

重庆国丰 240kA 石墨化磷生铁 铝电解槽内衬

GF240kASMH.0

(内衬用量以施工图为准)

主要内衬材料理化指标

分院审：卢 剑

检 审：敖红敏

校 核：杨幸雨

编 制：宋培培

贵阳铝镁设计研究院有限公司

二零二五年一月

目 录

前言	3
1. 高强保温砖.....	4
2. 硬硅钙石板.....	5
3. 浇注料.....	6
3.1 轻质浇注料.....	6
3.2 高强浇注料.....	7
4. 阴极碳块组.....	10
4.1 二次浸渍石墨化阴极炭块.....	10
4.2 阴极钢棒.....	13
4.3 钢棒糊（冷捣糊）	15
4.4 磷生铁.....	17
4.5 陶瓷纤维棉.....	17
5. 耐火泥.....	19
6. 纳米保温板.....	20
7. 粘土质耐火砖.....	21
8. <u>侧部保温板.....</u>	23
9. 周围糊及炭间糊（冷捣糊）	25
10. 耐高温硅酸钙板.....	27
11. 角部炭块、侧部调整炭块(YS/T623-2012).....	28
12. 干式防渗料(YS/T-456-2014).....	29
13. 氮碳化硅侧部复合块.....	32
14. 陶瓷纤维板.....	35
15. 耐火颗粒.....	38
16. SiC 捣打料.....	39
17. 纳米隔热毡.....	40
18. 钢板.....	41
附录 A.....	42
附录 B.....	44

前言

1. 内衬材料的用量是按相关材料的理论比重计算，若订货时厂家出具的比重与设计院所给比重不一致，请业主联系设计院，方便调整和核实材料用量。

2. 本技术文件中，各材料所标注的检测等级，I级为必检指标，需严格控制，II级为抽检指标，III级为常规指标。如现场考虑成本因素需调整参数，请及时与设计院联系，否则设计院对材料的使用效果概不负责。

1. 高强保温砖

1.1 用途：砌筑槽内衬第三、四层；

1.2 规格：230×114×65（mm）；

1.3 物理指标：

项 目	指 标	检测标准	检测等级	技术要求
1000℃×12h 重烧线变化(%)	±1.0	GB/T 5988	II	砖的外观质量、尺寸偏差按照标准 GB 2992-2014执行
常温耐压强度 (MPa)	≥2.0	GB/T 5072	I	
导热系数(W/m.k) (350℃) (650℃)	≤0.2 ≤0.3	YB/T 4130	I	
体积密度(g/cm ³)	0.6-0.8		II	
使用温度	>1000℃			

1.4 单槽理论计算块数及重量：2926块 3481.94 kg（比重按0.7×10³kg/m³计算）。

2. 硬硅钙石板

2.1 用途：砌筑槽底第二层、大面底部斜坡第二层、小面侧下部第二层。

2.2 技术要求：

项 目	指 标	检测等级
体积密度(kg/m ³)	270~330	II
抗压强度(Mpa)	≥2.0	I
高温线收缩率 (温度等级的温度烧 3 小时) %	≤1.5	II
导热系数 (热面温度 400℃) (W/m.k)	≤0.08	I
温度等级(℃)	1000	II
导热系数测试执行 YB/T 4130, 其他的执行 GB/T 10699。		

2.3 单槽理论计算块数及重量：

600×600×55 (mm) : 653.4 kg (110块) (比重按 $0.3 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 计算)；

600×360×80 (mm) : 196.84 kg (38块) (比重按 $0.3 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 计算)；

600×610×80 (mm) : 96.58kg (11块) (比重按 $0.3 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 计算)。

3. 浇注料

3.1 轻质浇注料

3.1.1 用途：用于电解槽小面槽侧下部；

3.1.2 物理指标：

项 目	指 标		检测等级
最高使用温度(°C)	(安全) 1200		II
体积密度(g/cm ³)	0.70~0.90		II
抗折强度(MPa)	110°C×24h	≥0.70	II
	1000°C×3h	≥0.98	I
耐压强度(Mpa)	110°C×24h	≥3.04	II
	1000°C×3h	≥3.89	I
重烧线变化(%)	1000°C×3h	-0.67~0	II
导热系数(W/m.k) (热面温度)	0.14~0.16 (700°C)		I
包装要求	骨料和水泥分开包装， 水泥必须有内衬密封塑料袋		

3.1.3 实验方法

- 1) 试样的制备按 YB/T 5202.1 的规定进行。
- 2) 化学成分的分析按 GB/T 6900 或 GB/T 21114 的规定进行。
- 3) 体积密度的检验按 YB/T 5200 的规定进行。
- 4) 常温抗折强度的检验按 GB/T 3001 的规定进行。
- 5) 常温耐压强度的检验按 GB/T 5072 的规定进行。

- 6) 加热永久线变化的检验按 GB/T 5988 的规定进行。
- 7) 导热系数的测定按 YB/T 4130 规定的方法进行。
- 8) 抗热震性的检验按 YB/T 376.1 的规定进行。

3.1.4 质量评定程序

1) 组批

产品按同一牌号编批，每批不应超过 60t，原料变更时另行组批。

2) 抽样及合格判定规则

产品抽样按 GB/T 17617 规定进行。

耐压强度、导热系数、加热永久线变化为验收检验项目。检验结果的平均值均符合物理指标的规定时，该批产品合格。如有不合格项时，应按抽样规定重新抽取试样对该项目进行复验。复验结果的平均值符合物理指标的规定时，则判该批产品合格；否则，判为不合格。

