

## 一、 填空题（每空 1 分）

1. 世界上第一条真正意义的电气化轨道交通诞生于 1879 年。
2. 根据一次能源的形态，发电厂可分为火力发电厂、水力发电厂、地热发电厂、风力发电厂、太阳能发电厂和潮汐能发电厂等。
3. 电力系统是由多个发电、输电、变配电和用电等子系统构成的电能生产和消费的庞大网络。
4. 变电所的主要主接线有以下几种形式：单母线接线、双母线结线、桥形接线和单元接线。
5. 架空输电线路由线路杆塔、导线、绝缘子等构成，架设在地面之上。
6. 电力系统的表征参数有：装机容量；年发电量；最大负荷；额定频率；最高电压等级等。
7. 表征系统电能质量的基本指标有：频率、电压、波形。
8. 油浸式变压器包括 4 大部分：铁心、绕组、高低压绝缘套管、油箱及其他附件等。
9. 火电厂的生产流程包括：燃料与燃烧系统，实现化学能转化为热能；汽水系统，实现热能转化为机械能；电气系统，汽轮机带动发电机发电，送电；控制系统实现操作机械化、自动化。
10. 水电厂有：坝后式水电厂；抽水蓄能水电厂；河床式水电厂；径流式水电厂。
11. 水电厂包括：引水系统；发电系统；自动化系统。
12. 变电所是联系发电厂和电力用户的中间环节，起电压变换和分配电能作用。
13. 变电所是联系发电厂和电力用户的中间环节，按作用和功能不同，可分为枢纽变电所、中间变电所、区域变电所终端变电所和牵引变电所。
14. 输电线路电压超过 220 kV 时，为了减小电晕损耗和线路电抗，采用分裂导线。
15. 变电所的电气主接线有两大类：有汇流母线和无汇流母线。
16. 太阳能光伏发电由太阳能电池组件；充放电控制器、逆变器；蓄电池、蓄能元件及辅助发电设备三部分组成。
17. 电网互联通常有 3 种方法：即交流互联、直流互联及交直流互联。
18. 大型交流电网易产生潮流绕行及环流问题。
19. 直流联网可实现非同步联网运行，克服交流联网的困难。

20. 电网振荡及解列的 4 个原因： 暂态稳定被破坏 ；静态稳定被破坏；电源间非同步合闸未能拖入同步； 发电机失去励磁 。
21. 针对雷电过电压的危害机理，人们采取了安设 避雷针 、避雷线、避雷器、消弧线圈，采用自动重合闸装置或降低设备的接地阻抗等防雷措施。
22. 雷电过电压按其作用机理可分为 直击雷过电压 感应雷过电压和 侵入波 过电压。
23. 避雷针有三部分组成： 接闪器 ，接地引下线和接地体。
24. 接地有工作接地、保护接地和 过电压保护接地 。
25. 电气化轨道交通是利用 电能 作为牵引原动力的轨道运输的总称。
26. 以 干线铁路 、 地铁 和以轻轨为主导的轨道交通系统是国民经济发展的主动脉。
27. 城市轨道交通按运能范围、车辆类型及主要技术特征可分为 有轨电车 、地下铁道、轻轨轨道交通、市郊铁路、 单轨道交通 、新交通系统、 磁悬浮交通 七类。
28. 钢轨在电气化铁路中有三大作用： 列车导轨 、 牵引电流 的电气回路、 信号系统 的信号回路。
29. 地铁与轻轨的供电系统分为 主变电所 、牵引变电系统和 变配电系统 3 部分。
30. 轻轨是每小时单向客流量为 1 万~3 万 人次的轨道交通定义为中运量轨道交通。
31. 磁悬浮列车从悬浮机理上可分为 常导吸引型电磁悬浮 、 超导排斥型电动悬浮 及永磁补充悬浮三种。
32. 单轨也称独轨，以支撑方式的不同，分为 跨座式 和悬挂式两种。
33. 轻轨交通系统的类型有： 钢轮钢轨系统 、线性电机牵引系统和 橡胶轮轻轨系统 。
34. 1952 年 12 月，青岛四方车辆厂试制成功第一台机车 解放型蒸汽机车 ，结束没有国产机车的历史。
35. 1961 年 8 月 15 日，第一条电气化铁道在新建宝成线宝鸡~凤州段正式通车，结束无电气化铁道历史，采用 工频单相 25kV 交流 供电方式。
36. 以国务院“引进先进技术，联合设计生产，打造中国品牌”总体要求，高速动车组打造采取 引进消化吸收再创新 方式。
37. 高速列车应特别注意采用先进的降噪技术：第一区以 牵引噪声 为主；第二

- 区以机械噪声为主；第三区以气动噪声为主。
38. 中国高铁“四纵四横”的具体内容包含“四纵”：北京—上海、北京—武汉—深圳；北京—哈尔滨；杭州—福州—深圳。“四横”：徐州—兰州、杭州—长沙；青岛—石家庄—太原；南京—武汉—成都。
39. 牵引供电系统与其电源，即三相电力系统（公用电网）之间通过电能质量相互约束。
40. 牵引供电系统主要包括牵引变电所和牵引网两部分组成。
41. 根据牵引变电所供应的电流制式的不同，可分为直流和交流牵引变电所。
42. 牵引供电系统外部电源供电方式有：单电源双回输电线路供电方式；双电源环网供电方式；多电源混合供电方式。
43. 牵引变压器作用有：变压、变流、变阻抗、三相-单相。
44. 牵引网包括馈电线、接触网、钢轨、回流线和大地回路。
45. 牵引供电方式主要有直接供电（TR）方式、带回流线的直接（DN）供电方式、AT(自藕变压器)供电方式、吸流变压器（BT）供电方式和同轴电力电缆（CC）供电方式。
46. 在牵引供电系统长期运行过程中，可能存在3种状态，我们分别称之为正常运行状态、不正常运行状态和故障状态。
47. 电力系统常见的不正常工作状态有：过负荷：频率降低；过电压和系统振荡，此时并列运行的发电机失去同步。
48. 电力系统常见也是最危险的故障是短路故障。
49. 继电保护装置是指能迅速反应电力系统中电气元件发生故障或不正常运行状态，并动作于跳闸或发出信号的一种自动装置。
50. 继电保护装置一般由测量单元、逻辑判断元件和执行单元三部分组成。
51. 继电保护装置的基本要求有：选择性、灵敏性、速动性和可靠性。简称四性。
52. 反应变压器油箱内部故障时所产生的气体而构成瓦斯保护。反应于电动机绕组的温度升高而构成过负荷或过热保护等。
53. 继电保护装置的发展依次为：机电式继电器；静态继电保护装置；数字式继电保护。
54. 远动技术是调度端与各执行端之间实现遥控、遥测、遥调和遥信技术的总称。简称四遥功能。

