

9.6 断面二维模型

9.6.1 断面二维模型的结构

a. 断面二维模型的平面位置

断面二维模型方面，为了具体研究吐鲁番盆地的断面方向的地下水流动，沿着南盆地的东西断面和盆地中部的南北断面建立了2个模型。图9.6.1是断面模型的位置图。

东西方向的断面二维模型，是沿着连接本项目在南盆地挖掘的 TW-SW、TW-SS、TW-SE 试掘点的断面线构建而成。断面线包含盆地西边的基底山地到东边的库木塔格沙漠。断面线的延长距离为 170 km。

另一方面，南北方向的断面二维模型，定为南北方向贯穿吐鲁番盆地中部的断面线，由南盆地南边的基底山区通过艾丁湖，经由 TW-SS 试掘点、吐鲁番市区的 TW-SC 试掘点、北盆地的 TW-NC 试掘点，一直到北边的基底山区，将上述总距离共 85 km 区间建立了模型。

b. 东西方向模型的构造

图9.6.2是南盆地东西方向的断面二维模型构造图。所模型化的区域为水平方向 170 km，垂直方向在标高 1,200 - 600 m 的范围，各网格的大小设定成了水平方向上 1 km，垂直方向上 20 m。因此，东西方向断面模型的总网格数为 170 列×90 层=15,300 个。

在断面二维模型中，首先沿着断面线以 SRTM-3 数值地形数据为基础制作了地形断面图。并且，以本调查制作的水文地质基底上表面标高分布图为基础制作了水文地质基底上表面断面图。而且，将断面线上及其近傍的 TEM 法电阻率柱状图和原有钻孔柱状图投影在断面图上，在断面图上对试掘调查基础上确立的基本层序划分（A 层、B 层、C 层）进行了示踪。结果发现，在东西断面上，A 层、B 层、C 层三层都基本上在整个区域被很好地示踪。

c. 南北方向模型的构造

图9.6.3是吐鲁番盆地南北方向的断面二维模型构造图。所模型化的区域为水平方向 85 km，垂直方向在标高 1,200 ~ - 600 m 的范围，各网格的大小设定成了水平方向上 1 km，垂直方向上 20 m。因此，南北方向断面模型的总网格数为 85 列×90 层=7,650 个。

南北方向的断面二维模型也与东西方向断面模型一样，首先沿着断面线以 SRTM-3 数值地形数据为依据制作了地形断面图。并且，以本项目制作的水文地质基底上表面标高分布图为基础制作了水文地质基底上表面断面图。而且，将断面线上及其近傍的 TEM 法电阻率柱状图和原有钻孔柱状图投影在断面图上，在断面图上对试掘调查基础上确立的基本层序划分（A 层、B 层、C 层）进行了示踪。结果发现，南北断面上 A 层、B 层、C 层的基本层序划分在吐鲁番市区附近到南盆地之间被很好地示踪，但在北盆地由于第四系基本由砂砾层构成，基本层序划分的示踪很难。另外，构建断面模型的南北断面，刚好通过火焰山和盐山的谷地也就是北盆地和南盆地的连接部，所以在地形断面上没有出现火焰山或盐山，但考察水文地质基底上表面的构造发现，吐鲁番市区附近的地下有基底上表面标高变高的部分。

9.6.2 水文地质条件的模型化

a. 水文地质断面图的作图方法

要给断面模型输入水文地质条件，不单要输入基底标高、地层的分界标高等，还需要考虑每个地层的层相。所以，对东西断面、南北断面分别制作了考虑层相的水文地质断面图。在制作水文地质断面图时，在充分利用原有钻孔柱状图的同时，在原有钻孔较少的地区，由根据 TEM 法物理测井结果得到的电阻率柱状图推定了地层的层相，进行了层相划分。

b. 东西方向的水文地质断面图

图 9.6.4 是南盆地东西方向的水文地质断面图。在这个断面图上，A 层的层相分成砂砾相、中~粗粒砂相、细粒砂相、和泥沙粘土相。其中砂砾相在托克逊县西部的基底山区附近地区明显发达，层厚向东逐渐变薄。A 层基底部的砂砾相连续性很好，示踪可以一直到达断面模型东部的鄯善县达朗坎地区。另另一方面面，南盆地中部的 A 层，在从托克逊市区附近到吐鲁番市南部的 TW-SS 试掘点附近之间的地区，泥沙粘土相至少有 2 层接近发达，这些成为不透水层。在 TW-SS 试掘点的东边，泥沙粘土相变为细粒砂相，一直延续到达朗坎地区的 TW-SE 试掘点附近。

B 层基本由比 A 层更细粒的堆积物构成。特别是在从南盆地中部到东部之间的地区，B 层基本呈泥沙粘土相。在南盆地西部，B 层的上半部尽管变为砂相，但在 B 层的基底部泥沙粘土相呈现连续分布。在托克逊县的 TW-SW 试掘点附近，B 层中含砂砾相，更西部地区也有 TEM 法电阻率值很高的地层，估计 B 层中含有砂砾相。

C 层的层相，在东西断面上试掘调查只确认了上半部的层相，在南盆地中部到东部之间的地区，与上边相比更是由砂相、含砾泥沙相构成。另另一方面面，在南盆地中部到西部之间的地区，C 层上半部中含砾泥沙相占优势，部分地方砂砾相发达。C 层下半部在从南盆地中部到托克逊市区附近之间 TEM 法电阻率值低，估计分布着泥沙粘土相。

c. 南北方向的水文地质断面图

图 9.6.5 是吐鲁番盆地中部的南北方向水文地质断面图。在南北断面上，北盆地和南盆地的第四系的层相差别很大，在吐鲁番市区北部层相发生突变。

在这个断面图上，南盆地 A 层的层相分成砂砾相、中~粗粒砂相、细粒砂相、泥沙粘土相，另外现有资料显示在艾丁湖附近的浅层部分布着粘土相（黄文房等、1998）。在 B 层与东西断面一样泥沙粘土相占优势，在从吐鲁番市区南部到 TW-SS 试掘点附近之间的下部可见砂相。在 C 层含砾泥沙相占优势，吐鲁番市区附近的 C 层下部在泥沙粘土相中含有砂砾相。

北盆地的钻孔挖掘资料只有 TW-NC 试掘点的挖掘结果，但此处基本由砂砾相构成，没有发现细粒的堆积层。在 TEM 电阻率法层相划分中，在北盆地南部到中部 200~400 m 深处附近有电阻率值稍大的层，在其下边分布着电阻率值相对较低的层，由此判断北部盆地的砂砾相如断面如图所示大致可以分为 3 个。

d. 模型网格的层相划分

在东西方向、南北方向建立的水文地质断面图为基础、对各个模型网格进行了地层区分以及层相区（参照图 9.6.6、图 9.6.7）。各网格大小设定为水平方向 1 km、垂直方向 20 m、并对各个网格进行了地层和层相的标注。

9.6.3 补给量和抽水量的输入

东西方向、南北方向的断面模型如图 11.5.1 所示，并非与 UTM 座标的东西、南北方向的网格线完全一致、两个断面都在数处有拐点并与 UTM 座标的东西线、南北线斜交。所以、输入断面模型的补给量数据和抽水量数据、利用广域三维模型中 UTM 座标 1 km × 1 km 网格里统计过的相关数据和以下所示的方法进行了分配。

a. 地下水补给量数据的输入

断面模型的平面网格构造设定为沿着断面线的延长方向 (J-Col 方向) 1 km、与其直交的 I-Row 方向也为 1 km。所以、断面模型平面网格的面积与广域三维模型的网格面积相同为 1 km²。

为了将地下水的补给量分配于断面模型、首先、确定了断面模型的平面网格与广域三维模型网格之间的对应关系。图 9.6.8 为确定操作的例子、从断面模型网格 A 的中心点出发向两侧各引一条 800 m 长的直线与断面线方向直交 (图中的蓝线)、以断面模型网格的中心点和两条直交线终点所在位置的广域三维模型网格 (计 3 个、图中绿色的网格) 为断面模型的对应网格。于是、断面模型网格 A 的地下水补给量就通过上述 3 个平面模型网格的平均值求得。

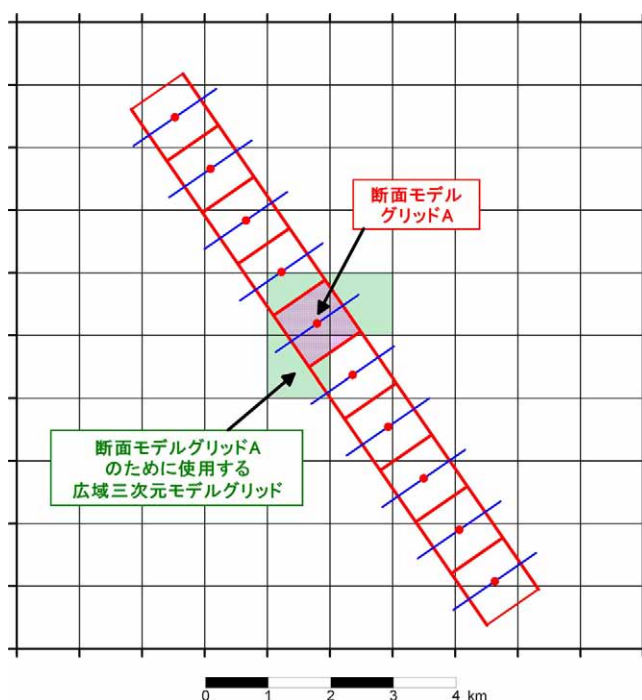


图 9.6.8 断面二维模型和广域三维模型的网格对应

b. 地下水抽水量数据的输入

给断面模型分配的地下水抽水量数据、采用与前述的地下水补给量的分配方法相同的方法。但是、抽水量数据还需要在深度方向进行分层赋值、所以利用以下方法进行了深度方向抽水量的分配。

首先、根据在广域三维模型的抽水量统计中说明过的一样，利用不同网格、不同标高 (标高 50 m 间隔) 的地下水抽水量数据 (验证期间 120 个月分)、整理出各断面模型平面网格 50 m 标高间隔的不同深度的抽水量。

