

# 铁路工程水土流失防治技术体系探讨

叶涛 (京福铁路客运专线安徽有限责任公司, 安徽合肥 230000)

**摘要** 铁路工程穿越空间大、地貌类型复杂多样, 不同地貌类型的水土流失差异较大, 因此有针对性地防治铁路工程所经不同地形地貌区的水土流失, 有利于保护铁路工程沿线的生态环境。依据在建合福铁路安徽段工程施工实际, 采用资料收集法与对比法, 构建了水土流失防治技术与措施体系, 对比了平原缓丘区与低山丘陵区目前已实施的水土保持投资额, 得出低山丘陵区应为合福铁路安徽段工程水土流失治理重点区域的结论, 为类似工程水土保持工作的开展提供参考。

**关键词** 防治责任范围; 水土流失; 水土保持投资; 合福铁路

**中图分类号** S181.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)35-13694-03

## Discussion on Water and Soil Conservation Techniques for Railway Projects

YE Tao (Beijing-Fuzhou Passenger Dedicated Lines Anhui Co., Ltd., Hefei, Anhui 230000)

**Abstract** Railway projects pass through numerous spaces and complicate terrains, different terrains witness different degrees of water and soil erosion, so pertinent techniques should be adopted to prevent water and soil loss in regions of diverse topographic conditions, and to protect ecological environment along the railway lines. According to the construction status of Anhui Section of Hefei-Fuzhou Railway, data collection and comparison method was used to establish water and soil loss prevention techniques and measures, and compare the investment in water and soil preservation on plains with gentle slopes and in low hilly areas. It was concluded that low hilly areas are major regions for water and soil erosion control along the Hefei-Fuzhou Railway, and the research provides references for the water and soil conservation in similar projects.

**Key words** Scope of prevention responsibility; Water and soil erosion; Investment for water and soil erosion; Hefei-Fuzhou Railway

铁路建设是我国重点工程及国计民生工程, 广受各级政府和人民群众的关注。随着铁路跨越式发展战略的实施, 以及国家《中长期铁路网规划》的颁布, 我国铁路建设工程实现了迅猛发展<sup>[1]</sup>。然而, 铁路工程建设也带来大量的水土流失, 对沿线环境造成极大的破坏<sup>[2]</sup>。铁路工程具有穿越空间大、地貌类型复杂多样等特点, 如何做好铁路建设工程的水土保持工作, 在铁路工程沿线所经不同地形地貌区采取针对性的水土保持措施, 保护和恢复好铁路沿线生态环境, 成为当前铁路建设项目的重要议题之一。

水土保持是我国的一项基本国策, 新《水土保持法》以法律的形式明确了开发建设项目开展水土保持各项工作的必要性及重大意义<sup>[3]</sup>, 近期召开的党的十八届三中全会也已全面制定了建设生态文明社会的宏伟目标。合福铁路客运专线是沟通华中与华南地区的一条大能力客运通道, 是我国《中长期铁路网规划》中的重要组成部分, 属国家的重大交通工程。其水土保持方案虽提出水土流失防治建议, 但对不同地形地貌类型区的水土流失防治重点及对应措施尚不明确。笔者从工程水土流失防治分区的划分入手, 构建了相应的防治技术体系及措施, 对比分析了目前已实施的水土保持各项措施投资, 探讨合福铁路安徽段工程水土流失防治重点区域, 为类似工程提供参考。

## 1 工程概况

合福铁路安徽段工程北起安徽省省会合肥市, 经长临河至巢湖, 往南经无为越长江至铜陵, 再经南陵、泾县、旌德、绩溪、黄山至皖赣交界处。合福铁路安徽段工程总投资 516.86 亿元, 其中土建投资 403.66 亿元, 全线线路长 373.90 km, 已于 2010 年 5 月开工建设, 预计 2015 年年内具备开通试运营

条件。

合福铁路安徽段工程线路所经地区地形地貌主要为平原缓丘区及低山丘陵区, 其中: 合肥、巢湖市为长江冲积平原一、二级阶地, 即平原缓丘区, 岗地坳谷相间, 地势平坦开阔, 略有起伏, 地面标高 5~30 m; 铜陵、芜湖市、宣城市、黄山市主要为低山丘陵区, 山势绵延, 起伏较大, 植被发育, 相对高差 150~300 m。根据地形地貌特征, 将工程防治责任范围分为平原缓丘区和低山丘陵区。

