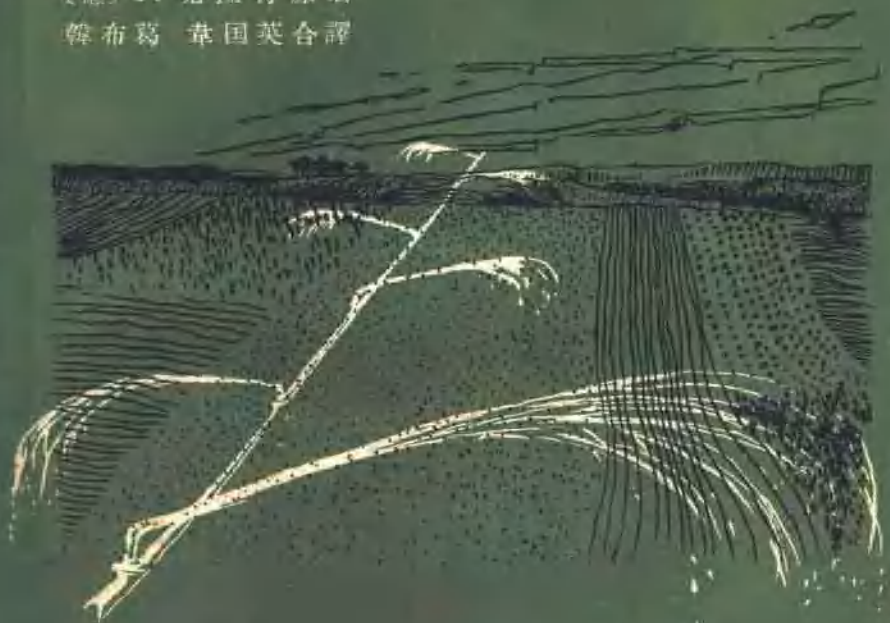


[德] F. 克拉特原著
韓布葛 韋國英合譯



人造雨

科學技術出版社

人 造 雨

〔德國〕F. Klatt 原著

韓布葛 韋國英合譯

科學技術出版社

內 容 提 要

本書敘述採用唧機設備經過管綫和噴酒器灌溉農作物的方法。內容包括人造雨所需設備和各種洒水布置，人造雨對土壤的作用，對各種農作物洒水的時間水量以及實施的效果，人造雨的運用和設備維護等。本書適合從事該項工作的農業技術人員及農業合作社參考之用。

人 造 雨

原 著 者 (德國) Fritz Klatt

譯 者 韓布葛 章國英

*

科 學 技 術 出 版 社 出 版

(上海建國西路336弄1號)

上海市書刊出版業營業許可證出079號

中 科 藝 文 聯 合 廠 印 刷 新 華 書 店 上 海 發 行 所 總 經 售

*

統 一 書 號: 15119·507

開本 787×1092 毫 1/32 · 印張 1 5/8 · 字數 32,000

1957年5月第1版

1957年5月第1次印刷 印數 1—2,000

定 價: (10) 0.24 元

作者原序

对于充分供应祖国人民以优良食品这一项重要工作必须尽一切力量来予以实现。这就应该增加农作物的产量，同时并应注意家畜的增产。

任何一种农业的增产都要靠农作物产量的增加，因为全部农业经济的发展根本上依赖于农作物的增产。同时，饲养家畜也需要大量的优良饲料，而饲料的每公顷产量的提高又决定于农作方法的改进。

农产品的每公顷增产可能取决于各种不同的因素，而达到增产目的的一种新方法就是适当地运用人造雨。这个方法的进一步发展还有待于不断的努力，同时在我们的农业生产方面也将逐渐广泛地使用人造雨。采用人造雨的最好组织形式是把分散的农民组织起来成为农业合作社，因为在大片连接的农田面积上运用人造雨最为经济。

用人造雨来灌溉尚系一种比较新的方法，它的效率决定于正确的运用，而正确的运用则有赖于这个方面的专门知识。这本书的目的还在于用一种简易的方式向我们合作社和农庄的农民们和管理人员们介绍使用人造雨的最重要情况。

