

不同产地普洱茶主要化学成分的比较

金裕范¹, 高雪岩¹, 王文全^{1,2*}, 练晶军¹

(1. 北京中医药大学, 北京 100102;

2. 中药材规范化生产教育部工程研究中心, 北京 100102)

[摘要] 目的:综合比较并评价云南不同产地普洱茶的质量。方法:选择 3 年发酵的普洱饼茶,采用高效液相色谱法测定其没食子酸、咖啡因与 (+) 儿茶素含量,采用 $\text{NaNO}_2\text{-Al}(\text{NO}_3)_3$ 法测定其总黄酮含量,并采用硫酸苯酚法测定其总多糖含量。结果:5 个产地普洱饼茶中,没食子酸含量差异较大,思茅产普洱茶含量最低为 0.308%,大理下关产普洱茶含量最高为 1.482%;咖啡因含量差异不大,含量均在 2.366% ~ 3.750% 之间; (+) 儿茶素含量均低于 0.5%,以思茅产普洱茶含量最低。5 个产地普洱茶总黄酮和总多糖含量也有一定差异,总黄酮含量以思茅产最低为 2.93%,西双版纳产最高为 5.94%;总多糖含量以思茅产最低为 4.35%,大理下关产最高为 6.18%。结论:不同产地普洱茶化学成分存在一定的差异。

[关键词] 普洱茶;儿茶素类;总黄酮;总多糖

[中图分类号] R284.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2011)14-0078-05

[收稿日期] 20110210(002)

[第一作者] 金裕范,在读博士,研究方向:中药资源开发与利用,E-mail: new-boom@hanmail.net

[通讯作者] *王文全,教授,Tel: 010-84738334;E-mail: wwq57@126.com

表 2 马兜铃酸 A 加样回收率试验 (n = 3)

No.	取样量/g	样品中含量/mg	加入量/mg	测得量/mg	回收率/%	平均值/%	RSD/%
1	0.102 3	0.428 6	0.340 0	0.749 4	97.5		
2	0.103 6	0.434 1	0.340 0	0.767 1	99.1		
3	0.102 8	0.430 7	0.340 0	0.754 5	97.9		
4	0.103 2	0.432 4	0.420 0	0.837 9	98.3		
5	0.102 5	0.429 5	0.420 0	0.846 1	99.6	98.1	1.2
6	0.103 9	0.435 3	0.420 0	0.834 8	97.6		
7	0.102 6	0.429 9	0.500 0	0.891 8	95.9		
8	0.102 8	0.430 7	0.500 0	0.906 5	97.4		
9	0.102 5	0.429 5	0.500 0	0.923 0	99.3		

表 3 5 种药材及其配方颗粒中马兜铃酸 A 的

平均含量测定 (n = 3)

$\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$

种类	名称	马兜铃酸 A
药材饮片	关木通	4.18
	马兜铃	0.77
	蜜马兜铃	0.46
	青木香	0.86
	寻骨风	0.53
中药配方颗粒	关木通	1.16
	马兜铃	0.31
	蜜马兜铃	0.10
	青木香	0.39
	寻骨风	0.04

作工艺中煎煮、干燥等过程造成的;但在另一方面也提示了,中药配方颗粒的制作工艺,会对中药饮片化学成分的组成、含量等各方面存在影响,因此,我们有必要建立一定的生产监控标准、质量控制标准,用来规范中药配方颗粒的质量,以保证中药配方颗粒的药效。

[参考文献]

- [1] 韩娜,路金才,毕开顺,等. RP-HPLC 法测定 14 种中药材中马兜铃酸 A 的含量[J]. 沈阳药科大学学报, 2008, 25(2): 115.
- [2] 周跃华,周娟,黄莎莎,等. 部分马兜铃科药材中马兜铃酸 A 的含量测定研究[J]. 药物分析杂志, 2008, 28(7): 1075.

[责任编辑 蔡仲德]

Comparative Research on the Chemical Components of Pu'er Tea from Different Origins

JIN Yu-fan¹, GAO Xue-yan¹, WANG Wen-quan^{1,2*}, LIAN Jing-jun¹

(1. Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100102, China; 2. Good Agricultural Practice Engineering Research Center of Education Ministry, Beijing 100102, China)

[**Abstract**] **Objective:** To compare and evaluate the quality difference of Pu'er tea from different origins.

