

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 51010 – 2014

铝电解系列不停电停开槽设计规范

Code for design of shutting down/restarting aluminum
reduction cells without power interruption

2014 – 07 – 13 发布

2015 – 05 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

铝电解系列不停电停开槽设计规范

Code for design of shutting down/restarting aluminum
reduction cells without power interruption

GB 51010-2014

主编部门:中国有色金属工业协会

批准部门:中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期:2015年5月1日

中国计划出版社

2014 北 京

中华人民共和国国家标准
铝电解系列不停电停开槽设计规范

GB 51010-2014



中国计划出版社出版

网址: www.jhpress.com

地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 3 层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433 (发行部)

新华书店北京发行所发行

三河富华印刷包装有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 1.25 印张 29 千字

2015 年 1 月第 1 版 2015 年 1 月第 1 次印刷



统一书号: 1580242·508

定价: 12.00 元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 494 号

住房城乡建设部关于发布国家标准 《铝电解系列不停电停开槽设计规范》的公告

现批准《铝电解系列不停电停开槽设计规范》为国家标准，编号为GB 51010—2014，自 2015 年 5 月 1 日起实施。其中，第 3.0.3 条为强制性条文，必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2014 年 7 月 13 日

前 言

本规范是根据住房城乡建设部《关于印发〈2012 年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标〔2012〕5 号)的要求,由中国有色工程有限公司、贵阳铝镁设计研究院有限公司会同有关单位共同编制完成的。

本规范在编制过程中,编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考国内相关规范和国际先进标准,并广泛征求意见,最后经审查定稿。

本规范共分 9 章,主要技术内容包括:总则、术语、基本规定、总体设计、直流负荷开关、机械开闭机构、控制系统、设计验证和安全规定。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中国有色金属工业工程建设标准规范管理处负责日常管理,由贵阳铝镁设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中如有意见或建议,请寄送贵阳铝镁设计研究院有限公司(地址:贵州省贵阳市观山湖区金朱西路 2 号,邮政编码:550081),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:中国有色工程有限公司

贵阳铝镁设计研究院有限公司

参 编 单 位:中船重工第 712 研究所

中铝国际工程股份有限公司贵阳分公司

沈阳铝镁设计研究院有限公司

中国铝业遵义铝业股份有限公司

中国铝业贵州分公司

西安交通大学电气工程学院

上海电器科学研究所(集团)有限公司

主要起草人:曹 斌 李 猛 杨 涛 黄绍东 乐洪有
杨世勇 杨 溢 孙康健

主要审查人:洪建中 谢青松 朱佳明 赵庆云 邱仕麟
岳海涛 甘 霖 周凯波 李泽滔 许留伟

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	基本规定	(3)
4	总体设计	(4)
4.1	构成及原理	(4)
4.2	设计规定	(4)
4.3	故障处理的设计准则	(7)
5	直流负荷开关	(8)
5.1	设计规定	(8)
5.2	主要电流参数计算	(9)
6	机械开闭机构	(11)
7	控制系统	(13)
8	设计验证	(14)
9	安全规定	(15)
	本规范用词说明	(17)
	引用标准名录	(18)
	附:条文说明	(19)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirements	(3)
4	Overall design	(4)
4.1	Structure and principle	(4)
4.2	Design regulation	(4)
4.3	Design criteria of the fault handling	(7)
5	Direct current load switch	(8)
5.1	Design regulation	(8)
5.2	Calculation of the main current parameters	(9)
6	The mechanism for disconnecting/connecting insulation intersection	(11)
7	Control system	(13)
8	Design verification	(14)
9	Safety requirements	(15)
	Explanation of wording in this code	(17)
	List of quoted standards	(18)
	Addition;Explanation of provisions	(19)

1 总 则

1.0.1 为规范铝电解系列不停电停、开槽工艺及装置设计,确保停、开槽过程的人员安全和设备安全,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于 600kA 及以下设置短路口的预焙阳极铝电解系列不停电停、开槽工艺及装置的设计。

1.0.3 铝电解系列不停电停、开槽工艺及装置的设计,应根据铝电解系列的母线设计、环境条件和运行检修要求,确定维护、布置和安装方式。

1.0.4 铝电解系列不停电停、开槽工艺及装置的设计,除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 停、开槽 shut down/restart aluminum reduction cells

