

UDC



中华人民共和国国家标准

P

GB 50530—××××

氧化铝厂工艺设计规范

Code for process design of alumina refinery

(征求意见稿)

2020-××-××发布

2020-××-××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市场监督管理总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

氧化铝厂工艺设计规范

Code for process design of alumina refinery

GB 50530-××××

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：202×年××月××日

中国计划出版社

202× 北京

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2019年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》〔建标函（2019）8号〕的要求，标准编制组经过广泛调查研究，认真总结实践经验，参考了国内类似标准的最新版本和国际经验，并在广泛征求意见的基础上，编制了本规范。

本规范的主要技术内容是：总则、术语、基本规定、原料、辅料与燃料、原燃料贮运与铝土矿破碎、石灰烧制与石灰乳制备、铝土矿选矿、料浆制备、预脱硅与溶出、熟料烧成与熟料破碎、熟料溶出、赤泥分离洗涤及外排、综合过滤、烧结法粗液脱硅、铝酸钠溶液分解、氢氧化铝分离洗涤与贮存、母液蒸发及苛化与碱液调配、氢氧化铝焙烧及产品包装与堆存。

本规范修订的主要内容包括：

1. 修订了总则的内容，增加了对于三水铝石型及混合型铝土矿的适用范围。
2. 增减了术语。
3. 修订了原料、辅料与燃料的内容，增加了对辅料的设计要求。
4. 修订了铝土矿选矿的内容，增加了一般规定。
5. 修订了料浆制备的内容，增加了拜耳法赤泥过滤的设计要求。
6. 修订了赤泥分离洗涤及外排的内容，增加了絮凝剂制备、赤泥外排、赤泥选铁、赤泥压滤的设计要求。
7. 修订了综合过滤的内容，增加了精液降温、种子过滤、碱洗的设计要求。
8. 修订了母液蒸发及苛化与碱液调配的内容，增加了热水站、酸洗站的设计要求。

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。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释，由中国有色金属标准规范管理处负责日常管理，由沈阳铝镁设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请寄送沈阳铝镁设计研究院有限公司（地址：辽宁省沈阳市和平北大街184号，邮编110001）。

本规范主编单位：沈阳铝镁设计研究院有限公司

本规范参编单位：

本规范主要起草人员：

本规范主要审查人员：

目 次

1	总 则	1
2	术 语	2
3	基本规定	6
4	原料、辅料与燃料	12
4.1	原料	12
4.2	辅料	12
4.3	燃料	12
5	原、燃料贮运与铝土矿破碎	14
5.1	原、燃料卸车设施	14
5.2	原、燃料堆场	16
5.3	铝土矿破碎	16
6	石灰烧制与石灰乳制备	19
6.1	石灰烧制	19
6.2	石灰乳制备	20
7	铝土矿选矿	21
7.1	一般规定	21
7.2	磨矿分级	21
7.3	浮选	22
7.4	药剂贮存、制备与添加	23
7.5	脱水	23
7.6	检修设施	24
7.7	自动控制、检测与计量	24
8	料浆制备	25
8.1	料浆磨制	25
8.2	选矿拜耳法原矿浆制备	25

8.3	拜耳法赤泥过滤	26
8.4	碱粉卸车贮运及堆栈	26
8.5	烧结法生料浆调配	27
9	预脱硅与溶出	28
9.1	预脱硅	28
9.2	喂料泵	28
9.3	溶出	29
10	熟料烧成与熟料破碎	31
10.1	煤粉制备	31
10.2	熟料烧成	32
10.3	熟料破碎	33
11	熟料溶出	35
12	赤泥分离洗涤及外排	36
12.1	赤泥分离与洗涤	36
12.2	絮凝剂制备	36
12.3	赤泥外排	37
12.4	赤泥选铁	37
12.5	赤泥压滤	37
13	综合过滤	39
13.1	控制过滤	39
13.2	精液降温	39
13.3	种子过滤	39
13.4	碱洗	40
14	烧结法粗液脱硅	41
14.1	粗液脱硅	41
14.2	硅渣分离	42
15	铝酸钠溶液分解	44
15.1	种子分解	44

15.2 碳酸化分解	45
16 氢氧化铝分离洗涤与贮存	46
16.1 氢氧化铝分离与洗涤	46
16.2 氢氧化铝贮仓	46
17 母液蒸发及苛化与碱液调配	47
17.1 母液蒸发	47
17.2 结晶碱分离	48
17.3 结晶碱苛化	48
17.4 液碱卸车贮运及固碱化碱	49
17.5 碱液调配	49
17.6 热水站	50
17.7 酸洗站	50
18 氢氧化铝焙烧及产品包装与堆存	51
18.1 氢氧化铝焙烧	51
18.2 氧化铝贮存	52
18.3 产品包装与堆存	52
本规范用词说明	54
引用标准名录	55
条文说明	58

Contents

1	General provisions.....	1
2	Terms.....	2
3	Basic requirements.....	6
4	Raw materials, subsidiary materials and fuel.....	12
4.1	Raw materials.....	12
4.2	Subsidiary materials.....	12
4.3	Fuel.....	12
5	Storage and handling of raw materials and fuel, bauxite crushing..	14
5.1	Unloading facilities of raw materials and fuel.....	14
5.2	Material stockyard.....	15
5.3	Bauxite crushing.....	16
6	Lime burning and lime milk slaking.....	18
6.1	Lime burning.....	18
6.2	Lime milk slaking.....	19
7	Bauxite dressing.....	20
7.1	General requirments.....	20
7.2	Grinding and classification.....	20
7.3	Floatation.....	21
7.4	Storage, preparation and addition of reagent.....	22
7.5	Dewatering.....	22
7.6	Maintenance facilities.....	23
7.7	Automatic control, detection and metering.....	23
8	Slurry preparation.....	24
8.1	Bauxite grinding.....	24
8.2	Bauxite slurry preparation of bayer process with dressing....	24
8.3	Bayer red mud filtration.....	24
8.4	Soda powder unloading, storage, transportation and warehouse...	25
8.5	Raw slurry blending of sintering process.....	26
9	Pre-desilication and digestion.....	27
9.1	Pre-desilication.....	27
9.2	Feed pump.....	27
9.3	Digestion.....	28
10	Sintering and sinter crushing.....	30
10.1	Coal powder preparation.....	30
10.2	Sintering.....	31
10.3	Sinter crushing.....	32
11	Sinter leaching.....	34
12	Red mud settling, washing and discharge.....	35
12.1	Red mud settling and washing.....	35
12.2	Flocculant preparation.....	35
12.3	Red mud discharge.....	36

12.4	Iron separation from red mud.....	36
12.5	Red mud pressure filtration.....	36
13	Integrated filtration.....	38
13.1	Control filtration.....	38
13.2	Heat interchange.....	38
13.3	Seed filtration.....	38
13.4	Caustic cleaning.....	39
14	Desilication in sintering process.....	40
14.1	Desilication in sintering process.....	40
14.2	Separation of desilication product.....	41
15	Precipitation.....	43
15.1	Seed precipitation.....	43
15.2	Carbonization.....	44
16	Hydrate separation, washing and storage.....	45
16.1	Hydrate separation and washing.....	45
16.2	Hydrate storage.....	45
17	Spent liquor evaporation , causticization and caustic solution proportioning.....	46
17.1	Spent liquor evaporation.....	46
17.2	Crystal soda separation.....	47
17.3	Crystal soda causticization.....	47
17.4	Unloading, storage and transportation of liquid caustic and solid caustic dissolution....	48
17.5	Caustic solution proportioning.....	48
17.6	Hot water station.....	49
17.7	Acid cleaning station.....	49
18	Hydrate calcination, product packing and stacking.....	50
18.1	Hydrate calcination.....	50
18.2	Alumina storage.....	51
18.3	Product packing and stacking.....	51
	Explanation of wording in this code.....	53
	List of quoted standards.....	54
	Addition:Explanation of provisions.....	57

1 总 则

1.0.1 为统一氧化铝工艺设计的技术要求，推动技术进步，提高设计质量，使设计做到技术先进、经济合理、安全可靠、符合国情，特制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、扩建和改建的以一水硬铝石型、三水铝石型和混合型铝土矿为原料，生产冶金级氧化铝的大、中型氧化铝厂工艺设计。

1.0.3 氧化铝厂工艺设计应积极慎重地应用和推广国内外的先进技术，从实际情况出发努力提高机械化、自动化水平，保护环境，为提高劳动生产率和文明生产水平，为有效利用资源，节约能源、节约用地、节约用水、节约材料、控制造价、缩短工期创造条件。

1.0.4 分期建设的氧化铝厂应全面规划，合理确定分期建设规模和建设方案，为远期建设创造条件。

1.0.5 氧化铝厂的改建、扩建设计，应充分利用原有的生产、公用和生活福利设施，并应避免或减少建设时对生产的影响。

1.0.6 氧化铝厂能源消耗、资源综合利用应符合《铝行业规范条件》（工信部，2013年第36号）的规定。

1.0.7 氧化铝厂涉及的特种设备应符合《特种设备目录》（质检总局，2014年第114号），特种设备的设计、建造、使用和维护等应符合国家法律、法规及相关标准的规定。

1.0.8 氧化铝厂工艺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 氧化铝 alumina

是铝的稳定氧化物，化学式为 Al_2O_3 。

2.0.2 铝土矿 bauxite

以一水硬铝石、三水铝石或一水软铝石为主要矿物，还含有氧化硅、氧化铁和氧化钛、及少量或微量元素的化合物所组成的矿石统称。

2.0.3 一水硬铝石 diaspore

铝的氧-氢氧化物。分子式为 AlOOH ，属斜方晶系，密度 $3.3 \text{ g/cm}^3 \sim 3.5 \text{ g/cm}^3$ ，硬度 6.5（莫氏）~7（莫氏）。

2.0.4 三水铝石 gibbsite

铝的氢氧化物。分子式为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ，属单斜晶系，密度 $2.35 \text{ g/cm}^3 \sim 2.42 \text{ g/cm}^3$ ，硬度 2.5（莫氏）~3.5（莫氏）。

2.0.5 一水软铝石 boehmite

铝的氧-氢氧化物。分子式为 AlOOH ，属斜方晶系，密度 $3.01 \text{ g/cm}^3 \sim 3.06 \text{ g/cm}^3$ ，硬度 3.5（莫氏）~4（莫氏）。

2.0.6 混合型铝土矿 mixed bauxite

含有部分一水软铝石的三水铝石矿物。

2.0.7 拜耳法 Bayer process

用苛性碱液直接浸取铝土矿中的氧化铝，得到铝酸钠溶液的氧化铝生产方法。

2.0.8 烧结法 sintering process

含铝原料经配料烧结，使其中的氧化铝转化为铝酸盐的氧化铝生产方法。

2.0.9 联合法 combination process

由拜耳法和烧结法按不同方式组合的氧化铝生产方法总称。

2.0.10 串联法 serial combination process

铝土矿经拜耳法处理得到的赤泥，再用烧结法处理，回收其中氧化铝和碱的氧化铝生产方法。

2.0.11 并联法 parallel combination process

高品位铝土矿用拜耳法处理，低品位铝土矿用烧结法处理，烧结法产出的铝酸钠溶液用于补充拜耳法碱损失的氧化铝生产方法。

2.0.12 混联法 **mixed combination process**

铝土矿经拜耳法处理得到的赤泥，配入适量的铝土矿，再用烧结法处理的氧化铝生产方法

2.0.13 创新串联法 **innovative serial combination process**

铝土矿经拜耳法处理得到的赤泥，再用烧结法处理，烧结法粗液并入溶出后矿浆进行合流脱硅，回收其中的氧化铝和碱的氧化铝生产方法，其主要技术特点是低铝硅比熟料烧结、低碳钠熟料溶出、烧结法赤泥浆液快速分离以及粗液全合流脱硅。

2.0.14 选矿拜耳法 **Bayer process with dressing**

铝土矿经过选矿提升铝硅比后，再用拜耳法处理的氧化铝生产方法。

2.0.15 铝酸钠溶液 **sodium aluminate solution**

铝土矿中的氧化铝水合物在苛性碱液的作用下、熟料中固相铝酸钠在水或稀碱液作用下，所生成的钠离子和铝酸根阴离子的溶液。

2.0.16 苛性比 **caustic modulus**

铝酸钠溶液中苛性氧化钠与氧化铝的摩尔比值。

2.0.17 氢氧化铝 **aluminium hydroxide**

由铝酸钠溶液分解析出的结晶，氢氧化铝是氧化铝生产的半成品，分子式为 $Al(OH)_3$ 。

2.0.18 赤泥 **red mud**

铝土矿或铝酸盐熟料提取有用成分后的残渣。

2.0.19 溶出 **digestion**

在溶出温度下用苛性碱液溶出铝土矿中氧化铝的过程。

2.0.20 有效氧化铝 **available alumina**

在溶出条件下能够从矿石溶入溶液中的氧化铝。

2.0.21 活性氧化硅 **reactive silica**

在溶出条件下铝土矿中与碱溶液反应造成氧化铝和氧化钠损失的氧化硅。

2.0.22 单流法溶出 **single-stream digestion**

循环碱液和原矿浆一起进行加热的溶出技术。

2.0.23 双流法溶出 **dual-stream digestion**

循环碱液的大部分单独加热，少部分用于制备原矿浆，两股料流在进溶出器时

汇合的溶出技术。

2.0.24 预脱硅 pre-desilication

原矿浆进入溶出加热装置前，使二氧化硅与碱液反应转化为水合铝硅酸钠的过程。

2.0.25 熟料烧成 sintering

生料浆经烧成成为铝酸盐烧结块的过程。

2.0.26 熟料溶出 sinter leaching

用水或稀碱溶液溶解熟料中有效组分的过程。

2.0.27 粗液脱硅 desilication

使粗液中的氧化硅转化为硅铝酸盐并析出的过程。

2.0.28 控制过滤 control filtration

对分解前的铝酸钠溶液中固体悬浮物进行过滤以控制浮游物含量的过程。

2.0.29 精液 green liquor

控制过滤后杂质含量符合分解技术要求的精制铝酸钠溶液。

2.0.30 种子分解 precipitation

铝酸钠溶液加晶种搅拌并析出氢氧化铝的过程。

2.0.31 碳酸化分解 carbonization

向铝酸钠溶液中通入二氧化碳，中和溶液中的苛性碱使溶液析出氢氧化铝的过程。

2.0.32 一段分解 one-stage precipitation

铝酸钠溶液分解过程按一种技术条件进行分解的流程。

2.0.33 两段分解 two-stage precipitation

铝酸钠溶液分解过程分为两段，按不同技术条件进行分解的流程。

2.0.34 种分母液 spent liquor

种子分解析出氢氧化铝后的铝酸钠溶液。

2.0.35 母液蒸发 spent liquor evaporation

将分解后母液加热至沸点排除其中一部分水分后，进行浓缩的过程。

2.0.36 蒸发母液 strong liquor

经蒸发浓缩后的分解母液。

2.0.37 碱液调配 caustic solution proportioning

按循环碱液对苛性碱浓度及分子比的要求，将不同浓度的碱溶液进行混合、配制的过程。

2.0.38 氢氧化铝焙烧 aluminium hydroxide calcination

通过加热使氢氧化铝脱水并转化为不同晶型氧化铝的过程。

3 基本规定

- 3.0.1 氧化铝生产企业应进行清洁生产，清洁生产应符合国家现行标准《清洁生产标准 氧化铝业》HJ 473 的规定。
- 3.0.2 氧化铝生产方法的选择，应根据铝土矿的质量、建设规模和综合利用等因素，经全面技术经济比较后确定，宜选用拜耳法。当矿石品位较低，经过技术经济比较采用拜耳法不经济时宜采用创新串联法，不宜采用烧结法、并联法和混联法。
- 3.0.3 氧化铝产品的质量应符合现行国家标准《氧化铝》GB/T 24487 及现行行业标准《冶金氧化铝》YS/T 803 的规定，氢氧化铝产品的质量应符合现行国家标准《氢氧化铝》GB/T 4294 的规定。氧化铝、氢氧化铝的化学和物理性能可根据实际需要和用户的要求确定。
- 3.0.4 新建、改建氧化铝厂时，应采用技术先进可靠、能耗低、经济可行的生产工艺和设备。
- 3.0.5 采用新流程、新工艺、新设备时，应做技术经济比较和可行性论证。采用新流程必要时需进行半工业或工业试验。
- 3.0.6 工艺设计的技术条件和指标，应以工业实践和可靠的半工业试验、矿石加工试验结果以及其他资料为依据，并应经优化分析后确定。
- 3.0.7 工艺设计应进行全厂物料衡算，并根据物料衡算结果，分别给出原料、中间物料和产品的单位产品流量 $[\text{kg}/(\text{t-Al}_2\text{O}_3)$ 或 $\text{m}^3/(\text{t-Al}_2\text{O}_3)]$ 、平均小时流量 $(\text{t}/\text{h}$ 或 $\text{m}^3/\text{h})$ 和最大小时流量 $(\text{t}/\text{h}$ 或 $\text{m}^3/\text{h})$ 。
- 3.0.8 工艺设计应进行全厂水平衡计算，生产过程中应节约用水，节水技术指标应符合现行国家标准《节水型企业 氧化铝行业》GB/T 33232 的规定。
- 3.0.9 全厂主要耗能工序石灰烧制、溶出、熟料烧成、粗液脱硅、母液蒸发、氢氧化铝焙烧等应进行热量衡算，余热应利用。节能设计应符合现行国家标准《有色金属冶炼厂节能设计规范》GB 50919 的规定，节能评估应符合现行国家标准《节能评估技术导则 氧化铝项目》GB/T 36718 的规定。
- 3.0.10 附属设备应保证主机生产的连续性和产能的充分发挥。同类附属设备的选型宜统一。
- 3.0.11 在进行工艺设备选择计算时，工艺设备的产能应为设备年平均台时产能，运转率应为其年平均运转率。

- 3.0.12 根据需要，可从分离氢氧化铝后的分解母液中回收细氢氧化铝。
- 3.0.13 根据铝土矿中镓的含量和市场需求，可从氧化铝生产中回收金属镓。工业镓的质量应符合现行国家标准《镓》GB/T 1475 的规定，高纯镓的质量应符合现行国家标准《高纯镓》GB/T 10118 的规定。
- 3.0.14 当采用拜耳法生产工艺且矿石中有机物含量会对生产过程或产品质量造成影响时，应设计去除有机物的工艺及设施。
- 3.0.15 氧化铝厂应设置中心化验室。各车间的物料取样点，应设置取样装置。
- 3.0.16 氧化铝厂总平面布置应根据工艺流程，结合地形、地质和企业发展的需求等进行布置，应符合现行国家标准《有色金属企业总图运输设计规范》GB 50544 的规定。
- 3.0.17 氧化铝厂防火设计应根据生产工艺、物料火灾危险特性以及环境等条件进行设计，应符合现行国家标准《有色金属工程设计防火规范》GB 50630 的规定。
- 3.0.18 生产岗位操作室、浴池、食堂等生活辅助设施、车间主配电室等，必须与大型槽体、高压设备、高压管路间留有安全间距；操作室严禁置于压力容器上方，必须留有安全间距。
- 3.0.19 厂房的结构形式应根据物料条件、设备形式、厂地条件、环保要求、投资等进行选择，并应符合现行国家标准《有色金属工业厂房结构设计规范》GB 51055 的规定。
- 3.0.20 氧化铝厂的设备基础设计应符合现行国家标准《有色金属工程设备基础技术规范》GB 51084 的规定。
- 3.0.21 氧化铝厂应设置一个中央集中控制室。自动化设计应符合现行国家标准《有色金属冶炼厂自控设计规范》GB 50891 的规定。
- 3.0.22 氧化铝生产宜采用智能化控制。
- 3.0.23 氧化铝厂水计量设施应符合现行国家标准《用水单位水计量器具配备和管理通则》GB 24789 的规定，能源计量设施应符合现行国家标准《有色金属冶炼企业能源计量器具配备和管理要求》GB/T 20902 的规定。
- 3.0.24 氧化铝厂应根据企业的特点、负荷性质、用电容量和地区内电力网的供电条件合理确定设计方案，电力设计应符合现行国家标准《有色金属冶炼厂电力设计规范》GB 50673 的规定。

- 3.0.25 氧化铝厂应根据企业需要设置调度电话和行政电话，通信设计应符合现行国家标准《用户电话交换系统工程设计规范》GB/T 50622 的规定。
- 3.0.26 氧化铝厂废气、废水、固体废物、噪声等的环保设计，应符合现行国家标准《有色金属工业环境保护工程设计规范》GB 50988 的规定。
- 3.0.27 氧化铝厂的安全设施设计，应符合现行国家标准《氧化铝安全生产规范》GB 30186 的规定。
- 3.0.28 熟料窑、氢氧化铝焙烧炉、石灰炉（窑）等的烟气收尘设计，应符合现行国家标准《有色金属冶炼厂收尘设计规范》GB 50753 的规定。选用袋式除尘时还应符合国家现行标准《袋式除尘工程通用技术规范》HJ 2020 的规定；选用电除尘时还应符合国家现行标准《电除尘工程通用技术规范》HJ 2028 的规定。
- 3.0.29 氧化铝厂应设置赤泥排放堆场。赤泥堆场应符合堆存、防洪的要求，并应满足环保对防渗的要求。
- 3.0.30 赤泥堆存应采用干法堆存技术，干法赤泥堆场设计应符合国家现行标准《干法赤泥堆场设计规范》GB 50986 的规定。
- 3.0.31 车间应根据需要设置生产污水回收系统。露天配置时，应根据需要设置排除雨水的设施或设置围堰防止生产污水外泄和雨水进入生产系统。
- 3.0.32 氧化铝厂的水污染物和大气污染物应进行检测和监控，污染物排放应符合现行国家标准《铝工业污染物排放标准》GB 25465 的规定及修改单。
- 3.0.33 生产企业可根据需要配备设备、管道等日常维修、清理工作的装备和人员，亦可外委。
- 3.0.34 生产车间的起吊检修设施，应符合下列规定：
- 1 起重机械的检修设施，应符合现行国家标准《起重机械安全规程 第 1 部分：总则》GB/T 6067.1 的规定；
 - 2 起重机械的安全防护，应符合现行国家标准《起重机 通道及安全防护设施 第 1 部分：总则》GB/T 24848.1 的规定；
 - 3 起重机械的操作使用，应符合现行国家标准《起重机 安全使用 第 1 部分：总则》GB/T 23723.1 的规定；
 - 4 起重机械的检查与维护，应符合现行国家标准《起重机械 检查与维护规程 第 1 部分：总则》GB/T 31052.1 的规定；

5 应根据需要设置检修起重设施。起重设施的起重量应按检修吊运最重件或同时吊运的组合件重量确定；

6 起重机的轨顶（底）标高及其他起重设施的设置高度，应满足起吊物件最大起吊高度和吊运的要求；

7 厂房设计中设备、管路的配置，不得影响检修起重设施的运行和物件的起吊；

8 根据不同设备的安装、检修、清洗与更换的需要，应设置检修或堆放场地，留有安装检修需要的空间或设备外运检修的运输通道。当为多层厂房时，吊装孔应设在各层同一位置，并应在顶层加装起吊设备；

9 当不设置起吊设备时，可根据需要在设备上方设置吊钩或轨道、起吊孔等方便检修的设施。

3.0.35 氧化铝厂的固体物料输送，宜符合下列规定：

1 带式输送机的设计、建造和维护等应符合现行国家标准《带式输送机 安全规范》GB 14784 的规定；

2 带式输送机工程设计应符合现行国家标准《带式输送机工程设计规范》GB 50431 的规定；

3 胶带输送机的输送带应根据输送物料的特性及温度、环境温度、现场条件等进行选择。当物料温度不高于 80℃时应选用普通输送带，并应符合现行国家标准《普通用途织物芯输送带》GB/T 7984 的规定；当物料温度为 80℃~180℃时应选用耐热输送带，并应符合现行国家标准《帆布芯耐热输送带》GB/T 20021 的规定；当输送物料需要阻燃应选用阻燃输送带，并应符合现行国家标准《一般用途织物芯阻燃输送带》GB/T 10822 的规定；

4 当物料粒度或温度不宜选用胶带输送机输送的水平输送，可选用板式或裙式输送机；当需要提升时，可选用倾角不大于 70° 的倾斜斗式提升机或倾角不大于 45° 的倾斜裙式输送机；当需要多点卸料时，可选用拉链输送机；

5 粉状物料按不同情况，可选用槽型或筒形胶带输送机、螺旋输送机、斗式提升机、埋刮板输送机及气力输送等设备。当选用螺旋输送机输送氧化铝时，不宜选用吊轴承螺旋输送机；

6 间断供料输送设备的能力，采用单路系统时，不应小于被输送物料小时平均

流量的 2 倍；采用双路系统时，每路的输送能力不应小于小时平均流量的 1.5 倍；

7 连续供料系统输送设备的能力，不应小于被输送物料的最大设计流量。输送设备可设置备用；

8 与主机设备联动或多台输送设备联动运行时，应采用联锁控制，电机驱动能力应符合满载启动的要求。启动远程运转设备时，应设置启动电铃。

3.0.36 在进行离心泵与相关设备的配置时，应根据设计的工况条件进行计算后确定泵安装高度，并根据计算结果选择具有适宜汽蚀余量的离心泵。

3.0.37 当厂区海拔高度大于 500m 时，应对空气压缩机、风机等的风量、风压和轴功率，以及熟料窑、氢氧化铝焙烧炉、石灰炉(窑)等的系统工艺计算数据，根据海拔高度进行校正。

3.0.38 当设备检修人孔高于操作平面 1.2m、管道上阀门操作高度高于操作平面 1.7m 时，应设置用于检修、操作的固定平台（设施），不具备条件时，可设置移动平台。

3.0.39 氧化铝厂的设备、管道及钢结构件应进行防腐蚀设计、涂色与标识，并应符合国家现行标准《化工设备、管道外防腐蚀设计规范》HG/T 20679 的规定。

3.0.40 氧化铝厂的设备 and 管道绝热设计应符合以下规定：

1 设备和管道绝热设计应符合现行国家标准《工业设备及管道绝热工程设计规范》GB 50264 的规定；

2 绝热材料及制品的燃烧性能等级严禁低于现行国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624 中规定的 A2 级材料；

3 根据人造矿物纤维绝热棉职业病危害防护的有关国家标准，绝热材料及制品中的有机物含量应进行控制，有机物含量应不高于 5%，设备和管道非承重部位的保温材料应不含有机物，宜选用硅酸镁可溶性纤维绝热材料及制品。绝热材料及制品中杂质三氧化二铁含量不高于 0.6%；

4 设备和管道的非承重部位保温材料宜选用硅酸镁可溶性纤维毯，并应符合国家现行标准《绝热用硅酸镁纤维毯》JC/T 2367 的规定，硅酸镁纤维宜为采用高纯度原料制得，硅酸镁纤维毯体积密度宜为 $80 \pm 15 \text{kg/m}^3$ ，并应不含有机物，燃烧性能等级应为 A1 级不燃；

5 设备承重部位的保温材料宜选用硅酸镁纤维板，并应符合现行国家标准《耐

火纤维及其制品》GB/T 3003 的规定，硅酸镁纤维宜为采用高纯度原料制得，硅酸镁纤维板体积密度宜为 $300 \pm 30 \text{ kg/m}^3$ ，且有机物含量不应高于 5%。

3.0.41 氧化铝厂的建筑防腐蚀设计应根据生产过程产生介质的腐蚀性、环境及场地条件、生产操作管理水平和施工维修条件等选择防腐蚀措施，并应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046 的规定。

3.0.42 氧化铝厂的建筑涂装设计应根据生产和使用过程中的环境条件采取防护措施，并应符合《工业建筑涂装设计规范》GB/T 51082 的规定。

4 原料、辅料与燃料

4.1 原料

4.1.1 铝土矿的质量应符合现行国家标准《铝土矿石》GB/T 24483 中的规定。铝土矿进厂粒度不宜大于 150mm，碎矿进厂粒度宜小于 12mm~15mm。

4.1.2 石灰石宜采用普通石灰石，质量应符合国家现行标准《冶金用石灰石》YB/T 5279 中 PS530 的规定。

4.1.3 纯碱的质量应符合现行国家标准《工业碳酸钠及其试验方法 第 1 部分：工业碳酸钠》GB 210.1 中 II 类合格品的规定。

4.1.4 固碱和液碱的质量应符合现行国家标准《工业用氢氧化钠》GB/T 209 中的规定，固碱宜为 IS-I 型，液碱宜为 IL-I 型或 IL-II 型。

4.2 辅料

4.2.1 石灰宜采用普通冶金石灰，质量应符合国家现行标准《冶金石灰》YB/T 024 中二级品的规定。

4.2.2 工业硫酸宜采用浓硫酸，质量应符合现行国家标准《工业硫酸》GB/T 534 中合格品的规定。

4.2.3 工业硝酸宜采用浓硝酸，质量应符合现行国家标准《工业硝酸 浓硝酸》GB/T 337.1 中 97 酸的规定。

4.3 燃料

4.3.1 熟料烧成用烟煤的成分和低发热值，宜符合表 4.3.1 的要求。

表 4.3.1 烟煤成分和低发热值

成 分 (%)				低发热值 (MJ/kg)
灰 分	挥发分	硫分	附着水分	
≤13	25~33	≤1	≤8	≥27.2

4.3.2 生料添加用煤和石灰烧制用无烟煤的成分和低发热值，宜符合表 4.3.2 的要求。

表 4.3.2 无烟煤成分和低发热值

成 分 (%)				低发热值 (MJ/kg)
灰 分	挥发分	硫分	附着水分	
≤20	<10	≤1	≤8	≥25.1

4.3.3 石灰烧制用焦炭的质量，宜符合现行国家标准《冶金焦炭》GB/T 1996 中粒度为 25mm~40mm 级别质量的规定。

4.3.4 氢氧化铝焙烧用燃料的质量，宜符合下列规定：

1 燃料油的质量宜符合现行国家标准《炉用燃料油》GB 25989 中 F-R4 号炉用燃料油质量指标的规定；

2 发生炉煤气的质量，低发热值不应小于 $5.25\text{MJ}/\text{Nm}^3$ ，煤气中灰尘和焦油含量之和不应大于 $100\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，其硫化氢含量的确定应以焙烧炉废气中的硫含量不超过建厂地环保排放要求上限；

