

中华人民共和国化学工业部

设计标准

# 电石节能设计技术规定

HGJ2-86

(试行)

1987 北京

## 目 录

1 总 则 .....	(1)
2 电石产品综合能耗 .....	(1)
3 电石单位产品电炉电耗和全焦耗 .....	(3)
4 节能措施 .....	(4)
5 电 气 .....	(5)
附录:(84)化化司字第 22 号文附件四《电石产品综合能耗 计算办法》.....	(7)
编制说明 .....	(10)

中华人民共和国化学工业部

设计标准

# 电石节能设计技术规定

HGJ2-86

(试行)

## 说 明

《电石节能设计技术规定》是化学工业部批准颁布试行的设计标准。本规定的内容包括：总则；电石产品综合能耗；电石单位产品电炉电耗和全焦耗；节能措施；电气；附录和编制说明。

本规定由中国天津化学工程公司主编。编制人为陈洋、吴兆昆同志，校核人为高国钧、罗美玲同志，审核人为董振纲、沈俊涵同志，审定人为卓克涛同志。

化 工 部		电石节能设计技术规定		设计标准	
设计标准		(试 行)		HGJ2-86	
主编	中国天津化学工程公司	批准	化学工业部	试行日期	1987年1月
			第1页	共6页	

## 1 总 则

1.1 能源是我国社会主义现代化建设的主要物质基础，现在和将来都必须贯彻节约能源和合理利用能源的方针。电石生产能耗高，可利用的副产能源和余热资源多，在电石工程设计中，节约能源，合理利用能源是设计工作者一项长期重要任务。

1.2 本规定适用于采用电热法生产电石企业的新建、改建和扩建项目的设计。今后在设计任务书（可行性研究）和初步设计文件中应有关于节能的专门章节，说明采取的节能措施、预期效果，并列出具体的电石单位产品综合能耗和全焦耗、电炉电耗。

1.3 今后新建、改扩建项目的设计中，电石单位产品综合能耗和全焦耗、电炉电耗应力争达到一级指标，保证达到二级指标。采用三级指标时，必须经主管部门特殊批准。

电石单位产品综合能耗和全焦耗、电炉电耗各级指标按2.6.3、3.2.3、3.1.3的规定。

1.4 新建、改扩建项目应采用节能新工艺、新技术和高效设备，不得采用能耗大的落后工艺和国家已淘汰的机电产品设备。

1.5 应注意改善能源结构，合理利用能源，在保证合理的工艺条件下，应充分利用余热。选择燃料时应贯彻以煤代油的原则。

1.6 设计中应设以下能源检测计量仪表。

1.6.1 进出电石生产界区的一次能源（煤、石油、天然气等），二次能源（电力、焦炭、煤气、蒸汽等）以及耗能工质（水、氧气、氮气、压缩空气等）。

1.6.2 自产二次能源（电石炉气等）以及耗能工质。

1.6.3 电石生产界区内能源和耗能工质的分配。

1.7 引进技术应具有节能优势，引进节能技术或采取节能措施时，应同时符合国家有关安全卫生和环境保护的要求。

1.8 新建、改扩建密闭电石炉应趋向大、中型化，容量一般不应小于15000kVA，新建、扩建电石工程必须采用密闭电石炉。

1.9 采用节能技术时，应对其节能效果和投资作全厂性技术经济评价；控制静态回收期在六年之内为宜。

1.10 设计中除按本规定执行外，尚应符合国家的节能规定和遵守国家的有关规范。

## 2 电石产品综合能耗

2.1 电石产品综合能耗，是指在企业计划统计期间内，对电石生产系统、为电石生

产服务的辅助生产系统和附属生产系统所消耗的各种能源进行综合计算所得到的能源消耗量。

2.2 能源包括一次能源（煤、石油、天然气等）和二次能源（电力、焦炭、石油焦、电极糊、蒸汽等）以及耗能工质（水、氮气、压缩空气等）。

2.3 电石产品综合能耗计算范围：电石生产界区内自石灰石、炭材等运入到电石成品运出为止的生产系统、辅助系统和附属系统的总能耗。不包括用于生活目的所消耗的能源。

2.4 电石产品综合能耗计算办法，见本规定附录：（84）化化司字第22号文附件四《电石产品综合能耗计算办法》。

2.5 各种能源的等价热值和折标准煤值见表1。

各种能源的等价热值和折标准煤值

表1

名 称	单 位	等 价 热 值 (千焦)	折 标 准 煤 (千克)
电	kWh	11840 (2828千卡)	0.404
焦炭(固定C84%)	kg	28470 (6800千卡)	0.971
电极糊(实物)	kg	25121 (6000千卡)	0.857
新鲜水	t	2512 (600千卡)	0.088
软化水	t	14235 (3400千卡)	0.488
压缩空气(6×10 <sup>5</sup> 帕以下)(6公斤/厘米 <sup>2</sup> 以下)	m <sup>3</sup>	1172 (280千卡)	0.040
氮 气	m <sup>3</sup>	19678 (4700千卡)	0.671
氧 气	m <sup>3</sup>	11723 (2800千卡)	0.400
电石炉气	m <sup>3</sup>	11723 (2800千卡)	0.400
重 油	kg	41888 (10000千卡)	1.429
蒸汽[(4~10)×10 <sup>5</sup> 帕] (4~10公斤/厘米 <sup>2</sup> )	kg	3768 (900千卡)	0.129

