

目 录

序

第一章 整体式钢筋混凝土结构和构筑物事故	1
一、钢筋混凝土筒仓	1
1. 水泥厂钢筋混凝土圆筒仓	1
2. 钢筋混凝土谷仓	17
二、钢筋混凝土烟囱	35
1. 烧结厂高120米钢筋混凝土烟囱	36
2. 水泥厂高70米的钢筋混凝土烟囱	42
三、钢筋混凝土水塔	47
四、纺织联合厂锯齿形屋盖	50
第二章 装配式钢筋混凝土结构事故	72
一、骨架大板式住宅	72
二、多层建筑的装配式钢筋混凝土骨架	76
三、大板式建筑	85
1. 英国伦敦24层大板式建筑	85
2. 4层大板式校舍建筑	97
四、水泵站和滤水站建筑的屋盖	106
1. 水泵站建筑	106
2. 滤水站建筑	109
五、钢丝绳厂厂房屋盖	113
第三章 钢结构事故	118
一、工业建筑和公共建筑的屋盖	118
1. 机器制造厂装配焊接车间	121
2. 钢铁厂冷轧车间主厂房	131
3. 选矿厂主厂房	135
4. 水泥厂烧结车间转窑工段	142
5. 水泥厂转窑工段	151
6. 会议厅	154

7. 铸造与钢结构厂焊接机器制造结构车间	158
8. 新土拉钢铁厂蒸汽空气供应站	165
9. 电炉炼钢车间电极熔炼工段	169
10. 汽车配件厂锻造车间生产主厂房	174
11. 120头猪猪舍	181
12. 俱乐部观众厅	184
二、运输廊道	188
1. 钢铁厂原料仓库运输廊道	189
2. 运输机钢结构桥架	207
3. 选矿联合厂烧结厂运输廊道	211
4. 破碎精选厂运输廊道	222
5. 钢铁厂仓库运输廊道	225
6. 纺织厂屋盖承重钢结构	235
三、钢油罐	239
第四章 钢管事故	245
一、美国洛杉矶市供水系统主给水管道	245
二、国营农场钢结构积粮贮仓	251
第五章 砖石结构事故	254
一、工业建筑结构	254
1. 人造纤维厂机器间墙	254
2. 五层厂房墙	259
3. 单层厂房墙	266
4. 单层厂房附属建筑	268
二、公共建筑结构	271
1. 体育馆建筑窗间墙	271
2. 四层公共建筑窗间墙	275
第六章 桥跨结构事故	279
一、装配式钢筋混凝土结构大桥	279
二、澳大利亚墨尔本钢结构与预应力钢筋混凝土混合结构大桥	285
三、钢结构桥跨与钢筋混凝土桥面公路大桥	291
第七章 采选矿联合企业堆料库倒塌事故	296
结语	302
参考书目	304

第一章 整体式钢筋混凝土 结构和构筑物事故

一、钢筋混凝土筒仓

在苏联最近几年所建成的筒仓库中，曾发生过混凝土裂缝和仓壁变形的情况。这种裂缝和变形的产生，都是不遵守用滑动模板浇灌混凝土操作规程，以及严重违反施工技术规范的结果。

用滑动模板浇筑钢筋混凝土筒仓和谷仓工作塔时，由于检查不够和施工的错误，致使混凝土开裂，而裂缝又未用优质混凝土及时加以修补。于是，发生了谷仓壁在谷物压力作用下倒塌的事故。此外，还有滑动模板倾斜的情况。

在某些筒仓库的施工中，在仓壁厚度、钢筋配置、混凝土标号等方面与原设计要求都有很大出入。由于最近几年来许多已交付使用的圆仓和方仓有上述缺陷，因而产生了不正常的变形，有的甚至引起了结构的破坏。这种情况不仅在筒仓刚一装入物料时发生，而且在长期使用以后也曾发生过。

1. 水泥厂钢筋混凝土圆筒仓

(1) 1954年一例

1954年在一水泥厂中发生了整体式钢筋混凝土筒仓的倒塌事故。该筒仓倒塌时满装着2600吨塑化水泥。

该筒仓库（图1-1）由12个圆柱形筒仓组成，是按照1950年制定的定型设计建造的。原设计规定，水泥筒仓库分为两组，每组有6个筒仓。筒仓由底到顶的高度为26.7米，内径9.5米，壁厚18厘米（图1-2），混凝土标号140号。仓壁配置双排带弯钩的光面钢筋。

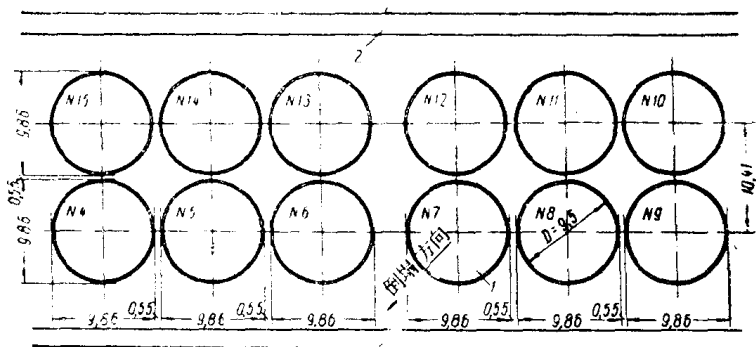
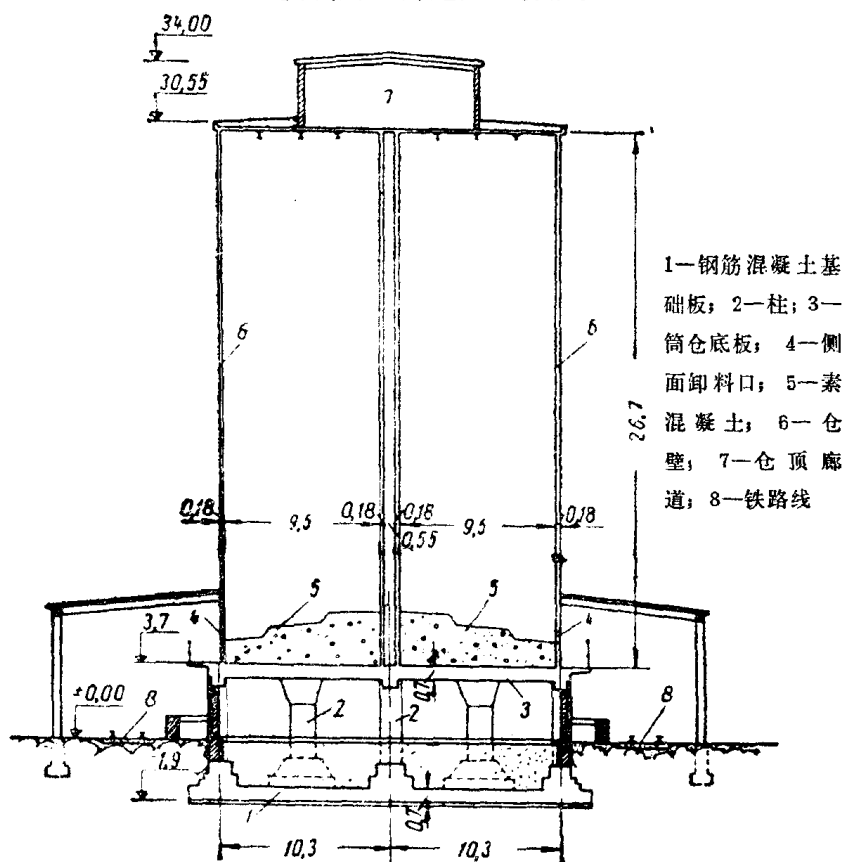


图 1-1 筒仓库平面

1—已倒塌的7号筒仓；2—铁路线



1—钢筋混凝土基础板；2—柱；3—筒仓底板；4—侧面卸料口；5—素混凝土；6—仓壁；7—仓顶廊道；8—铁路线

图 1-2 筒仓库剖面

该筒仓库于1951~1953年间分两期建成。第一期工程于1951~1952年竣工,包括第一组4、5、6、13、14和15号6个筒仓;第二期工程于1952~1953年竣工,包括第二组7、8、9、10、11和12号6个筒仓。浇灌这些筒仓的混凝土时采用了普通滑动模板。

前6个筒仓于1952年11月交付使用,后6个筒仓于1953年9月交付使用。

从筒仓卸出水泥时,是采用布洛赫风动系统。这种风动系统,是由空气压缩机将3个大气压的空气送入风道,风道呈树枝形从仓底通过,并在顶部盖有多孔板。空气即通过多孔板上面的细孔吹入水泥中,在多孔板附近破坏水泥的内摩擦角,使水泥与水平面成 4° 角而开始流动。吹过的空气通过水泥层,再经仓顶廊道盖板上面的检查孔排入大气中。当筒仓卸水泥时,筒仓整个截面的水泥略呈凹形平稳地下降。

筒仓内的水泥经侧面或仓底的卸料口顺软管流出。

根据目睹者的报告,第7号筒仓的倒塌是在下述情况下发生的。事故发生的那天早晨,发现第7号筒仓的侧面水泥卸料口,被一木块从仓内堵住。由于这个缘故,底部两个卸料口只有一个卸出水泥。

