

中国主要农业土壤的集约耕作*

赵其国 李庆逵

(中国科学院南京土壤研究所)

摘 要

本文首先说明在全国 960 万平方公里领域中, 农田面积占 1.2 亿公顷仅占总土地面积 10%, 由于耕种集约, 农业产量不断上升。林地面积占 1.22 亿公顷, 草地面积占 2.7 亿公顷, 荒地面积占 1.2 亿公顷。漠地, 高山, 陆地水面及零星岛屿占 3.28 亿公顷。

集约耕作是中国的传统习惯。长期以来, 中国虽然在集约耕作上积累了不少经验, 但也存在不少问题。今后应特别注意对现有农耕地进行综合治理, 并不断提高复种指数及单位面积产量, 同时合理进行宜农荒地的开垦, 以充分发挥中国农耕地的经济效益与生态效益。

为了进一步说明中国农业土壤集约耕作的特点, 本文将中国 1.2 亿公顷农田分成 8 个土区, 并扼要阐述了各个土区的生物气候条件, 土壤性质, 作物复种指数及土壤利用情况等。这八个土区是: 1. 砖红壤、赤红壤区; 2. 红壤、黄壤区; 3. 黄棕壤区; 4. 潮土、黄绵土、褐土、棕壤区; 5. 暗棕壤、白浆土、黑土区; 6. 栗钙土、棕钙土区; 7. 灰漠土、棕漠土区; 8. 高山土区(高山草甸土及高山草原土)。

最后文章对中国农业土壤集约耕作的发展前景进行了初步展望。

中国国土总面积 960 万平方公里, 按其利用方式, 大体上可分为农业, 林业, 牧业和荒地四种类型。其中农田面积约 1.2 亿公顷(按 1980 年中国农业年鉴中所估计数字)包括水田及旱地; 林地面积 1.22 亿公顷; 草地面积 2.7 亿公顷, 包括高山草原和亚高山草原; 大部难于利用的荒漠面积 1.3 亿公顷, 包括沙漠、寒漠及戈壁中的零散牧场; 雪线以上的高山, 陆地水面及零星的珊瑚岛屿约 3.28 亿公顷(见表 1)。

中国农业历史悠久, 传统的集约耕作是获得农业高产稳产的主要手段, 在集约耕作上, 主要积累有以下几方面经验; 一是调整耕作制度, 不断提高复种指数。在我国 1.2 亿公顷的农田中, 复种指数由五十年代初期的 1.3 提高到八十年代的 1.5 (紫云英和苕子主要是还田的, 不包括在作物指数之内)。二是改变作物布局, 调剂作物种类, 特别要根据不同地势与不同土地类型, 进行地区性立体与多层作物布局, 在作物种类上, 除粮食作物外, 要注意经济作物的发展, 以提高种植业的经济与生态效益。三是养地与用地相结合, 不断提高土壤肥力。随着农业土壤集约耕作程度的提高, 当前正从生物养地向人工养地的方向发展。四是按照综合的观点, 进行合理配置, 达到农、林、牧、渔的全面发展。

但另一方面, 在土地利用, 特别是在农业土壤的集约耕作上, 当前还存在着不少问题。

* 本文曾于 1986 年 8 月在西德汉堡召开的第十三届国际土壤学会上宣读。文中附图是按“中国土壤利用现状分区图”(1:400 万)及“中国农业现状图”(1:800 万)合并编制的。

我国八大区水热状况与农业情况

Table 1 Hydrothermal and agricultural conditions of the major soil regions in China

