

# 茶葉動力機械使用平均壽命之分析研究<sup>(1)</sup>

## A Study on Mean Time Life of Plucking Machine

常 昭 鳴<sup>(2)</sup>

Phillip J. M. Ch'ang<sup>(3)</sup>

### 一、前 言

本省茶園之耕作管理一向比較粗放，民國四十六年調查全省茶園有剪枝及施肥者不及十分之一，近年來由於茶園耕作法改良示範與推廣，普遍已較改善，但根據最近之調查，未施肥及剪枝者仍佔有相當數的比例，因此為提高臺茶單位產量，應積極加強推廣成木茶園之集約管理。

茶園關係增產最大之耕作管理以施肥、剪枝、中耕除草，病蟲害防治及採摘等事項為主，目前本省茶園根據調查約有73%左右均位於坡地，一般均認為耕作管理自較平地者困難，更談不上以機械來代替人工，從而機械化集約經營，以提高工作效率，增加單位面積產量，減低生產成本，然而事實上，並不能從這些表面數字上來作這樣一個斷語，筆者根據多年來之實際試驗工作，認為本省除極少數地區之茶園外，大部份均可以機械動力來完成各種管理工作，當然限於地形及其他各種環境因子的影響，有許多困難存在，而這些困難絕非無法克服的，如以小型機械用於各種作業，其經濟意義較為重大。

機械之使用主要係增加效率及減低生產成本，因之，機械之使用壽命必須加以考慮，採摘工資佔茶葉生產成本極大比數，為了減少生產成本，提高採摘效率，各型採摘機在本省開始使用，使用較多者為引擎式往復切割型，此種採摘機係日本出品，本省尚無任何廠家生產，該機械之一般使用保養並無特殊，但其各部機件之使用壽命，原出產廠商並未加以研究，本研究係針對該種機械之使用壽命加以分析，並作成各部機件換修鑑定表以供本省茶園生產者之參考。

### 二、試驗材料與方法

目前本省茶園機械以採摘機為主，本試驗即以日本製內田式往復採摘機為試驗材料，將該採摘機分解

為三個主要系統，按其操作活動部份及個別零件，測定並估計其各部損壞情形，然後計算其平均損壞時間(The Mean Time Between Failure) 簡稱 MTBF，再作成各部機件換修鑑定表，作為使用者手冊以供參考之用。本機所分三個系統如下：

1. 動力系統。
2. 傳動系統。
3. 剪刃系統。

每個零件之使用時間是依照實際操作之持續或間歇而定，吾人採用每小時之使用小時數 (Hours/Hour) 來計算。機械零件在沒有保養和持續運轉的情況下，所得損壞時間是根據參考資料或憑以往的經驗加以估計。

在連續不斷的操作下，各部機件破損率係按下式計算。即

$$\text{Failures}/10^6 \text{ Hours} = \text{No. of Parts} \times 10^6 / \text{Est.}$$

$$\text{Hours to Failure } N/10^6 \text{ 小時} = n \times 10^6 / T$$

N：破損數

n：零件數

T：估計可用時間

各系統之破損率 (Failure Rate) 是由其應用值比 (Duty cycle) 來決定，而平均損壞時間在無保養的情形下乃係綜合各部分的破損率加以估計。

為求得有效的機械保養週期，根據每一部份的最嚴重的破損率，當各部分的使用時間到達預定損壞時間的二分之一時即把該部零件換新或翻修。

在有保養的情況下其平均損壞率 (MTBF) 係將最嚴重的破壞部份加以消除，也就是經過調整或換新後所求得。

本機經試驗在全載的轉速 2100 R. P. M 時剪刃的往復次數為 494 次/分，因引擎本身有一離心式

(1)本研究承國家科學委員會補助，謹致謝忱。

(2)臺灣省茶業改良場技正。臺灣大學農工系兼任講師。

(3)Senior Specialist, TTES.

離合器當無較空轉時傳動索的轉速約減 20% , 因此  
假定各系統應用值比如下:

1. 動力系統: 100%
2. 傳動系統: 80%

3. 剪刀系統: 80%

### 三、破損率計算

1. 動力部份:

零 件 名 稱 Assembly or Part	件 數 No.	估計損壞時間 Est. Cont. Hrs To Failure	根 據 Source Ref.	損 壞 率 Failures/10 <sup>6</sup> Hrs No×10 <sup>6</sup> (Est. Hours. To Fail.)
背 帶 Vinyl Shoulder Back	1	50k		20
背 帶 墊 Shoulder cushion	2	30k		66.6
防 振 彈 簧 Shoulder Spring	1	100k		10
去 油 蹄 襯 Oilless Bush Shoe	3	15k		200
離 合 蹄 Clutch Shoe	3	60k		50
離 合 器 彈 簧 Spring-clutch	3	120k		25
離 合 軸 Shaft-clutch	1	30k		33.3
滾 珠 軸 承 Ball Bearing	2	80k	*	25
彈 簧 軸 夾 Snaping	1	10k		100
軸 環 連 合 器 Collar flexible joint	1	10k		100
自動離心式離合器 Auto-centrifugal clutch	1	30k		33.3
油 門 控 制 線 Throtlie Wire	1	23k		40
空 氣 濾 清 器 Air cleaner	1	1k		1000
汽 化 器 Carburetor	1	20k		50
油 管 Fuel Pipe	2	10k		200
止 動 開 關 Stop Switch	1	100k		10
排 氣 管 Exhaust Pipe	1	30k		33.3
火 星 塞 Spark Plug	1	0.1k		10000
火 星 塞 電 線 Wire	1	1.2k		883
曲 軸 Crank Shaft	1	40k		25
汽 缸 蓋 Cylinder Head	1	40k		25
汽 缸 壁 Cylinder Wall	1	30k		33.3
活 塞 Piston	1	10k		100
活 塞 環 Piston Riog	5	10k		300
連 桿 Connecting Rnd	1	20k		50
閥 彈 簧 Valve Spring	2	60k		33.3
閥 Valve	2	5k		400
控 制 凸 軸 Cam Shaft	1	100k		25
合 計 Total				1.3065.8

註: \*根據資料 其他:根據經驗

2. 傳動部份:

零 件 名 稱 Assembly or Part	件 數 No.	估計損壞時間 Est. Cont. Hrs To Failure	根 據 Source Ref.	損 壞 率 Failures/10 <sup>6</sup> Hrs No×10 <sup>6</sup> (Est. Hours. To Fail.)
傳 動 索 Flexible-Shaft	1	1k		1000
傳 動 套 Flexible-Tube	1	30k		33.3
合 計 Total				1033.3

3. 剪刀部份：

零件名稱 Assembly or Part	件數 No.	估計損壞時間 Est. Cont. Hrs To Failure	根據 Source Ret.	損壞率 Failures/10 <sup>6</sup> Hrs No×10 <sup>6</sup> (Est. Hours. To Fail.)
轉動輪 Wheels	2	20k	*	100
球承輪 Ball-bearings	3	80k	*	39.5
固定栓 Holder Flexible	1	100k		10
油封座 Oilseal-flexible Hoder	1	100k		10
墊圈固定栓 Packing-flexible Hoder	1	100k		10
滑輪 Pulleys	5	80k	*	62.5
蝸輪 Worm	1	40k	*	25
蝸桿軸 Worm Shaft	1	60k		16.6
主板 Eccentrit Plate	1	100k		10
連桿板 Link Plate	1	60k		16.6
下剪刃 Lower Blade	1	40k		25
上剪刃 Upper Blade	1	20k		50
剪刃壓槽板 Upper Blade Phess Chanep Plate	1	80k		12.5
皮帶 Belt	1	30k		33.3
風扇 Fan	1	30k		33.3
風扇軸 Fan Shaft	1	30k	*	33.3
合計 Total				485.6

