



展望十年

——农业发展纲要实现以后

中国科学院力学研究所所长 錢学森

現在全國農業生產合作社的社員們正以排山倒海的英雄氣概，改造自然。從前幾百年、幾千年才能做到的事，現在在幾個月內就能做到；許多從前做不到的事，現在都可以做到。10年後（或不需要10年），我國農村將出現一個嶄新的面貌。

人工控制气候提上了工作日程

經過 10 年，農業發展綱要實現以後，大規模農田水利的任務完成了，普通的水旱災害消滅了。為了進一步控制或避免大的自然災害，一門新興的科學技術“人工氣象控制”的研究，就提上了工作日程。

人工气象控制的主要措施是用少量固体的二氧化碳（也就是干冰）或碘化银的蒸气来控制水汽的凝聚过程，可以促进降雨，也可以防止降雨。又因为水汽凝结成水的时候放出相当大的热量，所以控制水汽的凝聚过程又可以控制大气里的热量释放。在关键点加热，或不加热，就能更改气象的演变。因此并不需要多少干冰或碘化银这样的控制剂，就能使一个大地区的气象都受到影响。我们可以预期：少量的控制剂就能避免象冰雹这样的灾害。我们也应该可以通过这种方法来改变台风的走向，使台风不至侵袭我国的沿海各省，免除这种巨大的自然灾害的威胁。

農業生产接近了工業生产的方式

把水利搞好，再加上人工气象的控制，这就使农业有了良好的生产环境，使农业生产摆脱了许多不可预测的因素。这样，农业生产就更主动了，就可以更好地按照自己的需要和意图去进行生产，更进一步接近工业生产的方式。农业生产各部门将有着更紧密的配合，肥料、农产品、动力等问题都安排得很妥当。各方面无论在时间上、在数量上都安排得更有效率。具有高度的生产组织，前后上下都没有废料、废时。一个农场就象一个复杂的工厂一样，这就是农业生产工业化的体现。

动力是發展农業的心脏

在将来的农业生产中，动力问题是更加突出的一个

問題。在將來的農業生產中，估計一共要有4億馬力的農業動力機器。按照我國現有的耕地面積來計算，差不多每畝地有 $1/4$ 馬力，這個數字是相當高的，比蘇聯現有的農業動力要多得多。這是因為我國人口多，耕地少，農業生產的强度高，要豐產就得深耕，深耕就要較大的動力，再加上抽水 and 排澇，因而每畝地所要的動力就要大一些，估計4億馬力是需要的。假定機器的開動時間平均每年為2,000小時，差不多是一年總時間的 $1/4$ ，這樣全部農業機器全年所需要的機械能就是8,000億馬力小時。我們假定其中有 $3/4$ 是從農場里的熱力發動機得來的，還有 $1/4$ 是從農場里的風車、農場附近的小型水電站以及地區電力網得來的。如果這 $1/4$ 之中的一半，也就是1,000億馬力小時是從地區電力網得來的，那麼就等於說農村動力用電，要從地區電力網每年取得740億度電力。風力不是什麼地方都有，而且就是也有不能什麼時候都有，因此估計在其余1,000億馬力小時里，只有 $1/5$ 是來自風車，800億馬力小時還是從小型水電站得來的。這樣農村動力用電總量，每年就要達到1,540億度。根據毛鶴年、褚應璜兩位人民代表在第一屆全國人民代表大會第五次會議上的發言，他們說在1972年，我國的全國發電量可能達到2,400億度以上，所以我們所計劃的農村動力用電就會占了一半以上。這是在電力系統的安排里必需注意研究的。

生物能的利用解决了燃料问题

另一方面在总的 8,000 亿馬力小时里,有 6,000 亿馬力小时是从农場里的热力發动机得来的。这方面的問題又怎样解决呢?首先是燃料的問題。自然最方便的燃料是石油,但是 6,000 亿馬力小时的机械能,就得差不多 1.5 亿吨石油来供应。一年中要这么多的石油,在我国目前的情况下是有困难的。是不是可以用煤气發生爐和煤气机呢?当然可以,不过这就需要每年近 3 亿吨煤或焦煤。而另一方面,农場中每年有大量的作物秸秆、茎叶、人畜粪尿,还有大量的树叶、杂草等,把这些东西放在密封器里酸酵,可以产生沼气和二氧化碳^(註)。沼

