

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)

电焊工——焊条电弧焊

初 级 工

Для электросварщиков

中国石油工程建设公司 © 编著

Чайна Петролеум Инжиниринг энд Констракшн Корпорэйшн

ИЗДАНИЕ
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)

电焊工——焊条电弧焊 (初级工)

Для электросварщиков

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

电焊工：焊条电弧焊：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 978-7-5183-0112-6

I. 电…

II. 中…

III. 焊条—电弧焊—技术培训—教材—汉、俄

IV. TG444

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 060674 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：12.75 插页：4

字数：260 千字

定价：40.00 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	杨建明	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		

《电焊工——焊条电弧焊（初级工）》

编 写 组

主 编：陈兆坤 战 强

编 者：刘庆忠 刘新海 任林昌 王仁绩

翻 译：钟新贵 包禄豫 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，与油气建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 (CNPC) Ляо Юнюань отметил: “СРЕСС является основной силой CNPC 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建设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” (CPECC) 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, строительно-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

1 焊接及其分类	
Сварка и её классификация	1
1.1 焊接定义	
Представление сварки	1
1.2 焊接分类	
Классификация сварки	1
2 焊条电弧焊	
Электродуговая сварка сварочным электродом	3
2.1 焊条电弧焊概述	
Общее изложение	3
2.2 焊条电弧焊的特点	
Характеристики дуговой сварки электродом	4
2.3 电弧的形成	
Образование электродуги	6
2.4 电弧的焊接特性	
Свойства электродуговой сварки	6
3 焊接设备及工具	
Сварочные оборудования и инструменты	8
3.1 焊条电弧焊基本焊接电路	
Основные сварочные цепи дуговой сварки электродом	8
3.2 焊条电弧焊电源的分类	
Классификация источников питания электродуговой сварки электродом	10
3.3 焊条电弧焊常用工具	
Основные и вспомогательные инструменты дуговой сварки электродом	11
4 焊条	
Электрод	16

4.1	焊条的组成及作用	
	Состав и функции электрода	16
4.2	焊条的分类	
	Классификация электродов	20
4.3	焊条的型号	
	Модель электродов	24
4.4	焊条的选用	
	Выбор электродов	29
4.5	焊条的使用	
	Пользование электродов	34
5	常用金属材料的一般知识	
	Общие значения общеупотребительных металлических материалов	37
5.1	金属材料的分类及性质	
	Классификация и свойство металлических материалов	37
5.2	钢的分类	
	Классификация стали	39
5.3	钢材的性能	
	Свойства стали	42
6	焊条电弧焊焊接工艺	
	Сварочная технология дуговой сварки электродом	45
6.1	焊接接头设计	
	Проектирование сварного соединения	45
6.2	焊接工艺参数选择	
	Параметры сварочной технологии	56
7	焊条电弧焊操作技术	
	Операционная технология дуговой сварки электродом	69
7.1	基本操作技术	
	Основная операционная технология	69
7.2	定位焊缝的焊接	
	Сварка сварного шва позиционирования	86
7.3	各种位置的焊条电弧焊操作技术	
	Операционная технология дуговой сварки электродом в различных положениях	89

7.4	单面焊双面成形技术	
	Технология двусторонней формировки при односторонней сварке	108
8	焊接缺陷	
	Дефекты сварки	127
8.1	焊接缺陷与焊接缺欠	
	Дефект и недостаток сварки	127
8.2	焊接缺陷的分类	
	Классификация дефектов сварки	127
8.3	识别常见的各种焊接缺陷	
	Различение часто повторяющихся дефектов сварки	142
8.4	检查焊缝外观质量	
	Проверить качество внешнего вида сварного шва	143
9	焊接安全与卫生技术	
	Безопасность сварки и санитарная технология	146
9.1	电流对人体的损害	
	Повреждение человеческого организма электрическим током	146
9.2	预防触电事故的安全措施	
	Безопасные меры, предназначенные для защиты от удара электрическим током	149
9.3	触电急救	
	Первая и неотложная помощь при ударе электрическим током	156
9.4	有害因素的来源及危害	
	Источник вредных факторов и опасность	164
9.5	焊接的劳动保护	
	Охрана труда по сварке	174
9.6	登高焊接与切割的安全技术措施	
	Безопасные технические мероприятия по сварке и резке на высоте	179
	参考文献	
	Литература	184
	附录 焊条电弧焊常用培训设备工器具及劳动防护用品	
	Приложение Часто употребляемый инвентарь для электродуговой сварки электродом и охраны труда	185

1 焊接及其分类

Сварка и её классификация

1.1 焊接定义

Представление сварки

焊接是指通过适当的物理化学过程使两个分离的固态物体产生原子（分子）间结合力而连接成一体的连接方法。被连接的两个物体可以是同种或异种的金属、非金属。

Сварка является способом соединения посредством физико-химического процесса, в ходе которого образуется сила между атомами (частицами) среди двух отдельных твердых предметов с целью их соединения в одну часть. Соединенные два объекта могут быть одинаковыми или разнородными металлами, также неметаллическими материалами.

1.2 焊接分类

Классификация сварки

根据焊接过程中的特征将焊接方法分为三大类。

Способ сварки разделяется на 3 вида по свойствам сварки.

1.2.1 熔焊 Наплавка

将待焊处的母材金属熔化以形成焊缝的焊接方法，称为熔焊（或熔化焊）。按照热源形式不同，分为气焊、电弧焊、电渣焊、铝热焊、激光焊、电子束焊等。

Один из способов сварки, путём расплавления материнского металла на том месте, где ожидается сварка, в целях образования сварного шова, называется наплавкой (или сваркой плавленным сварочным флюсом). По различным

видам источника тепла, наплавка подразделяются на некоторые виды: газовая сварка, электродуговая сварка, электрошлаковая сварка, термитная сварка, лазерная сварка, электронно-лучевая сварка и так далее.

熔焊时,为防止熔池和高温焊缝金属受空气的侵害,必须采取有效的隔离保护措施,主要是采用真空、气相和渣相保护三种。

Во время проведения наплавки, в целях предотвращения повреждения от воздействия воздуха над сварочной ванне и металлом шва при высокой температуре, следует принимать эффективные защитные мероприятия изоляции, в основном 3 вида защиты—вакуумная, газофазная и шлаковая фазовая.

1.2.2 压焊 Сварка под давлением

焊接过程中,必须对焊件施加压力(加热或不加热),以完成焊接的方法,称为压焊。

Один из способов сварки, который в процессе сварки, необходимо оказать давление свариваемому предмету (без или при подогреве) для выполнения сварки.

1.2.3 钎焊 Пайка

采用比母材熔点低的金属材料作钎料,将焊件和钎料加热到高于钎料熔点,低于母材熔化温度,利用液态钎料润湿母材,填充接头间隙并与母材相互扩散实现连接焊件的方法,称为钎焊。

Пользуя металл как припой, чья точка плавления ниже, чем точки плавления материнского металла, нагревать свариваемый предмет и припой до температуры, которая выше точки плавления припоя, а ниже температуры плавления свариваемого металла, увлажнять материнский металл жидким припоем, уплотнять прозор припайкой путем взаимной диффузии в целях осуществления соединения свариваемых предметов.