55. 监控系统主要由三部分构成：控制主站、通信系统及远方终端装置 RTU。
56. 微机监控系统的主要性能指标有可靠性、容量及功能、实时性和抗干扰能力。
57. 远动监控系统的发展经历了：布线逻辑式；软件化的远动装置；基于 PC 机和网络技术的远动系统；基于信息化的远动系统 四代。
58. 接触网的主要特点有：环境特性、无备用特性、机电特性、负荷特性和学科特性。
59. 接触悬挂可分为简单悬挂、简单链形悬挂、弹链形悬挂 和复链形悬挂。
60. 受电弓由弓头、框架、底架和传动系统等部分组成，其几何形状可以改变。
61. 受电弓有：单臂、双臂、T 形受电弓。
62. 法国法维莱公司 1990 年研究的第三代高速受电弓采用两项新技术：一定速度范围内对接触压力进行改善的多级控制技术；电控和气控的前馈控制技术。
63. 目前，为使弓网之间的磨耗率降到最低，我国高速铁路普遍采用铜或铜合金的接触线配碳滑板。
64. 列车运行的牵引特性要求：启动快，调速范围广，运行稳定，运行经济。
65. 列车的牵引特性要求：恒牵引力(准恒牵引力) 起动，恒功率 运行。
66. 交流传动机车的核心层技术包括：牵引变频器 技术、交流驱动电机技术、牵引变压器技术、变频控制 及其网络技术。
67. 牵引电传动系统由受电弓、牵引变压器、牵引变流器及牵引电机 等组成。
68. 牵引变流器由整流器、中间直流电路和逆变器 组成。
69. 列车电制动主要有：电阻制动、再生制动、盘式涡流 制动三种形式。
70. 国际铁路联盟（UIC）以速度为等级将铁路划分为：常速铁路、中速铁路、准高速铁路、高速铁路、超高速铁路。
71. 轨道交通列车电力传动方式按牵引供电系统和牵引电动机所采用的电流制可分为：直-直传动、交-直传动、直-交流传动、交-直-交流传动。
72. 列车的粘着制动主要有：闸瓦制动、盘形制动、电阻制动、再生制

动\_\_、液力制动等；非粘着制动有：磁轨制动和涡流制动。

73. 列车网络控制系统由列车信息中央装置、列车信息终端装置、列车信息显示器、显示控制装置及乘客信息显示器等组成。
74. 动车组引进的九大关键技术是：动车组总成、车体、转向架、牵引变压器、牵引变流器、牵引电机、牵引控制系统、列车网络控制系统和制动系统。
75. 动车组引进的十项主要配套技术有：空调系统、集便装置、车门、车窗、座椅、风挡、钩缓装置、受流装置、辅助供电系统和车内装饰材料等作为技术引进和国产化的重要组成部分。
76. 磁浮交通包括磁浮列车、磁浮轨道、驱动系统和运控系统。
77. 磁浮列车由悬浮、导向、驱动系统三部分组成。

## 选择题

1. 日本\_\_\_\_\_是一种常导\_\_\_\_\_型磁浮列车。（ A ）
- |             |           |
|-------------|-----------|
| A. HSST 中低速 | B. TR 中低速 |
| C. HSST 高速  | D. TR 高速  |
2. 德国\_\_\_\_\_是一种常导\_\_\_\_\_型磁浮列车。（ D ）
- |             |           |
|-------------|-----------|
| A. HSST 中低速 | B. TR 中低速 |
| C. HSST 高速  | D. TR 高速  |

## 二、名词解释

1. 一次系统
- 一次设备（也称主设备）是构成电力系统的主体，是直接生产、输送和分配电能的设备，包括发电机、电力变压器、断路器、隔离开关、电力母线、电力电缆和输电线路等。一次设备及其连接的回路称为一次回路或一次系统。
2. 母线
- 汇集和分配电能的金属导体，又称汇流排，原理上它仅是电路中的一个电气节点。
3. 有轨电车
- 有轨电车是使用电车牵引、轻轨导向、1~3 辆编组运行在城市路面线路上的低运量轨道交通系统。
4. 磁悬浮交通
- 磁悬浮交通是指不依靠车轮与轨道之间的机械接触，而是由磁力实现其支承、导向和牵引的非接触式交通。
5. 轻轨
- 轻轨是每小时单向客流量为 1 万~3 万人次的中运量轨道交通。

6. 地铁

地下铁道简称地铁，是城市快速轨道交通的先驱。它是单向输送能力在每小时 3 万人次以上，轴重相对较重的城市轨道交通系统。

7. 高速铁路

高速铁路是指通过改造原有线路（直线化、轨距标准化），使营运速率达到每小时 200 公里以上，或者专门修建新的“高速新线”，使营运速率达到每小时 250 公里以上的铁路系统。

8. 遥测

远动监控系统中，将被控站的某些运行和环境参数传送给调度端。如有功和无功功率、电度、电压、电流等电气参数，温/湿度、接触网故障点的距离等非电参数。

9. 遥信

远动监控系统中，将被控站的设备状态信号远距离传送给调度端。如开关位置信号、报警信号等。

10. 动车组

动车组是由具有牵引动力装置的动车和拖车组成的一个固定编组。“固定编组”凸显动车组的鲜明特征；其次，动车组可以双向行驶。

11. 转向架

安装在车体下面的类似于一台小车似的装置的总称，具有导向的功能，因此人们形象地称其为转向架。

12. 动力转向架

不但要支撑列车以及引导列车在轨道中运行，并且还要依靠原动力（液力马达，电动机，内燃机）驱动，可以自行行走，在牵引或制动时，能向车体传递轮对牵引力或者制动力的转向架。

