

粮农组织

土壤文集

55

灌溉农业土地适宜性 评价指南

联合国粮农组织

土地与水利开发处

土壤资源、管理和保护科



联合国

粮食及农业组织

粮农组织
土壤文集

55

灌溉农业土地适宜性 评价指南

联合国粮农组织
土地与水利开发处
土壤资源、管理和保护科



联合国
粮食及农业组织

前 言

在以后的二十五年中，可用来发展灌溉农业的土地约有 5 亿公顷。需要恢复或转为集约生产的土地面积就更大。发展灌溉费用高，通常需要投资和信贷，失误的代价是极其昂贵的。几乎所有这一广阔的土地都需要进行评价，以确定其对所建议的灌溉系统的适宜性。

许多年来，粮农组织土地与水利开发处一直致力于土地开发，并已经开发了许多特定用途的土地适宜性评价方法，以便作出可靠的预测和建议。

灌溉是一种具有特殊要求的土地利用大类。因此，需要有指南来保证土地适宜性评价和分类所采用的方法是适当的，这些指南旨在为野外工作的土地分类人员提供指导，也为负责发展灌溉的投资机构提供指导，使他们确信土地资源评价能为预测开发的后果提供令人满意的依据。

本书是许多专家精心合作的结晶，1979年粮农组织的一次专家评议会建议出版这本书。1983年，世界银行、美国垦殖局、粮农组织和其他一些单位的代表对美国垦殖局起草的初稿进行了讨论。这就为顾问、B. Eavis博士（英国土地资源开发中心）和R. Struthers博士（前美国垦殖局官员）和在粮农组织M. F. Purnell和其他工作人员协调下撰写第二稿打下了基础。B. Eavis博士撰写了本书的主要部分。草稿曾经广泛传阅，本版采纳了大量建议。在此，粮农组织对所有参加者表示感谢。

本书提出的方法并不是为了提供死板的数条，而是帮助人们改善其土地和水资源评价供选择的指南。同样，第二篇中提出的土地等级的临界界限也是如此。两者都是必须适应当地环境的指南。关于对这些程序及其适用性的评价和建议，请寄到粮农组织土地与水利开发处，以便将来再版时根据经验进行修订。

内 容 提 要

本书是为所有从事土地评价或灌溉规划的人员撰写的，全书分两篇。第一篇阐述了为灌溉农业土地评价和土地适宜性分类的推荐程序，它是以《粮农组织土地评价纲要》（1976）为基础的。第二篇提供了通常重要的许多单个因子的技术资料，以说明土地适宜性分类中的临界界限。本书可用作一般性参考书（例如，作为核查表的来源），或更专业性地作为程序和技术资料的详细指南。

第一篇表1给出了《粮农组织纲要》中土地适宜性分类的结构，并在附录1中对此进行了详尽的描述。更详细的资料请参见粮农组织土壤丛书第32号。

第一部分第一章概述了从概查到灌溉项目详细设计中土地评价在土地和水资源开发中的作用。第2章阐述了土地评价的基本原则和名词术语，并提供了一个为特定用途进行评价和分类的程序提要。该章中还介绍了在各种详细水平上“临时可灌溉的”和“可灌溉的”土地的概念，和生产力和经济指数在评价土地适宜性等级上的应用。

第3章提供了土地评价程序逐步进行的指南和数据记录单（表格），以帮助野外土地评价工作者。在随后的各章中，对每一步骤都进行了详尽的描述。

第4章阐述了选择和描述适于评价的土地利用方式或农作制度的方法。然后列出了可能影响作物及其灌溉和管理（即土地利用要求和限制性）的因素和应予以评价的土地质量或土地特性，投入和土地改良等。

第5章描述了土地资源清查的程序。按8个标题讨论了所需数据的主要类目：项目区的一段特征，地形、土地、气候、水资源、排水、植被和动物群、社会和经济数据。

第6章描述了通过“匹配法”对特定用途土地进行适宜性分类，以及为土地单元规定土地适宜性等级的方法。

第7章描述了灌溉农业土地适宜性的经济评价。阐明了区分“适宜的”土地和“不适宜的”土地的经济指标，这些“不适宜”土地最初归在临时可灌溉的土地分类中，以后归在“可灌溉的土地分类中”。制定了把自然生产力估计值转换为经济术语和估算开发允许成本的方法。该章还阐述了从国家和农户的观点出发，验证项目的经济和资金可行性的方法。

第8章讨论了以土地适宜性图和报告形式提交土地评价结果。第9章概括了土地适宜性分类在灌溉开发项目评估中的作用。

第10章简要讨论了美国垦殖局的灌溉地分类系统，并分析了其与以前各章描述的方法的异同点。

第二部分对常用来决定土地适宜性等级的因素及对帮助选定土地适宜性等级的临界界限提供了技术性指南。集中讨论了可能影响作物单产和总产量、管理、土地开发成本，保护和环境及社会经济条件的单个因素及其相互作用。

