

1 概 况

茶叶加工是茶叶初制、精制和深加工的总称。将茶树的鲜叶（又称茶菁、芽叶、青叶、生叶）经过工艺处理后，形成不同茶类的毛茶，即半成品茶，称为茶叶初制；将毛茶做进一步工艺处理，成为规格化、系列化的精制茶，即成品茶，称为茶叶精制。将原料（鲜叶、毛茶、精制茶、副产品或茶树上可利用器官）进一步加工，形成与传统工艺所生产的产品不同的茶制品，称之为茶叶深加工。

最早利用茶叶是“伐而掇之”（陆羽《茶经》），生煮羹饮，继而晒干贮存。当人们感到饮茶能祛病强身消渴时，对茶叶有了新的要求，出现了烘干制饼的原始茶叶加工。随着消费人群的扩大、茶叶生产的发展、茶文化的繁荣，出现了团茶、散茶以及各种茶类。近代又出现茶叶精制。随着科技的现代化，检测手段、加工设备水平的提高，出现了茶叶深加工。至今，茶叶加工学已成为学科交叉的专业，属于农副产品加工和食品加工、精细化工的范畴。

1.1 国内外茶叶加工概况

全球有 58 个国家或地区种茶，1998 年全球茶园面积达 $2.5 \times 10^{10} \text{m}^2$ ，产茶约 2.9Mt，人均年消费茶叶 0.45kg，发达国家人均达 1.5kg，中国年人均消费茶叶 340g。全球的茶叶及其制品的销售额在 160 亿美元以上，在一些国家，茶叶已成为国家进出口的主要农产品。据估计，全球有 1/2 的人喝茶，消费量占饮料总消费量的 25%，常年需进口茶叶消费的国家或地区已达 115 个。

1999 年，中国茶园面积约 $1.13 \times 10^{10} \text{m}^2$ ，约占全球茶园面积的 45%，但产量仅占 22%，世界平均单产约 80kg/亩，中国仅为 41.8kg/亩。1999 年中国茶叶总产量为 675.8kt，比 1998 年增长 3%，出口约 200kt。

1.1.1 绿茶

绿茶是世界上最早加工的茶类，历史悠久，其制法大多由我国传入其他国家。

绿茶对人体健康优于红茶，且绿茶的平均价格高。目前，绿茶的世界产量达到 600kt 以上，近 20 年中，产量平均年增长率达 5% 以上。绿茶以我国产量最多，占世界绿茶产量 85% 以上；其次为日本、印度尼西亚、越南、前苏联，产区比较集中。一些非洲国家历史上习惯饮用绿茶，为节省外汇开支，近来也积极引种，发展绿茶。为争夺市场份额，印度也积极仿制绿茶，主产区在南印度，年产量 10kt 左右。

绿茶属于不发酵茶类，主要分四类，即炒青、烘青、晒青、蒸青。每一类又可分若干花色品种。其中，日本绿茶以生产蒸青为主，也生产少量烘青和炒青；印尼绿茶以烘青、炒青为主，烘青窰制茉莉花茶；印度绿茶以生产珠茶、蒸青为主；越南和前苏联生产炒青为主；我国生产绿茶中的四大类，但以炒青和烘青为主。中国绿茶中的珠茶、眉茶除畅销摩洛哥等非洲国家外，还销往法国、美国等。此外，绿茶中的名优茶，如西湖龙井、黄山毛峰、碧螺春等蜚声海内外，销势较旺。

目前，绿茶加工大多为机械生产。炒青和烘青多为单机作业，而蒸青，尤其是日本蒸青，机械化程度高，大多为机械化或半自动化作业。越南、印尼以及非洲国家生产绿茶的机械，不少由我国提供。我国的名优绿茶多为手工制作，现已向半机械化、机械化过渡。

1.1.2 红茶

红茶是世界茶类中第一大茶类，占全球产量的 70% 以上，占世界茶叶贸易量 1260kt 的 90% 左右。全球红茶产量约 2Mt，其中斯里兰卡、印度、肯尼亚、中国和前苏联的产量较高，此五国产量占红茶总产量的 70% 以上。

红茶加工技术源于我国，已有二百余年历史。由于品种、机械等原因，我国出口红茶总体水平不高、卖价甚低。目前，我国红茶出口仅占市场份额的 7%。主要原因是成本太高，如著名产茶国肯尼亚

生产的红茶成本约 1 美元/kg，而我国不少茶区的鲜叶成本就在 1 美元/kg 以上。

红茶属全发酵茶，可分为三大类，即小种红茶、工夫红茶和红碎茶。前两种红茶为我国特有的红茶产品，尤以滇红、祁红蜚声国内外。红碎茶则是世界共同性的产品，因其汤色红艳，滋味浓，加牛奶后汤色金黄，又适宜于作袋泡茶，所以在国外，尤其在欧美国家较流行。

