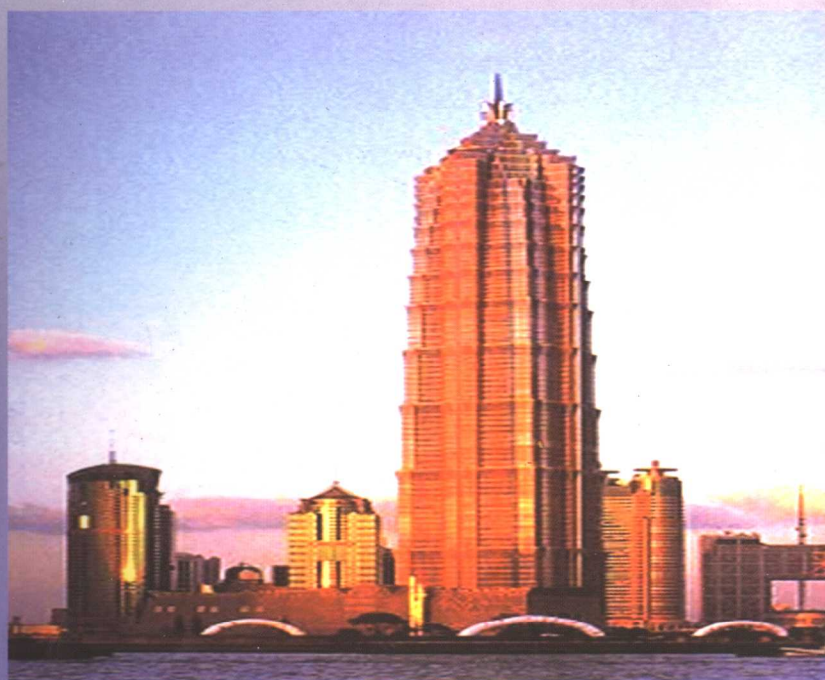


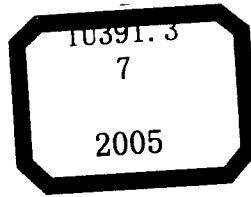
GANGJIEGOUSHEJIYUANLI

钢结构设计原理

王 珊 白玉星 编著
张 迪 张燕坤



中国社会出版社



钢结构设计原理

王 珊 白玉星 编著
张 迪 张燕坤

中国社会科学出版社

内容摘要

本书根据土木工程专业教学指导委员会的教学大纲,并参照我国新规范编写。本书较全面、系统地介绍了钢结构的结构体系、设计原理、计算方法以及节点构造措施等。全书共八章,包括:绪论,钢结构材料,钢结构的连接,轴心受力构件,受弯构件,拉弯和压弯构件,框架结构,钢屋盖等。为便于教学,各章均有例题并附有习题。

本书为土木工程专业本科教材,亦可作为从事钢结构设计、制作、施工技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

钢结构设计原理 / 王珊等编著. —北京: 中国工业出版社,
2005. 8

ISBN 7-5087-0680-3

I. 钢… II. 王… III. 钢结构—结构设计—高等
学校—教材 IV. TU391. 04

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第081336号

书 名: 钢结构设计原理

编 著 者: 王 珊 白玉星 张 迪 张燕坤

责任编辑: 尤永弘

出版发行: 中国工业出版社 邮政编码: 100032

通联方法: 北京市西城区二龙路甲33号新龙大厦

电话: 66051698 电传: 66051713 邮购电话: 66060275

经 销: 各地新华书店

印刷装订: 北京京海印刷厂

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 20.25

字 数: 534千字

版 次: 2005年8月第1版

印 次: 2005年8月第1次印刷

书 号: ISBN 7-5087-0680-3/TU·5

定 价: 38.00元

(凡中国出版图书有缺漏页、残破等质量问题,本社负责调换)

前 言

本教材是我校资助的系列教材之一。本书是根据土木工程专业教学指导委员会的要求及我国现行《钢结构设计规范》(GB50017-2003)和我们多年教学体会、工程实践经验编写的教材。

本书针对学生的特点及专业工程技术人员的需求,首先在绪论中增加了各种结构体系的内容,在读者建立整体结构概念的基础上,再论述基本构件设计原理。系统论述了梁、柱等基本构件和节点的破坏特征、基本公式、构造特点及设计方法。在第七章中又讲述了钢框架,把前面学习的基本构件组合成框架结构,明确了学习基本构件的目的。并突出了从结构概念到构件再到整体结构的主线。本书力求在讲清基本理论的基础上,重点讲解基本公式的应用范围与条件,解决工程设计的实际问题。书中有大量例题和习题,学生通过例题和习题练习,能深刻理解公式和熟练掌握规范,熟悉钢结构的设计程序和方法。