3 焦炉煤气的质量，低发热值不应小于 $16\text{MJ}/\text{Nm}^3$ ，焦油含量不应大于 $50\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，萘含量不应大于 $50\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，氨含量应小于 $0.1\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，其硫化氢含量的确定应以焙烧炉废气中的硫含量不超过建厂地环保排放要求上限；

4 天然气的质量宜符合现行国家标准《天然气》GB 17820 中二类天然气技术指标的规定。

4.3.5 烧成用烟煤的进厂粒度大于 50 mm 时，应设置破碎和筛分设施，在破碎机前应设除铁器。

5 原、燃料贮运与铝土矿破碎

5.1 原、燃料卸车设施

5.1.1 铁路运输卸车设施应符合下列规定：

- 1 原、燃料铁路运输使用国家铁路局车辆时，卸车设施的卸车能力，应保证在允许的停留时间之内，将每次到厂车辆全部卸完；
- 2 卸车方式的选择应符合下列规定：
 - 1) 氧化铝厂与铝土矿矿山和石灰石矿山距离较远且有铁路专线时，可采取自卸车卸车方式；
 - 2) 氧化铝厂最终生产规模大于 80 万 t/a 时，可采用翻车机卸车方式，辅助卸车设施可采用链斗卸车机或螺旋卸车机。
 - 3) 氧化铝厂最终生产规模虽然大于 80 万 t/a，但火车进场的原、燃料数量较少时，宜采用链斗卸车机或螺旋卸车机卸车方式；
- 3 卸车设备的处理能力应通过计算，并按照类似企业生产定额确定；
- 4 卸车系统的卸车能力、作业班次和作业时间，应符合表 5.1.1 的要求；

表 5.1.1 卸车系统卸车能力、作业班次和作业时间

设备名称	每小时卸车能力(辆)	每天作业班次(班)	每天作业时间(h)
翻车机	15~20	3	15
链斗卸车机	3~4	3	16
螺旋卸车机	3~4	3	16

5 卸车线的布置应遵从下列原则：

- 1) 卸车线与走行线应分开设置；
- 2) 当采用机械设备卸车时，机车不得通过卸车设备；
- 3) 卸车线不应设在曲线上，一般卸车线的坡度不得大于 2.5%；
- 4) 卸车线与相邻建筑物和机械设备之间的距离，应按铁路限界和有关规定确定；
- 5) 调车线、走行线等铁路线应布置在卸车线的一侧；
- 6) 卸车线的长度宜满足一次进厂车辆数所需的长度，不能满足时，另行设置停车线及相应的调车设施；
- 7) 卸车线应选用低货位的形式。

6 当选用链斗卸车机或螺旋卸车机设计时，同一卸车线上的卸车机不宜超过 2 台；在卸车轨道端部应设检修区；

7 当采用地下受料槽时应设置防雨棚，周围场地的雨水不得进入受料槽内；

8 翻车机系统应符合下列规定：

1) 翻车机调车系统可采取贯通式或尽头式；

2) 翻车机操作室的位置应根据调车方式确定。当采用机车推进时，操作室布置应在翻车机房车辆出口端上方；当采用铁牛推进时，操作室可布置在翻车机房车辆进口端上方，操作室底部标高，应高于轨面标高 5.5m 以上；

3) 应设置检修用起重机。起重机的起重能力和起吊高度，应满足各层平面检修件的吊运要求。起重机的操作室宜设在翻车机传动装置的同侧；

4) 翻车机的受料斗容积、运输设备的能力，应与翻车机的最大卸车能力相匹配；

5) 翻车机房内应设置通风除尘设施。在严寒地区应设采暖设施，可在进车端设置 10m~15m 长的防寒通廊；还应设置停车线，设置大于 2 个~4 个车位的解冻库房，并设配套热风装置；

6) 翻车机房的车辆进、出口大门宽度及高度应符合铁路车辆建筑限界的规定；

7) 翻车机房的平面尺寸，应考虑检修场地，一般翻车机端部至翻车机房大门距离不应小于 4.5m；

8) 翻车机房各层楼板应设置安装检修用吊装孔，地下部分应设防水和排水设施；

9) 翻车机应设置安全措施和信号装置，并应符合现行国家标准《连续搬运机械 装卸机械 安全规范》GB/T 35016 的规定。

5.1.2 汽车运输应符合下列规定：

1 当工厂原、燃料无法采用铁路运输，或采用铁路运输不经济时，可采用汽车运输；

2 采用汽车运输散装原燃料时宜采用自卸汽车；

3 用自卸汽车运进的铝土矿可直接卸入原矿槽，粉尘量较大时应设收尘设施；石灰石和燃料应直接卸入各自的堆场。

5.2 原、燃料堆场

5.2.1 原、燃料的贮存时间，应符合表 5.2.1 的规定。

表 5.2.1 原、燃料的贮存时间

物料种类	铝土矿	石灰石	煤及焦炭
贮存天数(d)	20~60	10~30	20~30

注：1 当供应点分散，耗量少，运距远或经过国家铁路干线时，宜取上限值；反之，宜取下限值，供应条件好，或有其他保障措施时，厂内堆场的时间可适当减少。

2 石灰靠外购的氧化铝厂，应设置 20d~30d 贮量的石灰贮仓。

3 通过海运供料的氧化铝厂，应根据海运周期设置必要的贮存时间。

5.2.2 当铝土矿供矿点多或供矿矿石性质波动较大时，应设置配矿设施。

5.2.3 原矿由铁路运输车辆或汽车直接卸入原矿槽时，原矿槽的配置应符合卸车货位和配矿的要求。原矿槽的配矿和取料设备，可采用抓斗起重机或其他倒运设备。

5.2.4 原矿由翻车机卸车，可经胶带输送机输送至原矿槽或原矿堆场。当有配矿要求时，矿石应按矿石性质及成分不同分别贮存，并应设置配矿设施。

5.2.5 铝土矿堆场应设置碎矿均化设施，并应设置部分干料贮存设施。当铝土矿需要破碎时，铝土矿均化堆场应设置在破碎系统之后。

5.2.6 原、燃料的堆料、取料作业场地宜集中布置。

5.2.7 堆料设备能力，进厂铝土矿不需破碎时应根据卸车能力确定；进厂铝土矿需要破碎时应根据破碎系统的生产能力确定。

5.2.8 物料堆场地下构筑物及通廊应设置通风除尘及排水设施，地面场地应设置排水设施，煤堆场应设置灭火设施。

5.2.9 物料堆场配备推土机、铲运机等设备时，应设置车库。

5.2.10 铝土矿原矿槽、均化堆场及石灰石和煤堆场应设在厂区最大风频的下风向，并应与主要生产厂房保持一定距离。堆场应封闭或采取防风、喷雾抑尘措施，粉尘排放应符合现行国家标准《铝工业污染物排放标准》GB 25465 中的规定及修改单。

5.3 铝土矿破碎

5.3.1 当进厂的铝土矿粒度达不到磨矿对矿石的粒度要求时，厂内应设矿石破碎系统。

5.3.2 破碎系统的工艺流程应根据矿石性质、流程量，进矿粒度及最终破碎产品

粒度等参数确定。应采用常规的两段一闭路或一段闭路破碎流程。破碎产品粒度宜小于 12mm，最大不应大于 15mm。

5.3.3 当采用两段破碎工艺流程时，中碎机给矿中粒度已合格的含量大于 15%或含粉矿量较多并含水较大时，中碎前宜采用重型筛进行强化筛分，并产出最终产品。

5.3.4 破碎筛分系统的生产能力应依据氧化铝生产能力及物料平衡计算确定，并可按下式计算：

$$Q = \frac{Q_0 K_1 K_5}{K_2 K_3 K_4} \quad (5.3.4)$$

式中：Q—破碎系统的生产能力(t/h)；

Q_0 —氧化铝年产量(t/a)；

K_1 —吨氧化铝的铝土矿用量(t/t)；

K_2 —破碎系统全年作业天数(d/a)，宜取 330d/a；

K_3 —每天作业班数，宜取 2 班/d~3 班/d；

K_4 —每班设备运转时间，宜取 6 h/班~7 h/班；

K_5 —生产波动系数，宜取 1.2~1.3。

5.3.5 破碎系统设备的处理量应通过计算，并按照类似企业实际生产数据确定。

5.3.6 当采用两段破碎流程时，中碎宜选用标准圆锥破碎机；细碎宜选用短头圆锥破碎机或辊压机。

5.3.7 中、细碎作业前应设置可靠的金属探测器与除铁器。

5.3.8 破碎系统主要工艺设备宜采用单系列配置。

5.3.9 大、中型氧化铝厂的破碎、筛分宜分别设置厂房，厂房可侧部敞开式设计。

5.3.10 胶带输送机通廊宜采用封闭式结构。在气象条件较好地区也可采用活动防护罩式结构。通廊的地下部分应设置通风、防水和排水措施，地下与地上交接处应设平台及通行门。

5.3.11 破碎、筛分厂房应设置检修用起重机。检修用起重机应满足起吊最重零、部件或难以拆卸的装配件的要求。

5.3.12 破碎、筛分厂房应设检修场地，检修场地宜设在厂房的端部。破碎厂房检修场地的有效长度可根据破碎机的规格和台数在 6m~18m 选取。

5.3.13 破碎、筛分工段应设置集气罩和收尘设施。粉尘排放应符合现行国家标

准《铝工业污染物排放标准》GB 25465 中的规定及修改单。

6 石灰烧制与石灰乳制备

6.1 石灰烧制

6.1.1 立窑烧制石灰应符合下列规定：

- 1 当既需要二氧化碳气体又需要石灰时，应按需要量大者确定石灰烧制的生产能力。立窑不应少于 2 台；
- 2 进窑石灰石、焦炭或煤的粒度应符合下列规定：
 - 1) 石灰石粒度宜为 50mm~110mm。最大粒度与最小粒度之比宜小于 2.2。石灰石进窑前应设置筛分设施；
 - 2) 以焦炭为燃料时，焦炭粒度宜为 25mm~40mm；
 - 3) 以无烟煤为燃料时，无烟煤粒度宜为 25mm~50mm。
- 3 石灰石分解率不宜低于 90%；
- 4 一台石灰窑应配备一台鼓风机。鼓风机宜选用罗茨鼓风机，并设变频调速和消音装置。鼓风机的风量和风压富裕系数，宜取 1.20~1.25；
- 5 当石灰窑烟气需要降温 and 净化时，宜选用填料洗涤塔，一台石灰窑配备一台洗涤塔；
- 6 当选用离心式压缩机输送石灰窑烟气时，宜增设湿式电收尘。
- 7 当出窑石灰设破碎设备时，可选用颚式破碎机或反击式破碎机。

6.1.2 回转窑烧制石灰应符合下列规定：

- 1 进窑石灰石粒度宜为 15mm~50mm，小于 15mm 的不应超过 3%，大于 50mm 的不应超过 3%；
- 2 石灰石分解率不宜小于 96%；
- 3 当以煤粉为燃料时，应设置相应的煤粉制备和输送系统；
- 4 烟气收尘，可采用一级收尘或多级收尘。收尘设备宜选用静电除尘器或布袋除尘器。烟气排放应符合现行国家标准《铝工业污染物排放标准》GB 25465 的规定及修改单；
- 5 出窑石灰输送设备宜设置备用；
- 6 窑前应设置石灰石贮仓，贮量宜为回转窑 1d 的石灰石用量；
- 7 石灰贮仓的贮量宜为单台回转窑 3d 的产量。

6.1.3 当石灰主要供拜耳法矿浆磨制用时，石灰贮仓宜与矿浆磨制的磨头贮仓一

起配置。

6.2 石灰乳制备

- 6.2.1 石灰乳制备可选用筒形化灰机或槽式化灰机。
- 6.2.2 一台化灰机宜配备一个石灰贮仓和一台饲料机。石灰仓贮量宜为 4h~8h 化灰用量。
- 6.2.3 化灰机可露天配置。
- 6.2.4 石灰乳槽和石灰乳泵应设置备用。
- 6.2.5 用热水化灰时，宜设热水槽。采用碱液化灰时，宜设置碱液槽。
- 6.2.6 石灰仓顶部和饲料机等扬尘点应设集气罩和配备密闭抽风收尘设施。
- 6.2.7 化灰机应设筛分及洗涤装置处理化灰后的残渣，并应设置残渣外排设施。化灰机出口端应设置排汽装置。

7 铝土矿选矿

7.1 一般规定

7.1.1 铝土矿选矿工艺设计应符合现行国家标准《有色金属选矿厂工艺设计规范》GB 50782 的规定。

7.1.2 铝土矿选矿车间安全设计应符合现行国家标准《选矿安全规程》GB/T 18152 的规定。

7.2 磨矿分级

7.2.1 磨矿分级的生产能力应依据氧化铝生产能力及物料平衡计算结果确定。

7.2.2 铝土矿仓宜采用整体流动型料仓。每个料仓的贮矿量不宜过多，不宜大于500t。料仓锥体部分宜采用钢结构，仓壁宜安装振动器。

7.2.3 铝土矿仓下出料设备应采用棒条阀，宜采用变频调速的定量给料机向磨机给料。

7.2.4 与磨机对应的铝土矿仓有效贮矿量应为4h~8h磨机的处理矿量。

7.2.5 磨矿产品中粒度小于0.074mm含量小于或等于70%时，应采用一段磨矿流程；磨矿产品中粒度小于0.074mm含量大于70%时，应采用两段磨矿或辊压机加一段磨矿流程，矿石含水量高时不推荐采用辊压机流程。对于小型选矿车间，磨矿产品中粒度小于0.074mm含量小于75%时，宜采用一段磨矿流程。

7.2.6 粗磨宜选用格子型球磨机，细磨宜选用溢流型球磨机。

7.2.7 铝土矿磨矿作业的分级设备，宜选用高堰式螺旋分级机、水力旋流器或其他分级设备。

7.2.8 磨矿回路采用水力旋流器构成闭路时，磨机出料段应设置格栅。水力旋流器进料矿浆泵应采用变频调速。

7.2.9 磨矿产品分级用水力旋流器时，进料矿浆泵宜选用流量适应范围大、扬程变化小的渣浆泵。

7.2.10 计算输送磨矿回路的矿浆输送泵能力时，矿浆量的波动系数应为1.2~1.3。

7.2.11 选矿的磨矿产品宜采用先集中后分配的配置方式。

7.2.12 磨矿机宜采用长筒形磨矿机。

7.2.13 磨机生产能力的计算应根据浮选工艺要求、矿石相对可磨性或邦德功指数测定结果，结合生产实际数据，按容积法或功耗法计算后确定。磨矿机台数不宜少

于 2 台。

7.2.14 磨矿厂房内配有两台起重机时，宜采用共用轨道布置方式。

7.2.15 磨矿厂房内如设有生产调度室、计算机控制室、电话间、交接班室，应采取隔音措施。

7.2.16 磨矿分级厂房内宜设置钢球仓，若设置钢球仓应配置在吊车有效工作区域内。

7.2.17 封闭厂房内的磨机出料端、磨矿分级厂房应根据现场条件选择自然通风或强制排风设施。

7.3 浮选

7.3.1 浮选设计工艺流程应以经审查批准的选矿试验报告推荐流程为基础，并按照生产实践确定。

7.3.2 选矿产品方案及选别指标应以提高氧化铝厂经济效益为中心，经方案比较，合理确定产品质量及回收率等主要指标。

7.3.3 选别作业矿浆量波动系数选取应为 1.05~1.10。

7.3.4 大型及特大型选矿车间的粗、扫选作业宜采用充气机械搅拌式浮选机。精选作业宜采用无传动无搅拌式浮选机。中、小型选矿车间宜选用机械搅拌自吸式浮选机。

7.3.5 当选用充气搅拌式浮选机时，各作业段首槽应选用具有吸浆能力的充气机械搅拌式浮选机。

7.3.6 浮选系列可采用水平配置或阶梯配置。浮选机宜采用水平配置，浮选柱宜采用阶梯配置。

7.3.7 浮选车间粗、扫选作业的浮选机总槽数，分别不宜少于 6 槽、4 槽。

7.3.8 设计的浮选时间按工业试验数据确定。无工业试验数据时，设计的浮选时间可按试验室试验数据的 1.5 倍~2.0 倍选取。

7.3.9 搅拌槽结构应根据选用目的确定。药剂搅拌槽应耐腐蚀，高浓度搅拌槽应防止矿砂沉槽，提升搅拌槽的提升高度不宜大于 1.2m。

7.3.10 矿浆自流槽及管道坡度应根据物料粒度、密度和浓度确定。尾矿自流最小坡度不应小于 1.5%。对矿量多、运距长的厂外浆体输送，应进行坡度试验或按照类似企业实际数据确定。

7.4 药剂贮存、制备与添加

7.4.1 药剂贮存与制备应符合下列规定：

1 药剂仓库与药剂制备室宜合并设置，厂房外应留有露天堆场，厂房内应配置起重设施；

2 药剂贮量应按 30d~90d 用量计算。但对一些大型选矿车间，用药量多，供应条件好的情况下，药剂贮量可小于 30d，但不宜低于 15d；

3 药剂仓库面积应根据药剂堆放方式、包装形式及运输方法确定。药剂堆放方式可按药剂包装形式确定，采用铁桶包装时，可堆 2 层~3 层；采用麻袋或编织袋包装时，可多层堆放，堆放高度不宜超过 2m。药剂仓库还应有足够的搬运通道及相应的设施；

4 酸碱类药剂应防腐与防潮。黄药、黑药应防晒与防潮。

7.4.2 药剂添加应符合下列规定：

1 选矿车间给药室，应以集中配置为主。小型选矿车间给药间可与药剂制备间合并设置；

2 选矿车间的药剂添加室，应设有视野广阔的观察窗。添加室中应设操作人员工作室；

3 药剂添加室应采取防腐措施，并设置机械排风系统；

4 药剂添加与制备室排出的污水，可通过尾矿系统排往尾矿库；

5 药剂管道不宜与电缆、动力线、仪表控制管线共架敷设。各种药剂管道应涂以不同颜色，剧毒药剂管道应有醒目标志；

6 大、中型选矿车间宜采用微机控制的自动给药机。小型浮选车间宜采用机械式或虹吸式给药器。

7.5 脱水

7.5.1 选精矿含水宜控制在 15%以内。精矿脱水可采用两段脱水流程。

7.5.2 尾矿宜采用干法堆存。尾矿可采取高效沉降一次脱水-膏体化堆存。

7.5.3 脱水宜选用高效浓密机，根据现场实际情况，经比选，也可选用其他型式浓密机。浓密机的规格应根据生产和试验研究提供的有关技术参数确定。浓密机的形式应根据使用条件选择，处理量小时，宜选用中心传动式；处理量大时，宜选用周边传动式，但在寒冷地区应选用周边齿条传动式。

- 7.5.4 精矿高效浓密机底流浓度应为 50%~60%，精矿浓密机底流浓度应为 45%~50%。
- 7.5.5 浓密机的配置应靠近浮选厂房和过滤厂房。
- 7.5.6 精矿过滤宜采用自动压滤机，每 4 台~5 台应备用 1 台。
- 7.5.7 选矿车间精矿仓宜采用槽形料仓并配以桥式抓斗起重机贮运。

7.6 检修设施

- 7.6.1 选矿车间各生产厂房应设检修用起重设备，其额定起重量应根据最重起重部件或难以拆卸的装配件加吊具的总重确定，起重机的提升高度应满足机组安装和检修的要求。
- 7.6.2 选用吨位不小于 5t 的电动起重机时，应选用电动桥式起重机，不应选用电动单梁起重机。吨位小于 5t 或用于单台设备检修的起重设备，宜选用手动、电动单梁、电动葫芦和单轨起重机。
- 7.6.3 起重机重钩应在垂直状态下工作。
- 7.6.4 厂房过长，设备数量较多时，可在同一厂房布置两台相同或不同规格的起重机，但不宜采用两台起重机合吊零、部件。
- 7.6.5 起重机检修场地宜设在厂房端部。
- 7.6.6 大型选矿车间宜设置小型设备维修站，其位置宜设在厂房内检修场地附近。

7.7 自动控制、检测与计量

- 7.7.1 氧化铝厂的选矿车间自动控制系统应配置在中央集中控制室内。
- 7.7.2 大、中型选矿车间宜采用恒定给矿、磨矿产品细度、磨矿产品浓度的自动控制。
- 7.7.3 选矿车间取样点的设置应符合工艺流程特点及生产检测的需要。取样方法应机械化、自动化。
- 7.7.4 需要均化的原矿与精矿，宜设干式取样装置及其制备系统，原矿取样装置应设在粉矿仓或均化堆场附近，精矿取样应设在过滤作业线上。
- 7.7.5 矿浆量过大时，应先经缩分再给入取样机。样品缩分比例应根据矿浆量与取样机允许流量确定。
- 7.7.6 选矿车间的原矿、磨矿机给矿和最终精矿应设置计量装置。在选择秤的规格时，应按设备最大能力或系统的最大能力确定。

8 料浆制备

8.1 料浆磨制

- 8.1.1 料浆磨制的生产能力，拜耳法生产时，应满足溶出最大生产能力的要求；烧结法生产时，应满足熟料烧结最大生产能力的要求。
- 8.1.2 拜耳法矿浆磨制，可选用格子型或溢流型球磨机配水力旋流器一段闭路磨矿流程，或选用一段棒磨机开路、二段球磨机配水力旋流器闭路的两段磨矿流程，或选用一段辊压机开路、二段球磨机配水力旋流器闭路的两段磨矿流程，并应设置清除料浆中焦炭、木屑等杂物的筛分装置。
- 8.1.3 烧结法生料浆磨制宜选用管磨机加筛子的开路磨矿流程。
- 8.1.4 磨机的生产能力应根据磨矿细度要求，矿石相对可磨性或邦德功指数测定结果，结合生产实际数据，按容积法或功耗法计算后确定。磨机台数不宜少于2台。
- 8.1.5 磨前应设置进磨物料贮仓，饲料设备宜选用定量给料机。当入磨物料只有铝土矿一种时，可不设置进磨物料贮仓。
- 8.1.6 料浆磨制应设置出磨料浆的缓冲槽和输送泵。
- 8.1.7 料浆磨制工序应设置研磨体的堆放场地，若磨机配置于厂房内，磨机及研磨体应设置在吊车有效工作区域内。
- 8.1.8 烧结法料浆磨出口处应设置机械排风装置。

8.2 选矿拜耳法原矿浆制备

- 8.2.1 当采用选矿拜耳法生产时，应设置原矿浆制备工序。
- 8.2.2 制备原矿浆添加的石灰，可以石灰乳的形式加入。
- 8.2.3 精矿饲料设备应选用定量给料机。
- 8.2.4 原矿浆制备槽的有效容积和台数应根据原矿浆制备工艺、物料流量、原矿浆制备周期和合格原矿浆储备量等综合确定。
- 8.2.5 当采用石灰乳制备原矿浆时应设置石灰乳槽和石灰乳泵，并均应设置备用。使用立窑烧制的石灰时，在石灰乳槽上宜设筛分装置。
- 8.2.6 原矿浆制备宜设置碱液槽和碱液泵。
- 8.2.7 选矿拜耳法原矿浆制备宜采用连续制备工艺。

8.3 拜耳法赤泥过滤

- 8.3.1 采用联合法时拜耳法赤泥经沉降分离、洗涤后应进行过滤。过滤后的赤泥滤饼应加入未过滤的拜耳法赤泥去带碱粉，滤液应输送至拜耳法末次洗涤槽。
- 8.3.2 拜耳法赤泥过滤宜采用过滤机并配套辅助设施，过滤机应采用变频调速和设备用。
- 8.3.3 赤泥浆液的过滤机应配备滤饼槽、滤饼泵和滤液槽、滤液泵，除滤液槽外均宜设置备用。过滤机与滤饼槽宜一对一配置。滤饼泵和滤液泵应采用变频调速装置。
- 8.3.4 滤饼槽应采用机械搅拌锥底槽，搅拌功率应满足滤饼浆化的要求。
- 8.3.5 滤液槽宜采用锥底槽，可不设搅拌装置。
- 8.3.6 赤泥过滤机的反吹风压力不应小于 0.2MPa。
- 8.3.7 过滤用真空设备宜选用水环式真空泵，并应设置备用。
- 8.3.8 赤泥过滤厂房应设计过滤机产生的碱蒸汽排风设施。
- 8.3.9 滤饼槽和滤液槽应设排气筒。

8.4 碱粉卸车贮运及堆栈

- 8.4.1 当生产系统补充碱为纯碱(工业碳酸钠)时，应设置碱粉卸车贮运及堆栈设施。
- 8.4.2 碱粉宜在堆栈中堆存，贮量宜为 15d~25d 的碱粉用量。采用贮仓形式堆存时，贮量应根据市场及运输距离确定，并应设置粉体输送设施。
- 8.4.3 碱粉卸车宜在厂房内进行。火车卸车宜根据车辆长度设置厂房，并应设置卸车栈台。汽车卸车应设置卸车栈台。
- 8.4.4 碱粉贮仓宜设置结块碱粉的破碎设施，破碎设备可选用齿辊破碎机。
- 8.4.5 碱粉采用气力输送或机械输送时，其输送能力不应小于小时平均用碱量的 1.5 倍；采用溶解为碱液后输送时，其输送能力不应小于小时平均用碱量的 1.1 倍。当采用气力输送时，应设置压缩空气除水装置。
- 8.4.6 碱粉的输送、倒运点应设置集气罩，并配备密闭抽风收尘设施。
- 8.4.7 当生产采用拜耳法赤泥溶解碱粉输送时，应符合下列规定：
- 1 碱赤泥溶解槽宜地坑布置；
 - 2 碱赤泥溶解槽应采用机械搅拌平底槽，并应设置备用。搅拌功率应满足碱

赤泥浆浆化的要求；

- 3 碱赤泥泵应设变频调速和备用；
- 4 设计应采取措施防止编织袋杂物进入碱赤泥泵；
- 5 碱赤泥溶解槽应设排气筒。

8.5 烧结法生料浆调配

- 8.5.1 联合法中可设置拜耳法碱赤泥浆液贮槽，其贮量应根据溶出与熟料烧成之间生产平衡的需要确定。
- 8.5.2 出料碱赤泥泵应采用变频调速并设置备用。
- 8.5.3 生料浆调配宜采用自动配料系统。
- 8.5.4 生料浆调配可设置调配槽与合格料浆槽，合格料浆槽生料浆的贮量应满足熟料烧成 1d 的用量。合格料浆槽宜选用大型机械搅拌槽。
- 8.5.5 设调配槽时，应设倒槽泵。合格料浆槽应设出料泵，并应设置备用泵。
- 8.5.6 当人工取样时，在料浆槽顶部操作平面上应设置料浆样品的上下传送装置。有条件时，宜采用自动取样、自动传送系统。
- 8.5.7 料浆槽上设操作室时，不宜配置在槽顶正上方。
- 8.5.8 料浆槽顶部溜槽、管道的配置，应保证料浆自流畅通，并满足安装、操作和清理的要求。溜槽的坡度宜大于 5%，泵送料浆管道的坡度宜大于 1%，自流料浆管道的坡度宜大于 6%。
- 8.5.9 碱赤泥浆液贮槽、调配槽和合格料浆槽应设排气筒。

9 预脱硅与溶出

9.1 预脱硅

- 9.1.1 预脱硅的设置及工艺技术条件，应根据矿石的性质和加工试验结果确定。
- 9.1.2 预脱硅应采用常压连续作业。预脱硅槽宜露天阶梯式配置，槽间过料宜采用自流，亦可采用提料风辅助，槽间过料可采用封闭溜槽或溜管。预脱硅末槽后应设置缓冲槽和返料泵。系统宜设置返砂泵。
- 9.1.3 预脱硅需要加热时，应采用间接加热，加热器形式应采用套管式，预脱硅套管换热器宜与溶出套管换热器集中配置。采用套管式加热器时，宜设置 2h~4h 矿浆流量的缓冲设施及进料泵，进料泵应设置备用。
- 9.1.4 预脱硅槽应选用机械搅拌槽，其总有效容积应根据原矿浆设计小时最大流量和预脱硅所需的反应时间确定。预脱硅槽的数量不宜少于 4 台。
- 9.1.5 采用双流法溶出时，宜设置碱液槽；采用单流法溶出时，当预脱硅料浆与溶出所要求的配碱比不一致时，应设置配碱装置。
- 9.1.6 当溶出的喂料泵无进料增压泵时，泵入口喂料槽的液面高度应满足喂料泵进口压力的要求。
- 9.1.7 预脱硅间接加热的热媒，宜采用溶出系统料浆闪蒸的二次蒸汽，亦可采用溶出系统新蒸汽冷凝水自蒸发产生的二次蒸汽，并应设置备用热媒。备用热媒宜采用压力不大于 0.6 MPa 的饱和蒸汽。
- 9.1.8 预脱硅槽必须做热处理，必须设排气筒。

9.2 喂料泵

- 9.2.1 喂料泵的形式应根据所采用的溶出温度、溶出设备型式、蒸汽压力等进行阻力计算后确定，中、高温溶出技术宜采用隔膜泵和活塞泵，低温溶出技术宜采用离心泵。
- 9.2.2 溶出喂料泵的选择应符合下列规定：
- 1 当采用高温溶出技术输送原矿浆时，宜选用隔膜泵；
 - 2 当采用高温溶出技术输送碱液时，可选用活塞泵；
 - 3 当采用低温溶出技术输送原矿浆时，宜选用离心泵；
 - 4 选泵时应计算泵的工作压力。喂料泵的流量和压力应根据一个运行周期内各阶段的条件变化确定，应满足溶出系统工艺要求；

