

您好，可以向您请教一个延申的问题吗？就是下面这个是我的模型如图 1，有 5 个结构参数  $h_1$ 、 $h_2$ 、 $h_3$ 、 $h_{c1}$ 、 $h_{c2}$ 。我们通过 doe 取值，对其 5 个维度进行取值，希望取到的值能简要概括 5 个维度。9 阶 doe 取值取到 81 组训练结构参数，再按照相同的中心点和步长，进行 8 阶 doe 取值作为测试结构参数。将它们都一一放入 hfss 中进行仿真，仿真出 smith 图，得到此图是为了通过滤波器设计软件提取出它的耦合矩阵如图 2。我们做出 5 个结构参数和 9 个耦合参数（耦合矩阵中主对角线 4 个+主对角线上侧 5 个参数）一一对应的数据，如图 3 所示。我们将 81 组用作训练，64 组用作测试。输入是 5 个结构参数，输出是 9 个耦合参数。然后希望训练和测试误差都小于 2%。其目的是为了训练好这个模型，使得我们给出结构参数，就可以得到近似的耦合参数。避免 hfss 仿真的时间消耗。目前 5 个结构参数都变化的情况，耦合参数变化十分曲折，不利于训练如图 4 所示。所以想问问您，想着有没有办法提取到光滑的耦合参数，利于训练。

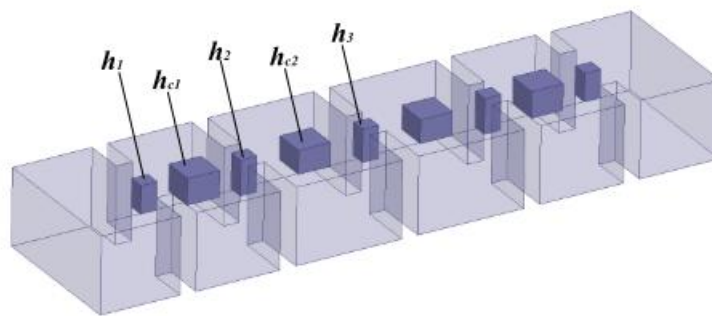


Fig. 8. Structure of the four-pole waveguide filter. Five geometrical variables are used for the proposed EM design optimization, i.e.,  $\phi = [h_1 \ h_2 \ h_3 \ h_{c1} \ h_{c2}]^T$ .

图 1、四阶波导滤波器模型

提取矩阵						
	0	1.131308	0	0	0	0
	1.131308	0.015428	1.009188	0	0	0
	0	1.009188	0.018012	0.772356	0	0
	0	0	0.772356	0.022422	1.01101	0
	0	0	0	1.01101	0.019133	1.131707
	0	0	0	0	1.131707	0