出仓水泥已装完了两节火车车皮(一节装了40吨,另一节装了50吨),第三节车皮已做好装水泥的准备。正在这时,轰隆一声巨响,出事地点当即被水泥尘雾笼罩起来。

7号筒仓的下部,包括仓底板以上3.5~4.5米高的一段和整个仓底残存下来。检查时,筒仓的支柱和仓底均未发现有变形现象。在筒仓的一些悬吊着的碎块上面,发现了断开钢筋的端部有颈缩断痕。此外,外露的光面钢筋的弯钩已被拉开。

7号筒仓倒塌时,邻接的8号筒仓也遭到破坏,在它5米左右高度处的侧壁上有一宽约7米、高约5米的大窟窿。在邻接的12号筒仓上面遗有7号筒仓碎块擦过的痕迹。在6、8、9、12、13和14号筒仓壁上均有裂缝。裂缝最多的是8和12号筒仓。不仅如此,这两个筒仓朝卸料口的一侧还有很明显的凸出现象。

12号筒仓上面的一些裂缝从距底板4米标高处起，一直延伸到16米高处。裂缝长度不一；裂缝开展宽度最大者在11~12米标高处达12毫米。裂缝间距最小者为100~400毫米。8号筒仓，在底板11~16米高处有几条大的裂缝，其宽度达10毫米，裂缝间距最小者为150~400毫米。6、9、13和14号筒仓上面的裂缝较少，裂缝宽也都不超过1毫米。

12号筒仓壁的裂缝，在1954年6月就发现了。当时在装卸水泥时，发现从裂缝中冒出水水泥粉末。设计单位和该厂基建处，于1954年6月所做出的结论中曾指出，有必要凿露出钢筋以查明裂缝产生的原因，并须拟定出加固筒仓的方案。但这些措施并未实现，只是将裂缝用水泥浆反复涂抹了几次，以使水泥粉末不再飞扬出来。

为检查建成的筒仓是否符合设计要求，并鉴定其施工质量，在7、8、10、12、13和14号各筒仓上面，用小锤和凿子检验了混凝土强度，并将钢筋凿露出来。测量了混凝土内钢筋的截面、间距和仓壁厚度；同时，对裂缝做了记录、绘制了示意图。

结果查明，在施工过程中严重地违反了设计：环向钢筋的配置量比原设计的少得多；仓壁的厚度在个别地方仅为15.5~16厘米，而不是18厘米。

混凝土的浇灌质量尚可。

在7号筒仓壁残存部分的外侧凿一3.5米高的槽口，将其中的环向钢筋暴露出来。发现所配置的钢筋的换算截面，仅为原设计所规定的82%。

测量了7号筒仓壁上原属第二配筋区段的悬吊碎块（碎块的位置是根据留存下来的垂直钢筋的长度确定的）中钢筋截面及钢筋间距之后，发现配筋量仅为原设计的53%。此外，还发现已遭破坏的12号筒仓的第二配筋区段内配筋量为原设计所规定的59%。

在8号筒仓的大窟窿内发现，内外排钢筋配置均匀，配筋量仅为原设计所规定的57%。在这一筒仓下半部的外侧槽口处，配

筋量则为原设计所规定的51.5%。

在10号筒仓壁下部三分之一的范围内，凿了三个槽口，高度达5.32米，暴露出其中的外排钢筋。发现此处的配筋量为原设计所要求的49~58%。

处于危险状态的12号筒仓，其使用条件与倒塌的7号筒仓相似。在该筒仓壁外面凿出一条竖向槽口，使外排钢筋从顶到底暴露出来，并使内排钢筋在第三配筋区段处露出2.65米。测量表明，在筒仓高5米的中部区段处，配筋量仅为原设计所规定的40%。在筒仓应力最大的这一区段内所配置的钢筋，其直径为10毫米，间距为20~25厘米，而原设计要求的直径为14毫米，间距为11厘米。

13号筒仓（属于第一期工程）下半部，第二区段的配筋量为原设计的67%，第一区段的配筋量为原设计的92%。

在该组筒仓中4号筒仓的下半部高2.73米的外侧槽口内，配筋量为原设计规定的89%。

这样一来，各筒仓的配筋量都少于原设计要求。这种情况在第二期工程的筒仓（7、8、10和12号）中尤为严重。

12号筒仓中部区段（即第三区段）的配筋量仅为原设计所规定的40%，强度安全系数已不是规范中所规定的2，而是小于1，因为根据12号筒仓变形特征可以断定，钢筋受力已超过了屈服限值。

12号筒仓之所以还没有倒塌，只是因为自交付使用以来从未装满过水泥。7号筒仓倒塌前不久，12号筒仓只装到其全部容量的60%。

在调查7号筒仓发生事故原因的过程中，除发现在筒仓配筋上严重违反设计外，还查明有许多破坏施工操作规程的现象。

例如，在采用滑动模板浇灌筒仓壁混凝土的施工过程中，曾有过过长的施工中断（长达两个半月）。配置钢筋时未用固定架，并缺乏应有的检查；因此，钢筋间距有些已达到57厘米，而原设计规定是10~12厘米。混凝土试块试验未曾系统地进行。如

在建造第二组筒仓时，总共只做了6次立方体试验，也就是说，浇灌900立方米混凝土共试验了12个立方体，而标准规定要试验18个。在建造筒仓的过程中，施工日志未按规定经常填写，中断达三个月之久。例如，1952年从6月26日到8月8日，从8月21日到11月21日，日志上面无只字记载。隐蔽工程配筋的记录未找到。

领导施工的人员缺乏高度技术训练及应有的实践经验。

筒仓交付使用时，违反了水泥厂管理条例。条例规定，筒仓正式使用前应先先将筒仓完全装满水泥，使其均匀下沉。

设计中所采用的仓壁配筋，经验算表明，水泥对仓壁的压力是根据具有1.5修正系数的杨森-凯恩公式确定的。

应当指出，在使用过程中曾发生过筒仓卸料口堵塞的情形。堵塞原因是仓顶廊道里的木块、水泥结块等物落入筒仓内。在这种情况下，只得提高压力以输入较大的压缩空气，使水泥能够卸出。此外，对送气系统供应空气的压力未加控制，气管的排气阀也未铅封

往筒仓内送气时不加控制，会使仓壁承受过大的附加压力，这种压力在原计算中是未考虑的。筒仓内崩塌的大水泥块体也是造成事故的原因。如果水泥在卸出前，贮存时间太长，则尤其如此。

苏联国家建委检查组到达出事地点前，倒塌的7号筒仓大部分碎块已运离现场，在垃圾倾倒场检查，不可能查清每碎块原属哪一配筋区段，只有根据对现有筒仓状况研究的结果，才可能确定事故发生的原因。就其结构、施工和使用条件来说，现有筒仓与倒塌的7号筒仓是相似的，而12号筒仓已处于要出事的状态，这就正好进行仔细的观察和调查。

根据对7号筒仓残存部分及其仓壁碎块的调查研究结果，并参考了对现有筒仓的检查、测量和计算资料，查明7号筒仓倒塌原因是仓壁的配筋量不足，不能承受使用荷载所产生的内力。特别是在建造第二组筒仓时，由于违反设计，仓壁配筋量在某些地

方，仅为原设计所规定的40%。

由于卸料口在使用过程中任其阻塞，空气输入筒仓时也全无控制，致使筒仓内的压力增高，钢筋的应力也相应增大。

1950年杨森—凯恩公式中的压力提高系数取1.5，故当时所制订的设计曾使钢筋需要量有些减少。

这里有必要对水泥筒仓设计问题的历史作一简短叙述，并对仓壁压力的求法加以分析。

1948年以前，计算水泥筒仓时一直沿用杨森—凯恩公式。用此公式可以求出贮装水泥的筒仓中垂直压力和水平压力。这时，确定压力的基本参数为：水泥内摩擦角 $\varphi = 30^\circ$ ，水泥对混凝土的摩擦系数 $f = 0.58$ 。在仓高为22米时，筒仓直径取为11米。筒仓单排布置且成对相连。每一对筒仓的中间，设有包装间和楼梯间。卸出水泥，采用链式提升机进行，或者通过设有螺旋输送机的底部廊道进行。仓壁的厚度为18厘米，当时壁内配以单排环向钢筋网，钢筋的接头搭接长度为20倍直径。仓壁混凝土的标号为110号。

根据采用上述数据进行的设计（当时为定型设计），在各水泥厂建成了大量筒仓。

大约从1930年起，开始采用布洛赫风动系统从筒仓卸水泥。这种系统的原理是采用压缩空气喷射水泥。采用这种方法时，水泥的卸出是单向进行的，仓内总有30%的永久剩余量，而且可能发生水泥崩塌现象。在某水泥厂曾经发生过这样的筒仓倒塌事故，筒仓前壁部分坠落，并且由于形成真空致使楼板坍塌。

