



Huanqiushuye
环球书业

最新版 | 全国二级建造师
执业资格考试精编教材

JIDIAN GONGCHENG
GUANLI YU SHIWU

机电工程 管理与实务

环球网校建造师考试研究院 编



环球网校移动课堂

充分利用碎片时间
随时随地学习课程



二建备考官方微信

扫码关注，回复“真题”
查看各科最新真题解析

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



Huanqiushuye
环球书业

最新版 | 全国二级建造师
执业资格考试精编教材

JIDIAN GONGCHENG
GUANLI YU SHIWU

机电工程 管理与实务

环球网校建造师考试研究院 编

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

机电工程管理与实务 / 环球网校建造师考试研究院编. —北京: 北京理工大学出版社,
2016.1

全国二级建造师执业资格考试精编教材

ISBN 978-7-5682-1862-7

I. ①机… II. ①环… III. ①机电工程—管理—建筑师—资格考试—自学参考资料 IV. ①TH

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第024995号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / [http: //www.bitpress.com.cn](http://www.bitpress.com.cn)

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市文阁印刷有限公司

开 本 / 787毫米×1092毫米 1 / 16

印 张 / 13

字 数 / 324千字

版 次 / 2016年1月第1版 2016年1月第1次印刷

定 价 / 38.00元

责任编辑 / 张慧峰

文案编辑 / 多海鹏

责任校对 / 孟祥敬

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

Qian Yan 前言

近年来,随着建造师从业热度的持续升温,建造师执业制度的不断完善与深入,该考试的难度也在逐年加大,每年的通过率极低,据统计,全国二级建造师执业资格考试平均通过率仅在20%左右。据环球网校调查统计,大约有30%左右的考生可以完整地看完考试指定教材,只有不足10%的考生能够真正完成第二遍复习!90%以上的考生则因自身工作需要,个人学习时间极其有限。因此,在短时间内快速抓住复习要点就成为所有考生的一种奢望。

为满足广大考生的应试备考需求,使其只需用别人30%的备考时间即可掌握考试大纲80%以上的考点,并顺利通过建造师执业资格考试,环球网校建造师考试研究院结合最新《二级建造师执业资格考试大纲》的要求以及相关建设工程法律、法规、标准和技术规范,在深入研究历年考试真题的基础上,总结分析考点,剖析命题规律,倾力打造了这套《全国二级建造师执业资格考试精编教材》(以下简称《精编教材》)。本套精编教材共分5册,涵盖2个公共科目和3个专业科目,分别为《建设工程施工管理》《建设工程法规及相关知识》《建筑工程施工管理与实务》《机电工程施工管理与实务》《市政公用工程施工管理与实务》。本套精编教材主要有以下几个特点:

►紧扣大纲、结构合理、内容精炼、覆盖全面、知识更新及时

编者紧扣考试大纲,结合最新的现行法律、法规、标准、技术规范以及近几年二级建造师考试的实际情形,打破一般建造师考试教材的知识框架,重新优化整合知识结构,精心组织写作内容,去芜存精,在保留考试大纲所有知识点的基础上,将教材内容进行适当精简,从而帮助考生缩小复习范围,减少备考时间,提高学习效率。

►真正的“懒人”备考秘籍——一套带有现成笔记的通关教材

在编写过程中,编者分析整理了近5年的考试真题,对教材中的常考点、重难点对应的关键词句用波浪线进行了标注,并在教材相应知识点后将近5年的考查情形予以备注说明,如“工伤保险的规定(2015单)”“表示”工伤保险的规定”在2015年考试中以单选题的命题形式呈现。这样,使考生对各知识点的考查频率、命题呈现形式及常考的关键词句一目了然,帮助其快速掌握考试重点、抓住命题规律和趋势、准确把握复习方向。

►名符其实的名师讲堂——汇集多位专家学者的教学研究成果

精编教材的编写者均为环球网校特聘的具有较高理论水平和丰富实践经验的业界资深专家学者或讲师。本套教材集环球网校多年考试教学研究成果与建造师教学考试辅导经验于一体,融合了各位名师多年潜心研究的智慧结晶。通过精编教材的学习,可以帮助各位考生在备考之路上少走弯路,在短时间内顺利通过资格考试。

►贴心的超强增值服务——环球网校移动课堂、二建备考官方微信和二级建造师“快题库”