然后、因为断面模型的各层层厚为 20 m，所以采用图 9.6.9所示的方法将 50 m 标高间隔的抽水量分配于断面二维模型。

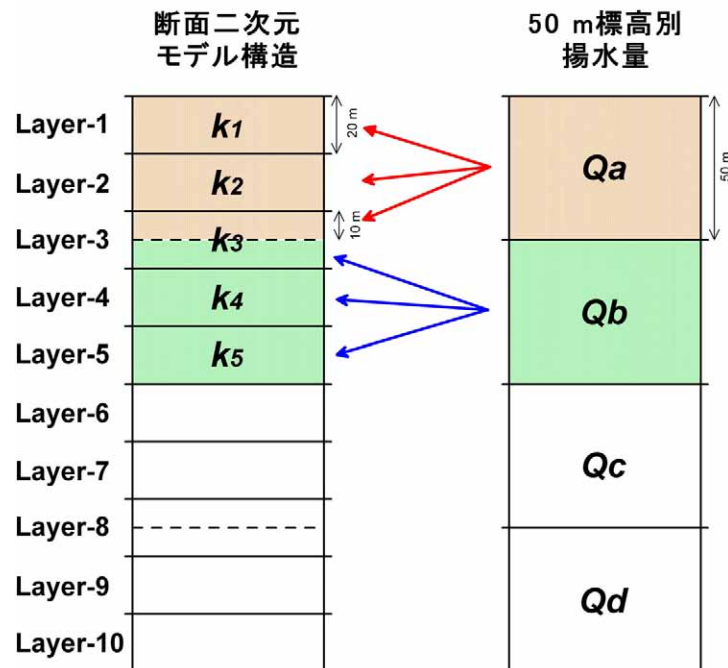


图 9.6.9 断面二维模型内抽水量的分配方法

具体的方法为、假设断面模型第 1 层、第 2 层、第 3 层的透水系数分别为 k_1, k_2, k_3 、第 1 层、第 2 层、第 3 层的抽水量 Q_1, Q_2, Q_3 则根据以下公式进行计算。

$$Q_1 = \frac{2k_1}{2(k_1 + k_2) + k_3} \times Q_a \quad (\text{式 9.6.1})$$

$$Q_2 = \frac{2k_2}{2(k_1 + k_2) + k_3} \times Q_a \quad (\text{式 9.6.2})$$

$$Q_3 = \frac{k_3}{2(k_1 + k_2) + k_3} \times Q_a + \frac{k_3}{2(k_4 + k_5) + k_3} \times Q_b \quad (\text{式 9.6.3})$$

这样、在断面模型中考虑模型网格的层厚和透水系数、对透水性高的网格通常抽水量大的特点进行了适当的处理。

9.6.4 断面模型的边界条件

a. 南北方向断面模型的边界条件

南北方向断面模型中设定的边界条件图 9.6.10所示。固定水头边界配置于艾丁湖附近一直有蒸发发生的网格、其水位与艾丁湖面标高相同为 -154 m。另一方面、吐鲁番市城区北部的北盆地南缘部有泉存在、所以设定为一般水头边界。一般水头边界的水理传导率为 $333 \text{ m}^2/\text{day}$ 、外部水头假定与地形面标高相同。

上記以外の模型周围设定为封闭边界。同时、对于由模型分层而形成的高于地表标高
的网格、因为是不存在实际地层的网格、所以这些网格在模型中被处理为不透水网格而
排除出计算领域之外。

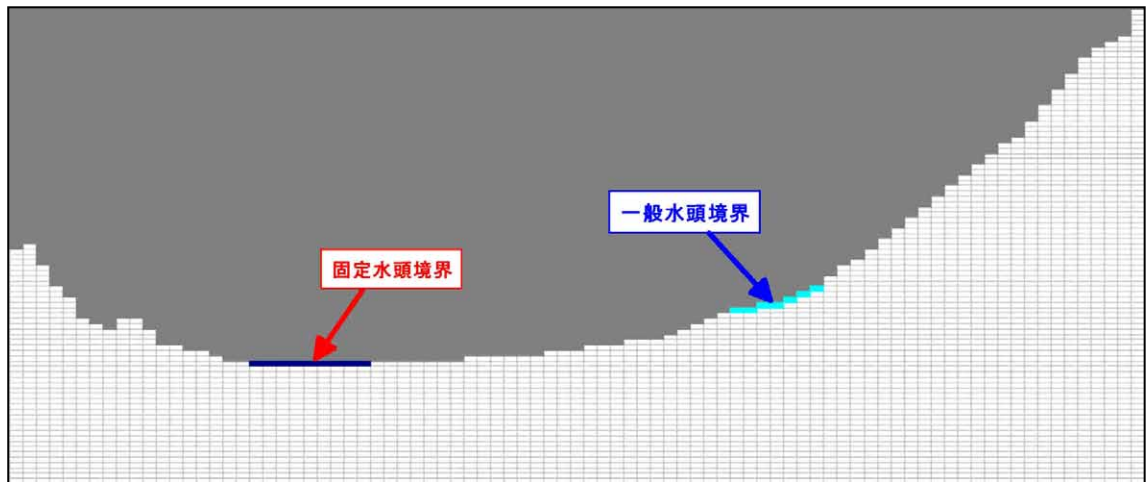


图 9.6.10 南北方向断面模型的边界条件

b. 东西方向断面模型的边界条件

东西方向断面模型中设定的边界条件图 9.6.11所示。固定水头边界配置于艾丁湖附近
一直有蒸发发生的网格、其水位与艾丁湖面标高相同为-154 m。上記以外の模型周围
设定为封闭边界。不存在实际地层的网格被处理为不透水网格而排除出计算领域之外。

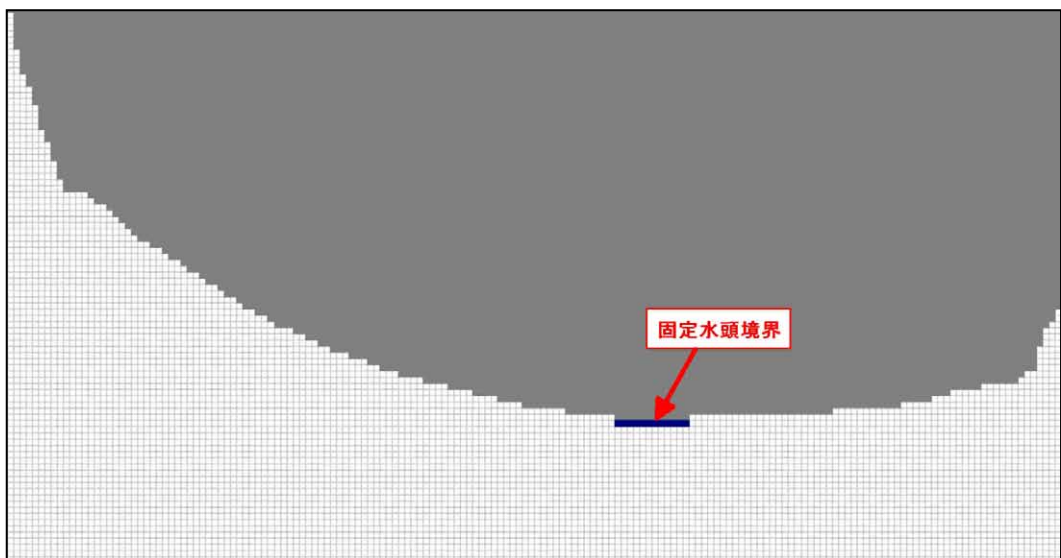


图 9.6.11 东西方向断面模型的边界条件

9.6.5 断面模型的验证计算

a. 南北方向断面模型的验证结果

将 1994 年 1 月到 2003 年 12 月 120 个月的地下水补给量和抽水量数据输入南北方向的断面模型进行了验证计算。验证计算得到的 2003 年 12 月的水头等值线布图 9.6.12 所示。

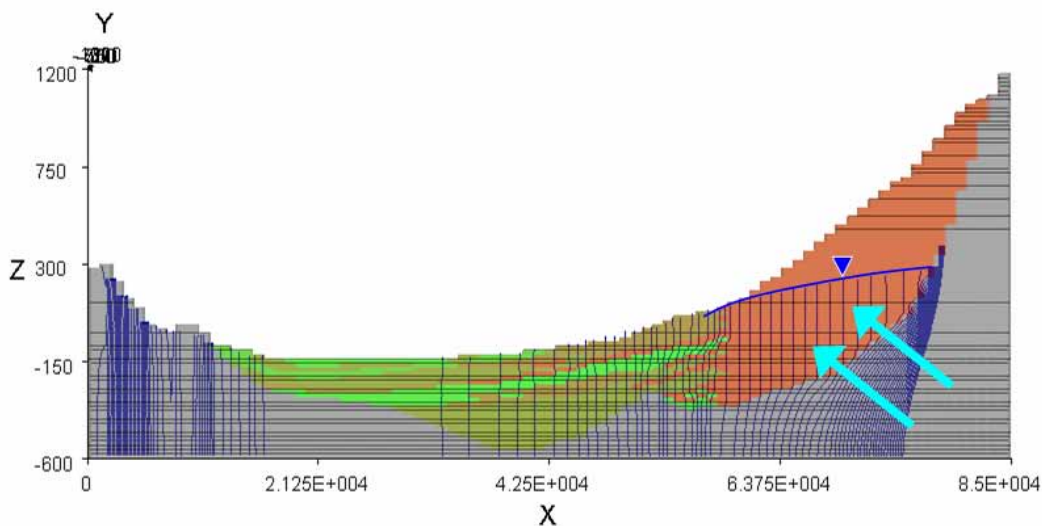


图 9.6.12 南北方向断面模型的验证计算结果

在南北断面模型中，以位于模型的近于中央部的吐鲁番市付为界，在北盆地和南盆地水文地质条件很不相同、计算水头分布也受其影响而呈现不同模式。在北部盆地中第四系中不存在粘土层、所以从地表到水文地质基底为透水系系数较高的一系列砂砾层所构成、砂砾层内的计算水头等值线几乎呈直线沿铅直方向分布、砂砾层内在深度方向几乎看不到水头差。同时、砂砾层的透水系系数比较高、所以地下水面的分布形状比地形面的倾斜缓和、越向盆地北部地下水埋深越大。

另一方面、从吐鲁番市附近向南侧的南盆地、地下地质分为 A 层、B 层和 C 层，夹有数层粘土层、以透水系系数小的粘土层为界在深度方向上的计算水头结果不同。例如、在吐鲁番市附近、标高-150 m 深处附近分布有 B 层的粘土层，以之为界、下层含水层的计算水头比上层含水层的水头高。这种计算水头分布在吐鲁番市附近与实际观测井的记录很一致。

而且、从地下水盆内中的计算水头分布和水文地质基底的计算水头分布来看、北部盆地的地下基底内的计算水头比地下水盆内的计算水头高、所以在地下水盆和基底的边界部附近水头等值线呈弯曲形状。地下水从水头高的一方向水头低的一方向方流动、所以可以确认在北盆地特别是北盆地北侧部分、如图中的箭头方向所示地下水从水文地质基底直接流入地下水盆。但是、在南盆地、基底和地下水盆内的计算水头值之间没有较大差距、计算水头等值线从地表附近到基底内几乎呈垂直的直线状分布。这一分布形态表示从南盆地中基底到地下水盆内几乎没有地下水流入。

b. 东西方向断面模型的验证结果

将 1994 年 1 月到 2003 年 12 月的地下水补给量和抽水量输入南北方向的断面模型进行了 120 个月的验证计算。根据验证计算的结果绘制了 2003 年 7 月的计算水头等值线分布以及抽水量分布如图 9.6.13 所示。

在东西断面模型，西侧的托克逊县的计算地下水头高、还可以看到从基岩有地下水直接流入地下水盆。同时、从托克逊县中部到下游的艾丁湖附近、计算地下水头比地表面标高、形成自流带。这些结果和观测井的实际水位分布状况很一致。

