

多属性约束空间最邻近连接农用地分等省级汇总方法^{*}

杨建宇 向其权 陈彦清 朱德海 张 超

(中国农业大学信息与电气工程学院, 北京 100083)

摘要: 针对农用地分等省级汇总工作中汇总底图更新滞后的问题,提出了快速汇总底图更新方法。在遵循汇总原则基础上,研究以空间真实性损失最小为目标,多属性约束空间最邻近连接省级汇总方法,并利用该方法开发软件实现省级汇总的自动化。以北京市大兴区为研究区进行实例验证,利用区域耕地质量的空间标准距离、平均中心和标准差椭圆指标分析汇总底图的处理合理性和对比汇总前后耕地质量的分布情况。结果表明,除 16 等外,汇总后各等别的空间标准距离均减少,说明汇总成果较县级成果等别分布更加聚集,汇总底图处理较为合理;比较汇总前、后耕地质量平均中心和分布方向可知,汇总前、后大兴区耕地质量的高低比重分布和方位分布几乎未发生变化,说明省、县耕地质量的空间分布高度一致。

关键词: 耕地 分等 省级汇总 追溯法 空间连接

中图分类号: F301.21; S126 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2014)10-0300-07

引言

农用地分等是以建立全国范围内的统一等别序列为目的,完整的农用地分等成果包括国家、省、县三级成果。省级汇总在于从全省的角度整合县级分等成果。主要解决等别平衡、不同比例尺成果关联问题^[1],并作为国家级汇总的基础,具有承前启后的作用。根据县级分等成果对省级汇总单元的等别进行合理有效的判读,直接关系到省级耕地质量的空间分布情况,进而影响全国耕地质量的分布趋势。

省级汇总可分为省内耕地分等成果平衡调整和图形数据的汇总两个重要环节^[2],前者主要是为解决同一空间尺度下等别可比的问题,如土地利用系数^[3-4]和土地经济系数计算方法^[5]、分等参数体系确定^[6-7]和区域间成果的比较方法^[8]等。后者主要为解决不同空间尺度数据间空间数据与属性数据的转换方法,本文主要是对后者进行研究。在已有的农用地成果省级汇总方法研究中,将目前较为典型的汇总方法归纳为示意法、制图综合法和追溯法。三者在确定汇总单元、等别、面积和属性等方面存在较大差异。示意法汇总中确定省级汇总单元比较随意,形成的汇总图形数据库中的等别、面积和属性主观性大,与县级分等单元没有严格意义上的一对多的对应关系,只能粗略的表达成果,不能较好的作为成果管理的依据。罗广祥等偏重制图综合方法完成

汇总^[9-15],但制图综合不可能达到完全自动的制图综合,同时缺失质量控制机制,汇总形成的汇总单元往往在空间上涵盖多个地类和等别不同的县级分等单元,无法有效地确定汇总单元的等别、面积和属性。王洪波等提出采用追溯法进行汇总^[2],追溯法是目前比较主流、应用最多的汇总方法。北京、江西、浙江、新疆等省区在汇总工作^[16-19]中耕地质量分等成果补充完善与年度变更工作^[20-22]也均应用了追溯法的思想,但都没有进行详细的方法阐述。该方法主要强调了汇总权属-地类-等别一致原则和面积一致原则,对于如何保证汇总后耕地质量与县级耕地质量的空间分布一致性没有提出较好的解决方法和验证方法。

基于以上分析,为更好地在省图上保留耕地分等成果的空间信息,本文以追溯法汇总原理为基础,提出汇总底图的更新方法,并对建立省、县单元对应关键技术进行研究,力求降低空间信息损失程度,提高省级汇总精度,更好地反映耕地质量的空间分布。相比于已有的汇总方法,本方法首先对汇总底图进行处理,使省县耕地空间分布趋于一致,为建立省、县单元追溯关系提供数据基础;其次通过权属-地类分层处理,实现多属性约束,使不同属性的单元汇总互不影响,提高了汇总效率;最后通过多次空间最邻近连接,在保证空间真实度损失最小的前提下建立完整的省、县单元追溯关系。

收稿日期: 2013-11-18 修回日期: 2014-01-03
^{*} 国家自然科学基金资助项目(41171309)
作者简介: 杨建宇,副教授,主要从事 3S 技术及其土地应用研究, E-mail: ycyjyang@126.com

