



# 中华人民共和国国家标准化指导性技术文件

GB/Z 34044.10—2020/ISO/TR 22400-10:2018

---

## 自动化系统与集成 制造运行管理的关键性能指标 第 10 部分：数据获取操作序列描述

Automation systems and integration—  
Key performance indicators (KPIs) for manufacturing operations management—  
Part 10: Operational sequence description of data acquisition

(ISO/TR 22400-10:2018, IDT)

2020-11-19 发布

2021-06-01 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

《自动化系统与集成 制造运行管理的关键性能指标》分为如下几部分：

- 第 1 部分：总述、概念和术语；
- 第 2 部分：定义和描述；
- 第 3 部分：交互和使用；
- 第 4 部分：联系和从属；
- 第 10 部分：数据获取操作序列描述。

本指导性技术文件为《自动化系统与集成 制造运行管理的关键性能指标》的第 10 部分。

本指导性技术文件使用翻译法等同采用 ISO/TR 22400-10:2018《自动化系统与集成 制造运行管理的关键性能指标 第 10 部分：数据获取操作序列描述》。

本指导性技术文件按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本指导性技术文件由中国机械工业联合会提出。

本指导性技术文件由全国自动化系统与集成部分化技术委员会(SAC/TC 159)归口。

本指导性技术文件起草单位：北京机械工业自动化研究所有限公司、浙江大学、江苏长江智能制造研究院有限责任公司。

本指导性技术文件主要起草人：王海丹、黎晓东、苏宏业、聂子临、刘新、王琳。

## 引 言

本指导性技术文件通过示例方式描述了确定关键绩效指标(KPI)的程序。所使用的 KPI 在 GB/T 34044.2 中给出。

# 自动化系统与集成

## 制造运行管理的关键性能指标

### 第 10 部分：数据获取操作序列描述

#### 1 范围

本指导性技术文件描述了将 GB/T 34044.2 中规定的关键性能指标公式应用于生产控制和监测的实际用途。本指导性技术文件与 GB/T 34044.2 的内容结合应用。

#### 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 34044.2—2017 自动化系统与集成 制造运行管理的关键性能指标 第 2 部分：定义和描述(ISO 22400-2:2014, IDT)

#### 3 术语和定义

GB/T 34044.2—2017 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

ISO 和 IEC 在以下网址维护用于标准化的术语数据库：

——ISO 在线浏览平台：<https://www.iso.org/obp>

——IEC 电工委：<https://www.electropedia.org/>

##### 3.1

**计划停工时间** **planned shut down time; PSDT**

工作单元计划不运行的时间。

##### 3.2

**计划停机时间** **planned down time; PDOT**

包含在计划运行时间内的、工作单元计划在运行时间周期内不运行的时间。

注：GB/T 34044.2—2017 中的图 3 给出了 GB/T 34044 系列标准中工作单元的使用时间线的详细叙述。

##### 3.3

**工作单元日志** **work unit log**

工作单元事件及其时间戳的数据记录。

#### 4 KPI 计算示例

##### 4.1 示例设置

针对不同范围(包括工作单元和生产订单)计算 KPI。KPI 由工作单元日志确定。

该示例包括在一个自然日的时间段内的两个工作单元(W1 和 W2)，如表 1 和表 2 所示。在此自然日内，在此生产区域中执行两个生产订单(PO1 和 PO2)。生成每个工作单元的工作单元日志。根据工

作单元日志中的数据,可以计算 KPI。KPI 的范围可以是工作单元、生产订单、工人等。

每个生产订单(PO)由两个生产订单序列(POS)组成:

——PO1:POS 1/1,然后是 POS 1/2;

——PO2:POS 2/1,然后是 POS 2/2。

在 POS<sub>x</sub>/1 示例中,总是在工作单元 W1 上执行。

在 POS<sub>x</sub>/2 示例中,总是在工作单元 W2 上执行。

KPI 的计算分两步进行:

a) 确定 KPI 元素

可以基于工作单元日志确定 KPI 元素。

b) 计算 KPI

可以基于 KPI 元素计算 KPI。

详细信息在“工作单元日志评论”中定义。这些示例使用“件”(Pcs)作为项目单元,但是可以使用任何类型的项目单元。

#### 4.2 工作单元的 KPI

根据工作单元范围,可以基于工作单元日志确定以下 KPI:

- 使用效率;
- 生产准备率;
- 技术效率;
- 分配效率;
- 可用性;
- 设备性能效率;
- 质量指数;
- 设备综合效率指标(OEE);
- 设备综合净效率指标(NEE);
- 废品率;
- 返工率;
- 实际/计划废品率;
- 平均故障间隔时间,或称平均无故障时间(MTBF);
- 平均失效时间(MTTF);
- 平均修复时间(MTTR);
- 直接能耗效率;
- 直接净能耗效率;
- 直接能源效率;
- 直接净能源效率。

表 1 工作单元 1 的日志

| 基本要素确定 |   |   |           |
|--------|---|---|-----------|
| APT    | = | [06:30—07:00]+[07:30—08:00]+[08:30—09:00]+[09:30—10:30]+[15:00—17:30]+[18:00—19:00]+[20:00—20:30] | = 390 min |
| AUST   | = | [06:00—06:30]+[10:30—11:00]+[14:30—15:00]+[20:30—21:00]   | = 120 min |

表 1 (续)

| 基本要素确定                          |   |  |                                      |
|---------------------------------|---|--|--------------------------------------|
| ADET                            | = | $[08:00-08:30]+[19:00-19:30]+[07:00-07:30]+[09:00-09:30]+[19:30-20:00]$  | = 150 min                            |
| TTR                             | = | $[07:00-07:30]+[09:00-09:30]+[19:30-20:00]$  | = 90 min                             |
| PSDT                            | = | $[00:00-06:00]+[22:00-24:00]$  | = 480 min                            |
| PDOT                            | = | $[12:00-12:30]+[17:30-18:00]$  | = 60 min                             |
| PBT                             | = | $1\ 440\ \text{min}-\text{PSDT}-\text{PDOT}$<br>$= 1\ 440\ \text{min}-480\ \text{min}-60\ \text{min}$  | = 900 min                            |
| AUPT                            | = | $\text{APT}+\text{AUST}$<br>$= 390\ \text{min}+120\ \text{min}$  | = 510 min                            |
| AUBT                            | = | $\text{APT}+\text{AUST}+\text{ADET}$<br>$= 390\ \text{min}+120\ \text{min}+150\ \text{min}$  | = 660 min                            |
| GQ                              | = | $GQ_{\text{POS } 1/1}+GQ_{\text{POS } 2/1}$<br>$= 450\ \text{Pcs}+6\ \text{Pcs}$   | = 456 Pcs                            |
| SQ                              | = | $SQ_{\text{POS } 1/1}+SQ_{\text{POS } 2/1}$<br>$= 40\ \text{Pcs}+2\ \text{Pcs}$  | = 42 Pcs                             |
| RQ                              | = | $RQ_{\text{POS } 1/1}+RQ_{\text{POS } 2/1}$<br>$= 10\ \text{Pcs}+0\ \text{Pcs}$  | = 10 Pcs                             |
| PQ                              | = | $PQ_{\text{POS } 1/1}+PQ_{\text{POS } 2/1}$<br>$= 500\ \text{Pcs}+8\ \text{Pcs}$   | = 508 Pcs                            |
| PSQ                             | = | 计划的报废数量(%) $\times PQ_{\text{POS } 1/1}$ +计划的报废数量(%) $\times PQ_{\text{POS } 2/1}$<br>$= 5\% \times 500\ \text{Pcs}+25\% \times 8\ \text{Pcs}$   | = 27 Pcs                             |
| $\text{PEDI}_{\text{POS } 1/1}$ | = | $0.42\ \text{kW} \cdot \text{h}$   | = $0.42\ \text{kW} \cdot \text{h}$   |
| $\text{PEDI}_{\text{POS } 2/1}$ | = | $1.05\ \text{kW} \cdot \text{h}$   | = $1.05\ \text{kW} \cdot \text{h}$   |
| ADEC                            | = | $\text{ADEC}_{\text{POS } 1/1}+\text{ADEC}_{\text{POS } 2/1}$<br>$= 115\ \text{m}^3 \times 0.102\ 8\ \text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3+10.5\ \text{m}^3 \times 10\ \text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3+120\ \text{kW} \cdot \text{h}$<br>$+4.5\ \text{m}^3 \times 0.102\ 8\ \text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3+0.45\ \text{m}^3 \times 10\ \text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3+4.5\ \text{kW} \cdot \text{h}$ | = $246.28\ \text{kW} \cdot \text{h}$ |
| KPI 计算                          |   |  |                                      |
| 使用效率                            | = | $\text{APT}/\text{AUBT}$<br>$= 390\ \text{min}/660\ \text{min}$  | = 59.09%                             |
| 生产准备率                           | = | $\text{AUST}/\text{AUPT}$<br>$= 120\ \text{min}/510\ \text{min}$   | = 23.53%                             |
| 技术效率                            | = | $\text{APT}/(\text{APT}+\text{ADET})$<br>$= 390/(390+150)$   | = 72.22%                             |
| 分配效率                            | = | $\text{AUBT}/\text{PBT}$<br>$= 660\ \text{min}/900\ \text{min}$  | = 73.33%                             |

表 1 (续)

| KPI 计算   |   |   |                    |
|----------|---|---|--------------------|
| 可用性      | = | APT/PBT   |                    |
|          | = | 390 min/900 min   | = 43.33%           |
| 设备性能效率   | = | 设备性能效率 <sub>POS 1/1</sub> + 设备性能效率 <sub>POS 2/1</sub>   |                    |
|          | = | (PRI <sub>POS 1/1</sub> × PQ <sub>POS 1/1</sub> + PRI <sub>POS 2/1</sub> × PQ <sub>POS 2/1</sub> )/APT    |                    |
|          | = | (0.3 min/Pcs × 500 Pcs + 30 min/Pcs × 8 Pcs)/390 min  | = 100.00%          |
| 质量指数     | = | (GQ <sub>POS 1/1</sub> + GQ <sub>POS 2/1</sub> )/(PQ <sub>POS 1/1</sub> + PQ <sub>POS 2/1</sub> )         |                    |
|          | = | (450 Pcs + 6 Pcs)/(500 Pcs + 8 Pcs)   | = 89.76%           |
| OEE      | = | 可用性 × 设备性能效率 × 质量指数   |                    |
|          | = | 43.33% × 100% × 89.76%  | = 38.89%           |
| NEE      | = | AUPT/PBT × 设备性能效率 × 质量指数  |                    |
|          | = | 510 min/900 min × 100% × 89.76%   | = 50.86%           |
| 废品率      | = | SQ/PQ   |                    |
|          | = | 42 Pcs/508 Pcs  | = 8.27%            |
| 返工率      | = | RQ/PQ   |                    |
|          | = | 10 Pcs/508 Pcs  | = 1.97%            |
| 实际/计划废品率 | = | SQ/PSQ  |                    |
|          | = | 42 Pcs/27 Pcs   | = 155.56%          |
| MTBF     | = | (AUST + APT + TTR)/(Number(FE) + 1)   |                    |
|          | = | (120 min + 390 Min + 90 min)/(3 + 1)  | = 150 min          |
| MTTF     | = | (AUST + APT)/(Number(FE) + 1)   |                    |
|          | = | (120 min + 390 Min)/(3 + 1)   | = 127.5 min        |
| MTTR     | = | TTR/(Number(FE) + 1)  |                    |
|          | = | 90 min/(3 + 1)  | = 22.5 min         |
| 直接能耗效率   | = | (PDEI <sub>POS 1/1</sub> × PQ <sub>POS 1/1</sub> + PDEI <sub>POS 2/1</sub> × PQ <sub>POS 2/1</sub> )/ADEC |                    |
|          | = | (0.42 kW · h/Pcs × 500 Pcs + 1.05 kW · h/Pcs × 8 Pcs)/246.28 kW · h                                       | = 88.68%           |
| 直接净能耗效率  | = | PDEI <sub>POS 1/1</sub> × GQ <sub>POS 1/1</sub> + PDEI <sub>POS 2/1</sub> × GQ <sub>POS 2/1</sub> )/ADEC  |                    |
|          | = | (0.42 kW · h/Pcs × 450 Pcs + 1.05 kW · h/Pcs × 6 Pcs)/246.28 kW · h                                       | = 79.30%           |
| 直接能源效率   | = | ADEC/PQ   |                    |
|          | = | 246.28 kW · h/508 Pcs   | = 0.485 kW · h/Pcs |
| 直接净能源效率  | = | ADEC/GQ   |                    |
|          | = | 246.28 kW · h/456 Pcs   | = 0.540 kW · h/Pcs |

