**《电机及其运动控制技术》课程教学大纲**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程名称** | **中文** | | | 电机及其运动控制技术 | | | | | | | |
| **英文** | | | Motor and Motion Control Technology | | | | | | | |
| **课程代码** | A316027 | | | **开课学院/系** | | 电气信息工程学院 /自动化系 | | **制定/修订**  **时间** | | 2023.9 | |
| **课程类别** | 专业基础 | | | **学分** | | 3 | | **学时** | | 48 | |
| **适用专业** | 自动化 | | | | | | | | | | |
| **先修课程** | 自动控制原理、现代控制理论、电路、高等数学 | | | | | | | | | | |
| **选用教材** | 彭鸿才，边春元主编. 电机原理及拖动（第3版）. 北京: 机械工业出版社, 2015.12. | | | | | | | | | | |
| **课时分配** | **理论学时** | 40 | | | **实验（其他）学时** | | 8 | | **学时合计** | | 48 |
| **撰写人** | 杜友武 | | **审定人** | | | 李博 | | **批准人** | | 薛波 | |

**一、课程简介**

《电机及其运动控制技术》是自动化专业的专业基础必修课，要求学生具有自动控制原理、现代控制理论、电路、高等数学等知识的基础。本课程主要介绍电能与电机、磁路及动力学基础知识、直流电机、直流电动机的运行与电力拖动、变压器、三相异步电动机、三相异步电动机的电力拖动。本课程的任务是使学生系统地掌握和理解直流电动机、交流电机、变压器的基本结构、工作原理以及电力拖动系统的运行性能、分析方法，目的是培养学生应用工程观点和工程方法进行分析和解决问题，养成良好的职业素养，为后续学习和工作打好基础。

**二、课程目标**

课程目标1：掌握电机及电力拖动系统的主要技术指标、基本概念、基本原理、基本分析方法，具有运用电机和拖动基本理论知识对自动化工程领域中的问题进行推理和分析的能力。

课程目标2：掌握电机的基本结构、工作原理以及电力拖动系统的运行性能、分析方法，能够综合运用电机及电力拖动系统基础理论、分析方法与仿真软件，具有识别、分析和仿真验证自动化控制系统的主要组成环节和性能参数的能力。

课程目标3：通过了解电机发展史及基本电磁原理，树立国家情怀，激发当代大学生重视基础学习，开展和探索原创性研究；潜移默化地培养学生的科学方法论，提高学生的工程思维和系统思维的能力；了解国内外高端精密装置控制性能参数的差异，分析高端技术被国外“卡脖子”的原因，激发学生努力学习，培养爱国情怀。

**三、课程目标与毕业要求的支撑关系**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **毕业要求** | **毕业要求指标点** | **课程目标** |
| 毕业要求1：工程知识 | 1.3 能针对自动化工程领域中机械结构、信息采集与处理、控制方法、执行机构驱动、控制网络等专业工程问题进行建模、分析与求解。 | 1 |
| 毕业要求5：使用现代工具 | 5.2 能够选择与使用自动化工程实践所需的设计、仿真等现代工程工具和模拟软件，对复杂工程问题进行分析、计算和设计。 | 2 |

**四、课程教学内容**

（一）理论教学部分

内容1: 电机的基本原理

1.基本内容：电磁感应原理；电机的基本结构与工作原理；电机的能量损耗与发热。

2.重点：磁路和磁路基本定律；磁路及磁路欧姆定律；磁路的基尔霍夫定律；直流磁路的计算；电机的基本结构包括定子、转子两部分，定、转子磁场之间相互作用产生感应电动势以及电磁转矩。

3.难点：电机的结构和共性问题；电磁转矩一般表达式的推导。

4.知识目标：了解描述磁场的基本物理量；理解磁路的电磁感应定律和全电流定律；理解磁路的基尔霍夫第一定律和磁路的基尔霍夫第二定律全电流定律；掌握电机的能量转换、损耗和发热的基本内容。

