

铁道科学技术译丛

极限状态的桥梁设计原理

H·B·辽 林 著
H·H·斯特烈列茨基

人民铁道出版社

31

30



極限状态的桥梁設計原理

ОСНОВЫ РАСЧЁТА МОСТОВ ПО
ПРЕДЕЛЬНЫМ СОСТОЯНИЯМ

Н.В. ЛЯЛИН

苏联 著

Н.Н. СТРЕЛЕЦКИЙ

苏联国家铁路运输出版社（一九五五年莫斯科）

ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ Москва 1955

鄒守簡 蕭正興 譯

人民鐵道出版社出版（北京市霞公府17號）

北京市書刊出版業營業許可証出字第010

新華書店發行

人民鐵道出版社印刷廠印

（北京市建國門外七聖廟）

書号 1009 开本 $850 \times 1168 \frac{1}{2}$ 印張 2 $\frac{1}{2}$ 字數 66 千

1958年8月第1版

1958年8月第1版第1次印刷

印數0001—1,800册

統一書号: 15043·575 定价 (10) 0.46元

本書系苏联铁路建筑与设计科学研究所论文集
(1955年,第16号)中的一部份。内容包括:铁路桥梁
设计的三种极限状态的计算,所采用的计算系数和这种
方法的发展远景等。

本書可作为铁路、公路桥梁设计人员,研究人员和
教学参考用。

目 录

序言	2
§ 1. 用于桥梁设计的极限状态计算方法的 一般原则	3
§ 2. 荷载及其系数	14
§ 3. 材料和土壤的强度及匀质系数	28
§ 4. 工作条件系数	33
§ 5. 按第一种极限状态的强度和形状稳定 性的计算	39
§ 6. 按第一种极限状态的疲劳计算	53
§ 7. 按第一种极限状态的状态稳定性的计算	60
§ 8. 第二种极限状态的计算	67
§ 9. 第三种极限状态的计算	70
§ 10 桥梁按极限状态方法计算的发展远景	72
結束語	76

本書系苏联铁路建筑与设计科学研究所论文集
(1955年,第16号)中的一部份。内容包括:铁路桥梁
设计的三种极限状态的计算,所采用的计算系数和这种
方法的发展远景等。

本書可作为铁路、公路桥梁设计人员,研究人员和
教学参考用。

目 录

序言	2
§ 1. 用于桥梁设计的极限状态计算方法的 一般原则	3
§ 2. 荷载及其系数	14
§ 3. 材料和土壤的强度及匀质系数	28
§ 4. 工作条件系数	33
§ 5. 按第一种极限状态的强度和形状稳定 性的计算	39
§ 6. 按第一种极限状态的疲劳计算	53
§ 7. 按第一种极限状态的状态稳定性的计算	60
§ 8. 第二种极限状态的计算	67
§ 9. 第三种极限状态的计算	70
§ 10 桥梁按极限状态方法计算的发展远景	72
結束語	76

序 言

作为建筑結構統一的計算方法的極限状态計算法的主要原則，已在1943年由統一建筑結構計算方法委員會所肯定（委員會之成員为技术科学后补博士 В·А·巴尔金，教授 А·А·格沃茲捷夫，技术科学博士 И·И·高里金布拉特，教授 Ю·М·伊万諾夫，教授 В·М·凱尔德希，技术科学后补博士 В·М·高琴諾夫，教授 Л·И·奥尼希克，教授 Н·С·斯特烈列茨基，技术科学后补博士 К·Э·塔里）。这个方法的特点是把所有計算都納入以使用要求所决定的極限状态的标准为基础的统一体系中，並引用一系列新的計算系数以代替單一的安全系数。

中央工業建筑科学研究院（ЦИНПС）曾对用于工業与民用建筑的極限状态計算方法进行过詳細的研究，並拟定了1952年公佈的建筑規程草案和現在已批准的建筑法規的計算原理。

極限状态計算方法被公認是先进的、統一的計算体系，它扩大了計算方法的进一步發展的前景，並在改善建筑物質量的同时保證达到材料的節約。

用於鐵路桥梁計算的極限状态計算方法的原理，已由全苏鐵路建筑与設計科学研究所（ЦНИС）在編制新的标准軌距鐵路桥涵設計規程（ТУПМ）草案（由建筑規程草案的發展而拟訂的）的过程中加以研究。

