

附件三：

《环境标志产品技术要求 低碳水泥》

（征求意见稿）

编制说明

低碳水泥标准编制组

目 次

1. 项目背景.....	错误！未定义书签。
1.1 项目来源.....	错误！未定义书签。
1.2 工作过程.....	错误！未定义书签。
2. 行业概况.....	错误！未定义书签。
2.2 国内行业发展概况.....	3
2.3 世界水泥工业发展概况.....	错误！未定义书签。
3. 水泥环境影响分析.....	5
3.1 生产过程.....	5
3.2 使用过程.....	错误！未定义书签。
3.3 废弃过程.....	错误！未定义书签。
4. 水泥生产过程二氧化碳排放影响分析.....	6
5. 国外水泥工业相关环境标准.....	错误！未定义书签。
6. 我国水泥工业相关环境标准.....	错误！未定义书签。
7. 标准制订的必要性.....	错误！未定义书签。
8. 标准的确定.....	错误！未定义书签。
8.1 标准名称.....	错误！未定义书签。
8.2 适用范围.....	错误！未定义书签。
8.3 术语和定义.....	错误！未定义书签。
8.4 基本要求.....	错误！未定义书签。
8.5 技术内容.....	错误！未定义书签。
8.6 检测方法.....	26

《环境标志产品技术要求 低碳水泥》编制说明

1. 项目背景

1.1 项目来源

2005 年原国家环保总局科技标准司下达了关于制订《环境标志产品技术要求 水泥》（项目统一编号：1248）的任务，为了开展低碳产品认证，2010 年环保部科技标准司下达了关于制订《环境标志产品技术要求 低碳水泥》的任务。为保证标准的科学性、先进性和有效性，环境保护部环境发展中心组织中国水泥协会、中国建筑材料科学研究总院、国家水泥质量监督检验中心、中国材料工业科工集团公司、河北唐山冀东水泥股份有限公司、安徽海螺集团有限责任公司、吉林亚泰（集团）股份有限公司、北京金隅集团有限责任公司和拉法基瑞安水泥有限公司等相关单位共同展开标准的制定工作。

1.2 工作过程

2005 年 6 月至 9 月，环境保护部环境发展中心和国家水泥质量监督检验中心成立了《环境标志产品技术要求 水泥》编制组。2005 年 10 月至 2009 年 12 月主要开展了对水泥行业的调研、收集了水泥行业的各种法律法规、标准和规范文件；明确了水泥标准的技术路线，识别了水泥产品中的环境特性，确定了环境指标；对产品的环境指标进行了检测，验证了标准中规定的水泥的环境特性放射性和重金属指标；同时对标准中水泥的重金属指标水溶性六价格的检测方法进行了测试评价和调整。完成了标准的征求意见阶段，准备上报环保部审议。

2010 年 1 月环保部下达了关于制订《环境标志产品技术要求 低碳水泥》的任务，要求把有关低碳的技术内容增加到该标准中。此后环境保护部环境发展中心组织中国水泥协会、中国建筑材料科学研究总院和唐山冀东水泥股份有限公司、中材水泥有限责任公司、安徽海螺集团有限责任公司和拉法基瑞安水泥有限公司等国内外知名生产企业共同展开标准中有关低碳要求方面的标准制定工作，组建了低碳标准编制组。开展了标准中低碳指标的调研，收集了水泥行业与二氧化碳指标相关的技术资料；明确了低碳水泥标准的技术路线、研究并确定了通用硅酸盐水泥不同品种和不同强度等级的单位水泥二氧化碳排放限量和水泥企业生产过程中二氧化碳计算方法，研究了单位水泥二氧化碳排放限量指标的科学性、可行性和先进性。现已完成《环境标志产品技术要求 低碳水泥》标准征求意见稿，拟上报环保部向全社会公开征求意见。

2 行业概况

2.1 国内行业发展概况

水泥工业是国民经济发展、生产建设和人民生活不可缺少的基础原材料工业。水泥不仅大量应用于工业与民用建筑，而且广泛应用于交通、城市建设、农林、水利以及海港等工程，制成各种形式的混凝土、钢筋混凝土的构件和构筑物；同时，宇航工业、核工业以及其他新型工业的建设，也需要各种无机非金属材料，其中最为基本的是以水泥基为主的新型复合材料。此外水泥工业还具有利用工业废渣、可燃废弃物作为再生资源 and 能源的能力和潜力，所以水泥工业对环境保护的贡献能力愈来愈受到重视。

改革开放三十年来，我国的水泥工业得到了迅猛发展。改革开放以来，我国水泥产业经历了较长时间的高增长期，自 1985 年以来水泥产量一直居世界第一。特别是经过“九五”和“十五”的发展，水泥产业已成为面向国内、国际两个市场，并具有一定国际竞争力的重要产业，为国民经济持续快速健康发展做出了重要贡献。当前，我国拥有 6 大系列通用硅酸盐水泥以及 60 多种专用水泥和特性水泥生产线。2007 年、2008 年、2009 年我国水泥产量分别为 13.2 亿吨、13.88 亿吨、16.5 亿吨。可以看出，目前我国仍处在快速发展时期。在这一阶段，消费结构不断升级，城市化进程进一步加快，基础设施建设、房地产开发及大规模的经济建设都将持续拉动水泥产业的快速发展，水泥产业仍然是一个极具发展潜力的产业。自上世纪 90 年代中开始，我国水泥工业进入“总量控制、结构调整”的新发展阶段，水泥产业结构调整的重点是大力发展新型干法水泥，加速淘汰落后工艺，真正实现了“由大变强”的转变。然而水泥产业是以矿产资源为基本原料，以化石能源为主要燃料，以高温窑炉这种高耗能、高排放作业方式为主体的产业。但在进入 21 世纪后的短短几年时间内，我国水泥工业发展以新型干法生产技术为主导，在预分解窑节能煅烧工艺、大型原料均化、节能粉磨技术、自动控制技术和环境保护技术等方面，从设计到装备制造都迅速赶上了世界先进水平。随着新型干法生产线单位生产能力的投资额大幅降低，新型干法生产线建设的势头发展迅猛。由于新型干法生产技术迅速发展，节能减排工作也取得明显成效，反映出科技进步对建材工业节能降耗的巨大推动作用，但水泥产业的碳排放量和能源消耗量在国民经济各行业中仍居于前列。

随着我国经济的发展，水泥产业已达到相当大的规模，2009 年我国水泥产量 16.5 亿吨，占世界水泥总产量 50%以上，已连续 20 多年居世界第一位。水泥工业总产值 5,000 多亿元，占我国建材行业总产值的三分之一以上。当前，我国水泥工业的发展趋势是：第一，我国水泥工业将逐步纳入低碳型、节能型和资源节约型的运行轨道，水泥生产与环境保护协调一致，注重经济和社会的可持续发展，生产设备趋向大型化，生产过程趋向高度自动化和智能化，节能降耗得到重视并加强开发再循环利用技术，对于粗放型的立窑水泥企业和落后的回转窑水泥企业将逐步淘汰或改造；第二，发展大型新型干法水泥生产技术和装备，大力推广新型干法水泥生产技术，促进我国水泥工业结构调整和整体水平提高。“十二五”期间，我国水泥工业要更加注重质量和效益、更加注重环境和生态、

更加注重科学发展，并着力在以下四方面取得更大进展：一是着力示范推广水泥窑无害化最终协同处置废弃物。二是着力应对约束性指标带来的新挑战，加快产业转型升级。三是着力优化产业结构，提高产业集中度。要严格行业准入，规范市场主体行为，推进跨区域、跨产业整合重组。加快整合直接面向下游消费的粉磨站，稳定并提高粉磨站水泥产品的质量。四是着力培育发展新材料产业，高度重视无机非金属新材料产业发展。

2.2 世界水泥工业发展概况

世界水泥工业诞生至今已有 180 余年的历史，生产技术与装备不断发展变化，但俗称为“两磨一烧”的水泥制造工艺基本没有变化。从世界范围看，水泥的生产和消费同步增长，自上世纪 90 年代以来世界水泥产量以年增率 4% 的速度增长。据 2005 年统计，世界水泥产量为 22.7 亿吨，人均水泥消费量为 378kg/人·年。近年来，发达国家由于经济发展减缓，加之资源、能源、环保的制约和生产成本上升，水泥生产和消费呈下降趋势。当前，世界水泥工业的发展主要表现在以下三个方面：

第一，水泥工业生产线能力不断扩大，上世纪 70 年代生产线规模为 1000 至 3000t/d，目前 5000t/d 以上的生产线已成主流；随着单机生产线能力的大型化，形成了年产数百万吨乃至千万吨的水泥厂，大型水泥集团的能力可达到数千万吨到 1 亿吨以上。