注：上述按（84）化化司字第22号文附件四中规定作适当补充。

## 2.6 电石单位产品综合能耗

2.6.1 电石单位产品综合能耗，指生产1吨标准电石（发气量折300l/kg）所消耗的综合能源量，单位用千克标煤/吨表示，折算标准电石时以合格产量折算。

### 2.6.2 电石单位产品综合能耗计算公式

$$\text{电石单位产品综合能耗 (千克标煤/吨)} = \frac{\text{总综合能耗 (千克标煤)}}{\text{合格品折标准电石量 (吨)}}$$

## 2.6.3 电石单位产品综合能耗指标见表2。

电石单位产品综合能耗指标

表2

	一 级	二 级	三 级
电石单位产品综合能耗(千克标煤/吨)	2050	2250	2450

## 3 电石单位产品电炉电耗和全焦耗

## 3.1 电石单位产品电炉电耗

3.1.1 电石单位产品电炉电耗,是指生产1吨标准电石(发气量折300l/kg)的工艺耗电,单位用度/吨表示,折标准电石时以合格品产量折算。

## 3.1.2 电石单位产品电炉电耗计算公式

$$\text{电石单位产品电炉电耗(度/吨)} = \frac{\text{总电炉耗电量(度)}}{\text{合格品折标准电石量(吨)}}$$

## 3.1.3 电石单位产品电炉电耗指标见表3。

电石单位产品电炉电耗指标

表3

	一 级	二 级	三 级
电石单位产品电炉电耗(度/吨)	3250	3350	3450

## 3.2 电石单位产品全焦耗

3.2.1 电石单位产品全焦耗,是指生产1吨标准电石(发气量折300l/kg),石灰窑煅烧石灰和电石炉生产电石所耗用炭材的总运入量,其炭材运入量从进入电石生产界区开始计量,并折算成84% C的干焦计算,但不包括电极糊的耗用量。单位用 千克/吨表示,折标准电石时,以合格产量折算。

## 3.2.2 电石单位产品全焦耗计算公式

电石单位产品全焦耗(千克/吨)

$$= \frac{\text{石灰窑和电石炉耗用炭材总运入量(千克)}}{\text{合格品折标准电石量(吨)}}$$

## 3.2.3 电石单位产品全焦耗指标见表4。

电石单位产品全焦耗指标

表4

	一 级	二 级	三 级
电石单位产品全焦耗(千克/吨)	600	750	870

注:上列指标不适用于外购石灰的生产系统。

## 4 节能措施

### 4.1 密闭电石炉

从电石生产热量分析可知,每吨电石副产炉气约 $400\text{m}^3(\text{Nm}^3)$ 〔热值约 $11723\text{kJ}/\text{m}^3$ ( $2800\text{kcal}/\text{Nm}^3$ )〕,约相当于 $160\text{kg}$ 标煤,只有密闭电石炉才能将炉气全部回收,具有节能的明显优势,因此新建、扩建电石工程必须采用密闭电石炉,将炉气回收,净化后加以利用。

回收后的炉气作为气烧石灰窑的燃料,是电石企业内部最合理的炉气利用方法,但炉气也可作为企业内部的燃料使用,例如作为锅炉燃料或干燥炭材用燃料等,炉气也可作为输出能源。

### 4.2 空心电极技术

在石灰、炭材加工、运输和贮存过程中,会产生 $10\sim 15\%$ 左右的粉料,采用空心电极技术可将粉料加以利用,既降低电石单位产品全焦耗,又节省电极糊,利于电炉的调节。空心电极技术是一项很好的节能措施,在新建企业中必须采用空心电极技术;在改、扩建企业中,宜采用空心电极技术,否则必须考虑粉料的回收利用措施。

### 4.3 气烧石灰窑

在电石企业内部,气烧石灰窑所需用的炉气与电石生产副产炉气量理论上基本平衡。炉气作为气烧石灰窑的燃料,既节能又消除了炉气的污染,而且气烧石灰质量均匀,反应活性好,可使电炉电耗下降。因此,新建、改扩建时,有条件的企业,宜采用气烧石灰窑生产石灰。采用气烧窑时应选用热效率高的窑型。

### 4.4 炉气净化技术

电石炉气含尘量约 $80\sim 150\text{g}/\text{m}^3(\text{Nm}^3)$ 。为利用炉气,必须将炉气进行净化。

炉气净化的工艺方法可采用干法或湿法。干法净化后的炉尘和湿法净化后的污水中均含有 $\text{CN}^-$ ,必须进行处理,以达到环境保护的要求。

### 4.5 采用精料以减少杂质副反应耗电损失

#### 4.5.1 严格控制石灰石原料质量,保证石灰质量。

密闭电石炉用石灰石除应符合电石用石灰石一般要求外,有条件的地方,宜选择 $\text{CaCO}_3\geq 97\%$ 、 $\text{MgO}\leq 0.6\%$ 的石灰石,石灰石中夹带的泥沙应采取清理措施。

