

Привод переменного тока 10 кВ мощностью 20 МВт с водяным охлаждением, используемый на газокompрессорной станции



1-Аннотация

Компрессор является основным оборудованием проекта магистрального газопровода, компрессор с электродвигателем имеет преимущества стабильной работы, меньшего количества отказов, простоты эксплуатации, низких затрат на техническое обслуживание, высокой эффективности, энергосбережения и т. д.

Трубопровод Запад-Восток Китая, линия Шаньцзин, линия Чжунгуй, линия Китай-Мьянма, линия Китай-Россия используют множество частотно-регулируемых приводов для привода компрессоров.

Компрессор с электроприводом, используемый для трубопровода, имеет большую мощность, высокий уровень напряжения, сложную систему и строгие требования к стабильности.

Техническая команда Nancal объединила дизайн продукции и опыт применения, накопленный при локализации приводов переменного тока первого поколения мощностью 20 МВт для электрических компрессоров, и разработала приводы переменного тока большой мощности серии NC HVVF второго поколения. По сравнению с первым поколением, в новом поколении было сделано много значительных улучшений и обновлений, что значительно улучшило электрические и защитные характеристики продуктов и может лучше соответствовать требованиям компрессора, используемого для магистрального газопровода. Этот продукт был успешно введен в эксплуатацию на станции Гуанчжоу китайского западно-восточного трубопровода.

Приводы переменного тока среднего напряжения нового поколения 20 МВ серии 2-NC HVVF

Для особых требований к трубопроводам и другим приложениям, с учетом сериализации продуктов, основные конфигурации определяются следующим образом:

Соответствующие 2 ячейки питания, соединенные последовательно, и 4 ячейки питания, соединенные последовательно для каждой фазы.

36 импульсный входов.

Выходное фазное напряжение имеет уровень 5 и уровень 9.

Уровни напряжения силовой ячейки: 800А-1000А-1450А-1750А и 2100А

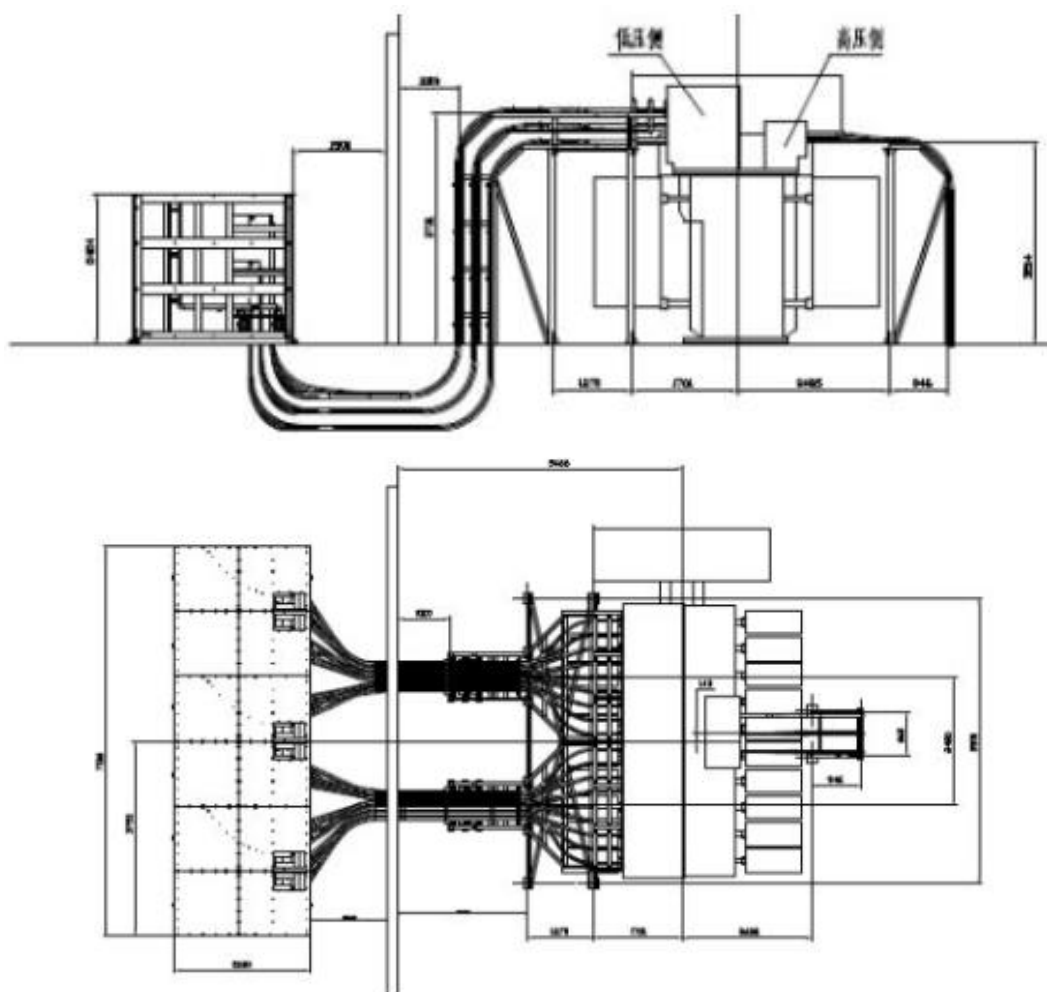
Выходная мощность: 8-21МВА при 6кВ, 13-36МВА при 10кВ.