[注] 參看本刊4月号姜子綱等：“生物能的利用”。

科学大众

228

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. 钱学森知识密集型大农业

气是很好的点灯燃料和煤气机的燃料，如果把沼气压缩在高压气罐里，那就是拖拉机、联合收割机、运输汽车等的燃料。燃烧沼气的发热量比汽油还高，估计6,000亿马力小时所需要的沼气的量只有1.2亿吨，再加上点灯等的需要，每年沼气的用量大约只有2亿吨。2亿吨沼气要多少醱酵原料呢？这我们还没有确切的资料，但估计湿料大约得100亿吨。醱酵后的残渣大约有90亿吨，又是很好的有机肥料。以16亿多亩耕地来计算，每亩可以施醱酵后的残渣1万多斤，再加上化学肥料和其它杂肥，就能保证农作物的丰产。

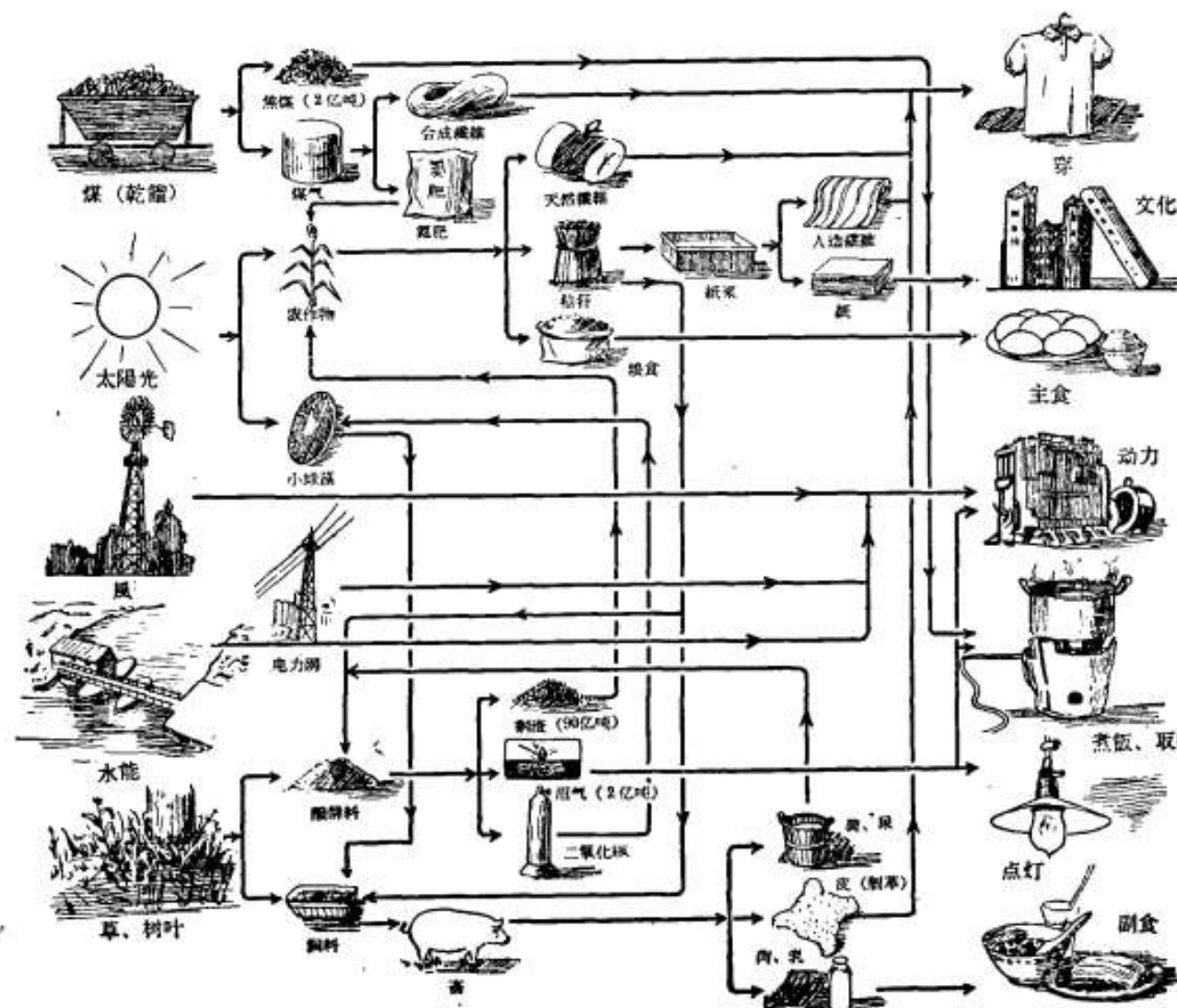
那么，我们每年能不能聚集到 100 亿吨的发酵原料呢？因为人口会不断增加，我们姑且假定以 7 亿人口计算，其中 5 亿为农村人口，2 亿为城市人口。每一农村人口如果能养一头猪，那就是 5 亿头猪，而每头猪每年产粪尿 2.5 吨，所以每年猪粪尿共有 12.5 亿吨。如果有一部分城市人粪尿可以下乡，以 6 亿人的粪尿计算，每人每年产

