《动力机械》课程教学大纲

**一、课程基本信息**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **英文名称** | Power Machinery | **课程代码** | 08130008 |
| **课程性质** | 专业必修课程 | **授课对象** | 能源与动力工程专业 |
| **学 分** | 3.0 | **学 时** | 51 |
| **主讲教师** | 黄耀松 | **修订日期** | 2021年2月22日 |
| **指定教材** | 黄英主编，《车用内燃机》，北京理工大学出版社， 2007 |

**二、课程目标**

（一）**总体目标：**

《动力机械》以内燃机及其系统为研究对象，研究如何把燃料的化学能安全、高效、低污染地转换成动力的基本规律和过程，研究转换过程中的系统和设备，以及与此相关的控制技术。它涉及能源、交通、电力、航空、环境等与国民经济、社会发展及国防工业密切相关的领域，是能源与动力工程专业的一门专业必修课。课程旨在使学生掌握动力机械及相关基础学科的基础理论，熟悉内燃机的工作过程和发展动向，具有独立分析和解决实际问题的能力，以及通过团队合作完成具有一定理论意义或应用价值的科研工作的能力。

（二）课程目标：

**课程目标1：**通过系统学习，掌握内燃机的基础知识与原理。

1．1 掌握内燃机的基本知识、基本构造、性能和工作原理；

1．2 了解内燃机的工作循环、总体构造及各机构和系统的结构、组成、原理和特点；

1．3 掌握内燃机中汽油机和柴油机的燃烧特点；

1．4 掌握内燃机发展的最新技术。

**课程目标2：**具备一定的工程素养，对内燃机的结构和系统有直观的认识，能够分析和解决内燃机运行过程遇到的问题。

2．1 通过课程作业“内燃机模型的组装和拆分”，使学生对内燃机结构有直观的了解；

2．2 通过大量的内燃机运行案例学习，提高解决实际问题的能力和工程素养。

**课程目标3：**培养学生的自主学习意识，通过文献的阅读和研究以及团队合作，完成具有一定工程应用价值和科学研究意义的课题。

3．1 通过课堂训练项目，培养学生自主学习意识，提升科技论文的阅读和写作能力；

3．2 通过课堂PPT汇报与展示，培养学生口头表达能力。

（三）课程目标与毕业要求、课程内容的对应关系

**表1：课程目标与课程内容、毕业要求的对应关系表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **课程子目标** | **对应课程内容** | **对应毕业要求** |
| **课程目标1：**通过系统学习，掌握内燃机基础知识与原理。 | 1．1掌握内燃机的基本知识、基本构造、性能和工作原理。 | 通过第一章“汽车发动机概述”知识点的学习，学生能够掌握内燃机的基本知识、结构和工作原理。 | 毕业要求1：1-1通过系统学习，熟练掌握热工基础理论与基础知识。 |
| 1．2了解内燃机的工作循环、总体构造及各机构和系统的结构、组成、原理和特点。 | 通过第二章“内燃机的工作循环”、第三章“内燃机曲柄连杆机构”、第七章“内燃机的冷却与润滑系统”和第八章“内燃机点火及起动系统”知识点的学习，学生能够了解内燃机的工作循环、各机构和系统的结构、组成、原理和特点。 | 毕业要求1：1-1通过系统学习，熟练掌握热工基础理论与基础知识。 |
