

中国电子学会标准

T/CIE 083—2020

青少年机器人技术等级评价指南

Evaluation guideline for robot technology grade of juniors

2020-12-01 发布

2020-12-01 实施

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 青少年机器人技术等级评价的目的和范围	2
5 青少年机器人技术等级评价指南概述	2
6 各等级知识点及评价	3

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国电子学会提出。

本文件由中国电子学会普及工作委员会归口。

本文件起草单位：北京大学信息科学技术学院、清华大学基础工业训练中心、南开大学人工智能学院、重庆大学计算机学院、北京添喜教育科技有限公司、美科科技(北京)有限公司、北京悠游宝贝教育科技有限公司、北京玛酷教育科技有限公司、北京彩辕教育科技有限公司、上海享渔教育科技有限公司、上海立爱教育科技有限公司、格物斯坦(上海)机器人有限公司、树上信息科技(上海)有限公司。

本文件主要起草人：曹盛宏、王志军、李涛、程晨、杨晋、张永升、陶智、李海龙、孙晓利、赵桐正、傅胤荣。

青少年机器人技术等级评价指南

1 范围

本文件规定了青少年机器人技术的等级、器材使用、能力要求、评价标准及评价方法。
本文件适用于进行青少年机器人技术等级评价所涉及的组织、机构及企业。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括修改单)适用于本文件。

GB/T 29802 信息技术 学习、教育和培训测试试题信息模型

GB/T 33265 教育机器人安全要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

青少年 juniors

年龄在 8 岁到 18 岁之间的个体,此“青少年”约定仅适用于本文件。

3.2

机器人 robot

由开源控制器、传感器和执行器及结构件组成,用于学习本文件所描述相关知识的器件组合,此“机器人”约定仅适用于本文件。

3.3

图形化编程平台 visual programming platform

面向青少年学习计算机编程的程序编写平台。无需编写文本代码,只需要通过鼠标将具有特定功能的模块按照逻辑关系拼接起来就可以实现编程。

3.4

开源主控板 open source main control board

主控芯片采用 Atmega328P 芯片,输入输出引脚编号与 Arduino 开源 UNO/Nano 控制板一致的主控板。开源主控板是青少年机器人技术等级三、四级指定用主控板。此“开源主控板”约定仅适用于本文件。

3.5

物联主控板 IOT main control board

主控芯片采用 ESP32-D0WD 芯片,输入输出引脚编号与 ESP32 开源 DevKitC 控制板一致的主控板。物联主控板是青少年机器人技术等级五、六级指定主控板。此“物联主控板”约定仅适用于本文件。

3.6

智能主控板 intelligent main control board

运行 Linux 操作系统,能够完成基本机器学习的主控板,该主控板不指定主控芯片型号。此“智能

主控板”约定仅适用于本文件。

3.7

C/C++ 语言 C/C++ language

指以 C/C++ 为基础的 Arduino C/C++、ESP32 for Arduino 编程语言。此“C/C++ 语言”约定仅适用于本文件。

3.8

舵机 servo

按照脉冲持续时间控制转动角度的执行器。此“舵机”约定仅适用于本文件。

3.9

了解 know

对知识、概念或操作有基本的认知,能够记忆和复述所学的知识,能够区分不同概念之间的差别。

3.10

理解 understand

在了解的基础上,能够明白事物背后的机制和原理,能够复现相关的操作,能对知识和技能进行简单的运用。

3.11

掌握 master

在理解的基础上,能够根据类似的场景和问题,进行综合分析并正确运用所学知识和技能创造性的解决问题。

4 青少年机器人技术等级评价的目的和范围

4.1 目的

本文件从青少年制作机器人所需要的技能和知识出发,以规范化评价青少年机器人技术等级为中心,引导地区的组织、机构及企业根据当地机器人教育普及情况搭建适合当地的青少年机器人技术培养模式,从而激发和培养青少年学习现代机器人技术的热情和兴趣,引导青少年建立工程化、系统化的逻辑思维,提升力学、机械原理、电子信息和软件技术等学科的入门知识,培养学生的实践能力。

4.2 范围

本文件适用于参加青少年机器人技术等级考试的考生、老师及组织。

5 青少年机器人技术等级评价指南概述

青少年机器人技术等级共分为一级至八级共八个等级。标准中每个等级对应的能力标准如表 1 所示。第 6 章中描述了每个等级相应的核心知识点对知识点的掌握程度要求。

表 1 青少年机器人技术等级能力描述

等级	能力要求	能力描述
一级	机器人基本结构认知和搭建能力	能够合理使用三角形、杠杆、齿轮、滑轮等搭建简单无动力结构,具备基本结构搭建的能力

表 1 青少年机器人技术等级能力描述 (续)

