

修订《工业碳酸钴》化工行业标准编制说明 (征求意见稿)

1 任务来源及简要编制过程

1.1 任务来源

根据国家工业和信息化部文件“工信厅科函〔2021〕25号《工业和信息化部办公厅关于印发2021年第一批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》”的要求，全国化学标准化技术委员会无机化工分技术委员会将于2022年8月23日前完成《工业碳酸钴》(HG/T 4520-2013)化工行业标准的修订工作，计划编号为：2021-0318T-HG，本标准由全国化学标准化技术委员会无机化工分技术委员会归口。

主要起草单位有：浙江华友钴业股份有限公司、中海油天津化工研究设计院有限公司等。

1.2 简要编制过程

1.2.1 调研阶段

全国化学标准化技术委员会无机化工分技术委员会接到国家工业和信息化部文件“工信厅科函〔2021〕25号《工业和信息化部办公厅关于印发2021年第一批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》”后，全国化学标准化技术委员会无机化工分技术委员会即展开了《工业碳酸钴》化工行业标准修订的前期准备工作，向各有关生产企业发修标调查函，查阅相关资料，广泛征求企业、用户对标准修订的意见，整理归纳分析总结回函意见，组建成立标准起草小组，编制完成标准修订文献小结。

1.2.2 工作方案会阶段

2022年3月标准制定修订工作方案会采用网络会议形式召开。在会上修标工作小组对《工业碳酸钴》化工行业标准的修订进行了认真仔细的讨论，提出修标意见和建议。主要包括：

- (1) 删除分型；
- (2) 删除“锂”项目、指标及试验方法；
- (3) 增加“干燥减量”、“砷”、“硫酸盐”及“磁性异物（一等品）”项目、指标及试验方法；
- (4) 更改“氯化物、铁、铜、锰、锌、钙、镁、铅、铝、铬”指标；
- (5) 硅含量试验方法由“硅钼蓝分光光度计法”改为“电感耦合等离子体发射光谱法”。

具体工作安排为：

(1) 2022年4月底前，生产企业提供工业碳酸钴连续两年的质量月报数据，以及相关方法对比试验数据，中海油天化工研究设计院有限公司完成完成标准征求意见稿（草案）和编制说明（草案）；

(2) 2022年5月下旬，中海油天化工研究设计院有限公司负责将标准征求意见稿（草案）和编制说明（草案）在 www.trici.com.cn 网上公开征求行业内意见；

(3) 2022年6月中旬，中海油天化工研究设计院有限公司汇总回函意见后，组织召开预审会，起草小组间对征求意见稿回函意见进行讨论、处理，并对征求意见稿进行修改形成标准送审稿；

(4) 2022年7月中旬，召开标准审查会，并按审查会意见修改，提出标准报批稿及相关材料。

1.2.3 上网征求意见阶段

2022年6月由中海油天津化工研究设计院有限公司负责将标准征求意见稿（草案）和编制说明（草案），发给全国化学标准化技术委员会无机化工分技术委员会各位委员、生产厂及用户，并在 www.trici.com.cn 网上公开，广泛征求行业内意见。

1.2.4 预审会阶段

1.2.5 审查报批阶段

2 目的意义

碳酸钴分子式为 CoCO_3 ，为淡粉色粉末，属三方晶系结晶。碳酸钴用途广泛，在化工工业中，碳酸钴是生产其他钴盐和氧化钴的原料；在陶瓷工业中，可用作着色剂；在采矿业中，可用作选矿剂；在有机工业中，可作为催化剂、伪装涂料、和化学温度指示剂；在农业中，可用作微量元素肥料；在分析化学中，可用作分析试剂。随着新能源技术不断发展，作为锂电池产品主要原料的碳酸钴，属于六大产业链中的“新能源和智能网联汽车产业链框架”中“电池原材料”，发展前景广阔，产品需求量呈逐年递增态势。尤其是近年来我国生产电池材料前驱体四氧化三钴工艺中，其前驱体的 90% 都采用碳酸钴。欧洲、北美和日本等发达国家和地区对碳酸钴的研究起步较早，生产工艺先进。但是，随着全球一体化发展，碳酸钴的生产逐渐向中国、印度、东南亚等发展中国家转移，由于发展中国家具有原材料和人工成本等方面的优势，碳酸钴产业得到了相对较快的发展。目前，中国已经成为全球最大的碳酸钴生产国家。随着全球电池材料的不断发展，以及碳酸钴应用领域的不断拓宽，2015~2018 年全球碳酸钴的需求量不断增加。2018 年，中国碳酸钴的消费量占全球总量将近 1/3，而 2018 年，全球碳酸钴行业市场规模大约为 28 亿元。随着生产工艺的不断成熟，以及产品价格的逐渐稳定，未来碳酸钴产品的应用领域将会进一步拓展，市场规模将会进一步增加。2021 年，全球碳酸钴行业市场规模将达到 30 亿元以上。

