

中华人民共和国国家标准

GB/T 30256—2023

代替 GB/T 30256—2013, GB/T 30257—2013

节能量测量和验证技术要求 电机系统

Technical requirements of measurement and verification of energy savings—
Electric motor system

2023-05-23 发布

2023-12-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
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/T 30256—2013《节能量测量和验证技术要求 泵类液体输送系统》和 GB/T 30257—2013《节能量测量和验证技术要求 通风机系统》。与 GB/T 30256—2013 和 GB/T 30257—2013 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了适用范围，增加了一般用空气压缩机系统（见第 1 章，GB/T 30256—2013 和 GB/T 30257—2013 的第 1 章）；
- 增加了术语“电机系统”及其定义（见 3.1）；
- 增加了抽样计算、不确定度分析、交互影响的基本要求（见 5.5、5.7、5.8）；
- 增加了通风机系统、泵类液体输送系统、空气压缩机系统等电机系统的主要能耗影响因素（见 6.1.1）；
- 更改了“基期能耗-影响因素”模型法和直接比较法的计算方法，同时适用于单一或多个影响因素或工况的情况（见 6.1 和 6.2，GB/T 30256—2013 的 5.1 和 5.2，GB/T 30257—2013 的 5.1 和 5.2）；
- 删除了模拟软件法（见 GB/T 30256—2013 的 5.3 和 GB/T 30257—2013 的 5.3）；
- 增加了二氧化碳减排量计算方法（见第 7 章）。

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。

本文件由全国能源基础与管理标准化技术委员会（SAC/TC 20）提出并归口。

本文件起草单位：中国标准化研究院、北京化工大学、广州能源检测研究院、北京理工大学、中科南京未来能源系统研究院、中国科学院工程热物理研究所、中关村现代能源环境服务产业联盟、北京智工场物联科技有限公司、江苏磁谷科技股份有限公司、江苏嘉瑞丰机电设备有限公司、同方芯洁能（天津）科技有限公司、北京首都机场节能技术服务有限公司、北京广元科技有限公司、西门子（中国）有限公司、烟台东方能源科技有限公司、北京欣耐特环保科技发展有限公司、中节能建筑节能有限公司、重庆中源绿蓝能源科技有限公司、中节能科技投资有限公司、爱景节能科技（上海）有限公司、深圳市富能新能源科技有限公司、中航信托股份有限公司、北京圣福伦电气技术有限公司、广能亿能（北京）核能科技有限公司。

本文件主要起草人：杨洁、林翎、李鹏程、高金吉、陈海红、冯超、王庆锋、刘韧、魏一鸣、丁晴、张华良、徐玉杰、孙亮、徐隽骁、沈萌、曹宁、张浩楠、沈淼、李林、徐俊峰、朱庭楼、李省三、李雪刚、涂思东、邹文波、王元崑、彭晓宇、张鑫、向成兵、卢程亮、陈强、吴友林、曹华刚、任皓、曾庆斌、王端阳、李星、柏鹏、马嘉菲、张培圣、袁田、刘骁涵。

本文件所代替文件的历次版本发布情况为：

- GB/T 30256，2013 年首次发布；
- GB/T 30257，2013 年首次发布。

本次为第一次修订。

节能量测量和验证技术要求

电机系统

1 范围

本文件规定了电机系统节能改造项目节能量测量和验证的项目边界划分和能耗统计范围、基本要求,描述了测量和验证方法、二氧化碳减排量计算方法。

本文件适用于交流电气拖动的通风机系统、泵类液体输送系统和一般用空气压缩机系统等电机系统节能改造项目的节能量测量和验证及二氧化碳减排量计算。电机驱动的机床、皮带机等电机系统及其他新建类项目参照使用。

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 13234 用能单位节能量计算方法
- GB/T 28750 节能量测量和验证技术通则
- GB/T 32045 节能量测量和验证实施指南
- GB/T 33760 基于项目的温室气体减排量评估技术规范 通用要求
- GB/T 39965 节能量前评估计算方法

3 术语和定义

GB/T 28750 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电机系统 electric motor system

由电动机、控制装置、传动装置、被拖动装置以及管网等组成,通过电动机将电能转化为机械能,再通过被拖动装置做功,实现各种所需功能的系统。

注:被拖动装置为符合本文件适用范围的通风机、泵、空气压缩机等。

4 项目边界划分和能耗统计范围

4.1 项目边界划分

4.1.1 应根据电机系统节能改造项目内容和电机系统的现场条件合理确定项目边界。项目边界如图 1 所示,通常包括电动机、控制装置、传动装置、被拖动装置、管网及附属设备,根据改造项目类型的不同,也可以是其中的某个子系统。

