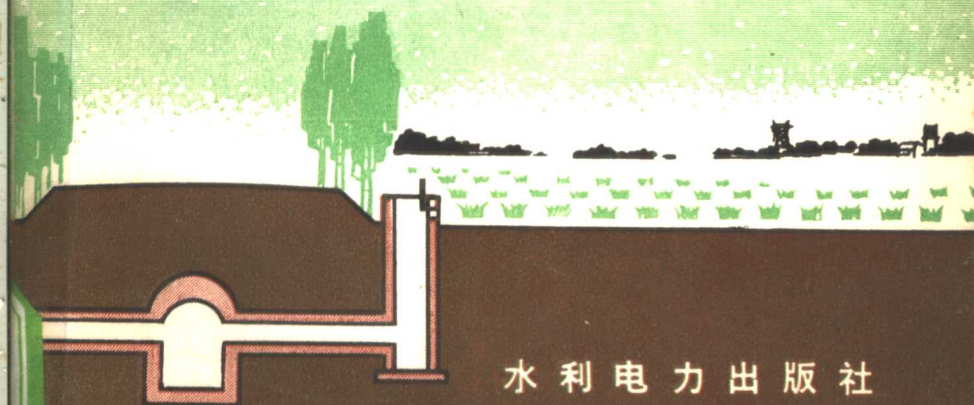


地下管道灌溉排水 经验汇编



水利电力出版社

地下管道灌溉排水 经验汇编

水利电力部水利司主编

水利电力出版社

内 容 提 要

本汇编包括的几篇文章，介绍了上海市郊区及江苏、河南、山东等省修建各种类型的地下管道，进行农田灌溉与排水的经验，并介绍了具体作法和工程效益。文字通俗易懂，图文并茂。可供各地从事农田基本建设的同志们阅读。

地下管道灌溉排水经验汇编

水利电力部水利司主编

水利电力出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

1977年6月北京第一版

1977年6月北京第一次印刷

印数 0001—9750 册 每册 0.38 元

书号 15143·3250

毛主席语录

阶级斗争是纲，其余都是目。

备战、备荒、为人民。

农业学大寨

水利是农业的命脉

要认真总结经验。

前 言

在毛主席革命路线的指引下，在“农业学大寨”、普及大寨县的群众运动中，我国各地广大贫下中农在农田基本建设方面创造了许多新的经验。灌溉排水系统是农田基本建设的重要组成部分。为了减少工程占地，扩大耕地面积，提高土地利用率；为了便利田间运输和机械耕作；为了减少灌溉渠道的蒸发渗漏、防止排水沟的坍塌淤积，提高灌溉排水效果，有些地区，经过多年生产实践和科学试验，根据本地区的自然特点和生产条件，分别将灌溉输水渠道或田间排水沟网从地面改为地下，并在实际运用中取得了成功的经验，在一定范围内得到了推广。

本书汇集了上海市郊区、江苏省无锡、昆山、常熟、金坛等县，河南省温县，山东省福山县等采用各种材料修建不同形式的地下管道进行灌溉排水的经验总结。各篇的内容都是以介绍具体作法和增产实效为主，其共同特点是自力更生，艰苦奋斗，因地制宜，就地取材，土法上马，大搞群众运动，投资少，收效快。

“人民群众有无限的创造力。”我们的国家幅员广大，水利建设面貌日新月异，技术革新成果不可胜数。本书仅介绍了农田水利建设的点滴经验。由于我们调查研究不够，即使在地下管道灌溉和排水方面，我们也了解得很不全面。希望大家在今后的工作实践中不断总结，加以推广。

编 者

目 录

前 言

灰土地下渠道江苏省无锡县革命委员会水利局 (1)

地下渠道上海市电力排灌公司革命委员会 (34)

机井灌溉地下管道简介河南省温县革命委员会水利局 (89)

芝阳大队地下管道输水灌溉介绍

.....山东省福山县革命委员会水利局 (108)