将铝电解系列串联电路中一台或多台电解槽停电(停槽)或通电(开槽)。

2.0.2 不停电 without power interruption

铝电解系列电流不受停、开槽影响,维持不变。

2.0.3 短路口 insulation intersection

在铝电解槽立柱母线与短路母线之间配置的通流接触结构,可通过一定的外力将其断开或闭合,使相应槽通电或停电。

2.0.4 不停电停、开槽装置 the equipment of shutting down/restarting aluminum reduction cells without power interruption

用于完成铝电解系列不停电停、开槽工艺的操作装置。

2.0.5 直流负荷开关 direct current load switch

一种具有灭弧装置、辅助短路口安全断开或闭合的开关电器。

2.0.6 机械开闭机构 the mechanism for disconnecting/connecting insulation intersection

用于断开或闭合短路口的机械操作装置。

2.0.7 短路口操作安全电压 safe voltage of insulation intersection

保证短路口安全断开或闭合所允许其两侧出现的最大电压。

2.0.8 短路口联接件操作过程 the operation process of insulation intersection coupling

开槽时,将短路口上的螺母松开,更换绝缘套管或螺杆的过程;停槽时,将短路口上的螺杆更换并拧紧的过程。

3 基本规定

3.0.1 1 台或多台铝电解槽的计划停、开槽不应影响其他铝电解槽的生产,并应减少负荷变化对电网或自备电厂的冲击。

3.0.2 对处于漏槽等紧急事故状态下的铝电解槽,不得使用铝电解系列不停电停、开槽工艺及装置。

3.0.3 铝电解槽在系列电流维持不变的工况下实现停、开槽,应使用不停电停、开槽装置,并应使用远距离断开或闭合短路口的机械开闭机构。

3.0.4 铝电解系列不停电停、开槽工艺及装置的设计,应采用已在实际生产运行中完成试验验证的技术原理和新工艺、新结构、新材料。

3.0.5 不停电停、开槽装置的使用环境条件应符合下列规定:

- 1 温度范围应为 $-10^{\circ}\text{C} \sim 90^{\circ}\text{C}$;
- 2 空气的相对湿度不应大于 90%;
- 3 海拔高度不应大于 3000m;
- 4 磁场强度不宜高于 500Gs;
- 5 生产性粉尘浓度不应大于 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 。

4 总体设计

4.1 构成及原理

4.1.1 不停电停、开槽装置应由直流负荷开关、机械开闭机构、连接母线、控制系统等构成,直流负荷开关、机械开闭机构应按一体化设计。

4.1.2 不停电停、开槽装置中的直流负荷开关应与铝电解槽短路口并联,并应通过闭合直流负荷开关降低短路口电压后,通过机械开闭机构远距离断开或闭合短路口(图 4.1.2)。

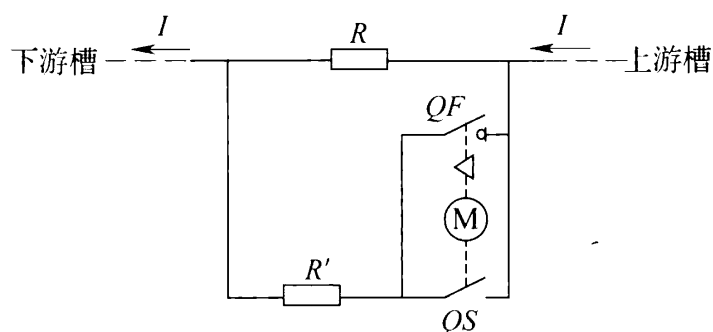


图 4.1.2 总体设计电气原理

I —系列电流; R —目标铝电解槽等效电阻; R' —短路母线等效电阻;

QF —直流负荷开关; QS —短路口; (M) —机械开闭机构

4.1.3 短路口操作安全电压不应高于 0.8V。

4.2 设计规定

4.2.1 铝电解系列不停电停槽工艺步骤应包括下列内容:

1 先向短路口插入过渡绝缘板,然后取出原绝缘盒,再安装不停电停、开槽装置;

