



中国水泥行业核算指南工序层级 核算边界与核算方法

国建联信认证中心



欧中ETS项目网站下载资料合规声明

以下内容的编制仅限用于支持本项目项下开展的培训与研究活动，且仅用于信息传递及参考目的，未经内容提供方事先书面许可，不得以任何形式、通过任何手段，全部或部分复制、分发或用于商业目的。对于因使用该内容所含信息而导致的任何损失或损害，内容提供方不承担任何责任。

Compliance Statement for Downloading Materials From EU-China ETS Project Website

These materials have been prepared solely for the purpose of supporting training activities conducted under this project. It is provided for informational and reference purposes only. The materials contained herein may not be reproduced, distributed, or utilised for commercial purposes, in whole or in part, in any form or by any means, without the prior written consent of the presenting party. The author accepts no responsibility or liability for any loss or damage arising from the use of the information contained in this presentation.

Contents 目录

一 核算边界

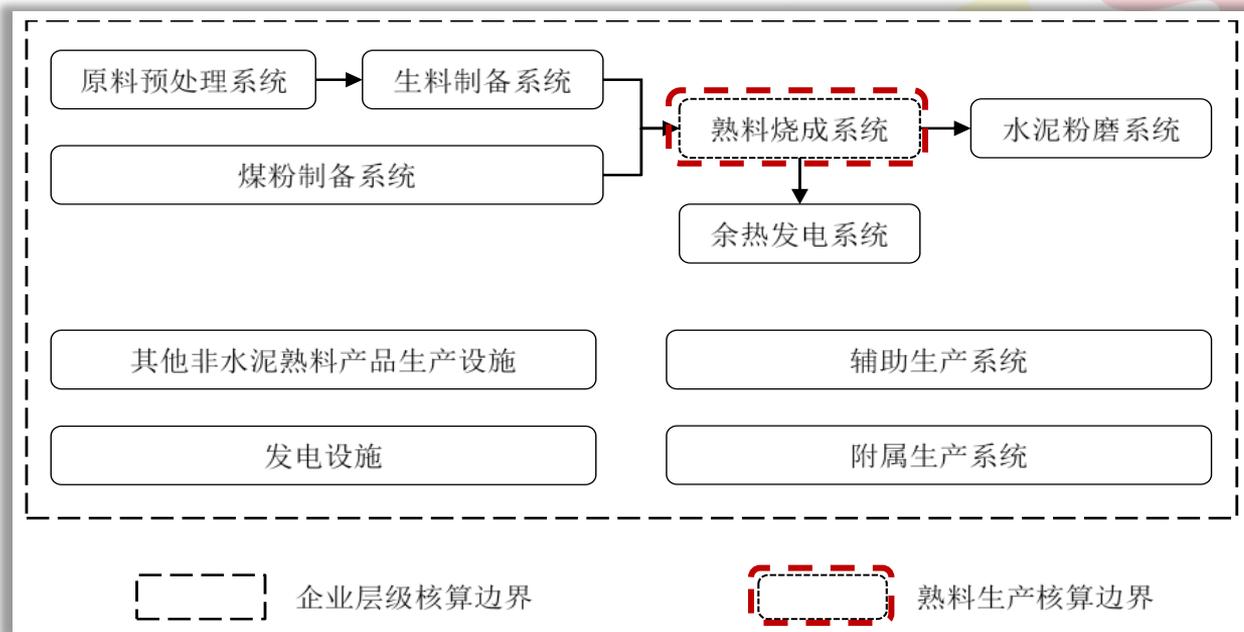
二 排放源

三 核算方法

— 核算边界

核算边界

核算边界为熟料烧成系统，主要包括**预热器、分解炉、水泥窑**等



二 排放源

排放源

化石燃料燃烧排放

化石燃料（燃煤）在水泥窑中燃烧产生的二氧化碳排放，不包括替代燃料燃烧产生的二氧化碳排放，也不包括水泥窑点火柴油燃烧产生的二氧化碳排放。

过程排放

熟料对应的碳酸盐分解产生的二氧化碳排放，不包括窑炉排气筒（窑头）粉尘和旁路放风粉尘对应的碳酸盐分解产生的二氧化碳排放，也不包括生料中非燃料碳煅烧产生的二氧化碳排放。