表 2 工作单元 2 的日志

| 基本要素确定                  |   |   |               |
|-------------------------|---|---|---------------|
| APT                     | = | $[12:00-12:30]+[13:00-14:00]+[14:30-15:00]+[16:00-16:30]+[18:00-19:30]+[20:00-21:30]$   | = 330 min     |
| AUST                    | = | $[11:30-12:00]+[16:30-17:00]+[17:30-18:00]+[21:30-22:00]$   | = 120 min     |
| ADET                    | = | $[12:30-13:00]+[15:30-16:00]+[15:00-15:30]$   | = 90 min      |
| TTR                     | = | $[15:00-15:30]$   | = 30 min      |
| PSDT                    | = | $[00:00-06:00]+[22:00-24:00]$   | = 480 min     |
| PDOT                    | = | $[14:00-14:30]+[19:30-20:00]$   | = 60 min      |
| PBT                     | = | $1\ 440\ \text{min}-\text{PDBT}-\text{PDOT}$<br>$= 1\ 440\ \text{min}-480\ \text{min}-60\ \text{min}$   | = 900 min     |
| AUPT                    | = | $\text{APT}+\text{AUST}$<br>$= 330\ \text{min}+120\ \text{min}$   | = 450 min     |
| AUBT                    | = | $\text{APT}+\text{AUST}+\text{ADET}$<br>$= 330\ \text{min}+120\ \text{min}+90\ \text{min}$  | = 540 min     |
| GQ                      | = | $GQ_{\text{POS } 1/2}+GQ_{\text{POS } 2/2}$<br>$= 410\ \text{Pcs}+4\ \text{Pcs}$  | = 414 Pcs     |
| SQ                      | = | $SQ_{\text{POS } 1/2}+SQ_{\text{POS } 2/2}$<br>$= 30\ \text{Pcs}+2\ \text{Pcs}$   | = 32 Pcs      |
| RQ                      | = | $RQ_{\text{POS } 1/2}+RQ_{\text{POS } 2/2}$<br>$= 10\ \text{Pcs}+0\ \text{Pcs}$   | = 10 Pcs      |
| PQ                      | = | $PQ_{\text{POS } 1/2}+PQ_{\text{POS } 2/2}$<br>$= 450\ \text{Pcs}+6\ \text{Pcs}$  | = 456 Pcs     |
| PSQ                     | = | 计划的报废数量(%) $\times PQ_{\text{POS } 1/2}$ +计划的报废数量(%) $\times PQ_{\text{POS } 2/2}$<br>$= 5\% \times 450+25\% \times 6\ \text{Pcs}$  | = 24 Pcs      |
| PEDI <sub>POS 1/2</sub> | = | 0.94 kW·h   | = 0.94 kW·h   |
| PEDI <sub>POS 2/2</sub> | = | 2.10 kW·h   | = 2.10 kW·h   |
| ADEC                    | = | $\text{ADEC}_{\text{POS } 1/2}+\text{ADEC}_{\text{POS } 2/2}$<br>$= 210\ \text{m}^3 \times 0.102\ 8\ \text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3 + 18.7\ \text{m}^3 \times 10\ \text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3 + 222\ \text{kW} \cdot \text{h}$<br>$+ 6.6\ \text{m}^3 \times 0.102\ 8\ \text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3 + 0.66\ \text{m}^3 \times 10\ \text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3 + 6.6\ \text{kW} \cdot \text{h}$ | = 444.47 kW·h |
| KPI 计算                  |   |   |               |
| 使用效率                    | = | $\text{APT}/\text{AUBT}$<br>$= 330\ \text{min}/540\ \text{min}$   | = 61.11%      |
| 生产准备率                   | = | $\text{AUST}/\text{AUPT}$<br>$= 120\ \text{min}/450\ \text{min}$  | = 26.67%      |
| 技术效率                    | = | $\text{APT}/(\text{APT}+\text{ADET})$<br>$= 330\ \text{min}/(330\ \text{min}+90\ \text{min})$   | = 78.57%      |



表 2 (续)

| KPI 计算   |  |   |                  |
|----------|--|---|------------------|
| 分配效率     | = AUBT/PBT   |   |                  |
|          | = 540 min/900 min  | = | 60.00%           |
| 可用性      | = APT/PBT  |   |                  |
|          | = 330 min/900 min  | = | 36.67%           |
| 设备性能效率   | = 设备性能效率 <sub>POS 1/2</sub> + 设备性能效率 <sub>POS 2/2</sub>                              |   |                  |
|          | = $PRI_{POS 1/2} \times PQ_{POS 1/2} + PRI_{POS 2/2} \times PQ_{POS 2/2}$ / APT      |   |                  |
|          | = (0.3 min/Pcs × 450 Pcs + 30 min/Pcs × 6 Pcs) / 330 min                             | = | 95.45%           |
| 质量指数     | = $(GQ_{POS 1/2} + GQ_{POS 2/2}) / (PQ_{POS 1/2} + PQ_{POS 2/2})$                    |   |                  |
|          | = (410 Pcs + 4 Pcs) / (450 Pcs + 6 Pcs)  | = | 90.79%           |
| OEE      | = 可用性 × 设备性能效率 × 质量指数  |   |                  |
|          | = 36.67% × 95.46% × 90.79%   | = | 31.78%           |
| NEE      | = AUPT/PBT × 设备性能效率 × 质量指数   |   |                  |
|          | = 450 min/900 min × 95.46% × 90.79%  | = | 43.33%           |
| 废品率      | = SQ/PQ  |   |                  |
|          | = 32 Pcs/456 Pcs   | = | 7.02%            |
| 返工率      | = RQ/PQ  |   |                  |
|          | = 10 Pcs/456 Pcs   | = | 2.19%            |
| 实际/计划废品率 | = SQ/PSQ   |   |                  |
|          | = 32 Pcs/24 Pcs  | = | 133.33%          |
| MTBF     | = $(AUST + APT + TTR) / (\text{Number (FE)} + 1)$                                    |   |                  |
|          | = (120 min + 330 Min + 30 min) / (1 + 1)   | = | 240 min          |
| MTTF     | = $(AUST + APT) / (\text{Number (FE)} + 1)$  |   |                  |
|          | = (120 min + 330 Min) / (1 + 1)  | = | 225 min          |
| MTTR     | = $TTR / (\text{Number (FE)} + 1)$   |   |                  |
|          | = 30 min / (1 + 1)   | = | 15 min           |
| 直接能耗效率   | = $(PDEI_{POS 1/2} \times PQ_{POS 1/2} + PDEI_{POS 2/2} \times PQ_{POS 2/2}) / ADEC$ |   |                  |
|          | = (0.94 kW · h/Pcs × 450 Pcs + 2.10 kW · h/Pcs × 6 Pcs) / 444.47 kW · h              | = | 98.00%           |
| 直接净能耗效率  | = $(PDEI_{POS 1/2} \times GQ_{POS 1/2} + PDEI_{POS 2/2} \times GQ_{POS 2/2}) / ADEC$ |   |                  |
|          | = (0.94 kW · h/Pcs × 410 Pcs + 2.10 kW · h/Pcs × 4 Pcs) / 444.47 kW · h              | = | 88.60%           |
| 直接能源效率   | = ADEC/PQ  |   |                  |
|          | = 444.47 kW · h/456 Pcs  | = | 0.975 kW · h/Pcs |
| 直接净能源效率  | = ADEC/GQ  |   |                  |
|          | = 444.47 kW · h/414 Pcs  | = | 1.074 kW · h/Pcs |

### 4.3 生产订单和生产订单序列的 KPI

根据生产订单范围,可以基于工作单元日志确定以下 KPI:

- 使用效率;
- 生产准备率;
- 技术效率;
- 分配比率(与生产订单相关);
- 吞吐率(与生产订单相关);
- 设备性能效率;
- 生产过程率(生产订单相关);
- 质量指数;
- 废品率(生产订单相关);
- 返工率(与生产订单相关);
- 实际/计划废品率(与生产订单相关);
- 下降率(与生产订单相关);
- 一次性通过成品率(与生产订单相关);
- 直接能耗效率;
- 直接净能耗效率;
- 直接能源效率;
- 直接净能源效率。

对应于“工作单元范围”,生产订单或生产订单序列(计划时间、实际时间和物流规模)所需的基本元素使用下表确定。基于这些确定好的基本要素,KPI 将通过工作单元日志的事件通知和消息来计算。

一次性通过成品率(FPY)由评估期内的合格品数量(GQ 第一次评估)[合格品部件(GP)]与已生产数量(PQ)的关系描述。该评估期与每个测试件的第一次测试运行相关。在第二次测试运行中,完成返工的 FPY 不会受到影响,相反,每一次成功的“验证”都会增加质量指数。

关联每个部分的 KPI,需要一个与流程相关的“序列化/基于唯一的”产品流,该流程仅使用产品的第一次测试运行进行评估。产品测试的再应用不再是 FPY 计算的一部分,而是提高了质量指数。对于 FPY 的计算,FPY 对返工或废料中的“故障部件”没有区别。如果无法识别部件,则生产订单相关合格品数量(GQ 最后运行)和合格品数量(GQ 第一次测试)等同于合格品部件(GP)。

表 3~表 6 的计算示例是基于工作单元 W1 和 W2 的工作单元日志。工作单元 W1 和 W2 的质量指数是针对自然日的评估期确定的。

表 3 工作单元 1 时间段的 POS 1/1[06:00—11:00]

| 基本要素确定 |   |   |           |
|--------|---|---|-----------|
| APT    | = | [06:30—07:00]+[07:30—08:00]+[08:30—09:00]+[09:30—10:30] | = 150 min |
| AUST   | = | [06:00—06:30]+[10:30—11:00]                             | = 60 min  |
| ADET   | = | [08:00—08:30]+[07:00—07:30]+[09:00—09:30]               | = 90 min  |
| TTR    | = | [07:00—07:30]+[09:00—09:30]                             | = 60 min  |
| PDOT   | = |   | = 0 min   |
| AUPT   | = | APT+AUST  |           |
|        | = | 150 min+60 min  | = 210 min |

