

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2017.06.017

汽车内饰件储蓄盒模具脱模改进设计^{*}

徐自明,王乾

(常州轻工职业技术学院,江苏常州 213164)

摘要:针对汽车内饰件储蓄盒内腔底部表面存在印痕影响其外观品质的问题,对推杆端面与塑件表面的接触位置进行修改,将推杆端面纹理复映在没有外观质量要求的塑件外背底面,并在不影响塑件使用性能情况下,在塑件外背两侧设计4条对称分布的耳带,以实现塑件的顺利脱模。通过理论分析并结合实际试验确定了该塑件耳带结构参数直径取值3~4 mm。实际注塑试验证明,该设计能够可靠地实现塑件顺利脱模,有效地保证了塑件的外观品质,为同类产品的结构及模具设计提供了参考。

关键词:汽车内饰件;储蓄盒;注塑模具;脱模;改进;设计

中图分类号: TQ320.5+2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2017)06-0086-04

Improved Design on Demoulding Method of Injection Mould for Saving Box of Automobile Interiors

Xu Ziming, Wang Qian

(Changzhou Institute of Light Industry Technology, Changzhou 213164, China)

Abstract : In order to solve the problem that the imprints existed on the bottom surface of the inner cavity of a auto saving box affects the appearance quality of the automobile interior part, the contact position of ejector pin end surface and the plastic part surface was changed, the imprints of the ejector pin end surface was duplicated on the outside bottom of the plastic part without the requirements of appearance quality. Then four symmetrical ear bands were designed on both sides of the plastic part outside for realizing the successful demoulding and they had no effects on the using performance of the plastic part. Based on the theoretical analysis and practical tests, the diameter for the ear bands was determined and it was 3–4 mm. The injection molding experiments show that the design can reliably realize demoulding and effectively guarantee the appearance quality of the plastic part. It provides reference for the design of similar products.

Keywords : automobile interior ; saving box ; injection mould ; demoulding ; improving ; design

随着我国汽车工业的高速发展,汽车的消费量也日益剧增,汽车内饰也越来越受到汽车消费者的关注,优质的汽车内饰件美观舒适,能够提高汽车驾驶人员与乘坐人员的舒适性。汽车的内饰主要由塑件构成,注塑模具的品质是影响汽车内饰的重要因素,因此研究汽车内饰件模具具有重大的意义^[1-4]。储蓄盒属于常用的一种汽车内饰件,与其它内饰件不同,其使用的外观面为其内腔,一般情况下,该内饰件通过推杆从内腔底部顶出而实现脱模,但这会在内腔底部产生明显的印痕缺陷。与其它内饰件相比,虽然这种缺陷有一定的隐蔽性,但近年来一方面汽车消费者对内饰件的外观品质要求越来越高,而另一方面许多国内汽车配件厂家的产品与国际知名汽车公司配套,他们对储蓄盒外观品质有了更高的要求,已不允许储蓄盒内腔底部存在印痕缺陷。为此,笔者针对原储蓄盒内腔底部存在印痕缺陷问题,对原储蓄盒及其模具脱模结构进行了改进,避免了

该产品的外观品质缺陷,满足了客户的要求,为同类产品的结构及模具设计提供了参考。

1 塑件分析

图1为汽车内饰件储蓄盒。材料选用美国Monsanto Kasei公司生产的牌号为TFX-210的丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料,其具有良好的表面硬度和较高的冲击强度。塑件长115 mm、宽50 mm、最大高度65 mm,壁厚2.5 mm。两侧设有2个凹槽、2个定位孔。塑件内腔表面品质要求较高,表面质量要求光洁、无印痕、刮痕等缺陷。塑件外背表面为装配面,无品质要求。

2 设计方案及工作原理

一般情况下,类似图1所示的塑件模具结构与脱模过程如图2所示^[5]。当注塑完成后,模具打开,

^{*} 常州市科技型中小企业技术创新资金项目(CC20130013)

