



中华人民共和国国家标准

GB/T 19903.14—2019/ISO 14649-14:2013

自动化系统与集成 物理设备控制 计算机数值控制器用的数据模型 第 14 部分：电火花成形加工用工艺数据

Automation systems and integration—Physical device control—
Data model for computerized numerical controllers—
Part 14: Process data for sink electrical discharge machining (sink-EDM)

(ISO 14649-14:2013, IDT)

2019-08-30 发布

2020-03-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	Ⅲ
引言	Ⅳ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 电火花成形加工工艺数据	1
4.1 首部和引用	1
4.2 电火花成形的加工特征	2
4.3 电火花成形加工	3
附录 A (资料性附录) EXPRESS 列表	12
附录 B (资料性附录) EXPRESS-G	16
参考文献	24

前 言

GB/T 19903《自动化系统与集成 物理设备控制 计算机数值控制器用的数据模型》目前计划发布如下部分：

- 第 1 部分：概述和基本原理；
- 第 10 部分：通用工艺数据；
- 第 11 部分：铣削用工艺数据；
- 第 12 部分：车削用工艺数据；
- 第 13 部分：电火花线切割加工用工艺数据；
- 第 14 部分：电火花成形加工用工艺数据；
- 第 111 部分：铣床用刀具
- 第 121 部分：车床用刀具
- 第 201 部分：切削工艺机床数据

本部分为 GB/T 19903 的第 14 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用翻译法等同采用 ISO 14649-14:2013《自动化系统与集成 物理设备控制 计算机数值控制器用的数据模型 第 14 部分：电火花成形加工用工艺数据》。

与本部分中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

- GB/T 19903.10—2006 工业自动化系统与集成 计算机数值控制器用的数据模型 第 10 部分：通用工艺数据(ISO 16469-10:2004, IDT)

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。

本部分起草单位：国家机床质量监督检验中心、山东建筑大学、苏州电加工机床研究所有限公司、北京机械工业自动化研究所有限公司、北京航空航天大学、浙江宏恩智能装备技术有限公司、大连大森数控技术发展中心有限公司、江门市高成数控机械有限公司、浙江思纳克热流道科技有限公司。

本部分主要起草人：薛瑞娟、姬帅、黄祖广、吴强、黎晓东、陶飞、蒋峥、倪柏钢、徐宗华、邓文、金维新。

引 言

GB/T 19903.10 描述了数控机床加工通用工艺数据及其模式(schema)。该模式的主题(称为 machining_schema)是通常与不同工艺(例如,铣削、车削、电火花成形加工)有关的数据类型定义。该模式包括工件定义、特征目录(这些特征或许被几种工艺引用)、通用可执行文件和运算定义基础。模式中不包含引用自 ISO 10303 泛型资源的几何项和表达,也不包括 GB/T 19903 单独部分定义的工艺专用的定义。

GB/T 19903.10 并非独立标准,需要至少一项附加工艺专用部分(如,GB/T 19903.11,有关铣削)配合其执行。GB/T 19903 的本部分描述了电火花成形加工(sink-EDM),并定义了电火花成形加工工艺专用的数据类型。

GB/T 19903 的本部分主要给出了数据实体的定义和说明,电火花成形加工控制器需要这些数据实体提供控制数据信息。

这些数据实体的 EXPRESS 形式在附录 A 中再次给出,但无信息说明文本。

附录 B 提供了这些数据实体的另一种视角,以不同图形显示出不同要素的图形表达。这些图形信息丰富:这些图形的实体详细说明在相应文本定义中给出。

另外,模式使用类似于 ISO 10303.224 的加工特征。工艺数据描述采用 ISO 10303.11 定义的 EXPRESS 语言。数据编码使用 ISO 10303.21。

自动化系统与集成 物理设备控制

计算机数值控制器用的数据模型

第 14 部分：电火花成形加工用工艺数据

1 范围

GB/T 19903 的本部分详细说明了电火花成形加工用工艺数据所需的工艺专用数据元素。与 GB/T 19903.10 描述的通用工艺数据一起,该部分描述了用于电火花成形加工中计算机数字控制器以及编程系统(例如,CAM 系统或车间级编程系统)之间的接口。该部分可用于电火花成形加工机床的操作。

本部分的范围不包括其他工艺(例如,车削、磨削)的机床。其他工艺的机床在 GB/T 19903 的其他部分描述。

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。

ISO 14649-10 工业自动化系统与集成 物理设备控制 计算机数值控制器用的数据模型 第 10 部分:通用工艺数据 (Industrial automation systems and integration—Physical device control—Data model for computerized numerical controllers—Part 10: General process data)

3 术语和定义

ISO 14649-10 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

粗加工 roughing

用于达到蚀除材料的加工操作。

注 1: 粗加工的目的是在短时间内去除大量的材料,那么表面的质量通常不是非常重要。

注 2: 粗加工操作之后通常跟随精加工操作,参见精加工(3.2)。

3.2

精加工 finishing

用于达到特征要求公差的加工操作。

注: 精加工操作之前通常是粗加工(3.1),之后通常跟随表面光整(3.3)操作。

3.3

表面光整 surface finishing

用于达到要求的表面质量的加工操作。

注: 表面光整操作之前通常是精加工(3.2)操作。

4 电火花成形加工工艺数据

4.1 首部和引用(Header and references)

下列清单给出标题和这种模式内所引用的实体表。

```
SCHEMA sink_edm_schema;  
( *  
  Version 3 of Jan 13, 2002  
  Author: Gabor Erdos  
  Your email contact: Gabor Erdos <gabor.erdos@epfl.ch>  
  * )  
REFERENCE FROM machining_schema ( * ISO 14649-10 * )  
(  
  length_measure,  
  bounding_geometry_select,  
  machine_functions,  
  machining_operation,  
  machining_tool,  
  material,  
  property_parameter,  
  technology,  
  toleranced_length_measure,  
  machining_feature,  
  plane_angle_measure,  
  axis1_placement,  
  machining_strategy,  
  bounded_curve,  
  rot_speed_measure,  
  pressure_measure,  
  advanced_brep_shape_representation,  
  direction,  
  rot_direction,  
  radial_direction,  
  toolpath,  
  toolpath_type,  
  toolpath_speedprofile,  
  toolpath_list  
)
```

4.2 电火花成形的加工特征(Manufacturing features for sink-EDM)

4.2.1 概述

本条款定义的电火花成形加工特征是电火花加工工艺所特有的,这些特征没有在 ISO 14649-10 中定义。电火花成形加工特征的基类是在 ISO 14649-10 中定义的 machining_feature。

4.2.2 电火花成形加工的空间型腔(Sink-EDM volumetric pocket)

sink_edm_volumetric_pocket 描述了一种特定电火花成形加工的型腔特征。该特征在封闭空间内通过绕工具电极轴参考点旋转创建而成。工具电极外形轮廓定义了槽的最终形状。该封闭空间定义为

feature_boundary 绕轴旋转的特征。

ENTITY sink_edm_volumetric_pocket

SUBTYPE OF (machining_feature);

feature_boundary: bounded_curve;

axis: axis1_placement;

END_ENTITY;

feature_boundary: 定义旋转特征横切面。feature_boundary 位于特征 XZ 平面内 (见图 1)。

axis: 描述了旋转轴, 该轴位于特征的 XZ 平面内 (见图 1)

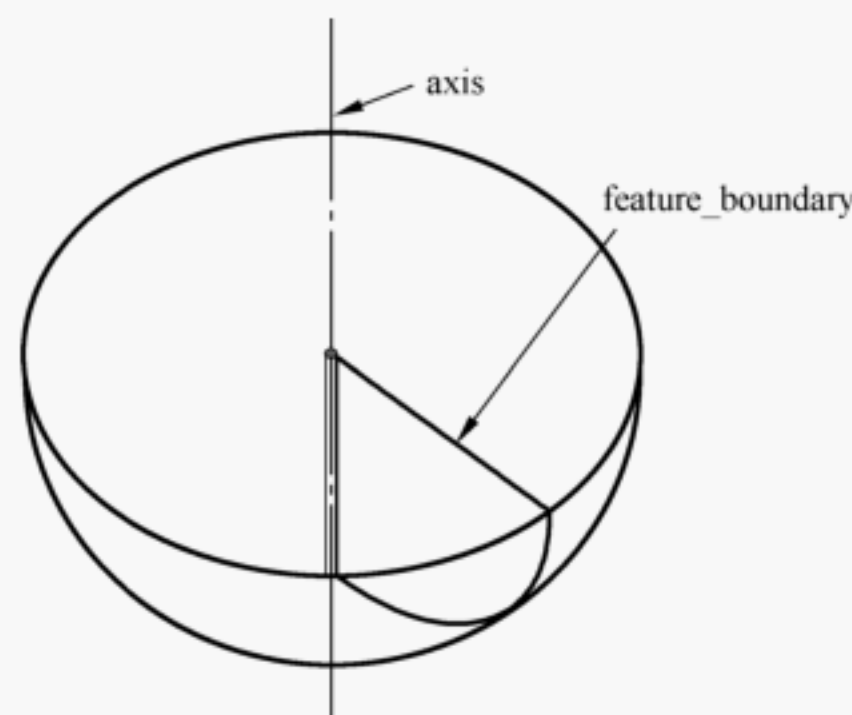


图 1 电火花成形加工的空间槽

4.3 电火花成形加工 (Machining operation for sink-EDM)

4.3.1 概述

本条介绍了电火花成形加工所需的所有加工操作和工艺相关数据。

4.3.2 电火花成形加工操作 (Sink-EDM machining operation)

sink_edm_machining_operation 类定义了工件上一个有限区域内的加工工艺, 也就是加工工步的内容。该实体继承自 ISO 14649-10 定义的 machining_workingstep 类。该类定义了电火花成形加工所需的附加信息, 是 ISO 14649-10 定义的实体 machining_operation 的子类型。

ENTITY sink_edm_machining_operation

SUBTYPE OF (machining_operation);

first_depth: OPTIONAL length_measure;

depth_of_step: OPTIONAL length_measure;

approach: OPTIONAL approach_retract_strategy;

retract: OPTIONAL approach_retract_strategy;

END_ENTITY;

first_depth: 如果成形要经过多步加工实现, 则该变量定义了第一步的加工深度。

depth_of_step: 每一步加工的深度 (重复该操作直至到达型腔的深度要求)

approach: 实现第一次加工的关于进给策略的可选信息。如果加工多层, 按照 first_depth 的说明, 该策略也将用来从当前层移动至下一层的起点。默认情况下, 由数控系统决定进给策略。如果加工起始点与上一道工序的加工终点重合, 可能就不需要有任何趋近运动。

Retract: 如果给出了 its_toolpath, 该属性可忽略。
最后加工完成后关于回退策略的可选信息。默认情况下, 由数控系统决定回退策略。如果加工终点与下一道工序的加工起点重合, 可能就不需要任何回退运动。如果给出了 its_toolpath, 该属性可忽略。

4.3.3 电火花成形加工工艺 (Sink-EDM technology)

