**数字输入输出卡(DO)测试记录**

测试者：王守蓓 测试时间：2015.7.15

1. **相位输出端口测试**

相位输出的端口号：Port5

该端口的8位从高到低分别对应背板的1、3、5、7、9、11、13、15号管脚

* 测试结果如下（电压用万用表测得）：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测试1 | 发送数据：0xAA / 10101010 / 170 （16进制/2进制/10进制） | | | | | | | |
| **Port5** | **Bit7** | **Bit6** | **Bit5** | **Bit4** | **Bit3** | **Bit2** | **Bit1** | **Bit0** |
| 理论电平 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| **背板管脚** | **1** | **3** | **5** | **7** | **9** | **11** | **13** | **15** |
| 测量电压（V） | 4.648 | 0.002 | 4.649 | 0.002 | 4.645 | 0.001 | 4.651 | 0.001 |
| 测试2 | 发送数据：0x65 / 01100101 / 101 | | | | | | | |
| **Port5** | **Bit7** | **Bit6** | **Bit5** | **Bit4** | **Bit3** | **Bit2** | **Bit1** | **Bit0** |
| 理论电平 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| **背板管脚** | **1** | **3** | **5** | **7** | **9** | **11** | **13** | **15** |
| 测量电压（V） | 0.001 | 4.647 | 4.650 | 0.002 | 0.002 | 4.652 | 0.001 | 4.652 |

* 测试结论：正常

1. **通道号输出端口测试**

相位输出的端口号：Port4

该端口的8位从高到低分别对应背板的17、19、21、23、25、27、29、31号管脚

* 测试结果如下：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测试1 | 发送数据：0x38 / 00111000 / 56 | | | | | | | |
| **Port4** | **Bit7** | **Bit6** | **Bit5** | **Bit4** | **Bit3** | **Bit2** | **Bit1** | **Bit0** |
| 理论电平 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| **背板管脚** | **17** | **19** | **21** | **23** | **25** | **27** | **29** | **31** |
| 测量电压（V） | 0.008 | 0.007 | 4.418 | 4.406 | 4.412 | 0.007 | 0.007 | 0.008 |
| 测试2 | 发送数据：0x6D / 01101101 / 109 | | | | | | | |
| **Port4** | **Bit7** | **Bit6** | **Bit5** | **Bit4** | **Bit3** | **Bit2** | **Bit1** | **Bit0** |
| 理论电平 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| **背板管脚** | **17** | **19** | **21** | **23** | **25** | **27** | **29** | **31** |
| 测量电压（V） | 0.002 | 4.394 | 4.394 | 0.002 | 4.386 | 4.393 | 0.002 | 4.391 |

* 测试结论：正常

1. **Write / Enable输出端口测试**

相位输出的端口号：Port3

该端口的高2位分别对应背板的33、35号管脚

* 测试结果如下：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Port3** | **Bit7** | **Bit6** | **Bit7** | **Bit6** | **Bit7** | **Bit6** | **Bit7** | **Bit6** |
| 理论电平 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| **背板管脚** | **33** | **35** | **33** | **35** | **33** | **35** | **33** | **35** |
| 测量电压（V） | 0.015 | 0.001 | 0.013 | 4.444 | 4.432 | 0.012 | 4.420 | 4.432 |