国外生产红碎茶机械化程度高，按其制法分为传统制法和非传统制法，而后者又可分为洛托凡制法、CTC 制法和 LTP 制法。由于 CTC 制法强烈快速，茶叶品质较好，冲泡后茶汁浸出率比传统制法高 30%，更适宜加工袋泡茶，因此发展较快。肯尼亚 99% 以上用 CTC，印度 80% 以上用 CTC，一些新兴的红茶国也仿效。目前，斯里兰卡、阿根廷、前苏联和我国还基本处于传统制法加工红碎茶。尽管各种红碎茶制法各异，但红碎茶的花色分类及各类茶外形规格基本一致，分为叶茶、碎茶、片茶和末茶，基本上实现了产品标准国际化。

1.1.3 其他茶

国际上，除红茶、绿茶外，白茶、青茶、黑茶、黄茶等茶类基本上由我国生产，是少数几个国家特有的茶类。在这些茶类中，以青茶为首。青茶又名乌龙茶，属半发酵茶，通过摇青等工艺形成乌龙茶固有的特色。乌龙茶主产我国的福建、台湾和广东等省，日本也有少量生产。近二十年来，乌龙茶产量猛增，1990 年产量比 1980 年增长 9 倍，10 年中年增长 90% 左右。目前我国乌龙茶产量大约在 70kt 以上，也是出口茶叶的重要品种。黑茶属后发酵茶类，通过渥堆或堆积做色，形成黑茶叶色油黑或褐绿色，汤色深黄或褐红的特点。黑茶也称老茶，主产我国的湖南、云南、四川等省，前苏联也曾制作。黑茶主要作紧压茶的原料，我国黑茶产量约为 32kt，主要提供给我国少数民族地区的需要。白茶属前轻微发酵茶类，通过选芽萎凋，缓慢地、自然地氧化茶多酚，从而形成白色茸毛多、汤色清淡如水的特性。白茶主产我国福建，其中白牡丹、白毫银针为白茶中的佼佼者。白茶产量甚微，主销港澳地区，其次为新加坡、马来西亚和西欧。黄

茶属中轻发酵茶，通过闷黄技术形成黄茶特有的黄汤黄叶品质。黄茶主产我国湖南、安徽、福建、浙江、湖北、台湾等省，但产区狭小，产量不多。前苏联曾制作黄茶，称苏联黄茶。我国黄茶主要内销，市场面不广，仅为少数特定消费者饮用。黄茶中君山银针是我国的名茶之一。药茶、果味茶、加香茶等常以茶为原料，添加药草或干果或加香形成，消费市场正在缓缓扩大，尤其是药茶，涉及人体健康，或强身益寿，或减肥，逐渐受到人们青睐。

1.1.4 茶制品

20 世纪 40 年代出现速溶茶，直至 80 年代前后，速溶茶研究取得突破性进展，产品质量有了提高，饮用方式发生了变化，速溶茶的消费量猛增，1978 年至 1989 年，速溶茶产量增 2 倍，1996 年产量已有 3600t。生产速溶茶有印度、斯里兰卡、日本、中国等产茶国，也有美国、英国、瑞士等非产茶国。目前，品质最好的速溶茶采用冷冻干燥。有的速溶茶还脱去咖啡因，适合少数特殊人群的爱好的，但价格不菲。茶饮料是 20 世纪 70 年代发展起来的，直接利用茶汤、速溶茶或浓缩茶兑水加工而成，常以罐装、瓶装、纸盒装形式出现，携带、饮用方便，冷暖皆宜。目前世界上茶饮料产量在 7Mt 以上，人均消费量正在上升，西欧 3.48L / (人·a)(1966 年) 美国 7.87L / 人·a(1994 年) 我国台湾省 19L / 人·a(1996 年) 日本 27L / (人·a)(1996 年)，茶饮料在世界上销售额已超过 100 亿美元。近几年来，我国的茶饮料也有发展，1995 年中国农科院茶叶研究所成功地开发出茶饮料加工生产技术，解决了茶饮料中变色、香低、沉淀三大难题，通过了部级鉴定，该项成果达到国际先进水平，同时实现了产业化，带动了我国茶饮料的发展。1999 年我国茶饮料产量超过 800kt。

中国、日本、美国、英国、韩国科学家的科学实验不断揭示了茶叶中成分的理化性质，加深认识这些茶叶成分和用途，开拓成功另一类的茶制品，如茶多酚、茶色素、咖啡碱等。据估测，全球每年消耗咖啡碱 20kt，如全从茶叶中提取，则需茶叶 880kt。在崇尚自然的今天，对天然咖啡碱要求更为强烈。茶多酚是茶叶中含量最多的一种成分，它的抗氧化效力比合成的二丁基羟基甲苯 (BHT)、丁基羟基茴