目前《工业碳酸钴》HG/T 4520-2013 行业标准已发布实施有 9 年，随着国内行业不断发展以及下游应用领域要求的提升，市场对碳酸钴有了更加高的要求，同时科技不断创新，使碳酸钴生产工艺及产品质量有了很大的提高，原标准中的指标项目的设置及指标参数的要求，不能完全反映产品的真实水平。

修订化工行业标准《工业碳酸钴》HG/T 4520-2013，按照产品的生产和使用的实际情况，取消按原料对产品进行分类，对产品中关键性指标进行修订和补充，使标准的技术指标更趋合理，真正起到引领和促进行业进步的作用，达到统一和规范市场的目的。标准的修订，并发布实施，对国内生产企业的生产管理和销售市场有着十分重要的指导性意义。

3 产品概况

3.1 产品名称：工业碳酸钴 英文名：Cobalt carbonate for industrial use

3.2 分子式： CoCO_3 相对分子质量：118.94（按 2018 年国际相对原子质量）

3.3 产品性质

工业碳酸钴为红色颗粒状粉末。相对密度 4.13 g/cm^3 ，几乎不溶于水、醇、乙酸甲酯和氨水。可溶于酸。不与冷的浓硝酸和盐酸起作用。加热 400°C 开始分解，并放出二氧化碳。空气中或弱氧化剂存在下，逐渐氧化成碳酸高钴。