为方便考生更好地复习备考，精编教材配套引入了三项超强增值服务：环球网校移动课堂，包含各科在线直播课堂和精选教学视频。考生也可以扫码关注二建备考官方微信，查看环球网校辅导课程及免费课、2016年新教材重点解析、二建各科历年真题、高分学员总结的备考经验，并获取海量复习资料。同时，考生还可利用教材附带的二级建造师“快题库”卡，按照卡片背面的使用指导进行操作，登录题库进行学习。这三项增值服务可帮助考生在工作学习之余的碎片时间里，充分利用随身携带的智能手机，随时随地观看视频或练习答题，帮助考生强化薄弱环节、评估学习效果、积累实战经验。

在精编教材的编写过程中，虽经反复推敲和核证，仍难免有不妥之处，恳请广大读者给予批评和指正，以便进一步修改完善。

环球网校建造师考试研究院

2016年1月

全国二级建造师执业资格考试精编教材

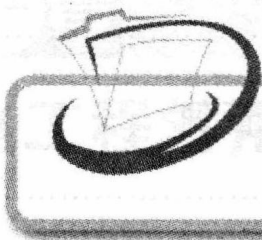
编写委员会

编委会主任：伊贵业

本 册 主 编：涂雪芝 田 丽

编委会成员：（按姓氏笔画排序）

王丽雪	王 颖	马 红	户淑莉	冯 婧
孙文波	成立芹	刘军亮	刘凯歌	刘玉朋
刘媛媛	张君广	张 君	张晶晶	张 圆
张 斌	李燕平	李 莹	李荫凯	李 征
武立叶	范冬瑞	赵金凤	郭 福	蔡 恒
魏 匡				



Contents 目录

第一章 机电工程常用材料及工程设备

第一节	机电工程常用材料	1
第二节	机电工程常用工程设备	9

第二章 机电工程专业技术

第一节	测量技术	13
第二节	起重技术	17
第三节	焊接技术	22

第三章 工业机电工程施工技术

第一节	机械设备安装工程施工技术	27
第二节	电气装置安装工程施工技术	35
第三节	工业管道工程施工技术	46
第四节	动力设备安装工程施工技术	53
第五节	静置设备及金属结构制作安装工程施工技术	61
第六节	自动化仪表工程施工技术	66
第七节	防腐蚀工程施工技术	70
第八节	绝热工程施工技术	74
第九节	工业炉窑砌筑工程施工技术	77

第四章 建筑机电工程施工技术

第一节	建筑管道工程施工技术	82
第二节	建筑电气工程施工技术	88
第三节	通风与空调工程施工技术	96

第四节 建筑智能化工程施工技术 102
 第五节 消防工程施工技术 110
 第六节 电梯工程施工技术 113

第五章 机电工程项目施工管理

第一节 机电工程施工招投标及合同管理 122
 第二节 机电工程施工组织设计 130
 第三节 机电工程施工资源管理 133
 第四节 机电工程施工技术管理 137
 第五节 机电工程施工进度管理 142
 第六节 机电工程施工质量管理 148
 第七节 机电工程项目试运行管理 154
 第八节 机电工程施工安全管理 159
 第九节 机电工程施工现场管理 164
 第十节 机电工程施工成本管理 169
 第十一节 机电工程施工结算与竣工验收 171
 第十二节 机电工程保修与回访 175

第六章 机电工程项目施工相关法规与标准

第一节 《计量法》相关规定 177
 第二节 《电力法》相关规定 181
 第三节 《特种设备安全法》相关规定 186
 第四节 工业安装工程施工质量验收统一要求 189
 第五节 建筑安装工程施工质量验收统一要求 193
 第六节 二级建造师(机电工程)注册执业管理规定及相关要求 198

附 录

附录一 二级建造师(机电工程)注册执业工程规模标准 201
 附录二 机电工程参建方人员的职能 207
 附录三 机电工程常见的审批程序 207

第一章

机电工程常用材料及工程设备

本章知识结构

章	节	知识点
机电工程常用材料及工程设备	机电工程常用材料	①金属材料；②非金属材料；③电气材料
	机电工程常用工程设备	①通用工程设备；②电气工程设备；③专用工程设备

第一节 机电工程常用材料

一、金属材料

(一) 黑色金属

黑色金属材料也称为钢铁材料，是目前工业中用量最多、应用最广的金属材 料，它们是以铁和碳为主要元素组成的合金。

1. 生铁

碳的质量分数 (ω_c) 大于 2% 的铁碳合金称为生铁。

2. 铸铁(2012 单)

