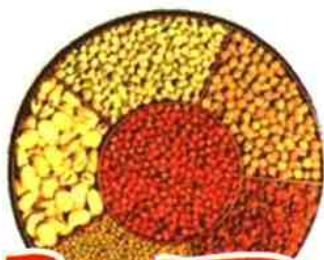


农村实用科技与技能培训丛书

主编：崔富春



杂粮食品 加工技术

ZALIANGSHIPINJIAGONGJISHU

张鹏 编著

随着人们饮食结构的改善和生活水平的提高，对优质无公害化小杂粮的需求日益增长，小杂粮的粮药兼用功能正迎合广大消费者：杂粮热：的健康时尚。



农村实用科技与技能培训丛书

主编 崔富春

杂粮食品加工技术

张 鹏 编著

 中国社会出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

杂粮食品加工技术/张鹏编著. —北京: 中国社会

出版社, 2006. 9

(农村实用科技与技能培训丛书/崔富春 主编)

ISBN 7-5087-1165-3

I. 杂... II. 张... III. 杂粮—粮食加工

IV. TS21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 099678 号

丛 书 名: 农村实用科技与技能培训丛书

主 编: 崔富春

书 名: 杂粮食品加工技术

编 著 者: 张 鹏

责任编辑: 佟卫东

出版发行: 中国社会出版社 邮政编码: 100032

通联方法: 北京市西城区二龙路甲 33 号新龙大厦

电话: (010) 66051698 电传: (010) 66051713

邮购部: (010) 66060275

经 销: 各地新华书店

印刷装订: 北京京海印刷厂

开 本: 140mm×203mm 1/32

印 张: 7.875

字 数: 182 千字

版 次: 2006 年 9 月第 1 版

印 次: 2006 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 11.00 元

(凡中国社会出版社图书有缺漏页、残破等质量问题, 本社负责调换)

建设社会主义新农村书屋

总顾问：回良玉

编辑指导委员会

主 任：李学举

副主任：翟卫华 柳斌杰 胡占凡 窦玉沛

委 员：詹成付 吴尚之 涂更新 王英利

李宗达 米有录 王爱平

农村实用科技与技能培训丛书编辑委员会

主 任：崔富春

副主任：左义河 宗颖生 弓永华

成 员：（按姓氏笔画为序）

王金胜 孙泰森 邢国明 李生才

李生泉 李宏全 李国柱 杨 鹏

郭晋平 郭玉明 郝利平 武星亮

蔺良鼎 薛孝恩

总序 造就新农民 建设新农村

李学举

党的十六届五中全会作出了建设社会主义新农村的战略部署。在社会主义新农村建设过程中，大力发展农村文化事业，努力培养有文化、懂技术、会经营的新型农民，既是新农村建设取得进展的重要标志，也是把社会主义新农村建设不断推向前进的基本保证。

为落实中央的战略部署，中央文明办、民政部、新闻出版总署、国家广电总局决定，将已开展三期的“万家社区图书室援建和万家社区读书活动”由城市全面拓展到农村，“十一五”期间计划在全国三分之一以上的村委会开展农村图书室援建和读书活动，使两亿多农民由此受益，让这项造福城市居民的民心工程同时也造福亿万农民群众。中央领导同志对此十分重视，中共中央政治局委员、国务院副总理回良玉同志作出重要批示：“发展农村文化事业是新农村建设的重要内容，也是农村发展中一个亟待加强的薄弱环节。在农村开展图书室援建和读书活动，为亿万农民群众送去读得懂、用得上的各种有益书刊，对造就有文化、懂技术、会经营的新型农民，满足农民全面发展的需求，将发挥重要作用。对这项事关农民切身利益、事关社会主义新农村建设的重要活动，要精心组织，务求实效。”

中共中央政治局委员、中央书记处书记、中宣部部长刘云山

同志也作出重要批示。他指出：“万家社区图书室援建和万家社区读书活动，是一项得人心、暖人心、聚人心的活动，对丰富城市居民的文化生活、推动学习型社区建设发挥了重要作用。这项活动由城市拓展到农村，必将对丰富和满足广大农民群众的精神文化生活，推动社会主义新农村建设发挥积极作用。要精心组织，务求实效，把这件事关群众利益的好事做好。”