## 2 水土流失防治实施情况

**2.1 水土流失防治技术体系** 合福铁路安徽段工程线路所经平原缓丘区, 其地理位置主要集中在合肥市及巢湖市。该区域地势平坦, 部分区域岗地坳谷相间, 地形略有起伏, 水土流失程度以微度为主, 部分区域存在轻度侵蚀, 环巢湖周边人为扰动明显, 区域侵蚀程度为中度。针对不同类型工程, 平原缓丘区与低山丘陵区水土流失防治重点对比情况详见表 1。从表 1 可见, 低山丘陵区与平原缓丘区水土流失防治相比, 其内容全面, 侧重点多, 标准高, 水土流失防治技术要求更高。

**2.2 水土流失防治措施** 结合合福铁路安徽段工程设计施工图, 笔者将平原缓丘区与低山丘陵区 2 个防治分区采取的工程措施、植物措施及临时对比列入表 2。

## 3 水土流失防治投资分析

《水土保持工程概(估)算编制规定和定额》(水总[2003]67号文)已明确水土保持投资主要由工程措施投资、植物措施投资、临时措施投资及独立费用构成, 该研究仅对设计水土保持投资中工程措施、植物措施及临时措施进行分析。

**3.1 工程措施投资情况** 截至目前, 合福铁路安徽段工程平原缓丘区已实施水土保持工程措施投资具体为: 浆砌片石排水沟 135.90 万元, 浆砌石排水沟 1 579.41 万元, 浆砌石挡土墙 1 021.43 万元, 混凝土排水沟 194.12 万元, 合计

2 930.68 万元;低山丘陵区已实施水土保持工程措施投资具体为:浆砌片石排水沟 745.37 万元,浆砌石护坡 1 036.97 万元,浆砌石排水沟 10 382.79 万元,浆砌石截水沟 1 337.46 万

元,浆砌石挡土墙 6 356.06 万元,混凝土排水沟 404.86 万元,合计 20 263.51 万元。低山丘陵区比平原缓丘区投资多 17 332.83 万元。工程措施投资情况见表 3。

表 1 水土流失防治技术体系

| 工程区    | 防治重点                 |                      | 防治技术                        |                             |
|--------|----------------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|        | 平原缓丘区                | 低山丘陵区                | 平原缓丘区                       | 低山丘陵区                       |
| 路基工程区  | 路基边坡<br>路基绿化<br>表土防护 | 路堑边坡<br>路基绿化<br>表土防护 | 排水沟、护坡<br>植草栽树<br>临时排水、临时苫盖 | 排水沟、护坡<br>植草栽树<br>临时排水、临时苫盖 |
| 隧道工程区  | 隧道洞口                 | 表土防护                 | 临时苫盖、植被绿化                   | 截排水、临时苫盖、植被绿化               |
| 桥涵工程区  | 桥梁基础                 | 表土防护                 | 沉沙池、土地平整                    | 排水沟、沉沙池、护坡                  |
| 站场工程区  | 表土防护                 | 表土防护                 | 临时排水、拦挡及苫盖                  | 护坡、临时排水、拦挡及苫盖               |
| 改沟改路区  | 表土防护                 | 表土防护                 | 临时排水、拦挡及苫盖                  | 临时排水、拦挡及苫盖                  |
| 弃土弃渣场区 | 堆渣体平整及恢复             | 堆渣体平整及恢复             | 截排水、拦挡、植被恢复                 | 拦挡、截排水、堆积体分层、植被恢复           |
| 施工场地区  | 场地四周                 | 场地四周                 | 布设排水沟、植被绿化                  | 布设排水沟、植被绿化、临时拦挡             |
| 施工道路区  | 表土防护                 | 表土防护                 | 临时拦挡及苫盖                     | 临时排水、拦挡及苫盖                  |