香醚 (BHA)、没食子酸内酯 (PG) 和维生素 E 高, 茶多酚与维生素 C 和维生素 E 有协同作用, 并具有杀菌效力和阻断亚硝酸盐的形成, 可广泛用于含油脂食品的抗氧化保鲜, 延长食品的保质期, 也可制成口香糖, 防治龋齿。近几年, 茶多酚在我国又被批准为中新药, 用于治疗心血管系统疾病。茶叶中的茶色素实际上是多酚的氧化产物, 也具有相同作用, 制成的药品为“心脑血管健”。在茶叶中还有脂多糖等, 都具有保健功能, 能加工成保健食品。具有功能性成分的茶制品的开发, 引起了医学界、食品界的关注与参与, 也改变了茶在人们生活中的形象, 茶不仅是饮料, 而且是一种功能性的食品。

1.2 茶叶加工发展趋势

据预测, 21 世纪前 50 年茶叶人均消费将提高至 0.5kg/a, 年生产平均增长率为 1.8%。茶叶将向方便、健康、经济、多样化方向发展。红、绿茶消费 21 世纪 50 年代末估计仅占茶叶总消费量的 60%, 但仍占主导地位; 特种茶将达到 15% 左右, 脱咖啡碱茶、有机茶也会有所增加, 2010 年占有率增长至 15%。纵观世界茶业, 茶叶加工发展总趋势是, 改造传统茶叶制造业, 提高科技含量, 生产更多更好的产品; 建立茶叶加工创新产业, 应用高新技术, 创造高新产品。

传统茶叶制造业的改造趋势

茶叶制造业是传统产业, 历史悠久。传统产业有着广大的市场, 习惯性的消费群占主导地位。随着现代化进程加快, 传统产业必须改造, 必须提高技术含量, 才能继续生存和发展。传统茶叶制造业将在以下四个方面进行改造。

传统工艺的改造。根据市场需要和茶类特色, 调整工艺。总的来说, 绿茶要求“三绿”, 即外形色泽绿, 汤色绿, 叶底绿。滋味鲜醇, 香气高爽; 红茶要求红汤红叶, 味浓强鲜, 浸出速度快、浸出率高。因此, 研究和采用先进工艺、改造旧有工艺刻不容缓。

(2) 传统设备改造。工艺调整必定引起设备改造。目前我国有些绿茶加工地区仍处于“一滚到底”的工艺, 茶机配置也不合理, 不能

保证绿茶应有品质。红碎茶 CTC 的制法尚未在主产省普及，采取技术和设备引进，能较快地改进红碎茶的品质。为了降低生产成本、保证茶叶品质，茶叶加工应逐步实现产品系列化和标准化，加工机械化和自动化。

(3) 传统茶类结构的改造。20 世纪 90 年代 红绿茶 特种茶 有机茶（含脱咖啡碱）为 90:5:3~5；到 21 世纪 50 年代，将调整为 60:15:10~25。因此，用现代手段改造茶类结构、不断开发新产品是时代发展的需要。同时，每种茶类，也要调整和创造新的花色品种，如颗粒绿茶在绿茶产量中要占有一定的比例，保证优质绿茶袋泡茶加工。我国或世界的红碎茶中 CTC 茶的比例也要提高。同时，要更快地发展草药茶、果味茶和乌龙茶等特种茶，以满足世界茶叶市场的需要。

(4) 传统包装的改造。长期以来，茶叶的包装比较落后，近几年虽有改进，但仍局限于纸盒、塑袋和铁罐上。今后应加强采用新材料、新技术、新贮藏保鲜法，要美观、大方、新颖，又能保证茶叶的质量。

1.2.2 用高新技术建立茶叶创新产业

根据高新技术创新产业要求和国内外茶叶加工科学研究基础，茶叶创新产业可从以下几方面去考虑。

(1) 应用酶技术、超滤技术、超临界 CO₂ 技术等，提取茶中有效成分的单体，以及生产浓缩茶、速溶茶等，提高质量，并使成本大大下降；

(2) 应用生物技术，将茶树细胞进行培养，提取次生代谢物质，最高限度地提高初级产品纯度、提高酯型儿茶素的比例和含量。

(3) 应用计算机技术，实现加工过程自控。目前，日本已研制成全自动电脑操作的煎茶加工，实现了全自动计算机控制。

(4) 发展交叉科学，探索茶与人体健康的奥秘，开发出新的产品，使茶为人体健康作出更大贡献。

2 绿茶加工

2.1 概 述

从茶树上采摘下来的芽叶，经过摊放、杀青、揉捻、干燥工序而形成的产品通称为初制绿茶。由于杀青方法或干燥方法不同，又可分为炒青、烘青、蒸青、晒青。目前，我国绿茶生产以炒青和烘青为主，在 20 世纪 70 年代又创制了颗粒绿茶。上述产品再通过精制，成为成品茶或称精制绿茶。

