



嵌入式系统联谊会  
[www.esbf.org](http://www.esbf.org)

*inexBot*

纳博特科技®

# Nex Droid

运动控制平台

Motion control platform

智能

Smart

简单

Easy

互联!

Connected!



# 目录

1. 机器人控制系统的定位及发展趋势
2. 机器人行业发展趋势
3. 开放机器人软件平台建设提议
4. 纳博特进展

机器人运动控制系统: 执行机构?

机器人通过控制系统平台软件, 融入产线系统, 连接实时与非实时网络, 成为最重要的边缘计算节点(Edge Computing)

1. 数据收集中心: 数据上传下达
2. 业务执行中心: 业务应用的载体.

现在行业内仅仅解决了汽车和3C行业的部分共性需求, 还有大量的长尾需求, 以及新的协作需求尚未满足. 机器人的复杂度在快速上升

应用层

工艺包:焊接/喷涂/码垛/上下料/折弯/打磨...

应用层开发无穷无尽,工艺包APP化

算法层

机器人模型算法    视觉算法库    力控算法库    仿真平台

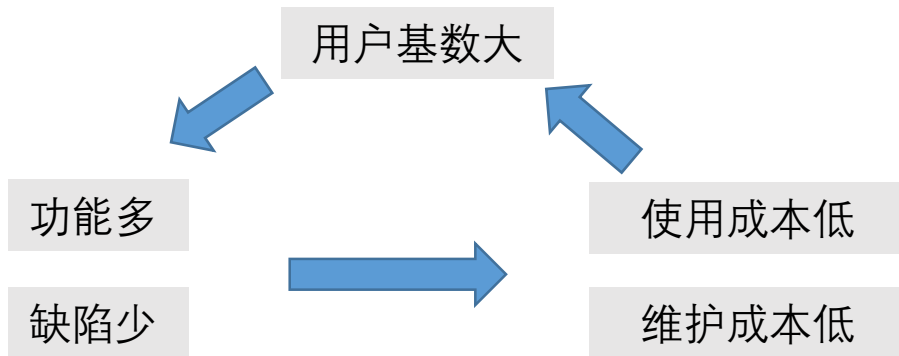
系统驱动层

实时操作系统    硬件驱动程序    总线通讯协议栈    伺服驱动器?

硬件层

机械本体    减速机    传感器    伺服电机

- 上世纪90年代以来, 工控PC化+总线, 尤其是**软主站**技术方案的发展, 带来巨大的行业变革
- 控制系统的软件特征愈发明显
- **软件系统特征: 赢家通吃, 天然具备垄断性**
- 市场占有率较高的厂家有如下优势:**边际成本几乎为0**



1. 实时环境: Linux/Windows/Sylix/Vxworks
2. 现场总线: EtherCAT/TSN/CCLink/Profinet/RTEX
3. 硬件接口 (Hardware API):
  - 适配各类传感器 (视觉, 力控等),
  - 提供驱动层接口
  - 适配伺服驱动器, 通讯端子
4. 运动控制 (Motion Control): 符合PLCOpen标准 (单轴/轴组)
5. 机器人控制 (Robot Control):
  - 基于机器人模型的动力学, 运动学控制算法, 并且可以提供定制化接口
6. 运动规划 (Planning): 基于视觉等外部传感器的高级规划功能
7. 人工智能 (Deep Learning): 深度学习/强化学习等框架的调用平台

8. 端云协同:与云计算平台(Aliyun, AWS)结合
9. 机器人语言: 机器人指令集
  - 机器人控制
  - 支持模块化编程
  - 支持解释执行和编译执行
  - 支持倒序执行
  - 支持指令预取及优化
  - IDE开发环境
10. 外部调用接口:ROS Python C/C++ Java
11. 仿真平台:matlab, labview, gazebo
12. 逻辑控制: IEC-61131-3 softPLC
13. 功能安全: IEC61508(主动安全, 被动安全)

