

瓦楞纸箱材质与各项技术指标的确定

■ 文/达成包装制品(苏州)有限公司 张惠忠

瓦楞纸箱在加工前,需要合理、科学的确定其材质与各项物理指标,这是一项技术含量较高的工作,对大多数纸箱用户来说,都不具备这方面的专业知识,而一些中小型纸箱生产厂家也都只停留在“老经验”上,缺乏科学理论与数据的支持,目前社会上习惯的传统做法是:

1. 纸箱用户拿一只旧的或他厂的纸箱,要求纸箱厂“就按这只样箱的材料做”。

2. 纸箱用户列出若干不同材质,要求纸箱厂分别打样,然后进行堆码、跌落等试验,看看哪一款最适合,属于“广种薄收”的笨办法。笔者曾受理过某客户的一款纸箱,竟开列了8种不同材质的配比,要求纸箱厂每种各打6个样箱供客户评判选择。

3. 请有经验的“资深人士”目测估算,以确定纸箱用材的配方。

这些做法都带有很大的盲目性和局限性,有时配材标准过低,会造成纸箱在堆码或运输

时发生事故,有时又会造成“质量过剩”,浪费了资源,同时也增加了用户的包装成本。

而一些工业发达国家的做法是值得推崇的,在美国ASTM纸箱标准中,详列了“按内装物重量”与“纸箱尺寸大小”两项主要应用指标,以此来确定纸箱的各项技术参数,并通过一系列的公式计算来选择用纸规格等,在欧盟与日本的纸箱标准中,也都有相似的内容。

我国经改版升级的纸箱标准GB/T 6543-2008(注:主要参照日本JIS Z1506标准)与GB/T 6544-2008,也作了这方面的努力,力争与国际技术“接轨”,这两份国内标准为我们确定纸箱的材质与物理指标,提供了科学的可靠参数。

为了方便、直观的说明问题,现将GB/T 6543-2008“运输包装用单瓦楞纸箱和双瓦楞纸箱”中的表1和GB/T 6544-2008“瓦楞纸板”中的表1,分列在下面。

GB/T 6543-2008中的表1“瓦楞纸箱的种类”

种类	内装物最大质量/kg	最大综合尺寸 ^a /mm	1类 ^b		2类 ^c	
			纸箱代号	纸板代号	纸箱代号	纸板代号
单瓦楞纸箱	5	700	BS-1.1	S-1.1	BS-2.1	S-2.1
	10	1000	BS-1.2	S-1.2	BS-2.2	S-2.2
	20	1400	BS-1.3	S-1.3	BS-2.3	S-2.3
	30	1750	BS-1.4	S-1.4	BS-2.4	S-2.4
	40	2000	BS-1.5	S-1.5	BS-2.5	S-2.5
双瓦楞纸箱	15	1000	BD-1.1	D-1.1	BD-2.1	D-2.1
	20	1400	BD-1.2	D-1.2	BD-2.2	D-2.2
	30	1750	BD-1.3	D-1.3	BD-2.3	D-2.3
	40	2000	BD-1.4	D-1.4	BD-2.4	D-2.4
	55	2500	BD-1.5	D-1.5	BD-2.5	D-2.5
<p>a 综合尺寸是指瓦楞纸箱内尺寸的长、宽、高之和。</p> <p>b 1类纸箱主要用于储运流通环境比较恶劣的情况</p> <p>c 2类纸箱主要用于流通环境较好的情况。</p>						
注：当内装物最大质量与最大综合尺寸不在同一档次时，应以其较大者为准。						

GB/T 6544-2008中的表1“瓦楞纸板的技术指标”

代号	瓦楞纸板最小综合定量/(g/m ²)	优等品			合格品		
		类级代号	耐破强度 (不低于) / kPa	边压强度 (不低于) / (kN/m)	类级代号	耐破强度 (不低于) / kPa	边压强度 (不低于) / (kN/m)
S	250	S-1.1	650	3.00	S-2.1	450	2.00
	320	S-1.2	800	3.50	S-2.2	600	2.50
	360	S-1.3	1000	4.50	S-2.3	750	3.00
	420	S-1.4	1150	5.50	S-2.4	850	3.50
	500	S-1.5	1500	6.50	S-2.5	1000	4.50
D	375	D-1.1	800	4.50	D-2.1	600	2.80
	450	D-1.2	1100	5.00	D-2.2	800	3.20
	560	D-1.3	1380	7.00	D-2.3	1100	4.50
	640	D-1.4	1700	8.00	D-2.4	1200	6.00
	700	D-1.5	1900	9.00	D-2.5	1300	6.50
T	640	T-1.1	1800	8.00	T-2.1	1300	5.00
	720	T-1.2	2000	10.0	T-2.2	1500	6.00
	820	T-1.3	2200	13.0	T-2.3	1600	8.00
	1000	T-1.4	2500	15.5	T-2.4	1900	10.0
注：各类级的耐破强度和边压强度可根据流通环境或客户的要求任选一项。							

