

# 再谈广义塑性力学

郑颖人<sup>1</sup>, 孔 亮<sup>2</sup>

(1. 后勤工程学院土木工程系, 重庆 400041; 2. 宁夏大学固体力学研究所, 宁夏 银川 750021)

**摘 要:** 鉴于一些学者对广义塑性力学的评述相关问题提出的质疑与看法, 再次对广义塑性力学作一些解释, 对其由来与核心思想进行了清晰地阐述。深入剖析了经典塑性力学与广义塑性力学中广为应用的等向强化模型与屈服面的物理意义, 并对率无关塑性力学、Drucker 公设、塑性因子正负以及屈服面的外凸性与惟一性等问题进行了答复与探讨。

**关键词:** 广义塑性力学; 等向强化模型; Drucker 公设; 塑性势面; 屈服面

**中图分类号:** TU41 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000 - 4548(2006)01 - 0118 - 04

**作者简介:** 郑颖人(1933 - ), 男, 浙江镇海人, 教授, 博士生导师, 中国工程院院士, 从事隧道力学、岩土塑性力学、地下工程、边坡工程与区域性土研究。

## On generalized plastic mechanics

ZHENG Ying-ren<sup>1</sup>, KONG Liang<sup>2</sup>

(1. Department of Civil Engineering, Logistical Engineering University, Chongqing 400041, China; 2. Solid Mechanics Institute, Ningxia University, Yinchuan 750021, China)

**Abstract:** Where as some scholars commented on the generalized plastic mechanics (GPM) and put forward their doubts and opinions, some further interpretations of GPM were presented and its origin and essential ideas were expatiated clearly. The isotropic hardening model, which was commonly adopted in classical plastic mechanics and GPM, and the physical meaning of yield surface were analyzed deeply. Some problems, such as rate-independent plasticity, Drucker postulate, sign of plastic coefficient, convexity and uniqueness of yield surface and so on, were answered and discussed.

**Key words:** generalized plastic mechanics; isotropic hardening model; Drucker postulate; plastic potential surface; yield surface

## 0 引 言

最近文献[1]对广义塑性力学作了一些评述, 对若干问题提出了质疑与看法, 并介绍了国外一些研究精华。岩土塑性力学正处在发展之中, 争论有助于发展, 我们欢迎讨论。虽然广义塑性力学已被诸多报道<sup>[2-4]</sup>, 但为了让同行对广义塑性力学由来及核心思想有更清晰的理解, 澄清一些学者对广义塑性力学的误解, 我们在此再作一些解释, 顺便对文献[1]作一些答复。

## 1 广义塑性力学的提出

岩土塑性力学提出以来, 其主要进展除岩土极限分析之外, 就是岩土本构关系的研究。其中, 双屈服面模型与多重屈服面模型以及非关联流动法则的提出是其精华。它不仅反映了岩土变形特性, 使它更符合客观实际, 也在一定程度上发展了塑性力学。目前的广义塑性力学就是把两者融合在一起, 使其更加条理化、理论化, 并赋予其新的内容, 既满足客观性与严密性的要求, 又具有简易性与惟一性(指目前塑性理

论框架下的惟一性)的特点。为什么提出广义塑性力学呢? 主要是因为岩土材料要考虑塑性体积变形。一般情况下, 体变的塑性增量与剪切变形的塑性增量不成比例, 因而不能应用传统塑性位势理论。采用分量理论不仅可以解释这一问题, 而且可以不采用势函数, 因为分量的方向是已知的。例如国内一些符合广义塑性力学的模型<sup>[5,6]</sup>, 都是不采用塑性势, 直接依据相应的屈服面求出坐标轴分量的大小。同时, 由于广义塑性力学是传统塑性力学的推广, 因而也可以引用广义位势理论, 不过这里的势函数都是已知的。经典塑性力学情况下, 广义塑性势就成为经典塑性势。

对于经典塑性力学来说, 应力应变关系需用增量表述, 并且应变增量方向与应力增量方向不一致, 所以塑性位势理论是重要的。只有引入塑性势, 才能知道塑性应变的方向。它与弹性力学不同, 弹性应变的

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(10402014)