Многоуровневая технология ШИМ серии Cell, 3300/4500 В IGBT, водяное охлаждение, масляный фазосдвигающий трансформатор, цифровая система управления DSP+FPGA, высокая производительность векторного управления.

2.1 Масляный фазосдвигающий трансформатор

В частотно-регулируемых приводах большой мощности серии NC HVVF используется масляный фазосдвигающий трансформатор. Трансформатор будет установлен снаружи, остальные шкафы будут установлены внутри. 36-импульсное выпрямление формируется фазовым сдвигом вторичной стороны и фазовым сдвигом первичной стороны. Ток со стороны сетки трансформатора содержит только гармоники $36k \pm 1$ и выше, и действующее значение каждой гармоники обратно пропорционально порядку гармоники, отношение к действующему значению основной волны обратно пропорционально порядку гармоники, гармоническое загрязнение электросети невелико, а коэффициент мощности высок.

Выход вторичной обмотки масляного трансформатора проходит через кабельный лоток и соединяется кабелями с силовой ячейкой. Типичная компоновка показана на рисунке 1.



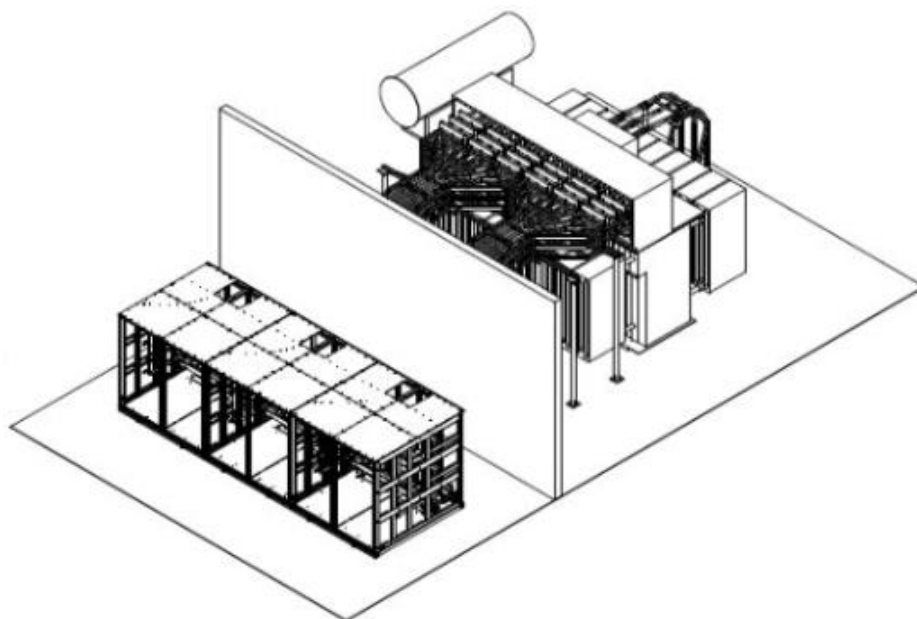


Рисунок 1: типовая схема масляного трансформатора

Масляный трансформатор имеет следующие технические особенности:

- * Благодаря конструкции с двойным корпусом (более 15 МВт), фазовому сдвигу обмотки низкого напряжения в сочетании с общим фазовым сдвигом высоковольтной обмотки, небольшой погрешности угла фазового сдвига (менее $0,6^\circ$) можно обеспечить оптимальные входные гармоники.