本书由王珊编写第一章、第五章、第八章,张燕坤编写第二章、第七章,张迪编写第三章,白玉星编写第四章、第六章。全书插图由白玉星、张全辉、何文静等同志完成。王珊对全书进行了统稿。

由于编者水平所限,书中难免有错误和不足之处,恳请读者批评指正。

北方工业大学校编教材编委会

主 编：王晓纯

副主编：吴晚云 郑文堂

策 划：史仲文

委 员：（以姓氏笔画为序）

史仲文	刘茂华	李正熙	李宇成	李世英	吴永林
吴润衡	张士元	张广庆	张卫平	张常年	陈 穗
邹建成	范珍良	罗学科	周 洪	屈铁军	胡应平
秦志勇	高建岭	郭 涛	韩效宥		

目 录

前 言	(1)
第1章 绪 论	(1)
1.1 钢结构的特点	(1)
1.2 钢结构的发展	(2)
1.3 钢结构的主要结构体系	(3)
1.4 钢结构的设计方法	(5)
思考题	(11)
第2章 钢结构的材料	(12)
2.1 钢材主要机械性能	(12)
2.2 决定和影响钢材性能的因素	(16)
2.3 钢材的断裂、防火、防腐	(20)
2.4 钢材的疲劳	(21)
2.5 钢的种类规格和钢材选用	(24)
2.6 常用钢材规格	(27)
思考题	(29)
习 题	(30)
第3章 钢结构的连接	(31)
3.1 钢结构的连接方法	(31)
3.2 焊缝连接	(34)
3.3 对接焊缝连接	(36)
3.4 角焊缝连接的型式和构造	(41)
3.5 角焊缝连接的计算	(45)
3.6 焊接残余应力和焊接残余变形	(52)
3.7 螺栓连接的构造	(58)
3.8 普通螺栓连接的计算	(60)
3.9 高强度螺栓连接	(71)
习 题	(79)

第 4 章 轴心受力构件	(82)
4.1 概 述.....	(82)
4.2 轴心受力构件的强度和刚度.....	(83)
4.3 轴心受压构件的整体稳定.....	(85)
4.4 轴心受压构件的弯曲屈曲失稳.....	(87)
4.5 轴心受压构件的弯扭屈曲失稳.....	(100)
4.6 轴心受压构件的局部稳定.....	(105)
4.7 实腹式轴心受压构件的截面设计.....	(112)
4.8 格构式轴心受压构件的计算.....	(121)
4.9 轴心受压柱柱脚.....	(138)
习 题.....	(142)
第 5 章 受弯构件	(144)
5.1 梁的形式与应用.....	(144)
5.2 梁的强度和刚度.....	(145)
5.3 梁的扭转.....	(150)
5.4 梁的整体稳定.....	(154)
5.5 型钢梁设计.....	(165)
5.6 焊接组合梁设计.....	(170)
5.7 梁的局部稳定.....	(178)
5.8 梁腹板加劲肋的设计.....	(181)
5.9 梁的拼接与连接.....	(191)
习 题.....	(194)
第 6 章 拉弯构件和压弯构件	(196)
6.1 概 述.....	(196)
6.2 拉弯构件和压弯构件的强度计算.....	(197)
6.3 实腹式单向压弯构件在弯矩作用平面内的稳定计算.....	(199)
6.4 实腹式单向压弯构件在弯矩作用平面外的稳定计算.....	(205)
6.5 实腹式双向压弯构件的稳定计算.....	(206)
6.6 实腹式压弯构件的局部稳定计算.....	(207)
6.7 实腹式压弯构件的截面设计.....	(210)
6.8 格构式压弯构件的稳定计算.....	(214)
6.9 格构式压弯构件的截面设计.....	(216)

6.10 偏心受压柱整体柱脚	(220)
习 题	(225)
第7章 钢框架结构	(226)
7.1 概 述	(226)
7.2 钢框架结构分析方法及步骤	(226)
7.3 框架柱的设计	(228)
7.4 框架梁的设计	(230)
7.5 梁柱节点设计	(231)
7.6 钢柱脚设计	(236)
思 考 题	(241)
第8章 钢屋架	(242)
8.1 屋架的应用与体系	(242)
8.2 屋盖结构体系	(245)
8.3 屋架间的支撑	(247)
8.4 屋架的荷载与内力	(252)
8.5 杆件的截面选择	(254)
8.6 杆件的节点设计	(259)
8.7 钢屋架设计例题	(267)
附录1 钢材、焊缝、螺栓的设计强度	(279)
附录2 疲劳计算时构件和连接分类	(281)
附录3 型钢表	(284)
附录4 各种常用截面的回转半径近似值	(303)
附录5 轴心受压构件的截面分类及稳定系数	(304)
附录6 框架柱的计算长度系数	(310)

