朱松年论文集

朱松年◎著

西南交通大学出版社

朱松年论文集

朱松年　著

西南交通大学出版社
·成都·

图书在版编目（CIP）数据

朱松年论文集 / 朱松年著. 一成都：西南交通大学出版社，2016.7
ISBN 978-7-5643-4739-0

Ⅰ. ①朱… Ⅱ. ①朱… Ⅲ. ①铁路工程 – 文集 Ⅳ. ①U2-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2016）第 138677 号

朱松年论文集

朱松年 著

责任编辑	王 旻
封面设计	严春艳
出版发行	西南交通大学出版社（四川省成都市二环路北一段 111 号 西南交通大学创新大厦 21 楼）
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网址	http://www.xnjdcbs.com
印刷	成都蓉军广告印务有限责任公司
成品尺寸	170 mm × 230 mm
印张	15
字数	284 千
版次	2016 年 7 月第 1 版
印次	2016 年 7 月第 1 次
书号	ISBN 978-7-5643-4739-0
定价	66.00 元

序

正当西南交通大学庆祝建校120周年之际，朱松年教授的呕心沥血之作《朱松年论文集》正式出版了。这是朱松年教授退休后静坐一隅，对他从事教学、科研近70年的成果汇总，同时也是献给学校120周年庆的一份沉甸甸的礼物。耄耋之年的这本《朱松年论文集》，汇集了朱老师在学术上的真知灼见，体现了他在一系列学术科研上勇于探索与理论创新的精神。在这本洋洋洒洒约30万字的论文集中，字里行间均可见到朱松年教授扎实的理论功底与学术造诣。

朱松年教授是我敬重和仰慕的交大老一代学者。他于我真正是亦师亦友，既是我博士时的恩师，又是我学习与工作上的良友，我受他影响很深，也受教育良多。在我们师生相处的那段岁月里，朱老师给我的印象是不但人品好，而且还具有很高的学术水平与丰富的教学经验，作为他的弟子，受益终身。朱老师在交通运输领域，特别是在列车组织及优化理论方面有特殊的贡献，可以这样说，他的理论和方法至今都是交通运输工作中的经典范本。在教学方面，朱老师把自己精湛的教学技能与教育情感，都放在了课堂上，善于用生动的语言说透精妙深奥的学科机理与逻辑内涵，常常有拨云见日之效。我认为，在今天的交大课堂，朱老师的声音仍然值得每一个交大学子去回味和倾听。

在朱松年教授近70年的教学、科研生涯中，特别值得我们科研工作者学习的是他对科学的求知渴望与探索精神。朱老师退休后，一个70多岁的老人，仍把眼光盯在寻找0-1整数规划求解方法这一世界性难题上，也就是著名的NP难题。在朱老师的潜心研究中，他发现通过网络变换，有可能破解这一世界级难题，于是便开始了长达20余年的刻苦攻关。今天出版的《朱松年论文集》里面，集中收录了朱松年教授关于列车编组计划的0-1二次规划到0-1整数规划的网络变换等方面研究的一些最新成果，这些成果对破解著名的NP

难题，有着十分重要的理论意义。今天，借《朱松年论文集》出版之际，我希望有更多的青年学者，以朱老师为楷模，踊跃加入到攻克这一世界难题的工作中去，把朱松年教授的研究思想继续向前推进，力争早日实现新的更大的突破，为交大在世界科学发展史上谱写辉煌。

一年前，在朱老师九十岁生日时，我曾专程去重庆给他祝寿。在交谈中，朱老师流露出想把他多年来的学术论文和教学讲稿做认真的补充与修改，并希望学校出版社将它正式出版，这也是我们这些弟子的期待与心愿。今天，西南交通大学出版社终于为朱老师完成了夙愿，作为他昔日的学生，我真为他感到由衷的高兴。在此，我希望这本文集的出版，能为西南交大学林注入极目远眺的活力，同时成为交大学人最好的邂逅，最难的再见。

