

# 渭北黄土高原红富士苹果双层纸袋的筛选研究

范崇辉<sup>1</sup>, 魏建梅<sup>1,2</sup>, 郭瑞刚<sup>1</sup>, 赵政阳<sup>1</sup>

(1 西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100; 2 河北农林科学院 昌黎果树所, 河北 昌黎 066600)

**[摘要]** 为了筛选适宜陕西渭北黄土高原苹果产区使用的果袋, 通过测定不同果袋处理果实的外观品质、内在品质及病虫害发生状况, 比较了该苹果产区 16 种果袋对红富士苹果的套袋效果。结果表明, 红富士苹果套双层纸袋, 显著提高了果面光洁指数、着色指数、退绿指数和花青苷含量, 显著降低了果面果锈指数、叶绿素含量、单果质量、Vc 含量和可溶性固形物含量, 果实病害和虫害发生较轻。综合考虑各指标认为, 适宜渭北地区红富士苹果的双层纸袋为旬宝双层袋、精工双层袋、光亮双层 II 号袋、光亮双层 I 号袋、三秦双层袋、小林双层袋、兆丰双层袋及青和双层袋, 可供生产应用参考。

**[关键词]** 渭北黄土高原; 红富士苹果; 双层纸袋; 果袋筛选

**[中图分类号]** S661.105<sup>+</sup>.9

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1671-9387(2007)12-0067-05

## Study on selection of better double-paper bag for red Fuji apple in northern Loess Plateau of Shaanxi Weihe

FAN Chong-hui<sup>1</sup>, WEI Jian-mei<sup>1,2</sup>, GUO Rui-gang<sup>1</sup>, ZHAO Zheng-yang<sup>1</sup>

(1 College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Changli Fruit Institute, Hebei Science Academy of Agriculture and Forestry, Changli, Hebei 066600, China)

**Abstract:** In order to compare the effects of fruit qualities and the invasion of disease under the different bagging treatment, the effects of 16 kinds of bags on the Red Fuji Apples were studied on the Northern Loess Plateau of Shaanxi Weihe. The result shows that the bagging of red Fuji apples can improve the smoothness index, coloring index, fading green index and anthocyanin content, noticeably, besides the fruit rust index, chlorophyll content, simple fruit quality, Vc content and dissolubility solids content are decreased noticeably, and the emergence of disease and insect pest are less. Calculating these index comprehensively, we can conclude that the better double paper bags were Xunbao, Jinggong, Guangliang II, Guangliang I, Sanqin, Xiaolin, Zhaofeng, and Qinghe in Luochuan, which can be used for producing good apples.

**Key words:** Northern Loess Plateau of Shaanxi Weihe; red Fuji apple; double paper bag; selection of bags

套袋苹果具有果面洁净、果皮细腻、色泽艳丽、农药残留量低等特点, 因此, 果实套袋已经成为提高果品质量及果实商品价值、生产优质无公害果品、开拓国内市场、扩大出口贸易的一项重要技术措施。已有研究表明, 不同种类果袋对提高苹果质量的作

用与效果不同, 并且这种作用与效果会随苹果品种及套袋地区气候条件的不同而有差异<sup>[1]</sup>。红富士是较难着色的苹果品种, 套双层纸袋对提高果实外观质量效果好<sup>[2-7]</sup>。陕西渭北是我国苹果生长的优生区, 红富士套袋栽培面积大, 总产量高, 但是由于对

\* [收稿日期] 2006-12-15

[基金项目] 国家“十五”科技攻关计划项目(2004BA516A10)

[作者简介] 范崇辉(1956—), 男, 陕西礼泉人, 教授, 主要从事果树生理与栽培技术研究。

不同果袋套袋效果缺乏系统研究,加之市场上果袋种类繁多,质量参差不齐,致使果农选择果袋比较盲目,影响了苹果的品质和经济效益。因此,作者在2003年试验的基础上,又于2004年选择了市场上质量较好的十几种双层纸袋进行试验,调查测定了果实品质指标和病虫害发生情况,比较了各种果袋的套袋效果,以期筛选出适合渭北苹果优生区的果袋,为苹果生产提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与处理

