

试论黄土地区水土保持的战略问题

朱显谟 蒋定生 周佩华 金兆森

(中国科学院西北水土保持研究所)

黄河是我国著名的害河。河害的根源是由于黄土高原的水土流失，而水土流失的根源又在于黄土高原土地利用的不合理。长期不合理的土地利用，任意掠夺土地资源，滥垦、滥牧、滥樵、滥采、滥伐成风，固砂、保土植被被彻底破坏，非但加速了水土流失、土地沙化和沙漠化扩展，而且地面又被割切得支离破碎，土壤透水性能严重破坏。这样就不断削弱其保蓄降水和调节地面径流的作用，促使旱涝日趋严重，河流暴涨暴落，祸害下游。

有史以来，黄土高原大量肥沃土壤都是凭山洪暴发的形式注入黄河，而黄河又一直是靠频繁的决口改道来维持泥沙冲淤平衡，这给黄淮海平原的人民带来巨大的灾难和长期的痛苦。历史记载，只有大禹治黄较为成功，因其能因势利导，兴利除害。现在看来，他的确适应了自然规律和当时的社会经济规律。解放后，政府采取了固堤防决的治黄方略，凭藉大量人力、物力和现代技术条件，取得了30多年来安流的成功，保证了下游平原经济、文化的长足发展。但这并未消除黄河决口改道的威胁，且因河床不断抬高而威胁愈趋严重。可见筑堤堵口、打坝拦洪，对黄河水患来说，只是治标的临时对策；只有就地拦蓄，水不下坡，泥不出沟，才是治本的上策。这就必须从合理利用土地、做好水土保持工作入手，保护自然生态环境，充分发挥农业自然资源的生产潜力，兴利除害，不断改善生产条件，提高人民的生活水平。

30多年来，由于治理黄河、水土保持和土地合理利用三者配合不够，有时甚至相互矛盾，形成黄土高原越垦越穷，越穷越垦和黄河下游堤岸“越加越险，越险险加”的状态。尤其治理黄河和水土保持工作，严重脱节，相互抱怨。说什么水土保持无济于事，甚至想撇下黄土高原而专心致力于下游和黄淮海平原。这样蛮干的打算，其后果如何，论者颇多，本文暂不置辩。现仅就黄土高原的水土保持工作进一言。

多年来，水土保持工作和治理黄河工作一样，也是成绩巨大，问题不少。成绩表现在培养了一批样板，树立了很多典型，并摸索了一套治理小流域的经验。问题在于样板、典型推不开，面上水土流失止不住，入黄泥沙减不了。推其原因，主要也和治理黄河工作一样，治标不治本，缺乏远大而科学的战略考虑；或在这个问题上出现了差错。黄土高原土层深厚，抗冲性弱，易被地面径流冲刷，因而，河谷径流含砂量特高。所以只有消减地面径流和提高土壤抗冲性，才能保水保土。黄土疏松透水，又宜于蓄水保墒，因而就地拦蓄降水和变地面径流为地下径流，既兴利又除害，既为当地农业生产提供了物质基础，有利于生态环境的不断改善，又能变暴涨暴落的高泥沙洪水为常年比较稳定的清水。能做到这一步，将彻底受害河为利河，永远为子孙万代造福。因此，不管治理黄河或搞水土保持，都应该以就地拦蓄黄土高原的降水为战略目标。为了早日实现这个目标，必须先从保护自然，严禁破坏入手，并以不断调整土地利用、迅速恢复植被为核心的全面综合治理为方略。

黄土高原在黄土沉积前的地貌基础，可大别为山西地台，鄂尔多斯地台和陇中盆地三大块。

东部山西地台的五台、吕梁、中条古陆，屡经造山、剥蚀、沉积过程的影响，形成了太行、吕梁两条并行山脉和一系列盆地；中部鄂尔多斯地台屡遭剥蚀、割切而成高平原和起伏岗地。地台上升虽极平缓，但自白垩纪以来受燕山运动的影响，地台内部也构成平缓褶皱，并又受喜马拉雅山运动的影响，在地台边缘造成断裂和地堑等。陇中（六盘山—祁连山间）盆地屡经南山运动以来上升下降、剥蚀堆积等影响而形成一系列的长岗、尖顶山、低缓丘陵和山前平原等。

