，燃烧时呈蓝色火焰，火焰比较短。焦结性差，由于挥发物少不易点燃。

4.贫煤 贫煤的特性介于无烟煤和烟煤之间，是烟煤中变质程度最高的一种，较烟煤难着火，燃烧时火焰短，结焦性能差，点燃并不困难。

5.烟煤 烟煤又称软煤，这种煤易燃烧，火焰长，最适合做工业锅炉的燃料。

## 二、煤的成分及分析

### (一) 煤的成分

煤是由碳 (C)、氢 (H)、硫 (S)、氧 (O)、氮 (N)、灰分 (A)、水分 (W) 等成分组成的。其中：碳、氢、硫 (其中一部分) 是可燃成分，其余为不可燃成分。

1.碳 煤中的主要可燃成分，含量越高，越难着火；在隔绝空气加热时，一部分包括在挥发分中，一部分以固定碳的形态存在。

2.氢 煤中发热量更高的可燃成分，容易着火。

3.硫 煤中硫分包括有机硫和无机硫。绝大部分的硫在燃烧时能放出一些热量，但形成二氧化硫 ( $\text{SO}_2$ ) 和三氧化硫 ( $\text{SO}_3$ )。如果由烟囱排入大气时，会对人体和动、植物带来危害，污染环境。所以，硫是有害物质。

4.氧 煤中不可燃成分，含量随煤的品种而异，低的仅1—3%，高的超过20%。

5.氮 煤中不可燃成分，含量很少，仅1—2%。

6.灰分 灰分是煤中不能燃烧的固体杂质。煤的灰分



高，燃烧困难，不完全燃烧热损失增加。但灰分过低会使炉排得不到保护，以致被烧坏。煤的灰熔点过低，会严重结渣，破坏正常燃烧过程。

7.水分 水分也是煤中的杂质。水分过高，煤着火困难，增加排烟热损失，造成浪费。但在某种情况下，为防止煤屑飞扬，减少结渣，改善通风，维持适当的水分对节约用煤、减少烟尘污染是有好处的。

## (二) 煤质分析

以上各种煤的成分是通过元素分析得到的，可作为锅炉设计或试验计算时的原始数据。元素分析的基质有四种不同的分析基准表示。

1.应用基 以炉前煤的分析结果为基准。各成分的应用基以符号 $y$ 标在元素右上角，如 $C^y$ 表示应用基含碳量。

2.分析基 应用基水分即全水分，包括煤本身的固有水（内在水分 $W_{Nz}$ ）和煤炭表面留存的水分（外在水分 $W_{wz}$ ）。用风干后的含全水分的煤样分析煤中各成分，所得的重量百分数称为分析基成分，在符号右上角加 $f$ 表示。

