

电动汽车直流转换器和电池充电器U型流道CFD分析

撰文 / 苏州安伏电子 龚太平

本文阐述了电动汽车直流转换器和电池充电器CFD仿真分析的模型，结合SolidWorks Flow Simulation软件的计算流体力学仿真技术，讨论了U型流道结构参数对压力损失的影响，为产品的流道设计提供了可靠的技术参考。

随着电动汽车和混合动力汽车的发展，部分电动汽车直流转换器和电池充电器已经安装在整车上了，且极大部分是在前舱。由于整车前舱的环境恶劣，以及体积和重量的限制，采用风冷不能解决散热问题，催生了液体冷却技术的应用。电动汽车直流转换器和电池充电器的液体冷却回路如图 1 所示。



图 1 汽车液体冷却系统中的串联连接

由图 1 可见，电动汽车上的设备使用液体冷却，不需要额外的水箱、泵和冷却器，产品的成本和体积更小，散热性能更好，产品更有竞争力。

一、SolidWorks Flow Simulation 3D 模型及仿真结果

电动汽车直流转换器和电池充电器的功率不是特别大，采用液体冷却时，U 型流道就可以有效的解决产品的散热问题。我们使用 SolidWorks 对结构进行了 3D 建模，并在此基础上使用 SolidWorks Flow simulation 对 U 型流道压力损失进行了仿真分析。

U 型流道水压损失几大因素从图 2 可知：U 型流道的折弯半径 (R)；U 型流道的间距 (W)；U 型流道的长度 (L)；U 型流道的直径 (Φ) 和 U 型流的流速。因此，U 型流道的优化主要从这些因素入手，利用仿真软件可以方便、快捷、准确的实现 U 型流道的优化设计。

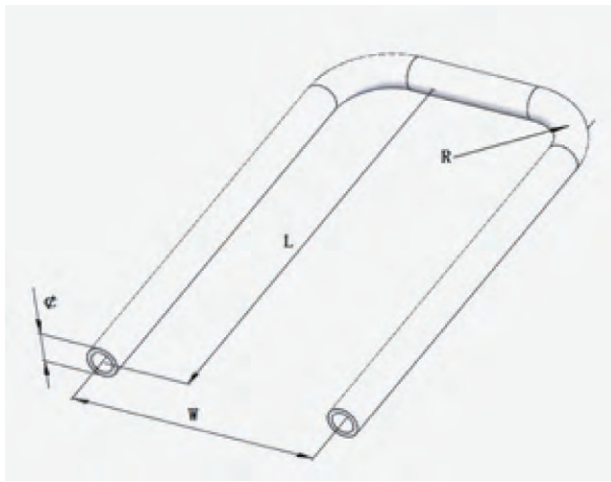


图 2 U 型流道参数图

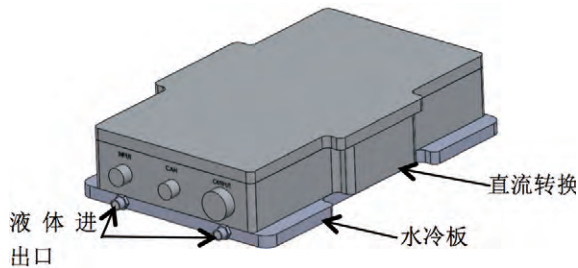


图 3 仿真模型（简化）

1.U 型流道的折弯半径 (R) 对流道压力损失的仿真结果

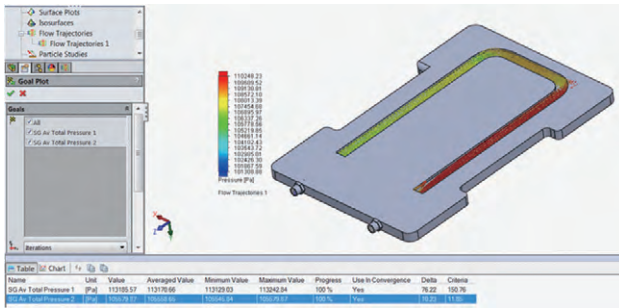


图 4 3m/s 的仿真结果粒子流

(模型为 $R=20\text{mm}$, $L=261.5\text{mm}$ and $W=100\text{mm}$)

经过一系列的仿真运算，其结果如表 1 所示。

仿真结果表明：同样的条件下，流道中的直角压力损失比圆角压力损失要大。当流道中的拐角处越多，直角的压力损失越大。在条件允许的情况下，圆角尽可能大地，液体的压力损失会减少。

2. U 型流道的间距 (W) 对流道压力损失的影响

经过一系列的仿真运算，U 型流道的间距 (W) 对流道压力损失的仿真结果如表 2 所示。

仿真结果表明：同样的条件下，流道的宽度对 U 型流

表 1

$\phi 7\text{U}$ 型流道间距 (W) =100mm, 长 (L) =261.5mm		
液体流速 (m/s)	压差 Pa ($R=20\text{mm}$)	压差 Pa ($R=0\text{mm}$)
0.5	277.27	332.60
1	870.85	1061.26
1.5	1779.53	2176.60
2	2762.19	3555.25
2.5	4039.42	5411.07
3	5771.50	7605.70

