



高等职业教育铁道供电技术专业“十三五”规划教材
全国高职院校专业教学创新系列教材——铁道运输类

接触网实训教程

主编 ○ 严兴喜 邓 纘 张灵芝

主审 ○ 赵 岩 郭建荣

JIECHUWANG
SHIXUN JIAOCHENG



西南交通大学出版社

高等职业教育铁道供电技术专业“十三五”规划教材
全国高职院校专业教学创新系列教材——铁道运输类

接触网实训教程

主 编	严兴喜	邓 纘	张灵芝
副主编	刘鸿宇	贾军辉	
主 审	赵 岩	郭建荣	

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

接触网实训教程 / 严兴喜, 邓缙, 张灵芝主编. —
成都: 西南交通大学出版社, 2016.8
高等职业教育铁道供电技术专业“十三五”规划教材
全国高职院校专业教学创新系列教材. 铁道运输类
ISBN 978-7-5643-4963-9

I. ①接… II. ①严… ②邓… ③张… III. ①电气化
铁道—接触网—高等职业教育—教材 IV. ①U225

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 197726 号

高等职业教育铁道供电技术专业“十三五”规划教材
全国高职院校专业教学创新系列教材——铁道运输类

接触网实训教程

主编 严兴喜 邓 缙 张灵芝

责 任 编 辑 李芳芳
特 邀 编 辑 王晓刚
封 面 设 计 何东琳设计工作室

出 版 发 行 西南交通大学出版社
(四川省成都市二环路北一段 111 号
西南交通大学创新大厦 21 楼)
发 行 部 电 话 028-87600564 028-87600533
邮 政 编 码 610031
网 址 <http://www.xnjdcbs.com>

印 刷	四川煤田地地质制图印刷厂
成 品 尺 寸	185 mm × 260 mm
印 张	13.75
字 数	339 千
版 次	2016 年 8 月第 1 版
印 次	2016 年 8 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-4963-9
定 价	38.00 元

课件咨询电话: 028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

高等职业教育铁道供电技术专业“十三五”规划教材

编委会

主 任 陈维荣（西南交通大学）

副主任（以姓氏笔画为序）

王亚妮 邓 纘 张 辉 张刚毅

林宏裔 李学武 宋奇吼

委 员（以姓氏笔画为序）

邓 纘 邓小桃 王向东 王旭波 支崇珏

车焕文 龙 剑 李 壮 张 辉 张刚毅

张灵芝 张大庆 严兴喜 陈 刚 何武林

尚 晶 武永红 郭艳红 赵先堃 赵 勇

徐绍桐 常国兰 窦婷婷

出版说明

近年来,我国铁路建设快速发展,取得了令世人瞩目的成绩。到2015年年底,全国铁路运营里程达12.1万千米,居世界第二位。在铁路建设快速发展的当下,企业急需大量德才兼备的高技能型专业人才,这对铁路职业教育提出了更高的要求。

为适应新形势,同时为满足企业对人才培养的迫切需要,促进铁路专业课程体系与教材体系趋于完善,西南交通大学出版社与全国19所铁路高、中职学校共同策划、拟在今明两年内出版一套“十三五”规划教材——高等职业教育铁道供电技术专业“十三五”规划教材。这套教材包括:《安全用电》《高电压工程》《接触网施工》《牵引供电规程》《接触网实训教程》《电力线路施工与检修》《电机与电力控制技术》《接触网设备检修与维护》《变电所综合自动化技术》《牵引变电系统运行与维护》《继电保护装置运行与调试》《高压电气设备的检修与试验》等。

这套教材严格遵照教育部《普通高等学校高等职业教育专科(专业)目录(2015年)》与《高等职业学校专业教学标准》的文件精神编写,切合高职院校专业教学与铁路现场实际,具有创新性,是目前铁道供电技术专业的最新教材,能在为我国电气化铁路行业培养出更多高素质、专业技术强的接班人方面发挥重要作用。其编写特色体现在:

1. 针对性强

主要针对高职院校铁路行业技能型人才培养目标以及目前铁道供电技术专业教学与人才培养方案。书里的内容皆对应铁道供电技术专业的核心课程或主干课程。

2. 实用性强

在编写内容布局上,遵循高职院校教学的“必需、够用、实用”原则,充分体现高等职业教育的实用特征;在编写体系设置上,坚持以“夯实基础,贴近岗位”为准则,突出可操作性,使知识与技能较好融合。为便于教学,每本书皆配有教师可用、学生可学的资料、资源。

3. 编者基础厚实

担任本套教材的主编和其他编者(不少是双师型教师),既有丰富的实践经验与课堂教学经验,又有编写出版教材的经历。在铁路建设高速发展以及中国高铁迈向世界的背景下,他们仍在继续不断地学习与钻研现代铁路技术,走访企业、现场,搜集、掌握相关资料,这为编写出版高质量的教材奠定了坚实基础。

4. 立体化

本套教材的出版,在纸质出版时辅以数字出版,使教材表现形态多元化、立体化。学生

可通过扫二维码或使用网络媒体等多种手段,获得丰富的学习资源,提高学习效率。这样的教材,会使教学变得更加开放、便捷,从而实现更好培养高技能型人才的目标。

本套教材的出版,得到以下学校的积极响应和大力支持,我们在此表示衷心的感谢。他们是:包头铁道职业技术学院、辽宁铁道职业技术学院、北京铁路电气化学校、天津铁道职业技术学院、西安铁路职业技术学院、武汉铁路职业技术学院、山东职业学院、贵阳职业技术学院、四川管理职业学院、黑龙江交通职业技术学院、吉林铁道职业技术学院、昆明铁道职业技术学院、广州铁路职业技术学院、湖南铁道职业技术学院、湖南铁路科技职业技术学院、湖南高速铁路职业技术学院、郑州铁道职业技术学院、湖北铁路运输职业技术学院、南京铁道职业技术学院等。

同时,我们还要对在教材出版幕后做出积极贡献的相关领导及专家表示崇高的敬意。他们是:西南交通大学陈维荣教授,湖南铁路科技职业技术学院副院长石纪虎教授,黑龙江交通职业技术学院副院长宫国顺教授,包头铁道职业技术学院院长张澍东教授、广州铁路职业技术学院王亚妮教授、谢家的教授,北京铁路电气化学校林宏裔科长。此外,还要特别感谢以下做出重要贡献的老师,他们或建言献策、直抒己见,或主动担纲、揽承编写任务。他们是:杨旭清、祁瑒娟、刘德勇、郭艳红、林宏裔、谢奕波、赵先堃、江澜、支崇珏、于洪永、高秀梅、魏玉梅、曾洁、唐玲、严兴喜、袁兴伟、谢芸、杨柳、邓缵、王向东、张灵芝、龙剑、上官剑、饶金根、程波等。

教材是体现教学内容和教学方法的知识载体,是人才培养工作顺利开展的重要基础,需要社会关注与扶持。我社作为轨道交通特色出版社,一直坚持把服务高职院校教学与服务铁路企业人才培养作为出版社的重要工作之一,把规划、开发与出版更多的、更优质的轨道交通类教材作为首要任务并予以落实。希望本套教材的出版,能对高职院校的铁路专业教学改革,对铁路企业、现场的职工培训与人才培养发挥重要作用,产生积极影响。

西南交通大学出版社

2016年7月

前 言

接触网是电气化铁路的重要组成部分，接触网质量的优劣，将直接影响行车安全和运输经济效益。做好接触网的维护是确保接触网质量的重要手段。本实训教程采用基于工作过程的接触网工典型工作任务来设置实训任务，实训任务从攀登支柱、接地封线等简单任务作业，到腕臂组装作业、接触网断线故障处理作业等较为复杂的任务作业，提供必要的实践技能训练指导。