本文的目的是論述極限状态計算方法用於鐵路桥梁計算时的特殊問題，以及引起爭論的問題的各方面的意見和本文作者們在編制新桥涵設計規程（以后简称規程）草案的工作过程中所积累的關於这些問題的看法。本文可作为研究新規程所提出的極限状态計算方法时的参考文件。

§1. 用於桥梁設計的極限狀態

計算方法的一般原則

到現在還沒有一種統一的工程建築物計算方法，具有最重要的意義的，如所周知，是所謂『強度的』計算，而對於桥梁結構的強度計算通常是按容許應力法進行的。對於其他的結構，近年來另外一種稱為破壞荷載法的強度計算方法獲得了很大的發展。許多極常用的計算形式，例如：檢算構件形狀的總穩定性及局部穩定性，檢算疲勞等，有意地轉化成強度計算的形式，特別是轉化成容許應力計算法的形式，這樣有時會掩蓋了這些計算的物理意義。某些計算，例如檢算狀態的穩定性^①（傾倒或滑動），檢算梁部結構的剛度，檢算結構受拉區的裂縫開展度等是有獨特形式的。

現在，實際上只有一部分工程計算，即那些以建築力學（結構理論，材料力學，彈性理論，塑性理論等）的資料和關於某些材料及結構形式的工作特性的資料為根據的工程計算才是有科學基礎的。這一部分計算對於計算中採用的外界作用，材料性質和結構本身能夠確定出計算因素（承載能力，內力，應力，變形等等）的數值。可是另外一部分工程計算，它是與建築物的實際使用條件和要求相關連着的，在不久以前它還是具有特別規定的性質，它只是以長期的經驗為依據，而沒有任何理論的根據。

大家知道，隨着經驗的增加和建築力學以及計算方法中其他因素的日益完善，容許應力逐漸得到提高，安全系數逐漸降低。可是現在安全系數大多已達到這樣的數值，如果沒有相應的理論作基礎而只以經驗為依據，它們就不能夠進一步的降低。同時，上述規定數值的精確度與那些已獲得卓越成就的建築力學以及計算方法的其他因素的精確度之間存在着明顯的矛盾。

極限狀態方法的理想，導致工程結構計算中上述矛盾的解

① 本文中引用術語“形狀的穩定性”與“狀態的穩定性”以區分，由實際材料做成的構件的變形穩定性與認為是絕對剛體的體系的穩定性。

决，同时回答了這個領域內已醞釀成熟的問題。

極限狀態方法的第一个基本理想是把所有工程計算和实际使用的要求具体地联系起来。这时应加以強調注意的是建築物使用能力的概念——這是一個極為广泛、灵活和同时在每一个別情形中又很具体的概念。我們把喪失使用能力的狀態作为極限狀態，即在这种狀態時建築物或某一部分已不再滿足客觀的使用要求。这样就將各种各样的工程計算聯合在統一的方法中而表征出所有計算的一致目的——保證建築物在实际使用中不会喪失其使用能力。

曾有人不正確地認為，極限狀態的概念在工程計算中完全是一种新的概念。其实，以前每一种計算方法都有这样或者那样的可以称为是極限狀態的狀態。例如，可以認為在容許應力方法中系假定結構为彈性的，而把当其應力等於（規範規定的）容許應力乘以安全系数時的狀態作为極限狀態。在这里，显然是把处在实际可能使用界限以內的容許狀態的規律推广到極限狀態中。在極限平衡方法中，作为極限狀態的是結構的整体全部喪失承載能力的狀態，这對於絕大多數建築物來說，是处在实际可能使用的界限以外的現象。

極限狀態的方法是取这样的計算狀態作为極限狀態，它直接符合客觀的範圍或使用的限制。使用的标准是有根据的解决根本問題，即在每一种具体計算形式中应当取什么物理現象作为限界狀態的工具。直接与使用要求相联系的标准在現在成为更有根据、更灵活和更明确了。多种多样的使用要求决定了多种多样的極限狀態。

