



中华人民共和国国家标准

GB 31893—20××

代替GB 31893—2015

水泥中水溶性铬（VI）的限量

Limit of the water-soluble chromium（VI）content for cement

（征求意见稿）

完成时间：2026 年 7 月

20××-××-××发布

20××-××-××实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替GB 31893-2015《水泥中水溶性铬（VI）的限量及测定方法》，与GB 31893-2015相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了标准范围（见第1章，2015年版的第1章）；
- b) 更改了指标要求（见第4章，2015年版的第3章）；
- c) 更改了检验形式（见第6章，2015版的第5章）；
- d) 增加了职业健康防护（见第7章）；
- e) 增加了标志（见第8章）；
- f) 更改了测试结果保留位数，增加了检出限（见A.2.2，2025年版的A.2.5）；
- g) 增加了样品组成的要求（见A.5.1，2015年版的A.5.1.1）；
- h) 增加了样品混合的环境要求（见A.5.2，2015年版的A.5.1.2）；
- i) 更改了过滤的要求（见A.5.3，2015年版的A.5.2）；
- j) 更改了试样溶液吸光度的测定要求（见A.6.2，2015年版的A.5.3）；
- k) 更改了计算公式的表示方法（见A.6.3，2015年版的A.6）；
- l) 增加了电感耦合等离子体发射光谱法（见A.7）；
- m) 更改了对允许差的要求（见A.8，2015年版的A.7）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文将由中华人民共和国工业和信息化部提出并归口。

本文件所代替文件的历次版本发布情况为：

——GB 31893-2015。

水泥中水溶性铬（VI）的限量

1 范围

本文件规定了通用硅酸盐水泥中水溶性铬（VI）的限量及测定方法。

本文件适用于通用硅酸盐水泥及其他指定使用本标准的水泥和胶凝材料。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 12573 水泥取样方法

GB/T 12806 实验室玻璃仪器 单标线容量瓶

GB/T 12807 实验室玻璃仪器 分度吸量管

GB/T 12808 实验室玻璃仪器 单标线吸量管

GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法（ISO法）

JC/T 681 行星式水泥胶砂搅拌机

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 指标要求

水泥中水溶性铬（VI）含量不大于5.0 mg/kg。

5 试验方法

水泥中水溶性铬（VI）的测定按附录A或附录B进行。当有争议时以基准法为准。

6 检验规则

6.1 检验形式

本文件所列指标要求为出厂检验项目。

6.2 检验结果的判定

检验结果符合第4章要求的为合格品。检验结果不符合第4章要求的为不合格品。

7 职业健康防护

应根据水泥中水溶性铬（VI）的含量，采取相应的防护措施。

表1 职业健康防护措施

水泥中水溶性铬（VI）的含量	防护措施
$\leq 2.0\text{mg/kg}$	作业过程应佩戴一般手套、穿着长袖工装，并佩戴自吸过滤式防颗粒物口罩。
$> 2.0\text{mg/kg}$ 且 $\leq 5.0\text{mg/kg}$	作业过程应佩戴橡胶手套、穿着劳保鞋与劳动防护服，并佩戴自吸过滤式防颗粒物口罩。

8 标志

水泥包装袋的标志除满足产品标准的要求外，还应标注防护措施。若使用还原剂，应标注储存条件及储存期限。

散装水泥发运时应提交与袋装标志相同内容的卡片。

附 录 A

(规范性)

二苯基碳酰二肼分光光度法(基准法)

A.1 水泥试样的制备

按GB/T 12573方法取样,送往实验室的样品应具有代表性和均匀性。用缩分器或用四分法缩分至约1000g待测试样,放入一个密封、洁净、干燥的容器中,充分混匀。所有操作尽可能迅速,以减少试样与空气的接触时间。

A.2 试验的基本要求

A.2.1 试验次数与要求

测定的试验次数规定为两次,两次结果的绝对差值在同一试验室允许差(见表A.2)内,用两次试验结果的平均值表示测定结果。

例行生产控制分析时,测定的试验次数可以为一次。

测定应同时进行空白试验,并对所测定结果加以校正。

A.2.2 质量、体积和结果的表示

用“克(g)”表示质量,溶出阶段精确至0.1g,分析阶段精确至0.0001g。用“毫升(mL)”表示体积。

测定结果以mg/kg计,保留小数点后一位。水泥中水溶性铬(VI)含量的检出限规定为0.3 mg/kg。

数值的修约按GB/T 8170进行。

A.2.3 空白试验

使用相同量的试剂和标准砂,不加入试样,按照相同的测定步骤进行试验,对得到的测定结果进行校正。

A.3 试剂和材料

除非另有说明外,所用试剂应不低于分析纯所用水应不低于GB/T 6682中规定的三级水的要求。

本文件使用的浓液体试剂的密度为20℃的密度(ρ)。

A.3.1 盐酸(HCl)

$\rho=1.18\text{ g/cm}^3\sim 1.19\text{ g/cm}^3$, 质量分数 36%~38%。

A. 3.2 盐酸1.0 mol/L

量取8.3mL盐酸稀释至100mL，混匀。

A. 3.3 盐酸0.04 mol/L

量取0.3mL盐酸稀释至100mL，混匀。

A. 3.4 丙酮（C₃H₆O）

$\rho=0.79\text{ g/cm}^3$ 。

A. 3.5 二苯基碳酰二肼[(C₆H₅NHNH)₂CO]溶液

称取0.125g二苯基碳酰二肼，用25mL丙酮（A.3.4）溶解，转移至50mL容量瓶中，用丙酮稀释至标线，摇匀，避光保存。此溶液的使用期限为一周。

A. 3.6 重铬酸钾（K₂Cr₂O₇，优级纯）

A. 3.7 铬标准溶液

A. 3.7.1 铬标准贮备液（50mg/L）

称取0.1414g已在（140±5）℃烘过2h的优级纯重铬酸钾（K₂Cr₂O₇）（A.3.6），精确至0.0001g，用少量水溶解后，转移至1000mL容量瓶中，用水稀释至标线，摇匀。此标准贮备液铬（VI）浓度为50mg/L。

也可使用市售有证标准溶液。

A. 3.7.2 铬标准溶液

吸取50.0mL铬标准贮备液（A.3.7.1）于500mL容量瓶中，用水稀释至标线，摇匀。

此标准溶液铬（VI）浓度为5mg/L，有效期一个月。

A. 3.7.3 工作曲线的绘制

移取5mg/L标准溶液（A.3.7.2）0mL、1.00mL、2.00mL、5.00mL、10.00mL和15.00mL分别放入50 mL容量瓶中，加水稀释至约20 mL，依次加入5.0mL二苯基碳酰二肼溶液（A.3.5）和5mL 0.04 mol/L盐酸（A.3.3），用水稀释至标线，摇匀。放置15min后，使用分光光度计（A.4.4），在540nm处测量溶液的吸光度，以吸光度为纵坐标，铬（VI）标准溶液的浓度（0mg/L，0.1mg/L，0.2mg/L，0.5mg/L，1.0mg/L，1.5mg/L）为横坐标，绘制工作曲线。

A. 3.8 标准砂

满足GB/T 17671要求的中国ISO标准砂。

A. 4 仪器装置

A. 4.1 天平

精确至0.1g。

A. 4. 2 分析天平

精确至0.0001g。

A. 4. 3 水泥胶砂搅拌机

应符合JC/T 681的要求。

A. 4. 4 分光光度计

可在540nm 处测量溶液的吸光度，带有10mm 比色皿。

A. 4. 5 单标线容量瓶、分度吸量管和单标线吸量管

符合GB/T 12806、GB/T 12807和GB/T 12808的规定。

A. 4. 6 移液枪

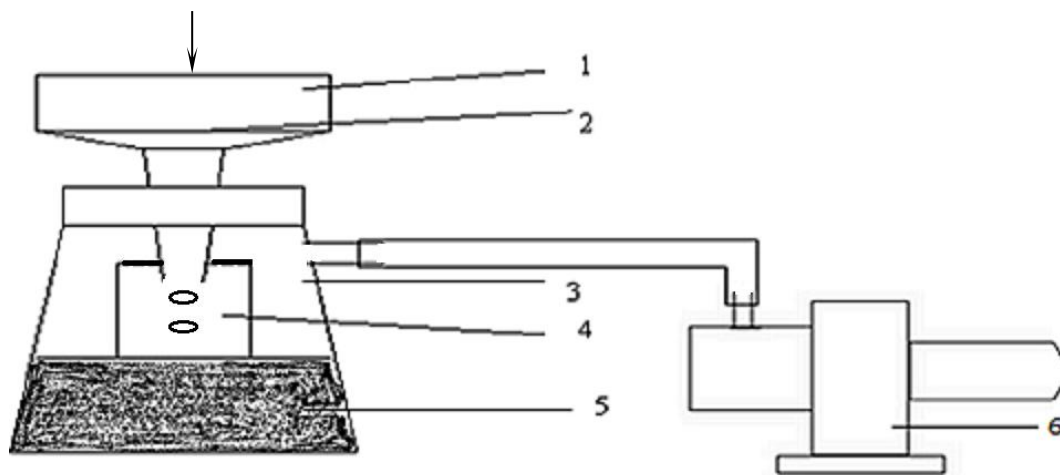
0-1000 μ L、1-10mL

A. 4. 7 pH计

精度不低于 ± 0.1 pH。

A. 4. 8 过滤装置

过滤装置由一个布氏漏斗（直径大于150mm），安装在一个1L~2L的抽滤瓶上，瓶底装入部分砂子，瓶内有一个放于砂床上盛接滤液的小烧杯，抽滤瓶与真空泵相连，见图A.1。