Method: Three-year-fermentative Pu'er teas from five different origins were selected, and the content of gallicum, caffeine and catechin was determined by HPLC. The content of the total flavonoids was evaluated by $\text{NaNO}_2\text{-Al}(\text{NO}_3)_3$ method, and their content of total polysaccharides was surveyed by sulphuric acid-phenol method. **Result:** The gallicum content of the Pu'er tea from five different origins was different, the lowest was 0.308% from Simao, while the highest was 1.482% from Dali Xiaguan. The caffeine content was approximately between 2.366% - 3.750%. The catechin content was lower than 0.5%, and the Simao one was the lowest. There were certain differences among the content of total flavones and total polysaccharides of those Pu'er teas. The content of total flavones from Simao was the lowest as 2.93%, while the one from Xishuangbanna was the highest as 5.94%. And the Simao one was the lowest in the content of total polysaccharide as 4.35%, while the Dali Xiaguan one was the highest as 6.18%. **Conclusion:** There are some differences in chemical composition among the Pu'er tea of different origins.

[**Key words**] Pu'er Tea; catechin compounds; total flavones, total polysaccharide

普洱茶属黑茶类,是以云南特有的大叶茶 *Camellia sinensis* (Linn.) var. *assamica* (Masters) Kitamura 为原料经特殊后发酵工艺制成的成品茶,因早期集散地在云南普洱县而得名。普洱茶在渥堆发酵过程中,形成了非常复杂的物质基础,除含有多酚类、儿茶素类、黄烷双醇、黄酮类、酚酸类、茶色素类和皂苷类等成分外,还含有多种生物碱、维生素、矿物质、氨基酸和有机酸类化合物。大量研究表明,普洱茶具有降血脂减肥^[1-2]、暖胃助消化^[3]、抗癌^[4]、健齿护牙^[5]、降压^[6-7]、防治糖尿病^[8-9]、提高免疫力、抗氧化^[10]、生津止渴、醒酒解毒等多种功效^[11]。普洱茶中对身体健康最有益的物质首推茶多酚,约占茶叶干重的 22% ~ 30%,具有抗氧化和清除自由基的作用^[12-13]。茶多酚是存在于茶叶中的多羟基酚类化合物,其中以儿茶素为主的黄烷醇类化合物占茶多酚总量的 60% ~ 80%^[14]。另据研究报告,渥堆发酵过程会显著影响普洱茶的成分变化,茶多酚、儿茶素类成分含量会急剧下降^[15]。咖啡因属黄嘌呤生物碱化合物,是一种中枢神经兴奋剂,也是普洱茶中一类非常重要的成分。本文以 5 个不同

产地的 3 年生普洱茶(熟茶)为研究对象,采用高效液相色谱法及紫外分光光度法,比较了不同产地的普洱茶在多酚类、黄酮类及多糖类成分方面的差异,为综合比较评价不同产地普洱茶的质量提供了实验依据。

1 材料

1.1 仪器 P3000 高效液相色谱仪(北京创新通恒科技有限公司),超声波清洗器(QT 系列,天津市瑞普电子仪器公司),AG204 电子天平(瑞士 METTLER TOLEDO),722 型可见分光光度计(上海菁华科技仪器有限公司),HW.SY11-K 电热恒温水浴锅(北京市长风仪器仪表公司),L500 低速自动平衡离心机(长沙湘仪离心机仪器有限公司),RE-52A 旋转蒸发仪(上海亚荣生化仪器厂),8S-1 磁力搅拌器(金坛市晶波实验仪器厂)。

1.2 试药 普洱茶选用云南红河、西双版纳、大理下关、思茅、临沧 5 个不同产地生产的 3 年生发酵饼茶。没食子酸、咖啡因、(+)儿茶素、芦丁对照品均购自上海源叶生物科技有限公司批号 20100911, 20101022, 20100827, 20100829, 经结构鉴定确认无

