



全国二级建造师执业资格考试用书(第四版)

2H300000

# 机电工程 管理与实务

全国二级建造师执业资格考试用书编写委员会◎编写



中国建筑工业出版社

全国二级建造师执业资格考试用书（第四版）

# 机电工程管理与实务

全国二级建造师执业资格考试用书编写委员会 编写

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

机电工程管理与实务/全国二级建造师执业资格考试用书编写委员会编写. —4版. —北京:中国建筑业出版社, 2014.12

全国二级建造师执业资格考试用书(第四版)

ISBN 978-7-112-17444-7

I. ①机… II. ①全… III. ①机电工程-管理-建造师-资格考试-自学参考资料 IV. ①TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 253814 号

责任编辑:牛松 张国友

责任校对:姜小莲 刘钰

全国二级建造师执业资格考试用书(第四版)

机电工程管理与实务

全国二级建造师执业资格考试用书编写委员会 编写

\*

中国建筑业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京建筑工业印刷厂印刷

\*

开本:787×1092毫米 1/16 印张:20 $\frac{3}{4}$  字数:518千字

2015年1月第四版 2015年1月第四十二次印刷

定价:56.00元(含增值服务)

ISBN 978-7-112-17444-7

(26180)

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

版权所有 翻印必究

请读者识别、监督:

本书封面贴有网上增值服务标,环衬用含有中国建筑业出版社水印的专用防伪纸印制,封底贴有中国建筑业出版社专用防伪标,否则为盗版书,欢迎举报监督!举报电话:(010) 58337026;举报QQ:3050159269

本社法律顾问:上海博和律师事务所许爱东律师

# 全国二级建造师执业资格考试用书(第四版)

## 审 定 委 员 会

主 任：吴慧娟

副 主 任：张 毅 刘晓艳 赵春山

委 员：丁士昭 逢宗展 张鲁风 沈元勤

## 编 写 委 员 会

主 编：丁士昭 逢宗展

委 员：(按姓氏笔画排序)

于 光 王学军 王清训 毛志兵

付海诚 刘志强 李雪飞 杨存成

沈元勤 张祥彤 张鲁风 赵泽生

胡长明 徐永田 唐 涛 雷 震

潘名先

办公室主任：逢宗展

办公室成员：李雪飞 李 强 张国友

# 序

为了加强建设工程项目管理,提高工程项目总承包及施工管理专业技术人员素质,规范施工管理行为,保证工程质量和施工安全,根据《中华人民共和国建筑法》、《建设工程质量管理条例》、《建设工程安全生产管理条例》和国家有关执业资格考试制度的规定,2002年原人事部和建设部联合颁发了《建造师执业资格制度暂行规定》(人发[2002]111号),对从事建设工程项目总承包及施工管理的专业技术人员实行建造师执业资格制度。

注册建造师是以专业技术为依托、以工程项目管理为主业的注册执业人士。注册建造师可以担任建设工程总承包或施工管理的项目负责人,从事法律、行政法规或国务院建设行政主管部门规定的相关业务。实行建造师执业资格制度后,我国大中型工程施工项目负责人由取得注册建造师资格的人士担任,以提高工程施工管理水平,保证工程质量和安全。建造师执业资格制度的建立,将为我国拓展国际建筑市场开辟广阔的道路。

按照原人事部和建设部印发的《建造师执业资格制度暂行规定》(人发[2002]111号)、《建造师执业资格考试实施办法》(国人部发[2004]16号)和《关于建造师资格考试相关科目专业类别调整有关问题的通知》(国人厅发[2006]213号)的规定,本编委会组织全国具有较高理论水平和丰富实践经验的专家、学者,在第三版的基础上重新编写了《全国二级建造师执业资格考试用书》(第四版)(以下简称《考试用书》)。在编撰过程中,编写人员按照《二级建造师执业资格考试大纲》(2014年版)要求,遵循“以素质测试为基础、以工程实践内容为主导”的指导思想,坚持“与建造师制度实行的现状相结合,与现行法律法规、规范标准相结合,与当前先进的工程施工技术相结合,与用人企业的实际需求相结合”的修订原则,力求在素质测试的基础上,从工程项目实践出发,重点测试考生解决实际问题的能力。