- * Полная защита и мониторы, включая уровень масла, температуру обмотки, давление, утечку газа и т. д.

- * Корпус трансформатора использует собственную технологию крепления; корпус, уплотнительный материал и структура имеют индивидуальный дизайн и отличаются долговечностью.

- * В производстве используется уникальный процесс и высококачественные изоляционные материалы, частичный разряд составляет менее 70%, что ниже международных и национальных стандартов на аналогичные продукты, что продлевает срок службы.

2.2 Силовая ячейка

Приводы переменного тока большой мощности серии NC HVVF используют многоуровневую ШИМ-технологию серии Cell с системой водяного охлаждения. По сравнению с первым поколением он имеет следующие особенности:

Примите 3300/4500V IGBT в качестве ключевых компонентов. По сравнению с IGCT и IGET, IGBT имеет очень простую схему управления и гибок в различных приложениях. Он широко используется, и на рынке есть множество поставщиков. IGBT имеет положительный температурный коэффициент и характеристики распределения естественного тока, и его легко расширить параллельно. Кроме того, IGBT больше подходит для высокочастотного выхода.

Структура силового элемента полностью модернизирована, плотность мощности больше (увеличение примерно на 15%), паразитная индуктивность сборной шины меньше, а максимальный ток силового элемента того же объема может составлять 2100 А.

Схема привода IGBT имеет многосекционную функцию переключения сопротивления затвора во время процесса переключения, потери при переключении снижены примерно на 10%, выход du/dt уменьшен примерно на 10%, технология динамического ограничения активного напряжения используется для эффективного подавления пикового напряжения IGBT.

Модернизация технологии параллельного привода IGBT, текущий дисбаланс параллельных модулей IGBT снижается до менее 3%.

Композитная шина с высоким уровнем изоляции, устойчивая к влаге и пыли, подходящая для использования на большой высоте.

В фильтре постоянного тока используются металлизированные пленочные конденсаторы, обеспечивающие длительный срок службы и высокую устойчивость к току пульсаций.

Принять систему водяного охлаждения, воду и электричество отдельно, каждый блок питания имеет только одну впускную и выпускную трубы, отсутствие риска утечки, высокая надежность.



Рис. 2. Силовая ячейка 1550/1450 А

2.3 Высокоэффективное векторное управление

ЧРП серии NC HVVF использует высокопроизводительный алгоритм векторного управления с автономной идентификацией и онлайн-коррекцией параметров двигателя, высокой точностью управления скоростью, быстрым динамическим откликом крутящего момента.

Схема алгоритма управления представлена на рисунке 3.

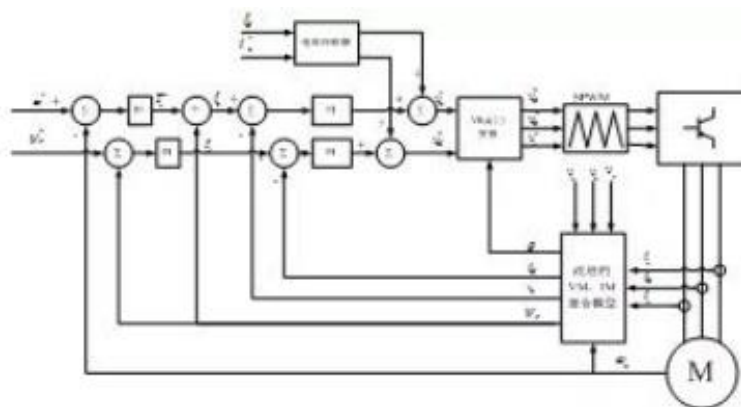


Рисунок 3: Схема алгоритма векторного управления

2.4 Технология Прокон

Приводы переменного тока среднего напряжения серии NC HVVF оснащены усовершенствованной технологией Procon (Process Continuous) для повышения способности устройства работать в непрерывном режиме в ответ на колебания напряжения в сети, падения и кратковременные отключения электроэнергии. И защитить оборудование от внешних помех, обеспечив непрерывное производство и сократив потери клиентов.

Procon объединяет различные технологии, в том числе LVRT (проход при низком напряжении), подбор вращающейся нагрузки, интеллектуальное ограничение крутящего момента квадратичной нагрузки и т. д. На рис. 4 представлена схема алгоритма LVRT.