收稿日期: 2005 - 03 - 12

方向与应力的方向相同, 是已知的, 因而不必引入弹性势。依据我们的研究经验, 采用固体力学原理或是引用广义位势理论, 都可以得出广义塑性理论, 它们之间并无矛盾。依据固体力学中塑性力学原理, 通过试验获得屈服函数和硬化函数, 对两者求导, 再依据实际施加的应力增量, 就能求塑性应变增量的总量, 在广义塑性力学中能求得塑性应变增量的分量。可见, 广义塑性力学中求塑性应变增量的思路与方法与经典塑性力学基本相同, 不同的是经典塑性力学直接求塑性应变总量, 而广义塑性力学是求分量, 当然分量知道了总量也就知道。广义塑性力学也可依据广义塑性位势理论, 引入已知的塑性势函数, 即可写出塑性应变公式。但该式中塑性势函数的导数都为 1, 最后的结果与上述求出的结果一样。这两种办法殊途同归, 后一种方法的优点是把传统塑性力学包含在内。

广义塑性力学符合岩土材料的变形机制, 它的提出既丰富和发展了岩土塑性力学, 又在一定程度上统一了岩土材料与金属材料的建模理论。以往在塑性势与屈服面的选取上, 以及屈服面的重数等方面, 都有较大的人为性与随意性。广义塑性力学采用分量理论, 塑性应变分量的方向是已知的, 而分量屈服面由试验确定。思路简单清晰, 又具有客观性与惟一性。

## 2 关于经典塑性力学与广义塑性力学中广为应用的等向强化模型

大家知道, 屈服函数是求塑性应变大小的计算参数, 其物理含义相当于弹性力学中的弹性常数  $E$ 、 $\mu$ , 不同的是屈服函数不仅与材料的性质有关, 还与应力状态及应力历史有关。在经典塑性力学中, 屈服函数通常写成  $\Phi(\sigma_{ij}, k)$  形式,  $k$  是硬化参数, 是内变量, 表征塑性应变对材料微观结构变化 (即材料性质变化) 的影响。在等向强化假设的情况下, 屈服函数中的变量可以分离, 并可以写成显式解, 即

$$\Phi(\sigma_{ij}, k) = f(\sigma_{ij}) - H(k) = 0, \quad (1)$$

式中  $\sigma_{ij}$  为应力张量,  $k$  为内变量。这就是众所周知的等向强化时经典塑性力学的屈服面表达式。在经典塑性力学中, 内变量可取塑性总应变  $\varepsilon^p$ , 即有

$$H(\varepsilon^p) = f(\sigma_{ij})。 \quad (2)$$

由于金属材料多数采用等向强化模型, 因而它是经典塑性力学中最常用的屈服面表达式。文献[1]中式 (6) 只是将式 (1) 推广成 3 个分量屈服面。可见, 式 (1) 或文献[1]中式 (6) 这种屈服面表达式, 是当前应用很广的表达式。它源于经典塑性力学, 式 (2) 中的内变量是塑性总应变  $\varepsilon^p$ , 文献[1]中式 (6) 内变量为  $\varepsilon_v^p$ 、 $\bar{\gamma}_q^p$  和  $\bar{\gamma}_0^p$ 。由于文献[1]作者对广义塑性力学

的批评, 重点在这个等向强化假设下的表达式, 变成对经典塑性力学与广义塑性力学中广为应用的等向强化模型的评述。它与广义塑性力学本身并无直接关联。

无论在经典塑性力学中还是在广义塑性力学中, 这一表达式只是表明, 通过试验可以拟合出等向强化模型下塑性应变总量与应力组合的屈服面有上述关系, 也就是获得土体的具体屈服条件。塑性力学的屈服条件相当于弹性力学中的应力应变试验曲线。弹性力学情况下, 单轴应力应变试验曲线求导即可得到计算参量, 即弹性模量。有了屈服函数与硬化参数, 相当于给出了计算参数。按塑性力学的增量理论, 要求真正的塑性应变增量, 还需知道实际施加的应力增量的大小与方向。眼前的塑性力学, 都是按此来求塑性应变增量的, 绝非广义塑性力学独创。