- 5 喂料泵应采用变频调速并设置备用，亦可采用多台泵低负荷运行的方式。
- 9.2.3 根据喂料泵的要求，应配备相应的辅助设施。
- 9.2.4 溶出喂料泵必须设置压力检测、超压报警、自动停车等安全装置。

9.3 溶出

- 9.3.1 溶出生产流程和工艺技术条件，应根据铝土矿的性质和矿石加工试验结果，经综合技术经济比较确定。
- 9.3.2 溶出宜采用间接加热的高温溶出技术或低温溶出技术。一水硬铝石型铝土矿的溶出温度不宜低于 260℃，三水铝石型铝土矿的溶出温度不宜低于 140℃，混合型铝土矿应根据矿石加工实验和经济比较结果确定适宜的溶出温度。
- 9.3.3 溶出应采用连续作业，最大溶出机组设计生产能力按下式计算：

$$Q = \frac{Q_o Q_1 K}{8760 \eta} \quad (9.3.3)$$

式中：Q—溶出机组的最大设计生产能力，即原矿浆最大处理量 (m³/h)；

Q_o —氧化铝年产量 (t/a)；

Q_1 —每吨氧化铝所需的原矿浆量 (m³/t)；

8760—一年日历小时数 (h/a)；

η —溶出机组运转率 (%)；

K—生产波动系数，K 取 1.05~1.10。

- 9.3.4 溶出的热媒，间接加热时宜采用饱和蒸汽，当热媒为过热蒸汽时，应采用减温装置使其接近饱和蒸汽，亦可采用熔融盐。减温装置设计应符合国家现行标准《减温减压装置》NB/T 47033 的规定；

- 9.3.5 溶出过程主要工艺设备的选择应符合下列规定：

1 矿浆加热宜选用套管换热器，可选用单套管或多套管，高温溶出高温段套管应设置备用。矿浆停留段可选用溶出器或管道进行停留溶出；

2 矿浆停留段的溶出器的总有效容积和台数，应根据工作温度下料浆的最大小时流量、矿石加工试验确定的溶出反应时间和连续流动反应器的特点确定；

3 全管道停留溶出的管道流速需要根据磨矿粒度、碱浓度、固含以及投资等因素确定，管道规格和长度应根据工作温度下料浆的最大小时流量、矿石加工试验确定的溶出反应时间和管道流速确定；

4 采用间接加热时换热面积的确定,宜根据一个清理周期末期运行情况确定传热系数。

9.3.6 溶出系统的热量利用应符合下列规定:

1 溶出矿浆自蒸发降温,应选择经济合理的自蒸发级数;

2 溶出矿浆自蒸发降温产生的二次蒸汽可作为原矿浆、预脱硅矿浆、碱液、蒸发原液的预热热源,不得并入低压热力管网作热源;

3 预热系统的二次蒸汽冷凝水的热量在系统内多级自蒸发利用后,宜送热水站作赤泥洗涤用水。二次蒸汽冷凝水泵宜设置备用;

4 新蒸汽冷凝水的热量可在本系统内利用或送母液蒸发工序进行利用,在本系统利用热量后应通过电导率自动检测控制装置,合格新蒸汽冷凝水应返回电厂,不合格新蒸汽冷凝水应送热水站。有条件时,新蒸汽冷凝水应直接返回电厂除氧器使用。新蒸汽冷凝水泵应变频调速并应设置备用。

9.3.7 溶出应设置溶出矿浆稀释槽和稀释泵。稀释泵电源应为一级负荷。稀释泵应与溶出喂料泵联锁,稀释泵故障或跳停时,喂料泵全部停止。稀释槽应设排气筒,稀释泵应采用变频调速并设置备用。

9.3.8 稀释槽顶应设置洗水加热器回收溶出矿浆产生的二次蒸汽,并根据需要设置安全槽。

9.3.9 溶出应设置新蒸汽代替二次蒸汽作为预热段开车时热源。

9.3.10 在溶出器、料浆自蒸发器、冷凝水水封罐、冷凝水罐、新蒸汽总管上必须设置安全阀。国家标准《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG R0004、《压力管道安全技术监察规程》TSG D0001、《安全阀安全技术监察规程》TSG ZF001、《压力容器》GB 150、《压力管道规范 工业管道》GB/T 20801 对安全阀设置都有明确要求,设计过程中要严格按照国家标准执行。泄压排出点必须符合安全要求。

9.3.11 溶出系统的套管换热器、溶出器、料浆自蒸发器上都应设合理、安全、可靠的不凝气排出设施。

10 熟料烧成与熟料破碎

10.1 煤粉制备

10.1.1 煤粉制备的生产能力应为熟料窑设计耗煤总量的 1.15~1.20 倍。

10.1.2 供煤系统设计应符合下列规定：

1 熟料窑不多于 3 台时，可采用单路供煤系统；多于 3 台时，宜采用双路供煤系统；

2 供煤输送机通廊应采用封闭式结构。

10.1.3 煤粉制备设计应符合下列规定：

1 煤粉制备设计应进行磨机生产能力、磨机功率和系统风量、热平衡及流体阻力计算；

2 煤磨可选用风扫式球磨或立磨。选用立磨时，原煤入磨前应设置除铁器及金属探测报警装置；

3 煤磨前应设置原煤仓，其贮量不应小于熟料窑 8h 的耗煤量；

4 仓下饲煤设备，宜选用密封式定量或定容式给煤机，其饲料能力不应小于磨煤机计算能力的 1.1 倍~1.2 倍，并有一定的调节范围；

5 采用球磨时煤磨厂房内应设钢球堆放场地，并设置在吊车的有效工作区域内；

6 煤粉不宜用斗式提升机输送。

10.1.4 熟料窑前应设粉煤仓，其贮量不宜小于熟料窑 4h 的耗煤量，但也不宜大于熟料窑 6h 的耗煤量。粉煤仓宜设置称重传感器。

10.1.5 原煤仓、煤磨、煤粉仓与熟料窑宜一一对应成套设置。多台磨窑时，煤粉仓上应设置仓间互通的输送设备。

10.1.6 利用烧成系统热风作为煤粉制备烘干热源，采用多通道燃烧器时，其废气宜经煤磨专用的布袋收尘器或电收尘器净化后排空；采用单通道燃烧器时，其废气宜经煤磨排粉机与窑前鼓风机构成循环系统入窑。废气排放应符合现行国家标准《铝工业污染物排放标准》GB 25465 的规定及修改单。

10.1.7 煤粉制备系统必须进行惰化设计和设置灭火设施，并必须配置灭火器。煤粉仓、粗粉分离器、细粉分离器、煤粉经过的管道上必须设置防爆装置。

10.1.8 煤粉仓应有惰性气体及灭火介质的引入管并接至煤粉仓的上部，介质流

要平行煤粉仓顶盖。原煤仓和煤粉磨应有惰性气体及灭火介质的引入管。

10.1.9 煤粉仓、收尘器应设置温度和一氧化碳检测及自动报警装置。

10.1.10 煤粉磨检测系统应与二氧化碳、一氧化碳检测系统分开设置。

10.1.11 煤粉制备车间的所有工艺设备、风管、煤粉仓及溜子等设施应进行防静电设计，防静电设计应符合现行国家标准《导（防）静电地面设计规范》GB 50515 的规定。

10.1.12 煤粉的输送、倒运点应设置集气罩，并配备密闭抽风收尘设施。

10.1.13 煤粉制备车间的工程及工艺设计应符合现行国家标准《粉尘防爆安全规程》GB 15577 的规定。

10.2 熟料烧成

10.2.1 熟料烧成的小时生产能力应根据工厂的设计规模、生产方法、生产每吨氧化铝所需的熟料量、窑的作业率等条件确定。

10.2.2 煤粉饲料设备宜选用密封式定量或定容式饲煤装置，其饲料能力应满足开窑点火、正常生产和处理结圈的需要。

10.2.3 熟料窑的燃烧器可采用多通道燃烧器或单通道燃烧器。

10.2.4 采用多通道燃烧器时，一次风量占理论空气需要量的比例不应大于 15%，一次风的送煤风与冷风的比例应按不同形式的燃烧器确定。采用单通道燃烧器时，一次风量占理论空气需要量的比例宜为 20%~30%。

10.2.5 窑前鼓风机应采用变频调速。风机的风量、风压富裕系数可取 1.20~1.25。

10.2.6 熟料烧成可设置轻油点火及轻油辅助燃烧设施。

10.2.7 熟料窑工艺设计应符合下列规定：

1 熟料窑的台时产能，应按相似条件下的生产实际数据或半工业试验数据经计算确定；

2 熟料窑的饲料方式，宜采用雾化充分、射程适宜的单支喷枪或多支喷枪饲料。在技术成熟的条件下，宜采用干法喂料方式；

3 熟料窑宜采用直筒形窑，宜采用交流变频电机驱动；

4 熟料窑的台数不应少于 2 台；

5 两窑中心距的确定应符合下列规定：

- 1) 满足窑头和窑尾设备的配置要求;
 - 2) 应便于设备操作和检修。窑间检修通道宽度不应小于 6m。
- 10.2.8 熟料冷却可选用单筒冷却机或篦式冷却机,其生产能力应为熟料窑设计生产能力的 1.15 倍~1.20 倍。
- 10.2.9 窑尾排烟机工艺设计应符合下列规定:
- 1 排烟机的风量、风压富裕系数,宜取 1.2~1.3;
 - 2 排烟机的风量应采用变频调速方式调节。
- 10.2.10 窑尾废气净化系统宜采用窑尾立烟道重力除尘、旋风除尘器和静电除尘器的三级收尘。废气排放应符合现行国家标准《铝工业污染物排放标准》GB 25465 的规定及修改单。
- 10.2.11 窑尾废气中含硫或氮氧化物时,当直接排放不能达标应设脱硫或脱硝装置。脱硫工艺设计应符合现行国家标准《烟气脱硫工艺设计标准》GB 51284 的规定,脱硝工艺应符合现行国家标准《水泥工厂脱硝工程技术规范》GB 51045 的规定。
- 10.2.12 烟囱出口废气流速,机械排风时可取 10m/s~16m/s。烟囱高度应根据排出废气所需抽力和标准中关于废气排放浓度的要求确定。烟囱设计应符合现行国家标准《烟囱设计规范》GB 50051 的规定。
- 10.2.13 熟料窑饲料泵的选择应符合下列规定:
- 1 饲料泵宜选用隔膜泵或油隔离泵,并应设置备用;
 - 2 饲料泵的流量应满足熟料窑最大生产能力的要求,压力应满足料浆雾化和射程的需要。饲料泵应采用变频调速方式调节流量。
- 10.2.14 根据饲料泵的需要应配备相应的辅助设施。
- 10.2.15 熟料窑饲料泵必须设置压力检测、超压报警、自动停车安全装置。
- 10.2.16 在窑头平面上方应设置机械化吊运耐火砖的设备和耐火砖的堆放场地。窑头平面楼板的设计荷载宜为 20kN/m²。
- 10.2.17 熟料烧成窑的加料口、出料口应设置集气罩,并配备密闭抽风收尘设施。

10.3 熟料破碎

10.3.1 熟料破碎的设备流程,应根据熟料溶出设备类型和熟料溶出对熟料粒度的要求确定。

- 10.3.2 当熟料溶出选用球磨机时，熟料破碎可采用预先筛分、一段开路的破碎流程。熟料破碎设备可选用鄂式破碎机，破碎粒度应小于 60mm。
- 10.3.3 当熟料溶出设备选用筒形溶出器、棒磨机两段溶出时，熟料破碎宜采用预先筛分、一段鄂式破碎机、二段圆锥破碎机闭路的破碎流程。破碎粒度不应大于 10mm。
- 10.3.4 熟料输送设备的能力应满足熟料烧成最大生产能力的要求。熟料输送设备应设置备用。
- 10.3.5 熟料破碎系统应减少倒运。倒运点及仓上均应设置除尘设施。
- 10.3.6 熟料破碎系统的设备应与熟料输送系统设备联锁控制。
- 10.3.7 熟料仓宜与熟料溶出就近配置。一台熟料溶出磨宜配备一个熟料仓。
- 10.3.8 熟料仓的总贮量应根据熟料烧成与熟料溶出生产能力的平衡情况和单台熟料窑的生产能力及检修时间，经综合分析确定。

11 熟料溶出

11.0.1 熟料溶出采用低碳钠溶出工艺时，溶出过程中可不额外添加碳酸钠。

11.0.2 烧结法的熟料溶出，可采用一段磨料或两段磨料的溶出流程。联合法的熟料溶出可采用一段筒型溶出器、二段球磨机的两段溶出流程，也可采用都是球磨机的两段磨料的溶出流程。

11.0.3 熟料溶出的最大生产能力应按下式计算：

$$Q = \frac{Q_0 Q_1 K}{8760} \quad (11.0.3)$$

式中：Q—熟料溶出的最大生产能力(t/h)；

Q_0 —氧化铝年产量(t/a)；

Q_1 —每吨氧化铝的熟料消耗量(t/t)；

8760—年小时数(h/a)；

K—烧结法的生产波动系数，K取1.10。

11.0.4 一段磨或二段磨的熟料溶出设备，可选用溢流型球磨机和相应配套的高堰式单螺旋分级机，并应设置备用。

11.0.5 溶出设备的台时产能应根据生产实际数据或试验结果经计算确定。

11.0.6 溶出设备的饲料设备可选用变频调速裙式输送机或耐热皮带机。

11.0.7 熟料溶出应设置溶出用赤泥洗液槽，并根据需要设置氢氧化铝洗液槽、碳分母液槽、种分母液槽。各种贮槽均宜选用锥底型槽。

11.0.8 溶出浆液槽应选用机械搅拌槽，并应设置备用。浆液泵宜按一槽一泵设置。

11.0.9 熟料溶出的磨机、分级机以及厂房均应设置自然或强制排汽设施。

11.0.10 在溶出厂房内应设钢球堆放场地，并应设置在吊车有效工作区域内。

11.0.11 熟料溶出厂房应封闭。熟料仓的加料口、下料口和干熟料的倒运点应设除尘设施。

11.0.12 碱液槽或料浆槽应设排气筒。

12 赤泥分离洗涤及外排

12.1 赤泥分离与洗涤

- 12.1.1 赤泥浆液宜采用添加絮凝剂进行液固相的沉降分离工艺。工艺流程设计时应保证沉降槽进料的最大固体浓度能满足赤泥沉降作业参数的要求。
- 12.1.2 赤泥洗涤宜采用多次逆流沉降洗涤流程，串联法的拜耳法赤泥沉降洗涤后应进行过滤。外排的弃赤泥附液中的 Na_2O 含量，每吨干赤泥不应大于 5kg。
- 12.1.3 拜耳法赤泥浆液的沉降分离、洗涤宜选用深锥沉降槽或单层平底沉降槽。
- 12.1.4 烧结法赤泥浆液的沉降分离、洗涤宜选用单层锥底沉降槽或深锥沉降槽，亦可选用翻盘真空过滤机、水平带式真空过滤机等。
- 12.1.5 赤泥浆液的分离、洗涤沉降槽应设置备用槽。分离与洗涤可设置共用的备用槽，必要时亦可分别设置。
- 12.1.6 赤泥浆液分离、洗涤沉降槽的溢流和底流可分别采用泵输送，溢流亦可自流，泵均可设置备用，底流泵前应设置除疤设施。烧结法赤泥浆液分离、洗涤沉降槽的溢流和底流也可通过自流方式进入水压槽，然后应用泵输送至后续工序。
- 12.1.7 烧结法赤泥浆液的分离沉降槽在选型时，应降低二次反应损失。分离沉降槽应靠近熟料溶出配置。
- 12.1.8 拜耳法赤泥浆的分离不宜采用水力旋流器。
- 12.1.9 沉降槽的泥层应进行监测与控制，监测装置宜采用非接触式泥层界面仪。
- 12.1.10 沉降槽宜露天配置，顶部操作平台可采用围护结构。
- 12.1.11 沉降槽及基础载荷应按照溢流口以下无清液层、充满赤泥浆计算。

12.2 絮凝剂制备

- 12.2.1 沉降分离、洗涤使用的絮凝剂种类、用量和技术条件应由试验确定。
- 12.2.2 絮凝剂制备工序宜与赤泥分离及洗涤工序就近配置。
- 12.2.3 絮凝剂制备工序应包含碱水制备、粉状絮凝剂制备、液体絮凝剂制备、成品絮凝剂添加、二次稀释等成套系统，应配置在封闭厂房内，并应设置外购絮凝剂的贮存设施及场地。

12.2.4 絮凝剂制备工序应设置能自动计量、控制的絮凝剂配制、贮存、加入设施。

12.2.5 碱水制备宜采用软水或蒸发二次蒸汽冷凝水。

12.3 赤泥外排

12.3.1 外排赤泥浆的输送泵应根据泵出口需要的压力进行选择，并应采用变频调速和设备用。泵出口压力要求较高时宜选用隔膜泵，泵出口压力要求不高时宜选用离心泵。泵的流量应满足设计最大流量的要求，泵出口需要的压力应根据赤泥的固体含量与黏度及赤泥最终堆存高度等条件进行系统阻力计算后确定。

12.3.2 根据赤泥外排泵的需要，应设置相应的辅助设施。

12.3.3 赤泥外排高压泵必须设置压力检测、超压报警、自动停车、管道冲洗等安全装置。

12.4 赤泥选铁

12.4.1 对于铁含量较高的铝土矿经拜耳法处理得到的赤泥，可根据赤泥选铁的试验结果并结合铁精矿的销售价格确定是否设置或预留赤泥选铁工序。

12.4.2 赤泥选铁工艺路线应根据选铁试验的结果，结合溶出工艺，赤泥中铁的物相及粒度，氧化铝中铁与氧化铝的嵌布情况等因素确定。

12.4.3 以一水硬铝石型为原料，经高温溶出技术后得到的赤泥，宜采用“赤泥—隔渣筛—中磁机—粗选—精选—浓密—压滤—铁精矿”的磁选工艺流程。

12.4.4 以三水铝石型为原料，经低温溶出技术后得到的赤泥，宜在磁选流程之前设磁化还原焙烧流程或赤泥二次高温溶出流程。

12.4.5 粗选、精选工序宜用高梯度磁选机。

12.4.6 铁精矿浆液浓缩工序宜用浓密机。

12.4.7 铁精矿产压滤工序宜用板框式隔膜压滤机。

12.4.8 铁精矿的品位宜大于 55%。

12.5 赤泥压滤

12.5.1 为满足赤泥干法堆存对赤泥含水率的要求，宜用板框式隔膜压滤机进行压滤，压滤机的产能应根据压滤试验并结合类似工况的生产使用情况确定，压滤机每 4 台~5 台应备用 1 台，压榨方式可采用水压榨或压缩空气压榨。

12.5.2 赤泥压滤机可配套设置赤泥贮槽、压滤机喂料泵、压榨泵、空压机、滤

液槽、滤液泵、赤泥滤液收集溜槽、赤泥滤饼收集皮带、赤泥滤饼外排皮带等设施，或其中必要的设施。

12.5.3 赤泥贮槽的总容积应大于外排管道中所有料浆的总容积并留有一定的裕量，赤泥贮槽应设置备用，并应设排气筒。

12.5.4 压滤机喂料泵的出口压力应能满足压滤机进料最高压力的要求，其流量应能满足压滤机最大进料流量的需求，并应采用变频调速和设备用。

12.5.5 赤泥压滤机喂料泵可与赤泥压滤机一对一配置，亦可设置一台喂料泵对应多台压滤机。采用一对多方案时，喂料泵的出口最大压力及最大流量应满足多台压滤机同时进料的要求。

12.5.6 压滤机喂料泵前宜设置除疤设施。

12.5.7 赤泥压榨泵的设置可以考虑与赤泥压滤机一对一配置，亦可考虑一台压榨泵对应多台过滤机。采用一对多方案时，压榨泵的出口最大压力及最大流量应满足多台压滤机同时进行压榨的需求。

12.5.8 采用空气压榨时，空压机的能力应满足多台压滤机同时工作的需求，若还需要对滤布进行辅助反吹时，压缩空气的用量应适当增加。

12.5.9 滤液槽及滤液泵的设置应与压滤机同时工作排出的液量相匹配，并留有一定裕量。滤液槽应设排气筒，滤液泵应采用变频调速并设置备用。

12.5.10 赤泥压滤机应配套设计卸料溜槽，卸料溜槽内宜衬聚四氟乙烯板，溜槽角度宜不小于 65 度。

12.5.11 赤泥滤饼收集皮带规格应结合压滤机卸饼时间及单次压滤机产能确定。

12.5.12 赤泥滤饼外排皮带规格应按最多可能同时运行的滤饼收集皮带总输送量来确定。

12.5.13 配带高压清洗装置的过滤机宜用新水作清洗介质。

12.5.14 赤泥压滤车间各层楼面高度的设置应能满足吊装设施安全运行的要求，吊装设施的选择应结合更换滤板及滤布的需求确定。

12.5.15 赤泥压滤厂房应设计过滤机产生的碱蒸汽排风设施，可进行采暖。

13 综合过滤

13.1 控制过滤

- 13.1.1 控制过滤即铝酸钠溶液精滤，应选用立式叶滤机，并应设置备用。
- 13.1.2 控制过滤应根据需要设置饲料槽和饲料泵，饲料槽和饲料泵即粗液槽和粗液泵。饲料槽可不设备用。饲料泵应采用变频调速，可设置备用，并应选用扬程变化范围大的离心泵。当采用单台饲料泵对单台叶滤机配置时，可不设备用饲料泵，但饲料泵至立式叶滤机的进料管上宜设置缓冲吸能装置。
- 13.1.3 控制过滤应设置精液槽、精液泵、滤饼槽和滤饼泵。精液泵应采用变频调速并设置备用，滤饼泵应设置备用。
- 13.1.4 滤饼槽宜配置在多台叶滤机中间位置。滤饼槽应备用并应设排气筒。滤饼管坡度宜不小于 5%。
- 13.1.5 当控制过滤需要添加助滤剂时，应设置相应的设施。
- 13.1.6 控制过滤应设置碱洗和水洗流程。
- 13.1.7 控制过滤应设置换布作业和堆放滤片的场地。
- 13.1.8 控制过滤中立式叶滤机的控制阀门宜采用气动阀门。

13.2 精液降温

- 13.2.1 铝酸钠溶液在分解前应进行精液降温。
- 13.2.2 精液降温宜选用板式换热器，采用精液与种分母液换热的流程。当用种分母液换热达不到降温要求时，可辅以温度较低的循环水换热降温。
- 13.2.3 板式换热器宜选用承压能力不小于 1.6MPa 的大型板式换热器，板片和密封的材质应耐酸和碱的腐蚀。
- 13.2.4 板式换热器应设置碱洗流程，有需要时应设置酸洗流程的接口。
- 13.2.5 精液降温可选用一体式的精母液换向料浆阀。

13.3 种子过滤

- 13.3.1 种子过滤机设计应根据全厂物料平衡、工艺技术条件、固体或液体物料通过量经计算后确定。
- 13.3.2 种子过滤机进料固体含量低时，可辅以沉降槽浓缩后再过滤。
- 13.3.3 种子过滤机宜选用立盘式真空过滤机或水平带式过滤机，并应设置备用。

13.3.4 氢氧化铝浆液的分离与洗涤，应根据所选过滤机类型配备相应的辅助设施。

13.3.5 种子过滤机的反吹风设备宜选用罗茨风机或离心风机，采用变频调速，并设置备用。

13.3.6 种子过滤机可配置在综合过滤工序或铝酸钠溶液分解工序。

13.3.7 真空泵的真空度应根据种子过滤机真空度、配置高度等场地条件经计算后确定。

13.3.8 当使用立盘过滤机过滤、洗涤细种子去除草酸盐时，应符合以下规定：

1 种子过滤宜设置滤饼浆化槽和滤饼泵。滤饼浆化槽宜与过滤机一对一配置，并设排气筒。滤饼泵应采用变频调速并可设置备用；

2 种子过滤宜设滤饼浆液停留槽、出料槽和出料泵。停留槽和出料槽应设排气筒，出料泵应采用变频调速并应设置备用；

3 停留槽和出料槽宜采用阶梯配置，槽间过料宜自流，过料可采用溜槽或溜管；

4 滤饼浆液的停留时间应根据试验确定。

13.3.9 种子过滤工序应设置种分母液槽、液封槽。液封槽可单独设置，也可由种分母液槽液封装置替代。根据工艺需要蒸发原液槽也可设置在此处或由种分母液槽替代。

13.3.10 种分母液槽宜选用锥底母液槽形式。

13.3.11 种子过滤机应设置碱洗和水洗流程。

13.4 碱洗

13.4.1 氧化铝厂应设碱洗设施。

13.4.2 碱洗设施包括碱液槽、碱液加热器和碱液泵等。碱液泵可不设备用。

13.4.3 碱液槽必须进行热处理，并应设排气筒。

13.4.4 碱液加热器宜采用套管换热器。

13.4.5 碱液加热宜用工厂乏汽作热媒，并设置必要的安全措施。

14 烧结法粗液脱硅

14.1 粗液脱硅

14.1.1 粗液脱硅流程应根据氧化铝产品质量对精液硅量指数的要求选择，并应符合下列规定：

1 要求精液硅量指数为 250~300 时，可采用添加硅渣晶种的常压脱硅流程；也可采用添加硅渣晶种预脱硅后进行加压脱硅的流程；

2 要求精液硅量指数为 400~500 时，可采用添加硅渣晶种预脱硅后进行加压脱硅的流程；

3 要求精液硅量指数大于 500 时，可采用添加硅渣晶种预脱硅后进行加压脱硅、钠硅渣沉降分离、沉降槽溢流添加石灰乳或其他添加剂进行常压二次脱硅的流程；

4 要求精液硅量指数大于 1000 时，可采用添加硅渣晶种预脱硅后一次加压脱硅、一次钠硅渣沉降分离、沉降槽溢流经叶滤机精滤、叶滤机滤液添加石灰乳或其他添加剂进行深度脱硅的二次脱硅流程。

14.1.2 加压脱硅应采用套管预（加）热、脱硅机停留的间接加热连续脱硅工艺及装备，其热媒宜采用饱和蒸汽。

14.1.3 对于无搅拌的串联加压脱硅机组，每组台数的确定应保证所需的停留时间，以及溶液短路对脱硅效果的影响，每组脱硅机的台数不宜少于 3 台。

14.1.4 粗液脱硅采用间接加热加压脱硅时，应先进行常压预脱硅。预脱硅槽应采用机械搅拌，阶梯式布置，槽内出料处宜设提料风管，槽间过料可采用溜槽或溜管。预脱硅槽槽顶应设排气筒。预脱硅应采用连续预脱硅流程。预脱硅槽的有效容积和台数应根据工作温度下的最大物料流量和预脱硅所需要的停留时间确定。

14.1.5 联合法中的烧结法粗液脱硅可添加拜耳法赤泥作晶种。

14.1.6 当脱硅粗液需要调节苛性比时，应设置种分母液槽，并应设置备用。用于提高溶液苛性比的种分母液，宜在粗液预脱硅槽加入，也可在加压脱硅浆液自蒸发降温时加入。

14.1.7 喂料泵可选用离心泵或隔膜泵，并应采用变频调速和设备用，其流量应满足设计最大流量的要求，其扬程或压力应满足克服系统最大阻力和输送的需要。

14.1.8 加压脱硅热量的利用应符合下列规定：

1 加压脱硅浆液自蒸发降温应选择经济合理的自蒸发级数；

- 2 加压脱硅浆液自蒸发降温排出的二次蒸汽，宜用于粗液加热；
- 3 末级自蒸发的二次蒸汽，宜用于加热烧结法赤泥洗涤用水；
- 4 间接加热预热系统的二次蒸汽冷凝水的热量经合理利用后，宜作赤泥洗涤用水。冷凝水泵宜设置备用；

5 间接加热脱硅用新蒸汽冷凝水的热量经合理利用后，应通过电导率自动检测控制装置，合格冷凝水应返回电厂，不合格冷凝水宜送热水站作赤泥洗涤用水。

14.1.9 采用二次脱硅时，应设二次脱硅机械搅拌反应槽，其有效容积应满足脱硅反应时间的要求。二次脱硅反应槽宜按阶梯式布置设计，组成连续脱硅流程，槽内出料处宜设提料风管，槽间过料可采用溜槽或溜管。二次脱硅反应槽槽顶应设置排气筒。二次脱硅反应槽系统可设除砂泵。

14.1.10 当二次脱硅添加石灰乳时，应设置石灰乳槽和石灰乳泵，并均应设置备用。当二次脱硅添加其他添加剂时，应设置相应的制备设施。

14.1.11 换热器、脱硅机、自蒸发器等设备宜采用露天敞开式配置。

14.1.12 套管换热器的结疤清理宜采用水力清洗，并配备必要的辅助设施。

14.1.13 加压脱硅系统应设置安全、可靠的不凝气排出措施。

14.1.14 脱硅机、料浆及冷凝水自蒸发器、新蒸汽总管上必须设置安全阀，国家标准《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG R0004、《压力管道安全技术监察规程》TSG D0001、《安全阀安全技术监察规程》TSG ZF001、《压力容器》GB 150、《压力管道规范 工业管道》GB/T 20801 对安全阀设置都有明确要求，设计过程中要严格按照国家标准执行。泄压排出点必须符合安全要求。

14.1.15 间接加热脱硅应采用新蒸汽作为预热段开车时的热源。

14.2 硅渣分离

14.2.1 一次加压脱硅的浆液宜采用沉降槽分离，其溢流应经叶滤机精滤，底流应经真空过滤机过滤分离、滤液并入沉降槽溢流的流程。沉降槽系统宜设置絮凝剂制备和添加的设施。

14.2.2 添加石灰乳或其他添加剂进行二次脱硅的浆液，宜符合本标准 14.2.1 条的规定。

14.2.3 用于种子分解的常压脱硅浆液，可采用本标准 14.2.1 条的规定。

14.2.4 脱硅浆液分离设备的选择应符合下列规定：

- 1 分离沉降槽宜选用单层锥底沉降槽，并宜设置备用；
- 2 分离沉降槽应配备溢流泵和底流泵，并均应设置备用；
- 3 硅渣过滤宜选用水平带式或立盘真空过滤机，并宜设置备用；
- 4 控制过滤应选用立式叶滤机，并应设置备用。