石灰生烧量:气烧窑 $\leq 4\%$ ,混烧窑 $\leq 6\%$ ,并应尽量提高石灰活性,

入电石炉石灰粒度合格率宜 $\geq 85\%$ ,应无可见杂质。

#### 4.5.2 优选焦炭

冶金焦是生产电石的主要碳素材料,固定碳应 $\geq 84\%$ ,灰分 $\leq 15\%$ 。

入电石炉的焦炭必须经过干燥,使水分 $\leq 1\%$ ,入炉焦炭粒度合格率应 $\geq 85\%$ 。

#### 4.5.3 改善碳素材料结构

无烟煤电阻大、价格低,可以增大炉内电阻和降低成本。石油焦固定碳高、电阻大、灰分低。在有条件的地方,在碳素材料中可掺入一定量的优质无烟煤或石油焦,使



碳素材料结构更加合理，以增大炉内电阻降低电耗。

#### 4.5.4 加强电极糊的管理

电石生产必须选用合格的电极糊，密闭电石炉必须选用密闭电极糊。

电极糊应堆放在防雨防尘的库房内，电极糊加入电极筒后，电极筒顶端应有活动盖板，以防止灰尘落入。

#### 4.6 电石生产余热的回收

电石生产可利用的余热有：出炉电石余热、炉气余热、冷却水余热等，可根据企业实际情况酌情进行利用。

在设计中考虑余热回收时，应对余热回收作出技术经济评价。

#### 4.7 电石炉设计应选取合理工艺、电气参数

要提高热利用率，降低电耗，在设计中必须选取合理的二次电压、电流电压比、电位梯度等主要电气参数。必须选取合理的电极直径、电极圆心圆直径和炉膛直径等主要工艺参数。

#### 4.8 微型计算机技术

大、中型密闭电石炉和气烧窑应逐步采用微处理器进行生产管理和生产控制，以准确调节工艺参数，降低消耗，提高产品质量。

#### 4.9 新建电石厂厂址选择

新建电石厂宜靠近石灰石矿山，以缩短运输距离，减少运输能耗；同时宜靠近电站，以缩短输电距离，减少输电能耗损失；以及宜靠近铁路、公路或水路，以方便原料的运入和产品的运出，减少运输能耗。因此，厂址的选择应进行综合评价。

## 5 电 气

### 5.1 电石炉供电

5.1.1 电石炉应以高电压深入负荷中心供电，以减少线路损失，提高供电质量。

用35千伏供电时，容量和距离的乘积，不宜超过250兆伏安公里，否则应与用110千伏的方案进行比较，采用较优的电压级。

为便于深入负荷中心，35千伏及以下配电装置应采用屋内配电装置，至于110千伏配电装置，是否采用屋内配电装置，应经技术经济比较后确定。

5.1.2 选用变压器容量时，除满足所需负荷外，应对变压器的运行方式进行比较，使所选用的变压器运行费用少，效率高。

5.1.3 为了加强经济核算，搞好能源计量与管理，应按最小经济核算单位装设监测计量仪表，并应在电源进线端装设最大需量表。

### 5.2 电石炉变压器的选择

5.2.1 变压器的电气参数，应满足工艺操作要求。

5.2.2 变压器的有载调压方式，宜采用自耦变压器与主变压器共轭的方式、主变压器一次侧分接头调压方式，亦可采用主变压器与串联变压器调压方式。

5.2.3 电石炉应优先采用低阻抗及低损耗变压器。

5.2.4 大、中型电石炉变压器二次出线，应采用交叉水冷铜管侧壁出线。

5.2.5 对于大、中型电石炉，应进行技术经济比较，优先选用三台单相变压器。

### 5.3 短网

短网设计应根据技术经济比较，合理选择短网各导体材料、形状、尺寸及排列方式，使导体的长度尽可能短，电阻和电抗尽量小，三相阻抗尽量均衡，使短网回路布置尽量紧凑。

5.3.1 采用在电极上接成三角形的短网接线系统。

5.3.2 取消集电环，既使短网简化，又改善了软铜片（软电缆）的工作状况，使各导体电流趋于均衡。

5.3.3 短网铜管交叉排列，选择最佳换位点，推行一端换位，缩小铜管间隙，改善短网特性。

5.3.4 各导体电流密度

水冷铜管及水冷铜缆 2.5~3安/毫米<sup>2</sup>

软铜片及铜线 0.9~1.1安/毫米<sup>2</sup>

5.3.5 短网的支撑构件及附件，应用无磁性材料。铁磁物质应尽量远离短网。

5.3.6 尽量采用无氧铜管等新材料。

### 5.4 电石炉装置的无功补偿

5.4.1 无功补偿容量，应使变压器前的功率因数达到或高于0.90。

5.4.2 电石炉装置无功功率的补偿，宜优先考虑在低压侧补偿，但应与在高压侧和中压侧补偿的方案进行技术经济比较，择优选定。

5.4.3 设置无功补偿时，应考虑高次谐波对其影响，设计时预留适当建筑面积，以利采取必要的措施。

## 电石产品综合能耗计算办法

### 一. 电石产品综合能耗的定义及分类

1. 电石产品综合能耗是企业计划统计期内, 对实际消耗的各种能源进行综合计算所得的能源消耗量。

2. 电石产品综合能耗分为三类, 即总综合能耗、单位综合能耗和可比单位综合能耗。

### 二. 电石产品综合能耗计算办法

#### 1. 电石产品总综合能耗

电石产品总综合能耗, 是企业有计划统计期内, 为生产电石产品所消耗的各种能源, 经综合计算后得到的总能耗量。不合格产品耗用的能源也包括在总综合能耗内。

各种能源, 包括一次能源(如煤、石油、天然气等)和二次能源(如电力、焦炭、蒸汽、电极糊等)以及耗能工质(如水、氧气、氮气、压缩空气等)。

计算电石产品总综合能耗时, 包括电石生产系统和为电石生产服务的辅助系统和附属生产系统所消耗的各种能源。作为电石原料用的能源(如焦炭、石油焦和无烟煤)也包括在内。在电石生产系统中, 如有回收能源并向电石界区外输出时, 从总综合能耗中扣除, 在计算时注意不要重计或漏计。

电石产品总综合能耗包括的各种能源规定如下:

##### (1) 电石耗电

包括工艺电、动力电和照明电之和。电量按供电部门收费电表计算, 如收费电表的位置距电石炉较远时, 可与供电部门协商, 扣除部分线路损耗。

##### (2) 生产电石用碳素原料

包括作原料用的焦炭、石油焦、无烟煤和电极糊等。计算时, 各种碳素原料(电极糊除外)均按干基固定碳84%折算, 热值按等价热值计算, 数量按进入电石生产界区后第一道工序为计量点。

##### (3) 烧石灰用燃料

耗用的石灰量按全料量并折 $CaO$  92%计算, 破碎产生的粉末不扣除, 但不是为电石用的石灰所消耗的燃料不包括在内。烧石灰用的燃料(如焦炭、无烟煤、可燃气等)热值均按实测低位发热值计算, 或暂时按规定系数折算。燃料的消耗量按进入电石生产界区第一道工序为计量点。

外购石灰的单位, 不计算烧石灰的燃料。但在填报电石综合能耗时, 应注明“外购石灰”以示区别。

##### (4) 干燥焦炭用燃料

干燥焦炭用燃料的热值按实测低位发热值计算, 或暂时按系数折算。数量按进入电石生产界区后第一道工序为计量点。用电石生产中余热干燥焦炭, 不计算燃料消耗。

##### (5) 电石生产系统中耗用的各种耗能工质

包括冷却水、氧气、氮气、压缩空气等，其热值按规定的等价热值计算。

(6) 辅助生产系统耗用的能源

包括电石生产界区内自石灰进厂到电石成品入库为止，全部电石生产过程各工序所耗用的能源（如动力电、照明电、水、氮气、压缩空气等），但注意在前项中计算过的不要重计。

(7) 附属生产系统耗用的能源

包括电石界区内的维修工段、化验室、控制室、库房及办公室等所耗用的能源（如动力电、照明电、水、氮气、压缩空气等）。

(8) 向外输出的能源从总综合能耗中扣除

密闭炉气和回收的余热，限于向电石界区外输出部分按向外输出能源计算，调出的焦（煤）粉，可以顶替供应指标的，按向外输出能源计算，热值按实测低位热值计算。

电石产品总综合能耗计算公式：

电石产品总综合能耗（公斤标煤）=（1）电石耗电（度） $\times H_1$ +（2）生产电石用碳素原料（折C 84%）（公斤） $\times H_2$ +（3）烧石灰燃料（公斤） $\times H_3$ +（4）干燥焦炭用燃料（公斤） $\times H_4$ +（5）耗能工质（折公斤标煤）+（6）辅助系统能耗（折公斤标煤）+（7）附属系统能耗（折公斤标煤）-（8）向外输出能源（折公斤标煤）。

〔注〕H为等价热值换算系数。

2. 电石单位产品综合能耗

电石单位产品综合能耗系指生产一吨标准电石（发气量折300l/kg）所消耗的综合能源量。单位用公斤标煤/吨电石表示，折算标准电石时以合格产量折算。计算公式如下：

电石单位产品综合能耗（公斤标煤/吨电石）

$$= \frac{\text{总综合能耗（公斤标煤）}}{\text{合格品折标电石量（吨）}}$$

3. 电石产品可比综合能耗暂不做规定。

三. 计算基础和依据

具有完善可靠的计量仪器（设备），并坚持在进厂后和进入界区后第一道工序，认真检测测量，同时，按规定进行成分分析或热值测定，是计算综合能耗的基础。为此，企业要逐步完善充实必要的计量、分析仪器，并做好维护管理，保证灵敏可靠。分析及测定方法按有关标准执行。健全原始记录和按统一规定方法进行核算，以便保证数据合理准确。