Fritz Klatt

譯者的話

這本書的作者對於人造雨的運用明確地敘述了它的最近發展和改進。書中少數地方為了易於了解起見譯者在文字或語句上略予變動。其它各處除無關重要者外基本上都經照譯。

書中述及的若干農作物可能在我國並不普遍，而有些重要的中國農作物書中並未述及。但正如作者在4-6節末段所述：“有經驗的農民自然知道何時需水和需水多少，他的經驗再和書中所談的一般規律結合起來對於那些書中沒有提到的農作物也能够正確地掌握人造雨的運用方法了”。不僅在無雨或降雨不足的干旱地方可以獲得很好的效果，即使在比較濕潤的地區農作物每每僅有在冬季來臨之前長成才有收穫，有時也有借助於人造雨的必要。

譯者對這種學識和經驗均屬不夠，希望讀者多予批評和指正，以便有所改進。

韓布葛 韋國英 1956年10月

目 录

1 植物生长的源泉——水	1
2 人造雨的技术问题	2
2-1 人造雨的设备	3
2-2 取水和水質	8
2-3 人造雨的实际运用	9
3 人造雨对于土壤的作用	15
3-1 人造雨和土壤的肥沃	15
3-2 人造雨对于土壤状况和结构的作用	16
3-3 人造雨和腐植土的平衡作用	18
3-4 人造雨和施肥	19
4 用于农业生产的人造雨	20
4-1 气象和人造雨	21
4-2 人造雨的运用时间和水量	22
4-3 人造雨用于各种谷类——冬小麦、冬麦、夏大麦、燕麦	23
4-4 人造雨用于豆类、榨油和工业原料——豆、豌豆、冬油菜、亚麻	27
4-5 人造雨用于块根(即根可食的)植物——洋山芋、甜萝卜、甜菜 (芻秣飼料)	28
4-6 人造雨用于蔬菜——白卷心菜和紅卷心菜、菜花、芹菜、菠菜、 胡萝卜、豆类	31
4-7 人造雨用于芻秣飼料——苜蓿(菽豆科植物)、三叶菜、杂草	35
4-8 人造雨用于绿化地带、草地和牧场	38

5 人造雨的运用問題	39
5-1 运用人造雨的布置.....	39
5-2 运用人造雨时农作方法的調整.....	40
5-3 人造雨的费用和收益.....	41
6 人造雨设备的养护和管理	43
6-1 冬季中人造雨设备的维护.....	43
6-2 运用时的养护和管理.....	44
7 結論	45

1. 植物生長的源泉——水

古代希臘人民對於水極為重視，現在科學時代的人們同樣也很重視這個水的問題。

沒有水就不會有有機物質因而也不會有生命。自從地球上有了水以來逐漸出現了植物，而水在植物中的循環作用也不知經過了多少萬年永久是按照一定的規律在進行着。水的這種循環作用的力量超過自然界任何其他循環作用不知多少倍。植物從土壤中吸取的水分通過莖里的細管達到葉子而在葉子上又把大部分的水變成蒸汽發散到空氣中去。植物主要就在這個短短的時間中逐漸生長起來。



圖 1

現在我們已能了解植物和水之間大部分關係的規律，同時也認識到水是植物生長的許多因素中最重要的一個。肯定了這個因素的重要性和規律性之後，下一個課題自然就是如何控制和調節這個因素了。

到目前為止人們仍在敬仰着古代大規模灌溉系統的遺蹟。隨着文化生活的逐漸提高，水利工程技術也有了很大的進步。伏爾加-頓河運河的偉大工程就是一個很好的例子。

在德國，對於灌溉這個問題直到 1900 年以後才予以注意。在這個時候之前天然的降雨已够應用於比較低落的農業生產。從那時開始由於採用了礦物肥料和採取了其他的措施，農業生產量不斷地提高了；生活和工業用水量也逐漸增加。近來，在正常氣候的年分里水幾乎是所有一切農業生產的決定性因素，而在干旱年分里生產的嚴重損失仍不能免。

在德國，初次灌溉試驗是在第一次世界大戰之前在白勞堡 (Bromberg) 市由工程師兼詩人 M. 埃突 (Max Eyth) 氏進行的。在那裡已經肯定了有許多場合噴洒灌溉法 (即人造雨) 遠較其他灌溉方法為優；這個方法可以按照地面的情況來調整，並且可以根據植物的需要來控制水的合理使用。