13. 车控

机车电传动系统的供电方式之一，整台机车的牵引电机由一套整流器供电，称集中供电，即车控。

14. 轴控

机车电传动系统的供电方式之一，每一个牵引电机由一套独立的整流器供电，称独立供电，即轴控。

15. 架控

机车电传动系统的供电方式之一，同一转向架上的电机由一套整流器供电，称部分集中，即架控。

16. “交-直-交”

在牵引电传动系统，牵引变压器输出的交流电先通过整流器变换成直流电（交-直），

再通过逆变器将直流电变换成驱动电机的交流电（直-交），“交-直-交”指这两次电力变换。

17. 粘着

动轮和钢轨接触处保持相对静止而不产生相对滑动的现象称为粘着。

18. 轴重

轮对作用在钢轨上的**正压力**，称为轮对的轴重。

19. 动轮

由牵引电动机通过传动机构，将电机的转矩传递给机车轮对。这些传递电机能量的机车轮对（车轮），称为动轮对（动轮）

20. 空转

因轮对的驱动转矩过大，导致轮轨间的粘着关系被破坏而出现相对滑动的现象，称为“空转”。

21. 列车牵引特性

是指列车的牵引力与运行速度之间的关系曲线。

22. 一系弹簧悬挂

在转向架构架与轮对之间设置了弹簧悬挂装置称为一系弹簧悬挂。

23. 二系弹簧悬挂

在车体与转向架之间的弹簧悬挂装置称为二系弹簧悬挂。

24. 簧上质量

弹簧悬挂装置以上的质量为簧上质量

25. 磁悬浮列车

利用电磁吸力或电动斥力将列车悬浮于空中并进行导向，实现列车与地面轨道间的无机械接触，再利用线性电机驱动列车运行的一种新型轨道交通工具。

### 三、简答题（48 分，每小题 6 分）

1. 架空线路采用绞合的多股导线的原因是什么？

充分利用导线，减少趋肤效应的影响并增加导线的柔韧性及强度。

2. 什么是高速铁路技术体系？

高速铁路技术体系指由高速铁路的运输组织、列车控制、轨道结构、牵引供电和动车组等技术结合在一起的，为高效、安全、高速完成铁路运输而形成的一套系统集成技术和标准。

3. 高速铁路与一般铁路有哪些不同？

高速铁路与一般铁路不同。核心是速度，关键是安全。

提速后的一系列技术问题需用多种高新技术来解决：1 行车阻力；2 曲线半径；3 动力特性；4 微气压波；5 气动噪声；6 运行控制；7 安全保障

4. 高速动车组车体设计需重点解决哪些问题？

(1) 空气动力学与车体外形设计；(2) 车体轻量化；(3) 气密。

5. 什么是 SF6 全封闭组合电器？

把各种控制和保护电器：断路器、隔离开关、母线、互感器、避雷器等全部封装在接地的金属壳体内，壳内充以高性能绝缘材料 SF6 气体，作为相间和对地的绝缘。

6. 接触网有些什么特点？

接触网有什么样的特点：(1) 环境特性；(2) 备用特性；(3) 机电特性；(4) 负荷特性；(5) 学科特性

7. 接触网的基本组成有哪些？

(1) 支柱与基础；(2) 支持装置；(3) 定位装置；(4) 接触悬挂；(5) 供电辅助设施。

支柱与基础：支柱与基础用以承受接触悬挂和支持装置的全部负荷，并把接触悬挂固定在规定的位置和高度上。

支持装置：由腕臂、拉杆（或压管）、定位装置等连接件组成，用来悬吊和支持接触悬挂，并将其负荷传递给支柱或其他建筑物。

接触悬挂：主要包括承力索、吊弦、接触线及连接它们的零件等

8. 受电弓的作用是什么？

答：安装在电气列车上的一种从一根或几根接触线上集取电流的专用设备，由弓头、框架、底架和传动系统等部分组成，其几何形状可以改变。

9. 弓网动态运行的接触压力为什么应分布在一合理的范围内？

接触压力过大，会导致机械磨耗增大，接触线的抬升量增大，影响安全性和寿命；接触压力过小，导致接触电阻增大，接触点温升增加，接触质量变差，电气磨耗增大，易引起电弧。

10. 什么是继电保护装置？

能迅速反应电力系统中电气元件发生故障或不正常运行状态，并动作于断路器跳闸或发出信号的一种自动装置。

11. 继电保护的原理是什么？

利用被保护对象故障前后某些突变的物理量为信息量，当突变量达到一定值(整定值)时，起动逻辑控制环节，发出相应的跳闸脉冲或信号。

12. 直流电机如何调速的？

分两步：调压调速：在额定电压以下，改变电机电枢电压  $U_d$  实现电机调速；弱磁调速：在端压达到额定电压后，削弱磁场进步提高速度。



13. 解释轴式  $B_0-B_0+B_0-B_0$

四个转向架；每个转向架两根轴；每个轴单独驱动；1 和 2 转向架之间没有连接装置、2 和 3 转向架之间有连接装置、3 和 4 转向架之间没有连接装置。

14. 磁浮列车如何分类？

按悬浮原理分类：吸力悬浮和斥力悬浮。

按驱动方式原理分类：长定子直线同步电机和短定子直线感应电机。

按磁铁线圈材料分类：常导磁浮列车和超导磁浮列车。

按列车运行速度分类：中低速磁浮列车和高速磁浮列车。

15. 简述磁浮列车的直线电机工作原理。

直线电机可以理解为将旋转电机纵向剖开，拉直放平，而且将电机的定子和转子，分别置于车上或地面上。

#### 四、问答题（48 分，每小题 6 分）

1. 电力系统主要由哪几部分构成，其作用如何？

电力系统是由发电厂、变电所、输电线、配电系统及负荷组成的。是由多个发电、输电、变电、配电、用电、控制等子系统构成的电能生产和消费的庞大网络。

功能：将自然界的一次能源通过发电动力装置（主要包括锅炉、汽轮机、发电机及电厂辅助生产系统等）转化成电能，再经输、变电系统及配电系统将电能供应到各负荷中心，通过各种设备再转换成动力、热、光等不同形式的能量，为地区经济和人民生活服务。

