

游 浩 李宝玉 张福喜 主编

阳泉矿区

综放面瓦斯综合治理技术



煤炭工业出版社

阳泉矿区综放面瓦斯综合治理技术

游 浩 李宝玉 张福喜 主编

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

阳泉矿区综放面瓦斯综合治理技术/游浩, 李宝玉,
张福喜主编. —北京: 煤炭工业出版社, 2008. 3

ISBN 978-7-5020-3214-2

I. 阳… II. ①游…②李…③张… III. 综合机械化
掘进-放顶-煤矿开采-掘进工作面-瓦斯-综合治
理-阳泉市 IV. TD712

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 162604 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
网址: www.cciph.com.cn
煤炭工业出版社印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*
开本 787mm × 1092mm¹/₁₆ 印张 23¹/₂
字数 423 千字 印数 1—1,300
2008 年 3 月第 1 版 2008 年 3 月第 1 次印刷
社内编号 6015 定价 58.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

内 容 提 要

本书着重介绍了阳泉矿区综采放顶煤工作面的瓦斯治理技术，系统地总结和阐述了高瓦斯煤层条件下，采用综采放顶煤开采工艺的岩石活动规律、瓦斯涌出规律、瓦斯抽放方法、瓦斯排放措施以及在不同开采阶段瓦斯综合治理的关键技术。

本书适于从事煤矿瓦斯治理、瓦斯管理、瓦斯利用的工程技术人员和管理人员阅读，亦可供大中专院校相关专业师生参考。

強化瓦斯治理
保障煤礦安全

趙欽鐸

二〇〇八年二月

编 辑 委 员 会

名誉主任 石盛奎

主 任 赵石平

副 主 任 游 浩 李宝玉 张福喜

委 员 李伟林 张吉林 陈国华 赵长春 赵青云

刘彦斌 张庆恒 武 钢 王东平 周润金

张爱科 梁艾堂

主 编 游 浩 李宝玉 张福喜

副 主 编 张吉林 陈国华 赵长春

编写人员 赵长春 张吉林 赵青云 刘彦斌 李月奎

王立武 边俊国 程红林 王在胜 王徽宁

序

安全是煤炭企业永恒的主题，瓦斯是我们必须高度重视的灾害因素，世界各产煤国对此极为关注。瓦斯事故在我国煤矿重大事故中所占比率最大，它具有破坏程度大、人员伤亡多，经济损失严重，社会负面影响巨大等特点。瓦斯事故已成为严重影响煤矿安全生产形势和煤炭行业健康发展的突出问题。

阳煤集团是我国采用综采放顶煤技术最早的企业之一，阳煤集团也是我国煤矿瓦斯涌出量最大的煤矿企业。2006年13个矿井原煤产量3541.69万t，矿井瓦斯等级鉴定报告测定瓦斯最大绝对涌出量1642.37 m³/min，是国内瓦斯绝对涌出量最大的矿区。多年的生产实践经验和血的教训表明，瓦斯治理与利用技术的发展直接影响着企业的发展。如果说发展是企业的生命力，那么安全就是煤矿企业发展的基石。对阳煤集团来说，瓦斯治理更是安全基石中重中之重的灵魂。

作为全国瓦斯灾害威胁最严重的矿区，摆在我们面前最重要的任务，就是要在各项工作过程中科学理解、认真落实“安全第一、预防为主、综合治理”的方针和“装备、管理、培训”三并重原则。阳煤集团瓦斯治理抽采技术已经有50多年的历史，多年来，各届领导都非常重视瓦斯治理。瓦斯抽采技术从理论到实践进行了不懈的努力和探索，先后对邻近层及采空区进行了抽采试验研究并取得巨大的成功。阳煤集团始终坚持科技创新促进技术发展，着力提高企业持续创新能力，充分发挥煤矿工程技术人员在技术创新中的主体作用，加强原始创新、集成创新和引进消化吸收再创新。长期坚持产学研有机结合，与中科院、煤炭科学研究总院、抚顺分院、重庆分院、西安分院、太原分院、中国矿业大学、河南理工大、太原理工大学等院校建立了长期稳定的合作关系，有力地促进了集团公司瓦斯防治技术水平的提高。在阳泉矿区特大瓦斯的条件下，综放工作面年产量由原来的100万t，现已突破400万t，创造了阳煤集团综放开采以来的历史记录，实现了综放开采工艺在高瓦斯易自燃煤层高产高效的技术优势，创造了巨大的经济和社会效益，具有广阔的推广应用前景。