第1章 绪论

1.1 钢结构的特点

钢结构是土木工程中的主要结构形式之一。广泛应用在房屋建筑、桥梁、港口、矿山等建筑中，特别是在高层建筑、高耸结构、大跨度及密封的结构中广泛应用。钢结构是由型钢或钢板制成的梁、柱、支撑等基本构件，用焊接或高强螺栓连接成的可承受各种作用的几何不变体系。钢结构与砖石结构、木结构、钢筋混凝土结构等都是工程结构。它们在结构体系、内力分析等方面是类似的，但是由于材质不同，它们在构件设计、构造处理等方面有显著差别。钢结构与其他结构相比有如下特点：

1. 材料强度高，结构重量轻

钢与混凝土、木材相比，虽然密度大，但密度与强度比值相对较低，因此在同样受力条件下，钢结构比混凝土结构、木结构的构件截面小，结构重量轻。适用于高层、大跨度结构。

2. 钢材材质均匀，塑性、韧性好，结构可靠性高

钢材内部晶体组织排列致密、均匀，是具有近似各向同性的弹塑性材料，且具有良好的塑性和韧性。钢结构的实际工作状况比较符合目前的计算理论，所以钢结构可靠度高。

3. 钢结构制造、安装机械化程度高，工期短

钢结构构件在工厂制造，适于机械化加工制造；工地拼装。生产效率高，施工周期短，投资效益好。

4. 密封性好

采用焊接连接的钢结构容器具有可靠的气、水、油密性。故可以制作高压容器、大型油罐、压力管道等。

5. 良好的抗震性能

钢结构自重较轻，结构较柔，因此地震作用相对较小；且钢材塑性、韧性好，具有良好的延性。在国内外历次地震中，钢结构的损坏是最轻的，因此钢结构是抗震性能最好的结构。

6. 耐热不耐火

温度在 250°C 以下时，钢材性质变化很小；当温度达到 300°C 以上时，强度及弹性模量显著下降；温度 600°C 时，强度趋于零。热轧车间可以采用钢结构。未加防护的钢结构在火中只能维持 30 分钟左右。因此钢结构构件表面要涂防火涂料，或外包混凝土。

7. 耐腐蚀性差

在潮湿的环境中，钢材易锈蚀，因此钢结构表面要涂防锈漆或镀锌，且经常维护。目前正在研制高性能的防火涂料和不易锈蚀的耐候钢。

钢材是具有可持续发展的环保材料。钢结构拆除后可移作它用或回炉炼钢。从长远看，

钢结构具有良好的发展前景。

1.2 钢结构的发展

我国自 1949 年新中国成立以后，钢结构得到一定的发展。鞍山、武汉、包头等钢铁联合企业的炼钢、轧制车间等厂房全部采用钢排架结构。在大跨度公共建筑中，1962 年建成的北京工人体育馆，采用圆形双层辐射式悬索结构，直径为 94 米。1975 年建成的上海体育馆，采用三向网架结构，圆形平面直径 110 米。1967 年建成的浙江体育馆，采用马鞍形双曲抛物面正交索网结构，椭圆平面为 80×60 米。在桥梁方面，1957 年建成的武汉长江大桥，采用铁路、公路两用双层钢桁架桥。1968 年建成的南京长江大桥，正桥长 1576 米，采用 16 锰桥钢， 160×3 米三跨连续桁架桥。1993 年建成的九江长江大桥，正桥长 1808 米，采用 15 锰钒桥钢，柔性拱加劲肋的桁架桥，最大跨度 216 米。1991 年建成的上海南浦大桥，总长 8346 米，主桥采用双塔双索面斜拉桥，主桥长 846，主跨 423 米。在高层建筑方面，北京、上海、深圳等地先后建成了三十几栋高层钢结构建筑。如 1989 年建成的京广大厦，框架剪力墙结构，高度 208 米，地上 53 层，地下 3 层。1998 年建成的上海的金茂大厦，如图 1.1，高 365 米，地上 88 层，地下 3 层。它标志着我国的超高层钢结构已达到世界先进水平。在塔桅结构方面，我国各地相继建成了超过二百米的空间桁架钢电视塔和桅杆式环境监测塔。如 1977 年建成的北京环境监测塔，高 325 米，采用五层纤绳的三角形杆身钢桅杆结构。1997 年建成的上海八万人体育场，如图 1.2，体育场屋盖是一个马鞍型，由径向悬挑桁架加环向桁架组成的环状大悬挑钢管空间结构。屋面呈伞状索膜结构，屋盖最大悬挑长度为 73.5 米。2005 年即将建成的国家