極限狀態方法的第二个極重要的理想是揭示和精確确定在計算中所採用的安全儲備。安全儲備是完全合理的，並且在所有工程計算中都是不可避免的，因为所有決定建築物工作的实际因素的数值都具有现实的变化性。大家都知道，所有实际的荷載和作用，材料的特性，建築物及其部件的尺寸和它們的工作条件，在某种程度上都是和計算中所採用的相当的数值和条件有所差別

的。对这种实有的变化性加以研究，这也就是極限状态的方法与以前的計算方法的不同之处。根据对实际因素的变化的研究，極限状态的方法可以逐步精确地确定安全儲备。同时計算中的安全儲备就由那些反映我們对客观的知識还不完整的主观数值的范疇轉变到反映客观实际的变化性的客观数值的范疇。这时，前述完善的計算方法的精确性与計算安全儲备的假設性之間的矛盾就逐漸地被消除了。

在那些安全儲备是以明显的形式（安全系数的形式）代入的計算中，要使安全儲备精确，就須用一系列計算系数去代替單一的安全系数。保留精确的、單一的安全系数而不划分为一系列的計算系数，無論在方法上或者在技术上都是不合理的，即使使用極繁复的表格来表示，还是很不明晰的。

回顧一下，在以前的計算方法中，也有不同的容許应力和各种安全系数，它們的不同主要是只考虑了一个因素（不同配合的荷載）的变化性。自然、在以前的方法中，就連这一点有限的对实际变化性的考虑，也沒有能以客观資料作足够的根据。

許多在現在得到明确表示的其他規律（例如荷載發展系数），以前在鉄路桥梁計算中也考虑了，但那是以隱蔽的形式考虑的，並且解釋得也不够广泛。

上述一切可以使我們肯定，極限状态方法不是什么新發現的計算方法，而是隨着現有計算方法的有規律的發展和它們之中醞釀成熟的矛盾的解决，把現有的計算方法加以統一的結果。

建筑法規規定了在計算中应用的三种形式的極限状态。

第一种極限状态被称为承載能力的極限状态，按这种極限状态的計算是檢算下列不等式是否能得到滿足：

$$N \leq \Phi \quad (1)$$

式中 N ——外界作用；

Φ ——承載能力。

屬於第一种極限状态的計算首先是强度計算。严格地說，只有那些保証在建筑物的構件中或連接处的材料不致破坏的計算，

才能正确地称为强度计算。在这些计算中的极限状态是材料（连接）的脆性破坏，或者出现表示破坏开始的受力裂缝。但是由弹、塑性材料做成的建筑物的基本计算也称作强度计算，在这种建筑物的破坏和它实际使用范围之间是有一大段塑性变形的。这些计算的作用，与其说是保证材料的强度不如说是保证不出现很大的塑性变形，因前者在这里会自然地得到保证。现在这些计算也列入按第一种极限状态的计算中（图1），并且，如以下所述，由于向极限状态方法过渡，这种计算得到极其重要地具体化和精确。

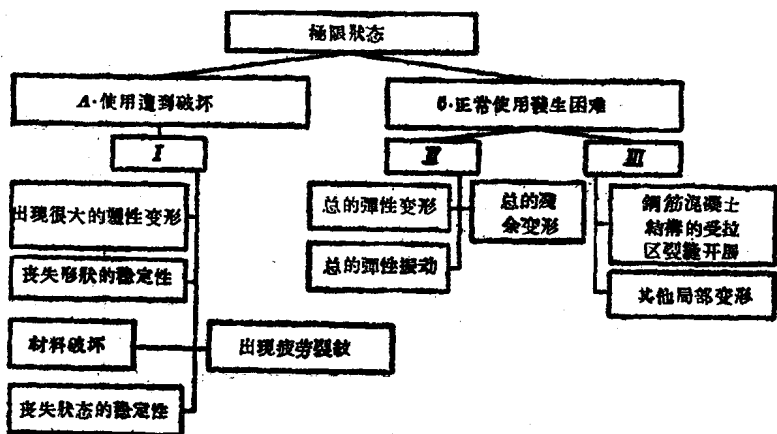


图 1

属于第一种极限状态的计算的还有形状稳定性的计算，以及疲劳计算。前者保证构件在弹性或弹、塑性工作阶段中不致丧失总的稳定性或局部稳定性；而后者保证不出现由于重复荷载而产生的疲劳裂纹。