误,纯度均 >98%,符合 HPLC 检测标准。甲醇(色谱纯,天津四友化学试剂有限公司),其他试剂均为分析纯。

2 方法与结果

2.1 洱茶中没食子酸、咖啡因和(+)儿茶素含量的测定

2.1.1 色谱条件 参考文献^[16-17]方法,并进行调整,采用 Welchrom-C₁₈ 色谱柱(4.6 mm × 150 mm, 5 μm),流动相为甲醇-0.5%冰醋酸溶液(20:80),流速 1.0 mL·min⁻¹,进样量为 20 μL,柱温为室温,检测波长 278 nm。

2.1.2 对照品溶液的制备 精密称取没食子酸、咖啡因与(+)儿茶素对照品适量,加入 50% 甲醇水溶液,超声使其溶解,分别配制成浓度为 21.6, 50, 36 mg·L⁻¹的混合对照品溶液。

2.1.3 供试品溶液的制备 取各批号样品精密称取约 0.1 g,分别置于 150 mL 锥形瓶中,加入 20 mL 50% 甲醇水溶液,超声提取 30 min,静置,50% 甲醇定容至刻度,摇匀。再吸取 2 mL 到 10 mL 量瓶中,加入 50% 甲醇水溶液并定容,作为供试品溶液。

2.1.4 线性关系考察 取上述对照品溶液,取 0.1 mL 置 25 mL 量瓶中,再分别精密量取 0.1, 0.5, 1.0, 2.0, 5.0, 10.0 mL 置 10 mL 量瓶中,用 50% 甲醇水溶液定容至刻度,摇匀,制成一系列不同浓度的溶液,按照 2.1.1 项下的色谱条件测定峰面积。以对照品浓度(X)为横坐标,峰面积(Y)为纵坐标进行回归分析,分别得 3 种组分的回归方程,结果详见表 1, 3 种组分的峰面积与溶液浓度之间线性关系良好。

2.1.5 稳定性试验 取红河产普洱茶供试品溶液,分别在 0, 2, 4, 8, 24 h 按上述色谱条件进行测定,结果没食子酸、咖啡因、(+)儿茶素 3 种成分的 RSD 分别 2.7%, 3.6%, 1.3%, 试验结果表明,样品溶液

表 1 HPLC 法测定普洱茶中没食子酸、咖啡因及(+)儿茶素含量的回归方程

组分	回归方程	r	线性范围 /mg·L ⁻¹
没食子酸	Y = 59 428X - 4 865.2	0.999	0.086 ~ 21.600
咖啡因	Y = 57 929X - 11 421	0.999	0.200 ~ 50.000
(+)儿茶素	Y = 29 191X - 13 558	0.999	0.144 ~ 36.000

在室温下 24 h 内基本稳定。

2.1.6 精密度试验 精密吸取红河产普洱茶供试品溶液,依上述色谱条件,连续进样 5 次,计算没食子酸、咖啡因、(+)儿茶素 3 种成分峰面积的 RSD 分别为 1.2%, 0.7%, 0.3%, 表明精密度良好。

2.1.7 重复性试验 以红河产普洱茶样品作为供试品,平行取样 5 份,按前面所述条件进行样品处理和测定,试验结果表明,样品各组分含量的 RSD 分别为 2.7%, 1.6%, 1.8%, 说明本方法重复性良好。

2.1.8 加样回收率试验 取红河产普洱茶样品 5 份,分别加入精密称定的没食子酸、咖啡因、(+)儿茶素对照品,按上述方法测定回收率,结果 3 种组分的平均回收率分别为 102.9%, 100.5%, 93.1%, RSD 分别为 1.6%, 0.6%, 1.5%。

2.1.9 供试品 3 种成分含量的测定 采用上述方法,对 5 个样品进行了没食子酸、咖啡因、(+)儿茶素含量的测定,结果如表 2 所示。采用高效液相色谱法测定 5 个不同产地 3 年发酵普洱饼茶中没食子酸、咖啡因及(+)儿茶素含量发现,5 个产地 3 年发酵普洱饼茶中咖啡因的含量相对较高,含量差异不大,含量在 2.366% ~ 3.750% 之间,以红河产普洱茶含量最高;(+)儿茶素含量较低,均低于 0.5%,以思茅产普洱茶含量最低;而没食子酸含量差异较大,思茅含量最低为 0.308%,大理下关产普洱茶含量最高位 1.482%。