误解

控制器在机器人核心零部件中, 门槛最低

正解

1. 会做不等于做好. 让机器人简单动起来容易, 做好难.
2. 软件边界不确定, 复杂度极高
3. 软件需要持续升级, 永远的alpha

**再次强调: 软件业终极形态趋于垄断化**



- 中国：世界最大机器人市场，发展速度很快，年销量约为15万
- 机器人品牌以外资为主：  
FANUC, YASKAWA, KUKA, ABB, KAWASAKI, NACHI, EPSEN, DENSO, STAUBLI, YAMAHA, UR, COMAU
- 国内多关节机器人仅2万余台，但厂家众多，规模型企业20余家
- 新松, 广数, 埃夫特, 埃斯顿, 新时达, 傲博, 华数, 摩卡, 伯朗特, 尔必地, 柴孚, 图灵, 欢颜
- 集全国机器人厂家之力，也无法与机器人巨头抗衡

外部环境：汽车，3C行业一落千丈

进口机器人销量下滑20%

国产机器人销量持平，平均价格下跌超过30%

零部件企业毛利润跌破20%生死线

工业机器人几乎全行业亏损

1. 行业壁垒难以跨越
2. 只有时间才能证明一切
3. 成本控制是制造业的本质和核心问题
4. 技术创新是长期存活的关键

3和4是矛盾的

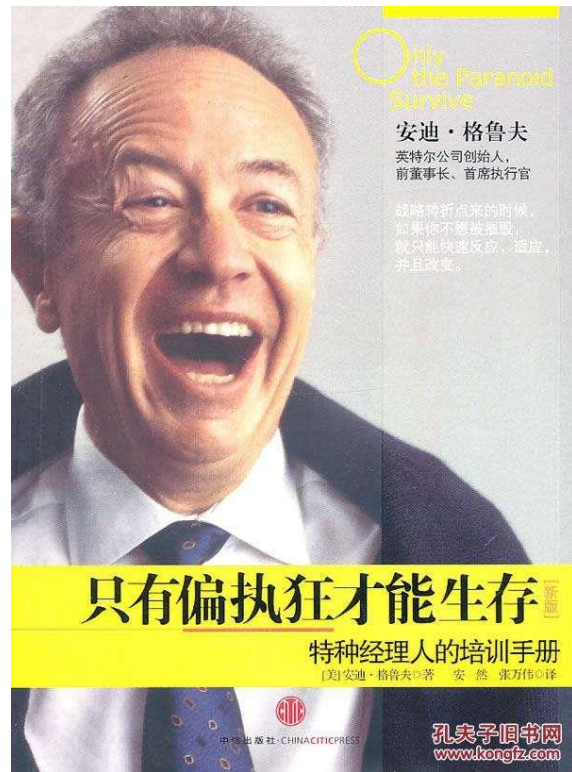
行业战略转折点: 垂直产业链与横向产业链之争

“横向产业体系公司的生死存亡依赖于规模生产和批量投放市场”

“横向产业因其突出的功能特性一般会比纵向产业更符合成本效益. 简单的说, 在多种领域中都成为一流比仅在一个领域中领先艰难的多.”

“当产业模式由纵向型转向横向型时, 每一个参与者都得经过战略转折点的锤炼. 最终结果是, 随着时间的流逝, 越来越多的公司必须遵循这些规则”

行业发展初期, **纵向产业链**便于快速整合资源, 打造差异化, 效率更高. 随着技术发展, **横向产业链**的**战略转折点**就会出现, 专业零部件厂家的技术水平超越整机厂



中国制造的**优势**：**横向产业链整合**：全世界最好的供应链体系

机器人行业有横向产业链和纵向产业链之争

一线大厂努力构建纵向产业链, 走FANUC之路

但战略转折点出现后, 零部件企业构建的横向产业链快速发展, 击败纵向产业链

每个机器人公司都在宣传自己的**控制算法是核心竞争力**

如果没有了控制算法, 机器人厂家就和打铁无异

但是, 有了控制算法就能摆脱打铁的命运吗? 控制算法是不同机器人公司最大的差异化吗?

