

# 大宗茶鲜叶原料分级机的研制与实验

任广鑫<sup>1</sup>, 范起业<sup>1</sup>, 何鑫<sup>1,2</sup>, 何雪军<sup>3</sup>, 李文萃<sup>1,2</sup>, 王进<sup>3</sup>, 唐小林<sup>1,\*</sup>

(1. 中华全国供销合作总社杭州茶叶研究院, 浙江杭州 310016;

2. 浙江大学茶叶系, 浙江杭州 310058;

3. 浙江大学 CAD & CG 国家重点实验室, 浙江杭州 310027)

**摘要:**机采大宗茶鲜叶长短不一、老嫩不同, 以此为原料制得的茶叶品质较低, 为此研制了一种新型的抛掷式大宗茶鲜叶分级机, 该机由分级槽体、传动机构、摇杆和机架等部分组成, 通过抛掷的方式对茶鲜叶进行分级。结果表明, 使用第二批茶鲜叶进行分级, 投叶量为 5kg/min、振动频率为 50Hz 时, 分级机的平均分净率最高, 达 79.04%, 挂网率为 3.60%。可见, 该机能较好地实现机采大宗茶鲜叶的分级。

**关键词:**大宗茶, 茶鲜叶, 分级, 机械组成

## Development and experiment of the grading machine for ordinary tea leaf material

REN Guang-xin<sup>1</sup>, FAN Qi-ye<sup>1</sup>, HE Xin<sup>1,2</sup>, HE Xue-jun<sup>3</sup>, LI Wen-cui<sup>1,2</sup>, WANG Jin<sup>3</sup>, TANG Xiao-lin<sup>1,\*</sup>

(1. Hangzhou Tea Research Institute, All China Federation of Supply and Marketing Cooperatives, Hangzhou 310016, China;

2. Department of Tea Science, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China;

3. State Key Laboratory of CAG & CG, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

**Abstract:** Machine-plucked tea possessed different lengths and with varied tenderness, such material would surely result in poor tea quality. To solve this problem, a new grading machine which worked according to the casting principle was developed. It was composed of a classification trough, a power transmission line, a rocker and a frame. The results showed that when the second batch of fresh leaf material was treated, and with a feed rate 5kg/min and vibration frequency 50Hz, the average classification rate was as high as 79.04%, and materials caught in the net was 3.60%. Above all, it was a machine which can effectively realize the classification of the machine-plucked tea leaves.

**Key words:** ordinary tea; fresh tea leaf; grading; mechanical composition

中图分类号: TS272.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2013)07-0290-04

近年来, 我国茶区劳动力日渐紧缺, 采茶成本普遍上涨<sup>[1]</sup>, 大量优质大宗茶不能被有效利用。据统计, 我国茶区劳动力成本约占总生产成本的 80%~90%, 鲜叶采摘成本约占劳动力成本的 70%<sup>[2]</sup>。随着茶鲜叶机械化采摘技术的发展、成熟与装备的推广<sup>[3-6]</sup>, 机采鲜叶已成为提高大宗茶利用率的必然趋势。然而, 采茶机的大量使用也产生了一些负面的问题, 如机采叶长短不一, 老嫩不同, 是导致大宗茶品质下降的主要原因之一。因此, 迫切需要一种优选优质茶鲜叶, 保证茶叶加工品质的大宗茶鲜叶分级设备。目前, 在茶鲜叶质量分级方面, 主要有名优茶鲜叶分级机的研制以及茶鲜叶质量近红外评价技术的引进。王胜鹏等<sup>[7]</sup>通过偏最小二乘(PLS)方法, 建立了茶鲜叶的近红外光谱(NIRS)与其含水量、粗纤维总量和全氮量之间的相关性模型。提出了基于