名 称	单 位	等价热值(千卡)	折标准煤(公斤)
电	度	2828	0.404
焦炭(C 84%)	公斤	8800	0.971
电煤油(实物)	公斤	6000	0.857
外 购 水	吨	600	0.086
软 化 水	吨	3400	0.486
除 氧 水	吨	6800	0.871
压 缩 空 气 (6公斤/厘米 <sup>2</sup> 以下)	标米 <sup>3</sup>	280	0.040
氮 气	标米 <sup>3</sup>	4700	0.671
氧 气	标米 <sup>3</sup>	2800	0.400

## 电石节能设计技术规定 (试行)

HGJ2-86

### 编制说明

#### 1 总 则

1.1 编制《电石节能设计技术规定》的指导思想。

1.2 本规定是针对新建、改扩建电石工程设计而制定的。

1.3 今后凡新建或改扩建项目能耗指标必须达到国内同行业先进水平，有条件时应力求赶上世界先进水平。几级能耗指标制定的原则是：

一级能耗指标：国际七十年代末、八十年代初的先进水平。

二级能耗指标：国内七十年代末、八十年代初的先进水平。

三级能耗指标：国内八十年代初的平均先进水平。

1.4 工艺流程和技术路线不同，能耗不同。选用先进的工艺技术路线是最大的节能。工艺路线确定以后，应选用先进高效设备，设计中不得采用国家明令淘汰的机电设备。

设备选型力求合理，应避免“大马拉小车”。

1.5 电石生产用炭材，除选用焦炭外，有条件时还应选用优质无烟煤、石油焦等。石灰生产和炭材干燥用的燃料，宜利用电石炉气，以合理利用能源，不宜用油作燃料。

1.6 能源的检测计量是合理利用能源的一项技术基础，对节能有重大作用，必须引起足够的重视。

1.7 在考虑引进技术时，必须认真考虑其耗能指标，例如电石炉的电耗、能耗、石灰窑的热耗值等。引进技术的耗能指标必须是先进的，节能措施又必须同时满足安全卫生 and 环境保护的要求。

1.8 密闭电石炉容量不应过小（不小于15000kVA），以便于布置、安装和检修，并取得较好的节能效益。

1.9 应从全厂技术经济评价衡量节能措施是否可行。

1.10 设计中除按本规定执行外，尚应符合国家有关部委对能源管理的一系列具体政策性规定，如有矛盾，应以国家规定为准。

#### 2 电石产品综合能耗指标

2.1 根据GB2589-81《综合能耗计算通则》。

2.2 根据GB2589-81《综合能耗计算通则》和电石生产的特点，电石产品综合能耗应包括以下能源：电能（工艺电和动力照明电）、炭材（焦炭、无烟煤、石油焦、电极糊等）、耗能工质（水、氮气、压缩空气等）。

2.3 电石产品综合能耗计算应从原料进入电石生产界区开始。到电石产品运出电石生产界区的整个过程中的耗能量，包括途耗、库耗和加工损耗。包括煅烧石灰、炭材干燥和破碎、电炉配料、电石生产、电石产品冷却破碎包装、炉气净化及炉尘焚烧等电石生产全部过程所耗用的能源及辅助系统、附属系统的能耗。

2.4 (84)化化司字第22号文《关于试行烧碱、电石产品综合能耗计算的办》，附件四是《电石产品综合能耗计算的办》。

2.5 除去(84)化化司字第22号文附录四中规定数据外，补充进电石炉气、焦粉、重油、蒸汽的等价热值和折算标准煤值。

### 2.6 电石单位产品综合能耗

2.6.3 电石单位产品综合能耗指标目前尚无完整而系统的统计数据，本规定提出的三级指标由化工部化工司、部分设计单位和电石生产厂共同研究，参考国内外电石生产实际情况经过整理和计算提出的。

