

喷灌、滴灌水肥管理技术



马兰忠

内蒙古水利科学研究院

2014.10.21

主要内容

- 喷灌、滴灌在内蒙古的发展情况
- 喷灌、滴灌用水管理
- 喷灌、滴灌施肥管理
- 水肥一体化运行管理

一、喷灌、滴灌在内蒙古的发展情况

1、全区节水灌溉发展情况统计表

年分	有效灌溉面积 (万亩)	节水灌溉面积 (万亩)	其中			
			喷灌	滴灌	低压管道	渠道衬砌
2011年	4608	3770	830	116	1680	1130
2012年	4395	2800	510	280	830	1180
2013年	4437	3110	610	440	820	1240
2014年	4518	3420	682	690	810	1240

一、喷灌、滴灌在内蒙古的发展情况

2、鄂尔多斯2004~2013年大型喷灌机组情况表

年度	机组数量	控制面积 (万亩)	设备总投资 (万元)	平均单机控制面积 (亩)	亩均设备投资 (元/亩)
2004	3	0.25	147	833.3	588
2005	5	0.10	42	200	420
2006	125	2.50	1140	200	456
2007	144	7.14	4440	495.8	621.9
2008	534	19.6	10072	367.4	513.3
2009	1219	32.1	18866	263.4	587.5
2010	1277	29.8	17552	233.5	588.6
2011	1490	35.1	22926	235.6	652.9
2012	1673	33.2	28177	198.2	849.7
2013	177	23.8	2578	134.5	1083
合计	6647	162.2	105940	244.01	653.16

一、喷灌、滴灌在内蒙古的发展情况

3、鄂尔多斯引进喷灌设备种类与数量

项目旗县	维蒙特	瑞克	林赛	保尔	伊尔	合计
杭锦旗	416	0	88	756	0	1260
达旗	906	0	0	644	0	1550
准旗	71	0	0	155	0	226
伊旗	86	0	0	1	0	87
鄂旗	391	0	0	705	0	1096
鄂前旗	435	70	744	309	0	1558
乌审旗	207	0	59	560	41	867
东胜区	3	0	0	0	0	3
合计	2515	70	891	3130	41	6647

一、喷灌、滴灌在内蒙古的发展情况

4、赤峰膜下滴灌发展情况

年分	有效灌溉面积 (万亩)	节水灌溉面积 (万亩)	其中			
			喷灌	微灌	管灌	渠道防渗
2011年	680	520	56	75	320	114
2012年	608	420	11	132	165	114
2013年	609	450	14	204	134	102
2014年	610	470	18	300	75	80

一、喷灌、滴灌在内蒙古的发展情况

5、中心支轴式喷灌发展情况：



- 全区喷灌面积近700万亩左右。
其中中心支轴式喷灌面积约占60%，达到420万亩。
- 中心支轴式喷灌中：
大田玉米、马铃薯等粮食作物约占40%
苜蓿等人工牧草、青贮作物约占45%，
其它作物约占15%。

一、喷灌、滴灌在内蒙古的发展情况

6、喷灌效益情况：

①玉米中心支轴式喷灌：（以鄂尔多斯为代表）

工程投资：900元/亩左右

灌溉定额：180—220m³/亩，较地面灌节水20—30%。

运行管理成本：90元/亩，与地面灌相差不大。

节电效益：用电量135度，较地面灌节电34%，费用26元/亩。

省工效益：节省浇水、施肥、中耕等用工，增加亩效益12元。

节地效益：节地3%亩效益39元。

增产效益：产量750 kg/亩，增产玉米80 kg/亩，效益160元/亩，

合计新增效益237元/亩

此外生态和社会效益显著



一、喷灌、滴灌在内蒙古的发展情况

6、喷灌效益情况：

②马铃薯中心支轴式喷灌：（以乌兰察布为代表）

工程投资：900—1100元/亩。

亩产量2000—2500 kg/亩，产值2400—3000元/亩。

生产与管理成本1200元/亩左右，净效益1500元/亩左右。

灌溉定额：200—240m³/亩，

节水20%左右。

节地、省工效益同样显著。

- 此外生态和社会效益显著



一、喷灌、滴灌在内蒙古的发展情况

6、喷灌效益情况：

③紫花苜蓿中心支轴式喷灌：

（以鄂托克、阿鲁科尔沁为代表）

工程投资：1200—1500元/亩。

喷灌亩产量600—1000 kg干草，

亩产值900—1500元

生产与管理成本200元/亩左右，

净效益1000元/亩。

灌溉定额：200—240m³/亩，

节水20%左右。

节地、省工效益同样显著。



- 此外还有较显著的生态效益和社会效益



赤峰阿鲁科尔沁旗紫花苜蓿中心支轴式喷灌
目前已发展到50万亩，形成产业化。

一、喷灌、滴灌在内蒙古的发展情况

7、膜下滴灌效益情况：

马铃薯膜下滴灌（乌兰察布）

工程建设投资1000-1200元/亩

滴灌带更新 200元/亩年

滴灌亩产量 2300kg，

亩产值 2760元

生产与管理成本1200元/亩左右

净效益 1560元/亩。

灌溉定额：140—160m³/亩，

节水50%左右。

节地、省工效益同样显著。



•此外还有较显著的生态效益和社会效益

一、喷灌、滴灌在内蒙古的发展情况

7、膜下滴灌效益情况：

玉米膜下滴灌（赤峰布）

工程建设投资：1000-1200元/亩

滴灌带更新：200元/亩年

滴灌亩产量700-800kg，

亩产值1500元

生产与管理成本700元/亩左右

净效益800元/亩。

灌溉定额：120—140m³/亩，

节水55%左右。

节地、省工效益同样显著。



•此外还有较显著的生态效益和社会效益

一、喷灌、滴灌在内蒙古的发展情况

8、经营管理模式：

- ①单户经营模式：

规模小，面积一般在50—150亩，占30%左右。

- ②联户或者合作社经营模式：

集体管理，面积几百亩至数千亩，占35%。

- ③企业承包租赁模式：

土地流转，企业管理，规模几百亩至数千亩，占25%。

- ④大户承包、合伙经营模式：

承包人经营管理，目前大户承包模式占10%。

二、喷灌、滴灌用水管理

1、作物的需水量与需水规律

(1) 玉米作物的需水量:

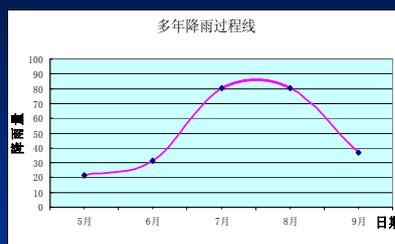
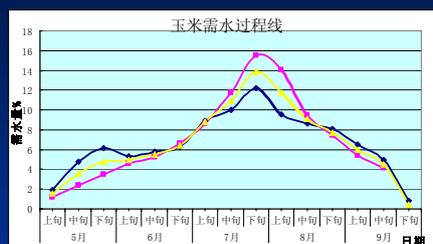
根据自治区主要作物需水量等直线图成果、经验、现有试验资料, 提出内蒙古不同地区不同水文年玉米需水量(地面灌)供参考。

自治区不同地区玉米需水量参考表 (单位: m³/亩)

区域	湿润年份 (25%)	一般年份 (50%)	干旱年份 (75%)
黄河流域	360	380	390
辽河流域	340	360	370
嫩江流域	330	350	360

在采用覆膜种植情况下, 玉米需水量可减少20%~30%。

(2) 玉米生育期需水规律



生育期	前期	中期	后期	平均
喷灌耗水强度 (mm)	3.1	5.6	4.5	4.2
滴灌耗水强度 (mm)	2.6	5.2	2.2	3.0



二、喷灌、滴灌用水管理

- 2、设计灌溉制度
- ①灌溉制度定义：按作物全生长期的需水要求所制定的灌水次数、灌水时间，灌水定额及灌溉定额。
- 灌水定额：是指一次灌水单位灌溉面积上的灌水量；
- 灌溉定额：指播种前以及全生育期内单位面积的总灌水量（各次灌水定额之和）。常以(m³/亩)或(mm)表示。
- 灌溉制度主要受地理气候、土壤、品种、耕作等条件影响



• ②设计保证率

- 新的国标规范GB/T5008-2007,规定以地下水为水源的喷灌工程其灌溉设计保证率不应低于90%，其他情况下喷灌工程灌溉设计保证率不应低于85%。
- 西北地区是干旱缺水地区，可考虑降低一些标准。

灌溉制度设计步骤

- ①水量平衡法计算确定全生育期设计灌溉定额；
- ②利用规范中的公式计算确定设计灌水定额；
- ③依据需水规律拟定灌水次数、灌水时间；
- ④列出灌溉制度表；
- ⑤给出年灌溉用水量

• 不同水文年型的玉米灌溉制度

为了便于广大农民进行喷灌时的灌溉用水管理，一般应给出不同水文年型的灌溉制度表（如：黄河流域地区玉米喷灌灌溉制度表），供参考。

作物及灌溉形式	湿润年份 (P=25%)				中等年份 (P=50%)				干旱年份 (P=85%)			
	灌水次数	灌水时间	灌水定额	灌溉定额	灌水次数	灌水时间	灌水定额	灌溉定额	灌水次数	灌水时间	灌水定额	灌溉定额
玉米大型喷灌	1	5月上旬播种	20	150	1	5月上旬播种	20	190	1	5月上旬播种	20	240
	2	6月下旬拔节期	20		2	6月中旬拔节初期	30		2	6月中旬拔节初期	20	
	3	7月上旬拔节期	30		3	7月上旬拔节期	30		3	6月下旬拔节期	30	
	4	7月下旬抽雄吐丝	30		4	7月中旬拔节后	30		4	7月上旬拔节期	30	
	5	8月中旬灌浆期	30		5	7月下旬抽雄吐丝	30		5	7月中旬拔节后	30	
	6	9月上旬乳熟期	20		6	8月中旬灌浆期	30		6	7月下旬抽雄吐丝	30	
					7	9月上旬乳熟期	20		7	8月上旬抽雄吐丝	30	
									8	8月中旬灌浆期	30	
									9	9月上旬乳熟期	20	

单位：m³/亩

注：采用覆膜种植的玉米，可减少1~2次灌水。

• 西辽河流域区(赤峰、通辽大部地区)喷灌玉米灌溉制度表

一般年份(P=50%)				干旱年份(P=85%)			
灌水次数	灌水时间	灌水定额 m ³ /亩 (mm)	灌溉定额 m ³ /亩 (mm)	灌水次数	灌水时间	灌水定额 m ³ /亩 (mm)	灌溉定额 m ³ /亩 (mm)
1	播种期 4月下旬~ 5月上旬	20 (30)	120~160 (180~240)	1	播种期 4月下旬~ 5月上旬	20 (30)	160~210 (240~315)
2	拔节初期 6月下旬	20~30 (30~45)		2	拔节初期 6月中旬	20~30 (30~45)	
3	拔节后期 7月中旬	20~30 (30~45)		3	拔节期 6月下旬	20~30 (30~45)	
4	抽雄吐丝期 8月上旬	20~30 (30~45)		4	拔节期 7月上旬	20~30 (30~45)	
5	灌浆期 8月中旬	20~30 (30~45)		5	拔节后期 7月中旬	20~30 (30~45)	
6	乳熟期 9月上旬	20 (30)		6	抽雄吐丝期 8月上旬	20~30 (30~45)	
			7	灌浆期 8月中旬	20~30 (30~45)		
			8	乳熟期 9月上旬	20 (30)		

