



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 16656.51—2010/ISO 10303-51:2005

---

## 工业自动化系统与集成 产品数据表达与交换 第 51 部分：集成通用资源： 数学表达

Industrial automation systems and integration—  
Product data representation and exchange—  
Part 51: Integrated generic resource: Mathematical representation

(ISO 10303-51:2005, IDT)

2011-01-14 发布

2011-05-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

前言 .....	III
引言 .....	V
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	2
3 术语、定义和缩略语 .....	2
3.1 ISO 10303-1 定义的术语 .....	2
3.2 其他术语和定义 .....	2
3.3 缩略语 .....	3
4 数学相关环境模式 .....	3
4.1 概述 .....	3
4.2 基本概念和假设 .....	4
4.3 mathematical_context_schema 的类型定义 .....	4
4.4 mathematical_context_schema 实体定义 .....	5
5 分布模式的数学描述 .....	8
5.1 概述 .....	9
5.2 基本概念和假设 .....	9
5.3 mathematical_description_of_distribution_schema 类型定义 .....	10
5.4 mathematical_description_of_distribution_schema 实体定义 .....	10
附录 A (规范性附录) 实体短名 .....	14
附录 B (规范性附录) 信息对象注册 .....	15
附录 C (资料性附录) 计算机可解释的列表 .....	16
附录 D (资料性附录) EXPRESS-G 图 .....	17

## 前 言

GB/T 16656《工业自动化系统与集成 产品数据表达与交换》是一项由多个部分组成的标准,各部分单独出版。GB/T 16656 的所属各部分又组成多个子系列,即:

- 第 1 部分至第 19 部分规定了描述方法;
- 第 20 部分至第 29 部分规定了实现方法;
- 第 30 部分至第 39 部分规定了一致性测试方法与框架;
- 第 40 部分至第 59 部分规定了集成通用资源;
- 第 100 部分至第 199 部分规定了集成应用资源;
- 第 200 部分至第 299 部分规定了应用协议;
- 第 300 部分至第 399 部分规定了抽象测试套件;
- 第 400 部分至第 499 部分规定了应用模块;
- 第 500 部分至第 599 部分规定了应用解释构造;
- 第 1000 部分至第 1999 部分规定了应用模块。

GB/T 16656《工业自动化系统与集成 产品数据表达与交换》现已发布和即将发布的包括以下部分:

- 第 1 部分:概述与基本原理;
- 第 11 部分:描述方法:EXPRESS 语言参考手册;
- 第 21 部分:实现方法:交换文件结构的纯正文编码;
- 第 28 部分:实现方法:EXPRESS 模式与数据的 XML 表达(使用 XML 模式);
- 第 31 部分:一致性测试方法论与框架:基本概念;
- 第 32 部分:一致性测试方法论与框架:对测试实验室与客户的要求;
- 第 34 部分:一致性测试方法论与框架:应用协议实现的抽象测试方法;
- 第 41 部分:集成通用资源:产品描述与支持原理;
- 第 42 部分:集成通用资源:几何与拓扑表达;
- 第 43 部分:集成通用资源:表达结构;
- 第 44 部分:集成通用资源:产品结构配置;
- 第 45 部分:集成通用资源:材料;
- 第 46 部分:集成通用资源:可视化显示;
- 第 47 部分:集成通用资源:形状变化公差;
- 第 49 部分:集成通用资源:工艺过程结构和特性;
- 第 51 部分:集成通用资源:数学表达;
- 第 54 部分:集成通用资源:分类和集合论;
- 第 55 部分:集成通用资源:过程与混合表达;
- 第 56 部分:集成通用资源:状态;
- 第 101 部分:集成应用资源:绘图;
- 第 105 部分:集成应用资源:运动学;
- 第 201 部分:应用协议:显式绘图;
- 第 202 部分:应用协议:相关绘图;
- 第 203 部分:应用协议:配置控制设计;

