

铝电解槽智能打壳控制系统技术规范

Technical specification for Intelligent Crust-breaking Control System for
Aluminum

(预审稿)

20××-××-××发布

20××-××-××实施

中国有色金属工业协会
中国有色金属学会

发布

前 言

本文件依据 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国有色金属工业协会提出。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC 243）归口。

本文件起草单位：中铝郑州有色金属研究院有限公司、云南云铝涌鑫铝业有限公司、中国铝业股份有限公司青海分公司、重庆旗能电铝有限公司、山东南山铝业股份有限公司、郑州经纬科技实业有限公司、贵阳铝镁设计研究院有限公司、贵州创新轻金属工艺装备工程技术研究中心有限公司。

本文件主要起草人：XXX、XXX。

本文件为首次发布。

铝电解槽智能打壳控制系统技术规范

1 范围

本文件规定了预焙铝电解槽智能打壳控制系统的基本框架、控制对象、功能要求、控制方法、技术指标。

本文件适用于预焙铝电解槽打壳系统的技术改造，或者新建预焙铝电解槽打壳系统的设计。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 5023.5-2008 额定电压450/750 V及以下聚氯乙烯绝缘电缆 第5部分：软电缆(软线)

GB 30439.6-2014 工业自动化产品安全要求 第6部分：电磁阀的安全要求

GB/T 34492-2017 500kA铝电解槽技术规范

GB/T 38206.3-2019 气动元件可靠性评估方法 第3部分：带活塞杆的气缸

JB/T 5923-2013 气动气缸技术条件

JB/T 10726-2007 扩散硅式压力变送器

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 打壳装置 **crust breaker equipment**

铝电解生产过程中，用于协助氧化铝下料，由气缸导杆带动锤头上下打击由氧化铝、电解质等成分形成的壳面的装置，垂直安装在铝电解槽的上部机构（以下简称槽上部），包括气缸、锤头、气管路、连接密封、紧固件等部分。

3.2 深打壳模式（又称长行程打壳模式） **deep crust-breaker mode (It is also called long crust-breaker mode)**

由气缸驱动，打壳锤头全行程自上而下快速运动产生一定的冲击力击穿壳面，打壳锤头浸入电解质液体中时间超过2秒的破壳模式。

3.3 浅打壳模式（又称短行程打壳模式） **shallow crust-breaker mode (Also known as short stroke crust-breaker mode)**

相比较深打壳模式而言，打壳锤头非全行程运动，或全行程运动但打壳锤头浸入电解质液体中时间不超过2秒的破壳模式。

3.4 大锤头包 **a lot of material is wrapped around the crust-breaking chips**

冷却后的电解质包附着在打壳锤头上，平均厚度直径大于40 mm，影响下料，需人工处理。

3.5 铝电解槽控制系统 **control system of aluminum electrolysis**

是铝电解生产的基础控制系统（以下简称槽控系统），实现铝电解槽的能量平衡和物料平衡。其中，物料平衡是通过氧化铝浓度控制策略周期性输出打壳下料信号，进行打壳下料动作，满足给铝电解槽的供料。

3.6 铝电解槽智能打壳控制系统 **intelligent control crust-breaking system of aluminum electrolysis**

为有效解决铝电解生产过程中下料口不畅通的问题，减少大锤头包，与槽控系统相结合，接收其打壳信号，实现按需打壳，交替使用深打壳模式、浅打壳模式或停止打壳模式的智能控制打壳系统（以下简称智能打壳系统）。