标引序号说明：

1——布氏漏斗；

2——滤纸；

3——抽滤瓶；

4——盛接滤液的小烧杯；

5——砂子；

6——真空泵。

图 A.1 过滤装置示意图

A.4.9 滤纸

中速定量滤纸，直径应与选择的布氏漏斗配套。

A.4.10 干燥箱

可控制温度 $(140 \pm 5)^\circ\text{C}$ 。

A.5 样品的制备

A.5.1 样品的组成

试验前水泥样品应通过0.9mm方孔筛并充分混匀。

样品是由按质量计的一份水泥、三份中国ISO标准砂。用0.5的水灰比拌制的一组胶砂。制备一组样品需 (450 ± 2) g水泥 (m)， (1350 ± 5) g标准砂， (225 ± 1) g或 (225 ± 1) mL水 (V_1)。

若待测水泥样品为快凝水泥，水灰比为0.50的胶砂在分析时不能充分过滤时，允许提高水灰比，直至可以充分过滤 (A.5.3)。水灰比应在报告中注明。

A.5.2 样品的混合

试验前将水泥样品、试验用水和中国ISO标准砂在实验室温度 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 下恒温2h以上，胶砂搅拌和抽滤时的实验室温度应保持在 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 。用天平 (A.4.1) 称取水泥和水，当水以体积加入时，精确至1mL。将每份胶砂用水泥胶砂搅拌机 (A.4.3) 按照自动程序进行搅拌，也可以采用手动方式搅拌，步骤按以下要求控制。搅拌步骤如下：

- a) 将水放入干燥的搅拌锅后加入水泥；
- b) 立即打开搅拌机同时开始计时，低速搅拌 30s，在第二个 30s 开始的同时均匀加入标准砂，再继续高速搅拌 30s；
- c) 停止搅拌 90s。在停止过程的前 30s 内，用一个橡胶或塑料棒将粘附于叶片和锅壁上的砂浆刮到锅中间；
- d) 继续高速搅拌 60s；
- e) 各个搅拌阶段，时间误差应在 ± 1 s 以内。

A.5.3 过滤

每次使用时，确保过滤装置 (A.4.8) 所用的抽滤瓶、布氏漏斗、滤纸和小烧杯是干燥的。安装好布氏漏斗，放好滤纸 (A.4.9)，不要事先润湿滤纸，将水泥砂浆倒入过滤装置的布氏漏斗中，打开真空泵，在抽气10min内得到10mL~20mL滤液，立即停止过滤，不应超过20mL滤液。

如果滤液浑浊，可干过滤一遍或采用离心分离机分离过滤。

A.6 水泥中水溶性铬（VI）的测定——二苯基碳酰二肼分光光度法（基准法）

A.6.1 方法提要

将水泥试样、标准砂和水搅拌成水泥胶砂，过滤。滤液中加入二苯基碳酰二肼，调整酸度、显色，在540nm处测定溶液的吸光度，在工作曲线上查得溶液中铬（VI）浓度 c 。

A.6.2 试样溶液吸光度的测定

将过滤后的滤液搅匀，根据水泥中水溶性铬（VI）的含量范围，按表A.1吸取一定量体积（ V_2 ）的滤液（A.5.3）或稀释定容后的溶液放入100mL烧杯中。水泥中水溶性铬（VI）的含量范围需要进行预测。加水稀释至20mL，加入5.0mL二苯基碳酰二肼溶液（A.3.5）摇动后，立即在pH计（A.4.7）指示下用1.0mol/L盐酸（A.3.2）调节溶液的pH值在2.1~2.5之间，移入50mL容量瓶（ V_3 ）中，用水稀释至刻度，摇匀。放置15min后，使用分光光度计，在540nm处测量溶液的吸光度，并扣除空白试验（A.2.3）的吸光度在工作曲线（A.3.7.3）上查出铬（VI）的浓度（ c ），单位为mg/L。

表A.1 吸取待测滤液或稀释定容后溶液的体积

水溶性铬（VI）含量 范围/（mg/kg）	吸取滤液的体积 （ V_2 ）/mL	移取稀释液的体积 /mL	滤液的稀释体 积比（ n ）
$w \leq 5.0$	吸取滤液5.00	/	1
$5.0 < w \leq 15.0$	吸取滤液2.00	/	
$15.0 < w \leq 30.0$	吸取10.00mL滤液	10.00	10
$30.0 < w \leq 60.0$	定容至100mL容量瓶	5.00	20
$w > 60.0$	适当增大滤液的稀释倍数。		

A.6.3 结果计算和处理

水泥中水溶性铬（VI）的含量（ w ）按（A.1）计算：

$$w = c \times \frac{V_3}{V_2} \times \frac{V_1}{m} \times n \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

w ——水泥中水溶性铬（VI）的含量；单位毫克每千克（mg/kg）；

c ——从工作曲线上查得铬（VI）的浓度，单位毫克每升（mg/L）；

V_1 ——胶砂中水的体积，单位毫升（mL）；

V_2 ——滤液的体积，单位毫升（mL）；

V_3 ——容量瓶的体积，单位毫升（mL）；

m ——胶砂中水泥的质量，单位克（g）；

n ——是滤液的稀释体积比；

$\frac{V_1}{m}$ ——水泥胶砂的水灰比，通常为0.50，具体参考A.5.1。

A.7 允许差

本文件所列允许差均为绝对偏差。

同一试验室的允许差是指：同一分析试验室同一分析人员（或两个分析人员），采用本文件所列方法分析同一试样时，两次分析结果应符合允许差（见表A.2）规定。如超出允许范围，应在短时间内进行第三次测定（或第三者的测定），测定结果与前两次或任一次分析结果之差值符合允许差规定时，则取其平均值，否则，应查找原因，重新按上述规定进行分析。

不同试验室的允许差是指：两个试验室采用本文件所列方法对同一试样各自进行分析时，所得分析结果的平均值之差应符合允许差（见表A.2）规定。

分光光度法测定结果的允许差分别见表A.2。

表A.2 水溶性铬（VI）的测定结果的允许差

水溶性铬（VI）含量范围/（mg/kg）	同一试验室允许差/（mg/kg）	不同试验室允许差/（mg/kg）
$w \leq 5$	0.5	1.0
$5.0 < w \leq 15.0$	1.0	1.5
$15.0 < w \leq 30.0$	1.5	2.0
$30.0 < w \leq 60.0$	2.0	3.5
$w > 60.0$	3.5	5.0

附 录 B

(规范性)

电感耦合等离子体发射光谱法 (ICP-OES) (代用法)

B.1 水泥试样的制备

按GB/T 12573方法取样,送往实验室的样品应具有代表性和均匀性。用缩分器或用四分法缩分至约1000g待测试样,放入一个密封、洁净、干燥的容器中,充分混匀。所有操作尽可能迅速,以减少试样与空气的接触时间。

B.2 试验的基本要求

B.2.1 试验次数与要求

测定的试验次数规定为两次,两次结果的绝对差值在同一试验室允许差(见表A.1)内,用两次试验结果的平均值表示测定结果。

例行生产控制分析时,测定的试验次数可以为一次。

测定应同时进行空白试验,并对所测定结果加以校正。

B.2.2 质量、体积和结果的表示

用“克(g)”表示质量,溶出阶段精确至0.1g,分析阶段精确至0.0001g。用“毫升(mL)”表示体积。

测定结果以mg/kg计,保留小数点后一位。水泥中水溶性铬(VI)含量的检出限规定为0.3 mg/kg。

数值的修约按GB/T 8170进行。

B.2.3 空白试验

使用相同量的试剂和标准砂,不加入试样,按照相同的测定步骤进行试验,对得到的测定结果进行校正。

B.3 试剂和材料

除非另有说明外,所用试剂应不低于优级纯,所用水应不低于GB/T 6682中规定的二级水的要求。

本文件使用的浓液体试剂的密度为20℃的密度(ρ)。

B.3.1 盐酸(HCl)

