

ICS 73.080

D 51

中华人民共和国国家质量监督
检验检疫总局备案号：52099-2016

DB53

云南省地方标准

DB53/T 790—2016

露天磷矿山采矿工艺控制参数

2016-09-10 发布

2016-12-01 实施

云南省质量技术监督局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 露天磷矿山分类	1
5 露天开采境界控制参数	2
6 穿孔作业控制参数	7
7 爆破作业控制参数	12
8 采装作业控制参数	19
9 运输作业控制参数	22
10 排土作业控制参数	28
附录 A (资料性附录) 云南部分露天磷矿山穿孔作业工艺参数表	32
附录 B (资料性附录) 云南部分露天磷矿山钻机选型及相关参数取值表	33
附录 C (资料性附录) 云南省露天磷矿山常用挖掘机型号表	34
附录 D (资料性附录) 云南省露天磷矿山部分排土场堆置参数表	35
附录 E (资料性附录) 露天磷矿山常用推土机技术参数与生产能力	36
附录 F (资料性附录) 云南部分露天磷矿山排土场安全系数	37

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则编写。

本标准由云南磷化集团有限公司提出。

本标准由云南省磷化工标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：云南磷化集团有限公司。

本标准主要起草人：李耀基，李天华，程兴和，李小双，王孟来，黄杰，王万禄，夏钢源，台国光，林培元，赵雷，邱波。

露天磷矿山采矿工艺控制参数

1 范围

本标准规定了云南省露天磷矿山采矿工艺控制参数的术语和定义、露天磷矿山分类、开采境界控制参数、穿孔作业控制参数、爆破作业控制参数、采装作业控制参数、运输作业控制参数、排土作业控制参数。

本标准适用于云南省新建、改扩建和运行中的露天磷矿山采矿工艺控制参数的设定和选择。

2 规范性引用文件

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

GB 6722-2014 中华人民共和国爆破安全规程

GB 16423-2006 金属非金属矿山安全规程

GB 50771-2012 有色金属采矿设计规范

GB J22 厂矿道路设计规范

AQ 2005-2005 金属非金属矿山排土场安全生产规则

HG 22801-1993 化工矿山企业初步设计内容和深度的规定

HG/T 22810-1997 化工矿山露天采矿设计规范

云南省磷矿采选行业准入条件 云南省人民政府办公厅云政办发[2005]130号文附件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

露天长壁式采矿方法

在缓倾斜、薄至中厚矿体赋存条件下，大幅度地提高采矿台阶高度，并形成沿走向推进的长壁工作面，采用大功率推土机沿矿体倾斜方向自上而下分层裂矿（或经爆破）集堆，挖掘机或装载机在联合运输平盘上采装的一种采矿方法。

3.2

拉沟

建立采场与地表运输通路的露天沟道。

4 露天磷矿山分类

露天磷矿山分类应符合HG 22801-1993和《云南省磷矿采选行业准入条件》的规定,分为大型和中型。露天磷矿山的设计规模年限应大于服务年限的2/3以上,其矿山规模和服务年限见表1。

表1 露天磷矿山的矿山规模和服务年限

露天磷矿山类型	大型	中型
矿山规模/(万吨/年)	>100	50~100
服务年限/(年)	≥25	≥15

5 露天开采境界控制参数

5.1 通则

云南省的露天磷矿山宜采用露天长壁式采矿方法。露天开采境界控制参数应符合HG 22801-1993、HG/T 22810-1997的规定,主要控制参数包括台阶高度、台阶坡面角、安全平台、并段台阶数、工作平台的宽度、清扫平台、出入沟、工作帮坡角、最终帮坡角、经济合理剥采比。

5.2 台阶高度

台阶高度的设定需考虑工作帮与非工作帮两种情况:

- a) 工作帮的台阶高度按表2设定;

表2 工作帮的台阶高度

矿岩性质	采掘作业方式		台阶高度 (m)
松软的岩土	机械铲装	不爆破	不大于机械的最大挖掘高度
坚硬稳固的矿岩		爆破	不大于机械的最大挖掘高度的 1.5 倍

- b) 非工作帮的台阶高度设定需考虑岩层倾角大小的影响。当岩层倾角 $\geq 30^\circ$ 时,可根据非工作帮的稳定性来设定台阶高度;当岩层倾角 $< 30^\circ$ 时,可不设台阶高度。

5.3 台阶坡面角

5.3.1 分类

根据台阶坡面角与磷矿层的相对位置,台阶坡面角分为顶板台阶坡面角和底板台阶坡面角。

5.3.2 顶板台阶破面角

顶板台阶破面角按表3设定。

表3 顶板台阶坡面角

岩石硬度系数 (f)	台阶坡面角 (°)
15~20	70~75
8~14	65~70
3~7	60~65

岩石硬度系数 (f)	台阶坡面角 (°)
1~2	45~60
注1: 岩石硬度系数指普氏系数又称岩石的坚固性系数、紧固系数, 数值是岩石或土壤的单轴抗压强度极限的1/10, 记作f, 无量纲。	
注2: 当f为1~2时, 一般情况下台阶坡面角取值为45°, 可以根据矿山实际情况对该值进行适当的放大或缩小。	

5.3.3 底板台阶坡面角

底板台阶破面角按表 4 设定。

表4 底板台阶坡面角

底板岩层倾角 (°)	边坡高度 (m)	台阶坡面角 (°)
8~15	30~200	等于底板岩层倾角
15~25	140~200	比底板岩层倾角小 1~2
	30~140	等于底板岩层倾角
25~35	140~200	比底板岩层倾角小 1~3
	30~140	等于底板岩层倾角
35~50	140~200	等于底板岩层倾角小 3~5
	80~140	等于底板岩层倾角小 2~3
	50~80	等于底板岩层倾角小 1~2
	30~50	等于底板岩层倾角
50~60	200~300	32~36
	140~200	38~42
	80~140	45~48
	50~80	50~55
	30~50	等于底板岩层倾角
注1: 底板岩层倾角指磷矿层下部岩层垂直走向的剖面上层面(迹线)与水平面(迹线)之间的夹角。		
注2: 边坡高度指坡顶面与坡底面之间的垂直距离。		

5.4 安全平台宽度

安全平台宽度应取1/3~2/3个台阶高度, 并且安全平台宽度不小于3m。

5.5 最小工作平台宽度

最小工作平台宽度按式(1)计算:

$$W_{\min} = G + B + \frac{d}{2} + e + s \dots\dots\dots (1)$$

式中:

W_{\min} ——最小工作平台宽度, 单位为米 (m);

G ——挖掘机站立水平挖掘半径, 单位为米 (m);

- B ——最大卸载高度时的卸载半径，单位为米（m）；
- d ——运输汽车车体宽度，单位为米（m）；
- e ——汽车到安全挡墙的距离，单位为米（m）；
- s ——土挡的宽度，单位为米（m）。

5.6 清扫平台

清扫平台的数量应按照安全平台的数量进行设定，原则上每隔2~3个安全平台应设1个清扫平台。清扫平台的宽度设定需要考虑人工清扫和机械清扫两种情况：

- a) 人工清扫时，清扫平台的宽度不小于 6m；
- b) 机械清扫时，清扫平台的宽度按实际设备的要求进行设定，且小于 8m。

5.7 出入沟

5.7.1 出入沟的坡度

出入沟坡度取决于汽车的爬坡能力和运输安全要求，应取8%~10%。

5.7.2 出入沟的沟底宽度

出入沟的沟底宽度按式（2）计算：

$$W_D = G + T + e \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- W_D ——沟底宽度，单位为米（m）；
- G ——铲装设备站立水平挖掘半径，单位为米（m）；
- T ——铲装设备回转中心到履带外缘距离，单位为米（m）；
- e ——铲装设备履带外缘到单壁沟外缘的安全距离，单位为米（m）。