3.1.5 单槽理论计算重量：900 kg（比重按 $0.8 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 计算）。

3.2 高强浇注料

3.2.1 用途：用于大面槽侧下部；

3.2.2 物理指标：

项 目	指 标		检测等级
最高使用温度(°C)	1500		II
比重(kg/m ³)	≥2000		III
加热时线变化	816°C	(-0.1) ~ (-0.3)%	II
	900°C	(-0.1) ~ (-0.5)%	II

产品抽样按 GB/T 17617 规定进行。

耐压强度、导热系数、加热永久线变化为验收检验项目。检验结果的平均值均符合物理化学指标的规定时，该批产品合格。如有不合格项时，应按抽样规定重新抽取试样对该项目进行复验。复验结果的平均值符合物理化学指标的规定，则判该批产品合格；否则，判为不合格。

3.2.6 单槽理论计算重量：2979 kg（比重按 $2.2 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 计算）。

4. 阴极碳块组

阴极碳块组包含阴极碳块、钢棒、钢棒糊、磷生铁、陶瓷纤维棉，由厂家组装完成后整体供货。各材料理化指标如下：

4.1 二次浸渍石墨化阴极炭块

4.1.1 用途：砌筑电解槽槽膛底部；

4.1.2 规格：详见阴极碳块图；

4.1.3 骨料：煨后石油焦；

4.1.4 粘接剂：煤沥青；

阴极炭块使用振动成型工艺生产。甲方有权且必须对乙方生产阴极炭块使用的原材料及主要工艺进行现场跟踪、监控及取样，以保证产品质量。阴极炭块钢棒槽最后加工，即振动成型过程中炭块不预开槽。

4.1.5 物理指标：

（1）煨后石油焦：

比电阻： $\leq 500 \times 10^{-6} \Omega \cdot m$

真密度： $\geq 2.08 g/cm^3$

水份： $\leq 0.3\%$

硫份： $\leq 0.5\%$

灰分： $\leq 0.35\%$

（2）沥青指标要求：

软化温度：105-110℃

甲苯含量：28~33%

喹啉不溶物含量：8~10%

灰分：≤0.3%

结焦值：≥56%

(3) 二次浸渍石墨化阴极炭块理化指标：

指标名称	典型值	保证值	检测等级	检测标准
真密度, g/cm ³	2.20	≥2.18	I	ISO 21687
体积密度, g/cm ³	1.67	≥1.65	I	ISO 12985-1
总气孔率, %	25	≤26	I	ISO 12985-2
灰分, %	0.3	≤0.45	I	ISO 8005
耐压强度, N/mm ²	32	≥30	I	ISO 18515
抗折强度, N/mm ²	11.5	≥10.0	I	ISO 12986-1
杨氏模量, GPa	6.5	≤6.8	II	YS/T 63.13
电阻率 (20℃), Ω·mm ² /m	10.5	≤11	I	ISO 11713
*电阻率 (1000℃), Ω·mm ² /m	9.6	≤10	I	ISO 11713
导热率 (20℃), W/m·k	125	≥120	I	ISO 12987
*导热率 (1000℃), W/m·k	52	≥50	I	ISO 12987
平均热膨胀率 (20~950℃), ×10 ⁻⁶ /°C	3.3	≤3.3	II	ISO 14420
钠膨胀率, %	0.2	≤0.2	II	ISO 15379-1

注：上表中除带*各项保证指标均为必测指标，带*两项指标为参考指标，测试方法应参照相应国际标准。阴极炭块的导热率（20℃）、电阻率、钠膨胀率及热膨胀系数超出指标范围，供货商需更换合格产品。

4.1.6 外观要求：

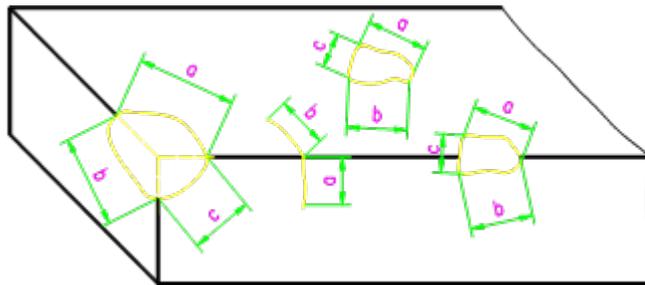
(1) 炭块毛坯尺寸允许偏差（mm）：

名称	允许偏差不大于			检测等级
	宽度	厚度	长度	II
炭块毛坯	±10	±10	±10	II

(2) 阴极炭块加工后的尺寸允许偏差 (mm) :

名称	允许偏差不大于						检测等级
	宽度	厚度	长度	沟槽宽	沟槽深	直角度 (°)	
阴极炭块	±2	±2	±5	±2	+2 0	±0.4	II

(3) 阴极炭块外观应满足如下要求:



- a) 表面缺陷: 缺棱缺角及3边之和小于100mm;
- b) 不得有肉眼明显可见的表面凹陷和表面裂纹;
- c) 碳块的表面应平整, 断面无孔洞、分层和夹杂物等现象;
- d) 碳块表面不能有修复和涂抹痕迹;
- e) 碳块的弯曲度: 不大于长度的0.1%。