注：玉米田采用覆膜种植时，有保水作用，全生育期喷灌次数可减少1~2次。

• 嫩江流域区（岭东南农业区）玉米喷灌灌溉制度表

一般年份(P=50%)				干旱年份(P=85%)			
灌水次数	灌水时间	灌水定额 m ³ /亩 (mm)	灌溉定额 m ³ /亩 (mm)	灌水次数	灌水时间	灌水定额 m ³ /亩 (mm)	灌溉定额 m ³ /亩 (mm)
1	播种期 4月下旬~ 5月上旬	20 (30)	80~110 (120~165)	1	播种期 4月下旬~ 5月上旬	20 (30)	120~170 (180~255)
2	拔节初期 6月下旬	20~30 (30~45)		2	拔节初期 6月中旬	20~30 (30~45)	
3	拔节后期 7月中旬	20~30 (30~45)		3	拔节期 7月上旬	20~30 (30~45)	
4	灌浆期 8月中旬	20~30 (30~45)		4	拔节期 7月中旬	20~30 (30~45)	
				5	抽雄吐丝期 8月上旬	20~30 (30~45)	
				6	灌浆乳熟期 8月中下旬	20~30 (30~45)	

注：玉米田采用覆膜种植时，有保水作用，全生育期喷灌次数可减少1~2次。

- **喷灌马铃薯灌溉制度：**（内蒙中部地区，供参考）
- 马铃薯较玉米生育期短、需水量（290m³/亩）也小于玉米，参照《主要作物灌溉制度与需水量等直线图》，拟定喷灌马铃薯灌溉制度表。

作物及灌溉形式	湿润年份 (P=25%)				中等年份 (P=50%)				干旱年份 (P=85%)			
	灌水次数	灌水时间	灌水定额	灌溉定额	灌水次数	灌水时间	灌水定额	灌溉定额	灌水次数	灌水时间	灌水定额	灌溉定额
马铃薯 大型 喷灌	1	5月中旬 播种	20	110	1	5月中旬 播种	20	140	1	5月中旬 播种	20	170
	2	6月下旬 现蕾期	30		2	6月下旬 现蕾初期	30		2	6月下旬 现蕾初期	30	
	3	7月中旬 初花期	30		3	7月中旬 初花期	30		3	7月中旬 初花期	30	
	4	8月中旬 块茎增长长期	30		4	7月下旬 块茎增长长期	30		4	7月下旬 盛花期	30	
					5	8月中旬 块茎增长长期	30		5	8月中旬 块茎增长长期	30	
									6	8月下旬 块茎增长长期	30	
	单位：m ³ /亩											

注：采用覆膜种植的马铃薯，可减少1~2次灌水。

- **大豆喷灌灌溉制度：**（内蒙古东部地区，供参考）
- 大豆较玉米生育期短、需水量（307m³/亩）也小于玉米，参照《主要作物灌溉制度与需水量等直线图》，拟定喷灌大豆灌溉制度表。

作物及灌溉形式	湿润年份 (P=25%)				中等年份 (P=50%)				干旱年份 (P=85%)			
	灌水次数	灌水时间	灌水定额	灌溉定额	灌水次数	灌水时间	灌水定额	灌溉定额	灌水次数	灌水时间	灌水定额	灌溉定额
大豆 大型 喷灌	1	5月中旬 播种	20	50	1	5月中旬 播种	20	80	1	5月中旬 播种	20	130
	2	7月中旬 开花结荚期	30		2	7月上旬 分枝期	30		2	7月上旬 分枝期	30	
					3	8月上旬 鼓粒期	30		3	7月中旬 开花结荚期	30	
									4	7月下旬 鼓粒期	30	
									5	8月中旬 鼓粒期	20	
	单位：m ³ /亩											

• 马铃薯膜下滴灌灌溉制度（中部区）（m³/亩）

丰水年（灌溉保证率25%）				平水年（灌溉保证率50%）				枯水年（灌溉保证率85%）			
灌水次数	灌水时间	灌水定额	灌溉定额	灌水次数	灌水时间	灌水定额	灌溉定额	灌水次数	灌水时间	灌水定额	灌溉定额
1	现蕾花期 6月初	8~10	80 ~ 100	1	播种出苗 5月下旬	8~10	110 ~ 134	1	播种出苗 5月下旬	10~12	142 ~ 162
2	现蕾花期 7月上旬	12~15		2	出苗现蕾 6月中旬	10~12		2	出苗现蕾 6月中旬	10~12	
3	盛花 7月中旬	12~15		3	现蕾花期 7月初	12~15		3	现蕾花期 7月初	13~15	
4	盛花期 7月下旬	12~15		4	现蕾花期 7月上旬	12~15		4	现蕾花期 7月上旬	13~15	
5	盛花期 8月上旬	12~15		5	盛花期 7月中旬	15~18		5	盛花期 7月中旬	18~20	
					盛花期 7月下旬	15~18		6	盛花期 7月下旬	18~20	
6	盛花期 8月中旬	12~15		7	盛花期 8月上旬	15~18		7	盛花期 8月初	18~20	
				8	盛花期 8月中旬	15~18		8	盛花期 8月上旬	18~20	
7	盛花期 8月下旬	12~15		9	终花期 8月下旬	8~10		9	盛花期 8月中旬	14~16	
								10	终花期 8月下旬	10~12	