碳的质量分数 (ω_c) 超过 2% (通常为 2.5%~3.5%) 的铁碳合金称为铸铁。铸铁按断口颜色可分为灰铸铁、白口铸铁、麻口铸铁。在火电站中，灰铸铁常用于制造低中参数汽轮机的低压缸和隔板。按生产方法和组织性能可分为普通灰铸铁、孕育铸铁、特殊性能铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁、特殊性能铸铁。

3. 钢(2014 多；2012 单)

碳的质量分数 (ω_c) 不大于 2% 的铁碳合金称为钢。按化学成分和性能可分为碳素结构钢、合金结构钢和特殊性能低合金高强度钢。钢在机电工程中主要用于压力容器、高温和低温构件、耐腐蚀、耐磨及耐热构件、零部件、管道和锻件等。

(1) 碳素结构钢。机电工程中比较常见的各种型钢、钢筋、钢丝等均属于碳素结构



钢，优质的碳素钢通常还可以制成钢丝、钢绞线、圆钢、高强螺栓及预应力锚具等。

(2) 合金结构钢。在机电工程中，低合金结构钢的应用最为常见，根据国家标准《低合金高强度结构钢》，按屈服强度划分，共有 Q345、Q460、Q620 等强度等级。例如，超临界电站锅炉汽包使用的是 Q460 型钢；由于 Q345 型钢不仅韧度好，而且缺口敏感性也比碳素结构钢大，故常被用来制造机电工程施工中所使用的起重机。

(3) 特殊性能低合金高强度钢（又称特殊钢）。主要包括耐候钢、耐海水腐蚀钢、表面处理钢材、汽车冲压钢板、石油及天然气管线钢、工程机械用钢与可焊接高强度钢、钢筋钢、低温用钢以及钢轨钢等。

4. 钢材

钢材在机电工程中应用最为广泛。按其使用可分为型材、板材、管材、线材和钢制品（详见表 1-1）。

表 1-1 钢材的分类及应用

分类	常用钢材	应用
型材	圆钢、方钢、扁钢、H 型钢、角钢、工字钢、T 型钢、槽钢、钢轨等	① 电站锅炉钢架的立柱通常采用 <u>宽翼缘 H 型钢</u> ；② 墙上的刚性梁，其大部分采用足够强度的 <u>工字钢</u> 制成；③ <u>大型角钢</u> 广泛用于厂房、铁路、交通、桥梁、车辆、船舶等大型结构件；④ <u>中型角钢</u> 用于电力铁塔、井架等；⑤ <u>小型角钢</u> 用于设备制造、支架和框架等
板材	钢带（带钢）、薄钢板（厚度在 0.2～4mm）、厚钢板（厚度在 4mm 以上的钢板统称为厚钢板）、中板（厚度在 4～25mm 之间）、厚板（厚度在 25～60mm 之间）、特厚板（厚度大于 60mm）	① <u>碳素结构钢厚钢板</u> 广泛用于焊接、铆接、栓接结构。优质碳素结构钢主要用于对 <u>韧性和焊接性能要求较高</u> 的钢结构；② 电站锅炉中的汽包是用钢板焊制成的圆筒形容器。其中，中、低压锅炉的汽包材料常为专用的 <u>锅炉碳素钢</u> ，高压锅炉的汽包材料常用 <u>低合金钢</u>
管材	普通无缝钢管、螺旋缝钢管、焊接钢管、无缝不锈钢管、高压无缝钢管等	① 锅炉水冷壁和省煤器使用的无缝钢管一般采用 <u>优质碳素钢管</u> 或 <u>低合金钢管</u> ；② 结构用焊接钢管通常用于建筑用管桩、脚手架、桥梁、矿山、船舶、电站、输电塔、球场、运动场，房屋的门、窗、栏杆、钢家具、运动器械、自行车等

(二) 有色金属

1. 铝及铝合金

(1) 纯铝。铝因导电性好，磁化率极低，被广泛应用于电气工程、航空及宇航工业、一般机械和轻工业中。纯铝的密度为 2.7g/cm^3 ，其按纯度大小可分为高纯铝和工业纯铝两类。高纯铝主要应用于科学研究及制作电容器等。按纯度高低分别用来制作铝箔、包铝和电线、电缆、器皿、焊条、装饰材料、反光板、热交换器等。