15 铝酸钠溶液分解

15.1 种子分解

15.1.1 种子分解的生产能力应符合下列规定：

- 1 拜耳法生产时，应与溶出的生产能力相适应；
- 2 烧结法生产时，应满足粗液脱硅对种分母液的需要。当熟料溶出需添加种分母液时，还应满足熟料溶出对种分母液的需要；
- 3 串联法生产时，应符合下列规定：
 - 1) 应符合本条第 1 款的要求；
 - 2) 应满足拜耳法与烧结法两个系统相互补碱的需要；
 - 3) 当烧结法系统设粗液脱硅时，应符合本条第 2 款的要求。

15.1.2 种子分解工艺流程的选择应符合下列规定：

- 1 拜耳法高浓度铝酸钠溶液分解，可采用以晶体长大为主的高浓度、大种子比一段连续分解流程；亦可采用一段细晶种附聚，二段粗晶种长大的两段连续分解流程。一段分解流程或两段分解流程，均应设置分解过程的中间降温。采用两段连续分解时，一段分解浆液进入二段分解前，还应进行降温；
- 2 对于烧结法低浓度铝酸钠溶液，可采用以碳分氢氧化铝或种分氢氧化铝作晶种的一段或两段连续分解流程。

15.1.3 种子分解槽应选用机械搅拌槽，并应设清理、检修备用分解槽，在分解槽末端应设置 1 台液量平衡槽。

15.1.4 分解过程中间降温，可选用立式或卧式宽流道板式换热器、螺旋板式换热器、浸没式换热器。中间降温宜采用在槽内抽取部分物料进换热器降温的方式，应采用循环水做为换热的冷介质。

15.1.5 种子分解槽宜阶梯式配置，过料方式应采用溜槽，槽内宜设提料风管，浆体物料进料应在搅拌浆与槽壁之间范围内下料。应设客货两用电梯。

15.1.6 每组种子分解槽都应设置循环泵、倒槽泵，其中循环泵应设置备用。

15.1.7 一段连续分解流程的分级设备，宜选用水力旋流器组分离产品氢氧化铝；两段连续分解流程的分级设备，可选用水力旋流器和沉降槽进行产品氢氧化铝和晶种的分离。

15.1.8 种分槽应每隔一段时间进行碱洗。换热器应进行必要的清洗，有机物含量

高时换热器应进行水洗。

15.2 碳酸化分解

15.2.1 碳酸化分解宜采用精液降温、添加细碳分氢氧化铝做晶种生产砂状氧化铝的连续碳酸化分解工艺和流程。

15.2.2 碳分槽出料的氢氧化铝浆液，宜采用水力旋流器组进行分级，其溢流经沉降槽浓缩后一部分去做碳酸化分解的循环种子，剩余部分与旋流器底流一起去过滤机进行过滤。

15.2.3 碳酸化分解宜选用机械搅拌分解槽，其总有效容积应根据设计小时最大流量和分解所需的时间确定。连续碳分机组分解槽的数量不宜少于 5 台，并应设置备用机组。碳分槽间的过料方式应采用管道，并设提料风管。

15.2.4 每组碳酸化分解槽都应设置出料泵，并应设置备用。

15.2.5 碳酸化分解槽宜露天配置。

15.2.6 分解槽上应设置汽液分离器。

15.2.7 分解槽二氧化碳通入口应设置电动清疤器。

15.2.8 沉降槽应露天配置，并应设置备用。

16 氢氧化铝分离洗涤与贮存

16.1 氢氧化铝分离与洗涤

- 16.1.1 氢氧化铝产品分级设备水力旋流器可配置在分解槽上，也可与产品过滤机一起配置。
- 16.1.2 氢氧化铝产品浆液的分离与洗涤应选用水平盘式真空过滤机。
- 16.1.3 水平盘式真空过滤机应配备相应的辅助设施。
- 16.1.4 水平盘式真空过滤机可与焙烧炉一起配置，或配置于综合过滤车间内。
- 16.1.5 过滤用真空设备，宜选用水环式真空泵，并应设置备用。在真空泵前应设置气液分离器。
- 16.1.6 水平盘式真空过滤机的卸料反吹风宜采用离心风机或罗茨风机就近供风。

16.2 氢氧化铝贮仓

- 16.2.1 工厂应设氢氧化铝贮仓。
- 16.2.2 氢氧化铝贮仓的进出料输送设备，宜选用胶带输送机、桥式抓斗起重机、斗式提升机、板式饲料机。
- 16.2.3 氢氧化铝贮仓内应设置通风设施，并应符合现行行业标准《氧化铝厂通风除尘与烟气净化设计规范》YS/T 5036 的规定，北方地区宜设采暖。

17 母液蒸发及苛化与碱液调配

17.1 母液蒸发

- 17.1.1 母液蒸发的蒸水能力应根据生产规模、物料衡算的蒸水量、溶出机组与熟料溶出机组及蒸发机组的运转率综合确定。
- 17.1.2 拜耳法母液蒸发宜采用多效逆流蒸发流程。蒸发机组的效数不宜少于 5 效。
- 17.1.3 蒸发器的形式宜选用降膜蒸发器，析盐效宜选用强制循环蒸发器。
- 17.1.4 蒸发器的热媒宜采用饱和蒸汽。
- 17.1.5 蒸发系统热量的利用应符合下列规定：
- 1 高温效出料母液应选择经济合理的自蒸发级数进行降温；
 - 2 母液自蒸发降温排出二次蒸汽的热量、各效二次蒸汽冷凝水的热量的热量，应在本系统内合理利用；
 - 3 若溶出来新蒸汽冷凝水应选择合理经济的自蒸发级数进行降温；
 - 4 水冷器的循环回水可作为赤泥洗涤用水，多余部分返回循环水站。
- 17.1.6 蒸发应采用新蒸汽冷凝水、二次蒸汽冷凝水分别自蒸发的流程。
- 17.1.7 新蒸汽冷凝水的热量经合理利用后，应经过检测，合格时应返回电厂，不合格时应送热水站，具备条件时，宜直接返回电厂使用。二次蒸汽冷凝水的热量经合理利用后应送热水站。
- 17.1.8 母液蒸发应设置原液槽，其储量应根据蒸发器组数、蒸水能力余量等综合确定，原液槽可配置在碱液调配工序或综合过滤工序。
- 17.1.9 蒸发原液可自流进入蒸发器组，不能自流时原液槽应配置原液泵，原液泵应变频调速，可不设备用。
- 17.1.10 母液蒸发应分别设置新蒸汽冷凝水泵和二次蒸汽冷凝水泵，新蒸汽冷凝水泵和二次蒸汽冷凝水泵宜设变频调速和备用。
- 17.1.11 蒸发器真空系统的真空泵宜选用水环式真空泵，真空泵应设置备用。
- 17.1.12 末效蒸发器后应设置水冷器，宜采用末效蒸发器分离室和水冷器一体结构，有条件时，也可采用其他末效二次汽降温形式。
- 17.1.13 蒸发器系统内部过料泵、循环泵、出料泵可不设备用，过料泵和出料泵应设变频调速。
- 17.1.14 蒸发装置能力大于 280t/h 的蒸发器宜采用分体式结构。

- 17.1.15 蒸发原液进末效蒸发器前宜设置原液自蒸发器。
- 17.1.16 新蒸汽总管必须设置安全阀，国家标准《压力管道安全技术监察规程》TSG D0001、《安全阀安全技术监察规程》TSG ZF001、《压力管道规范 工业管道》GB/T 20801 对安全阀设置都有明确要求，设计过程中要严格照按国家标准执行。泄压排出点必须符合安全要求。
- 17.1.17 蒸发器应定期进行水洗和酸洗，不宜在蒸发器内配制稀硫酸。
- 17.1.18 蒸发原液槽应设排气筒。
- 17.1.19 电力供应充裕的地区，通过经济比较，也可采用 MVR 蒸发器。

17.2 结晶碱分离

- 17.2.1 结晶碱浆液宜采用沉降槽分离，其底流再经过滤机分离的流程。
- 17.2.2 结晶碱沉降槽宜选用单层锥底沉降槽，露天配置。
- 17.2.3 结晶碱沉降槽可配备溢流槽，溢流泵和底流泵可设置备用。
- 17.2.4 当母液蒸发需添加结晶碱作种子时，应设置种子泵，种子泵可不设备用。
- 17.2.5 结晶碱浆液的过滤分离，宜选用立盘真空过滤机或板框压滤机。
- 17.2.6 真空过滤用真空泵宜选用水环式真空泵，并应设置备用。在真空泵前应设置气液分离器和水冷器。
- 17.2.7 一台结晶碱过滤机宜配备一台滤饼槽。滤饼泵应设置备用。

17.3 结晶碱苛化

- 17.3.1 结晶碱苛化应根据需要苛化的结晶碱量，确定采用间断苛化作业或连续苛化作业。采用连续苛化作业时，苛化槽的数量不宜少于 3 台，宜阶梯式配置。
- 17.3.2 苛化槽应选用机械搅拌槽。苛化槽的总有效容积，应根据苛化浆液量、苛化反应时间或间断苛化时的作业周期等因素经计算确定。连续苛化时，其苛化浆液出料泵应设置备用。
- 17.3.3 结晶碱苛化应设置石灰乳槽和石灰乳泵，连续作业时均应设置备用。
- 17.3.4 结晶碱苛化加热用热媒，宜为小于 0.6 MPa 的蒸汽，并可采用直接加热。
- 17.3.5 苛化渣浆液的分离可选用单层锥底沉降槽或真空过滤机。采用沉降槽时应设置溢流泵和底流泵，采用真空过滤机时应配备相应的真空系统、应设置滤液泵和滤饼泵。底流泵和滤饼泵应设置备用。

17.3.6 苛化浆液分离所得的沉降槽底流或过滤机滤饼（苛化渣）可用泵直接送往相应碱浓度的赤泥洗涤沉降槽。

17.3.7 苛化液（苛化浆液分离所得的沉降槽溢流液或滤液）宜送蒸发原液槽。

17.3.7 苛化槽应设排气筒。

17.4 液碱卸车贮运及固碱化碱

17.4.1 当生产系统补充碱为液碱(工业用液体氢氧化钠)时，应设置液碱卸车和液碱贮存设施。当生产系统补充碱为固碱(工业用固体氢氧化钠)时，应设置固碱贮存和固碱化碱设施。

17.4.2 当采用铁路槽罐车运输液碱时，应设置满足卸车货位要求的卸车栈线及相应设备。

17.4.3 卸车液碱泵的台数和卸车能力，应保证在允许停留时间内将每次到厂车辆全部卸完。

17.4.4 当采用汽车罐车运输液碱时，应设置卸车槽和输送泵。总平面布置应留有大于4台罐车同时卸碱的场地及罐车调头的回转场地。

17.4.5 固碱堆栈的贮存时间宜为7d~30d的液碱用量。

17.4.6 固碱化碱宜设置自动拆袋化碱设施。

17.4.7 液碱槽的储量宜为氧化铝厂10d~30d的液碱用量。北方地区的液碱槽下部应设置加热或伴热设施。

17.4.8 液碱槽出料泵的能力不应小于氧化铝生产小时平均用碱量的1.5倍，可不设备用。

17.4.9 液碱贮运宜设置一台液碱泵为种分槽泡槽提供液碱。

17.4.10 液碱贮运宜设置一台液碱泵为絮凝剂制备工序制备碱水提供液碱。

17.4.11 液碱卸车贮运及片碱化碱作业现场应设置和配备安全防护设施和用具。

17.4.12 液碱槽应设排气筒。

17.5 碱液调配

17.5.1 拜耳法和联合法生产应设置碱液调配工序。

17.5.2 碱液调配应设置碱液调配槽和合格碱液槽。碱液调配槽宜配置于合格碱液槽的上方。

17.5.3 合格碱液槽的贮量宜为4h~8h的循环碱液用量。

17.5.4 若场地条件允许，碱液宜自流去料浆磨制工序和预脱硅工序，若不能自流应设碱液泵，碱液泵应设置备用。

17.5.5 碱液调配宜设置一台碱液泵为碱洗补充碱液。

17.5.6 合格碱液槽应设排气筒。

17.6 热水站

17.6.1 热水站工艺设计应根据全厂水平衡计算后综合确定。

17.6.2 氧化铝厂工艺用水宜在热水站汇总并进行分配。

17.6.3 热水站应设置赤泥洗水槽和赤泥洗水泵，均宜设置备用，赤泥洗水泵应采用变频调速。

17.6.4 热水站应设置中温热水槽、高温热水槽和中温热水泵、高温热水泵。热水泵均应采用变频调速并设置备用。

17.6.5 赤泥洗水槽应与中温热水槽、高温热水槽分区布置。

17.6.6 热水用新蒸汽加热宜采用加热器。

17.6.7 赤泥洗水槽、中温热水槽和高温热水槽应设排气筒。

17.7 酸洗站

17.7.1 氧化铝厂应设置一个酸洗站。

17.7.2 酸洗站应设浓酸槽、稀酸槽和缓蚀剂槽。稀酸槽宜为 2 台。

17.7.3 浓酸槽和稀酸槽严禁采用地下配置。

17.7.4 浓酸槽排气口宜设干燥器。

17.7.5 稀酸槽应采取措施防腐蚀。

17.7.6 稀酸槽与基础之间宜采取散热措施。

17.7.7 浓酸泵和稀酸泵宜设置备用。

17.7.8 浓硫酸和稀硫酸不应采用压缩空气输送。

17.7.9 稀硫酸管道可采用内衬 PP 或内衬 PTFE 的碳钢管道。

17.7.10 废酸应中和后排赤泥堆场。

17.7.11 本区域围堰内容积应大于单台浓酸槽或稀酸槽最大容积。

17.7.12 酸洗站内基础、地坪、围堰、楼梯、平台、栏杆应做防腐蚀处理。

17.7.13 酸洗站作业现场应设置和配备安全防护设施和用具。

18 氢氧化铝焙烧及产品包装与堆存

18.1 氢氧化铝焙烧

- 18.1.1 氢氧化铝焙烧应选用流态化焙烧炉。
- 18.1.2 氢氧化铝焙烧炉的小时生产能力应符合下列规定：
- 1 拜耳法生产时，应与溶出的氧化铝生产能力匹配；
 - 2 烧结法生产时，应与熟料溶出的氧化铝生产能力匹配；
 - 3 串联法生产时，应与溶出和熟料溶出的氧化铝生产能力相适应。
- 18.1.3 焙烧系统的设备应露天配置。应设客货两用电梯。
- 18.1.4 焙烧炉氢氧化铝喂料仓的有效贮量，不应少于焙烧炉满负荷生产时 30min 的用量。
- 18.1.5 焙烧炉鼓风机或引风机的选择应符合下列规定：
- 1 风机的风量和风压的富裕系数，宜取 1.15~1.2；
 - 2 风机应设变频调速装置；
 - 3 鼓风机应设置空气滤清器和消音器。
- 18.1.6 焙烧炉用燃料可分别采用重油、天然气、发生炉煤气或焦炉煤气。
- 18.1.7 当以重油为燃料时，应设置轻油设施。重油和轻油系统设计应符合下列规定：
- 1 轻油罐宜设置 1 台，应露天配置，其贮量应根据焙烧炉启动点火及烘炉的要求确定；
 - 2 轻油泵宜选用螺杆泵或齿轮油泵；
 - 3 重油罐宜设置 2 台，罐内应装有蒸汽加热器，可露天配置。重油罐的总容积应大于焙烧炉满负荷生产时 1d 的用油量；
 - 4 1 台焙烧炉宜配备 2 台重油泵，一用一备；
 - 5 重油泵前应设过滤器，重油泵后应设重油预热器；
 - 6 重油管路应设置扫线和伴热蒸汽管；
 - 7 重油系统应设置污油回收设施。
- 18.1.8 用燃气作燃料时，车间必须设置煤气泄露检测、放空、置换相应装置。
- 18.1.7 使用煤气作燃料时，应符合现行国家标准《工业企业煤气安全规程》GB 6222 的规定。

18.2 氧化铝贮存

18.2.1 产品氧化铝的贮量，应包括贮仓和堆栈氧化铝贮量的总和，设计氧化铝的总贮量宜为 10d~15d 氧化铝的产量。

18.2.2 氧化铝仓若采用钢仓，应顶部中心进料和底部中心出料，不得在其他位置开口进出料。

18.2.3 当采用铁路和公路槽罐车运输氧化铝时，应分别设置满足货位要求的装车仓及相应的装车设施。

18.2.4 氧化铝仓的除尘设施应选用袋式除尘器。

18.3 产品包装与堆存

18.3.1 氢氧化铝包装与堆存设计应符合下列规定：

- 1 氢氧化铝产品包装堆栈的设置及其规模应根据氧化铝厂设计产品方案确定；
- 2 氢氧化铝包装应采用机械化设施；
- 3 当配备固定式缝口机时，应同时配备手提式缝口机；
- 4 装有固定式缝口机的胶带输送机其带速，应与缝口机走针速度一致，不宜大于 0.3 m/s。

18.3.2 氧化铝产品包装与堆存设计应符合下列规定：

- 1 氧化铝包装及堆栈设施应靠近氧化铝贮仓配置；
- 2 氧化铝包装可采用袋装或散装；
- 3 包装机的选型和台数应根据工厂规模、包装袋规格、袋装与散装产品比例及运输条件等因素确定；
- 4 袋装氧化铝宜采用 1.5 吨袋包装；
- 5 应根据运输和发运条件、袋装与散装产品比例、包装能力等因素，确定包装堆栈的贮量。火车装运时，堆栈站线长度应根据一次来车的数量和装车时间确定；
- 6 包装机应可以自动计量，包装机所在平面应有足够的操作和包装袋转运空间；
- 7 包装堆栈应设置满足吊运和装车要求的起吊运输设备；
- 8 袋装堆栈及铁路专用线上方应设防雨棚，站台与铁路装车线之间的配置应符合现行国家标准《III、IV级铁路设计规范》GB 50012 的规定；
- 9 包装堆栈应设置包装袋库，包装袋库的贮存量应根据包装袋供应来源确定；
- 10 包装系统的扬尘点应设袋式除尘设施；

11 汽车散装时应在封闭厂房内进行，散装汽车应设置防雨、防泄漏等设施。

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

- 《III、IV级铁路设计规范》GB 50012
- 《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046
- 《烟囱设计规范》GB 50051
- 《工业企业总平面设计规范》GB 50187
- 《工业设备及管道绝热工程设计规范》GB 50264
- 《带式输送机工程设计规范》GB 50431
- 《导（防）静电地面设计规范》GB 50515
- 《有色金属企业总图运输设计规范》GB 50544
- 《用户电话交换系统工程设计规范》GB/T 50622
- 《有色金属工程设计防火规范》GB 50630
- 《有色金属冶炼厂电力设计规范》GB 50673
- 《有色金属冶炼厂收尘设计规范》GB 50753
- 《有色金属选矿厂工艺设计规范》GB 50782
- 《有色金属冶炼厂自控设计规范》GB 50891
- 《有色金属冶炼厂节能设计规范》GB 50919
- 《干法赤泥堆场设计规范》GB 50986
- 《有色金属工业环境保护工程设计规范》GB 50988
- 《水泥厂脱硝工程技术规范》GB 51045
- 《有色金属工业厂房结构设计规范》GB 51055
- 《工业建筑涂装设计规范》GB/T 51082
- 《有色金属工程设备基础技术规范》GB 51084
- 《烟气脱硫工艺设计标准》GB 51284
- 《压力容器》GB 150
- 《工业用氢氧化钠》GB/T 209
- 《工业碳酸钠及其试验方法 第1部分：工业碳酸钠》GB 210.1
- 《工业硝酸 浓硝酸》GB/T 337.1
- 《工业硫酸》GB/T 534
- 《镓》GB/T 1475

《冶金焦炭》 GB/T 1996

《耐火纤维及其制品》 GB/T 3003

《氢氧化铝》 GB/T 4294

《起重机械安全规程 第1部分：总则》 GB/T 6067.1

《工业企业煤气安全规程》 GB 6222

《普通用途织物芯输送带》 GB/T 7984

《建筑材料及制品燃烧性能分级》 GB 8624

《高纯镓》 GB/T 10118

《一般用途织物芯阻燃输送带》 GB/T 10822

《带式输送机 安全规范》 GB 14784

《粉尘防爆安全规程》 GB 15577

《天然气》 GB 17820

《选矿安全规程》 GB/T 18152

《帆布芯耐热输送带》 GB/T 20021

《压力管道规范 工业管道》 GB/T 20801

《有色金属冶炼企业能源计量器具配备和管理要求》 GB/T 20902

《起重机 安全使用 第1部分：总则》 GB/T 23723.1

《铝土矿石》 GB/T 24483

《氧化铝》 GB/T 24487

《用水单位水计量器具配备和管理通则》 GB 24789

《起重机 通道及安全防护设施 第1部分：总则》 GB/T 24848.1

《铝工业污染物排放标准》 GB 25465

《炉用燃料油》 GB 25989

《氧化铝安全生产规范》 GB 30186

《起重机械 检查与维护规程 第1部分：总则》 GB/T 31052.1

《节水型企业 氧化铝行业》 GB/T 33232

《连续搬运机械 装卸机械 安全规范》 GB/T 35016

《节能评估技术导则 氧化铝项目》 GB/T 36718

《化工设备、管道外防腐蚀设计规范》 HG/T 20679

《清洁生产标准 氧化铝业》 HJ 473
《袋式除尘工程通用技术规范》 HJ 2020
《电除尘工程通用技术规范》 HJ 2028
《绝热用硅酸镁纤维毯》 JC/T 2367
《减温减压装置》 NB/T 47033
《压力管道安全技术监察规程》 TSG D0001
《固定式压力容器安全技术监察规程》 TSG R0004
《安全阀安全技术监察规程》 TSG ZF001
《冶金石灰》 YB/T 042
《冶金用石灰石》 YB/T 5279
《有色冶金选矿用石灰》 YS/T 468
《冶金氧化铝》 YS/T 803
《氧化铝厂通风除尘与烟气净化设计规范》 YS/T 5036

中华人民共和国国家标准

氧化铝厂工艺设计规范

GB 50530—××××

条文说明

修 订 说 明

《氧化铝厂工艺设计规范》GB 50530-××××，经住房和城乡建设部××××年××月××日以第××××号公告批准发布。

本规范是在《氧化铝厂工艺设计规范》GB 50530-2010 的基础上全面修订而成，上一版的主编单位是中铝国际工程有限责任公司沈阳分公司（沈阳铝镁设计研究院），参编单位是中铝国际工程有限责任公司贵阳分公司（贵阳铝镁设计研究院）、山东齐韵有色冶金工程设计院有限公司、中国铝业股份公司山西分公司设计院、河南华慧有色工程设计有限公司，主要起草人是廖新勤、刘润田、田兴久、葛长礼、万柱标、韩安玲、张汝发、郭焕雄、王小玲、杨小平、高贵超、张丰杰、张占明、李学武、戢兆丰、顾敏，主要审查人是吕子剑、王贵新、皮溅清、石刚、谷圣新、路会芳、邹韶宁、黄聪明。

本规范在修订的过程中，总结了近年来国内氧化铝工业在科研、设计、生产等领域中的发展和技术进步的成果，并通过广泛调研，同时借鉴了国内外相关标准和工程实践经验，并在全国范围内多次征求有关单位及业内专家的意见，对一些重要问题进行了专题研究和反复讨论，最后召开了专家审查会议，共同审查定稿。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《氧化铝厂工艺设计规范》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需要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做了解释。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1 总 则	63
2 术 语	65
3 基本规定	68
4 原料、辅料与燃料	74
4.1 原料	74
4.2 辅料	74
4.3 燃料	74
5 原、燃料贮运与铝土矿破碎	76
5.1 原、燃料卸车设施	76
5.2 原、燃料堆场	77
5.3 铝土矿破碎	78
6 石灰烧制与石灰乳制备	80
6.1 石灰烧制	80
6.2 石灰乳制备	81
7 铝土矿选矿	82
7.2 磨矿分级	82
7.3 浮选	83
7.4 药剂贮存、制备与添加	85
7.5 脱水	85
7.6 检修设施	86
7.7 自动控制、检测与计量	86
8 料浆制备	88
8.1 料浆磨制	88
8.2 选矿拜耳法原矿浆制备	88

8.3	拜耳法赤泥过滤	89
8.4	碱粉卸车贮运及堆栈	89
8.5	烧结法生料浆调配	90
9	预脱硅与溶出	92
9.1	预脱硅	92
9.2	喂料泵	93
9.3	溶出	94
10	熟料烧成与熟料破碎	96
10.1	煤粉制备	96
10.2	熟料烧成	97
10.3	熟料破碎	100
11	熟料溶出	101
12	赤泥分离洗涤及外排	102
12.1	赤泥分离与洗涤	102
12.2	絮凝剂制备	103
12.3	赤泥外排	103
12.4	赤泥选铁	104
12.5	赤泥压滤	104
13	综合过滤	106
13.1	控制过滤	106
13.2	精液降温	106
13.3	种子过滤	107
13.4	碱洗	108
14	烧结法粗液脱硅	109
14.1	粗液脱硅	109
14.2	硅渣分离	110
15	铝酸钠溶液分解	111

15.1	种子分解	111
15.2	碳酸化分解	112
16	氢氧化分离洗涤与贮存	113
16.1	氢氧化铝分离与洗涤	113
16.2	氢氧化铝贮仓	113
17	母液蒸发及苛化与碱液调配	114
17.1	母液蒸发	114
17.2	结晶碱分离	115
17.3	结晶碱苛化	116
17.4	液碱卸车贮运及固碱化碱	116
17.5	碱液调配	117
17.6	热水站	117
17.7	酸洗站	118
18	氢氧化铝焙烧及产品包装与贮存	119
18.1	氢氧化铝焙烧	119
18.2	氧化铝贮存	119
18.3	产品包装与堆存	120

1 总 则

1.0.1 我国的氧化铝工业是新中国成立后建设和发展起来的，至今已有六十多年的历史。随着我国铝工业的不断发展，氧化铝厂工艺设计和生产已积累了丰富的知识和实践经验。在统一、简化、协调、择优的原则下，通过应用多年来国内氧化铝工业在科研、设计、生产等领域技术进步的成果，结合我国氧化铝厂工艺设计和生产的实践经验，加以总结分析，提炼为氧化铝厂工艺设计在技术上统一的标准和要求，以达到推动技术进步，提高设计质量和经济效益的目的。

1.0.2 本条确定了规范的适用范围为新、扩建和改建的以一水硬铝石型、三水铝石型和混合型铝土矿为原料，产品为冶金级氧化铝的大、中型氧化铝厂工艺设计。也适用于氧化铝生产局部工艺流程技术改造的工艺设计。

1.0.3 本条规定了对氧化铝厂工艺设计的要求，要提高工艺设计的综合效益，提供技术先进，节省投资，安全可靠，经济适用的优质设计。

1.0.4 根据国内外的建设经验，氧化铝厂通常采用一次规划，分期建设的方案。因此，对于分期建设的氧化铝厂，要全面规划、合理确定分期建设规模和建设方案，并为远期建设创造必要的条件，避免由于规划考虑不周造成不应有的损失。

1.0.5 我国氧化铝厂的建设实践表明，在老厂改、扩建时充分利用原有的生产设施、公用设施和生活福利设施，可以收到投资省、收效快的效果。在改建、扩建中充分发挥已有资源的作用，是改建、扩建设计的重要内容之一。改建、扩建设计中要深入现场，要注意落实地下管线、电缆沟等布置情况，保证项目实施的可行性，同时还要注意施工和生产的交叉，尽量避免和减少建设对生产的影响。

1.0.6 工信部于2013年7月18日发布了《铝行业规范条件》（工信部，2013年第36号），对氧化铝厂的能源消耗、资源综合利用提出了具体要求，分别为新建拜耳法氧化铝生产系统综合能耗要求低于480千克标准煤/吨氧化铝；采用铝土矿铝硅比大于7的新建拜耳法氧化铝生产系统，氧化铝综合回收率达到80%以上，鼓励增加赤泥综合处理回收技术及流程，进一步提高氧化铝的回收率并降低碱耗，新水消耗低于3吨/吨氧化铝，占地面积小于0.5平方米/吨氧化铝。

1.0.7 依据《中华人民共和国特种设备安全法》（主席令，2013年第四号）和《特种设备安全监察条例》（国务院，2003年第373号）的要求，要加强特种设备安全工作，防止和减少特种设备事故，保障人民群众生产和财产安全，故制定本条文。

根据《特种设备目录》（质检总局，2014年第114号）氧化铝厂的特种设备主要有压力容器、压力管道、电梯、起重机、厂内机车、安全阀等。

2 术 语

2.0.2 铝土矿矿床类型分为沉积型、堆积型和红土型。铝土矿矿石类型分为自然类和工业类型两种：

自然类型按结构构造分为土状（粗造状）、致密状、豆状、鲕状、碎屑状、角砾状铝土矿等，按颜色分为白色、灰色、黑色、红色、浅绿色铝土矿等，按主要的铝矿物成分分为一水型铝土矿、三水型铝土矿和混合型铝土矿。我国已知铝土矿以一水型铝土矿为主，也有少量三水型和混合型铝土矿。

工业类型按矿石 Al_2O_3 含量、铝硅比值、工业用途、提取氧化铝的方法及杂质含量划分矿石工业类型，如高铝耐火材料铝土矿、电熔刚玉铝土矿、高铝水泥铝土矿、拜耳法生产氧化铝或烧结法生产氧化铝用铝土矿以及高铁、低铁铝土矿，高硫、低硫铝土矿等。

