Logistics Sci-Tech No.5, 2014 物流科技 2014 年第 5 期

● 交诵运输 ●

文章编号:1002-3100 (2014) 05-0135-05

基于道路网络分析的省际粮食运输成本研究

Research of Inter-provincial Grain Transport Costs Based on GIS Network Analyst

高守杰,郭光毅,代希波

GAO Shou-jie, GUO Guang-yi, DAI Xi-bo (湖北大学 资源环境学院,湖北 武汉 430062)

(School of Resources and Environmental Science, Hubei University, Wuhan 430062, China)

摘 要:借助 GIS 软件平台,结合铁路、水运航线、运费、转运费等数据,建立了道路网络数据模型,利用网络分析工具,分别获取了基于最低成本和最短运距下的两种运输路径及成本数据。对比分析发现:水路和铁路运输凭借其成本较低的优势在我国省际粮食运输中占据主要地位。在最低成本条件下,运输优路径经沿海和长江中下游航线频次最高,公路运输因其成本较高主要集中于省内或短途运输;省际粮食运输最高运费段为哈尔滨—拉萨段,总里程 5 133km,经铁路一次性运输,运费为 770 元/吨;最低运费段为上海—南京段,总航程 350km,经水路一次性运输,运费仅 6 元/吨。

关键词:粮食运输;最优路径;地理信息系统;网络分析

中图分类号: F50 文献标识码: A DOI:10.13714/j.cnki.1002-3100.2014.05.046

Abstract: Inter-provincial grain transport plays an important role in our grain logistics system. The function of GIS network analyst had been the one of main methods of this kind of actual problem to solve the transport costs and paths. The study built the model of street network combined with railway,

water transport routes, freight cost, transfer cost and others under the software platform of GIS. Obtained two kinds of transport route and cost data based on the lowest cost and the shortest dietance by the network analysisi. The study found that, shipping and rail transport occupied the main position in the inter-provincial grain transport of China because of the advantage of low cost. The optimal path through coastal and Yangtze River routes most frequently under the conditions of the lowest cost. Because of the high cost of road transport is mainly concentrated in the province or short-distance transport. The highest inter-provincial grain transport freight segment is Harbin-Lhasa section, the total mileage 5 133km, disposable transport by rail, and the freight is 770 yuan/ton, while the minimum freight segment is Shanghai-Nanjing section, total distance 350km, one-time transportation by sea, and the freight is 6 yuan/ton.

Key words: grain transportation; optimal path; GIS; network analyst

0 引 言

省际粮食运输是指粮食实体在生产、收购和销售过程中在国内省级行政区域之间的转运和流通,是研究我国粮食物流体系的重要环节,也是我国粮食流通市场化的重要保证。近年来,随着我国跨省区粮食流通运量的增加,国内粮食流通和进口粮食分流的道路运输已成为影响我国粮食物流体系的主要因素[1]。目前,我国粮食运输主要存在运输散乱、方式落后、损耗较高等主要问题[2]。据调查,我国粮食从生产区到销售区的物流费用占整个粮食销售价格的 30%~35%,而美国粮食物流成本大约只相当于我国的 40%,由于运输工具落后等问题导致我国粮食运输年均损失 800 万吨,这些都导致我国粮食物流成本居高不下[3]。粮食物流问题也引起学术界的高度重视,目前,有关粮食运输研究主要集中在物流量估算、运输方式转变和主要运输通道建设等方面,但从省际粮食综合运输费用出发,利用 GIS(地理信息系统)的网络分析功能求算省际粮食运输费用和最优路径的研究方法还比较少见。梁书民、刘小和等,曾于 2007 年在《我国粮食综合运输费用与最优物流路经研究》中,以国内 11 个城市为准建立了一套实验数据。获取省际粮食运输路径和成本数据,建立粮食运输最优路径将对我国目前粮食物流体系建设提供重要参考。同时,运用 GIS 网络分析技术解决粮食运输道路选择和成本计算问题,也将是今后粮食物流体系建设的主要研究方向之一[4]。

1 研究方法

1.1 运输成本涉及因素

收稿日期:2014-02-13

作者简介:高守杰(1987-),男,湖北襄阳人,湖北大学资源环境学院硕士研究生,研究方向:GIS开发与应用。

现代粮食物流体系包括铁路、水路和公路三种主要交通方式,散粮运输和包粮运输是目前两种主要粮食运输方式。据 2005年全国货运量数据显示,铁路、公路和水路三种主要交通方式中,公路运输所占比重在 50%左右,铁路和水路运输分别占 30%和 10%左右,其中公路运输则主要以短途运输为主,中长途的省际粮食流通则主要依靠铁路和水路两种方式。省际粮食运输费用来源主要有包装费、装卸费、转运费和吨公里运费等几大类,其中包装费、装卸费、转运费是基于粮食运量的运输成本,吨公里运费可以看作是基于运距的运输成本。