(2) 铝合金。经过热处理后的铝合金可显著提高强度，可以用来制造承受较大载荷的机器零件以及构件。

按成分和工艺特点的不同，铝合金可分为变形铝合金（可采用锻造、轧制、挤压等方法制成板材、带材、棒材、管材、线材等）和铸造铝合金（适用于铸造生产，可直接浇铸

成铝合金铸件)。

2. 铜及铜合金

(1) 纯铜(又称紫铜)。纯铜、铜合金的导电、导热性很好,对大气和水的抗蚀能力很高,此外,铜还是抗磁性物质。纯铜常用来制作电导体及配制合金。

(2) 铜合金。铜合金的塑性好,容易冷、热成形,易焊接。铸造铜合金具有很好的铸造性能。铜合金通常分为黄铜、青铜和白铜三大类。黄铜是以锌为主要合金元素的铜合金。黄铜又分普通黄铜和复杂黄铜两种,其中复杂黄铜包括铅黄铜、锡黄铜、铝黄铜等。铸造铅黄铜可用于制造轴瓦和衬套;锡黄铜可用于制造船舶零件;铝黄铜可用于制造大型蜗杆、海船用螺旋桨等。含铝、硅、铅、铍、锰等的铜基合金称为青铜,包括有锡青铜、铝青铜、铍青铜等。锡青铜通常广泛应用于造船、化工、机械、仪表等工业中,主要用来制造轴承、轴套等耐磨零件和弹簧等弹性元件,以及抗蚀、抗磁零件等。白铜是以镍为主要合金元素的铜合金,主要用来制造船舶仪器零件、化工机械零件及医疗器械等。锰含量高的锰白铜可用来制作热电偶丝。

3. 钛及钛合金

(1) 纯钛。钛的熔点高,热膨胀系数小,导热性能差。因纯钛塑性好、强度低,容易加工成型,故可以制成细丝和薄片。工业纯钛中含有氢、碳、氧、铁、镁等杂质元素,工业纯钛可制作在 350℃ 以下对工作、强度要求不高的零件。

(2) 钛合金。钛合金可分为 α 钛合金、 β 钛合金和 $(\alpha+\beta)$ 钛合金三类。 β 钛合金适用于制造压气机叶片、轴、轮盘等重载的回转件等,通常在 350℃ 以下使用。

4. 镁及镁合金

纯镁的室温密度为 1.74g/cm^3 ,是所有金属结构材料中最低的。镁合金按照形成的工艺特点可分为变形镁合金(可用于制造结构件、管件等)和铸造镁合金(可用于制造压铸件、抗蠕变压铸件等)。

5. 镍及镍合金

(1) 纯镍。纯镍是一种非常重要的工程金属材料,具有很好的耐腐蚀和抗高温氧化性能。工业纯镍有良好的强度和导电性,可用来制作电子元器件;因其耐蚀性好,还可用于制造食品加工设备。

(2) 镍合金。进一步提高了其耐蚀性和力学性能,并具有特殊的物理性能。镍合金按其特性和应用领域可分为耐腐蚀镍合金、耐高温镍合金和功能镍合金三类。耐腐蚀镍合金可应用于化工、石油、船舶等领域(如阀门、泵、船舶紧固件、锅炉热交换器等);耐高温镍合金则被广泛用于航空发动机和运载火箭发动机的涡轮盘、压气机盘等。

二、非金属材料

(一) 高分子材料

高分子材料是以高分子化合物为基材的一大类材料的总称,按性能和用途可分为塑

料、橡胶、纤维、胶粘剂、涂料和高分子基复合材料等。

1. 塑料

塑料按物理化学性能可分为热塑性塑料和热固性塑料，按用途可分为通用塑料和工程塑料。

(1) 通用塑料。通用塑料通常指用量大、用途广、成型性好、价格低廉的塑料，如聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚氯乙烯、酚醛塑料和氨基塑料等六大品种（详见表 1-2）。