另一方面、在东西模型的东半部、鄯善县南部的地下水抽水量大以及东侧的库木塔格沙漠的地下水补给几乎没有、所以计算的地下水面比地表面低、模型中也可看不到自流带。

这样、可以判断东西断面模型也很好地再现了实际的地下水位分布状况。

9-78

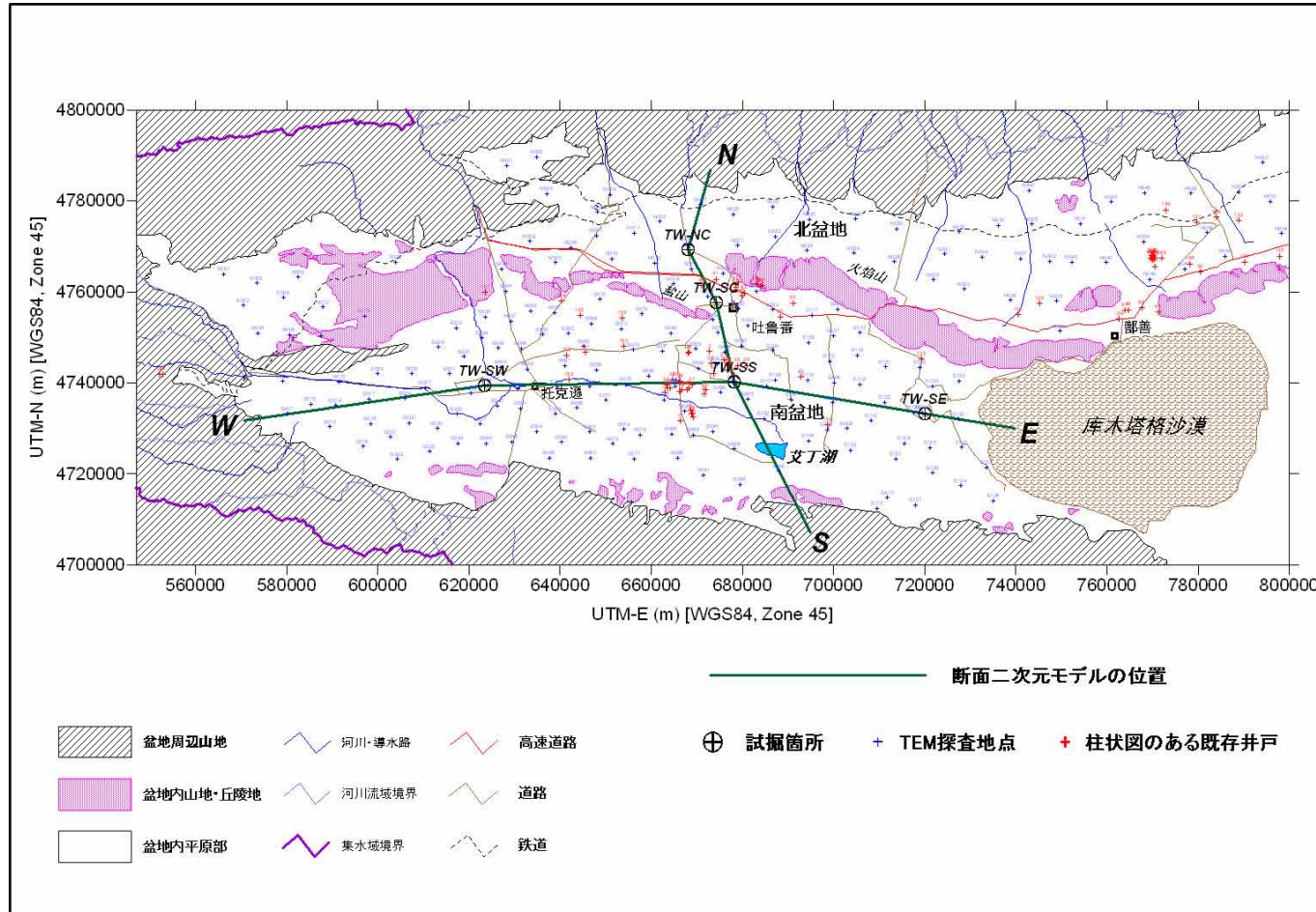


图 9.6.1 断面二维模型的位置图

9-79

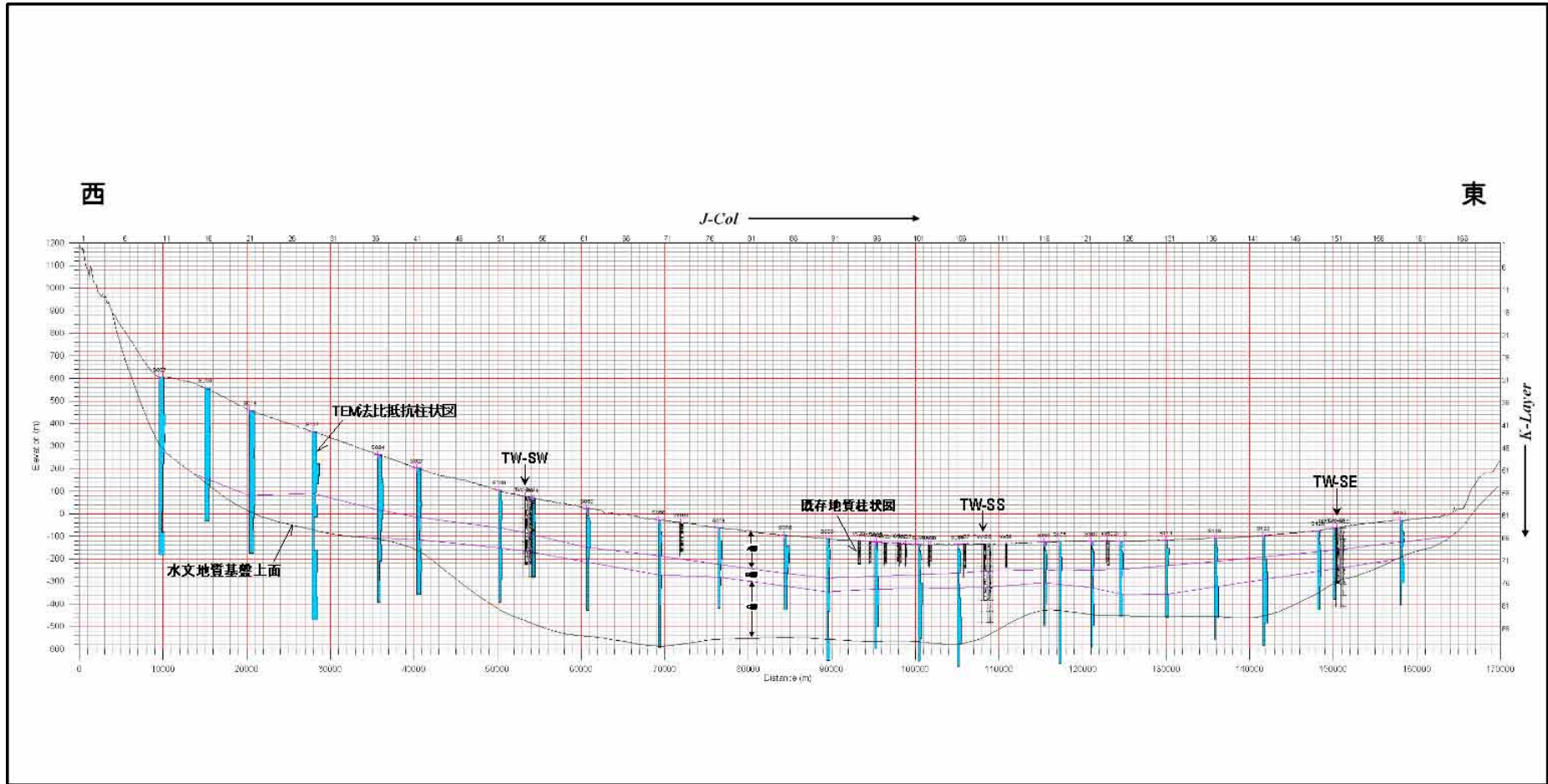


图 9.6.2 南盆地 (W-E) 断面二维模型构造图

08-6

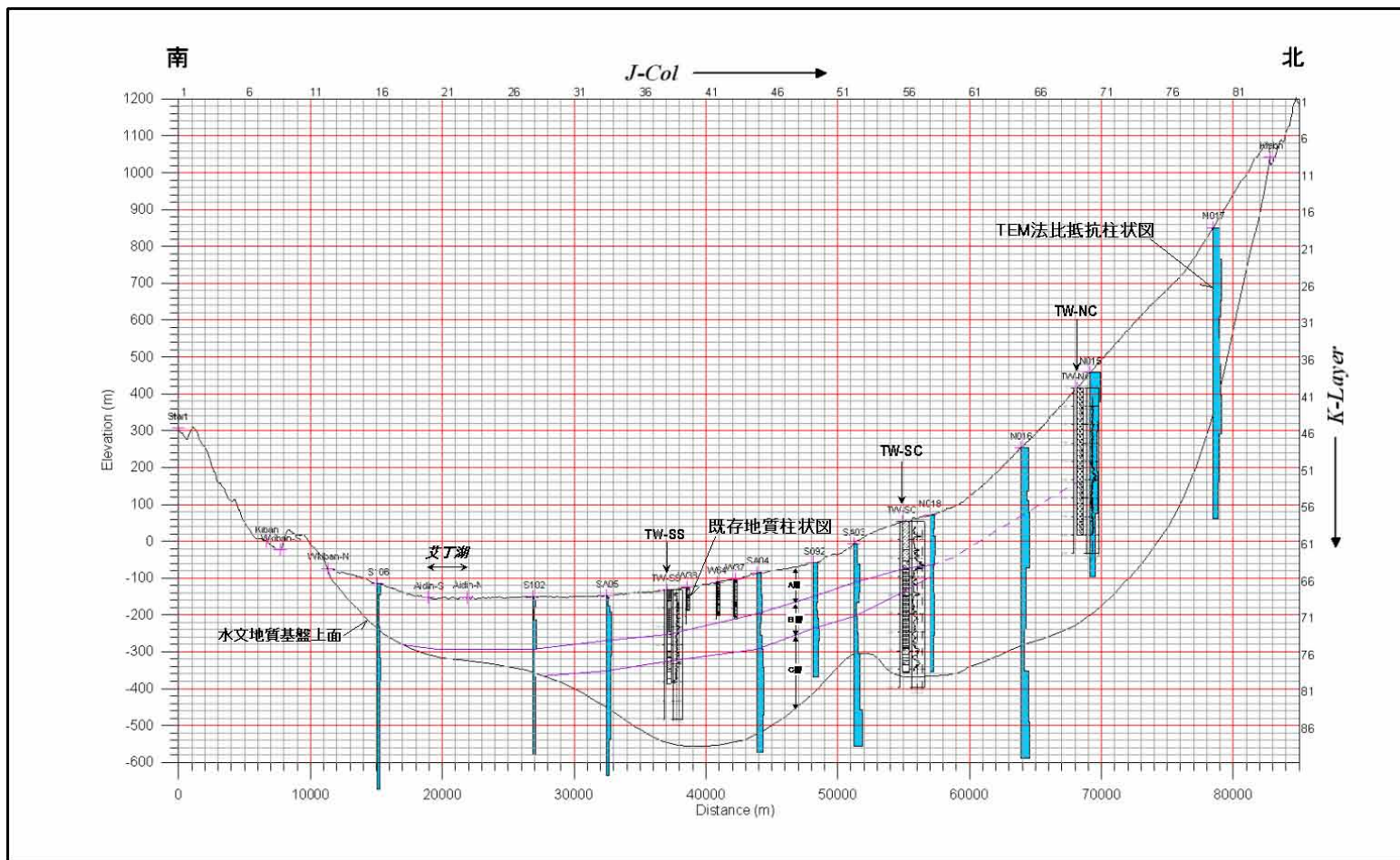


图 9.6.3 盆地中央 (S-N) 断面二维模型构造图

18-6

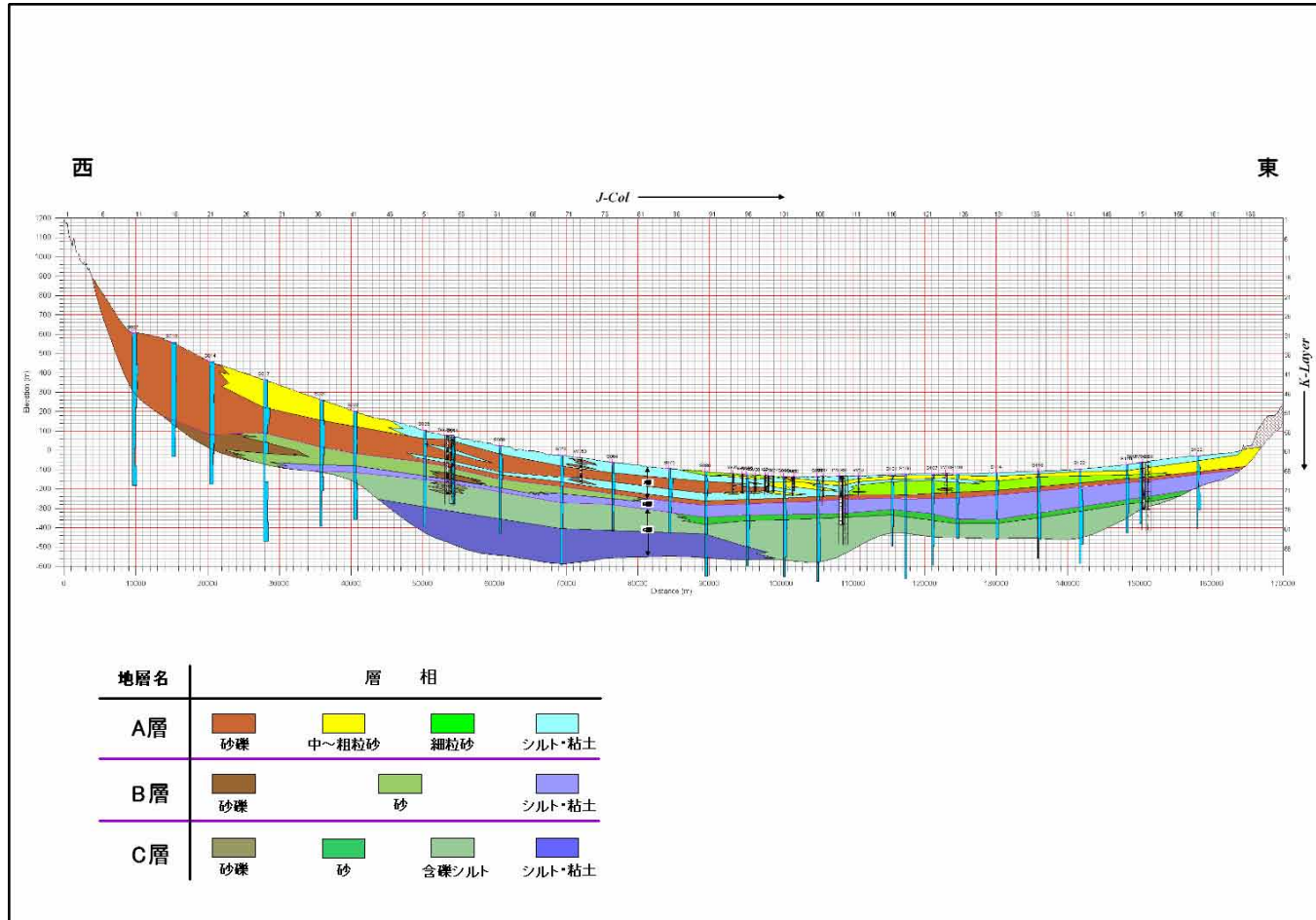


图 9.6.4 南盆地 (W-E) 水文地质断面图

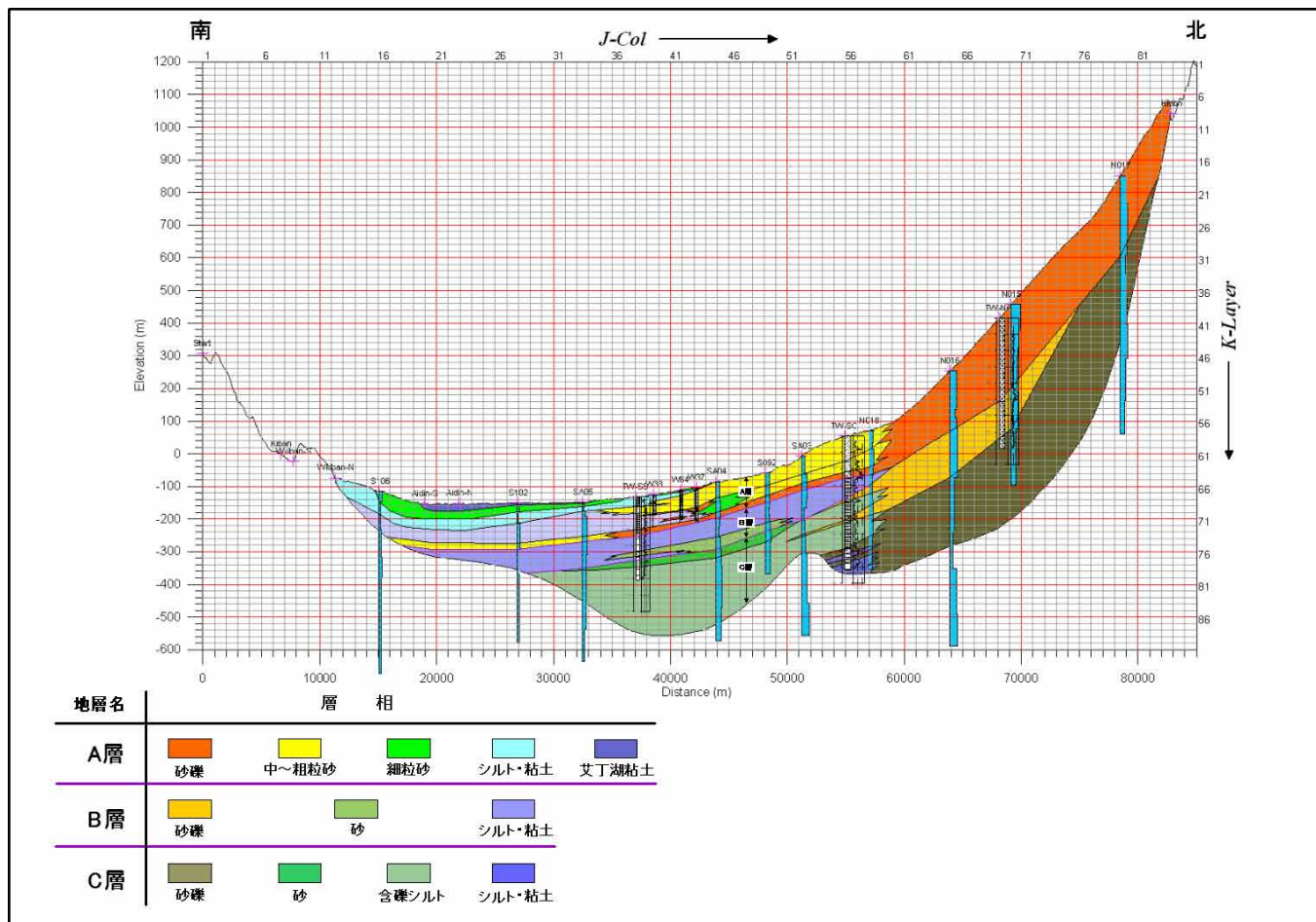


图 9.6.5 盆地中央部 (S-N) 水文地质断面图

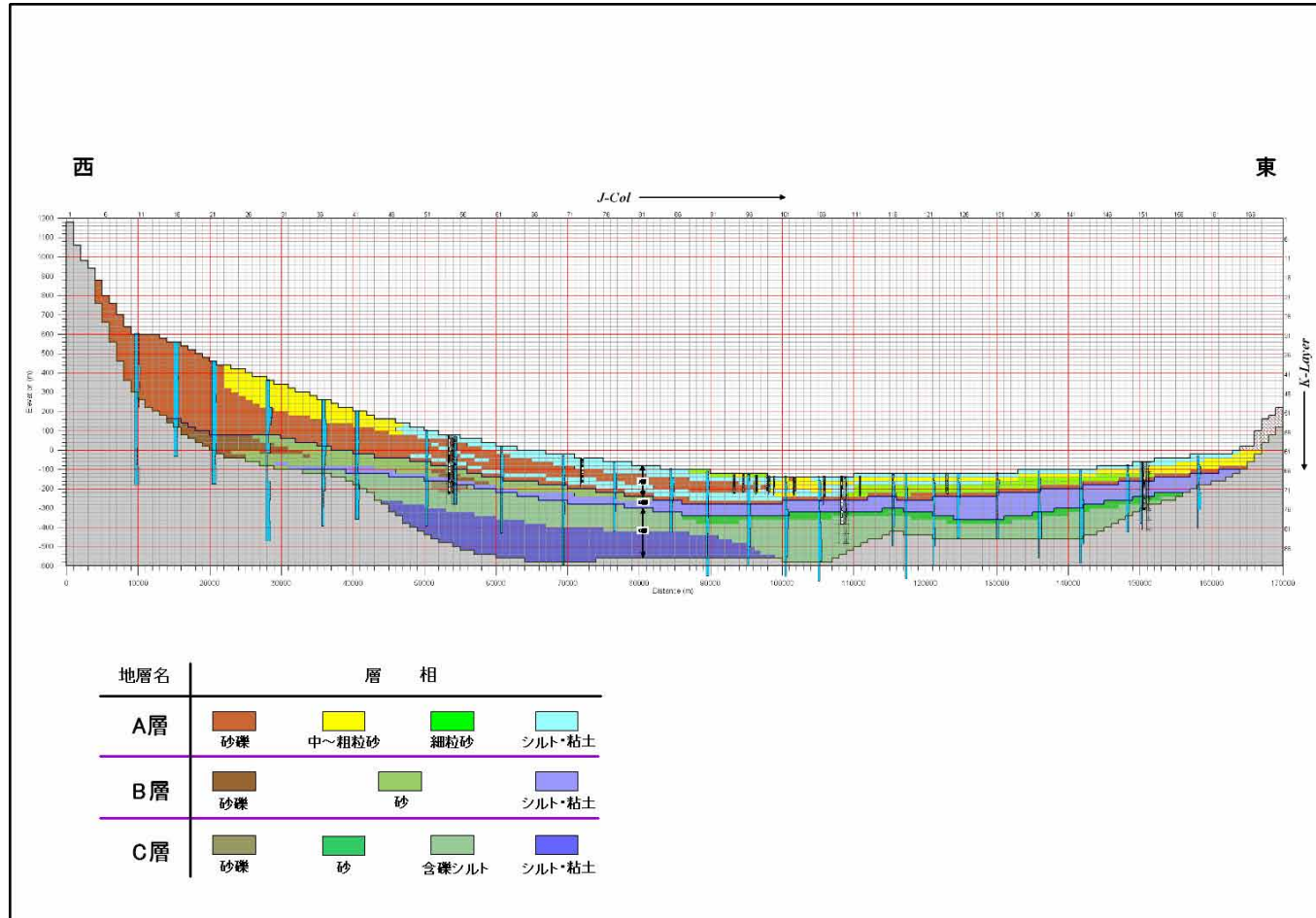


图 9.6.6 南盆地 (W-E) 断面模型网格的层相划分