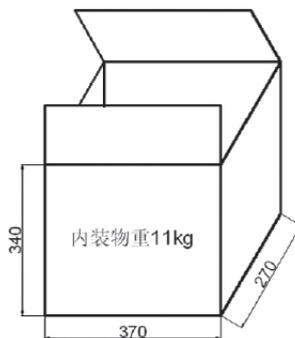
对照上述两表，我们举一实例来说明。

假设某纸箱内径尺寸为370×270×340mm，内装物重量11kg，用于出口，那么按照GB6543表1“a”可以先计算出其最大综合尺寸为980mm。

确定材质与物理指标的步骤如下：

1.选择纸箱楞型

从GB6543表1可以看到，像这类纸箱，既可采用单瓦楞，也可采用双瓦楞，在欧美国家会尽量向单瓦楞靠拢，而中国习惯以双瓦楞为主打产品，我国某包装杂志曾对中美纸箱的楞型作过一个统计比较，见下表：



中美纸箱所用楞型对比数据表

国家 \ 类别	单瓦楞所占比例	双瓦楞所占比例	三瓦楞所占比例
中国	40.8%	49.5%	9.7%
美国	89.4%	9.1%	1.5%

很显然，美国的瓦楞纸箱用材更省，所耗资源更少，成本更低，占用空间更小，纸箱成型后外观更漂亮，因此，大力开发重载荷单瓦楞纸箱，是我们今后努力的一个方向。

这里，我们权且也选用单瓦“C”楞（注：欧美国家很少采用A或BA楞，主要品种为C或BC楞）。

2.选择纸箱种类

GB/T6543表1规定了纸箱的两种类别，即“1类”与“2类”，它在此表格“b”与“c”的注释中作了说明：

“1类”纸箱主要用于储运流通环境比较恶劣的情况。

“2类”纸箱主要用于流通环境较好的情况。

划分的依据主要是看运输、仓储的环境状态，但这些往往不是纸箱厂或用户能提前知晓

掌握的，所以在实际操作中，人们常会以内装物的性质来区别，如将医药、电子、化妆品等附加值较高的产品，以及出口、危险品纸箱等，归为“1类”箱，这次我们也选择“1类”。（注：美标只有1类，没有2类）。

3.选择纸箱代号

查GB/T6543表1可知，当该箱内装物重11kg时，应属BS-1.3，但该箱的最大综合尺寸却只有980mm，则属BS-1.2，显然它们不属于同一档次，按照表1“注”规定：当两者“不在同一档次时，应以其较大者为准”，因此该纸箱的标准代号应该确定为“BS-1.3”，它对应的纸板代号则为“S-1.3”。

需要说明的是，有少部分客户因仓储环境比较恶劣，或者常遭遇野蛮装卸等负面原因，所以按常规标准确定的纸箱等级，往往不能满足实际的强度需求，这时可整体提升一档指

标来解决，个别危险品纸箱还有提高两档的特例。

4. 确定纸箱物理指标

有了纸板代号，就可以轻易查到该纸箱所属的用材定量与物理指标了，在GB/T6544表1中，“S-1.3”规定的资料共有三项：

①瓦楞纸箱最小综合定量 $\geq 360 \text{ g/m}^2$
 （注：单瓦楞的“最小综合定量”是指面纸加里纸，而双瓦楞除面、里纸外还需加中间的夹芯纸的定量）。

②耐破强度 $\geq 1000 \text{ kpa}$

③边压强度 $\geq 4.5 \text{ kN/m}$

④再按照GB/T6543附录D的计算公式，马上可以得知另一项重要物理技术数值，即该瓦楞纸箱的“抗压强度”值P (N)：

$$P=K \cdot G \frac{H-h}{h} \times 9.8 \quad (1)$$

公式(1)中的G为纸箱毛重(kg)，H一般规定为3m(注：出口用纸箱有时也会按照“标准集装箱”的内净高度2.35m计)，h为纸箱高度，K为强度安全系数，“K”是公式(1)中唯一的不确定值，它与纸箱的储存期长短(受压蠕变)、流通环境的温湿度、堆码方式、装卸条件、纸箱印刷与开孔等因素关系密切，尽管比较复杂，但仍有一定的规律和经验参数可循，此处不作展开，详情可参看“估算安全系数K的参考数据“一表^[1]，本例设K系数=2.2，那么

$$P=2.2 \times (11 \text{ kg} + \text{纸箱自重设为} 0.8 \text{ kg}) \times \frac{3 \text{ m} - 0.34 \text{ mm}}{0.34 \text{ mm}} \times 9.8 = 1990 \text{ N}$$