3.干基 绝对干燥煤样的分析结果叫做干基成分，用右上角码 $g$ 表示。

4.可燃基 将应用基成分换算成无水无灰基准以后，就是可燃基成分，用右上角码 $r$ 表示。

在实际应用中，我们通常知道煤炭的可燃基成分，要求得炉前煤的应用基成分，只要用简单的工业分析求出应用基的水分 $W^y$ 和干基灰分 $A^y$ ，就能换算。

四种基准的相互关系见表1-2。

进行锅炉热工计算时为应用基成分，若已知燃料其它基质时，可进行基质间的换算，即乘上换算因素。各基质之间

表1-2 煤质分析四种基质间的关系

碳	氢	氧	氮	硫 S		灰分	全水分W	
				(可燃硫) 有机硫	不燃硫		内水分	外水分
C	H	O	N			A		

可燃基组成  $C^r + H^r + N^r + O^r + S^r = 100\%$

干基组成  $C^g + H^g + O^g + N^g + S^g + A^g = 100\%$

分析基组成  $C^f + H^f + O^f + N^f + S^f + A^f + W^f = 100\%$

应用基组成  $C^y + H^y + O^y + N^y + S^y + A^y + W^y = 100\%$

的换算因数如表1-3所示。

表1-3 燃料各种基质之间的换算因数

已知燃料 基 质	欲 求 燃 料 基 质			
	应用基(y)	分析基(f)	干燥基(g)	可燃基(r)
应用基(y)	1	$\frac{100 - W^f}{100 - W^y}$	$\frac{100}{100 - W^y}$	$\frac{100}{100 - W^y - A^y}$
分析基(f)	$\frac{100 - W^y}{100 - W^f}$	1	$\frac{100}{100 - W^f}$	$\frac{100}{100 - W^f - A^f}$
干燥基(g)	$\frac{100 - W^y}{100}$	$\frac{100 - W^f}{100}$	1	$\frac{100}{100 - A^g}$
可燃基(r)	$\frac{100 - W^y - A^y}{100}$	$\frac{100 - W^f - A^f}{100}$	$\frac{100 - A^g}{100}$	1

例如，已知燃料分析基元素成分 $C^f$ 、 $H^f$ ……，欲将其换算为应用基元素成分 $C^y$ 、 $H^y$ ……时，只要在表1-3上查取

换算因数 $\frac{100 - W^y}{100 - W^f}$ ，欲求基质等于已知基质乘上换算因数，

即

$$C' = C' \times \frac{100 - W'}{100 - W'} \quad (1.1)$$

$$H' = H' \times \frac{100 - W'}{100 - W'} \quad (1.2)$$

式中应用基水分  $W' = \text{全水分} W$

判断煤在锅炉中燃烧的特性，通常用工业分析成分。煤的工业分析成分包括水分 ( $W$ )、灰分 ( $A$ )、挥发分 ( $V$ )、固定碳 ( $FC$ ) 和发热量 ( $Q$ ) 等。

**水分** 工业分析水分和元素分析水分的意义是相同的。

**灰分** 将干燥的煤试样，在  $800 \pm 15^\circ\text{C}$  的温度下，在马弗炉中灼烧至恒重。灼烧后残渣的重量占试样重量的百分数，即为煤的灰分。

**挥发分** 将煤加热时，首先放出水分；继续加热到一定温度时，有碳和氢或碳和氧的气体化合物逸出，如甲烷 ( $\text{CH}_4$ )、氢气等。这种气体称挥发分。

**固定碳** 煤在扣除水分、挥发分和灰分之后的剩下部分，即为固定碳。

**发热量** 煤的发热量是指  $1\text{kg}$  煤在完全燃烧时所放出的热量，单位是  $\text{kcal/kg}$ 。

煤的发热量有高位发热量和低位发热量两种。高位发热量是指每公斤煤完全燃烧后所产生的热量，这个热量包括燃料燃烧时所生成的水蒸气全部凝结成水时所放出的热量。事实上，煤在锅炉中燃烧后，排烟还具有相当高的温度，烟气中水蒸气仍处于蒸汽状态，不可能凝结成水而放出汽化热。在从高位发热量扣除了煤样中水分和氢生成水的汽化热后，则称低位发热量。计算公式如下。

$$Q_{DW}^y = Q_{GM}^y - 6(W^y + 9H^y) \quad (1.3)$$

式中： $Q_{DW}^y$ ——应用基低位发热量kcal/kg

$Q_{GM}^y$ ——应用基高位发热量kcal/kg

$W^y$ ——应用燃煤的全水分（%）

$H^y$ ——应用燃煤的氢含量（%）

工业分析和元素分析一样，同样用应用基、分析基、干燥基、可燃基表示。

为了掌握煤的主要性质，合理调整燃烧过程，除要对煤进行元素分析和工业分析外，还必须测定灰熔点和粘结性等。

**灰熔点** 煤灰的主要成分包括氧化硅、氧化铝、氧化铁和氧化钙等。不同煤种的灰分组成变化很大，灰熔点也不一样。熔点高于1500℃的是不熔性灰，高于1350℃的属难熔性灰，低于1200℃的属易熔性灰。灰熔点低的煤容易结渣，熔渣能把固定碳包在其中，难于燃尽，所以烧这种煤时的固体未完全燃烧热损失较高。有时熔融的灰渣堵塞炉排上的通风孔隙，恶化燃烧过程。

**粘结性** 粘结性是焦煤的一种重要特性，对层式燃烧也有显著影响。在炉排上烧强粘结煤，往往会严重结焦，有时连成很大一片，阻碍通风，使可燃物难于继续燃烧。反之，燃烧不粘结煤时，焦炭成粉状，通风不良，有时局部形成火口，把部分煤屑吹走，大大增加烟尘量，造成热损失，燃烧工况恶化。