全书包含 19 个作业任务，分别是攀登支柱作业、清扫绝缘子作业、接地封线作业、步行巡视作业、登车梯作业、接触网全参数激光测量仪进行接触网基础数据测量、使用兆欧表遥测绝缘杆绝缘电阻、使用接地电阻仪遥测接地体接地电阻、跨距行走作业、拉出值调整作业、更换绝缘子作业、制作及更换吊弦作业、承力索回头制作、隔离开关检调、腕臂组装作业、承力索棘轮补偿绳更换作业、接触网断线故障处理作业、分段绝缘器检修作业以及分相绝缘器检修作业。每项作业按照作业目的、作业准备、作业标准、作业步骤、作业评分表、作业总结及改进以及思考题组成。本实训教程可作为铁道类高职院校铁道供电技术专业学生的日常实训以及技能演练赛用书，亦可作为铁路供电段相关技术人员日常实做练习及技术表演赛参考用书。

本实训教程由黑龙江交通职业技术学院严兴喜担任第一主编，湖南铁道职业技术学院邓纘任第二主编，湖南铁路科技职业技术学院张灵芝任第三主编，黑龙江交通职业技术学院刘鸿宇和贾军辉任副主编。具体编写分工如下：严兴喜负责前言、任务三、四、六、九、十、十二、十七的编写以及全书统稿，邓纘负责编写任务一、二、十五，张灵芝负责编写任务十八、十九，刘鸿宇负责编写任务七、八、十一、十三，贾军辉负责编写任务五、十四、十六，哈尔滨铁路局齐齐哈尔供电段赵岩和西安铁路局安康供电段郭建荣担任主审，对教材全文进行了全面审核，并提供了大量现场资料。在编写过程中，还得到了哈尔滨铁路局齐齐哈尔供电段万旭辉、庄旭、马宁、董志强，西安铁路局安康供电段王振宇等有关现场技术专家的大力支持和帮助，在此表示衷心感谢！

由于编者水平有限，编写时间又比较仓促，书中难免会出现纰漏，恳请读者批评指正，便于我们以后改正。

编 者

2016 年 7 月

目 录

任务一 攀登支柱作业	1
任务二 清扫绝缘子作业	11
任务三 接地封线作业	19
任务四 步行巡视作业	27
任务五 登车梯作业	51
任务六 接触网全参数激光测量仪进行接触网基础数据测量作业	56
任务七 使用兆欧表遥测绝缘杆绝缘电阻	67
任务八 使用接地电阻仪遥测接地体接地电阻	76
任务九 跨距行走作业	85
任务十 拉出值调整作业	92
任务十一 更换绝缘子作业	101
任务十二 制作及更换吊弦作业	113
任务十三 承力索回头制作	128
任务十四 隔离开关检调	136
任务十五 腕臂组装作业	146
任务十六 承力索棘轮补偿绳更换作业	155
任务十七 接触网断线故障处理作业	162
任务十八 分段绝缘器检修	172
任务十九 分相绝缘器检修	190
参考文献	209

任务一 攀登支柱作业

【任务描述】 本任务重点介绍攀登支柱作业。接触网支柱是接触网结构中应用最广泛的支撑设备，承担接触悬挂与支持装置的负荷。接触悬挂被支柱支持在线路上方。当接触悬挂以及支持装置出现故障时，攀登支柱进行检修作业显得尤为重要。攀登支柱包括 H 型钢支柱、矩形横腹板支柱以及软横跨支柱。学生要了解相关的作业标准，学会攀登支柱的方法。

1 作业目的

熟悉登杆和杆上作业的一般流程，了解登杆和杆上作业的安全知识；掌握用脚扣上下杆的基本方法和技能；规范攀登支柱作业程序及标准。

具体的攀登支柱分为 H 型钢支柱、矩形横腹板支柱及软横跨支柱攀登三部分：

- （1）H 型钢支柱：耐碰撞，运输及安装方便，维修不便。
- （2）矩形横腹杆支柱：便于攀登，利于维修和检查。安装时受方向限制。
- （3）软横跨支柱：跨越铁道。

