

《电机系统（风机、泵、空气压缩机） 优化设计指南》

编制说明

（征求意见稿）

《电机系统（风机、泵、空气压缩机）优化设计指南》标准工作组

二〇二四年十二月

目 录

一. 标准工作简况	3
1. 任务来源	3
2. 编制标准的目的与意义	3
3. 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作等	9
二. 标准修订的依据与原则	9
三. 标准修订的主要过程	10
1. 数据支撑来源	17
2. 标准制定工作的启动	19
3. 《标准编制工作大纲》的编写	20
4. 标准征求意见稿的编写	错误!未定义书签。
5. 标准送审稿的编写	错误!未定义书签。
6. 标准报批稿的编写	错误!未定义书签。
四. 标准的主要内容	20
1. 标准名称的确定	错误!未定义书签。
2. 标准范围	20
3. 规范性引用文件	21
4. 术语及定义	21
5. 电机系统设备要求	22
5.1. 设备基本要求	22
5.2. 备性能及能效要求	22
6. 电机系统的设计要求	23
6.1. 设计基本要求	23
6.2. 组的匹配	23
6.3. 分别对风机机组、泵机组和空压机机组的要求	23
6.4. 管网设计要求	24
6.5. 电机系统运行要求	24
6.6. 电机系统综合评价	25
五. 主要试验（或验证）情况	25
六. 标准中涉及专利的情况	25
七. 预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况	25
八. 与国际、国外同类标准的对比情况	26
九. 在标准体系中的位置，与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系	26
十. 重大分歧意见的处理经过和依据	26
十一. 标准性质的建议说明	27
十二. 贯彻标准的要求和措施建议	27
十三. 废止现行有关标准的建议	28
十四. 其他应予说明的事项	28

一. 标准工作简况

1. 任务来源

为提高电动机系统的能源利用效率，引导企业的节能技术进步，促进我国高效电动机系统的应用，全国能源基础与管理标准化技术委员会向国家标准化管理委员会提出，制定电动机系统运行能效设计标准，经国家标准化管理委员会批准立项，标准计划编号为：20232574-T-469。

2. 编制标准的目的与意义

电机被广泛应用于工业领域，作为风机、泵、压缩机、机床、输送带等各种机械设备的驱动装置，是用电量最大的耗电设备。为全面实施“中国制造 2025”，加快促进工业转型升级，工业设备的节能改造是工业领域发展的大势所趋，电机节能是工业节能的关键之一。

据统计数据，截止 2017 年，我国电机保有量约 17 亿千瓦，总耗电量约 3.5 万亿千瓦时，全社会用电量 5.55 万亿千瓦时，占全社会总用电量的 65%；其中工业领域电机总耗电量为 2.9 万亿千瓦时，工业用电量为 3.93 万亿千瓦时，占工业用电的 74%，工业电机耗电占全社会总用电量的 52%。如果工业电动机效率提升 1%，那么一年节约用电量 2900 亿千瓦时，相当于国内中等城市年度用电量。因此，工业领域电机能效水平的提高，不仅直接关系到工业能耗水平，而且对社会整体用电效率具有很大影响通过大力推广高效电机，淘汰在用普通低效电机，对现有低效电机进行改造等方式能够促进电机系

统效率的提高，对节约电能意义非常重大，推广使用高效电机既可节约大量电能，还可带动压缩机、水泵、风机等设备提高能效水平，进而提高中国整个装备制造业的能效水平。

近几年国家出台了一系列政策进一步完善电机能效提升体系，提高我国电机制造技术水平，推进电机再制造行业发展，提升高效电机的市场份额，促进工业领域的节能节排。《中华人民共和国节约能源法》、《节能产品惠民工程高效电机推广实施细则》以及《电机能效提升计划 2013-2015》等为高效电机在市场中的推广奠定了法律基础。电机行业在国家政策支持下，发展势头良好，不断提升设计研发技术，大力拓展国内外销售市场，推动能源生产和利用方式革命，为构建资源节约型和环境友好型社会做贡献。与电机产业相关的政策，包括：“十一五”国家十大节能工程之一“电机系统节能工程”，2010年5月国家财政部、发改委发布“节能产品惠民工程高效电机推广实施细则”，2012年2月工信部发布《工业节能十二五规划》(2011—2015年)，2012年5月国务院常务会议，决定安排财政补贴16亿元支持推广高效电机，2012年7月国务院发布《“十二五”国家战略性新兴产业发展规划》，节能环保产业位列七大战略性新兴产业之首，2012年8月国务院发布《节能减排“十二五”规划》，2013年5月工信部等多部委发布《电机能效提升计划》，2013年8月国务院发布《关于加快发展节能环保产业的意见》。电机行业企业感受影响较大和较直接、涉及面较广泛的政策如下。

(1) 节能产品惠民工程。《节能产品惠民工程高效电机推广实施

细则》(财建〔2010〕232号)、《关于做好2011年高效电机推广工作的通知》(财建〔2011〕62号),国家预计补贴20亿元,目标是使高效电机市场份额从不足3%提高到25%。