该实体定义了电火花成形加工操作的工艺参数。它是 ISO 14649-10 定义的 technology 实体的子类型。由于工艺参数的数量跟机床有关, 因而该实体仅包括一个可包含任意数量属性参数的列表。

```
ENTITY sink_edm_technology
SUBTYPE OF (technology);
spindle; OPTIONAL rot_speed_measure;
sync_spindle_and_z_feed; BOOLEAN;
other_generator_parameters; SET [0:?] OF property_parameter;
END_ENTITY;
```

Spindle: 主轴转速。如 rot_speed_measure 的定义, 正值表示主轴绕 *c* 轴正向旋转, 即从刀架向工件方向看的逆时针旋转方向。注意, 电机通常是顺时针旋转, 因而该属性典型值为负值。

sync_spindle_and_z_feed: 若值为真, *Z* 向进给速率和主轴转速同步。该参数与 synchronized_feed 策略一起使用。

other_generator_parameters: 泛型生成器的其他参数集。

4.3.4 电火花成形加工功能 (Sink-EDM machining functions)

该实体描述了机床在一项操作的时间区间内应用不同功能 (如冷却) 的状态。这是 ISO 14649-10 中定义的 machine_functions 的子类型。

```
ENTITY sink_edm_machine_functions
SUBTYPE OF (machine_functions);
flush; BOOLEAN;
aspiration; BOOLEAN;
flush_pressure; OPTIONAL pressure_measure;
other_functions; SET [0:?] OF property_parameter;
END_ENTITY;
```

flush: 若值为真, 则激活冲洗, 从而清洁加工间隙中的“碎屑”和残片。

aspiration: 若值为真, 则激活抽气, 从而清洁加工间隙中的“碎屑”和残片。

flush_pressure: 可选的电介质液压力参数。

other_functions: 可选的其他泛型函数列表。

4.3.5 电火花成形加工策略 (Sink-EDM machining strategy)

4.3.5.1 概述

sink_edm_machining_strategy 类规定了执行该操作时使用的策略。若指定了该类, 它将修改最终的刀位轨迹补偿生成方法。该类是 ISO 14649-10 定义的 machining_strategy 实体的子类。


```

ENTITY sink_edm_machining_strategy
ABSTRACT SUPERTYPE OF (ONEOF (contour_parallel, along_vector, synchronized_feed))
SUBTYPE OF (machining_strategy);
END_ENTITY;

```

4.3.5.2 沿轮廓加工(Contour parallel machining)

沿特征轮廓的数条路径成形,该实体与 ISO 14649-11 定义的沿轮廓铣削策略类似。

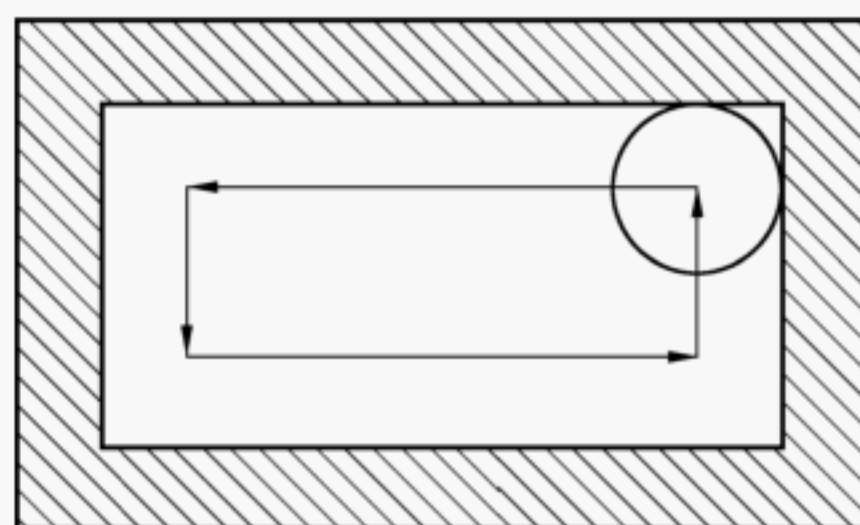


图 2 沿轮廓加工

```

ENTITY contour_parallel
SUBTYPE OF (sink_edm_machining_strategy);
rotation_direction: OPTIONAL rot_direction;
stepover_direction: OPTIONAL radial_direction;
END_ENTITY;

```

rotation_direction: 从特征顶部看螺旋线方向(顺时针或逆时针)。默认为逆时针方向。如果给定了 costummode 属性, costummode 属性的优先于此属性。

stepover_direction: 如果该属性是 outside_in, 电火花成形加工将从外轮廓开始向中心进给, 该模式为默认模式。否则, 将从中心开始向外轮廓进给。

4.3.5.3 沿矢量加工(Along vector machining)

沿指定矢量的方向成形。这是典型的扩大空间尺寸的策略, 该策略通过沿指定矢量移动工具电极实现成形(见图 3)。

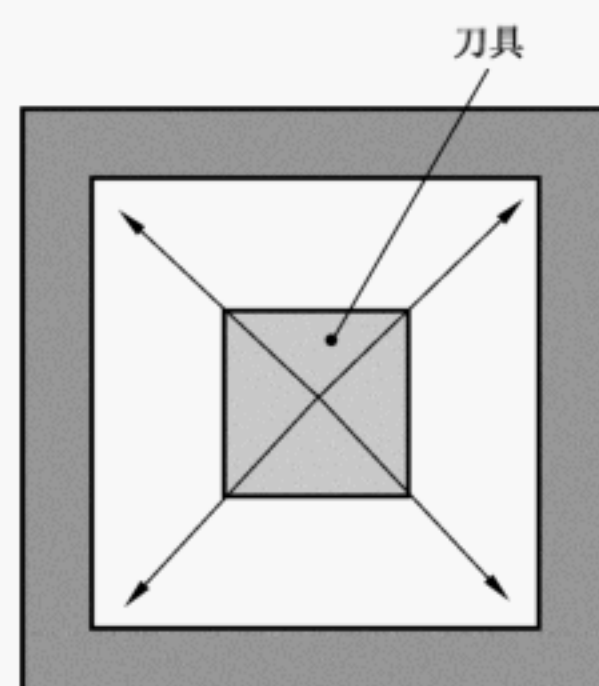


图 3 沿矢量策略

ENTITY along_vector

SUBTYPE OF(sink_edm_machining_strategy);

corner_vectors: LIST [0:?] OF direction;

END_ENTITY;

corner_vectors: 定义工具电极移动方向。起点是由 machining_operation 实体的 cut_start_point 属性定义的。

4.3.5.4 同步进给(Synchronized feed)

synchronized_feed 策略说明了工具电极进入材料时该如何旋转。轴的旋转量定义为绕特征坐标系中 z 轴的旋转。角度值从同一坐标系的 x 轴计算得出。

ENTITY synchronized_feed

SUBTYPE OF(sink_edm_machining_strategy);

spindle_rotation_amount: plane_angle_measure;

END_ENTITY;

spindle_rotation_amount: 定义主轴的旋转量。

4.3.6 电火花成形加工电极(Sink-EDM tool)

该类描述了电火花成形加工所用工具电极的属性。是 ISO 14649-10 定义的 machining_tool 实体的子类型。

ENTITY sink_edm_tool

SUBTYPE OF (machining_tool);

coolant_through_tool: OPTIONAL BOOLEAN;

pilot_length: OPTIONAL length_measure;

its_geometry: OPTIONAL advanced_brep_shape_representation;

its_bounding_geometry: OPTIONAL bounding_geometry_select;

its_material: OPTIONAL material;

other_parameters: SET [0:?] OF property_parameter;

END_ENTITY;

coolant_through_tool: 工具电极是否具有内冷却能力? (有效值: Yes, No), (ISO/TS 13399-3:2007, Table 2)。

pilot_length: 从工具电极到成形区域开始处的距离。

its_geometry: 根据 ISO 10303-514 对工具电极几何特征进行准确的描述。

its_bounding_geometry: 藉由此属性,工具电极边界的几何形状可被定义为箱体、圆柱体或者是根据 advanced_brep_shape_representation 实体(ISO 10303-203、ISO 10303-514)定义的几何体。

its_material: 该属性定义了工具电极材料。该数据应该被用于决定制造工艺的工艺过程参数。

other_parameters: 可选的泛型参数集。

4.3.7 切入和切出策略(Approach retract strategy)

4.3.7.1 概述

切入和切出策略的基类。无论是否在数控系统决定的操作中有明确说明,所有的切入和切出策略都是相对于加工过程的起点/终点定义的。由此产生的进给起点和回退终点被定义为当前加工过程的起点和终点。切入和切出路径上的进给速率分别对应加工起点或终点指定的进给率。

ENTITY approach_retract_strategy

ABSTRACT SUPERTYPE OF (ONEOF (plunge_strategy, air_strategy, along_path));

tool_orientation: OPTIONAL direction;

END_ENTITY;

tool_orientation: 仅用于具有五轴定位能力的机床。分别规定了进给或回退运动所对应的起点和终点的工具电极姿态。

4.3.7.2 切入策略(Plunge strategy)

4.3.7.2.1 概述

包含材料去除在内的所有进给运动的基类。这是型腔加工的典型用例,为了创建进给路径,进给至第一加工层或在加工层之间的深度需要去除的材料。所有进给运动应保证在特征的边界内产生。对于当前操作有效的所有进给运动都是从回退平面开始。当进给路径切线方向与后续加工运动方向一致时,这些运动将在加工操作的起始点结束。

ENTITY plunge_strategy

ABSTRACT SUPERTYPE OF (ONEOF (plunge_toolaxis, plunge_ramp, plunge_helix, plunge_zigzag)) SUBTYPE OF (approach_retract_strategy);

END_ENTITY;

4.3.7.2.2 工具电极轴向切入(Plunge tool axis)

沿工具电极轴方向切入(见图 4)。

如果工具电极自身不能加工至指定层,则需要使用另外的工具电极进行继续加工。由于每项加工只能使用一个工具电极,因此需要定义前述的 drilling_type_operation。这种情况下,不需要为 milling_type_operation 给出进给策略,而且应使 milling_type_operation 和 drilling_type_operation 的 cut_start_point 一致。