* 测试结论：正常

1. **相位差测试记录 (2015.8.3)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Channel | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| **理论** | 168 | 181 | 202 | 227 | 0 | 29 | 54 | 75 | 88 |
| **实际** | 167 | 181 | 202 | 228 | 0 | 29 | 55 | 75 | 88 |
| Channel | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** |
| **理论** | 92 | 87 | 75 | 53 | 29 | 0 | 227 | 203 | 181 |
| **实际** | 93 | 88 | 74 | 54 | 30 | 0 | 227 | 203 | 181 |
| Channel | **20** | **21** | **22** | **23** | **24** | **25** | **26** | **27** | **28** |
| **理论** | 169 | 161 | 161 | 171 | 187 | 206 | 231 | 0 | 25 |
| **实际** | 168 | 161 | 161 | 171 | 187 | 205 | 232 | 0 | 24 |
| Channel | **29** | **30** | **31** | **32** | **33** | **34** | **35** | **36** | **37** |
| **理论** | 50 | 69 | 85 | 95 | 98 | 94 | 84 | 69 | 48 |
| **实际** | 49 | 69 | 85 | 95 | 97 | 94 | 152 | 187 | 117 |
| Channel | **38** | **39** | **40** | **41** | **42** | **43** | **44** | **45** | **46** |
| **理论** | 25 | 0 | 231 | 208 | 187 | 172 | 162 | 163 | 168 |
| **实际** | 24 | 0 | 232 | 208 | 188 | 171 | 162 | 163 | 168 |
| Channel | **47** | **48** | **49** | **50** | **51** | **52** | **53** | **54** | **55** |
| **理论** | 173 | 182 | 192 | 206 | 221 | 239 | 0 | 17 | 35 |
| **实际** | 172 | 181 | 192 | 205 | 221 | 239 | 0 | 17 | 35 |
| Channel | **56** | **57** | **58** | **59** | **60** | **61** | **62** | **63** | **64** |
| **理论** | 50 | 64 | 74 | 83 | 88 | 89 | 87 | 82 | 73 |
| **实际** | 50 | 65 | 74 | 82 | 88 | 88 | 87 | 81 | 72 |
| Channel | **65** | **66** | **67** | **68** | **69** | **70** | **71** | **72** | **73** |
| **理论** | 62 | 49 | 34 | 17 | 0 | 239 | 222 | 207 | 194 |
| **实际** | 63 | 48 | 33 | 17 | 0 | 239 | 221 | 206 | 193 |
| Channel | **74** | **75** | **76** | **77** | **78** | **79** | **80** | **81** | **82** |
| **理论** | 183 | 174 | 169 | 165 | 164 | 168 | 174 | 184 | 196 |
| **实际** | 182 | 174 | 169 | 165 | 164 | 168 | 173 | 183 | 195 |
| Channel | **83** | **84** | **85** | **86** | **87** | **88** | **89** | **90** | **91** |
| **理论** | 208 | 224 | 240 | 0 | 16 | 32 | 48 | 60 | 72 |
| **实际** | 208 | 224 | 240 | 0 | 16 | 32 | 47 | 59 | 72 |
| Channel | **92** | **93** | **94** | **95** | **96** | **97** | **98** | **99** | **100** |
| **理论** | 82 | 88 | 92 | 93 | 91 | 87 | 80 | 71 | 59 |
| **实际** | 81 | 88 | 92 | 93 | 90 | 87 | 80 | 71 | 58 |
| Channel | **101** | **102** | **103** | **104** | **105** | **106** | **107** | **108** | **109** |
| **理论** | 45 | 32 | 16 | 0 | 240 | 224 | 211 | 197 | 185 |
| **实际** | 45 | 31 | 16 | 0 | 239 | 224 | 212 | 196 | 186 |
| Channel | **110** | **111** | **112** | **113** | **114** | **115** | **116** | **117** | **118** |
| **理论** | 176 | 169 | 165 | 130 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **实际** | 176 | 169 | 165 | 128 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Channel | **119** | **120** | **121** | **122** | **123** | **124** | **125** | **126** | **127** |
| **理论** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **实际** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Channel | **128** | **129** | **130** | **131** | **132** | **133** | **134** | **135** | **136** |
| **理论** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **实际** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Channel | **137** | **138** | **139** | **140** | **141** | **142** | **143** | **144** |  |
| **理论** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |
| **实际** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |

* **测试方法**

测试焦点坐标为（0,0.005,0.14）.由该点计算出112路通道的理论相位值。

测试表中的“理论值”为当前channel与前一个channel之间理论相位间的差值。“实际值”为用示波器测量并计算测到的相邻channel间的实际相位差。

Channel #113 - #144手动补充的相位值均为100.

相位差“实际值”的计算方法为：

实际相位差 = 两路相邻的上升沿之间的时间差 / 周期 \* 256

相位的范围为0 - 255. 频率为1.36MHz.