玉米膜下滴灌灌溉制度（赤峰地区）

丰水年（频率P=25%）				平水年（频率P=50%）				枯水年（频率P=85%）			
灌水次数	灌水时间	灌水定额	灌溉定额	灌水次数	灌水时间	灌水定额	灌溉定额	灌水次数	灌水时间	灌水定额	灌溉定额
1	播种期 5月上旬	12	52~56	1	播种期 5月上旬	12	92 ~ 100	1	播种期 5月上旬	12	132 ~ 140
2	抽雄期 7月下旬	20 ~ 24		2	苗期 5月中旬	16 ~ 20		2	拔节期 7月中旬	16~20	
3	灌浆期 8月下旬	20		3	抽雄期 7月下旬	20 ~ 24		3	抽雄期 7月下旬	20~24	
4				4	灌浆期 8月上旬	24		4	灌浆初期 8月上旬	24	
5				5	乳熟期 8月下旬	20		5	灌浆中期 8月下旬	24	
6								6	灌浆后期 8月下旬	20	
7								7	乳熟期 9月上旬	20	

二、喷灌、滴灌用水管理

3、实际运行时玉米的灌溉制度

- 设计灌溉制度与实际应用的不同
- 设计的灌溉制度是工程建设的依据，也是运行管理的依据，但农民在实际执行时的灌溉制度与设计的是不同的。因为设计是按照90%或85%的保证率拟定的，而实际执行时要面对各种气候降雨条件，不一定是90%或85%的保证率，气候降雨是多变的，因此实际执行的灌溉制度也应该随着实际的生产条件有所不同。
- 我们实际灌溉时以设计的灌溉制度为依据，需要通过“看天、看地、看庄稼”进行修正。根据土壤水分情况、降雨情况和作物长势进行调整。土壤墒情监测预报在灌溉管理中具有重要意义。

- 灌溉制度，根据作物（品种与生长阶段）、土壤、地区气象条件及灌水技术和农业耕作措施，制定出一次灌溉水量、灌溉次数和灌溉总量。是一种灌溉水的使用策略是高效节水农业体系的重要组成部分。更应该科学地决定：**什么时候灌溉？每次灌多少水量？要灌多少次？**

三、喷灌、滴灌施肥管理

施肥管理任务：选择肥料品种、确定施肥量、确定施肥时间，
目标：提高肥料利用率和产量、减少肥料浪费和污染

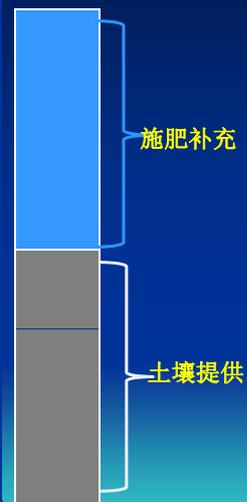
1、选择适合的肥料品种

- 目前市场上常见的肥料品种有：尿素、碳铵、磷酸二铵、重过磷酸钙、氯化钾、硫酸钾、硝酸钾及各种复合肥（或专用肥），要根据各种肥料的特点进行施肥。
- 喷灌和滴灌用的追肥必须是可溶性很好的肥料。
- 目前国际上普遍施用液体肥料，并分成苗期、旺盛期和籽粒期三种类型。
- 采用罐装加肥站的形式推广应用

三、喷灌、滴灌施肥管理

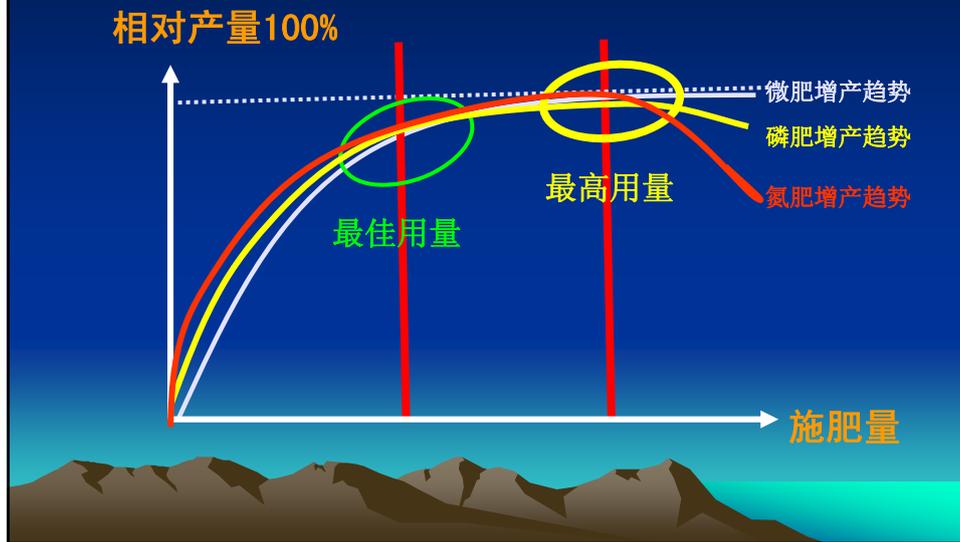
2、最佳施肥量确定(平衡施肥或测土配方)

- 施肥量 = 养分施用量 / 肥料中养分含量%
- 养分施用量 = (作物需要养分量 - 土壤养分供应量) / 肥料利用率%
- 作物需要养分量 = 目标产量 × 单位产量吸收养分量
- 单位产量吸收养分量：主要作物均为常数，可查资料
- 养分利用率：玉米施用氮肥养分利用率大约为25%~35%，施用磷肥利用率为10%~20%，施用钾肥养分利用率为40%~50%。
- 土壤养分供应量：多年多点试验或通过土壤养分测定确定（在农业部门均有本地土壤基础资料）。



三、喷灌、滴灌施肥管理

2、最佳施肥量确定



三、喷灌、滴灌施肥管理

喷灌玉米推荐施肥表

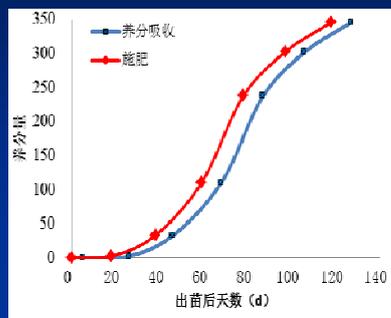
目标产量 (kg/亩)	养分推荐量 (kg/亩)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
750	13.7	6.4	5.2
900	22.8	11.8	10.5
1000	28.9	15.4	15.0