4.1.7 产品质量检验要求

a) 要求各个批次的阴极炭块均做质检分析, 每批次取A、B、C三种样, A、B样供甲、乙方检验, C样长期保留备检。

B) 随产品附带质量保证书和化验分析报告。

≤ 0.008	≤ 0.06	≤ 0.030	≤ 0.012	≤ 0.007
--------------	-------------	--------------	--------------	--------------

4.2.4 阴极钢棒尺寸允许偏差（详见施工图纸）

名称	允许偏差不大于/mm				
阴极钢棒	宽度	高度	长度	扭曲允许值	弯曲允许值
	± 2	0 -2	+5 (不允许负偏差)	3	3

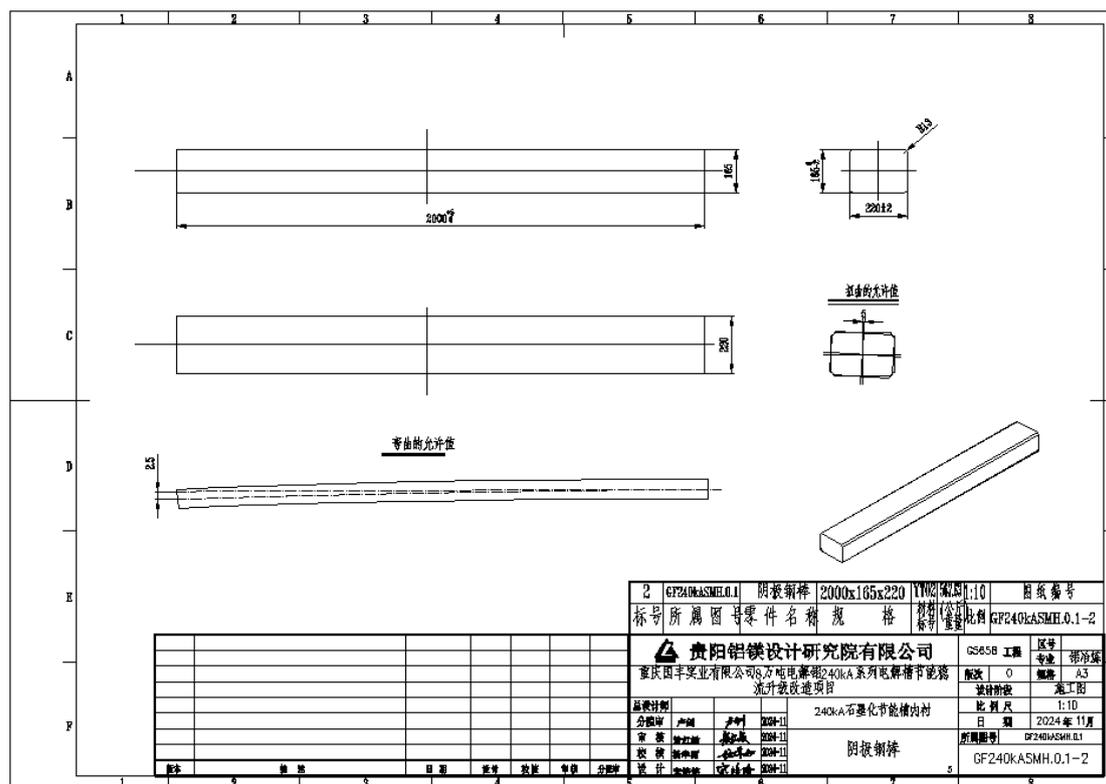
4.2.5 钢棒电阻率及热膨胀系数：

电阻率/ $\mu\Omega\cdot m$ (20°C)	热膨胀系数 (20~700°C)
≤ 0.13	$\leq 16 \times 10^{-6}$

4.2.6 钢棒导热率：

指 标	温度			
	100°C	300°C	600°C	750°C
导热率/(m·K)	≈ 60	≈ 47	≈ 34	≈ 28

4.2.7 钢棒附图:



4.2.8 单槽理论计算重量: 23840.46 kg (比重按 $7.85 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 计算)。

4.3 钢棒糊 (冷捣糊)

4.3.1 用途: 用于扎固阴极炭块与阴极钢棒之间的缝隙;

4.3.2 理化指标:

项 目	单位	典型值*	范 围	检测等级
生糊捣打密度 (ISO14427)	kg/m ³	1650	≥1600 无分层	II
施工温度	°C		17-3 2°C	III
950°C焙烧后的物理性能				

(按国际标准制样 (ISO14427) 和焙烧 (ISO20202))					
焙烧失重		%	12	≤13	II
膨胀收缩率 (ΔL A 表示糊料结焦 期的膨胀/收缩 (稳态或最大 值), ΔLB 表示 恒温前最高度点 950°C时的膨胀/ 收缩率, ΔLC 表 示在最高温度点 (950°C) 恒温 3 h 后的膨胀/收缩 率)	ΔLA-ΔL B	%	0.50	≤0.55	II
	ΔLA-ΔL C		0.65	≤0.70	II
热膨胀系数 (300-20°C)		10 ⁻⁶ /K	4.0	≤4.5	II
体积密度		kg/m ³	1470	≥1440	II
真密度		kg/m ³		≥1880	II
抗压强度		Mpa	22	≥16	I
电阻率		μΩm	35	≤45	I
灰分		%	2	≤3.5	II
真比重		kg/m ³	2000	≥1950	III
导热率 (60°C)		W/m.K		≥15	I