蒲　云

二〇一六年五月于西南交通大学

前　言

在父亲来重庆生活的十多年里，让我最感动的就是他的那种“独孤求败”精神，那就是老人家一辈子对学术探索，从不惧怕失败的精神。

特别是他离休后还单挑世界难题之一的 NP 问题，这在我国学术界多宣传成功而忽视那些虽败犹荣斗士的科研氛围中尤为难能可贵。

说实话，很多学术地位很高成就很大的科学家更多的是关心能否评上院士，而在世界级难题面前已经没有了斗志，因为他们在意更多的是别出错，别毁了自己的名声。而且这种风气已经影响到了年轻人，特别是在那些被专家判了死刑的世界级的难题上，除了非专业的草根学者外，罕见“教授级别”的科研人员涉足，究其原因不仅仅是畏难，还有不被专家们看好而申请不到资金支持，以及失败后如何交差，等等。

从最早 28 岁独创专业性极强的“表格分析法”到现在他老人家 90 多岁还在苦苦求证的“NP”难题，几十篇论文中记录着我父亲科研中执著攻关的精神和斗士特质的性格。这和老爷子一辈子酷爱博弈有关，就连业余爱好都选中有对手的中国象棋，而且在单位小有名气。作为只愿“与天斗与地斗而不愿与人斗”的晚辈，我甘拜下风。

记得一次大妹朱嫱从网上找到印度某数学家的一个网站，里面把世界难题 NP 问题列了 20 个例题登出，视同一个“擂台”，摆在全世界数学家的面前。当朱嫱将其转发给我父亲后，一下子就点燃了已经 80 多岁的老人的斗志。

父亲和大妹一商量，立刻用独创的“五大定理”对其进行求解，同时用计算机运算求证。

经过一段时间的攻关和求证，19 道题相继被一一攻克，只剩最后一道有着“天文数字量级”最佳答案的题目，因我家的个人计算机苦苦运算了一周崩溃而终止。

老爷子和大妹的努力得到了 95%的成功，虽败犹荣。

老爷子一直认为他的理论已经很完善了，有相当大的应用空间，特别是在铁路交通管理、大型网络化的工程计算中有极高的实用价值。为此，年事已高的他奋笔疾书将其写成论文投稿于国内各大有关期刊，特别是数学类顶级期刊，但都因其理论深奥、审阅难度系数极高而被那些“没看懂的”审稿人以各种理由退回。

记得一次老爷子托人将其稿送到了某位数学家出身的国内顶级大学校长的手里，得到的回答也是:“朱教授的论文实在是太深奥，我不是研究他那个专业的，没看懂。”

老爷子沮丧到了极点，因为他说:“我的理论并不深奥，只要静下心来慢慢看就能看懂。”

后来北方交通大学的林伯梁教授知道了此事，就推荐了中国科技在线，并在今年年初投了稿，将《在奇网络中求最大独立集的研究》在网络上登出。

记得一年前在我父亲 90 岁生日之际，由西南交大副校长蒲云带队，物流与交通运输学院的领导和老爷子的众多学生到重庆庆贺，蒲校长郑重承诺要圆老人家这个梦，出一本书并在里面全文刊登《在奇网络中求最大独立集的研究》这篇文章，这让我父亲在离休后的科研成果又有了一个面世的机会，为此我们一家都特别感谢和珍惜。

也正因如此，我父亲也特别看重这次把他一生的论文收集在一起出版成

专著的机会，因为借此书不仅仅能正式推出他的最新论文《在奇网络中求最大独立集的研究》，特别是其中有五个定理能够再次面世。在此他特别希望有国内的知音能看得懂、能得到学术界的认可，哪怕是有不同的观点都是非常难得的。