- ★ 推荐施养分量 = (玉米需求养分量 - 土壤供应养分量) / 养分利用率
- ★ 玉米需养分量 = 目标产量 × 生产100kg玉米的吸收养分量
- ★ 土壤供应养分量 = 缺素区土壤供养分量
- ★ 施肥量 = 施用养分量 / 肥料中养分含量%

三、喷灌、滴灌施肥管理

3、施肥时间

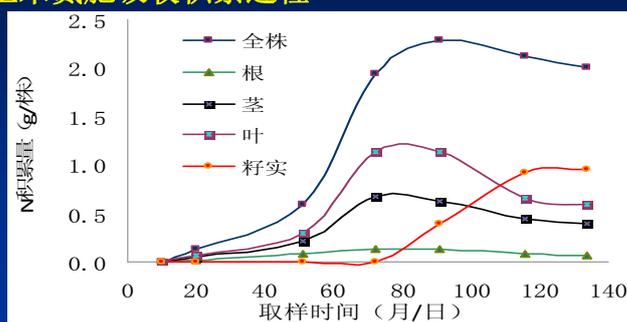
- 基肥：在耕翻时进行，以有机肥为主，化肥为辅。
- 种肥：在播种时进行，固体磷肥可全部作种肥、固体钾肥50-70%作种肥、固体氮肥30%以下（<3kg/亩）做种肥施用，
- 追肥：主要分苗期、旺盛期和籽粒期3个阶段进行，以氮肥为主，可以占总量的70%以上，钾肥可占总量30-50%，采用随水追肥的方式。



施肥时间应比作物需要养分时间提前7~10天。

三、喷灌、滴灌施肥管理

4、玉米氮肥吸收积累过程

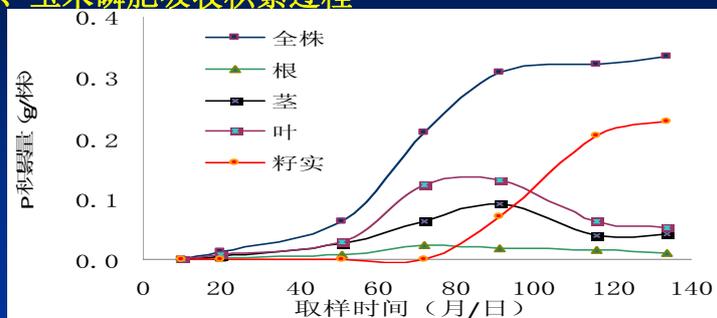


★ 玉米生育期N的吸收积累量为“慢-快-慢” 根茎叶N的吸收规律呈抛物线型，吸收高峰出现在出苗后80天左右，之后茎叶的大量N素向籽实中转移，在出苗后100天后籽实吸收的养分量超过茎叶。

★ 收获时植株籽实吸收的氮素占总吸收量的48%，根系占3%，茎秆（包括穗轴）占19%，叶片占30%。

三、喷灌、滴灌施肥管理

5、玉米磷肥吸收积累过程

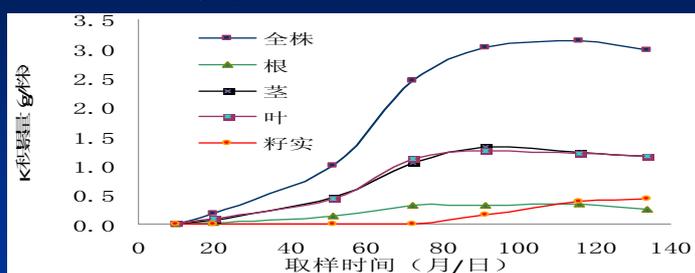


★玉米生育期P的吸收量也表现为前期慢、中期快、后期又慢的“S”型吸收变化规律；吸收高峰出现在出苗后75天，之后营养器官吸收的养分大量向籽实转移，出苗后95天籽实吸收的P量超过茎叶。

