

淮北平原浅层地下水动态研究

陈玺¹, 郝振纯², 戴明龙¹

(1. 长江水利委员会水文局, 湖北武汉 430010; 2. 河海大学水文水资源与水利工程国家重点实验室, 江苏南京 210098)

摘要 [目的]研究近年淮北平原浅层地下水空间动态变化特征。[方法]参照美国地质调查局于2002年在美国宾夕法尼亚的基于数理统计学方法的地下水动态预警研究方案,利用1975~2008年淮北地区71个站点逐月地下水动态资料,研究地下水埋深的年内、年际及空间动态变化特征。[结果]淮北平原浅层地下水多年平均埋深从南部的1m向北部的3m逐渐增大,1990年之前地下水年均埋深较浅、变幅较小,1990年以后地下水埋深变幅加大,埋深加深,但2003~2008年埋深又趋向变浅。北部砀山县、萧县、亳州市地下水埋深较深,南部颍上县、凤台县、五河县、阜阳市地下水埋深较浅。[结论]为淮北平原农业发展提供了基础数据。

关键词 淮北平原;地下水;动态分析;干旱

中图分类号 P641 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)28-0073-04

Dynamic Analysis of Shallow Groundwater in Huaibei Plain

CHEN Xi¹, HAO Zhen-chun², DAI Ming-long¹ (1. Bureau of Hydrology, Changjiang Water Resources Commission, Wuhan, Hubei 430010; 2. State Key Laboratory of Hydrology-Water Resources and Hydraulic Engineering, Hohai University, Nanjing, Jiangsu 210098)

Abstract [Objective] The aim was to study dynamic changes of shallow groundwater in Huaibei Plain. [Method] According to groundwater dynamic early warning system in Pennsylvania, USA in 2002 based on the mathematical statistics method by United States Geological Survey, using monthly groundwater dynamic data of 71 stations in Huaibei Region during 1975-2008, annual and spatial dynamic characteristics of groundwater bury were studied. [Result] Results showed that the average groundwater depth was increasing from 1m in the south region to 3m in the north region; shallow groundwater depth were at a higher level with a relative small amplitude before 1990 while it performed opposite after 1990; northern Dangshan, Xiaoxian and Bozhou had a deeper shallow groundwater depth than that in southern Ying, Fengtai, Wuhe and Fuyang. [Conclusion] The study can provide basic data for agriculture development in Huaibei Plain.

Key words Huaibei Plain; Groundwater; Dynamic analysis; Drought

近年来,淮北平原地下水资源过度开发利用,导致安徽淮北平原地下水埋深下降、地下水资源减少。适度开发利用地下水有利于淮北地区地下水的循环更新^[1]。地下水预警是根据地下水监测实际资料分析地下水系统采补平衡、水质状况及其引发的环境地质问题的危害程度,综合诊断地下水情,也能在一定程度上为干旱预警提供重要指标。学者寻找着适合当地地质环境条件的安全地下水位,如利于地下水补给的最佳水位埋深值,控制地面沉降(地裂缝)的临界水位埋深值及海水入侵临界水位埋深值,防止盐渍化的临界水位埋深值及维护干旱区生态的临界水位埋深值等。国内外对地下水预警进行了大量探索性工作,主要方法有统计学方法、多元回归方法、神经网络方法和地下水数值模型方法,比较有代表性的是统计学方法^[2-5]。笔者采用1975~2008年淮北平原71个地下水站点地下水埋深逐月动态观测资料,参照2002年美国地质调查局采用数理统计学方法对美国宾夕法尼亚进行的动态预警研究^[6],分析该区域地下水埋深的年内、年际及空间动态变化特征,从浅层地下水动态变化反映出该地区旱情的程度,旨在为地下水开采和抗旱指挥提供参考。

1 材料与方法

1.1 研究区概况 淮北平原地处安徽省北部,114°55'~118°10' E,32°25'~34°35' N,全区总面积37 437 km²,其中平原区面积占总面积的98%,包括淮北市、宿州市、亳州市、阜阳市、蚌埠市及淮南市淮河以北地区的27个县(市、区)。该

地区人口稠密,自然环境受人类活动的影响强烈,地表水体污染严重,工农业发展对水资源的需求量不断增大,主要抽取地下水用于生产生活和农业灌溉,因此淮北平原区浅层地下水埋深变化在一定程度上可以反映出该区干旱情势。

