



发现之旅

<<4

主编 薛继军
副主编 廖烨 张力

窥探秦陵
飞架钱塘
深闺秘语
水神
行走66.4米
穿越西拉内华达

上海科学技术文献出版社



发现之旅

主编 薛继军
副主编 廖烨 张力

<<4

图书在版编目(CIP)数据

CCTV 发现之旅. 4/薛继军主编. 上海: 上海科学技术文献出版社, 2005. 5

ISBN 7-5439-2566-4

I. C... II. 薛... III. 科学知识-普及读物
IV. Z228

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 033358 号

责任编辑: 张 树 李 莺

装帧设计: 钱 祯

条目注释: 宋静娴

CCTV 发现之旅 4

主 编 薛继军 副主编 廖 烨 张 力

出版发行: 上海科学技术文献出版社

地 址: 上海市武康路 2 号

邮政编码: 200031

经 销: 全国新华书店

制 版: 南京展望文化发展有限公司

印 刷: 常熟市华顺印刷有限公司

开 本: 787×960 1/16

印 张: 9.25

字 数: 160 000

插 页: 1

版 次: 2005 年 5 月第 1 版 2005 年 5 月第 1 次印刷

印 数: 1-8 000

书 号: ISBN 7-5439-2566-4/G·665

定 价: 23.00 元

[http: //www. sstlp. com](http://www.sstlp.com)

《发现之旅》的秘密

薛继军



《发现之旅》希望为观众朋友们带来什么？《发现之旅》的制作者们又在这发现的旅程中得到了什么？答案并不是一蹴而就的。一种崭新的节目形态必然要经历创生、成长、成熟的阶段，所以节目的定位与目标人群，包括节目的表现手段以及区别同类节目的独特气质，无不是一个在摸索中逐渐清晰的过程。对于那些创作节目的年轻同志，用一句社会上的时髦话来说，当然希望他们既满足了自我又奉献了他人，果能如此，当可成就一段激情燃烧的岁月。

其实这些都是栏目创造者的内心独白，很少能够拿出来摆一摆。前面说了，栏目的开创也是摸着石头过河，但并不意味着在一开始不存在原始的构想。为了更好的对《发现之旅》做一个说明，其实有必要先谈一谈我们不想把节目做成什么样子。首先，这个节目不是传统意义上的科教片，它不能一头扎入知识的海洋难以自拔；其次，它也不是精英类纪录片，惟出语惊人马首是瞻，这实在有点太过险峻；最后，它一定不是新闻报导式的纪录片，浮光掠影，泛泛一番。

那么，《发现之旅》是一个什么样的栏目，或者说，它自身的价值体现在哪里呢？一个节目，最先实现的应该是它在艺术上的价值。与其他节目相比，《发现之旅》有很鲜明的特色，它的引人入胜在于强调故事化的创作手法。首先是一个故事，然后是事件的前后关连，最后是解开谜题的科学钥匙。在这里，知识潜入了后台，用故事来带动知识，将科学融入情节中去，达到寓教于乐的传播目的。这种娱乐化的创作手段并不是我们的发明创造，但是在国内的科学节目中，我们的确先行了一步。第二，是节目在传媒方面的价值，一个好的节目，一个在艺术上有价值的节目，是必然要担负教育与宣传的作用的，教育与宣传有多种手段，是大声疾呼、直抒胸臆，还是冷静的客观的传播科学精神，我们选择了后者。第三，是社会层面的价值，在这个层面更多体现的是一种认知的价值，科学本身就是一种旗帜鲜明的态度，去伪存真，求真务实，实事求是，将科学的精神与态度潜移默化地向观众浸淫，自然而然地便是社会价值的收获。而这一点，我以为恰恰是当下我们民族精神中最缺失的。

现在，让我们来回答一开始提出的问题，我们怎样将这些理念奉献给观众朋友呢？也就是说，披上一种什么样的外衣能够令观众朋友们可以认真地、快乐地收看我们的节目呢？我们把注意力转向人类的原始天性之一——游戏的欲望。人类的天性中有一种对游戏的渴求，说到底，它是我们人类共有的基因。这是因为游戏本身就是一种磨砺认知、宣泄情感的过程，像小孩子的“藏猫猫”、“找宝藏”，电脑游戏中非常流行的“找不同”、“挑错”，甚至文字游戏“按空填字”，它们的共同魅力都来自于通过发现赢取快乐。作为一档节目，我们所做的就是通过电视手段将这种游戏的魅力释放出来，在发现的过程中，我们和观众共同挑战未知，寻找真相，破解迷团，猜想缺环。也许正是因为这个节目满足了观众朋友们潜意识中游戏的欲望，它才能够拥有一大批忠实的观众群。如果说《发现之旅》有什么样的秘密，这大概就是它最终的谜底吧。