4.1.2 所有受节能措施影响的设备和设施(包括辅助、附属设施),以及存在相互影响的多台被拖动装

置均应划入项目边界内。

注：涉及多个相互影响的空气压缩机系统或泵类液体输送系统的空压站、泵房等，将空压站和泵房内系统都纳入项目边界，无需单独对每个系统进行节能量建模计算。

4.1.3 应将电机系统改造需新增的耗能设备划入项目边界内。

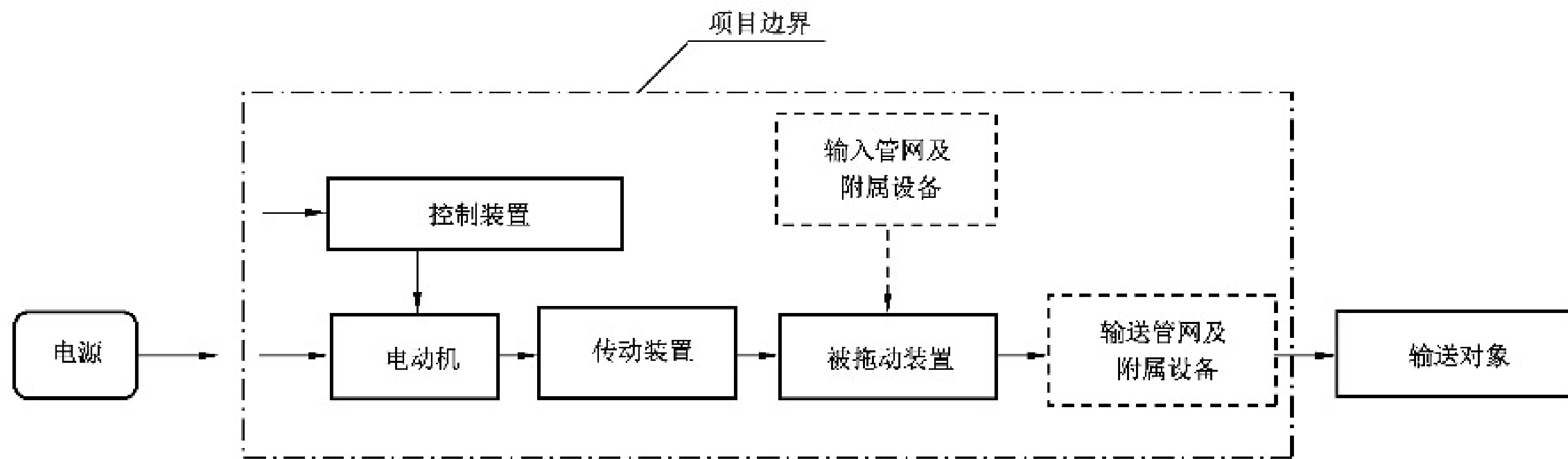


图 1 电机系统改造项目边界示意图

4.2 能耗统计范围

应将划入电机系统改造项目边界内的设备及附属设备的能耗计入基期能耗和统计报告期能耗。

5 基本要求

5.1 合规性

节能改造后电机系统的技术指标应符合相关技术标准的要求。

5.2 基期和统计报告期

基期和统计报告期的确定应符合 GB/T 28750 的要求，并应获得相关方认可。

5.3 测量和验证方法的选取

电机系统节能改造项目节能量测量和验证方法可选用 GB/T 28750—2012 中的“基期能耗-影响因素”模型法或直接比较法。对于可获得完整基期数据和统计报告期数据的项目，采用“基期能耗-影响因素”模型法能获得较为准确的节能量结果。对于无法获得完整基期能耗数据的项目，若节能措施可关停且对系统正常运行无影响，可采用直接比较法获得节能量结果。

5.4 测量和验证方案

电机系统进行节能量测量和验证时，应在节能措施实施前制定书面的测量和验证方案，其内容应符合 GB/T 28750 的要求。若采用“基期能耗-影响因素”模型法，应在测量和验证方案中记录相关数学模型的拟合优度以及建立模型所采用的基础数据。

如需在节能措施实施前预测分析电机系统的节能量，应按照 GB/T 39965 进行。

5.5 抽样计算

当对多个同类型电机系统实施同一类型节能技术改造，且计算每一个电机系统的节能量成本较高时，可采用抽样方法来计算典型样本的节能量，并记录以下内容：

- a) 采用该抽样方法的原因；

- b) 典型样本能代表能源消耗差异的原因；
- c) 从典型样本推测到所有电机系统的方法。

示例：在一个油田进行了上百台的高效电机节能改造，运用抽样理论，经双方商定，选取具有代表性的若干项目进行测试，再推算总节能量，以降低测试成本。抽样方法和抽样数量参考相关抽样标准执行。

5.6 数据的收集和测量

5.6.1 基期和统计报告期的能耗数据和影响因素数据宜采用可采信的能量统计数据、运行记录及财务数据，或者符合标准规范要求的计量仪表的读数，或者使用在检定有效期内的检测仪器测量得到的数据。收集得到的数据应进行有效性验证。