表 3 (续)

| 基本要素确定  |  |   |                  |
|---------|--|---|------------------|
| AUBT    | = APT+AUST+ADET  |   |                  |
|         | = 150 min+60 min+90 min  | = | 300 min          |
| PQ      | = $PQ_{POS 1/1}$   |   |                  |
|         | = 500 Pcs  | = | 500 Pcs          |
| GQ      | = $GQ_{POS 1/1}$   |   |                  |
|         | = 450 Pcs  | = | 450 Pcs          |
| RQ      | = $RQ_{POS 1/1}$   |   |                  |
|         | = 10 Pcs   | = | 10 Pcs           |
| SQ      | = $SQ_{POS 1/1}$   |   |                  |
|         | = 40 Pcs   | = | 40 Pcs           |
| PEDI    | = 0.42 kW · h  | = | 0.42 kW · h      |
| ADEC    | = $115 \text{ m}^3 \times 0.1028 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3 + 10.5 \text{ m}^3 \times 10 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3 + 120 \text{ kW} \cdot \text{h}$ | = | 236.82 kW · h    |
| KPI 计算  |  |   |                  |
| 使用效率    | = APT/AUBT   |   |                  |
|         | = 150 min/300 min  | = | 50.00%           |
| 生产准备率   | = AUST/AUPT  |   |                  |
|         | = 60 min/210 min   | = | 28.57%           |
| 技术效率    | = APT/(APT+ADET)   |   |                  |
|         | = 150 min/(150 min+90 min)   | = | 62.50%           |
| 设备性能效率  | = $PRI \times PQ/APT$  |   |                  |
|         | = $0.3 \text{ Pcs}/\text{min} \times 500 \text{ Pcs}/150 \text{ min}$  | = | 100.00%          |
| 质量指数    | = GQ/PQ  |   |                  |
|         | = 450 Pcs/500 Pcs  | = | 90.00%           |
| 直接能耗效率  | = $PDEI \times PQ/ADEC$  |   |                  |
|         | = $0.42 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{Pcs} \times 500 \text{ Pcs}/236.82 \text{ kW} \cdot \text{h}$  | = | 88.67%           |
| 直接净能耗效率 | = $PDEI \times GQ/ADEC$  |   |                  |
|         | = $0.42 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{Pcs} \times 450 \text{ Pcs}/236.82 \text{ kW} \cdot \text{h}$  | = | 79.81%           |
| 直接能源效率  | = ADEC/PQ  |   |                  |
|         | = $236.82 \text{ kW} \cdot \text{h}/500 \text{ Pcs}$   | = | 0.474 kW · h/Pcs |
| 直接净能源效率 | = ADEC/GQ  |   |                  |
|         | = $236.82 \text{ kW} \cdot \text{h}/450 \text{ Pcs}$   | = | 0.526 kW · h/Pcs |

表 4 工作单元 1 时间段的 POS 2/1[14:30—21:00]

| 基本要素确定  |   |  |             |
|---------|---|--|-------------|
| APT     | = | $[15:00-17:30]+[18:00-19:00]+[20:00-20:30]$  | = 240 min   |
| AUST    | = | $[14:30-15:00]+[20:30-21:00]$  | = 60 min    |
| ADET    | = | $[19:00-19:30]+[19:30-20:00]$  | = 60 min    |
| TTR     | = | $[19:30-20:00]$  | = 30 min    |
| PDOT    | = | $[17:30-18:00]$  | = 30 min    |
| AUPT    | = | APT+AUST   |             |
|         | = | 240 min+60 min   | = 300 min   |
| AUBT    | = | APT+AUST+ADET  |             |
|         | = | 240 min+60 min+60 min  | = 360 min   |
| PQ      | = | $PQ_{POS\ 2/1}$  |             |
|         | = | 8 Pcs  | = 8 Pcs     |
| GQ      | = | $GQ_{POS\ 2/1}$  |             |
|         | = | 6 Pcs  | = 6 Pcs     |
| RQ      | = | $RQ_{POS\ 2/1}$  |             |
|         | = | 0 Pcs  | = 0 Pcs     |
| SQ      | = | $SQ_{POS\ 2/1}$  |             |
|         | = | 2 Pcs  | = 2 Pcs     |
| PEDI    | = | 1.05 kW·h  | = 1.05 kW·h |
| ADEC    | = | $4.5\ m^3 \times 0.102\ 8\ kW \cdot h/m^3 + 0.45\ m^3 \times 10\ kW \cdot h/m^3 + 4.5\ kW \cdot h$ | = 9.46 kW·h |
| KPI 计算  |   |  |             |
| 使用效率    | = | APT/AUBT   |             |
|         | = | 240 min/360 min  | = 66.67%    |
| 生产准备率   | = | AUST/AUPT  |             |
|         | = | 60 min/300 min   | = 20.00%    |
| 技术效率    | = | APT/(APT+ADET)   |             |
|         | = | 240 min/(240 min+60 min)   | = 80.00%    |
| 设备性能效率  | = | $PRI \times PQ/APT$  |             |
|         | = | 30 Pcs/min $\times$ 8 Pcs/240 min  | = 100.00%   |
| 质量指数    | = | GQ/PQ  |             |
|         | = | 6 Pcs/8 Pcs  | = 75.00%    |
| 直接能耗效率  | = | $PDEI \times PQ/ADEC$  |             |
|         | = | 1.05 kW·h/Pcs $\times$ 8 Pcs/9.46 kW·h   | = 88.79%    |
| 直接净能耗效率 | = | $PDEI \times GQ/ADEC$  |             |
|         | = | 1.05 kW·h/Pcs $\times$ 6 Pcs/9.46 kW·h   | = 66.60%    |

表 4 (续)

| KPI 计算  |                                  |                    |
|---------|----------------------------------|--------------------|
| 直接能源效率  | = ADEC/PQ<br>= 9.46 kW · h/8 Pcs | = 1.183 kW · h/Pcs |
| 直接净能源效率 | = ADEC/GQ<br>= 9.46 kW · h/6 Pcs | = 1.577 kW · h/Pcs |

表 5 工作单元 2 时间段的 POS 1/2 [06:00—17:00]

| 基本要素确定 |  |                 |
|--------|--|-----------------|
| APT    | = [12:00—12:30]+[13:00—14:00]+[14:30—15:00]+[16:00—16:30]  | = 150 min       |
| AUST   | = [11:30—12:00]+[16:30—17:00]  | = 60 min        |
| ADET   | = [12:30—13:00]+[15:30—16:00]+[15:00—15:30]  | = 90 min        |
| TTR    | = [15:00—15:30]  | = 30 min        |
| PDOT   | = [14:00—14:30]  | = 30 min        |
| AUPT   | = APT+AUST<br>= 150 min+60 min   | = 210 min       |
| AUBT   | = APT+AUST+ADET<br>= 150 min+60 min+90 min   | = 300 min       |
| PQ     | = $PQ_{POS\ 1/2}$<br>= 450 Pcs   | = 450 Pcs       |
| GQ     | = $GQ_{POS\ 1/2}$<br>= 410 Pcs   | = 410 Pcs       |
| RQ     | = $RQ_{POS\ 1/2}$<br>= 10 Pcs  | = 10 Pcs        |
| SQ     | = $SQ_{POS\ 1/2}$<br>= 30 Pcs  | = 30 Pcs        |
| PEDI   | = 0.94 kW · h  | = 0.94 kW · h   |
| ADEC   | = $210\ m^3 \times 0.102\ 8\ kW \cdot h/m^3 + 18.7\ m^3 \times 10\ kW \cdot h/m^3 + 222\ kW \cdot h$ | = 430.59 kW · h |
| KPI 计算 |  |                 |
| 使用效率   | = APT/AUBT<br>= 150 min/300 min  | = 50.00%        |
| 生产准备率  | = AUST/AUPT<br>= 60 min/210 min  | = 28.57%        |
| 技术效率   | = APT/(APT+ADET)<br>= 150 min/(150 min+90 min)   | = 62.50%        |

表 5 (续)

| KPI 计算  |   |   |   |
|---------|---|---|---|
| 设备性能效率  | = | $PRI \times PQ / APT$<br>= $0.3 \text{ Pcs/min} \times 450 \text{ Pcs} / 150 \text{ min}$                                   | 90.00%                                  |
| 质量指数    | = | $GQ / PQ$<br>= $410 \text{ Pcs} / 450 \text{ Pcs}$  | = 91.11%                                |
| 直接能耗效率  | = | $PDEI \times PQ / ADEC$<br>= $0.94 \text{ kW} \cdot \text{h/Pcs} \times 450 \text{ Pcs} / 430.59 \text{ kW} \cdot \text{h}$ | = 98.24%                                |
| 直接净能耗效率 | = | $PDEI \times GQ / ADEC$<br>= $0.94 \text{ kW} \cdot \text{h/Pcs} \times 410 \text{ Pcs} / 430.59 \text{ kW} \cdot \text{h}$ | = 89.50%                                |
| 直接能源效率  | = | $ADEC / PQ$<br>= $430.59 \text{ kW} \cdot \text{h} / 450 \text{ Pcs}$   | = $0.957 \text{ kW} \cdot \text{h/Pcs}$ |
| 直接净能源效率 | = | $ADEC / GQ$<br>= $430.59 \text{ kW} \cdot \text{h} / 410 \text{ Pcs}$   | = $1.050 \text{ kW} \cdot \text{h/Pcs}$ |

表 6 工作单元 2 时间段的 POS 2/2[17:30—22:00]

| 基本要素确定 |   |   |               |
|--------|---|---|---------------|
| APT    | = | $[18:00-19:30] + [20:00-21:30]$   | = 180 min     |
| AUST   | = | $[17:30-18:00] + [21:30-22:00]$   | = 60 min      |
| ADET   | = |   | = 0 min       |
| TTR    | = |   | = 0 min       |
| PDOT   | = | $[19:30-20:00]$   | = 30 min      |
| AUPT   | = | $APT + AUST$<br>= $180 \text{ min} + 60 \text{ min}$                        | = 240 min     |
| AUBT   | = | $APT + AUST + ADET$<br>= $180 \text{ min} + 60 \text{ min} + 0 \text{ min}$ | = 240 min     |
| PQ     | = | $PQ_{\text{POS 2/2}}$<br>= 6 Pcs  | = 6 Pcs       |
| GQ     | = | $GQ_{\text{POS 2/2}}$<br>= 4 Pcs  | = 4 Pcs       |
| RQ     | = | $RQ_{\text{POS 2/2}}$<br>= 0 Pcs  | = 0 Pcs       |
| SQ     | = | $SQ_{\text{POS 2/2}}$<br>= 2 Pcs  | = 2 Pcs       |
| PEDI   | = | 2.10 kW · h   | = 2.10 kW · h |

表 6 (续)

| 基本要素确定  |   |   |                    |
|---------|---|---|--------------------|
| ADEC    | = | $6.6 \text{ m}^3 \times 0.102 \text{ 8 kW} \cdot \text{h/m}^3 + 0.66 \text{ m}^3 \times 10 \text{ kW} \cdot \text{h/m}^3 + 6.6 \text{ kW} \cdot \text{h}$ | = 13.88 kW · h     |
| KPI 计算  |   |   |                    |
| 使用效率    | = | APT/AUBT  |                    |
|         | = | 180 min/240 min   | = 75.00%           |
| 生产准备率   | = | AUST/AUPT   |                    |
|         | = | 60 min/240 min  | = 25.00%           |
| 技术效率    | = | APT/(APT+ADET)  |                    |
|         | = | 180 min/(180 min+0 min)   | = 100.00%          |
| 设备性能效率  | = | PRI×PQ/APT  |                    |
|         |   | 30 Pcs/min×6 Pcs/180 min  | = 100.00%          |
| 质量指数    | = | GQ/PQ   |                    |
|         |   | 4 Pcs/6 Pcs   | = 66.67%           |
| 直接能耗效率  | = | PDEI×PQ/ADEC  |                    |
|         | = | 2.10 kW · h/Pcs×6 Pcs/13.88 kW · h  | = 90.78%           |
| 直接净能耗效率 | = | PDEI×GQ/ADEC  |                    |
|         | = | 2.10 kW · h/Pcs×4 Pcs/13.88 kW · h  | = 60.52%           |
| 直接能源效率  | = | ADEC/PQ   |                    |
|         | = | 13.88 kW · h/6 Pcs  | = 2.313 kW · h/Pcs |
| 直接净能源效率 | = | ADEC/GQ   |                    |
|         | = | 13.88 kW · h/4 Pcs  | = 3.470 kW · h/Pcs |

