

ICS XX. XXX

CCS X XX

团 体 标 准

T/CIECCPA XXX—202X

转差调速设备节电效果检测方法

Power saving effect detection method for slip speed
regulator

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国工业节能与清洁生产协会 发布

СЛЕДСТВИЕ

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 转差调速设备节能考核基本要素	2
5 项目边界划分和能耗统计范围	3
6 电能计量器具的配备	3
7 节电效果计算方法	3
8 经济效益预测方法	7

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。

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。

本文件由中国工业节能与清洁生产协会提出并归口。

本文件起草单位：江苏磁谷科技股份有限公司、安徽沃弗永磁科技有限公司、深圳市风发科技发展有限公司、南京玛格耐特智能科技有限公司、西安巨舟电子设备有限公司、诸暨和创电机科技有限公司。

本文件主要起草人：

转差调速设备节电效果检测方法

1 范围

本标准规定了转差调速设备自身节电效果的检测方法相关的术语和定义、项目边界划分、能耗统计范围、计量检测基础、计量器具配备、检测方法、计算和评价方法相关的要求。本标准不适用电机或负载额定性能发生改变的节能改造项目前后节能效果对比检测。

本标准适用于钢铁、电力、化工、水泥等工业、民用、建筑等领域，作为风机、水泵等平方转矩类负载应用转差调速设备进行调速节能效果评价的依据。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则
- GB 30253 永磁同步电动机能效限定值及能效等级
- GB 30254 高压三相笼型异步电动机能效限定值及能效等级
- GB/T 3484 企业能量平衡通则
- GB/T 8222 用电设备电能平衡通则
- GB/T 13234 企业节能量计算方法
- GB/T 6422 用能设备能量测试导则
- GB/T 15316 节能监测技术通则
- GB/T 17166 能源审计技术通则
- GB/T 23331 能源管理体系 要求
- GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南
- GB/T 2589 综合能耗计算通则
- 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 24915 合同能源管理技术通则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 交流电动机 AC motor

交流电动机是一种将交流电的电能转变为机械能的装置。

3.2 转差调速设备 slip speed regulator

以特定介质将原动机的动力传递给工作机械，并在一定范围内实现无级调节输出转速的调速装置。

3.3 电机系统 motor system

由交流电动机、转差调速设备、辅助调速用能设备、被拖动装置以及管网等组成，通过交流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。被拖动装置可以是符合本标准适用范围的风机、水泵等平方转矩类负载。

3.4 转差调速设备全速 slip speed regulator at full speed

转差调速设备在工频状态下（包括调节门、转速不做调节情况下）驱动被拖动装置输出转速能够达到的最大值。转差调速设备全速应不低于其输入转速的95%，若低于95%，不适用本标准。

3.5 电能计量器具 measuring instrument of power

测量对象为交流电能的计量器具。

3.6 基准用电量 benchmark power consumption

统计报告期内，未安装转差调速设备或转差调速设备按照全速运行且转差调速为唯一节能措施，在工频状态下（包括调节门、转速不做调节情况下）电机系统从电网获取的有功电量。

3.7 工况用电量 operating power consumption

统计报告期内，转差调速设备按照一定调速比运行且转差调速为唯一节能措施，调速运行后电机系统从电网获取的有功电量。

3.8 节电量 power saving

统计报告期内，基准用电量与工况用电量之差。

3.9 节电率 power saving rate

统计报告期内，节电量与基准用电量的比率，用百分数表示。

3.10 节能经济效益 power saving economic benefits

统计报告期内，投资项目投产后获得的收益总额。

3.11 投资回收期 payback period

统计报告期内，投资项目投产后获得的收益总额达到该投资项目投入的投资总额所需要的时间。

4 转差调速设备节能考核基本要素

安装转差调速设备对电机系统进行调速节能考核，电机系统必须具备以下基本要素：

- a) 具有高/低压电能计量功能；
- b) 电机系统动力源为交流电动机；
- c) 电机系统安装有转差调速设备；
- d) 被拖动装置速度根据工况需要可以进行调节；
- e) 电机系统所在生产环节具备提供控制调速设备输出能力的工况参数的功能。

5 项目边界划分和能耗统计范围

5.1 项目边界划分

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，合理确定系统边界，以及能量输入和输出边界。系统边界示意如图1所示，通常包括交流电动机、转差调速设备、辅助调速用能设备、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。所有受节能措施影响的单位、设备、系统（包括辅助、附属设施）均应划入项目边界内。电机系统存在相互影响的多台被拖动装置，应将所涉及的设备划入系统边界内。电机系统改造需新增耗能设备，应将新增耗能设备划入系统边界内。