第二，近年来信息化技术已被发达国家广泛应用到水泥生产与管理中，开发各种工艺过程的专家系统和数字神经网络系统的应用，实现了远程诊断和操作，保证了水泥生产的稳定和良的产品质量。另外，进行科学管理是近年来国外水泥工业在信息化、自动化、网络化、智能化领域中所进行的另一方面主要工作，从而使得现代水泥生产企业的生产与管理达到了空前的水平。

第三，水泥生态化技术不断发展。自上世纪 70 年代，国外一些水泥企业已开始研究和推进废弃物替代自然资源工作。随着科技发展和环保意识的增强，水泥原料配比废弃物利用量不断增加，2002 年日本全国水泥厂的平均废弃物利用量每吨水泥在 355kg 以上；欧洲水泥厂把可燃性废弃物作为替代燃料在回转窑上应用；美国水泥厂对有毒有害废弃物处置已有很好的经验。目前世界水泥工业正掀起对各种废弃物处置设备、环境状态检测装置和仪器、防止二次污染技术，以及生态水泥混凝土性能等研究与开发的热潮。

3 水泥环境影响分析

对于水泥产品对环境和人体健康产生的影响，可从生产过程、产品使用和产品处置三方面进行分析与控制。

3.1 生产过程

以石灰质原料、粘土质原料及其它辅助原料，按一定比例配合，磨细成适当成分的生料，煅烧至部分熔融（1450℃），得到以硅酸钙为主要成分的熟料，经冷却后加入适量的石膏或其它混合料，

磨成细粉即制得水泥。2007 年我国进行了第一次全国污染源普查，对水泥制造业废气污染物 SO_2 、 NO_x 、氟化物及粉尘的产生量和排放量做了详细调研和检测，统计结果表明水泥制造业年排放 SO_2 约 40 万吨、 NO_x 约 170 万吨、氟化物约 4000 吨、粉尘约 300 万吨。水泥生产过程还包括废水、噪声和固废的排放，目前已有国家和地方污染物排放标准进行控制。

3.2 使用过程

水泥产品使用中产生的危害与水泥本身含有的有害物质紧密相关，主要有害物质有：放射性物质和水溶性六价铬。

- 放射性物质：水泥中存在有天然放射性核素镭-226、钍-232 和钾-40 等，产生辐射，对人体造成严重的危害；

- 水溶性六价铬：水泥加水搅拌后，其中含有的水溶性六价铬迅速溶出，此时使用处于塑性阶段的新拌水泥浆体、砂浆或混凝土，如不采取合理的劳动保护措施而直接接触，久而久之便会导致皮肤过敏，以致形成难以治愈的水泥湿疹。由于六价铬能透过细胞膜，具有强氧化作用，可以严重损伤人体的消化道、呼吸道、皮肤和粘膜，甚至有致癌作用。

3.3 废弃过程

水泥产品废弃后，如得不到妥善处理处置，其中的水溶性六价铬会污染土壤和地下水。废弃水泥产品中的六价铬经雨淋溶于水中，进入地表水中或渗入地下，将会污染水源和土壤，危害农田，损害人畜和其它生物。对人体而言，摄入过量的六价铬能夺取血液中的部分氧，使血红蛋白变成高铁血红蛋白，致使红细胞失去携氧机能，造成内窒息；六价铬被植物吸收后主要是保留在植物的根部，直接影响植物的生长和农作物产量。

4 水泥生产过程二氧化碳排放影响分析

水泥工业是高耗能工业，生产过程中会消耗大量能源、资源，同时释放大量温室气体，对气候和生态造成不良影响。水泥生产有较为复杂的工艺过程，包括原料开采及输送、生料和燃料制备、水泥熟料煅烧、余热发电或其他利用、水泥制备及发送、水泥生产辅助工艺过程、厂区外车辆运输、厂区内车输运输、生产管理等。所有这些工艺过程都需要消耗一定的能量，进而形成二氧化碳排放单元。水泥生产产生的二氧化碳排放又可分为直接排放和间接排放。直接排放是生产企业拥有或控制的排放源的排放，例如原料碳酸盐的分解和燃料的燃烧产生的二氧化碳排放为直接排放。间接排放是生产企业活动所导致的排放，而实际的直接排放则发生在其他企业拥有或控制的排放源；例如生产工艺过程消耗的外部电力产生的排放即为间接排放。

水泥生产过程中二氧化碳排放源主要有（1）原料中碳酸盐分解（2）燃料燃烧和（3）各工艺设备的电力消耗。

5 国外水泥工业相关环境标准

1983 年丹麦首先通过立法，颁布 Working Environment Service Order，规定水泥产品中的水溶性六价铬不得超过 2mg/kg，1984 年发布并实施国家标准《水泥产品中的水溶性六价铬检测方法》（DS1020—1984）。

欧盟于 2003 年 6 月 18 日实施 Directive 2003/53/EC，以立法形式对于水泥中水溶性六价铬含量提出明确限量要求，禁止使用和销售水溶性六价铬含量超过 0.0002% 的水泥及其拌和物（按干基水泥质量百分比计），并制定了方法草案《水泥中水溶性六价铬的测定方法》（prEN196—10）。

日本生态标志组织于 2011 年 3 月 1 日发布的环境标志标准 No.131 修订版—《土木工程产品认证标准》（1.14 版）中对水泥产品提出了如下要求：

- 1) 生产 1 吨的产品应包含 0.4 吨或以上再生材料；
- 2) 每吨产品应包括废物 0.5 吨或以上（干重），如城市垃圾焚烧灰。
- 3) 镉、铅、六价铬、砷、汞、硒、硼和氟等特定有害物质应符合《土壤污染对策实施细则》（2002 年第 29 号环境部部长令）

同时该标准列出了可用于水泥生产的再生材料，如高炉矿渣、煤灰、污泥、炼钢炉渣、煤矸石、铸造型砂、废轮胎、再生油、废油、废塑料等。

6 我国水泥工业相关环境标准

国家发改委等八部委于 2007 年联合颁布了《水泥单位产品能源消耗限额》（GB16780-2007）强制性标准，规定了通用硅酸盐水泥单位产品能耗限额的技术要求、统计范围和计算方法、节能管理与措施。

国家质检总局于 2001 年颁布了《建筑材料放射性核素限量》（GB6566-2001）强制性标准，规定了**建筑主体材料**中天然放射性核素镭-226、钍-232 和钾-40 的放射性比活度同时满足 $I_{Ra} \leq 1.0$ 和 $I_{\gamma} \leq 1.0$ 时（ I_{Ra} 为内照射指数， I_{γ} 为外照射指数），其产销与使用范围不受限制。

住建部和国家质检总局于 2010 年发布了《水泥窑协同处置工业废物设计规范》（GB50634-2010），将于 2011 年 10 月 1 日起实施。该设计规范适用于新型干法水泥熟料生产线协同处置工业废物的设计，目的是实现水泥窑协同处置工业废物高温解毒和重金属固化的作用，达到减量化、无害化和资源化目标。

环境保护部于 2004 年颁布了《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2004），规定了水泥工业各生产设备排气筒大气污染排放限值、作业场所颗粒物无组织排放限值，以及环保相关管理规定等；同时也规定了水泥制品生产的颗粒物排放要求。

环境保护部于 2004 年颁布了《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2004），规定了水泥工

业各生产设备排气筒大气污染排放限值、作业场所颗粒物无组织排放限值，以及环保相关管理规定等；同时也规定了水泥制品生产的颗粒物排放要求。

环境保护部于 2007 年颁布了《铬渣污染治理环境保护技术规范（暂行）》（HJ/T301-2007），规定了铬渣的解毒、综合利用、最终处置及这些过程中所涉及的铬渣识别、堆放、挖掘、包装和运输、贮存等环节的环境保护和污染控制及环保监督管理，铬渣解毒产物和综合利用产品的安全性评价。

环境保护部于 2009 年颁布了《清洁生产标准 水泥工业》（HJ 467-2009），规定了在达到国家和地方污染物排放标准的基础上，根据当前的行业技术、装备水平和管理水平，水泥工业企业清洁生产的一般要求。

环境保护部目前正在组织制定水泥窑协同处置危险废物方面的标准规范。

中国建筑材料科学研究总院目前正在承担国家强制性标准《水泥生产协同处置废弃物技术规范》的制订工作，与之配套的《水泥中浸出重金属的测定方法》国家标准已完成起草工作，目前正在送审阶段。

7 标准制订的必要性

水泥是建筑主体材料，用于工业建筑和民用建筑，水泥成份中有硅酸盐水泥熟料和石膏、及混合材料，其中含有的放射性物质会对人体健康和自然环境造成潜在危害。

水泥工业大量利用工业废弃物已成为行业可持续发展的重要途径。铬渣用于水泥生产是现阶段我国铬渣综合利用量最多且较成功的一种的处理技术途径，但对环境和人体健康有潜在危害的重金属元素 Cr(VI) 也随之引入到水泥中来。

在中国重要的产业部门中，水泥工业二氧化碳的减排有着举足轻重的作用。在我国现有技术水平条件下，每吨水泥生产的平均热耗为 0.10 吨标准煤，平均电耗为 100kW·h；水泥生产还伴随原料中碳酸盐矿物分解，即二氧化碳的排放。理论分析，每吨水泥熟料生产平均热耗为 0.12 吨标准煤，水泥生产平均电耗为 120kW·h；每生产 1 吨水泥熟料会产生直接 CO₂ 排放 0.815 吨，其中 0.390 吨是由于燃料燃烧产生的，0.425 吨是由于原料中的碳酸盐分解产生的；由于电力消耗，每生产 1 吨水泥还会产生间接 CO₂ 排放约 0.07 吨。据统计，2009 年我国原煤产量为 29.6 亿吨，燃烧所排放的二氧化碳为 77.5 亿吨，其中水泥生产能耗约 1.8 亿吨煤，占当年全国总能耗消耗 6.6%，二氧化碳排放总量约 13.8 亿吨（包括生产水泥用碳酸钙分解排放的二氧化碳），占当年全国二氧化碳总排放量的 26.1%。2010 年中国水泥产量达到 18.5 亿吨，由水泥工业产生的二氧化碳排放量也达到数十亿吨。水泥工业二氧化碳排放占我国工业部门二氧化碳总排放量的 15%左右。

水泥产品生产过程中在消耗大量能源、资源的同时会排放大量温室气体，对气候和生态造成不良影响。作为世界上最大的发展中国家和水泥产量第一大国，我国水泥产品生产量和消费量逐年递

增。因此，实现水泥工业二氧化碳的减排是中国应对气候变化的重要措施和基本内容，也是实现中国水泥工业可持续发展的重要保证。

中国环境标志作为产品环境特性的证明性商标，具有行业引导作用。获准使用环境标志的产品不仅质量合格，而且在生产、使用和处理处置过程中符合环境保护要求，与同类产品相比，具有低毒少害，节约资源等环境优势。正是由于这种证明性标志，使得消费者易于了解哪些产品有益于环境，并对自身健康无害，便于消费者进行绿色选购。通过消费者的选择和市场竞争，可以引导企业自觉调整产业结构，采用清洁生产工艺，生产对环境有益的产品，最终达到环境、资源与经济协调、可持续发展的目的。制订环境标志低碳水泥标准不仅可以促进我国水泥工业节能减排，走向低碳与可持续发展之路，而且是对水泥工业进行产业结构调整，加强生产管理，提高能源、资源利用效率具有积极作用。

因此，制定《环境标志产品技术要求 低碳水泥》标准十分必要。依据此标准在水泥行业开展中国环境标志低碳产品认证工作，可以促进我国水泥工业朝着低碳、低能耗、低污染、可持续和有利于人体健康的方向发展。

8 标准的确定

8.1 标准名称

标准名称“水泥”，来源于《水泥的命名、定义和术语》（GB/T 4131-1997）。此标准中对“水泥”的定义是：加水拌和成塑性浆体，能胶结砂石等适当材料并能在空气和水中硬化的粉状硬性胶凝材料。根据《水泥的命名、定义和术语》（GB/T4131-1997）规定，水泥按其用途主要分为通用硅酸盐水泥、专用水泥和特性水泥三大类。其中，通用硅酸盐水泥是指以硅酸盐水泥熟料和适量的石膏、及规定的混合材料制成的水硬性胶凝材料（《通用硅酸盐水泥》（GB175-2007）标准定义）；通用硅酸盐水泥按混合材料的品种和掺量分为硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、复合硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥。专用水泥指专门用途的水泥，例如油井水泥、道路硅酸盐水泥等。特性水泥指某种性能比较突出的水泥，例如快硬硅酸盐水泥、低热矿渣硅酸盐水泥、膨胀硫铝酸盐水泥等。

8.2 适用范围

本标准适用于新型干法水泥生产工艺生产的各种通用硅酸盐水泥，包括硅酸盐水泥（I 型硅酸盐水泥、II 型硅酸盐水泥）、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥。

进入新世纪以来，新型干法水泥生产技术的快速发展和应用使我国水泥工业发生了从资源浪费型

转向资源节约型突破性的变化。新型干法水泥生产工艺和装备在“工艺过程节能化、技术装备大型化、生产环境清洁化、控制管理信息化”等方面取得了突出的成绩。由于技术的先进、成熟、可靠，使得新型干法水泥生产线的各项主要技术经济指标达到国际同类生产线的先进水平，制造成本明显下降，企业竞争力明显增强。据中国水泥协会统计，截止 2009 年底，全国已有 1,113 条新型干法水泥生产线在运行，年设计熟料产能 95,859 万吨。其中日产 700 吨~900 吨生产线 41 条；日产 1000 吨生产线 151 条；日产 1100~1400 吨生产线 99 条；日产 1500~1800 吨生产线 53 条；日产 2000 吨生产线 76 条；日产 2500 吨生产线 324 条；日产 3000~3500 吨生产线 53 条；日产 4000~4200 吨生产线 46 条；日产 5000 吨及以上生产线 270 条。日产 5000 吨及以上生产线设计水泥熟料产能占总新型干法水泥熟料产能的比重为 45.27%。新型干法水泥所占比重已达到 76.88%。

通用硅酸盐水泥是一般土木工程通常采用的水泥，是用途最广、用量最大的水泥品种，其产量占水泥总量的 95%以上。我国《水泥单位产品能源消耗限额》（GB16780-2007）强制性国家标准的适用范围是通用硅酸盐水泥，欧盟标准《水泥试验方法—第 10 部分：水泥中水溶性六价铬含量的测定》（EN196-10: 2006）和丹麦国家标准《水泥产品中的水溶性六价铬检测方法》（DS1020—1984）的适用范围也是通用硅酸盐水泥。

因此，本标准适用范围是“新型干法水泥生产工艺生产的各种通用硅酸盐水泥”。

8.3 术语和定义

本标准中“水泥”的定义采用了《水泥的命名、定义和术语》（GB/T 4131-1997）中“水泥”的定义。

本标准中“通用硅酸盐水泥”的定义采用了《通用硅酸盐水泥》（GB 175-2007）中“通用硅酸盐水泥”的定义。

本标准中“内照射指数”、“外照射指数”和“放射性比活度”的定义采用了《建筑材料放射性核素限量》（GB6566-2001）中的定义。

本标准中“新型干法水泥生产工艺”的定义参考了《新型干法水泥实用技术全书》（于兴敏主编，中国建材工业出版社，2006 年 8 月）。目前国内外尚无“新型干法水泥生产工艺”的标准定义。

本标准中的其他术语和定义参考了推荐性国家标准《水泥生产二氧化碳排放量计算方法》征求意见稿的定义。

8.4 基本要求

（1）产品质量要求

中国环境标志低碳产品标准的制定原则是：获得环境标志的产品必须是质量符合相应的质量标准、环境行为优的产品。由于环境标志一向倡导的“绿色消费”的核心内容是：在保证消费者利益的前提下——即在相同的质量要求下，引导广大消费者购买对环境有益的环保产品。因此，如果环境行

为优越的产品，质量却不合格，就将丧失其使用价值，损害消费者利益，背离了绿色消费概念的前提；反之，产品质量合格，但加重环境负荷的产品，就丧失了其环境价值，对生态环境造成破坏，违反了绿色消费的主旨。只有质量合格、环境行为优的产品，才符合环境标志低碳产品标准的制定原则，有资格成为低碳产品或环境标志产品；因此，本标准将水泥质量必须符合国家产品质量标准作为基本要求。

（2）单位产品能耗要求

国家“十一五”发展规划中要求“十一五”末万元产值能耗下降 20%，为达到该目标要求，新修订的《中华人民共和国能源节约法》已于 2008 年 4 月 1 日起施行，为配套该法的实施，国家对国内十六个高能耗行业实行能耗限额，水泥行业属于十六个高能耗限额的行业之一，于 2007 年 12 月 3 日颁布了修订后的《水泥单位产品能源消耗限额》（GB16780-2007）国家标准，此标准为强制性标准，已于 2008 年 6 月 1 日起施行。中国环境标志产品的生产企业必须是守法企业，企业的生产经营活动均应满足国家或地方有关法律法规和标准要求，因此，本标准将单位产品能耗符合国家标准 GB 16780 作为基本要求。

