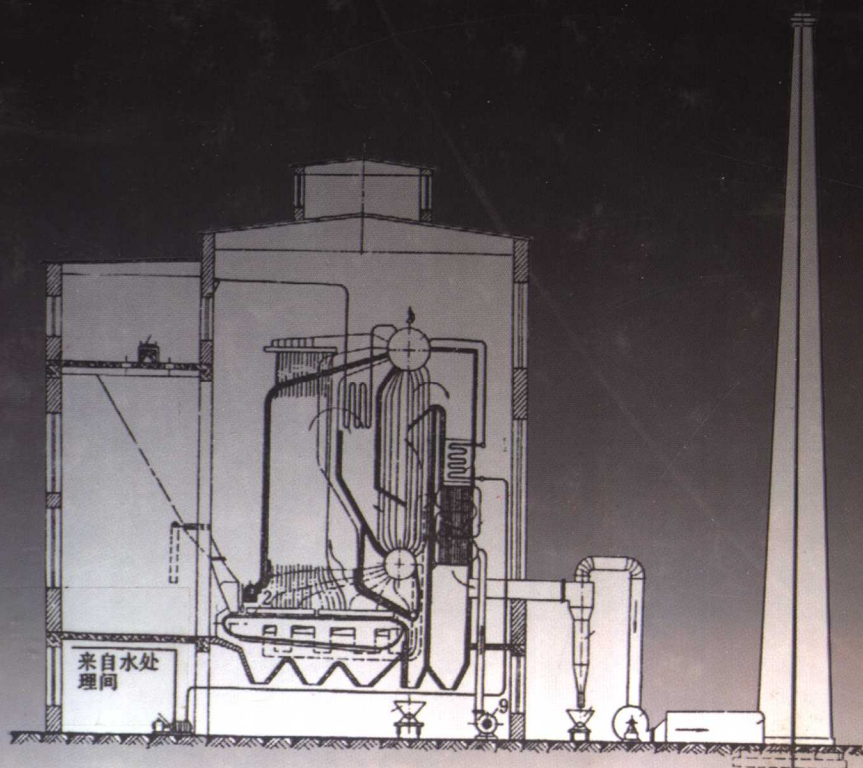


安装工程常见质量问题案例

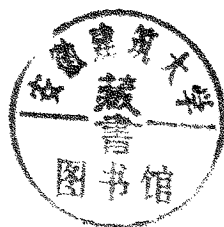
李沛云 主编



中国建筑工程出版社

安装工程常见质量问题案例

李沛云 主编



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

安装工程常见质量问题案例/李沛云主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2003

ISBN 7-112-05982-8

I. 安... II. 李... III. 建筑安装工程—工程质量—案例—中国 IV. TU712

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 073789 号

安装工程常见质量问题案例

李沛云 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京蓝海印刷有限公司印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 10% 字数: 276 千字

2003 年 11 月第一版 2003 年 11 月第一次印刷

印数: 1—5000 册 定价: 21.00 元

ISBN 7-112-05982-8

TU·5257 (11621)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书收集了燃气、热力、空调、制冷等工业管道工程；中型锅炉、大型设备及电气安装调试工程中的质量技术问题（或事故），共 99 例。对其发生的原因、经过和产生的后果，作了较详细的分析、阐述，同时还介绍了解决这些问题的具体技术方案，并对其实施作了恰当的评估，进而指出应该从中吸取的教训。

造成这些质量事故（或问题）的原因，各不相同，有的是工程设计方面的问题、有的是设备制造方面的问题、有的是材料方面的问题、有的是施工技术方面的问题、有的是安装调试方面的问题、也有的是运行管理方面的问题，……。对这些工程质量事故（或问题）的分析、处理，相信能够给关心工程质量的人士提供借鉴和帮助。