联系人:徐自明,副教授,主要研究方向为模具设计与制造

收稿日期:2017-04-09

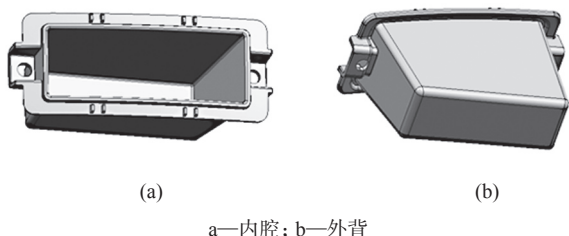


图1 储蓄盒塑件图

定模中的型腔固定不动,动模中的型芯沿图2所示的水平方向向左运动。由于在冷却的过程中,塑件体积收缩,其包紧在型芯上,跟随型芯一起移动。然后注塑机顶杆推动推件板,并将力传递到推杆,推动塑件,将塑件推出^[6-9]。为了将塑件推出,在模具处于闭合状态时,处于熔融状态的塑件内腔底部与推杆端面已经接触。塑件在模腔内固化后,塑件内腔底部在接触部位会留下印痕,印痕的尺寸及纹理与推杆端面尺寸及纹理相同,可以说,该印痕是推杆端面的复映。这样的印痕在该汽车内饰件内腔表面不允许出现,因此必须在模具脱模方法上进行改进。

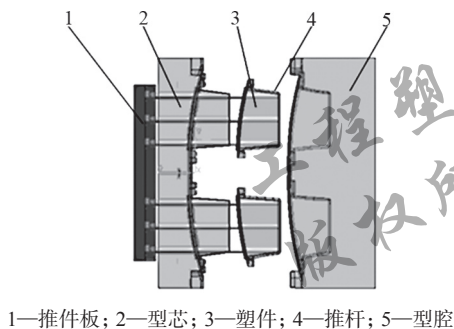


图2 原塑件模具结构及脱模过程示意图

图3为模具结构改进前后推杆端面与塑件表面接触位置示意图。如图3所示,模具结构改进前后,推杆的端面与塑件表面接触位置不同,改进后,推杆的端面与塑件外背底面接触,会在此处表面留下印痕,但此表面没有外观质量要求,可以解决原方案塑件内腔底部表面有印痕的问题,满足了该塑件的外观品质要求。

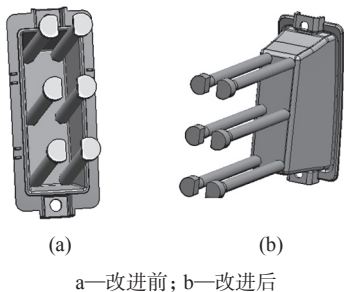


图3 模具结构改进前后推杆端面与塑件表面接触位置

但仅仅改进推杆端面与塑件表面接触位置,脱

模依然存在问题。模具结构改进后,模具中处于固定不动的部分由原结构的型腔变为型芯即为定模型芯,而原结构中能够运动的型芯变为型腔即为动模型腔,当动模型腔与定模型芯分开时,定模型芯处于固定不动的状态,而动模型腔会沿图4所示的水平方向向左运动,由此会出现如图4所示的结果,塑件包紧在固定不动的动模型腔上,这时,用于脱模的主要零件推板、推杆不能起到作用,无法将塑件从模具上正常脱出。

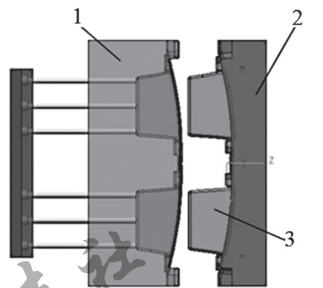


图4 塑件包紧在动模型腔的示意图

为了脱模机构正常发挥作用,塑件可以顺利从模具中推出,在不影响使用性能的情况下,笔者在塑件外表面两侧设计了共4条耳带,对称分布,如图5所示。耳带设计为半圆,半圆轮廓曲线可以减缓开模和推出塑件的冲击载荷。

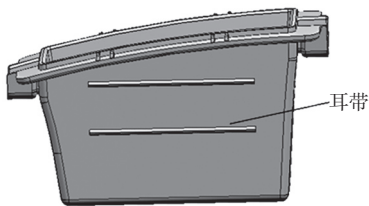


图5 设有耳带的塑件

当动模型腔与定模型芯刚开始分开时,动模型腔对耳带产生作用力,这个作用力能够克服因包紧力而产生的塑件与定模型芯之间的摩擦力,使得塑件脱离定模型芯而保留在动模型腔上,这样脱模机构可以正常发挥作用,将塑件推出,塑件正常脱模,如图6所示。

