

ICS 25.040.40  
N 10  
备案号: 45918—2014

**JB**

中华人民共和国机械行业标准

**JB/T 12022—2014**  
代替 JB/T 50187—1999

---

# 过程控制仪表的可靠性要求与考核方法

**Reliability requirements and examinational methods  
for process control instrument**

2014-05-06 发布

2014-10-01 实施

---

中华人民共和国工业和信息化部 发布

## 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 可靠性要求.....	2
5 考核方法.....	2
附录 A (资料性附录) 监测参数、试验线路连接图、数据记录表格和故障判据.....	7
附录 B (资料性附录) 可靠性验证试验案例.....	11
附录 C (资料性附录) 加速寿命试验考核案例.....	12
附录 D (资料性附录) 可靠性数据统计分析用表.....	15
参考文献.....	19
图 A.1 变送单元类仪表试验线路连接图.....	7
图 A.2 恒流给定器试验线路连接图.....	8
图 A.3 调节单元类仪表试验线路连接图.....	9
图 A.4 Q 型操作器试验线路连接图.....	10
表 1 MTBF 指标系列.....	2
表 2 关联故障的一般判据及其加权系数.....	3
表 A.1 变送单元类仪表可靠性试验数据记录表.....	7
表 A.2 恒流给定器可靠性试验数据记录表.....	9
表 A.3 调节单元类仪表可靠性试验数据记录表.....	9
表 C.1 试验数据.....	12
表 C.2 第一组数据处理.....	12
表 C.3 各组试验数据处理汇总表.....	13
表 C.4 各组应力水平下的 $\sigma$ 、 $\mu$ .....	13
表 C.5 加速寿命模型参数的计算过程.....	13
表 C.6 形状参数 $m$ 的加权平均值 $\bar{m}$ 的计算过程.....	14
表 D.1 故障记录卡.....	15
表 D.2 故障分析报告.....	16
表 D.3 现场工作报告.....	17
表 D.4 产品试验、现场运行可靠性数据汇总表.....	18

## 前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准代替 JB/T 50187—1999《过程控制仪表的可靠性要求与考核方法》，与 JB/T 50187—1999 相比主要技术变化如下：

- 修改了标准的适用范围（见第1章）；
- 增加了规范性引用文件（见第2章）；
- 增加了“术语和定义”一章（见第3章）；
- 修改了过程控制仪表的平均故障间隔工作时间指标系列（见表1）；
- 增加了加速寿命试验考核方法和相应的案例（见5.3和附录C）；
- 删除了“可靠性评定”和相应的附录（1999年版4.3和附录C）；
- 增加了“现场可靠性数据评估”（见5.4）；
- 增加了“可靠性数据统计分析用表”（见附录D）。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国工业过程测量和控制标准化技术委员会（SAC/TC124）归口。

本标准负责起草单位：重庆工业自动化仪表研究所。

本标准参加起草单位：开封仪表有限公司、上海凡宜科技电子有限公司、重庆川仪自动化股份有限公司、上海肯特仪表股份有限公司、上海辰竹仪表有限公司、重庆市科学技术研究院、河南新天科技股份有限公司、西南大学。

本标准主要起草人：刘兴莉、刘琴、李春霞。

本标准参加起草人：苗豫生、王圣斌、黄云彪、李兴化、陈建军、孙怀义、刘小莉、刘一兵、费战波、周雪莲。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- JB/T 50187—1999；
- ZB N 04001—1986。

# 过程控制仪表的可靠性要求与考核方法

## 1 范围

本标准规定了过程控制系统用带模拟输入/输出信号的控制仪表的可靠性要求与考核方法。

本标准适用于过程控制系统用带模拟输入/输出信号的控制仪表（简称仪表）的定型产品。其他过程控制系统用仪表的定型产品可参照使用。

## 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 2689.1—1981 恒定应力寿命试验和加速寿命试验方法总则
- GB 2689.2—1981 寿命试验和加速寿命试验的图估计法（用于威布尔分布）
- GB 2689.3—1981 寿命试验和加速寿命试验的简单线性无偏估计法（用于威布尔分布）
- GB 2689.4—1981 寿命试验和加速寿命试验的最好线性无偏估计法（用于威布尔分布）
- GB/T 2900.13—2008 电工术语 可信性与服务质量
- GB/T 3358（所有部分） 统计学词汇及符号
- JB/T 6214—1992 仪器仪表可靠性验证试验及测定试验（指数分布）导则
- JB/T 50123—1999 仪器仪表现场工作可靠性、有效性、维修性数据收集指南

## 3 术语和定义

GB/T 2900.13—2008 和 GB/T 3358 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 过程控制仪表 **process control instrument**

为达到规定的目标而对影响过程状态的变量进行变送、调节、操纵的仪表的总称。

注：过程控制仪表通常采用单元组合型式。可以是模拟的或数字的。

### 3.2

#### 可靠性特征量 **reliability characteristic value**

衡量产品可靠性的定量化尺度，描绘产品可靠性特性的参数。如可靠度（ $R$ ）、平均故障间隔工作时间（MTBF）或故障率（ $\lambda$ ）等。

### 3.3

#### 可靠性验证试验 **reliability compliance test**

为验证产品的可靠性特征量是否达到所要求的水平而进行的试验。

### 3.4

#### 加速寿命试验 **accelerated life test**

为缩短试验时间，在不改变故障模式和故障机理的条件下，用加大应力的方法进行的寿命试验。

## 4 可靠性要求

### 4.1 可靠性特征量要求

仪表进行可靠性考核时，可靠性特征量要求采用平均故障间隔工作时间（MTBF）。

### 4.2 仪表的 MTBF 指标系列

仪表的 MTBF 指标系列见表 1。

表 1 MTBF 指标系列

可靠性特征量		指标要求				
		A	B	C	D	E
MTBF	实验室	$1.6 \times 10^4$ h	$2.0 \times 10^4$ h	$2.5 \times 10^4$ h	$4 \times 10^4$ h	$\geq 6.3 \times 10^4$ h
	现场	$10 \times 10^4$ h	$16 \times 10^4$ h	$25 \times 10^4$ h	$50 \times 10^4$ h	$\geq 100 \times 10^4$ h

### 4.3 可靠性指标要求

4.3.1 仪表的可靠性指标应在合同或研制任务书中明确规定。

4.3.2 可靠性指标从表 1 中选取，不应低于 A。

4.3.3 在批试或进入应用领域前应进行可靠性考核。

### 4.4 可靠性考核结果的有效期

仪表可靠性考核结果的有效期为五年，下列情况除外：

- a) 停产两年以上再重新生产的产品；
- b) 产品设计、原材料、工艺等方面的改变影响到产品的可靠性时；
- c) 使用方要求重新考核时；
- d) 生产方认为有必要重新考核时。

## 5 考核方法

### 5.1 总则

5.1.1 用于考核的样品应经出厂检验合格。

5.1.2 考核方法包括可靠性验证试验、加速寿命试验和现场可靠性数据评估。除有特殊规定外，可靠性验证试验依据 JB/T 6214—1992 确定的条款；加速寿命试验依据 GB 2689—1981 确定的条款；现场可靠性数据评估中所需数据依据 JB/T 50123—1999 确定的条款进行现场数据采集。

5.1.3 仪表在试验项目、故障判据及加权系数有特殊要求时，可根据仪表产品标准的要求选择所适用的试验项目、补充所需的故障判据及合理的加权系数。

### 5.2 可靠性验证试验

#### 5.2.1 试验准备

##### 5.2.1.1 试验方案

可靠性验证试验可以是实验室试验，也可以是现场试验，应视具体情况选择合适的试验方式。统计试验方案包括定时定数截尾试验方案和截尾序贯试验方案，按以下原则选择：

- a) 事先规定试验时间、费用或故障数，宜选择定时定数截尾试验方案，见 JB/T 6214—1992 中表 A.13；  
 b) 需要根据预定的判定风险（生产方风险 $\alpha$ 、使用方风险 $\beta$ ）对预定的可靠性特征量作出接收还是拒收判定，并且事先不能确定总试验时间，宜选择截尾序贯试验方案，见 JB/T 6214—1992 中表 A.2。

推荐仪表选择 JB/T 6214—1992 中表 A.13 的方案 5：7，有替换定时截尾试验方案。该试验方案：

- a)  $\alpha=\beta=20\%$ ，鉴别比  $D_m=3$ ；  
 b) 总试验时间： $t=1.46D_mMTBF_{考核}$ ；  
 c) 样品数量按 5.2.1.3 规定；  
 d) 判定标准：累积故障数  $r \leq 2$ ，接收； $r > 2$ ，拒收。