鲜叶含水量、粗纤维总量和全氮量的茶鲜叶原料的质量系数方程, 得出了鲜叶的质量系数。并证明了鲜叶质量系数越大, 其质量等级越高。Zhang 等<sup>[8]</sup>将近红外光谱技术与 PLS 法相结合用于幼嫩芽叶组成性质的评价和质量等级的评估, 获得了较好的结果。骆耀平等人<sup>[9]</sup>研制出名优茶鲜叶原料分级机 MCF-I、改良型 MCF-I 和 MCF-II, 并进行了分级效果的对比实验。同时, 在国内各大茶叶机械厂已生产有不同型号的鲜叶原料分级机具, 如 6CXF-70 型茶叶分级机(浙江春江茶叶机械有限公司)等, 已在茶叶生产中得到应用。但对大宗茶分级的研究至今仍鲜有文献报道。本文自主研制的抛掷式大宗茶鲜叶分级机是一个曲柄摇杆机构, 首先由电机通过皮带驱动曲轴旋转, 曲轴通过连杆将运动传递到摇杆, 摇杆最终带动分级槽体作往复运动。通过改变槽体上的筛网孔径大小, 即可进行分级作业。采用正交实验方法分析鲜叶的分级效果, 为茶鲜叶分级机在大宗茶生产中的实际应用提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

收稿日期: 2012-11-06 \* 通讯联系人

作者简介: 任广鑫(1985-), 男, 硕士, 主要从事茶叶加工与化学及装备技术方向的研究。

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划项目课题(2011BAD01B03-4)。

单人采茶机采回的茶鲜叶原料 采自浙江省金华市九峰山周边区域的鸢坑种,实验茶园为夏季轻修剪后的有机茶区,茶园枝叶长势良好,未见明显病、虫害,地点选择金华市采云间茶业有限公司九峰茶叶出口基地。

SV100 型双人川崎采茶机 浙江川崎茶叶机械有限公司;FA1104A 型电子天平 上海国灏化学仪器有限公司;PAN-GLOBE 型多功能计时器 深圳万兴鸿电子有限公司;6CZF-300 型抛掷式大宗茶鲜叶原料分级机 中华全国供销合作总社杭州茶叶研究院与浙江上洋机械有限公司联合研制。

## 1.2 整机结构设计

1.2.1 整机结构和工作原理 本文研制的抛掷式大宗茶鲜叶分级机的整机结构如图 1 所示,主要由动力部分(三相异步电机)、传动部分(皮带轮、曲轴、连杆、摇杆)、分级槽体(振动槽、筛网)和机架部分(挡板、连接块、连接机架)等四部分组成,整机外部尺寸及功率等参数设置见表 1。

表 1 设计参数表

Table 1 Design parameters

参数	整机长度 (cm)	整机宽度 (cm)	整机高度 (cm)	电动机功率 (kW)
设计值	315	81	88	2.2

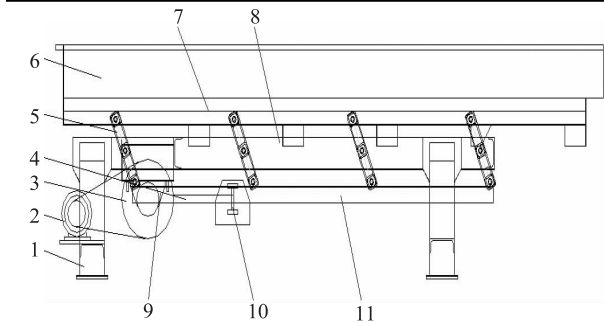


图 1 大宗茶鲜叶分级机总体结构  
Fig.1 Structure of the grading machine for ordinary tea leaf material

注:1.机架;2.三相异步电机;3.皮带轮,曲轴;4.连杆;  
5.摇杆;6.分级槽体;7.筛网;8.挡板;  
9.连接块 1;10.连接块 2;11.联动杆。

该机工作时,电机旋转带动曲轴摇杆机构,使摇杆作往复摆动,槽体与各摇杆铰接构成平行四边形机构,促使槽体往复平动。槽体中的茶鲜叶,受槽体斜向抛力作用,不断向前运动,当孔径大于茶鲜叶的尺寸时,茶鲜叶便会从孔中落下,传送至下一工序的接茶口。