各期黄土，就是在上述古地貌的基础上堆积起来的。其堆积厚度，除沿黄河干支流阶地和汾、渭盆地厚度比较悬殊外，一般以中部鄂尔多斯台地长城一线以南较厚，常达100米上下，北缘白于山、云雾山一带可达200米上下；西部地势较高，除东（乡）、兰、榆和定、会一线二侧较厚外，一般均在50米以下，海拔2,000米以上的华家岭顶部，黄土厚不到20米，且多六盘、屈吴等石质山地；东部山西地台，除台塬及盆地宽谷黄土覆盖较厚外，其它常不足30米，且其分布高度常限于海拔1,500米一线。

厚层黄土漫山遍野地覆盖着整个黄土高原，这是本区内原地平广，丘陵顶平坡缓，沟谷开阔，川、坪、洞、塬、塬地完整平坦的物质基础。又加黄土松软透水，储蓄水量极大，足以调节和缓和区内降水年际和季节变率大和分配不均等矛盾，有利于植物，尤其多年生深根植物的繁生。无怪史前不论塬、盆、川、丘坡、顶盖，均能生长茂密的植物，并形成腐殖质层深厚的土壤。可见史前确系林茂、草丰、土肥，是名符其实的沃野千里的宝地。

但数千年来，由于不顾天时地利，任意掠夺自然资源，非但水土流失严重，地力减退，而且弄得地面支离破碎，千沟万壑（0.5公里以上的沟道约40余万条），旱涝灾害频繁，生态环境恶化。近年来，更由于人口爆炸，加剧了掠夺，已达到土地资源枯竭的地步。因而认真回顾和检查一下破坏的实质和机理，将为今后采取针对性治理所必要。

自然环境和自然资源的破坏，土地资源首当其冲。土地资源的破坏又直接破坏了当地生态环境和农业生产资源，也给其邻近地区和沿沟道一带，尤其下游，造成对生产、生态环境和生命财产的严重威胁。

对黄土高原来说，长期的掠夺式生产活动，破坏了天然植被，减低了土壤透水和抗蚀、抗冲性能，是助长地面径流的发生和集中，引起土壤侵蚀，把黑色肥土不断冲掉，促使地力减退的祸根，又是广种薄收的起因。又因黄土本身农业生产性能良好，就是在没有腐殖质层的情况下，每当风调雨顺之年，也可以获得比较好的收成，故有“十种九不收，丰收吃三年”之说。这为我们今后治理这块土地，指出了方向和加强了信心。但是历史上，它又成了助长广种薄收，薄收更广种的潜在原因。就这样，2,000多年来，黄土高原的厚层黄土，不断遭受剥蚀减薄。倘以近年来每年被蚀厚度1厘米计，那么近百万年堆积的黄土，有可能在今后3,000年内冲刷殆尽。到那时，我们的后代子孙恐将被迫在戈壁或沙漠上挣扎求生。

土壤肥力的破坏，首先表现在黑色表土的流失，使原先肥沃的土壤，由含有有机质2—3%、氮0.2—0.3%和有效磷约50ppm下降为0.5—0.3%、0.05—0.03%和3ppm以下。理论计算（以年降水450毫米计）和目前典型产量由1,000斤以上下降到70斤以下，有时甚至不及20斤。“种一坡，收一车，打一簌，煮一锅，吃一顿，差不多”，确是个生动的写照。

黄河每年平均输沙量公认为16亿吨以上，倘以输淤比1：1来计算，那么地面上被破坏和移动的肥土，其厚度平均达1厘米。据黄河水利委员会的资料估算，16亿吨泥沙中含氮、磷、钾养分4,200万吨。其中仅氮一项达344—645万吨，相当于羊粪65,524—122,857万吨，相当于硫酸氮₁,720—3,225万吨。倘以氮肥利用率1/3来计算，那末黄土高原植物生长当年可利用的氮素的损失相当于115—215万吨，将减产1,402—2,621万吨，平均每人（以6,000万人口计算）损失粮

食500斤以上。

土地资源的破坏，又表现在土地本身的变质、起伏和支离破碎。目前，黄土高原土壤的实际流失量，早已高出年平均1万吨/平方公里，最高竟达3万吨/平方公里以上。倘按一半泥沙来自耕地，并以耕层20厘米计，那么，黄土高原每年就要损失耕地550万亩，高出河口每年扩展海涂面积70倍以上。可惜这样良田变为侵蚀劣地的严重事实，尽管同样出现在塬面和盆地，由于黄土比较深厚，下伏基岩不见出露，就从来没有引起重视。

