

询价附件 1:

电磁型纵向梯度二极磁铁 (LGB2) 物理设计报告

一 主要设计参数

1、 参数要求

表 1 LGB2 物理设计参数

台阶编号	1	2	3	4	5
路径长度 (mm)	230	230	230	230	230
磁场强度 T	0.33340	0.38561	0.53873	0.79283	0.42704
好场区大小 (mm)	±13				
积分场均匀度	5×10^{-4}				

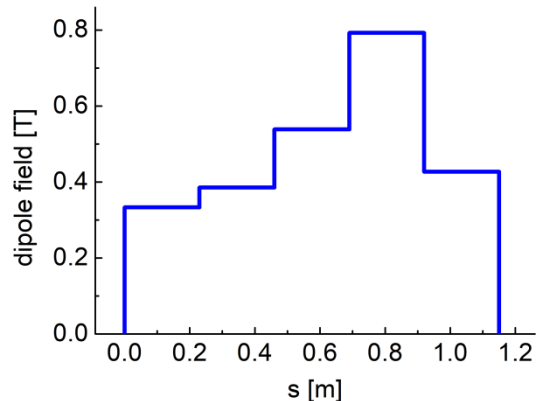


图 1 LGB2 的磁场分布

2、 线圈型号

选用 $7\text{mm} \times 7\text{mm} \times 4\text{mm}$ 的导线，采用水冷方案。实际的 Opera 模型中，考虑绝缘，将尺寸选为 $8\text{mm} \times 8\text{mm}$ ，再将电流密度进行相应的转换。

校正线圈尺寸： $3\text{mm} \times 4\text{mm}$ 实心导线，考虑绝缘，实际尺寸 $3.5\text{mm} \times 4.5\text{mm}$ 。

3、 设计模型参数

下图中左侧为整体模型，右侧为无线圈时的模型形状。

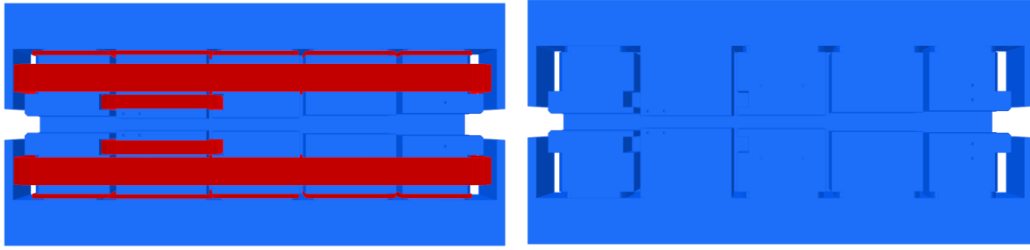


图 2 LGB2 物理设计模型



图 3 磁极的削斜和垫补

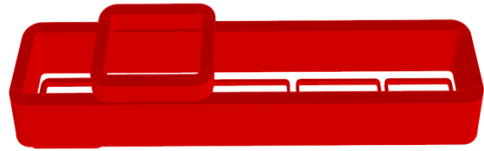


图 4 线圈设计结构

LGB1 的五个台阶共用同一个磁柱和磁轭，沿纵向的排布为：挡板（48mm）——台阶 1 的极头（198mm，间隙 55.64mm）——台阶 2 的极头（221mm，间隙 48.04mm）——台阶 3 的极头（214mm，间隙 34.44mm）——台阶 4 的极头（220.8mm，间隙 31.16mm）——台阶 5 的极头（206.6mm，间隙 43.32mm）——挡板（36mm），从台阶 1 到台阶 5 之间的 4 个纵向间隙分别为 15.5mm、15mm、14mm、17mm，整个模型的纵向长度为 1224mm。

4、设计结果

各个台阶中心位置处的磁场强度大小以及与理想值的偏差如表 2。

表 2 设计值和物理要求的偏差

	理想值	计算值	偏差
第 1 阶	0.3334	0.333861	0.001382723
第 2 阶	0.38561	0.386770	0.003008221
第 3 阶	0.53873	0.538295	-0.000807455
第 4 阶	0.79283	0.791627	-0.001517349
第 5 阶	0.42704	0.427375	0.00078447