1 方法研究

追溯法是较为成熟的省级汇总方法,在追溯法提出的汇总原则基础上实现汇总后耕地质量空间分布能够正确反映县级耕地质量的空间分布是本文研究的核心问题。汇总前、后耕地质量分布一致的前提是省级耕地的空间分布要与县级耕地的空间分布相似,并且建立省、县对应关系时,在遵循汇总原则的基础上,应尽量建立空间邻近的连接关系。所以方法的重点是:①获取空间分布相似省、县耕地底图。②在遵循权属-地类-等别一致的要求下,建立空间邻近的省、县单元追溯关系。针对以上研究重点,本文分别研究了汇总底图处理方法和多属性约束的空间邻近连接的对应关系建立方法,并提出检验汇总前、后空间分布一致性的方法。

1.1 汇总底图处理方法研究

由制图综合生成汇总底图的方法,虽然保证了汇总底图的质量,但制图综合的工作量大、耗时长,不能保证省级汇总的时效性。考虑到这一问题,本文提出利用新一期的 1:10 000 数据对原有的汇总底图进行修正更新。该方法原则在于保证县级与省级的耕地空间分布类似的情况下,尽量减少人工的数据处理工作。现状县级耕地质量数据与原耕地质量数据相比,由于耕地的新增、减少和地类变化,原省级汇总底图必定不能正确反映耕地质量的现状分布,针对新增、减少和地类变化 3 种情况,汇总底图更新方法如下:

(1)删除多余的省级汇总底图图斑。利用 ArcMap 软件,利用阈值约束的空间邻近方法连接省级和县级分等单元,设定阈值为 1 km。对于没有与县级分等单元建立连接关系的省级单元,说明该省级汇总单元所代表的区域的耕地发生了减少或灭失,将该汇总单元删除,不参与汇总。

(2)增加省级汇总底图图斑。如果存在未找到省级汇总单元的县级单元,说明该区域出现了新增耕地,应在省级底图上增加新的汇总单元,用于新增县级分等单元的汇总。

(3)判断省级汇总底图图斑数量是否满足要求。根据权属-地类-等别保持一致的汇总原则,要求汇总单元数量必须大于或等于 1:10 000 图斑中权属-地类-等别的组合数。分自然等、利用等和经济等 3 种等别类型计算该组合数,最大的组合数即为汇总底图中单元数量需达到的最小值。若汇总底图的图斑的数量不足,可利用该省的现状地物,如道路、乡镇界等对汇总底图图斑进行分割,以此来增加图斑数量。

(4)省级汇总底图耕地地类更新。利用空间邻近和面积占优原则,对省级汇总底图的耕地地类进行更新,如果与省级单元邻近的县级分等单元的面积占优地类与该省级汇总单元的地类不一致,说明汇总单元地类发生了变化,更新该省级汇总单元的地类为该面积占优地类。

本方法通过修正更新的方式,对新增、减少和地类变化 3 种情况进行了更新处理,使省级汇总底图进一步符合新一期耕地空间分布情况,为正确、快速的建立省、县追溯关系提供数据基础。

1.2 多属性约束空间最邻近连接的对应关系建立方法

多属性是指耕地图斑的权属、地类和等别,利用多属性约束是为满足汇总原则的权属-地类-等别一致,空间邻近是在多属性约束下建立的空间邻近的省、县对应关系。该方法通过权属-地类的分层处理,经过分层约束后在每层中建立等别一致的空间邻近追溯关系。

1.2.1 权属(县级别)-地类分层处理

由于汇总前、后要求权属不改变、同一地类的等别序列不缺失,为易于判断汇总后每个地类的等别是否有缺失,避免不同地类间的交叉参与汇总,采用按地类分层处理是行之有效的方法。而对于权属不改变的要求,通过对比权属(乡镇级别)-地类分层和权属(县级别)-地类分层两种不同权属范围的分层,虽然权属(乡镇级别)-地类分层对于权属的限制更为精确,但所分层次众多,降低了汇总效率。权属(县级别)-地类分层虽然有可能出现汇总后的省级单元对应不属于一个乡镇的多个县级图斑,但对于省级来说,权属追溯到县级较为合理,并且经过软件测试发现,县级权属分层能够很大程度提高汇总效率,因此本方法选用权属(县级别)-地类分层。

1.2.2 空间最邻近连接

空间最邻近连接是指根据空间最邻近关系将一个要素类的属性连接到另一个要素类的属性。以权属-地类分层后的县级分等成果数据为目标要素,省级汇总底图为连接要素,根据空间最邻近关系建立省级汇总单元与县级分等单元 1 对多的连接关系。此时所有县级分等单元都找到唯一对应的权属-地类相同的省级汇总单元。保证了县级分等单元的归属具有唯一性。但存在 2 个问题:第一,一个省级图斑可能对应多个不同等别的县级图斑;第二,有可能存在省级图斑没有对应的县级图斑。针对这些问题,对空间邻近后的对应关系进一步处理,具体方法如下:

