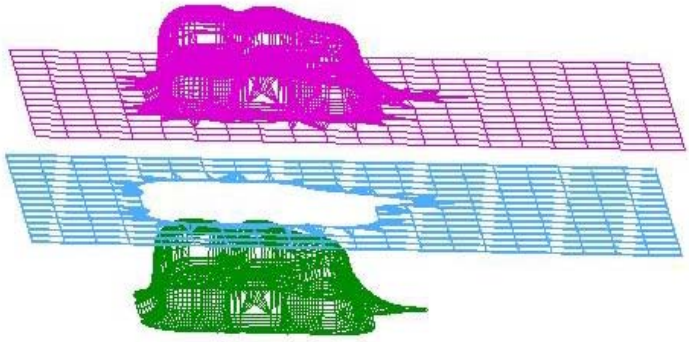
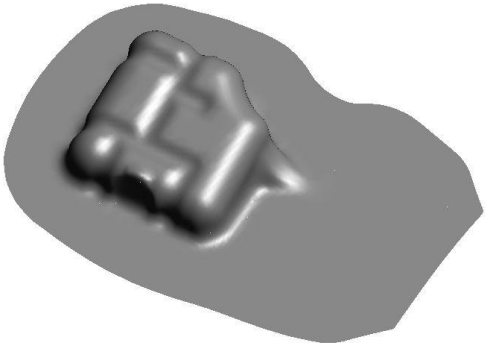


图 5.13 油底壳一次拉延有限元模型

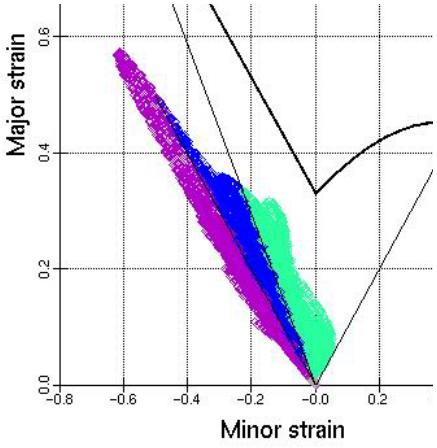
表 5.5 第一次拉延模单元信息

模具名称	四边形单元数	三角形单元数	单元总数	结点数
一次拉延上模	7038	2019	9057	8399
一次拉延下模	6815	1842	8657	7964
一次拉延压料板	214	177	391	423

将一步算法展开得到的板料作为初始板料，进行第一次拉延模拟，结果如图 5.14(a)所示，图 5.14(b)为该次拉延的成形极限图，从图中可以看出，零件完全在安全区域内，且零件的大部分处于拉延充分区域，成形性较好。



(a) 成形零件



(b) FLD 图

图 5.14 油底壳一次拉延成形结果

从上面的结果可知，该初始板料的第一次拉延结果较理想，对于第二次拉延还要进一步验证。油底壳的第二次拉延模有限元模型如图 5.15 所示，其单元信息如表 5.6 所示。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