地面上各种类型侵蚀沟的发生和发展，是直接吞食土地和分割土地的动力。由于黄土深厚而抗冲性弱，地面一有径流，就会发生冲刷。其中尤以道路、村镇集流的破坏作用更为强烈而惊人。航片上清楚表明，源地切深20—100米的黄土沟沟尾都是沿着道路指向村镇。西峰镇东的火巷沟在1951年治理前是以每年5—10米的速度向该镇东街进逼。唐代后期董志塬塬面非常完整，南北长42公里，东西宽32公里，而今南北变化不大，东西最宽仅有18公里，最窄不到0.5公里。估计其面积已由1,344平方公里变成756平方公里。看来1,300年来，至少已损失土地588平方公里，合8,820,000亩，平均每年损失良田676亩。倘以平均宽度计算，则每平方公里每年将损失良田1亩。董志塬除其大小沟头不断溯源侵蚀外，土沟道两岸也常以1—2米的年速度向源地扩展。倘以此估计，则塬区每年每平方公里将损失良田1亩以上。根据1957、1979年两次航片的对比分析，宁夏固原县17条沟道，平均每年沟头前进5.32米，其中李寨科沟每年为10米，最为严重的赵新庄沟每年15.7米。这两条沟在最近12年内分别蚕食壕壕良田10亩和15亩。全县每年被蚕食耕地5,000—6,000亩。

具有集流面积1,500平方公里的陕北杏子河流域，其沟道密度（切沟以下）已高达7.39，坡面已较破碎，每一沟道的集流面积受限，因而沟谷的发展年进度不到0.5米，坡地进一步受分割破坏的面积每平方公里也不足0.5亩。但坡地越变越陡，情况又愈趋严重。目前，其25°以上的陡坡面积已超过50%。

地面径流是破坏土地资源的动力，而破坏的土地又是导致产生地面径流的原因。不论疏松表土的剥蚀和地面坡度以及破碎程度的增加，都能直接降低土壤对降水的渗透能力，减少降水和地面的接触面积，增加径流集中的机率和其破坏的动能。尤其在植被被破坏、土壤缺乏水稳性团粒结构的情况下，降水可以直接击散土体。当其混浊液下渗时，可将土壤孔隙堵塞而减低土体的渗透率，更加助长地面径流的发生和增长。从黄土的蓄水量和渗透深度来看（一般为0.3—4米），一般降水量都能渗入土体下层，决无蓄满的可能。所以地面径流，只限于降水超渗，也就是只能在降水强度超过土壤渗透率时才会发生。因而在同样降水的情况下，是否产生地面径流，完全取决于土壤的渗透性和降水与地面的实际接触面积。坡度越陡和地面越光滑，接触面积越小，实际渗透量也越小。

黄土高原土壤蓄水容量，仅以土层深2米计，就达400—500毫米，远远超过秦岭山地林区土壤（约150毫米），何况黄土层均厚达20米以上。因此，黄土高原的降水完全可以就地拦蓄，可直接用于当地生产。一般年降水500毫米以上的地区，土壤深层储水可达10米，不足400毫米的地区常在5—6米以下出现干层，或通过裂隙以补给空山水和较深的地下水。这就能从根本上消除地面径流的发生，非但彻底防止了水土流失，同时也能变暴涨暴落河谷径流为比较稳定的长流水。史前本区林茂草丰，千里沃野，也是在光秃的黄土沉积层上自然发展起来的。就是目前，陕甘交界处的子午岭林区，青山绿水的秀丽景观，也是从百年前惨遭“五滥”祸害的黄土丘陵上自然恢复起来的。