(1)根据已建立的省、县 1 对多的单元对应关

系,判断一个省级汇总单元所对应的所有县级分等单元的等别是否一致。如果汇总单元下所有县级分等单元等别一致,则省、县对应关系建立完成。否则转向步骤(2)。

(2)对省级汇总单元下所对应县级分等单元中存在混合等别的情况,统计各等别县分等单元面积和,采用面积占优法保留省级汇总单元与面积占优等别县分等单元对应关系,并将该县单元等别值赋予对应省级汇总单元,同时解除其他等别县级分等单元与该汇总单元的对应关系。

(3)对上一步按面积占优法赋予等别值的省级汇总单元数据和被解除对应关系的县级分等单元数据,按照权属-地类-等别进行分层,然后以分层后的无对应关系县级分等成果数据为目标要素,省级汇总单元为连接要素,根据空间最邻近关系建立相同权属-地类-等别省级汇总单元与县级分等单元1对多的连接关系。如果所有未建立对应关系的县级图斑都找到了相同等别值的省级汇总单元,则此时所有县级分等单元都建立了与省级汇总单元的对应关系。

(4)如果省级汇总单元的等别序列中没有未建立对应关系县级分等单元某等别值,为了保证地类别数目及各地类面积不丢失、等别数目及各等别分地类面积不丢失,则在省级汇总底图的属性表上增加一个无图斑的汇总单元用于汇总该等别“权属-地类-等别”分层的县级分等单元数据,至此省、县对应关系建立完成。具体流程如图1所示。

最后,根据已建立的省、县单元对应关系,针对不同属性的特点进行省级汇总单元的属性判读。针对汇总后等别值,因对应关系中一个省级汇总单元对应的多个县级分等单元具有等别一致性,则汇总单元的等别判读为县级分等单元的等别。针对汇总单元等指数,通过对应关系,计算与省级汇总单元对应的县级分等单元等指数的面积加权平均值。同时参照分等间隔,检验等别值与等指数值是否逻辑一致,如不一致则比较面积加权等指数值与该等别值所对应等指数的上、下限差的绝对值,按照差的绝对值最小原则,赋予该单元上限或下限等指数值。汇总单元图斑地类面积则可通过对应关系,计算与省级汇总单元对应的县级分等单元图斑地类面积的求和值。最后合并各权属-地类层省级汇总成果,得到省级汇总结果。

本方法通过权属-地类分层的处理方式,不仅实现了属性约束,满足了汇总原则,而且避免了不同属性单元相互参与汇总,提高了汇总精度与效率。通过多次空间最邻近连接,根据空间最邻近关系将一

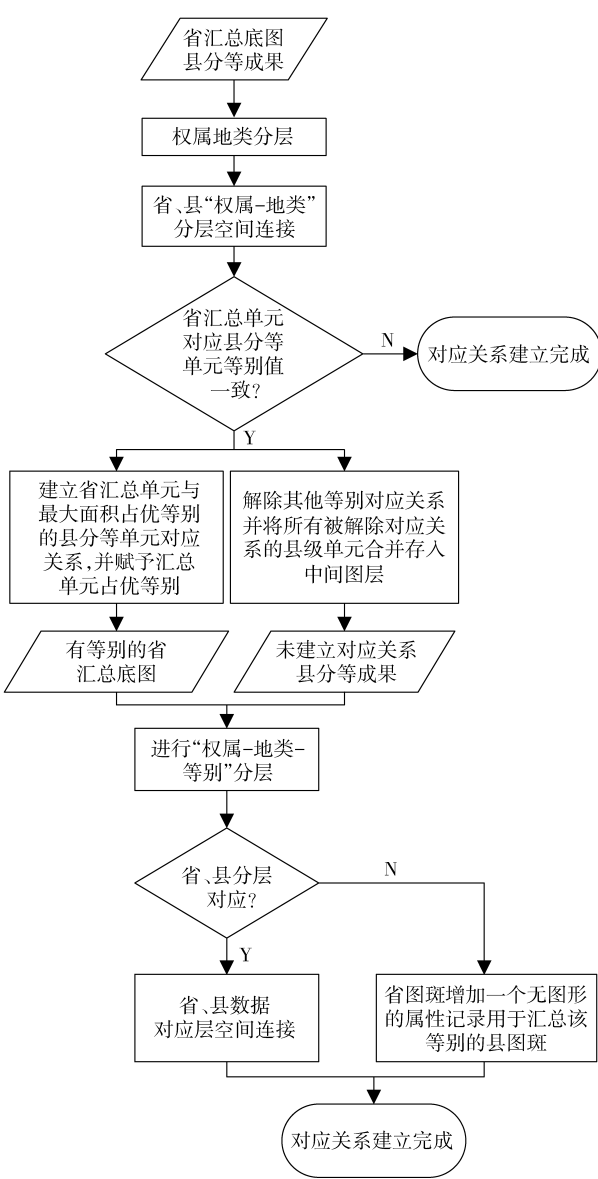


图1 省、县对应关系建立流程图

Fig.1 Flow chart of establishing corresponding relationship between province and county