图 1.1 上海八万人体育场

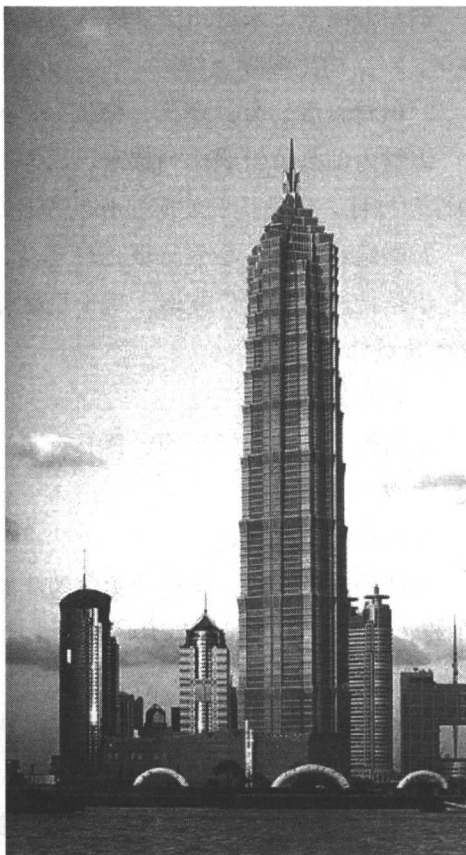


图 1.2 上海金茂大厦

大剧院，如图 1.3，呈空间椭球网格结构，整个壳体钢结构东西长 212.20 米，南北长 143.64 米，高约 46 米，中间无一根柱子。钢结构总重约 6750 吨，壳体表面积约 3.5 万平方米，每

平方米重约 193 公斤。

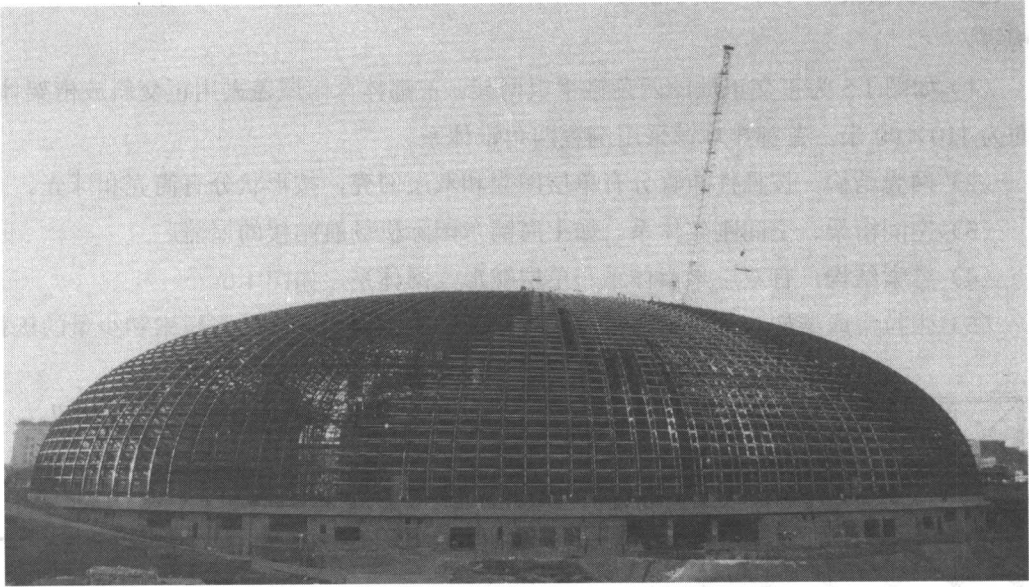


图 1.3 施工中的国家大剧院

现在我国钢产量已超过一亿吨，达到世界第一。钢材质量与规格已满足建筑钢结构的要求。随着市场经济的不断完善，科技水平的进步，我国的钢结构将在土木工程各个领域内获得更广泛的应用，特别是在大跨度结构、高层建筑、石油、通讯和海洋工程中应用。