(热面温度)				
包装要求	/	必须有塑料防潮 (雨) 内衬		III

* 典型值基于实验测量的平均值获得并有正常偏差, 典型值不可以作为最大值或者最小值使用, 测量值以范围值为检测标准。

4.3.3 单槽理论计算重量: 284.54 kg (比重按 $1.7 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 计算)。

推荐厂家: 艾肯碳素(中国)有限公司

4.4 磷生铁

4.4.1 用途: 浇注阴极炭块组

4.4.2 规格: 见图纸

4.4.3 铸铁成分技术要求: (质量百分比)

元素	C%	Si%	Mn%	S%	P%
含量	2.3~2.8	2.8~3.1	0.5~0.8	≤0.2	1.0~1.2
指标分类	II类	II类	II类	II类	II类

4.4.4 单槽理论计算重量: 3136.37kg (比重按 $7 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 计算)。

4.5 陶瓷纤维棉

4.5.1 用途: 用于角部碳块与槽壳之间

4.5.2 牌号: LYGX-311

4.5.3 物理指标:

项目	指标
纤维直径 (μm)	3~5
渣球含量 ($\Phi \geq 0.212\text{mm}$) (%)	≤ 20
含水率 (%)	≤ 3
非纤维物质 (%)	≤ 35 (重量)

5. 耐火泥

5.1 用途：填充耐火砖缝隙

5.2 参考标准：GB/T 14982-2008

5.3 物理指标：

项 目		指 标	检测等级
ω (Al_2O_3) /%		≥ 42	III
最高使用温度($^{\circ}\text{C}$)		1700	III
常温抗折粘接强度/MPa	110 $^{\circ}\text{C}$ 干燥后	≥ 1.0	III
	1200 $^{\circ}\text{C}$ ×3h烧后	≥ 3.0	III
加热永久线变化率/%	1200 $^{\circ}\text{C}$ ×3h烧后	-5~+1	III
粘接时间/min		1~3	III
粒度/%	<1.0mm	100	III
	>0.5mm	≤ 2	III
	<0.075mm	≥ 50	III

5.4 单槽理论计算重量：100 kg。

6. 纳米保温板

6.1 用途：砌筑槽底侧下部第一层、侧下部第一层；

6.2 规格：见图纸；

6.3 物理指标：

项 目		指标	检测等级
导热系数 (W/mK)	20℃	0.018	I
	200℃	0.019	
	400℃	0.021	
	600℃	0.025	
	800℃	0.030	
收缩率	950℃整体加热，12 小时	(保证值) < 2.0%	II
		(典型值) 1.5%	
	1000℃整体加热， 12 小时	0.5%	
最高使用温度 (℃)		950	II
密度 (kg/m ³)		270	II
抗压强度 (10%变形量) (MPa)		≥0.27	I

6.4 单槽理论计算块数及重量：

1000×600×10 (mm) : 106.92 kg (66块)

1000×420×20 (mm) : 52.21kg (23块) (比重按 $0.27 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 计算)。

7. 粘土质耐火砖

7.1 用途：砌筑槽内衬上部周围部位，详见施工图纸；

7.2 规格：230×114×65（mm）；

7.3 物理指标：

项 目	指标	检测标准	检测等级	技 术 要 求
耐火度(度)	≥1710	GB/T	II	砖的形状、 尺寸按标 准YB/T51 06-2009执 行
(2kg/cm ²)荷重软化点 (°C)	≥1320	5989-200 8	II	
重烧线变化(% (1350°C×2h)	+0.2~ (-0. 5)	GB/T 5988-200 7	II	
显气孔率(%)	≤26	GB/T 2997-201 5	II	
常温耐压强度(MPa)	≥20	GB/T 5072-200 8	II	
导热系数(350°C) (热面温度)	≤1.03	GB/T 36133-20 18	II	

体积密度(g/cm ³)	≥2.3		II	
--------------------------	------	--	----	--

7.4 单槽理论计算块数及重量：264块 1034.88 kg（比重按 $2.3 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 计算）。

8. 侧部保温板（替代蛭石保温板-II型）

8.1 用途：砌筑电解槽槽壳侧面，详见施工图纸。

8.2 技术要求：

项目	数值
使用温度（℃）	1000
体积密度kg/m ³	300（±10%）
常温抗压强度MPa	≥0.80
导热系数（W/m.k）	≤0.056（热面400℃）
线收缩比（%）	≤1.5（1000℃×3h）

8.3 尺寸允许偏差及外形

项 目		指 标	检测等级
尺寸允许偏差	尺寸≤100	±1.5~2	II
	尺寸 101~200	±2	II
	尺寸 200~300	±3	II
扭 曲	长度≤250	≤1.0	II
	长度>250	≤2.0	II
厚度相对边差		≤1.0	II
缺角长度（a+b+c）		≤50	II
缺棱长度（a+b+c）		≤80	II
气泡、空洞直径		≤5.0	II
裂纹长度	宽度≤0.25	不限制	II

	宽度 0.26~0.50	≤60	II
	宽度>0.50	不准有	II

注：1、宽度 0.51~1.0mm 的裂纹不允许跨过两个或两个以上的棱。

2、砖的尺寸、外观及断面的检验按 GB/T 10326 进行。

8.4 单槽理论计算重量：

600×505×10 (mm) : 45 kg (49块) (比重按 $0.3 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 计算)。