个县级分等单元连接到一个省级汇总单元上,在保证空间真实度损失最小的前提下,建立完整的省县单元追溯关系。

1.3 汇总成果空间分布验证

1.3.1 汇总底图合理性验证

汇总过程是一个尺度上推过程,理论上汇总后各等别应呈现更加聚集的分布。若汇总后等别分布更加离散,说明汇总底图的处理过于分散,不能合理反映县域耕地的空间分布。为衡量汇总前后等别的聚散状态,本文引入空间标准距离分析汇总前、后每个等别的分布。空间标准距离 (Standard distance, SD) 可以反映同一属性值的图斑在空间上相对于平均中心的分散程度,该值越大说明区域内耕地质量分布越分散,越小说明越集聚,计算式为

$$S_{SD_w} = \sqrt{\frac{\sum w_i (x_i - \bar{X})^2}{\sum w_i} + \frac{\sum w_i (y_i - \bar{Y})^2}{\sum w_i}} \quad (1)$$

式中 S_{SD_w} ——同一类要素的空间标准距离
 x_i, y_i ——要素 i 的质心坐标值
 w_i ——要素 i 的权重
 $\bar{X}, \bar{Y}$ ——要素加权平均中心

通过式(1),以图斑的等别为权重计算汇总前、后每个等别的空间标准距离,比较两者的标准距离变化趋势,若汇总后耕地质量的标准距离小于汇总前距离,说明汇总底图处理较为合理。

1.3.2 省、县耕地质量空间分布相似性验证

通过耕地质量的平均中心和分布方向(标准差椭圆)对省县耕地质量空间分布相似性进行验证。

耕地空间平均中心(密度中心)可以反映区域内耕地等别分布的集中趋势。在空间参照系统确定的情况下,其计算式为

$$\begin{cases} \bar{X} = \frac{\sum w_i x_i}{\sum w_i} \\ \bar{Y} = \frac{\sum w_i y_i}{\sum w_i} \end{cases} \quad (2)$$

为得到汇总前、后质量等别的空间分布中心,利用式(2)以图斑的等别为权重计算整个区域耕地质量分布中心,比较两者差异情况,若汇总前、后质量中心接近,说明汇总后等别的高、低比重分布与汇总前相对应,汇总前、后耕地质量分布相似度高。

方向分布(耕地空间标准差椭圆)(Standard deviational ellipse, SDE)可以反映出耕地质量在空间上的分布方向,椭圆长轴方向代表耕地集中分布延伸的方向,短轴方向则是耕地分布最少的方向,计算式为

$$\begin{cases} S_{SDE_x} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n}} \\ S_{SDE_y} = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \bar{Y})^2}{n}} \end{cases} \quad (3)$$

式中 S_{SDE_x} ——标准差椭圆短半轴长度
 S_{SDE_y} ——长半轴长度
旋转角计算式为

$$\tan \theta = \frac{A + B}{C} \quad (4)$$

其中 $A = \sum \tilde{x}^2 - \sum \tilde{y}^2$ $C = 2 \sum \tilde{x}\tilde{y}$
 $B = \sqrt{\left(\sum \tilde{x}^2 - \sum \tilde{y}^2\right)^2 + 4\left(\sum \tilde{x}\tilde{y}\right)^2}$

式中 $\tilde{x}, \tilde{y}$ —— x, y 坐标与平均中心的差值
通过式(3),以等别为权重计算汇总前、后区域耕地质量的分布方向,通过比较旋转角度分析两者耕地质量分布的方位差异,若旋转角度接近,说明汇总后耕地质量的空间方位分布能够正确反映汇总前耕地质量的空间方位分布。

2 实例与结果分析

2.1 研究区域概况

北京市大兴区地处北京南郊平原,东经 116°13′~116°43′,北纬 39°26′~39°51′。全境属永定河冲积平原,地势自西向东南缓倾,大部分地区海拔在 14~52 m 之间,属暖温带半湿润大陆季风气候。现有耕地面积 38 400 hm²。