绿茶是我国六大茶类之首，历史悠久，产区广阔，产量多，品质好，销路大。全国 20 余个产茶省或多或少都生产绿茶，但主产区在浙江、安徽、江苏、福建、四川、江西等省。全国绿茶产量近 500kt，约占全国茶叶总产量的 80%。绿茶也是我国茶叶出口的主要茶类，出口量占世界绿茶总贸易量的一半以上，主要销往摩洛哥等 50 余个国家和地区。近年来，随着我国经济发展和人民生活水平的提高，内销绿茶中的名优茶发展很快，成为各茶类中的佼佼者。

绿茶的品质特点，既是绿茶加工的质量要求，也是检验绿茶加工技术和区分各花色品种的主要标准。绿茶品质总的特点是外形色泽绿，汤色绿，叶底绿，香高味醇。但不同品种花色，品质上仍有各自特色。

炒青：外形条索紧结匀整，色泽绿润；内质香高持久，汤黄绿明亮，味醇厚爽口，叶底黄绿明亮。

烘青：外形条索完整，显白毫，色泽深绿油润；内质香高味鲜醇，汤绿而清澈，叶底绿亮匀整。

颗粒绿茶：外形呈沙形颗粒，色绿有光泽，滋味浓爽，汤色绿亮，叶底粒状绿亮。

2.2 绿茶原料

2.2.1 绿茶原料要求

绿茶品质的基础是原料的质量，只有优良的原料，才能制成相应质量的绿茶。绿茶品种花色繁多，而每一花色又有级别之分。如炒青可分为扁炒青、长炒青、圆炒青等；扁炒青又可分为龙井、大方、旗枪等。各花色品种设特级、一级、二级等级别。总的来说，绿茶作为一种独特的不发酵茶类，对原料有共同的要求。

(1) 原料的生化成分要求 茶叶中主要成分茶多酚和氨基酸不仅在数量上，而且在相互比例上决定着茶叶的滋味。绿茶原料要求二者之比（又称酚氨比）在 10 以下。

(2) 原料的色泽要求 绿茶要求外形色泽绿润、匀纯，因此，原料色泽以深绿色为宜，即从内含成分上看，要求叶绿素含量较多为好。

(3) 原料嫩度要求 绿茶外形要求高，原料要嫩匀新鲜，节间较短，叶质柔软，便于造型，制成形状各异的绿茶产品。

(4) 原料的品种要求 全国审定和省审定的茶树品种有 153 个，但从适制性角度来看，适制绿茶的无性系优良品种仅有龙井长叶、龙井 43、迎霜、福鼎大白茶、黄荆茶、信阳 10 号、上梅州种、大面白、蒙山 11、浙农 121、菊花春等 30 多个。因此，绿茶原料要从上述品种中去选择。

2.2.2 绿茶原料的标准及验收

由于茶树品种、加工方法以及品质要求不同，绿茶原料难以用统一标准。现按中小叶品种和大叶种茶树，结合各地茶场现实的原料标准，分成表 2-1、表 2-2、表 2-3 三个绿茶原料分级标准，供各茶厂自订标准时参考。各厂制订鲜叶分级标准时，也要参考同类毛茶标准，力求等级规格一致。

鲜叶进厂时要根据原料标准进行对照验收，划定等级，分别摊放管理。

鲜叶俗称茶菁、茶草、生叶、青叶。它由芽、一芽一叶、一芽二

表 2-1 名优绿茶鲜叶分级标准参考表

等 级	标 准 要 求
特 级	芽长于叶，芽长不超过 3.0cm，一芽一叶初展占 70% 以上，一芽二叶初展占 30% 以下
一 级	芽与叶等长，芽长不超过 3.5cm，一芽一叶占 20% 以上，一芽二叶初展占 70% 以上
二 级	一芽二叶占 70% 以上，一芽三叶占 20% 以上

表 2-2 中小叶种大宗绿茶鲜叶分级标准参考表

等 级	分 级 标 准 要 求
一 级	一芽一叶~三叶 $\geq 60\%$ ；对夹二叶和同等嫩度单片叶 $\leq 30\%$
二 级	一芽一叶~三叶 $\geq 50\%$ ；对夹二叶和同等嫩度单片叶 $\leq 40\%$
三 级	一芽一叶~三叶 $\geq 35\%$ ；对夹二叶、少量对夹三叶和同等嫩度单片叶 $\leq 50\%$
四 级	一芽一叶~三叶 $\geq 25\%$ ；对夹二、三叶和同等嫩度单片叶 $\leq 60\%$
五 级	一芽一叶~三叶 $\geq 15\%$ ；对夹二、三叶和同等嫩度单片叶 $\leq 70\%$

表 2-3 大叶种大宗绿茶鲜叶分级标准参考表

等 级	主要芽叶组成	各种芽叶占%
一 级	一芽二叶	一芽二叶占 50%，一芽三叶初展占 30%，同等嫩度对夹叶占 20% (含单片)
二 级	一芽二叶以及一芽三叶初展	一芽二叶占 20%，一芽三叶初展占 50%，同等嫩度对夹叶及单片占 30%
三 级	一芽三叶	一芽三叶初展占 15%，较老的一芽二、三叶占 40%，同等嫩度的对夹叶及单片占 45%
等 外	单片及对夹叶	当轮发出的芽叶不分老嫩全包括在内