1.2 最优网络路径计算方法

作为空间分析的一个重要方面,GIS 网络分析功能的主要目的是对地理网络(如交通网络)、城市基础设施进行模型化和地理分析。其主要内容是在网络数据集基础上,依据网络拓扑关系(线状地物之间、线状地物与点状地物之间、点状地物与点状地物之间的连结、连通关系),并借助空间、属性数据对网络的性能特征进行多方面的分析和计算。在各种 GIS 网络分析应用中,最基本最关键的问题还是最优路径问题。从网络模型的角度看,最优路径求解就是在网络中的两结点间寻找一条阻碍强度最小的路径,须按照结点的选择顺序访问网络中的所有结点^间。网络在数学和计算机领域中被抽象为图,所以网络的基础就是图的存储表示,在 GIS 中的道路网络在具有图理论基本特征的同时也具有一些实际特点。关于最短路径问题,目前为大家所公认的求解方法是由 Dijkstra 提出的标号法,即 Dijkstra 算法,算法的关键部分就是不断地从目标点集中找出距离源点最短距离最小的点并加入到已知点集中,同时更新目标点集到源点的新的最短距离。这一过程是最短路径算法的关键,并且与网络的复杂程度有着重要的相关性型。

最短路径不仅仅指一般以地理意义上的距离最短,还可以有时间最短、费用最低、路况最佳等测度。粮食道路运输最优路径是具有多因素的复杂性问题,本文为了方便分析对比,是以最低成本和最短运距下的最优路径为目标的,简化了实际物流中粮食道路运输费用问题。

2 数据处理与分析

2.1 数据来源与处理

本文是以全国铁路、公路(国道、高速)和主要港口水运航线数据为道路网络数据集,在成本计算和路径分析过程中为了简化模型,将包装费、装卸费、转运费综合为转运费单一费用,即三种交通方式转换时每吨粮食转运成本为 50 元。基于运距的吨公里运费数据为:铁路 0.15 元,公路 20 元,水路 0.016 元。

为使原始道路数据能实现最优路径网络分析功能,须对路网数据进行必要的处理和运算,主要步骤如下:(1)制作全国(除台湾、香港外)32 个省级行政区域省会城市和大连、青岛、深圳、天津港四个港口城市的点状矢量数据;(2)合并路网矢量数据,对铁路、公路、水路航线矢量数据建立拓扑关系,确保三种交通方式在各站点或港口之间的连通性,并在两种不同运输方式的转运站点添加带有转运费属性的小线段作为转运连接方式;(3)计算出路线长度,添加运费等属性字段,并通过路线长度和吨公里运费相乘运算得出路线运费属性字段;(4)在地理信息系统软件 Arcgis Catalog 下,用路径矢量数据制作具有拓扑关系的路径网络数据集 Network Dataset^[8-9];(5)调用 GIS 软件 Arcgis Network Analyst 模块下的 New OD Cost_Matrix 工具,添加路网数据集,并以城市点状数据为起始站点和终止站点,以运费为阻抗,生成两两城市间运费最低的成本 OD 矩阵图;(6)将最低成本 OD 矩阵图导出为矢量数据,用工具箱中的 Feature Vertices To Points 工具,通过选择 Point Type 将其分别生成为 Origin 点和 Destination 点;(7)调用 Network Analyst 下 New Route 工具,分别添加上一步生成的 Origin 和 Destination点,仍以运费为首要阻抗,生成最低成本下两两城市间的最优路径图;(8)导出最低成本 OD 矩阵的属性数据,获取最低成本矩阵表;(9)将首要阻抗参数设置为运距,重复步骤 5 到步骤 8,则可以生成最短运距下两两城市间的最优路径图和最短路径矩阵表。

2.2 省际粮食运输路径分析

最低成本条件下各省会城市间运输方式包含单一水路运输、单一铁路运输、水路——铁路一次转运混合运输、铁路——水路——铁路两次转运混合运输等多种方式。最短运距下各省会城市间运输方式主要为铁路运输(为了方便数据对比,在计算最短运距运输路径时排除公路数据),仅在个别沿海港口城市间航线距离较短时才会选择水运航线,如上海—海口段、海口—福州段等。最低成本和最短路径两种运输路径下的运费和运距在与港口城市或水运相关的运输路段具有比较明显的差异,而在以铁路为主要运输方式的内陆城市运输路段则比较一致。自2006年青藏铁路建成通车,我国铁路已实现全国省会城市全覆盖,在省际运输下的最低成本路径已经主要涵盖水运和铁路运输两种方式,公路运输则主要集中于省内或短距运输,用于补充和完善铁路、水运不能覆盖的地区。

根据最低成本条件下全国省际粮食运输路径数据,将所有省会城市两两之间运输路径进行叠加,可以得到省际粮食运输路线频次图(图 1)和运输路线频次比重(表 1)。从表 1 中可以看出最低成本下省际粮食运输路线频次在 1~15 之间所占比重最大,达到 46.02%,路线频次最高段为青岛—上海区间段,运输频次高达 185。从图 1 中可以看出,我国省际粮食运输呈现出以东北地区经大连港口外运通道,黄淮海地区经青岛、天津港口外运通道,西北内陆经西安、兰州转运通道,华南地区经福州、深圳、澳门等港口流入通道和长江中下游地区沿江转运通道等为主的五大区域运输格局。依据以上运输格局合理建设和分配运输资源对解决我国粮食物流运力不足等问题具有重要意义。