9. 周围糊及炭间糊（冷捣糊）

9.1 用途：用于扎固槽周边缝及底部碳块之间的间缝；

9.2 理化指标：

项 目	单 位	典型值*	范 围	检测等级	
生糊捣打密度（ISO14427）	kg/m ³	1600	≥1550 无分层	II	
施工温度	°C		17-42°C	II	
950°C焙烧后的物理性能 (按国际标准制样（ISO14427）和焙烧（ISO20202）)					
焙烧失重	%	9	≤10	II	
膨胀收缩率（ ΔLA 表示糊料结焦期的膨胀/收缩率（稳态或最大值）， ΔLB 表示恒温前最高度点950°C时的膨胀/收缩率， ΔLC 表示在最高温度点（950°C）恒温 3h 后的膨胀/收缩率）	ΔLA - ΔLB	%	0.50	≤0.55	I
	ΔLA - ΔLC		0.65	≤0.70	I
热膨胀系数（300-20°C）	10 ⁻⁶ /K	4.0	≤4.5	I	
体积密度	kg/m ³	1450	≥1440	II	
真密度	kg/m ³		≥1880	II	
气孔率	%	22	≤23	I	

抗压强度	MPa	22	16-25	I
电阻率	$\mu\Omega\text{m}$	58	≤ 75	I
灰分	%	4.5	≤ 5.5	I
真比重	kg/m^3	1860	≥ 1850	III
导热率 (60°C)	W/m.K	7	≥ 6	I
包装要求	/	必须有塑料防潮 (雨) 内衬		III

* 典型值基于实验测量的平均值获得并有正常偏差, 典型值不可以作为最大值或者最小值使用, 测量值以范围值为检测标准。

9.3 单槽理论计算重量: 3381 kg (比重按 $1.6 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 计算)。

推荐厂家: 艾肯碳素(中国)有限公司

10. 耐高温硅酸钙板

10.1 用途：砌筑电解槽槽膛侧下部；

10.2 规格：600×302×80（mm）；

10.3 物理指标：

项 目	指 标	检测等级	技术要求
体积密度(g/cm ³)	≥0.23	II	尺寸偏差及外观要求 按照标准 GB/T 10699-1998 执行
抗折强度(Mpa)	≥ 0.50	II	
抗压强度(Mpa)	0.8~2.0	I	
线收缩率(%) 1000°C×3h	0~1.5	II	
导热系数 (W/m.k) (热面温度)	≤0.065(100°C)	I	
	≤0.081(350°C)	II	
	≤0.089(400°C)	II	
	≤0.100(600°C)	I	
最高使用温度 (°C)	1000	II	

10.4 单槽理论计算块数及重量：126.54 kg（38块）（比重按0.23×10³kg/m³计算）。

11. 角部炭块、侧部调整炭块(YS/T623-2012)

11.1 用途：砌筑电解槽槽膛角部、大面和小面；

11.2 牌号：GS-C；

11.3 规格：见图纸；

11.4 理化指标：

项 目	指 标	检测等级
真密度 (g/cm ³)	≥1.91	I
表观密度(g/cm ³)	≥1.56	II
耐压强度(MPa)	≥32	I
灰分(%)	≤8	II
热膨胀系数×10 ⁻⁶ /°C(300°C)	≤4.2	I
钠膨胀率 (%)	≤1.0	II
外观检测；无开裂、缺陷情况		I

11.5 单槽理论计算重量：

角部炭块：235.12 kg（8块）（比重按 $1.6 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 计算）；

大面侧部调整炭块 $605 \times 320 \times 120$ （mm）：148.08 kg（4块）（比重按 $1.6 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 计算）；

小面侧部调整炭块 $605 \times 200 \times 120$ （mm）：92.56 kg（4块）（比重按 $1.6 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 计算）。

12. 干式防渗料(YS/T-456-2014)

12.1 用途：用于内衬砌筑；

12.2 物理指标：

项 目	指 标		检测等级	技术要求
捣实密度g/cm ³ (检验方法详见附 注A)	≥1.93		II	最高使用 温度：140 0℃
松装密度g/cm ³	≥1.55		II	
阻止电解质渗透能 力 (干式防渗料与电 解质在(950±5)℃ 保温96h)	反应深度≤20mm		I	
导热系数 (W/m.k) (热面温度)	200℃	≤0.34	II	
	420℃	≤0.39	II	
	650℃	≤0.43	I	
	800℃	≤0.45	I	
灼减/%	≤2.0		II	
产品外观质量	产品不应有外来夹 杂物，粒度应不大于 3mm		III	

12.3 化学指标：

- $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2 \geq 90\%$
- SiO_2 : 48%~58%
- Fe_2O_3 : 1.5~3.5%

12.4 试验方法

- 1) SiO_2 、 Al_2O_3 含量的测定按GB/T 6900或GB/T 21114的规定进行。
- 2) 灼减的测定按GB/T 6900规定的方法进行。
- 3) 捣实密度的测定按附录A规定的方法进行。
- 4) 松装密度的测定按GB/T 6609.25规定的方法进行。
- 5) 导热系数的测定按YB/T 4130规定的方法进行。
- 6) 阻止电解质渗透能力的测定按附录B规定的方法进行。
- 7) 外观质量以目视法检验，粒度的测定按供需双方规定的方法进行。