我们尚未见到有人直接用式 (1) 或文献[1]中的式 (6) 来求应变总量的做法。正如上述, 在增量塑性力学中该式只是用来求计算塑性应变增量的计算参数。如果将该式误解为求塑性应变总量的全量理论, 就会得出许多违背塑性力学原则的结论。众所周知, 全量理论只是在一些特殊情况下可以应用, 一般情况下它是违背塑性力学原理的, 也是不能应用的。全量理论不能考虑加卸载, 不能考虑应力路径影响等等, 不可能获得塑性力学准确的解答。经典塑性力学中, 由于采用增量理论与塑性内变量, 能在一定程度上反映应力历史与应力路径的影响, 但应变增量方向与应力增量无关仍不能充分反映应力路径的影响。广义塑性力学由于应变增量方向与应力增量有关, 因而更能充分地考虑应力路径的影响。许多学者采用双屈服面模型或多屈服面模型, 其一重要目的就是体现应力路径对塑性应变的影响。

综上所述可以看出, 文献[1]作者对广为应用的等向强化假设下的屈服面表达式提出了挑战, 也是对经典塑性力学与多屈服面理论及广义塑性力学中的塑性增量理论提出了挑战。正如前述, 广义塑性力学与经典塑性力学求塑性应变增量方法同出一辙, 不同的是后者直接求总量, 前者先求分量后求总量。这或许是文献[1]作者对经典塑性力学还不够了解所致 (如文献[1]中式 (6) 是等向强化模型下的屈服条件, 式内已有内变量, 不需要用式 (7) 修正)。当然也不排除文献[1]作者真有新见 (笔者已经表态认为这是不可能的), 但也应当等拿出具体结果来再说, 而不应在还无依据的情况下把经典塑性增量理论 (当然也包括多屈服面理论与广义塑性力学) 完全否定。而实际上, 经典塑性力学应用到现在表明, 它基本是符合实际的。岩土塑性力学眼前有多种塑性模型, 可能精度上不是很高, 但大体上也应当能反映实际的。

在广义塑性力学中曾强调指出, 屈服面的数学表达式应该由当地岩石的试验获得, 它反映了岩石是实际屈服特性, 符合屈服条件的客观性与惟一性的要求。文献[1]中式(6)是引入了等向强化模型的假设后, 土体实际屈服条件的一种简化。通过试验拟合获得的真实的屈服曲线, 有时候硬化参量与应力可以分离, 但更多情况下不可分离, 即不能适应等向强化模型。这种非等向强化的屈服条件只能写成隐形式, 即  $\Phi(\sigma_{ij}, k)$ 。硬化参量与应力不能分离。这时可通过屈服函数分别对硬化参量与应力求导, 即可求出塑性应变增量。这方面我们只做了一些探索性的研究, 通过一个土体的算例表明, 计算结果大致与等向强化模型接近, 但屈服面已不是完全等向强化。在知道了采用等向强化模型及增量塑性力学中如何求解塑性应变以后, 相信文献[1]作者会明白文献[1]中式(7)是没有必要的了。

### 3 关于率无关塑性力学、Drucker 公设及塑性因子正负的问题

看了文献[1]中的第 2、3 部分, 我们觉得很好。从率无关塑性力学得出的一些结论与广义塑性力学是相符合的, 从热力学的角度进一步支持了广义塑性力学。希望作者在率无关塑性力学方面再作些工作, 以进一步推动和完善广义塑性力学。其实, 广义塑性力学是依据一些力学的基本原理而导出的, 并不涉及 Drucker 公设与热力学定律。并且岩土材料是否满足是主要依据试验, 而不是依据经典塑性力学的某些理论。但由于其在经典塑性力学中有重大影响, 因而在提出广义塑性力学时, 我们走访了一些著名的经典塑性力学老专家, 听取他们对 Drucker 公设的一些看法。我们在文献[3, 4]中对 Drucker 评述的这段话“德鲁克公设一直是关联流动法则的理论支柱, 但自从岩土类材料不适应德鲁克公设被证实以后, 世界各国学者对德鲁克公设的适用性作出了不少评述。德鲁克公设本来是作为关于弹塑性稳定材料的定义提出来的, 但并非普遍的客观规律, 因此不是所有客观材料的力学行为都必须满足这个公设所导出的结论, 而是由材料的客观力学行为来判定它是否适用”, 这是国内一位著名的老专家给我们信中原话。当然我们是同意这种观点的。因而广义塑性力学可能与 Drucker 公设相违背, 也可能自动满足 Drucker 公设, 取决于不同材料的实际特性。