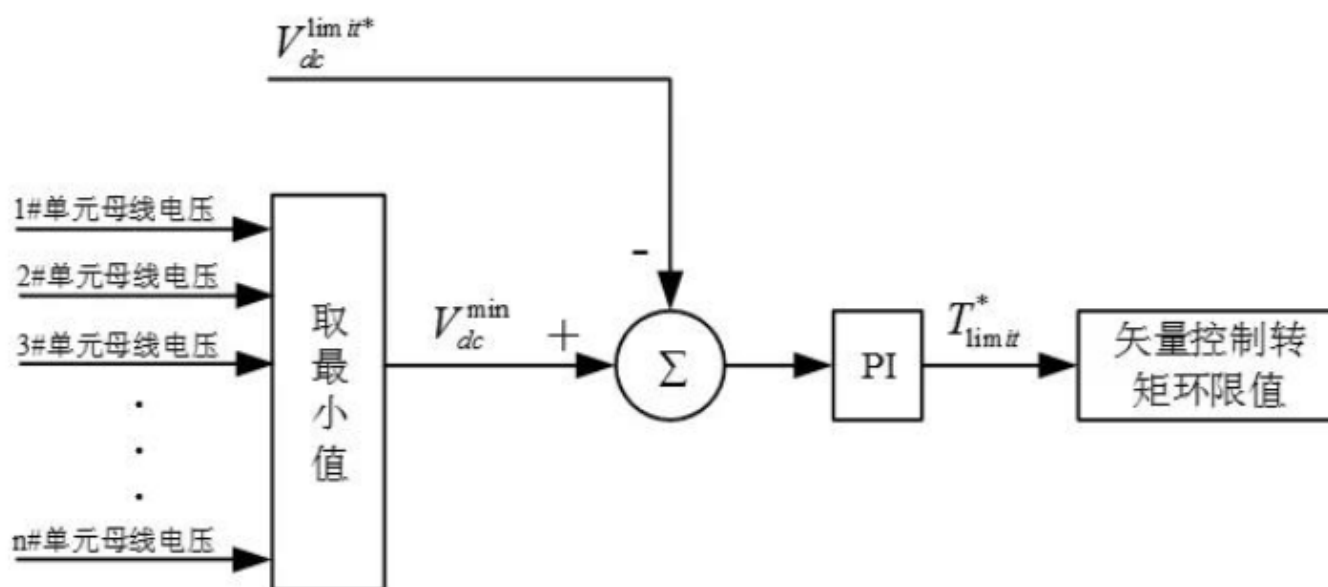


Рисунок 4: Диаграмма LVRT

2.5 Технология ТИМП

Трансформатор с фазовым сдвигом, используемый для частотно-регулируемого привода, является своего рода специальным трансформатором, который сильно отличается от обычного типа. При возникновении КЗ, заземления и межвиткового замыкания во вторичной обмотке ток первичной обмотки не становится существенно больше. Обычная встроенная защита первичной обмотки не может обеспечить 100% защиту многообмоточного фазосдвигающего трансформатора.

ЧРП серии NC HVVF имеют технологию защиты вторичной обмотки от короткого замыкания. Когда неисправность произошла во вторичной обмотке, программный алгоритм может диагностировать неисправность и защитить ее в первый раз, чтобы предотвратить трансформатор.

3 Применение на станции Гуанчжоу трубопровода Запад-Восток.

На станции Гуанчжоу компрессор с электроприводом 1# использует новое поколение 20 МВт NC HVVF VFD. Приводной двигатель представляет собой высокоскоростной синхронный двигатель с номинальным напряжением 10 кВ, номинальной мощностью 18 МВт, скоростью 4800 об/мин. И асинхронная система бесщеточного возбуждения переменного тока. Режим Nancal VFD — NC HVVF 10/10-22000SLO.

10/10 означает, что номинальное входное напряжение составляет 10 кВ, номинальное выходное напряжение составляет 10 кВ.

22000 означает, что номинальная мощность ЧРП составляет 22 МВт.