1.3 钢结构的主要结构体系

1.3.1 建筑的结构形式

1. 单层工业厂房结构

门式刚架结构和平面排架结构，如图 1.4。它是平面承重结构加上平面外支撑构件构成空间整体结构。它的特点是平面内荷载由平面排架承担，平面外水平荷载由支撑承担。

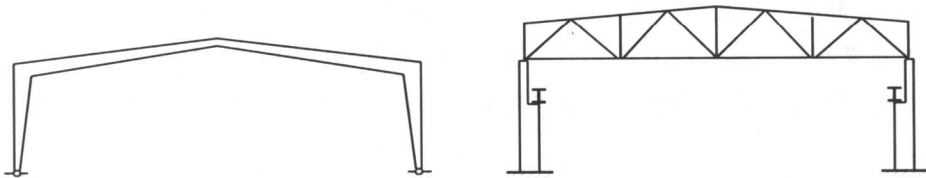


图 1.4 门式刚架结构（左）和平面排架结构（右）

2. 大跨度空间结构

包括平板网架、网壳、空间桁架和空间刚架、悬索、杂交结构、张拉索集成结构、索膜结构等。

(1) 如图 1.5 为正交正放的四角锥平板网架。首都体育馆屋盖采用正交斜放桁架体系，平面为 110×90 米。首都排球馆采用倒置四角锥体系。

(2) 网壳结构，按杆件布置分有单层网壳和双层网壳，按形状分有筒壳和球壳。

(3) 空间桁架、空间刚架体系。如上海浦东国际机场航站楼的屋盖。

(4) 悬索结构，有双层悬索体系和单层鞍形索网体系，如图 1.6。

(5) 张拉集成结构，也叫索穹顶结构。这种结构主要由连续的张拉索和少量的压杆组

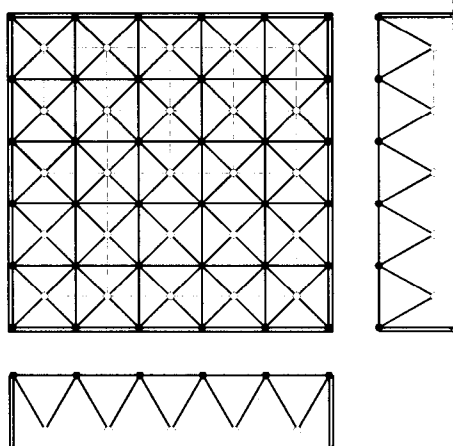


图 1.5 平板网架结构

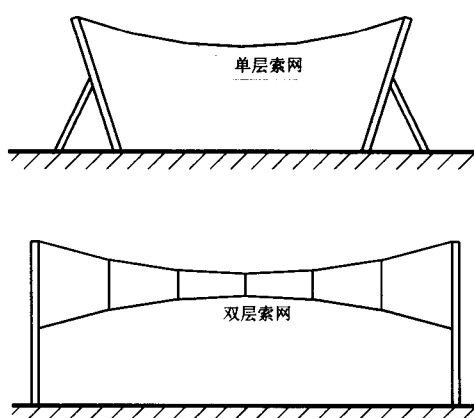


图 1.6 悬索结构

成，又称张拉整体结构。

(6) 索膜结构是由桅杆、索和膜组成的结构，具有体型轻巧飘逸、透光自洁等优点，适宜建造大跨度公共建筑，如上海体育场的看台遮阳棚，如图 1.1。

3. 高层及超高层建筑

随着房屋高度的增高，高层建筑物承受的垂直荷载和风荷载、地震作用迅速增加。如何有效地提高结构刚度抵抗水平作用，减小结构的侧移是结构设计的重要课题。根据建筑高度不同，多层、高层、超高层建筑可以采用以下的结构形式：

(1) 框架结构，梁、柱节点采用刚性连接形成框架结构。

(2) 支撑框架结构，由框架加上竖向支撑结构（如竖向支撑桁架、剪力墙等）形成支撑框架结构。

(3) 框筒、筒中筒、多束筒结构。

(4) 巨型框架和巨型桁架结构。

1.3.2 桥梁结构

桥梁的主要结构形式有如下几种：

1. 板梁式结构，梁为工形截面或箱形截面。

2. 桁架式结构，桁架可以是简支桁架，也可以是多跨连续桁架。
3. 拱式结构，拱式结构是桥梁常用的结构形式，如赵州桥和卢沟桥均为石拱桥。
4. 斜拉梁式结构，是竖塔上设斜拉索拉在柔性梁上形成斜拉索桥。
5. 悬索结构，通过在悬索上设拉杆来支承柔性桥面结构。