因为在一次评价中并不是所有列出的因素都是恰当的，故读者应有选择地利用这些指南。为了避免不必要的调查和不必要的费用，本评价程序还提供了值得特别强调的考虑不同时期的应付方法。本评价程序是项目规划必不可少的前题。应按照费用最低，但在仍能获得可行的建议的水平上进行。

目 录

前言	页次
内容提要	
第一部分 灌溉农业土地适宜性的评价程序.....	(1)
第 1 章 引言.....	(1)
1.1 概论.....	(1)
1.2 从项目确定到项目实施.....	(1)
1.3 调查研究的深度.....	(2)
1.4 土地评价调查的计划.....	(3)
第 2 章 灌溉农业的土地评价和分类.....	(5)
2.1 基本原则.....	(5)
2.2 名词术语.....	(6)
2.3 土地评价和分类的主要程序 (初步研究的需要 适当的土地利用方法的确定 土地资源清查 等级决定因子的选择 “临时可灌溉” 和 “可灌溉”地的分类)	(8)
2.4 土地生产力指数和适宜性的经济量度.....	(10)
第 3 章 土地评价程序的逐步指南.....	(13)
3.1 主要步骤清单.....	(13)
第 4 章 确定要评价的土地利用方式及土地适宜性等级指标.....	(21)
4.1 确定和描述要评价的土地利用方式 (灌溉的土地利用方式举例 定义和描述土地利用方式中的某些问题)	(21)
4.2 建立土地适宜性等级指标 (建立土地适宜性等级指标的步骤 等级决定因子一步骤 3 土地利用要求和限制性 “等级决定性” 土地利用 要求和限制性的临界值)	(23)
第 5 章 土地资源清查的程序.....	(32)
5.1 项目区的基本情况.....	(32)
5.2 地形资料.....	(34)
5.3 土壤调查资料.....	(34)
5.4 气候和气象资料.....	(35)
5.5 水资源资料.....	(35)
5.6 排水资料.....	(37)
5.7 土地利用现状、植被和野生动物.....	(38)
5.8 环境卫生.....	(39)
5.9 社会和经济资料 (社会和经济考虑 社会-经济资料查时表)	(39)
第 6 章 通过匹配法确定土地适宜性等级.....	(46)
6.1 确定因子评级.....	(47)
6.2 因子间的相互作用.....	(47)

6.3	在综合因子评级中评估“重要性”	(48)
6.4	总结土地适宜性级和亚级的符号	(49)
6.5	表格使用举例	(50)
6.6	合并作物产量数据和成本	(54)
第7章	土地灌溉适宜性的经济评价	(55)
7.1	有关术语	(55)
7.2	收益比较的收支预算	(56)
7.3	成本和收益在确定土地适宜性等级中的应用(确定适宜和不适宜土地的界限 确定特定地区允许的土地开发成本 快速求算NIIB的列线图)	(58)
7.4	“可灌溉”地土地利用方式的最终选择	(63)
7.5	从农民的角度检验财务可行性	(64)
第8章	土地评价成果的提交	(73)
8.1	概查水平的研究	(73)
8.2	预可行性和可行性研究(报告的格式)	(73)
第9章	土地评价在项目评估和实施中的作用	(77)
9.1	可行性评估	(77)
9.2	项目的实施和监测	(78)
第10章	美国垦殖局土地分类系统	(79)
10.1	原则	(79)
10.2	美国农垦局分类的术语	(79)
10.3	财务和经济考虑	(80)
10.4	美国垦殖局系统的土地级和亚级	(81)
10.5	美国垦殖局的制图代号	(82)
10.6	美国垦殖局土壤分类指标	(83)
第二部分	建立等级决定因子的标准和临界界线	(84)
第11章	农艺因子	(86)
11.1	生长周期和生长期(生长期临界值)	(86)
11.2	辐射	(89)
11.3	温度	(91)
11.4	根系生长	(91)
11.5	通气性	(93)
11.6	水量(水量作为等级决定因子的重要性 与供水有关的需水量 作物产量和水分胁迫 估算灌溉和作物需水量 降雨对农田需水量的贡献—有效降雨量 水稻田的侧渗和渗漏)	(94)
11.7	养分(氮 磷 钾 “氮磷钾营养”的因子评级)	(100)
11.8	水质	(105)
11.9	盐度	(106)
11.10	钠化度	(107)