本套《考试用书》共9册,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》、《公路工程施工管理与实务》、《水利水电工程施工管理与实务》、《矿业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》、《建设工程法律法规选编》。本套《考试用书》既可作为全国二级建造师执业资格考试学习用书,也可供其他从事工程管理的工程人员使用和大中专院校相关专业师生教学参考。

《考试用书》编撰者为大专院校、行政管理、行业协会和施工企业等方面的专家和学者。在此,谨向他们表示衷心感谢。

在《考试用书》编写过程中,虽经反复推敲核证,仍难免有不妥甚至疏漏之处,恳请广大读者提出宝贵意见。

全国二级建造师执业资格考试用书编写委员会

2014年12月

# 《机电工程管理与实务》

## 编 写 组

组 长：王清训

副 组 长：陆文华 杨俊保 刘秀玲 黄 莺

编写人员：（按姓氏笔画排序）

丁志升 王清训 毛文祥 吕 莉

刘 川 刘秀玲 刘朝志 孙雯芳

杨俊保 余海敏 张新民 陆文华

范进科 庞南生 袁春燕 徐贡全

黄 莺 曹丹桂 曹冬冬

# 前 言

本书由中国安装协会牵头，会同中国石油工程建设协会、中国冶金建设协会，中国电力建设协会依据修订的《二级建造师执业资格考试大纲(机电工程)》，组织有关行业富有技术和管理实践经验的专家以及大专院校教授编写。在编写过程中，遵照编委会的要求和考试大纲的精神，突出以素质测试为基础，实践内容为主导，体现共性与特点，与二级大纲的内容、结构和体例相结合，与中小型工程建设需要相结合，与施工现场相结合，与现行的中专学历教育相结合。

机电工程包括机械、汽车、电子、电力、冶金、矿业、建筑、建材、石油、化工、石化、轻纺、环保、农林、军工等各类工业和民用、公用建筑的机电工程，其活动包含了设计、采购、安装、调试、运行、竣工验收各个阶段。

本书章、节、目、条的编排与编码和《二级建造师执业资格考试大纲(机电工程)》完全一致。经几次考试并广泛征求意见后，我们对前版用书进行了结构调整，内容增删，并充实了案例，新版用书内容更加新颖丰富，知识点更加突出，体现了运用《建设工程施工管理》、《建设工程法规及相关知识》的基本原理和方法，以及机电工程项目特有的施工技术、施工管理、相关法规与标准要求解决现场实践工作能力。

编写组在编委会的领导下，得到了中国安装协会副会长、秘书长杨存成，副秘书长赵爱兰和中国石油工程建设协会、中国冶金建设协会、中国电力建设协会领导的协调、指导。编写过程中还得到了中国机械工业建设集团有限公司、上海市安装工程有限公司教育培训中心、上海电力学院、中国石油管道学院、西安建筑科技大学、中建工业设备安装集团有限公司、中材建设有限公司、中国冶金建工集团、中冶建工安装有限公司、中国石油天然气第一建设公司、中国石油天然气第六建设公司、中国能源建设集团山西电力建设四公司、湖南省工业设备安装有限公司、湖南省三建安装公司、北京住总安装公司、华北电力大学、长安大学等单位的大力支持和协助。在文稿的审查和修改中，荆永强助理承担了本书的编排、制图、校对和打印工作，在此一并表示衷心的感谢。