| 分区 Regions | 年均温 (0°C) Annual mean tempera- ture | ≥10°C Accumu- lated tempe- rature | 年雨量 (mm) Annual rain-fall | 无霜期 (天) Frostless season (day) | 主要作物与 轮作方式 Cropping system | 复种指数 Cropping index | 主要农业生产特点 Characteristics of agricultural production |
|-----------------|--|---|------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------------------|---|
| 1. 砖红壤、赤红壤区 | 20—27 | 6500—9000 | 1500—2500 | 360 | 稻、冬、或花生、豆类、甘蔗 | 一年三熟 | 珠江三角洲集约程度最高。广州、东莞一带的桑基鱼塘是因地利制宜，综合利用土地的方式。这是在排水不畅的洼地挖塘成塘，堆土成基（甘蔗或水果），塘中养鱼，以桑叶养蚕，以蚕粪喂鱼，以肥塘泥培桑。此外，可发展龙眼、荔枝、芒果等；砖红壤区还可发展以橡胶为主的熟林热作（腰果、胡椒、咖啡等）。为了充分利用水热资源，林区内种植花生、甘蔗、香茅、草蓆等农作、经济作物，发展稻农林业或混农林业，构成立体农业。但必须正确处理粮、蔗、果关系，大力改善水肥条件，提高复种指数与单产。 |
| 2. 红壤、黄壤区 | 14—20 | 5000—6500 | 1000—1500 | 240—330 | 以稻(稻-肥)或(绿肥)小麦(油菜)轮作为主，旱作有玉米、马铃薯等 | 一年三熟或二熟 | 小麦、棉花因春雨多，产量较低，种植较少。为了充分发挥山丘红、黄壤优势，应大力发展亚热带经济林、经济作物，如柑桔、茶叶等。但坡地特别是农用坡耕地，应防止水土流失，狠抓农田基本建设，“陡坡缓坡改梯、薄改厚”，平原区水土流失造成水位抬高，洪涝威胁，次生潜育化，应筑堤，开沟加以治理。 |
| 3. 黄棕壤区 | 14—16 | 4500—5000 | 800—1200 | 210—250 | 稻-麦轮作为主，还有油菜（以旱作为主） | 一年两熟或近三年来有双三制发展 | 这是我国的粮、棉、鱼产区，用素有鱼米之乡之称，其中以长江下游土壤肥沃沃集约程度高，农业精耕细作，用养结合，选用良种，高产稳产；西半部雨量较少，丘岗地较多，旱作比重较大，关键是解决灌溉、培肥地力，尚有较大的增产潜力。 |
| 4. 潮土、黄绵土、褐棕壤区 | 9—13 | 3200—4500 (黄土高原 为 2500— 3000) | 600—900 (西部仅 400—500) | 170—220 | 玉米、棉花、花生与冬小麦轮作为主 | 一年两熟或两年三熟 | 这是我国粮、棉、油、烟产区。黄淮海南北，盐碱土区经过井灌井排，渠系配套，引黄灌溉，培肥地力等，综合治理旱、涝、盐、碱、风沙低产土壤有所减少，单产、总产近年大幅度提高。同时合理调整作物布局，建立各业基地。黄土高原水土流失严重，黄河经陕县下泄的泥沙16亿吨/年，应增加造林、种草面积，种植草木樨、沙打旺，生物与工程措施相结合。 |
| 5. 暗棕壤、白浆土、黑土区 | 0—4 | 1700—3200 (漂灰土为 1000— 1600) | 400—650 | 90—150 | 春小麦、大豆、马铃薯、玉米、甜菜等 | 一年一熟 | 东北是我国的北大仓，商品粮基地之一。耕种土壤自然肥力高，但长期依赖自然肥力，用多养少，耕作粗放，造成耕地肥力普遍衰退，有机质含量由初期的6—8%下降至3%左右，不少发生盐碱、沙化、风蚀、水蚀日趋严重。农业利用的主要经验是战胜低温冷害，选育耐冷、早熟、高产品种，充分发挥农业机械威力，适时早播，缩短播期。 |
| 6. 栗钙土、棕钙土、黑钙土区 | 5—10 | 1700—3000 | 250—450 | 90—150 | 不稳定、春小麦、马铃薯、苜蓿等 | 一年一熟 | 旱作为主，但东部产量较为稳定，西部不稳定。耕作粗放，大部采用掠夺性耕作制。今后应积极发展为农业服务的种植业，发展灌溉建设稳产高产的饲料基地。牧区农业也必须坚持“为牧而农”的方针，以小麦、燕麦及优质饲料为主要生产内容。 |
| 7. 灰漠土、棕漠土、漠土区 | 5.5—12.0 | 2800—3600 | 50—250 | 130—200 | 小麦、棉花、玉米、瓜类等 | 一年一熟或二年三熟 | 灌溉农业，主要是依靠灌溉的沃洲农业，它的限制因素比栗钙土系列更多，主要是细土物质少和更为干旱。目前，大部分用作牧地，小部分作为农地，必须克服干旱和风沙危害，大力进行水利建设，合理开发和节约用水；发展喷灌和滴灌；营造防风林，造林种草，防风固沙，调整季节牧场，加强草原建设，农牧结合。 |
| 8. 高山草甸草原土区 | -3—3 | 80—100 | 100—140 | 80—100 | 以青稞、小麦、油菜等耐寒性较强的作物为主，藏南河谷产水稻 | 一年一熟藏南河谷可2—3熟 | 是我国主要畜牧业基地之一。耕地甚少，仅占总面积的1%，主要为分布于河谷中的草甸土、褐色土等，有机质含量除草甸土外，一般较低，养分有效性也较差，生产上耕作粗放，广种薄收，农田基本建设差，单产甚低，丰、欠年产量差别大。 |