本书对从事相关专业的设计人员、施工技术人员、质量检验人员、工程监理人员和工程管理人员来说，是一本有价值的实用书和参考资料。

同时，可供大专院校相关专业的学员阅读，也可作为工厂、企业职工培训的补充教材。

* * *

责任编辑：胡明安

责任设计：崔兰萍

责任校对：黄燕

前 言

很早，我们就与工程界结了解之缘，在工程界有许多朋友，对他们的工作、生活很熟悉，常被他们的事迹所感动，常为他们的精神所折服。尤其，对那些长期在工程一线的朋友们，怀有深深的敬意。

因为是他们：

把设计人员翰墨留香的“精神产品”，转化成了真切实感的“物质产品”！

把深藏玄机的“纸上谈兵”，转化成了雄浑壮观的“客观现实”！

把无序的机器，变成了活生生的有机整体！

电线是神经，设备是脏器。

管道里流淌着的是：血液！

让它们为现代文明，创造一个又一个的奇迹！

并赋予它们高尚的品格：只作奉献，不求索取！

.....

他们有过不少成功的喜悦，也有过刻骨铭心的苦恼和记忆。

因为他们也曾走过弯路，踩过荆棘！

闯过险滩，遇过难题！

因此，他们有着丰富的经历。

一个人，遇到的事情多了，用心去总结，那就是经验。直接经验，有时会是惨痛的教训。

把他们遇到的问题，原原本本地写出来，由衷地希望那些没有这方面经历的人们，吸取别人的经验教训，引为借鉴，得到启迪，不重蹈覆辙，不再走弯路。花很小的代价，把其变为自己的

经验。

有些朋友希望得到别人的经验，希望我们把耳闻目睹的事，加以整理，集结成册，发表，说对工程界的朋友有用处。

假若，真如其言，书中某一见解，对人有点滴用处的话，那将不胜欣慰。但我们首先应该对那些为解决问题，而付出了艰苦劳动和心血的朋友，表示诚挚的谢意。

我们对任何人，都无贬损之意。要把事实表述得清楚，又必然涉及到有关责任人，为了避免不必要的麻烦，书中只保留了工程事实（或问题）的本来面目，对时间作了适当调整，而人名、地名和单位名，全用的是化名。

经过这番处理之后，万一还是与某某的称谓相若，这纯属偶合。请切勿对号入座，自寻烦恼。我们将对任何涉及人名、地名和单位名称的质询，恕不作答，祈予海涵。

本书由李沛云主编，史波、刘稳柱主审。编委由史波、刘稳柱、刘包荪、侯国发、李沛云组成。

因为水平有限，书中错误之处在所难免，请读者不吝笔墨指正，笔者不胜感激。

在此书的编写过程中，得到唐耀强先生的大力支持和帮助，在此致以衷心的感谢。

编者

目 录

1 管道安装工程	1
1.1 焊缝探伤的概率问题	1
1.2 管道通球清扫 皮球被卡难找	8
1.3 计算确定卡球位置	11
1.4 吹扫合格再施焊 送汽惹祸非一般	16
1.5 煤气管道不吹扫 过滤装置被堵塞	19
1.6 疏水被关死 设备遭损坏	22
1.7 补偿器尚未安好 管支柱全面加固	24
1.8 热伸长处理不好 仪表管挤成一堆	27
1.9 生搬硬套设计 似懂非懂施工	28
1.10 支架设置不当 管道全线瘫痪	32
1.11 不设固定支柱, 送汽管道“跳舞”	33
1.12 抽检 42 个焊口 居然只有 1 个合格	34
1.13 标准规范有侧重 理解执行多沟通	38
1.14 朝令夕改非善举 顾此失彼乃下策	41
1.15 施工不当留后患 引发事故算总账	44
1.16 自应力水泥失效 打水压管口必漏	47
1.17 耐磨铁管不耐磨 钢筋水泥欲奈何	49
1.18 旧阀门此处成新宠 老领导异地现原形	52
1.19 吸水管有意加粗 真空度无形破坏	55
1.20 漏酸 20t 腐蚀一大片	59
1.21 死搬教条称里手 强改支座惹麻烦	63
1.22 不懂制冷工艺 安装冷库何为	66
1.23 漂管 漂管 再漂管	69
1.24 管道何时才不会漂起来	71
1.25 管道抢修急 打压成难题	73