2 先将直流负荷开关合闸,然后取出过渡绝缘板,再使用机

械开闭机构闭合短路口；

3 先拧紧短路口联接螺栓，然后使直流负荷开关分闸，再移除不停电停、开槽装置。

4.2.2 铝电解系列不停电开槽工艺步骤应包括下列内容：

1 先安装不停电停、开槽装置，然后使直流负荷开关合闸，再使用机械开闭机构预紧短路口；

2 先松开短路口联接螺栓，然后使机械开闭机构断开短路口，再插入过渡绝缘板；

3 先使直流负荷开关分闸，然后向短路口插入原绝缘盒，再取出过渡绝缘板，移除不停电停、开槽装置。

4.2.3 不停电停、开槽工艺中应设计过渡绝缘板，并应符合下列规定：

1 停槽作业时，过渡绝缘板应用于拆除原绝缘盒后露出直流负荷开关与短路口的接触面，并应在原绝缘盒取出前安装过渡绝缘板；

2 开槽作业时，过渡绝缘板应用于机械开闭机构断开短路口后隔离短路口接触面，并应在过渡绝缘板取出前安装原绝缘盒；

3 过渡绝缘板宜从短路口上方插入；当受安装空间限制，无法从短路口上方插入时，过渡绝缘板可从侧部插入，插入后遮挡短路母线软带段长度不宜小于 50mm。

4.2.4 不停电停、开槽装置配置应符合下列规定：

1 对于进电点数量为 4 个及以上的铝电解槽型，全部短路口应配置直流负荷开关；

2 对于 2 点进电的铝电解槽型，直流负荷开关的配置数量不应小于 3 个；

3 机械开闭机构配置数量应与铝电解槽短路口数量相同。

4.2.5 不停电停、开槽装置安装应符合下列规定：

1 不停电停、开槽装置安装时间不宜超过 60min，连续使用电解多功能机组的时间不宜超过 30min；

2 不停电停、开槽装置在铝电解槽间吊运时,应设计具有防脱钩功能的专用吊具,不得使用钢丝绳或织物吊带;

3 在起吊状态下,设备整体偏角应小于 5° ;

4 以铝电解槽立柱母线侧面作为安装基准的不停电停、开槽装置,应设置导向轮,不得直接冲击母线;

5 不停电停、开槽装置就位后,纵向排列间距不应小于 500mm,与槽缘板距离不应小于 50mm。

4.2.6 不停电停、开槽装置连接母线应符合下列规定:

1 短路口两侧与直流负荷开关连接的通流接触面不平度应小于 0.2mm。

2 当通流接触面位置在由多根铸造母线组焊的立柱母线上时,连接母线宜采用多面压接形式。最小压接面积可按下式计算:

$$S = k_1 \times n_1 \times n_2 \times I_1 \quad (4.2.6)$$

式中: S ——最小压接面积(mm^2);

k_1 ——经验常数,可取 $5.6 \times 10^2 (\text{mm}^2/\text{kA})$;

n_1 ——压接面系数。压接面不平度小于 0.2mm 时,可取 1;压接面不平度大于 0.2mm 时,应通过试验确定,最大值不宜超过 1.5;

n_2 ——材质系数,按试验确定。铝铝压接数值可取 1,铜铝压接数值可取 1.1;

I_1 ——连接母线的额定工作电流值(kA)。

4.2.7 不停电停、开槽装置同步性应符合下列规定:

1 多个直流负荷开关不同步工作时间不应大于 10ms;

2 多个机械开闭机构不同步工作时间不应大于 100ms。

4.2.8 不停电停、开槽装置总体设计应符合下列规定:

1 电磁兼容性应满足在工作现场连续工作;

2 设备重量应满足工作现场实际承重要求;

3 零部件应具有互换性。

4.3 故障处理的设计准则

4.3.1 不停电停、开槽工艺及装置设计应在故障模式下完成或退出作业。

4.3.2 影响生产安全的故障处理方式可分为不影响系列电流的应急操作、紧急停止系列电流和短时降低系列电流。

4.3.3 在停、开槽过程中任一个直流负荷开关出现故障失效,不停电停、开槽工艺及装置应具备不影响系列电流的应急操作处理方式。

4.3.4 设计时,遇下列工况不应采用紧急停止系列电流方式进行处理:

1 短路口处于断开状态,直流负荷开关组同步合闸,有 1 个直流负荷开关未正确执行动作;

2 直流负荷开关组工作正常,机械开闭机构未正确执行短路口的断开或闭合操作;

3 直流负荷开关组部分失效,机械开闭机构正确执行短路口的断开或闭合操作,短路口未出现持续电弧。

4.3.5 设计时,遇下列工况可采用紧急停止系列电流方式进行处理:

1 短路口处于断开状态,直流负荷开关组同步分闸,有 1 个直流负荷开关未正确执行动作;

2 直流负荷开关组处于极端失效工况,机械开闭机构同步断开短路口时出现剧烈持续电弧。

4.3.6 直流负荷开关实际工作时间超过额定工作时间时,应采用短时降低系列电流方式处理。

5 直流负荷开关

5.1 设计规定

5.1.1 直流负荷开关外形尺寸不得影响作业空间和一体化安装,其载流能力应满足短路口联接件操作过程中电流负荷的变化。

5.1.2 直流负荷开关在负荷状态下不得采用就地手动方式进行分闸、合闸操作。

5.1.3 直流负荷开关应采用多组触头并联布置,并应配置主、弧两档触头,触头超额行程不应小于 2mm,宜采用永磁操作机构。

5.1.4 触头压力对动铁芯形成的反作用力不应大于永磁机构合闸最小保持力的 85%。

5.1.5 主触头接触材料宜采用纯银或银基合金,单个触头压力不应小于 600N,接触面积不应小于 700mm²。

5.1.6 直流负荷开关上应设置观察窗,观察窗应能清楚观察主触头与弧触头的分闸、合闸状态。

5.1.7 直流负荷开关防护应符合下列规定:

1 非耐腐蚀材料制成的外露黑色金属零部件表面,应采用环氧耐酸涂料涂覆 2 层;

2 可在现行国家标准《低压系统内设备的绝缘配合 第一部分:原理、要求和试验》GB/T 16935.1—2008 中规定的微观环境污染等级为 3 级的场合使用。

5.1.8 直流负荷开关技术指标应符合下列规定:

1 额定工作电压不应小于 10V;最高工作电压不应小于 30V。

2 电流参数计算应符合本规范第 5.2.1 条~第 5.2.4 条的规定。

3 分闸时间不应大于 20ms;合闸时间不应大于 20ms。

4 短时耐受能力不应小于 100kA、1s,或额定工作电流的 2 倍、1s,宜取 100kA 或 2 倍的额定工作电流中的高值。

5 额定工作时间不应小于 20min;在额定工作时间内,进出电端间电压降不应大于 150mV,直流负荷开关主要部件允许温升应符合表 5.1.8 的规定。

表 5.1.8 直流负荷开关主要部件允许温升(K)

项 目	允许温升
绝缘材料	80
主回路载流导体	80
防护外壳	30

6 铜排线电流密度不应大于 5A/mm²。

7 主回路对地工频耐压不应低于 2500V,持续时间应为 1min。

8 平均故障间隔次数不应小于 2500 次;平均修复时间不应大于 1h。

9 机械寿命不应小于 8000 次;电寿命不应小于 200 次。

5.2 主要电流参数计算

5.2.1 额定工作电流应按下式计算:

$$I_{\text{额}} = \frac{0.9kI}{N} \quad (5.2.1)$$

式中:0.9——工艺设定常数;

k ——电流不均匀系数,应根据不同槽型设计与压接电阻变化选择,经验值可取 1.1~1.2,最大不宜超过 1.5;

I ——铝电解系列电流值(kA);

N ——并联直流负荷开关的数量。

5.2.2 瞬态最大电流值可按下式计算:

$$I_{\text{max}} = k_x I \quad (5.2.2)$$

式中： k_x ——经验系数，应根据槽型及母线设计确定，经验值可取 0.55~0.7，系列电流较小时宜取高值，系列电流较大时宜取低值。

5.2.3 额定短时耐受电流计算应符合下列规定：

1 直流负荷开关的额定短时耐受电流，应按下式计算：

$$I_t^2 t > Q_{dt} \quad (5.2.3)$$

式中： I_t —— t 内直流负荷开关允许通过的热稳定电流值(kA)；

t ——开关允许通过的热稳定电流时间(s)；

Q_{dt} ——在计算时间内，瞬态电流的热效应($\text{kA}^2 \cdot \text{s}$)。

2 额定短时耐受电流标准值应按现行国家标准《标准电流等级》GB/T 762 有关 R_{10} 系列中选取，且应等于直流负荷开关的额定瞬时电流值。直流负荷开关额定瞬时电流持续时间的标准值应为 1s。