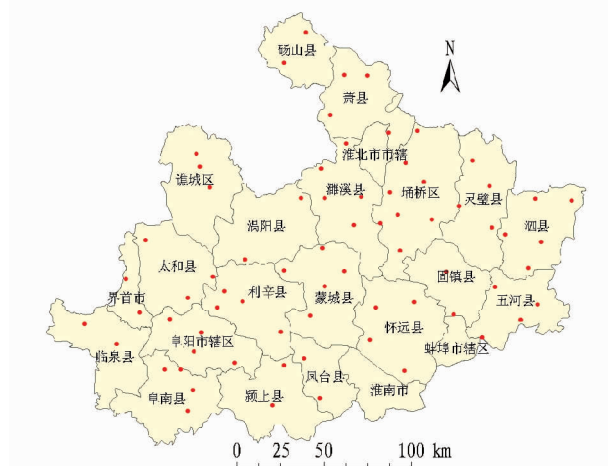


图1 淮北平原地下水位观测站点分布

Fig. 1 Distribution of groundwater level observation stations in Huaibei Plain

1.2 研究方法 首先,利用1975~2008年71个站点(图1)整理出的逐月地下水动态资料,计算出各县市多年平均地下水埋深值和各季节平均地下水埋深值,利用surfer软件绘制出该区多年平均地下水埋深空间分布图。其次,以历年各季节各县市地下水动态变化为基础,用Arcgis展示淮北平原地下水动态的总体变化趋势和典型干旱年份的地下水埋深与多年均值在空间分布上的差异。最后,参考文献[6]分析淮

北平原区地下水丰枯5种状态的空间分布,归纳出该区地下水的丰枯交替规律,并为地下水开采利用提供参考依据。

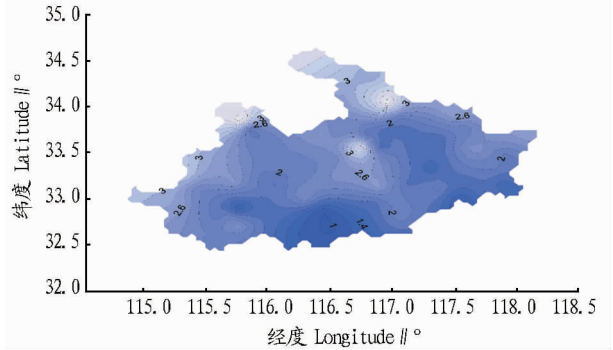
具体方法如下:定义第 p 百分位数是这样—个值,它使得至少有 $p\%$ 的数据项小于或等于这个值,且至少有 $(100 - p)\%$ 的数据项大于这个值。地下水埋深值等于第 75 百分位表示至少有 75% 的埋深值等于或者小于该值。在通常情况下,水位值大于第 75 百分位以上的称为高于平常状态下的水位值,为非预警区;水位值为第 25 至第 75 百分位的称为正常状态水位值,为绿色预警;水位值为第 10 至第 25 百分位的称为低于正常状态的水位值,为黄色预警;水位值为第 5 至第 10 百分位的称为干旱状态的水位值,为橙色预警;水位值为 0 至第 5 百分位的称为紧急状态的水位值,为红色预警。

2 结果与分析

2.1 地下水动态

从图 2、3 可以看出,淮北平原地下水由东南向西北整体呈逐步下降的趋势,其中中南部地区地下水埋深最浅,北部最深,具体来说,亳州市、砀山县、涡阳县、太和县、临泉县等西北地区地下水埋深较深,而凤台县、颍上县、固镇县、五河县等中南部区域地下水埋深较浅。究其原因,南部降水较北部稍大,靠近淮河的地区水量丰富,因而沿淮埋深变化不大,另外浅层地下水开发利用程度由 20 世纪 80 年代初的 15% 提升到 21 世纪初的 30%,特别是在西北地区严重依赖地下水地区,在干旱年份高达 40% ~ 60%。

选取 3 ~ 5 月地下水埋深均值作为春季地下水水位值,6 ~ 8 月均值作为夏季值,9 ~ 11 月均值作为秋季值,12 月与次年 1 ~ 2 月均值为冬季值分析地下水水位季节变化特征。从图 4 可以看出,淮北地区夏季地下水埋深较浅,冬、春季较深,四季变化幅度较大。从波动情况来看,春、夏季地下水水位变化滞后于秋、冬季,其中以春季滞后尤为明显。这说明当年雨季之后的地下水水位下降要到次年的春季才能反映出来。同时,春季水位埋深最深,这与春季降水少且农业需水量增加密不可分。2000 年春旱时地下水埋深为 3.77 m。



注:图中数值表示地下水水位,单位 m。

Note: Data in the figure indicates groundwater level, the unit is m.