| 1．3掌握内燃机中汽油机和柴油机的燃烧特点。 | 通过第五章“汽油机混合气形成和燃烧”和第六章“柴油机混合气形成和燃烧”知识点的学习，学生能够掌握内燃机中汽油机和柴油机的燃烧特点。 | 毕业要求1：1-1通过系统学习，熟练掌握热工基础理论与基础知识。毕业要求4：4-1具有针对能源动力系统提出、分析及解决问题的能力。 |
| 1．4 掌握内燃机发展的最新技术。 | 通过第九章“内燃机的发展动向”学习，学生能够了解内燃机的最新发展动态。 | 毕业要求6：6-1熟练掌握现代工程共计和信息技术共计。 |
| **课程目标2：**具备一定的工程素养，对内燃机的结构和系统有直观的认识，能够分析和解决内燃机运行过程遇到的问题。 | 2．1通过课程作业“内燃机模型的组装和拆分”，使学生对内燃机结构有直观的了解。 | 通过第三、四、七和八章的知识点学习以及完成课程作业“内燃机模型的组装和拆分”使学生加深对内燃机结构和部件的理解。 | 毕业要求5：5-3 能够选用或搭建实验装置安全开展实验并正确采集数据。毕业要求7：7-1 通过实习时间积累初步的工程实践经验，了解行业发展趋势。 |
| 2．2通过大量的内燃机运行案例学习，提高解决实际问题的能力和工程素养。 | 通过第五和第六章中汽油机与柴油机运行特性、燃烧过程及故障问题的分析学习，使学生掌握典型内燃机运行特点，常见故障分析方法。 | 毕业要求4：4-1具有针对能源动力系统提出、分析及解决问题的能力。毕业要求11：11-1 能够就工程实践中出现的问题做出书面和口头的清晰表达。 |
| **课程目标3：**培养学生的自主学习意识，通过文献的阅读和研究以及团队合作，完成具有一定工程应用价值和科学研究意义的课题。 | 3．1通过课堂训练项目，培养学生自主学习意识，提升科技论文的阅读和写作能力； | 通过完成课堂训练项目，学生能够学会查阅文献、归纳总结，并撰写科技小论文。 | 毕业要求3：3-2 熟练使用专业相关的绘图、设计、模拟计算等软件；毕业要求6：6-1 熟练掌握现代工程工具和信息技术工具；毕业要求11：11-1 能够就工程实践中出现的问题做出书面和口头的清晰表达；毕业要求12：12-1 具有自主学习的意识。 |
| 3．2通过课堂PPT汇报与展示，培养学生口头表达能力。 | 通过PPT制作和5~8分钟的口头汇报，学生能够锻炼归纳总结与口头表达能力。 | 毕业要求3：3-2 熟练使用专业相关的绘图、设计、模拟计算等软件；毕业要求6：6-1 熟练掌握现代工程工具和信息技术工具；毕业要求11：11-1 能够就工程实践中出现的问题做出书面和口头的清晰表达。 |

**三、教学内容**

**第一章 汽车发动机概述**

1. 教学目标

（1）了解内燃机的发展进程，了解内燃机的分类和应用；

（2）了解并掌握内燃机和外燃机等基本概念与内燃机的优缺点；

（3）了解内燃机的总体构造，掌握内燃机运行过程中的相关术语，了解内燃机的型号编制，掌握四冲程和二冲程发动机的工作原理及过程；

（4）了解内燃机工作原理。

2.教学重难点

重点/难点：重点是对内燃机的分类和优缺点要有比较透彻的理解，对内燃机的总体构造、四冲程和二冲程发动机的工作原理要有比较透彻的理解；难点是会正准确握内燃机运行过程中的相关术语，理解内燃机的优缺点。