$\rho=1.18\text{ g/cm}^3\sim 1.19\text{ g/cm}^3$, 质量分数 36%~38%。

B.3.2 盐酸（1+1）

1份体积的盐酸（B.3.1）与1份体积的水相混合。

B.3.3 盐酸1.0 mol/L

量取8.3mL盐酸稀释至100mL，混匀。

B.3.4 重铬酸钾（K₂Cr₂O₇，优级纯）

B.3.5 铬标准溶液

B.3.5.1 铬标准贮备液（50mg/L）

称取0.1414g已在（140±5）℃烘过2h的优级纯重铬酸钾（K₂Cr₂O₇）（B.3.4），精确至0.0001g，用少量水溶解后，转移至1000mL容量瓶中，用水稀释至标线，摇匀。此标准贮备液铬（VI）浓度为50mg/L。

也可使用市售有证标准溶液。

B.3.5.2 铬标准溶液

吸取50.0mL铬标准贮备液（B.3.5.1）于500mL容量瓶中，用水稀释至标线，摇匀。

此标准溶液铬（VI）浓度为5mg/L，有效期一个月。

B.3.5.3 工作曲线的绘制

吸取铬标准贮备液（B.3.5.1）0mL、1.00mL、2.00mL、4.00 mL、10.00mL分别放入100mL容量瓶中，加入3mL盐酸（1+1），用水稀释至标线，摇匀。吸取铬标准溶液（B.3.5.2）2.00mL放入100mL容量瓶中，加入3mL盐酸（1+1），用水稀释至标线，摇匀。配制成0mg/L，0.1mg/L，0.5mg/L，1.0mg/L，2.0mg/L，5.0mg/L系列标准溶液。也可使用市售有证标准溶液逐级稀释。工作曲线的浓度范围可根据测定实际需要进行调整。

将电感耦合等离子体发射光谱仪（B.4.9）调节至最佳工作状态，根据使用的仪器型号，选择适当的工作参数（如功率，观察高度，清洗时间等），推荐使用波长267.7nm，测定溶液铬元素的发射光谱强度。用发射光谱强度作为相对应的铬标准溶液浓度的函数绘制工作曲线。

B.3.6 标准砂

满足GB/T 17671要求的中国ISO标准砂。

B.4 仪器装置

B.4.1 天平

精确至0.1g。

B.4.2 分析天平

精确至0.0001g。

B.4.3 水泥胶砂搅拌机

应符合JC/T 681的要求。

B.4.4 单标线容量瓶、分度吸量管和单标线吸量管

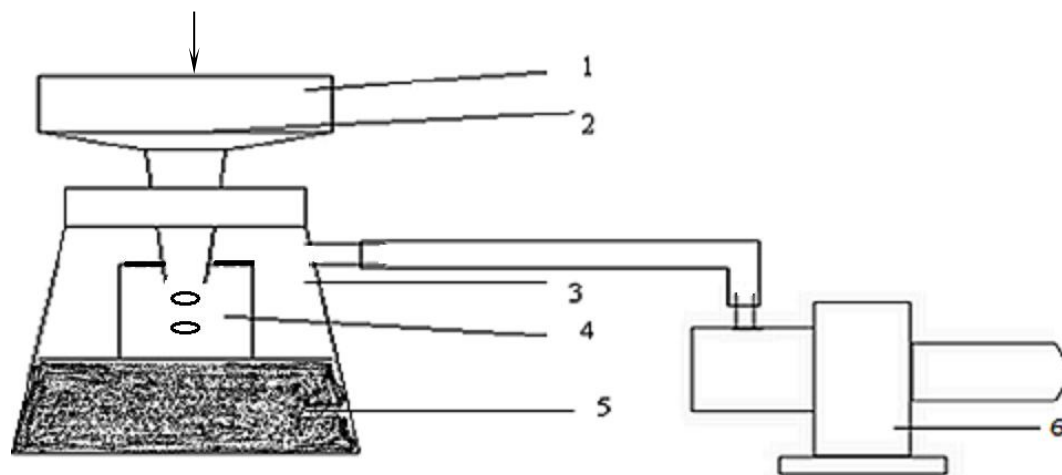
符合GB/T 12806、GB/T 12807和GB/T 12808的规定。

B.4.5 移液枪

0-1000 μ L、1-10mL

B.4.6 过滤装置

过滤装置由一个布氏漏斗（直径大于150mm），安装在一个1L~2L的抽滤瓶上，瓶底装入部分砂子，瓶内有一个放于砂床上盛接滤液的小烧杯，抽滤瓶与真空泵相连，见图B.1。



标引序号说明：

1——布氏漏斗；

2——滤纸；

3——抽滤瓶；

4——盛接滤液的小烧杯；

5——砂子；

6——真空泵。

图 B.1 过滤装置示意图

B.4.7 滤纸

中速定量滤纸，直径应与选择的布氏漏斗配套。

B.4.8 干燥箱

可控制温度（140±5）℃。

B.4.9 电感耦合等离子体发射光谱仪

B.5 样品的制备

B.5.1 样品的组成

试验前水泥样品应通过0.9mm方孔筛并充分混匀。

样品是由按质量计的一份水泥、三份中国ISO标准砂。用0.5的水灰比拌制的一组胶砂。制备一组样品需 (450 ± 2) g水泥(m)， (1350 ± 5) g标准砂， (225 ± 1) g或 (225 ± 1) mL水(V_1)。

若待测水泥样品为快凝水泥，水灰比为0.50的胶砂在分析时不能充分过滤时，允许提高水灰比，直至可以充分过滤(B.5.3)。水灰比应在报告中注明。

B.5.2 样品的混合

试验前将水泥样品、试验用水和中国ISO标准砂在实验室温度 (20 ± 2) °C下恒温2h以上，胶砂搅拌和抽滤时的实验室温度应保持在 (20 ± 2) °C。用天平(B.4.1)称取水泥和水，当水以体积加入时，精确至1mL。将每份胶砂用水泥胶砂搅拌机(B.4.3)按照自动程序进行搅拌，也可以采用手动方式搅拌，步骤按以下要求控制。搅拌步骤如下：

- a) 将水放入干燥的搅拌锅后加入水泥；
- b) 立即打开搅拌机同时开始计时，低速搅拌 30s，在第二个 30s 开始的同时均匀的加入标准砂，再继续高速搅拌 30s；
- c) 停止搅拌 90s。在停止过程的前 30s 内，用一个橡胶或塑料棒将粘附于叶片和锅壁上的砂浆刮到锅中间；
- d) 继续高速搅拌 60s；
- e) 各个搅拌阶段，时间误差应在 ± 1 s 以内。

B.5.3 过滤

每次使用时，确保过滤装置(B.4.6)所用的抽滤瓶、布氏漏斗、滤纸和小烧杯是干燥的。安装好布氏漏斗，放好滤纸(B.4.7)，不要事先润湿滤纸，将水泥砂浆倒入过滤装置的布氏漏斗中，打开真空泵，在抽气10min内得到10mL~20mL滤液，立即停止过滤，不应超过20mL滤液。

如果滤液浑浊，可干过滤一遍或采用离心分离机分离过滤。

B.6 水泥中水溶性铬(VI)的测定——电感耦合等离子体发射光谱法(ICP-OES)(代用法)

B.6.1 方法提要

将水泥试样、标准砂和水搅拌成水泥胶砂，过滤。滤液经ICP-OES检测，铬元素的原子在激发或电离时可发射出特征光谱，测定待测元素的发射光谱强度。特征光谱的强弱与试样中原子浓度有关，通过与标准溶液相对应的元素光谱强度进行比较，定量测定试样中水溶性铬（VI）的含量。

该检测方法测定结果为总铬含量，不受铬元素存在形态影响。结合水泥生产特性，产品中水溶性铬主要以铬（VI）形态存在，因此在大多数情况下，总水溶性铬的测定结果可有效反映铬（VI）含量。因此可采用本方法对水泥中水溶性铬（VI）含量进行保守评估。

B.6.2 试样溶液吸光度的测定

在过滤后，吸取5.0mL（ V_4 ）滤液（B.5.3）放入100mL烧杯中，加水稀释至20mL，加入2mL1.0mol/L盐酸（B.3.3），将溶液转移至50mL容量瓶中（ V_5 ），用水稀释至标线，摇匀待测。在与（B.3.5.3）相同的仪器条件下，对空白溶液和试样溶液进行测定，在工作曲线上求出空白溶液铬（VI）的浓度（ c_0 ）和试样溶液中铬（VI）的浓度（ c ），单位为mg/L。