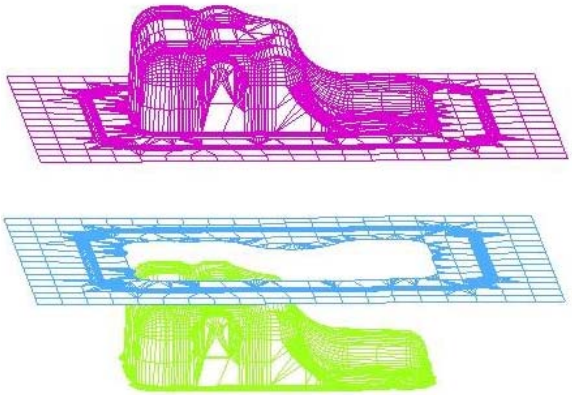
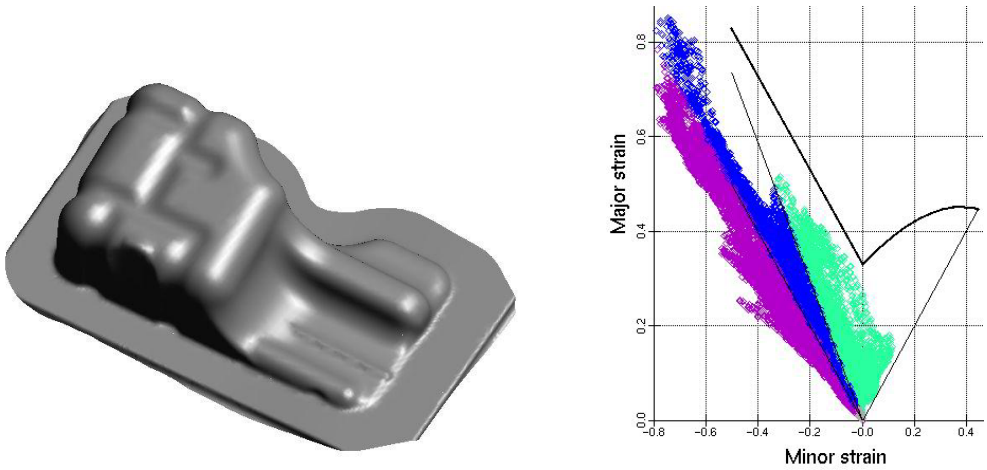


图 5.15 油底壳二次拉延有限元模型

表 5.6 第二次拉延模单元信息

模具名称	四边形单元数	三角形单元数	单元总数	结点数
二次拉延上模	7434	2035	9469	8488
二次拉延下模	5073	1404	6477	5873
二次拉延压料板	2354	649	3003	2810

将第一次拉延成形后的板料作为第二次拉延的初始板料进行冲压仿真，其结果如图 5.16 所示，其中(a)为板料的二次成形图，(b)为板料二次拉延成形极限图。



(a) 成形零件　　(b) FLD 图

图 5.16 油底壳二次拉延成形结果

从成形极限图可以看出，油底壳二次拉延完成后，板料均处于安全区域，但有部分区域处于起皱临界状态，这部分的细微皱痕可以在后工序的整形中消除，因而影响不太大，可以接受。经过比较计算，板料成形后的边界线与目标曲线之间的最大误差值为 8.77mm。由于在确定油底壳的目标曲线时，考虑到边界的圆整性以及满足后工序的成形性，使得目标曲线比零件成品边界线往外扩了一段距离，

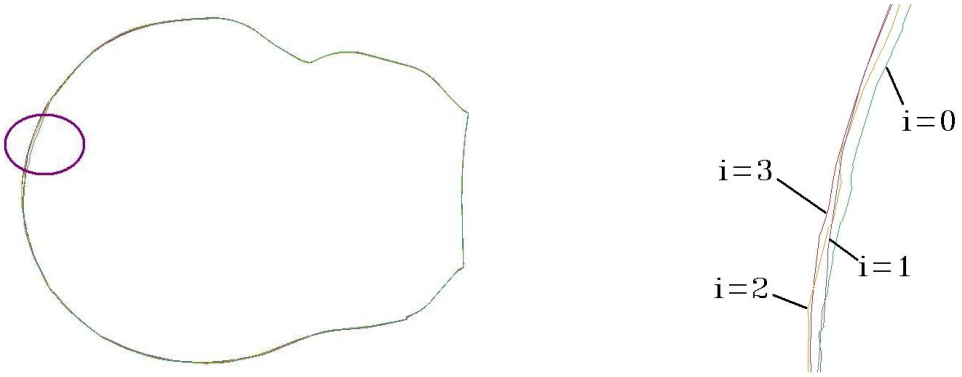
© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

