

干旱戈壁地区高速公路路基施工节水技术研究

文 / 陈威 中铁十七局集团第二工程有限公司 陕西西安 710038

【摘要】为节约用水,保护环境,本文探讨了干旱戈壁地区高速公路路基施工节水技术,根据水源分布情况采取不同的供水方案,坚持“利用既有水源为主,打井、远距离输水管为辅”的方法,并通过架设输水管道、修建储水池、安装增压泵、配合洒水车运输的方式进行供水。

【关键词】干旱戈壁地区;高速公路;路基施工;节水技术

【DOI】10.12334/j.issn.1002-8536.2022.07.073

引言:

京新高速 WYTJ-02 标段地处新疆哈密地区,线路起止里程 SK80+000 ~ SK127+000、SK127+000 ~ SK143+000、XK127+000 ~ XK143+000,本标段全长 79Km,路基所占比例较大。沿线基本为戈壁荒漠区,冬季寒冷,夏季炎热,降水量少,蒸发量大,年降水量 39.1mm,年蒸发量 2260 mm,蒸发量大,地下水资源严重匮乏。路基填筑工程量比例较大,需要大量施工用水,在干旱戈壁地区,水资源匮乏,如何能在保证路基填筑质量的前提下既节约用水,又高效率地完成路基填筑任务是工程技术人员需要攻克的难题。

1、工程概况及特点

1.1 工程概况

京新高速 WYTJ-2 标线路总长 79km,主要工程量:区间路基土石方 349.4 万 m³;互通路基土石方 46 万 m³;服务区路基土石方 16.2 万 m³,累计土石方 411.6 万 m³;立体交叉桥 290.48 延米 /4 座;中桥 306.16 延米 /5 座;小桥 1389 延米 /60 座;暗涵 383 延米 /22 座;明涵 1691.61 延米 /128 座;圆管涵 34 延米 /2 座;项目地处新疆维吾尔自治区哈密市伊吾县下马崖乡,主要地理形式为戈壁与荒滩。该地区常年风沙肆虐,最大风速达到每秒 20 米,常年刮风,日照时间长,冬季寒冷,夏季炎热,空气干燥,昼夜温差大,冰冻期长,降雨量少,蒸发量大,极端最高气温 43.5℃,极端最低气温 -33.9℃;年平均气温 3.6℃;年均降水量 39.1mm,年蒸发量 2800mm,长年干燥少雨。

1.2 主要工程特点

线路长,路基填筑用水量大,京新高速 WYTJ-2 标线路总长 79km,区间路基土石方 349.4 万 m³;互通路基土石方 46 万 m³;服务区路基土石方 16.2 万 m³,累计土石方 411.6 万 m³;路基长 74.9km,所占比例高达 94.8%。线路

途经地区地貌以戈壁为主,且大风天气频繁、气候干燥,在该地区填筑如此长大段落路基,保证合格的质量和节约水源是关键。

1.3 主要创新点

干旱戈壁地区气候干燥,风沙大,年均降水量小,蒸发量大,地下水资源极为匮乏,路基填料用水量巨大,采用自建水井加长距离供水管供水以及土场闷料施工技术,能够在保证填筑质量的前提下,大幅度降低施工成本^[1]。

2、总体研究思路及研究的具体内容

为解决路基施工用水,根据水源分布情况和填筑土方数量多少采取不同的供水方案,以“利用既有水源为主,打井、远距离输水管为辅”的方法,并通过架设输水管道、修建储水池、安装增压泵、再配合洒水车运输的方式进行供水。

2.1 水车远距离运水

通过初步计算全线用水量在 44 万立方左右,根据总工期要求,施工高峰期集中在 5 月至 8 月之间,在施工期间很难保证用水的供给。若均在水源地仅靠水车拉水,至少需要 60 多台水车同时作业,这种方法不仅影响工期而且成本非常高。

2.2 打井取水

项目部进场后,联系哈密地区水文地质队,县水利局,结合现场实际,寻找植被生长茂盛的地段进行电测巡井,电测数据显示,SK132+767.5 处水井水量较为充沛,能够满足附件施工所需用水要求。且距离拌合站、梁场及项目驻地等场站较近,综合测算后,相比水车远距离运输,埋设输水管道可大幅度节约成本。

