

С.К. Гурский, В.П. Керного

АВТОМАТИЗАЦИЯ АНАЛИТИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ
СХЕМ В ПАМЯТИ ЭВМ

В условиях автоматизированных систем диспетчерского управления (АСДУ) наиболее эффективными являются матричные методы расчета потокораспределения, основанные на применении той или иной матрицы обобщенных параметров сети (матрицы узловых сопротивлений \dot{Z}_y , матрицы контурных проводимостей \dot{Y}_k , матрицы коэффициентов распределения \dot{C}), позволяющая легко учесть переменный характер исходной информации о параметрах системы и режима.

Используя, в частности, метод коэффициентов распределения, можно получить оценки режимных параметров с заданной достоверностью в условиях не полностью определенной исходной информации, так как благодаря чрезвычайному быстрдействию метода при детерминистически заданных нагрузках оказывается возможным учесть путем статистического моделирования случайный характер информации о нагрузках [1], который фактически имеет место в условиях оперативного управления энергосистемой.

Для автоматического вычисления матриц \dot{Z}_y , \dot{Y}_k , \dot{C} удобно использовать аналитическое представление схемы сети с помощью первой матрицы инцидентий [2], т.е. матрицы соединений M . Вопросу эффективной алгоритмизации автоматического формирования этой матрицы и посвящается настоящая статья.

Для работы алгоритма информация о схеме сети должна быть введена в ЭВМ в виде списка ветвей, причем каждая из них идентифицируется указанием начальной и конечной вершин, в качестве которых могут использоваться, например, закодированные оперативные шифры соответствующих узлов сети. В качестве первой ветви списка указывается одна из ветвей, присоединенных к узлу схемы, принимаемому за балансирующий, причем этот узел записывается в виде начальной вершины ветви. Нумерация узлов сети, а также ветвей дерева и хорд производится автоматически в процессе работы алгоритма.

Каждая строка матрицы M записывается в разрядах одной или нескольких следующих друг за другом ячеек. Ввиду того, что для идентификации направления потока в ветви требуется рассматривать ориентированный граф, под один элемент матрицы M отводится два разряда ячейки: +1 кодируется парой

01, а -1 -- парой 11. Положительные направления для ветвей дерева схемы присваиваются в процессе работы алгоритма, а для хорд сохраняются начальные вершины, указанные в исходном списке ветвей. Количество ячеек, занимаемое одной строкой матрицы M , определяется программным путем в зависимости от объема решаемой задачи:

$$K = E \left[\frac{2m(1 + \alpha / 100)}{g} \right] + 1, \quad (1)$$

где m -- число ветвей в схеме; α -- число ветвей, которое может быть включено в работу при расширении сети и учтено в расчетах путем коррекции ее топологических матриц и обобщенных параметров без их полного пересчета, %; g -- число разрядов в ячейке оперативного запоминающего устройства ЭВМ ($E[z]$ -- целая часть, или антье, числа z , т.е. наибольшее целое число, такое что $E[z] \leq z$). Соответственно текущий адрес начала очередной i -й строки M определяется как

$$a_i = a_{i-1} + k. \quad (2)$$

Принципиальной особенностью алгоритма, облегчающей всевозможные применения матрицы M , является присвоение узлам и ветвям возрастающих номеров по мере движения от балансирующего узла к тупиковому по любому лучу дерева, а также стандартный выбор направлений для ветвей дерева, при котором начальной считается вершина ветви, более удаленная от балансирующего узла.

На подготовительном этапе исполняются следующие основные операторы: 1) засылка первой ветви исходного списка на первое место в формируемый массив ветвей дерева; 2) засылка начальной и конечной вершин первой ветви соответственно на первое и второе места в формируемый массив узлов схемы; 3) запись кода 11 в первую пару разрядов ячейки a_1 ; 4) запись кода 01 в первую пару разрядов ячейки a_2 , являющейся начальным адресом информации о второй строке матрицы M , который определяется по (2) при $i=2$; 5) определение адреса a_3 по (2) при $i=3$ и засылка его в рабочую ячейку $\langle a_i \rangle$, служащую в качестве регистра текущих начальных адресов формируемых строк M ; 6) засылка числа 3 в рабочую ячейку $\langle r_i \rangle$, служащую в качестве регистра текущих номеров разрядов ячеек, начиная с которых должны записываться пары двоичных цифр, соответствующих формируемому столбцу матрицы M .