对于瓦斯治理，阳煤集团有一整套完整、严格的十大管理制度，长期坚持“只认瓦斯不认人”的安全管理理念，并提出了“只认预防效果不认人”的安

全绩效理念。阳煤集团瓦斯治理的技术经验，凝聚了几代人的心血和汗水。在矿井通风、瓦斯抽采、煤与瓦斯突出预测与防治、瓦斯利用、安全监测监控等方面取得了一些成果，为改善煤矿安全生产的面貌发挥了积极的促进作用。特别是巷道法抽采邻近层瓦斯技术经验，开创了我国瓦斯抽采的先河，并在全国煤炭行业推广，矿井瓦斯综合抽采技术始终处于国际领先行列。为推动我国的煤矿瓦斯综合治理做出了应有的贡献。

本书中的有关项目内容，推广应用后创造了巨大的经济效益，2006年获国家科技进步二等奖。希望本书的出版，能更好地促进阳煤集团瓦斯治理技术的进步和发展，对促进我国煤矿安全生产能够起到积极的作用，对从事煤矿瓦斯治理、瓦斯管理、瓦斯利用的工程技术人员和管理人员有所帮助。

本书由阳煤集团工程技术人员编写而成，由于现场工程技术人员长期从事矿井技术管理，实践经验虽然丰富，但理论水平有限，不妥之处，敬请广大读者批评指正。在此，谨对关心帮助阳煤集团安全生产、技术进步、企业发展的各级领导、专家表示衷心的感谢。

阳煤集团董事长

2007年12月20日

前 言

阳泉煤业(集团)有限责任公司,位于山西省中东部,矿区总面积 2592 km²,开采涉及面积 1105 km²,探明地质储量 107 亿 t。集团公司的前身阳泉矿务局成立于 1950 年,1997 年改制为阳泉煤业(集团)有限责任公司(以下简称阳煤集团)。

阳煤集团是全国瓦斯最大,最难进行瓦斯抽采的矿区之一。2006 年 13 个矿井,年产量 3541.69 万 t,2006 年矿井瓦斯绝对涌出量 1642.37 m³/min,是国内瓦斯涌出量最大的矿区。单井最大绝对涌出量 414.6 m³/min(二矿)。其中 6 个矿井有煤层自然发火危险。阳煤集团瓦斯涌出量大而且瓦斯突出频繁,瓦斯突出次数累计 6672 次(突 2972 次、喷出约 3700 次),瓦斯对煤矿安全生产的影响非常严重。

阳泉矿区共含煤 15 层,煤种以无烟煤为主,主采 3 号、12 号、15 号煤层,煤层倾角 10°左右,各煤层均富含瓦斯,吨煤瓦斯含量为 7.13~21.73 m³/t,煤层瓦斯压力 0.25~2.3 MPa。通过对矿井瓦斯来源的统计分析表明:回采占 68%;掘进占 10.5%;采空区和其他占 21.5%。因此,回采工作面是矿井瓦斯的主要来源。通过对回采工作面瓦斯来源的统计分析表明:邻近层平均为 81.5%(其中上邻近层占 90%以上);本煤层占 18.5%。所以,上邻近层是工作面瓦斯的主要来源,也是矿井瓦斯的主要来源。工作面绝对瓦斯涌出量一般在 40~130 m³/min,最大为 200 m³/min。

我们主要是通过对矿井通风方式、煤层瓦斯抽采方式的不断探索研究,通过对通风与瓦斯抽采设备的重大技术改造和更新,以及提高瓦斯储存环节和输送能力等的配套提升,从根本上解决瓦斯对矿井的危害,并变害为利,将矿井抽采出的瓦斯加以利用,为居民和工业用户提供洁净的燃料资源。

1. 积极改进通风方式和提高矿井通风能力以适应高产高效矿井的需要

阳煤集团曾经试验并应用过 U 型、Y 型、偏 Y 型、U+L 型、U+I 型等多种通风方式。在薄煤层综采工作面试验成功并采用“一进两回”U+L 型通风方式,外错布置一条专用排放瓦斯巷。这种布置方式成为国内用通风方式解决