在岩土塑性力学的发展中, Drucker 公设既起到有利的作用, 也起到不利的作用。有利的作用是激发人们更深层次地探索一些问题。不利作用是阻碍了人们对岩土塑性力学认识的统一, 即使当前大多数学者、工程师已经认识道 Drucker 公设不适应岩土, 但至今

仍然会有一些人自觉不自觉地用 Drucker 公设去衡量岩土塑性理论, 导致一些不必要的争论。至于采用一般固体力学方法, 还是采用塑性位势理论去建立岩土塑性理论, 两者并无矛盾。并不像文献[1]所说的“现代岩土塑性力学处在 Drucker 塑性公设和固体力学原理这两个毫无联系的力学基础的狭缝中艰难发展”。

关于广义塑性力学中塑性因子可正可负的问题, 同样要看岩土变形的实际情况。对于经典塑性力学, 只考虑剪变, 未考虑体变, 剪变是单调增长的, 所以依据实际意义可考虑  $d\lambda$  是正的。但岩土材料的体变分量恰具有不同的变形特性, 在某一阶段出现体缩, 而且是不可恢复的塑性变形; 在另一阶段出现体胀, 而且它是与体缩相反的塑性变形(也有一些学者认为有一部分是可逆变形)。这种情况在经典塑性力学中从未遇到过。由于它们是塑性变形, 按照塑性的定义, 它们是不能恢复的。因而求体缩和体胀都要采用塑性公式, 在体缩段(略去洛德角的影响), 有

$$d\varepsilon_v^p = \frac{1}{A_1} \frac{df_v^1}{dn} dp + \frac{1}{A_1} \frac{df_v^1}{d\alpha} dq, \quad (3)$$

式中  $f_v^1$  为体缩段的屈服函数,  $d\varepsilon_v^p$  为塑性体积应变增量,  $A_1$  为硬化函数。

在体胀段, 屈服函数  $f_v^2$  与  $f_v^1$  法线方向相反, 有

$$d\varepsilon_v^p = \frac{1}{A_2} \frac{df_v^2}{dp} dp + \frac{1}{A_2} \frac{df_v^2}{dq} dq, \quad (4)$$

由于  $f_v^2$  是反向的, 上式得出的  $d\varepsilon_v^p$  必为负。尽管体缩段与体胀段都是不可逆的塑性变形, 但其总变形仍然是两者之和。如不采用上述方法, 那么如何能反映岩石的体缩和体胀呢? 所以将体变塑性因子写成可正可负, 正是为了反映岩石的体变特性。如果不是这样, 那么又如何能反映压缩剪胀岩石的真实体变呢? 实际上, 双屈服面与多屈服面理论中都已经用了上述做法, 即使在经典塑性力学中, 虽然没有引用塑性体应变分量求解体应变, 但如岩石存在两个剪缩和剪胀屈服面, 由于屈服面的法线方向不同, 也可通过正交流动法则分离出塑性体缩和体胀变形。体缩时  $d\varepsilon_v^p$  为正; 体胀时  $d\varepsilon_v^p$  为负。然而经典塑性力学中, 一般  $d\lambda$  总为正值, 因为剪应变总是正的, 而且是主要影响因素。应当注意, 分量塑性理论有三个塑性因子  $d\lambda_i$  ( $i=1,2,3$ ), 只有塑性体变塑性因子可正可负, 其余两个必为正。而且不必担心土体会作负功而违反热力学第二定律, 因为剪应变是主要分量, 而且作正功, 其值远大于剪胀所作的负功。所以土体作的总功必为正功或不作功, 它不违背热力学第二定律。

文献[1]中第 4 部分中(2)~(5) 4 点都是企图表明  $d\lambda$  不能取负值, 下面作一些简单答复。该文中第(2)点认为可能模糊弹性位势与塑性位势。事实是明