用武林语言来描述他现在的心情，求胜固然最好，求败更是难得，那说明有知音呀。

毕竟一个人走得太远太久太孤独，对手你在哪里？泱泱大国满是聪明人，难道只能有外国对手吗？

拭目以待。

朱　文

2016 年 5 月 3 日

目　录

用误差分析的方法改进车站技术作业过程的查定 ……………………朱松年　1
自动化驼峰溜放作业的可靠性……………………………………………朱松年　12
计算调车程时间的实用数学模型 ………………………………朱松年　戚信灏　22
有序组合树法 ………………………………………………………………朱松年　30
最大独立集算法………………………………………………朱松年　朱　嫱　45
整数规划的群论方法及其改进
　——嵌入有序组合树算法 ………………………………………………朱松年　54
车流组织综合优化 ……………………朱松年　曹家明　赵　强　杜　文　63
运筹学在编制货物直达运输方案中的应用 ………………………………朱松年　80
奇网络及包络图…………………………………………………朱松年　朱　嫱　84
列车速度联控行车制理论分析…………………………………朱松年　宋　瑞　94
Network Decomposition and Maximum Independent Set
　Part Ⅰ: Theoretic Basis……………………………Zhu Songnian　Zhu Qiang　104
网络分解及最大独立集算法研究（Ⅰ）…………………朱松年　朱　嫱　131
网络分解及最大独立集算法研究（Ⅱ）…………………朱松年　朱　嫱　149
Network Decomposition and Maximum Independent Set
　Part Ⅱ: Application Research ………………… Zhu Songnian　Zhu Qiang　158
在奇网络中求最大独立集的研究…………………………朱松年　朱　嫱　182
优化单组列车编组计划的传统方法 ……………………………………………221

用误差分析的方法改进车站技术作业过程的查定

朱松年

【摘　要】 1. 论证了车站技术作业过程的完成实绩，是一个服从正态分布律的随机变数；
2. 推荐一个计算正态分布函数的方法——分部积分迭代法；
3. 列举了用误差分析的方法查定车站技术作业过程的步骤及计算公式；
4. 对各种非生产等待时间的处理，提出了新的见解。

（一）

关于车站技术作业过程的时间标准，可以分为两类。一类属于作业性质的指标，如各种列车的技术作业过程指标等；另一类属于统计性质的指标，如中时、停时指标等。关于前者，即作业性质的指标，乃是制订日常作业计划的依据，一般都该完成或提前完成。否则，将打乱运输工作的正常秩序，难以实现安全正点行车。然而，我们查定车站的技术作业过程时，对这一类指标则和另一类统计性质的指标混同起来，一律按写实的结果分析整理成平均先进标准。这种作法，在理论上站不住脚，在实际中也执行不通。

倘若用最直观的均匀分布分析，简单地按写实结果定出平均时间标准，将有一半的作业完不成任务；要是按平均先进标准定标，完不成任务的还将大大超过一半。

可以想见，车站作业如一半、甚至多一半都完不成技术作业过程的时间标准，那还不乱了套！哪里谈得上完成日班计划所规定的任务呢？所谓安全正点，岂不成了一句空话！

正因为这样，现场都不按查定的结果定标，而是额外加码。形成查标走过场，定标凭经验的现象。这固然是不得已而采取的补救办法！其中就难免主观、臆断、打小算盘，甚至扯皮等事情发生。

（二）

影响车站技术作业过程的因素是很多的。这些因素，一般都可以概括

为甲、乙两类。甲类因素只有有限的几种。但它们各自都能单独对过程的长短给予显著的影响。属于这类的因素有：技术设备的现代化程度，作业过程的计划组织水平（主要的是指各工序间平行作业及流水作业程度的高低），工人操作技术的熟练程度[1]等。乙类因素则是大量并相互独立存在的。它们各自都无例外地对过程的长短给予微小的影响。但是，由于其数量之大（当然是有限的），这些微小的影响综合起来，却又不容忽视。属于这类的因素是不胜枚举的，有些甚至是未被察觉的。就拿出发列车的技术作业过程来说，组成列车的车辆数就是一个经常有微小波动的偶然因素。而其中每辆车的技术状态及检查难易，又各有其微小差异。列检小组有无缺勤、替班，每个成员由于猝发的偶然事件而产生情绪上的喜、怒、哀、愁等，莫不对过程的长短给予微小影响。此外，在写实的过程中，还掺杂有与测查仪器、工具、方法以及写实人员本身有关的客观及主观误差。定量地分析每个乙类因素的单独影响是不可能的，也是不必要的。实际上，我们所关心的，只是所有乙类因素综合起来对技术作业过程的总影响。至于其中包括了多少项因素，都是哪些因素，我们并不对之发生兴趣。而甲类因素则不同，它们之中，每一个的变化发展都将对作业过程产生明显的影响，从而必须对之一一予以严密注意。