为了使活动真正取得实效，让亿万农民群众足不出村就能读到他们“读得懂、用得上”的图书，活动的主办单位精心组织数百名专家学者和政府相关负责人，编辑了“建设社会主义新农村书屋”。“书屋”共分农村政策法律、农村公共管理与社会建设、农村经济发展与经营管理、农村实用科技与技能培训、精神文明与科学生活、中华优秀传统文化道德与民俗民风、文学精品与人物传记、农村卫生与医疗保健、农村教育与文化体育、农民看世界等10大类、1000个品种。这些图书几乎涵盖了新农村建设的方方面面。“书屋”用农民的语言、农民的话，深入浅出，使具有初中文化水平的人就能读得懂；“书屋”贴近农村、贴近农民、贴近农村生活的实际，贴近农民的文化需求，使农民读后能够用得上。

希望农村图书室援建和农村读书活动深入持久地开展下去，使活动成为一项深受欢迎的富民活动，造福亿万农民。希望“书屋”能为农民群众提供一个了解外界信息的窗口，成为农民学文化、学科技的课堂，为提高农民素质，扩大农民的视野，陶冶农民的情操发挥积极作用。同时，也希望更多有识之士参与这项活动，推动农村文化建设，关心支持社会主义新农村建设。

值此“新农村书屋”付梓之际，以此为序。

二〇〇六年九月

目 录

第一部分 杂粮基础知识

一、杂粮的种类及其生物学特性和形态特征 /1

(一) 杂粮的分类 /1

(二) 禾谷类杂粮的生物学特性和形态特征 /1

(三) 豆菽类杂粮的生物学特性和形态特征 /9

(四) 油料类杂粮的生物学特性和形态特征 /14

(五) 薯类杂粮的生物学特性和形态特征 /15

二、杂粮的分布 /16

(一) 禾谷类杂粮的分布概况 /18

(二) 豆菽类杂粮的分布概况 /22

(三) 油料类杂粮的分布概况 /26

(四) 薯类杂粮的分布概况 /27

三、杂粮的籽粒结构、理化特性、营养价值和保健功能 /28

(一) 禾谷类杂粮的籽粒结构、理化特性、营养价值和保健功能 /28

(二) 豆菽类杂粮的籽粒结构、理化特性、营养价值和保健功能 /49

(三) 油料类杂粮的籽粒结构、理化特性、营养价值和保健功能 /52

(四) 薯类杂粮的籽粒结构、理化特性、营养价值和保健功能 /53

第二部分 杂粮的加工

一、禾谷类杂粮的食品的加工 /56

- (一)玉米(*Zea mays* L.)食品的加工 /56
- (二)高粱[*Sorghum vulgare*(L.)Moench]食品的加工 /71
- (三)小米类杂粮的加工 /79
- (四)荞麦(*Fagopyrum*L.)食品的加工 /105
- (五)薏苡食品的加工 /127
- (六)大麦(*Hordeum* spp.)食品的加工 /129
- (七)燕麦(*Hordeum* spp.)食品的加工 /134
- (八)莜麦食品的加工 /144
- (九)黑米食品的加工 /149
- 二、豆类杂粮食品的加工 /160
 - (一)大豆食品的加工 /160
 - (二)蚕豆(*Vicia faba*)食品的加工 /174
 - (三)豌豆食品的加工 /183
 - (四)绿豆食品的加工 /192
 - (五)红小豆食品的加工 /220
- 三、油料类杂粮食品的加工 /227
- 四、薯类杂粮食品的加工 /229
 - (一)马铃薯(*Solanum tuberosum*)食品的加工 /229
 - (二)番薯(*Ipomoea batatas*)食品的加工 /233
 - (三)魔芋(*Amorphophallus rivieri*)食品的加工 /237

参考文献 /241

后记 /242

第一部分 杂粮基础知识

一、杂粮的种类及其生物学特性和形态特征

(一) 杂粮的分类

我国领土辽阔，跨越寒带、温带、亚热带，地理、气候都比较复杂，杂粮品种繁多。杂粮品种根据其来源不同可分为谷类杂粮、豆菽类杂粮和薯类杂粮及小宗油料杂粮；根据其产量可分为大宗杂粮和小宗杂粮。

谷类杂粮包括：谷子（粟）、高粱、玉米、大麦、青稞、莜麦、荞麦、糜黍等；豆菽类杂粮包括：大豆、蚕豆、豌豆、绿豆等；薯类杂粮主要包括马铃薯和甘薯。

大宗杂粮主要包括：玉米、谷子、高粱、薯类等；小宗杂粮又可分为小杂粮、小粮豆和小油料，小杂粮主要指大麦、青稞、莜麦、荞麦、糜黍和薏苡，小粮豆主要是指小豆、青豆、黑豆等，小油料如向日葵子、芝麻、花生、红花、蓖麻等。

(二) 禾谷类杂粮的生物学特性和形态特征

1. 玉米 (*Zea mays* L.)