5.能力目标：能够运用给定的磁通量，计算所需的励磁磁动势；能够运用给定的励磁磁势，计算磁路内的磁通量。

6.素质目标：通过了解磁场相关理论的历史，树立国家情怀，激发当代大学生重视基础学习，开展和探索原创性研究。

内容2: 电力拖动系统的动力学基础

1.基本内容：电力拖动系统的运动方程；生产机械的负载转矩特性；电力拖动系统的稳态分析。

2.重点：电力拖动系统的运动方程；多轴电力拖动系统转矩及飞轮矩的折算；电力拖动系统的负载特性；电动机的机械特性及电力拖动系统稳定运行的条件。

3.难点：多轴电力拖动系统转矩及飞轮矩的折算。

4.知识目标：掌握电力拖动系统的转动方程式；掌握多轴电力拖动系统转矩和飞轮矩的折算；掌握生产机械的负载转矩特性和电力拖动系统稳定运行的条件。

5.能力目标：在工作机构分别为转动、平移运动以及做提升和下放重物运动时，能够进行系统转矩与飞轮矩的折算；能够运用电磁转矩与转速的关系对电力拖动系统稳定运行进行分析。

6.素质目标：认识工业发展过程中，机械传动和电力拖动的相关历程，思考中国制造2025和“十四五”智能制造发展规划，理论联系实际，学以致用。

内容3：直流电机原理

1.基本内容：直流电机的基本原理与结构；直流电机的铭牌数据；直流电机的空载磁场；直流电机的电枢绕组；直流电机的负载磁场及电枢反应；感应电动势和电磁转矩的计算；直流电动机的工作特性；直流发电机的运行特性。

2.重点：直流电机的电枢反应和电枢绕组；直流电机的电磁转矩和感应电动势；直流电机稳态运行时的功率平衡关系式。

3.难点：直流电机的电枢绕组；感应电动势和电磁转矩的计算；直流发电机的基本平衡方程；直流电动机的基本平衡方程。

4.知识目标：掌握直流电动机的结构和基本工作原理；了解直流电机的铭牌数据；掌握直流电机的励磁方式；掌握直流电动机的电枢绕组并能够绘制绕组展开图；理解直流电机的负载磁场及电枢反应；掌握感应电动势和电磁转矩的计算；掌握直流发电机的基本平衡方程，他励直流发电机的运行特性；掌握直流电动机的基本平衡方程和工作特性。

5.能力目标：能够记住直流电机定子绕组和转子绕组的组成和作用；能够绘制单叠绕组的展开图；能够对直流电机的感应电动势和电磁转矩进行计算；能够推导直流发电机的功率平衡关系式并计算直流发电机的效率；能够分析他励直流发电机的空载特性和外特性；能够推导直流电动机的功率平衡关系式并计算直流电动机的效率；能够分析他励直流电动机的空载特性、外特性以及调节特性。

6.素质目标：通过“电磁现象—基本电磁学理论—数学公式推导—定理”的学习思路，潜移默化地培养学生的科学方法论，提高学生的工程思维和系统思维的能力。

内容4：直流电动机拖动基础

1.基本内容：直流电动机的机械特性；直流电动机的起动；直流电动机的调速；直流电动机的制动。

2.重点：直流电动机的固有机械特性和人为机械特性；直流电动机的直接起动、降压起动以及电枢回路串电阻起动；直流电动机的调速的技术指标，电枢回路串电阻调速，改变电源电压调速以及改变励磁磁通调速；直流电动机的能耗制动、反接制动和回馈制动。

3.难点：直流电动机的固有机械特性和人为机械特性；直流电动机的电枢回路串电阻起动，用解析法计算分级起动电阻；直流电动机的电枢回路串电阻调速；直流电动机的电压反接制动和电动势反接制动。

4.知识目标：掌握直流电动机机械特性的一般表达式、固有机械特性以及人为机械特性；掌握直流电动机的直接起动、降压起动和电枢回路串电阻起动的工作原理，并能够比较各自的特点和应用场合；理解调速的技术指标的概念和调速的经济性；掌握直流电动机的电枢回路串电阻调速和改变电源电压调速的工作原理，并能够比较各自的特点和应用场合；理解电动运行状态和制动状态；掌握直流电动机的能耗制动、反接制动和回馈制动，并能够比较各自的特点和应用场合。