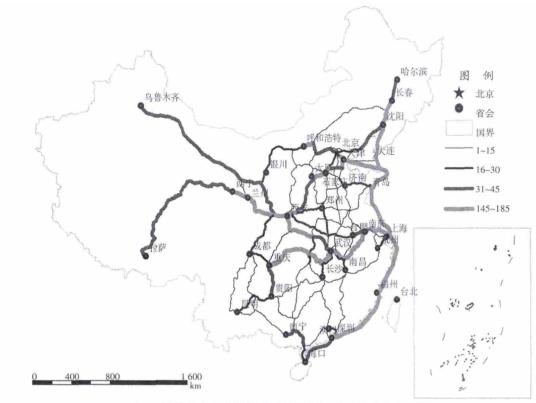


图 1 最低成本下省际粮食运输路径所经路线频次分布图

所经路线频次 路线长度/km 所占比重/% 所经路线频次 路线长度/km 所占比重/% 1~15 24 998 46.02 31~45 10 171 18 72 16~30 8 512 15.67 46~185 10 642 19.59

表 1 最低成本下省际粮食运输所经路线频次比重表

2.3 省际粮食运输成本分析

从全国部分城市粮食运输最低成本和最短路径下的运费/运距数据(表 2、表 3)中可以看出:最低成本和最短路径下最高运费均为哈尔滨—拉萨段,运费为 770 元/吨,总里程 5 133km,经铁路一次性运输。最低成本和最短路径下最小运距均为北京—天津段,运距 132km,运费 20 元/吨。最低成本下最大运距为海口—拉萨段的 6 680km,运费 647 元/吨,运输路径从海口由水运至武汉,在武汉经铁路转运至拉萨,其中水运航距 3 025km,铁路运距 3 655km;而在最短路径下此运段运距为5 077km,运费 762 元/吨,由铁路经贵阳、成都、兰州沿线一次性运输,同最低成本路径相比运距缩短了 1 603km,运费增加了 115 元/吨。最低成本下最低运费为上海—南京段,运费 6 元/吨,经水运一次性运输,航程 350km;而在最短运距下,此段运距为 302km,经铁路一次性运输,运费 45 元/吨,同最低成本路径相比运距缩短了 48km,运费增加 39 元/吨。

在最低成本和最短路径下运费差距最大的为哈尔滨—海口段。最短运距下运输路径为铁路运输,经沈阳、天津、石家庄、武汉、长沙一线,全程 3 946km,运费 592 元/吨;最低成本下运输路径由铁路运输至大连,经大连港口转水运至海口,全程运距 4 038km,运费 242 元/吨。从运费和运距比较来看,哈尔滨—海口段粮食运输选择最低成本下运输路线更为适宜,同最短运距运输路径相比运距增加约 92km,但运费减少了 350 元/吨,减少幅度较大,对控制道路运输费用成本具有明显的效果。最低成本和最短路径下运距相差最大的为太原—重庆段。最低成本下运输路径由铁路运至天津,经天津港口转水运至重庆,全程运距 4 282km,运费 204 元/吨;最短运距下运输路径为铁路一次性运输,经西安运至重庆,全程 1 410km,运费 212 元/吨。从运费和运距比较来看,太原—重庆段粮食运输选择最短运距下运输路线更为适宜,同最低成本运输路径相比运费增加约 8 元/吨,但运距缩短了 2 872km,且不需要转运等过程,极大地减少了时间成本和运输资源占用。

综合以上分析可以看出:最低成本运输路径主要利用铁路和水运两种交通方式,国道、高速公路等公路运输方式因成本较高而未被利用;近海和沿江港口城市均涉及水运,如重庆、武汉、南京、上海、福州、海口、天津等,这些港口城市之间多为单一水运;内陆城市间主要依靠铁路运输,如乌鲁木齐—北京段、成都—拉萨段等;港口城市同内陆城市间则大多会经过两种运输方式转换运输,如海口—哈尔滨段需经大连港口转运一次,北京—上海段需经天津港口转运一次;部分非港口城市间还涉及两次转运,如哈尔滨—广州段,需先经大连港由铁路转水运后,再经深圳港由水运转铁路两次转运运输。由于三种运输方式间运输成本差异较大,铁路成本相当于水运成本的9倍,而公路成本则相当于铁路成本的130倍,所以在最低成本下的最优路

表 2 最低成本条件下各省会城市间运费/运距表

运费 (元/吨) / 运距 (千米)