- 第 238 部分:应用协议:计算机数值控制器用的应用解释模型;
- 第 501 部分:应用解释构造:基于边的线框;
- 第 502 部分:应用解释构造:基于壳的线框;
- 第 503 部分:应用解释构造:几何有界二维线框;
- 第 504 部分:应用解释构造:绘图注释;
- 第 505 部分:应用解释构造:图样结构与管理;
- 第 506 部分:应用解释构造:绘图元素;
- 第 507 部分:应用解释构造:几何有界曲面;
- 第 508 部分:应用解释构造:非流形曲面;
- 第 509 部分:应用解释构造:流形曲面;
- 第 513 部分:应用解释构造:基本边界表达;
- 第 520 部分:应用解释构造:相关绘图元素;
- 第 1001 部分:应用模块:外观赋值;
- 第 1002 部分:应用模块:颜色;
- 第 1003 部分:应用模块:曲线外观;
- 第 1004 部分:应用模块:基本几何形状;
- 第 1005 部分:应用模块:基本拓扑;
- 第 1006 部分:应用模块:基础表达;
- 第 1007 部分:应用模块:通用曲面外观;
- 第 1008 部分:应用模块:层赋值;
- 第 1009 部分:应用模块:形状外观和层。

本部分为 GB/T 16656 的第 51 部分。

本部分等同采用 ISO 10303-51:2005《工业自动化系统与集成 产品数据表达与交换 第 51 部分:集成通用资源:数学表达》(英文版),其技术内容和结构与 ISO 10303-51:2005 保持一致,为便于使用,做了如下编辑性修改:

- a) 删去了 ISO 前言;
- b) 对于带下划线的用于 EXPRESS 语言描述的各黑体英文实体名、属性名和函数名等,为了维护其英文原意,在本部分中,都使用其英文原名,仅当其作为标题时,我们在该英文名前增加了其归属的类型说明。

本部分的附录 A、附录 B 为规范性附录;附录 C、附录 D 为资料性附录。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国自动化系统与集成标准化技术委员会(SAC/TC 159)归口。

本部分主要起草单位:中国标准化研究院。

本部分主要起草人:洪岩、刘守华、王志强、杨青海、李文武。

## 引 言

GB/T 16656(ISO 10303)是一个计算机可解释的用于产品信息表达和产品数据交换的技术标准。其目的是对产品全生命周期提供一种独立于任何特定系统、能够描述产品数据的中性机制。其描述功能不仅适合于中性文件的交换,而且也是实现和共享产品数据库及存档的基础。

GB/T 16656 由一系列部分组成,每个部分单独发布。GB/T 16656 的各个部分都分属以下系列之一:描述方法、集成资源、应用解释构造、应用协议、抽象测试套件、实现方法及一致性测试。在 ISO 10303-1 中对上述类别进行了说明。GB/T 16656 的本部分(即第 51 部分)属于集成通用资源类。

本部分由以下方面组成:

——mathematical\_context\_schema;

——mathematical\_description\_of\_distribution\_schema。

本部分规定的应用资源用于表达描述或识别产品、状态和活动的数值、空间和函数。

数值可以标识产品、产品特征、状态和活动。

示例 1:测试装置 my\_test\_rig 中 P 点的温度传感器用整数值 27 标识。

数值可以描述物理量值。

示例 2:测试装置 my\_test\_rig 在 S 状态下,位于 P 点的温度用实数 45.3 和摄氏标量(°C)表示。

数学空间可以为产品、产品特征、状态和活动的集合或空间提供标识模式或参数化。

示例 3:测试装置 my\_test\_rig 中的温度传感器集合中的成员用区间[1,200]的整数标识。

数学空间可以为物理量空间提供一个标识模式或参数化。

示例 4:在温度物理量空间里的值由大于-273.17 的集合中的实数集描述或标识。

数学函数可以描述产品、产品特征、状态或活动集合中与位置有关的特性变化。

示例 5:在 S 状态下,与测试装置 my\_test\_rig 中的传感器对应的温度变化由整数区间[1,200]到大于-273.17 的实数集的离散函数描述。这个函数理解成与温度传感器的特定参数和摄氏标尺有关。