1.2.2 筛网的设计 根据机采鲜叶原料采摘嫩度、大小差异较大的特点,自制了抛掷式分级机的网孔筛板,结构如图 2 所示。从图中可以看出,筛板设置有五种不同孔径的网孔。按照网孔大小顺序,其长度和宽度分别设定为 3、4.5、6、7、8cm 和 1.5、2、3、4、4cm,以达到将单片叶、粗大的原料与优质鲜叶原料分级付制的目的。各个网孔筛板的长度为 54cm,宽度为 75cm,分级机筛板总长为 270cm,保证了大小差异较大的鲜叶原料能够较好地分离,获得较好的分级结果。

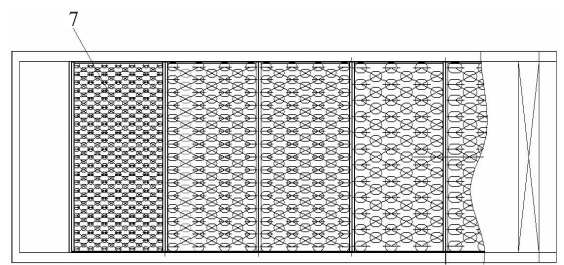


图 2 分级机筛网的结构

Fig.2 The structure of screen of the grading machine

1.2.3 机器运行状况 研制的抛掷式分级机在浙江省金华市汤溪镇采云间茶业有限公司九峰工场进行了茶鲜叶原料的分级实验。实验过程中,机器运行良好,状态稳定,无故障发生。

## 1.3 实验设计

为了综合评价抛掷式鲜叶分级机的工作性能,探明影响其分级效果的主次因素。根据文献报道<sup>[9-12]</sup>及抛掷式分级机的工作原理,该机是通过振动和投叶等多因素共同完成分级作业,以单因素作为控制分级效果难以实现,且不切合生产实际。因此,选择鲜叶机械组成、投叶量、振动频率为影响实验指标的主要因素。采用 3 因素 3 水平正交实验获得各指标与各个因素间的量化关系,实验因素水平如表 2 所示。

表 2 实验因素与水平表

Table 2 Table of experimental factors and levels

因素水平	鲜叶机械组成 (%)	投叶量 (kg/min)	振动频率 (Hz)
1	一批次	4	45
2	二批次	5	47.5
3	三批次	6	50

## 1.4 分级效果评价指标

分净率(Grading ratio, Gr)和挂网率(Netting ratio, Nr)是决定生产中茶鲜叶分级质量的主要指标。因此,选择分净率 Gr 和挂网率 Nr 作为鲜叶原料分级机分级效果优劣的评价指标。

1.4.1 分净率 分净率是指在鲜叶分级过程中,一定长度的枝叶落入分级机相应大小网孔的多少。计算公式如下:

$$Gr(\%) = \frac{M_s}{M_t} \times 100$$

式中,  $M_s$  为鲜叶落入相应大小网孔的重量,单位:kg/min;  $M_t$  为落入筛网的鲜叶总重量,单位:kg/min。

1.4.2 挂网率 挂网率是指在鲜叶分级过程中,由于枝叶展叶角度较大,挂于筛网而不能正常落入网孔内的鲜叶。挂网率计算公式如下:

$$Nr(\%) = \frac{M_f - M_z}{M_f} \times 100$$

式中,  $M_f$  为分级过程中的投叶量,单位:kg/min;  $M_z$  为落入各个筛网下的鲜叶总量,单位:kg/min。

## 2 结果与分析

### 2.1 大宗茶鲜叶分级机分级效果

表3 茶鲜叶原料机械组成划分结果

Table 3 Divisions of fresh leaf material mechanical composition

批次	鲜叶机械组成(%)					
	一区段	二区段	三区段	四区段	五区段	六区段
1	11.25 ± 1.01	18.32 ± 2.29	11.17 ± 0.50	8.53 ± 1.11	15.28 ± 2.08	36.42 ± 2.44
2	16.18 ± 3.69	18.60 ± 2.62	14.11 ± 1.74	9.64 ± 0.59	13.84 ± 2.32	27.64 ± 2.82
3	9.14 ± 2.79	21.90 ± 1.34	13.96 ± 1.13	10.50 ± 0.32	13.02 ± 1.62	31.48 ± 2.80