等级	能力要求	能力描述
二级	机器人驱动与传动系统认知和搭建能力	能够合理使用直流电机、棘轮机构、连杆机构、凸轮机构等搭建动力驱动结构,具备复杂结构搭建能力
三级	机器人基础控制能力	基于图形化编程平台,应用顺序、循环、选择三种基本结构,通过编程实现简单交互装置,实现简单软硬件协同,具备基础自动控制能力
四级	机器人自动控制能力	基于 C/C++ 代码编程,通过编程实现传感器数据读取、控制执行器运动,实现较复杂软硬件协同,具备自动控制能力
五级	机器人通信交互能力	在四级基础上,通过编程实现中断控制、数据位读写操作、串口通信,具备基本的数据交互能力
六级	机器人物联网控制能力	在五级基础上,通过编程利用 I ² C 和 SPI 进行串行通信,并具备 Wi-Fi 连接控制和通过 Web 服务器进行数据交互,具备较完备的软硬协同闭环控制能力
七级	机器人智能处理能力基础	基于 Python 语言编程,掌握基本数据结构及路径规划算法,掌握通过 OpenCV 进行图像处理,具备机器人智能信息处理的基础能力
八级	机器人智能处理能力	基于 ROS 平台,实现机器人图像识别、语音交互、自主导航避障,具备机器人智能信息处理能力和系统工程思维

6 各等级知识点及评价

6.1 一级标准

6.1.1 考核知识点及知识点掌握程度要求

一级标准的知识点如表 2 所示,知识点排序不分先后。

表 2 一级标准知识点

编号	知识点名称	知识点掌握要求
1	机器人常识	了解主流的机器人影视作品及机器人形象
2	重心	理解重心的概念
3	楔和螺纹	理解楔和螺纹的基本特性
4	结构稳定性	掌握稳定结构和不稳定结构的特性
5	杠杆	理解杠杆原理五要素,掌握省力杠杆和费力杠杆
6	齿轮	了解齿轮的种类,理解齿轮传动的特性,掌握齿轮组变速比例的计算
7	滑轮	理解动滑轮、定滑轮、滑轮组的基本特性
8	链传动	理解链传动的基本特性

6.1.2 考试形式

考试分为理论知识考试和实际操作考试。理论考试采用上机考试的形式,机械结构搭建采用实际操作的形式。

6.1.3 器材

能够满足实际操作考试要求的结构组件均可。

6.2 二级标准

6.2.1 考核知识点及知识点掌握程度要求

二级标准的知识点如表 3 所示,知识点排序不分先后。

表 3 二级标准知识点

编号	知识点名称	知识点掌握要求
1	机器人常识	了解中国及世界机器人领域的重要历史事件及重要的科学家
2	直流电机	了解直流电机的基本工作原理,掌握通过电池盒控制直流电机完成旋转、往复动作
3	伯努利定理	了解伯努利定理在现实生活中示例的基本工作原理
4	摩擦力	理解摩擦力分类及摩擦力产生的基本条件
5	前驱和后驱	理解前驱和后驱的基本特性
6	棘轮机构	理解棘轮机构的基本工作原理,掌握结构中棘轮机构的合理应用
7	曲柄机构	理解曲柄机构的基本工作原理,掌握结构中曲柄机构的合理应用
8	皮带传动	理解皮带传动的的基本工作原理,掌握结构中皮带传动的合理应用
9	凸轮机构	理解凸轮机构的基本工作原理,掌握结构中凸轮机构的合理应用
10	间歇运动机构	理解间歇运动机构的基本工作原理,掌握结构中间歇运动机构的合理应用