2. 人造雨的技术問題

人造雨的原理是利用水的壓力由噴洒器把水噴射到空中而尽可能均勻地如降雨一樣落在植物和土壤上面。因此就需要：

- (1) 一具效率高的噴洒器；
- (2) 對植物無害的充沛水源。

2-1 人造雨的設備

六十年前的洒水灌溉不过是用皮帶管把水洒滴出来正如現在的一些花園中还在使用的一样。但是这种方法的“面积效率”很低，后来发展到采用輕便的裝有噴嘴的噴洒器，繼而又进步到裝置巨大的广泛噴洒設備，能够从一个固定之点噴洒到4公頃左右的面积上。現在这种不經濟的巨大噴洒器已經廢弃不用了。目前常采用的設備需要4~6个大气压力，达到的范围有30~55公尺的半徑，有时也常采用低負荷的噴洒器。

一般地講，噴洒設備包括唧站，管綫和噴洒器。

唧 站

唧站包括唧机和发动机如电力发动机，柴油机，拖拉机等。电力发动机最經濟而最便利。柴油机的費用比較大些（在購价和运用两方面）而它的养护和修理需要相当的机械技术。它一般在沒有电力供应的地方才被采用。对于小型設備以及在作为水源的河流或若干小池塘的水量常常变动时，采用拖拉机比較适宜；在这里，唧机直接由軸发动，随时都可运用而且便于迁移。

唧机應該用單級或多級的离心式。它們直接接到发动机上。單級式唧机一般适用于高轉率的发动机；在低轉率发动机和地面高差很大的情况下宜于采用多級式唧机。

离心式唧机的效率很高；它們在出水量上并无一定的限制，但水头有一定的限制。这样对于噴洒器的运用是很有利的。采用这种唧机可以同时运用两只或四只噴洒器；离心式唧机开动时的水压在很短時間中甚至可能会冲撞到閉合的活門上，但并不致发生严重的損害。

管 綫

噴洒設備中的管綫可分為三種：

(1) 永久式管綫。這種裝備的全部管綫和唧站都是設置在地下。噴洒器直接連接到所謂地下龍頭上並且具有預先決定的某一作用半徑。這些設備的出水量可能很高，達到 350 立方公尺/時。

(2) 部分活動或半永久式管綫。總管和唧站設置在地下。裝有一種快速連接器的輕便管子連接到地下龍頭而在地面之上接到噴洒器。在這裡，出水量可以高達 200 立方公尺/時。

(3) 完全輕便式管綫。這裡的唧站也是輕便式的，就是裝置在車輪上，而裝有快速連接器的全部管綫都是屬於地面上的。這種設備的出水量可達 100 立方公尺/時左右。出水量如需提高則管徑過大因而管子太重，不適宜於經常和快速的搬動。

三種設備中的最後一種即完全輕便式的目前採用最為普遍，主要因為經濟和建築材料的關係。

至於地下的設備，主要須考慮到具有翼緣的鋼管和離心振動的混凝土管。把這些管子敷設在結冰深度以下，即至少 0.8 公尺深最為適宜，在最低點的地方須有流空設備而在最高點的地方更須有通風的裝置。

用於地面上的快速連接式管子主要是熱鍍鋅的鋼管，它們能夠承受 10~15 個大氣壓力。它們一般具有 6 公尺的固定長度，內徑為 80, 100, 125 和 150 公厘。連接器因不同的裝置而有所不同，但在任何情況下必須保證兩個管子能以任何需要的角度迅速連接起來並保證不漏水，而對於水流的阻力更須最小。

這種管子的重量比較小。例如長度 6 公尺管徑 125 公厘的管子只重 20 公斤。另有一種同樣尺寸的管子重 43.2 公斤，因此一人可以搬動。

噴 洒 器

人造雨的噴洒器有三种

(1)平射式噴洒器；(2)旋轉式噴洒器(用于大块面积)；(3)低負荷噴洒器。

平射式噴洒器(图2)适用于低压的噴洒。在單位時間內由于采用大噴嘴的緣故低压噴洒的水量比較多些。它們特別适宜于用污水(当然是处理过的)进行田溝灌溉(參閱殷霍夫氏所著的“城市排水工程和污水处理”譯本中103頁的图42)，很少用于田間灌溉。一般敞開式的固定噴嘴裝在快速連接式管子上，把水噴向各方面或一方面。把許多裝有噴嘴的管子連接起来之后，可以獲得100公尺以上長度的噴洒支管，能够噴洒一块8~14公尺寬和一定長度的面积。这种人造雨的雨量約在40和80公厘/时之間；它的大小取决于噴嘴的寬度和采用的水压。