11.11	pH、微量元素和毒害（非稻田中的pH、微量元素缺乏和毒害 淹水水稻土的化学特征 酸性硫酸盐土）	(110)
11.2	虫害、病害和杂草	(120)
11.3	洪水、暴雨、风和霜（水稻栽培中的洪涝 洪涝危害 暴雨、冰雹和风危害 霜冻危害）	(120)
第12章	管理	(123)
12.1	位置	(123)
12.2	灌溉管理	(126)
12.3	收获前田间管理	(129)
12.4	收获和收获后条件	(130)
12.5	机械化	(131)
第13章	土地开发和土地改良	(132)
13.1	土地清理（林区 宿根性杂草区 岩石和石块的清除）	(132)
13.2	防洪	(135)
13.3	排水	(136)
13.4	土地整修	(138)
13.5	物理的、化学的和有机的改良措施及改良剂 （开垦的物理改良措施 化学和有机改良剂）	(140)
13.6	淋洗改良	(142)
13.7	开垦期的长短	(143)
13.8	灌溉工程要求	(144)
第14章	保护及环境	(146)
14.1	盐碱危害的长期防治	(146)
14.2	地下水和地表水控制	(146)
14.3	长期侵蚀危害	(146)
14.4	其他环境危害	(147)
第15章	社会-经济因子	(148)
15.1	农户对灌溉的态度	(148)
15.2	其他社会-经济因子	(148)
附录1	粮农组织《土地评价纲要》分类的结构	(149)
附录2	贴现现值	(152)
附录3	投资分析指标的比较：农作物财务分析与项目经济分析	(154)
	词汇表	(156)
	参考文献（略）	

第一部分

灌溉农业土地适宜性评价的程序

第一章 引言

1.1 概论

在世界许多地区，发展灌溉设施，更充分地利用土地资源和水资源，能够大幅度增加粮食生产。评定土地对特定用途（例如灌溉农业）适宜性的过程，叫做土地评价。

土地评价能为决定何地种何种作物及有关问题提供资料和建议。土地评价就是适宜的土地、适宜的种植制度、物质和资金上可行及经济上有利的灌溉和管理措施的选择。土地评价调查的主要成果是一个能表明各种土地对特定土地用途的适宜性的土地分类，通常用图配以报告来描述。

本书阐述的土地评价和适宜性分类系统以《土地评价纲要》(FAO 1976a)为基础。表1列出了粮农组织《土地评价纲要》的分类结构，细节见附录1。

表1 适宜性分类的结构

纲	级	亚级
适宜 (S)	S 1	
	S 2	S2t S2d S2td
	S 3	等
不适宜 (V)	N 1	N1g N1z
	N 2	等

图例：S₁ 高度适宜 N₁ 勉强不适宜
S₂ 中等适宜 N₂ 永久不适宜
S₃ 勉强适宜

亚级中的小写字母表示限制性要求的性质（例如，t和d分别代表地形和排水）。请参见表17中的亚级符号一览表。土地适宜性单元（亚级的细分）可用来表示管理上的微小差别。

1.2 从项目确定到项目实施

在土地资源调查的早期，土地评价调查初步揭示了土地对供选择的作物和灌溉方法的适宜性及可能值得做的土地改良。随着野外研究的深入，便能确定项目，并制定出发展灌溉的计划。把各个项目按优先顺序排列起来。优先的项目计划得越详细，并且每个项目计划逐步

完善。要逐步调整所建议的作物、灌溉方法、投入和土地改良，直至获得一个令人满意的项目计划。

用来决定项目计划是否令人满意的标准很多。除了社会和政治目标（实际上这常常是首要的）外，令人满意的规划应该能使农民、社区及国家经济境况得到改善。换句话说，“有项目”和“无项目”的状况在经济上相比，这个规划能获得净收益切实的最大增长。这样的规划一般将利用有限的水土资源或投入，来获得最高的生产力。令人满意的规划应具有实用性，并能在实际野外条件下产生效果，并不一定在理论上最具有经济吸引力。

在规划阶段结束后，土地评价报告，地图和资料在项目的设计和实施期间，及对项目的监测都仍是有用的。工程设施的详细设计可能要依靠评价研究早期收集的资料。在灌溉项目的实施及以后的管理期间，土地评价研究为监测自然、社会和经济条件的变化提供了基础。针对这些变化，可能需要不时地对建议进行修改和更新。

近来，现有灌溉项目的修复是土地评价工作的一个重要方面。这就暴露了在制定灌溉项目时一开始就需要对土地和水资源进行彻底评价，以排除今后再修复的需要。

1.3 调查研究的深度

土地和水资源研究及灌溉发展建议的提出可以在下列水平上进行：全国水平、江河流域或小流域水平、项目开发水平，或村庄、农场或田块水平（Horning 1979）。表2 表明了在不同深度水平上进行的研究类型。