（3）产品生产企业水泥散装率要求

散装水泥的发展有利于节约资源，保护环境，减少污染，具有显著的生态效益，可以节约包装费用，减少水泥损耗，降低工程造价，具有明显的经济效益。散装水泥以其质量和价格的优越性在国际市场得到广泛认同，生产厂家、经营者、铁路、港口、外商均青睐于散装水泥。因此大力发展散装水泥，不仅对于建材行业本身发展具有推动意义，而且促进了建筑施工与管理水平的提高，有利于我国建材与建筑行业与世界接轨，具有十分巨大的社会、经济、环境效益，是水泥工业实现可持续发展的必由之路。因此，本标准将产品散装率应符合国家或地方散装水泥管理办法的规定作为基本要求。

（4）产品生产企业污染物的排放要求

生产环境标志低碳产品和环境标志产品的企业污染物的排放必须达到国家或地方污染物排放标准。开展低碳和环境标志认证工作的目的之一就是为了促进企业在生产中减少污染物的排放，保护工人的身体健康（如不会受到粉尘、噪音和有毒有害气体的伤害），保证使用者不受到室内空气污染的伤害，同时也要起到保护环境的作用。因此，本标准将生产企业污染物排放符合国家或地方规定的污染物排放标准作为基本要求。

（5）清洁生产要求

2002 年我国颁布了《中华人民共和国清洁生产促进法》，2003 年 1 月 1 日起已正式施行，其目的是促进清洁生产，提高资源利用效率，减少和避免污染物的产生，保护和改善环境，保障人体健

康，促进经济与社会可持续发展。环境标志低碳产品是通过对产品全生命周期评价（LCA），对产品从摇篮到坟墓的全生命过程的环境因素进行识别评价，与清洁生产要求是一致的，因此，本标准要求申请中国环境标志低碳产品和环境标志产品认证的产品生产企业，在其生产过程的管理中应贯彻清洁生产理念并落到实处，加强清洁生产工作。此外，环境保护部于 2009 年颁布了水泥工业的清洁生产标准，即《清洁生产标准 水泥工业》（HJ 467-2009），目的是引导行业向清洁生产方向发展，促进行业内循环经济的发展 and 节能减排工作的实施。这也是环境标志产品标准导向性原则的要求。

（6）产品生产企业制订矿山生态恢复方案要求

《中华人民共和国矿产资源法》和《矿山生态环境保护与污染防治技术政策》等法规规定，开采矿产资源，必须遵守有关环境保护的法律规定，防止污染环境。开采矿产资源，应当节约用地。耕地、草原、林地因采矿受到破坏的，矿山企业应当因地制宜地采取复垦利用、植树种草或者其他利用措施。矿山开采企业应将废弃地复垦纳入矿山日常生产与管理，提倡采用采（选）矿—排土（尾）—造地—复垦一体化技术。环境标志产品标准的制订基于对产品全生命周期评价（LCA），应考虑产品原材料采掘过程的环境因素，为引导行业向经济与社会可持续发展方向迈进，环境标志水泥生产企业应承担矿山环境保护的义务，制订矿山生态恢复方案。因此本标准将产品生产企业应具有石灰石自备矿山，矿山开采有完整的修复计划，并且按照计划修复矿山，确保开采完成后的矿山修复率达 100%作为基本要求。

8.5 技术内容

（1）单位二氧化碳排放限量

水泥产品生产过程中在消耗大量能源、资源的同时会排放大量温室气体，对气候和生态造成不良影响。2010 年中国水泥产量达到 18.5 亿吨，由水泥工业产生的二氧化碳排放量也达到数十亿吨，水泥工业二氧化碳排放占我国工业部门二氧化碳总排放量的 15%左右。作为世界上最大的发展中国家和水泥产量第一大国，我国水泥生产量和消费量逐年递增，本标准制定单位熟料和单位水泥的二氧化碳排放限量具有可比性，能够科学地反映水泥生产过程的二氧化碳排放量的大小。

1) 单位熟料二氧化碳排放限量

a、制订指标的必要性

根据水泥生产过程二氧化碳排放影响分析和调研数据计算结果，水泥熟料生产产生的二氧化碳排放量所占比重大；不同品种和强度水泥的二氧化碳排放量与水泥熟料的用量紧密相关，单位水泥产品熟料用量大则单位水泥产品二氧化碳排放量大，反之则二氧化碳排放量小；大部分降低水泥二氧化碳排放量的措施（以下简称“低碳措施”），如替代原料、替代燃料、余热发电、协调处置等也是应用于熟料生产过程，因此降低单位水泥产品二氧化碳排放量的关键在于降低单位水泥熟料的

二氧化碳排放量，而单位水泥熟料二氧化碳排放量的大小可以直接反映出水泥生产企业运用低碳措施技术水平的高低。因此，本标准对单位水泥熟料二氧化碳排放提出限量要求十分必要。

b、指标限量的确定原则要求

单位水泥熟料二氧化碳排放量限值的大小参考了水泥生产企业提供的相关数据（见表 1-1），并对相关数据取平均值而确定的。本标准要求单位水泥熟料二氧化碳排放量 $\leq 860 \text{ kgCO}_2/\text{t}$ 熟料。

c、单位水泥熟料二氧化碳排放量数据分析

本标准编制工作正式启动后，编制组收集了我国大型水泥企业生产过程相关数据共 24 组，经过对水泥熟料生产二氧化碳排放量的计算和数据统计分析，得出每生产 1 吨水泥熟料产生直接和间接二氧化碳排放量共约 0.877 吨，其中直接二氧化碳排放平均约为 0.820 吨（0.534 吨是由于原料中的碳酸盐分解产生的，0.286 吨是由于燃料燃烧产生的），由于电力消耗产生的间接二氧化碳排放平均约为 0.057 吨；同时，每生产 1 吨水泥熟料通过余热发电减排的二氧化碳平均约为 0.016 吨；最终得出单位水泥熟料二氧化碳排放量平均约为 0.861 吨/吨熟料，即 $861 \text{ kgCO}_2/\text{t}$ 熟料。由于数据提供企业均为我国大型水泥企业，代表行业先进水平，因此，本标准将单位水泥熟料二氧化碳排放量要求暂定为 $\leq 860 \text{ kgCO}_2/\text{t}$ 熟料。

表 1-1 水泥生产过程的二氧化碳排放量

公司序号	生产线规模（设计熟料总生产能力）万 t/d	CO ₂ 直接排放量计算 CO ₂									CO ₂ 间接排放量		水泥熟料生产单位 CO ₂ 排放量						水泥粉磨单位 CO ₂ 排放量			余热发电产生的单位 CO ₂ 减排量 kgCO ₂ /t 熟料
		生料中碳酸盐分解产生的单位 CO ₂ 排放量 R1（CaO 和 MgO 含量小于 1%）kgCO ₂ /t 熟料	水泥窑炉排气筒粉尘产生的单位 CO ₂ 排放量 R3 kgCO ₂ /t 熟料	生料中碳酸盐矿物分解产生的单位 CO ₂ 排放量 Prc kgCO ₂ /t 熟料	生料中有机碳燃烧产生的单位 CO ₂ 排放量 Pro kgCO ₂ /t 熟料	各生产工艺过程*实物煤燃烧产生的单位 CO ₂ 排放量 kgCO ₂ /t 熟料	各生产工艺过程*替代燃料燃烧产生的单位 CO ₂ 排放量 kgCO ₂ /t 熟料	矿山开采燃油消耗产生的单位 CO ₂ 排放量 kgCO ₂ /t 熟料	各生产工艺过程*燃油消耗产生的单位 CO ₂ 排放量 kgCO ₂ /t 熟料	水泥粉磨燃油消耗产生的单位 CO ₂ 排放量 kgCO ₂ /t 熟料	矿山开采电力消耗产生的单位 CO ₂ 排放量 kgCO ₂ /t 熟料	各生产工艺过程*电力消耗产生的单位 CO ₂ 排放量 kgCO ₂ /t 熟料	水泥熟料生产产生的单位 CO ₂ 直接排放量 P1 kgCO ₂ /t 熟料		水泥熟料生产单位电力消耗产生的 CO ₂ 排放量 P2 kgCO ₂ /t 熟料		水泥熟料生产产生的单位 CO ₂ 排放量 P3 kgCO ₂ /t 熟料		水泥粉磨产生的单位 CO ₂ 直接排放量 P7 kgCO ₂ /t 水泥	水泥粉磨产生的单位 CO ₂ 间接排放量 P8 kgCO ₂ /t 水泥	水泥粉磨产生的单位 CO ₂ 排放量 P9 kgCO ₂ /t 水泥	
14	0.5	356.15	0.05	356.20	0	285.02	0	0	0.57	0	0.00	62.43	641.79		62.43		704.22		0	35.88	35.88	19.25
16	1.5	523.11	0.08	523.19	0	287.22	0	0.89	0.20	0	1.24	63.17	810.61	811.50	63.17	64.40	873.78	875.91	0	34.18	34.18	26.01
4	0.4	525.82	0.08	525.89	0	287.64	0	4.10	1.23	0	8.78	60.77	814.76	818.86	60.77	69.55	875.53	888.41	0	25.79	25.79	32.97
2	1.4	526.08	0.08	526.16	0	334.86	0	0.53	0.16	0	1.48	42.56	861.19	861.72	42.56	44.04	903.75	905.77	0	31.30	31.30	0.00
19	0.45	528.82	0.08	528.90	0	283.20	0	1.02	0.24	0	1.30	49.43	812.34	813.36	49.43	50.73	861.77	864.09	0	32.81	32.81	0.00
9	0.45	529.16	0.08	529.24	0	293.32	0	0.00	0.69	0	0.00	61.67	823.26		61.67		884.93		0	33.99	33.99	0.85