2.0.7 拜耳法是由奥地利人 K. J. 拜耳在 1887 年—1892 年提出而得名并沿用至今。一百多年来虽有许多改进和发展，但基本原理没有改变。这种方法流程简单，能耗低，产品质量高，是国际上普遍采用的一种氧化铝生产方法。目前世界上 90% 以上的氧化铝是由该法生产的。

由于矿石中的氧化硅在溶出过程中与铝酸钠溶液反应生成铝硅酸钠进入赤泥造成碱和氧化铝的消耗，故该法仅适于含活性氧化硅量较低的铝土矿。

2.0.8 早在拜耳法提出之前，法国人勒·萨里特在 1858 年就提出了碳酸钠烧结法。即用碳酸钠与铝土矿烧结得到铝酸钠进一步制取氧化铝。矿石中的氧化硅仍是以铝硅酸钠的形式转入赤泥。该法产品质量差、流程复杂、耗热量大，拜耳法问世后此法已被淘汰。

后来发现用碳酸钠和石灰石按一定比例与铝土矿烧结使氧化硅转化为难溶的原硅酸钙，因而在很大程度上减轻了氧化硅的危害，使氧化铝、氧化钠的损失大为减少，这样就形成了碱石灰烧结法，是国内外工业上采用的方法。该法适用于处理含硅量高的铝土矿。此外还有石灰与铝土矿烧结的石灰烧结法，统称为烧结法。

2.0.10 20 世纪 40 年代初，美国原料短缺靠进口高品位铝土矿，转而利用本国低品位三水铝石矿生产氧化铝，开发了拜耳-烧结串联联合法，简称串联法。该法俄文名称为 $\text{п о с л е д о в а т е л ь н ы й с п о с о б о а й е р - с п е к а н и е}$ 。

20 世纪 60 年代，前苏联也利用本国三水铝石矿建立了串联法厂。

对于处理含硅量较高的铝土矿采用这种方法具有氧化铝总回收率高、产品质量好、碱耗低、成本低的优点。

2.0.16 苛性比即铝酸钠溶液中苛性钠 Na_2O 与 Al_2O_3 的摩尔比，我国和前苏联习惯用符号 α_k 表示，表示溶液中氧化铝的饱和程度，是铝酸钠溶液的一个重要特性参数，也是氧化铝生产中一项重要指标。同样性质的参数，欧州有的厂家习惯用 Al_2O_3 与苛性 Na_2O 的质量比表示，符号为 R_p ，北美和澳大利亚的厂家也习惯用 Al_2O_3 与苛性 Na_2O 的质量比表示，但其中的 Na_2O 以 Na_2CO_3 计算，符号为 A/C 。它们之间的换算关系为：

$$\alpha_k \cdot R_p = 1.645 : R_p = 1.7097 (A/C) : \alpha_k \cdot (A/C) = 0.9623$$

2.0.18 由于氧化铝生产的残渣中含氧化铁较多，呈红色而得名。英文名称为：**red mud**，俄文名称为 **к р а с н ы й ш л а м**，直译均为赤泥。

残渣中铁含量不同，生产工艺不同产出的残渣成分不同，颜色深浅各异，习惯上均用“赤泥”这一术语。铝土矿经溶出后的残渣通常称拜耳法赤泥，熟料溶出后的残渣称烧结法赤泥，一般统称赤泥。北美则称烧结法熟料溶出后的残渣为褐泥（**brown mud**）以区别于拜耳法赤泥。

2.0.19 溶出实质上是采用新蒸汽对含苛性碱的原矿浆加热到溶出温度，保证一定的停留时间后完成溶出反应，溶出后矿浆再逐级闪蒸降温降压的过程。

2.0.20、2.0.21 铝土矿中的氧化铝和氧化硅以不同的矿物形态存在，在一定的溶出条件下有些矿物能与碱反应，有些则不能。例如一水硬铝石型铝土矿中的氧化铝在溶出三水铝型铝土矿的条件下不与碱反应，即使它的含量再高也不能计入有效氧化铝含量中，以石英状态存在的氧化硅在此溶出条件下也不与碱反应，不能计入活性氧化硅含量中。然而对一水硬铝石型铝土矿的溶出条件，一水硬铝石型铝土矿中的氧化铝全部当作有效氧化铝，氧化硅全部当作活性氧化硅。

2.0.28 也通常译为 **security filtration**，也称之为铝酸钠溶液精滤。

2.0.33 20 世纪 70 年代瑞士铝业公司在澳大利亚戈弗氧化铝厂首先成功地开发了用浓度较高的铝酸钠溶液生产砂状氧化铝的“新瑞铝法”，即两段分解技术。其实质是将种分过程分为晶体附聚与长大两个阶段。在附聚阶段控制分解在较高的温度下进行，并控制细晶种的数量。附聚作用基本完成后，经冷却，加入粗晶种，进入晶

体长大阶段。第一阶段也称之为细晶种附聚段，第二阶段也称之为加入粗晶种的晶体长大段。

2.0.38 氢氧化铝焙烧通常采用流态化焙烧炉，流态化焙烧炉从开始研究到工业应用，经历了浓相流态床向稀、浓相结合以至稀相流态化煅烧的发展过程。

流态化闪速焙烧炉是美铝（Alcoa）在 20 世纪 60 年代研制开发的氢氧化铝流态化焙烧炉。英文名称为 Fluid Flash Calciner，简称 F.F.C。其特点是稀相载流烘干和焙烧，浓相流化床保温，多级旋风筒和流化床冷却。

循环流化床焙烧炉是前西德鲁奇公司（Lurgi）与联合铝公司（VAW）在 20 世纪 70 年代研制开发的氢氧化铝流态化焙烧炉。英文名称为 Circulating Fluid bed Calciner，简称 C.F.B.C，其特点是稀相载流烘干和高度膨胀流化床焙烧，多室流化床冷却。

气态悬浮焙烧炉是丹麦史密斯公司（F.L.Smith）于 20 世纪 80 年代研制开发的氢氧化铝流态化焙烧炉。英文名称为 Gas Suspension Calciner，简称 G.S.C。其特点为全稀相载流烘干和焙烧。氢氧化铝预热、焙烧、高温氧化铝冷却均在悬浮状态下完成，只在低温氧化铝冷却采用了流化床。

3 基本规定

3.0.1 本条是为了贯彻国家《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国清洁生产促进法》，保护环境而制定的。

根据国家现行标准《清洁生产标准 氧化铝业》HJ 473 中的规定，清洁生产标准分为六类，即生产工艺与装备要求、资源能源利用指标、产品指标、污染物产生指标（末端处理前）、废物回收利用指标和环境管理要求。

清洁生产要求拜耳法企业生产工艺技术采用间接加热强化溶出技术、高效沉降技术、流态化焙烧技术、降膜蒸发及强制循环蒸发排盐新技术等，推进生产设备的大型高效化；联合法企业还应采用间接加热脱硅技术等。

3.0.2 拜耳法具有工艺流程简单、生产操作方便、综合能耗低、氧化铝回收率高等特点，一般用于处理铝硅比较高的铝土矿。

烧结法具有工艺流程长、生产操作复杂、综合能耗高、氧化铝回收率低等特点，一般用于处理铝硅比较低的铝土矿。

串联法是替代并联法、混联法的一种生产工艺，用于处理铝硅比较低的铝土矿，已成功在我国氧化铝生产中采用。而创新串联法是在此基础上研发而来的，该技术已获得工业应用，其技术特点和创新点是：

1 在国内首次开发了工业化低铝硅比烧结技术，突破了工业化烧结低铝硅比熟料的技术难关；

2 开发了低碳钠熟料溶出工艺技术，大幅度降低了粗液碳钠含量，减少了对生产系统的影响；

3 开发了高浓度、高固含烧结法熟料溶出赤泥浆液快速分离洗涤成套工艺技术与装备；

4 开发了粗液全合流脱硅补碱工艺，大大简化了工艺流程，降低了能耗。

生产实践证明，创新串联法工艺技术可使熟料 A/S 降低到 1.5，粗液碳钠浓度 5g/L，熟料氧化铝和氧化钠净溶均提高了 2 个百分点以上，有效降低了氧化铝生产的矿耗、碱耗、能耗和生产成本，经济效益显著，因此在拜耳法不经济时推荐采用创新串联法。

目前，由于矿石铝硅比下降的原因，一些工厂已经使用铝硅比为 4.0~4.5 的铝土矿进行拜耳法工艺生产，当铝硅比低于 5.0 时，选用何种氧化铝生产方法要经过

技术经济比较后确定。

3.0.3 目前,国内氧化铝、氢氧化铝产品的现行标准规定了产品中的 Al_2O_3 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Na_2O 及灼减等主要化学成分的要求,其中有色标准中给出了产品的粒度、安息角、磨损指数、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 含量、松装密度等物理性能的部分要求。对产品的物理性能有要求时,要根据实际需要和用户的要求,另行确定产品的物理性能。

对用于石油、化工、电子、耐火材料等工业部门有特殊要求的氧化铝、氢氧化铝产品,属于精细氧化铝产品,不包括在本规范之列。

3.0.5 本条规定为了避免在采用新流程、新工艺、新设备时可能出现的随意性,缺乏技术经济分析和论证而导致不必要的损失。

3.0.6 工艺设计所选取的技术条件和指标,要求以工业生产资料或可靠的半工业试验、矿石加工试验资料以及可以采信的其他资料,如国内外的报价书、合同等为依据,并要进行优化分析,特别是涉及全流程的技术条件和指标,要做全面的技术经济分析。在选取试验数据时,还要考虑到试验条件和工业条件的差异所带来的影响。

3.0.7 全厂物料衡算是氧化铝厂工艺设计的基本计算。

单位产品流量 ($\text{kg/t-Al}_2\text{O}_3$ 或 $\text{m}^3/\text{t-Al}_2\text{O}_3$) 是物料衡算计算出的结果。平均小时流量 (t/h 或 m^3/h) 是指按年氧化铝产量除以年日历小时数 (8760h),再乘以单位产品流量计算出的小时流量。最大小时流量 (t/h 或 m^3/h) 是在平均小时流量的基础上,并考虑了主机设备运转率后计算出的流量。

3.0.10 氧化铝生产过程中的主机,主要是指决定全厂氧化铝产量和生产系统物料流量的主体设备,如溶出、熟料烧成和熟料溶出等设备。其上下游工序的设备要求保证主体设备生产的连续运行和产能的充分发挥,才能保证达到设计的氧化铝产量。

3.0.11 在过去的设计中,曾发生过仅用几个月的生产运行数据作为设计依据。由于短时间的运行数据,一般并不能完全反映和代表全年平均的实际生产情况。因此,此条文明确规定在选用设备产能和运转率指标时,要求取其年平均数据。

3.0.12 在分离氢氧化铝后的分解母液中,含有 $1\text{g/L}\sim 2\text{g/L}$ 或更多的浮游物,即细氢氧化铝。这部分氢氧化铝在生产系统中无效循环,增加了物料流量和能量消耗及清理工作量。将分解母液通过过滤,分离出其中的细氢氧化铝,可以起到提高氧化铝产量、降低能耗的效果、也减少了清理工作量。分离出的细氢氧化铝能返回流

程作铝酸钠溶液分解的晶种或作其他用途。

3.0.13 铝土矿中含有稀有金属镓，从氧化铝生产过程中提取镓，是目前世界上生产镓的主要途径。由于氧化镓的某些性质与氧化铝相近，在氧化铝生产过程中被富集。因此，可以在生产氧化铝的同时，有效的提取副产品镓。在氧化铝厂中是否设置镓回收过程，要根据铝土矿中镓的含量和市场需求来决定。目前，国内已有从拜耳法、烧结法和串联法氧化铝生产中提取镓的成熟技术和经验。

3.0.15 氧化铝厂使用的原材料、燃料的种类较多，工艺流程复杂，生产过程连续性强，对生产控制的要求比较严格，需要对原材料和燃料以及生产过程中各工序的物料进行经常性的检测和控制分析。因此，要求设置有较完善的检测、分析设施。我国氧化铝厂多年的生产实践表明，设置集中的中心化验室是合适的。

3.0.16 工艺总平面布置既要工艺流程流向合理，又要尽可能的缩短物料的输送距离，将关系密切的生产过程及其控制室等靠近布置，以节约用地、降低物料转运的能耗，也有利于生产控制和管理。同时也要结合地形、地质情况和工厂的发展合理布局。

结合我国的实际情况和氧化铝厂通常是分期建设的特点，要求根据需要在总图布置和车间配置上，留有合理发展的余地，并要求考虑与后续建设有关的建（构）筑物的衔接，处理好前期建设与后期发展的关系，避免由于考虑不周给企业发展带来不必要的困难和损失。

3.0.18 氧化铝厂的大型槽体有可能发生冒槽甚至跨槽事故，高压设备、高压管路、压力容器有可能发生泄露甚至爆炸事故。事故一旦发生，将对生产、生活设施内的人员造成严重的人身伤害。因此，生产、生活设施与这些危险源要求留有安全间距是必要的，操作室不能置于压力容器上方，应执行现行国家标准《工业企业设计卫生标准》GBZ 1 的规定。本条为强制性条文，必须严格执行。

3.0.19 车间配置是根据生产过程的工艺流程对设备进行配置，以实现按工艺要求完成生产过程。工艺配置不仅要确定设备的安装位置、设备之间的相互连接关系，还要在车间的平面和空间上满足生产操作、维修、施工安装以及通行方便的需要。因此，在进行车间配置时，要求结合工艺流程和设备选型全面考虑，合理配置，既要满足上述各方面的要求，又要尽量节省投资费用。

3.0.21 近年来，国内氧化铝厂的生产控制和管理水平有较大提高，老厂在不断提

升氧化铝生产控制和管理的自动化装备水平。新建氧化铝厂和有的老厂已采用全厂管/控一体化网络系统，使生产过程控制自动化和管理信息化，实现全厂的统一自动化科学管理。

3.0.22 近几年国内各氧化铝生产企业积极开展企业智能化控制升级改造，建议有条件的企业通过实施智能化控制，以达到稳定生产、优化指标的目的，提升企业现代化水平。

氧化铝生产可采用生产机理、大数据统计分析、机器自学习等方法建立控制模型，借助在线仪表，针对生产中出现的不同状况进行分析，并自动做出调整建议，经人工确认或直接下发至生产控制系统，从而使生产得到及时调整，实现生产稳定，指标优化。

3.0.29 氧化铝厂要排出大量残渣—赤泥及含碱附液。目前，国内氧化铝厂排出的赤泥，除个别厂少量赤泥用于生产硅酸盐水泥和其他用途外，基本上都排放至赤泥堆场堆存。赤泥堆场库容量大至几百万立方米、甚至上千万立方米，赤泥堆场一般都设在山谷或沟壑处，所以赤泥堆场设计要符合防洪要求；赤泥附液碱浓度很高，一旦泄露将对地下水和地表水造成污染，因此赤泥堆场要求做防渗处理，并要求满足环保对防渗的要求。

3.0.30 目前，干法堆存已成为赤泥堆存的主流技术。

3.0.31 在氧化铝生产中，由于跑、冒、滴、漏和设备、管路的放料、清洗等原因造成的生产污水要求予以回收，目的是避免造成氧化铝、氧化钠的损失和环境污染。生产污水回收系统是指车间内部的污水沟、污水槽和污水泵等设施。

3.0.35 本条对氧化铝厂固体物料输送作出规定。

3 凡是可以用胶带输送机输送的物料，要求优先选用胶带输送机。胶带输送机与其他固体物料输送设备相比，具有结构简单、轻便灵活、输送能力大、动力消耗少、运行可靠、维护检修工作量少等一系列优点。

5 根据氧化铝物料的性质和生产实践经验，不推荐采用吊轴承螺旋输送机，因轴承磨蚀严重，易损坏。

6 由于生产是连续的，故当间断供料时，为保证后续工序的连续运行，需设仓贮设施。因此无论是单路或双路供料系统，都要求有大于正常生产流量的输送能力，在供料间断时，由料仓供料，以维持生产的连续运行。

7 当连续供料系统的设备计划检修和发生事故影响生产连续运行时，可以设置备用。当供料系统前后有仓贮设施，短时间停车不影响生产运行时，也可以不设备用。

8 凡是与主机设备联动的输送设备，要求与主机的开停保持一致。多台输送设备联动时，往往是前一台设备的开停是后一台设备开停的条件，它们之间互相连贯，相互制约。因此，要求采用联锁控制。参与联锁控制的输送设备，不可避免的会出现带料起动的情况，所以驱动能力要求符合满载启动的要求。

3.0.36 离心泵都有为维持泵正常运行所需要的汽蚀余量（NPSH）的要求，泵样本上给出的汽蚀余量通常是在标准状况下标定的。因此，要求根据泵运行的工况条件（进口压力和温度）进行安装高度的计算，在进行泵与其相关设备的配置时，使泵有满足汽蚀余量要求所需要的安装高度，以免泵在运行时产生汽蚀。遇有特殊情况，如安装空间不够，靠调整安装高度避免不了泵在运行时产生汽蚀，则只有选择汽蚀余量适宜的泵。

3.0.37 空气压缩机、风机等的性能一般是在标准状态下（ $P=101325\text{Pa}$ ， $t=20^\circ\text{C}$ ）标定的。熟料窑，氢氧化铝焙烧炉、石灰炉（窑）等工艺计算，一般也是以标准状态为计算基准。随着海拔高度的增加，大气压相应降低，当厂区海拔高度大于 500m 时，大气压下降已超过 5%，在设备选型和熟料窑等热工计算中已不能忽略。因此，规定当厂区海拔高度大于 500m 时，要求根据当地大气压的数值做相应的校正。

3.0.40 本条对氧化铝厂的设备和管道绝热设计作出规定。

1 本条规定了氧化铝厂设备和管道绝热设计要求满足现行国家标准《工业设备及管道绝热工程设计规范》GB 50264 的有关要求。

2 由于绝热材料及制品的不燃性、阻燃性直接涉及人民生命财产安全，为保证生产安全，要求燃烧性等级不低于现行国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624 中规定的 A2 级材料。本条为强制性条文，必须严格执行。

3 石棉由于有害健康，在许多国家已禁止使用。人造矿物纤维作为石棉的代用品，由于其良好的绝热性，对人体健康相对影响较小，应用越来越广泛。虽然人造矿物纤维被广泛应用，但这类纤维物质的健康效应仍在研究和进一步认识之中。因此安全使用并最大限度地减少这类纤维可能引起的健康损害，仍然要求严格遵守。

人造矿物纤维对人体健康产生影响的根源就是其材料或制品中含有有机物，有

机物在使用过程中会挥发，刺激口腔与鼻腔等器官，对人体健康产生影响。根据现行国家标准《使用人造矿物纤维绝热棉职业病危害防护规程》GBZ/T 198 的有关要求，需要对绝热材料及制品中的有机物含量进行控制，有机物越低越好，故规定有机物控制在 5% 以下；须首先推荐采用不含有机物的绝热材料及制品。根据有关资料，可溶纤维又称碱土硅酸盐纤维，其碱土金属氧化物含量不低于 18%，对人体无致癌特性。绝热材料及制品中要求杂质三氧化二铁含量不高于 0.6%，是为了防止纤维在高温时出现析晶粉化，将缩短使用寿命。

4 硅酸镁纤维是可溶性碱土硅酸盐纤维，这种纤维在人体体液中有一定的溶解性，易降解，在人体内停留时间短，对人体健康损害小，无污染，属于欧洲法令 97/69/EC 的 Nota Q 标准规定的非致癌物质分类范畴，同时该材料还具有容重小、导热系数低、使用温度高（最高使用温度 $\leq 1000^{\circ}\text{C}$ ）、热损失少、抗腐蚀性能强、抗拉强度高、使用寿命长、施工便捷、隔音等特点，憎水处理后憎水性能优异，已广泛用于工业保温领域，是绿色环保绝热材料。由于其憎水性能优异（憎水率达 98% 以上）和热损失少，故在多雨地区和散热损失需要控制的地方经常采用；而且该材料中的氯离子含量小于 10ppm，对不锈钢设备和管道无腐蚀性，故不锈钢设备和管道的绝热设计也经常使用。

为了让我国的氧化铝工艺技术走向国际，本规范以绝热材料为切入点之一，推荐选用符合欧美环保要求的绝热材料，以促进铝工业的技术进步，故作此条文规定。目前硅酸铝纤维生产的原料有两种：天然的原料和合成的高纯度原料，由于天然的原料资源越来越少，其化学成分有高有低，生产时对产品性能和质量不易保证。为了确保产品性能和质量，故推荐采用合成的高纯度原料制得硅酸镁可溶性纤维。

5 硅酸镁纤维板主要应用于承重部位的设备保温或焙烧炉衬隔热等，由于硅酸镁纤维不含有机物，但在合成纤维板时要添加有机物，为了满足国家现行标准《使用人造矿物纤维绝热棉职业病危害防护规程》GBZ/T 198 的有关要求，故要控制有机物含量不高于 5%。

4 原料、辅料与燃料

4.1 原料

4.1.1 试验和工业实践表明，进磨碎矿粒度减小，可以降低磨矿的综合能耗，即所谓的“多破少磨”。技术经济分析表明，碎矿粒度为 12mm~15mm 较为经济。

4.1.2 石灰石是氧化铝生产的主要原料之一，工业试验表明，MgO 含量 3%的石灰石烧制的石灰，用作铝土矿溶出的添加剂，对氧化铝的溶出率和赤泥沉降性能无明显影响。根据生产需要，推荐采用普通石灰石。

4.1.3 纯碱是烧结法主要熔剂材料之一。基于氧化铝生产对纯碱没有严格的质量要求，为降低生产成本，纯碱的质量要求符合现行国家标准《工业碳酸钠》GB 210.1 中 II 类合格品要求。

4.1.4 烧碱是拜耳法生产中的主要溶剂材料之一，基于经济因素和生产的需要，对固碱和液碱的质量提出了要求。

4.2 辅料

4.2.1 石灰是氧化铝生产的辅助溶剂之一，根据生产需要，推荐采用普通冶金石灰。

4.2.2 工业硫酸是氧化铝生产的辅助溶剂之一，根据生产需要，推荐采用浓硫酸。

4.2.3 工业硝酸是氧化铝生产的辅助溶剂之一，根据生产需要，推荐采用浓硝酸。

4.3 燃料

4.3.1 熟料烧成用烟煤的成分和低发热值是根据氧化铝生产对烟煤质量的要求和氧化铝厂历年使用烟煤质量的实际情况做出的。在氧化铝厂工艺设计中，一直采用烟煤灰分不大于 13%的质量指标。烟煤灰分对熟料品位有影响，但在一定范围内，灰分 13%与 10%比较，计算结果表明，熟料量相差很少。考虑到低灰分煤的供应和价格因素，故规定烟煤灰分小于或等于 13%。

4.3.2 熟料烧成采用生料添加无烟煤作为还原剂排硫的工艺，在烧结法和联合法氧化铝生产中已成功运用多年，是目前氧化铝生产中的主要排硫手段。无烟煤的质量要求是根据脱硫工艺的需要和氧化铝厂使用无烟煤的实际情况做出的。

目前，国内氧化铝厂用无烟块煤取代焦炭烧制石灰已在生产中获得应用。为此，根据有关资料对石灰炉用无烟煤的质量亦做出相应的规定。

4.3.4 本条对氢氧化铝焙烧用燃料作出规定。

2 发生炉煤气的质量要求，是根据现行国家标准《发生炉煤气站设计规范》GB 50195 和氧化铝厂所用发生炉煤气的实际热值情况制定的，其中硫化氢量是基于污染物前端治理提出的。

3 焦炉煤气的质量要求，是根据氧化铝厂所用焦炉煤气质量的实际情况制定的，其中硫化氢量是基于污染物前端治理提出的。

5 原、燃料贮运与铝土矿破碎

5.1 原、燃料卸车设施

5.1.1 本条对铁路卸车设施作出规定。

1 我国氧化铝厂一般都有自备机车，条文中“允许的停留时间”是指企业与铁路部门签订的协议中规定的允许在厂停留时间，即经交接站接车-自备编组站解体-卸车线卸车-返回编组站编组-交接站交车的全部时间。

2 本条对卸车方式选择作出规定。

1) 采用自卸车辆卸车，具有卸车机械化程度和卸车效率高、卸车干净、不需要卸车机械、卸车不损害车辆及运营费用低等优点，但也有需要铁路专用线和专用车辆及一次性投资大的缺点。当氧化铝厂与铝土矿山及石灰石矿山距离较近，并且有铁路专用线时，则专用车辆一次性投资相应减少，可以采用自卸车辆卸车。

2) 翻车机是一种高效率的卸车设备，它与螺旋卸车机、链斗卸车机等卸车设备相比，具有卸车效率高、能力大、机械化程度高、卸车比较干净及能卸各种散状物料等优点。因此，在电厂和钢铁工业的大、中型集中供料设施中被较普遍地采用。当氧化铝厂生产规模为 80 万 t/a 时，平均日卸车量为 5000~8000t，需卸载的车辆上百辆，如采用螺旋卸车机或链斗卸车机就得配备两套以上卸车设施方能适应卸车要求。随着规模的扩大，卸车设施还将相应增加，相应的机械设备费、卸车线和土建工程费也随之增加。因此，当氧化铝厂规模大于 80 万 t/a 时，采用翻车机较为适宜。

3) 氧化铝厂最终生产规模虽然大于 80 万 t/a，但火车进场的原、燃料数量较少时，不采用土建工程量大、投资高的翻车机卸车方式，而推荐采用螺旋卸车机或链斗卸车机卸车方式。

3 影响卸车设备生产能力的因素很多，诸如物料含水率、黏结性、操作熟练程度等。因此卸车设备生产能力除按手册计算公式计算外，还要参照类似企业生产指标，结合设计中的条件确定。

6 当选用链斗卸车机或螺旋卸车机卸车时，同一卸车线上的卸车机超过 2 台时，中间的卸车机检修困难，且限制了两端卸车机的作业范围。所以同一卸车线上的卸车机不超过 2 台。

5.1.2 本条对汽车卸车设施的要求作出规定。

2 自卸汽车具有机动灵活、卸车速度快、工作效率高、卸车干净及不需人工清车等优点，因此汽车运输的车辆要求选用自卸式汽车。

5.2 原、燃料堆场

5.2.1 条文中原、燃料的贮存时间是根据氧化铝厂实际生产的调查结果，经分析研究作出的规定，表中规定的贮存时间可以满足生产需要，如有其他保障供应的措施，可适当减少厂内贮存时间。

采用国外矿生产的氧化铝厂由于铝土矿海运受天气、运输距离等影响，为了保证供矿不对生产造成影响，故在设计时需要综合考虑，设置必要的贮存时间。

5.2.2 在氧化铝生产中，要求供给的铝矿性质及化学成分相对稳定，有利于整个生产系统的控制和稳定操作。如矿石供矿点多，各供矿点的矿石性质和化学成分不可能相同，即使同一矿山的不同矿区，也存在较大差异。因此，当矿山无配矿设施，供矿成分波动较大，不能满足生产要求时，进行配矿处理是必要的。

5.2.5 在氧化铝生产中，要求供给的铝土矿性质及化学成分相对稳定，才能实现精确的配料从而保证生产稳定运行，取得良好的技术经济指标，获得尽可能好的经济效益。在堆场以前，即使设置了配矿设施，但保证不了矿石化学成分稳定。因此，料场要求设置均化设施，对铝矿进行均化处理。铝土矿碎矿中含有相当数量的粉状物料，露天堆存或输送时被雨水淋湿后，易影响运输和配料作业正常运行。为保证雨季生产正常，料场要求设置部分干料的贮存设施，其贮量可以根据当地的降雨量和雨季通常出现的连续降雨的天数酌情确定。

5.2.6 本条规定铝土矿等物料的作业场地推荐集中配置，是为了便于安排各种物料的卸料、堆料和取料作业的协调统一，有利于设备的共用和能力的充分发挥，获得节省投资和降低运营费用的经济效益。

5.2.10 堆场封闭或采取防风、喷雾抑尘措施是根据国家现行标准《排污许可申请与核发技术规范 有色金属工业—铝冶炼》HJ 863.2 中无组织排放控制的有关要求而制定的。

氧化铝厂原料、辅料及燃料堆场贮存的铝土矿、石灰石和煤等物料，在堆料、取料过程中会产生大量扬尘，是氧化铝厂污染大气环境的重要因素之一，要求采取有效的防治措施。采用封闭的堆场是控制扬尘的有效措施。如果堆场太大无法封闭

时，堆场周围要求设置防风抑尘网，并在堆料、取料时采取洒水、喷雾抑尘措施。新建、改建、扩建的氧化铝厂堆场中粉尘排放要求满足现行国家标准《铝工业污染物排放标准》GB 25465 中关于大气污染物排放浓度限值的规定。

5.3 铝土矿破碎

5.3.2 采用闭路破碎流程，减小给矿粒度，是降低能耗的重要措施。多碎少磨，可以有效的降低碎磨总能耗。据估算，一个 80 万 t/a 规模的氧化铝厂将破碎产品粒度，从 25mm 降至 12mm，则磨矿工序可以降低能耗约 8%，而破碎工序仅增加 1% 的能耗，年节电约 180 万 kW·h。

5.3.3 中碎前设置筛分作业，并产出最终产品的流程，其优点是减少了破碎流程的流量，减少了流动性差的细粒级含量，使破碎机的排矿更加顺畅。

5.3.4 式 (5.3.4) 中 K_1 是经物料平衡计算得到的结果， K_2 、 K_3 、 K_4 是根据破碎系统的作业时间及对氧化铝厂实际调查结果确定的。 K_5 是根据溶出或熟料烧成的主体设备作业率和相应的生产波动系数计算而得。文中规定 K_5 取 1.2~1.3 是依据生产实际确定的。

5.3.6 辊压机是 20 世纪 80 年代在国际上发展起来的新型粉碎设备，其挤压粉磨新工艺在节能方面有显著的效果，成为发展粉磨工艺的一项新技术。近年来，辊压机细碎已成功运用于氧化铝生产中，其具有产能大、破碎比大、产品粒度细、维修简单、占地小等特点，在矿石水份满足条件时要求优先选用。