本部分定义的模式与 GB/T 16656 集成资源定义的模式间的关系如图 1 所示,图 1 采用 ISO 10303-11 中定义的 EXPRESS-G 表示法进行描述。图 1 图示了引用模式包含的实体。

图 1 使用 EXPRESS-G 标记表示了本部分的模式与集成资源定义的模式间的关系。EXPRESS-G 在 ISO 10303-11:1994 的附录 D 中定义。

图 1 中的下列模式不在本部分中定义:

——ISO 10303-41 定义的 action\_schema;

——GB/T 17645.20 定义的 iso13584\_generic\_expressions\_schema;

——ISO 10303-50 定义的 mathematical\_functions\_schema;

——ISO 10303-41 定义的 measure\_schema;

——GB/T 16656.49 定义的 process\_property\_schema;

——ISO 10303-41 定义的 product\_definition\_schema;

——ISO 10303-41 定义的 product\_property\_definition\_schema;

——GB/T 16656.43 定义的 representation\_schema;

——ISO 10303-41 定义的 support\_resource\_schema。

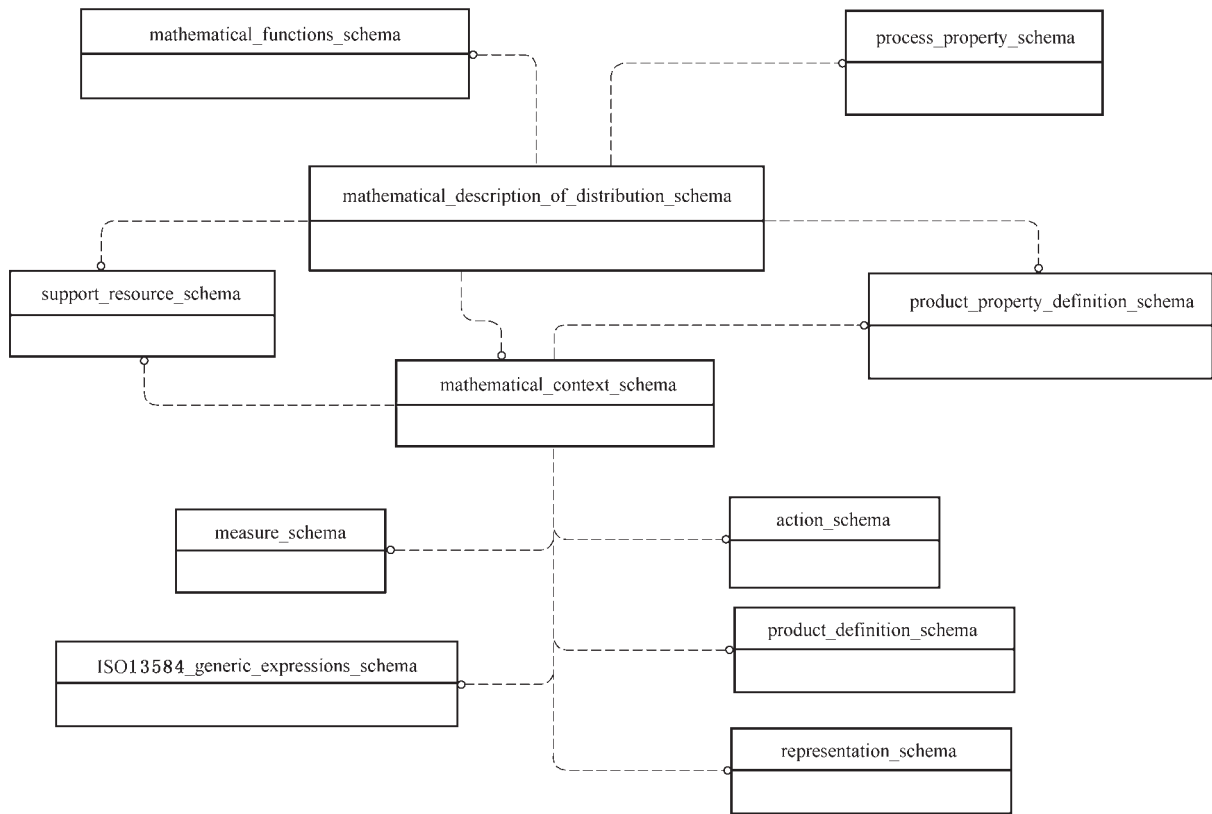


图 1 本部分中的模式与 GB/T 16656 集成架构之间的关系

# 工业自动化系统与集成

## 产品数据表达与交换

### 第 51 部分:集成通用资源:

#### 数学表达

## 1 范围

GB/T 16656 的本部分规定了数学表达的集成资源构造。

本部分适用于:

- 使用数值标识或描述产品、特征、状态、活动和特性;
- 使用数学空间作为产品、特征、状态、活动、特性集合或空间的标识模式;
- 使用数学函数描述产品、特征、状态和活动中的特征变化;
- 在产品体内的点集合的标识模式或参数化;

示例 1:XYZ 类型的物体内点的集合可由实三维空间内单位立方体参数化,单位立方体的各顶点坐标为(0,0,0)、(1,0,0)、(0,1,0)、(1,1,0)、(0,0,1)、(1,0,1)、(0,1,1)、(1,1,1)。