3.教学内容

（1） 发动机概述；

（2） 内燃机的分类与应用；

（3） 内燃机的总体构造；

（4） 内燃机的工作原理；

4.教学方法

（1）自主学习：利用课本预习本章内容并完成课后思考题；

（2）讲授法：相关概念和理论框架；

5.教学评价

回答以下问题：

（1）内燃机与外燃机相比有哪些优势？

（2）四冲程发动机的工作过程是怎么样的？

（3）四冲程发动机与二冲程发动机相比有什么优缺点？

**第二章 内燃机的工作循环**

1.教学目标

（1）掌握进气终了时汽缸中的压力和温度，充量系数，配气相位；

（2）掌握内燃机各个工作循环过程的特点；

2.教学重难点

（1）重点：膨胀和排气过程中汽缸中的压力和温度；

（2）难点：燃料特性和膨胀做功效率。

3.教学内容

（1） 进气过程；

（2） 压缩过程；

（3） 燃烧过程；

（4） 膨胀过程与排气过程；

4.教学方法

（1）自主学习：利用课本预习本章内容并完成课后思考题；

（2）讲授法：内燃机循环过程的相关理论知识；

（3）讨论法：课堂围绕“内燃机各个过程有什么作用”进行讨论。

5.教学评价

回答以下问题：

（1）什么叫内燃机的充量系数？

（2）什么叫配气相位？

（3）内燃机有哪些工作过程？

（4）膨胀过程气缸中压力和温度如何变化？

**第三章 内燃机曲柄连杆机构**

1.教学目标

（1）了解曲柄连杆机构的工作条件；

（2）了解机体组的功用及组成；

（3）了解活塞连杆组的功用及组成；

（4）了解曲轴飞轮组的功用及组成。

2.教学重难点

（1）重点：掌握曲柄连杆机构的组成及功用。

（2）难点：理解气环的作用。

3.教学内容

（1） 曲柄连杆机构的工作条件与组成；

（2） 机体组的功用及组成；

（3） 活塞连杆组的功用及组成；

（4） 曲轴飞轮组的功用及组成；

4. 教学方法

（1）自主学习：利用课本预习本章内容并完成课后思考题；

（2）讲授法：相关基础和理论知识；

（3）讨论法：课堂围绕“曲柄连杆机构由哪几部分组成？各部分的作用是什么？”等问题进行讨论。

5.教学评价

回答以下问题：

（1）曲柄连杆机构的工作条件是什么？

（2）活塞连杆组的组成和功用是什么？

（3）曲轴飞轮组的功用及组成是什么？

**第四章 内燃机的换气与配气机构**

1.教学目标

（1）理解并掌握内燃机的换气过程和配气机构组成；

（2）理解并掌握内燃机的换气过程和配气机构组成，掌握内燃机换气过程的损失；

（3）掌握四冲程内燃机的换气过程和特点；

（4）掌握二冲程内燃机的换气过程和特点；

（5）掌握进、排气系统特点。

2.教学重难点

（1）重点：掌握内燃机换气过程，了解内燃机配气机构的各部分组成；掌握充气系数与内燃机功率、扭矩等概念，并掌握它们之间关系。

（2）难点：换气过程各部分换气损失的计算和气门提前角的确定；换气效率的确定，以及如何提高换气效率。

3.教学内容

（1） 内燃机配气机构的组成及其形式；

（2） 内燃机的换气与损失；

（3） 四冲程内燃机的换气过程；

（4） 二冲程内燃机的换气过程；

（5） 进、排气系统。

4. 教学方法

（1）自主学习：利用课本预习本章内容并完成课后思考题；

（2）讲授法：相关基础和理论知识；

（3）讨论法：课堂围绕“四冲程和二冲程内燃机的换气过程是怎么样的？如何确定气门提前角”等问题进行讨论。

5.教学评价

回答以下问题：

（1）内燃机换气过程由哪些损失？

（2）充量系数与内燃机功率、扭矩的关系是怎么样的？

（3）四冲程内燃机与二冲程内燃机换气过程由区别吗？

（4）如何确定气门提前角？

**第五章 汽油机混合气形成和燃烧**

1.教学目标

（1）掌握汽油机燃料供给系统的组成和汽油机混合气的形成；

（2）掌握汽油喷射技术的发展和喷射控制技；

（3）掌握汽油机的正常燃烧过程和非正常燃烧过程；

（4）了解影响汽油机燃烧过程的因素，了解汽油机燃烧室的类型和选择标准；

2.教学重难点

重点：掌握汽油机燃料供给系统的组成以及理解理想化油器的特性；汽油喷油系统的 工作原理和汽油机的燃烧过程，掌握影响汽油机燃烧过程的因素，并理解相互之间的制约关系

难点：对化油器特性的理解，对汽油机燃烧过程中的非正常燃烧现象的理解。

3.教学内容

（1） 汽油机燃料供给系统的组成；

（2） 汽油机混合气的形成；

（3） 汽油喷射与控制；

（4） 汽油机的燃烧；

（5） 影响燃烧过程的因素；

（6） 汽油机的燃烧室。

4. 教学方法

（1）自主学习：利用课本预习本章内容并完成课后思考题；

（2）讲授法：相关理论知识；