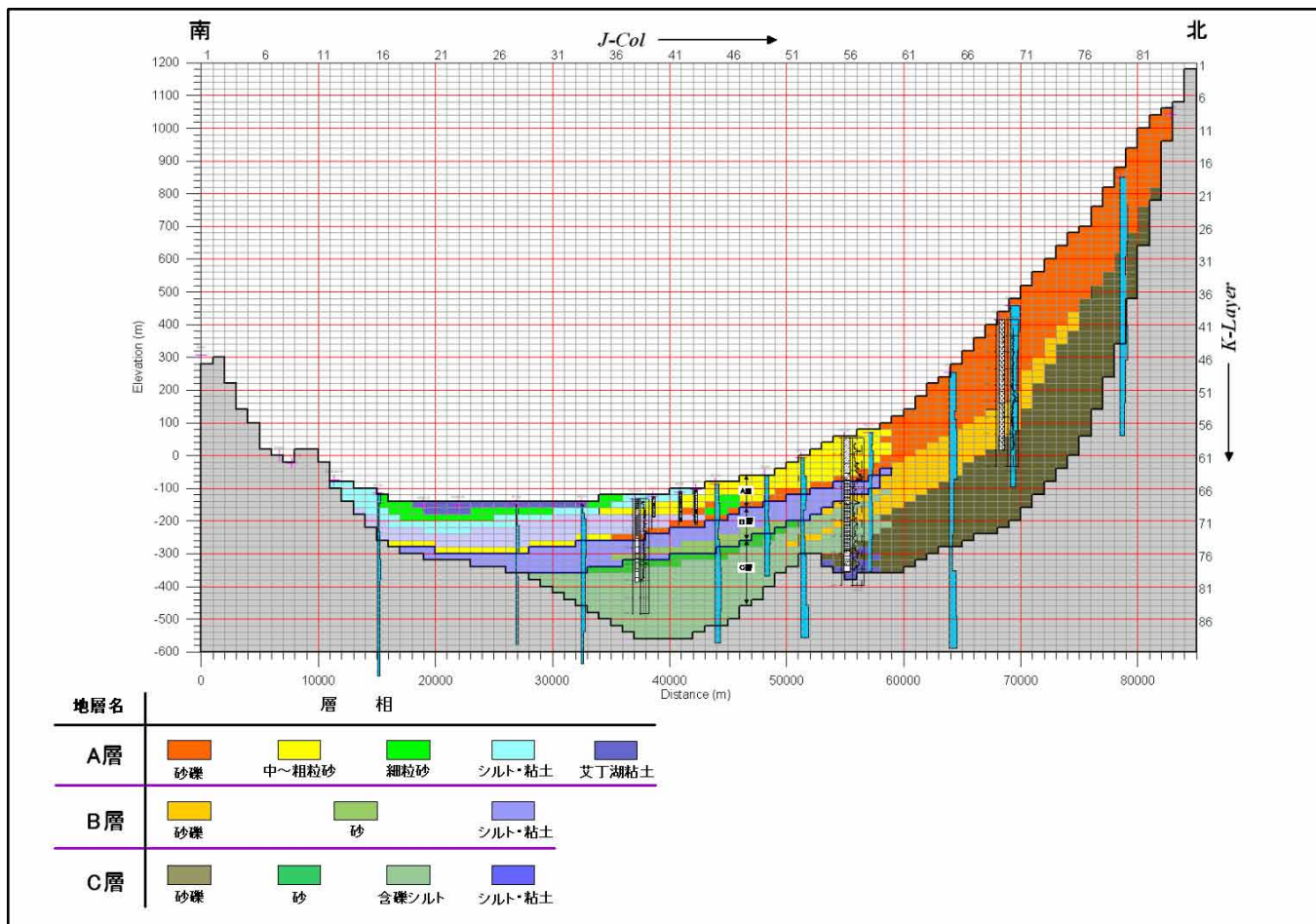


图 9.6.7 盆地中央部 (S-N) 断面水文地质模型区分图

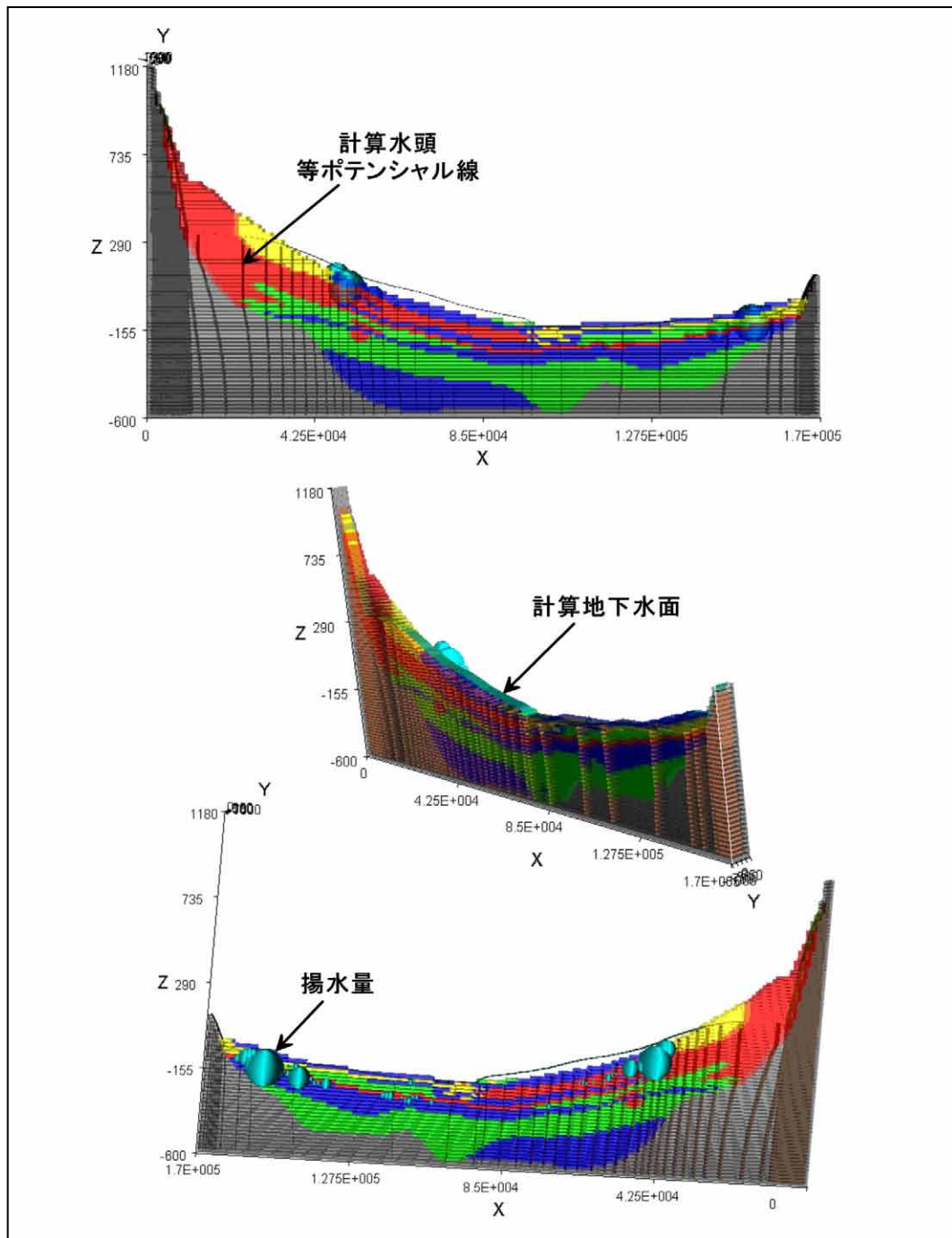


图 9.6.13 东西方向断面模型的验证计算结果

9.7 局部三维模型

9.7.1 局部三维模型的构造

a. 局部三维模型的平面构造

局部三维模型，以吐鲁番盆地南地下水盆东部的达朗坎地区为对象构建而成（参照图 9.7.1）。所模型化的地区在东西 25 km、南北 35 km 的范围，北边含火焰山，东边含库木塔格沙漠。模型网格以世界测地系 WGS84 的 UTM 坐标系第 45 带为标准，各网格的平面尺寸设定成了 250 m×250 m（参照图 9.7.2）。表 9.7.1 中综合给出了局部三维模型的各平面。

表 9.7.1 局部三维模型的各要素

	东西方向	南北方向
模型的范围	25 km	35 km
网格数	100 列	140 行
UTM 坐标 (WGS84, Zone-45)	西: 715,000 m 东: 740,000 m	南: 4,715,000 m 北: 4,750,000 m
网格的大小	250 m	250 m