苏州地区麦田治渍调查报告

.....江苏省革命委员会水利局水文总站 (113)

暗管排水治渍害, 促进稻麦齐增产

.....江苏省昆山县农田水利试验站 (124)

暗洞排水的作用江苏省常熟县农田水利试验站 (139)

地下暗沟排水, 促进三麦高产

.....江苏省金坛县革命委员会农业局、水电局 (153)

灰土地下渠道

江苏省无锡县革命委员会水利局

一、概 况

(一) 灰土地下渠道的发展过程

我县北靠长江，南临太湖，全县除少数山地和低洼圩田外，绝大部分地势平坦，海拔高程2.5~6.0米左右，是纯稻麦区。解放后，在毛主席革命路线指引下，依靠人民公社集体经济力量，兴建了大量的农田水利工程，特别是机电排灌事业发展较快，至今已建机电排灌站1000余座，装机容量达4万余马力，干支渠道总长4000余公里，全县80余万亩农田全面实现了灌排机电化，80%以上的农田达到了渠系化，对农业生产的发展起了巨大的推动作用。但是，随着复种指数的提高，科学用水的要求也越来越高。往往在同一时期内，稻田要灌水，麦田要排水，这里要灌溉，那里要烤田。单就稻田来说，又有双季稻、单季晚稻、三熟制稻多种，最复杂的时候，同时要灌泡田水、添稻水、秧田水、绿萍水和治虫、施肥等多种用水。由于明渠供水慢，难于及时配水，明渠渗漏大，常常造成“灌了稻田，淹了麦田”，矛盾很突出。另外，我县人多地少，人称“寸金地”的地方，而明渠占压着很多农田，还要解决机耕道路的问题。因此，原来所

建的明渠，越来越不能适应高产更高产的要求。正如有的同志说的：“渠高机难行，水浆灌不匀，土地压废多，漏水又严重，农业要跃进，渠道要革命。”广大贫下中农和革命干部在农业学大寨群众运动的推动下，决心改明渠为暗渠。有些地方修建了一些水泥涵管地下渠道，但需要材料多、造价高，发展速度远远跟不上农业生产发展的需要。

1965年冬，我县堰桥公社刘巷大队的贫下中农，根据过去用“灰土筑沙”搞地下建筑物具有坚固耐久和挡水防渗的经验，发扬了百折不挠的革命精神，大胆实践，以“三七”灰土试做地下渠道，并组织了由贫下中农、民兵、革命干部“三结合”的试验小组。开始，他们仿照水泥涵管进行预制，结果在搬运过程中破损了。后来又在现场夯筑，但下半圆无法夯实。以后又干脆只做上半圆，但过水断面又太小。最后经过群众献计献策，终于建成了137米长的马蹄形地下灰土渠道，经过试用，符合灌溉要求。这一新生事物的出现，为农田灌溉工程的技术改革开创了新路，受到了各级领导和广大贫下中农的欢迎和支持，及时组织现场参观，交流经验，大力推广。至1976年春，全县已有461个生产大队建造了地下渠道，全长达2000余公里，灌溉面积50余万亩，占全县水稻田面积的62%。地下渠道的种类共有灰土渠、土水泥现场浇制、砖砌、水泥预制管、泥墙灰土盖等五种，其中灰土地下渠道占95%。近几年，有些公社又以灰土建造了一些地下排水道，从试用情况看，效果也是好的。

当前，我县农业学大寨、普及大寨县的群众运动更加深入发展，在以改土治水为中心的农田基本建设中，全县规划每年新建灰土地下渠道400~500公里，至1980年全部灌溉渠系均改成地下暗渠，并大力发展田间暗沟排水工程。