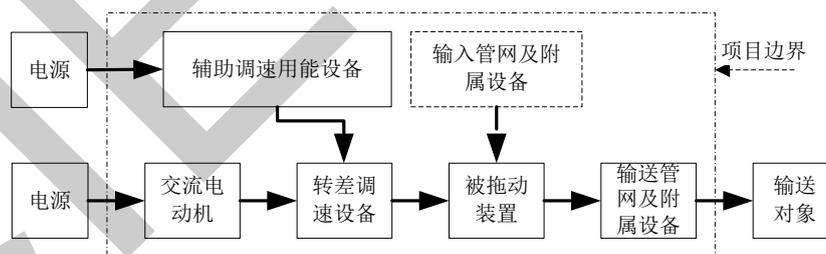


图1 电机系统边界示意图

5.2 能耗统计范围

应将划入电机系统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，包括：交流电动机、转差调速设备、辅助调速用能设备、被拖动装置、润滑油系统、管路输送系统、冷却系统。

6 电能计量器具的配备

给驱动系统供电的高/低压配电装置具备电能计量功能，包括但不限于具备读取有功电能功能的电能表。

7 节电效果计算方法

7.1 单台设备节电效果计算

对于应用转差调速设备的驱动系统而言，单台设备的节电效果是相对于基准用电量而言的。因此，在进行节电考核之前，需提前约定基准工况。通常选取负载全速运行时的工况为基准工况。但是，安装了转差调速设备后，负载的转速低于交流电机的转速，无法测取负载全速工况的耗电量。本标准以负载速度大于电机额定转速的95%的工况为基准工况。

a) 转差功率消耗型转差调速设备节电效果计算

对于转差功率消耗型转差调速设备节电考核（对于转差功率回收型转差调速设备节电考核，若回收并网点与驱动电机输入点一致，参考本章节计算），给驱动系统供电的高/低压配电装置其电能计量器具配置见下图2。

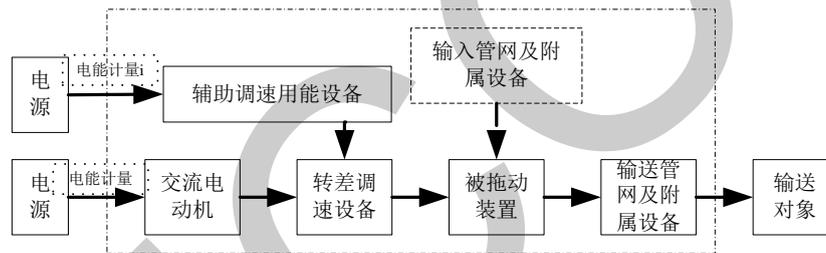


图2 转差功率消耗型转差调速设备电能计量示意图

交流电动机全速运行，转差调速设备调至最高转速。记录交流电动机额定转速 n_n ，测量负载转速 n_l 。约定计量时间内，电能表有功电量读数 E_1 作为基准用电量。当交流电动机全速运行，转差调速设备按照约定工况转速 n_2 运行时，约定计量时间内，电能表有功电量读数 E_2 ，合计 k 种辅助设备用电量（包含冷却装置用电量 E_3 、空调 E_4 、排风扇 E_5 等）合计为

$\sum_{i=3}^k E_i$ ，则工况用电量为：

$$E_c = E_2 + \sum_{i=3}^k E_i$$

节电量为： $\Delta E = E_1 - E_c$

节电率为： $\xi = \frac{\Delta E}{E_1} \times 100\%$

b) 转差功率回收型转差调速设备节电效果计算

对于转差功率回收型转差调速设备节电考核，若回收并网点与驱动电机输入点不一致，

则给驱动系统供电的高/低压配电装置其电能计量器具配置见图3。

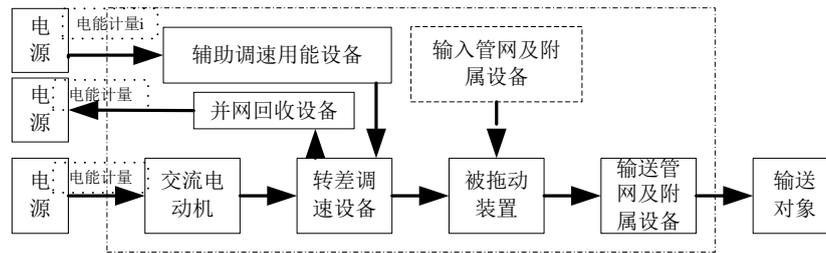


图3 转差功率回收型转差调速设备电能计量示意图

交流电动机全速运行，转差调速设备调至最高转速。记录交流电动机额定转速 n_N ，测量负载转速 n_L ，必须注意的是， n_L 应尽量接近于 n_N （ n_L 与 n_N 之比应大于0.95）。约定计量时间内，交流电动机开关柜电能表有功电量读数 E_1 ，转差调速设备并网回收设备电能表有功电量读数 E_1' ， $E_R = E_1 - E_1'$ 作为基准用电量。