5.3.7 破碎作业前的除铁是保证破碎机的作业率、破碎机安全的有力措施。目前国产的除铁装置性能不能完全满足生产要求，如对混入矿石的电铲齿牙等合金件无法取出。因此，在配置上要求在除铁器前、后各配置一台金属探测器，以此提高除铁装置可靠程度。

5.3.8 大型破碎筛分系统采用双系列配置时带式输送机和转运站较多，给生产管理带来不便。因此采用单系列较好。

5.3.9 实践证明，大、中型氧化铝厂破碎筛分设备完全布置在同一厂房内的主要缺点是：生产中噪声较大，危害人体健康；厂房内粉尘大，操作条件差；细碎与筛分设备呈机组配置时，生产灵活性小，筛分设备发生故障时，破碎机将被迫停产。破碎与筛分设备分别配置时，配置比较复杂，但其最大优点可以增加生产中的灵活性。

5.3.10 根据多年的生产经验，带式输送机的通廊以封闭式为好，其主要优点是在南方可以防雨、防风、防晒，在北方可以防雨、防风、防寒，对带式输送机的操作、设备寿命都有改善和提高。

5.3.12 检修场地的的大小与检修量、检修方法有关。条文中的数据作为检修场地可以满足要求。

5.3.13 破碎、筛分工段要求设置集气罩和收尘设施是根据国家现行标准《排污许可申请与核发技术规范 有色金属工业—铝冶炼》HJ 863.2 中无组织排放控制的要求，制定本条文。新建、改建、扩建的氧化铝厂的破碎、筛分工段中粉尘排放要求满足现行国家标准《铝工业污染物排放标准》GB 25465 中关于大气污染物排放浓度限值的规定。

6 石灰烧制与石灰乳制备

6.1 石灰烧制

6.1.1 本条对立窑烧制石灰作出规定。

1 由于立窑烧制石灰具有投资省、热耗低和二氧化碳气浓度高等优点，被国内氧化铝厂所广泛采用。立窑特别适用于既需要供应石灰，又需要供应高浓度二氧化碳气体的场合。为了保证连续供应碳酸化分解过程所需的二氧化碳气体，立窑的台数不少于2台。

2 本款规定了进窑石灰石等的粒度要求。根据生产经验，进窑石灰石适宜粒度为50mm~110mm，最大粒度与最小粒度之比小于2.2，主要是为了保持粒度的相对均匀性，以使物料在石灰窑内有足够的空隙度，减少窑内阻力，减少和避免偏烧、生烧等现象发生。

3 对石灰石分解率做出限制性要求，主要是针对溶出用石灰，目的是为了减少未分解的碳酸钙在溶液中与苛性碱液发生反苛化反应，降低溶液中有效苛性碱浓度。

4 为了稳定立窑的热工制度，要求在窑内阻力波动时，鼓风量不随阻力变化。罗茨鼓风机具有送风量稳定，窑内阻力发生变化时，风量变化很小，效率较高；而且罗茨鼓风机不易损坏，即使需要维修，在短时间内也可以完成，对石灰窑的运行影响不大。所以，目前氧化铝厂立窑已开始普遍采用这种鼓风机。

6 当二氧化碳气体输送选用离心式压缩机时，为了防止灰尘在叶轮上黏结破坏叶轮的动平衡，实际经验要求窑气含尘量小于 $10\text{mg}/\text{m}^3$ ，故规定增设湿式电收尘。该烟气不外排。

6.1.2 本条对回转窑烧制石灰作出规定。

在仅需要供应石灰，特别是对于石灰石分解率要求高、石灰中 CO_2 残留低的拜耳法，如铝土矿中 CaCO_3 含量高或石灰添加量大的“石灰拜耳法”，为了避免和减少溶出时的反苛化造成过量的苛性碱损失，而采用回转窑煅烧石灰。

1 为了使石灰石分解反应充分，获得高分解率和活性度的石灰，对进窑石灰石粒度有一定的要求。

2 根据已有的工业实践，石灰石分解率大于或等于96%是可以达到的。

4 回转窑烧制石灰，需要设置烟气收尘装置。已有的工业实践表明，烟气通过一级静电除尘或多级收尘排放，可以达到环保要求。新建、改建、扩建企业的烟气

排放要求满足按现行国家标准《铝工业污染物排放标准》GB 25465 中关于大气污染物排放浓度限值的规定。

6 参考相关行业使用回转窑烧制石灰的设计、生产实践，结合氧化铝厂的实际情况，窑前石灰石仓贮量以 1d 回转窑用量较为适宜。

7 考虑到回转窑需要定期检修，结合相关行业的经验，石灰仓贮量推荐为单台回转窑 3d 的石灰产量。

6.2 石灰乳制备

6.2.1 生产实践表明，采用筒形化灰机或槽式化灰机进行化灰，都可以满足生产要求。

6.2.3 可以根据建设地点的气候条件确定化灰机是否露天配置。

6.2.6 集气罩和收尘设施是根据国家现行标准《排污许可申请与核发技术规范 有色金属工业—铝冶炼》HJ 863.2 中无组织排放控制的有关要求，制定本条文。

6.2.7 由于石灰在消化过程中释放大量的热量，产出大量水蒸汽。因此，化灰机出口端要求设置排汽装置，以免恶化环境。

7 铝土矿选矿

7.2 磨矿分级

7.2.2 铝土矿不同于其他的有色金属矿，当铝土矿矿石中附水较大时，矿石黏性加大，流动性变差，易堵仓。因此，对铝土矿仓而言要求选用整体流动型料仓，每个料仓有效贮矿量要小于 500t，防止料仓堵塞。

7.2.3 生产实践证明铝土矿仓下采用圆盘给料机出料，仓口处经常发生堵塞情况，要求采用棒条阀出料。

7.2.4 铝土矿一般在原矿堆场进行堆存，铝土矿仓的作用是当带式输送机检修时进行缓冲贮存，4h~8h 已足够检修作业。

7.2.5 磨矿段数选择主要取决于磨矿产品粒度粗细。为提高磨矿效率，减少磨矿过粉碎现象，提高选矿回收率，一般情况下磨矿产品中粒度要求小于 0.074mm 含量大于 70%时，推荐采用二段磨矿或辊压机加一段磨矿流程，当矿石中含水量高时辊压机无法正常运行，因此不建议在此种工况下选择辊压机加一段磨矿流程。

7.2.6 磨矿产品质量与球磨机排矿方式有一定关系。格子型球磨机内的排矿端矿浆液面较低，矿浆从格子板下端即可排出，然后被提升到排矿轴颈外排，减少了矿石在磨机内停留时间，矿石不易产生过磨现象，磨矿效率较高。溢流型球磨机，矿石在磨机内停留时间较长，排矿粒度不均匀，易产生过粉碎现象，比较适于细磨。

7.2.7 磨矿作业中可以采用不同的分级设备构成闭路。目前常用的有高堰式螺旋分级机及水力旋流器两种分级设备。高堰式螺旋分级机的优点是设备构造简单，运转平稳可靠，易于控制，有较强的负荷缓冲能力。但其分级原理为重力分级，分级粒度较细时受到限制。水力旋流器靠离心力分级，可以加速细颗粒的分级，并增大循环负荷量。另外，由于旋流作用快，当作业循环中发生变化时磨矿回路可以迅速恢复平衡。水力旋流器主要用于细粒分级作业。目前国外氧化铝行业也有采用筛子进行料浆分级的成功实践，国内业内也已经开始尝试，因此注明也可采用其他分级设备。

7.2.8 磨机出料矿浆中除矿浆外，往往还会带出部分小钢球和碎球等杂物，这种现象在粗磨时更加严重。当这些杂物一旦进入矿浆泵和旋流器，会造成泵、管路及旋流器严重磨损，甚至造成泵损坏，将影响旋流器正常工作，因此，设计中要求考虑在磨机出料段设置格栅。由于生产波动，水力旋流器进料矿浆泵需要采用变频

调速。

7.2.10 磨矿回路中矿浆输送泵是磨机与水力旋流器之间的转运设备，其给矿量受磨机排矿量影响，而磨机排矿量与返砂量大小及矿石密度、硬度有关。这些参数在生产中都会有一定的变化。根据中州铝厂的生产实践，一般在 20%~30%范围内波动，因此设计时选用输送泵的能力需要与之相适应。

7.2.11 选矿的磨矿产品先集中后分配的主要优点是：可以使浮选系列的原矿性质保持相同，便于给药的自动调节与控制，减少给药点，生产指标稳定，操作管理方便。

7.2.12 长筒形磨机单位安装功率低于短筒形磨机，如 $\phi 2700 \times 3600$ (mm) 球磨机单位安装功率为 21.6 kW/m^3 ，而 $\phi 2700 \times 2100$ (mm) 球磨机单位安装功率为 26.9 kW/m^3 ，但长筒形磨机易使矿石过磨粉碎。选择磨机时，需要注意矿石性质及对磨矿产品的要求，优先选用长筒形磨机。

7.2.13 磨矿机的生产能力由浮选工艺要求、矿石的可磨性、所采用磨机的形式与直径、入磨粒度和产品粒度等因素决定。一般是在试验室进行相对可磨性试验或邦德功指数试验，得出矿石的相对可磨性系数或磨矿单位功耗，再参照生产实际采用的磨机生产能力，经计算并结合浮选工艺要求确定磨机生产能力。氧化铝生产连续性强，而磨机需要定期检修和可能发生事故停车，为保证生产正常连续运行，本条规定磨机总台数不少于 2 台。

7.2.14 磨矿厂房内起重机在上、下两层轨道配置，其主要缺点是：土建投资较大，空间利用率很低，增加了起吊高度，一般要高出 $2.5\text{m} \sim 3\text{m}$ ；采光处理复杂。由于以上原因，条文规定以采用同一轨道布置为好，但在厂房长度上需要增加停存 1 台起重机的距离。

7.2.17 如果现场条件容易产生大量水汽时，封闭厂房内的磨机出料端、磨矿分级厂房要求采用适宜的排风形式。

7.3 浮选

7.3.1、7.3.2 这两条规定为多年设计经验的总结，设计中要严格贯彻执行。

7.3.3 生产实践证明，由于磨矿产品分级时返砂部分波动，从而使进入浮选的矿浆量波动，波动范围一般在 5%~10%之间。因此，在设计中选择浮选机时需要与之相适应。

7.3.4 充气搅拌式浮选机主要优点是充气量可以根据物料特性进行调整，使浮选机经常处于良好的工作状态。为取得更好的经济效益，大型或特大型选矿厂多用充气搅拌式浮选机作为粗、扫选设备。机械搅拌自吸式浮选机充气量一般都较小，而且随生产时间延长，充气量逐渐变小。如 SF 型浮选机吸气量为 $1.0\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{min}) \sim 1.1\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$ ，但充气搅拌式浮选机可以达 $1.5\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{min}) \sim 2.0\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$ 。并且可以根据生产需要稳定需要量。

中、小型选矿车间因设备数据不多，一般可以选用机械搅拌自吸式浮选机。对于精选作业，推荐采用无传动无搅拌式浮选机，精矿品位将高于机械搅拌式浮选机。

7.3.5、7.3.6 铝土矿的特点是，浮选过程其泡沫产品黏度大，消泡较难，利用泡沫泵输送泡沫产品十分困难。因此，浮选系列要求采用水平配置。当浮选设备选用充气搅拌式浮选机时，各作业段首槽要求选用具有吸浆能力的充气搅拌式浮选机，以实现上作业段泡沫产品自吸进本作业段。当选用无传动无搅拌式浮选机，即浮选柱时，可以阶梯布置以降低能耗。

7.3.7 粗、扫选回路浮选机槽数多少是个理论与实践的问题，目前说法不一。而铝土矿选矿目前采用的为正浮选工艺，泡沫产品产率大。如槽数太少，造成槽列太短，存在损失回收率的可能性，设计时需要注意。结合铝土矿的特点，粗、扫选槽数分别限定为分别不少于 6 槽、4 槽较为合适。

7.3.8 浮选时间的长短对浮选槽容积的大小和浮选指标的好坏影响很大。通常根据试验结果并参照类似选矿厂生产实践确定浮选时间。试验室试验时，矿浆混合、操作条件等都优于工业生产，设计时选用的浮选时间要求大于试验室试验时间。国外通常将试验室试验浮选时间乘以 2 的调整系数。考虑到铝土矿浮选的实际情况，条文中采用了 1.5~2.0 的调整系数。

7.3.9 搅拌槽的结构需要与不同用途相适应，不得以矿浆搅拌槽代替药剂搅拌槽，也不得以普通搅拌槽代替高浓度矿浆搅拌槽，因为三者的装机容量与结构差别较大，要求按设备类型选择。如同样是 $\phi 3500 \times 3500(\text{mm})$ 搅拌槽，装机容量用于药剂时为 $17\text{kW} \sim 22\text{kW}$ ，用于矿浆时则为 $17\text{kW} \sim 30\text{kW}$ 。

7.3.10 浆体物料自流坡度是选矿工艺流程能否畅通的基本保证。条文中的最小坡度是根据实际情况提出的限定数据，设计中需要予以注意，以免造成不必要的损失。

7.4 药剂贮存、制备与添加

7.4.1 本条对药剂贮存与制备的设计作出规定。

1 选矿的药剂仓库与药剂制备合并建设，优点是可以节省中间运输环节，节省投资，操作管理上比较方便，缺点是药剂制备过程中药剂异味大，对贮存作业有一定影响。

2 药剂贮量要求按供应点远近，交通运输条件，用量多少确定。按我国运输条件，对于某些药剂因生产厂较少供应较困难的情况，贮量不少于1个月；对于供应条件好的药剂其贮量可以小于30d，但不少于15d，否则将会对生产造成影响。

3 药剂堆存方式有机械堆存和人工堆存两种，大、中型选矿车间要求采用机械堆存方式，不但提高劳动生产率，还节省堆存面积。

7.4.2 本条对药剂添加的设计作出规定。

1 给药室集中配置的主要优点是便于生产管理和给药设备的维护。

2 药剂添加室设置观察窗的主要目的是更加有利于药剂工与岗位操作工之间的联系，特别是对于添加室与给药点很近、实行人工调节药量的选矿车间必要性更大。室内交接班室要求有良好的通风、卫生条件，为操作工创造良好的操作条件。

3 药剂都会散发一定的气味，尤其是黄药等气味大，对人的呼吸系统有强烈的刺激，设计时务必重视。目前常用的减少气味扩散和及时通风换气等措施有一定效果，即在某些设备或周围设排气罩及抽风系统，将产生的有害气体及时排出。

4 药剂添加室冲洗水一般都含有害或有毒成分，直接外排会给河流或地下水会造成污染。

5 电缆、动力线、仪表控制管线均有防腐要求，如与药剂管道共架敷设，必将给药剂管维修造成很大困难，维修人员安全难以保证，腐蚀性药剂对电缆、动力线也具有很大威胁。如果由于配置需要二者交叉时，交叉处要求采取局部保护措施。

6 微机控制的自动给药机目前在中州铝厂应用效果良好，该给药机给药实现了自动化，具有耗电少、调节方便、节省药剂用量，提高 Al_2O_3 回收率的优点。

7.5 脱水

7.5.1 选精矿进入氧化铝生产流程后，其附水需要进行蒸发，如果选精矿附水大，将加大蒸发量，增加了能耗，氧化铝生产成本加大。根据铝土矿选矿的实际情况，条文中限定选精矿附水控制在15%以内。

7.5.2 铝土矿选矿的尾矿浓度很低，固体物粒度很细，沉降困难，采用湿法堆存，回水困难，影响尾矿库的寿命，因此推荐采用干法堆存。

7.5.3 条文中提出的选用周边齿条传动式浓密机的主要目的是防止由于冬季冰雪的影响，使传动轨道产生滑动现象。

高效浓密机占地面积小，产能高，其产能是普通浓密机的数倍，但在选用这种设备时，要求进行沉降速度试验（包括絮凝剂的种类及用量）和进行溢流水返回使用时对浮选的影响试验。

7.5.4 高效浓密机底流浓度太低，不利于矿浆泵输送。精矿浓缩机底流浓度过大，将增加浓缩机的负荷，易产生设备事故。

7.5.6 因对精矿附水要求控制在 15%以内，试验和实际证明，自动压滤机具有耗电少，自动化水平高，能保证铝土矿精矿附水在 15%以内，设计中推荐优先选用。

7.5.7 铝土矿选矿特点是精矿产率大，而且选矿是氧化铝生产的一个环节，采用槽形矿仓并配以抓斗起重机贮运，配置简单，投资省，具有生产管理方便的特点。

7.6 检修设施

7.6.2 电动单梁起重机主要缺点是电动小车的行走轮与工字钢的两翼相对磨损较大，吨位大于 5t 时，情况更严重，如不及时调整，容易发生掉车事故。电动小车运行时，由于电葫芦吊重物影响，容易产生较大摆动，使吊车梁产生不均匀磨损，给操作上造成很大麻烦，故要求选用电动桥式起重机。单轨起重机缺点与电动单梁起重机类同，不能用于大行程及多弯曲作业线上。

7.6.4 大吨位起重机设备重量大，运行时耗电多，起吊运输小型零、部件时灵活性低，操作不便，增设小型起重机比较合理。两台起重机合吊起重时，安全难以保证，操作上也较复杂，不推荐在设计中采用。

7.6.6 磨矿、浮选厂房的检修工作量较大，在检修场地附近设置维修站，对提高设备作业率有一定作用。

7.7 自动控制、检测与计量

7.7.1 由于氧化铝厂的生产控制和管理水平的提高，采用全厂管/控一体化网络系统，有利于生产过程控制自动化和管理信息化。

7.7.2 大、中型、选矿车间在有条件的情况下，采用磨矿回路自动调节方法控制磨矿作业，即从给矿机—电子秤—磨矿机—分级设备到磨矿产品的浓度、细度的回

路进行自动控制。

7.7.3 工艺流程特点一般在选别工艺流程图中均有体现。取样点设置要求以满足计算金属平衡为原则，适当照顾生产检查需要，以免过多增加取样点。

7.7.4 原矿取样装置一般设在粉矿仓或均化堆场附近。如果精矿需要均化时，要求在过滤间运输线上安装干式取样机。

7.7.5 本条只是说明目前没有适合铝土矿的大流量矿浆取样机，所以当取样机不能满足能力上的要求时，要求先分流再送给取样机，一般在取样机前设置带缩分器的取样箱。

特别需要指出的是，设计中所采用的取样机，要求能按矿流全截面截取矿样，否则将影响所取矿样的代表性。

7.7.6 本条强调计量是选矿生产中的重要组成部分，是计算金属平衡的重要手段，设计中不得忽视。

各种计量秤在用于带式输送机上都有具体的要求，如带长、带速、安装方式等。违反这些要求，会影响秤的称量精度。在选择秤的规格时，要求按照设备最大能力或系统的最大能力选择称量范围，切勿按平均小时生产能力来选择。

8 料浆制备

8.1 料浆磨制

8.1.2 近些年来，国内氧化铝厂对原矿浆磨制设备流程做了大量的试验研究工作，各厂根据本厂的设备情况对磨矿流程进行了改进。用水力旋流器取代螺旋分级机已在工业上实施，并取得了较好的效果。辊压机细碎已成功运用于氧化铝生产中，其属于高效、节能的矿石粉碎设备，具有产能大、破碎比大、产品粒度细、维修简单、占地小等特点。

设置筛分装置用以清除焦炭、木片等杂物，以避免卡溶出喂料泵进出料阀。

同样除了目前国内业界使用较为成熟的水力旋流器作为分级设备之外，国外氧化铝企业也有较多采用弧形筛作为分级设备使用的情况，因此，水力旋流器和其他分级设备都可以作为与磨机配套的分级设备使用。

8.1.3 烧结法生料浆磨制采用管磨机加筛子的开路磨矿流程，在国内已有多年的生产实践经验，适于烧结法料浆磨制的要求。在磨机出口加筛子清除未磨细的矿石和残留杂物，以避免卡熟料烧成饲料泵的进出料阀和堵塞熟料烧成窑的喷枪。

8.1.4 磨矿机的生产能力由矿石的可磨性、所采用磨机的形式与直径、入磨粒度和产品粒度等因素决定。一般是在试验室进行相对可磨性试验或邦德功指数试验，得出矿石的相对可磨性系数或磨矿单位功耗，再参照生产实际采用的磨机生产能力，经计算确定磨机生产能力。

8.1.5 设置进磨物料贮仓有两种用途，一是作缓冲仓，用于平衡堆场取料设备与磨机之间生产能力不匹配的问题；二是作配料仓，两种及两种以上入磨物料进磨前按一定比例进行配料。当入磨物料只有铝土矿时，可以用堆场出料胶带输送机直接为磨机上料。

8.1.8 磨机出口处设置排风，可以使出料端处于负压操作，减轻蒸汽对环境的影响。

8.2 选矿拜耳法原矿浆制备

8.2.1 选矿拜耳法的原矿浆制备过程与传统拜耳法不同。选矿拜耳法的铝土矿经选矿后获得的浮选精矿，其粒度小于 0.074mm 的约占 75%，含水率约 12%的浮选精矿，已无需再磨制。但要制得符合溶出要求的原矿浆，还须按工艺要求配入一定量的循环碱液和石灰进行调制。所以当采用选矿拜耳法生产时，要求设置原矿浆制备

工序。

8.2.2 煅烧后的石灰粒度较大，且有部分生烧的石块、过烧的结块和结瘤，不能直接用于制备原矿浆。石灰经过消化制成石灰乳，去除残渣后用于制备原矿浆，对于工艺系统更为有利。

8.2.5 出化灰机的石灰乳难免混有颗粒较大的残渣等杂物，为避免其对原矿浆制备和溶出进料隔膜泵造成影响，在进石灰乳槽前，需要经筛分进行处理。

8.2.7 近年来，随着计算机控制技术的发展，针对氧化铝生产过程中拜耳法原矿浆制备工艺，可以利用各类在线检测仪表和先进的自动化控制算法，自动计算和控制各种物料之间的配入量，能实现连续制备原矿浆。

8.3 拜耳法赤泥过滤

8.3.1 联合法生产时，出于降低能耗的考虑希望拜耳法赤泥含水率尽量低，而拜耳法由于赤泥黏度大，含水率低于 45% 输送很困难，因此综合来看对于拜耳法赤泥含水率有一定要求，尤其是采用湿法烧结工艺时，出于输送的需要，拜耳法赤泥仅部分去过滤，剩下的拜耳法赤泥和滤饼混合后送后续工段。

8.3.2 赤泥过滤设备可以用立盘真空过滤机、水平带式过滤机、转鼓真空过滤机、翻盘真空过滤机，具体选择要求根据环境及场地条件、物料工况等因素确定。

8.3.4 过滤机滤饼进入滤饼槽中成块状，若不进行浆化，管道容易堵，会造成滤饼泵无法输送。

8.3.6 拜耳法赤泥黏度大，反吹风压力太小过滤机的滤饼不容易吹落，生产实践表明，反吹风压力大于 0.2MPa 满足要求。

8.3.8 在北方冬季地区，由于室内外温差大，赤泥过滤卸饼过程会产生大量碱蒸汽，设计厂房时应考虑充分的碱蒸汽排除设施。

8.4 碱粉卸车贮运及堆栈

8.4.1 烧结法和串联法氧化铝生产系统消耗的碱以纯碱(工业碳酸钠)补充，为此，要求设置进厂纯碱卸车贮运及堆栈设施。

8.4.2 根据氧化铝厂多年的生产实践，碱粉仓设计的碱粉贮量以 15d~25d 的碱粉用量较为适宜。采用贮仓形式堆存时，贮量需要根据市场及运输距离确定。

8.4.4 纯碱具有吸湿性，在运输和贮存过程中吸湿后易结块，故推荐设置结块碱粉的破碎设施，以使输送和配料作业顺利进行。

8.4.5 碱粉输送采用气力或机械输送均可行，也可以将碱粉溶解为碱液输送。在生产中产量的波动和熟料窑的开、停对碱粉的需要量影响较大，故规定采用气力或机械输送碱粉时输送能力不小于小时平均用量的 1.5 倍，采用溶解为碱液输送时输送能力不小于小时平均用量的 1.1 倍。采用气力输送时，压缩空气会带有凝结水，影响碱粉输送，故需要设置压缩空气除水装置，也可以由供气部门提供除水后的压缩空气。

8.4.6 集气罩和收尘设施配置设计是根据国家现行标准《排污许可申请与核发技术规范 有色金属工业—铝冶炼》HJ 863.2 中无组织排放控制的有关要求，制订本条文。

8.4.7 本条对拜耳法赤泥溶解碱粉作出规定。

- 1 采用地坑布置形式便于纯碱拆袋后通过下料漏斗直接进入碱赤泥溶解槽。
- 2 为便于碱赤泥浆输送，加纯碱后的赤泥浆需要经过浆化。

8.5 烧结法生料浆调配

8.5.1 在联合法中，拜耳法系统的赤泥要送往烧结法系统回收其中的碱和氧化铝。在生产中两个系统的溶出和熟料烧成的产量会出现不平衡的情况，需要设置赤泥贮槽缓冲以维持两个系统的正常运行，其贮量需要根据溶出与熟料烧成之间生产平衡的需要确定。

8.5.3 目前，氧化铝厂普遍研究开发生料浆自动调配系统，并在工业应用上取得了一定的成果。生料浆自动调配是提高烧结法生产过程自动化控制水平的重要内容。因此，生料浆调配推荐采用自动配料系统。

8.5.4 近年来，由于国内氧化铝厂生料浆自动调配系统的开发和应用，生料磨配料的合格率大幅度提高，生产上已不再沿用生料磨，A、B、K 槽的三段配料模式。由于目前国内生料浆自动调配系统尚未达到在生料磨一次调配合格的水平，故根据目前生产的实际情况，规定生料浆调配可以设置调配槽与合格料浆槽。调配槽数量与控制水平有关。随着调配水平的提高，调配槽数量大幅度减少。为了保持熟料窑生产的稳定，需要一定贮量的合格料浆，生产实践表明，合格料浆有 1 天的贮量可以满足生产要求。合格料浆选用大型搅拌槽有利于稳定料浆成分和烧成制度。

8.5.6 目前，国内氧化铝厂还是人工取样、人工送样，费工费时，也不利于料浆调配提高水平。国外帕夫洛达尔厂已实现自动取样、自动送样系统，分析结果输入

计算机，及时对配料进行自动调正，大大提高了效率和配料的准确性。因此本条规定有条件时，推荐采用自动取样、自动传递系统。

8.5.7 料浆槽顶部温度较高，其上不设操作室，为改善操作环境，一般配置在槽顶平面合适的位置上。

9 预脱硅与溶出

9.1 预脱硅

9.1.1 铝土矿中含硅矿物形态不同，其预脱硅效果有明显差异。因此，设计前要求根据矿石的性质、含硅量多少和矿石加工试验，确定预脱硅设置的必要性及预脱硅的工艺技术条件。

9.1.2 预脱硅是采用常压连续作业，预脱硅槽露天阶梯式配置，在满足一定高差条件下可以实现自流出料，能简化操作、节约投资、降低能耗。预脱硅末槽后设置缓冲槽和返料泵，是当液量不平衡时，用以维持进出料平衡和出料槽所需的液位。预脱硅温度较高，接近溶液沸点，如过料方式采用敞开式，因蒸汽外逸，影响现场环境和操作并且损失热量。当预脱硅槽内矿浆粒度不能全部满足溶出的要求时，需要将其底部含粗颗粒的矿浆返回料浆磨制工序。

9.1.3 预脱硅是否需要加热是根据矿石性质和矿石加工试验确定，当需要加热时采用间接加热方式，加热设备采用套管式有明显的节能效果，相比槽内列管式加热器还具有传热系数高、结疤较易清洗、操作简单等特点，槽内列管式由于结疤和管道泄漏等问题已很少采用，目前蒸汽直接加热方式已很少采用，不再推荐。预脱硅套管换热器与溶出套管换热器集中配置，具有节省占地、工艺流程简洁、操作方便等特点。采用套管式加热器时，设置料浆缓冲槽和进料泵，有利于套管加热器的稳定运行，防止来料突然中断，导致套管因断料而干涸结疤。

9.1.4 预脱硅槽内料浆要求进行搅拌，以防止固体颗粒沉淀，并使脱硅反应充分进行。根据原矿浆设计小时最大流量和预脱硅时间确定预脱硅槽的总有效容积，是为了保证通过最大流量时的预脱硅效果。根据连续流动反应器的特点和生产实践，连续预脱硅槽的数量不少于4台。

9.1.5 双流法溶出技术已在国内氧化铝厂采用。由于双流法溶出时大部分碱液需要单独加热，当碱液调配工序距离溶出工序较远时，为了操作与控制方便，宜在预脱硅工序设置碱液槽。

9.1.6 当溶出的喂料泵无进料增压泵时，喂料槽的液面高度所形成的料柱压力要求大于喂料泵对进料压力的要求，避免产生汽蚀现象，以保证喂料泵的正常运行。

9.1.7 预脱硅的加热热媒，从热量充分利用和降低溶出末级闪蒸压力来说，宜使用溶出末级自蒸发乏汽（低温溶出可能使用后两级自蒸发乏汽）。预脱硅的加热热

媒也可以使用新蒸汽冷凝水的闪蒸乏汽。上述两种热媒都是溶出启动以后才能产出，因此预脱硅作为溶出的前一道工序，应该设有备用的蒸汽作为溶出启动前使用。

9.1.8 预脱硅温度一般为 100℃左右，且脱硅矿浆中苛性碱浓度很高，多个现场发生未进行热处理造成的安全事故，为了延长设备的使用寿命，保证安全生产，预脱硅槽要求必须做热处理，消除应力。设排气筒是为了消除烟囱效应的影响，防止槽体被吸扁而出现安全事故。

9.2 喂料泵

9.2.1 溶出喂料泵的压力根据溶出温度、阻力损失等确定，高温溶出由于系统压力较高，泵出口压力一般都在 5MPa 以上，选用隔膜泵或活塞泵才能满足要求；低温溶出由于系统压力较低，泵出口压力一般都在 1.5MPa 以下，选用离心泵能满足要求。