		_			_									_				1	1		_					, J U/ ·				_	
运距运费	北京	成都	福州	广州	贵阳	哈尔 滨	海口	杭州	合肥	呼和浩特	济南	昆明	拉萨	兰州	南昌	南京	南宁	上海	沈阳	石家庄	太原	天津	乌鲁木齐	武汉	西安	西宁	银川	长春	长沙	郑州	重庆
北京		4 170	2 242	3 210	4 283	1 238	3 517	1 760	1 072	609	463	4 906	3 898	1 747	1 460	1 932	4 116	1 582	692	284	509	132	3 278	2 603	1 096	1 958	1 280	988	2 961	698	3 830
成都	237		3 318	4 286	765	4 691	4 593	2 767	2 395	1 923	3 615	1 057	3 274	1 123	1 929	2 238	1 462	2 588	4 140	1 629	1 464	4 040	2 972	1 568	812	1 335	1 265	4 441	1 926	1 307	340
福州	110	149		968	3 430	2 762	1 275	907	1 235	2 818	1 686	4 054	5 404	3 253	628	1 079	1 875	729	2 212	2 468	2 694	2 111	5 072	1 750	2 602	3 464	3 488	2 512	2 108	2 288	2 977
广州	198	236	88		1 421	3 731	626	1 876	2 204	3 786	2 655	1 622	4 675	2 524	939	2 048	807	1 698	3 180	3 436	3 662	3 080	4 343	2 718	1 873	2 735	4 457	3 480	708	1 600	3 946
贵阳	254	115	166	213		4 804	1 213	2 879	2 507	4 859	3 728	633	3 995	1 844	1 254	2 351	853	2 701	4 253	4 509	1 835	4 153	3 682	1 680	1 212	2 055	1 975	4 553	934	1 628	453
哈尔滨	186	348	222	309	365		4 038	2 281	2 609	1 704	1 558	5 427	5 133	2 982	3 484	2 453	4 637	2 103	551	1 519	1 745	1 207	4 372	3 123	2 331	3 193	2 374	250	3 482	1 933	4 351
海口	131	169	20	83	182	242		2 183	2 511	4 093	2 962	1 414	6 680	4 529	3 386	2 355	599	2 005	3 487	3 744	3 969	3 387	6 347	3 025	3 877	4 740	4 764	3 788	3 384	3 563	4 253
杭州	177	214	88	176	231	288	109		550	2 336	1 059	3 503	4 318	2 167	621	393	2 782	178	1 730	1 341	1 566	1 630	3 986	1 199	1 516	2 378	2 279	2 031	989	1 080	2 427
合肥	161	205	91	178	222	290	111	83		1 648	623	3 131	3 772	1 621	457	157	3 110	459	2 058	905	1 130	966	3 440	467	970	1 833	1 733	2 359	825	573	2 055
呼和浩特	91	288	197	284	340	256	217	263	247		1 039	5 483	3 440	1 361	2 036	2 508	4 692	2 158	1 293	806	616	708	2 669	3 179	1 118	1 500	671	1 453	3 537	1 182	4 407
济南	69	253	127	214	270	234	147	159	93	156		4 351	3 784	1 633	1 072	666	3 561	1 027	1 011	296	522	357	3 451	2 047	981	1 844	1 581	1 308	1 258	495	3 275
昆明	347	159	259	243	95	458	212	324	315	434	363		4 324	2 172	1 870	2 974	815	3 324	4 876	5 133	2 459	4 776	4 021	2 304	1 836	2 384	2 314	5 177	1 550	2 244	1 076
拉萨	585	491	626	701	599	770	647	648	566	516	568	649		2 151	4 015	3 925	4 725	4 675	4 587	3 619	3 454	3 972	3 954	3 655	2 802	1 940	2 769	4 883	3 972	3 297	3 570
兰州	262	169	304	379	277	447	324	325	243	204	245	326	323		1 864	1 774	2 574	2 524	2 436	1 468	1 303	1 821	1 875	1 504	651	211	690	2 732	1 820	1 146	1 419
南昌	219	225	94	141	188	331	153	93	68	305	161	281	602	280		609	1 271	791	2 934	1 293	1 460	2 833	3 683	361	1 213	2 076	1 976	3 234	420	895	1 589
南京	105	131	17	105	148	217	38	59	23	192	100	242	589	266	91		2 954	350	1 902	2 159	2 384	1 802	3 592	671	1 123	1 985	1 886	2 203	1 029	687	1 898
南宁	271	219	160	121	128	382	90	249	251	357	287	122	709	386	191	178		2 604	4 086	4 343	4 568	3 986	4 393	3 625	1 923	2 785	2 686	4 387	967	1 860	1 297
上海	100	137	12	99	154	211	32	27	69	186	116	247	614	292	119	6	172		1 552	1 809	2 034	1 452	4 342	1 021	1 873	2 735	2 829	1 853	1 379	1 558	2 248
沈阳	104	265	139	227	282	83	159	205	207	194	152	376	688	365	249	134	299	128		973	1 198	660	3 961	2 573	1 785	2 647	1 963	300	2 931	1 387	3 800
石家庄	43	244	144	232	288	228	165	201	136	121	44	381	543	220	194	139	305	134	146		230	358	3 287	951	817	1 679	1 289	1 269	1 309	414	4 057
太原	76	220	178	266	275	262	199	235	170	92	78	369	518	195	219	173	338	168	180	35		584	3 098	1 103	652	1 514	1 100	1 494	1 462	566	4 282
天津	20	217	91	178	234	181	111	157	145	106	54	328	596	273	201	86	251	80	99	54	88		3 377	2 473	1 170	2 033	1 379	956	2 831	768	3 700
乌鲁木齐	492	446	576	651	552	656	597	598	516	400	518	603	593	281	552	539	659	565	594	493	465	507		3 322	2 470	2 014	1 998	4 122	3 639	2 965	3 257
武汉	116	121	28	116	138	227	48	93	70	203	132	231	548	226	54	11	188	16	145	143	166	97	498		852	1 715	1 615	2 873	358	538	1 227
西安	164	122	206	281	182	350	226	227	145	168	147	275	420	98	182	168	288	194	268	122	98	176	370	128		863	763	2 081	1 169	495	787
西宁	294	200	335	410	308	479	356	357	275	225	277	358	291	32	311	298	418	324	397	252	227	305	302	257	129		829	2 943	2 032	1 357	1 630
银川	192	190	297	385	296	356	318	342	260	101	237	347	415	104	296	283	403	287	294	193	165	207	300	242	114	124		2 124	1 932	1 258	1 550
长春	148	310	184	272	327	38	204	250	252	218	196	421	732	410	294	179	344	173	45	190	224	143	618	190	312	441	319		3 232	1 683	4 101
长沙	220	224	132	106	140	331	152	148	124	306	189	233	596	273	63	115	145	120	248	196	219	200	546	54	175	305	290	294		897	1 586
郑州	105	196	159	240	244	290	179	162	86	177	74	337	495	172	134	103	279	147	208	62	85	115	445	81	74	204	189	252	134		1 766
重庆	221	51	48	135	68	247	68	113	104	222	152	161	535	213	124	30	195	36	164	170	204	116	489	20	118	244	233	209	123	150	
														\Box							\Box										1