基于单个生产订单序列或工作单元日志的数据,可以确定与订单相关的实际时间和 KPI。见表 7 和表 8。

表 7 基于 POS1/1 和 POS1/2 的与生产订单相关的实际时间和 PO1 KPIs

| 基本要素确定 |   |   |           |
|--------|---|---|-----------|
| AOET   | = | 结束时间 <sub>POS1/2</sub> - 开始时间 <sub>POS1/1</sub> |           |
|        | = | [17:00] - [06:00]                               | = 660 min |
| GQ     | = | GQ <sub>POS 1/2</sub>                           |           |
|        | = | 410 Pcs   | = 410 Pcs |
| SQ     | = | SQ <sub>POS 1/1</sub> + SQ <sub>POS 1/2</sub>   |           |
|        | = | 40 Pcs + 30 Pcs                                 | = 70 Pcs  |
| RQ     | = | RQ <sub>POS 1/1</sub> + RQ <sub>POS 1/2</sub>   |           |
|        | = | 10 Pcs + 10 Pcs                                 | = 20 Pcs  |

表 7 (续)

| 基本要素确定            |   |   |                |
|-------------------|---|---|----------------|
| PQ                | = | $PQ_{POS\ 1/1}$<br>= 500 Pcs  | = 500 Pcs      |
| PSQ               | = | 计划的废品数量(%) $\times PQ_{POS\ 1/1}$ + 计划的废品数量(%) $\times PQ_{POS\ 1/2}$<br>= 5% $\times$ 500 Pcs + 5% $\times$ 450 Pcs  | = 48 Pcs       |
| GP                |   | 符合 GQ, 因为没有序列化来标识初次通过<br>410 Pcs  | = 410 Pcs      |
| IP                |   | 符合 PQ, 因为没有序列化来标识初次通过<br>500 Pcs  | = 500 Pcs      |
| ADEC              | = | $ADEC_{POS\ 1/1} + ADEC_{POS\ 1/2}$<br>= $115\ m^3 \times 0.102\ 8\ kW \cdot h/m^3 + 10.5\ m^3 \times 10\ kW \cdot h/m^3 + 120\ kW \cdot h +$<br>$210\ m^3 \times 0.102\ 8\ kW \cdot h/m^3 + 18.7\ m^3 \times 10\ kW \cdot h/m^3 + 222\ kW \cdot h$ | = 667.41 kW·h  |
| $PEDI_{POS\ 1/1}$ | = | 0.42 kW·h   | = 0.42 kW·h    |
| $PEDI_{POS\ 1/2}$ | = | 0.94 kW·h   | = 0.94 kW·h    |
| KPI 计算            |   |   |                |
| 使用效率              | = | $(AUBT_{POSPO1/1} + AUBT_{POSPO1/2}) / AOET$<br>= 600 min/660 min   | = 90.91%       |
| 吞吐率               | = | $PQ / AOET$<br>= 450 Pcs/660 min  | = 0.71 Pcs/min |
| 生产过程率             | = | $(APT_{POSPO1/1} + APT_{POSPO1/2}) / AOET$<br>= (150 min + 150 min)/660 min   | = 47.62%       |
| 质量指数              | = | $GQ / PQ$<br>= 410 Pcs/500 Pcs  | = 82.00%       |
| 废品率               | = | $SQ / PQ$<br>= 70 Pcs/500 Pcs   | = 14.00%       |
| 返工率               | = | $RQ / PQ$<br>= 20 Pcs/500 Pcs   | = 4.00%        |
| 实际/计划废品率          | = | $SQ / PSQ$<br>= 70 Pcs/48 Pcs   | = 145.83%      |
| 下降率               | = | $(PQ - GQ) / PQ$<br>= (500 - 410 Pcs)/500 Pcs   | = 18.00%       |
| 一次性通过成品率          | = | $GP / IP$<br>= 410 Pcs/500 Pcs  | = 82.00%       |
| 直接能耗效率            | = | $(PEDI_{POS\ 1/1} \times PQ_{POS\ 1/1} + PEDI_{POS\ 1/2} \times PQ_{POS\ 1/2}) / ADEC$<br>= (0.42 kW·h/Pcs $\times$ 500 Pcs + 0.94 kW·h/Pcs $\times$ 450 Pcs)/667.41 kW·h   | = 94.84%       |



表 7 (续)

| KPI 计算  |  |  |
|---------|--|--|
| 直接净能耗效率 | $= PDEI_{POS\ 1/1} \times GQ_{POS\ 1/1} + PDEI_{POS\ 1/2} \times GQ_{POS\ 1/2} / ADEC$ $= (0.42\ kW \cdot h/Pcs \times 450\ Pcs + 0.94\ kW \cdot h/Pcs \times 410\ Pcs) / 667.41\ kW \cdot h = 86.06\ %$ |  |
| 直接能源效率  | $= ADEC/PQ$ $= 667.41\ kW \cdot h / 450\ Pcs = 1.483\ kW \cdot h/Pcs$  |  |
| 直接净能源效率 | $= ADEC/GQ$ $= 667.41\ kW \cdot h / 410\ Pcs = 1.628\ kW \cdot h/Pcs$  |  |

表 8 基于 POS2/1 和 POS2/2 与生产订单相关的实际时间和 PO2KPIs

| 基本要素确定                |  |  |
|-----------------------|--|--|
| AOET                  | $= \text{结束时间}_{POS\ 2/2} - \text{开始时间}_{POS\ 2/1}$ $= [22:00] - [14:30] = 450\ min$   |  |
| GQ                    | $= GQ_{POS\ 2/2}$ $= 4\ Pcs = 4\ Pcs$  |  |
| SQ                    | $= SQ_{POS\ 2/1} + SQ_{POS\ 2/2}$ $= 2\ Pcs + 2\ Pcs = 4\ Pcs$   |  |
| RQ                    | $= RQ_{POS\ 2/1} + RQ_{POS\ 2/2}$ $= 0\ Pcs = 0\ Pcs$  |  |
| PQ                    | $= PQ_{POS\ 2/1}$ $= 8\ Pcs = 8\ Pcs$  |  |
| PSQ                   | $= \text{计划的废品数量}(\%) \times PQ_{POS\ 2/1} + \text{计划的废品数量}(\%) \times PQ_{POS\ 2/2}$ $= 25\% \times 8\ Pcs + 25\% \times 6\ Pcs = 4\ Pcs$ |  |
| IP                    | 在两个生产序列上测试的件数(序列号 S01 和 S08)<br>$= 8\ Pcs = 8\ Pcs$  |  |
| GP                    | 第一轮中两个生产序列上未返工的不良品数(序列号 S01)<br>$= 1\ Pcs = 1\ Pcs$  |  |
| IP <sub>POS 2/1</sub> | 已测试的件数(序列号 S01 至 S08)<br>$= 8\ Pcs = 8\ Pcs$   |  |
| GP <sub>POS 2/1</sub> | 第一轮的不良品数(序列号 S01, S05, S07, S08)<br>$= 4\ Pcs = 4\ Pcs$  |  |
| IP <sub>POS 2/2</sub> | 已测试的件数(序列号 S01, S02, S05, S06, S07, S08)<br>$= 6\ Pcs = 6\ Pcs$  |  |
| GP <sub>POS 2/2</sub> | 第一轮的不良品数(序列号 S01, S06)<br>$= 2\ Pcs = 2\ Pcs$  |  |

表 8 (续)

| 基本要素确定             |   |   |                    |
|--------------------|---|---|--------------------|
| ADEC               | = | $ADEC_{POS\ 2/1} + ADEC_{POS\ 2/2}$<br>$4.5\ m^3 \times 0.102\ 8\ kW \cdot h/m^3 + 0.45\ m^3 \times 10\ kW \cdot h/m^3 + 4.5\ kW \cdot h +$<br>$6.6\ m^3 \times 0.102\ 8\ kW \cdot h/m^3 + 0.66\ m^3 \times 10\ kW \cdot h/m^3 + 6.6\ kW \cdot h$ | = 23.34 kW · h     |
| $PEDI_{POS\ 2/1}$  | = | 1.05 kW · h   | = 1.05 kW · h      |
| $PEDI_{POS\ 2/2}$  | = | 2.10 kW · h   | = 2.10 kW · h      |
| KPI 计算             |   |   |                    |
| 使用效率               | = | $(AUBT_{POS\ 2/1} + AUBT_{POS\ 2/2})/AOET$<br>$600\ min/450\ min$   | = 133.33%          |
| 吞吐率                | = | $PQ/AOET$<br>$6\ Pcs/450\ min$  | = 0.01 Pcs/min     |
| 生产过程率              | = | $(APT_{POS\ 2/1} + APT_{POS\ 2/2})/AOET$<br>$(240\ min + 180\ min)/450\ min$  | = 93.33%           |
| 质量指数               | = | $GQ/PQ$<br>$4\ Pcs/8\ Pcs$  | = 50.00%           |
| 废品率                | = | $SQ/PQ$<br>$4\ Pcs/8\ Pcs$  | = 50.00%           |
| 返工率                | = | $RQ/PQ$<br>$0\ Pcs/8\ Pcs$  | = 0.00%            |
| 实际/计划废品率           | = | $SQ/PSQ$<br>$4\ Pcs/4\ Pcs$   | = 133.33%          |
| 下降率                | = | $(PQ - GQ)/PQ$<br>$(8 - 4\ Pcs)/8\ Pcs$   | = 50.00%           |
| 一次性通过成品率<br>PO2    | = | $GP/IP$<br>$1\ Pcs/8\ Pcs$  | = 12.50%           |
| 一次性通过成品率<br>POS2/1 | = | $GP/IP$<br>$4\ Pcs/8\ Pcs$  | = 50.00%           |
| 一次性通过成品率<br>POS2/2 | = | $GP/IP$<br>$2\ Pcs/6\ Pcs$  | = 33.33%           |
| 直接能耗效率             | = | $(PDEI_{POS\ 2/1} \times PQ_{POS\ 2/1} + PDEI_{POS\ 2/2} \times PQ_{POS\ 2/2}) / ADEC$<br>$(1.05\ kW \cdot h/Pcs \times 8\ Pcs + 2.10\ kW \cdot h/Pcs \times 6\ Pcs) / 23.34\ kW \cdot h$   | = 89.97%           |
| 直接净能耗效率            | = | $(PDEI_{POS\ 2/1} \times PQ_{POS\ 2/1} + PDEI_{POS\ 2/2} \times PQ_{POS\ 2/2}) / ADEC$<br>$(1.05\ kW \cdot h/Pcs \times 6\ Pcs + 2.10\ kW \cdot h/Pcs \times 4\ Pcs) / 23.34\ kW \cdot h$   | = 62.98%           |
| 直接能源效率             | = | $ADEC/PQ$<br>$23.34\ kW \cdot h/8\ Pcs$   | = 2.918 kW · h/Pcs |
| 直接净能源效率            | = | $ADEC/GQ$<br>$23.34\ kW \cdot h/4\ Pcs$   | = 5.835 kW · h/Pcs |

#### 4.4 员工 KPI

员工工作效率是一个重要的指标。它提供了关于工人与职责(岗位)有关的工作时间与工人总出勤率的比率的信息。

根据工作单元日志的描述,以下状态已就绪:

- 工人/操作员 OP1 从 06:00 到 14:00 在工作单元 1 上工作;
- 工人/操作员 OP2 从 14:00 到 22:00 在工作单元 1 上工作;
- 工人/操作员 OP3 从 06:00 到 14:00 在工作单元 2 上工作;