(二) 灰土地下渠道的优越性

1. 输水快, 不渗漏, 提高灌溉质量, 促进农业增产 明渠渗漏大、输水慢, 梢头田、高头田灌溉困难, 很不适应“双三熟制”的要求。而地下渠道经常保留底水, 充水时间大大缩短。根据红旗公社友谊大队电灌站调查, 同样是送水1000~1500米, 明渠要1~1.5小时, 地下渠道除第一次灌水外, 只需3~5分钟, 灌溉及时, 随要随到, 远近田、高低田一个样, 有利于计划用水、科学用水, 消除了水旱矛盾, 促进了平衡增产。梅村公社繁荣大队钱王六队的渠边田, 明渠灌溉时麦子单产没有超过200斤, 水稻产量也很低, 改用地下渠道灌溉以后, 1971年三麦亩产提高到330斤, 1972年又升到370斤, 水稻亦显著增产。从全县来看, 1968年平均粮食亩产835斤, 1975年提高到1500斤左右。这一成绩的取得, 也与大规模发展地下渠道有密切关系。

2. 不占土地, 增加耕地 明渠不仅本身占地、渠堤占地, 渠侧还要开挖隔水沟, 总计占地面积达3~5%。暗渠埋在地下, 渠管顶上可建成拖拉机路, 也可种植庄稼。

3. 省水、省电, 减轻水费负担 地下渠道几乎消灭了蒸发渗漏, 渠系水的利用系数可达0.95以上, 而明渠仅为0.6左右。再加上地下渠道输水快, 机泵一响, 水就到田, 因此, 它比明渠灌溉节省水、电10~20%左右。另外, 明渠岁修费用较大, 一般每亩每年维修费约0.1元, 用工0.2个, 而地下渠道除控制建筑物闸板上油保养外, 基本上不需要其他维修费用。硕放公社硕放灌区, 灌溉面积2141亩, 1971~1972年共做地下渠道12700米, 总投资20215元。两年来, 降低灌溉成本2055元(包括减少渠系维修费用在内); 改渠还田28.7亩, 增加收入5740元; 路面植树8000株, 平均树径7厘

米，每株以0.8元计算，价值6400元。综上三项共收入14195元，相当于投资数的71%。因此，一般3~5年就能偿还地下渠道的投资数（还不包括大面积的增产因素）。

4. 便利机耕和交通，便利灭螺防治血吸虫病 明渠对拖拉机等农业机械行动阻碍较大，容易出事故。路渠合一的地下渠道，不要越渠爬坡，事故减少，使用率提高。人力胶轮车也可得到相应的发展，为减轻劳动强度，逐步消灭肩挑人抬创造了条件。

在钉螺地区，由于明渠中杂草丛生，适宜钉螺繁殖，而地下渠道管壁坚硬，无阳光、空气，钉螺难以生存，可减少它的繁殖和感染机会。公路边的明渠，由于渠道渗漏，对路面的养护也有一定影响。改成暗渠后，可解决这个矛盾。

除此以外，灰土地下渠道，还有它独特的优点：

1. 取材容易，费用少 灰土渠所用的材料主要是石灰，取材比较容易。它的造价只需水泥涵管渠的30%左右。以千亩左右灌区为例，水泥涵管渠每米的造价是6.5~7.0元。灰土渠每米只需花50公斤左右石灰的材料费，造价（不包括人工）约1.5~2.0元。我县一般干、支两级到田。如果只做干渠，每亩约合1米，每亩投资约2元（包括渠系建筑物），石灰50公斤；如果干、支二级全部做成地下渠道，每亩约合5米左右，每亩投资10元左右，石灰250公斤左右。

2. 现场夯筑，整体好 从我县五种地下渠道的情况来看，凡是以预制件排砌的，由于接头多，如果衔接不好，渗漏较多。灰土渠是现场连续夯筑的，无接缝，整体性强。渠系建筑物还可同时夯筑，质量好，渗漏少。