表 1-2 通用塑料的性能及应用

类别	性能及应用
聚乙烯 (PE)	强度较低、耐热性不高，具有优良的耐腐蚀性和电绝缘性，耐低温冲击、易加工。低压聚乙烯（压力小于 5MPa）常用于制造容器、通用机械零件、管道和绝缘材料等；中、高密度聚乙烯可以制作燃气管
聚丙烯 (PP)	强度、硬度、刚度和耐热性（150℃不变形）均优于低压聚乙烯；可用于制造容器、贮罐、阀门等
聚氯乙烯 (PVC)	强度、刚度比聚乙烯好；可用于制作水管；硬质聚氯乙烯常用于制作化工耐腐蚀的结构材料及管道、电绝缘材料等；软质聚氯乙烯使用温度低且易老化，主要用于制作电线电缆的套管、密封件等
聚苯乙烯 (PS)	良好的刚性材料，质脆且硬，不耐冲击，耐热性低；用来生产注塑产品，如制作仪表透明罩板、外壳等

(2) 工程塑料。工程塑料具有良好的力学性能和尺寸稳定性，可以作为工程结构，比如ABS 塑料、聚酰胺、聚碳酸酯、聚甲醛等（详见表 1-3）。

表 1-3 常见工程塑料的应用

类别	缺点	应用
ABS 塑料	可燃热变形温度较低，耐候性较差、不透明	广泛应用于机械、电气、纺织、汽车、飞机、轮船等制造及化工中，如机器零件、各种仪表的外壳、设备衬里等
聚酰胺 (PA)	吸湿性大，对强酸、强碱、酚类等抵抗力较差，易老化	常代替铜以及其他有色金属制作机械、化工、电器零件，如齿轮、轴承、油管、密封圈等
聚碳酸酯 (PC)	耐候性不够理想、长期暴晒容易出现裂纹	主要应用于机械、电气等部门，比如机械行业中的轴承、齿轮、蜗轮、蜗杆等传动零件；电气行业中高绝缘的垫圈、垫片、电容器等

2. 橡胶

橡胶按性能和用途可分为两种：通用橡胶和特种橡胶。

(1) 通用橡胶是指性能与天然橡胶相同或接近，物理性能和加工性能较好，用于制造软管、密封件、传送带等一般橡胶制品的橡胶（如天然橡胶、丁苯橡胶、顺丁橡胶、氯丁橡胶等）。

(2) 特种橡胶是指具有特殊性能，专供耐热、耐寒、耐化学腐蚀、耐油、耐溶剂、耐辐射等特殊性能要求使用的橡胶（如硅橡胶、氟橡胶、聚氨酯橡胶、丁腈橡胶等）。

3. 涂料

涂料是指涂敷于物体表面，能与基体材料很好粘结并形成完整而坚韧保护膜的物料。



(二) 无机非金属材料

无机非金属材料是除有机高分子材料和金属材料以外的所有材料的统称，主要包括两大类，即普通（传统）非金属材料 and 特种（新型）无机非金属材料。普通非金属材料是指以硅酸盐为主要成分的材料并包括一些生产工艺相近的非硅酸盐材料（例如，碳化硅、氧化铝陶瓷、硼酸盐、硫化物玻璃，镁质、铬镁质耐火材料和碳素材料等）。特种无机非金属材料主要是指用氧化物、氮化物、碳化物、硼化物、硫化物、硅化物以及各种无机非金属化合物经特殊的先进工艺制成的材料，主要应用在压电、铁电、导体、半导体、磁性、超硬、高强度、超高温、生物工程材料及无机复合材料中。

(三) 机电工程中常用的非金属材料

1. 砌筑材料

在机电工程施工中，常用的砌筑材料主要有耐火黏土砖、普通用高锅砖、轻质耐火砖、耐火水泥、硅藻土质隔热材料、轻质黏土砖、石棉绒（优质）、石棉水泥板、矿渣棉、蛭石和浮石等，通常用于各类型炉窑砌筑工程，如各种类型的锅炉炉墙砌筑、冶炼炉砌筑、窑炉砌筑等。

2. 绝热材料(2011 单)

在机电安装工程施工中，常用的绝热材料有膨胀珍珠岩类、离心玻璃棉类、超细玻璃棉类、微孔硅酸壳、矿棉类、岩棉类、泡沫塑料类等，一般用于保温、保冷的各类容器、管道、通风空调管道等绝热工程。