表2 调查研究的深度水平

水 平	研 究 类 型	调查研究类型
全 国	项目确定	概查
流 域		
项 目	预可行性 可行性 详细设计	半详查 详查 极详查
村庄、农场 或田块		

全国和流域水平上的项目确定需要进行预可行性研究和可行性研究。接着是供水系统和现场定线的详细设计。这些不同的研究是通过不同比例尺的调查进行的。

在全国水平上，要求调查提供一个水土资源开发总计划，包括对国内各个区域和地区的优先顺序作出评定。在单个江河流域或小流域水平上，调查研究要为不同用途的水利开发调节及土地利用规划提供依据（例如，流域预测，洪水区划，潜在灌溉面积、及三角洲、沼泽和滩涂的开垦等）。在灌溉发展项目水平上，是为灌溉、排水和防洪制定计划。在村庄、农场或田块水平上，调查研究为农场水利管理及改良或恢复灌区提供资料。

1 : 100000到 1 : 250000（表3）的小比例尺的概查对大范围的资源清查（见第5章）、及确定有前途的开发地区是有用的，并为更详细研究提供基础。制图单元通常是组合的，仅能提供适合不同土地适宜性等级条件的估计值。通常采用“土地系统”调查法

(Christian and Stewart 1968)，该法能够将适宜于特定种类的灌溉农业的土地与不宜的土地粗略地分开。这一阶段的经济分析仅粗略地表明产量和收入的水平。

预可行性研究和可行性研究中的半详查一般采用 1 : 25000 到 1 : 50000 的比例尺。其土壤制图单元是由同质的单元（土系）的混合和复合单元（例土壤组合）所构成。在足够的采样密度下，这种调查可用于一些开发规划直至设计阶段前的项目规划。

表3 调查深度、制图比例尺及地图种类

调查种类	比例尺幅度	
极高深度 (极详查)	大于 1 : 10000	表示土系（有时表示土壤复合体）具体特征或相的土壤图，具有点位高度的详细地形图；地籍图；地下水图；现有作物和植被图号。
高深度 (详查)	1 : 10000—1 : 25000	表示土系和土壤复合体的相的土壤图；详细的地形图；地下水图；土地利用现状图等。
中等深度 (半详查)	1 : 25000—1 : 100000	表示土系或其组合的土壤图；土地系统图；自然地理单元图；地形等高线图；土地利用现状图等。
低深度 (概查)	1 : 100000—1 : 250000	表示土类和亚类的相和土壤组合的土壤图；土地系统图；自然地理或等高线图；土地利用现状图；气候带图等。
考察	1 : 250,000—1 : 1,000,000	不同种类的土地单元。
综合研究	小于 1 : 1,000,000	气候图；土壤分类图；植被和土地利用、自然地理和地貌图；农业生态区等。

对土壤和地形来说，可能需要分别进行详查。以土系和相作主要土壤制图单元的土壤调查典型比例尺为 1 : 10000 到 1 : 25000。这种土壤调查可用于项目规划和实施，还可用于村庄或流域水平的一些调查，包括农作物和灌溉系统的布置。

极详查比例尺为 1 : 5000 或更大，它在为确定坡度等级或灌排渠道定线而必需绘制小的等高间距的地方，是必要的。

1.4 土地评价调查的计划

政府部门或私营机构，在有无外界协助的情况下，都可以进行土地评价调查。大型灌溉项目常常包括委托人，出资机构和咨询组织。在进行野外工作之前，要进行初步讨论，以确定评价的目标及评价所依据的资料和假设。所需评价的地区的范围和边界、及土地利用或灌溉系统的种类，它或者在职责范围中加以规定，或者作为评价的一部分。还须确定恰当的适宜性的自然或经济学量度（参见 2.4 节）。在开始野外工作前，对调查的深度及比例尺，以及工作阶段的划分也应取得一致意见。所要开展的工作的行政管理、后勤及财务配合也应商定。

在初次讨论中，应决定在研究期间不同阶段的图件和报告的要求。定期提出进度报告和图件，是所有组织良好的灌溉开发调查的特点。这些是在调查研究关键阶段制定主要政策必不可少的依据。为了便于讨论和修订，在编制最终报告和图件之前，编制中期报告也是惯例。

在引言中业已说明，随着土地评价从概查和项目确定到灌溉项目的详细规划，灌溉农业土地适宜性评价的自然和经济方面是如何，是愈来愈详尽细致的。第 2 章叙述原则和术语，并概括地叙述用于灌溉农业的粮农组织土地评价程序。

第二章 灌溉农业的土地评价和分类

2.1 基本原则

某些概念和原则是成功地进行灌溉农业土地评价的基础。本书中描述的方法的依据是“土地评价纲要”(FAO, 1976a)提出的基本原则,并以美国垦殖局专为灌溉提出的原则(参见第10章)为补充。

