

Система непрерывной вулканизации HCV

Линия горизонтальной непрерывной вулканизации представляет собой высокоинтегрированную автоматизированную систему, обеспечивающую превосходное качество изоляции горнодобывающих кабелей Feichun. Технология основана на прецизионном контроле температуры, давления и времени выдержки для достижения оптимальной степени сшивки полимерных материалов.

Соответствие международным стандартам

Продукция компании Anhui Feichun Special Cable полностью соответствует требованиям немецких промышленных стандартов DIN VDE 0250 для силовых кабелей и VDE 0276 для специальных резиновых кабелей. Это гарантирует исключительную надежность и безопасность эксплуатации в суровых условиях горнодобывающей отрасли, где требуются повышенные характеристики механической прочности, огнестойкости и стойкости к химическим воздействиям.

01

Устройство размотки (Pay-off)

Система оснащена двухпозиционными или высокочастотными размоточными устройствами, обеспечивающими непрерывность производственного процесса без остановок для смены бобин. Прецизионный контроль натяжения предотвращает деформацию жил кабеля на начальном этапе.

02

Экструзионная группа (Extruder Group)

Специализированные экструдеры обеспечивают одновременное нанесение трех слоев: изоляционного слоя, внутреннего и внешнего экранирующих слоев (для кабелей среднего и высокого напряжения). Для резиновых кабелей применяются экструдеры холодной подачи с прецизионными системами температурного контроля, предотвращающими преждевременную вулканизацию материала (подвулканизацию) в цилиндре экструдера.

03

Вулканизационная труба (Vulcanization Tube)

Сердце производственной линии – вулканизационная труба длиной от 60 до 100 метров, разделенная на зоны нагрева и охлаждения. Зона нагрева заполнена высокотемпературным теплоносителем под давлением (высокоочищенный азот для XLPE-кабелей или перегретый пар для резиновых кабелей), создающим оптимальные условия для протекания химической реакции сшивки. Типичное рабочее давление составляет от 1,0 до 2,5 МПа, что предотвращает образование микропор в изоляции и обеспечивает равномерную теплопередачу.

04

Система уплотнения (Sealing Glands)

Критически важные компоненты, обеспечивающие герметичность вулканизационной трубы при высоком давлении. Прецизионные уплотнительные головки на входе и выходе трубы предотвращают утечку давления, одновременно исключая механические повреждения поверхности кабеля, изоляция которого еще не полностью отвердела. Используются передовые решения, включая двойные концевые уплотнения и регулируемые системы типа TRENDSEAL.

