

《钢铁行业冲击负荷飞轮节能技术规范》行业标准 编制说明

一、任务来源

根据《工业和信息化部办公厅关于印发 2020 年第二批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》（工信厅科〔2020〕181 号）的要求，由中节能工业节能有限公司牵头起草《钢铁行业冲击负荷飞轮节能技术规范》行业标准，计划编号：2020-0427T-YB。

本标准由工信部钢铁行业节能标准化工作组提出并归口，中节能工业节能有限公司、冶金工业规划研究院、北京泓慧国际能源技术发展有限公司等单位共同起草。

二、制定本标准的目的和意义

钢铁行业是电能耗能大户，钢铁生产的电炉冶炼、轧钢、锻压等涉及冲击负荷的生产环节不仅对电网造成冲击，引起频率波动并产生高次谐波，进而导致钢厂电能质量下降；而且增加了用户的电力容量费用。利用飞轮储能具有的瞬时大功率、响应快速的特点，可用来平缓冲击性负载用电对电网的冲击，增加系统的安全性，同时减小钢铁企业的容量费用，实现钢铁企业的节能降耗。

目前，飞轮储能在国内还属于新兴产业，在很多应用领域没有标准和规范参考、评判。在“碳中和，碳达峰”的大背景下，飞轮储能迎来了更好的发展机遇和广阔的市场前景，随着飞轮储能市场化的深

入，需要对飞轮储能的应用制定统一的规范和测试来保证其功能、性能、可靠性及安全性。目前，钢铁行业尚无统一的标准规范，一定程度上限制了该飞轮节能技术在钢铁行业的推广应用。本标准的制定填补了国内该领域的标准空白，有利于规范飞轮节能技术的发展和推广应用，有利于提高钢铁生产中对冲击负荷能量的回收水平，对节能减排具有重要意义。

三、主要工作过程

中节能工业节能有限公司、冶金工业规划研究院、北京泓慧国际能源技术发展有限公司等共同承担了《钢铁行业冲击负荷飞轮节能技术规范》行业标准的编制工作，共同组建了标准编制工作组，明确各自的责任和分工。标准编制过程中，起草小组认真查阅有关资料、收集相关数据信息，并多次组织召开专家研讨会对标准草案进行修改完善。2020年7月，《钢铁行业冲击负荷飞轮节能技术规范》行业标准获得工信部批准立项。2020年8月-2021年6月，在完成标准参编单位征集的基础上，由工信部钢铁行业节能标准化工作组秘书处承担单位冶金工业规划研究院协调组织召开了标准编制启动会，成立了由中节能工业节能有限公司为牵头单位的标准编制工作组，明确了标准的适用范围、主要框架内容、任务分工，并根据各自分工完成了标准草案。2021年7月、2021年9月和2022年3月，先后召开三次标准编制组内部研讨会，对标准草案进行讨论修改，并形成标准初稿文本。2022年5月17日召开专门的专家研讨会，邀请飞轮节能相关技术专家和标准化专家重点讨论标准初稿文本，并提出修改意见和建议；宝

钢节能环保技术有限公司、罗特尼克能源科技（北京）有限公司、华北电力大学、北京签衡认证中心有限公司研究院、西安宝美电气工业有限公司、中节能工业节能有限公司、北京泓慧国际能源技术发展有限公司等单位领导和专家参加。2022年6月-10月，编制组进一步对标准初稿进行修改完善，并形成标准征求意见稿。2022年11月，对标准征求意见稿进行征求意见。

四、标准编制原则

（一）本标准按照 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》的要求和规定起草。本标准应具有实用性和规范性。

（二）本标准为中节能工业节能有限公司、冶金工业规划研究院和北京泓慧国际能源技术发展有限公司以国内、外标准为参考的前提下共同编制。参考了国内、外现行的《钢铁企业节能设计规范》、《电能质量 公共电网间谐波》、《电力系统电化学储能系统通用技术条件》、《旋转电机标准》等标准。

（三）本文件主要技术指标选定综合考虑了企业生产实际和使用情况，注重标准制定与技术创新、试验验证、产业推进、应用推广相结合，体现了技术标准的科学性、先进性、合理性和可操作性。

