

空压机系统运行能效评估技术规范

Technical specification for operating energy efficiency assessment of
compressed air system

地方标准信息服务平台

2020-08-17 发布

2020-09-01 实施



上海市市场监督管理局 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 评估准备	2
4.1 总体要求	2
4.2 成立评估小组	2
4.3 与被评估企业建立工作机制	2
4.4 初步数据收集与分析	3
4.5 确定评估目标	3
4.6 制定评估计划	3
5 现场评估	4
5.1 制定测试方案	4
5.2 协调确定现场工作程序	4
5.3 召开评估启动会议	5
5.4 实施数据采集和确认	5
5.5 开展工厂运行情况调查	5
5.6 召开现场评估总结会议	6
6 评估数据分析	6
6.1 建立系统运行能效和压缩空气需求量基准	6
6.2 计算空压机系统有效容积	7
6.3 分析系统压力变化	7
6.4 分析不恰当的高压需求	8
6.5 分析系统需求	8
6.6 分析特殊用气需求	9
6.7 分析压缩空气浪费状况	9
6.8 分析空气后处理系统	10
6.9 评估降低系统运行压力可行性	10
6.10 分析供需平衡	10
6.11 分析系统维护与保养状况	11
6.12 热回收评估	11
7 报告和文件	11
7.1 最终评估报告	11
7.2 第三方审查的数据	13
7.3 评估小组成员审查最终报告	13
附录 A (规范性附录) 空压机系统运行能效评估的流程与主要内容	14
附录 B (资料性附录) 评估时建议的检测项及相关的测试位置	16

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由上海市经济和信息化委员会、上海市发展和改革委员会共同提出，由上海市经济和信息化委员会组织实施。

本标准由上海市能源标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：上海市能效中心、上海理工大学、复盛实业(上海)有限公司、德耐尔节能科技(上海)股份有限公司、上海市质量监督检验技术研究院、上海市节能技术服务有限公司、上海斯可络压缩机有限公司、德斯兰压缩机(上海)有限公司、蘑菇物联技术(深圳)有限公司、启真检测认证(上海)有限公司、意朗实业(上海)有限公司、鑫磊压缩机股份有限公司、爱景节能科技(上海)有限公司、上海空标压缩机技术检测中心、上海丹碧德机械有限公司。

本标准主要起草人：秦宏波、赵军、潘志旸、孙斌、闵圣恺、薛恒荣、盛昌国、李通、余智、李翠萍、程应冠、杨坤、沈国辉、黄贤友、袁军、谢日生、赵力成。

地方标准信息服务平台

空压机系统运行能效评估技术规范

1 范围

本标准规定了工业用空压机系统运行能效评估中的评估准备、现场评估、评估数据分析以及报告和文件编制的相关要求。

本标准适用于工业用空压机系统运行能效评估和节能潜力分析。非工业用空压机系统能效评估可参照执行。

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/T 13277.1 压缩空气 第1部分:污染物净化等级

GB/T 16665 空气压缩机组及供气系统节能监测

GB/T 38182 压缩空气 能效 评估

DB31/T 732 动力用空气压缩机(站)经济运行与节能监测

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

空压机系统 compressed air system

由供气侧(空压机、空气后处理设备、储气罐、控制系统等)、输送管路系统和用气侧(气动工具、气动机械等使用压缩空气的加工应用设备)组成的系统。

3.2

评估基准 assessment baseline

用于评估和比较用能系统运行能效水平的系统主要工作周期、工况条件和性能参数。

3.3

空压机系统特性曲线 compressed air system profile

空压机系统运行过程中,压缩空气流量、压力、压缩机运行功率(电流)等参数随时间变化的动态特性曲线。

3.4

假性需求 artificial demand

在一个未调节或调节不良的系统内,由于设备在超过实际需求的压力下运转,而造成系统多余的空气消耗。

[GB/T 38182,定义 3.1.2]

3.5

失压 drawdown

空压机系统运行过程中,由于压缩空气需求量突然超过系统压缩空气供给能力而引起的供气压力

快速持续降低,使供气压力低于系统正常的压力需求值的现象。

3.6

特殊用气需求 critical air demand

在空压机系统中,对产品质量、生产率、报废率、返工成本、顾客满意度等存在潜在影响的压缩空气的末端用气需求。

4 评估准备

4.1 总体要求

评估机构应根据空压机系统运行能效评估工作的要求,选择合适人员组成评估小组,与企业进行对接,开展初步的数据收集,在此基础上确定评估目标并制定评估计划。空压机系统运行能效评估的流程与主要内容见附录 A。

4.2 成立评估小组

4.2.1 评估人员技术背景要求

评估小组成员背景应符合如下条件:

- a) 具有进行评估活动、数据分析和撰写报告的技术背景、经验或资质;
- b) 熟悉空压机系统的运行和维护;
- c) 具有采用系统评估方法进行能效评估的经验。