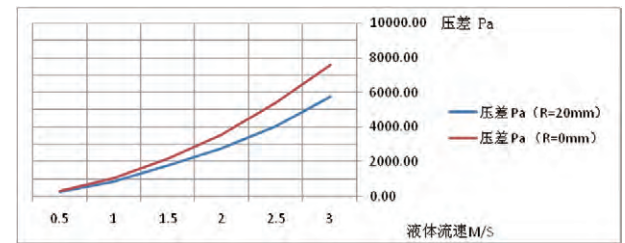


表 2

$\phi 7\text{U}$ 型流道 圆角 (R) =20mm, 长 (L) =261.5mm		
液体流速 (m/s)	压差 Pa ($W=100\text{mm}$)	压差 Pa ($W=50\text{mm}$)
0.5	277.27	272.69
1	870.85	890.16
1.5	1779.53	1698.09
2	2762.19	2784.28
2.5	4039.42	4128.84
3	5771.50	5720.63

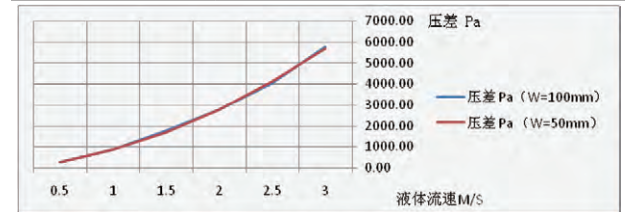
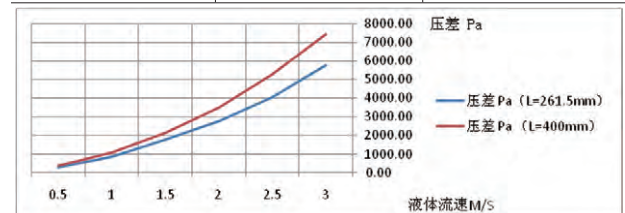


表 3

$\phi 7\text{U}$ 型流道 圆角 (R) =20mm, 间距 (W) =100mm		
液体流速 (m/s)	压差 Pa ($L=261.5\text{mm}$)	压差 Pa ($L=400\text{mm}$)
0.5	277.27	346.92
1	870.85	1067.06
1.5	1779.53	2112.38
2	2762.19	3473.49
2.5	4039.42	5241.26
3	5771.50	7448.52



道液压损失的影响可以忽略不计。

3. U 型流道的长度 (L) 对流道压力损失的影响

经过一系列的仿真运算, U 型流道的长度 (L) 对流道压力损失的仿真结果如表 3 所示。

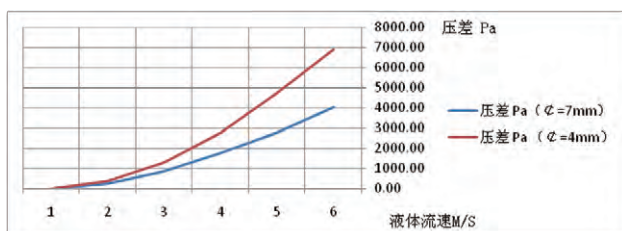
仿真结果表明: 同样的条件下, 流道的长度越长, 液体的压力损失越大。

4. U 型流道的直径 (Φ) 对流道压力损失的影响

经过一系列的仿真运算, U 型流道的直径 (Φ) 对流道压力损失的仿真结果如表 4 所示。

表 4

U 型流道 长 (L) =261.5mm, 间距 (W) =100mm, 圆角 (R) =20mm		
液体流速 (m/s)	压差 Pa (Φ =7mm)	压差 Pa (Φ =4mm)
0.5	#VALUE!	#VALUE!
1	277.27	382.52
1.5	870.85	1293.25
2	1779.53	2790.68
2.5	2762.19	4731.82
3	4039.42	6910.14



仿真结果表明: 同样的条件下, 流道的直径越大, 液体的压力损失越少。

二、结语

以上 CFD 仿真分析结果表明: 同样的条件下, 流道中的直角压力损失比圆角压力损失要大; 同样的条件下, 流道的长度越长, 液体的压力损失越大; 同样的条件下, 流道的直径越小, 水的压力损失越大。

根据伯努利方程, 对于水平流道上的任意一点:

$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{常量}$$

当液体的压强增大时, 液体的流速会减少。在 U 型流道中, 大量的热是通过液体带走的, 当流速下降时, U 型流道的散热性能会相应的下降。在实际的产品应用中, 要充分考虑各种条件, 对产品的热设计进行优化, 以达到最好的效果。IM

智能制造

从制造到智造
从《CAD/CAM与制造业信息化》
到《智能制造》
2015, 我们将为您带来
更加
深入及时的资讯解读
权威的行业发展剖析
优质便捷的全媒体阅读体验
2015, 期待与您

再携手