2 作业准备

2.1 场地准备

接触网演练场。

2.2 人员准备

人员分工及作业内容如表 1.1 所示。

表 1.1 人员分配表

分 工	人 数	作 业 内 容
工作领导人	1	现场监护，宣读工作票及人员安排
高空作业人员	1	准备个人工具，攀登支柱

2.3 工具及材料准备

工具及材料准备如表 1.2 所示。

表 1.2 工具材料表

序号	名 称	规 格	单 位	数 量	备 注
1	安全帽	有永久标识	顶	2	现场作业人员每人 1 顶
2	安全带	单钩或双钩	条	1	现场作业人员每人 1 条
3	工作服	在安全实验周期内	件	2	现场作业人员每人 1 套
4	绝缘鞋	标称电压 5 kV 以上	双	2	现场作业人员每人 1 双
5	绝缘手套	有明显且持久的标记	双	1	现场作业人员每人 1 双
6	脚扣	在安全实验周期内	双	1	

2.4 作业危险点分析

攀登支柱属于高空作业，存在一定的危险性。如表 1.3 所示为对作业危险点进行的相关分析。

表 1.3 作业危险点分析

序号	危险点
1	攀登前未检查攀登工具，会发生高空坠落
2	安全带没有系在牢固构件上或系安全带后扣环没有扣好，会发生高空坠落
3	杆塔上作业转位时失去安全带保护，会发生高空坠落
4	两平行线路相互靠近，一回停电一回带电，不认真核对线路名称，会发生误登触电
5	两平行线路相互靠近，在无人监护单人作业时会发生误登触电
6	没有在工作区范围设立标示牌或护栏，造成人员误入
7	登杆前没有检查杆身是否倾斜或破损，杆根及基础是否牢固就登杆，造成高空坠落
8	杆上、杆下的作业人员没有戴安全帽，上下作业人员没有呼应，高空坠物头部受伤

2.5 安全措施

攀登支柱作业必须采取安全措施，如表 1.4 所示。

表 1.4 作业采取的安全措施

序号	安全措施
1	两条线路相互靠近,清扫检修作业应设专人监护,专职监护人不得兼任其他工作
2	作业人员应着装整齐
3	杆塔上作业转位时不得失去安全带保护
4	登杆时注意抓稳踏牢
5	应在工作区范围设立标示牌或护栏
6	登杆前应检查杆身是否倾斜或破损,拉线是否牢固,杆根及基础是否牢固
7	登杆前应检查杆上无障碍,杆型较复杂的要先考虑登杆的路径
8	杆上、杆下的作业人员应戴安全帽,上下作业人员应呼应,杆下不准有人,同时应注意行人及车辆,必要时应有专人看护

3 作业标准

3.1 标准作业

① 登杆前穿戴好工作服,正确戴好安全帽,扣紧帽扣;穿戴系好工作胶鞋,检查并扎好安全带,将安全带系在臀部上部位置。需要监护的工作,监护人到位。

② 试套脚扣,调节脚扣带的松紧适当,以不从脚面滑脱为宜;将右脚扣套在杆根向上约 30 cm 处,左脚扣套在右脚扣上部约 30 cm 处,两脚扣的踏盘水平错开约 30 cm;根据个人的习惯,先穿上系好安全脚扣,再利用人体重量分别对两脚扣进行冲击试验。

③ 右手抱电杆底部后倾,左腿和右手同时用力向上登高一步,(左脚)上移,(右手)抱电杆,臀部后倾,同时用力又可上一步,交替攀登,每攀登一步都必须踩实,直至攀登至工作点。上杆过程中两手不得同时脱离电杆;在此操作期间脚扣可根据电杆的直径进行调节大、小范围。

④ 调整右脚扣时,人体的重心移至左脚扣上,右脚扣脱离电杆,收腹,右肩抵住电杆,右手臂抱住电杆,用左手调整脚扣开度,使脚扣的开度与杆直径相吻合。右脚扣套上电杆,人体重心转移至右脚扣,左手拢住电杆,同时右肩脱离电杆,人体站直。调整左脚扣时与此相反。

⑤ 上杆至作业点处时,应先系好安全带的保险绳,然后调整围杆带,保险绳应系在牢固的构件上,并检查确已系好后方可受力。右手握住保险挂钩绕到电杆后交于左手,同时右手抱电杆,左手将挂钩挂在腰带的另一侧钩环,并将保险装置锁住。双脚交叉登紧脚扣,开始

