

安徽省地下水资源量及开发利用特征分析

焦团理, 李玉明 (安徽省地质调查院, 安徽合肥 230001)

摘要 在分析安徽省水文地质条件的基础上, 将全省划分为 1 999 个计算单元, 以浅层地下水为主要评价对象, 松散岩类孔隙水和碳酸盐岩类裂隙水采用补给量法, 基岩裂隙水采用径流模数法, 计算了全省多年平均天然补给资源量, 采用生态环境约束法计算了全省地下水可开采资源量, 并对其分布特征进行了分析。最后分析了全省地下水资源开发利用存在的问题, 提出了地下水合理开发利用的对策和建议。

关键词 地下水资源量; 分布特征; 开发利用; 安徽省

中图分类号 S273.4 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)23-076-04

Analysis of Groundwater Resources and Characteristics of Exploitation and Utilization in Anhui Province

JIAO Tuan-li, LI Yu-ming (Geological Survey Academy of Anhui Province, Hefei, Anhui 230001)

Abstract Based on analysis of hydrogeological conditions of Anhui Province, shallow groundwater in the whole province was divided into 1 999 calculation units. Average natural supplement of groundwater in several years in Anhui Province was calculated, of which loose rock pore water and carbonate rock fissure water were calculated by recharge method, and base rock fissure water was calculated by runoff modulus method. The quantity of recoverable groundwater resources in the whole province was calculated by ecological environmental constraint method, and its distribution characteristics were analyzed. Finally, main problems in exploitation and utilization of groundwater resources in Anhui Province were analyzed, and corresponding countermeasures and suggestions were proposed.

Key words Groundwater resources; Distribution characteristics; Exploitation and utilization; Anhui Province

安徽省供水主要依靠地表水解决, 地下水在供水中所占比例很小, 但其在全省特别是淮北地区的经济社会发展中起着举足轻重的作用。安徽省于 1984 和 2002 年先后两次开展了全省地下水资源评价工作, 计算了地下水天然资源量和可开采资源量, 进行了地下水开发利用现状评价和地下水资源潜力分析。上一轮水资源评价至今已近 15 年, 受气候及人类活动等的影响, 区域水资源补给条件、下垫面条件、地下水开发利用及水环境等发生了较大变化, 产生了一系列环境地质问题, 需要对地下水资源量和开发利用情况进行重新评价。地下水在安徽省特别是淮河以北地区的经济社会发展中起着举足轻重的作用, 是维持良好生态环境的关键因素。笔者在以往工作的基础上, 评价了地下水资源计算和开发利用情况, 提出了相应的对策建议, 以期为社会经济的可持续发展和政府宏观决策提供参考。

1 地下水资源评价

1.1 地下水资源分区 安徽省地形复杂, 地势南高北低, 西

高东低, 地貌类型复杂多变, 山地、丘陵、平原俱全, 区域差异明显。地质构造和地形地貌控制了区域地下水含水系统结构和流动系统的结构, 据此可划分为淮北平原、江淮波状平原、皖西山地、沿江丘陵平原和皖南山地 5 个水文地质区^[1]。安徽省地下水资源分区主要按照流域分区, 由北向南依次分为淮河流域地下水资源区、长江流域地下水资源区和新安江流域资源区, 在此基础上再划分出 1 999 个计算单元。地下水的补给来源主要为大气降水, 地下水的径流方向在天然状态下与地表水基本相同, 排泄方式平原区以垂向蒸发为主, 山区以水平渗流方式排入沟谷, 汇入江河。浅层地下水多为溶解性总固体小于 1.0 g/L 的淡水, 大于 1.0 g/L 的微咸水主要零星分布于淮北平原。

1.2 地下水天然补给资源量及分布特征 采用补给量法(松散岩类孔隙水和碳酸盐岩类岩溶裂隙水)和径流模数法(碎屑岩、岩浆岩和变质岩类裂隙水)计算全省多年平均地下水天然补给资源量。全省多年平均地下水天然补给资源量为 208.592 3 亿 m³/a。分布情况见表 1、2。

表 1 地下水资源分区多年平均地下水天然补给资源量

Table 1 Average natural supplement of groundwater resources in several years in various basin