★收获时植株籽实吸收的P占总吸收量的68%，根系占3%，茎秆（包括穗轴）占12%，叶片占16%。

三、喷灌、滴灌施肥管理

6、玉米钾肥吸收积累过程



★玉米生育期全株及根、茎、叶、籽实K素的吸收量也表现为前期慢、中期快、后期又慢的“S”型曲线；吸收高峰出现在出苗后85-90天，之后逐渐减少，向籽实转移。

★收获时植株籽实吸收的K占总吸收量的14%，根系占8%，茎秆（包括穗轴）占39%，叶片占39%。

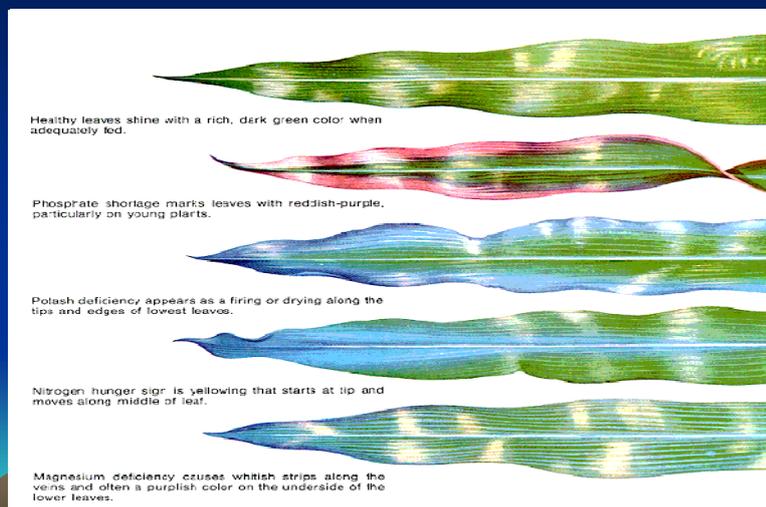
7、玉米不同施肥情况下肥料利用率与产量

处理	施肥量	施肥方式	产量	增产 %	肥料利用率%			利用率提高%		
					N	P	K	N	P	K
1	N=20 P=7.5 K=8.5	一次追肥	823	0	23.5	17.2	38.8	0	0	0
2	N=20 P=7.5 K=8.5	二次追肥	833	1.2	26.0	19.5	44.5	10.6	7.6	14.7
3	N=20 P=7.5 K=8.5	三次追肥	903	9.7	31.2	22.0	50.2	32.8	27.9	29.4
4	N=20 P=7.5 K=8.5	四次追肥	897	8.9	33.0	23.1	54.5	40.4	34.3	40.5
5	N=17 P=6.38 K=8.5	四次追肥	908	10.3	35.8	24.0	51.6	52.3	39.5	33.0

养分管理：

- 按照作物**目标产量、需肥规律、土壤养分含量和灌溉特点制定施肥制度**。一般按目标产量和单位产量养分吸收量，计算农作物所需氮（N）、磷（P₂O₅）、钾（K₂O）等养分吸收量；根据土壤养分供应和在水肥一体化技术下肥料利用率计算总施肥量；根据作物需肥规律，确定施肥次数、施肥时间和每次施肥量。
- 选择**溶解度高、溶解速度较快、腐蚀性小、与灌溉水相互作用小的肥料**。不同肥料**搭配使用**，应充分考虑肥料品种之间**相容性**，避免相互作用产生沉淀。混合后会产生沉淀的肥料要单独施用。推广应用水肥一体技术，优先施用水溶复合肥料。

玉米养分缺素叶片症状：



正常

缺磷

缺钾

缺氮

缺镁



玉米缺氮

下位叶黄化呈“V”字形，叶尖枯萎

表现为下位叶黄化，叶尖枯萎，常呈“V”字形向下延展。



玉米缺硫

玉米缺硫整株黄化、色泽均匀

玉米缺硫整株褪淡、黄化、色泽均匀。叶脉间黄化，随后茎和叶变红。红色始于叶缘，

玉米缺磷

缺磷玉米植株瘦小，茎叶呈紫红色，严重时老叶叶尖枯萎。穗畸形结实率低，成熟延迟。

玉米缺磷

影响玉米受粉和籽粒灌浆，玉米穗小且扭曲，籽粒发育不足。

缺磷玉米植株瘦小，茎叶大多呈明显的紫红色，缺磷严重时老叶叶尖枯萎呈黄色或褐色，花丝抽出迟，雌穗畸形，穗小，结实率低，推迟成熟。

玉米缺硼

玉米缺硼时幼叶展开困难，叶脉间呈现宽的白色条纹；果穗的穗轴短小，不能正常授粉。果穗畸形，着粒稀疏。

顶端籽粒空秕



四、水肥一体化运行管理

水肥一体化技术：是将灌溉与施肥融为一体的农业新技术。借助压力灌溉系统，将可溶性肥料与灌溉水一起均匀准确地输送到作物根部土壤。是现代农业精准灌溉施肥的前沿技术，它实现了同步提高灌溉水和肥料的利用效率，增产效果明显。

水肥一体化是利用管道灌溉系统，将肥料溶解在水中，同时进行灌溉与施肥，适时、适量地满足农作物对水分和养分的需求，实现水肥同步管理和高效利用的节水农业技术。

四、水肥一体化运行管理

1、施肥设备配置

喷灌施肥设备类型：

适应中心支轴式喷灌系统配置的主要有注入式施肥设备和压差式施肥设备。其基本参数及技术条件应符合SL550有关要求。

◆注入式施肥设备

注入式施肥设备包括施肥溶液罐、施肥泵（机械施肥泵、水动式施肥泵、比例式施肥装置等）、连接管道及闸阀等部件组成。溶液罐容积与施肥泵流量的大小应根据喷灌机控制面积的大小进行配置。

◆压差式施肥设备

压差式施肥设备包括压力溶液罐、施肥器（文丘里装置、吸肥装置等）、连接管道、压力表及闸阀等部件。溶液罐容积与施肥器流量的大小应根据喷灌机控制面积的大小进行配置。

四、水肥一体化运行管理

◆ 施肥保护设备

在施肥装置与灌溉水源之间应设置截止阀，防止肥料溶液倒流入水源造成污染。



(六) 平移式喷灌机



施肥施药装置





四、水肥一体化运行管理

2、大型喷灌机行走速度与灌水量控制

- 通过安装在主控箱面板上的**百分率定时器**或**数字操作面板**，调整喷灌机行走速度，控制灌水量（灌水深度），满足作物用水需求
- **百分率计时器**上的数字表示的意思是：末端塔架车在1分钟内走、停时间的比率，如将百分率计时器指向**70%**，则表示在1分钟内的前**70%**，即**42秒**时间里末端塔架车在连续行走；在接下来的**30%**，即**18秒**时间里末端塔架车停止

四、水肥一体化运行管理

3、喷灌降水强度与土壤渗吸速度

- 喷灌降水强度：单位时间内喷洒在地面上的水深（mm/h）
- 土壤渗吸速度（土壤的允许喷灌强度）：不同类别土壤、不同地面坡度的允许喷灌强度是不一样的，规范中给出了参照表
- 设计和运行时喷灌强度要求在允许的喷灌强度范围内。大型喷灌机常以末端喷头的喷灌强度为控制数值，允许土壤表面局部有些积水，但要求地面不能产生径流。

