

石油工程本土化技能人才培养系列教材  
Серия пособий по строительству нефтегазовых объектов  
для подготовки новых местных работников (начальный курс)

# 电气工程安装调试工

初级工

Для монтажников  
и наладчиков электротехники

中国石油工程建设公司 © 编著

Чайна Петролеум Инжиниринг энд Констракшн Корпорэйшн

  
на китайском и русском языках

石油工业出版社

Издательство «Нефтепром»

石油工程本土化技能人才培养系列教材

Серия пособий по строительству нефтегазовых объектов  
для подготовки новых местных работников (начальный курс)

# 电气工程安装调试工 (初级工)

Для монтажников и наладчиков  
электротехники

中国石油工程建设公司 编著

Чайна Петролеум Инжиниринг энд  
Констракшн Корпорэйшн

石油工业出版社  
Издательство «Нефтепром»

## 图书在版编目 (CIP) 数据

电气工程安装调试工：初级工：中文、俄文/中国石油工程建设公司编著. —北京：石油工业出版社，2014. 6

(石油工程本土化技能人才培养系列教材)

ISBN 978 - 7 - 5183 - 0113 - 3

I. 电…

II. 中…

III. 石油工程-电气设备-设备安装-技术培训-教材-汉、俄

IV. TE9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 060670 号

---

出版发行：石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址：<http://pip.cnpc.com.cn>

编辑部：(010) 64256770 发行部：(010) 64523620

经 销：全国新华书店

排 版：北京苏冀博达科技有限公司

印 刷：北京中石油彩色印刷有限责任公司

---

2014 年 6 月第 1 版 2014 年 6 月第 1 次印刷

710×1000 毫米 开本：1/16 印张：24.5 插页：2

字数：491 千字

---

定价：75.00 元

(如出现印装质量问题，我社发行部负责调换)

版权所有，翻印必究

# 《石油工程本土化技能人才培养系列教材》

## 编 委 会

主 任：陈意深

副主任：管松军 尹卫华 姚海盛

委 员：（按姓氏笔画排序）

卜新生 白福臣 刘增慧 安国亮 闫文兴  
孙 敏 孙立圣 苏新厚 李 京 李世效  
吴 鹏 何永明 张 勇 房连仲 秦成群  
陶志宏 魏小平

# 《电气工程安装调试工（初级工）》

## 编 写 组

主 编：李洪国 张绍昆

翻 译：孙汉文 衣建军 于 洋 范士新

М. А. Мишунина А. В. Ташлинцев

# 序 言

中国石油工程建设公司自成立之日起，始终将国际化作为企业的核心发展战略，努力“走出去、走进去、走上去”，积极开拓海外市场，圆满完成了一大批海外重点工程，形成了海外业务持续发展的能力，公司海外业务收入占总收入的60%以上。中国石油天然气集团公司总经理廖永远2013年6月到公司调研时指出：“工程建设公司是集团公司炼油工程建设的主力军，工程建设业务的排头兵，海外工程建设的先遣队，新兴业务的开拓者。”

在海外项目建设过程中，中国石油工程建设公司秉承“管理国际化、作业本土化”的理念，大力推进属地化进程，加大当地分包、员工聘用力度，海外管理与技术人员外籍化比例达68.5%。然而，公司海外项目大多处于欠发达或战乱国家，部分国家石油技术工人缺乏，开展当地员工培训迫在眉睫。为此，公司先后成立了苏丹、哈萨克斯坦、土库曼斯坦、伊拉克四大海外培训中心，共培训当地员工近万人次。在苏丹，与当地劳工部合作培养本土技术工人，2011年在南苏丹首都朱巴举办了焊工培训班，是南苏丹成立后外国公司举办的第一个当地工人培训班；在哈萨克斯坦，与阿克纠宾大学合作办学，定向培养大学生；在土库曼斯坦，推广“反馈、矫正、分享、提升”的理念，与油气健康采恩联合培养技术工人；在伊拉克，接受当地最大的南方石油公司授牌，成立培训中心，并与巴士拉大学开展“订单式”培训，每年接收50名当地工科毕业生。通过开展多种形式的培训，海外当地员工的技术水平得到了较大提升，海外员工培训热潮正在悄然兴起。

工欲善其事，必先利其器。为进一步总结经验、改进方法，提高海外操作队伍素质、满足日益拓展的海外工程建设的迫切需要，在公司的策划和指导下，由土库曼斯坦分公司组织专家骨干编写了首套适合公司海外项目实际的初级工培训系列教材，共6本，涵盖6个专业工种，全面介绍了石油石化工程建设主要工种的概念、要点和典型案例，汇集了近年来各大培训中心的工作成果，具有较强的实践性、典型性和针对性。教材的编者和主审都是近几年从事海外技能培训和员工教育方面的专家，具有较深的理论造诣和丰富的实践经验。

海外员工培训工作任重道远，但我们信心百倍，坚定不移。在实现企业有质量、有效益、可持续发展的同时，以感恩之心积极履行社会责任，造福资源所在国，造福当地人民。衷心希望这套教材的出版，能为海外兄弟单位培养当地技能人才提供一些参考，也恳请各位同行多提宝贵意见和建议。

中国石油工程建设公司总经理



二〇一四年四月

# Введение

С самого начала образования компании “Чайна Петролеум Инжиниринг энд Констракшн Корпорейшн” (СРЕСС) был определен основной курс развития—стратегия интернационализации: выход на международный рынок, участие в международном сотрудничестве, достижение высокого уровня; активно расширяем международное сотрудничество; успешно завершили ряд ключевых проектов за рубежом. На сегодняшний день компания уже обладает возможностью постоянного развития зарубежных операций, а доход от своей деятельности на международном рынке уже составил более 60% от общего дохода компании. В июне 2013 г. во время осмотра СРЕСС гендиректор Китайской национальной нефтегазовой корпорации (СNPC) Ляо Юнюань отметил: “СРЕСС является основной силой СNPC по строительству нефтеперерабатывающих объектов, лидером инженерно-строительных работ, пионером строительства зарубежных объектов, первооткрывателем новых операций” .

В ходе строительства зарубежных объектов, СРЕСС осуществляет свою деятельность, придерживаясь концепции “ Управление путём интернационализации, с привлечением местной рабочей силы”, активно продвигая процесс локализации, наняв местных субподрядчиков и местных работников, число иностранных менеджеров и специалистов уже составляет 68,5% от общего. Однако, большинство зарубежных объектов находятся в неразвитых или “ нестабильных ” странах, где не хватает специальных

нефтяных рабочих. Поэтому мы столкнулись с актуальной проблемой подготовки местных рабочих. В связи с этим, СРЕСС по очереди создала четыре Центра подготовки в таких странах как Судан, Казахстан, Туркменистан, Ирак, где подготовили около 10 тыс. местных рабочих. В Судане СРЕСС сотрудничает с Министерством труда для подготовки местных рабочих. В 2011 г. в столице Южного Судана Чжуба компания организовала курс обучения сварщиков, который стал первым курсом для подготовки местных рабочих, организованным иностранной компанией после образования Южного Судана. В Казахстане, СРЕСС сотрудничает с Актюбинским университетом для целевого обучения студентов. В Туркменистане, СРЕСС продвигает идею “обратная связь, поправка, обобщение опыта, повышение уровня квалификации” и налаживает сотрудничество с Газовым концерном для подготовки технических рабочих. В Ираке, за создание учебного центра местная крупная Южная нефтяная компания наградила СРЕСС особой вывеской. Помимо этого СРЕСС сотрудничает с университетом Басра для подготовки по заказам, за каждый год будут подготовлены 50 новых выпускников инженерных специальностей. Благодаря разнообразным формам обучения, уровень мастерства местных работников в значительной степени повышен, а энтузиазм тихо растет с каждым днем.

Для достижения стратегических целей компании, наличие квалифицированного, хорошо подготовленного персонала является самым важным фактором. В целях дальнейшего обобщения опыта, улучшения методики обучения, повышения квалификации персонала местных работников, удовлетворения требованиям развития зарубежных объектов, согласно программе и указаниям СРЕСС, филиал СРЕСС в Туркменистане



организовал специалистов и разработал данную серию курса, соответствующую практике строительства зарубежных объектов. Данная серия курса состоит из 6 пособий, которые охватывают шесть специальностей, всесторонне представлены основные определения, навыки и типичные случаи. В ней собраны последние достижения центров подготовки, имеет свою практичность, типичность и целенаправленность. Все авторы и основные корректоры являются специалистами по обучению рабочих, имеют богатый опыт подготовки и хорошую теоретическую базу.

Подготовка зарубежных местных рабочих—это большая ответственность, вместе с тем долговременная и трудная задача, но мы уверены в ее перспективах. Мы обеспечиваем качество работы, положительный результат и постоянное развитие, одновременно активно с благодарностью несем социальную ответственность на благо страны и ее народа. Искренне надеемся, что данная серия пособия поможет аналогичным иностранным организациям в подготовке местных работников и призываем коллег внести ценные замечания и предложения.