区名称 Region	亚区名称 Subregion	孔隙水 Pore water 亿 m ³ /a	裂隙水 Fissure water 亿 m ³ /a	岩溶水 Karst water 亿 m ³ /a	合计 Total 亿 m ³ /a	天然补给资源模数 Modulus of natural supplement resources // 万 m ³ /(km ² ·a)
淮河流域 Huaihe River basin	淮河以北	64.126 9	0.006 7	1.535 1	65.668 6	17.438 8
	淮河以南	20.633 2	8.582 4	1.413 6	30.629 2	10.892 4
长江流域 Yangtze River basin	长江以北	29.829 6	14.808 3	4.797 3	49.435 2	14.655 3
	长江以南	14.890 3	16.502 2	21.961 5	53.354 0	18.236 2
新安江流域 Xin'an River Basin	新安江流域	0.599 1	8.021 2	0.884 9	9.505 2	15.337 2
合计 Total		130.079 1	47.920 8	30.592 4	208.592 3	15.455 5

作者简介 焦团理(1984-), 男, 河南太康人, 工程师, 从事水工环地质调查研究。

鸣谢 在水资源评价过程中得到了安徽省地质调查院副院长彭玉怀教授级高工的悉心指导, 在此致谢!

收稿日期 2016-07-11

由表 1 可知, 淮河流域淮河以北和长江流域长江以南水资源量和天然补给资源模数较大, 淮河以南和长江以北较小; 孔隙水天然补给资源量最大, 裂隙水次之, 岩溶水最少,

但岩溶水分布面积少,天然补给资源模数较大。

由表 2 可知,淮北平原地下水天然补给资源量和天然补给资源模数均最大,主要为孔隙水。江淮波状平原地下水天

然补给资源模数最小,为 $10.5003 \text{ 万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,主要是地表更新世黏性土广布,降水入渗系数小导致,主要为孔隙水。岩溶水主要分布于沿江丘陵平原和皖南山地。

表 2 水文地质分区多年平均地下水天然补给资源量

Table 2 Average natural supplement of groundwater resources in several years in various hydrogeological regions

水文地质分区 Hydrogeological region	孔隙水 Pore water 亿 m^3/a	裂隙水 Fissure water 亿 m^3/a	岩溶水 Karst water 亿 m^3/a	合计 Total 亿 m^3/a	天然补给资源模数 Modulus of natural supplement resources // 万 $\text{m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$
淮北平原 Huaibei Plain	64.126 9	0.006 7	1.535 1	65.668 6	17.438 8
江淮波状平原 Jianghuai undulating plain	23.463 8	0.264 5	1.383 0	25.111 3	10.500 3
皖西山地 Mountains in West Anhui	0.918 6	19.744 7	0.000 8	20.664 1	14.569 6
沿江丘陵平原 Hills and plains along rivers	40.063 8	6.521 7	16.922 8	63.508 3	16.010 6
皖南山地 Mountains in South Anhui	1.505 9	21.383 2	10.750 8	33.640 0	17.213 9
合计 Total	130.079 1	47.920 8	30.592 4	208.592 3	15.455 5

地下水资源量的分布受水文地质、气候、水文和水资源开发利用等因素的影响。全省孔隙水天然补给资源模数为 $3.2375 \text{ 万} \sim 37.7752 \text{ 万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,淮北平原一般为 $15 \text{ 万} \sim 20 \text{ 万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,北部故黄河泛滥平原和现代河流两侧为 $20 \text{ 万} \sim 30 \text{ 万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,西北部包气带岩性黏土、亚黏土区为 $10 \text{ 万} \sim 15 \text{ 万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,东北部低山丘陵外围黏性土分布区为 $5 \text{ 万} \sim 10 \text{ 万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 或小于 $5 \text{ 万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$;江淮波状平原波状、浅丘状平原区为 $5 \text{ 万} \sim 10 \text{ 万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 或小于 $5 \text{ 万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,淠河、池河等河谷平原区为 $15 \text{ 万} \sim 20 \text{ 万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,局部为 $20 \text{ 万} \sim 30 \text{ 万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$;沿江丘陵平原长江河谷平原一般为 $20 \text{ 万} \sim 30 \text{ 万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,长河、潜水、皖水河流的上游由于包气带岩性颗粒较粗,为 $30 \text{ 万} \sim 40 \text{ 万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,黏性土广布的波状平原和浅丘状平原区,为 $5 \text{ 万} \sim 15 \text{ 万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。岩溶水天然补给资源模数一般大于 $20 \text{ 万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,淮北平原和江淮波状平原一般为 $20 \text{ 万} \sim 30 \text{ 万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$;沿江丘陵平原的江北一般为 $30 \text{ 万} \sim 40 \text{ 万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,江南沿江地区为 $40 \text{ 万} \sim 50 \text{ 万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,南部及皖南山地均大于 $50 \text{ 万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。裂隙水径流模数均小于 $20 \text{ 万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,淮北平原和江淮波状平原均小于 $5 \text{ 万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,红层地区最小为 $0.73 \text{ 万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$;皖西山地淮河径流区为 $10 \text{ 万} \sim 15 \text{ 万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,长江径流区为 $15 \text{ 万} \sim 20 \text{ 万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$;沿江丘陵平原的江北小于 5 万