新中国成立以来，我国铁路车站技术设备的改造，大体都经历过或既将经历分散手工操作、机械集中、电气集中及自动化几个发展阶段；此外，在铁路职工中，还经常开展着蓬勃的双革运动。这些都不断地改善和提高我们的设备效能、操作方法和工作组织水平，从而使车站技术作业过程的时间标准不断地、明显地缩短。不过，这些甲类因素在一定时期内毕竟还是相对稳定的。除了重大的技术革新外，一般只需每隔一两年重新查定一次车站的技术作业过程。

由于上述甲、乙两类因素的交相影响，车站的技术作业过程的完成实绩，乃是一个随机变量。在一定时期内，车站技术作业过程的水平决定于甲类因素，可以通过数学期望表述之；然而，它又围绕着这个水平经常上下波动，此又决定于乙类因素，可以通过标准差表述之。这都需要对这个随机变量的分布性质加以研究。

在概率论中占有突出地位的中心极限定理指出：一个随机变量，如果由大量相互独立的随机因素的影响造成的，而每一个别因素在总的影响中所起

的作用，都是微小的。则可断言，该随机变量，应该服从或近似服从于正态分布律。本文在上面的分析表明；在一定时期内，车站技术作业过程完成实绩的经常变化，是由于大量的影响甚微而相互独立的乙类因素综合作用的结果。但其中任何一个因素，都不可能单独地对车站技术作业过程的长短产生实质性的影响。因此，我们提出这样的假设，即：车站技术作业过程这个随机变量是近似地服从正态分布律的[2]。当然，毫无疑问，这个假设还必须在实践中选取子样，反复检验。

（三）

我们知道，服从正态分布律的随机变量 x 的密度函数及分布函数分别为

$$p(x)=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\mathrm{e}^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} \qquad (1)$$

$$F(x)=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{x}\mathrm{e}^{-\frac{(t-a)^2}{2\sigma^2}}\mathrm{d}t \qquad (2)$$

式中 a——随机变量按正态分布的平均值（数学期望）。它表明分布中心的位置。为正态分布的两参数之一；

σ——随机变量按正态分布的离散度的度量（标准差）。为正态分布的另一参数。通过（1）式，我们可以计算出随机变量取任一特定值的概率；通过（2）式，我们可以计算出随机变量不超过任一特定值的概率。不而言喻，也可以通过给定的概率反求随机变量的相应特定值或其取值范围。为了应用上的方便，通常都是根据（1）式及（2）式编制成随机变量以模数（M）或标准差（σ）为度量的正态分布密度函数及分布函数表。

我们在研究车站技术作业过程时间标准的查定时，主要用到上述的（2）式。所以，下面只简单介绍一个它的计算方法。

为了制表方便，在（2）式中，以均值为 0，以模数 $M=\sqrt{2}\sigma$ 为随机变量的计算单位，作变换。即令 $a=0, t=\sqrt{2}\sigma u$，则 $\mathrm{d}t=\sqrt{2}\sigma\mathrm{d}u$。于是有

$$F(x)=\frac{1}{\sqrt{\pi}}\int_{-\infty}^{x}\mathrm{e}^{-u^2}\mathrm{d}u \qquad (2')$$

显然，在（2′）式中，若将 e^{-u^2} 写成级数展开式，即可导出 $F(x)$ 的计算

公式。但其收敛甚慢，制表不便。

下面介绍一个较好的计算公式：

根据概率积分（分布函数）的性质

$$\frac{1}{\sqrt{\pi}}\int_{-\infty}^{+\infty} \mathrm{e}^{-u^2}\,\mathrm{d}u = 1 \tag{3}$$

于是有

$$F(x) = 1 - \frac{1}{\sqrt{\pi}}\int_{x}^{\infty} \mathrm{e}^{-u^2}\,\mathrm{d}u \tag{4}$$