12.5 检验规则

12.5.1 检查和验收

防渗料应由供方技术监督部门进行检验，保证产品质量符合本标准及合同的规定，并填写质量证明书。

需方应对收到的产品按本标准的规定进行检验，如检验结果与本标准及合同的规定不符时，应在收到产品之日起15日内，以书面形式向供方提出，由供需双方协商解决。如需仲裁，供需双方在需方共同进行仲裁取样。

12.5.2 组批

铝电解槽用干式防渗料应成批提交验收，每批重量不超过500t。

12.5.3 检验项目

每批产品出厂前都应进行化学成分、捣实密度、松装密度、外观质量的检验；阻止电解质渗透能力、导热系数不要求每批产品检测，但在新产品试制时、工艺配方发生重大变化时、客户要求及发生可能影响该性能指标的情况时，需检测。

12.5.4 仲裁取样

仲裁取样按照下表规定的方法进行。将所取样品缩分成化学分析及物理性能测定所需要的测试样品。

仲裁取样方法：

产品袋数	≥10袋	<10袋
取样数量	随机抽取不少于10袋，每袋取样不少于1 kg，并混合均匀	每袋都取样，总试样量不少于10 kg

12.6 检验结果的判定

12.6.1 $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{SiO}_2$ 、灼减、阻止电解质渗透能力、导热系数中任何一项不合格，则判定该批产品不合格。

12.6.2 捣实密度、松装密度中任何一项不合格，可重取2个样进行复检。复检2个样都合格，则判断该批产品合格，否则则判定该批产品不合格。

12.6.3 粒度不合格时，允许供方处理后再次检验。

12.6.4 外观质量不合格时，由供需双方协商。

12.7 单槽理论计算重量：15935.79 kg（比重按 $2\times 10^3\text{kg/m}^3$ 计算）。

13. 氮化硅侧部复合块

13.1 用途：用于砌筑电解槽槽膛侧部；

13.2 规格：氮化硅结合碳化硅砖+异型炭块前后复合，氮化硅结合碳化硅砖内嵌侧部保温板（替代蛭石保温板-II型），详见施工图；

13.3 要求：

①本部件由生产厂整体供货，不得分开。氮化硅结合碳化硅砖与异型炭块复合粘结。

②检测要求：取相同尺寸的侧块与异型块，先分别检测两种材料的理化指标，然后分别在110°C和1000°C检测粘结面的抗折粘结强度，其强度应达到： $110^{\circ}\text{C}\times 24\text{h} \geq 5 \text{ MPa}$ $1000^{\circ}\text{C}\times 3\text{h} \geq 2 \text{ MPa}$

③氮化硅结合碳化硅砖与异型炭块复合时，先挑选宽度尺寸相近并略大于氮化硅结合碳化硅砖的进行复合，复合后将异型炭块研磨至氮化硅结合碳化硅砖宽度尺寸，复合后的尺寸公差和形位公差见施工图纸。

④筑炉时侧部复合块间的粘接剂由碳氮化硅厂家配套提供。

13.4 氮化硅结合碳化硅理化指标：

项 目	指 标	技 术 要 求
导热系数 W/m·K (热面温度)	≥ 16 (1000°C)	外观要求按照标准 GB/T 23293-2009 执行
常温耐压强度/MPa	≥ 160	
常温抗折强度/MPa	≥ 40	
高温抗折强度	≥ 45	

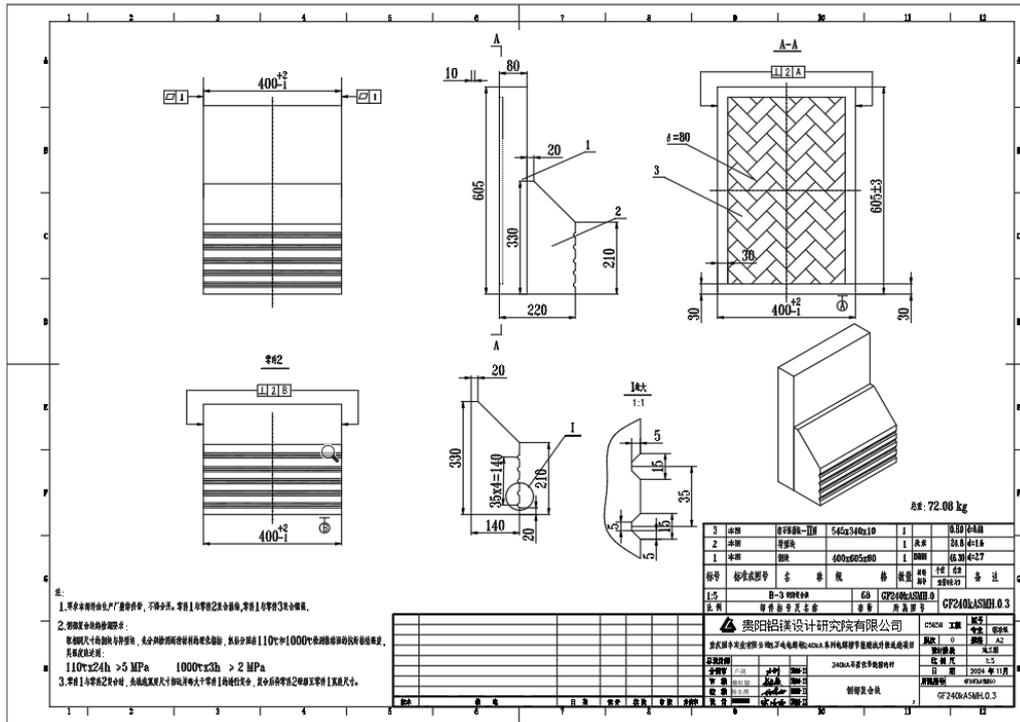
(1400°C×0.5h) /MPa		
显气孔率	≤16%	
体积密度g/cm ³	≥2.65	
抗热震性 (1100°C) / 次水冷	≥30	
w (SiC) /%	≥72	
w (Si ₃ N ₄) /%	≥20	
w (Fe ₂ O ₃) /%	≤0.7	

