

大准铁路工程施工对水土流失的影响及其防治对策

张 力^{1,2}, 格日乐³, 王 树¹, 孙保平², 刘山林⁴

(1. 华北科技学院, 河北 三河 101601; 2. 北京林业大学, 北京 100083;

3. 内蒙古农业大学生态环境学院, 呼和浩特 010019; 4. 神华集团准格尔能源有限责任公司环保办, 呼和浩特 010069)

摘 要: 对大准铁路工程施工对水土流失的影响进行分析研究的基础上, 针对不同的铁路施工工程提出了不同的防治措施。旨在说明在地形、地貌类型复杂的干旱黄土区进行铁路施工时, 针对工程的实际情况采取切实可行的治理办法, 可以获得理想的水土流失防治效果。

关键词: 铁路修建; 水土流失; 防治措施

中图分类号: S157; U211

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)05-0137-02

Preventing and Controlling Soil and Water Loss in Datong- Zhungeer Railway

ZHANG Li^{1,2}, GERILE³, WANG Shu¹, SUN bao-ping², LIU Shan-lin⁴

(1. North China Institute of Science and Technology, Sanhe, Hebei 101601, China;

2. Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

3. College of Ecology and Environmental Science, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010019;

4. Environmental Protection Office, Zhungeer Energy Co. Ltd, Shenhua Group, Hohhot 010069, China)

Abstract: The measures of preventing and controlling water and soil loss in building Datong- Zhungeer railway are analyzed. The purpose is to explain that if possible controlling methods are implemented according to realistic constructions when railway is built in dry loess region with complex geography types, the desirable preventing and controlling effect can be obtained.

Key words: building railway; water and soil loss; preventing and controlling measure

大同- 准格尔铁路(简称大准铁路)是准格尔煤田一期工程三大主体工程之一,东起大同线路湖东编组站,西至准格尔矿区所在地薛家湾站。铁路沿线地貌类型多样,以冲洪积平原盆地、中低土石山区、河谷阶地、黄土丘陵为主,从地势较为平坦的丰镇平原开始,经凉城岱海盆地南缘至下脑亥的剥蚀中低土石山区,从和林县的新店子沿浑河河谷进入黄土丘陵区,直到岔河口跨过黄河到达准格尔旗,铁路正线全长 264 km。大准铁路的修建,对于矿区煤炭外运,缓和我国能源紧张状况,促进和开发地方经济发展具有重要意义。

1 工程概况及水土流失现状

铁路修建共占用土地 1 368.96 万 m²。其中耕地面积 983.57 万 m²,荒地 385.39 万 m²,工程弃渣占地 120.05 万 m²,取土场占地 68.79 万 m²。施工过程中动用土石方总量 3 031.2 万 m³。铁路沿线各类桥涵 838 座,约合 2.89 座/km。其中特大桥 4 座,长 3 026.05 m;大桥 35 座,长 8 792.12 m;中小桥 92 座,长 4 490.91 m;涵洞 707 座。全线隧道均分布在浑河、黄河沿岸,共有隧道 25 座,总长度 18 439 m。最长的一条隧道长 2 110 m,隧道长度超过 1 500 m 的有 4 座,总长度 7 185 m,占隧道长度的 39%。

重点路基工程: 重点路基工程指路基所处地段地形、地貌类型复杂,施工条件困难,易导致或加剧水土流失,是水土流失防治的重点地段。全线重点路基工程共 89 处,总长度

13 188.91 m,占全线总长度的 5%。其中深路堑 36 处,长 6 473.58 m;浸水路堤 22 处,长度 4 061.17 m;陡坡路基 10 处,长 720.36 m;高路堤 20 处,长 1 933.8 m;风积沙地段 1 处,长 1 500 m。

铁路线分布在何种地貌条件,决定了其水土流失的基本类型和侵蚀强度。沿线水土流失现象普遍存在,水蚀、风蚀、重力侵蚀等类型共存,且水土流失程度不同,其中铁路穿越的盆地平川地带的水蚀模数为 200~500 t/(km²·a),中低山区的水蚀模数为 2 000~5 000 t/(km²·a),丘陵区的水蚀模数为 6 000~10 000 t/(km²·a),黄土丘陵沟壑区水蚀模数高达 18 000 t/(km²·a)。