试验在陕西洛川县果树(业)局果园进行,园地海拔约1000 m,无灌溉条件,苹果品种为乔化红富士,树龄10年生,改良纺锤形,株行距3 m×5 m,管理水平一般。试验树生长和结果情况基本一致。选择16种果袋于06-10进行套袋处理,每种果袋各套3株,每株套120~150个果实,以不套袋树为对照。试验树于09-30除外袋,10-03除内袋,10-11采收。不套袋对照果与套袋果同期采收,套塑膜袋果带袋采收,采收时每处理采样果7.5 kg,运回室内测定果实品质指标。

### 1.2 测定指标及其方法

除外袋后,田间观测统计套袋和未套袋果各处理的果面退绿指数,同时进行病虫害调查。果实采收后,室内测定果实着色指数、果面光洁指数、果锈指数、果形指数、单果质量、果实硬度及可溶性固形物、可滴定酸、Vc、花青苷和叶绿素含量。

果实着色指数分为5级:0级,为青果;1级,果实着色面积占1%~30%;2级,果实着色面积占30.1%~60%;3级,果实着色面积占60.1%~90%;4级,果实着色面积占90.1%以上。果面光洁指数分为4级:1级,果面粗糙如同未套袋果;2级,果面较粗糙,色较暗;3级,果面较光滑;4级,果面光洁细腻。果锈指数分为5级:1级,果面无锈斑;2级,果面有0.5 cm<sup>2</sup>以下锈斑;3级,果面有0.5~1.0 cm<sup>2</sup>锈斑;4级,果面有1.0~2.0 cm<sup>2</sup>锈斑;5级,果面有2.0 cm<sup>2</sup>以上锈斑。果面退绿指数分为4级:1级,果面绿色;2级,果面淡绿色;3级,果面黄色;4级,果面白色。着色指数=Σ(各级果数×级数)/(最高级数×总果数);果面光洁指数=Σ(各级果数×级数)/总果数;果面退绿指数=Σ(各级果数×级数)/总果数;果锈指数=Σ(各级果数×级数)/总果数;果形指数=纵径/横径。

果实硬度用GY-B型果实硬度计测定,果实可溶

性固形物含量用WYT型手持测糖仪测定,可滴定酸含量用滴定法<sup>[1]</sup>测定,Vc含量用2,6-二氯酚法<sup>[1]</sup>测定,果皮花青苷和叶绿素含量用比色法<sup>[8-9]</sup>测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同果袋对苹果果实外观品质的影响

表1结果表明,红富士苹果套双层纸袋果面洁净,光洁度显著提高,果面光洁指数均极显著高于塑膜袋、无纺布袋和对照。虽然双层纸袋处理之间的果面光洁指数大小有差异,但除小林双层袋外,在洛川果园其余双层纸袋对果面洁净度的影响差异不显著。不同双层纸袋对果锈指数的降低效果不一致,有11种果袋比对照显著降低,有5种却未达显著水平。

果形指数和单果质量是果实品质评价的重要指标。从试验结果可以看出,套袋对果形指数的影响差异不显著,但套双层纸袋的果实单果质量较对照有减小的趋势。各处理除了塑膜袋、无纺布袋及青和双层袋单果质量较对照增加外,其他处理均呈降低趋势,其中有4种显著低于对照,其他与对照差异不显著。

由表2可看出,除神农双层袋和绿奇都双层袋外,套其他双层纸袋的果实着色指数均较对照显著提高,其中旬宝双层袋和精工双层袋的着色指数最高,基本达到全红果;套双层纸袋的果实退绿指数均极显著高于对照、塑膜袋和无纺布袋,其中套小林双层袋的果实褪绿指数低于其他双层纸袋,但比对照高出2.27级,仍不失为效果较好的双层纸袋。

果皮花青苷和叶绿素含量及其比值反映了果实的着色状况。由表2可知,套双层纸袋极显著降低了果皮的叶绿素含量,显著提高了花青苷含量,降低了果皮叶绿素的干扰,使果实着色鲜艳。其中旬宝双层袋的花青苷含量最高,小林双层袋次之。花青苷/叶绿素比值也是旬宝袋最高,着色达全红,着色指数为1.00。总体而言,洛川果园各套袋处理的着色状况都很好,除对照、塑膜袋、绿奇都双层袋外,其余处理着色指数均达0.90级以上。