只核算二氧化碳一种温室气体！

三

核算方法

1 化石燃料燃烧排放

$$E_{\text{ck 燃烧},j} = \sum_{i=1}^n \left(FC_{\text{ck},i,j} \times NCV_{\text{ar},i,j} \times CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12} \right)$$

$$= \sum (\text{化石燃料消耗量} \times \text{收到基低位发热量} \times \text{单位热值含碳量} \times \text{碳氧化率} \times 44/12)$$

核算要求【采用“进厂量+期初库存-期末库存-外销量”核算】：

- **进厂量**和**外销量**应采用进出厂电子汽车衡、轨道衡等计量数据；
- **期初库存**和**期末库存**至少每月实际盘存，做好盘存记录备查；
- 多条生产线共用煤粉仓或原煤堆场时，各生产线的化石燃料消耗量根据生产线的**熟料产量**分摊计算。

1 化石燃料燃烧排放

$$E_{\text{ck 燃烧},j} = \sum_{i=1}^n \left(FC_{\text{ck},i,j} \times NCV_{\text{ar},i,j} \times CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12} \right)$$

$$= \sum (\text{化石燃料消耗量} \times \text{收到基低位发热量} \times \text{单位热值含碳量} \times \text{碳氧化率} \times 44/12)$$

计量要求:

- 应使用依法经计量检定合格或者校准的电子汽车衡、轨道衡等计量器具;
- 计量器具的配备和管理应符合GB 17167、GB/T 35461等标准的要求;
- 企业确保计量器具的检定符合JJG 444、JJG 1118等规程的要求,并确保在有效的检定/校准周期内。

1 化石燃料燃烧排放

$$E_{\text{ck 燃烧},j} = \sum_{i=1}^n \left(FC_{\text{ck},i,j} \times NCV_{\text{ar},i,j} \times CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12} \right)$$

$$= \sum (\text{化石燃料消耗量} \times \text{收到基低位发热量} \times \text{单位热值含碳量} \times \text{碳氧化率} \times 44/12)$$

方式一：采用每批次贸易结算凭证及对应抽样检测报告中的数据值

- 检测报告中应明示采样、制样和检测依据、收到基低位发热量及所代表的化石燃料重量、批次或其他**可追溯性标识**，并应由通过CMA认定或CNAS认可、具备收到基低位发热量检测能力的检测机构/实验室出具，且检测报告应盖有CMA资质认定标志或CNAS认可标识章。

1 化石燃料燃烧排放

$$E_{\text{ck 燃烧},j} = \sum_{i=1}^n \left(\text{FC}_{\text{ck},i,j} \times \text{NCV}_{\text{ar},i,j} \times \text{CC}_i \times \text{OF}_i \times \frac{44}{12} \right)$$

= Σ (化石燃料消耗量 \times **收到基低位发热量** \times 单位热值含碳量 \times 碳氧化率 \times 44/12)

方式一的检测要求:

- 收到基低位发热量的检测应符合GB/T 213的要求;
- 收到基低位发热量抽样采样应与对应化石燃料消耗量状态一致, 均为进厂煤;
- 化石燃料月度平均收到基低位发热量由每批次化石燃料的收到基低位发热量加权计算得到, 权重是每批次进厂煤量;
- 年度平均收到基低位发热量由月度平均收到基低位发热量加权计算得到, 其权重是月度消耗量。

1 化石燃料燃烧排放

委托方 [#]	尼水泥有限公司	
运输工具 [#]	皖兴达2998	采样日期：2024/04/26-2024/05/02
品名 [#]	煤炭	样品状态：<50mm，黑色颗粒和粉末混合物
重量 [#]	15000吨	采样天气：晴
采样地点：	码头	制样标准：GB/T 474-2008
采样标准：GB/T 475-2008,人工采样		检测日期：2024/04/27-2024/05/02
		发布日期：2024/05/03

委托方：	水泥股份有限公司	
申报卸货船名：	中润9V2408&丰祺鸿运V2409	检验日期：2024年04月23日
申报装货船名：	华鑫发展	采样依据：GB/T 19494.1-2023
申报货名：	动力煤	样品状态：<50mm，黑色块状与粉末状混合物
申报货物流向：	有限公司	天气状况：中雨
申报磅单重量：	4,474.00吨	制样依据：GB/T 19494.2-2023，GB/T 474-2008
检验地点：	江苏江阴中信码头	检测日期：2024年04月25日