### 5.2.1.2 试验条件

所用的试验设备、仪器及实验室条件等应满足试验规定的要求，计量器具应经过计量部门检定合格并在有效期内。

### 5.2.1.3 试验样品

试验样品从有关总体中随机抽样。试验样品的设计及工艺水平应能代表总体。样品数量取决于生产批量大小和累积试验时间长短，库存量应大于 2 倍样品数量，一般情况下推荐的样品数为 20 台。抽样时应加上预计替换的数量（2 台）一次抽取。

### 5.2.1.4 故障判据及加权系数

仪表关联故障的一般判据及其加权系数见表 2。各类仪表特有的故障判据及加权系数参见附录 A。各类仪表非关联故障按 JB/T 6214—1992 的规定判别。

表 2 关联故障的一般判据及其加权系数

序号	故障现象	加权系数 $K$
1	被测参数变化量大于产品标准规定值但小于等于规定值的 1 倍	0.8
2	被测参数变化量大于产品标准规定值的 1 倍以上	1.0
3	元器件损坏导致整机无输出	1.0
4	对易损件，在其寿命期限终了前出现故障导致整机不能工作	1.0
5	绝缘强度低于产品标准规定值	1.0
6	绝缘电阻低于产品标准规定值	1.0
7	动力源变化影响超过产品标准规定值	0.5
8	外观与技术检查不符合产品规定标准	0.1

## 5.2.2 试验实施

### 5.2.2.1 监测参数、试验线路连接图和数据记录表格

各类仪表的监测参数、试验线路连接图和数据记录表格按现行标准执行，附录 A 给出了部分单元组合仪表的实例供参考。

### 5.2.2.2 试验操作

按 JB/T 6214—1992 中的要求进行，同时规定：

- a) 通电（气）待仪表稳定后测试第一组数据。
- b) 试验中，定时测试被测参数并与首次性能测试值进行比较，计算其变化量。
- c) 发生故障时，应立即停止该台仪表的试验，作好故障记录，分析故障原因。有替换时，把抽样备用的仪表接入线路继续试验，其试验中断时间应从总试验时间中扣除。
- d) 如果电源（气源）中断，在恢复供电（气）待仪表稳定后测试一组被测参数，作为新的基准值，继续进行试验。中断时间应从总试验时间中扣除，在此期间样品不得作任何调整。
- e) 试验结束后，允许调整零点和量程，按产品标准进行出厂试验并做好记录。

### 5.2.3 数据的统计处理和结论

#### 5.2.3.1 累积试验时间的计算

按 JB/T 6214—1992 中 A.3.4.2 确定的方法进行计算。

#### 5.2.3.2 累积故障数的计算

根据关联故障现象和发生的次数，按式（1）计算累积关联故障数：

$$\begin{cases} r = \sum_{i=1}^Q r'_i \dots\dots\dots (1) \\ r'_i = K_i r_i \end{cases}$$

式中：

- $r$ ——累积关联故障数；
- $Q$ ——发生故障现象的种类数；
- $r'_i$ ——第  $i$  种关联故障经过加权的故障数；
- $K_i$ ——第  $i$  种关联故障现象的加权系数；
- $r_i$ ——第  $i$  种关联故障现象发生的次数。

#### 5.2.3.3 结论

将统计处理后得到的累积试验时间和累积故障数与试验方案的判定标准进行比较，作出接收或拒收的判定。按 JB/T 6214—1992 的规定编写《可靠性试验报告》报送有关部门。

### 5.2.4 可靠性验证试验案例

可靠性验证试验案例参见附录 B。

## 5.3 加速寿命试验

### 5.3.1 试验准备

#### 5.3.1.1 试验样品

试验样品从有关总体中随机抽样。试验样品的设计及工艺水平应能代表总体。每个应力水平下的样品数量不少于 10，特殊产品不少于 5。

#### 5.3.1.2 试验应力

在没有获得加速系数的情况下，一个完整的加速寿命试验其应力水平应不少于四个。为保证试验的准确性，按 GB/T 2689.1—1992 中 4.2、4.3 的规定确定最高应力、最低应力以及应力水平的间隔。