3. 施工简便，利大搞 灰土地下渠道施工简便，群众容易掌握，有利于大搞群众运动，加快地下渠道建设速度。

二、灰土的性能及制备方法

修建地下渠道所用的灰土，是以生粘土和消解的熟石灰为原料，采用一定的配合比，并加水捣碎，拌和均匀，分层夯实而成的一种混合料（我县俗称“筑沙”）。这种灰与土的混合料和混凝土不同，它一定得经过人工或机械夯打密实并注意偏湿保养下才能产生随着时间的增长而增强结硬的特点。从我县贫下中农在平田整地中挖掘出来的许多古代灰土建筑物（如墓葬）分析，大多已经变成岩化的固体。我县堰桥公社刘巷大队从1965年试做的一条灰土地下渠道取样试验结果，抗压强度达19公斤/厘米²；1973年又从张泾公社姚塘湾的三十多年前的灰土坝取样试验，抗压强度更高达57公斤/厘米²。它比一般的夯实粘土强度（2公斤/厘米²）要高9~28倍。即使灰土的早期强度（12公斤/厘米²）亦比夯实粘土高5倍。可见，利用灰土建造地下渠道是比较理想的。

（一）形成灰土强度的原因

灰土为什么会具有一定的强度？我们须从石灰和粘土的化学成分以及它们相互作用后产生的新物质的性质来看。

石灰是由石灰岩即碳酸钙 CaCO_3 经高温煅烧后得到氧化钙 CaO 为主要成分（氧化钙占60~90%，氧化镁 MgO 占10~12%）的轻质块体，通称生石灰。生石灰加水则消解成熟石灰（又称消石灰、风化灰），其主要成分是氢氧化钙 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 。如果生石灰加入的水量刚好满足氧化钙转变成氢氧化钙的需要，将产生干而疏松的消石灰粉末体。若块状生石灰与空气长期接触，也能吸收空气中的水分自然风化成消石灰，并与空气中的二氧化碳 CO_2 作用还原生成碳酸钙

硬体。

粘土的化学成分主要是氧化硅 SiO_2 （约占60~70%）、氧化铝 Al_2O_3 与氧化铁 Fe_2O_3 （约占20%）以及少量的氧化钙和氧化镁（约占10~20%）等物质。

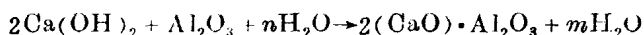
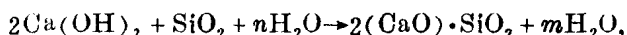
形成灰土强度有多方面的因素。内因有土质、石灰质、配合比、掺水量与密实度等，外因有温度、湿度、龄期与养护方法等。在内外因素的综合作用下，使密实的灰土内部发生一系列的物理化学变化过程，大致由水化、碳化、硅化三部分组成。

1. 水化 由于生石灰的消解过程较长，即使过筛的熟石灰里也还会有大量的肉眼见不到的生石灰的微小粒子，在施工中被夯入灰土内，这些生石灰微粒继续在夯实的灰土中吸收水分消解成熟石灰，同时体积膨胀，放出热量，这种过程称为水化。它使灰土中的孔隙率减小，使灰土颗粒之间的接触水膜减薄，使含水量减小，从而降低了灰土的压缩系数，提高了密实度，增加了灰土粒子间的骨架强度和内聚力（灰土的粘聚力和内摩擦角都提高了）。所以，夯实灰土具有相当的水稳性，在水中长期浸泡不致松散。

2. 碳化 生石灰消解后生成的熟石灰吸收了土中的二氧化碳，在土粒表面因离子交换作用，生成了碳酸钙胶凝薄膜，而后胶体渐渐结晶，逐步还原结硬析出碳酸钙和水，这个过程称为碳化。它使灰土胶体颗粒紧密，随着龄期的增长而结硬，灰土的颗粒外壳成为坚硬的碳酸钙岩性体，大大提高了灰土建筑物的强度，能承受一定的压力。据我县刘巷大队从八年前所作的灰土渠取样分析，土粒表面已有1~1.5毫米厚的碳酸钙硬壳。