终端客户要的是什么?

-更复杂的运动轨迹

-更快的节拍

-更好的服务

-稳定的质量

-行业工艺知识 (Know How) : 集成商的核心竞争力!

硬件  
终  
有  
边  
界

**行业共性基础知识不是核心竞争力**

1. 国产机器人行业自2012年启动以来，经历了从进口散件组装到全国产化的过程，各核心部件和本体已经实现进口**1/2的成本**和**80%的性能指标**，成为推动全球机器人产业的驱动力。
2. 纳博特目前已经是**国内第一的纯国产控制系统提供商**。  
与Keba对比：**基础功能相当，更多工艺库，1/3成本，更智能易用，更快速迭代**。
3. 未来几年之内，国产机器人将实现对进口产品的全方位超越，产销量达到数十万台

	2012	2014	2017	2019	~2023
国产化	<b>行业启动</b> 新松, 新时达, 埃夫特等厂家开始快速投入	<b>组装模式</b> 全进口散件组装模式盛行 进口机器人开始降价	<b>开始国产化</b> 进口部件缺货 国产零部件开始进入应用	<b>国产性价比突出</b> 售价为进口的 <b>1/2</b> 性能为进口的 <b>80%</b>	<b>国产替代进口</b> 成本为进口的1/3, 性能与进口相当, 市场占有率50+%
销量对比	进口: 2.2万台 国产: 0.1万台	进口: 5万台 国产: 0.5万台	进口: 13万台 国产: 2万台	进口: 17万台 国产: 3万台	进口: ~20-万台 国产: ~20+万台

世界上曾经存在很多自研手机系统

2003: Andy Rubin 创办 Android, 做开放手机系统

2005: Google 收购 Android

2008: Apple 推出 ios 2.0 + AppStore

Google 推出 Android 1.0 + Market

2010: Microsoft 推出 WindowsPhone

2012: Palm 被 HP 放弃

2013: Symbian 宣布终止

2018: Microsoft 宣布 WindowsPhone 终止





全世界的主要手机厂家都是OHA成员 (84个成员)

A **commitment** to openness

A shared **vision** for the future

Concrete **plans** to make the vision a reality

OHA members are contractually **forbidden** from producing devices that are based on competing **forks** of Android.

CTS: Compatibility Test Suit is mandatory for any Android device.



open handset alliance

建立广泛行业共识, 成立**中国机器人开放技术项目**: China Open Robot Project

- 吸纳各机器人本体商, 零部件厂家, 科研单位参与进来, 打造生态系统
- 开源的方式, 构建国产机器人软件平台
- 发挥各成员单位的独特竞争优势, 整合研发力量
- 统一应用开发接口, 构建工艺AppStore和统一的集成应用平台
- 走联合之路, 对抗外资品牌

只有彻底变革, 才能改天换日. 用**ABB, FANUC**的方式, 永远无法打败**ABB, FANUC**



## 目标:

1. 基于控制系统开放平台, 打造机器人 **Eco System**
2. 底层硬件及协议 **开放**
3. 建设机器人工艺 **AppStore**, 与应用商建立联盟
4. 扩大用户基础, 未来基于海量客户资源, 持续通过 **增值服务** 盈利等产品

机器人生态带来多赢机制  
提升产业分工协作效率

## 零部件厂家

- 包括伺服电机/减速机/视觉力控等传感器
- 直接对接国内主流本体/集成市场
- 减少商务关系维护成本

## 本体厂家

- 降低研发成本, 马上拥有“自主控制系统”
- 自带国内最全工艺包, 直接接入国内主流集成商
- 基于API可开发定制UI和工艺

## 集成商

- 稳定可靠二次开发API
- 保护自身KnowHow和工艺知识
- 国内主流本体资源直接接入



ROS



工业运动控制系统是高端装备的大脑，工业控制技术的核心，工业软件的重要组成部分。

运动控制系统通过控制电机(一台或者多台)，使之按照给定运动轨迹和参数运动，完成高速、高精度的生产过程，在自动化装备行业运用较广，如数控机床、机器人、半导体装备、注塑机、纺机、包装等领域，主流厂家为进口品牌：德国西门子，法国施耐德，日本松下，三菱，欧姆龙，台湾台达等。