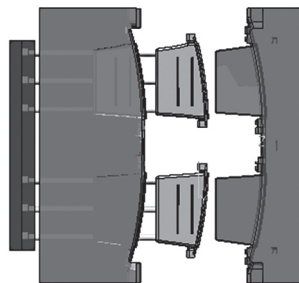


图6 设有耳带的塑件正常脱模状态

3 耳带结构尺寸设计

3.1 理论分析

耳带的结构尺寸主要有长度和半圆直径,其中长度可以根据塑件长度而定,而半圆直径需要通过受力分析与实际试验进行确定。塑件留在动模型腔上的主要因素是塑件内腔侧壁对定模型芯的包紧力,虽然塑件两侧的凹槽、定位孔、成型面粗糙度也会对塑件脱模有影响,但这是次要因素,为简化理论分析,将这些次要因素省略,得到简化模型,如图7所示。图7放大视图I为在定动模刚开始开模瞬间一个耳带的受力分析情况。从图7可以看出,耳带主要受到模具的3个作用力:(1)包紧力引起的反作用力,即定模型芯对塑件产生的胀力 F_b ;(2)定模型芯和塑件间的摩擦力 F_m ;(3)动模型腔对耳带的作用力 F_r 。在开模瞬间,动模型腔对耳带的作用力 F_r 达到最大值,一旦模具打开,该值会迅速减小。通过平衡条件,可以计算出耳带所要承受的作用力 F_r 值。其它3个耳带受力情况同理。

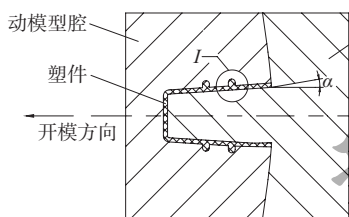


图7 简化模型及塑件耳带受力分析

根据力平衡的原理,列出耳带在水平方向上力平衡方程式:

$$F_m \cos \alpha - F_r - F_b \sin \alpha = 0 \quad (1)$$

$$F_m = (F_b - F_r \sin \alpha) \mu \quad (2)$$

式中: α ——塑件拔模角度,实际值 4° ;

μ ——塑件与钢的摩擦系数,为 $0.1 \sim 0.3$,取均值 0.2 ;

由式(1)和式(2),经整理后得:

$$F_r = \frac{F_b(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)}{1 + \mu \cos \alpha \sin \alpha} \quad (3)$$

因实际摩擦系数 μ , $\sin \alpha$ 值较小, $\cos \alpha < 1$,故可以忽略 $\mu \cos \alpha \sin \alpha$,

式(3)简化为:

$$F_r = F_b(\mu \cos \alpha - \sin \alpha) = Ap(\mu \cos \alpha - \sin \alpha) \quad (4)$$

式(4)中 A 为该塑件包络定模型芯的面积 $1/4$ (因为这里仅考虑一个耳带的作用), A 值经检测为 $7.4 \times 10^3 \text{ mm}^2$; p 为塑件对定模型芯单位面积上的包紧力, p 值为 $0.8 \times 10^7 \sim 1.2 \times 10^7 \text{ Pa}$,

取均值 $1.0 \times 10^7 \text{ Pa}$ 。由此计算可得到 F_r 的值为 $9.6 \times 10^3 \text{ N}$ 。

从图7可以看出, $F_r \cos \alpha$ 和 F_m 两个力大小相等,方向相反,作用线的距离也很接近,约塑件壁厚值,因此,在耳带与塑件连接部位的截面 $N-N$ 处主要受到剪切力的作用,迫使在该处有相对错位变形的趋势。根据材料力学理论^[10],在 $N-N$ 截面处假想地将耳带切开,以其中一部分作为研究对象,其受力分析如图8所示,其中 $F_r \cos \alpha$ 是外力,其值已由式(4)确定, Q 是内力,它是剪切力,与 $N-N$ 截面相切,两力处于平衡状态,即外力 $F_r \cos \alpha$ 和内力 Q 的值相等。

