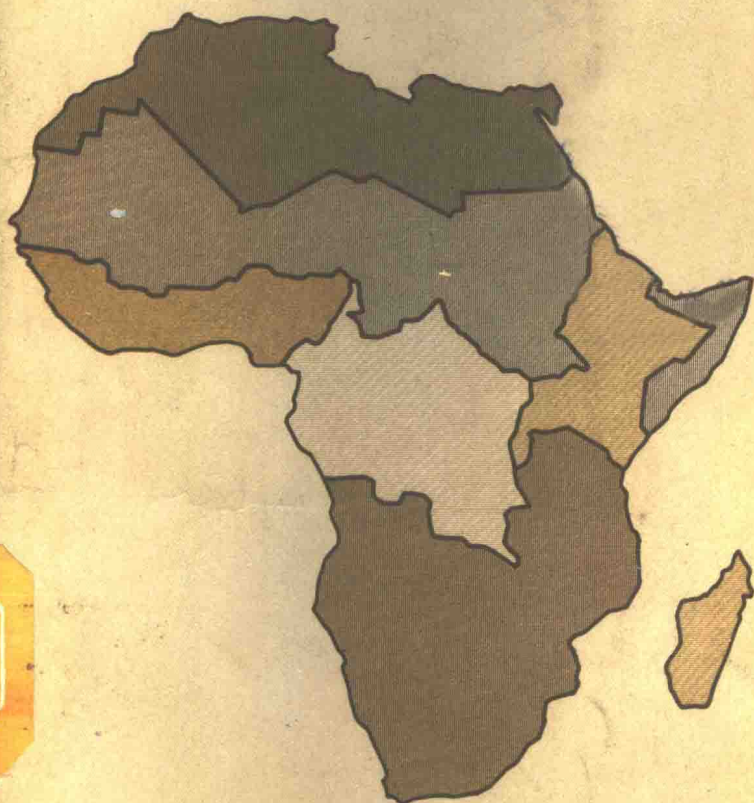


粮农组织

非洲农业：今后二十五年

附件 IV

非洲灌溉和水利管理



中 国
农业科技出版社
北京 1988



联合国
粮食及农业组织

非洲灌溉和水利管理

粮农组织非洲研究报告

中国农业科学院科技文献信息中心

根据其同

联合国粮食及农业组织

的协议出版

粮农组织

非洲农业：今后二十五年

附件 IV

中 国
农业科技出版社
北京 1988



联合国
粮食及农业组织

粮农组织非洲研究报告

附件 IV：灌溉和水利管理

概 论

(1) 人们目前非常关心非洲的灌溉问题，因为非洲许多地区自食其力日趋困难。粮食生产以雨育为主，但是在 1970 年至 1980 年，产量年增长率只有 1.4%，还不到人口年增长率的一半，后者估计为 3%。旱灾频繁，加剧了谷物进口量上升趋势，1984 年达 2 800 万吨。灌溉急剧地提高和稳定产量，所以许多人都认为这是一种良好的解决办法。

(2) 气候资料表明，非洲中部潮湿地带和部分半潮湿地带的生长期足以收获一季雨育作物。这些地区更有理由利用现有全部技术加强雨育。非洲的干旱、半干旱以及干燥的半潮湿地区，也即北非、苏丹-萨赫勒地区以及东非和南部非洲的部分地区，目前强化雨育栽培的潜力非常有限，也许只有依靠灌溉才能使粮食产量大幅度提高。

(3) 非洲灌溉面积约 9 5 0 万公顷，其中 6 1 0 万公顷采用现代化灌溉方式，多半属于政府主办的大型设施，3 4 0 万公顷采用小型传统方式如漫灌、沼泽灌溉、地面灌溉和浅灌，由个人或当地团体采用，没有政府的支持。现代化灌溉方式 8 2% 都由埃及、马格里布国家和苏丹所采用。其他有大量灌溉面积的国家是尼日利亚和马达加斯加，然而，两国大量面积都采用传统灌溉方式。

(4) 大多数非洲国家都认为灌溉是取代进口粮食而实现自给自足的办法，或者是出口作物而赚取外汇的途径。因此，通常要求主要设施的租佃者或小农集中力量生产政府列为重点的商品作物，并把这些作物出售给国家。由于现代化灌溉大多数是新鲜事物，而且许多设施地点偏远，所以政府往往不得不为成本已经很高的灌溉工程增添范围广泛的生产、销售和社会性支持服务。这种大量投资若要收效必须单产高和播种双季作物，相比之下，生产口粮则更经常地采用传统的灌溉方式。这种方式通常成本较低，往往与雨育和饲养牲畜结合在一起，作为一种分担气候风险的方式。