5.2.4 额定峰值耐受电流应按下式计算：

$$I_{ch} \leq I_{df} \quad (5.2.4)$$

式中： I_{ch} ——额定峰值耐受电流(kA)，应取额定短时耐受电流 I_t 的 2.5 倍；

I_{df} ——直流负荷开关的极限通过电流值(kA)。

6 机械开闭机构

6.0.1 机械开闭机构应能承载和辅助安装直流负荷开关,并应在短路口联接件操作过程中对短路母线起定位支撑作用。

6.0.2 机械开闭机构断开和闭合短路口均应具备手动和远距离电动两种操作模式,与短路母线连接处应具备手动释放功能。

6.0.3 机械开闭机构的动力源选择应符合下列规定:

- 1 应具有过载保护措施;
- 2 断电状态下应实现机构自锁;
- 3 宜采用电机正、反转换向,不宜采用电磁阀换向。

6.0.4 机械开闭机构的安装尺寸偏差应符合下列规定:

- 1 立柱母线尺寸偏差应为 $\pm 30\text{mm}$;
- 2 短路母线尺寸偏差应为 $\pm 15\text{mm}$;
- 3 阳极大母线尺寸偏差应为 $\pm 10\text{mm}$;
- 4 短路块相对风格板高度尺寸偏差应为 $\pm 50\text{mm}$;
- 5 相邻槽阳极大母线相对位置尺寸偏差应为 $\pm 100\text{mm}$ 。

6.0.5 零部件设计应采用弱磁性不锈钢替代普通碳素钢。

6.0.6 机械开闭机构技术指标应符合下列规定:

1 断开短路口时间不应大于 200ms ;闭合短路口时间不应大于 200ms 。

2 在电动操作模式下,对短路口施加的压紧力应大于 5kN ;在手动操作模式下,对短路口施加的压紧力应大于 1kN 。

3 对短路口绝缘套管施加的最大剪切力不应大于 2.5kN 。

4 拉开短路口时,最小设计间隙不应小于 20mm ,最大设计间隙不应超过 40mm 。

5 闭合短路口时,设计行程应大于短路口平均间隙 10mm 。

6 与所有通流母线、槽壳钢结构、风格板绝缘,绝缘电阻值不应小于 $1\text{M}\Omega$ 。

7 机械寿命不应小于 10000 次。

8 平均故障间隔次数不应小于 5000 次;平均修复时间不应大于 1h。

7 控制系统

7.0.1 控制系统应实现对多组直流负荷开关和机械开闭机构的远距离逻辑控制。

7.0.2 控制系统应与多组直流负荷开关和机械开闭机构采用插头-插座连接,并应具有自检线路连接状态功能。

7.0.3 直流负荷开关组的操作机构应采用 2 组蓄能电源互为备用供电,蓄能电源在充电 1 次后,应满足完成直流负荷开关组一个循环分闸、合闸操作的要求。

7.0.4 机械开闭机构和直流负荷开关闭合(断开)操作应联锁,直流负荷开关在未合闸状态下,机械开闭机构不得动作。

7.0.5 控制柜应符合下列规定:

1 应设置停、开槽过程中电流及电压信号参数显示装置,并应对异常状态进行声光报警;

2 应设置便于移动和安装的吊环和滑动轮;

3 电磁兼容性应满足在 500Gs 以下的磁场环境中连续工作;

4 防护等级不应低于 IP54;

5 电源应满足铝电解车间供电条件。

7.0.6 连接电缆应符合下列规定:

1 动力分芯线截面不应小于 2.5mm^2 ;控制分芯线截面不应小于 1.5mm^2 。

2 最高允许温度不应低于 120°C 。

3 宜选用卡口式航空插头并配备防尘盖,拔插寿命不宜低于 1000 次。

4 外露铜接线处应全部采用锡焊连接。

8 设计验证

8.0.1 不停电停、开槽装置出厂前应符合下列规定：

1 直流负荷开关的分闸时间和合闸时间应符合本规范第 5.1.8 条的规定；

2 不同步时间应符合本规范第 4.2.7 条的规定；

3 触头碟簧对永磁机构动铁芯的反作用力与合闸保持力的差值，应符合本规范第 5.1.4 条的规定。

8.0.2 不停电停、开槽装置交付用户前，应在实际生产运行的铝电解槽上进行通电实验，并应符合下列规定：

1 直流负荷开关组合闸后，槽电压应小于 0.8V；

2 直流负荷开关主要部件温升应符合本规范表 5.1.8 的规定。

9 安全规定

9.0.1 不停电停、开槽工艺应在操作前打磨直流负荷开关与短路口的通流接触面,应去除氧化膜及其他附着物,不宜使用电力复合脂。

9.0.2 不停电停、开槽装置安装就位,进行停、开槽前应符合下列规定:

1 应通过启动控制系统线路自检确认直流负荷开关和机械开闭机构与其正确连接;

2 应通过空负荷测试确认直流负荷开关和机械开闭机构动作无异常。

9.0.3 在不停电停、开槽装置安装前松开短路口上部分联接螺栓时,应实时监测短路口温度及温升,当短路口温度超过 100°C 或温升超过 20K 时,应停止安装,并应复紧已松开的螺栓。

9.0.4 在直流负荷开关组处于合闸状态下,槽电压出现高于 0.8V 的工况时,应进行系列降电流或停电处理。

9.0.5 对于短路口通流接触面已受损的铝电解槽,直流负荷开关合闸后无法达到短路口安全操作电压要求时,可采用下列方法处理:

1 停槽时应抽出目标槽内电解质,并应将阳极降至最低位;

2 开槽时应增加分流片旁路,并应在直流负荷开关断开后逐级人工拆除。

9.0.6 当不停电停、开槽装置安装位置影响阳极母线移动时,应在设备安装前对下游槽作效应加工,并应在作业过程中将阳极母线设置为静止。

9.0.7 不停电开槽时,异常工况的处理应符合下列规定:

1 个别短路口未被机械开闭机构完全断开时,操作人员应先确认槽电压低于 0.8V 后,再用绝缘撬棍或机械开闭机构的手动模式断开短路口;

2 个别短路口被机械开闭机构断开但未达到能够插入过渡

绝缘板的距离时,操作人员应先确认槽电压在低于 0.8V 后,再用绝缘撬棍或机械开闭机构的手动模式调整;

3 一个或多个直流负荷开关因故障未分闸时,应合上其余开关,未出现异常状态时,操作人员应先确认槽电压低于 0.8V 后,再重新闭合短路口并拧紧短路口螺栓;

4 线路检测显示故障,操作人员应先确认槽电压低于 0.8V 后,再闭合短路口,然后应拧紧短路口螺栓。

9.0.8 不停电停槽时,异常工况的处理应符合下列规定:

1 当一个或多个短路口未闭合或闭合但未压紧时,操作人员应先确认槽电压低于 0.8V 后,再手动释放机械开闭机构,然后应拧紧短路口螺栓;

2 在带负荷状态下操作全部直流负荷开关合闸,出现一个或多个直流负荷开关因故障未合闸时,应通知系列紧急降电流,且操作人员应先确认槽电压低于 0.8V 后再进行停槽。

9.0.9 目标槽的上、下游槽出现效应时,应先停止作业,并应在效应熄灭后再继续停、开槽。

9.0.10 停、开槽过程中因违反操作规程或其他原因导致生产事故,应对铝电解系列紧急停电。

9.0.11 不停电停、开槽操作时间应符合下列规定:

1 开槽时,从松开第一根短路口螺栓至直流负荷开关全部分闸,操作时间不应超过 30min;从机械开闭机构断开短路口至直流负荷开关全部分闸,操作时间不应超过 15min。

2 停槽时,从直流负荷开关全部合闸至直流负荷开关全部分闸,操作时间不应超过 30min;从直流负荷开关全部合闸至机械开闭机构闭合短路口,操作时间不应超过 15min。

9.0.12 直流负荷开关和机械开闭机构在带载动作时,周围 3m 范围内人员不应靠近。

9.0.13 不停电停、开槽应有专人与整流所保持联络畅通,并应有铝电解系列紧急停电预案。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

《标准电流等级》GB/T 762

《低压系统内设备的绝缘配合 第一部分：原理、要求和试验》
GB/T 16935.1

中华人民共和国国家标准

铝电解系列不停电停开槽设计规范

GB 51010-2014

条 文 说 明

制 订 说 明

《铝电解系列不停电停开槽设计规范》GB 51010—2014,经住房和城乡建设部 2014 年 7 月 13 日以第 494 号公告批准发布。

本规范制订过程中,编制组进行了广泛深入的调查研究,总结了铝电解系列不停电停、开槽工艺及装置近五年来在生产实践中的使用经验,使其与当前技术发展趋势、行业准入条件、工艺装备水平以及相关的国家现行法律、法规、规范保持了一致,对工程设计有着重要的规范作用和指导意义。