5.8 工作帮坡角

工作帮坡角按式（3）计算：

$$\theta = \arctg \frac{n \cdot H}{\sum_{i=1}^{n-1} W_i + n \cdot H / \text{tg} \alpha} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- θ ——工作帮坡角，单位为度（°）；
- n ——台阶数量；
- H ——为台阶高度，单位为米（m）；
- W_i ——从最下部工作台阶算起第*i*个工作平盘的宽度，最上部工作平盘宽度不参与运算，单位为米（m）；
- α ——台阶坡面角，单位为度（°）。

5.9 最终帮坡角

5.9.1 分类

根据与磷矿层的相对位置，最终帮坡角分为上盘最终帮坡角和下盘最终帮坡角。

5.9.2 上盘最终帮坡角

上盘最终帮坡角按表5取值。

表5 上盘最终帮坡角

岩性分类	岩体特征	上盘最终帮坡角 (°)
硬岩 (抗压强度>80MPa)	裂隙不发育，弱面显露不明显	55
	裂隙不发育，弱面呈急倾斜(>60°)或缓倾斜(<15°)	40~45
	裂隙不发育和中等发育，弱面倾角为(向采空区)35°~55°	30~45
	裂隙不发育和中等发育，弱面倾角为(向采空区)20°~30°	20~30
不坚固的硬岩，中硬岩和致密 (8MPa<抗压强度≤80MPa)	边帮岩石相对稳定，弱面显露不明显	40~45
	边帮岩石相对稳定，弱面倾角为(向采空区)35°~55°	30~40
	边帮岩石严重风化	30~35
	一组岩石，弱面倾角(向采空区)为20°~30°	20~30
软岩和松散土岩 (抗压强度≤8MPa)	延展性黏土，无旧滑露面，岩层与弱面的接触带不明显	20~30
	延展性黏土或其他黏质土岩，弱面位于边坡的中部或下部	15~20

5.9.3 下盘最终帮坡角

下盘最终帮坡角按照表6进行取值。

表6 下盘最终帮坡角

底板岩层倾角 (°)	边坡高度 (m)	下盘最终帮坡角 (°)
8~15	30~200	等于底板岩层倾角
15~25	140~200	比底板岩层倾角小2~3
	80~140	比底板岩层倾角小1~2
	30~80	等于底板岩层倾角
25~35	140~200	比底板岩层倾角小2~5
	80~140	比底板岩层倾角小1~3
	30~80	等于底板岩层倾角
35~50	140~200	比底板岩层倾角小3~8
	80~140	比底板岩层倾角小2~5
	50~80	比底板岩层倾角小1~2
	30~50	等于底板岩层倾角
50~60	200~300	30~35
	140~200	36~40
	80~140	38~42

底板岩层倾角 (°)	边坡高度 (m)	下盘最终帮坡角 (°)
50~60	50~80	39~44
	30~50	等于底板岩层倾角

5.10 并段台阶数

最终边坡采用多台阶并段时，并段台阶数不应大于3个。

5.11 经济合理剥采比

5.11.1 主要计算方法

云南省露天磷矿山宜采用原矿成本法、产品成本法和露采单位产品盈利法计算经济合理剥采比。在露天磷矿山建设前期宜采用原矿成本法；采选结合的露天磷矿山宜采用产品(精矿)成本法。

5.11.2 原矿成本法

原矿成本法按式(4)计算：

$$n_{jh} = \frac{c-a}{b} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- n_{jh} ——经济合理剥采比，单位为立方米每吨 (m³/t)；
- a ——采矿车间成本(含原矿运输)露天开采(不含剥离)，单位为元每吨(元/t)；
- b ——剥离车间成本(含运输)露天开采，单位为元每立方米(元/m³)；
- c ——采矿车间成本(含原矿运输)地下开采，单位为元每吨(元/t)。

5.11.3 产品成本法

产品成本法按式(5)计算：

$$n_{jh} = \frac{1}{b} \left(\frac{R_l D_d}{R_d} - D_l \right) \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- n_{jh} ——经济合理剥采比，单位为立方米每吨 (m³/t)；
- b ——剥离车间成本(含运输)露天开采，单位为元每吨(元/t)；
- D_d ——单位原矿的计算销售成本，地下开采，单位为元每吨(元/t)；
- R_l ——单位原矿产品产出率，露天开采，计量单位t/t；
- R_d ——单位原矿产品产出率，地下开采，计量单位t/t；
- D_l ——单位原矿的计算销售成本(露天不含剥离)，露天开采，元/t。

5.11.4 露采单位产品盈利法

露采单位产品盈利法按式(6)计算:

$$n_{jh} = \frac{(p_0 - E - a)}{b} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

n_{jh} ——经济合理剥采比,单位为立方米每吨(m^3/t);

a ——采矿车间成本(含原矿运输)露天开采(不含剥离),单位为元每吨(元/t);

b ——剥离车间成本(含运输)露天开采,单位为元每立方米(元/ m^3);

p_0 ——原矿综合价格,单位为元每吨(元/t);

E ——矿石税金,单位为元每吨(元/t)。

6 穿孔作业控制参数

6.1 通则

穿孔作业包括孔网布置、钻孔作业、验孔作业,云南部分露天磷矿山穿孔爆破工艺参数参见附录A。

6.2 孔网布置

6.2.1 布孔方式

常用的布孔方式有两种:

- a) 排间直列布孔,也称为方形布孔;
- b) 排间错列布孔,也称为三角形布孔或者梅花形布孔。

6.2.2 布孔参数

6.2.2.1 孔间距

简称孔距,孔间距的确定按式(7)计算:

$$a = \frac{Q}{H \cdot W_p \cdot q} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

a ——孔间距,单位为米(m);

Q ——炮孔装药量,单位为(kg);

H ——为台阶高度,单位为米(m);

W_p ——炮孔底盘抵抗线,单位为米(m);

q ——炸药单耗,单位为千克每立方米(kg/m^3)。

6.2.2.2 排间距

简称排距,排间距按式(8)计算:

$$b = (0.8 \sim 0.9) \cdot W_p \dots\dots\dots (8)$$

式中:

b ——排间距, 单位为米 (m);

W_p ——炮孔底盘抵抗线, 单位为米 (m)。

6.2.2.3 炮孔邻近系数

6.2.2.3.1 前排孔炮孔邻近系数

前排孔炮孔邻近系数按式 (9) 计算:

$$m_1 = a / W_p \dots\dots\dots (9)$$

式中:

m_1 ——前排孔炮孔邻近系数;

a ——孔间距, 单位为米 (m);

W_p ——炮孔底盘抵抗线, 单位为米 (m)。

6.2.2.3.2 后排孔炮孔邻近系数

后排孔炮孔邻近系数按式 (10) 计算:

$$m_2 = a / b \dots\dots\dots (10)$$

式中:

m_2 ——后排孔炮孔邻近系数;

a ——孔间距, 单位为米 (m);

b ——排间距, 单位为米 (m)。

6.2.3 炮孔参数

6.2.3.1 钻孔直径

钻孔直径的确定需考虑采矿爆破和剥离爆破两种情况:

- a) 在采矿爆破中, 钻孔直径选择应符合下列规定:
 - 1) 大型露天磷矿采用 150mm~380mm;
 - 2) 中型露天磷矿采用 100mm~150mm。
- b) 在剥离爆破中, 钻孔直径选择应符合下列规定:
 - 1) 大型露天磷矿采用 250mm~380mm;
 - 2) 中型露天磷矿采用 150mm~250mm。