图 2、耦合矩阵

1	3.23	3.99	3.46	3.18	2.86	1.084606	1.020881	0.766306	1.021745	1.084425	-1.129697	-0.906692	-0.907888	-1.130203
2	3.23	4.03	3.5	3.24	2.95	1.087218	1.066549	0.785689	1.06762	1.087221	-0.712873	-0.302213	-0.303215	-0.710325
3	3.23	4.07	3.54	3.27	2.98	1.07654	1.073892	0.783361	1.076522	1.078013	-0.500715	-0.076911	-0.070119	-0.496614
4	3.23	4.11	3.58	3.3	3.01	1.085654	1.107042	0.79888	1.108177	1.088602	-0.268544	0.150961	0.154673	-0.256674
5	3.23	4.15	3.62	3.33	3.04	1.100108	1.137893	0.810916	1.135481	1.10036	-0.027612	0.382385	0.38096	-0.037493
6	3.23	4.19	3.66	3.36	3.07	1.113888	1.168935	0.820096	1.171145	1.113359	0.216684	0.606412	0.612926	0.210053
7	3.23	4.23	3.7	3.39	3.1	1.119126	1.191734	0.83169	1.194508	1.119226	0.44804	0.84596	0.844067	0.448939
8	3.23	4.27	3.74	3.42	2.89	1.121393	1.044381	0.788906	1.04571	1.118826	0.691055	-0.624667	-0.633703	0.699214
9	3.23	4.31	3.78	3.21	2.92	1.050352	1.202414	0.828801	1.202513	1.049294	-0.798882	-0.328284	-0.329194	-0.795108
10	3.27	3.99	3.5	3.21	2.89	1.104029	1.016959	0.770382	1.018371	1.103101	-0.851692	-0.67973	-0.681902	-0.85233
11	3.27	4.03	3.66	3.27	3.1	1.083415	1.102315	0.786791	1.101094	1.082317	-0.521717	0.75889	0.76049	-0.515628
12	3.27	4.07	3.58	3.42	3.07	1.067848	1.015066	0.762902	1.01409	1.066557	0.717631	0.669209	0.663194	0.708719
13	3.27	4.11	3.78	3.39	2.86	1.121707	0.968907	0.81981	0.964571	1.122451	0.418635	-0.881715	-0.878878	0.398474
14	3.27	4.15	3.74	3.18	2.98	1.073832	1.14901	0.849605	1.148879	1.073517	-1.017004	-0.05562	-0.052652	-1.022877
15	3.27	4.19	3.46	3.3	3.04	1.099958	1.168119	0.77091	1.16145	1.100609	-0.187213	0.36704	0.358979	-0.198291
16	3.27	4.23	3.62	3.36	2.92	1.100316	1.045308	0.737622	1.044473	1.100697	0.285616	-0.456641	-0.452217	0.281542
17	3.27	4.27	3.7	3.24	3.01	1.078434	1.205098	0.821095	1.203451	1.077226	-0.569688	0.202573	0.203118	-0.579282
18	3.27	4.31	3.54	3.33	2.95	1.080397	1.10875	0.70322	1.106124	1.079715	0.135181	-0.174817	-0.18346	0.115753
19	3.31	3.99	3.54	3.24	2.92	1.119284	0.995661	0.760865	0.997079	1.117923	-0.55709	-0.442174	-0.438267	-0.552486
20	3.31	4.03	3.58	3.36	2.98	1.084604	0.964846	0.731503	0.965176	1.086571	0.282716	-0.064393	-0.060214	0.276459
21	3.31	4.07	3.7	3.3	2.89	1.10481	0.975672	0.777233	0.975915	1.103848	-0.160337	-0.673962	-0.679187	-0.165935
22	3.31	4.11	3.62	3.21	3.1	1.075664	1.139778	0.768335	1.139984	1.07652	-0.848173	0.777466	0.781145	-0.84655
23	3.31	4.15	3.5	3.42	2.86	1.161391	0.983015	0.746307	0.98561	1.160218	0.73124	-0.920064	-0.9184	0.721665
24	3.31	4.19	3.78	3.18	3.01	1.069649	1.155328	0.841663	1.155681	1.06706	-0.985254	0.190296	0.191152	-0.991623
25	3.31	4.23	3.46	3.33	3.07	1.130219	1.193566	0.777346	1.190242	1.129477	0.101429	0.594797	0.593317	0.088335
26	3.31	4.27	3.66	3.30	2.95	1.13108	1.070906	0.741034	1.067905	1.131660	0.885067	-0.219004	-0.229915	0.881615

图 3、结构参数和耦合参数一一对应数据（5 结构+9 耦合参数）

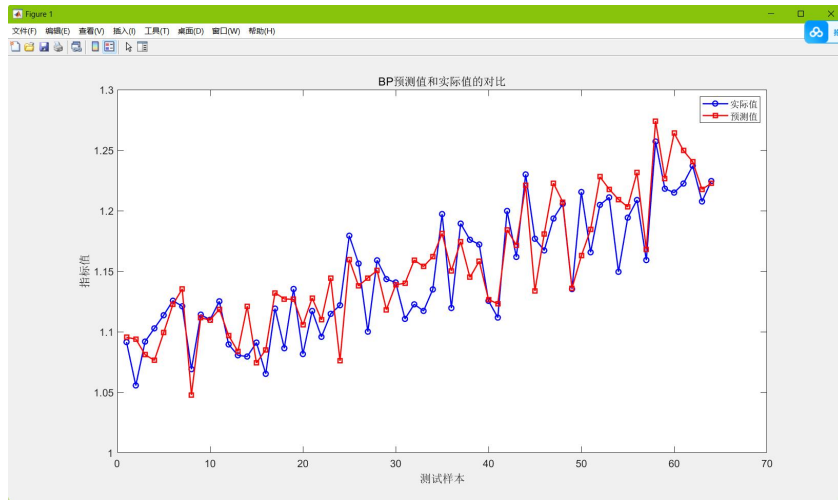


图 4、耦合参数实际值和预测值