上隅角瓦斯和采空区瓦斯的典范,在全国推广应用。厚煤层综放工作面采用“一进两回”U+I型通风方式,内错布置一条专用排放瓦斯巷,这种通风方式有利于解决上隅角和采空区瓦斯,并能有效控制采空区煤层自然发火。这一独特的利用通风方式治理瓦斯的技术在国际上处于领先地位。

2. 高度重视瓦斯抽采技术研究与技术转化以提高矿井抗灾能力

阳煤集团瓦斯抽采已经有50多年的历史,多年来,各届领导都非常重视瓦斯治理,对瓦斯抽采技术从理论到实践进行了不懈的努力和探索,先后对邻近层及采空区进行了研究抽采试验并取得成功,对本煤层及其围岩瓦斯也进行了抽采试验。

阳泉矿区所属煤层煤体结构致密,煤层透气性差,是全国最难进行瓦斯预抽的矿区之一。从1954年开始,阳煤集团在全国率先对邻近层瓦斯进行钻孔抽采试验,于1957年取得成功,随后在全公司高瓦斯工作面进行推广和普及。随着采煤工艺由“炮采—普采—综采—综采放顶煤”的不断进步和变化,瓦斯治理的难度越来越大,经过不断研究和探索,到上世纪90年代,邻近层瓦斯综合抽采技术日臻成熟,阳煤集团综采工作面及综放工作面试验并推广采用了多种抽采方法,主要有以下几种抽采方法:小直径密集钻孔抽采邻近层瓦斯、大直径钻孔抽采邻近层瓦斯、顶板岩石倾斜高抽巷抽采邻近层瓦斯、顶板岩石走向高抽巷抽采邻近层瓦斯、小断面伪倾斜后高抽巷抽采初采期近距离邻近层瓦斯、大直径钻孔抽采初采期邻近层瓦斯、采空区埋管抽采采空区及上隅角瓦斯等技术,邻近层瓦斯抽采技术的成功,解决了多年来邻近层瓦斯涌出对工作面安全生产的影响。邻近层瓦斯抽出率达到70%~90%,综放面最大抽采量达到 $178\text{ m}^3/\text{min}$ 以上。这些方法的采用,有效地解决了综采、综放面邻近层瓦斯,保证了安全生产。

在阳泉矿区特大瓦斯条件下,综放工作面利用先进的通风方式和多种抽采方式综合治理瓦斯技术,采用内错尾巷解决采空区和上隅角瓦斯,利用高抽巷抽采邻近层瓦斯,促使综放工作面生产达到了日产万吨、年产突破400万t的水平。

3. 不断加大资金投入进行瓦斯抽采设备的更新

通过多年的努力,阳煤集团共建立瓦斯抽采泵站8座,装备各类抽采设备25台,并逐步采用高负压水环式真空泵取代定容式罗茨鼓风机作为瓦斯抽采设备,总装机容量7235 kW,抽采能力 $3291.7\text{ m}^3/\text{min}$,改造更新抽采主管道(380 mm以上的)150 km。截至2006年底共抽采瓦斯39.66亿 m^3 ,仅2006年抽采量就达3.76亿 m^3 ,瓦斯抽采量居全国首位。

4. 加强环保意识促进瓦斯利用技术的健康发展

阳泉矿区抽采瓦斯作为燃料经过了近 40 年的发展,并逐渐成熟起来。瓦斯作为一种非常规的天然气资源,是一种优质的能源,其浓度在 30% ~ 100% 时,1 m³ 的瓦斯相当于 1 ~ 2 kg 煤的发热量 (10.47 ~ 35.19 MJ/m³),可用于城市居民生活燃料、发电燃料、工业燃料和化工原料,具有广阔的市场前景。同时,矿井瓦斯的利用,减少排向大气的瓦斯量,减少环境污染,减轻大气温室效应。