随着《发现之旅》的不断播出，这个节目也得到了社会各界越来越多的关注和肯定。两年多来，《发现之旅》获得了国内国际等三十多个奖项，几乎囊括了国内纪录片的全部大奖，《发现之旅》所开创的纪录片模式更成为国内多个纪录片栏目的模仿目标，已经有同行称这种现象为“科影现象”。作为节目的母体，北京科学教育电影制片厂已经有45年的科教片摄制历程，超过1400部科教影片的制作，其中一百多部影片更获得国内及国际的大奖。今天，全厂有300多名中高级职称的科教片制作人员，每年为中央电视台提供超过300个小时的科教节目，并不断有优秀的作品进入国际主流市场发行播放，这些都证明一档节目的成功决非偶然。在媒体竞争激烈、样式层出不穷的时下，《发现之旅》走过的是一条与众不同的成功之路，它是最合适的团队+激情+努力的完美组合，姑且把这些也称为一个秘密吧。

《发现之旅》开播已经3年了，3年的时间里，这个栏目培养了很专业化的制作队伍，栏目前后期共有三十多名制作人员，他们在工作岗位上也越来越有“感觉”。看着他们提着前期设备奔赴祖国各地，又因为忙于后期而身影匆匆的时候，总有一种自豪的情感油然而生。“新丰美酒斗十千，咸阳游侠皆少年。相逢意气为君饮，系马高楼垂柳边。”他们是一群平均年龄刚刚三十出头的年轻人，正是这些忘我的青年，寄托着科影的未来，同时也寄托着科学纪录片的未来。

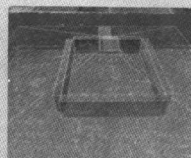
2005年4月



目 录

窥探秦陵	2
1. 用现代技术遥感考古	4
2. 关于西墓道	9
3. 封土下有无地宫?	10
4. 关于水银异常及其分布特点	15
5. 一个令人惊叹的探测结果	17
飞架钱塘	18
1. 架桥人的寻找	20
2. 挑战工期	25
3. 战火风云	30
4. 不屈的桥	37
深闺秘语	42
1. 神秘的符号	44
2. 闺怨幽幽	49
3. 迷雾重重	56
水神	62
行走 66.4 米	76
1. 最后一场音乐会	78
2. 上托 1.7 米	87
3. 再接再厉	97
4. 成败 66.46	107

穿越西拉内华达	118
1. 美国为什么要修铁路	120
2. 决定雇佣华人	121
3. 第一次使用华工	125
4. 铁路公司面临的问题	127
5. 与险恶自然的一次较量	128
6. 炸药和死亡	135
7. 穿越西拉内华达	136