一级指标考虑采用密闭电石炉、空心电极和气烧石灰窑技术，将石灰粉和炭粉全部利用，电极糊耗下降，电石炉气作为气烧石灰窑的燃料进行利用。

二级指标考虑采用密闭电石炉、空心电极技术，将石灰粉和炭粉全部利用，电极糊耗下降。

## 3 电石单位产品电炉电耗和全焦耗

### 3.1 电石单位产品电炉电耗

3.1.1 电石单位产品电炉电耗是指工艺耗电，不包括动力电等。工艺耗电包括电石生成热耗电、原料、电石的熔化热、杂质副反应热、输电损失及所有热损失耗电等。

3.1.3 电石单位产品电炉电耗三级指标参照了国内外的实际数据后提出。

国外密闭炉先进水平，参照西德、日本等国实际考察资料，规定提出一级指标为3250度/吨。

国内密闭炉先进水平，1984年为3350度/吨，1985年上半年为3368度/吨，本规定提出二级指标为3350度/吨。

国内密闭炉平均先进水平，1984年为3418度/吨，1985年上半年为3452度/吨，本规定提出三级指标为3450度/吨。

### 3.2 电石单位产品全焦耗

3.2.1 本规定中电石单位产品全焦耗只包括两部分焦耗：

煅烧石灰石所耗用的燃料炭材；

生产电石所耗用的原料炭材；

不包括干燥炭材所需用的燃料；

不包括生产电石所耗用的电极糊；

应注意炭材均折成84% C的干焦计算。

应注意炭材从运入电石生产界区内开始进行计算，包括在电石生产界区内的加工、运输和贮存过程中的损耗在内，而不能从入石灰窑或入电石炉时开始计量。

3.2.3 电石单位产品全焦耗指标尚无完整而系统的统计数据，本规定提出的三级指标由化工部化工司、部分设计单位和电石生产厂共同研究，参照国内外电石生产实际

情况经过整理和计算提出的。

一级指标考虑采用密闭电石炉、空心电极和气烧石灰窑技术，将炭粉全部利用，电石炉气作为气烧石灰窑的燃料进行利用。

二级指标考虑采用密闭电石炉、空心电极技术，将炭粉全部利用。

#### 4 节能措施

4.1 电石生产副产炉气的利用具有很高的节能价值。若想利用炉气，首先要建设密闭电石炉，才能将炉气收集起来，净化后加以利用。所以本规定强调新建、扩建电石工程必须采用密闭电石炉。

回收电石炉气节约能源折标准煤量举例如下：

电炉容量 (kVA)	电炉产量 t/a	炉气量 m <sup>3</sup> /a	炉气热值折标煤 t/a
25000	45000	18000000	7200
50000	90000	36000000	14400

4.2 空心电极是一项先进的技术。电石企业在原料加工和运输过程中，产生大约10~15%左右的石灰粉、焦粉、无烟煤粉等。若将粉料弃掉则浪费能源，增加成本，污染环境，而采用空心电极技术可将这部分粉料消耗掉，并可使电极糊的消耗下降，是一项很好的节能措施。

采用空心电极后节约能源折标准煤量举例如下：

		25000kVA 电 炉	50000kVA 电 炉	备 注
电石产量 (t/a)		45000	90000	
节 约 实 物 (t/a)	耗 焦 粉	2547	5094	以电炉焦耗566kg计 空心电极耗粉料10%估算
	耗 灰 粉	4208	8415	以电炉灰耗935kg计 空心电极耗粉料10%估算
	节约电极糊	675	1350	采用空心电极前电极糊耗 35kg/t电石，采用空心电极后 电极糊耗20kg/t电石计
实 物 折 标 准 煤 (t/a)	焦粉折标煤	2473	4946	
	灰粉折标煤	571	1142	3977480J/kg 以石灰热耗(950kcal/kg)估算
	电极糊折标煤	578	1157	
	折标煤总计	3622	7245	



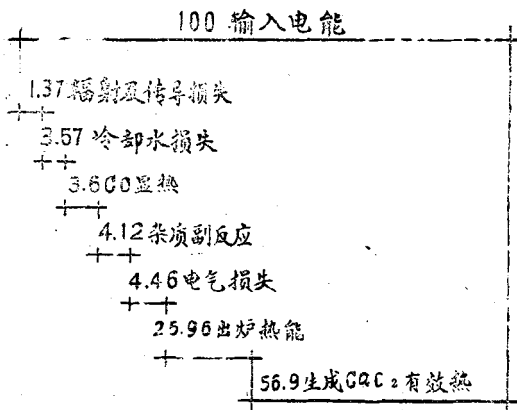
4.3. 气烧石灰窑是一项先进的技术，在电石企业内部，气烧石灰窑以电石生产副产炉气作为燃料是最合理的炉气利用措施，既节能又消除了污染。

现将几种气烧窑能耗参考指标介绍如下：

	西德维曼斯台 尔公司环窑	西德维曼斯台 尔公司双斜窑	日本金钢石公 司中心喷咀窑	意大利费尔卡斯公司 方型双梁窑
热耗J/kg石灰 (kcal/kg石灰)	3600000~3777000 (860~950)	3936000~4145000 (940~990)	4187000~5024000 (1000~1200)	3893000 (930)

4.4 炉气净化本身不是节能的直接措施，而且要消耗掉一部分动力，但为了利用电石炉气，必须将炉气中的粉尘（约含尘80~150g/m<sup>3</sup>）除去。

4.5 选用精料，可以减少杂质的副反应的耗电损失，由于原料、设备、操作等方面的差异，国内外密闭电石炉热平衡数据不尽相同，现取日本金钢石公司提供热平衡数据如下：



注：以输入电能为100作基准。

从上表可知，杂质副反应耗电占电石生产输入电能的4.12%，其杂质耗电量折标准煤举例如下（电石单位产品电炉耗电以3300度/吨计）。

电炉容量 (kVA)	电炉产量 (t/a)	杂质副反应 耗电(kWh/t)	耗电折算标准 煤(t/a)	备注
25000	45000	6118200	2472	以杂质副反应耗电占输入电能4.12%估算
50000	90000	12236400	4944	