05

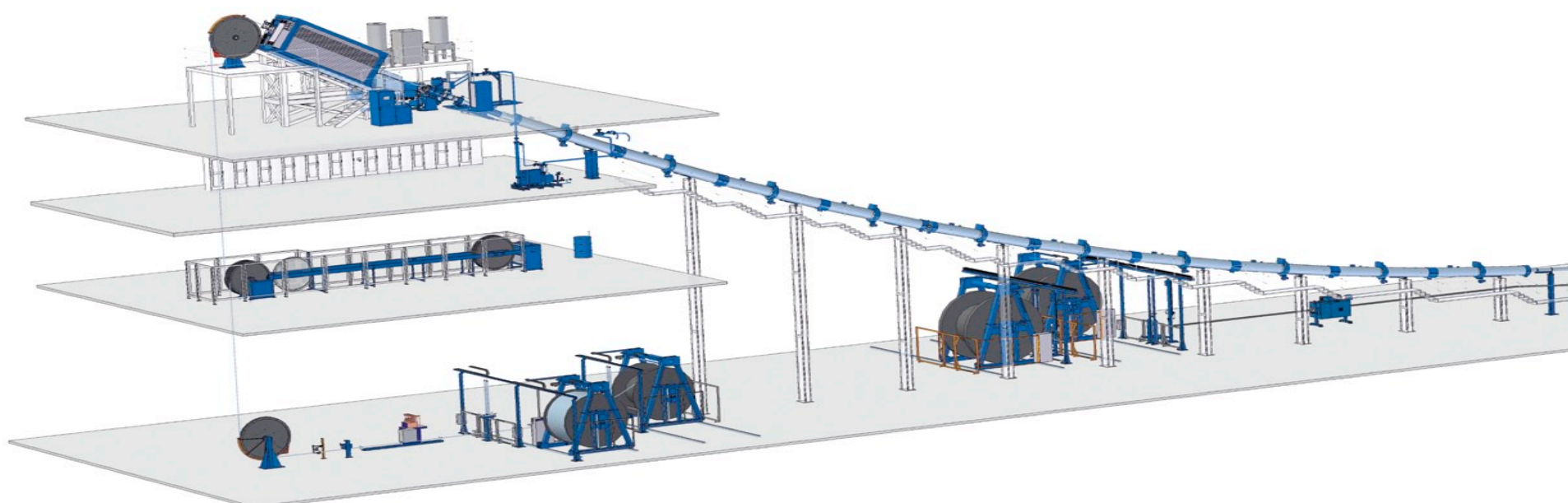
Система охлаждения

После зоны нагрева кабель поступает в зону охлаждения, где циркулирует вода или инертный газ для быстрой стабилизации структуры полимера. Контролируемое охлаждение критически важно для предотвращения термических деформаций и обеспечения стабильности геометрических размеров кабеля. Применяются как открытые, так и замкнутые циркуляционные системы охлаждения.

06

Тяговое устройство и приемка (Traction & Take-up)

Система поддержания постоянной линейной скорости и натяжения кабеля имеет решающее значение для предотвращения провисания кабеля внутри горизонтальной трубы, что могло бы привести к неравномерности вулканизации и деформации изоляции. Современные системы включают автоматическую регулировку скорости в зависимости от сечения кабеля.



Технология вулканизации различных материалов

Сшитый полиэтилен (XLPE)

Химическая сшивка (DCP-метод): В полиэтилен вводится пероксид (например, дикумилпероксид DCP), который при высокой температуре разлагается с образованием свободных радикалов, инициирующих образование поперечных связей между макромолекулами PE. Этот процесс существенно улучшает термостойкость, механическую прочность и химическую стойкость изоляции.

Силановая сшивка: Используется для кабелей низкого напряжения (до 1 кВ), где сшивка происходит при температуре около 90°C в присутствии воды через реакцию гидролиза и конденсации силановых связующих агентов.

Этиленпропиленовый каучук (EPR)

EPR демонстрирует выдающуюся эластичность и стойкость к коронным разрядам, что делает его идеальным материалом для горнодобывающих кабелей, судовых кабелей и кабелей для морских ветроэнергетических установок. Материал обладает превосходной стойкостью к озону, окислению и воздействию агрессивных химических сред, что критически важно для эксплуатации в шахтных условиях.

Силиконовый каучук

Применяется в специальных кабелях для высокотемпературных сред (свыше 180°C) и в ситуациях с экстремальными требованиями к огнестойкости. Силиконовая изоляция сохраняет диэлектрические свойства при значительных температурных колебаниях и обеспечивает самозатухание при возгорании.



Вулканизирующие агенты и добавки

Вулканизирующие агенты

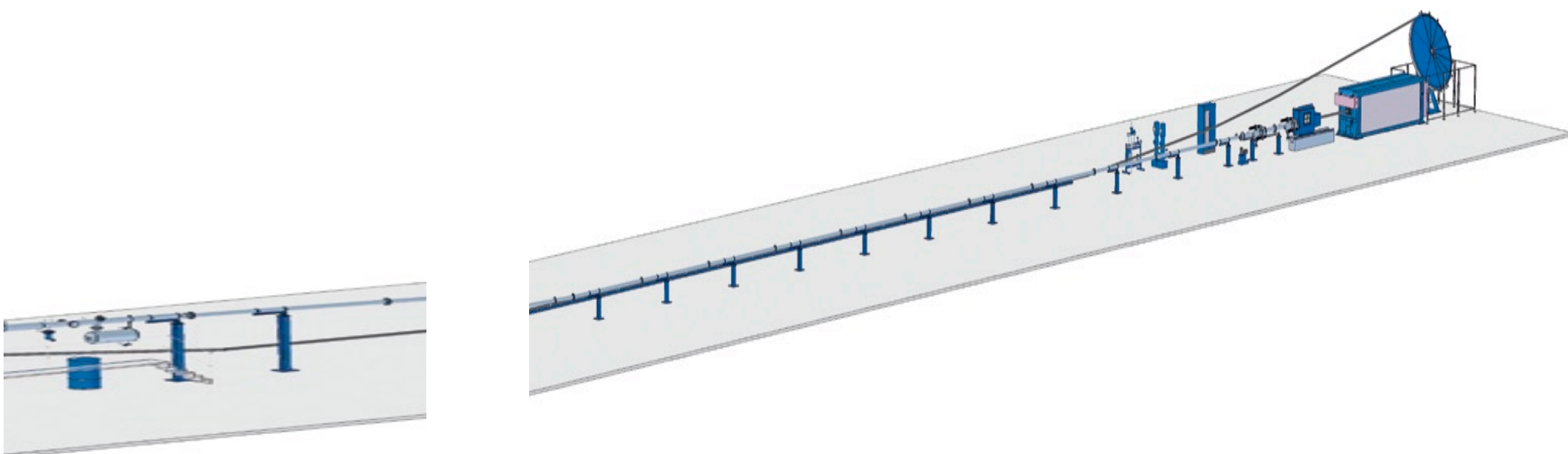
Сера (для резиновых компаундов) или пероксиды (для полиэтилена) обеспечивают формирование пространственной сетчатой структуры полимера