(2) 全国电机能效提升计划(2013—2015)。主要内容包括:存量调整与增量提升相结合;生产环节需严格执行能效标准,强制淘汰低效,提高高效电机的供给;使用环节需淘汰在用低效和改造提升结合,鼓励新增需求采用高效电机;技术研发与推广示范相结合;加大高效、节能电机设计、制造、匹配改造等先进技术研发、投入、生产、宣传推广力度;培育扶持优势企业,高效电机示范应用;淘汰低效电机与电机高效再制造相结合;建立旧电机回收体系,积极推进电机高效再制造,培育电机再制造产业,电机系统的节能改造,风机、水泵匹配改造,是能效提升计划核心之一,要求各个地区的重点用电企业,提出三年改造路线图。

(3) 新技术的推动。节能先进实用技术目录评选。工信部为解决各行业电机领域节能技术瓶颈和难点问题,评选出符合条件的先进实用技术,纳入《电机领域节能先进实用技术推广目录》,面向全社会推广。节能机电设备评选,工信部组织评选,要求低压三相笼型异步电动机效率达到 GB18613—2012《中小型三相异步电动机能效限定值及能效等级》中能效2级及以上,低压若申报产品为单一型号,则每年销售量不少于5万kW,若申报产品为系列,则该系列产品的每年销售量不少于30万kW。《节能机电设备(产品)推荐目录(第六批)》涵盖了11大类436个型号产品,其中电动机81个型号产品,

低压电机 35 个。2016 年 9 月 28 日，工信部发布了《节能机电设备(产品)推荐目录(第七批)》和《“能效之星”产品目录(2016)》。其中，第七批节能机电设备(产品)推荐目录涵盖 22 个型号的低压三相异步电动机、18 个型号的高压三相异步电动机和 14 个型号的永磁同步电动机，2016 年“能效之星”产品目录涵盖 2 个型号的高压三相异步电动机和 1 个型号的永磁同步电动机。

(4) 能效之星目录评选。工信部 2015 年开始将电机纳入“能效之星”评选范围，“能效之星”产品(终端消费类)评价规范:评选出与同类产品相比能效领先的量产产品，产品性能符合质量、安全及环保等要求，且具有引领节能技术创新、转变消费导向和提升节能理念等作用。工信部协调相关部门，将“能效之星”产品纳入《节能产品政府采购清单》以及《节能节水专用设备企业所得税优惠目录》中予以支持工业转型升级资金、专项建设资金支持的节能改造项目优先选用“能效之星”产品；要求各地应加大对“能效之星”产品的推广力度，并给予相应的政策支持，集中宣传“能效之星”产品，列入目录的产品可以使用“能效之星”标志。和本标准相关的“能效之星”产品列表如下

(5) 节能产品惠民工程。2010 年 5 月 31 日，由财政部、国家发改委联合下发了《节能产品惠民工程高效电机推广实施细则》，开始对包括中小型三相异步电动机在内的高效电机实施惠民财政补贴，截至 2017 年共完成六批电机的惠民评审工作，推广高效电机一亿千瓦时，年度总节能量 74.7 亿度。这是中小型三相异步电动机能效水

平在 2010-2016 年之间迅速提升的主要推动性因素,并且提高了节能产品在市场的占有率。目前“惠民工程”政策已经结束,接续的能效“领跑者”政策已经启动。

(6) 节能产品政府采购。法律依据:《中华人民共和国节约能源法》第五十一条,《国务院办公厅关于建立政府强制采购节能产品制度的通知》(国办发〔2007〕51号)。

截至到 2017 年 6 月,根据全国已上报电机能效提升计划重点任务落实情况的 24 个省、自治区、直辖市及计划单列市的数据统计测算,全国累计推广高效电机共 7500 多万 kW,其中低压高效电机 3800 多万 kW,高压高效电机 2200 多万 kW,永磁高效电机 1470 多万 kW。电机能效提升计划工作开展期间,全国各省市设立并拨付的用于电机能效提升专项资金补贴总额达 25 亿多元。淘汰低效电机 2108 万 kW,电机系统节能改造 1710 万 kW,淘汰电机的高效再制造 791 万 kW;实现高效电机的推广、在用低效电机淘汰、电机系统节能改造以及淘汰电机再制造累计达 12109 万 kW。高效电机市场占有率由 4% 提升到目前的约 25%;电机系统运行效率由原来的 70%~75%提升到 80%~85%;综合年节电量约 113 亿 kWh,相当于标准煤 139 万 t,实现二氧化碳减排 347.5 万吨。

虽然成果显著,但是电动机能效标准已将实施 7 年多的时间,其中规定的目标能效值在 2017 年 7 月 1 日已经开始实施,需制定新的能效限定值和节能评价值。此外,为了激发企业和行业的能效提升,由全国能源基础与管理标准化技术委员会向国家市场监督管理总局

申报制定《电机系统能效评价》项目，主要目的是为了更好的协调电动机产品及系统间的关系，更好的发挥系统的作用，实现 1+1 大于 2 的效果，同时对现有产品标准中不一致和不好协调公用的规定和规则重新定义并完善。

本次制定工作主要开展了以下工作：

一是根据电动机技术发展趋势，对电动机系统运行能效评价做了新的要求。激励电动机制造企业加强技术进步，研发适合我国国情的电动机节能产品和技术，为进一步挖掘电动机及拖动系统的节能潜力发挥引领作用，同时引领电机系统产业链上节能管理、监测、改造各方面领域的共同作用。在整个系统上发力，考虑大马拉小车，系统匹配，电源匹配，管网合理排布等方面。