24	0.45	529.48	0.08	529.56	0	308.63	0	1.04	0.42	0	1.74	70.79	838.60	839.65	70.79	72.54	909.39	912.18	0	38.28	38.28	5.94
3	1.2	530.40	0.08	530.48	0	240.97	0	0.96	0.07	0	0.98	43.15	771.53	772.49	43.15	44.13	814.68	816.62	0	15.37	15.37	27.96
17	0.8	531.44	0.08	531.52	0	261.07	0	1.45	0.53	0	1.31	51.64	793.12	794.57	51.64	52.95	844.77	847.52	0	32.25	32.25	30.58
15	1	531.88	0.08	531.96	0	277.24	0	0.96	0.35	0	1.34	48.20	809.55	810.51	48.20	49.54	857.75	860.05	0	32.39	32.39	32.71
18	0.5	532.56	0.08	532.64	0	272.82	0	1.34	0.33	0	1.25	48.36	805.78	807.12	48.36	49.61	854.14	856.72	0	36.60	36.60	15.24
8	0.25	532.60	0.08	532.68	0	276.25	0	0	0.42	0	0.00	52.98	809.35	——	52.98	——	862.33	——	0	30.16	30.16	23.28
23	0.1	532.87	0.08	532.95	0	228.49	0	0	0.65	0	0.99	56.69	762.09	762.09	56.69	57.68	818.77	819.76	0	35.19	35.19	0
20	0.45	533.09	0.08	533.17	0	287.03	0	2.09	0.47	0	1.08	48.01	820.67	822.76	48.01	49.09	868.68	871.85	0	70.81	70.81	10.64
5	0.5	533.41	0.08	533.49	0	294.17	0	1.78	0.72	0	1.27	63.55	828.38	830.16	63.55	64.82	891.93	894.98	0	28.71	28.71	22.38
22	0.45	535.01	0.08	535.09	0	268.92	0	0.75	0.83	0	0.58	36.82	804.84	805.59	36.82	37.40	841.66	842.99	0	33.44	33.44	22.84
21	1.13	536.55	0.08	536.63	0	273.20	0	1.70	0	0	0.99	54.47	809.83	811.53	54.47	55.46	864.30	866.99	0	41.53	41.53	20.43
12	0.25	537.30	0.08	537.38	0	335.88	0	0	1.04	0	0.00	61.43	874.30	——	61.43	——	935.73	——	0	38.73	38.73	24.61
1	1	537.49	0.08	537.57	0	290.79	0	0.59	0.43	0	1.69	61.64	828.79	829.37	61.64	63.33	890.43	892.70	0	77.27	77.27	24.97
10	0.25	537.57	0.08	537.65	0	274.08	0	0	0.00	0	0.00	64.55	811.73	——	64.55	——	876.28	——	0	29.39	29.39	17.08
13	0.5	539.42	0.08	539.51	0	309.47	0	0	0.31	0	0.00	83.44	849.28	——	83.44	——	932.72	——	0	29.45	29.45	0.00
11	0.5	544.70	0.08	544.79	0	288.96	0	0	0.76	0	0.00	61.49	834.51	——	61.49	——	896.00	——	0	33.87	33.87	7.52
7	0.25	546.13	0.08	546.22	0	294.91	0	0	1.01	0	0.00	66.47	842.13	——	66.47	——	908.60	——	0	36.66	36.66	21.40
6	0.3	548.08	0.08	548.17	0	311.25	0	0	0.95	0	0.00	52.60	860.36	——	52.60	——	912.97	——	0	33.48	33.48	20.04
算术平均值		534.04	0.08	534.12	0	286.10	0	0.84	0.51	0	1.13	56.69	820.74	——	56.69	——	877.43	——	0	36.16	36.16	16.85

综上，上述水泥企业平均单位水泥熟料二氧化碳排放量=水泥熟料生产产生的单位 CO₂ 排放量 P3 - 余热发电产生的单位 CO₂ 减排量
 =877.43 - 16.85=860.58≈861 kgCO₂/t 熟料

注：第 14 号企业 CO₂ 直接排放量过小，不具备代表性，因此在计算时未将其计入。

2) 单位水泥产品二氧化碳排放限量

a、制订指标的必要性

本标准作为产品标准，具体产品单位二氧化碳排放量可以直接反映产品的碳排放水平。对不同品种强度的通用硅酸盐水泥分别制订单位二氧化碳限值要求，不仅可以鼓励水泥企业生产二氧化碳低排放熟料，而且可以鼓励水泥企业通过合理添加矿物掺合料等方式降低单位水泥产品的二氧化碳排放量，符合产业政策导向要求，因此十分必要。

b、指标限量的确定原则要求

按照通用硅酸盐水泥，包括硅酸盐水泥（Ⅰ型硅酸盐水泥、Ⅱ型硅酸盐水泥）、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥的品种不同、熟料+石膏的组成成分不同和强度等级不同的原则分别规定了水泥单位产品二氧化碳排放量限值。水泥单位产品二氧化碳排放量限值的大小根据中国建材研究总院提供的相关数据（见表 1-2）并对水泥的实际强度采用了修约值法处理而确定的，本标准通用硅酸盐水泥中单位产品二氧化碳排放限量要求见表 1。

表 1 通用硅酸盐水泥单位产品二氧化碳排放量限值

品 种	代号	熟料+石膏（%）	强度等级	单位产品二氧化碳排放量限值（kg/t）
硅酸盐水泥	P·I P·II	100 ≥95	42.5	≤700
			42.5R	≤705
			52.5	≤740
			52.5R	≤745
			62.5	≤780
			62.5R	≤785
普通硅酸盐水泥	P·O	≥80 且 <95	42.5	≤620
			42.5R	≤625
			52.5	≤735
			52.5R	≤740
矿渣硅酸盐水泥	P·S·A P·S·B	≥50 且 <80 ≥30 且 <50	32.5	≤260
			32.5R	≤265
			42.5	≤420
			42.5R	≤425
			52.5	≤580
			52.5R	≤585
火山灰硅酸盐水泥	P·P	≥60 且 <80	32.5	≤460
			32.5R	≤465
			42.5	≤540
			42.5R	≤545
			52.5	≤620
			52.5R	≤625

粉煤灰硅酸盐水泥	P·F	≥ 60 且 < 80	32.5	≤ 460
			32.5R	≤ 465
			42.5	≤ 540
			42.5R	≤ 545
			52.5	≤ 620
			52.5R	≤ 625
复合硅酸盐水泥	P·C	≥ 50 且 < 80	32.5	≤ 380
			32.5R	≤ 385
			42.5	≤ 500
			42.5R	≤ 505
			52.5	≤ 620
			52.5R	≤ 625

c、单位水泥二氧化碳排放量数据分析

从品种上分析，硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥的单位产品二氧化碳排放量较高，复合硅酸盐水泥和矿渣硅酸盐水泥产品二氧化碳排放量较低；但总体上比，水泥的强度等级越高单位产品二氧化碳排放量要高，二氧化碳排放量从地区上尚看不出明显的区别。六种通用硅酸盐水泥的单位产品二氧化碳排放量主要是根据中国建材研究总院提供的《表 1-2 同熟料不同掺合料与产品强度检测数据》和水泥的熟料+石膏的组成而确定的。