进行作业。登杆作业时，电杆下不得站人，防止东西坠落。

⑥ 下杆时，身子向前倾，安全带向下移动，左脚扣脱离电杆并端平，右脚弯曲至与大腿面水平，左脚向下套住电杆，前后防滑条和脚扣金属母材同时与电杆面接触，左手托住围杆带与左脚同步向下移动，左脚扣缓缓得力，人体重心移至左脚扣。右腿与此相反。

3.2 支柱区别

支柱是接触网的支持设备，它在接触网中应用最广泛，用来承受接触悬挂和支持设备的负荷，并将其固定在规定高度上。

支柱按材料分类可分为预应力钢筋混凝土支柱和钢支柱两种。预应力钢筋混凝土支柱有矩形横腹杆式、环形等径、锥形。钢支柱有 H 型钢支柱、桁架式支柱、圆管式支柱。

H 型钢支柱、圆钢支柱如图 1.1、1.2 所示。



图 1.1 H 型钢支柱



图 1.2 圆钢支柱

支柱按用途分类：中间支柱、转换支柱、中心支柱、锚柱、定位支柱、道岔支柱、软横跨支柱、硬横跨支柱等，如图 1.3 所示。

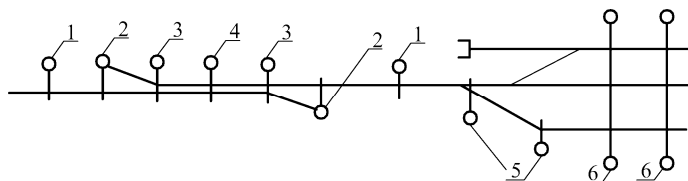


图 1.3 支柱类型

1—中间支柱；2—锚柱；3—转换支柱；4—中心支柱；
5—道岔支柱及定位支柱；6—软横跨支柱

① 中间支柱：用于区间和站场，布置在两相邻锚段关节之间，它承受工作支接触悬挂的重力及作用于悬挂上的水平分力，如图 1.4 所示。其承受力矩比较小。

② 锚柱：在接触网锚段关节处或其他接触网下锚地方需设锚柱。它能承受两个方向的负荷，在垂直线路方向起中间支柱的作用，在顺线路方向承受接触悬挂下锚的全部拉力。锚柱需要打拉线，如图 1.5 所示。



图 1.4 中间支柱

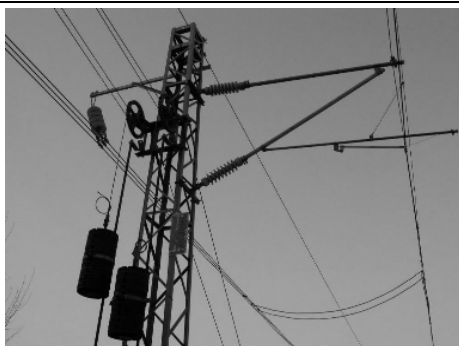


图 1.5 锚柱

③ 转换支柱位于锚段关节的两锚柱之间,它承受接触悬挂下锚支和工作支线索的重力和水平力,如图 1.6 所示。

④ 中心支柱在四跨锚段关节处。位于两转换支柱中间的支柱称为中心支柱。它同时承受两工作支接触悬挂的重力和水平力,两工作支接触线在此处定位点呈水平,如图 1.7 所示。