4.2.2 评估小组基本职能

评估小组在评估过程中应具有以下基本职能:

- a) 对能效评估规划和实施所需要的资金和资源进行分配,并有最终决策权;
- b) 监督有非评估小组人员参与的活动,包括签订合同、人员调度、签署保密协议和述职等;
- c) 保证在评估进行过程中获得来自工厂方面以及其他个人或组织的支持;
- d) 组织和协调与空压机系统和设备的管理人员或其他相关人员的对接;
- e) 组织和规划评估活动;
- f) 建立交流和联系机制。

4.3 与被评估企业建立工作机制

4.3.1 获得企业管理层的支持

评估小组应在评估工作实施前获得工厂管理层书面形式的支持,主要包括但不限于以下内容:

- a) 提供评估工作所需要的资金、人员和其他资源;
- b) 向相关人员讲解组织评估工作的重要性。

4.3.2 确保获得相关资源和信息

评估小组应在评估准备阶段与企业管理层指派的联系人进行对接,确保评估阶段可以开展如下工作:

- a) 评估小组可以进入空压机系统运行现场;
- b) 与被评估设备相关的操作人员、维修人员、工程人员、设备供应商、承包商等进行交流并获取与评估相关的信息;

- c) 获取与评估相关的其他信息,包括图纸、手册、测试报告、历史记录、计算机监测与控制数据、电气设备控制面板数据、校准记录等。

4.4 初步数据收集与分析

4.4.1 评估小组应与工厂的运行人员和技术专家就影响设备运行能耗的操作或特定的运行规程等进行初步交流,为制定具体的评估目标和详细的实施方案收集信息。

4.4.2 评估小组应收集被评估的空压机系统以往所作的节能项目、能效评估、能源审计、能效对标等相关工作的信息。

4.4.3 评估小组应收集空压机铭牌数据、系统运行数据,确定有效能耗评估的期限,并开展初步的能耗数据计算,并应注意以下情况:

- a) 应考虑额定负载、最大负载、每天不同时段负载和其他运行工况点等所有负载情况的能耗;
- b) 大多数情况可采用平均数据的形式进行分析计算,但应注意不能采用平均值表示的工况;
- c) 可直接采用工厂已经建立了能耗的边际成本计算方法和计算体系。如果工厂尚未建立,应建立年度能耗的计算方法。

4.5 确定评估目标

评估小组应在初步评估的基础上确定现场评估目标,包括但不限于以下内容:

- a) 对包括空气处理设备、输送管路等在内的整个空压机系统运行能效提升潜力的分析;
- b) 根据具体的运行工况和负载的变化制定相应的评估目标和工作计划。

4.6 制定评估计划

4.6.1 评估计划要求

评估小组应根据评估目标制定评估工作计划,应达到如下要求:

- a) 明确每个评估人员的任务,使评估工作按步骤有序进行。
- b) 评估工作计划具有可实施性和灵活性,可根据实际情况做出相应的合理调整。
- c) 应保证空压机系统的评估基准和压缩空气的消耗能够得到量化。空压机系统中如有特定要求的设备时,应将相关内容编制进整体的评估计划中。
- d) 具体的评估计划应在正式评估开始之前以书面形式确定下来,并且确保相关内容得到与评估相关各方的认可。

4.6.2 评估活动时间安排

评估小组应在评估开始之前确定评估时间进度计划和重要节点会议的召开时间,主要包括:

- a) 评估实施之前召开准备会议,回顾与总结初步数据采集和分析的结果,制定下一步工作计划,确定评估方法和工具,以及测试、计量和诊断设备,制定现场评估日程表;
- b) 建立与工厂管理人员定期和不定期的交流机制,汇报评估进度,解决评估中出现的问题;
- c) 现场评估结束后需进行总结性会议,通报评估概况,给出初步建议。

4.6.3 检查与核定评估目标

评估小组在评估实施之前应就评估计划的相关性、成本/效益比和达到既定目标的可行性进行认真复审,以确保通过实施评估计划能够完成评估目标。

5 现场评估

5.1 制定测试方案

5.1.1 总体要求

评估小组应根据评估目标确定需要进行测试的项目,并根据每个测试项目所采用的具体测试方法(包括抽样调查、数据记录、分析变化趋势和动态变化规律等),来制定详细的测试方案。开展现场评估建议的测试项目及测试位置参见附录 B。

5.1.2 测试仪器

测试仪器的选择应满足 GB/T 16665 所规定的仪器精度要求,应当进行校准后方可使用。

5.1.3 测试技术要求

5.1.3.1 总体要求

评估小组应根据评估目标和现场实际确定相应的测试技术要求,包括:

- a) 评估的基本测试周期;
- b) 直接测试和间接测试;
- c) 采样频率和数据间隔。

5.1.3.2 基本测试周期

基本测试周期应覆盖工厂生产运行中发生的所有主要工况,包括:按照生产计划发生的周期性变化的工况,受市场波动、原材料供应或其他因素的影响而发生的非周期性变化的工况等。

5.1.3.3 直接测试和间接测试

评估小组应当首选采用直接测试的方法采集数据,现场条件不允许时,可通过间接测试的方法来推断和量化被测参数。

5.1.3.4 采样频率和采集数据间隔

数据采集系统的采样频率和采集数据间隔应根据每个测试项目具体的目标、内容和方法进行确定。被测参数的测试采样频率应至少比被测事件的发生频率高一个数量级,以可以实现对系统动态性能的记录。

5.1.4 测试参数和测试位置

评估小组讨论确定测试参数和测试位置,应对每个测点进行编号,使用唯一的识别标签归档每个参数,记录所测试的参数及其安装位置。在进行传感器安装时,应在相关的方框图或图纸上清楚地标明实际测试位置,或使用拍摄装置进行记录,以便将来进行能效对比时,可以在标识的位置进行重复性测试。测试位置的连接方式也应在连接点进行标识。

5.2 协调确定现场工作程序

评估小组应和被评估单位协调确定评估人员进入工厂开展评估应遵守的工作程序,主要包括:

- a) 应在进入工厂现场前签署保密协议、落实机密性要求、安全要求等;
- b) 应完成评估需要进入的工厂相关区域的组织工作,包括:例行出入登记、身份牌、陪同人员等程

- 程序的审核；
- c) 应遵守进入工厂现场的相关规章制度,包括:在无人值守或下班后的时间进入现场的特殊规程;
 - d) 应当协调好进入特殊危险区域的工作,包括:进入该类区域的规定时间、限定的工作区域、进入前需要采取的预防措施等;
 - e) 应确定好允许现场拍照或拍视频的工厂现场程序;
 - f) 应当进行工厂现场的特定安全培训,遵守相关的规章制度。

5.3 召开评估启动会议

评估小组应联合被评估单位召开评估启动会议,双方相关人员共同参加,介绍现场评估计划,明确对工厂相关区域和设备进行调查的时间节点,以便进行测试设备的安装或拆卸。

5.4 实施数据采集和确认

5.4.1 现场短期数据采集

评估小组应按照测试计划,通过便携式仪器和便携式数据记录仪记录空压机系统短期运行数据。进行短期数据采集时应注意:

- a) 多台数据记录仪独立进行不同参数的数据采集时,各记录仪的日期和时间设定应一致。
- b) 应对采集系统是否是按照评估要求的采样频率和数据间隔来读取传感器进行校验。
- c) 应对采集的数据转换为具有相应的工程单位的数值的准确性进行校验。
- d) 当测试数据有误时,评估小组应设法排除相关设备故障,并检查设备或仪器的安装是否存在问题,以确保所记录数据的正确性。如无法纠正错误数据,应对发生故障的设备以及所受影响的数据进行标注。

5.4.2 工厂现有监控系统数据采集

评估小组宜利用从工厂现有监控系统提取评估所需的测试数据,但应注意以下内容:

- a) 工厂现有监控系统数据与现场短期测试数据一起使用时,应尽可能使各系统的采集日期和时间保持一致,并记录其可能存在的差异。
- b) 应检查工厂现有监控系统是否是按照评估测试计划所要求的采样频率和数据间隔进行数据采集,并将数据正确地转换为具有相应计量单位的数值。如果数据有误,应进行相关故障的排除工作,并记录出现的问题及其对测试置信水平的影响程度。

5.4.3 数据确认

评估小组应在完成数据采集工作后,尽快对所收集数据的合理性和正确性进行初步分析和确认,为后期开展详细数据分析做准备。数据确认过程中,如出现数据异常、数据缺失时,宜按照如下方法处理:

- a) 对异常的数据和缺失的数据进行详细记录,并通过插值或其他可行的后处理方法进行必要的校正和补充,同时对所采用的数据后处理校正方法,以及因此而产生的对相关参数的准确性和置信度的影响进行记录;
- b) 当数据缺失超出了评估所允许的限制范围时,应制定补充测试计划,以获取必要的数据。

5.5 开展工厂运行情况调查

5.5.1 企业生产情况调查

评估小组应记录下与工厂生产运行情况和生产工艺相关的信息,包括每天的生产班次、正在生产的

产品类型和数量等,作为对系统进行改进前、后性能比较的参考依据。

5.5.2 空压机系统运行情况调查

5.5.2.1 供气侧

评估小组应制定详细的计划对压缩空气的供气性能进行必要的调查和测试,主要包括以下项目:

- a) 空压机当前的运行能耗;
- b) 压缩空气后处理设备的能耗;
- c) 压缩空气的供气流量变化规律;
- d) 综合供气效率;
- e) 系统容积;
- f) 压缩空气的供气压力变化规律。