表 1-2 同熟料不同掺合料与产品强度检测数据

品种	编号	熟料+石膏 (%)	矿渣 (%)	火山灰 (%)	粉煤灰 (%)	3 天强度 (MPa)		28 天强度(MPa)	
						抗折	抗压	抗折	抗压
普通硅酸盐水泥	P01	80	20	-	-	6.0	29.2	9.8	63.4
	P02	80	-	20	-	5.8	29.4	9.5	50.6
	P03	80	-	-	20	5.4	27.2	10.0	52.6
	P04	80	5	-	15	5.5	27.6	10.1	53.3
	P05	80	15	-	5	5.9	28.3	10.3	60.7
	P06	80	10	-	10	5.9	27.6	10.4	56.9
	P07	85	15	-	-	6.4	30.0	10.7	64.2
	P08	85	-	15	-	6.2	30.1	10.2	53.4
	P09	85	-	-	15	5.3	28.6	9.7	53.2
	P10	85	10	0	5	5.9	30.1	10.8	59.2
	P11	85	5	0	10	6.5	31.0	10.0	55.6
	P12	90	10	0	0	6.8	34.1	10.8	63.8
	P13	90	0	10	0	6.2	32.5	10.6	59.0
	P14	90	0	0	10	6.2	32.2	9.8	53.8
	P15	90	0	5	5	6.1	31.1	10.4	56.6

	P16	90	5	0	5	6.1	32.3	10.7	59.3
	P17	90	5	5	0	6.1	31.7	10.3	58.3
品种	编号	熟料+石膏	矿渣	火山灰	粉煤灰	3 天强度 (MPa)		28 天强度(MPa)	
						抗折	抗压	抗折	抗压
矿渣硅酸盐水泥	Ps1	30	70	0	0	5.5	22.6	11.4	53.3
	Ps2	35	65	0	0	5.5	23.0	11.3	58.3
	Ps3	40	60	0	0	5.8	24.5	12.4	66.6
	Ps4	45	55	0	0	5.4	24.5	12.0	67.0
	Ps5	50	50	0	0	5.4	24.5	10.9	66.2
	Ps6	55	45	0	0	5.3	24.6	10.7	65.0
	Ps7	60	40	0	0	5.8	26.2	11.3	71.3
	Ps8	65	35	0	0	5.8	26.6	11.2	59.1
	Ps9	70	30	0	0	5.8	27.7	10.3	67.2
	Ps10	75	25	0	0	6.0	28.0	10.4	66.7
品种	编号	熟料+石膏	矿渣	石灰石	粉煤灰	3 天强度 (MPa)		28 天强度(MPa)	
						抗折	抗压	抗折	抗压
硅酸盐水泥	P1	100	0	0	0	6.8	35.5	10.6	59.8
	P2	95	5	0	0	7.1	34.1	10.1	59.5
	P3	95	0	5	0	7.1	34.7	10.1	55.9

品种	编号	熟料+石膏	矿渣	火山灰	粉煤灰	3 天强度 (MPa)		28 天强度(MPa)	
						抗折	抗压	抗折	抗压
粉煤灰硅酸盐水泥	PF1	60	0	0	40	3.4	16.2	6.7	33.1
	PF2	65	0	0	35	4.2	18.8	7.7	39.1
	PF3	70	0	0	30	4.9	22.7	8.3	42.6
	PF4	75	0	0	25	4.7	23.8	8.6	47.2
品种	编号	熟料+石膏	矿渣	火山灰	粉煤灰	3 天强度 (MPa)		28 天强度(MPa)	
						抗折	抗压	抗折	抗压
火山灰质硅酸盐水泥	PP1	60	0	40	0	3.8	18.8	7.9	38.9
	PP2	65	0	35	0	4.6	20.9	8.4	42.6
	PP3	70	0	30	0	4.9	24.6	9.5	46.7
	PP4	75	0	25	0	5.4	26.5	9.5	48.2
品种	编号	熟料+石膏	矿渣	粉煤灰	石灰石	3 天强度 (MPa)		28 天强度(MPa)	
						抗折	抗压	抗折	抗压
复合硅酸盐水泥	PC10	60	5	30	5	4.0	18.6	8.2	38.3
	PC11	60	10	25	5	4.2	19.8	9.5	45.1
	PC12	60	15	15	10	4.9	21.8	10.1	49.4

	PC13	60	20	10	10	5.3	24.0	10.7	51.4
	PC14	60	25	10	5	5.3	24.6	10.9	57.5
	PC15	60	30	10	-	4.7	22.8	10.3	58.2
	PC16	60	35	5	-	5.8	25.6	10.7	65.5
	PC17	70	5	20	5	4.8	23.2	9.5	46.6
	PC18	70	10	10	10	5.4	24.6	10.1	50.4
	PC19	70	15	10	5	5.5	25.6	10.3	54.7
	PC20	70	20	10	-	5.3	25.0	10.0	60.8
	PC21	70	20	5	5	5.8	26.6	11.3	58.2
品种	编号	熟料+石膏	石灰石	矿渣	粉煤灰	3 天强度 (MPa)		28 天强度(MPa)	
						抗折	抗压	抗折	抗压
石灰石 硅酸盐 水泥	P4	90	10	0	0	6.5	33.7	10.2	54.2
	P5	85	15	0	0	7.0	32.5	10.0	52.4
	P6	80	20	0	0	6.2	28.6	9.7	48.7
	P7	75	25	0	0	5.6	26.0	8.9	44.3

(2) 产品中水溶性六价铬限量要求

a、制订指标的必要性

水泥加水搅拌后，其中含有的水溶性六价铬迅速溶出，此时使用处于塑性阶段的新拌水泥浆体、砂浆或混凝土，如不采取合理的劳动保护措施而直接接触，久而久之便会导致皮肤过敏，以致形成难以治愈的水泥湿疹；由于六价铬能透过细胞膜，具有强氧化作用，可以严重损伤人体的消化道、呼吸道、皮肤和粘膜，甚至有致癌作用；人体摄入过量的六价铬能夺取血液中的部分氧，使血红蛋白变成高铁血红蛋白，致使红细胞失去携氧机能，造成内窒息。此外，六价铬毒性较强，土壤或地下水一旦受到铬污染，土壤不能耕作，地下水无法饮用。如果不采取专门的治理措施，这种污染几十年无法消除，周围的生态几十年无法恢复。六价铬被植物吸收后主要是保留在植物的根部，直接影响植物的生长和农作物产量。

我国从 1958 年就开始进行铬盐生产，曾先后在全国建成铬盐厂 70 多家。目前，在全国 14 个省（市、区）仍有 20 多家铬盐企业在生产，据初步统计，目前仅全国铬盐行业累计堆存的铬渣达 600 多万吨，且每年新增铬渣在 40 万~60 万吨左右。铬渣用于水泥生产是现阶段我国铬渣综合利用量最多的一种的处理技术途径，一些地方政府甚至采取措施鼓励水泥企业利用铬渣生产水泥，但是水泥企业在利用铬渣生产水泥时是否采取了解毒措施以及效果如何却无法衡量，由于目前我国水泥行业没有相关标准，因此对水泥企业利用铬渣生产水泥无法作出评价。

b、指标限量的确定原则

编制组参考欧盟委员会指令 Directive 2003/53/EC 的相关规定，即水泥中水溶性六价铬的含量不

大于 0.0002%，以及我国通用硅酸盐水泥的调研实际情况制定水泥中水溶性六价铬的限量要求；同时参考了《环境标志产品技术要求 预拌混凝土》（HJ 412-2007）标准的要求，即产品中水溶性六价铬不大于 0.2×10^{-6} （质量分数），水泥是预拌混凝土的主要原料之一，为了保持环境标志标准的一致性，使水泥产品水溶性六价铬指标能满足环境标志预拌混凝土的合格原料要求，本标准通用硅酸盐水泥中水溶性六价铬的限量要求见表。

表 2 产品中水溶性六价铬的限量（质量分数） 单位为 %

通用硅酸盐水泥类型	代号	熟料+石膏（%）	产品中水溶性六价铬限值
硅酸盐水泥	P·I	100	≤ 0.001
	P·II	≥ 95	
普通硅酸盐水泥	P·O	≥ 80 且 < 95	≤ 0.001
矿渣硅酸盐水泥	P·S·A	≥ 50 且 < 80	≤ 0.0002
	P·S·B	≥ 30 且 < 50	
火山灰硅酸盐水泥	P·P	≥ 60 且 < 80	≤ 0.0002
粉煤灰硅酸盐水泥	P·F	≥ 60 且 < 80	≤ 0.0002
复合硅酸盐水泥	P·C	≥ 50 且 < 80	≤ 0.0006

■

c、样品检测结果分析

国家水泥质量监督检验中心对我国不同地区的通用硅酸盐水泥样品中水溶性六价铬含量进行了测定，共 72 组数据，涉及六种通用硅酸盐水泥的四种，包括硅酸盐水泥 14 个样品（其中 I 型硅酸盐水泥 6 个样品、II 型硅酸盐水泥 8 个样品）、普通硅酸盐水泥 36 个样品、矿渣硅酸盐水泥 10 个样品、复合硅酸盐水泥 12 个样品，火山灰硅酸盐水泥和粉煤灰硅酸盐水泥由于生产企业较少，取样较难，故未能进行普查，但对数个粉煤灰样品进行了检测，未检出可溶性六价铬。