(1) 粮农组织的土地评价纲要指出,必需评价土地,而不只是评价土壤。对于制定土地利用开发的决策来说,灌溉作物的土壤适宜性是有用的资料,但并不充分。因此所有有关的土地特性,包括土壤、气候、地形、水资源、植被等,以及社会-经济条件和基础设施都需要考虑。

(2) 灌溉农业土地评价的主要目标,是预测开发进行后将来的条件。有必要预测农民及国民经济的收益及在不损害环境的情况下是否能维持这种效益。一个潜在适宜性分类是极为需要的,这种分类要考虑到将来土壤、水、作物和经济、社会和政治条件间的相互作用。

(3) 有些影响土地适宜性的因素是永久性的,另一些是经过努力可以改变的。应该确定各项必要的改良措施的成本,以便能够预测开发的经济和环境后果。典型的永久性特征有温度、土壤质地、基岩深度和宏观地形。可以审慎地或无意中改变的可变特征包括植被、盐渍度、地下水深度、微地貌及某些社会和经济条件(例如土地占有权、通达性)。

(4) 因此,必须针对特定的土地利用种类(即作物种植,灌溉和管理制度),进行土地适宜性评价和分类。很明显,各种作物和各种灌溉和管理方法的要求不同,所以,任何土地单元的适宜性都要对不同的用途作出不同的分类。如果土地开发者需要了解其土地对一具体灌溉作物或灌溉方法的潜力,那么只笼统地说明它对灌溉农业的适宜性是没有用处的,甚至会使人误解。

(5) 土地评价要求对不同的土地类型比较所获得的产出和为获得这些产出所需的投入。换句话说,土地适宜性评价实质上是一个经济概念,尽管对一些简单的调查研究来说可能不必要进行正规的经济分析。仅对自然因素进行评定不能预测灌溉的效果,必须把这些因素转换成经济学术语。最重要的是要完成一个能反映灌溉条件下土地长期的生产率和获利能力的差异的土地分类,而不是完成一个只注意自然差异而不考虑其经济意义的分类。

(6) 土地评价必须考虑当地的自然、政治、经济和社会条件。引入灌溉的成功,除依赖于气候和土壤外,可能同样程度地依赖于诸如作物价格政策、劳力供应、市场、通达性,土地占有权因素。为了避免任何误解,应当清晰地阐明而不是假设在当地情况下有关的所有因素。尽管如此,并不是所有条件都需考虑,而应只是那些在土地分类中有用的条件。

(7) 土地适宜性必须是对持续利用而言,也就是说在预期的灌溉状况下具有永久的生产性。或者不应有土地退化出现,或者在投入和产出比较中应包括防治侵蚀、渍涝、盐渍化等措施的费用。

(8) 存在一种以上明显可行的供选方案的地方,土地评价应在一种以上用途之间进行比

较，例如，可在当前的用途与设想的用途之间，或在不同作物和不同灌溉方法之间进行比较。通过比较若干供选方案的投入和产出，可以提高评价的可靠性，以确保所选土地用途不仅是适宜的，而且是适宜的供选方案中最佳的。

(9) 因为没有—个学科能够概括土地适宜性评价中的所有问题，故很明显需要采取多学科研究。采用—般经济学考虑进行土地评价，可以确定选择适当作物和管理措施范围，和建立划分适宜和不适宜土地间的界限标准。然而，在项目或农场水平上进行定量评价，则要求按照财务和经济方法进行正规的分析。

(10) 最后，如第1章所强调的，土地评价是一个逐步精细的反复过程，它在从概查到详细的项目规划的不同阶段，以及在随后项目实施的各阶段，都需要进行适当比例尺和深度的调查和研究。

2.2 名词术语

在本书最后的总词汇表及在有关章节中给出了“粮农组织纲要”中术语的完整定义。这里在概述评价程序之前，对最重要的术语解释如下：

①土地：—块具有特定的土地质量或土地特征的、处于界线之内的土地，称为**土地单元**。土地单元可以制图和按顺序编号（例土地单元1、土地单元2、土地单元3等）。单个土地单元的大小可以改变，以适应调查研究的深度，并应为评价和分类所必需的最小土地面积。

②土地利用：**土地利用大类**是农村土地利用的细分，例如粗放农业、集约农业、林业、娱乐业等。**土地利用方式（LUT）**是土地利用大类的进一步细分，它描述作物种植，灌溉和管理方法（即农作制度）。其社会和经济方面及其他有关细节列于表11。

土地利用方式（LUT）的简单举例：

(LUT) A：国营农场的灌溉玉米；

LUT B：小农场地面灌溉的双季稻；

LUT C：租地小农场引洪灌溉的高粱。

第4章提供了描述土地利用方式的指南。

③土地适宜性：如表1所示，“粮农组织纲要”的土地适宜性类目有：纲（适宜或不适宜），级和亚级。土地适宜性级有高度适宜（S1）、中等适宜（S2）、勉强适宜（S3）、勉强不适宜（N1）和永久不适宜（N2）。需要时可以增减级的数目。小写字母是用来表示亚级的，说明土地从S1（无亚级）降为较低的级的原因（符号见表17）。