表 2 平原缓丘区与低山丘陵区水土流失防治措施对比

| 工程区     | 单位             | 平原缓丘区   |         | 低山丘陵区   |         |
|---------|----------------|---------|---------|---------|---------|
|         |                | 措施名称    | 工程量     | 措施名称    | 工程量     |
| 路基工程区   | m              | 浆砌片石排水沟 | 2 600   | 浆砌片石排水沟 | 11 330  |
|         | m <sup>2</sup> | 防雨布苫盖   | 26 510  | 防雨布苫盖   | 98 028  |
|         | m <sup>3</sup> | 袋装土拦挡   | 10 400  | 袋装土拦挡   | 453 000 |
| 隧道工程区   | m              | 浆砌片石排水沟 | 200     | 浆砌片石排水沟 | 1 860   |
|         | m <sup>2</sup> | 薄膜苫盖    | 650     | 薄膜苫盖    | 4 950   |
| 桥涵工程区   | 个              | 泥浆沉沙池   | 183     | 泥浆沉沙池   | 820     |
| 站场工程区   | m              | -       | -       | 土质排水沟   | 11 720  |
|         | m              | 土质排水沟   | 14 115  | 土质排水沟   | 16 850  |
| 改沟改路工程区 | m <sup>2</sup> | 土工布苫盖   | 118 325 | 土工布苫盖   | 140 440 |
|         | m <sup>3</sup> | 袋装土拦挡   | 26 800  | 袋装土拦挡   | 67 410  |
|         | m <sup>3</sup> | -       | -       | 浆砌石护坡   | 26 570  |
| 弃土弃渣场区  | m              | 土质排水沟   | 180     | 土质排水沟   | 930     |
|         | m <sup>2</sup> | 薄膜苫盖    | 1 590   | 薄膜苫盖    | 7 620   |
|         | m <sup>3</sup> | 袋装土拦挡   | 750     | 袋装土拦挡   | 3 680   |
| 施工场地区   | m <sup>3</sup> | 浆砌石挡土墙  | 25 410  | 浆砌石挡土墙  | 145 798 |
|         | m              | 浆砌石排水沟  | 48 210  | 浆砌石排水沟  | 291 455 |
| 施工便道区   | m              | -       | -       | 浆砌石截水沟  | 33 729  |
|         | m <sup>3</sup> | -       | -       | 袋装土拦挡   | 66 579  |
|         | m              | 混凝土排水沟  | 11 580  | 混凝土排水沟  | 19 500  |
| 施工便道区   | m <sup>3</sup> | -       | -       | 袋装土拦挡   | 25 595  |
|         | m <sup>2</sup> | 薄膜苫盖    | 9 500   | 薄膜苫盖    | 22 145  |
| 施工便道区   | m <sup>3</sup> | 袋装土拦挡   | 4 560   | 袋装土拦挡   | 10 620  |
| 施工便道区   | m              | -       | -       | 土质排水沟   | 63 290  |

表 3 水土保持工程措施投资分析

| 防治分区  | 措施名称    | 工程量                    | 单价     |    | 总价        |
|-------|---------|------------------------|--------|----|-----------|
|       |         |                        | 元      | 万元 |           |
| 平原缓丘区 | 浆砌片石排水沟 | 2 800 m                | 485.35 |    | 135.90    |
|       | 浆砌石排水沟  | 48 210 m               | 327.61 |    | 1 579.41  |
|       | 浆砌石挡土墙  | 25 410 m <sup>3</sup>  | 401.98 |    | 1 021.43  |
|       | 混凝土排水沟  | 11 580 m               | 167.63 |    | 194.12    |
| 低山丘陵区 | 浆砌片石排水沟 | 13 190 m               | 565.10 |    | 745.37    |
|       | 浆砌石护坡   | 26 570 m <sup>3</sup>  | 390.28 |    | 1 036.97  |
|       | 浆砌石排水沟  | 291 455 m              | 356.24 |    | 10 382.79 |
|       | 浆砌石截水沟  | 33 729 m               | 396.53 |    | 1 337.46  |
|       | 浆砌石挡土墙  | 145 798 m <sup>3</sup> | 435.95 |    | 6 356.06  |
|       | 混凝土排水沟  | 19 500 m               | 207.62 |    | 404.86    |

**3.2 临时措施投资情况** 截至目前,合福铁路安徽段工程平原缓丘区已实施水土保持临时措施投资具体为:防雨布苫盖 102.25 万元,袋装土拦挡 987.00 万元,薄膜苫盖 28.94 万元,泥浆沉沙池 30.85 万元,土质排水沟 51.86 万元,土工布

苫盖 625.47 万元,合计 1 826.37 万元;低山丘陵区已实施水土保持临时措施投资具体为:防雨布苫盖 604.83 万元,袋装土拦挡 17 466.24 万元,薄膜苫盖 111.44 万元,泥浆沉沙池 176.93 万元,土质排水沟 357.98 万元,土工布苫盖 1 011.73 万元,合计 19 729.15 万元。水土保持临时措施投资情况详见表 4。