平面网格数	14,000 个	

局部三维模型所涵盖的地区，以鄯善县西南部的鲁克沁镇为主，还有达浪坎乡、迪坎乡、吐峪沟乡等，都是农业发达的地区，但在 2004 年夏地下水位异常低，许多水井出现井水枯竭、扬水量减少等现象。另外，在南部的迪坎乡沙漠化不断发展，居民不得不搬迁。

图 9.7.3 是局部三维模型化地区的鸟瞰图，这一地区在北边被火焰山、在东边被库木塔格沙漠遮断，地表水按照季节除北盆地的二唐沟河水通过鲁克沁干渠被引入之外，只有少量地表水被从吐峪沟支渠分到农地，农业用水基本上都由地下水供给。

达朗坎地区的这些平面条件统计见图 9.7.4。在局部三维模型上，将平面上相当于火焰山的网格和相当于库木塔格沙漠的网格作为非计算区域处理。另一方面，盆地内的农地和草地由于用地下水、引来的地表水等灌溉，所以属于地下水涵养量的给水区。另外，如图所示这个地区过去有很多坎儿井被利用，但现在大都干涸不再利用。

b. 局部三维模型的断面构造

为了可以立体覆盖模型化地域平原部的地表面到吐鲁番地下水盆的水文地质基底上表面之间的地下水盆构造，局部三维模型的断面构造设定成了 35 层构造，模型的最上面标高定为 200 m，最下面标高设定成了 -500 m。因此，整个局部三维模型的厚度为 700 m。