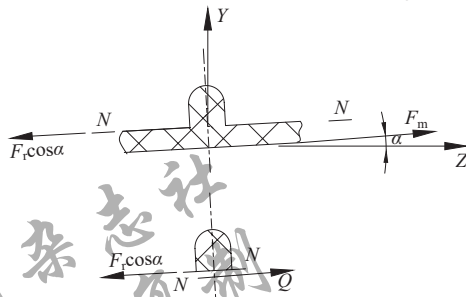


图8 在 $N-N$ 截面处的受力分析

由材料力学剪切原理,可以建立强度条件:

$$\tau = \frac{Q}{A_N} = \frac{F_r \cos \alpha}{A_N} \leq [\tau] \quad (5)$$

$$A_N = DL \quad (6)$$

式中: τ ——截面 $N-N$ 实际剪切应力;

A_N ——截面 $N-N$ 面积;

$[\tau]$ ——塑件材料ABS许用剪切应力,试验测定该材料许用剪应力值 80 MPa ;

D ——耳带直径;

L ——耳带长度,根据塑件结构尺寸,取 60 mm ;

由式(5)和式(6)可以求得 $D \geq 2 \text{ mm}$ 。

3.2 实际试验结果与分析

在实际情况中,耳带直径值除了受到包紧力这一主要影响之外,还受到其它一些因素影响,如定模型芯成型面若干小的凸台、表面粗糙度、注塑工艺参数等。同时,它受到推杆推出力的影响,因为塑件从动模型腔推出过程中,耳带会使侧壁产生弹性变形。当耳带直径值增加时,塑件从动模型腔推出所需要的力也随之增加,引起塑件带有耳带的侧壁向塑件内腔发生弹性变形,该值增加越多,变形量越大,并且该变形量会关联相邻侧壁的翘曲变形量,当推出力增加到一定值时,达到塑件材料极限,会在塑件强度薄弱处引起损坏。

上述耳带直径值是在简化模型下经过理论分

析得到的理论值,它仅仅考虑了包紧力这一主要因素影响。在实际应用时,需要综合考虑其它影响因素,以提高脱模安全系数,笔者引入修正系数 K 值,实际储蓄盒塑件耳带直径 $D_{\text{实}}=KD$ 。由于修正系数 K 值受到具体的产品结构、表面粗糙度等因素影响,情况较复杂,理论分析的难度非常大,故笔者采用实际试验方法确定修订系数 K 值。实际试验中, K 值取值分别为1,1.25,1.5,1.75,2,2.25,设定标准注塑工艺参数,如表1所示,在锁模力1500 kN卧式注塑机上进行注射成型,得到成品塑件。该试验条件符合企业生产技术标准。

表1 注塑工艺参数

模具温度/℃	熔体温度/℃	顶出温度/℃	最大剪切速率/ s^{-1}
50	230	88	12 000

试验的主要性能指标包括塑件正常从定模型芯脱出的脱模率、推杆将塑件从动模型腔正常推出的推出率。不同的修订系数 K 值对性能指标的影响见表2,表中 S 为标准差。

表2 修订系数 K 值对性能指标的影响

项 目	修订系数 K 值						S
	1	1.25	1.5	1.75	2	2.25	
脱模率/%	48.2	68.6	100	100	100	100	0.804
推出率/%		100	100	100	100	56.4	0.625

由表2可以看出,修订系数 K 值为1.5~2.25时,脱模率达到100%,修订系数 K 值为1.25~2时,推出率达到100%。因此, K 值应取1.5,1.75和2,由于 $D_{\text{实}}=KD$, $D \geq 2$ mm,可以确定实际储蓄盒产品耳带直径值为3~4 mm时,能够可靠地实现塑件正常从定模型芯脱出,推杆将塑件从动模型腔中正常推出,塑件可以顺利脱模。改进后实际注射成型的产品如图9所示,产品内腔表面品质良好,没有印痕缺陷,满足了客户的要求。



a—俯视图;b—正视图

图9 储蓄盒产品实物图

4 结语

(1) 通过改变推杆端面与汽车储蓄盒塑件表面的接触位置,将推杆端面纹理复映在没有外观质量要求的塑件外背底面,解决了原方案塑件内腔底部表面有印痕的问题,满足了储蓄盒塑件的外观品质要求。

(2) 在塑件外背两侧设计4条对称分布的耳带,这样可以保证在模具开模过程中塑件保留在动模型腔部分,脱模机构能够发挥作用,正常推出塑件。

(3) 建立简化模型,通过理论分析可以确定耳带结构参数直径理论值 $D \geq 2$ mm;