5.能力目标：能够绘制固有机械特性和人为机械特性，并比较各自的特点；能够运用解析法计算三级起动电阻；能够会描述直流电动机的电枢回路串电阻调速和改变电源电压调速的机械特性方程式；能够计算他励直流电动机在额定负载下运行的调速范围、静差率以及运行在最低转速带额定负载转矩时，电动机的输入功率及输出功率；能够分析直流电动机的能耗制动的能量关系；能够分析直流电动机的电压反接制动和电动势反接制动的能量关系，并能够比较两种反接制动的异同点；能够分析直流电动机的回馈制动能量关系。

6.素质目标：通过学习直流电机机械特性对电机性能的影响，认识电机控制的重要性，了解国内外高端精密装置控制性能参数的差异，分析高端技术被国外“卡脖子”的原因，激发学生努力学习，培养爱国情怀。

内容5：变压器

1.基本内容：变压器类别、基本结构、额定值；变压器的空载运行；变压器的负载运行；变压器的等效电路及相量图；变压器的参数测定；标幺值；变压器的运行特性；三相变压器；特种变压器。

2.重点：变压器的基本结构和额定数据；变压器的空载运行电压平衡方程及相量图；变压器的负载运行磁动势平衡方程式和电压平衡方程式；变压器的T形等效电路和Γ形等效电路；变压器的空载试验和短路试验；变压器基值的选取原则；变压器的外特性和电压变化率、效率和效率特性；三相变压器的联结方法；自耦变压器。

3.难点：变压器的负载运行磁动势平衡方程式和电压平衡方程式；变压器的T形等效电路和Γ形等效电路；变压器的短路试验；三相变压器的联结方法。

4.知识目标：了解变压器的分类，掌握变压器的基本结构；掌握变压器的空载运行时感应电动势与主磁通，漏磁通、漏电动势和漏电抗，主磁通、主磁电动势和励磁阻抗；掌握变压器负载时电磁关系、磁动势平衡方程式和电压平衡方程式；掌握变压器绕组归算的方法和原则；掌握变压器的T形等效电路、Γ形等效电路和简化等效电路；掌握电压调整率的实用计算公式和效率计算公式；掌握三相变压器的星形连接和三角形连接。

5.能力目标：能够记住变压器的基本结构并理解各部分的作用；能够计算变压器的额定数据；能够推导变压器的空载运行基本方程式，画出等效电路和相量图；能够推导变压器负载运行时磁动势平衡方程式和电压平衡方程式；能够计算变压器的等效电路的电流归算和电动势的归算；能够由基本方程式推导等效电路；能够分析变压器的空载试验和短路试验的原理；能够计算电压变化率、电压调整率和效率特性；能够计算三相变压器三相绕组的相电动势。

6.素质目标：通过介绍和认识变压器在生活和工业中的应用，分析日常生活中用电高峰和低谷，变压器输出特性不同而带来的用电现象，锻炼学生观察和思考能力。

内容6: 交流电动机的旋转磁场理论

1.基本内容：电枢绕组的磁动势；旋转磁场的形成和特点；交流电机的主磁通和漏磁通。

2.重点：单相电枢绕组的磁动势；三相电枢绕组的磁动势；三相电枢绕组的合成磁动势。

3.难点：旋转磁场的形成和特点；气隙磁场的波形分析。

4.知识目标：理解旋转磁场的旋转方向是从电流超前的相转向电流滞后的相，要改变旋转磁场的方向，只要改变三相绕组的相序即可；旋转磁场的转速n1与电源频率f1、电机极对数np之间保持严格的关系。

5.能力目标：从数学推导和物理意义两个方面证明：三相对称绕组通入对称电流所产生的三相基波合成磁动势是一个旋转行波。

6.素质目标：通过从“单向绕组分析”—“三相绕组分析”—“任何多项绕组分析”的学习思路，锻炼学生举一反三的能力，提高学生的学习和科研的基本素养。

内容7：异步电动机原理

1.基本内容：三相异步电动机的结构、类别、铭牌；三相异步电动机的工作原理；三相异步电动机的绕组；三相异步电动机的磁动势；三相异步电动机的电动势；三相异步电动机的电磁分析；三相异步电动机的等效电路及相量图；三相异步电动机的功率和转矩；三相异步电动机的参数测定；三相异步电动机的工作特性。