二是落实国家关于电动机及系统方面的产业政策。根据国家对电动机的综合监察的相关政策，调整现有能效要求。根据工业及信息化的要求及相应的推动政策和手段，将电机和电机系统的要求规定到标准里，并通过打分形式体现。

三是协调标准与其他相关法规、标准的一致性。

通过本次标准制定，更有效地为适应我国节能政策的变化和国际上电动机及系统能效评价标准的发展方向。标准内容，评价方式和评价指标的高低应根据我国节能政策的变化而变化，并使我国电动机系统能效水平能够跟上或引导国际发展的潮流。

3. 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作等

本标准由中国标准化研究院负责，佛山绿色发展创新研究院，上海电器科学研究所（集团）有限公司，中国电器科学研究院股份有限公司，合肥通用机电产品检测院有限公司，佳木斯电机股份有限公司，南阳防爆电气研究所有限公司，河北电机股份有限公司，西门子电机（中国）有限公司等单位参与起草。主要起草单位收集、分析国内外相关技术文献和资料，对现有的能源及效率分级标准做了相应的讨论，并对现有的系统和市场应用现状做了详细的调研，分析了电动机系统中不同情形下的问题及主要关注的共性问题。主要起草人刘韧、林翎、李鹏程结合电动机系统能效实测数据的统计分析，对标准的技术内容进行归纳、总结，确定企业及用户需求后，刘韧进一步对各方面的意见和建议进行归纳、分析，并对其他材料的编制，完成标准及标准说明等相关材料及后续审定、修定等工作。

二. 标准修订的依据与原则

1. GB/T1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》，即 GB/T1.1 的 2020 版已正式发布，所以本标准是按 GB/1.1 的 2009 版要求格式编写的。

2. 目前我国在电机系统定义中，电机系统的范围要比国际或其他国外标准要更大一些，评价对象和方式上也有所不同国外目前正研究标准。但考虑到我国电机系统所存在的问题和实际情况，以及我国发展水平，使本标准具有很高的科学性、先进性和可操作性，促进

我国高效电机系统节能评价技术的发展，本标准要与已颁布实施的相关标准，尤其是要与电机的系统优化设计标准、能效标准、经济运行标准、系统节能量测量和验证标准、系统节能监测标准等进行很好的衔接，并在技术要求上尽可能与它们协调一致，共同实施。

3. 本标准与国际上的相关标准接轨，也要充分考虑我国电动机的实际情况和发展水平，使本标准具有很高的科学性、先进性和可操作性，促进我国高效电动机的发展，增强我国电动机在国内、国际市场上的竞争力，提升我国电机系统的能效水平及管理运行能力；更进一步鼓励使用调控装置对电机系统进行匹配，优化负载和工况匹配。

4. 本标准的主要内容是我国能源政策实施的技术依据，所以标准中的技术要求应反映出我国能源政策的导向。我国现行的电机系统相关标准较为完善，但是缺少匹配使用的机会，该标准将多项能效、节能监察、能源管理等标准综合考虑，并使用通用方式打分对电机系统直观评价，能高效的判定统一平台下的电机系统效率高低和使用情况。

三. 标准修订的主要过程

本标准由中国标准化研究院牵头，与佛山绿色发展创新研究院，上海电器科学研究所(集团)有限公司，中国电器科学研究院股份有限公司，佳木斯电机股份有限公司，河北电机股份有限公司，西门子(中国)有限公司，卧龙电气南阳防爆集团股份有限公司等几十家单位组成标准工作组，共同开展标准制定工作。感谢工作组成员单位提供了

大量的电机产品、电动机系统匹配及市场数据。具体的工作情况见下文。

（一）信息调研

为了掌握国际发展动态，紧跟世界发展趋势，我们特别邀请了国外和国内专家收集了相关国际电动机能效标准的信息，并对国际相关标准进行了翻译和分析，同时也了解了其他国家或地区的电动机能效标准的情况。在标准修订期间，为了更进一步了解我国电动机生产和使用情况，委托专业调研机构进行电动机行业生产情况调查和电动机用户情况调查。行业情况调查针对的是生产中小型电动机的企业，主要目的是摸清近几年我国电动机行业的总体发展状况、2013年至2018年中小型电动机生产规模、中小型电动机规格结构、企业对开发高效电动机的认识和态度等问题。用户情况调查针对的是各使用电动机的行业，主要目的是摸清在各行业中，在线电动机与备用电动机的比例、电动机的规格和类型、电动机拖动机械的类型、电动机的运行时间、电动机使用者对电动机节能的态度、用户对高效电动机的认知等。同时也利用电动机能效标识办案数据对我国能效等级现状进行了分析。为了掌握电机系统能效评价指标，针对电机系统能效的标准、书籍、论文进行了收集、分类、整理。整理后，归纳了电机评价相关参数 122 项。