B.6.3 结果计算和处理

水泥中水溶性铬（VI）的含量（ w ）按（B.1）计算：

$$w = (c - c_0) \times \frac{V_5}{V_4} \times \frac{V_1}{m} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

w ——水泥中水溶性铬（VI）的含量；单位毫克每千克（mg/kg）；

c ——从工作曲线上查得试样溶液中铬（VI）的浓度，单位毫克每升（mg/L）；

c_0 ——从工作曲线上查得空白溶液中铬（VI）的浓度，单位毫克每升（mg/L）；

V_1 ——胶砂中水的体积，单位毫升（mL）；

V_4 ——滤液的体积，单位毫升（mL）；

V_5 ——容量瓶的体积，单位毫升（mL）；

m ——胶砂中水泥的质量，单位克（g）；

$\frac{V_5}{V_4}$ ——待测滤液的稀释倍数；

$\frac{V_1}{m}$ ——水泥胶砂的水灰比，通常为0.50，具体参考B.5.1。

B.7 允许差

本文件所列允许差均为绝对偏差。

同一试验室的允许差是指：同一分析试验室同一分析人员（或两个分析人员），采用本文件所列方法分析同一试样时，两次分析结果应符合允许差（见表B.1）规定。如超出允许范围，应在短时间内进行第三次测定（或第三者的测定），测定结果与前两次或任一次分析结果之差值符合允许差规定时，则取其平均值，否则，应查找原因，重新按上述规定进行分析。

不同试验室的允许差是指：两个试验室采用本文件所列方法对同一试样各自进行分析时，所得分析结果的平均值之差应符合允许差（见表B.1）规定。

电感耦合等离子体发射光谱法测定结果的允许差见表B.1。

表B.1 水溶性铬（VI）的测定结果的允许差

水溶性铬（VI）含量范围/（mg/kg）	同一试验室允许差/（mg/kg）	不同试验室允许差/（mg/kg）
$w \leq 5$	0.5	1.0
$5.0 < w \leq 15.0$	1.0	1.5
$15.0 < w \leq 30.0$	1.5	2.0
$30.0 < w \leq 60.0$	2.0	3.5
$w > 60.0$	3.5	5.0

GB 31893-20XX
《水泥中水溶性铬（VI）的限量》
国家标准修订编制说明
（征求意见稿）

《水泥中水溶性铬（VI）的限量》国家标准修订工作组

2026 年 5 月

国家强制性标准 GB 31893-20XX《水泥中水溶性铬（VI）的 限量》（征求意见稿）编制说明

一、工作简况：包括任务来源及其所在单位、起草过程等

1.1 任务来源

本标准依据国标委发〔2025〕77号文《国家标准委关于下达〈车用动力电池拆解破碎安全要求〉等18项强制性国家标准制修订计划和相关标准外文版计划的通知》，对GB 31893-2015《水泥中水溶性铬（VI）的限量及测定方法》进行修订，修订项目计划号为20256773-Q-339。依据计划，该标准由中国国检测试控股集团股份有限公司承担修订工作，本标准由全国水泥标准化技术委员会（SAC/TC184）归口。

1.2 背景和意义

水泥作为建筑工程核心原材料，其质量安全直接关系到人体健康与生态环境。铬（VI）具有强氧化性和毒性，易溶于水，水泥中的水溶性铬（VI）对人体的危害主要体现在**皮肤接触**上。当建筑工人或使用者在**搅拌、接触湿水泥**时，水溶性铬（VI）会迅速溶解在汗液或体液中，渗透皮肤，导致过敏性接触性皮炎（俗称“水泥湿疹”）。另外，长期吸入或接触铬（VI）化合物，还可能造成遗传性基因缺陷，甚至致癌（虽然主要是针对粉尘吸入）。欧洲曾有大量建筑工人因长期接触高铬水泥导致严重的皮肤溃疡甚至丧失劳动能力。1950年，瑞士的 Jeeger 和 Pelloni 研究发现，水泥操作工经常出现的皮疹与铬酸盐过敏有关，从而引起了国外对硅酸盐水泥中含铬问题的高度关注以及对因水泥中水溶性铬（VI）导致的水泥过敏性接触皮疹问题的高度重视。经抽样调查研究得出结论：若能将水泥中的水溶性六价铬降至 2 ppm（即 2 mg/kg）以下，便能基本不再引发水泥湿疹。北欧国家丹麦在 1983 年率先立法限定水泥中六价铬不超过 2 ppm。北欧国家丹麦在 1983 年率先立法限定水泥中六价铬不超过 2 ppm，结果证明，该国建筑工人的接触性皮炎发病率从 1981 年的 8.9% 骤降至 1987 年的 1.3%。这种显著的社会效益推动了欧盟乃至全球的立法进程。欧盟在 2003 年 6 月通过了一项指令（Directive 2003/53/EC），对含有较高水溶性六价铬的水泥及水泥制品的出售和使用做了严格规定。该指令于 2005 年 1 月 17 日由欧盟危害健康物质管制法正式

发布生效，规定水泥中水溶性铬（VI）的含量不得高于 2mg/kg。欧洲标准 EN197-1:2011 ND.2.2.1 规定水泥中水溶性铬（VI）限量指标执行欧盟 REACH 法规的条款，检测方法为 EN 196-10:2016《水泥试验方法 第 10 部分：水泥中水溶性铬（VI）含量的测定》。

中国作为水泥生产大国，2005 年之前行业内对其危害的认识及相关标准仍属空白。2015 年 9 月 11 日发布我国国家标准 GB 31893-2015《水泥中水溶性铬（VI）的限量及测定方法》，首次明确我国水泥中水溶性铬（VI）限量值为不大于 10.00mg/kg。检测方法主要参考了 EN 196-10:2006《水泥中水溶性铬（VI）含量的测定》，采用二苯碳酰二肼分光光度法进行测定。2020 年 12 月 24 日发布并实施了 GB31893-2015 的第 1 号修改单，对分取溶液体积、稀释定容溶液体积、重复性限和再现性限进行了修订，进一步保证了测定结果的准确性、科学性和实用性。该标准实施以来，在我国建材质检机构和水泥企业得到广泛应用，对降低我国水泥行业六价铬的污染发挥了重要作用，有效遏制了高铬水泥产品的流通，推动了水泥行业绿色转型。随着国内环保监管持续加严、水泥行业管控力度加大，加之企业主体责任落实与公众健康认知不断提升，我国水泥产品水溶性铬（VI）抽检合格率逐年稳步提高。但在水泥生产、转运及现场使用全流程中，针对水溶性铬（VI）的职业健康防护要求仍存在缺失，本次修订新增相关职业防护措施，进一步完善安全管控体系。

1.3 主要工作过程

2022 年 4 月，中国建筑材料联合会发布关于上报强制性国家标准《水泥中水溶性铬（VI）的限量》修订计划的函（标准部函〔2022〕23 号），拟对 GB 31893-2015 进行修订，中国国检测试控股集团股份有限公司初步建立了标准修订项目组并开展相关工作。项目组对国内外铬（VI）标准规范情况进行深入调研，包括国内外水泥中铬（VI）限值相关要求、防护措施，国内其他建材中铬限值相关要求、防护措施。

2022 年～2025 年，项目组对我国水泥企业的水泥中水溶性铬（VI）现状、控制方法、标准（含第一号修改单）使用情况进行了调研，并对我国各地水泥中水溶性铬（VI）的含量，原材料中铬的含量，降铬剂种类、使用情况、使用效果等进行了研究，并对电感耦合等离子体发射光谱仪测定水泥中水溶性铬（VI）开

展方法研究。

2025 年 12 月国标委发〔2025〕77 号文《国家标准委关于下达《车用动力电池拆解破碎安全要求》等 18 项强制性国家标准制修订计划和相关标准外文版计划的通知》，对 GB 31893-2015《水泥中水溶性铬（VI）的限量及测定方法》进行修订，修订项目计划号为 20256773-Q-339。依据计划，该标准由中国国检测试控股集团股份有限公司承担，本标准由全国水泥标准化技术委员会（SAC/TC184）归口。

2026 年 1 月 20 日，起草组向中国建筑材料联合会提交了征求意见材料和对外通报材料。

2026 年 2 月 11 日，组织 GB 31893《水泥中水溶性铬（VI）的限量》国家标准内部专家研讨会。

2026 年 2 月 28 日第二次提交了征求意见材料。

2026 年 4 月 9 日编制组组织召开了 GB 31893《水泥中水溶性铬(VI)的限量》标准修订研讨会。参加会议的有全国水泥标委会、水泥企业、检验检测机构及相关单位的 35 名代表。

2026 年 4 月 30 日，工信部原材料工业司组织召开了 GB 31893《水泥中水溶性铬(VI)的限量》标准修订研讨会。参加会议的有中国建筑材料联合会、中国水泥协会、全国水泥标委会、8 个水泥企业代表。

二、编制原则、强制性国家标准主要技术要求的依据（包括验证报告、统计数据等）及理由

2.1 编制原则

格式方面，本文件按照 GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构与起草规则》的规定起草。

科学性方面，以科学研究数据和验证试验结果为支撑，结合水泥行业生产实际，合理设定职业健康防护措施，优化检测方法，确保标准技术内容的科学性和可靠性。

实用性方面，充分考虑我国水泥企业的生产工艺水平、我国原材料情况、检测能力及产业承受能力，兼顾健康保护与行业可持续发展，便于企业执行和监管

部门实施监督。

2.2 主要技术要求的依据（包括验证报告、统计数据等）及理由

本次修订与 GB 31893-2015 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

2.2.1 更改了标准名称，由《水泥中水溶性铬（VI）的限量及测定方法》更改为《水泥中水溶性铬（VI）的限量》。

说明及依据：原标准名称《水泥中水溶性铬（VI）的限量及测定方法》在实际应用和体系归类中，与同类强制性标准的命名惯例存在不一致、不协调之处。为强化标准体系的统一性和规范性，使标准名称更准确地反映其核心内容和强制性属性，拟将本标准名称修订为《水泥中水溶性铬（VI）的限量》。

