

# STATUS AND PROSPECTS OF AGRICULTURAL MECHANIZATION IN CHINA

Gao Yuanen\*    Wei Songling\*\*  
Professor        Professor

Chinese Society of Agricultural Machinery  
Chinese Academy of Agricultural Mechanization Sciences

## ABSTRACT

In China, agricultural mechanization has played a remarkable role in development of agricultural economy. This paper introduces briefly the contributions of agricultural mechanization to agricultural production, the level of mechanization, sciences and research, industry of farm machinery etc., at present. From macro view, aim at year 2000, the prospects based on estimation concerned with the developing tendency, market demands, research fields are presented. The development of agricultural mechanization in China depends on many factors, in coming years, chance and challenge are coexistent. It will take a long time for China to realize farm mechanization.

Key Word: Agricultural mechanization, farm machinery, China

## INTRODUCTION

China is a big farm country. The agriculture is the foundation of national economy. Chinese Government give the first place to agriculture in development of national economy, because it relates to the speed of national development and the life for population of 12 billions. Chinese Government is promoting the agricultural modernization. The demands of agriculture are always the motive force for developing farm mechanization, because agricultural modernization rely on the support of modern equipment. Agricultural machinery is the carrier for the extension of advanced agrotechnique at a wide area and it also is the bridge of transformation from the industrial achievements to agricultural profits, therefore the Government has always been paying great attention to China's farm

---

\* Prof. Gao Yuanen General Secretary of Chinese Society of Agricultural Machinery.

\*\* Prof. Wei Song Ling Deputy Chief Engineer of Chinese Academy of Agricultural Mechanization Sciences.

mechanization, and has taken various effective measures in funds, material input, and farm machinery design, production, distribution, maintenance, repair, technical supervision, management and social service system ect., to support the development of farm mechanization. Great progress has been achieved in farm mechanization and a production system that can basically manufacture various kinds and types of machines and equipments to meet agricultural needs has been established. The extensive applications of farm machinery in various agricultural sectors and operations has improved the material and technical foundation of agriculture to a large extent. This paper briefly introduces the present status, tendency of development and facing challenge about agricultural mechanization in China.

## **STATUS OF AGRICULTURAL MECHANIZATION IN CHINA**

### **1. Agricultural mechanization plays a crucial role in modern agricultural development.**

#### **1.1 Agricultural machinery on hand has a large increment.**

At the end of 1995, Electromechanical power has played the leading role in agricultural productive power, the general power of farm machinery and main implements possessed by countryside are shown in Table 1. Compared with 1980, the initial stage of rural economic structure reform in China, the general power and main implements on hand have increased at different levels except large and medium sized tractors(Table 2). The annual growth rate of general power of agricultural machinery reaches 6.10%. Small-sized tractors develop fast. The main reason of the large and medium-sized tractors with minus growth is that small-sized tractors are suitable to the management based on household operation and the farmer's purchase. With the development of socialist market in China, the interflow of commodities between cities and countryside has been increasing and the benefit of transportation is relative high. The agricultural transportation machinery increased rapidly. The annual growth rate of three-wheels and four-wheels transportation vehicles with small capacity even increased at a rate of 49.5%. With the enhancement of rural economy and the charge-service by possessor of harvesters, combine harvesters in 1995 has a large growing trend. The increase ratio reached to 18.3% compared with that of 1994. China carries out the agricultural power policy of combination of labor, animal husbandry and machinery in a long term. With the increase of power of agricultural machinery, the proportion of electromechanical power in agricultural productive power is bigger and bigger. It has been raised to 80% at present compared to 60% in 1980.

#### **1.2 The level of agricultural mechanization increases steadily, the new**

### **technology of agricultural mechanization spreads rapidly.**

Follow the increase of agricultural machinery, the level of agricultural mechanization in China has been raised accordingly. The level of the main operation mechanization is shown as in Table 3. The mechanization levels of ploughing, irrigation, transporting, and processing of agricultural and sideline products are higher than sowing and harvesting, mechanized percentage over 55%. The mechanization levels of sowing and harvesting are only 20% and 11% respectively. In general speaking, it is located in a developing stage.

“Prospering agriculture with science and technology” is an important policy in China. Under the guidance of this policy, China has made efforts and has got remarkable achievements in promoting agricultural mechanization. The mechanization for raising the production of the main crops including wheat, rice and corn has been widely popularized in large areas. Precision and low quantity seeding area reaches 14 million ha. Chemical fertilizer deep application area is nearly 17 million ha. Return the crushed straw directly to field area reaches 5.6 million ha. Covering seeding in no-tillage fields is more than 2 million ha. Factory breeding seeding and seeding have been developed very fast.

### **1.3 Increased production and income by agricultural mechanization achieve good results.**

Agricultural machinery play an important role in fighting natural calamities such as drought, flood, plant diseases and insect pests. It has made great contributions to ensuring the high and stable yields of agriculture. Irrigation and drainage power machinery of billions kW and other facilities have been put into use, the drought and flood calamities area decreased largely. The application of equipments for plant protection had retrieved a loss of grains 30 million t and cottons for 500 thousand t average per year. The results in raising agricultural production and using agricultural resources have been outstanding. Tractor ploughing increases output 8% ~ 15% compared to animal ploughing, tractor seeding increases output 12% ~ 30% compared to animal seeding. The complete set technologies of farm mechanization can increase the output of main crops to 6% ~ 10%, Chemical fertilizer deep application increases to 12% ~ 30%, return the crushed straw directly to field increases to 5% ~ 29%.

### **1.4 The market demands and purchasing power of agricultural machinery are growing continuously.**

In China, the countryside is realizing the rural economic structural reform on the basis of household operation. The peasants can decide themselves to choose, purchase and possess farm machinery. As the results of raising the crop production by means of farm machinery, the income of peasants have increased obviously. As investigation, the average net income of farmers with farm machinery in 1994 is

higher to 75.3 % than the farmers without farm machinery at the same period, therefore the peasants are willing to invest in farm machinery for good profits. Since the reform of rural economic structuring, the income level of the peasants has been raised. This forms the reliable capital basis in developing agricultural mechanization. The peasants investment in farm machinery directly reaches to 1000 billion RMB. The pattern of the public ownership of farm machinery in the period of planned economy has been changed. The farmers become the main body in possession and management of farm machinery (Table 4). The percentage of numbers of main farm machinery held by peasant households are over two-third, even more.

## **2. A comparative integrated system of farm machinery has been established**

China's Government has always been paying great attention to establish the system of farm mechanization including research, designing, production, distribution, management, maintenance and repair, etc.

### **2.1 Multi-layer's research system established**

A multi-layer's integrated research system has been established including independent institutes under the Ministries, provinces and cities, universities, dependent institutes attached to enterprises, stations for technical supervision and extension etc.

The management system of science and research of farm machinery has been changed essentially to follow the system reform of economy and research. The most part of research projects have been made up with market-oriented except Government plan-oriented. A large proportion of funds for R&D have been obtained from users. The institutes have to investigate market conditions to meet the needs of customers. This changed system have enlarged the research fields and promote the combination of research and production.

China has processed the capacity to develop various farm machinery, large complete sets of agricultural equipments in own efforts. At present, The farm machinery of 3000 varieties have been produced on the basis of self reliant research except a small part of imported techniques. Due to a vast territory, complicated natural conditions and cropping systems, the basic principles on research of farm machinery obeys as follow:

- a. Designing of farm machinery in terms of concrete regional characters.
- b. Combination closely between agricultural technologies and mechanization.
- c. Designing of farm machinery under the consideration of both advance and applicability.
- d. Paying attention to absorb the advanced techniques from abroad.

The projects listed in the developing program of new farm machinery in the

Ministry of Machinery-Industry have 100-300 terms per year.

As a representative of institute of farm machinery, Chinese Academy of Agricultural Mechanization Sciences (CAAMS) is a multi-disciplinary research institution under the joint leadership of the Ministry of Machinery-Industry and the Ministry of Agriculture. It involved in the fields of basic research and product including agricultural machinery, irrigation and drainage engineering, transport and vehicles, feed processing and poultry machinery, food processing, new energy development, computer application, new materials and technologies, reliability, developing forecast and feasibility study, etc. The CAAMS has the functions as the National Agricultural Machinery Products Quality Supervision and Inspection Center, national standard organization of agricultural and implements. There are 1100 staff members, of which 850 are technical personnel including 230 professor and senior engineers. The headquarters covers an area of 27 ha, and with a agricultural machinery testing station of 100 ha, More than 1300 R&D projects have been completed since its establishment. Many research outcomes have been put into production in nearly one thousand factories, such as, 50 large feed mills, 40 layer and brooder farms, 30 dairy farms, self-propelled combine harvesters, complete sets of seed processing of thousands t, large axial-flow pumps with diameter 4.5m and 4.0m for the project of diverting water from Luanhe River to Tianjin area, submersible motor pump series, sprinkler, gerotor motor and hydrostatic steering gears, implements matched with large power tractor, etc.

In order to improve the performance, quality and reliability of farm machinery, The modern designing methods have been adopted in the research of new agricultural machinery such as finite element method, optimization method, CAD, reliability design, estimation of service life, data bus, etc. Some advanced testing techniques have been applied, such as remoting vehicle for collecting and processing testing data in real time in fields, model testing technique, photostress, moire, fatigue testing, holographic photoelasticity, etc.

## **2.2 A comparatively complete industrial system of agricultural machinery has been built**

After more than 4 decades, China has built a comparatively complete industrial system of agricultural machinery with a fairly large productive capacity. By the end of 1995, 2400 agricultural machinery enterprises approximate came under the jurisdiction of the Ministry of Machinery-Industry. Their gross value of industrial output in 1994 came to 56.5 billion RMB. Currently, China can produce 3-160 hp tractors, 3-600 hp internal combustion engines used in agriculture, 12-160 hp powered combines and various machines use in farm, forestry, animal husbandry, sideline occupations and fishery. More than 98% of agricultural machinery on hand are manufactured in China. China can produce various farm machinery including 8 fields, 103 categories, more than 3000 varieties to meet domestic needs, and part of them available for export. Agricultural

machinery exported in 1993 created foreign exchange earnings of \$US 2.2 billions, in 1994 reached \$US 2.8 billions. China-made small tractors and diesels, rice and wheat processing machines, small and medium-sized farm implements are favorably received in the southeast area.

The structure and value of gross output of agricultural machinery industry from 1988 to 1993 (Table 5). In the 10 main products, the large and medium-sized tractor, small-sized tractor, and transporting vehicle were located in 1-3 places, account for 77-82 percent of the total value, although their order changed. The order of transporting vehicle ranked in the first in 1993 from the third in 1989. The reason for the raising of transporting vehicle rapidly has been mentioned above.

The main products output of farm machinery manufactured in 1994 are shown in Table 6. In 1995, some products output increased rapidly, such as large and medium-sized tractors 60,000 units, small-sized tractors 1,890,000 units, combine harvesters 9000 units, 4 wheels agricultural transport vehicles 260,000 units. As compared with Table 6, the increasing proportion of output of agricultural machinery mentioned above in 1995 compared with 1994 reached respectively 27.7%、50%、158%、32%. The output of combine harvesters is lifted steeply due to Government supported the possessors of harvester to harvest crop across province boundary and the full-time farmers transferred to cities.

In China, a large part of products of farm machinery are manufactured by large and medium factories under the jurisdiction of the Ministry of Machinery-Industry, a small part are manufactured by rural enterprises. Recent years, the rural enterprises have developed rapidly. Their gross value of farm machinery output comes to 18% of total value manufactured by Ministry of Machinery-Industry.

The agricultural machinery industry is carrying the guiding thought "with demand as its objective and service as its aim, it will produce whatever the users need." The structural frames of products have been adjusted continuously to meet all-round development requirements of agriculture. In respect of products, proper proportion to large, medium and small-sized equipments should be considered. Production of small tractors, small diesels and processing machines increase remarkably each year. Recent years, follow the development of scale management and commercial crop bases, large and medium-sized machinery has a raising tendency. Their gross value of output has increased from 38.5% in 1985 to 45% in 1995. The Ministry of Machinery-Industry has made efforts to develop scarce products, serial products, complete set products, resources-saving products, such as serial ploughs, serial cultivators, serial seeders, precision seeders, implements for crushed straw return to fields, implements for chemical fertilizer deep application, DYP serial sprinkler with booms of 415m. 20t/h feed processing complete set, 10,000 pigs mechanized farm, mechanized layer and brooder farm of 400,000 per year etc.

The Chinese Government pays great attention to introduce the advanced agricultural machinery technology from abroad. Since 1978, 105 projects of technology introduction and making use of foreign investment have been initiated, including 7 tractor projects, 26 agricultural implement projects and 72 projects of internal combustion engines and component parts. Most of these projects have been completed in terms of absorption of acquired technology and put into production. Examples are manufacturing technology of high and medium-powered wheel tractors introduced by Tianjin, Changchun and Shenyang Tractor Plants, 80-100 hp amphibian wheel tractor technology introduced from Fiat by Luoyang First Tractor Plant, 18-25 hp articulated wheel tractor technology jointly acquired by Zhengzhou Tractor Plant and Xingtai Tractor Plant from another Italian corporation, manufacturing technology of US series 100 combine harvesters introduced by Jiamsi Combine Harvester Plant, manufacturing technology of German E512 and E514 combine Harvester Plant. Furthermore, the industries of plant protection machinery, internal combustion engines and accessories, water pumps, cotton tins, etc. have introduced new technologies from abroad.

## **CHINA'S AGRICULTURAL MECHANIZATION IN THE MEET POINT ACROSS DECADES**

### **1. Aim of agriculture and farm mechanization at year 2000**

The aim and task of agricultural economy development is the important basis for the farm mechanization. By the year of 2000. The productions of the main agricultural product should be increased by a big margin. Grain production should be increased by 50 million t, cotton by 500 thousand t, meat by 10 million t, aquatic products by 10 million t.

The average area of arable land per capita in China is only 25% of the world, but 1/4 population of the world are supported by China's own efforts. The task facing by China is very difficulty. In order to increase the productions of grain and main economic plants, many important measures should be taken, such as, application of advanced techniques, increasing the yield per unit cultivated land, reclaiming wasted land, stabilizing sowing area, ect. In the 9th Five-years Plan (1996-2000), irrigation area will be increased by 3.30 millions ha, multiple crop index from 150% to 160%, transforming the land at lower yield of 14 millions ha, establishing 300 national bases for commodity grain, as well as strengthening the ability to fight natural calamity. All of these measures mentioned above will highlight the role of farm mechanization further. The farm mechanization will be facing a new challenge. By the year of 2000, the level of mechanization for main plants will be increased to a certain extent as Table 7.

## **2. Estimation of the demands of farm mechanization**

Based on the market investigation and analysis by experts, by the year of 2000, The demands of farm machinery will be increased year by year. The average productions per year of main products of farm machinery is shown in Table 8. 300 thousands large and medium type tractors will be scrapped and renewed. The agricultural machinery power will be over 4 billions kW. The value of gross output of the agricultural machinery will increase to 80 billions RMB in 2000 as compared with 56.5 billions RMB in 1994. Major products in the period of 9th Five-year Plan (1996-2000) include 8 fields as follows:

- a. Large and medium-sized tractors
- b. Internal combustion engines for agricultural uses
- c. Combine harvesters
- d. New type implements matched with tractors (include rural transporting vehicles)
- e. Complete sets for cleaning, grading, drying, storing
- f. Agricultural and sideline products processing machines(include forage processing equipments)
- g. Power-driven plant protection machines
- h. Drainage and irrigation machines (include sprinkler, micro-sprinkling and dropping irrigation).
- i. Facilities agriculture equipments (Green house, protected vegetable fields, factory breeding seedling and processing seeds etc.)

According to export's forecast, in 2000, the farm size scale is still based on peasant household in small scale (Table 9). As compared with 1988, farm size scale will has a slight enlargement. The small-sized farm machinery is major market demands. Follow the rural labor transfer from first industry to tertiary industry (Table 10), the market demands will be growing.

The demands of market is very complex and changeable and it depends on many factors, but a point of view can be certain, that is, China is a great potential market in the world. The demands of farm machinery will be getting more large. China-made products of farm machinery will also share a certain part of international market, the export of products will make foreign exchange earnings of approx. \$US 5 billions to lay a foundation for further development.

## **3. Tendency of agricultural machinery research**

In order to realize the agriculture of "two high and one superior" (high production, high efficiency and superior quality) in China and to improve the technical level of farm equipments, The research and development of new farm machinery will be strengthened. The major fields will be covered as follows:



### **a. Research on ecological agriculture equipment**

With the development of sustainable agriculture. China is facing a serious problem as other countries in the world, that is, how to protect the agricultural environment. As the applications of machinery and the development of rural enterprises, environment pollution and soil degradation have become a serious problem. Chinese Government has made out a series of policies to promote the coordinated development among economy, social and environment. Some machinery will be developed as follows:

- Machinery for covering seeding in no-tillage fields
- Implement for chemical fertilizer deep application
- Low pollution plants protecting equipments
- Machinery for covering and pick up the film
- Equipments for processing agricultural wastes
- Applications of biological engineering
- Utilization of renewable energy

### **b. Research on equipments for saving natural resources and cost**

One essential factor that constrains the development of China's agricultural development is the shortage of agricultural resources. The area of cultivated land per capita only reaches 34.6 % of the world average, and fresh-water per capita is only 27 % of the world average. This decides that China must adopt a resources-saving way in development agriculture, including energy-saving, chemical fertilizer-saving, insecticide-saving, fuel-saving, and cultivated land-saving, etc. China is the largest consumer of chemical fertilizers in the world, but the application efficiency is only about 30 % . If the deep-application of fertilizers is adopted, the application efficiency of fertilizers can be raised to over 45 % . The application efficiency of water for irrigation also is very low only 30-40 % . If the effective application efficiency of water raise by 10 % , grain of 400 billion kg will be produced.

In the 9th Five-year Plan, China plan to establish 300 saving water and raising grain counties to realize the aim at saving water 60 billion m<sup>3</sup>, increasing the area of water-saving 3.3 million ha and raising the grain of 8 billion kg. China also plan to increase the area for fertilizer deep-application of 46 million ha, the area for precision seeding of 13 million ha. The related techniques and machinery will be developed as follows:

- Saving-water and saving energy irrigation equipments
- Irrigation techniques of auto-control moisture
- Precision seeders
- Equipment for utilization of natural resources (wind, sunlight, hydraulic, etc).

- Optimization on power matched with implements
- Optimum power distribution of farm machinery

### **c. Deep processing and comprehensive utilization of agricultural products**

The processing of agricultural products still keep in an initial step, the resources of agricultural products haven't been utilized effectively, this leads agriculture into low comparative benefits and make farmers have low income. Deep processing agricultural products will be researched:

- Techniques of comprehensive utilization for agricultural products and sideline products
  - Utilization of agricultural products wastes
  - Special economic crops processing (chestnut, wild vegetables and plants, etc.)
- Techniques for keeping fresh, storing and transporting of agricultural products

### **d. Integrating and comprehensive technique of farm equipments**

On the basis of household operation system, China will promote farm production on a suitable scale and promote agriculture industrialize and social services. Integration of modern techniques, and development of complete set equipments will be more and more important. The following projects will be taken attention:

- Comprehensive mechanization of farm machinery aimed at the national agricultural basis
  - Cultivating industrialization for green house
  - Mechanized poultry and livestock farms
  - Industrialized seed processing
  - Complete set of cultivating machinery for suitable large scale system of farm production
    - Multi-uses small power complete set of cultivating

### **e. Research on the improving of quality and reliability**

One of the major problems that confront China's agricultural machinery industry is that it cannot meet the requirements of agricultural production in terms of varieties and technical level of its products. China-made major agricultural products such as tractors, internal combustion engines and combine harvesters lag behind the products manufactured by industrially developed countries, including performance, weight, reliability. There is a gap between the Chinese enterprises of agricultural machinery and enterprises of developed countries in production

technology, labor productivity and concentration of production. The main tasks are as follows:

- Technical transformation of key enterprises
- Research and application on modern design methods and experimental techniques
- Improving service life of key parts and components
- Improving reliability of products
- Modern enterprise management and products quality control

## CONCLUSION

In China, the development of farm mechanization has its own specialty and complexity due to its complicated natural conditions and cropping systems, and the coexistence of the modern large-scale production with the traditional small-scale production and of the relatively developed area with the under developed areas. The development of China's farm mechanization depends to a considerable extent upon the external conditions such as the progress made in industrialization, the adjust of the structure of rural industries, the urbanization of rural areas and the perfect of rural production organization pattern. Analyzing the present situation and developing tendency in the coming days, it will take a long time for China to realize farm mechanization. The level of agricultural mechanization between China and developed countries has a bigger gap. In future, China's farm mechanization will be in terms of concrete regional characters, closely around the demands of rural economic development, centering on getting more economic benefits. Some important measures will be taken such as technical reform of enterprises, making out the policies to promote the development of agricultural mechanization, absorbing the advanced experiences and techniques, experts, funds from abroad. By the year of 2000, There will be a rapid development of farm mechanization in China.

## REFERENCES

1. Chinese Academy of Agricultural Mechanization Sciences, 1988. The basic status of farm machinery in China. Machinery Building press.
2. Chinese Academy of Agricultural Sciences 1993. The developing strategy on basic sciences of agriculture. Chinese Agricultural Science and Technology press.
3. Chinese Society of Agricultural Machinery and CAAMS, 1995. Proceedings of International Agricultural Mechanization Conference. Beijing.
4. CAAM and CAASM. 1995. Research on structural adjust and development of agricultural industrial products.

**Table 1. Numbers of Agricultural Machinery and Power (1995)**

Agri.Machinery & Power	No. of Holdings
Total Power of Agri. Machinery (kW)	3.58 billions
Large and Medium-Sized Tractors	670 thousands
Small-Sized Tractors	8.63 millions
Combine Harvesters	7.54 thousands
Total Power for Irrigation Machines (kW)	8.05 millions
Agricultural Vehicles	778 thousands
Small Capacity Rural Transporting Vehicles	2.65 millions
Total Power for Agricultural and Sideline products (kW)	46.2 millions

**Table 2. Average Annual Growing Rate of Farm Machinery (1980-1995)**

Agri.Machinery & Power	Average Annual Growing Rate (%)
Total Power of Agri.Machinery (kW)	6.10
Large and Medium-Sized Tractors	-0.70
Small-sized Tractors	10.72
Combine Harvesters	7.09
Total Power for Irrigation Machinery (kW)	2.55
Agricultural Vehicles	12.39
Small Capacity Rural Transporting Vehicles	49.5 (1987-1995)
Total power for Agricultural and Sideline Products (kW)	3.09(1981-1995)

**Table 3. Level of Agricultural Mechanization in 1995**

Major Operation	Mechanized land Area	Mechanized Percentage
Ploughing	53.49 million ha	56
Sowing	30 million ha	20
Harvesting	16.7 million ha	11
Irrigation	69 million ha	65
Transporting		60
Processing of Agricultural and Sideline Products		nearly 100

**Table 4. Percentage of Numbers of Farm Machinery Held by Peasant Households**

Agri.Machinery	Percentage of Holdings
Large and Medium-sized Tractors	71.0
Small-sized Tractors	97.3
Agricultural Vehicles	83.1
Threshers	88.3
Power for Irrigation (kW)	66.5
Rice Mills	89.6
Grinding Mills	88.5

**Table 5. Structure and Value of Gross Output of Agricultural Machinery Industry (1985-1993)**

Unit: million RMB

Terms \ Years	1988		1991		1992		1993	
	Value	%	Value	%	Value	%	Value	%
Large and Medium sized Tractor	285.48	26.77	368.53	23.86	434.66	22.91	455.12	21.21
Small-sized Tractors	415.55	38.97	504.53	32.67	566.90	29.88	515.64	24.04
Tractor Driven Implements	47.15	4.42	77.39	5.01	81.80	4.31	85.76	4.00
Power Driven Plant Protection Machines	12.92	1.21	26.41	1.71	28.78	1.52	22.83	1.06
Combine Harvesters	39.58	3.71	60.85	3.94	65.70	3.46	58.12	2.71
Post Harvester Machines	21.99	2.06	35.23	2.28	37.24	1.96	32.31	1.51
Processing Machines of Agri. Products	74.35	6.97	55.76	3.61	68.06	3.59	85.08	3.97
Agricultural Transporting Vehicles	123.99	11.63	352.84	22.85	532.87	28.08	791.53	36.90
Irrigation Machines	20.85	1.96	28.81	1.87	39.31	2.07	50.28	2.34
Livestock and Poultry Machines	24.53	2.30	33.87	2.19	42.13	2.22	48.67	2.27
Total	1066.4	100	1544.2	100	1897.4	100	2145.36	100

**Table 6. Output of Major Farm Machines in 1994**

Agri.Machinery	Output Units
Large and Medium-sized Tractors	47,000
Small-sized Tractors	1,260,000
Combine Harvesters	3,480
Large and Medium-sized Implements	70,000
Power Driven Plant Protection Machines	181,000
Agricultural and Side line Product Processing Machines	366,000
Agricultural Vehicles	
Four-Wheels	197,000
Tri-Wheels	1,095,000
Wind Power Machines	4,100
Live Stock and Poultry Feeding Machinery	247,000

**Table 7. Level of Agricultural Mechanization from 1995 to 2000**

Major Operation	1995		2000	
	Mechanized Land Area (Million ha)	Mechanized Percentage (%)	Mechanized Land Area (Million ha)	Mechanized Percentage (%)
Ploughing	53.49	56	63.10	67
Sowing	30.00	20	47.30	32
Harvesting	16.71	11	28.40	20

**Table 8. Average Output per year of Major Farm Machinery in the Period of the Five-year Plan (1996-2000)**

Agri.Machinery	Average Output per year (units)
Large and Medium-sized Tractors	100,000
Small-sized Tractors	1,350,000
Four Wheels:	650,000
Walking:	700,000
Internal Combustion Engines	10 million kW
Tractor Driven Implements	120,000
Power-driven Plant Protection Machines	400,000
Self-propelled Combine Harvesters	8,000
Post-Harvesting Cleaning, Drying, Storing Equipments	20,000
Agricultural and Sideline Machines	400,000
Irrigation Machines (Including Pumps, Sprinklers)	1,700,000
Agricultural Vehicles	2,000,000

**Table 9. Farm Size Based on Peasant Household in 1988,2000**

Size	< 0.60 ha	0.67-1.33 ha	1.34-2 ha	2.1-3.33 ha	>3.33 ha
1988	70.3	18.9	5.4	5.4 (>2.1ha)	
2000	61.4	22.3	8.3	5	3.5



**Table 10. Structure of Rural Labor (1990,1995,2000,)**

unit: billion

Year	Total		First Industry		Second Industry		Tertiary Industry	
	Labor units	%	Labor units	%	Labor units	%	Labor units	%
1990	4.17	100	3.00	71.9	0.72	17.4	0.45	10.7
1995	4.33	100	2.66	61.4	0.98	22.6	0.69	16.0
2000	4.50	100	2.53	56.2	1.06	23.7	0.91	20.1

# 중국 농업기계화의 현황과 전망

가오 유아넌 와이 송링  
중국농업기계학회  
교수, 중국농업기계화과학원

## 적 요

중국에서 농업기계화는 농촌경제의 발전에 괄목할 만한 역할을 해 왔다. 이 논문은 농업생산에 대한 농업기계화의 기여도, 중국의 농업기계화, 과학 및 연구의 수준, 그리고 농기계산업 등 현황을 간략히 소개하고 있다. 거시적 관점에서 2000년의 목표와, 발전 경향과 관련해 추정되는 농업기계의 전망, 시장수요, 연구분야 등이 제시되었다. 중국에서는 농업기계화의 발전이 여러 가지 요인들과 연관되어 있으며 다가올 미래에는 기회와 도전이 공존하고 있다. 중국이 농업기계화를 실현시키는 데에는 오랜 시간이 걸릴 것이다.

주요용어: 농업기계화, 농업기계, 중국

## 서 론

중국은 거대한 농업국가이며 농업은 국가경제의 기반이다. 중국정부는 농업이 국가 발전의 속도와 12억 인구의 생활에 관계가 있기 때문에 국가의 경제 발전에 있어서 농업을 최우선 순위로 두고 있다. 중국정부는 농업의 현대화를 장려하고 있다. 농업의 현대화는 현대적인 장비의 지원에 달려 있기 때문에 농업에 대한 수요는 농업기계화를 발달 시키는데 항상 원천적인 힘이 된다. 농업기계는 광활한 지역에서 진보된 농업기술의 확장을 위한 매개체이며, 또한 산업기술의 발전이 농업에서의 이익으로 전환되는 가교역할을 한다. 그러므로 중국 정부는 항상 자국의 농업기계화에 대해 깊은 관심을 가지고 있으며 농업기계화의 발달을 위해서 자금과 원료의 투입, 농업기계설계, 생산, 분배, 유지, 정비, 기술감독, 관리, 사회적 서비스 제도 등 다양하면서 효과적인 방법을 써 오고 있다. 농업기계화에서 커다란 발전이 이루어져 왔으며, 근본적으로 농업에 필요한 여러 가지 기계와 장비를 제조할 수 있는 생산시스템을 설치하였다. 농업의 여러 분야와 농작업에서 농기계의 광범위한 사용은 농업의 물질적, 기술적 기반을 크게 향상시켜 왔다. 본 논문은 중국에서의 농업기계화에 대해 현재의 위치와 발전현황, 그리고 직면하고 있는 문제점들을 간략하게 소개하려고 한다.

## 중국 농업기계화의 현황

### 1. 농업기계화는 현대 농업 발전에서 결정적인 역할을 한다.

#### 1.1 농업기계는 바로 커다란 증익을 가져온다.

1995년 말에, 전기 기계적 동력은 농업생산력에 주도적인 역할을 해 왔으며, 시골 농가에서 소유한 농기계와 주요 농기구들이 표1에 나타나 있다. 표1에서 농기계는 일반적인 동력(kW)으로 나타내었다. 중국에서 농가경제 구조개혁의 초기 단계였던 1980년과 비교해보면, 농기계의 동력과 주요 농기구는 크거나 중간 사이즈의 트랙터를 제외하고는 정도는 다르나 계속 증가되어 왔다(표2). 농기계의 동력에 대한 연 성장률은 6.10 %에 달하며, 작은 사이즈의 트랙터는 빠르게 성장하고 있다. 크거나 중간 사이즈 트랙터가 마이너스 성장을 하는 주 요인은 작은 사이즈 트랙터가 농부의 구입수준과 농가작업에 따른 관리에 적합하기 때문이다. 중국에서는 사회주의 시장의 발달과 더불어 도시와 농가간의 필수품들의 교류가 증가하고 있으며, 수송에 따른 이익은 상대적으로 높다. 농업용 운반기계는 빠르게 증가되었다. 작은 용량을 가진 삼륜 운반차와 사륜 운반차의 연성장률은 49.5 % 정도까지 증가되었다. 농가경제의 향상과 수확기 소유자에게 지불해야 하는 요금부담으로 1995년에 콤바인 수확기의 보급이 크게 증가하였다. 그 증가율은 1994년에 비해 18.3 % 까지 달하였다. 중국은 장기적으로 인간 노동력과 동물에 의한 경작, 그리고 기계를 조화하는 농업 동력 정책을 실행하고 있다. 농업기계의 동력이 증가하므로써, 농업생산력에서의 전기 기계력의 비율은 점점 증가하고 있다. 1980년에는 60% 였으나 지금은 80%에 도달하였다.

#### 1.2 농업기계화의 수준은 꾸준히 증가하고 농업기계화의 새 기술은 빠르게 확산된다.

농기계의 증가에 따라 중국 농업기계화의 수준도 향상되어 왔다. 주요 농작업에 대한 기계화의 수준은 표3과 같다. 경운, 관개, 운반, 농산물과 부산물 가공에 대한 기계화 수준은 파종과 수확의 경우보다 높고 기계화된 비율은 55% 이상이다. 상대적으로 파종과 수확의 기계화 수준은 20 % 와 11 %에 불과하다. 즉, 이들은 개발단계에 있다고 할 수 있다.

중국에서 “과학, 그리고 기술과 함께 하는 농업의 변형”은 하나의 중요한 정책이다. 이 정책 하에서 중국은 농업기계화를 증진시키는데 많은 노력을 해 왔으며 현저한 성과를 거두었다. 밀, 쌀, 옥수수 등 주요 곡물의 생산성을 높이기 위한 기계화는 넓은 지역으로 확산되고 일반화되었다. 정밀, 소량 파종을 실시하는 지역은 1400만 ha에 이른다. 화학비료의 심층 살포지역은 거의 1700만 ha에 이른다. 수확시 파쇄짚을 농경지에 바로 되돌리는 지역은 560만 ha에 이르고 있다. 비경운 농토에서의 파종은 200만 ha 이상이다. 또한 공장에서 개발된 종자를 파종하는 방식은 아주 빠르게 증가되어 지고 있다.

### 1.3 농업기계화로 증가된 생산과 소득은 좋은 결과를 가져온다.

농업기계는 가뭄, 홍수, 작물의 질병, 해충 등의 자연적인 재난과 싸우는데 중요한 역할을 한다. 그것은 높으면서도 안정된 농업 생산량을 보장하는 데 커다란 공헌을 한다. 수억 kW의 관개, 배수 동력기계와 다른 시설물들이 사용 중에 있고 가뭄과 홍수 재난 지역은 크게 감소되었다. 작물관리를 위한 장비사용은 매년 평균 3000만 톤에 이르는 곡물과 50만 톤에 이르는 면의 손실을 되찾아 주었다. 그 결과, 농업생산의 증가와 농업 자원의 이용은 눈에 띄게 두드러 오고 있다. 트랙터 경작은 동물경작에 비해 생산량을 8 - 15 % 증가시키고, 트랙터 파종은 동물파종에 비해 생산량을 12 - 30 % 증가시킨다. 농업기계화의 완성된 일련의 기술들은 주요 곡물의 생산을 6 - 10 % 까지 증가시킬 수 있고, 화학비료의 심층살포는 12 - 30 % 까지 증가시키며, 수확시 파쇄짚을 농경지에 바로 되돌리므로써 5 - 29 % 까지 증가시킨다.

### 1.4 농업기계의 시장수요와 구매력은 계속적으로 증가하고 있다.

중국에서 농촌은 농가별 작업에 기초한 농촌경제 구조개혁을 실행하고 있다. 농부들은 농업기계를 스스로 선택하고 구입하며 소유하는 것을 결정할 수 있다. 농업기계로 인한 곡물생산의 증가로 농부들의 수입은 현저하게 증가하였다. 조사한 바에 의하면, 1994년 농업기계가 있는 농부들의 평균 순소득은 같은 기간의 농업기계가 없는 농부들보다 75.3%가 더 높았기 때문에 농부들은 보다 나은 소득을 위해 기꺼이 농업기계에 투자하려고 한다. 농업경제구조의 개혁으로 농부들의 소득수준은 증가하였다. 이는 농업기계화를 발전시키는 데에 있어 확실한 자본의 기반을 형성한다. 농업기계에서 농부의 투자는 1,000억만 RMB에 이른다. 계획경제시기에 농업기계의 공동소유라는 그러한 형태는 바뀌어 지고 있다. 농부가 농업기계를 소유하고 관리하는 데 그 주체가 되고 있다 (표 4). 농가가 소유하고 있는 주요 농업기계의 비율은 2/3, 혹은 그 이상이다.

## 2. 농업기계의 비교연합체계가 이루어졌다.

중국정부는 연구, 설계, 생산, 분배, 관리, 유지, 정비 등을 포함하는 농업기계화 체계를 구축하기 위해 항상 전력을 다해 왔다.

### 2.1 다층적인 연구체계가 설립되었다.

각 부처, 도, 시, 대학 하의 독립기관들과 회사 부설 연구기관들, 그리고 기술 감독과 확산을 위한 관청 등을 포함하는 다층적인 연합 연구 체계가 설립되었다.

경제와 연구에 대한 체제 개혁을 따르기 위하여 농업기계에 대한 과학과 연구의 관리 체계는 본질적으로 바뀌어져 왔다. 대부분의 연구 프로젝트들은 정부 계획을 지향하는 것이 아닌 시장 지향적인 것들로 채워졌으며, R&D를 위한 기금의 많은 부분은 사용자들

로부터 일어났다. 연구소는 소비자들의 요구를 만족시키기 위해 시장의 상황을 조사해야만 한다. 이런 변화된 체계가 연구분야를 확대시켰고, 연구와 생산의 결합을 증진시켜왔다.

중국은 다양한 농업기계와 일련의 대형이며 완전한 농업장비들을 스스로 개발하려고 추진시켜왔다. 현재, 약간의 수입기술을 제외하고는 국내의 기초적 연구에 의거하여 3000여종의 다양한 농업기계가 생산되고 있다. 광활한 지역, 복잡한 자연조건과 경작체제로 인해 농업기계 연구에 대한 기본 원칙 등은 다음을 따른다:

- a. 구체적인 지역특성에 따른 농업기계의 설계
- b. 농업기술과 기계화간의 밀접한 조화
- c. 진보적이고 응용적인 사고 하에서 농업기계의 설계
- d. 적극적인 선진 외국기술의 수용

기계산업부내의 새로운 농기계개발 프로그램에 기록되는 프로젝트들은 매년 100-300개이다.

농업기계의 대표적인 기관으로서, Chinese Academy of Agricultural Mechanization Sciences(CAAMS)는 기계산업부와 농업부의 공동지도하에 있는 다중훈련 연구기관이다. 이것은 농업기계, 관개와 배수기계, 수송과 그 수단, 사료가공과 축산기계, 농산가공, 새로운 에너지 개발, 컴퓨터 응용, 새로운 물질과 기술, 신뢰성, 발달하는 기상예보와 실행 가능한 연구 등을 포함하는 근본적인 연구와 생산에 대한 분야를 포함한다. 이 기관은 농기구의 국가 표준기관인 국립 농기계 생산품질 감독 및 조사 기관으로서의 기능을 가진다. 이 곳은 230명의 교수와 수석연구원, 850명의 기술직을 포함한 1100명이 근무하고 있다. 본부는 27 ha를 차지하고 있으며, 100ha 에 해당하는 농업기계 시험지역이 있다. 설립 이래 1300 R&D 프로젝트 이상이 행해져 왔다. 많은 연구의 성과를 바탕으로 50개의 큰 사료 공장, 40여개의 계사, 30여개의 유가공 농장, 자가 추진 콤파인 수확기, 수천 톤의 종자 가공을 위한 완벽한 세트, 루안해 강에서 텐진지역까지의 관개 프로젝트를 위한 직경 4.5 m와 4.0m의 대형 축류펌프, 잠수형 모터펌프 시리즈, 스프링클러, 정수 모터와 정수 조향기어, 대형용량의 트랙터를 위한 부착기 등이 거의 1000여 지역의 공장에서 생산에 들어갔다. 농업기계의 성능, 품질과 신뢰성 등을 향상시키기 위해 유한요소법, 최적화 기법, CAD, 신뢰성 설계, 제품이용주기 추정, 데이터 버스 등과 같은 현대적인 설계방법들이 새로운 농업기계 연구에서 채택되어졌다. 또한, 포장에서 즉각적으로 실험자료를 수집, 처리할 수 있는 원격조정차, 모델 검증기법, 영상용력의 분석, 금속표면 분석 및 피로도 시험, 입체사진술을 이용한 편광 탄성학 등 새로운 몇 가지 실험기술이 여러 분야에 채택되고 있다.

## 2.2 비교적 완전한 농업기계 산업체계가 구성되어졌다.

40년 이상이 지난 후에 중국은 꽤 큰 생산 용량을 가진 비교적 완벽한 농업기계 산업체계가 구성되어졌다. 1995년 말까지 기계산업부의 관할 하에 대략 2400개의 농업기

계회사들이 생겨났다. 1994년에 그들의 총 생산은 5백 60억 RMB 에 이르렀다. 최근에 중국은 3 - 160 hp 트랙터, 농업에 쓰이는 3 - 600 hp 내연기관, 12 - 160 hp 동력 콤파인 등을 생산하고 있으며, 농장, 산림, 동물경작, 부업, 수산업 등에 다양한 기계를 사용하고 있다. 중국에서는 농업기계의 98 % 이상이 바로 제조되어 진다. 중국은 국내 수요에 따라 8 분야, 103 항목, 3000여종 이상을 포함하는, 여러 가지 농업기계를 생산할 수 있으며 그 일부는 수출을 한다. 1993년에 농업기계의 수출은 22억 US\$의 외국환 수입을 창출했으며, 1994년에는 28억 US\$에 이르렀다. 중국제의 작은 트랙터와 디젤기관들, 쌀과 밀의 가공기계, 중소형 농기구들은 동남아지역에서 호평을 받고 있다.

1988년부터 1993년까지 농기계산업의 총생산과 그 구조는 표5와 같다. 10 가지의 주요 기계 중에서 대형과 중형 트랙터, 소형 트랙터, 운반차가 1 - 3 위에 해당되었고 순위가 바뀌었을지라도 총 생산의 77 -82 % 에 해당한다. 운반차의 순위는 1989년에 3위였으나 1993년에 1위에 올랐다. 그 이유는 이미 언급되었다.

1994년에 제작된 주요 농기계의 생산은 표 6에 나타났다. 1995년에 대형, 중형 트랙터 60,000 대, 소형 트랙터 1,890,000 대, 콤파인 수확기 9,000 대, 사료 농업운반차 260,000 대 등과 같은 몇몇 농기계 생산은 급속히 증가하였다. 표 6 과 비교하여, 이미 언급한 1995년의 농기계생산의 증가비율은 1994년에 비해 상대적으로 27.7 %, 50 %, 158 %, 32 % 에 이르렀다. 정부가 지역의 경계를 넘어 여러 지역에서 곡물을 수확하도록 수확기 소유자들을 지원했고, 순수 농부들이 도시로 이주해 가기 때문에 콤파인 수확기 생산은 급격하게 증가되었다.

중국에서는 농기계 생산의 대부분은 기계산업부 관할 하에 있는 대중형 크기의 공장에서 제작되고, 농촌에 있는 회사에서 제작되는 농기계는 적다. 최근 농촌의 회사들이 급속히 발달하였다. 그들의 농기계의 총 생산은 기계산업부의 관할 하에 제작된 총 생산의 18 %에 이른다.

농업기계 산업은 “수요를 목적으로, 서비스를 목표로, 사용자들이 필요로 하는 무엇이든 생산하겠다.” 는 안내지침을 실행하고 있다. 생산의 구체적인 골격은 농업의 모든 개발 요구를 충족시키기 위해 끊임없이 조정된다. 생산측면에서 대, 중, 소형 장비들에 대한 적정 비율에는 매년 현저하게 증가하고 있는 소형 트랙터, 소형 디젤, 가공기계들의 생산을 고려해야만 한다. 최근에 규모관리와 상업적 곡물기지의 발달에 따라 대형 및 중형 기계가 증가 추세에 있다. 그들의 총 생산은 1985년 38.5 % 에서 1995년 45 % 까지 증가하였다. 기계산업부는 특수 농기계, 일련형 농기계, 완전한 세트형의 제품, 자원 절약형 제품들을 개발하는데 노력을 기울이고 있으며, 이들 농기계에는 일련형 플라우, 일련형 경작기, 일련형 파종기, 정밀 파종기, 포장에 파쇄짚을 반환하기 위한 부착기, 화학비료 심층 살포를 위한 부착기, 415m 길이의 DYP 일련형 스프링클러, 20t/h 용량의 완벽한 가공기계 세트, 10000돈 사육 용량의 기계화된 농장, 매년 40만 개 처리 용량의 기계화된 씨암닭, 인공 부화 농장 등이 포함된다.

중국정부는 외국으로부터 선진 농기계기술을 도입하는데 깊은 관심을 가지고 있다. 1978년이래 7개의 트랙터 프로젝트, 26개의 농기구 프로젝트, 내연기관과 그 부속품에 관한 72 개의 프로젝트를 포함하는 기술 도입과 외국 투자자본을 사용한 105개의 프로젝트들이 시작되었다. 이미 쌓아 올린 기술의 사용으로 대부분 이들 프로젝트들은 완성되어 생산단계에 있다. 그 예로써 텐진, 창춘, 선양 트랙터 기지에서 소개된 고/중 출력 차륜 트랙터 제조기술과 류오양 제일 트랙터 기지에 의해 피아트로부터 소개된 80 - 100 hp 수륙양용 트랙터기술, 또 다른 이태리 회사에서 쟁조우 트랙터 기지와 썬타이 트랙터 기지가 공동으로 습득한 18 - 25 hp 인조차륜 트랙터 기술, 지암시 콤바인 수확기 기지에 의해 소개된 US 100 시리즈 콤바인 수확기 제조기술, 독일 E512와 E514 콤바인 수확기 기지의 제조기술등이 있다. 더 나아가서 작물관리 기계와 내연기관과 그 부속품, 양수기, 코튼 틴스(cotton tins) 등의 산업 등은 외국으로부터 새로운 기술들을 도입하여 왔다.

## 장래의 중국 농업 기계화의 전망

### 1. 2000년대의 농업기계화 목표

농업 경제 개발의 목표와 임무는 농업기계화를 위해 아주 중요하다. 2000 년까지 주요 농기계의 생산은 큰 이익을 남길 수 있도록 증가해야 한다. 곡물 생산은 5천만 톤까지, 면은 50만 톤까지, 육류와 수산물은 각각 천만 톤까지 증가되어야 한다.

중국에서 일인당 평균 경작지는 세계의 25 %에 불과하나 세계인구의 1/4이 중국에 속해 있다. 중국은 매우 어려운 임무에 직면하고 있다. 주요 곡물이나 경제 작물의 생산을 증가시키기 위해 진보된 기술의 적용과 단위 경작지당 생산량 증가, 불모지 감소, 파종지역의 안정화 등 여러 가지 중요한 방법들이 강구되어야 한다. 9차 5개년 계획(1996- 2000)에서 관개지역은 330만 ha가 증가하였고 복합 작물지수는 150 %에서 160 %로, 1400만 ha의 저수확 경지의 변환, 상용 곡물을 위한 300개의 국가 기지 설립, 아울러 자연재난을 극복하는 능력의 배양 등이 이루어 질 것이다. 더 나아가 위에서 언급한 모든 방법들은 농업기계화 역할을 강조해 줄 것이다. 농업기계화는 새로운 도전에 직면해 있다. 2000년까지 주요 작물을 위한 기계화의 수준은 표7 과 같이 어느 정도까지 증가될 것이다.

### 2. 농업기계화 수요에 대한 추정

시장조사와 전문가들의 분석에 의하면, 2000년까지 농기계 수요는 매년 증가할 것이다. 주요생산물에 대한 농기계의 매년 평균 생산은 표8 에 나타나 있다. 30만대의 중대형 트랙터가 폐기되고 새로 바뀔 것이다. 농기계 동력은 40억 Kw이상이 될 것이다. 농기계의 총 생산은 1994년의 565 억 RMB에 비해 2000년에는 800억 RMB까지 증가할 것이다. 9차 5개년 계획(1996-2000)기간에 주요 농기계는 다음과 같이 8 분야를 포함한다.

1. 중, 대형 트랙터
2. 농용 내연기관
3. 콤바인 수확기
4. 트랙터 장착용 새로운 형태의 부착기 (농촌형 운반차 포함)
5. 세척, 등급판정, 건조, 저장을 위한 완벽한 세트
6. 농산물 및 부산물 가공기계 (가축사료 가공기계 포함)
7. 동력 구동형 작물 관리기계
8. 배수와 관개기계 (스프링쿨러, 극소 물입자 살포기와 적하 관개기 포함)
9. 농업 시설물 (그린 하우스, 채소 보호포장, 종자 묘목 공장과 종자 가공공장 등)

전문가에 따르면, 2000년에 농장규모는 농가세대에 그 기반을 두고 소규모일 가능성이 높다.(표9). 1988년과 비교하면 농장 크기는 약간 증가할 것이다. 소형 농기계는 시장성이 높다. 농촌 노동력이 1차 산업에서 3차 산업으로 전이됨에 따라 시장의 수요는 증가할 것이다.(표10)

시장의 수요는 아주 복잡하고 변화무쌍하며 여러 가지 요인에 달려 있지만 확실한 것은 중국이 세계에서 큰 잠재력을 지닌 시장의 하나라는 것이다. 농기계에 대한 수요는 더욱 커질 것이다. 중국제의 농기계는 국제무대에서 어느 한 부분을 차지하게 될 것이고 생산품의 수출로 대략 50억 US\$에 달하는 외국환을 벌게 하며 더욱 나은 발전을 위한 투자의 기초를 놓게 될 것이다.

### 3. 농기계 연구의 경향

중국에서는 “two high and one superior” (고생산성, 고효율, 최상품질)의 농업을 실현시키기 위해서, 또 농업 장비의 기술 수준을 향상시키기 위해서 새로운 농기계에 대한 연구와 개발이 강화될 것이다. 주요 분야는 다음과 같다:

#### a. 생태학적 농업 장비에 대한 연구

다른 나라와 마찬가지로, 지속적인 농업의 발전과 더불어 중국은 “농업환경을 어떻게 보호할 수 있는가” 라는 심각한 문제에 직면해 있다. 기계를 이용하고, 농촌기업의 발전으로 인하여 환경오염과 토질 황폐화가 심각하게 되었다. 중국정부는 경제, 사회와 환경간의 협력개발을 증진시키기 위해서 일련의 정책을 내놓았다. 다소의 농기계들은 다음과 같이 개발될 것이다:

- . 무경운 포장에서의 파종시 종자를 덮어 주기 위한 기계
- . 화학비료 심층살포를 위한 부착기
- . 저공해 작물 관리/보호 장비
- . 비닐 피복기 및 제거를 위한 기계
- . 농용 폐기물 처리 장치



- . 생물공학의 응용
- . 재생 에너지의 응용

## b. 천연자원과 비용을 절감하는 장비에 대한 연구

중국의 농업발전을 저해하는 본질적인 요인의 하나는 농업자원의 고갈이다. 1인당 경작지는 세계 평균의 34.6 % 에 불과하고 1인당 수자원은 세계 평균의 27 % 에 불과하다. 이는 중국이 농업을 발전시키는 데 자원 절약 방법을 채택해야만 하는 것을 의미한다. 즉, 에너지 절약, 화학 비료의 절약, 살충제의 절약, 연료의 절약, 경작지의 절약 등..... 중국은 세계에서 화학비료를 가장 많이 쓰는 나라이지만 그 적용효율은 단지 30 % 에 불과하다. 비료의 심층살포가 채택된다면 그 효율은 45% 까지 올라갈 것이다. 관개에서 물의 적용효율은 30-40% 정도로 낮지만, 효과적으로 사용하면 그 효율을 10 % 더 올릴 수 있고 4000억 kg의 곡물을 생산하게 될 것이다.

중국은 9차 5개년 계획에서 용수 600억 입방미터를 절약하고, 용수 절약지역을 330만 ha 증가시키며, 80억 kg의 곡물을 증산한다는 목표를 실현하기 위해 300개의 용수절약 및 곡물증산 지역을 설정하려는 계획에 있다. 또한, 중국은 비료 심층 살포지역, 4600 ha와 정밀 파종지역, 1300 ha를 증가시킬 계획이다. 이와 관련된 기술과 기계는 다음과 같이 개발될 것이다:

- . 용수 절약형, 에너지 절약형 관개장치
- . 습기 자동제어 관개기술
- . 정밀 파종기
- . 자연 자원 이용을 위한 장치 (바람, 햇빛, 수력 등)
- . 부착기 사용동력에 대한 최적화
- . 농기계의 최적 동력 배분

## c. 농업생산물의 심도 있는 가공 및 종합적 이용

농산물의 가공은 아직 초기단계이고, 농산 자원은 효과적으로 사용되지 못하고 있어 농업은 상대적으로 이윤이 적고 농부들의 수입은 낮다. 농산물의 심도 있는 가공이 연구될 것이다:

- . 농산물과 부산물의 종합적 이용에 관한 기술
- . 농산 폐기물의 이용
- . 특수 경제작물의 가공 (밤, 야생채소 및 야생작물 등)
- . 농산물의 신선도 유지, 저장 및 운송

## d. 농용 장비의 전체적, 종합적 기술

세대별 농작업 체계에 기초하여 중국은 적당한 규모로 농업생산을 촉진할 것이고 농업 산업화와 사회적 서비스 화를 증진할 것이다. 현대기술의 사용과 완벽한 세트의 장

비 개발은 더욱 중요하게 될 것이다. 다음과 같은 프로젝트들이 주목되어지고 있다:

- . 국가 농업에 기초한 종합적 농업기계화
- . 그린 하우스에 대한 경작의 산업화
- . 가금 및 가축사의 기계화
- . 종자 가공의 산업화
- . 대형 및 적정 규모의 농산물 생산을 위한 완벽한 세트의 경작기계
- . 완벽한 세트의 다용도 소형 동력 경작기계

#### e. 품질과 신뢰성 향상에 대한 연구

중국의 농기계 산업이 당면한 문제중의 하나는 생산제품의 다양성과 기술수준이란 면에서 농업생산에 대한 요건을 충족하지 못한다는 것이다. 중국제의 농기계(트랙터, 내연기관, 콤팩트 수확기 등)는 선진국보다 성능, 무게, 신뢰성 등에서 뒤떨어지고 있다. 중국 농기계회사와 선진국 농기계회사와는 생산기술, 노동생산성, 생산집중성에 있어서 차이가 있다. 주요 임무는 다음과 같다:

- . 핵심기업이 소유한 기술전이
- . 현대적인 설계 방법과 실험기술에 대한 연구와 응용
- . 주요 부품과 요소들에 대한 서비스 향상
- . 기계의 신뢰성 향상
- . 현대적인 기업관리와 생산기계의 품질관리

## 결 론

복잡한 자연조건과 경작 체계, 그리고 전통적인 소규모 생산과 현대적인 대규모 생산의 공존, 발달된 지역과 낙후 지역의 혼합 등으로 중국에서 농업기계화의 발전은 아주 특수하고 복잡하다. 중국의 농업기계화의 발전은 상당히 외부적 조건에 달려 있다. 즉, 산업화 과정, 농가 산업구조의 변화, 농업 지역의 도시화, 농가생산 조직형태의 완전성 등에 달려 있다. 현 상황과 미래의 개발 경향을 분석해 본 결과, 중국이 농업기계화를 실현하는 데는 오랜 시간이 걸릴 것이다. 중국과 선진국간의 농업기계화의 수준에는 큰 차이가 있다. 미래에 중국의 농업기계화는 지역적인 특성을 구체화하며 농가경제 발전의 요구에 가깝고, 보다 나은 경제적인 이윤을 얻는 데 중심이 될 것이다. 기업들의 기술개혁, 농업기계화의 발전을 증진시키기 위한 정책의 실현, 외국으로부터의 진보된 경험과 기술, 전문가, 자금의 흡수와 같은 몇몇 중요한 조치가 취해질 것이다. 중국에서의 농업기계화는 2000년까지 빠르게 발전될 것이다.

표 1. 농기계의 수량 및 동력 (1995)

농기계의 수량 및 동력	보 유 량
농기계 총동력(kW)	3.58 십억
중·대형 트랙터	670 천
소형 트랙터	8.63 백만
콤 바 인	7.54 천
관개기계 총동력(kW)	8.05 백만
농작업차	778 천
소형 농업용 운반차	2.65 백만
농산물 및 부산물용 총동력	46.2 백만

표 2. 농기계의 연간 성장율(1980-1995)

농기계의 수량 및 동력	연간 성장율(%)
농기계 총동력(kW)	6.10
중·대형 트랙터	-0.70
소형 트랙터	10.72
콤 바 인	7.09
관개기계 총동력(kW)	2.55
농작업차	12.39
소형 농업용 운반차	49.5 (1987-1995)
농산물 및 부산물용 총동력	3.09(1981-1995)

표 3. 농업기계화 수준(1995)

주요작업	기계화포장면적	기계화율(%)
경운	53.49 백만 ha	56
파종	30	20
수확	16.7	11
관개	69	65
운반		60
농산물 및 부산물 가공		약 100

표 4. 농기계 보유 상황

농기계	보유율(%)
중·대형 트랙터	71.0
소형 트랙터	97.3
농용 운반차	83.1
탈곡기	88.3
관개기계 동력(kW)	66.5
도정기	89.6
분쇄기	88.5

표 5. 농기계산업의 총생산과 구조(1985-1993)

단 위 : 백만RMB

구분	연도		1988		1991		1992		1993	
	value	%	value	%	value	%	value	%		
중·대형 트랙터	285.48	26.77	368.53	23.86	434.66	22.91	455.12	21.21		
소형 트랙터	415.55	38.97	504.53	32.67	566.90	29.88	515.64	24.04		
트랙터부착작업기	47.15	4.42	77.39	5.01	81.80	4.31	85.76	4.00		
동력방제기	12.92	1.21	26.41	1.71	28.78	1.52	22.93	1.06		
콤바인	39.58	3.71	60.85	3.94	65.70	3.46	58.12	2.71		
수확후처리기계	21.99	2.06	35.23	2.28	37.24	1.96	32.31	1.51		
농산물가공기계	74.35	6.97	55.76	3.61	68.06	3.59	85.08	3.97		
농용운반차	123.99	11.63	352.84	22.85	532.87	28.08	791.53	36.90		
관개기계	20.85	1.96	28.81	1.87	39.31	2.07	50.28	2.34		
축산기계	24.53	2.30	33.87	2.19	42.13	2.22	48.67	2.27		
합계	1066.4	100	1544.2	100	1897.4	100	2145.36	100		

표 6. 주요 농기계 생산

농 기 계	생 산 량
중·대형 트랙터	47,000
소형 트랙터	1,260,000
콤 바 인	3,480
중·대형 작업기	70,000
동력 방 제 기	181,000
농산물 및 부산물 가공기계	366,000
농업용운반차	
4륜	197,000
3륜	1,095,000
풍 력 기 계	4,100
축 산 기 계	247,000

표 7. 농업기계화 수준(1995-2000)

주 요 작 업	1995		2000	
	기계화 포장면적 (백만 ha)	기계화율 (%)	기계화 포장면적 (백만 ha)	기계화율 (%)
경 운	53.49	56	63.10	67
파 종	30.00	20	47.30	32
수 확	16.71	11	28.40	20

표 8. 9차 5개년 계획기간(1996-2000) 주요 농기계 평균생산량

농 기 계	년간 평균 생산량(대)
중·대형 트랙터	100,000
소형 트랙터	1,350,000
(4륜)	(650,000)
(보행)	(700,000)
내연기관	10 백만 kW
트랙터작업기	120,000
동력방제기	400,000
자주식 콤바인	8,000
수확후 선별, 건조, 저장장치	20,000
농산물 및 부산물용 기계	400,000
관개용기계(펌프, 스프링클러 포함)	1,700,000
농작업차	2,000,000

표 9. 농가호당 영농규모(1988, 2000)

단 위 : ha

년도 \ 규모	≪ 0.60	0.67-1.33	1.34-2	2.1-3.33	>3.33
	1988	70.3	18.9	5.4	5.4(>2.1ha)
2000	61.4	22.3	8.3	5	3.5

표 10. 농촌 노동력 구조(1990, 1995, 2000)

단 위 : 십억명

년 도	합 계		1 차 산 업		2 차 산 업		3 차 산 업	
	노동력	%	노동력	%	노동력	%	노동력	%
1990	4.17	100	3.00	71.9	0.72	17.4	0.45	10.7
1995	4.33	100	2.66	61.4	0.98	22.6	0.69	16.0
2000	4.50	100	2.53	56.2	1.06	23.7	0.91	20.1