2 影响水土流失的自然因素

沿线地区的气候均属中温带干旱气候,年均气温 6.3~7.9℃,年均降水量 398.9~401.4 mm,降水多集中在 6~9 月,年均蒸发量 1 876.3~2 130.7 mm,年平均风速 1.7~3.2 m/s。干旱少雨,降雨历时短、强度大,多大风天气,地形、地貌复杂,地表土质疏松、土壤贫瘠,植被种类少且低矮、稀疏,是沿线地区共同的自然特点。铁路施工地区的气候、土体及所在地区的地质、地形、地貌只是引起水土流失的潜在因素,而施工过程扰动地层,破坏植被,改变外营力与土体抵抗力之间形成的自然相对平衡,则是加剧水土流失的主导因素。

* 收稿日期: 2005-10-19

基金项目:“十五”国家科技攻关项目“防沙治沙关键技术与开发”课题,土地利用优化结构技术研究专题

作者简介:张 力(1967-),女,华北科技学院高级工程师,主要从事环保教学及研究,北京林业大学在读博士。

3 工程施工对水土流失的影响

铁路沿线跨越支沟甚多,由于工程施工大面积扰动土、石方,破坏原生地表植被,使土壤抗侵蚀能力降低,植被拦截地面径流、固结土壤等功能减弱,加重了沿线区域水土流失的发生和发展。铁路修建中,各工程对水土流失的影响具体表现为:

3.1 一般路基

路基处在地势平坦地段,对水土流失影响较小。但是如果工程处于丘陵区,因地区本身存在水土流失发生情况,所以施工会加重水土流失的发生、发展。

3.2 隧道工程

隧道开挖会产生大量的土、石。弃土弃渣若任意堆放,在降水、风等环境因素作用下,易产生流失;如果弃土弃渣就近堆放在隧道附近沟谷或河道中,使得沟谷和河道被压缩,妨碍其泄洪能力,增大洪水流速,从而引起沟岸坍塌、沟沿扩展、沟头前进,产生严重的水土流失。

3.3 深路堑工程

工程主要以挖方为主,路堑中心最大挖深 25 m,边坡最大高度 30 m。施工过程的挖方地段破坏了原生土壤的整体性和地表植被,土壤失去原有的稳定平衡条件,产生崩塌,黄土地区尤为严重。同时产生大量的弃土弃石,会引起严重的水土流失。

3.4 浸水路堤工程

工程以填方为主,中心最大填高 14 m,边坡最大高度 24 m,路堤浸水深达 8 m。当浸水深度过大或水流速度过大时,水流对路基的坡角冲蚀,会对工程本身产生危害,同时造成水土流失。

3.5 高路堤工程

工程需要填挖大量的土方,路堤中心最大填高 29 m,边坡最大高度 52 m。路堤相当于在原有的沟谷中筑起一道土坝,改变了原来的水流方向和水力条件,雨季路堤上游沟谷中易产生洪水,侵蚀沟谷两岸,增加土壤侵蚀量。

3.6 陡坡路堤工程

工程处于陡度较大的山坡和冲沟的边缘,施工易破坏原来相对稳定的坡面,同时路基压缩沟道,增加洪水流速,产生严重的水土流失,另外施工过程产生的弃土、弃渣同样会带来水土流失问题。

4 水土流失防治对策

铁路修建中,水土流失的治理原则是,工程措施为基础,生物措施为辅,以防洪、防排水为先导,针对工程施工条件和工程所在区域水土流失特点,采取多种形式的水土流失防治措施。

4.1 合理调配土石

路基填、挖方地段,按施工设计调配土方,尽量以开挖的土石方做回填的土石方,隧道开挖产生的碴石,用于路基填料,这样不仅节省工程施工量,而且会减少土方排弃和破坏地表植被,避免了弃土弃渣产生的水土流失。选择植被条件差,施工后无水土流失发生后患的荒地作为固定的取土场和弃土(渣)场,杜绝乱排、乱弃现象,所有弃土弃渣场的四周设置挡墙。工程完工后,按技术要求对取土场、弃土(渣)场的土地,进行坑凹回填、整平碾压整治。

4.2 工程治理措施

4.2.1 一般路基工程

根据工程的需要,在路基两侧设排水沟,用来截留和排除雨水,汇集后的水流排至低洼处或附近桥涵出口处。水沟断面一般为梯形,土质 $0.4\text{ m} \times 0.6\text{ m}$,石质 $0.4\text{ m} \times 0.4\text{ m}$,

排水沟均采用 0.25 m 厚浆砌片石护砌。

4.2.2 一般路堑工程

在堑顶外设天沟,将截留的雨水排至路堑以外;在路堑底部两侧设侧沟,及时排除路堑内的雨水。侧沟均采用 0.25 m 厚的浆砌片石护砌。

4.2.3 浸水路堤工程和陡坡路基工程

浸水路堤的路基填筑时,使用不易风化的石料,路堤边坡、坡脚用浆砌片石砌筑。陡坡路基填方坡面设路肩挡土墙或路基挡土墙,挡墙下设排水沟;路基挖方坡面,采用浆砌片石护砌,坡脚修排水沟。