**Чайна Петролеум Инжиниринг энд  
Констракшн Корпорейшн (СРЕСС)**

**Гендиректор**

**Апрель 2014 г.**

# 前 言

从 2008 年开始，中国石油工程建设公司土库曼分公司结合工程需要和当地条件，一直致力于开展当地员工技能培训工作，并卓有成效地致力于对当地普通劳动者的技术培养，通过有计划、有针对性地实施当地技能人才培训，一大批普通劳动者成长为中土油气合作建设项目的技术骨干。

为了使当地技能人才培训工作的更为系统和规范，我们加强了培训知识体系建设，在参照同行业培训教材的基础上，将培训理论与培训实践相结合，组织编写了适用于海外石油工程建设初级工培训的系列教材，这套教材涵盖电焊、石油金属结构制作、油气管线安装、电气工程安装调试、仪表安装、土建操作等六个工种。

本套教材针对石油工程项目涉及的各主要工种的实际情况，选取培训学员应知应会知识，内容简明扼要、深入浅出，颇具针对性和实用性；同时，图文并茂，将各工种的技能要点、工法等内容配以图片，便于学员在模仿和揣摩中增进理解和领会。

在教材编写过程中，我们邀请石油工程建设领域的一些专家对教材进行了多次修订和完善，但囿于时间关系和获取资料的有限性，在内容上还需进一步完善，希望广大读者在阅读和使用中提出宝贵的改进建议和意见。

编 者

二〇一四年四月

# Предисловие

С 2008 года наш филиал компании “Чайна Петролеум Инжиниринг энд Констракшн Корпорейшн” (СРЕСС) делает акцент на подготовке специалистов и повышении технической квалификации своих работников, справедливо считая, что такие усилия являются фундаментом для укрепления сотрудничества и роста общественного благосостояния. Применяя системное и комплексное обучение, компания стремится подготовить высококвалифицированных специалистов в нефтегазовой сфере. В настоящее время благодаря изучению теории и работе на практике большинство работников уже стали основной технической силой в строительстве объектов нефтегазовой промышленности Туркменистана и Китая.

В целях систематизации и упорядочивания технической подготовки работников, мы уделяли большое внимание совершенствованию системы курсовых материалов и знаний для подготовки. На основе изучения проверенных справочно-учебных материалов, в сочетании теории с практикой мы разработали данную серию базового курса, необходимую для введения обучаемых в профессию и их квалификационной подготовки на начальных стадиях строительства нефтегазовых объектов. В состав данной серии курса входят: электросварка, изготовление металлоконструкций в строительстве нефтегазовых объектов, монтаж нефтегазовых трубопроводов, строительные-монтажные и пуско-наладочные работы, монтаж КИП и А,

строительство— всего шесть специальностей.

Данная серия курса была разработана с учетом требований к строительству нефтегазовых объектов Туркменистана, с набором ключевых знаний и практических навыков, которыми обучаемые должны владеть. Данная серия курса имеет богатое содержание, кратко и четко изложенное, имеет свою целенаправленность и практичность. Для лучшего усвоения материала и овладения практическими навыками учебное пособие иллюстрировано множеством рисунков.

В процессе разработки мы пригласили ряд специалистов по строительству нефтегазовых объектов, которые проделали колоссальную работу, многократно редактируя учебные материалы, но из-за ограниченности времени и данных, содержание подлежит дальнейшей доработке. Надеемся, что при использовании данного курса пособия читатели внесут ценные предложения и замечания.

**Автор**

**Апрель 2014 г.**

# 目 录

## Содержание

<b>1 电工基础知识</b>	
<b>Общее знание электротехники</b> .....	1
1.1 电路的组成	
Состав электроцепи .....	1
1.2 电的几个基本物理量	
Некоторые основные физические величины электричества .....	3
1.3 电路的三个基本元件	
3 основных элемента в электроцепи .....	8
1.4 电功、电功率	
Электрическая работа, электрическая мощность .....	11
1.5 交流电路	
Электроцепь переменного тока .....	13
1.6 电磁和电磁感应	
Электромагнетизм и электромагнитная индукция .....	17
<b>2 电力系统</b>	
<b>Электрическая система</b> .....	21
2.1 电力系统和电力网构成	
Состав электрической системы и электрической сети .....	21
2.2 电力负荷	
Электрическая нагрузка .....	25
2.3 变电所	
ПС .....	27