窥探秦陵

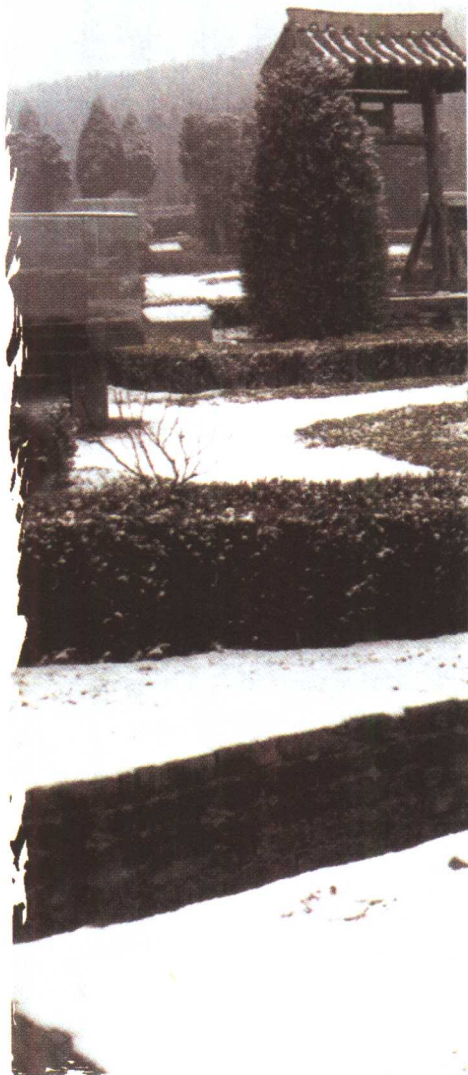
秦始皇陵的秘密，也许将成为我们这个星球上最后的谜题之一。

史书上说，秦始皇用70万人，历时38年，耗费国家三分之一的赋税修建了自己的陵墓。可是，从今天看，原本应该极为辉煌的陵墓却只是一个很大的土冢。史籍中有项羽盗秦陵，所获财物运送了3个月的记载。难道说，《史记》描述的2000年前人类建筑力的极限，已经被项羽的一把大火烧得干干净净？

事实并非如此。从近年来的考古发现中可以得知，秦始皇的陵墓并不只限于兵马俑和主陵，在主陵周围几公里的范围里，还有大量的陪葬坑。其中石甲坑是秦始皇地下军队的武备库，12陶俑坑是地下的司法机关，甚至还有供秦始皇玩乐的陪葬坑。

这些发现已经足以令人惊叹。但是，事情还远未结束。

2002年底，一个长达1年多的科学探测计划在秦陵上展开。这一次，科技部调动最精干的研究人员，通过遥感与物探等手段立体全方位地对秦陵展开考古探测。范围之广，手段之多，投入量之大，前所未有。秦陵立刻“表现”出了一些奇怪的迹象。从遥感图像上看到，在陵墓南部的大片地区有明显的低温带；而在陵墓西侧，有一条似有似无的“道路”。这种种异常说明了什么？地球物理探测手段也同样令人疑惑。数据表明，秦陵的地宫竟然建在地表之上，封土堆之中！而另有探测表明，





将中国版图装入其中的巨大地宫已经坍塌了！是数据计算失误，还是指向了不同的解释方向呢？

秦陵科学探测带给科技人员无数的难题。面对超出知识范围之外的考古研究，科研人员将如何深入探索？



窥探秦陵

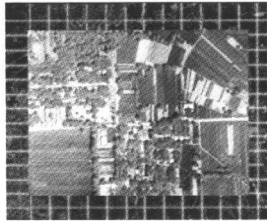
1. 用现代技术遥感考古

在这座土丘旁边，是八百里秦川上一个默默无闻的小村庄，与关中地区几百万户农家一样，这里的人们也过着平静安逸的生活。惟一一点不同的是，村子里的老人中流传着许许多多奇怪的故事。其中，有一个传说是项羽盗秦陵的故事，这个故事在这里尽人皆知。

今天，从天空上俯视，2 000年前建造的大冢，仍然是这里最大的一座人工建筑。

2002年年底，一群从没有学过考古的专家齐聚到临潼秦始皇陵园，他们要用现代科技手段证明秦始皇陵地宫的存在，并且对60平方公里的陵区进行古遗址的探寻。中国煤炭地质总局航测遥感局总部总工程师谭克龙是项目的负责人。他与他的同事们将利用现代遥感技术对秦陵进行全面探测。

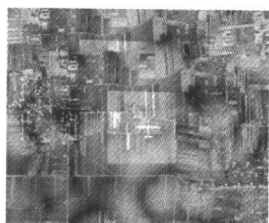
这里是位于西安东北70公里的阎良机场，对秦陵的航空遥感考古项目正在紧张地进行着。但是今天的工作却进行得不太顺利。由于天气以及设备安装的种种问题，原定飞行的日期一拖再拖。这是一架通用航空公司的小型飞机运-12，它将承担此次遥感的飞行任务。此时，小飞机正停在停机坪上，研究人员与飞机的机械工程师正在进行飞机调试。人们在这架小飞机的底部开了一个长方形的窗口，研究



飞机将在秦陵上空飞16个来回，合成一张图像

项羽（前232~前202）

秦末反秦义军重要领袖，名将。楚军统帅，名籍，字羽。楚国名将项燕之孙，随叔父项梁起义，与刘邦争天下，自封为西楚霸王。后在垓下被围，突围至乌江自刎身亡。他作战勇悍，长于突击，自言“身经九十余战，所当者破，未尝败”（《前汉纪》卷三）。