2. 什么是电力系统的一次系统、二次系统？

发电厂和变电所的电气设备分为一次设备和二次设备。

一次设备（也称主设备）是构成电力系统的主体，它是直接生产、输送和分配电能的设备，包括发电机、电力变压器、断路器、隔离开关、电力母线、电力电缆和输电线路等。一次设备及其连接的回路称为一次回路或一次系统。

二次设备是对一次设备进行控制、调节、保护和监测的设备，包括控制器、继电保护和自动装置、测量仪表、信号器具等。二次设备通过电压互感器和电流互感器与一次设备取得电的联系。二次设备按照一定的规则连接起来以实现某种技术要求的电气回路称为二次回路。

3. 电力工业的主要特点是什么？

① 电能的生产、传输、消耗同时完成，电能不能大量存储；

② 电力系统的暂态过程非常迅速；

③ 除含有直流输电系统的复合电力系统外，电力系统中的频率是统一的；

④ 电力系统中的事故时有发生，造成供电中断的事故会造成重大损失；

⑤ 电力系统的容量和覆盖的地理范围越来越大，其特征是：大容量、跨地区和国界、高电压、高度自动化、交直流混合；

⑥ 各电力系统的组成要素和运行特点各不相同，它随系统的发展而改变。

4. 太阳能光伏发电由哪些部分组成？优点是什么？

(1) 太阳能电池组件：光伏电池按系统的需要串联或并联而组成的矩阵或方阵，在太阳光照射下将太阳能转换成电能，是光伏发电的核心部件。

(2) 充放电控制器、逆变器：对蓄电池或其他中间蓄能元件进行充放电控制外，按照负载电源的需求进行逆变，使光伏阵列转换的电能经过变换后可以供一般的用电设备使用。

(3) 蓄电池、蓄能元件及辅助发电设备：蓄电池或其他蓄能元件如超导、超级电容器等是将太阳能电池阵列转换后的电能储存起来，以使无光照时也能够连续并且稳定的输出电能，满足用电负载的需求。

优点：① 无枯竭危险；② 绝对干净（无公害）；③ 不受资源分布地域的限制；④ 可在用电处就近发电；⑤ 能源质量高；⑥ 使用者从感情上容易接受；⑦ 获取能源花费的时间短。

## 5. 断路器和隔离开关的主要区别是什么？

断路器有灭弧装置，可带电操作。高压断路器既能切除正常负载，又要能排除短路故障，同时承担控制和保护双重责任。

隔离开关不能用来切断负荷电流或短路电流。主要用来将高压配电装置中需要停电的部分与带电部分可靠地隔离，以保证检修工作的安全。

## 6. 轨道交通有哪些形式，各有什么优缺点？

轨道交通包括了地铁、轻轨、空中轨道列车、有轨电车和磁悬浮列车等。

轻轨是一种电气化铁路系统。优点：节省土地、减少噪音、减少干扰、节约能源、减少污染。

特点：(1) 列车运行使用自动化信号系统；(2) 列车运行使用专用轨道和车站；(3) 列车运行最高时速一般为每小时 200 公里；(4) 列车最大编组为 4 节；(5) 轻轨线路单向每小时运量为 1~3 万人。

地铁也是一种电气化铁路系统，运能与轻轨相比较。必须有单独的道路；车辆由多节车厢组成，速度及加速都较快；有复杂的信号系统；并需有较高的站台上、下车。优点：节省土地、减少噪音、减少干扰、节约能源、减少污染。缺点：建造成本高、建设周期长、前期时间长、抗自然灾害能力弱。

空中轨道列车是一种悬挂式单轨交通系统。轨道在列车上方，由钢铁或水泥立柱支撑在空中。由于将地面交通移至空中，缓解城市交通难题。由于它设计上的独特性，从而具有造价低、工程快、无污染、占地面积小、可拆卸等优点。每小时的运量可达 1 万 5 千人次。

有轨电车。优点：对中型城市是实用廉宜的选择。一公里路面电车线所需的投资是一公里地铁的三分之一；无需在地下挖掘隧道；路面电车更有效减少交通意外的比率；路面电车以电力推动，不会排放废气，是一种无污染的环保交通工具。缺点：速度慢、噪声大、占用城市街道、舒适度差；成本不及公共汽车低，对小型城市来说财政负担颇重；效率比地下铁路低。

磁悬浮列车。优点：具有高速，低噪音，环保，经济和舒适等特点。缺点：(1) 车厢不能变轨，一条轨道只能容纳一列列车往返运行，使用效率越低。(2) 一旦断电，磁悬浮列车将发生严重的安全事故。(3) 强磁场对人的健康，生态环境的平衡与电子产品的运行都会产生不良影响。

## 7. 地铁和轻轨有什么区别和联系？

地铁和轻轨都可以行驶在地面，地下或高架。它们的轨道都是国际标准轨，1435 毫米。

地铁是单向输送能力在每小时 3 万人次以上，轴重相对较重的城市轨道交通系统。

轻轨是每小时单向客流量为 1 万~3 万人次的轨道交通定义为中运量轨道交通。

## 8. 传统机车和磁浮列车有什么不同？

答：传统机车：车轮与地面轨道的机械接触来克服车辆重力和产生车辆过弯道时的导向力。牵引力是通过轮轨接触的黏着力，即摩擦力来实现的。

磁浮列车：用电磁吸力或电动斥力来克服车辆重力和产生过弯道时的导向力，没有机械接触，驱动力由线性电动机产生。

9. 什么叫牵引供电系统？它由哪几部分组成？

牵引供电系统将地方电力系统的电源引入牵引变电所，通过牵引变压器变压为合适电力机车运行的电压制式，向电力机车提供连续电能。

包括牵引变电所和牵引网两大部分。牵引变电所由牵引变压器、高压断路器等一次设备和用于监控的二次设备组成，牵引网包括馈电线、接触网、钢轨、回流线、大地回路等。

10. 电力牵引负荷有何特点？它对电力系统有哪些不利影响？

（1）直接接入高压系统；（2）负载波动频繁，负荷大小不均衡；（3）单相负载，具有不对称性，将在电力系统中造成三相不平衡；（4）功率因数取决于机车类型，交-直电力机车功率因数低、谐波含量大；交-直-交动车组，功率因数 0.95 以上，谐波含量低。

