GB 21345—2024《黄磷单位产品能源消耗限额》国家标准解读

聂云祥[1,2]，牛仁杰[3]，问立宁[3]，梅　毅[1,2]

（1. 昆明理工大学 化学工程学院，云南 昆明　650500；2. 云南省磷化工节能与新材料重点实验室，云南 昆明　650500；3. 中国无机盐工业协会，北京　100013）

［摘　要］《黄磷单位产品能源消耗限额》国家标准修订对促进黄磷行业节能降碳升级改造、提高行业绿色低碳发展具有重要的意义。比较新修订标准与2015版区别，对适用范围、限额等级、技术要求、统计范围和计算方法等主要内容的修订做简要的解释说明，为标准使用用户理解本标准提供参考和借鉴。

［关键词］黄磷；能源消耗；国家标准；磷化工

［中图分类号］TQ126.3+1　　［文献标志码］A　　［文章编号］2097-4566（2024）10-0009-04

Interpretation of national standard GB 21345—2024 *Norm of energy consumption per unit product of yellow phosphorus*

NIE Yunxiang[1,2], NIU Renjie[3], WEN Lining[3], MEI Yi[1,2]

(1. *Faculty of Chemical Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming* 650500, *China*; 2. *Yunnan Provincial Key Laboratory of Energy Saving in Phosphorus Chemical Engineering and New Phosphorus Materials, Kunming* 650500, *China*; 3. *China Inorganic Salt Industry Association, Beijing* 100013, *China*)

Abstract: The revision of the national standard " Norm of energy consumption per unit product of yellow phosphorus " plays a pivotal role in advancing energy conservation, carbon reduction, and the transformation towards a green and low-carbon development in the yellow phosphorus industry. The differences between the new revised standard and the 2015 edition are compared, and the revisions of the scope of application, quota levels, technical requirements, statistical scope and calculation methods are briefly explained, so as to provide reference for standard users to understand this standard.

Key words: yellow phosphorus; energy consumption; national standard; phosphorus chemical industry

0　引言

黄磷是磷化工的基础原料，广泛应用于农业、石油化工、轻工、纺织、电力、冶金、国防军工、建材、食品加工、电子等行业[1]。然而，黄磷生产消耗大量能源的同时排放大量的污染物。为规范黄磷行业发展，防止低水平黄磷生产装置重复建设，加强环境保护，提高资源综合利用效率，确保安全生产，《黄磷单位产品能源消耗限额》于2008年首次发布（GB 21345—2008）[2]，对“十二五”期间黄磷产业的健康发展起到了极大作用，促进黄磷生产企业不断改进生产经营管理水平，提高了黄磷生产技术和管理水平，降低了黄磷生产能源消耗，淘汰了能耗不达标的落后黄磷生产装置。

为实现“十三五”期间建设资源节约型、环境友好型社会，实现单位生产总值能源消耗降低20%等目标，2015年对该标准进行了第一次修订，修订后GB 21345—2015《黄磷单位产品能源消耗限额》[3]的实施，消灭了黄磷“点天灯”（黄磷尾气在大气中燃烧排放）现象，单位生产总值能源消耗进一步降低。然而，黄磷生产企业存在先进生产能力和落后生产能力并存，相当一部分旧、小企业技术装备水平落后，单位产品能耗水平参差不

［收稿日期］2024-07-29

［作者简介］聂云祥（1993-），男，云南曲靖人，副教授，主要研究方向为基础磷化工节能减排。E-mail：yunxiangnie@126.com

［通信作者］梅　毅（1963-），男，教授，主要研究方向为磷化学及化工。E-mail：meiyi412@126.com

［基金项目］云南省重大科技项目（202202AG050001）；云南省基础研究专项项目（202401AT070379）

齐等问题。此外，多数企业的黄磷尾气没有得到实质性利用，例如，为了满足环保要求，将黄磷尾气燃烧产生蒸汽，但蒸汽直接排放到自然界，造成能量的巨大浪费。2021 年 4 月，全国能源基础与管理标准化技术委员会将黄磷企业列为第一批“高能耗、高排放”节能减排项目。

在“十四五”开局之年，根据国家发展战略以及“2030 年前碳达峰、2060 年前碳中和”目标对节能标准化提出的新挑战和新需求，对 GB 21345—2015《黄磷单位产品能源消耗限额》进行了再次修订。基于国家发展和改革委员会等四部门联合发布的《高耗能行业重点领域节能降碳改造升级实施指南（2022 年版）》对黄磷生产能耗控制限定要求[4]，《工业重点领域能效标杆水平和基准水平（2023 年版）》[5] 以及工业和信息化部等八部门联合印发的《推进磷资源高效高值利用实施方案》[6] 等政策文件针对黄磷行业节能降碳提出的指导意见等，该标准历时 3 年修订完成，修订后的 GB 21345—2024《黄磷单位产品能源消耗限额》[7] 于 2024 年 4 月 29 日发布，2025 年 5 月 1 日正式实施，旨在促进国内黄磷行业健康发展，推动黄磷生产技术进步，高效利用黄磷尾气和磷矿资源，减少能源消耗，促进产业碳达峰、碳中和。