注：1. 1~3 等级鲜叶如不合标准的芽叶超过 8% 者可降一级。

2. 匀净度差者可降一级。

叶、一芽三叶、一芽四叶、对夹叶和单片叶所组成。

鲜叶质量用嫩度、匀度、新鲜度和净度来表示。

(1) 鲜叶嫩度 鲜叶嫩度是主要的质量指标。嫩度从内含成分来说，以纤维素含量表示，纤维素含量越高，鲜叶就越粗老。从感官来评定，则以芽叶组成来表示，一芽一叶或一芽二叶组成比例越高，则鲜叶就越嫩。所以，不少茶厂的鲜叶等级主要是以芽叶组成来表示。

鲜叶嫩度也可从芽叶色泽、叶质软硬程度来判断。一般地说，同

品种鲜叶，芽叶色泽呈黄绿色要比绿色的嫩度好，而绿色的鲜叶要比深绿色的嫩度好。叶质柔软的要比叶质硬的嫩度好。

(2) 鲜叶匀度 鲜叶匀度是指鲜叶嫩度和质量的一致程度。匀度有两种标志，一是指采自同一品种、同一生长条件和长势的茶树上的同样嫩度的鲜叶，表示匀度好；二是采自不同茶树，但采摘标准一致，芽叶中某种芽叶占绝大多数，均匀一致，也表示匀度好。此外，匀度还指芽叶色泽较一致。

(3) 鲜叶净度 鲜叶净度是指鲜叶内不夹带杂物，纯净一致。如果茶园管理差、杂草丛生，采摘时往往会把杂草一起带入；鲜叶盛器的原料边屑有时也会混入，造成净度差。

(4) 鲜叶新鲜度 鲜叶新鲜度是指鲜叶从树上采摘下后的理化性状变化的程度。保持鲜叶的新鲜度，即不萎、不变红，则能保证制茶品质。

在了解鲜叶的品质指标后，要根据茶厂所制定绿茶的鲜叶等级标准进行验收。芽叶组成的分析，在每批鲜叶中取代表性的样品 1kg，按一般四分法称取 100g 作为分析样品。在样品中，拣出一芽一叶、一芽二叶、一芽三叶、一芽四叶、对夹二叶、对夹三叶以及茎梗、单片，分别归堆称重，计算出各类别占总质量的百分比，再对照鲜叶分级标准。

虽然芽叶组成是鲜叶分级主要依据，但还不够，它还不能区分出同种芽叶的匀度和新鲜度，所以，还要用感官审评来辅助。

鲜叶感官审评主要是通过看、嗅、摸相结合，鉴别出鲜叶的嫩度、匀度、净度和新鲜度。审评时，要看鲜叶中芽头的大小、芽梢的长度、叶子开展程度、底叶（新梢最下面一叶）的老化程度。再看鲜叶的色泽、萎蔫、红变、夹杂物。用鼻嗅鲜叶的气味，是否有异味。最后用手触摸鲜叶是否柔软，以此来辅助判断按鲜叶分级标准确定的等级是否正确。

在实际应用时，初制厂应将头天的鲜叶样品保留，以供第二天评级时作参考。例如，同样是一芽二叶，但长度有一定差异。如留隔日样品，则可依此来判定当日收进鲜叶中的一芽二叶是长了，还是短

了？一般地说，同一品种芽叶，长度短的比长的嫩度高。

鲜叶验收后，应将鲜叶按产地、品种、采摘时间、级别分别堆放，分别付制。

2.3 绿茶生产基本原理

绿茶初制加工工艺是由鲜叶摊放、杀青、揉捻（切）、干燥组成；绿茶精制加工工艺是由筛分、切细、风选、拣剔、干燥、车色、匀堆组成。

2.3.1 绿茶初制基本原理

2.3.1.1 鲜叶摊放

鲜叶离开茶树后还有生命力，不断地进行生命活动，边呼吸边放出热量。



在一定的摊放时间内，随着水分的散发，鲜叶内叶绿素变化，色泽变深，叶质变软，可塑性增加，便于造型。同时，鲜叶中的蛋白质、碳水化合物、茶多酚或水解、或氧化，使鲜叶品质朝有利方向发展。

如果鲜叶不摊放，堆压在茶厂，那么鲜叶从有氧呼吸转为无氧呼吸。使鲜叶内糖分转化为醇类，产生酒精味。由于呼吸基质——糖分减少，鲜叶开始用含氮物质作为呼吸基质，从而放出氨，产生臭味，致使产品腐败、变质。