表4 分级机的分级结果

Table 4 Classification results of the grading machine

批次	投叶量 (kg/min)	振动频率 (Hz)	分净率(%)					
			一区段	二区段	三区段	四区段	五区段	六区段
1		45	63.56 ± 1.22	57.15 ± 3.58	53.96 ± 1.76	50.97 ± 0.56	53.59 ± 2.55	78.30 ± 3.51
2	4	47.5	65.04 ± 3.11	60.92 ± 2.77	57.38 ± 2.37	54.95 ± 1.73	56.14 ± 2.08	80.93 ± 4.01
3		50	73.08 ± 2.34	70.68 ± 1.51	64.08 ± 2.06	65.40 ± 1.39	67.85 ± 1.26	81.84 ± 2.28
3		45	81.26 ± 2.16	71.73 ± 1.94	59.81 ± 1.53	52.01 ± 2.01	52.92 ± 2.34	71.06 ± 1.61
1	5	47.5	81.70 ± 2.83	72.69 ± 2.11	65.10 ± 1.75	62.44 ± 2.21	62.48 ± 0.87	74.12 ± 1.48
2		50	84.44 ± 1.22	82.49 ± 1.53	74.48 ± 1.37	72.85 ± 2.33	74.57 ± 1.08	85.42 ± 1.54
2		45	70.88 ± 1.47	65.13 ± 2.63	52.79 ± 2.10	54.67 ± 1.74	53.62 ± 2.16	68.07 ± 1.29
3	6	47.5	76.24 ± 1.31	66.09 ± 2.88	59.86 ± 1.07	59.82 ± 2.40	59.22 ± 2.67	77.16 ± 1.83
1		50	79.96 ± 2.08	73.51 ± 3.23	64.14 ± 2.16	64.24 ± 1.47	69.45 ± 2.55	81.30 ± 2.15

2.1.1 鲜叶机械组成划分 为评估大宗茶鲜叶原料分级机的分级效果,根据机具结构设置有五个不同孔径的网孔,鲜叶由投叶口径振动分筛可以得到六段不同大小的鲜叶原料,即一区段(小于3cm)、二区段(3~4.5cm)、三区段(4.5~6cm)、四区段(6~7cm)、五区段(7~8cm)、六区段(大于8cm)。采用五分法取样,以机采鲜叶原料大小分级归类,划分原料机械组成,不同批次进厂的机采鲜叶原料机械组成划分结果见表3。从表3茶鲜叶组成看,一至五区段的鲜叶所占的比例差异不大,六区段的鲜叶占有较高的比例,是其它区段鲜叶比例的2~3倍。这表明,大宗茶鲜叶原料机械组成中,粗大的茶鲜叶原料所占比例较大<sup>[7]</sup>。

2.1.2 鲜叶原料分级 不同投叶量、振动频率下,不同批次的鲜叶原料经大宗茶鲜叶分级机分级结果见表4。表4结果显示,各个批次的鲜叶原料经分级机分级,得到各区段的分净率均大于50%。其中,一、二、六区段的分净率较高,三、四、五区段的分净率相对较低。从振动频率的变化看,振动频率为50Hz时,各区段的分净率较高。选取第二批次的鲜叶,振动频率为50Hz,投叶量为5kg/min时,获得各区段的分净率最高,分别约为84.44%、82.49%、74.48%、72.85%、74.57%、85.42%。“分级付制”是茶叶加工的基本原则<sup>[13]</sup>,加工技术的选择和参数的设置基于对原料等级的科学评价。通过抛掷式鲜叶分级机分筛,优选出不同质量的鲜叶原料,在此基础上加工出外形均一,品质上乘的优质茶是完全可行的,这也是建立连续化、自动化生产线的必要环节。

## 2.2 正交实验结果

以各批次鲜叶机械组成、投叶量、振动频率为分级机分级效果的影响因素,得到正交实验结果见表5。表5正交实验结果显示,各批次鲜叶机械组成、投叶量、振动频率对分级机的平均分净率和挂网率