亦称“玉糜蜀”、“包谷”、“包芦”、“包米”、“珍珠米”。禾本科。一年生草本。根系强大，有支柱根。秆粗壮，叶宽大，线状披针形。花单性，雌雄同株，雄花为圆锥花序，顶生；雌花为肉穗花序，着生叶腋间，外有总苞。性喜高温，需水较多，适宜疏松肥沃

的土壤。按籽粒性状可分为马齿型、硬粒型、爆裂型、蜡质型、甜质型、甜粉型、粉质型、有稃型等八种类型，其中以马齿型和硬粒型两种栽培较广。

中国玉米种质资源集中分布于从东北到西南走向的狭长地带。从东北黑龙江、吉林、辽宁向西南经内蒙古南部、河北、山西、山东、河南、陕西南部、湖北、四川至贵州、广西等。这个密集带集中了 89.9% 的种质资源，此密集带又可分为四个密集区，即云贵高原密集区，包括云南中北部、广西西北部、贵州西部和四川东南部；湖北——陕西西部——山西——河南密集区；河北——内蒙古东南部——山东密集区；黑龙江南部——吉林——辽宁密集区。其种质资源数量占全国总数的比例分别为 40%、19%、12% 和 13%。

玉米主要有黄、白、红三种粒色，红玉米主要分布于云贵高原；黄玉米和白玉米的分布地区大致相同，主要分布在从东北向西南走向的狭长地带。

玉米籽粒除供食用外，工业上用途极广，可制淀粉、酒精、塑料等。秆、叶、穗可青饲或青贮。花柱和根、叶均可入药。

2. 高粱 [*Sorghum vulgare* (L.) Moench]

亦称“蜀黍”、“蜀秫”。禾本科。一年生草本。秆直立，中心有髓。分蘖或分枝。叶片似玉米，厚而较窄，被蜡粉，平滑，中肋呈白色。圆锥花序，穗形有帚状和锤状两类。颖果呈褐、橙、白或淡黄等色。种子卵圆形，微扁，质粘或不粘。性喜温暖，抗旱、耐涝。按形状及用途可分为食用高粱、糖用高粱、帚用高粱等类。

高粱种质资源分布范围相当广泛，在中国东起台湾省，西至新疆维吾尔自治区，北至黑龙江省的爱辉县，南至海南省的西沙群岛都有高粱种质分布，南北跨越热带、亚热带和温带三个气候带。

虽然中国各地大多有高粱种质分布，但主要分布于中国东部的淮河以北地区，该地区种质数量占全国高粱种质总数的 80% 左右，其中有三个高粱种质分布的密集区，即黑龙江、吉林、辽宁和内蒙古东南部密集区，山西和陕西东部密集区，河南、山东、安徽和江苏北部密集区，其种质数量分别占全国的 30%、15% 和 20%。在长江以南的四川省东南部也上种质资源密集分布区，占全国种质资源的 7%，但却占了长江以南种质资源总数的 65%，主要分布于四川省江津、泸州、宜宾、万县等地。

高粱种质按其用途可分为食用、糖用和工艺用，分别占全国高粱种质的 95%、4% 和 1% 左右。

籽实供食用、酿酒（即高粱酒）或制饴糖。糖用高粱的秆可制糖浆或生食；帚用高粱的穗可制扫帚。新鲜的嫩叶及苗含有羟氢苷，在胃内能形成剧毒的氢氰酸，必须阴干青贮，或晒干后才能搭配作饲料。

3. 粟 [*Setaria italica* (L.) Beau.]