2.4	供电质量与可靠性	
	Качество и надежность электроснабжения .....	31
2.5	电力系统接地	
	Заземление электрической системы .....	32
2.6	电力变压器	
	Электрический трансформатор .....	36
2.7	输电线路	
	ЛЭП .....	43
<b>3</b>	<b>电气图的基本知识</b>	
	<b>Базовые знания электросхемы .....</b>	<b>52</b>
3.1	电气图的基本构成	
	Основной состав электросхемы .....	52
3.2	电气符号	
	Знаки электротехники .....	58
3.3	电气技术图纸	
	Технические чертежи электротехники .....	76
3.4	看电气图的基本方法和步骤	
	Основной способ и порядок чтения чертежей электротехники .....	93
<b>4</b>	<b>高低压电器及成套设备</b>	
	<b>Электроаппарат ВН и НН и комплектное устройство .....</b>	<b>101</b>
4.1	常用低压电器的分类	
	Классификация часто встречающихся электроприборов НН .....	101
4.2	接触器及继电器	
	Контактор и реле .....	103
4.3	保护继电器	
	Защитное реле .....	104
4.4	控制电器	
	Контрольный электрический аппарат .....	108

4.5	断路器	
	АЗС .....	109
4.6	隔离开关	
	Разъединитель .....	113
4.7	互感器	
	Трансформатор тока, напряжения .....	115
4.8	避雷器	
	Молниесвод .....	119
4.9	电容器	
	Конденсатор .....	122
4.10	电气高低压成套设备	
	Блочно-комплексное устройство электротехники ВН и НН .....	126
<b>5</b>	<b>电气工程安装</b>	
	<b>Монтаж электротехники</b> .....	130
5.1	防雷、接地安装	
	Монтаж грозозащиты и заземления .....	130
5.2	照明电气安装	
	Монтаж электроосвещения .....	151
5.3	盘柜安装	
	Монтаж щитов .....	177
5.4	单体控制柜及按钮站的安装	
	Монтаж отдельного распределительного шкафа и кнопочной станции .....	193
5.5	变压器安装	
	Монтаж трансформатора .....	194
5.6	动力配管预制安装	
	Заводское изготовление линии и монтаж труб для силовой линии .....	204
5.7	电气辅助配套设备验收与安装	
	Приемка и монтаж комплектно-вспомогательных оборудования .....	213

<b>6</b>	<b>电力、控制电缆敷设和配接线</b>	
	<b>Прокладка, распределение и соединение ЭЛ и кабелей управления</b>	231
6.1	电缆敷设的一般原则	
	Общие принципы кабельной прокладки	231
6.2	电力电缆常用敷设方式	
	Обычный метод прокладки силового кабеля	231
6.3	控制电缆敷设	
	Прокладка кабеля управления	237
6.4	二次接线工程	
	Объект вторичного соединения	239
6.5	二次柜内配线的分支和分列	
	Внутреннее ответвление и расположение распределительных проводов шкафа вторичного соединения	246
<b>7</b>	<b>常用仪表的使用</b>	
	<b>Применение бытовых переносных приборов для электрика</b>	256
7.1	万用表的使用	
	Применение многофункционального измерительного прибора	256
7.2	钳形电流表的原理和使用	
	Применение токоизмерительных клещей	261
7.3	兆欧表的使用	
	Применение мегомметра	264
7.4	接地电阻测试仪的使用	
	Применение измеритель сопротивлени заземления	270
<b>8</b>	<b>配电盘的制作和电气故障的排除</b>	
	<b>Изготовление распределительной панели и устранение отказов электрооборудования</b>	277
8.1	电气元件的布置	
	Расположение электроэлементов	277



8.2	配电盘的配线	
	Проводка распределительного щита .....	278
8.3	电气故障的排除	
	Устранение отказов электрооборудования .....	281
<b>9</b>	<b>电气设备交接试验</b>	
	<b>Приемо-сдаточные испытания электрического оборудования .....</b>	<b>283</b>
9.1	电气预防性试验的基本知识	
	Основное знание о предохранительных испытаниях электрического оборудования .....	283
9.2	电气设备交接试验	
	Приемо — сдаточное испытание электрооборудования .....	289
<b>10</b>	<b>安全用电和防雷、防火</b>	
	<b>Электробезопасность, молниезащита и пожарная охрана .....</b>	<b>301</b>
10.1	触电	
	Поражение электрическим током .....	301
10.2	单相触电	
	Поражение однофазным электротоком .....	303
10.3	两相触电	
	Поражение двухфазным электротоком .....	305
10.4	跨步电压触电	
	Поражение шаговым напряжением .....	306
10.5	接触电压触电	
	Поражение контактным напряжением .....	307
10.6	安全用电规程	
	Правила электробезопасности .....	308
10.7	防雷	
	Грозозащита .....	325
10.8	电气设备防爆、防火	
	Защита электротехники от взрыва и пожара .....	335