当交流电动机全速运行，转差调速设备按照约定工况转速运行时，约定计量时间内，交流电动机开关柜电能表有功电量读数 E_2 ，转差调速设备并网回收设备电能表有功电量读数 E_2' ，合计 k 种辅助设备用电量（包含冷却装置用电量 E_3 、空调 E_4 、排风扇 E_5 …）合计为

$\sum_{i=3}^k E_i$ ，则工况用电量为：

$$E_C = (E_2 - E_2') + \sum_{i=3}^k E_i$$

节电量为： $\Delta E = E_R - E_C$

节电率为： $\xi = \frac{\Delta E}{E_1} \times 100\%$

7.2 多台设备节电效果计算

当多台设备由同一台开关柜供电，耗电量无法单独计量时，则对设备节电效果进行考核时，必须确保所有挂接在同一开关柜上的用电设备在进行基准用电量和工况用电量计量时状态一致。

多台设备挂接在同一开关柜，若是回收型且回收并网于另一处电网的转差调速设备，并网处单独对电能进行计量，给驱动系统供电的高/低压配电装置其电能计量器具配置见图4。

当选择基准工况为全速运行工况，交流电动机和转差调速设备全速运行时，记录交流电动机额定转速 n_{Ni} ，测量负载转速 n_{Li} ，约定计量时间 t 小时内，交流电动机开关柜电能表有功电量读数 E_1 ， k 台转差调速设备并网回收设备电能表有功电量读数 E_{1i}' ，则基准用电量为：

$$E_R = E_1 - \sum_{i=1}^k E_{1i}'$$

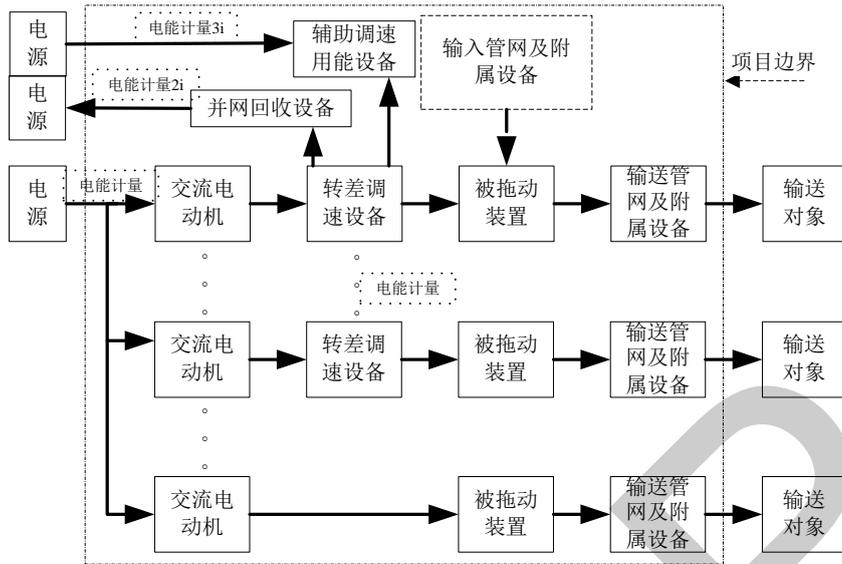


图4 多台设备挂接同一开关柜工作时电能计量示意图

当交流电动机全速运行，转差调速设备按照约定工况转速运行时，约定计量时间 t 小时内，交流电动机开关柜电能表有功电量读数 E_2 ， k 台转差调速设备对应电机额定功率为 P_1 、 P_2 、 \dots 、 P_k ，对应并网回收设备电能表有功电量读数 E_{21}' 、 E_{22}' 、 \dots 、 E_{2k}' ，对应辅助调速用电设备总用电量分别为 E_{31}' 、 E_{32}' 、 \dots 、 E_{3k}' ，则工况用电量为：

$$E_C = \left(E_2 - \sum_{i=1}^k E_{2i}' \right) + \sum_{i=1}^k E_{3i}'$$

节电量为： $\Delta E = E_R - E_C$ ；

$$\text{节电率为：} \xi = \frac{\Delta E}{t \times \left(\sum_{i=1}^j P_i \right)} \times 100\%$$