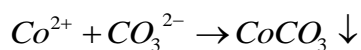
3.4 产品用途

工业碳酸钴主要用作电池材料前驱体、石化行业催化剂、陶瓷工业着色剂、采矿行业选矿剂、伪装涂料和化学温度指示剂等，用于生产其它钴盐、氧化钴及金属钴的原料。

3.5 生产工艺

国内生产工艺主要为：钴盐与碳酸盐，生成碳酸钴反应，经洗涤、过滤、干燥、过筛除铁，制得工业碳酸钴产品。

反应方程式如下：



工艺流程见图 1。

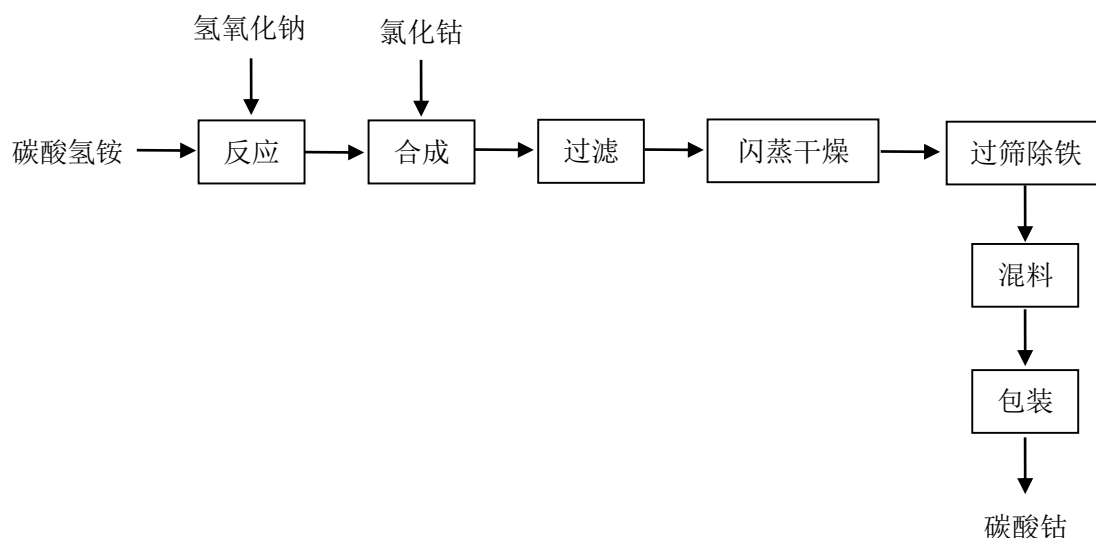


图 1 碳酸钴合成工艺流程

3.6 生产厂、产量

目前国内工业碳酸钴生产的厂家主要有：

浙江华友钴业股份有限公司	2000 吨/年
衢州华友钴新材料有限公司	5000 吨/年
格林美股份有限公司	12000 吨/年
江西核工业兴中新材料有限公司	2000 吨/年
广东邦普循环科技有限公司	3000 吨/年

4 修标原则

- 4.1 积极采用国际标准和国外先进标准的原则；
- 4.2 有利于促进技术进步，提高产品质量的原则；
- 4.3 有利于合理利用资源，提高经济效益的原则；
- 4.4 符合用户要求，保护消费者利益、促进对外贸易的原则；
- 4.5 遵循科学性、先进性、统一性的原则。

5 国内外标准概况

到目前为止，未查阅到相关的国外标准，只有化工行业标准《工业碳酸钴》HG/T 4520-2013。

6 修标依据

- 6.1 《工业碳酸钴》HG/T 4520-2013；
- 6.2 用户要求；
- 6.3 生产厂家质量月报（见附表 1）；

6.4 生产厂家试验累积数据（见附表2）。

7 标准内容说明

7.1 范围

本文件规定了工业碳酸钴的要求、试验方法、检验规则、标志、标签、包装、运输、贮存。

本文件适用于工业碳酸钴。

注：该产品主要用作电池材料前驱体、石化行业催化剂、陶瓷工业着色剂、采矿行业选矿剂、伪装涂料和化学温度指示剂等，用于生产其它钴盐、氧化钴及金属钴的原料。

7.2 删除分型

原标准中“按工业碳酸钴的生产原料不同，将其分为两种型号：Ⅰ型（钴精矿生产）、Ⅱ型（钴废料回收生产）”。在工业碳酸钴生产和使用中，碳酸钴终端产品品质与原料是钴精矿还是钴废料没有直接关系，其生产工艺决定产品质量，所以本次修订将产品分型取消，按产品等级修订标准，分为一等品、合格品。

7.3 项目及指标的确定

本次修标，结合国内工业碳酸钴生产和使用的实际情况，充分考虑其实际应用中终端产品性能影响较大的项目及指标，作为本次修订的重点。主要修改内容如下：

（1）行业内下游客户对锂项目没有要求，删除锂项目及指标；

（2）为提高产品质量、下游产品应用性能及特殊使用要求，增加“干燥减量”、“砷”、“硫酸盐”及“磁性异物（一等品）”项目，给出指标及试验方法，并修改“氯化物、铁、铜、锰、锌、钙、镁、铅、铝、铬”指标；

（3）硅含量试验方法由“硅钼蓝分光光度计法”改为“电感耦合等离子体发射光谱法”。

通过本次修订，促进了行业进步，提升了产品质量，项目、指标更加贴合产品及应用实际，试验方法科学、准确、易于操作，符合行业发展需求，标准的提升使企业技术革新的主动性增强，修订前后标准的技术要求见表1。