4.2.4 高路堤工程和深路堑工程

路堤坡面用浆砌片石或浆砌片石打网格进行护砌;路堑两侧设侧沟、天沟,将截留雨水导向自然冲沟处;边坡采用干砌或浆砌片石护砌,坡脚修挡土墙,当护坡高于 $8\sim 10\text{ m}$ 时,在中部设耳墙或双道耳墙,对面积大,易变形的坡面,采用加肋护坡。

4.2.5 桥涵、隧道工程

桥涵基础开挖时尽量避免雨季施工,在雨季来临之前清理沟道并完成顺沟工程,工程完工后,必须清理好河道,保证河水正常排泄。河岸、桥台、涵洞口两侧及坡面采用干砌或浆砌片石护砌;桥、涵的出口建跌水等消力设施;隧道的边坡、仰坡用浆砌片石防护并在边坡、仰坡上部 and 底部设天沟、侧沟截留降水后集中排放,以保证原河岸、沟岸的稳定,避免水土流失发生和发展;隧道开挖产生的弃碴做路基填料的剩余部分,集中堆放在弃碴场,并设挡碴墙。

4.2.6 风积沙地段

在路基坡脚外侧 5 m 范围,沿地表铺 0.05 m 厚泥土,在风蚀坑和流沙裸露部位设置 5 m 宽环带状树枝沙障,路基边坡采用卵石、草方格固沙。

4.3 生物措施

处于平原区的高路基工程,在路堤下侧 $8\sim 10\text{ cm}$ 以下范围种植紫穗槐、沙棘等植物护坡。沿线土质路基两侧边坡,工程完工后,及时进行植被恢复,起到防风固土的作用,植被类型为乔、灌、草相结合或灌、草结合。风积沙地段的路基上风侧 100 m 范围设 3 条 20 m 宽乔木、灌木混交防风固沙林带。在经过土地整治取土场和弃土(渣)场,播撒草籽并种植适生的灌木,尽快恢复和提高地表植被盖度。沿线各站、所、工区种植常绿、落叶乔木、花灌木、草坪等进行绿化美化。

4.4 加强工程管理,保证资金投入

大准铁路建设严格执行“三同时”制度,针对沿线水土流失特点责成主体工程设计单位专门进行水土流失防治方案设计,并对设计方案进行审查;施工阶段,将水保工程列入各单项工程建设中,由监理工程师负责监督检查水保工程质量和施工进度,同时项目主管部门经常汇同设计单位、施工单位、当地政府水土保持主管单位有关人员深入现场检查,积极防治施工中出现的工程质量和水土流失事故,对设计不合理之处进行设计变更,及时指正施工中不注重水土流失的工程作业;工程验收时预先验收水保工程,对水保验收不合格的主体工程不欲验收。项目交付使用后,准格尔煤炭工业公司设立专门主管部门对铁路沿线水保工程进行后续管理。为了控制铁路修建引发的水土流失问题,建设单位在水土流失治理过程投入了大量的资金,确保所有措施及时实施,水保总投资 $3\,915.58$ 万元。

5 结 语

大准铁路途经地区,地形、地貌复杂,水土流失普遍存在,
(下转第 142 页)

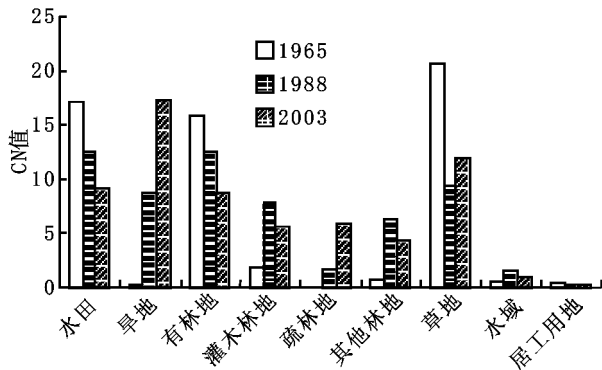


图 6 流域各类土地利用类型 CN 值在流域中的比重

4 结论与讨论

本文试图以 SCS 模型参数的变化来反映土地利用变化对径流的影响。研究结果表明, 可以通过对土地利用变化与 SCS 模型 CN 值关系的分析, 来揭示土地利用变化对径流的影响: 一般情况下, CN 值越大, 产流能力越强。从 1965~2003 年, 流域的土地利用/土地覆被发生了很大的变化, 人类活动干扰程度大的土地利用方式(如旱地)面积增加, 对流域径流的影响越来越大, 并且这些土地利用类型有向水文土壤条件较差的区域扩展的趋势, 从而使流域 CN 值增大, 产流能力增强; 流域 CN 值的变化主要由旱地、水田、有林地和草地的变化引起。另外, 流域水田和水域面积减少, 对流域径流的影响下降, 这些变化势必对流域的水文循环产生影响。