Рабочая часть алгоритма состоит в проверке возможности присоединения очередной ветви из исходного списка в качестве ветви дерева или хорды к уже сформированному подграфу полного графа сети. Код начальной вершины очередной ветви сравнивается поочередно с кодами узлов сформированного подграфа. Если происходит совпадение кодов, номер соответствующего узла γ_1 , определяемый его порядковым местом в списке узлов подграфа, запоминается в рабочей ячейке, и начинается аналогичный процесс сопоставления конечной вершины ветви с узлами подграфа. В случае совпадения кодов также запоминается номер соответствующего узла γ_2 . Ветвь передается на очередное j -е место в список хорд подграфа, причем в качестве ее начальной и конечной вершин сохраняются те же узлы, что и в исходном списке ветвей. Определяются начальные адреса a_{γ_1} , a_{γ_2} информации о строках матрицы M , соответствующих узлам γ_1, γ_2 :

$$a_{\gamma_\nu} = a_1 + k (\gamma_\nu - 1), \quad (3)$$

где $\nu = 1, 2$. Определяются адреса тех ячеек в массиве информации о строках матрицы M , соответствующих узлам γ_1, γ_2 , в которое должна записываться информация о данной ветви ($\nu = 1, 2$):

$$a'_{\gamma_\nu} = a_{\gamma_\nu} + E [y], \quad (4)$$

$$\text{где } y = \frac{2(n+j-2)}{g}, \quad (5)$$

$E[y]$ -- антье y ; n -- число узлов в схеме; j -- номер данной ветви в массиве хорд подграфа. Определяются номера разрядов ячеек $a'_{\gamma_1}, a'_{\gamma_2}$, начиная с которых должны быть записаны пара соответственно 11, 01

$$r_j = 1 + 2 (n + j - 2) - gE [y], \quad (6)$$

и производится запись этих пар.

Если начальная вершина ветви в списке узлов сформированного подграфа не обнаруживается, а конечная обнаруживается на некотором месте k , то ветвь с сохранением порядка вершин передается в качестве очередной ν -й ветви дерева подграфа; ее начальная вершина передается в списках узлов подграфа на очередное i -е место; в строку матрицы M , соответствующую узлу k , в очередной столбец записывается па-

ра 11; в очередную строку матрицы M в тот же столбец записывается пара 01.

Если в списке узлов подграфа на некотором месте k обнаруживается начальная ветвь, а конечная не обнаруживается, то ветвь также передается в список ветвей дерева, но с изменением порядка вершин, в список узлов передается конечная вершина ветви, а в строку матрицы M , соответствующую узлу k и в очередную строку этой матрицы по-прежнему записываются пары 11 и 01 соответственно. При этом в обоих случаях адрес a_i начала массива информации об очередной строке M определяется содержимым регистра текущих начальных адресов строк $\langle a_i \rangle$, а адрес ячейки этого массива, в разрядах которой должна записываться информацией о данной ветви, определяется как

$$a_i^1 = a_i + E[x], \quad (7)$$

где

$$x = \frac{2(i-1)}{g}, \quad (8)$$

$E[x]$ — часть x . Адрес a_k начала массива информации о строке матрицы M , соответствующий узлу k , определяется формулой (3) при $y_y = k$, а адрес ячейки этого массива, в которую должна записываться значащая пара разрядов, — формулой (7) при $i = k$. Номер разрядов ячеек a_k, a_i , начиная с которых должны записываться значащие пары разрядов, определяется содержимым регистра $\langle r_i \rangle$.

После записи указанной информации в строки матрицы M изменяется текущее содержимое регистра a_i в соответствии с (2) и регистра $\langle r_i \rangle$ в соответствии с формулой

$$r_i = r_{i-1} + 2 - gE[x]. \quad (9)$$

Если в списке узлов сформированного подграфа не обнаруживается ни начальной, ни конечной вершины очередной ветви исходного списка ветвей схемы, то ветвь передается в конец исходного списка ветвей.

Алгоритм заканчивается, когда последняя ветвь преобразованного исходного списка оказывается присоединенной к ранее сформированному подграфу.

Л и т е р а т у р а

1. Гурский С.К. Вероятностный анализ нормальных режимов работы основной сети электрической системы. — "Изв. АН СССР. Энергетика и транспорт", 1972, № 1. 2. Мельников Н.А. Матричный метод анализа электрических цепей, М., 1972.

М.А. Короткевич, Т.Г. Поспелова

ОБ УЧЕТЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В УСЛОВИЯХ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСИСТЕМАМИ

В автоматизированной системе управления (АСУ) энерго-системой самостоятельное место занимает проблема учета качества электроэнергии. Для реализации ее решения в условиях АСУ необходимо предварительно провести анализ задач АСУ в области обеспечения удовлетворительного качества электроэнергии, организация приоритетов их решения; требуемых объемов, периодичности поступления и обработки информации для каждой из этих задач; существующих критериев качества электроэнергии и классификации потребителей по категориям; имеющихся средств обеспечения качества электроэнергии по их технико-экономическим показателям.

Следует подчеркнуть, что дальнейшее объединение энергосистемы, рост уровней напряжения и перетоков мощностей привели к непосредственной зависимости обеспечения необходимого качества электроэнергии от режимов сетей высокого и сверхвысокого напряжения, межсистемных линий электропередач. Это требует по-новому формулировать задачи обеспечения качества электроэнергии, а при решении их в АСУ — взаимной увязки соответствующих иерархических уровней энергосистемы.

Принимая во внимание случайный характер изменения подавляющего большинства факторов, влияющих на качество электроэнергии, необходимость систематического анализа и контроля условий работы электрических сетей, вероятностно-статистический характер методов расчета, проводимых с целью определения управляющих воздействий, можно ожидать значительного удельного веса составляющей учета качества электроэнергии при оценке экономической эффективности АСУ [1]: