



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101985762 A

(43) 申请公布日 2011.03.16

(21) 申请号 201010512753.2

(22) 申请日 2010.10.20

(71) 申请人 云南铝业股份有限公司

地址 650000 云南省昆明市呈贡云南铝业股
份有限公司

(72) 发明人 邱哲生 刘志祥 张建宇 刘永强
王进录 边华伟 姬凤武 和锦黎
周永全 李彩霞

(74) 专利代理机构 昆明正原专利代理有限责任
公司 53100

代理人 金耀生

(51) Int. Cl.

C25C 3/08 (2006.01)

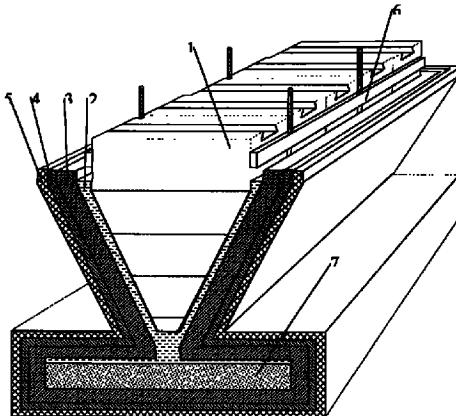
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种连续阳极立式 V 型双斜面铝电解槽

(57) 摘要

本发明是一种连续阳极立式“V”型双斜面铝电解槽。包括阳极、电解质、阴极、防渗层、保温层、槽壳、支撑框架构成，其特征在于采用“V”形阴极结构，并为较大倾角的双斜面导电，阳极下部形成与阴极相对应的“V”形结构。本发明具有以下积极效果：电解槽槽电压的大幅降低，吨铝直流电耗降低到 11000kWh，节能幅度达 8%。采用连续阳极，减少了阳极组装、返回料处理等相关工序，换极周期大幅延长，降低了生产成本。免除了现行槽侧部散热以形成炉帮，只需保证阴极块侧下部防渗料层温度在 900℃以防漏槽，电解槽整体散热量较现行槽大幅减少，从而可能更加节能。单位体积导电面积大幅增加，槽单位面积产量增加。



1. 一种连续阳极立式“V”型双斜面铝电解槽，包括阳极、电解质、阴极、防渗层、保温层、槽壳、支撑框架构成，其特征在于采用“V”形阴极结构，并为较大倾角的双斜面导电，阳极下部形成与阴极相对应的“V”形结构。
2. 根据权利要求 1 所述的连续阳极立式“V”型双斜面铝电解槽，其特征在于立式“V”型双斜面阳极和阴极可以由连续多个“V”型结构体构成。
3. 根据权利要求 1 所述的连续阳极立式“V”型双斜面铝电解槽，其特征在于阳极分为若干组，若干阳极组由阳极提升装置固定为一个整体，每组阳极通过阳极小头的孔固定在提升装置上。
4. 根据权利要求 1 所述的连续阳极立式“V”型双斜面铝电解槽，其特征在于随着“V”形阳极的消耗，在阳极组上部定期增加一块阳极炭块，并通过炭糊与下面阳极组粘结。
5. 根据权利要求 1 所述的连续阳极立式“V”型双斜面铝电解槽，其特征在于“V”型阴极斜面与水平面之间的倾角 α 为 $30^\circ \sim 80^\circ$ 。

一种连续阳极立式 V 型双斜面铝电解槽

技术领域

[0001] 本发明涉及铝电解技术领域，具体地说是一种连续阳极立式 V 型双斜面铝电解槽。

背景技术

[0002] Hall-Héroult 熔盐电解法炼铝至 2008 年以前，国际铝工业在系列化生产上的直流电耗最好指标一直徘徊在 13000kWh/t-Al 以上，能量利用效率（即电能效率）没有突破 50%。近两年，国内在阴极结构技术（如曲面阴极技术、异形阴极技术）和电解槽控制技术取得了显著进展，直流电耗最好指标接近 12000kWh/t-Al，能量利用效率刚刚突破 50%。铝电解能效不能得到本质性突破的根本原因在于传统水平式电解槽槽底铝液在强电流磁场环境下产生波动，为了保证 90% 以上的电流效率，通常极距保持在 4-5cm，槽电压保持在 3.80V 以上。进一步降低极距，必然引起铝的二次反应加剧，电流效率降低，电解槽运行稳定性显著下降。

[0003] 为了克服上述技术障碍，实现高效与节能，西方发达国家在上世纪 80 年代就开始投入巨资开发可湿润阴极导流式等新型结构电解槽和惰性阳极技术，国内中南大学、中国铝业公司等单位上世纪 80 年代末开始这方面的研究，但是，这类研究仍面临许多重大的技术难题，大部分都只停留在实验室研究和小规模试验阶段。