因而其误差允许范围可以稍大些，此处形状误差允许值 T 设为±3mm。一步算法展开的板料成形后的最大形状误差 8.77mm，与误差允许值±3mm 还有一定差距，因而经一步算法获得的初始板料还需进一步优化。

现采用比例因子优化方法对该初始板料进行优化，板料的偏差值△可设为 2mm，经过 3 次迭代，最大形状误差值满足公差要求，迭代停止，表 5.7 列出了 3 次迭代的最大误差值及迭代精度。

表 5.7 迭代误差结果

迭代次数 *i*	最大误差点	最大误差值 e(mm)	迭代精度 K(%)
0	(-213.65,-29.67,-298.39)	8.77	
1	(-222.82,50.52,-304.87)	5.5	37.3%
2	(-126.71,141.28,-298.40)	3.13	64.3%
3	(-103.88,-250.38,11.09)	2.83	67.7%

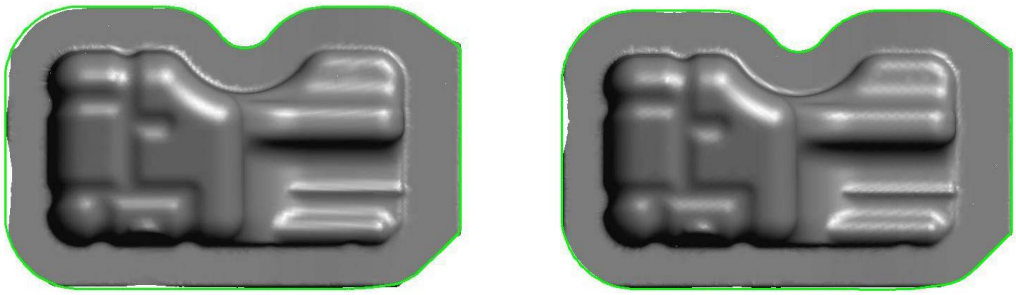


(a) (b)

图 5.17 油底壳板料展开迭代结果

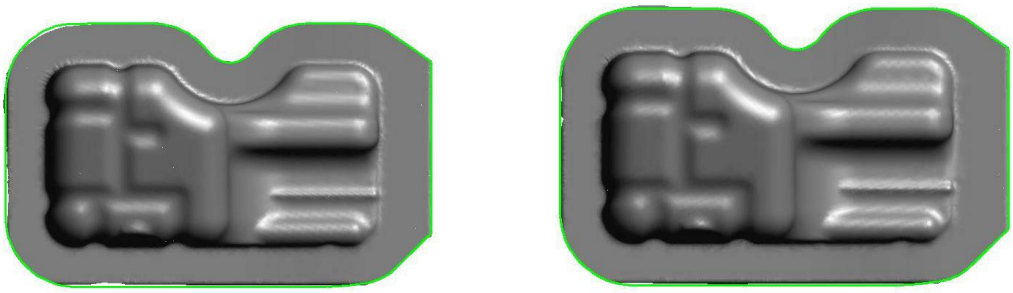
在图 5.17 中，(a)为几次迭代的初始板料轮廓线，(b)为其局部放大图。

图 5.18 为几次迭代的板料成形后与目标曲线的比较，从图中可以看出，经过三次迭代，板料成形后的边界线与目标曲线越来越接近，最后满足了形状误差要求，从而达到了优化的效果。



(a)初始板料(i=0) (b)第一次迭代(i=1)

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net



(c) 第二次迭代(i=2)　　(d) 第三次迭代(i=3)

图 5.18 油底壳板料展开迭代结果

以第三次迭代后获得的板料轮廓线作为落料模的下料线，在实际生产中进行二次拉延成形，再经过修边、整形完成后，该油底壳的成品如图 5.19 所示。



图 5.19 实际生产的油底壳

5.3 翼子板修边线的确定

翻边是使成形毛坯的平面或曲面部分沿翻边线翻成竖立边缘的加工方法，通过翻边，可使冲压件具有良好刚度和合理的空间形状，因此对此工序的质量要求较高。在生产实践中，为了得到合适的拉延件翻边高度，要反复修正修边模轮廓，造成大量人力财力的浪费。如果能提出一种有效的方法来确定修边线轮廓，就可以大大缩短模具的生产周期，并节约模具的设计和加工成本。