5.6.2 相关参数的测量方法参见 GB/T 3214、GB/T 13467、GB/T 13468、GB/T 15487 等。

5.6.3 测试数据、在线监测数据、运行记录数据等数据应完整、真实。应校核电机系统设备台账、统计报表、原始记录等。在线监测数据的校核可通过现场读取数据、查阅监测仪器检定报告和使用说明书、现场检查仪器运行情况、分析监测仪器精度和合格性等方式进行。

5.7 不确定度分析

如需要，应按照 GB/T 28750、GB/T 32045 等相关标准评估并说明测量和验证所得节能量结果的不确定度。

5.8 交互影响

如需要，应按照 GB/T 32045、GB/T 13234 等相关标准分析节能措施与其他能源使用设备之间可能产生的交互作用。

6 测量和验证方法

6.1 “基期能耗-影响因素”模型法

6.1.1 选取能耗主要影响因素

6.1.1.1 建立通风机系统“基期能耗-影响因素”回归模型时主要考虑以下能耗主要影响因素：

- a) 风机的流量；
- b) 风机的进口、出口压力或系统压力；
- c) 风机扇叶的转速。

6.1.1.2 建立泵类液体输送系统“基期能耗-影响因素”回归模型时主要考虑以下能耗主要影响因素：

- a) 泵的流量；
- b) 泵的扬程；
- c) 出口的压力或系统压力。

6.1.1.3 建立空气压缩机系统“基期能耗-影响因素”回归模型时主要考虑以下能耗主要影响因素：

- a) 环境压力、温度、湿度；
- b) 压缩机吸气温度和湿度；
- c) 空气压缩机系统供气压力；
- d) 空气压缩机吸气和排气压力；
- e) 容积流量。

6.1.1.4 建立“基期能耗-影响因素”模型前，应进行影响因素与能耗的相关性分析，根据各影响因素对系统能耗的影响大小和方式，确定影响能耗的主要影响因素，剔除次要因素。

6.1.2 建立“基期能耗-影响因素”回归模型

6.1.2.1 基于电机系统能耗和相关影响因素的基期数据,可按公式(1)建立电机系统“基期能耗-影响因素”函数,函数中的能耗影响因素均应为独立变量。

$$e_{b,i} = f(x_{i,1}, x_{i,2}, \dots, x_{i,j}) \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$e_{b,i}$ ——基期逐时段电机系统能耗,单位为千瓦时(kW·h), $i = 1, 2, \dots, m$,其中 m 为基期的时段数;

$x_{i,j}$ ——基期逐时段影响因素值, $j = 1, 2, \dots, n$,其中 n 为影响因素的个数。

6.1.2.2 应对回归模型进行假设检验,模型验证结果应满足统计学的一般验证条件。

6.1.2.3 建立基期回归模型的数据组对应的时间段最小单位应为日或月,宜按逐日或逐月的数据建立模型。当时间段最小单位为月时,数据组应不少于 12 个。

6.1.3 校准能耗的计算

将统计报告期的测量数据代入建立的回归模型对校准能耗进行计算,见公式(2)。

$$E_a = \sum_{i=1}^g \left[\sum_{j=1}^n f(x'_{i,1}, x'_{i,2}, \dots, x'_{i,j}) \right] + A_m \dots\dots\dots(2)$$

式中:

E_a ——电机系统统计报告期校准能耗,单位为千瓦时(kW·h);

$x'_{i,j}$ ——统计报告期逐时段影响因素值, $i = 1, 2, \dots, g$,其中 g 为统计报告期的时段数, $j = 1, 2, \dots, n$,其中 n 为影响因素的个数;

A_m ——校准能耗调整值。

6.1.4 校准能耗调整值

校准能耗调整值(A_m)的确定应符合 GB/T 28750 的要求,并应得到相关方的确认。

注: A_m 通常为 0。

6.1.5 统计报告期能耗的计算

将统计报告期的逐时段能耗数据代入公式(3)计算统计报告期能耗。

$$E_r = \sum_{i=1}^g e_{r,i} \dots\dots\dots(3)$$

式中:

E_r ——电机系统统计报告期能耗,单位为千瓦时(kW·h);

$e_{r,i}$ ——统计报告期逐时段电机系统能耗,单位为千瓦时(kW·h), $i = 1, 2, \dots, g$,其中 g 为统计报告期的时段数。

6.1.6 节能量的计算

按照公式(4)计算节能量。

$$E_s = E_r - E_a \dots\dots\dots(4)$$

式中:

E_s ——电机系统节能量,单位为千瓦时(kW·h);

E_r ——电机系统统计报告期能耗,单位为千瓦时(kW·h);