Ускорители вулканизации

Сокращают время вулканизации и снижают требуемую температуру процесса, повышая производительность линии

Антиоксиданты

Предотвращают термоокислительную деструкцию полимера в процессе высокотемпературной обработки



FEICHUN SPECIAL CABLES



Website Address www.reelingcable.com www.feichuncables.com

Whatsapp Account + 86 13855123218

Email Address Zihao.yang@feichuncables.com & Ziyu.huang@feichuncables.com

Ключевые характеристики процесса

Температура вулканизации

Типичный диапазон составляет от 150°C до 220°C в зависимости от типа изоляционного материала. Для XLPE оптимальная температура обычно находится в пределах 180-200°C, для EPR – 160-180°C. Прецизионный контроль температуры с точностью $\pm 2^\circ\text{C}$ обеспечивается многозонной системой нагрева.

Давление вулканизации

Давление азота или пара поддерживается в диапазоне 1,0-1,5 МПа для стандартных кабелей и может достигать 2,5 МПа для высоковольтных кабелей. Это давление критически важно для предотвращения образования микропузырьков газа в изоляции, которые могли бы стать центрами электрического пробоя.

Скорость производственной линии

Скорость обратно пропорциональна сечению кабеля и должна обеспечивать достаточное время пребывания кабеля в вулканизационной трубе. Для кабелей малого сечения скорость может достигать 200-300 м/мин, для кабелей большого сечения (свыше 150 мм²) снижается до 20-50 м/мин. Автоматическая система регулирует скорость для оптимизации степени сшивки.

Степень сшивки (Hot Set)

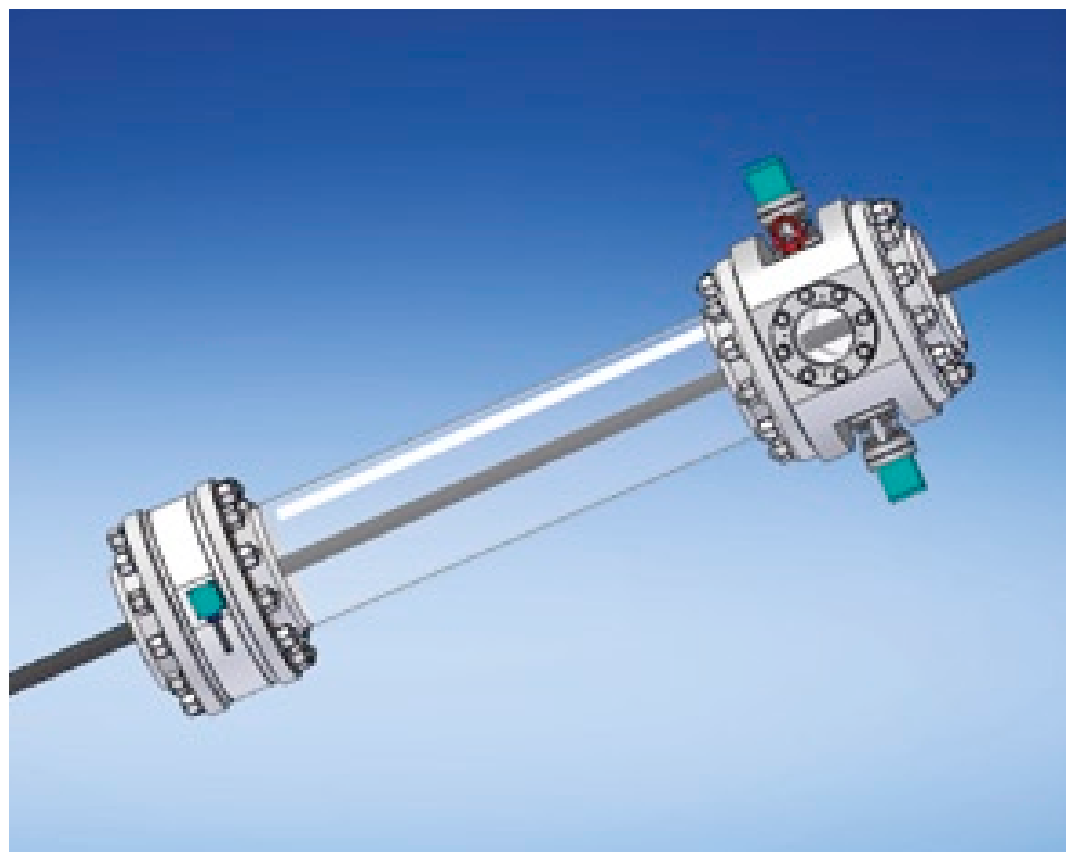
Критический параметр качества вулканизации. Для XLPE стандартное требование – относительное удлинение при разрыве $\leq 175\%$ при испытании на горячее растяжение. Это значение подтверждает, что достигнута достаточная плотность поперечных связей в полимерной матрице, обеспечивающая долговременную стабильность изоляции при рабочих температурах.