3.7 智能打壳控制箱 **control box of Intelligent crust breaker control system**

是智能打壳系统的核心控制设备，包括检测信号采集模块、中央处理器模块、输入输出控制模块和人机交互模块等（以下简称智能打壳箱）。也可以作为新功能融合在槽控系统中。

3.8 管理软件 system manage software

基于现场总线网络、以太网与智能打壳箱通讯的软件，并具备集中显示信息、存储数据、分析控制效果、报警和有效控制智能打壳箱运行的管理功能。

4 基本框架

4.1 智能打壳系统的基本框架应至少包括控制系统、管理软件、报警系统和支撑系统四部分，其基本框架应与图 1 相符合。

4.2 控制系统应有智能打壳箱和通讯处理模块组成。

4.3 管理软件应有监控信息主界面、报表统计、图形分析、参数设置、报警信息等功能。

4.4 报警系统应包括扩音设备、喇叭、声光报警灯和语音提示等。

4.5 支撑系统应由信号检测装置、电磁阀、网络设备和线路、控制线缆、信号电缆和电源线缆等组成。

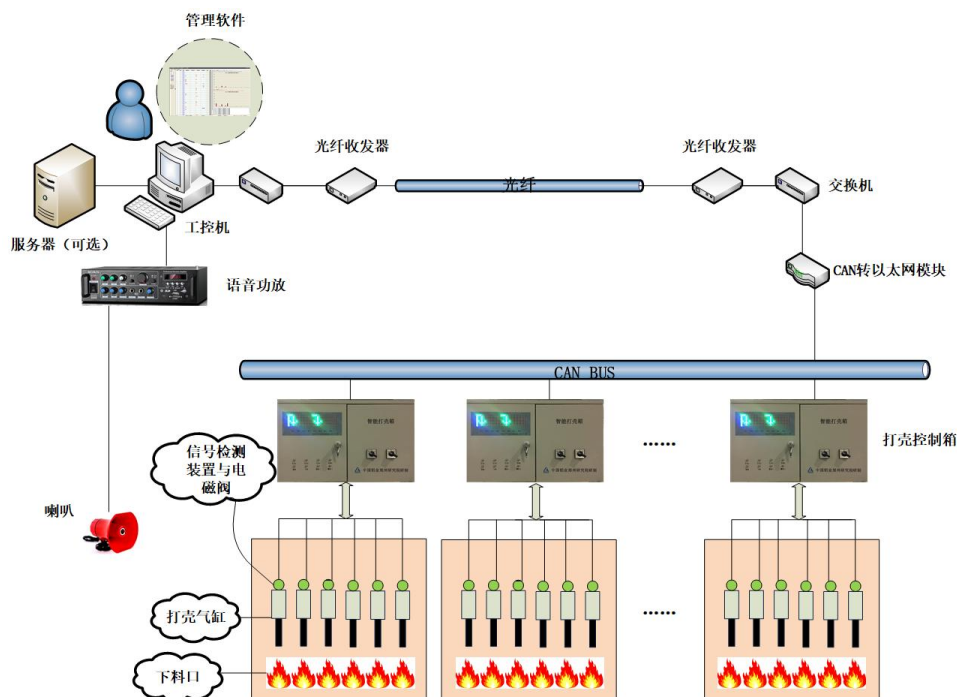


图 1 系统基本框架图

5 控制对象类型

5.1 在智能打壳系统中，打壳气缸既作为输出控制对象，执行打壳模式，又作为信号采集对象，用于判断下料口的状态。

5.2 打壳装置一般使用的气缸有两种类型：普通换向打壳气缸和新型压壳式气缸。两者在智能打壳系统中应用的相关信息见表 1，其它技术特性不在研究范围之内。

表 1 打壳气缸相关信息比较

类型	检测行程功能	输出行程信号	电磁阀	实现单点打壳需要	实现行程检测需要
普通换向打壳气缸	无	无	无	加装电磁阀	加装信号检测装置
新型压壳式气缸	有	开关量	有	否	否

5.3 打壳气缸应符合 JB/T 5923-2013 的规定。

6 功能要求

6.1 控制系统要求

6.1.1 一般要求

6.1.1.1 应选择安全、稳定、可靠的设备和材料，而且必须满足现场的使用条件（工作环境：多粉尘，温度：-20℃~85℃；槽上部温度：最高180℃；气缸压力：0.2MPa~0.8MPa；磁场：最大约910Gs）。

