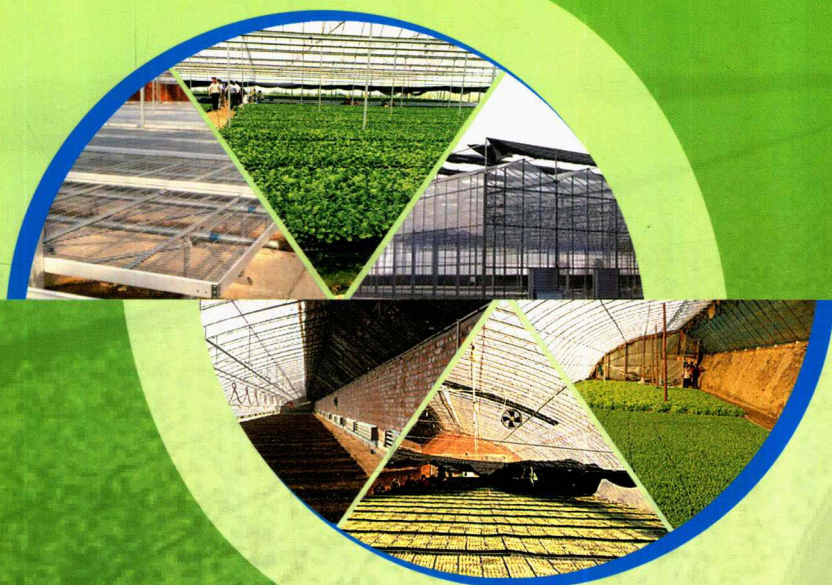


SHUCAI GONGCHANGHUA
YUMIAO JISHU

赵义平 刘爱华 编著

蔬菜工厂化

育苗技术



辽宁科学技术出版社

本书由大连市人民政府资助

蔬菜工厂化 育苗技术

SHUCAI GONGCHANGHUA
YUMIAO JISHU

赵义平 刘爱华 编著

辽宁科学技术出版社
· 沈阳 ·

主 编 赵义平

副 主 编 刘爱华 郭建华 于 伟 刘广会

编写人员 姜 巍 唐秋菊 吴立勇 张淑辉 赵 禹 王 锐 刘彩荣
张秀敏 尤凤芝

图书在版编目 (CIP) 数据

蔬菜工厂化育苗技术 / 赵义平, 刘爱华编著. —沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2017.5

ISBN 978-7-5591-0010-8

I. ①蔬… II. ①赵… ②刘… III. ①蔬菜园艺—工厂化育苗 IV. ①S630.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第279240 号

出版发行: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路 29 号 邮编: 110003)

印 刷 者: 辽宁星海彩色印刷有限公司

经 销 者: 各地新华书店

幅面尺寸: 170mm × 240mm

印 张: 21

字 数: 400千字

出版时间: 2017 年 5 月第 1 版

印刷时间: 2017 年 5 月第 1 次印刷

策划编辑: 陈广鹏

责任编辑: 李丽梅

封面设计: 屈 明

版式设计: 屈 明

责任校对: 周广生

书 号: ISBN 978-7-5591-0010-8

定 价: 65.00元

联系电话: 024-23280036

邮购热线: 024-23284502

<http://www.lnkj.com.cn>

编写说明

BIANXIE SHUOMING

所谓蔬菜工厂化育苗技术，简单地说是以穴盘无土基质为载体的集约化蔬菜商品秧苗的培育方式。集中表现为：集成多项先进的技术、设施（水肥一体化、温光调控）和管理模式（工业化、企业化管理）；扭转分散育苗，实行规模化集中育苗，以实现高效集约的商品秧苗生产的新方式；集成科技力量与设备，实施集中规模化、高效化的商品化的秧苗生产。它的形成与发展是现代农业集约化的具体表现形式，同时也是一种专业化、机械化和规范化的育苗方式。

世界上设施农业比较发达的国家从20世纪80年代初，就推广以穴盘无土基质为载体，以温室专用化、作业机械化、管理自动化的蔬菜工厂化育苗技术，目前这些国家蔬菜商品苗的覆盖率已经达到90%以上。我国20世纪80年代中期，从美国、以色列等国家引进了这项新的育苗技术，现已经初具规模地应用于蔬菜、花卉、果树和水稻商品种苗培育。从2007年开始，由农业部、全国农业技术推广服务中心、中国农业科学院蔬菜花卉研究所等在全国组织开展示范推广。