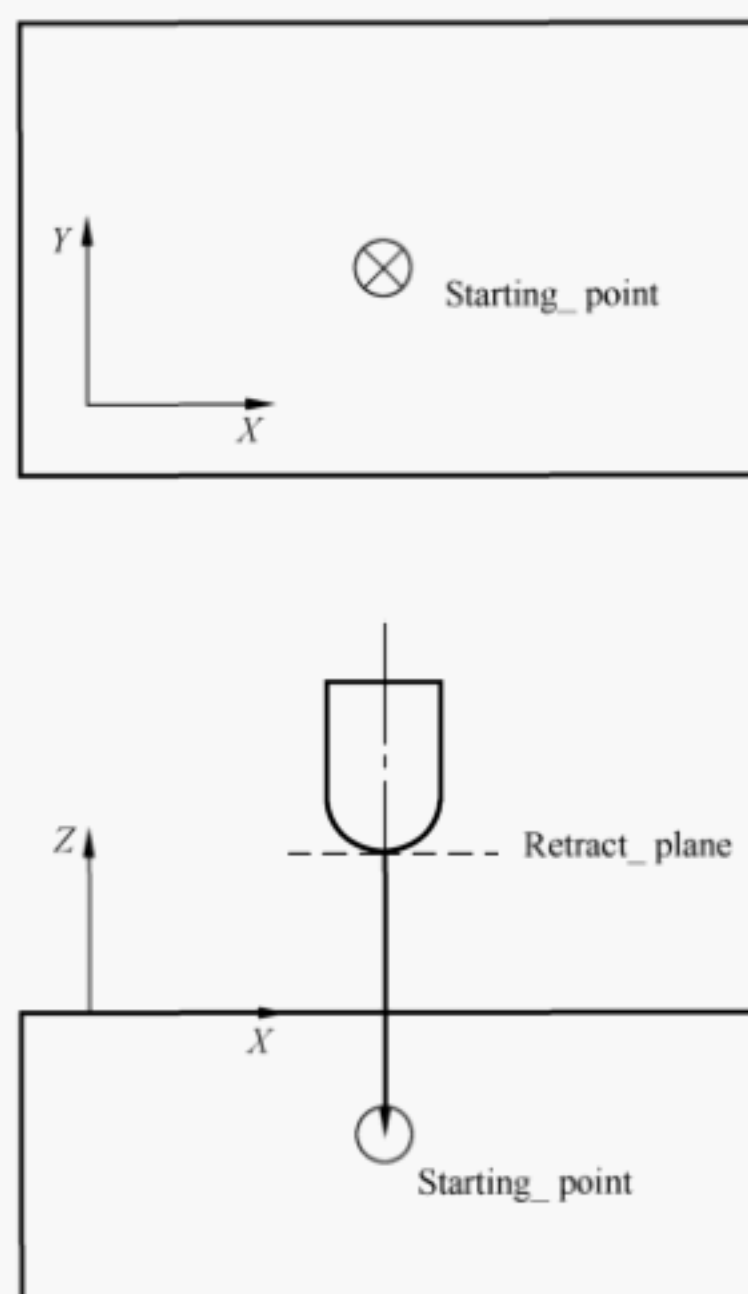


图 4 沿工具电极轴进给

```
ENTITY plunge_toolaxis
  SUBTYPE OF (plunge_strategy);
  END_ENTITY;
```

4.3.7.2.3 斜向切入 (Plunge ramp)

沿与特征表面成一定角度的线性路径切入(见图 5)。

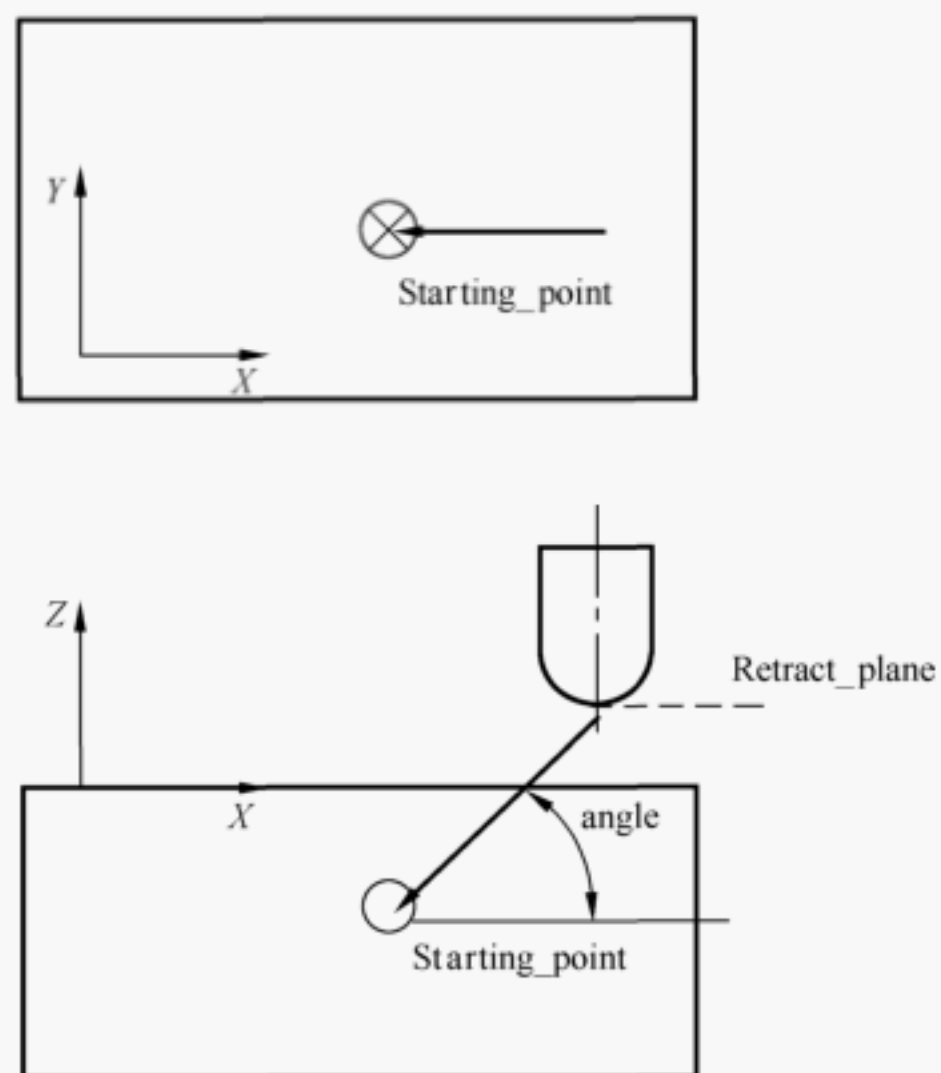


图 5 斜向进给

```
ENTITY plunge_ramp
```

SUBTYPE OF (plunge_strategy);

angle: plane_angle_measure;

END_ENTITY;

angle: 相对于进给终点表面的斜向运动角度。注意起止点可从本条款的相关规定中计算得到。

4.3.7.2.4 螺旋线切入(Plunge Helix)

沿螺旋线切入。通过指定螺旋线的半径和角度来定义该路径。可以通过将角度设为零来定义圆周进给。

ENTITY plunge_helix

SUBTYPE OF (plunge_strategy);

radius: length_measure;

angle: plane_angle_measure;

END_ENTITY;

radius: 螺旋线运动的半径。

angle: 相对于进给终点表面的螺旋运动的角度。注意起止点可从本条款的相关规定中计算得到。

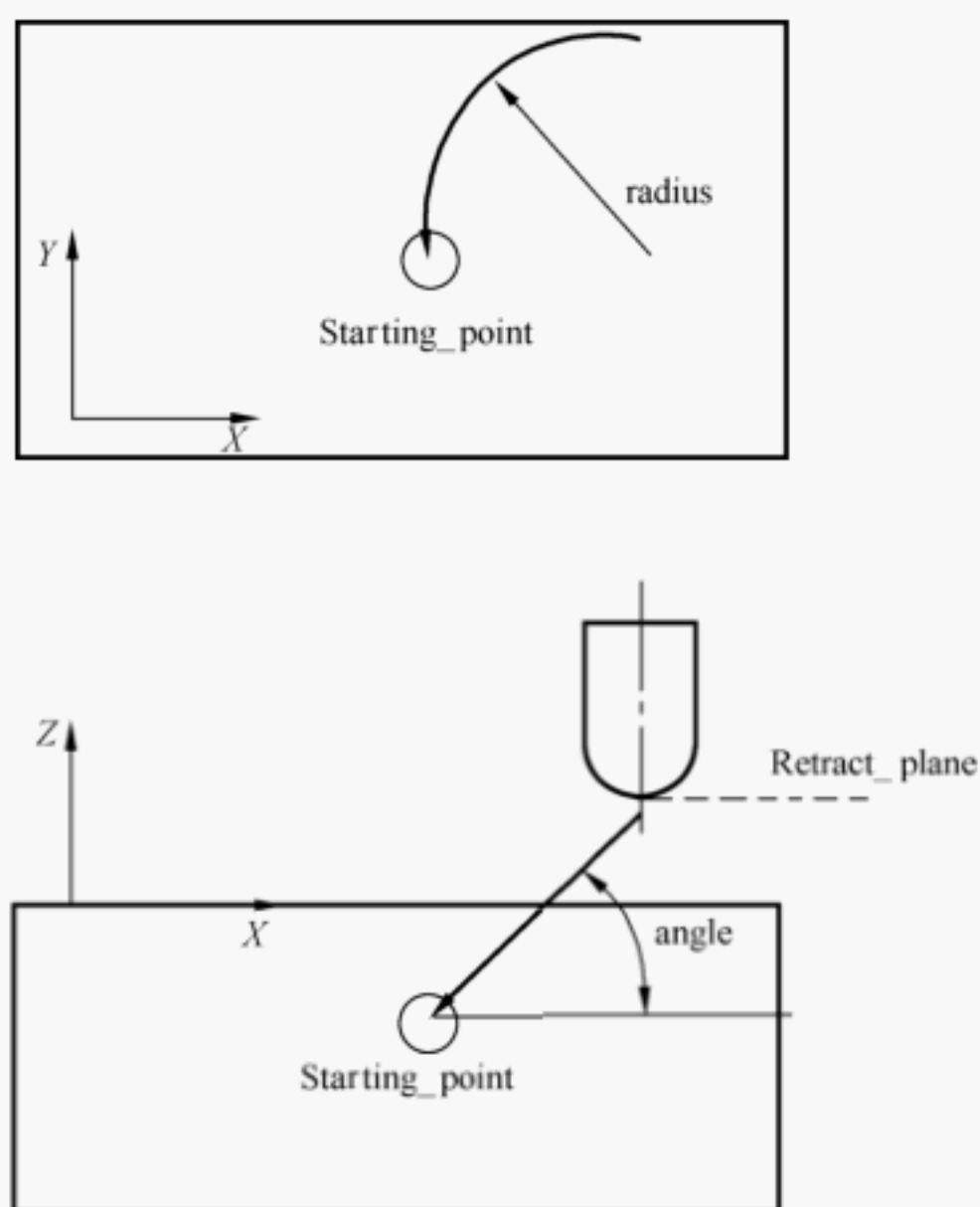


图6 螺旋线进给

4.3.7.2.5 锯齿形切入(Plunge zigzag)