图 1.6 转换支柱

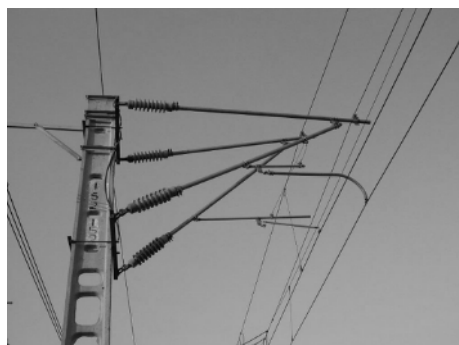


图 1.7 中心支柱

⑤ 多股道接触悬挂通过横向线索悬挂在线路两侧的支柱上的装配方式称为软横跨,如图 1.8 所示。

⑥ 接触悬挂通过金属桁架架设在线路两侧支柱顶上的装配方式称为硬横跨,如图 1.9 所示。

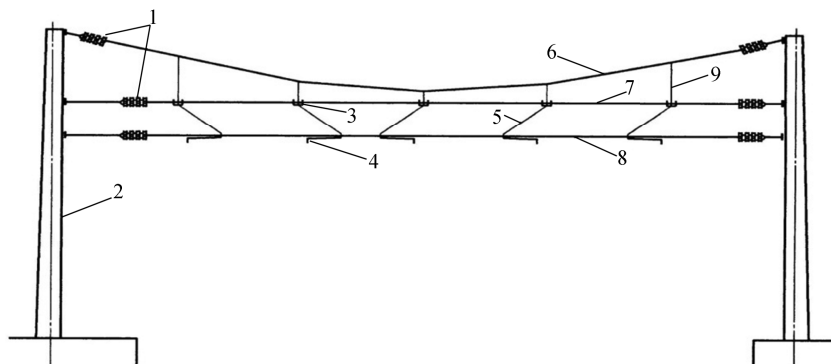


图 1.8 软横跨结构示意图

1—绝缘子; 2—支柱; 3—承力索; 4—定位器; 5—斜拉线; 6—横承力索;
7—上部固定绳; 8—下部固定绳; 9—直吊弦

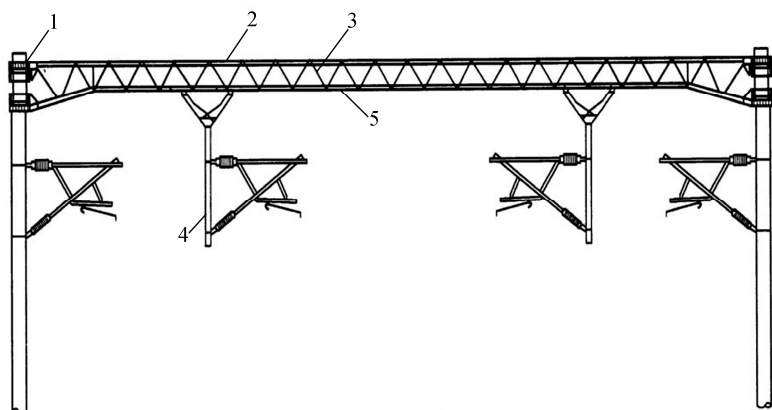


图 1.9 吊柱式硬横跨

1—抱箍；2—上弦杆；3—斜腹杆；4—吊柱；5—下弦杆

4 作业步骤

作业前准备：

个人着装：安全帽、工作服、绝缘鞋、个人工具、安全带。

列队入场：

甲：报告，作业人员×××攀登支柱作业准备完毕，请指示。

考官：开始。

确认所登支柱是否正确，是否已经停电并采取安全措施，如图 1.10、1.11 所示。



图 1.10 检查支柱



图 1.11 检查基础

检查支柱状态是否良好，检查支柱基础是否牢固。

检查安全带、安全帽、绝缘鞋（脚扣）是否状态良好，如图 1.12、1.13 所示。



图 1.12 检查安全帽



图 1.13 检查安全带

观察支柱上有无其他设备，选择攀登方向和条件。

攀登支柱要手把牢靠，脚踏稳准，尽量避开设备并与带电设备保持安全距离。

安全带要系在支柱上或牢固的构架上，如图 1.14、1.15 所示。



图 1.14 检查拉线状态



图 1.15 检查绝缘手套

下支柱前，检查是否有工具材料遗留在支柱上，如图 1.16、1.17 所示。

选择下杆方向，脚步适中、平稳，安全可靠。



图 1.16 攀登支柱



图 1.17 攀登软横跨支柱

5 作业评分表

作业评分表如表 1.5 所示。

表 1.5 作业评分表

班级		姓 名	总用时		
序号	项目	评 分 标 准		扣分	备注
1	作业时间	1. 准备时间 5 min, 超过时间计入总的作业时间。			
		2. 作业的时间 10 min。总的竞赛时间为准备时间加作业时间, 共计 15 min。每提前 1 min 加 1 分, 每超过 1 分钟扣 1 分, 超过 5 min 或未完成任务中途自行退出作业按失格处理。			
2	准备工作	1. 个人着装: 安全帽、工作服、绝缘鞋。不齐, 扣 1 分/次人。			
		2. 安全带未按要求系好扣 5 分。			
		3. 绝缘手套未按要求戴好扣 5 分。			
		4. 脚扣未按要求准备好扣 5 分。			
3	作业过程	1. 作业前与作业结束后未整队汇报, 扣 2 分/次。			
		2. 作业过程中, 未执行呼叫应答, 1 次扣 1 分。			
		3. 未按规定检查安全用具, 扣 2 分/次。			