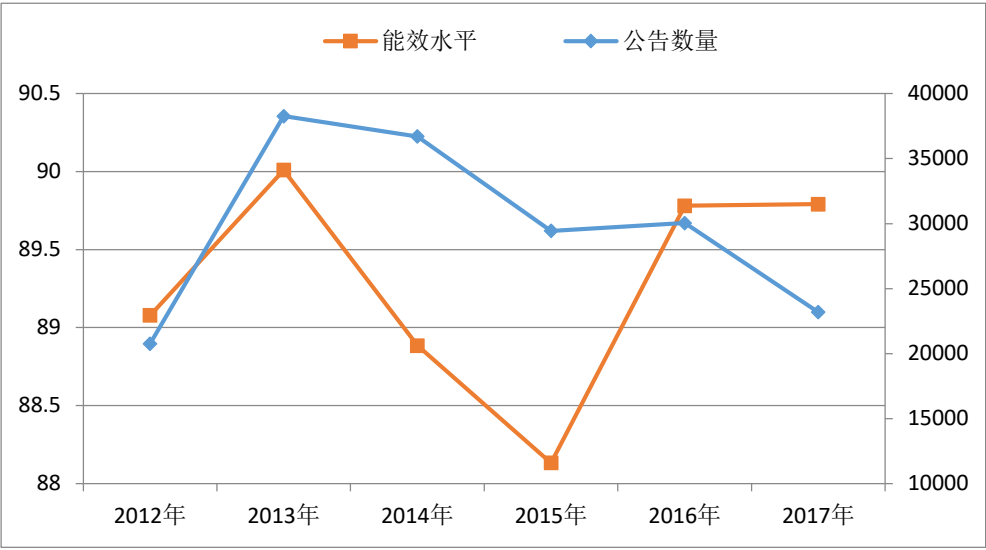
针对电动机产品：GB 18613-2002《中小型三相异步电动机能效限定值及节能评价值》，2006 年开始第一次修订，于 2006 年 12 月 12 日发布了第二版 GB 18613 标准，标准名称改为 GB18613-2006《中小型

三相异步电动机能效限定值及能效等级》，其中增加了目标能效限定值和能效等级的内容。为了使中小型三相异步电动机能效标准与国际接轨，2010 年我国又对该标准进行了第二次修订，其标准中规定的能效指标等同引用了 IEC 60034-30: 2008《单速三相笼型感应电动机效率分级》，2012 年 5 月 21 日发布了第三版的 GB 18613-2012，并于 2012 年 9 月 1 日开始实施。标准适用于 1000V 以下的电压，50Hz 三相交流电源供电，额定功率在 0.75-375kW 范围内，极数为 2 极、4 极和 6 极，单速封闭自扇冷式、N 设计、连续工作制的一般用途电动机或一般用途防爆电动机。在该标准中规定能效限定值(能效 3 级)是强制性要求，其余为推荐性要求。也就是在该标准中“目标能效限定值”不再规定为强制性要求了。为继续实施该项节能制度，在这次修订标准中根据国际标准修订了“能效等级”的指标。在修订后的电动机能效标准中，能效 3 级对应的是国际标准的 IE2 级，能效 2 级对应的是国际标准的 IE3 级，能效 1 级对应的是国际标准的 IE4 级。该标准实施后将可把我国电动机能效 3 级水平提高到欧盟水平，能效 2 级水平提高到美国水平，能效 1 级电动机提高到世界领先水平。目前世界对我国能效 1 级(IE4)水平电动机指标仍有争议，认为目前不存在这样高效率的电动机，但经过对我国电动机技术发展现状的调查，我国具有知识产权的铜转子电动机，其效率已经达到该水平，同时也有企业正在 IE3 的技术水平上开发 I 型的电动机。为了引导我国电动机能效水平向世界领先水平突破，在这次修订的标准中，将 1 级指标确定为目前世界最先进的指标。2009 年，我国开始对小功率电

动机能效标准进行研究，国家标准化管理委员会于 2011 年 1 月 1 日发布了 GB 25958-2010《小功率电动机能效限定值及能效等级》，并规定该标准于 2011 年 7 月 1 日开始实施。为使小功率电动机能够在我国多项节能政策规范下发展，在该标准的内容上基本与 GB 18613 所规定的内容基本相同，即在该标准中规定了能效等级、能效限定值、目标能效限定值、节能评价值和试验方法。其中能效限定值和目标能效限定值为强制性要求，其余条款为推荐性要求。电机 1 级产品占比从 2008 年的 0 到 2012 年的 4.3%，节能产品占比从 2008 年的 1.2% 到 2012 年的 56.4%，均呈逐年上升趋势，尤其从 2010 年开始有了明显的增长，主要原因是“节能产品惠民工程”高效电机推广目录 2010 年发布了第一批公告，在节能补贴政策的推进下，电机产品趋向节能化，行业产业结构从此开始有了较大的调整； 2012 年《中小型三相异步电动机能效限定值及能效等级》标准换版，同年 9 月开始实施，虽然 2013 年节能产品占比降至 19.6%，但是到 2017 年占比已经攀升至 55%。