本书虽然经过了较充分的准备、论证、征求意见、讨论、审查和修改，但仍难免存在不足之处，殷切希望广大读者提出宝贵意见，以便进一步修改完善。

# 目 录

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| <b>2H310000 机电工程施工技术</b>     | <b>1</b>   |
| 2H311000 机电工程常用材料及工程设备       | 1          |
| 2H311010 机电工程常用材料            | 1          |
| 2H311020 机电工程常用工程设备          | 10         |
| 2H312000 机电工程专业技术            | 15         |
| 2H312010 机电工程测量技术            | 15         |
| 2H312020 机电工程起重技术            | 21         |
| 2H312030 机电工程焊接技术            | 28         |
| 2H313000 工业机电工程施工技术          | 34         |
| 2H313010 机械设备安装工程施工技术        | 34         |
| 2H313020 电气装置安装工程施工技术        | 43         |
| 2H313030 工业管道工程施工技术          | 52         |
| 2H313040 动力设备安装工程施工技术        | 61         |
| 2H313050 静置设备及金属结构制作安装工程施工技术 | 72         |
| 2H313060 自动化仪表工程施工技术         | 79         |
| 2H313070 防腐与绝热工程施工技术         | 84         |
| 2H313080 工业炉窑砌筑工程施工技术        | 95         |
| 2H314000 建筑机电工程施工技术          | 101        |
| 2H314010 建筑管道工程施工技术          | 101        |
| 2H314020 建筑电气工程施工技术          | 109        |
| 2H314030 通风与空调工程施工技术         | 116        |
| 2H314040 建筑智能化工程施工技术         | 124        |
| 2H314050 消防工程施工技术            | 134        |
| 2H314060 电梯工程施工技术            | 139        |
| <b>2H320000 机电工程项目施工管理</b>   | <b>147</b> |
| 2H320010 机电工程施工招标投标管理        | 147        |
| 2H320020 机电工程施工合同管理          | 153        |
| 2H320030 机电工程施工组织设计          | 161        |
| 2H320040 机电工程施工资源管理          | 168        |
| 2H320050 机电工程施工技术管理          | 175        |



|                                       |                                |            |
|---------------------------------------|--------------------------------|------------|
| 2H320060                              | 机电工程施工进度管理 .....               | 186        |
| 2H320070                              | 机电工程施工质量管理 .....               | 197        |
| 2H320080                              | 机电工程项目试运行管理 .....              | 211        |
| 2H320090                              | 机电工程施工安全管理 .....               | 218        |
| 2H320100                              | 机电工程施工现场管理 .....               | 232        |
| 2H320110                              | 机电工程施工成本管理 .....               | 247        |
| 2H320120                              | 机电工程施工结算与竣工验收 .....            | 257        |
| 2H320130                              | 机电工程保修与回访 .....                | 267        |
| <b>2H330000</b>                       | <b>机电工程项目施工相关法规与标准 .....</b>   | <b>273</b> |
| 2H331000                              | 机电工程施工相关法规 .....               | 273        |
| 2H331010                              | 《计量法》相关规定 .....                | 273        |
| 2H331020                              | 《电力法》相关规定 .....                | 280        |
| 2H331030                              | 《特种设备安全法》相关规定 .....            | 289        |
| 2H332000                              | 机电工程施工相关标准 .....               | 297        |
| 2H332010                              | 工业安装工程施工质量验收统一要求 .....         | 297        |
| 2H332020                              | 建筑安装工程施工质量验收统一要求 .....         | 301        |
| 2H333000                              | 二级建造师(机电工程)注册执业管理规定及相关要求 ..... | 308        |
| <b>网上增值服务说明 (附赠在线学习费 100 元) .....</b> |                                | <b>324</b> |

## 2H310000 机电工程施工技术

机电工程是指按照一定的工艺和方法,将不同规格、型号、性能、材质的设备、管路、线路等有机组合起来,满足使用功能要求的工程。设备是指各类机械设备、静置设备、电气设备、自动化控制仪表和智能化设备等。管路是指按等级使用要求,将各类不同压力、温度、材质、介质、型号、规格的管道与管件、附件组合形成的系统。线路是指按等级使用要求,将各类不同型号、规格、材质的电线电缆与组件、附件组合形成的系统。机电工程涵盖的专业工程技术很多,涉及的专业面很广,学科跨度大,本章按照考试大纲要求的知识点,对机电工程涉及的有关机电工程常用材料、机电工程常用工程设备、工程测量技术、起重技术、焊接技术等必须掌握的专业技术基础知识作了重要的阐述。对机电工程工业安装技术和建筑安装技术,从工程实践出发,结合有关施工质量控制、安全管理、现行相关的法规和标准及施工质量验收规范,提出了各专业工程施工技术要点和要求。

### 2H311000 机电工程常用材料及工程设备

正确选择机电工程合格的材料、设备,将不同规格、型号、性能、材质的设备、管路、线路等按照规定的工艺和方法有机组合起来,是满足机电工程项目使用功能要求或生产出合格产品的关键。

#### 2H311010 机电工程常用材料

机电工程材料是构成最终工程产品的一部分,是关系到工程质量与工程效益的关键。机电工程材料品种、规格、型号繁多,常用材料有金属材料、非金属材料 and 电气材料,在施工时,必须按照设计文件要求选用。本目重点是:常用金属材料的类型及应用,非金属材料类型及应用,电气材料的类型及应用。