(5) 检查了约 5 0 个灌溉项目，其中许多是在世界银行协助下执行的，得出两种适成对照的印象。虽然项目成绩往往到后来下降，但是经过仔细检查的世界银行十大项目中，有九个在款项支付完毕时已经或接近于达到各项目标。成本不算太高，经济效益令人满意，往往得益于商品价格适宜。然而，另有许多项目则在考察、规划和管理方面很差，导致土建工程长期拖延和成本大大超支。由于管理不力和业务经费预算不足，设施的经营和保养以及支持生产的服务往往力不从心。在这种情况下以及在采购政策不妥当的情况下，农民们对项目丧失信心的事例太常见了，他们便设法保持各种各样传统的做法。这些问题已导致灌溉地遭到忽视，产量低。

有时还需要修缮设施。即使是这个地区情况较好的主要灌溉项目，粮食作物产出足以抵销现代化灌溉项目成本的事例也很少见。

(6) 政府支持的小型设施除非以较近似传统灌溉工具的较简单办法为基础，而且显然对受惠者具有吸引力，否则也会遇到较大型设施所遇到的许多问题。

(7) 博茨瓦纳、布基纳法索、肯尼亚、马里、毛里塔尼亚、尼日尔、塞内加尔和索马里八国在非洲总人口中约占 11%，由于缺少雨育潜力以及/或者在雨育土地上受到日益增加的人口压力，所以很可能在今后短期和中期粮食战略中把灌溉作为一个极重要的因素。最后也许可以在这些国家建立一些大型设施，但是，只要可能，必须先进行代价低廉的修缮工作，在某些情况下，还可以扩建现有设施。简单地改进传统的沼泽灌溉和漫灌，虽然单产提高幅度较小，但是加在一起也能对粮食供应作出可观的贡献。

(8) 非洲撒哈拉以南另有十四国的部分地区属于有干旱危险的地带，那里的小型灌溉工程以小水坝为主，直接从河流和地下抽水，大大有助于减少农村的艰苦劳动，减少代价高昂的救灾必要性。

(9) 对非洲撒哈拉以南的其余国家来说，首要任务较有可能是发展雨育，因为通常较容易组织，成本较低，见效较快。尽管如此，在这些国家中，只要现有设施还可以修缮，几乎都不会重建。而且传统的小型灌溉工程多半都可以扩建，也都有改进余地。

(10) 在北非，灌溉设施扩充的潜力有限，灌溉工作的方向必须是在已经修建主要工程的地方完成全部灌溉项目、继续改进现代化设施以及继续革新传统的灌溉方式。然而，主要的工作将是进一步加强目前已有灌溉工程的地区以及更有成效地管理水利。

(11) 目前要从事这种发展，障碍重重。社会、制度和经济因素似乎较技术上的局限性更重要。为了提高这一地区今后的灌溉成绩，各国政府不得不在政策和制度方面作出艰难的变动。制订计划者必须认识到，要使现代化灌溉在一个始终有利的政策和预算环境中成长，需要一个长期的社会变革和适应过程。为了使灌溉人员更愿意采用灌溉设备，必须提高灌溉的经济效益，并鼓励私营部门开展农业服务。政府的水利机构必须避免人员过多，必须放弃无利可图的活动和铺张浪费的方法。各方面都需要培养人员，尤其是经营管理人员。要实现这一点，只能由国际上通过政策磋商、贷款、赠款和技术援助计划向各国政府提供大力支持。

(12) 展望 2010 年，假定在上述变革方面取得相当大的成就并得到外界的充分支持，新的现代化设施的修建速度可能平均为一年约 5 万公顷，而修缮现有设施的速度可以达到一年 2.5 万公顷，扩充传统小型灌溉工程的速度则可以达到一年 1.5 万公顷。

(13) 上述情况再加上单产提高，便可以使非洲水浇地谷物产量在 2010 年比目前数量增加一倍。但是，由于人口增长而需求也增长，所以灌溉对谷物需求所能作出的贡献大体上保持原来的水平。就非洲大陆总的情况而言，北非和撒哈拉以南地区潜伏着两种不同趋势。在北非，灌