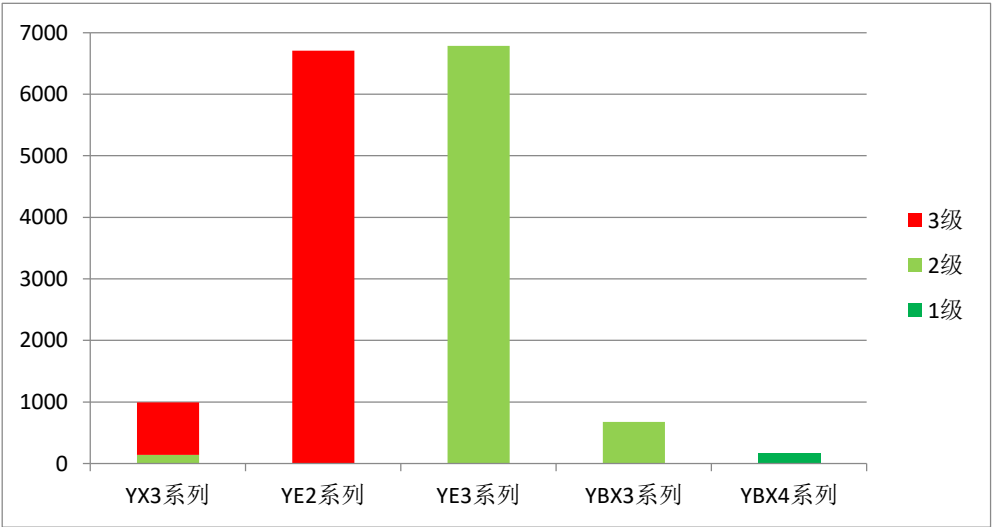
针对节能监察、生命周期评价、经济运行及标识管理等：2012 年 9 月 1 日 GB 18613-2012《中小型三相异步电动机能效限定值及能效等级》标准和《中小型三相异步电动机能源效率标识实施规则》（修订）版同步实施，2012 年备案数量和能效水平相较均处于低值。2013 年是企业放量备案的一年，全年备案近 4 万个型号，企业对电机产品全部按新标准进行检测并备案，并且同年组织了电机惠民的第五次评审，这也是新版标准实施后的第一次电机评审，以上原因促使 13

年备案数量和能效水平相较均处于最高值状态。2014 和 2015 年受国际金融危机持续的影响，国际和国内经济形势低迷，有效需求不足，直接或间接导致这两年备案数量和能效水平持续下降，尤其是 2015 年能效水平降到近几年的最低点。2016 年是“十三五”的开局之年，《国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》、《“十三五”节能减排综合工作方案》、《“十三五”生态环境保护规划》、《工业节能管理办法》等政策制度纷纷出台，为提高经济增长、促进经济结构优化、推进节能减排提供了良好的宏观经济环境和条件。尤其是《“十三五”节能减排综合工作方案》中提到：“加快高效电机、配电变压器等用能设备开发和推广应用，淘汰低效电机、变压器、风机、水泵、压缩机等用能设备，全面提升重点用能设备能效水平。”使得 2016 年电机等工业行业整体趋势向好，电机的能效水平较 2015 年有了大幅提升，备案公告数量也略高于 2015 年。2017 年国际经济回暖复苏，国内经济稳中向好态势更趋明显，在大环境转好的条件下，市场需求加大，研发投入提高，电机产品在 2017 年 3 月惠民政策停止的情况下，能效水平还略高于 2016 年；只是备案公告数量下降至近几年最低，全年备案量不足 2.5 万个型号。



2012-2017 年中电动机能效水平趋势和年备案公告数量图

电机产品的系列型号的更新和发展，代表着电机产业的发展和技术进步。电机产品目前列入能效标识实施目录的是中小型三相异步电动机，是最典型的交流异步电动机，其结构简单、用途最广、产量最大，被广泛应用的电机产品。我国经过两次的能效标准修订和标识制度执行后，最初代的 J 系列低压三相异步电动机早已经被淘汰，近一年数据显示 YE2（高效）和 YE3（超高效）系列电机的备案量在逐步增加。



尽管如此，电动机系统的运行能效仍然处在较低水平。我国早在“十一五”期间，就将“电机节能工程”列入了十一五规划中的十大节能工程，并确定了电机系统机电一体化的发展方向。提出了电机系统应向集成化、智能化、通用化和信息化的具体技术发展方向。为了加快电机系统的节能工作，我国随后制定或修订了一批如风机、泵类主要电机系统的经济运行和节能监测国家标准。但由于当时课题研究手段、测试手段比较落后，电机系统能效影响分析和计算方法的理论水平较低，对电机系统的能效认识还是处于初级阶段。

随着计算机、模拟技术的发展，以及测试技术和数据处理技术的提到，以及在电机系统节能工作中不断总结和积累了大量的实践经验，电机系统能效的测量、计算、评价技术也较大的突破。也为目前制定电机系统能效标准奠定了可靠的技术基础。

美国和欧洲在电机系统节能技术研究上一直是领先中国的，并将一些先进技术应用到实际应用的电机系统中，使得在这些国家和地区中，他们的电机运行效率高于我国电机系统的二十至三十个百分点。目前国际上按照 ISO/IEC 指令第二部分 6.2.1 的规定，正在制定有关电机系统能效的第一个国际标准《可调速电力驱动系统：61800 系列 可调速电力驱动系统的能源效率—— 第 9 部分》（Adjustable speed power electrical drive systems:61800 series Energy Efficiency of adjustable speed electric power drive systems-Part 9）。在该国际标准中具体解释和划分了电机系统的范围，规定了电机系统