综合比较分析认为,套袋对果实外观品质提高显著,试验所选双层纸袋在提高果实外观品质上效果较好的是旬宝双层袋、精工双层袋、光亮双层Ⅱ号袋、光亮双层Ⅰ号袋、三秦双层袋、小林双层袋、兆丰双层袋及青和双层袋,而且果实均着色好,果面光洁,外观品质优良。

表 1 不同果袋对洛川果园红富士果实外观品质的影响

Table 1 Effect of different bags on outside fruit quality of red Fuji in Luochuan

处理 Treatment	单果质量/g Fruit weight	果面光洁指数 Brightness and cleanness index	果锈指数 Rust index	果形指数 Fruit shape index
精工双层袋 JGBB	256.6 bcABCD	3.38 abA	2.21 abcABCD	0.90 abcAB
三秦双层袋 SQBB	242.7 cde BCD	3.49 abA	1.85 bcdABCDE	0.89 bcAB
小林双层袋 XLBB	252.1 bcdeBCD	3.14 bA	1.67 dCDE	0.91 abAB
兆丰双层袋 ZFBB	242.1 cde BCD	3.55 aA	1.93 bcdABCDE	0.90 abcAB
光亮双层 I 号 GLBB I	257.2 bcABCD	3.48 abA	1.73 dBCDE	0.89 bcAB
光亮双层 II 号 GLBB II	246.8 bcdeBCD	3.62 aA	1.54 dE	0.89 bcAB
光亮条黑双层袋 GLTHBB	256.1 bcdABCD	3.49 abA	1.95 bcdABCDE	0.91 abAB
旬宝双层袋 XBBB	250.0 bcdeBCD	3.48 abA	2.30 abAB	0.88 cAB
青和双层袋 QHBB	262.9 abAB	3.50 abA	1.74 dBCDE	0.89 bcAB
绿奇都双层袋 LQDBB	245.5 bcdeBCD	3.39 abA	2.17 abcABCD	0.88 cAB
绿发双层袋 LFBB	247.9 bcdeBCD	3.44 abA	1.95 bcdABCDE	0.92 aA
神农双层袋 SNBB	238.2 deCD	3.65 aA	1.63 dCDE	0.90 abcAB
神农双黑袋 SNHBB	261.6 abABC	3.62 aA	1.88 bcdABCDE	0.91 abAB
神农光条双层袋 SNGTBB	237.5 eD	3.44 abA	2.25 abcABC	0.91 abAB
塑膜袋 SMB	275.9 aA	1.68 cdBC	2.32 abAB	0.90 abcAB
无纺布袋 WFB	263.1 abAB	1.96 cB	2.04 bcdABCDE	0.89 bcAB
对照 CK	262.6 abAB	1.50 dC	2.41 aA	0.90 abcAB

注:同列数据后标不同大写字母者差异达极显著水平( $P < 0.01$ ),标不同小写字母者差异达显著水平( $P < 0.05$ )。下同。

Note: Different capital letters indicate greatly significant difference ( $P < 0.05$ ); different small letters indicate significant difference ( $P < 0.05$ ). The same as follow.

表 2 不同果袋对洛川果园红富士苹果果皮色素及着色的影响

Table 2 Effect of different bags on pigments and colors of red Fuji apple skin in Luochuan