表1 《工业碳酸钴》技术要求对比

项 目	指 标					
	本次修标		HG/T 4520-2013			
			Ⅰ 型		Ⅱ 型	
	一等品	合格品	一等品	合格品	一等品	合格品
钴（Co）w/%	≥	46.0	46.0		46.0	
干燥减量 w/%	≤	5.0	——	——	——	——
镍（Ni）w/%	≤	0.001 5	0.003 0	0.001 5	0.003 0	0.002 0
铁（Fe）w/%	≤	0.001 5	0.002 5	0.001 5	0.003 0	0.002 0
铜（Cu）w/%	≤	0.001 0	0.001 5	0.001 5	0.003 0	0.001 5
锰（Mn）w/%	≤	0.001 0	0.003 0	0.001 5	0.005 0	0.001 5
锌（Zn）w/%	≤	0.001 0	0.002 0	0.001 5	0.003 0	0.001 5
钙（Ca）w/%	≤	0.001 5	0.004 0	0.002 0	0.004 0	0.002 0
镁（Mg）w/%	≤	0.002 0	0.004 0	0.002 0	0.005 0	0.002 0
钠（Na）w/%	≤	0.002 0	0.005 0	0.002 0	0.005 0	0.002 0
铅（Pb）w/%	≤	0.001 0	0.003 0	0.002 0	0.003 0	0.002 0
镉（Cd）w/%	≤	0.001 0	0.001 5	——	——	0.001 0

铝（Al）w/%	≤	0.001 0	0.002 0	——	——	0.001 5	0.003 0
铬（Cr）w/%	≤	0.001 0	0.002 0	——	——	0.001 5	0.003 0
硅（Si）w/%	≤	0.002 0	0.003 0	0.002 0	0.003 0	0.002 0	0.003 0
砷（As）w/%	≤	0.001 0	0.002 0	——	——	——	——
锂（Li）w/%	≤	——	——	——	——	0.001 5	0.003 0
氯化物（以 Cl 计）w/%	≤	0.025	0.025	0.03	0.03	——	——
硫酸盐（以 SO ₄ 计）w/%	≤	0.10	0.25	——	——	——	——
磁性异物（MI）w/%	≤	0.000 01	——	——	——	——	——

7.2 项目试验方法的确定

原化工行业标准各个指标的测定方法，经过相关单位多年的试验验证，具有实验数据准确、可靠，可操作性强的特点。但随着国内外分析科学技术的进步，各种先进的仪器检测设备已被广泛运用，使得检测工作更加高效、科学、准确，减少很多人为因素的影响，让检测结果更具真实性和公信力。因此本次修标，对痕量元素的测定多采用电感耦合等离子体发射光谱法、原子吸收分光光度计法。修订前后标准的试验方法对比见表 2。

表2 《工业碳酸钴》试验方法对比

项 目	试验方法	
	本次修标	HG/T 4520-2013
钴（Co）含量的测定	电位滴定法、氯化锌返滴定法	电位滴定法、氯化锌返滴定法
干燥减量的测定	重量法	——
镍（Ni）含量的测定	电感耦合等离子体发射光谱法	电感耦合等离子体发射光谱法
铁（Fe）含量的测定		
铜（Cu）含量的测定		
锰（Mn）含量的测定		
锌（Zn）含量的测定		
钙（Ca）含量的测定		
镁（Mg）含量的测定		
钠（Na）含量的测定	原子吸收分光光度计法	原子吸收分光光度计法
铅（Pb）含量的测定		
镉（Cd）含量的测定	电感耦合等离子体发射光谱法	电感耦合等离子体发射光谱法
铝（Al）含量的测定		
铬（Cr）含量的测定		
硅（Si）含量的测定		硅钼蓝分光光度法
砷（As）含量的测定	——	——
锂（Li）含量的测定		电感耦合等离子体发射光谱法
氯化物（以 Cl 计）含量的测定	限量比浊法	限量比浊法
硫酸盐（以 SO ₄ 计）含量的测定	限量比浊法	——
磁性异物（MI）的测定	电感耦合等离子体发射光谱法	——

7.2.1 钴（Co）含量的测定

《工业碳酸钴》HG/T 4520-2013中钴（Co）含量的测定采用电位滴定法（仲裁法）和氯化锌返滴定法并列，两种方法均为成熟的钴测定方法，在许多钴盐标准中采用，测定终点灵敏，结果的平行性、准确性都很好，本标准修仍采用电位滴定法（仲裁法）和 EDTA 滴定法并列。