可追溯性标识

1 化石燃料燃烧排放

$$E_{\text{ck 燃烧},j} = \sum_{i=1}^n \left(\text{FC}_{\text{ck},i,j} \times \text{NCV}_{\text{ar},i,j} \times \text{CC}_i \times \text{OF}_i \times \frac{44}{12} \right)$$

$$= \sum (\text{化石燃料消耗量} \times \text{收到基低位发热量} \times \text{单位热值含碳量} \times \text{碳氧化率} \times 44/12)$$

方式二：采用附录给出的对应化石燃料的收到基低位发热量缺省值。如企业无法区分煤种的以及附录中未列出的煤种，采用附录中**烟煤**的收到基低位发热量缺省值。

应提供报告周期内化石燃料采购合同、结算凭证、盘库记录/报告、进出厂记录和进厂检测报告等支撑材料来证实符合GB/T 5751要求的化石燃料种类：

- **烟煤**：干燥无灰基挥发分大于10%小于等于37%，或干燥无灰基挥发分大于37%但透光率大于50%；
- **无烟煤**：干燥无灰基挥发分小于等于10%；
- **褐煤**：干燥无灰基挥发分大于37%且透光率小于等于50%，恒湿无灰基高位发热量小于等于24 MJ/kg

重点关注：每个品种化石燃料收到基低位发热量取值方式确定后不应更改（一个核算周期内）

1 化石燃料燃烧排放

$$E_{\text{ck 燃烧},j} = \sum_{i=1}^n \left(FC_{\text{ck},i,j} \times NCV_{\text{ar},i,j} \times CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12} \right)$$

$$= \sum (\text{化石燃料消耗量} \times \text{收到基低位发热量} \times \text{单位热值含碳量} \times \text{碳氧化率} \times 44/12)$$

核算来源【《省级温室气体清单编制指南（试行）》】

- **单位热值含碳量**：采用附录中对应品种的缺省值。如企业无法区分煤种的以及附录中未列出的煤种，单位热值含碳量采用附录中**褐煤**的单位热值含碳量缺省值；
- **碳氧化率**：采用附录中对应燃烧设备的缺省值，水泥窑取**99%**。

1 化石燃料燃烧排放

附表A.1 常用化石燃料相关参数缺省值

化石燃料品种	计量单位	低位发热量 ^{*1} (GJ/t 或 GJ/10 ³ Nm ³)	单位热值含碳量 (tC/GJ)	碳氧化率 (%)	
固体燃料	无烟煤	t	22.867 ^{*2}	0.02749 ^{*3}	99 ^{*3} (水泥窑) 95 ^{*3} (发电锅炉) 85 ^{*3} (工业锅炉)
	烟煤	t	23.076 ^{*2}	0.02618 ^{*3}	
	褐煤	t	14.759 ^{*2}	0.02797 ^{*3}	
	煤矸石 ^{*4}	t	8.374 ^{*5}	0.02541 ^{*3}	
	煤泥	t	12.545 ^{*6}	0.02541 ^{*3}	
	焦炭 ^{*7}	t	28.435 ^{*6}	0.02942 ^{*3}	
	石油焦	t	32.500 ^{*8}	0.02750 ^{*3}	

^{*1} 根据 GB/T 3102.4 国际蒸汽表卡换算, 1 千克标准煤 (kgce) 低位发热量为 29307.6 kJ, 即 7000 kcal, 本说明 1 kcal 折算为 4.1868 kJ。

^{*2} 数据取值来源为《2005 中国温室气体清单研究》。

^{*3} 数据取值来源为《省级温室气体清单编制指南 (试行)》。

^{*4} 煤矸石用作生料配料时作为原料, 用作燃料入窑时作为化石燃料。

^{*5} 数据取值来源为 GB/T 2589-2020《综合能耗计算通则》。

^{*6} 数据取值来源为《中国能源统计年鉴 2022》。

^{*7} 兰炭作为燃料时, 缺省值可参考焦炭。

^{*8} 数据取值来源为《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》及 2019 年修订版。

数据来源:

- 《2005中国温室气体清单研究》;
- 《省级温室气体清单编制指南 (试行)》;
- 《综合能耗计算通则》 (GB/T 2589-2020) ;
- 《中国能源统计年鉴2022》;
- 《2006年IPCC国家温室气体清单指南》及2019年修订版

注1: 煤矸石用作生料配料时作为原料, 用作燃料入窑时作为化石燃料;

注2: 兰炭作为燃料时, 缺省值可参考**焦炭**。

2 过程排放

$$E_{\text{ck 过程},j} = Q_{\text{ck},j} \times EF_{\text{ck},j} - \sum_{p=1}^n (Q_{\text{a},p,j} \times EF_{\text{a},p})$$

= **熟料产量** × 过程排放因子 - ∑(非碳酸盐替代原料消耗量 × 扣减系数)

核算方式一：对于熟料产量在入库前直接计量的，采用直接计量数据

核算方式二：对于熟料产量在入库前未安装计量器具的，采用“熟料消耗量+外销量+期末库存-期初库存-购进量”核算

- 熟料消耗量采用连续计量**皮带秤**等计量数据，连续计量皮带秤须每月校验；
- 熟料外销量和购进量采用电子汽车衡等贸易结算计量数据；
- 熟料期初库存和期末库存量至少每月实际盘存，并做好盘存记录备查；
- 多条生产线共用熟料库时，各生产线的熟料产量根据生产线的**入窑生料消耗量**分摊计算，入窑生料消耗量采用生产系统记录的**生料秤**计量数据，生料秤应至少每月校准。

2 过程排放

$$E_{\text{ck 过程},j} = Q_{\text{ck},j} \times EF_{\text{ck},j} - \sum_{p=1}^n (Q_{\text{a},p,j} \times EF_{\text{a},p})$$

= **熟料产量** × 过程排放因子 - ∑(非碳酸盐替代原料消耗量 × 扣减系数)

计量要求:

- 应使用依法**经计量检定合格或者校准**的电子汽车衡、轨道衡等计量器具;
- 计量器具的配备和管理应符合**GB 17167、GB/T 35461、GB/T 7721**等标准的要求;
- 企业确保计量器具的检定符合**JJG 195、JJG 1118**等规程的要求,并确保在**有效的检定/校准周期内**。

2 过程排放

人工盘库：

- ① 以所测实际空深作为计算依据，根据各库有效堆料高度扣除平均空深为物料实际平均高度，乘以所测单库横截面积和物料容重得出该库盘点时刻库存数，调整实测时段物料进出库数量，最后计算出**统一截止时间的实际库存**。
- ② 以所测实际空深作为计算依据，参考储库的体积、库存对照表，直接计算盘点时刻库存数据（跟踪进出库情况，测算并验证每米物料吨位）。
- ③ 事先已用石块或其他材料进行库底垫底的熟料大库在盘点核定库存时应扣除填方部分的熟料量。
- ④ 库存盘点不考虑挂壁量影响，以实测空深为计算依据，测算出盘点时刻库存数。

智能盘库：

- 智能盘库系统通过三维成像雷达等电子设备配合算法对熟料库内料面进行三维建模成像，实时对物料体积进行分区盘点，并根据物料容重对质量进行计算，**实时掌握熟料库的库存情况**；
- 智能盘库系统能实时显示测量体积、测量高度、最大高度、最小高度、测量质量、堆料类型、测量时间等信息，实现对熟料库实时同步、远距离、高精度监控的智能化盘库管理。

熟料容重的确定：

熟料容重按各企业规定的物料容重监测方法执行，如用**标准体积桶**称重计算，应确保熟料取样具有代表性，并保留容重测试确定的相关记录。

2 过程排放

■ 熟料盘库表：

企业可**自行设计熟料盘库表**，
信息项**至少包括**附表B.1内
容

附表B.1 熟料盘库表示例

储库规格	直径 A (m) :	高度 (m) :				容量高度 B (m)							
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
实测空深 (m)	C												
计算实深 (m)	D=B-C												
体积 (m ³)	$E=\pi \times (A/2)^2 \times D$												
容重 (t/m ³)	F												
库存量 (t)	G=E×F												
测量日期	/												
测量时间 (点:分)	/												
备注	/												
参加盘点人员 (签字) :													
复核人员 (签字) :													