溉对谷物需求量的贡献相对而言将减少，对粮食需求量的贡献将从45%减至34%，对谷物总利用率的贡献将从33%减至20%。在撒哈拉以南非洲地区，灌溉对谷物产量的贡献相对而言将增加，对粮食需求量的贡献将从11%增至13%，对谷物总利用率的贡献将从9%增至11%。在撒哈拉以南非洲地区，谷物经灌溉后产量将增长二倍以上，从460万吨增至1.500万吨。

(14) 公营部门为了发展灌溉，按1985年价格计算，每年约需资金4.75亿美元，也即到2010年共需约120亿美元，同时，灌溉工程业务成本总额大约又需1.3亿美元，此外还需为推广、培训、信贷以及公营部门的其他服务提供额外资金。

本书原版为联合国粮食组织的一非洲农业：今后二十五年附件Ⅳ《灌溉和水利管理》。(African agriculture: the next 25 years Annex IV. Irrigation and water control. W/Z0300/E/10.86/2/1000)

本书中所用名称及材料的编写方式并不意味着联合国粮农组织对于任何国家、领地、城市或地区或其当局的法律地位或对于其边界的划分表示任何意见。使用“发达经济”和“发展中经济”这两个词是出于统计上的方便，并不是对某个国家或地区在发展过程中已达到的发展阶段作出的判断。

CPP/87/9

ISBN 7-80026-088-7/S·58

版权所有。未经版权所有者事前许可，不得以电子、机械、照相复制等任何方法或其他程序全部或部分翻印本书，或将其存入检索体系，或发送他人。申请这种许可应写信给联合国粮农组织出版司司长（意大利罗马Via delle Terme di Caracalla, 00100）并说明希望翻印的目的和份数。

© 粮农组织

北京 中文版 1988年

粮农组织非洲研究报告

附 件 IV

灌 溉 和 水 利 管 理

目 录

概 论	页 次
	I
第一章 引 言	1
第二章 目前灌溉情况	3
A、自然条件	3
1.气候和土壤	3
2.河流和地表水	5
3.地表水	5
1.水 质	6
5.灌溉的潜力和必要性	6
6.灌溉类型	7
B、按地区说明灌溉的作用	9
1.地中海和干旱的北非地区	9
2.非洲的苏丹-萨赫勒地区	10
3.潮湿和半潮湿的西非	11
4.潮湿的中非	12
5.半潮湿和多山的东非	13
6.半潮湿和半干旱的南部非洲	14

C、目前灌溉面积及其对粮食供应的贡献	15
1.目前灌溉面积	16
2.对供应粮食所作贡献	16
第三章 过去和目前灌溉发展状况	18
资料来源	18
A、政府的作用	19
1.灌溉原则和方法	19
2.规化和执行主要项目的经验	20
B、捐助者的影响	28
第四章 目前经灌溉后农作物的成绩	30
A、政府主办的主要灌溉项目	30
1.作物总产量和单产	30
2.排灌成本	32
3.利益和经济自立能力	35
4.一些主要设施的经济效益	36
B、政府对小型灌溉设施的投资	38
1.具体成就	38
2.成本	39
3.作物单产和总产	40
4.机构的业绩	40
5.社会—经济因素	40
C、灌溉和水利管理的传统措施	41
1.小型传统灌溉设施	41

2. 利用洪水	41
3. 低地水稻培植	41
4. 土地问题	43
D、私营部门的灌溉	43
私营部门的现代化灌溉人员	43
第五章 发展灌溉的障碍和较普遍的理由	45
A、通过灌溉提高产量的障碍	45
1. 技术障碍	45
2. 经济障碍	46
3. 社会障碍	50
1. 对妇女的影响	52
5. 对周围地区的影响	52
6. 卫生和营养	52
B、对灌溉项目建议的分析	53
第六章 开发方案和所需政策措施	56
A、开发方案	56
1. 供抉择的雨育方案	56
2. 新的灌溉设施	57
3. 改进和推广小型和传统灌溉设施	58
4. 现代化设施的修缮	59
B、所需政策措施	59
1. 政府的作用	59
2. 捐助者和技术援助的作用	65