（3）案例教学法：围绕汽油机不正常燃烧过程开展案例讲解和分析；

5.教学评价

回答以下问题：

（1）汽油机燃料供给系统包括哪些？混合气如何形成？

（2）影响汽油机燃烧过程的因素有哪些？

（3）理想化油器特性是怎样的？

（4）汽油机非正常燃烧现象产生的原因？

**第六章 柴油机混合气形成和燃烧**

1.教学目标

（1）了解柴油机燃料供给系的功用和柴油机燃油供给系统的特点；

（2）掌握柴油机混合器形成的过程和特点；

（3）掌握柴油机燃烧过程不同的阶段及特点，并比较和汽油机燃烧过程的不同；

（4）了解柴油机燃烧室的分类和特点；

（5）掌握柴油机燃烧过程和影响因素；柴油机燃烧过程和影响因素。

2.教学重难点

（1）重/难点：对柴油机燃烧过程中非正常燃烧现象的理解，对柴油机燃烧室设计。

3.教学内容

（1） 柴油机燃油供给系；

（2） 柴油机混合气的形成；

（3） 柴油机的燃烧过程；

（4） 柴油机燃烧室；

（5） 柴油机电控技术；

4. 教学方法

（1）自主学习：利用课本预习本章内容并完成课后思考题；

（2）讲授法：相关基础和理论知识；

（3）讨论法：课堂围绕“柴油机混合气形成过程”进行讨论。

5.教学评价

回答以下问题：

（1）柴油机混合气如何形成？

（2）柴油机燃油供给系统的特点有哪些？

（3）柴油机与汽油机不同点？

**第七章 内燃机的冷却与润滑系统**

1.教学目标

（1）了解内燃机的冷却系的功用及方式，了解内燃机的风冷及水冷系统；

（2）了解水冷系内燃机的优缺点和适应工况；

（3）了解风冷系内燃机的优缺点和适应工况；

（4）了解内燃机的润滑系统及组成；

（5）了解汽油机和柴油机热平衡，以及对效率的影响。

2.教学重难点

（1）重点：水冷系和风冷系内燃机的优缺点及适用工况；

（2）难点：理解热平衡对效率的影响。

3.教学内容

（1） 内燃机的冷却系的功用及方式；

（2） 水冷系内燃机；

（3） 风冷系内燃机；

（4） 内燃机的润滑系及组成；

（5） 内燃机热平衡；

4. 教学方法

（1）自主学习：利用课本预习本章内容并完成课后思考题；

（2）讲授法：相关基础和理论知识；

（3）讨论法：课堂围绕“内燃机冷却系统类型有几种？如何选择内燃机冷却系统？如何选择内燃机润滑系统？”等问题进行讨论。

5.教学评价

回答以下问题：

（1）内燃机冷却系统的功用和类型有哪些？

（2）风冷和水冷内燃机的特点？

（3）内燃机润滑系统的组成？

**第八章 内燃机点火及起动系统**

1.教学目标

（1）掌握点火系的类型与性能要求，以及不同工况下的着火特点；

（2）了解汽油机点火系统的各个组成部件，以及工作原理；

（3）了解内燃机使用的不同电气设备，以及工作原理；

（4）掌握不同仪表的功用。

2.教学重难点

重点/难点：内燃机点火与启动系统的组成及功用。

3.教学内容

（1） 内燃机起动装置；

（2） 汽油机点火系统；

（3） 内燃机电气设备；

（4） 指示仪表；

4. 教学方法

（1）自主学习：利用课本预习本章内容并完成课后思考题；

（2）讲授法：相关基础和理论知识；

5.教学评价

回答以下问题：

（1）点火系的类型有哪些？

（2）点火系各个组成部分功用？

**第九章 内燃机的发展动向**

1.教学目标

（1）了解内燃机发展最新动向和新能源汽车发展特点；

2.教学重难点

重点/难点：如何阐明内燃机发展趋势及其与新能源汽车的比较。

3.教学内容

 内燃机发展最新动向和新能源汽车发展特点。

4. 教学方法

（1）自主学习：利用文献资料了解内燃机最新发展动态；

（2）讲授法：相关原理和理论知识；

5.教学评价

回答以下问题：

1. 内燃机以后如何发展？
2. 内燃机以后还有前途吗？
3. 与新能源汽车相比，内燃机有哪些优势？

完成课堂训练项目

**四、学时分配**

**表2：各章节的具体内容和学时分配表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 章节 | 章节内容 | 学时分配 |
| 第一章 | 汽车发动机概述 | 3 |
| 第二章 | 内燃机的工作循环 | 6 |
| 第三章 | 内燃机曲柄连杆机构 | 6 |
| 第四章 | 内燃机的换气与配气机构 | 6 |
| 第五章 | 汽油机混合气形成和燃烧 | 6 |
| 第六章 | 柴油机混合气形成和燃烧 | 6 |
| 第七章 | 内燃机的冷却与润滑系统 | 3 |
| 第八章 | 内燃机点火及起动系统 | 3 |
| 第九章 | 内燃机的发展动向 | 3 |
|  | 课堂项目训练 | 6 |

