

电石渣制水泥与传统水泥比较研究

尤文军 马少华 姬文明 李腾飞
 陕西北元集团水泥有限公司 陕西 神木 710055

摘要：目前电石渣的重要处置方式是转化为水泥产品。该工艺具有低碳、节能、环保等优势，但仍有一些声音对电石渣制水泥的品质等提出质疑。因此，有必要对电石渣制水泥与传统制水泥从工艺、质量指标、节能环保等方面进行比较，消除误解。为电石渣制水泥的健康发展提供支持。

关键词：电石渣制水泥；传统水泥；后期强度；低碳

引言

电石渣一词对于电石法生产PVC行业的人来说应该比较熟悉，但对于普通老百姓可能比较陌生。“电石渣—电石水解获取乙炔气后的以氢氧化钙为主要成分的废渣”这是百度给出的定义。随着近年国内PVC行业的大力发展，生产过程中产生的电石渣处置已经迫在眉睫，通过不断摸索，比较成功的处理方式就是将电石渣作为钙质材料替代传统石灰石来生产水泥，可实现废渣的循环再利用，但作为采用电石渣为主要原料生产的水泥始终却伴随着或多或少的质疑声，更有甚者抹黑电石渣制水泥说其不安全，对混凝土长期寿命有影响等。作为电石渣制水泥行业一名从业者，有必要对电石渣与石灰石制水泥进行一些比较，消除客户疑虑，维护电石渣制水泥绿色形象^[1]。

1 电石渣的产生

PVC生产工艺分为电石法和乙烯法两类，据2013年统计数据显示，我国PVC产能电石法占比近80%。电石渣是电石法生产PVC产生的工业废渣，每生产1吨PVC约

产生干基电石渣约1.5吨，我国每年生产PVC约2000万吨（2019年统计数据），按80%电石法占比测算，每年产生干基电石渣总量约2400万吨。2000年前电石渣主要以掩埋的方式进行处置，但这种处理方式的弊端是需要占用大量的土地资源，同时会对地下水资源造成一定污染。近年来随着和环保政策的日趋严格和电石渣生产水泥生产工艺逐步成熟，采用电石渣作为钙质材料生产水泥逐步兴起，现在已成为电石渣处置的最重要途径^[2]。

2 作为钙质材料的电石渣与石灰石比较

传统水泥行业普遍采用石灰石作为钙质材料配料生产熟料，2020年全国熟料产量15.79亿吨，预计消耗石灰石近20亿吨。随着经济社会发展，水泥消耗持续增长，作为一次矿产资源的石灰石储量正在不断减少，而且石灰石开采过程中也会对环境及当地生态造成一定不利影响。电石渣作为一种工业固废，替代石灰石生产水泥既可以减少固废处置的难题，同时可减少石灰石资源的开采消耗，下面对电石渣与石灰石作一简要对比：

	分子结构	CaO %	烧失量%	碱含量%	CL ⁻ %	MgO %
电石渣	Ca(OH) ₂	65---68	19--23	≤ 0.5	≤ 0.03	≤ 0.5
石灰石	CaCO ₃	45---55	38---42	≤ 1.0	≤ 0.015	≤ 3.0

通过对比可以发现，与石灰石相比，电石渣具有高钙含量，低有害成分等优势，从化学成分角度考虑完全可以替代石灰石作为钙质材料生产水泥。

3 电石渣制水泥加工优势

3.1 原料稳定性更好

相比石灰石受矿层变化带来的各种化学成分波动，电石渣在加水生成乙炔气体的反应过程，经过了多次混合工序操作，送到水泥生料配料工序时成分非常稳定，各类化学成分极差非常小，省去了传统水泥行业对石灰石必要的预均化环节，可为企业节省大量的人力和财力。

	CaO %	MgO %	Fe ₂ O ₃ %	Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	LOSS %
3月	70.66	0.06	0.72	1.66	3.42	23.27
4月	70.65	0.06	0.24	1.79	3.31	23.49
5月	70.30	0.12	0.72	1.95	3.10	23.15
6月	69.45	0.12	0.48	1.76	3.09	24.20

7月	69.24	0.12	0.72	1.59	3.31	23.91
8月	69.36	0.12	0.48	1.34	2.98	25.10
9月	69.23	0.06	0.60	1.53	3.09	25.02
均值	69.84	0.094	0.57	1.66	3.19	24.02
极差	1.43	0.06	0.48	0.61	0.44	1.95

3.2 生料粉磨做功更少

石灰石经矿山开采后送入厂内，经预均化后入库配料，入磨时粒度一般20-30mm，粉磨过程需经过破碎和研磨反复做功才能达到符合要求的生料细度，而电石渣经化工送入水泥厂区后只需采用预热烘干后经旋风筒收集入库配料，细度一般为80微米筛余15%-25%，入磨配料后大大降低了磨机的负荷，提高磨机台时产量，节约用电和研磨体消耗量^[3]。按我公司目前型号（ $\phi 4.2 \times 13\text{m}$ ）的