近年来PC based运动控制技术发展速度最快。欧洲3S、倍福、贝加莱等运控公司均采用PC based方案。

德国3S公司的CoDeSys平台，市场占有率第一。西门子,施耐德,台达,汇川,禾川,和利时,固高,新时达,研华,台达等公司均是CoDeSys客户。

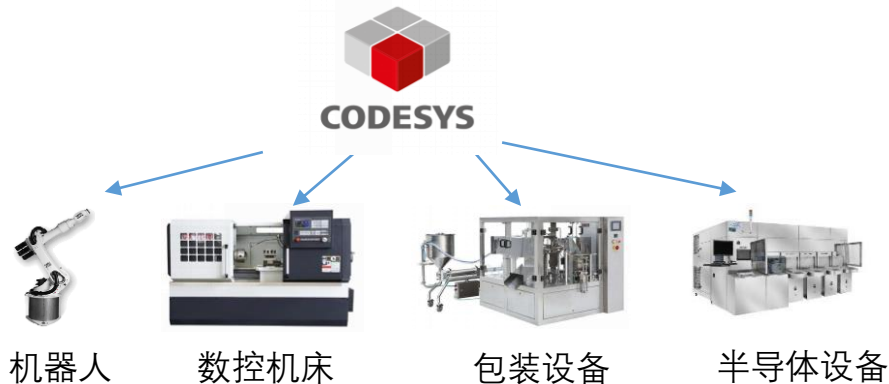
## 德国CODESYS集团

1994年成立,总部德国,全球200+工程师

德/意/美/中/日等多个分部

全球400+客户,每年售出上百万个licence

号称工业界的微软





ROS1 Noetic Ninjemys

ROS1	ROS2
基于匿名publish-subscribe 模式构建	基于DDS : Data Distribution System
没有跨平台,只有ubuntu	跨平台windows/linux/mac
框架过于灵活,没有限制	
缺乏实时性	
稳定性差,距离产品化过于遥远	
PC环境	适用于小型嵌入式环境
要求良好的网络环境	允许网络中断与延时
不支持多机模式	支持多机



ROS2 Foxy Fitzroy

结论: ROS继续用于科研领域 ROS2面向工业生产

开放平台官网: [www.open.inexbot.com](http://www.open.inexbot.com)