锯齿形切入运动。与斜向进给相似,除非工具电极接触到了特征边界或者路径长度超过锯齿形的指定宽度,才改变进给方向。

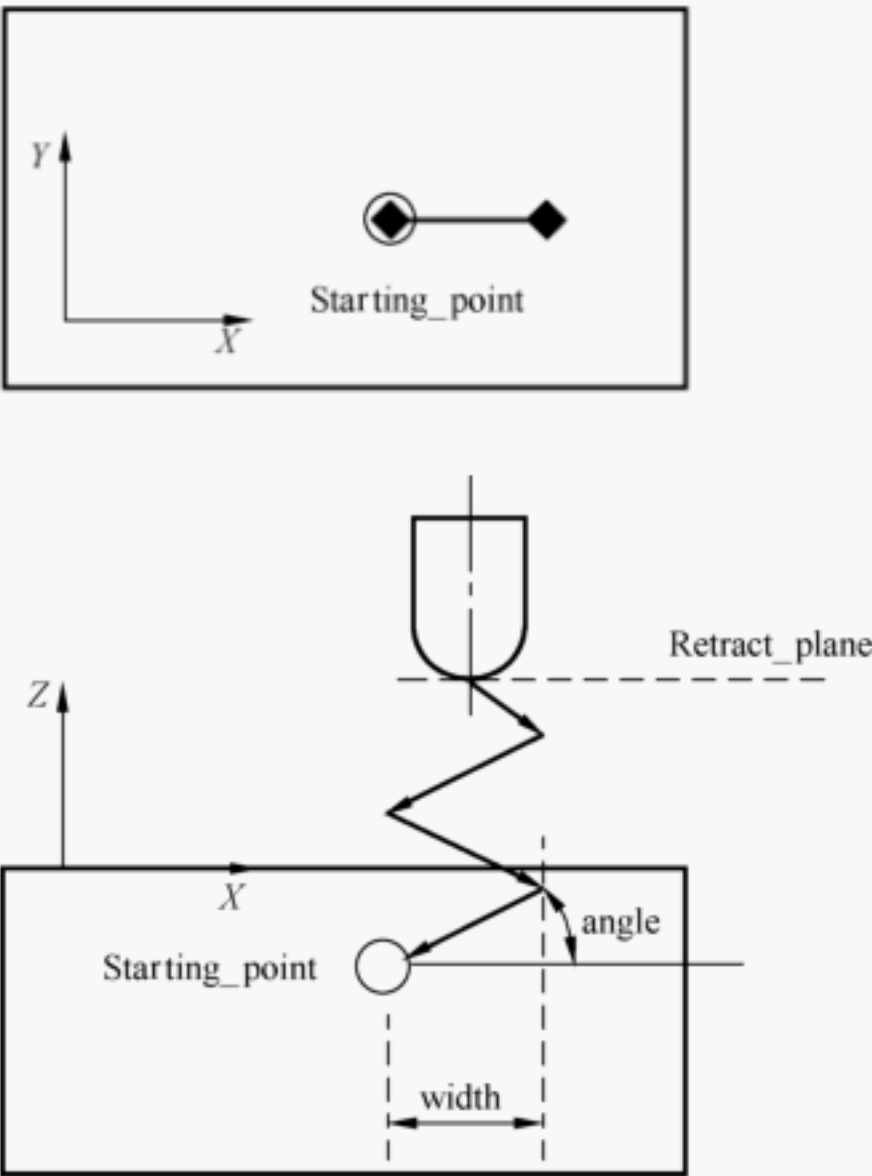


图 7 锯齿形进给

ENTITY plunge_zigzag
SUBTYPE OF (plunge_strategy);
angle: plane_angle_measure;
width: length_measure;
END_ENTITY;

angle: 相对于进给终点表面的运动角度。注意起止点可从本条款的相关规定中计算得到。

width: 垂直于进给方向的锯齿形路径宽度。

4.3.7.3 空载运行策略(Air strategy)

4.3.7.3.1 概述

这是所有空载切入和切出运动的基类。与 plunge_strategy 类型不同,这些运动不限于特征的内部。所有这些运动应该发生在一个平面内,该平面由已加工特征的法线和相关加工运动所对应的起点或终点的切割路径的切线决定。如果起点或终点位于两个平面的交线上,正如 bottom_and_side_milling 的情况,平面的法向可认为是两个法线的中间方向。

注意侧面加工操作,例如轮廓加工的侧面加工,其最终运动将位于机床坐标系的 XY 平面内。

ENTITY air_strategy
ABSTRACT SUPERTYPE OF (ONEOF (ap_retract_angle, ap_retract_tangent))
SUBTYPE OF (approach_retract_strategy);
END_ENTITY;

4.3.7.3.2 沿角度切入切出(Approach retract angle)

运动向起点或者从终点按照一定的角度向表面行进。对于平面加工,为实现从工件外部直接进入材料,该角度可设置为零。

ENTITY ap_retract_angle

```

SUBTYPE OF (air_strategy);
angle: plane_angle_measure;
travel_length: length_measure;
END_ENTITY;

```

angle: 相对于回退终点表面的进给角度,或相对于上升起点表面的回退角度。

travel_length: 斜向进给长度。到达 travel_length 后,工具电极将沿最短连线继续行进至回退平面,反之亦然。

4.3.7.3.3 沿切线切入切出(Approach retract tangent)

沿曲线朝向起点或者离开终点运动。该运动在当前操作的有效回退平面内启动或结束。若该运动的规定半径小于当前操作里 retract_plane 属性中规定的到回退平面的距离,剩下的路径将沿垂直于回退平面的直线运动。

```

ENTITY ap_retract_tangent
SUBTYPE OF (air_strategy);
radius: length_measure;
END_ENTITY;

```

radius: 进给或回退运动的半径。

4.3.7.4 沿路径切入切出(Along path)

沿一般路径的进给或回退运动。该实体应在进给过程中需要完全控制工具电极姿态或者有其他特殊目的时使用。

```

ENTITY along_path
SUBTYPE OF (approach_retract_strategy);
path: toolpath_list;
END_ENTITY;

```

path: 进给或回退运动的一般轨迹参数。注意该路径是在特定坐标系中规定的。其原点是加工操作的起点或终点,坐标轴和特征的本地坐标系一样定向。

附 录 A
(资料性附录)
EXPRESS 列表

下列 EXPRESS 是本部分整体模式。

SCHEMA sink_edm_schema;

(*

Version 3 of Jan 13, 2002

Author: Gabor Erdos

Your email contact: Gabor Erdos <gabor.erdos@epfl.ch>

*)

REFERENCE FROM machining_schema (* ISO 14649-10 *)

(

length_measure,

bounding_geometry_select,

machine_functions,

machining_operation,

machining_tool,

material,

property_parameter,

technology,

toleranced_length_measure,

machining_feature,

plane_angle_measure,

axis1_placement,

machining_strategy,

bounded_curve,

rot_speed_measure,

pressure_measure,

advanced_brep_shape_representation,

direction,

rot_direction,

radial_direction,

toolpath,

toolpath_type,

toolpath_speedprofile,

toolpath_list

);

(* ***** *)

(* sink-EDM volumetric pocket feature *)

(* ***** *)

ENTITY sink_edm_volumetric_pocket


```

SUBTYPE OF (machining_feature);
feature_boundary: bounded_curve;
axis: axis1_placement;
END_ENTITY;
( * ***** *)
( * sink-EDM operation *)
( * ***** *)
ENTITY sink_edm_machining_operation
SUBTYPE OF (machining_operation);
first_depth: OPTIONAL length_measure;
depth_of_step: OPTIONAL length_measure;
approach: OPTIONAL approach_retract_strategy;
retract: OPTIONAL approach_retract_strategy;
END_ENTITY;
( * ***** *)
( * sink-EDM technology *)
( * ***** *)
ENTITY sink_edm_technology
SUBTYPE OF (technology);
spindle: OPTIONAL rot_speed_measure;
sync_spindle_and_z_feed: BOOLEAN;
other_generator_parameters: SET [0:?] OF property_parameter;
END_ENTITY;
( * ***** *)
( * sink-EDM machine functions *)
( * ***** *)
ENTITY sink_edm_machine_functions
SUBTYPE OF (machine_functions);
flush: BOOLEAN;
aspiration: BOOLEAN;
flush_pressure: OPTIONAL pressure_measure;
other_functions: SET [0:?] OF property_parameter;
END_ENTITY;
( * ***** *)
( * sink-EDM tool *)
( * ***** *)
ENTITY sink_edm_tool
SUBTYPE OF (machining_tool);
coolant_through_tool: OPTIONAL BOOLEAN;
pilot_length: OPTIONAL length_measure;
its_geometry: OPTIONAL advanced_brep_shape_representation;
its_bounding_geometry: OPTIONAL bounding_geometry_select;
its_material: OPTIONAL material;

```

```

other_parameters: SET [0:?] OF property_parameter;
END_ENTITY;
( * ***** * )
( * sink-EDM Machining strategy * )
( * ***** * )
ENTITY sink_edm_machining_strategy
ABSTRACT SUPERTYPE OF (ONEOF (contour_parallel, along_vector))
SUBTYPE OF (machining_strategy);
END_ENTITY;
ENTITY contour_parallel
SUBTYPE OF (sink_edm_machining_strategy);
rotation_direction: OPTIONAL rot_direction;
stepover_direction: OPTIONAL radial_direction;
END_ENTITY;
ENTITY along_vector
SUBTYPE OF (sink_edm_machining_strategy);
corner_vectors: LIST [0:?] OF direction;
END_ENTITY;
( * ***** * )
( * approach retract strategy * )
( * ***** * )
ENTITY approach_retract_strategy
ABSTRACT SUPERTYPE OF (ONEOF (plunge_strategy, air_strategy, along_path));
tool_orientation: OPTIONAL direction;
END_ENTITY;
ENTITY plunge_strategy
ABSTRACT SUPERTYPE OF (ONEOF (plunge_toolaxis, plunge_ramp, plunge_helix, plunge_
zigzag))
SUBTYPE OF (approach_retract_strategy);
END_ENTITY;
ENTITY plunge_toolaxis
SUBTYPE OF (plunge_strategy);
END_ENTITY;
ENTITY plunge_ramp
SUBTYPE OF (plunge_strategy);
angle: plane_angle_measure;
END_ENTITY;
ENTITY plunge_helix
SUBTYPE OF (plunge_strategy);
radius: length_measure;
angle: plane_angle_measure;
END_ENTITY;
ENTITY plunge_zigzag

```

```
SUBTYPE OF (plunge_strategy);  
angle: plane_angle_measure;  
width: length_measure;  
END_ENTITY;  
ENTITY air_strategy  
ABSTRACT SUPERTYPE OF (ONEOF (ap_retract_angle, ap_retract_tangent))  
SUBTYPE OF (approach_retract_strategy);  
END_ENTITY;  
ENTITY ap_retract_angle  
SUBTYPE OF (air_strategy);  
angle: plane_angle_measure;  
travel_length: length_measure;  
END_ENTITY;  
ENTITY ap_retract_tangent  
SUBTYPE OF (air_strategy);  
radius: length_measure;  
END_ENTITY;  
ENTITY along_path  
SUBTYPE OF (approach_retract_strategy);  
path: toolpath_list;  
END_ENTITY;  
END_SCHEMA; ( * sink_edm_schema * )
```


附 录 B
(资料性附录)
EXPRESS-G

本附录特征显示了不同元素的图形化表达：

- 图 B.1 所示为电火花成形加工的工具电极定义；
- 图 B.2 所示为电火花成形加工的机械功能；
- 图 B.3 所示为电火花成形加工的操作；
- 图 B.4 所示为技术与策略定义；
- 图 B.5 所示为容量腔与下沉策略定义；
- 图 B.6 所示为进给-回缩与空气策略；
- 图 B.7 所示为加工策略与下沉之字线；
- 图 B.8 所示为下沉螺旋与回缩切线定义；
- 图 B.9 所示为回缩角度与下沉斜线；
- 图 B.10 所示为环切与沿路径定义；
- 图 B.11 所示为沿向量与同步进给定义。