2.重点：三相异步电动机的工作原理和运行状态；三相异步电动机交流绕组的构成原则、三相单层绕组和三相双层绕组；三相异步电动机整距线圈的磁动势、短距线圈的线圈组磁动势、单相绕组的磁动势和三相绕组的磁动势；三相异步电动导体中的感应电动势、线圈的电动势、线圈组的电动势以及相电动势和线电动势；三相异步电动机空载时的电磁关系和转子磁动势；三相异步电动机负载时的电磁关系；三相异步电动机负载时的方程式；定、转子交流耦合电路之间的绕组归算；三相异步电动机的T型等效电路和相量图；三相异步电动机的功率和转矩平衡方程式。

3.难点：三相异步电动机三相单层绕组和三相双层绕组；三相异步电动机单相绕组的磁动势和三相绕组的磁动势；三相异步电动机相电动势和线电动势；三相异步电动机的T型等效电路和相量图；三相异步电动机的功率和转矩平衡方程式。

4.知识目标：掌握三相异步电动机的工作原理和运行状态；掌握三相单层绕组连接规律和单相绕组展开图；掌握整距线圈的线圈组磁动势和短距线圈的线圈组磁动势；掌握单相绕组的磁动势表达式；掌握三相基波合成磁动势和三次谐波磁动势；掌握单匝整距线圈的电动势和单匝短距线圈的电动势；掌握单层绕组的相电势和双层绕组的相电势；掌握三相异步电动机空载时的电磁关系；掌握负载时的定、转子磁动势平衡关系；掌握三相异步电动机负载时的磁势平衡方程式和电动势平衡方程式；掌握定、转子交流耦合电路之间的绕组归算；掌握三相异步电动机的T型等效电路、等效电路的简化和相量图；掌握三相异步电动机的功率和转矩平衡方程式；掌握三相异步电动机的空载试验；了解三相异步电动机的工作特性。

5.能力目标：能够计算三相异步电动机的额定值；能够根据转差率的正负和大小三相异步电动机的运行状态；能够计算槽距角并绘制槽电动势星形图；能够计算三相交流电机的基本参数，画槽电动势星形图，分相带，在此基础上作A相绕组展开图；能够根据电机相关参数写出单相绕组的磁动势表达式；能够计算三相绕组的三相基波合成磁动势；能够计算短距线圈的感应电动势和短距系数；能够计算单层绕组的相电势和双层绕组的相电势的有效值；能够计算转子磁动势的转速；能够计算定、转子的漏磁通在各自绕组中感应产生漏电动势；能够推导出三相异步电动机负载时的磁势平衡方程式和电动势平衡方程式；在额定负载时，能够计算三相异步电动机的定子电流、转子电流、励磁电流、功率因数、输入功率和效率。

6.素质目标：通过介绍中国交流调速的发展历程，随着电力电子技术发展和变频器的出现，改进了交流电机的性能，促进了工业化发展进程，激发青年学生努力学习，大胆创新。

内容8：三相异步电动机的电力拖动

1.基本内容：三相异步电动机的机械特性；三相笼型异步电动机的起动；绕线型 三相异步电动机的起动；三相异步电动机的软起动；三相异步电动机的调速；三相异步电动机的制动。

2.重点：三相异步电动机机械特性的特点及参数表达式和实用表达式；三相异步电动机的固有机械特性；三相异步电动机的人为机械特性；三相笼型异步电动机的直接起动和降压起动；绕线型三相异步电动机的转子串频敏变阻器起动和转子回路串电阻分级起动；三相异步电动机的变转差率S调速、变极调速和变频调速；三相异步电动机的能耗制动、反接制动和回馈制动。

3.难点：三相异步电动机的机械特性参数表达式；定子回路串接三相对称电阻的人为机械特性；定子串入三相对称电阻或电抗降压起动；Y-△降压起动；转子回路串电阻分级起动；定子两相反接制动；转子反转的制动。

4.知识目标：掌握机械特性各种表达式和适用场合；掌握定子串入三相对称电阻或电抗降压起动和Y-△降压起动，并能够比较各自的优缺点和应用场合；掌握转子回路串电阻分级起动的原理和机械特性；了解三相异步电动机的软起动；掌握转子回路串电阻调速的调速原理及调速性能；掌握串级调速原理；掌握两种常用的变极方案；掌握基频以上的变频调速；掌握能耗制动的原理和机械特性；掌握定子两相反接的反接制动和转子反转的反接制动的原理、特点和应用。