控制器 提供C/C++控制函数库

<http://open.inexbot.com/controller>



示教器 提供QT UI库和例程

<http://open.inexbot.com/pendant>



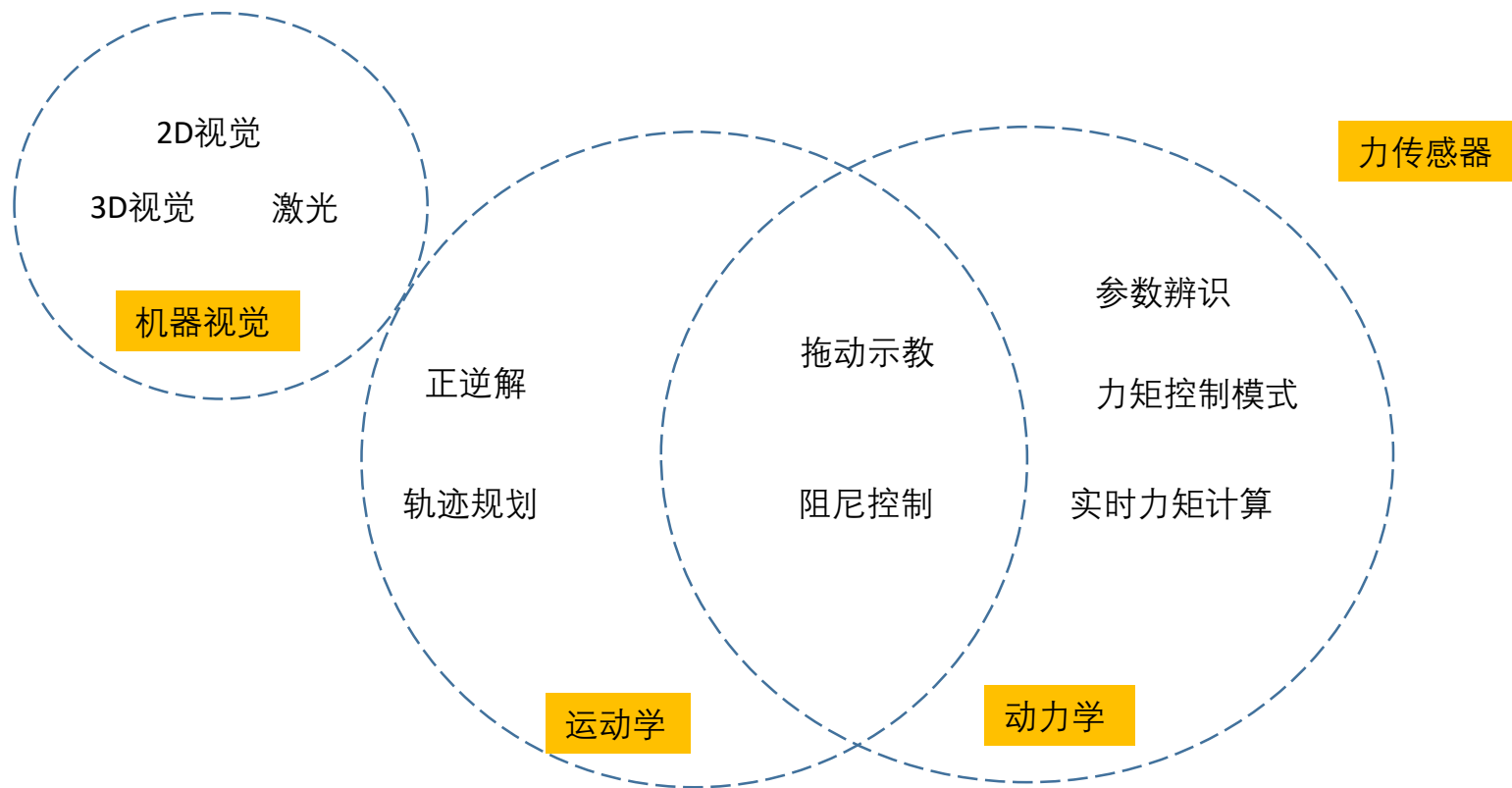
上位机 提供qt-vs, qt-minGW, C#, Python等  
接口库及例程