的极差分别为0.4、7.0、12.1和0.5、3.6、5.5,相应的变幅分别为59.59%~79.04%和3.60%~14.96%。这表明,各因素影响分净率和挂网率的主次顺序为振动频率>投叶量>鲜叶机械组成,最优组合为第二批次鲜叶机械组成、投叶量5kg/min、振动频率50Hz。其中,振动频率为50Hz时,可在降低挂网率的同时缩短分级机进出料时间,进而有效地提高分级机的分级效率。对于本研究所设计的分级机而言,采用第二批次鲜叶为实验原料,投叶量为5kg/min且振动频率为50Hz时,平均分净率最高,挂网率最低,分别可达到79.04%和3.60%。

表5 正交实验结果

Table 5 Results of orthogonal experiment

实验号	批次	投叶量 (kg/min)	振动频率 (Hz)	实验指标	
				平均分净率 (%)	挂网率 (%)
1	1	1	1	59.59	10.46
2	1	2	2	69.75	8.44
3	1	3	3	72.10	7.49
4	2	1	2	62.56	9.02
5	2	2	3	79.04	3.60
6	2	3	1	60.86	14.96
7	3	1	3	70.49	7.22
8	3	2	1	64.80	9.39
9	3	3	2	66.40	9.56
k <sub>1</sub>	67.1/8.8	64.2/8.9	61.8/11.6		
k <sub>2</sub>	67.5/9.2	71.2/7.1	66.2/9.0		
k <sub>3</sub>	67.2/8.7	66.5/10.7	73.9/6.1		
R	0.4/0.5	7.0/3.6	12.1/5.5		

注:上述均值与极差数据分别对应为:平均分净率/挂网率(k为均值,R为极差)。

(下转第304页)



作用机制的实验研究[J].中华中医药学刊,2008,26(6):1259-1261.

[4] 聂建华,欧阳文娟,阮时宝,等.土人参根健脾益气功效及其作用机制的实验研究[J].中国中医药科技,2009,16(3):200-201.

[5] Herbach K M, Stintzing F C, Carle R. Identification of heat-induced degradation products from purified betanin, phylloactin and hycocerenin by high-performance liquid chromatography/electrospray ionization mass spectrometry [J]. Rapid Commun. Mass Spectrom, 2005(19):2603-2616.

[6] 吕春茂,王新现,董文轩,等.越橘花色苷特征及其制备技术研究[J].食品工业科技,2011,32(5):428-431.

[7] 霍光华,杨树林, Hirotohi T. 甜菜红色素的色谱行为及其波谱表征[J].中国食品学报,2007,7(5):139-144.

[8] 刘志皋,郭忠兰.食用天然色素——甜菜红[J].食品工业科技,1980(4):7-12.

[9] 高彦祥,刘璇.甜菜红色素研究进展[J].中国食品添加剂,2006(1):65-70.

[10] Cai Y, Sun M, Corke H. Identification and distribution of simple and acylated betacyanins in the Amaranthaceae [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2001, 49(4):1971-1978.

[11] Cai Y, Xing J, Sun M, et al. Rapid identification of betacyanins from amaranthus tricolor, gomphrena globosa, and hycocereus polyrhizus by matrix-assisted laser desorption/ionization quadrupole ion trap time-of-flight mass spectrometry (MALDI-QIT-TOF MS) [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2006, 54(18):6520-6526.

[12] Kugler F, Stintzing F C, Carle R. Identification of betalains from petioles of differently colored swiss chard (*Beta vulgaris L. ssp. cicla* [L.] Alef. Cv. Bright Lights) by high-performance liquid chromatography-electrospray ionization mass spectrometry [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2004, 52(10):2975-2981.

[13] Stintzing F C, Schieber A, Carle R. Betacyanins in fruits from red-purple pitaya, *Hylocereus polyrhizus* (Weber) Britton & Rose [J]. Food Chemistry, 2002, 77(1):101-106.

[14] Wybraniec S, Nowak-Wydra B, Mizrahi Y. <sup>1</sup>H and <sup>13</sup>C NMR spectroscopic structural elucidation of new decarboxylated betacyanins [J]. Tetrahedron Letters, 2006, 47(11):1725-1728.