处理 Treatment	着色指数 Color index	退绿指数 Green fading index	叶绿素/(mg·g <sup>-1</sup> ) Chlorophyll	花青苷/ (总吸收度 g <sup>-1</sup> ) Anthocyanin	花青苷/叶绿素 Anthocyanin/ Chlorophyll
精工双层袋 JGBB	0.99 abA	3.64 aA	0.017 hGH	0.154 dD	9.05
三秦双层袋 SQBB	0.96 abcABC	3.78 aA	0.017 hGH	0.149 dDE	8.76
小林双层袋 XLBB	0.95 abcdABC	3.43 bB	0.023 eDE	0.210 bB	9.13
兆丰双层袋 ZFBB	0.95 abcdABC	3.81 aA	0.016 iGH	0.117 hiHI	7.31
光亮双层 I 号 GLBB I	0.96 abcABC	3.75 aA	0.022 efEF	0.152 dD	6.91
光亮双层 II 号 GLBB II	0.97 abcAB	3.87 aA	0.017 hGH	0.115 ijHI	6.76
光亮条黑双层袋 GLTHBB	0.97 abcAB	3.90 aA	0.009 iK	0.134 fF	14.89
旬宝双层袋 XBBB	1.00 aA	3.96 aA	0.020 gF	0.346 aA	17.30
青和双层袋 QHBB	0.95 abcdABC	3.81 aA	0.014 jHI	0.126 gG	9.00
绿奇都双层袋 LQDBB	0.88 defBCD	3.68 aA	0.024 dD	0.160 cC	6.67
绿发双层袋 LFBB	0.95 abcdABC	3.81 aA	0.010 kJK	0.118 hHI	11.80
神农双层袋 SNBB	0.91 cdefABCD	3.72 aA	0.013 jHI	0.102 kJ	7.85
神农双黑袋 SNHBB	0.94 abcAB	3.92 aA	0.012 kJ	0.112 jI	9.33
神农光条双层袋 SNGTBB	0.95 abcdABC	3.75 aA	0.021 fgF	0.148 dDE	7.05
塑膜袋 SMB	0.87 efCD	1.36 dCD	0.046 cC	0.119 hGH	2.59
无纺布袋 WFB	0.92 bcdeABCD	1.96 cC	0.069 aA	0.143 eE	2.07
对照 CK	0.85 fD	1.16 dD	0.059 bB	0.095 lJK	1.61

## 2.2 不同果袋对苹果果实内在品质的影响

从表 3 可知,不同果袋对红富士果实硬度的影响不同,有的降低,有的升高,这与许多研究报道相一致,即套袋对果实硬度的影响规律不一致<sup>[1]</sup>。套袋果实 Vc 含量表现降低的趋势,套纸袋 Vc 含量降低幅度较大,其中套精工双层袋的果实 Vc 含量降低最多,比对照降低 22.8 mg/kg;旬宝双层袋、神农双黑袋和神农光条袋降低较少,未超过 10.0

mg/kg,但仍与对照呈极显著差异;其他处理居中。套袋果实可溶性固形物含量也呈降低趋势,且与对照差异显著,其中 3 种光亮果袋和兆丰双层袋处理的果实可溶性固形物降低较多,较对照下降 1.6%~1.7%;精工双层袋、旬宝双层袋、神农双黑袋和神农光条双层袋可溶性固形物含量下降较少。可滴定酸含量除光亮双层 I 号、兆丰双层袋、绿发双层袋和无纺布袋处理较对照显著降低外,其余处理与对照差