7.2.2 干燥减量的测定

本次修标，增加干燥减量项目，试验方法采用重量法，即试样在 80℃±2℃的电热恒温干燥箱中干燥至质量恒定，根据干燥前后试样减少的质量，确定干燥减量。

7.2.3 镍（Ni）、铁（Fe）、铜（Cu）、锰（Mn）、锌（Zn）、钙（Ca）、镁（Mg）、镉（Cd）、铝（Al）、铬（Cr）、硅（Si）、砷（As）含量的测定

《工业碳酸钴》HG/T 4520-2013 中镍（Ni）、铁（Fe）、铜（Cu）、锰（Mn）、锌（Zn）、钙（Ca）、镁（Mg）、镉（Cd）、铝（Al）、铬（Cr）及锂（Li）含量采用电感耦合等离子体发射光谱法，硅（Si）含量采用硅钼蓝分光光度计法，本次修标采用电感耦合等离子体发射光谱法测定镍（Ni）、铁（Fe）、铜（Cu）、锰（Mn）、锌（Zn）、钙（Ca）、镁（Mg）、镉（Cd）、铝（Al）、铬（Cr）、硅（Si）含量以及新增指标——砷（As）的含量，即在硝酸介质中，配制混合标准溶液，采用标准曲线法。电感耦合等离子体发射光谱仪测定痕量元素含量，具有快速、准确、简便的特点，多被行业内生产企业、检测机构采用，本次修标采用此法。硅（Si）两种方法对比试验数据见表 4。

表 4

1、浙江华友钴业股份有限公司							
项目	试验方法	1#	2#	3#	4#	5#	6#
硅 (Si)	硅钼蓝分光光度计法/%	0.0014	0.0015	0.0013	0.0014	0.0014	0.0013
	电感耦合等离子体发射光谱法/%	0.0013	0.0014	0.0014	0.0015%	0.0014	0.0014
	绝对差值/%	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001%	0.0001	0.0001
2、格林美股份有限公司							
项目	试验方法	1#	2#	3#	4#	5#	6#
硅 (Si)	硅钼蓝分光光度计法/%	0.0009	0.0008	0.0010	0.0011	0.0012	0.0010
	电感耦合等离子体发射光谱法/%	0.0008	0.0009	0.0009	0.0012	0.0011	0.0011
	绝对差值/%	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

从数据分析看，两种方法有很好的一致性，电感耦合等离子体发射光谱法快速准确，可以替代硅钼蓝分光光度计法，允许差定为“两次平行测定结果的绝对差值不大于算术平均值的 10 %”。

7.2.4 钠（Na）、铅（Pb）含量的测定

《工业碳酸钴》HG/T 4520-2013中钠（Na）、铅（Pb）含量的测定采用原子吸收分光光度计法，即在硝酸介质中，采用标准曲线法，用空气—乙炔火焰于原子吸收分光光度计分别在589.0 nm、 283.3 nm波长处，测定钠、铅含量，本次修标采用此法。

7.2.5 氯化物（以 Cl 计）含量的测定

《工业碳酸钴》HG/T 4520-2013 中氯化物（以 Cl 计）含量测定采用限量比浊法，即在硝酸介质中，氯离子与银离子生成难溶的氯化银生成白色沉淀，与同方法处理的氯化物标准比浊溶液比对。本次修标仍

采用此法。

7.2.6 硫酸盐（以 SO_4 计）含量的测定

本次修订为新增项目，其测定采用限量比浊法，即在盐酸介质中，加氯化钡与试验溶液中的硫酸根离子生成白色悬浊液，与同方法处理的硫酸盐标准比浊溶液进行比较。

7.2.7 磁性异物（MI）含量的测定

磁性异物（MI）为新增指标，其含量测定方法为：试样打浆后，用磁子进行吸附铁、镍、锌和铬后，加入盐酸、硝酸溶解，采用标准曲线法，用电感耦合等离子体发射光谱仪测定镍、铁、锌和铬含量，通过计算得到磁性异物含量。此法多被行业内生产企业、检测机构采用。