模型层的层厚如图 9.7.5 所示，第 1 层到第 35 层一律设定成了 20 m。并且，将为每个网格分别设定与地层划分、层相划分等相应的水文地质参数。

标高 (m)	模型层	模型层厚 (m)
200	1	20
180	2	20
160	3	20
140	4	20
120	5	20
100	6	20
80	7	20
60	8	20
40	9	20
20	10	20
0	11	20
-20	12	20
-40	13	20
-60	14	20
-80	15	20
-100	16	20
-120	17	20
-140	18	20
-160	19	20
-180	20	20
-200	21	20
-220	22	20
-240	23	20
-260	24	20
-280	25	20
-300	26	20
-320	27	20
-340	28	20
-360	29	20
-380	30	20
-400	31	20
-420	32	20
-440	33	20
-460	34	20
-480	35	20
-500		

图 9.7.5 局部三维模型的断面构造

c. 局部三维模型的立体构造

按照上述局部三维模型的框架，将实际模型化地区的地形面标高和水文地质基底的上表面标高考虑进去，构建了模型的立体构造。图 9.7.6给出了局部三维模型的立体构造。模型的计算区域，除将火焰山和库木塔格沙漠从计算区域除去外，同时也将位于完全高于地表面之处的网格作为非计算区域网格从计算区域除去了。

所模型化的第四系的下边如图 9.7.6的 B 图所示，布置了相当于水文地质基底的网格。局部三维模型与广域三维模型一样，对于分布在吐鲁番地下水盆下边的水文地质基底，在模型上不将其作为非计算区域，而是输入了与第四系不同的水文地质参数值，以便可以对水文地质基底和第四系地下水盆的地下水交流关系进行研究。水文地质基底的上表面构造，以在局部三维模型化地区内挖掘的 TW-SE-1 观测井所探明的基底深度、以及根据本项目实施的物理测井结果制作而成的基底上表面标高分布图等为基础构建了模型。

9.7.2 边界条件

建立模拟模型需要考虑水文地质条件设定边界条件。在局部三维模型中按以下说明设定了边界条件并在模型的验证过程中进行了必要的修正。

a. 封闭边界

所谓封闭边界是指不能以之为界发生内侧与外侧之间的地下水流动的边界、在局部三维模型中模型的底面（标高-500 m）和后面会进行叙述的没有指定为一般水头边界的模型外周网格的侧面为封闭边界。

而且、根据广域三维模型以及断面二维模型的验证结果、可以判断从库木塔格沙漠下面分布的基岩以及构成火焰山的基岩的地下水流入量极小、所以在局部三维模型中相当于库木塔格沙漠以及火焰山的网格被设定为不透水网格而排除出计算领域。同时、与广域三维模型相同、对于由模型分层而形成的高于地表标高的网格，因为是不存在实际地层的网格、所以这些网格在模型中被处理为不透水网格而排除出计算领域之外。

b. 固定水头边界

固定水头边界图 9.7.7所示设定于从火焰山的谷地流入南盆地的河流所在的网格和计算领域南西部的表层网格。前者的设定是为了再现火焰山谷部中泉以及引水渠的补给、而后者的设定是因为假定艾丁湖附近的网格的水位几乎固定不变。

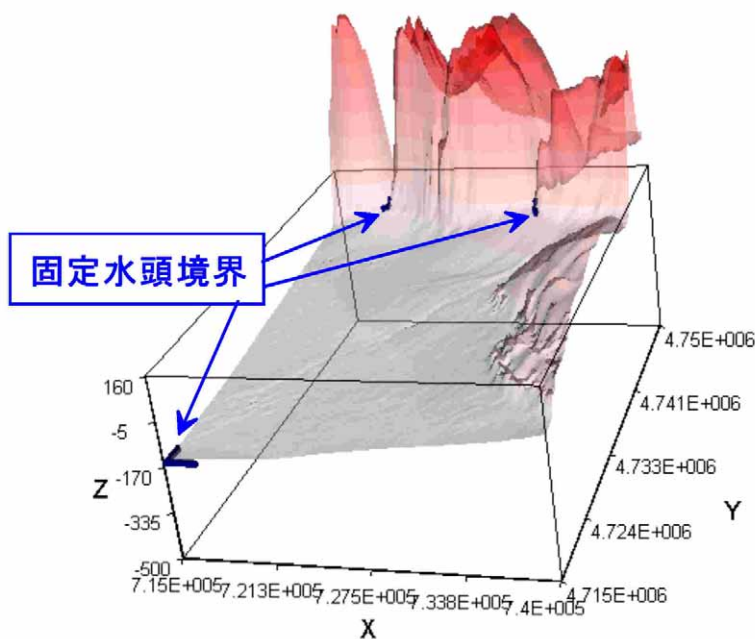


图 9.7.7 局部三维模型的固定水头边界

9.7.3 补给量和抽水量

输入局部三维模型的补给量和抽水量是对广域三维模型中统计出的补给量数据和抽水量数据以 250 m×250 m 的网格划分为基础进行再统计而求得的。

a. 地下水补给量

输入局部三维模型的验证期间（1994年1月~2003年12月）的实际地下水补给量图9.7.8所示。从图中可见、在1994~1997年的期间内除了夏季在冬季也可以看到实际地下水补给量增加的峰值、但在1998年以后就只剩下夏季的峰值了。这是因为冬季的主要补给量的坎儿井水和泉水流量减少的缘故。过去这些水源在冬季可以对地下水进行补给、但近年来坎儿井的流量几乎没有了、所以地下水的补给量主要靠机井抽水量和引水渠的渗透量。

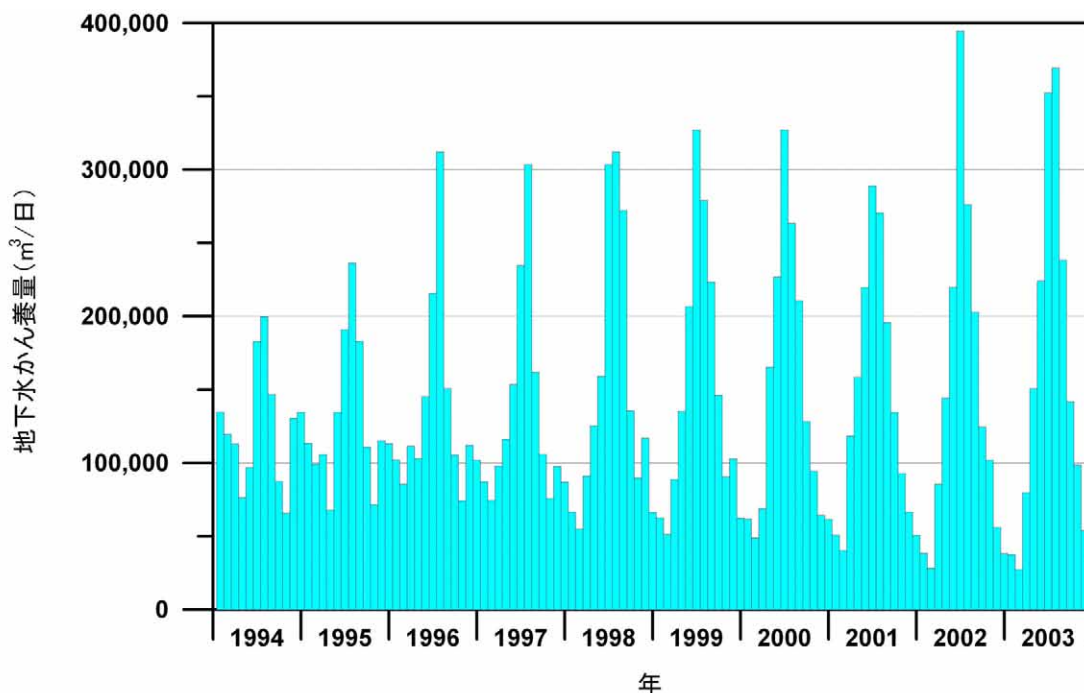


图 9.7.8 输入局部三维模型的实际地下水补给量

图 9.7.9中表示了2003年1月的实际地下水补给量在不同网格的分布状况。从图中可见、最近的冬季地下水补给仅在沿火焰山的谷地出口的引水渠附近的网格和模型化地域南东部残存的泉以及坎儿井所在的网格附近发生。

另一方面、图 9.7.10所示从2003年7月的实际补给量的网格别分布来看、在灌溉农田的广大区域发生着地下水补给。特别在模型内的西北部各个网格的补给量在中央部比南东部要大。

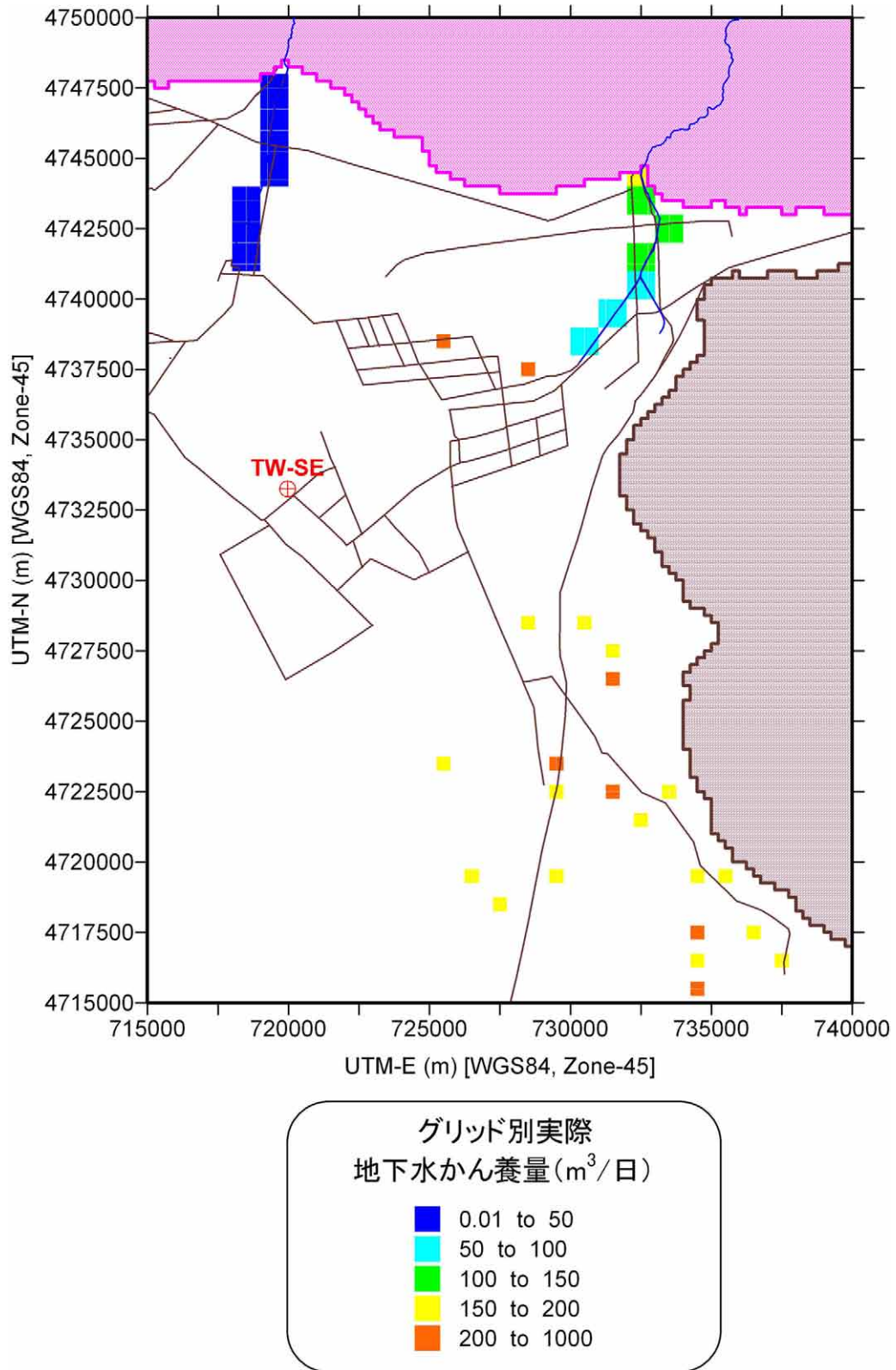


图 9.7.9 不同网格的实际地下水补给量 (2003 年 1 月)