显的,它是广义塑性的位势,但依据岩土体变特征,塑性体应变可正可负,因此并不要求体应变塑性因子必须为正。塑性因子须为正,只是满足 Drucker 公设的稳定材料一个必然结果。第(3)点用加卸载来说明  $d\varepsilon_v^p$  为负不可能,应当说明的是,考虑土体压缩剪胀的加卸载定律已经改变,可参考文献[2]的149页,这里不再解释。第(4)点意见,含义不清,但当土体有压缩剪胀时,应力( $p, q$ )与应变  $\varepsilon_v^p$  一定不是单值函数。应当注意,广义塑性力学中,只有体变的塑性因子可正可负,其余两项必为正。第(5)点的意见是正确的,如果体变的塑性因子  $d\lambda_1$  必为正的话,就无法考虑剪胀。所以,  $d\lambda_1$  可正可负,其正负视屈服面法线与体变分量方向的关系而定。

#### 4 关于屈服面的外凸性与惟一性问题

关于广义塑性力学中的塑性势面与屈服面的关系,文献[2~4]中一再指出,广义塑性力学中的塑性势面是用来确定塑性应变方向的,它可有条件的任选,即可按不同的坐标系选取不同的势面,但必须是坐标系的分量或坐标轴。可见势面不必按实验来定。当坐标系定下后,分量方向已知,势面及其个数当然也就知道。屈服面是用来确定塑性应变分量大小的一个参量,广义塑性力学中一再强调,分量屈服面必须与分量塑性势面对应,不仅不可任取,而且必定是惟一的。分量屈服面中的内变量必须是势面法线方向的塑性应变,从而保证惟一的屈服面。广义塑性力学中还强调,分量屈服面应由试验确定,这也正是为了保证屈服面满足客观性与惟一性的要求。岩土屈服面并不是都要求外凸,因为岩土材料不要求满足 Drucker 公设。依据国内外一些试验以及屈服面为硬化参量等值面的定义,可以获得硬化压缩剪胀型土的体积屈服面为 S 形,是凹形的。文献[1]中引用我们的论文“岩土屈服面可以不外凸,也是不惟一的”。我们发表的有关广义塑性力学的论文中只说过前半句话,决不会说后半句话。文献[1]作者没有细读我们的论文。当然,在经典塑性力学中屈服面的形式是可以不惟一的,经典塑性力学中屈服面的内变量可以是塑性功、塑性应变或塑性剪应变,从而建立不同的屈服面。尽管屈服面形式不同,但最后求解的结果是相同的,仍不失其惟一性。

#### 5 结 语

论文对广义塑性力学的内涵作了补充;对经典塑性与广义塑性力学中广为应用的等向强化模型、塑性

因子正负的问题作了解释;对 Drucker 公设、屈服面的外凸性也惟一性提出了自己的看法。有不妥之外,望予批评指正。

最后,文献[1]中对其文献[2]中的评述,我们没有进行讨论,不表示我们同意文献[1]的观点。我们认为由原文作者来回答似乎更好。在交通与信息发达的今天,我们会有更多的机会见面,更希望有机会能面对面的进行交流。

#### 参考文献:

- [1] 胡亚元. 关于率无关塑性力学和广义塑性力学的评述[J]. 岩土工程学报, 2005, 27(1): 128 - 131. (HU Ya-yuan. Comment on rate-independent plasticity and generalized plasticity[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2005, 27(1): 128 - 131.)
- [2] 郑颖人, 沈珠江, 龚晓南. 岩土塑性力学原理[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002. (ZHENG Ying-ren, SHEN Zhu-jiang, GONG Xiao-nan. Principle of geotechnical plastic mechanics[M]. Beijing: China Architecture and Building Press, 2002.)
- [3] 郑颖人, 孔 亮. 塑性力学的分量理论—广义塑性力学[J]. 岩土工程学报, 2000, 22(3): 269 - 274. (ZHENG Ying-ren, KONG Liang. Componental plastic mechanics—generalized plastic mechanics[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2000, 22(3): 269 - 274.)
- [4] 郑颖人. 岩土塑性力学的新进展—广义塑性力学[J]. 岩土工程学报, 2003, 25(1): 1 - 10. (ZHENG Ying-ren. New development of geotechnical plastic mechanics-generalized plastic mechanics[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2003, 25(1): 1 - 10.)
- [5] 沈珠江. 土的弹塑性应力应变关系的合理形式[J]. 岩土工程学报, 1980, 2(2): 11 - 19. (SHEN Zhu-jiang. Rational form of elasto-plastic stress-strain relation for soil[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 1980, 2(2): 11 - 19.)
- [6] 郑颖人, 严德俊. 基于试验拟合的土的多重屈服面模型[C]// 第五届全国岩土力学数值分析与解析方法讨论会论文集. 武汉: 武汉测绘科技大学出版社, 1994, 9 - 10. (ZHENG Ying-ren, YAN De-jun. Multi-yield surface model for soils on the basis of test fitting[C]// Proceeding 5th National Conference on Numerical Analysis and Analytical Method in Geotechnical Mechanics. Wuhan: Wuhan Mapping Science and Technology University Press, 1994. 9 - 10.)