8 标准属性

本标准为你推荐性化工行业标准。

9 标准水平分析

本标准的修订，根据国内工业碳酸钴的生产和使用的实际情况，从规范行业行为、促进行业发展角度出发，充分考虑工业碳酸钴生产企业实际情况及用户要求，进行修订，指标设置合理，试验方法均采用经典、科学、准确、先进的方法，可操作性强。

综合分析，本标准达到国内先进水平。

附表 1 生产厂家质量月报

1、浙江华友钴业股份有限公司工业碳酸钴质量月报

日期	钴(Co) w/%	镍(Ni) w/%	铁(Fe) w/%	铜(Cu) w/%	锰(Mn) w/%	锌(Zn) w/%	钙(Ca) w/%	镁(Mg) w/%	钠(Na) w/%	铅(Pb) w/%	硅(Si) w/%	镉(Cd) w/%	铝(Al) w/%	铬(Cr) w/%	锂(Li) w/%	氯化物 (以 Cl 计) w/%
202001	46.37	0.0003	0.0004	0.0001	0.0002	0.0001	0.0004	0.0009	0.0014	0.0001	0.0004	0.0004	0.0003	0.0001	——	0.0069
202002	46.57	0.0002	0.0003	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0008	0.0008	0.0002	0.0002	0.0003	0.0003	0.0001	——	0.0062
202003	46.45	0.0002	0.0003	0.0001	0.0002	0.0001	0.0004	0.0010	0.0009	0.0003	0.0007	0.0001	0.0002	0.0001	——	0.0024
202004	46.24	0.0002	0.0004	0.0002	0.0002	0.0001	0.0003	0.0011	0.0017	0.0002	0.0004	0.0001	0.0003	0.0001	——	0.0067
202005	46.24	0.0002	0.0005	0.0001	0.0001	0.0001	0.0004	0.0007	0.0009	0.0001	0.0007	0.0002	0.0003	0.0001	——	0.0022
202006	46.48	0.0002	0.0008	0.0001	0.0001	0.0001	0.0005	0.0008	0.0012	0.0001	0.0004	0.0002	0.0003	0.0001	——	0.0036
202007	46.58	0.0003	0.0006	0.0002	0.0001	0.0001	0.0005	0.0009	0.0010	0.0002	0.0002	0.0001	0.0004	0.0001	——	0.0021
202008	46.18	0.0002	0.0004	0.0001	0.0003	0.0001	0.0003	0.0012	0.0011	0.0001	0.0002	0.0001	0.0002	0.0001	——	0.0030
202009	46.23	0.0001	0.0003	0.0001	0.0001	0.0001	0.0004	0.0012	0.0006	0.0003	0.0005	0.0001	0.0002	0.0001	——	0.0030
202010	46.55	0.0002	0.0004	0.0001	0.0002	0.0001	0.0005	0.0011	0.0004	0.0001	0.0004	0.0001	0.0002	0.0001	——	0.0048
202011	46.26	0.0002	0.0005	0.0001	0.0002	0.0001	0.0004	0.0009	0.0006	0.0002	0.0002	0.0001	0.0002	0.0001	——	0.0050
202012	46.34	0.0002	0.0003	0.0001	0.0002	0.0001	0.0004	0.0011	0.0008	0.0001	0.0003	0.0003	0.0002	0.0001	——	0.0069
202101	46.25	0.0002	0.0003	0.0001	0.0002	0.0001	0.0007	0.0009	0.0011	0.0002	0.0006	0.0002	0.0003	0.0001	——	0.0059
202102	46.42	0.0002	0.0005	0.0001	0.0001	0.0001	0.0003	0.0007	0.0010	0.0003	0.0003	0.0001	0.0002	0.0001	——	0.0038
202103	46.04	0.0001	0.0003	0.0001	0.0002	0.0001	0.0002	0.0008	0.0007	0.0001	0.0003	0.0002	0.0001	0.0001	——	0.0047
202104	46.30	0.0002	0.0004	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0009	0.0010	0.0001	0.0005	0.0001	0.0001	0.0001	——	0.0045
202105	46.41	0.0001	0.0003	0.0002	0.0001	0.0001	0.0004	0.0008	0.0013	0.0001	0.0002	0.0001	0.0000	0.0001	——	0.0052
202106	46.59	0.0002	0.0002	0.0001	0.0003	0.0001	0.0003	0.0009	0.0008	0.0001	0.0005	0.0001	0.0002	0.0001	——	0.0055
202107	46.29	0.0002	0.0004	0.0002	0.0003	0.0001	0.0003	0.0009	0.0006	0.0001	0.0004	0.0001	0.0002	0.0001	——	0.0023
202108	46.56	0.0003	0.0005	0.0002	0.0002	0.0001	0.0004	0.0011	0.0007	0.0001	0.0003	0.0001	0.0002	0.0002	——	0.0038
202109	46.19	0.0003	0.0003	0.0001	0.0002	0.0001	0.0003	0.0007	0.0009	0.0001	0.0003	0.0001	0.0003	0.0001	——	0.0059
202110	46.35	0.0002	0.0003	0.0002	0.0002	0.0001	0.0005	0.0010	0.0006	0.0001	0.0003	0.0001	0.0001	0.0001	——	0.0043
202111	46.51	0.0001	0.0002	0.0001	0.0002	0.0001	0.0005	0.0008	0.0006	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	——	0.0046
202112	46.18	0.0002	0.0003	0.0002	0.0002	0.0001	0.0008	0.0009	0.0009	0.0001	0.0005	0.0001	0.0002	0.0001	——	0.0066