表 4 平原缓丘区水土保持临时措施投资分析

| 防治分区  | 措施名称  | 工程量                    | 单价       |    | 总价        |
|-------|-------|------------------------|----------|----|-----------|
|       |       |                        | 元        | 万元 |           |
| 平原缓丘区 | 防雨布苫盖 | 26 510 m <sup>2</sup>  | 38.57    |    | 102.25    |
|       | 袋装土拦挡 | 42 510 m <sup>3</sup>  | 232.18   |    | 987.00    |
|       | 薄膜苫盖  | 11 740 m <sup>2</sup>  | 24.65    |    | 28.94     |
|       | 泥浆沉沙池 | 183 个                  | 1 685.62 |    | 30.85     |
|       | 土质排水沟 | 14 115 m               | 36.74    |    | 51.86     |
| 低山丘陵区 | 土工布苫盖 | 118 325 m <sup>2</sup> | 52.86    |    | 625.47    |
|       | 防雨布苫盖 | 98 028 m <sup>2</sup>  | 61.70    |    | 604.83    |
|       | 袋装土拦挡 | 626 884 m <sup>3</sup> | 278.62   |    | 17 466.24 |
|       | 薄膜苫盖  | 34 715 m <sup>2</sup>  | 32.10    |    | 111.44    |
|       | 泥浆沉沙池 | 820 个                  | 2 157.63 |    | 176.93    |
|       | 土质排水沟 | 92 790 m               | 38.58    |    | 357.98    |
|       | 土工布苫盖 | 140 440 m <sup>2</sup> | 72.04    |    | 1 011.73  |

**3.3 植物措施投资情况** 合福铁路安徽段工程平原缓丘区已实施水土保持植物措施投资具体为:撒播草籽 38.53 万元,植草费 2.64 万元,植树 617.37 万元,苗木养护费 26.69 万元,合计 685.23 万元;低山丘陵区已实施水土保持植物措施投资具体为:撒播草籽 73.22 万元,植草费 16.19 万元,植树 2 493.10 万元,苗木养护费 155.08 万元,合计 2 737.59 万元。低山丘陵区比平原缓丘区投资多 2 052.36 万元。水土保持植物措施投资情况详见表 5。

表 5 平原缓丘区水土保持植物措施投资分析

| 防治分区  | 措施名称 | 工程量                    | 单价       |    | 总价       |
|-------|------|------------------------|----------|----|----------|
|       |      |                        | 元        | 万元 |          |
| 平原缓丘区 | 草籽   | 8 562 kg               | 45.00    |    | 38.53    |
|       | 植草   | 85.62 hm <sup>2</sup>  | 308.78   |    | 2.64     |
|       | 植树   | 112 968 株              | 54.65    |    | 617.37   |
|       | 苗木养护 | 113.06 hm <sup>2</sup> | 2 360.74 |    | 26.69    |
| 低山丘陵区 | 草籽   | 16 270 kg              | 45.00    |    | 73.22    |
|       | 植草   | 412.83 hm <sup>2</sup> | 392.15   |    | 16.19    |
|       | 植树   | 456 194 株              | 54.65    |    | 2 493.10 |
|       | 苗木养护 | 552.04 hm <sup>2</sup> | 2 809.28 |    | 155.08   |

**3.4 水土保持总投资情况** 合福铁路安徽段工程已完成水土保持投资共计 48 172.53 万元,占工程总投资的 0.93%。水土保持投资构成详见表 6。

造成低山丘陵区水土保持投资高于平原缓丘区的原因,分析主要是:①低山丘陵区水土流失隐患较平原缓丘区大,伴随施工活动多,其产生的水土流失量较大,应采取更多工程量以实现水土流失防治效果。②低山丘陵区地形地貌复杂,位于山区的施工场地,运输不便。在水土保持各项措施中,原材料成本、货物运输成本以及劳动力成本较平原缓丘区均有较大程度增加,单位工程量其施工成本有较大增加,致使水土保持投资额明显提高。如水土保持植物措施投资中的苗木养护费,因低山丘陵区苗木、水源、营养土等原材料运输较为困难,增加了苗木养护的运输成本及劳动力成本,使其单价较平原缓丘区高出 448.54 元/hm<sup>2</sup>。

**表 6 平原缓丘区与低山丘陵区水土流失防治投资占水土保持投资总额分析**

| 措施类别 | 平原缓丘区    |           | 低山丘陵区     |           |
|------|----------|-----------|-----------|-----------|
|      | 万元       | 占投资额比例//% | 万元        | 占投资额比例//% |
| 工程措施 | 2 930.68 | 6.08      | 20 263.51 | 42.06     |
| 植物措施 | 685.23   | 1.42      | 2 737.59  | 5.68      |
| 临时措施 | 1 826.37 | 3.79      | 19 729.15 | 40.96     |
| 合计   | 5 442.28 | 11.30     | 42 730.25 | 88.70     |