### 三、煤的燃烧

煤的可燃成分与空气中氧发生强烈的化学反应的过程叫做燃烧。

煤炭在锅炉中的燃烧过程，可分为以下几个阶段：

1. 预热干燥 进入锅炉的煤首先要吸热升温，到 $100^{\circ}\text{C}$ 以后，外在水分蒸发完毕，煤炭被烘干。高水分的煤，预热时间较长。

2. 挥发分析出并着火燃烧 煤炭继续受热升温到 $200^{\circ}\text{C}$ 以上，挥发分开始逸出，等与空气混合达到一定浓度，炉膛温度升高，挥发分便开始着火燃烧。

3. 炭着火燃烧 在挥发分析完，剩下的炭随之着火燃烧。焦炭燃烧比挥发分缓慢，也难于完全烧透。

4. 燃尽形成灰渣 燃料（煤）燃烧的阶段不同，所需风量也不同，这是影响煤炭经济燃烧的最关键点。

要保证加入锅炉的煤炭完全燃烧，关键在于设备完好，煤种合适，操作合理，具体要求是：

(1) 有较高的炉膛温度。

(2) 送风适量、均匀、有力，并使之与煤炭充分混合。不同煤种所含的可燃物质成分与数量不同，完全燃烧所需的空气量也不一样。1公斤煤完全燃烧时，所需要的空气量叫做理论空气量，（约 $7\text{m}^3$ 左右）。但是，由于煤中的可燃物质不可能与空气中的氧气充分均匀地混合，燃烧不可能达到理想程度，所以为了保证煤的充分燃烧，必须多供给一部分空气。这部分比理论空气量多的空气量叫过剩空气。在锅炉运行中，以实际空气量与理论空气量的比值，称为过剩空气系数（用符号“ $\alpha$ ”表示），做为一个非常重要的控制指标。

$$\text{过剩空气系数 } (\alpha) = \frac{\text{实际空气量 } (V)}{\text{理论空气量 } (V^{\circ})} \quad (1.4)$$

理论空气量为煤中各元素成分在燃烧时所需的空气量之

和。过剩空气系数可以用下式计算。

$$\alpha = \frac{21}{21 - 79 \frac{O_2 - 0.5CO}{100 - (RO_2 + O_2 + CO)}} \quad (1.5)$$

$$\text{或 } \alpha = \frac{21}{21 - O_2} \quad (1.6)$$

现在我们使用的锅炉，过剩空气系数一般控制在1.3~1.5之间较好。

- (3) 有足够的燃烧时间。
- (4) 燃烧后的烟气从烟囱中排出。

## 第二节 烟尘的产生及危害

煤燃烧后产生的烟尘是由气体和固体两部分构成。气体中，除二氧化碳、水蒸气、氮气、氧气以外，还有一氧化碳、二氧化硫、硫化氢等等有害气体。固体，主要有被气体带出的灰粒（即飞灰）及一部分未燃烬的煤粒，通常把这部分固体的颗粒称为尘。颗粒直径小于 $10\mu\text{m}$ 的称为飘尘；颗粒直径大于 $10\mu\text{m}$ ，可以很快落在地面的称为降尘。一般所说的黑烟，是由于不完全燃烧而产生的，它通常小于 $1\mu\text{m}$ 的极细粒子和气体的混和物。

烟尘是煤燃烧的必然产物。煤燃烧过程中冒黑烟，主要是煤不完全燃烧产生的。煤不完全燃烧有两种情况：一种是化学不完全燃烧产生的。它主要由于燃烧时空气量不足，炉膛尺寸不当，空气与煤混合不均匀和燃烧反应时间不够等原因造成的。使烟气中一部分可燃气体在炉膛中没有燃烬就随

烟气排到烟囱外；另外一种机械不完全燃烧。它是由于炉膛温度低，通风不均匀等原因造成的，使燃烧后形成的灰渣及烟气中就含有大量的可燃物。在实际燃烧过程中，要使不完全燃烧损失等于零是不可能的。即使可燃质100%燃烬，但是在煤的成分中含有不可燃质（如灰分、不可燃硫等）依然存在，因此排出的，只呈白色烟尘而已。所以通常所讲的消烟除尘，是指降低烟气黑度和减少烟气含尘量。