11. 什么是电分相，为什么要采取电分相？

答：为求得对电力系统的平衡，变电所采取换相连接，换相联接后各供电区段需要用分相绝缘器分隔，称电分相。电分相由于机械、电气的弱点，成为速度和牵引力损失的主要原因，最薄弱环节之一。因此采用自动过分相。

12. 自动过分相有哪几种形式，各有何优缺点？

自动过分相有地面开关自动切换方案；柱上断电方案；车载自动断电过分相方案。

地面开关自动切换方案：性能指标最高，没有供电死区，速度损失最小，与线路条件无关。

柱上断电方案：通过分相时，容易因为电感存在产生谐振过电压。

车载自动断电过分相方案：相对以上两种具有投资较少，设备可靠性高，检修维护简单，适用速度范围广的突出优点，是目前最适合我国国情和铁路现实的一种自动过分相方案。

13. 城市接触网有哪几种类型，分别有什么样的优缺点？

城市接触网分为架空式接触网和第三轨(接触轨) 式接触网。

架空式接触网分刚性架空接触网和柔性架空接触网。刚性架空接触网具有结构紧凑、占用净空小、维护方便的特点，广泛应用于城市轨道交通的地下线路。柔性架空接触网具有较好的弹性，广泛应用于干线铁路和城市轨道交通中。

14. 电力系统继电保护的主要作用和任务是什么？

作用：以足够的电功率满足负荷对电能的需求各发、输电和用电设备均在规定的长期安全工作限额内运行各母线电压和频率均在允许的偏差范围内，提供合格的电能

任务：提取分析故障特征量，自动、迅速、有选择性地将故障设备从系统中切除，保证无故障部分迅速恢复正常运行；反应电气元件的不正常工作状态，根据运行维护条件分别动作于发信号、减负荷或跳闸。

15. 继电保护装置由哪三部分组成，各部分的作用是什么？

测量部分:测量被保护设备输入的电气量，并与整定值进行比较，给出逻辑信号，决定保护是否应启动。

逻辑部分:根据输出量的大小、性质、输出的逻辑状态、出现的顺序或其组合，来确定保护装置是否应动作。

执行部分:根据逻辑部分传送的信号,执行保护装置的任务。

16. 什么监控(远动)系统?主要由哪几部分组成?

答:实现生产过程的远程数据采集、远程监视以及远程控制的系统,称之为远动监控系统。监控系统调度端(控制中心)与执行(被控)端之间实现遥控、遥信、遥测、遥调、遥视技术的总称。

监控系统主要由三部分构成:控制主站、通信系统及远方终端装置 RTU。

17. 电气化铁路远动系统的特点是什么?

干扰大:交一直型电力机车,采用晶闸管整流,整流过程中的谐波对远动通道有相当严重的谐波干扰。

通讯结构:各变电所、分区亭、开闭所是沿铁路线分布,其通讯线路呈相应的分布。多采用链型结构、环型结构、总线型结构,有时也要包含星型结构。

系统功能及容量:由于每天都需要对接触网进行停电检修,因此对变电所开关的操作频繁,开关数量多,且可靠性要求极高,以确保行车安全和检修人员人身安全。

通讯媒介:电铁远动系统的管辖范围常包括多个变电所、分区亭等,电力线是分段不同相供电的。在不同相的交会处,电力线是不连通的。

可靠性:牵引负荷是一个移动冲击性负荷,电气量变化幅度大,更容易造成牵引供电网故障,要求电铁远动系统具有更高的可靠性和实时性。

18. 电力机车的传动方式有哪几种,分别有什么样的特点?

直流传动和交流传动。

直流传动系统的特点:

优点:调速方便,主电路、控制电路简单易实现。

缺点:(1)电机结构复杂(换向器,整流子),单位功率体积重量大;(2)功率利用率差,最大功率利用率为 70%;(3)功率因数低(85%),谐波大;(4)调速范围较小

交流传动系统的特点:

优点:(1)电机结构简单,体积小重量轻,可靠性高;(2)功率大,功率利用率高,理论上可达 100%;(3)功率因数高 98%,谐波小;(4)调速范围广,粘着利用好

缺点:(1)变流器主电路结构复杂,(2)控制系统复杂

19. 牵引电传动系统由哪几部分组成?作用是什么?

由受电弓、牵引变压器、牵引变流器及牵引电机等组成。

受电弓从接触网获取单相交流电,经过装载在车辆上的牵引变压器、牵引变流器等电能变换装置后,驱动牵引电动机。牵引电动机的转矩通过减速齿轮传递给轮对,车轮受驱动转矩作用后,在车轮和钢轨之间产生粘着力,钢轨对车轮的粘着反作用力形成轮周牵引力,所有动轮(牵引电动机驱动的车轮)的轮周牵引力之和形成列车的总牵引力,驱动车组前进。

20. 为什么要用交流传动电力机车代替直流传动电动机车?