2009—2010年，辽宁省政府共安排1.6亿元扶持137个蔬菜育苗基地建设，每栋大跨度温室补助20万元。2012—2014年，每年8000万元，扶持以5000m²联栋日光温室为单元的育苗工厂，每栋补助100万元，企业1年1次最多获得补助1000万元。到2014年出现补助高峰，辽宁省有82家企业获得建联栋专用育苗温室补助达1.5亿元。同时，部分育苗播种机械列入农机补贴目录。

2012—2015年度列入中央财政农技推广项目，辽宁每年技术推广经费900万~1300万元，组织14市50县（区）实施。现有育苗

BIANXIE SHUOMING

工厂163家，育苗合作社150多家，蔬菜商品化育苗约38亿株，可定植设施蔬菜200万亩。2014年，辽宁省内新建5000m²的联栋育苗专用温室达150栋，可见育苗产业发展之迅猛。

辽宁是全国蔬菜生产大省和设施蔬菜强省，蔬菜是仅次于畜牧的全省第二大农业产业。2015年，辽宁省蔬菜播种面积1263万亩，产量4271万吨，产值853亿元。设施蔬菜播种面积890万亩，产量3245万吨，产值729亿元。设施农业也通过提质增效，集中力量推进关键环节，并已实现新突破，推进了设施农业内部结构优化和效益提升。要保障蔬菜生产提质增效，秧苗培育极为重要，培育适龄优质壮苗，是设施蔬菜生产最基础和最关键的环节。商品苗已由原来的3%提升到35%，但蔬菜用苗的65%还是农户自育自用、自给自足，并且仍是营养钵加床土的传统方法。由于零星分散、设施简陋、方法落后，不仅作业效率低、生产成本低、抗灾能力弱，而且呈现出育苗营养土配比难掌握、病虫草害发生蔓延难控制、育苗工序难简化的“三难”，以及成苗率低、整齐度低、秧苗质量低的“三低”状况。全省设施蔬菜每年因育苗水平低而造成的产量、效益损失非常严重。无疑，陈旧落后的育苗方法，已经成为设施蔬菜生产的瓶颈，大力示范推广蔬菜工厂化育苗技术，既是蔬菜产业提升科技水平、增加质量效益的客观要求，也是辽宁设施农业转型升级、进一步迈向现代化的必然选择。

本书共40万字，分为十一章，介绍蔬菜工厂化育苗新技术：第一章为育苗厂的规划（赵义平编写，2.5万字），第二章为育苗主体设施与用途（于伟，2.5万字），第三章为育苗配套设施与用途（刘广会，2.5万字），第四章为育苗基质的配制（吴立勇，2.5万字），第五章为穴盘苗水分与管理（张淑辉，3万字），第六章为穴盘苗肥料种类与特性（姜巍，2.5万字），第七章为穴盘苗肥料使用技术（赵禹，2.5万字），第八章为秧苗环境控制技术（唐秋菊，2.5万字），第九章为秧苗株型控制技术（刘彩荣，3万

字)，第十章为穴盘秧苗生产模式（张秀敏，4万字），第十一章为穴盘苗病虫害综合防治（王锐，4万字）。附录部分将辽宁省育苗相关地方标准进行选编，其中8项为育苗技术标准，1项中含有种苗鉴定的农作物田间损失鉴定技术规范（赵义平编写一、二和八；尤凤芝编写三；刘爱华编写四、七；郭建华编写五、六；共8.5万字）。

本书有较强的针对性、实用性，语言精练，思路清晰。本书在作者多年来从事蔬菜工厂化、优质高效育苗技术指导实践的基础上，反复总结国内外科研、教学等诸多学者试验研究成果和经验积累汇聚而成。本书的出版适应蔬菜产业发展的新要求，把作者研究与行业发展进行集成汇总或实践性翻译，以便更好地供使用者应用。借此，特别感谢全国蔬菜工厂化首席专家尚庆茂博士、辽宁省老科技工作者协会农业分会、沈阳农业大学原校长张玉龙教授的全力支持与精心策划。对于大连市人民政府的资助，各育苗企业以及业内学者在资料方面的竭力提供和鼎力支持，表示最衷心的感谢！