$\text{m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,沿江及江南地区为 $5 \text{ 万} \sim 10 \text{ 万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$;皖南山地红层分布区为 $5 \text{ 万} \sim 10 \text{ 万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,其他地区为 $10 \text{ 万} \sim 15 \text{ 万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

1.3 浅层地下水可开采资源数量及分布特征 该研究主要考虑河流的生态环境,保持足够的基流量(75%),使河流不致因地下水过度开采而出现断流。以多年平均地下水天然补给资源量与地表水基流量的 75% 之差作为(多年平均)地下水可开采资源量^[2]。全省多年平均地下水可开采资源量为 $127.1665 \text{ 亿 m}^3/\text{a}$,占天然补给资源量的比例为 60.96% (表 3、4)。

由表 3 可知,总体上与天然补给资源量相似,淮河流域淮河以北和长江流域长江以北可开采资源量和可开采资源模数较大,淮河以南和长江以南较少;孔隙水可开采资源量最大,岩溶水次之,裂隙水最少。全省地下水可开采资源模数为 $9.4223 \text{ 万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,淮河以北地区地下水可开采资源模数最大,为 $13.9382 \text{ 万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,新安江流域最小,为 $4.3074 \text{ 万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。由表 4 可知,平原区可开采资源量和可开采资源模数均较山区大,这主要是由于浅层孔隙水的调节作用。淮北平原地下水可开采资源量和可开采资源模数均最大,分别为 $52.4864 \text{ 亿 m}^3/\text{a}$ 和 $13.9382 \text{ 万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,主要为孔隙水。皖西山地基本上为裂隙水,富水性差,地表水基流量相对值较高,可开采资源模数最小,为 $4.0644 \text{ 万 m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

表 3 地下水资源分区多年平均地下水可开采资源量

Table 3 Average quantity of recoverable groundwater resources in several years in various basins

区名称 Region	亚区名称 Subregion	孔隙水 Pore water 亿 m^3/a	裂隙水 Fissure water 亿 m^3/a	岩溶水 Karst water 亿 m^3/a	合计 Total 亿 m^3/a	可开采资源模数 Modulus of recoverable resources // 万 $\text{m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$
淮河流域 Huaihe River basin	淮河以北	51.814 4	0.001 7	0.670 3	52.486 4	13.938 2
	淮河以南	13.038 6	2.145 6	0.624 7	15.808 9	5.622 0
长江流域 Yangtze River basin	长江以北	25.515 2	3.702 1	2.134 1	31.351 4	9.294 2
	长江以南	11.310 7	4.125 5	9.414 0	24.850 3	8.493 8
新安江流域 Xin'an River Basin	新安江流域	0.298 5	2.005 3	0.365 7	2.669 5	4.307 4
合计 Total		101.977 4	11.980 2	13.208 8	127.166 5	9.422 3

深层承压水主要分布于淮北平原西部,赋存于阜阳凹陷内巨厚的松散沉积层内。深层承压水主要包括黏性土压

密释水和含水层弹性释水量,可开采储量 106.9153 亿 m^3 。

表4 水文地质分区多年平均地下水可开采资源量

Table 4 Average quantity of recoverable groundwater resources in several years in various hydrogeological regions