Эксцентриситет изоляции

Ключевой показатель точности технологического оборудования. Современные линии HCV обеспечивают эксцентриситет не более 8-10% для кабелей среднего напряжения и не более 5% для высоковольтных кабелей. Равномерность толщины изоляции критична для предотвращения локальных концентраций электрического поля.

Диаметры вулканизационных труб

Производственное оборудование доступно в стандартизированных типоразмерах: DN 80, DN 100, DN 150, DN 200, DN 250 и DN 300, что позволяет производить кабели диаметром от 32 мм до 160 мм. Выбор диаметра трубы зависит от максимального диаметра производимого кабеля с учетом необходимого зазора для теплообмена.



Методы теплопередачи: пар и азот

Паровая вулканизация

Принцип работы: Насыщенный пар высокого давления непосредственно заполняет вулканизационную трубу, обеспечивая интенсивную теплопередачу за счет конденсации.

Преимущества: Исключительно высокая эффективность теплопередачи, быстрая вулканизация и относительно низкие эксплуатационные расходы делают паровой метод предпочтительным для резиновых кабелей (EPR, хлоропреновый каучук и другие).

Ограничения: Присутствие водяного пара может привести к проникновению влаги в изоляцию, что неприемлемо для высоковольтных кабелей (35 кВ и выше), где требуются минимальные диэлектрические потери.

Азотная вулканизация (сухая)

Принцип работы: Высокочистый азот (чистота $\geq 99,99\%$) под давлением служит теплоносителем, нагрев осуществляется через стенки трубы электрическими нагревателями.

Преимущества: "Сухой" метод обеспечивает минимальное содержание влаги в изоляции, что критически важно для кабелей напряжением 10 кВ и выше. Инертная атмосфера азота также предотвращает окисление изоляционных материалов при высоких температурах.

Применение: Основной метод для производства XLPE-кабелей среднего и высокого напряжения, а также для высококачественных резиновых кабелей специального назначения.



Системы стабилизации и контроля качества Feichun

Производственные линии компании Anhui Feichun оснащены передовыми системами мониторинга и управления, обеспечивающими стабильность геометрических параметров и электрических характеристик кабелей.

Система стабилизации округлости (TROSS)

Автоматически корректирует овальность изоляции, обеспечивая идеальную цилиндрическую форму

Система снижения напряжений

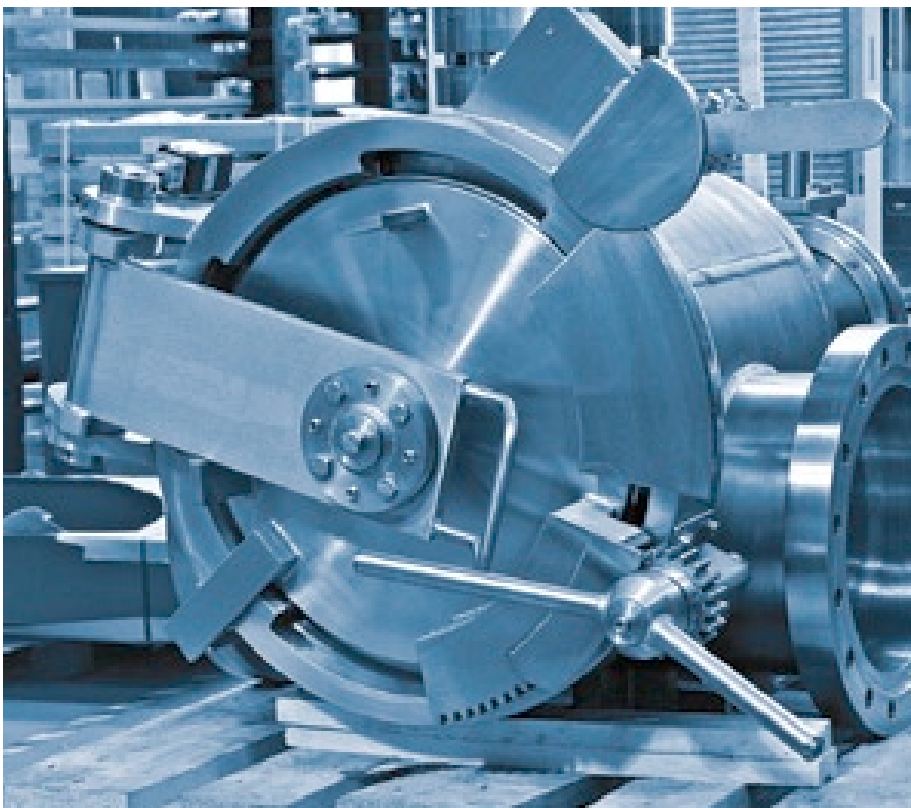
Минимизирует остаточные механические напряжения в изоляции для повышения долговечности