1 标准主要内容说明

1.1 标准适用范围

GB 21345—2024《黄磷单位产品能源消耗限额》规定了黄磷单位产品能源消耗（以下简称能耗）限额等级、技术要求、统计范围和计算方法，适用于电炉法黄磷生产企业单位产品能耗的计算、考核，以及对新建和改扩建项目的能耗控制。

1.2 主要修订内容

与 GB 21345—2015《黄磷单位产品能源消耗限额》相比，新标准在适用范围、术语、考核方法、能耗指标、统计范围等方面有较大修订。主要修改内容如下：（1）更改了标准的适用范围，规定了黄磷产品能耗限额等级，删除了节能管理与措施。（2）术语修订，删除了术语“黄磷单位产品电耗”、“黄磷单位产品电炉电耗”和“黄磷电炉还原用的单位产品标准焦耗”，增加术语“黄磷产品电炉电耗”和“黄磷电炉还原用炭质还原剂的综合能耗”。（3）能耗指标修订。由于对环保要求的提高，企业采用不同的污染物净化方法，能耗不一。各个企业使用的磷矿品位不同，电炉电耗也不同。因此，为推动黄磷生产技术创新改进和能源综合利用，取消了黄磷单位产品电炉电耗和黄磷单位产品电耗考核，取消了黄磷装置单位产品能耗先进值，利用黄磷单位产品综合能耗限额等级考核。

1.3 规范性引用文件

新标准保留 GB/T 2589《综合能耗计算通则》[8]、GB/T 7816《工业黄磷》[9] 和 GB/T 12723《单位产品能源消耗限额编制通则》[10] 作为引用文件，补充了 GB/T 29116《工业企业原材料消耗计算通则》[11] 作为引用文件，有助于厘清黄磷生产企业所消耗的各种能源，在综合能耗计算中做到不漏计、不重复。

1.4 术语及定义

基于标准考核和计算方法需要，新标准删除了术语“黄磷单位产品电耗”、“黄磷单位产品电炉电耗”和“黄磷电炉还原用的单位产品标准焦耗”，补充了“黄磷产品电炉电耗”和“黄磷电炉还原用炭质还原剂的综合能耗”两个术语，有助于黄磷生产系统综合能耗的统计和计算。术语“黄磷产品电炉电耗”表示在报告期内电炉直接加热消耗的电量综合能耗。术语“黄磷电炉还原用炭质还原剂的综合能耗”表示电炉还原反应所用炭质还原剂（焦炭、无烟煤等）按其碳含量折算成报告期内黄磷产品生产全部过程中折成固定碳质量分数 84% 的焦炭所含的能源总量。附录 A.1 中，焦炭的发热值为 28 470 kJ/kg（6 800 kcal/kg），其标准煤折算系数 k 为 0.971 4 kg/kg。黄磷生产将焦炭或无烟煤（以固定碳计算）作为还原剂加入电炉中，因焦炭或无烟煤品种多而且复杂，其碳含量、发热量及反应活性等相差很大。从调查情况看，国内黄磷企业均未在现场对焦炭和无烟煤进行低位发热量测定。在实际生产中，各企业都是以焦炭或无烟煤中固定碳含量的测定结果作为入炉原料配比计算的依据。因此，本标准规定，首先将黄磷单位产品焦炭和无烟煤实际消耗量换算成冶金焦（固定碳质量分数 84%）的消耗量，然后用附录 A.1 中焦炭（固定碳质量分数 84%）的标准煤折算系数 k，计算出焦炭或无烟煤的黄磷单位产品综合能耗。

1.5 产品能耗限额等级与限额值

根据 2020 年 1 月颁布的《国家强制性标准管理办法》以及系列能耗限额标准编制分级要求，综合分析黄磷生产企业的运行情况，新标准修订规定了黄磷单位产品能耗限额等级，如表 1 所示，并对现有黄磷生产装置、新建和改扩建黄磷生产装置的限额指标提出了要求。现有黄磷生产装置单位产品能