1.3.3 塔桅结构

塔桅结构的主要结构形式有：

1. 桅杆结构。主要用于通讯、环境监测。杆身靠多道纤绳牵拉而站立形成桅杆式结构。杆身可以是圆管、三角形、四边形等格构式杆件。
2. 塔架结构。主要用于输电塔、电视塔、火箭发射塔等。塔架平面可为三角形、四边形、六边形、八边形等，塔架立面轮廓线可采用直线形、折线形、抛物线形等。

1.3.4 组成各种结构的杆件分类

大跨度结构、桥梁结构、多高层结构、塔桅结构等结构大部分是由杆件系统和拉索构成。杆件一般分为拉杆、压杆、受弯构件、拉弯构件、压弯构件等。这些钢结构的基本构件的受力性能、计算理论、设计方法将在本书中详细阐述。

钢结构构件可以采用热轧型钢或冷弯型钢，也可采用钢板或型钢焊接构成。如焊接的工字型截面、箱型截面、格构式截面或桁架构件等，这些都是由梁、柱等基本构件采用焊接或高强螺栓连接构成的空间结构。连接点的受力性能及设计方法与连接方式有关，连接节点设计方法将在第3章详述。

1.4 钢结构的设计方法

1.4.1 概率极限状态设计法的基本概念

1. 结构的功能要求

结构设计的目的是要使设计的结构能够满足各种预定功能要求。建筑结构设计统一标准规定，建筑结构必须满足下列功能要求：

(1) 安全性。结构应能承受正常施工和正常使用时可能出现的各种荷载及引起结构外加变形或约束变形的其他作用(如支座沉陷、温度变化)，在偶然事件(如地震)发生时及发生后仍能保持必需的整体稳定，不致倒塌。

(2) 适用性。结构在正常使用荷载作用下应具有良好工作性能，满足预定的使用要求，例如不产生影响正常使用的过大变形等。

(3) 耐久性。结构在正常维护下，应随时间的变化仍能满足预定功能要求，例如不发生严重锈蚀而影响结构的使用寿命等。

2. 结构的极限状态和极限状态方程

(1) 结构的极限状态。当整个结构或结构的一部分超过某一特定状态就不能满足设计规定的某一功能要求时,称为该功能的极限状态。可见,结构或构件的极限状态是指结构或构件能够满足设计规定的某一功能要求的临界状态。结构的极限状态可分为承载能力极限状态和正常使用极限状态两类。

承载能力极限状态:这种极限状态对应于结构或构件达到最大承载能力或不适应继续承载的变形。结构或构件出现下列状态之一时,即认为超过了承载能力极限状态:

- ①整个结构或结构的一部分作为刚体失去平衡,如结构发生倾覆等;
- ②结构构件或连接因材料强度被超过而破坏(包括疲劳破坏),或因过度的塑性变形而不适于继续承载;
- ③结构转变为机动体系;
- ④结构或构件丧失稳定,如压杆屈曲等。

正常使用极限状态:这种极限状态对应于结构或构件达到正常使用或耐久性的某项限值。出现下列状态之一时,即认为超过了正常使用极限状态:

- ①影响正常使用或外观的变形;
- ②影响正常使用的振动
- ③影响正常使用或耐久性能的局部损坏(包括裂缝);
- ④影响正常使用的其他特定状态。

按照各种结构的特点和使用要求,对结构的各种极限状态均应规定明确的标志和具体限值。结构设计时,应考虑各种有关的极限状态。这样,以相应于结构或构件各种功能要求的极限状态作为结构设计依据的设计方法称为极限状态设计法。通常是按承载能力极限状态设计结构构件,再按正常使用极限状态进行校核。

(2) 极限状态方程。结构或构件的极限状态可以用荷载(作用)效应 S 和结构或构件抗力 R 之间的关系来描述。结构或构件所处的状态可以概括为:

$$Z = R - S \begin{cases} > 0 \\ = 0 \\ < 0 \end{cases} \quad (1.1)$$

显然,当 $Z > 0$ ($R > S$) 结构或构件处于可靠状态。

当 $Z < 0$ ($R < S$) 结构或构件处于失效状态。

当 $Z = 0$ ($R = S$) 结构或构件处于极限状态(极限平衡状态)。

$Z = R - S$ 称为极限状态方程。

$Z = g(R, S)$ 是反映结构完成功能状态的函数,称为结构功能函数或状态函数。

3. 极限状态设计法的极限概念

结构的可靠性是指结构在规定的时间内(设计基准期,一般取 50 年)内,在规定的条件(正常设计、正常施工、正常使用和正常维护)下,完成预定的安全性、适用性和耐久性等功能的能力。显然,结构具有安全性、适用性和耐久性,即可认为结构具有可靠性;因而也可以说,结构可靠性是关于结构安全性、适用性和耐久性的总称。