6.2.3.2 炮孔底盘抵抗线

6.2.3.2.1 计算公式

炮孔底盘抵抗线的数值按式（11）计算：

$$W_p = (25 \sim 45) \cdot D \dots\dots\dots (11)$$

式中：

W_p ——炮孔底盘抵抗线，单位为米（m）；

D ——炮孔直径，单位为米（m）。

6.2.3.2.2 约束条件

炮孔底盘抵抗线的约束条件按式（12）计算：

$$W_p \geq H \cdot (\operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{ctg} \beta) + C \dots\dots\dots (12)$$

式中：

W_p ——炮孔底盘抵抗线，单位为米（m）；

H ——台阶高度，单位为米（m）；

α ——台阶坡面角，单位为度（°）；

β ——炮孔倾角，单位为度（°）；

C ——边沿距，单位为米（m）。

6.2.3.2.3 炮孔底盘抵抗线减小值

压碴爆破时，适当减小炮孔底盘抵抗线，减小值按式（13）计算：

$$W_n = 0.4d / k \dots\dots\dots (13)$$

式中：

W_n ——炮孔底盘抵抗线减小值，单位为米（m）；

d ——压渣厚度，单位为米（m）；

k ——松散系数（1.3~1.5）。

6.2.3.3 炮孔超深

炮孔超深按式（14）计算：

$$h = (0.15 \sim 0.35) \cdot W_p \dots\dots\dots (14)$$

式中：

h ——炮孔超深，单位为米（m）；

W_p ——炮孔底盘抵抗线，单位为米（m）。

6.3 钻孔作业

6.3.1 钻机选型

云南部分露天磷矿山钻机选型及相关参数取值参见附录B。钻机选型按岩层硬度的差异分为以下三种情况：

- a) 硬岩层宜选用牙轮钻机；
- b) 中硬岩层宜选用牙轮或潜孔钻机；
- c) 软岩层宜选用回转钻机、普通潜孔钻机。

6.3.2 牙轮钻机

6.3.2.1 牙轮钻机的台班效率

6.3.2.1.1 计算公式

牙轮钻机的台班效率按式（15）计算：

$$V_b = 0.6 \cdot v \cdot T_b \cdot \eta \dots\dots\dots (15)$$

式中：

- V_b ——台班效率的确定参见表7，单位为米（m）；
- v ——钻进速度，按式（16）计算，单位为厘米每分钟（cm/min）；
- T_b ——班工作时间，单位为小时（h）；
- η ——班工作时间利用系数，0.3~0.5。

表7 牙轮钻机的台班效率及台年效率

普氏系数 f	Φ150~200 牙轮钻机		Φ250~310 牙轮钻机	
	台班效率 (m)	台年效率 (m)	台班效率 (m)	台年效率 (m)
4~8	70~90	60000~80000	80~100	70000~90000
8~12	50~70	45000~60000	60~80	50000~70000
12~16	30~50	25000~45000	40~60	30000~50000

6.3.2.1.2 钻进速度

根据GB 50771-2012中的规定，牙轮钻机的钻进速度按式（16）计算：

$$v = 3.75P \cdot n / (9800 \cdot D \cdot f) \dots\dots\dots (16)$$

式中：

- v ——钻进速度，单位为厘米每分钟（cm/min）；
- P ——轴压，单位为牛（N）；
- n ——钻速，单位为转每分（r/min）；
- D ——钻头直径，单位为厘米（cm）；
- f ——普氏系数。

6.3.2.2 钻机数量

牙轮钻机的数量取决于矿山的设计年采剥总量、钻机的设计年综合效率与每米炮孔的爆破量，按式(17)计算：

$$N = \frac{Q}{L \cdot q \cdot (1 - e)} \dots\dots\dots (17)$$

式中：

N ——钻机数量，台；

Q ——矿山设计年采剥总量，单位为吨每年；

L ——台年效率的确定参见表7，单位为米（m）；

q ——每米炮孔的爆破量，单位为吨每米（t/m）；

e ——废孔率，%。

6.3.3 潜孔钻机

6.3.3.1 每台班生产效率

钻机每台班生产效率按式(18)计算，常见取值见表8。

$$V_b = 0.6 \cdot v \cdot T_b \cdot \eta \dots\dots\dots (18)$$

式中：

V_b ——台班效率，单位为米（m）；

v ——钻进速度按式(19)计算，单位为厘米每分钟（cm/min）；

T_b ——班工作时间，单位为小时（h）；

η ——班工作时间利用系数，0.3~0.5。

表8 潜孔钻机台班效率和台年效率

普氏系数 f	低风压潜孔钻机 0.5~0.7MPa		中风压潜孔钻机 1.05~1.5MPa		高压潜孔钻机 1.7~2.5MPa	
	台班效率 (m)	台年效率 (m)	台班效率 (m)	台年效率 (m)	台班效率 (m)	台年效率 (m)
4~8	35~40	25000~35000	70~80	45000~60000	—	—
8~12	30~35	20000~25000	60~75	40000~50000	80~100	60000~80000
12~16	25~30	15000~20000	45~60	30000~40000	60~80	40000~60000

6.3.3.2 钻进速度

潜孔钻机的钻进速度按式(19)计算：

$$v = \frac{4 \cdot E \cdot n_z \cdot k}{\pi \cdot D^2 \cdot \alpha} \dots\dots\dots (19)$$

式中：

v ——钻进速度，单位为厘米每分钟（cm/min）；

E ——冲击功，单位为焦（J）；

n_z ——冲击频率，单位为赫兹（Hz）；

k ——冲击能利用系数；

D ——钻孔直径，单位为厘米（cm）；

α ——矿岩的凿碎比功值的数值选择参考表9，单位为焦每立方厘米（J/cm³）。

表9 凿碎比功值

矿岩硬度 f	硬度级别	软硬程度	凿碎比功值 α （ $\times 9.8\text{J}/\text{cm}^2$ ）
<3	I	极软	<20
3~6	II	软	(20~30)
6~8	III	中等	(30~40)
8~10	IV	中硬	(40~50)
10~15	V	硬	(50~60)
15~20	VI	很硬	(60~70)
15~20	VII	极硬	>70

6.4 验孔作业

6.4.1 深孔爆破深孔验收标准

验孔时，应将孔口周围0.5m范围内的碎石、杂物清除干净，孔口岩壁不稳者，应进行维护。深孔爆破深孔验收标准如下：

- a) 孔深允许误差 $\pm 0.2\text{m}$ ；
- b) 间排距允许误差 $\pm 0.2\text{m}$ ；
- c) 偏斜度允许误差2%。

6.4.2 预裂爆破和光面爆破

采用预裂爆破或光面爆破技术时，验孔应在现场爆破工程技术人员指导监督下由熟练爆破员操作。预裂孔、光面孔应按设计要求钻凿在一个布孔面上，钻孔偏斜误差不得超过1.5%。

6.4.3 钻孔废孔率

在露天磷矿山穿孔爆破过程中，钻孔废孔率的设计参考值应按表10选择。

表10 钻孔废孔率设计参考值

钻孔直径(mm)	废孔率（%）
150	≤ 7
200	≤ 6
250	≤ 5
310	≤ 4

6.4.4 废孔处理

对不合格的钻孔要及时吹孔，以达全部钻孔合格。对验收不合格的钻孔立即进行处理，处理合格后方可进行下一工序。对于无法利用的废孔一定要进行明确的标识，并在该孔平行工作线2m处补孔，将原废孔填充。

7 爆破作业控制参数

7.1 通则

露天磷矿山的爆破作业主要包括爆破作业、装药作业、起爆作业、爆后检查、盲炮处理。其控制参数按照 GB 6722-2014 的规定并结合云南省磷矿的成因和地质条件选定。