首先,耕作不当,使土地遭致破坏。部分地区种植业广种薄收,重用轻养,林木过伐,草场退化。全国水蚀面积达 150 万平方公里,沙漠化面积近 15 年增加 300 万公顷,草原退化面积达 5.1 亿公顷,占可利用草原面积 23%。

其次,土地被侵占,耕地不断缩减。随着工业发展及城市扩大,全国每年侵占耕地达 130 万公顷。北京、天津和济南三个城市,按 1952—1983 年统计,损失耕地达 43 万公顷,占该城市耕地总面积 1/4,上海市每年用于基建的耕地达 570 公顷。如按此速度,到 2000 年,全国耕地总面积将仅剩 1 亿公顷或更少。

第三,土壤退化,地力衰退。在全国 1.2 亿公顷耕地中,具有盐碱、风沙、旱涝等障碍因素的耕地占 1/3,其中盐渍化面积达 6,600 万公顷。东北地区的黑土,由于重用轻养,开垦不到百年,土壤有机质由 7—10% 降至 3—4%。黄淮海平原 1,800 万公顷耕地中,有 1/5 粮食年产量每公顷仅 2.2 吨。南方地区的水稻土,发生次生潜育化,产量急剧下降。

第四,盲目开垦,破坏生态平衡。据统计,近些年来,西南丘陵地区,因陡坡开垦,遭致侵蚀的轮垦耕地约 80 万公顷,占旱地 20%。北方弃牧毁草垦种,而导致沙化的面积达 700 万公顷。南方围海、围湖造田而损害水资源生态平衡的面积达 150 万公顷。北京、天津、上海三市耕地污染面积达 25 万公顷,占城市总耕地面积 1/5。

根据上述存在问题,今后在农业土壤集约经营的战略上,应考虑以下几个方面。

1. 对生态平衡失调地区进行综合治理。黄土高原地区,水土流失面积达 43 万平方公里,应以水土保持为中心,大力种草造林,耕地应精耕细作,提高单产。黄淮海地区,农耕地 2,000 万公顷,应以旱涝盐碱治理为主,注意水份调控,增加肥力,提高复种指数。南方山丘地区,耕地 1600 万公顷,水热资源丰富,但土壤侵蚀严重,应在防治水土流失基础上,大力发展经济作物及果树,实行农林牧全面发展。西北沙漠化地区,总面积 12 万平方公里,主要是天然牧草及少量耕地,应因地制宜,采用乔灌草相结合等措施,对风沙进行治理。热带地区,应加强自然保护,着重发展热带作物及经济林木,在集约耕作上,应特别注意立体垂直布局及多层多种经营。

2. 按生物气候的地区特点,合理安排农业布局。我国东部为农区,西部为牧区。东部地区,淮河秦岭以北,以旱作为主,以南以水田及各种热带经济作物为主。西部祁连山以北为广大干旱牧业地带,以南为牧林为主的青藏高原,具有高寒特点。针对上述区域特点,进行农业布局,逐步实行区域化,专业化生产,特别是在具备条件的地方,要实行两熟或多熟制,这对加强集约耕作有重要意义。

3. 改变单一经营方式,注重农林牧全面发展。当前着重要抓经济作物的布局调整,做到地尽其利,发展多种经营。此外,在农区,特别要注意提高畜牧业的比重,加强各个大平原和盆地农区的四旁绿化与小片造林,增加畜禽产品,改善食物结构,提高农区的森林覆盖率。

4. 因地制宜地实行农业技术改造,逐步实现农业现代化。我国宜农荒地面积不大,质量较好的仅 550 万公顷。因此从发展粮食生产的观点看,除合理开垦宜农荒地外,主要应加强现有耕地的集约耕作,采用现代化农业生物科学与传统增产技术,进行改土治水等项农业基本建设,不断提高单产,促进均衡增产,逐步建立良好的农业生态体系。

为了进一步说明中国农业土壤的利用特点,兹按中国耕作土壤的分布状况,将全国划分为 8 个土区(见中国土壤利用分区图),并分别对各个土区的生物气候条件,土壤性质,植被及作物复种指数与农业生产特点,分别扼述如下(表 1)。

I. 砖红壤、赤红壤区

土壤呈酸性至强酸性。属热带气候,全年无霜,年平均温度 20—27℃, $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温 6500—9000℃,年雨量 1500—2500 毫米,本区复种指数高,一年三熟,可种三季稻作,轮作方式为稻—稻—番薯,或花生,豆类及甘薯,由于劳力及肥料限制,不少地区冬季休闲。本区为中国主要热带经济作物栽培地区,丘陵地种植橡胶树,谷地为水稻田。珠江三角洲集约经营程度最高,桑基鱼塘耕作制以塘泥培桑,以桑养蚕,以蚕粪养鱼,构成良好的生态循环。在砖红壤区也有橡胶—灌木—草本及橡胶茶叶和经济林木的多层多种的层状集体农业结构,这是中国热带集约耕作的特殊形式。

II. 红壤、黄壤区

土壤呈酸性至强酸性。属亚热带,全年无霜期 240—350 天,年均温 14—20℃, $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温 5000—6500℃,年雨量 1000—1500 毫米。为双季稻区,一年二熟或三熟,主要经济作物为柑桔、油茶、茶叶、油菜等为主,集约耕作的主要方式是“山地林、坡地茶、谷地粮”,但水土保持是本区农业利用中的关键问题。

III. 黄棕壤区

土壤呈微酸性至中性。属温带气候。全年无霜期 210—250 天,年均温 14—16℃, $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温 4500—5000℃,年雨量 800—1200 毫米,过去为稻麦两熟或双季稻区,并曾有双三制,即稻—稻—麦(油)种植经验,复种指数超过 2.0,农牧渔、农林(果)渔等多种形式的复合农业生态类型也有很好基础,所以本区为中国粮、棉、鱼产区,其中以长江下游土壤集约耕作程度高,农业精耕细作,选用良种,用养结合,高产稳产。在进一步解决灌排与培肥地力条件下,农业生产潜力定可更加提高。