9.2.2 本条对溶出喂料泵的选择作出规定。

1 由于隔膜泵其性能稳定、运行可靠，被采用高温溶出的国内氧化铝厂所普遍采用。

2 由于循环碱液中固体较少，对泵的过流件和活塞的磨蚀轻微，因而在采用双流法溶出时，可以选用活塞泵作碱液的喂料泵。

3 由于采用低温溶出时喂料泵出口压力较小，从节省占地和投资上考虑，推荐选高扬程的离心泵可以满足生产要求，且此类型的离心泵已成功用于氧化铝生产。

4 喂料泵对溶出至关重要。因此，在选泵时，需要进行溶出系统的工作压力计算，要考虑在一个运行周期内不同阶段结疤造成的影响，以确保其流量和压力满足溶出的工艺要求。

9.2.3 不同的喂料泵，其所需配备的辅助设施不尽相同。因此，需要根据喂料泵的需要配备相应的辅助设施。

9.2.4 低温溶出喂料泵扬程一般超过 120m。高温溶出喂料泵一般都采用容积泵，泵出口压力一般都在 5MPa 以上。容积泵的工作压力取决于出料端系统的阻力，当发生过料不畅或管路堵塞等情况时会造成设备或系统超压，由于液体的不可压缩性，其压力会骤然升高，有可能造成安全事故。因此，必须设置压力检测、超压报警、自动停车等安全装置，防止由于系统超压造成重大安全事故。本条为强制性条文，必须严格执行。

9.3 溶出

9.3.1 溶出是拜耳法氧化铝工厂的核心，是影响生产能力的关键工序之一，如何能保证氧化铝生产达标达产，就要求选择合理的生产工艺流程和确定先进的工艺技术条件，前提是需要根据铝土矿的性质和矿石加工试验结果，经综合技术经济比较确定。

9.3.2 间接加热相比直接加热溶出可以大幅度地减少蒸发水量，降低能耗，控制洗水用量，降低附损等特点。溶出温度的选择，是根据试验和工业实践经验并进行针对性的技术经济比较确定的。一水硬铝石型和混合型铝土矿推荐用高温溶出技术，三水铝石型铝土矿推荐用低温溶出技术。一水硬铝石型铝土矿的溶出温度不低于 260℃，三水铝石型铝土矿的溶出温度不低于 140℃，都是基于铝土矿的特点，根据试验和工业实践确定的。

9.3.3 近些年来，随着装备、控制和操作水平的提高，生产系统物料流量的波动大幅减少。但是在实际生产中，溶出技术条件中的溶出温度、循环碱液 Na_2O_k 浓度及苛性比、溶出液苛性比等参数会产生波动，从而对氧化铝产量造成负面影响。为了确保溶出机组能达到设计产量，在确定最大设计生产能力时，考虑一个波动系数并取为 1.05~1.10 较为适宜。对于拜耳法生产取小值；对于串联法生产，考虑到拜耳法和烧结法两个生产系统的平衡取大值。

溶出器运转率(%),是指一年内溶出系统累计进料时间占年日历时间的百分数。

9.3.4 目前，国内氧化铝厂间接加热溶出的热媒，大多用饱和蒸汽，也有用熔融盐的。采用何种热媒，需要根据具体情况经技术经济比较后确定。限于条件只能采用蒸汽直接加热时，应采用过热蒸汽以减少对系统的冲淡。

9.3.5 本条对溶出过程主要工艺设备的选择作出规定。

1 国内新建氧化铝厂溶出所用的加热设备，都是套管换热器，根据生产能力可以选用单套管或多套管，由于高温段更容易结疤故要求设置备用，目前尚有部分带搅拌的溶出器、列管式换热器在用，但已逐渐退出生产，不宜作为新建工厂的优选设备；停留溶出设备有使用溶出器或全管道两种形式，这两种停留溶出设备都可行。

4 由于溶出在一个清理周期内不允许有太大的液量波动，而间接加热换热器的传热系数由于结疤使周期初和周期末差别较大，因此在计算热换面积时，需要综合考虑周期末传热系数下降这一因素，使溶出在周期末仍然保持在正常的液量波动范围

内。

9.3.6 溶出系统的热量利用应符合下列规定：

2 由于二次蒸汽中可能含有可燃性气体，如甲烷、氢气等，并入低压热力管网后容易发生安全事故，但可以单独进行热利用，故作此条规定。

9.3.7 为保证生产安全的需要，稀释泵电源要求为一级负荷，以确保供电可靠。同时稀释泵出现故障或跳停时，此时喂料泵要求停止进料。

9.3.8 进稀释槽的溶出浆液是过热浆液，进稀释槽后会有蒸汽排出，因而设置洗水加热器将其冷凝并回收其热量。由于溶出系统停车放料时，大量过热度很高的料浆直接涌入稀释槽并排出大量蒸汽，届时会有蒸汽甚至带料蒸汽从洗水加热器上窜出，造成危害。出于安全考虑，将其从洗水加热器上引入安全槽后排放。

9.3.9 溶出预热段采用溶出浆液自蒸发排出的二次蒸汽做热源，但在开车时这部分二次蒸汽还未产生，因此需要在预热段设置新蒸汽热源。

9.3.10 溶出系统在某些特殊条件下（如管路不通畅、误操作等），会造成设备或系统超压，因此必须在溶出器、料浆自蒸发器、冷凝水水封罐、冷凝水罐、新蒸汽总管上设置安全阀。国家标准《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG R0004、《压力管道安全技术监察规程》TSG D0001、《安全阀安全技术监察规程》TSG ZF001、《压力容器》GB 150、《压力管道规范 工业管道》GB/T 20801 对安全阀设置都有明确要求，设计过程中要严格按照国家标准执行。还要确保泄压排出点符合安全要求（如加警示、隔离等）。本条为强制性条文，必须严格执行。

9.3.11 不凝气在溶出系统中是一种有害气体，积累过多会造成传热效果下降并引起管道或设备震动，有极大的危害，因此需要采用合理、安全、可靠的不凝气排出措施。

10 熟料烧成与熟料破碎

10.1 煤粉制备

10.1.1 为了保证熟料窑所需煤粉的供应，煤磨系统的生产能力要求有一定的富裕。根据我国氧化铝厂的生产实践，参照现行国家标准《水泥工厂设计规范》GB 50295，煤磨的生产能力要求为熟料窑设计耗煤总量的 1.15 倍~1.20 倍。

10.1.2 本条对供煤系统的设计作出规定。

2 通廊封闭是根据国家现行标准《排污许可申请与核发技术规范 有色金属工业—铝冶炼》HJ 863.2 中无组织排放控制的有关要求制定的。

10.1.3 本条对煤粉制备的设计作出规定。

2 煤的粉磨传统上一直使用钢球磨机，其结构基本与用于水泥粉磨的球磨机类似，但都是风扫式，并且大型煤磨都带烘干仓，以适应煤的水分较大的特点。从节能的角度来看，立磨有取代球磨的趋势，除了现代大中型水泥厂对于较难磨的无烟煤采用风扫式球磨制备煤粉外，大都采用立磨。

根据《新型干法水泥厂工艺设计手册》(2010 版)，立磨较球磨节能 15%~25%，同时立磨还具有对风需求量大、占地小、进料粒度大、生产控制灵活、细度易调整等特点。磨机的选择要求结合生产规模、场地条件、原煤性质、操作工况及经济性等多方面因素确定。

3 煤磨前设原煤仓是保证向煤磨机稳定供料所必要的。根据供煤系统的作业情况和生产实践，原煤仓贮煤量不小于熟料窑 8h 的耗煤量。

6 由于斗式提升机输送煤粉时，煤粉会撒落，堆积在设备底部，容易产生自然，出现安全隐患，故作此条文规定。

10.1.4 为保证熟料窑的正常运行，煤磨与熟料窑之间需要设粉煤仓。其贮量不小于熟料窑 4h 的耗煤量，但也不大于熟料窑 6h 的煤耗量是根据生产实践，并综合考虑生产和安全方面的要求确定的。粉煤仓设置荷重传感器，可以掌握粉煤仓贮量，有利于稳定生产和实现自动控制。

10.1.5 在正常运行条件下，一台煤磨供应一台熟料窑可以避免各窑、磨之间的相互影响。在多台窑、磨的情况下，由于煤磨的设计生产能力为窑所需耗煤量的 1.15 倍~1.20 倍，在煤粉仓上设置仓间互通的输送设备，可以作为某台煤磨出现事故时的应急之用。

10.1.6 采用多通道燃烧器时要求配罗茨鼓风机，由窑头引出热风入煤磨烘干煤粉后含煤粉的废气不进罗茨鼓风机，且气量亦受限制，故推荐经煤磨专用的布袋收尘器或电收尘器净化后排空。采用单通道燃烧器时，含煤粉的废气则可以经煤磨引风机与窑前鼓风机构成的循环系统入窑，废气中的煤粉可以得到充分回收和利用，亦可以减轻煤粉污染，改善环境，还可以简化流程。新建、改建、扩建企业的废气排放要求满足现行国家标准《铝工业污染物排放标准》GB 25465 中关于大气污染物排放浓度限值的规定。

10.1.7 经过烘干磨细的煤粉属于易燃、易爆的燃料品种，属于重大危险源，必须进行惰化设计和设置灭火设施，并配置灭火器。煤粉仓、粗粉分离器、细粉分离器、煤粉经过的管道上都必须设置防爆装置，是为万一发生爆燃事故时可以减轻损失。本条为强制性条文，必须严格执行。

10.1.9 在煤粉仓、收尘器上设置温度检测及自动报警装置是为了随时检测设备内的温度和一氧化碳含量的变化，以便采取处理措施，防止煤粉自然，预防发生爆炸事故。

煤粉堆积时自然温度为 $120^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ ，一般控制在 60°C 以下的安全温度。一氧化碳含量达到约 800ppm 时要求自动报警，达到约 1200ppm 时要求关闭设备的进出口阀门。

10.1.10 为防止检测系统误报，出现安全隐患，要求煤粉磨检测系统与二氧化碳、一氧化碳检测系统分开设置。

10.1.11 做防静电设计是为了保证安全生产的需要，防止意外发生。

10.1.12 集气罩和收尘设施是根据国家现行标准《排污许可申请与核发技术规范有色金属工业—铝冶炼》HJ 863.2 中无组织排放控制的有关要求，制订本条文。

10.2 熟料烧成

10.2.1 熟料烧成的小时生产能力的确定与生产规模、生产方法、生产每吨氧化铝的熟料量、窑的作业率等因素有关。需要说明的是，在联合法中，熟料烧成是处理拜耳法生产系统排出赤泥的后续工序，因而在确定熟料烧成的设计能力时，需要与溶出的生产能力和系统碱平衡相适应，以保证两个生产系统的平衡。

10.2.2 熟料窑在开窑点火、正常运行和处理结圈时，煤粉耗量相差很大。因此，要求饲煤装置的饲料能力和调节范围要求满足上述不同的要求。

10.2.3 目前，多通道燃烧器和单通道燃烧器在国内氧化铝厂均有采用。单通道燃烧器对燃煤挥发份含量要求较高，而多通道燃烧器可以用挥发份较低和质地较差的燃煤，但系统较复杂，运行费用较高。经调查，采用何种形式的燃烧器主要取决于当地所用燃煤的来源和价格。所以，在选择燃烧器形式时，可以根据实际情况酌情选用。

10.2.5 经调查，风机的风量、风压富裕系数过去取 1.3~1.5 偏大，1.20~1.25 较为适宜。

10.2.6 设置轻油辅助燃烧设施，有利于严格控制烘炉温度，按烘炉温度曲线进行烘炉是保证窑衬长期安全运行的重要条件。此外，可以简化点火作业和供煤磨冷态启动之用。

10.2.7 本条对熟料窑工艺设计作出规定。

1 熟料烧成窑是集燃料燃烧、传热传质、化学反应、物料输送于一体的反应设备，影响产能的因素甚多，至今国内外尚无严格的计算产能的理论计算方法。有的只是在某种假设条件下的经验公式，用这些经验公式计算的产能往往与实际产能有出入，很难做到根据某一经验公式计算结果来确定窑的产能。因此，设计常用相似条件下的实际生产数据，按单位传热面积产能或单位容积产能推算，并进行必要的修正来确定窑的设计产能。

2 氧化铝厂采用了单支喷枪饲料技术，与多支喷枪相比，雾化充分、射程远、效果良好。借鉴水泥工艺烧结技术由湿法烧结改为干法烧结，其节能效果明显，因此，氧化铝行业的熟料烧结工艺需要加强技术攻关，尽快形成并应用于干法烧结技术。

3 直筒窑加工制造简单，备品、备件统一，筑炉和检修方便。多年生产实践证明，直筒窑使用情况良好，故规定采用直筒窑。

4 熟料窑要定期检修，当检修换砖时，停窑时间较长，为 8d~12d。氧化铝生产连续性强，湿法系统不允许较长时间停产。因此，熟料窑的台数不少于 2 台，以保证生产过程的连续运行。

5 为了便于施工安装和维护检修，两窑之间要求留有净空不小 6m 的检修通道，以便吊车吊装作业和其他车辆进出。

10.2.8 单筒冷却机热回收率高、加工制造简单、操作检修方便、无废气排放、散热损失大、适用于不同块状的熟料等特点；篦式冷却机产能大、热回收率高、出冷

却机熟料温度低、散热损失小、不适用于大块熟料等特点。此外，熟料在冷却机中冷却速度缓慢，有利于改善熟料质量，提高溶出率。生产实践表明，单筒冷却机和篦式冷却机适于冷却氧化铝熟料。冷却机的产能除要求满足熟料窑正常生产需要外，还需要适应熟料窑跑黄料、掉窑皮、结大蛋等出大料的不正常负荷及熟料窑高产的需要。根据生产经验，冷却机的产能要求为熟料窑设计产能的 1.15 倍~1.20 倍。

10.2.9 本条对窑尾排烟机工艺设计作出规定。

1 熟料窑产量波动和窑尾收尘系统漏风，进入排风机的废气量要比理论计算的废气量大。参照现行国家标准《水泥工厂设计规范》GB 50295 和《有色金属冶炼厂收尘设计规范》GB 50753 的规定，结合氧化铝厂的具体情况，排烟机的风量、风压富裕系数取 1.2~1.3。

10.2.10 目前，氧化铝厂熟料窑后废气净化系统普遍采用窑尾立烟道重力收尘、旋风除尘器和静电除尘器三级除尘。生产实践表明，采用上述三级除尘排放的废气可以达到环保要求。新建、改建、扩建企业的废气排放要求满足现行国家标准《铝工业污染物排放标准》GB 25465 中关于大气污染物排放浓度限值的规定。

10.2.11 近年来，由于国家对环保越来越严格，尤其在 2017 年国家生态环境部在京津冀“2+26”城市区域内实施了更加严格的环保要求，新建、改建、扩建的企业在工艺设计时要求根据国家废气排放标准和当地执行的废气排放浓度进行相关工艺设计，以满足废气排放环保要求，故制定本条文。

10.2.13 本条对熟料窑饲料泵的选择作出规定。

1 采用喷入法饲料的熟料窑，要求饲料泵的流量和压力稳定，并具有良好的耐磨性能。隔离式容积泵具备上述特点。由于泵的过流部件需经常更换，为保证熟料窑的正常运行，要求设置备用泵。在设计直径小、长度短的熟料窑时，也可以采用串联离心泵饲料。

10.2.15 目前，熟料窑的饲料泵多采用容积泵，泵出口压力一般在 2.5MPa 左右，容积泵的工作压力随出口管路系统的阻力而变化，当管路系统不畅或喷枪堵塞等情况出现时，会造成设备或系统超压，因此必须设置压力检测、超压报警、自动停车等安全装置，防止由于系统超压造成重大安全事故。本条为强制性条文，必须严格执行。

10.2.16 熟料窑需要定期检修更换烧成带耐火砖。换砖前，通常将耐火砖吊运至

窑头平台堆放以便换砖时用。为此做出相应规定。

10.2.17 集气罩和收尘设施是根据国家现行标准《排污许可申请与核发技术规范 有色金属工业—铝冶炼》HJ 863.2 中无组织排放控制的有关要求，制订本条文。

10.3 熟料破碎

10.3.1 熟料破碎的设置是为了满足熟料溶出对熟料粒度的要求，不同的溶出工艺和设备对熟料粒度有不同的要求，熟料破碎流程也会不同，故制定本条文。

10.3.2 当采用球磨机溶出时，熟料粒度小于 60mm 较为适宜。烧成后的熟料大部分不需要破碎，因而推荐采用预先筛分的一段开路破碎流程。

10.3.3 采用筒形溶出器、棒磨机两段溶出的熟料破碎流程是根据国外成熟的生产实际流程制定的。

10.3.5 除尘设施是根据国家现行标准《排污许可申请与核发技术规范 有色金属工业—铝冶炼》HJ 863.2 中无组织排放控制的有关要求，制订本条文。

10.3.7 为了减少倒运和有利于熟料溶出设备的稳定运行，熟料仓推荐与熟料溶出就近配置，并且一台溶出磨配备一台熟料仓较为适宜。

10.3.8 在氧化铝厂工艺设计和实际生产中，熟料烧成和熟料溶出的生产能力不一定平衡，当两个工序的生产能力不平衡时，为了生产的正常运行，需要熟料仓缓冲。熟料窑在生产过程中也需要定期停窑检修，在这种情况下为了不影响后续工序的正常运行，也需要贮存熟料供停窑时用。因此，需要综合分析后确定维持正常生产所需的熟料仓的总贮量。

11 熟料溶出

11.0.2 一段磨或两段磨溶出流程是我国开发的熟料溶出技术，目前在国内外氧化铝厂均有采用。

11.0.3 近些年来，随着装备、控制和操作管理水平的提高，烧结法生产系统的物料流量波动幅度减小，考虑到窑磨之间和系统碱液量的平衡，经调查，烧结法的波动系数取 1.10 较为适宜。

11.0.4 熟料溶出设备在国内已有使用格子型和溢流型球磨机的生产实践，溢流型球磨机的产能和溶出工艺指标与格子型球磨相当，但具有运转周期长，清理维护工作量小的优点。因此，规定可以选用溢流型球磨机和相应配套的高堰式单螺旋分级机。溶出磨是整个湿法系统的主体设备，为了保证湿法系统的稳定运行，需要设置备用磨机，以便在设备检修和发生意外事故时，启动备用磨机。

11.0.5 溶出磨的生产能力取决于熟料性质、磨机的形式和规格。在熟料性质、磨机形式与已有生产厂相近时，可以用生产实际数据推算确定，否则需要根据试验数据计算确定。

11.0.6 裙式饲料机运行平稳，饲料量调节方便，又能适应温度较高的物料，可以满足生产要求。耐热皮带机最高使用温度达 180℃，当输送物料温度低于此温度可以选用。

11.0.7 用于溶出熟料的溶剂主要是后续工序返回的赤泥洗液，故需要设置赤泥洗液槽。有时因工艺的需要，配入一定数量的碳分母液或种分母液以及氢氧化铝洗液返回溶出熟料。因此，做出相应的规定。

11.0.8 溶出浆液的输送系统结疤严重，生产时管道、阀门易于结疤和堵塞，影响生产的正常运行。根据生产经验，简化槽、泵管路系统，采用一台溶出浆液槽配一台泵，操作灵活，清理检修方便。

11.0.9 由于熟料和溶出浆液温度都较高，在熟料溶出过程中有蒸汽排出，特别是冬季雾汽较大。为此，在溶出磨下料口、出料口及分级机上一一般均设有排汽罩，将蒸汽引出室外。

11.0.11 除尘设施是根据国家现行标准《排污许可申请与核发技术规范 有色金属工业—铝冶炼》HJ 863.2 中无组织排放控制的有关要求，制订本条文。

12 赤泥分离洗涤及外排

12.1 赤泥分离与洗涤

12.1.1 采用沉降槽分离洗涤赤泥，具有设备简单、运行费用低、操作维护简便、添加絮凝剂可以显著改善赤泥沉降性能等优点，故被氧化铝厂广泛采用。

赤泥在溶液中的最佳沉降速度要求固体浓度不能过大，如沉降槽进料的固体浓度过高，会显著降低赤泥在溶液中的沉降速度，从而降低沉降槽的处理量。在这种情况下，要采用稀释进料或其他方式来降低沉降槽进料的固体浓度，以保证沉降槽的处理能力。除了进料固体浓度外，赤泥在溶液中的最佳沉降速度与添加的絮凝剂的种类、数量及物料温度有关。

12.1.2 对于串联法中的拜耳法赤泥洗涤，因对洗涤后赤泥的含水率有一定的要求，因而需要对一部分拜耳法赤泥进行过滤以提高其含水率。近些年随着生产操作控制水平的提高，外排的弃赤泥附液中的 Na_2O 含量普遍下降到每吨干赤泥小于 5kg ，所以本标准规定外排的弃赤附液中的 Na_2O 含量，每吨干赤泥不大于 5kg 。

12.1.3 深锥沉降槽已广泛应用于国内氧化铝厂。深锥沉降槽单位沉降面积产能高、底流固体浓度高、占地少、水解损失少，适用于拜耳法赤泥分离洗涤过程。

12.1.4 烧结法赤泥中由于原硅酸钙的存在，若停留时间过长，将导致严重的二次反发生，从而导致氧化铝及氧化钠的损失。因此近年来国内部分氧化铝厂针对烧结法的快速分离做了一定的研究，尤其是翻盘真空过滤机、水平带式真空过滤机的研究进展较快，目前已在一些氧化铝厂成功应用，因此在此推荐作为烧结法赤泥分离及洗涤设备。

12.1.5 赤泥分离、洗涤沉降槽均需定期清理和检修，且持续时间较长，为保证生产的正常运行，故需要设置备用沉降槽。

条文中的“必要时”是指当分离和洗涤沉降槽的规格相差较大，互为备用时能力不适应；或沉降槽台数较多，清理检修周期排不开或由于配置上的原因不能互为备用等；或采用不同结构形式的沉降槽时。

12.1.6 近年来，由于车间布置的集中化，总图占地减少等原因，部分氧化铝厂的分离沉降槽或一洗沉降槽溢流采用自流方式输送，运行也较为平稳，因此对于沉降槽的溢流，除泵送外，自流输送也是可以考虑的方式之一。

12.1.7 在烧结法氧化铝生产中，如分离沉降槽选型不当，会造成液体和赤泥接触

时间过长，增加二次反应损失，熟料溶出浆液易在设备、管路中结垢。为了减少输送管路系统的结垢和清理工作量，赤泥分离沉降槽要求靠近熟料溶出配置。

12.1.8 由于拜耳法赤泥浆中固体颗粒较粗，且有时还含有大块结疤或其他杂物，会造成水力旋流器沉砂嘴堵塞，导致水力旋流器不起作用。

12.1.9 氧化铝生产为了减少赤泥附损和絮凝剂的添加量，以节省生产成本，要求对沉降槽的泥层进行监测与控制。

传统的监测装置为接触式泥层探测仪，具有间断型点式测量，探头易结疤，探头需要定期更换，配套冲洗水且易受环境影响，设计结构中的配件需定期更换等特点。新型的监测装置为非接触式泥层探测仪，具有实时测量，不结疤，探头使用寿命长，不配套冲洗水装置，一次固定成型，免维护等特点。非接触式泥层探测仪已成功应用于多个氧化铝生产现场，易实现智能化控制，并为企业创造了效益。

12.1.10 对于在冬季环境温度较低的地区建厂，若顶部操作平台无围护结构，冬季操作巡检时存在一定的安全隐患，故作此条文规定。

12.1.11 由于沉降槽在发生事故或操作不当时，会造成泥位显著提高，远远高于正常载荷，如沉降槽和基础载荷不充分考虑这一点，会造成重大安全事故，因此在本条文中进行明确规定。

12.2 絮凝剂制备

12.2.1 絮凝剂种类的选择及其用量的确定与赤泥的性质密切相关，因而对于不同的赤泥所适用的絮凝剂及其用量可能会有差别。

12.2.2 就近配置有利于絮凝剂添加。

12.2.5 根据生产经验，用软水来制备絮凝剂的情况下，絮凝剂的耗量可以降低10%。

12.3 赤泥外排

12.3.1 氧化铝厂外排赤泥浆液的输送距离一般都较远，浆液的固体浓度亦较高，此时泵出口需要较高的压力，因而推荐用隔膜泵输送；但也有少数赤泥堆场修建在氧化铝厂附近，此时泵出口需要的压力不高，因而推荐用离心泵输送。在进行泵的选型计算时，不仅要按设计的最大流量，还要根据赤泥的固体含量与黏度及赤泥堆场最终堆存高度等条件计算泵的工作压力，最大流量值的确定需要考虑弃赤泥液固

比波动增大的不利条件，以保证在任何情况下都能满足外排赤泥的输送要求。

12.3.3 目前，高固体浓度赤泥外排多采用高压容积泵，容积泵的工作压力随出口管路系统的阻力而变化，当管路系统不畅或堵塞等情况出现时，泵的工作压力会急剧增高，造成设备或系统超压，从而可能引发安全事故。因此，必须设置压力检测、超压报警、自动停车等安全装置，防止由于系统超压造成重大安全事故。设置管道冲洗是为避免长期停车，导致管道堵塞无法恢复，造成停产。本条为强制性条文，必须严格执行。

12.4 赤泥选铁

12.4.1 对于以氧化铁含量高的铝土矿为原料的拜耳法生产线，可以结合市场售价情况确定是否设置赤泥选铁工序，对于暂不具备条件的，建议预留相应场地。

12.4.2 赤泥选铁工艺确定前要求对铁的物相、粒度进行分析，并进行相关选铁试验，以获得较佳磁场强度、铁的回收率及铁精矿品位等参数。

12.4.3 以一水硬铝石型铝土矿为原料，一般采用高温溶出技术，在溶出温度不低于 260℃ 的条件并添加石灰的情况下，赤泥中铁的物相以赤铁矿、磁铁矿为主，采用“赤泥—隔渣筛—中磁机—粗选—精选—浓密—压滤—铁精矿”的磁选工艺流程可以获取较好的回收率及铁精矿品位。

12.4.4 三水铝石型铝土矿中针（铝针）铁矿含量较多，一般采用低温溶出技术，在溶出温度不低于 140℃ 的条件下，物相难以转变，不适合直接采用磁选流程。根据现有研究，可以在磁选前对赤泥采用磁化还原焙烧或二次高温溶出的方式，使物相发生转变，利于后续磁选。

12.5 赤泥压滤

12.5.1 不同地区的气候条件不同时，对于赤泥滤饼含水率也有不同的要求，甚至同一地区不同季节适宜于堆存的滤饼含水率也是不同的，为满足赤泥干法堆存对赤泥含水率的要求，板框式隔膜压滤机能满足条件，且已广泛应用与生产实际。由于矿石种类的不同，磨矿粒度的不同等因素的变化，赤泥的压滤性能差异非常大，因此要求根据压滤试验并结合类似工厂的使用情况确定。

12.5.2 在一台或多台压滤机故障，会造成处理能力下降，为了保证氧化铝厂生产的连续性，赤泥压滤车间需要有一定的缓冲能力，缓冲能力的大小需要结合输送距离的远近及工厂产能规模确定。

12.5.3 为了保证在氧化铝厂停车检修或流程中断时赤泥输送管道的安全，在外排赤泥中断时需要考虑对输送管道用水进行冲洗，以避免泥浆沉积于管道中，造成事故，因此赤泥压滤车间的赤泥贮槽的总容积要求大于整个外排管道中泥浆的总容积，并且判断是否停止冲洗需要一定的时间差，为避免冒槽，这个容积还需要有一定的裕量。

12.5.4 压滤机喂料泵的最高出口压力不足时将导致压滤机喂料系统的电磁阀关闭延迟，从而导致过滤周期延长，产能下降；最大流量不足也会导致同样的问题，因此压滤机喂料泵的出口最大压力和最大流量需与压滤机技术条件相匹配。

12.5.6 外排管道中通常含有赤泥结疤、大块物料、阀门组件等杂物，这些杂物进入压滤机会造成滤布及滤板损坏，因此在喂料泵前推荐设置除疤设施，并定期清理，以保证过滤机的安全使用。

12.5.10 卸料溜槽内衬聚四氟乙烯板可以降低摩擦，避免滤饼粘连。

12.5.13 为了避免高压清洗喷头堵塞推荐用新水作清洗介质。

12.5.15 由于赤泥压滤过程中会产生大量碱蒸汽，故需要考虑必要的排气设施。在一些寒冷地区，厂房内推荐进行采暖、以减少蒸汽产生量。

13 综合过滤

13.1 控制过滤

13.1.1 立式自动卸泥叶滤机最先由国外引进，这种叶滤机具有产能高、自动化程度高、过滤全过程连续作业、占地面积少、维护费用低等优点，目前这种叶滤机已实现国产化，已在国内外氧化铝厂广泛应用。

13.1.2 在叶滤机过滤过程中，饲料泵进料压力初期低，随着滤饼加厚压力逐级升高，当进料末期压力最大，故饲料泵需要变频调速，并选用扬程变化范围大的离心泵。当采用多台饲料泵并联为多台（如3台以上）立式叶滤机供料时，因某台叶滤机卸车关闭该叶滤机的进料阀时发生的流量变化对系统影响小，饲料泵至立式叶滤机的进料管上可以不设置缓冲吸能装置，配备的饲料泵也可以小一些，这种工艺配置推荐设置备用泵。

当采用单台饲料泵对单台立式叶滤机供料时，因叶滤机关闭进料阀卸车时发生的大流量变化对饲料泵冲击很大，所以饲料泵至立式叶滤机的进料管上推荐设置缓冲吸能装置。采用备用饲料泵因阀门过多会使流程变得复杂，容易出故障，并且操作复杂。采用单台饲料泵对应单台叶滤机可以使流程变得简化，采用这种配置时不设置备用泵。