7.3 多台设备机械并联节电效果计算

当多台设备共用管道，并联运行时，互相之间因为压力和流量的不均衡会互相影响，导致用电量的波动。此时，对并联设备节电效果进行考核时，必须确保在进行基准用电量和工况用电量计量时参与计量的设备数量一致。

多台设备并联运行，回收型转差调速设备且回收并网于与其对应的驱动电机配电装置电能表下端口时，不用单独安装计量回馈电能的电能表；若回收型转差调速设备且回收并网于另一处供电网络时，每台设备需单独安装计量回馈电能的电能表，具体配置见图5。

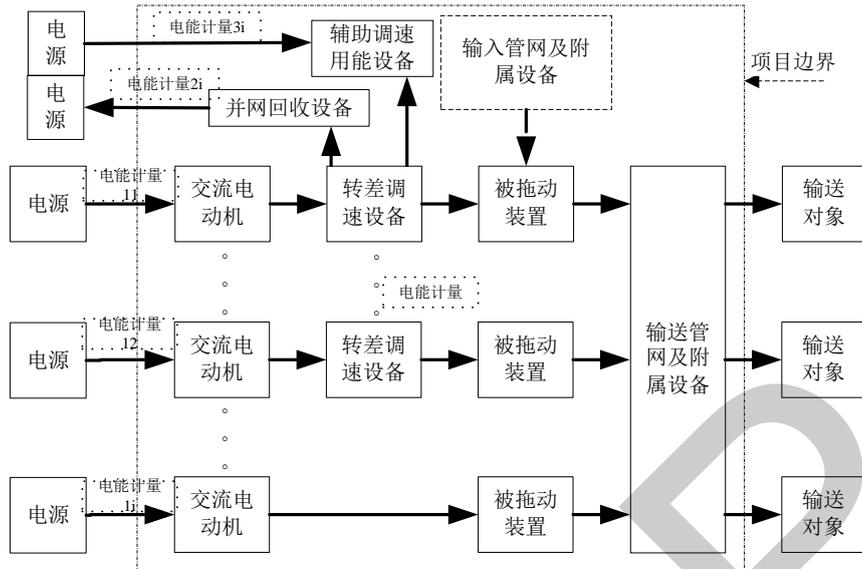


图5 多台设备并联运行并网于别处电网时电能计量示意图

当选择基准工况为全速运行工况，交流电动机和转差调速设备全速运行时，记录总运行数为 n 的交流电动机额定转速 n_{Ni} ，测量负载转速 n_{li} ，约定计量时间 t 小时内，总数为 n 的交流电动机开关柜电能表有功电量读数 E_{li} ，总运行数为 k 的转差调速设备并网回收设备电能表有功电量读数 E'_{li} （回馈至驱动电机供电口处的设备 $E'_{li}=0$ ），则基准用电量为：

$$E_R = \sum_{i=1}^n E_{li} - \sum_{i=1}^k E'_{li}$$

当 n 台交流电动机全速运行， k 台转差调速设备按照约定工况转速运行时，约定计量时间 t 小时内，交流电动机开关柜电能表有功电量读数 E_{2i} ， k 台转差调速设备对应电机额定功率为 P_1 、 P_1 、...、 P_i ，对应并网回收设备电能表有功电量读数 E'_{21} 、 E'_{22} 、...、 E'_{2i} ，对应辅助调速用电设备总用电量分别为 E'_{31} 、 E'_{32} 、...、 E'_{3i} ，则工况用电量为：

$$E_C = \left(\sum_{i=1}^n E_{2i} - \sum_{i=1}^k E'_{2i} \right) + \sum_{i=1}^k E'_{3i}$$

节电量为： $\Delta E = E_R - E_C$ ；

节电率为： $\xi = \frac{\Delta E}{t \times \left(\sum_{i=1}^j P_i \right)} \times 100\%$ 。

8 经济效益预测方法

节能经济效益包括设备运行期间相较基准用电量的节电收益、设备使用成本以及设备维护成本等。因此，转差调速设备节能经济效益按以下公式进行预测评估。

$$M = \Delta Q \times \frac{T}{t} \times up - \sum_{i=1}^n C_i$$

式中：

ΔQ —统计报告期（ t 小时）节电量，单位为千瓦时（kW·h）；

T —节能经济效益考察时间，单位为小时（h）；

up —当前用电单价，单位为元/千瓦时（元/kW·h）；

C_i —转差调速设备第 i 次维护的人工和材料成本之和，单位为元。

投资回收期为项目投资总额与投产后设备月平均收益总额（即以月为单位计算出的节能经济效益）之比，单位为月。