周期 = 1 / 频率 = 1 / 1.36MHz = 735.3 ns

* **测试结论**

测试结果大体正常。相邻两路之间的实际相位差与理论相位差的差值基本在[-2,1]之间。

但Channel #35 - #37的测试结果与理论值相差较大，可能是板子上的通道不灵敏。

* **误差分析**

利用示波器测量两路相邻上升沿之间的时间差时，上升沿的确定有一定的误差。特别是当上升沿不是严格竖直的直线时，上升沿的判定有一定主观性。

另外，计算时浮点数位数、四舍五入等因素会影响计算精度。

1. **相位差边界值测试记录 (2015.8.6)**

**表一. 相邻相位差在0-9之间**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Channel | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| **理论** | 1 | 7 | 4 | 0 | 9 | 4 | 8 | 8 | 2 |
| **实际** | 1 | 7 | 4 | 0 | 9 | 4 | 8 | 8 | 2 |
| Channel | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** |
| **理论** | 4 | 5 | 5 | 1 | 7 | 1 | 1 | 5 | 2 |
| **实际** | 5 | 5 | 4 | 1 | 7 | 1 | 1 | 5 | 2 |
| Channel | **20** | **21** | **22** | **23** | **24** | **25** | **26** | **27** | **28** |
| **理论** | 7 | 6 | 1 | 4 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 |
| **实际** | 6 | 6 | 1 | 4 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| Channel | **29** | **30** | **31** | **32** | **33** | **34** | **35** | **36** | **37** |
| **理论** | 6 | 8 | 5 | 7 | 6 | 1 | 8 | 9 | 2 |
| **实际** | 7 | 8 | 6 | 7 | 5 | 1 | 17 | 119 | 11 |
| Channel | **38** | **39** | **40** | **41** | **42** | **43** | **44** | **45** | **46** |
| **理论** | 7 | 9 | 5 | 4 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 |
| **实际** | 7 | 9 | 5 | 4 | 3 | 0 | 1 | 3 | 3 |
| Channel | **47** | **48** | **49** | **50** | **51** | **52** | **53** | **54** | **55** |
| **理论** | 4 | 1 | 1 | 3 | 8 | 7 | 4 | 2 | 7 |
| **实际** | 5 | 1 | 1 | 2 | 8 | 7 | 4 | 2 | 7 |
| Channel | **56** | **57** | **58** | **59** | **60** | **61** | **62** | **63** | **64** |
| **理论** | 7 | 9 | 3 | 1 | 9 | 8 | 6 | 5 | 0 |
| **实际** | 8 | 9 | 3 | 1 | 9 | 8 | 5 | 6 | 0 |
| Channel | **65** | **66** | **67** | **68** | **69** | **70** | **71** | **72** | **73** |
| **理论** | 2 | 8 | 6 | 0 | 2 | 4 | 8 | 6 | 5 |
| **实际** | 3 | 8 | 6 | 0 | 2 | 4 | 8 | 6 | 5 |
| Channel | **74** | **75** | **76** | **77** | **78** | **79** | **80** | **81** | **82** |
| **理论** | 0 | 9 | 0 | 0 | 6 | 1 | 3 | 8 | 9 |
| **实际** | 0 | 9 | 0 | 0 | 6 | 1 | 3 | 8 | 9 |
| Channel | **83** | **84** | **85** | **86** | **87** | **88** | **89** | **90** | **91** |
| **理论** | 3 | 4 | 4 | 6 | 0 | 6 | 6 | 1 | 8 |
| **实际** | 3 | 4 | 4 | 6 | 0 | 6 | 6 | 0 | 9 |
| Channel | **92** | **93** | **94** | **95** | **96** | **97** | **98** | **99** | **100** |
| **理论** | 4 | 9 | 6 | 3 | 7 | 8 | 8 | 2 | 9 |
| **实际** | 3 | 9 | 6 | 3 | 7 | 8 | 8 | 2 | 9 |
| Channel | **101** | **102** | **103** | **104** | **105** | **106** | **107** | **108** | **109** |
| **理论** | 1 | 3 | 5 | 9 | 8 | 4 | 0 | 7 | 6 |
| **实际** | 1 | 3 | 5 | 9 | 8 | 4 | 0 | 8 | 6 |
| Channel | **110** | **111** | **112** | **113** | **114** | **115** | **116** | **117** | **118** |
| **理论** | 3 | 6 | 1 | 5 | 4 | 2 | 0 | 9 | 7 |
| **实际** | 2 | 7 | 0 | 5 | 4 | 2 | 0 | 9 | 7 |
| Channel | **119** | **120** | **121** | **122** | **123** | **124** | **125** | **126** | **127** |
| **理论** | 3 | 7 | 2 | 6 | 0 | 1 | 6 | 5 | 7 |
| **实际** | 3 | 7 | 2 | 6 | 0 | 0 | 7 | 5 | 6 |
| Channel | **128** | **129** | **130** | **131** | **132** | **133** | **134** | **135** | **136** |
| **理论** | 5 | 4 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 4 | 6 |
| **实际** | 5 | 4 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 4 | 6 |
| Channel | **137** | **138** | **139** | **140** | **141** | **142** | **143** | **144** |  |
| **理论** | 0 | 7 | 1 | 7 | 7 | 7 | 7 | 3 |  |
| **实际** | 0 | 7 | 1 | 7 | 8 | 7 | 7 | 3 |  |