为便于广大设计、施工、科研、学校等有关单位人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,《铝电解系列不停电停开槽设计规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。还着重对强制性条文的强制性理由作了解释。但是,本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1	总 则	(25)
3	基本规定	(26)
4	总体设计	(27)
4.1	构成及原理	(27)
4.2	设计规定	(27)
4.3	故障处理的设计准则	(27)
5	直流负荷开关	(28)
5.1	设计规定	(28)
6	机械开闭机构	(29)
7	控制系统	(30)
8	设计验证	(31)
9	安全规定	(32)

1 总 则

1.0.1 本条强调铝电解系列不停电停、开槽工艺及装置的设计要贯彻国家的基本建设方针,体现我国的技术经济政策,技术上把安全可靠放在首位,在设计的技术经济综合指标上要体现技术先进,同时要为运行创造良好的条件。

1.0.2 本规范是对铝电解系列不停电停、开槽工艺及装置的设计技术要求作出规定。目前国际上已投入运行的预焙阳极铝电解槽型最大系列电流为 600kA,用户基本上选用专业制造厂生产的设备而极少进行整体设计,因此,本规范主要对不停电停、开槽工艺及装置在设备选型和安装设计等方面作了必要的技术规定。

1.0.3 本条为铝电解系列不停电停、开槽工艺及装置设计原则的共性要求,充分考虑不同铝电解系列的具体情况和实践经验,制订适用的设计技术规定。本规范的一些条文规定具有一定的灵活性,要正确理解,合理运用。

3 基本规定

3.0.1、3.0.2 不停电停、开槽装置是可移动式机电设备,1个铝电解系列一般仅需配置1套~2套即可很好地满足计划停、开槽的需要,保证生产连续、高效进行,具有良好的安全性和经济性,对于计划停、开槽不应再选择系列停电的方式完成作业。但不停电停、开槽装置由于作业准备时间较长,且在漏槽等紧急事故下设备的使用环境条件无法得到有效保证,存在一定安全隐患,也不应仓促使用。

3.0.3 对于铝电解系列在不停电工况下停、开槽,除本规范规定的工艺及装置外,铝电解行业内有搭设熔断旁路、直接使用机械装置快速开闭短路口等多种工艺方法,实践证明均对铝电解生产运行及操作人员存在安全隐患,应严禁使用。铝电解系列不停电停、开槽装置作为特种机电设备运行在高磁场、高温、高粉尘环境,如果直流负荷开关出现极端故障或严重误操作,在短路口断开或闭合过程中均会产生有害电弧,因此采用人工就地方式断开或闭合短路口无法确保操作人员不被电弧伤害,操作人员必须使用机械开闭机构在安全的距离以外完成作业,同时机械开闭机构具有良好的快速性和同步性能够有效降低极端工况下电弧对短路口的损伤程度。本条为强制性条文,必须严格执行。

4 总体设计

4.1 构成及原理

4.1.3 工程实践已证明,当短路口电压小于 0.8V 时,不会产生对设备及操作人员有害的电弧。

4.2 设计规定

4.2.3 不停电停、开槽工艺及装置属于近五年逐渐普及的新技术,目前铝电解槽短路口绝缘盒设计均未考虑安装不停电停、开槽装置,所以在使用前,应人工更换专用的过渡绝缘板,以适应工艺连接的需要。

4.2.7 铝电解槽一般包含多个并联的进电母线,目标槽的停电和通电需要多台直流负荷开关和机械开闭机构同步工作。直流负荷开关组的同步性是保证最后分闸及最先合闸的个体能承受系列电流冲击的前提条件;机械开闭机构组的同步性是考虑在直流负荷开关组处于极端或部分失效的工况下,能有效分断短路口异常电弧。所以同步性是保障运行安全的关键技术指标。

4.3 故障处理的设计准则

4.3.1 不停电停开、槽过程中设备可能出现故障环节,工艺设计中应充分考虑在故障状态下的应急处理措施,避免出现即使采用紧急停止系列电流方式处理仍会对生产运行及人身造成严重事故的设计。