2.2.2 更改了标准范围，适用范围由适用于通用硅酸盐水泥更改为适用于通用硅酸盐水泥及其他指定使用本标准的水泥及胶凝材料。

说明及依据：GB/T 31832-2025《砌筑水泥》、GB/T 13590-2020《钢渣矿渣硅酸盐水泥》、GB/T 42531-2023《低热矿渣硅酸盐水泥》、GB/T 200-2025《中热硅酸盐水泥、低热硅酸盐水泥》、GB/T 31545-2025《核电工程用酸盐水泥》、JC/T 1099-2023《硫铝酸钙改性硅酸盐水泥》等标准中关于水泥水溶性六价铬的技术要求，均直接引用 GB 31893《水泥中水溶性铬（VI）的限量》，GB/T 40376-2021《室内装修用水泥基胶结料》中关于水溶性铬（VI）测定方法直接引用 GB 31893《水泥中水溶性铬（VI）的限量》中测定方法，故同步扩大本标准适用范围。

2.2.3 更改了指标要求，水泥中水溶性铬（VI）含量由不大于 10.0mg/kg 更改为不大于 5.0 mg/kg。

说明及依据：限值的调整需综合考虑我国产业现状与实际国情，限值需科学合理、切实可行，与我国当前发展阶段相适应。

水泥产品特性与产业布局特点 水泥属于典型“短腿”产品，受运输半径、物流成本约束较强，难以实现跨区域大规模、长距离调配，因此在全国各省、自治区、直辖市均有产能布局，形成遍地开花，就地生产、就近供应的产业格局。这种分散化布局决定了水泥产业发展与区域基建投资、经济建设高度绑定，产能规模、供需关系均具有显著的区域属性。

各区域水泥产业发展趋势 综合经济形势、各地发展规划及 2025 年运行数据，

未来全国水泥行业将呈现需求总体偏弱、区域持续分化的特征，产量、基建、GDP 增长三者同频共振。

我国水泥降铬技术主要包括原材料管控、工艺调控与末端还原。

1) 原材料管控可行性

(1) 石灰石

石灰石是水泥生产的最主要原料（占生料配比 75%-85%），其自身的铬含量是决定最终产品中水溶性铬(VI)浓度的基础性因素。

根据法国胶凝材料协会调研数据，法国地区水泥生产所用石灰石铬含量为 2 mg/kg - 20 mg/kg。根据编制组调研回收的有效数据显示，我国石灰石中铬含量有 80%超过法国地区石灰石铬含量最高值，且地域本底差异显著。

(2) 铁质校正材料

我国铁矿石资源总体丰富，但分布极不均衡，普遍存在贫矿多、富矿少的难题，整体呈现“北富南贫、西多东少”的格局，其中辽宁、河北、内蒙古、安徽、四川等地储量较为丰富。在水泥生产过程中，作为铁质校正原料的铁矿石价格偏高，且部分地区存在资源匮乏的问题，因此各类工业废渣（钢渣、铜渣、铁尾矿、硫铁渣、铅锌渣等）常被用作铁质校正原料。

根据法国胶凝材料协会调研数据，法国地区水泥生产所用铁质原料中铬含量 50 mg/kg-100 mg/kg。编制组调研数据显示，我国钢渣、硫铁渣等铁质校正材料中总铬含量 100 mg/kg-3500 mg/kg，500mg/kg 以上占比约 50%，其在高温煅烧过程中易被氧化为六价铬，是水泥中水溶性铬（VI）的重要来源。若采用更换低铬材料的方式控制水溶性铬（VI），将限制钢渣、铜渣、铅锌渣等各类含铬固废在水泥生产中的资源化利用，进而造成固废大量堆存，引发环境风险转移。

综合来看，我国石灰石及铁质校正原料的总铬本底含量整体显著高于欧洲，且地域分布不均，尤其以西北、西南为典型，若指标与欧洲一致将导致低铬合规原料供给紧张，企业无原材料可用。

2) 工艺控制可行性

从耐火材料选用、粉磨系统管控及烧成工艺优化三方面，可减少水泥中水溶性铬（VI）的产生。

(1) 耐火材料

耐火材料是水泥窑系统水溶性铬（VI）的重要来源，传统镁铬质耐火材料在高温氧化、高碱工况下，三价铬会转化为水溶性铬（VI）并随熟料溶出。为满足水溶性铬（VI）不大于 10mg/kg 的限量要求，国内多数水泥企业已完成无铬砖替换，进一步通过该途径降低水溶性铬（VI）的空间已十分有限。

（2）粉磨系统

在水泥原料及熟料破碎、粉磨过程中，含铬设备与介质的磨损会引入铬元素；经高温煅烧或粉磨温升，少量三价铬会转化为六价铬。该过程对水泥中水溶性铬（VI）含量影响微弱，因此通过优化、调整粉磨系统工艺参数，难以有效降低水泥中水溶性铬（VI）水平，管控效果十分有限。

（3）烧成工艺

现有熟料工艺调整手段，包括提高熟料饱和比、控制碱含量与硫碱比、营造窑内弱还原气氛、提高烧成温度等，虽能一定程度降低铬转化率，但普遍存在“降铬效果有限、代价巨大、系统性风险高”的问题，部分措施甚至会严重影响产品质量，如游离氧化钙超标，严重时影响水泥安定性，难以作为规模化、常态化的降铬路径。

3）降铬剂可行性

降铬剂是当前水泥行业控制水溶性铬（VI）最直接、应用最普遍的技术手段。目前降铬剂主要有亚铁系（如硫酸亚铁）、亚锡系与铈系。亚铁系（如硫酸亚铁）应用最广，短期降铬效果明显，但产品在水泥中易氧化失效，保质期短（约 3 个月）；亚锡系与铈系虽降铬效果相对持久（保质期 6-12 个月），但价格较高。

现有降铬剂技术可实现短期降铬，但增加企业生产成本，目前我国降铬剂尚无国家及行业产品标准，在长效稳定性、环境安全性与工程安全风险防控方面存在明显短板，难以支撑高标准、长周期、全覆盖的管控要求。同时，现有降铬剂产品还可能对混凝土及下游制品产生次生危害，例如掺加降铬剂的水泥所配制的腻子粉出现泛红、混凝土表面产生红色斑点等问题。

综合来看，我国水泥行业现有降铬技术中，原材料管控受地域矿产本底差异及成本、固废资源化利用限制，可行性较低；工艺控制各途径（耐火材料替换、粉磨系统优化、烧成工艺调整）均存在降铬空间有限、影响产品质量等问题，难以作为规模化降铬路径；降铬剂虽为当前应用最普遍的直接降铬手段，能实现短

期降铬目标，但存在产品无标准、长效性不足、环境及工程安全隐患等短板，无法支撑高标准、长周期的全覆盖管控需求，现有降铬技术体系仍需进一步完善。

数据统计分析

国家水泥质量检验检测中心自 2015 年起已连续十年在全国范围内采集水泥样本进行水溶性铬（VI）含量测定。2015 年中心采集的样本中水溶性铬（VI）含量不符合 GB 31893-2015《水泥中水溶性铬（VI）的限量及测定方法》规定限值的高达 20.00%。随着我国监管部门和水泥生产企业对水溶性铬（VI）重视程度的不断提高，超标情况逐步好转，2020 年不合格率大幅下降，为 1.24%。2020 年—2023 年的不合格率依旧保持了较低的水平。2024 年不合格率为 0.34%，为历年最低水平。