用来度量结构可靠性的指标称为可靠度。它是可靠性的定量描述,它表示可靠程度的大小。用来度量安全性的指标称为安全度。可靠度比安全度的含义更广泛,但安全度是可靠度

最重要的内容。

由于影响可靠性的各种因素存在着不定性，如荷载、材料性能等的变异、计算模型的不完善，制作、安装质量的差异等，而且这些因素都是随机的，因此度量可靠性比较科学的方法是用概率表示。可靠度是指结构在规定时间内，在规定的条件下，完成预定功能的概率，它是结构可靠性的概率度量。

在结构设计中，除了满足可靠性要求外，还必须考虑经济性。二者之间是经常互相矛盾的。结构设计要解决的基本问题，就是根据国民经济，在结构的可靠度与经济之间选择一种合理的平衡。力求以比较经济的途径，使所设计的结构具有适当的可靠度。

从概率的观点看，结构不可能设计得绝对可靠，即不可能有百分之百可靠，如罕遇地震，结构可能破坏失效。因此只要结构的失效概率小到人们可以接受的程度，就可以认为结构设计是可靠的。

1.4.2 一次二阶矩概率极限状态设计法

1. 结构可靠性指标与失效概率

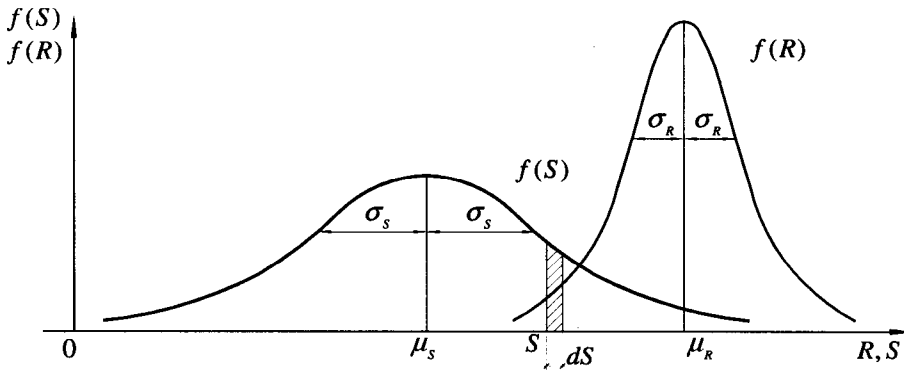


图 1.7 S 和 R 的概率分布

假设荷载效应 S 和结构抗力 R 均满足正态分布如图 1.7 所示，则 $Z=R-S$ 必是正态分布如图 1.8 所示。其平均值 μ 和标准差 σ_Z 满足：

$$\mu_Z = \mu_R - \mu_S \quad (1.2)$$

$$\sigma_Z = \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_S^2} \quad (1.3)$$

式中 $\mu_R, \mu_S, \sigma_R, \sigma_S$ 分别为 S, R 正态分布函数的平均值和标准差；

图 1.8 中 $f(Z)$ 为函数 Z 的概率密度函数，其中阴影线部分的面积为 $Z < 0$ 的概率，即失效概率 P_f 。

$$P_f = P(Z < 0) = \int_{-\infty}^0 f(Z) dZ \quad (1.4)$$

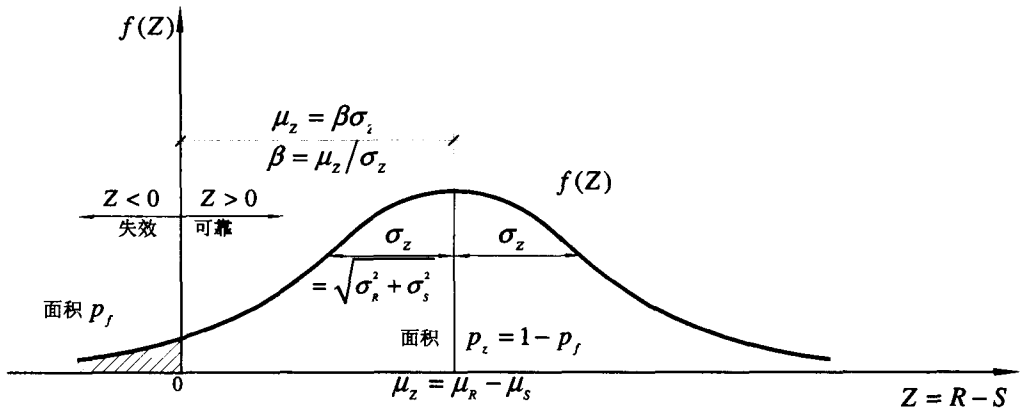


图 1.8 失效概率与可靠指标

用 σ_z 去描述 μ_z ，则得

$$\mu_z = \beta \sigma_z \quad (1.5)$$

$$\beta = \frac{\mu_z}{\sigma_z} = \frac{\mu_R - \mu_S}{\sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_S^2}} \quad (1.6)$$