7.2 爆破作业

露天磷矿开采中使用的爆破作业方式有深孔爆破和浅孔爆破两种：

- a) 深孔爆破：露天磷矿的正常生产多采用深孔爆破的方式，孔深 $>5\text{m}$ ，孔径 $>50\text{mm}$ ；
- b) 浅孔爆破：部分中型露天磷矿山生产爆破中使用，孔深 $\leq 5\text{m}$ ，孔径 $\leq 50\text{mm}$ 。

7.3 装药作业

7.3.1 装药车作业控制参数

7.3.1.1 接地电阻

装药车整个系统的接地电阻值不应大于 $1 \times 10^5 \Omega$ 。

7.3.1.2 输药风压

采用装药车、装药器装药时，输药风压不超过额定风压的上限值。

7.3.1.3 拔管速度

拔管速度应均匀，并控制在 0.5m/s 以内。

7.3.1.4 炸药车行驶速度

现场混装炸药车装药，混装炸药车行驶速度不应超过 40km/h ，出现扬尘、起雾或暴风雨导致能见度差时速度减半。

7.3.1.5 车距

在平坦道路上行驶时，两车距离不应小于 50m ；上山或下山时，两车距离不应小于 200m 。

7.3.1.6 填塞前安全时间

混装乳化炸药装药完毕 10min 后，经检查合格后方可进行填塞，应测量填塞段长度是否符合爆破设计要求。

7.3.1.7 安全隔离距离

正在钻进的炮孔和预装药炮孔之间，应有 10m 以上的安全隔离区。

7.3.2 人工装药基本规定

人工装药应遵循以下基本规定：

- a) 人工搬运爆破器材时应严格遵守 GB 6722-2014 的规定，起爆体、起爆药包应由爆破员携带、运送；
- b) 炮孔装药应使用木质或竹制炮棍；

- c) 不应往孔内投掷起爆药包和敏感度高的炸药，起爆药包装入后应采取有效措施，防止后续药卷直接冲击起爆药包；
- d) 装药发生卡塞时，若在雷管或起爆药包放入之前，可用非金属长杆处理。装入雷管或起爆药包后，不应用任何工具冲击、挤压；
- e) 在装药过程中，不应拔出或硬拉起爆药包中的导爆管、导爆索和电雷管脚线。

7.3.3 水孔装药基本规定

水孔装药应遵循以下基本规定：

- a) 在水孔中使用的起爆药包，孔内应避免电线、导爆管和导爆索接头的存在；
- b) 水孔中采用输药软管方式输送混装炸药时，输药软管末端应下至孔底，并根据装药速度缓缓提升输药软管；
- c) 填塞水孔时，应放慢填塞速度，让水排出孔外，避免产生悬料；
- d) 水孔如果出现溢水现象，应立即停止爆破作业，研究安全方案和处理措施。

7.3.4 装药参数

7.3.4.1 炸药单耗

爆破每一立方米或一吨矿岩平均所用的炸药量，露天磷矿山中根据岩层性质炸药单耗应按照表11、12进行选择。

表11 松动爆破炸药单耗

普氏系数f	单位炸药消耗量 (kg/m ³)	
	岩石	矿石
<8	<0.45	0.45~0.5
8~12	0.45~0.5	0.5~0.55
12~16	0.5~0.55	0.55~0.6

表12 临近边坡控制爆破炸药单耗

普氏系数f	单位炸药消耗量 (kg/m ³)	
	岩石	矿石
<8	<0.3	<0.25
8~12	0.3~0.35	0.25~0.35
12~16	0.35~0.50	0.35~0.50

7.3.4.2 装药量

7.3.4.2.1 单排孔装药量

采用单排孔爆破时，装药量按式（20）计算：

$$Q = q \cdot W_p \cdot a \cdot H \dots\dots\dots (20)$$

式中：

- Q ——炮孔装药量，单位为千克（kg）；
- q ——炸药单耗，单位为千克每立方米（kg/m³）；
- W_p ——台阶底盘抵抗线，单位为米（m）；
- a ——孔间距，单位为米（m）；
- H ——台阶高度，单位为米（m）。

7.3.4.2.2 多排孔装药量

采用多排孔爆破时，前排孔装药量按式（20）计算；后排孔应加大炮孔装药量，按式（21）计算：

$$Q = q \cdot b \cdot a \cdot H \cdot t \dots\dots\dots (21)$$

式中：

- Q ——炮孔装药量，单位为千克（kg）；
- q ——炸药单耗，单位为千克每立方米（kg/m³）；
- b ——排间距，单位为米（m）；
- a ——孔间距，单位为米（m）；
- H ——台阶高度，单位为米（m）；
- t ——后排孔的装药增加系数。

7.3.4.3 炮孔装药结构

7.3.4.3.1 分类

炮孔装药结构分为连续柱状装药和分段装药。

7.3.4.3.2 连续柱状装药

炸药从孔底装起，装完设计药量之后再进行堵塞。特点：施工简单，但由于孔的上部不装药段（即填塞段）较长，这一部分岩体爆破后容易出现大块，特别是台阶较高、坡面较陡、上部岩石坚硬时，大块率较高。

7.3.4.3.3 分段装药

在钻孔中把炸药分成数段，使炸药能量在岩石中比较均匀的分布。特点：采用间隔装药可以改善爆破质量，提高装药高度，减少孔口不装药部分的长度，降低大块率。

7.3.4.4 装药长度

装药长度指炮孔中药柱的实际长度，可按式（22）计算：

$$L_b = \frac{Q}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot \Delta d} \dots\dots\dots (22)$$

式中：

- L_b ——装药长度，单位为米（m）；

Q ——炮孔装药量，单位为千克（kg）；

D ——炮孔直径，单位为米（m）；

Δd ——装药密度，单位为千克每立方米（kg/m³）。

7.3.4.5 填塞长度

填塞长度指炮孔内药柱顶面至孔口的距离，按式（23）计算：

$$L_t = (16 \sim 32) \cdot D \dots\dots\dots (23)$$

式中：

L_t ——填塞长度，单位为米（m）；

D ——炮孔直径，单位为米（m）。

7.3.4.6 填塞的基本要求

填塞应符合以下基本要求：

- a) 填塞炮孔的炮泥中不得混有石块和易燃材料，水下炮孔可用碎石渣填塞；
- b) 不得捣固直接接触起爆药包的填塞材料或用填塞材料冲击起爆药包；
- c) 发现有填塞物卡孔应及时进行处理；
- d) 填塞作业应避免夹扁、挤压和拉扯导爆管并应保护雷管引出线；
- e) 填塞水孔时，应放慢填塞速度，让水排出孔外，避免产生悬料；
- f) 炮孔填塞长度理论上不应低于炮孔长度的 1/3。

7.4 起爆作业

7.4.1 起爆方法

起爆方法按施加能量的形式不同分为以下三种：

- a) 非电起爆法，如导爆索起爆法、导爆管起爆法；
- b) 电力起爆法，各种形式的电雷管起爆法；
- c) 其他起爆法，如电磁起爆法、联合起爆法。

露天磷矿山宜采用电磁起爆法。

7.4.2 电磁起爆

7.4.2.1 电磁起爆网路

7.4.2.1.1 基本规定

电磁起爆网路应符合以下基本规定：

- a) 电磁起爆系统主要由三部分组成：电磁雷管、专用起爆器和爆破母线。其中电磁雷管是消耗品，专用起爆器可反复使用，爆破母线是市场出售的照明用的铜质胶皮线。起爆器原理是将直流低压转换成高压大功率脉冲电流输出，频率为电磁雷管引爆所需频率，功率按起爆电磁雷管数量多少分为几种型号，从几个千瓦到几十个千瓦；
- b) 电磁起爆网路应使用专用起爆器起爆，专用起爆器使用前应进行全面检查，应按说明书要求连接子网路，雷管数量应小于子起爆器规定数量；

c) 起爆网路和起爆顺序的选定应根据露天磷矿山自身特点,充分论证后选定。

7.4.2.1.2 起爆网路基本类型

起爆网路的基本类型包括簇联网路、串联网路、并串联网路、并串联网路、并串并网路、对称式并串联网路和复式并串联网路。

7.4.2.2 起爆顺序

7.4.2.2.1 分段顺序起爆

分段顺序起爆包括排间顺序起爆、排间奇偶式顺序起爆、波浪式顺序起爆、V字形顺序起爆、梯形顺序起爆、对角线顺序起爆、径向顺序起爆和组合式顺序起爆。

7.4.2.2.2 逐孔起爆

当起爆周边环境复杂,对爆破效果要求较高时,可采用逐孔起爆的方式。逐孔起爆应确定好起爆点,爆区的排与列,点燃阵面,排内孔间延期时间及排间延期时间。

7.4.3 起爆安全控制参数

7.4.3.1 一次最大起爆炸药量

一次最大起爆炸药量是指一次爆破过程中同时起爆的炸药总量或者最大段起爆炸药量,按式(24)计算:

$$Q = q \times V_z \dots \dots \dots (24)$$

式中:

Q ——一次最大起爆炸药量,单位为千克(kg);

q ——炸药单耗,单位为千克每立方米(kg/m^3);

V_z ——一次同时起爆炮孔控制爆破量,单位为立方米(m^3)。

7.4.3.2 爆破安全质点振动速度

露天磷矿山采场周边构筑物的爆破振动判据,采用保护对象所在地基础质点峰值振动速度和主振频率。安全允许标准如表13。

表13 爆破振动安全允许标准

序号	保护对象类别	安全允许质点振动速度 V , cm/s		
		$f \leq 10\text{Hz}$	$10\text{Hz} < f \leq 50\text{Hz}$	$f > 50\text{Hz}$
1	土窑洞、土坯房、毛石房屋	0.15~0.45	0.45~0.9	0.9~1.5
2	一般民用建筑物	1.5~2.0	2.0~2.5	2.5~3.0
3	工业和商业建筑物	2.5~3.5	3.5~4.5	4.2~5.0
4	一般古建筑与古迹	0.1~0.2	0.2~0.3	0.3~0.5
5	运行中的水电站及发电厂中心控制室设备	0.5~0.6	0.6~0.7	0.7~0.9

序号	保护对象类别	安全允许质点振动速度 V, cm/s		
		f≤10Hz	10Hz<f≤50Hz	f>50Hz
6	交通隧道	10~12	12~15	15~20
7	矿山巷道	15~18	18~25	20~30
8	永久性岩石高边坡	5~9	8~12	10~15

注：表中质点振动速度为三分量中的最大值；振动频率为主振动频率。频率范围根据现场实测波形确定或按如下数据选取：露天深孔爆破f=10~60Hz；露天浅孔爆破f=40~100Hz。爆破振动监测应同时测定质点振动相互垂直的三个分量。

7.4.3.3 爆破安全距离

7.4.3.3.1 确定依据

确定爆破安全距离时，应根据各种爆破效应（如振动、冲击波、飞散物）分别核定并取其最大值。常见的爆破安全距离的确定方式有三种，分别是爆破振动安全距离、爆破空气冲击波安全距离和爆破个别飞散物安全距离。

7.4.3.3.2 爆破振动安全距离

爆破振动安全距离，按式(25)计算：

$$R = \left(\frac{K}{V} \right)^{1/\alpha} Q^{1/3} \dots\dots\dots (25)$$

式中：

R—— 爆破振动安全允许距离，单位为米（m）；

Q——炸药量，齐发爆破为总药量，延时爆破为最大单段药量，单位为千克（kg）；

V——保护对象所在地安全允许质点振速，单位为厘米每秒（cm/s）；

K, α——与爆破点至保护对象间的地形、地质条件有关的系数和衰减指数，应通过现场试验确定；在无试验数据的条件下，可参考表14选取。

表14 爆区不同岩性的 K, α 值

岩性	K	α
坚硬岩石	50~150 (15~120)	1.3~1.5 (0.9~1.2)
中硬岩石	150~250 (120~200)	1.5~1.8 (1.2~1.5)
软岩石	250~350 (200~300)	1.8~2.0 (1.5~1.8)

7.4.3.3.3 爆破空气冲击波安全距离

露天磷矿山爆破作业，对人员和其他保护对象的空气冲击波安全距离，应根据保护对象、所用炸药品种、药量、地形和气象条件由设计确定。

7.4.3.3.4 爆破个别飞散物安全距离

爆破时，个别飞散物对人员的安全距离不应小于表15的规定，沿山坡爆破时，下坡方向的个别飞散物安全距离应增大50%；对设备或建（构）筑物的安全距离，应由设计确定。

表15 爆破个别飞散物对人员的安全距离

露天爆破方法	最小安全距离/m
裸露药包爆破法破大块	400
浅孔爆破法破大块	300
浅孔台阶爆破	200（复杂地质条件下或未形成台阶工作面时不小于300）
深孔台阶爆破	按设计，但不小于200

7.5 爆后检查

7.5.1 爆后检查等待时间

露天浅孔、深孔、特种爆破，爆后应超过5min方准许检查人员进入爆破作业地点；如不能确认有无盲炮，应经15min后才能进入爆区检查。

7.5.2 爆后检查内容

爆后检查内容如下：

- a) 确认有无盲炮；
- b) 露天爆破爆堆是否稳定，有无危坡、危石、危墙、危房及未炸倒建(构)筑物；
- c) 在爆破警戒区内公用设施及重点保护建(构)筑物安全情况。

7.6 盲炮处理

7.6.1 平行孔到盲炮孔距离

在距盲炮孔口不少于10倍炮孔直径钻平行孔装药爆破，平行孔距盲炮孔不应小于0.3m。

7.6.2 重新连接起爆安全距离

爆破网路未受破坏，且最小抵抗线无变化者，保持原安全距离，重新连接起爆；最小抵抗线有变化者，应验算安全距离，并加大警戒范围后，再连接起爆。

8 采装作业控制参数

8.1 通则

采装作业控制参数包括挖掘机选型、挖掘机生产能力、矿用自卸汽车选型、采装与运输设备的合理配比。

8.2 挖掘机选型

云南省露天磷矿山常用挖掘机型号表参见附录C。根据云南省现有露天磷矿山的实际情况，挖掘机选型情况如下：

- a) 特大型矿山宜选用8~10m³或更大的挖掘机；
- b) 大型矿山一般选用4~10m³挖掘机；
- c) 中型矿山的挖掘机斗容为2~4m³。

8.3 挖掘机生产能力

8.3.1 挖掘机技术生产能力

挖掘机技术生产能力按式(26)计算:

$$V_j = \frac{3600}{t} \cdot E \cdot K_w \dots\dots\dots (26)$$

式中:

V_j ——挖掘机技术生产能力,单位为立方米每小时(m^3/h);

t ——挖掘机工作循环时间,单位为秒(s);

E ——铲斗容积;单位为立方米(m^3);

K_w ——挖掘系数(实方满斗系数)。

挖掘系数按式(27)计算:

$$K_w = \frac{V}{N \cdot E} \dots\dots\dots (27)$$

式中:

K_w ——挖掘系数;

V ——单位时间内(一小时)挖掘机所采出的实方矿岩体积,单位为立方米(m^3);

N ——挖掘该体积矿岩的总铲斗数;

E ——铲斗容积,单位为立方米(m^3)。

8.3.2 挖掘机实际生产能力

$$V_B = V_j \cdot T \cdot \eta \dots\dots\dots (28)$$

式中:

V_B ——挖掘机实际生产能力,单位为立方米每台班($m^3/台班$);