3. 硅化和铝化 土中的氧化硅与氧化铝皆为活性矿物，

其特点是与气硬石灰湿拌夯实后能改变气硬性。而且由于石灰和土颗粒表面的离子交换作用，使石灰颗粒周围的粘土石灰质（钙离子）增加，这就可能与土中各种酸性氧化物化合而具有明显的水硬性，并生成不溶于水的铝盐和钙盐，二者为具有水硬性的化合物。硅酸钙与铝酸钙将土粒胶结在一起，形成灰土壳体，这种作用称为硅化和铝化。其化学反应式为：



由此可见，灰土实质上就是一种低标号的硅酸盐、铝酸盐混凝土。

（二）灰土的强度性能及影响因素

1. 抗压强度 灰土具有一定的抗压强度，且随龄期的增长而逐渐提高，龄期7天的抗压强度仅3~4公斤/厘米²，14~28天的强度可达11~13公斤/厘米²。所以，灰土渠道施工结束以后，至少应保养半个月左右才能使用。灰土的配合比对强度有较大影响，从我县的试验资料分析，采用灰：土=2：8（体积比）的灰土强度为好。此外，土的粘性（或土的塑性指数）对灰土的强度亦有一定的影响。

表 1 不同配合比的灰土的抗压强度（公斤/厘米²）

灰：土 粘土塑性指数	1：9	2：8	3：7	备 注
20.6	4.10	6.76	5.09	龄期均为 28天，配合 比为体积比
17.4	5.66	13.00	5.33	
7.1	1.00	1.08	1.08	

表 2 不同龄期的灰土的抗压强度 (公斤/厘米²)

龄 期 粘土塑性指数	7 天	14 天	28 天	备 注
20.6	4.14	5.23	6.76	配合比均 为2:8
17.4	2.96	11.50	13.00	
7.1	0.80	1.70	1.08	

2. 抗拉强度 灰土的抗拉强度较低 (见表 3), 所以灰土渠道只能在低水头 (2~3 米) 下工作。施工中, 灰土渠

表 3 灰 土 抗 拉 强 度

龄 期 (天)	8	14	28
抗拉强度(公斤/厘米 ²)	1.68	1.91	2.10

的拱顶必须认真夯筑, 并注意覆土必须夯实到顶, 使拱顶产生一定的土压力与渠内水压力平衡, 尤其在两边拱脚处应加厚加夯 (通称三角土)。图 1 即为灰土渠的拱脚处出现拉应力而裂缝的照片。

3. 抗渗强度 灰土具有良好的防渗效能, 最大能承受15~20米的水头压力而不致渗水, 有个别试块甚至可承受40米水头压力, 这是夯实灰土的突出优点, 所以灰土渠道能够



图 1 灰土渠受内水压力, 在拱脚处出现裂缝照片

大大提高渠系水利用系数，省水省电。

表 4 灰土抗渗强度（公斤/厘米²）

灰 土 比	1:9	2:8	3:7
抗 渗 强 度	1.5	2.0	1.5

4. 抗冻性 冰冻能降低灰土结构的强度，故已建成的灰土渠道的墙和拱要注意防冻。但拌好以后的灰土即使受冻，只要在施工前再将它拌匀、拌活，夯打密实，强度就不会降低。

5. 密实度对强度的影响 夯打密实度对灰土的强度起着直接的决定性的作用。据试验，土质、配合比、龄期均相同的灰土，密实度高的，抗压强度可高达16.0公斤/厘米²，而密实度低的仅6.9公斤/厘米²。所以，灰土渠道施工时必须严格注意夯实质量。一般要求灰土每层铺摊厚度15厘米夯实至9厘米厚为宜。根据我县的情况，灰土渠道使用过程中发生质量事故的，多数原因是夯实密度太差。