1929~1935年间，设计并建成了一批筒仓库，每一筒仓库由6个相互连接的并按两排布置的筒仓组成。筒仓直径为11米，高为22~26米。仓壁厚为18厘米，配以单排或双排环向钢筋（1935年），接头搭接长度为20和40倍直径（1935年）。仓壁混凝土的设计标号为110号。为卸出水泥，设计中采用了卸料底，此底支承在每一筒仓内的9根支柱上，各筒仓有各自独立的基础板。

1937年建成了3个钢筋混凝土筒仓，其直径为15米、高22

米、壁厚25厘米。

1938~1939年建成一批水泥筒仓库，各由8个筒仓组成。这些筒仓分别建立在一块共用的钢筋混凝土底板上。各筒仓下面的底板支承在筒仓的8根周边柱和1根中央柱上。基础为一整体混凝土板。筒仓直径为10米、高22米。仓壁厚18厘米，配以双排钢筋，钢筋搭接长度为40倍直径。采用170号混凝土。

1946~1952年间建造水泥厂时，采用了直径为8米、高18米的筒仓定型设计。1941年以前，曾根据这种设计还为水泥研磨站建造了筒仓。

1948年，苏联国家水泥工业设计院制定了由10个水泥筒仓组成的筒仓库定型设计。这种筒仓库为建造在一块共用的钢筋混凝土底板上面的两列的联合筒仓。每一筒仓下面的底板，都由8根周边柱和1根中央柱支撑着。基础为带有环形梁的整体钢筋混凝土板。筒仓直径为10米、高24米、壁厚18厘米。采用双排配筋，接头搭接长度为40倍直径。

许多水泥厂都根据这一设计建造筒仓库。

根据B·A·彼得洛夫的建议，计算筒仓钢筋时，在杨森—凯恩公式中引用了修正系数1.5。

1952年，在C·Г·塔赫塔梅舍夫研究的基础上，苏联重工业建工部批准了中央工业建筑科学研究所制定的《在筒仓设计中计算使用荷载的指示》。该指示规定，在确定筒仓下部三分之二区段的压力时，杨森—凯恩公式中的修正系数取用2。这一修正系数是根据对使用压力值的试验研究，以及近年来对筒仓破坏原因的研究确定的。

1956年，根据中央工业建筑科学研究所和粮食工业设计院的研究，并考虑到7号筒仓破坏的有关资料，苏联国家建委制定的全苏《散粒料筒仓设计技术规范（TY 124-56）》，限定了散粒料筒仓的设计必须按《苏联建筑法规》所规定的极限状态方法进行计算，杨森—凯恩公式中计算压力的修正系数也取用2。

根据筒仓事故的有关资料，技术规范为筒仓工程的施工与验

收规定了特殊要求，以保证必要的工程质量。对钢筋的布置实行特别检查，其方法为，对筒仓壁进行选点透视或凿槽。

现在，再回过头来看7号筒仓的事故。应当指出，由于筒仓壁内配筋量不足，检查组认为，自4号至6号和自8号至15号所有这些筒仓，如不加固并采取相应措施，以消除7号筒仓事故所带来的影响，就不能满载使用。第一期工程的4、5、6、13和15号筒仓，在加固前最多只允许使用其容积的75%。8、9、10、11和12号筒仓，在完成加固工作之前不宜使用。

设计单位制订了修复7号筒仓和加固其余各筒仓的方案。

7号筒仓已用整体式钢筋混凝土修复。仓壁厚18厘米(图1-3和图1-4)，其环向配以直径为12~16毫米规律变形钢筋，纵向配以直径为12毫米的光面钢筋。筒仓下部，在3.5米高度内，浇筑一16厘米厚的混凝土套层。

为防止环向钢筋位移，将其固定在一特制的辅助焊接骨架上，使环向钢筋固定在设计位置上。

其余各筒仓均用钢板外套加固。此外套距原筒仓壁的间隙为6厘米(图1-5)。这些间隙用140号混凝土灌筑并仔细振捣。

钢板外套高1.5米，每圈需要4块，各块之间用螺栓穿过焊在钢板外套上的角钢连固。各钢板之间的垂直缝和水平缝焊接起来，焊缝厚4毫米。钢板外套上沿筒仓轴线在整个高度内焊有钢隔板。隔板厚12毫米，沿隔板高度每隔1米设有10毫米厚的水平加劲肋。

用钢板外套加固了11个筒仓，共用掉钢板500吨。

(2) 1962年一例

1962年别戈瓦特联合水泥厂在从3号筒仓往火车车皮里卸水泥时，筒仓距仓底14米高、宽9米的区段发生倒塌事故(图1-6)。

筒仓库是专业设计院设计的，由两组组成，其中一组为4个筒仓，另一组为6个，筒仓内径为10米，高26米(图1-7)。筒仓总高包括仓下底层和仓顶廊道为38米。仓下底层设计成为整体式钢筋混凝土——下为带有高180厘米大梁、厚80厘米的肋形基础