径选择上第一优先权为水运,在水运运距较大,或者水运不能直接到达,需转运且包含转运费后总运费超过直达铁路运费时,最低成本路径才会选择铁路运输;同样,只有在铁路运距较大,或者铁路不能直接到达,需转运且包含转运费后总运费超过公路直达运费的情况下,最低运费路径才选择公路运输。故此,在所得结果中会出现两地实际铁路距离较近,但最优路径却选择运距较远的水运或水路铁路转运的运输方式,例如太原一重庆段、广州一重庆段等。

3 结论与讨论

- (1) 我国省际粮食运输呈现出以东北地区经大连港口外运通道,黄淮海地区经青岛、天津港口外运通道,西北内陆经西安转运通道,华南地区经福州、深圳、澳门等港口流入通道和长江中下游地区沿江转运通道等为主的五大运输区域格局,根据此格局可以为合理建设和分配粮食运输资源提供参考。
- (2) 水路和铁路运输凭其成本较低的优势在省际粮食运输中占据主要地位,公路运输在总体道路运输体系中所占比重较大,但主要集中于省内或短途运输。省际粮食运输应根据在运费成本和时间成本上的不同要求,选择合理的运输方式。提高低成本的水路运输在省际粮食运输中的比重将成为降低运输成本的重要方向,内河航运和深水港口建设将是今后粮食物流体系建设关键环节之一。
 - (3) 我国省际粮食运输转运、装卸和包装费用一直较高,在一定程度上制约了多方式联运的应用和发展,建设现代化的

表 3 最短运距条件下各省会城市间运费/运距表

运费 (元/吨) / 运距 (千米)