例：在潜在适宜性分类中，土地单元1对单季稻（LUT D）来说为高度适宜（S1），但对双季稻（LUT B）来说则为勉强不适宜（N1z）。

粮农组织的土地评价纲要区分了土地对特定用途的**当前适宜性**（在现有条件下）和在特定的大型土地改良（例如，退化土地的恢复、灌溉、排水前）后的**潜在适宜性**分类。

本书介绍了潜在适宜性的两种进一步细分。这两种分类可以与美国垦殖局的“可耕”地和“可灌溉”地相比，但不完全相同（见第10章）。其定义如下：

临时的可灌溉地：这种土地是在假设可以得到供水，但对供水或项目和土地开发的成本还缺乏充分了解情况下临时作出的分类（农场纯收入是“临时可灌溉”地适宜性的—个有用的量度（见第2.4节）。

可灌溉地：可灌溉地是：“有条件可灌溉”分类中适宜灌溉的土地，这种土地是在考虑了供水、特定面积开发成本的增量、普通项目成本及收益后，根据它对特定土地利用方式的适宜性经济评价分类为可以得到水的土地（灌溉效益净增量NIBB可用来量度“可灌溉”地的适宜性）。

有条件可灌溉地分类的优点之一是：这种分类通过把由于供水以外的原因造成的永久不适宜土地剔除，有利于在研究初期制定出项目计划。这种分类也为在将来大的价格浮动或其他重要变化时修改评价打下了良好的基础。尽管如此，只有“可灌溉”地分类才符合可行性研究的要求。

④等级决定因子：等级决定因子是影响某一土地单元上某一土地利用方式（LVT）性能的变量，并用作评价某一给定用途的土地适宜性的依据。许多因子影响特定土地单元上土地利用方式的性能；在适宜性分类中，有一些是“等级决定因子”，另一些则不然。一些因子对研究区内所有土地单元上作物及其灌溉和管理的影响是一致的，或者引起不重要的变异。相反，“等级决定”因子则会造成，不同土地单元上给定土地利用方式土地自然生产率或收益和成本的重大差异。在土地评价中，只需评定那些最重要的因子（即那些可能是等级决定因子的），并且通常可把这些因子逐步缩减或集合到评价土地适宜性级的产量、收益或成本的估算值中。

各个单独因子在任何给定的评价中，可能或不能被选定为“等级决定因子”。这些因子可以按照它对以下5方面的影响进行分组：

- a. 作物单产或作物产量（即农艺因子）；
- b. 管理；
- c. 土地开发或土地改良；
- d. 保护和环境；
- e. 社会和经济条件。

把这5大组细分，便获得第4章表12中可能是“等级决定因子”的32个因子清单。本书第2篇中详尽地讨论了每一个因子及这些因子的相互作用。

许多因子都可用作物种植、管理和灌溉制度的要求或限制性来表示，它或好或坏地受土地特性的影响。一些土地利用要求和限制性（例如肥料要求或排水要求）可以作为投入或土地改良表示，而不是作为土地特性。因此，**土地特性和土地质量**是土地的属性。**土地利用要求和限制性**（更严格地说是土地利用方式的要求和限制性）则是土地利用的属性。许多社会和经济因子以及一些经济上的考虑（例农民的态度），既不是土地利用的属性，也不是土地的属性，尽管如此，它们仍可以是“等级决定因子”。

⑤土地利用要求和限制性：这些因子可能是或可能不是“等级决定因子”，它们是一土地单元上土地利用方式的性能所要求的，或者是限制其性能的（见4.2.2，表12）。土地特性、投入和土地改良相互影响，以满足或影响这些要求和限制性。

例如，某一作物的需水量，某一灌溉方法的平整土地要求，侵蚀限制性（见表12中的清单）。

⑥土地特性：是可用作为土地单元特征的任何可测量的土地属性。

例如，年均降水量、坡度等级、土壤质地等。

⑦土地质量：是土地与土地利用有关的描述符号。例如，可利用水量或水分亏缺意味着供水和需水间的关系，但它是土地的属性之一。土地质量描述了从可利用水量、养分有效性、到作物产量形成能力、排水能力、可蚀性前的复杂的或高级的相互关系。一般说来，土地质量是影响土地利用方式性能的各种相互作用。

需注意的是，土地质量是影响土地利用方式的土地条件、而相应的土地利用要求和限制性则是作物种植，灌溉或管理制度需要或受限制的条件，投入和土地改良。

⑧土地利用方式的说明：在土地调查前，应当说明作物种植，灌溉和管理制度满意的性能所需要的条件。这些说明构成了由**临界界限限定的临界范围**，并在不同的适宜性水平上对各个等级决定因子、土地利用要求和限制性作出规定。