5.5.2.2 输送管网

评估小组应制定详细的计划对压缩空气自供气侧至用气侧的整个输送管网进行必要的调查和测试,并对压缩空气输送过程中压缩空气压力的变化进行全面的评估。

5.5.2.3 用气侧

评估小组应制定详细的计划对空压机系统用气侧的运行进行全面的调查和测试,主要包括以下内容:

- a) 用气末端及其压力变化规律;
- b) 压缩空气需求,包括被高估的压力需求、关键需求等;
- c) 压缩空气的浪费现象;
- d) 改进空气处理环节;
- e) 优化压缩机控制;
- f) 降低运行压力;
- g) 供需平衡;
- h) 维护与保养;
- i) 热回收。

5.6 召开现场评估总结会议

评估小组应在完成工厂运行情况调查后召开阶段性总结交流会议,会议内容主要包括:

- a) 评估小组成员之间相互沟通,分享信息和收集的数据,在分析评估的基础上总结出最有可能存在改进机会的部分,并确定数据分析的优先等级;
- b) 对评估期间所获得的内容进行评估,并确定所缺失的关键信息,制定追加调研计划。

6 评估数据分析

6.1 建立系统运行能效和压缩空气需求量基准

6.1.1 目标要求

评估小组应当根据评估数据确定空压机系统的运行能耗基准、能效基准和压缩空气需求量基准,分析其变化趋势,并对年基本能耗和空气需求总量进行预测。

6.1.2 分析功率和能耗变化

6.1.2.1 评估小组应对空压机运行功率与系统运行性能动态变化的关联性进行分析,通过分析单台空压机或多台空压机的运行状态对无效的控制响应进行识别。

6.1.2.2 评估小组应统计小时能耗和压缩空气负荷,并绘制系统运行性能曲线,并结合工厂的生产运行信息来确定具有类似能耗特征的天数。

6.1.3 分析压缩空气负荷变化

评估小组应绘制压缩空气流量随时间的变化曲线,对系统的动态性能需求和由此产生的空压机功耗变化情况进行分析,识别系统低效运行的时间。

6.1.4 分析供气效率

评估小组应分析通过测试所取得的功率和能耗数据与压缩空气流量的关系,建立空压机系统综合供气效率的基线,分析压缩空气需求趋势与供气效率的关系,可根据 DB31/T 732 的指标进行对标分析,并对低效的供气运行工况进行更为详细的调研。

6.1.5 识别运行周期类型

评估小组应结合工厂的生产运行信息进行系统运行总能耗和总空气需求的分析,确立主要运行区间的类型,并将类似运行区间进行分组。

6.1.6 计算年度能耗和压缩空气需求量

评估小组应结合工厂年度生产概况、总空气需求量和用能情况,确定其年度基准表现。对于各个主要运行工况,应估计每年的发生次数,并将所有工况的基准进行加总计算。

6.2 计算空压机系统有效容积

评估小组应通过测试和经验来计算确定空压机系统的实际有效容积。当压缩空气量的需求恒定时,可通过加载和卸载已知供气量的压缩机,并测试加载/卸载压力和加载/卸载的持续时间来计算系统容积。

6.3 分析系统压力变化

6.3.1 目标要求

评估小组应对系统部件和管路流动阻力随流量的变化关系,以及由此产生的对系统动态压力分布的影响进行深入分析,识别通过消除不必要的压力损失而带来的运行能效提升的机会。

6.3.2 平均压力和压力变化情况分析

评估小组应根据评估期间收集的数据分析系统压力的动态分布,确定系统平均压力与能耗、总空气负荷的关系,以及系统压力的动态分布与供、需流量平衡的相互关系,评估是否可以应用存储设备改善压缩空气的供需平衡状况,通过改善压力分布带来降低能耗。

6.3.3 峰值流量对压力的影响分析

评估小组应建立系统压力与峰值用气量的相互关系,分析系统中是否存在由于峰值用气工况导致系统压力下降或压力不稳定性问题,以及企业是否存在通过提高系统整体供气压力的方法来解决压力

下降和压力波动的问题,而导致空压机能耗增加的现象。

6.3.4 系统各部件压力损失分析

6.3.4.1 评估小组应对系统中各部件的压力损失,及其随压缩空气流量的变化关系进行分析,并且应特别关注在低、平均和峰值压缩空气需求量工况下,各部件的压力损失情况。

6.3.4.2 评估应考虑包括供气、传输和用气环节在内的整个空压机系统,确定具体的改进措施,并评估用气压力改善后对系统运行性能的影响及其能效提高值。

6.3.5 系统压力梯度分析

6.3.5.1 评估应对空压机系统管网压力梯度进行分析。对于系统中存在的明显超过正常范围的压力损失,应当确定其是否由于空气流速过快或输送距离过长导致,判断是否存在空气阻塞点,并确定传输系统中存在过大压力损失的部件。