图2 用于甜蘿卜的平射式噴洒器(噴洒支管)

用于大块面积的噴洒器都是旋轉式的。这种噴洒器都裝有可以作圓周旋轉的噴洒管，旋轉的原动力来自噴水的反力或另設的特別裝置。用一具固定式制动器或类似的器具来控制过

快的旋轉。噴洒範圍的大小取決於噴嘴的寬度和水壓力，一般在 25~60 公尺之間。

噴洒範圍的大小還取決於噴洒管的傾斜角。最適宜的傾斜角是 $30^{\circ}\sim 33^{\circ}$ 。大多數新式噴洒管都具有原來固定了的傾斜角；在一些舊式的設備中傾斜角是可以調整的。

用推進器式噴洒器（圖 3）比較容易獲得緩慢旋轉的運用。一種推進器在某些情況下須用人力推動，它在每一轉中經過水的沖射而受到震動。這個震動力每次把噴洒器推動一下，沿圓圈移動一小部分。



圖 3 推進式噴洒器（比突費爾德 Bitterfeld 公司出品的 PR-L 式）

旋轉式噴洒器的缺點在於如果沒有特殊的設備則在噴洒器本身附近落下的水量很少。為了消除這個缺陷須裝置一種輔助的噴嘴或“避免水沖器”。這些調節器可能容易改變它們的位置，在運用時必須很好地注意。

有些旋轉式噴洒器可以用一種特殊裝置改裝成扇形噴洒器（圖 4）來運用。在這種情況之下它們可以隨著調整來噴洒任何扇形面積。用這個方法在我們需要移動管子的位置時就無需走過已經噴過水的松濕地面。

旋轉式噴洒器的“降雨”量目前約在 10~15 公厘/時之間，噴洒器的運用壓力約為 3~6 個大氣壓，噴射的範圍為 25~60 公尺。噴嘴口的大小在 10~24 公厘之間，耗水量為 6~50 立方公尺/時。

最新式的人造雨設備為低負荷或細滴式噴洒器。它們是簡單的小型旋轉式噴洒器，“降雨”量為3~5公厘/時。水量的分布很均勻，近似於天然的降雨，但是只有在壓力條件類似於大型旋轉式噴洒器的情況下才有這種可能性。這些噴洒器的旋轉運動主要由“搖頭杆”來控制，後者同時消除了靠近噴洒器位置的噴洒不良的現象。



圖4 大型的扇形噴洒器



圖5 低負荷噴洒器(勃勞突Perrot式)

在人造雨的實際運用中往往採用一只或几只裝着低負荷噴洒器的支管。10~20只或更多的噴洒器可以同時運用。最好在晚間把它們開動起來到次日早晨為止。這樣，農作物能夠

在最適宜的時候獲得植物生理方面所需的足夠水量。

噴洒設備設計得是否正確有賴於一定的技術知識，因此必須由專門人員來進行設計，人造雨設備的製造廠方面有專門人員可以擔任這項工作。

以农业生产而論，噴洒設備的噴水量應該絕對和所要灌溉的土地面積相適應。噴水量應以每公頃灌溉面積上立方公尺/時的數目來計算。標準數字如下：

主要用于谷物的噴洒灌溉噴水量	1.0 公尺 ³ /時/公頃
主要用于塊根植物的噴洒灌溉噴水量	1.5 公尺 ³ /時/公頃
仅用于塊根植物的噴洒灌溉噴水量	1.8 公尺 ³ /時/公頃
用于蔬菜的噴洒灌溉噴水量	2.5 公尺 ³ /時/公頃
用于牧場的噴洒灌溉噴水量	1.5 公尺 ³ /時/公頃