所以，鲜叶进厂后要及时摊放，以保证原料质量。

2.3.1.2 杀青

杀青是绿茶加工中的关键工序。杀青过程即采取高温措施，散发叶内水分，破坏酶的活性，并使鲜叶内含物发生一定的化学反应，此工序为绿茶品质的形成奠定基础。

(1) 温度与酶活性 温度是影响酶活性的最重要因素。当温度处于 20℃ 时，酶的活性开始加强，在适宜温度范围内，温度每增加 10℃，酶活性增加一倍。当温度上升到 45~55℃ 时，酶活性最强，

酶促反应激烈。当温度超过 65 时，酶活性开始明显下降。温度达到 70 以上时，酶彻底灭活。杀青工序就是依据温度对酶活性具有二重性的原理，利用高温措施，使杀青叶温在短时间内迅速升温到 80 以上，破坏酶的活性，制止酶促反应。若锅温过低，叶温升高时间过长，会使茶多酚发生酶促氧化，产生“红梗红叶”。

(2) 水分蒸发 杀青叶在升温的同时，蒸发叶中一部分水分，使叶质柔软，为揉捻造型奠定基础。

杀青过程中，水分蒸发需消耗大量热量，通常为升高叶温所需热量的 3~4 倍。另外，杀青初期的水分蒸发量比后期多，所消耗的热能也多。为了迅速升高叶温，杀青初期就要供应大量的热能，要求高温杀青。

(3) 杀青过程的化学变化 杀青过程中，杀青叶发生了一系列的化学变化，表现为鲜叶的色泽、香气发生转变。叶绿素含量减少，其组成也发生变化，墨绿色的叶绿素 a 和黄绿色的叶绿素 b 在鲜叶中的比例约为 2:1，经过杀青，叶绿素 a 破坏得多，只剩下 25% 左右，叶绿素 b 保留 50%~60%，使杀青叶中叶绿素 b 的含量略高于叶绿素 a 因此，叶色由鲜绿色变为暗绿或黄绿色。鲜叶中青叶醇占鲜叶芳香油总量的 60% 青叶醛占 15%。这些低沸点芳香物质具有强烈的青草气，杀青过程中大量挥发，使高沸点芳香物质显露。蛋白质、淀粉、原果胶部分水解，使氨基酸、可溶性糖、水溶性果胶的含量增加。茶多酚不仅总量减少，其组成也发生变化，酯型儿茶素含量减少，简单儿茶素含量增加，有利于减轻茶汤的苦涩味。

杀青叶的化学变化受温度影响明显。温度过高，叶绿素破坏较多，使叶色泛黄，降低绿茶品质。杀青温度较低，茶多酚减少较多，可减轻绿茶的苦涩味；可溶性糖、游离氨基酸、咖啡碱等物质含量提高，这些物质对绿茶品质有着重要作用。

可见，温度过高固然能迅速破坏酶活性，但对绿茶品质形成不利。试验证明，杀青锅温在能够钝化酶的活性，不产生红梗红叶的前提下，掌握适当的低温对品质有利。

2.3.1.3 揉捻

芽叶通过揉捻达到两个目的，一是使芽叶卷成条索，二是使叶细胞组织破碎。这两种作用都是芽叶在外力作用下同时完成的。揉捻叶的质量决定于其物理性能和受力情况。

(1) 揉捻与芽叶的物理性能 芽叶通过揉捻能够成条，要求揉捻叶柔软性好，受力易变形；韧性好，受力变形而不折断；可塑性和粘性好，变形后不容易恢复原来形状。芽叶的这4种物理性能与其含水量呈函数关系。鲜叶因含水量高，细胞膨胀，这4种物理性能均较差。随着水分减少，这些物理性能增强，当含水量在35%~45%左右时，这些物理性能最好。随着水分继续减少，物理性能随之下降。

鲜叶在杀青过程中均存在着失水不均匀，梗的含水量较叶子多。在实际生产中，揉捻叶平均含水量要大于50%，一般在60%左右。

(2) 揉捻叶成条过程 揉桶里芽叶除受到两个平面间的压力外，还受到揉盘、桶壁及芽叶相互间的摩擦力。各种力的综合作用结果，使叶团在桶中滚动，叶团内部芽叶四周受到挤压力，发生皱褶，由于主脉硬度较大，叶片皱褶的纹路基本与主脉平行。由于皱褶，叶细胞组织在曲压作用下破裂，茶汁被挤出，增加叶质柔软性、可塑性和粘性，有利于成条。随着揉捻叶皱褶增多，体积缩小，如再逐渐增大压力，一方面使叶片皱褶得更好，纹路更多，形成粗条形；另一方面，芽叶间摩擦力大，芽叶不同部位所受的摩擦力不同，旋转速度不同，形成力偶，于是粗条经扭力作用卷成条。