E_a ——电机系统统计报告期校准能耗,单位为千瓦时(kW·h)。

基于“基期能耗-影响因素”模型法的节能量测量和验证示例见附录 A 和附录 B。

注：如有热能回收，并用于其他系统用途的，需通过计量纳入节能量。

6.2 直接比较法

6.2.1 相似工况比较法

在项目报告期内选取 1 个或多个典型工况作为测试工况，其中，在各个典型工况下，设定固定的电机系统运行时长。先关闭节能措施，并以此状态下的电机系统能耗作为设定运行时长内改造前的电机系统能耗；然后开启节能措施，并以此状态下的电机系统能耗作为设定运行时长内改造后的电机系统能耗。通过比较节能措施开启和关闭时的电机系统能耗变化获得节能量。直接比较法所设定的电机系统运行时长应大于或等于 24 h。

6.2.2 能耗主要影响因素的选取

应按照 6.1.1 先列出所有影响电机系统节能改造项目能耗变化的影响因素，根据各影响因素对系统能耗影响的大小和方式，在相关方认可的基础上，设定作为各典型工况对应的能耗主要影响因素的最大允许偏差要求。

6.2.3 节能量的计算

直接比较法节能量计算公式如公式(5)~公式(9)：

$$E_s = E'_r \times \left(\frac{\eta_s}{1 - |\eta_s|} \right) \dots\dots\dots (5)$$

$$E'_r = E_r - S_b \dots\dots\dots (6)$$

$$\eta_s = \frac{S_r - S_b}{S_b} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

式中：

E_s ——电机系统节能量，单位为千瓦时(kW·h)；

E'_r ——节能措施开启状态下的电机系统统计报告期能耗(不含 S_b)，单位为千瓦时(kW·h)；

η_s ——节能率，%；

E_r ——电机系统统计报告期能耗(含 S_b)，单位为千瓦时(kW·h)；

S_b ——在各典型工况内节能措施关闭状态下的累计能耗，单位为千瓦时(kW·h)；

S_r ——在各典型工况内节能措施开启状态下的累计能耗，单位为千瓦时(kW·h)。

其中，

$$S_b = \sum_{i=1}^k e'_{b,i} \dots\dots\dots (8)$$

$$S_r = \sum_{i=1}^k e'_{r,i} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

$e'_{b,i}$ ——节能措施关闭状态下不同测试工况的能耗，单位为千瓦时(kW·h)， $i=1, \dots, k$ ，其中 k 为节能措施关闭状态下测试工况数；

$e'_{r,i}$ ——节能措施开启状态下不同测试工况的能耗，单位为千瓦时(kW·h)， $i=1, \dots, k$ ，其中 k 为节能措施开启状态下测试工况数。

相似工况比较法的节能量测量和验证示例见附录 C。

7 二氧化碳减排量计算方法

7.1 在计算获得电机系统节能改造项目的节能量后,可按照公式(10)折算报告期内的项目二氧化碳减排量。

$$ER = (E_s \times EF_{CO_2}) \div 1\,000 \dots\dots\dots(10)$$

式中:

ER ——报告期内,项目二氧化碳减排量,单位为吨(t);

EF_{CO_2} ——电网二氧化碳排放因子,单位为吨每兆瓦时[t/(MW·h)]。

公式(10)中, EF_{CO_2} 应符合 GB/T 33760 规定的排放因子要求,并说明排放因子来源和依据。

公式(10)适用于 GB/T 33760 规定的节能改造项目采用改造前的生产技术作为基准线情景的情况。

公式(10)适用于能效提升类的节能改造项目,不涉及余热回收利用或能源品种转换等节能改造项目。

7.2 属于 GB/T 33760 规定的其他类型和基准线情景的电机系统改造项目,应按照 GB/T 33760 的要求评估项目二氧化碳减排量。对于新建电机系统项目,其基准线情景可为符合 GB/T 26921 优化设计或 GB/T 41013 二级能效等标准要求的可比电机系统的能效水平。

附录 A

(资料性)

“基期能耗-影响因素”模型法示例(空气压缩机系统)

A.1 项目概况

本项目以某企业四级往复式空气压缩机系统为测试验证对象。为降低能源成本,项目采用无级气量调节技术对该往复式压缩机进行节能改造。

A.2 节能量的测量和验证

A.2.1 项目边界

根据项目改造涉及的影响范围,本项目边界包括控制系统、驱动与传动系统、进气分离过滤调节系统、空气压缩机单元、管路输送系统、润滑油系统以及冷却系统。

A.2.2 基期和统计报告期

项目基期定为该空气压缩机节能改造前 2015 年 1 月到 12 月。项目统计报告期定为该空气压缩机系统节能改造后 2017 年 1 月到 12 月。

A.2.3 测量和验证方法

本项目改造前后能耗数据及其主要影响因素的记录较完备,因此采用“基期能耗-影响因素”模型法。

A.2.4 能耗主要影响因素

本项目记录的能耗影响因素有:月各级平均吸气温度、月平均排气压力及月平均压缩空气体积。基期能耗数据能够从运行报表中得到。基期能耗和主要影响因素数据统计见表 A.1。