（4）式右边的积分用分部积分迭代

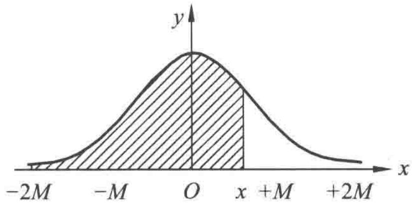
$$\begin{aligned}
\int_x^{\infty} \mathrm{e}^{-u^2}\,\mathrm{d}u &= \frac{1}{2}\int_x^{\infty}\frac{1}{u}\mathrm{e}^{-u^2}\,2u\mathrm{d}u = \frac{1}{2}\left[-\frac{1}{u}\mathrm{e}^{-u^2}\right]_x^{\infty} - \frac{1}{2}\int_x^{\infty}\frac{1}{u^2}\mathrm{e}^{-u^2}\,\mathrm{d}u \\
&= \frac{1}{2x}\mathrm{e}^{-x^2} - \frac{1}{2^2}\int_x^{\infty}\frac{1}{u^3}\mathrm{e}^{-u^2}\,2u\mathrm{d}u \\
&= \frac{1}{2x}\mathrm{e}^{-x^2} - \frac{1}{2^2}\left[-\frac{1}{u^3}\mathrm{e}^{-u^2}\right]_x^{\infty} + \frac{1.3}{2^3}\int_x^{\infty}\frac{1}{u^4}\mathrm{e}^{-u^2}\,\mathrm{d}u \\
&= \frac{1}{2x}\mathrm{e}^{-x^2} - \frac{1}{2^2x^3}\mathrm{e}^{-x^2} + \frac{1.3}{2^2}\int_x^{\infty}\frac{1}{u^5}\mathrm{e}^{-u^2}\,2u\mathrm{d}u = \cdots \\
&= \frac{\mathrm{e}^{-x^2}}{2x}\left[1 - \frac{1}{2x^2} + \frac{1.3}{(2x^2)^2} - \frac{1\cdot 3\cdot 5}{(2x^2)^3} + \cdots\right] \\
&= \frac{\mathrm{e}^{-x^2}}{2x}\sum_{a=0}^{\infty}(-1)^a\frac{(2n-1)!!}{(2x^2)^a}
\end{aligned} \tag{5}$$

将（5）式代入（4）式，得

$$F(x) = 1 - \frac{\mathrm{e}^{-x^2}}{2x\sqrt{\pi}}\sum_{a=0}^{\infty}(-1)^a\frac{(2n-1)!!}{(2x^2)^a} \tag{4'}$$

（4′）式中的级数收敛很快，是一种较好的计算方法，以之编制正态分布函数表，并不困难。当然，其结果是渐近的。但误差小于所保留的最后一项。

我们注意到（4′）式是令均值 $a=0$，以模数 $M=\sqrt{2}\sigma$ 为单位推导的（见图 1），这主要是为了便于阐明制表的计算方法。



$$F(x)=\frac{1}{\sqrt{\pi}}\int_{-\infty}^{x}\mathrm{e}^{-u^2}\,\mathrm{d}u$$

图 1

在实用中，较多地用所谓基本正态分布制表（即令 $a=0$，$\sigma=1$）。在查表时，应注意随机变量度量单位的这些区别。

（四）

现在就可以讨论如何应用上述的误差理论来查定车站技术作业过程的时间标准了。

首先，当然还是要写实，并在取得足够数量的写实资料后，按表 1 内容整理填入。

表 1

1	写实时间	T_K								
2	写实次数	N_K								
3	频率	P_K								
4	均值	$\sum_{K=1}^{n} P_K \cdot T_K$								
5	时差	$T_K-\bar{T}_{列}$								
6	差方	$(T_K-\bar{T}_{列})^2$								
7	方差	$\sum_{K=1}^{n}(T_K-\bar{T}_{列})^2 P_K$								
8	标准差	D_T								