子午岭地区，仅仅由于植被的自然恢复，非但保护了地面免受雨点的打击和流水的冲刷，而

且由于腐殖质的积累，水稳性团粒结构的形成和增加，土壤孔隙度的增加和容重的变小，为表层土壤渗透和蓄水保墒性能的增加提供了物质基础，也为消除地面径流创造了条件。

初步测定，黄土母质的容重一般为1.3左右，无团粒结构，遇水崩解，有压渗透初速每分钟也可达10毫米，在不受泥水堵塞板结的情况下，稳渗率(k_{10})为每分钟1毫米。但实际上由于地面坡度大，实际渗透面积小，和地表被打击成泥泞，非但初速不足每分钟2毫米，而且保持时间也很短促，稳渗率常为每分钟0.2—0.3毫米。经过植物生长后，使它不断获得有机质并形成团粒结构，一般从无到有，最高可达80%以上。容重也随着变小，由1.3变成1.0后，当表土团粒增到60%以上时，容重就降低到0.9附近，倘若这时腐殖质含量高，容重可降到0.7以下。随着腐殖质、团粒结构的增加和孔隙率的提高，非但容重变小，土块入水也不再崩散，抗蚀抗冲性显著提高。这就为降水迅速入渗提供了保证，其稳渗率可由0.2—0.3（黄土母质）提高到0.4—1.0（耕种黄绵土）→1.0—4.0（耕种黑垆土）→4.0以上（厚层腐殖质黑垆土）；前30分钟的平均透水率(k)分别为每分钟1.5—3.5、2.5—4.5、4.0—6.0和6.0毫米以上。双环法的直接测定：20年山杨林下土壤在前60分钟内共入渗5,575毫米，合每分钟入渗92.92毫米，其稳渗率为每分钟9.1毫米；马芽草地土壤分别为156、2.6和2.4毫米。看来具有匍匐根的草本植物，保护地面的作用虽大，而对增加土壤渗透的功能有限，也许由于密集地表匍匐生长的根部大大减少了降水和土体的接触面积。不过其防止土粒分散，保持土体渗透稳定的作用还是很明显的。

同时也不难看出，降水入渗土体，在其可能入渗的深度内将受制于入渗率最小的土层和其所在的位置以及入渗水中所携带的悬移质的有无和堵塞土壤孔隙的程度。当然，倘若地表具有一层疏松深厚而结构优良的土层，并又有一定深根植物的生长，那末非但其自身可很快接纳大量降水，同时也有助于水分的下渗，并能在一定坡地上使其下层土壤的实际稳渗率和有压渗透率相一致。这样又可直接根据土壤的某些性征来推算其稳渗率，并对本区的水土流失进行预测预报。

根据我们多年来测定的资料，发现土壤水稳性团粒结构(z)和土壤容重(x)分别与前30分钟的入渗总量(h 毫米)、前30分钟的平均渗透率(k)和稳渗率(k_{10})密切相关，其关系式如下：

$$h = 1.4044e^{5 \cdot 00811/x} \dots \dots \dots (1) \quad (r = 0.8983, n = 47, \alpha = 0.001)$$

$$k = 0.464e^{5 \cdot 00885/x} \dots \dots \dots (2) \quad (r = 0.8981, n = 47, \alpha = 0.001)$$

$$k_{10} = 0.0044e^{5 \cdot 00885/x} \dots \dots \dots (3) \quad (r = 0.8717, n = 47, \alpha = 0.001)$$

$$h = 9.9864e^{0 \cdot 05622z} \dots \dots \dots (4) \quad (r = 0.7254, n = 41, \alpha = 0.001)$$

$$k = 0.3328e^{0 \cdot 05622z} \dots \dots \dots (5) \quad (r = 0.7254, n = 41, \alpha = 0.001)$$

$$k_{10} = 0.0497e^{0 \cdot 07542z} \dots \dots \dots (6) \quad (r = 0.7419, n = 41, \alpha = 0.001)$$

从上述情况来看，仅仅凭藉植被的恢复和土壤性征的改良，黄土高原的降水绝大部分可以就地入渗，而把水土流失的祸害基本消除。以上仅仅在就地拦蓄地表径流的可能性方面进行了一些理论方面的探讨，实际上黄土高原的治理工作中还有许多具体问题需要研究解决，但是只要我们能够纠正已往战略上的失误，痛改一向单纯掠夺式经营的历史恶习，把力量集中到同一战略目标，并改变以往在具体工作上各敲其鼓，各吹其号的作法，那末千里沃野的本来面目和黄河清的理想，一定能够在今后30—50年内实现。我们的信心就建立在社会主义制度下，群众生产遵规律，植树种草催河清。