本书主要用于指导蔬菜生产育苗工厂、合作社、育苗大户、各级技术人员、科研与教学人员开展育苗与栽培生产技术指导与研究。由于这项技术发展日新月异，加上作者的水平有限，不足和疏漏在所难免，敬请各位专家学者、技术人员、农民朋友以及行业人士批评指正（修改意见可发到snwzyp@126.com）。

编者

2016年10月

目 录

MULU

第一章 育苗厂的规划

第一节	育苗厂地选择	2
第二节	育苗厂区与设施规划	4
第三节	辅助设施设计	8
第四节	企业文化建设	9
第五节	如何推进企业项目实施	17

第二章 育苗主体设施与用途

第一节	工厂化育苗温室设施	24
第二节	加温保温措施与设施	29
第三节	遮阳网降温设施	32
第四节	风机—水帘强制降温系统	35
第五节	育苗架床	40

第三章 育苗配套设施与用途

第一节	穴盘	46
第二节	播种机械流水线	52
第三节	催芽室	61
第四节	喷淋供水设施	62
第五节	棚膜等覆盖材料	64
第六节	补光灯及应用	67

第四章 育苗基质的配制

第一节	基质质量要求	72
第二节	常用基质配方	75
第三节	育苗基质调制技术	79

第五章 穴盘苗水分与管理

第一节	影响水质的主要因素及其控制	84
第二节	水质处理	89
第三节	水分管理	94

第六章 穴盘苗肥料种类与特性

第一节	养分与水质、基质的相互作用	112
第二节	单一肥料的作用	114
第三节	肥料的配制	122

第七章 穴盘苗肥料使用技术

第一节	根据作物和生长阶段施肥	132
第二节	根据环境和基质湿度施肥	135
第三节	营养失调与施肥方法	138

第八章 秧苗环境控制技术

第一节	环境因素	142
第二节	温度影响	144
第三节	光照影响	147
第四节	CO ₂ 管理技术	154
第五节	湿度调控	159

第九章 秧苗株型控制技术

第一节	健壮蔬菜秧苗的特征	162
第二节	与株型相关的生物学基础	163

第三节	地上地下部的生长与协调	165
第四节	温、光、水、肥和机械控制徒长	172
第五节	化学生长调节剂控制徒长	178

第十章 穴盘秧苗生产模式

第一节	秧苗培育流程	190
第二节	播种计划与种子处理	192
第三节	营养面积和苗龄的确定	193
第四节	基质使用	197
第五节	营养液配制	199
第六节	秧苗期管理	201
第七节	果菜类嫁接育苗	203
第八节	营养块育苗	213
第九节	秧苗的贮藏运输	215

第十一章 穴盘苗病虫害综合防治

第一节	穴盘苗生理性病害发生与防治	224
第二节	穴盘苗侵染性病害发生与防治	231
第三节	穴盘苗病虫害发生与防治	245
附录		259
参考文献		326

> 第一章

育苗厂的规划

/ YUMIAOCANGDEGUIHUA

第一节 育苗厂地选择

大型蔬菜育苗工厂多数主体是为商品化育苗而建造的，通过科学的规划设计，明确基本建设条件，确定投资规模水平，优化结构配置和功能布局，降低无谓损耗，同时最大限度降低经营风险，这对育苗工厂高效运转和未来发展至关重要。为了提高效益，育苗工厂不能单一经营，应多配合一些蔬菜、果品及花卉产品生产，特别是配合观光采摘，甚至参与生产资料服务，即以优质商品苗为主要产品，配合其他农产品生产，整合土地、技术、机械、人才和企业化管理等多种资源要素，最终目标是实现经济效益、社会效益和生态效益的最大化。

一、育苗厂地块选取

在建设育苗厂之前，选择地块极为重要。通常要考察地理位置、气象条件、可用土地面积、厂区坡度、与蔬菜等生产基地间隔距离；土质与水源质量、电力等可利用能源、交通运输；人力资源、附近农业的主导产业、地方规划区域、各级政府扶持政策、居民消费水平以及社会文化资源等，这些都直接影响育苗厂的效益与发展。