表 A.1 基期能耗和主要影响因素数据

时间	月平均一级 吸气温度 ($\bar{t}_{wd,i}$) ℃	月平均二级 吸气温度 ($\bar{t}_{we,i}$) ℃	月平均三级 吸气温度 ($\bar{t}_{wf,i}$) ℃	月平均四级 吸气温度 ($\bar{t}_{wg,i}$) ℃	月平均压缩 空气体积 (\bar{b}_i) m ³	月平均 排气压力 (\bar{z}_i) MPa	空压机系统 用电量 ($e_{b,i}$) kW·h
2015 年 1 月	10.5	28.8	30.5	27.6	6 415 200	2.77	770 000
2015 年 2 月	13.5	29.2	30.9	27.5	6 048 000	2.78	775 100
2015 年 3 月	15.8	18.7	30.8	28.3	6 562 080	2.76	780 600
2015 年 4 月	20.1	29	30.3	28.2	6 480 000	2.7	807 100
2015 年 5 月	25.2	28.5	30.9	28.1	6 629 040	2.69	819 100
2015 年 6 月	27.8	28.9	30.9	27.9	6 350 400	2.77	809 200
2015 年 7 月	29.9	28.4	30.7	27.7	6 696 000	2.73	823 600
2015 年 8 月	32.2	29.2	30.2	28.1	6 562 080	2.64	835 600

表 A.1 基期能耗和主要影响因素数据 (续)

时间	月平均一级 吸气温度 ($\bar{t}_{wd,i}$) °C	月平均二级 吸气温度 ($\bar{t}_{we,i}$) °C	月平均三级 吸气温度 ($\bar{t}_{wf,i}$) °C	月平均四级 吸气温度 ($\bar{t}_{wg,i}$) °C	月平均压缩 空气体积 (\bar{b}_i) m ³	月平均 排气压力 (\bar{z}_i) MPa	空压机系统 用电量 ($e_{b,i}$) kW·h
2015年9月	27.8	28.6	30.1	27.5	6 415 200	2.77	809 700
2015年10月	18.9	29.1	30.6	28.1	6 629 040	2.71	803 400
2015年11月	15.2	28.9	30.7	27.7	6 350 400	2.82	796 200
2015年12月	5	28.8	30.7	28	6 696 000	2.79	772 500

在建立回归模型前,进行影响因素与能耗的相关性分析。月平均一级吸气温度与能耗的相关系数 $|r|=0.929$,两变量高度相关;月平均二级吸气温度与能耗的相关系数 $|r|=0.269$,两变量相关性低;月平均三级吸气温度与能耗的相关系数 $|r|=0.332$,两变量相关性低;月平均四级吸气温度与能耗的相关系数 $|r|=0.216$,两变量相关性低;月平均排气压力与能耗的相关系数 $|r|=0.759$,两变量相关性高;月平均压缩空气体积与能耗的相关系数 $|r|=0.346$,两变量相关性低。按照对项目能耗的影响方式和大小,剔除影响能耗的次要因素,确定该项目的主要影响因素:一级吸气温度与排气压力。

A.2.5 “基期能耗-影响因素”模型

本示例中,经相关方协商设定的回归模型不确定性标准: $R^2 \geq 0.8$,显著性检验标准 $\text{Sig} < 0.05$ 。将表 A.1 中每月的用电量和一级吸气温度、月平均排气压力进行回归,得到回归方程为公式(A.1):

$$e_{b,i} = f(\bar{t}_{wd,i}, \bar{z}_i) = 1\,034\,676.747 + 1\,994.311 \times \bar{t}_{wd,i} - 100\,104.609 \times \bar{z}_i \quad \dots\dots (A.1)$$

式中:

$e_{b,i}$ ——基期逐月空气压缩机系统能耗,单位为千瓦时(kW·h);

$\bar{t}_{wd,i}$ ——月平均一级吸气温度,单位为摄氏度(°C);

\bar{z}_i ——月平均排气压力,单位为兆帕(MPa)。

通过计算得到: $R^2 = 0.900$, $\text{Sig} = 0.000$ 。公式(A.1)的回归模型达到设定的不确定度要求。

A.2.6 校准能耗的计算

统计报告期的电耗即为改造后能耗,同样能够从运行报表中得到,统计报告期能耗及主要影响因素数据统计见表 A.2。

表 A.2 统计报告期能耗及主要影响因素数据

时间	月平均一级吸气温度(\bar{t}_i) °C	月平均排气压力(\bar{z}_i) MPa	空气压缩机系统用电量($e_{r,i}$) kW·h
2017年1月	11.2	2.73	684 200
2017年2月	13.6	2.77	691 400
2017年3月	16.7	2.7	677 000
2017年4月	20.7	2.70	669 800
2017年5月	26	2.73	684 200

表 A.2 统计报告期能耗及主要影响因素数据 (续)