2.3 远距离输水管供水

采用自建水井,并架设输水管道、修建蓄水池的方法供水,主要做好以下两点,一是将水源地水通过管道输进蓄水池里。然后用水车装运至就近段落地基处理前补水或取土场闷

料增湿；二是在节点处按照 2km 设置一处三通接头及闸阀软管，可直接抽水至水车内，节约运距。

2.4 取土场挖槽闷料法

由于此地区路基填料天然含水率极低，摊铺时土中的水分极易蒸发，压实很困难，所以要保证路基压实质量，必须对填料进行补水。

若采取传统办法，在填料摊铺后用洒水车补水增湿的办法，由于填料天然含水率与最优含水率相差较大，洒水车大量洒水对填料增湿，容易造成填料补水不均匀，压实时容易出现鼓包、翻浆的现象；且由于水分向下渗透，容易对已压实好的填筑层浸泡；洒水后填料晾晒时间长，大量水分散失掉，需要反复补充水分，造成平地机、压路机等设备等待时间长，设备利用率低。

实际施工中我们经过试验总结，采用取土场挖槽闷料法对填料进行增湿，在不同时间段或不同运距情况下运至现场摊铺完后水分散失情况得出在取土场闷料时最佳含水率，才能保证碾压时填料含水率在最优含水率附近，效果显著^[2]。

3、主要研究的内容及关键技术

干旱戈壁地区水资源极其匮乏，针对用水难确定供水方案和节水技术。经过总体方案研究后，确定不同区段采用与之相对应的最有效的供水方案，在施工过程中采用节水增效技术，“利用既有水源为主，打井、远距离输水管为辅”的方法，并通过架设输水管道、修建蓄水池、安装增压泵、再配合洒水车运输的方式进行供水，在满足施工质量的前提下即保证了用水的供给又合理的利用水资源。

3.1 供水技术

经过综合节水技术比较，结合水源地的分布情况，充分利用 SK85+000、SK102+000 红淖三铁路生活水井，与广汇公路协商使用其设于 SK106+000 处的补给水源井，经综合测算，确定在 SK80+000 至 SK110+000 段采用在水源地用洒水车抽水然后运输至附近段落进行地基处理前补水或取土场闷料增湿方案。SK110+000 至 SK143+000 段未发现水源地，且施工管段较长，综合测算后采取在 SK132+767.5 处自建水井，并架设输水管道、修建蓄水池的方法，一是将水源地的水通过管道输进蓄水池里。然后用水车装运至就近段落地基处理前补水或取土场闷料增湿；二是在节点处按照 2km 设置一处三通接头及闸阀软管，可直接抽水至水车内。综合考虑不同施工段落采用最经济实用的供水方案。

3.2 节水增效技术

由于干旱戈壁地区特殊的自然环境和地理位置，路基施工用水的特点和难点主要体现在：

(1)长、大段落路基填筑需水量大，但此地区可利用的水资源极其有限，因此，一方面要对既有水资源充分合理利用，另外，要适当寻找一些新水源，由于水资源来之不易，节水显得尤为重要。