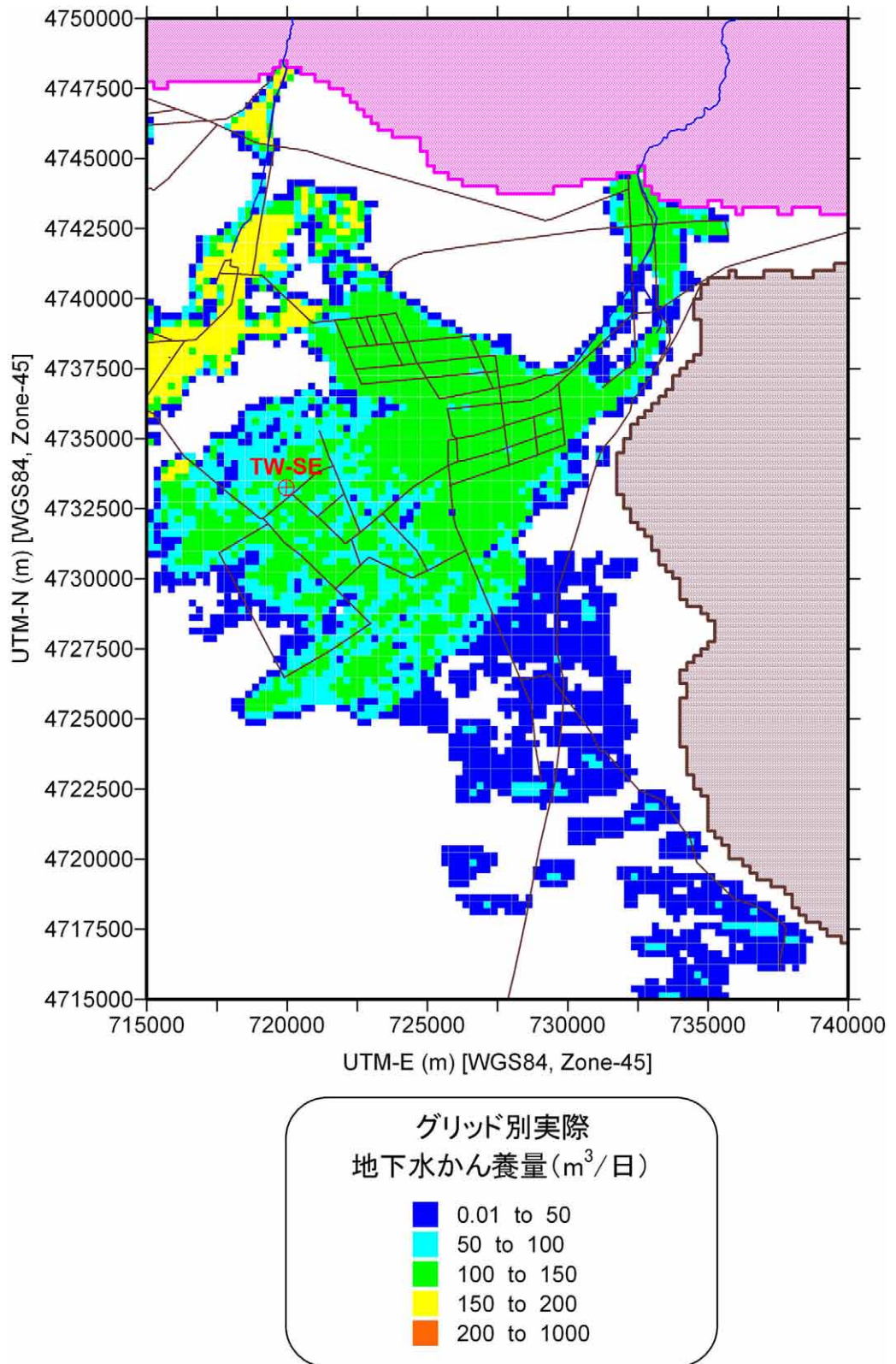


图 9.7.10 不同网格的实际地下水补给量（2003年7月）

b. 地下水抽水量

输入局部三维模型的验证期间（1994年1月~2003年12月）的地下水抽水量和实际地下水补给量一起表示于图 9.7.11之中。从图中可见、地下水抽水量在 1994 年以后到 1999 年每年都以很快的速度增加、其后到 2003 年仍然为增加趋势。

与抽水量相比地下水补给量随着夏季的机井抽水量形成的农田灌溉量的增加而在夏季出现明显的峰值、但每年 1 年的补给量自身几乎没有增加、导致夏季地下水抽水量大幅度超过地下水补给量的深刻化的赤字状态。

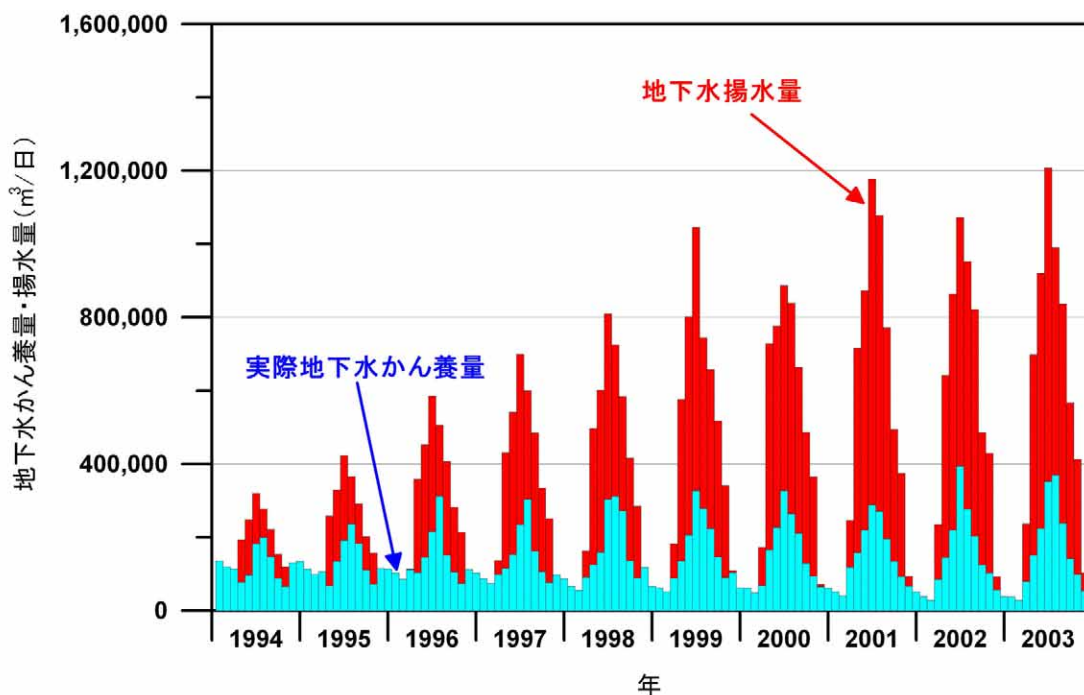


图 9.7.11 局部三维模型中输入的实际地下水补给量和抽水量

为了分析验证期间中夏季的地下水抽水量的分布变化、绘制了 1994 年 7 月的抽水量分布图（图 9.7.12）和 2003 年 7 月的抽水量分布图（图 9.7.13）。从图中可见、和 1994 年 7 月相比 2003 年 7 月中在更多的网格内进行了地下水抽水。在过去 10 年内模型区域里新设了很多机井、在最近的局部模型化地域的灌溉农田中、几乎全部的 250 m×250 m 网格中都发生了地下水抽水。

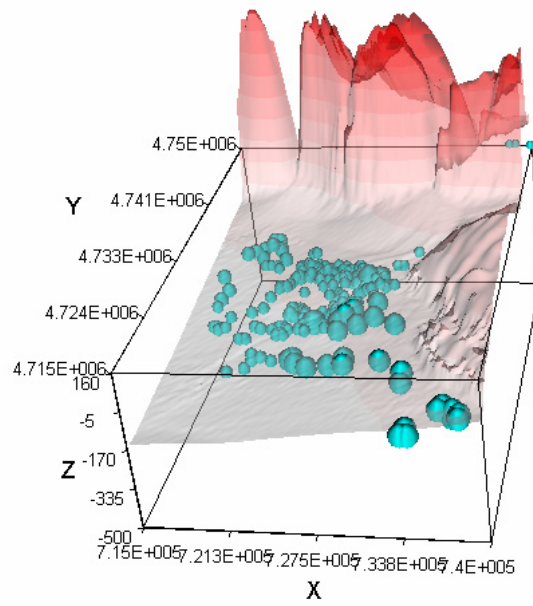


图 9.7.12 局部三维模型中输入的 1994 年 7 月的抽水量分布

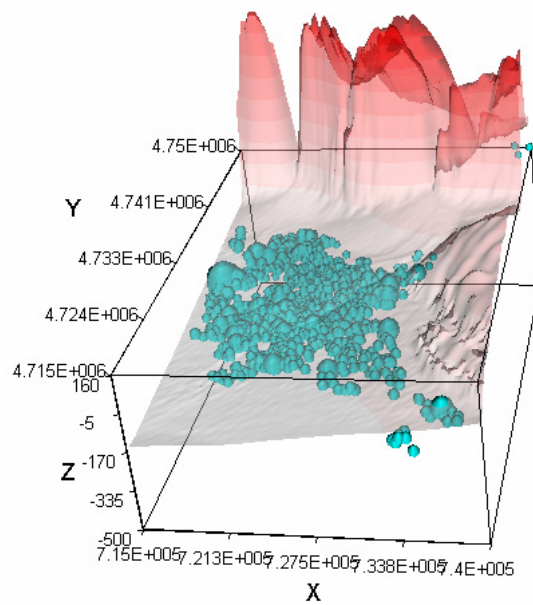


图 9.7.13 局部三维模型中输入的 2003 年 7 月的抽水量分布

9.7.4 模型的验证

a. 作成初期水头

局部三维模型的验证、通过输入 1994 年 1 月到 2003 年 12 月的各月时系列数据进行非稳定流计算来完成。验证计算开始时的初期水头根据广域三维模型长期非稳定流计算（准稳定流计算）的结果而做成。

b. 通过非稳定流验证计算得到水头分布

将前项作成的初期水头输入各模型层、再输入 1994 年 1 月到 2003 年 12 月 120 个月的逐月地下水抽水量和补给量数据进行了验证计算。图 9.7.14、图 9.7.15 以及图 9.7.16 表示了最上层变水头网格的地下水水面分布和地下水头等值线分布。