[15] Strack D, Vogt T, Schliemann W. Recent advances in betalain research [J]. Phytochemistry, 2003, 62(3):247-269.

[16] Cai Y, Sun M, Corke H. Characterization and application of betalain pigments from plants of the Amaranthaceae [J]. Trends in Food Science & Technology, 2005, 16(9):370-376.

[17] Cai Y, Sun M, Wu H, et al. Characterization and quantification of betacyanin pigments from diverse Amaranthus species [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1998, 46(6):2063-2070.

(上接第292页)

### 3 结论与讨论

3.1 利用一种新型大宗茶鲜叶原料分级机,通过抛掷的方式进行分级作业。设置投叶量为5kg/min、振动频率为50Hz,使用第二批次鲜叶原料分级,得到平均分净率为79.04%,挂网率为3.60%。实验结果表明,应用抛掷式大宗茶鲜叶原料分级机对机采大宗茶鲜叶进行分级是可行的。为改善大宗茶品质,实现标准化加工提供了可行性。

3.2 分级槽体长短和网孔大小的配置是影响分级质量优劣的必要因素。适度增加分级槽体长度,合理配置网孔孔径大小,有助于减少各区段鲜叶重叠交叉现象的产生,降低分级机的误分率。同时,为保证分级过程中鲜叶厚度均匀一致,防止展叶状态小的原料提前或滞后出现,可在投叶口配置匀叶器,为实现加工技术装备的标准化提供了可能。

3.3 机采大宗茶鲜叶经分级机分级,可有序地筛分破碎、粗老芽叶与中间段质量较好的优质原料。选用优质原料制得的优质大宗茶,可有效地提高大宗茶质量和增加其经济效益。同时,使传统观念对大宗茶原料粗老、品质低劣、效益贫乏的看法得到改观,有利于带动我国茶叶消费的转型和茶产业的发展。

### 参考文献

[1] 骆耀平,唐萌,蔡维秩,等.名优茶机采适期的研究[J].茶叶科学,2008,28(1):9-13.

[2] 唐小林.机械化采茶的利弊分析及发展前景[J].中国茶叶加工,2008(4):10-12.

[3] 石元值,吕闰强,方乾勇,等.不同茶树品种实行优质绿茶机械化采摘的适应性比较[J].中国茶叶,2010(11):8-9,11.

[4] 张兰兰,王家伦,胡华健,等.贵州湄潭茶区茶叶机械采摘的技术应用[J].西南农业学报,2011,24(5):1948-1951.

[5] 边金霖,王加伦,胡华健,等.贵州湄潭永兴茶场现行茶叶采摘行为的研究[J].茶叶,2010,36(4):213-215.

[6] 唐小林.我国茶叶加工技术装备现状分析与对策研究[J].中国农机化,2010(2):20-23,30.

[7] 王胜鹏,宛晓春,林茂先,等.基于水分、全氮量和粗纤维含量的茶鲜叶原料质量近红外评价方法[J].茶叶科学,2011,31(1):66-71.

[8] Zhang Z, Wang S, Wan X, et al. Evaluation of sensory and composition properties in young tea shoots and their estimation by near infrared spectroscopy and partial least squares techniques [J]. Spectroscopy Europe, 2011, 23(4):17-21.

[9] 骆耀平,王永镜,张兰兰,等.名优茶鲜叶原料分级机研究[J].茶叶,2012,38(1):27-33.

[10] 张兰兰,董迹芬,唐萌,等.名优茶机采鲜叶分级技术研究[J].浙江大学学报:农业与生命科学版,2012,38(5):593-598.

[11] 袁海波,鲁成银,毛祖法,等.名优绿茶新型鲜叶筛分机分级效果初步研究[J].中国茶叶,2011(8):19-21.

[12] 李兵,夏涛,宛晓春,等.基于蚁群算法的茶叶抖筛机参数优化[J].农业工程学报,2009,25(3):84-87.

[13] 文兆明,余志强,韦静峰,等.有机茶标准化生产的加工包装储藏技术规程[J].广西农学报,2010,25(1):41-44.