<http://open.inexbot.com/pc>

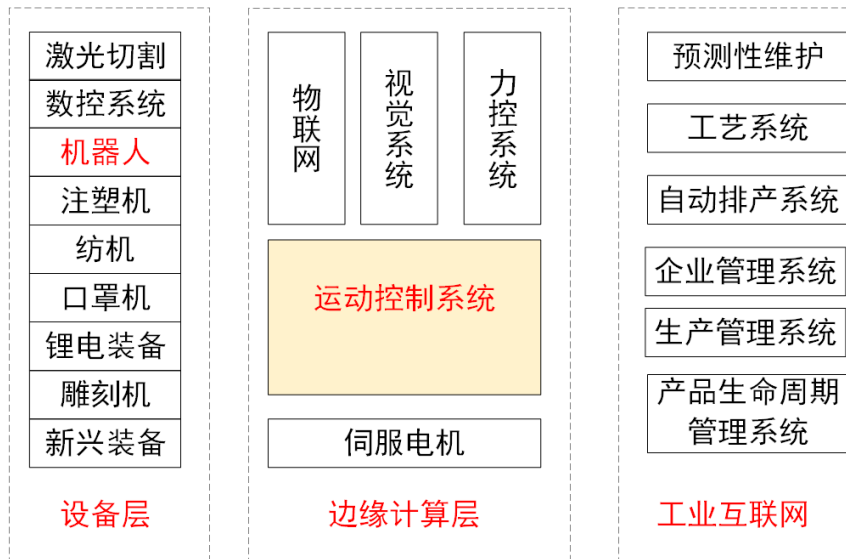


Socket 提供Socket接口实现基于  
Html5的编程





1. 纳博特开放平台官方网站: <https://open.inexbot.com/>
2. 纳博特开放平台开源网站: <https://github.com/inexbot/>
3. **产品基础**: 运动控制平台的**算法能力和产品稳定性**已经得到机器人行业(**数千台**)验证
4. **平台基础**: 开放平台接口已经具备多个专业行业客户: **冲压、压铸、医疗设备**等高端装备制造行业, 得到初步验证; 与多个科研单位共同推进开放平台建设。
5. 具备国内运动平台最好的开放性与兼容性
  - 支持**Intel、TI、NXP、全志、龙芯**等多款CPU类型
  - 支持**Windows、Linux、Vxworks、Sylix**等OS



# NexDroid运控平台：NexOpenAPI

统一集成应用开发平台 IDE

支持多种实时操作系统

Linux/Sylix/Vxworks

完善的机器人运动学算法 (>20种构型)

基于动力学的前馈，防碰撞等技术

超级工艺支持：焊接，打磨，喷涂等

实时总线 EtherCAT/TSN 通讯

二次开发接口 NexOpenAPI

详情请见官网 [www.inexbot.com](http://www.inexbot.com)



- 基于NexDroid构建机器人**生态系统**
- **统一和开放**的集成应用开发平台(二次开发接口与语言)
- **移除**集成应用工艺与底层**硬件相关性**, 提高本体商和集成商的效率
- 超越传统示教编程控制软件, 自带**视觉、激光、力控**等**智能**算法, 提供完整的智能解决方案