时间	月平均一级吸气温度(\bar{t}_i) ℃	月平均排气压力(\bar{z}_i) MPa	空气压缩机系统用电量($e_{r,i}$) kW·h
2017年6月	28.4	2.78	691 400
2017年7月	30.7	2.71	677 000
2017年8月	32.9	2.69	669 800
2017年9月	28.2	2.712	684 500
2017年10月	19.1	2.72	662 600
2017年11月	15.9	2.74	688 500
2017年12月	5.76	2.68	687 500

将表 A.2 中统计报告期主要能耗影响因素实测数据代入公式(A.1),并按公式(2)计算得到统计报告期校准能耗(E_a),取校准能耗的调整值 $A_m=0$ 。

$$E_a = \sum_{i=1}^g \left[\sum_{j=1}^n f(x'_{i,1}, x'_{i,2}, \dots, x'_{i,j}) \right] + A_m = \sum_{i=1}^{12} f(\bar{t}_{td,i}, \bar{z}_i) = 9\,643\,407 \text{ kW} \cdot \text{h}$$

A.2.7 节能量的计算

将表 A.2 中统计报告期逐月能耗数据带入公式(3)得到统计报告期能耗:

$$E_r = \sum_{i=1}^{12} e_{r,i} = 8\,167\,900 \text{ kW} \cdot \text{h}$$

将上述数据代入公式(4),得到项目节能量为:

$$E_s = E_r - E_a = 8\,167\,900 \text{ kW} \cdot \text{h} - 9\,643\,407 \text{ kW} \cdot \text{h} = -1\,475\,507 \text{ kW} \cdot \text{h}$$

附录 B

(资料性)

“基期能耗-影响因素”模型法示例(泵类液体运输系统)

B.1 项目概况

某企业针对热电部某机组给水泵进行变频改造。

B.2 节能量的测量和验证

B.2.1 项目边界

根据项目改造涉及的影响范围,本项目边界包括控制系统、驱动与传动系统、给水泵、管路输送系统。

B.2.2 基期和统计报告期

项目基期定为该水泵系统节能改造前 2015 年 7 月到 2016 年 6 月。项目统计报告期定为该水泵系统节能改造后 2016 年 8 月到 2017 年 7 月。

B.2.3 测量和验证方法

该项目改造前后能耗数据及给水流量的记录较为完备,因此采用“基期能耗-影响因素”模型法。

B.2.4 “基期能耗-影响因素”模型

以水泵系统月给水流量作为能耗基线模型的影响因素,采用回归分析等方法建立基期能耗与流量的数学模型。基期能耗和主要影响因素数据统计见表 B.1。

表 B.1 基期能耗和主要影响因素数据

基期统计时间	月给水流量($q_{b,i}$) m ³ /h	泵系统用电量($e_{b,i}$) kW·h
2015 年 7 月	213 242	1 311 360
2015 年 8 月	190 139	1 187 240
2015 年 9 月	214 493	1 338 720
2015 年 10 月	204 156	1 273 000
2015 年 11 月	214 631	1 324 280
2015 年 12 月	205 117	1 287 040
2016 年 1 月	219 534	1 421 300
2016 年 2 月	200 873	1 223 200
2016 年 3 月	218 879	1 418 600
2016 年 4 月	205 283	1 319 800
2016 年 5 月	221 217	1 392 600
2016 年 6 月	212 413	1 386 100