参考文献:

- [1] 刘苏峡. 世纪之交的水文研究[J]. 水科学进展, 2001, 12(1): 113-117.
- [2] Klöcking B and Uwe Haberlandt. Impact of land use changes on water dynamics— a case study in temperate meso and macroscale river basins[J]. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, 2002, 27(9-10): 619-629.
- [3] 陈仁升, 康尔泗, 杨建平, 等. 水文模型研究综述[J]. 中国沙漠, 2003, 23(3): 221-229.
- [4] Troch P A, Paneconi C, McLaughlin D. Catchment— scale hydrological modeling and data assimilation[J]. Advances in Water Resources, 2003, 26: 131-135.
- [5] Karvonen T, Koivusalo H, Jauhainen M, et al. A Hydrological model for predicting runoff from different land use areas[J]. Journal of Hydrology, 1999, 217: 253-265.
- [6] Ponce, V M, Hawkins R H. Runoff curve number: Has it reached maturity? [J]. Journal of Hydrologic Engineering, 1996, 1(1): 11-19.
- [7] Hjelmfelt A T. Investigation of curve number procedure[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 1991, 117(6): 725-737.
- [8] An investigation of curve number applicability to watersheds in excess of 25000 hectares[J]. Journal of Environmental Hydrology, 1998, 6(7): 1-10.
- [9] 史培军, 袁艺, 陈晋. 深圳市土地利用变化对流域径流的影响[J]. 生态学报, 2001, 21(7): 1041-1049.
- [10] Melesse Assefa M, Shih S F. Spatially distributed storm runoff depth estimation using Landsat images and GIS[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2002, 37: 173-183.
- [11] Maidment D R. Handbook of Hydrology[M]. New York: McGraw-Hill Book Company, 1992. 176-182.
- [12] Hawkins R H. The importance of accurate curve numbers in the estimation of storm runoff[J]. Water Resources Bulletin, 1975, 11(5): 87-91.
- [13] Bondelid T R, McCue T H, Jackson T J. Sensitivity of SCS models to curve number variation[J]. Water Resources Bulletin, 1982, 18(1): 11-16.
- [14] 许建初, 张佩芳, 王语华. 云南澜沧江流域土地利用和覆盖变化[J]. 云南植物研究, 2003, 25(2): 145-154.
- [15] 张佩芳, 赫维人, 何祥, 等. 云南西双版纳森林空间变化研究[J]. 地理学报, 1999, 54(Z): 139-144.
- [16] 张一平, 张克映, 马友鑫, 等. 西双版纳热带地区不同植被覆盖地域径流特征[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1997, 3(4): 25-30.
- [17] 刘玉洪, 张一平, 马友鑫, 等. 西双版纳橡胶人工林地地表径流与地下径流的关系[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2002, 26(1): 75-77.
- [18] 刘文俊, 马友鑫, 胡华斌, 等. 西双版纳勐仑镇土地利用/覆盖变化极其自然驱动力研究[J]. 山地学报, 2005, 23(1): 71-79.

(上接第 138 页)

工程施工条件恶劣, 施工过程稍有不慎, 就会产生水土流失或加剧当地水土流失的发生和发展。施工中, 既要防治路基工程本身水土流失的发生和路基主体的稳定, 又要避免工程施工带来的区域水土流失问题。因此, 大准铁路水土流失防治在铁路修建中颇为典型。

参考文献:

- [1] 李文银, 等. 工矿区水土保持[M]. 北京: 科学出版社, 1996.
- [2] 姜德文, 等. 开发建设项目水土保持[M]. 北京: 中国法律出版社, 1998.
- [3] 王礼先. 水土保持工程学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1989.
- [4] 段喜明, 王治国. 朔黄铁路山西段水土流失预测及治理研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1999, 5(6): 71-75.
- [5] 陈家琪. 兰新铁路风沙区提速改建工程对水土流失的影响及防治措施[J]. 水土保持通报, 2004, 24(4): 62-70.

1997 年 7 月, 大准铁路正式运营以来的实践表明, 大准铁路工程建设中, 针对路基工程及其所处地段特点, 采取的一系列水土保持措施合理可行, 不仅确保路基主体工程安全可靠, 而且铁路沿线未发生水土流失事件, 各项工程水土流失防治效果显著。