水文地质分区 Hydrogeological region	孔隙水 Pore water 亿 m ³ /a	裂隙水 Fissure water 亿 m ³ /a	岩溶水 Karst water 亿 m ³ /a	合计 Total 亿 m ³ /a	可开采资源模数 Modulus of recoverable resources//万 m ³ /(km ² ·a)
淮北平原 Huabei Plain	51.814 4	0.001 7	0.670 3	52.486 4	13.938 2
江淮波状平原 Jianghuai undulating plain	15.689 5	0.066 1	0.611 1	16.366 7	6.843 8
皖西山地 Mountains in West Anhui	0.827 8	4.936 2	0.000 6	5.764 5	4.064 4
沿江丘陵平原 Hills and plains along rivers	32.628 4	1.630 4	7.354 8	41.613 6	10.490 9
皖南山地 Mountains in South Anhui	1.017 4	5.345 8	4.572 0	10.935 2	5.595 6
合计 Total	101.977 4	11.980 2	13.208 8	127.166 5	9.422 3

2 地下水开发利用概况

2.1 地下水现状开采量 安徽省供水主要依靠地表水资源。2013年全省水资源开发利用总量296.02亿m³,其中地表水开发利用总量261.95亿m³,占水资源开发利用总量的88.49%;地下水开发利用总量34.07亿m³,占水资源开发利用总量的11.51%^[3]。

由表5可知,安徽省的地下水开发集中在淮河以北地区。2013年5个水资源分区中,淮河流域的地下水开发量为31.98亿m³,占全省地下水开采总量的93.87%,其中淮河以北地下水开发量为30.10亿m³,占全省地下水开采总量的

88.35%;长江流域的地下水开发量为1.93亿m³,占全省地下水开采总量的5.67%;新安江流域的地下水开发量为0.16亿m³,占全省地下水开采总量的0.47%。

安徽省地下水开采主要类型为孔隙水,其次为岩溶水,裂隙水最少。孔隙水开采量为30.94亿m³,占全省地下水开采总量的90.81%,其中浅层孔隙水23.13亿m³,占全省地下水开采总量的67.88%,深层孔隙水7.81亿m³,占全省地下水开采总量的22.91%。岩溶水开采量为2.27亿m³,占全省地下水开采总量的6.65%。裂隙水开采量为0.86亿m³,占全省地下水开采总量的2.52%。

表5 2013年地下水资源分区地下水开采量

Table 5 Average quantity of exploited groundwater resources in various basins in 2013

区名称 Region	亚区名称 Subregion	开采量 Quantity of exploited groundwater//亿 m ³	占开采总量的比例 Proportion in total quantity of exploited groundwater//%
淮河流域 Huaihe River Basin	淮河以北	30.10	88.35
	淮河以南	1.88	5.52
长江流域 Yangtze River basin	长江以北	1.24	3.64
	长江以南	0.69	2.03
新安江流域 Xin'an River basin	新安江流域	0.16	0.47
全省 Anhui Province		34.07	100

广大农村地下水的开采方式以分散开采为主,主要采用家庭手压井、自吸泵井、大口径土井、农灌小机井等,分散开采浅层孔隙水和少许岩溶水、裂隙水用于农业灌溉和农村人畜供水。近10年来,国家重视农村饮水安全问题,很多地区以村为单位开采深层地下水集中供水。城镇供水方面,阜阳、亳州、界首、宿州、太和等市县主要集中开采深层孔隙水;淮北、萧县、灵璧等市县城区主要开采裂隙岩溶水;沿淮的城镇及淮河以南的庐江、明光、来安等市城区开采孔隙水和裂隙水。淮北矿区和沿江多金属矿区,多开采岩溶水、裂隙水作为供水水源。

2.2 地下水利用情况 2013年安徽省地下水利用量34.07亿m³,总体上占水资源利用的比例很小,但淮河以北地区地下水利用量在水资源利用量中占有相当的比例,其他地区所占比例很小,均不足5%。地下水利用量中,用于农业14.74亿m³,占用水总量的43.26%;用于工业7.78亿m³,占用水总量的22.84%;用于生活7.20亿m³,占用水总量的21.13%;其他(包括城镇公共和生态环境等)用水4.34亿m³,占用水总量的12.74%。