1.26	推力这般大 管墩何其轻	76
1.27	平衡式补偿器不能动作 热力网管支柱即被推断	78
1.28	自平衡式补偿器 何故不能自平衡	81
1.29	管架被抽动 事故现端倪	84
1.30	差压检漏装置	87
1.31	管道施工留隐患 装修厨房惹火灾	94
1.32	一家煤气半夜漏 三户中毒六人亡	97
1.33	带压处理阀门, 酿成工伤事故	100
1.34	淤泥积压、释压 管道上拱、下陷	102
1.35	一处防护不到 六人受伤始知	107
2	锅炉安装工程	109
2.1	修理锅炉 损坏锅筒	109
2.2	安装新锅炉 赔偿对流管	112
2.3	胀管失控 遗患长存	115
2.4	胀管应力增大 锅筒标高降低	118
2.5	胀管宁左勿右 补胀顾此失彼	122
2.6	影响锅炉胀管质量的几个因素	126
2.7	锅筒为何被抬高了	140
2.8	仪表残缺不全 爆管事出有因	142
2.9	点炉前不开引风 刚着火引起燃爆	145
2.10	灰渣保温好 炉排烧坏快	147
2.11	煤质不符 轴温太高	148
2.12	抓钩钉稀少 卫燃带坍塌	151
2.13	过热器一处泄漏 蛇形管多根洞穿	153
2.14	技术骨干内退 工程质量倒退	156
2.15	拉钩钉焊接咬肉 受热面承压泄漏	160
2.16	热网管不冲洗 换热器被堵塞	163
2.17	吊装梁失稳, 水冷壁摔坏	167
2.18	焊接应力大 联箱变形多	170
2.19	组合平台沉降 锅炉钢架变形	173
2.20	化验前做手脚 施工后伤脑筋	177
2.21	清洗不彻底 运行留后患	181
2.22	砌筑三项失误, 炉墙四周掏空	184

2.23	焊缝检验偷梁换柱 运行露馅坑人害己	189
2.24	设计欠稳妥 阀门齐扳断	192
2.25	煤斗螺栓遭锈断 司炉工人被活埋	194
2.26	质量踩红线 安全涉风险	197
2.27	防护不到位 损伤即发生	200
2.28	减温器 注水就泄漏 制造厂检验却合格	203
2.29	空预器里外通气 施工者上下补漏	205
2.30	4 台炉墙两面裂 一样宽度一样高	207
2.31	共振声威远 分治设备宁	209
2.32	锅炉出力不足 蒸汽温度超标	211
2.33	规范标准严谨 工程质量提高	213
2.34	规范标准有宽严 理解执行择异同	216
2.35	安装进口机器设备 必须办理安检商检	220
2.36	化验单不干不净 原材料亦假亦真	224
2.37	卸甲被拉开, 柱子被砸断	227
2.38	违章吊装 损失惨重	230
2.39	锅炉瞬间燃爆 司炉连夜逃跑	235
2.40	伪劣钢材招祸 无辜青年致残	239
2.41	管理混乱 火灾无情	242
2.42	设备维修少 作业事故多	244
2.43	锅炉的负荷带不上去	246
3	设备安装工程	250
3.1	钢球脱皮掉渣 煤粉过热自燃	250
3.2	球磨机为何烧瓦	252
3.3	包干图小利 出事赔大钱	255
3.4	通气阀未开 贮油罐受损	258
3.5	刮轴三两下, 赔偿 14 万元	261
4	电气安装工程	265
4.1	高压电气设备方向保护的接线方式	265
4.2	运行变压器并列操作中应注意的有关问题	269
4.3	110kV 无人值守变电站 设计中应注意的问题	273
4.4	110kV 线路 CVT 爆炸事故分析	278