从图中可见、计算地下水头呈南西低向北东增高的分布趋势、冬季和夏季相比夏季的水头等值线向北东方向移动、说明夏季的地下水头在下降。同时、与 1994 年相比、1998 年、2003 年随时间的推移等水头线也是向北东方向移动、显示出模型中央部的水头是在下降。

c. 通过非稳定流验证计算得到水头下降量分布

以 1994 年 1 月的初期水头为基准计算水头的下降量分布图 9.7.17 以及图 9.7.18 所示。

从图中可见、在一些区域、特别是模型化地域的中央部 1997 年 12 月的计算水头下降量达到了 7.5~10 m、2000 年 12 月达到了 12.5~15 m。

在验证期间終了时的 2003 年 12 月、模型化地域中央部的水头下降很显著、在部分区域里水头下降达到 17.5~20 m。这些地域与 2004 年夏季发生的由于水头下降机井干枯或者抽水量减少的区域很一致、如果继续这样的抽水量增加的话、发生更加深刻的地下水头下降的问题十分令人担心。

d. 水头变动计算结果和水头变动实测结果的比较

如以上所述、在本项目中建立而且验证过的模型可以很好地再现实际地下水头的分布和水头下降量的分布。进而，为了验证模型的精度、对代表性的现存观测井的地下水位变动和计算水头变动进行了对比。

图 9.7.18 表示鄯善县 No. 2-14 观测井记录的实测地下水头和计算地下水头之比的结果。从图中可见、计算水头变化十分准确地再现了 1994 年到 2003 年的实测水头的下降过程。在广域三维模型中计算水头和实测水头相比绝对值之间有接近 2 m 的差、而且计算水头的季节变动量比实测水头的变动量小、而在局部三维模型中则详细地再现了水头变动的模式。

如以上说明过的一样、经过验证的局部三维模型可以很好地再现过去的地下水头分布和地下水头下降量分布以及代表性观测井中的水头变化、所以可以被用来进行高精度的南盆地东部地下水问题深刻化区域的将来预测模拟。

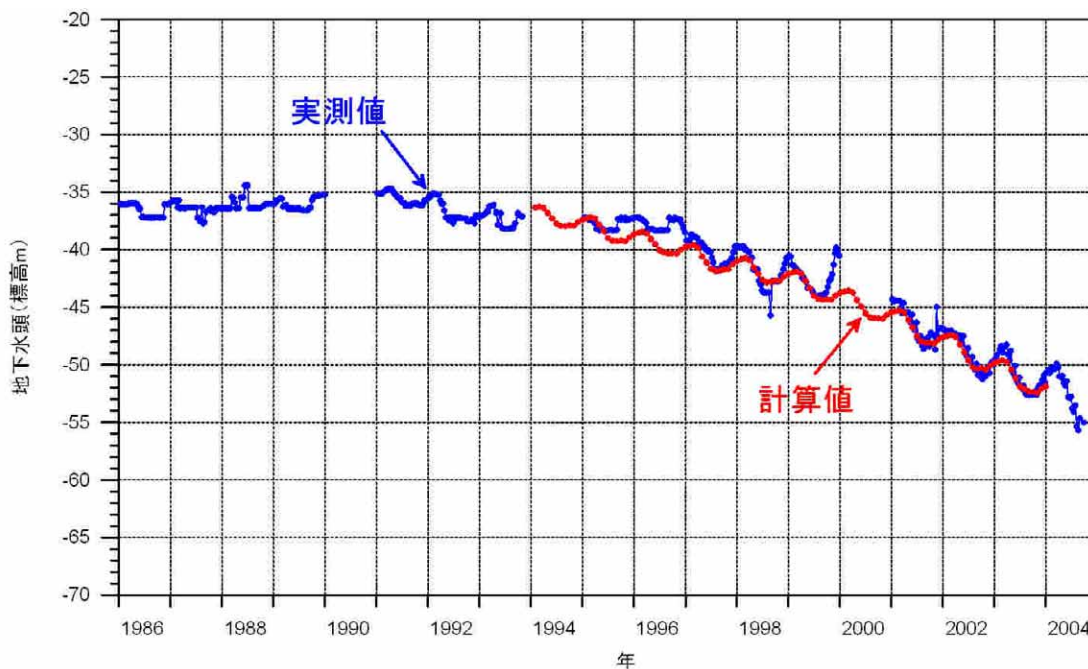


图 9.7.19 用局部三维模型计算的水头和实测水头的比较 (No.2-14 观测井)

【参考文献】

- 1) Gelhar, L.W., 1986, Stochastic subsurface hydrology, from theory to applications. *Water Resources Research*, 22, 9, 135S-145S.
- 2) Konikow, L. F. and Bredehoeft, J. D., 1978, *Computer Model of Two-dimensional Solute Transport and Dispersion in Ground Water*. Techniques of Water Resources Investigations Book 7, Chap. C2, USGS, 90p.
- 3) Logan, J., 1964, Estimating transmissibility from routine production tests of water wells. *Ground Water*, 2, 35-37.
- 4) McDonald, M. G. and Harbaugh, A. W., 1988, A modular three-dimensional finite-difference ground-water flow model. Techniques of Water-Resources Investigations 06-A1, USGS, 576p.
- 5) Shibasaki, T., Azemoto, S., and Kotsuma, T., 1967, A various investigation on coefficient of aquifer. *Soils and Concrete*, 48, 5-11. (in Japanese)
- 6) Shibasaki, N., 1996, Relationship between transmissivity and specific capacity for evaluating aquifer characteristics. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 102, 419-430.
- 7) Thiern, G., 1906, *Hydrologische Methoden*. Gedhardt, Leipzig, 56p.
- 8) Walton W. C., 1970, *Groundwater Resource Evaluation*. McGraw-Hill, New York, 587p.
- 9) Zheng, C., 1990, MT3D, a modular three-dimensional transport model, S.S. Papadopoulos & Associates, Inc., Rockville, Maryland
- 10) Zheng, C. and Wang P. P., 1999, MT3DMS: A modular three-dimensional multispecies model for simulation of advection, dispersion and chemical reactions of contaminants in groundwater systems; Documentation and Users Guide, Contract Report SERDP-99-1,

U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS.

- 11) 中华人民共和国建设部, 2001, 供水水文地质勘察规范. 中华人民共和国国家标准, GB50027-2001, 中国计划出版社, 北京、115p.
- 12) 黄文房等, 1998, 绿洲的发展与生态环境建设. 新疆科技卫生出版社、乌鲁木齐、227p.

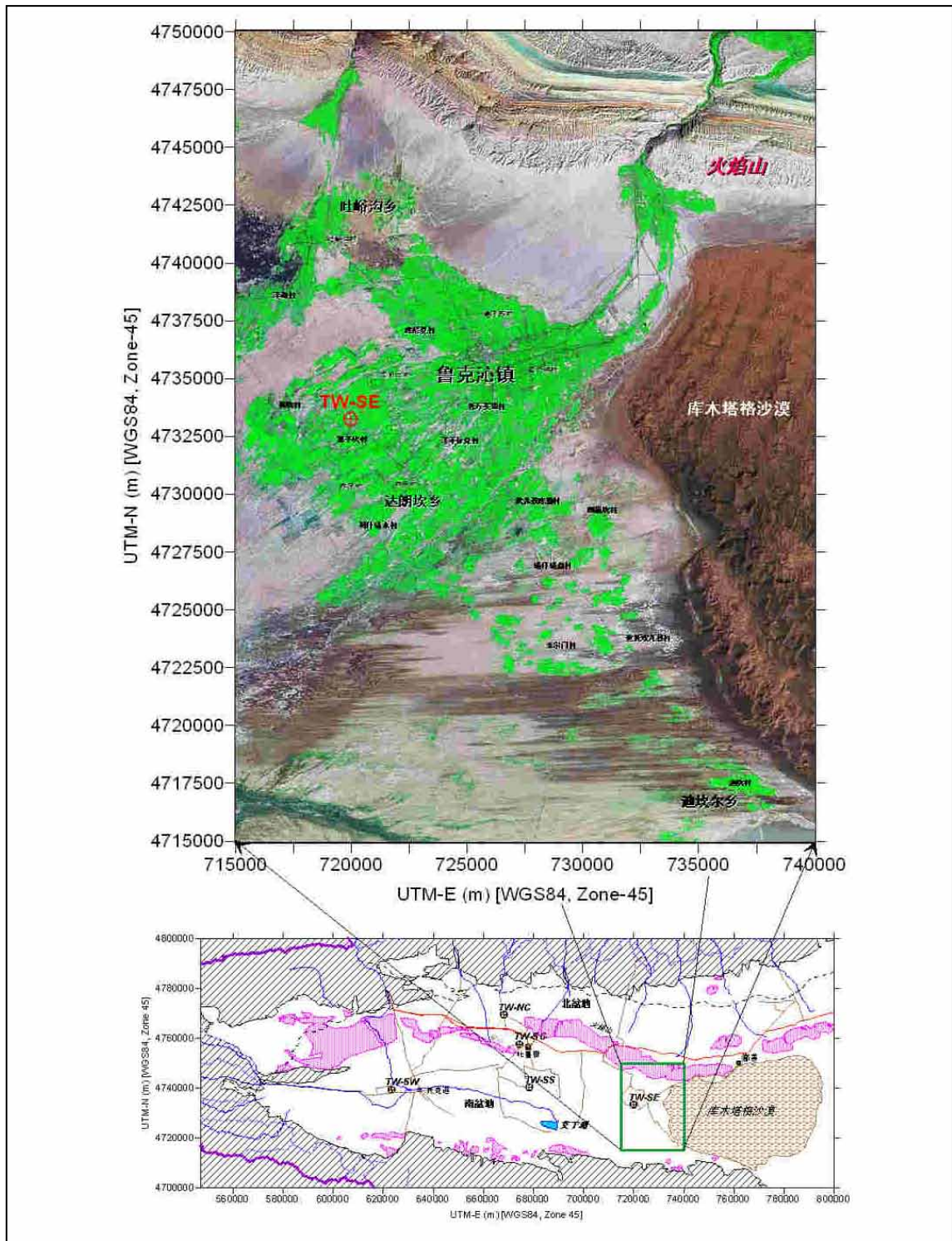


图 9.7.1 局部 3 维模型位置图