表 2 不同产地普洱茶中没食子酸、咖啡因、(+)儿茶素、总黄酮和总多糖的含量的比较

产地来源	没食子酸 /mg·g ⁻¹	咖啡因 /mg·g ⁻¹	(+)儿茶素 /mg·g ⁻¹	总黄酮 /%	总多糖 /%
红河	4.04	37.50	0.49	4.36	4.33
西双版纳	5.39	30.50	0.48	5.94	5.30
大理下关	14.82	31.32	0.33	5.49	6.18
思茅	3.08	23.66	0.11	2.93	4.35
临沧	6.97	33.58	0.22	5.09	5.18

2.2 普洱茶中总黄酮含量的测定

2.2.1 对照品溶液的制备 精密称取芦丁纯品 10.20 mg,用 95% 的乙醇于温水浴中超声溶解,摇匀,定容至 50 mL,得到浓度为 $0.204 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 的芦丁标准品溶液。分别吸取上述芦丁标准液 0.00, 2.00, 4.00, 6.00, 8.00, 10.00 mL 于 25 mL 量瓶中,用 95% 稀释至 10.00 mL,分别加入 5% NaNO_2 试液 1 mL,摇匀,静置 6 min,再加 10% $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 试液 1 mL,摇匀,静置 6 min,再加 4% NaOH 试液 10 mL,并用 95% 乙醇水溶液定容至刻度,摇匀,静置 15 min。

2.2.2 供试品溶液的制备 精密称定样品 0.5 g,至于圆底烧瓶中,以料液比 1:30 的比例加入 95% 乙醇,于 $80\text{ }^\circ\text{C}$ 水浴中回流提取 50 min,离心,取上层液体,回流 3 次,合并滤液,用 95% 乙醇定容至 50 mL。

2.2.3 线性关系考察 取待测标准品溶液,于 510 nm 处测定,以吸光度为纵坐标,以显色液中芦丁的质量(mg)为横坐标制作标准曲线,在 0.408 ~ 2.04 mg 成良好线性关系,线性方程 $Y = 0.4659X + 0.0081$ ($r = 1$)。

2.2.4 稳定性试验 精密吸取红河产样品溶液 2 mL,置于 25 mL 量瓶中,用 95% 乙醇稀释至 10 mL,依法操作,每隔 2 min 测定 1 次吸光度,样品溶液在 30 min 内保持稳定,RSD 为 1.82%。

2.2.5 精密度试验 取上述对照品溶液 6 mL,加 95% 乙醇稀释至刻度,依法操作,读取 5 次吸光度,分别为 0.585, 0.585, 0.585, 0.584, 0.584, RSD 为 0.084%。

2.2.6 重复性试验 取红河产普洱茶供试品溶液,精密吸取 5 份样品溶液,每份 2 mL,置于 25 mL 量瓶中,用 95% 乙醇稀释至 10 mL,依法操作,测定其吸光度,计算含量,分别为 1.1009, 1.0837, 1.0880, 1.0837, 1.0773 mg,其 RSD 为 0.72%。

2.2.7 加样回收率 取红河产普洱茶供试品溶液,精密吸取 9 份,每份 2 mL,置于 25 mL 量瓶中,每 3 份一组,分别加入 $0.21 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 的芦丁标准品溶液 1, 2, 3 mL,制备低、中、高 3 个浓度的待测溶液,加 95% 乙醇稀释至 10 mL,依法操作,测定其吸光度,代入线性方程求其含量,计算低中高浓度的 RSD。3 个浓度的平均回收率分别为 98.12%, 96.93%, 95.05%, RSD 分别为 6.75%, 1.08%, 1.83%。

2.2.8 供试品总黄酮含量的测定 精密吸取样品

液 2 mL 于 10 mL 量瓶中,用 95% 乙醇稀释至刻度,精密吸取 2 mL 稀释液于 25 mL 量瓶中,加入 8 mL 95% 稀释至 10 mL,分别加入 5% NaNO_2 试液 1 mL,摇匀,静置 6 min,再加 10% $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 试液 1 mL,摇匀,静置 6 min,再加 4% NaOH 试液 10 mL,并用 95% 乙醇水溶液定容至刻度,摇匀,静置 15 min,510 nm 处测定其吸光度,代入对照品标准曲线,求其总黄酮含量,结果详见表 2。采用 NaNO_2 - $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 法测定 5 个不同产地 3 年发酵普洱饼茶中总黄酮含量发现,5 个产地 3 年发酵普洱饼茶总黄酮含量以思茅最低为 2.93%,西双版纳最高为 5.94%。