阳泉矿区的煤层瓦斯含量极其丰富,全矿区瓦斯(煤层气)资源储量 6448 亿 m³。阳煤集团抽采的矿井瓦斯,做为主要气源供给阳泉城市煤气系统。现拥有六座储配站(其中 50000 m³ 储气柜两座、30000 m³ 储气柜和 20000 m³ 储气柜各一座,5000 m³ 储气柜两座),总储配能力 16 万 m³。安装加压机 22 台,加压机总装机容量 2140 kW,最大输配能力 1570 m³/min,稳定输配能力 58 万 m³/d,供气浓度 35% ~ 40%,敷设中低压瓦斯输配管线 791 km,区域调压站 45 座。阳煤集团抽采瓦斯利用的范围已经有:瓦斯发电、民用、氧化铝、永磁材料、陶瓷工业、大型工业锅炉、燃气中央空调等,是目前国内利用瓦斯领域最多最广泛的煤矿企业。

5. 努力建设先进可靠的监测网络

建立矿井监测监控系统是防止瓦斯事故的重要防线。阳煤集团所属各矿全部安装了安全监测监控系统,并实现了全公司联网。井下所有采、掘工作面与地面选煤场高瓦斯区均按照规定设置瓦斯传感器,监测系统有 KJ4、KJ90、KJ66、KJ101,监控系统联网传感器包括甲烷、一氧化碳、温度、风速传感器等,综采、综掘工作面安装二级断电装置,监测监控系统采用计算机控制,实现 24 h 不间断的连续监测监控,保障了对矿井各个工作地点的瓦斯跟踪观测,可传输到集团公司。

6. 全力提升企业瓦斯综合治理技术研究水平

阳煤集团通风与瓦斯综合治理技术,先后有 20 项达到了国际、国内领先水平,获得多项国家级、省部级、市级科技进步奖。影响较大的主要有:

“阳泉矿务局瓦斯综合治理技术的研究”项目,主要对阳煤集团各煤层开采的通风方式、抽采方式进行了深入全面的系统研究并广泛应用和推广,取得了重大的研究成果,项目整体水平达到国际领先水平,1997 年获煤炭部科技进步特等奖,1998 年获国务院颁发的国家科技进步三等奖。

“阳泉高瓦斯易燃煤层高产高效综放工作面瓦斯综合治理技术研究与应用”项目,研究内容广泛丰富,涉及综采放顶煤开采技术中有关通风防灭火和

瓦斯抽采等关键技术，属于集团公司重大技术难题，项目研究起点高，技术独特，其中几项内容为国际首创，该项目鉴定处于国际领先水平，2004年获阳泉市科技进步一等奖，2005年获山西省科技进步一等奖，项目推广应用后，创造了巨大的经济和社会效益，2006年获国务院颁发的国家科技进步二等奖，同时该项目被列入国家“九五”、“十五”重大科技成果。

阳煤集团瓦斯治理的历史虽然很久，也取得过骄人的成绩，但随着煤炭生产技术和煤矿安全高效生产要求的不断提高，瓦斯治理技术难度越来越大，瓦斯治理任重而道远，这就要靠我们担当起历史的重任，努力研究瓦斯治理技术，以适应煤矿生产技术的飞速发展要求。

编 者

2007年12月20日

目 录

序

前言

第一章 阳泉矿区概况	1
第一节 阳泉矿区地质与生产概况	1
第二节 阳泉矿区通风瓦斯概况	5
第三节 15 号煤层开采情况	8
第二章 综放工作面瓦斯涌出规律及瓦斯分布状态	10
第一节 15 号煤层及上邻近层瓦斯赋存特征	10
第二节 高产高效综放工作面瓦斯涌出规律	20
第三节 综放工作面通风方式及瓦斯分布状态	35
第四节 影响综放工作面瓦斯涌出的因素分析	60
第五节 本章小结	74
第三章 综放工作面初采期瓦斯治理技术	79
第一节 综放工作面上覆岩层活动规律研究	79
第二节 综放工作面初采期瓦斯涌出规律及影响因素	93
第三节 综放工作面初采期瓦斯治理技术研究	100
第四节 综放工作面初采期瓦斯治理工业性试验研究	114
第四章 开采解放层后综放面瓦斯治理技术	136
第一节 调压法治理综放工作面瓦斯技术	136
第二节 采用 U+L 形通风方式治理综放面瓦斯技术	143
第三节 采空区埋管抽放治理综放面上隅角瓦斯	154
第四节 利用对旋抽出式风机治理综放面上隅角瓦斯	161

