

对我国铁路等级划分问题的研究

铁道部科学研究院铁建所 张宝义 罗清泉

建国以来,标准轨距铁路技术规范先后制定过六次,每次都对铁路等级的划分标准作了相应的规定。据统计,解放后建成和正在修建中的干线铁路共48条,其中执行1961、1975年两个规范的25条铁路中,I级铁路23条,II、III级铁路仅各一条。出现这种状况是由于不注意投资的经济效益,高等级、高标准,因而造成一些新线投资大,运量小,运输收入少,普遍发生亏损,据1979年资料,投入运营的襄渝、湘黔、成昆、阳安、太焦、侯西、京原等十条新线统计,一年就亏损达五亿八千万元,这种情况与等级划分的不合理有一定关系。

划分铁路等级是对新建铁路和需要进行技术改造的既有铁路设计而言。改建铁路是考虑采用哪个等级进行改建的问题,因此它们在等级划分上与新建铁路应当是一致的。但新线初修与旧线改建的客观条件不同,在具体技术标准方面应当有所区别。

一、划分铁路等级的依据

铁路等级的划分,可以根据单项或多项指标进行。这些指标,包括铁路本身的技术参数(例如轴重、行车速度等),设计线的意义和在铁路网中的地位,以及设计线所承担的客货运量等。

根据客货运量划分铁路等级,是目前世界各国广泛采用的分级办法。例如美国、苏联、西德、日本等都把运量作为划分铁路等级的主要指标或主要指标之一。任何铁路的修建,都是为了运送货物或旅客。修建铁路的经济效益,首先体现在运量上,没有运量,也就没有铁路的经济效益。选择任何线路参数都不能脱离与运量的关系。我国以往历次修订的设计规范,也基本上都是以运量为划分铁路等级的主要指标。

但是,根据多年运营的经验,某些设计线的调查运量可靠性甚差,运量往往出入很大。据统计,执行1961、1975年规范设计的25条I级线中,设计运量超过1000万吨者竟高达20条,最高为2400万吨。而运营统计的情况是:解放后新建并已交付运营十年以后者共计25条,运营后第十年的货运密度除丰沙线外,均未达到800万吨公里/公里,甚至统计到1981年除丰沙、包兰线外,均未达到1000万吨公里/公里。出现这种状况,原因是多方面的,而最根本的是“政治上的需要和“长官意志”代替了科学的态度和客观经济的发展规律。但决不能因此就否定了按运量确定铁路等级的原则。在清除了“左”的思想影响之后,一切经济建设项目均应讲究经济效益,按经济规律办事,相信今后调查运量的可靠性将会大大提高。与此同时,关于运量预测的方法问题,已日益引起重视,已进行了大量研究工作并取得一定成果。如果再对提供运量资料作出某些立法性的规定,就可进一步提高调查运量的可靠性。

还有一种意见,就是仅仅根据路网意义来划分铁路等级,即划分为主要干线、次要干线、支线、联络线等。这无疑是一个很有价值的意见。在40年代,苏联A·B·高林诺夫教授

就曾提出类似的建议。近年来,我国不少同志也相继在这方面作了一些有意义的研究工作。不过,这里有一个前提,就是首先要有一个权威性的路网规划。但是,制定路网规划的依据仍然是运量。由于我国幅员辽阔,情况复杂,经济建设实际上刚刚走上正轨,要制定出一个真正足以引以为据的路网规划,决非短日之事。采用这种划分铁路等级的方法,至少目前也还不成熟。

综上所述,决定铁路等级的主要指标,还是应以运量(包括客货运量)较为适宜。关于线路意义的问题,首先应看它的经济意义,而经济意义的首要指标仍是运量。当然对其政治及国防意义也不应忽视,特别对那些确实具有重要政治意义或国防意义,而运输量又不大的铁路,可适当提高铁路等级。

二、根据运量划分铁路等级的原则和方法

在按运量划分铁路等级,即划分运量等级时,需要先确定一下运量的上下限,然后提出划分的原则和具体方法。本节提到的运量均指货运量而言。

(一) 运量的“下限”

所谓运量的“下限”,系指修建准轨铁路的起始运量。在《关于窄轨铁路经济合理范围的研究》一文中,根据窄轨铁路(762mm)与准轨铁路的经济比较得知,当运量在200万吨/年以下时,修建窄轨铁路通常是经济合理的。因此,我们取200万吨运量作为修建准轨铁路的起始运量。

(二) 运量的“上限”