6. 含水量对灰土质量的影响 灰土夯实要求其水分含量接近最优含水量，但将微粒生石灰 CaO 不断消解的过程必须吸收一定的水分，灰土中胶体的形成亦需要有一定的水分起结合作用，这二者是有矛盾的。所以在实际使用中应掌握其含水量稍大于夯实要求的最优含水量，一般采用灰土含水量在35%左右。即使灰土成渠以后，仍需要洒水养护一段时间（至少不小于7天），或者在拱顶覆盖潮湿的粘土进行养护，因为拱顶的地下水补给量少，不如两侧墙的湿度大。

（三）灰土的制取工序和要求

制取灰土必须掌握六道工序：选、化、配、碎、洒、拌。

1. 选 选择氧化钙含量高、氧化镁含量低的生石灰。我县生石灰氧化钙含量约83~89%，氧化镁含量约5~10%。上要选粘性较高的纯洁生粘土，塑性指数一般要求在7~25范围内。尽量做到就地取材。

2. 化 把生石灰进行人工消解或自然风化消解，一般方法常用人工数次泼浇（1吨干的生石灰用水约350公斤左右）消解成熟石灰，最好在施工前3~5天风化筛好（用1.5~2.0毫米的筛眼）并剔除大块（即未化透的大粒子生石灰）和杂物，以防隐患。若大块生石灰夯入灰土后，由于它继续自然消解而局部膨胀，使灰土内部产生不均匀的内应力，重则酥松，轻则裂缝。风化灰的质量检定标准是呈干粉末状，用手插入时粉末飞扬，筛时呛人。切勿加水过多，使生石灰消解过头，结成块团，也不要历时长久的隔年灰，以免过早产生碳酸钙，相对来说减少了用灰量，达不到设计要求的配合比。

3. 配 根据当地的土质和灰质选定配合比。我县常用的灰土配合比是在2:8与3:7之间（体积比），它们的重量比是水:灰:土=1:1:12左右，各种配合比的用料量详见表5。当然，最好是根据试验结果决定最佳的配合比。

4. 碎 把从龙沟（即开挖的沟槽）深层开挖出来的生土捣细成蚕豆大的碎块（粒径不超过2厘米）。

5. 洒 在捣碎的同时，要向土中充分洒水反复翻捣，使大块生土由外到里化开、化酥，变细、变软、变韧，在泥粒表面产生粘胶体为好。

6. 拌 将消石灰粉末掺加到含有足够水量的粘土中，拌

表 5 每米³灰土混合料的材料用量

体 积 比 (石灰:粘土)	石 灰 用 量 (公斤)	粘 土 用 量 (公斤)	重 量 比 (水:灰:土)
1:9	50	1800	1:1:36
2:8	100	1600	1:1:16
3:7	150	1400	1:1:9

- 注: 1.石灰取消解石灰, 容重0.5吨/米³;
 2.土取自然状粘土(含水量22%左右), 夯实后容重2吨/米³;
 3.水是指在取用自然状粘土外加的水量, 水灰比在1左右。

和均匀, 使灰土堆里外、上下充分拌透。此时切勿重新加水, 否则会减少土、灰的粘胶体, 并使石灰随水流失。

通过上述六道工序, 使灰土软熟, 土灰相融, 水分适宜, 配比一定, 色泽和硬度一致, 表面微微有浆。拌好后的灰土质量检定标准是, 用手轻轻握能成团, 用力捏才碎。夯成后渠道的墙身和拱顶表面夯成一体, 上下夯声归一(隔天后再夯声不分散)。在灰土制作过程中, 要严格掌握配合比和水分, 注意防晒、防雨、防风、防冻, 必要时用草帘和塑料薄膜盖紧。

三、规 划 设 计

(一) 渠系结构组成

和明渠一样, 地下渠道由渠首建筑物、输水渠道、放水建筑物和泄水建筑物等部分组成。由于地下渠道是通过压力水流, 所以渠首是采用水泵从水源提水到进水池产生压力水头。输水渠道埋在地下, 一般只有干、支二级, 干渠与支渠