有了上述①②③④项基础数据，我们即可通过相关公式来推导或验证纸箱的用材与技术

指标。

美国马基公式

$$P=5.87 \cdot \text{ECT} \cdot (\text{TZ})^{\frac{1}{2}} \quad [2] \quad (2)$$

公式(2)中的P为纸箱的抗压强度(N)，ECT为纸箱的边压强度(N/m)，T为纸板厚度(m)，Z为纸箱内径周长(in/m)。

公式(1)与公式(2)的主要区别在于：

公式(1)的P值，是该纸箱在实际安全使用时必须具备的“抗压强度”值。

而公式(2)的P值，是在已知纸箱大小、楞型、用材配方等要素后，经计算得出的理论“抗压强度”值，它与公式(1)正好互补验证。

公式(2)中所指的“ECT”值，一般正规纸箱厂都会将本厂各类常用纸板的ECT数据，事先测试好并汇综列表，供设计时参考。由于各厂所进原纸的制造厂商、等级、定量、原料配比等各不相同，有些还会选用一些非标纸种，所以每个纸箱厂所用原纸的物理指标值差异很大。

当然也可以用一个简易公式，通过计算来求得瓦楞纸板ECT的近似数值(见公式3与4)。

边压强度的计算公式

单瓦楞纸板ECT=面纸RCT+里纸RCT+瓦楞纸RCT×楞率 (3)

双瓦楞纸板ECT=面、芯、里纸RCT之和+各瓦楞纸RCT×楞率^[3] (4)

公式(3)和(4)中的RCT为原纸的横向环压强度(N·m)，这是评价原纸优劣的一项重要指标，因此各正规造纸厂在送货时都会附“产品合格鉴定书”，其上面均会注明此值。

而各瓦楞的楞率，各厂因瓦楞辊的磨损程

度不同而会略有差异，但标准的理论值应该都是一致的，即：A=1.53 B=1.36 C=1.46 E=1.25^[4]

我们回过头仍来看看上述实例，假设选择一款市场上常用的单瓦楞纸板：

200g/m²+120 g/m²+200 g/m²，原纸等级皆为优等品。

这款纸板的最小综合定量应是200g/m²+200g/m²=400 g/m²，已大于上述4.①规定的360 g/m²了。

造纸厂送货时提供的该200g/m²箱纸板的RCT≥1800N/m，耐破强度≥600kpa，同时提供的120g/m²瓦楞纸的环压强度RCT≥1200N/m。

那么该纸板的边压强度值（ECT）按照公式（3）可知：

$$\text{ECT}=1800 \text{ N/m}+1800 \text{ N/m} +1200 \text{ N/m} \times 1.46 = 5352 \text{ N/m}$$

显然它亦超过GB6544规定的4.③中的4500 N/m额定值了。

再将纸板厚度T=3.8mm（C瓦楞标准厚度为3.5~4 mm）与纸箱周长代入公式（2）得：

$$P=5.87 \times 5352 \text{ N/m} \times \{0.0038 \text{ m} \times 2 (0.37 \text{ m}+0.27 \text{ m})\}^{\frac{1}{2}} = 2191 \text{ N}$$

它同样优于GB/T 6543附录D按规定计算的抗压强度值1990 N（见前述4.④）。

瓦楞纸板的耐破强度主要与面纸、里纸关系密切（双瓦楞还含夹芯纸），而波形瓦楞纸对耐破强度影响很小，在生产实际中为计算方便，一般忽略不计，取近似值为0^[5]，所以当知晓了各张箱纸板的耐破强度值后，只要将他们简单相加，就可得出该纸板的耐破强度值了，它们应该是：

$$600 \text{ kpa}+600 \text{ kpa}=1200 \text{ kpa}$$

显然，它满足GB/T 6544规定的1000 kpa的要求（见4.②），因此该纸板所有的数据指标全部符合BS-1.3的规定，结论是可靠适用的。

有经验的设计员或配材员都清楚，由于加工中常常会有些事先不可预测的因素，某些强度指标会遭到损失，加上制造与检测时的误差，所以在配材时，一定要将计算出的理论值高于国标规定值的10%左右，才比较安全可靠（详见GB/T6543-2008中的5.1.1）。

选材确定后，下一步还应该打实样，并测试样箱的各项物理指标，看看它是否符合国标所规定的上述4项主要参数，并验证打样前所作的各项理论计算值与实测值之间的误差，经过较长时间的数据积累，就可以获得大量宝贵的第一手经验数值，在日后的设计中，就可以得心应手，效率也可提高好多倍。

还有一点经常困扰供需双方的是，一旦对纸箱的质量产生异议，在测试或复验技术指标参数时，是否要先进行预处理？

GB/T6544“附录B”中提到，检测试样应按照GB/T10739-2002“纸、纸板和纸浆试样处理与试验的标准大气条件”规定，即在温度（23±1）°C、相对湿度50%±2%的环境里，一般须保持24h后再测试，当然这需要在专业设备上，而且费用不菲。