这些图仅为资料性的，图中条目的详细说明在第 4 章相应文本定义中给出。

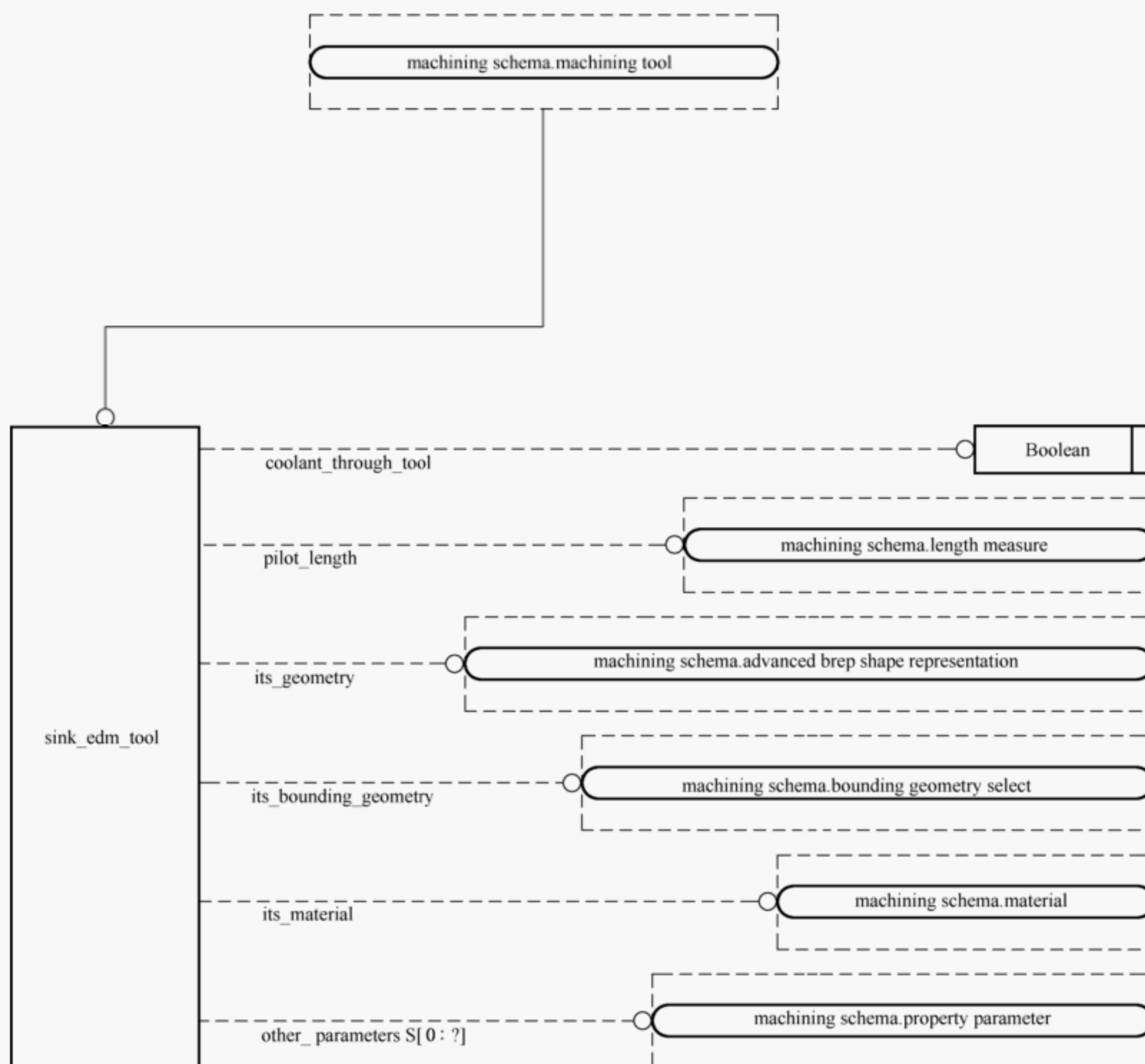


图 B.1 Express-G 图 1

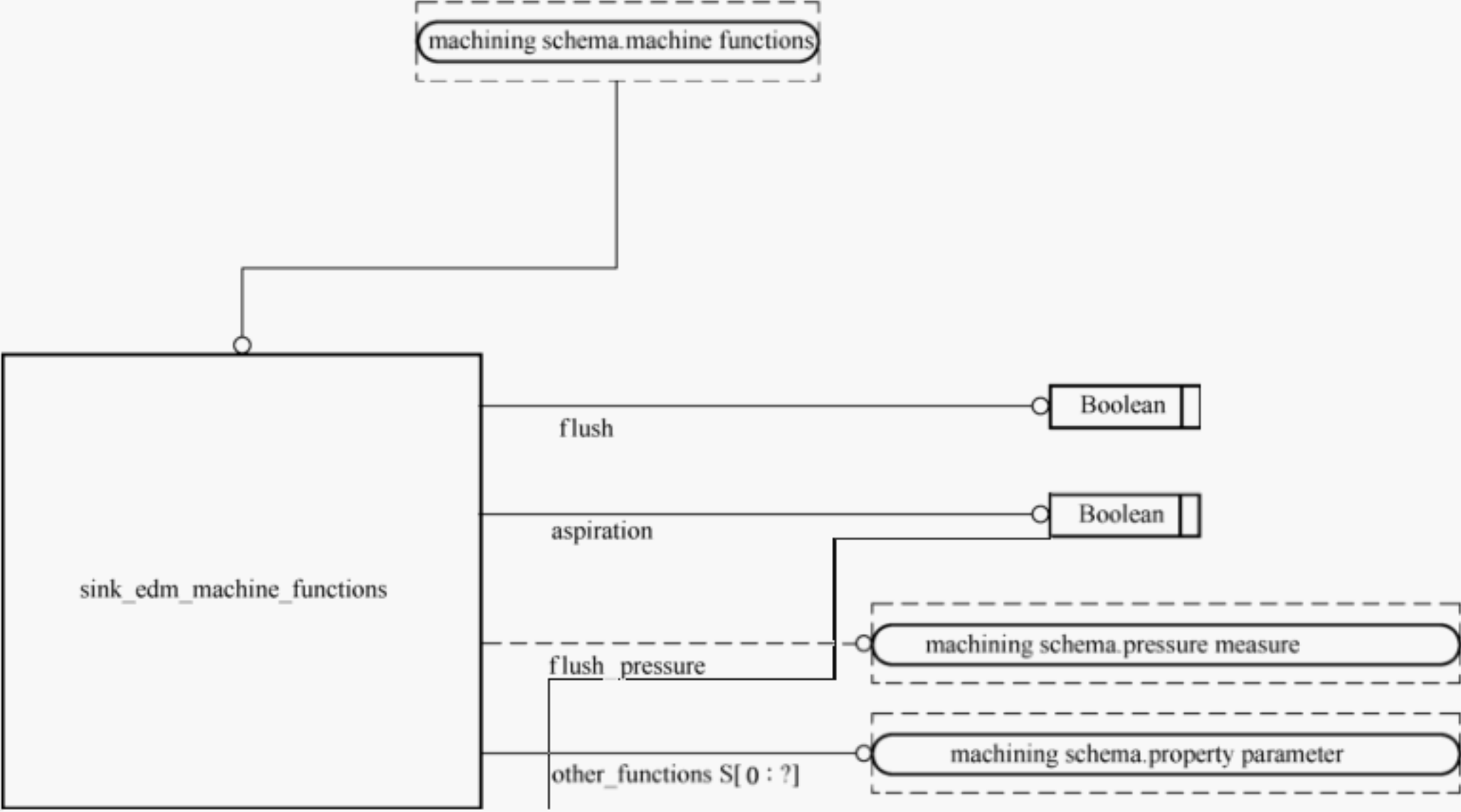


图 B.2 Express-G 图 2

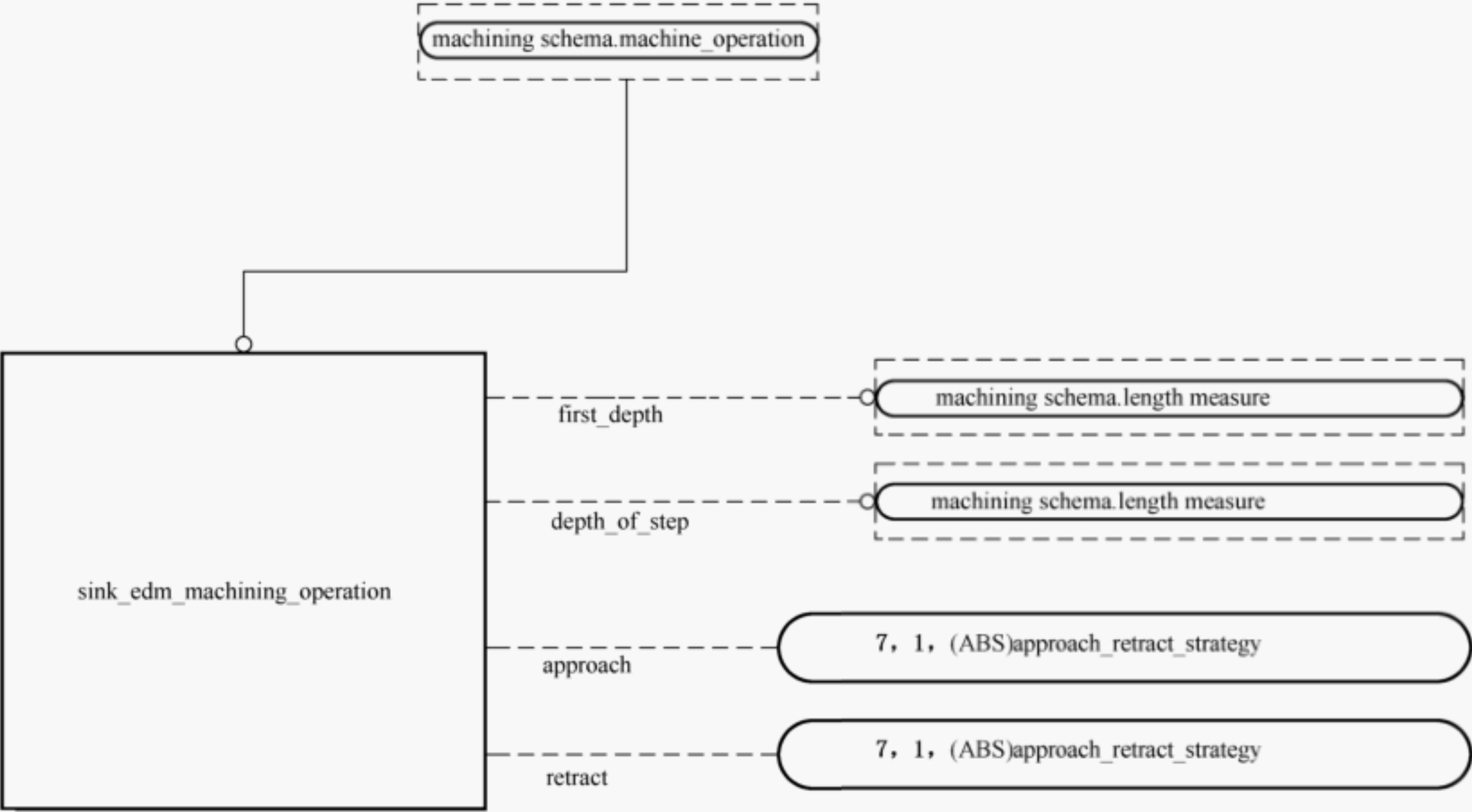