通过线性拟合(见图 B.1),得到数学模型见公式(B.1)。

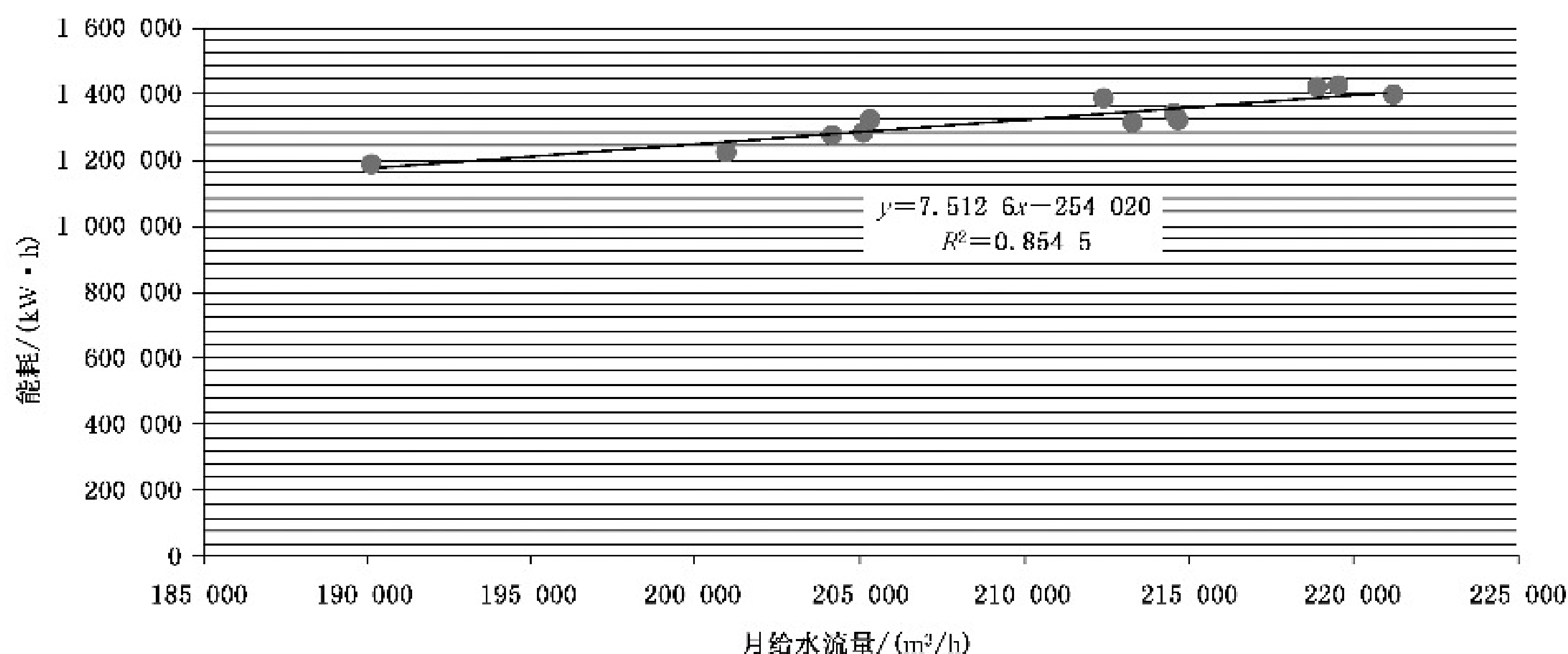


图 B.1 能耗和月给水流量的线性拟合

$$e_{b,i} = f(q_{b,i}) = 7.5126 \times q_{b,i} - 254020 \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

$q_{b,i}$ ——基期逐月泵系统总流量,单位为立方米(m³)。

通过计算得到: $R^2=0.8545$, $Sig=0.0000$ 。公式(B.1)的回归模型达到设定的不确定度要求。

B.2.5 校准能耗的计算

统计报告期的电耗即为改造后能耗,同样能够从运行报表中得到,统计报告期能耗基线模型的影响因素数据统计见表 B.2。需要注意的是,由于改造新增了耗能设备,需将变频器能耗统计入总报告期能耗。

表 B.2 统计报告期能耗基线模型的影响因素数据

报告期统计时间	月给水流量($q_{b,i}$) m³/h	泵系统能耗($e_{r,i}$) kW·h
2016年8月	205 344	1 121 144
2016年9月	202 320	1 109 920
2016年10月	204 507	1 113 787
2016年11月	203 940	1 107 540
2016年12月	211 761	1 123 841
2017年1月	194 928	1 086 328
2017年2月	180 852	1 044 692
2017年3月	214 365	1 103 885
2017年4月	193 320	1 067 720
2017年5月	201 066	1 130 586
2017年6月	201 960	1 124 760
2017年7月	205 809	1 132 529
合计	2 420 172	13 266 732

将表 B.2 中统计报告期主要能耗影响因素实测数据带入公式(B.1),并按公式(2)计算得到统计报告期校准能耗合计 E_a 为 15 133 184 kW·h。

B.2.6 节能量的计算

将统计报告期能耗与校准能耗代入节能量计算公式(4),取校准能耗的调整值 $A_m=0$,节能量为:

$$E_s = E_r - E_a = 13\,266\,732 \text{ kW} \cdot \text{h} - 15\,133\,184 \text{ kW} \cdot \text{h} = -1\,866\,452 \text{ kW} \cdot \text{h}$$

附录 C

(资料性)

直接比较法示例(空气压缩机系统)

C.1 项目基本情况

本项目以某企业五级往复式空气压缩机为测试验证对象,该空气压缩机系统排气压力为 14.5 MPa,排气量为 9 900 m³/h,24 h 连续运行,为降低能源成本,项目采用余隙调节技术对该空气压缩机进行节能改造。

C.2 节能量测量和验证

C.2.1 项目边界

根据项目改造涉及的影响范围,本项目边界包括控制系统、驱动与传动系统、进气分离过滤调节系统、空气压缩机单元、管路输送系统、润滑油系统以及冷却系统。

C.2.2 能耗主要影响因素选取和节能量测量验证方法确定

由于该空气压缩机组没有历史运行记录,因此本项目的节能量拟采用直接比较法中的相似工况比较法来确定。

根据分析,该空气压缩机组能耗主要受一级吸气温度、排气压力及标准容积流量影响,因此确定本项目的主要能耗影响因素为一级吸气温度、排气压力和标准容积流量。经相关方协商设定的相似工况影响因素偏差要求如表 C.1。