6.3.5.2 评估应对相关用气点的压缩空气需求量进行识别分析,在满足用气需求的情况下提出适当的改进措施,可通过消除浪费、减少不当使用、增加储气罐等措施来降低压缩空气需求,进而降低流经输送管路的空气流量,使得压力损失相应地降低。

6.3.5.3 评估应提出减少相关设备压缩空气需求量的具体改进措施,并评估用气压力改善后对系统运行性能的影响及其运行能效的提高值。

6.4 分析不恰当的高压需求

6.4.1 目标要求

评估小组应根据在评估期间收集的数据,对系统所有末端用气压力需求进行校核,对系统中是否存在不恰当的过高压力需求导致系统整体最低压力设定提高,进而造成系统运行能耗增加的现象进行分析。

6.4.2 用气末端压力需求分析

评估应结合现场实际运行要求,提出压缩空气末端用气压力的推荐运行参数值,并对设备运行压缩空气压力参数要求是否存在明显高于实际生产压力需求的情况进行识别分析。

6.4.3 动态的流量/压力关系分析

评估小组应进行一些高频的数据采集和分析,以便更好地确定末端用气的动态需求,应对从设备连接到用气末端的压力动态分布进行调查,确定用气末端的压力变化规律。

6.4.4 供气压力稳定性分析

评估小组应对设备连接处的压缩空气压力稳定性进行评估。压力稳定性受到输送系统的动态变化和 Related 设备工况变化的影响,但应避免由于上游压力的不稳定导致提高系统压力需求值的现象。

6.4.5 改进措施和节能量分析

评估小组应提出解决高压空气需求的改进措施,并应对这些措施对系统运行性能和运行能效的影响进行评估。

6.5 分析系统需求

6.5.1 目标要求

评估小组应根据压缩空气的具体需求情况寻求提高系统运行性能和能效的措施。当采用降低空气

需求量、改善供需平衡、优化变工况下压缩机的控制策略等措施时,应综合分析供气系统(包括产气和储存部分)、输送系统和末端用气设备的整体性能,以便确定能够更好地控制和满足系统需求的方法。应确定具体的压缩空气需求管理的改进措施,并预估节能量。

6.5.2 压缩空气流量动态变化分析

评估小组应根据评估期间采集的数据确定压缩空气的峰值、谷值需求情况,并对压缩空气流量的动态变化,由于流量需求变化而导致的系统压力和空压机功率变化,以及系统维持压缩空气供需平衡的能力进行分析。

6.5.3 输送系统性能分析

评估小组应对各用气工况下输送系统的性能及其对整个系统压力分布的影响进行评估,主要分析内容包括:

- a) 分析用气工况变化与压力控制信号之间的关系,以及与此相关的供气侧响应策略,并确定压缩机的控制响应是否有效;
- b) 分析用气工况变化与末端用气压力之间的关系,并应确定是否存在对末端用气产生任何不利影响的压力变化。

6.5.4 改进措施和节能量分析

评估小组应对压缩机控制、储气罐配置和流量压力控制替代方案的可行性进行评估分析,确定具体的改进措施,并量化预期的节能量。

6.6 分析特殊用气需求

评估小组应对系统中的特殊用气需求进行分析,分析时应该将运行节能放在次要地位,先主要考虑改善性能对生产力和相关财务效益的积极影响。拟实施的替代方案和结果应与所有利益相关方协商并达成一致。

6.7 分析压缩空气浪费状况

6.7.1 泄漏分析

6.7.1.1 评估小组应根据评估中采集的数据对系统压缩空气的泄漏总量进行评估计算。

6.7.1.2 评估小组应对现有管路系统进行检查以确定泄漏点的大小和数量,优先解决相对比较严重的泄漏。如果系统存在大量小泄漏点,应制定改进现有不良管路系统的具体计划。

6.7.1.3 应制定短期内减少泄漏的目标和具体的改进计划,以实现有针对性地减少泄漏,并对减少泄漏所能带来的具体节能量进行计算。

6.7.2 不适当的使用识别

评估小组应根据评估期间采集的数据识别不适当的压缩空气应用,并提出替代方案,对替代方案的预计耗能和实施替代方案后的节能量进行计算。

6.7.3 假性需求分析

评估小组应根据评估期间收集的需求侧压力数据来建立新的需求侧目标压力模型,计算因压力降低而减少的假性需求的能耗,并对实施替代方案后的节能量进行计算。

6.8 分析空气后处理系统

6.8.1 目标要求

根据末端用气的要求和空气后处理系统的检测数据,综合评价现有空气后处理方案的合理性,并收集压力露点数值。确定具体的空气处理优化改进方案及其所引起的运行性能和运行能效的提高,对采用改进的空气后处理方案后所产生的节能量进行计算。