图 B.3 Express-G 图 3

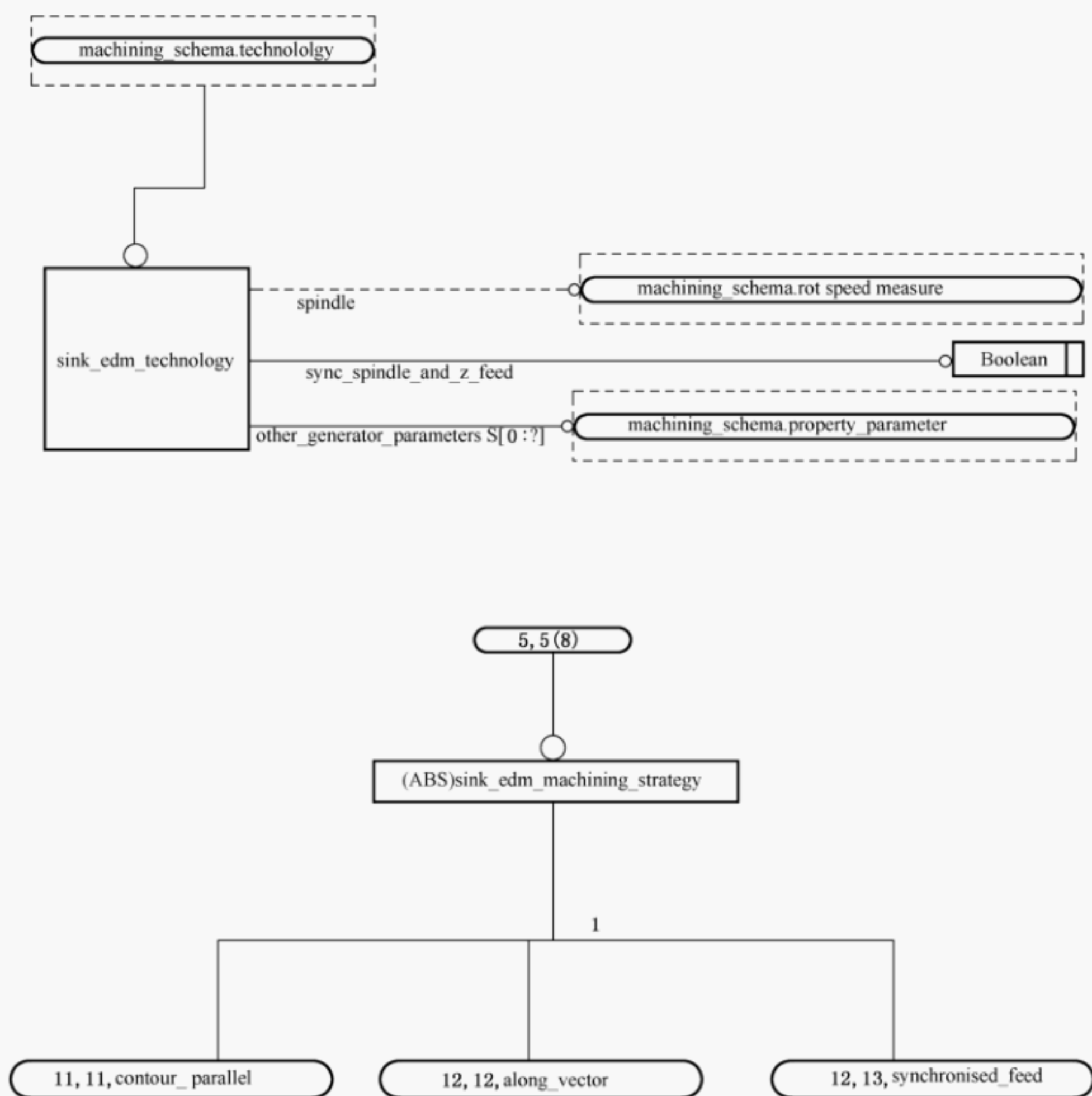


图 B.4 Express-G 图 4

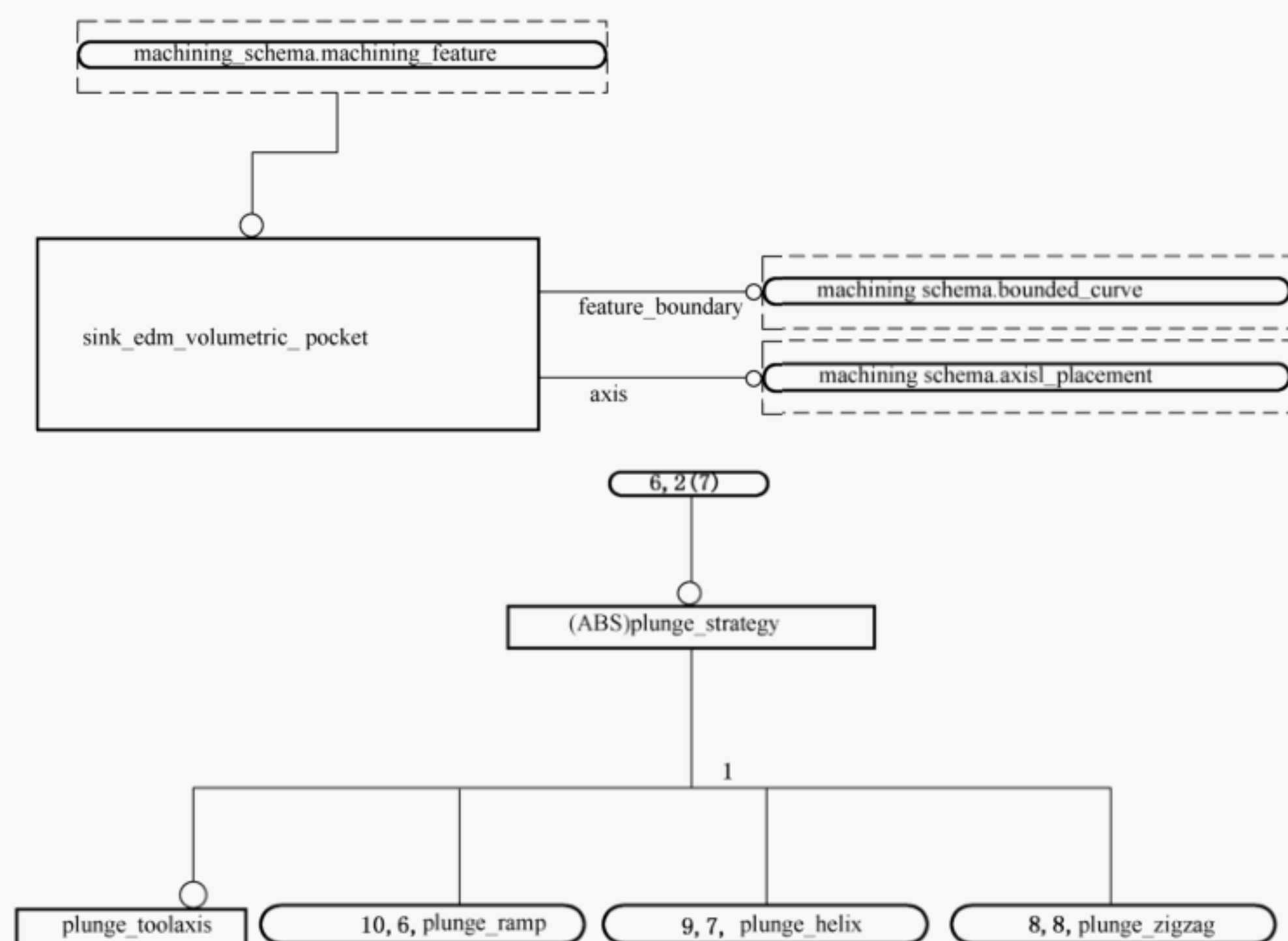


图 B.5 Express-G 图 5

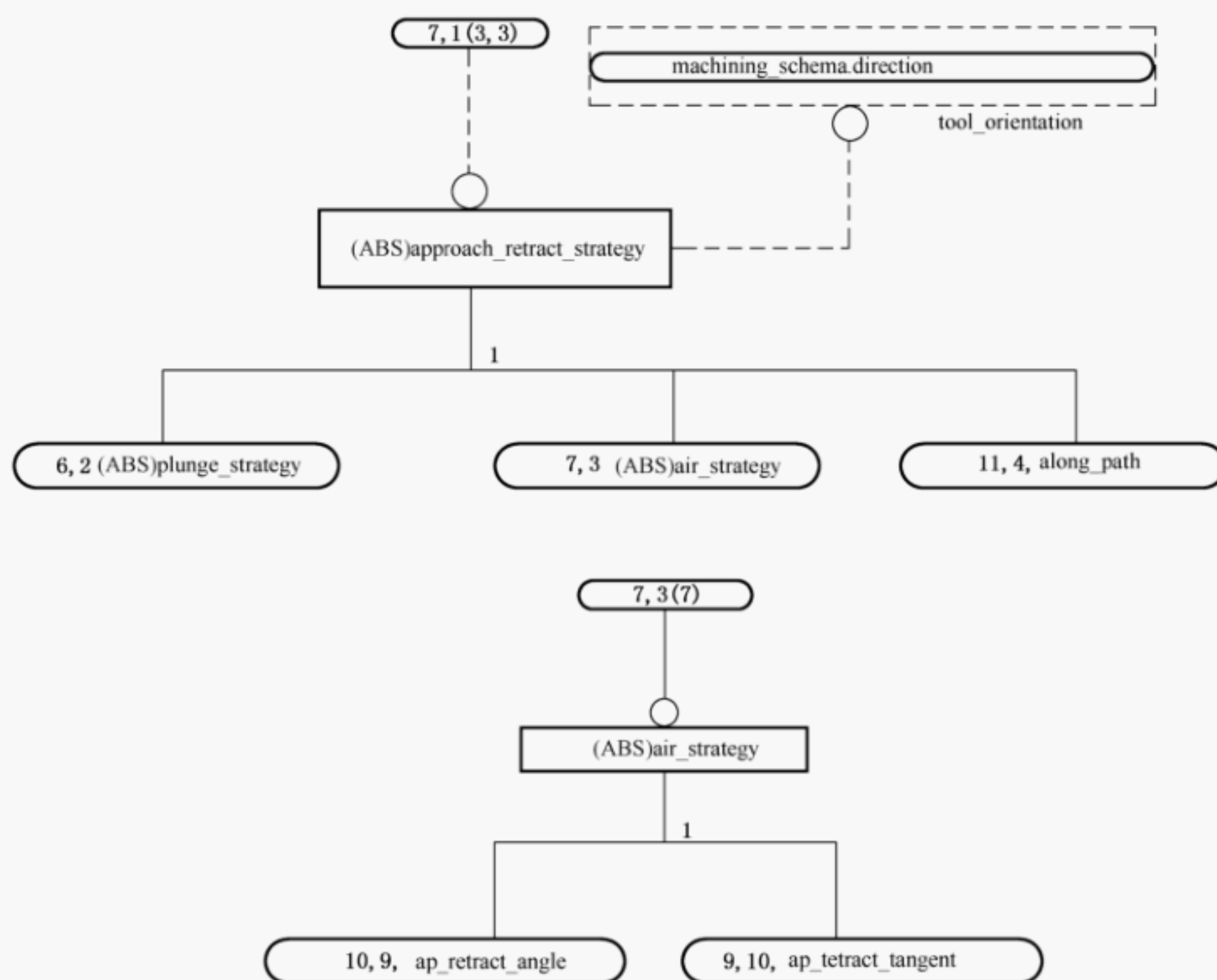