**五、教学进度**

**表3：教学进度表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 周次 | 日期 | 章节名称 | 内容提要 | 授课时数 | 作业及要求 | 备注 |
| 1 |  | 第一章 汽车发动机概述 | （1）发动机概述；（2）内燃机的分类与应用；（3）内燃机的总体构造；（4）内燃机的工作原理； | 3 | **作业**：完成课后思考题。**要求**：按时完成作业，对内燃机的分类及工作原理有基本的认识。 |  |
| 2-3 |  | 第二章内燃机的工作循环 | （1）进气过程；（2）压缩过程；（3）燃烧过程；（4）膨胀过程与排气过程； | 6 | 作业：完成课后思考题。要求：按时完成作业，理解内燃机工作循环的各个过程特点。 |  |
| 4-5 |  | 第三章内燃机曲柄连杆机构 | （1）曲柄连杆机构的工作条件与组成；（2）机体组的功用及组成；（3）活塞连杆组的功用及组成；（4）曲轴飞轮组的功用及组成； | 6 | 作业：完成课后思考题。要求：按时完成作业，了解内燃机曲柄连杆机构组成和功用。 |  |
| 6-7 |  | 第四章内燃机的换气与配气机构 | （1）内燃机配气机构的组成及其形式；（2）内燃机的换气与损失；（3）四冲程内燃机的换气过程；（4）二冲程内燃机的换气过程；（5） 进、排气系统。 | 6 | 作业：完成课后思考题。要求：按时完成作业，熟悉四冲程和二冲程内燃机换气过程。 |  |
| 8-10 |  | 第五章汽油机混合气形成和燃烧 | （1）汽油机燃料供给系统的组成；（2）汽油机混合气的形成；（3）汽油喷射与控制；（4）汽油机的燃烧；（5）影响燃烧过程的因素；（6）汽油机的燃烧室。 | 6 | 作业：完成课后思考题。要求：按时完成作业，理解汽油机混合气形成和燃烧过程。 |  |
| 11-12 |  | 第六章柴油机混合气形成和燃烧 | （1）柴油机燃油供给系；（2）柴油机混合气的形成；（3）柴油机的燃烧过程；（4）柴油机燃烧室；（5） 柴油机电控技术； | 6 | 作业：完成课后思考题。要求：按时完成作业，了解柴油机燃烧特点及混合气形成。 |  |
| 13 |  | 第七章内燃机的冷却与润滑系统 | （1）内燃机的冷却系的功用及方式；（2）水冷系内燃机；（3）风冷系内燃机；（4）内燃机的润滑系及组成；（5）内燃机热平衡； | 3 | 作业：完成课后思考题。要求：按时完成作业，知道内燃机冷却系统和润滑系统特点。 |  |
| 14 |  | 第八章内燃机点火及起动系统 | （1）内燃机起动装置；（2）汽油机点火系统；（3）内燃机电气设备；（4）指示仪表； | 3 | 作业：完成课后思考题。要求：按时完成作业，了解内燃机点火和启动过程。 |  |
| 15 |  | 第九章内燃机的发展动向 | 内燃机发展最新动向和新能源汽车发展特点。 | 3 | 作业：完成课后思考题。要求：按时完成作业，了解内燃机发展动态。 |  |
| 16-17 |  | 课堂训练项目 | （1）课程小论文；（2）PPT展示与课堂汇报 | 6 | 作业：1.查阅文献，撰写小论文；2.做PPT，进行5~8分钟的课堂汇报。要求：自主查阅文献，撰写论文，PPT干净整洁，汇报语速适中，谈吐得体。 |  |