(2)由于地表土层天然含水率极低，路基地基处理前必须

进行地表浅层补水。

(3)戈壁地区风沙大、日照时间长，造成路基填料水分散失较快，对填料的制备、运输、摊铺、碾压各工序的控制及各工序之间的衔接提出了更高要求。

3.2.1 水源调查及方案选择

由于本标段地处戈壁干旱地区，水资源极度匮乏，但是标段路基填筑方量大，需要大量施工用水，所以在大规模路基施工前，解决充足的水源是关键，通过前期项目部组织人员多途径、寻找水源，终于在 SK85+000、SK102+000 红淖三铁路附近找到 2 处可以利用的生活水井，又在 SK106+000 处与广汇公路运输管理单位签订用水协议，确定 SK80+000 至 SK110+000 段采用在水源地用洒水车抽水然后运输至附近段落进行地基处理前补水或取土场闷料增湿方案。但 SK110+000 至 SK143+000 段未发现水源地，且施工管段较长，土方比重大，若按照设计前往伊吾县大白杨河取水，仅运距就达到惊人的 51 公里，成本奇高。为顺利解决这一难题，项目进场初期就制定了相关方案，具体是采取在 SK132+767.5 处自建水井，并架设输水管道、修建蓄水池的方法，一是将水源地的水通过管道输进蓄水池里。然后用水车装运至就近段落地基处理前补水或取土场闷料增湿；二是在节点处按照 2km 设置一处三通接头及闸阀软管，可直接抽水至水车内。综合考虑不同施工段落采用最经济实用的供水方案。（表 1）

表 1

序号	里程段落	优化后水源地	优化后运水方式	优化后平均水源运距 (Km)
1	K80 ~ K90	K85+000	水车拉运	6
2	K90 ~ K100	K102+000	水车拉运	8
3	K100 ~ K110	SK106+000	水车拉运	6
4	K110 ~ K120	SK132+760	架设输水管道、 修建蓄水池	18
5	K120 ~ K130	SK132+760	架设输水管道、 修建蓄水池	8
6	K130 ~ K143	SK132+760	架设输水管道、 修建蓄水池	5

3.2.2 闷料节水措施

根据标准击实试验原理，路基填筑若需要达到一定的压实度，除填料的级配满足设计要求，含水率必须控制在最优含水率附近，由于项目所处地区路基填料天然含水率极低，摊铺时土中的水分极易蒸发，压实难度很大，为了更好的保证路基压实质量，对填料进行补水显得尤为重要。

若采取传统办法，在填料摊铺后采用洒水车增湿补水的办法，由于填料天然含水率与最优含水率之间的差值较大，洒水车密集大量洒水对填料增湿，极易造成填料补水不均匀，碾压期间容易出现鼓包、翻浆的现象；且由于水分向下渗透，对已压实好的填筑层进行浸泡；洒水后填料晾晒时间长，大量水分散失，需要多次反复补充水分，导致压路机、平地机等设备等待时间过长，设备流水施工受阻，综合利用率低^[3]。

实际施工中经过多次试验总结，首先采用取土场挖槽闷料法对填料进行补水增湿，再通过挖机在取土场挖出若干道平行沟槽，沟槽间距 3-5m，槽宽约 1.5m-2m，深度约

2m-2.5m, 在洒水车后接塑料管向所有槽中注水。塑料水管一端伸入挖好的沟槽内, 一端连至洒水车能停放的场地。考虑到水分在填料装卸、运输、摊铺过程中的蒸发损耗数据, 统计了 SK124+800 右侧取土场填料在不同时间段或不同运距情况下运至现场摊铺完后水分散失情况 (表 2 和表 3), 得出在取土场闷料时, 填料实际含水率需提高 2 ~ 3 个百分点, 才能保证碾压时填料含水率在最优含水率附近。

表 2 运距在 5km 内填料水分散失情况表

序号	时间	取土场填料含水率 (%)	摊铺完成后填料含水率 (%)	损失量 (%)
1	7:40	6.1	5.1	1.0
2	10:30	6.9	5.5	1.4
3	12:50	7.1	5.3	1.8
4	15:30	7.1	5.0	2.1
5	18:50	5.9	4.9	1.0
6	20:30	7.5	5.6	1.9

表 3 运距在 5km-10km 内填料水分散失情况表

序号	时间	取土场填料含水率 (%)	摊铺完成后填料含水率 (%)	损失量 (%)
1	7:40	7.6	5.6	2.0
2	10:30	7.5	5.1	2.4
3	12:50	8.1	5.5	2.6
4	15:30	7.0	4.5	2.5
5	18:50	7.5	4.6	2.9
6	20:30	7.8	6.1	1.7