1. **相位差边界值测试记录 (2015.8.7)**

**表二. 相邻相位差在10-99之间**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Channel | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| **理论** | 41 | 67 | 34 | 10 | 69 | 24 | 78 | 58 | 62 |
| **实际** | 42 | 67 | 34 | 10 | 69 | 24 | 79 | 59 | 62 |
| Channel | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** |
| **理论** | 64 | 15 | 45 | 81 | 27 | 61 | 91 | 95 | 42 |
| **实际** | 64 | 15 | 45 | 80 | 28 | 60 | 91 | 96 | 41 |
| Channel | **20** | **21** | **22** | **23** | **24** | **25** | **26** | **27** | **28** |
| **理论** | 27 | 36 | 91 | 14 | 12 | 53 | 92 | 82 | 21 |
| **实际** | 26 | 36 | 91 | 15 | 13 | 52 | 93 | 81 | 21 |
| Channel | **29** | **30** | **31** | **32** | **33** | **34** | **35** | **36** | **37** |
| **理论** | 16 | 18 | 95 | 47 | 26 | 71 | 38 | 69 | 12 |
| **实际** | 16 | 18 | 95 | 48 | 26 | 70 | 107 | 186 | 83 |
| Channel | **38** | **39** | **40** | **41** | **42** | **43** | **44** | **45** | **46** |
| **理论** | 67 | 99 | 35 | 94 | 13 | 11 | 22 | 33 | 73 |
| **实际** | 66 | 100 | 34 | 96 | 14 | 10 | 22 | 33 | 73 |
| Channel | **47** | **48** | **49** | **50** | **51** | **52** | **53** | **54** | **55** |
| **理论** | 64 | 41 | 11 | 53 | 68 | 47 | 44 | 62 | 57 |
| **实际** | 63 | 42 | 12 | 52 | 67 | 48 | 42 | 62 | 57 |
| Channel | **56** | **57** | **58** | **59** | **60** | **61** | **62** | **63** | **64** |
| **理论** | 37 | 59 | 23 | 41 | 29 | 78 | 16 | 35 | 90 |
| **实际** | 38 | 60 | 23 | 40 | 29 | 77 | 17 | 35 | 91 |
| Channel | **65** | **66** | **67** | **68** | **69** | **70** | **71** | **72** | **73** |
| **理论** | 42 | 88 | 16 | 40 | 42 | 64 | 48 | 46 | 15 |
| **实际** | 43 | 87 | 16 | 40 | 41 | 64 | 48 | 46 | 15 |
| Channel | **74** | **75** | **76** | **77** | **78** | **79** | **80** | **81** | **82** |
| **理论** | 90 | 29 | 70 | 50 | 16 | 11 | 93 | 48 | 29 |
| **实际** | 90 | 30 | 70 | 50 | 16 | 10 | 93 | 48 | 28 |
| Channel | **83** | **84** | **85** | **86** | **87** | **88** | **89** | **90** | **91** |
| **理论** | 23 | 84 | 54 | 56 | 40 | 66 | 76 | 31 | 18 |
| **实际** | 24 | 84 | 54 | 56 | 40 | 66 | 76 | 31 | 18 |
| Channel | **92** | **93** | **94** | **95** | **96** | **97** | **98** | **99** | **100** |
| **理论** | 44 | 39 | 26 | 23 | 37 | 38 | 18 | 82 | 29 |
| **实际** | 44 | 39 | 26 | 23 | 37 | 38 | 18 | 82 | 29 |
| Channel | **101** | **102** | **103** | **104** | **105** | **106** | **107** | **108** | **109** |
| **理论** | 41 | 33 | 15 | 39 | 58 | 14 | 30 | 77 | 16 |
| **实际** | 41 | 32 | 16 | 39 | 58 | 14 | 30 | 77 | 16 |
| Channel | **110** | **111** | **112** | **113** | **114** | **115** | **116** | **117** | **118** |
| **理论** | 73 | 86 | 21 | 45 | 24 | 72 | 70 | 29 | 77 |
| **实际** | 74 | 86 | 20 | 45 | 23 | 73 | 70 | 30 | 77 |
| Channel | **119** | **120** | **121** | **122** | **123** | **124** | **125** | **126** | **127** |
| **理论** | 73 | 97 | 12 | 86 | 90 | 61 | 36 | 55 | 67 |
| **实际** | 73 | 97 | 12 | 85 | 90 | 62 | 36 | 56 | 66 |
| Channel | **128** | **129** | **130** | **131** | **132** | **133** | **134** | **135** | **136** |
| **理论** | 55 | 74 | 31 | 52 | 50 | 50 | 41 | 24 | 66 |
| **实际** | 56 | 75 | 31 | 53 | 50 | 50 | 41 | 24 | 66 |
| Channel | **137** | **138** | **139** | **140** | **141** | **142** | **143** | **144** |  |
| **理论** | 30 | 17 | 91 | 17 | 37 | 57 | 87 | 53 |  |
| **实际** | 30 | 17 | 92 | 16 | 37 | 58 | 87 | 53 |  |

1. **相位差边界值测试记录 (2015.8.7)**

**表三. 相邻相位差在100-255之间**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Channel | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| **理论** | 141 | 135 | 190 | 132 | 225 | 108 | 214 | 174 | 182 |
| **实际** | 142 | 136 | 190 | 133 | 226 | 108 | 213 | 175 | 181 |
| Channel | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** |
| **理论** | 144 | 173 | 241 | 241 | 187 | 233 | 235 | 179 | 166 |
| **实际** | 144 | 175 | 240 | 242 | 187 | 235 | 235 | 180 | 165 |
| Channel | **20** | **21** | **22** | **23** | **24** | **25** | **26** | **27** | **28** |
| **理论** | 219 | 160 | 135 | 112 | 162 | 153 | 136 | 194 | 113 |
| **实际** | 219 | 162 | 134 | 112 | 162 | 152 | 137 | 194 | 113 |
| Channel | **29** | **30** | **31** | **32** | **33** | **34** | **35** | **36** | **37** |
| **理论** | 128 | 106 | 183 | 171 | 222 | 179 | 118 | 177 | 200 |
| **实际** | 129 | 107 | 183 | 171 | 221 | 178 | 40 | 79 | 119 |
| Channel | **38** | **39** | **40** | **41** | **42** | **43** | **44** | **45** | **46** |
| **理论** | 167 | 187 | 139 | 166 | 131 | 103 | 190 | 125 | 109 |
| **实际** | 168 | 189 | 141 | 166 | 132 | 102 | 191 | 125 | 109 |
| Channel | **47** | **48** | **49** | **50** | **51** | **52** | **53** | **54** | **55** |
| **理论** | 156 | 137 | 131 | 193 | 212 | 203 | 252 | 150 | 245 |
| **实际** | 156 | 137 | 132 | 193 | 212 | 203 | 251 | 151 | 245 |
| Channel | **56** | **57** | **58** | **59** | **60** | **61** | **62** | **63** | **64** |
| **理论** | 169 | 159 | 119 | 113 | 137 | 110 | 128 | 219 | 174 |
| **实际** | 170 | 159 | 119 | 113 | 139 | 109 | 129 | 219 | 175 |
| Channel | **65** | **66** | **67** | **68** | **69** | **70** | **71** | **72** | **73** |
| **理论** | 150 | 132 | 154 | 180 | 238 | 164 | 120 | 154 | 253 |
| **实际** | 150 | 132 | 155 | 180 | 237 | 164 | 120 | 154 | 253 |
| Channel | **74** | **75** | **76** | **77** | **78** | **79** | **80** | **81** | **82** |
| **理论** | 118 | 173 | 150 | 246 | 158 | 125 | 173 | 220 | 173 |