第五节	利用移动泵治理综放面瓦斯技术	168
第六节	采用 U+I 形通风方式治理综放面瓦斯技术	173
第七节	15 号煤层综放面瓦斯治理技术	181
第五章	未开采解放层综放面瓦斯治理技术	185
第一节	利用倾斜高抽巷及大直径钻孔抽放上邻近层瓦斯治理 综放面瓦斯技术	185
第二节	走向高抽巷抽放法治理综放面瓦斯技术	219
第三节	顶板走向高抽巷和 U+I 形通风方式综合治理 综放面瓦斯	250
第四节	12 号煤未采条件下综放面瓦斯治理途径	258
第六章	综放面内错尾巷与自然发火关系研究	262
第一节	试验矿井和工作面概况	262
第二节	煤自然发火相关理论	264
第三节	综放工作面煤自燃环境分析	275
第四节	综放面 U+I 布置方式对自然发火影响的实验室研究	296
第五节	综放面 U+I 布置方式对自然发火影响的现场研究	308
第六节	本章小结	334
第七章	安全保障体系与效益分析	337
第一节	综放工作面瓦斯治理安全保障体系	337
第二节	综放工作面瓦斯治理技术效益分析	351

第一章 阳泉矿区概况

第一节 阳泉矿区地质与生产概况

一、地质概况

阳泉煤业（集团）有限责任公司（以下简称阳煤集团）的前身为阳泉矿务局，位于山西省沁水煤田的东北部，太行山背斜的西翼，全区基本上呈单斜构造，走向北北东，向西南方向倾斜。矿区主要的含煤地层为石炭系太原组及二叠系山西组，矿区总面积 1105km^2 ，地质储量 107.3 亿 t，煤系地层总厚度 180m，煤层总厚度 13 ~ 15m，距地表深度 150 ~ 500m，煤层倾角一般为 $5^\circ \sim 10^\circ$ ，矿区共含煤 16 层（由上往下顺序编号），其中主采 3 号、12 号、15 号 3 个煤层，局部可采的为 6 号、8 号、9 号煤层，均为变质程度较高的无烟煤。如图 1-1 所示。

煤系地层含煤建造为海陆交互的滨海海退后的残留海过渡相沉积，太原组以灰黑色砂质泥岩、泥岩、灰白砂岩及 3 层石灰岩组成，夹有 16 号、15 号、13 号、12 号、11 号、9 号、8 号等煤层。山西组主要以黑灰色砂质泥岩、泥岩和灰白色中粗粒砂岩组成，夹有 6 号、5 号、4 号、3 号、2 号、1 号等煤层。

该区煤层均属高变质的无烟煤，在水平方向上具有中部及东部挥发分低，西部及北部相对高的特点，一般在 10% 左右。在垂直方向上，下部煤层变质程度高于上部煤层，挥发分在 9% 以下。3 个主采煤层挥发分分别是：3 号煤层平均为 9.55%，12 号煤层平均为 9.49%，15 号煤层平均为 8.40%。

1. 主采煤层的煤岩组分

3 号煤层主要以亮煤、暗煤和丝炭组成，含有较少的镜煤。在一矿、三矿，部分 3 号煤层受到水平构造应力影响，出现底部煤层松软，呈受揉皱状态，为油脂、土状光泽，手可碾为细末或极小的碎块。松软的鳞片状结构煤多

地层单位	地层厚度 / m	累厚 / m	柱状 1:500	岩性描述
上石炭系太原组	0.9	0.9		9号 _上 煤层
	4.0	4.9		深灰色细砂岩
	0.4	5.3		9号 _下 煤层
	3.2	8.5		灰白色细粉砂岩
	0.3	8.8		10号煤层
	3.0	11.8		灰色砂质泥岩
	2.0	13.80		K ₄ 石灰岩
	0.3	14.10		11号煤层
	1.5	15.60		黑色砂岩
	4.2	19.80		深白色粗砂岩
	1.85	21.65		灰黑色泥岩
	1.37	23.02		12号煤层
	2.87	25.89		条带状中砂岩
	0.05	25.94		煤线
	3.49	29.43		条带状粗中砂岩
	1.51	30.94		灰黑色细砂岩
	1.55	32.49		灰黑色粉砂质泥岩
	2.84	35.33		K ₃ 灰岩
	0.8	36.13		13号煤层
	4.94	41.07		灰白色中砂岩至细砂岩
	0.30	41.37		黑色细砂岩
	4.33	45.70		黑色泥岩
	2.01	47.71		K ₂ 灰岩
	0.38	48.09		14号煤层
	4.33	52.42		条带状细砂岩
	2.94	55.36		条带状粉砂岩
	4.10	59.46		黑色泥岩
	6.08	65.54		15号煤层
	2.20	67.74		泥岩
	5.00	72.74		深灰砂泥岩
	0.20	72.94		煤线
	3.00	75.94		灰白色条带状细砂岩
	0.40	76.34		16号煤层