(1)起动牵引力大;(2)同相功率下的体积、重量比直流电机小得多,没有接触摩擦部件,故障少,维修简单,利于高速运行;(3)功率因数接近于 1.0,高次谐波电流小,减轻了电网用电质量的污染和对通信系统的干扰;(4)实施再生制动时,使交流电返回电网,节省能源。

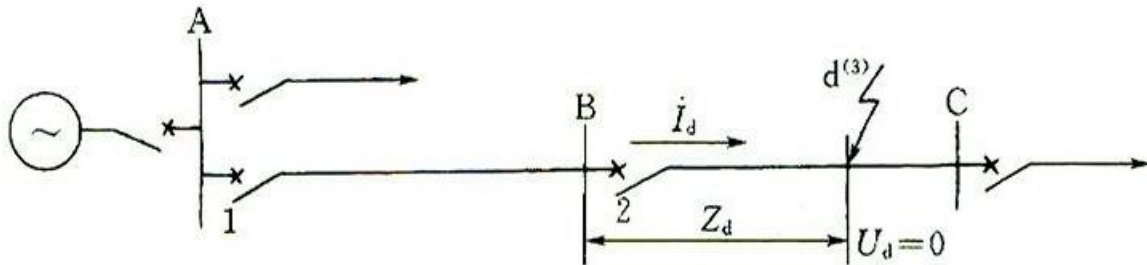
21. 动力分散和动力集中动车组的优点和缺点?

动力集中:高速列车两端为动力车,中间全部为无动力的拖车,牵引采用前挽后推方式。

动力分散:高速列车编组中大部分是动力车,小部分为无动力的拖车。

动力分散动车组优点: 牵引功率大, 载客人数多; 轴重小, 黏着力用合理; 启动快, 加速性能好; 运用可靠, 不需换向; 利用率高, 适合公交化客运; 编组灵活, 经济效益高.

22. 根据下图, 说明当在 BC 段发生短路故障时, 可构成哪些保护? 并简要说明它们的原理。



电力系统发生故障时, 总能有相关的故障特征表现出来。由这些故障特征可以实现不同的保护原理:

在 BC 段发生短路故障时: 短路电流  $I_d$  增大  $>$  负荷电流; B 处母线残压  $U_b$  降低  $<$  正常工作电压; B 处测量阻抗  $<$  负荷阻抗

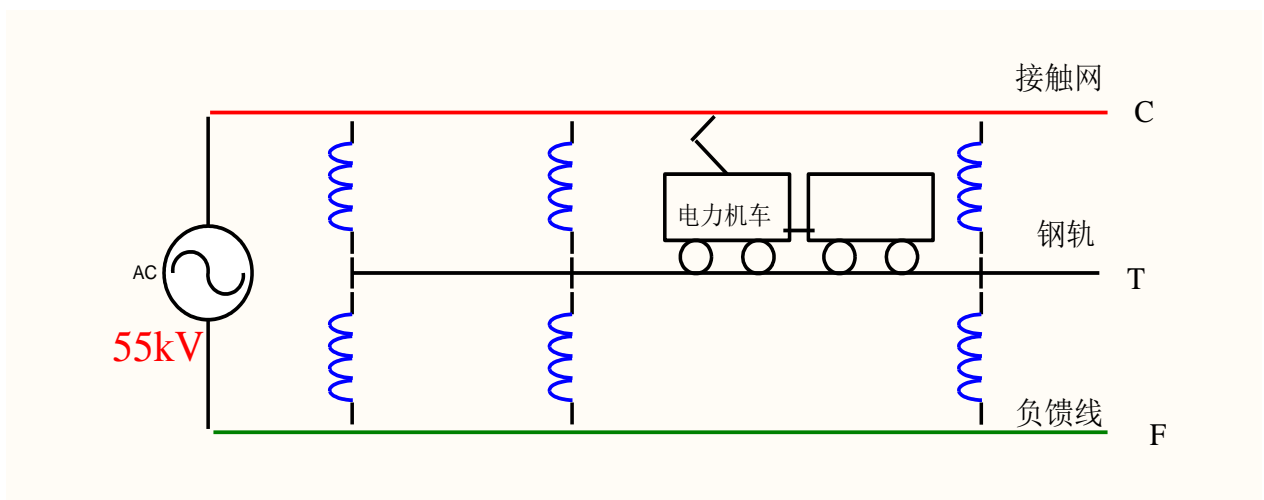
因此:

反映电流的增大而动作可构成过电流保护;

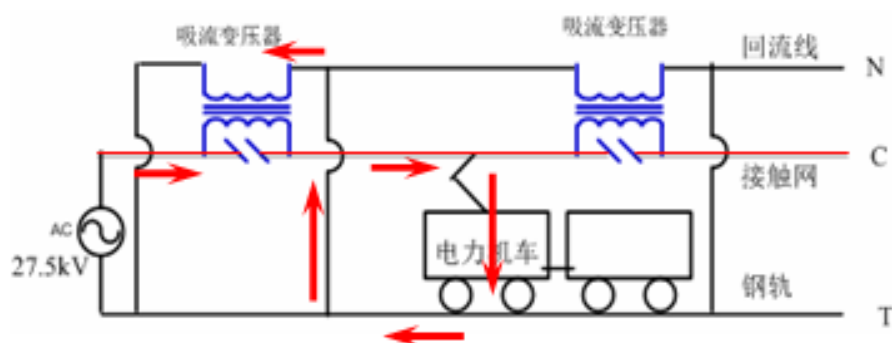
反应于电压的降低而动作可构成低电压保护;

反应短路点到保护安装地之间的距离(测量阻抗)的减小而动作可构成距离(阻抗)保护。

23. 根据下图, 说明它是牵引网的哪种供电方式? 为什么这种供电方式成为目前高铁的首选方式?

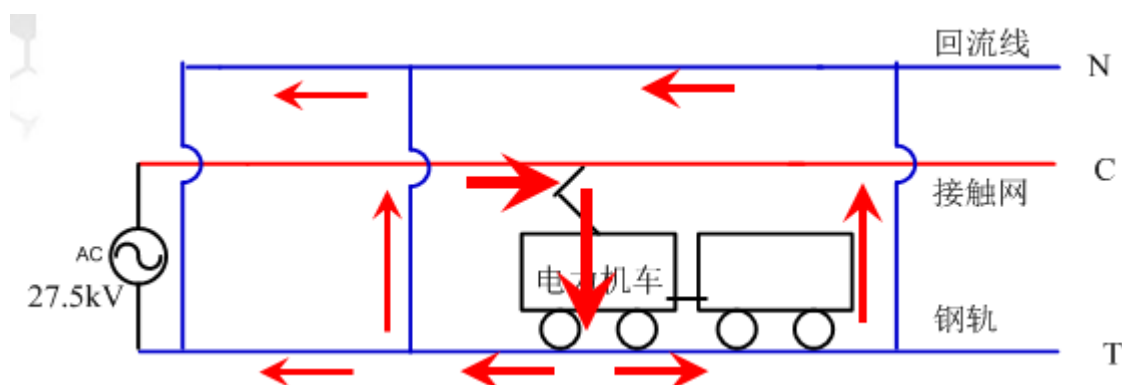


24. 根据下图, 说明它是牵引网的哪种供电方式? 并分析其优缺点?