在填表的过程中，结合分析计算，直到技术作业过程的时间标准算出为止。其步骤如下：

1. 计算频率（P_K）：它是每一种写实时间的出现次数与总写实次数之比。

$$P_K = \frac{N_K}{\sum_{i=1}^{n} N_i} \quad (K=1,\ 2,\ \cdots,\ n)$$

2. 求均值 $(\bar{T}_{列})$：即根据写实资料计算车站技术作业过程这个随机变数以概率为权的加权平均数。

$$\bar{T}_{列} = \sum_{K=1}^{n} P_K T_K \quad (分)$$

3. 求标准差（D_T）：标准差是方差的量纲还原。而方差则是根据写实资料求得的随机变数对平均值的离散程度。它也是以概率为权的加权平均数。

$$D_T = \sqrt{\sum_{K=1}^{n} (T_K - \bar{T}_{列})^2 P_K} \quad (分)$$

4. 规定可能完成时间标准的作业次数占总作业次数的百分比。这实际上就是规定 $F(x)$ 之值。此百分比可根据具体情况分析确定。例如，要求自编出发列车的正点率为 95%，则 $F(x)$ 即可定为 95%左右。

5. 定标 $(T_{列}^{标})$：根据已规定的 $F(x)$，从正态分布函数表中查得对应的“x”值，然后用下式计算列车技术作业过程的时间标准。

（1）当分布函数表是以模数 $(M = \sqrt{2}\sigma)$ 为度量单位编制时：

$$T_{列}^{标} = \bar{T}_{列} + \sqrt{2} D_T x \quad (分)$$

（2）当分布函数表是以标准差 (σ) 为度量单位编制时：

$$T_{列}^{标} = \bar{T}_{列} + D_T x \quad (分)$$

兹举一例说明其具体应用。

【例】 S 车站在某一时期内出发列车技术作业过程完成实绩资料整理后如表 2 第 1 及第 2 行所示。

（一）如规定出发列车的正点率为 90%，问应如何制定该站出发列车的技术作业过程时间标准？

1. 计算对应于每一种写实时间出现的频率（P_K）：因 $P_K = \dfrac{N_K}{\sum_{i=l}^{12} N_i}$，而总写

实次数为第 2 行各栏之和，即 $\sum_{i=1}^{n} N_i = 30$，用它除第 2 行各栏，所得之商填入表中第 3 行各对应栏内。

2. 求均值 $(\overline{T}_{列})$：将第 1 及第 3 两行各栏对应相乘之积填入表中第 4 行各对应栏内，其累计之和填入同行最右方栏内，其值为

$$\overline{T}_{列} = \sum_{K=1}^{12} P_K \cdot T_K = \frac{670}{30} = 22.6\text{（分）}$$

3. 求标准差（D_T）：先在表 2 中第 5 行逐栏填入时差 $(T_K - \overline{T}_{列})$；次在第 6 行逐栏求差方 $(T_K - \overline{T}_{列})^2$；然后将第 6 行和第 3 行对应栏相乘，填入第 7 行对应栏内；最后将第 7 行各栏累加之和（即方差）填入该行最右方栏内。标准差即方差开方之值，填入第 8 行最右方栏内。

表 2

1	写实时间	T_K	17	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	30	
2	写实次数	N_K	1	2	4	5	4	4	3	2	2	1	1	1	$\sum_{i=1}^{12} N_i = 30$
3	频率	P_K	$\frac{1}{30}$	$\frac{2}{30}$	$\frac{4}{30}$	$\frac{5}{30}$	$\frac{4}{30}$	$\frac{4}{30}$	$\frac{3}{30}$	$\frac{2}{30}$	$\frac{2}{30}$	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{30}$	—
4	均值	$\sum_{K=1}^{n} P_K \cdot T_K$	$\frac{17}{30}$	$\frac{38}{30}$	$\frac{80}{30}$	$\frac{105}{30}$	$\frac{88}{30}$	$\frac{92}{30}$	$\frac{72}{30}$	$\frac{50}{30}$	$\frac{52}{30}$	$\frac{27}{30}$	$\frac{28}{30}$	$\frac{30}{30}$	$\sum_{K=1}^{12} P_K \cdot T_K = 22.6$
5	时差	$T_K - \overline{T}_{列}$	−5.6	−3.6	−2.6	−1.6	−0.6	0.4	1.4	2.4	3.4	4.4	5.4	7.4	—
6	差方	$(T_K - \overline{T}_{列})^2$	31.36	12.96	6.76	2.56	0.36	0.16	1.96	5.76	11.56	19.36	29.16	54.76	—
7	方差	$\sum_{K=1}^{n} (T_K - \overline{T}_{列})^2 P_K$	1.05	0.86	0.90	0.43	0.05	0.02	0.20	0.38	0.77	0.65	0.97	1.83	$\sum_{K=1}^{12} (T_K - \overline{T}_{列})^2 \cdot P_K = 8.11$
8	标准差	D_T	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$\sqrt{\sum_{K=1}^{12} (T_K - \overline{T}_{列})^2 \cdot P_K} = 2.85$