V_j ——挖掘机技术生产能力,单位为立方米每小时(m^3/h);

T ——班工作时间,单位为小时(h);

η ——班工作时间利用系数。

8.4 矿用自卸汽车选型

8.4.1 车铲容积比

车铲容积比按式(29)计算:

$$R = \sqrt{\frac{t-t_r}{t_s}} \dots\dots\dots (29)$$

式中:

R ——车铲容积之比;

t_r ——汽车入换时间,单位为分钟(min);

t_s ——铲斗作业一次循环时间，单位为分钟（min）；

t ——汽车运行周转时间，按式（30）计算，单位为分钟（min）。

汽车运行周转时间：

$$t = \frac{2 \cdot L}{v} \cdot 60 + t_x + t_d \dots\dots\dots (30)$$

式中：

t ——汽车运行周转时间，单位为分钟（min）；

L ——汽车运距，单位为千米（km）；

v ——汽车的平均运行速度，单位为千米每小时（km/h）；

t_x ——卸车时间，单位为分钟（min）；

t_d ——等待装车时间，单位为分钟（min）。

一般情况下，当运距在1km~2km时，车铲容积之比为3~6；当运距在3km~5km时，车铲容积之比为6~8。

8.4.2 车厢容积

车厢容积按式（31）计算：

$$V = \frac{1000 \cdot q \cdot k}{r} \dots\dots\dots (31)$$

式中：

V ——车厢容积，单位为立方米（m³）；

q ——汽车额定载重，单位为吨（t）；

r ——矿岩的体积质量，单位为千克每立方米（kg/m³）；

k ——矿岩的松散系数，1.3~1.5。

8.5 采装与运输设备的合理配比

8.5.1 车铲比

车铲比即平均配备给每台挖掘机的自卸式汽车数量，云南露天磷矿山常用车铲比取值参见表16。

$$n = N_c / N_z \dots\dots\dots (32)$$

式中：

n ——车铲比；

N_c ——露天矿生产中同时使用的汽车数量，单位为台；

N_z ——露天矿生产中同时使用的挖掘机台数，单位为台。

表16 云南露天磷矿山常用车铲比取值表

运输距离 (km)	车铲比
≤3	4~5

运输距离 (km)	车铲比
4~6	6~8

8.5.2 理论车铲比

理论车铲比即运输设备的运输周期与装载设备的平均装车间隔时间之比，按式 (33) 计算：

$$n_0 = \frac{t}{t_z + t_r} \dots\dots\dots (33)$$

式中：

- n_0 ——理论车铲比；
- t ——运输设备的运行周期，单位为分钟 (min)；
- t_z ——挖掘机装载一车的平均装载时间，单位为分钟 (min)；
- t_r ——运输设备的平均入换时间，单位为分钟 (min)。

8.5.3 实际车铲比

实际车铲比是指采运输设备在各种不利条件下的运输周期与装载设备的平均装车间隔时间之比，按式 (34) 计算。云南露天磷矿山常用实际车铲比取值参见表17。

$$n_s = \frac{t_z + t_y + t_x + t_p}{t_z + t_d} \dots\dots\dots (34)$$

式中：

- n_s ——实际车铲比；
- t_z ——挖掘机平均装车时间，单位为分钟 (min)；
- t_y ——一个运输周期内的汽车往返运输时间，单位为分钟 (min)；
- t_x ——汽车平均卸载时间，单位为分钟 (min)；
- t_p ——汽车等待装车的平均排队时间，单位为分钟 (min)；
- t_d ——挖掘机平均等车时间（包括汽车入换时间），单位为分钟 (min)。

表17 云南露天磷矿山常用实际车铲比取值表

运输距离 (km)	实际车铲比
≤3	4~5
4~6	6~8

8.5.4 设备备用

设备备用应符合以下要求：

- a) 露天矿挖掘机可不设备用，但不应少于 2 台；
- b) 运矿汽车出车率宜为 65%~85%。

9 运输作业控制参数

9.1 通则

运输作业主要是对剥离物的运输和磷矿石的运输，云南省露天磷矿山主要采用汽车运输，部分矿山辅以带式输送机运输。当运距在3km以内时，主要采用汽车运输，当运距超过3km时，宜采用带式输送机运输。由于带式输送机运输受运输地点、运输量、初期投资大的影响，宜用于采场与选矿厂落差超过200m以上矿山的矿石运输。

9.2 汽车运输

9.2.1 运输能力

9.2.1.1 自卸式汽车运输能力

自卸式汽车运输能力一般用自卸式汽车台班生产能力来表征，按式（35）计算：

$$Q_B = \frac{60 \cdot q \cdot T}{t} \cdot k_1 \cdot \eta \dots\dots\dots (35)$$

式中：

Q_B ——自卸汽车的台班生产能力，单位为吨每台班（t/台班）；

q ——自卸式汽车的载重量，单位为吨（t）；

T ——自卸式汽车的班工作时间，单位为小时（h）；

t ——自卸式汽车的运输周期，单位为分钟（min）；

k_1 ——自卸式汽车的载重系数；

η ——自卸式汽车的班工作时间利用系数。

9.2.1.2 自卸式汽车需求数量

自卸式汽车需求数量按式（36）计算：

$$N = \frac{K_2 \cdot Q}{Q_B \cdot K_3} \dots\dots\dots (36)$$

式中：

N ——全矿自卸式汽车的在册数量，单位为台；

K_2 ——自卸式汽车运输不均衡系数1.1~1.15；

Q ——全矿的设计班产量，单位为吨每班（t/班）；

Q_B ——自卸式汽车的台班产量，单位为吨每台班（t/台班）；

K_3 ——自卸式汽车的出车率（矿车出车台班数与总台班数之比）。

9.2.1.3 汽车平均行车速度

汽车平均行车速度，应根据路况、运距及汽车牵引性确定，可参照表18选取。

表18 汽车平均行车速度

运距 (km)	汽车平均速度 (km/h)
0.5	14
1.0	16
1.5	18
2.0	20
2.5	22
3.0	24
3.5	25

9.2.1.4 道路通过能力

道路通过能力：在单位时间内通过某一区段的车辆数，一般选择总出入口、车流密度大的地点，按式（37）计算：

$$N_d = \frac{1000 \cdot v \cdot n}{s} \cdot k \dots\dots\dots (37)$$

式中：

N_d ——道路通过能力，单位为辆每小时（辆/h）；

v ——自卸式汽车在计算区段的平均行车速度，单位为千米每小时（km/h）；

n ——线路数目系数，单车道 $n=0.5$ ，双车道 $n=1$ ；

k ——车辆行驶的不均衡系数， $k=0.5\sim 0.7$ ；

s ——安全行车间距，两车追踪行驶时的最小安全距离，单位为米（m）。

9.2.1.5 关键行车路段的车辆通过的最大运输量

关键行车路段的车辆通过的最大运输量按式（38）计算：

$$M_d = N_d \cdot T \cdot q \cdot \eta \dots\dots\dots (38)$$

式中：

M_d ——道路通过能力，单位为吨每班（t/班）；

N_d ——道路通过能力，单位为辆每小时（辆/h）；

T ——班工作时间，单位为小时（h）；

q ——汽车载重量，单位为吨（t）；

η ——汽车工作时间利用系数。

9.2.2 运输道路

9.2.2.1 最小圆曲线半径

露天磷矿山道路，当设计速度大于15km/h，且采用的圆曲线半径小于表19的规定时，应按GB J22的有关规定在圆曲线上设置超高；当圆曲线半径等于或小于200m时，应按GB J22的有关规定在圆曲线内侧加宽路面；露天矿山道路的最小圆曲线半径应符合表20的规定。