本研究应用的数据为 2013 年 1:10 000 的大兴区耕地质量补充完成成果数据(以 2010 年土地利用现状数据为底图完成)、2009 年北京市省级汇总时应用的 1:500 000 数据提取出大兴区部分,如图 2 所示。

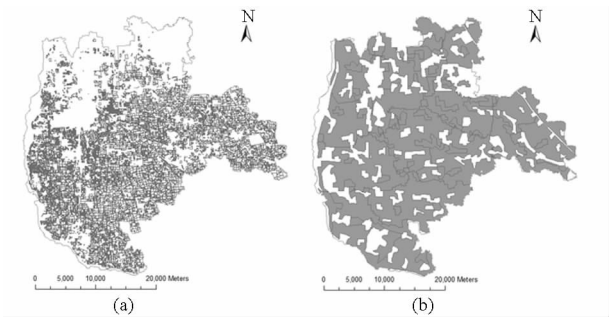


图 2 大兴区耕地分布图
Fig. 2 1:10 000 and 1:500 000 cultivated land scattergram of Daxing district
(a) 1:10 000 (b) 1:500 000

2.2 结果分析

通过对多属性约束空间最邻近连接省级汇总方法的研究,结合汇总工作流程,以 C#. NET + AE9.3 为平台,完成了省级汇总系统的研发。系统涵盖了数据导入、数据预处理(投影变换、属性完整性检查)、汇总底图处理、省级汇总(权属-地类分层、空间最邻近连接、属性判读)、成果统计(省、县对应关系表,等别统计)到成果导出全部汇总流程,除底图处理为半自动处理,需一些人机交互外,其他全部自动化完成。

2.2.1 汇总底图处理结果分析

根据 1.1 节中汇总底图的处理方法,对汇总底图进行快速更新。删除 5 个汇总单元,新增 1 个汇总单元,3 个单元的地类由旱地变为水浇地,如图 3 所示。

根据 1.3.1 节汇总底图合理性验证方法,利用

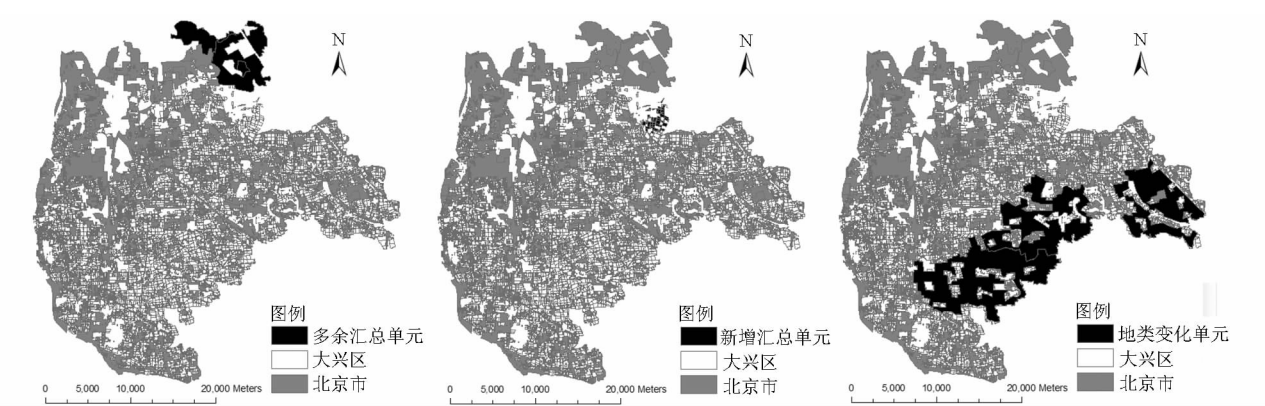


图 3 1:10 000 耕地分布图与 1:500 000 汇总底图对比分析

Fig. 3 Comparative analysis between 1:10 000 cultivated land scattergram and 1:500 000 summarizing base map

ArcMap 计算出了各个利用等别值的加权标准距离(表 1)。从表 1 可以看出除 16 等别外,其他等别由县到省标准距离均呈现变小趋势,表明由县到省等别越来越聚集,符合汇总过程的客观规律,说明汇总底图处理较为合理。

表 1 省、县标准距离对比

Tab.1 Comparison of standard distance between province and county

利用等	县成果	省成果	变化趋势
15	6 021. 32	4 174. 18	-
16	8 667. 77	10 501. 87	+
17	13 383. 91	12 811. 45	-
18	11 559. 51	9 626. 41	-
19	12 158. 55	9 084. 20	-
20	10 405. 56	7 832. 09	-
21	4 920. 80	4 442. 17	-