6.8.2 空气质量要求评估

评估小组应根据压缩空气的最终用途和相应的空气质量要求,确定压缩空气中颗粒、碳氢化合物等的允许污染水平。允许的污染水平应符合 GB/T 13277.1 的规定。

6.8.3 冗余的后处理设备

评估小组应评估系统中是否存在有冗余的空气后处理设备及其应用情况。在确保满足正常应用的前提下,对不必要的空气处理设备进行处理。

6.8.4 空气后处理设备对压力的影响

6.8.4.1 应对现有空气后处理设备的运行状况及其对系统压力分布的影响进行评估,尽量消除不合理的压力损失现象发生。

6.8.4.2 应对输送系统内空气处理设备引起的压力损失及其空气处理效果进行评估。经空气处理设备后,压缩空气中如果依然存在不符合要求的污染物,应考虑是否在更接近用气末端的位置进行更进一步的空气处理。

6.8.4.3 应分析后处理设备对压力分布的影响,并确定其适当的尺寸,既要满足用气末端的峰值用气量要求,又要将压力损失控制在合理的范围内。

6.8.5 改进措施和节能量

6.8.5.1 评估的空气处理系统应包括供气侧、输送系统和用气侧的空气处理设备,并划分不同的空气处理要求等级,应制定整个系统的压缩空气处理方案,包括优化压缩空气处理设备的具体改进措施。

6.8.5.2 应根据评估期间采集的数据,计算现有压缩空气处理设备的运行能耗。

6.8.5.3 应预估压缩空气改进处理设备的运行能耗,以及与现有设备相比的节能量。

6.9 评估降低系统运行压力可行性

6.9.1 应通过数据分析确定系统运行的推荐目标压力。

6.9.2 应对通过现场测试绘制的系统压力梯度分布曲线进行分析,并对采取与改善系统压力梯度分布曲线相关的补救措施的综合效果进行评价,并对合理的系统压力梯度分布提出建议。

注:影响系统压力梯度分布的因素包括:压力变化、失压事件、动态压力不稳定性、不可逆压力损失、过大的末端用气压力损失等。

6.9.3 应对每个用气末端需求目标压力和压力容许偏差给出推荐值,并对系统在降低了的目标压力情况下的运行状况和节能效果进行评估。

6.10 分析供需平衡

6.10.1 应对空压机系统的控制方法与系统输送能力之间的关系进行评估分析,保证压缩空气供、需之间的实时平衡。

6.10.2 应对主/辅储气罐的应用情况及其满足峰值用气需求的能力评估,尽量延缓或消除因短期用气需求而启动额外的压缩机的状况。

6.10.3 应对采取消除不当使用、泄漏和假性用气等措施而导致压缩空气需求降低的程度进行分析,并应分析采用所推荐的压缩空气储存设备对发生峰值用气时,减少对产气端供气的影响程度。

6.11 分析系统维护与保养状况

6.11.1 应对空压机系统维护与保养的现状,以及对系统运行性能、运行能效和运行可靠性的影响进行评估和分析。

6.11.2 应对压缩机进气过滤器和管路的安装与维护现状,以及对压缩机的排气量、运行能效和运行可靠性的影响进行评估和分析。

6.11.3 应对凝结水排水疏水器的安装和维护现状,以及因凝结水排放故障造成的压缩空气浪费和附加能耗进行评估和分析。

6.11.4 评估应提出具体的改进措施,并预估因此产生的节能量。

6.12 热回收评估

评估小组应根据合理的传热系统设计方案,分析空压机系统中潜在的可利用余热,分析中应扣除辅助风扇、泵、热泵或与传热系统相关的其他设备用能。

7 报告和文件

7.1 最终评估报告

7.1.1 主要内容

在现场评估和后续数据分析结束后,评估结果应以书面报告的形式,按照如下内容整理:

- a) 执行摘要;
- b) 工厂概况;
- c) 评估目标和范围;
- d) 评估中系统的描述和重要的系统问题;
- e) 评估数据收集与测试;
- f) 数据分析;
- g) 年度能源使用基准;
- h) 性能改进措施和优先顺序;
- i) 实施措施的建议;
- j) 附录。

7.1.2 执行摘要

执行摘要是对评估报告进行简要的概述,应概述以下内容:

- a) 工厂概况;
- b) 评估的目标和范围;
- c) 被评估的系统和测试边界;
- d) 年度基准能耗和相关的置信度和精确度;
- e) 推荐的降低空压机系统运行能耗的措施;
- f) 实施步骤的建议。