惯性导航定位系统的帮助



重塑 1956 年的地表形态

人员把上海技术物理研究所研制的高光谱遥感扫描探测仪固定在飞机的底部。

遥感负责人万余庆所长和遥感考古专家宋德闻研究员都赶到现场开展工作。他们有一个基本的计划：利用最新的卫星定位系统，把秦陵 60 平方公里的上空划分为 16 个航带，在每一个航带之上进行遥感成像，再把这些图像拼在一起，形成一张比例尺为 1 : 5 000 的完整图像。这张合成图像将成为考古分析的主要依据。然而问题远非如此简单。首先，他们要为飞机制定出航线。遥感探测扫描的航带宽度为 700 米，长度为 10 公里。那么，飞机将在秦陵上空飞行 16 个来回，用以覆盖所有的研究区。

此时，遥感专家们正在飞机和地面上分别装上定位系统，这是遥感工作中至关重要的一步。飞机的飞行姿态总是在变化，这就需要第三套系统——惯性导航定位系统的帮助，用来记录飞机每时每刻的 22 个姿态参数。正是这个小东西，可以令计算机消除飞行的偏差，形成完整精确的图像。

航空考古与人眼的区别很大，利用高科技遥感技术对秦陵进行观测尚属首次。那么，在兵马俑之外，秦陵还会为人们带来什么样的惊喜呢？

2 000 年前，秦陵并不是今天的样子。史书中说，那里有 70 万修陵人，在 30 年的时间里，夜以继日地为皇帝修建着史无前例的巨大陵墓。这个陵墓范围极大，今天，考古人员证实，在以封土为中心的 60 平方公里的范围内，都有 2 000 年前修陵人的痕迹。

遥感考古利用空中高科技摄影手段，找到地面古遗址的蛛丝马迹，从而借以

临潼

位于西安市辖的东郊。自周、秦以迄汉、唐，一直为京畿之地，从 3 000 多年前的商朝至以后各朝均在此设置县以上的行政机构，是我国著名的骊山风景名胜区所在地。境内有周烽火台遗址、秦陵、秦兵马俑、唐华清宫遗址及“西安事变”遗址等。

了解中国历史上第一位皇帝对死亡的离奇梦想。这项工作成功与否,将取决于航拍是否顺利。

在煤航遥感局内,另一项遥感图像的解译工作也在紧张地进行中。航空遥感考古工作利用空中开阔的视野寻找地面上古遗址的蛛丝马迹,如今,情况却有了改变。经过1958年后的土地平整和20世纪70年代的农业学大寨运动,人们几乎铲平了秦陵地表绝大多数坟墓和各类古建筑遗址。人为的破坏使新的黑白摄影图像很难反映文物信息,对遥感工作带来极大的影响。所以,专家们只有另辟蹊径。他们收集到了1956年和1974年的黑白航空摄影图像。虽然图像年代久远,但是人为破坏的痕迹小,因此能反映出早期的基本地貌。

负责图像解译工作的万余庆和周小虎很早就对老照片展开了研究。他们将借助于数字化测图技术,获取秦始皇陵区的数字地形图。通过三维投影技术,重现1956年的地表形态,这对正在进行中的考古研究意义非同寻常。



能否从老照片上找到痕迹



小飞机



存在若隐若现的痕迹

1974年,举世震惊的秦始皇兵马俑出土。这一考古发现被人们称之为“世界第八大奇迹”。随后,秦陵考古就成为世人关注的课题。1980年,铜车马出土。1996年,石甲坑出土。2000年,文官俑出土。这些近年来不断被发现的文物遗址,能否在古老的黑白图像上找到痕迹呢?

不难推断,如果可以用现代科技解译出老航片上的文物遗址,那么,就可以怀疑航片上有同样反应的地区也是文物遗址的所在地。万余庆与周小虎的研究目的也正在于此。

飞行调试的工作已经进入到第三天,原本计划好的飞行工作因为技术的原因一拖再拖。而这些技术上的事还不全是谭克龙最担心的问题。冬末春初的西安,正是雾多的季节,刚刚还是晴朗的天气,一会儿就大雾弥漫。谭克龙对飞行时间早有

计算，每条航线的飞行时间为20分钟，全程飞行超过5个小时。如果这段时间内起雾，此次飞行所成的图像都将变得全无用处。

机场上，试飞的飞机一架架起飞，远处，直升机的训练也不断展开。惟有停在停机坪中间的这架通用小飞机，却一点起飞的意思都没有。

利用先进的立体观测技术，1956年所拍摄的老图像一点点清晰起来。在专家眼中，可以清楚地看到图片中反映出的立体形态信息。阴影处是位于秦陵东北部1.5公里处的兵马俑陪葬坑，而封土堆东侧的马厰坑、五岭大堤等遗存都存在若隐若现的痕迹。对老照片的解译可以为新航片提供分析依据，如果在新航片上发现类似于老航片上的遗址显示，那么，就可以利用新航片找到埋藏在地下2000年的文物遗存。