## 一、烟尘的分类

对锅炉烟尘的颗粒大小，分成三类：

- 1.灰粒 指大于 $76\mu\text{m}$ 的粗颗粒，全部不能通过200目的筛子。
- 2.尘 指 $1\sim 76\mu\text{m}$ 的颗粒，全部能通过200目的筛子。
- 3.烟 指小于 $1\mu\text{m}$ 的颗粒，燃烧过程中形成的未完全燃烧的碳粒子和烟炱。

## 二、烟尘危害

烟尘具有很大的危害性，在污染严重的地区，空中烟雾弥漫，建筑物表面被熏黑，环境卫生恶化，家具衣物易损易污，影响开窗、晒衣、工作和休息；更为严重的是危害人们身体健康、农作物生长、工业产品质量和机器仪表的磨损。

世界上著名的10次大的公害事件中，有8次是由于烟尘、气态物质污染引起的。

粉尘具有飘浮性、致病性、吸附性、载体性。飘浮性和粉尘颗粒直径有关。粒径愈小，在空中悬浮的时间愈长，危害就愈大。

工业锅炉排出的烟尘中，有 $10\sim 30\%$ 是小于 $5\mu\text{m}$ 的，这

些微细粉尘在大气中飘浮，容易被吸入呼吸道系统而进入人体肺胞。而以它的致病性，引起尘肺，或引起肺部病变，或在肺部引起异物反应，进而导致肺癌。

烟尘降落在植物上，使植物减少光合作用，农作物产量降低，园林受害，蔬菜受损，失去应有的色泽和洁净。

烟尘污染也会影响到天气和气候，使能见度降低，出现“烟雾日”，北京在50年代，烟雾日平均为60d，到目前增加到170d左右。

烟尘的其它污染，就不一一列举。总之，消除烟尘污染，保护和改善环境，是关系到保护人民健康的大事。

### 第三节 各种不同燃烧方式

#### 锅炉的排尘浓度

工业锅炉中不同的燃烧方式产生的烟尘浓度是大不相同的。根据北京市环境保护所对北京市区工业锅炉的排尘特性所进行的大量测试，得到了各种不同燃烧方式锅炉的排尘浓度的平均值和最高值，见表1-4。燃烧方式不同，烟气的含尘浓度和占灰分比的情况也有很大不同，详见表1-5。各种燃烧方式锅炉每烧1t煤的排尘量，如表1-6所示。

表中锅炉测试负荷在约100%

### 第四节 不同燃烧方式锅炉排尘分散度

分散度系表示烟尘中各种不同粒径烟尘的质量百分比组成。据有关资料报导锅炉烟尘的粒径范围一般在 $3\sim 500\mu\text{m}$ 之间。各种不同燃烧方式锅炉的烟尘分散度列于表1-6。



表1-4 各种燃烧方式锅炉的排尘浓度

序号	燃烧方式	平均排尘浓度 mg/NM <sup>3</sup>	最高排尘浓度 mg/NM <sup>3</sup>	备注
1	往复炉排	1450	2753	
2	往复炉排	503	670	自然引风
3	链条炉排	2620	6299	
4	振动炉排	9790		测了一台
5	抛煤机	9440	11504	
6	煤粉炉	16760	17393	
7	沸腾炉	59240	75162	
8	手烧铸铁炉	1330	1126	自然引风
9	手烧旧式茶炉	820	1159	自然引风
10	简易煤气	110	120	自然引风
11	半煤气茶炉	400	510	自然引风
12	反烧	190		自然引风
13	双层	170	375	
14	手烧机械引风	3280	3667	快装固定炉排
15	下饲式	1030	1263	自然引风

表1-5 几种燃烧方式锅炉烟尘浓度占灰分比

燃 烧 方 式	占煤的灰分比(%)
手烧自然引风	15~20
手烧机械引风	15~20
往复炉排	15~20
链条炉排	15~20
振动炉排	15~20
抛煤机锅炉	20~40
煤粉炉	40~60
沸腾炉	40~60