⑨临界界限：在评价某一土地单元对某一土地利用方式的适宜性中，一个等级决定因子的临界界限因**单个因子或一组因子**划出适宜性 S_1 、 S_2 、 S_3 、 n_1 和 n_2 间的边界。这些临界界限可按照本书第2篇中给的指南予以确定。

⑩因子评级：因子评级，即 s_1 、 s_2 、 s_3 、 n_1 和 n_2 以**单个因子或一组因子的单个相互作用**来表示。土地对给定土地利用方式分别是高度适宜、中度适宜、勉强适宜、勉强不适宜，还是永久不适宜的。（注意小写字母是用来避免与3中提到的土地适宜性级相混淆）。

⑪匹配：本词的使用有两种含义。广义地说，“匹配”是指通过投入和改良调整土地，使与土地利用方式的要求和限制性相匹配。反过来说，它是指调整土地利用方式，使与土地条件更密切地匹配。

狭义地讲，匹配是指在土地条件（土地质量或土地特性）和土地利用方式的要求或限制性之间进行比较，得出因子分级。这样，逐个地给每个等级决定因子作出因子评级（ s_1 、 s_2 、 s_3 、 n_1 和 n_2 ）。

例如，因子“生根条件”假定对土地利用方式A相应于 s_3 的临界界限限定的土壤深度范围为50—100cm。土地单元1的土壤深度为75cm，该值在这两个临界界限之内，因此土地单元1对土地方式A的因子评级为 s_3 （见第6章，例1）。

⑫因子重要性：它说明在根据因子评级确定土地适宜性级时，各个因子或相互作用是极重要的（VI）、中等重要的（MI）、较不重要的（LI）、还是不重要的（NI）。

⑬适宜性量度：土地适宜性级可按各种自然、财务或经济指标来规定，作为土地级的自然量度的一个例示，在2.4节中描述了根据相对产量作出的**土地生产力指数**。2.4节中也定义了用**农场净收入**和**灌溉效益净增量**，作为土地适宜性级的经济量度。

2.3 土地评价和分类的主要程序

土地评价和分类的主要程序应该包括：

①研究有关的现有资料，如可行的话，包括土地条件的野外评估以及与研究地区具有相似的自然、气候和社会-经济条件的充分开发的地区的经验。

②为评价选择作物种植、灌溉和管理的供选方案，并描述各种有希望的土地利用方式（第4章）。

③选择评价所需要的数据种类，并准备土壤资源清查（第5章）。

④从自然和经济观点出发，选择有重要意义的等级决定性因子，并说明界定因子评级和土地适宜性类目的临界界限（见第3章逐步指南，及第6章和第2篇）。

⑤“临时可灌溉”地分类并制图。（见2.2和2.3.5节，及第6、7章）。

⑥在获得自然、工程、水文和经济方面更多的恰当资料后，如必要，借助改进的等级决定因子和临界界限，修改“临时可灌溉地”分类。

⑦对“可灌溉地”分类和制图，在图上绘出项目计划下适宜灌溉开发的特定土地的位置。

2.3.1 初步研究的需要

如可能，应该进行初步研究，以减少土地评价调查中的主观推测。对作物表现和将来管理问题的最可靠的指南常常是与待开发地区具有相似自然、气候和社会-经济条件的地区的经验。如果很少或没有当地期望实施的作物种植或灌溉措施的现成经验，那么有两种办法：第一为进行比较研究，揭示世界范围内有关的相似处和不同处(Higgins和Kassam, 1981)，第二为在有代表性的土地单元上实施一个农学研究项目，并同时进行包括实验室测试和分析的土壤、地形和排水研究。在灌溉开发规划早期开始的试验研究，常常对以后灌溉项目的运行和管理期间及在土地评价的后期阶段都是有价值的。

2.3.2. 适当的土地利用方式的确定

在概查和项目准备研究中，可能有许多土地利用方案。土地利用大类（例如粗放农业、集约农业）以后可以进一步细分为土地利用方式，首先笼统地划分一下，然后在半详查期间更详细地确定。第4章表10中供出了帮助描述土地利用方式的核查表。在一些土地评价中，选择土地利用方式，即选择作物种植、灌溉和管理制度是研究的主要成果。在另外一些土地评价中，土地利用方式从一开始就很清楚（例如，灌溉水稻、灌溉甘蔗、灌溉的木本作物），或是需要决定灌溉方法（例如，地面灌溉、喷灌或滴灌）。