表 C.1 主要能耗影响因素最大允许偏差

参数名称	一级吸气温度	排气压力	标准容积流量
相似工况最大允许偏差	±5	±3	±5

%

C.2.3 节能量的计算

以本项目 2014 年 8 月的实测数据为统计报告期数据,在该月选取 3 d 按照节能措施关闭工况运行,然后在表 C.1 最大允许偏差范围内选取按照节能措施开启工况运行的 3 d,经测量记录上述的 3 组相似日能耗及主要影响因素值如表 C.2~表 C.4 所示。

表 C.2 相似工况 1 的能耗及主要影响因素对比

工况	日用电量 kW·h	日平均一级吸气温度 ℃	日平均排气压力 MPa	日平均标准容积流量 m ³ /h
节能措施关闭	53 169	32.2	14.5	9 845
节能措施开启	44 890	31	14.7	9 656
参数偏差		-3.73%	1.38%	-1.92%

表 C.3 相似工况 2 的能耗及主要影响因素对比

工况	日用电量 kW·h	日平均一级吸气温度 ℃	日平均排气压力 MPa	日平均标准容积流量 m ³ /h
节能措施关闭	53 047	31.7	14.3	9 560
节能措施开启	44 787	32.5	14.5	9 780
参数偏差		2.52%	1.4%	2.3%

表 C.4 相似工况 3 的能耗及主要影响因素对比

工况	日用电量 kW·h	日平均一级吸气温度 ℃	日平均排气压力 MPa	日平均标准容积流量 m ³ /h
节能措施关闭	53 349	30.2	14.8	9 547
节能措施开启	44 993	30.4	14.9	9 834
参数偏差		0.66%	0.68%	3.01%

根据上述数据,按照公式(8)计算节能措施关闭状态下测试日累计能耗:

$$S_b = \sum_{i=1}^k e'_{b,i} = e'_{b,1} + e'_{b,2} + e'_{b,3} = 53\,169 \text{ kW}\cdot\text{h} + 53\,047 \text{ kW}\cdot\text{h} + 53\,349 \text{ kW}\cdot\text{h} = 159\,586 \text{ kW}\cdot\text{h}$$

按照公式(9)计算节能措施开启状态下测试日累计能耗:

$$S_r = \sum_{i=1}^k e'_{r,i} = e'_{r,1} + e'_{r,2} + e'_{r,3} = 44\,890 \text{ kW}\cdot\text{h} + 44\,787 \text{ kW}\cdot\text{h} + 44\,993 \text{ kW}\cdot\text{h} = 134\,670 \text{ kW}\cdot\text{h}$$

将上述 S_b 和 S_r 的计算结果代入公式(7)计算得到节能率:

$$\eta_s = \frac{S_r - S_b}{S_b} \times 100\% = \frac{134\,670 \text{ kW}\cdot\text{h} - 159\,586 \text{ kW}\cdot\text{h}}{159\,586 \text{ kW}\cdot\text{h}} \times 100\% = -15.6\%$$

通过该项目安装的电度表所记录的统计报告期内 2014 年 8 月该项目系统总用电量(E_r)为 1 352 000 kW·h,按照公式(6)计算节能措施开启状态下的空气压缩机系统统计报告期能耗:

$$E'_r = E_r - S_b = 1\,352\,000 \text{ kW}\cdot\text{h} - 159\,586 \text{ kW}\cdot\text{h} = 1\,192\,414 \text{ kW}\cdot\text{h}$$

将上述计算结果代入公式(5)计算得到该项目 8 月的总节能量:

$$E_s = E'_r \cdot \left(\frac{\eta_s}{1 - |\eta_s|} \right) = 1\,192\,414 \cdot \left(\frac{-15.6\%}{1 - 15.6\%} \right) = -220\,399 \text{ kW}\cdot\text{h}$$

参 考 文 献

- [1] GB/T 3214 水泵流量的测定方法
 - [2] GB/T 13467 通风机系统电能平衡测试与计算方法
 - [3] GB/T 13468 泵类液体输送系统电能平衡测试与计算方法
 - [4] GB/T 15487 容积式压缩机流量测量方法
 - [5] GB/T 15913 风机机组与管网系统节能监测
 - [6] GB/T 16665 空气压缩机组及供气系统节能监测
 - [7] GB/T 16666 泵类液体输送系统节能监测
 - [8] GB/T 26921 电机系统(风机、泵、空气压缩机)优化设计指南
 - [9] GB/T 28750—2012 节能量测量和验证技术通则
 - [10] GB/T 31345 节能量测量和验证技术要求 居住建筑供暖项目
 - [11] GB/T 31349 节能量测量和验证技术要求 中央空调系统
 - [12] GB/T 41013 电机系统能效评价
-