地块选择关系到温室（含联栋温室）和大棚的建设朝向，这个问题非常重要。在辽宁北纬 $38^{\circ} \sim 42^{\circ}$ ，日光温室应东西延长向西偏 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ ，或者采取当地的正午过后的20~40min的投影垂直线为单栋日光温室（东西）延长方向。而联栋温室应南北走向，即要在当地正午后20~40min的投影线上，后者可以避免北屋面和天沟在温室内形成固定的阴影，更加有效地提高光能利用率。

各种操作间、库房应尽量布置在温室大棚育苗与栽培区的北侧，并注意这些棚室、库房要更加坚固，能具备更高的防风雪灾害性天气的能力，并减少他们的遮光影响。操作间平面布局应能使物流顺畅高效。温室操作间的面积一般是温室育苗栽培区面积的5%左右，或者通过走廊把各栋温室连起来，便于车辆装卸，更加高效利用。

方形地块更有利于集聚育苗厂各组成部分，缩短育苗厂内部的运行距离。育苗厂运营成本的35%左右用于劳动力支出，20%的工作时间用于物

料的运输。1%~2%的坡度更有利于排水，但坡度大于15%则不利于土壤保持。地理位置要远离蔬菜种植区，若紧邻蔬菜种植区，会增加病虫害为害概率。一般距离大型种植基地30~500km半径内。

须有充足合理的电力供应。若使用高压钠灯和LED灯补光、湿帘风机降温、室内环流风机或其他大荷载用电设备，用电量较大，须确保有电力部门增容许可。

此外，要考虑育苗厂商品生产的可扩充性。育苗产业发展规模2000万株，其规模就显得较小了，3000万~8000万株则具有较强的竞争力。考虑到配合农产品生产的需求，基地扩充规模应该在300~1000亩范围。

二、水源质量考察

育苗中经常遇到水质问题。首先要知道用水量大小，无论地下水、水库水、河流水、池塘水，只要是作为育苗水源，就必须具有适宜的pH、EC值、硬度、钠离子、氯离子、重金属离子等，并且无病原物、水藻等污染（表1-1）。如果水源水质不理想，须加酸或水处理，但会增加较高成本。

表1-1 穴盘苗生产的水质标准

项目	数值	项目	数值
pH	5.5~6.5	Cl	<80mg/kg
碱度（以CaCO ₃ 计）	60~80mg/L	SO ₄ ²⁻	20~24 mg/kg
可溶性盐（EC值）	<1.0 mS/cm	B	<0.5 mg/kg
钠的吸收率（SAR）	<2	F	<1mg/kg
硝酸根（NO ₃ ⁻ ）	<5mg/kg	Fe	<5mg/kg
P	<5mg/kg	Mn	<2mg/kg
K	<10mg/kg	Zn	<5mg/kg
Ca	40~120mg/kg	Cu	<0.2mg/kg
Mg	6~25mg/kg	Mo	<0.2mg/kg
Na	<40mg/kg		

注：资料取自《水质质量检测指标参考手册》；EC值：0~0.25为纯水，无盐害；0.25~0.75，正常，较少发生盐害；0.75~2.00可能会造成盐害；2.00以上，极易造成盐害；1meq（毫克当量）/L（CaCO₃=50mg/L）。

三、现场勘查

1. 地块实地踏勘

邀请相关专家实地现场考察，了解地块所处的地理坐标、通信网络，以及历史、现状、地势、土壤、植被、水源、交通、病虫害、周围的环

境,如村庄、城市的规模,以及作物与它们的距离等。地上不可移动建筑物,如高压线路等。

2. 病虫害调查

邀请植保人员深入田间地块,调查地块内的地上、地下病虫害。每百亩以下园区取样3~5个,每增加百亩增加1~2个。每个取样面积50cm×50cm,深10~30cm,统计害虫数目。通过场地种植作物和周围植物病虫害发生情况,判断病虫害发生程度。

3. 土壤肥力调查

根据地块自然形状、地势及作物的分布,选定代表部位取样3~5个点。分别挖取土壤剖面,观察和记载土层厚度、结构组成、pH、EC值、地下水位等,查明土壤的种类、分布、肥力,对土壤肥力做出评价。

4. 测绘地形图

平面地形图是进行育苗厂规划设计的依据。比例尺要求为1/500~1/200,等高距为10~40cm。与设计直接有关的山丘、河流湖泊、水井、道路房屋等地形、地上物应尽量绘入,对场地的土壤分布和病虫害情况亦应标清。