上述水泥中水溶性六价铬数据为我国较大型水泥企业生产的水泥，共 60 多家企业 72 组数据，基本覆盖了全国各省；从品种上分析，大部分矿渣硅酸盐水泥的水溶性六价铬含量低，复合硅酸盐水泥的水溶性六价铬含量也较低，而硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥的水溶性六价铬含量较高。从地区上尚看不出明显的区别。

由上述检测结果和数据分析结果，综合得出四种硅酸盐通用硅酸盐水泥产品水溶性六价铬含量分布情况，各样品占总数的百分比分布见表 2-1，各样品占总数的累积百分比分布见表 2-2，各样品水溶性六价铬累积百分比与水溶性六价铬含量的关系见表 2-3。

表 2-1 通用硅酸盐水泥样品水溶性六价铬含量占总数百分比分布表

水溶性六价铬含量 (%)	硅酸盐水泥占总数百分比 (%)		普通硅酸盐水泥占总数百分比 (%)	矿渣硅酸盐水泥占总数百分比 (%)	复合硅酸盐水泥占总数百分比 (%)
	I 型硅酸盐水泥	II 型硅酸盐水泥			
$\text{Cr(VI)} \leq 0.0001$	0	0	5.555	40	0
$0.0001 < \text{Cr(VI)} \leq 0.0002$	0	0	0	40	25
$0.0002 < \text{Cr(VI)} \leq 0.0003$	0	0	5.555	20	0
$0.0003 < \text{Cr(VI)} \leq 0.0006$	16.67	50	30.555	0	50
$0.0006 < \text{Cr(VI)} \leq 0.0010$	66.66	37.5	30.555	0	25
$0.0010 < \text{Cr(VI)} \leq 0.0015$	16.67	12.5	25	0	0
$\text{Cr(VI)} > 0.0015$	0	0	2.78	0	0
合计	100	100	5.56	100	100

表 2-2 通用硅酸盐水泥样品水溶性六价铬含量累积百分比分布表

水溶性六价铬含量 (%)	硅酸盐水泥占累计百分比 (%)		普通硅酸盐水泥累计百分比 (%)	矿渣硅酸盐水泥累计百分比 (%)	复合硅酸盐水泥累计百分比 (%)
	I 型硅酸盐水泥	II 型硅酸盐水泥			
$\text{Cr(VI)} \leq 0.0001$	0	0	5.555	40	0
$0.0001 < \text{Cr(VI)} \leq 0.0002$	0	0	5.555	80	25
$0.0002 < \text{Cr(VI)} \leq 0.0003$	0	0	11.11	100	25
$0.0003 < \text{Cr(VI)} \leq 0.0006$	16.67	50	41.665	100	75
$0.0006 < \text{Cr(VI)} \leq 0.0010$	83.33	87.5	72.22	100	100
$0.0010 < \text{Cr(VI)} \leq 0.0015$	100	100	97.22	100	100
$\text{Cr(VI)} > 0.0015$	100	100	100	100	100
合计	100	100	100	100	100

表 2-3 通用硅酸盐水泥样品水溶性六价铬含量累积百分比与水溶性六价铬含量关系表

水泥种类		累计百分比达到 10%的 Cr(VI) 含量 (%)	累计百分比达到 30%的 Cr(VI) 含量 (%)	累计百分比达到 50%的 Cr(VI) 含量 (%)	累计百分比达到 70%的 Cr(VI) 含量 (%)
硅酸盐水泥	I 型硅酸盐水泥	0.00054	0.00086	0.00088	0.00099
	II 型硅酸盐水泥	0.00033	0.00048	0.00053	0.00087
普通硅酸盐水泥		0.0003	0.00044	0.00066	0.00098

矿渣硅酸盐水泥	0.00003	0.00008	0.00011	0.00018
复合硅酸盐水泥	0.00019	0.00036	0.00045	0.00056

从上述四种通用硅酸盐水泥样品水溶性六价铬含量分布情况来看，I 型硅酸盐水泥、II 型硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥样品水溶性六价铬满足 $\leq 0.0002\%$ 要求的分别占样品总数的 0、0、5.555%、80%和 25%，可见，我国的硅酸盐水泥（I 型、II 型）、普通硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥的水溶性六价铬较难满足欧盟标准要求。据资料显示，欧盟国家生产的水泥在未采取除铬措施之前六价铬含量与我国相差不多，但欧盟国家水泥企业普遍采取了还原措施来降低六价铬含量，而目前我国水泥行业尚未采取任何除铬措施。可见我国水泥行业在现有工艺条件下，上述四种通用硅酸盐水泥中除矿渣硅酸盐水泥可以满足欧盟标准要求外，普通硅酸盐水泥、硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥目前尚难以满足欧盟标准要求。

从上述通用硅酸盐水泥样品水溶性六价铬含量累积百分比与水溶性六价铬含量的关系看，累计百分比达到 50%的 I 型硅酸盐水泥、II 型硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥样品的水溶性六价铬含量（质量分数）分别小于 0.0009%、0.0006%、0.0007%、0.0002%和 0.0005%；累计百分比达到 70%的 I 型硅酸盐水泥、II 型硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥样品的水溶性六价铬含量（质量分数）分别小于 0.001%、0.001%、0.001%、0.0002%和 0.0006%。环境标志产品标准作为引导可持续生产与消费的产品环保标准，应参考国外先进的产品环保标准指标，同时也应考虑国内企业的实际生产工艺情况和水平，不断引导企业生产环境友好产品。考虑到样品生产企业均为行业规模较大且产品质量稳定性好的企业，以及本标准的适用范围，即新型干法生产的各种通用硅酸盐水泥，为体现本标准的先进性，不同种类的通用硅酸盐水泥分别制定水溶性六价铬含量限值（具体指标见表 2）是较为合适的。

由于我国火山灰硅酸盐水泥和粉煤灰硅酸盐水泥由于生产企业较少，未能进行样品普查。火山灰是酸性火山岩，硬度为 6，密度小于 1 g/cm^3 ，能漂浮于水面，保温隔热良好，多孔而间壁锋利。其化学活性高，吸附性强，在水硬性激发剂作用下有明显水硬胶凝性质。火山灰由岩石、矿物和火山玻璃碎片等组成，主要化学成分是 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 CaO 、 MgO 、 K_2O 和 Na_2O ，可见火山灰中不含有可溶性六价铬或含量很低。粉煤灰由不同形态、不同粒度和不同化学成分的微细颗粒组成，主要化学成分是 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 和 CaO ，可见粉煤灰也不含有可溶性六价铬或含量很低，国家水泥质量监督检验中心对数个粉煤灰样品进行了检测，未检出可溶性六价铬。因此，本标准针对上述两种通用硅酸盐水泥采用欧盟标准要求，即水溶性六价铬 $\leq 0.0002\%$ 。

(3) 产品放射性要求

a、制订指标的必要性

水泥属于建筑主体材料，存在有天然放射性核素镭-226、钍-232 和钾-40 等，产生辐射，对人体造成严重的危害。

b、指标限量的确定原则

《建筑材料放射性核素限量》(GB6566-2001)标准规定，建筑主体材料中天然放射性核素镭-226、钍-232 和钾-40 的放射性比活度同时满足 $I_{Ra} \leq 1.0$ 和 $I_{\gamma} \leq 1.0$ 时 (I_{Ra} 为内照射指数, I_{γ} 为外照射指数), 其产销与使用范围不受限制。《环境标志产品技术要求 预拌混凝土》(HJ 412-2007) 标准规定, 产品内照射指数 $I_{Ra} \leq 0.9$ 、外照射指数 $I_{\gamma} \leq 0.9$ 。由于水泥是预拌混凝土的主要原料之一, 为了保持环境标志标准的一致性, 使水泥产品放射性指标能满足环境标志预拌混凝土的合格原料要求; 同时本标准以我国建筑材料产品的放射性水平为基本出发点, 用辐射防护最优化的原则指导建材产品的生产和应用, 把建材产品的天然放射性对人体的照射量降低到可合理达到的最低水平为原则, 本标准中水泥放射性指标为 $I_{Ra} \leq 0.7$ 和 $I_{\gamma} \leq 0.7$ 。

c、样品检测结果分析

本标准征求意见稿发布后, 标准编制组收集了国家水泥质量监督检验中心和部分预拌混凝土环境标志企业提供的我国不同地区的通用硅酸盐水泥样品放射性检测数据共 304 组, 涉及六种通用硅酸盐水泥的五种, 包括硅酸盐水泥 30 组 (其中 I 型硅酸盐水泥 3 组、II 型硅酸盐水泥 27 组)、普通硅酸盐水泥 187 组、矿渣硅酸盐水泥 53 组、粉煤灰硅酸盐水泥 5 组、复合硅酸盐水泥 29 组, 火山灰硅酸盐水泥由于生产企业较少, 取样较难, 故未能普查。。