绿茶中，颗粒绿茶的揉切比一般条形绿茶更为强劲。切碎是使本来呈条形的绿茶在这一工序被机械解体成颗粒状。利用红碎茶的揉切设备，将茶叶挤压、绞切或高速搓撕碾碎成为颗粒，茶叶表皮被撕，叶肉裸露，茶汁外溢，叶组织受扭曲或损伤，因揉切时间短，瞬间升高的叶温在敞开的输送带上即可降低，使产品具有呈沙粒形颗粒，色泽保持鲜绿色，滋味浓强的特色。

2.3.1.4 干燥

干燥是绿茶加工的最后一道工序。茶叶干燥不同于一般物料干燥，茶叶干燥不仅仅是去除水分，而且还发生一系列热化学变化，形

成茶叶特有的色、香、味、形。干燥技术不同，化学成分的变化也不同，如烘焙干燥的烘青与炒干干燥的炒青，两者的色、香、味均有差异。

(1) 叶片干燥速率 叶中水分分为游离水和结合水。在干燥过程中，叶内的水分蒸发到空气中要经过两个阶段，首先是水分从叶内层向叶表面输送，然后，水分从叶表面汽化。干燥初期，叶片含水量高，游离水输送速度快，经过一定时间后，游离水已蒸发完毕，叶片含水量不断降低，水分蒸发速度不断降低，当叶片水分蒸发到一定程度时，蒸发停止。

干燥过程中，由于水分蒸发量前期比后期多，因而温度要先高后低。温度若过高，叶表面水分蒸发过快，叶内层水分来不及输送到叶表面，就造成表皮硬化现象，阻碍叶内层水分继续蒸发，对品质产生不良影响。若温度过低，叶表面水分汽化速度慢，叶片处于闷蒸条件下，发生不良的化学变化，降低茶叶品质。

(2) 干燥作用的阶段性 蒸发水分、热化学变化、完善外形，统一于干燥过程，三者相互联系于一体。这就要求干燥技术控制叶片水分蒸发速度的同时，控制热化学反应的方向和程度，同时根据茶叶外形要求调节叶片受力方向和力的大小。

茶叶干燥要达到预期目的，必须分阶段进行，每个阶段采取不同的加工技术。温度是干燥过程的重要因素，因此，对干燥的不同阶段采用相应的温度。一般可分为三个阶段。

第一阶段：以蒸发水分和制止前工序的化学变化为主，应提高温度。

第二阶段：叶片可塑性较好，最容易变形，因而是做形的关键阶段。

第三阶段：要求水分含量下降到 5% ~ 8%，是形成茶叶香味品质的重要阶段。叶温的高低与香气类型的形成密切相关，在叶温正常变化范围内，高温产生老火香味，中温产生熟香味，低温产生清香味。

2.3.2 绿茶精制基本原理

(1) 筛分 利用配置不同筛网的平面圆筛机或往复式抖筛机，作水平回转运动，或作往复和轻微的上下跳动运动，从而将长短不同或粗细不同的茶叶分开成若干个档次。

(2) 切细利用齿切机或滚切机的刀片飞快旋转运动，将分筛出的头子茶切细，以便符合茶叶规格上的要求。

(3) 风选 筛号茶因其老嫩不同，轻重各异，在风力作用下，茶叶所受到的阻力不一，重实的茶叶落点较近，轻飘的落点较远，从而达到分开轻重的目的。

(4) 拣剔 利用阶梯拣梗机各空隙的长短，在茶梗作下落运动中依次滑入空隙而拣去粗筋梗子。静电拣梗机是利用拣梗机中摩擦辊产生电场，使含水率不同的茶叶和茶梗产生不同电荷而分离，达到拣剔茶叶中的细筋梗和杂色的细筋梗之目的。

(5) 车色 利用车色机不断滚动，使茶叶间及茶叶和筒壁间产生摩擦，在热作用下，使茶叶起霜，条索紧结，汤色黄绿。

(6) 复火 利用烘干机内的热空气对流，不断排除茶叶中水分，达到干燥和提高茶香的目的。

(7) 匀堆 根据加工样或贸易样的需要，将整理好的各筛号茶的不同级别按比例混合均匀，达到规格要求，成为成品茶。

2.4 绿茶加工工艺、设备及其品质管理

2.4.1 绿茶初制生产工艺、设备及其品质管理

2.4.1.1 鲜叶摊放

(1) 工艺与设备 鲜叶验收后应按品种、产地、采摘时间、鲜叶级别等分别摊放。摊放既是保管鲜叶的办法，又是制绿茶的第一道工序。

大宗绿茶鲜叶摊放时，应选取清洁、阴凉、透气、避免阳光直射的场所，可用水泥混凝土地面，摊放面积一般要求与制茶工厂面积相仿。摊放厚度 15~20cm，约 20kg/m²，时间不超过 10h，做到早摊放早付制，依次付制。摊放中间可翻拌，但要轻翻轻拌。