从全省来看,农业用水所占比例最大,其次为工业用水

和生活用水,其他用水最少。淮河流域以北地下水开采量中4个方面的用水比例与全省相似,淮河以南工业与生活用水比例最大,但4个方面差别不明显;长江流域以北工业用水、农业用水和生活用水所占比例相当,长江以南地区则主要用于工业和生活;新安江流域主要用于生活,其次为工业。

3 地下水资源开发存在的问题及开发利用对策

3.1 存在的问题

3.1.1 地下水开采量逐年增长,地区差异明显。近30年来,地下水开采量一直处于增长状态,平均以每年1亿m³的速度增加,地区差异显著,主要集中于淮河以北地区开采,由于缺乏合理的规划,局部地区超采严重。同时,节水措施不受重视,工业用水重复利用率低,农业灌溉技术落后,利用系数低,导致水资源浪费严重;矿山开采疏干排水不仅引发了一些地质环境问题,还导致水资源浪费。

3.1.2 地下水资源地区分布差异较大,与经济发展对水资源的需求不相适应。淮北地区地下水资源相对丰富,但人口众多,农业生产对水资源需求较大,同时地表水资源缺乏,导致水资源较为短缺。江淮和沿江的北部地区由于地形及地质条件的限制,地下水资源贫乏,且地表水不丰富,水资源供

需紧张。沿江地区虽赋存丰富的地下水,但因其地表水资源丰富,地下水开发利用程度较低。

3.1.3 地表水和浅层地下水受到污染。部分地区由于工业、农业、生活等污染物影响或自然异常,导致地表水和浅层地下水受到污染,污染物主要为“三氮”、高锰酸钾指数、少量重金属及微量有机污染物等。地下水污染与区域经济发展有一定的密切关系,在城镇、工业集中区等比较集中,在污染的地表水体周围及农灌区均有分布,且有扩大趋势,对当地居民的健康构成威胁。

3.1.4 不合理开采诱发地面沉降和岩溶塌陷。安徽省虽然总体上开发程度较低,但由于不合理集中开采深层孔隙水和岩溶裂隙水,导致区域地下水位下降,诱发地面沉降和岩溶塌陷等环境问题。淮北平原由于集中开采深层地下水,目前在城镇及矿区周围已近形成若干个降落漏斗,以阜阳、涡阳、界首、太和、亳州为中心的降落漏斗已经连成一体,形成区域性大漏斗,引发了严重的地面沉降,阜阳中心沉降量达 1 567.2 mm,范围达 715.7 km²。因煤矿、铜矿开采或供水,大量疏干和抽取岩溶水,在淮南、铜陵和安庆地区引发严重的岩溶塌陷。

3.2 开发利用对策

3.2.1 加大浅层地下水开发力度。全省浅层地下水开发利用程度较低,具有较大的开采潜力,可大力开发利用浅层地下水。淮北平原主要以地下水作为主要供水水源,由于浅层地下水埋藏浅,分布广泛,在水量满足要求的情况下,可加大开发力度,但浅层地下水对区内的生态环境起着重要作用,开采前应进行规划和论证。同时,淮北平原东北部赋存了丰富的裂隙岩溶水,水质好,是有远景的大中型工业供水

水源,对该地区的供水具有重要意义。沿江地区主要作为辅助水源,可逐步加大地下水开发利用强度,地势低洼地带,应注意排水,防治土壤潜育化。江淮波状平原地下水资源在农村人畜用水中具主导地位,采用各种办法,选取合适井型,寻找、开发古河道松散岩类孔隙水、风化带裂隙水,对于解决区内人畜用水问题具有重要意义^[2]。

3.2.2 防止过度开采。调整淮北平原西部深层地下水和东北部岩溶地下水过于集中的开采布局,防止地下水降落漏斗的继续扩大,遏制西部地面沉降的进一步发展。

3.2.3 做好预防岩溶塌陷工作。采矿疏排地下水与岩溶塌陷的矛盾不可避免,应及早查明岩溶塌陷的发育规律,做好预防工作,同时做好矿区地下水的供排工作,综合利用,防止水资源浪费。