| **实际** | 118 | 173 | 150 | 246 | 158 | 125 | 173 | 219 | 173 |
| Channel | **83** | **84** | **85** | **86** | **87** | **88** | **89** | **90** | **91** |
| **理论** | 179 | 120 | 242 | 168 | 164 | 102 | 208 | 107 | 196 |
| **实际** | 179 | 120 | 242 | 169 | 164 | 102 | 208 | 107 | 197 |
| Channel | **92** | **93** | **94** | **95** | **96** | **97** | **98** | **99** | **100** |
| **理论** | 148 | 183 | 150 | 159 | 161 | 134 | 246 | 134 | 145 |
| **实际** | 147 | 183 | 150 | 160 | 161 | 134 | 246 | 134 | 145 |
| Channel | **101** | **102** | **103** | **104** | **105** | **106** | **107** | **108** | **109** |
| **理论** | 157 | 225 | 139 | 131 | 218 | 176 | 202 | 153 | 102 |
| **实际** | 158 | 225 | 139 | 131 | 219 | 177 | 202 | 154 | 102 |
| Channel | **110** | **111** | **112** | **113** | **114** | **115** | **116** | **117** | **118** |
| **理论** | 185 | 114 | 157 | 173 | 144 | 128 | 126 | 197 | 153 |
| **实际** | 186 | 114 | 157 | 173 | 144 | 128 | 127 | 196 | 153 |
| Channel | **119** | **120** | **121** | **122** | **123** | **124** | **125** | **126** | **127** |
| **理论** | 213 | 233 | 128 | 178 | 234 | 201 | 204 | 183 | 191 |
| **实际** | 213 | 233 | 128 | 179 | 233 | 202 | 205 | 183 | 191 |
| Channel | **128** | **129** | **130** | **131** | **132** | **133** | **134** | **135** | **136** |
| **理论** | 103 | 214 | 191 | 120 | 214 | 126 | 145 | 220 | 142 |
| **实际** | 102 | 216 | 191 | 120 | 214 | 126 | 145 | 219 | 143 |
| Channel | **137** | **138** | **139** | **140** | **141** | **142** | **143** | **144** |  |
| **理论** | 100 | 131 | 239 | 187 | 173 | 197 | 255 | 105 |  |
| **实际** | 100 | 131 | 240 | 187 | 173 | 197 | 255 | 105 |  |

* **测试方法**

以上三组测试使相邻两个通道之间的相位差分别在0-9、10-99、100-255之间。且测试数据至少包含边界。

Qt中的函数qrand可产生一定范围的随机数。如：qrand()%10可产生0-9之间的随机整数。利用该函数产生用于测试的相位差，分别产生范围在0-9、0-99、0-255之间的三组、每组144个随机整数。该法可保证多次重复均产生同样一组在一定范围的随机数。

为使第二、第三组的相位差在10-99和100-255之间，做以下处理：第二组中，若产生的随机数小于10，则数值加上10；第三组中，若产生的随机数小于100，则数值加上100。另外，由于第三组产生的随机数中没有包含边界100，故将channel 137对应的相位差从原来的102改为100.