图 B.6 Express-G 图 6

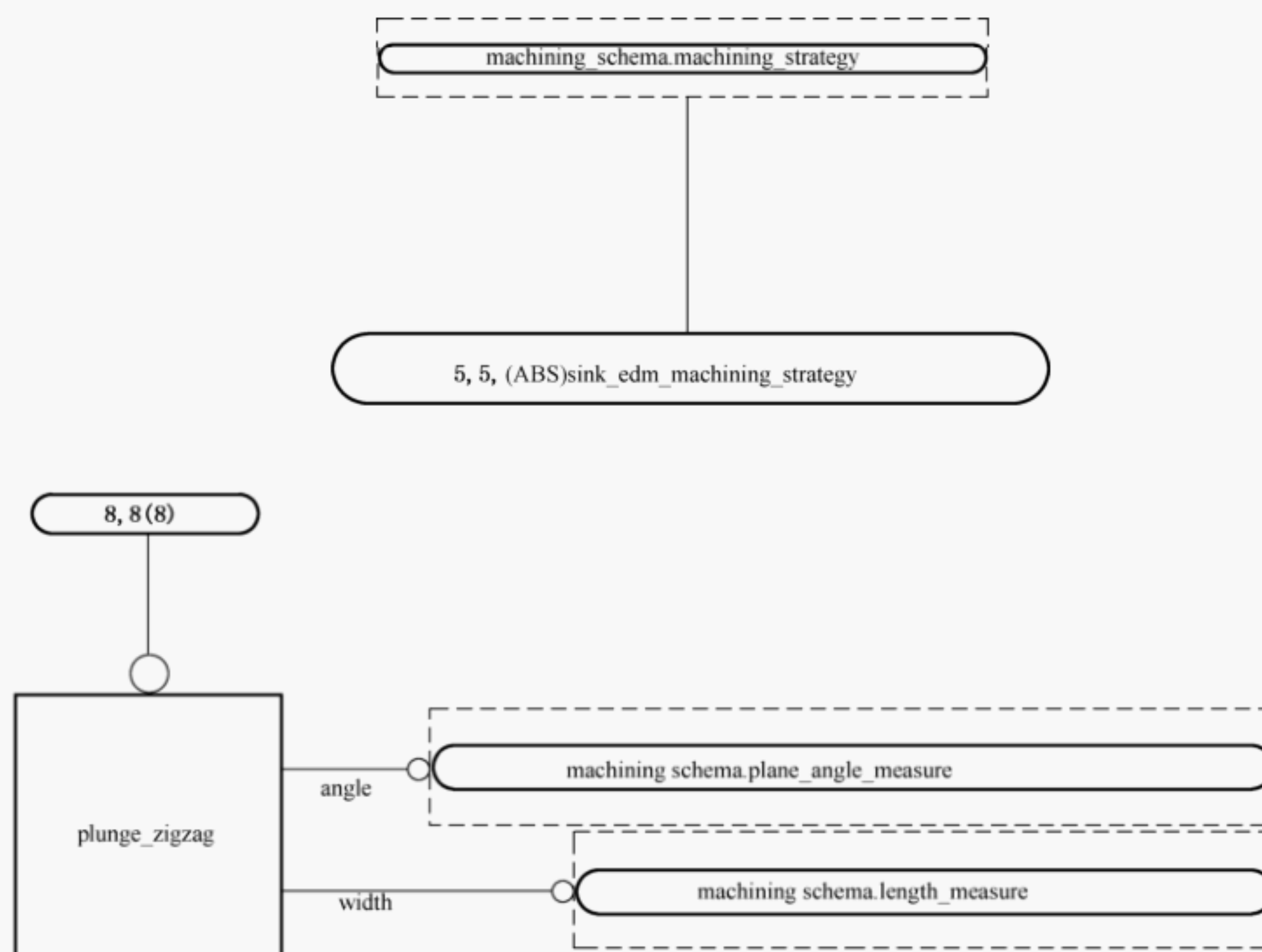


图 B.7 Express-G 图 7

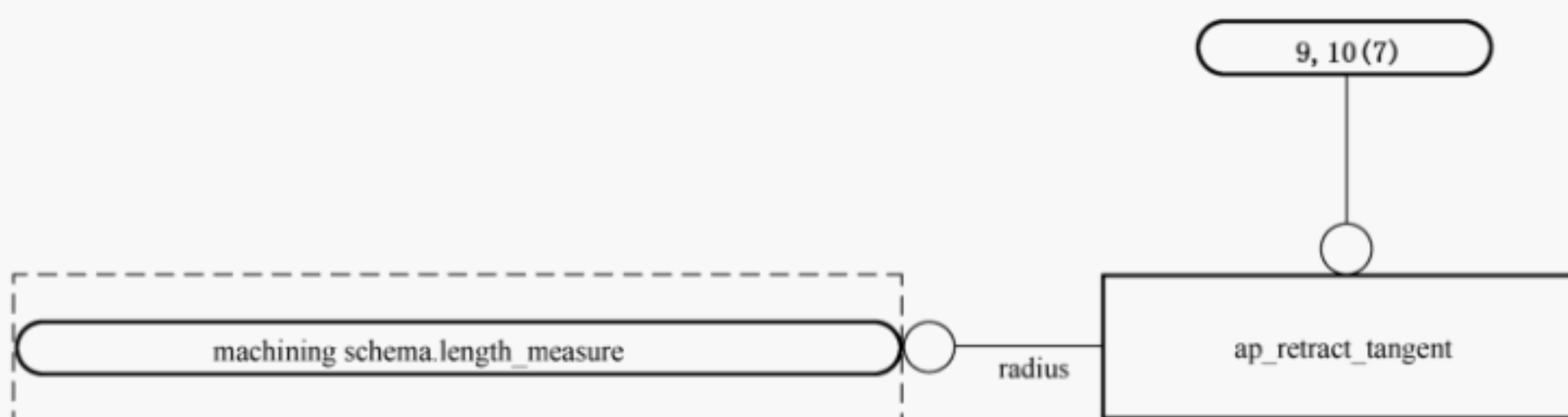
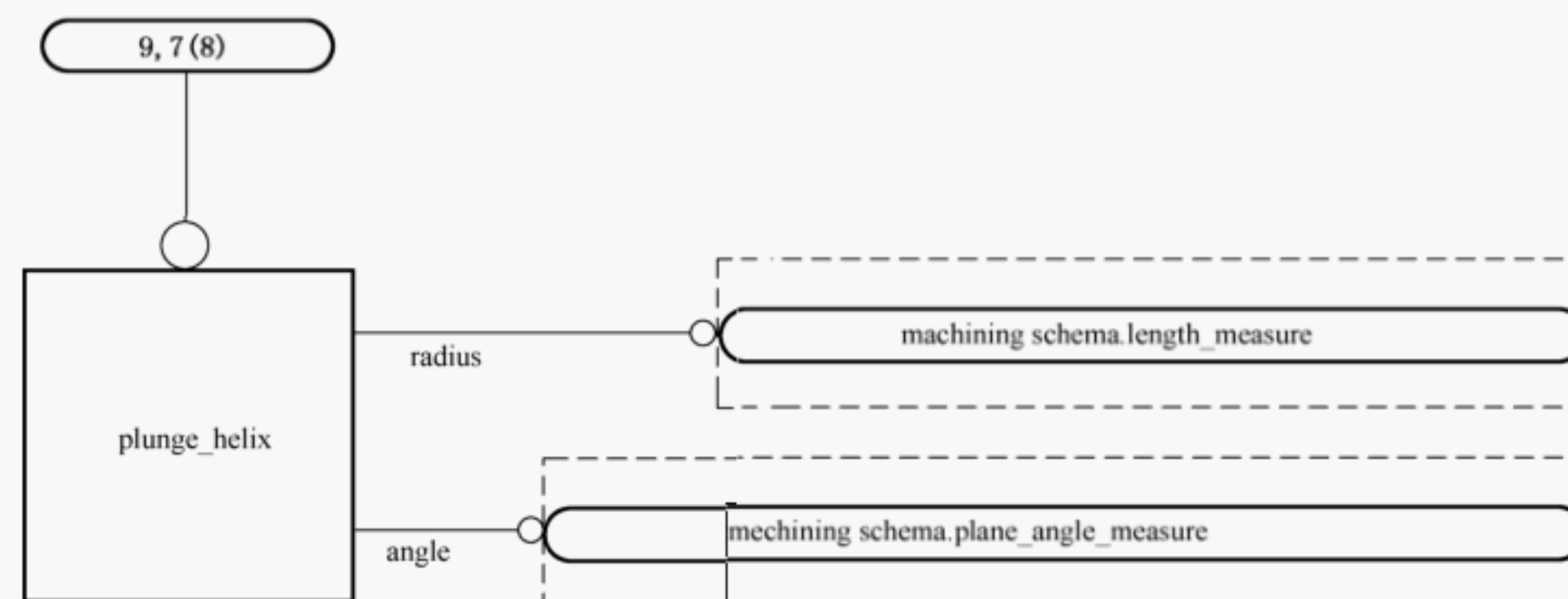