##### 2H311011 金属材料的类型及应用

金属材料分为黑色金属和有色金属两大类。其中,黑色金属主要是铁和以铁为基的合金(钢、铸铁和铁合金),广义的黑色金属还包括锰、铬及合金。有色金属种类较多,常用的有铝及铝合金、铜及铜合金、钛及钛合金、镁及镁合金和镍及镍合金等。

###### 一、黑色金属材料

黑色金属材料又称钢铁材料,它是工业中应用最广、用量最多的金属材料,它们都是以铁和碳为主要元素组成的合金。

###### (一) 生铁

碳的质量分数( $w_c$ )大于 2% 的铁碳合金称为生铁。按用途分为:炼钢生铁、铸造生

铁。按化学成分分为：普通生铁、特种生铁。

### (二) 铸铁

碳的质量分数( $w_c$ )超过 2%(一般为 2.5%~3.5%)的铁碳合金称为铸铁。

铸铁类型及应用如下：

(1) 按断面颜色分为：灰铸铁、白口铸铁、麻口铸铁。灰铸铁普遍应用于工业中。例如，在火电站中，灰铸铁多用于制造低中参数汽轮机的低压缸和隔板。

(2) 按生产方法和组织性能分为：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。

### (三) 钢

碳的质量分数( $w_c$ )不大于 2%的铁碳合金称为钢。

#### 1. 按化学成分和性能分类

按化学成分和性能分为：碳素结构钢、合金结构钢和特殊性能低合金高强度钢。在机电工程中，它们主要用于压力容器、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：按其含碳量的不同，可分为低碳钢(含碳量  $w_c \leq 0.25\%$ )、中碳钢(含碳量  $w_c > 0.25\% \sim 0.60\%$ )和高碳钢(含碳量  $w_c > 0.60\%$ )。按照碳素钢屈服强度的下限值将其分级别，其对应的牌号为 Q195、Q215、Q235、Q255 和 Q275 等。其中 Q 代表屈服强度，数字为屈服强度的下限值。

例如，在机电工程中常见的各种型钢、钢筋、钢丝等都属于碳素结构钢，优质的碳素钢还可以制成钢丝、钢绞线、圆钢、高强螺栓及预应力锚具等。

(2) 合金结构钢：按其合金元素的总含量，可分为低合金结构钢、中合金结构钢和高合金结构钢。在机电工程中，低合金结构钢最为常用，按照国家标准《低合金高强度结构钢》GB/T 1591—2008，根据屈服强度划分，其共有 Q345、Q390、Q420、Q460、Q500、Q550、Q620 等强度等级。

例如，某 600MW 超临界电站锅炉汽包使用的就是 Q460 型钢；机电工程施工中使用的起重机就是 Q345 型钢制造的，因为该种钢不仅韧度好，而且缺口敏感性也较碳素结构钢大。

例如，我国压力容器规范推荐使用的低合金高强度钢板为 16MnR、15MnVR、18MnMoNbR、13MnMoNbR 和 07MnCrMoVR 等，我国第一套 30 万 t 合成氨装置中的氨合成塔的筒体就是采用三层各 50mm 的 18MnMoNbR 钢板进行热卷，并作热套，组成  $\phi 53200\text{mm}$  直径和  $\phi 5150\text{mm}$  厚的高压合成塔筒体。

#### (3) 特殊性能低合金高强度钢

特殊性能低合金高强度钢也称特殊钢，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。

#### 2. 按钢的用途分类

按钢的用途分为：结构钢、工具钢、特殊用钢、专用钢、铸钢、锻钢、热轧钢、冷轧钢、冷拔钢。

### (四) 钢材

在机电工程中, 钢材应用最为广泛。钢材就其使用可划分为: 型材、板材、管材、线材和钢制品。

### 1. 型材

在机电工程中, 常用的型材主要有: 圆钢、方钢、扁钢、H 型钢、角钢、工字钢、T 型钢、槽钢、钢轨等。

例如, 电站锅炉钢架的立柱通常采用宽翼缘 H 型钢(HK300b); 为确保炉膛内压力波动时炉墙有一定的强度, 在炉墙上设计有足够强度的刚性梁。一般每隔 3m 左右装设一层, 其大部分采用强度足够的工字钢制成。