北方通称“谷子”，去壳后叫“小米”。禾本科。一年生草本。秆粗壮，分蘖。叶鞘无毛，叶片线状披针形，叶舌短而厚，具纤毛。圆锥花序，主轴密生柔毛。穗有圆锥、圆筒、纺锤、棍棒等形，通常下垂；小穗具短柄，基部有刺毛。颖果，稃壳红、橙、黄、白、紫、黑等色。籽实卵圆形，黄白色。喜温暖、耐旱，对土壤要求不严，适应性强，可春播和夏播。

谷子原产于我国，其种质资源主要集中于淮河——秦岭以北，陕西以北地区，占全国谷子资源的 97%，其中东北三省占 10.5%。而内蒙古东南地区、河北、河南、山西、陕西和山东六省（自治区）占全国种质资源的 82%。河北和山西两省又是谷子种质资源最集中

的地区，其种质资源数量占全国总数的 47% 以上。

谷子米质有粳性和糯性之分，其中糯谷种质资源只占总数的 10%，除安徽、福建、浙江、青海、新疆、四川外各地均有分布，但 70% 以上集中于黄河中下游地区。

谷子主要有黄、白、红、黑四种粒色，其中，黄谷子占总数的 53%，主要分布在山西、河北、陕西、山东、河南和东北地区；白谷子占总数的 39%，主要分布在山西、河北和山东；红谷子主要分布在山西、河北、陕西、山东和河南；黑谷子主要分布在黄河流域。

谷子籽粒供食用或酿造。茎、叶、谷糠可作饲料。

4. 燕麦 (*Avena L.*)

燕麦为一年生草本植物，按染色体组可分为二倍体、四倍体、六倍体 3 个种群 23 个种。按外稃性状可分为带稃性型和裸粒性型两大类。中国燕麦种质资源以大粒裸燕麦 (*A. nuda L.*) 为主，俗称莜麦、玉麦。禾本科。秆直立丛生，叶舌透明膜质，叶片扁平而软。圆锥花序，向四周开展，小穗含 3~6 小花；外稃有芒或无芒，内稃短，具纤毛成熟时籽粒与稃分离。

我国燕麦种质资源主要分布于北方的山西、内蒙古、甘肃、青海、陕西、河北等省（自治区），这些地区的燕麦种质资源占全国总数的 80% 以上。有两个分布中心，一个位于内蒙古自治区东南部、山西北部及河北省河北省西北部的坝上高地，为中国燕麦种质资源的主要分布中心，约占总数的 56%；另一个位于甘肃及青海省的东部地区，约占总数的 20%。在中国南方也有燕麦分布，主要位于云南、贵州和四川三省交界处的大、小凉山。此外，新疆、黑龙江等省（自治区）有零星分布。

燕麦籽实供食用或作饲料，茎、叶可作青饲或干草。

5. 荞麦 (*Fagopyrum* L.)

又称三角麦、花麦、乌麦，属蓼科 (*Polygonum*)，分甜荞 (*F. esculentum* Moench) 和苦荞 [*F. tataricum* (L.) Gaertn] 等。甜荞为一年生草本，茎直立分枝，质柔软，幼时多汁，节上微有细毛，叶戟形；叶腋或茎端着生总状花序，异型花，花被白或淡红色，基部有蜜腺；瘦果，三棱卵圆形，棱角锐；生长期短，不耐霜，春秋均可播种，适宜间作或套作，为优良的添闲补种作物。苦荞亦称“鞑靼荞麦”；一年生草本；茎直立，质软；叶阔戟形，基部裂片张开；总状花序，不集生，有疏花；花小，花被带绿色或黄色；瘦果，顶端矩圆，棱角钝而作波状。

荞麦种质资源在中国分布较为广泛。从东北黑龙江省到南部广西大多都有分布，但主要集中在从内蒙古至云南（东北至西南）方向的狭长地带，即自内蒙古东南经河北北部、山西、陕西、甘肃、四川至云贵高原，这一地带集中了全国荞麦资源的 85% 以上。其他地区只有零星分布。

在中国荞麦种质资源中以甜荞 (67%) 为主，苦荞只占 33%。甜荞和苦荞的地理分布有明显差异，一般来说，甜荞主要分布在北方，占中国甜荞种质资源的 76%，其中，东北三省、内蒙古自治区和黄河中下游地区分别占 10%、15% 和 47%。苦荞主要分布在南方，其中，贵州、四川、云南三省分别占苦荞种质资源总数的 6%、22% 和 20%。山西中部和南部、陕西南部是甜荞种质资源和苦荞种质资源分布的过度地带。