图 2 淮北平原多年平均地下水埋深分布

Fig. 2 Average groundwater depth of several years in Huaibei Plain

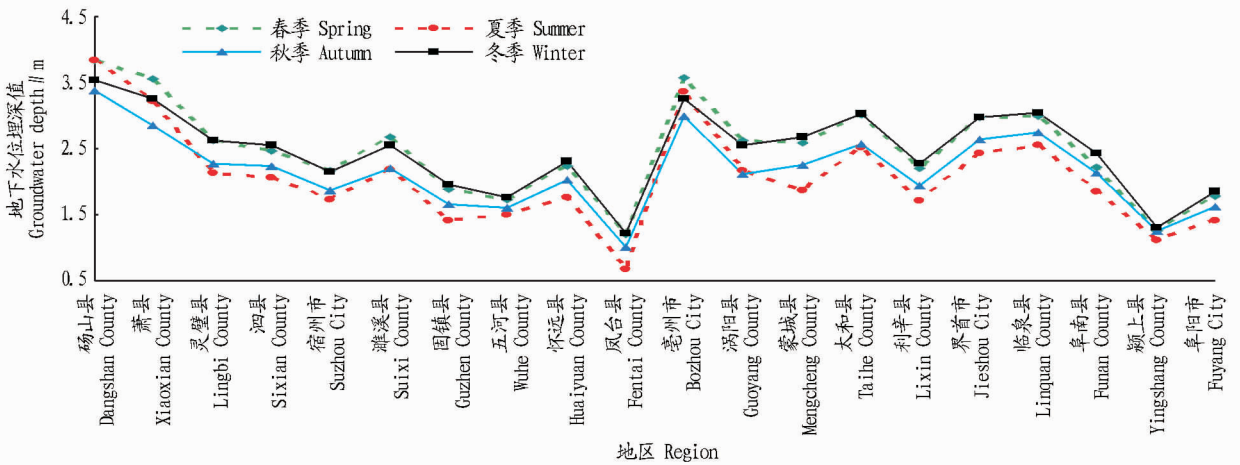


图 3 各季节淮北平原各县市多年平均地下水埋深

Fig. 3 Average groundwater depth of several years in each county and city of Huaibei plain in each season

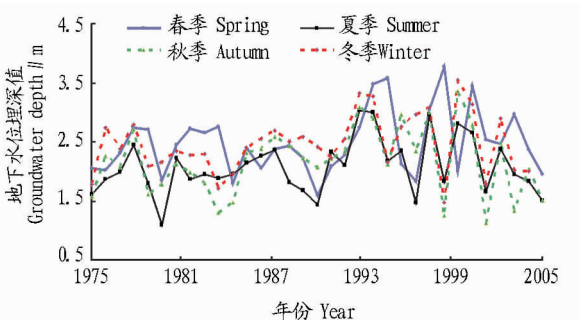


图 4 淮北平原逐年地下水埋深季节动态变化

Fig. 4 The seasonal change of groundwater depth in Huaibei Plain

近年来,随着人类活动的影响和地下水开采量的大幅度提高,开采层位、开采井数量、开采水量、单井出水量均有较大变化,地下水动态也随之发生了明显改变;在农业灌溉区,大部分地区以分散开采浅层地下水灌溉为主,据初步分析,该区域地下水位在波动中下降,下降趋势为 0.09 m/10a。从图 5 可以看出,1974 ~ 2008 年淮北平原地下水水位呈高低交替变化,最低点为 1994 ~ 1996 和 2000 ~ 2001 年的 3.2 m,这几个时段是在可考证的大旱年 1994、2000、2001 年前后。