第七章 2010年的前景	67
A、灌溉面积	67
B、对粮食供应的贡献	69
C、财政需要	68

表 格

1.非洲主要流域的面积和流量	70
2.非洲国家的土地面积和人口	71
3.非洲：目前灌溉面积（千公顷）	72
4.非洲主要的大米生产国	73
5.世界银行经选择的灌溉项目每公顷成本（在可行的水平上）	74
6.十项世界银行灌溉项目的成本	75
7.建设成本估计数——西非法语区灌溉系统	76
8.按设施的技术特点发展灌溉	77
9.西非法语区的灌溉设施：经营和保养年度费用估计数	78
10.作物产量：十项世界银行计划	79
11.经灌溉的谷物目前和未来产量	80

地 图

1.非洲主要地区	81
2.河谷和湖盆	82
3.潜在的人口容纳量，投入水平低，雨育	83

第一章 引言

1.1 人们目前所以非常关心非洲的灌溉问题，主要因为非洲许多地区日益无法自食其力。目前主粮（谷物、块根和块茎植物）生产以雨育为主，过去十年，产量年增长率以1.4%的速度上升，还不到人口增长率的一半，后者为3%，据估计，主粮人均产量在1970年按小麦当量计算为210公斤，1980年降至179公斤。在1979年至1981年期间，运往非洲的谷物（包括粮食援助）一年约达2200万吨，其中1300万吨由地中海沿岸五个北非国家进口，900万吨则运往撒哈拉以南非洲地区。1983年谷物进口量达2400万吨，1984年达2800万吨。^①

1.2 就在几年前，缺粮的基本原因是，城市所需粮食依靠进口商品粮才能满足，而非洲农村居民则一般说来能够自食其力。过去十五年一再出现旱灾，使农村居民极其艰苦，而当地行政和运输系统又往往无力按需要提供粮食援助，使处境更难忍受。在这种情况下，灌溉由于急剧提高和稳定了产粮，使许多人都认为它是一种良好的解决办法。

1.3 本文件是支持粮农组织非洲研究报告的一整套技术性文件之一。本文件研究了五十多项受到政府资助的灌溉项目、乡村发展项目或由小型灌溉设施组成的旱灾救济项目，据此对灌溉经验和项目成绩作出了分析。资料来源多半未经发表，主要来自世界银行、由粮农组织咨询顾问汇编的专题研究报告以及个人之间的信件往返。公开出版的座谈会文件、书籍和学术研究报告则提供补充性材料。

1.4 此外，为了解决非洲大陆各地所遇到的不同情况和问题，本文件吸取了一些非洲专家的经验，这些专家曾于1985年5月至7月间参加了粮农组织在罗马举办的三次灌溉问题座谈会。本文件还得益于1985年12月16日至19日在罗马举行的非洲研究报告专家磋商会作出的贡献。

1.5 本文件检查了非洲灌溉状况、过去和目前的灌溉发展状况、现有灌溉工程的成绩以及今后发展灌溉的前景。它为灌溉部门可能实施的发展战略以及为消除某些障碍而需要采取的政策行动提供了重要内容。然后从灌溉面积的增加、所需资金以及灌溉部门对今后粮食供应

① 附件V：《投入物供应和物质刺激政策》。

的贡献等方面分析这种发展战略的影响。

1·6 非洲包括地中海和干旱的北非地区（苏丹应列入北非地区），那里的灌溉传统悠久，涉及地区很广泛。撒哈拉以南非洲地区（不包括马达加斯加）则不然，尤其对现代化灌溉，没有什么传统和经验，因此所遇到的问题大不相同。在前一地区，目前的工作是要对灌溉部门进行“微调”，以便从各种机会中获得最大限度的益处，在下一地区，迄今应看到的成绩是，至少已能较深入地探讨现代化灌溉问题。

A 自然条件

1、气候和土壤

2·1 附件Ⅱ《非洲基本土地资源》提供了许多有关非洲大陆气候和土壤特征的情况^①。这里有必要提一下，为了编写《非洲研究报告》，有必要把非洲分为六大地区。这些地区是：