——工人/操作员 OP2 在工作单元 1 上从 14:00 到 22:00 并行工作。

多工作单元操作员操作两个工作单元,多工作单元操作员 OP2 的出勤时间应按比例分配给两个工作单元。在这些情况下,相应的生产订单相关时间或总出勤率将减半。见表 9~表 11。

表 9 操作员 1 日志

| 基本要素确定 |   |   |         |
|--------|---|---|---------|
| APAT   | = 结束时间 <sub>OP1</sub> - 开始时间 <sub>OP1</sub> - PDOT <sub>OP1</sub> |   |         |
|        | = [14:00] - [06:00] - [00:30]                                     | = | 450 min |
| APWT   | = (AUBT <sub>POS 1/1</sub> ) OP1                                  |   |         |
|        | = 300 min   | = | 300 min |
| KPI 计算 |   |   |         |
| 工人工作效率 | = APWT/APAT   |   |         |
|        | = 300 min/450 min   | = | 66.67%  |

工人工作效率 OP1:

APAT (OP1) =

$$[6:00-12:00] + [12:30-14:00] =$$

$$360 \text{ min} + 90 \text{ min} = 450 \text{ min}$$

APWT (W1) =

$$[06:00-06:30 \text{ AUST}] +$$

$$[06:30-07:00 \text{ APT}] +$$

$$[07:00-07:30 \text{ TTR}] +$$

$$[07:30-08:00 \text{ APT}] +$$

$$[08:00-08:30 \text{ ADET}] +$$

$$[08:30-09:00 \text{ APT}] +$$

$$[09:00-09:30 \text{ TTR}] +$$

$$[09:30-10:30 \text{ APT}] +$$

$$[10:30-11:00 \text{ AUST}] =$$

$$30 \text{ min} + 30 \text{ min} + 30 \text{ min} + 30 \text{ min} + 30 \text{ min} + 30 \text{ min} + 30 \text{ min} + 60 \text{ min} + 30 \text{ min} = 300 \text{ min}$$

$$\text{Worker efficiency OP1} = \text{APWT/APAT} = 300 \text{ min}/450 \text{ min} = 66.67\%$$

表 10 操作员 2 日志

| 基本要素确定 |   |   |         |
|--------|---|---|---------|
| APAT   | = 结束时间 <sub>OP2</sub> - 开始时间 <sub>OP2</sub> - PDOT <sub>OP2</sub> |   |         |
|        | = [22:00] - [14:00] - [00:00]                                     | = | 480 min |
| APWT   | = (AUBT <sub>POS 1/2</sub> + AUBT <sub>POS 2/2</sub> ) OP2        |   |         |
|        | = 450 min   | = | 450 min |
| KPI 计算 |   |   |         |
| 工人工作效率 | = APWT/APAT   |   |         |
|        | = 450 min/480 min   | = | 93.75%  |

工人工作效率 OP2:

$$\begin{aligned}
 \text{APAT(OP2)} &= \\
 &[14:00-14:30 \text{ W1}] + [14:30-17:30 \text{ W1+W2}] + \\
 &[17:30-18:00 \text{ W2}] + [18:00-22:00 \text{ W1+W2}] = \\
 &30 \text{ min} + 180 \text{ min} + 30 \text{ min} + 240 \text{ min} = 480 \text{ min} \\
 \text{APWT(W1+W2)} &= \\
 &[14:30-15:00 \text{ W1 AUST+W2 APT}] + \\
 &[15:00-16:00 \text{ W1 APT}] + \\
 &[16:00-16:30 \text{ W1 APT+W2 APT}] + \\
 &[16:30-17:00 \text{ W1 APT+W2 AUST}] + \\
 &[17:00-17:30 \text{ W1 APT}] + \\
 &[17:30-18:00 \text{ W2 AUST}] + \\
 &[18:00-19:00 \text{ W1 APT+W2 APT}] + \\
 &[19:00-19:30 \text{ W1 ADET+W2 APT}] + \\
 &[19:30-20:00 \text{ W1 TTR}] + \\
 &[20:00-20:30 \text{ W1 APT+W2 APT}] + \\
 &[20:30-21:00 \text{ W1 AUST+W2 APT}] + \\
 &[21:00-21:30 \text{ W2 APT}] + \\
 &[21:30-22:00 \text{ W2 AUST}] \\
 &= 30 \text{ min} + 60 \text{ min} + 30 \text{ min} + 30 \text{ min} + 30 \text{ min} + 30 \text{ min} + 60 \text{ min} + 30 \text{ min} + 30 \text{ min} + 30 \text{ min} + \\
 &30 \text{ min} + 30 \text{ min} + 30 \text{ min} = 450 \text{ min} \\
 \text{Worker efficiency OP1} &= \text{APWT/APAT} = 450 \text{ min}/480 \text{ min} = 93.75\%
 \end{aligned}$$

表 11 操作员 3 日志

| 基本要素确定 |   |   |         |
|--------|---|---|---------|
| APAT   | = 结束时间 <sub>OP3</sub> - 开始时间 <sub>OP3</sub> - PDOT <sub>OP3</sub> |   |         |
|        | = [14:00] - [06:00] - [00:00]                                     | = | 480 min |
| APWT   | = (AUBT <sub>POS 1/2</sub> ) <sub>OP3</sub>                       |   |         |
|        | = 150 min   | = | 150 min |
| 工人工作效率 | = APWT/APAT   |   |         |
|        | = 150 min/480 min   | = | 31.25%  |

工人工作效率 OP3:

$$\text{APAT(OP3)} =$$

$$[06:00-14:00] = 480 \text{ min}$$

$$\text{APWT(W2)} =$$

$$[11:30-12:00 \text{ AUST}] +$$

$$[12:00-12:30 \text{ APT}] +$$

$$[12:30-13:00 \text{ ADET}] +$$

$$[13:00-14:00 \text{ APT}] =$$

$$30 \text{ min} + 30 \text{ min} + 30 \text{ min} + 60 \text{ min} = 150 \text{ min}$$

$$\text{Worker efficiency OP3} = \text{APWT/APAT} = 150 \text{ min}/480 \text{ min} = 31.25\%$$

## 附录 A

(资料性附录)

示例：用于 KPI 计算的工作单元数据记录

## A.1 示例的缩略语

## A.1.1 概述

|               |   |
|---------------|---|
| POS $x/y$     | 生产订单 $x$ 中的生产订单序列 (POS) $y$                           |
| W $z$         | 工作单元 $z$  |
| OP $a$        | 操作员 $a$   |
| S $nn$        | 序列号 $nn$  |
| Serial number | 零部件序列化的明确标识符  |
| Test cycle    | 测试通过次数。“1”表示该件已通过一次测试为“可接受”                           |
| Air           | 压缩空气消耗<br>某时间段内,在工作单元上直接消耗的 $\text{dm}^3$ 的数量         |
| Gas           | 天然气消耗;某时间段内,在工作单元上直接消耗的 $\text{m}^3$ 的数量              |
| Electricity   | 电力消耗;某时间段内,在工作单元上直接消耗的 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 的数量 |

## A.1.2 时间类型

|      |          |
|------|----------|
| APT  | 实际生产时间   |
| AUST | 实际单元准备时间 |
| ADET | 实际单元滞后时间 |
| TTR  | 修复时间     |
| ADOT | 实际单元停工时间 |
| PSDT | 计划停工时间   |
| PDOT | 计划停机时间   |
| PBT  | 计划占用时间   |

## A.2 对工作单元日志的评论

工作单元日志可作为特定 KPI 元素和 KPI 的样本计算表示的基础。它指的是两个产能有限的工作单元的自然日周期。这两个工作单元由两个生产订单在同一天运行。这样做时,两个生产订单中的每个都在两个生产订单序列中使用两个工作单元。生产订单序列旨在作为要在工作单元上执行的制造步骤。因此,生产订单序列指定生产订单中的连续制造步骤。

这两个工作单元彼此独立。这意味着一个工作单元的最终停止或速度损失不会影响其他工作单元。

在该示例中,生产订单序列 1 被分配给工作单元 1,生产订单序列 2 被分配给工作单元 2。因此,在该示例中,每个生产订单序列被分配给不同的工作单元。

在这些示例中,生产订单 1 由两个生产订单序列一个接一个地处理:POS1/1 在工作单元 1 上执行,POS2/1 仅在 POS1/1 完成时在工作单元 2 上启动。不同地,生产订单 2 由两个生产订单序列在时

间上部分重叠处理,POS2/1 在工作单元 1 上执行,POS2/2 在工作单元 2 上启动,而 POS2/1 仍在处理中。许多其他组合也是可能的,但在这些示例中将不予考虑。

显示第二生产订单(PO2)的第一和第二生产订单序列的重叠,以证明对分配比率或生产过程比率的影响。第一个生产订单是指大批量生产,而第二个生产订单代表小批量。只有第二个生产订单具有序列化的项目。

为了便于跟踪计算,引入了 30min 的理想网格作为操作时间中特定时间段的基础,即将这个特定示例的时间段设置为 30min。实际上,日志的时间周期与实际记录的时间戳相对应。

给出的数量始终指的是该特定时间段的对应项。涉及加工数量时,小数被四舍五入。

在第一个和第二个生产订单之间,可以看到两个工作单元的实际单元停机时间。

计算基础是三班制模式,包括早班、晚班和夜班,班次更替时间为 06:00、14:00 和 22:00。对于两个工作单元来说,夜班被定义为无生产时间(计划停机时间)期间。

第一个生产订单的标称数量为 500 件。第二个生产订单的标称数量为 8 件,但带有序列号。

第一个生产订单每个项目的计划运行时间(PRI)为每小时 200 件,或每件 0.3min 的时间。第二个生产订单每个项目的计划运行时间(PRI)为每小时 2 件或每件 30min 的时间。

准备时间为 30min。

恢复时间(TTR)包含在实际单位滞后时间(ADET)中。

在该示例中,计算每个生产订单序列的计划废料数量(PSQ),即对于每个制造步骤,并且在过程完成之后执行计算,即,PSQ 是根据进入每个制造步骤的实际单元数计算的,而不是进入制造步骤的计划单元数或进入整个过程的单元数。对于由多个生产订单序列组成的生产订单,这种差异非常重要,如该例所示。对于第一个生产订单(POS1/1 和 POS1/2)中的所有生产订单序列,PSQ 设置为 5%,而第二个生产订单(POS2/1 和 POS2/2)中的所有生产订单序列,PSQ 设置为 25%。返工数量从过程中刨除,这意味着后续工作不会在本例中涉及的工作单元上执行。

每个任务和工作单元生产订单的计划能耗在表 A.1 中作为虚拟示例给出。

表 A.1 工作单元 W1 的日志

| 生产订单序列  | 压缩空气<br>dm <sup>3</sup> | 天然气<br>m <sup>3</sup> | 电能<br>(kW·h) | PDEI<br>(kW·h)                                    |
|---------|-------------------------|-----------------------|--------------|---|
| POS 1/1 | 200                     | 0.02                  | 0.2          | $0.2 \times 0.1028 + 0.02 \times 10 + 0.2 = 0.42$ |
| POS 1/2 | 400                     | 0.04                  | 0.4          | $0.4 \times 0.1028 + 0.04 \times 10 + 0.4 = 0.94$ |
| POS 2/1 | 500                     | 0.05                  | 0.5          | $0.5 \times 0.1028 + 0.05 \times 10 + 0.5 = 1.05$ |
| POS 2/2 | 1000                    | 0.10                  | 1.0          | $1.0 \times 0.1028 + 0.10 \times 10 + 1.0 = 2.10$ |