接換 331 348																									坦		ノレ/ド	ቲ/		2 IEE	<u> </u>	<u> </u>
接換 2 22 1 277 768 3 143 1 900 1 22 1 277 768 3 143 1 900 1 22 1 277 710 1 882 868 1 882 462 1 278 710 1 882 868 1 882 462 1 278 710 1 882 868 1 882 462 1 278 710 1 882 868 1 882 462 83 868 1 882 462 1 838 1 882 878 1 421 3 44 626 507 1 382 878 1 882 4 883 1 882 878 1 883 8 884 8 87 8 884 8 88				福州	广州	贵阳	哈尔滨		杭州	合肥	呼和浩特			拉萨	兰州	南昌	南京	南宁	上海	沈阳	石家庄	太原	天津	乌鲁木齐	武汉	西安	西宁	银川	长春	长沙	郑州	
日本	北京		1 908	2 089	2 283	2 279	1 238	2 785	1 508	1 072	609	463	2 903	3 898	1 747	1 460	1 114	2 543	1 417	692	284	509	132	3 278	1 222	1 096	1 958	1 280	988	1 580	698	1 854
一分	成都	286		2 321	2 177	765	3 143	1 969	2 122	1 576	1 923	1 794	1 057	3 274	1 123	1 693	1 729	1 462	2 031	2 597	1 629	1 464	1 982	2 972	1 332	812	1 335	1 265	2 893	1 649	1 307	340
接換	福州	313	348		968	1 830	2 762	1 275	710	1 085	2 665	1 686	2 446	4 644	2 493	628	1 033	1 746	729	2 212	1 922	2 089	2 040	4 311	989	1 841	2 704	2 604	2 512	996	1 524	2 185
特殊性性性性性性性性性性性性性性性性性性性性性性性性性性性性性性性性性性性性	广州	343	327	88		1 421	3 444	626	1 507	1 395	2 781	1 961	1 622	4 675	2 524	939	1 548	807	1 677	2 898	2 013	2 165	2 244	4 343	1 062	1 873	2 735	2 636	3 194	708	1 600	1 864
持二日 日日 日日 日日 日日 日日 日日 日日	贵阳	342	115	274	213		3 514	1 213	1 823	1 702	2 302	2 116	633	3 995	1 844	1 254	1 854	853	1 992	2 968	2 000	1 835	2 354	3 682	1 263	1 212	2 055	1 975	3 264	934	1 628	453
一方 日本	哈尔滨	186	471	222	517	527		3 946	2 281	2 166	1 704	1 558	4 138	5 133	2 982	2 615	2 209	3 704	2 103	551	1 519	1 745	1 207	4 372	2 383	2 331	3 193	2 374	250	2 741	1 933	3 089
日本語語	海口	418	295	20	83	182	592		1 985	1 895	3 257	2 462	1 414	5 077	2 926	1 438	2 048	599	2 005	3 399	2 514	2 641	2 745	4 744	1 563	2 274	3 137	3 037	3 695	1 209	2 101	1 656
呼用浩特。9 28 40 417 345 256 48 313 24 1 1 1 1 2 2 2 3 2 3 2 3 2 3 2 3 3	杭州	226	318	106	226	273	288	177		550	2 084	1 059	2 439	4 318	2 167	621	393	1 840	178	1 730	1 341	1 566	1 402	3 986	982	1 516	2 378	2 279	2 031	989	1 080	1 986
接換 は は は は は は は は は は は は は は は は は は は	合肥	161	236	163	209	255	325	263	83		1 648	623	2 318	3 772	1 621	457	157	1 728	459	1 620	905	1 130	966	3 440	467	970	1 833	1 733	1 916	825	573	1 440
日野 435 159 367 243 245	呼和浩特	91	288	400	417	345	256	489	313	247		1 039	2 926	3 440	1 361	2 036	1 690	2 906	1 993	1 293	806	616	708	2 669	1 720	1 118	1 500	671	1 453	2 078	1 182	1 877
技術 18	济南	69	269	127	294	317	234	369	159	93	156		2 733	3 784	1 633	1 072	666	2 221	969	1 011	296	522	357	3 451	899	981	1 844	1 581	1 308	1 258	495	1 740
一時期間 262 169 374 379 277 447 439 325 243 204 245 326 326 325 1864 774 2574 2577 248 148 149 1875 1504 651 211 690 2732 1820 148 141 188 1820 1820 1420 1420 188 1820 1420 1420 1420 1420 1420 1420 1420 14	昆明	435	159	367	243	95	621	212	366	348	439	410		4 324	2 172	1 870	2 470	815	2 608	3 592	2 624	2 459	2 977	4021	1 880	1 836	2 384	2 314	3 888	1 550	2 244	1 076
南言 219 254 94 141 188 392 195 33 66 305 161 281 602 280 609 127 791 208 1293 146 1414 3683 361 213 2076 1976 2365 420 895 1577 高京 167 259 157 232 278 331 336 59 23 254 100 371 589 266 91 1880 3031 662 947 1173 1 008 3 592 619 1 123 1 985 1 8861 959 978 687 1 592 1 593 1 594 1 595	拉萨	585	491	697	701	599	770	762	648	566	516	568	649		2 151	4 015	3 925	4 725	4 228	4 587	3 619	3 454	3 972	3 954	3 655	2 802	1 940	2 769	4 883	3 972	3 297	3 570
南京 167 259 157 232 278 331 336 59 23 254 100 371 589 266 91 1880 303 662 947 1173 1083 552 619 123 1985 1886 1959 978 687 1522 高中 381 219 201 121 128 556 99 276 259 436 333 122 709 386 191 282 2093 1582 272 290 2503 4393 1321 1923 2785 2686 3454 967 1860 1297 上海 213 305 12 252 299 211 32 278 29 21 32 278 69 299 145 391 634 312 119 45 301 1552 1250 1476 1311 3895 921 425 288 2188 1853 1 158 990 1895 1381 104 390 139 435 445 83 510 205 243 194 152 539 688 365 310 249 474 128 9731 198 660 3 961 1836 1 7852 647 1 963 300 2 195 1 387 2 543 1 158 1 15	兰州	262	169	374	379	277	447	439	325	243	204	245	326	323		1 864	1 774	2 574	2 077	2 436	1 468	1 303	1 821	1 875	1 504	651	211	690	2 732	1 820	1 146	1 419
病字 38	南昌	219	254	94	141	188	392	195	93	68	305	161	281	602	280		609	1 271	791	2 068	1 293	1 460	1 414	3 683	361	1 213	2 076	1 976	2 365	420	895	1 557
上海 213 305 12 252 299 211 32 27 69 299 145 391 634 312 119 45 301 1552 1250 1476 1311 3895 922 1425 288 2 188 1853 1 158 990 1895 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	南京	167	259	157	232	278	331	336	59	23	254	100	371	589	266	91		1 880	303	1 662	947	1 173	1 008	3 592	619	1 123	1 985	1 886	1 959	978	687	1 592
次阳 104 390 139 435 445 83 510 205 243 194 152 539 688 365 310 249 474 128 973 1198 660 3 961 836 1 785 2 647 1 963 300 2 195 1 387 2 543 在家庄 43 244 288 302 300 228 377 201 136 121 44 394 543 220 194 142 341 188 146 230 358 3 287 951 817 1679 1 289 1 269 1 309 414 1 578 大原 76 220 313 325 275 262 396 235 170 92 78 369 518 195 219 176 343 221 180 35 584 3 098 1 103 652 1 514 1 100 1 494 1 462 566 1 410 天津 20 297 258 337 353 181 412 210 145 106 54 447 596 273 212 151 376 197 99 54 88 3377 1 182 1 170 2 033 1 379 956 1 540 768 1 925 1 289 1 28	南宁	381	219	201	121	128	556	90	276	259	436	333	122	709	386	191	282		2 009	3 158	2 272	2 290	2 503	4 393	1 321	1 923	2 785	2 686	3 454	967	1 860	1 297