6. 薏苡 (*Coix lacryma-jobi*)

俗称“药玉米”、“回回米”。禾本科。一年生或多年生草本。根系强大，宿根性。秆直立粗壮，有分枝。叶线状披针形，中脉粗厚，

花单性，雌雄同株，总状花序腋生或顶生；雌小穗位于花序基部，外面包有骨质念珠状总苞；雄小穗无柄或具柄，数丛，排列花序上部，呈穗状。颖果椭圆形，淡褐色，有光泽。性喜温暖湿润气候，耐涝。

我国分布较广，日本亦产。种仁又称“米仁”，含淀粉，供食用或酿酒。茎、叶可作造纸原料。中医学上用根和种仁入药，种仁性微寒，味甘，功能清热利湿、健脾，主水肿脚气、风湿痹痛、泄泻、肠痈、肺痈等。炒用补益肺脾。多用治关节炎、扁平疣。根具有清热利尿的功效，近用治肝炎、肾炎等症。

7. 大麦 (*Hordeum* spp.)

禾本科。一、二年生草本。植株似小麦。秆较软。叶片略厚而短，色淡，叶舌、叶耳较大，无毛。穗状花序，穗轴各节着生三个小穗，每小穗小花一朵，护颖细长，呈针状。无芒或具长芒、钩芒。籽实扁平，中间宽，两端较尖，与稃紧密结合不能分离（俗称“皮麦”、“有稃大麦”）或能分离（俗称“元麦”、“裸大麦”、“青稞”）。分二棱大麦、四棱大麦、六棱大麦等。

大麦种质资源在我国各省（市、自治区）均有分布，但数量最多的为西藏自治区，其次是江苏（含上海）、浙江、青海、河南、山东、陕西、甘肃和云南等，按自然地理划分，大麦种质资源集中于三大区，即青藏高原区、长江下游区和中原区，共计占全国大麦种质资源的80%以上。青藏高原区包括西藏高原的东、南部、云南南部、四川西部、青海东部和甘肃河西走廊，该区种质资源占总数的56%，其中西藏区占40%，主要分布于西藏东南的雅鲁藏布江流域。长江下游区主要为江苏和浙江两省，分别占总数的9%和8.6%。中原区包括河南、陕西渭河流域和山东西部，占总数的15%。

中国大麦种质资源以裸大麦为主，占总数的 60%，皮大麦占 40%。裸麦资源主要集中于青藏高原区，占全国裸大麦种质资源总数的 77%，其中西藏地区占 65%。其次为浙江省和江苏省，分别占 5% 左右。

籽实供食用，亦可酿酒、制饴糖或作饲料。秆可作编织、造纸等原料。

8. 黑麦 (*Secale cereale*)

禾本科。一二年生草本，根系发达，分蘖力强，秆细而韧。叶片常被蜡质，叶鞘通常紫色或褐色，有毛，叶舌短，叶耳狭小穗状花序，穗较大麦、小麦为长。穗呈四棱状，穗轴每节着生一个小穗，通常结实两粒，护颖狭窄，籽实狭长。抗寒力极强，抗旱。有冬黑麦和春黑麦两类。

我国东北、西北一带均有栽培。

籽实作粮食，植株可作牧草，秆作粗饲料、褥草或造纸原料。穗上有麦角寄生，可供药用。

9. 黍 (*Panicum miliaceum*)

禾本科。一年生草本。秆直立，被茸毛。叶线状披针形。圆锥花序，主轴直立或弯生。侧枝密集或疏散。小穗有小花两朵。其中一朵不孕。成熟时，内外稃坚硬，平滑，有光泽。颖果，圆形或椭圆形，乳白、淡黄或红色。种子呈白色、黄色或褐色，性粘或不粘。生育期短，喜温暖，不耐霜，抗旱力极强。主要有三种类型：圆锥花序较密，主轴弯生，穗的分枝向一侧倾斜的为黍型 (*P. miliaceum* var. *compactum*)，即黍子；圆锥花序密，主轴直立，穗分枝密集直立的为黍稷型 (*P. miliaceum* var. *compactum*) 即糜子；圆锥花序较疏，主穗轴直立，穗分枝向四面散开的为稷型 (*P. miliaceum* var. *ef-*