异均不显著。从各处理的果实固/酸比得知,果实套袋后固/酸比有增高的趋势,其中光亮双层Ⅱ号袋固/酸比最低,绿奇都双层袋、光亮条黑双层袋、小林

双层袋、精工双层袋的固/酸比较对照低,其他袋种固/酸比有所提高。总之,套纸袋对果实内含物含量有不利影响,在一定程度上降低了果实的内在品质。

表 3 不同果袋对洛川果园红富士果实内在品质的影响

Table 3 Effect of different bags on inside fruit quality of red Fuji in Luochuan

处理 Treatment	去皮硬度/ (kg·cm <sup>-2</sup> ) Flesh firmness	Vc 含量/ (mg·Kg <sup>-1</sup> ) Vitamin C	可溶性固形物/% Soluble solids	可滴定酸/% Titratable acid	固/酸 Soluble solids/ Titratable acid
精工双层袋 JGBB	8.5 bcdeAB	15.6 gF	13.9 bB	0.38 abA	36.6
三秦双层袋 SQBB	8.3 bcdeBC	16.9 fgEF	13.1 bB	0.35 abcABC	37.4
小林双层袋 XLBB	9.0 abAB	21.5 deDE	13.5 bB	0.37 abAB	36.5
兆丰双层袋 ZFB	8.2 bcdeBC	18.2 efgEF	12.9 bB	0.30 cdeBCD	43.0
光亮双层Ⅰ号 GLBBⅠ	8.1 bcdefBC	28.0 bcB	12.8 bB	0.32 bcdABCD	40.0
光亮双层Ⅱ号 GLBBⅡ	7.2 fC	24.1 cdBCD	12.8 bB	0.39 aA	32.8
光亮条黑双层袋 GLTHBB	8.8 abcdAB	26.0 bcBC	12.9 bB	0.36 abAB	35.8
旬宝双层袋 XBBB	7.9 defBC	28.6 bB	14.2 bAB	0.38 abA	37.4
青和双层袋 QHBB	7.9 defBC	20.8 defCDEF	13.1 bB	0.34 abcdABCD	38.5
绿奇都双层袋 LQDBB	8.8 abcdAB	20.2 defDEF	13.5 bB	0.38 abA	35.5
绿发双层袋 LFBB	8.5 bcdeAB	16.9 fgEF	13.4 bB	0.29 deCD	46.2
神农双层袋 SNBB	7.8 efBC	18.2 efgEF	13.2 bB	0.34 abcdABCD	38.8
神农双黑袋 SNHBB	8.9 abcAB	28.6 bB	14.1 bAB	0.35 abcABC	40.3
神农光条双层袋 SNGTBB	9.6 aA	28.6 bB	14.2 bAB	0.34 abcdABCD	41.8
塑膜袋 SMB	8.0 cdefBC	24.1 cdBCD	13.7 bB	0.34 abcdABCD	40.3
无纺布袋 WFB	7.9 defBC	28.6 bB	13.0 bB	0.27 eD	48.1
对照 CK	8.4 bcdeABC	38.4 aA	14.5 aA	0.39 aA	37.2

### 2.3 不同果袋对苹果病虫果率的影响

田间调查显示,洛川果园各种纸袋处理的苹果果实病害和虫害发生较轻,病害以果实黑点病和痘斑病为主,未见轮纹病和炭疽病害。黑点病是套袋苹果容易发生的病害,影响果实外观品质,试验果园总体发病率低,其中神农双黑袋、塑膜袋和绿奇都袋发病率相对较高,分别为 3.53%,3.29%和 2.40%;小林袋、兆丰袋、无纺布袋、青和袋及三秦袋发病较低,分别为 1.69%,1.25%,1.11%,0.75%和 0.66%;其余 8 种纸袋和对照均未发病。其他病虫危害果率以无纺布袋最高,为 6.11%,对照为 2.46%,塑膜袋为 1.10%,光亮Ⅰ号袋为 1.05%,神农双层袋为 0.60%,其余 12 种纸袋均无危害。套袋果实的裂果率也较对照低,对照为 6.40%,兆丰袋为 2.50%,绿发袋为 2.48%,神农双层袋为 2.40%,神农双黑袋为 2.35%,塑膜袋为 2.20%,无纺布袋为 1.67%,绿奇都袋为 1.60%,青和袋为 1.50%,其余 8 种纸袋未见裂果。

### 3 小结与讨论

红色苹果的色泽是决定果实品质的重要因素之一,也是衡量套袋效果的重要指标。果袋对果实品质的影响效果因果袋的物理性状、品种、果园立地条件及气候条件等不同而有差异。不同种类的果袋有

不同的套袋效果,适应不同特性的果实进行套袋处理。新红星和乔纳金是较易着色的品种,套单层纸袋就有较好的效果<sup>[10-11]</sup>;而红富士是较难着色的品种,需要套双层纸袋才能显著提高其外观品质<sup>[2-7]</sup>。陕西渭北黄土高原是符合优质苹果生产七项气象指标的优生区,但年降雨量小,气候较干燥,昼夜温差大,所以对袋种的选择不同于沿海苹果产区。高海拔地区,紫外线强,有利于果实着色,并且昼夜温差大,有利于糖类物质的积累,有助于红色的生成<sup>[12]</sup>,所以,洛川果园大多数果实都着色好,优于低海拔地区生产的果实。苹果果皮发育受环境因素影响较大,光照的强弱影响果面光洁度,弱光条件下,果面光洁度高,反之,果面光洁度明显降低<sup>[13]</sup>。纸袋种类不同光的透过性不同,果袋内光照强度不同,导致果面光洁度存在差异,因此,应根据果实着色需光特性和果袋材料特定的遮光特性相配合,来选择合适的纸袋,这就需要进行细致深入的研究探讨。