6.1.1.2 应运行稳定、安全可靠、故障率低。当出现故障时能及时反馈、报警提醒或者自我保护，不能影响生产。

6.1.1.3 应能与槽控系统有效配合，且不应对其造成影响、干扰或损害。

6.1.1.4 应具备旁路切换功能，当智能打壳系统出现故障时，能切换回槽控制系统的打壳方式，不能影响生产。

6.1.1.5 应具备手动和自动单点打壳功能。

6.1.1.6 应具备打壳锤头侵入电解质深度在0mm-240mm分级可调功能，自动实现深打壳、浅打壳或停止打壳模式切换。

6.1.1.7 应具备锤头保持功能，方便工人处理单点的大锤头包或堵料。

6.1.2 打壳信号检测

6.1.2.1 应具备检测槽控系统输出的AC220V或DC24V打壳信号的能力。

6.1.2.2 应能根据打壳输入信号推算出槽控制系统的打壳间隔。当槽控系统出现故障时，能按照当前间隔继续打壳，不影响生产。

6.1.2.3 检测电路应与控制电路隔离，并能滤除干扰因素，避免检测错误。

6.1.3 下料口状态检测

6.1.3.1 应有一种经济有效的方法快速识别下料口是否畅通、如果不畅通是卡住打壳锤头还是堵料的状态（以下简称卡堵状态）。一般采用打壳锤头行程变化来推断下料口的状态。

6.1.3.2 应能周期性检测下料口的畅通性。一般以3次打壳作为一个循环检测周期。

6.1.3.3 根据不同气缸类型，宜选用不同的信号检测装置（见6.4.3）。

6.1.4 输出控制要求

6.1.4.1 应保证输出电平曲线平滑不抖动，无粘连。

6.1.4.2 应具备一定的抵抗电压冲击的能力，保证继电器、电磁阀不会误动作。

6.1.5 显示屏要求

6.1.5.1 显示屏应在环境（见6.1.1.1）中长期稳定运行，不应出现显示残缺、模糊、乱码。

6.1.5.2 显示内容宜在30米以外、光线充足情况下清晰显示，方便人员查看。

6.1.5.3 使用寿命应至少5年，性价比高，维护成本低。

6.2 管理软件要求

6.2.1 一般要求

6.2.1.1 应运行流畅、稳定、不卡顿、不死机。

6.2.1.2 宜具备数据库管理功能，支持数据存储、查询、统计和分析等功能。

6.2.1.3 宜提供数据接口，方便与第三方信息系统融合。

6.2.2 状态信息显示

宜能显示每台电解槽每个下料口畅通或者卡堵状态、打壳控制模式、当日卡堵时间和打壳次数统计等信息。

6.2.3 历史曲线展示

宜能显示每台电解槽每个下料口每天24 h内的状态、打壳模式和打壳标记、传感器信号值、通讯状况等内容。

6.2.4 报表统计

6.2.4.1 应至少有班报、日报和统计报三种类型。

6.2.4.2 宜能统计打壳模式、打壳次数，下料口卡堵时间，并能提示电解槽的下料畅通性等情况。

6.2.4.3 统计报表宜能根据定制的时间段、不同槽号、不同内容等查询条件进行个性化查询。

6.2.5 控制参数管理

6.2.5.1 应具备参数设置功能。通过授权管理，用户可分级别、分类设置控制参数。

6.2.5.2 应具备参数优化功能。在系统运行过程中，能通过数据分析动态调整、优化控制参数并自动下发。

6.2.5.3 应具备参数查询功能。用户能查询参数的原始值、修改用户、修改时间、MAC地址等。

6.2.5.4 应具备参数恢复功能。当突然断电等意外情况发生造成参数丢失时，可通过最近存储的参数快速恢复。控制参数一般采用写入数据库和写入硬盘数据文件同时保存，每次存储时间不宜超过2 min。