作者提出的比例因子优化方法，不仅可以用于初始板料形状及尺寸的计算，还可以推广到修边线的优化计算中。本节运用计算机仿真技术模拟冲压过程中的拉延、修边、翻边等工序，运用比例因子优化法并结合截面线法解决了工程中某翼子板的修边线优化设计问题。

5.3.1 初始条件

图 5.20 为某轿车翼子板的零件图，从图中可以看出，该零件有多处需要进行翻边，该零件的最大尺寸为 1135mm×635mm×350mm，材质为 ST14，材料性能参数如表 5.8 所示。该零件的加工分为拉延(DR)、修边(TR)、翻边整形(FL+RST)及冲孔整形(PI+RST)四道工序。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

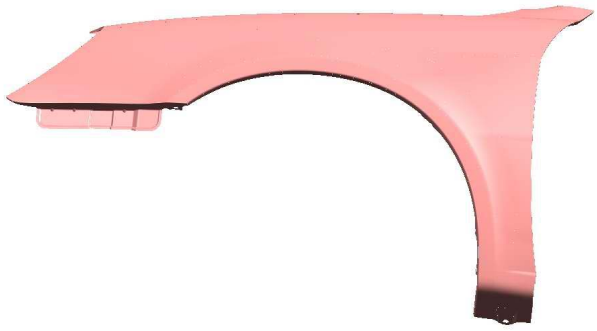


图 5.20 某翼子板零件图

表 5.8 翼子板的材料性能参数

材质	板厚	弹性模量 E	泊松比 v	摩擦系数 f	屈服强度	抗拉强度	厚向异性指数		
							r0	r45	r90
ST14	1.2mm	210GPa	0.3	0.12	150MPa	280MPa	1.88	1.22	2.17

5.3.2 初始修边线的确定

翻边分为直边翻边、内曲翻边及外曲翻边，其中直边翻边的塑性变形最小，而内曲翻边及外曲翻边的部分的塑性变形较大。

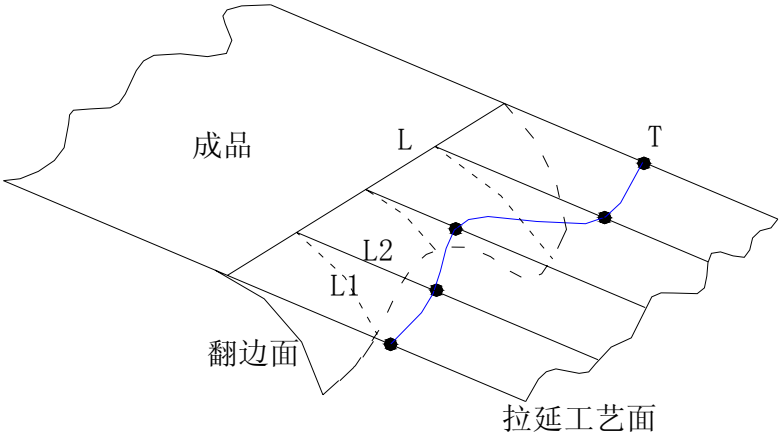


图 5.21 截面法示意图

在工程上，修边线的确定一般都是采用截面线法。其原理如图 5.21 所示，具体步骤为：

1) 在成品面中需要翻边处提取成品表面与拉延工艺面之间的交线 L。

2) 以交线 L 为基准分成 N 段,生成 N+1 个与交线 L 垂直的基准面 P,每个基准面分别与成品面及拉延工艺面产生 N+1 条截面线 L1、L2，段数值 N 可由翻边的

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net