25. 牵引网的供电方式有哪些？下图是牵引网的哪种供电方式？并分析其优缺点？



24-26 题考核的是牵引供电系统的几种方式，应根据图进行分析，并掌握其优缺点。可参考下述内容

(1) 直接供电方式(TR)，结构简单，投资最少，维护费用低。在负荷电流较大的情况下，钢轨电位高；对弱电系统的电磁干扰较大。

(2) BT(吸流变压器)供电方式，电磁兼容性能好，对周围环境影响小。接触网中串接吸流变压器，牵引网阻抗增大，供电臂压降增大，牵引变电所的供电距离缩短。

(3) 带回流线的直接供电方式(TRNF)，相对直接供电方式，钢轨电位和对通信线路的干扰有所改善。钢轨电位降低；牵引网阻抗降低，供电距离增长；对弱电系统的电磁干扰减小。相对 BT 方式，结构简单，投资少，维护费用低；牵引网阻抗减小，供电距离增长。

(4) AT(自耦变压器)供电方式，优点：电源电压提高一倍，输电电压提高一倍，如果传输相同的功率，接触网上电流降为  $1/2$ ，电压损失降为  $1/4$ （实际略大）。AT 供电更能适应大功率负荷的供电，功率输送能力强，供电距离远，具有更大的供电潜力，特别是越区供电能力；变电所间距大，可减少牵引变电所数量，可节省电力系统供电线路的投资；减少电分相数目，机车通过分相中性段短时失电产生的速度和功率损失得到降低。但接触网结构复杂，供变电设施较多，运营维护难度较大。

26. 空转发生的条件是什么？如何防治空转的发生？

空转发生的条件：轮对的驱动转矩过大，导致轮轨间的粘着关系被破坏。

空转的防护方法有：(1)采取空转检测保护措施（防空转/防滑行装置）；(2)改进电机的特性；(3)撒砂；(4)机车的维护；(5)提高驾驶技术；(6)粘着控制

27. 粘着系数和哪些因素有关？

(一)动轮踏面与钢轨表面的状态，动轮踏面与钢轨表面干燥或雨后附有薄锈，粘着系数增大；有冰、霜、雨、雪、油垢或潮湿，粘着系数减小。在钢轨上撒砂能较大地提高粘着系数。

(二)线路的质量，钢轨越软或道碴的下沉量越大，粘着系数越小；钢轨不平或直线地段两侧钢轨顶面不在同一水平，动轮所处位置的轨面状态不同，粘着系数减

小。

(三)运行速度，运行速度增高，加剧了动轮对钢轨的纵向和横向滑动及机车振动，粘着系数减小。

(四)各动轴上牵引电动机的特性不完全相同，在同一运行速度下发出的轴牵引力不同。牵引力大的轮对将首先发生空转。

(五)每个动轮的直径不同。在相同驱动转矩时，直径小的动轮发出的力大，容易首先发生空转。

(六)每个动轮的动负荷不同，机车运行中因车钩的作用以及弹簧悬挂和线路状态的影响，使得各动轮之间的负荷重新分配。动负荷轻的动轮将首先空转。

上述的 4、5、6 条是机车有关部件的主要部分，又可以统称为机车有关部件对粘着系数的影响。

28. 如何提高列车的牵引力？

粘着系数是由轮轨间的物理状态确定的，因此要提高每轴牵引力，只有加大轴重，但轴重的增加，又受轮轨间允许作用力的限制，特别对高速列车更是如此。因此要增加一台机车的牵引力，往往通过增加动轴数来达到。

29. 列车运行阻力包含哪些组成部分？

列车运行阻力分为基本阻力和附加阻力。

基本阻力主要包括：

1. 轮颈与轴承之间的摩擦——主要部分，滚动轴承摩擦较小
2. 轮轨之间的滚动摩擦——与线路状态有关
3. 轮轨之间的滑动摩擦——纵向、横向滑动，与走行部有关， $0.2\sim 0.3\text{kg/t}$
4. 轮轨之间的冲击和振动
5. 空气阻力——与(车与空气)相对速度的平方成正比，列车形状也很重要

附加阻力主要包括：

1. 坡道附加阻力  $w_i = i$  (坡度，千分之  $i$ )，可正、可负
2. 曲线附加阻力  $w_r = 600/R$  (曲线半径，单位：m)——经验获得
3. 隧道附加阻力  $w_s$  ——主要是空气阻力，由试验决定
4. 其他附加阻力——例如风的影响，气候变化