生料磨机采用石灰石配料台时产量约120-130吨/h，采用电石渣配料台时产量可以达到220-240吨/h。节能近50%。

4 电石渣制熟料质量指标研究

采用电石渣作为钙质材料配料烧制的硅酸盐水泥熟料结粒均齐，色泽饱满，各项物理化学指标均处于优秀水平，可生产各强度等级的水泥。完全可以生产高强度等级水泥，下面选取西北地区某电石渣制水泥企业2020年各月度熟料质量指标进行说明。

	3d抗压 (MPa)	28d抗压 (MPa)	f-CaO %	MgO %	烧失量%	不溶物%	SO ₃ %	Cl %
3月	33.5	60.6	0.80	0.96	0.12	0.40	0.60	0.0076
4月	33.7	60.5	0.80	0.99	0.12	0.40	0.61	0.0090
5月	34.8	60.1	0.86	0.97	0.14	0.41	0.61	0.0110
6月	33.3	58.8	0.86	1.04	0.16	0.40	0.62	0.0087
7月	35.6	58.9	0.81	0.94	0.20	0.39	0.61	0.0088
8月	36.8	58.8	0.98	0.92	0.20	0.39	0.61	0.0103
9月	33.3	59.4	0.86	0.92	0.18	0.39	0.60	0.0105
10月	34.1	60.3	0.77	0.97	0.14	0.38	0.61	0.0094
均值	34.39	59.68	0.84	0.96	0.16	0.40	0.61	0.0094

5 电石渣制水泥耐久性研究

为了进一步验证电石渣制水泥的耐久性，特取了某电石渣制水泥企业10个P.O42.5水泥样品，对3d/28d/

60d/90d/120d/180d抗压强度进行了跟踪，通过数据分析，电石渣制水泥28d后期强度持续增加，耐久性良好，详细数据如下表：

样品名称	3d抗压强度MPa	28d抗压强度 MPa	60d抗压强度 MPa	90d抗压强度 MPa	120d抗压强度 MPa	180d抗压强度 MPa
SN01	27.0	50.9	55.6	60.6	65.3	64.5
SN02	27.2	49.7	49.4	62.4	62.8	71.0
SN03	28.3	51.1	59.7	59.3	63.1	65.7
SN04	28.2	50.5	53.6	59.0	60.3	67.5
SN05	28.0	52.9	57.9	59.2	65.4	72.0
SN06	27.0	50.3	58.8	60.8	65.4	69.4
SN07	26.5	51.0	59.0	61.2	64.8	69.0
SN08	27.3	51.1	57.9	57.6	62.8	67.2
SN09	25.4	52.4	58.9	64.0	62.4	65.7
SN10	25.5	52.2	58.2	61.2	63.5	63.9
均值	27.04	51.21	56.90	60.53	63.58	67.59

通过上述数据统计分析，电石渣制水泥28d抗压强度为基准数值，60d抗压强度增长率为106%-117%，90d抗压强度增长率为111%-125%，120d抗压强度增长率为

119%-130%，180d抗压强度增长率为122%-142%。李逸^[4]等对传统P.O42.5水泥的28d后期强度发挥进行了研究，发现传统水泥56d抗压强度增长率为108%-112%，84d抗压强

度增长率为112%-127%。由此可见电石渣制水泥与传统水泥在长期强度发展上无明显差异，关于电石渣水泥耐久性较传统水泥差的论断是不可学的^[4]。

6 电石渣制水泥的环保贡献

2021年政府工作报告和“十四五”规划中明确提出2030年前实现碳达峰，2060年前实现碳中和，这是一项意义重大而又艰巨的任务，体现了中国作为世界大国的担当和使命。采用电石渣制水泥较传统石灰石生产水泥其中一大优势即是其实现了水泥生产过程的二氧化碳零排放。传统石灰石生产水泥过程中因石灰石分解吨熟料二氧化碳排放量约为0.53t，电石渣制水泥生产水泥过程中氢氧化钙分解无二氧化碳产生，反应过程可实现零排放，若将全国每年产生的电石渣全部用于替代石灰石生产水泥可减少二氧化碳排放量约1700万吨，碳减排意义重大。

石灰石分解反应： $\text{CaCO}_3 = \text{CO}_2 + \text{CaO}$

电石渣分解反应： $\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{H}_2\text{O} + \text{CaO}$

7 结语

7.1 电石渣作为一种工业废渣替代石灰石生产水泥，从化学成分稳定性及加工过程能耗，工艺简便性均有突

出优势。

7.2 采用电石渣作为钙质材料配料生产的硅酸盐水泥熟料各项理化指标与石灰石配料生产水泥无明显差别，完全可生产各标号水泥，不存在氯离子高，无法生产高标号水泥的问题。

7.3 通过实验研究，电石渣制水泥28d以后强度持续增长，耐久性良好。

7.4 采用电石渣替代石灰石生产水泥对于二氧化碳减排意义重大，优势明显，符合国家碳减排方针政策，属低碳型新型产业。

参考文献

[1]张培超.2019年中国氯碱行业经济运行分析及2020年展望 中国氯碱2020年第三期，1-4

[2]陈柏林.2020年中国水泥经济运行及2021年展望 中国水泥2021年第三期，8-13

[3]张萍 李全胜.电石法PVC发展的挑战和思路 聚氯乙烯2014年第四期，5-8

[4]李逸.关于水泥强度及后期强度应用的试验研究 建材.质检.研究 2018年第11期，48-49