(4) 实际储蓄盒产品耳带直径 $D_{\text{实}}$ 受到具体的产品结构、表面粗糙度等因素影响,为了提高脱模安全系数,引入修正系数 K 值, $D_{\text{实}}=KD$ 。通过试验可以确定修正系数 K 值为1.5~2,从而得到 $D_{\text{实}}$ 值为3~4 mm。

(5) 实际注塑试验结果表明,采用耳带结构能够可靠地实现储蓄盒塑件正常从定模型芯脱出,推杆将塑件从动模型腔内正常推出,塑件可以顺利脱模。

参考文献

- [1] 谢鹏程,武高健,张玉丽.从德国K2016看注射成型行业技术发展趋势[J].中国塑料,2017,31(1):1-6.
Xie Pengcheng, Wu Gaojian, Zhang Yuli. An observation at K2016 for development trends of injection-molding technology[J]. China Plastics, 2017, 31(1): 1-6.
- [2] 刘斌,谭景焕.现代模具设计技术的现状及发展趋势[J].塑料工业,2017,45(2):1-6.
Liu Bin, Tan Jinghuan. The status and development trend of modern mold & die design[J]. China Plastics Industry, 2017, 45(2): 1-6.
- [3] 孙蒙蒙,丁武学,曹春平,等.基于Taguchi DOE和Moldflow的汽车内饰件注射成型工艺参数优化[J].工程塑料应用,2012,40(10):43-46.
Sun Mengmeng, Ding Wuxue, Cao Chunping, et al. Optimization of injection molding process parameters of automotive interior parts based on Taguchi DOE and Moldflow[J]. Engineering Plastics Application, 2012, 40(10): 43-46.
- [4] 郝旭飞,袁智军,王辉,等.汽车门内饰板的成型性能研究[J].塑料科技,2017,45(3):13-16.
Hao Xufei, Yuan Zhijun, Wang Hui, et al. Study on the forming performance of automobile door trim panel[J]. Plastics Science and Technology, 2017, 45(3): 13-16.
- [5] 邹继强.注射模典型结构设计实例图集[M].北京:北京大学出版社,2014.
Zou Jiqiang. Atlas of typical structural design of injection mould[M]. Beijing: Peking University Press, 2014.
- [6] 蒋新萍,徐自明.基于CAD/CAE的塑件外壳注射模创新优化设计[J].塑料科技,2014,42(11):96-100.
Jiang Xinping, Xu Ziming. Innovation and optimized design of mold for one plastic cover based on CAD/CAE[J]. Plastics Science and Technology, 2014, 42(11): 96-100.

(下转第100页)

降幅仅为 1.6%,这充分说明 TD301 具有优良的重复使用性能。

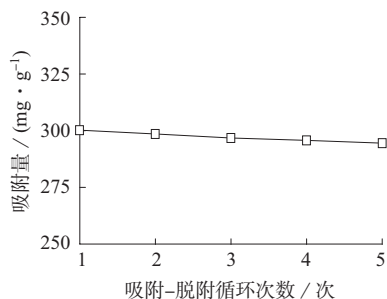


图8 TD301 对 AuCl_4^- 的吸附量随循环使用次数的变化情况

3 结论

(1) 通过化学接枝与改性的方法成功制得了硫脲改性 D301 树脂——TD301,其较为适宜的硫脲改性反应条件为硫脲用量 2 g,反应温度 90℃,反应时间 8 h。

(2) TD301 对 AuCl_4^- 表现出了优良的吸附性能。在环境温度 25℃,氯金酸溶液 pH 值为 2 的条件下,静态吸附量可以达到 300.4 mg/g。此外,TD301 具有优良的再生与重复使用性能。