### 5.3.1.3 故障判据

根据产品标准，参考表 2 制定故障判据。

### 5.3.1.4 试验条件

试验条件见 5.2.1.2。

## 5.3.2 试验实施

### 5.3.2.1 监测参数、试验线路连接图和数据记录表格

监测参数、试验线路连接图和数据记录表格参照附录 A。各应力水平组一般要有五个以上的测试点，每个测试点上的故障数尽可能大致相同。

### 5.3.2.2 试验记录

按顺序记录故障时间、数量和故障模式。

### 5.3.2.3 故障分析

对故障样品应进行故障分析和统计。

## 5.3.3 数据的统计评估

### 5.3.3.1 模型

加速寿命模型见式 2：

$$\eta = e^{a+b\varphi(S)} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$\eta$ ——特征寿命；

$a$ 、 $b$ ——待估参数；

$\varphi(S)$ ——应力水平  $S$  的已知函数， $\varphi(S) = \begin{cases} 1/S & S \text{ 为绝对温度 } T \\ \ln S & S \text{ 为电压 } U \end{cases}$ 。

### 5.3.3.2 图分析法

按照 GB 2689.2—1981 确定的方法进行分析。

### 5.3.3.3 统计分析法

根据各组投试样品数  $n$  选择统计分析法： $n > 25$ ，选择简单线性无偏估计法，按照 GB 2689.3—1981 确定的方法进行分析； $n \leq 25$ ，选择最好线性无偏估计法，按照 GB 2689.4—1981 确定的方法进行分析。

分析步骤如下：

- a) 将各组应力水平下故障时间从小到大按顺序排列，制成相应试验数据表格；
- b) 对各组应力水平下的故障数据进行处理，计算各组的尺度参数  $\sigma$ 、位置参数  $\mu$ ；
- c) 估计加速寿命模型的参数  $a$ 、 $b$ ，得到产品在要求的应力水平下的特征寿命；
- d) 计算形状参数  $m$  的加权平均值  $\bar{m}$ ；
- e) 根据需要，计算其他参数，如平均寿命、激活能、加速系数等。

## 5.3.4 加速寿命试验案例

加速寿命试验案例见附录 C。

## 5.4 现场可靠性数据评估

### 5.4.1 现场数据收集

#### 5.4.1.1 人员培训

数据采集前，应对负责数据收集的人员和记录人员进行培训或工作交底，说明记录要点和记录者应提供准确可靠数据的职责。

#### 5.4.1.2 数据收集方法及要求

评估数据可由生产方派人进行现场跟踪调查或委托使用方提供仪表实际使用信息。数据的记录应从产品的投运开始，观察周期至少三个月。

#### 5.4.1.3 数据收集程序

按照 JB/T 50123—1999 确定的程序进行。按照附录 D 可靠性数据收集记录表、分析表、调查表要求，编制信息收集表。

### 5.4.2 现场故障判据及加权系数

现场故障判据及加权系数如下：

- a) 由于被考核仪表的原因致使过程控制系统发生故障， $K=1$ ；
- b) 仪表工作不正常，作简易调整即可恢复，每调整一次， $K=0.2$ （工艺上规定的正常维修、调零位和量程除外）；
- c) 指示表失灵但未给控制系统造成影响时， $K=0.2$ 。

### 5.4.3 评估方法

可采用点估计或区间估计法进行评估。

## 附录 A

(资料性附录)

### 监测参数、试验线路连接图、数据记录表格和故障判据

#### A.1 概述

本附录给出了部分单元组合仪表的监测参数、试验线路连接图、数据记录表格和故障判据，供参考。包括变送单元类、转换单元类、计算单元类、给定单元类、调节单元类和辅助单元类。