#### 4 水土流失防治效果

目前,合福铁路安徽段工程仍处于施工阶段,施工单位采取了水土保持工程、植物及临时措施,上述措施在施工过程中有效发挥了水土保持效益,对防治该工程水土流失起到了积极作用。

工程施工过程中,虽因降雨及人为原因,部分施工场区开挖边坡、填筑边坡、临时堆土区等区域存在侵蚀现象,但工程已实施的各项水土保持措施运行状况较为良好,并未造成重大侵蚀。由实地监测结果可知,该工程目前土壤侵蚀模数均值为 4 020 t/(km<sup>2</sup>·年),低于预期的 5 500 t/(km<sup>2</sup>·年)。

同时,施工单位对施工场区内弃土弃渣采取了有效挡拦措施,如浆砌石挡土墙及袋装土拦挡等。截至目前,合福铁路安徽段工程已产生弃土弃渣总量为 2 091.47 万 m<sup>3</sup>,通过各

弃土弃渣场的有效拦挡,用地红线以内的渣量约为 1 932.68 万 m<sup>3</sup>,拦渣率为 92.41%,高于预期的 90.0%。

#### 5 结论

研究采用资料调查法及对比法,通过将合福铁路安徽段工程沿线所经平原缓丘区及低山丘陵区的水土流失防治重点、水土流失防治技术体系及措施、已实施的水土保持投资进行对比分析,得出如下结论:①合福铁路安徽段工程应充分考虑平原缓丘区及低山丘陵区等不同地形地貌区内各工程区工程布局以及施工工艺,确定水土流失防治措施,做到实事求是、因地制宜,确保水土流失防治措施能够行之有效地发挥保水固土的作用。②低山丘陵区水土流失防治措施类型较多、工程量较大及单位工程施工成本较高,其水土保持投资额高于平原缓丘区,因此,低山丘陵区各施工场区应是合福铁路安徽段水土保持工作防治重点投资区域。③通过已实施的水土保持工程、植物及临时措施,合福铁路安徽段工程水土流失现象得到较好地治理,其实测的土壤侵蚀模数及拦渣率均达到预期目标。目前,该工程各类水土保持设施运行良好,有效发挥着水土保持效益。④铁路建设工程参建单位应充分重视水土保持工作,责任到人,重点明确,投资到位,努力实现铁路建设工程与生态环境的和谐统一。

#### 参考文献

- [1] 赵庆国. 高速铁路产业发展政策研究[D]. 南昌:江西财经大学,2013.
- [2] 牛崇桓. 新水土保持法主要制度解读[J]. 中国水利,2011(12):47-57.
- [3] 李小寒,白明洲,王连俊,等. 铁路路基工程水土流失强度估算方法研究[J]. 水土保持应用技术,2007(3):31-32.
- [4] 卢志敏. 隧道防水及水土保持和生态保护初步研究[D]. 重庆:重庆交通大学,2009.
- [5] 冯松. 铁路工程水土保持监测与评价[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2012.
- [6] 邢婷婷. 高速铁路建设水土流失预测与防治研究[D]. 成都:西南交通大学,2011.
- [7] 雷倩. 铁路建设项目水土保持后评价研究[D]. 成都:西南交通大学,2012.
- [8] 王维富. 铁路隧道施工环境保护、水土保持的重要性[J]. 隧道建设,2012(S2):242-245.
- [9] 赵芹,郑创新. 沟道型弃渣场的水土流失危害及工程防护措施分析[C]//中国水土保持学会规划设计专业委员会. 中国水土保持学会规划设计专业委员会 2009 年年会暨学术研讨会论文集. 中国水土保持学会规划设计专业委员会,2009:4.
- [10] 杨锐锋. 基于 BP 神经网络的铁路大临工程水土保持及土地复垦研究[D]. 成都:西南交通大学,2009.

#### GB/T 7714-2005

#### 电子文献著录格式

主要责任者. 题名:其他题名信息[文献类型标志/文献载体标志]. 出版地:出版者,出版年(更新或修改日期)[引用日期]. 获取和访问路径. 示例:

[1] PACS-L:the public-access computer systems forum[EB/OL]. Houston, Tex: University of Houston Libraries, 1989[1995-05-17]. <http://info.lib.uh.edu/pacsl.html>.

[2] Online Computer Library Center, Inc. History of OCLC[EB/OL]. [2000-02-08]. <http://www.oclc.org/ahout/history/default.htm>.

[3] HOPKINSON A. UNIMARC and metadata: Dublin Core[EB/OL]. [1999-12-08]. <http://www.ifla.org/IV/ifla64/138-161e.htm>.