(1) 地中海和干旱的北非地区：

阿尔及利亚、埃及、利比亚、摩洛哥和突尼斯。

(2) 苏丹—萨赫勒非洲地区：

布基纳法索、佛得角、乍得、吉布提、冈比亚、马里、毛里塔尼亚、尼日尔、塞内加尔、索马里和苏丹。

(3) 潮湿和半潮湿的西非地区：

贝宁、加纳、几内亚、几内亚比绍、科特迪瓦、利比里亚、尼日利亚、塞拉利昂和多哥。

(4) 潮湿的中非地区：

喀麦隆、中非共和国、刚果、赤道几内亚、加蓬、圣多美和普林西比、扎伊尔。

(5) 半潮湿和多山的东非地区：

布隆迪、科摩罗、埃塞俄比亚、肯尼亚、马达加斯加、毛里塔尼亚、留尼汪、卢旺达、塞舌尔和乌干达。

(6) 半潮湿和半干旱的南部非洲地区：

安哥拉、博茨瓦纳、莱索托、马拉维、莫桑比克、纳米比亚、斯威士兰、坦桑尼亚、赞比亚、津巴布韦。

图1 列出六个地区和各国分布情况。

2·2 与灌溉有关的是从上述附件Ⅱ^②提出的持水量角度分析六个地区的主要特征：

① 第二章和第三章。

② 第一章。

(1) 地中海和干旱的北非地区：

没有潮湿区；地中海和大西洋沿岸一带有8%的地区在气候上适于雨育温带作物；92%的地区是干旱的山区和沙漠。

(2) 苏丹—萨赫勒非洲地区：主要是沙漠和干旱区（分别占32%和36%）；在潮湿的半潮湿区（7%）有种植热带雨育一年生作物的潜力；在这个地区的干燥的半潮湿区（15%）和半干旱区（10%）有广阔的草原。

(3) 潮湿和半潮湿的西非地区：以潮湿的半潮湿区（47%）和潮湿区（35%）为主；适于播种种类繁多的一年生和多年生热带作物；干燥的半潮湿区（15%）和半干旱区（3%）所占幅员很小。

(4) 潮湿的中非地区：以半潮湿区（69%）和潮湿的半潮湿区（29%）为主，适于播种数量有限的一年生热带作物和种类繁多的多年生热带作物；有广阔的森林区；干燥的半潮湿区面积很小（2%）。

(5) 半潮湿和多山的东非地区：这一地区所包括的环境条件差异最大，东部低地是沙漠，寒冷的高地则是潮湿区，潜力很大，有潜力生产一年生和多年生温带及热带作物；在沙漠地区中的半干旱部分有广阔的草原，干旱和半干旱区占48%，干燥的半潮湿区占11%。潮湿和潮湿的半潮湿区只占41%。

(6) 半潮湿和半干旱的南部非洲地区：大片沙漠和干旱区（21%），半干旱区（16%）；干燥的半潮湿区（19%）环境比较好，潮湿的半潮湿区（41%）和潮湿区（3%）；有潜力成为草原和生产以热带作物为主的一年生作物，但是也有广阔地区可以生产温带作物。

2·3 从1930年至1960年平均降雨量来看，非洲苏丹—萨赫勒半干旱地带一年的雨量二十五年来已经减少。至于这种变化是永久性还是暂时性，现在并不清楚。例如在过去20 000年内，萨赫勒一些地区似乎要比现在潮湿得多，另有一些地区则比现在干燥得多。由于目前的分析主要以1930年至1960年的降雨量数据为基础，所以也许对情况作了过高估计，因而灌溉的需要也许应相应增加^①。

2·4 非洲一大部分地区地质古老，久经风化，往往基本上都是结晶岩。土壤似乎经历了淋溶，主要矿物质有效成份不足，而且由于气温高而缺少有机物质。土壤种植农作物的潜力往往有限。然而，在主要河流目前和过去流经的地带，则有大片比较肥沃的冲积土以及沉积在古老的湖底、本来就是肥沃的变性土，苏丹吉齐拉黑色裂化土便是最常见的一种变性土。不论

^① 若要了解更详细情况，请见附件Ⅱ《非洲基本土地资源》第二章。

是河流形成的冲积土还是变性土，都吸引人们种植需经灌溉的农作物。例如在马达加斯加，沼泽形成的泥炭土也吸引灌溉人员。然而，潜在的可灌溉土壤往往是分散的小片土地，不是大片土地，而且离潜在的水源不太远。地中海地区的特点是，西海岸不同寻常的流域或平原上有一个可灌溉的冲积土地带，而往东则多半是沙漠土。冲积土在尼罗河流域形成，尼罗河三角洲的特点是粘土含量高，但排水能力差。在马格里布，主要河流的下游可以看到相当大的冲积平原，其余的非沙漠地区则在陡峭而容易侵蚀的地形上复盖着地中海的土壤。