（调速装置、电机和转动装置）能效的测试方法和能效等级。

电机系统能效标准的制定与实施是遵循和贯彻《中华人民共和国节约能源法》第十六条和第十七条的规定，同时也是配合工信部等部委联合发布的《电机能效提升计划》的实施，符合我国照明产业的节能政策方向。

在《电机能效提升计划》中规定了加快标准体系建设的具体内容，并提出“积极推进与国际 IEC 标准相衔接，已电机能效标准为引领，推动电机产业转型和全国工业节能降耗。

目前我国正在研究并实施能效领跑者制度。而电机系统的电能消耗是工业用电消耗量的 70%左右，电机系统的节能潜力又是电机本身节能潜力的 20~30 倍。所以针对电机系统实施能效“领跑者”制度，不但会产生更大的节能量，同时也能拉动电机系统中节能设备的市场需求。

1. 数据支撑来源

高效电机及系统指的是通过优化电磁及结构设计、采用新材料、新设备和改进制造工艺,降低电机的铜、铁、杂散及机械损耗,提高能量转化过程中的利用水平的电机产品。从高效电机在节约电力资源、提高企业经济效益和保护环境等方面来看,高效电机的运用前景十分广阔。在电机的全生命周期中,初始购买、安装和期间维护费用只占全部费用的 2.70%左右,而运行所需电费占 97.30%左右。选择高效电机从而节省电费,长期来看更符合电机使用企业的利益。所以,电机

节能技术的研究,新材料,新技术,新工艺的研究早在上世纪 80 年代就开始并且一直没有停止。80 年代国内专家在 Y 系列(IP44)基础上的开发了 YX 系列三相异步电动机,由于采用了铁耗较低的硅钢片且冲片经退火处理,改进了定转子的槽配合,改进了风扇设计,并稍增加了有效材料用量,从而提高了电动机的效率,与 Y 系列(IP44)比较,全系列平效率提高 3%左右,且在 50%--100%负荷范围内具有较平坦的效率特性。90 年代在 Y2 系列电机基础上派生设计 Y2-E 系列高效节能电动机,该系列电机效率高于普通 Y2 系列电机效率(Y2 系列电机效率基本达到欧洲 CEMP-EU 协议中的 EFF2 指标)并具有高效、节能,电机噪声和振动小、运行可靠的特点。2001 年~2003 年,为了配合国家的产业政策以及节能和环保的需要,在原国家经贸委的领导下,中小型电机行业开展了“以冷代热”产品更新换代工作,由上海电器科学研究所进行了中小型电机“以冷代热”技术攻关,在已满足欧洲 eff 2 标准的 Y3 系列电机基础上,首次开发了以冷轧硅钢片为导磁材料的 YX3 系列高效率电动机。YX3 系列高效率电动机是根据国家节能的产业政策,在中小型电机行业内首次采用冷轧硅钢片为导磁材料,其效率指标满足 GB18613《中小型三相异步电动机能效限定值及节能评价》中节能评价要求,同时符合欧洲 eff1 标准。目前,虽然交流变频调速电机在技术上可以替代直流电机,但大中型直流电机经过长期发展,积累了丰富的运行、维护经验,从电源加电机的系统价格来讲,也大大低于需要配备昂贵变频器的交流变频调速电机。此外,由于大中型直流电机方便、低投入的无极调速等特性,

逐渐在冶金行业、矿山行业被推广，有取代交流变频调速电机的趋势，直流电机正积极采用新技术、新结构、新材料、新工艺，克服晶闸管整流电源供电对电机带来的换向、绝缘、噪声和振动方面的新问题。当前大型直流电机向专业化、非标定制化的方向发展。此外，铜转子电机可使电动机的能耗在原有基础上降低 15%—25%，电机效率可提高 2%—5%，在军工、核电及电动汽车等领域具有极大的市场竞争力被大力研发。2014 年 12 月 16 日，中国节能协会、中国机械工业联合会、中国有色金属工业协会在北京人民大会堂联合举办新闻发布会，宣布由河南南阳防爆集团研制、生产的采用云南铜业压铸科技公司提供铸铜转子的超高效铜转子电机，获得了超高能效设备电器推广项目(SEAD)全球超高效电机能效大赛国际效率奖章。

2. 标准制定工作的启动

本标准的修订主要由中国标准化研究院牵头组织，经过数次专家的讨论，2023 年 12 月 17 日在北京召开项目启动会，国内电机相关研究机构、国内外著名电机厂商、咨询机构代表参加启动会。经过起草组的讨论，确定了该标准草稿的修改内容和技术修改方向。

会上，标准负责人刘韧介绍了能效标准与相关节能政策、标准化改革对能效标准的影响、我国电动机的应用与生产情况及标准修订工作的背景、原则与要求。与会专家充分讨论了标准的范围、原则和主要内容。会议认为，我国电动机制造节能技术近年来有较大发展，为了适应市场发展，能效标准指标和适用范围亟需做出相应调整。此

次修订工作本着覆盖量大面广的产品类型、反应国家能源政策导向、在检测方法和采用的能效指标类型上与国际标准并轨等原则，保证标准修订工作的科学性、规范性、适用性。会议确定了标准主要内容和具体要求，并规定了编写大纲的单位、人员和时间表，确定了任务分配及工作安排。