磁场沿纵向的积分值为 569.600650744T*mm，磁场沿实际轨迹的积分值为 569.76061T*mm，与理想值 569.849782T*mm 之间的偏差为 1.565×10^{-4} ，在均匀度允许范围内。

LGB2 设计的磁场沿纵向分布如图 5 所示，沿轴向积分磁场匀度分布如图 6 所示。

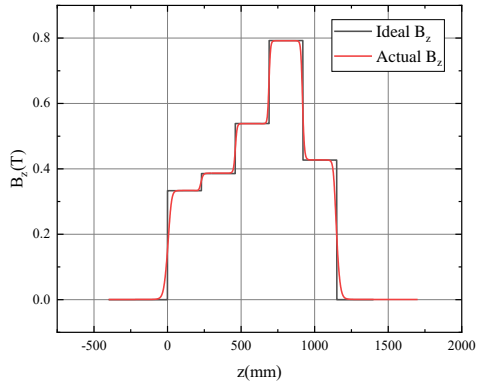


图 5 LGB2 设计的纵向磁场分布

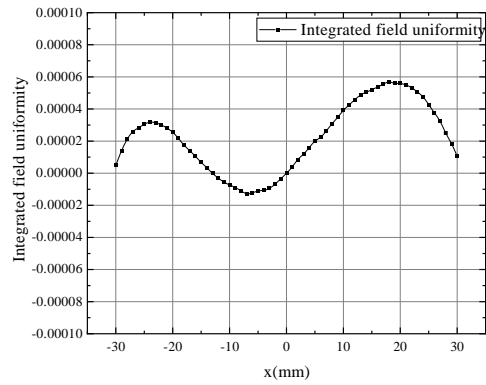


图 6 LGB2 沿轴向的积分场均匀度

5、线圈排布及水冷参数

线圈种类分为两种，一种是主线圈，一种是副线圈。副线圈单独套在台阶 4 上，主线圈套在台阶 1、2、3、4、5 上；另，每个台阶上都有调节线圈。

表 5 LGB2 的设计参数

	2. 2GeV		2. 4GeV	
	主线圈	副线圈	主线圈	副线圈
匝数	48	16	48	16
线圈的平均长度 mm	2603. 91	871. 65	2603. 91	871. 65
线圈总长度 m	124. 99	13. 95	124. 99	13. 95
极面宽度 mm	150			
中心高度 mm	295			
电流密度 A/mm ²	4. 2675	4. 2675	4. 6729	4. 6729
电流 A	155. 48	155. 48	170. 25	170. 25
总电阻 Ω	0. 1190	0. 0133	0. 1173	0. 0133
总电压 V	18. 503	2. 065	20. 2604	2. 261
磁铁励磁总功率 W	2876. 796	320. 998	3449. 326	384. 881
导线规格 mm	7mm×7mmØ4mm			
单极头安匝数 NI	7463. 04	2487. 68	8172. 00	2724. 00
冷却水压力 kg/cm ²	5			
水路数	4×2（上下各三路）	1×1（上下共一路）	4×2（上下各三路）	1×1（上下共一路）
水流速 m/s	1. 896	2. 025	1. 896	2. 025
水温升 ΔT℃	3. 603	3. 013	4. 321	3. 612
储能 J	926. 768	163. 080	1110. 501	196. 120

电感 mH	76.675	13.492	76.626	13.532
铁芯质量 kg	1680.99		1680.99	
导线质量 kg	81.60	9.11	81.60	9.11
磁铁总质量 kg	1771.7		1771.7	

	调节线圈 1	调节线圈 2	调节线圈 3	调节线圈 4	调节线圈 5
匝数	4				
线圈的平均长度 mm	695.407	777.407	769.407	781.407	668.407
线圈总长度 m	2.782	3.110	3.078	3.126	2.674
电流密度 A/mm ²	0	0	0	0	0
电流 A	0	0	0	0	0
总电阻 Ω	0.00805	0.00896	0.00886	0.00905	0.00773
总电压 V	0	0	0	0	0
功率 W	0	0	0	0	0
导线规格 mm	3mm×4mm				