表19 不设超高的最小圆曲线半径

矿山道路等级	不设超高的最小圆曲线半径（m）
一	250
二	150
三	100

表20 最小圆曲线半径

矿山道路等级	最小圆曲线半径（m）
一	45
二	25
三	15

9.2.2.2 最大纵坡坡度

露天磷矿运输道路的最大纵坡坡度不宜大于表21规定的数值，铰接式汽车专用道路的最大纵坡坡度不宜超过15%；深凹露天矿最底部一个阶段的最大纵坡坡度可增加1%；重车下坡地段，最大纵坡坡度应减少1%。

表21 最大纵坡坡度

矿山道路等级	最大纵坡坡度（%）
一	8
二	9
三	10

9.2.2.3 道路纵坡限制坡长

露天磷矿道路纵坡限制坡长应符合表22规定的数值，当纵坡坡长超过表中规定时，应在不大于表中对顶的长坡处设置坡度不大于3%的缓和坡段，缓和坡段最小长度应小于表23的规定。

表22 露天矿山道路纵坡限制坡长

纵坡坡度 (%)	道路等级		
	一	二	三
4~5	700	-	-
5~6	500	600	-
6~7	300	400	500
7~8	200	250 或 300	350 或 400
8~9	-	150 或 170	200 或 250
9~10	-	-	100 或 150
纵坡坡度 (%)	道路等级		
	一	二	三

注：当受地形条件限制或需要适应开采台阶标高时，限制坡长可取大值。

表23 缓和坡段长度

道路等级	缓和坡段最小长度 (m)
一	80
二	60
三	40

9.2.2.4 道路路面宽度

露天磷矿山道路路面宽度应符合表24的规定，当实际车宽与计算车宽差值大于15cm时，应按内插法以0.5m为加宽量单位调整路面的设计宽度。

表24 露天矿山道路路面宽度

卡车类别	计算车宽 (m)	双车道路面宽度 (m)			单车道路面宽度 (m)	
		一级	二级	三级	一、二级	三级
一	2.3	7.0	6.5	6.0	4.0	3.5
二	2.5	9.0	8.5	8.0	5.0	4.5
三	3.0	11.0	10.5	10.0	6.5	6.0
四	3.5	12.0	11.5	11.0	7.0	6.5
五	4.0	14.5	13.5	12.5	8.0	7.5
六	5.0	18.0	16.0	14.0	9.0	8.5
七	5.5	20.0	18.0	16.0	10.0	9.5
八	6.0	24.0	22.0	20.0	12.5	12.0
九	7.0	28.0	26.5	25.0	15.0	14.0
十	7.5	30.0	28.5	27.0	16.0	15.0

9.2.2.5 道路路肩宽度

露天磷矿山道路路肩宽度应符合表25的规定

表25 露天矿山道路路肩宽度

车宽类别	路肩宽度 (m)	
	挖方地段	填方地段
一、二	0.50	1.00
三	0.75	1.50
四、五	0.75	2.00
六、七	1.00	2.50
八	1.00	3.00
九、十	1.50	5.00

9.2.2.6 安全防护提高度

山坡填方的弯道、坡度较大的填方地段，以及高堤路基和高边坡路段的外侧应设置安全防护堤，安全防护堤的高度不应低于车轮直径的0.4倍。

9.2.2.7 车辆间隔距离

车辆间隔应按制动距离加10~20m安全间隔计算。

9.2.2.8 矿山道路养护设备

露天磷矿要建立完善的道路养护组织，可以参照表26的规定来配备道路养护设备。

表26 矿山道路养护设备

设备名称	规格	确定原则
平地机	93~205kW	一、二、三级道路分别每隔1、2、4小时清扫平整一次重车路面，空车路面清扫次数减半；采、排平盘道路按三级道路确定，长度减半。
推土机	162~235kW	中型矿1~2台；大型矿2~3台。
装载机	3~5m ³	中型矿1~2台；大型矿2~3台。
洒水车	15~100m ³	按矿区蒸发量确定。
自卸卡车	15~85t	按养路材料及运距确定。
压路机	静力式12~15t 振动式8~14t	中型矿山静力式1台，大型矿山静力式及振动式各1台。

9.2.2.9 辅助运输设备

辅助运输设备，可按照表27的规定确定。

表27 辅助运输设备

设备名称	计算原则
油罐车	按运量及运距计算

设备名称	计算原则
通勤客车	运距在 2.5km 以上时设通勤客车，数量按最大班人数，在 1h 内送完确定
大客车	矿用 1 台
中客车	中型矿山 1 台，大型矿山 2 台
指挥车	按需要确定
救护车	1 台
材料运输车	按爆破材料，检修材料（配件）每日运输量确定

9.3 带式输送机运输

9.3.1 带式输送机运输物料的最大倾角

带式输送机运输物料的最大倾角，上行不得大于 16° ，严寒地区不得大于 14° ；下行不得大于 12° 。特种带式输送机除外。

9.3.2 钢丝绳芯输送带的静安全系数

钢丝绳芯输送带的静安全系数，不小于表28中的数值。

表28 钢丝绳芯输送带的静安全系数值

接头方式	工作条件	静安全系数值
采用一级或二级接头型式的输送机	有利	7.0
	一般	8.0
	不利	9.5
采用三级接头型式的输送机	有利	7.4
	一般	8.4
	不利	10.0

9.3.3 钢绳芯带式输送机的卷筒直径

钢绳芯带式输送机的卷筒直径，应不小于钢丝绳直径的150倍，不小于钢丝直径的1000倍，且最小直径不应小于400mm。

9.3.4 带式输送机两侧人行道

带式输送机两侧人行道应设人行道，设计应符合以下规定：

- 带式输送机两侧应设人行道，经常行人侧的人行道宽度应不小于 1.0m；另一侧应不小于 0.6m；
- 人行道的坡度大于 7° 时，应设踏步。

9.3.5 物料的最大块度

物料的最大块度应不大于350mm；堆料宽度，应比胶带宽度至少小200mm。

10 排土作业控制参数

10.1 通则

排土作业控制参数包括排土方式选择、排土场的堆置要素、公路运输卸排作业参数、推土机排土参数、排土顺序、排土场防洪防灾参数、排土场监测与安全，应按照AQ 2005-2005的规定进行选定。云南省露天磷矿山排土物料多为黑页岩和白云岩，排土场最终境界 20m 内应排弃大块岩石。云南省露天磷矿山部分排土场堆置参数取值参见附录D。

10.2 排土方式选择

主要分为内部排土场和外部排土场两种排土方式。露天磷矿山多为分区分段开采，应合理安排开采顺序，有条件时，应选择内部排土方式。内部排土场不应影响矿山正常开采和边坡稳定，排土场坡脚与开采作业点之间应有一定的安全距离。必要时应设置滚石或泥石流拦挡设施。

10.3 排土场的堆置要素

10.3.1 排土场的堆置高度

排土场的堆置高度应符合以下要求：

- 排土场台阶高度应根据排弃物料的物理力学性质、运输及排弃方式、设备类型以及自然条件确定。并应符合表 29 的规定。
- 多台阶排土的总高度可经过验算确定，在相邻台阶之间应留安全平台，基底第一台阶的高度宜为 10~25m。

表29 排土场台阶高度

单位：m

排弃方式	物料种类			
	土、砂	软岩	中硬岩	坚硬岩
推土犁	8~10	12~14	15~20	20~25
挖掘机	10~14	14~16	20	30
推土机	15~17	25~30	35~50	40~50

10.3.2 堆置阶段的平台宽度

排土场堆置宽度满足上下两相邻排岩台阶同时进行排岩工作时互不影响。

10.4 公路运输卸排作业参数

10.4.1 排土工作面

排土场平台平整；排土线整体均衡推进，坡顶线呈直线形或弧形，排土工作面向坡顶线方向有3%~5%的反坡。

10.4.2 挡车设施参数

挡车设施的参数应符合以下要求：

- 排土卸载平台边缘，有固定的挡车设施，其高度不小于轮胎直径的 1/2，车挡顶宽和底宽分别不小于轮胎直径的 1/4 和 3/4；
- 设置移动车挡设施的，对不同类型移动车挡制定相应的安全作业要求，并按要求作业。