统计及实际资料表明,对于新建铁路初期运量很大且增长很快,以至要求初期一次修建双线的情况是少有的。研究表明,预留双线一般也是不合理的。对于改建铁路,也是有路网中一些最主要干线修建了双线。双线铁路的行车方式、计算通过能力方法与单线铁路有着明显的不同,由于单向行车,在选择曲线半径、限制坡度等基本技术系数时考虑的因素也不相同。因此,把双线铁路与单线铁路在铁路等级上加以区分是必要的。然而,在双线和单线之间很难从运量上规定出一个分界线。由于牵引种类、机车类型、限制坡度、客车对数等均不相同,这个运量一般在1000~2000万吨之间的范围内变化。

根据1980年的统计资料,我国单线铁路的最大货运密度已达1800~2000万吨公里/公里(例如石德线达1994万吨公里/公里,客车6对,胶济线达1922万吨公里/公里,客车8对。可以想见,如果考虑加强通过能力的各种措施,特别是对于客车对数较少而限制坡度较缓的铁路来说,平线铁路的最大输送能力达到1800~2000万吨是完全可能的。因此,在划分铁路等级时,取1800~2000万吨作为单线铁路运量的“上限。”对于超过此运量者,无论新建或改建铁路,均应作为特级铁路,并按双线进行特别设计。

(三) 划分运量等级的原则和方法

在划分运量等级时,假设属于同一等级的铁路按该等级的最高运量来制定技术标准和技术条件。则这时,对于同等级的较低运量的铁路来说,就相当于“积压”或“浪费”了投资。在划分铁路等级时,应力求减少这种“积压”或“浪费”的数值。这一假设的理论根据是,只有按照同等级的最高运量进行设计,才能满足运输任务的要求,而一切保证输送能力的设施及其参数选择,也应以此为依据。

为了求得“浪费”最小的划分运量等级的方案,必须了解运量在铁路网中的分布情况,

即各种运量在铁路网中所占的比重。为此,根据历年全国铁路统计资料,分别统计了不同运量的铁路累计长度,计算了各种运量(如0~100, 100~200, 200~300万吨……)的百分率及累计百分率。前已说明,运量的“下限”定为200万吨,“上限”定为2000万吨,因此,运量等级的划分将在200~2000万吨之间进行。为此,我们对统计资料作了进一步的加工,把200万吨以下及2000万吨以上的运量排除在外,而研究200~2000万吨之间的运量分布情况。图1是根据60、64、70、80四年的运量分布资料相应绘制的上述范围内的累计百分率曲线图。取其平均情况,可得到一条代表曲线。累计百分率与运量的函数关系可由下式予以表述:

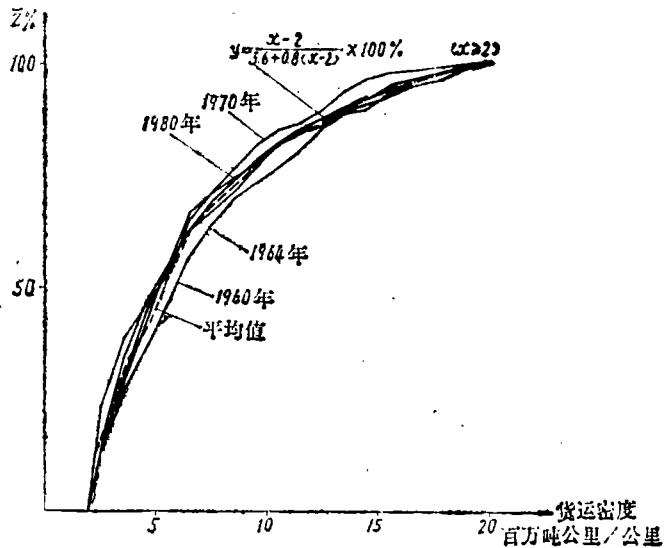


图 1

$$y = \frac{x-2}{3.6+0.8(x-2)} \times 100\%$$

式中 y ——为累计百分率,以%计;

x ——为运量,以百万吨计;

x 值取: $2 \leq x \leq 20$ 。

该曲线亦绘入图1中。

1. 等级划分的界值

从上述的假设和运量分布曲线出发,可以推求划分运量等级的界值。

图2中,假定划分为三个运量等级。设有运量为 $(x+dx)$ 的铁路,相应长度为 $L \cdot dy$ (L 为铁路总长)。如按该运量单独选用技术标准,每公里工程造价为 $A(x+dx) + B$ (假设造价与运量成正比, A 为比例常数, B 表示与运量无关的造价部分),则需要的“投资”额为

为 $[A(x+dx) + B] \cdot L \cdot dy = Ax \cdot L \cdot dy + A \cdot dx \cdot L \cdot dy + B \cdot L \cdot dy \approx Ax \cdot L \cdot dy + B \cdot L \cdot dy$ 。