$$D_T = \sqrt{\sum_{K=1}^{12} (T_K - \overline{T}_{列})^2 P_K} = 2.85\text{（分）}$$

4. 规定可能完成时间标准的出发列车数占总出发列车数的百分比：因已规定出发列车正点率为 90%，可径直规定 $F(x) = 0.90$。

5. 定标 $(T_{列}^{标})$：定标时需要用分布函数表。下面所列的正态分布函数表即华罗庚教授在《统筹方法评话及补充》中推荐的可能性表，虽然只保留小数点后两位，但在应用于定标，已满足需要。当然，如要求提高精度，也可

按前述（4′）式自行制表或直接计算，如表 3 所示。

正态分布函数表

$$F(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{x}\mathrm{e}^{-\frac{t^2}{2}}\mathrm{d}t$$

表 3

x	$F(x)$	x	$F(x)$	x	$F(x)$	x	$F(x)$	x	$F(x)$	x	$F(x)$	x	$F(x)$	x	$F(x)$
−0.0	0.50	−0.7	0.24	−1.4	0.08	−2.1	0.02	0.0	0.50	0.7	0.76	1.4	0.92	2.1	0.98
−0.1	0.46	−0.8	0.21	−1.5	0.07	−2.2	0.01	0.1	0.54	0.8	0.79	1.5	0.93	2.2	0.99
−0.2	0.42	−0.9	0.18	−1.6	0.05	−2.3	0.01	0.2	0.58	0.9	0.82	1.6	0.95	2.3	0.99
−0.3	0.38	−1.0	0.16	−1.7	0.04	−2.4	0.01	0.3	0.62	1.0	0.84	1.7	0.96	2.4	0.99
−0.4	0.34	−1.1	0.14	−1.8	0.04	−2.5	0.01	0.4	0.66	1.1	0.86	1.8	0.96	2.5	0.99
−0.5	0.31	−1.2	0.12	−1.8	0.03	−2.6	0.01	0.5	0.69	1.2	0.88	1.9	0.97	2.6	0.99
−0.6	0.27	−1.3	0.10	−2.0	0.02	−2.7	0.01	0.6	0.73	1.3	0.90	2.0	0.98	2.7	0.99

从表 3 中查得对应于 $F(x)=0.9$ 的 x 值为 1.3。由于该表是按基本正态分布函数计算的，则

$$T_{列}^{标}=\overline{T}_{列}+D_T x=22.6+2.85x=22.6+2.85\times1.3=26.3\text{（分）}$$

因此，S 站出发列车技术作业过程的时间标准以定 26.3 分为宜。

（二）如根据写实查定的资料，按平均标准（22.6 分）定标，试估算该站出发列车正点率为多少？

将 $T_{列}^{标}=\overline{T}_{列}=22.6$ 分代入下式

$$T_{列}^{标}=\overline{T}_{列}+D_T x$$

则 $22.6=22.6+2.85x$，得 $x=0$

查分布函数表，当 $x=0$ 时，$F(x)=0.50$。由此可见，按平均值定标，将只有 50%的出发列车能完成技术作业过程的时间标准。

（三）如按平均先进标准，譬喻说，$T_{列}^{标}=20$ 分定标，则该站出发列车正点率又为多少？

将 $T_{列}^{标}=20$ 分　代入下式

$$T_{列}^{标}=\overline{T}_{列}+D_T x$$