平均水位最深值出现在 1995 和 2002 年,选取这 2 个年份作为代表年份,分析其与 90s 地下水水位均值的差异,地

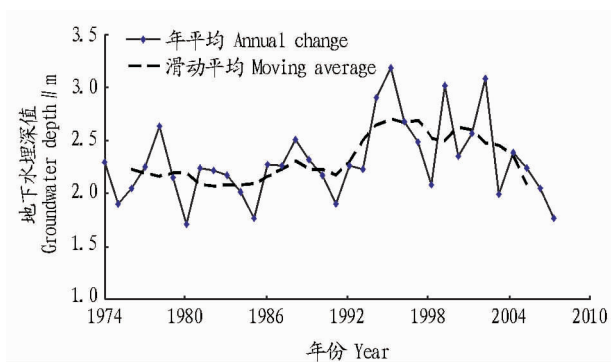


图5 淮北平原地下水埋深逐年变化

Fig.5 The annual change of groundwater depth in Huaibei Plain

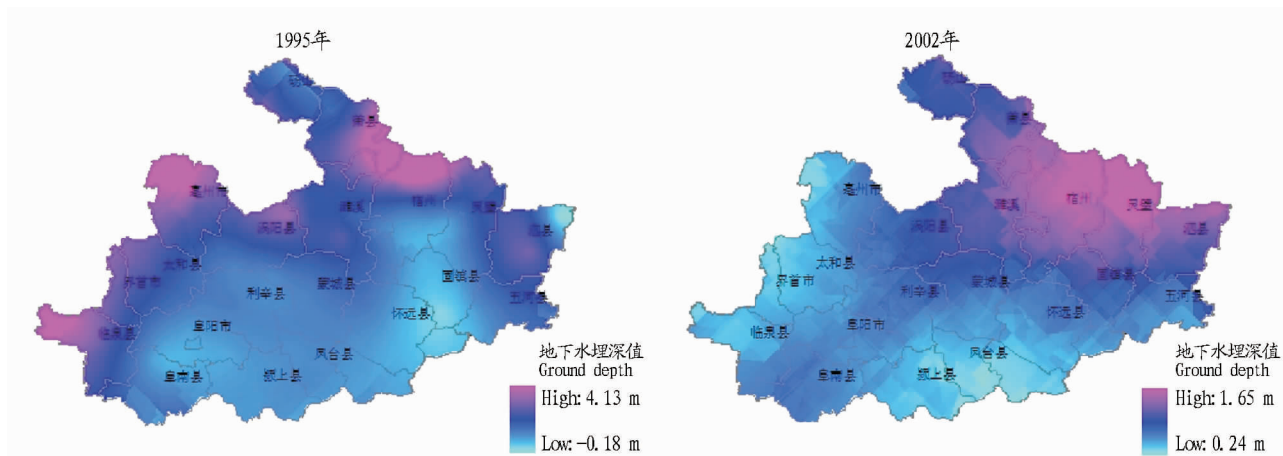


图6 1995、2002年与90年代后多年均值埋深差异分布

Fig.6 Depth difference of several years mean in 1995, 2002 and 1990s'

地下水监测资料,统计不同百分数下的地下水埋深值,作出代表某种水文地质单元信息的地下水埋深判据,利用判据对地下水位的状态进行预警预报。从图7可以看出,逐月排频得到各个临界指标百分位,据淮北地区降雨排频选出2007、2006、2001和2002年作为降雨的丰、平、枯、特枯年份,比较各年份地下水埋深值的年内分布,与预警模板进行对照,发现特枯年2002年1~4月处于干旱紧急状态,5~12月在干旱状态,而枯水年2001年下半年旱情严重,特别是7、10~12月处于干旱紧急状态。

根据地下水埋深百分数,确定75%、25%、10%、5%、0共5个特征百分位分别代表淮北平原地下水埋深偏丰状态、偏旱状态、中旱状态、重旱状态、历史极值状态,其空间分布见图8。从图8可以看出,淮北地区地下水埋深值从北向南递减,北部砀山县、萧县、亳州市地下水埋深较深,5个状态下埋深值分别为2.64、4.46、5.52、6.23、7.16 m,南部颍上县、凤台县、五河县、阜阳市地下水埋深较浅,5种状态下埋深分别为0.73、1.27、1.59、1.80、2.31 m。

3 结论

从1975~2008年淮北平原地区多年平均的地下水埋深分布情况可以看出,该区域地下水位整体呈由东南向西北逐步下降趋势,其中中南部地区地下水埋深最浅,北部最深。具体来说,亳州市、砀山县、涡阳县、太和县、临泉县等西北部