6.2.2 考试形式

考试分为理论知识考试和实际操作考试。理论考试采用上机考试的形式,机械结构搭建采用实际操作的形式。

6.2.3 器材

能够满足实际操作考试要求的结构组件均可。

6.3 三级标准

6.3.1 考核知识点及知识点掌握程度要求

三级标准的知识点如表 4 所示,知识点排序不分先后。

表 4 三级标准知识点

编号	知识点名称	知识点掌握要求
1	机器人常识	了解机器人领域的相关理论、相关人物及前沿科技时事
2	主控板	了解开源主控板的基本性能
3	基本电路	理解串联电路、并联电路的基本特性,掌握串联电路、并联电路的搭设
4	导电材料	了解导体、半导体、绝缘体的基本特性及常用分类
5	欧姆定律	理解电流、电压、电阻的概念及三者间的相互关系
6	图形化编程平台使用	掌握图形化编程平台使用,能够进行程序的编写、调试、上传
7	信息处理基本流程	理解“输入、处理、输出”信息处理基本流程,掌握通过图形化编程,实现简单交互程序的编写
8	基本编程技能	图形化环境下,掌握程序设计顺序、选择、循环三种基本结构、变量的定义、数学运算符、比较运算符、逻辑运算符的使用
9	数字信号	理解数字信号的基本概念,掌握图形化编程环境下数字信号的读写
10	模拟信号	理解模拟信号的基本概念,掌握图形化编程环境下模拟信号的读写
11	流程图	掌握程序流程图的绘制
12	分立器件	了解 LED、按键开关、光敏电阻、电位器等常见分立器件的基本工作原理,掌握通过图形化编程实现数据读写操作
13	传感器模块	了解超声波传感器、红外遥控传感器的基本工作原理,掌握通过图形化编程实现数据读取操作
14	执行器模块	了解舵机的基本工作原理,掌握通过图形化编程实现数据写入操作

6.3.2 考试形式

考试分为理论知识考试和实际操作考试。理论考试采用上机考试的形式,装置搭建及程序编写采用实际操作的形式。

6.3.3 编程语言及器材

理论知识考试试卷中编程题采用图形化编程平台 Mixly 软件编写,实际操作考生不指定具体的图形化编程平台。

器材为采用开源主控板并能够满足实际操作考试要求的组件均可。

6.4 四级标准

6.4.1 考核知识点及知识点掌握程度要求

四级标准的知识点如表 5 所示,知识点排序不分先后。

表 5 四级标准知识点

编号	知识点名称	知识点掌握要求
1	机器人常识	了解机器人领域的相关理论、相关人物及前沿科技时事
2	主控板	理解开源主控板的基本性能
3	数制	掌握数值在二进制、十进制和十六进制之间进行转换
4	基本编程技能	采用代码编程,掌握程序设计顺序、选择、循环三种基本结构、变量的定义、变量的作用域、数学运算符、比较运算符、逻辑运算符的使用
5	数字信号	掌握数字信号的基本概念,掌握高低电平、上拉电阻电路、下拉电阻电路的基本概念,掌握采用代码编程实现数字信号的读写
6	模拟信号	掌握模数转换的基本原理,掌握 PWM 模拟输出的基本原理,掌握采用代码编程实现模拟信号的读写
7	类库	理解类库的概念,掌握类库的安装及类库成员函数的调用
8	传感器模块	理解灰度传感器、按键模块、触碰传感器、超声波传感器、红外遥控传感器的基本工作原理,掌握通过代码编程实现数据读取操作
9	执行器模块	理解舵机、直流电机马达驱动模块的基本工作原理,掌握通过代码编程实现对执行器的运动控制
10	三极管	了解三极管的基本特性,掌握通过代码编程,通过三极管控制电路通断
11	机器人控制	理解开环控制和闭环控制的基本概念,掌握简单开环和闭环机器人制作

6.4.2 考试形式

考试分为理论知识考试和实际操作考试。理论考试采用上机考试的形式,装置搭建及程序编写采用实际操作的形式。

6.4.3 编程语言及器材

编程语言采用 C/C++。

器材为采用开源主控板并能够满足实际操作考试要求的组件均可。

6.5 五级标准

6.5.1 考核知识点及知识点掌握程度要求

五级标准的知识点如表 6 所示,知识点排序不分先后。

表 6 五级标准知识点

编号	知识点名称	知识点掌握程度要求
1	机器人常识	了解机器人、微控制器领域的相关理论、相关人物及前沿科技时事

表 6 五级标准知识点（续）

编号	知识点名称	知识点掌握程度要求
2	主控板	理解物联主控板的基本性能,掌握利用物联主控板进行数字信号、模拟信号读写操作
3	中断	理解中断的运行机理,掌握中断回调函数的使用
4	数组	掌握一维数组、二维数组的应用
5	位操作	掌握数据位的操作
6	UART 串行通信	理解 UART 串行通信基本工作原理,理解报文的含义和组成,掌握利用串口 Serial 类库进行串口数据的读写操作
7	字符串	掌握利用字符串 String 类库对字符串进行解析处理
8	按键消抖	掌握通过软件实现按键消抖
9	移位寄存器芯片	理解移位寄存器芯片 74HC595 的基本工作原理,掌握通过移位寄存器芯片 74HC595 进行一位数码管、四位数码管、8×8 点阵的显示控制
10	E ² PROM	理解 E ² PROM 的基本工作原理,掌握利用 E ² PROM 类库进行数据读写
11	蓝牙通信	理解经典蓝牙通信的基本工作原理,掌握通过蓝牙进行数据接收、发送