第一种极限状态的极限不等式（1）在大多数的情况下可以展成下列形式：

$$\sum \alpha_n p_n \leq m k R_n F \quad (2)$$

式中 p_n ——标准荷载；

n ——考虑实际荷载的变化性的超载系数，对于不同的荷

載和條件^①，系數值也不同；

α ——對於已知計算作用的（當材料在彈性限度以內工作時）荷載影響數字。

R_n ——材料的標準強度；

k ——考慮實際材料性質變化的勻質系數；

m ——工作條件系數；

F ——被檢算的截面或連接等的幾何特性，例如面積或抗彎模量。

極限狀態方法中引用的新的觀念和系數的本質的詳細解釋，將在以後談到（見 § 2, 3, 4）。

屬於第一種極限狀態的計算的還有一些與結構材料的強度無關的計算。保證結構中存在的可變聯系^②不致消失的計算，例如狀態穩定性的計算，特別是傾倒穩定性和滑動穩定性的計算，以及保持公路橋梁牽索桁架的不變化性的計算等都屬於這種計算。

第二種極限狀態稱為變形的限界狀態。為保證不致出現過大的變形，要求檢算下列不等式是否成立。

$$\Delta \leq f, \quad (3)$$

式中 Δ ——在標準參數（荷載，強度）下，計算的變形值；

f ——容許變形值。

屬於第二種極限狀態的計算的有（見圖 1）：

a) 檢算建築物的總的彈性變形，例如梁部結構的彈性垂直撓度；

b) 檢算某些總的殘余變形，例如新規程規定的檢算橋梁墩台的沉落量；

c) 檢算建築物的總振動（強迫振動及自振），這些振動是為決定梁部結構的動力剛度的。在這種檢算中，計算的不等式不僅可以與直接變形（在這裡是振幅）有關，也可以對其他表征振

① 超載系數正確地應稱為荷載變化系數，因為它可能大於 1 也可能小於 1。

② 可變聯系，即那些經過它們所傳遞的力的符號改變時或力超過某一限變時即消失的連系。

动的参数有关。

第三种極限状态称为裂縫开展的和局部损坏的限界状态。屬於第三种極限状态計算的，特別是鋼筋混凝土結構受拉区域裂縫开展度的檢算，按下列不等式进行

$$\delta \leq e, \quad (4)$$

式中 δ ——在标准参数下，計算的裂縫开展数值；

e ——容許的裂縫开展数值。

分析了上述各种計算和相应的極限状态的本質，就自然要將對於桥梁的所有極限状态划分为兩大类，如圖 1 所示。

所有的第一种極限状态，都是以結構中質的变化为特征的，如稳定性的丧失，几何圖形的变化，材料的脆性破坏，出現可以导致破坏的裂縫等等。所有这些現象都适合相当明确的标准——使用遭到破坏，即因建筑物的毀坏而停止使用。

但是第二种和第三种極限状态只在一些量的数量变化方面适合有相当假定性的極限，这些数值不致於直接导致建筑物的破坏，例如，彈性撓度，墩台的下沉，裂縫展开等等。这些現象在超出上述極限后只是使使用条件恶化。極限状态在这里只意味着對於正常使用产生了困难，即由正常使用轉变到非正常使用。对正常使用产生困难，这特別表現在：破坏了列車的平稳通行並相应地限制列車运行速度，減低了結構物的耐久性（例如由於鋼料銹蝕而引起的局部损坏），而需加强对建筑物的監視措施等。

应当指出，有一些使正常使用發生困难的現象，当荷載进一步的增長或当其他因素变更时，可能最終导致正常使用的完全破坏，例如在梁部結構中發生的彈性撓度或振动太大时，即可能使列車脫軌。但是對於我們現在所考虑的这一組現象的極限状态來說，这种状态通常是超出了所有計算变数可能变动的范围以外的，因此不作为計算的情形。