2.3 普洱茶中总多糖含量的测定

2.3.1 对照品溶液的制备 将干燥至恒重的无水葡萄糖制成 $0.612 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 的葡萄糖对照品溶液,精密量取 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 mL 分别置 50 mL 量瓶中,加水至刻度摇匀。

2.3.2 供试品溶液的制备 准确称取 5 g 样品,加蒸馏水 150 mL,于 $90\text{ }^\circ\text{C}$ 水浴提取 3 h,过滤,残渣用少量蒸馏水冲洗,合并滤液,减压蒸馏浓缩至原液的 1/6,加乙醇使含醇量达 80% 进行醇沉过夜。溶液离心,得到下层沉淀,沉淀加水溶解,以 5:1 的比例加入 sevag 试剂除蛋白,每次 20 min,进行 2 次。离心取上层液体定容。每份样品平行操作 2 次。样 1 和样 3 定容至 50 mL,其余样品定容至 100 mL。

2.3.3 线性关系考察 精密量取各浓度对照品溶液 2 mL,至 25 mL 量瓶中,分别加 4% 苯酚溶液 1 mL,混匀,缓慢滴加浓硫酸 5 mL,摇匀,室温放置 30 min,以水为空白对照,照紫外-可见分光光度法,在 490 nm 处测定其吸光度,以吸光度为纵坐标,浓度为横坐标,绘制标准曲线。结果表明,葡萄糖溶液在 $12.24 \sim 42.84 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 线性关系良好, $Y = 0.0162X - 0.012$ ($r = 0.9992$)。

2.3.4 稳定性试验 取红河产普洱茶供试品溶液,每隔 0.5 h 测定一次吸光度,样品在 5 h 之内的 RSD 为 0.91%,说明样品在 5 h 之内稳定。

2.3.5 精密度试验 精密量取上述对照品溶液 2.5 mL,加水定容至 50 mL,精密量取 2 mL,按照标准曲线制备方法操作,重复测定 5 次吸光度,分别为 0.487, 0.487, 0.486, 0.486, 0.486,以吸光度计算 RSD 为 0.10%。

2.3.6 重复性试验 取红河产普洱茶供试品溶液,取 1 mL 样品液,定容至 100 mL,精密移取 5 份,每份

取 2 mL, 测定其吸光度, 分别为 0.488, 0.496, 0.516, 0.516, 0.517, 计算其 RSD 为 2.41%。

2.3.7 加样回收率试验 取红河产普洱茶供试品溶液, 精密移取 9 份样品, 分别加入低、中、高浓度的葡萄糖标准品溶液, 每个浓度 3 份, 测定其吸光度, 计算其回收率。3 个浓度的平均回收率分别为 101.99%, 101.34%, 100.24%, RSD 分别为 4.48%, 3.83%, 3.36%。

2.3.8 供试品总多糖含量测定 取 1 mL 样品液, 定容至 100 mL, 取 2 mL, 按照标准曲线制备方法操作, 测定其吸光度, 代入方程中求其含量, 结果详见表 2。采用硫酸苯酚法测定 5 个不同产地 3 年发酵普洱茶饼茶中总多糖含量发现, 5 个产地 3 年发酵普洱茶饼茶总多糖含量较为接近, 以思茅最低为 4.35%, 大理下关最高为 6.18%。