四、結果與討論

根據以上之計算，各部附屬系統之應用時間如以百分一百的充分利用，則其損壞率為：

附屬系統	Failures/10 <sup>6</sup> Hours
動力	13,065.8
傳動	1,033.3
剪刀	485.6
合計	14,584.7

但是根據經驗以及測定，其應用值比 (The Specified Duty cycle) 分別為：

動力	100%
傳動	80%
剪刀	80%
合計	14,584.7

因此其計算應為：

$$13065.8 + 0.8(1033.3 + 485.6)$$

$$= 13065.8 + 826.64 + 388.5$$

$$= 14280.9/10^6 \text{Hours}$$

MTBF (無保養)

$$= 10^6 / 14280.9$$

$$= 70.5 \text{小時}$$

由以上之計算，可以列出各部零件換修鑑定表 (Calender Days to Failure)

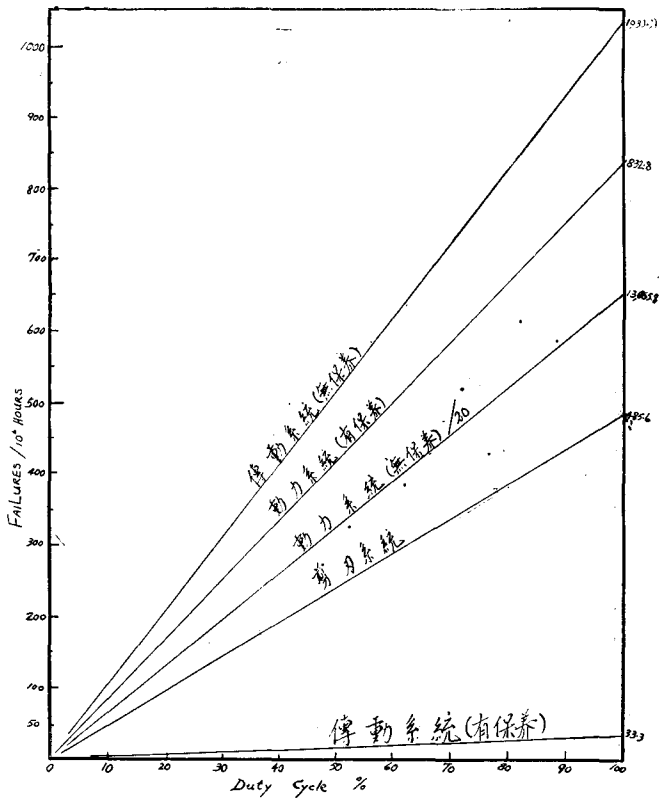
零件名稱 Component	損壞日曆 Calender Days to Failure
火星塞	125
空氣濾清器	125
電線	150
傳動索	156
活塞	625

本表之計算係八小時為一工作天，因之應更換零件之標準為：

- 每工作月：更換火星塞
- 每四工作月：更換空氣濾清器
- 每五工作月：電線及傳動索應更換
- 每工十一工作月：更換活塞

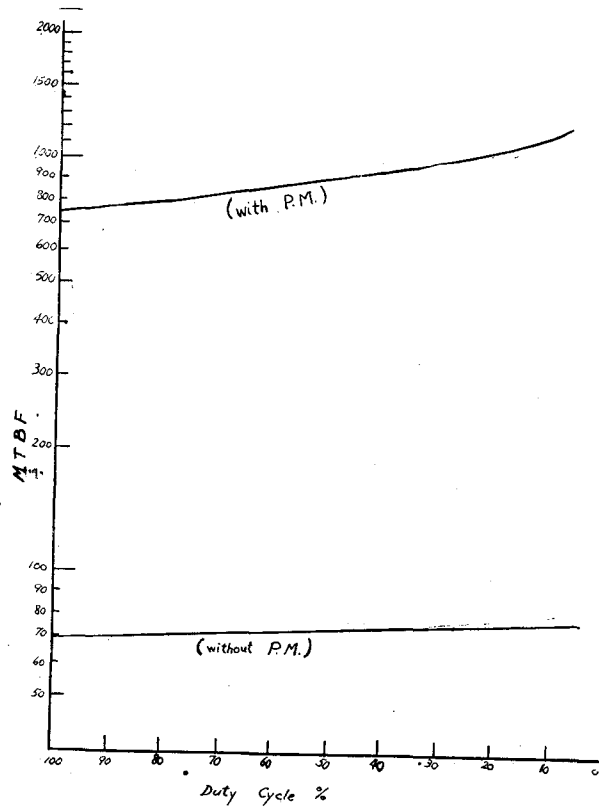
如果機械在有保養的情況下，其損壞率之計算則為：

動力系統	832.8
傳動系統	33.3
剪刀系統	485.6
合計	1351.7



圖一：損壞率應用值比關係圖  
Fig 1: Failure Rate vs. Duty Cycle

圖二：MTBF 與應用值比關係圖  
Fig 2: MTBF vs. Duty Cycle



$$\begin{aligned} & \therefore 832.8 + 0.8(33.3 + 485.6) \\ & = 1247.9/10^6 \text{Hours} \\ \text{MTBF (With P. M.)} \\ & = 10^6/1247.9 \\ & = 801.3 \text{ Hours} \end{aligned}$$

因此一部機械在有保養與無保養之情形下比較，二者使用壽命相差十一倍以上，其比較如上二圖。

## 五、結 論

機械之使用主要係增加效率及降低生產成本，因此，機械之使用壽命必須加以考慮，採摘工資佔茶葉生產成本極大比數，爲了減少生產成本，解決人工問題，提高採摘效率，各型採摘機在本省開始使用，使用較多者爲引擎式往復切割型。

本試驗對本省所使用之引擎式往復切割型採摘機之使用壽命期加以測定，並對各部機件加以分析，計算而得，其平均使用壽命在無保養的情況下爲七十點五小時，如加以適當保養則可增至八百零一點三小時，因此一部機械有無保養，其使用壽命相差十三倍以

上。

再根據保養的情況，得到使用本型採摘機更換零件標準爲：

- 每工作月：更換火星塞。
- 每四工作月：更換空氣濾清器。
- 每五工作月：電線及傳動索應更換。
- 每二十一工作月：更換活塞。

## 參 考 文 獻

- (1) 吳振鐸(1963)：茶葉 農業要覽 第七冊第三篇。
- (2) 毛滄清(1961)：實用農業機械。
- (3) 吳振鐸、常昭鳴(1964)：茶樹深剪台刈機之設計研究 農工學報 第十卷增刊號。
- (4) C. B. Richey (1961)：Power-transmission elements. Agricultural Engineers' Handbook.
- (5) E. C. Ellitt & F. J. Whitehead (1931)：Tea Planting in Ceylon.
- (6) N. G. Gokhale (1958)：Report on a tour of the U. S. S. R. and Seven East European Countries Indian Tea Association Tockai Experimental Station Memorandum No. 25.

## Summary

The purpose of this report is to predict the Mean Time Between Failure of the Tea Plucking Machine. The prediction is made under the condition that the Preventative Maintenance Schedule indicated is adhered to.

The Plucking Machine is broken down into three individual assemblies and parts which are active in operation of sub-system. The three basic sub-systems are:

1. Drive
2. Transmission
3. Shear

The usage of each of the individual members is determined as hours/hour or operations/hour depending on whether the usage is continuous or intermittent.

The failure rate for each sub-system is determined according to the duty cycle of sub-system. The MTBF of complete system is then derived, from the sub-system failure rates.

The following are the worst case components and calendar days to failure at the calculated usages and specified duty cycle. (100% drive, 80% for remaining two sub-system.)

Component	Calendar Days to Failure
Spark Plug	12.5
Air Cleaner	125
Wire	150
Flexible Shaft	156
Piston	625

The above indicates that preventative maintenance be scheduled as follows: assuming power is on the machine 24 hours per day and it is working 50% of the time.

- Every month : Replace the spark plug.
- Every four month : Replace air cleaner.
- Every five month : Replace wire and flexible shaft.
- Every twenty-one month : Replace piston.