（四）本文件在制定过程中，遵循“面向市场、服务产业、自主制定、适时推出”的原则，以及统一、协调、适用性和规范性的原则。

五、标准主要内容说明

本文件主要有 7 个章节的内容。

（一）范围

说明了本文件规定的主要内容以及适用范围。本文件规定了钢铁行业冲击负荷飞轮节能技术的术语和定义、原理与应用、系统要求、测试方法、运行与维护。

本文件适用于钢铁行业电炉冶炼、轧钢等产生冲击负荷的生产环节使用的飞轮节能技术。

（二）规范性引用文件

列出了本标准中所引用的 19 个国家标准。

（三）术语和定义

本文件主要文本规定内容定义了飞轮储能系统、飞轮转子、热备状态、充放电循环效率、充（放）电响应时间、飞轮自放电率指标。飞轮储能系统及相关术语和定义是参照国内外相关标准 **IEEE std 1679TM-2020** 和行业通用表述方式确定的。通过这些术语和定义，能够对飞轮储能系统有更加清晰和明确的认识和了解。

（四）原理与应用

对飞轮储能系统原理进行了说明，详细阐述了钢铁企业飞轮储能系统的应用原理和工作过程。飞轮储能系统充电时，处于电动机工作模式，电机驱动飞轮转子高速旋转，将电能转换为动能，用以储存能量；放电时，处于发电机工作模式，转速下降，将动能转化为电能，向负载释放电能。

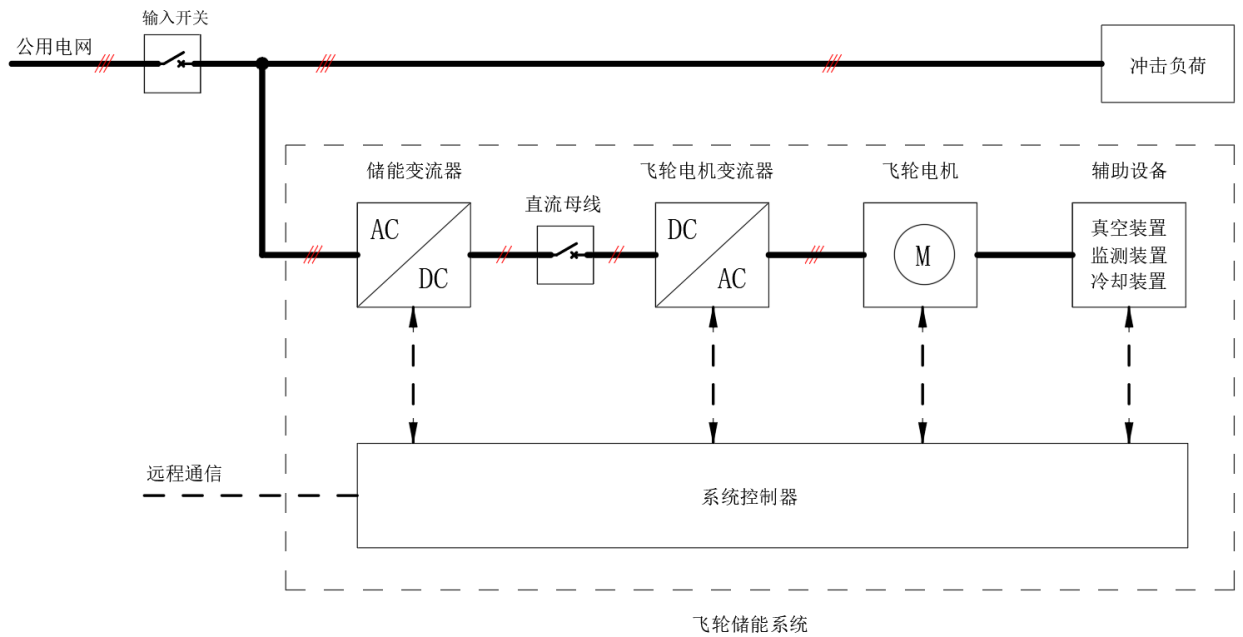


图 1 飞轮储能系统应用原理图

如图1所示，在钢厂设备的供电系统中接入飞轮储能系统，正常供电时飞轮在工作区间处于浮充状态，当厂内设备启动或往复工作过程中，供电系统产生冲击负荷，导致短时频率越限、电压波动等电能质量问题，此时飞轮瞬时投切，转换至充（放）电模式，对供电系统进行调节和补偿。飞轮储能的精细调节将系统的频率控制在允许范围内，且飞轮储能补偿一部分无功功率抑制电压波动，减小电压偏差影响其他设备，提高电能质量和使用效率，起到节能作用。同时，飞轮储能系统提供的功率补偿，有效降低用户侧用电容量配置。