## NEXBrain



机器人运动控制  
基于AI强化学习的自  
主运动规划



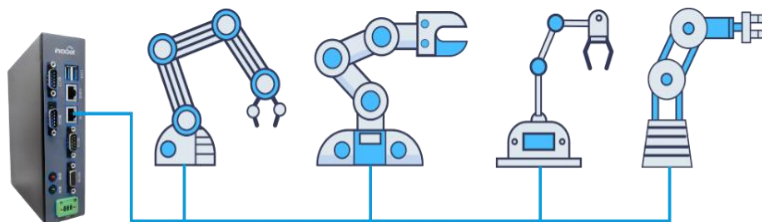
## NEXForce

机器触觉和柔性操作



## NEXVision

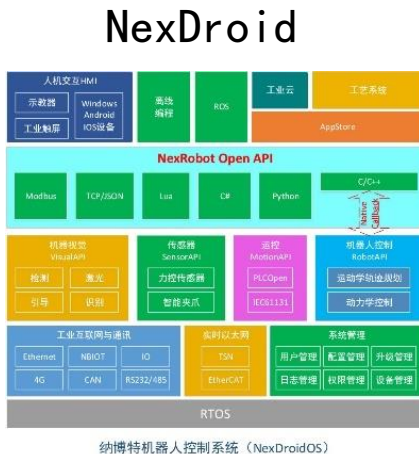
机器视觉  
激光跟踪



基于**NexDroid**纳博特开放平台的工业机器人运动控制系统

- **纳博特机器人语言** NRL (Nex Robot Language) : 自研国产机器人语法及编译器, 支持国标, 扩展性强
- **智能轨迹规划系统** ITP: (Intelligent Trajectory Planner): 将控制理论与强化学习结合, 智能规划运动学轨迹
- **精准力控**AFC (Accurate Force Control) :, 支持打磨, 抛光, 去毛刺
- **柔顺运动控制系统** CMCS (Compliance Movement Control system) : 基于动力学和阻抗控制, 让机器人运动更加柔顺与安全
- **深度视觉系统**DVS (Deep Vision System): 基于深度学习的智能视觉系统, 支持2D/3D等多种应用
- **优秀弧焊工艺**OAWP (Optimized Arc Welding Process): 优秀弧焊工艺, 支持寻位与跟踪, 支持气保焊, 氩弧焊, 激光焊等多种工艺
- **便捷码垛系统**EPP (Easy Palletizer Process): 无需编程, 快速码垛

# 依托NexDroid，构建超级应用



本体制造商/集成商



打磨工艺



打磨机器人

激光切割工艺



切割机器人

制鞋工艺



制鞋机器人

本体商、集成商基于NexDroid，结合行业应用知识，可以快速开发机器人同时保留自主知识产权和细分市场主导权

# 纳博特系统，为机器人行业赋能

The screenshot displays the Inexbot control software interface. At the top, there is a navigation bar with icons for '运行模式' (Operation Mode), '程序' (Program), '速度' (Speed), '机器人' (Robot), '工具' (Tool), '工艺' (Process), and '坐标系' (Coordinate System). Below this, a status bar shows '5%' speed, 'Robot1' name, '无工具' (No tool), '通用' (General), and '关节' (Joint). The main area is titled '工程预览/程序指令' (Program Preview/Program Instructions) and shows a list of 6 instructions for a program named 'QWQ'. The instructions are: 0 NOP, 1 MOVJ P001 VJ = 10 % PL = 0 ACC = 10 DEC = 10, 2 MOVJ P002 VJ = 10 % PL = 0 ACC = 10 DEC = 10, 3 MOVJ P003 VJ = 10 % PL = 0 ACC = 10 DEC = 10, 4 MOVJ P004 VJ = 10 % PL = 0 ACC = 10 DEC = 10, 5 TIMER T = 2, and 6 END. The interface also includes a sidebar with icons for '管理员' (Admin), '设置' (Settings), '工艺' (Process), 'X=变量' (Variables), '状态' (Status), '工程' (Programs), '程序' (Programs), '日志' (Logs), and '监控' (Monitoring). At the bottom, there is a control bar with buttons for '设置次数' (Set count), '单次运行' (Single run), '循环运行' (Cycle run), '操作' (Operation), '变量' (Variable), a numeric input field showing '1 / 1', '上一页' (Previous page), and '下一页' (Next page). The time and date '17:15 星期二 2019/10/29' are displayed in the bottom left corner.

inexbot 运行模式 伺服运行 程序 速度 机器人 工具 工艺 坐标系  
运行 5% Robot1 无工具 通用 关节

工程预览/程序指令 总共5行指令

文件名称 QWQ 机器人轴组:R1 工具手: T0 运行次数: 1/∞

```
0 NOP
1 MOVJ P001 VJ = 10 % PL = 0 ACC = 10 DEC = 10
2 MOVJ P002 VJ = 10 % PL = 0 ACC = 10 DEC = 10
3 MOVJ P003 VJ = 10 % PL = 0 ACC = 10 DEC = 10
4 MOVJ P004 VJ = 10 % PL = 0 ACC = 10 DEC = 10
5 TIMER T = 2
6 END
```

17:15 星期二 2019/10/29

设置次数 单次运行 循环运行 操作 变量 1 / 1 上一页 下一页

inexbot 纳博特  
The Next Generation Robot

## 纳博特系统

简单 智能 互联

第三代智能机器人系统

将复杂算法逻辑隐藏背后，为客户提供简洁易用的一键工艺操作。



纳博特专注于机器人核心技术研发

创建机器人时代的轻松生活

Make Robot Easier

谢谢！