下水水位增大值的空间分布如图6所示。从图6可以看出,1995年淮北平原上边缘地带地下水水位比均值下降明显,尤其是亳州市、涡阳县部分地区地下水水位比多年均值下降4.0 m,其次是萧县、泗县、界首市、临泉县、太和县的部分地区,下降2.5 m以内,其他地区下降1.0 m以内,泗县的赤山站、固镇的固镇站、砀山的周寨站附近甚至比多年均值的水位略浅。2002年地下水水位与多年均值的差异与1995年不同,水位下降明显的地区有宿州市、萧县、灵璧县、泗县、砀山县、濉溪县、蒙城县等东北部地区,下降1.0 m以上,其他地区均有不同程度的下降,说明全区地下水都明显减少。

2.2 地下水预警 利用1975~2008年淮北平原71个站点

地区地下水埋深较深,而凤台县、颍上县、固镇县、五河县等中南部区域地下水埋深较浅。从季节波动情况来看,春、夏季地下水水位变化滞后秋、冬季,其中以春季滞后尤为明显。据地下水埋深百分数,确定75%、25%、10%、5%、0共5个特征百分位分别代表淮北平原地下水埋深为偏丰、偏旱、中旱、重旱、历史极值5种状态,为区域地下水开采和抗旱指挥提供了重要的参考依据。