S означает приводной синхронный двигатель

L означает силовой элемент с жидкостным охлаждением

О означает масляный трансформатор

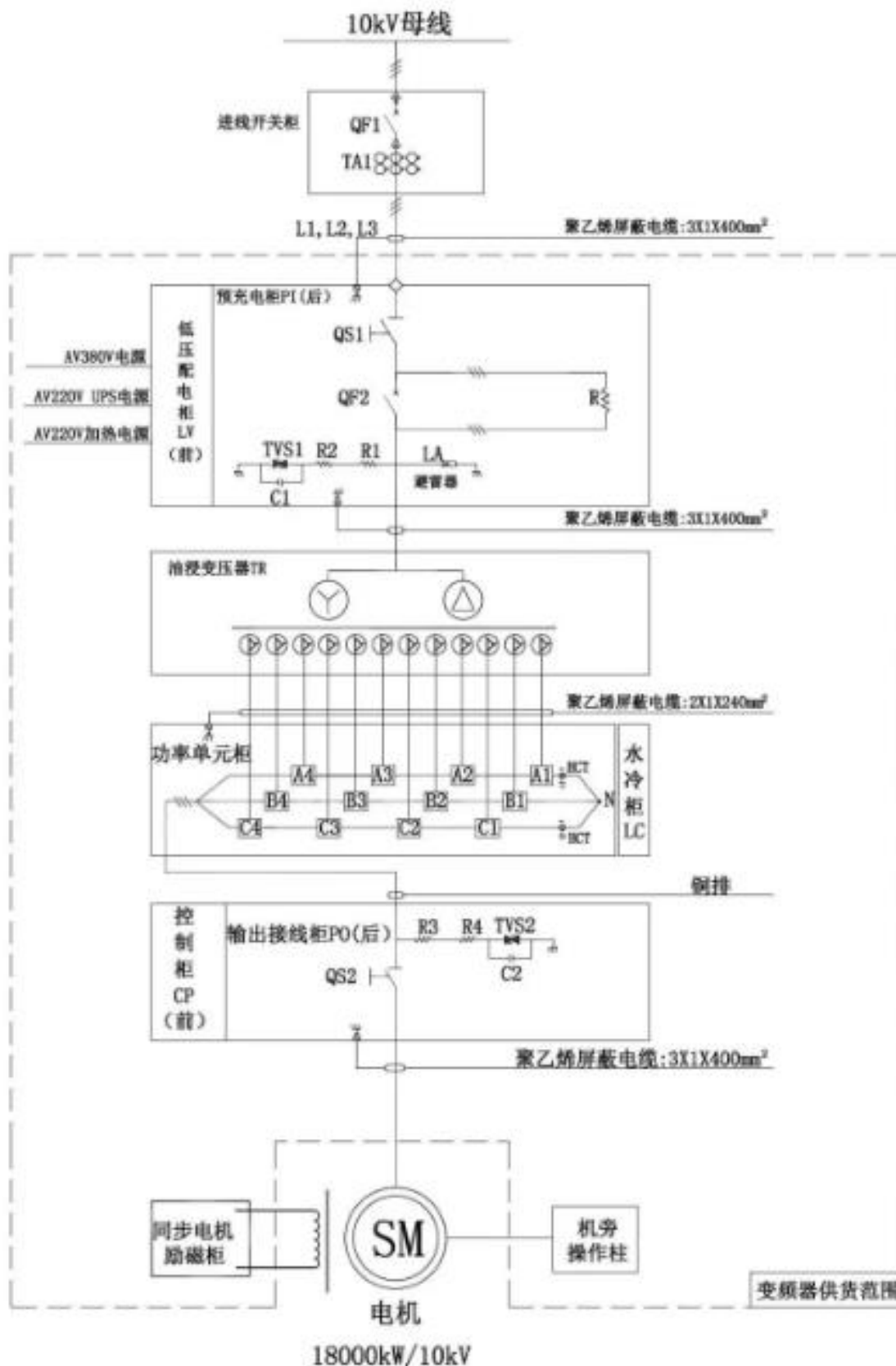


Рисунок 5: Схема основной системы

На входе частотно-регулируемого привода используется масляный трансформатор и технология 36-импульсного выпрямления. Каждая силовая ячейка питается от вторичных обмоток с различными угловыми разностями фаз трансформатора, что позволяет исключить гармоники 35-й и ниже. Гармоники стороны сети соответствуют стандарту IEEE. Входной фильтр настраивать не требуется. Следовательно, нет стимула вызывать резонанс сетки, что полностью исключает появление резонанса сетки. Четыре силовых элемента 1550 В/1450 А соединены последовательно, чтобы сформировать 9-уровневое фазное напряжение, 17-уровневое линейное выходное напряжение, форма выходного сигнала в основном стандартная синусоидальная, du/dt мала и не влияет на двигатель и подключенный к нему силовой кабель. Это более способствует длительной стабильной работе двигателя.