在討論的兩組極限状态中所存在着的深刻差異，决定了要用不同的方法將安全儲备代入相应的計算中。

對於極明显的不容許的現象——使用遭到破坏，即由一种質

的狀態急劇地轉變為另一種質的狀態，必須可靠地和有根據地避免它的發生，因而在第一種極限狀態的計算中，便有根據地採用了明顯的計算系數的形狀，它相當於以前的安全系數，而現在它是划分開的和更精確的系數。

相反，對於正常使用出現困難的時刻的某些假定性決定了在第二和第三種極限狀態中不需以明顯的形狀引用安全儲備。這些計算按標準荷載和材料及結構的標準特性進行，即不引用計算系數。象撓度及裂縫開展度等的現行標準值是概略地規定的。這些標準應當逐漸地使它精確起來，但是將來它們應解釋為一些容許數值，這些數值的規定應保證正常使用時不會發生困難。即使當實際的撓度及裂縫開展度因為偶然原因而稍大於計算所得的情況時，也不應當使正常使用發生困難。

因此，達到了規定的容許撓度值或裂縫開展值時，嚴格說來，並不意味着達到了極限狀態。但是相應的計算實質上是按照極限狀態進行的計算，因為上述標準值是根據實際的極限狀態規定的。

以前曾說過，在建築法規中把按第一種極限狀態的計算稱為承載能力的計算。按我們的觀點，這種名稱是不夠嚴密的。

對於構件或連結的承載能力來說，通常是將變形數值與荷載數值理解為具有同一意義。在鋼拉桿中達到了屈服點，是其承載能力的有限喪失（承載能力停止）；而達到極限強度，是承載能力的完全喪失。

在某些情況下，達到第一種極限狀態實際上可能與構件或連結的承載能力的完全喪失相符合。例如，構件中或連結中材料的脆性破壞，既是第一種極限狀態也同時是這種構件或連結的承載能力的完全喪失。在這種情況下，採用任何其他狀態來作為極限狀態都是不正確的，因為直到材料最後破壞，在脆性材料和連結的工作過程中，並沒有發生任何客觀的質的變化。雖然如此，但在個別的文獻中，對於脆性材料破壞的情形提出了以附加的安全系數來推遲材料的實際破壞的某些假定的狀態作為極限狀態。這

種建議是與極限狀態方法的本質相矛盾的，並且把本來極為明確的和客觀的第一種極限狀態的含義中摻入了主觀的成分。

第一種極限狀態與承載能力的完全喪失相符合，只有在一些其他的情形下，如喪失狀態穩定性時和在更多的情形下是喪失形狀穩定性時才是如此。但是，當以出現巨大的塑性變形作為第一種極限狀態時，則代表極限狀態的概念的使用能力的喪失與承載能力的喪失在時刻上是不一致的。此處極限狀態僅僅有時與承載能力的停止相一致，而永遠與承載能力的完全喪失相距甚遠。

因此，使用能力和承載能力在本質上是不同的概念，只有在個別情況下在實際中才是符合的。不應當象建築法規所規定的那樣把使用能力和承載能力的概念混為一談，而把所有按第一種極限狀態的計算都稱之為按承載能力的計算。在橋梁工作者中也廣泛流行著一種不正確的觀念，以為在第一種極限狀態中使用能力的喪失總是與承載能力的完全喪失相距甚遠。

關於第一種極限狀態的概念與建築物破壞的概念是否一致的問題是有很大的意義的。顯然，當第一種極限狀態與承載能力的完全喪失不一致時，在極限狀態下建築物不會破壞，只發生殘余變形；當第一種極限狀態與重要桿件或連接的承載能力的完全喪失相一致時，第一種極限狀態或者表示建築物發生殘余變形，或者表示其破壞。這時，如果在靜不定結構或空間結構中，某一重要桿件退出工作後，荷載在剩余的桿件中按新的圖形發生重新分配時則要限制結構的殘余變形。當剩余的桿件系不足以承受荷載時，則建築物在第一種極限狀態下完全破壞。