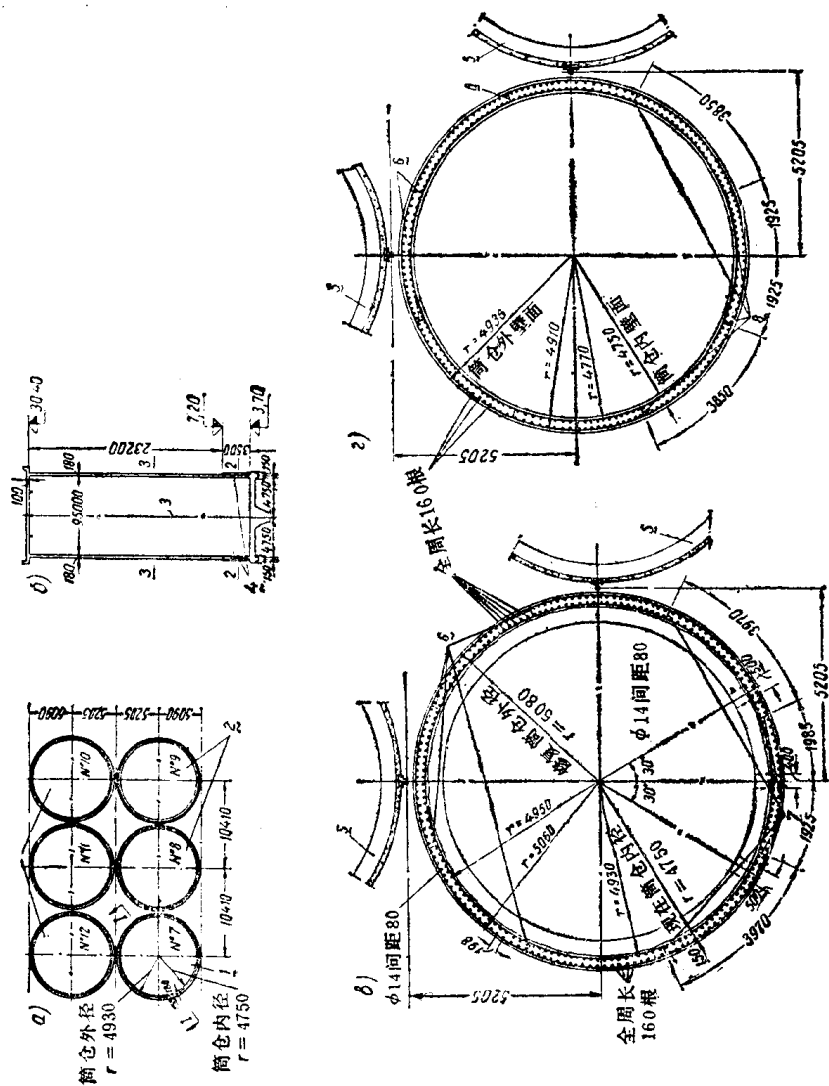


图 1-3 7号筒仓的
修复

a—筒仓平面，b—I—I剖面，c—2-2剖面，d—3-3剖面

1—修复的筒仓，2—加固的筒仓，3—筒仓轴线，4—7号筒仓原有的仓壁（3.5米高度内），5—加固筒仓的原有仓壁，6—骨架，7—外排环向钢筋上间隔3970毫米的骨架，8—外排环向钢筋上间隔3850毫米的骨架