注：空深指从熟料库测量孔放绳或皮尺垂直测量，库内物料与库顶测量孔下口檐间的距离。

2 过程排放

$$E_{\text{ck 过程},j} = Q_{\text{ck},j} \times EF_{\text{ck},j} - \sum_{p=1}^n (Q_{\text{a},p,j} \times EF_{\text{a},p})$$

= 熟料产量 × **过程排放因子** - ∑(非碳酸盐替代原料消耗量 × 扣减系数)

熟料类别根据企业产品生产许可证 (**详细附表**) 及生产、检验、销售和出厂记录等来判定。

附表 C.1 熟料的过程排放因子

名称	过程排放因子 (tCO ₂ /t)
硅酸盐水泥熟料	0.535
白色硅酸盐水泥熟料	0.550
硫(铁)铝酸盐水泥熟料	0.413
铝酸盐水泥熟料(有过程排放)	0.292

2 过程排放

$$E_{\text{ck 过程},j} = Q_{\text{ck},j} \times EF_{\text{ck},j} - \sum_{p=1}^n (Q_{\text{a},p,j} \times EF_{\text{a},p})$$

= 熟料产量 × **过程排放因子** - ∑(非碳酸盐替代原料消耗量 × 扣减系数)

熟料类别根据企业产品生产许可证（**详细附表**）及生产、检验、销售和出厂记录等来判定。

企业名称		产品名称		共 页 第 页	
证书编号	青XK08-001-00015	有效期	2025年06月22日	水泥 发证日期	2021年09月20日
1. 硅酸盐水泥熟料；***** 2. 通用水泥52.5；***** 3. 特种水泥（抗硫酸盐硅酸盐水泥、中热硅酸盐水泥、低热硅酸盐水泥）；***** 生产类型：水泥厂；***** 生产线A：2条熟料生产线；关键设备A：Φ4.0×60m回转窑1台，Φ3.5×54m回转窑1台； 生产线B：3条粉磨生产线；关键设备B：Φ3.0×14m水泥磨机1台，Φ3.0×11m水泥磨机1台； *****					

企业名称		产品名称		共 页 第 页	
证书编号	青XK08-001-00015	有效期	2026年09月19日	水泥 发证日期	2021年09月20日
水泥：通用水泥熟料，生产类型：水泥厂；***** 生产线A：2条熟料生产线；关键设备A：Φ4.0×60m回转窑2台；***** 生产线B：2条粉磨生产线；关键设备B：G150-100辊压机1台，G180-120辊压机1台，Φ4.2×120m水泥磨2台；***** *****					

2 过程排放

$$E_{\text{ck 过程},j} = Q_{\text{ck},j} \times EF_{\text{ck},j} - \sum_{p=1}^n (Q_{\text{a,p},j} \times EF_{\text{a,p}})$$

= 熟料产量 × 过程排放因子 - \sum (非碳酸盐替代原料消耗量 × 扣减系数)

非碳酸盐替代原料：

- 根据报告周期内采购合同、结算凭证、支付记录、生料配料及消耗量记录等支撑材料来证实具体非碳酸盐替代原料种类；
- 非碳酸盐替代原料按照附录给出的八大类30种进行分类，未列入种类不纳入核算。

在熟料生产中使用可较为显著减少过程排放的替代天然碳酸盐矿石原料的非碳酸盐原料，主要为工业废渣、经过高温煅烧的废渣或明确不含碳酸钙或碳酸镁的原料。包括脱硫粉剂（氢氧化钙）、熟石灰、电石渣、镁渣、造纸白泥、氟化钙污泥、磷渣、钒钛渣、氮渣、飞灰、铁合金炉渣、脱硫石膏、磷石膏、钛石膏、氟石膏、硼石膏、模型石膏、柠檬酸渣、钢渣、镍渣、锰渣、锌渣、锡渣、市政污泥、铝渣、硫酸渣、铜渣、铅渣、粉煤灰、赤泥（8类30种）。