5. 气象资料收集

向农业与气象部门了解湿度、光照及降水等气象要素,如生长期、早霜期、晚霜期、晚霜终止期、全年及各月平均气温、绝对最高和最低气温,表土层最高温度、冻土层厚度,年降水量及光照的各月分布情况,空气相对湿度(周围是否有湿地),主风方向风力等。

第二节 育苗厂区与设施规划

一、规划原则

育苗规模应由小到大,设备配置逐步完善,杜绝在育苗伊始技术水平不

甚精准、市场占有率有待开发的条件下，一次性巨额投资建设。规模以年出苗量2000万~10000万株、年满足1万~5万亩蔬菜种植需求为宜。

在能源上必须坚持节能高效。冬季育苗生产以日光温室为主，而夏季以联栋温室或大棚为主。联栋温室冬季不能靠加温增温，仅适合临时应对灾害性天气，除非有低廉的地热等资源，否则会因能耗而增加50%以上的成本。如辽宁海城三星利用地热资源，配套三层内保温，这种联栋温室顶高5.8m，肩高4.0m。内层镀铝膜，配膨胶防水棉被、斜拉农膜。以前4:00~7:00加温，有了保温后4:00时拉膜，凌晨(2:00时，外温-15~-18℃)才开始加温，大幅度节省了加温费用，使联栋日光温室可以周年生产秧苗。联栋温室可以降低管理成本、提高劳动生产率、弱化强空气对流引发的幼苗快速失水，是辽宁蔬菜工厂化育苗的重要创新。

育苗厂须围绕育苗核心任务，开展新品种引种试验、新技术示范等，或者为了提高育苗空闲设施的利用率，适当短期生产特色叶菜、园林花卉种苗。此外，为了增加收益，强化服务，扩大影响，扩展良种、农药、肥料等农资销售功能。

工厂化蔬菜育苗技术的核心是采用穴盘+无土基质，开展大规模的集中育苗。一般蔬菜生产企业、农户，甚至普通家庭、合作社均可以采用这项技术。

由于生产量大小的不同，生产方式的复杂程度也有很大差异。但要注意，在同一个温室内不得既生产又培育种苗(图1-1)，这种方式会造成病虫害的传播。

二、育苗厂总体布局

育苗厂的科学合理布局，会缩短员工往返各工作区及物料搬运的距离，提高劳动效率。同时，也必须考虑与外界的交流 and 展示，树立良好的育苗厂外在形象，起到内节约、外促销的良好效果。



图1-1 部分育苗厂采用蔬菜生产与穴盘无土育苗同时进行

1. 播种车间

播种场所是育苗厂的核心区之一，通常为钢架结构，也可以是育苗温室或联栋温室的一个部分。地面用混凝土硬化。整个车间至少两个通道，一个作为主要通道，供员工和物料大量进出；另一个作为辅助通道，主要用于播种或催芽后的穴盘苗向生产区输出。播种车间内部又可分为若干小区。

（1）育苗基质贮放区

包括基质组分贮放、基质搅拌机械安装、基质定量包装和贮放，最好放入大型温室中。不提倡基质包临时露天垛放，最好放入库房，露天长时间堆垛放置至少要有遮雨棚防雨、防强光。

（2）穴盘贮放区

可与基质贮放区或穴盘清洗区在一起，也可单独垛放，不提倡露天摆放以防老化。穴盘贮放区主要放置新购、洁净的空穴盘。

（3）检测室区

作种子发芽试验、基质、水质等理化性质测定等。如经常用来检验灌溉水pH和EC值。

（4）贮藏库区与设备保养区

育苗场设单独房间存放现用的种子、农药、肥料，设置常用检验仪器与设备等各种农资、小型易损零部件等，还可用于农机设备、运输车辆停放，并设专门保管人员。此区可以是敞棚避雨结构或钢架结构，占地面积和高度依据设备多少、高低而定。若油料存放此地，则更应加强消防安全。