3. 防腐材料及制品

防腐材料可分为高分子材料、无机非金属材料、复合材料和涂料等。机电安装工程中几类常见的防腐材料及其制品的应用详见表 1—4。

表 1—4 常用的防腐材料及其制品的应用

类别	应用
陶瓷制品	管件、阀门、管材、泵用零件、轴承等。主要用于防腐蚀工程中
油漆及涂料	无机富锌漆、防锈底漆广泛用于设备管道工程中。例如，清漆、冷固环氧树脂漆、环氧呋喃树脂漆、酚醛树脂漆等
塑料制品	聚氯乙烯、聚乙烯、聚四氟乙烯等，用于建筑管道、电线导管、化工耐腐蚀零件及热交换器等
橡胶制品	天然橡胶、氯化橡胶、氯丁橡胶、氯磺化聚乙烯橡胶、丁苯橡胶、丁酯橡胶等，用于密封件、衬板、衬里等
玻璃钢及其制品	以玻璃纤维为增强剂，以合成树脂为胶粘剂制成的复合材料，主要用于石油化工耐腐蚀耐压容器及管道等

4. 非金属风管

非金属风管材料包括酚醛复合板材、聚氨酯复合板材、玻璃纤维复合板材、无机玻璃钢板材、硬聚氯乙烯板材等（详见表 1—5）。



表 1-5 常用非金属风管的适用范围

类别	适用范围
酚醛复合风管	适用于低、中压空调系统及潮湿环境，但对高压及洁净空调、酸碱性环境和防排烟系统不适用
聚氨酯复合风管	适用于低、中、高压洁净空调系统及潮湿环境，但对酸碱性环境和防排烟系统不适用
玻璃纤维复合风管	适用于中压以下的空调系统，但对洁净空调、酸碱性环境和防排烟系统以及相对湿度 90% 以上的系统不适用
硬聚氯乙烯风管	适用于洁净室含酸碱的排风系统

5. 塑料及复合材料水管(2013 单)

- (1) 聚乙烯塑料管。无毒，可用于输送生活用水。
- (2) 涂塑钢管。具有优良的耐腐蚀性能和较小的摩擦阻力。环氧树脂涂塑钢管适用于给水排水、海水、温水、油、气体等介质的输送，聚氯乙烯 (PVC) 涂塑钢管适用于排水、海水、油、气体等介质的输送。
- (3) ABS 工程塑料管。耐腐蚀、耐温及耐冲击性能优于聚氯乙烯管，其使用温度为 $-20^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$ ，压力等级通常分为 B、C、D 三级。
- (4) 聚丙烯管 (PP 管)。按压力可分为 I 型 (常温工作压力为 0.4MPa)、II 型 (常温工作压力为 0.6MPa)、III 型 (常温工作压力为 0.8MPa) 三种。主要用于流体输送。
- (5) 硬聚氯乙烯排水管及管件。主要用于建筑工程排水，在耐化学性和耐热性能满足工艺要求的前提下，这种管材可用于工业排水系统。

三、电气材料

(一) 电线电缆

1. 仪表电缆

仪表电缆主要包括仪表用电缆、阻燃型仪表电缆、仪表用控制电缆 (详见表 1-6)。

表 1-6 常用仪表电缆的性能及应用

类别	型号	特点及应用
仪表用电缆	YVV、YVVP 等	适用于仪表、仪器及其他电气设备中的信号传输及控制线路
阻燃型仪表电缆	ZRC-YVVP、 ZRC-YYJVP、 ZRC-YEVP 等	具有防干扰性能高，电气性能稳定，能可靠地传送交流 300V 及以下的数字信号和模拟信号，兼具阻燃等特点。被广泛应用于电站、矿山和石油化工等部门的检测和控制用计算机系统或自动化控制装置上。常固定敷设在室内、隧道内、管道中或户外托架，敷设时环境温度不低于 0°C ，弯曲半径不小于电缆外径的 10 倍的阻燃场所
仪表用控制电缆	KJYVP、KJYVPR、 KJYVP2 等	适用于交流额定电压 450/750V 及以下仪表用控制电缆产品，巡回检测装置屏蔽电缆采用对绞铝塑复合膜屏蔽和铜丝屏蔽，抗干扰性能优越，常用于计算机测控装置



2. 电气装备电线、电缆(2012 单; 2011 单)