[0004] 尽管遇到困难，但国内外研发者并未放弃努力。美国在 2003 年发表的《铝工业发展指南》中把今后 20 年铝电解工业的原铝直流电单耗目标值定在了 12000kWh/t-Al。2009 年初我国在《有色金属产业调整振兴规划》中也提出将铝电解原铝直流电单耗目标值降到 12000kWh 以下，并明确指出，未来三年，全国铝电解工业原铝平均直流电单耗力争降至 12500kWh/t-Al，以此作为铝行业准入条件之一。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种连续阳极立式 V 型双斜面铝电解槽，实现阴极表面的零铝水平，大幅降低电解槽极距，同时阳极气体可沿阳极斜面顺利上排，减少气膜电阻。

[0006] 本发明采用“V”形阴极结构和连续预焙炭素阳极，利用电解过程中连续阳极的自然消耗，保持阳极的“V”形结构，将传统电解槽的上下垂直导电方式改变为具有较大倾角的双斜面导电方式，从而实现阴极表面的零铝水平，大幅降低电解槽极距；同时，阳极气体可沿阳极斜面顺利上排，减少气膜电阻。本发明电解槽和同容量传统电解槽相比，极距显著降低，体积和散热面积大幅减少，从而达到减少建设投资、铝电解过程大幅节能的目的。

[0007] 本发明的技术方案如下：

[0008] 连续阳极立式双斜面铝电解槽结构为：包括阳极、电解质、阴极、防渗层、保温层、槽壳、支撑框架等构成，其特征在于采用“V”形阴极结构，将传统铝电解槽的上下垂直导电方式改变为具有较大倾角的双斜面导电方式，阳极下部由于自然消耗形成与阴极相对应的“V”形结构，阳极上设置提升装置，通过阳极升降来调整极距。

[0009] 阳极分为若干组,若干阳极组由阳极提升装置固定为一个整体,阳极提升装置固定在这块炭块小头的孔内。根据电解槽设计容量大小的要求,选择阳极组数的多少。阳极组在电解过程中消耗,会自然保持阳极的“V”形结构。随着阳极的消耗,在阳极组上部定期增加一块阳极炭块,并通过炭糊与下面阳极组粘结,同时需要定期对阳极进行转接将阳极提升装置上移一组炭块。立式双斜面阳极可由连续多个组成。阳极提升装置起到固定阳极组作用的同时,由电机驱动,根据电解工艺的需要,升降阳极和改变电解极距。

[0010] 阴极外周围为防渗层,防渗层外周围为保温层和槽壳,槽壳外部为支撑框架。

[0011] “V”型阴极结构的重要参数是阴极斜面与水平面之间的倾角 α ,斜面倾角 α 为 $30^\circ \sim 80^\circ$ 。在阳极垂直投影面积相同情况下,随着斜面倾角 α 变大,电解槽深度增加,导电面积增大,电解槽的电流容量增大,阳极高度消耗减少,连续阳极加极周期延长。

[0012] “V”型阴极结构电解槽由于阴极被高温电解质直接接触电解质冲刷侵蚀,采用常规石墨质阴极炭块槽寿命会显著缩短。所以,阴极材料需要选择耐高温电解质冲刷度蚀的材料,如石墨化阴极块、 TiB_2-C 复合阴极炭块、耐高温电解质侵蚀合金或金属陶瓷阴极等材料,配合以低分子比、高氧化铝浓度等电解质工艺体系,以延长电解槽寿命。

[0013] 本发明通过将传统电解槽阴极、阳极的上下水平配置结构,改变为“V”形结构,导电截面从传统的水平面改变为“V”形双斜面。电解生产过程中,阳极气体阳极“V”形斜面和阳极组之间的间隙顺利上排,生产的铝液沿“V”形斜面表面流淌汇集到槽底储铝腔体中定期抽出。连续阳极在电解槽启动运行后,由于电解过程自然消耗形成与阴极形状一致“V”形结构,并通过阳极的整体升降来调整电解极距。氧化铝等原料通过槽上部多点自动加料装置加入。

[0014] 本发明与现有技术相比具有以下积极效果:

[0015] 1、由于电解槽槽电压的大幅降低,吨铝直流电耗将从目前最优水平 12000kWh 降低到 11000kWh ,节能幅度达8%。

[0016] 2、采用连续阳极,减少了阳极组装、返回料处理等相关工序,换极周期大幅延长,降低了生产成本。

[0017] 3、免除了现行槽侧部散热以形成炉帮,只需保证阴极块侧下部防渗料层温度在 900°C 以防漏槽,电解槽整体散热量较现行槽大幅减少,从而可能更加节能。

[0018] 4、单位体积导电面积大幅增加,槽单位面积产量增加。电解铝单位产能的建设投资显著减少。

附图说明

[0019] 图1为本发明的连续阳极立式双斜面铝电解槽结构示意图。

[0020] 图2为传统工业铝电解槽的结构如图。

[0021] 图3为本发明的双“V”型铝电解槽示意图。

[0022] 图4为本发明的单组阳极示意图。

[0023] 图5为本发明的多组阳极构成阳极整体示意图。

[0024] 图6为本发明的单块阳极块(添加块)示意图。

[0025] 图1中,1-阳极,2-电解质,3-阴极,4-防渗层,5-保温层,6-阳极提升装置,7-铝液。

[0026] 图 2 中,1- 阳极导杆,2- 炭素阳极,3- 电解质结壳,4- 电解质,5- 铝液,6- 阴极炭块,7- 阴极钢棒,8- 内衬。

具体实施方式

[0027] 本发明的连续阳极立式双斜面铝电解槽结构如图 1 所示,由阳极 1、电解质 2、阴极 3、防渗层 4、保温层 5、阳极提升装置 6、槽壳、支撑框架等构成;阳极为立式双斜面,阴极上部形状与阳极相适应,也为双斜面;阳极分为若干组,若干阳极组由阳极提升装置固定为一个整体,根据电解槽设计容量大小的要求,选择阳极组数的多少。阳极提升装置起到固定阳极组作用的同时,由电机驱动,根据电解工艺的需要,升降阳极,改变电解极距。立式双斜面阳极可由连续 6 个组成,如图 3 所示。阳极为现行电解槽的炭质阳极材料。阳极组在电解过程中消耗,会自然保持阳极的“V”形结构。随着阳极的消耗,需要在阳极组上部定期增加一块阳极炭块(如图 6 所示),并通过炭糊和下面阳极组粘结,粘结炭糊 焦化后,将提升装置向上转接一组炭块。随着新加炭块温度的升高,粘结炭糊炭化,新加炭块和下面的阳极组粘结成一体整体。下一次加炭块的时候,对阳极提升装置进行转接,阳极提升装置固定在这块炭块小头的孔内,该炭块进入导电状态。

[0028] 阴极 3 外周围为防渗层 4,防渗层外周围为保温层 5 和槽壳,槽壳外部为支撑框架。“V”型阴极结构的重要参数是阴极斜面与水平面之间的倾角 α 。以下列参数为例设计的电解槽,不同设计倾角,铝电解槽的参数变化情况如下表。

[0029] 阳极电流密度 : $0.7A/cm^2$

[0030] 阳极炭块单块尺寸 : $1200 \times 665 \times 600mm (L \times W \times H)$

[0031] 阳极数量 :6 组

[0032] 阳极垂直投影面积 $A_0 :4.79m^2$

[0033] 阳极垂直导电面消耗高度 : $15mm/ 天$

[0034]

| 倾角 (α) (度) | 导电面积 (m^2) | 电流强度 (kA) | 阳极消耗高度 (mm/d) | 加极周期 (d) |
|------------------------|-------------------|--------------|------------------|-------------|
| 30 | 5.53 | 38.70 | 25.98 | 25.60 |
| 45 | 6.77 | 47.40 | 21.21 | 31.35 |
| 60 | 9.58 | 67.03 | 15.00 | 44.33 |
| 75 | 18.50 | 129.50 | 7.76 | 85.65 |

[0035] 在阳极垂直投影面积相同情况下,随养斜面倾角 α 变大,电解槽深度增加,导电面积增大,电解槽的电流容量增大,阳极高度消耗减少,连续阳极加极周期延长。

[0036] “V”型阴极结构电解槽由于阴极被高温电解质直接接触电解质冲刷侵蚀,采用常规石墨质阴极炭块槽寿命会显著缩短。所以,阴极材料需要选择耐高温电解质冲刷侵蚀的材料,如石墨化阴极块、 TiB_2-C 复合阴极炭块、耐高温电解质侵蚀合金或金属陶瓷阴极等,配合以低分子比、高氧化铝浓度等电解质工艺体系,以延长电解槽寿命。

[0037] “V”型双斜面导电方式下铝电解槽工艺配置;

[0038] 电解过程中,生产的铝液沿“V”形斜面表面流淌汇集到槽底储铝腔体,从而实现了阴极表面的“零”铝水平。由于阴极表面是稳定的固体形状,这为减少电解阴阳极极距创造

了条件。当阴、阳极极距从现行 5cm 左右降低 2cm 时,“V”型双斜面导电方式下铝电解槽电压分配如下表：

[0039]

| 项目 | 现行槽电压分配 (V) | “V”型槽电压分配 (V) |
|-------|-------------|---------------|
| 阳极压降 | 0.40 | 0.35 |
| 阴极压降 | 0.35 | 0.30 |
| 电解质压降 | 1.67 | 1.00 |
| 分解压降 | 1.70 | 1.70 |
| 合计： | 4.12 | 3.35 |