参考文献

- [1] Xiao Guqing, Wen Ruimin. Comparative adsorption of glyphosate from aqueous solution by 2-aminopyridine modified polystyrene resin, D301 resin and 330 resin: Influencing factors, salinity resistance and mechanism [J]. Fluid Phase Equilibria, 2016, 411:1-6.
- [2] 付光强,范兴祥,董海刚,等. 贵金属二次资源回收技术现状及展望 [J]. 贵金属, 2013, 34(3):75-81.
Fu Guangqiang, Fan Xingxiang, Dong Haigang, et al. Recovery technique and prospect on secondary resources of precious metals [J]. Precious Metals, 2013, 34(3):75-81.
- [3] Li Xiang, Zhang Chengcheng, Zhao Rui, et al. Efficient adsorption of gold ions from aqueous systems with thioamide-group chelating nanofiber membranes [J]. Chemical Engineering Journal, 2013, 229:420-428.
- [4] Dong Zhen, Liu Junzi, Yuan Weijin, et al. Recovery of Au(III) by radiation synthesized aminomethyl pyridine functionalized adsorbents based on cellulose [J]. Chemical Engineering Journal, 2016, 283:504-513.
- [5] Behbahani M, Najafi F, Amini M M, et al. Solid phase extraction using nanoporous MCM-41 modified with 3, 4-dihydroxybenzaldehyde for simultaneous preconcentration and removal of gold(III), palladium(II), copper(II) and silver(I) [J]. J Ind Eng Chem, 2014, 20:2 248-2 255.
- [6] 季杰,刘晓宁,陈怡露,等. 一种柔性链状 L-Phe 树脂的合成与对铜离子的吸附 [J]. 高分子材料科学与工程, 2014, 30(3):6-10.
Ji Jie, Liu Xiaoning, Chen Yilu, et al. Synthesis of L-Phe resin with flexible chain and copper ion adsorption of Cu^{2+} [J]. Polymer Materials Science & Engineering, 2014, 30(3):6-10.
- [7] 安富强,岳晓霞,郭旭东,等. 胺基化改性 D301 树脂对 AuCl_4^- 的吸附及识别性能 [J]. 功能材料, 2016, 47(9):9 220-9 225.
An Fuqiang, Yue Xiaoxia, Guo Xudong, et al. Adsorption and recognition performance of amino modified D301 resin for AuCl_4^- [J]. Journal of Functional Materials, 2016, 47(9):9 220-9 225.
- [8] 岳晓霞,张栋,杜瑞奎,等. 硅胶表面 AuCl_4^- 印迹聚乙烯亚胺的制备及识别特性研究 [J]. 贵金属, 2015, 36(2):1-8.
Yue Xiaoxia, Zhang Dong, Du Ruikui, et al. Preparation of AuCl_4^- imprinted polyethyleneimine on silica gel surface and recognition capability for gold ions [J]. Precious Metals, 2015, 36(2):1-8.
- [9] Banu K, Shimura T, Sadeghi S. Selective detection and recovery of gold at tannin-immobilized non-conducting electrode [J]. Anal Chim Acta, 2015, 853:207-213.
- [10] Shaheen H A, Marwani H M, Soliman E M. Selective adsorption of gold ions from complex system using oxidized multi-walled carbon nanotubes [J]. J Mol Liq, 2015, 212:480-486.
- [11] Li H, Wang X, Cao L, et al. Gold-recovery PVDF membrane functionalized with thiosemicarbazide [J]. Chemical Engineering Journal, 2015, 280:399-408.

(上接第 89 页)

- [7] 蒋新萍,徐自明. 周向内凹槽两步抽芯注射模设计 [J]. 制造业自动化, 2015, 37(8):130-132.
Jiang Xinping, Xuziming. Design of two-step core-pulling injection mold for inner circumferential groove [J]. Manufacturing Automation, 2015, (37)8:130-132.
- [8] 陈兵. 典型脱模结构和异向分型的汽车塑件模具设计 [J]. 模具技术, 2015(6):17-22.
Chen Bin. The mould design of typical mould release structure and special shaped parting of automobile plastic parts [J]. Die and Mould

- Technology, 2015(6):17-22.
- [9] 温瑞,肖国华. 吸尘器开关扣盖复合式二次斜顶脱模机构及其注塑模设计 [J]. 工程塑料应用, 2016, 44(12):85-90.
Wen Rui, Xiao Guohua. Design for compound second inclined ejecting mechanism and injection mould of vacuum cleaner switch cover [J]. Engineering Plastics Application, 2016, 44(12):85-90.
- [10] 刘杰民. 材料力学教程 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2015:60-64.
Liu Jiemin. Materials mechanics course [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2015:60-64.