4.5	10kV 母线相间沿环氧树脂绝缘子表面闪络放电的分析	282
4.6	10kV 母线定时限速断保护性能改进	287
4.7	ZW1-10 型户外高压真空断路器安装与操作机构的检修	288
4.8	CY4 机构运行中存在的主要问题原因分析及建议	289
4.9	变电站蓄电池存在的技术问题及改造建议	293
4.10	测定绝缘油中总气量和氧气含量对故障诊断的作用	299
5	其他安装工程	303
5.1	楼层之水天上来	303
5.2	冷库建两年, 工程付一炬	306
5.3	高级住宅 细水长流	309
5.4	屋面天沟未曾做 土建安装都不知	311
5.5	螺栓孔孔壁不保 引风机基础难存	313
5.6	接缝渗液泛黄 烟卤脱皮掉渣	317

1 管道安装工程

1.1 焊缝探伤的概率问题

一、概述及问题的提出与解答

在压力管道安装和压力容器制作中，焊接是用得最多的、也是最重要的一种连接方式。有关规程、规范和技术标准，按照管道和容器储输介质的化学性质、物理参数及工作环境等不同情况，将它们进行了分类，对各类管道及容器的焊缝，都极其明确地规定了质量要求。其中，以焊口个数或焊缝长度为基数（为叙述方便，以下统称焊口），按规定比例进行无损探伤，是检验焊口是否达到质量标准的重要手段之一。

根据这些规程、规范和标准的规定，应在基本相同的条件下（如焊接材料、焊缝类别、焊缝位置、施焊环境等），将每个焊工所焊的全部 X 个焊口，按规定的比例抽取 N 个焊口进行无损探伤。

如果所抽取的 N 个焊口，无损探伤检验全部合格，则该批 X 个焊口中的未检焊口被认为也合格；如果这 N 个焊口被检出 n 个不合格，除将不合格焊口返修合格外，还应抽取一定数量的焊口，作追加检验。对于追加检验，不同规范规定不一样。

其一是，按原比例加倍，即再抽 $2N$ 个焊口作追加检验。

其二是，按已检验出的不合格焊口数 n 加倍，即再抽 $2n$ 个焊口作追加检验。

不管哪种方法作追加检验，只要追加检验的这些焊口，无损探伤全部合格，则还认为该批 X 个焊口中的未检焊口也合格。

如果在追加检验的这些焊口中，又检出了不合格焊口，那么，就应对全部剩下的焊口逐一进行无损探伤，并将所有不合格的焊口返修至合格。在同一位置返修的次数，按材质的不同有所不同，有的规定最多不得超过两次，有的规定最多不得超过三次。

在实际工作中，有时对“抽检比例”、“追加检验数量”、“追加检验次数”与“焊口合格的概率”之间的关系理解不一，发生过一些争论。

下面以某技术状态稳定的焊工所焊的焊口，在无损探伤检验中的几个概率问题进行讨论，以求理解一致。

经过长时间的考核，该焊工所焊的焊口，在做百分之百无损探伤检验的前提下，得出其一次全检合格率为 $0 < q < 100\%$ 。在某工程中，他焊了 X 个焊口，现按规定的比例 a 抽取 N 个焊口进行无损探伤检验。显然这 X 个焊口中有合格焊口 Y 个，有不合格焊口 Z 个。今取：

$$aX \leq N < (aX + 1) \quad (1)$$

$$(qx - 1) < Y \leq qX \quad (2)$$

$$Z = X - Y \quad (3)$$

上式 (1)、(2)、(3) 中， X 、 Y 、 Z 、 N 都为自然数。

(1) 经第一次无损探伤抽检，这 X 个焊口中的未检焊口，被认为合格的概率为 $P(I)$ ：

根据概率的意义，该批 X 个焊口经过第一次无损探伤抽检，其未检焊口能被判定为合格的概率 $P(I)$ ，就是第一次检出的 N 个焊口，作无损探伤检验全部合格的概率 $P(N)$ 。因而有：