7.1.3 工厂概况

简要概述工厂的基本情况、工厂生产的主要产品、生产过程、生产运行状况、产能水平以及生产所需的相关设施。

7.1.4 评估目标和范围

对评估目标进行简要的陈述。对具体的系统应该明确评估可以实施的边界,并解释选择此界限的原因,并对评估所采用的一般方法和强制性方法做出描述。

7.1.5 被评估系统和重要系统问题描述

7.1.5.1 对于所评估的具体的系统进行详细的描述,通过图形、表格和系统原理图等形式对被评估系统的运行状况进行讨论分析,并应阐明系统组件的运行及其相互关系。使用单线框图或其他可视方法对供气侧和用气侧进行描述,并标明监测点。

7.1.5.2 描述所有重要的系统问题,包括系统运行状况的审查,用气侧问题、输送问题和供气侧问题等,并记录减少运行能耗的最有效的方法和步骤。

7.1.6 评估数据收集与测试方法

7.1.6.1 确定获取数据和进行测试的方法,对测试计划进行概述,收集测试及观测的数据。

7.1.6.2 评估报告或附录应描述测试细节,以便在将来的测试和验证工作中可以保持测试的一致性、可重复性和再现性,报告中应标明测试的置信度和精度以及丢失的数据。

7.1.7 数据分析

根据现场特定的评估目标和评估工作计划,提供测试结果,进行数据分析,并记录测试和观察结果、所采用的重要的分析方法、数据分析结果等,包括但不限于以下内容:

- a) 压缩机功率消耗;
- b) 压缩机控制响应;
- c) 输送至系统的压缩空气流量;
- d) 综合输功效率;
- e) 空气处理;
- f) 重要的空气需求;
- g) 压缩空气泄漏;
- h) 冷凝水排放;
- i) 供气侧输出的空气压力;
- j) 供气侧压力曲线;
- k) 用气侧压力曲线;
- l) 输送/分配管路中压缩空气压力梯度;
- m) 间歇性大气量和高压用气的适用性评估;
- n) 热回收。

7.1.8 年度能源使用基准

7.1.8.1 评估报告中应当包括整个系统总的压缩空气需求量的评估,可以采用年度基准预测分析的方法给出系统的年度能源使用基准,同时应说明工厂各个生产区域的功能、产能水平和运行时间表等。

7.1.8.2 记录在工厂生产和运行过程中所观察到的情况和信息,尤其是生产变化的信息。明确说明与

生产(如产品产量的变化、设备类型和数量的变化、气动设备相关生产线的设计变动等)和时间相关的系统运行能耗和压缩空气需求之间的基准关系,并依此对评估基准进行相关调整。

7.1.9 确定性能改进措施及其优先顺序

7.1.9.1 系统性能的改进包括改善设备维护现状、改进设备操作方法、设备升级和更换,优化系统控制策略以及其他降低运行能耗的措施。

7.1.9.2 应量化推荐的性能改进措施所能带来的运行能耗总的减少量和节约的成本。

7.1.9.3 为方便确定改进措施的实行次序,应提供有关影响实施优先次序的相关信息。

7.1.9.4 报告中应包括但不限于以下信息:

- a) 包含置信度和精度范围的节能量和节约的成本;
- b) 实现预计节能的潜在障碍;
- c) 对预期项目的运行寿命和可持续性进行声明;
- d) 对正在进行的生产运行的潜在影响;
- e) 对实施步骤和实施障碍进行精确描述;
- f) 预期的其他相关收益(例如,提高生产率,改善运营状况,降低环境污染等)。

7.1.9.5 应确定改进后所带来的非能源机会,如提高生产产出水平、减少排放、提高产品质量等。

7.1.9.6 应讨论与非空压机系统相关的节能机会。

7.1.10 实行改进措施的建议

7.1.10.1 应提出空压机系统性能改进的措施,以及实施改进的步骤。

7.1.10.2 对性能改进措施进行成本估算,如果改进措施是可选择的,还应进行筛选或可行性评价,且也会包含一些重要的指标,例如,投资回报和投资回收期。

7.1.10.3 在实施评估推荐的改进措施之前,应进行进一步的工程分析。

7.1.10.4 确定在改进措施实施后优化和维持系统性能的方法。

7.1.11 附录

报告正文应简洁明了,一些过于冗长的必要的材料应放在附录中,例如“评估期间获得的测试数据”“计算示例”等内容。

7.2 第三方审查的数据

评估报告及随报告提交的文档应包含足够的评估的原始数据,以便第三方可以审查确认评估分析结果,文档的结构应该方便查阅。

7.3 评估小组成员审查最终报告

在评估报告定稿之前,评估小组成员应审查评估报告的准确性和完整性,并提出意见。在审查报告草案和修改意见后,评估小组应达成共识,发布最终报告。

附录 A
(规范性附录)