可是，用户则强调：他们的纸箱并不是在恒温恒湿条件下使用的。一款基础条件完全相同的纸箱，处在南方梅雨高湿季节和冬季寒冷干燥季节，前者的抗压强度还不足后者的80%。有些经过常规计算完全达标的纸箱，在冬季或春、秋季使用确无问题，但在梅雨季却常会发

生码垛垮塌事件，换言之，经恒温恒湿检验合格的纸箱，在夏季常温下使用却往往是不成功的。

很多用户从实际安全使用角度出发，要求无论何种气候环境，纸箱检测都应在常温下进行，此诉求并不过分，它对纸箱的生产厂则提出了更高的要求，比如在特殊时间段，应对纸箱表面进行防潮涂布或用薄膜阻隔潮气，也可采取抗水性粘结或提升配材标准等措施。

由于国内纸箱产能供大于求，“僧多粥少”的局面非常严重，因此一些纸箱厂在招投标时，往往打“低价牌”恶性竞争，有的甚至低于成本价抢单，成交后再逐步偷工减料，这已成为行业内公开的秘密。有的弄虚作假，送样检测的几个纸箱与批量供货的纸箱根本不是一回事；有的采用降低纸张的定量（厚度）；有的降低纸张的质量等级；更有甚者，违规使用“有害物质超标、对环境污染严重”的“泡花碱”（又俗称水玻璃）作粘合剂（价格低廉、纸板硬挺），而不用国标规定的环保型淀粉粘合剂（见GB/T 6544-2008中的5.1.2）。

最终造成用户在堆码或运输时，发生纸箱鼓肚、破损、塌陷、倒伏、RoHS不达标等包装事故，出口用的纸箱还影响到国家的声誉。

为了应对纸箱厂的不诚信、不作为，不少终端用户无奈在纸箱进库时用“称重量”来验收，看起来简单直观，但“买的不如卖的精”，笔者曾解剖化验过某用户的一款“问题”纸箱，其中间的夹芯纸竟用450g/m²的劣质廉价纱管纸充数，而且纸张的含水率特高。

有很多纸箱用户则在合同中规定了面纸、芯纸、里纸以及各层瓦楞纸的详细定量与等

级，但实际上，将从纸箱上剥离下来的每张纸进行精确检测是件非常专业且十分困难的事（特别是纸张等级的鉴定），所以此办法要么纠纷不断，要么形同虚设。

再说有的用户在规定纸张定量与等级时，本身就很外行，并未采用GB/T 13024-2003（箱纸板）和GB/T 13023-2008（瓦楞芯（原）纸）所规定的标准定量与等级，为此，供应商必须例外采购特规原纸，这对一些中小订单来讲是难以想象的。

其次，由于各个纸箱厂所用“瓦楞纸板流水线”的性能优劣差别巨大，即使用同样定量与等级的原纸，在不同等级的流水线上进行加工，所得到瓦楞纸板质量与技术指标的差异也会很大。

纵观国内外的纸箱标准，没有一份会作上述傻傻规定，而全部采用按“物理技术指标”来验收与评判纸箱的优劣。换言之，如何配纸是供应商应该做好的专业工作，而纸箱用户只要最终把住“边压”与“耐破”两道关口即可，即使有些需要重载荷堆码的客户，也仅仅再增加一项“抗压强度”值的测定就足矣（见前述4.④）。

为此笔者建议：

1. 纸箱用量较大的客户，应购买“边压”与“耐破”测试仪，这两台设备价格不贵，体积很小，操作简便，只要对采购的纸箱按国家标准进行测试鉴定，就能确保纸箱的质量与使用安全，也不用担心供应商的偷工减料了。

而一些纸箱用量较小的客户，则可通过第三方检测机构，对这两项或三项指标进行验证。

2. 对纸箱厂而言，降低包材成本的方法有很多，但绝对不是偷工减料，而只能是通过加强自身管理，减少加工损耗，避免人员浪费，以及靠技术创新、设备更新等途径。我们要永远记住：没有诚信，就没有纸箱企业的未来。

参考文献

- [1]彭国勋等。瓦楞包装设计 [M] 北京：印刷工业出版社，2007：214
- [2]彭国勋等。瓦楞包装设计 [M] 北京：印刷工业出版社，2007：147
- [3]章亚非，张晓蓉。瓦楞纸箱测试浅探 [J] 上海：上海包协纸容器委员会，2008，332
- [4]彭国勋等。瓦楞包装设计 [M] 北京：印刷工业出版社，2007：9-10
- [5]彭国勋等。瓦楞包装设计 [M] 北京：印刷工业出版社，2007：16