10.4.3 排土汽车速度

排土汽车的速度应符合以下要求:

- a) 卸土时, 汽车垂直于排土工作线, 汽车倒车速度小于 5km/h, 不应高速倒车, 以免冲撞安全车挡;
- b) 汽车进入排土场内应限速行驶, 距排土工作面 50~200m 时速度低于 16km/h, 50m 范围内低于 8km/h;
- c) 排土作业区设置一定数量的安全标志牌, 如限速牌。

10.4.4 排土视距

排土场作业区的视距小于30m或遇恶劣天气时, 停止推土作业。

10.4.5 灯塔与排土车挡距离

排土作业区照明系统应完好, 照明角度应符合要求, 夜间无照明不应排土; 灯塔与排土车挡距离d按以下公式计算: $d \geq \text{车辆视觉盲区距离} + 10\text{m}$ 。

10.4.6 排土场工作面的推土量

汽车运输排土场工作的推土量, 可按排弃量的30%~50%确定。

10.5 推土机排土参数

10.5.1 技术参数与生产能力

露天磷矿山常用推土机技术参数与生产能力参见附录E。

10.5.2 推土机行走速度

推土机推排岩土的行走速度, 不超过5km / h。

10.5.3 道路坡度

工作场地和行走道路的坡度的选定应满足推土机作业的要求。

10.5.4 推土机排土线

推土机排土线长度宜为1000~2000m。

10.5.5 推土机功率

汽车运输排土场工作面推土机功率可按照表30选取。

表30 排土工作面推土机功率

卡车载重量 (t)	推土机功率 (kW)
<45	88~162
45~108	162~235
108~190	235~301
>190	301~426

10.6 排土顺序

排土顺序应按照硬岩、大块岩石排下层以及软岩、表土排上层的要求执行，以保证排土场的稳定性。

10.7 排土场防洪防灾参数

10.7.1 排土场平台反坡

排土场内平台设置3%~5%的反坡，并在排土场平台上修筑排水沟，以拦截平台表面及坡面汇水。

10.7.2 排土场防震参数

处于地震烈度高于6度地区的排土场，应制定相应的防震和抗震的应急预案。

10.8 排土场监测与安全

10.8.1 稳定性检测和分析

根据GB 16423-2006的规定，每5年进行一次检测和稳定性分析。

10.8.2 排土场监测

排土场监测应遵循以下基本规定：

- a) 测量排土场台阶高度、排土线长度；
- b) 测量排土场的反坡坡度，每100m不少于2条剖面；
- c) 测量道路运输排土场安全车挡的底宽、顶宽和高度；
- d) 测量铁路运输排土场线路坡度和曲率半径；
- e) 测量排土机排土外侧履带与台阶坡顶线之间的距离，测量误差不大于10mm；
- f) 排土场出现不均匀沉降、裂缝时，应查明沉降量和裂缝的长度、宽度、走向，并判断危害程度；
- g) 排土场地面出现隆起、裂缝时，应查明范围和隆起高度，判断危害程度。

10.8.3 排土场安全系数

排土场各项参数符合设计要求和排土场作业管理要求，用余推力法计算正常级的排土场安全系数应大于1.15。云南部分露天磷矿山排土场安全系数参见附录F。

10.8.4 排土场安全度

排土场安全度分为危险级、病级和正常级三级，客观科学的判定出排土场的安全等级是确定排土场监测与安全控制参数选定和治理措施制定的关键。

附 录 A
(资料性附录)

云南部分露天磷矿山穿孔作业工艺参数表

项 目	单 位	参 数 值	备 注
孔 深	m	岩土 11、17m, 上层矿 4.5m, 夹层、下层矿 2.5m	—
孔 网	m	5×5、6×6、7×7	采用等孔排距
孔 径	mm	KQ-200 为 200mm; TITON500 为 152mm; 牙轮钻为 200mm; Ranger700 为 102mm。	—
底盘抵抗线	m	6~9	—

附 录 B
(资料性附录)

云南部分露天磷矿山钻机选型及相关参数取值表

项目		相关参数				
设备类型		KQ-200	牙轮钻	TITON500	Ranger700	
孔径(mm)		200	200	152	102	
孔深(m)	岩土	灰页岩	11	17	11	—
		黑页岩	11	17	11	—
		黄页岩	11	17	11	—
	夹层		—	—	—	2.5(含超深0.2m)
	上层矿		—	—	—	4.5(含超深0.2m)
	下层矿		—	—	—	2.5(含超深0.2m)
孔网(m)	岩土	灰页岩	6×6	5×5	—	—
		黑页岩	7×7	6×6	—	—
		黄页岩	7.5×7.5	6.5×6.5	—	—
	夹 层		—	—	—	4×4
	上层矿		—	—	—	4×4
	下层矿		—	—	—	2.5×2.5
注：矿石、夹层的钻孔深度、孔网参数可根据其厚度的不同做适当调整；岩土含超深1-1.5m。						

附录 C
(资料性附录)

云南省露天磷矿山常用挖掘机型号表

设备名称	型号	台班效率 ($\text{m}^3/\text{台}\cdot\text{班}$)	工作班数	工作天数	设备台数	台年效率 ($\text{万 m}^3/\text{台}\cdot\text{年}$)
挖掘机	PC-400	511	3	300	2	32
	PC-750	1185	3	300	1	85
	PC-700	1185	3	300	3	128
	PC1250	1800	3	300	2	162

附 录 D
(资料性附录)

云南省露天磷矿山部分排土场堆置参数表

排土场名称		台阶高度 (m)	总堆置高度 (m)	平台宽度 (m)	边坡角
尖山箐排土场		10~15	60~70	20~25	25° ~35°
汤家箐排土场		15~20	15~20	未设平台	25° ~35°
石马哨排土场		20~25	80~90	20~25	25° ~35°
晋宁磷矿排土场		20~30	80~120	40	38°
昆阳磷矿 火冲箐排 土场	外排东北部分	20~30	180	15	35°
	外排西北部分	20~30	300	15	35°
	内排北东部分	20~30	295	15	35°
	内排南西部分	20~30	230	15	35°

附录 E

(资料性附录)

露天磷矿山常用推土机技术参数与生产能力

表E.1 云南露天磷矿山常用推土机技术参数表

推土机型号	推土机尺寸 (长×宽×高) mm	铲刀尺寸 (宽×高) mm	铲土深度 (mm)	前进速度 (km/h)	后退速度 (km/h)	爬坡能力 (%)
SD22	5750×3725×3402	3725×1315	540	11.2	13.2	30
D85	5615×3620×2980	3620×1070	540	10.6	13.4	35
MD23	6790×3725×3380	3725×1390	540	11.3	13.6	30

表E.2 云南露天磷矿山常用推土机型号及生产能力表

设备名称	设备型号	台数	台班(时)效率 (m ³)	台班工作时间 (h)	日台班数 (台班)	年工作日	年效率 (万 m ³ /年)
推土机	SD22	6	260	8	3	300	395.4
	D85	1	260	8	3	300	74.9
	MD23	1	260	8	3	300	65.9
	合计						

附 录 F
(资料性附录)
云南部分露天磷矿山排土场安全系数

矿山名称	排土场安全系数
尖山磷矿	1.15
晋宁磷矿	1.15~1.20
昆阳磷矿	1.20
天宁矿业	1.16
三明鑫疆	1.18
成杰矿业	1.15~1.18
磷都矿业	1.15