$$P(I) = P(N) = \frac{C_Y^N}{C_X^N} \quad (4)$$

显然，经过第一次无损探伤检验，这 X 个焊口不被认为合格的概率为 $P(\bar{I})$ ，也就是抽检出的 N 个焊口，不全合格的概率 $P(\bar{N})$ 。其数值为：

$$P(\bar{I}) = 1 - \frac{C_Y^N}{C_X^N} \quad (5)$$

如果第一次无损探伤抽检的 N 个焊口, 从中恰好被检出了 n 个不合格焊口的话, 那么这 N 个焊口中, 必定有 $(N-n)$ 个合格焊口。第一次无损探伤检验恰出现 n 个不合格焊口的概率 $P(\bar{n})$ 为:

$$P(\bar{n}) = \frac{C_Z^N C_Y^{(N-n)}}{C_X^N} \quad (6)$$

$P(\bar{n})$ 的值当然还可以按其他的公式计算。

按“和事件”的计算方法可知, 经第一次无损探伤抽检, 这 X 个焊口认为不合格的概率

$$P(\bar{I}) = \sum_{n=1}^N P(\bar{n}) \quad (7)$$

(2) 如果需作追加检验, 作追加检验的 $2N$ 或 $2n$ 个焊口, 其全部合格的条件概率

$$P(2N)_n \text{ 或 } P(2n)_n:$$

第一次无损探伤检验的 N 个焊口, 如果被检验出了 n 个不合格的焊口, 则还应抽检 $2N$ 或 $2n$ 个焊口作追加检验。这时的焊口还有 $(X-N)$ 个, 合格焊口有 $Y-(N-n)$ 个, 故被抽检的 $2N$ 或 $2n$ 个焊口全是合格焊口的“条件概率” $P(2N)_n$ 或 $P(2n)_n$ 分别为:

$$P(2N)_n = \frac{C_{Y-(N-n)}^{2N}}{C_{X-N}^{2N}} \quad (8)$$

$$P(2n)_n = \frac{C_Y^{2n} - (N-n)}{C_{X-N}^{2n}} \quad (9)$$

显然, $2N$ 或 $2n$ 个焊口不全是合格焊口的“条件概率”为 $P(2N)_n$ 或 $P(2n)_n$ 分别为:

$$P(\overline{2N})_n = 1 - P(2N)_n = 1 - \frac{C_Y^{2N} - (N-n)}{C_{X-N}^{2N}} \quad (10)$$

$$P(\overline{2n})_n = 1 - P(2n)_n = 1 - \frac{C_Y^{2n} - (N-n)}{C_{X-N}^{2n}} \quad (11)$$

(3) 第一次追加检验后, 这批 X 个焊口中未检焊口, 能被

认为合格的概率 $P(II)$ 及必须作逐一无损探伤检验的概率 $P(III)$ ：

如果第一次无损探伤检出了 n 个不合格焊口，而加倍抽检的全部焊口在追加检验时合格，则这批 X 个焊口中的未检焊口，被认为合格的概率为 $P(II)_n$ ，根据乘法原理，应该是：

按 $2N$ 作追加检验时是：

$$P(II)_n = P(\bar{n})P(2N)_n \quad (12)$$

按 $2n$ 作追加检验时为：

$$P'(II)_n = P(\bar{n})P(2n)_n \quad (13)$$

值得注意的是，上述那几个脚标“ n ”的概率，都是对应于第一次无损探伤检验，恰好检出“ n ”个不合格焊口这一特定条件的。事实上“ n ”有多个可能的值，它可以是不大于 N 的任何一个自然数。所以这批 X 个焊口在追加检验后，未检焊口被认为也合格的概率 $P(II)$ 应该是：