IV. 潮土、黄绵土、褐土、棕壤区

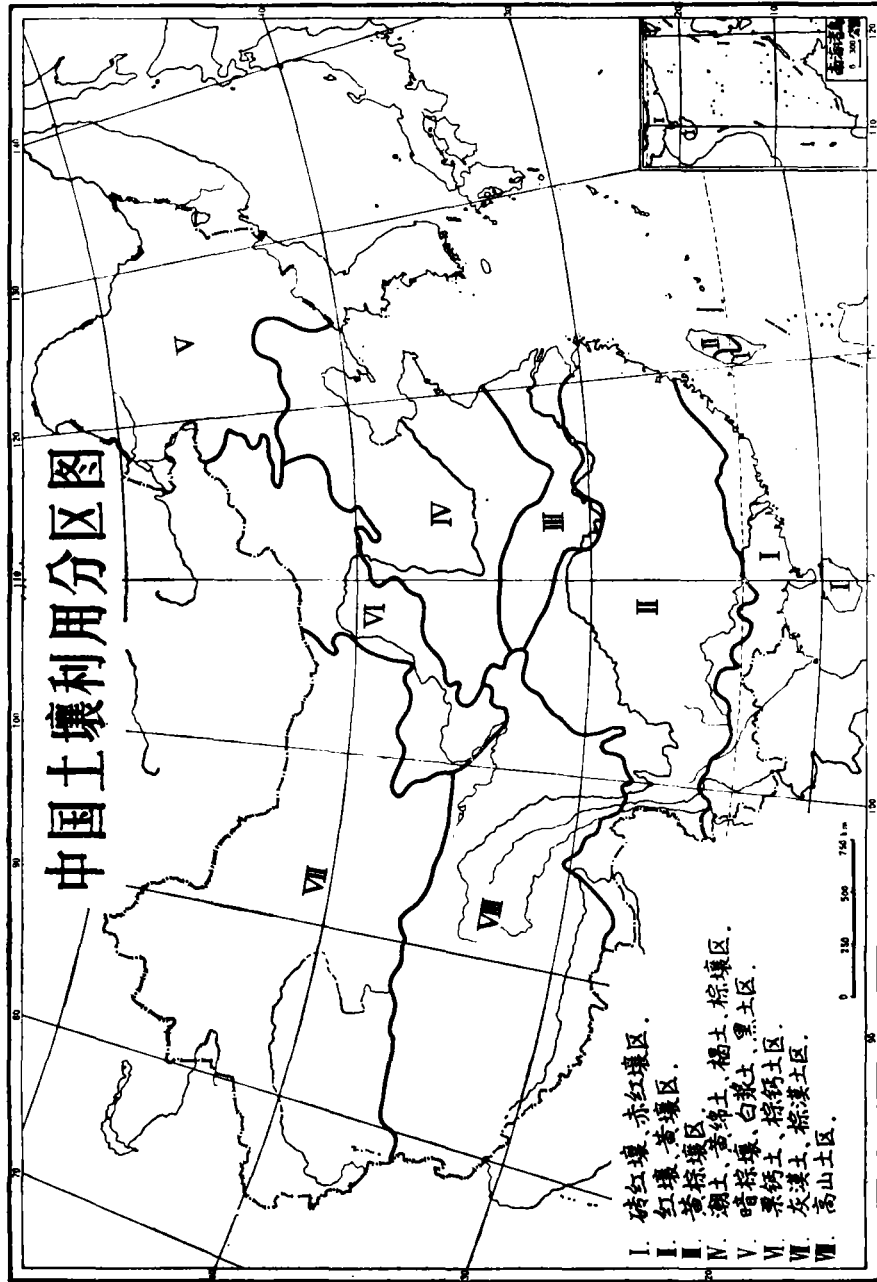
土壤呈石灰性至中性,母质大多为黄土性物质。属暖温带气候,无霜期 170—220 天,年均温 9—13℃, $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温 2500—4500℃,年降雨量 600—900 毫米,一年两熟或两年三熟,轮作套种形式多样,以冬小麦、玉米、棉花种植为主。在沙土上,林果粮间作也是有一定规模,这是中国重要的粮、棉、油、烟产区。旱、涝、盐、碱、风沙、低肥是农业利用的主要矛盾,长期以来创造了井灌井排、沟渠配套,引黄灌淤,培肥地力等各种经验。

V. 暗棕壤、白浆土、黑土区

土壤呈微酸性。属寒温带气候,年均温 0—4℃, $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温 1700—3200℃,年雨量 400—650 毫米,无霜期 90—150 天,一年一熟,农作物为春小麦、大豆、马铃薯、玉米、甜菜、水稻等为主。本区是中国的北部商品粮基地,也是全国主要的用材林区。农地土壤自然肥力高,但耕作粗放,产量低,盐碱,沙化,风蚀及水蚀较为严重,但在选育耐寒、早熟、高产品种及合理轮作,缩短播期,合理施肥等集约耕作方面仍积累不少经验。

VI. 栗钙土、棕钙土、灰钙土区

土壤呈强石灰性。属干旱中温带气候,年均温 5—10℃, $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温 1700—3000,年雨量 250—450 毫米,年无霜期 90—150 天,一年一熟,农作物生产不稳定,以春小麦、



马铃薯为主,为中国的主要牧区,以农牧结合为主。坚持“为牧而农”的利用原则。河套地区不仅是小麦水稻产区,而且也是瓜果生产基地。

VII. 灰漠土、棕漠土区

土壤呈强石灰性。属干旱及半干旱气候。年均温 5—12℃, $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温 2800—3600℃, 年雨量 50—250 毫米, 年无霜期 130—200 天。一年一熟或两年三熟。为中国的牧区及灌溉农业区, 农作物以小麦、棉花为主, 无水即无农业, 应防风固沙, 造林种草, 调整季节牧场, 加强草原建设。在绿洲地带, 农业集约程度高, 不仅可种植小麦, 胡麻, 油菜, 向日葵等多种作物, 而且是我国长绒棉基地, 同时也是葡萄与哈密瓜集中产地, 粮果, 粮瓜等综合利用方式颇有特色。