将正态分布标准化，引入标准化变量 $t = \frac{Z - \mu_z}{\sigma_z}$ ，这时 $\mu_t = 0$ 、 $\sigma_t = 1$ ，则：

$$P_f = P(Z < 0) = P\left(\frac{Z - \mu_z}{\sigma_z} < -\frac{\mu_z}{\sigma_z}\right) = \Phi\left(-\frac{\mu_z}{\sigma_z}\right) = \Phi(-\beta) = 1 - \Phi(\beta) \quad (1.7)$$

式中 p_f 为失效概率。

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-t^2/2} \quad (1.8)$$

$$\Phi(t) = \int_{-\infty}^t f(t) dt = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t e^{-t^2/2} dt \quad (1.9)$$

$\Phi(t)$ 为标准正态分布概率密度函数，其中 $f(t)$ 为标准正态分布函数。

由式 (1.6) 可知， β 是函数 Z 的变异系数 $\delta_z = \sigma_z / \mu_z$ 的倒数。由图 1.8 可以看出， β 与 P_f

之间存在着对应关系， β 增大， P_f 减小； β 减小， P_f 增大， β 的大小表示可靠度的大小，

β 越大时，结构越可靠。 β 称为结构可靠性指标。表 1.1 为 β 与 P_f 间的对应关系。

表 1.1 可靠指标 β 与失效概率 p_f 的对应关系

可靠指标 β	1.0	1.5	2.0	2.5
失效概率 p_f	1.59×10^{-1}	6.68×10^{-2}	2.28×10^{-2}	6.21×10^{-3}
可靠指标 β	3.0	3.5	4.0	4.5
失效概率 p_f	1.35×10^{-3}	2.33×10^{-4}	3.17×10^{-5}	3.40×10^{-6}

2. 二阶矩设计表达式

由式 1.6 得:

$$\mu_R = \mu_S + \beta \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_S^2} = \mu_S + \beta \frac{\sigma_R^2 + \sigma_S^2}{\sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_S^2}}$$

$$\text{令 } \alpha_R = \frac{\sigma_R}{\sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_S^2}} \quad \alpha_S = \frac{\sigma_S}{\sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_S^2}}$$

则得:

$$\mu_R = \mu_S + \beta \alpha_R \sigma_R + \beta \alpha_S \sigma_S$$

$$\therefore \mu_R - \alpha_R \beta \sigma_R \geq \mu_S + \beta \alpha_S \sigma_S \quad (1.10)$$

式 (1.10) 就是仅有两个基本变量的二阶矩设计法表达式, 该式左边为结构抗力, 右边为荷载效应(内力), 该式包括了基本变量 R 和 S 的平均值、标准差以及可靠指标 β 。这种方法不考虑功能函数的全分布, 只需求 Z 的一阶原点矩(即平均值)和二阶中心矩(即方差或标准差的平方), 最高只考虑到二阶矩, 故称二阶矩法。

3. 目标可靠性

目标可靠指标是一种预先规定的作为设计依据的可靠指标, 也可称设计可靠指标, 它代表所要求的结构构件可靠度。选择结构最优的设计可靠指标是制订设计标准规范的一个重要问题。结构可靠指标的选择直接与结构造价、维修费用以及失效后果有关, 失效后果不仅涉及生命财产的损失, 有时还会产生严重社会影响, 所以难以找到合理的优化方法来进行定量分析。目前一般是从实际出发, 考虑到标准规范的继承性, 通过对现有的按原规范设计的结构的可靠度, 进行反演计算, 综合分析, 来确定今后设计结构时采用的可靠指标。这种方法叫做核准法。

根据各类建筑结构校准结果, 《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068-2001) 规定了结构构件设计时采用的可靠指标。对于承载能力极限状态, 结构构件可靠指标应根据结构构件破坏类型和安全等级, 按表 1.2 选用。一般钢结构(安全等级为二级)采用 $\beta = 3.2$, 相应的失效概率 $P_f = 6.87 \times 10^{-4}$ 。