耗限定值应符合表1中的3级要求。新建和改扩建黄磷生产装置单位产品能耗准入值应至少符合表1中的2级要求。

表1　黄磷单位产品能耗限额

Table 1　Norm of energy consumption per unit product of yellow phosphorus

工艺路线	黄磷单位产品综合能耗限额/(kg·t^{-1})		
	1级	2级	3级
电炉法	≤2 300	≤2 450	≤2 800

1.6　统计范围及边界划分

根据GB/T 2589《综合能耗计算通则》，新标准进一步明确定义黄磷产品综合能耗统计范围按用能单位能源消耗进行边界划分，包括主要生产系统、辅助生产系统和附属生产系统所消耗的各种一次能源量、二次能源量（电力、热力、石油制品、焦炭、煤气等）以及耗能工质（水、氧气、氮气、压缩空气等所消耗的能源）量。生产界区内的辅助生产系统、附属生产系统的能源消耗量和损失量按消耗比例法分摊产品中的部分，不包括建设和改造过程用能和生活用能（指企业系统内宿舍、学校、文化娱乐、医疗保健、商业服务和托儿幼教等方面用能）。

针对2015版标准使用过程中的反馈意见，新标准对能耗规定做了进一步修改，使得定义更加准确，易于理解。在新标准中，在黄磷生产系统能耗中规定：（1）具有独立的磷矿粉成球装置，其能耗不计入黄磷产品综合能耗的统计范围。原因在于各地区磷矿资源利用情况不同，品位差异较大，考虑将粉矿成球的方法很多，如压球烘干、中温干燥、高温烧结，其温度为200～1 100 ℃，无法用同一指标加以概括，因此将粉矿成球系统的能耗及电耗划出界区，可以有效呈现黄磷生产工艺能耗水平。（2）焦炭（或无烟煤）消耗应以实际入炉量加损失量计算，调出的焦（煤）粉不计入总能耗中。生产界区内回收本界区内产生的余热、余能及化学反应热用于本装置且不对界区外输出的能源，除利用本界区余热发电的电量外，不计入能源消耗量中，也不计入能源抵扣。回收利用的能源供给界区外装置的部分，应按其实际计量的能量值从本界区能耗中扣除。（3）特别强调，所有输入、输出的能源，均以界区的计量表划分。

1.7　计算方法和公式

新标准删除了黄磷单位产品电耗和黄磷单位产品电炉电耗的计算，对综合能耗计算方法和计算公式进行了修订。（1）黄磷单位产品综合能耗等于报告期内黄磷生产系统综合能耗加上黄磷辅助生产系统、附属生产系统的能耗摊入量和损失量，减去报告期内向黄磷生产界区外输出的综合能源量，然后除以报告期内黄磷产量。（2）黄磷生产系统综合能耗包括黄磷电炉还原用炭质还原剂（焦炭、无烟煤等）的综合能耗，黄磷产品电炉电耗，以及黄磷生产系统消耗的除还原反应用炭质还原剂（焦炭、无烟煤等）、黄磷电炉电耗以外的能源消耗量。（3）黄磷产品产量等于生产得到的符合GB/T 7816标准的黄磷量、泥磷制磷酸折合的黄磷量及泥磷制其他化学品折合的黄磷量之和，减去外购泥磷回收的黄磷量和其他化学品折合的黄磷量。

1.8　附录

新标准修正了附录A中各种能源平均低位发热量的数据。在能源品种上，主要参考了GB/T 2589《综合能耗计算通则》常用的能源品种，尽量与统计口径保持一致。需要说明以下几点：（1）折标准煤系数如遇国家统计部门规定发生变化，能源消耗等级指标则另行设定。（2）电力（等价值）的折标准煤系数按上年电厂发电标准煤耗计算。（3）单位耗能工质耗能量和折标准煤系数是按照电厂发电标准煤耗为0.404 kg/（kW·h）计算的折标准煤系数。实际计算时，宜考虑上年电厂发电标准煤耗和制备耗能工质设备效率等影响因素，对折标准煤系数进行修正。（4）蒸汽的折标准煤系数应考虑蒸汽的压力和温度，通过蒸汽的焓值除以标准煤热值（29 302 kJ/kg）获得。

2　标准实施意义

为更好地引领行业节能降碳升级改造，提高行业绿色低碳发展能力，新标准能耗指标提升幅度较2015版标准有比较大的提高，黄磷单位产品能耗3个等级的标准均提高了8%以上。由于我国黄磷技术已处于世界先进水平，能耗下降的空间有限。根据近年来行业实际生产情况，黄磷产量按80万t/a计，标准有效实施后节能量折标准煤约32万t/a。

新标准实施，将进一步推动黄磷企业加大节能降碳工作力度，促进磷资源高效利用和黄磷尾气实质性利用，淘汰落后低效产能，推动高效节能新技术研究开发，为黄磷行业落实“碳达峰、碳中和”目标工作要求提供了重要支撑。

［参考文献］

［1］　姚之琦，孙志立，闫立宁.我国黄磷及精细磷酸盐生产的困境和

发展机遇[J].磷肥与复肥,2019,34(11):1-3.
YAO Z Q, SUN Z L, WEN L N. Difficulties and opportunities of yellow phosphorus and fine phosphate production in China [J]. Phosphate & Compound Fertilizer, 2019, 34(11): 1-3.