在此示例中,第一个生产订单每个任务的计划能耗(PDEI)为 1.36 kW·h。第二个生产订单每个任务的计划能耗(PDEI)为 3.15 kW·h,不包括准备时间、拆卸时间和任何滞后时间的计算平均值。

为了计算实际的直接能耗(ADEC),应考虑每个时间段测量的能量消耗,因此应将其转换为以 kW·h 为基础的单位。

### A.3 工作单元 W1 日志

工作单元 W1 日志见表 A.2。

表 A.2 工作单元 W1 日志

| 开始时间  | 停止时间  | 持续时间 | 工作单元 | 计划时间 | 计划订<br>单时间 | 班<br>次 | 实际订<br>单时间 | 时间<br>类型 | 时间类<br>型描述 | 操作<br>员 | GQ  | SQ | RQ | 输入<br>电荷 | 输出<br>电荷 | 序列<br>号 | 测试<br>周期 |
|-------|-------|------|------|------|------------|--------|------------|----------|------------|---------|-----|----|----|----------|----------|---------|----------|
| 00:00 | 06:00 | 6:00 | W1   | PSDT | 3          |        |            | PSDT     | 停工时间       | OP1     |     |    |    |          |          |         |          |
| 06:00 | 06:30 | 0:30 |      | PBT  | 1          | POS1/1 | POS1/1     | AUST     | 准备         |         | 100 | 0  | 0  | C01      | C11      |         |          |
| 06:30 | 07:00 | 0:30 |      |      |            |        |            | APT      | 生产         |         |     |    |    |          |          |         |          |
| 07:00 | 07:30 | 0:30 |      |      |            |        |            | TTR      | 修复时间       |         |     |    |    |          |          |         |          |
| 07:30 | 08:00 | 0:30 |      |      |            |        |            | APT      | 生产         |         | 80  | 20 | 0  |          | C12      |         |          |
| 08:00 | 08:30 | 0:30 |      |      |            |        |            | ADET     | 延迟         |         |     |    |    |          |          |         |          |
| 08:30 | 09:00 | 0:30 |      |      |            |        |            | APT      | 生产         |         | 80  | 10 | 10 | C02      | C21      |         |          |
| 09:00 | 09:30 | 0:30 |      |      | POS1/1     |        |            | TTR      | 修复时间       |         |     |    |    |          |          |         |          |
| 09:30 | 10:00 | 0:30 |      |      | POS2/1     |        |            | APT      | 生产         |         | 90  | 10 | 0  |          |          |         |          |
| 10:00 | 10:30 | 0:30 |      |      |            |        |            | APT      | 生产         |         | 100 | 0  | 0  |          |          |         |          |
| 10:30 | 11:00 | 0:30 |      |      |            |        | POS1/1     | AUST     | 准备         |         |     |    |    |          |          |         |          |
| 11:00 | 11:30 | 0:30 |      |      |            |        |            | ADOT     | 实际单元<br>停机 |         |     |    |    |          |          |         |          |
| 11:30 | 12:00 | 0:30 |      |      |            |        |            |          |            |         |     |    |    |          |          |         |          |
| 12:00 | 12:30 | 0:30 |      |      |            |        |            | PDOT     | 休息         |         |     |    |    |          |          |         |          |
| 12:30 | 13:00 | 0:30 |      |      |            |        |            | ADOT     | 实际单元<br>停机 |         |     |    |    |          |          |         |          |
| 13:00 | 13:30 | 0:30 |      |      |            |        |            |          |            |         |     |    |    |          |          |         |          |
| 13:30 | 14:00 | 0:30 |      |      |            |        |            |          |            |         |     |    |    |          |          |         |          |
| 14:00 | 14:30 | 0:30 |      |      |            |        |            |          |            |         |     |    |    |          |          |         |          |
| 14:30 | 15:00 | 0:30 |      |      | POS2/1     | 2      | POS2/1     | AUST     | 准备         | OP1     |     |    |    |          |          |         |          |
| 15:00 | 15:30 | 0:30 |      |      |            |        |            | APT      | 生产         |         | 1   | 0  | 0  | C03      | S01      | 1       |          |
| 15:30 | 16:00 | 0:30 |      |      |            |        |            | APT      | 生产         |         | 1   | 0  | 0  |          | S02      | 2       |          |
| 16:00 | 16:30 | 0:30 |      |      |            |        |            | APT      | 生产         |         | 0   | 1  | 0  |          | S03      | 1       |          |
| 16:30 | 17:00 | 0:30 |      |      |            |        |            | APT      | 生产         | OP2     | 0   | 1  | 0  |          | S04      | 1       |          |

表 A.2 (续)

| 开始时间  | 停止时间  | 持续时间 | 工作单元 | 计划时间 | 计划订<br>单时间 | 班次 | 实际订<br>单时间 | 时间<br>类型 | 时间类<br>型描述 | 操作<br>员 | GQ | SQ | RQ | 输入<br>电荷 | 输出<br>电荷 | 序列<br>号 | 测试<br>周期 |
|-------|-------|------|------|------|------------|----|------------|----------|------------|---------|----|----|----|----------|----------|---------|----------|
| 17:00 | 17:30 | 0:30 |      |      |            |    |            | APT      | 生产         |         | 1  | 0  | 0  |          |          | S05     | 1        |
| 17:30 | 18:00 | 0:30 |      | PDOT |            |    |            | PDOT     | 休息         |         |    |    |    |          |          |         |          |
| 18:00 | 18:30 | 0:30 |      | PBT  |            |    |            | APT      | 生产         |         | 1  | 0  | 0  | CO4      |          | S06     | 2        |
| 18:30 | 19:00 | 0:30 |      |      |            |    |            | APT      | 生产         |         | 1  | 0  | 0  |          |          | S07     | 1        |
| 19:00 | 19:30 | 0:30 |      |      |            |    |            | ADET     | 延迟         |         |    |    |    |          |          |         |          |
| 19:30 | 20:00 | 0:30 |      |      |            |    |            | TTR      | 修复时间       |         |    |    |    |          |          |         |          |
| 20:00 | 20:30 | 0:30 |      |      |            |    |            | APT      | 生产         |         | 1  | 0  | 0  |          |          | S08     | 1        |
| 20:30 | 21:00 | 0:30 |      |      |            |    | POS2/1     | AUST     | 准备         |         |    |    |    |          |          |         |          |
| 21:00 | 21:30 | 0:30 |      |      |            |    |            | ADOT     | 实际单元<br>停机 |         |    |    |    |          |          |         |          |
| 21:30 | 22:00 | 0:30 |      |      |            |    |            |          |            | OP2     |    |    |    |          |          |         |          |
| 22:00 | 00:00 | 2:00 |      | PSDT |            | 3  |            | PSDT     | 关闭时间       |         |    |    |    |          |          |         |          |



22 A.4 工作单元 W2 日志

工作单元 W2 日志见表 A.3。

表 A.3 工作单元 W2 日志

| 开始时间  | 停止时间  | 持续时间 | 工作单元 | 计划时间 | 计划时间 | 班次 | 实际订 | 时间   | 时间类  | 操作  | GQ | SQ | RQ | 输入 | 输出 | 序列号 | 测试 |
|-------|-------|------|------|------|------|----|-----|------|------|-----|----|----|----|----|----|-----|----|
| 时间    | 时间    | 时间   | W2   | PSDT | PSDT | 次  | 单时间 | 类型   | 型描述  | 作员  |    |    |    | 电荷 | 电荷 |     | 周期 |
| 00:00 | 06:00 | 6:00 |      | PSDT | 停机时间 | 3  |     | PSDT | 实际单元 | OP3 |    |    |    |    |    |     |    |
| 06:00 | 06:30 | 0:30 |      | PBT  | 实际单元 | 1  |     | ADOT | 停机   |     |    |    |    |    |    |     |    |
| 06:30 | 07:00 | 0:30 |      |      |      |    |     |      |      |     |    |    |    |    |    |     |    |
| 07:00 | 07:30 | 0:30 |      |      |      |    |     |      |      |     |    |    |    |    |    |     |    |
| 07:30 | 08:00 | 0:30 |      |      |      |    |     |      |      |     |    |    |    |    |    |     |    |
| 08:00 | 08:30 | 0:30 |      |      |      |    |     |      |      |     |    |    |    |    |    |     |    |
| 08:30 | 09:00 | 0:30 |      |      |      |    |     |      |      |     |    |    |    |    |    |     |    |
| 09:00 | 09:30 | 0:30 |      |      |      |    |     |      |      |     |    |    |    |    |    |     |    |
| 09:30 | 10:00 | 0:30 |      |      |      |    |     |      |      |     |    |    |    |    |    |     |    |
| 10:00 | 10:30 | 0:30 |      |      |      |    |     |      |      |     |    |    |    |    |    |     |    |
| 10:30 | 11:00 | 0:30 |      |      |      |    |     |      |      |     |    |    |    |    |    |     |    |
| 11:00 | 11:30 | 0:30 |      |      |      |    |     |      |      |     |    |    |    |    |    |     |    |
| 11:30 | 12:00 | 0:30 |      |      |      |    |     |      |      |     |    |    |    |    |    |     |    |
| 12:00 | 12:30 | 0:30 |      |      |      |    |     |      |      |     |    |    |    |    |    |     |    |
| 12:30 | 13:00 | 0:30 |      |      |      |    |     |      |      |     |    |    |    |    |    |     |    |
| 13:00 | 13:30 | 0:30 |      |      |      |    |     |      |      |     |    |    |    |    |    |     |    |
| 13:30 | 14:00 | 0:30 |      |      |      |    |     |      |      |     |    |    |    |    |    |     |    |

表 A.3 (续)

| 开始时间  | 停止时间  | 持续时间 | 工作单元 | 计划时间 | 计划订<br>单时间 | 班次 | 实际订<br>单时间 | 时间<br>类型 | 时间类<br>型描述 | 操<br>作员 | GQ | SQ | RQ | 输入<br>电荷 | 输出<br>电荷 | 序<br>列号 | 测试<br>周期 |
|-------|-------|------|------|------|------------|----|------------|----------|------------|---------|----|----|----|----------|----------|---------|----------|
| 14:00 | 14:30 | 0:30 |      | PDOT |            | 2  |            | PDOT     | 休息         | OP2     |    |    |    |          |          |         |          |
| 14:30 | 15:00 | 0:30 |      | PBT  |            |    |            | APT      | 生产         |         | 80 | 0  | 10 |          |          |         |          |
| 15:00 | 15:30 | 0:30 |      |      |            |    |            | TTR      | 修复时间       |         |    |    |    |          |          |         |          |
| 15:30 | 16:00 | 0:30 |      |      |            |    |            | ADET     | 缺料         |         |    |    |    |          |          |         |          |
| 16:00 | 16:30 | 0:30 |      |      |            |    |            | APT      | 生产         |         | 90 | 10 | 0  |          | C34      |         |          |
| 16:30 | 17:00 | 0:30 |      |      |            |    | POS1/2     | AUST     | 准备         |         |    |    |    |          |          |         |          |
| 17:00 | 17:30 | 0:30 |      |      |            |    |            | ADOT     | 实际单元<br>停机 |         |    |    |    |          |          |         |          |
| 17:30 | 18:00 | 0:30 |      |      |            |    | POS2/2     | AUST     | 准备         |         |    |    |    |          |          |         |          |
| 18:00 | 18:30 | 0:30 |      |      |            |    |            | APT      | 生产         |         | 1  | 0  | 0  |          |          | S01     | 1        |
| 18:30 | 19:00 | 0:30 |      |      | POS2/2     |    |            | APT      | 生产         |         | 1  | 0  | 0  |          |          | S02     | 2        |
| 19:00 | 19:30 | 0:30 |      |      |            |    |            | APT      | 生产         |         | 1  | 0  | 0  |          |          | S05     | 2        |
| 19:30 | 20:00 | 0:30 |      | PDOT |            |    |            | PDOT     | 休息         |         |    |    |    |          |          |         |          |
| 20:00 | 20:30 | 0:30 |      | PBT  |            |    |            | APT      | 生产         |         | 1  | 0  | 0  |          |          | S06     | 1        |
| 20:30 | 21:00 | 0:30 |      |      |            |    |            | APT      | 生产         |         | 0  | 1  | 0  |          |          | S07     | 1        |
| 21:00 | 21:30 | 0:30 |      |      |            |    |            | APT      | 生产         |         | 0  | 1  | 0  |          |          | S08     | 1        |
| 21:30 | 22:00 | 0:30 |      |      |            |    | POS2/2     | AUST     | 准备         | OP2     |    |    |    |          |          |         |          |
| 22:00 | 00:00 | 2:00 |      | PSDT |            | 3  |            | PSDT     | 关闭时间       |         |    |    |    |          |          |         |          |