2.2.2 汇总成果分析

以处理后的汇总底图为省级工作底图,根据 1.2 节中多属性约束空间最邻近连接方法完成省级图形汇总的工作,最后得到自然等、利用等、经济等汇总成果及三等别的县、省对应关系表。如图 4 所示为省、县成果对比图。

根据 1.3.2 节省、县耕地质量分布相似性验证方法,利用 ArcMap 计算出了省、县数据的利用等平均中心和分布方向(标准差椭圆),如图 5 所示。可以看出等别平均中心位置几乎无变化,标准差椭圆长、短轴长度几乎相等,且旋转角仅差 1.27°(表 2)。说明汇总前、后耕地等别的高低分布一致,耕地等别的分布方向也趋于一致,验证了本汇总方法不仅保证了属性一致,同时也保证了良好的空间对应关系,实现空间真实度损失最小。

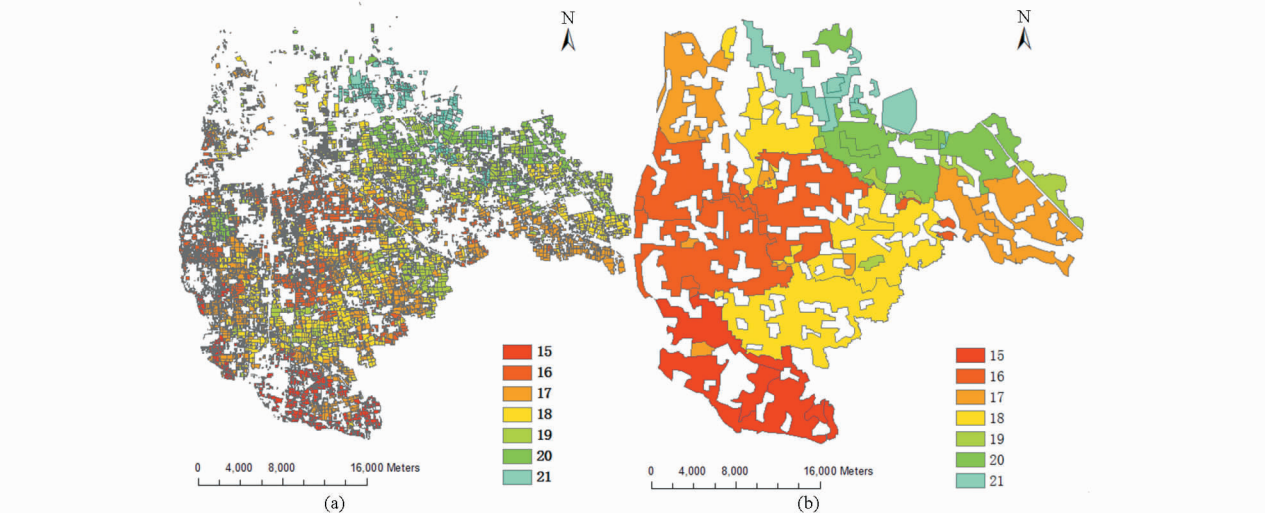


图 4 省、县利用等(LYD)成果图对比

Fig. 4 LYD comparative chart between province and county
(a) 大兴区利用等分等成果 (b) 省级利用等汇总成果

3 结论

(1)本方法获得的省级汇总结果空间真实性损

失较小,建立相同权属、地类和等别的大比例尺分等单元与具有相同权属、地类的小比例尺汇总单元的多对一追溯关系,汇总前、后成果精度不降低,且准

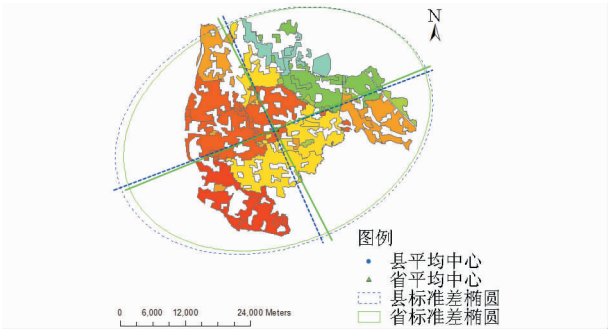


图 5 省、县等别平均中心、分布方向对比

Fig.5 Mean centre and standard deviational ellipse comparative chart between province and county