附表 2 生产厂家试验累积数据

企业 1 工业碳酸钴试验累积数据

序号	钴(Co) w/%	干燥减 量 w/%	镍(Ni) w/%	铁(Fe) w/%	铜(Cu) w/%	锰(Mn) w/%	锌(Zn) w/%	钙(Ca) w/%	镁(Mg) w/%	钠(Na) w/%	铅(Pb) w/%	镉(Cd) w/%	铝(Al) w/%	铬(Cr) w/%	硅(Si) w/%	砷 (As)w/ %	氯化物 (以 Cl 计) w/%	硫酸盐 (以 SO ₄ 计)w/%	磁性 异物 (MI)w/%
1	47.11	1.6	0.0003	0.0007	0.0002	0.0002	0.0001	0.0005	0.0013	0.0006	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0008	0.0001	0.004	0.07	0.000004
2	47.04	3.5	0.0002	0.0008	0.0002	0.0001	0.0001	0.0004	0.0012	0.0006	0.0001	0.0001	0.0003	0.0002	0.0004	0.0002	0.004	0.03	0.000005
3	46.87	2.3	0.0002	0.0007	0.0001	0.0001	0.0001	0.0004	0.0011	0.0007	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0006	0.0001	0.005	0.02	0.000003
4	46.96	3.6	0.0003	0.0006	0.0002	0.0002	0.0001	0.0004	0.0010	0.0007	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0004	0.0002	0.003	0.03	0.000003
5	47.01	3.7	0.0003	0.0008	0.0002	0.0001	0.0001	0.0005	0.0009	0.0008	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0005	0.0001	0.003	0.03	0.000004
6	46.94	2.9	0.0003	0.0008	0.0002	0.0001	0.0001	0.0006	0.0013	0.0007	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.004	0.03	0.000005
7	46.96	2.5	0.0003	0.0006	0.0002	0.0001	0.0001	0.0007	0.0013	0.0007	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0006	0.0001	0.003	0.03	0.000003
8	47.04	3.6	0.0002	0.0006	0.0001	0.0001	0.0001	0.0006	0.0014	0.0005	0.0001	0.0001	0.0003	0.0002	0.0004	0.0001	0.004	0.03	0.000006
9	47.1	2.8	0.0002	0.0004	0.0002	0.0002	0.0001	0.0004	0.0013	0.0009	0.0001	0.0001	0.0003	0.0002	0.0003	0.0001	0.004	0.03	0.000004
10	46.94	3.7	0.0002	0.0004	0.0002	0.0001	0.0001	0.0006	0.0014	0.0009	0.0002	0.0001	0.0003	0.0002	0.0006	0.0001	0.004	0.03	0.000003
11	46.96	3.3	0.0003	0.0007	0.0002	0.0001	0.0001	0.0004	0.0013	0.0006	0.0002	0.0001	0.0003	0.0002	0.0003	0.0001	0.004	0.02	0.000004
12	46.95	3.3	0.0002	0.0007	0.0002	0.0001	0.0001	0.0005	0.0014	0.0004	0.0001	0.0001	0.0003	0.0002	0.0002	0.0001	0.005	0.02	0.000005