24 A.5 用于能源计算的工作单元 W1 日志

用于能源计算的工作单元 W1 日志见表 A.4。

表 A.4 用于能源计算的工作单元 W1 日志

| 开始时间  | 停止时间  | 持续时间 | 工作单元 | 计划时间 | 计划订单元时间 | 班次 | 实际订单元时间 | 时间类型 | 时间描述       | 操作员 | GQ  | SQ | RQ     | 空气 (dm <sup>3</sup> ) | 天然气 (m <sup>3</sup> ) | 电 (kW·h) |
|-------|-------|------|------|------|---------|----|---------|------|------------|-----|-----|----|--------|-----------------------|-----------------------|----------|
| 00:00 | 06:00 | 6:00 | W1   | PSDT |         | 3  | PSDT    | PSDT | 停机时间       |     |     |    | 0      | 0                     | 0                     |          |
| 06:00 | 06:30 | 0:30 |      | PBT  | POS1/1  | 1  | POS1/1  | AUST | 准备         | OP1 |     |    | 1 000  | 0.1                   | 2                     |          |
| 06:30 | 07:00 | 0:30 |      |      |         |    |         | APT  | 生产         |     | 100 | 0  | 22 000 | 2.0                   | 22                    |          |
| 07:00 | 07:30 | 0:30 |      |      |         |    |         | TTR  | 修复时间       |     |     |    | 1 000  | 0.1                   | 2                     |          |
| 07:30 | 08:00 | 0:30 |      |      |         |    |         | APT  | 生产         |     | 80  | 20 | 22 000 | 2.0                   | 22                    |          |
| 08:00 | 08:30 | 0:30 |      |      |         |    |         | ADET | 延迟         |     |     |    | 1 000  | 0.1                   | 2                     |          |
| 08:30 | 09:00 | 0:30 |      |      |         |    |         | APT  | 生产         |     | 80  | 10 | 22 000 | 2.0                   | 22                    |          |
| 09:00 | 09:30 | 0:30 |      |      | POS1/1  |    |         | TTR  | 修复时间       |     |     |    | 1 000  | 0.1                   | 2                     |          |
| 09:30 | 10:00 | 0:30 |      |      | POS2/1  |    |         | APT  | 生产         |     | 90  | 10 | 22 000 | 2.0                   | 22                    |          |
| 10:00 | 10:30 | 0:30 |      |      |         |    |         | APT  | 生产         |     | 100 | 0  | 22 000 | 2.0                   | 22                    |          |
| 10:30 | 11:00 | 0:30 |      |      |         |    | POS1/1  | AUST | 准备         |     |     |    | 1 000  | 0.1                   | 2                     |          |
| 11:00 | 11:30 | 0:30 |      |      |         |    |         | ADOT | 实际单元<br>停机 |     |     |    | 0      | 0                     | 0                     |          |
| 11:30 | 12:00 | 0:30 |      |      |         |    |         |      |            |     |     |    | 0      | 0                     | 0                     |          |
| 12:00 | 12:30 | 0:30 |      | PDOT |         |    |         | PDOT | 休息         |     |     |    | 0      | 0                     | 0                     |          |
| 12:30 | 13:00 | 0:30 |      | PBT  |         |    |         | ADOT | 实际单元<br>停机 |     |     |    | 0      | 0                     | 0                     |          |
| 13:00 | 13:30 | 0:30 |      |      |         |    |         |      |            |     |     |    | 0      | 0                     | 0                     |          |

表 A.4 (续)

| 开始时间  | 停止时间  | 持续时间 | 工作单元 | 计划时间   | 计划订<br>单时间 | 班次 | 实际订<br>单时间 | 时间<br>类型 | 时间类<br>型描述 | 操<br>作员 | GQ | SQ | RQ  | 空气<br>(dm <sup>3</sup> ) | 天然气<br>(m <sup>3</sup> ) | 电<br>(kW·h) |
|-------|-------|------|------|--------|------------|----|------------|----------|------------|---------|----|----|-----|--------------------------|--------------------------|-------------|
| 13:30 | 14:00 | 0:30 |      |        |            |    |            |          |            | OP1     |    |    |     | 0                        | 0                        | 0           |
| 14:00 | 14:30 | 0:30 |      |        | 2          |    |            |          |            | OP2     |    |    |     | 0                        | 0                        | 0           |
| 14:30 | 15:00 | 0:30 |      | POS2/1 |            |    | POS2/1     | AUST     | 准备         |         |    |    |     | 100                      | 0.01                     | 0.1         |
| 15:00 | 15:30 | 0:30 |      |        |            |    |            | APT      | 生产         | 1       | 0  | 0  | 500 | 0.05                     | 0.5                      |             |
| 15:30 | 16:00 | 0:30 |      |        |            |    |            | APT      | 生产         | 1       | 0  | 0  | 500 | 0.05                     | 0.5                      |             |
| 16:00 | 16:30 | 0:30 |      |        |            |    |            | APT      | 生产         | 0       | 1  | 0  | 500 | 0.05                     | 0.5                      |             |
| 16:30 | 17:00 | 0:30 |      |        |            |    |            | APT      | 生产         | 0       | 1  | 0  | 500 | 0.05                     | 0.5                      |             |
| 17:00 | 17:30 | 0:30 |      |        |            |    |            | APT      | 生产         | 1       | 0  | 0  | 500 | 0.05                     | 0.5                      |             |
| 17:30 | 18:00 | 0:30 |      | PDOT   |            |    |            | PDOT     | 休息         |         |    |    | 100 | 0.01                     | 0.1                      |             |
| 18:00 | 18:30 | 0:30 |      | PBT    |            |    |            | APT      | 生产         | 1       | 0  | 0  | 500 | 0.05                     | 0.5                      |             |
| 18:30 | 19:00 | 0:30 |      |        |            |    |            | APT      | 生产         | 1       | 0  | 0  | 500 | 0.05                     | 0.5                      |             |
| 19:00 | 19:30 | 0:30 |      |        |            |    |            | ADET     | 延迟         |         |    |    | 100 | 0.01                     | 0.1                      |             |
| 19:30 | 20:00 | 0:30 |      |        |            |    |            | TTR      | 修复时间       |         |    |    | 100 | 0.01                     | 0.1                      |             |
| 20:00 | 20:30 | 0:30 |      |        |            |    |            | APT      | 生产         | 1       | 0  | 0  | 500 | 0.05                     | 0.5                      |             |
| 20:30 | 21:00 | 0:30 |      |        |            |    | POS2/1     | AUST     | 准备         |         |    |    | 100 | 0.01                     | 0.1                      |             |
| 21:00 | 21:30 | 0:30 |      |        |            |    |            | ADOT     | 实际单元<br>停机 |         |    |    | 0   | 0                        | 0                        |             |
| 21:30 | 22:00 | 0:30 |      |        |            |    |            |          |            | OP2     |    |    | 0   | 0                        | 0                        |             |
| 22:00 | 00:00 | 2:00 |      | PSDT   |            | 3  |            | PSDT     | 关闭时间       |         |    |    | 0   | 0                        | 0                        |             |

26 A.6 用于能源计算的工作单元 W2 日志

用于能源计算的工作单元 W2 日志见表 A.5。

表 A.5 用于能源计算的工作单元 W2 日志

| 开始时间  | 停止时间  | 持续时间 | 工作单元 | 计划时间 | 计划订<br>单时间 | 班次 | 实际订<br>单时间 | 时间<br>类型 | 时间类<br>型描述 | 操作<br>员 | GQ | SQ | RQ    | 空气<br>(dm <sup>3</sup> ) | 天然气<br>(m <sup>3</sup> ) | 电<br>(kW·h) |
|-------|-------|------|------|------|------------|----|------------|----------|------------|---------|----|----|-------|--------------------------|--------------------------|-------------|
| 00:00 | 06:00 | 6:00 | W2   | PSDT |            | 3  |            | PSDT     | 停机时间       |         |    |    |       | 0                        | 0                        | 0           |
| 06:00 | 06:30 | 0:30 |      | PBT  |            | 1  |            | ADOT     | 实际单元<br>停机 | OP3     |    |    |       | 0                        | 0                        | 0           |
| 06:30 | 07:00 | 0:30 |      |      |            |    |            |          |            |         |    |    |       | 0                        | 0                        | 0           |
| 07:00 | 07:30 | 0:30 |      |      |            |    |            |          |            |         |    |    |       | 0                        | 0                        | 0           |
| 07:30 | 08:00 | 0:30 |      |      |            |    |            |          |            |         |    |    |       | 0                        | 0                        | 0           |
| 08:00 | 08:30 | 0:30 |      |      |            |    |            |          |            |         |    |    |       | 0                        | 0                        | 0           |
| 08:30 | 09:00 | 0:30 |      |      |            |    |            |          |            |         |    |    |       | 0                        | 0                        | 0           |
| 09:00 | 09:30 | 0:30 |      |      |            |    |            |          |            |         |    |    |       | 0                        | 0                        | 0           |
| 09:30 | 10:00 | 0:30 |      |      |            |    |            |          |            |         |    |    |       | 0                        | 0                        | 0           |
| 10:00 | 10:30 | 0:30 |      |      |            |    |            |          |            |         |    |    |       | 0                        | 0                        | 0           |
| 10:30 | 11:00 | 0:30 |      |      |            |    |            |          |            |         |    |    |       | 0                        | 0                        | 0           |
| 11:00 | 11:30 | 0:30 |      |      |            |    |            |          |            |         |    |    |       | 0                        | 0                        | 0           |
| 11:30 | 12:00 | 0:30 |      |      | POS1/2     |    |            | AUST     | 准备         |         |    |    | 2 000 | 0.2                      | 4                        |             |
| 12:00 | 12:30 | 0:30 |      |      |            |    |            | APT      | 生产         |         | 90 | 10 | 0     | 44 000                   | 4.0                      | 44          |
| 12:30 | 13:00 | 0:30 |      |      |            |    |            | ADET     | 缺料         |         |    |    | 2 000 | 0.2                      | 4                        |             |
| 13:00 | 13:30 | 0:30 |      |      | POS1/2     |    |            | APT      | 生产         |         | 70 | 10 | 0     | 35 000                   | 3.0                      | 35          |
| 13:30 | 14:00 | 0:30 |      |      | POS2/2     |    |            | APT      | 生产         | OP3     | 80 | 0  | 0     | 35 000                   | 3.0                      | 35          |