2.3.3 土地资源清查

第5章给出了描述项目区总的特征所必需的数据核查表，包括来自地形、土壤、气候、水资源、排水、植被和生物群落，土地利用现状及社会-经济条件调查的清单。在其他一些出版物中（参见参考文献的有关章节），提供了进行清查的指南。

通过土地资源调查可获得以下三类资料：

- ①土地单元的定义和描述；
- ②这些土地单元的分布图；
- ③土地单元的土地特性值。

在详查中，土地单元可以是特定坡度下的土系或土相；在深度较低的调查中可能是土地系统和土地小斑。它们按气候、地貌、土壤、植被和土地利用现状进行描述。在全国、流域、项目或村庄、农场或田块水平上（见表2），水资源研究的结果可包括水文学、水文地质学和灌溉水供给或需求的数据。这些数据在评价过程中，应逐步加工完善和发展。

2.3.4 等级决定因子的选择

从第4章表12给出的清单中，可以选出可能影响土地单元上土地利用方式的产量或作物生产成本的农艺、管理、土地开发，保护和社会经济因子。在土地评价的早期阶段，通常要考虑大量因子，但在研究中，很明显，许多影响作物种植，灌溉和管理制度的因子在所有土地单元上相对均一，或者没有重要的变异。另外一些因子将被选出来，因为他们是“等级决定因子”，并且需要确定它们供土地单元与土地利用方式的适宜性匹配中因子评级使用的临界界限（参见第3章、第6章及第2篇）。

2.3.5 “临时可灌溉”地和“可灌溉”地的分类

在2.2节③中已定义了这两种分类。在土地评价的连续阶段上，可能需要分别分类，首先是“临时可灌溉”地分类。然后是“可灌溉”地分类。在灌溉研究的早期阶段，往往不能肯定灌溉可利用的水量及水能经济地输送到的准确位置。因此，必须在能得到供水的条件下进行土地适宜性分类。只有在以后当供水系统和经济研究完成后，才能肯定土地能否灌溉。在本书中，对不能肯定供水、也不清楚土地开发成本和收益的土地，进行“临时可灌溉”地分类，而在项目规划中可以得到供水的土地，则为“可灌溉”地。在2.4节和第7章中说明了每种适宜性分类的恰当的量度。

上述“临时可灌溉地”和“可灌溉”地间的区分，类似于美国垦殖局使用的“可耕地”和“可灌溉”土地（第10章及总词汇表）。但是应该注意到，美国垦殖局通常不用供水作为等级决定因子（除水质外）。《粮农组织纲要》的土地资源中包括了供水（水量、水质和季节性），土地评价工作者可根据水量是否充足，有水的季节及把水传运至不同地块的成本，选择它或不选择它来进行土地适宜性分类。

“临时可灌溉地”分类的主要优点之一是，它有利于在研究初期制定项目规划，有利于把适宜灌溉与不适宜灌溉的土地区别开来。从按照“临时可灌溉地分类”已分类为适宜的土地中，划出“可灌溉面积”。可使开发计划中的土地面积减小。

典型的调整包括：

- ①排除不经济的土地增量，例如，用水，排水或配水工程费用过高的土地；
- ②按可利用的供水量调整土地面积；
- ③排除位于地面输水高程以上，或提水灌溉不可行的高程以上的地块；
- ④排除零散地块、畸形地块和农场单位中不能有效地使用的用水地段；
- ⑤排除拟建的公路；
- ⑥排除按计划不能达到经济收益最低标准的面积；
- ⑦根据地权、水权等社会-经济原因排除一些地块。

在调查研究中，应尽早地详细说明，在建立土地适宜性级中按照“临时有条件可灌溉地”分类被看做适宜的，质量最差的土地的自然和经济标准。随着关于供水和项目投资费用的新资料的获得，这个适宜与不适宜的界线应逐步得到修改，以排除各种边际土地，直至确定出“可灌溉”地后才算完成。

2.4. 土地生产力指数和适宜性的经济量度

土地适宜性级（即S1、S2、S3、N1和N2），可以通过不同的自然或经济指数或适宜性量度来规定。以下提出了三个方便的适宜性量度：1）土地生产力指数，2）农场纯收入和3）灌溉效益净增量。随着数据越来越多，这三个量度可逐个采用。

①**土地生产力指数**：在本书中，该指数定义为土地对一特定土地用途相对于最佳土地的自然生产力。**相对产量**是一个恰当的土地生产力指数。它是相对于最佳土地来说的单位面积产量，以百分数或分数表示。因此对一给定土地利用方式S1级土地的最高产量可定为100%或1.0，这样可适当地把S2的最高产量定为S1的一个分数（如80%或0.80），S3的定为0.6等。其他标准，如绝对单产或相对总产量，可用作自然生产力的供选择的量度。生产力可用于当前适宜性分类，也可用于潜在适宜性分类。在概查研究中，一般有必要使用自然生