从上表可知，杂质副反应耗电从宏观看也很可观。因此，电石生产应采用精料，最大限度降低杂质副反应耗电。

#### 4.5.1 国内电石用石灰石矿工业指标一般要求为：

$$\text{CaCO}_3 \geq 96\%$$

$$\text{MgO} \leq 1\%$$

$$\text{SiO}_2 \leq 1\%$$

$$\text{R}_2\text{O}_3 \leq 1\%$$

$$\text{S} \leq 0.2\%$$

$$\text{P} \leq 0.06\%$$

从国外资料可知，西德、日本等国家密闭电石炉用石灰石 $\text{CaCO}_3$ 含量在98%以上，含泥量在0.2%以下。结合国内密闭电石炉生产实践，本规定提出密闭炉用石灰石矿，宜选择 $\text{CaCO}_3 \geq 97\%$ 、 $\text{MgO} \leq 0.6\%$ 的优质石灰石，以保证生产出优质石灰。

生产实践证明，石灰石中杂质增加，或石灰生烧量增加，均使电炉电耗增加，且对电炉带来其它不利影响。因此，要控制石灰石中杂质含量和石灰生烧量。

4.5.2 国外电石生产用焦炭固定碳高，约在90%以上，鉴于国内实际情况，按冶金焦标准提出固定碳含量 $\geq 84\%$ 。期望使用固定碳高的焦炭。

生产实践证明，焦炭中灰分增加或水分增加，均使电炉电耗增加，因此，要控制焦炭中灰分含量和水分含量。

石灰和焦炭粒度合格率规定，是为了保证炉料的透气性和反应的均匀性。

4.5.3 无烟煤电阻大，对调节炉内电阻作用较大，而且价格低，又可降低成本。

表面上看，无烟煤固定碳含量低，但因其挥发分高。在生产电石过程中，待其挥发分跑掉后，剩余部分固定碳相应升高，成为很好的碳素材料。生产实践也证明，在炭材中掺入一定量的优质无烟煤是适宜的。

石油焦固定碳含量高，灰粉低，电阻大，反应活性好。对调节炉内电阻有明显的作，有利于提高电石质量和降低电耗，有条件的地方可在炭材中掺入一定量的石油焦。

4.5.4 不得滥用电极糊，密闭炉不得使用开放炉用电极糊，以防止电极事故，增加能耗。

密闭炉用非标准电极糊，一般要求是：

$$\text{挥发分：} 13 \sim 15\%$$

$$\text{灰分：} < 5\%$$

4.6 电石生产余热可根据企业具体情况进行利用，例如四平联合化工厂利用软水作为冷却水，冷却回水输入锅炉；杭州电化厂也曾搞过隧道窑利用出炉电石余热干燥焦炭等。

4.8 大、中型密闭电石炉和气烧窑在有条件的情况下，宜考虑采用微型计算机系统数据处理系统，以考核生产指标，进行科学管理。有条件的情况下，宜考虑装设能进行自动控制 and 调节的微型计算机系统生产控制，以求得最佳节能效果。

## 5 电 气

### 5.1 电石炉供电

5.1.1 以LGT-185铝线将35千伏、25兆伏安容量输送10公里为例，其电压损失为6.5%，尚可留有系统电压偏移的裕量。此时在线路上电力损失为3.85%。为此，将35千伏的输电能力取250兆伏安公里较为经济。超过此量时，一般宜用110千伏供电。但为了论证其合理性，仍应与35千伏供电方案进行经济比较。

根据国内目前情况，35千伏及以下配电装置采用屋内配电装置与户外式相比，投资相近，而且采用屋内配电装置，对于防止电气设备受污染及深入负荷中心有利，故在电石厂规定为屋内式。

5.1.2 在选择变压器容量时，考虑提高变压器的运行效率，固然是重要的，但作为唯一的衡量标准是不妥的，因为变压器的选择和运行，与变压器的产品价格、安装、折旧、电价和用电贴费等有着不可忽视的关系。所以，应该有全面的经济分析，在权衡的基础上找出最佳容量。

5.1.3 目前我国有的地区按受电设备容量来收取基本电费。用户为了减少电费支出，将已装设的变压器尽量换小，而不核算变压器的运行效率，因而增加了电能损耗，这是严重的浪费。因此，本条规定装设最大需量表，并要求供电部门按最大需量收取基本电费，改变这种不合理的现象（请国家有关部门予以规定）。

## 5.2 电石炉变压器的选择

5.2.2 变压器的变磁通有载调压的三种方式，均可满足电石炉生产的要求。但推荐使用自耦变压器与主变压器共轭的方式，因其具有下述特点：级电压相等，调压范围不受限制，调压变压器阻抗很小。尤其是采用单相变压器后，其经济效果也较显著。

对于目前大量采用的主变压器与串联变压器调压方式，因其三次线圈先天不足，一三次阻抗电压为1%左右，加补偿电容器后，多次发生故障，西安化工厂、吴淞化工厂、四平联合化工厂均已将补偿电容器从三次侧拆除。为此，虽然主变压器与串联变压器调压方式中，主变压器为恒磁通，串联变压器为变磁通，对材料利用来讲较好。但因阻抗较大，损耗较大，而且原来在三次侧补偿电容器的优点，多数厂也体现不出来，所以，不推荐此方式。