對於橋梁結構的第二種和第三種極限狀態的概念，和第一種極限狀態一樣，必須較建築法規的規定作更明確和更廣泛的解釋。

對於橋梁結構來說，把全部極限狀態的解釋在一個系統中加以統一起來是可能的。橋梁的特點是其使用要求的簡單與明確：通過運輸荷載。對於其他許多建築物使用的要求是極其廣泛和複雜的，例如它們可能關連到一定的導熱性，傳音性，氣或水的滲

透性等。桥梁使用的破坏或使用發生困难只是因桥梁整体或其一部分的损坏或位移而产生的^①。如果名詞『变形』按广义来了解，即为建筑物形狀及尺寸的一切位移和变化（彈性变形，残余变形，振动，出現裂縫，破坏），則可以断言，即变形並且只有变形，才能最后决定桥梁使用的破坏或使用發生困难。这个論点对於許多承受力的其他結構的計算也是正确的，H·C·斯特烈列茨基教授在他一篇論文中曾这样指出过（1952年）。

在很多情况下都以应力作为判断桥梁或其他建筑物是否适於使用，这一事实，是由於將应力限制在一定限度內，从而保证了不会出现巨大的残余变形或破坏，这还因为對於結構在彈性工作阶段的应力計算方法研究得較为成熟。按实質論，計算应力只是間接的手段，因为計算的最終目的是檢算变形的特性是否容許。

广泛的变形概念可以把所有三种極限状态的定义联合到統一的体系中。

第一种極限状态表示在建筑物中出現了使使用遭到破坏的变形。

第二种極限状态表示在建筑物中产生了引起正常使用的困难的总变形。

第三种極限状态表示在建筑物中产生了引起正常使用的困难的局部变形。

显然，明确的、統一的理解極限状态的本質，是有成效的进一步發展極限状态計算方法的必要条件。但是目前對於極限状态的概念存在着大量的、不同的解釋。讓我們談一下与上述不同的極限状态概念的一些解釋。

在極限状态方法出現的头几年中，曾流行着这样的看法，認為它是破坏荷載理論和極限平衡理論的改善。對於極限状态方法的这种解釋現在还可以遇到。这种观点的存在是有許多历史根源的：極限状态方法是在破坏荷載理論和極限平衡理論在研究材料和結構的工作的塑性阶段的基础上获得了巨大發展之后出現的。

① 本論文中不討論桥梁水力的極限状态。

如同破坏荷載理論及極限平衡理論一样，極限状态方法与公認的容許应力方法是对立的。这一情况也被利用来解釋極限状态方法是破坏荷載理論及極限平衡理論的改善。但是如以前已經指明的，極限平衡的状态及破坏的状态只是各种極限状态形式中的一种局部情形。

另一种现在較為流行的观点，是把極限状态理解为某种『容許』状态，認為它們虽然出現得相当少但在实际上於使用过程中却会出现。在这里，計算强度（見§3）被認為是新的被提高的容許应力。以这点为基础，就認為按極限状态計算的建筑物不及按容許应力計算的建筑物可靠，这样的理解是錯誤的。因为如以前已指出过的，在極限状态方法中全套的系数和其他参数是如此規定的，它們能保証在建筑物的全部使用期間內對於实际使用不会产生計算的極限状态。

在1950年，И·И·柯歇依對於鐵路桥梁發表了这样的意見：鐵路桥梁的極限状态就是由於活載随着時間增長而达到了必需限制使用条件的状态，或为了更換結構而停止使用的状态。在这种解釋中，把計算的極限状态的概念和建筑物实际使用的最終状态混淆起来。

当然，計算是反映实际的，並且在採用極限状态方法时，計算能比以前採用的計算方法更好地反映实际。但是現在也絕不能把計算与实际使用混为一談。設計者根据現行的标准假設一定的使用条件进行計算。然而建筑物的实际使用条件，特別是在其使用年限的后期，总要与設計者所採用的标准中所展望的使用条件有相当的数量上和質量上的差別。

在上面这个对鐵路桥梁的極限状态的解釋中，沒有考虑到人們决定的、实际使用的停止与使用的破坏（即在荷載作用下建筑物的毀坏）之間总是有某些安全儲备的，因为使用的破坏就会發生危險。当然，在設計建筑物时和对建筑物的使用年限末期进行檢算时，安全儲备可以是不同的，但是在一切工程計算中都应当有安全儲备。