13.1.4 滤饼槽配置在多台叶滤机中间位置是为了减少卸饼的阻力，有利于生产控制。滤饼槽需要定期检修和清理结疤，故需要设备用滤饼槽。

13.1.5 助滤剂通常为石灰乳，可以直接添加到粗液槽，也可以先预处理后再添加到过滤流程中。

13.1.6 铝酸钠溶液控制过滤中滤布的清理和再生相当重要，而这都需要完善的碱煮系统，以便定期进行滤布的碱煮，使滤布寿命延长，并可以保证叶滤机的生产能力。碱洗后通常需用热水对叶滤机冲泡，去除叶滤机中残余的碱液。

13.1.8 立式叶滤机要求阀门快速地进行切换，才能顺利实现自动化。气动阀门能够实现快速开停，并且运行可靠，其他阀门则不使用。

13.2 精液降温

13.2.2 由于采用多级真空降温时闪蒸出的二次蒸汽与种分母液换热，设备流程复杂，目前已普遍采用设备流程简单的板式换热器降温。为了更好地利用回收精液的热量，在换热器工艺设计和选型时要求尽量提高换热后母液的温度，少用或不用循

环水换热。

13.2.3 由于板式换热器的板片薄且密封面多，在生产中板片两侧压力差较大时，溶液容易泄漏。选用承压能力为 1.6MPa 的大型板式换热器，可以提高使用寿命，减少清理维修工作量，延长其使用周期。当种子过滤设备配置在综合过滤工序或分解槽顶时，将利用换热后的精液冲种子滤饼，此时板式换热器的承压能力会高于 1.6MPa，所以板式换热器推荐选用承压能力不小于 1.6MPa 的大型板式换热器。

13.2.4 为了提高板式换热器的传热效率，需要定期进行设备和管道上的结疤，故需要设置碱洗流程。当采用水进行换热时，需要对水侧板式换热器进行酸洗，目前工厂酸洗通常采用外委方式进行，设计只需要留出酸洗接口即可。

13.2.5 一体式的精母液换向料浆阀是针对本工序流程开发的一种新型料浆阀，一个阀门能实现流程切换，简化了管道布置，操作方便，节省占地。

13.3 种子过滤

13.3.1 当处理高固含物料时，一般以固体物料通过量进行计算、当处理低固体含量物料时，一般以液体物料通过量进行计算。

13.3.2 为了保证过滤机能力，对于进料固体含量低的物料可以先经过沉降槽浓缩，提高固体含量后再通过过滤机过滤。

13.3.5 罗茨风机和离心风机作为立盘过滤机反吹风已成功应用于氧化铝生产，其具有节能、投资少、占地少、操作方便等特点，选用罗茨风机时需采用降低噪声的措施。

13.3.6 种子过滤机的配置需要考虑工厂总图位置，减少物料输送消耗等因素确定。

13.3.8 本条对使用立盘过滤机过滤、洗涤细种子去除草酸盐作出规定。

2 草酸盐溶解到热水中，需要足够的停留时间，故需要设置滤饼浆液停留槽。

13.3.10 种分母液槽选用锥底槽是为了利用母液槽兼为母液浮游物之用，浮游物含量高低将影响氧化铝生产的循环效率，其含量越高，循环效率越低。母液浮游物含量与过滤机滤布有很大关系，通常真空过滤机滤液浮游物含量保证值是 $\leq 2\text{g/L}$ ，如果滤布出现破损，则浮游物含量会增加。氧化铝生产需尽量降低母液浮游物含量，故推荐选用锥底母液槽形式。

13.3.11 为了清除滤布附碱、设备和管道结疤，种子过滤机需要定期进行碱洗和

水洗。

13.4 碱洗

13.4.1 氧化铝厂设置碱洗的目的是定期对设备、管道、滤布等进行清洗，保证设备生产能力和生产指标稳定，需要碱洗的设备有叶滤机、板式换热器、种子过滤机、成品水力旋流器、平盘过滤机等及设备的滤布，需要碱洗的管道为含有氢氧化铝成分的易结疤管道。

13.4.4 设备内部盘管式加热由于存在结疤不易清理和管道泄漏冲淡碱液等问题，现在基本不用。

13.4.5 由于碱液加热的目标温度相比其他用户较低，为充分利用工厂内的低品质热源，推荐采用低压管网的乏汽作热媒加热碱液。

14 烧结法粗液脱硅

14.1 粗液脱硅

14.1.1 本条对不同精液硅量指数的粗液脱硅流程选择作出规定。

1 近年来,国内业界就烧结法粗液脱硅工艺做了大量的试验研究工作,取得了较好的效果,并已产业化。试验和工业实践表明,粗液添加硅渣作晶种,在一定条件下进行常压脱硅,精液硅量指数可以达到 250~300。

2 经调查,粗液添加硅渣晶种进行预脱硅后再进行加压脱硅,精液硅量指数可以达到 400~500。

3 溶液中的 SiO_2 成为含水铝硅酸钠析出的脱硅过程,受到 SiO_2 在铝酸钠溶液中平衡溶解度的限制,精液的硅量指数一般很难超过 500。为此,向分离出钠硅渣后的溶液中添加一定数量的石灰乳或其他添加剂,脱硅产物水化石榴石的溶解度低于含水铝硅酸钠,可以提高脱硅后精液的硅量指数。经调查,采用本条文的脱硅流程,精液硅量指数可以达 600~700。

4 为了获得更高的精液硅量指数,如大于 1000 时,为避免溶液中硅渣浮游物回溶影响硅量指数的提高,推荐采用本条文的流程。

14.1.2 由于间接加热脱硅与蒸汽直接加热相比,可以降低氧化铝生产的热耗。因此,加压脱硅采用套管预(加)热、脱硅器停留的间接加热连续脱硅技术,在工业上被普遍推广应用。

14.1.4 采用间接加热加压脱硅时,要求先进行常压预脱硅,是为了使溶液在进加热器前脱去大部分硅,以减轻加热器的结疤,提高传热效果,延长加热器运行周期。

14.1.5 试验和生产实践表明,用拜耳法赤泥作粗液脱硅的晶种也可以起到较好的脱硅效果。

14.1.9 常压下添加灰乳或其他添加剂进行二次脱硅的反应速度是受扩散动力学控制的,需要提供充分的搅拌和足够的时间。因此,需要设置二次脱硅搅拌反应槽。因脱硅反应槽需要定期清理检修,故需要设置备用槽。

14.1.10 近年来,国内业界研究开发了用石灰乳和铝酸钠溶液制取水合铝酸钙作脱硅添加剂,在工业上应用取得了较好的脱硅效果。因此,本条文中规定了当二次脱硅添加其他添加剂时,需要设置相应的制备设施。

14.1.13 不凝气在加压脱硅中是一种有害气体,积累过多会造成传热效果下降、

脱硅时间减少并易引起加热器震动，有较大的危害，因此需要设置安全、可靠的不凝气排出措施。

14.1.14 加压脱硅系统工作压力一般为 0.8 MPa~1.0 MPa，当管路过料不畅或管路堵塞等情况出现时会造成设备或系统超压，因此必须在加压脱硅器、料浆及冷凝水自蒸发器、新蒸汽总管上设置安全阀。国家标准《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG R0004、《压力管道安全技术监察规程》TSG D0001、《安全阀安全技术监察规程》TSG ZF001、《压力容器》GB 150、《压力管道规范 工业管道》GB/T 20801 对安全阀设置都有明确要求，设计过程中要严格按照国家标准执行。本条为强制性条文，必须严格执行。

14.2 硅渣分离

14.2.1 用于铝酸钠溶液分解的精液，要求其固体含量不大于 15 mg/L，而脱硅后的浆液单独用沉降分离或过滤分离均达不到上述要求。生产实践表明，脱硅浆液的硅渣分离采用沉降分离，其溢流再用叶滤机进行控制过滤产出精液，其底流经真空过滤机过滤分离、滤液并入沉降槽溢流的流程，可以满足生产要求。

15 铝酸钠溶液分解

15.1 种子分解

15.1.1 本条对不同生产方法的种子分解生产能力作出规定。

2 烧结法设置种子分解,是因为粗液脱硅需要添加种分母液(或种分蒸发母液)调整脱硅原液的苛性比,以维持脱硅作业中溶液的稳定性。此外,当溶出液的苛性比过低时,为控制赤泥分离洗涤过程溶液的稳定性,也需要添加种分母液。因此,烧结法种子分解的生产能力需要根据上述两方面的需要确定。

3 在串联法生产中,烧结法系统不一定设置粗液脱硅过程,故作本条款的规定。

15.1.2 本条对种子分解工艺流程的选择作出规定。

1 目前,国内氧化铝厂拜耳法高浓度铝酸钠溶液种子分解生产砂状氧化铝存在两种流程,即:①大种子比的一段连续分解流程;②一段细种子附聚、二段粗晶种长大的两段连续分解流程。一段连续分解流程在国内已有长期的工业实践,两段连续分解流程在国内已实现产业化。

2 国内自上世纪 90 年代就开始对烧结法低浓度铝酸钠溶液种子分解生产砂状氧化铝技术进行了开发研究,目前此项生产技术现已产业化,并取得了较好的指标。

15.1.3 机械搅拌分解槽与空气搅拌分解槽相比,具有能耗低、起动容易、搅拌性能好、易于大型化等优点,在新建和改扩建氧化铝厂被广泛采用。由于分解槽需要定期清洗检修,故需要设置备用槽。液量平衡槽的作用是当生产波动时进行液量平衡,保证生产稳定。

15.1.4 在铝酸钠溶液分解过程中,降低溶液温度是加快分解速度、提高分解率的重要条件。为了强化分解过程提高分解率,分解过程中间降温已被国内氧化铝厂广泛采用。由于分解浆液的固含较高,可以选用立式或卧式宽流道板式换热器、螺旋板式换热器、浸没式换热器。

15.1.5 连续分解的种分槽采用阶梯式配置,溶液靠位差自流,可以节省能耗,提高分解槽的利用率。若浆体物料下料在搅拌浆范围内,当低液位时,物料会砸在搅拌桨上,造成分解槽振动,为保证生产安全,故作此要求。分解槽顶距地面高度一般为 35m~50m,当种子过滤厂房配置在分解槽顶时,此时过滤机安装平面距地面高度达 45m~60m,设置客货两用电梯,可以同时满足操作、检修人员和装备上下运送的要求。

15.1.6 目前设计和生产上，种子分解多采用在倒数第二台或第三台分解槽上部设出料。为保证出料的正常运行，需要设循环泵将液量平衡槽内的物料送入出料分解槽，以维持出料槽的液面。分解槽退槽清理时要使用倒槽泵倒空该分解槽；分解槽搅拌突然出现事故，且短时间内不能恢复搅拌时，也要采用倒槽泵倒空该分解槽中的物料，因此需要设置倒槽泵。分解槽需定期用液碱进行泡槽清洗，液碱是用倒槽泵进行输送。

15.1.7 旋流细筛和单个水力旋流器用于种子分解产物分级，效果不理想。一段连续分解采用水力旋器组分离产品氢氧化铝有较好的分级效果，并已在工业上应用多年。两段连续分解采用两级水力旋流器组和沉降槽组合的分级流程，在国外已有成熟的经验，国内已开始工业上应用。

15.2 碳酸化分解

15.2.1 连续碳酸化分解生产砂状氧化铝技术，经多年的开发研究，现已成功地用于工业生产。

15.2.2 碳分槽出料液固比较大，直接过滤效果不好，需要先经水力旋流器组分级，其溢流进沉降槽浓缩后再行过滤，这样可以减少过滤机的滤液负荷，提高过滤机的产能。沉降槽需要定期清理检修，故需要设置备用沉降槽。

15.2.6 碳酸化分解通气量（CO₂ 气体）很大，并且碳分过程放热量大，排出的气体难免夹带液滴。为此需要设汽液分离器，以减少和避免排气造成碱的损失和污染环境。

15.2.7 分解槽二氧化碳通入口由于二氧化碳浓度最高，分解剧烈，造成结疤迅速，如不设置电动清疤器清疤，则极易堵塞分解槽二氧化碳气通入口。

16 氢氧化分离洗涤与贮存

16.1 氢氧化铝分离与洗涤

16.1.1 目前这两种配置方式都可行，主要根据现场条件确定，不同的配置方式需要考虑不同的配套设施。

16.1.2 目前新建、改建和扩建氧化铝厂的氢氧化铝产品的分离、洗涤，均采用分离、洗涤过程在同一设备内完成的，与焙烧炉产能相适应的水平盘式真空过滤机。

16.1.4 氢氧化铝产品分离洗涤设施与焙烧炉的饲料设施配置在一起，可以将氢氧化铝固体输送改为氢氧化铝浆液输送，简化了输送设施，分离洗涤后的氢氧化铝亦可以就近入炉；如果配置于综合过滤车间内，其洗水、反吹风、和真空系统可以与其他工序过滤系统统筹考虑，能节省占地、便于物料输送等，因此需要根据总图占地情况确定。

16.1.6 离心风机或罗茨风机作为水平盘式真空过滤机反吹风已成功应用于氧化铝生产，其具有节能、投资少、占地少、操作方便等特点，选用离心风机或罗茨风机时要求采用降低噪声的措施。

16.2 氢氧化铝贮仓

16.2.1 为了保证在氢氧化铝焙烧炉检修期间不影响生产的正常运行，需要设置氢氧化铝贮仓，其贮量一般根据单台焙烧炉的产能和检修时间、其他焙烧炉的能力余量、生产组织情况等条件综合确定。

16.2.3 设置通风设施，以降低空气的相对湿度，防止结露。

17 母液蒸发及苛化与碱液调配

17.1 母液蒸发

17.1.1 污水是指相关工序影响蒸发水量的污水，如设备、管道清洗水，离心泵密封冷却水和地坪冲洗水等。如在物料衡算时已经计算进入流程的污水量，则在考虑蒸水能力时就不需要再额外计入污水量。

17.1.2 逆流蒸发可以使溶液在氧化硅过饱和度最大时，处在低温效，溶液进入高温效时，其氧化硅过饱和度最小，利用硅渣析出的动力学因素，抑制硅渣的析出。

增加蒸发器的效数是降低汽耗最有效的方法。为了降低能耗，目前国内氧化铝厂拜耳法母液蒸发已普遍采用5效或6效蒸发，采用低浓度体系的蒸发已采用7效蒸发。因此，条文规定了蒸发机组的效数不宜少于5效。

17.1.3 由于自然循环蒸发器传热系数低，因液柱静压效应引起传热温差损失，总传热温差小，难以实现多效蒸发，因而在新建、改建和扩建氧化铝厂的蒸发设计中已被淘汰。强制循环蒸发器更适于有盐析出的蒸发过程，析盐效推荐选用强制循环蒸发器。

17.1.4 蒸发器的热媒采用饱和蒸汽比过热蒸汽有更高的传热系数。

17.1.5 本条对蒸发系统热量利用作出规定。

4 水冷器的循环回水温度较高，用作赤泥洗水，既可以利用循环水的热量降低工艺系统能耗，又可以实现低温水为循环水补水，降低循环水凉水负荷。

17.1.7 由于锅炉给水是通过电厂自用汽直接加热方式升温的，而新蒸汽冷凝水所具有的热量利用是依靠增加工艺设备的换热面积来实现的，因此新蒸汽冷凝水经检测合格，宜直接返回电厂使用。

17.1.8 母液蒸发工序一般由一组或几组蒸发装置组成，由于蒸发器需要定期进行酸洗和水洗，为了保证生产的连续，故需要设置原液槽进行液量缓冲。根据总图配置，原液槽可以与碱液调配工序的合格碱液槽集中配置或配置在综合过滤工序。

17.1.12 末效蒸发器分离室和水冷器一体结构能使末效产生的二次蒸汽与循环水充分接触并降温，能有效避免二次蒸汽带碱，从而改善蒸发循环水水质。如在缺水地区也可以采用其他二次汽降温方式回收乏汽中的水。

17.1.13 蒸发装置由于占地有限和管道连接复杂的原因，所有溶液泵在地面上可以不设备用，而且由于蒸发装置自动化程度高，溶液泵设备用反而使控制联锁复杂，

增加操作的难度。为了保证蒸发装置高运转率，所以在订货时要求选用品质较好的设备。

17.1.14 蒸发器采用分体式结构能降低装置的整体高度，从而降低溶液泵扬程使装置的运转功率降低；同时由于设备载荷的拆分，能减小支撑设备的钢柱截面和钢梁高度，故装置的运行费用将减少，能节省土建投资。

17.1.15 蒸发原液温度一般大于 80℃，而末效蒸发器液室温度一般小于 60℃，原液进入自蒸发器闪蒸出二次蒸汽用来加热末效，有利于降低蒸发汽耗。

17.1.16 由于蒸发装置是一个封闭的系统，所以在蒸发器、自蒸发器、冷凝水罐设备上都没有设置安全阀。但在实际生产过程中发生过新蒸汽总管超压爆炸的情况，为了保证系统安全可靠，保障人身安全，要求新蒸汽总管上必须设置安全阀。国家标准《压力管道安全技术监察规程》TSG D0001、《安全阀安全技术监察规程》TSG ZF001、《压力管道规范 工业管道》GB/T 20801 对安全阀设置都有明确要求，设计过程中要严格照按国家标准执行。本条为强制性条文，必须严格执行。

17.1.17 为了提高设备的传热效率，蒸发器需要定期进行水洗和酸洗。水洗是用来溶解设备和管道上附着的盐，为全流程打循环清洗，水洗周期一般为 7 天~10 天。酸洗是用来清除蒸发器加热管的结疤，为各效蒸发器单独打循环清洗，酸洗周期一般为 3 个月~4 个月。以前生产使用高压水清洗加热管结疤，但清洗强度大，清洗效果不理想，现在生产很少用。

在蒸发器内配制稀硫酸会加速蒸发器腐蚀，同时还存在安全隐患，故不在蒸发器内配制稀硫酸，生产是在酸洗站的稀酸槽内配制稀硫酸。

17.2 结晶碱分离

17.2.1 在碱液蒸发过程中，碱液中溶解的碳酸钠和硫酸钠达到饱和浓度后会结晶析出。分离结晶碱的目的，是为了排除蒸发母液中结晶析出的盐类，减轻蒸发过程结疤，提高蒸发器的传热系数。由于蒸发母液中固含较低，目前国内氧化铝厂普遍采用先经沉降槽浓缩，沉降槽底流再经过滤机过滤的分离流程。

17.2.4 母液蒸发析盐效添加结晶碱作种子，是为了加速蒸发母液中盐类析出。

17.2.5 由于立盘真空过滤机或板框压滤机具有产能高、占地面积少，滤布便于更换等优点，在新建厂和老厂改造中已取代转鼓式真空过滤机。

17.3 结晶碱苛化

17.3.1 在拜耳法生产中，为了维持生产的正常运行，需要将母液蒸发过程析出的结晶碱（碳酸钠）从生产系统中排出，而这部分结晶碱大多是由溶液中的苛性碱反苛化生成的。为了减少反苛化造成的系统内苛性碱的损失，通常采用将结晶碱溶解后加石灰苛化的方法，使碳酸碱转化为苛性碱返回生产流程。而采用间断苛化还是连续苛化作业，则需要根据需要苛化的结晶碱量，经技术经济比较后确定。

采用连续苛化作业时，苛化槽的数量不少于 3 台。苛化槽阶梯式配置，可以利用液面位差自流过料，减少能量消耗。

17.3.6 在采用沉降槽分离苛化浆液时，因沉降槽底流附液量较少，碱浓度较低，将分离底流送往相应碱浓度的赤泥洗涤沉降槽，可以在简化流程的同时回收底流附碱，苛化渣亦可以经沉降洗涤后随赤泥排出。在采用真空过滤机分离苛化浆液时，滤饼（苛化渣）的附液量更少，需要送往相应碱浓度的赤泥洗涤沉降槽，以回收滤饼所夹带的附碱。

17.3.7 苛化浆液沉降分离溢流液的碱浓度较低，且主要是苛性碱，国内外氧化铝厂普遍将苛化液送往蒸发原液槽继续蒸浓。

17.4 液碱卸车贮运及固碱化碱

17.4.1 拜耳法氧化铝生产系统消耗的碱大多用液碱（工业用液体氢氧化钠）或固碱（工业用固体氢氧化钠）补充，联合法中的拜耳法系统有时也补充部分液碱或固碱。因此，当生产系统补充碱为液碱时要求设置进厂液碱卸车和贮存设施；当生产系统补充碱为固碱时要求设置固碱贮存和固碱化碱设施。

17.4.5 国外新建的氧化铝厂大部分是从国际上采购固碱，使用的货船吨位较大，故在国外新建厂时固碱堆栈堆存时间取上限。

17.4.6 苛性碱属于危险化学品，腐蚀性很强，为了减少其对人体的灼伤，故固碱拆袋推荐使用自动拆包机进行作业。

17.4.7 液碱槽的设计液碱贮量，根据碱厂至氧化铝厂的距离及运输条件的不同，以 10d~30d 液碱用量较为适宜。生产使用的液碱质量百分比浓度一般为 42~50%，当温度低于 14℃时液碱就会结晶，故在北方寒冷地区液碱槽下部要求设置加热或伴热设施，保证液碱能正常输送。

17.4.8 生产中氧化铝产量波动和生产系统碱液量不平衡时，所需供碱量要大于小

时平均用碱量。故规定液碱槽出料泵的能力不小于小时平均用碱量的 1.5 倍。

17.4.9 种分槽需要不定期用液碱进行泡槽溶解结疤，其有效容积为 $5000\text{m}^3\sim 10000\text{m}^3$ ，种分槽泡槽为间断操作，故推荐设置一台大流量的液碱泵。

17.4.10 絮凝剂制备工序制备碱水用液碱量较少，为了减少液碱波动的影响，该工序都设置有液碱槽贮存液碱，故推荐设置一台小流量的液碱泵。

17.4.11 液碱属于危险化学品，腐蚀性很强，为了安全生产的需要，液碱卸车贮运及固碱化碱作业现场要求设置安全防护设施和用具。

17.5 碱液调配

17.5.1 拜耳法和联合法中拜耳法系统的循环碱液主要是由蒸发母液和种分母液组成，其他则依生产方法和补碱方式的不同，还有液碱、结晶碱苛化液等。上述溶液中的 Na_2O_k 浓度各不相同，而循环碱液对 Na_2O_k 浓度又有一定的要求，因而需要设置循环碱液调配工序。

17.5.2 碱液调配槽置于合格碱液槽上方，可以使调配后的碱液自流至合格碱液槽。

17.5.3 生产实践表明，合格碱液槽的储量为 4h~8h 循环碱液用量可以满足生产要求。

17.5.4 在一些工厂由于地势高差较大，碱液可以自流去料浆磨制工序和预脱硅工序，若不能自流就要求设置碱液泵进行输送，通常是一部分循环碱液送原料磨制备原矿浆，剩余的循环碱液送预脱硅调节原矿浆配碱比。

17.5.5 设备、管道、滤布等碱洗要求碱液 Na_2O_k 浓度为 $240\text{g/L}\sim 300\text{g/L}$ ，简洁的办法就是用循环碱液添加液碱达到要求的浓度，碱洗为间断操作，故推荐设置一台碱液泵为碱洗补充碱液。

17.6 热水站

17.6.1 全厂水平衡计算是对氧化铝工厂的工艺用水进行物料平衡计算，其目的是为了更方便氧化铝生产时对工艺用水进行有效地控制与调节。热水站工艺设计前要求先进行全厂水平衡计算。

17.6.2 氧化铝厂设置热水站的目的是为了把全厂工艺用水进行统一汇总并分配，以方便生产控制和管理。

17.6.3 赤泥洗水槽是为赤泥沉降分离洗涤工段提供热水，热水温度为 $95^\circ\text{C}\sim 98^\circ\text{C}$ 。

17.6.4 中温热水槽是为石灰乳制备工序和絮凝剂制备工序提供热水，热水温度为 $60^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$ 。高温热水槽是为母液蒸发工序、氢氧化铝分离洗涤工序及综合过滤工序提供热水，热水温度为 $80^{\circ}\text{C}\sim 90^{\circ}\text{C}$ 。

17.6.5 由于赤泥洗水加入了赤泥滤液，热水水质较脏，而中温热水和高温热水都是母液蒸发工序提供的二次蒸汽冷凝水，热水水质较好，为了保证后续工序对水质的要求故规定分区布置。

17.6.6 加热器是一种高效的新蒸汽与热水直接加热设备，具有热水通过量大、热交换充分、升温快等特点。

17.7 酸洗站

17.7.1 为了提高母液蒸发工序蒸发器的传热效率，需要不定期用 $8\%\sim 10\%$ 的稀硫酸进行酸洗，酸洗为间断操作，故设置一个酸洗站能满足生产使用要求。

17.7.2 酸洗使用的 $8\%\sim 10\%$ 稀硫酸是在稀硫酸槽中先加入一定量的水，再加入一定量的 98% 浓硫酸进行配制而成，为了降低稀硫酸对设备和管道的腐蚀，在配制过程中还加入诺丁作为缓蚀剂。

17.7.3 如果采用地下配置，当浓酸槽或稀酸槽发生腐蚀泄漏不易被发现，会造成环境污染，且地下配置也不易维护，更容易发生腐蚀，故规定浓酸槽和稀酸槽严禁地下配置。

17.7.4 浓酸槽一般采用碳钢材质制作而成。排气口设置干燥器是防止雨水或湿空气进入浓酸槽，降低浓硫酸的浓度，导致设备腐蚀。为了安全生产的需要浓酸槽排气口推荐设干燥器。

17.7.6 浓硫酸在稀释过程中会释放大量的热量，为了增加散热面积，一般在稀酸槽与基础之间设有定距不小于 600mm 的工字钢梁。

17.7.10 为了防止废酸对人身健康和环境造成影响，所以规定废酸中和后排赤泥堆场。

17.7.11 为了防止生产发生意外，浓硫酸或稀硫酸泄漏造成安全事故，所以规定本区域围堰内容积要求大于单台浓酸槽或稀酸槽最大容积。

17.7.13 稀硫酸和浓硫酸属于危险化学品，腐蚀性很强，为了安全生产的需要，酸洗站作业现场要求设置安全防护设施和用具。

18 氢氧化铝焙烧及产品包装与贮存

18.1 氢氧化铝焙烧

18.1.1 流态化焙烧炉与回转窑相比，具有热耗低、产品质量好、投资少、占地面积小，设备简单，运行寿命长，维修费用低和对环境污染轻等诸多优点，因而在国内外氧化铝厂被普遍采用。国内新建氧化铝厂均选用流态化焙烧炉，老厂已有的焙烧窑也已被淘汰。

18.1.2 本条对不同生产方法中氢氧化铝焙烧的生产能力作出规定。

1 拜耳法生产中的溶出是主体过程，其他工艺过程的生产能力，包括氢氧化铝焙烧在内，都要求与溶出的生产能力相适应。

2 烧结法生产中熟料烧成是主体过程，但在生产中决定氧化铝产量和物料流量的是熟料溶出过程。因此，氢氧化铝焙烧的生产能力要求与熟料溶出的生产能力相适应。

3 串联法生产中氢氧化铝的产量与溶出和熟料溶出的生产能力有关。因此，氢氧化铝焙烧的生产能力要求与溶出和熟料溶出的生产能力相适应。综上所述，不能简单地按年产氧化铝量计算氢氧化铝焙烧的小时生产能力。

18.1.3 在流态化焙烧炉系统中，整个焙烧过程完全在密闭状态中进行，有条件实现露天配置。焙烧系统属于高层构筑物，为了巡视检查、维护检修的需要，有必要设置客货两用电梯。

18.1.6 重油、发生炉煤气、天然气和焦炉煤气等燃料已先后在国内氧化铝厂氢氧化铝焙烧中使用。

18.1.7 本条对重油和轻油系统设计作出规定。

18.1.8 因燃气的泄露会造成人员一氧化碳中毒和失火等重大事故，因此要设置泄露检测装置。当焙烧炉停车时，要放空燃气管道和设备内残留的煤气，因此要设置燃气放空设施和置换装置。本条被列为强制性条文。

18.2 氧化铝贮存

18.2.1 随着我国铝工业和市场经济的发展，氧化铝已少有常年固定的用户，且远近都有，因而难以按运输距离来确定产品氧化铝的贮量。况且氧化铝的贮量还与工厂规模、外运氧化铝量、运输条件以及市场等因素有关。经调查，一般情况下设计氧化铝贮量以 10d~15d 氧化铝产量较为适宜。需要说明的是，设计的氧化铝贮量

并非生产中实际可以利用的贮量。因为实际生产中通常要保有 30%~40%的空仓位，以便保证生产的连续稳定运行。

18.2.2 由于氧化铝的流动性非常好，为保证氧化铝钢仓结构稳定和生产安全，故作此条规定。

18.3 产品包装与堆存

18.3.1 本条对氢氧化铝包装与堆存设计作出规定。

1 氧化铝厂是否设置氢氧化铝包装堆栈及其规模需要根据设计产品方案而定。当产品方案中有氢氧化铝产品外销时，则设置包装和堆栈设施。

2 为降低工人的工作强度，氢氧化铝包装要求采用机械化设施。

3 固定式缝口机在实际操作中偶而会出现漏缝现象，当出现漏缝时，需及时用手提式缝口机补缝，以免出现散包。

4 规定装有固定式缝口机的胶带输送机的带速不大于 0.3m/s，是根据缝口机的走针速度确定的。

18.3.2 本条对氧化铝产品包装与堆存设计作出规定。

1 规定本款的目的是为了简化氧化铝的输送设施，节省基建投资和运行费用。

2 由于包装袋尚未实现重复利用，且在装车过程中会发生叉车吊装费和人工费，因此散装比袋装运行成本低，在一些工厂散装比例达 65%。

4 以前国内氧化铝厂普遍采用小袋（50kg）包装，装运劳动强度大、效率低、包装环境差、包装袋费用高，并难以实现机械化装运。近年来，国内各大氧化铝厂普遍采用 1.5 吨袋包装，全部采用机械化转运和装车，改善了劳动条件和工作环境，提高了包装、转运和装车效率，也降低了包装费用。