（五）系统要求

钢铁行业用飞轮储能的系统要求包括一般要求、技术要求、运行环境、安全保护功能和监控功能要求。

“5.1 一般要求”中明确了飞轮的使用环境、电源品质等要求。

主要参考了国家标准 GB 755-2008，同时结合飞轮自身特性，对温度、湿度、海拔的使用环境条件作出了规定：海拔应不超过 1000m，环境空气温度不超过 40℃，最低环境温度不低于-15℃。电源品质要求主要包括谐波电压、简谐波电压、电压偏差、电压波动和闪变值，以及电压不平衡度指标，该类指标应符合 GB/T 14549、GB/T 24337、GB/T 12325、GB/T 12326、GB/T 15543 相关标准要求。

“5.2 技术要求”中明确了飞轮储能系统的系统性能、电气性能、电磁兼容性等重要技术指标，这些指标能够有效表征飞轮储能系统的性能特征。系统性能要求主要包括额定输入/输出功率、可用储能量、充放电循环效率、充放电相应时间和飞轮自放电率。根据飞轮储能行业发展状况，结合飞轮产品特性及测试，确定系统充放电循环效率要求不低于 80%、充放电响应时间要求不大于 20ms，飞轮自放电率应不超过额定输出功率的 5%。电气性能中的绝缘电阻要求不小于 10 MΩ，工频耐受电压等级主要参考 GB/T 19826-2014、GB/T 7251.1-2013 标准。

5.3 为运行环境，提出了振动、噪声、温升和密封性等技术指标，保证产品的运行状态。参考标准 GB/T 19826-2014、GB/T 3859.1-2013、GB/T 755-2008 要求系统噪声值 $\leq 65\text{db (A)}$ ，温升符合标准规定。综合考虑飞轮的损耗和传热性，通过测试确定，飞轮密封壳体的密封真空度 $\leq 10\text{Pa}$ 和漏率应不大于 $1 \times 10^{-6}\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ 。

5.4 为安全保护功能，重点考虑设备运行和使用的安全性。从设备的机械安全性、绝缘安全性、接地、过流过压保护、超速保护、过

温保护、真空及辅助系统故障等多方面提出标准要求，以保证产品的运行安全。

5.5 为监测控制功能，应监测飞轮储能系统的所有运行参数和信息，控制产品运行方式和功能，实时掌控设备运行状态，保证产品在实际应用中发挥作用。

（六）测试方法

本章节主要针对标准前文中给出的飞轮储能系统的系统性能、电气性能、运行环境和安全保护等指标要求，给出了相应的测试方法；并给出了相关测试条件、测试设备要求。

（七）运行与维护

结合飞轮储能系统的设备特性，确定了系统运行与维护的要求，保证系统的安全性和高效性。

六、标准相关情况

本标准不涉及专利问题。本标准制定过程中未查到相关同类标准，标准达到国内先进水平。标准的制定和实施，对于促进飞轮储能系统装备在钢铁行业的推广应用、规范设备选型和产品质量要求，以及保障设备使用安全和高效运行具有积极作用。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

八、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及标准，特别是强制性标准的协调性

本标准与现行相关法律、法规、规章及相关标准协调一致。

九、贯彻标准的要求和措施建议

飞轮储能系统在钢铁行业的推广应用，有利于平抑电炉冶炼、轧钢等钢铁生产工序对电网造成的冲击，提高钢铁企业的电能质量，增加系统安全性，进而实现钢铁企业的节能降耗。本标准的制定与实施具有明显的经济和社会效益，从安全、可靠和规范发展的角度出发，建议本标准批准发布后尽快实施。

十、其他应予说明的事项

无。

《钢铁行业冲击负荷飞轮节能技术规范》

标准编制工作组

2022年11月22日