5.2.3 从节能观点来看，采用低阻抗及低损耗变压器较为有利。

年产4.5万吨电石炉报价中，挪威ELKEM公司采用壳式铁心低阻抗电炉变压器，其损耗比芯式铁心电炉变压器低，尤其是其阻抗电压为2~3%。

目前国内尚无壳式铁心低阻抗电炉变压器，但长春变压器厂已列入科研项目，正在研制中。

在变压器设计中，应优先选用无氢铜及优质方向性冷轧硅钢片，力求降低变压器的损耗，达到节能之目的。

5.2.4 要求大、中型电石炉变压器二次出线，应采用交叉水冷铜管侧壁出线，因交叉水冷铜管侧壁出线，可使变压器出线处电抗降低，同时有利于短网设计，为短网一端换位创造条件。

5.2.5 采用三台单相变压器具有下述优点：

(1) 使电石炉三项短网均衡，不会出现强弱相，使电极工作在较佳状态，充分发挥电炉的能力。

(2) 由于减少电抗的影响，使得功率因数提高了，改善了炉子的特性，加上短网

长度缩短了,使无功损耗及压降减少,增加入炉有功功率及自然功率因数,提高了产量,降低电耗,并可减少补偿电容器安装数量,节约投资。

(3) 单相变压器故障机率减少,运行较三相变压器可靠。

(4) 单相变压器重量轻,体积小、运输、吊装方便,便于现场检修。

(5) 采用单相变压器后,易解决备用问题,不会因变压器故障,而使电石炉长期停产。

但从经济上来看,其投资比一台三相变压器略贵,而且工艺布置需考虑较多因素,为此应作技术经济比较,择优选用。

### 5.3 短网

5.3.1 目前国内电石炉基本上采用在电极上接成三角形的短网接线系统,运行良好。仅贵州有机化工厂采用在电极上接成星形系统,因各种原因,尚不能满负荷长期运行。为此尚有待进一步探讨该种接线的利弊。

5.3.2 取消集电环,从电极设备来看,减少了部件,节约了黄铜。从电气角度来看,取消了并联点,使短网各支路直通电极,这样避免局部电抗对导体的影响,从而改善了软铜片的工作状况,三角区的软铜片不再发红烧毁。

5.3.3 短网铜管推行一端换位,使短网成“可拆式”,从而缩小了铜管间隙。四平联合化工厂采用该结构后,铜管间隙为5毫米,同时施工方便,且自然功率因数可达0.88。

5.3.4 水冷铜管的电流密度原为3~4安/毫米<sup>2</sup>,但从目前国内几个电石厂来看,

贵州有机化工厂 3.07安/毫米<sup>2</sup>

吉林电石厂 3.1安/毫米<sup>2</sup>

四平联合化工厂 3.08安/毫米<sup>2</sup>

天津化工厂 2.75安/毫米<sup>2</sup>

因电石炉短网电流高达数万安培,其损耗不能忽视。为此,选择水冷铜管时,必须考虑其电气损失。

在水冷铜管管温40°C和冷却水20°C条件下,令水冷铜管的电气损失及电阻,与矩形母线温度70°C和空气温度20°C条件的电气损失和电阻相等的前提下,求出水冷铜管的电流密度在2.5~3安/毫米<sup>2</sup>。

5.3.5 短网铜管虽交叉排列,但其支撑构件及附件处,磁场仍很强,应用无磁性材料,避免附加损耗。

5.3.6 采用无氧铜管可降低短网损耗。

### 5.4 电石炉装置的无功补偿

5.4.1 根据“全国供用电规则”要求,功率因数为0.90以上。

5.4.2 目前国内电石厂无功补偿有三种方式。

#### (1) 低压侧补偿

牡丹江化工一厂将低压电容器接于变压器二次侧,但低压电容器的电压须与变压器运行电压等级相符合。

三明化工厂、四平联合化工厂将二次侧电压通过变压器升压后,接6千伏高压电容器。

从低压侧补偿效果最好,使得电炉变压器得到补偿。

### (2)中压侧补偿

北京化工二厂采用中压侧补偿,充分利用其主变压器与串联变压器调压方式的特点,从中压侧补偿,可使电炉变压器得到部分补偿。

### (3)高压侧补偿

西安化工厂将 10.5 千伏电容器串联后,用于 35 千伏高压补偿。

天津化工厂将 35 千伏通过变压器降压后,用 10.5 千伏高压电容器进行补偿。

该补偿方式仅对电网有好处。

为此在确定无功补偿时,应进行技术经济比较,选定最佳方案。

5.4.3 测电石炉波形时,有谐波出现。但因各电石厂电网条件不一样,操作状况也不一样,因而其谐波也各不相同。四平联合化工厂在电炉变压器中压侧测定,以五次谐波为主。而北京化工二厂则以三次谐波为主。

因而必须测定其谐波,针对该次谐波采取对策。