土壤类别	允许喷灌强度 (mm/h)
砂土	20
砂壤土	15
壤土	12
壤粘土	10
粘土	8

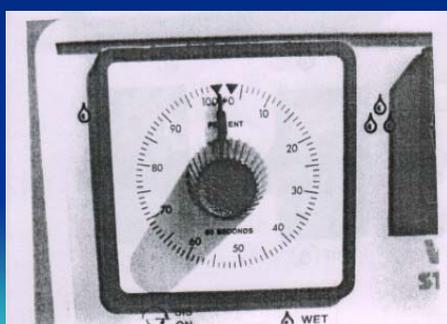
注：有良好覆盖时，表中数值可提高20%

地面坡度 (%)	允许喷灌强度降低值 (%)
5~8	20
9~12	40
13~20	60
>20	75

四、水肥一体化运行管理

4、百分率计时器与对应的运行速度

- 喷灌机使用说明中一般都有一个表格，喷灌机旋转一周时间、灌水深度和百分率数关系表，三者关系是一一对应的，用户可以根据表中的数据选定达到15mm/h时的百分率计时器指向，同时也知道了喷灌机旋转一周的时间。



时针喷灌机主控制箱中的百分率表



平移喷灌机主控制箱中的数值面板



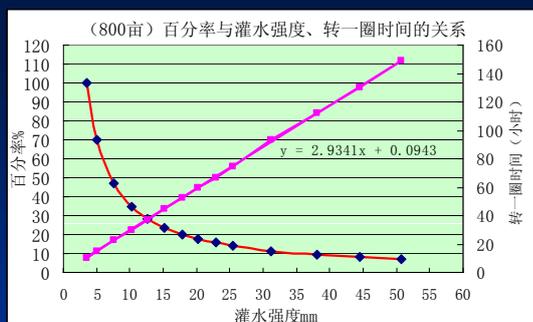
(二蛋在操作) 时针式喷灌机控制箱

(某种800亩) 喷灌机旋转一周时间、灌水深度和百分率关系表

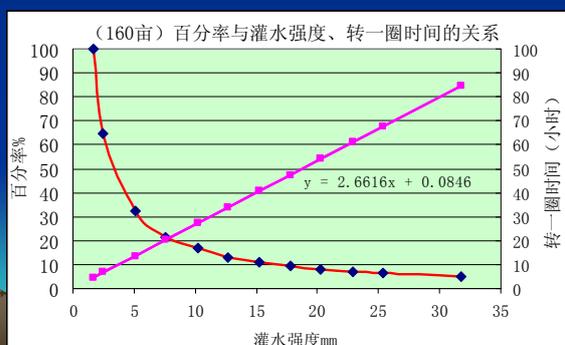
灌溉水量 (mm / m ³ /亩)		旋转一周时间 (小时)	速度控制设置百分率 (%)
3.6 mm	2.4 m ³ /亩	10.4	100
5.1 mm	3.4 m ³ /亩	15	70
7.6 mm	5.1 m ³ /亩	22.4	47
10.2 mm	6.8 m ³ /亩	30	35
12.7 mm	8.5 m ³ /亩	37.1	28
15.2 mm	10.2 m³/亩	45	23.3
17.8 mm	11.9 m ³ /亩	52.2	20
20.3 mm	13.5 m ³ /亩	60	17.5
22.9 mm	15.2 m ³ /亩	67	15.6
25.4 mm	16.9 m ³ /亩	74.3	14
31.2 mm	21.3 m ³ /亩	93	11.2
38.1 mm	25.4 m ³ /亩	112	9.3
44.5 mm	29.6 m ³ /亩	130	8
50.8 mm	33.9 m ³ /亩	149	7

(某种160亩) 喷灌机旋转一周时间、灌水深度和百分率关系表

灌溉水量 (mm /m ³ /亩)		旋转一周时间 (小时)	速度控制设置百分率 (%)
1.66 mm	1.1 m ³ /亩	4.4	100
2.5 mm	1.7 m ³ /亩	6.8	64.8
5.1 mm	3.4 m ³ /亩	13.6	32.4
7.6 mm	5.1 m ³ /亩	20.4	21.6
10.2 mm	6.8 m ³ /亩	27.2	16.8
12.7 mm	8.5 m ³ /亩	33.8	13
15.2 mm	10.2 m³/亩	40.7	10.8
17.8 mm	11.9 m ³ /亩	47.3	9.3
20.3 mm	13.5 m ³ /亩	54.3	8.1
22.9 mm	15.2 m ³ /亩	61.1	7.2
25.4 mm	16.9 m ³ /亩	67.7	6.5
31.8 mm	21.2 m ³ /亩	84.6	5.2



灌水强度、百分率表、
转一圈时间的关系图



四、水肥一体化运行管理

5、灌水时要按照设定的灌水定额运行

- 喷灌机运行时选定的灌水深度，通过运行圈数，与灌溉制度对应起来。如苗期灌溉制度中灌水定额是20 m³/亩，选定的灌水深度一次是15mm(10 m³/亩)，则连续转2圈即可达到灌水定额20 m³/亩的要求。如中期灌溉制度中灌水定额是30 m³/亩，选定的灌水深度一次是15mm(10 m³/亩)，则连续转3圈即可达到灌水定额30 m³/亩的要求。
- 要做好一个喷灌机系统的灌溉运行管理，需要很好掌握该喷灌机的性能、各种工作参数和具体的灌水指标要求等。