0.35 吨，每年共有 2.1 亿吨。因此光是人和猪的粪尿 每年就有近 15 亿吨，再加上其他牲畜的粪尿，想来可以有 20 亿吨以上。如果全国 16 亿多亩地，除了牲畜饲料之外，每亩每年还能产 2,500 斤茎叶、秸秆，每年就有约 20 亿吨。树叶、杂草假定是 30 亿吨。三样加起来一共有 70 亿吨，所以再找补上 30 亿吨的垃圾和污水，就可以满足沼气原料的全部要求。因此看来，我们的沼气计划是可以实现的。

我們也应当注意到沼氣機和其他農業機械的潤滑問題。每年生產 6,000 億馬力小時的農業機器所需要的潤滑油是不少的，估計每年潤滑油總量在 200 萬噸以上。這對於我國石油工業的規模來講將是一個不小的數字，在我們規劃我國石油工業的時候必需作適當的安排。

养殖小球藻成了农村的新副业

在利用沼气的过程中，酸酵气体里含有大量的二氧



1959 年 6 月 日

229

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net> 钱学奎知识密集型农业

化碳，可以同沼气分离开来。也许我们可以把发酵的气体先压缩，然后在高压下水洗。二氧化碳在高压下溶解到水里，而沼气溶解得少，就分离了。把压力减去，溶在水里的二氧化碳又重新释放出来。如果每年产生2亿吨的沼气，同时就产生5亿多吨的二氧化碳。所以我们也要考虑怎样利用这样多的二氧化碳。二氧化碳是植物光合作用的原料之一，二氧化碳也就可以说是一种肥料。把二氧化碳气体放到温室里，增加温室空气中的二氧化碳浓度，也就促进了温室里作物的生长，可以因而得到超越平常的产量。但是另一个利用二氧化碳的办法是养殖小球藻。小球藻是在水里繁殖的绿色微小的单细胞藻，它的光合能力很强，能够高效率地利用太阳光里的能量。如果我们把二氧化碳通进养殖小球藻的水里，更能促进它的生长，那就有可能每年在一亩地面积的水池里产生几万斤的小球藻。根据分析，小球藻是富于养分的，含有碳水化合物、蛋白质、脂肪、矿物质和维生素，很像是大豆和蕹菜的混合物，可以作为猪和其他家畜、家禽的精饲料。有了这种高产量的小球藻，就不怕养上面所脱的那5亿头猪了。