空压机系统运行能效评估的流程与主要内容

A.1 评估流程

空压机系统运行能效评估一般可分为评估组织、实施评估、运行能效分析和撰写评估报告等四个阶段,具体流程如图 A.1 所示。

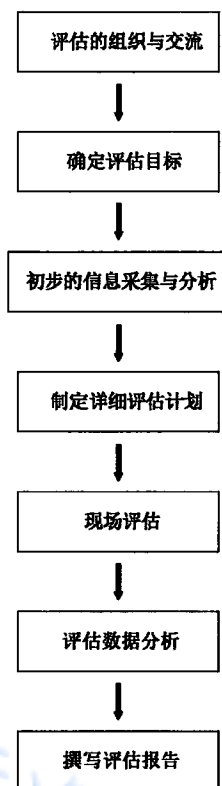


图 A.1 空压机系统运行能效评估流程图

A.2 评估内容

各项目的具体内容如图 A.2 所示。

1. 评估的组织与交流						
成立评估小组	确定评估小组的作用与责任	建立评估的交流机制				

2. 确定评估目标		
确定系统节能技改的可能性	提出切实可行的节能技改的具体措施	量化目标节能量, 确定运行能耗目标

3. 初步的信息采集与分析						
工厂概况与主要信息	空压机系统的组成、配置、控制系统、高能耗设备等	压缩空气的用途, 包括重要的末端用气需求	空压机系统的运行性能, 包括极限应用工况、恶劣工况、压缩空气的浪费等现象	压缩空气的供需平衡	空压机系统运行能耗与空气需求的关系	热回收

4. 制定详细评估计划 (包括评估对象、评估事项、评估方法等内容)															
能源使用情况	规律	当前压缩空气的流量变化	供气效率	系统容积	压力变化规律	显著的高压用气需求	用气需求特性分析	极端用气需求	压缩空气的浪费	空气处理设备的优化	改进压缩机的控制策略	优化或降低系统运行压力	平衡压缩空气的供求关系	设备维护	余热回收

5. 现场评估						
评估启动会议	确定评估目标的重要性、完整性、性价比	详细的测试计划、测试的准确性和精度	现场数据采集	数据确认与初步分析	确定运行能耗基准	现场评估/总结会议

6. 评估数据分析					
运行能耗基准	运行压力变化规律与优化	压缩空气供需平衡	系统控制优化	减小运行负载的可能性	推荐的维护措施

7. 撰写评估报告									
评估总结性汇报	评估定义和名词解释	流程图	空压机系统相关问题说明	现场测试	数据分析	节能技改可行性分析	计算和分析方法	节能技改实施计划, 包括节能技改成本估算	原始数据/参考文献

图 A.2 各项目的具体内容

附录 B
(资料性附录)

评估时建议的检测项及相关的测试位置

评估时建议的检测项及相关的测试位置见表 B.1。

表 B.1 评估时建议的检测项及相关的测试位置

序号	检测项	内容	功率/ 电能/ 电流	压力	流量	压力 露点	其他	建议的 测试位置
1	单台压缩机功率	—	●					压缩机端
2	压缩空气流量变化规律	—	●		◎			压缩机端或供气侧出口
3	供气端运行效率测试	根据供气侧能耗和输送气体的比值关系进行分析	●	◎	◎			供气端
4	系统容积	结合流量和压力的变化推算系统有效容积	●	●	◎			供气端
5	压缩机控制响应	根据功率/流量等参数结合控制信号-压力进行分析	●	●	◎			供气端
6	优化后处理设备	分析压力露点是否符合需求	●		◎	●		供气端/需求端
7	不适当的高压应用	—		●				需求端
8	用气端用气量变化规则	根据各个节点的压力结合流量进行分析		●	●			需求端
9	关键用气需求	分析关键用气的动态特性等		●	●			需求端
10	压缩空气泄漏	停产时或非工作时间测试泄漏耗气量	◎	◎	◎			供气端/需求端
11	不恰当使用	寻找替代方案,并评估节约量			●			需求端
12	系统压力分布	在供气端、输送和用气末端的重要节点进行测试		●				全系统
13	系统供需平衡	—	●	●	◎			供气端

表 B.1 (续)

序号	检测项	内容	功率/ 电能/ 电流	压力	流量	压力 露点	其他	建议的 测试位置
14	维保机会	压缩机进气条件、过滤器压差等、压缩机运行效率、后处理设备的有效性	●	●	●	●	站房温度等	全系统
15	热回收	测试目标压缩机功率,结合油温等参数估算热回收量	●				压缩机油温等	供气端/余热使用点

注：●必选；○可选。

上海市地方标准
空压机系统运行能效评估技术规范
DB31/T 1237—2020

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

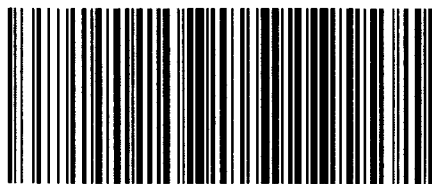
*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 36 千字
2020年11月第一版 2020年11月第一次印刷

*

书号: 155066·5-2394 定价 24.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



DB31/T 1237-2020