6.5.2 考试形式

考试分为理论知识考试和实际操作考试。理论考试采用上机考试的形式,装置搭建及程序编写采用实际操作的形式。

6.5.3 编程语言及器材

编程语言采用 C/C++。

器材为采用物联主控板并能够满足实际操作考试要求的组件均可。

6.6 六级标准

6.6.1 考核知识点及知识点掌握程度要求

六级标准的知识点如表 7 所示,知识点排序不分先后。

表 7 六级标准知识点

编号	知识点名称	知识点掌握程度要求
1	机器人常识	了解机器人、微控制器领域的相关理论、相关人物及前沿科技时事
2	I ² C 串行通信	理解 I ² C 串行通信基本工作原理,掌握通过类库进行数据交互
3	SPI 串行通信	理解 SPI 串行通信基本工作原理,掌握通过类库进行数据交互
4	姿态传感器	理解姿态传感器 MPU6050 的基本工作原理,掌握通过类库进行数据交互

表 7 六级标准知识点 (续)

编号	知识点名称	知识点掌握程度要求
5	液晶显示屏	掌握通过类库对 SSD1306 OLED 显示屏进行操作
6	互联网基础	了解 TCP/IP 协议、IP 地址、端口、URL 基础知识,理解 HTML 文档基本结构
7	Wi-Fi	理解 Wi-Fi 类库,掌握通过 Wi-Fi 类库以 STA、AP 模式实现 Wi-Fi 连接
8	Web 服务器	掌握利用 Wi-Fi 类库实现 Web 服务器的建立、数据读入和输出
9	步进电机	理解步进电机的基本工作原理,掌握通过类库实现步进电机运动控制
10	机器人控制	了解 PID 控制器的基本工作原理,掌握利用中断读取码盘数据,通过比例控制,实现机器人按照指定线路运动

6.6.2 考试形式

考试分为理论知识考试和实际操作考试。理论考试采用上机考试的形式,装置搭建及程序编写采用实际操作的形式。

6.6.3 编程语言及器材

编程语言采用 C/C++。

器材为采用物联主控板并能够满足实际操作考试要求的组件均可。

6.7 七级标准

6.7.1 考核知识点及知识点掌握程度要求

七级标准的知识点如表 8 所示,知识点排序不分先后。

表 8 七级标准知识点

编号	知识点名称	知识点掌握程度要求
1	Python 语言基本编程技能	掌握缩进、注释、变量、命令和保留字等基本语法,掌握整数类型、浮点数类型、字符串类型、列表类型、元组类型、字典类型,掌握采用分支结构、循环结构使用,掌握异常处理程序编写,掌握函数的定义、调用及使用,掌握类的定义和使用,掌握第三方库的安装及使用
2	数据结构	理解堆、栈、队列、树、图的基本概念
3	排序和查找	掌握一种以上的排序和查找算法
4	递推及递归	掌握编写带有递推和递归的程序
5	最短路径	掌握 Dijkstra 算法
6	OpenCV	掌握通过 OpenCV 获取图像,并对获取的图像进行处理和特征提取
7	Linux 基础	掌握 Linux 基本的用户管理、文件和目录管理命令、网络命令
8	ROS 基础	了解 ROS 的基础知识,理解 ROS 的节点、节点管理器、话题、服务
9	ROS 编程基础	掌握通过编程控制小海龟的运动

6.7.2 考试形式

考试分为理论知识考试和实际操作考试。理论考试采用上机考试的形式,程序编写采用实际操作的形式。

6.7.3 编程语言及器材

编程语言采用 Python。

本级考试不涉及器材组件,实际操作考试使用带有摄像头的电脑即可满足要求。

6.8 八级标准

6.8.1 考核知识点及知识点掌握程度要求

八级标准的知识点如表 9 所示,知识点排序不分先后。

表 9 八级标准知识点

编号	知识点名称	知识点掌握程度要求
1	人工智能常识	了解人工智能的发展过程,了解机器学习、神经网络、深度学习之间的相互关系及基本知识
2	主控板	理解智能主控板的基本性能,掌握利用智能主控板进行数字信号、模拟信号读写操作,掌握通过智能主控板和外部器件进行数据通信
3	机器人移动平台	掌握基于 ROS 实现机器人移动平台的精确位置控制
4	机器人视觉	掌握基于 ROS 实现机器人图像识别
5	机器人听觉	掌握基于 ROS 实现机器人语音识别和交互
6	机器人导航	掌握基于 ROS 实现机器人自主导航和避障

6.8.2 考试形式

考试分为理论知识考试和实际操作考试。理论考试采用上机考试的形式,装置搭建及程序编写采用实际操作的形式。

6.8.3 编程语言及器材

编程语言采用 Python。

器材为采用智能主控板并能够满足实际操作考试要求的组件均可。