3. 《标准编制工作大纲》的编写

启动会后，标准编制工作进入了《标准编制工作大纲》的编写阶段，2024年5月底完成了《标准编制工作大纲》的编写。明确了标准每一章节的具体内容及任务分工，确定了工作进度时间表和标准编写时需注意的事项。

工作进度安排如下：

(1) 2024年1月~2024年7月，收集相关资料，编写标准讨论稿；

(2) 2024年8月~2024年10月，起草组调研、讨论、修改，编写标准征求意见稿；

(3) 2024年10月，标准征求意见稿向社会广泛征求意见；

四. 标准的主要内容

1. 标准范围

电机系统指的是控制设备、电动机、被拖动设备连接在做动力输出，由于电机的被拖动设备各种各样，电机系统的类型也就有很多，被广泛应用于各种场合。为了能够抓住工业领域中的耗电最大的应

用场合，根据调查结果，风机、泵和空压机三大拖动系统的电能消耗占到了工业用电的 60%~70%，所以该标准所涉及的电机系统只包括了风机、泵和空压机三大电机系统。

2. 规范性引用文件

为了该标准能够与相关标准相协调，在有关内容上与相关标准保持一致，同时考虑到有关标准今后修改后仍能与其相同，所以这些相关内容与引用文件的形式来体现。在该标准中针对设备能效、节能设计、节能管理和检测方法等内容共引用了 25 项国家标准。这 25 项标准都没有注发布年代号，这些标准若被修订，应引用其最新版本的标准。

3. 术语及定义

为使该标准的使用者能够准确理解一些关键术语的含义，防止在阅读标准时产生歧义，所以在制定标准时，要对标准中一些具有关键性、特殊性或新出现的术语进行解释。电机系统在本标准中是一个“关键性术语”，国外曾经将电动机、转动器和被拖动设备的组合正为“电机系统”，而我国称其为“机组”。随着变频器小型化，出现了变频器、电动机、传动装置和被拖动设备制造成一体的设备（如变频泵）后，国外又将控制装置、电动机、传动装置和被拖动设备的组合成为系统。从目前国际上对“电机系统”能效的评价的概念仍停留在设备产品上，评价是技术节能的效果。而我国电机系统的范围包括了供电、控制装置、电动机、传动装置、被拖动设备和工质输送管网，

所以目前我国电机系统的范围要比国外的概念大一些，能效的评价是针对在用的“电机系统”，评价的是技术节能和管理节能的效果。尽管范围和使用情况不同，但是目前在行业内对电机系统还是通过电动机拖动后续设备来考虑，是默认的概念。都是指由供电设备、控制（调速）装置、电动机、传动装置、被拖动装置或管网等设备根据不同功能组成，将电能转化为机械能或动能的设备总体。

另外，对电机系统的划分，在能效评定时，还要根据评价机构和专家根据现场状况进行范围划分（见标准 5.1 部分要求），故本文中不对电机系统这个默认概念做定义。除了这个“关键性概念”外，其它的都是行业默认术语，本文件中不对在该部分没有需要界定的术语和定义。

4. 电机系统设备要求

4.1. 设备基本要求

在对电机系统所使用的设备提出要求时，首先规定“基本要求”，明确在电机系统中所使用的各设备首先应是合格产品，其相关安全、环保指标都应达到相关标准的要求。同时这些设备也要符合相关国家节能政策的要求，国家规定应贴能效标识的设备应在能效标识管理中心备案，并在设备上粘贴能效标识。

4.2. 备性能及能效要求

该标准针对电机系统中交流接触器、变频器、电动机、联轴器与耦合器、风机、泵、空压机等设备提出了相应的要求。

5. 电机系统的设计要求

5.1. 设计基本要求

电机系统节能设计是建立高效电机系统的重要前提，2011 年 9 月 27 日我国发布了 GB/T 26921-2011《电机系统（风机、泵、空气压缩机）优化设计指南》国家标准，此标准适用范围的重点也是风机、泵和空气压缩机三大应用领域。此标准的实施也为电机系统的评价提供了坚实的基础。也是对电机系统设计评价及考核的主要依据。在该评价标准中，不但要求电机系统的设计应遵循 GB/T 26921 的要求，也提出了在设计是应根据投资额、负载率和应用环境等情况设计不同的节能方案，并通过项目寿命周期成本分析，选择寿命周期正本较小的方案，使电机系统既节能又经济。

5.2. 机组的匹配

电动机与被拖动设备的组合称之为机组，也可以说：机组是电机系统的核心，承担着电机系统的主要功能。所以机组的负载特性应与实际运行负载特性相匹配，才能使电机系统运行在高效区间。当多台机组并联运行时，要注意机组之间匹配。当负载变化较大时可以合理采用变频调速、磁力耦合装置等节能设备，来达到较好的节能效果。对于负载平稳的电机系统，该标准规定电机输入功率比不应低于 65%。