（5）穴盘清洗区

用于穴盘冲洗、消毒、浸泡的场所，由相互分隔的混凝土2个水池或不锈钢池组成，也可用大铁桶露天临时进行清洗。

（6）播种区

目前，国内主要由人工播种，占70%；机械播种占30%。播种区可以是单独的，或就在育苗温室中进行。手工播种的基本程序：种子消毒→旧穴盘消毒→穴盘与基质摆放→基质填充→压孔→播种→覆盖→摆放→出苗→温室浇水（或浇水后送入催芽室）。配置流水线精量播种机是上千万株育苗场发展方向。目前，主要采用进口播种机，价格在50万元左右，每小时一般播种600盘，一天播72孔穴盘可播50万株，需要7个人，但对人要求比较低，主要有一个会看机器即可。而没有配置播种机的情况下，同样人

数可播20万株，但对人要求高。

2. 秧苗生产区

秧苗生产区由若干的育苗温室、联栋温室、大棚等设施组成。面积大小取决于育苗数量，采用育苗棚室的结构形式决定育苗季节和蔬菜种类等。目前，育苗棚室的设施最大利用率（或苗床面积占设施内部面积的比例）为60%~80%，每平方米苗床面积可放置6个标准规格（540mm×280mm）塑料穴盘，5000m²联栋温室一般可以摆放2.1万盘。因此，可以根据单茬最大播种量，确定秧苗生产区面积。例如，用50孔穴盘一茬可培育100万株商品苗，72孔穴盘一茬可培育150万株，128孔一茬可培育260万株。利用率66%。

一栋温室内跨度10.3m，长102m，面积超过1000m²。架床面积27.06m²（宽1.65m×长16.4m），纵向5排（8.25m）。温室纵向4段，每段16.4m。苗床占用面积744m²，摆苗盘面积676m²，摆4000盘多一点，大约每平方米6盘。若育苗用50孔穴盘，一茬可育苗20万株。若72孔则28.8万株。但不同育苗技术水平出苗率差异较大，多数为90%~95%。

3. 新品种引进试验示范区

不断引进新品种，是育苗厂稳定发展的关键之一。为了确定新品种的适宜性，需要在育苗厂建立适当规模的新品种引进试验示范区。不仅在育苗厂内进行试验，还要在生产基地试验栽培，但绝不是商品苗销售，而是分户小面积试种，从而确认新品种是否适合该地区，适合哪一栽培季节和栽培方式，并配套收集相关的栽培措施，当然也有一个生产示范的作用。育苗厂内示范区兼具展示的作用。

此外，育苗厂要不断进行育苗技术试验，如育苗茬次、基质配方更换、不同水溶肥试验、植株化学控制、棚室温光控制、病虫害综合防控等，每次应用新技术，都应观测幼苗生长及定植后的表现，减少新技术应用风险。

第三节 辅助设施设计

一、大门

大门不仅是育苗厂的出入口，还是展示育苗厂形象的重要窗口，所以位置要一目了然，育苗厂大门要有必要的形象，富有寓意的设计，并与出入厂区管理设施融为一体。厂区要整洁有序，做好绿化、美化、亮化。同时，要充分利用各种墙体或设立告示牌说明育苗厂的经营项目，进行企业文化宣传。

二、办公区

办公区是外来业务和内部业务比较集中的场所，标识应清晰，便于节约客户和销售人员的时间。这里集中提供政务管理、物流管理、财务管理、信息管理、分析检测、会议室场所等，还应为来访者或客户提供停车位。销售室外或走廊张挂经营科目的样图及可能的详细说明，甚至实物展示，以及企业取得的业绩宣传展示。

办公区周边应有指向各区域的路标，便于外来客户和内部职员快速到达各目标区。

三、排灌系统

排灌系统是育苗厂生产的重要组成部分，排水系统对地势低、地下水位高及降雨量多且集中的地区更为重要。排灌系统设计应考虑地形特点，如地块坡度、道路布局、育苗厂各功能分区。排水系统由大小不同的排水沟组成，排水沟分明沟和暗沟两种，目前采用明沟较多。灌溉系统包括水源、提水设备和引水设备三部分。水源主要有地面水和地下水；提水设备可依需要选用不同规格的水泵（抽水机）；引水设备有地面渠道引水设备和暗管引水设备两种。明渠即地面引水渠道；管道灌溉即主管和支管均埋入地下，其深度以不影响机械化耕作为度，开关设在地端使用方便之处。

某育苗厂的排水干渠规格：下底宽100cm，上底宽200cm，深110cm。温室周边排水毛渠规格：上底宽40cm，深35cm，下底圆形；毛渠距离温室