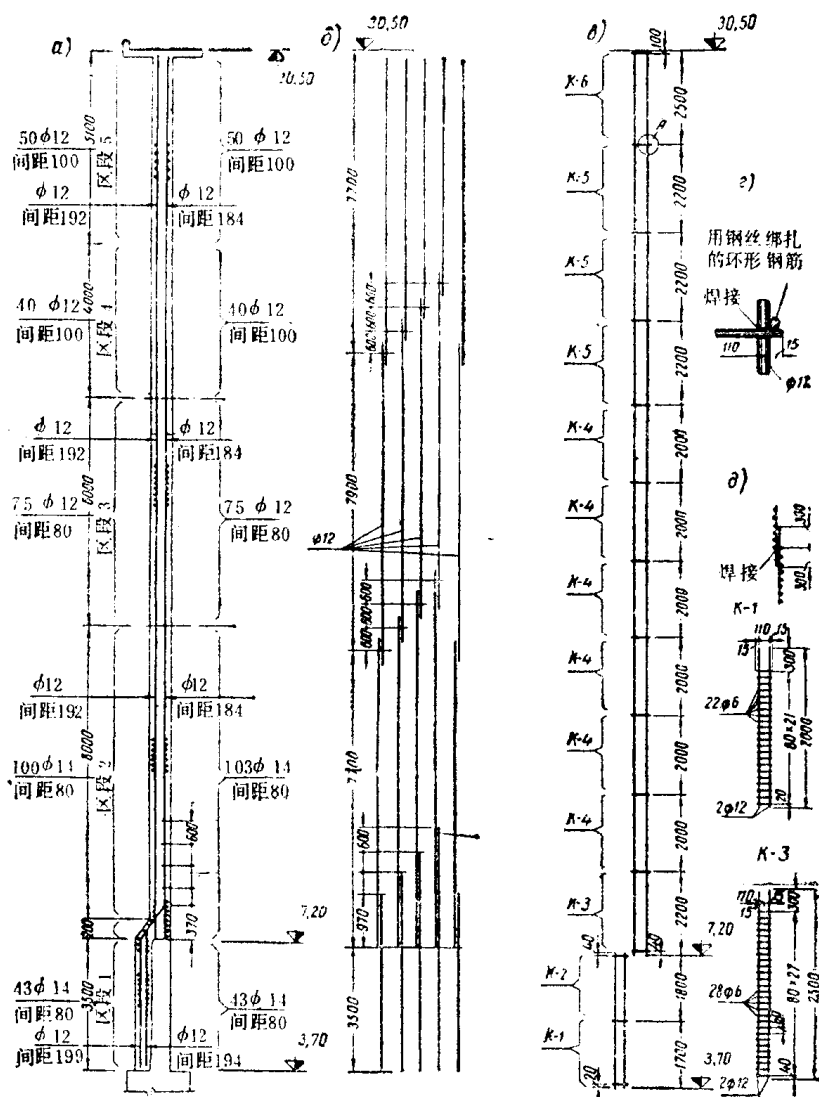
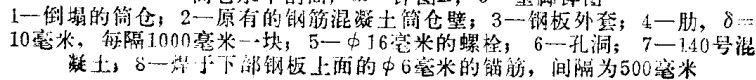


图 1-4 已修复的7号筒仓壁配筋情况

a—仓壁的垂直截面, b—垂直钢筋的接头, c—垂直骨架布置图, 节点A;
 d—节点A, e—骨架接头



底板，上为同样断面的仓下肋形板，其间上梁支承在断面为130×130厘米的柱上。

检查组考虑到该库的其它筒仓有倒塌的可能，根据事故的调查研究，建议将满载的5号筒仓中的水泥卸出。5号筒仓卸水泥时完全倒塌，3号筒仓原残留部分也同时倒塌。仓顶楼板结构，廊道的墙和顶盖也一同坍塌。

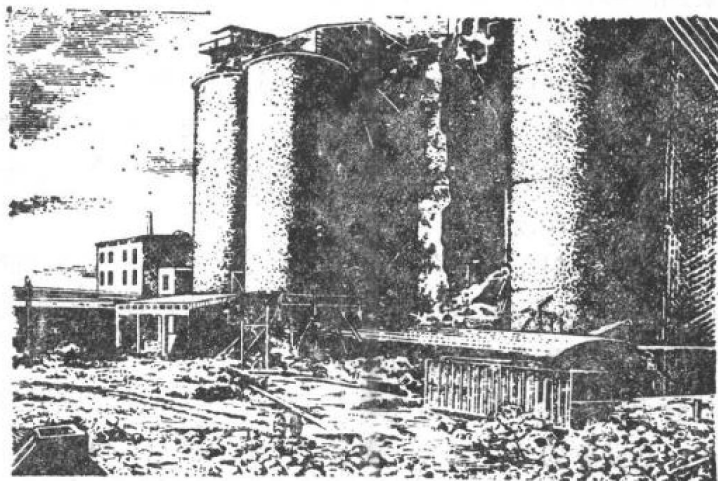


图 1-6 倒塌全貌

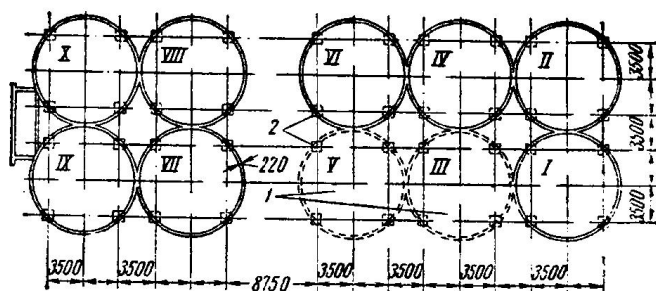


图 1-7 筒仓库平面

1—已倒塌的筒仓；2—仓下底层柱；I—X—筒仓

仓下底层未发现显著破坏，只有倒塌筒仓底板悬臂遭到损坏。根据设计，柱应用 200 号混凝土筑成，但用标准锤检查混凝土的结果表明，混凝土强度在 180~300 公斤/平方厘米之间。柱断面为 130×130 厘米，符合设计要求。