* **测试结论**

测试结果大体正常。相邻两路之间的实际相位差与理论相位差的差值基本在[-2,2]之间。

但在以上测试结果中，Channel #35 - #37的测试结果均与理论值相差较大，基本可以认为这三路有故障。

在第一组、即相位差在0-9间的测试中，当相位差为零时，出现过几次相位轻微滞后的情况（即相位反过来接近255了）。

* **误差分析**

调节示波器横向时间轴的精度，可能会对测量的时间差造成一定的影响。

另外，计算时浮点数位数、四舍五入等因素会影响计算精度。

1. **验证通道35-37损坏情况 (2015.8.10)**

**表一. Channel 34-40与channel 33 间相位差**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Channel | **34** | **35** | **36** | **37** | **38** | **39** | **40** |
| **理论** | 94 | 178 | 247 | 39 | 64 | 64 | 39 |
| **实际** | 94 | 247 | 178 | 39 | 64 | 64 | 39 |

* **验证方法**

测试焦点坐标为（0,0.005,0.14）.由该点计算出112路通道的理论相位值。

由之前的测试结果，35-37通道的测试结果与理论值不符。本组测试测量Port6，即channel 33-40的相位。利用Advantech Navigator手动载入这些通道的相位。以通道33的相位为基准（该通道的相位值本身无误），计算通道34-40与通道33之间的理论相位差，并利用示波器显示波形测量实际相位差。

* **验证结果**

通道35、36与通道33之间相位差的理论值与实际值不符。

* **验证结论**

1. 通道35、36损坏。由于这两路损坏，使得之前的测试中：35与34、36与35、37与36这三组相位差测试结果出错。
2. 代码没有问题。

* **额外验证**

**表二. Channel 34-40与channel 33 间相位差（相邻相位差0-9）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Channel | **34** | **35** | **36** | **37** | **38** | **39** | **40** |
| **理论** | 1 | 9 | 18 | 20 | 27 | 36 | 41 |
| **实际** | 1 | 18 | 9 | 20 | 27 | 36 | 41 |

**表三. Channel 34-40与channel 33 间相位差（相邻相位差10-99）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Channel | **34** | **35** | **36** | **37** | **38** | **39** | **40** |
| **理论** | 71 | 109 | 178 | 190 | 1 | 100 | 135 |
| **实际** | 71 | 178 | 107 | 190 | 1 | 101 | 134 |

**表四. Channel 34-40与channel 33 间相位差（相邻相位差100-256）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Channel | **34** | **35** | **36** | **37** | **38** | **39** | **40** |
| **理论** | 179 | 41 | 218 | 162 | 73 | 4 | 143 |
| **实际** | 178 | 218 | 41 | 162 | 73 | 4 | 144 |

* **额外验证结果**

由表二、三、四可见，通道35、36的值与理论不符，进一步验证这两通道损坏的结论。

由表一至表四，发现一个现象：通道35的实际测量值与通道36的理论值相符，通道36的实际测量值与通道35的理论值相符。

**推断：板子上通道35与通道36的针脚反了。**

* **推断验证**

**表五. Channel 33-40相邻相位差**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Channel | **34** | **35** | **36** | **37** | **38** | **39** | **40** |
| **理论** | 94 | 84 | 69 | 48 | 25 | 0 | 231 |
| **实际** | 94 | 83 | 69 | 48 | 25 | 0 | 231 |

将示波器数字通道接口中对应通道35、36的管脚交换。测试焦点坐标为（0,0.005,0.14）.

表五的结果显示，交换管脚之后，实际值与理论值相符。

* **推断额外验证**

**表六. 相邻相位差在0-9之间**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Channel | **34** | **35** | **36** | **37** | **38** | **39** | **40** |
| **理论** | 1 | 8 | 9 | 2 | 7 | 9 | 5 |
| **实际** | 1 | 8 | 9 | 2 | 7 | 9 | 5 |

**表七. 相邻相位差在10-99之间**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Channel | **34** | **35** | **36** | **37** | **38** | **39** | **40** |
| **理论** | 71 | 38 | 69 | 12 | 67 | 99 | 35 |
| **实际** | 71 | 37 | 70 | 12 | 66 | 100 | 34 |

**表八. 相邻相位差在100-256之间**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Channel | **34** | **35** | **36** | **37** | **38** | **39** | **40** |
| **理论** | 179 | 118 | 177 | 200 | 167 | 187 | 139 |
| **实际** | 178 | 119 | 177 | 200 | 167 | 187 | 140 |

**结论**：表六、七、八的结果显示，推断正确。板子上通道35、36对应的管脚反了。