[2] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.黄磷单位产品能源消耗限额:GB 21345—2008[S].北京:中国标准出版社,2008.
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, National Standardization Administration of the People's Republic of China. Norm of energy consumption per unit product of yellow phosphorus: GB 21345—2008[S]. Beijing:Standards Press of China,2008.

[3] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.黄磷单位产品能源消耗限额:GB 21345—2015[S].北京:中国标准出版社,2015.
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, National Standardization Administration of the People's Republic of China. Norm of energy consumption per unit product of yellow phosphorus: GB 21345—2015[S]. Beijing:Standards Press of China,2015.

[4] 中华人民共和国国家发展和改革委员会.关于发布《高耗能行业重点领域节能降碳改造升级实施指南(2022年版)》的通知[EB/OL].(2022-02-11).https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/tzgg/202202/t20220211_1315447. html.
National Development and Reform Commission.Notice on Issuing the "Implementation guidelines for energy conservation, carbon reduction, and upgrading in key areas of high energy consuming industries (2022 Edition)"[EB/OL].(2022-02-11). https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/tzgg/202202/t20220211_1315447.html.

[5] 中华人民共和国国家发展和改革委员会.关于发布《工业重点领域能效标杆水平和基准水平(2023年版)》的通知[EB/OL].(2023-07-04).https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/ztzl/ghnhyjnjdgzsj/zcwj/202307/t20230704_1359231. html.
National Development and Reform Commission.Notice from the National Development and Reform Commission and other departments on the release of the "Energy efficiency leading levels and benchmark levels for key industrial fields (2023 Edition)"[EB/OL].(2023-07-04). https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/ztzl/ghnhyjnjdgzsj/zcwj/202307/t20230704_1359231.html.

[6] 中华人民共和国工业和信息化部.工业和信息化部等八部门关于印发《推进磷资源高效高值利用实施方案》的通知[EB/OL].(2024-01-03).https://www.miit.gov.cn/jgsj/ycls/wjfb/art/2024/art_24e1b66a1113 41b7ac6d491b1029e836.html.
Ministry of Industry and Information Technology of the People's Republic of China. Notice from the Ministry of Industry and Information and other eight departments on the release of the "Implementation plan for promoting efficient and high value utilization of phosphorus resources"[EB/OL].(2024-01-03). https://www.miit.gov.cn/jgsj/ycls/wjfb/art/2024/art_24e1b66a111341b7ac6d491b1029e836.html.

[7] 国家市场监督管理总局,国家标准化管理委员会.黄磷单位产品能源消耗限额:GB 21345—2024[S].北京:中国标准出版社,2024.
State Administration for Market Regulation, National Standardization Administration of the People's Republic of China. Norm of energy consumption per unit production of yellow phosphorus: GB 21345—2024[S]. Beijing:Standards Press of China,2024.

[8] 国家市场监督管理总局,国家标准化管理委员会.综合能耗计算通则:GB/T 2589—2020[S]. 北京:中国标准出版社,2020.
State Administration for Market Regulation, National Standardization Administration of the People's Republic of China. General rules for calculation of the comprehensive energy consumption: GB/T 2589—2020[S]. Beijing:Standards Press of China,2020.

[9] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.工业黄磷:GB/T 7816—2018[S].北京:中国标准出版社,2018.
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, National Standardization Administration of the People's Republic of China. Yellow phosphorus for industrial use: GB/T 7816—2018[S]. Beijing:Standards Press of China,2018.

[10] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.单位产品能源消耗限额编制通则:GB/T 12723—2013[S].北京:中国标准出版社,2013.
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, National Standardization Administration of the People's Republic of China. General principles for establishing allowance of energy consumption per unit throughput: GB/T 12723—2013[S]. Beijing:Standards Press of China,2013.

[11] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.工业企业原材料消耗计算通则:GB/T 29116—2012[S].北京:中国标准出版社,2012.
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, National Standardization Administration of the People's Republic of China. General principles for calculation of raw material consumption in industrial enterprises: GB/T 29116—2012[S]. Beijing:Standards Press of China,2012.