Рис. 6 компрессор и двигатель на фото с места

ЧРП нового поколения больше подходит для применения на газокompрессорной станции. Работа стабильная и надежная. Весь процесс ввода в эксплуатацию от включения питания до работы с полной нагрузкой выполняется всего за 30% запланированного времени. Успешная сдача станции заложила хороший фундамент.

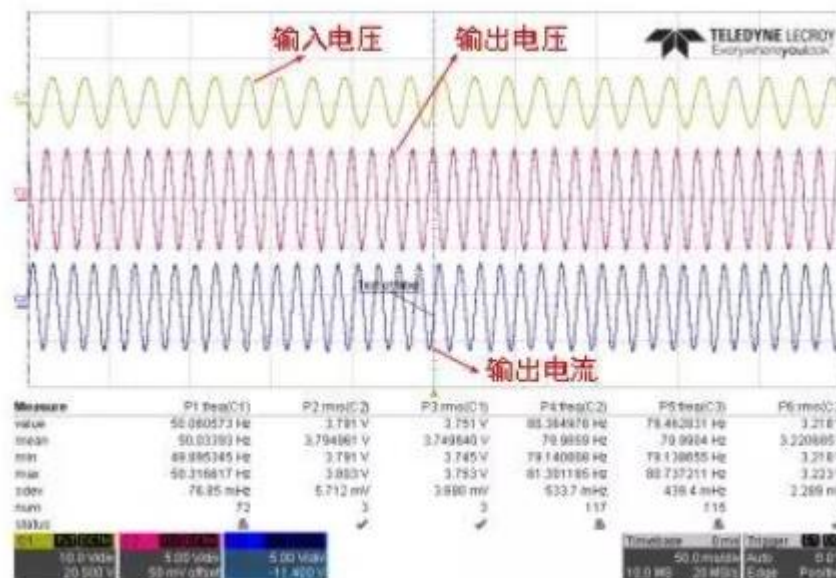


Рис. 7. Форма выходного сигнала при номинальной нагрузке.

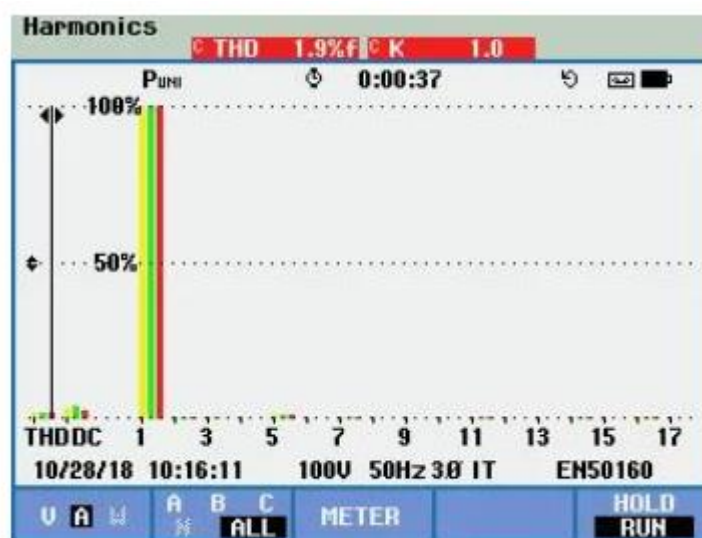


Рис. 8 Гармонический спектр входного тока при номинальной нагрузке

4. Вывод

Приводы переменного тока среднего напряжения серии HVVF нового поколения мощностью 20 МВт, независимо разработанные Nansal, используют масляный трансформатор, высоковольтный силовой элемент с водяным охлаждением и высокопроизводительный алгоритм векторного управления. По сравнению с предыдущим поколением, этот продукт претерпел ряд значительных улучшений и обновлений, которые значительно улучшили электрические характеристики и характеристики защиты продукта, а также могут лучше удовлетворить прикладные потребности компрессорной установки с электроприводом для природного газа. трубопровод. Продукт был успешно введен в эксплуатацию на компрессорной станции Гуанчжоу западно-восточного газопровода.