30. 列车运行工况包含哪些类型？列车过分相时候是属于那种工况？

牵引工况、惰行工况和制动工况。过分相属于惰行工况。

31. 列车牵引特性的要求是什么？列车理想牵引特性曲线是如何的？列车牵引特性曲

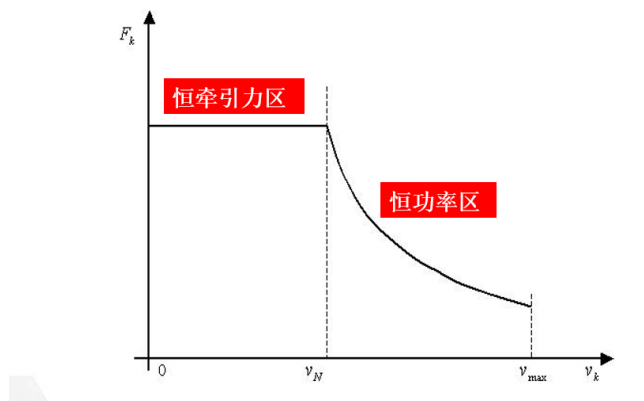
线设计的基本原则是什么？

要求：

1. 启动快（启动牵引力大）
2. 调速范围宽广（高速运行）
3. 运行稳定可靠（安全舒适）
4. 运行经济（运行过程中功率恒定）

理想的牵引特性曲线：

理想的牵引特性如下图所示：



列车牵引特性曲线设计的基本原则：(1) 尽最大可能满足牵引特性要求；(2) 适当的启动加速度；(3) 适当的最高运行速度下的剩余加速度

32. 矢量控制的基本思想是什么？其优缺点是什么？

矢量控制的基本思想：通过坐标变换，将交流电机等效为直流电机，像直流电机一样实现转矩和磁场的解耦控制。计算复杂，调速范围宽。

33. 直接转矩控制的基本思想是什么？其优缺点是什么？

直接转矩控制的基本思想：将逆变器和电机看做一个整体，通过选择合适的逆变器开关状态直接调整电机转矩和磁场。计算简单，但是有转矩脉动，调速范围不够宽。

34. 由牵引电机到车钩描述牵引力的产生和传递过程。

1 牵引电机产生转矩—2 齿轮传动装置—3 轮对（转矩与轮对转动方向相同）—4 由于轮轨间的粘着产生轮周牵引力—5 轴箱—6 转向架—7 牵引装置—8 车体—9 车钩；

35. 由基础制动装置到车钩描述制动力的产生和传递过程。

1 基础制动装置产生转矩—2 轮对（转矩与轮对转动方向相反）—3 由于轮轨间的粘着产生轮周制动力—4 轴箱—5 转向架—6 牵引装置—7 车体—8 车钩

36. 转向架的作用有哪些？

- 1、采用转向架可增加车辆的载重、长度和容积。
- 2、转向架相对车体可自由回转，使较长的车辆能自由通过小半径曲线，减少运行阻力与



噪声，提高运行速度。

- 3、 便于安装弹簧减振装置，保证车辆具有良好的动力性能和运行品质。
- 4、 支承车体，承受并传递从车体到轮轨的各种载荷及作用力，使各轴重均匀分配。
- 5、 便于安装制动装置，传递制动力，满足运行要求。
- 6、 便于在转向架上安装牵引电机及减速装置，驱动轮对（或车轮），使车辆沿着轨道运行。
- 7、 转向架为车辆的一个独立部件，便于转向架的互换、制造和维修。

## 五、论述题。（32 分，1.2 题 10 分，3 小题 12 分）

1. 据西南交通大学 2014 年 5 月 13 日新闻“英国《每日邮报》报道西南交大磁悬浮研究最新进展”。“磁悬浮驱动概念最早在 20 世纪中叶被提出.....其速度仅有 42 公里/时。.....上海浦东机场的磁悬浮列车也是目前世界上最快的商业线路，时速可达 431 公里。.....据《每日邮报》报道，全球首个真空管超高速磁悬浮列车原型测试平台近日在西南交通大学超导实验室建成。 .....据研究人员的估算，未来真空管高温超导磁悬浮列车的运行速度最快可达近 3000 公里/时。因此这项技术不仅能够用于客运，而且还能被用于军用/商业航空器的发射技术。” 根据本则材料，回答什么是磁悬浮列车？除了文献中提到的高温超导磁悬浮列车外，还有什么形式的磁悬浮列车？采用真空管的目的是什么？并就此新闻谈谈你的看法。
2. 据西南交通大学 2014 年 6 月 17 日新闻“西南交大中国国际轨道交通展览会闪亮登场”。“世界首套同相供电装置、打破国外垄断的综合供电 SCADA 系统、轨道交通综合运营仿真培训系统、镁合金高速列车卧铺、CRH5 型动车组铝合金上推杆、牵引梁.....6 月 17 日，西南交通大学等一批科研成果闪亮登台 2014 中国国际轨道交通展，吸引众多行业专家和社会民众的目光”。谈谈你对这条新闻的看法。
3. 据西南交通大学 2014 年 12 月 31 日新闻“西南交通大学主持研制的供电新技术装备在中南通道投运。”“近期，西南交通大学主持研制的供电新技术装备在中南通道投运。其中，电气工程学院高仕斌教授主持研制的世界首台 220kV 超低损耗卷铁芯节能型牵引变压器、国际领先水平的数字化牵引变电所和陈维荣教授主持研制的新型高强度防污闪腕臂支撑绝缘子在中南通道王家庄牵引变电所投运，李群湛教授主持研制的世界首套组合式同相供电装置沙峪牵引变电所投运。” 根据本则材料，利用本学期学过的专业知识进行分析，可重点回答某一项新技术。并谈谈你对这条新闻的看法。
4. 据西南交通大学电气工程学院 2018 年 1 月 19 日新闻“电气工程学院成功举办首届轨道交通供电系统创新技术国际研讨会”。“本次会议有来自国内外 63 家单位共 200 多名业界人士参与。陈维荣教授报告了《燃料电池混合动力电车技术》；解绍锋教

授报告了《同相供电技术及其应用》；刘炜副教授报告了《城市轨道杂散电流的研究与思考》；铁四院副总工程师戚广枫深入总结和分析了中国高速铁路综合接地系统技术；天津电化院总工程师王立天对城轨钢轨电位限制值及 OVPD 技术规格的进行了深入分析；北京交通大学的杨中平教授则详细阐述了超级电容器的应用研究；铁一院电化处副处长宫衍圣重点探讨了复杂自然环境下高铁供电的协同规划；广州地铁设计研究院电气工程所总工程师李鲲鹏侧重于分析高架线路的雷电防护，中铁电化局设计院总工程师田胜利则把目光聚焦于 PT 安全及继电保护技术.....”。就以上新闻，结合本学期的专业知识，谈谈你的看法。可结合其中一项或几项技术做深入分析。