企业 2 工业碳酸钴试验累积数据

序号	钴(Co) w/%	干燥减 量 w/%	镍(Ni) w/%	铁(Fe) w/%	铜(Cu) w/%	锰(Mn) w/%	锌(Zn) w/%	钙(Ca) w/%	镁(Mg) w/%	钠(Na) w/%	铅(Pb) w/%	镉(Cd) w/%	铝(Al) w/%	铬(Cr) w/%	硅(Si) w/%	砷 (As)w/ %	氯化物 (以 Cl 计) w/%	硫酸盐 (以 SO ₄ 计)w/%	磁性 异物 (MI)w/%
1	46.31	3.046	0.0002	0.0006	0.0001	0.0002	0.0001	0.0004	0.0010	0.0013	0.0001	0.0003	0.0002	0.0001	0.0005	0.0001	0.0067	0.0002	0.000004
2	46.47	2.603	0.0004	0.0006	0.0001	0.0002	0.0001	0.0004	0.0010	0.0018	0.0001	0.0003	0.0003	0.0001	0.0004	0.0001	0.0068	0.0004	0.000005
3	46.47	2.524	0.0003	0.0007	0.0002	0.0002	0.0001	0.0003	0.0011	0.0016	0.0002	0.0003	0.0003	0.0001	0.0004	0.0001	0.0079	0.0003	0.000003
4	46.41	2.605	0.0004	0.0006	0.0002	0.0002	0.0001	0.0003	0.0011	0.0016	0.0002	0.0004	0.0003	0.0001	0.0005	0.0001	0.0127	0.0003	0.000003
5	46.43	2.596	0.0004	0.0007	0.0002	0.0002	0.0001	0.0004	0.0011	0.0014	0.0002	0.0004	0.0002	0.0001	0.0004	0.0001	0.0125	0.0004	0.000004
6	46.25	3.038	0.0004	0.0006	0.0002	0.0003	0.0001	0.0005	0.0010	0.0015	0.0002	0.0005	0.0003	0.0001	0.0005	0.0001	0.0153	0.0004	0.000005
7	46.30	3.082	0.0004	0.0006	0.0002	0.0002	0.0001	0.0004	0.0009	0.0017	0.0002	0.0004	0.0003	0.0002	0.0004	0.0001	0.0141	0.0003	0.000003
8	46.29	2.927	0.0004	0.0006	0.0002	0.0002	0.0001	0.0005	0.0009	0.0015	0.0001	0.0004	0.0003	0.0002	0.0004	0.0001	0.0083	0.0004	0.000006
9	46.29	3.067	0.0005	0.0008	0.0002	0.0002	0.0001	0.0005	0.0010	0.0016	0.0002	0.0004	0.0003	0.0001	0.0004	0.0001	0.0103	0.0004	0.000004
10	46.34	3.170	0.0005	0.0006	0.0002	0.0002	0.0001	0.0003	0.0009	0.0015	0.0002	0.0004	0.0004	0.0001	0.0006	0.0001	0.0073	0.0004	0.000003
11	46.45	2.885	0.0004	0.0006	0.0002	0.0002	0.0001	0.0004	0.0008	0.0011	0.0002	0.0002	0.0003	0.0001	0.0003	0.0001	0.0115	0.0003	0.000004
12	46.47	2.684	0.0004	0.0006	0.0002	0.0002	0.0001	0.0004	0.0008	0.0015	0.0001	0.0002	0.0002	0.0001	0.0003	0.0001	0.0099	0.0004	0.000005