工業支援農工

我們再來看一看4亿馬力的農業機器這多大的規模。如果我們說每1馬力的農業機器連一切輔助設備和作業機械在內要200公斤鋼鐵，那麼4亿馬力就要8,000萬噸鋼鐵。這些機器的平均壽命如果是10年，那就等於說每年得補充800萬噸的機器，也就要每年供應大約1,000萬噸的鋼鐵。這也就說明了支援農業生產的冶金工業和機械工業規模是不小的。

此外，在农村中，煮饭、热水和冬季取暖所需的燃料也是数量很大的。我们既然把农村中可以做燃料的原料都收集来制造沼气了，而沼气主要是用来发动机器和点灯，只有少量可以用作家庭燃料，这就要我们从农村以外输入燃料，也就是用煤作为农村中家庭燃料。这样我们就有必要注意煤的综合利用。这就是把煤在直接用来燃烧之前，先经过干馏，提出煤气作为合成纤维厂和氮肥厂的原料，剩下的焦炭，才用来燃烧。5亿农村人口估计每年要用2亿吨焦炭，这样大量的焦炭又需要相应大的煤炭工业来供应。自然，如果上面所谈的100亿吨沼气发酵料能产生更多的沼气，也许焦炭就可以大大的减少，或简直不需要。那么农村里也可以用沼气烧饭，那是更好了。

農業生產還遠遠沒有碰頂

上面談的，都是同農業生產有關的動力、燃料等問題，至于有關農業生產本身的情況又將是怎麼樣呢？就以今天各處試驗田所取得的成績來看，小面積豐產的單

位年产量已经远远超过了农业發展綱要所规定的400斤、500斤、800斤的指标，一般是綱要指标的五、六倍。今后通过农业劳动者的创造和农业科学工作者的努力，一定会突破今天的丰产成绩，从而达到更高的单位年产量。我們有这个信心，因为农业生产的最終極限决定于每年单位面积上的太阳光能，如果把把这个光能换算农产品，要比現在的丰产量高很多倍，所以我們的生产还远远沒有碰頂。現在讓我們来算一算：把每年落到一亩地上的太阳光能的30%作为植物能利用的部分，而植物利用这部分太阳光能从二氧化碳和水制造生长的資料，再把其中的 $\frac{1}{5}$ 算是可吃的粮食，那么稻麦的每年亩产量就不是現在达到的2,000多斤，而是这个数量的20多倍，等于农业發展綱要最高标准的60倍！这也不是空談，举一个例：今年河南就有些特別丰产試驗田要在一亩地里收160万斤蔬菜；虽说蔬菜不是粮食，但到底是亩产160万斤！因此，只要我們有必需的水利、肥料动力和劳动力的条件，产量是可以不断提高的。

将来的农场

最后讓我們来看一看将来的农場的規模。我們用1万亩地的农場作为平均大小，这个农場大約有3,000人，那么依照我們在前面所談的，这个农場就有2,500馬力的农業机器。这2,500馬力中約有1,900馬力是用沼氣机带动的。每天光是为了生产沼氣就得用160吨的酸酵原料，这些原料就得用一个几公尺直径和几公尺高的大罐子来装。如果酸酵时间是二十天，每天装一个罐子，清一个罐子，那就得二十个这样大的罐子，而且一天就得搬运320吨的东西。这些设备，再加上气体压缩和洗滌等设备，就成了沼氣工厂。所以将来的农場是包括了許多机械和动力设备的农業生产工厂，正和工業生产工厂一样。农場中除了行政管理人員之外，也得有总工程师、农作物技师、畜牧技师、机械技师以及技术員，他們負責规划和指导生产。此外在各个地区和全国范围内还得有人工气象控制的工程师，保证最好的农業生产环境。这就是农業生产的工業化了！

自然，我們在这里所描写的农业發展綱要 40 条实现后的农场只不过是—个輪廓，具体的設計方案还要复杂得多。实际上我們在現在也不可能就作好这个具体方案，因为許多事情还要等深入研究才能得到确实的数据。但是我們現在就应该打开眼界，突破常規，为实现农业上的技术革命而努力；而通过科学技术的研究和試驗，在不太远的将来实现我国农业生产的技术工业，也就

大任务和方向。

X

1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 26

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. 钱学森知识密集型大农业