6.2.5.4 应具备同步更新功能。参数既可在打壳控制箱上设置，也可通过管理软件设置，二者能实现同步更新。

6.3 报警系统要求

6.3.1 对下料口卡堵、传感器故障、打壳控制箱故障、通讯中断等应能及时发现，并及时报警。

6.3.2 报警方式应至少有就地和远程两种，就地报警宜采用声光报警器，远程报警宜采用语音报警。

6.3.3 就地报警持续时间不超过90 s。

6.3.4 远程报警应包括某槽、某下料点和故障类型。若故障点一直未处理，报警宜间隔一定时间再次提醒。间隔时间应能设置，一般不少于5 min。

6.3.5 应能够查询历史语音播报的信息。

6.4 支撑系统要求

6.4.1 实现单独控制打壳要求

6.4.1.1 为达到技术目标（8），智能打壳系统宜能对槽上部的每个打壳气缸单独控制，避免干扰控制效果。一般通过加装两位三通电磁阀和气路改造实现。

6.4.1.2 根据铝电解槽下料点数、槽上部空间和气缸类型不同（见表1），选取的改造方案宜符合表2给出的建议，槽控系统与智能打壳系统的逻辑关系应与图2相符合。

表2 单点打壳改造方案

气缸类型	电解槽下料点数 (M)	建议改造方法	方案名称	特点
普通换向打壳气缸	不多于4个 (M≤4)	在槽下部气控箱内加装二位三通电磁阀，在槽上部敷设线缆、管路，改造气路。	槽下部改造方案	易维护，改造成本高。
	多于4个 (M>4)	在槽上部固定二位三通电磁阀，敷设线缆，改造气路。	槽上部改造方案	不易维护，改造成本低。
新型压壳式气缸	M=4、5、6、7、8……	在槽上部敷设线缆，改造气路。	槽上部改造方案	不易维护，改造成本低。

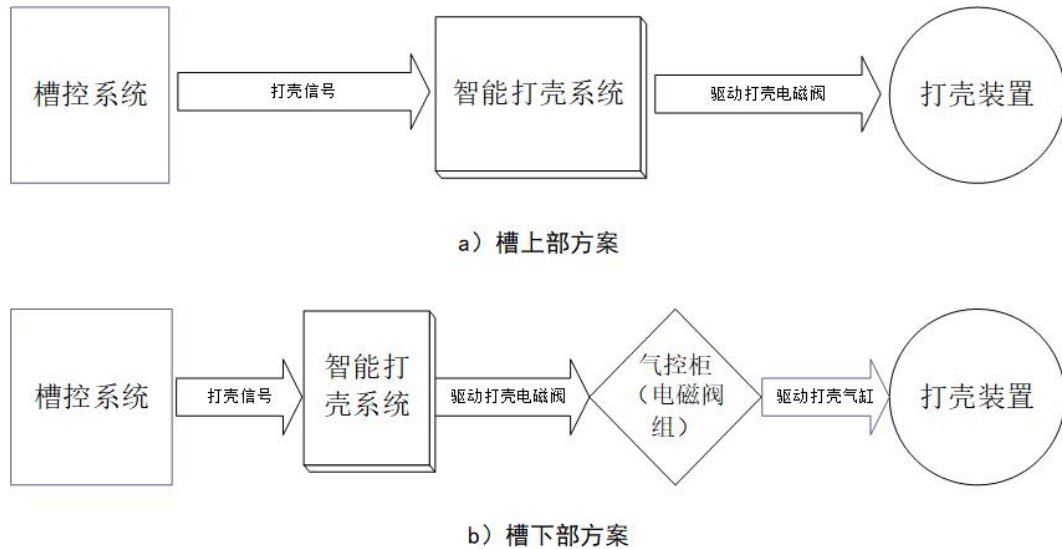


图2 智能打壳系统与槽控系统、打壳系统的逻辑关系图

6.4.1.3 气路改造后，管路、气路和相关连接部件应固定牢固，密封严实，不应漏气。

6.4.2 电磁阀选型要求

6.4.2.1 针对槽上部改造方案，宜选用直通式两位三通电磁阀，DC24 V供电。

6.4.2.2 针对槽下部改造方案，宜与用户现用的电磁阀类型一致。

6.4.2.3 应符合GB 30439.6-2014的规定。

6.4.3 信号检测装置选型要求

6.4.3.1 针对普通换向打壳气缸（见表1），为了实现下料口状态检测，宜加装信号检测装置，并能提供稳定、可靠、准确的信号给信号采集模块。不宜利用打壳气缸作为导体进行信号检测。