双层纸袋在使果实外在品质显著提高的同时,却对内在品质产生了不利影响,降低了果实的糖含量<sup>[14-15]</sup>,影响果实风味。套纸袋使果实糖、酸含量下降的可能原因:一是套袋果由于果袋的遮光作用,使果皮叶绿素含量明显降低,光合作用显著下降,糖、酸等物质合成减少<sup>[15]</sup>,同时套纸袋也导致树体叶片光合作用下降,果实内含物也会降低;二是套袋后袋

内温度升高,光照极弱,使果实呼吸强度增大,碳水化合物消耗更多,不套袋果在光照、风、雨、温度等因素剧变的影响下,由于果实的自我保护机制,内含物积累相对较多,不套袋果实的糖、酸含量高于套袋果<sup>[16-17]</sup>;三是套袋后的微域环境使果实激素(IAA、GA)含量减少,从而降低了叶片制造的光合产物向果实运转的能力<sup>[14]</sup>。上述原因也与套纸袋果实果个减小有关。因此,在加强套纸袋果园栽培技术管理、减小对果实内在品质影响负作用的同时,还有待进一步研究套袋处理对果物质转化的内在机理。但本试验结果表明,套双层袋后果实可溶性固形物含量和单果质量与优质苹果指标比较,并非所有套袋处理都降到了优质苹果的标准(即可溶性固形物 $\geq 13.0\%$ ,单果质量 $\geq 200\text{ g}$ )之下<sup>[18]</sup>,说明有的果袋虽然影响内在品质,但仍能达到生产优质苹果的目标。因此,综合效果表现比较好的果袋,值得在生产上推广应用。

#### [参考文献]

[1] 韩明玉,李丙智,范崇辉,等. 水果套袋理论与实践[M]. 西安: 陕西科学技术出版社,2004:122-125,102-103.

[2] 王少敏,王忠友,赵红军. 短枝型红富士苹果果实套袋技术比较试验[J]. 山东农业科学,1998(3):28-30.

[3] 孙忠庆,陈宏,吴建军. 套袋对提高惠民短枝红富士苹果品质的效应[J]. 中国果树,1995(2):36-38.

[4] 赵淑芳,温淑英. 红富士苹果套袋技术调查研究初报[J]. 北方果树,1991(2):51-53.

[5] 张建军,马希满. 不同果袋对苹果果实品质的影响[J]. 中国果

树,1996(2):12-14.

[6] 宋志正,王爱民. 纸袋处理和除袋期对富士苹果品质的影响[J]. 中国果树,1997(1):21-22.

[7] 范崇辉,魏建梅,赵政阳,等. 不同果袋对红富士苹果品质的影响[C]//赵尊练. 园艺学进展(第六辑). 西安:陕西科学技术出版社,2004:121-125.

[8] 高俊凤. 植物生理实验技术[M]. 北京:高等教育出版社,2001:101-103.

[9] 全月澳,周厚基. 果树营养诊断法[M]. 北京:农业出版社,1982:113-115.

[10] 王少敏,赵红军,刘寄明. 纸袋种类及采收期对新红星苹果质量的影响[J]. 北方果树,1998(6):10.

[11] 潘增光,辛培刚. 不同套袋处理对苹果品质形成的影响及微域生境分析[J]. 北方园艺,1995(2):21-22.

[12] 苏润宇. 果实的品质因素及生理[J]. 烟台果树,1994(1):14-19.

[13] 孙建设,马宝焜,章文才,等. 富士苹果果皮色泽形成的需光特性研究[J]. 园艺学报,2000,27(3):213-215.

[14] 辛贺明,张喜焕. 套袋对鸭梨果实内含物变化及内源激素水平的影响[J]. 果树学报,2003(3):233-235.

[15] 王少敏,高华君,张晓兵. 套袋对红富士苹果色素及糖、酸含量的影响[J]. 园艺学报,2002,29(3):263-265.

[16] Moriguchi T, Sanda T, Yamaki S. Seasonal fluctuations of some enzymes relating to sucrose and sorbitol metabolism in peach fruit[J]. Amer Soc Hort Sci,1990,115:278-281.

[17] Ferree Dc. Environmental and nutritional factors associated with scarf skin of 'Rono Beauty' apples[J]. J Amer Soc Hort Sci,1984,109(4):507.

[18] 沈达,杨明玉,季向阳. GB10651-89 鲜苹果[S]//中国国家标准汇编. 北京:中国标准出版社,1993:471-476.