($A \cdot dx \cdot L \cdot dy$ 值略而不计)。如按照运量 x_2 选用技术标准,每公里工程造价为 $Ax_2 + B$,而需要的投资为 $Ax_2 \cdot L \cdot dy + B \cdot L \cdot dy$ 。“浪费”的投资为二者之差,即 $A \cdot (x_2 - x) \cdot L \cdot dy$,其中 A 、 L 皆为常数,则“浪费”投资可用 $(x_2 - x) dy$ 来代表。而图中的阴影面积 $\int_{y_1}^{y_2} (x_2 - x) dy$

则代表该铁路等级总的“浪费”额。同样,其他等级也存在相应的“阴影”面积。因此,使图中的“阴影”部分为最小的 x_1, x_2 值,即为合理的划分等级的界值。同样,如果划分为四个等级,根据同样原理可求得三个界值。余类推。由于这些界值是相互依赖的,其解需采用偏微分方程组才能求出。

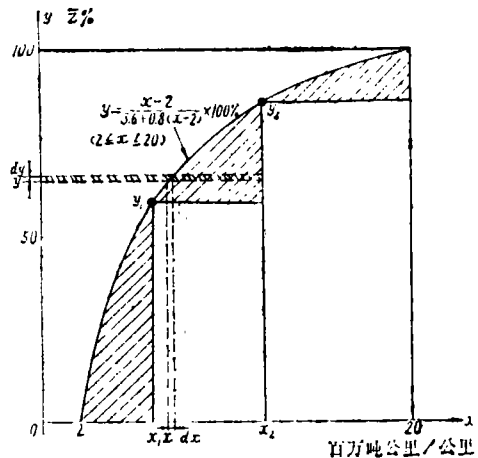


图 2

为简化计算, 我们采用逐步逼近法求取界值。计算过程从略。兹将根据不同分级数目求出的运量“界值”示于表一。

表一

分 级 数 目	运量“界值” (百万吨)	分 级 数 目	运量“界值” (百万吨)
一级	—	四级	4.2, 7.5, 12.5
二级	7.6	五级	3.7, 6.1, 9.3, 13.8
三级	5.2, 10.7	六级	3.3, 5.1, 7.4, 10.5, 14.6

为考虑运量“上限”对合理界值的影响, “上限”取1800万吨作了相应的计算, 其界值为5, 9.5百万吨(三级)及4.1, 7.1, 11.5百万吨(四级), 与“上限”为2000万吨的计算结果是接近的。

2. 不同分级数目的比较

在图2中, 如果把曲线和竖轴之间的面积视为完成运输任务的“必要投资”, 其值为6.55(由积分法求得)。而把“阴影”部分视为“浪费投资”, 其值随分级数目不同而不同。其相互关系如表二。

表二

分级数目	“浪费投资”	$\frac{\text{“浪费投资”}}{\text{“必要投资”}} = \text{比值}\%$	分级数目	“浪费投资”	$\frac{\text{“浪费投资”}}{\text{“必要投资”}} = \text{比值}\%$
一级	13.45	205.3	四级	2.09	31.9
二级	4.86	74.2	五级	1.63	24.9
三级	2.93	44.7	六级	1.33	20.3

分析表二可知, 分级愈细, “浪费投资”愈小, 相应的“浪费投资”与“必要投资”的比值也愈小。因此, 划分一定数目的等级是必要的, 可以明显的节约投资, 但划分等级过多, 相对效果就不显著了。

3. 建议运量等级

如上所述, 为达到节省投资的目的, 而又不致分级过多过繁, 我们认为, 划分四级较为合适。但考虑我国目前修订“设规”的实际进行情况, 为了不引起大量变动, 可暂时仍按三个等级划分。但应加强研究, 积极创造条件, 以便下次修订时, 划分为四个等级。

因此, 建议运量分级如表三。表中的运量分界值为表一“界值”的取整值。

表三

划分级数	等 级	货运量 (万吨/年)	划分级数	等 级	货运量 (万吨/年)
目前划分为三级	I	≥ 1100	将来划分为四级	I	≥ 1200
	II	≥ 500 而 < 1100		II	≥ 700 而 < 1200
	III	≥ 200 而 < 500		III	≥ 400 而 < 700
				IV	≥ 200 而 < 400

无论划分为三级或四级, 均可较现行“设规”的分级办法节约投资。用同样方法概略计算, 划分四级可节约19.4%, 三级时可节约6.6%。

4. 关于运量的采用年限

在铁路设计中,不论新建铁路或改建铁路一贯采用近期(五年)运量和远期(十年)运量两个概念。在基本设计要素的选择中,都以十年运量为依据;在方案比较中通常采用的还本期亦为十年。因此,划分铁路等级也以采用十年运量为宜。