2-2 取水和水質

采用噴洒器來灌溉農田可以利用任何種水，只須水中不含損害植物的物質。可以用下列方式之一來取水：

- (1) 從湖泊、池塘或河流中取水；
- (2) 取用井中或以泉水形式流出地面的地下水；
- (3) 生活污水或生產污水（當然先經過處理）。為了避免誤用不適合的水起見，必須先將所取的水經過化學試驗然後采用。

天然的雨水和蒸餾水即化學上純潔的水不同，前者在通過空氣的時候吸收了少量的氧、氮、二氧化碳等，因此對於土壤中的某些物質具有溶劑的作用。人造雨的水和天然的雨水大不相同，按其來源在成分上變動甚大。從湖泊、池塘和河流中所取的地面水比地下水軟些，含氧量大些而酸性也弱些。地下水一般含有二氧化碳，也常含有鐵和鋁的鹽類，這些鹽類由於酸性反應的緣故會使土壤容易硬化。特別是河水可能具有改良土壤的懸游物質；此外，它還含有損害植物的物質，如果生產污水（即工業廢水）也泄入河中的話。

人造雨所常用的生活污水和生產污水，其成分大不相同。

它們所含的溶解和混和物質有很大的差別(表1)。

取水地方的水溫取決于水源的性質。井水和泉水比較冷些。

地面水的溫度一般依照空氣的溫度變動而污水甚至可能具有加熱的作用。採用噴洒灌溉時，這些溫度的差別對於農作物的生產並無影響。有一種說法，井水的溫度在 9°C 時用於噴洒則太冷，但柏林大學的最近試驗已經證明其並無根據。

污水成分的标准数值(以克/公尺³計)

表 1

(根據考尼格 (König) 氏的計算)

污水来源	悬浮固体		溶 解 物 質					总 量	
	总量	N	总量	N	K ₂ O	P ₂ O ₅	CaO	N	P ₂ O ₅
生活污水									
柏林市	1084	—	1088	109	73	32	107	—	—
海爾市 (沙爾河)	594	38	2794	148	180	43	232	186	—
屠宰場	1254	88	1920	172	118	—	110	260	32
	8954	517	3197	554	165	—	401	871	137
酒精厂	476	—	814	36	37	17	170	—	—
淀粉厂	165	11	2353	56	58	28	114	67	—
	298	15	2870	23	90	19	294	58	—
糖 厂	191	8	651	30	28	5	163	38	—
	4433	40	908	19	34	10	198	59	—
啤酒厂	196	8	571	16	21	10	128	23	—
	497	43	1170	14	100	14	155	57	—
牛奶棚	565	18	835	40	68	—	188	58	17
	82	—	790	—	24	—	275	7	5

2-3 人造雨的实际运用

下列各点对于提高噴洒設備在实际运用中的效率非常重要：

- (1) 管綫的适当布置;
- (2) 噴洒器的适当位置;
- (3) 避免压力损失;
- (4) 唧机效能的充分利用;
- (5) 避免噴洒的浪費。

人造雨活动設備的管綫包括总管和噴洒支管。如何布置的問題取决于这种設備的效率要求: 布置对于运用的費用和唧机的生产量都有相当影响。

目前采用的方式有一边噴洒式, 一边轉換噴洒式, 两边替换噴洒式和两边对向噴洒式。

一边噴洒式(图 6a)最不宜, 仅可用于小型設備。每次噴洒后噴洒器須从新調整, 浪費時間。因此这种設備的效率不高而运用的費用(如工資)則甚大。

一边轉換噴洒式(图 6c), 它使用一根半支管, 它的最大优点是它能够轉換着运用, 使噴洒工作不致中断。噴洒器或噴洒支管可以在其他一半噴洒器运用的时候加以移轉。这个方法的效率远較一边噴洒式为高, 而人力尤省。在缺乏足够管子时或在适合于某些种植的地方更为适宜。

两边替换噴洒式(图 6b)的情况与上述类似, 但这里的噴洒支管在总管两边都有。一边的支管在运用时, 另一边的支管就移放到新的位置上去。这是最好的一种运用方法。在这里, 移动支管和噴洒器所需的時間最少。不过, 和一边轉換噴洒式比較起来需要的管子略为多些。

两边对向噴洒式(图 6d)。从水力学的观点来看, 这个方法最好。假使我們在总管的起点和末端都装上两只噴洒支管, 同时把一边近处的和另一边远处的支管运用起来, 那么在單位时