#### A.2 变送单元类

A.2.1 监测参数：基本误差、回差。

A.2.2 试验线路连接图：如图 A.1 所示。

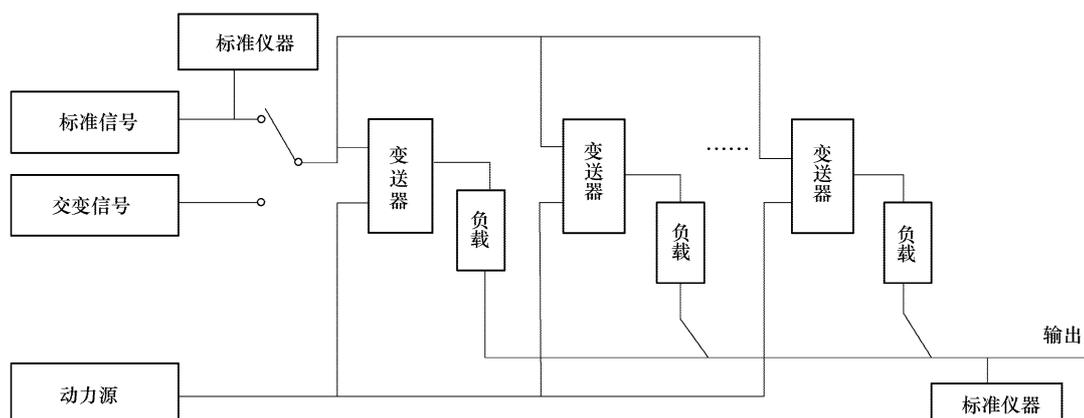


图 A.1 变送单元类仪表试验线路连接图

A.2.3 数据记录表格：见表 A.1。

表 A.1 变送单元类仪表可靠性试验数据记录表

试验日期： 年 月 日 时		环境温度： °C		相对湿度： %		电源： 气源： V kPa		测试员：			
序号	行程	输入					基本误差		回差		备注
		0%	25%	50%	75%	100%	最大值	变化量	最大值	变化量	
		输出					%	%	%	%	
1	上										
	下										
2	上										
	下										
...											
20	上										
	下										

A.2.4 判据故障:

- a) 表 2 中的全部内容;
- b) 在试验结束后的出厂试验项目中, 除表 2 规定的项目外, 其余各项目超过产品标准规定值: 在 50%以内 (含 50%) 时,  $K=0.5$ ; 在 50%以上时,  $K=1.0$ 。

A.3 转换单元类

- A.3.1 监测参数: 基本误差、回差。
- A.3.2 试验线路连接图: 如图 A.1 所示。
- A.3.3 数据记录表格: 见表 A.1。
- A.3.4 故障判据: 按 A.1.4 的规定。

A.4 计算单元类

- A.4.1 监测参数: 基本误差、回差。
- A.4.2 试验线路连接图: 如图 A.1 所示, 如有多通道输入, 则加上相应的输入信号。
- A.4.3 数据记录表格: 见表 A.1。
- A.4.4 故障判据: 仪表动作不正常 (如输出出现正或负饱和),  $K=1$ ; 其余按 A.2.4 的规定。

A.5 给定单元类

注: 以恒流给定器为例。

- A.5.1 监测参数: 恒流性能、长期运行稳定性。
- A.5.2 试验线路连接图: 如图 A.2 所示。

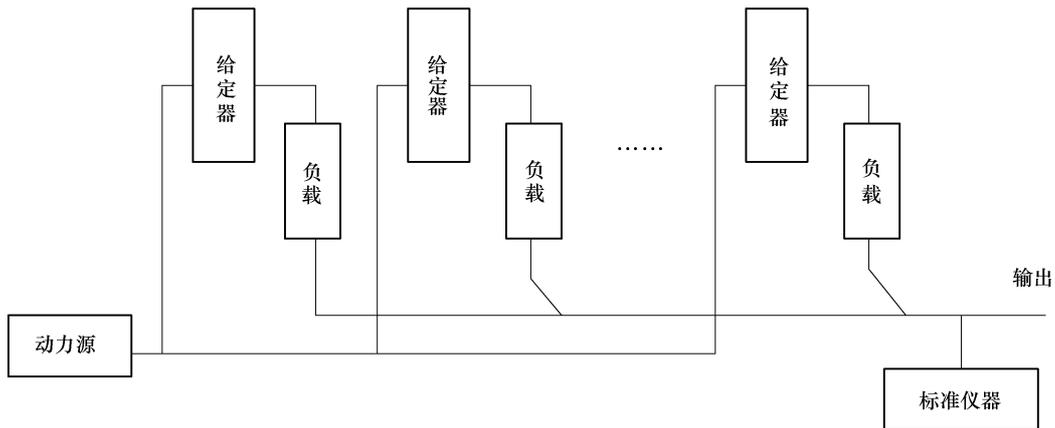


图 A.2 恒流给定器试验线路连接图

- A.5.3 数据记录表格: 见表 A.2。
- A.5.4 故障判据: 按 A.2.4 的规定。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/796012154112010212>