fusum), 即稷。

糜子种子, 实际上是由受精后的子房发育而成的果实, 由于果皮和种皮连在一起不易分开, 故生产上通称种子或籽粒, 植物学上称颖果。糜子的籽粒形状有球形、长圆形、卵圆形 3 种。果实长 2.5~3.2 毫米, 宽 2.0~2.6 毫米, 厚 1.4~2.0 毫米, 千粒重 3~10 克。粒色有黄、红、白、褐、灰和复色等颜色, 脱壳后米色由于深黄、浅黄等色。

糜子种子做纵切面观察, 主要由皮层、胚和胚乳 3 部分组成。皮层包括果皮(由子房壁发育而成)和种皮(由内珠被发育而成)两部分, 约占种子重量的 5%~7%。皮层与稃壳一起构成加工过程中的皮壳, 皮壳约占籽粒总重量的 15%~20%, 皮壳率的高低与品种有关。皮层的作用在于保护胚和胚乳; 种子萌发时, 水分和氧都通过皮层进入籽粒内部。胚乳位于种皮内, 占种子总重量的 75%~80%, 由位于最外层的糊粉层和内层的淀粉层组成。糊粉层一般只有一层细胞, 大而壁厚, 排列整齐, 主要成分为纤维和含氮物, 其余是脂肪、灰分和水分。淀粉层由薄壁细胞组成, 其形状大小及成分因胚乳部位不同而异。每个部位的胚乳细胞主要含大小不同的淀粉粒和蛋白质, 蛋白质存在于淀粉粒之间的空隙。由于糜子胚乳所含的淀粉结构不同, 糜子有粳性和糯性之分。糯性胚乳组织疏松, 粉质无光泽, 淀粉主要是支链淀粉, 直链淀粉含量很少, 一般不超过 2%, 并有少量糊精和麦芽糖, 遇碘液呈紫红色反应; 粳性胚乳为角质, 所含淀粉除支链淀粉外, 还含有一定比例的直链淀粉, 遇碘呈蓝黑色反应。胚是种子的重要部分, 为未来植株的雏形, 一般占种子重量的 2%~3%。胚由胚芽、胚轴、胚根、子叶 4 部分组成。胚的上端为胚芽, 胚芽的外面有一胚芽鞘, 胚芽鞘顶端有一小孔的

空锥体，有保护幼芽出土的作用。胚芽鞘内包裹着叶原基和茎叶的顶端生长点，将来分化为茎叶。胚的下端为胚根，胚根外包着胚根鞘。胚芽和胚根之间由胚轴相连。在胚轴上，向胚乳的一侧生有子叶（又称盾片）紧贴胚乳，在种子萌发时从胚乳中吸收营养物质并运送到胚的生长部位。着生盾片的节和胚芽鞘的节之间的部分称胚轴。

粟在我国北方栽培较多。

籽实供食用或酿酒，秆、叶或种子均可作饲料。

10. 裸大麦 (*Hordeum vulgare* var. *nuda*)

亦称“裸麦”、“米麦”、“元麦”，大麦的一个变种。禾本科。一、二年生草本，成熟后种子与稃壳分离，易脱落。种子供食用，或作饲料。我国青海、西藏等地常称为“青稞”。

(三) 豆菽类杂粮的生物学特性和形态特征

1. 大豆 (*Glycine max*)

“黄豆”、“青豆”、“黑豆”的统称。豆科。一年生草本。茎直立或半蔓生。茎、叶和荚均被茸毛。复叶，小叶三片。短总状花序，花白色或紫色。荚果。结荚习性分有限结荚和无限结荚两种。种子椭圆形至近球形，有黄、青、褐、黑、双色等。喜温暖，需水较多，对土壤要求不严。

大豆原产于我国，除天津和青海外，中国其他省（市、自治区）均有大豆种质资源分布。其中有六个分布较集中的地区，即贵州——四川东部区、山西——河北区、东北区、湖北——陕南区、江苏——浙北区、山东——皖北区，这六个区分别占中国大豆种质资源总数的21%、15.6%、13%、12%、11%和8%，合计占80%以上。其他如福建、甘肃、广东、广西、湖南、江西、内蒙古、宁