3 讨论

本文采用高效液相色谱法检测了 5 个不同产地普洱茶中没食子酸和儿茶素的含量, 发现各地普洱茶的儿茶素类成分在含量方面确实存在一定差异, 可能是由于各地渥堆发酵的条件和工艺有所区别造成的。本文的研究结果表明, 不同产地的普洱茶咖啡因含量差异不大, 推测渥堆发酵过程对生物碱类成分的变化影响不大。普洱茶中黄酮类物质主要以黄酮苷形式存在, 是防止人体血管硬化的重要物质。本文的研究结果表明, 5 个不同产地普洱茶总黄酮含量, 存在一定差异, 以思茅最低为 2.93%, 西双版纳最高为 5.94%。多糖是普洱茶中另一重要的生物活性成分, 具有降血糖、降血脂、增强免疫力、降血压、减慢心率、增加冠脉流量、抗凝血、抗血栓、耐缺氧和治疗糖尿病^[18-19]等作用。本文的研究结果表明, 5 个产地普洱茶总多糖含量差异不大, 以思茅最低为 4.35%, 大理下关最高为 6.18%。综合 5 个产地普洱茶多种成分含量比较的结果, 笔者认为不同产地普洱茶在化学成分组成方面的确存在一定差异, 不仅会影响普洱茶的品质和口感, 而且会影响其保健功效, 有关不同产地普洱茶保健功效方面的差异, 还有待进一步研究。

[参考文献]

[1] 袁华兵, 钟婕, 易娟, 等. 普洱茶提取物对饮食诱导肥胖大鼠脂质合成相关基因表达的影响[J]. 营养学报, 2009, 31(2): 167.
[2] 侯艳, 肖蓉, 徐昆龙, 等. 普洱茶对实验大鼠血清中

血脂水平和脂质过氧化的影响[J]. 中国食品学报, 2009, 9(2): 80.

[3] 李丽贤. 茶叶的药理作用与临床应用[J]. 中国民间疗法, 2007, 2(15): 59.
[4] 张冬英, 施兆鹏. 普洱茶药理作用研究进展[J]. 福建茶叶, 2005, 1: 43.
[5] 张玲. 茶叶对龋齿和口臭的预防机理[J]. 饮茶与健康, 2004, 2: 45.
[6] Hodgson J M, Devine A, Puddey I B, et al. Tea Intake is Inversely Related to Blood Pressure in Older Women [J]. J Nutr, 2003, 133: 2883.
[7] Yang Y C, Lu F H, Wu J S, et al. The protective effect of habitual tea consumption on hypertension[J]. Arch Int Med. 2004, 164: 1534.
[8] 李捷, 吉俊翠, 李修宇, 等. 普洱熟茶片调节血糖的临床观察[J]. 云南中医学院学报, 2009, 32(2): 47, 54.
[9] 张冬英, 邵宛芳, 刘仲华, 等. 普洱茶中没食子酸对过氧化物酶体增殖激活受体作用研究[J]. 营养学报, 2009, 31(1): 47.
[10] 揭国良. 普洱茶抗氧化特性的初步研究[J]. 茶叶, 2005, 31(3): 162.
[11] 赵龙飞, 周红杰, 安文杰. 云南普洱茶保健功效的研究[J]. 食品研究与开发, 2005, 26(2): 114.
[12] 赵保路. 茶多酚的抗氧化作用[J]. 科学通报, 2002, 47(16): 1206.
[13] Nakagama, Ninomiga M, Okubo T, et al. Tea catechin supplementation increase antioxidant capacity and prevents phospholipid hydroperoxidation in plssma of humans [J], J Agric Food Chem, 1999, 47(10): 3967.
[14] 魏泱, 丁明玉. 茶多酚的色谱分析法[J]. 色谱, 2000, 18(1): 35.
[15] 罗龙新, 吴小崇. 云南普洱茶渥堆过程中生化成分的变化及其与品质形成的关系[J]. 茶叶科学, 1998, 18(1): 53.
[16] 罗晓明, 蒋雪薇. 高效液相色谱快速测定茶叶中儿茶素的含量[J]. 化学与生物工程, 2003, 1: 46.
[17] 张国民, 廖予琦, 王庆忠. HPLC 内标标准曲线法测定茶叶中 4 种儿茶素和咖啡因[J]. 昆明学院学报, 2010, 32(3): 47.
[18] Thales R, Caroline G, Lauro M I. American Chemical Society and American Society of Pharmacognosy, 2006, 69(7): 1018.
[19] 陈小强, 叶阳, 成浩, 等. 不同方法提制的茶叶粗多糖的光谱分析[J]. 光谱学与光谱分析, 2009, 2(4): 1083.

[责任编辑 蔡仲德]