外部观察发现，支座上若干梁上有最大开展宽度为 1.5~2 毫米的裂缝。梁的这些裂缝可能是由于温度和沉降变形而产生的，或者是由于因模板强度不够（配置承受负力矩的钢筋之前）而将仓下房间的梁和板的混凝土分开浇筑而造成的。

裂缝的裂开特点，以及配置在倒塌筒仓下梁裂缝处的主筋在事故发生时未裂开这一事实，都证实了这一判断。

梁有些地方有 30~50 厘米的蜂窝。通过观察查明，混凝土填料不净，填料粒度达 200~250 毫米。根据标准锤试验，大梁混凝土强度在 127~270 公斤/平方厘米之间。

混凝土的类似质量在仓下底板上也有所发现，其强度根据标准锤示度为 175 公斤/平方厘米左右。在所测定的断面内底板高度为 70 厘米，而不是设计要求的 80 厘米。

筒仓于 1959 年 2 月~8 月建造。设计要求，筒仓应用 200 号混凝土，仓壁厚为 220 毫米，浇筑混凝土用滑动木模进行。另查明，混凝土浆往现场运送时，曾有几长次长时间中断，因此，混凝土浇灌作业是断续进行的，且间断时间经常长达 4~5 天。调查 9 号筒仓时查明，所浇筑的混凝土层厚度在 20~78 厘米之间，而且各筒仓周围的混凝土浆浇筑得也不均匀。

查明，仓壁混凝土浇筑质量不能令人满意。填料未冲洗，卵石粒度达 150 毫米（在壁厚为 220 毫米的条件下）。对混凝土必要的养护未予进行，仓壁滑模移出后最初几天，只浇了 2~3 次水。显然这是很不够的，因为混凝土浇筑作业是在一年最热最干旱的时期进行的。立方体检查试验是形式主义的，因为试件都保存在试验室里，根本未作过试验。

用标准锤检查 7~9 号筒仓时，仓壁上下的强度有显著差别。2~2.5 米以下的混凝土强度大都接近设计要求。只有 9 号筒仓例

外，其强度比设计要求约低1/2。3米以上的仓壁混凝土强度只有50~70公斤/平方厘米。距仓底4米处，未遭破坏的混凝土断面与成片水平破损带相互交替。破损处的混凝土均为不相联的混凝土块，用手即可拆开。如上所述混凝土在凝固期间滑动模板损坏（触动）了混凝土，或者因混凝土养护不够而造成的。混凝土破损处只作了抹灰修补，而未灌塞混凝土。这种情形，各筒仓从底到顶都有。混凝土质量如此低劣，当然钢筋与混凝土就不会可靠地粘着。

外部观察确认，仓壁内水平钢筋量比设计要求要少45~60%。

3号和5号筒仓第一次满载分别在1961年的11月和12月。3号仓在事故发生前满载只有几天，并在第一次卸水泥时即倒塌了。5号仓自投入使用以来有四次满载，但在倒塌前不久其中水泥只装到24米高处。

应指出，倒塌的筒仓都布置在筒仓库南侧，这里首先，混凝土在凝固期间可能大量脱水，第二，可能出现了混凝土受压的附加温度应力。

2号和4号仓有6~10次接近满载。这两个筒仓的仓壁，在9米以下发现了一些垂直裂缝。裂缝间距为30~40厘米。

显然，随着一次次连续加载，逐渐破坏了钢筋和混凝土的粘着力，直到发生事故。筒仓破坏特点证实了这种判断，因为未发现钢筋断开情形，而在筒仓壁各保存下来的各部分中却明显看出有钢筋拔出的沟。

这样一来，事故发生的主要原因，是由于破坏了用滑模建造钢筋混凝土筒仓的技术规范使施工质量低劣。

破坏技术规范的要求表现在：对脱模混凝土的养护不够；对混凝土损坏处只作了表面修整，而没有先清除松散混凝土然后重新灌筑；使用未冲洗的砂和卵石作为填料（且卵石粒度大）；以及在筒仓壁配筋方面粗暴违反设计。

为进一步利用筒仓库，认为有必要在四仓组处现有筒仓内部建造能充分承受水泥压力的水平力的新筒仓。