——XYZ 类型的物体具有一个便于映射的简单形状。更复杂的物体可分成几个部分以使每个部分映射到一个单位立方体或某个其他简单的数学空间。

——产品体内特征集合的标识模式或参数化;

示例 2:在“my duct”中的几何空间的体积是空气流过产品的量。在这个产品中有一组平面,每个平面都大致与气流方向正交。每个平面都可认为具有体积的特征。体积中的每个平面都有特性,例如平均压力,平均速度和平均温度。因此与平面集有关的平均压力(上述的)会有变化。

——在状态空间或活动中对状态的标识模式或参数化;

示例 3:“my duct”的递增序列中的状态集合是由单位实数区间[0.0,1.0]参数化的。

——产品本身的特征集合或者状态空间或活动中的状态集合的标识模式或参数化;

示例 4:管道中空间平面集合的参数化由示例 2 定义。递增序列中空间状态集合的参数化由示例 3 定义。

在启动序列中管道内存在平面的二维状态集合。这个二维空间可由单位正方形参数化,这个单位正方形的各顶点坐标是(0.0,0.0)、(1.0,0.0)、(1.0,1.0)、(0.0,1.0)。

——物理量空间中,与度量单元或度量单位、坐标系和编码方法有关的值的标识或值的描述;

示例 5:开氏温度标量的每个温度值由实数值表示或描述。

水的三相点温度值用开氏温度 273.16 标识或描述。

——使用数学函数对特性分布进行描述;

注 1:特性分布的描述依赖于:

- 1) 使用数学空间的产品、活动或两者的参数化值确定产品的位置或活动的状态;和
- 2) 物理量空间的标量使用数学空间中与度量单位、坐标系或编码方法相关的值的描述。

——用一个数学函数描述两个参数间的关系;

示例 6:零件 XYZ\_123 的顶面可由各顶点坐标为(0,0)、(1,0)、(0,1)、(1,1) 的单位正方形参数化,这个参数用于表面形状的 B\_spline 描述。零件 XYZ\_123 的顶面还可用“有限元网格”方式参数化。“有限元网格”方式可描述曲面压力的变化。定义在有限元网格上的数学函数给出了与单位正方形对应的每个点。

——用一个数学函数描述两个标量间的关系。

示例 7:华氏和摄氏是两种不同的温标,其数值由如下数学函数进行换算: $f(x) = \frac{100}{180 \times (x - 32)}$

本部分不适用于:

- 域的定义和特性分布范围;