3月19日，在机场刚刚开放的一大早，谭克龙就赶到现场指挥工作。天气预报说，今天的天气不错，空气可见性好，人们都希望起飞能在今天完成。最后的调



飞行没有想象中容易



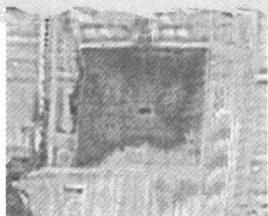
图片的翻译工作在进行中



试仍在进行，GPS全球卫星定位系统，遥感成像光谱仪与系统的调试。飞行员也早早赶到现场，对飞行的各种指数进行确认。如果一切顺利，那么，最关键的遥感飞行今天就必须进行。

临近中午，一切准备工作就绪，天气也持续放晴。专家们再一次聚在一起，讨论飞行计划。最后决定，飞机在中午11时准时起飞！

飞机很快进入预定航道。来自上海和北京的遥感专家协同工作，他们中一人根据先进的GPS卫星定位系统指挥飞行，另一个人开始对地面进行扫描成像。20分钟后，第一条航线的扫描工作结束，飞机在空中调头，开始第二条航线的扫描。脚下，正是秦始皇的巨大陵墓。飞行过程并没有想像中的那样容易，运-12飞机单薄的身躯在气流中上下颠簸，再加上每隔20分钟的一次调头，刚开始人们还不



专家们仔细分析土壤中的成分

反映出热异常的图像

觉得难受，飞行了几条航线之后，胃部感觉像翻江倒海一般。然而难受归难受，工作却还是要进行下去。5个小时后，飞机顺利返回阎良机场。

专家们最后共获取了7个G的图像数据。接下来的工作，就是在电脑上处理和解译这些图像了。在中国煤炭地质总局航测遥感局总部，图片的解译工作正在进行当中。此时，一些奇怪的野外拍摄图片引起了遥感专家的关注。5月底，正是麦子成熟的时候。在这些麦田的照片中，可以清晰地看出同一片麦地内，麦子的长势明显不同。这是什么原因呢？

在与秦陵考古队长段清波联系后，考古专家与遥感专家一同来到了位于封土堆东北5000米的戏水河西岸。顺着田间走了一段路后，来到照片中那处有明显差异的麦田。由于耕种取土，这里形成了一大片土崖。走近土崖之后，段清波与遥感专家立刻发现，这片土崖之上有非常明显的古人类生活遗迹。他们进行了非常简单的发掘后，土层中出现了好些碎陶片。段清波很快辨认出这些带有网纹的陶片属于距今五六千年的仰韶文化。在同样的条件下，处于灰坑上方的小麦长势相对较好。为什么会产生这种奇怪的现象呢？专家们仔细分析灰坑中土壤的成分和结构，发现它与相邻的黄土有显著的区别。灰坑中的土壤以草木灰为主，含水性和透气性比较大，所以灰坑上方的小麦长势好一些。这正是遥感考古的理论依据之一。野外考古将为本次遥感图像提供解译依据。如果新航片上也有类似的显示，那么，就可以推断同样的麦地下面可能埋藏文物。接下来，就看这次高光谱遥感给人们带来什么样的考古发现了。

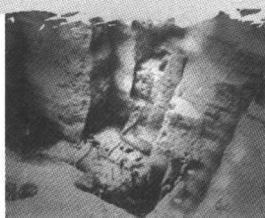
这是一张用最先进的科技解译出的本次航空遥感图像。这张图像反映出秦始

阎良

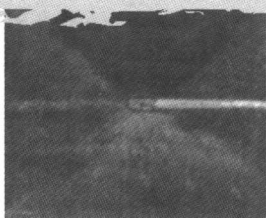
西安市阎良区，自古就是渭北重镇，历史名城古栌阳就在此地，“商鞅变法”就发生在这里。中国飞行试验研究院就在这里，是亚洲地区集飞机设计研究、生产制造、试飞鉴定于一体的最大的航空工业基地，被中外人士誉为“中国飞机城”。