根据统计资料,一般干线年运量增长幅度在20至70万吨之间,经分析计算可知,在提不出可靠的十年运量的情况下,可根据第五年的运量提高一级的办法进行定级。

三、客运在铁路等级划分中的地位

我国铁路皆为客货混运,目前全国平均的旅客周转量与货物周转量之比在20%以上。同时,每条具体线的客车对数与货车对数的比例,存在着很大差异,例如,81年包兰线每百万吨货运量的客车为0.26对,而宝成线则为1.47对。同时,客车对数在很大程度上反映了每条线在路网中的地位和意义。旅客列车一般还要求较高速度,因而要求较高的技术标准。因此,在铁路等级划分中必须考虑客运量这一因素。

根据分析计算,仅仅按照换算周转量的方法进行换算,不足以反映客运的影响。因此建议,从客车占用通过能力的角度出发,采用扣除系数的概念进行换算较为合适。为避免与换算周转量的“换算”概念相混淆,这里称为“折算运量”。

如果取货车重量平均取2000吨(81年全国平均牵引重量为1994吨),净重系数取0.65,客车扣除系数取1.3,则每列客车每年占用的换算运量为60万吨,($365 \times 2000 \times 0.65 \times 1.3 \approx 60$ 万吨),即每开行一对客车,就相当于扣除60万吨货运量,或一对客车折算为60万吨货物。

这样,为考虑客运量的影响,可同时采用货运量和“折算运量”两个指标来决定铁路等级。两者的关系式:

$$\text{折算运量} = \text{货运量} + 0.6 \times \text{客车对数 (百万吨)}$$

显然,要根据“折算运量”来划分等级,必须确定与货运量“界值”相对应的客车对数及“折算运量”的分界值。

根据对我国客运情况的分析,客运量一般随货运量的增长而增长。平均一对客车大约对应于100~200万吨货运量(具体线可能出入较大),运量较小的铁路一般也有1~2对客车,鉴于这一情况,提出关于客车对数及“折算运量”的下述意见,作为按“折算运量”划分等级的分界值(表四)。

表四

货运量“界值”(百万吨/年)	2	4	5	7	11	12	18~20
客车对数	2	3	4	6	7	8	10
折算运量(百万吨/年)	3	6	7	11	15	17	24~26

四、线路意义与路网意义

在以客货运量为主要指标划分铁路等级的同时,参照线路意义与路网意义进行最后定级是必要的。

但是,政治、国防及路网意义,仅具有相对性,难以用数字进行比较。根据以往的实践,提出如下建议,作为划分等级的辅助指标:

1. 具有重要政治、经济、国防意义的路网主要干线铁路:一般应定为Ⅰ级或Ⅱ级;
2. 具有一般政治、经济、国防意义的路网次要干线铁路,一般应定为Ⅱ级或Ⅲ级;
3. 主要为地区或地方运输服务的铁路:一般应定为Ⅲ级或Ⅳ级。

五、结论和建议

1. 铁路等级的划分,无论新建或改建铁路,都应以客货运量为主要依据,并以政治、国防和路网意义作为辅助指标。对于确实具有重要政治或国防意义,而运量又不大的铁路,应根据其具体情况,适当提高铁路等级。

2. 对于运量小于200万吨/年者,一般不宜修建准轨铁路,而应首先考虑采用窄轨铁路或公路运输方式。由于其他原因需要修建准轨铁路者,一般应列为等外级,采用简易标准或工业企业铁路设计标准。

3. 需要一次修建双线的铁路,为数极少。在等级上可列入Ⅰ级,但在设计上应作特殊设计考虑。

4. 铁路等级的划分,建议如下(表五):

表五

铁 路 等 级		运量指标 (百万吨/年)		线 路 意 义
		货 运 量	折算运量	
近期修订设规 可划分为三级	Ⅰ级	≥ 11	≥ 15	①具有重要政治、经济、国防意义的路网主要干线 ②具有一般政治、经济、国防意义的路网次要干线 ③主要为地区或地方运输服务的铁路
	Ⅱ级	≥ 5	≥ 7	
	Ⅲ级	≥ 2	≥ 3	
今后修订设规划 分为四级	Ⅰ级	≥ 12	≥ 17	① ② ③
	Ⅱ级	≥ 7	≥ 11	
	Ⅲ级	≥ 4	≥ 6	
	Ⅳ级	≥ 2	≥ 3	

表五说明:

(1) 货运量及折算运量均以新建或改建工程交付运营后第十年为准,并均以百万吨/年计;

(2) 货运量和折算运量两项指标,满足一项即可定为该等级;

(3) 折算运量按下式计算;

$$\text{折算运量} = \text{货运量} + 0.6 \times \text{客车对数}$$

式中客车对数不包括市郊客车。

(4) 如无可靠的第十年运量资料,可按第五年货运量或折算运量提高一级进行定级。

5. 合理的铁路等级划分是制定合理的技术标准的基础,建议根据上述的分级办法制定相应的技术标准。由于新建铁路和改建铁路的客观条件不同,技术标准应有所区别。