13.5 异型炭块理化指标:

项 目	指 标
真密度 (g/cm ³)	≥1.91
表观密度(g/cm ³)	≥1.56
耐压强度(MPa)	≥32
灰分(%)	≤8
热膨胀系数×10 ⁻⁶ /°C(300°C)	≤4.2
钠膨胀率 (%)	≤1.0

13.6 材料计划用量: 68块/槽。

13.7 侧部复合块附图：



13.8 单块理论计算重量：47.27 kg（氮化硅结合碳化硅比重按 $2.7 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 计算）；

单块理论计算重量：24.8 kg（炭块比重按 $1.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 计算）；

单块理论计算重量：0.56kg（侧部保温板比重按 $0.3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 计算）；

单槽理论计算重量：3214.36 kg（氮化硅结合碳化硅比重按 $2.7 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 计算）；

单槽理论计算重量：1686.4 kg（炭块比重按 $1.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 计算）；

单槽理论计算重量：37.8 kg（侧部保温板比重按 $0.3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 计算）。

14. 陶瓷纤维板

14.1 用途：小面侧下部第一层。

14.2 牌号及规格：详见施工图；

14.3 化学成分和物理性能指标：

项 目	指 标	检测等级	技术要求
渣球含量（质量分数） /(%)(0.212mm筛)	≤ 25	II	板的外观 质量和尺 寸允许偏 差按标准G B/T 3003- 2006执行
加热永久线变化/% (1000°Cx24h)	0~ (-2)	II	
体积密度(kg/m ³)	360~460	II	
导热系数(W/m.k) (热面温度)	≤ 0.042 (100°C)	I	
	≤ 0.060 (200°C)	I	
	≤ 0.065 (300°C)	I	
	≤ 0.095 (400°C)	I	
	≤ 0.135 (1000°C)	I	
耐压强度/MPa ((压缩10%))	≥ 0.4	I	
含水率/%	≤ 1	II	
有机物含量/%	≤ 8	III	

14.4 试验方法

- 1) 样品制备按GB/T 17911的规定进行。
- 2) 化学成分的分析按GB/T 6900或GB/T 21114的规定进行。

- 3) 渣球含量的检验按GB/T 17911第10章的规定进行。
- 4) 厚度、体积密度、加热永久线变化、导热系数的检验按GB/T 17911的规定进行。
- 5) 含水率的检验按GB/T 3007的规定进行。
- 6) 有机物含量的检验在按照GB/T 11835附录B的规定进行。

14.5 质量评定程序

1) 组批

按同一产品、同一规格品种、同一质量等级、同一生产工艺稳定连续生产的一定数量的产品为一批。产品最大批量5000（发货包装件）。

2) 抽样与检验

根据批量按下表确定抽样样本量，并从批中随机抽取样本。从每个样本中随机抽取一件产品进行外观、尺寸、和体积密度检验。理化检验从外观检验合格的样本中随机抽取3~5件。

批量（发货包装件）	样本量（发货包装件）	接收数（最大不合格品数）
≤50	3	1
51~150	5	1
151~500	8	2
501~3200	13	3
≥3201	20	5

产品验收检验项目：渣球含量、加热永久线变化、体积密度、导热系数、含水率、有机物含量。

14.6 合格判定规则

外观和尺寸检验的最大不合格数符合规定，同时验收项目合格，判定为合格品。

外观和尺寸检验的最大不合格数符合规定，验收项目不合格，按判定为不合格品。

验收项目合格，但外观和尺寸检验的最大不合格数不符合规定，允许分拣后重新组批，并按规定的抽样方案重新抽样检验，重新检验合格的新批为合格批；否则不合格。

14.7 单槽理论计算重量：

600×610×20（mm）：32.23kg（11块）（比重按 $0.4\times 10^3\text{kg/m}^3$ 计算）。

15. 耐火颗粒

15.1 用途：填充槽内衬侧上部缝隙；

15.2 牌号：NN-45P；

15.3 物理指标：

项 目		指 标	检测等级
ω (Al_2O_3) /%		≥ 45	II
耐火度($^{\circ}\text{C}$)		≥ 1720	II
常温抗折粘接强度/MPa	110 $^{\circ}\text{C}$ 干燥后	≥ 2.0	III
	1200 $^{\circ}\text{C}$ ×3h烧后	≥ 6.0	III
加热永久线变化率/%	1200 $^{\circ}\text{C}$ ×3h烧后	-5~+1	II
粘接时间/min		1~3	III
粒度/%	<1.0mm	100	III
	>0.5mm	≤ 2	III
	<0.075mm	≥ 50	III
注1：如有特殊要求，粘结时间由供需双方协议确定。			
注2：N、N为粘、泥汉语拼音首字母，数字为氧化铝含量，P代表磷酸盐结合耐火泥浆。			