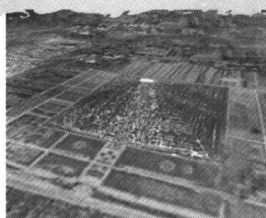
地下排水渠



有四条墓道



西侧也应该有一条墓道



皇陵上有着不同寻常的热异常。研究人员的目光最先集中到陵墓南部大片热异常带上。这里的温度要远远低于陵墓本身与周围地段的温度。然而，这是为什么呢？通过对考古人员的请教，专家们的思路开始逐渐成形。史书中记载，为了阻止地表水对秦始皇陵区的破坏，在秦陵修筑之初，就在封土堆的东、南侧修建了阻止地下水入侵的夯土墙——地下排水渠。而今，低温带恰与地下排水渠的位置不谋而合，这说明了什么问题呢？从图像上看，地下排水渠为显著的低温区，平均比周边地区低 4°C 左右。较高的湿度是因为出现较多的水分蒸发，带走较多的热量，所以地表温度被降低。低温说明地下排水渠依然在起作用，它把来自东南部山坡的地下水强制改道，使水沿着地下排水渠东侧向北或从南侧向西绕过地宫。

2 000年后，排水渠依然阻止着地下水入侵地宫，这的确是一项令人惊叹的水利工程。

2. 关于西墓道

早在遥感探测之前，专家们就有一个大胆的探测目标。考古学家以往普遍认为帝王陵的墓室应该有2条或4条墓道。

这些照片为安阳殷墟商王大墓的样子，在照片上可以清晰地看出，商王大墓有4条墓道。但是直到2003年初，经过考古确认的秦陵墓道只有1条，是否另有墓道没有被发现呢？处理出来的图像显示，在已经探明的东墓道位置上，有一条隐约的线性影像，然而奇怪的是，从封土堆顶部到西部边缘也有一条长约160米、宽

航空遥感

通过传感器对地表及地表以下考古遗迹进行远距离的观察、探测，传感器一般涉及可见光、红外线、微波、激光等不同波谱范围，例如在飞机上利用可见光拍摄的照片或用远红外探测器探测到地表下的信息用于考古研究，都是遥感考古学范围。



地下排水渠仍在发挥作用

约18米的线性影像。这个位置非常奇特，似乎向人们预示着，在封土堆的西边有一条与东向对应的墓道。这是为什么呢？专家们开始对结果产生怀疑，西侧的影像是人为的上山道路还是墓道呢？研究人员决定进行实地调查。在封土堆顶，人们发现在西边的位置上并没有任何踩踏的痕迹，图像显示异常的地方与周边环境完全一样。由此证明，在高光谱遥感图像上的线性异常应该来自地表土壤成分和温度的差异。

2003年年底，在传统考古工具洛阳铲的帮助下，秦陵考古队终于证实了西墓道的存在！这是对秦始皇陵墓制的又一重大发现。一年多的时间里，航空遥感考古人员对秦陵60多平方公里的面积进行了大量的考古工作。在这次秦陵遥感工作中，专家们证实了地下排水渠仍在发挥效用，证实了西墓道的存在。通过遥感图像发现了13处地表异常，暗示着有可能存在着文物遗迹。然而，对秦始皇陵区的遥感考古研究，这只是刚刚开始……

3. 封土下有无地宫？

在土丘的旁边是八百里秦川上一个默默无闻的小村庄，与关中地区几百万户农家一样，这里的人们过着平静安逸的生活。据下陈村村民陈往道说，一到下雨的夜晚，地下守卫陵墓的部队就顺着地道从大冢一直走到正南面的骊山主峰之下，等雨停之后的那个夜晚，再从骊山走回到墓穴之中。这个传说来自于距离村庄1里外的大冢。它是中国第一位皇帝秦始皇的陵墓。

今天，从天空上俯视，2000年前建造的大冢，仍是这里最大的一座人工建筑。

2000多年来，这座中国历史上最庞大的帝王陵园一直是世人议论的焦点。在各种史籍与民间传说中，不断有人对大冢的存在提出质疑。他们认为，秦陵地宫并非埋藏在封土堆之中，这里只是秦始皇的疑冢。那么，真实的情况怎样呢？

刘士毅：秦始皇陵无论从规模上还是从意义上说，都可以称做中国第一帝王陵。2002年底，在科技部的组织下，我们地调局开始用物探的方法对秦始皇陵进行科学考古工作。目的就是想用现代科技手段了解地宫是否在封土堆之下和它的样