四、水肥一体化运行管理

6、施肥器容积

- 施肥器容积应与稀释度相适应，稀释度越低所需要的装置容积就越大。为了保证一次施肥的要求，肥料装置应有足够的容量，用式下进行计算。

$$W = F \times A \div C$$

式中：

W ——施肥器容积（L）；

F ——每次施肥时单位面积上的施肥量（kg/亩）；

A ——施肥面积（亩）；

C ——肥料装置中肥料溶液的浓度（kg/L）。



四、水肥一体化运行管理

7、注肥流量

施肥器注肥流量可按式下计算。

$$q = W / t$$

式中：

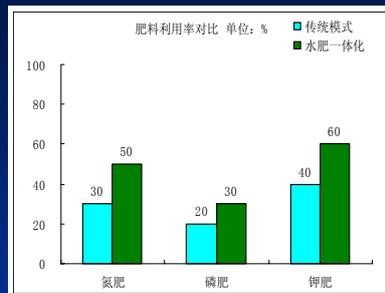
q ——注肥流量 (L/h)；

w ——液肥施用量 (L/亩)；

t ——施肥历时 (h)。一般要与喷灌1圈的时间对应。滴灌时一般要小于一次灌水时间。



肥液浓度：注入肥液的适宜浓度为灌溉流量的0.1%。



施肥不下田
轻松又省钱！



四、水肥一体化运行管理

8、喷灌施肥过程：

- 喷灌追肥应采用水肥一体化技术，即将喷灌浇水与施肥结合起来进行。将一次施用的水溶性肥料加入施肥容器中，充分搅拌溶解均匀后用施肥泵按照一定的流量注入喷灌运行的管道中，实现肥料随灌水进入作物根层。
- 具体规程：施肥应在一次喷灌灌水的中间进行，将控制运行速度的百分率计时器调整到100%进行喷灌施肥一圈，接着利用清水喷灌冲洗一圈，然后再调整百分率计时器调到原来正常的灌水状态完成本次灌溉与施肥。
- 在不需灌水需施肥时，喷灌可专门进行施肥。

四、水肥一体化运行管理

9、滴灌施肥过程：

- 滴灌追肥宜将浇水与施肥结合起来进行。将一次施用的水溶性肥料加入施肥容器中，充分搅拌溶解均匀后用施肥泵按照一定的流量注入喷灌运行的管道中，实现肥料随灌水进入作物根层。
- 具体施肥过程是：施肥应在一次滴灌灌水的中间进行施肥，并按灌水小区分别进行。一次灌水时间的前1/4冲洗管道湿润土壤，中间2/4时间进行施肥，后1/4时间冲洗管道。
- 在不需灌水需施肥时，滴灌系统可专门进行施肥。

- 施肥的方法：根据灌水周期可分三个阶段来控制，第一：土壤用不含肥的水湿润；第二：将施肥量计算好实施加入水中，使水肥分配在土壤中；第三：停止施肥，继续对管道起着清洗作用
- 施肥前，要计算出轮灌小区施肥的面积，根据施肥量可分2-3次倒入是非灌中实施
- 施肥前时间应控制在该轮灌区滴水30分钟后进行，并在结束滴水前30分钟完毕
- 再整块地施肥结束后，应及时清洗施肥灌

四、喷灌水肥一体化运行管理

10、喷灌水肥管理技术规程

系列地方标准编制工作进展情况

已完成9项地方标准的编制和发布工作，目前正在编制的还有3项（模袋混凝土衬砌渠道工程技术规程、马铃薯中心支轴式喷灌水肥管理技术规程、大豆膜下滴灌水肥管理技术规程）



四、水肥一体化运行管理

标准主要内容与服务对象

- **主要内容：**

7项标准针对玉米、马铃薯、大豆、紫花苜蓿、青贮玉米作物给出了水肥管理技术。《玉米中心支轴式喷灌水肥管理技术规程》包括**范围、规范性引用文件、术语和定义、总则、中心支轴式喷灌系统配置、玉米喷灌用水管理、喷灌玉米施肥管理、配套耕作措施** 8章。核心内容是第6章、第7章。

2项标准针对喷灌、滴灌设备给出维护和操作管理技术。

- **服务对象：**基层节水灌溉工程的使用者、管理者。设计

四、水肥一体化运行管理

系列标准的特点：

- (1) **水利、农艺、农机、管理技术有效结合**

不仅规定了用水管理要求和制定了科学灌溉制度，给出了在不同先进灌溉条件下的施肥管理、配套耕作措施等，将水利灌溉技术与农业耕作施肥技术有效结合，集成了先进灌溉条件下的水肥管理技术，并以规程的形式推荐给广大生产管理者。

- (2) **突出管理技术这一薄弱环节**

节水灌溉发展中运行管理技术是一个薄弱环节，本次制定的系列标准主要突出了管理技术方面的内容，针对性强

四、水肥一体化运行管理

系列标准的特点：

（3）紧紧围绕自治区生产实际需求

规程包括了自治区主要作物玉米、马铃薯、大豆、紫花苜蓿、青贮玉米等，用水管理、施肥管理要求和配套耕作措施均是实践中的总结，科学试验成果，在不同先进灌溉条件下水利灌溉技术与农业耕作施肥技术有效结合也是生产实际需求，实用性可操作性强。

（4）充分考虑了最新技术水平

标准中的灌水管理、施肥管理、运行管理技术均是采用的最新技术，如膜下滴灌、大型喷灌下的灌溉制度，水肥一体化技术等。为未来技术发展提供框架。

四、水肥一体化运行管理

• 加强宣传

充分利用网络、电视、广播、报纸等媒体，以及会议等多种形式进行宣传，宣传贯彻这些地方标准的重要性和意义，让广大水利干部职工都知道这些标准，并做这些标准的宣传员。

• 加强技术培训

举办不同形式的培训班、培训会，加大技术培训工作力度。重点是基层广大农民技术员和水利管理人员。可直接利用这些规程进行技术培训；与节水技术模式图结合进行技术培训；提高节水灌溉技术管理水平。

10套模式图已通过自治区水利厅组织的审查，已推广应用



制作完成多部节水技术宣传片



《玉米喷灌技术》
《紫花苜蓿喷灌技术》
《青贮玉米喷灌技术》

欢迎各位领导、专家
提出宝贵意见！

谢谢！