[0040] 由于槽散热的大幅减少,单位体积发热量增加,电解槽生产过程中能维持自热平衡

[0041] “V”型双斜面电解槽采用上部多点氧化铝自动加料。由于槽膛深度大幅增加,需要改善槽上部到下部溶解的氧化铝的传质、极距缩短 2cm 后溶解的氧化铝向电解反应介面的传质。可以通过电解槽磁场和电解质流场设计、外加磁场或机械强制电解质对流。

[0042] 由于“V”型双斜面电解槽槽膛深度大幅增加,内衬结构形状较为复杂,宜采用燃气焙烧,内衬达到相应温度要求后,灌入高温液体电解质和铝液。

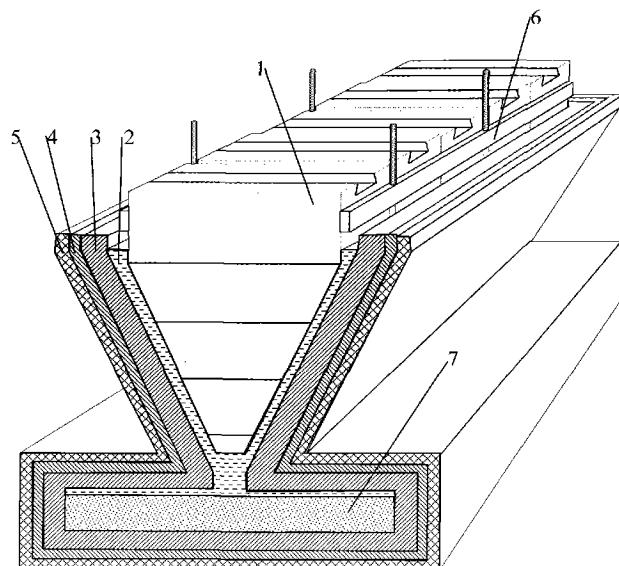


图 1

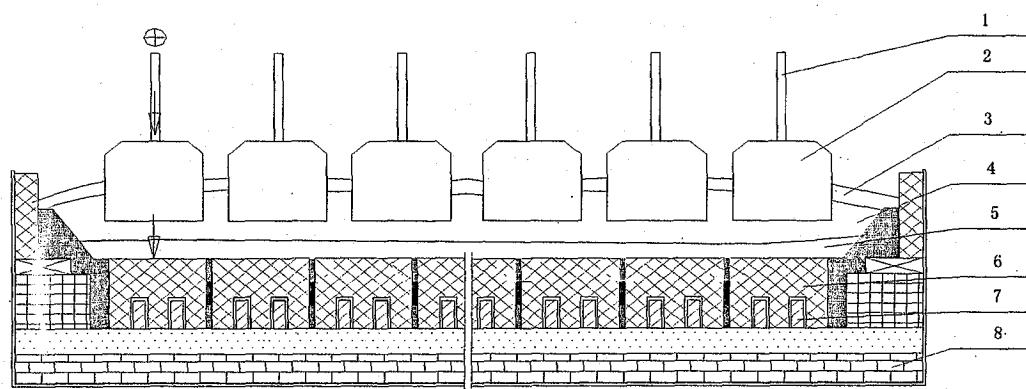


图 2

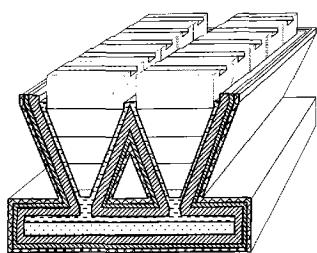


图 3

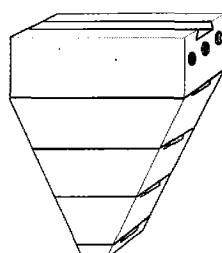


图 4

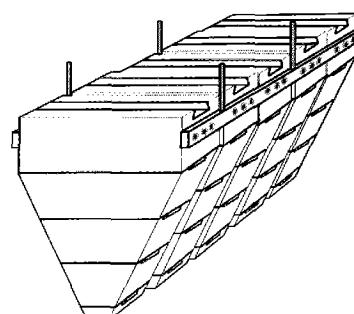


图 5

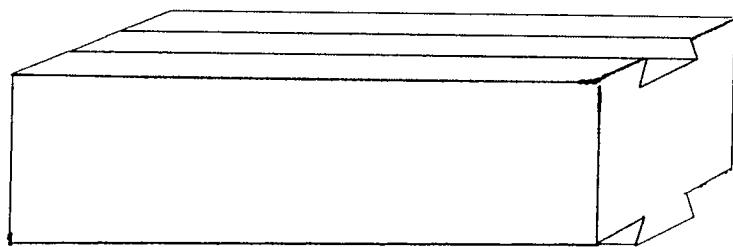


图 6