3.2.3 打井取水配合远距离输水管管道

京新高速 WYTJ-2 标, 线路起止里程 SK80+000 ~ SK127+000、SK127+000 ~ SK143+000、XK127+000 ~ XK143+000, 线路总长 79km, 其中单幅 47 公里, 双幅 16 公里。双幅段落均位于未发现水源地的 SK110+000 至 SK143+000 段, 此段落特点是, 路基段落较长, 土方比重大, 若按照设计前往伊吾县大白杨河取水, 仅运距就达到惊人的 51 公里, 成本奇高。

为顺利解决这一难题, 项目进场初期就制定了相关方案, 采用自建水井, 并架设输水管道、修建蓄水池的方法, 一是将水源地的水通过管道输进蓄水池里。然后用水车装运至就近段落地基处理前补水或取土场闷料增湿; 二是在节点处按照 2km 设置一处三通接头及闸阀软管, 可直接抽水至水车内。

方案确定后, 项目部及时联系哈密地区水文地质队, 县水利局, 结合现场实际, 寻找植被生长茂盛的地段进行电测巡井, 电测数据显示, SK132+767.5 处水井水量较为充沛, 且可辐射周边拌合站、梁场及项目驻地等场站, 能够满足附件施工所需用水要求。综合测算后, 相比水车远距离运输, 埋设输水管道可节约较大成本。

根据电测资料确定, 拟建管井 (井管径 =325mm,

H=160m), 开凿井孔 500mm, 壁管采用 $\Phi 325 \times 5\text{mm}$ 螺旋钢管, 过滤器为桥式滤水管, 滤水管长度为 160m-80m-7m (沉淀管) =73m, 滤水管外侧缠绕滤网。先再水井周边新建一处至蓄水池方量 100m³ 水池 (底部尺寸 5m*10m*2.5m), 蓄水池内设置多级离心泵, 蓄水池旁设置变频柜, 由变频柜恒压供水, 水源采用 $\phi 100 \sim \phi 125$ 钢管运输, 明敷于地面上, 遇低洼处人工进行整平拍实, 并在最低点安置三通及排气阀 (排水阀), 通向场站输水末端设置止回阀, 沿线管道在节点处按照 2km 预留一处三通接头及闸阀软管, 方便直接抽水至水车内, 节约运距。设置专门的水路管理工班, 负责对水路管道进行例行检查以及对抽水泵、发电机、增压泵等设备的检修维护。这种方法虽然前期投资相对较大但是能保证施工用水的及时供给, 总体效益较好。

4、取得的主要技术成果及创新点

取得的主要技术成果:

- (1) 干旱戈壁地区路基供水方案的应用
- (2) 干旱戈壁地区路基地基处理节水技术

5、社会效益

5.1 经济效益

通过具体施工过程的技术攻关, 采用以上技术措施不仅保证了施工质量而且取得了显著的经济效益。

5.2 社会效益

该项技术在施工过程中成功的应用取得了良好的社会效益。一是在工期紧、新技术不熟悉、组织协调任务重、环境条件差等诸多不利条件下, 通过积极探索和创新, 努力进行技术攻关, 精心组织施工, 高效的完成了年内合同任务, 确保了施工质量、施工进度, 同时, 在施工现场培养了一批专业的技术骨干。二是总结了干旱戈壁地区公路路基施工的质量控制的方法, 为今后同类型施工提供了可借鉴的经验。

结语:

干旱戈壁地区高速公路路基施工节水对不同施工段落提出与之对应的供水、节水技术。有利于提高工程质量和加快施工进度, 通过节水增效综合施工技术成功的应用, 取得了丰富的实践经验, 大幅度降低了施工成本。

参考文献:

- [1] 彭成铭. 高速公路路基施工质量管控关键参数研究 [J]. 绿色环保建材, 2021(11):72-73.
- [2] 冯二姣. 高速公路路基施工技术与质量控制研究 [J]. 交通世界, 2021(19):42-43.
- [3] 李燕. 高速公路路基施工强夯技术应用 [J]. 黑龙江交通科技, 2020,43(08):75-76.

作者简介:

陈威 (1985.02.28-), 男, 河南汝南县人, 民族, 汉, 本科毕业, 工程师, 从事道路工程施工方面的工作。