5.能力目标：能够正确分析固有机械特性曲线和人为机械特性曲线；能够计算定子串入三相对称电阻或电抗降压起动的起动电流、起动转矩与起动电抗；能够计算Y-△降压起动的起动电流与起动转矩；能够熟练计算转子回路串电阻分级起动的起动电阻；能够计算转子回路串电阻调速时的损耗和电阻；能够计算变频调速的最大转矩与运行段的斜率；能够计算定子两相反接的反接制动和转子反转的反接制动的制动电阻。

6.素质目标：了解异步电动机不同工作状态在实际生产运行过程中的现象，养成理论联系实际的意识，力争为我国智能制造进程贡献力量。

（二）实验教学部分

实验1：他励直流电机的认识实验

1.实验内容：用伏安法测直流电动机和直流发电机的电枢绕组的冷态电阻；直流他励电动机的起动，调速及改变转向。

2.实验目标：学习电机实验的基本要求与安全操作注意事项；认识在直流电机实验中所用的电机、仪表、变阻器等部件及使用方法；熟悉他励电动机（即并励电动机按他励方式）的接线、起动、改变电机方向与调速的方法。

实验2：他励直流电动机的机械特性实验

1.实验内容：通过实验数据绘制电动及回馈制动特性；通过实验数据绘制电动及反接制动特性；通过实验数据绘制能耗制动特性。

2.实验目标：了解直流电动机的各种运转状态时的机械特性。

实验3：单相变压器空载、短路和负载实验

1.实验内容：空载实验，测取空载特性 UO=f(IO)，PO=f(UO)；短路实验，测取短路特性 UK=f(IK)，PK=f(I)；负载实验，保持 U1=U1N， cosφ2 =1 的条件下，测取 U2=f(I2)。

2.实验目标：通过空载和短路实验测定变压器的变比和参数；通过负载实验测取变压器的运行特性。

实验4：三相异步电动机工作特性

1.实验内容：异步电动机的直接起动；异步电动机星形——三角形（Y-△）换接起动；自耦变压器起动；绕线式异步电动机转子绕组串入可变电阻器起动；绕线式异步电动机转子绕组串入可变电阻器调速。

2.实验目标：通过实验掌握异步电动机的起动和调速的方法。

**五、教学内容、教学方式与课程目标的支撑关系**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **教学内容** | **教学方式** | | |
| **线下教学** | **混合教学** | **线上教学** |
| 课程目标1 | 内容1：电机的基本原理  内容2：电力拖动系统的动力学基础  内容3：直流电机原理  内容7：异步电机原理  实验1：他励直流电机的认识实验  实验3：单相变压器空载、短路和负载实验 | √ |  |  |
| 课程目标2 | 内容4：直流电动机拖动基础  内容5：变压器  内容6：交流电机的旋转磁场理论  内容8：三相异步电动机的电力拖动  实验2：他励直流电动机的机械特性实验  实验4：三相异步电动机工作特性 | √ |  |  |

**六、课程教学方法与学时分配**

（一）教学方法

(1) 问题导向，注重运用启发互动式教学方法：以学生为本，设计科学合理的启发互动环节，激发学生思考，让学生积极参与教学活动，成为真正意义上的主体，而教师仅仅是学生学习活动的指导者。

（2）采用案例法与研究法，注重引导学生掌握分析复杂工程问题及解决复杂工程问题的方法：向学生讲解“复杂工程问题”具备的特征，如必须运用“深入的工程原理，经过分析才可能得到解决”或需要通过“建立合适的抽象模型才能解决”，给出复杂工程问题的一般解决思路，培养学生解决复杂工程问题的能力。

(3) 采用板书与多媒体相结合教学方法：对于重、难点的分析推导部分采用板书形式，对于枯燥抽象的课程内容结合线上多媒体形式使其尽量生动化、形象化，便于学生接受和理解。

（4）联系实际，培养兴趣：引导、激励学生的学习积极性和自主性，多举一些生活中常见的通信实例，使课程更生动，让学生有直观的认识，对课程学习产生兴趣。

(5) 进行有效的作业练习：作业是检验学生对所学知识掌握情况的有效手段，布置作业时要有量有质，加强重难点知识和能力训练；要由浅入深，引发学生思考，培养学生的分析问题和解决问题的能力。