15.4 单槽理论计算重量：100 kg。

16. SiC 捣打料

16.1 用途：填充槽壳侧面顶部缝隙；

16.2 规格：见图纸

16.3 物理指标：（质量百分比）

项 目		单 位	控制值	检测等级
体积密度		g/cm ³	≥2.3	II
耐压强度	900℃x3h	MPa	≥10	II
导热系数（热面）	1000℃	w/m.k	≥7	II
化学成分	SiC	%	≥85	II
	Si ₃ N ₄			
	Fe ₂ O ₃		≤0.8	II

16.4 单槽理论计算重量：80kg（比重按 $2.3 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 计算）。

17. 纳米隔热毡

17.1 用途：砌筑槽角部内衬

17.2 规格：610×50，展开长约 1073；

17.3 物理指标：

项 目		指标	检测等级
导热系数 (W/mK)	20℃	0.018	II
	200℃	0.019	II
	400℃	0.021	II
	600℃	0.025	II
	800℃	0.030	
收缩率	950℃整体加热，12 小时	(保证值) <2. 0%	II
		(典型值) 1.5%	II
	1000℃整体加热，1 2 小时	0.5%	II
最高使用温度 (°C)		950	II
密度 (kg/m ³)		270	II

17.4 单槽理论计算重量：28.8 kg（比重按 $0.22 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 计算）。

18. 钢板

18.1 用途：砌筑槽底第五层。

18.2 规格：2000×1000×2（mm）；总范围：11976×3238（mm）。

18.3 单槽理论计算重量及块数：659.4 kg（21块）（比重按 7.85×10^3 kg/m³计算）。

附录 A
(规范性附录)
铝电解槽用干式防渗料捣实密度测试方法

A.1 范围

本附录规定了铝电解槽用干式防渗料捣实密度的测定方法。
本附录适用于铝电解槽用干式防渗料捣实密度的测定。

A.2 方法提要

将试样分次放入不锈钢量筒内,用不锈钢圆棒捣实,待把不锈钢量筒装满后,称量筒内试样的量,以计算捣实密度

A.3 设备

A.3.1 量筒:直径 50mm,高 200mm 的不锈钢筒。量筒的体积 V 可以用蒸馏水标定。

A.3.2 圆棒:直径 30mm,高 300mm 的不锈钢圆棒。

A.3.3 天平:感量 0.01g。

A.4 测定步骤

A.4.1 试样测定前在 105°C±5°C 烘干 2h,置于干燥器中冷却至室温。

A.4.2 测定次数:独立进行两次测试,取其平均值。

A.4.3 测定

称量量筒(A.3.1)的质量 m_1 ,将试样(A.4.1)分次置于量筒(A.3.1)内,每次均用圆棒(A.3.2)捣至体积不再变化,待将量筒(A.3.1)捣满后,称量筒(A.3.1)和试样的质量之和 m_2 。

A.5 分析结果的计算

按式 A.1 计算捣实密度 ρ :
$$\rho = \frac{m_2 - m_1}{V} \quad \text{(A.1)}$$

式(A.1)中:

ρ —— 防渗料的捣实密度,单位:克每立方厘米 (g/cm^3)。

m_1 —— 量筒的质量,单位:克 (g)。

m_2 —— 量筒和试样的质量之和,单位:克 (g)。

V —— 量筒的体积,单位:立方厘米 (cm^3)。

A.6 精密度

A.6.1 重复性

在重复性条件下获得的两次独立测试结果的测定值,其绝对差值不大于 0.0

2 g/cm³。

A.6.2 再现性

在再现性条件下获得的两次独立测试结果的测定值，其绝对差值不大于 0.0

3 g/cm³。

附录 B

(规范性附录)

铝电解槽用干式防渗料阻止电解质渗透能力测试方法

B.1 范围

本附录规定了铝电解槽用干式防渗料阻止电解质渗透能力的测定方法。

本附录适用于铝电解槽用干式防渗料阻止电解质渗透能力的测定。

B.2 方法提要

试样在 $960^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 下与电解质恒温反应一段时间，电解质能与干式防渗料生成致密的防渗阻挡层，测量防渗阻挡层的厚度，作为判断干式防渗料阻止电解质渗透能力的依据。

B.3 设备

B.3.1 石墨坩埚：内径 60mm、内高 100mm，带盖。

B.3.2 坩埚炉：能控制温度 $960^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

B.4 测定步骤

B.4.1 试样

B.4.1.1 电解质：用纯冰晶石和氟化铝等将电解质调整为分子比： 2.50 ± 0.02 、 Al_2O_3 含量： $2.5\%\pm 0.5\%$ 、 CaF_2 含量： $4.0\%\pm 0.5\%$ 。

B.4.1.2 防渗料：在 $105^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 烘干 2h，置于干燥器中冷却至室温。

B.4.2 测定

将 150g 左右试样（B.4.1.2）分次放置于石墨坩埚（B.3.1）内，每次放料后均用不锈钢圆棒捣实，最终使石墨坩埚（B.3.1）中试样的厚度达到 50mm 左右。然后称取电解质试样（B.4.1.1）约 150g（精确至 0.1g）放置于试样之上，将石墨坩埚盖盖好。石墨坩埚外部用其它材料保护，防止石墨坩埚氧化，然后置于坩埚炉（B.3.2）内，通电升温至 $960^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，恒温 96h，炉内冷却至室温。取出坩埚后，将坩埚剖开，观察是否形成了致密的防渗阻挡层，测量防渗阻挡层的厚度（精确至 0.5mm），以 mm 表示。