名优绿茶的原料摊放，应摊放在箅篾上或竹匾内，均匀薄摊，约 1 kg/m^2 左右，摊放时间 $4\sim 12\text{h}$ ，雨水叶适当延长。

随着科学技术的进步，利用机械通风进行贮青，能保证鲜叶的品质。

贮青设备有贮青箱、自动箱式贮青设备和贮青槽。国内使用最为广泛的是贮青槽，其结构为在贮青处的地面下挖通风槽，槽的前端安装一轴流风机，槽底前深后浅，槽面铺放多块孔板，板的长和宽可分别取 2m 和 1m ，孔径为 1.5mm ，孔距为 $3.5\sim 4\text{mm}$ ，呈等腰三角形排列，风机的型号依槽的长度来决定，槽与槽之间间隔 100cm 。用贮青槽来贮存鲜叶，鲜叶堆放厚度可高达 $80\sim 100\text{cm}$ 。贮青时可采用间歇通风的方法，如气温低于 20°C ，可鼓风 20min 停 40min ；气温为 25°C ，可鼓风 30min 停 30min ；气温上升到 30°C 以上，则可鼓风 40min 停 20min ，以防止叶温上升。可贮存鲜叶 $80\sim 100\text{kg/m}^2$ 。贮存时间不超过 24h 。

目前，有些初制厂设有萎凋槽，只要将萎凋槽的槽边装上竹木栅，能够盛上鲜叶，同样可起到贮青作用。

(2) 品质管理

a. 正确掌握鲜叶摊放厚度 摊放时，鲜叶摊放过薄，水分散失快，摊放时间就短，影响鲜叶内含物的正常变化，难以形成绿茶的品质特点。

鲜叶摊放过厚，时间过久，必将影响制茶品质，甚至产生劣变。由于鲜叶离开茶树，缺少水分和养分输入，难以进行光合作用。但呼吸作用则在继续，并随着鲜叶失水，鲜叶体内酶的活性增强，变化急剧。在有氧呼吸条件下，鲜叶放出二氧化碳和热量，鲜叶堆积过厚，热量难以散发，叶堆内温度升高。在室温 27.5°C ，如叶层厚度为 30cm ，且叶层压实，则 3h 后叶温上升到 36.5°C ，鲜叶开始红变； 7h 后，叶温为 47°C ； 10h 后叶温为 50°C ，鲜叶全部变红。如不散热，继续堆积下去，鲜叶产生酒精味，进一步还会产生酸臭味。所以，摊放时控制鲜叶红变是头等大事。

b. 正确掌握摊放适度 摊放时，要注意鲜叶状态（是雨水叶还

是晴天叶，嫩叶还是老叶等），控制温度和时间，在鲜叶含水量68%~70%、叶质变软、发出清香时，进入下一工序，才能保证茶叶的质量。

2.4.1.2 杀青

(1) 杀青工艺与设备 目前，我国绿茶除少数高级名茶采用手工杀青外，大多采用机械杀青。

a. 手工杀青 用平锅或斜锅作杀青锅。热源有柴火或电等。

平锅杀青 平锅就是将炒茶锅水平安置在茶灶上。锅温应根据投叶量多少而定。一般高档鲜叶投叶量在0.25~0.50kg时，锅温约150℃。叶量少，锅温低；叶量多，锅温高。以鲜叶落锅时有起爆声为宜。杀青时，用手迅速翻炒，要求撩得净，抖得散，杀得透。杀青时间约5~6min，待芽叶质地变柔软，手握不粘，略有清香，失去鲜叶原有光泽为适度。

斜锅杀青 斜锅就是将炒茶锅斜放（呈35°的倾斜）在茶灶上。炒茶时，锅温一般为180~200℃，投叶量为0.5~1.2kg。用手掌把杀青叶从锅的一边推向对角的一边，并使杀青叶抖散，均匀受热。也可以借助工具，如竹叉、竹帚等翻炒。炒茶时，先快后慢，不能使杀青叶滞留在锅底，待到杀青适度，即出锅。

b. 机械杀青 杀青机类型很多，但主要有锅式杀青机、滚筒式杀青机、槽式杀青机等机种。

锅式杀青机 有单锅杀青机、两锅（连续）杀青机和一灶三锅连续杀青机。这3种杀青机的结构及操作方法有不同之处，但炒茶锅口径均为84cm。因此，炒茶锅的投叶量基本相同。锅式杀青机因手工投叶，所以，根据锅温定投叶量，在锅温260~280时，每锅投叶5~7kg；锅温达到300~360时，则每锅投叶量为10kg。58型或67型杀青机，投叶量一般为8~10kg。嫩叶、雨水叶投叶量宜少，而老叶则适当增加。反之，锅温高投叶量增加，锅温低，投叶量减少。一般认为，白天视锅底呈灰色，晚上视锅底呈微红色，锅温可达300以上，此时投叶会发生爆声。

投叶后，先闷炒（即加锅盖）2min，随后抛炒（即开盖）到杀