		4. 登杆过程严禁跳跃 (作业人员下杆离地面大于 800 mm, 脱离脚扣落地视为跳跃), 发生跳跃按失格处理, 成绩归零。			
		5. 攀登支柱过程中安全用具掉落地面, 扣 20 分/次。			
4	质量标准	1. 确认所登支柱种类是否正确, 确认所登支柱杆号是否正确, 确认未检查失格。			
		2. 确认所登支柱是否停电采取安全措施, 确认未检查失格。			
		3. 检查支柱状态是否倾斜无裂纹, 未检查确认扣 5 分。			
		4. 检查支柱基础是否起土, 松动, 未检查确认扣 5 分。			
		5. 检查安全带外观是否破损, 未检查扣 5 分, 表述不准确扣 2 分。			
		6. 检查安全帽外观是否破损, 未检查扣 5 分, 表述不准确扣 2 分。			
		7. 检查绝缘鞋外观是否破损, 音响试验是否合格, 未检查扣 5 分, 表述不准确扣 2 分。			
		8. 检查脚扣外观是否破损, 未检查扣 5 分, 表述不准确扣 2 分。			
		9. 观察支柱上有无其他设备, 选择攀登方向和条件, 未检查确认每项扣 5 分, 表述不准确扣 2 分/项。			
		10. 攀登支柱时, 手把牢靠, 脚踏稳准, 尽量避开设备并与带电设备保持安全距离。未说明每项扣 5 分, 表述不准确扣 2 分/项。			

续表

班 级		姓 名	总用时			
序 号	项 目	评 分 标 准			扣分	备注
4	质量 标准	11. 安全带未系在支柱上或牢固的构架上失格。作业完毕有工具材料遗留在支柱上失格。表述不准确扣 2 分/项。				
		12. 选择下杆方向，未说明扣 5 分，表述不准确扣 2 分/项。				
5	安全 作业	1. 作业过程中，出现作业人员受伤扣 10 分，不能继续参加作业，按失格处理。				
		2. 作业过程中不按规定打安全带或安全带未扎在安全可靠位置，每次扣 5 分；有保险未锁闭，每次扣 1 分。				
		3. 作业过程中有抛掷传递物或高空掉物，扣 3 分/次。导致伤人者按失格处理。				
		4. 安全帽未系牢（安全帽帽带在安全帽后方，安全帽帽带在安全帽内部），扣 5 分/人次。				
		5. 登杆过程中脚扣未扣入支柱、踩滑每次扣 3 分，脚扣脱落扣 10 分；（脚扣重新穿戴好后继续作业，期间计时不停表）。				
		6. 有危及作业人员安全的危险动作（登杆过程中故意丢下脚扣，双手抱杆下滑），每次扣 5 分。				
		7. 作业时出现不文明动作或语言（严重扰乱训练任务的按失格处理）每次扣 10 分。				
		8. 作业完毕，材料不归位（安全帽，绝缘手套，安全带，脚扣，工作服，绝缘靴）扣 1 分/1 件。作业组成员将准备的工具材料放置规定地点，工作领导人检查高空作业人员摆放工具材料的完成情况。未检查扣 5 分。				
总计扣分			总计得分			
裁判员（签字）:			时间： 年 月 日			

6 作业总结及改进

作业结束, 针对本次作业进行总结评价, 有需要改进的地方请一并填到表 1.6 中。

表 1.6 作业总结及改进

序号	作业总结及改进	
1	作业评价	
2	存在问题及改进意见	