例如, 大型角钢广泛用于厂房、铁路、交通、桥梁、车辆、船舶等大型结构件; 中型角钢用于电力铁塔、井架及其他用途的构件; 小型角钢用于设备制造、支架和框架等。

### 2. 板材

在机电工程中, 常用的板材主要有: 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)。

例如, 碳素结构钢厚钢板广泛用于焊接、铆接、栓接结构, 如桥梁、船舶、管线、车辆和机械。其中质量等级 C、D 属于优质碳素结构钢, 主要用于对韧性和焊接性能要求较高的钢结构。

例如, 电站锅炉中的汽包就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锅炉碳素钢, 高压锅炉的汽包材料常用低合金钢制造。

### 3. 管材

在机电安装工程中, 常用的管材有普通无缝钢管、螺旋缝钢管、焊接钢管、无缝钢管、高压无缝钢管等。

例如, 锅炉水冷壁和省煤器使用的无缝钢管一般采用优质碳素钢管或低合金钢管, 但过热器和再热器使用的无缝钢管根据不同壁温, 通常采用 15CrMo 或 12Cr1MoV 等钢材。

例如, 流体输送用焊接钢管(镀锌和黑皮)主要用于输送水、煤气、天然气、空气、采暖蒸汽、污水, 矿山、井下送风、排水, 农业喷灌, 深井水泵, 潜水泵等。

### 4. 钢制品

在机电安装工程中, 常用的钢制品主要有焊条、管件、阀门等。

(1) 焊条常用的有酸性焊条、碱性焊条、结构钢焊条、不锈钢焊条、铸铁焊条、低温钢焊条等;

(2) 管件主要包括法兰、弯头、三通、四通、变径、钢制活接头、管接头、封头、盲板等;

(3) 阀门根据工作压力、温度、介质状况、阀体、阀芯、密封垫材质不同及构造形式可以分为许多种类型。管道工程常用阀门大类上可以分为闸阀、截止阀、球阀、针形阀、蝶阀、止回阀、调节阀、角阀、减压阀、安全阀、旋塞、柱塞阀、隔膜阀、浮球阀、疏水器等。

## 二、有色金属

有色金属及其合金具有钢铁材料所没有的许多特殊的机械、物理和化学性能, 在机械、仪器仪表、飞机制造等工业中广泛使用的有铝、铜、钛、镁、镍合金。

### (一) 铝及铝合金

#### 1. 纯铝

(1) 纯铝的密度只有  $2.7\text{g/cm}^3$ ，仅为铁的  $1/3$ 。铝的导电性好，其磁化率极低，接近于非铁磁性材料。在电气工程、航空及宇航工业、一般机械和轻工业中广泛应用。

(2) 纯铝按纯度可分为高纯铝和工业纯铝两类。高纯铝主要用于科学研究及制作电容器等。以纯度高低分别用于制作铝箔、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

(1) 铝合金热处理后可显著提高强度。铸造铝合金铸造性能极好。

(2) 铝合金按照成分和工艺特点不同分为变形铝合金和铸造铝合金。

### (二) 铜及铜合金

#### 1. 纯铜

(1) 纯铜常称紫铜，主要用于制作电导体及配制合金。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。铜是抗磁性物质。

(2) 根据杂质含量的不同，工业纯铜牌号分为四种：T1、T2、T3、T4。编号越大，纯度越低。T1 主要用于导电材料和配高纯度合金；T2 主要用于电力输送用导电材料，制作电线、电缆等；T3、T4 主要用于电机、电工器材、电气开关、垫圈、铆钉、油管等。

#### 2. 铜合金

铜中加入合金元素后，可获得较高的强度和硬度，同时保持纯铜的某些优良性能。铜合金一般分黄铜、青铜和白铜三大类。

##### (1) 黄铜

黄铜是以锌为主要合金元素的铜合金。黄铜分普通黄铜和复杂黄铜两种。复杂黄铜：铅黄铜、锡黄铜、铝黄铜等。

##### (2) 青铜

含铝、硅、铅、铍、锰等的铜基合金习惯称为青铜，包括有锡青铜、铝青铜、铍青铜等。

##### (3) 白铜

白铜是以镍为主要合金元素的铜合金。主要用于制造船舶仪器零件、化工机械零件及医疗器械等。锰含量高的锰白铜可制作热电偶丝。

### (三) 钛及钛合金

(1) 钛的熔点高，热膨胀系数小，导热性差。纯钛塑性好、强度低，容易加工成型，可制成细丝和薄片。钛的抗氧化能力优于大多数奥氏体不锈钢。

(2) 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  $350^\circ\text{C}$  以下工作、强度要求不高的零件。