2 过程排放

《资源综合利用产品和劳务增值税优惠目录（2022 年版）》：鼓励水泥企业消纳废渣，其中水泥熟料的原料40%以上为废渣，可退税70%。

废渣主要为采矿选矿废渣、冶炼废渣、化工废渣和其他废渣。

- **采矿选矿废渣（不包括石灰石废渣）**，是指在矿产资源开采加工过程中产生的煤矸石、粉末、粉尘和污泥；
- **冶炼废渣**，是指**转炉渣、电炉渣**、铁合金炉渣、氧化铝赤泥、电解金属锰浸出渣和**有色金属灰渣**，但不包括高炉水渣；
- **化工废渣**，是指硫铁矿渣、硫铁矿煅烧渣、硫酸渣、硫石膏、磷石膏、磷矿煅烧渣、含氰废渣、电石渣、磷肥渣、硫磺渣、碱渣、含钡废渣、铬渣、盐泥、总溶剂渣、黄磷渣、柠檬酸渣、脱硫石膏、氟石膏、钛石膏和废石膏模、锰渣；
- **其他废渣**，是指粉煤灰、燃煤炉渣、江河（湖、海、渠）道淤泥、淤沙、建筑垃圾、废玻璃、污水处理厂处理污水产生的污泥。

2 过程排放

$$E_{\text{ck 过程},j} = Q_{\text{ck},j} \times EF_{\text{ck},j} - \sum_{p=1}^n (Q_{\text{a},p,j} \times EF_{\text{a},p})$$

= 熟料产量 × 过程排放因子 - \sum (非碳酸盐替代原料消耗量 × 扣减系数)

核算要求:

- 每类非碳酸盐替代原料消耗量应采用入生料磨或入窑的皮带秤计量数据。
- 非碳酸盐替代原料与其他原料混合入生料磨或入窑且无法单独计量时，非碳酸盐替代原料消耗量计为0。

计量要求:

- 应使用依法经计量检定合格或者校准的电子汽车衡、轨道衡等计量器具；
- 计量器具的配备和管理应符合GB 17167、GB/T 35461、GB/T 7721等标准的要求；
- 企业确保计量器具的检定符合JJG 195、JJG 1118等规程的要求，并确保在有效的检定/校准周期内。

2 过程排放

$$E_{ck \text{ 过程},j} = Q_{ck,j} \times EF_{ck,j} - \sum_{p=1}^n (Q_{a,p,j} \times EF_{a,p})$$

= 熟料产量 × 过程排放因子 - ∑(非碳酸盐替代原料消耗量 × **扣减系数**)

核算要求:

- 扣减系数采用附录中对应种类的缺省值;
- 多类非碳酸盐替代原料消耗量无法单独计量时, 扣减系数取各类非碳酸盐替代原料中的最小值。

附表 C.2 常用非碳酸盐替代原料的扣减系数

名称	扣减系数 (tCO ₂ /t)
① 脱硫粉剂(氢氧化钙)、熟石灰	0.600
② 电石渣、镁渣	0.480
③ 造纸白泥、氯化钙污泥、磷渣	0.375
④ 钒钛渣、氮渣、飞灰、铁合金炉渣	0.305
⑤ 脱硫石膏、磷石膏、钛石膏、氟石膏、硼石膏、模型石膏、柠檬酸渣	0.245
⑥ 钢渣、镍渣	0.215
⑦ 锰渣、锌渣、锡渣	0.135
⑧ 市政污泥、铝渣、硫酸渣、铜渣、铅锌渣、粉煤灰、赤泥	0.055

3 关键参数

$$\text{化石燃料燃烧排放} = \sum (\text{化石燃料消耗量} \times \text{收到基低位发热量} \times \text{单位热值含碳量} \times \text{碳氧化率} \times 44/12)$$

关键参数

关键参数/缺省值

缺省值

缺省值

$$\text{过程排放} = \text{熟料产量} \times \text{过程排放因子} - \sum (\text{非碳酸盐替代原料消耗量} \times \text{扣减因子})$$

关键参数

缺省值

关键参数

缺省值

4 排放总量

二氧化碳排放总量 = 各熟料生产线的化石燃料燃烧排放量 + 过程排放量

碳市场降碳路径：

- 使用替代燃料；
- 降煤耗；
- 使用高热值的燃煤；
- 使用替代原料并实现分类计量



ETS
EU-China
Emissions Trading System
中欧碳市场对话与合作项目

Thank you for your attention!

E-mail: lijm@gj-c.cn