5.3. 分别对风机机组、泵机组和空压机机组的要求

该标准针对风机、泵和空压机机组的设计也分别提出各自的要求。首先满足能效标准的前提条件下，考虑了机组及系统的匹配情况。

5.4. 管网设计要求

管网是电机系统的后端，承担着输送工质的任务，管网对电机系统能效的影响主要是管路阻力产生的能量损失，简称：阻力损失。造成管路阻力损失的原因主要来源于管路设计不合理、安装不合理、管理不到位等因素。所以该标准也对风机、泵和空压机管网的设计分别提出要求，也对管网的介质设计流速提出要求，并在附录 A 中给出了风机系统、泵系统和空压机系统不同类型管道，不同类型介质的经济流速。

5.5. 电机系统运行要求

5.5.1. 电机系统运行的基本要求

电机系统高效运行的原则就是通过各种调节，让系统中的可设备在高效状态下运行，若用高效设备或节能装置来调节的，称之为技术节能方式；若用管理手段调节负荷的，称之为管理节能方式。而管理方式是最经济的提高电机系统效率的手段。

5.5.2. 节能监测

监测仪表是了解电机系统运行状况的信息来源，通过仪表提供的信息可也了解到电机系统的运行是否正常。若不正常，问题可能出在那里，以便能够及时排除问题，使系统恢复到正常运行状态下。该标准针对节能监测仪表规定最基本的要求，目的是为了采取节能管理措施。

5.6. 电机系统综合评价

电机系统的评价是多因素的评价，为了提高评价工作效率，降低评价风险和人为因素的干扰，维护评价的公正性。附录给出了电机系统评价等级的评判体系及事项，评价结果分三个等级，主要是定量考察。编制过程中参考了 GB/T 23331-2020 能源管理体系 要求及使用指南，能源管理绩效评价导则，GB/T 39532-2020 能源绩效测量和验证指南。

五. 主要试验（或验证）情况

本标准规定的电动机能效指标数据经过了广泛调研和验证。起草组多次跟企业访谈，对标准数据进行充分讨论和验证。

六. 标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利。

七. 预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

本标准对电动机能效等级提出新的要求，扩充了电动机类型和范围，对电动机及其系统提出了定性要求，为电动机节能监察提供了依据，对规范电动机行业生产运行，促进高效节能环保电动机产业化发展，加大节能改造力度，对提升我国电动机产业竞争力、改善环境质量具有重大现实意义。

标准实施后将产生很大的社会影响力和社会效益。一是将有力促进高耗能落后电动机的淘汰，优化行业产品结构，达不到能效限定

值的电动机将被淘汰。二是促进高效节能环保电动机技术和产品的推广，促进电动机行业技术创新。预计推广高效电动机，促进电动机产业转型升级和高效电动机产业的快速发展。三是通过在国内推广高效节能环保电动机，将对节能减排产生巨大的效果。

八. 与国际、国外同类标准的对比情况

本标准在制定过程中，参考了相应的国际和国外标准。但是由于不同世界各国标准体系之间的差异，并未直接引用国际或国外标准，只是将国外标准中的相关技术要求作为参考。

九. 在标准体系中的位置，与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准是国家推荐性标准之一，为《节能法》配套标准，支撑国家能效标识、节能认证、政府采购等政策实施，与相关产品标准、检测标准保持协调一致。与国家强制执行电动机标准无冲突，与现有的节能监察等标准也不冲突。

十. 重大分歧意见的处理经过和依据

（建议将此部分内容，放入相关章节中，这里写无。）

无

十一. 标准性质的建议说明

电动机及电机系统是支撑国民经济发展和国防建设的重要能源动力装备，被广泛的应用于各种场合，也是耗电量最高的工业设备，努力提高电动机及电机系统能效不仅仅有益于电动机产业向绿色化转型发展，还有利于我国整个工业领域朝着绿色、低碳方向发展，实现碳达峰和碳中和目标，实现经济、能源、环境、气候的可持续发展。故建议本标准为推荐性标准。

十二. 贯彻标准的要求和措施建议

（包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容）

1.加大标准贯彻实施力度。行业协会、第三方机构等通过组织交流会等方式加强标准的培训宣贯。加大节能监察力度，督促企业贯彻执行相关标准，淘汰落后电动机。针对重点用户行业，充分发挥地方节能监察机构的作用，通过编制培训教材、开展现场培训、建设网上培训平台等手段，加强对节能管理人员的培训。

2.开展电动机企业能效水平对标达标活动。向先进企业、先进水平看齐，推动实施节能技术改造，在典型用户行业开展能效对标达标活动，实施能效“领跑者”制度，遴选发布能效标杆企业名单和能效指标，发布能效最佳实践指南，促进企业追赶先进，带动行业能效水平整体提升。继续遴选发布节能产品推荐目录和“能效之星”产品目录，推动工业企业采用高效节能的设备产品。

十三. 废止现行有关标准的建议

无

十四. 其他应予说明的事项

1.该标准提出了电动机效率指标,但没有给出电动机系统的能效指标。影响电动机系统能效的因素很多,评价体系和考核指标还缺乏研究,有待进一步积累数据后完善。

2.该标准没有给出不同负载率效率指标,只给出 100%负载下标准,待将来数据积累后再修订标准。在实际运行中大部分电动机并非长时间在满负荷下运行,造成标准指标值与现实情况不符。建议将来完善电动机不同负载率下的负载损耗指标,充分反映电动机不同运行负荷下效率要求。