表 A.5 (续)

| 开始时间  | 停止时间  | 持续时间 | 工作单元 | 计划时间 | 计划订<br>单时间 | 班次 | 实际订<br>单时间 | 时间类<br>型 | 时间类<br>型描述 | 操作<br>员 | GQ | SQ | RQ | 空气<br>(dm <sup>3</sup> ) | 天然气<br>(m <sup>3</sup> ) | 电<br>(kW·h) |
|-------|-------|------|------|------|------------|----|------------|----------|------------|---------|----|----|----|--------------------------|--------------------------|-------------|
| 14:00 | 14:30 | 0:30 |      | PDOT |            | 2  |            | PDOT     | 休息         | OP2     |    |    |    | 2 000                    | 0.2                      | 4           |
| 14:30 | 15:00 | 0:30 |      | PBT  |            |    |            | APT      | 生产         |         | 80 | 0  | 10 | 40 000                   | 3.5                      | 40          |
| 15:00 | 15:30 | 0:30 |      |      |            |    |            | TTR      | 修复时间       |         |    |    |    | 2 000                    | 0.2                      | 4           |
| 15:30 | 16:00 | 0:30 |      |      |            |    |            | ADET     | 缺料         |         |    |    |    | 2 000                    | 0.2                      | 4           |
| 16:00 | 16:30 | 0:30 |      |      |            |    |            | APT      | 生产         |         | 90 | 10 | 0  | 44 000                   | 4.0                      | 44          |
| 16:30 | 17:00 | 0:30 |      |      |            |    | POS1/2     | AUST     | 准备         |         |    |    |    | 2 000                    | 0.2                      | 4           |
| 17:00 | 17:30 | 0:30 |      |      |            |    |            | ADOT     | 实际单元<br>停机 |         |    |    |    | 0                        | 0                        | 0           |
| 17:30 | 18:00 | 0:30 |      |      |            |    | POS2/2     | AUST     | 准备         |         |    |    |    | 200                      | 0.02                     | 0.2         |
| 18:00 | 18:30 | 0:30 |      |      |            |    |            | APT      | 生产         |         | 1  | 0  | 0  | 1 000                    | 0.1                      | 1.0         |
| 18:30 | 19:00 | 0:30 |      |      | POS2/2     |    |            | APT      | 生产         |         | 1  | 0  | 0  | 1000                     | 0.1                      | 1.0         |
| 19:00 | 19:30 | 0:30 |      |      |            |    |            | APT      | 生产         |         | 1  | 0  | 0  | 1 000                    | 0.1                      | 1.0         |
| 19:30 | 20:00 | 0:30 |      | PDOT |            |    |            | PDOT     | 休息         |         |    |    |    | 200                      | 0.02                     | 0.2         |
| 20:00 | 20:30 | 0:30 |      | PBT  |            |    |            | APT      | 生产         |         | 1  | 0  | 0  | 1 000                    | 0.1                      | 1.0         |
| 20:30 | 21:00 | 0:30 |      |      |            |    |            | APT      | 生产         |         | 0  | 1  | 0  | 1 000                    | 0.1                      | 1.0         |
| 21:00 | 21:30 | 0:30 |      |      |            |    |            | APT      | 生产         |         | 0  | 1  | 0  | 1 000                    | 0.1                      | 1.0         |
| 21:30 | 22:00 | 0:30 |      |      |            |    | POS2/2     | AUST     | 准备         | OP2     |    |    |    | 200                      | 0.02                     | 0.2         |
| 22:00 | 00:00 | 2:00 |      | PSDT |            | 3  |            | PSDT     | 关闭时间       |         |    |    |    | 0                        | 0                        | 0           |

A.7 工作单元 W1 日志的运行时间图

工作单元 W1 日志的运行时间图见图 A.1。

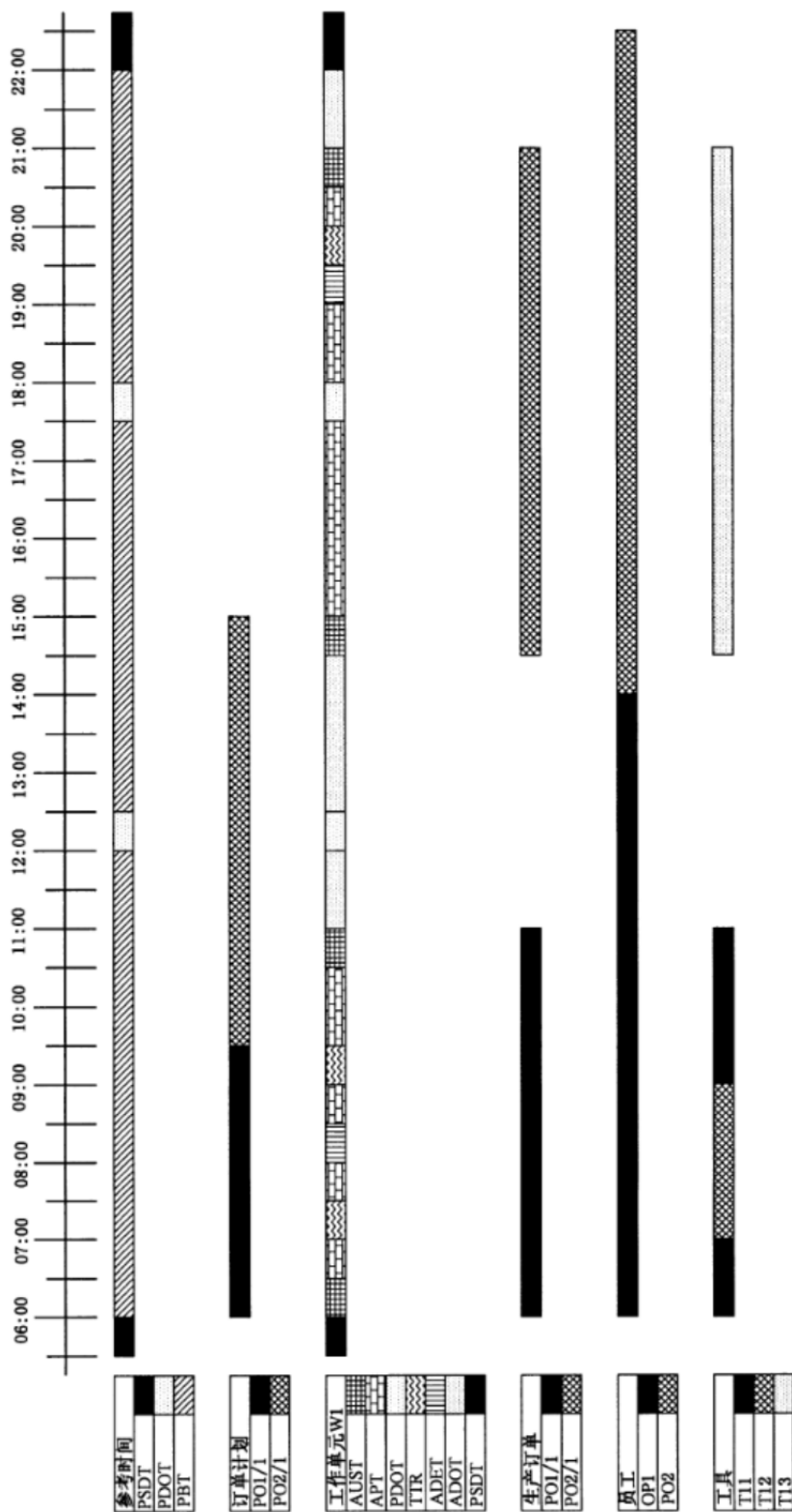


图 A.1 工作单元 W1 日志的运行时间图

A.8 工作单元 W2 日志的运行时间图

工作单元 W2 日志的运行时间图见图 A.2。

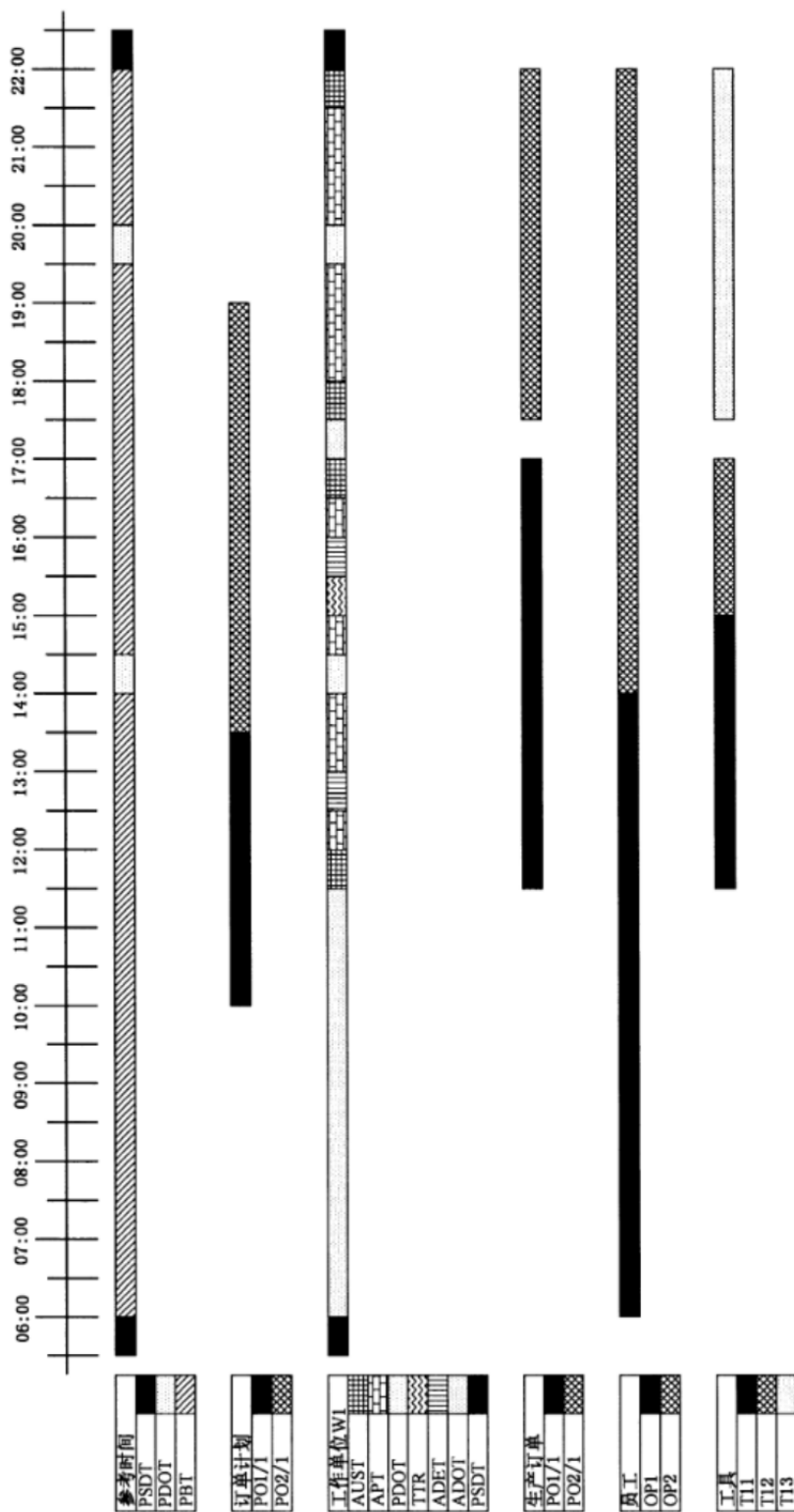


图 A.2 工作单元 W2 日志的运行时间图



中华人民共和国  
国家标准化指导性技术文件  
自动化系统与集成  
制造运行管理的关键性能指标  
第10部分：数据获取操作序列描述

GB/Z 34044.10—2020/ISO/TR 22400-10:2018

\*

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](http://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 2.25 字数 62 千字  
2020年11月第一版 2020年11月第一次印刷

\*

书号：155066·1-66208 定价 33.00 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



GB/Z 34044.10-2020

打印日期：2020年12月7日