### 向审稿人致谢

[编者按] ①本审稿名单仅限于2005年者; ②本排名不分先后,但相同姓氏审者分列不同行列时,则前者群体审稿频次多于后者;  
③姓名相同者在名后括号内注明审者工作地,以示区别,例如(京)-北京,(津)-天津,等等; ④部分审者工作繁忙,未及审稿,仍属致谢之列。

周健	刘兴远	王星华	赵明华	葛忻声	何昌荣	黄传志	介玉新	李华	刘新荣	卢廷浩	屠毓敏	谢康和
徐学祖	宰金珉	管月稳	曹文贵	陈凡	陈正汉	丁春林	高大钊	高广运	彭明祥	施成华	徐少曼	杨永杰
陈国兴	何川	何广讷	胡昌斌	胡小荣	胡中雄	姜折良	金丰年	雷祥义	李大勇	李广信	李先炜	刘明振
刘松玉	刘招伟	陆新	苗天德	邵生俊	沈凤生	施斌	施建勇	王贵君	王奎华	王卫军	王小军	王钊
魏汝龙	徐林生	徐日庆	许宏发	闫澍旺	杨敏	杨志法	张玉军	赵成刚	朱合华	朱岳明	包承纲	陈生水
戴福初	高玮	顾渝臣	何满潮	胡瑞林	黄宏伟	黄茂松	江玉生	康天合	李建林	李晓昭	刘元雪	楼晓明
陆培毅	任建喜	施峰	苏永华	童小东	王庚荪	王建华(津)	王元汉	武文华	谢定义	谢新宇	徐学燕	
杨更社	杨林德	叶观宝	叶为民	殷宗泽	张惠明	郑俊杰	周顺华	白冰	蔡永昌	柴军瑞	陈强华	陈新民
陈云鹤	陈云敏	崔广心	戴自航	单仁亮	邓安福	邓荣贵	董建国	董平川	杜成斌	方正昌	高峰	耿克勤
何平	何蕴龙	洪振舜	侯朝炯	侯学渊	侯瑜京	黄润秋	黄生文	蒋通	赖远明	李冬田	李洪升	李小勇
邴能惠	梁新政	廖红建	廖少明	刘杰(京)	刘金砺	楼梦麟	陆士良	栾茂田	慕青松	濮家骝	秦四清	
饶为国	时卫民	宋二祥	汪明武	王成	王成华	王复明	王桂尧	王国强	王金安	王明年	王年香	王晓谋
王学滨	王元战	夏唐代	邢义川	徐干成	杨光华	杨果林	杨雪强	杨志银	曾友金	张丙印	张孟喜	张明
张明义	张强勇	张苏民	张学言	张亦昭	张子明	赵洪波	赵尚毅	赵阳生	赵跃堂	折学森	周国庆	周维垣
周早生	朱向荣	常亚屏	陈昌富	陈健云	陈文化	陈晓平	陈征宙	陈祖煜	迟世春	单新建	邓学钧	丁德馨
丁家平	丁文其	杜守继	冯夏庭	高谦	高玉峰	龚壁卫	郭力	胡建林	胡黎明	胡利文	黄明利	黄晓明
黄新	霍凯成	姜福兴	蒋忠信	金波	金峰	孔令伟	雷胜友	李靖	李宁	李世海	连锁营	梁波
梁仁旺	刘宝琛	刘东甲	刘汉龙	刘沐宇	刘文白	刘小生	刘增利	鲁晓兵	罗银森	马时冬	缪林昌	缪协兴
莫海鸿	潘友友	潘林有	潘一山	茜平一	饶锡保	阮怀宁	邵国建	沈振中	石名磊	孙进忠	谭跃虎	陶纪南