石家庄 43 244 288 302 300 228 377 201 136 121 44 394 543 220 194 142 341 188 146 230 358 3287 951 817 1 679 1 289 1 269 1 309 414 1 575 大原 76 220 313 325 275 262 396 235 170 92 78 369 518 195 219 176 343 221 180 35 584 3098 1 103 652 1 514 1 100 1 494 1 462 566 1 410 天津 20 297 258 337 353 181 412 210 145 106 54 447 596 273 212 151 376 197 99 54 88 3377 1 182 1 170 2 033 1 379 956 1 540 768 1 925 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	上海	213	305	12	252	299	211	32	27	69	299	145	391	634	312	119	45	301		1 552	1 250	1 476	1 311	3 895	922	1 425	2 288	2 188	1 853	1 158	990	1 895
大原 76 220 313 325 275 262 396 235 170 92 78 369 518 195 219 176 343 221 180 35 584 3 098 1 103 652 1 514 1 100 1 494 1 462 566 1 410 549 1 565 566 1 514 1 500 1 494 1 462 566 1 410 549 1 505 549 1 505 549 1 505 549 1 505 549 1 505 549 1 505 549 1 505 549 1 505 559 1 505 1 50	沈阳	104	390	139	435	445	83	510	205	243	194	152	539	688	365	310	249	474	128		973	1 198	660	3 961	1 836	1 785	2 647	1 963	300	2 195	1 387	2 543
天津 20 297 258 337 353 181 412 210 145 106 54 447 596 273 212 151 376 197 99 54 88 377 182 170 2033 1379 956 1540 768 1925 138 138 181 412 210 145 106 54 447 596 273 212 151 376 197 99 54 88 377 182 170 2033 1379 956 1540 768 1925 138 138 200 148 159 190 357 234 147 70 258 135 282 548 226 54 93 198 138 275 143 166 177 498 852 1715 1615 2132 358 538 1196 138 138 138 139 138 138 139 138 138 139 138 138 139 138 138 139 138 138 139 138 138 139 138 138 139 138 138 139 138 138 139 138 138 139 138 138 138 139 138 138 139 138 138 138 139 138 138 138 139 138 138 138 139 138 138 138 139 138 138 138 139 138 138 138 139 138 138 138 139 138 138 138 139 138 138 138 139 138 138 138 139 138 138 138 139 138 138 138 139 138 138 138 139 138 138 138 139 138 138 138 138 138 139 138 138 138 138 139 138 138 138 138 138 138 138 138 138 138	石家庄	43	244	288	302	300	228	377	201	136	121	44	394	543	220	194	142	341	188	146		230	358	3 287	951	817	1 679	1 289	1 269	1 309	414	1 575
乌鲁木齐 492 446 647 651 552 656 712 598 516 400 518 603 593 281 552 539 659 584 594 493 465 507 3 322 2 470 2 014 1 998 4 122 3 639 2 965 3 257 武汉 183 200 148 159 190 357 234 147 70 258 135 282 548 226 54 93 198 138 275 143 166 177 498 852 1 715 1 615 2 132 358 538 1 196 百安 164 122 276 281 182 350 341 227 145 168 147 275 420 98 182 168 288 214 268 122 98 176 370 128 863 763 2 081 1 169 495 787 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	太原	76	220	313	325	275	262	396	235	170	92	78	369	518	195	219	176	343	221	180	35		584	3 098	1 103	652	1 514	1 100	1 494	1 462	566	1 410
武汉 183 200 148 159 190 357 234 147 70 258 135 282 548 226 54 93 198 138 275 143 166 177 498 852 1715 1615 2 132 358 538 1 196	天津	20	297	258	337	353	181	412	210	145	106	54	447	596	273	212	151	376	197	99	54	88		3 377	1 182	1 170	2 033	1 379	956	1 540	768	1 929
西安 164 122 276 281 182 350 341 227 145 168 147 275 420 98 182 168 288 214 268 122 98 176 370 128 863 763 2081 169 495 787 7	乌鲁木齐	492	446	647	651	552	656	712	598	516	400	518	603	593	281	552	539	659	584	594	493	465	507		3 322	2 470	2 014	1 998	4 122	3 639	2 965	3 257
西宁 294 200 406 410 308 479 471 357 275 225 277 358 291 32 311 298 418 343 397 252 227 305 302 257 129 829 2943 2 032 1 357 1 630 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	武汉	183	200	148	159	190	357	234	147	70	258	135	282	548	226	54	93	198	138	275	143	166	177	498		852	1 715	1 615	2 132	358	538	1 196
根川 192 190 391 395 296 356 456 343 260 101 237 347 415 104 296 283 403 328 294 193 165 207 300 242 114 124 2 124 1 932 1 258 1 550 长春 148 434 184 479 490 38 554 250 287 218 196 583 732 410 355 294 518 173 45 190 224 143 618 320 312 441 319 2 491 1 683 2 838 长沙 237 247 149 106 140 411 181 148 124 312 189 233 596 273 63 147 145 174 329 196 219 231 546 54 175 305 290 374 897 1 378 郑州 105 196 229 240 244 290 315 162 86 177 74 337 495 172 134 103 279 148 208 62 85 115 445 81 74 204 189 252 134 1 253	西安	164	122	276	281	182	350	341	227	145	168	147	275	420	98	182	168	288	214	268	122	98	176	370	128		863	763	2 081	1 169	495	787
长春 148 434 184 479 490 38 554 250 287 218 196 583 732 410 355 294 518 173 45 190 224 143 618 320 312 441 319 2 491 1 683 2 838 长沙 237 247 149 106 140 411 181 148 124 312 189 233 596 273 63 147 145 174 329 196 219 231 546 54 175 305 290 374 897 1 378 第州 105 196 229 240 244 290 315 162 86 177 74 337 495 172 134 103 279 148 208 62 85 115 445 81 74 204 189 252 134 1 253	西宁	294	200	406	410	308	479	471	357	275	225	277	358	291	32	311	298	418	343	397	252	227	305	302	257	129		829	2 943	2 032	1 357	1 630
长沙 237 247 149 106 140 411 181 148 124 312 189 233 596 273 63 147 145 174 329 196 219 231 546 54 175 305 290 374 897 1378 数例 105 196 229 240 244 290 315 162 86 177 74 337 495 172 134 103 279 148 208 62 85 115 445 81 74 204 189 252 134 1253	银川	192	190	391	395	296	356	456	343	260	101	237	347	415	104	296	283	403	328	294	193	165	207	300	242	114	124		2 124	1 932	1 258	1 550
掛州 105 196 229 240 244 290 315 162 86 177 74 337 495 172 134 103 279 148 208 62 85 115 445 81 74 204 189 252 134 1 253	长春	148	434	184	479	490	38	554	250	287	218	196	583	732	410	355	294	518	173	45	190	224	143	618	320	312	441	319		2 491	1 683	2 839
	长沙	237	247	149	106	140	411	181	148	124	312	189	233	596	273	63	147	145	174	329	196	219	231	546	54	175	305	290	374		897	1 378
重庆 278 51 328 280 68 463 248 298 216 282 261 161 535 213 234 239 195 284 381 236 212 289 489 179 118 244 233 426 207 188	郑州	105	196	229	240	244	290	315	162	86	177	74	337	495	172	134	103	279	148	208	62	85	115	445	81	74	204	189	252	134		1 253
	重庆	278	51	328	280	68	463	248	298	216	282	261	161	535	213	234	239	195	284	381	236	212	289	489	179	118	244	233	426	207	188	