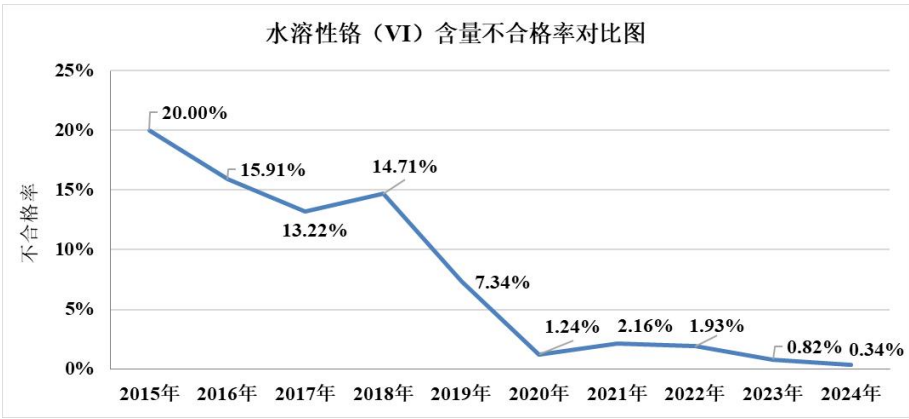


图 2 2015 年—2024 年度水泥中水溶性铬（VI）不合格率统计图

从监测结果可以清晰地看出，风险监测中样品合格率呈现逐年稳步攀升的良好趋势。特别是近几年监测数据显示，全国水泥中水溶性铬（VI）含量的整体平均值已稳定控制在 5.0 mg/kg 以下，表明我国水泥中水溶性铬（VI）管控水平持续提升，质量安全状况总体向好。其主要原因可归纳为三方面：一是水泥生产企业逐步替换原有含铬耐火材料，从生产环节源头减少铬的引入；二是企业加强对原材料的筛选与管控，严格控制各类原材料中铬的本底含量，降低外源铬带入风险；三是部分企业采用降铬剂等技术手段，有效降低水泥中水溶性铬（VI）含量。在源头控制、过程管控与技术改良的协同作用下，水泥产品合格率实现持续提升。

项目组统计了 3300 余组各类监督抽查数据，包括国家监督抽查、省级监督抽查。数据表明监督抽查中约 22% 的水泥达不到 5.0mg/kg 的要求。

目前水泥中水溶性铬（VI）含量控制在 5.0 mg/kg 以下的产品占比约 70%，这一水平已是生产企业在源头管控、工艺优化等方面付出大量努力后取得的成效。

尽管企业已采取严格控制原材料品质、更换无铬耐火材料、改造粉磨系统、投加降铬剂、优化生产工艺及强化全过程质量管控等多项技术措施，但要稳定、全面地满足 5.0mg/kg 这一限量要求，对多数企业而言仍存在较大难度，亟须行业在工艺装备水平、原材料准入与管控能力等方面实现整体提升。若在此基础上进一步收紧限量指标，对于部分重点基建发展区域的生产企业而言，实施难度将更为突出，其核心制约因素在于当地可利用的原材料资源禀赋有限、原料铬本底含量偏高且替代原料选择空间不足，导致源头降铬空间受限。综合考虑我国产业现状与实际国情，将水泥中水溶性铬（VI）限量设定为不高于 5.0 mg/kg，该限值科学合理、切实可行，与我国当前发展阶段相适应。

2.2.4 增加了职业健康防护和标志。

根据水泥中水溶性铬（VI）的含量，采取相应的防护措施。

表1 职业健康防护措施

水泥中水溶性铬（VI）的含量	防护措施
≤2.0mg/kg	作业过程应佩戴一般手套、穿着长袖工装，并佩戴自吸过滤式防颗粒物口罩。
>2.0mg/kg且≤5.0mg/kg	作业过程应佩戴橡胶手套、穿着劳保鞋与劳动防护服，并佩戴自吸过滤式防颗粒物口罩。

水泥包装袋的标志除满足 GB 175 和 GB/T 3183 的要求外，还应标注防护措施。若使用还原剂，应标注储存条件及储存期限。

散装水泥发运时应提交与袋装标志相同内容的卡片。

说明及依据：国际层面美国、加拿大管控重心主要聚焦于作业现场职业健康防护，本次修订同步强化作业防护举措，管控模式更贴合实际、务实可行；作业人员直接接触水泥产品存在健康暴露风险，增设防护要求与警示标识，能够规范现场操作、防范职业危害，同时补齐标准短板，构建全链条管控体系。

2.2.5 更改了检验形式，由型式检验项目改为出厂检验项目。

说明及依据：标准新增职业健康防护要求，且要求在水泥包装袋或随行卡片上进行相关标注。鉴于所有出厂产品均需开展该项指标检测、同步落实标志要求，故统一调整为出厂检验项目。

2.2.6 更改了测试结果保留位数，增加了检出限

说明及依据：根据第一号修改单内容，更改测试结果保留位数为一位小数，

增加了水泥中水溶性铬（V）含量的检出限为 0.3mg/kg。

2.2.7 增加了样品组成的要求

说明及依据：根据第一号修改单内容，增加“试验前水泥样品应通过 0.9mm 方孔筛并充分混匀”的要求。增加“（225±1）g 水”的规定，体积量取方式易产生量取误差，参考 GB/T 17671-2021 标准中胶砂的制备中水的量取方式（质量和体积两种方式），新增明确的质量量取方式可提升实验室操作便捷性，保障样品制备一致性。

2.2.8 增加了样品混合的环境要求

说明及依据：根据第一号修改单内容，增加“试验前将水泥样品、试验用水和中国 ISO 标准砂恒温至（20±2）℃，胶砂搅拌和抽滤时的实验室温度应保持在（20 ± 2）℃”的要求。

2.2.9 更改了过滤的要求

说明及依据：根据第一号修改单内容，“抽气约 10 min 后得到至少 10 mL～15 mL 滤液，如果此时不足 10mL.继续抽滤直至得到足够量的测试滤液。”修改为：“在抽气 10min 内得到 10mL～20ml 滤液，立即停止过滤，不应超过 20mL 滤液。如果抽气超过 10min 才得到 10mL 滤液，在报告中应给出记录”

2.2.10 更改了试样溶液吸光度的测定要求

说明及依据：根据第一号修改单内容，更改试样溶液吸光度的测定要求。

2.2.11 更改了计算公式的表示方法

说明及依据：样品制备部分，由于水泥的质量为（450±2）g，为提高结果的准确性和精密度，也使计算公式更加科学严谨，对公式中水泥质量的表示方式进行了更改。

2.2.12 增加了电感耦合等离子体发射光谱法

说明及依据：目前，电感耦合等离子体发射光谱法被广泛应用到建材、环境、食品等检测领域。近年来，水泥行业相继发布了一系列重金属相关的标准：

2021 年 12 月 31 日发布了 GB/T 41058-2021《水泥窑协同处置污泥及污染土中重金属的检测方法》。标准中给出了电感耦合等离子体发射光谱法测定铅、铬、镉、铜、镍、钡、锌、锰、锶、砷、汞、钴、钒、铈，石墨炉原子吸收分光光度法测定铅、铬、镉、铜、镍、钡，火焰原子吸收分光光度法测定铅、铬、镉、铜、

镍、钡、锌、锰、锶，原子荧光光度法测定砷、汞，催化热解—冷原子吸收分光光度法测定汞。2024年3月15日发布 GB/T 30760-2024《水泥窑协同处置固体废物技术规范》，该标准规定了入窑生料中重金属含量的参考限值、水泥熟料中重金属含量限值和水泥熟料中可浸出重金属含量限值（砷、铅、铬、镉、铜、镍、锌和锰），附录中规定了水泥熟料中重金属的测定方法，给出了原子吸收分光光度法、电感耦合等离子体发射光谱法、单波长激发能量色散 X 射线荧光光谱法测定重金属的方法，测定方法全。涵盖原子吸收分光光度法、电感耦合等离子体发射光谱法、单波长激发能量色散 X 射线荧光光谱法三种主流技术，构建了相对完善的重金属检测方法体系。2024年4月25日发布 GB/T 43875-2024《水泥原材料中总铬的测定方法》。标准中对于总铬的测定，列出了电感耦合等离子体发射光谱法、火焰原子吸收分光光度法、二苯基碳酰二肼分光光度法三种方法。电感耦合等离子体发射光谱法（ICP-OES）凭借宽线性范围、高灵敏度及强基体适应性的技术优势，逐渐成为重金属检测的优选方案，本次修订也将纳入该方法。

方法提要：

将水泥试样、标准砂和水搅拌成水泥胶砂，过滤。滤液经 ICP-OES 检测，铬元素的原子在激发或电离时可发射出特征光谱，测定待测元素的发射光谱强度。特征光谱的强弱与试样中原子浓度有关，通过与标准溶液相对应的元素光谱强度进行比较，定量测定试样中水溶性铬（VI）的含量。

试样溶液吸光度的测定：

在过滤后，吸取 5.0mL（V₄）滤液（B.5.3）放入 100mL 烧杯中，加水稀释至 20mL，加入 2mL 1.0mol/L 盐酸（B.3.3），将溶液转移至 50mL 容量瓶中（V₅），用水稀释至标线，摇匀待测。在与（B.3.5.3）相同的仪器条件下，对空白溶液和试样溶液进行测定，在工作曲线上求出空白溶液铬（VI）的浓度（c₀）和试样溶液中铬（VI）的浓度（c），单位为 mg/L。