6.4.3.2 宜选用气压传感器检测打壳时的气压变化规律，推断打壳锤头的行程。

6.4.3.3 应使用低于DC36 V的安全电压供电。在电源线路出现问题时，能自动识别并提示故障点信息。

7 控制方法

7.1 通用要求

智能打壳系统应根据铝电解槽在一个循环时间段内（建议采用8 h、12 h和24 h）所需要的打壳次数和打壳深度进行综合分析，自动调整控制电磁阀动作的策略，达到智能控制打壳的效果。

7.2 下料口畅通时的控制方法

7.2.1 当检测下料口畅通时，本次下料前应进行浅打壳或者停止打壳。

7.2.2 应根据铝水平高低，控制打壳锤头浸入电解质内的深度不超过50 mm，铝水平高时，打壳锤头行程短；铝水平低时，打壳锤头行程长。

7.3 下料口不畅通时的控制方法

7.3.1 当检测出卡锤头或堵料时，控制气缸进行多次（次数设为N）打壳处理，疏通下料口。N应根据铝电解工艺的实际条件设置。

7.3.2 当上述情况（见7.3.1）出现时，打壳次数等于X（ $X < N$ ），且下料口已畅通时，应该立刻停止打壳处理，以减少气源浪费、气缸损耗和锤头磨损。

7.3.3 在检测到下料口不畅通后，控制策略应该减少停止打壳和浅打壳次数，增加深打壳次数。

7.3.4 在执行N次打壳过程中，为了保障打壳效果和减少气缸损耗，相邻两次的打壳之间应该有一定时间间隔（不低于50 s），该间隔应能设置。

7.4 下料口顽固不通时的控制方法

7.4.1 当上述情况（见7.3.1）出现时，打壳次数等于X（ $X \geq N$ ），且下料口依旧顽固不畅通时，应该立刻停止打壳处理，同时报警提示。报警按照6.3规定执行。

7.4.2 在检测到下料口顽固不畅通后，控制策略应该停止浅打壳模式，切换为深打壳模式。

8 技术指标

8.1 一般要求

8.1.1 应能保障铝电解槽下料口畅通，减少因堵料造成的效应。

8.1.2 应能有效遏制打壳锤头包的生长，减少大锤头包对下料的影响。

8.1.3 在保障下料口畅通的同时，有效减少打壳次数，降低打壳锤头浸入电解质时间，节约压缩空气用量，延长打壳锤头使用寿命。

8.1.4 应能减少工人巡检下料口畅通性的频次，降低工人处理大锤头包和堵料的工作量。

8.2 判断下料口状态准确率指标

8.2.1 应能及时检测出下料口畅通或卡堵状态，准确率应大于90 %。

8.2.2 验证方法一般采用报警提示与现场验证相对照，进行统计。

8.3 控制大锤头包生长率指标

8.3.1 大锤头包生长率应低于5 %，即100个下料点不应超过5个大锤头包。

8.3.2 统计周期一般为8 h。

8.4 节约用气量指标

8.4.1 在保障下料畅通基础上，节约压缩空气用量不宜低于15 %。

8.4.2 在一段时间内（建议6个月），在同等技术条件下，一般采用气体流量计测算。

8.5 延长锤头使用寿命指标

8.5.1 在保障下料畅通基础上，延长锤头使用寿命不低于15 %。

8.5.2 在一段时间内（建议6个月），在同等技术条件下，一般采用同等材质的锤头更换周期统计得出。

8.6 降低劳动强度指标

8.6.1 通降低电解工人的劳动量应不低于45 %。

8.6.2 在一段时间内（建议1个月），在同等技术条件下，一般采用减少巡检次数和减少处理大锤头包的数量统计得出。