5 直流负荷开关

5.1 设计规定

5.1.3 目前已广泛应用于铝电解不停电停、开槽的直流负荷开关均采用永磁操作机构,具有结构紧凑,动作响应快,可靠性高的特点。

5.1.8 直流负荷开关额定工作电压是根据焙烧启动时铝电解槽的冲击电压确定的,现有的焙烧启动方法为保证焙烧质量一般要求冲击电压不高于 6V。实际开槽过程中影响冲击电压的因素很多,出现 6V 以上的情况也是常见的,但应限制在 10V 以下。对铝电解行业用的直流负荷开关而言,工作电压过高将严重影响触头部件的使用寿命,导致维护成本升高,因此将直流负荷开关的额定工作电压规定为 10V 是比较合适的。直流负荷开关的最高工作电压 30V,是考虑出现效应时的工况而定的,在该工况下触头允许过度烧损,但直流负荷开关组应能有效分断系列电流。直流负荷开关额定工作时间是根据短路口操作时间确定的,不应小于短路口操作时间。由于实际运行工况的局限,直流负荷开关进出线端与短路口的连接面电压降多在 50mV~200mV 之间,要保证短路口电压小于 0.8V,直流负荷开关在额定工作电流下 20min 内进出线端间电压降不大于 150mV 是关键指标。

6 机械开闭机构

6.0.1 利用机械开闭机构的结构件作为直流负荷开关的辅助安装平台,可以节约有限的操作空间,有利于机械开闭机构与直流负荷开关的一体化集成和整个装置的固定。

6.0.2 机械开闭机构在电动操作模式下可远距离断开或闭合短路口,当电动操作出现故障失效时,根据实际情况用手动操作机械开闭机构或人工,也应能继续完成作业。

6.0.3 在铝电解槽强磁场环境的影响下,普通电磁阀等元器件易受干扰失效。

6.0.4 由于在长期运行的电解槽间工作环境复杂,存在尺寸变形、移位现象,机械开闭机构设计需要适应的安装偏差应大于铝电解槽在施工建设阶段允许偏差的规定值。本条款中给出的数值为现场实测经验数据。

6.0.6 机械开闭机构对短路口压紧力需考虑两方面因素,首先对短路口的冲击不能超过立柱母线的承受能力,其次还需要克服连接件变形引起的摩擦力。短路口断开时,由于短路母线连接铝软带干扰,短路口连接面易出现一定角度的偏转。对于机械开闭机构操作,设计间隙过小会导致过渡绝缘板无法顺利插入,设计间隙过大易导致螺杆上的绝缘套管受到过大的附加剪力而受损。

7 控 制 系 统

7.0.3 储能元件完成对直流负荷开关组的放电后,重新充电储能的时间一般需要 1min 以上。如果直流负荷开关组出现故障需要再次动作时,储能元件不能立即投入使用,会造成故障开关过热烧损等不良后果,因此配备两组储能元件互为备用。

7.0.4 当直流负荷开关组未合闸时,机械开闭机构组断开或闭合短路口可能将造成严重事故,因此机械开闭机构和直流负荷开关断开(闭合)操作联锁十分必要,避免人员误操作带来的风险。

8 设计验证

8.0.2 不停电停、开槽工艺及装置作为近五年逐渐普及的新技术,虽然已大量应用于国内外各种槽型,但是现有槽型的短路口设计并未充分考虑与直流负荷开关工艺连接的需要而对通流接触面进行适当的机加工处理,因此通流接触面多处于铸造毛坯状态。设计者应明确在这种工况下不停电停、开槽装置是否能满足短路口操作安全电压的要求和操作时间的要求,先在生产运行的电解系列上对本条规定的技术指标进行验证,然后再编制操作规程细节交付用户使用。

9 安全规定

9.0.2 直流负荷开关、机械开闭机构与控制系统连接线路故障会导致动作异常,是不停电停、开槽装置最常出现故障的模式。直流负荷开关、机械开闭机构在负荷状态下出现故障,可能引起事故或造成系列紧急停电等影响正常生产,因此铝电解槽不停电停、开槽装置安装就位后,在带载操作前,进行连接线路自检和直流负荷开关、机械开闭机构的空负荷试验,可有效排除隐患,降低故障发生的概率。

9.0.10 紧急停电处理生产事故依照各生产企业自行制订的预案执行。

S/N:1580242·508



9 158024 250800 >



统一书号: 1580242·508

定 价: 12.00 元