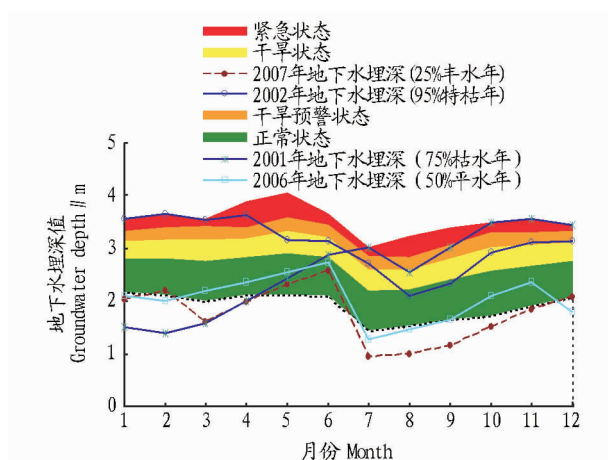


图7 淮北平原地下水预警模板

Fig.7 Groundwater early-warning mould in Huaibei Plain

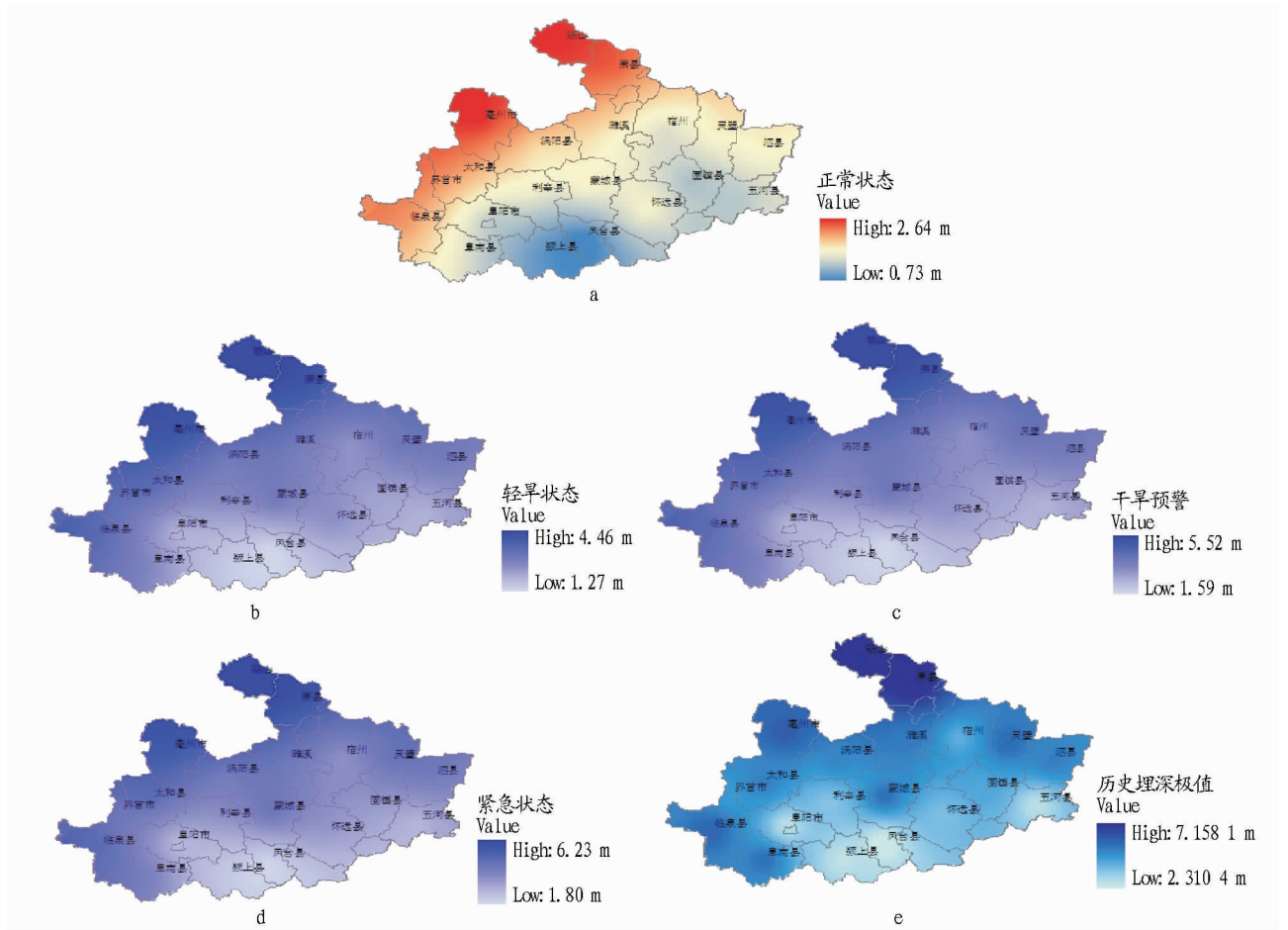


图8 淮北平原地下水埋深各个临界状态分布

Fig.8 Distribution of each critical state of groundwater depth in Huaibei Plain

参考文献

- [1] 胡巍巍,王式成,王根绪,等.安徽淮北平原地下水动态变化研究[J].自然资源学报,2009,24(11):1893-1901.
- [2] United States Geological Survey. Real-time groundwater level network [EB/OL]. [2016-07-01]. <http://groundwater-watch.usgs.gov/Net/OGWNetwork.asp>.
- [3] ADAMS B, BLOOMFIELD J P, GALLAGHER A J, et al. An early warning system for groundwater flooding in the Chalk[J]. Quarterly journal of engineering geology and hydrogeology, 2010, 43: 185-193.
- [4] MYERS N C, FINNEGAN P J, BREEDLOVE J D. Analysis of water level data and groundwater flow modeling at Fort Riley, Kansas[R]. Kansas: US Geological Survey Water - Resources Investigations Report 99 - 4115, 1999: 15-44.
- [5] U. S. Department of the Interior U. S. Geological Survey. Real-time groundwater data for the nation[R]. USGS Fact Sheet 090-01, 2001: 1-10.
- [6] 李文鹏, 郑跃军, 郝爱兵. 北京平原区地下水水位预警初步研究[J]. 地学前缘, 2011, 17(6): 166-173.

科技论文写作规范——标点符号 标点符号按照1990年国家语言文字工作委员会等公布的《标点符号的用法》执行,每个标点占一格(破折号占两格)。外文中的标点符号按照外文的规范和习惯。外文字母、阿拉伯数字、百分号等并列时,其间用“,”不用顿号“、”。注意破折号“——”、范围号“—”和连字符“-”的不同用法。破折号又称两字线或双连划,占两个字身位置;范围号又称一字线或全身划,占一个字身位置,连字符又称半字线或对开划,占半个字身位置。破折号可作文中的补充性说明(如注释、插入语等),或用于公式或图表的说明文字中。范围号用于表示从某某到某某。例如20—30℃,70%—90%,1949—1986年(本刊文中范围号写成“~”,参考文献范围号用“-”。连字符用于连接词组,或用于连接化合物名称与其前面的符号或位序,或用于公式、表格、插图、插图、型号、样本等的编号。外文中的破折号(Dash)的字身与m宽,俗称m Dash,其用法与中文中的破折号相当。外文的连接符俗称哈芬(hyphen)。其中,对开哈芬的字身为m字身的一半,相当于中文中范围号的用法;三开哈芬的字身为m字母的1/3,相当于中文中的连字符的用法。