按 $2N$ 作追加检验时为：

$$P(II) = \sum_{n=1}^N P(II)_n = \sum_{n=1}^N P(\bar{n})P(2N)_n \quad (14)$$

按 $2n$ 作追加检验时为：

$$P'(II) = \sum_{n=1}^N P(II)_n = \sum_{n=1}^N P(\bar{n})P(2n)_n \quad (15)$$

如果，第一次无损探伤检出了 n 个不合格焊口，而加倍抽检的焊口在追加检验时，又不是全合格，则这批 X 个焊口中的未检焊口，必须作逐一无损探伤检验的概率 $P(III)_n$ ，根据乘法原理，应该是：

按 $2N$ 作追加检验时为：

$$P(III)_n = P(\bar{n})P(2N)_n \quad (16)$$

按 $2n$ 作追加检验时为：

$$P'(III)_n = P(\bar{n})P'(2n)_n \quad (17)$$

鉴于前述的那个“值得注意”的理由，这批 X 个焊口在追加检验后，对全部剩余焊口必须作逐一无损探伤检验的概率 $P(III)$ ，应该是：

按 $2N$ 作追加检验时:

$$P(\text{III}) = \sum_{n=1}^N P(\text{III})_n = \sum_{n=1}^N P(\bar{n})P(2\bar{N})_n \quad (18)$$

按 $2n$ 作追加检验时:

$$P'(\text{III}) = \sum_{n=1}^N P(\text{III})_n = \sum_{n=1}^N P(\bar{n})P(2\bar{n})_n \quad (19)$$

至此,对焊缝无损探伤中的几个概率,就可以进行具体计算了,并用这些结果来解决有关实际问题。

二、注意的问题

在施工中,人们对无损探伤结果的注意,集中在以下两点:

其一是:经过第一次抽检后,判定未检焊口合格,这是最愿意看到的;如果不能判定,也希望在追加检验后,能判定未检焊口合格。

其二是:经追加检验后,判定对剩下全部焊口必须作逐一检验,这是不愿意看到的结果。

换句话说,就是希望 $P(\text{I})$ 和 $P(\text{II})$ 的值越大越好,亦即 $P(\text{III})$ 的值越小越好。而事实上绝大部分人对 $P(\text{I})$ 、 $P(\text{II})$ 、 $P(\text{III})$ 的大小及它们受哪些因素的影响,不是十分明确的。下面就几个令人注意的问题加以说明。

(1) 不应随意扩大或缩小抽检比例 a :

从以上的讨论可以看出,一次全检合格率为 q 的焊工,其待检焊口数 X 一经确定,抽检比例 a 实质上决定了第一次抽检后,未检焊口被认为合格的概率 $P(\text{I})$ 的大小,抽检比例 a 愈大, $P(\text{I})$ 的值愈小,反之 a 愈小,则 $P(\text{I})$ 的值愈大。

如果用具体数字代入,从算出的结果就可以清楚地看出,抽检比例 a 若有小幅度的变化,就能引起 $P(\text{I})$ 的大幅度的变化。这种影响,在工程实践中是不应忽视的。因为扩大抽检比例,意味着增加工程费用,造成不必要的浪费;而缩小抽检比例,工程质量有可能因漏检而造成隐患。所以,只有严格执行规范规定的抽检比例,才能在保证工程质量的前提下,降低工程

费用。

(2) 积极培训焊工, 努力提高焊工的一次全检合格率 q , 在工程上是必须的, 在经济上是合算。

从 1~3 的讨论中, 我们可以清楚看到, 当抽检比例 a 一定时, 待检焊口数 X 一经确定后, 焊工的一次全检合格率 q , 实质上决定了第一次抽检后, 未检焊口被认为合格的概率, $P(I)$ 的大小; 且 q 愈大, 则 $P(I)$ 愈大; 反之 q 越小, 则 $P(I)$ 也越小。