图 B.8 Express-G 图 8

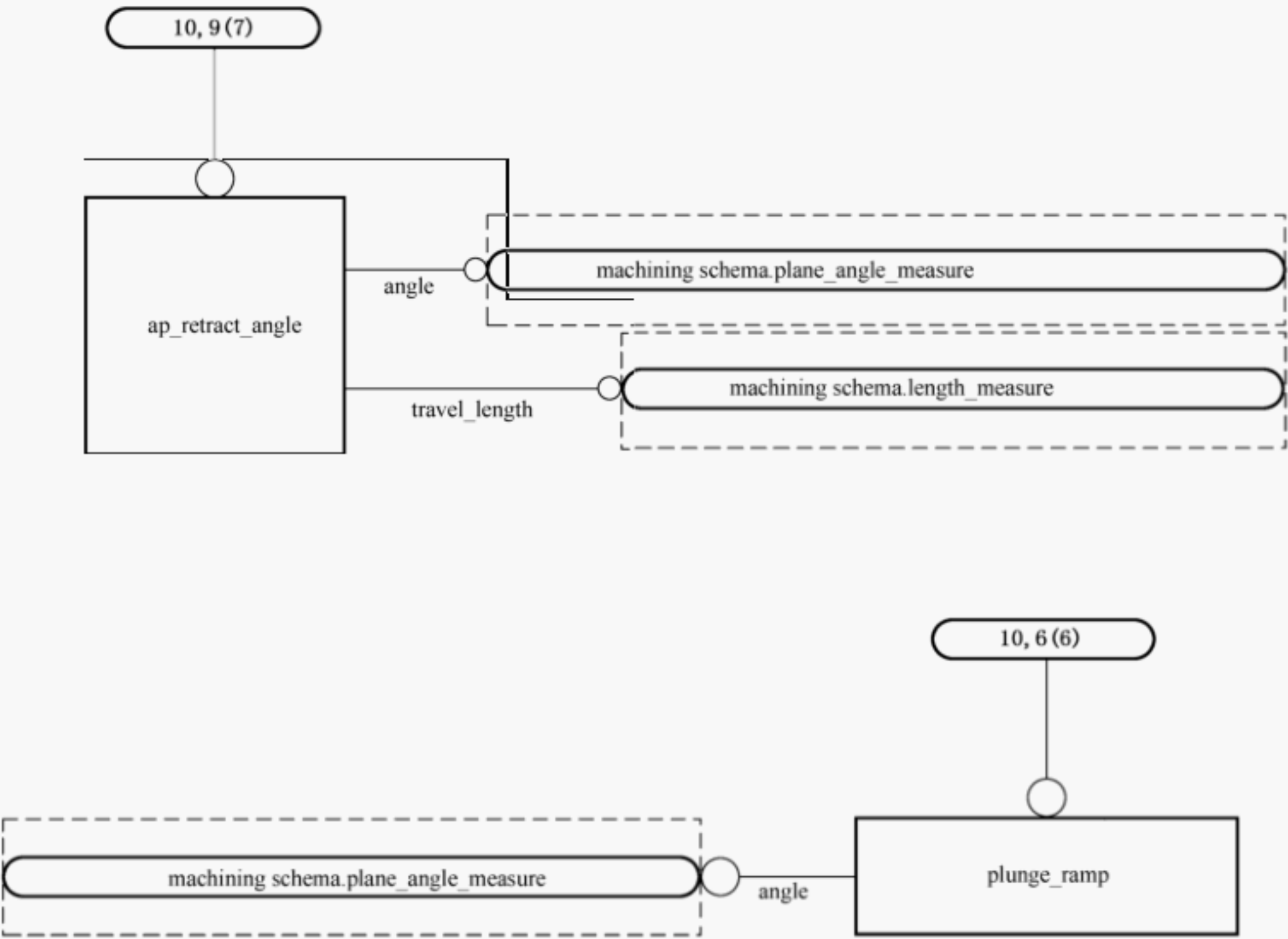


图 B.9 Express-G 图 9

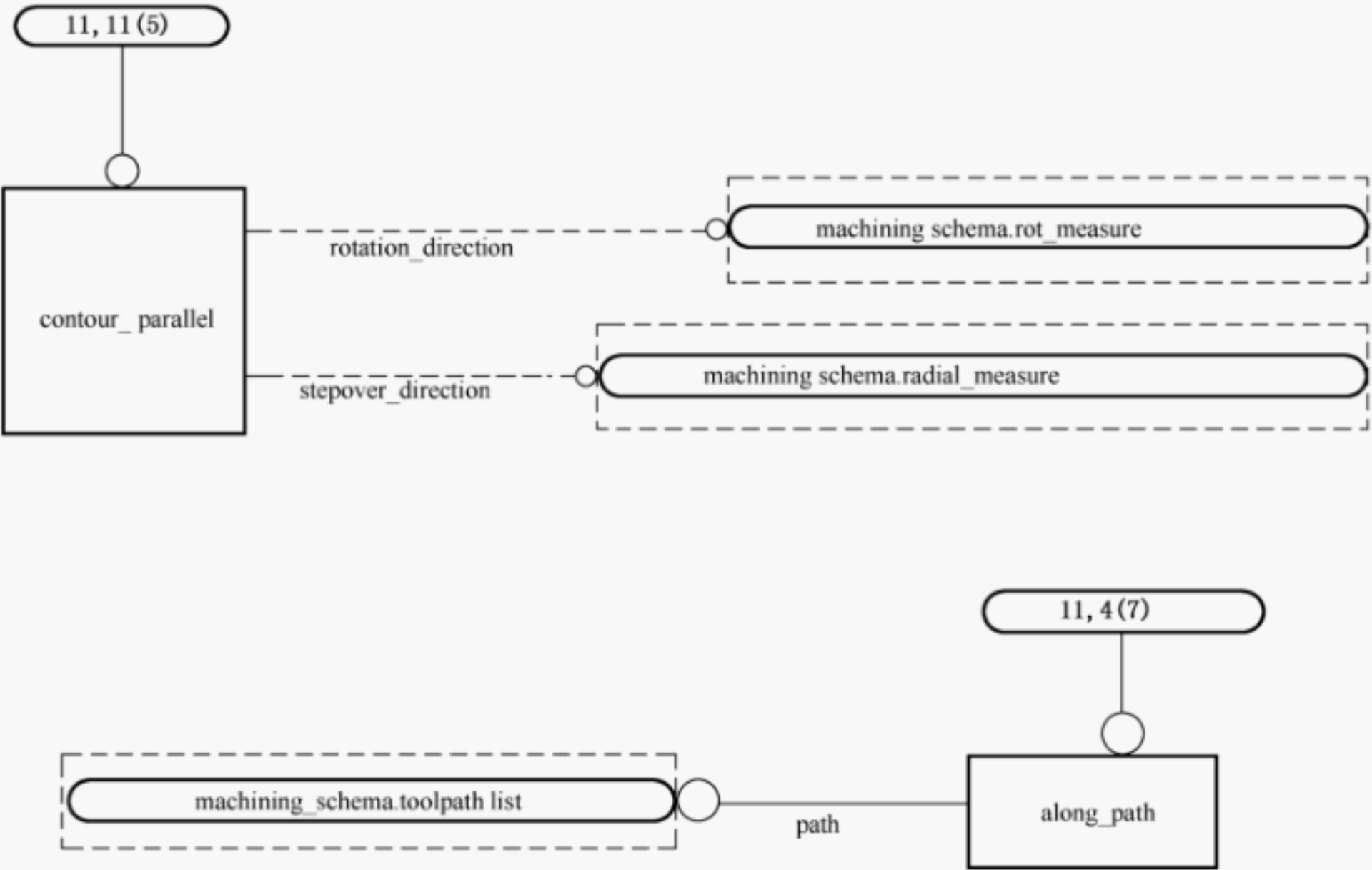


图 B.10 Express-G 图 10

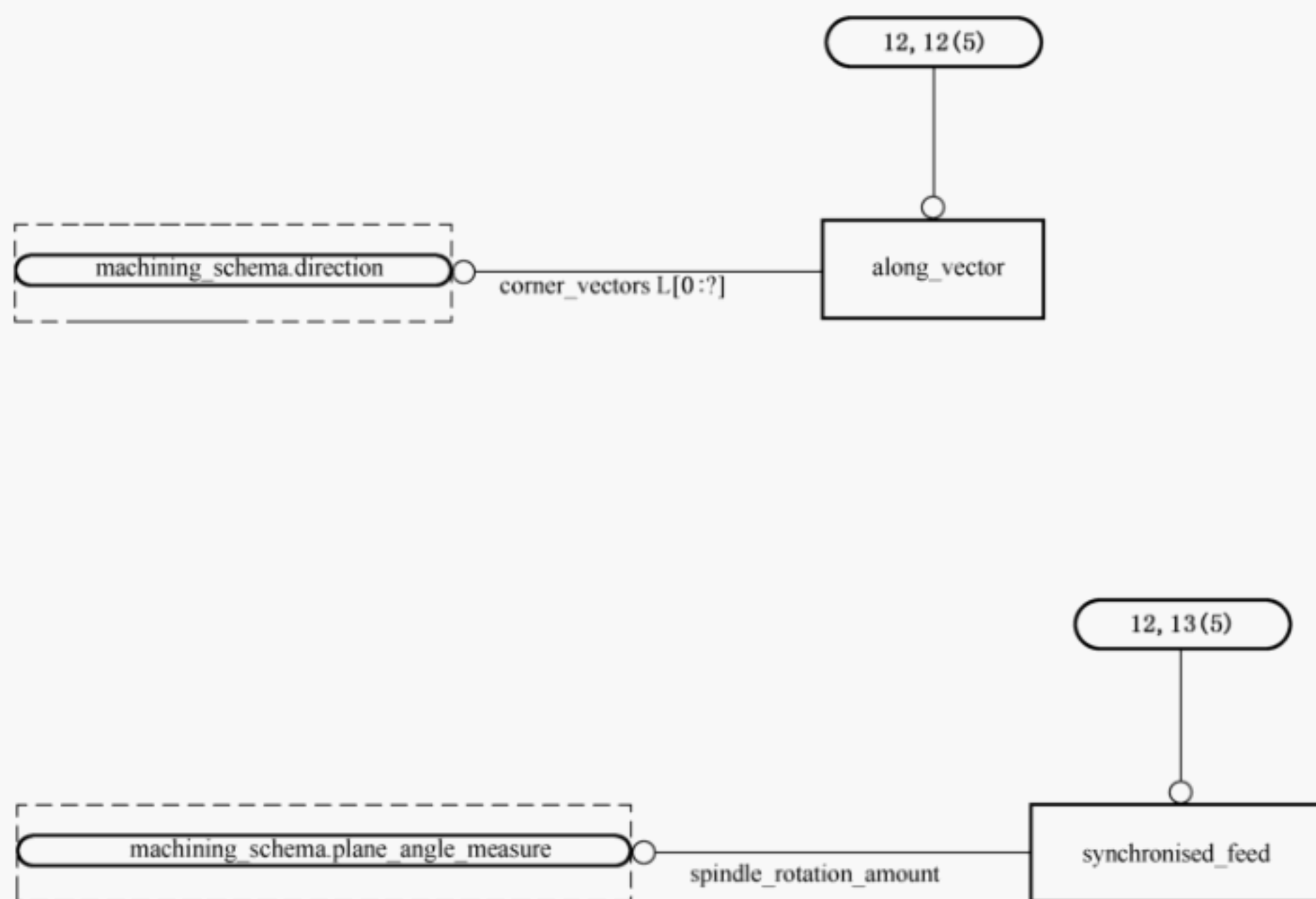


图 B.11 Express-G 图 11

参 考 文 献

- [1] ISO 10303-11 Industrial automation systems and integration—Product data representation and exchange—Part 11: Description methods; The EXPRESS language reference manual
 - [2] ISO 10303-21 Industrial automation systems and integration—Product data representation and exchange—Part 21: Implementation methods; Clear text encoding of the exchange structure
 - [3] ISO 10303-203 Industrial automation systems and integration—Product data representation and exchange—Part 203: Application protocol; Configuration controlled 3D design of mechanical parts and assemblies
 - [4] ISO 10303-224 Industrial automation systems and integration—Product data representation and exchange—Part 224: Application protocol; Mechanical product definition for process planning using machining features
 - [5] ISO/TS 13399-3:2007 Cutting tool data representation and exchange—Part 3: Reference dictionary for tool items
 - [6] ISO 14649-1 Industrial automation systems and integration—Physical device control—Data model for computerized numerical controllers—Part 1: Overview and fundamental principles
 - [7] ISO 14649-11 Industrial automation systems and integration—Physical device control—Data model for computerized numerical controllers—Part 11: Process data for milling
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
自动化系统与集成 物理设备控制
计算机数值控制器用的数据模型
第 14 部分:电火花成形加工用工艺数据
GB/T 19903.14—2019/ISO 14649-14:2013

*

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 2 字数 52 千字
2019 年 8 月第一版 2019 年 8 月第一次印刷

*

书号:155066·1-63359 定价 30.00 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/T 19903.14-2019