1. 学时分配

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **教学内容** | **课堂讲授** | **实验** | **上机** | **合计** |
| 内容1：电机的基本原理 | 2 |  |  | 2 |
| 内容2：电力拖动系统的动力学基础 | 2 |  |  | 2 |
| 内容3：直流电机原理 | 6 |  |  | 6 |
| 内容4：直流电动机拖动基础 | 6 |  |  | 6 |
| 内容5：变压器 | 8 |  |  | 8 |
| 内容6：交流电机的旋转磁场理论 | 2 |  |  | 2 |
| 内容7：异步电机原理 | 6 |  |  | 6 |
| 内容8：三相异步电动机的电力拖动 | 8 |  |  | 8 |
| 实验1：他励直流电机的认识实验 |  | 2 |  | 2 |
| 实验2：他励直流电动机的机械特性实验 |  | 2 |  | 2 |
| 实验3：单相变压器空载、短路和负载实验 |  | 2 |  | 2 |
| 实验4：三相异步电动机工作特性 |  | 2 |  | 2 |
| 合计 | 40 | 8 |  | 48 |

**七、课程考核方式及成绩评定**

本门课程采用“N+1”过程考核的方式进行考核。

考核方式：采用过程考核（平时作业、实验和单元阶段测试）和期末考试相结合的形式对学生课程成绩进行综合评定。

成绩评定：课程考核总成绩中，过程考核占40%，期末考试成绩占60%。各考核环节按照附件中的评分标准进行成绩评定。

课程目标与课程考核环节的对应关系：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **课程目标** | **考核环节** | | | | **合计** |
| 平时作业 | 实验 | 单元阶段测试 | 期末考试 |
| 1 | 课程目标1 | 5% | 10% | 10% | 30% | 55% |
| 2 | 课程目标2 | 5% | 5% | 5% | 30% | 45% |
| 合计 | | 10% | 15% | 15% | 60% | 100% |

**八、课程参考书目及资源**

1. 顾绳谷. 电机及拖动基础 (第4版). 北京: 机械工业出版社. 2011.

2. 胡幸鸣. 电机及拖动基础. 北京: 机械工业出版社. 2010.

3. 詹跃东, 巨永锋. 电机及拖动基础.重庆: 重庆大学出版社. 2002.

4. 李发海, 王岩. 电机及拖动基础 (第4版). 北京: 清华大学出版社. 2012.

5. Stephen J. Chapman (作者), 刘新正 (译者). 电机学 (第5版). 北京: 电子工业出版社. 2012.

6. 中国大学MOOC国家精品资源共享课，电机与拖动，浙江大学

<https://www.icourse163.org/learn/ZJU-1206622841?tid=1206960271#/learn/content>.

**附件：评分标准**

考核环节中单元测试、期中测试及期末试卷评分标准详见每学期“电机及其运动控制技术单元测试参考答案及评分标准”、“电机及其运动控制技术期中测试参考答案及评分标准”、“电机及其运动控制技术试卷参考答案及评分标准”。

考核中作业评分标准如下：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 评分标准  观测点 | **优（90～100）** | **良（80～89）** | **中等（70～79）** | **及格（60**  **～69）** | **不及格（<60）** |
| 基本概念掌握程度 | 基本概念掌握很好 | 主要概念清晰，但部分有误 | 部分概念清晰 | 基本概念不够清晰 | 基本概念未掌握 |
| 分析问题思路清晰性、解决问题方法正确性 | 思路清晰，能够解决问题，计算正确。 | 主要思路、过程和计算过程正确。 | 思路、过程部分可行，计算过程个别不正确 | 思路、过程部分尚可，计算过程部分不正确 | 不会做或者作业不完整 |
| 作业完成态度 | 认真独立完成作业，书写工整、清晰，符号、单位等按规范执行。 | 比较认真独立完成作业，书写清晰，主要符号、单位等按规范执行。 | 独立完成作业，部分符号、单位等按规范执行。 | 不够认真，极小部分抄袭或符号、单位等不按照规范执行。 | 很不认真或者大部分抄袭或未交 |