上述水泥样品为我国较大型水泥企业生产的水泥, 共 304 组数据, 覆盖了全国大部分省, 但广东省样品较少。从品种上分析, 普通硅酸盐水泥和硅酸盐水泥的放射性指标较低, 大部分复合硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥和粉煤灰硅酸盐水泥的放射性指标也较低, 但总体比普通硅酸盐水泥和硅酸盐水泥的放射性指标要高。检测数据从地区上尚看不出明显的区别, 但根据行业经验, 广东省、海南省等地区的水泥放射性指标一般高于我国其他地区。

由上述检测结果和数据分析结果, 综合得出五种通用硅酸盐水泥产品放射性指标分布情况, 各样品占总数的百分比分布见表 3-1、表 3-2, 各样品占总数的累积百分比分布见表 3-3、表 3-4, 各样品内照射指数累积百分比与内照射指数值的关系见表 3-5, 各样品外照射指数累积百分比与外照射指数值的关系见表 3-6。

表 3-1 通用硅酸盐水泥样品内照射指数占总数百分比分布表

内照射指数 I_{Ra}	硅酸盐水泥占总数百分比 (%)		普通硅酸盐 水泥占总数 百分比 (%)	矿渣硅酸盐 水泥占总数 百分比 (%)	粉煤灰硅酸 盐水泥占总 数百分比 (%)	复合硅酸盐 水泥占总数 百分比 (%)
	I 型硅酸盐 水泥	II 型硅酸盐 水泥				
$I_{Ra} \leq 0.50$	100	100	99.47	96.22	80	86.2
$0.50 < I_{Ra} \leq 0.60$	0	0	0	0	20	6.9
$0.60 < I_{Ra} \leq 0.70$	0	0	0	1.89	0	0
$0.70 < I_{Ra} \leq 1.00$	0	0	0	1.89	0	0
$I_{Ra} > 1.00$	0	0	0.53	0	0	6.9
合计	100	100	100	100	100	100

表 3-2 通用硅酸盐水泥样品外照射指数占总数百分比分布表

外照射指数 I_γ	硅酸盐水泥占总数百分比 (%)		普通硅酸盐 水泥占总数 百分比 (%)	矿渣硅酸盐 水泥占总数 百分比 (%)	粉煤灰硅酸 盐水泥占总 数百分比 (%)	复合硅酸盐 水泥占总数 百分比 (%)
	I 型硅酸盐 水泥	II 型硅酸盐 水泥				
$I_\gamma \leq 0.50$	100	100	98.93	90.56	60	86.2
$0.50 < I_\gamma \leq 0.60$	0	0	0.535	5.66	20	6.9
$0.60 < I_\gamma \leq 0.70$	0	0	0	1.89	20	0
$0.70 < I_\gamma \leq 1.00$	0	0	0.535	1.89	0	0
$I_\gamma > 1.00$	0	0	0	0	0	6.9
合计	100	100	100	100	100	100

表 3-3 通用硅酸盐水泥样品内照射指数累积百分比分布表

内照射指数 I_{Ra}	硅酸盐水泥占总数百分比 (%)		普通硅酸盐 水泥占总数 百分比 (%)	矿渣硅酸盐 水泥占总数 百分比 (%)	粉煤灰硅酸 盐水泥占总 数百分比 (%)	复合硅酸盐 水泥占总数 百分比 (%)
	I 型硅酸盐 水泥	II 型硅酸盐 水泥				
$I_{Ra} \leq 0.50$	100	100	99.47	96.22	80	86.2
$0.50 < I_{Ra} \leq 0.60$	100	100	99.47	96.22	100	93.1
$0.60 < I_{Ra} \leq 0.70$	100	100	99.47	98.11	100	93.1
$0.70 < I_{Ra} \leq 1.00$	100	100	99.47	100	100	93.1
$I_{Ra} > 1.00$	100	100	100	100	100	100
合计	100	100	100	100	100	100

表 3-4 通用硅酸盐水泥样品外照射指数累积百分比分布表

外照射指数 I_γ	硅酸盐水泥占总数百分比 (%)		普通硅酸盐水泥占总数百分比 (%)	矿渣硅酸盐水泥占总数百分比 (%)	粉煤灰硅酸盐水泥占总数百分比 (%)	复合硅酸盐水泥占总数百分比 (%)
	I 型硅酸盐水泥	II 型硅酸盐水泥				
$I_\gamma \leq 0.50$	100	100	98.93	90.56	60	86.2
$0.50 < I_\gamma \leq 0.60$	0	0	99.465	96.22	80	93.1
$0.60 < I_\gamma \leq 0.70$	0	0	99.465	98.11	100	93.1
$0.70 < I_\gamma \leq 1.00$	0	0	100	100	100	93.1
$I_\gamma > 1.00$	0	0	100	100	100	100
合计	100	100	100	100	100	100

表 3-5 通用硅酸盐水泥样品内照射指数累积百分比与内照射指数值的关系表

水泥种类		累计百分比达到 30% 的内照射指数	累计百分比达到 50% 的内照射指数	累计百分比达到 70% 的内照射指数	累计百分比达到 90% 的内照射指数
硅酸盐水泥	I 型硅酸盐水泥	0.25	0.25	0.28	0.28
	II 型硅酸盐水泥	0.15	0.18	0.20	0.27
普通硅酸盐水泥		0.17	0.20	0.24	0.31
矿渣硅酸盐水泥		0.23	0.29	0.34	0.40
粉煤灰硅酸盐水泥		0.28	0.32	0.34	0.59
复合硅酸盐水泥		0.26	0.29	0.44	0.56

表 3-6 通用硅酸盐水泥样品外照射指数累积百分比与外照射指数值的关系表

水泥种类		累计百分比达到 30% 的外照射指数	累计百分比达到 50% 的外照射指数	累计百分比达到 70% 的外照射指数	累计百分比达到 90% 的内照射指数
硅酸盐水泥	I 型硅酸盐水泥	0.28	0.29	0.29	0.29
	II 型硅酸盐水泥	0.23	0.26	0.27	0.31
普通硅酸盐水泥		0.27	0.29	0.32	0.40
矿渣硅酸盐水泥		0.34	0.39	0.42	0.5
粉煤灰硅酸盐水泥		0.38	0.48	0.51	0.65
复合硅酸盐水泥		0.35	0.41	0.44	0.55

从上述五种通用硅酸盐水泥样品的放射性指标分布情况来看，硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥和粉

煤灰硅酸盐水泥样品 100%满足《建筑材料放射性核素限量》(GB6566-2001)其产销与使用范围不受限制要求,即 $I_{Ra} \leq 1.0$ 和 $I_{\gamma} \leq 1.0$,普通硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥样品的满足该标准的样品数比例分别为 99.47%和 93.1%。从上述五种通用硅酸盐水泥样品放射性指标累积百分比与放射性指标的关系看,累计百分比达到 50%的水泥样品的内、外照射指数均小于 0.5;累计百分比达到 90%的水泥样品的内、外照射指数均小于 0.7。考虑到样品生产企业均为行业规模较大且产品质量稳定性好的企业,以及本标准的适用范围,即新型干法生产的各种通用硅酸盐水泥,为体现本标准的先进性,将放射性指标定为 $I_{Ra} \leq 0.7$ 和 $I_{\gamma} \leq 0.7$ 是较为合适的。

8.6 检测方法

(1) 技术内容中温室气体排放量指标按附录 A 规定的方法进行计算。

附录 A《水泥生产企业二氧化碳排放量计算方法》已做为国家标准在制定中,与本标准同步。

(2) 技术内容可溶性六价铬的检测按附录 B 中规定的方法进行。

附录 B《水泥中水溶性六价铬的测定》参考了《水泥试验方法—第 10 部分:水泥中水溶性六价铬含量的测定》(prEN196—10: 2006 英文版)。为了使标准适用于国内水泥企业,附录 B 的技术内容与 prEN196—10: 2006 标准的技术内容基本相同,只是将该标准中的 CEN 标准砂修改为 ISO 标准砂,将胶砂搅拌修改为按 GB/T17671-1999 中规定进行。

附录 B《水泥中水溶性六价铬的测定》做为国家标准由中国建材研究总院和国家水泥质量监督检验中心已完成到标准的送审稿阶段。

(3) 技术内容中放射性指标 (I_{Ra} 和 I_{γ}) 的检测按 GB 6566 中规定的方法进行。

相关指标和检测方法均采用《建筑材料放射性核素限量》(GB6566)规定的方法进行,对该引用标准不加年代号,如果该标准更新,则本标准的指标和检测方法均可采用新标准。