结果计算和处理：

水泥中水溶性铬（VI）的含量（w）按（B.1）计算：

$$w = (c - c_0) \times \frac{V_5}{V_4} \times \frac{V_1}{m} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

w ——水泥中水溶性铬（VI）的含量；单位毫克每千克（mg/kg）；

c ——从工作曲线上查得试样溶液中铬（VI）的浓度，单位毫克每升（mg/L）；

c_0 ——从工作曲线上查得空白溶液中铬（VI）的浓度，单位毫克每升（mg/L）；

V_1 ——胶砂中水的体积，单位毫升（mL）；

V_4 ——滤液的体积，单位毫升（mL）；

V_5 ——容量瓶的体积，单位毫升（mL）；

m ——胶砂中水泥的质量，单位克（g）；

$\frac{V_5}{V_4}$ ——待测滤液的稀释倍数；

$\frac{V_1}{m}$ ——水泥胶砂的水灰比，通常为0.50，具体参考B.5.1。

2.2.13 更改了对允许差的要求

根据第一号修改单内容，更改结果允许差要求。

2.3 主要试验（或验证）情况分析

电感耦合等离子体发射光谱法

1. 研究思路

本研究以“方法可靠性验证—适用性验证”为核心逻辑，分层开展验证，系统构建 ICP-OES 法测定水泥中水溶性铬（VI）的验证体系，具体思路如下：

（1）分层样品体系设计

空白样品：通过平行测定评估实验用水、试剂及仪器背景对检测结果的干扰，明确方法的本底噪声水平。

标准物质样品：选用水泥中水溶性铬（VI）含量标准样品 JS 24-18，验证方法的准确度，确保定量结果的溯源性。

企业实际生产样品：采集国内不同区域的 15 份通用硅酸盐水泥样品，涵盖低、中、高含量区间，验证方法对复杂工业基体的适应性，确保其能真实反映企业生产中的实际含量水平。

（2）多单位协同验证

联合 6 家具有代表性的实验室开展跨机构方法验证，实验室类型覆盖 1 家国家级检测中心、3 家省级检测机构、2 家大型水泥企业自检实验室，统一发放验证样

品与操作手册，同步开展实验，重点验证方法的重复性、再现性及结果一致性。

2.方法验证

针对本次修订增加的检测方法，我们选取了水泥中水溶性铬（VI）含量标准样品 JS 24-18 和质控样品进行了验证实验。JS 24-18 标准样品的标准值为 8.0mg/kg。

（1）电感耦合等离子体发射光谱法工作曲线的绘制

吸取铬标准储备液（A.3.8.1）0mL、1.00mL、2.00mL、4.00 mL、10.00mL 分别放入 100mL 容量瓶中，加入 3mL 盐酸（1+1），用水稀释至标线，摇匀。吸取铬标准溶液（A.3.8.2）2.00mL 放入 100mL 容量瓶中，加入 3mL 盐酸（1+1），用水稀释至标线，摇匀。配制成 0mg/L，0.1mg/L，0.5mg/L，1.0mg/L，2.0mg/L，5.0mg/L 系列标准溶液。也可使用市售有证标准溶液逐级稀释。工作曲线的浓度范围可根据测定实际需要进行调整。

将电感耦合等离子体发射光谱仪（A.4.11）调节至最佳工作状态，根据使用的仪器型号，选择适当的工作参数（如功率，观察高度，清洗时间等），推荐使用波长 267.7nm，测定溶液铬元素的发射光谱强度。用发射光谱强度作为相对应的铬标准溶液浓度的函数绘制工作曲线。

绘制工作曲线考虑以下条件：

——标准曲线的浓度范围，被测定标曲的浓度范围 0mg/L~5.0mg/L，对应的水溶性铬（VI）含量最高为 25mg/kg，比较适宜，也可根据水溶性铬（VI）含量进行调整。

——标准曲线溶液的酸度，ICP-OES 法适宜酸度为 5%以下，可选取 3%。

（2）测定结果

将水泥试样、标准砂和水搅拌成水泥胶砂，过滤。滤液经 ICP-OES 检测，铬元素的原子在激发或电离时可发射出特征光谱，测定待测元素的发射光谱强度。特征光谱的强弱与试样中原子浓度有关，通过与标准溶液相对应的元素光谱强度进行比较，定量测定试样中水溶性铬（VI）的含量。

1) 空白样品测定结果

表 9 空白样品测定结果

实验次数	ICP-OES 法	分光光度法
1	0.05	0.03

2	0.05	0.05
3	0.04	0.03
4	0.05	0.03
5	0.03	0.02
6	0.04	0.03

空白样品结果较低,说明实验过程中试剂、器皿及环境引入的本底干扰极小,方法的检出限与定量限具备可靠的技术支撑,能够满足水泥中微量水溶性铬(VI)的精准检测需求。

2) 标准样品和质控样品测定结果

表 10 标准样品水溶性铬 (VI) 测定结果

项目	实验次数	ICP-OES 法	分光光度法
水泥中水溶性铬(VI)含量标准样品 JS 24-18	1	7.7	7.4
	2	8.1	7.9
	3	8.2	7.5
	4	7.9	8.1
	5	8.2	8.0
	6	8.1	7.8
平均值 mg/kg		8.0	7.8
标准值 mg/kg		8.0	8.0
允许差 mg/kg		1.0	1.0

另外选取 1 个通用硅酸盐水泥质控样品进行测定,结果见表 2。

表 11 质控样品的测定结果

实验次数	ICP-OES 法	分光光度法
1	0.6	1.1
2	0.7	1.0
3	0.7	1.1
4	0.9	1.2
5	0.7	1.1
6	0.7	1.0
平均值 mg/kg	0.7	1.1
标准值 mg/kg	0.9	0.9
标准偏差	0.09	0.07

标准样品和质控样品两种测定方法结果一致,满足允许差要求,表明本研究建立的 ICP-OES 法测定水泥中水溶性铬 (VI) 的结果准确可靠。

3) 实际样品测定结果

工作组选取 15 组不同地区的通用硅酸盐水泥样品进行两种方法的测定。

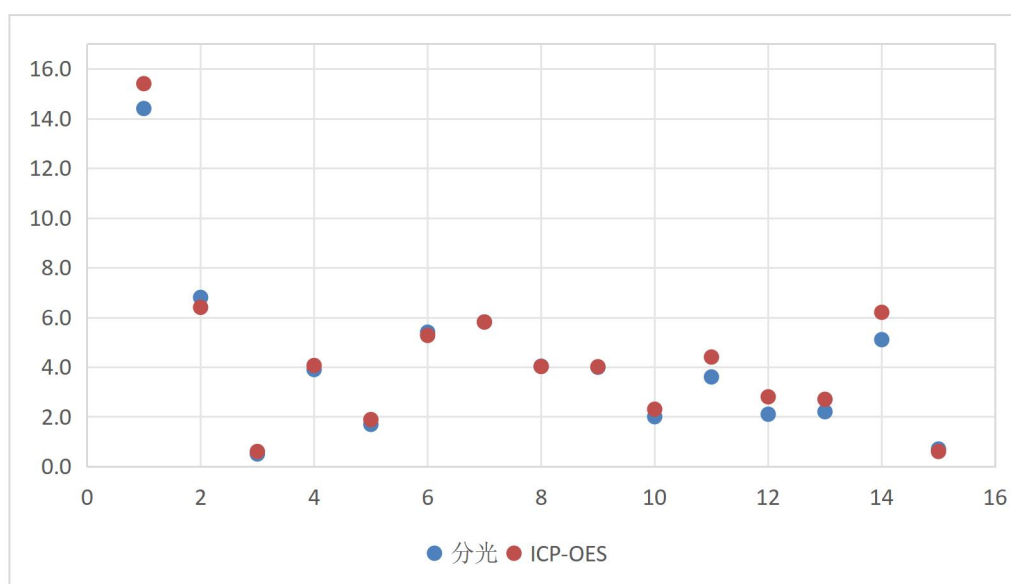


图 3 实际样品两种方法测定结果对比图

图中可见结果无显著差异，进一步印证了 ICP-OES 法对不同区域水泥的适配性与检测结果的稳定性。

关于国家标准第一号修改单内容已验证，不再纳入本次验证范围。

三、与有关法律、行政法规和其他强制性标准的关系，配套推荐性标准制定情况

国内关于水泥中水溶性铬（VI）限量强制性标准仅有此项，适用的产品是通用硅酸盐水泥、砌筑水泥，配套的标准是 GB 175《通用硅酸盐水泥》、GB/T 3183《砌筑水泥》。

四、与国际标准化组织、其他国家或地区有关法律法规和标准的比对分析

早在 1999 年欧洲首次提出水泥中水溶性铬（VI）限值建议，2003 年通过指令（2003/53/EC）正式立法，明确规定水泥中水溶性铬（VI）含量不得超过 2mg/kg，该禁令最终于 2005 年 1 月 17 日起在所有成员国强制实施，是目前全球最严格的限量标准之一。北欧国家，如丹麦、瑞典、德国等北欧国家均采用与欧盟一致的 2mg/kg 限量标准。韩国在水泥产品层面并没有像中国（GB 31893）或欧盟（REACH）那样的强制性要求，而是由行业协会发布了一份自愿性控制标准。韩国水泥联合会（Korean Cement Association）于 2012 年 8 月发布《自愿性控制水泥中水溶性 Cr^{6+} 限量的建议》（Status of voluntary control of Cr^{6+} and Proposa），