**六、教材及参考书目**

1． 张克危，《流体机械原理》（上册）。北京：机械工业出版社。2000

2． 罗锡乾，《流体力学》。北京：机械工业出版社。1999

3． 朱明善，《工程热力学》。北京：清华大学出版社。1995

4． 王中铮，《热能与动力基础》。北京：机械工业出版社。2000

5． 焦树建，《整体煤气化燃气-蒸汽联合循环》。北京：中国电力出版社。1996

6． 朱齐荣，《核电厂机械设备及其设计》。北京：原子能出版社。2000

7． 世界理事会，《新的可再生能源》。北京：海洋出版社。1998

10．黄祥新、孙家庆，《热力系统与设备》。北京：机械工业出版社。1989

11．陈家瑞，《汽车构造》。机械工业出版社。2009

**七、教学方法**

本课程提前一周发布上课内容，让学生做好预习，课堂中采用讲授法、案例教学法、讨论法等进行教学，并充分利用APP互动软件进行课前和课后的线上交流，课后按时完成课后思考题。

1. 讲授法：对基本理论、原理等进行课堂讲授，使学生能够理解和掌握这些基础知识。

2. 案例教学法：引入工程案例进行分析，以加深对理论知识的理解，培养学生的工程素养。

3. 讨论法：课堂围绕特定问题组织课堂讨论，培养学生理论联系实际的能力，巩固对理论知识的理解，同时增强语言表达能力。

 **八、考核方式及评定方法**

**（一）课程考核与课程目标的对应关系**

**表4：课程考核与课程目标的对应关系表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核要点** | **考核方式** |
| 课程目标1 | 是否熟练掌握内燃机的基本原理与基础知识。 | 课后作业、闭卷笔试 |
| 课程目标2 | 是否能够运用理论知识解决实际问题，是否具备动手能力和工程素养。 | 课后作业，课堂互动 |
| 课程目标3 | 是否具有自主学习意识，具有文献查阅、科技小论文写作和口头表达能力。 | 课前预习完成度、课程小论文、课堂汇报 |

**（二）评定方法**

**1．评定方法**

平时成绩：40%（平时作业+小论文+汇报）

期中考核：30%（理论考试）

期末考试：30%（理论考试）

**2．课程目标的考核占比与达成度分析**

**表5：课程目标的考核占比与达成度分析表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  **考核占比****课程目标** | **平时** | **期中** | **期末** | **总评达成度** |
| 课程目标1 | 20% | 40% | 40% | 课程目标1达成度={0.2ｘ平时目标1成绩+0.4ｘ期中目标1成绩+0.4ｘ期末目标1成绩}/目标1总分；课程目标2达成度={0.8ｘ平时目标2成绩+0.1ｘ期中目标2成绩+0.1ｘ期末目标2成绩}/目标2总分；课程目标3达成度={0.8ｘ平时目标3成绩+0.1ｘ期中目标3成绩+0.1ｘ期末目标3成绩}/目标3总分； |
| 课程目标2 | 80% | 10% | 10% |
| 课程目标3 | 80% | 10% | 10% |

**（三）评分标准**

| **课程****目标** | **评分标准** |
| --- | --- |
| **90-100** | **80-89** | **70-79** | **60-69** | **＜60** |
| **优** | **良** | **中** | **合格** | **不合格** |
| **A** | **B** | **C** | **D** | **F** |
| **课程****目标1** | 熟练掌握内燃机的基本原理与基础知识。 | 较熟练掌握内燃机的基本原理与基础知识。 | 基本掌握内燃机的基本原理与基础知识。 | 对内燃机的基本原理与基础知识掌握得不全面。 | 内燃机的基本原理与基础知识很欠缺。 |
| **课程****目标2** | 善于运用理论知识解决实际问题，具有很强的动手能力和良好工程素养。 | 较善于运用理论知识解决实际问题，具有良好的动手能力和工程素养。 | 能够运用理论知识解决实际问题，具有一定的动手能力和工程素养。 | 基本能够运用理论知识解决实际问题，具有基本的动手能力和工程素养。 | 不能够运用理论知识解决实际问题，缺乏基本的动手能力和工程素养。 |
| **课程****目标3** | 具有很强的自主学习意识，具有很好的文献查阅、科技小论文写作和口头表达能力。 | 具有良好的自主学习意识以及文献查阅、科技小论文写作和口头表达能力。 | 具有一定的自主学习意识以及文献查阅、科技小论文写作和口头表达能力。 | 具有基本的自主学习意识以及文献查阅、科技小论文写作和口头表达能力。 | 缺乏自主学习意识以及文献查阅、科技小论文写作和口头表达能力。 |