VIII. 高山及亚高山草甸土及草原土区

土壤呈微酸性至中性, 属高原寒温带气候。年均温 -3—3℃, $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温 80—100℃, 年雨量 100—140 毫米, 全年无霜期 80—100 天。一年一熟, 以青稞、小麦为主。是中国主要山地牧业区, 耕地甚少, 产量甚低。但在藏南河谷地区, 适种水稻、玉米与冬小麦等作物, 实行水旱与旱作两熟制, 稻田分布在 2000 米以上, 同时可种植多种亚热带经济林木与果树。

当前按中国 10 亿人口的年龄组成来分析, 到 2000 年时, 将达到 12 亿的最高峰。按 1984 年的农业产量来估计, 每人平均的年分配粮已略高于 400 公斤, 虽然我们没有饥饿问题, 但是人民的生活水平并不富裕, 在最近 20 年内人口还在继续增长中, 粮食生产量还是远远不够的。生态环境的保护和改善, 已经不允许我们再扩大耕田的面积, 我们必须在现有的农田上不断提高单位面积产量。

目前我国平均亩产和高产农区之间其产量是悬殊的, 1984 年全国平均水稻亩产 325 公斤, 小麦为 163 公斤。但是苏南太湖地区在水稻与旱作的轮作制下, 年亩产可以达到 650 公斤, 少数高产农场可达 1000 公斤。可见平均亩产和最高亩产之间相差之大。品种改良是另一个提高产量的途径, 我国一季杂交水稻的亩产可达 500 公斤左右。在历史上看来, 中国是一个复种指数较高的国家, 如果在集约耕作的基础上把品种培育、土壤肥力、肥料施用、除草、灌溉、植物生理、土壤微生物等因子结合起来, 那么即使在现有的技术基础上, 将有可能使全国粮食的平均亩产, 逐步达到每亩 500—800 公斤的最高产量。

生物科学正处于技术革命的浪潮中, 在这方面科学工作者正朝着: (1) 豆科植物的固氮基因向非豆科植物移植; (2) 把类似杂交玉米等同化作用极强的 C_4 移植到小粒禾谷类作物中; (3) 抑制光呼吸作用, 以减少碳水化合物的消耗。但是, 一般生物学家估计, 这些研究即使有初步的结果, 也决不是 20—30 年内所能推广应用的。因此, 在集约耕作的基础上, 采取综合农业技术措施, 将是解决当前我国粮食问题最现实的途径。

INTENSIVE CULTIVATION OF MAJOR SOILS IN CHINA

Zhao Qiguo and Li Qingkui

(*Institute of Soil Science, Academia Sinica, Nanjing*)

Summary

With vast territory of 9.6 million Km², China has agricultural soils covering an area of 1.2×10^8 ha constituting only about 10% of its total land area. Most parts of its lands are non-agricultural soils including forest soils of 1.22×10^8 ha, grassland soils of 2.7×10^8 ha, waste land soils of 1.2×10^8 ha, desert, mountains and others of 3.28×10^8 ha. Although with so small a percentage of agricultural soils, the agricultural production of the country has continuously and steadily increased due mainly to intensive farming in the country.

Intensive cultivation is the traditional practice in agriculture of China. Abundant experience has been accumulated, but there also exist problems. It is suggested by the authors that for making the most of economic and ecological benefits, comprehensive management and disposal of the agricultural soils in China should be adopted in combination with the continuous raising of multiple crop index and crop yield per unit area and reclamation of the waste lands.

For further illustration of the characteristics of intensive cultivation of different soils on the basis of bioclimatic conditions, properties and utilization patterns of the soils, the agricultural soils of China are divided into 8 regions, i. e. latosol-lateritic red earth region, red earth-yellow earth region, yellow brown earth region, cultivated fluvogenic soil-yellow loessal soil-cinnamon soil-brown earth region, dark brown forest soil-planosol-black earth region, castanozem-brown podsol-sierozem region, gray desert soil-brown desert soil region and alpine soil region.

Finally, the prospectives for the development of intensive cultivation of agricultural soils in China are discussed.