2、河流和地表水

2.5 总的说来，非洲每单位面积可以获得的地表水比较少，蒸发量比较高，而且（由于头两种因素的结果）每单位面积流入大海的径流量也比世界其他主要地区少。主要流域如图2所示。一条（尼罗河）流入地中海，十条流入印度洋，三条流入南大西洋，四条流入北大西洋。两条主要河流尼日尔河和尼罗河流经主要的内陆沼泽地（尼日尔内陆三角洲，苏丹南方），在那里由于蒸发而丧失大量水分。若干其他流域——最突出的是乍得湖流域——完全被陆地所包围，最终由于蒸发或渗透而丧失全部水分。非洲主要流域如表1所示。

2.6 非洲大多数河流的流量季节性变化很大，一个明显的例外是扎伊尔河，它的支流分布在赤道南北，泛滥的情况不同。季节性变化最显著的地方是河流逐渐枯竭的热带大草原，或者是半干旱地区，这些地区有可能在短时间内大量降雨。

2.7 非洲河流天然的输沙量低于其他区域，唯有在北非或多山的东非一些新形成的地质层，输沙量才比较高。由于放牧过度或滥伐森林而丧失植被的地区迅速增多，在这种地区，当地的输沙量也可能很高。

2.8 从表1可以看出，地表水分布很不均匀。扎伊尔流域在撒哈拉以南非洲地区中面积约占16%，年平均流量55%。其他七条河（尼日尔河、奥果韦河、赞比西河、尼罗河、桑加河、沙里-洛贡河以及沃尔特河）年平均流量又有25%。只有几条大河——最值得注意的是塞内加尔河、尼日尔河以及尼罗河——流经苏丹-萨赫勒地区辽阔的干旱区，那里的雨育耕作所受到的气候限制很大。

3、地表水

2.9 关于这一地区的地下水潜力，大部分调查都是概括的，即使有详细的调查，所涉及地区也有限，全面的资料现在还无法得到。概括的情况是：

— 非洲一半以上地区下面的基底杂岩只是间断地含有小片蓄水层。充水率常常太低。在

裂缝中可以发现水，但往往要流散，很难集中，潜力很小；因而，这种水源对耕作用处有限，主要用于灌溉蔬菜或类似的高值作物。然而，为了供应家畜和家庭使用，这种水源却得到广泛的开发。

- 某些泥沙流域（如乍得、塞内加尔和津巴布韦）地下水产量通常属于中等程度，不过在某些情况下（例如索马里和苏丹），水位可能在100米以下，于是取水灌溉的代价便很高昂。
- 在一些主要河流冲积层底层，最有可能发现一定量的地下水。其水量适合于旱季灌溉。在尼日利亚北部和沿海三角洲及平原，也有可能发现这类地下水。至于后一种蓄水层能利用到什么程度，并非总是明确的。据了解，在若干地方（如马里和尼日尔的部分地区）有自流地下水。
- 在北非，浅层的地下水资源主要在沿海平原一带形成。具有自流或半自流性质的化石、砂质和砂岩蓄水层在沙漠地带形成（例如阿尔及利亚的苏夫、突尼斯的托泽尔、埃及的新河谷以及利比亚的一些地区）。

2·10 根据粮农组织最近的估计，地下水在非洲总的水利资源中约占20%，约有10%的土地由于蓄水层产水量高而下沉。

4、水质

2·11 在北非的部分地区如突尼斯和利比亚，水质使灌溉受到限制，而在撒哈拉以南的非洲地区，水质很少成为限制灌溉的因素。所以存在这种问题是由于灌溉过量和缺乏足够的排水能力（例如尼罗河）或者某些地区有特殊情况，例如盐分被冲入塞内加尔河、冈比亚河和卡萨芒斯河的潮汐区以及红树林沼泽区；被冲入乍得流域和博茨瓦纳某些蒸发量高的地区排出的水内；以及被冲入毛里塔尼亚等国家，那里含盐分的地下水往往被用于灌溉。

5、灌溉的潜力和必要性

2·12 为了估计灌溉潜力，应该考虑自然条件（水和土壤）和社会经济因素（人口压力以及因而出现的强化灌溉的必要性和采用灌溉方式的可能性）。虽然自然条件可以利用一般的制图和气候资料定量估计，但是社会经济条件必须按地区分析，而要估计总的的影响则更困难得多。

2·13 粮农组织正在估计非洲灌溉潜力。在现阶段研究中，地区一级利用潜力的差别已经显而易见。例如，就地中海和干旱的北非地区以及半干旱的南部非洲而言，潜力的利用率要