建议水泥中水溶性铬（VI）限量指标为不大于 20mg/kg。日本水泥工业协会基于国内原料本底值较高，1998 年制定了《水泥中水溶性铬（VI）含量指导方针》，制定了符合本国行业实际的 20 mg/kg 自律限值，实现了“风险防控”与“产业可行性”的平衡。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）版中对水泥产品中的六价铬含量做了如下要求：水泥产品的六价铬溶出量 $\leq 0.05 \text{ mg/L}$ 。美国目前尚未对水泥中水溶性铬（VI）含量制定明确的限量标准，但通过职业健康安全法规，要求水泥生产和施工企业采取严格的防护措施，避免从业人员接触铬（VI）。

表 1 国内外标准对比情况分析

国家	中国	中国	欧洲	日本	韩国	美国、加拿大
标准	GB 31893-XXXX 《水泥中水溶性铬(VI)的限量》	GB 31893-2015 《水泥中水溶性铬(VI)的限量及测定方法》	EN196-10:2016	CAJS I-51	KSL 5221:2024	无
水溶性铬(VI)限量	水溶性铬(VI)不大于 5.0mg/kg	水溶性铬(VI)不大于 10.0mg/kg	水溶性铬(VI)不大于 2mg/kg	水溶性铬(VI)不大于 20mg/kg	水溶性铬(VI)不大于 20mg/kg	无
防护要求	职业健康防护：≤ 2.0mg/kg 时作业过程应佩戴一般手套、穿着长袖工装，并佩戴自吸过滤式防颗粒物口罩。>2.0mg/kg 且 ≤5.0mg/kg 时作业过程应佩戴橡胶手套、穿着劳保鞋与劳动防护服，并佩戴自吸过滤式防颗粒物口罩。 标志：水泥包装袋的标志除满足 GB 175 和 GB/T 3183 的要求外，还应标注防护措施。若使用还原剂，应标注储存条件及储存期限。散装水泥发运时应提交与袋装标志相同内容的卡片。	无	无	无	无	美国职业安全与健康管理局（OSHA）29 CFR 1910.1026（一般工业）和 29 CFR 1926.1126（建筑业）标准，规定允许暴露限值（PEL）为 5μg/m ³ （8 小时时间加权平均值），风险管理阈值（AL）为 2.5μg/m ³ 。当存在皮肤或眼睛接触六价铬的风险时，必须提供防护服、手套、护目镜等个人防护装备并确保规范使用；需按要求配备洗浴设施，明确要求在进食、饮水、吸烟等前必须

						洗手洗脸。加拿大在职业健康与安全领域通常采用类似风险管控框架，但普遍遵循将六价铬视为有害物质、防护措施与美国 OSHA 标准基本一致。
样品制备	20±2℃ 恒温 2h 以上； 胶砂法（水泥+标准砂+水）	无恒温时长要求； 胶砂法（水泥+标准砂+水）	无恒温时长要求； 胶砂法（水泥+标准砂+水）	无恒温时长要求； 直接水浸法（无标准砂）	无恒温时长要求； 直接水浸法（无标准砂）	/
样品配比	(450±2) g 水泥，(1350±5)g 标准砂，(225±1) g 或 (225±1) mL 水	(450±2) g 水泥，(1350±5) g 标准砂，(225±1) mL 水	(450±2) g 水泥，(1350±5)g 标准砂，(225±1) g 水	约 1g 水泥，100mL 水	约 1g 水泥，100mL 水	/
水灰比/液固比	水灰比 0.5，快凝水泥可上调	水灰比 0.5，快凝水泥可上调	水灰比 0.5，快凝水泥可上调	液固比 100：1（mL/g）	液固比 100：1（mL/g）	/
搅拌条件	搅拌时间 120s	搅拌时间 120s	搅拌时间 120s	振摇器连续振摇 10min	密封搅拌 10min	/
过滤要求	干燥装置、不润滤纸；10min 内得 10~20mL 滤液，不超过 20mL	干燥装置、不润滤纸；10min 内得 10~15mL 滤液	干燥装置、不润滤纸；10min 内得 10~15mL 滤液，不足可继续抽滤	直接滤纸过滤，不洗涤滤渣	直接过滤，不清洗滤渣，未限制过滤时间和滤液体积，但显色时移取 25mL 滤液	/
显色前处理	根据含量吸取不同体积的滤液进行显色处理，pH 值 2.1~2.5	移取 5.0mL 滤液，pH 至 2.1~2.5	移取 5.0mL 滤液，pH 至 2.1~2.5	根据含量吸取不同体积的滤液，酸化	移取 25.0mL 滤液，酸化	/
显色时间	显色 15min	显色 15min	显色 15min~20min	显色 5min	显色 30min	/

五、重大分歧意见的处理过程、处理意见及其依据

无。

六、对强制国家标准自发布日期至实施日期之间的过渡期（以下简称过渡期）的建议及理由，包括实施强制性国家标准所需要的技术改造、成本投入、老旧产品退出市场时间等

标准工作组就标准的实施过渡期征求了相关方（生产企业、用户、检验机构等）的意见，并建议本标准自发布之日起，12 个月后实施。本标准的实施不涉及整个行业的大规模技术改造、成本投入、老旧产品退出市场时间等。

七、与实施强制性国家标准有关的政策措施，包括实施监督管理部门以及对违反强制性国家标准的行为进行处理的有关法律、行政法规、部门规章依据等

本标准的实施监督管理部门为县级以上市场监督管理部门、住房城乡建设部门、交通运输部门、水利部门、工业和信息化部门等。

对违反强制性国家标准的行为进行处理的有关法律、行政法规、部门规章依据如下：

法律《中华人民共和国标准化法》第三十六条：生产、销售、进口产品或者提供服务不符合强制性标准，或者企业生产的产品、提供的服务不符合其公开标准的技术要求的，依法承担民事责任。

法律《中华人民共和国标准化法》第三十七条：生产、销售、进口产品或者提供服务不符合强制性标准的，依照《中华人民共和国产品质量法》《中华人民共和国进出口商品检验法》《中华人民共和国消费者权益保护法》等法律、行政法规的规定查处，记入信用记录，并依照有关法律、行政法规的规定予以公示；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

行政法规《标准化法实施条例》第二十三条：从事科研、生产、经营的单位和个人，必须严格执行强制性标准。不符合强制性标准的产品，禁止生产、销售和进口。

行政法规《标准化法实施条例》第三十三条：生产不符合强制性标准的产品，应当责令其停止生产，并没收产品，监督销毁或作必要技术处理；处以该批

产品货值金额百分之二十至百分之五十的罚款；对有关责任者处以五千元以下罚款。销售不符合强制性标准的商品的，应当责令其停止销售，并限期追回已售出的商品，监督销毁或作必要技术处理；没收违法所得；处以该批商品货值金额百分之十至百分之二十的罚款；对有关责任者处以五千元以下罚款。进口不符合强制性标准的产品的，应当封存并没收该产品，监督销毁或作必要技术处理；处以进口产品货值金额百分之二十至百分之五十的罚款；对有关责任者给予行政处分，并可处以五千元以下罚款。第三十四条：生产、销售、进口不符合强制性标准的产品，造成严重后果，构成犯罪的，由司法机关依法追究直接责任人员的刑事责任。

行政法规《中华人民共和国工业产品生产许可证管理条例》第四十五条：企业未依照本条例规定申请取得生产许可证而擅自生产列入目录产品的，由工业产品生产许可证主管部门责令停止生产，没收违法生产的产品，处违法生产产品货值金额等值以上 3 倍以下的罚款；有违法所得的，没收违法所得；构成犯罪的，依法追究刑事责任。第四十八条：销售或者在经营活动中使用未取得生产许可证的列入目录产品的，责令改正，处 5 万元以上 20 万元以下的罚款；有违法所得的，没收违法所得；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

行政法规《水泥产品生产许可证实施细则》第十五条：水泥企业申请的发证产品实地核查合格，符合通则和本细则规定要求的，由水泥产品审查部提出其产品生产许可范围建议，证书许可范围应包括产品、生产类型、生产线及关键设备等。第十六条：水泥产品生产许可范围的判定原则及示例：（一）通用水泥产品单元实地核查合格，则许可该企业生产本单元所有水泥产品。否则不予许可。

八、是否需要对外通报的建议及理由

建议通报。理由：涉及水泥产品进出口贸易。

九、废止现行有关标准的建议

本标准实施后，原标准废止。

十、涉及专利的有关说明

本标准不涉及专利。

十一、强制性国家标准所涉及的产品、过程或者服务目录

本标准具体涉及以下产品：通用硅酸盐水泥。

十二、其他应当予以说明的事项

无。