确、快速、自动化地完成了省级汇总工作。

(2) 汇总底图的质量,直接关系到汇总成果的质量。汇总之前应对汇总底图进行更新,以准确地代表省内耕地的空间分布情况,保证汇总底图的现势性。

表 2 省、县平均中心、标准差椭圆对比

Tab.2 Comparison of mean centre and standard deviational ellipse between province and county

	中心 X 坐标/m	中心 Y 坐标/m	短半轴 长度/m	长半轴 长度/m	旋转角/ (°)
县成果	39 449 460. 20	4 387 517. 75	21 559. 84	30 220. 83	69. 43
省成果	39 449 998. 80	4 387 772. 55	21 131. 78	29 274. 67	68. 16

(3) 分权属-地类处理不仅保证了权属的一致性,为汇总提供属性约束,还有助于指定地类汇总单元等别序列的判读,避免了不同地类间相互参与汇总的问题,同时提高了汇总效率。

(4) 在权属-地类分层属性约束的基础上进行空间最邻近连接,保证了空间真实性损失最小,遵循了汇总原则,且易于系统实现,提高了汇总过程的自动化程度和省级汇总的工作效率。

参 考 文 献

1 GB/T 28407—2012 农用地质量分等规程[S]. 2012.
GB/T 28407—2012 Regulation for gradation on agriculture land quality[S]. 2012. (in Chinese)

2 王洪波, 鄢文聚, 吴次芳, 等. 农用地分等图形数据库的追溯法汇总技术[J]. 农业工程学报, 2008, 24(9): 59–63.
Wang Hongbo, Yun Wenju, Wu Cifang, et al. Integration technology for agricultural land grading figure database based on retrospective analysis method[J]. Transactions of the CSAE, 2008, 24(9): 59–63. (in Chinese)

3 张凤荣, 鄢文聚, 孔祥斌, 等. 对《农用地分等定级规程》土地利用系数的探讨[J]. 中国土地科学, 2002, 16(1): 16–19.

4 姚慧敏, 张莉琴, 张凤荣, 等. 农用地分等中的土地利用系数计算[J]. 资源科学, 2004, 26(4): 89–95.
Yao Huimin, Zhang Liqin, Zhang Fengrong, et al. Calculation method of land use coefficient in agricultural land gradation[J]. Resources Science, 2004, 26(4): 89–95. (in Chinese)

5 马仁会, 李强, 崔俊辉, 等. 土地经济系数宏观分区计算方法比较研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21(增刊 1): 159–163.
Ma Renhui, Li Qiang, Cui Junhui, et al. Comparative study of the macroscopical zoning method for calculating land economic coefficient[J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(Supp. 1): 159–163. (in Chinese)

6 王国强, 王令超, 田燕, 等. 农用地分等成果省级汇总的基础与方法研究[J]. 农业工程学报, 2007, 23(6): 271–275.
Wang Guoqiang, Wang Lingchao, Tian Yan, et al. Foundation and method for gathering agricultural land classification achievements at provincial level [J]. Transactions of the CSAE, 2007, 23(6): 271–275. (in Chinese)

7 王秋香. 广东省农用地分等工作中应该注意的技术问题[J]. 中国土地科学, 2005, 19(3): 49–53.
Wang Qiuxiang. Technical problems of agricultural land gradation in Guangdong Province[J]. China Land Science, 2005, 19(3): 49–53. (in Chinese)

8 李国宁. 冀鄂豫三省农用地分等成果相关分析[J]. 保定师范专科学校学报, 2007, 20(2): 35–38.
Li Guoning. The correlation analysis classification on agricultural land of Hebei, Henan and Hubei Province [J]. Journal of Baoding Teachers College, 2007, 20(2): 35–38. (in Chinese)

9 陈燕娥, 刘耀林, 张伟娜, 等. 农用地分等成果省级汇总中图幅接边方法刍议[J]. 国土资源科技管理, 2005, 22(1): 91–95.
Chen Yan'e, Liu Yaolin, Zhang Weina, et al. Methods of border joint in graphics of presidential classification of arable land[J]. Management Geological Science and Technology, 2005, 22(1): 91–95. (in Chinese)

10 李玲. 农用地分等省级地图数据汇总方法研究[D]. 西安: 长安大学, 2008.
Li Ling. Farmland classification method of map data in the provincial summary [D]. Xi'an: Chang'an University, 2008. (in Chinese)

11 罗广祥, 张转, 弓晓敏, 等. 多属性集簇农用地分等省级汇总方法[J]. 农业工程学报, 2008, 24(增刊 1): 145–148.
Luo Guangxiang, Zhang Zhuan, Gong Xiaomin, et al. Provincial summarizing of farmland classification by poly-attributes cluster[J]. Transactions of the CSAE, 2008, 24(Supp. 1): 145–148. (in Chinese)

12 温俊丽, 刘艳芳, 何建华, 等. 湖北省农用地分等成果整合关键技术研究[J]. 测绘科学, 2007, 32(1): 128–129, 137.
Wen Junli, Liu Yanfang, He Jianhua, et al. The research on key technique for farmland classification conformity in Hubei Province [J]. Science of Surveying and Mapping, 2007, 32(1): 128–129, 137. (in Chinese)

13 赵寒冰, 包世泰, 胡月明, 等. 不同比例尺农用地分等图件数据自动汇总技术研究[J]. 农业工程学报, 2007, 23(8):

155 – 159.