(3) 钛合金可分为三类： $\alpha$  钛合金、 $\beta$  钛合金和  $(\alpha+\beta)$  钛合金。

### (四) 镁及镁合金

(1) 纯镁的室温密度仅为  $1.74\text{g/cm}^3$ ，是所有金属结构材料中最低的。

(2) 镁合金按照形成的工艺特点不同分为变形镁合金和铸造镁合金两类。

### (五) 镍及镍合金

1. 纯镍。具有优异的耐腐蚀和抗高温氧化性能，是重要的工程金属材料。工业纯镍

有良好的强度和导电性,可用于电子器件;同时由于其耐蚀性好,还可用于食品加工设备。

2. 镍合金。其耐蚀性和力学性能进一步提高,还可具有特殊物理性能。镍合金按其特性和应用领域分为耐腐蚀镍合金、耐高温镍合金和功能镍合金三类。例如,耐腐蚀镍合金可用于化工、石油、船舶等领域,如阀门、泵、船舶紧固件、锅炉热交换器等;耐高温镍合金广泛用于航空发动机和运载火箭发动机涡轮盘、压气机盘等。

## 2H311012 非金属材料的类型及应用

### 一、非金属材料的类型

#### (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。按照来源可分为天然高分子材料和合成高分子材料,按特性可分为普通高分子材料和功能高分子材料,最常用的分类方法是按性能和用途分类,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

塑料是以树脂为主要成分,一般含有添加剂,在加工过程中能流动成型材料。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

通用塑料一般指用量大、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六大品种,占塑料总产量的75%以上。

1) 聚乙烯(PE)。聚乙烯按生产方式不同可分为高压、中压和低压聚乙烯三类。如低压聚乙烯(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。

2) 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,常用于制造容器、贮罐、阀门等。

3) 聚氯乙烯(PVC)。强度、刚度比聚乙烯好。硬质聚氯乙烯常用于制作化工耐蚀的结构材料及管道、电绝缘材料等。软质聚氯乙烯主要用于电线电缆的套管、密封件等。

4) 聚苯乙烯(PS)。聚苯乙烯是良好的刚性材料,但质脆而硬,主要用来生产注塑产品,如用于制作仪表透明罩板、外壳等。

##### (2) 工程塑料

工程塑料指有良好的力学性能和尺寸稳定性,可作为工程结构的塑料,如ABS塑料、聚酰胺、聚碳酸酯、聚甲醛等。

1) ABS塑料。ABS塑料是丙烯腈(A)、丁二烯(B)、苯乙烯(S)三种单体的共聚物。在机械、电气、纺织、汽车、飞机、轮船等制造及化工中得到广泛应用,如机器零件、各种仪表的外壳、设备衬里等。

2) 聚酰胺(PA)。常用于代替铜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。

3) 聚碳酸酯(PC)。主要应用于机械、电气等部门,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。

例如,水管主要采用聚氯乙烯制作;燃气管采用中、高密度聚乙烯制作;热水管目前

均用耐热性高的氯化聚氯乙烯或聚 1-丁烯制造；泡沫塑料热导率极低，相对密度小，特别适于作屋顶和外墙隔热保温材料，在冷库中用得更多。

## 2. 橡胶

橡胶按来源可分为天然橡胶和合成橡胶，按性能和用途可分为通用橡胶和特种橡胶。

(1) 通用橡胶。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。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。按其是否有颜色可分为清漆和色漆；按其涂膜的特殊功能可分为绝缘漆、防锈漆、防腐蚀漆等。

## (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。

### 1. 普通(传统)的非金属材料

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。通常这一类材料生产历史较长、产量较大，用途也较广。

### 2. 特种(新型)的无机非金属材料

主要指用氧化物、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。它是 20 世纪以来发展起来的、具有特殊性质和用途的材料。例如，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等。