散粮运输设施,发展集装箱运输,顺畅多运输方式间无障碍对接,实现多种运输方式间的低成本转运和多方式联运应该是我国物流体系建设的重要方向。

参考文献:

- [1] 袁育芬,唐学军,高兰.优化我国粮食大流通运输方案初探[J].物流科技,2005(9):90-93.
- [2] 甄彤, 张秋闻. 基于 GIS 的粮食配送决策支持系统分析与设计[J]. 计算机应用研究, 2009,26(4):1398-1402.
- [3] 周新韶,吴砚峰. 浅析我国粮食物流的问题及对策[J]. 中国商贸, 2012(17):144-145.
- [4] 梁书民,刘小和,等. 我国粮食综合运输费用与最优物流路径研究[J]. 中国粮食经济, 2007(4):32-35.
- [5] 邹凤羽. 粮食流通市场化的粮食运输问题探析[J]. 粮食问题研究, 2004(5):7-13.
- [6] 卢云辉,曹健,孙晓茹. 基于 SuperMap Object 的网络分析研究[J]. 城市勘测, 2012(3):53-55.
- [7] 黄登峰. GIS 最短路径分析中关键算法的研究[J]. 城市勘测, 2007(4):68-71.
- [8] 聂宗斋. 网络地图中最短路径的实现方法[J]. 河南水利与南水北调, 2009(7):138-142.
- [9] 王秀斌. GIS 网络分析中最短路径的实现[J]. 测绘科学, 2007,32(5):61-63.