Zhao Hanbing, Bao Shitai, Hu Yueming, et al. Key technology for the provincial auto-integration of the attribute of different scale farmland using classification maps[J]. Transactions of the CSAE, 2007,23(8):155 – 159. (in Chinese)

14 王振宇,刘艳芳,焦利民,等. 农用地分等省级汇总中等别图的自动制图综合[J]. 测绘信息与工程,2005,30(4): 9 – 12.

Wang Zhenyu, Liu Yanfang, Jiao Limin, et al. Automated cartographic generalization of farmland classification map[J]. Journal of Geomatics,2005,30(4):9 – 12. (in Chinese)

15 武芳,朱鲲鹏,邓红艳,等. 地图自动综合质量分析与评价标准探析[J]. 测绘科学技术学报, 2007,24(3): 160 – 163.

Wu Fang, Zhu Kunpeng, Deng Hongyan, et al. On quality analysis and evaluating criterion of automatic map generalization[J]. Journal of Zhengzhou Institute of Surveying and Mapping, 2007,24(3): 160 – 163. (in Chinese)

16 丁晓. 中国耕地等别调查与评定:北京卷[M]. 北京:中国大地出版社,2009.

17 刘积福. 中国耕地等别调查与评定:江西卷[M]. 北京:中国大地出版社,2009.

18 张延华,马奇. 中国耕地质量等级调查与评定:浙江卷[M]. 北京:中国大地出版社,2009.

19 田建荣. 中国耕地质量等级调查与评定:新疆卷[M]. 北京:中国大地出版社,2009.

20 陈彦清. 基于县级耕地分等成果的省级汇总方法研究——以北京市为例[D]. 北京:中国农业大学,2012.

Chen Yanqing. Research on provincial integration method based on county-level cultivated land grading results—a case study in Beijing[D]. Beijing: China Agricultural University,2012. (in Chinese)

21 宋艳华,王令超,樊雷,等. 基于空间传递的耕地质量等别追溯法汇总技术研究[J]. 地域研究与开发,2013,32(6):106 – 110.

Song Yanhua, Wang Lingchao, Fan Lei, et al. Integration technology of retrospective analysis for cultivated land quality database based on spatial transmission method[J]. Areal Research and Development, 2013,32(6):106 – 110. (in Chinese)

22 刘吼海,林和明,任向宁,等. 耕地质量等级成果补充完善与年度变更省级检查与汇总[J]. 科技创新导报,2013(17): 215 – 217.

Liu Houhai,Lin Heming, Ren Xiangning, et al. Annual change of the cultivated land quality results complement and provincial review and summary[J]. Science and Technology Innovation Herald, 2013(17):215 – 217. (in Chinese)

Multiple Attribute Constraint and Nearest-neighbour Provincial Summary Method for Farmland Quality Database

Yang Jianyu Xiang Qiquan Chen Yanqing Zhu Dehai Zhang Chao
(College of Information and Electrical Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: An important part in farmland quality evaluation is summarizing the county-level results into provincial result. As the foundation of the national summary, the summary accuracy directly affects the distribution of the national farmland land quality. Because of the summary base map lags behind, a method was proposed for quickly updating summary base map. Meanwhile, the multiple attribute constraint and nearest-neighbour provincial summary method for farmland quality database was proposed, then the summary software was developed for automating provincial summary. Daxing district of Beijing was taken as an example, then the rationality of summary base map process was analyzed and the distribution of farmland land quality before and after summarizing was compared by the standard distance, mean center and standard deviation ellipse indexes. Results showed that except grade 16, the standard distance reduced after summarizing, which meant that the summary result was more gathered than the county level and the process of summary base map was reasonable. Furthermore, by comparing the mean centre and the directional distribution before and after summarizing, the distribution of farmland quality almost had no change, which indicated that the spatial distributions of the province and county farmland quality were in highly consistent.

Key words: Farmland land Land evaluation Provincial summary Retrospective analysis method Spatial join