(1) 裸导线。导线表面无绝缘材料, 按结构可分为圆单线、裸绞线和型线等。

①圆单线。比如 TY、LY4 等为硬圆铜线、硬圆铝线, 主要用作架空导线; TR、LR 为软圆铜线、软圆铝线, 主要用作电线、电缆及电磁线的线芯。

②铝绞线及钢芯铝绞线。比如 LJ、LGJ、LGJF 等, 主要用于架空电力线路。

③铝合金绞线及钢芯铝合金绞线。比如 LHAJ、LHAGJ、LHBJ 等, 主要用于架空电力线路。

(2) 绝缘导线。在裸导线表面裹以不同种类的绝缘材料构成的导线称为绝缘导线。按用途和导线的结构可分为固定敷设绝缘线、绝缘软电线、安装电线、户外用绝缘电线、农用绝缘塑料护套线等 (详见表 1-7)。

表 1-7 绝缘导线的分类及应用

类别		应用
固定敷设绝缘线	橡胶绝缘导线 (如 BXW、BLXW 等)	适用于交流电压 500V 以下的电气设备和照明装置、固定敷设, 常用于户外和户内明敷设, 特别是寒冷地区
	聚氯乙烯绝缘线 (如 BV、BLV、BVR、BVV、BLVV、BVVB 等)	适用于交流电压 450/750V 及以下的动力装置的固定敷设。一般家庭和办公室照明通常采用 BV 型或 BX 型
绝缘软电线	聚氯乙烯绝缘软电线 (如 RV、RVB、RVV 等)	适用于交流额定电压 450/750V 及以下的家用电器、小型电动工具、仪器仪表及动力照明等的连接。电焊机至焊钳的连线多采用 RV 型聚氯乙烯绝缘平行铜芯软线
	橡胶绝缘软电线 (如 RX、RXS、RXH 等)	适用于连接交流额定电压为 300/500V 及以下的室内照明灯具、家用电器和工具等。绝缘软电线主要采用在需要柔性连接的可动部位
安装电线 (如 AV、AVR、AVRB、AVVR 等)		主要适用于电压 300V 及以下的电器、仪器仪表和电子设备及其自动化控制设备的连接导线

(3) 电力电缆。电力电缆按绝缘材料可分为油浸纸绝缘、塑料绝缘、橡胶绝缘及气体绝缘等 (详见表 1-8)。

表 1-8 电力电缆的性能及应用

类别		型号	性能及应用
油浸纸绝缘电缆		ZLL、ZL 等	不能承受机械外力作用, 敷设于干燥的户内、沟管中
		ZQ30、ZLQ30 等	能承受机械损伤及较大的拉力, 敷设在室内及矿井中
塑料绝缘电缆	聚氯乙烯电缆	VLV、VV 等	不能受机械外力作用, 适用于室内、隧道内及管道内敷设
		VLV ₂₂ 、VV ₂₂ 等	能承受机械外力作用, 但不能承受大的拉力, 可敷设在地下
		VLV ₃₂ 、VV ₃₂ 等	能承受机械外力作用, 且可承受相当大的拉力, 可敷设在竖井内, 高层建筑的电缆竖井内, 且适用于潮湿场所
	交联聚乙烯电缆	YJLV、YJV 等	不能承受机械外力作用, 敷设在室内、隧道内及管道内



续表

类别	型号	性能及应用
橡胶绝缘电缆	XLQ、XQ 等	不能受推动和机械外力作用，对铅保护层应有中性环境，敷设在室内、隧道内及管道内
	XV20、XLV20 等	能承受机械损伤，但不能承受大的拉力，敷设在室内、隧道内及管道内

3. 控制电线电缆(2015 多)

控制电缆芯线截面通常在 10mm^2 以下，线芯多采用铜导体，绝缘芯主要采用同心式绞合，其线芯长期允许的工作温度为 65°C 。控制电缆常用于电气控制系统和配电装置内，固定敷设。按其绝缘层材质可分为聚乙烯、聚氯乙烯和橡胶。其中聚乙烯电性能最好，可应用于高频线路。

(1) 橡胶及塑料绝缘控制电缆。橡胶绝缘控制电缆（如 KXV、 KX_{22} 、 KX_{23} 、 KXQ_{22} 、 KXQ_{23} 等）、塑料绝缘控制电缆（如 KYY、 KY_{23} 、KYV、 KY_{32} 、KVY、KVYP 等）主要用于直流或交流 50~60Hz、额定电压 600/1 000V 及以下的控制、信号、保护及测量线路。