如果用具体数字代入, 从算出的结果就可以清楚地看出, 一次全检合格率 q 对第一次抽检后, 未检焊口被认为也合格的概率 $P(I)$ 的巨大影响。焊工的一次全检合格率高, 意味着他的焊接质量高, 需要作追加检验和逐一检验的概率就小, 从而缩短了施工周期, 降低了工程成本。所以积极培训焊工, 努力提高焊工的一次全检合格率, 不仅在工程上是必须的, 而且在经济上也是合算的。

但手工施焊, 受人的经验、精力、情绪的影响太大, 所以提高焊口的一次全检合格率 q 的根本途径, 应该放在改进焊接工艺、焊接设备, 提高机械化施焊水平上。

(3) 有的放矢指派焊工施焊:

施工技术人员如果能根据规范规定的各种抽检比例 a , 设定一个待检焊口的总数 X , 例如 $X=200、150、100、50$ 等等, 并按式 (1) ~ (3) 的各个公式, 算出本单位焊工 (q 不相同), 在抽检时的概率 $P(I)$ 、 $P(II)$ 、 $P(III)$, 把它们制成抽检概率一览表, 作为资料存于电脑。实际工作时, 只需根据具体的抽检比例 a , 随时对照, 就可以指派 $P(I)$ 值较大的焊工施焊。

在一般情况下, 尽可能指派 $P(I) + P(II) \geq 0.9545$ 的焊工施焊。也就是说, 要尽可能不指派作逐一检验概率 $P(III)$ 较大的焊工施焊。

根据小概率不可能的原则, 这时我们有很大的把握断定: 该

焊工所焊的焊口，在第一次抽检或作追加检验后，就会被判定为合格而不要作逐一检验。

反之，若 $P(I) + P(II) < 0.9545$ ，则说明实际施焊水平，与工程对焊接的要求不相适应，而作逐一检验的可能性较大。

由此可知，掌握焊口探伤的几种抽检概率后，对合理安排焊工施焊，加强自觉性，减少盲目性是有帮助的。

(4) 较客观地估算探伤作业量

我们把本单位的焊工水平用平均一次全检合格率 q 来描述，那么在抽检概率一览表中，能找出不同抽检比例下的 $P(I)$ 、 $P(II)$ 、 $P(III)$ ，并用此来推算探伤工作量。

在对 X 焊口按比例 a 进行抽检时，如果只经过第一次抽检就能判定未检焊口也合格，当然需只对 aX 个焊口进行探伤。然而，这种情况出现的概率仅为 $P(I)$ ，而其他情况出现的概率尚有 $P(\bar{I})$ ，所以从统计的观点来看，第一次抽检的探伤焊口数 t_1 应该是：

$$t_1 = aXP(I) \quad (20)$$

根据 (6) 式可知，第一次抽检恰出现 n 个不合格的概率为 $P(\bar{n})$ ，因 n 有多个可能值，所以只能从统计观点出发，求第一次抽检时出现不合格焊口数的平均值 M_n ：

$$M_n = \sum_{n=1}^N nP(\bar{n}) \quad (21)$$

如果是按不合格焊口数加倍作追加检验的话，这时还应对 $2M_n$ 个焊口进行探伤；如果是按原比例加倍作追加检验的话，则还应对 $2N$ 个焊口进行探伤。追加抽检后，未检焊口被认为合格的概率，因采用的加倍方法不同而不同。它们分别是 $P(II)$ 、 $P'(II)$ 。

从统计的观点出发，其探伤焊口总数还应包括第一次抽检的 N 个焊口。它们分别是 t_2 及 t'_2 ，其中：

$$t_2 = 3NP(II) \quad (22)$$

$$t'_2 = (2M_n + N)P'(II) \quad (23)$$