所以出現對於鐵路桥梁的極限狀態的上列這種解釋，顯然是因為對『停止使用』一詞還不十分明確，而在許多情形中把它當作是極限狀態的標準。『停止使用』，正確地應當理解為相應於計算中假設的、一定的客觀物理狀態的計算前提，而不是在某一具體條件下使用建築物的人們帶有相當的主觀程度而採取的措施。

在新規程的第一草案中曾對極限狀態作出定義，其中把所有極限狀態都與正常使用發生困難的情形聯繫起來。這種定義是不夠充分的和不恰當的。這樣的定義原是為了改善建築規程草案中的定義而規定的，建築規程草案中的定義是把極限狀態與停止承受外界作用相連系的，而這只是對某些第一種限界狀態才是正確的。新規程的第一草案對第二種、第三種極限狀態的定義是恰當的，而對第一種極限狀態所作的定義不恰當。其實，把靜定體系的桿件的總穩定性的喪失，傾倒，脆性破壞等現象理解為對正常使用的困難只是等於開玩笑。

H·M·米特羅波利斯基教授曾經推薦了一個極限狀態的總定義，認為它是一種結構在計算中的假定狀態，此時結構中的應力和變形等於規範所規定的最大容許值。這樣的定義如果它不從使用的標準出發，實質上它就是拒絕極限狀態的定義。在這種定義之下，極限狀態方法變成了容許應力方法的新版，其中只不過是把以前的容許應力代之以新的相應於精確的和劃開的安全系數的應力值。

按照我們的觀點，唯一正確的極限狀態的總定義是蘇聯科學院技術科學學部於1953年2月會議上所採用的定義，認為極限狀態是當建築物不再滿足使用的要求時的計算狀態。類似的定義也包括在建築法規中。

明確計算的目的對於正確的理解桥梁的極限狀態具有特別的意義。在計算中，對極限狀態的考慮是不容許它在實際使用中出現。按極限狀態的計算既不容許使用遭到破壞，也不容許出現對實際正常使用的困難，而應保證『在規定的機車最大速度下列車

运行的安全和平稳（沒有急剧震动）』^①。

§2. 荷載及其系数

使計算与建筑物的实际使用情况相接近，是新方法的主要前提，这一点应当从把計算的主要先决条件之一的外界荷載和作用給以明确定义和精确确定开始做起。

根据極限状态計算方法的总的原則，作用在建筑物上的荷載不是按其最大数值將它看成是固定的数量，而要考慮符合於每一荷載（作用）的含义和本質的变化性。甚至看来实际上『不变』的荷載，如建筑物的自重，事实上因为材料容重的不固定，建造时尺寸的容許公差以及因使用时修复材料和脚手架的重量等，它們仍然是具有变化性的。本来就是不固定的荷載有：土壤自重，靜水压力及具有較大程度变化性的某些因自然力作用而生的活荷載，如風压力，水压力，温度变化作用等。對於鉄路桥梁具有特殊意义的是列車活載，它的变化性是由很多因素决定的。

由於任何一种荷載实际上都沒有固定的数值，而可能与計算时所採用的数值不符合这一事实，是用被称为超載系数 n 的荷載变化系数来考虑的。超載系数用以与标准荷載相乘，即与設計規範的規定的荷載相乘。對於桥梁設計，所有标准荷載和作用可以适当地分为下列三类：

恒載——建筑物自重；由土重而生的水平土压力及垂直土压力；靜水压力；混凝土的收縮作用；對於外力靜不定結構的土壤沉降作用；

列車活載——垂直荷載；因列車活載而生的水平土压力及垂直土压力；對於位於曲綫上的桥梁的橫向水平离心荷載；列車橫向水平搖摆力；水平的縱向制動荷載或牽引荷載；

其他活載及其他作用——人行道荷載；風荷載及水荷載，温度变化作用；地震荷載及施工荷載。

土壤沉降作用及施工荷載，現在是第一次具体地列入計算

① 苏联鉄路技术管理規程，§11。1952年。