Система измерения провисания (TRISAG)

Непрерывный мониторинг положения кабеля в трубе для предотвращения неравномерности вулканизации

Система фильтрации побочных продуктов

Электростатические или конвенциональные фильтры удаляют газообразные продукты реакции



Превосходство кабелей Feichun для горнодобывающей промышленности

Исключительная механическая прочность

Оптимизированный процесс вулканизации обеспечивает максимальную плотность сшивки полимера, что приводит к выдающейся устойчивости к истиранию, раздавливанию и многократным изгибам – критически важным свойствам для кабелей, эксплуатируемых в движущихся горнодобывающих механизмах.

Повышенная термостойкость

Благодаря прецизионному контролю степени сшивки, кабели Feichun сохраняют рабочие характеристики при температурах до 90°C (для стандартных XLPE) и до 180°C (для специальных силиконовых компаундов), что обеспечивает надежную работу в горячих шахтах и вблизи высокотемпературного оборудования.

Превосходные диэлектрические свойства

Сухая азотная вулканизация гарантирует минимальное влагосодержание изоляции (менее 0,1%), что обеспечивает низкие диэлектрические потери и высокую электрическую прочность. Это особенно важно для среднего напряжения (6-35 кВ), используемого в системах электроснабжения шахт.

Стойкость к агрессивным средам

Полностью сшитая структура изоляции обеспечивает превосходную стойкость к маслам, растворителям, кислотам и щелочам, часто встречающимся в горнодобывающих операциях. Кабели демонстрируют минимальное набухание и сохранение свойств даже при длительном контакте с химически активными веществами.



FEICHUN SPECIAL CABLES

Website Address www.reelingcable.com www.feichuncables.com

Whatsapp Account + 86 13855123218

Email Address Zihao.yang@feichuncables.com & Ziyu.huang@feichuncables.com

Огнестойкость и безопасность

Специальные огнестойкие компаунды, используемые в кабелях Feichun для горнодобывающей промышленности, в сочетании с оптимальной вулканизацией обеспечивают самозатухание, низкое дымообразование и отсутствие токсичных галогенов при горении, что критически важно для безопасности персонала в подземных выработках.

Стабильность геометрии

Применение систем TROSS и прецизионного контроля температурных профилей обеспечивает исключительную концентричность изоляции (эксцентриситет менее 5% для среднего напряжения), что гарантирует равномерное распределение электрического поля и максимальную долговечность кабеля.

Соответствие стандартам и сертификация

Кабели производства Anhui Feichun Special Cable, изготовленные на линиях HCV, полностью соответствуют следующим международным стандартам:

DIN VDE 0250: Немецкий стандарт для силовых кабелей с резиновой изоляцией, определяющий требования к конструкции, материалам и испытаниям.

VDE 0276: Стандарт для специальных резиновых кабелей, включая кабели для горнодобывающей промышленности с повышенными требованиями к механической прочности и огнестойкости.

AD 2000: Немецкий код проектирования для оборудования, работающего под давлением, которому соответствуют все компоненты вулканизационной линии.

Директива 97/23/ЕС: Европейская директива по оборудованию, работающему под давлением, обеспечивающая безопасность эксплуатации.

Anhui Feichun Special Cable Co., Ltd.

Передовые технологии производства кабелей для горнодобывающей промышленности

Линии непрерывной вулканизации HCV | Соответствие DIN VDE 0250 и VDE 0276