## 二、机电工程中常用的非金属材料使用范围

### (一) 砌筑材料

在机电工程中，常用的砌筑材料包括耐火黏土砖、普通高锅砖、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，一般用于各类型炉窑砌筑工程等，如各种类型的锅炉炉墙砌筑；各种类型的冶炼炉砌筑；各种类型的窑炉砌筑等。

### (二) 绝热材料

在机电安装工程中，常用的绝热材料种类很多，通常有膨胀珍珠岩类、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，常用于保温、保冷的各类容器、管道、通风空调管道等绝热工程。

### (三) 防腐材料及制品

防腐材料大致可分为高分子材料、无机非金属材料、复合材料和涂料等，广泛用于机电安装工程中。常用防腐材料有：

(1) 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。

(2) 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。

(3) 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。

(4) 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。

(5) 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。

#### (四) 非金属风管

非金属风管材料有酚醛复合板材, 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。

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。

#### (五) 塑料及复合材料水管

(1) 聚乙烯塑料管: 无毒, 可用于输送生活用水。常使用低密度聚乙烯水管(简称塑料自来水管), 这种管材的外径与焊接钢管基本一致。

(2) 涂塑钢管: 具有优良的耐腐蚀性能和比较小的摩擦阻力。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。根据需要可在钢管的内外表面涂塑或仅涂敷外表面。

(3) ABS 工程塑料管: 耐腐蚀、耐温及耐冲击性能均优于聚氯乙烯管, 它由热塑性丙烯腈丁二烯—苯乙烯三元共聚体粘料经注射、挤压成型加工制成, 使用温度为  $-20 \sim 70^{\circ}\text{C}$ , 压力等级分为 B、C、D 三级。

(4) 聚丙烯管(PP 管): 系聚丙烯树脂经挤出成型而得, 用于流体输送。按压力分为 I、II、III 型, 其常温下的工作压力为: I 型为 0.4MPa、II 型为 0.6MPa、III 型为 0.8MPa。

(5) 硬聚氯乙烯排水管及管件: 硬聚氯乙烯排水管及管件用于建筑工程排水, 在耐化学性和耐热性能满足工艺要求的条件下, 此种管材也可用于工业排水系统。

## 2H311013 电气材料的类型及应用

### 一、电线电缆

#### (一) 仪表电缆

(1) 仪表用电缆: 如 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。

(2) 阻燃型仪表电缆: 如 ZRC-YVVP、ZRC-YYJVP、ZRC-YEVP 等, 阻燃仪表电缆具有防干扰性能高, 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, 兼有阻燃等特点, 所以此类电缆广泛应用于电站、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。常固定敷设于室内、隧道内、管道中或户外托



架,敷设时环境温度不低于 $0^{\circ}\text{C}$ ,弯曲半径不小于电缆外径的10倍的阻燃场所。

(3) 仪表用控制电缆:如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。

## (二) 电气装备电线、电缆

### 1. 裸导线

指导线表面没有绝缘材料的金属导线,裸导线按结构可分为圆单线、裸绞线和型线等。

(1) 圆单线: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: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:如LHAJ、LHAGJ、LHBJ等,主要用于架空电力线路。

### 2. 绝缘导线

是在裸导线表面裹以不同种类的绝缘材料构成的。依据用途和导线的结构,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。

(1) 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。

铜芯电线是被广泛采用在机电安装工程中,但由于橡皮绝缘电线生产工艺比聚氯乙烯绝缘电线复杂,且橡皮绝缘的绝缘物中某些化学成分会对铜产生化学作用,这种作用虽然轻微,但仍是一种缺陷,所以在机电安装工程中基本被聚氯乙烯绝缘电线替代。

(2) 绝缘软电线。聚氯乙烯绝缘软电线:如RV、RVB、RVV、RVVB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。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。

例如,一般家庭和办公室照明通常采用BV型或BX型聚氯乙烯绝缘铜芯线作为电源连接线;机电安装施工现场中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,因为电焊位置不固定,多移动。

(3) 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自动化控制设备的连接导线。

### 3. 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。

(1) 油浸纸绝缘电缆:如ZLL、ZL等,敷设于干燥的户内、沟管中,不能承受机械外力作用,且对铝保护层应有中性环境等;ZQ30、ZLQ30等,敷设在室内及矿井中,能承受机械损伤及较大的拉力。

(2) 塑料绝缘电缆:可分为聚氯乙烯电缆、聚乙烯电缆、交联聚乙烯电缆。