图 1-1 阳泉矿区煤系地层综合地质柱状图

数节理光滑如镜一般，称为软分层。12号煤层主要以亮煤、暗煤和丝炭组成，丝炭比3号煤层含量偏少，含有少量的镜煤。15号煤层主要以镜煤、亮煤、半亮型煤和暗煤及少量的丝炭组成。

2. 石灰岩的生物、矿物组分

煤系地层三层黑色石灰岩自上而下分别为 K_4 (俗称猴石)、 K_3 (俗称钱石)、 K_2 (俗称四节石) 灰岩。 K_4 、 K_3 灰岩质不纯, K_2 相对较纯, 均坚硬、性脆、节理不发育, 裂缝被方解石充填, 可见黄铁矿结核, 含有海百合茎等动物化石。 K_4 灰岩粒屑组分主要为一些生物碎屑, 如棘皮、苔藓、腕足类等, 含方解石 50%, 泥质 25%, 白云石 10% ~ 15%, 还有少量其他杂质, 为生物(碎屑)泥晶泥质含云灰岩。 K_3 、 K_4 灰岩粒屑组分有孔虫、蜓、腕足类和海百合茎等生物碎屑, 矿物成分以方解石为主, 含方解石 50%, 泥质 25%, 白云石 10% ~ 15%, 以及微量有机质和炭质, 为生物泥晶泥质灰岩。 K_2 灰岩只有少量棘皮、介形虫、腕足类等生物碎屑, 方解石含量高达 90%, 泥质仅 5%, 白云石 1% ~ 2%, 微量有机质, 为泥晶灰岩。

3. 煤层结构特征

煤的结构致密, 硬度大, 光泽强, 节理面较平整, 镜煤条带明显, 原生节理面紧密, 构造节理稀疏(一般密度小于 1 ~ 2 条/m), 强度高, 一般不能用手掰开。软煤构造节理切割成不规则块状, 梳状节理较为发育, 剪切节理面上存在有碾为细末的煤粉, 煤的强度较低, 可用手掰成小块, 光泽较弱。

4. 煤的透气性能

由于煤的结构致密, 透气性很低, 根据测定结果, 3 号煤层的透气系数仅为 0.00037mD, 属低透气性煤层。

从图 1-1 可看出, 9 号煤平均厚度为 0.59m, 局部可采区域厚度可达 2.0m 左右, 距 15 号煤层顶板 76.35m。9 号煤往下 22m 有一层石灰岩, 我们也称其为 K_4 石灰岩(俗称猴石), 厚度为 2m 左右, 其中富含瓦斯, 距 15 号煤层顶板 52.35m。12 号煤层除五矿外其他矿内均为稳定可采煤层, 厚度 1.4m 左右, 距 15 号煤层顶板 41m 左右, 但由于其含硫高, 灰分大, 难以销售, 目前仍处于呆滞状态。12 号煤往下 7m 左右有一层厚度达 2.84m 的石灰岩, 我们通常称为 K_3 灰岩(俗称钱石), 距 15 号煤层顶板 30.54m, 其中富含瓦斯。

15 号煤层(俗称丈八煤)平均厚度 6.5m, 赋存稳定, 煤层结构复杂, 共有三层夹石。上部为厚 0.1m 的岩质页岩, 中部偏下为 0.65 ~ 0.1m 的炭质页岩连岩石, 下部为一层透镜状黑色页岩。一般长 5 ~ 7m, 宽 3 ~ 5m, 厚 0 ~