3.2.4 加强保护力度,防止地下水污染。地下水污染由于具有隐蔽性和复杂性,一旦污染,很难治理。因此,应以预防为主,根据区域水文地质条件和经济发展概况,采取科学的防护措施,防止地下水污染。同时对由于原生异常导致质量较差的地下水,加强调查、机理研究和改水工作。

3.2.5 加大节水工作力度。目前,安徽农业灌溉水利用系数和工业用水重复利用率均较低,总结推广先进的节水技术和经验对缓解水资源紧缺的矛盾具有重要意义。

参考文献

- [1] 彭玉怀,陈伟,刘丽丽,等.安徽省环境地质图系及空间数据库建设说明书[R].安徽省地质调查院,2014.
- [2] 彭玉怀,杨兆军,陈伟,等.安徽省地下水资源评价[R].安徽省地质环境监测总站,2002.
- [3] 祝丽萍,费广华,张延,等.2013年安徽省地下水资源公报[R].安徽省水利厅,2014.
- [4] 徐梦琳,瞿永超,贺茂强.易门野生食用菌资源与农户收入相关性调查[J].中国食用菌,2014,33(6):62-66.
- [5] 赖庆奎,陈云芳,武小花,等.云南易门县野生食用菌资源的利用与管理调查研究[J].资源开发与利用,2009,25(5):421-424.
- [6] 李霞,刘尚军,张浩.香菇风味物质的酶法提取工艺研究[J].河南工业大学学报(自然科学版),2012,33(1):34-37.
- [7] 温泉,王锡昌.食用菌风味物质的研究及应用进展[J].长江大学学报(自科版),2006,3(4):211-213.
- [8] 谷镇,杨焱.食用菌呈香呈味物质的研究进展[J].食品工业科技,2013,34(5):363-367.
- [9] 宋国新,余应新,王林祥,等.香气分析技术与实例[M].北京:化学工业出版社,2007:68-79.
- [10] 孙灿,林信,王玉萍.云南省常见野生食用菌的氨基酸含量[J].植物分类与资源学报,2012,34(1):89-92.
- [11] 桂明英,徐俊,张鑫,等.云南美味牛肝菌营养成分分析[J].食品工业,2015,36(1):196-198.
- [12] 王俊云,常新奎,陈劲.从脱毒棉籽粕和食用菌中提取食用核酸的工艺探讨[J].生物技术,2004,14(4):67-69.
- [13] 张晓艳,孙敏杰,杨荣华.关于食用菌调味料分类的探讨[J].北京农业,2011,36(6):26-27.
- [14] 尚丽娟.粉状复合调味料的制作[J].中国调味品,2013,38(9):76-79.
- [15] 王雪梅.我国复合调味品的发展趋势[J].中国调味品,2014,39(4):132-134.
- [16] 王丽君.香菇制取天然调味基料及系列食品开发[D].洛阳:河南科技大学,2013.

(上接第 42 页)

转化为经济优势和产业优势。加工工艺拟采用野生食用菌加工边角料为原料,经绞碎、酶解、杀菌、调配,浓缩成调味汁、冷冻干燥成膏状或喷雾干燥成粉状风味调料等产品形式。在国内外研究基础上,研究基于生物酶技术、超声波微波等物理辅助技术,提高呈味物质释放率、减少热敏成分损失、降低能耗、减少污染、简化工艺,改善产品风味,有助于野生食用菌风味成分的释放收集;研究基于调味料的推陈出新,研发有益于人体健康的新型天然绿色营养调味料,旨在建立高效、定向催化的复合酶体系,确立风味调料的最佳配方,有助于我国风味调料传统生产企业的改造和升级,同时对增强我国风味调料产品的国际竞争力具有重要的理论和实践意义。

参考文献

- [1] 于富强,刘培贵.云南松林野生食用菌物种多样性及保护对策[J].生物多样性,2005,1(1):58-69.
- [2] 何桂香,宋文明,谢景东,等.三种食用菌营养成分的含量测定[J].食药菌,2013,21(3):156-157.
- [3] 邹丽梅,赵春艳,郭相.云南几类(药)用资源开发应用前景[J].中国食用菌,2013,32(2):4-6.