王长科	王恭先	王家臣	王来贵	王立忠	王明洋	吴昌瑜	吴吉春	吴铭炳	席永慧	夏元友	肖明	谢全敏
薛玺成	燕彬	阳军生	杨俊杰	杨明昌	姚仰平	要明伦	叶柏荣	阴可	应宏伟	于广明	袁晓铭	曾庆义
詹良通	张季如	张鲁渝	张路青	张弥	张民庆	张明聚	张永钧	张振营	张忠苗	郑建军	周德培	周宏伟
周火明	周立运	周神根	周小文	朱大勇	朱彦鹏	白晓红	白永年	蔡伟铭	蔡正银	陈国政	陈环	陈龙珠
陈守义	陈铁林	程国栋	程国强	程桦	程釜基	迟景魁	丛嵩森	崔江余	党发宁	底青云	窦林名	段祥宝
方涤华	冯玉国	冯忠居	冯紫良	高广礼	高志义	龚维明	龚晓南	顾欢达	顾小芸	韩选江	何剑	靳钟铭
雷晓燕	黎立云	李成芳	李国英	李镜培	李雷	李庆斌	李守德	李相范	梁建文	林在贯	凌贤长	刘长武
刘传孝	刘东升	刘浩吾	刘建起	刘明贵	刘曾武	卢再华	马崇武	马秀媛	孟高头	牛富俊	潘秋元	彭劼
祁生文	钱德玲	乔继延	曲永新	任大春	尚彦军	邵龙潭	盛谦	史佩栋	侍倩	宋修广	孙卫国	谭云亮
汤雷	唐春安	唐煊文	唐业清	王国体	王家鼎	王建华(沪)	王兰民	王梦恕	王清(吉)			王戌平
王水林	王铁行	王贻荪	王泳嘉	王余庆	王玉杰	韦立德	魏道堞	文松霖	邬爱清	吴恒	吴梦喜	伍法权
夏明诚	肖大平	谢春红	谢树彬	谢卫红	辛鸿博	熊厚金	徐光明	徐嘉谟	徐卫亚	徐小荷	徐永福	徐泽平
徐曾和	许明	闫明礼	阎长虹	颜荣贵	杨庆	杨天鸿	杨先健	杨小礼	叶明亮	尤明庆	油新华	俞建霖
袁聚云	宰金璋	曾亚武	张伯平	张项立	张洪武	张家发	张建民	张林洪	张钦喜	张献民	张学富	张延军
张颖钧	张永兴	张仲先	章为民	赵锡宏	赵忠义	郑宏	郑颖人	周成	周瑞光	周晓敏	朱俊高	朱思哲
朱元林	祝龙根	宗琦	保华富	别社安	蔡德所	蔡美峰	陈德文	陈国民	陈海军	陈厚群	陈建生	陈轮
陈胜宏	陈胜立	陈苏	陈绪禄	陈云彬	陈振建	陈仲颐	陈竹昌	程国勇	程和森	程家文	程展林	丑万禧
戴荣良	党进谦	邓建辉	丁浩江	丁桦	丁勇	董金荣	董正筑	杜伯辉	杜炜平	樊恒辉	樊敬亮	樊良本
范文田	方秦	费康	丰土根	冯学智	傅智	干腾君	高长胜	高国瑞	高江平	葛孝椿	葛修润	顾冲时
郭见扬	郭明珠	郭莹	哈秋龄	郝哲	何江达	何兆益	贺可强	洪晓林	胡安峰	胡卸文	华安增	黄博
黄龙生	黄伦海	黄生根	黄英	黄勇(哈)	黄雨	霍润科	贾永刚(青)		姜德生	蒋洪胜	蒋建国	
蒋军	蒋鹏	鞠杨	李斌	李大展	李迪	李东庆	李海波	李红	李生林	李术才	李树忱	李文平