(2) 阻燃控制电线电缆。聚氯乙烯绝缘阻燃控制电缆（如 ZRC-KVV、 ZRC-KVV_{22} 、 ZRC-KVV_{32} 等）通常固定敷设于室内、电缆沟、托架及管道中，或户外托架敷设，能承受机械外力的场所。交联聚乙烯阻燃控制电缆（如 ZRA-KYJVP、ZRA-KFYJVP、ZRA-KFYJVP2 等）主要敷设于阻燃要求较高的室内、隧道、电缆沟、管道等要求屏蔽的固定场所。阻燃控制电缆作为电气装备之间的控制接线，适用于交流额定电压 450/750V 及以下有特殊阻燃要求的控制、监控回路及保护线路等场合。

(3) 聚氯乙烯绝缘及护套控制电线电缆。比如 KVVP、KVVP2 用于敷设室内、电缆沟、管道等要求屏蔽的固定场所； KVV_{22} 、 KVV_{32} 等用于敷设室内、电缆沟、管道、直埋等能承受较大机械外力的固定场所；KVVR、KVVRP 等用于敷设在室内要求移动柔软等场所。

(二) 绝缘材料

绝缘材料按化学性质可分为无机绝缘材料、有机绝缘材料和混合绝缘材料（详见表 1—9）。

表 1—9 绝缘材料的分类及应用

类别	实例	应用
无机绝缘材料	云母、石棉、大理石、瓷器、玻璃和硫黄等	主要用作电机和电器绕组绝缘、开关的底板和绝缘子
有机绝缘材料	矿物油、树脂、橡胶、人造丝等	大多用于制造绝缘漆、绕组和导线的被覆绝缘物等
混合绝缘材料	由无机和有机绝缘材料经加工而成	主要用作电器的底座、外壳等

注：在云母制品中，如醇酸玻璃云母带，耐热性较高，但防潮性较差，可作直流电机电枢线圈和低压电机线圈的绕包绝缘。

【例 1—1】下列电缆型号中，属于阻燃型仪表电缆的是（ ）。

- A. ZRC-YYJVP B. YVVP C. KJYVPR D. KJYVP2



【答案】A

【解析】阻燃型仪表电缆常见的型号有 ZRC-YVVP、ZRC-YYJVP、ZRC-YEVP。上述型号共同的特点是开头两个字母是“ZR”，型号中的“Y”代表的是仪表电缆。

【名师点拨】电气材料的符号包括：

仪表电缆型号的含义：Y 表示仪表；V 表示聚氯乙烯绝缘；YJ 表示交联聚乙烯绝缘；P 表示屏蔽；ZR 表示阻燃；KJ 表示计算机控制。

控制电线电缆型号的含义：K 表示控制电缆（表示用途）；X 表示橡胶绝缘；Y 表示聚乙烯绝缘；V 表示聚氯乙烯绝缘。

第二节 机电工程常用工程设备

一、通用工程设备

1. 泵

(1) 泵的分类。按叶轮数目可分为单级泵和多级泵；按介质在旋转叶轮内部流动方向可分为离心式、轴流式和混流式；按工作原理可分为离心泵、井用泵、立式轴流泵、导叶式混流泵、机动往复泵、蒸汽往复泵、计量泵、螺杆泵和水环真空泵等。

(2) 泵的性能。泵的性能参数主要有流量、扬程、功率、效率、转速、比转数等。如一幢 30 层（98m 高）的高层建筑，其消防水泵的扬程应在130m 以上。

2. 风机

(1) 风机的分类。风机按工作原理不同，可分为叶片式（离心式、轴流式、混流式）和容积式（往复式、回转式）；按结构形式可分为单级风机和多级风机；按照排气压强可分为通风机、鼓风机和压气机。

(2) 风机的性能参数。风机的性能参数主要有流量（也称风量）、全风压、动压、静压、功率、效率、转速、比转速等。

3. 压缩机(2015 多)

(1) 压缩机的分类。按压缩气体方式可分为容积型和速度型两大类。按结构形式和工作原理，容积型压缩机可分为往复式（活塞式、膜式）、回转式（滑片式、螺杆式、转子式），速度型压缩机可分为轴流式、离心式和混流式。按排气压力大小可分为低压、中压、高压和超高压压缩机。按容积流量可分为微型、小型、中型、大型压缩机。

(2) 压缩机的性能参数。压缩机的性能参数有容积、流量、吸气压力、排气压力、工作效率。

4. 连续输送设备

(1) 连续输送设备的分类。输送设备按有无牵引件（链、绳、带）可分为具有挠性牵